



Mika Jaukkuri

ENERGIATEHOKKUUDEN EDISTÄMISMENETELMÄT ASUIN- KERROSTALOSSA

ENERGIATEHOKKUUDEN EDISTÄMISMENETELMÄT ASUIN- KERROSTALOSSA

Mika Jaukkuri
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, talon- ja korjausrakentaminen

Tekijä: Mika Jaukkuri

Opinnäytetyön nimi: Energiatehokkuuden edistämismenetelmät asuinkerrostalossa

Työn ohjaaja: Kauko Tulla

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013

Sivumäärä: 51 + 11 liitettä

Tässä työssä tarkasteltiin erilaisia korjausehdotuksia asuinkerrostalon tulevaa perusparannusta ennakoiden. Työn tilaajana toimi Oulun Diakonissalaitos, joka omistaa kohdekiinteistön. Tehtävänä oli selvittää ulkovaipan eri rakennusosien laskennalliset kulutukset ja luoda käsitys tilaajalle rakennuksen nykyisestä energiaterohkkuudesta. Työssä osoitetaan myös laskennallisesti, miten eri rakennusosien korjaaminen vaikuttaa rakennuksen energiankulutukseen ja millaisiin taloudellisiin säästöihin vuositasolla näiden osalta päästään ostoenergian määrässä.

Energiatarkastelu suoritettiin Energiajunior 12 -ohjelmalla. Ohjelmaan syötettiin nykytiedot sekä kaikki korjausehdotuksen mukaiset tiedot, ja saatuja raportteja ja laskentatuloksia vertailtiin keskenään. Ohjelmaan syötetyt lähtötiedot hankittiin alkuperäisistä rakennusasiakirjoista. Laskennassa käytetyt rakenteiden U-arvot on laskettu Dof-Lämpö-ohjelmalla. Työssä esiteltiin teoriataustaa energiaterohkkuudesta ja käytiin läpi tulevaisuuden näkymiä korjausrakentamisen osalta sekä esiteltiin vuonna 2013 kiristyviä korjausrakentamista koskevia rakennusmääräyksiä.

Työssä esitetyllä ulkovaipan parantamisehdotuksella saatiin rakennuksen energialuokka nostettua luokasta D luokkaan C. Kun laskelmiin otettiin mukaan ilmanvaihtojärjestelmän parannukset yhdessä ulkovaipan parannusten kanssa, saadaan rakennuksen energialuokka nostettua luokasta D luokkaan A. Ostettavan lämmitysenergian määrä tippui 58 prosenttia energialuokkaan A tähtäävällä korjausehdotuksella.

Asiasanat: energiaterohkkuus, energiankulutus, energialuokka

ABSTRACT

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

Author: Mika Jaukkuri
Title of thesis: Different Ways to Improve Energy Efficiency
Supervisor: Kauko Tulla
Term and year when the thesis was submitted: spring 2013
Pages: 51 + 11 appendices

This thesis represents different solutions for fundamental improvement of an apartment building. Oulu Deaconess Institute is the owner of the discussed real estate and the subscriber of this thesis. One objective was to represent the computational energy consumption in different parts of the outer surface of the building and to give an idea of the current energy efficiency. Another objective was to point out how fixing constructional elements affects energy consumption, and considering bought energy, what kind of savings the operations give in yearly level.

The energy calculation was made using a program named Energiajunior 12. The data of the current structure and the data of renovation proposal were fed to the program. After this, the information about the calculation results and other reports were compared. The current data is from the original building documents. The U-value of the constructions was calculated using Dof-lämpö-program. This thesis presented the main theory of energy efficiency and views of the future in building repair industry. This thesis also presented the new constructional regulation of building repairing which will come in to effect in 2013.

The improvement solutions for the outer surface of the building raised the energy class from level D to level C. When the ventilation system was included to the calculations, the energy class raised from level D to level A. Compared to the current level and when the ventilation system was included to the repair suggestions, the amount of purchased heating energy decreased 58 percent.

Keywords: energy efficiency, energy consumption, energy class

ALKULAUSE

Haluan kiittää koulun puolelta työtä ohjannutta Yliopettaja Kauko Tullaa sekä Oulun Diakonissalaitoksen Kiinteistöpäällikkö Pekka Halosta, joka toimi työn ohjaajana tilaajan puolelta.

Haluan kiittää Oulun Diakonissalaitoksen sähkötyönjohtaja Heikki Saukkoa asiantuntija-avusta taloteknisten järjestelmien selvittelytyössä.

Työn tekeminen ilman perheen ja läheisten tukea olisi ollut mahdottomuus. Kiitos, että tuitte minua työn kaikkien vaiheiden aikana.

Mika Jaukkuri

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
KÄSITTEET	8
1 JOHDANTO	9
2 ENERGIATEHOKKUUS	10
2.1 Lainsäädäntö	11
2.2 Merkittävimmät parannuskeinot korjausrakentamisessa	13
2.3 Kannattavuus	13
2.4 Energiatehokkuuden tulevaisuus korjausrakentamisessa	14
2.5 Asuinkerrostalojen energiankulutus	15
3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KOHTEESSA	20
3.1 Kohdekiinteistö	20
3.2 Ulkovaippa	21
3.2.1 Ulkoseinät	21
3.2.2 Ulkopuolinen lisäeristys nykyisen rakenteen päälle	22
3.2.3 Vanhan ulkokuoren ja eristeen korvaaminen uudella	23
3.2.4 Sisäpuolinen lisälämmöneristys	27
3.2.5 Ikkunat	28
3.2.6 Ovet	29
3.2.7 Yläpohja	29
3.2.8 Alapohja	34
3.3 Talotekniset korjaukset	34
3.4 Energian kulutuksen laskenta	36
3.5 Laskentamenetelmä määräysten mukaan	37
3.6 Nykyiset rakenteet	39
3.7 Ehdotetut rakenteet	41
3.8 Säästövaikutukset	44

4 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	48
LIITTEET	51

KÄSITTEET

Energiatehokkuus	Energiatehokkuus on palvelun, suoritteen, tavaran tai energian tuotoksen ja energiapanoksen välinen suhde (1).
Energiatehokkuusluku	Energiatehokkuusluku, eli ET-luku, määrää rakennuksen energiatodistuksen energialuokan. ET-luku saadaan jakamalla rakennuksen laskennallinen energiantarve rakennuksen bruttoalalla. (2.)
Energiankulutus	Energiankulutuksella tarkoitetaan vuotuista lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen yhteensä kulutettua energiamäärää, jossa ei huomioida eri energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä (3, s. 3).
Ilmanvuotoluku n_{50}	Ilmanvuotoluku ilmoittaa, kuinka monesti rakennuksen ilma vaihtuu tunnin aikana 50 Pa:n paine-erolla (4, s. 15).
Lämmönläpäisykerroin	Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo ilmoittaa, lämpövirran tiheyden, joka läpäisee jatkuvuustilassa rakennusosan, lämpötilaeron ollessa rakennusosan eri puolella olevien ympäristöjen välillä yksikön suuruinen (5, s. 8).
Talotekninen Järjestelmä	Talotekninen järjestelmä käsittää rakennuksen tekniset laitteet lämmitystä, jäähdytystä, ilmanvaihtoa, käyttöveden lämmitystä, valaistusta ja sähkön tuotantoa varten. Se voidaan jakaa myös omiin järjestelmiinsä esimerkiksi ilmastointijärjestelmä, lämmitysjärjestelmä ja sähköjärjestelmä (4, s. 11).

1 JOHDANTO

Päivän polttaviin puheenaiheisiin kuuluu nykyään energian säästäminen. Opin- näytetyössä tuodaan esille lisälämmöneristämisen vaikutukset energiantarpeen pienentämiseksi kerrostalokiinteistössä. Opinnäytetyössä selvitetään peruspa- rannukseen menevän kiinteistön energiantarpeen pienentämistä kuorirakenteen erilaisilla korjausvaihtoehdoilla. Aihe on ajankohtainen, koska vuonna 2013 voimaan tuleva uusi rakennusmääräys velvoittaa parantamaan rakennusten energiatehokkuutta muutos- ja korjausrakentamisessa, mikäli se on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista toteuttaa.

Työn tilaajana toimii Oulun Diakonissalaitos, ja kohteena vuonna 1962 raken- nettu asuinkerrostalo. Työssä vertaillaan erilaisten energiatehokkuutta edistävi- en korjausvaihtoehtojen vaikutuksia rakennuksen energiatehokkuusluokkaan sekä näiden tuomia säästöjä ostettavan lämmitysenergian määrään. Työn tar- koitus on tarjota tilaajalle kattava tieto siitä, millaisiin energiansäästöihin eri ra- kenneosien korjauksella päästään, ja esittää näkemys siitä, mihin osiin ensisi- jaisesti kannattaa kiinnittää huomiota tulevan perusparannuksen yhteydessä energiatehokkuusluokan nostoa ajatellen. Työssä esitellään kolme erilaista vaihtoehtoa seinärakenteen energiatehokkuuden parantamiseksi eri läm- möneristysvahvuuksilla sekä näiden yhdistelmiä. Yläpohjan lisäeristämiseen esitellään kaksi erilaista menetelmää eri lämmöneristysvahvuuksilla ja lisäksi esitetään menetelmiä taloteknisten järjestelmien energiatehokkaaseen paran- tamiseen.

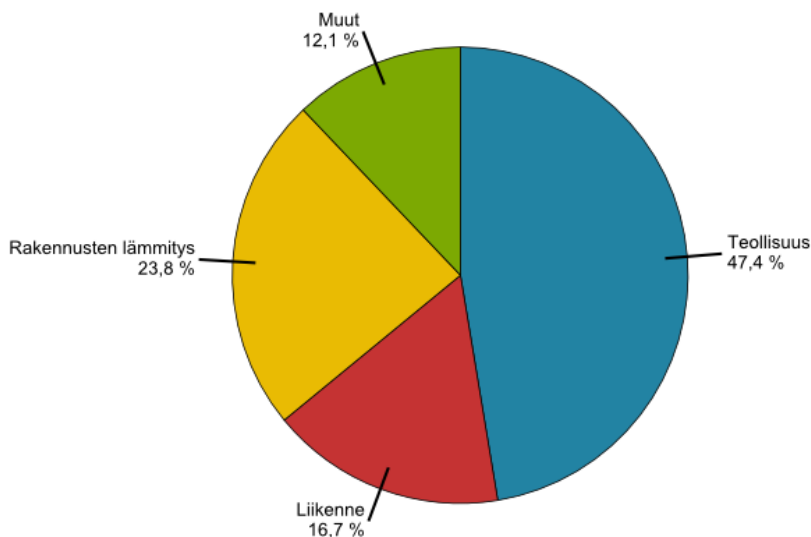
Energiatehokkuus- ja energiankulutuslaskelmat suoritettiin Energiajunior 12 - ohjelmalla, johon syötetyt lähtötiedot on selvitetty osittain alkuperäisistä raken- nusasiakirjoista sekä vuoden 2006 toteutetun korjauksen suunnitteluasiakirjois- ta. U-arvot on laskettu DOF-Lämpö-ohjelmalla sekä olevien että korjausehdo- telmien mukaisten rakenteiden osalta.

2 ENERGIATEHOKKUUS

Rakennuksen energiatehokkuus on suure, joka yhtenä lukuna kuvaa rakennuksen kokonaisenergiatehokkuutta. Se voi olla esimerkiksi laskennallinen energiantarve, -primäärienergiankulutus, -hiilidioksidipäästöt tai todettu energiankulutus pinta-alayksikköä kohti. (4, s. 12.)

Rakennusten lämmitysenergian tarve on miltei kolmasosa kaikesta suomessa käytettävästä energiasta. Kuvassa 1 on esitetty energian loppukäytön jakauma sektoreittain vuonna 2011.

Energian loppukäyttö sektoreittain



$\Sigma=305.4$ TWh

Tilastokeskus / Tilastokeskus

KUVA 1. Energian loppukäyttö sektoreittain vuonna 2011 (6)

Energiatehokkuuden jatkuva parantaminen näyttelee isoa osaa myös Suomen ilmastopolitiikassa. Jatkuvasti kiristyvät kansalliset energiasäännökset rakentamisessa juontavat juurensa aina kansainvälisiin ilmastopimuksiin, joihin myös Suomi on sitoutunut.

Suomi on ratifioinut YK:n ilmastopöytäkirjan vuonna 1994 sekä Kioton pöytäkirjan vuonna 2002. Suomi toimii osana Euroopan unionia ja niinpä EU:ssa sovitut ilmasto- ja energiapolitiittiset tavoitteet ja toimenpiteet ohjaavat Suomen ilmastopoliittista kansallista valmistelua ja toimeenpanoa. (7.)

Kioton pöytäkirja velvoittaa vähentämään kasvihuonepäästöjä yhteensä 8 prosenttia vuoden 1990 päästötasosta vuosina 2008 - 2012 Euroopan unionissa. Vähennysvelvoite on jaettu EU:n jäsenvaltiokohtaiseksi ja se velvoittaa Suomen vakiinnuttamaan vuosien 2008 - 2012 päästöt vuoden 1990 tasolle. EU:n ilmasto- ja energiapaketin hyväksymisen yhteydessä on sovittu vuoden 2012 jälkeisestä taakanjaosta. Suomi pyrkii toteuttamaan Kioton pöytäkirjan tavoitteet sekä toimii aktiivisesti, jotta vuoden 2012 jälkeiselle ajalle syntyisi maailmanlaajuinen ilmastopöytäkirja. (7.)

EU pyrkii vähentämään kasvihuonepäästöjä vähintään 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä sekä nostamaan uusiutuvan energian osuuden keskimäärin 20 prosenttiin energian loppukulutuksesta. Päästökaupasektorilla EU pyrkii 21 prosentin päästöjen vähentämiseen vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020. Päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla vähentämistavoite on keskimäärin 10 prosenttia. Suomelle vähentämistavoitteeksi päästökaupan ulkopuolisille sektoreille on asetettu 16 prosentin vähentämistavoite sekä uusiutuvan energian osuudeksi energian loppukulutuksesta 38 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. (7.)

2.1 Lainsäädäntö

Perusvaatimustaso uudisrakentamisen energiatehokkuudelle määritellään ympäristöministeriön asettamissa rakentamismääräyksissä. Rakennusmääräyskoelman osa C3 asettaa lämmöneristyksen vaatimukset, osa D3 energiatehokkuuden, D2 sisäilmaston ja ilmanvaihdon ja D5 lämmitystehontarpeen sekä energiankulutuksen. Myös muissa rakennusmääräysten osissa on säädöksiä, jotka vaikuttavat energiatehokkuuden laskemiseen. (8.)

Korjaushankkeet ovat hyvin yksilöllisiä ja olemassa oleva rakennus määrää ehdot, joilla työ on tarkoituksenmukaista toteuttaa. Uudisrakennuksille luodun säännösten tarkka soveltaminen johtaa usein epätarkoituksenmukaisiin ja koh-

tuuttomiin vaatimuksiin. (9 s.7.) Korjaus- ja muutosrakennuksessa rakennusmääräyksiä sovelletaan, elleivät määräykset nimenomaan määrää toisin, vain siltä osin kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan mahdollisesti muutettava käyttötapa edellyttävät. Kunnat ohjaavat rakentamista omilla rakennusjärjestyksillään, joissa on huomioitu paikallisten olosuhteiden vaatimat määräykset ja ohjeet. (10.)

Lakiuudistus 2013

Rakennusmääräykset ovat muutoksen alla, ja uusi maankäyttö- ja rakennuslaki tulee voimaan vuonna 2013. Laki on aiemmin koskettanut uudisrakentamista ja sitä on sovellettu korjausrakentamiseen. Lakimuutoksen astuessa voimaan alkaa se koskettaa korjausrakentamistakin. Uudessa laissa energiatehokkuustarkastelu on tehtävä myös korjausrakentamisessa, jos kyseessä on rakennus- tai toimenpideluvanvarainen korjaus- ja muutostyö tai rakennuksen käyttötarkoituksen muutos, sikäli jos se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. (11.)

Uusi laki velvoittaa rakennuksen suunnitelmiin liitettäväksi arvioinnin lämmitysjärjestelmän teknisestä, ympäristöön liittyvästä sekä taloudellisesta toteutettavuudesta. Arviointi velvoite syntyy, jos lämmitysjärjestelmäksi ei valita uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käyttöön perustuvaa hajautettua energiahuoltojärjestelmää, yhteistuotantoon perustuvaa lämmitysjärjestelmää, kauko- tai aluelämmitys- tai -jäähdytysjärjestelmää tai lämpöpumppua, vaikka sellainen on saatavilla ja kustannustehokkaasti toteutettavissa. (11.)

Energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet luvanvaraisiksi

Rakennuksen energiatehokkuutta merkittävästi parantavat toimenpiteet muuttuvat luvanvaraisiksi. Rakennuslupa tarvitaan rakennuksen vaippaan tai tekniseen järjestelmään kohdistuvaan muutos- ja korjaustyöhön, joka parantaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuutta. Julkisivun muuttamiseen sekä taloteknisen järjestelmän tai rakennusosan uusimiseen tarvitaan jatkossa toimenpidelupa, jos niillä parannetaan rakennuksen energiatehokkuutta. (11.)

2.2 Merkittävimmät parannuskeinot korjausrakentamisessa

Lämmitystarpeen osalta energiatehokkuutta voidaan parantaa nykyisen rakennuskannan osalta 30 - 50 prosenttia. Ulkovaipan osalla lisäeristystä suunniteltaessa on otettava huomioon julkisivun ulkonäön muuttuminen.

Yksinkertaisimmillaan rakennuksen tehokkuutta voidaan parantaa seuraavin menetelmin:

- ilmanvaihdon lämpöhäviön pienentäminen uusien ilmanvaihtoratkaisuilla (säästöpotentiaali 20–30 prosenttia)
- ulkoseinien lisäeristäminen (15–25 prosenttia)
- käyttöveden kiertojohtojen lämmöneristäminen (10–20 prosenttia)
- patteriverkoston perussäätö (10–15 prosenttia)
- yläpohjan lisäeristäminen (10–15 prosenttia)
- ikkunoiden vaihtaminen (10–15 prosenttia)
- lämmityksen säätöjärjestelmien uusiminen (5–10 prosenttia) (12).

Ulkoseinien lisälämmöneristämällä voidaan vaikuttaa merkittävästi lämmitystarpeen määrään. Suositeltavaa on tehdä lisäeristys ulkopuolelle, jolloin lisäeristyksestä saavutetaan suurin hyöty. Sisätilojen pinta-alat eivät pienene, mahdolliset kylmäsiljat katkeavat ja olemassa olevat höyrynsulut voidaan säästää.

Energiatehokkuuden parantaminen ei johda pelkästään energiankulutuksen pienentymiseen, vaan vaikuttaa esimerkiksi sisäilman laadun parantamiseen. Rakennusten energiankäyttöä voidaan vähentää kohtalaisen helposti tiettyyn rajaan asti, mutta kun haetaan suurempia säästöjä ovat rakenteelliset muutokset usein välttämättömiä.

2.3 Kannattavuus

Perusparannuksen yhteydessä tehtävän energiatehokkuutta edistävän korjausrakentamisen kannattavuus vaihtelee kohteen ja korjauskonseptin mukaan. Kannattavuuden arviointiin nähden voi vanhan kiinteistön osalla tulla myös ennakkoimattomia lisätoimia, jotka voivat vaikuttaa hankkeen kannattavuuteen. (13, s. 36.)

Peruskorjauksen yhteydessä tehtävä energiakorjaus ei oleellisesti kasvata korjauskustannuksia, jos rakennukselle on muutenkin tulossa mittava perusparannus. Näennäisiä lisäkustannuksia aiheuttavat lisäeristämiseen kuluva materiaali ja työ, energiatehokkaampien ovien ja -ikkunoiden valinta sekä asuntokohtaiseen ilmanvaihtoon siirtyminen. Vastapainona asumismukavuus ja -terveys paranevat selvästi. (14, s. 11.)

Rakennuksen ja rakenteiden elinkaari ulottuu suunnitelmista rakentamiseen, käyttämiseen, korjaukseen ja mahdolliseen purkamiseen asti. Korjauskustannuksia kannattaakin tarkastella koko rakennuksen elinkaaren ajalle. Elinkaaren kokonaiskustannukset määräytyvät rakentamisen ja korjaamisen pääomakustannusten sekä rakenteiden laskennallisen käyttöiän ja huoltotarpeen perusteella. Ikkunoiden ja ovien laskennallinen käyttöikä on 25 vuotta ja muiden rakennusosien käyttöikä 50 vuotta. (15, s. 11.)

Kohdekiinteistön rakenteet ylittävät jo suurilta osin niiden laskennallisen iän. Suunnitteilla olevan perusparannuksen yhteydessä on suositeltavaa tehdä hankinnoissa ja menetelmissä energiatehokkaita valintoja, niin kuorirakenteen kuin talotekniikan osalta.

2.4 Energiatehokkuuden tulevaisuus korjausrakentamisessa

Energiatehokkuutta halutaan parantaa myös korjausrakentamisessa ja siksi hallitus onkin tehnyt lakiesityksen eduskunnalle maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta syyskuussa 2012. Lisäksi tarkoituksena on toimeenpanna direktiivin artikkelit, jotka koskevat korjaus- ja muutostöiden energiatehokkuutta sekä lämmitysjärjestelmien arviointivelvoitetta. Direktiivissä ehdotetaan rakennuksen luvanvaraisen korjaus- ja muutostyön yhteydessä tehtävää energiatehokkuuden parantamista silloin, kun se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. (11.)

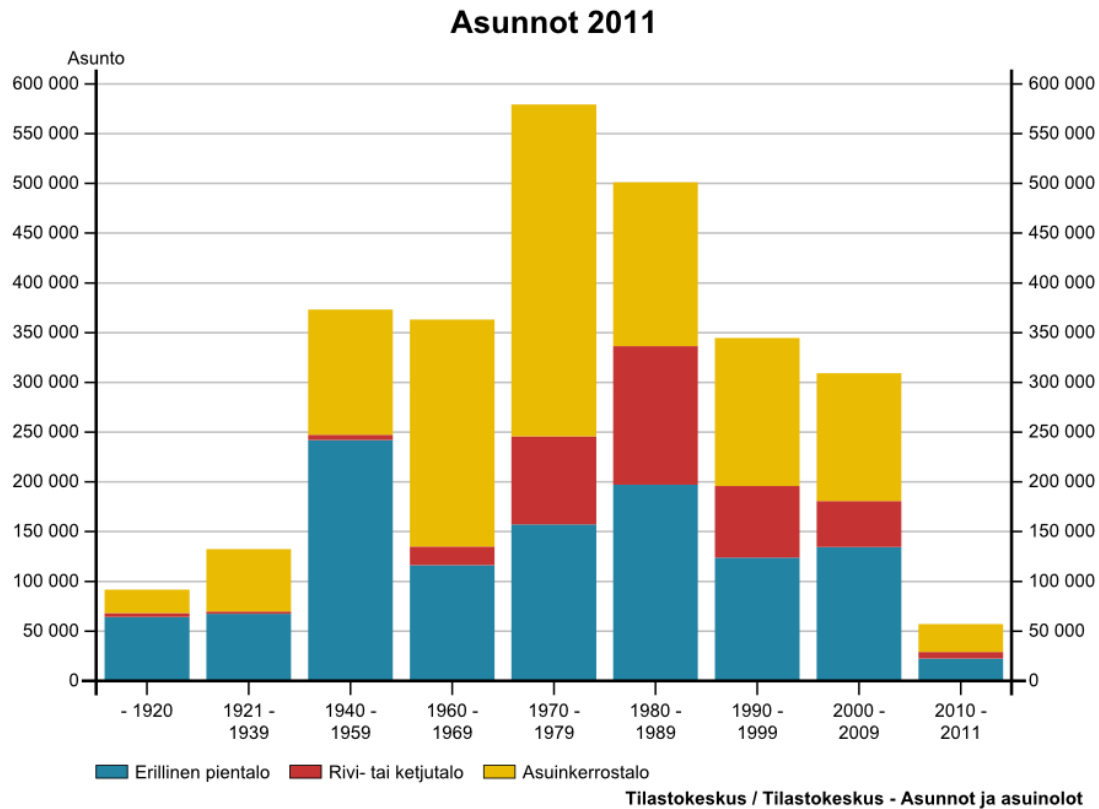
EU:n tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä sekä nostaa uusiutuvan energian osuus keskimäärin 20 prosenttiin loppukulutuksesta. Suomi haluaa kuitenkin toimia kärkimaana maailmassa ja on käynnistänyt ERA17 -Energia- ja ilmastotavoitteiden toteuttamiseksi rakennetun ympäristön aika 2017 -toimintaohjelman, jolla tavoit-

teisiin halutaan päästä jo vuonna 2017, eli samana vuonna, kun itsenäinen Suomi juhlii 100 -vuotista olemassa oloaan. (16.)

Suomessa on noin 56 000 kerrostaloa, ja näistä vain hieman yli puolet on rakennettu vuoden 1970 jälkeen. Asuinrakennusten perusparannustarve on vuosina 2006 - 2015 VTT:n ASPE-peruslaskelman mukaan yhteensä 18 miljardia euroa kymmenessä vuodessa. Perusparannustarpeessa olevissa rakennuksissa on 630 000 asuntoa. Tämä on 1,8 miljardia euroa ja 63 000 asuntoa vuotta kohti. Rakentaminen onkin siirtymässä uudistuotannosta korjausrakentamiseen ja lähitulevaisuudessa korjausrakentamisen piiriin on tulossa suuri rakennuskanta, eli niin sanottuna elementtiaikakaudella, vuosina 1960 - 1980 rakennetut kerrostalot. Näissä tulee olemaan merkittäviä korjaustarpeita, niin julkisivujen, kuin talotekniikan osalla. (17, s. 4 - 5.)

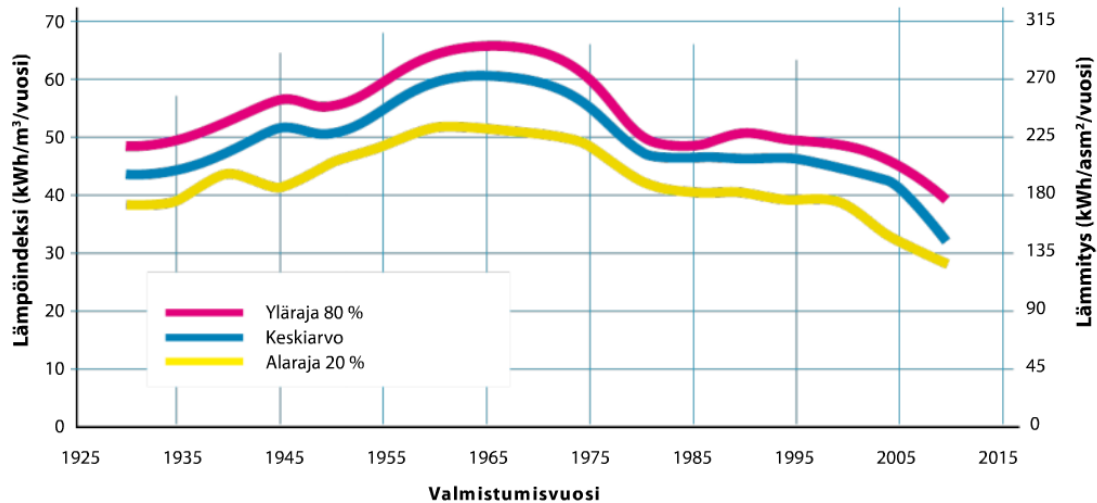
2.5 Asuinkerrostalojen energiankulutus

Suomen asuinkerrostaloista jopa 60 prosenttia on rakennettu 1960 - 1980-lukujen aikana. Lämmöneristysvaatimukset ovat olleet sinä aikana vielä vaatimattomia verrattuna nykypäivän vaatimukseen ja siksi säästöpotentiaali energiankulutuksessa on verraten suuri. Kuvassa 2 on esitetty suomen rakennuskannan ikäjakauma. (18, s. 11.)



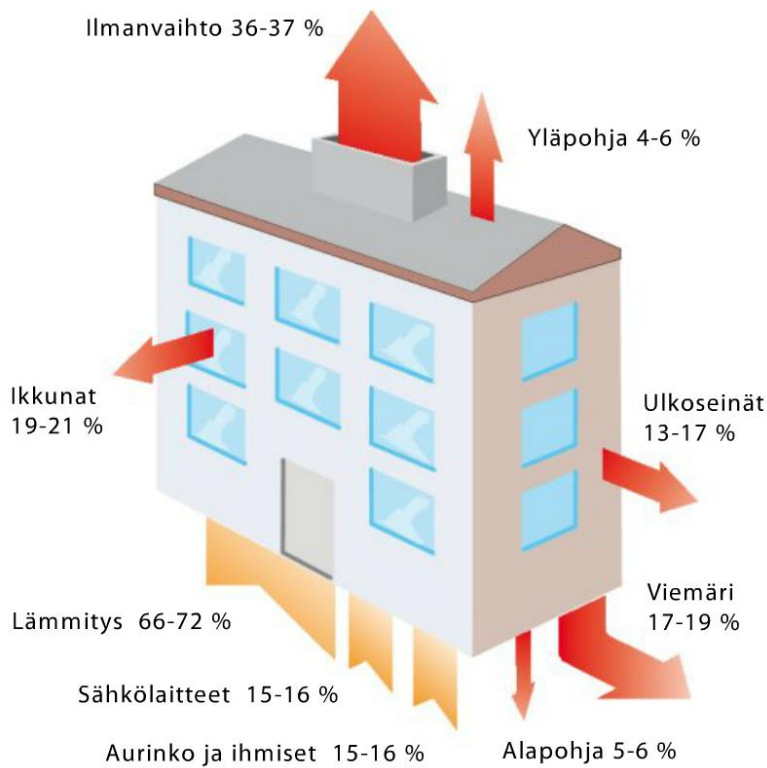
KUVA 2. Suomen asuntokannan ikäjakauma vuonna 2011 (19)

Kuvasta 3 käy ilmi, että 1960 - 1980 luvuilla valmistuneiden asuinkerrostalojen lämmitysenergian tarve suuri. Tämä johtuu vaatimattomien lämmöneristysvaatimusten lisäksi 1960-luvulla yleistyneestä koneellisesta poistoilmanvaihdosta, jossa ei ole lämmön talteenottoa. Kuvassa näkyy myös vuonna 1978 kiristettyjen lämmöneristysvaatimusten vaikutus, vaatimuksia kiristettiin 30 prosenttia aikaisempiin vaatimuksiin nähden. Käyttöveden lämmitykseen kuluu 20 - 30 prosenttia kiinteistön lämmitysenergiasta. (18, s. 22.)



KUVA 3. Asuinkerrostalon lämmitysenergiankulutus (18, s. 21.)

Energiansäästötoimien oikein kohdistamisen edellytys on, että tiedetään mistä lämpöenergiaa rakennukseen tulee, ja mistä lämpöhäviöt koostuvat. Jakautumista voidaan havainnollistaa lämpöenergiataseella. Kuvassa 4 on esitetty tyypillisen 1960 - 1980-luvun asuinkerrostalon lämpöenergiatase.



KUVA 4. Lämpöenergiatase 1960 - 1980-lukujen asuinkerrostaloissa (18. s. 19.)

Asuinkerrostalojen suurimmat lämpöhäviöt syntyvät ilmanvaihdon, ikkunoiden ja lämpimän käyttöveden myötä. Ylä- ja alapohjien kautta ei suuria lämpöhäviöitä synny. Vastaavasti lämpöenergiaa syntyy ihmisistä ja auringosta, tämä on niin sanottua ilmaista energiaa. Lisäksi sähkölaitteet tuottavat lämpöä, ja esimerkiksi kaukolämmitteisen asuinkerrostalon lämpöenergiasta 20 prosenttia voi syntyä välillisesti sähkölaitteista. Lämmityskauden ulkopuolella tämä näkyy kasvavana jäähdystistarpeena, mikä aiheuttaa myös kustannuksia. (18, s. 20.)

Vaikka ulkovaipan lämpöhäviöt ovat huomattavasti pienempiä nykypäivän rakennuksissa, ei vanhojen rakennusten saneeraaminen pelkästään energiansäästö mielessä ole kannattavaa nykyisillä energianhinnoilla. Suurin hyöty energiaremontista saadaan, kun se tehdään jonkun muun saneerauksen yhteydessä. (20, s. 21.)

KH-kortin X1-00291 mukaan asuinkerrostalojen lämmitysenergiankulutus on 275 kWh/htm^2 . Edellä mainitulla kulutuksella laskettuna vuoden 2000 mukainen lämmitysenergiantarve on n. 14,6 miljoonaa MWh. Asunto- ja kiinteistö­sähkön kulutus on keskimäärin $27,5 \text{ kWh/htm}^2$, joten vuoden 2000 kulutukseksi on laskettu 1,5 miljoonaa MWh. Vettä kerrostalossa kuluu $1,9 \text{ m}^3/\text{htm}^2/\text{vuosi}$, joten vedenkulutus on vuonna 2000 laskettu olevan 100 miljoonaa m^3/vuosi . (20, s. 34.)

Vuosina 1960 - 1969 rakennettiin Suomessa kerrostaloja yhteensä 15 629 000 km^2 , joten aikakauden talojen osuus koko kerrostalokannasta on melkein 20 prosenttia. Rakennusten päämateriaali on betoni, ja ne ovat jo suurilta osin osaelementtitekniikalla rakennettuja taloja. Useat kohteista on jo alun perin liitetty kaukolämpöön. Tyypillisiä piirteitä tämän aikakauden talolle ovat:

- Yksiöitä suuremmissa huoneistoissa on parvekkeet.
- Ikkunat ovat suuri kokoisia.
- Huonekoko on kasvanut verrattuna 50-luvun kerrostaloihin.
- Nykymääräyksiin verrattuna lämmöneristys on heikko.
- Betonirakenteiden pakkasenkestävyys ei ole yhtä hyvä kuin 70 -luvun jälkeisissä kerrostaloissa, koska niissä ei ole käytetty lisähuokoitusainetta, ja näin ollen betonin vaurioitumisriski on suuri.

Aikakauden kerrostalojen energiatehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi putkistokorjauksen yhteydessä. Suositeltavia toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseen:

- ulkoseinien lisäeristäminen ulkopuolelta
- ikkunoiden sekä parvekeovien uusiminen
- ilmanvaihtojärjestelmän rakentaminen asuntokohtaiseksi
- vesikalusteiden uusiminen ja veden mittauksen muuttaminen huoneisto-kohtaiseksi
- lämmitysmuodon vaihtaminen öljystä kaukolämpöön sekä termostaattisten patteriventtiilien asentaminen. (20, s. 36.)

3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KOHTEESSA

Energiatehokkuutta parantavat korjausehdotukset on laadittu rakennusosakohdittaisesti ja talotekniikan osalta käyty läpi lämmitys- ja ilmastointijärjestelmien osalta. Kiinteistön energiankulutuksesta merkittävä osa kuluu ulkovaipan lämpöviöihin, mutta myös vanhentuneesta talotekniikasta löytyy merkittävä säästöpotentialiaali.

3.1 Kohdekiinteistö

Opinnäytetyön kohteena toimii Oulun keskustassa sijaitseva asuinkerrostalo, jonka katutasossa on liiketiloja. Kiinteistö on rakennettu vuonna 1962, ja se on Oulun Diakonissalaitoksen omistuksessa.

Kiinteistö on osittain remontoitu vuonna 2006. Korjaus kohdistui kiinteistön kellari- ja liiketiloihin, jotka korjattiin perusteellisesti. Remontissa toisen kerroksen asuinhuoneistoja muutettiin liiketilojen käyttöön. Rakennuksen Ikkunat ja parvekkeet on uusittu vuonna 1990. Rakennus on muilta osin peruskuntoinen ja alkaa talotekniikaltaan olla elinkaaren lopussa.

Kohdekiinteistöön on osana koko korttelin kattavaa peruskorjaus- ja lisärakentamissuunnitelmaa tehty luonnosvaiheen suunnittelu. Kohde on menossa peruskorjaukseen loppujen kerrosten osalta muutaman vuoden kuluessa ja siksi onkin otollinen aika tutkia energiatehokkaita valintoja peruskorjauksen ajankohdan lähestyessä.

Rakennuksessa on viisi kerrosta, kellari ja kylmä ullakko, jossa sijaitsevat huoneistovarastot. Asuinhuoneistoja rakennuksessa on tällä hetkellä 16. Huoneistojen kokoluokka vaihtelee 23 m²:n yksiöistä aina 93 m²:n kolmioon. Rakennuksen huoneistoala on 927 m² ja tilavuus 3500 m³. Rakennus sijaitsee umpikorttelissa ja on kytketty päätyseinien osalta naapurikiinteistöihin.

Kiinteistö on liitetty kaukolämpöverkkoon ja lämmitysjärjestelmänä toimii vesikiertoiset radiaattorit. Vuonna 2006 remontoituissa tiloissa on uusittu radiaattorit ja siellä on LTO:lla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Asuinkerrosten ja kellarin osalla on koneellinen poistoilmanjärjestelmä ilman lämmön talteenottoa.

Rakennuksessa on paikallaan valettu, kantava betonirunko. Ulkoseinärakenne on toteutettu kuorimuurauksella ja lämmöneristeinä toimii lasivilla. Yläpohja on toteutettu kantavalla massiivilaatalalla, jonka päällä on lastuvillalevyeriste ja valettu palopermanto. Palopermannon päältä on puurakenteisilla ristikoilla nostettu harjakatto, jonka katemateriaalina toimii pelti.

3.2 Ulkovaippa

Ulkovaipan rakenneosat ovat ulkoseinät, ikkunat, ovet, yläpohja ja alapohja. Korjausmenetelmissä käydään läpi kaikkien muiden ulkovaipan osien korjaus ehdotukset, lukuun ottamatta alapohjarakenteita, jotka on korjattu liiketilojen peruskorjauksen yhteydessä vuonna 2006 ja vastaavat eristävyydeltään nyky-päivän vaatimuksia.

Lämmöneristävyysvaatimukset ovat tiukentuneet merkittävästi ulkovaipan osien kohdalla vuosikymmenten aikana, samalla kun lämmöneristeet ja eristystekniikat ovat parantuneet. 50 vuotta sitten olisi ollut mahdottomuus rakentaa nyky-päivän vaatimukset täyttävää rakennusta ilman, että olisi jouduttu tekemään huomattavan paksuja rakenteita, jotka olisivat kustantaneet kohtuuttomasti. (13, s. 127.)

Ehdotetut korjausmenetelmät vaativat arkkitehtonisen tarkastelun niiltä osin, kun ne muuttavat rakennuksen ulkonäköä. Rakennusten arkkitehtonisia arvoja tulee kunnioittaa ja pyrkiä edistämään energiatehokkuutta näitä arvoja tuhoamatta. (21, s. 9.)

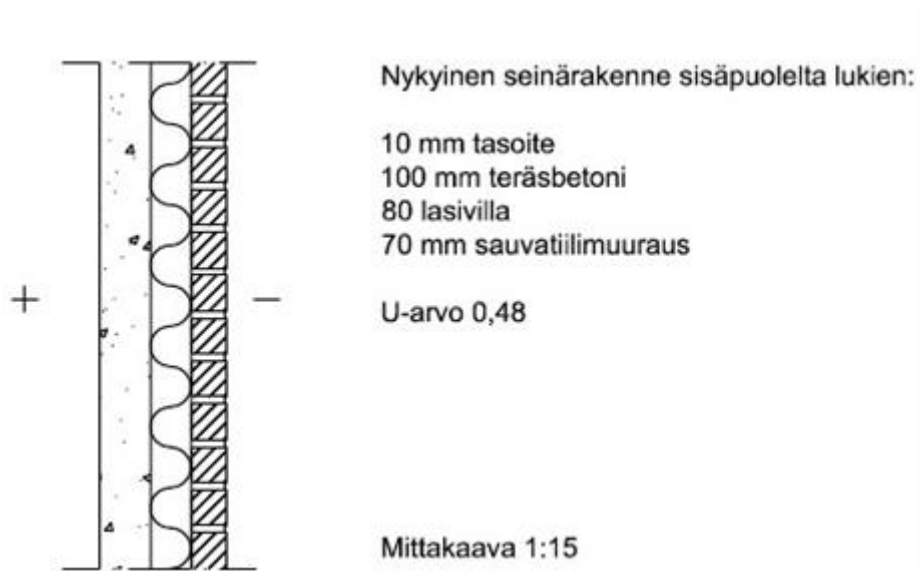
Kaikki ehdotetut korjausmenetelmät ovat korjausrakentamisessa tuttuja korjauskonsepteja ja hyväksi havaittuja. Korjaukset tähtäävät lämmöneristävyiden parantamiseen joko lisäeristämällä tai rakenneosan uusimisella.

3.2.1 Ulkoseinät

Ulkoseinärakenne on kerrostalon vaipparakenteen oleellisin energiakorjausosa. Työssä esitellään kolme eri korjausvaihtoehtoa ulkoseinän lisäeristämiseksi. Kaikissa korjausehdotuksissa on pyrkimys parantaa rakennuksen ulkovaipan

lämmönvastusta lisäeristämällä, jotta ulkovaipan kautta johtuva energianhukka saadaan mahdollisimman pieneksi.

Kohteelle ei ole tehty ulkoseinien kuntotutkimusta, ja tästä syystä korjausohjelmien soveltuvuutta pitää selvittää vielä perusteellisella kuntotutkimuksella tarvittavine mikrobianalyyseineen. Kohteen sijainnin vuoksi on myös tärkeää tehdä arkkitehtoninen selvitys julkisivun ilmeen mahdollisesta muuttumisesta ennen korjausvaihtoehdon valintaa. Nykyinen ulkoseinärakenne on esitetty alla olevassa kuvassa 5.



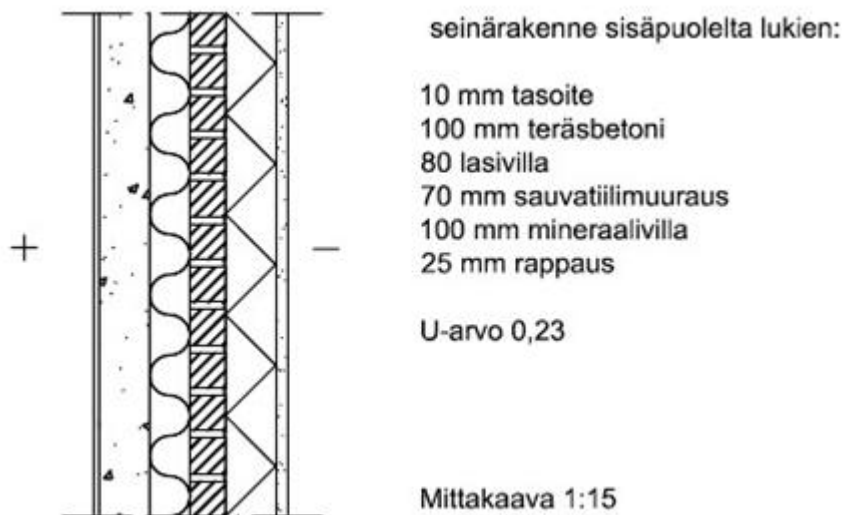
KUVA 5. Nykyinen rakenne

3.2.2 Ulkopuolinen lisäeristys nykyisen rakenteen päälle

Ulkopuolinen lisälämmöneristys olemassa olevan rakenteen päälle toteutetaan eristerappauksella. Tiilimuurauksen ulkopinta tasoitetaan ja uusi eristekerros kiinnitetään siihen liimalaastilla sekä mekaanisilla kiinnikkeillä. Mekaaniset kiinnikkeet viedään kuorimuurin ja eristekerroksen läpi aina kantavaan teräsbetoni-seinään saakka. Näin varmistetaan riittävästä kiinnityksestä. Samoihin kiinnikkeisiin kiinnitetään myös rappausverkko, joka sitoo rappauspinnan kiinni rakenteeseen. Pinta tehdään kolmikerrosrappauksella. Pinnoitteella ja mahdollisella maalilla tulee olla riittävä vesihöyrynläpäisevyys, jotta kosteus ei kerääny pinnoitteen alle.

Kuorimuurauksen kiinnitys on syytä tarkistaa kuntotutkimuksen yhteydessä, ja tarvittaessa se voidaan sitoa kantavaan teräsbetoniseinään käyttämällä ruostumattomia siteitä. Kuorimuurin ulkopuolelle tehtävä lisälämmöneristäminen parantaa vanhan rakenteen olosuhteita ja jatkaa sen elinikää. Kohdekiinteistöissä tälle vaihtoehdolle voi tulla vastaan arkkitehtuurisia rajoitteita.

Menetelmässä on riskinä, että lisälämmöneristyksen vaikutus menetetään, jos nykyisen seinärakenteen kuorimuurauksen ja lämmöneristeen välissä on ilmaraiko. Tällöin rakenteesta ei tule yhtenäinen ja se vaikuttaa lisäeristämisen tehokkuuteen. Ulkopuolisen lisälämmöneristämisen periaate näkyy kuvassa 6.



KUVA 6. Ulkopuolinen lisälämmöneristys

3.2.3 Vanhan ulkokuoren ja eristeen korvaaminen uudella

Korvaavassa menetelmässä vanha tiilimuuraus ja lämmöneristeet puretaan pois kokonaisuudessaan ja korvataan uudella lämmöneristeellä ja kuorirakenteella. Menetelmästä saadaan suurin hyöty, jos eristevahvuutta voidaan kasvattaa mahdollisimman paljon. Arkkitehtoniset vaatimukset mahdollisesti rajoittavat julkisivukuvan muutosmahdollisuutta ja seinävahvuuden kasvattamista.

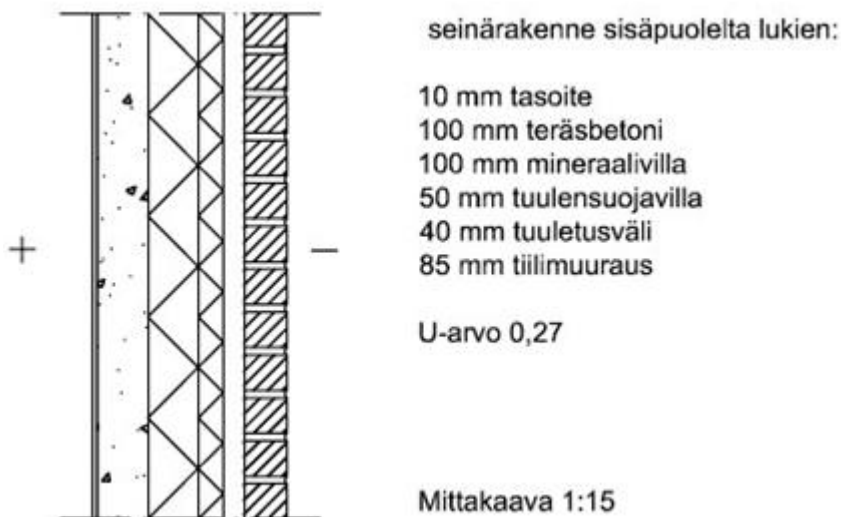
Seuraavaksi esitellyt kolme menetelmää ovat varteenotettavia vaihtoehtoja, mikäli vanha kuorimuuraus on erittäin huonokuntoinen tai vanhassa rakenteessa esiintyy epäterveysriskitekijöitä. Julkisivun purkamisen yhteydessä puretaan myös pellitykset pois, joten nämä on korvattava uusilla. Toteutus riippuu valitta-

vasta menetelmästä, mutta ikkunapellityksien huolelliseen asentamiseen ja kal-
listuksiin on syytä kiinnittää tarkkaavaisuutta oli valittu menetelmä mikä tahan-
sa.

Kuorimuurin uusiminen

Vanha rakenne puretaan betoniseinään saakka ja betoniseinä puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan. Uusi kuorimuuuri rakennetaan pakkasen kestäviä tiiliä ja laastia käyttäen. Tiileksi valitaan 85 mm leveä tiili, jotta seinävahvuus ei lisäeristämisen myötä kasva liikaa. Muurauksessa on otettava huomioon rakenteen riittävä tuuletus ja siksi alimmaisesta tiilirivistä on jätettävä joka kolmas pys-
tysauma avoimeksi. Eristeenä käytetään kivivillaa, ulommaisessa eristekerrok-
sessa tuulensuojavillaa. Eristeet kiinnitetään seinään muuraussiteiden avulla.

Kuorimuurin uusiminen aiheuttaa tarkastelutarpeen muurauksen perustuksille, koska ulkoseinälinja siirtyy lisälämmöneristuksen ja tuuletusvälin lisäämisen myötä ulommas. Nauhamaiset ikkunat aiheuttavat kiinnitystarpeen kerroksittain tiilipinnoitetuilla teräskonsoleilla, jotka ankkuroidaan välipohjan teräsbetonilaat-
taan kiinni. Kiinnityksen riittävyys täytyy varmistaa rakennesuunnittelijalta. Kuo-
rimuurin korvaava menetelmä on esitetty kuvassa 7.



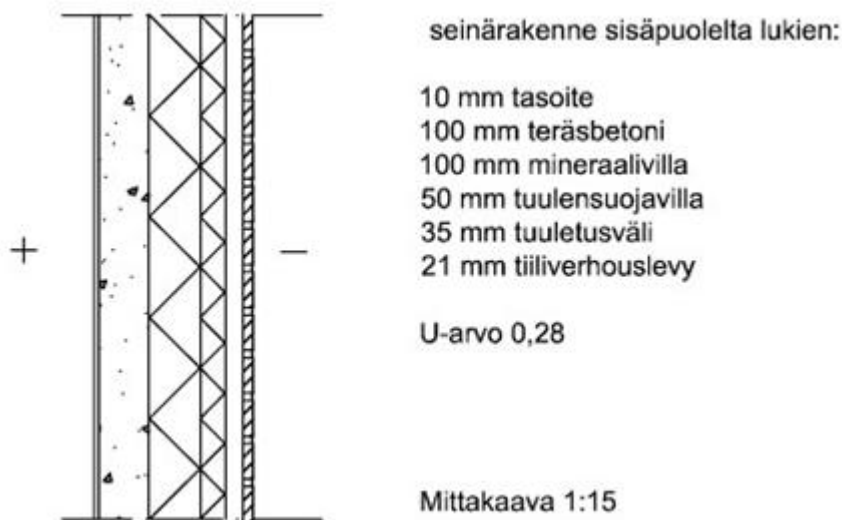
KUVA 7. Korvaava tiiliverhous

Kuorimuurin korvaus tiililaattalevyllä

Vanha rakenne puretaan betoniseinään saakka. Betonipinta puhdistetaan ja tarvittaessa tasoitetaan. Uuden rakenteen kantavat kiinnikkeet kiinnitetään betoniseinään, ja kiinnityksen riittävyys pitää varmistaa. Lämmöneriste ja ulkoverhous asennetaan metallikiskojen avulla seinäkiinnikkeisiin. Ulommainen eriste-kerros tehdään tuulensuojavillasta.

Menetelmä mahdollistaa julkisivun säilyttämisen arkkitehtonisesti lähes ennallaan, koska pinnoitteena on tiililaattalevy. Verrattuna kuorimuurin uusimiseen päästään menetelmällä parempaan U-arvoon samalla seinävahvuudella, koska ulkokuori on verraten ohut, jolloin lämmöneristekerrokselle jää enemmän tilaa.

Ulkoverhouksena oleva tiililaattalevy jäljittelee ulkonäöltään julkisivumuurausta ja pintana toimivat 20 mm:n tiililaatat. Levyä on saatavana erilaisilla tiililimityksillä ja värisaumoilla. Kuorimuurin korvaavan tiililaattalevyverhouksen toteutusmalli on esitetty kuvassa 8.



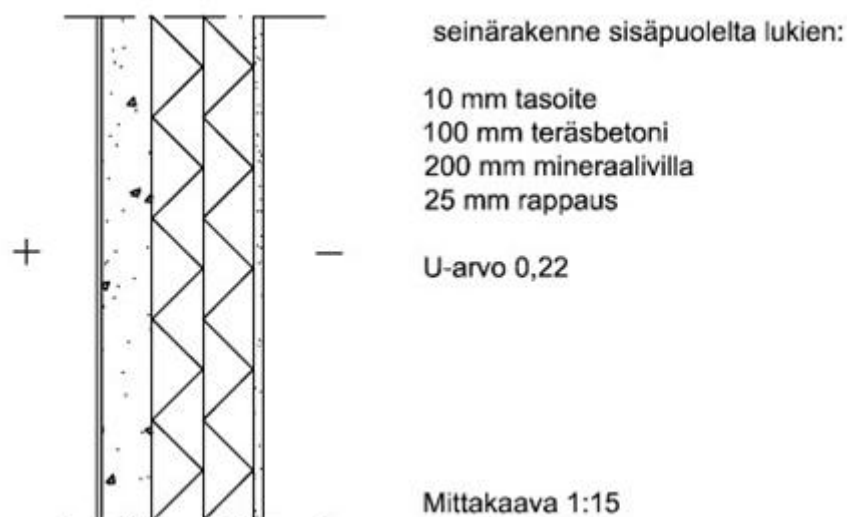
KUVA 8. Korvaava tiililaattalevykuori

Kuorimuurin korvaus eristerappauksella

Vanha rakenne puretaan betoniseinään saakka, puhdistetaan ja tasoitetaan tarvittavissa määrin ennen uuden lämmöneristeen asennusta. Eristeenä käytetään kivivillaa ja pinnaksi tulee paksurappaus. Rappaus ja lämmöneriste kiinnitetään mekaanisilla kiinnikkeillä betoniseinään. Kohteen sijainnin vuoksi pinnoitteenksi valitaan paksurappaus ohutrappauksen sijaan, koska se kestää paremmin mekaanista rasitusta ja sääolosuhteita.

Rakenteessa ei ole erillistä tuuletusväliä, joten asennusvaiheessa pitää olla tarkkana, että rakenteisiin tai eristeisiin ei pääse ylimääräistä kosteutta. Eristerappauksella tehtävä lisäeristys tekee rakenteesta tuulettumattoman. Rappauksella ja mahdollisella maalauksella tulee olla riittävä vesihöyrynläpäisevyys, jotta kosteus ei kerääny pinnoitteen alle ja aiheuta rakenteeseen ongelmia.

Eristerappausmenetelmän etuna muihin esitettyihin kuorimuurin korvaaviin korjausmenetelmiin on, että tällä päästään energiatehokkuudeltaan parhaimpaan tulokseen samalla seinävahvuudella. Eristerappaus muuttaa rakennuksen julkisivukuvaa, ja siksi suunnitelmavaiheessa on tehtävä arkkitehtoninen tarkastelu. Kuorimuurin korvaavan eristerappauksen toteutusmalli on esitetty kuvassa 9.



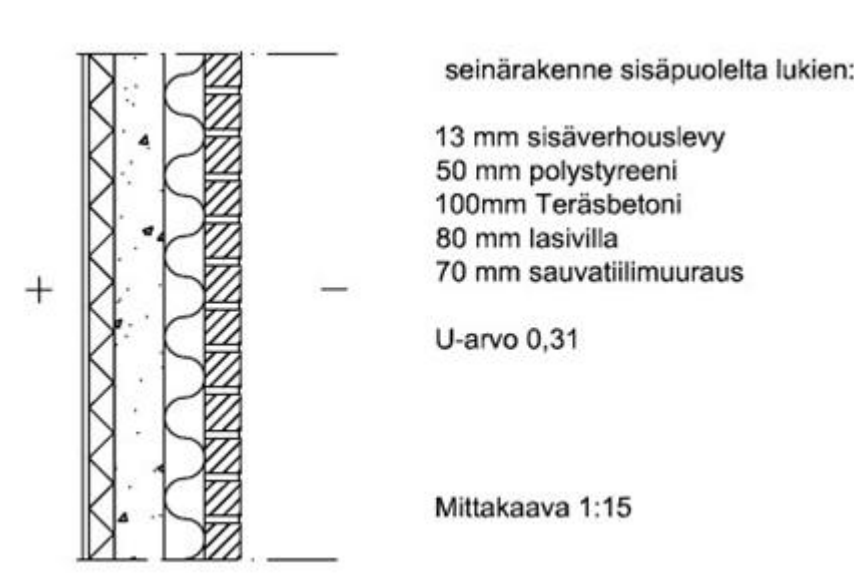
KUVA 9. Korvaava eristerappaus

3.2.4 Sisäpuolinen lisälämmöneristys

Menetelmässä kiinnitetään polystyreenilevyt ulkoseinärakenteen sisäpintaan liimaamalla. Menetelmän toteutus on kohtalaisen helppoa edellä mainittuihin ulkopuolisiin lisälämmöneristys vaihtoehtoihin verrattuna. Levyä on saatavana esimerkiksi Gyproc-pinnoitettuna, joten toimenpiteellä saadaan nopeasti valmis ta pintaa aikaiseksi. Menetelmä sallii olemassa olevan arkkitehtuurin säilymisen ja voi jossain tapauksessa olla ainut vaihtoehto esimerkiksi suojelukohteissa.

Sisäpuolista lisälämmöneristystä ei kuitenkaan suositeta. Tämä ei paranna mahdollisia kylmäsiltoja esimerkiksi välipohjien kohdalta, mutta nostaa seinäpinnan lämpötilaa sisäpuolella parantaen asumisviihtyvyyttä. Sisäpuolinen lämmöneristys laskee vanhan rakenteen lämpötilaa ja näin ollen huonontaa sen olosuhteita. Laskeva lämpötila voi aiheuttaa kuorimuuraukseen pakkasrapautumaa enenevässä määrin. (22, s. 84.)

Sisäpuolelle tehtävän lisälämmöneristämisen suunnittelussa on huomioitava, että se aiheuttaa taloteknisiä muutostöitä, kuten radiaattoreiden ja sähköpistokkeiden siirtoa. Rakennepiirros sisäpuolelle tehtävästä lisäeristyksestä on esitetty kuvassa 10.



KUVA 10. Sisäpuolinen lämmöneristys

3.2.5 Ikkunat

Ikkunaneliöstä johtuu lämpöenergiaa hukkaan lähes kuusinkertainen määrä seinärakenteeseen verrattuna. Normaalisti ikkunoiden vaatima lämmitystehon-tarve vie kolmasosan koko kiinteistön lämmitystehon tarpeesta. Matalaener-giaikkunoissa on kolmesta neljään lasia ja selektiivikalvo tai vastaava sekä läm-pöä eristävää kaasua, kuten argonia tai kryptonaa. Ikkunoiden hankintahinta on normaali-ikkunoihin verrattuna noin 15 - 20 prosenttia kalliimpi, mutta ne sääs-tävät lämmityskustannuksissa koko elinkaarensa ajan ja näin ollen maksavat investoinnin takaisin. (23.)

Ikkunat ovat yleisesti ottaen heikoin lenkki ulkovaipan lämmöneristävydessä. Vaikka ikkunoista pääsee paljon energiaa karkuteille, päästävät ne kuitenkin sisään auringon energiaa lämpönä ja valona.

Koska kohdekiinteistön ulkovaipasta on 19 prosenttia ikkunapinta-alaa, näytte-lee ikkunoiden energiatehokkuus suurta osaa ulkovaipan energiankulutuksessa. Katutason liiketilan ikkunat on uusittu liiketilan perusparannuksen yhteydessä vuonna 2006. Näille ikkunoille ei nähdä uusimisen tarvetta tulevassa peruspa-rannuksessa.

Asuinkerrosten alkuperäiset kaksilasiset ikkunat ovat vaihdettu MSK-ikkunoihin vuonna 1990. Nämä tullaan vaihtamaan A-energialuokan ikkunoihin peruspa-rantamisen yhteydessä. Nykyisten asuinkerrosten ikkunoiden U-arvo on 1,7 W/(m²K). Uusilla energiatehokkaimmilla ikkunoilla päästään arvoon 0,7 W/(m²K).

U-arvo ei kuitenkaan suoraan kerro ikkunoiden energiatehokkuutta, vaan siihen vaikuttaa myös se, kuinka hyvin ikkuna hyödyntää auringon säteilyenergiaa. Ikkunoiden uusiminen parantaa myös rakenteen ilmatiiveyttä. (15.)

Ikkunoiden vaihtamisen yhteydessä on syytä kiinnittää erityistä tarkkuutta liitos-ten eristykseen ja ilmasulkuihin. Ei edes hyvä energiatehokkuuden omaava ikku-na pääse oikeuksiinsa, jos se on asennettu huolimattomasti ja ilmanpitävyyteen ei kiinnitetä riittävästi huomiota.

Ikkunoiden suunniteltu käyttöikä on noin 30 - 50 vuotta. Kiinteistön MSK-ikkunat eivät ole vielä elinkaarensa päässä, mutta energiasäästöä tavoitellessa katsotaan kuitenkin järkevämmäksi uusien ikkunoiden hankkiminen, kuin vanhojen korjaaminen.

Energiatehokkaiden ikkunoiden ulkopintaan voi tiivistyä kosteutta tietyissä sääolosuhteissa. Tätä ei tavanomaisesti tapahdu huonomman energiatehokkuuden omaavissa kolmilasisissa ikkunoissa. Kyseessä on kuitenkin energiatehokkaiden ikkunoiden ominaispiirre ja ilmiön haitat ovat pienet verrattuna syntyvään energiansäästöön ja positiivisiin muutoksiin asumisviihtyvyydessä. (24.)

3.2.6 Ovet

Kohdekiinteistön ulko-ovet on uusittu liiketilojen perusparannuksen yhteydessä 2006. Näiltä osin uusiminen ei ole vielä ajankohtaista, mutta ovien tiivisteet on syytä tarkistaa ja tarvittaessa uusia.

Rakennuksessa on kaksi parvekettä viidennessä kerroksessa. Näiden parveke-ovet ovat uusimisen tarpeessa. Perusparannus luonnoksissa oli ehdotettu parvekkeita sisäpihan puolelle. Jos parvekkeet toteutetaan, valitaan niihin mahdollisimman energiatehokkaat ovet.

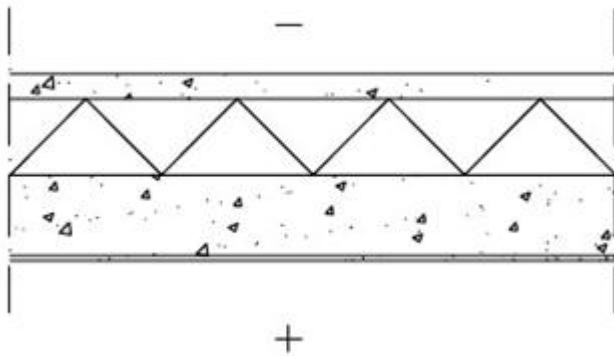
Ovien pinta-ala on kuitenkin pieni suhteessa koko ulkovaipan pinta-alaan, noin 2 prosenttia. Ovien vaihdosta ei ole suoritettu tarkempia energiankulutuslaskuja, vaan laskenta arvona on käytetty $2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ energiankulutuksessa niin nykyisten rakenteiden kuin ehdotettujen rakenteiden osalta.

3.2.7 Yläpohja

Rakennus on harjakattoinen. Kattorakenne on nostettu puuristikoilla palopermannon päältä ja välitila toimii kylmänä käyttöullakkona, jossa sijaitsee huoneistojen kylmävarastot. Yläpohja on betonirakenteinen, ja lämmöneristeenä on käytetty lastuvillalevyä. Tuuletus toimii räystäältä ja tuuletusväli on tällä hetkellä minimissään 100 mm. Pienen tuuletusraon vuoksi yläpohjan lisäeristäminen vaatii muutoksia ristikkorakenteisiin.

Kattorakennetta tullaan muuttamaan siten, että lisälämmöneristystä voidaan asentaa koko yläpohjan alalle 400 mm:n vahvuisena ja tuuletusväliksi räystäälle jää 100 mm. Samalla tutkitaan, onko häkkivarastojen paikka jatkossa käyttöulakolla, ja sen mukaan suunnitellaan uudet ristikkorakenteet. Uuteen rakenteeseen lisätään aluskate katemateriaalin alle, tällä hetkellä sitä ei siellä ole. Yläpohjassa kulkee rakenneaineiset poistoilmakanavat vaakatasossa, ja ne tullaan purkamaan ilmanvaihtojärjestelmän uusimisen yhteydessä.

Kiinteistön yläpohja kattaa noin 26 prosenttia ulkoilmaan rajoittuvista rakenteista, joten sen energiatehokkuus on merkittävässä osassa myös tarkasteltaessa koko ulkovaipan energiatehokkuutta. Kohteen nykyinen yläpohjarakenne selviää kuvasta 11.



Yläpohjarakenne sisäpuolelta lukien:

10 mm tasoite
160 mm teräsbetoni-laatta
150mm lastuvillalevy
50 mm pintabetoni

U-arvo 0,52

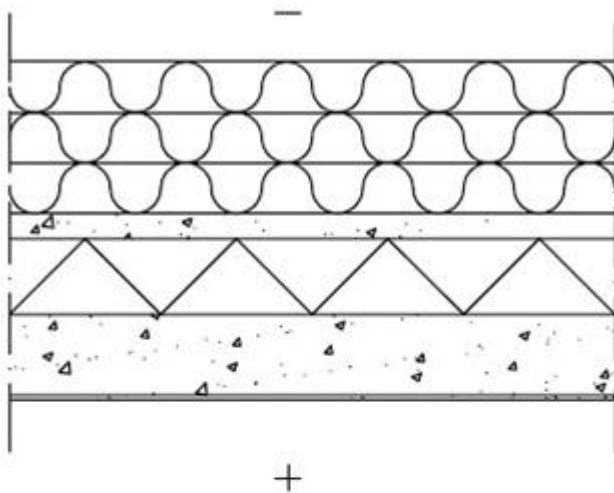
Mittakaava 1:15

KUVA 11. Nykyinen yläpohjarakenne

Kellarin yläpohja porttikäytävän osalla on esitetty liitteessä 9. Tämä on korjattu vuonna 2006, joten sitä ei tarvitse tässä yhteydessä tarkastella.

Nykyisen Rakenteen lisäeristäminen

Vaivattomin ja edullisin vaihtoehto yläpohjan energiatehokkuuden parantamiselle on puhallusvillan lisääminen ullakkotilaan olemassa olevan rakenteen päälle. Nykyiselle rakenteelle on syytä tehdä kattava kuntotutkimus tarvittavine mikrobinäytteineen, jotta sen terveellisyydestä voidaan olla varmoja. Kuvassa 12 esitetyn rakenteen lähtökohtana on kattorakenteiden muutos sellaiseksi, että lisäeristykseen pystyy sinne asentamaan ja tilan tuuletusvaatimukset täyttyvät.



Yläpohjarakenne sisäpuolelta lukien:

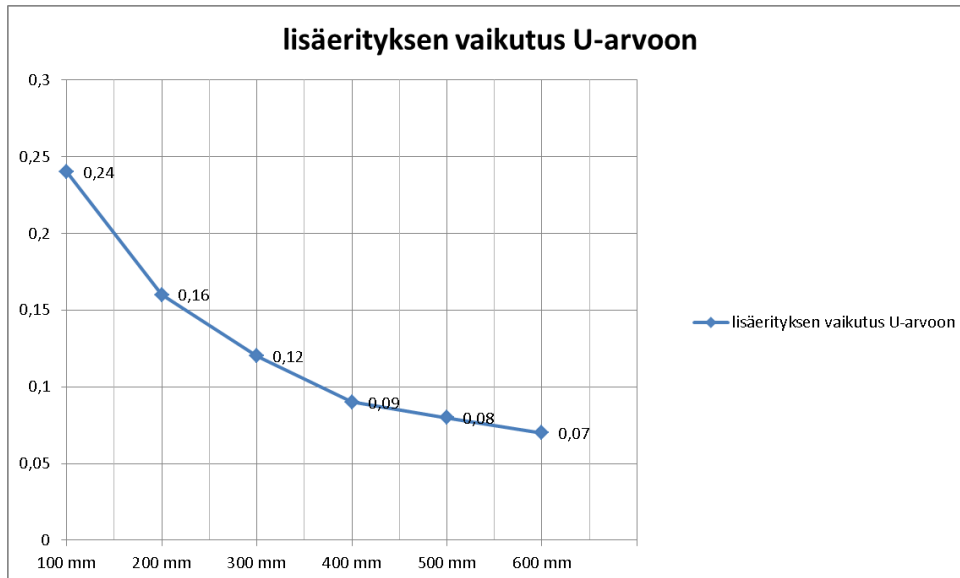
10 mm tasoite
160 mm teräsbetoni-laatta
150mm lastuvillalevy
50 mm pintabetoni
300 mm mineraalivilla

U-arvo 0,12

Mittakaava 1:15

KUVA 12. Lisäeristys nykyisen yläpohjarakenteen päälle

Kuvassa 13 on esitetty DOF-Lämpö-ohjelmalla laskettuja U-arvoja eri eristevahvuuksilla. Eristevahvuuden kasvattaminen ei paranna U-arvoa lineaarisesti, eikä eristevahvuuden kasvatus yli 400 mm:n paranna enää merkittävästi U-arvoa.



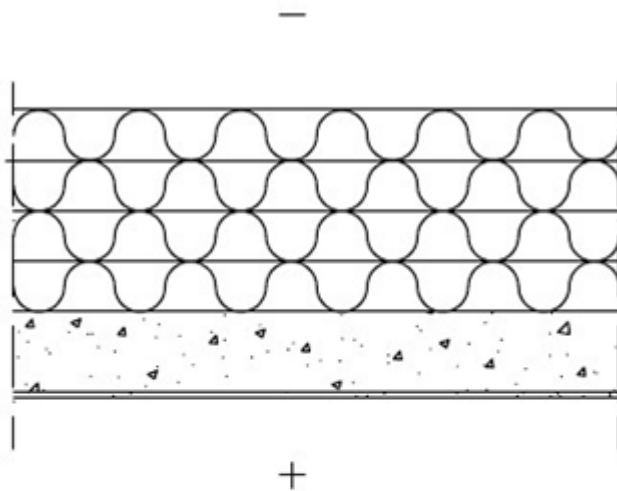
KUVA 13. Eristevahvuuden vaikutus U-arvoon (alkuperäisen rakenteen U-arvo 0,52)

Lämmöneristeen korvaaminen ja lisäeristys

Eristekerroksen korvaavalla menetelmällä varmistetaan rakenteen terveellisyydestä, joskin se aiheuttaa yläpohjarakenteessa purkutöitä, mutta niiden vaikutus katon uusimisen yhteydessä on vähäinen. Lastuvillalevyeristeen korvaaminen nykyaikaisilla eristellä parantaa rakenteen energiatehokkuutta. Eristeenä korjausvaihtoehdossa käytetään puhallusvuorivillaa.

Myös tämän menetelmän toteuttamiseksi ristikkorakenteita on muutettava, jotta riittävä tuuletus ullakkotilassa saadaan toteutettua lisäeristämisen jälkeenkin. Nykyinen ristikkorakenne sallisi vain noin 200 mm:n eristyskerroksen lisäämisen kantavan laatan päälle ja se on liian vähäinen nykyvaatimuksiin nähden. Ristikkorakenteet on tuettu nykyisen pintalaatan päälle ja pintalaatan poistamisen yhteydessä ristikkorakenteiden tukeminen olisi suunniteltava uudelleen, joten ristikoiden korvaaminen on tässäkin menetelmässä suotavaa. Kuvassa 14 esi-

tetyn rakenteen lähtökohtana on kattorakenteiden muutos sellaiseksi, että lisäeristysten pystyy sinne asentamaan ja tilan tuuletusvaatimukset täyttyvät.



Yläpohjarakenne sisäpuolelta lukien:

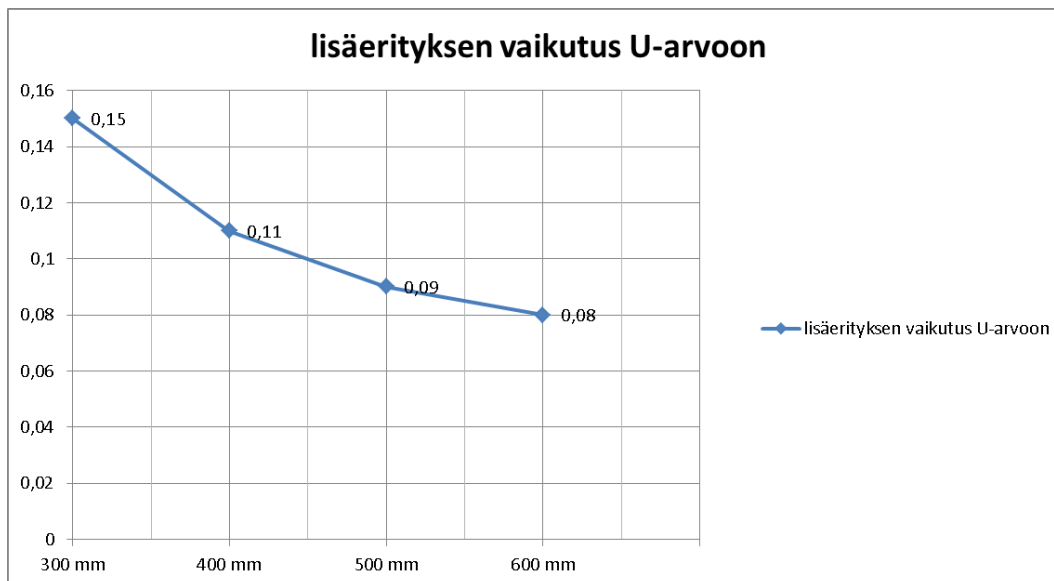
10 mm tasoite
160 mm teräsbetoni-laatta
400 mm mineraalivilla

U-arvo 0,11

Mittakaava 1:15

KUVA 14. Nykyisen lämmöneristeen korvaaminen uudella

Kuvassa 15 on esitetty DOF-Lämpö-ohjelmalla laskettuja U-arvoja eri eristevahvuuksilla lämmöneristeen korvaavalle menetelmälle. Kuten kuvasta käy ilmi, ei korvaavalla menetelmälläkään välttyä kattorakenteiden muutokselta. Eristystä on laitettava minimissään 400 mm, että päästään lähelle nykypäivän vaatimustasoa.



KUVA 15. Eristevahvuuden vaikutus U-arvoon (alkuperäisen rakenteen U-arvo 0,52)

3.2.8 Alapohja

Alapohjarakenteet on uusittu liiketilojen peruskorjauksen yhteydessä 2006, joten näihin ei ole tarvetta tehdä muutoksia. Peruskorjattujen alapohjien rakennemallit löytyvät liitteistä 7,8 ja 10.

3.3 Talotekniset korjaukset

Ilmanvaihtojärjestelmän kautta hukkuu jopa kolmasosa rakennuksen lämmitysenergiasta. Rakennuksen muiden korjaustoimenpiteiden vaikutukset ilmanvaihtoon on syytä selvittää, sillä esimerkiksi ulkoseinien lisäeristäminen voi jopa huonontaa sisäilman laatua. Vanhojen rakennusten ilmanvaihto on suunniteltu lähinnä rakenteiden toimivuuden vuoksi, eikä niinkään asumismukavuutta silmällä pitäen. Noin 70 prosenttia 1960-luvulla rakennetuista asuinkerrostaloista on toteutettu koneellisella poistoilmavaihtojärjestelmällä. (25, s. 17 - 20.)

Kohdekiinteistön ilmanvaihto on toteutettu koneellisella poistoilmavaihtojärjestelmällä, jossa kaksivaiheinen huippuimuri katolla hoitaa poistoilman rakennusmateriaalisia yhteispoistokanavia pitkin ulos. Järjestelmässä ei ole lämmöntalteenottoa. Korvausilma huoneistoihin on hoidettu ikkunan yläosassa sijaitsevien venttiilien kautta.

Ilmanvaihdon energiatehokkain toteutustapa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Käyttökelpoisia malleja on kaksi: Keskitetty- ja huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä. Molempien tärkeimpänä energiatehokkuutta edistävänä tekijänä on poistoilmasta talteen otettava lämpö ja sen uudelleen käyttäminen tilojen lämmitykseen. Huoneistokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän lämmön talteenoton hyötysuhde on jopa 80 prosenttia, kun vastaavasti keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän lämmön talteenoton hyötysuhde on noin 40 prosenttia.

Keskitetyssä mallissa ilmanvaihtokoneet sijoitetaan katolle tai ullakolle, jolloin ne eivät syö tilaa itse huoneistoista, kuten huoneistokohtaisessa mallissa. Keskitetyssä järjestelmässä on kuitenkin ongelmana löytää riittävästi tilaa tuloilmakanaville, vaikka poistoilmakanavat saataisiinkin mahdutettua vanhaan rakennearineeseen poistoilmakanavaan. Suositeltavaa on ilmanvaihdon toteuttaminen huoneistokohtaisena, jolloin sisätilavuudesta hiukan tingitään, mutta hyötysuhteessa voitetaan. Samalla ullakolla sijaitsevat poistoilman vaakakanavat voidaan purkaa haittaamasta lisäeristämistä.

Lämmitysjärjestelmänä on kaukolämpö ja vesikiertoinen radiaattorilämmitys. Kaukolämmönsiirrin on uusittu vuonna 2006, joten sen uusiminen ei ole vielä ajankohtaista. Patteriverkosto tullaan uusimaan perusparannuksen yhteydessä. Uusimisen yhteydessä on suositeltavaa rakentaa järjestelmä jakotukilla, jolloin huoneistokohtainen lämmönsäätö on mahdollista toteuttaa ja samalla saadaan mittarin lisäyksellä mitattua huoneistokohtainen lämmitysenergian kulutus. Suunnitteluvaiheessa tärkeässä osassa on järjestelmän mitoitus. Lisäeristämisen ja taloteknisten korjausten myötä lämmitystarve vähenee merkittävästi.

Vesilinjojen korjauksen yhteydessä on kiinnitettävä erityisesti huomiota vesikalusteiden vedenkulutukseen. Suomalainen käyttää normaalisti vettä 155 litraa vuorokaudessa, josta lämpimän veden osuus on noin 40 prosenttia. Vedenkulutuksen pienentäminen on oleellinen säästökohde, koska rakennuksen kokonaisenergiasta kuluu noin 40 prosenttia käyttöveden lämmitykseen. Vesipisteet kuluttavat noin 63 prosenttia lämpimän käyttöveden energiasta, loppu menee kulutuksesta riippumattomiin lämpöhäviöihin. Karkeasti sanottuna 20 prosentin säästö veden kulutuksessa vähentää veden lämmityksen tarvitsemaa energiaa

10 prosenttia ja rakennuksen kokonaislämmitysenergiantarvetta 5 prosenttia. (25, s. 37.)

Tehokas tapa vedenkulutuksen vähentämiseen on huoneistokohtainen vedenkulutuksen mittaaminen. Tutkimusten mukaan toimenpide vähentää vedenkulutusta 10 - 30 prosenttia ja vähentää lämmitysenergiakulutusta 3 - 9 prosenttia. Huoneistokohtaisten vesimittareiden asentaminen on aina kannattavuudeltaan tapauskohtainen, mutta vesiputkien uusimisen yhteydessä se on yleensä kannattavaa. (25, s. 40.)

3.4 Energian kulutuksen laskenta

Energiankulutus lasketaan Energiajunior 12 -ohjelmalla. Laskenta perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaiseen laskentamalliin. Energiajunior 12 -ohjelmalla voi laskea jäähdyttämättömän rakennuksen energiankulutuksen sekä laatia energiatodistuksen. Ohjelmaan on syötetty lähtötiedot kiinteistöstä muun muassa rakennuksen pinta-alat, tilavuus, U-arvot eri rakenteille ja taloteknisiä tietoja. Pinta-aloihin ja rakenteisiin liittyvät tiedot on selvitetty olemassa olevista rakenne- ja arkkitehtipiirustuksista sekä rakennusselosteesta. Kaikkien rakenteiden U-arvot on laskettu DOF-Lämpö-ohjelmalla, joka laskee arvot Suomen rakentamismääräyskokoelma C3:n mukaan. Laskentatulokset löytyvät liitteestä 11.

Kohdekiinteistön energiantarve lasketaan ensin nykyisillä rakenteilla. Lisäksi lasketaan eri korjausehdotusten mukaisten rakenteiden energiantarve ja vertailaan saatuja tuloksia keskenään. Nykytilanteen tiedoista saadaan rakennuksen tämänhetkinen laskennallinen energiankulutus, jota verrataan korjausehdotusten mukaisten rakenteiden laskennalliseen energiankulutukseen. Energiajunior 12 -ohjelmasta saadut laskentatulokset eri rakenteille löytyvät liitteistä 1 - 3.

Laskennassa on käytetty laitesähkön ja veden kulutuksen osalta Energiajunior 12 -ohjelman tarjoamia pinta-alaan sidottuja arvoja, jotka vaihtelevat tiloittain käyttötarkoituksen mukaan. Talotekniikan parannusehdotuksissa on vertailulaskelemissa kiinnitetty huomiota vain parannuksiin ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmissä. Muuten laitesähkön ja veden kulutus on ollut ohjelman tarjoaman pinta-alaperusteisen kulutuksen mukainen.

Vertailussa olleiden rakenteiden U-arvot on laskettu DOF-Lämpö-ohjelmalla ja materiaalin lämmönvastuksena on laskennassa käytetty ohjelman tarjoamia tietoja.

3.5 Laskentamenetelmä määräysten mukaan

Energiajunior 12 -ohjelma laskee lämmitysenergian ja -tehontarpeen Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D5 mukaisesti. Alla on yleisellä tasolla kerrottu laskumenetelmästä. D5:n mukaiset laskentaperiaatteet käydään pääpiirteittäin läpi.

Energiankulutus lasketaan energiatasemenetelmällä, jossa energiankulutus lasketaan kuukausittain ja poistuvana energiamääränä menetelmässä käytetään rakennukseen sisään tulevaa energiamäärää. Vuosikulutus saadaan kuukausikulutusten summana. (3, s. 9.)

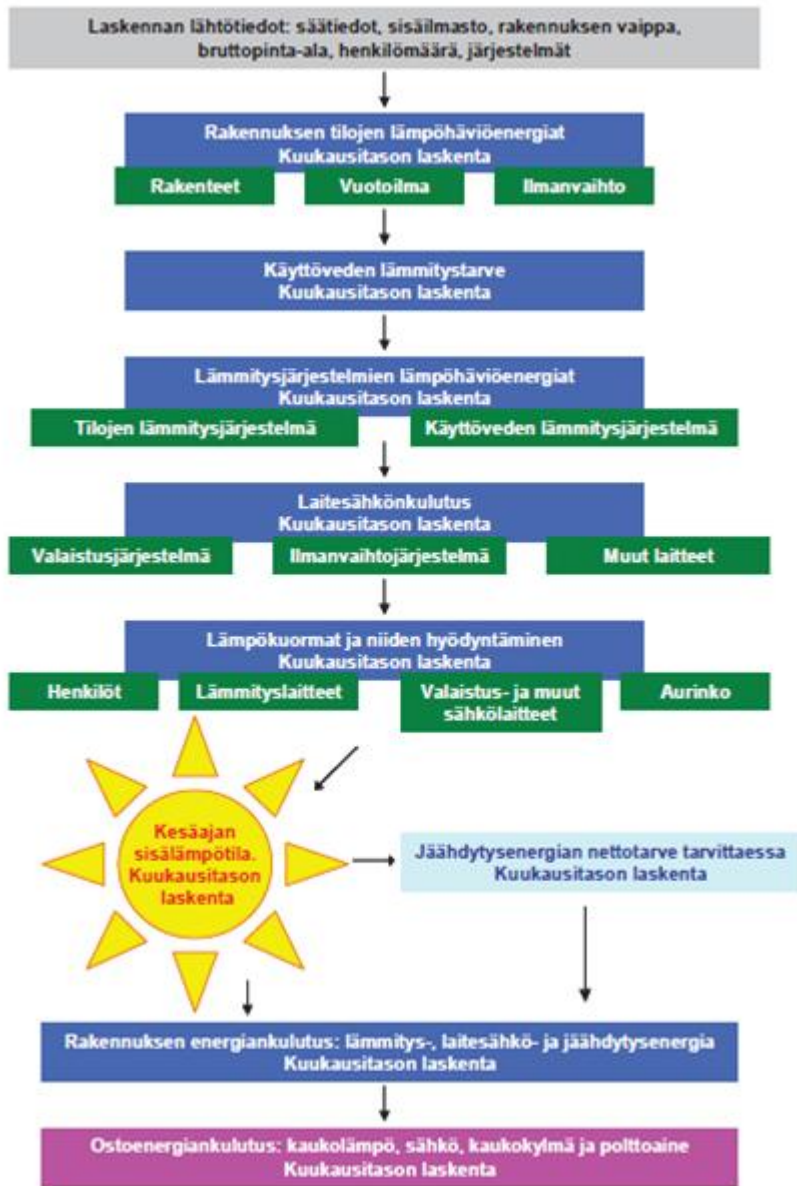
Laskentamenetelmässä käytettävään energiataseeseen sisältyy lämmitys-, sähkö-, ja jäähdytysenergia sekä näiden vaikutus toisiinsa. Energiantarve koostuu käyttöveden ja tilojen lämmitystarpeesta sekä sähköenergiantarpeesta ja jäähdytystarpeesta. Energiantarve katetaan järjestelmien siirtämällä energialla, joka koostuu lämpö-, sähkö- ja jäähdytysenergiasta sekä auringon säteilyenergiasta ja muista lämpökuormista. Ostoenergiankulutus lasketaan rakennuksen energiankulutuksesta kiinteistökohtaisen energiantuotannon vuosihyötysuhteen perusteella.

Energiankulutus lasketaan seuraavin vaihein:

1. lämpöhäviöenergiat (vaippa, vuotoilma ja ilmanvaihto)
2. käyttöveden lämmitystarve
3. lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat
4. laitesähköenergiankulutus
5. lämpökuormat

6. jäähdytysenergiantarve ja kulutus sekä kesäajan sisälämpötila
7. lämmitysenergiankulutus
8. rakennuksen energiankulutus
9. ostoenergiankulutus (3, s. 10.)

Laskelmissa otetaan huomioon lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöt. Osa lämpöhäviöstä tulee lämpökuormana sisälle pienentäen tilojen lämmitysenergian nettotarvetta. Laskelmissa ei oteta huomioon eri energiamuotojen (lämpö-, sähkö- ja kylmäenergian) kiinteistökohtaisen tai ulkopuolisen energiatuotannon häviöitä. Laskennan vaiheet on esitetty kuvassa 16. (3, s. 9 - 10.)



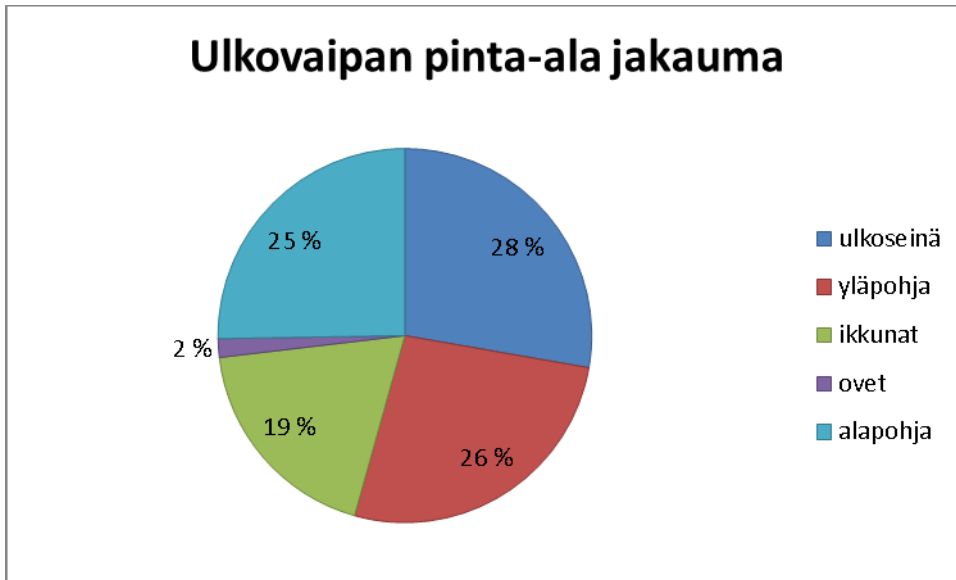
KUVA 16. Energiataseen laskennan vaiheet (3, s. 11.)

3.6 Nykyiset rakenteet

Kiinteistön laskennallinen lämmitysenergian tarve on tällä hetkellä 110 022 kWh/a. Rakennus sijaitsee umpikorttelissa ja omaa yhteisiä seiniä naapurikiinteistöjen kanssa, tämän vuoksi kohdekiinteistön ulkoseinän pinta-ala on pieni verrattuna erillistaloon.

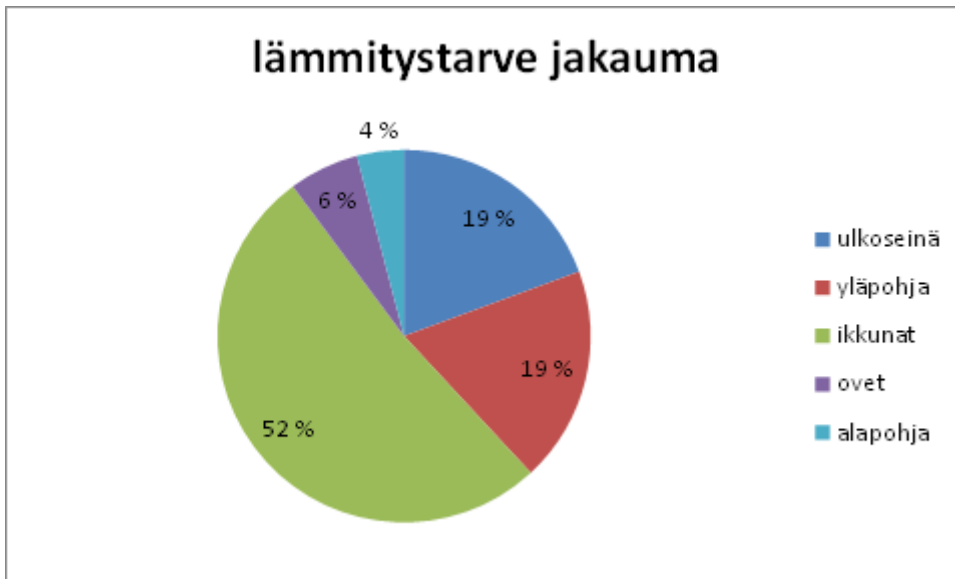
Energiajunior 12 -ohjelmalla laskettaessa kohdekiinteistö kuuluu energialuokkaan D, ET-luvun ollessa 165 kWh/bm²/a. Naapurikiinteistöihin rajautuvia seiniä ei ole syötetty Energiajunior 12 -ohjelmaan ulkoseinänä, koska ne rajautuvat

periaatteessa lämpimään tilaan. Tämä korostaa entisestään ikkunoiden merkitystä energiatehokkuuden parantamisessa, koska niiden pinta-ala on verrattain suuri suhteessa ulkoseiniin. Kytkeyille seinille on lisätty kylmäsilat seinien korkeudelta ulkonurkkaliittymän mukaan. Rakennuksen ulko-ilmaan rajoittuvat rakenteet jakautuvat prosentuaalisesti kuvassa 17 esitetyllä tavalla.



KUVA 17. Ulkovaipan rakenneosien pinta-ala jakauma

Vuonna 2006 korjattuihin tiloihin ei ole tässä vaiheessa tarvetta tehdä muutoksia. Tarkastelun alla ovatkin pääasiassa ulkokuoren energiatehokkuutta edistävät menetelmät. Kuvaan 18 on koottu Energiajunior 12 -ohjelman raportista saadut lämmitystehon tarpeet ulkovaipan eri osille.



KUVA 18. Ulkovaipan lämmitystehontarpeen jakauma rakenneosittain

Ikkunoiden vaatima lämmitysteho on yli puolet koko ulkovaipparakenteen vaatimasta lämmitystehon tarpeesta. Osittain tämä selittyy sillä, että katutasossa sijaitsevan liikehuoneiston näyteikkunat ovat isot. Perimmäinen syy on kuitenkin umpikorttelissa sijaitsevan kytketyn kiinteistön pieni ulkoseinäala. Ikkunat ovat uusittu vuonna 1990, mutta niiden U-arvo ei täytä nykypäivän suositusten tasoa.

Alapohjaan ja ulko-oviin ei ole tarvetta puuttua tässä yhteydessä, sillä niiden kokonaisvaikutus lämmitysenergian tarpeeseen on 10 prosenttia. Ulkoseinät, yläpohja ja ikkunat aiheuttavat yhteensä 90 prosenttia lämmitystehon tarpeesta.

Rakennuksen laskennallinen ostoenergian kokonaiskulutus on tällä hetkellä 171 180 kWh/a. Ostoenergia jakautuu ostetun sähkön ja kaukolämmön osalta suhteessa sähkö 35,7 prosenttia ja kaukolämpö 64,3 prosenttia, laskennallisen sähköenergiankulutuksen ollessa 61 158 kWh/a.

3.7 Ehdotetut rakenteet

Tarkastelun alla oli 15 eri ulkoseinän lisäeristysvaihtoehtoa edellä esitettyjen menetelmien mukaisesti eri eristevahvuuksilla. Lisäksi tarkasteltiin eri menetelmien yhdistelmiä. Yläpohjan osalta tarkastelussa oli kaksi lisäeristämistä vaihtoehtoa edellä mainittujen ehdotelmien mukaisesti eri eristevahvuuksilla. Kaikkien

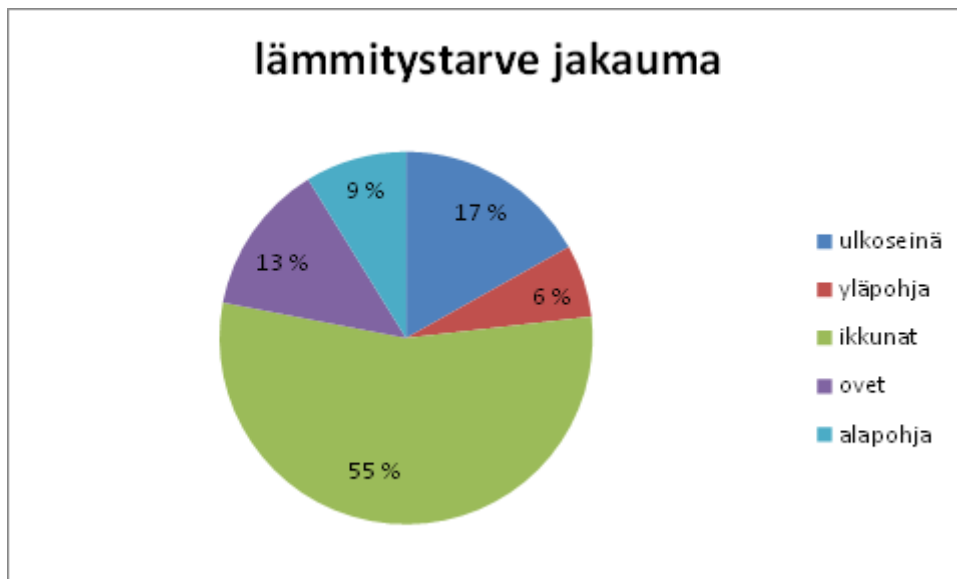
vaihtoehtojen energiatarkastelu on tehty Energiajunior 12 -ohjelmalla ja niiden tuomat energiansäästöt verrattuna nykyrakenteeseen löytyvät liitteistä 4 - 6.

Lähtökohtana on ollut päästä korjausehdotuksen U-arvoissa lähelle nykypäivän vaatimuksia ja siksi seinärakenteen U-arvoksi on laskennassa valikoitunut $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, johon vertaillussa olleista ratkaisuista kolme ylsi. Kaikilla vaihtoehdoilahan päästään vaadittavaan U-arvoon, mutta tarkoitus on päästä tähän mahdollisimman vähällä ulkoseinän vahvuuden kasvatuksella. Lopullinen ehdotelma on kuorimuurin ja vanhan eristeen korvaava eristerappaus 250 mm :n lämmöneristevahvuudella, jolla päästiin siis U-arvoon $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Sisäpuolinen lisäeristäminen on myös mukana laskelmissa, mutta se ei ole järkevä vaihtoehto muuten kuin arkkitehtonisten vaatimusten täyttämiseksi.

Yläpohjan osalta vaihtoehdoksi valikoitui vähiten rakenteen vahvuutta lisäävä menetelmä, joka on nykynormien mukainen. Kattorakenteeseen joudutaan joka tapauksessa tekemään muutoksia, koska räystäsalueen lisäeristäminen ei muuten onnistu siten, että riittävä tuuletus säilyy. Yläpohjarakenteen parannusmenetelmäksi valikoitui vanhan eristeen korvaava menetelmä, jossa eristevahvuus nostetaan 600 mm :iin ja U-arvoksi saadaan $0,08 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Ikkunoiden vaihtaminen matalaenergiakkunoihin tiputtaa U-arvon nykyisestä $1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ arvoon $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Nykypäivänä matalaenergiakkunoita on kasvavissa määrin tarjolla. Ehdotelmaan ei valittu mitään tietynmerkkistä ikkunaa vaan eri valmistajien tiedoista valittiin U-arvoksi arvo, joka on nykytekniikalla mahdollista toteuttaa. Laskennassa käytettiin ilmanvuotolukuna normien määräämää 4 l/h , koska mittausta kohteelle ei ole suoritettu. Ikkunoiden uusimisen yhteydessä huolellisella detaljityöllä ja toteutuksella tätäkin arvoa saataisiin parannettua.

Korjausehdotuksilla saadaan laskennallisen ostolämpöenergian kulutukseksi $73\,876 \text{ kWh/a}$. Korjausehdotuksen mukaisten rakenteiden lämmitysenergian tarve rakennusosittain on esitetty kuvassa 19.



KUVA 19. Lämmitystehontarpeen jakauma korjatuilla rakenteilla

Ikkunoiden osuus lämmityksen energiantarpeen jakautumisessa kasvaa prosentuaalisesti entisestään, vaikka ikkunoiksi on valittu matalaenergiaikkunat. Syy ikkunoiden energiankulutuksen prosentuaaliselle kasvulle johtuu seinän ja yläpohjan lämmöneristävyyden parantumisesta sekä siitä, että katutason liiketilan ikkunoiden uusimista ei ole ajateltu tässä yhteydessä tehtävän. Ovien prosentuaalinen osuus energiankulutuksen jakaantumisessa kasvaa myös huomattavasti lähtökohtaan nähden ja syytä olisi harkita myös ovien uusimista.

Ostoenergian kokonaiskulutus korjausehdotuksen mukaisilla rakenteilla on 135 034 kWh/a, josta sähkön osuus on 61 158 kWh/a. Jakauma prosentteina on: sähkö 45,3 prosenttia ja kaukolämpö 54,7 prosenttia. Näillä arvoilla saadaan C-energialuokaksi ET-luvun ollessa 136 kWh/bm²/a.

Suurin vaikutus energialuokkaan on kuitenkin taloteknisillä ratkaisuilla, koska ilmanvaihto on toteutettu koneellisella poistolla, jossa ei ole lämmön talteenottoa. Vertailuksi vuoksi Energiajunior 12 -ohjelmaan on syötetty myös korjausehdotuksen mukaisen kiinteistön tiedot taloteknisillä parannuksilla: huoneistokohtaisilla tulo- ja poistoilman vaihtokoneilla, joissa lämmön talteenoton hyötysuhde on 50 prosenttia sekä lämmitysjärjestelmän jakotukilla varustettuna. Jakotukki mahdollistaa huoneistojen lämminvesikierron säätämisen huoneistokohtaisesti.

Tällä taloteknisesti parannetulla vaihtoehdolla ostoenergian kokonaistarve tippuu 109 218 kWh/a. Ostoenergia jakautuu seuraavanlaisesti: Kaukolämmön osuus 46 219 kWh/a ja sähkön osuus 62 999 kWh/a. Jakauman osuuksien ollessa prosentteina kaukolämpö 42,3 prosenttia ja sähkö 57,7 prosenttia. Näillä arvoilla päästään A-energialuokkaan ET-luvun ollessa 71 kWh/brm²/a.

3.8 Säästövaikutukset

Liitteissä 4 - 6 on esitetty tarkemmin energiankulutuksen säästövaikutukset eri korjausmenetelmillä. Taulukkoon on lisäksi laskettu euromääräiset säästöt ja laskuissa on käytetty Oulun Energian ilmoittamaa kaukolämmön energiahintaa joka on 1.1.2013 alkaen 0,0432 €/kWh.

Säästöt ulkoseinärakenteen energiatehokkuuden parantamisella vaihtelevat menetelmästä riippuen 78,11 – 354,59 € vuositasolla. Yläpohjan lisäeristyksen tuomat säästöt euroissa ovat luokkaa 263,48 – 481,85 € vuodessa. Talotekniikan parannukset tuovat säästöä energiankulutuksen osalta 90,94 – 855,19 € vuodessa ja nykyisten ikkunoiden vaihto matalaenergiaikkunoihin 780,02 €/a.

Alla olevassa taulukossa 1 on valittujen esitetty korjausmenetelmien tuomat säästöt rakennusosittain euroissa ja säästetyssä lämpöenergiassa vuositasolla. Laskennallinen säästö ilman taloteknisiä korjauksia on noin 1 600 €/a ja taloteknisten korjausten kanssa noin 2 500 €/a.

TAULUKKO 1. korjausehdotusten mukaisten säästövaikutukset vuosisatasolla

Valitut rakenteet		
korjausmenetelmät	Säästö [kWh/a]	Säästö [€/a]
Yläpohja		
Korvaava eristekerros 600 mm	10856	468,98 €
korvaava eristerappaus 250 mm eristevahvuudella	7952	343,53 €
Ikkunoiden vaihto matalaenergiaikkunoihin	18056	780,02 €
yhhteensä	36864	1 592,52 €
Valitut rakenteet + huoneistokohtainen poisto- ja tuloilmanvaihto LTO 50%		
Vertailussa olleet yläpohjan korjausehdotukset	Säästö [kWh/a]	Säästö [€/a]
Yläpohja		
Korvaava eristekerros 600 mm	10856	468,98 €
korvaava eristerappaus 250 mm eristevahvuudella	7952	343,53 €
Ikkunoiden vaihto matalaenergiaikkunoihin	18056	780,02 €
Huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla + jälkilämmityspatterilla	19796	855,19 €
yhhteensä	56660	2 447,71 €

4 YHTEENVETO

Työssä käsiteltiin energiatehokkuuden edistämismenetelmiä asuinkerrostalossa. Kiinteistö sijaitsee umpikorttelissa ja se on kytketty päätyseinistään naapurikiinteistöihin. Lähtökohtaisesti kiinteistö ajateltiin melkoisen energiatehokkaaksi, koska ulkoseinän pinta-alaa on verrattain vähän ja kiinteistö on liitetty kaukolämpöön. Tulokset kuitenkin kertoivat karua kieltä ja kiinteistö kuuluu energialuokkaan D. Pelkillä rakenteellisilla muutoksilla ei rakennuksen energialuokkaa saatu nostettua kuin luokkaan C, vaikka rakennuksen ostettavan lämpöenergian määrä tippuikin lähtökohdasta noin 30 prosenttia. Syy energialuokan vaisuun parannukseen on koneellinen poistoilmanvaihto, jossa poistuvan ilman lämpöä ei hyödynnetä mitenkään. Lisäämällä laskentaan koneellinen poisto- ja tuloilmanvaihto lämmön talteenotolla, jonka hyötysuhde on 50 prosenttia, päästiin energiatehokkuudessa luokkaan A ja ostettavan lämpöenergian kulutus tippui lähtökohtaan verraten miltei 60 prosenttiin.

Kustannuslaskelmia työssä ei ole esitetty, vaan tarkoitus oli saada tilaajalle käsitys ulkovaipan eri osien energiansäästöpotentiaalista, auttaa tulevan perusparannuksen tason valintaa ja luoda näkemys energiatehokkaiden korjausmenetelmien vaikutuksesta energiankulutukseen. Työ tuloksineen ei palvele pelkästään kohdekiinteistöä, vaan se voi toimia työkaluna myös muille tuleville korjauskohteille, kun valitaan tehokkaita menetelmiä kiinteistön energiatehokkuuden edistämiseen.

Kohdekiinteistön säästöt jäivät vuositasolla melko vaatimattomiksi. Ehdotetulla korjausmenetelmällä, jossa yläpohja ja ulkoseinät korjataan sekä vaihdetaan ikkunat, päästiin vuositasolla noin 1 600 euron säästöön energian kulutuksessa. Kun laskentaan lisättiin vielä ilmanvaihdon parannukset, nousi vuodessa saavutettava säästö 2 500 euroon. Summat jäivät sen verran vaatimattomiksi, että niistä voi jo päätellä, ettei ehdotettu korjausratkaisu tule maksamaan itseään takaisin kiinteistön elinkaaren aikana pelkkänä energiansäästönä nykyisillä energian hinnoilla. Täytyy huomioida, että laskennassa käytetyt nykyiset rakenteet on ajateltu täysin toimiviksi ja terveiksi, joten säästöpotentiaali on todennäköisesti todellisuudessa hieman laskentatuloksia isompi.

Energiaremontti ei kuitenkaan pelkästään keskity euroihin, vaikka ne pääsääntöisesti määräävät rakentamisessa. Pitää huomioida, että remontin jälkeen myös asuinviihtyvyys tulee paranemaan huomattavasti ja kiinteistön elinkaari jatkuu.

Energiatehokkuus on voimakkaasti esillä kaikessa uudisrakentamisessa ja määräykset tiukentuivat entisestään viime kesänä. Suuntaus energiatehokkuuden parantamisesta jatkuu samana ja se tulee koskettamaan enenevästi myös korjausrakentamista ensi vuonna uudistettavan rakennuslain myötä. Tuleva perusparannus tulee ajoittumaan aikaan, jolloin voimassa ovat jo uudet korjausrakentamismääräykset. Kaikista työssä käytetyistä korjausehdotelmista on tehty laskelmat Energiajunior 12 -ohjelmalla ja liitteistä 1 - 3 löytyvät tulokset nykytilanteen ja korjausehdotusten mukaisten rakenteiden laskutuloksista energiatodistuksineen. Tämä auttaa valitsemaan tehokkaimmat energialuokan parannusmenetelmät tulevaisuudessa, jos kiristynyt energiatarkastelu sitä vaatii.

Valitettavasti suoritettulla vertailulla ei voi myydä energiatehokkuutta parantavaa koko ulkovaipan korjausta taloudellisesti kannattavana kohdekiinteistöön. Arvioin, että energiatehokkaiden ikkunoiden valitseminen uusimisen yhteydessä ja yläpohjan lisäeristäminen esimerkiksi katon vaihdon yhteydessä tulevat maksamaan itsensä takaisin elinkaaren aikana.

LÄHTEET

1. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/32/EY. 2006. Eurlex. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0032:FI:HTML>. Hakupäivä 15.11.2012.
2. Määritelmiä ja termejä. Energiatehokas koti. Saatavissa: http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/maaritelmiä_ja_termejä/. Hakupäivä 17.11.2012.
3. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta (D5). 2007. Ympäristöministeriö. Helsinki. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>. Hakupäivä 5.9.2012.
4. RIL 249–2009. 2009. Matalaenergiarakentaminen asuinrakennukset. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
5. Tasauslaskentaopas. Ympäristöministeriö. 2010. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=120826&lan=en>. Hakupäivä 17.11.2012.
6. Energian loppukäyttö sektoreittain. 2012. Tilastokeskus. Saatavissa: http://193.166.171.75/graph/gserver.aspx?mimetype=png&ssid=1302061918312&gedit=false&ifile=./temp/080_ehk_tau_108201326182686. Hakupäivä 6.2.2013.
7. Suomen ilmastopolitiikka. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=568&lan=fi>. Hakupäivä 10.10.2012.

8. Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2012. Ympäristöministeriö.
Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=423653&lan=FI>. Hakupäivä 15.19.2012.
9. Lappalainen, Markku. 2012. Betonielementtitalon arvokorjaus. Tampere: Tammerprint Oy.
10. Rakentamisen ohjaus. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=8854>. Hakupäivä 10.10.2012.
11. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=138542&lan=fi>. Hakupäivä 9.11.2012.
12. Korjausrakentaminen. 2012. Suomen Arkkitehtiliitto SAFA. Saatavissa:
http://www.safa.fi/fin/safa/kestavan_suunnittelun_sivusto_-_ekobox/korjausrakentaminen/. Hakupäivä 13.10.2012.
13. RIL 259-2012. 2012. Matalaenergiarakentaminen toimitilat. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärvi: Saarijärven offset Oy.
14. Hekkanen, Martti – Kauppinen, Timo – Santalo, Maria. 1999. Lämmin lähiötalo. Lahti: Päijät-Paino Oy.
15. Korjausrakentamisen kustannuksia 2010. 2010. Rakennustieto Oy. Tallinna: Kolofon Baltic OÜ.
16. Tausta – mikä ERA17?. Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017. Saatavissa: <http://era17.fi/tausta/>. Hakupäivä 1.10.2012.
17. Sitran selvityksiä 11. 2009. Sitra. Saatavissa:
<http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksi%C3%A4%2011.pdf>. Hakupäivä 20.10.2012.

18. Pylsy, Petri – Virta, Jari. 2011. Taloyhtiön energiakirja. Saatavissa:
http://issuu.com/mediat/docs/taloyhtion_energiakirja. Hakupäivä
27.12.2012.
19. Asunnot 2011.2012. Tilastokeskus. Saatavissa:
http://193.166.171.75/graph/gserver.aspx?mimetype=png&ssid=1302061939573&gedit=false&ifile=../temp/050_asas_tau_105201326394946.
Hakupäivä 30.11.2012.
20. Hekkanen, Martti – Hemmilä, Kari – Holopainen, Riikka – Norvasuo,
Markku. 2007. VTT Tiedotteita. Saatavissa :
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2377.pdf>. Hakupäivä 27.12.2012.
21. Lappalainen, Markku. 2011. Kerrostalon peruskorjaus, Suunnittelu ja toteutus taloyhtiössäni. Tampere: Tammerprint Oy.
22. Julkisivujen korjausopas. 1997. Julkisivuyhdistys r.y. hyvinkää: SP-Paino. Saatavissa:
<http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/images/stories/File/JulkkariOpas/julkisivuopas.pdf>. Hakupäivä 15.9.2012.
23. A-luokan ikkunat. Energiatehokas koti. Saatavissa:
http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/miten_tehdaan_energiatehokas_koti/a-luokan_ikkunat/. Hakupäivä 5.10.2012.
24. Ikkunoiden energiatehokkuus. 2012. Motiva. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/ikkunoiden_energialuokitus/ikkunoiden_energiatehokkuus. Hakupäivä 5.10.2012.
25. Jaakkola, Tuomo – Lindstedt, Tuomo – Junnonen, Juha-Matti. 2010. Energiatehokas asuinkerrostalojen talotekniikkakorjaus. Tampere: Tammerprint Oy.

LIITTEET

Liite 1. Nykytilanteen energiaraportit

Liite 2. Rakennetekniset korjaukset energiaraportit

Liite 3. Rakenne- ja talotekniset korjaukset energiaraportit

Liite 4. Yhteenveto ulkoseinärakenteiden korjausehdotusten säästövaikutuksista.

Liite 5. Yhteenveto yläpohjarakenteiden korjausehdotusten ja ikkunoiden uusimisen säästövaikutuksista.

Liite 6. Yhteenveto lämmön talteenoton lisäämisen säästövaikutuksista.

Liite 7. Peruskorjatun kellarin alapohjarakenne 1.

Liite 8. Peruskorjatun kellarin alapohjarakenne 2.

Liite 9. Peruskorjatun porttikäytävän kattorakenne.

Liite 10. Peruskorjatun porttikäytävän lattiarakenne.

Liite 11. U-arvot DOF-Lämpö-ohjelmasta.

E-luvun laskennan tulokset

Rakennuskohde	As. [REDACTED]
Osoite	[REDACTED] 90100, Oulu
Rakennuksen tyyppi	Asuinkerrostalo
Rakennusvuosi	1962
Lisätiedot	

Vyöhyke	E-luku kWh/m ²	Raja	Luokka	Pinta-ala m ²	Tyyppi
Koko rakennus	158	130	D	1152	Asuinkerrostalo
asuinkerrokset	176	130	E	685	Asuinkerrostalo
Liiketila 1 krs	188	240	C	141	Liikerakennus
liiketila 2.krs	131	170	C	134.5	Toimistorakennus
kellari	87	0	C	191.5	Muu rakennus

Vyöhyke:	asuinkerrokset
Käyttötarkoitus:	Asuinkerrostalo
Lämmitetty nettoala:	685 m ²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	30466	1,7	51792	76
Kaukolämpö	98021	0,7	68615	100
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	128487	-	120407	176

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)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	91.97	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	51.12	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
poistoilmapuhallin	3.94	0	0	0
LKV:n apulaitteet	2.81	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	30.66	0	0	0
Yhteensä	40.01	143.1	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	51332	74.94
Ilmanvaihdon lämmitys ³	3060	4.47
LKV:n valmistus	35034	51.14
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	43605	63.66
Ihmiset	10800	15.77
Kuluttajalaitteet	14400	21.02
Valaistus	6600	9.64
LKV	5161	7.53

Vyöhyke:	Liiketila 1 krs
Käyttötarkoitus:	Liikerakennus
Lämmitetty nettoala:	141 m ²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	13797	1,7	23455	166
Kaukolämpö	4318	0,7	3022	21
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0

ID 12.2.838.606

2/3



Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	18115	-	26477	187

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)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	11.44	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	19.18	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
Liiketila 1	0.24	0	0	0
LKV:n apulaitteet	13.67	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	81.34	0	0	0
Yhteensä	97.85	30.62	0	0

¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	1311	9.3
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0	0
LKV:n valmistus	2706	19.19
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	9677	68.63
Ihmiset	1147	8.13
Kuluttajalaitteet	573	4.07
Valaistus	10895	77.27
LKV	1062	7.53

Vyöhyke: liiketila 2.krs
Käyttötarkoitus: Toimistorakennus
Lämmitetty nettoala: 134.5 m²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	8362	1,7	14215	106
Kaukolämpö	4799	0,7	3359	25
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	13161	-	17574	131

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)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	14.44	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	21.24	0	0
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0	0	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
Liiketila 1	0.37	0	0	0
liiketila 2	0.13	0	0	0
LKV:n apulaitteet	14.33	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	44.74	0	0	0

ID 12.2.838.606

3/3



Yhteensä	62.17	35.68	0	0
-----------------	--------------	--------------	----------	----------

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m² a)
Tilojen lämmitys ²	1584	11.78
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0	0
LKV:n valmistus	2858	21.25
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinko	7737	57.52
Ihmiset	1253	9.32
Kuluttajalaitteet	3008	22.37
Valaistus	3008	22.37
LKV	1013	7.53

Vyöhyke: kellari
Käyttötarkoitus: Muu rakennus
Lämmitetty nettoala: 191.5 m²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiansyöttö	
			kWh/a	kWh/(m² a)
Sähkö	8533	1,7	14506	76
Kaukolämpö	2909	0,7	2037	11
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	11442	-	16543	87

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämpöpumppu	0	0

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiansyöttö	Sähkö kWh/(m² a)	Kaukolämpö kWh/(m² a)	Polttoaine kWh/(m² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m² a)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	0.13	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	15.06	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet poistoilmahuoneeseen	14.94	0	0	0
LKV:n apulaitteet	10.06	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	0	0	0	0
Yhteensä	27.6	15.19	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m² a)
Tilojen lämmitys ²	21	0.11
Ilmanvaihdon lämmitys ³	3247	16.95
LKV:n valmistus	2885	15.07
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinko	87	0.46
Ihmiset	0	0
Kuluttajalaitteet	0	0
Valaistus	0	0
LKV	1443	7.53

Laskentatyökalun nimi ja versio: Energijunior 12.2

Energiaselvityksen tekijä: Mika Jaukkuri

Pääsuunnittelija:

Päiväys 28.11.2012 **Allekirjoitus** **Nimen selvennys**

Rakennuksen lämmitysteho

Vyöhyke:	asuinkerrokset
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	3941.28 W
Yläpohja 1:	4471.2 W
Ovi 1:	1453.6 W
Ikkuna 1:	5215.94 W
Ikkuna 2:	4410.48 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	246.56 W
Kylmäsilta 3:	220.8 W
Kylmäsilta 4:	165.6 W
Rakenteet yhteensä:	20125.46 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	24383.34 W
Jälkilämmityspatteri:	0 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	139479.56 W
Vuotoilma:	2181.01 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	186169.37 W
Vyöhyke:	Liiketila 1 krs
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	330.72 W
Yläpohja 1:	0 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	663 W
Ikkuna 2:	1012.18 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	50.96 W
Rakenteet yhteensä:	2056.86 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	7185.63 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	28710.39 W
Vuotoilma:	148.84 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	38101.71 W
Vyöhyke:	liiketila 2.krs
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	187.2 W
Seinä 1:	0 W
Yläpohja 1:	0 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	437.58 W
Ikkuna 2:	601.12 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	54.08 W
Kylmäsilta 3:	74.88 W
Rakenteet yhteensä:	1354.86 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	6854.37 W
Ilmanvaihtolaite 2	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	3120 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	27386.86 W
Vuotoilma:	158.31 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	38874.41 W
Vyöhyke:	kellari
Alapohja (maanvastainen) 1:	785.04 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	351 W

ID 12.2.838.606

2/2



Yläpohja 1:	374.4 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	0 W
Kylmäsilta 1:	62.4 W
Rakenteet yhteensä:	1572.84 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	0 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	38993.19 W
Vuotoilma:	729.16 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	41295.19 W
Rakennuksen lämmitystehontarve	
Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve	45487 W
Ilmanvaihdon lämmitystehontarve	17160 W
Käyttöveden lämmitystehontarve	234570 W
Rakennuksen lämmitystehontarve	304441 W

ID 12.2.838.006 www.energiatodistus.fi



ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Suuret asuinrakennukset**

Osoite: **90100 Oulu**

Valmistumisvuosi: **1962**

Rakennustunnus: **ei tietoa**

Energiatodistus on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä ja perustuu laskennalliseen kulutukseen
- energiakatselmuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen
- erillisen tarkastuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
-100	A	
101-120	B	
121-140	C	
141-180	D	D
181-230	E	
231-280	F	
281-	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm²/vuosi): **165**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Suuret asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:	Todistuksen tilaaja: ODL
Allekirjoitus:	Todistuksen laatija: Mika Jaukkuri
Todistuksen antamispäivä: 28.11.2012	Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä: 27.11.2022

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

ID 12.2.838.808 www.energiainfo.fi



RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus *	221 205 kWh/vuosi
Kiinteistösähkön kulutus	0 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus *	0 kWh/vuosi
Yhteensä	221 205 kWh/vuosi
Rakennuksen bruttoala	1 341 brm ²
Rakennuksen energiatehokkuusluku	165 kWh/brm²/vuosi

* Uudisrakennuksen energiankulutus lasketaan käyttäen RakMk D5 Liite 1 säävyöhyke III (Jyväskylä-Luonetjärvi)mukaisia säätietoja.

Rakennuksen sisäilmasto sekä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Painovoimainen ilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	Ulkoilmaventtiilit	<input type="checkbox"/>
Koneellinen poistoilmanvaihto	<input checked="" type="checkbox"/>	Tuloilman suodatus	<input type="checkbox"/>
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	Lämmöntalteenotto	<input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön		Jäähdytys	<input type="checkbox"/>
Ilmanvaihdon ilmapirrat on mitattu ja todettu riittäviksi vuonna			<input type="checkbox" value="-"/>
Ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu ja tasapainotettu vuonna			<input type="checkbox" value="-"/>
Ilmastoinnin kylmälaitteiden kunto ja energiatehokkuus on tarkastettu vuonna			<input type="checkbox" value="-"/>
Lämmitysjärjestelmä on tasapainotettu vuonna			<input type="checkbox" value="-"/>

ID 12.2.838.752

1/3



E-luvun laskennan tulokset

Rakennuskohde As. [REDACTED] KAIKKI RAKENNUSTEKNISET

Osoite [REDACTED], 90100, Oulu

Rakennuksen tyyppi Asuinkerrostalo

Rakennusvuosi 1962

Lisätiedot

Vyöhyke	E-luku kWh/m ²	Raja	Luokka	Pinta-ala m ²	Tyyppi
Koko rakennus	136	130	D	1152	Asuinkerrostalo
asuinkerrokset	142	130	D	685	Asuinkerrostalo
Liiketila 1 krs	185	240	C	141	Liikerakennus
liiketila 2.krs	122	170	C	134.5	Toimistorakennus
kellari	87	0	C	191.5	Muu rakennus

Vyöhyke: asuinkerrokset

Käyttötarkoitus: Asuinkerrostalo

Lämmitetty nettoala: 685 m²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	30466	1,7	51792	76
Kaukolämpö	64328	0,7	45029	66
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	94794	-	96821	142

Uusiutuva omavaraenergia	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)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	42.78	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	51.12	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
poistoilmapuhallin	3.94	0	0	0
LKV:n apulaitteet	2.81	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	30.66	0	0	0
Yhteensä	40.01	93.91	0	0

¹ Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	23899	34.89
Ilmanvaihdon lämmitys ³	3060	4.47
LKV:n valmistus	35034	51.14
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	43107	62.93
Ihmiset	10800	15.77
Kuluttajalaitteet	14400	21.02
Valaistus	6600	9.64
LKV	5161	7.53

Vyöhyke: Liiketila 1 krs

Käyttötarkoitus: Liikerakennus

Lämmitetty nettoala: 141 m²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	13797	1,7	23455	166
Kaukolämpö	3559	0,7	2491	18
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0

ID 12.2.838.752

2/3



Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	17356	-	25946	184

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämpöpumppu	0	0

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m² a)	Kaukolämpö kWh/(m² a)	Polttoaine kWh/(m² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m² a)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	6.06	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	19.18	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
Liiketila 1	0.24	0	0	0
LKV:n apulaitteet	13.67	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	81.34	0	0	0
Yhteensä	97.85	25.24	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m² a)
Tilojen lämmitys ²	697	4.95
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0	0
LKV:n valmistus	2706	19.19
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinko	9677	68.63
Ihmiset	1147	8.13
Kuluttajalaitteet	573	4.07
Valaistus	10895	77.27
LKV	1062	7.53

Vyöhyke: liiketila 2.krs

Käyttötarkoitus: Toimistorakennus

Lämmitetty nettoala: 134.5 m²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m² a)
Sähkö	8362	1,7	14215	106
Kaukolämpö	3105	0,7	2174	16
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	11467	-	16389	122

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämpöpumppu	0	0

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m² a)	Kaukolämpö kWh/(m² a)	Polttoaine kWh/(m² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m² a)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	1.84	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	21.24	0	0
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0	0	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
Liiketila 1	0.37	0	0	0
liiketila 2	0.13	0	0	0
LKV:n apulaitteet	14.33	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0

ID 12.2.838.752

3/3

la mitti.fi

Kuluttajalaitteet ja valaistus	44.74	0	0	0
Yhteensä	62.17	23.09	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	199	1.48
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0	0
LKV:n valmistus	2858	21.25
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	7737	57.52
Ihmiset	1253	9.32
Kuluttajalaitteet	3008	22.37
Valaistus	3008	22.37
LKV	1013	7.53

Vyöhyke: kellari
Käyttötarkoitus: Muu rakennus
Lämmitetty nettoala: 191.5 m²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	8533	1,7	14506	76
Kaukolämpö	2909	0,7	2037	11
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	11442	-	16543	87

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)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	0.13	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	15.06	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
poistoilmahuone	14.94	0	0	0
LKV:n apulaitteet	10.06	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	0	0	0	0
Yhteensä	27.6	15.19	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	21	0.11
Ilmanvaihdon lämmitys ³	3247	16.95
LKV:n valmistus	2885	15.07
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	87	0.46
Ihmiset	0	0
Kuluttajalaitteet	0	0
Valaistus	0	0
LKV	1443	7.53

Laskentatyökalun nimi ja versio: Energianjuri 12.2

Energiaselvityksen tekijä: Mika Jaakkuri

Päsuunnittelija:

Päiväys
28.11.2012

Allekirjoitus

Nimen selvennys

ID 12.2.838.752

1/2

**Rakennuksen lämmitysteho**

Vyöhyke:	asuinkerrokset
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	1395.87 W
Yläpohja 1:	695.52 W
Ovi 1:	1453.6 W
Ikkuna 1:	2147.74 W
Ikkuna 2:	1816.08 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	246.56 W
Kylmäsilta 3:	220.8 W
Kylmäsilta 4:	165.6 W
Rakenteet yhteensä:	8141.77 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	24383.34 W
Jälkilämmityspatteri:	0 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	139479.56 W
Vuotoilma:	2181.01 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	174185.68 W
Vyöhyke:	Liiketila 1 krs
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	117.13 W
Yläpohja 1:	0 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	663 W
Ikkuna 2:	1012.18 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	50.96 W
Rakenteet yhteensä:	1843.27 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	7185.63 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	28710.39 W
Vuotoilma:	148.84 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	37888.12 W
Vyöhyke:	liiketila 2.krs
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	187.2 W
Seinä 1:	0 W
Yläpohja 1:	0 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	180.18 W
Ikkuna 2:	247.52 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	54.08 W
Kylmäsilta 3:	74.88 W
Rakenteet yhteensä:	743.86 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	6854.37 W
Ilmanvaihtolaite 2	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	3120 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	27386.86 W
Vuotoilma:	158.31 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	38263.41 W
Vyöhyke:	kellari
Alapohja (maanvastainen) 1:	785.04 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	351 W

ID 12.2.838.752

2/2



Yläpohja 1:	374.4 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	0 W
Kylmäsilta 1:	62.4 W
Rakenteet yhteensä:	1572.84 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	0 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	38993.19 W
Vuotoilma:	729.16 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	41295.19 W
Rakennuksen lämmitystehontarve	
Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve	32679 W
Ilmanvaihdon lämmitystehontarve	17160 W
Käyttöveden lämmitystehontarve	234570 W
Rakennuksen lämmitystehontarve	291632 W

la mit .fi

ENERGIATODISTUS

Rakennus
 Rakennustyyppi: **Suuret asuinrakennukset**
 Osoite: **90100 Oulu**

Valmistumisvuosi: **1962**
 Rakennustunnus: **ei tietoa**

Energiatodistus on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä ja perustuu laskennalliseen kulutukseen
 energiakatselmuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen
 erillisen tarkastuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
-100	A	
101-120	B	
121-140	C	C
141-180	D	
181-230	E	
231-280	F	
281-	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm²/vuosi): **136**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Suuret asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:	Todistuksen tilaaja: ODL
Allekirjoitus:	Todistuksen laatija: Mika Jaukkuri
Todistuksen antamispäivä: 28.11.2012	Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä: 27.11.2022

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

la mti .fi

ID 12.2.838.752 www.energiainjar.fi

RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus *	182 023 kWh/vuosi
Kiinteistösähkön kulutus	0 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus *	0 kWh/vuosi
Yhteensä	182 023 kWh/vuosi
Rakennuksen bruttoala	1 341 brm ²
Rakennuksen energiatehokkuusluku	136 kWh/brm²/vuosi

* Uudisrakennuksen energiankulutus lasketaan käyttäen RakMk D5 Liite 1 säävyöhyke III (Jyväskylä-Luonetjärvi)mukaisia säätietoja.

Rakennuksen sisäilmasto sekä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Painovoimainen ilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	Ulkoilmaventtiilit	<input type="checkbox"/>
Koneellinen poistoilmanvaihto	<input checked="" type="checkbox"/>	Tuloilman suodatus	<input type="checkbox"/>
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	Lämmöntalteenotto	<input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristämätön		Jäähdytys	<input type="checkbox"/>
Ilmanvaihdon ilmavirrat on mitattu ja todettu riittäviksi vuonna		-	<input type="checkbox"/>
Ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu ja tasapainotettu vuonna		-	<input type="checkbox"/>
Ilmastoinnin kylmälaitteiden kunto ja energiatehokkuus on tarkastettu vuonna		-	<input type="checkbox"/>
Lämmitysjärjestelmä on tasapainotettu vuonna		-	<input type="checkbox"/>

ID 12.2.838.753

1/3



E-luvun laskennan tulokset

Rakennuskohde	██████████ KAIKKI RAKENNUSTEKNISET + TALOTEKNISET
Osoite	██████████ 90100, Oulu
Rakennuksen tyyppi	Asuinkerrostalo
Rakennusvuosi	1962
Lisätiedot	

Vyöhyke	E-luku kWh/m ²	Raja	Luokka	Pinta-ala m ²	Tyyppi
Koko rakennus	123	130	C	1152	Asuinkerrostalo
asuinkerrokset	120	130	C	685	Asuinkerrostalo
Liiketila 1 krs	177	240	C	141	Liikerakennus
liiketila 2.krs	113	170	C	134.5	Toimistorakennus
kellari	97	0	C	191.5	Muu rakennus

Vyöhyke:	asuinkerrokset
Käyttötarkoitus:	Asuinkerrostalo
Lämmitetty nettoala:	685 m ²

E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	30572	1,7	51972	76
Kaukolämpö	42487	0,7	29741	43
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	73059	-	81713	119

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)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	24.08	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	37.95	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
poistoilmahuuhallin	8.56	0	0	0
LKV:n apulaitteet	2.81	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	30.66	0	0	0
Yhteensä	44.63	62.02	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	13457	19.65
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0	0
LKV:n valmistus	26004	37.96
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	43107	62.93
Ihmiset	10800	15.77
Kuluttajalaitteet	14400	21.02
Valaistus	6600	9.64
LKV	645	0.94

Vyöhyke:	Liiketila 1 krs
Käyttötarkoitus:	Liikerakennus
Lämmitetty nettoala:	141 m ²

E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	13797	1,7	23455	166
Kaukolämpö	1982	0,7	1387	10

ID 12.2.838.753

2/3



Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	15779	-	24842	176

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämpöpumppu	0	0

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m² a)	Kaukolämpö kWh/(m² a)	Polttoaine kWh/(m² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m² a)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	8.05	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	6	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
Liiketila 1	0.24	0	0	0
LKV:n apulaitteet	13.67	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	81.34	0	0	0
Yhteensä	97.85	14.06	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m² a)
Tilojen lämmitys ²	927	6.57
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0	0
LKV:n valmistus	847	6.01
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinko	9677	68.63
Ihmiset	1147	8.13
Kuluttajalaitteet	573	4.07
Valaistus	10895	77.27
LKV	133	0.94

Vyöhyke: liiketila 2.krs
Käyttötarkoitus: Toimistorakennus
Lämmitetty nettoala: 134,5 m²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m² a)
Sähkö	8362	1,7	14215	106
Kaukolämpö	1351	0,7	946	7
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	9713	-	15161	113

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m² a)
Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämpöpumppu	0	0

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m² a)	Kaukolämpö kWh/(m² a)	Polttoaine kWh/(m² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m² a)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	1.98	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	8.06	0	0
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	0	0	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
Liiketila 1	0.37	0	0	0
liiketila 2	0.13	0	0	0
LKV:n apulaitteet	14.33	0	0	0

ID 12.2.838.753

3/3



Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	44.74	0	0	0
Yhteensä	62.17	10.05	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	218	1.62
Ilmanvaihdon lämmitys ³	0	0
LKV:n valmistus	1085	8.07
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	7737	57.52
Ihmiset	1253	9.32
Kuluttajalaitteet	3008	22.37
Valaistus	3008	22.37
LKV	127	0.94

Vyöhyke: kellari
Käyttötarkoitus: Muu rakennus
Lämmitetty nettoala: 191.5 m²

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	10268	1,7	17456	91
Kaukolämpö	1424	0,7	996	5
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
Yhteensä	11692	-	18452	96

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)
Kaukolämpö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys ¹	2.6	5.55	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	1.88	0	0
Ilmanvaihtojärjestelmän tuulettimet				
poistoilmahuone	32.48	0	0	0
LKV:n apulaitteet	10.06	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	0	0	0	0
Yhteensä	45.14	7.43	0	0

¹ ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys ²	867	4.53
Ilmanvaihdon lämmitys ³	1623	8.48
LKV:n valmistus	361	1.88
Jäähdytys	0	0

² sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

³ laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	87	0.46
Ihmiset	0	0
Kuluttajalaitteet	0	0
Valaistus	0	0
LKV	180	0.94

Laskentayökalun nimi ja versio: Energijunior 12.2

Energiaselvityksen tekijä: Mika Jaukkuri

Pääsunnittelija:

Päiväys 28.11.2012 **Allekirjoitus** **Nimen selvennys**

Rakennuksen lämmitysteho

Vyöhyke:	asuinkerrokset
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	1395.87 W
Yläpohja 1:	695.52 W
Ovi 1:	1453.6 W
Ikkuna 1:	2147.74 W
Ikkuna 2:	1816.08 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	246.56 W
Kylmäsilta 3:	220.8 W
Kylmäsilta 4:	165.6 W
Rakenteet yhteensä:	8141.77 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	24383.34 W
Jälkilämmityspatteri:	0 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	139479.56 W
Vuotoilma:	2181.01 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	174185.68 W
Vyöhyke:	Liiketila 1 krs
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	117.13 W
Yläpohja 1:	0 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	663 W
Ikkuna 2:	1012.18 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	50.96 W
Rakenteet yhteensä:	1843.27 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	7185.63 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	28710.39 W
Vuotoilma:	148.84 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	37888.12 W
Vyöhyke:	liiketila 2.krs
Alapohja (maanvastainen) 1:	0 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	187.2 W
Seinä 1:	0 W
Yläpohja 1:	0 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	180.18 W
Ikkuna 2:	247.52 W
Kylmäsilta 1:	0 W
Kylmäsilta 2:	54.08 W
Kylmäsilta 3:	74.88 W
Rakenteet yhteensä:	743.86 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	6854.37 W
Ilmanvaihtolaite 2	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	3120 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	27386.86 W
Vuotoilma:	158.31 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	38263.41 W
Vyöhyke:	kellari
Alapohja (maanvastainen) 1:	785.04 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	351 W

ID 12.2.838.753

2/2



Yläpohja 1:	374.4 W
Ovi 1:	0 W
Ikkuna 1:	0 W
Kylmäsilta 1:	62.4 W
Rakenteet yhteensä:	1572.84 W
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	0 W
Jälkilämmityspatteri:	0 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	38993.19 W
Vuotoilma:	729.16 W
Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:	41295.19 W
Rakennuksen lämmitystehontarve	
Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve	32679 W
Ilmanvaihdon lämmitystehontarve	17160 W
Käyttöveden lämmitystehontarve	234570 W
Rakennuksen lämmitystehontarve	291632 W

ID 12.2.838.733 www.energiatodistus.fi



ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: **Suuret asuinrakennukset**
 Osoite: **90100 Oulu**

Valmistumisvuosi: **1962**
 Rakennustunnus: **ei tietoa**

Energiatodistus on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä ja perustuu laskennalliseen kulutukseen
 energiakatselmuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen
 erillisen tarkastuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
-100		
101-120		
121-140		
141-180		
181-230		
231-280		
281-		
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm²/vuosi): **73**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Suuret asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

Todistuksen tilaaja:

ODL

Allekirjoitus:

Todistuksen laatija:

Mika Jaukkuri

Todistuksen antamispäivä:

28.11.2012

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

27.11.2022

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

ID 10.2.808.753 www.energiainfo.fi



RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

Energiatohokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus *	98 000 kWh/vuosi
Kiinteistösähkön kulutus	0 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus *	0 kWh/vuosi
Yhteensä	98 000 kWh/vuosi
Rakennuksen bruttoala	1 341 brm ²
Rakennuksen energiatohokkuusluku	73 kWh/brm²/vuosi

* Uudisrakennuksen energiankulutus lasketaan käyttäen RakMK D5 Liite 1 säävyöhyke III (Jyväskylä-Luonetjärvi)mukaisia säätietoja.

Rakennuksen sisäilmasto sekä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Painovoimainen ilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	Ulkoilmaventtiilit	<input type="checkbox"/>
Koneellinen poistoilmanvaihto	<input checked="" type="checkbox"/>	Tuloilman suodatus	<input type="checkbox"/>
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	Lämmöntalteenotto	<input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa Vesiradiaattori 70/40 C jakotukilla		Jäähdytys	<input type="checkbox"/>
Ilmanvaihdon ilmavirrat on mitattu ja todettu riittäviksi vuonna			<input type="checkbox"/>
Ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu ja tasapainotettu vuonna			<input type="checkbox"/>
Ilmastoinnin kylmälaitteiden kunto ja energiatohokkuus on tarkastettu vuonna			<input type="checkbox"/>
Lämmitysjärjestelmä on tasapainotettu vuonna			<input type="checkbox"/>

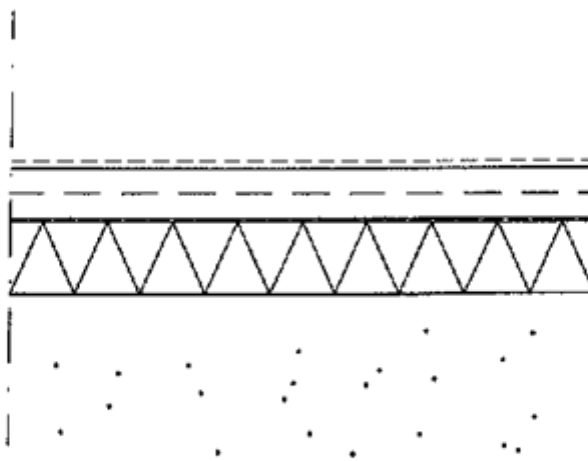
Vertailussa olleet ulkoseinän korjausehdotukset	U-arvo [W/m²K]	Lämmitystehon tarve [W]	Lämmitystehon tarve verrattuna nykyiseen [%]	Säästö [kWh/a]	Säästö [€/a]
eristerappaus nykyisen rakenteen päälle, 100 mm eristevahvuudella	0,23	2398	-48,1 %	6669	288,10 €
korvaava eristerappaus 100 mm eristevahvuudella	0,41	4000	-13,5 %	1808	78,11 €
korvaava eristerappaus 150 mm eristevahvuudella	0,28	2843	-38,5 %	5295	228,74 €
korvaava eristerappaus 250 mm eristevahvuudella	0,18	1953	-57,8 %	7952	343,53 €
korvaava tiililevyverhous 150 mm eristevahvuudella	0,28	2843	-38,5 %	5295	228,74 €
korvaava tiililevyverhous 200 mm eristevahvuudella	0,22	2309	-50,1 %	6926	299,20 €
korvaava tiiliverhous 150 mm eristevahvuudella	0,27	2754	-40,4 %	5551	239,80 €
sisäpuolinen lisäeristäminen 50 mm [ESP]	0,31	4110	-11,1 %	4525	195,48 €
sisäpuolinen lisäeristäminen 100 mm [ESP]	0,23	2398	-48,1 %	6669	288,10 €
sisäpuolinen lisäeristys 50 mm + korvaava eristerappaus eristevahvuudella 200 mm	0,17	1864	-59,7 %	8208	354,59 €
sisäpuolinen lisäeristys 50 mm + korvaava tiiliverhous eristevahvuudella 150 mm	0,21	2220	-52,0 %	7182	310,26 €
sisäpuolinen lisäeristys 50 mm + korvaava tiililevyverhous eristevahvuudella 150 mm	0,21	2220	-52,0 %	7202	311,13 €
sisäpuolinen lisäeristys 50 mm + korvaava tiililevyverhous eristevahvuudella 200 mm	0,17	1864	-59,7 %	8208	354,59 €
sisäpuolinen lisäeristys 100 mm + korvaava tiiliverhous eristevahvuudella 150 mm	0,17	1864	-59,7 %	8208	354,59 €
sisäpuolinen lisäeristys 100 mm + korvaava tiililevyverhous eristevahvuudella 150 mm	0,17	1864	-59,7 %	8208	354,59 €

Vertailussa olleet yläpohjan korjausehdotukset	U-arvo [W/m²K]	Lämmitystehon tarve [W]	Lämmitystehon tarve verrattuna nykyiseen [%]	Säästö [kWh/a]	Säästö [€/a]
Lisäeristys 100 mm nykyisen rakenteen päälle	0,24	2385	-46,7 %	6099	263,48 €
Lisäeristys 200 mm nykyisen rakenteen päälle	0,16	1590	-64,4 %	8478	366,25 €
Lisäeristys 300 mm nykyisen rakenteen päälle	0,12	1192	-73,3 %	9667	417,61 €
Lisäeristys 400 mm nykyisen rakenteen päälle	0,09	894	-80,0 %	10559	456,15 €
lisäeristys 500 mm nykyisen rakenteen päälle	0,08	795	-82,2 %	10856	468,98 €
Lisäeristys 600 mm nykyisen rakenteen päälle	0,07	696	-84,4 %	11154	481,85 €
Korvaava eristekerros 300 mm	0,15	1490	-66,7 %	8775	379,08 €
Korvaava eristekerros 400 mm	0,11	1092	-75,6 %	9964	430,44 €
Korvaava eristekerros 500 mm	0,09	894	-80,0 %	10559	456,15 €
Korvaava eristekerros 600 mm	0,08	795	-82,2 %	10856	468,98 €
Ikkunan vaihdon vaikutus	U-arvo [W/m²K]	Lämmitystehon tarve [W]	Lämmitystehon tarve verrattuna nykyiseen [%]	Säästö [kWh/a]	Säästö [€/a]
Ikkunat	0,7	6067	-50,8 %	18056	780,02 €

Talotekniset parannukset	LTO hyötysuhd	Ostettu lämmitysenergia [kWh]	Lämmitysenergian tarve verrattun nykytilanteeseen [%]	Säästö [kWh/a]	Säästö [€/a]
Huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla + jälkilämmityspatterilla	20 %	107942	-1,9 %	2105	90,94 €
Huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla + jälkilämmityspatterilla	30 %	103270	-6,2 %	6777	292,77 €
Huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla + jälkilämmityspatterilla	40 %	98604	-10,4 %	11443	494,34 €
Huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla + jälkilämmityspatterilla	50 %	94412	-14,2 %	15635	675,43 €
Huoneistokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla + jälkilämmityspatterilla	60 %	90251	-18,0 %	19796	855,19 €

[piirros ja selitys] Mittakaava

1:10



Rakenne päältä lukien:

PINTAMATERIAALI huoneselityksen mukaan

80 mm	TERÄSBETONILAATTA, BY45, Luokka A-4-30 raud.verkko 6-150 B500K
	SUODATINKANGAS
100 mm	LÄMMÖNERISTE EPS-LATTIA 100 (λ_n 0,041) 100 mm SAUMAT LIMITTÄIN
>300 mm	TIVISTETTY KAPILLAARISEN NOUSUN ESTÄVÄ KERROS SORA / SEPELI RAEKOKO \neq 6-16 mm TIVISTETTY TÄYTTÖ -Tiiveysaste >93%

SUODATINKANGAS KÄYTTÖLUOKKA II

PERUSMAA, KALUSTUKSET SALAOJIN > 1:50

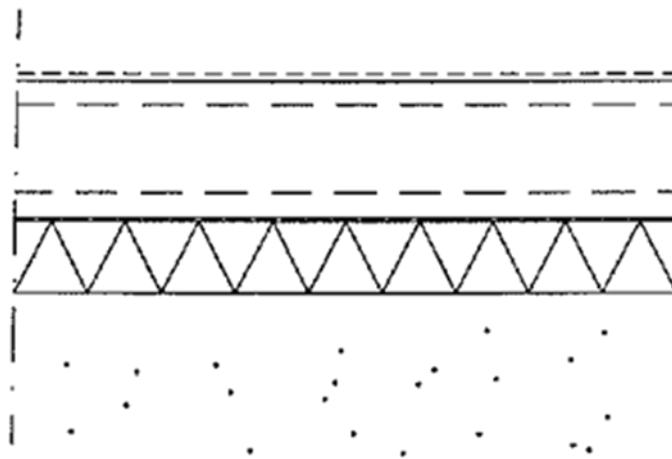
HUOM

KOSTEIDEN TILOJEN VESIERISTYKSET VESIERISTYSMASSALLA
KS RAKENNUSSELITYS, NURKAT VAHVISTUSKAISTOIN
AINEVALMISTAJAN OHJEEN MUKAISESTI
LATTIALÄMMITETYILLÄ ALUEILLA 150 mm EPS-LATTIA 100

u-arvo 0,24 W/m²K (reuna-alue)u-arvo 0,24 W/m²K (keski-alue)

n luvun (järke) mukaan

1:10



Rakenne pöytä luku:

PINTAMATERIAALI huoneselityksen mukaan

120 mm

TERÄSBETONILAATTA, BY45, Luokka A-4-30
raud.verkko B-150 B500K tai TB#150 B500HW

SUODATINKANGAS

100 mm

LÄMMÖNERISTE EPS-LATTIA 100 (λ_n 0,041)
100 mm SAUMAT LIMITÄIN

>300 mm

TIIVISTETTY KAPILLAARISEN NOUSUN ESTÄVÄ KERROS
SORA / SEPELI RAEKOKO # 6-16 mm

TIIVISTETTY TÄYTTÖ

-Tiiveysaste >93%

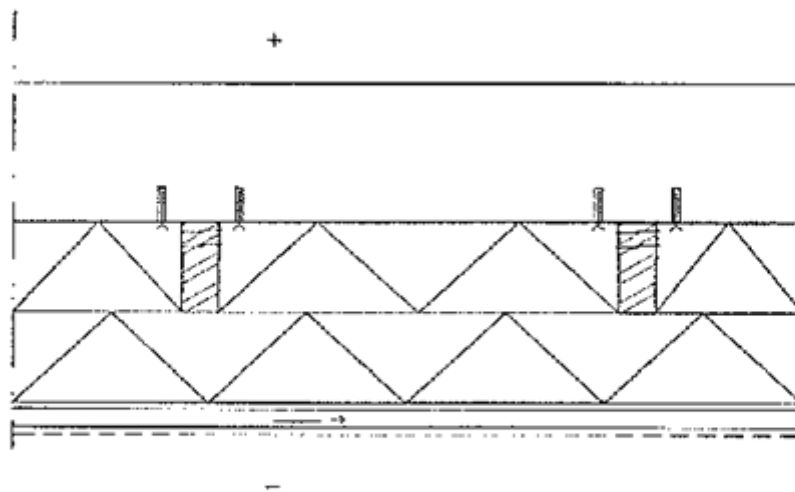
SUODATINKANGAS KÄYTTÖLUOKKA II

PERUSMAA, KALLISTUKSET SALAOJIIIN > 1:50

u-arvo 0,24 W/m²K (reuna-alue)u-arvo 0,24 W/m²K (keski-alue)

s. 20/2017

1:10



Rakenne pöytä lukien:

PINTAMATERIAALI rakennusselityksen mukaan

VANHA TERÄSBETONILAATTA

125 mm

LAATAN ALAPINTAAN KIINNITETÄÄN
 PUUKOOLAUS 50x125 -k600 KULMALEVYILLÄ +
 KEMIAALLISILLA ANKKUREILLA 2kpl -k600
 KOOLAUSVÄLEISSÄ MINERAALIVILLA 125 (λ_n 0,041)
 HUOM. PUUN JA BETONIN VÄLIIN AINA KUMIBITUMIMATTOKAISTA

125 mm

PUUKOOLAUS 50x125 -k600 λ
 KOOLAUSVÄLEISSÄ MINERAALIVILLA 125 (n 0,041)

9 mm

TUULENSUOJAKIPSILEVY GTS 9
 KIINNITYS RUUVEIN QU29 -k150

25 mm

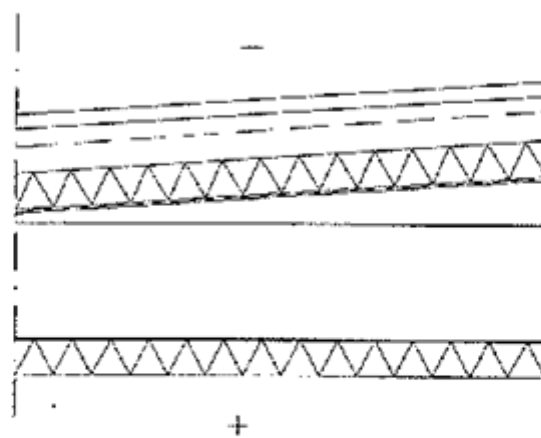
TUULETUSVÄLI, KOOLAUS 25x100 -k600

VERHOILU rakennusselityksen mukaan

u-arvo 0,16 W/m²K

(piirros ja sähäkö) Mittakaava

1:10



~20 mm	VERHOUS rakennuseliöksen mukaan
60 mm	TERÄSBETONILAATTA A-4-35, XC3,4 ;XF1 RAUDOITUS: VERKKO 8-150, B500K
≥50 mm	LÄMMÖNERISTE MAKROPUR K ALUMIINIPINNOITETTU ($\lambda_D=0.0027$) ASENETTAVAN ERISTEEN PAKSUUS TARKISTETAAN PURKUTÖIDEN JÄLKEEN, MIKÄLI MAHDOLLISTA LISÄTÄÄN ERISTEPAKSUUTTA VESIERISTEET KUMIBITUMIKERMEIN VE BOR NOSTETAAN PYSTYPINNOILLE ≥200 mm
0...90 mm	KALLISTUSBETONI/TASOITE KALLISTUS 1:80 KÄYTTÄVÄN MOLEMPIIN PÄIHIN VANHA TB-LAATTA LAATAN ALAPINNAN BETONIN KORJAUS ERILLISEN TYÖSELITYKSEN (29.5.2006) MUKAISESTI
50 mm	ALUMIINIPINTAINEN MINERAALIVILLA AKU RPG

u-arvo

0.32 W/m²K

Rakennuskohde: [REDACTED]		Sisältö: Nykyinen seinärakenne	
Suunnittelija: Mika Jaukkuri		Päiväys: 11/17/2012	Tunnus:

Rakenteen päätiedot:			
U-arvo:	0.477 W/m2K		
Paksuus:	260.000 mm		
Pinta-ala:	1.00 m2		
Paino:	365.40 kg		
Hinta:	0.00 euro		
Vesihöyryn vastus:	5704.917 m2hPa/g		
Vesih. läpäisykerroin:	0.000175 g/m2hPa		
Lämmönvastus:	2.095 m2K/W		
Pintavastus, ulko:	0.040 m2K/W		
Pintavastus, sisä:	0.130 m2K/W		
Kulma (0-90):	90.000		

Rakenteen kerrostiedot:		Kerrokset sisältä (S) ulos (U)			
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [€/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Laasti (kalkkisement)	10.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00
2 Betoni	100.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Lasivilla	80.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
4 Punatiili	70.00	0.6000	1.116000e-04	0.00	1500.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:		3:n päivän kylmin (0.0 h)			Lisätiedot:
Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00
1	17.52	14.95	8.64	57.8	0.00
2	17.33	14.78	8.32	56.3	0.00
3	16.20	13.82	1.94	14.1	0.00
4	-17.01	1.14	1.65	100.0	0.00
5	-19.24	0.93	0.79	84.5	0.00
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde: [REDACTED]		Sisäilma: Nykyinen yläpohja	
Suunnittelija: Mika Jaukkuri		Päiväys: 11/17/2012	Tunnus:

Rakenteen pää tiedot:			
U-arvo:	0.515 W/m2K		
Paksuus:	370.000 mm		
Pinta-ala:	1.00 m2		
Paino:	567.00 kg		
Hinta:	0.00 euro		
Vesihöyryn vastus:	138898847.518		
Vesih. läpäisykerroin:	0.000000 g/m2hPa		
Lämmönvastus:	1.940 m2K/W		
Pintavastus, ulko:	0.040 m2K/W		
Pintavastus, sisä:	0.100 m2K/W		
Kulma (0-90):	0.000		

Rakenteen kerrostiedot:		Kerrokset sisältä (S) ulos (U)			
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [€/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Laasti (kaikkisement)	10.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
3 Lastuvillalevy	150.00	0.0900	1.080000e-09	0.00	300.00
4 Betoni	50.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:		3:n päivän kylmin (0.0 h)			Lisätiedot:
Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00
1	17.94	15.32	8.64	56.4	0.00
2	17.73	15.14	8.64	57.1	0.00
3	15.79	13.49	8.64	64.1	0.00
4	-18.57	0.99	0.79	79.7	0.00
5	-19.18	0.94	0.79	84.1	0.00
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00

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

Rakennuskohde: [REDACTED]	Sisältö: Korvaava eristerappaus	
Suunnittelija: Mika Jaukkuri	Päiväys: 11/17/2012	Tunnus:

<p>Rakenteen päätiedot:</p> <p>U-arvo: 0.175 W/m2K Paksuus: 385.000 mm Pinta-ala: 1.00 m2 Paino: 310.50 kg Hinta: 0.00 euro</p> <p>Vesihöyryn vastus: 6118.428 m2hPa/g Vesih. läpäisykerroin: 0.000163 g/m2hPa Lämmönvastus: 5.699 m2K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m2K/W Pintavastus, sisä: 0.130 m2K/W Kulma (0-90): 90.000</p>	
---	--

Rakenteen kerrostiedot:						Kerrokset sisältä (S) ulos (U)
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [€/m3]:	Paino [kg/m3]:	
1 Laasti (kalkkisement)	10.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00	
2 Betoni	100.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00	
3 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00	
4 Mineraalivilla	100.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00	
5 Mineraalivilla	50.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00	
6 Laasti (kalkkisement)	25.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00	

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:					3:n päivän kylmin (0.0 h)	Lisätiedot:
Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	G [g/m2]:	
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00	
1	19.09	16.39	8.64	52.7	0.00	
2	19.02	16.32	8.34	51.1	0.00	
3	18.60	15.94	2.40	15.0	0.00	
4	3.35	6.13	2.08	33.8	0.00	
5	-11.91	1.85	1.72	93.0	0.00	
6	-19.54	0.91	1.55	100.0	0.00	
7	-19.72	0.90	0.79	87.9	0.00	
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00	

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)
 T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Rakennuskohde: [REDACTED]		Sisältö: Yp eristeen korvaus	
Suunnittelija: Mika Jaukkuri		Päiväys: 11/17/2012	Tunnus:

Rakenteen päätiedot: U-arvo: 0.075 W/m ² K Paksuus: 770.000 mm Pinta-ala: 1.00 m ² Paino: 420.00 kg Hinta: 0.00 euro Vesihöyryn vastus: 9231.116 m ² hPa/g Vesih. läpäisykerroin: 0.000108 g/m ² hPa Lämmönvastus: 13.288 m ² K/W Pintavastus, ulko: 0.040 m ² K/W Pintavastus, sisä: 0.100 m ² K/W Kuilma (0-90): 0.000	
---	--

Rakenteen kerrostiedot:						Kerrokset sisältä (S) ulos (U)	
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [€/m ³]:	Paino [kg/m ³]:		
1 Laasti (kalkkisement)	10.00	1.0000	4.230000e-05	0.00	1800.00		
2 Betoni	160.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00		
3 Mineraalivilla	600.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00		

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:					3:n päivän kylmin (0.0 h)		Lisätiedot:	
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:			
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00			
1	19.70	16.99	8.64	50.9	0.00			
2	19.67	16.96	8.44	49.8	0.00			
3	19.39	16.68	2.14	12.8	0.00			
4	-19.88	0.89	0.79	89.1	0.00			
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00			

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