



Marko Rähä

ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KIRKKOKUJAN PALVELUTALOSSA

ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KIRKKOKUJAN PALVELUTALOSSA

Marko Rähä
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, talon- ja korjausrakentaminen

Tekijä: Marko Räihä

Opinnäytetyön nimi: Energiatehokkuuden parantaminen Kirkkokujan palvelutalossa

Työn ohjaaja: Kimmo Illikainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013 Sivumäärä: 58 + 15 liitettä

Tämän opinnäytetyön taustalla oli vuonna 2013 annettu asetus rakennuksen energiateräkkyyden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Sen mukaan olemassa olevan rakennuskannan energiankulutusta on pudotettava korjaus- tai muutostöiden yhteydessä, mikäli se on sekä taloudellista kannattavaa ja perusteltua että teknisesti ja toiminnallisesti mahdollista. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Yli-lin Palvelutalosaatiön omistama palvelutalon kunto- ja energiankulutuksen taso.

Tavoitteena oli tehdä kuntoarvion pohjalta erilaisia korjausehdotuksia kohteeseen. Korjausehdotuksia oli tarkoitus tarkastella sekä toteutukselliselta ja toiminnalliselta että taloudelliselta kannalta. Korjausehdotuksissa oli tarkoitus keskittyä sekä rakennuksen ulkovaipan osalle tehtäviin korjaustoimenpiteisiin ja lämmöneristävyyden lisäämiseen että ilmanvaihdon parantamiseen.

Työssä tehtiin Yli-lin Palvelutalosaatiön omistamaan hoitokodin päärakennuksen kuntoarvio. Kuntoarvion pohjalta tehtiin sekä rakenteiden lisäeristämisen suunnitelmat ja energiateräkkyydestä tarkastelut rakennuksen ulkovaipan lämmöneristävyyden parantamiseksi että ilmanvaihdon parantamisen energiateräkkyydestä tarkastelu. Kohteessa tehtiin kuntoarvio kolmessa erässä, joissa tutkittiin sekä rakenteiden kuntoa pintapuolisesti ja pintakosteuksia mittaamalla että lämpökuvaamalla rakennus. Rakennuksen energiankulutusta selvitettiin laskennallisen mallin avulla, jossa rakennuksen rakenteiden laskennallinen lämpöhäviö määritettiin laskentastandardien mukaisesti. Tuloksia verrattiin toteutuneisiin kuluihin.

Työn tuloksena saatiin Yli-lin Palvelutalosaatiölle laadittua rakennuksen energiateräkkyyttä parantavia ratkaisuja, joiden pohjalta voidaan suunnitella energiateräkkyyden parantamisen tarvetta ja saatua hyötyä. Yläpohjan lisäeristäminen ja ilmanvaihdon uusiminen olivat ratkaisusta ainoat, joiden kannattavuudelle tai toiminnallisuuden muutos on perusteltua.

Asiasanat: energiakorjaus, energiankulutus, lisäeristys

ABSTRACT

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

Author: Marko Rähkä

Title of thesis: Improving Energy Efficiency in Sheltered House of Kirkkokuja

Supervisor: Kimmo Illikainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2013 Pages: 58 + 15
appendices

This thesis was based on the regulation of the building energy efficiency improvement in repair and modification work, which was issued in 2013. According to the regulation, the building's energy consumption is reduced in connection with repair work or alteration, if it is both economic and justified, and technically and operationally possible. The purpose of this thesis was to survey the condition and the energy consumption level in a building owned by Yli-li Palvelutalosaatiö.

Suggestions for repairs were up for review, in the point of view of the implementation and operational and financial. Repairs proposals were to focus on the repair of building envelope, and to increase the thermal insulation and ventilation improvements.

In the thesis a condition assessment was done in the main building of the sheltered house owned of Yli-li Palvelutalosaatiö. On the basis of the condition assessment plans for additional insulation of the structures were done, as well as energy efficiency reviews for the building envelope to improve the thermal transmittance and also to improve the ventilation. The condition assessment was done in three stages, in which the condition of the structures was investigated on the outer surface and also by measuring the surface moisture and by thermal imaging. The energy consumption of the building was studied by using a model, in which the calculated heat loss of the structures of the building was determined in accordance with the standards. The results were compared to actual expenses.

As a result of the work, solutions to improve the energy efficiency were obtained for the building according to which the need for the energy renovations can be planned and the benefits derived from it. Additional roof insulation and renewal of ventilation were the only the solutions in which the profitability or the functionality is justified.

Keywords: additional insulation, energy renovation, energy consumption

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| SISÄLLYS | 5 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 ENERGIAVAATIMUKSET | 9 |
| 2.1 Rakennuksen energiatehokkuus ja energiakulutus | 9 |
| 2.2 Uudet energiamääräykset korjausrakentamisessa | 9 |
| 2.3 Vaihtoehdot energiatehokkuuden parantamiseen | 11 |
| 2.4 Kokonaisenergiankulutus | 12 |
| 2.5 Energiatodistus | 12 |
| 3 LÄMPÖHÄVIÖIDEN LASKENTA | 14 |
| 3.1 Rakennuksen lämpöhäviöt | 14 |
| 3.2 Lämpöhäviöiden tutkiminen | 15 |
| 3.3 Energiamääräysten mukainen laskenta | 15 |
| 4 ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT KORJAUKSET | 17 |
| 4.1 Yläpohjan lisäeristäminen | 17 |
| 4.2 Alapohjan lisäeristäminen | 18 |
| 4.3 Ulkoseinien lisäeristäminen | 18 |
| 4.4 Ikkunoiden ja ovien korjaaminen | 19 |
| 4.5 Ilmatiiviys | 20 |
| 4.6 Talotekninen korjaus | 21 |
| 4.6.1 Ilmanvaihtojärjestelmä | 21 |
| 4.6.2 Lämmitysjärjestelmä | 23 |
| 4.6.3 Vesi- ja viemärijärjestelmä | 24 |
| 5 ENERGIAKORJAUS KIRKKOKUJAN RAKENNUKSESSA | 25 |
| 5.1 Kuntoarvio | 26 |
| 5.1.1 Seinien kuntoarvio | 26 |
| 5.1.2 Yläpohjan kuntoarvio | 27 |
| 5.1.3 Alapohjan kuntoarvio | 28 |
| 5.1.4 Ovien ja ikkunoiden kuntoarvio | 29 |
| 5.1.5 Ilmanvaihdon kuntoarvio | 30 |

| | |
|---|----|
| 5.1.6 Lämmitysjärjestelmän kuntoarvio | 30 |
| 5.2 Lisäeristämisen ratkaisut | 31 |
| 5.2.1 Yläpohjan energiakorjaus | 31 |
| 5.2.2 Alapohjan energiakorjaus | 32 |
| 5.2.3 Seinien energiakorjaus | 32 |
| 5.2.4 Ikkunoiden ja ovien energiakorjaus | 33 |
| 5.2.5 Ilmanvaihdon energiakorjaus | 34 |
| 5.2.6 Lämmitysjärjestelmän energiakorjaus | 34 |
| 6 RAKENTEEN LÄMPÖHÄVIÖT | 35 |
| 6.1 Seinän lämpöhäviö | 36 |
| 6.1.1 Alkuperäisen rakenteen lämpöhäviö | 36 |
| 6.1.2 Lisäeristettyjen rakenteiden lämpöhäviöt | 38 |
| 6.2 Yläpohjan lämpöhäviö | 40 |
| 6.2.1 Alkuperäisen rakenteen lämpöhäviö | 41 |
| 6.2.2 Lisäeristetyn rakenteen lämpöhäviö | 41 |
| 6.3 Alapohjan lämpöhäviö | 42 |
| 6.4 Kylmäsiltojen lämpöhäviö | 43 |
| 6.5 Vuotoilman lämpöhäviö | 43 |
| 6.6 Ilmanvaihdon lämpöhäviö | 43 |
| 7 RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS | 45 |
| 7.1 Energiatehokkuuden tarkastelu alkuperäisillä rakenteilla | 45 |
| 7.2 Energiakulutus uusilla rakenteilla | 47 |
| 7.2.1 Yläpohjan lisäeristämisen energiatehokkuus | 47 |
| 7.2.2 Ulkoseinien lisäeristämisen energiatehokkuus | 48 |
| 7.2.3 Ilmanvaihdon parantamisen ja lämpötilojen säädön energiatehokkuus | 49 |
| 7.2.4 Korjauksella saavutettava energiasäästö | 50 |
| 7.3 Ilmatiivyyden parantamisen energiatehokkuus | 52 |
| 8 YHTEENVETO | 53 |
| LÄHTEET | 54 |
| LIITTEET | 58 |

1 JOHDANTO

Rakentamisen ja rakennusten energian loppukäyttäminen on Suomessa noin 40 %. Pienentämällä energiankulutusta säästetään ympäristöä ja vähennetään uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä. Energiämääräyksiä sovelletaan rakennus- tai toimenpideluvan edellyttävissä ja muutostyökohteissa, joissa rakennuksessa käytetään energiaa valaisemiseen, lämmittämiseen ja sisäilmaston ylläpitämiseen. Korjausrakentamisessa on suuri energiansäästöpotentiaali. Korjausrakentamisessa energiämääräyksiä noudatetaan luvanvaraisen rakentamisen ja muutusrakentamisen kohteissa. Energiakorjaukseen ryhdytään, mikäli se on teknisesti ja toiminnallisesti mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa.

Rakennusten energiankulutusta pienentämällä saavutetaan myös muita hyötyjä. Ostettavan energian määrä pienenee, joten energian hinnanvaihtelut eivät näy rakennuksen lämmityskuluissa merkittävästi. Rakennuskuluissa energiaa säästävät ratkaisut näkyvät hankintavaiheessa suurena eränä, mutta ne maksavat itsensä takaisin säästetyn energiankulutuksen kautta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Oulussa Yli-lissä Kirkkokujalla sijaitsevan palvelutalon mahdolliset energiahukat ja soveltaa näiden korjaamiseen erilaisia ratkaisuja uusien energia-asetusten mukaiseen energiatasoon pääsemiseksi. Ratkaisuissa pohditaan eri ratkaisujen toimivuutta ja kannattavuutta sekä niiden toteutettavuutta kyseisessä kohteessa.

Opinnäytetyössä rakennuksen energiakorjauksen ratkaisut rajataan sekä rakennuksen vaipan korjaamiseen ja eristyksen parantamiseen että ilmanvaihdon nykyaikaistamiseen. Rajauksen ulkopuolelle jätetään muut energiakorjauksen muodot ja keinot työn laajuuden rajoittamiseksi.

Työ aloitetaan tutkimalla rakennuksen piirustukset ja rakennusselostukset. Työtä jatketaan kohteen kuntoarvioinnilla sekä kohteen lämpökuvauksella. Tutkimuksien pohjalta ryhdytään suunnittelemaan mahdollisia energiatehokkuutta parantavia korjauksia. Korjausten kannattavuutta tarkastellaan ja korjauksen mahdollisuutta kohteessa pohditaan.

Energiatehokkuuden parantaminen suunnitellaan laskennallisten mallien avulla. Laskenta tehdään standardien mukaiselle käytölle, jotta rakennusta on mahdollista verrata vastaaviin rakennuksiin. Energiaselvityksen saamiseksi nykyisistä rakenteista sekä uusista rakenteen ratkaisuista käytetään Energiajunior-laskentaohjelmaa. Energiajunioria käytetään, vaikka se on tarkoitettu uusille rakennuksille, koska olemassaoleville rakennuksille tarkoitettua Energiasenior-energiatehokkuusohjelmistoa ei ole saatu vielä uusia määräyksiä täyttäväksi.

Oulun kaupunki ja Yli-lin kunta yhdistyivät vuoden 2013 alussa. Yhdistymisen vuoksi Yli-lin alueella osa kadun nimistä jouduttiin muuttamaan. Myös opinnäytetyön kohteena olevan Kirkkokujalla sijaitsevan palvelutalon postiosoite muuttui. Tästä johtuen opinnäytetyön liitteet sisältävät vielä vanhan osoitteen Elatuspellontie.

2 ENERGIAVAATIMUKSET

Suomi on sitoutunut Euroopan unionin energia- ja ilmastopolitiikan määräykseen, jossa vuoteen 2020 mennessä on tarkoitus pienentää merkittävästi ympäristörasitusta. Määräyksellä pyritään vähentämään kasvihuonepäästöjä, lisäämään uusiutuvien energianlähteiden osuutta kokonaisenergian kulutuksesta sekä parantamaan energiatehokkuutta. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 1.)

Määräyksellä on tavoitteena pienentää energiankulutusta 25 % ja alentaa hiilidioksidipäästöjä 45 % olemassa olevassa rakennuskannassa vuoteen 2050 mennessä. Uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen, sähkön tehokkaampi käyttö, parempi lämmön talteenotto ja lämpöhäviöiden vähentäminen ovat keinoja, joilla pystytään vähentämään rakennuksen energiankulutusta. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 1.)

2.1 Rakennuksen energiatehokkuus ja energiakulutus

Rakennuksen energiatehokkuutta kuvaa suure, joka yksiselitteisesti ilmoittaa rakennuksen energiankulutuksen tason. Luku voidaan määritellä lasketun energiatarpeen, todennetun energian kulutuksen, lasketun hiilidioksidipäästön pinta-alayksikössä tai lasketun primäärienergia tarpeen mukaan. (RIL 249-2009, 12.)

Suomen kokonaisenergiankulutuksesta rakennuskanta kuluttaa noin 40 %. Energiaa kuluu rakennuksissa muun muassa lämmitykseen, lämpimän käyttöveden tuottamiseen ja jakeluun, valaistukseen ja tilojen jäähdykseen. Palvelurakennuksien osuus kulutetusta energian kokonaismäärästä on 8 %:n suurinen. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 2.)

2.2 Uudet energiamääräykset korjausrakentamisessa

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen korjaus- ja muutostöistä on annettu 27.2.2013. Asetuksessa on määriteltä rakennuksen energiatehokkuudelle vähimmäisvaatimukset, kun rakennuksen korjaaminen on luvanvaraista, raken-

nuksen käyttötarkoitus muuttuu tai tekninen järjestelmä uusitaan. Asetuksen mukaisia korjauksia ovat rakennuksen laajat korjauksen, joihin vaaditaan rakennus- tai toimenpidelupa. Luvanvaraisiksi töiksi katsotaan ulkovaipan korjaus, laajat peruskorjaukset ja teknisten järjestelmien uusimiset. Asetus tulee voimaan viranomaisten käytössä oleviin rakennuksiin 1.6.2013 ja muissa rakennuksissa se otetaan käyttöön 1.9.2013. Lupahankkeet, joiden lupahakemus on jätetty ennen asetuksen voimaan astumista, eivät koske asetusta. Asetus ei koske kesäasuttavia loma-asuntoja, kooltaan alle 50 m² rakennuksia, eikä suojeltuja kohteita. Myös kasvihuoneet, hartauden tai uskonnollisen toiminnan tai tietynlaisen tuotannon rakennukset eivät kuulu asetuksen piiriin. (Energiatehokkuus huomioon luvanvaraisessa korjausrakentamisessa. 2013.)

Korjausrakentamisessa energiakorjaus on järkevää ajoittaa silloin, kun korjauksen yhteydessä korjataan olemassa olevia muita rakennuksen osia. Tyypillisiä korjauksia ovat rakennuksen vaippaan ja lvi-järjestelmiin kohdistuvat korjaukset. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 2.)

Korjausrakentamisessa korjauksia velvoittavia parannuksia tehdään vain, kun ne ovat teknisesti toteutettavissa, toiminnallisesti ja taloudellisesti mahdollisia, sillä erillistä velvoitetta ei ole. Taloudellisuutta voidaan katsoa esimerkiksi takaisinmaksuaikojen kautta. Takaisinmaksuajan katsotaan olevan kannattavalla puolen, jos se maksaa itsensä takaisin säästettynä energiankulutuksena korjaukselle annetun käyttöikätaimitteen aikana. Jokaisella korjauksella voidaan katsoa olevan oma takaisinmaksuaikakäytäntö, mikä vaikeuttaa kustannustehokkuuden tunnistamista. Kustannustehokkuustarkastelussa tarkastellaan asuinrakennuksia 30 vuoden tarkastelujaksolla tai jos rakennusosan tai järjestelmän osalta katsotaan normaalia lyhyemmän ajan olevan käyttöikä mukainen. Tarkastelussa on kuitenkin vaikea ottaa huomioon lisääntyneitä asumis- ja käyttömukavuutta, joka korjauksen yhteydessä kohoaa. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 5–6.)

Energiatehokkuuden parantamisen suunnittelussa on rakennuksen energiatehokkuuslaskelmat tehtävä rakennuksen suunnitellulle standardikäytölle eli vaki-

oidulle käytölle. Laskennan arvot tulee valita saman tyyppin laskelmissa käytettävien arvojen mukaan, jotta saman tyyppin rakennukset saadaan samalle vertailutasolle. Käyttäjien toimintojen mukaan voivat ilmamäärät, valaistus, ihmiset, käyttöaste, käyttöaika, ilmanvaihdon käyttöaika, kuluttajalaitteet, lämmitys- ja ilmanvaihdon käyntiaika poiketa standardikäytöstä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 7.)

2.3 Vaihtoehdot energiatehokkuuden parantamiseen

Ympäristöministeriön antaman asetuksen rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöistä kolmannessa pykälässä annetaan mahdollisuus kompensoida eri rakennusosien, järjestelmien sekä usean läheisen rakennuksen yhdessä tuottaman energian välillä. Pykälä sisältää lisäksi passiivisten keinojen ja maalämmityksen huomioon ottamisen rakennuksen energiatehokkuuden kasvattamisessa. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 7.)

Rakennushankkeeseen ryhdyttäessä on valittava arviointikeinoista se, jonka mukaan rakennuksen energiatehokkuuden parantamista lähdetään arviomaan. Ensimmäinen vaihtoehtoista on lämmönpitävyyden parantaminen rakennusosissa ja järjestelmien hyötysuhteen kasvattaminen. Vaihtoehdossa rakennusosat ja järjestelmät saatetaan vaatimusten arvojen mukaisiksi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 8.)

Toisessa vaihtoehdossa tarkastellaan rakennustyyppin mukaista vuositason kulutusta, joka on lukuarvona kWh/m²/vuosi. Laskennassa käytetään standardikäyttöä ja alana lämmitettyjen kerrosalojen summaa ympäröivien rakennusosien sisäpintojen mukaan. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 8.)

Kolmas arviointitapa energiatehokkuuden tarkasteluun on rakennuksen kokonaisenergian kulutuksen tarkastelu E-luvun kautta. E-lukua pienennetään vaatimusten mukaan. Lasketaan voidaan käyttää uudisrakentamisen laskentatyökaluja. Taseraja on rakennuksen standardi käytölle laskettu kokonaisenergian

kulutus. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 8.)

2.4 Kokonaisenergiankulutus

Rakennuksen E-luku on laskettava suure, joka lasketaan rakennuksen standardikäytön mukaan lämmitetyille nettoalalle. Kokonaisenergiankulutus lasketaan ostoenergiankulutuksen mukaan ja kerrotaan käytetyn energiamuodonkertoimella. E-luvun laskennassa rakennuksen käyttämä omavaraisesti tuottama uusiutuva energia ei ole ostoenergiaksi luettavaa energiaa, vaan se huomioidaan ostoenergian määrää vähentävänä kulutuksena. Ostoenergialle käytettävät energiamuotojen kertoimet on annettu (RakMk D3 2012, 8) seuraavasti:

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

2.5 Energiatodistus

1.1.2008 voimaan tullut laki ja asetus energiatodistuksesta ja vuoden 2009 alussa muokattu energiatodistusasetuksen muutos muuttuvat 1.6.2013 alkaen, kun energiatodistuksia koskeva lainsäädäntö muuttuu. Jatkossa myös vanhoilta pientaloilta vaaditaan energiatodistusta, kun niitä myydään ja vuokrataan. (Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2013; Energiatodistus. 2013.)

Ennen energiatodistuksen voimaantuloa valmistuneet pientalot, asuinrakennusryhmät tai enintään kuuden huoneiston asuinrakennukset eivät ole velvoitettuja hankkimaan energiatodistusta. Energiatodistusta kuitenkin suositellaan hankittavaksi. Rakennuksen korjauksen edellyttäessä rakennuslupaa, vaaditaan energiatodistus annettavaksi. Energiatodistus on voimassa seuraavat kymmenen vuotta. Myös energiakatselmuksen energiatodistus ja erillinen energiatodistus ovat voimassa 10 vuotta, kun rakennus on korkeintaan kuuden huoneiston asuinrakennus, muuten todistus on voimassa 4 vuotta. (Energiatodistus. 2013.)

Saman käyttötarkoituksen rakennusten energiavertailun helpottamiseksi tulee energiatodistuksessa ilmoittaa rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen energiantarve. ET-luvulla ilmoitetaan bruttoalan suhteen rakennuksen tarvitsema energiamäärä. Energiankulutukseen lasketaan lämmittämiseen ja jäähdyttämiseen kulunut energia sekä kulutettu sähköenergia. ET-luvun perusteella rakennukselle annetaan energialuokka, joka on asteikoltaan A–G. A-luokka on pienen kulutuksen rakennus. Asteikko luokitellaan pinta-alan ja käyttötarkoituksen mukaisesti. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 10.)

3 LÄMPÖHÄVIÖIDEN LASKENTA

Kirkkokuja kohteessa halutaan puuttua rakennuksen suureen lämmitysenergiankulutukseen. Kartoittamalla vanhat rakenteet ja laskemalla niiden lämmöneristävyyden kertoimet saadaan eri rakennusosille laskettua läpivirtaava lämmönhukka.

Rakennuksen lämmittäminen, käyttöveden lämmittäminen, jäähdytys- ja sähköenergiantarve muodostavat rakennuksen energiantarpeen. Lämmittäminen pitää sisällään vielä vaipan johtumislämmön, ilmanvaihdon ja vuotoilman vaatiman lämmitystarpeen. Siirretty lämpöenergia, sähköenergia, jäähdytysenergia ja säteilyenergia kattavat energiatarpeen. (RIL 249–2009, 23.)

3.1 Rakennuksen lämpöhäviöt

Rakennuksen lämpöhäviöt muodostuvat rakenteiden läpi johtuvasta lämpöhäviöstä, vuotoilman mukana menevästä lämpöhäviöstä, ilmanvaihdon ja järjestelmien lämpöhäviöistä. Lämpöhäviöt katetaan lämmitysenergialla, jonka nettotarpeeksi edelliset lasketaan. (RIL 249–2009, 24.)

Eri rakennusosien ja liitoksien välillä esiintyy lämpöhäviöitä kylmäsiltoina. Ne ilmenevät ilmavuotoina ja alentuneina pintalämpötiloina, jotka saattavat alentaa asumismukavuutta. Kylmäsiltoja aiheuttavat rakenteen kantavat osat sekä lisärakenteet, joita nurkkien ja aukkojen toimivuus edellyttää. Kylmäsiltojen toimivuus edellyttää, että rakenteet ovat ilma- ja vesihöyrytiivitä. Kylmäsiltoissa on merkittävä uhka homeenmuodostumiselle, koska tiivistyvä kosteus ja alhainen lämpötila mahdollistavat otolliset homeen kasvun mahdollisuudet. (RIL 249–2009, 148–151.)

Kylmäsiltojen vaikutus kasvaa, mitä paksummaksi lämmöneristys kasvaa. Tehokas kylmäsiltojen hallinta vaatii suunnittelua, jossa turhia lisärakenteita pyritään välttämään sovittamalla aukot moduulimitoitukseen. Oikeaoppisesti tehty tiivis rakenne edellyttää pölyttömiä, kuivia ja lämpimiä rakennusolosuhteita. (RIL 249–2009, 148–151.)

3.2 Lämpöhäviöiden tutkiminen

Lämpöhäviöiden laskentaan ja tutkimiseen voidaan käyttää 2D- tai 3D-laskumenetelmiä, joissa numeerisesti lasketaan rakennekokonaisuuksien U-arvot. Laskumenetelmät ottavat huomioon rakenteiden liittymien aiheuttamat kylmäsilat, joiden osuus voi olla jopa 15 % suuruinen rakennuksen U-arvoon verrattuna. (RIL 249–2009, 148-149.)

Lämpöhäviöiden tutkimiseen korjaus- ja uudisrakentamisen kohteessa voidaan käyttää lämpökuvausta. Lämpökuvauksen menetelmä, jonka toiminta perustuu pintojen lähettämän lämpösäteilyn voimakkuuden analysointiin. Lämpökameralla havaitaan erityisesti ilmanvuotokohtat ja rakenteen liitoksien läheiset kylmät kohdat. Mahdolliset virheet eristeiden asennuksessa havaitaan pistemäisinä pintalämpötilan alenemisina. Lisäksi kuvauksessa voidaan havaita mahdolliset rakennuksen kosteusongelmat, kun kosteat pinnat reagoivat kuiviin aineisiin nähdessä eri nopeudella ilmaolojen muuttuessa ja lähettävät näin eritasoisia lämpösäteilyä. (RT 14-10850. 2005, 1–2.)

Rakennuksen energiatodistuksen laatimiseen käytetään Energiajunior-ohjelmaa. Se on uusille rakennuksille tarkoitettu energialaskentaan räätälöity ohjelma. Energiajunior soveltuu käytettäväksi rakennuksissa, joissa ei ole jäähdytystä. Energiajunior laskee rakennuksen energialaskelmat uusimpien voimassa olevien energiamääräysten mukaisesti. (Energiajunior. 2013.)

3.3 Energiamääräysten mukainen laskenta

RakMk D5:n mukainen energiankulutuksen laskenta tehdään kuukausittaista energiatasemenetelmää käyttäen. Menetelmässä kuukausittain rakennukseen tuleva energiamäärä on sama kuin siitä kuukausittain poistuva energiamäärä. Vuosikulutus saadaan laskentakuukausien summana. (RakMk D5 2012, 12)

Energiantarve rakennuksessa kuvaa tilojen ja ilmanvaihdon jäähdytystarvetta, tilojen, lämpimän käyttöveden ja ilmanvaihdon lämmitystarvetta sekä valaistuksen ja kuluttajien sähkötarvetta. Energiantarvetta vähentää poistoilmasta talteen otettu lämpö, auringon säteily sekä sisäiset lämpökuormat. Tarvittava energia

katetaan siirtämällä lämpö, sähkö- tai jäähdytysenergiaa tarpeen mukaan. (RakMk D5 2012, 13)

Lämmitysjärjestelmien hyötysuhteet, järjestelmän häviöt ja tuotetun omavaraisenergian huomioon ottamalla, saadaan laskettua lämmitysjärjestelmän lämmitysenergiankulutus. Häviöt muodostuvat lämmitysenergian siirrossa, lämmön luovutuksessa ja lämmitysenergian varastoinnissa. Lämmityksessä tarvittava lämpöenergia ja lämmönsiirtoon tarvittava sähköenergia eritellään laskelmissa. (RakMk D5 2012, 13)

Jäähdytysjärjestelmien hyötysuhteet, järjestelmän häviöt ja tuotetun omavaraisenergia huomioon ottamalla saadaan laskettua jäähdytysjärjestelmän jäähdytysenergiankulutus. Häviöt muodostuvat jäähdytysenergian siirrossa, lämmön luovutuksessa ja jäähdytysenergian varastoinnissa. Jäähdytyksessä tarvittava lämpöenergia ja lämmönsiirtoon tarvittava sähköenergia eritellään laskelmissa. (RakMk D5 2012, 13–14)

Ilmanvaihdon laite- ja puhallinsähkö muodostavat ilmanvaihdon energiankulutuksen. Järjestelmän laitteita ovat pumput, säätimet ja taajuusmuuntimet. Tuuloilman lämmittäminen ennen tilaan joutumista tai tilassa lasketaan lämmityksen energiankulutuksen osaksi. (RakMk D5 2012, 14)

4 ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT KORJAUKSET

Rakennuksen vaippaa eristämällä ja talotekniikkaa parantamalla voidaan päästä uuteen energiankulutuksen enimmäisarvoon, joka on pien-, rivi- ja ketjutaloille 180 kWh/m². Luku lasketaan rakennusosien välisellä tasauslaskennalla. Luvulla ei ole vastinetta uudisrakentamisessa. Energiankulutuksessa ei lämmitysmuotoa oteta huomioon. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 12–13.)

Rakennuksen E-lukutarkastelun mukaan rakennuksen laskettua E-lukua pienennetään 0,8-kertaiseksi pien-, rivi- ja ketjutalojen osalta. E-luvun ei tarvitse kuitenkaan parantua siinä määrin, että se olisi vaadittua uudisrakentamisensa parempi, jos rakennuksen lähtötilanne on energiatehokas. Rakentamismääräyskokoelma D3 mukaan rakennuksen suurin sallittu E-luku uudisrakentamisessa olisi 143 kWh/m². (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 15–16.)

4.1 Yläpohjan lisäeristäminen

Yläpohjan lisälämmöneristämällä on usein kustannuksien kannalta paras potentiaali parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Suositus lisälämmöneristämälle on vanhan lämmöneristeen ulkopuolelle. Asennettaessa eriste ulkopuolelle parannetaan vanhan eristekerroksen kosteus- ja lämpötekniistä toimintaa, koska vanha eriste jää lämpimämpään tilaan. Lisälämmöneristeelle vaatimuksena on se, että se ei saa muodostaa vanhaa eristettä tiiviimpää kalvoa. (RT 83-10662. 1998, 2.)

Yläpohjan energiatehokkuutta parannettaessa rakennusosakohtaisesti on noudatettavia ympäristöministeriön asetuksessa antamia vaatimuksia rakenteelle. Uuden rakenteen U-arvon tulee olla 0,5-kertainen alkuperäiseen arvoon nähden, kuitenkin enintään 0,09 W/(m² K). Arvoa voidaan kompensoida muilla rakennusosilla, kun ne ylittävät vaatimusten tason. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 2.)

4.2 Alapohjan lisäeristäminen

Maanvastaisessa alapohjarakenteessa lisälämmöneristäminen tulee kyseiseksi vain harvoissa tapauksissa, joissa alapohja joudutaan uusimaan syystä tai toisesta. Alapohjan lisälämmöneristäminen ei kalleutensa ja työläytensä takia tule monesti kysymykseen. Lisäeristäminen voidaan tehdä joko lattian ylä- tai alapuolelle. Eristettäessä laatan yläpuolelta kärsii huonekorkeus, ja rakennuksen ikkunoiden korkeusasema jää alemmaksi. Eristettäessä lattialaatan alapuolelle joudutaan lattiarakenteet purkamaan kokonaisuudessaan ja alustäyttöjä madaltamaan uuden eristepaksuuden verran. Alapuolisen eristämisen yhteydessä on otettava huomioon kapillaarisen vedennousun estävä kerros. Kerroksen puuttuessa on syytä alapohjaa avatessa lisätä kerros, jotta vältytään kapillaariselta veden nousulta madaltuneisiin eristekerroksiin. Muuten, jos kerros on rakenteessa, tulee varmistua, että sen vahvuus on riittävä veden nousun estämiseksi. (Maanvastainen betonilaatta. 2008.)

Alapohjan lämmöneristystä ja rakenteen läpi kulkeutuvaa lämpöhäviötä voidaan parantaa osittain ulkopuolelta lisäämällä sokkeliperustuksen eristystä. Lisälämmöneristys nostetaan sokkelin kylkeen ja ulkopuolella olevaa vaakaeristystä parannetaan. (Tulla 2012.)

Alapohjan energiatehokkuutta parannettaessa rakennusosakohtaisesti on eristystä parannettava mahdollisuuksien mukaan. Arvoa voidaan kompensoida muilla rakennusosilla, kun ne ylittävät vaatimusten tason. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 2.)

4.3 Ulkoseinien lisäeristäminen

Ulkoseinien lisälämmöneristäminen voidaan tehdä kummallekin puolelle vanhaa seinärakennetta. Kummassakin eristämistavassa on puolensa ja haittansa. Lisäeristystä suunniteltaessa on suunniteltava ja laskettava lisäeristeenärkevin sijoituspuoli. Suunnittelussa huomioidaan sisä- ja ulkopinnan kunto ja mahdollinen korjaustarve. Lisäeristämisen yhteydessä on alkuperäisen seinän kunto tutkittava hyvin tarkkaan ja poistettava mahdolliset vauriot ja tiivistettävä ilma-
vuodot ja painuneet eristeet, jos vanha eriste jää rakenteeseen. Riskipaikkoja

ovat ovien ja ikkunoiden liittymät sekä rakennuksen nurkka-alueet. Riittävä tuuletus on varmistettava rakenteessa ja ulkopintaan on jätävä tiivis, lämpöä hyvin eristävä tuulensuojapinta. (Tulla 2012.)

Sisäpuolinen lisäeristäminen edellyttää, että rakenteeseen ei jää tiiviitä pintoja, jotka voisivat estää mahdollisen kosteuden liikkumisen muodostamalla tiiviin kalvon. Eristettäessä sisäpuolelta jää vanha seinärakenne teknisesti huonompaan tilaan, koska lisäeristys laskee vanhan eristeen lämpötilaa ja suhteellinen kosteus nousee. (Näin lisäeristät 4. 2012, 2–4.)

Ulkopuolinen lisäeristäminen edellyttää vanhan ulkoverhousrakenteen purkamisen, jotta lisäeriste saadaan vanhaan eristeeseen kiinni tiiviisti. Lisäeristäminen vähentää vedon tunnetta ja parantaa asuinmukavuutta. Lisäeristettäessä seiiniä joudutaan sokkeli lisäeristämään useassa tapauksessa paksuserojen vuoksi. Ulkopuolelle eristettäessä vanha rakenne jää teknisesti parempaan asemaan kuin sisäpuolisessa eristyksessä. Vanhan rakenteen lämpötila nousee ja suhteellinen kosteus vähenee. (Näin lisäeristät 1. 2012, 2–7.)

Ulkoseinien energiatehokkuutta parannettaessa rakennusosakohtaisesti on noudatettavia ympäristöministeriön asetuksessa antamia vaatimuksia rakenteelle. Uuden seinärakenteen U-arvon tulee olla 0,5-kertainen alkuperäiseen arvoon nähden, kuitenkin enintään 0,17 W/(m² K). Arvoa voidaan kompensoida muilla rakennusosilla, kun ne ylittävät vaatimusten tason. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 2.)

4.4 Ikkunoiden ja ovien korjaaminen

Vanhat ikkunat ja ovet voidaan kunnostaa, jos niissä ei ole lahovaurioita. Kunnostus tehdään paikan päällä. On syytä tarkastella, onko ikkunoiden ja ovien korjaamisella energiataloudellisesti merkitystä vai onko ikkunat järkevämpää uusia kokonaan. Tarkastelu on myös syytä tehdä ikkunoiden ja ovien korjaamiselle tai uusimisen takaisinmaksuajalle. Ikkunoiden ja ovien korjaaminen energiataloudelliseksi on haastavaa, koska korjauksessa vaativia työvaiheita on paljon. (RIL 249–2009, 216.)

Uusilla ovilla ja ikkunoilla saavutetaan parempi lämmöneristys kuin vanhoilla. Energiakorjauksissa kannattaa suosia sellaisia ikkunoita ja ovia, joiden U-arvo on 0,8–1,0 W/m²K. Ikkunat ja ovet, joiden lasien U-arvo on 0,8 W/m²K ja siitä alle, voivat huurtua ulomman lasin osalta. Huurtumista esiintyy erityisesti syysaamuisin, mutta se ei ole vakavaa. Markkinoille on tullut ikkunoita, joissa ei ulomman lasin huurtumista tapahdu erityisen huurtumista estävän teknologian ansiosta. Ikkunat ja ovet maksavat itsensä takaisin säästyneenä lämmitysenergiana, jos vanhojen ikkunoiden ja ovien vaihtaminen ei ole tullut ikkunoiden teknisen käyttöikänsä aikana saatua energiansäästöä kalliimmaksi. Ikkunoiden ja ovien tekninen käyttöikä on riippuvainen asennuksen onnistumisesta ja ikkunan rakennusfysikaalisista olosuhteista, mutta 30 vuotta tai enemmän on yleensä ikkunan suurin käyttöikä. (RIL 249–2009, 216.)

Ikkunoita ja ovia uusittaessa on syytä varmistaa, että karmien veden- ja ilmanpitävyys varmistetaan käyttäen varmaksi todettuja materiaaleja. Ikkunoiden ja ovien tiivistys varmistetaan paisuvien tiivistenauhojen ja elastisten saumamassojen avulla. Ilmatiiviys rakenteessa pitää varmistaa. (RIL 249–2009, 216.)

Ikkunoita ja ovia vaihdettaessa on noudatettavia ympäristöministeriön asetuksessa antamia vaatimuksia rakenteelle. Uuden ikkunan tai oven U-arvon tulee olla 1,0 W/(m² K) tai parempi. Korjattaessa vanhoja ikkunoita ja ovia on lämmönpitävyttä mahdollisuuksien mukaan parannettava. Arvoa voidaan kompensoida muilla rakennusosilla, kun ne ylittävät vaatimusten tason. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 2.)

4.5 Ilmatiiviys

Energiakorjauksessa rakennuksessa tulee huolehtia ulkovaipan tiivyydestä. Eri-tyisesti vaipan tiiviys on tärkeää, kun rakenteen sisään jätetään vanhoja eristeitä. Vanha eristekerros on voinut likaantua ja siinä voi kasvaa mikrobikasvustoa mahdollisen kastumisen seurauksena. Jos likaista ilmaa imetään sisälle rakenteen läpi, on olemassa vaara sisäilman pilaantumiselle. (RIL 249–2009, 216–218.)

Tiivistäminen tehdään sisäpuolelta. Tiivistämisen kohteena on erityisesti rakenteiden liittymät ja saumat, joissa yleisimmin sijaitsevat vuotokohdat. Tiivis rakenne edellyttää, että korvausilma ilmanvaihdolle otetaan koneellisen tuloilmajärjestelmän kautta. Energiatehokas korvausilman saanti edellyttää, että ilmanvaihtojärjestelmä uusitaan lämmöntalteenotolla varustettuun koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon. (RIL 249–2009, 216–218.)

4.6 Talotekninen korjaus

Talotekniikan korjaamisella on iso merkitys energiatehokkuutta parantavassa korjauksessa. Energiakorjauksen tasosta riippuen talotekninen korjaus voi vaihdella säätötoimenpiteistä kokonaisvaltaiseen järjestelmän uusimiseen. Energiainsäästön kannalta suurin säästöpotentiaali saavutetaan ilmanvaihdon muuttamisella koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon, jossa on lämpötalteenottava ominaisuus. Lämmöntalteenotolla lämmitetään tuloilmaa, jolloin säästetään tuloilman lämmittämisessä. (RIL 249–2009, 221–222.)

Ilmanvaihdon energiatehokkuuden parantaminen tapahtuu uusimalla ilmanvaihtolaitteet uudisrakentamista vastaavalle tasolle. Rakennuksen linjastojen saneerausella saavutetaan energiasäästöjä, kun linjastot mitoitetaan ja toteutetaan tilan käyttötarkoituksen huomioiden. Vesijohdot mitoitetaan ja toteutetaan vesikalusteiden vaatimien virtauksien ja paineiden mukaisesti. Vesijohtolinjastojen lämmöneristäminen vähentää veden juoksutuksen tarvetta ja näin tuo säästöjä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012, 8–9.)

4.6.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihto ylläpitää rakennuksen sisäilman terveellisenä ja viihtyisenä. Se poistaa ilman epäpuhtauksia ja tuo korvausilmaksi ulkoilmaa. Epäpuhtaudet ovat peräisin materiaaleista, maaperästä, ulkoilmasta, radonista, ihmisistä ja heidän toimistaan. Lämpötilojen ja ilmanvaihdon ollessa pielessä aiheutuu merkittävin haitta sisäilmaston aiheuttamiin ongelmiin ja mahdollisiin oireisiin. (Ilmanvaihdon vaikutus. 2004.)

Uusittaessa ilmanvaihtojärjestelmää tulee olemassa olevan rakennuksen tilojen aiheuttamat rajoitteet ottaa huomioon uutta järjestelmää valittaessa. Järjestelmän valintaan vaikuttaa olennaisesti olemassa olevan järjestelmän toimintaperiaate sekä onko järjestelmä keskitetty vai huoneistokohtainen. (RIL 249–2009, 222.)

Ilmanvaihtokertoimelle käytetään arvoa 0,5 1/h, kun lasketaan asuinrakennukselle energian tai kokonaisenergian kulutusta, ellei suunniteltu ilmanvaihdon arvo ole suurempi. Muissa rakennuksissa, kuin asuinkäyttöön tulevissa käytetään uudisrakentamisen määräyksen mukaisia ilmanvaihtokertoimia, ellei suunnitellun käytön ilmanvaihdon tarve ole suurempi. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 4.)

Koneellinen poistoilmanvaihto vaihtaa ilmaa poistamalla sitä koneellisesti poistoilmanvaihtokanavaan. Poistoilmanvaihdossa käytetään puhallinta, joka yleensä on katolla sijaitseva huippuimuri tai huoneistossa sijaitseva liesituuletin. Tuloilman saanti pitää järjestää, jotta ilmaa ei imetä rakenteiden läpi. Tuloilman saanti saadaan toteutettua ulkoilmaventtiilien tai ikkunoihin asennettavilla ikkunarakoventtiileillä. Koneellisessa poistoilmanvaihdossa sääolosuhteet eivät vaikuta järjestelmän toimivuuteen. Ilmavirtojen voimakkuutta voidaan muuttaa puhaltimen pyörimisnopeutta vaihtelemalla. (Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto. 2002, 6–7.)

Koneelliselle poistoilmanvaihdolle on ympäristöministeriön korjausrakentamisen asetuksessa määräys, jossa järjestelmän suurimmaksi ominaissähkötehoksi sallitaan 1,0 kW/(m³/s). Ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava talteen lämpömäärä, jonka vähimmäissuuruus on 45 % ilmanvaihdon tuloilman lämmittämisen tarpeesta. Eli ilmanvaihdon vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %. Määräys noudatetaan peruskorjattaessa, uudistettaessa tai uusittaessa teknisiä järjestelmiä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 2.)

Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa ilma puhalletaan sekä sisään, että ulos koneellisesti. Tuloilman koneellinen hallinta mahdollistaa ilman suodat-

tamisen suodattimien avulla ja lämmöntalteenoton koneellisesti poistetusta ilmasta. Tuloilma lämmitetään ennen sen johtamista huoneilmaan. Ilman lämmitäminen talteenotetulla energialla vähentää huoneiden lämmittämisen tarvetta. (Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto. 2002.)

Koneelliselle tulo- ja poistoilmanvaihdolle on ympäristöministeriön korjausrakentamisen asetuksessa määräys, jossa järjestelmän suurimmaksi ominaissähkötehoksi sallitaan $2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava talteen lämpömäärä, jonka vähimmäissuuruus on 45 % ilmanvaihdon tuloilman lämmittämisen tarpeesta. Eli ilmanvaihdon vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %. Määräys noudatetaan peruskorjattaessa, uudistettaessa tai uusittaessa teknisiä järjestelmiä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 2.)

Huoneistokohtaisten ilmanvaihtojärjestelmien asentamisessa on huolehdittava, että ilmanotosta tai -poistosta ei ole terveydellistä haittaa muille huoneistoille. Erityisesti ulkoseinälle asennettavissa kanavissa ilmenee kyseisen haitan mahdollisuus. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 4.)

4.6.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmien osalta ympäristöministeriön korjausrakentamisen asetuksessa määrätään laitteita ja järjestelmiä päivittämään laitteiden hyötysuhdetta parantaen mahdollisuuksien mukaan. Määräys noudatetaan peruskorjattaessa, uudistettaessa tai uusittaessa teknisiä järjestelmiä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 2.)

Vesikiertoinen lämmitysverkosto tarvitsee perussäädön energiakorjauksen yhteydessä. Perussäädöllä varmistetaan, että jokaisessa huoneessa ja huoneistojen välillä on suunnitelmien mukainen ja tasainen peruslämpötila. Perussäädöllä tavoitellaan ali- ja yllämpötilojen tasausta, jotka vaikuttavat suoraan asumisviihtyvyyteen ja energiansäästöön. Perussäädöllä voidaan vähentää energiankulutusta arviolta jopa 10–15 %. (Lämmitysjärjestelmän perussäätö. 2010.)

Rakennuksen lämmitysjärjestelmää voidaan parantaa energiankulutuksen näkökulmasta tukilämmitysjärjestelmillä. Tukilämmitysjärjestelmä pienentää osatoenergian tarvetta lisäämällä omavaraista lämmitysenergiantuotantoa. Tuki­lämmitys­järjestelmiksi voidaan laskea erilaiset varaavat tulisijat ja takat, aurinkolämmitys ja lämpöpumput. Tulisijoilla ja takoilla voidaan lisälämmitystä hoitaa suurella hyötysuhteella siirtämällä lämmitysenergia suoraan huoneilmaan tai vesikierrolla osaksi lämmitys­järjestelmää. Aurinkolämmityksen tuottama lämpöenergia voidaan parhaiten hyödyntää, kun se liitetään osaksi vesikiertoista lämmitys­järjestelmää. (Tukilämmitys­järjestelmät. 2011.)

4.6.3 Vesi- ja viemärijärjestelmä

Vesi- ja viemärijärjestelmien osalta ympäristöministeriön korjausrakentamisen asetuksessa määrätään soveltamaan uudisrakentamisen säädöksiä. Määräys noudatetaan peruskorjattaessa, uudistettaessa tai uusittaessa teknisiä järjestelmiä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013, 2–3.)

5 ENERGIAKORJAUS KIRKKOKUJAN RAKENNUKSESSA

Korjauksen kohteena on palvelutalo Oulun Yli-lissä. Talo on rakennettu 1990-luvun alussa. Rakennus on 1-kerroksinen, 6 huoneiston asuinrakennus. Talo on puurunkoinen, lautaverhoiltu ja harjakattoinen. Rakennuksen ala on noin 420 m². Rakennuksen lämmitys on vesikeskuslämmitys, johon lämmin vesi tuotetaan läheisen terveystakeskuksen yhteydessä olevasta lämmityskeskuksesta. Lämmityskeskus tuottaa lämpönsä lämmityspolttoöljyllä. Lämmin vesi johdetaan kaukolämpökanaalia pitkin rakennukseen. Tiedot käyvät ilmi rakennuksen piirustuksista (liite 15).

Rakennuksen energiankulutukseen haluttaisiin puuttua, sillä energiankulutus on suuri. Rakennuksen lämmitysenergian vuosikulutuksen keskiarvo 130 800 kWh. Kulutus neliometriä kohti on noin 311 kWh. Kulutus on korkea verrattuna 1000 kaukolämmitteisen rivitalon kulutukseen Oulussa (Virta 2011). Rakennuksen kulutus ylittää rakennustyyppin mukaisen keskikulutuksen 100 kWh/m² eli kulutus on lähes 40 % vertailukulutusta suurempi.

Osasyynä korkeaan kulutukseen on osittain korkea sisäilman lämpötila. Ostetun energian hinta on korkea (7,86 c/kWh, alv 0 %), koska lämmin vesi tuotetaan lämmityspolttoöljyllä. Vertailtuna Oulun Energian kaukolämmön hintaan Kiiminggissä (5,679 c/kWh, alv 0 %) on lämmityskustannusten hinta lähes 30 % suurempi. Lämmityksen piiriin kuuluvat terveystakeskus ja palvelutalo, joten lämmityskulut on helppo kohdistaa suoraan yksityiselle palveluntuottajalle lasketun kulutuksen mukaan.

Energiaremonttia varten kohteessa tehtiin rakennuksen kuntoarvio, jossa kartoitettiin mahdolliset rakenteelliset ongelmakohdat, joiden vuoksi rakennuksen energiankulutus on korkea. Kuntoarvion pohjalta pystytään tekemään korjaussuunnittelu, joka otetaan osaksi energiakorjauksen suunnittelua. Lähdetäessä suunnittelemaan energiakorjausta on järkevää miettiä, onko mahdollisesti korjausta vaativissa kohdissa järkevää tehdä energiakorjaus jo muutoinkin korjattavalle pinnalle vai korjata pinta yksinään ja tehdä energiakorjaus yhtenäisenä alana.

5.1 Kuntoarvio

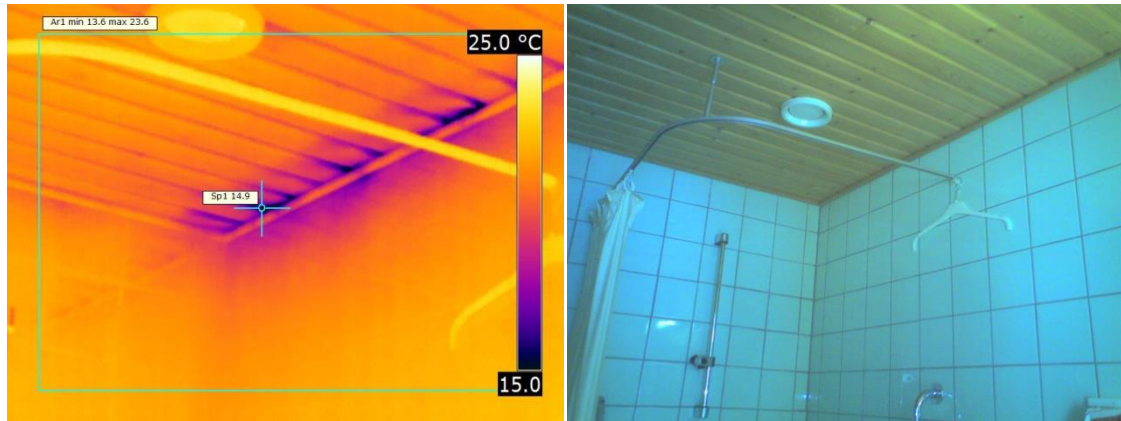
Kuntoarvion perusteella voidaan arvioida, mihin rakennuksessa hukkuu lämmitysenergiaa. Liittymien ja rakenteiden tarkastelulla voidaan havaita rakenteen ongelmakohtat. Ongelmakohtia voidaan tarkastella käsinlaskennassa, jonka tuloksia voidaan verrata kohteen havaittuihin ongelmakohtiin. Käsinlaskennassa lähtöarvot ovat ideaaliset normaaliarvot, joita ei työmaolosuhteissa ole pystytty toteuttamaan tarkasti, joten tulosten arvioimisessa on olosuhteiden antamia poikkeuksia osattava soveltaa.

Kuntoarviossa käytettiin aistinvaraista tutkintaa ja sekä ainetta rikkomattomia menetelmiä, joten tulosten oikeellisuuteen on osattava suhtautua harkiten. Rakennetta tutkittiin alustavasti saatujen asiakirjojen perusteella, joista ilmeni rakenne, jota tutkimuksissa ei avattu.

5.1.1 Seinien kuntoarvio

Rakennuksen seinät on eristetty pehmeällä mineraalivillalla, joka on asennettu kantavan rungon runkotolppien väliin. Rakenteen tuulensuojana on kova mineraalivilla, joka on asennettu runkotolppien ulkopuolelle asennettujen koolausrimojen väliin. Koolausrimat on kiinnitetty runkotolppiin ilman, että niiden väliin olisi jäänyt suoran kylmäsillan katkaiseva eristekaista. Koolausrimat ja runkotolpat aiheuttavat rakenteeseen merkittävän kylmäsillan, koska puun lämmöneristysominaisuus on heikko verrattuna viereiseen mineraalivillaan.

Rakenteen sisäpuolella on rakennuslevy. Rakennuslevytyksen nurkissa ilmeni halkeilua. Halkeilu johtuu suurella todennäköisyydellä rakennuksen liikkeistä sekä lattiarakenteen kuivumisesta johtuvasta betonin kuivumiskutistumisesta. Halkeilu on korjattava korjaustöiden yhteydessä, jotta seinän sisältä ei pääse epäpuhtauksia sisäilmaan. Osastovien väliseinien ja yläpohjan liittymissä havaittiin lämpökuvauksessa muutamia lämpövuotoja. Lämpövuoto (kuva 1) havaittiin rakennuksen pesuhuoneen alaslaskun ja seinän liittymässä, jossa pinta-
lämpötila on 10 °C huonelämpötilaa matalampi. Pinnalle laskettu lämpötilaindeksi osoittaa pinnan olevan lisätutkimuksen tarpeessa, jossa tarkastellaan pinnan toiminnan riskejä.



KUVA 1. Huoneiston seinän ja yläpohjan liittymä

Rakenteessa on nykyisen rakentamistavan mukaan lukuisia puutteita, jotka aiheuttavat merkittäviä haittoja rakennuksen oikeaoppisen toiminnan kannalta. Sähköasennusten tekeminen rikkomatta seinän höyrynsulkua on käytännössä mahdotonta, koska seinälevyn ja höyrynsulun välissä ei ole asennustilaa, jossa johdot voitaisiin kuljettaa. Tästä seuraa se, että höyrynsulku joudutaan puhkaisemaan ja tekemään päälle teippaukset. Teippauksien tekeminen on haastavaa, koska asennusten takana ei ole yhtenäistä painumatonta pintaa, joka tukisi teippauksen sisälevyä vasten.

Sisällä seiniä vasten ovat lämmitysradiaattorit, joiden siirtäminen on haasteellista, jos seinärakennetta lähdetään siirtämään sisäänpäin. Lisäksi hankaluutta aiheuttavat ikkunoiden ja ovien ympärille tehtävät ikkunan sisennykset lisäeristeestä johtuen. Tiiviiden liittymien teko on haastava tehdä, koska ikkunan puitteet jäävät rakenteen sisään. Sähköasiat joudutaan tuomaan rakenteen pintaan, kun vanhat rasiat jäävät muutoin rakenteen alle.

5.1.2 Yläpohjan kuntoarvio

Rakennuksen yläpohjassa puhallusvillaeristettä on 300 mm. Puhallusvilla peittää rakennuksen ristikkorakenteen alapaarteen. Höyrynsulun lämpimällä puolella rakenteena on sisäverhouslevy. Levyn ja höyrynsulun välissä on harvalaudoitus. Tämä on rakenteena varsin yleinen. Rakenne ei vastaa kuitenkaan nykyisiä rakennustapasuosituksia, jossa höyrynsulku pyritään asentamaan kahden tukevan pinnan väliin.

Osa rakennuksen yläpohjasta on vinokattoista osuutta, jossa rakenne rajoittuu vesikatteeseen. Rakenteen lisäeristäminen on kallista, koska yläpuolinen lisäeristäminen vaatisi katon korotuksen lisäeristettävältä osalta. Alapuolelle tehtävä eristäminen edellyttäisi nykyisten pintojen purkua.

Tammikuussa 2013 tehdyssä kuntoarviossa havaittiin, että puhallusvilla oli painunut suurelta osin (kuva 2) ja osittain kulkeutunut reunoilta suurempiin kasoihin. Painumisen lisäksi havaittiin, että puhallusvilla oli osittain kostunut pohjalta sekä pinnalta. Pohjalta kostuminen tapahtuu rakenteen läpi siirtyvän kosteuden vaikutuksesta ja kondensoitumisesta. Puhallusvillan päällä ollut kosteus johtui vuotaneista vesikaton läpivienneistä, joista vesi pääsi valumaan rakenteeseen, koska aluskatetta ei ollut. Rakenteen lämpökuvauksessa todettiin sama asia. Kuvauksessa ilmeni katon alapinnassa selkeitä kohti, joista rakenne oli päässyt kastumaan ja aiheutti sen, että lämmöneriste menetti eristyskykynsä ja päästi paremmin lämpöä lävitseen.



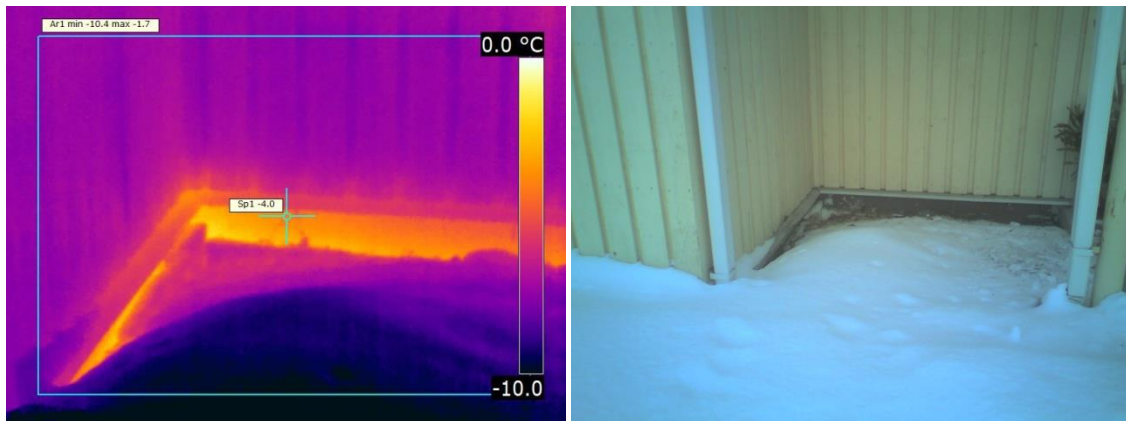
KUVA 2. Yläpohjan puhallusvillaeristys on osittain painunut ja kasaantunut

5.1.3 Alapohjan kuntoarvio

Rakenteiden leikkauskuvan (liite 15) perusteella todettiin, että rakennuksen alapohja on maanvastainen. Alapohjan eristeenä on paisutettua polystyreenimuovia. Eriste on rakennuksen alapohjan laidoilla tuplattu paksuudeltaan eristävyuden parantamiseksi. Sokkelia vasten ja sokkelin sisällä on pystyssä eristelevyt, jotka estävät sokkelin läpi kulkevaa lämmön siirtymistä. Sokkelin

ulkopuolella on myös routaeristeet, jotka estävät lämmönsiirtymisen perustusten alle.

Rakennuksen lämpökuvauksessa havaittiin, että rakennuksen alapohjarakenteen sokkeli vuotaa lämpöä. Sokkelirakenteen havaittiin olevan viereistä seinärakennetta lämpimämpi, mikä viittaa huonoon sokkelieristykseen. Rakennuksen sokkeli (kuva 3) on asteita seiniä ja ympäristöä lämpimämpi.

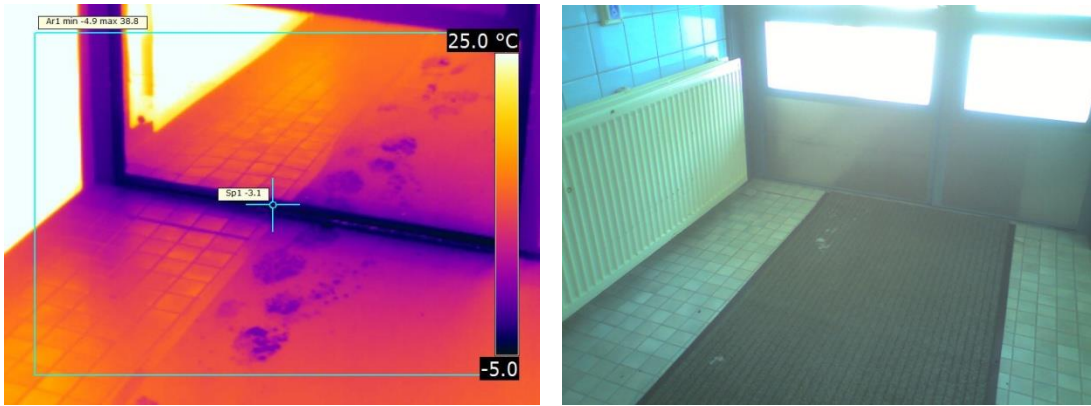


KUVA 3. Rakennuksen sokkelin lämpövuoto

5.1.4 Ovien ja ikkunoiden kuntoarvio

Ovien ja ikkunoiden toimivuutta on vaikea arvioida. Lämpökuvauksen avulla saadaan helpoiten kuva ikkunoiden toimivuudesta. Lämpökuvauksessa havaitaan tiivisteiden vuodot ja rakenteiden liittymien lämpö- ja ilmavuodot.

Lämpökuvauksen aikana havaittiin muutamia ikkunoiden ja ovien tiivisteiden irtoamisista johtuvia ilmavuotoja. Rakennuksen metallirunkoisen ulko-oven havaittiin tutkimuksissa olevan tehokkaasti lämpöä läpäisevä. Oven (kuva 4) pintalämpötila karmien kohdalla oli kuvaushetkellä matalimmillaan $-5,0\text{ °C}$, kun ulkolämpötilan vastaava lämpötila oli $-8,5\text{ °C}$. Kuvassa oven edustalla olevasta halkeamasta vuotaa kylmää ilmaa rakennukseen ilmanvaihdon muodostaman alipaineen vuoksi.



KUVA 4. Rakennuksen ulko-ovessa on merkittävä lämpövuoto

5.1.5 Ilmanvaihdon kuntoarvio

Kohteen ilmanvaihtojärjestelmä on koneellinen poistoilmanvaihto. Kohteessa ilmanvaihto on huoneistokohtainen, koska jokainen huoneisto on osastoitu parhosein omaksi osastoksi. Huoneistokohtaisella järjestelmällä vältetään keskitettyihin järjestelmiin nähden kanaviston palopellityksen rakentaminen. Korvausilman rakoventtiilit on asennettu ikkunan päälle, ja niillä hoidetaan riittävä korvausilman saanti. Talotuuletin hoitaa ilmanvaihdon. Talotuulettimet ovat pakko-kytkettynä pienimmälle pyörimisnopeudelle, näin varmistetaan riittävä poistoilmanvaihto. Lämmöntalteenottoa ei järjestelmässä ole.

Yhteisissä tiloissa saunan, siivoushuoneen, kerhuhuoneen, käytävän ja pesuhuoneen ilmanvaihto on samoin koneellinen poisto. Korvausilma otetaan rakoventtiilein. Poistotuulettimena on yleisissä tiloissa huippuimuri. Yhteisissä tiloissa oleva takka on varustettu savukaasuimurilla. Takalle ja saunalle on omat korvausilman tulot. Ilmanvaihdossa ei ole lämmöntalteenottoa.

5.1.6 Lämmitysjärjestelmän kuntoarvio

Lämmitysjärjestelmä kohteessa on vesikiertoinen radiaattorilämmitys yleisissä tiloissa ja huoneistojen yleislämmityksenä. Huoneistojen pesuhuoneessa on sähkölämmitys lattioissa. Sähkölämmitys laskutetaan huoneistosähköinä. Yleisissä tiloissa on takka, jota ei käytetä rakennuksen lämmittämiseen.

Lämmitysjärjestelmä saa lämpönsä kaukolämmöstä. Kaukolämpö tulee viereisen terveyskeskuksen lämmitysjärjestelmästä. Kohteen lämpökeskuksessa si-

jaitsee vesivaraaja, joka on tilavuudeltaan 750 litraa. Varaaja on vuoden 2010 mallia. Varaajan kautta toimii rakennuksen lämpimän käyttöveden kierto ja lämmitysjärjestelmä. Kaukolämmön energiamittausanturit on asennettu energiantoimittajan tiloihin, jossa myös lämmitysjärjestelmä sijaitsee. Linjaston mahdolliset lämpövuodot kohdistuvat suoraan lämmityskustannuksiin, kun energiamittausta ei tehdä kuluttajan päässä, tässä tapauksessa Palvelutalosaatiön tiloissa. Varaaja on eristetty 100 mm paksulla eristeellä ja on nykyaikainen.

Tehdyssä kuntoarviossa havaittiin, että lämmitysjärjestelmän perussäätö olisi syytä tehdä. Huoneistojen välillä suurin lämpötilan poikkeama kylmimmän ja lämpimimmän asunnon välillä on 2,3 °C, mikä on merkittävä ero lähes identtisten asuntojen välillä. Huoneistot jakavat yhteisen lämminvesikierron. Termostaattit olivat säädetty mittaushetkellä samalle tasolle. Yleisten tilojen lämpötila poikkeaa huoneistojen keskilämpötilasta 3 °C kylmempänä.

5.2 Lisäeristämisen ratkaisut

Rakennus ei täytä nykyisellä rakenteella uusia lämmöneristysmääräyksiä korjausrakentamisessa. Lisäeristäminen tehdään, jos sille on taloudelliset edellytykset kannattavuuden kannalta. Rakennuksen ulkovaippaa eli seiniä, ovia, ikkunoita, ala- ja yläpohjaa voidaan korjauksien yhteydessä korjata energiaa säästävemmäksi. Lisäeristämisen ratkaisut suunnitellaan niin, että ne vastaavat korjausrakentamiselta odotettavaa 50 vuoden käyttöikää.

5.2.1 Yläpohjan energiakorjaus

Palvelusaatiön rakennuksen yläpohjarakenteessa kustannustehokkain ratkaisu lisälämmöneristämiseksi on puhallusvillan lisääminen, koska aiempi eristys on tehty puhallusvillalla ja sitä ei ole tarvetta vaihtaa. Puhallusvillan lisääminen vanhan puhallusvillaeristeen päälle on kohteessa helppoa, koska yläpohjassa on tilaa työskennellä ja eristeelle on tilaa ilman, että se ottaisi yläpohjan tuuletusaukkoihin kiinni. Tuulettuva rakenne pystytään säilyttämään tällä ratkaisulla.

Yläpohjarakenteen kunnostus edellyttää vesikatteen läpivientien korjauksen, koska niistä vuotanut vesi oli kastellut yhdessä rakenteen läpi vuotaneen ilman kanssa yläpohjan eristettä. Lisälämmöneristämällä vanha rakenne jää lämpö-

ja kosteusteknisesti parempaan asemaan ja näin jatkaa sen käyttöikä. Kastunut lämpöeriste kuivaa, kun vesikatteen korjaukset tehdään ennen lisäeristeen asentamista ja yläpohjan annetaan tuulettua.

5.2.2 Alapohjan energiakorjaus

Palvelutalosaatiön rakennuksen alapohjarakenteen lisäeristäminen tehdään asentamalla sokkelin ulkopuolelle polystyreeni-eristelevyt pystyyn. Eristeet kiinnitetään sokkelin pintaan väliaikaisesti liimaamalla ne uretaanipohjaisella liimalla. Lopullinen kiinnitys tehdään sokkelilevyjen asennuksen yhteydessä, jolloin sokkelilevy kiinnitetään eristekerroksen läpi betoniseen sokkeliin lyöntinauloin kiinni.

Ulkopuolinen routaeristys uusitaan rakennuksen salaojituksen yhteydessä. Vanhat eristeet poistetaan ja niiden tilalle asennetaan eristeet, joiden lämmönvastus on parempi. Eristyksen paksuutta on vaikea kasvattaa, koska eristeiden päälle on tullut riittävän paksu liikkumisen kestävä kerros. Rakennuksen sokkeli on nykykäytännön mukaisesti liian matala, mikä osaltaan vaikeuttaa ulkopuolen lisäeristämistä, koska anturan pohjan alapuolelle asennettavalla eristeellä ei saavuteta energiansäästöä juurikaan.

5.2.3 Seinien energiakorjaus

Palvelukeskuksen seinät on mahdollista eristää sisä- tai ulkopuolelta. Ulkopuolelta eristettäessä on ulkoverhous purettava. Ulkopuolinen rakenteen paksuuden kasvattaminen altistaa rakennuksen seinät aiempaa suuremmalle sateelle altistumiselle, koska räystäsrakenteita ei yleensä jatketa lisäeristämisen yhteydessä. Ulkopuolelle tehtävä lisäeristäminen edellyttää rakennusluvan hakemista toimenpiteelle, koska rakennuksen ulkomuoto muuttuu julkisivusta korjauksen yhteydessä. Rakennuksen sokkeli joudutaan eristämään ulkopuolisen eristämisen yhteydessä, jotta vältetään rakenteen epätiiviydeltä. Sokkeli saadaan yhdenmukaiseksi seinärakenteen kanssa.

Sisäpuolelle tehtävässä lisälämmöneristämisessä joudutaan vanhasta seinärakenteesta purkamaan vähintään rakennusmuovi ja -levy pois. Tiiviitä pintoja ei

saa jäädä rakenteen sisään, jotta vältetään kosteuden tiivistymiseltä rakenteeseen.

Palvelutalosesäätön kohteessa lisälämmöneristämisen vaihtoehtona olisi myös ratkaisu, jossa sisäkautta purettaisiin rakenteen vanhat eristeet pois ja korvattaisiin suuremman lämmönvastuksen omaavalla levyeristeellä. Polyuretaanieristeellä saadaan aikaan tehokas eristys, kun eristelevyt vaahdotetaan rakennuksen runkoon uretaanivaahdolla. Uretaanieristuksen etuna on tiivis liittyminen ympäröivään rakenteeseen. Sisimmäiseksi eristelevyksi asennetaan alumiinipintainen levy, jonka liittymäkohdat teipataan huolellisesti. Tällä menetelmällä saadaan tiivis, ilmanpitävä rakenne, joka ei päästä rakenteeseen kosteutta.

Palvelutalosesäätön rakennuksen seinät lisäeristetään ulkopuolelta. Ulkopuolinen eristäminen tulee kustannuksiltaan edullisimmaksi vaihtoehdoksi, koska ulkopuolen verhous jouduttaisiin uusimaan, vaikka lisäeristys tehtäisiin sisäpuolelle. Lisäeristämisen kulut eivät nosta verhouksen uusimisen kuluja suuresti. Lisäeristäminen saadaan toimivaksi, kun saman lisäeristuksen yhteydessä lisäeristetään myös rakennuksen sokkeli. Seinästä ja sokkelista saadaan näin yhtenäinen.

5.2.4 Ikkunoiden ja ovien energiakorjaus

Palvelutalosesäätön rakennuksen ikkunoiden ja ovien uusiminen tai korjaaminen energiatehokkaiksi ei ole taloudellisesti kannattavaa, koska energiaremontin takaisinmaksuaika on liian suuri saavutettuun hyötyyn nähden. Rakennuksen ikkunat ovat alkuperäiset. Ikkunat ovat kolmi-lasisia ikkunoita, joissa sisimmäinen lasi on lämpöä eristävä selektiivilasi. Ikkunoiden u-arvo on $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, mikä on hyvin lähellä nykyisiä määräyksiä. Ovet ovat myös varsin energiatehokkaita. Niiden U-arvo on $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, jolloin ne täyttävät määräyksien U-arvot.

Ovien liittymien tiivistämisellä ja tiivisteiden vaihtamisella saadaan aikaan taloudellisempi vaikutus, koska uusien ikkunoiden takaisinmaksuaika on saavutettuun hyötyyn nähden suurempi. Ikkunoihin vaihdetaan uudet tiivisteet, joilla ne saadaan alkuperäisen ikkunan tasolle.

5.2.5 Ilmanvaihdon energiakorjaus

Ilmanvaihdon tehostamisella saavutetaan suuret vuosittaiset säästöt, kun järjestelmä päivitetään lämpöä talteenottavaksi. Koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon päivittämällä, parannetaan huoneistojen ilmanlaatua, koska tuloilma suodatetaan toisin kuin alkuperäisessä ratkaisussa. Järjestelmän päivittäminen vaikuttaa myös asumisviihtyvyyteen, kun vedon tunne poistuu korvausilmaventtiilien sulkemisen myötä.

Huoneistoihin asennetaan ilmanvaihtokoneet, joiden lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on vähintään 60 %. Laskelmien mukainen vertailuarvo ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotolle on 45 %. Pienillä ilmanvaihtokoneilla ja pienillä ilmamäärillä on vaikea saada hyvää lämmöntalteenoton hyötysuhdetta, koska laitteet hukkaavat tehokkaammin lämmön.

5.2.6 Lämmitysjärjestelmän energiakorjaus

Kohteen lämmitysjärjestelmä on sopeutuvainen, ja se mahdollistaa lukuisien lämmitysmuotojen käytön. Lämmitysjärjestelmän muuttaminen pelkästään uusiutuvien energiamuotojen käyttöön E-lukutarkastelun pohjalta ei ole kannattavaa, koska sillä saavutettu alle 30 %:n säästö laskennassa ei riitä kattamaan aiheutuvia laajennus- ja investointikuluja. Järjestelmän päivittäminen pelkästään uusiutuviin energiamuotoihin edellyttäisi rakennuksen lämpökeskuksen laajentamisen sekä palokattilan asentamisen laitteineen. Uusiutuvista energiamuodoista aurinkokeräimet voisivat toimia osan vuotta järjestelmän tehostimena, mutta koko järjestelmän lämmitystarvetta niistä ei olisi kattamaan.

Maalämpöjärjestelmän asentaminen ei ole kannattavaa, koska kohteen tontille ei ole mahdollista pinta-alan ja sijainnin puolesta asentaa maalämmön pintakeräyskenttää. Porakaivojen asentaminen tulee alueella kalliiksi, koska kallion pinnan korkeus on alueella matalalla ja näin ollen joudutaan poraamaan pehmeään maahan, mikä on huomattavasti kallion poraamista kalliimpaa. Rakennus edellyttäisi vähintään 2–3 porakaivoa kokonsa puolesta, ellei seinärakenteita eristetä siinä määrin, että lämmitysenergiantarve ole niin pieni, että se pystytään kattamaan pienillä kustannuksilla.

6 RAKENTEEN LÄMPÖHÄVIÖT

Rakenteen lämpöhäviöiden määrittämiseksi käytetään rakenteiden käsinlaskentaa. Käsinlaskennan tuloksia verrataan Comsol Multiphysics -ohjelmasta ja Puuinfo Oy:n laskentaohjelmista saatuihin rakenteen U-arvoihin. Käsinlaskentaan käytetään alalikiarvo-menetelmää, koska seinärakenteessa on lämmönjohtavuudeltaan erilaisia materiaaleja vierekkäin. Laskentatapa on 16.2.2012 annettun Suomen rakentamismääräyskokoelma C4:n mukainen tapa. Lisäeristetyt rakenteet lasketaan vain Puuinfo Oy:n laskentaohjelmilla ja käsinlaskennalla. Comsol Multiphysics -ohjelmaa käytetään vertailuna osoittamaan kahden muun laskentatavan oikeellisuus.

Rakenteiden laskemista varten tarvitaan materiaaleille lämmönjohtavuuden arvo sekä pintavastukset (taulukko 1), jotka käyvät ilmi valmistajan tai Suomen Rakentamismääräyskokoelman määritelmistä. Höyrinsulkumuoville annetaan vastus Suomen Rakentamismääräyskokoelma C4:n mukaisesti. Laskemissa käytettävät rakennusmateriaalit on määritelty lämmönjohtavuuksien osalta näin:

- mineraalivilla (alkuperäinen) 0,041 W/mK
- mineraalivilla (uusi eristys) 0,031 W/mK
- polyuretaani (uusi eristys) 0,025 W/mK
- kipsilevy EK13 0,21 W/mK
- puu 0,12 W/mK
- betoni 2 W/mK.

TAULUKKO 1. Pintavastuksien suuruudet käsinlaskennassa laskenta pinnoille

| Pintavastus m ² K/W | Lämpövirran suunta | | |
|-----------------------------------|--------------------|--------------|----------|
| | Ylöspäin | Vaakasuoraan | Alaspäin |
| Sisäpuoli (R _{si}) | 0,10 | 0,13 | 0,17 |
| Ulkopuoli (R _{se}) | 0,04 | 0,04 | 0,04 |

6.1 Seinän lämpöhäviö

Seinärakenteen lämpöhäviön laskennassa käytetään käsinlaskua, Comsol Multiphysics -ohjelmaa sekä Puuinfo Oy:n Puurakenteen U-arvon määrittämisohjelmaa. Laskentatavat laskevat U-arvot eli vaipparakenteen lämmönläpäisykertoimet EN ISO 6946 -standardin mukaisesti.

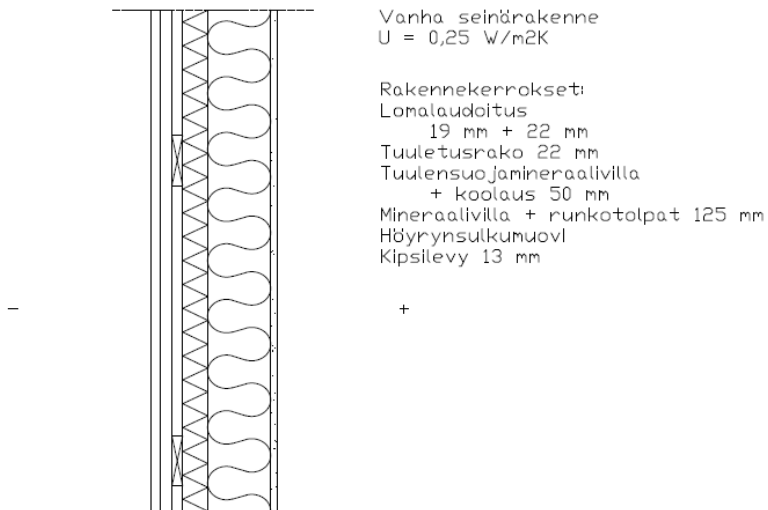
6.1.1 Alkuperäisen rakenteen lämpöhäviö

Käsinlaskennan (liite 3), Puuinfo Oy:n (liitteet 11 ja 12) ja Comsol Multiphysics -ohjelmilla lasketut seinien U-arvot (taulukko 2) vastaavat toisiaan. Erot syntyvät käsinlaskennan ja alapohjalaskurin välillä rakennepaksuuksien ja laskentatavan vuoksi. Comsol:n lasketut arvot eroavat muista tuloksista hiukan, koska ohjelman 2D-laskentatila ottaa huomioon myös rakenteiden välisen liittymän aiheuttaman lisäkonduktanssin.

TAULUKKO 2. Seinärakenteen lasketut U-arvot

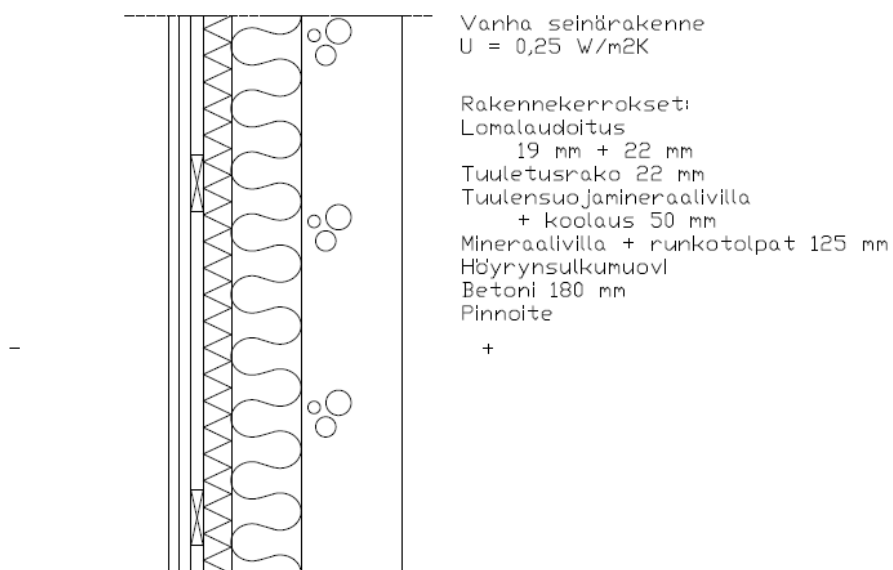
| Laskentatapa | Seinärakenteen lasketut U-arvot [W/m ² K] | | |
|--------------|--|--------|---------|
| | Käsin | Comsol | Puuinfo |
| U-arvo US1 | 0,249 | 0,255 | 0,255 |
| U-arvo US2 | 0,248 | 0,254 | 0,254 |

Ulkoseinätyyppi 1 (kuva 5) on rakennuksen pääasiallinen ulkoseinän tyyppi. Rakenteessa yhdistyy kantava runko, jonka välissä on mineraalivilla sekä ulkopuolinen koolaus, jonka on välissä tuulensuojamineraalivilla. Sisäverhous on kipsilevyä.



KUVA 5. Olemassa oleva seinärakenne huoneistojen ulkoseinillä, ulkoseinätyyppi 1

Ulkoseinätyyppi 2 (kuva 6) on huoneistojen osa huoneistojen osastoivia seiniä. Seinä eroaa ulkoseinätyyppi 1 (kuva 5) osastoivan betonirakenteen osalta sisäverhouksena.

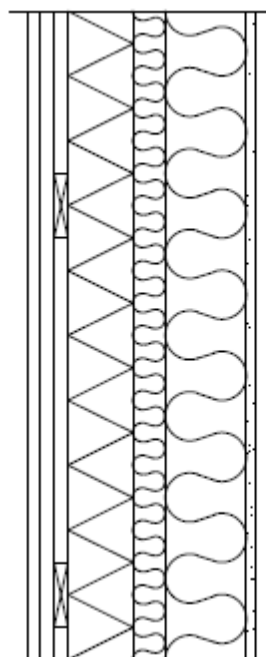


KUVA 6. Olemassa oleva seinärakenne osastoivilla ulkoseinillä, ulkoseinätyyppi 2

6.1.2 Lisäeristettyjen rakenteiden lämpöhäviöt

Lisäeristettävien rakenteiden U-arvot lasketaan käsinlaskennalla. Käsinlaskenta on standardin mukainen tapa laskea rakenteen U-arvo, eikä sen tulokset eroa laskentaohjelmien tuloksista.

Mineraalivillalla lisäeristettävä seinärakenne (kuva 7) muuttuu alkuperäiseen rakenteeseen nähden niin, että vanhan seinärakenteen ulommainen kerros, tuulensuojamineraalivilla poistetaan ja korvataan mineraalivillalla. Lisäeriste asennetaan koolauksen väliin vanhan rakenteen ulkopuolelle. Lisäeristettä asennetaan 100 mm sekä aiempi ulommainen eriste paranee, kun se vaihdetaan. Seinärakenteiden U-arvoksi saadaan käsinlaskennalla (liite 3) 0,141 W/m²K. U-arvo alittaa seinärakenteen RakMk C4 mukaisen vertailuarvon, joka on 0,17 W/m²K.



Uusi seinärakenne,
ulkopuolinen mineraalivilla
U = 0,141 W/m²K

Rakennekerrokset:

Lomalaudoitus

19 mm + 22 mm

Tuuletusrako 22 mm

Tuulensuojamineraavilla 100 mm

Mineraavilla + koolaus 50 mm

Mineraalivilla + runkotolpat 125 mm

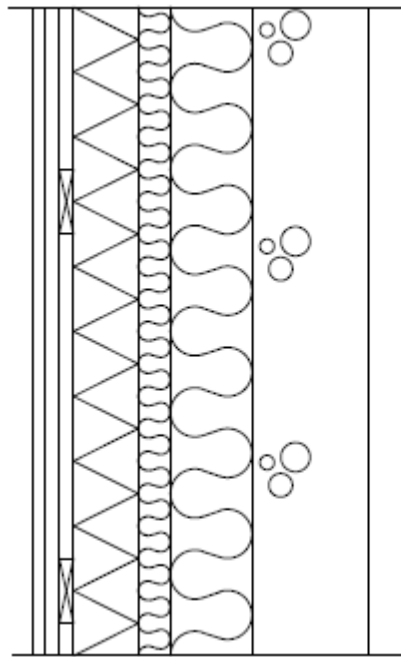
Höyrynsulkumuovi

Kipsitevy 13 mm

+

KUVA 7. Olemassa oleva seinärakenne huoneistojen ulkoseinillä, ulkoseinätyyppi 1

Ulkoseinätyyppi 2 (kuva 8) on mahdollista eristää ainoastaan ulkopuolisesti, koska sisäpuolista kantavaa ja osastoivaa betoniseinää ei voi purkaa. Seinärakenteiden U-arvoksi saadaan käsinlaskennalla (liite 3) 0,141 W/m²K. U-arvo alittaa seinärakenteen RakMk C4 mukaisen vertailuarvon, joka on 0,17 W/m²K.



Uusi seinärakenne, US2
 $U = 0,141 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rakennekerrokset:
 Lomalaudoitus

19 mm + 22 mm

Tuuletusrako 22 mm

Tuulensuojamineraalivilla
 + koolaus 100 mm

Mineraalivilla + koolaus 50 mm

Mineraalivilla + runkotolpat 125 mm

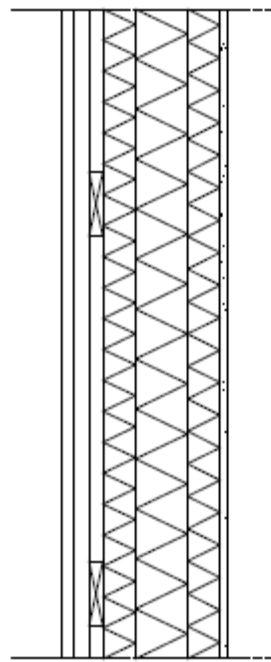
Höyränsulkumuovi

Beton 180 mm

Pignoise

KUVA 8. Mineraalivillalla lisäeristettävä seinärakenne, ulkoseinätyyppi 2

Polyuretaanilla eristettäessä (kuva 9) vanha mineraalivillalla eristetty rakenne korvataan täysin polyuretaanilla. Seinärakenteen paksuus ei tällä eristysratkaisulla muutu. Ratkaisulla seinärakenteiden U-arvoksi saadaan $0,171 \text{ W/m}^2\text{K}$, joka vastaa lähes RakMk C4:n mukaista vertailuarvoa $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. Polyuretaanilla eristettäessä joudutaan ulkopuolinen panelointi purkamaan ja seinän eristys tekemään ulkopuolelta käsin niiltä seinän osilta, joissa ulkoseinien suuntaisesti on sisäpinnalla osastoiva betoniseinä.



Uusi seinärakenne, polyuretaanilla
 $U = 0,171 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rakennekerrokset:

Lomalaudoitus

19 mm + 22 mm

Tuuletusrako 22 mm

Polyuretaanilevy + koolaus 50 mm

Polyuretaanilevy 80 mm

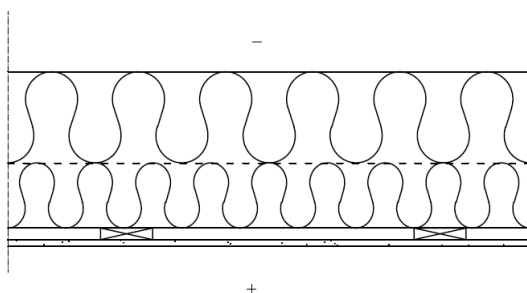
Polyuretaanilevy 50 mm

Kipsilevy 13 mm

KUVA 9. Polyuretaanilla eristettävä seinärakenne

6.2 Yläpohjan lämpöhäviö

Yläpohjan (kuva 10) lämpöhäviön laskemisessa käytetään Comsol Multiphysic -ohjelmaa, käsinlaskentaa ja Puuinfo Oy:n yläpohjan U-arvo -laskinta. Laskennan tulokset on taulukoitu (taulukko 3). Laskentatavat laskevat yläpohjan U-arvot eli vaipparakenteen lämmönläpäisykertoimet EN ISO 6946 -standardin mukaisesti.



Yläpohjarakenne
 $U = 0,152 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rakennekerrokset:

Puhallusvilla 300 mm, räystäällä tuuliohjaimet

Höyrnsulkumuovi

Harvalaudoitus 22 mm

Kipsilevy 13 mm

KUVA 10. Yläpohjan alkuperäinen rakenne

6.2.1 Alkuperäisen rakenteen lämpöhäviö

Käsinlaskennan (liite 3), Puuinfo Oy:n - (liite 13) ja Comsol Multiphysics -ohjelmilla lasketut U-arvot (taulukko 3) vastaavat toisiaan. Erot syntyvät käsinlaskennan ja yläpohjalaskurin välillä rakennepaksuuksien ja laskentatavan vuoksi. Comsol:lla lasketut arvot eroa muista tuloksista hiukan, koska ohjelman 2D-laskentatila ottaa huomioon myös rakenteiden välisen liittymän aiheuttaman lisäkonduktanssin.

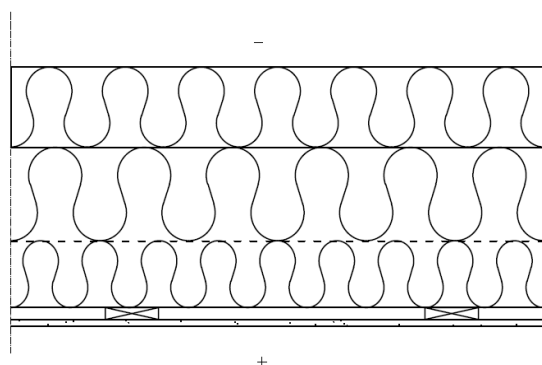
TAULUKKO 3. Yläpohjarakenteen lasketut U-arvot

| | Yläpohjarakenteen lasketut U-arvot [W/m ² K] | | |
|--------------|---|--------|---------|
| Laskentatapa | Käsin | Comsol | Puuinfo |
| U-arvo | 0,152 | 0,155 | 0,153 |

6.2.2 Lisäeristetyn rakenteen lämpöhäviö

Lisäeristettävän rakenteen U-arvo lasketaan käsinlaskennalla. Käsinlaskenta on standardin mukainen tapa laskea rakenteen U-arvo, eikä sen tulokset eroa laskentaohjelmien tuloksista.

Yläpohjarakenteeseen asennetaan 150 mm lisäeristys (kuva b11). Lisäeriste on alkuperäisen rakenteen tapaan puhallusvilla. Lisäeristämällä yläpohjan lämmönvastus on lähes uudisrakentamiselle asetetun RakMk C4:n vertailutasolla. Uudisrakentamisen vertailutaso U-arvo on 0,09 W/m²K ja suunnitellun rakenteen (liite 3) 0,096 W/m²K



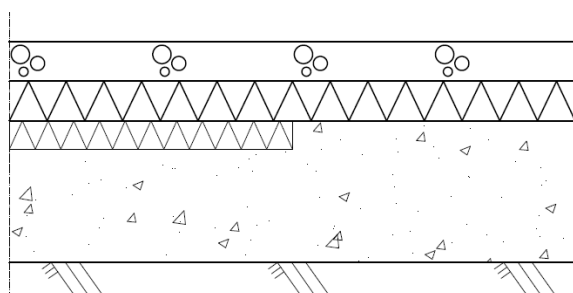
Yläpohjarakenne
U = 0,096 W/m²K

Rakennekerrokset:
Puhallusvilla 450 mm, räystäällä tuuliohjaimet
Höyrinsulkumuovi
Harvalaudoitus 22 mm
Kipsilevy 13 mm

KUVA 11. Yläpohjan rakenne lisäeristämisen jälkeen

6.3 Alapohjan lämpöhäviö

Alapohjan (kuva 12) lämpöhäviön laskemisessa käytetään Comsol Multiphysic -ohjelmaa, käsinlaskentaa ja Puuinfo Oy:n alapohjan U-arvo -laskinta. Lämpöhäviöiden laskemisessa alapohjan alapuolisena maalajina käytettiin savea, joka havaittiin vuoden 2011 lopussa tehdyn maankaivuun yhteydessä olevan alueen maaperän maalaji



Alapohjarakenne
 $U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rakennekerrrokset:

Pinnoite

Teräsbetoni-laatta 70 mm

Solupolystyreeni 70 mm

Solupolystyreeni 50 mm (reuna-alueilla)

Karkea sora

Perusmaa

KUVA 12. Alapohjan nykyinen rakenne

Laskennan tulokset on taulukoitu (taulukko 4). Laskentatavat laskevat alapohjan U-arvot eli vaipparakenteen lämmönläpäisykertoimet EN ISO 13370 -standardin mukaisesti.

TAULUKKO 4. Alapohjarakenteen lasketut U-arvot

| Laskentatapa | Alapohjarakenteen lasketut U-arvot [$\text{W/m}^2\text{K}$] | | |
|--------------|---|--------|---------|
| | Käsin | Comsol | Puuinfo |
| U-arvo | 0,223 | 0,230 | 0,221 |

Alapohjan lisäeristäminen ei laskentaohjelmissa muuta alapohjan U-arvoa mitenkään, vaikka todellisuudessa lisäeristämällä on suorainen vaikutus rakennuksen lämpöhäviöön. Alapohjan lisäeristämistä ei huomioida energiatehokkuuden parantamisessa.

6.4 Kylmäsiltojen lämpöhäviö

Kylmäsiltojen kautta tapahtuvaan lämpöhäviöiden laskentaan käytetään D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaa, luonnos 14.3.2012. Luonnoksen ohjearvoja käytetään laskettaessa ulkoseinän ja yläpohjan, ulkoseinän ja alapohjan välisiä liittyä runkomateriaaleilla. Myös ulkoseinien nurkkaliitokset, ikkuna- ja oviliitokset määritellään luonnoksessa.

Rakennuksen seinät ovat puurunkoiset, kuten myös yläpohja. Ikkunat ja ovet liittyvät puiseen runkoon. Rakennuksen alapohja on betoninen. Välipohjan liittymiä ei ole rakennuksen 1-kerroksisuuden takia. Näiden lähtökohtien mukaan rakenteiden liittymille saadaan seuraavat lisäkonduktanssit valittua.

Lisäkonduktanssit rakenteille ovat seuraavat:

- yläpohjan ja seinän liittymä 0,05 W/mK
- alapohjan ja seinän liittymä 0,10 W/mK
- ikkunan ja oven liittymä 0,04 W/mK
- ulkoseinien liittymä, ulkonurkka 0,04 W/mK
- ulkoseinien liittymä, sisänurkka -0,04 W/mK.

6.5 Vuotoilman lämpöhäviö

Ympäristöministeriön Suomen rakentamismääräyskokoelman D3:n mukaan osoittamattomalle rakennuksen ilmatiiviydelle käytetään ilmanvuotolukuna q_{50} 4 ($\text{m}^3/(\text{h m}^2)$). Suurin sallittu ilmanvuotoluku on samainen 4 ($\text{m}^3/(\text{h m}^2)$), pienempi luku osoitetaan suoritettujen mittaustulosten perusteella.

6.6 Ilmanvaihdon lämpöhäviö

Rakennuksen ilmanvaihto kuluttaa rakennuksessa runsaasti lämmitysenergia, kun lämpöä ei poistoilmasta oteta talteen ja tuloilma lämmitetään sisäilman välityksellä. Standardin mukainen 0,5 1/h ilmanvaihto vaihtaa huoneistoilman kerran kahden tunnin aikana. Kohteen ilmatilavuus on 960 m^3 , sen vaihtaminen kerran kahden tunnin aikana tarkoittaa, että sekunnissa ilmaa on poistettava noin $0,134 \text{ m}^3$.

Rakennuksessa on seitsemän ilmanvaihtokonetta. Jokaisessa huoneistossa on oma kone ja yleisissä tiloissa yksi yhteinen huippuimuri. Laskennassa käytetään huoneistojen ilmavirtana 18,2 l/s poistettavan ilman osalta ja yleisissä tiloissa 40,2 l/s.

7 RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Rakennuksen energiatehokkuuden parantamista suunniteltaessa joudutaan kustannustarkastelu tekemään energiakorjauksen kannattavuudelle. Korjauksen takaisinmaksuaika on oltava pienempi kuin rakenteelle suunniteltu käyttöikä, jotta energiakorjaukselle on jokin edellytys.

Energiakulutuksen laskenta tehdään Energiajunior-ohjelmalla. Ohjelma ottavat huomioon rakennuksen lämpökuormat, jotka johtuvat ihmisistä, auringosta, valaistuksesta, lämpimän käyttöveden lämmittämisestä ja siirtämisestä sekä valaistuksesta ja kuluttajalaitteista. Lämpökuormat vähentävät lämmittämisen tarvetta. Ohjelma ei ota huomioon laitesähköenergian muutosta, kun vaihdetaan ilmanvaihtojärjestelmä koneellisesta poistosta lämpöä talteenottavaan tulo- ja poistoilmanvaihtoon. Laitesähkönkulutus on pinta-alan mukaan laskettava kulutus laskentaohjelmassa, ei todelliseen kulutukseen perustuva.

Laskenta tehdään standardikäytöllä, jotta laskennasta saadaan yhden mukainen muihin vastaaviin rakennuksiin verratessa. Rakennuksen ilmanvuotolukuna, q_{50} käytetään laskennassa arvoa $4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h}$, koska paremman ilmanpitävyyden antaminen edellyttäisi mittauksia ja yksittäisten energiakorjausten tekeminen ei paranna kuin yhden rakennusosan ilmatiiviyden. Rakennuksen laajuustiedot energiakorjausta ennen ja laajuustietojen muutokset remontin aiheuttamista muutoksista on esitetty liitteessä (liite 1).

7.1 Energiatehokkuuden tarkastelu alkuperäisillä rakenteilla

Laskennan perusteella rakennuksen energiankulutukseksi saadaan 81 814 kWh/vuosi (liite 5). Kulutuksesta n. 26 % on laitesähköenergiankulutusta ja loput lämmitysenergiankulutusta. Vanha rakennus on energiatehokkuusluokaltaan D-luokkaa, kun ET-luku on $194 \text{ kWh}/\text{brm}^2/\text{vuosi}$. Rakennuksen painotetun energiamuotojen perusteella saatu E-luku on $201 \text{ kWh}/\text{m}^2$. Ympäristöministeriön asetuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostyössä mukainen 20 % parantaminen rakennuksen E-lukutarkastelun yhteydessä tarkoittaisi uudeksi E-luvuksi $161 \text{ kWh}/\text{m}^2$.

Energiankulutuksen vertailuna voidaan käyttää säätiöltä laskutetun energiantoimituksen määrää (taulukko 5). Vuosien 1999-2006 tulokset eivät ole vertailukelpoisia, koska virtausmittari ei ole pyörinyt, kuin ajoittain. Vertailukelpoisten tulosten pohjalta voidaan laskea keskiarvot lämmittämisen tarvitsemalle energiamäärälle. Ensimmäisen vuosikolmanneksen energiankulutuksen keskiarvo on 44,9 MWh. Toisen vuosikolmanneksen keskiarvo on 21,3 MWh ja viimeisen kolmanneksen 36,9 MWh. Vuosikulutuksen keskiarvo vertailukelpoisilta vuosilta on 103,8 MWh. Kulutuksen perusteella saadaan laskettua kulutus rakennuksen bruttoalalle. Rakennuksen bruttoalalle 422 m² energiankulutus on 246 kW neliömetrille vuodessa pelkistä lämmityskuluista.

TAULUKKO 5. Toimitettu energia

| Energiankulutus [MWh] | | | | |
|------------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| vuosi | 1-4 kk | 5-8 kk | 9-12 kk | yhteensä |
| 1994 | 19,97 | 19,97 | 38,84 | 78,78 |
| 1995 | 43,08 | 21,15 | 47,92 | 112,15 |
| 1996 | 52,77 | 24,8 | 43,3 | 120,87 |
| 1997 | 53 | 24,34 | 45,34 | 122,68 |
| 1998 | 57,62 | 23,6 | 43,1 | 124,32 |
| 1999 | 47,17 | 12,83 | 30 | 90 |
| 2000 | 25 | 6 | 16 | 47 |
| 2001 | 23 | 13 | 29 | 65 |
| 2002 | 17 | 4 | 22 | 43 |
| 2003 | 15 | 6 | 14 | 35 |
| 2004 | 18 | 6 | 11 | 35 |
| 2005 | 12 | 1 | 18 | 31 |
| 2006 | 20 | 22 | 20 | 62 |
| 2007 | 46 | 22 | 37 | 105 |
| 2008 | 40 | 23 | 24,6 | 87,6 |
| 2009 | 44,5 | 15,5 | | 60 |
| 2011 | 45 | 24 | 22 | 91 |
| 2012 | 45 | 23,6 | 36,7 | 105,3 |

Todellista kulutusta ja laskennallista kulutusta verrattaessa huomataan, että todellinen kulutus on laskettua suurempi. Suurempi kulutus antaa viitteitä siitä, että rakennuksen jokin osa tai osat vuotavat lämpöenergiaa enemmän kuin on suunniteltu.

Kuntoarviossa todetut yläpohjan kosteusvuodot vaikuttavat nostavasti energiankulutukseen varsinkin yläpohjassa, jota vasten lämmin ilma sisäpuolella pakautuu. Rakenteiden ilmatiiviyys ja liittymien lämpövuodot kasvattavat lämmitysenergian kulutusta. Kaukolämpökanaalin mahdolliset lämpöhäviöt nostavat nopeasti energiankulutusta.

7.2 Energiakulutus uusilla rakenteilla

Laskennassa tarkastellaan kunkin korjauksen taloudellista kannattavuutta ja korjauksella saatavaa hyötyä. Kannattavuuden tarkastelu on otettava mukaan, koska asetus energiatehokkuuden parantamisesta korjausrakentamisessa vaatii tekemään kannattavuuden tarkastelun. Kannattavuuden tarkastelu ei ota kuitenkaan huomioon saavutettua asumismukavuuden parantumista. Omistajalle jää velvollisuus pohtia, onko asumismukavuuden parantuminen tärkeämpää kuin taloudellisuustarkastelu.

7.2.1 Yläpohjan lisäeristämisen energiatehokkuus

Rakennuksen yläpohja, jossa alun perin on puhallusvillaeristettä 300 mm lisäeristetään 150 mm, jolloin eristettä saadaan yläpohjaan 450 mm paksuisesti. Yläpohjasta on mahdollista eristää 335 m² lisäämällä puhallusvillaa, koska rakenne on avoin yläpuolelta. Loput katon alasta on vinokattoista osaa, jossa eristys on suoraan vesikatteen alapuolella, vain tuuletusraon erottamana.

Yläpohjan lisäeristäminen vähentää lämmitysenergiankulutusta 2 807 kWh vuodessa. Vuoden 2012 viimeisen kolmanneksen mukaisen energiahinnoittelun (7,86c/kWh, alv 0 %) saadaan vuoden aikana säästöä 220 € lämmityskuluissa. Yläpohjan eristämisen takaisinmaksuaika (liite 4) on reilu 9 vuotta ottamatta energiahinnan indeksinousua huomioon. Todellinen takaisinmaksuaika on siis vähän lyhyempi. Mielestäni yläpohjan lisäeristäminen on kannattavaa, koska siitä saavutettu hyöty maksaa itsensä takaisin varsin nopeasti.

Yläpohjan energiakorjauksella rakennuksen energiatehokkuusluku pienenee 7 kWh/m² ja rakennuksen E-lukukin 6 kWh/m². Vaikutukset energiatehokkuuslukuun ja energiamuotojen kertoimella painotettuun E-lukuun ovat suuria, koska yläpohjan lisäeristämisen hyöty kohdistuu suoraan lämmityskustannuksiin muut-

tamatta rakennuksen pinta-aloja, joiden nousu nostaisi laitesähkön energiakulutusta laskelmissa.

7.2.2 Ulkoseinien lisäeristämisen energiatehokkuus

Rakennuksen ulkoseinien lisäeristämisessä on kaksi mallia: vanhat eristeet korvaamalla paremmilla ja lisäeristekerroksen lisäämällä. Kummallakin parannetaan seinien energiatehokkuutta. Ulkoseinien pinta-ala 162,8 m² ei muutu lisäeristämisen myötä, koska Energiajunior-laskentaohjelmassa ulkoseinien pinta-ala on sisäpintojen mukaan laskettu. Lisäeristäminen ulospäin kasvattaa rakennuksen alaa ja tilavuutta, koska pinta-ala ja tilavuus lasketaan ulkoseinien ulkopintoihin.

Mineraalivillan lisäyksellä ja vanhaa ulommaista eristettä parantamalla saadaan rakennuksen lämmitysenergiankulutusta vähennettyä 2 939 kWh vuodessa. Vuoden 2012 energiahinnalla (7,86c/kWh, alv 0 %) säästöä lämmityskustannuksissa tulee 231 € vuodessa. Seinän ulkopuolisen lisäeristämisen ja ulomman mineraalivillan vaihtaminen ei ole mielestäni kannattavaa ilman seinärakenteen muuta korjausta. Lisäeristämisen kustannukset täytyy yhdistää seinän muuhun remonttiin, jos sille haetaan kannattavuudellista näkökulmaa. Lähes 80 vuoden takaisinmaksuaika (liite4) ilman indeksikorotuksen huomioimista ei ole seinärakenteen käyttöiän mukainen vaan seinä vaatii jo aiemmin korjausta. Uudella seinärakenteella rakennuksen energiatehokkuusluku, ET-luku pienenee 17 kWh/brm² vuodessa. Energiaremontin jälkeen uusi ET-luku on 177 kWh/brm²/vuosi. Mineraalivillaeristys kasvattaa rakennuksen pinta-alaa paksuntamalla seiniä, jolloin saavutettu hyöty lämmityskuluissa menee energiatehokkuuden tarkastelussa nousseisiin laitesähköenergian kuluihin. Tämä näkyy rakennuksen E-lukutarkastelussa, jossa energiakulutusta painotetaan energiamuotojen kertoimilla. E-luku ei pienene ET-luvun lailla nousseen laitesähköenergian takia.

Polyuretaanilla lisäeristettäessä rakennuksen pinnoissa ei tapahdu suurta muutosta, koska rakenne tehdään vanhan rakenteen vahvuutena, paremmalla eristeellä. Vanha eriste korvataan uudella, nykyaikaisella eristeellä. Eristeen vaihtamisella saavutetaan vuodessa 1 839 kWh (liite 8) säästö lämmitysenergian

kulutuksessa, mikä on noin 145 € suuruinen (liite 4) ilman indeksikorotusta. Remontti maksaisi itsensä takaisin lähes 80 vuoden kuluessa, mikä tekee siitä mielestäni taloudellisesti kannattamattoman. Eristämisen tuomaa asumismukavuuden kasvua on vaikea arvioida, sen arvioiminen ja tarpeellisuus jää rakennuksen omistajan tehtäväksi. Eristämisellä saatu asumismukavuuden parantuminen huomataan mm. ilmatiiviyden kasvuna. Lisääntynyt ilmatiiviyys edellyttää korvausilman saannin parantamista, jos koneellinen poistoilmanvaihto pidetään tai koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon asentamista laadukkaan sisäilman ylläpitämiseksi.

Rakennuksen energiatehokkuusluku ET-luku pienenee polyuretaanilla lisäeristettäessä 4 kWh/m². Rakennuksen ET-luokka paransi C-luokaksi. Rakennuksen E-luku pienenee samoin 4 kWh/m² ja on näin 197 kWh/m². Lisäeristämisen vaikutus pienentää suoraan lämmityksen kustannuksia, koska pinta-ala ei muutu pysyttäessä vanhan rakenteen rajoissa.

7.2.3 Ilmanvaihdon parantamisen ja lämpötilojen säädön energiatehokkuus

Lämpötilaerojen tasoittaminen huoneistojen välillä sekä lämpötilan pudottaminen 21 °C ilmanvaihdon muuttamisen osana pienentävät ilman lämmittämisen tarvetta tilassa ja näin säästää lämmitysenergiaa. Tasaiset lämpötilat pienentävät osaltaan myös huoneistojen välistä lämpötilojen tasoittumisilmiötä, koska kuntoarviossa havaittiin huoneistojen välillä suuria lämpötilaeroja. Lämpötilat pyrkivät tasoittumaan luonnostaan.

Koneellisen poistoilmanvaihdon muuttaminen lämmöntalteenottavaan koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon vähentää rakennuksen lämmitysenergiatarvetta, koska tilassa lämmitettävän ilman lämpötila on nostettu lämmittämällä sitä poistoilmasta saatavalla lämmöllä. Vastaavasti ilmanvaihtolaitteiden kuluttama laitesähköenergia kasvaa, koska ilma tuodaan entisestä poiketen koneellisesti.

Ilmanvaihdon muuttamisella koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi, jossa on lämpöätalteenottava ominaisuus, säästetään vuodessa rakennuksen lämmitysenergiantarpeessa 13 871 kWh (liite 9). Energiamäärä on suurempi kuin rakennuksen vaipan korjaukset yhteensä. Lämmitysenergian säästöstä saatava

vuosittainen säästö on noin (liite 4) 1 090 €. Vaikka lämmitysenergian tarve pienenee merkittävästi, vastaavasti laitesähkön kulutus kasvaa. Laitesähkön kulutuksen kasvu on vuositasolla noin 4 875 kWh. Laskettaessa kasvaneen laitesähkölukutuksen määrää (Oulun Energia 27.3.13, kWh arvio 12 c/kWh) saadaan kulutuksen nousuksi 585 €. Ilmanvaihdon muuttamisesta saatu lämmityskustannusten pieneneminen ja vastaavasti laitesähköenergian kulutuksen kasvusta saatu vuotuinen hyöty 505 € on varsin pieni arvioituihin hankinta- ja asennuskustannuksiin (liite4) nähden.

Ilmanvaihdon uusiminen suurentaa rakennuksen E-lukua, joka kuvaa energiamuojen kertoimella painotettua energiankulutusta. Laitesähkölukutuksen määrä kasvaa, koska ilmanvaihto on hallittua myös tuloilman osalta. Ilmanvaihdon uusiminen ei muuta rakennuksen energiatehokkuusluokitus vaan rakennus pysyy D-luokassa, vaikka E-luku kasvaa 203 kWh/m²:iin.

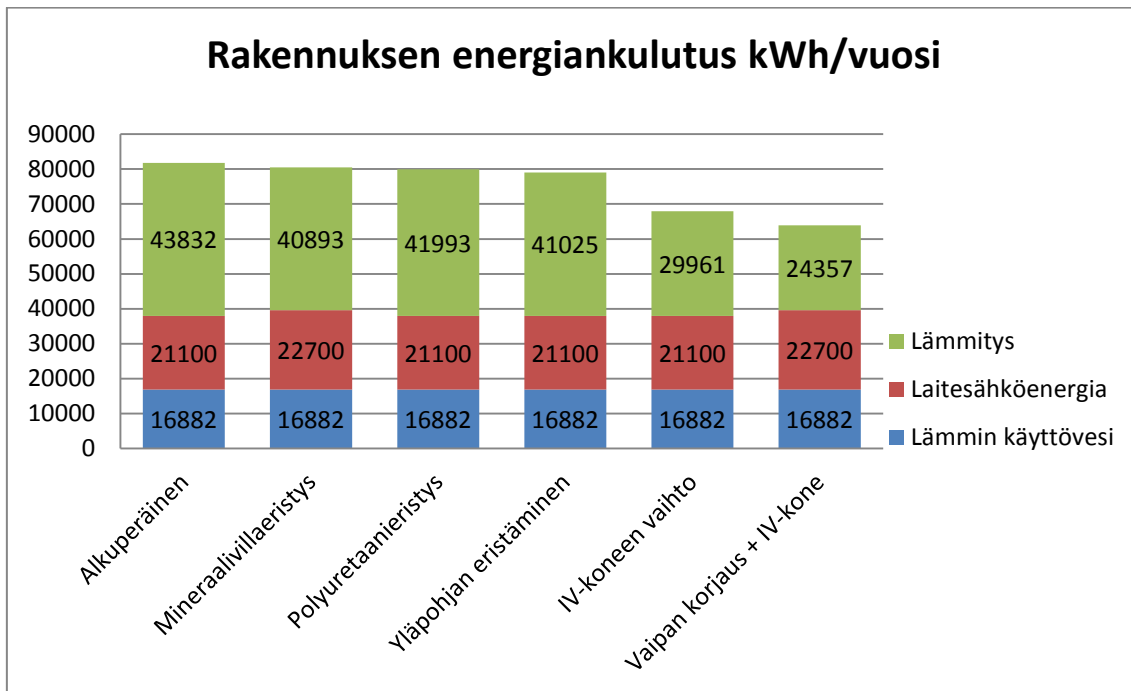
Ilmanvaihdon uusimisella ja tilojen lämpötilojen laskemisella saatu hyöty energiatehokkuusluvun pienentämisessä on merkittävä, koska sen tarkastelussa ei katsota noussutta laitesähkön määrää vaan luku on pinta-ala sidonnainen. Energiatehokkuusluku on uusimisen jälkeen 161 kWh/brm²/vuodessa, luku pienenee 33 kWh.

Mielestäni ilmanvaihdon uusiminen koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon, jossa on lämmöntalteenotto, on järkevää, koska järjestelmällä tuodaan suodatettua tuloilmaa, joka on tällaisessa rakennuksessa tärkeää. Koneiden uusiminen lisää nykyiseen nähden huollon tarvetta suodattimien vaihdon osalta, mutta koneen tuomat hyödyt ja ominaisuudet korvaavat mielestäni nämä. Koneellisen poistoilmanvaihdon korvausilman saanti on epäilyttävää, koska ikkunoiden korvausilmaventtiilit suljetaan talveksi, koska ne luovat vedon tunnetta. Tällöin korvausilma otetaan rakenteiden ja liittymien läpi, jolloin epäpuhtauksia pääsee ilmaan.

7.2.4 Korjauksella saavutettava energiasäästö

Rakennuksen energiakorjaus vaipan ja ilmanvaihtokoneen parantamisen osalta mahdollistavat rakennuksen energiatehokkuusluvun parantamisen A-luokkaan (liite 10). Korjaus edellyttää rakennuksen seinien ja yläpohjan lisäeristämisen

sekä ilmanvaihtokoneen päivittämisen lämmöntalteenottavaan tulo- ja poistoilmanvaihtoon.



KUVA 13. Rakennuksen vuotuisen energiakulutuksen vertailu osaluojakauman kautta eri energiakorjauksien kesken

Koko rakennuksen vaipan ja ilmanvaihtokoneen kattava energiakorjaus säästäisi vuodessa lämmitysenergiana 16 275 kWh (kuva 13). Vuonna 2012 Palvelutalosesäätöön maksaman lämmitysenergian hinnalla (7,86c/kWh, alv 0 %) vuotuisesti säästöksi saadaan 1 279 €.

Energiaremontin hinta parhaan mahdollisen energiatehokkuuden aikaan saamiseksi nousee korkeaksi (liite 4). Kustannus lisäeristettäessä seinät, yläpohja ja vaihdettaessa ilmanvaihtokone nousee 50 160 €, joka on tämän kokoisen palvelutalon kuluissa mahdottoman suuri investointi. Takaisinmaksuajaksi tälle korjaukselle saadaan noin 39 vuotta pelkän energiasäästön hinnalla. Takaisinmaksuajan laskelma ei sisällä lämmittämisen vuotuista indeksikorotusta. Takaisinmaksuajan ollessa alle 50 vuotta katsotaan korjauksen kannattavan, mutta koska energiakorjaus sisälsi ilmanvaihtokoneiden uusimisen, joilla uusintaväli on 20 - 30 vuotta voidaan energiakorjausremontin olevan kannattamaton pelkän takaisinmaksuajan puitteissa. Toki pienillä energiatehokkuutta parantavilla korja-

uksilla päästään lyhyihin takaisinmaksuaikoihin, kuten yläpohjan(liite 4) lisäeristämisen. Ne kannattavat tehdä korjauksen yhteydessä.

Rakennuksen E-luku ei korjauksien vaikutuksesta putoa, kuin 8 kWh/m². Se ei yllä 20 % parannukseen E-lukutarkastelussa rakennuksen energiakorjauksen asetuksen mukaisesti. Vaippaa paksuntamalla, eristyksen laatua parantamalla tai ilmanvaihtokoneen vaihtamisella tulo- ja poistoilmanvaihdoksi lämmöntalteenotolla varustetuksi ei rakennuksen E-lukua saa pienemmään järkevin ratkaisuin 20 % parannuksen tasolle. Osasyynä tähän on jo valmiiksi pieni E-luku ja kaukolämmön käyttö kohteessa. Lämmitysjärjestelmän parantamisen tuoma vaikutus ei pienennä E-lukutarkastelun perusteella rakennuksen energiakulutusta siinä määrin, että sen päivittäminen uusiutuviin luonnonvaroihin olisi kannattavaa. Rakennuksen E-luvun saaminen alle 161 kWh/m² edellyttää rakennuksen tiivistämistä ja tiiviiden osoittamista.

Rakennuksen energiatehokkuusluku, ET-luku pienenee pelkän eristys- ja ilmanvaihtoremontin myötä 141 kWh/m² ilman tiiviiden osoittamista. Se alittaa rakennusluokan tyypillisen energiakulutusrajan, joka on rivitalolle 180 kWh/m².

7.3 Ilmatiiviiden parantamisen energiatehokkuus

Rakenteen paremman ilmatiiviiden osoittaminen vaatii rakennuksen ilmatiiviiden mittauksen. Yksittäisten rakennuksen osien parantamisella ei ilmatiiviyttä pysty kasvattamaan, kuin kyseisessä rakennusosassa. Korjauskohteissa ilmanpitävyyden parantaminen edellyttää poikkeuksetta aina rakenteen purkamisen ilmansulkukerrokseen, jota kustannuslaskelmissa ei ole huomioitu.

Ilmatiiviiden saattaminen uudisrakentamisen tasolle on haastavaa, mutta ei täysin mahdotonta. RakMk C4:n mukainen vertailuarvo ilmavuodolle on 2 m³ / m² h. Rakennuksen E-luku, alittaisi Ympäristöministeriön asetuksen mukaisen 20 % parannuksen E-luvussa. Rakennuksen E-luku olisi 156 kWh/m² (liite 14). Energiatehokkuusluku olisi 134 kWh/m².

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota Yli-lin Palvelutalosaäitiön talosta raportti, josta käy ilmi kohteen nykytila, vanhojen rakenteiden kunto ja energiatehokkuuden parantamisen mahdollisuudet vaippaa korjaamalla ja lisäeristämällä sekä ilmanvaihtoa parantamalla. Tarkoituksena oli koota tietopaketti, jonka pohjalta säätiö voi suunnitella kohteen remontoinnin ja varata siihen budjetin. Tietopaketista käy ilmi energiaremontin tarpeellisuus ja siitä saatavat hyödyt.

Kohteessa suoritettiin kuntoarvio ja lämpökuvaukset. Tulosten pohjalta arvioitiin rakennuksen energiakäytön toteutuneita lukemia rakennuksen standardikäytön mukaisiin laskennallisiin tuloksiin. Rakennukselle suunniteltiin lisäeristämisen ratkaisut sekä ilmanvaihdon parantaminen ja energiatehostaminen. Tuloksia verrattiin rakennuksen standardikäytön mukaan laskettuihin tuloksiin. Ratkaisujen toteutettavuutta ja soveltuvuutta arvioitiin kohteessa. Ratkaisujen energiatehokkuuden muutosta verrattiin standardikäytön energiakulutukseen. Ratkaisujen taloudellisuutta tarkasteltiin energiatehokkuuden parantumisen kannalta korjausten takaisinmaksuaikojen kautta.

Energiajunior-laskelmien perusteella osoitettiin, että rakennuksen energiatehokkuusluokka voidaan nostaa A-luokkaan alkuperäisestä D-luokasta. E-lukua ei saatu pienennettyä halutulla korjausrakentamisen uuden asetuksen mukaiselle tasolle ilman ilmatiivistämistä ja sen osoittamista. Ilmatiiviyden parantamisella myös E-luku nousee A-luokkaan. Vuotuisesti osoitettiin energiakustannuksissa tulevan säästöä hiukan alle 1 300€ vuodessa.

Opinnäytetyön kasvattaminen alkuperäisestä kuntoarvion tekemisestä oli kannattavaa. Ensimmäisessä vaiheessa mukaan tuli rakennuksen lisäeristäminen korjausrakentamisen uusien määräyksien tasolle ja toisessa vaiheessa työ kasvatettiin myös talotekniset laitteet huomioon ottavaksi energiatehokkuuden tarkasteluissa. Opinnäytetyötä tehdessä laajentunut tarkastelu kattaa kattavasti rakennuksen energiatehostamisen osat, joihin yleensä puututaan energiaremonttia suunniteltaessa. Laajennetun työn myötä rakennuksen energiakorjauksen mahdollisuuksista saatiin kattavammat vaihtoehdot. Opinnäytetyö vastasi hyvin, osittain kattavamminkin asetettuja tavoitteita.

LÄHTEET

Energiajunior. 2013. Lamit. Saatavissa:
<http://www.lamit.fi/fi/energiaohjelmistot/energiajunior>. Hakupäivä 19.3.2013.

Energiatehokkuus huomioon luvanvaraisessa korjausrakentamisessa. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=429944&lan=fi&clan=fi>. Hakupäivä 14.3.2013.

Energiatodistus. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=427684&lan=fi&clan=fi> Hakupäivä: 15.3.2013.

Energiatodistusopas 2007. 2009. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
http://energiatodistus.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-1df327de2357c1c327d11df93e6af85023c6f416f41/energiatodistusopas_liitteinen.pdf. Hakupäivä 22.3.2013.

Heljo, Juhani – Vihola, Jaakko 2012. Energiansäästömahdollisuudet rakennuskannan korjaustoiminnassa. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Saatavissa:
http://webhotel2.tut.fi/ee/Materiaali/Epat/EPAT_loppuraportti.pdf. Hakupäivä: 16.11.2012.

Ilmanvaihdon vaikutus. 2004. Sisäilmayhdistys. Saatavissa:
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/ilmanvaihdon_vaikutus/. Hakupäivä 10.3.2013.

Lämmitysverkoston perussäätö. 2010. Motiva. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/lammitusverkoston_perussaatoto. Hakupäivä 11.3.2013.

Maanvastainen betonilaatta. 2008. Espoo: Sisäilmayhdistys ry. Saatavissa:
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaa](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaami) mi-

nen/maanvastaiset_rakenteet/maanvastainen_betonilaatta/#_Tekninen_tieto
. Hakupäivä: 31.01.2013.

Näin lisäeristät 1. 2012. Villaeristeisen puurunkoseinän ulkopuolinen lisäeristys. Helsinki: Paroc Oy AB. Saatavissa: <http://www.paroc.fi/~media/Files/Brochures/Finland/Renovation-outside-timber-frame-wool-FI.ashx>. Hakupäivä: 5.2.2013.

Näin lisäeristät 4. 2012. Sisäpuolinen lisäeristys. Helsinki: Paroc Oy AB. Saatavissa: <http://www.paroc.fi/~media/Files/Brochures/Finland/Renovation-inside-FI.ashx>. Hakupäivä: 5.2.2013.

Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=20644&lan=fi>. Hakupäivä 15.3.2013.

RakMk C4, Lämmöneristys, ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135351&lan=fi>. Hakupäivä: 20.11.2012.

RakMk D3, Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 15.3.2013.

RakMk D5, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, luonnos 14.2.2012. 2012. Helsinki. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135289&lan=fi>. Hakupäivä 19.3.2012.

RIL 249–2009. Matalaenergiarakentamisen asuinrakennukset. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärvi. Saarijärven Offset Oy.

RT 14-10850 2005. Rakennuksen lämpökuvaus. Rakenteiden lämpötekni-
nen toimivuus. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410850%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statisti>

cs%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%249112/10850.pdf. Hakupäivä 19.02.2013.

RT 83-10662. 1998. Yläpohjan lisälämmöneristäminen. Korjausrakentaminen. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto.fi.ezp.oamk.fi:2047/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410662%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistiscs%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%246784/10662.pdf>. Hakupäivä 31.01.2013.

Rönkkö, Pekka. Yläpohjan lisäeristys on taloudellisesti kannattavaa. Saatavissa: http://www.prkk.fi/files/pdf/2638/1_10ylapohjan.pdf. Hakupäivä: 28.1.2013.

Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto. 2002. Hengityслиitto Heli Ry. Saatavissa: <http://www.sisailma.info/tiedostot/Oppaat/Ilmanvaihto%202002.pdf>. Hakupäivä 10.3.2013.

Tukilämmitysjärjestelmät. 2012. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/tukilammitysjarjestelmat. Hakupäivä. 14.3.2013.

Tulla, Kauko. 2012. T522603 Korjausrakentamisen jatkokurssi 3op. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Virta, Jari. 2011. Energiatehokkuuden parantaminen taloyhtiössä. Oulu: Kiinteistöliitto. Saatavissa: <http://www.kiinteistoyhdistysoulu.fi/sivut/wp-content/uploads/jari-virta-313-2011.pdf>. Hakupäivä. 10.04.2013.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136857&lan=fi>. Hakupäivä 16.11.2012.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142232&lan=fi>. Hakupäivä 25.3.2013.

LIITTEET

- Liite 1 Rakennuksen laajuustiedot
- Liite 2 Alapohjan U-arvo Puuinfo Oy:n laskurilla
- Liite 3 Rakenteiden U-arvolaskenta RakMk C4 (2012) mukaan
- Liite 4 Kustannuslaskenta energiakorjauksille
- Liite 5 Alkuperäisen rakenteen energiatehokkuus
- Liite 6 Yläpohjan lisäeristämisen energiatehokkuus
- Liite 7 Seinän lisäeristämisen (villa) energiatehokkuus
- Liite 8 Seinän lisäeristämisen (polyuretaani) enegiatehokkuus
- Liite 9 Ilmanvaihdon parantamisen energiatehokkus
- Liite 10 Vaipan ja iv-koneen uusimisen energiatehokkuus
- Liite 11 Ulkoseinä2 U-arvo Puuinfo Oy:n laskurilla
- Liite 12 Ulkoseinä1 U-arvo Puuinfo Oy:n laskurilla
- Liite 13 Yläpohjan U-arvo Puuinfo Oy:n laskurilla
- Liite 14 Ilmatiiyden parantaminen
- Liite 15 Rakennuksen rakennuspiirustukset

Rakennuksen laajuustiedot alkuperäisillä rakenteilla

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Huoneistoala | 377,8 asm ² |
| Bruttoala | 422 brm ² |
| Maanpäällinen kerrostasoala | 422 brm ² |
| Rakennustilavuus | 1 390 brm ³ |
| Huonetilavuus | 960 brm ³ |
| Asukasmäärä (makuuhuoneet + 1) | 7 |

Rakennuksen tekniikka alkuperäisellä asetuksella

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Lämpötila | 20 - 25 °C (laskennassa 23 °C) |
| Ilmanvaihto (koneellinen poisto) | 18,2 l/s / huoneisto |
| Ilmanvaihto (koneellinen poisto) | 40,2 l/s / yleiset tilat |
| Ilmanvuotoluku q ₅₀ | 4 m ³ / m ² h |
| Kaukolämmön hyötysuhteet | |
| - lämpimän käyttöveden lämmittäminen | 85 % |
| - rakennuksen lämmitysjärjestelmä | 85 % |

| Rakennusosa: | Pinta-ala [m²] | U-arvo [W/m²K] |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Yläpohja: | | |
| - vesikatteeseen raj. | 335 | 0,22 |
| - ilmatilaan rajoit. | 63,5 | 0,22 |
| Alapohja | 377,8 | 0,152 |
| Ulkoseinä | 162,8 | 0,249 |
| Vinokaton ulkoseinä | 12,5 | 0,249 |
| Ovi [ulko-ovi] | 16,7 | 1,5 |
| Ikkunat, kolminkertainen lasitus | | |
| - pohjois sivu | 8 | 1,4 |
| - itä sivu | 18 | 1,4 |
| - etelä sivu | 12,5 | 1,4 |
| - länsi sivu | 18 | 1,4 |

Rakennuksen laajuustietojen muutos yläpohjan lisäeristyksellä

Rakennustilavuus +50 brm³

Rakennuksen laajuustietojen muutos seinien villa-lisäeristyksellä

Rakennustilavuus +80 brm³

Bruttoala +32 brm²

Maanpäällinen kerrostasoala +32 brm²

Rakennuksen teknisten järjestelmien muutos IV-koneen päivittämisen yhteydessä

| | |
|--|-------------------------------------|
| Huoneilman lämpötila | 21 °C |
| Kaukolämmön hyötysuhteet | |
| - lämpimän käyttöveden lämmittäminen | 85 % |
| - rakennuksen lämmitysjärjestelmä | 85 % |
| Ilmanvaihto (koneellinen tulo ja poisto) | 18,2 l/s / huoneisto |
| Ilmanvaihto (koneellinen tulo ja poisto) | 40,2 l/s / yleiset tilat |
| Ilmanvuotoluku q_{50} | 4 m ³ / m ² h |
| IV-kone / huoneistot | |
| SFP-luku | 2 |
| Sisäänpuhalletun ilman lämpötila | 18 °C |
| LTO-vuosihyötysuhde | 65 % |
| Lämpötilasuhde (lämmönsiirrin) | 80 % |
| Jäätymisen esto | - 2 °C |
| Jälkilämmityspatterin energianlähde | kaukolämpö |
| IV-kone / yleiset tilat | |
| SFP-luku | 2 |
| Sisäänpuhalletun ilman lämpötila | 18 °C |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| LTO-vuosihyötysuhde | 65 % |
| Lämpötilasuhde (lämmönsiirrin) | 80 % |
| Jäätymisen esto | - 2 °C |
| Jälkilämmityspatterin energianlähde | kaukolämpö |

Rakennuksen laajuustietojen muutos yläpohjan lisäeristyksellä

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Huoneistoala | 377,8 asm ² |
| Bruttoala | 422 brm ² |
| Maanpäällinen kerrostasoala | 422 brm ² |
| Rakennustilavuus | 1 390 brm ³ |
| Huonetilavuus | 960 brm ³ |
| Asukasmäärä (makuuhuoneet + 1) | 7 |

Alapohjan U-arvon määrittäminen.

| Ohjelmaversio 1.01 | |
|---------------------|--------------------------------------|
| Suunnittelutoimisto | Työn nro |
| Marko Räihä | Päiväys |
| | Tekijä |
| Rakennuskohde | 11.3.2013 Marko Räihä |
| Palvelutalo | U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370) |

| | |
|-------------------------|------|
| RAKENTEEN TIEDOT | Info |
|-------------------------|------|

| | | | | |
|----------------------|------------------------|---|------------------------------------|------------|
| Perusmaan tyyppi | Savi tai siltti | ▼ | REUNAN PYSTYERISTEEN TIEDOT | |
| Alapohjan tyyppi | Maanpäällinen alapohja | ▼ | Lämmönjohtavuus [λ] | 0,050 W/mK |
| Reunan lisäeristys | Pysty- ja vaakaeriste | ▼ | Paksuus [d] | 50 mm |
| Kellarin seinätyyppi | Ei kellaria | ▼ | Korkeus [D] | 380 mm |

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| REUNAN VAAKAERISTEEN TIEDOT | |
| Alapohjan pinta-ala [A] | 422,0 m ² |
| Alapohjan ympärysmitta [P] | 93,9 m |
| Perusmuurin paksuus [w] | 300 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,050 W/mK |
| Paksuus | 70 mm |
| Leveys [D] | 1000 mm |

| | |
|-------------------------------|------------|
| RAKENNEKERROKSET | |
| <i>Sisäpinta</i> | |
| 1 Betonilaatta | ▼ |
| Kerroksen paksuus [d] | 70,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 2,500 W/mK |
| 2 Polystyreeni (EPS) | ▼ |
| Kerroksen paksuus [d] | 70,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,050 W/mK |
| 3 Ei rakennekerrosta | ▼ |
| 4 Ei rakennekerrosta | ▼ |
| 5 Ei rakennekerrosta | ▼ |
| 6 Ei rakennekerrosta | ▼ |
| <i>Ulkopinta</i> | |

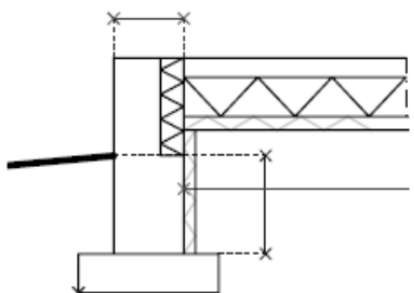
LAATAN REUNAN RAKENNE

Mittaviivojen selitykset

x-x = perusmuurin paksuus [w]

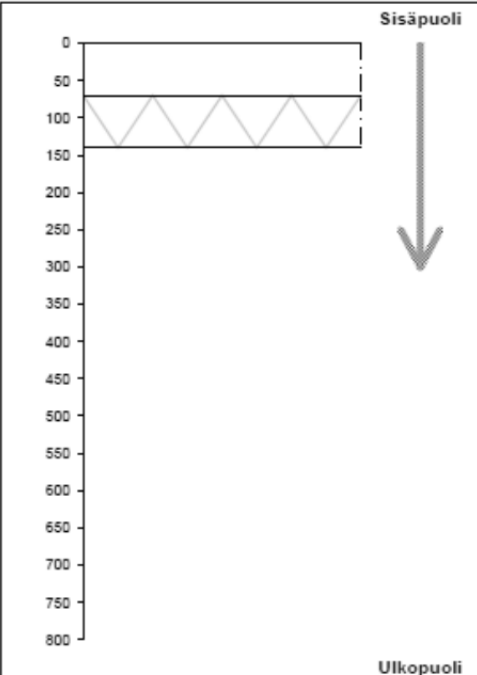
x-x = pystyeristeen korkeus [D]

x-x = vaakaeristeen leveys [D]



| Ohjelmaversio 1.01 | | |
|---------------------|--------------------------------------|-------|
| Suunnittelutoimisto | Työn nro | Sivu |
| Marko Riihä | 0 | 2 / 2 |
| | Päiväys 41344 | |
| Rakennuskohde | Sisätilä | |
| Palvelutalo | U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370) | |

| ALAPOHJA | d [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] |
|----------------------|--------|------------------|------------------------|
| Sisäpinta | | | 0,17 |
| 1 Betonilaatta | 70 | 2,500 | 0,03 |
| 2 Polystyreeni (EPS) | 70 | 0,050 | 1,40 |
| Ulkopinta | | | 0,04 |



| SUHTEELLINEN LATTIAMITTA | | |
|--------------------------|-------|----------------|
| A | 422,0 | m ² |
| P | 93,9 | m |
| B' | 8,993 | m |

| LATTIAN EKVIVALENTTI PAKSUUS | | |
|------------------------------|-------|--------------------|
| w | 0,300 | m |
| d _t | 2,757 | m |
| $\lambda_{\text{perusmaa}}$ | 1,500 | W/mK |
| R _{si} | 0,170 | m ² K/W |
| R _{se} | 0,040 | m ² K/W |
| R _f | 1,428 | m ² K/W |
| R _g | 2,740 | m ² K/W |

| SEINÄN EKVIVALENTTI PAKSUUS | | |
|-----------------------------|---|--------------------|
| z | - | m |
| d _w | - | m |
| R _w | - | m ² K/W |

| U-ARVO | | |
|-----------------|-------|--------------------|
| $\Psi_{g,e}$ | -0,06 | |
| U ₀ | 0,23 | W/m ² K |
| U _{br} | - | W/m ² K |
| U _{bw} | - | W/m ² K |

ALAPOHJAN U-ARVO

U_c = 0,2214 W/m²K

| VIRHEILMOITUKSET |
|------------------|
| |
| |
| |

Ulkoseinätyyppi 1, U-arvolaskenta.

| Epätasa-aineiset ainekerrokset | | | | | | |
|---|------------------------|--------|------------------|------------------|----------------|--------------------------|
| Ulkoseinä 1, levyverhous sisäpuolella(alkuperäinen) | | | | | | |
| | Rakenne | d[m] | λ [W/mK] | λ [W/mK] | Rj [m2K/W] | |
| R _{Si} | Sisäpinta | | | | 0,13 | |
| R ₁ | Kipsilevy | 0,013 | 0,21 | | 0,062 | |
| R _{Qi} | Muovikalvo | 0,0002 | | | 0,020 | |
| R ₃ | Pystyrunko + MV k600 | 0,125 | 0,12 | 0,041 | 2,627 | |
| R ₄ | Pystykoolaus + MV k600 | 0,05 | 0,12 | 0,041 | 1,051 | |
| R _{Se} | Ulkopinta | | | | 0,130 | |
| | | | | | R _T | 4,020 |
| | | | | | U-arvo | 0,249 W/m ² K |

Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo
 $R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \Sigma R + R_{Se}$
 Epätasa-aineen lämmönvastus
 $1 / R_j = f_n / R_{nj} + f_o / R_{oj} + \dots + f_n / R_{nj}$

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuudet
 λ puu 0,12
 λ min.villa 0,041

Lämmönjohtavuuksien suhde 2,9 < 5 ==> RakMK C4 2.2.5 (luonnos): Voidaan laskea alalikiarvon kaavana, ei kylmäsilta tarkastelua

Pystyrunko
 Tarkasteltavan alueen mitat

| | [m] | [m] | | | | | | |
|------------------------------|--------|------|-----|----------|------------------|------------|----------------|-------|
| | 0,6 | 0,6 | | | | | | |
| Alueen mitat | | | | | | | | |
| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | Rj [m2K/W] | f/R | |
| Pystyrunko (R ₃) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,05 | 0,6 | 0,083333 | 0,125 | 0,12 | 1,04 | 0,080 |
| Eriste | Alue a | 0,55 | 0,6 | 0,916667 | 0,125 | 0,041 | 3,05 | 0,301 |
| Tark. | | | | | | | 1 OK! | |
| | | | | | | | R _T | 0,381 |
| | | | | | | | R ₃ | 2,627 |

Vaakakoolaus
 Tarkasteltavan alueen mitat

| | [m] | [m] | | | | | | |
|------------------------------|--------|-----|------|----------|------------------|------------|----------------|-------|
| | 0,6 | 0,6 | | | | | | |
| Alueen mitat | | | | | | | | |
| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | Rj [m2K/W] | f/R | |
| Vaakarunko (R ₄) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,6 | 0,05 | 0,083333 | 0,05 | 0,12 | 0,42 | 0,200 |
| Eriste | Alue a | 0,6 | 0,55 | 0,916667 | 0,05 | 0,041 | 1,22 | 0,752 |
| Tark. | | | | | | | 1 OK! | |
| | | | | | | | R _T | 0,952 |
| | | | | | | | R ₄ | 1,051 |

Ulkoseinätyyppi 2, U-arvolaskenta

Epätasa-aineiset ainekerrokset
Ulkoseinä 2, betoninen sisäkuori (alkuperäinen)

| | Rakenne | d[m] | λ [W/mK] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] |
|-----------------|------------------------|-------|------------------|------------------|-------------------------------------|
| R _{si} | Sisäpinta | | | | 0,13 |
| R ₁ | Betoni | 0,18 | 2 | | 0,090 |
| R ₂ | Pystyrunko + MV k600 | 0,125 | 0,12 | 0,041 | 2,627 |
| R ₃ | Pystykoolaus + MV k600 | 0,05 | 0,12 | 0,041 | 1,051 |
| R _{se} | Ulkopinta | | | | 0,130 |
| | | | | | R _τ 4,028 |
| | | | | | U-arvo 0,248 W/m ² K |

Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo

$$R_{\tau} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \Sigma R + R_{se}$$

Epätasa-aineen lämmönvastus

$$1 / R_j = f_s / R_{sj} + f_o / R_{oj} + \dots + f_n / R_{nj}$$

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuudet

λ puu 0,12

λ min.villa 0,041

Lämmönjohtavuuksien suhde 2,9 < 5 ==> RakMK C4 2.2.5 (luonnos): Voidaan laskea alalikiarvon kaavana, ei kylmäsilta tarkastelua

Pystyrunko

Tarkasteltavan alueen mitat

| [m] | [m] |
|-----|-----|
| 0,6 | 0,6 |

Alueen mitat

| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | f/R |
|------------------------------|--------|------|-----|----------|------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Pystyrunko (R ₃) | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,05 | 0,6 | 0,083333 | 0,125 | 0,12 | 1,04 0,080 |
| Eriste | Alue a | 0,55 | 0,6 | 0,916667 | 0,125 | 0,041 | 3,05 0,301 |
| | Tark. | | 1 | OK! | | | R _τ 0,381 |
| | | | | | | | R ₂ 2,627 |

Vaakakoolaus

Tarkasteltavan alueen mitat

| [m] | [m] |
|-----|-----|
| 0,6 | 0,6 |

Alueen mitat

| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | f/R |
|------------------------------|--------|-----|------|----------|------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Vaakarunko (R ₄) | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,6 | 0,05 | 0,083333 | 0,05 | 0,12 | 0,42 0,200 |
| Eriste | Alue a | 0,6 | 0,55 | 0,916667 | 0,05 | 0,041 | 1,22 0,752 |
| | Tark. | | 1 | OK! | | | R _τ 0,952 |
| | | | | | | | R ₄ 1,051 |
| | | | | | | | R ₃ 0,952 |

Yläpohjan U-arvolaskenta.

| Epätasa-aineiset ainekerrokset | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------|------------------|------------------|----------------------------|
| Yläpohja (alkuperäinen) | | | | | |
| | Rakenne | d[m] | λ [W/mK] | λ [W/mK] | R_j [m ² K/W] |
| R _{si} | Sisäpinta | | | | 0,04 |
| R ₁ | Kipsilevy | 0,013 | 0,21 | | 0,062 |
| R ₂ | Harvalaudoitus | 0,022 | | | |
| R ₃ | Muovikalvo | 0,0002 | | | 0,020 |
| R ₄ | Ristikko k900 + PV | 0,125 | 0,12 | 0,045 | 2,542 |
| R ₅ | Puhallusvilla | 0,175 | 0,045 | | 3,889 |
| R _{se} | Ulkopinta | | | | 0,130 |
| | | | | R _T | 6,581 |
| | | | | U-arvo | 0,152 W/m ² K |

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuudet
 λ puu 0,12
 λ min.villa 0,045

Lämmönjohtavuuksien suhde 2,7 < 5 ==> RakMK C4 2.2.5 (luonnos): Voidaan laskea alalikiarvon kaavana, ei kylmäsilta tarkastelua

Ristikko
 Tarkasteltavan alueen mitat

| | [m] | [m] | | | | | | |
|------------------------------|--------|------|-----|----------|------------------|----------------------------|----------------|-------|
| | 0,9 | 0,9 | | | | | | |
| Alueen mitat | | | | | | | | |
| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R_j [m ² K/W] | f/R | |
| Pystyrunko (R ₃) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,05 | 0,9 | 0,055556 | 0,125 | 0,12 | 1,04 | 0,053 |
| Eriste | Alue a | 0,85 | 0,9 | 0,944444 | 0,125 | 0,045 | 2,78 | 0,340 |
| | Tark. | | 1 | OK! | | | R _T | 0,393 |
| | | | | | | | R ₃ | 2,542 |

Yläpohjan U-arvolaskenta

Epätasa-aineiset ainekerrokset
Yläpohja, lisäeristetty puhallusvillalla (uusi rakenne)

| Rakenne | d[m] | λ [W/mK] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | |
|-----------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| R _{Si} | Sisäpinta | | | 0,13 | |
| R ₁ | Kipsilevy | 0,013 | 0,21 | 0,062 | |
| R ₂ | Harvalaudoitus | 0,022 | | | |
| R ₃ | Muovikalvo | 0,0002 | | 0,020 | |
| R ₄ | Ristikko k900 + PV | 0,125 | 0,12 | 0,045 | |
| R ₅ | Puhallusvilla | 0,175 | 0,045 | 3,889 | |
| R ₆ | Puhallusvilla | 0,15 | 0,041 | 3,659 | |
| R _{SE} | Ulkopinta | | | 0,130 | |
| | | | | R _T | 10,432 |
| | | | | U-arvo | 0,096 W/m ² K |

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuudet
 λ puu 0,12
 λ min.villa 0,045

Lämmönjohtavuuksien suhde 2,7 < 5 ==> RakMK C4 2.2.5 (luonnos): Voidaan laskea alalikiarvon kaavana, ei kylmäsilta tarkastelua

Ristikko
Tarkasteltavan alueen mitat

| [m] | [m] |
|--------------|-----|
| 0,9 | 0,9 |
| Alueen mitat | |

| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | f/R | |
|------------------------------|--------|------|-----|----------|------------------|-------------------------------------|----------------|-------|
| Pystyrunko (R ₃) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,05 | 0,9 | 0,055556 | 0,125 | 0,12 | 1,04 | |
| Eriste | Alue a | 0,85 | 0,9 | 0,944444 | 0,125 | 0,045 | 2,78 | |
| | | | | | | | R _T | 0,393 |
| | | | | | | | R ₃ | 2,542 |

Seinän eristäminen polyuretaanilla

Epätasa-aineiset ainekerrokset
Ulkoseinä, polyuretaanilla eristäminen (uusi rakenne)

| Rakenne | d[m] | λ [W/mK] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | |
|-----------------|------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| R _{Si} | Sisäpinta | | | 0,13 | |
| R ₁ | Kipsilevy | 0,013 | 0,21 | 0,062 | |
| R ₂ | Ylitys kerros | 0,005 | 0,025 | 0,200 | |
| R ₃ | Pystyrunko+ MV k600 | 0,125 | 0,12 | 0,025 | |
| R ₄ | Pystykoolaus + MV k600 | 0,05 | 0,12 | 0,025 | |
| R _{SE} | Ulkopinta | | | 0,130 | |
| | | | | R _T | 5,838 |
| | | | | U-arvo | 0,171 W/m ² K |

Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo
 $R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \Sigma R + R_{SE}$
 Epätasa-aineen lämmönvastus
 $1 / R_j = f_b / R_{bj} + f_o / R_{oj} + \dots + f_n / R_{nj}$

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuudet
 λ puu 0,12
 λ Polyuretaanieriste 0,025

Lämmönjohtavuuksien suhde 4,8 < 5 ==> RakMK C4 2.2.5 (luonnos): Voidaan laskea alalikiarvon kaavana, ei kylmäsilta tarkastelua

Pystyrunko
Tarkasteltavan alueen mitat

| [m] | [m] |
|--------------|-----|
| 0,6 | 0,6 |
| Alueen mitat | |

| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | f/R | |
|------------------------------|--------|------|-----|----------|------------------|-------------------------------------|----------------|-------|
| Pystyrunko (R ₃) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,05 | 0,6 | 0,083333 | 0,125 | 0,12 | 1,04 | |
| Eriste | Alue a | 0,55 | 0,6 | 0,916667 | 0,125 | 0,025 | 5,00 | |
| | | | | | | | R _T | 0,263 |
| | | | | | | | R ₃ | 3,797 |

Pystykoolaus
Tarkasteltavan alueen mitat

| [m] | [m] |
|--------------|-----|
| 0,6 | 0,6 |
| Alueen mitat | |

| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | f/R | |
|------------------------------|--------|-----|------|----------|------------------|-------------------------------------|----------------|-------|
| Vaakarunko (R ₄) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,6 | 0,05 | 0,083333 | 0,05 | 0,12 | 0,42 | |
| Eriste | Alue a | 0,6 | 0,55 | 0,916667 | 0,05 | 0,025 | 2,00 | |
| | | | | | | | R _T | 0,658 |
| | | | | | | | R ₄ | 1,519 |

Lisäeristäminen mineraalivillalla

| Epätasa-aineiset ainekerrokset | | | | | |
|---|------------------------|-------|----------|----------------|-------------------------------------|
| Ulkoisena, mineraalivillalla lisäeristäminen (uusi rakenne) | | | | | |
| | Rakenne | d[m] | λ [W/mK] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] |
| R _{si} | Sisäpinta | | | | 0,13 |
| R ₁ | Kipsilevy | 0,013 | 0,21 | | 0,062 |
| R ₂ | Yliitys kerros | 0,005 | 0,023 | | 0,217 |
| R ₃ | Pystyrunko + MV k600 | 0,125 | 0,12 | 0,041 | 2,627 |
| R ₄ | Pystykoolaus + MV k600 | 0,05 | 0,12 | 0,031 | 1,302 |
| R ₅ | Vaakakoolaus + MV k600 | 0,1 | 0,12 | 0,031 | 2,603 |
| R _{se} | Ulkopinta | | | | 0,130 |
| | | | | R _T | 7,071 |
| | | | | U-arvo | 0,141 W/m ² K |

Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo
 $R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \Sigma R + R_{se}$
 Epätasa-aineen lämmönvastus
 $1 / R_j = f_a / R_{aj} + f_b / R_{bj} + \dots + f_n / R_{nj}$

| Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuudet | | Lämmönjohtavuuksien suhde | |
|--|-------|---------------------------|-----|
| λ puu | 0,12 | 2,9 < 5 | ==> |
| λ min.villa | 0,041 | | |

RakMK C4 2.2.5 (luonnos): Voidaan laskea alalikiarvon kaavana, ei kylmäsiita tarkastelua

| Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuudet | | Lämmönjohtavuuksien suhde | |
|--|-------|---------------------------|-----|
| λ puu | 0,12 | 3,9 < 5 | ==> |
| λ min.villa | 0,031 | | |

RakMK C4 2.2.5 (luonnos): Voidaan laskea alalikiarvon kaavana, ei kylmäsiita tarkastelua

Pystyrunko

Tarkasteltavan alueen mitat

| [m] | [m] |
|-----|-----|
| 0,6 | 0,6 |

Alueen mitat

| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | f/R | |
|------------------------------|--------|------|-----|----------|----------|-------------------------------------|----------------|-------|
| Pystyrunko (R ₃) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,05 | 0,6 | 0,083333 | 0,125 | 0,12 | 1,04 | 0,080 |
| Eriste | Alue a | 0,55 | 0,6 | 0,916667 | 0,125 | 0,041 | 3,05 | 0,301 |
| | Tark. | | 1 | OK! | | | R _T | 0,381 |
| | | | | | | | R ₃ | 2,627 |

Pystykoolaus

Tarkasteltavan alueen mitat

| [m] | [m] |
|-----|-----|
| 0,6 | 0,6 |

Alueen mitat

| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | f/R | |
|------------------------------|--------|-----|------|----------|----------|-------------------------------------|----------------|-------|
| Vaakarunko (R ₄) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,6 | 0,05 | 0,083333 | 0,05 | 0,12 | 0,42 | 0,200 |
| Eriste | Alue a | 0,6 | 0,55 | 0,916667 | 0,05 | 0,031 | 1,61 | 0,568 |
| | Tark. | | 1 | OK! | | | R _T | 0,768 |
| | | | | | | | R ₄ | 1,302 |

Vaakakoolaus

Tarkasteltavan alueen mitat

| [m] | [m] |
|-----|-----|
| 0,6 | 0,6 |

Alueen mitat

| Alue | [m] | [m] | f | d[m] | λ [W/mK] | R _j [m ² K/W] | f/R | |
|------------------------------|--------|-----|------|----------|----------|-------------------------------------|----------------|-------|
| Vaakarunko (R ₄) | | | | | | | | |
| Puu | Alue b | 0,6 | 0,05 | 0,083333 | 0,1 | 0,12 | 0,83 | 0,100 |
| Eriste | Alue a | 0,6 | 0,55 | 0,916667 | 0,1 | 0,031 | 3,23 | 0,284 |
| | Tark. | | 1 | OK! | | | R _T | 0,384 |
| | | | | | | | R ₄ | 2,603 |

| Energiakorjausratkaisuilla saavutettu hyöty | | | | | | |
|---|-----------------------|---------|-------------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| Ratkaisu | Energiasäästö [kWh/a] | % | kustannus nelille | kok. Kustannus | Säästö vuodessa € | Takaisinmaksuaika [a] |
| Min.villa lisäeristys seinään | 2 939 | -3,6 % | 44,52 € | 16 819,35 € | 230,96 € | 72,8 |
| Yläpohjan lisäeristäminen | 2 807 | -3,4 % | 5,43 € | 2 051,57 € | 220,58 € | 9,3 |
| Uretaanieristys seinään | 1 839 | -2,2 % | 30,07 € | 11 360,87 € | 144,51 € | 78,6 |
| Ilmanvaihto LTO:lla | 13 871 | -17,0 % | 82,82 € | 31 290,91 € | 1 090,02 € | 28,7 |

Energiahinta = 7,65 c/kWh

KUSTANNUSARVIO YLÄPOHJAN LISÄLÄMMÖNERISTYKSELLE

Tarkennettu rakennusosalaskelma

Talo 2000 -nimikkeistön mukainen lajittelu

Rakennuksen ala

Rakentamisen kustannukset yhteensä (kustannustaso 1/2012, alv 0%)
rakentamisen kustannukset per bruttoneliometri

tekijä: Marko Riihinen

377,8

päiväys:

26.3.2012

2 051,57 €

5,43 €

| Rakennustöiden menelöt 2010 | yksikkö | yks €/yks | materiaalikulutus | työkustannus | alueellinen | €/yks | € alv 0% |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------|--------|------------|
| lähde | | | | | | | |
| arvio | vanhan eristeen tasoitus | 335 m2 | | suorittaja | 1,2 | 0,43 € | 144,72 € |
| RATU 6017 | puhailusvillaeristys 150 mm | 335 m2 | 3,67 | 0,02 RM | 1,2 | 5,69 € | 1 906,85 € |
| | | | | 0,04 RAM | 1,2 | | |

Vuoden energiakulutus

81814 kWh

* ulkopuolisen paneeloinnin purku, arviohinta sama, kuin sisäpinnan paneeloinnin purulla

Arviossa ei oteta huomioon:

purkujätteen kuljetusta, kierrätys- ja kaatopaikkamaksuja

teinekustannuksia ja suojauksia

työnjohtoa, suunnittelua eikä valvontaa

Vanha U-arvo

0,152

-->

Uusi U-arvo

2 807 kWh

-3,4 %

Ratkaisun vaikutus U-arvoon:

Energian säästö vuodessa:

Energian säästö kokonaiskulutukseen:

KUSTANNUSARVIO SEINÄN POLYURETAANI LISÄLÄMMÖNERISTYKSELLE

Tarkennettu rakennusosalaskelma

Talo 2000 -nimikkeistön mukainen lajittelu

Rakennuksen ala

Rakentamisen kustannukset yhteensä (kustannustaso 1/2012, alv 0%)
rakentamisen kustannukset per bruttoneeliometri

tekijä: Marko Rähä

377,8

11 360,87 €

30,07 €

päiväys:

26.3.2012

| Rakennustöiden menekit 2010 | | | materiaalikustannus | | työkustannus | |
|-----------------------------|-------------------------------|---------|---------------------|-----------|--------------|---------------------------------|
| lähde | nimike | yksikkö | €/yks | Hukkapros | tth/m2 | suorittaja suoritekerroin €/yks |
| RATU 6017 | seinälevytyksen purku | 163 m2 | 3,67 | 2 | 0,15 | RM 1 2,70 € |
| RATU 6017 | eristeen, höyrysulun purku | 163 m2 | 28,5 | 10 | 0,04 | RAM 1 1,00 € |
| RATU 6017 | polyuretaanieristys 3-kerrost | 163 m2 | 3,5 | 10 | 0,2 | RAM 1 5,00 € |
| RATU 6017 | seinän levyttäminen | 163 m2 | 3,5 | 10 | 0,12 | RAM 1,05 3,15 € |
| arvio | tasoitus ja maalaus | 163 m2 | 3,5 | 10 | 0,131 | RAM 1,05 3,44 € |

* ulkopuolisen paneloinnin purku, arviohinta sama, kuin sisäpinnan paneloinnin purulla

Arviossa ei oteta huomioon:

purkujätteen kuljetusta, kierrätys- ja kaatopaikkamaksuja

telinekustannuksia ja suojausja

työnjohtoa, suunnittelua eikä valvontaa

Vanha U-arvo Uusi U-arvo

0,249 --> 0,162

1 839 kWh

-2,2 %

Ratkaisun vaikutus U-arvoon:

Energian säästö vuodessa:

Energian säästö kokonaiskulutukseen:

KUSTANNUSARVIOT ULKOISEINÄN LISÄLÄMMÖNERISTYKSELLE VILLALLA

Tarkennettu rakennusosalaskelma

Talo 2000 -nimikkeistön mukainen lajittelu

Rakennuksen ala

Rakentamisen kustannukset yhteensä (kustannustaso 1/2012, alv 0%)

rakentamisen kustannukset per bruttoneliometri

tekijä: Marko Riihä

päiväys:

26.3.2012

377,8

16 819,35 €

44,52 €

| Rakennustöiden menekit 2010 | | yksikkö | | yks | | materiaalikustannus | | työkustannus | |
|-----------------------------|----------------------------|---------|--|-------|-----------|---------------------|------------|----------------|---------|
| lähde | nimike | | | €/yks | Hukkapros | tth/m2 | suorittaja | suoritekerroin | €/yks |
| RATU 6017 | paneloinnin purku | 163 m2 | | | | 0,23 | RM | 1 | 4,14 € |
| RATU 6017 | tuulensuojaeristeen purku | 163 m2 | | | | 0,04 | RM | 1 | 0,72 € |
| RATU 6017 | koolaus, 1-kertainen | 163 m2 | | 3,5 | 10 | 0,06 | RAM | 1 | 1,50 € |
| RATU 6017 | lämmöneristeen asennus, 10 | 163 m2 | | 30 | 5 | 0,04 | RAM | 1 | 1,00 € |
| RATU 6017 | koolaus, 1-kertainen | 163 m2 | | 3,5 | 10 | 0,06 | RAM | 1 | 1,50 € |
| RATU 6017 | saumarimalaudoitus | 163 m2 | | 16 | 5 | 0,54 | RAM | 1 | 13,50 € |
| ROK2012 | maalaus, 2 kertaa | 163 m2 | | 4,17 | 5 | 0,13 | RAM | 1 | 3,25 € |

* ulko puolisen paneloinnin purku, arviohinta sama, kuin sisäpinnan paneloinnin purulla

Arviossa ei oteta huomioon:

purkuajätteen kuljetusta, kierrätys- ja kaatopaikkamaksuja

telinekustannuksia ja suojauksia

työnjohtoa, suunnittelua eikä valvontaa

Vanha U-arvo Uusi U-arvo

0,249 --> 0,141

Ratkaisun vaikutus U-arvoon:

2 939 kWh

Energian säästö vuodessa:

-3,6 %

Energian säästö kokonaiskulutukseen:

ID 122.865.1171 www.energiatodistus.fi



ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**
 Osoite: **Elatuspellontie
 91200 Yli-Ii**

Valmistumisvuosi: **1992**
 Rakennustunnus: **36/1**

Asuntojen lukumäärä: **6**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

| ET-luku | Vähän kuluttava | Rakennuksen ET-luokka |
|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| -150 | | |
| 151-170 | | |
| 171-190 | | |
| 191-230 | | |
| 231-270 | | |
| 271-320 | | |
| 321- | | |
| <i>Paljon kuluttava</i> | | |

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm²/vuosi): **194**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

Yli-Iin palvelutalosaatiö

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

Marko Rähä

Todistuksen antamispäivä:

26.3.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

25.3.2023

| ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT | | | | |
|--|-------------------------|-----------------------------|---|---|
| Rakennuksen laajuustiedot | | | | |
| Bruttoala | 422 brm ² | | | |
| Rakennustilavuus | 1390 rak-m ³ | Ilmatilavuus | 960,00 m ³ | |
| Huoneistoala | 377,8 hum ² | Henkilömäärä | 7 | |
| Rakenteet | | | | |
| Rakennusosat | | Pinta-ala (m ²) | U-arvo (W/m ² K) | |
| Ulkoseinät | | | | |
| Ulkoseinä | | 162,80 | 0,249 | |
| Yläpohjan vastainen vinokaton seinä | | 12,50 | 0,249 | |
| Yläpohja | | | | |
| Yläpohja | | 335,00 | 0,152 | |
| Yläpohja_vino | | 63,50 | 0,152 | |
| Alapohja | | | | |
| Alapohja | | 377,80 | 0,611 | |
| Ovet | | | | |
| Ovi | | 16,70 | 1,5 | |
| Ikkunat | | | | |
| Pohjoiseen | | | | $g_{\text{kohtisuora}}$ $F_{\text{kehä}}$ |
| Ikkuna_pohjoinen | | 8,00 | 1,4 | 0,70 0,75 |
| Itään | | | | |
| Ikkuna_itä | | 18,00 | 1,4 | 0,70 0,75 |
| Etelään | | | | |
| Ikkuna_etelä | | 12,50 | 1,4 | 0,70 0,75 |
| Länteen | | | | |
| Ikkuna_länsi | | 18,00 | 1,4 | 0,70 0,75 |
| Tehollinen lämpökapasiteetti $C_{\text{rak,omin}}$ 110,00 Wh(brm ² K) | | | | |
| Ilmanvaihto | | | | |
| Rakennuksen ilmanvuotoluku n_{50} | | Elatuspellontie | 4,0 1/h | |
| Ilmanvaihdon poistoilmavirta | | | 0,133 m ³ /s | |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyötysuhde | | Poistoilmapuhallin1 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin2 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin4 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin5 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin3 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin_yleiset | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin6 | 0 % | |
| Vedenkulutus | | | | |
| Lämpimän käyttöveden kulutus | | | 127,75 m ³ /vuosi | |
| Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus | | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |

| Lämmitysjärjestelmät | | | |
|--|---|---|--|
| Lämmönkehitys | kaukolämpö | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| Sisältää käyttöveden lämmityksen | | | |
| Lämmönjakotapa | Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön | | |
| Lämmönvaraajat | Varaaja , 750 l | | |
| Lämpimän käyttöveden kiertojohto | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita | | kyllä <input type="checkbox"/> | ei <input checked="" type="checkbox"/> |
| Energiatehokkuusluvun laskenta | | | |
| Lämmitysenergian kulutus | | 60 714 kWh/vuosi | |
| Laitesähköenergian kulutus | | 21 100 kWh/vuosi | |
| Jäähdytysenergian kulutus | | 0 kWh/vuosi | |
| Rakennuksen energiankulutus yhteensä | | 81 814 kWh/vuosi | |
| Rakennuksen energiatehokkuusluku | | 194 kWh/brm²/vuosi | |

ID 12.2.895.1171

1/2



E-luvun laskennan tulokset

| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Rakennuskohde | op_elatus |
| Osoite | Elatuspellontie, 91200, Yli-Ii |
| Rakennuksen tyyppi | Pientalo tai rivitalo |
| Rakennusvuosi | 1992 |
| Lisätiedot | |

| Vyöhyke | E-luku kWh/m ² | Raja | Luokka | Pinta-ala m ² | Tyyppi |
|----------------------|------------------------------|------------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| Koko rakennus | 201 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Elatuspellontie | 201 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Vyöhyke: | Elatuspellontie |
| Käyttötarkoitus: | Pientalo tai rivitalo |
| Lämmitetty nettoala: | 377.8 m ² |

| E-luvun erittely | Ostoenergia kWh/a | Energiamuodon kerroin - | Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus | |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--|------------------------|
| | | | kWh/a | kWh/(m ² a) |
| Sähkö | 11349 | 1,7 | 19293 | 51 |
| Kaukolämpö | 80690 | 0,7 | 56483 | 150 |
| Kaukojäähdytys | 0 | 0,4 | 0 | 0 |
| Uusiutuva polttoaine | 0 | 0,5 | 0 | 0 |
| Fossiilinen polttoaine | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 92039 | - | 75776 | 201 |

| Uusiutuva omavaraisenergia | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|----------------------------|-------|------------------------|
| Aurinkosähkö | 0 | 0 |
| Aurinkolämpö | 0 | 0 |
| Tuulisähkö | 0 | 0 |
| Lämpöpumppu | 0 | 0 |

| 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 | 0 | 0 | 0 |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 0 | 0 | 0 |
| kaukolämpö | - | - | - | - |
| Tilojen lämmitys ¹ | 0,6 | 161,03 | 0 | 0 |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 52,55 | 0 | 0 |
| Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet | | | | |
| Poistoilmapuhallin1 | 0,43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin2 | 0,43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin4 | 0,43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin5 | 0,43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin3 | 0,43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin_yleiset | 0,94 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin6 | 0,43 | 0 | 0 | 0 |
| Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet | 2 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n apulaitteet | 1,16 | 0 | 0 | 0 |
| Jäähdytysjärjestelmä | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kuluttajalaitteet ja valaistus | 22,78 | 0 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 30,04 | 213,58 | 0 | 0 |

¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

| Energian nettotarve | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|------------------------------------|-------|------------------------|
| Tilojen lämmitys ² | 42152 | 111,57 |
| Ilmanvaihdon lämmitys ³ | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 16882 | 44,69 |
| Jäähdytys | 0 | 0 |

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

| Lämpökuormat | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|-------------------|-------|------------------------|
| Aurinko | 20346 | 53,85 |
| Ihmiset | 3971 | 10,51 |
| Kuluttajalaitteet | 5957 | 15,77 |
| Valaistus | 2647 | 7,01 |
| LKV | 1555 | 4,12 |

ID 12.2.895.1171

2/2



| | |
|---|--------------------|
| Laskentatyökalun nimi ja versio: | Energiajunior 12.2 |
| Energiaselvityksen tekijä: | OAMK OAMK |
| Pääsuunnittelija: | |

| | | |
|----------------|----------------------|------------------------|
| Päiväys | Allekirjoitus | Nimen selvennys |
| 26.3.2013 | | |

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**
 Osoite: **Elatuspellontie
 91200 Yli-Ii**

Valmistumisvuosi: **1992**
 Rakennustunnus: **36/1**

Asuntojen lukumäärä: **6**

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): **187**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

Yli-lin palvelutalosaatiö

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

Marko Räihä

Todistuksen antamispäivä:

26.3.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

25.3.2023

© 12.2005.1171 www.energiatieto.fi

la mit .fi

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

| | | | |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Bruttoala | 422 brm² | Ilmatilavuus | 960,00 m³ |
| Rakennustilavuus | 1440 rak-m³ | Henkilömäärä | 7 |
| Huoneistoala | 377,8 hum² | | |

Rakenteet

| <u>Rakennusosat</u> | Pinta-ala (m ²) | U-arvo (W/m ² K) | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Ulkoseinät | | | | |
| Ulkoseinä | 162,80 | 0,249 | | |
| Yläpohjan vastainen vinokaton seinä | 12,50 | 0,249 | | |
| Yläpohja | | | | |
| Yläpohja | 335,00 | 0,096 | | |
| Yläpohja_vino | 63,50 | 0,152 | | |
| Alapohja | | | | |
| Alapohja | 377,80 | 0,611 | | |
| Ovet | | | | |
| Ovi | 16,70 | 1,5 | | |
| Ikkunat | | | $\theta_{\text{ikkunaruona}}$ | F_{ikkuna} |
| Pohjoiseen | | | | |
| Ikkuna_pohjoinen Itään | 8,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Ikkuna_itä Etelään | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Ikkuna_etelä Länteen | 12,50 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Ikkuna_länsi | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |

Tehollinen lämpökapasiteetti $C_{\text{rak omlit}}$ **110,00 Wh(brm²K)**

Ilmanvaihto

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------|
| Rakennuksen ilmanvuotoluku n_{50} | Elatuspellontie | 4,0 1/h |
| Ilmanvaihdon poistoilmavirta | | 0,133 m³/s |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyhötysuhde | Poistoilmapuhallin1 | 0 % |
| | Poistoilmapuhallin2 | 0 % |
| | Poistoilmapuhallin4 | 0 % |
| | Poistoilmapuhallin5 | 0 % |
| | Poistoilmapuhallin3 | 0 % |
| | Poistoilmapuhallin_yleiset | 0 % |
| | Poistoilmapuhallin6 | 0 % |

Vedenkulutus

| | |
|--|---|
| Lämpimän käyttöveden kulutus | 127,75 m³/vuosi |
| Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> |

Lämmitysjärjestelmät

| | | |
|---|---|---|
| Lämmönkehitys | kaukolämpö | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> |
| Sisältää käyttöveden lämmityksen | | |
| Lämmönjakotapa | Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön | |
| Lämmönvaraajat | Varaaja , 750 l | |
| Lämpimän käyttöveden kiertojohdo | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> |
| Kiertojohdoton on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita | | kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/> |

Energiatehokkuusluvun laskenta

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Lämmitysenergian kulutus | 57 907 kWh/vuosi |
| Laitesähköenergian kulutus | 21 100 kWh/vuosi |
| Jäähdytysenergian kulutus | 0 kWh/vuosi |
| Rakennuksen energiankulutus yhteensä | 79 007 kWh/vuosi |
| Rakennuksen energiatehokkuusluku | 187 kWh/brm²/vuosi |

E-luvun laskennan tulokset

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Rakennuskohde | op_elatus |
| Osoite | Elatuspellontie, 91200, Yli-Ii |
| Rakennuksen tyyppi | Pientalo tai rivitalo |
| Rakennusvuosi | 1992 |

Lisätiedot

| Vyöhyke | E-luku kWh/m ² | Raja | Luokka | Pinta-ala m ² | Tyyppi |
|-----------------|------------------------------|------|--------|-----------------------------|-----------------------|
| Koko rakennus | 194 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Elatuspellontie | 194 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |

| | |
|----------------------|-----------------------|
| Vyöhyke: | Elatuspellontie |
| Käyttötarkoitus: | Pientalo tai rivitalo |
| Lämmitetty nettoala: | 377.8 m ² |

| E-luvun erittely | Ostoenergia kWh/a | Energiamuodon kerroin - | Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus | |
|------------------------|----------------------|----------------------------|---|------------------------|
| | | | kWh/a | kWh/(m ² a) |
| Sähkö | 11349 | 1,7 | 19293 | 51 |
| Kaukolämpö | 77133 | 0,7 | 53993 | 143 |
| Kaukojäähdytys | 0 | 0,4 | 0 | 0 |
| Uusiutuva polttoaine | 0 | 0,5 | 0 | 0 |
| Fossiilinen polttoaine | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 88482 | - | 73286 | 194 |

| Uusiutuva omavaraisenergia | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|----------------------------|-------|------------------------|
| Aurinkosähkö | 0 | 0 |
| Aurinkolämpö | 0 | 0 |
| Tuulisähkö | 0 | 0 |
| Lämpöpumppu | 0 | 0 |

| 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 | 0 | 0 | 0 |
| Tuulilman lämmitys | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 0 | 0 | 0 |
| kaukolämpö | - | - | - | - |
| Tilojen lämmitys ¹ | 0,6 | 151.62 | 0 | 0 |
| Tuulilman lämmitys | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 52.55 | 0 | 0 |
| Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet | | | | |
| Poistoilmahuuhtalin1 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmahuuhtalin2 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmahuuhtalin4 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmahuuhtalin5 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmahuuhtalin3 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmahuuhtalin_yleiset | 0.94 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmahuuhtalin6 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet | 2 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n apulaitteet | 1.16 | 0 | 0 | 0 |
| Jäähdytysjärjestelmä | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kuluttajalaitteet ja valaistus | 22.78 | 0 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 30.04 | 204.16 | 0 | 0 |

¹ Ilmanvaihtojärjestelmän tuulilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

| Energian nettotarve | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|---|-------|------------------------|
| Tilojen lämmitys ² | 39698 | 105.08 |
| Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys ³ | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 16882 | 44.69 |
| Jäähdytys | 0 | 0 |

² sisältää vuotilman, korvausilman ja tuulilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

| Lämpökuormat | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|-------------------|-------|------------------------|
| Aurinko | 20232 | 53.55 |
| Ihmiset | 3971 | 10.51 |
| Kuluttajalaitteet | 5957 | 15.77 |
| Valaistus | 2647 | 7.01 |
| LKV | 1555 | 4.12 |

| | |
|----------------------------------|--------------------|
| Laskentatyökalun nimi ja versio: | Energiajunior 12.2 |
| Energiaselvityksen tekijä: | OAMK OAMK |
| Päsuunnittelija: | |

| | | |
|-----------|---------------|-----------------|
| Päiväys | Allekirjoitus | Nimen selvennys |
| 26.3.2013 | | |

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**
 Osoite: **Elatuspellontie
 91200 Yli-li**

Valmistumisvuosi: **1992**
 Rakennustunnus: **36/1**

Asuntojen lukumäärä: **6**

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):

177

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

Yli-lin palvelutalosaatiö

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

Marko Räihä

Todistuksen antamispäivä:

26.3.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

25.3.2023

| ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT | | | | |
|--|-------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|
| Rakennuksen laajuustiedot | | | | |
| Bruttoala | 454 brm ² | | | |
| Rakennustilavuus | 1470 rak-m ³ | Ilmatilavuus | 960,00 m ³ | |
| Huoneistoala | 377,8 hum ² | Henkilömäärä | 7 | |
| Rakenteet | | | | |
| Rakennusosat | | Pinta-ala (m²) | U-arvo (W/m²K) | |
| Ulkoseinät | | | | |
| Ulkoseinä | | 162,80 | 0,141 | |
| Yläpohjan vastainen vinokaton seinä | | 12,50 | 0,249 | |
| Yläpohja | | | | |
| Yläpohja | | 335,00 | 0,152 | |
| Yläpohja_vino | | 63,50 | 0,152 | |
| Alapohja | | | | |
| Alapohja | | 377,80 | 0,611 | |
| Ovet | | | | |
| Ovi | | 16,70 | 1,5 | |
| Ikkunat | | | | |
| Pohjoiseen | | | | g_{kohtisuora} |
| Ikkuna_pohjoinen | | 8,00 | 1,4 | 0,70 |
| Itään | | | | F_{kehä} |
| Ikkuna_itä | | 18,00 | 1,4 | 0,75 |
| Etelään | | | | |
| Ikkuna_etelä | | 12,50 | 1,4 | 0,75 |
| Länteen | | | | |
| Ikkuna_länsi | | 18,00 | 1,4 | 0,75 |
| Tehollinen lämpökapasiteetti C _{rak,omin} 110,00 Wh(brm ² K) | | | | |
| Ilmanvaihto | | | | |
| Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀ | | Elatuspellontie | 4,0 1/h | |
| Ilmanvaihdon poistoilmavirta | | | 0,133 m ³ /s | |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde | | Poistoilmapuhallin1 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin2 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin4 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin5 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin3 | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin_yleiset | 0 % | |
| | | Poistoilmapuhallin6 | 0 % | |
| Vedenkulutus | | | | |
| Lämpimän käyttöveden kulutus | | | 127,75 m ³ /vuosi | |
| Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus | | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |

| Lämmitysjärjestelmät | | | |
|--|---|---|--|
| Lämmönkehitys | kaukolämpö | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| Sisältää käyttöveden lämmityksen | | | |
| Lämmönjakotapa | Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön | | |
| Lämmönvaraajat | Varaaja , 750 l | | |
| Lämpimän käyttöveden kiertojohto | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita | | kyllä <input type="checkbox"/> | ei <input checked="" type="checkbox"/> |
| Energiatehokkuusluvun laskenta | | | |
| Lämmitysenergian kulutus | | 57 775 kWh/vuosi | |
| Laitesähköenergian kulutus | | 22 700 kWh/vuosi | |
| Jäähdytysenergian kulutus | | 0 kWh/vuosi | |
| Rakennuksen energiankulutus yhteensä | | 80 475 kWh/vuosi | |
| Rakennuksen energiatehokkuusluku | | 177 kWh/brm²/vuosi | |

| E-luvun laskennan tulokset | | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------------|
| Rakennuskohde | op_elatus | | | | |
| Osoite | Elatuspellontie, 91200, Yli-Ii | | | | |
| Rakennuksen tyyppi | Pientalo tai rivitalo | | | | |
| Rakennusvuosi | 1992 | | | | |
| Lisätiedot | | | | | |
| Vyöhyke | E-luku kWh/m ² | Raja | Luokka | Pinta-ala m ² | Tyyppi |
| Koko rakennus | 195 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Elatuspellontie | 195 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Vyöhyke: | Elatuspellontie | | | | |
| Käyttötarkoitus: | Pientalo tai rivitalo | | | | |
| Lämmitetty nettoala: | 377.8 m ² | | | | |
| E-luvun erittely | Ostoenergia kWh/a | Energiamuodon kerroin - | Energiamuodon kertoimella painotettu energiansyöttö kWh/(m ² a) | | |
| Sähkö | 11349 | 1,7 | 19293 | 51 | |
| Kaukolämpö | 77365 | 0,7 | 54156 | 143 | |
| Kaukojäähdytys | 0 | 0,4 | 0 | 0 | |
| Uusiutuva polttoaine | 0 | 0,5 | 0 | 0 | |
| Fossiilinen polttoaine | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| Yhteensä | 88714 | - | 73449 | 194 | |
| Uusiutuva omavaraisenergia | kWh/a | kWh/(m ² a) | | | |
| Aurinkosähkö | 0 | 0 | | | |
| Aurinkolämpö | 0 | 0 | | | |
| Tuulisähkö | 0 | 0 | | | |
| Lämpöpumppu | 0 | 0 | | | |
| Rakennuksen teknisten järjestelmien energiansyöttö | 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 | 0 | 0 | 0 | |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| LKV:n valmistus | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| kaukolämpö | - | - | - | - | |
| Tilojen lämmitys ¹ | 0.6 | 152.23 | 0 | 0 | |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| LKV:n valmistus | 0 | 52.55 | 0 | 0 | |
| Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet | | | | | |
| Poistoilmapuhallin1 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | |
| Poistoilmapuhallin2 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | |
| Poistoilmapuhallin4 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | |
| Poistoilmapuhallin5 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | |
| Poistoilmapuhallin3 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | |
| Poistoilmapuhallin_yleiset | 0.94 | 0 | 0 | 0 | |
| Poistoilmapuhallin6 | 0.43 | 0 | 0 | 0 | |
| Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| LKV:n apulaitteet | 1.16 | 0 | 0 | 0 | |
| Jäähdytysjärjestelmä | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Kuluttajalaitteet ja valaistus | 22.78 | 0 | 0 | 0 | |
| Yhteensä | 30.04 | 204.78 | 0 | 0 | |
| ¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen | | | | | |
| Energian nettotarve | kWh/a | kWh/(m ² a) | | | |
| Tilojen lämmitys ² | 39861 | 105.51 | | | |
| Ilmanvaihdon lämmitys ³ | 0 | 0 | | | |
| LKV:n valmistus | 16882 | 44.69 | | | |
| Jäähdytys | 0 | 0 | | | |
| ² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa | | | | | |
| ³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa | | | | | |
| Lämpökuormat | kWh/a | kWh/(m ² a) | | | |
| Aurinko | 20346 | 53.85 | | | |
| Ihmiset | 3971 | 10.51 | | | |
| Kuluttajalaitteet | 5957 | 15.77 | | | |
| Valaistus | 2647 | 7.01 | | | |
| LKV | 1555 | 4.12 | | | |
| Laskentatyökalun nimi ja versio: | Energiajunior 12.2 | | | | |
| Energiaselvityksen tekijä: | OAMK OAMK | | | | |
| Pääsuunnittelija: | | | | | |
| Päiväys | Allekirjoitus | | | | Nimen selvennys |
| 26.3.2013 | | | | | |

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**
Osoite: **Elatuspellontie
91200 Yli-li**

Valmistumisvuosi: **1992**
Rakennustunnus: **36/1**

Asuntojen lukumäärä: **6**

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 | C |
| 191-230 | D | |
| 231-270 | E | |
| 271-320 | F | |
| 321- | G | |
| Paljon kuluttava | | |

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

190

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

Yli-lin palvelutalosaatiö

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

Marko Rähä

Todistuksen antamispäivä:

26.3.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

25.3.2023

SEINÄN LISÄERISTÄMISEN (URETAANI) ENERGIATEHOKKUUS LIITE8/2

| ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT | | | | |
|---|-----------------------------|---|-----------------------------|-------------------|
| Rakennuksen laajuustiedot | | | | |
| Bruttoala | 422 brm ² | Ilmatilavuus | 960,00 m ³ | |
| Rakennustilavuus | 1390 rak-m ³ | Henkilömäärä | 7 | |
| Huoneistoala | 377,8 hum ² | | | |
| Rakenteet | | | | |
| <u>Rakennusosat</u> | Pinta-ala (m ²) | U-arvo (W/m ² K) | | |
| Ulkoseinät | | | | |
| Ulkoseinä | 162,80 | 0,171 | | |
| Yläpohjan vastainen vinokaton seinä | 12,50 | 0,249 | | |
| Yläpohja | | | | |
| Yläpohja | 335,00 | 0,152 | | |
| Yläpohja_vino | 63,50 | 0,152 | | |
| Alapohja | | | | |
| Alapohja | 377,80 | 0,611 | | |
| Ovet | | | | |
| Ovi | 16,70 | 1,5 | | |
| Ikkunat | | | g _{kohtisuora} | F _{kehä} |
| Pohjoiseen | | | | |
| Ikkuna_pohjoinen | 8,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Itään | | | | |
| Ikkuna_itä | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Etelään | | | | |
| Ikkuna_etelä | 12,50 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Länteen | | | | |
| Ikkuna_länsi | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Tehollinen lämpökapasiteetti C _{rak omh} 110,00 Wh(brm ² K) | | | | |
| Ilmanvaihto | | | | |
| Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀ | Elatuspellontie | 4,0 1/h | | |
| Ilmanvaihdon poistoilmavirta | | 0,133 m ³ /s | | |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde | Poistoilmapuhallin1 | 0 % | | |
| | Poistoilmapuhallin2 | 0 % | | |
| | Poistoilmapuhallin4 | 0 % | | |
| | Poistoilmapuhallin5 | 0 % | | |
| | Poistoilmapuhallin3 | 0 % | | |
| | Poistoilmapuhallin_yleiset | 0 % | | |
| | Poistoilmapuhallin6 | 0 % | | |
| Vedenkulutus | | | | |
| Lämpimän käyttöveden kulutus | | 127,75 m ³ /vuosi | | |
| Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> | |

SEINÄN LISÄERISTÄMISEN (URETAANI) ENERGIATEHOKKUUS LIITE8/3

| Lämmitysjärjestelmät | | | |
|--------------------------------------|--|---|--|
| Lämmönkehitys | kaukolämpö | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| | Sisältää käyttöveden lämmityksen | | |
| Lämmönjakotapa | Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön | | |
| Lämmönvaraajat | Varaaja , 750 l | | |
| Lämpimän käyttöveden kiertojohto | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| | Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita | kyllä <input type="checkbox"/> | ei <input checked="" type="checkbox"/> |
| Energiatehokkuusluvun laskenta | | | |
| Lämmitysenergian kulutus | 58 875 kWh/vuosi | | |
| Laitesähköenergian kulutus | 21 100 kWh/vuosi | | |
| Jäähdytysenergian kulutus | 0 kWh/vuosi | | |
| Rakennuksen energiankulutus yhteensä | 79 975 kWh/vuosi | | |
| Rakennuksen energiatehokkuusluku | 190 kWh/brm ² /vuosi | | |

SEINÄN LISÄERISTÄMISEN (URETAANI) ENERGIATEHOKKUUS LIITE8/4

E-luvun laskennan tulokset

| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Rakennuskohde | op_elatus |
| Osoite | Elatuspellontie, 91200, Yli-Ii |
| Rakennuksen tyyppi | Pientalo tai rivitalo |
| Rakennusvuosi | 1992 |
| Lisätiedot | |

| Vyöhyke | E-luku kWh/m ² | Raja | Luokka | Pinta-ala m ² | Tyyppi |
|----------------------|------------------------------|------------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| Koko rakennus | 197 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Elatuspellontie | 197 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Vyöhyke: | Elatuspellontie |
| Käyttötarkoitus: | Pientalo tai rivitalo |
| Lämmitetty nettoala: | 377.8 m ² |

| E-luvun erittely | Ostoenergia kWh/a | Energiamuodon kerroin - | Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus | |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--|------------------------|
| | | | kWh/a | kWh/(m ² a) |
| Sähkö | 11349 | 1,7 | 19293 | 51 |
| Kaukolämpö | 78357 | 0,7 | 54850 | 145 |
| Kaukojäähdytys | 0 | 0,4 | 0 | 0 |
| Uusiutuva polttoaine | 0 | 0,5 | 0 | 0 |
| Fossiilinen polttoaine | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 89706 | - | 74143 | 196 |

| Uusiutuva omavaraisenergia | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|----------------------------|-------|------------------------|
| Aurinkosähkö | 0 | 0 |
| Aurinkolämpö | 0 | 0 |
| Tuulisähkö | 0 | 0 |
| Lämpöpumppu | 0 | 0 |

| 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 | 0 | 0 | 0 |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 0 | 0 | 0 |
| kaukolämpö | - | - | - | - |
| Tilojen lämmitys ¹ | 0.6 | 154.85 | 0 | 0 |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 52.55 | 0 | 0 |
| Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet | | | | |
| Poistoilmapuhallin1 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin2 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin4 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin5 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin3 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin_yleiset | 0.94 | 0 | 0 | 0 |
| Poistoilmapuhallin6 | 0.43 | 0 | 0 | 0 |
| Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet | 2 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n apulaitteet | 1.16 | 0 | 0 | 0 |
| Jäähdytysjärjestelmä | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kuluttajalaitteet ja valaistus | 22.78 | 0 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 30.04 | 207.4 | 0 | 0 |

¹ Ilmanvaihtojärjestelmän tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

| Energian nettotarve | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|---|-------|------------------------|
| Tilojen lämmitys ² | 40543 | 107.31 |
| Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys ³ | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 16882 | 44.69 |
| Jäähdytys | 0 | 0 |

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

| Lämpökuormat | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|-------------------|-------|------------------------|
| Aurinko | 20346 | 53.85 |
| Ihmiset | 3971 | 10.51 |
| Kuluttajalaitteet | 5957 | 15.77 |
| Valaistus | 2647 | 7.01 |
| LKV | 1555 | 4.12 |

Laskentatyökalun nimi ja versio: Energiajunior 12.2

Energiaselvityksen tekijä: OAMK OAMK

Pääsuunnittelija:

Päiväys: 26.3.2013 Allekirjoitus: Nimen selvennys:

ID 12.2.86.1281 www.energiainfo.fi

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**
 Osoite: **Elatuspellontie
 91200 Yli-Ii**

Valmistumisvuosi: **1992**
 Rakennustunnus: **36/1**

Asuntojen lukumäärä: **6**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

| ET-luku | Vähän kuluttava | Rakennuksen ET-luokka |
|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| -150 | | |
| 151-170 | | |
| 171-190 | | |
| 191-230 | | |
| 231-270 | | |
| 271-320 | | |
| 321- | | |
| <i>Paljon kuluttava</i> | | |

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

161

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:
26.3.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:
25.3.2023

ID 122.001.1201 www.energiatodistus.fi

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

| | | | |
|------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|
| Bruttoala | 422 brm ² | Ilmatilavuus | 960,00 m ³ |
| Rakennustilavuus | 1390 rak-m ³ | Henkilömäärä | 7 |
| Huoneistoala | 377,8 hum ² | | |

Rakenteet

Rakennusosat

| | Pinta-ala (m ²) | U-arvo (W/m ² K) | g _{kohtisuora} | F _{kehä} |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
| Ulkoseinät | | | | |
| Ulkoseinä | 162,50 | 0,249 | | |
| yläpohjan vastainen vinokaton seinä | 12,50 | 0,249 | | |
| Yläpohja | | | | |
| Yläpohja | 335,00 | 0,152 | | |
| Yläpohja_vino | 63,50 | 0,152 | | |
| Alapohja | | | | |
| Alapohja | 377,80 | 0,611 | | |
| Ovet | | | | |
| Ovi | 16,70 | 1,5 | | |
| Ikkunat | | | | |
| Pohjoiseen | | | | |
| Ikkuna_pohjoinen | 8,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Itään | | | | |
| Ikkuna_itä | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Etelään | | | | |
| Ikkuna_etelä | 12,50 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Länteen | | | | |
| Ikkuna_länsi | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |

Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omitt.} 110,00 Wh(brm²K)

Ilmanvaihto

| | | |
|--|--------------------|-------------------------|
| Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀ | Elatuspellontie | 4,0 1/h |
| Ilmanvaihdon poistoilmavirta | | 0,133 m ³ /s |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | YT IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |

Vedenkulutus

| | |
|--|---|
| Lämpimän käyttöveden kulutus | 127,75 m ³ /vuosi |
| Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> |

© 12.2.2015 10:51 www.energiakalvi.fi

Lämmitysjärjestelmät

| | | | |
|----------------------------------|--|---|--|
| Lämmönkehitys | kaukolämpö | | |
| | Sisältää käyttöveden lämmityksen | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| Lämmönjakotapa | Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön | | |
| Lämmönvaraajat | Varaaja , 750 l | | |
| Lämpimän käyttöveden kiertojohto | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| | Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita | kyllä <input type="checkbox"/> | ei <input checked="" type="checkbox"/> |

Energiatehokkuusluvun laskenta

| | |
|---|--------------------------------------|
| Lämmitysenergian kulutus | 46 843 kWh/vuosi |
| Laitesähköenergian kulutus | 21 100 kWh/vuosi |
| Jäähdytysenergian kulutus | 0 kWh/vuosi |
| Rakennuksen energiankulutus yhteensä | 67 943 kWh/vuosi |
| Rakennuksen energiatehokkuusluku | 161 kWh/brm²/vuosi |

E-luvun laskennan tulokset

| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Rakennuskohde | op_elatus_uudet |
| Osoite | Elatuspellontie, 91200, Yli-Ii |
| Rakennuksen tyyppi | Pientalo tai rivitalo |
| Rakennusvuosi | 1992 |
| Lisätiedot | |

| Vyöhyke | E-luku kWh/m ² | Raja | Luokka | Pinta-ala m ² | Tyyppi |
|----------------------|------------------------------|------------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| Koko rakennus | 203 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Elatuspellontie | 203 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Vyöhyke: | Elatuspellontie |
| Käyttötarkoitus: | Pientalo tai rivitalo |
| Lämmitetty nettoala: | 377.8 m ² |

| E-luvun erittely | Ostoenergia kWh/a | Energiamuodon kerroin - | Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus | |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--|------------------------|
| | | | kWh/a | kWh/(m ² a) |
| Sähkö | 16224 | 1,7 | 27581 | 73 |
| Kaukolämpö | 70097 | 0,7 | 49068 | 130 |
| Kaukojäähdytys | 0 | 0,4 | 0 | 0 |
| Uusiutuva polttoaine | 0 | 0,5 | 0 | 0 |
| Fossiilinen polttoaine | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 86321 | - | 76649 | 203 |

| Uusiutuva omavaraisenergia | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|----------------------------|-------|------------------------|
| Aurinkosähkö | 0 | 0 |
| Aurinkolämpö | 0 | 0 |
| Tuulisähkö | 0 | 0 |
| Lämpöpumppu | 0 | 0 |

| 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 | 0 | 0 | 0 |
| Tuloilman lämmitys | 9.4 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 0 | 0 | 0 |
| kaukolämpö | - | - | - | - |
| Tilojen lämmitys ¹ | 0.6 | 98.82 | 0 | 0 |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 34.17 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 52.55 | 0 | 0 |
| Ilmanvaihtojärjestelmän puhallimet | | | | |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| YT IV-kone LTO:lla | 1.89 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet | 2 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n apulaitteet | 1.16 | 0 | 0 | 0 |
| Jäähdytysjärjestelmä | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kuluttajalaitteet ja valaistus | 22.78 | 0 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 42.94 | 185.54 | 0 | 0 |

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvasilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

| Energian nettotarve | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|------------------------------------|-------|------------------------|
| Tilojen lämmitys ² | 25925 | 68.62 |
| Ilmanvaihdon lämmitys ³ | 3552 | 9.4 |
| LKV:n valmistus | 16882 | 44.69 |
| Jäähdytys | 0 | 0 |

² sisältää vuotoilman, korvasilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

| Lämpökuormat | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|-------------------|-------|------------------------|
| Aurinko | 21773 | 57.63 |
| Ihmiset | 3971 | 10.51 |
| Kuluttajalaitteet | 5957 | 15.77 |
| Valaistus | 2647 | 7.01 |
| LKV | 1555 | 4.12 |

| | |
|---|--------------------|
| Laskentatyökalun nimi ja versio: | Energiajunior 12.2 |
| Energiaselvityksen tekijä: | OAMK OAMK |
| Pääsuunnittelija: | |

| | | |
|----------------|----------------------|------------------------|
| Päiväys | Allekirjoitus | Nimen selvennys |
| 25.3.2013 | | |

ENERGIATODISTUS

Rakennus









Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**
Osoite: **Elatuspellontie
91200 Yli-Ii**

Valmistumisvuosi: **1992**
Rakennustunnus: **36/1**

Asuntojen lukumäärä: **6**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

| ET-luku | Vähän kuluttava | Rakennuksen ET-luokka |
|-------------------------|---|---|
| -150 |  |  |
| 151-170 |  | |
| 171-190 |  | |
| 191-230 |  | |
| 231-270 |  | |
| 271-320 |  | |
| 321- |  | |
| <i>Paljon kuluttava</i> | | |

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

141

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:
26.3.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:
25.3.2023

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

| | | | |
|------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|
| Bruttoala | 454 brm ² | Ilmatilavuus | 960,00 m ³ |
| Rakennustilavuus | 1520 rak-m ³ | Henkilömäärä | 7 |
| Huoneistoala | 377,8 hum ² | | |

Rakenteet

Rakennusosat

| | Pinta-ala (m ²) | U-arvo (W/m ² K) | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
| Ulkoseinät | | | | |
| Ulkoseinä | 162,50 | 0,141 | | |
| yläpohjan vastainen vinokaton seinä | 12,50 | 0,249 | | |
| Yläpohja | | | | |
| Yläpohja | 335,00 | 0,096 | | |
| Yläpohja_vino | 63,50 | 0,152 | | |
| Alapohja | | | | |
| Alapohja | 377,80 | 0,611 | | |
| Ovet | | | | |
| Ovi | 16,70 | 1,5 | | |
| Ikkunat | | | g _{kohtisuora} | F _{kehä} |
| Pohjoiseen | | | | |
| Ikkuna_pohjoinen | 8,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Itään | | | | |
| Ikkuna_itä | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Etelään | | | | |
| Ikkuna_etelä | 12,50 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Länteen | | | | |
| Ikkuna_länsi | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |

Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin.} 110,00 Wh(brm²K)

Ilmanvaihto

| | | |
|--|--------------------|-------------------------|
| Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀ | Elatuspellontie | 4,0 1/h |
| Ilmanvaihdon poistoilmavirta | | 0,133 m ³ /s |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | YT IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |

Vedenkulutus

| | |
|--|---|
| Lämpimän käyttöveden kulutus | 127,75 m ³ /vuosi |
| Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> |

| Lämmitysjärjestelmät | |
|--|---|
| Lämmönkehitys kaukolämpö Sisältää käyttöveden lämmityksen | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> |
| Lämmönjakotapa Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön | |
| Lämmönvaraajat Varaaja , 750 l | |
| Lämpimän käyttöveden kiertojohto | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> |
| Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita | kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/> |
| Energiatehokkuusluvun laskenta | |
| Lämmitysenergian kulutus | 41 239 kWh/vuosi |
| Laitesähköenergian kulutus | 22 700 kWh/vuosi |
| Jäähdytysenergian kulutus | 0 kWh/vuosi |
| Rakennuksen energiankulutus yhteensä | 63 939 kWh/vuosi |
| Rakennuksen energiatehokkuusluku | 141 kWh/brm ² /vuosi |

| E-luvun laskennan tulokset | | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------------|
| Rakennuskohde | op_elatus_uudet | | | | |
| Osoite | Elatuspellontie, 91200, Yli-Ii | | | | |
| Rakennuksen tyyppi | Pientalo tai rivitalo | | | | |
| Rakennusvuosi | 1992 | | | | |
| Lisätiedot | | | | | |
| Vyöhyke | E-luku kWh/m ² | Raja | Luokka | Pinta-ala m ² | Tyyppi |
| Koko rakennus | 193 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Elatuspellontie | 193 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Vyöhyke: | Elatuspellontie | | | | |
| Käyttötarkoitus: | Pientalo tai rivitalo | | | | |
| Lämmitetty nettoala: | 377.8 m ² | | | | |
| E-luvun erittely | Ostoenergia kWh/a | Energiamuodon kerroin - | Energiamuodon kertoimella painotettu energiansinkulutus kWh/a kWh/(m ² a) | | |
| Sähkö | 16224 | 1,7 | 27581 | 73 | |
| Kaukolämpö | 64607 | 0,7 | 45225 | 120 | |
| Kaukojäähdytys | 0 | 0,4 | 0 | 0 | |
| Uusiutuva polttoaine | 0 | 0,5 | 0 | 0 | |
| Fossiilinen polttoaine | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| Yhteensä | 80831 | - | 72806 | 193 | |
| Uusiutuva omavaraisenergia | kWh/a | kWh/(m ² a) | | | |
| Aurinkosähkö | 0 | 0 | | | |
| Aurinkolämpö | 0 | 0 | | | |
| Tuulisähkö | 0 | 0 | | | |
| Lämpöpumppu | 0 | 0 | | | |
| Rakennuksen teknisten järjestelmien energiansinkulutus | 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 | 0 | 0 | 0 | |
| Tuloilman lämmitys | 9.4 | 0 | 0 | 0 | |
| LKV:n valmistus | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| kaukolämpö | - | - | - | - | |
| Tilojen lämmitys ¹ | 0.6 | 84.29 | 0 | 0 | |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 34.17 | 0 | 0 | |
| LKV:n valmistus | 0 | 52.55 | 0 | 0 | |
| Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet | | | | | |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 | |
| YT IV-kone LTO:lla | 1.89 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 | |
| Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| LKV:n apulaitteet | 1.16 | 0 | 0 | 0 | |
| Jäähdytysjärjestelmä | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Kuluttajalaitteet ja valaistus | 22.78 | 0 | 0 | 0 | |
| Yhteensä | 42.94 | 171.01 | 0 | 0 | |
| ¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen | | | | | |
| Energian nettotarve | kWh/a | kWh/(m ² a) | | | |
| Tilojen lämmitys ² | 22116 | 58.54 | | | |
| Ilmanvaihdon lämmitys ³ | 3552 | 9.4 | | | |
| LKV:n valmistus | 16882 | 44.69 | | | |
| Jäähdytys | 0 | 0 | | | |
| ² sisältää vuotilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa | | | | | |
| ³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa | | | | | |
| Lämpökuormat | kWh/a | kWh/(m ² a) | | | |
| Aurinko | 20232 | 53.55 | | | |
| Ihmiset | 3971 | 10.51 | | | |
| Kuluttajalaitteet | 5957 | 15.77 | | | |
| Valaistus | 2647 | 7.01 | | | |
| LKV | 1555 | 4.12 | | | |

| | | |
|---|---|-------|
| Suunnittelutoimisto | Työn nro | Sivu |
| Marko Rähkä, opinnäytetyö | US1 | 1 / 2 |
| | Päiväys | |
| Rakennuskohde | Sisätilä | |
| Elatuspellontien palvelutalo, Yli-lin palvelutalosaatiö | U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946) | |

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan)

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- 1 Kipsilevy

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 13,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,210 W/mK |
- 2 Ilman- ja höyrynsulku
- 3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 125,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,041 W/mK |
| Koolaussuunta (p / v) | p |
- 4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 50,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,041 W/mK |
| Koolaussuunta (p / v) | p |
- 5 Ei rakennekerrosta
- 6 Ei rakennekerrosta
- 7 Ei rakennekerrosta
- 8 Ei rakennekerrosta

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

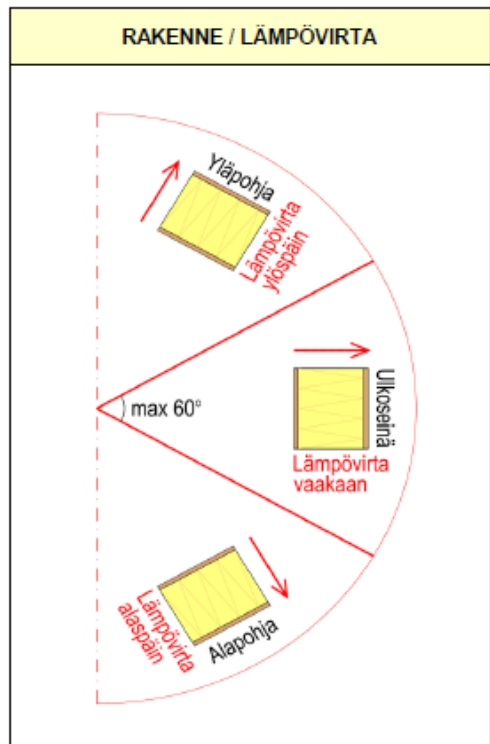
- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä

KOOLAUKSEN TIEDOT

- Koolauspuun leveys [b] 48 mm
- Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK
- Pystykoolauksen k-jako [s] 600 mm



| | |
|--|---|
| Ohjelmaversio 1.03 | |
| Suunnitteluisto Marko Rähä, opinnäytetyö | Työn nro US1 Päiväys 41362 Tekijä MR |
| 2 / 2 | |
| Rakennuskohde Elatuspellontien palvelutalo, Yli-lin palvelutalosaatiö | Sisätilä U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946) |

| Puurakenteinen ulkoseinä | d [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] | b [mm] | s [mm] |
|--------------------------------------|--------|------------------|------------------------|--------|--------|
| Sisäpinta | | | 0,1300 | | |
| 1 Kipsilevy | 13 | 0,210 | 0,0619 | | |
| 2 Ilman- ja höyrynsulku | 0,2 | 0,330 | 0,0006 | | |
| 3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) | 125 | 0,041 | 2,6416 | 48 | 600 |
| 4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) | 50 | 0,041 | 1,0566 | 48 | 600 |
| Ulkopinta | | | 0,1300 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|-------|---------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|--------------------|--------|-------|--------------------|---------|-------|--------------------|-----|-------|--------------------|--------------|-------|--------------------|--------------|-------|--------------------|--------------|-------|--------------------|
| Rakenteen kokonaispaksuus 188 mm | <p>MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI Ei muuraussiteitä</p> <p>OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET</p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>f_a</td><td style="text-align: center;">0,920</td><td><i>Eriste</i></td></tr> <tr><td>f_b</td><td style="text-align: center;">0,080</td><td><i>Pystykoolaus</i></td></tr> <tr><td>f_c</td><td style="text-align: center;">0,000</td><td><i>Vaakakoolaus</i></td></tr> <tr><td>f_d</td><td style="text-align: center;">0,000</td><td><i>Koolausristeys</i></td></tr> </table> <p>OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET</p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>R_a</td><td style="text-align: center;">4,591</td><td>m²K/W</td></tr> <tr><td>R_b</td><td style="text-align: center;">1,781</td><td>m²K/W</td></tr> <tr><td>R_c</td><td style="text-align: center;">0,000</td><td>m²K/W</td></tr> <tr><td>R_d</td><td style="text-align: center;">0,000</td><td>m²K/W</td></tr> </table> <p>U-ARVO</p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>R'_T</td><td style="text-align: center;">4,076</td><td>m²K/W</td></tr> <tr><td>R''_T</td><td style="text-align: center;">4,021</td><td>m²K/W</td></tr> <tr><td>U</td><td style="text-align: center;">0,247</td><td>W/m²K</td></tr> <tr><td>$\Delta U''$</td><td style="text-align: center;">0,010</td><td>W/m²K</td></tr> <tr><td>ΔU_g</td><td style="text-align: center;">0,009</td><td>W/m²K</td></tr> <tr><td>ΔU_f</td><td style="text-align: center;">0,000</td><td>W/m²K</td></tr> </table> <div style="border: 1px solid black; background-color: #ffffcc; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>ULKOSEINÄN U-ARVO $U_c = 0,2556 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> </div> <p>VIRHEILMOITUKSET</p> | f_a | 0,920 | <i>Eriste</i> | f_b | 0,080 | <i>Pystykoolaus</i> | f_c | 0,000 | <i>Vaakakoolaus</i> | f_d | 0,000 | <i>Koolausristeys</i> | R_a | 4,591 | m ² K/W | R_b | 1,781 | m ² K/W | R_c | 0,000 | m ² K/W | R_d | 0,000 | m ² K/W | R'_T | 4,076 | m ² K/W | R''_T | 4,021 | m ² K/W | U | 0,247 | W/m ² K | $\Delta U''$ | 0,010 | W/m ² K | ΔU_g | 0,009 | W/m ² K | ΔU_f | 0,000 | W/m ² K |
| f_a | 0,920 | <i>Eriste</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f_b | 0,080 | <i>Pystykoolaus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f_c | 0,000 | <i>Vaakakoolaus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f_d | 0,000 | <i>Koolausristeys</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R_a | 4,591 | m ² K/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R_b | 1,781 | m ² K/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R_c | 0,000 | m ² K/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R_d | 0,000 | m ² K/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R'_T | 4,076 | m ² K/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R''_T | 4,021 | m ² K/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U | 0,247 | W/m ² K | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\Delta U''$ | 0,010 | W/m ² K | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ΔU_g | 0,009 | W/m ² K | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ΔU_f | 0,000 | W/m ² K | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---|--------|
| Suunnittelutoimisto | Työn nro | Sivu |
| Marko Rähä, opinnäytetyö | US2 | |
| | Päiväys | Tekijä |
| | 29.3.2013 | MR |
| Ratennuskohte | Sisäilma | |
| Elatuspellontien palvelutalo, Yli-lin palvelutalosaatiö | U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946) | |

RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan)

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- 1 Kipsilevy

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 180,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 2,000 W/mK |
- 2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 125,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,041 W/mK |
| Koolaussuunta (p / v) | p |
- 3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 50,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,041 W/mK |
| Koolaussuunta (p / v) | p |
- 4 Ei rakennekerrosta
- 5 Ei rakennekerrosta
- 6 Ei rakennekerrosta
- 7 Ei rakennekerrosta
- 8 Ei rakennekerrosta

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

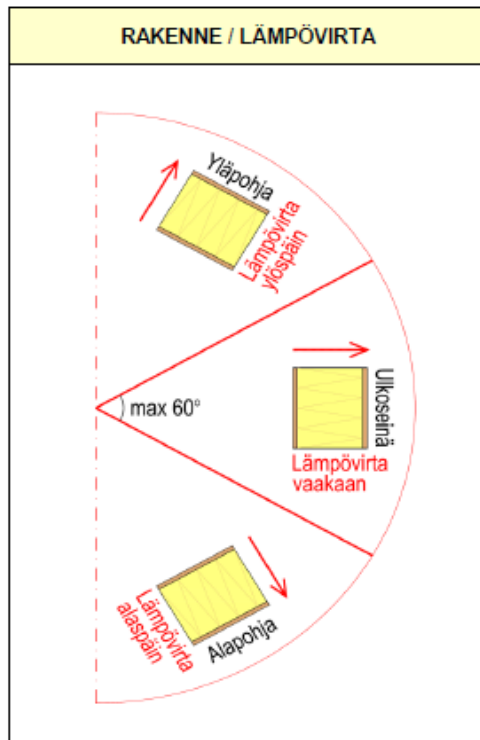
- Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva
- Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

- Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä

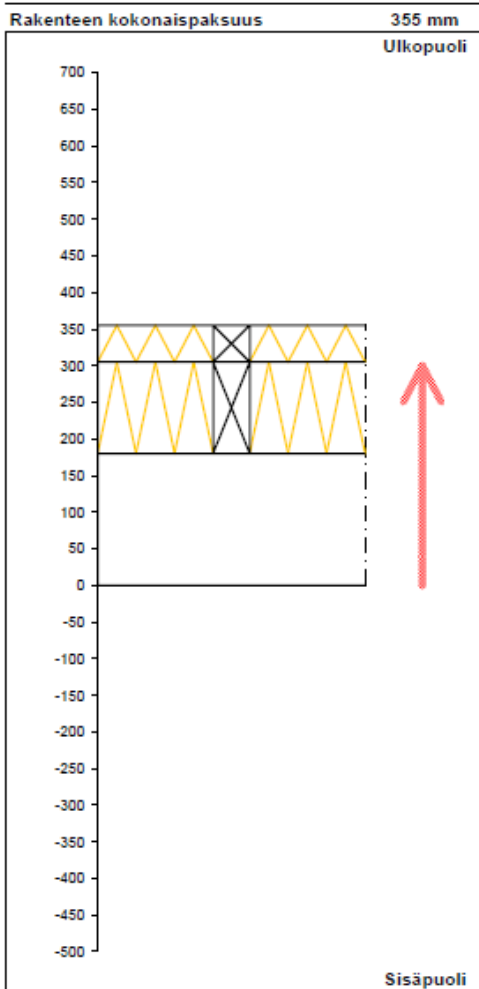
KOOLAUKSEN TIEDOT

- Koolauspuun leveys [b] 48 mm
- Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK
- Pystykoolauksen k-jako [s] 600 mm



| | | |
|--|---|---------------|
| Suunnittelutoimisto Marko Riihämä, opinnäytetyö | Työn nro US2 | Sivu 2 / 2 |
| Rakennuskohde Elatuspellontien palvelutalo, Yli-lin palvelutalosaatiö | Päiväys 41362 | Tekijä MR |
| | Sisäilma U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946) | |

| Puurakenteinen ulkoseinä | d [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] | b [mm] | s [mm] |
|--------------------------------------|--------|------------------|------------------------|--------|--------|
| Sisäpinta | | | 0,1300 | | |
| 1 Kipsilevy | 180 | 2,000 | 0,0900 | | |
| 2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) | 125 | 0,041 | 2,8416 | 48 | 600 |
| 3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) | 50 | 0,041 | 1,0566 | 48 | 600 |
| Ulkopinta | | | 0,1300 | | |



MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muurauksiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUEDET

| | | |
|-------|-------|------------------|
| f_a | 0,920 | Eriste |
| f_b | 0,080 | Pystykoolaus |
| f_c | 0,000 | Vaakakoolaus |
| f_d | 0,000 | Koolausristeytys |

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

| | | |
|-------|-------|--------------------|
| R_a | 4,618 | m ² K/W |
| R_b | 1,808 | m ² K/W |
| R_c | 0,000 | m ² K/W |
| R_d | 0,000 | m ² K/W |

U-ARVO

| | | |
|-------------------|-------|--------------------|
| R^*_T | 4,108 | m ² K/W |
| R''_T | 4,048 | m ² K/W |
| U | 0,245 | W/m ² K |
| $\Delta U''$ | 0,010 | W/m ² K |
| ΔU_g | 0,009 | W/m ² K |
| ΔU_{τ} | 0,000 | W/m ² K |

ULKOSEINÄN U-ARVO

$U_c = 0,2538 \text{ W/m}^2\text{K}$

VIRHEILMOITUKSET

| |
|---|
| - |
| - |
| - |
| - |
| - |

| Suunnittelutoimisto | | Työn nro | Sivu |
|---|--|---|--------|
| Marko Räihä, opinnäytetyö | | X | |
| | | Päivitys | Tekijä |
| | | 1 / 2 | |
| Rakennuskohde | | Sisätilä | |
| Elatuspellontien palvelutalo, Yli-lin palvelutalosaatiö | | U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946) | |

Ohjelmaversio 1.03

RAKENTEEN TIEDOT

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin)

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- Kipsilevy

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 13,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,210 W/mK |
- Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 125,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,041 W/mK |
| Koolausuunta (p / v) | p |
- Lämmöneriste

| | |
|-----------------------|------------|
| Kerroksen paksuus [d] | 175,0 mm |
| Lämmönjohtavuus [λ] | 0,045 W/mK |
- Ei rakennekerrosta
- Ei rakennekerrosta
- Ei rakennekerrosta
- Ei rakennekerrosta
- Ei rakennekerrosta

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muurauksiteiden tyyppi Ei muurauksiteitä

KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 48 mm

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Pystykoolauksen k-jako [s] 900 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

| Ohjelmaversio 1.03 | |
|---|---|
| Suunnittelutoimisto | Työn nro |
| Marko Riihä, opinnäytetyö | X |
| | Päiväys |
| | X |
| | Tekijä |
| | X |
| Rakennuskohde | Sisätila |
| Elatuspellontien palvelutalo, Yli-lin palvelutalosaatiö | U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946) |
| Sivu | |
| 2 / 2 | |

| Puurakenteinen yläpohja | d [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] | b [mm] | s [mm] |
|--------------------------------------|--------|------------------|------------------------|--------|--------|
| Sisäpinta | | | 0,1000 | | |
| 1 Kipsilevy | 13 | 0,210 | 0,0619 | | |
| 2 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) | 125 | 0,041 | 2,7647 | 48 | 900 |
| 3 Lämmöneriste | 175 | 0,045 | 3,8889 | | |
| Ulkopinta | | | 0,1000 | | |

Rakenteen kokonaispaksuus 313 mm

Ulkopuoli

Sisäpuoli

MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI

Ei muuraussiteitä

OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUED

| | | |
|-------|-------|-----------------|
| f_a | 0,947 | Eriste |
| f_b | 0,053 | Pystykoolaus |
| f_c | 0,000 | Vaakakoolaus |
| f_d | 0,000 | Koolausristeyty |

OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET

| | | |
|-------|-------|--------------------|
| R_a | 7,200 | m ² K/W |
| R_b | 5,192 | m ² K/W |
| R_c | 0,000 | m ² K/W |
| R_d | 0,000 | m ² K/W |

U-ARVO

| | | |
|--------------|-------|--------------------|
| R'_T | 7,054 | m ² K/W |
| R''_T | 6,915 | m ² K/W |
| U | 0,143 | W/m ² K |
| $\Delta U''$ | 0,010 | W/m ² K |
| ΔU_g | 0,009 | W/m ² K |
| ΔU_f | 0,000 | W/m ² K |

YLÄPOHJAN U-ARVO

$U_c = 0,1525$ W/m²K

VIRHEILMOITUKSET

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**
Osoite: **Elatuspellontie
91200 Yli-Ii**









Valmistumisvuosi: **1992**
Rakennustunnus: **36/1**

Asuntojen lukumäärä: **6**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

| ET-luku | Vähän kuluttava | Rakennuksen ET-luokka |
|-------------------------|---|---|
| -150 |  |  |
| 151-170 |  | |
| 171-190 |  | |
| 191-230 |  | |
| 231-270 |  | |
| 271-320 |  | |
| 321- |  | |
| <i>Paljon kuluttava</i> | | |

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

134

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:
2.4.2013

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:
1.4.2023

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

| | | | |
|------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|
| Bruttoala | 454 brm ² | Ilmatilavuus | 960,00 m ³ |
| Rakennustilavuus | 1520 rak-m ³ | Henkilömäärä | 7 |
| Huoneistoala | 377,8 hum ² | | |

Rakenteet

Rakennusosat

| | Pinta-ala (m ²) | U-arvo (W/m ² K) | g _{kohtisuora} | F _{kehä} |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
| Ulkoseinät | | | | |
| Ulkoseinä | 162,50 | 0,141 | | |
| yläpohjan vastainen vinokaton seinä | 12,50 | 0,249 | | |
| Yläpohja | | | | |
| Yläpohja | 335,00 | 0,096 | | |
| Yläpohja_vino | 63,50 | 0,152 | | |
| Alapohja | | | | |
| Alapohja | 377,80 | 0,611 | | |
| Ovet | | | | |
| Ovi | 16,70 | 1,5 | | |
| Ikkunat | | | | |
| Pohjoiseen | | | | |
| Ikkuna_pohjoinen | 8,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Itään | | | | |
| Ikkuna_itä | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Etelään | | | | |
| Ikkuna_etelä | 12,50 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |
| Länteen | | | | |
| Ikkuna_länsi | 18,00 | 1,4 | 0,70 | 0,75 |

Tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin.} 110,00 Wh(brm²K)

Ilmanvaihto

| | | |
|--|--------------------|-------------------------|
| Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀ | Elatuspellontie | 2,0 1/h |
| Ilmanvaihdon poistoilmavirta | | 0,133 m ³ /s |
| Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | YT IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |
| | IV-kone LTO:lla | 65 % |

Vedenkulutus

| | |
|--|---|
| Lämpimän käyttöveden kulutus | 127,75 m ³ /vuosi |
| Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> |

Lämmitysjärjestelmät

| | | | |
|----------------------------------|--|---|--|
| Lämmönkehitys | kaukolämpö | | |
| | Sisältää käyttöveden lämmityksen | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| Lämmönjakotapa | Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön | | |
| Lämmönvaraajat | Varaaja , 750 l | | |
| Lämpimän käyttöveden kiertojohto | | kyllä <input checked="" type="checkbox"/> | ei <input type="checkbox"/> |
| | Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita | kyllä <input type="checkbox"/> | ei <input checked="" type="checkbox"/> |

Energiätehokkuusluvun laskenta

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Lämmitysenergian kulutus | 38 351 kWh/vuosi |
| Laitesähköenergian kulutus | 22 700 kWh/vuosi |
| Jäähdytysenergian kulutus | 0 kWh/vuosi |
| Rakennuksen energiankulutus yhteensä | 61 051 kWh/vuosi |
| Rakennuksen energiatehokkuusluku | 134 kWh/brm²/vuosi |

E-luvun laskennan tulokset

| | |
|---------------------------|-------------------------------|
| Rakennuskohde | op_elatus_uudet |
| Osoite | Elatuspellontie, 91200, Yli-I |
| Rakennuksen tyyppi | Pientalo tai rivitalo |
| Rakennusvuosi | 1992 |
| Lisätiedot | |

| Vyöhyke | E-luku kWh/m ² | Raja | Luokka | Pinta-ala m ² | Tyyppi |
|----------------------|------------------------------|------------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| Koko rakennus | 156 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |
| Elatuspellontie | 156 | 150 | D | 377.8 | Pientalo tai rivitalo |

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Vyöhyke: | Elatuspellontie |
| Käyttötarkoitus: | Pientalo tai rivitalo |
| Lämmitetty nettoala: | 377.8 m ² |

| E-luvun erittely | Ostoenergia kWh/a | Energiamuodon kerroin - | Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus | |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--|------------------------|
| | | | kWh/a | kWh/(m ² a) |
| Sähkö | 13105 | 1,7 | 22279 | 59 |
| Kaukolämpö | 51922 | 0,7 | 36345 | 96 |
| Kaukojäähdytys | 0 | 0,4 | 0 | 0 |
| Uusiutuva polttoaine | 0 | 0,5 | 0 | 0 |
| Fossiilinen polttoaine | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 65027 | - | 58624 | 155 |

| Uusiutuva omavaraisenergia | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|----------------------------|-------|------------------------|
| Aurinkosähkö | 0 | 0 |
| Aurinkolämpö | 0 | 0 |
| Tuulisähkö | 0 | 0 |
| Lämpöpumppu | 0 | 0 |

| 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 | 0 | 0 | 0 |
| Tuloilman lämmitys | 1.15 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 0 | 0 | 0 |
| kaukolämpö | - | - | - | - |
| Tilojen lämmitys ¹ | 0.6 | 75.34999999999999 | 0 | 0 |
| Tuloilman lämmitys | 0 | 9.529999999999999 | 0 | 0 |
| LKV:n valmistus | 0 | 52.55 | 0 | 0 |
| Ilmanvaihtojärjestelmän puhallimet | | | | |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| YT IV-kone LTO:lla | 1.89 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| IV-kone LTO:lla | 0.85 | 0 | 0 | 0 |
| Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet | 2 | 0 | 0 | 0 |
| LKV:n apulaitteet | 1.16 | 0 | 0 | 0 |
| Jäähdytysjärjestelmä | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kuluttajalaitteet ja valaistus | 22.78 | 0 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 34.69 | 137.43 | 0 | 0 |

¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

| Energian nettotarve | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|------------------------------------|-------|------------------------|
| Tilojen lämmitys ² | 19774 | 52.34 |
| Ilmanvaihdon lämmitys ³ | 3552 | 9.4 |
| LKV:n valmistus | 16882 | 44.69 |
| Jäähdytys | 0 | 0 |

² sisältää vuotolman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

| Lämpökuormat | kWh/a | kWh/(m ² a) |
|-------------------|-------|------------------------|
| Aurinko | 20232 | 53.55 |
| Ihmiset | 3971 | 10.51 |
| Kuluttajalaitteet | 5957 | 15.77 |
| Valaistus | 2647 | 7.01 |
| LKV | 1555 | 4.12 |

Laskentatyökalun nimi ja versio: Energianjurior 12.3

Energiaselvityksen tekijä: OAMK OAMK

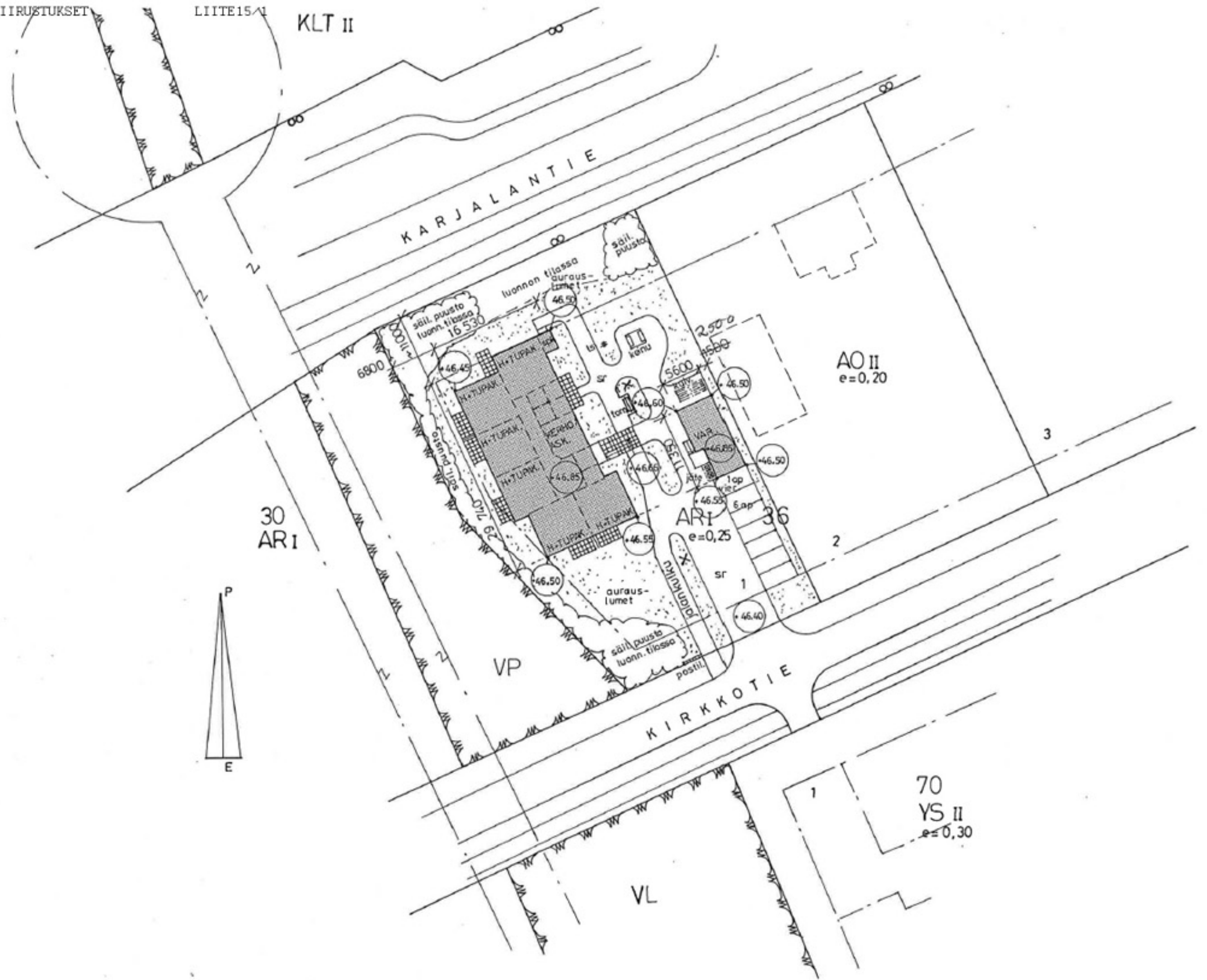
Pääsuunnittelija:

Päiväys

Allekirjoitus

Nimen selvitys

2.4.2013



ASUINHUONEISTOT: H•TUPAKEITTIÖ 45,5 M² 6 KPL YHT. 273 M²
YHTEISTILAT: 60 M²
 KÄYTÄVÄ 40,5 M²
 SÄHKÖPÄÄKESKUS 4,3 M²
 SÄIL. VARASTOT, ULK. VÄL. VAR. JA TALOVARASTO 51 M²

KERROSALA:
 ASUINRAKENNUS 422 M²
 VARASTORAKENNUS 57 M²
 YHT. 479 M²

TILAVUUS:
 ASUINRAKENNUS 1390 M³
 VARASTORAKENNUS 160 M³
 YHT. 1550 M³

TONTIN PINTA-ALA 2432 M²
 SALLITTU RAKENNUSOIKEUS 608 M²
 KÄYTETTY RAK. OIKEUS 479 M²

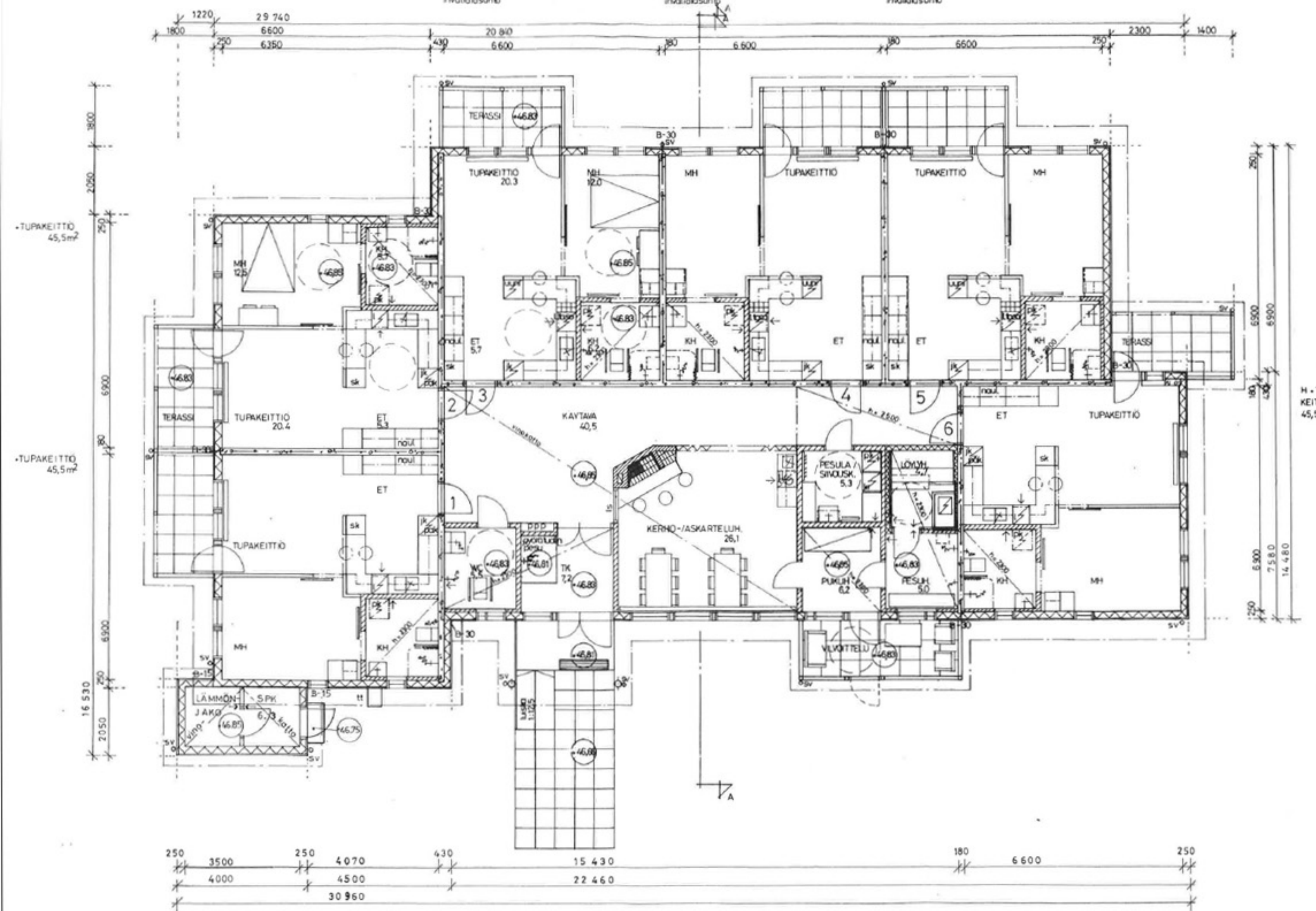
HUOM! RAKENNUKSEN JA TONTIN KORKEUSASEMAT TARASTETAAN RAKENNUSPAIKALLA KUNNAN VIRAOIMAISTEN TOIMESTA.



SUUNNITELMA HYVÄKSYTTY
 30/12/1992
 YLI-IIN RAKENNUS- JA VALVONTALAUTAKUNTA

| TUNNUS | LUKUM. | MUUTOS | NIMIM. | PÄIVÄYS |
|------------------------------------|----------------|----------------------|-------------|----------|
| K.osa/Kylä | Korttel/Tila | Tontti/Rno | | |
| YLI-II | 36 | 1 | | |
| Rakennustoimenpide | | Piirustuslaji | | |
| UUDISRAKENNUS | | FÄÄPIIRUSTUS | | |
| Rakennuskohde | | Piirustuksen sisältö | Mittakaavat | |
| YLI-IIN SOTAINVALIDIEN PALVELUTALO | | ASEMAPIIRUSTUS | 1 / 500 | |
| 91 200 YLI-II | | | | |
| Piirt. | Päiväys | Suunn.laji | Työn no | Piir. no |
| RH | OULU 22.9.1992 | ARK | 1033 | 101 |
| Suunn. | Tark. | | | |
| RH | | | | |

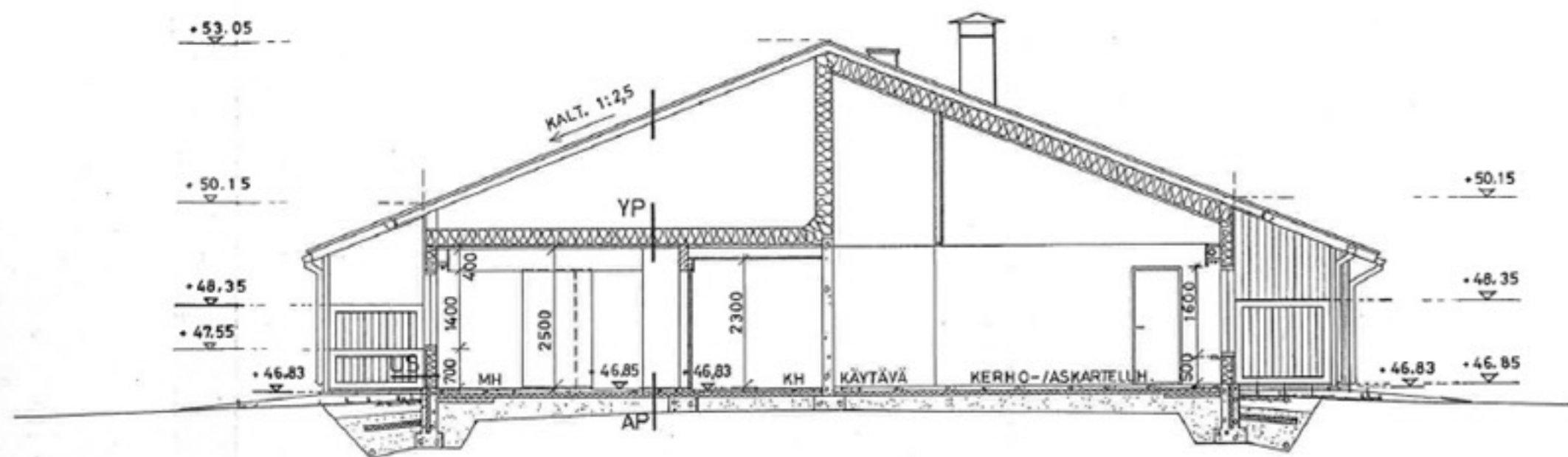
ARKKITEHTUURITOIMISTO O. YLIPANKKALA OY
 REHULANTIE 1, 90140 OULU, puh. 981-333200
 PILTONTIE, 90810 KIVINIEMI, puh. 981-401671



H-TUPAKEITTI
45,5m²

| | | | | |
|----------------------|---|------------|----------------------|--------------|
| | LISÄTTY ASKARTELUHUONEEN KEITTIÖKALUSTEET | | RH | 5.3.1993 |
| | TEKNISTEN TILOJEN SIIRTO, LÄMM.VESIBOILERIEN POISTO | | RH | 8.2.1993 |
| TUNNUS LUKUM. MUUTOS | | | NIMIM. | PÄIVÄYS |
| K.osa/Kylä | Korttel/Tila | Tontti/Rno | | |
| YLI - II | 36 | 1 | | |
| Rakennustoimenpide | UUDISRAKENNUS | | Piirustustyyppi | PÄÄPIIRUSTUS |
| Rakennuskohde | YLI-IIN SOTAINVALIDIEN PALVELUTALO | | Piirustuksen sisältö | Mittakaavat |
| 91 200 | YLI - II | | POHJA PIIRUSTUS | 1 / 100 |
| Piirt. | Päiväys | Suunn.laji | Työn n:o | Piir. n:o |
| RH | OULU 23.9.1992 | ARK | 1033 | 102 |
| Suunn. | Tark. | | | |

ARKKITEHTUURITOIMISTO O. YLIPAKKALA OY
 REHULANTIE 1, 90140 OULU, puh. 981-333200
 PILTONTIE, 90810 KIVINIEMI, puh. 981-401671



LEIKKAUS A - A

SELVITYS RAKENTEISTA

YLÄPOHJA YP:

- huopakate 2-kert., pinta kattolaattoja RA-malli
- raakaponttilaata
- kantava ristikko
- lämm.eriste 300 mm min.villaa, alin villa alapaarteen vahvuinen, vaihtoehtoisesti voidaan käyttää tyyppihyväksytyä puhallusvillaa, räystäillä tuuliohjaimet
- höyrysulku
- harvalauditus
- 13 mm gyproc-levy
- ullakko jaettu asuinhuoneistoitain B-30 palo-osastoihin, kulkutiet palo-osastoihin vesikatoilta katto-luukkujen ja rak.päädystä olevan luukun kautta. (ullakkotilassa ei sisäistä yhteyttä)

ALAPOHJA AP:

- lattiapäällyste
- teräsbetonilaatta
- lämm.eriste 70 mm polystyreenilevy, reunoilla 1m:n matkalla 140 mm
- tiivistetty sora vähintään 250 mm

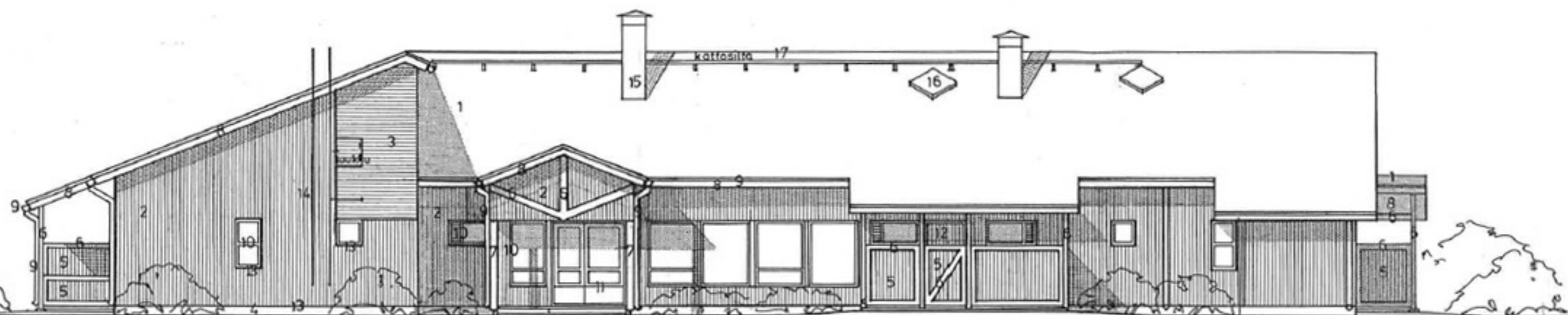
ULKOSEINÄ US:

- seinäverhouk levy 13 mm gyproc
- kosteussulku 0,2 mm muovi
- runko 50 x 125 mm + lämm.eriste 125 mm min.villaa
- tuulensuojalevy ts1-50 mm min.villaa
- vaakakoolaus 22 mm
- lomalaudoitus 22 mm päällä 19 mm alla
- osalla julkisivua vaakapaneli jolloin alla pystykoolaus



SUUNNITELMA HYVÄKSYTTY
30.12.1992 § 79
YLI-IIN RAKENNUS-
JA VALVONTALAUTAKUNTA

| | | | | |
|---|-----------------------------|---|------------------|------------------|
| VESIKÄTE JA ULLAKON PALO-OSASTOT | | | RH | 12.10-92 |
| TUNNUS LUKUM. MUUTOS | | | NIMIM. PÄIVÄYS | |
| Kosa/Kyis YLI-II | Korttel/Tila 36 | Tontti/Rno 1 | | |
| Rakennustoimenpide UUDI RAKENNUS | | Päärustustyylit PÄÄPIIRUSTUS | | |
| Rakennuskohde YLI-IIN SOTAINVÄLIDEN PALVELUTALO | | Päärustuksen sisäilma Mittakaavat LEIKKAUS A - A 1 / 100 | | |
| 91 200 YLI-II | | | | |
| Piirt. RH | Päiväys OULU 23.9.1992 | Suunn.laji ARK | Työn nro 1033 | Piir. nro 103 |
| Suunn. RH | Tark. <i>[Signature]</i> | | | |
| ARKKITEHTUURITOIMISTO O. YLIPAHKALA OY REHULANTIE 1, 90140 OULU, puh. 981-333200 PILTONTIE, 90610 KIVINIEMI, puh. 981-401671 | | | | |



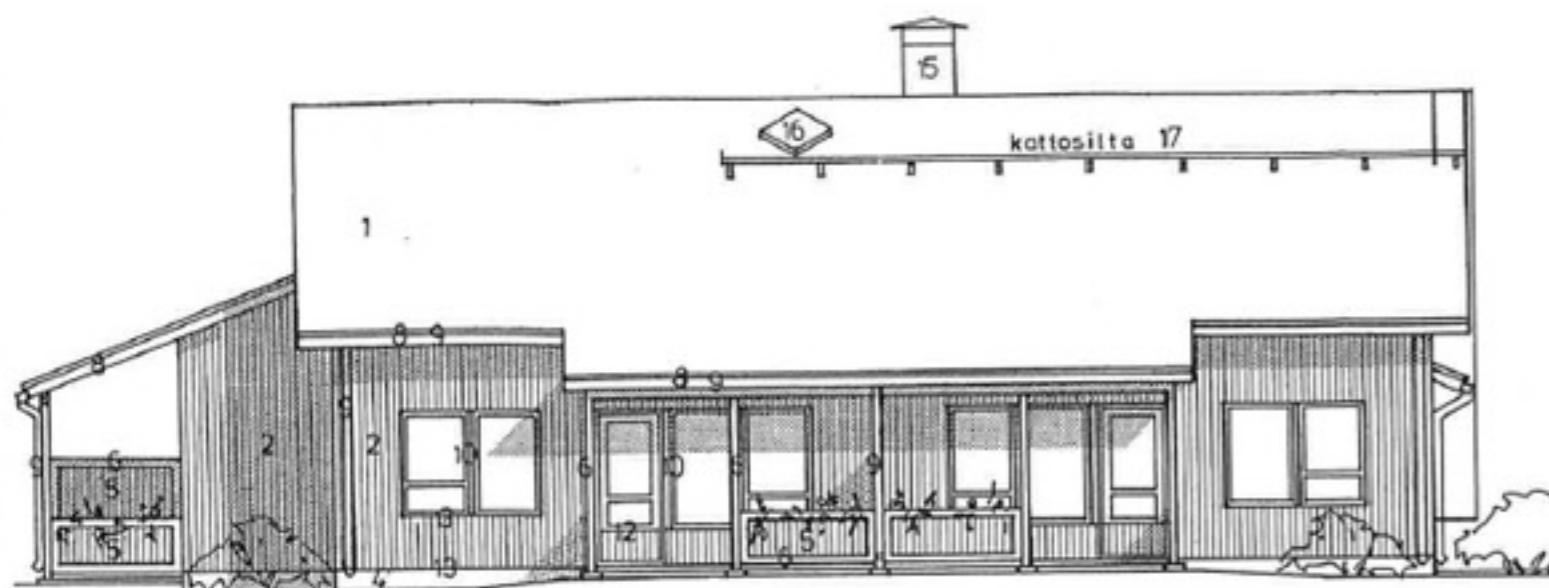
JULKISIVU KOILLISEEN

- | | |
|---|---|
| <p>1 HUOPAKATTO - LAATAT RA - MALLI VÄRI: KERANA - PUNAINEN 2 LOMALAUDOITUS VÄRI: TEHO 2334 AAMUAURINKO 3 VAAKAPANELI VÄRI: TEHO 2334 AAMUAURINKO 4 PUHT. VALETTU BETONI VÄRI: YKI 493 KASKI 5 HARVALAUTA, AITOJEN PEILIT VÄRI: PIKA-TEHO 2334 AAMUAURINKO 6 AITOJEN KEHÄT, LISTAT JA PUUPILARIT VÄRI: PIKA-TEHO 2068 AUTERE 7 TERÄSPILARI VÄRI: KIRJO 201 VALKOINEN 8 RÄYSTÄSLAUTA JA RÄYSTÄÄNALUSET VÄRI: TEHO 2068 AUTERE 9 RÄYSTÄSKOURUT JA SYÖKSYTORVET VÄRI: RAUTARUUKKI 20 VALKOINEN 10 IKKUNAT VÄRI: TEHDASMAALAUUS VALKOINEN 11 TERÄSULKO-OVI POTKULEVYINEN VÄRI: PANSSARIMAALI 515 SAVUNSIINEN 12 PUISET ULKO-OVET SEKÄ PARVEKEOVEN ULKINEN OVI VÄRI: TEHO 2422 ILLANSINI, POTKULEVY PANSSARIMAALI 516 KESKIHARMAA. 13 IKKUNOIDEN JA SOKKELIN VESIPELLIT VÄRI: RAUTARUUKKI 20 VALKOINEN</p> | <p>14 TALOTIKKAAT VÄRI: PANSSARIMAALI 516 KESKIHARMAA 15 PIIPUT KATOLLA VÄRI: RAUTARUUKKI 28 TUMMA PUNAINEN 16 KATTOLUUKUT HUOPA VÄRI KUTEN VESIKATON 17 KATTOSILLAT VÄRI: VESIKATON VÄRI 18 RINTATAITE, VESIKATTEEN JA ULKOSEINÄN LIITYMÄ SEKÄ MAHDOLLINEN PÄÄTYRÄYSTÄSPELTI rt-85-10459 kuva 1, siv lounaseen räystääs vesikatolle päin. VÄRI: RAUTARUUKKI 28 TUMMA PUNAINEN</p> |
|---|---|

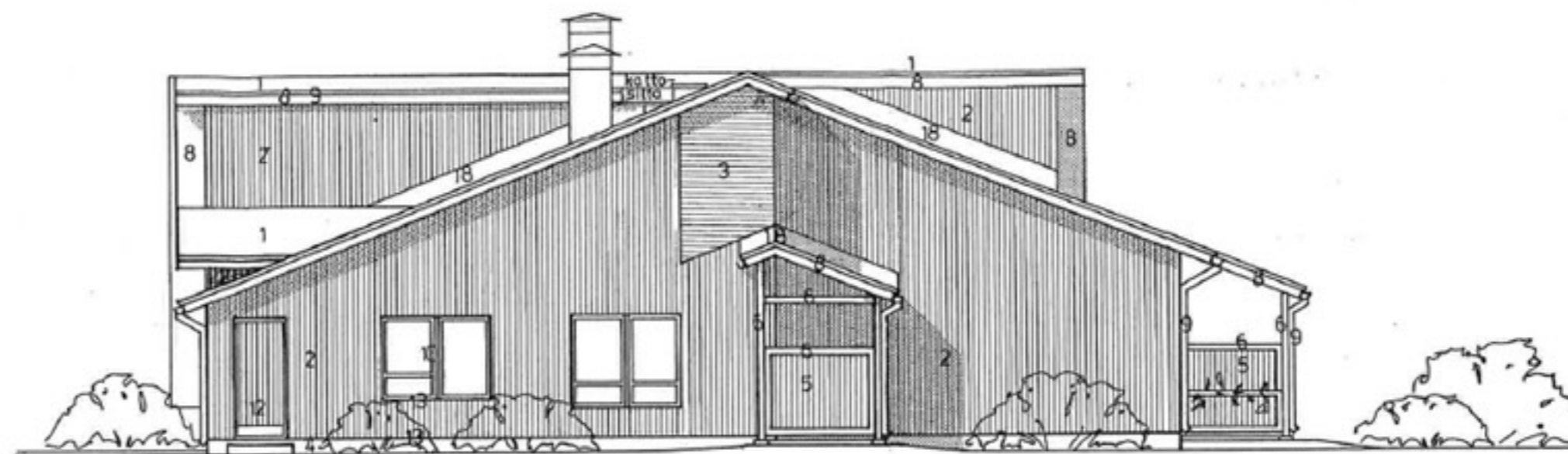


SUUNNITELMA HYVÄKSYTTY
 30/12/1992 § 79
 YLI-IIN RAKENNUS-
 JA VALVONTALAUTAKUNTA

| | | | | |
|---|--------------------------|-------------|-------------|-----------|
| | VESIKATE | | RH | 12.10-92 |
| | MUUTETTU PÄÄSISÄÄNKÄYNTI | | RH | 29.9.1992 |
| TUNNUS LUKUM. MUUTOS | | | NIMIM. | PÄIVÄYS |
| Kosa/Kylä | Kortteli/Tila | Tontti/R.no | | |
| YLI-II | 36 | 1 | | |
| Rakennustoimenpide | Päärustulaji | | | |
| UUDISRAKENNUS | PÄÄPIIRUSTUS | | | |
| Rakennuskohde | Päärustuksen sisältö | | Mittekaavat | |
| YLI-IIN SOTAINVALIDIEN PALVELUTALO | JULKISIVU KOILLISEEN | | 1/100 | |
| 91200 YLI-II | | | | |
| Piirt. | Päiväys | Suunn.laji | Työn no | Piir. no |
| RH | OULU 23.9.1992 | ARK | 1033 | 104 |
| Suunn. | Tark. | | | |
| RH | | | | |
| ARKKITEHTUURITOIMISTO O. YLIPANKALA OY REHULANTIE 1, 90140 OULU, puh. 981-333200 PILTONTIE, 90810 KIVINIEMI, puh. 981-401671 | | | | |



SIVU KAAKKOON



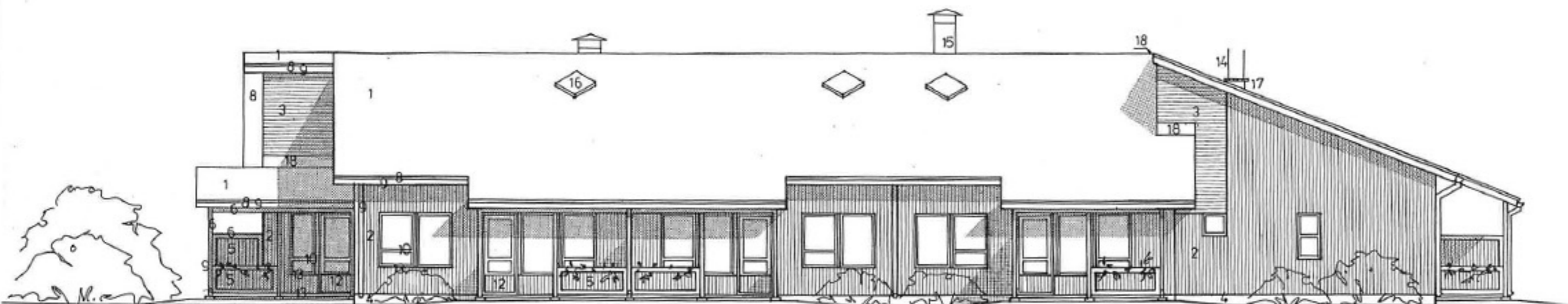
SIVU LUOTEeseen

JULKISIVUMATERIAALIT JA -VÄRIT KTS. PIIR. 1033 104.



SUUNNITELMA HYVÄKSYTTY
30/12 1992 § 79
YLI-IIN RAKENNUS-
JA VALVONTALAUTAKUNTA

| | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|----------------|
| | VESIKATE | RH | 9.10-92 |
| | MUUTETTU PÄÄSISÄÄNKÄYNNIN VESIKATTO | RH | 29.9.1992 |
| TUNNUS LUKUM. MUUTOS | | | NIMIM. PÄIVÄYS |
| Kosa/Kylä | Kortteli/Tila | Tontti/R.no | |
| YLI-II | 35 | 1 | |
| Rakennustöimenpide | Piiirustelaji | | |
| UUDISRAKENNUS | PÄÄPIIRUSTUS | | |
| Rakennuskohde | Piiirustuksen sisältö | | Mittakaavat |
| YLI-IIN SOTAINVALIDIEN PALVELUTALO | SIVUT KAAKKOON JA | | |
| 91 200 YLI-II | LUOTEeseen | | 1 / 100 |
| Piir. | Päiväys | Suunn.laji | Työn n:o |
| RH | OULU 23.9.1992 | ARK | |
| Suunn. | Tark. | | Piir. n:o |
| RH | | | 1033 |
| <p>ARKKITEHTUURITOIMISTO O. YLIPAHKALA OY REHULANTIE 1, 90140 OULU, puh. 981-333 200 PILTONTIE, 90810 KIVINIEMI, puh. 981-401671</p> | | | |



JULKISIVU LOUNAASEEN

JULKISIVUMATERIAALIT JA -VÄRIT KTS. PIIR. 1033 104.



SUUNNITELMA HYVÄKSYTTY
30/12 1992 § 79
YLI-IIN RAKENNUS-
JA VALVONTALAUTAKUNTA

| | | | |
|------------------------------------|----------------------|-------------|--------------------|
| VESIKATE | | RH | 9.10-92 |
| TUNNUS | LUKUM. | MUUTOS | NIMIM. PÄIVÄYS |
| Kosa/Kylä | Kortteli/Tila | Tontti/Rno | |
| YLI-II | 36 | 1 | |
| Rakennustoimenpide | Päärakennus | | Piirustustyyppi |
| UUDISRAKENNUS | | | PÄÄPIIRUSTUS |
| Rakennuskohde | Piirustuksen sisältö | | Mittakaavat |
| YLI-IIN SOTAINVALIDIEN PALVELUTALO | JULKISIVU LOUNAASEEN | 1/100 | |
| 91 200 YLI-II | | | |
| Piirt. | Päiväys | Suunnittaja | Työn no. Piir. no. |
| RH | OULU 23.9.1992 | ARK | 1033 105 |
| Suunn. | Tark. | | |
| RH | | | |



ARKKITEHTUURITOIMISTO O. YLIPANKALA OY
REHULANTIE 1, 90140 OULU, puh. 081-333 200
PILTONTIE, 90810 KIVINIEMI, puh. 081-401 671