



Kirsi-Maria Seikkula

## **ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN LUOTOLAISEN- TIEN RIVITALOSSA**

ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN  
LUOTOLAISENTIEN RIVITALOSSA

Kirsi-Maria Seikkula  
Opinnäytetyö  
Kevät 2012  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, talon- ja korjausrakentaminen

---

Tekijä: Kirsi-Maria Seikkula

Opinnäytetyön nimi: Energiatehokkuuden parantaminen Luotolaisentien rivitalossa

Työn ohjaaja: Kimmo Illikainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2012 Sivumäärä: 59 + 6 liitettä

---

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin energiaterhokkuuden parantamista osana Oulussa Luotolaisentiellä sijaitsevan rivitalon perusteellista korjaushanketta. Tarkoituksena oli selvittää korjaustoimenpiteillä saavutettava energiankulutuksen laskennallinen säästö ja tarkastella korjaussuunnitelmia, joilla rakennuksen parempi energiaterhokkuus saavutettaisiin. Kohteen energiaterhokkuustarkastelun ohella arvioitiin uudisrakentajille suunnatun pientalon teknisen laadun ohjausjärjestelmän soveltuvuutta korjaushankkeisiin.

Työssä esitettiin energiaterhokkuuden teoriataustaa ja pohdittiin energiaterhokkuuden parantamiskeinoja korjausrakentamisessa Luotolaisentien korjaushankkeen pohjalta. Korjauksilla saavutettavan energiasäästön selvittämiseksi rivitalon energiankulutus laskettiin Energiajunior-laskentaohjelmalla korjauksia ennen ja niiden jälkeen. Pientalon teknisen laadun arviointijärjestelmän soveltuvuutta ja kehittämismahdollisuuksia korjausrakentamishankkeisiin pohdittiin muun muassa arviointijärjestelmän sisältämien Tähtiluokitus-kysymysten avulla.

Työn tilaajana toimi Oulun Aikuiskoulutuskeskus, joka omistaa Luotolaisentien rivitalon ja suorittaa siellä tehtävät korjaukset oppilastöinä. Opinnäytetyön käynnistyshankkeessa ja sen etenemisen seurannassa on ollut mukana Oulun Aikuiskoulutuskeskuksen lisäksi myös Oulun seudun ammattikorkeakoulu ja Oulun kaupungin rakennusvalvonta.

Tässä työssä esitetyillä rakenteellisilla ja teknisillä ratkaisuilla Luotolaisentien energiaterhokkuus kasvoi energiaterhokkuusluokasta D luokkaan A. Uuden rakennuksen energiantarve pieneni 43 % alkuperäiseen energiantarpeeseen verrattuna. Pientalon tekninen laatujärjestelmä arvioitiin nykyisessä muodossaan olevan soveltuvainen lähinnä suuriin korjausrakennushankkeisiin. Soveltuakseen paremmin myös pienempiin korjaushankkeisiin tulisi ohjelman rakennetta muunnella. Ohjausjärjestelmän tulisi joiltain osin huomioida myös korjauksen lähtötilanne ja olemassa oleva korjattava rakenne.

---

Asiasanat: energiaterhokkuus, energiakorjaus, energiankulutus

## ABSTRACT

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

---

Author: Kirsi-Maria Seikkula

Title of thesis: Improving Energy Efficiency in Row House of Luotolaisentie

Supervisor: Kimmo Illikainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2012

Pages: 59 + 6 appendices

---

This thesis studied ways to improve the energy efficiency in an old row house built in the year 1983. The row house is situated in Oulu, in Luotolaisentie and it will be completely renovated. As a part of the renovation project, the energy efficiency of the building will be significantly improved. The purpose was to calculate the amount of energy, which is saved by performing the renovation and study ways to reach a better energy efficiency of the building. Another purpose of this thesis was to estimate the suitability of a quality rating system for the renovation of single-family houses. This quality rating system is designed mainly for new constructors and it is developed by the city of Oulu.

This thesis presented the main theory of energy efficiency in construction and ways to improve energy efficiency by renovation. The energy consumption of the row house was calculated with Energiajunior-software for the old and as well for the new structures of the building. The suitability of the quality rating system for renovation projects was tested and evaluated.

The thesis was commissioned by the Oulu Adult Education Centre (OAKK), who is the owner of the row house and will perform its renovation as well. The project was started up and carried out not only by OAKK but also by Oulu University of Applied sciences and by the city of Oulu.

With the structural and technical solutions introduced in this thesis, energy consumption of the building decreased by 43 % compared with the current level. The level of energy efficiency was increased from level D to low-energy house level A. The quality rating system of single-family houses was estimated to be suitable mainly for large renovation projects such as Luotolaisentie. In order to be more useful for smaller renovations also, it will require changes in the structure of the program. The quality rating system designed for renovation, should also take the existing structure into account.

---

Keywords: energy efficiency, energy renovation, energy consumption

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	2
KÄSITTEET .....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUS .....	9
2.1 Energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö .....	11
2.1.1 Rakentamismääräysuudistukset .....	11
2.1.2 Lainsäädäntö korjausrakentamisessa .....	13
2.1.3 Energiatodistus .....	14
2.2 Energiaselvitys .....	15
2.3 Energiatehokkuuden parantamisen vaikutukset .....	16
2.4 Energiakorjauksen kannattavuus .....	17
3 LUOTOLAISENTIEN RIVITALO .....	19
4 ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT KORJAUSTOIMENPITEET .....	22
4.1 Rakennuksen vaipparakenteet ja lämpöhäviöt .....	22
4.1.1 Yläpohja .....	24
4.1.2 Alapohja .....	26
4.1.3 Ulkoseinä .....	27
4.1.4 Ikkunat.....	29
4.1.5 Ulko-ovet.....	31
4.1.6 Ilmanpitävyys .....	31
4.2 Talotekninen korjaus .....	34
4.2.1 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	34
4.2.2 Lämmitysjärjestelmä.....	35
4.2.3 Laitesähköenergia ja valaistus .....	37
4.3 Käyttöveden lämmitysenergia .....	37
4.4 Asumisen energiatehokkuus .....	38
5 ENERGIAKULUTUKSEN LASKENTA ENERGIJUNIORILLA .....	39
5.1 Energiankulutuksen laskentamenetelmän kuvaus D5:n mukaisesti .....	39
5.2 Rivitalon energiakulutus vanhoilla rakenteilla .....	42
5.3 Rivitalon energiakulutus uusilla rakenteilla .....	42
5.4 Korjauksella saavutettava energiansäästö .....	43
6 PIENTALON TEKNISEN LAATUJÄRJESTELMÄN SOVELTUVUUS KORJAUSHANKKEESEEN .....	47
7 YHTEENVETO.....	51

LÄHTEET .....	54
LIITTEET .....	59

## KÄSITTEET

**Energiatehokkuus** on energian tuotannon ja kulutuksen kustannustehokasta pienentämistä, jonka ensisijaisena tavoitteena on kasvi- huonekaasupäästöjen vähentäminen. (Energiatehokkuus. 2011a.)

**Primäärienergia** on uusiutuvasta tai uusiutumattomasta lähteestä peräisin olevaa energiaa mitattuna siinä muodossaan kuin se on ennen muunnos- tai kuljetusprosesseja käyttökelpoisen energian tuottamiseksi. (RIL 249–2009, 14.)

**Rakennuksen energiankulutus [kWh/m<sup>2</sup>]**

on rakennuksen vuotuinen lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen yhteensä kulutettu energiamäärä, johon ei sisälly eri energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä (D3 (2012). 2011, 6).

**Rakennuksen lämpöhäviöenergia**

on rakenteiden läpi johtuvan energian, vuotoilman lämmityksen tarvitseman energian ja ilmanvaihdon lämmityksen tarvitseman energian summa (Energiatodistusopas 2007. 2009, 46).

**Tilojen lämmitysenergiankulutus**

on rakennuksen lämpöhäviöenergioiden ja tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergioiden summa, josta on vähennetty auringosta ja sisäisistä lämpökuormista hyödynnettävä energia. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 43, 46.)

# 1 JOHDANTO

Energia-asiat ovat olleet viimevuosina rakentamisessa erittäin voimakkaasti esillä ja uusia rakentamismääräyksiä energiatehokkuuden parantamiseksi on annettu tiheällä aikavälillä. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi asetetut kansainväliset kasvihuonepäästöjen vähentämisvaatimukset ja tätä kautta asetetut energiatehokkuustavoitteet edellyttävät rakennusten energiankulutuksen voimakasta vähentämistä. Rakennusalan tulee siirtyä matalaenergiarakentamiseen kaikessa uudisrakentamisessa, ja olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta tulee parantaa oleellisesti. Toukokuussa 2010 Euroopan parlamentin hyväksymä uudistettu rakennusten energiatehokkuutta parantava direktiivi velvoittaa jäsenmaitaan parantamaan energiatehokkuutta niin uudisrakentamisessa kuin jo olemassa olevassa rakennuskannassa. Myös korjausrakentamiselle tulee direktiivin mukaan asettaa kansalliset energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset. Näiden valmistelu on aloitettu Suomen ympäristöministeriössä. (Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2011.)

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana on tarkastella Oulussa Luotolaisentiellä sijaitsevan, vuonna 1983 rakennetun rivitalon energiatehokkuuden parantamista. Rivitalossa on ilmennyt useita asukkaille haitallisia kosteus- ja sisäilmaongelmia, joiden poistamiseksi lähes kaikki rakennuksen rakenteet uusitaan. Korjausten avulla pyritään samalla oleellisesti parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta. Työssä selvitetään perusparannushankkeen seurauksena saatava energiankulutuksen laskennallinen säästö. Työssä tarkastellaan myös yleisiä olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantamiskeinoja Luotolaisentien rivitaloon suoritettavien korjaussuunnitelmien pohjalta.

Energiatehokkuuden parantamisen selvittämiseksi kohteesta laaditaan energiaselvitys. Energiaselvityksen laadinnassa käytetään rakennuksen korjaussuunnitelmia niiltä osin kuin ne ovat tiedossa, ja puuttuvat korjaussuunnitelman osat täydennetään omilla suunnitelmilla. Rakennuksen energiaselvitys laaditaan Energiajunior-ohjelmalla sekä olemassa olevilla rakenteilla että korjaussuunnitelmien mukaisilla uusilla rakenteilla.



Työn toisena näkökantana on arvioida Oulun kaupungin rakennusvalvontaviraston yhdessä VTT:n kanssa kehittämän pientalon teknisen laadun arviointijärjestelmän soveltuvuutta korjaushankkeisiin. Pientalon teknisen laadun arviointijärjestelmä on kehitetty lähinnä uudisrakentajien avuksi talon teknisten laatuvalintojen tekemiseen. Opinnäytetyössä pohditaan, missä määrin laatu-järjestelmä on sovellettavissa myös korjausrakentamishankkeisiin.

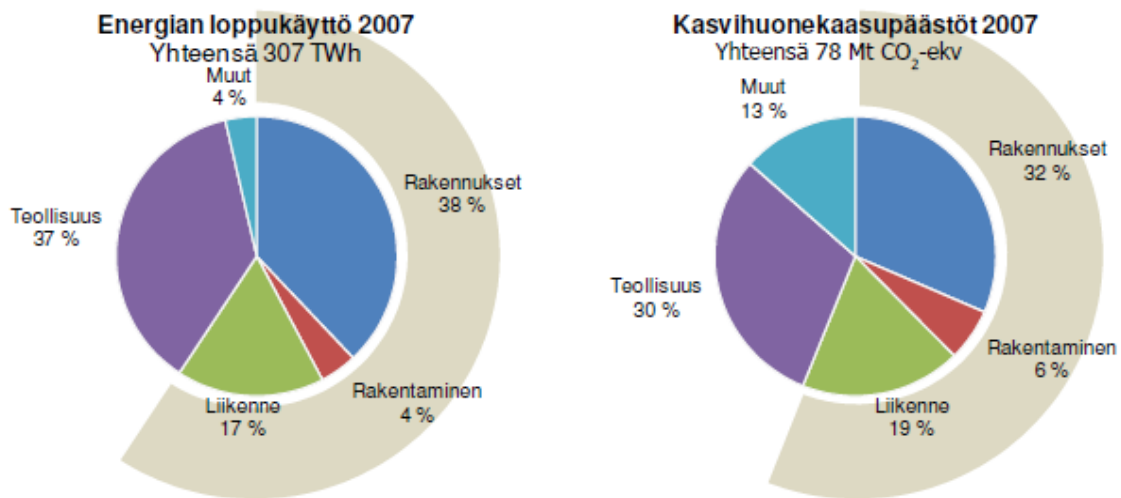
Opinnäytetyön tilaajana toimii Oulun Aikuiskoulutuskeskus (OAKK), joka suorittaa Luotolaisentien neljän rivitalon peruseräparannukset. Tämän työn tarkastelu kohdistuu taloon B, jonka korjaushanke tullaan todennäköisesti aloittamaan helmikuussa 2012. A-talon korjaukset ovat lähes valmiit, ja työssä hyödynnetään tämän talon korjaustietoja ja sen korjauksessa esille nousseita ongelmia.

Tämän opinnäytetyöaiheen kehittämässä ja työn etenemisen seurannassa OAKK on toiminut yhteistyössä Oulun seudun ammattikorkeakoulun (OAMK) ja Oulun kaupungin rakennusvalvontaviraston kanssa. B-talon osalta opinnäytetyöaiheet on jaettu neljälle eri opiskelijalle siten, että aiheina ovat kosteus, sisäilma, energia ja ympäristövaikutukset. Myös pientalon teknisen laadun arviointijärjestelmä on kategorioitu näihin neljään aihealueeseen.

## 2 RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUS

Rakennuksen energiatehokkuutta kuvataan suureella, joka yhtenä lukuna kuvaa rakennuksen energiankulutuksen tasoa. Luku voi olla esimerkiksi rakennuksen laskettu energiantarve, todettu energian kulutus, laskettu primäärienergian kulutus tai laskettu hiilidioksidipäästömäärä pinta-alayksikköä kohden. (RIL 249–2009, 12.)

Energiatehokkuuden tärkeimpänä tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Suomessa (kuva 1) ja koko Euroopassa rakennus- ja kiinteistöala on energiatehokkuuden parantamisen kannalta keskeisessä asemassa, sillä rakennusten osuus energiankulutuksesta ja hiilidioksidipäästöistä on noin 40 %. (Energiatehokkuus. 2011a; Energiatehokkuus. 2011b.)



*KUVA 1. Suomen energian käyttö ja kasvihuonepäästöt vuonna 2007, rakennetun ympäristön osuus korostettuna (Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. 2010, 93)*

Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen taustalla ovat Kioton ilmastopöytäkirja, Euroopan rakennusten energiatehokkuusdirektiivi sekä Suomen energia- ja ilmastostrategia. Vuonna 2005 voimaan tullut Kioton pöytäkirja velvoittaa kehittyneitä maita vähentämään kuuden kasvihuonekaasuryhmän pääs-

töjä yhteensä 5,2 % vuosina 2008–2012 verrattuna vuoden 1990 päästötasoon. Hiilidioksidipäästöt muodostavat näistä kasvihuonekaasuista suurimman ryhmän. Tämä jäsenmaita sitova päästövähennysvelvoite on jaettu erisuuruiseksi maakohtaisiksi velvoitteiksi, joiden toteutuskeinoista kukin sopimuksen piiriin kuuluva ja sopimuksen ratifioinut maa voi itse päättää. (Kioton pöytäkirja. 2011.)

Durbanin ilmastokokouksessa 11.12.2011 sovittiin Kioton pöytäkirjan velvoitteiden jatkamisesta ja sääntöjen uudistamisesta. Uuden ilmastopöytäkirjan piiriin saatiin nyt mukaan myös Yhdysvallat ja Kiina. Uuden sopimuksen tarkemmista aikatauluista ja päästövähennystavoitteista on tarkoitus sopia seuraavan vuoden aikana. (Durbanin ilmastokokous sopi Kioton sopimuksen jatkamisesta. 2011.)

Euroopan unionin (EU:n) jäsenmaat ovat kehittäneet ja sopineet EU:n laajuisista yhteisistä energiatehokkuussäädöksistä. Yhtenä keskeisimpänä näistä on rakennusten energiatehokkuutta koskeva direktiivi, jonka tavoitteena on vähentää EU:n jäsenmaiden energiakulutusta 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä sekä nostaa uusiutuvien energialähteiden käyttöosuus 20 %:iin energian loppukulutuksesta. Suomelle asetettu tavoite on nostaa uusiutuvien energialähteiden käyttöosuus 38 %:iin, kun sen käyttöosuus vuonna 2009 oli 25 %. (D3 (2012) perustelumuistio. 2011, 1; Uusiutuvan energian käyttö Suomessa. 2011.)

Suomen energia- ja ilmastopoliittinen kehitys määräytyy kansainvälisistä sopimuksista ja tavoitteista, joiden toteuttamiseen Suomessa on sitouduttu. Suomi on asettanut omat kansalliset energiatehokkuustavoitteet satavuotisjuhlavuodelle 2017, mitkä pyritään saavuttamaan muun muassa vuonna 2010 käynnistetyn ERA17 – Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017-toimintaohjelman avulla. Toimintaohjelma keskittyy rakennetun ympäristön energiatehokkuuden parantamiseen, sen aiheuttamien päästöjen vähentämiseen ja uusiutuvan energian käytön edistämiseen ilmastomuutoksen torjumiseksi. Toimintasuositukset jakautuvat muun muassa maankäytön, uudis- ja korjausrakentamisen, rakentamisen ohjauksen ja kehittämisen sekä kiinteistöjen

ylläpidon osa-alueille. (ERA 17 – Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017. 2010, 8,18.)

## **2.1 Energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö**

Energiatehokkuuden perusvaatimustaso uudisrakentamiselle määritellään ympäristöministeriön asettamissa rakentamismääräyksissä. Määräykset perustuvat maankäyttö- ja rakennuslaissa määriteltyihin rakentamisen vähimmäisvaatimukseen, ja ne ovat velvoittavia. Kukin kunta ohjaa rakentamista rakennusjärjestyksellä, jolla annetaan paikallisista oloista johtuvia määräyksiä ja ohjeita. Energiatehokkuutta koskevat rakentamismääräykset löytyvät RakMk:n osista C3, D3, D2 sekä rakennuksen energiatehokkuuden laskentaa ohjaavista osista C4 ja D5. (Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2011; Rakentamisen ohjaus. 2011.)

Vuonna 2008 tulivat voimaan lait rakennuksen energiatodistuksesta ja ilmastointijärjestelmän kylmälaitteiden energiatehokkuuden tarkastamisesta. Lait toteuttavat EU:n energiatehokkuusdirektiivin mukaisia velvoitteita rakennusten energiatehokkuudesta. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 8.)

### **2.1.1 Rakentamismääräysuudistukset**

Keväällä 2011 ympäristöministeriö julkaisi uudet RakMk:n osat D2 ja D3, jotka astuvat voimaan 1.7.2012. Määräykset koskevat vain uudisrakentamista, ja niillä parannetaan rakentamisen energiatehokkuutta keskimäärin 20 % aikaisempaan määräystasoon verrattuna. Määräysuudistuksen keskeisin muutos on siirtyminen aikaisemmasta rakennuksen lämpöhäviölle asetetusta vaatimuksesta tarkastelemaan rakennuksen vuotuista kokonaisenergiankulutusta, jolle asetetaan yläraja. Myös osat D5 ja C4 tulevat uudistumaan, mutta näiden lopullisia versioita ei ole vielä julkaistu. (D3 (2012) perustelumuuisto. 2011, 1; Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2011.)

Rakennuksen kokonaisenergiatarkastelu ottaa huomioon rakennuksen käyttämät eri energiamuodot ja asettaa vaatimuksen uusiutuvan energian käytölle. Kokonaisenergiankulutus esitetään laskennallisena energialukuna, E-lukuna.

Luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen netto-ostoenergian laskennallinen kulutus ja se saadaan laskettua seuraavalla kaavalla: E-luku = rakennuksen ostettu energia x energiamuodon kerroin [kWh/m<sup>2</sup>]. (D3 (2012) perustelumuistio. 2011, 3.)

Eri energialähteille on määritelty luonnonvarojen käyttöä kuvastavat energiamuodon kertoimet. Kerroin huomioi rakennuksen elinkaaren aikaisen energiankulutuksen vaikutuksen luonnonvarojen käyttöön. Mitä suurempi käytetyn energialähteen kerroin on, sitä enemmän rakennuksen hyödyntämä energia kuluttaa luonnonvaroja. Suuren energiamuodon kertoimen omaava rakennus tulee uusien määräysten mukaan rakentaa vähemmän energiaa kuluttavaksi kuin pienen energiamuodon kertoimen omaava rakennus, jotta se kompensoi suurempaa luonnonvarojen kulutuksen määrää. Energiamuotojen kertoimet tulevat olemaan seuraavanlaiset: sähkö 1,7, kaukolämpö 0,7, kaukojäähdytys 0,4, fossiiliset polttoaineet 1,0, rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,5. (D3 (2012) perustelumuistio. 2011, 3-4.)

Määräysuudistusten jälkeiset rakentamismääräyskokoelman osat tulevat olemaan seuraavanlaiset (Kalliomäki 2010, 3-4):

- **D3 Rakennusten energiatehokkuus:** Osaan on koottu yhteen kaikki energiatehokkuusvaatimukset. Siihen on siirretty myös aikaisemmat energiatehokkuusvaatimukset osista C3 ja D2. Rakennuksen lämpöhäviöiden tasauslaskelma vertailuarvoineen on säilytetty uudistuksessa lähes sellaisenaan.
- **C3 Rakennuksen lämmöneristys:** Osa C3 ehdotetaan kumottavaksi ja siirrettäväksi osaan D3.
- **D2 Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto:** Sisältää vaatimukset ilmanvaihdon poistoilmasta talteenotettavalle lämpömäärälle.

- **D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta:** Osa D5 tulee uudistumaan ja siinä asetetaan ohjeet rakennuksen netto-ostoenergiankulutuksen, E-luvun laskemiseksi.
- **C4 Lämmöneristys:** Osassa käsitellään rakennuksen eri rakennusosia ja rakenteita, näiden lämmönläpäisykertoimien määrittämistä sekä lämmöneristyksen suunnittelua ja toteutusta. Osa C4 tulee uudistumaan lämmönläpäisykertoimien laskennan osalta siten, että laskennassa otetaan huomioon rakenteissa olevat säännölliset ja epäsäännölliset kylmäsiilat.

### 2.1.2 Lainsäädäntö korjausrakentamisessa

Rakentamismääräyskokoelman energiamääräykset koskevat ainoastaan uudisrakentamista. Vielä ei ole olemassa korjausrakentamista koskevia energiamääräyksiä, mutta niiden valmistelu on aloitettu Suomen ympäristöministeriössä. Määräykset tulevat olemaan sovellettavissa sellaisiin korjausrakentamisen kohteisiin, joiden yhteydessä voidaan parantaa energiatehokkuutta osana muusta syystä johtuvaa korjaus- tai uusimistyötä. Nykyisiä uudisrakentamisen energiatehokkuusmääräyksiä sovelletaan korjausrakentamisessa mahdollisuuksien ja tarpeen mukaan. (Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2011.)

Suomen maankäyttö- ja rakennuslain 117 § toisen momentin mukaan rakennuksen tulee täyttää muun muassa energiatalouden ja lämmöneristyksen perusvaatimukset rakennusluvan myöntämisen edellytyksenä. Rakennuslupa tarvitaan sellaiseen korjaus- ja muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen, rakennuksen laajentamiseen, rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen olennaiseen muuttamiseen tai rakennuksen kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen. Rakennusluvanvaraisen korjattavan rakennuksen tulee siis täyttää nykyiset uudisrakentamisen energiamääräykset, mikäli se on korjauksen laajuus huomioon ottaen mahdollista. (L. 5.2.1999/132. 117 §, 125 §.)

Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuutta pyritään edistämään erilaisilla korjaus- ja energia-avustuksilla, jotka on tarkoitettu pien- ja kerrostaloille.

Tuettavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi sähkö- ja öljylämmityksen korvaaminen pääasiallisesti uusiutuvaa energiaa hyödyntävällä päälämmitysjärjestelmällä. Avustuksen suurus on korkeintaan 20 % hyväksyttävistä korjauskustannuksista. (Energia-avustukset. 2011.)

### **2.1.3 Energiatodistus**

Vuonna 2007 eduskunnassa säädettiin laki rakennuksen energiatodistuksesta EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivin velvoittamana. Laki edellyttää, että jokaiseen tämän lain voimaantulon (1.1.2008) jälkeen rakennettavaan uudisrakennukseen, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, on rakennuslupahakemuksen yhteyteen liitettävä energiatodistus. Energiatodistus vaaditaan rakennuslupahakemuksen yhteydessä myös korjausrakentamisessa riippuen korjauksen luonteesta ja laajuudesta. (Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2011.)

Energiatodistuksessa on ilmoitettava rakennuksen käyttötarkoitustaan vastaava tarvittava energiamäärä, mikä auttaa samaa tarkoitusta palvelevien rakennusten energiatehokkuuksien vertailemisessa. Rakennuksen tarvitsema energiamäärä ilmoitetaan energiatehokkuuslukuna, ET-lukuna, rakennuksen bruttopinta-alan suhteen. Rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä lasketaan lämmitysenergian, sähköenergian ja mahdollisen jäähdytysenergian summana. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 10.)

Energiatehokkuusluvun perusteella määräytyy rakennuksen energialuokka. Energialuokitus jakautuu asteikolle A–G siten, että A-luokka on kaikista vähiten energiaa kuluttava eli energiatehokkain. Käytettävä asteikkoluokitus määräytyy rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 10.)

Rakennuksen käyttämän vuotuisen energiamäärään arvioimisessa käytetään joko luotettavia energian kulutustietoja tai kulutusarvio lasketaan määräysten mukaisilla hyväksyttävillä laskentamenetelmillä. Rakennuslupaa haettaessa pienissä, enintään kuuden asunnon asuinrakennuksissa, tarvittava energiamäärä on arvioitava laskentamenetelmällä. Pienten asuinrakennusten energiatodis-

tus sisältää energialuokituksen lisäksi energiatehokkuusluvun, rakennuksen perustiedot, todistuksen voimassaoloajan sekä energiatodistuksen laskennan lähtötiedot. (L. 13.4 2007/487. 2§; Pienet asuinrakennukset. 2010.)

Energiatodistusta ei tarvitse hankkia pienten, enintään kuusi asuntoa käsittävien asuinrakennusten osalle, jos rakennus on valmistunut ennen lain voimaantuloa. Yli kuusi asuntoa käsittävän asuinrakennuksen myyjän tai vuokranantajan tulee hankkia myös vanhalle rakennukselle energiatodistus, joka on asetettava mahdollisen ostajan tai vuokralaisen nähtäville. (L. 13.4 2007/487. 1§; Pienet asuinrakennukset. 2010.)

Pienten asuinrakennusten energiatodistus on voimassa kymmenen vuotta. Yli kuuden asunnon asuinrakennuksen tai rakennusryhmän energiatodistus on voimassa viisi vuotta. Olemassa olevissa yli kuuden asunnon asuinrakennuksissa energiatodistuksen voi antaa osana isännöitsijätodistusta, jolloin se on voimassa yhden vuoden. Erillisen energiatodistuksen antajan tulee olla säädettyt pätevyysvaatimukset täyttävä henkilö. Isännöitsijätodistukseen sisältyvän energiatodistuksen voi antaa yhtiön isännöitsijä tai hallituksen puheenjohtaja. (Energiatodistus, joka sisältyy isännöitsijätodistukseen. 2010.)

Energiatodistuksen avulla kuluttajat voivat vertailla energiatehokkuutta eri rakennusten välillä, ja se auttaa kiinteistönomistajaa kiinnittämään huomiota rakennuksen energian käyttöön. Energiatodistuksen käyttöönoton tavoitteena on nostaa rakennusten energiatehokkuus tärkeäksi valintatekijäksi rakennusten osto- ja vuokraustilanteissa. (Energiatodistusopas 2007. 2009, 8.)

## **2.2 Energiaselvitys**

Energiaselvitys on laaja selvitys rakennuksen energiankäytöstä ja yksi sen keskeinen osa on energiatodistus. RakMk D3 (2012) luvun 5 mukaisesti energiaselvitys sisältää yleensä seuraavanlaiset tarkastelut: Rakennuksen perustiedot, rakennuksen lämpöhäviöiden määräystenmukaisuuden osoittaminen (tasauslaskelma), ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, rakennuksen lämmitys- teho mitoitustilanteessa, arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta ja mahdoli-



sesta jäädytystehon tarpeesta, rakennuksen energiankulutus ja ostoenergiankulutus sekä rakennuksen energiatodistus.

### **2.3 Energiatehokkuuden parantamisen vaikutukset**

Energiankäyttö on suurin ympäristökuormittaja ja asumiskustannusten aiheuttaja rakennuksen elinkaaren aikana. Pientalon elinkaaren aikaisista ympäristökuormituksista 80–90 % aiheutuu rakennuksen käytön aikaisesta energiankulutuksesta. Ympäristökuormitus pienenee, kun energiankulutusta vähennetään ja energia valinnoissa suositaan uusiutuvia energialähteitä. (Hyvä talo rakennetaan energiatehokas pientalo. 2008, 5.)

Ilmastopoliittisten syiden lisäksi energian kulutuksen vähentäminen kannattaa myös sen myötä saavutettavien kustannussäästöjen vuoksi. Investointi rakennuksen energiatehokkuuteen pienentää rakennuksen käytönaikaisia kustannuksia ja rajoittaa asumiskustannusten nousua energiahinnan noustessa. Energiahinnan kehitys kuluttajille on ollut selvässä nousussa koko 2000-luvun, joten etenkin uudisrakentamisessa energiatehokkuuden huomioiminen on myös taloudellisesti järkevää. Energian säästäminen on keino turvata energian saatavuus, ja tätä kautta taata kilpailukykyinen energian hinta myös tulevaisuudessa. (Energiatehokkuus. 2011; D3 (2012) perustelumuihistio. 2011, 8.)

Rakennuksen energiatehokkuutta kohotetaan sen lämmöneristystä ja tiiveyttä parantamalla sekä hallittua ilmanvaihtoa tehostamalla. Näillä toimenpiteillä saadaan myös lämmin ja vedoton rakennus, jossa on hyvä sisäilman laatu ja terveellistä asua. Hyvään energiatehokkuuteen pyrkiminen on tutkimuksissa havaittu parantavan myös rakentamisen laatua (D3 (2012) perustelumuihistio. 2011, 8). Energiatehokkaassa rakentamisessa päästään siis parhaimmillaan tulokseen, mikä on hyväksi ympäristölle, asukkaan taloudelle ja terveydelle sekä asumisen viihtyvyydelle. Energiatehokkuuden parantaminen on myös merkittävässä roolissa rakennuksen jälleenmyyntiarvon kohottajana.

## 2.4 Energiakorjauksen kannattavuus

Energiakorjauksen kannattavuuden eräät yleiset arviointitavat ovat takaisinmaksuajan ja energiansäästön menetelmät. Yksinkertaisimmillaan menetelmät lasketaan ilman korkoa, jolloin laskennallinen toteutus on suhteellisen helppo. Investoinnin kannattavuuslaskelmille tulisi lisäksi suorittaa herkkyystarkastelu, sillä laskelmat pohjautuvat aina joltain osin epävarmoihin tietoihin. (Hekkanen - Kauppinen – Santalo 1997, 21.)

**Takaisinmaksuaika** kuvaa vuosina sitä ajanjaksoa, jolloin energiakorjauksen kautta saavutettu kustannussäästö saavuttaa korjaukseen investoidun kustannusmäärän. Laskenta tehdään seuraavalla kaavalla:  $\text{takaisinmaksuaika} = \text{investointikustannus} / \text{vuosittainen nettosäästö [a]}$ . (Kurvinen 2009, 25.)

**Energiansäästömenetelmä** kertoo, kuinka paljon energiaa säästävä korjausinvestointi aiheuttaa kustannuksia vuosittain saavutettavaa energiansäästö määrää kohden. Laskenta tehdään seuraavalla kaavalla:  $\text{energiansäästö} = \text{investointikustannus} / \text{vuotuinen energiansäästö [€/kWh/a]}$ . Valintakriteerin mukaan korjaus on sitä kannattavampi, mitä pienempi on investointikustannusten ja vuotuisen energiansäästö määrän osamäärä. Menetelmä siis kertoo, millä korjaustoimenpiteellä saavutetaan mahdollisimman vähäisin investointikustannuksin eniten energiansäästöä vuodessa. (Kurvinen 2009, 26.)

Investointikustannuksina otetaan huomioon vain energiatehokkuusparannuksen osuus kokonaiskorjauskustannuksista. Investointikustannuksiin pitää laskea mukaan myös rakenteen tai teknisen järjestelmän jäljellä oleva taloudellinen arvo, jos korjaus suoritetaan ennen rakenneosan teknisen käyttöiän päättymistä. (Hekkanen ym. 1997, 21.)

**Herkkyystarkastelu** tulisi aina suorittaa osana kannattavuuslaskelmia. Päätösten tekemiseen ja hankkeen kulkuun liittyy aina riskejä, ja kannattavuuslaskelmat perustuvat aina joiltain osin epävarmoihin tietoihin. Ennen päätösten tekemistä on syytä kartoittaa olemassa olevat riskit ja määrittellä laskelmien epävarmuustekijät mahdollisimman selkeästi. Herkkyystarkastelun avulla voi-

daan tutkia investoinnin kannattavuuden muuttumista muuntelemalla hankkeen osatekijöitä, kuten energiahinnan suuruutta tai rakennuksen tai rakennusosan taloudellista pitoaikaa. (Hekkanen ym. 1997, 24–25; Kurvinen 2009, 27.)

Uudisrakentamisessa saadaan verrattain pienillä lisäkustannuksilla parannettua rakennuksen energiatehokkuutta, kun taas korjausrakentamisessa kustannussäästö energiassa takaisinmaksuaika huomioon ottaen on usein melko pieni tai jopa olematon. Vanhaa rakennuskantaa joudutaan kuitenkin rakennuksen iän, terveydellisten tai viihtyvyydellisten syiden myötä korjaamaan, jolloin korjaukset tulisi toteuttaa parantaen samalla rakennuksen energiatehokkuutta. Tällöin korjauksen lisäkustannukset energiatehokkuuden parantamiseksi jäävät usein suhteellisen pieniksi ja energiakorjauksen kannattavuus kasvaa. Täytyy kuitenkin muistaa, että energiakorjauksilla usein parannetaan myös asumisen laatua ja viihtyvyyttä, eikä näiden tekijöiden arvoa voi rahassa mitata.

### 3 LUOTOLAISENTIEN RIVITALO

Oulussa sijaitseva Luotolaisentien rivitalo 12 B kuuluu neljän rivitalon taloyhtiöön, jonka OAKK on ostanut suorittaakseen rivitalojen massiivisen perusparannuksen. OAKK perusti kohteesta Asunto-osakeyhtiö Myrskyluodon ja teki sopimuksen kohteen korjausrakoinnista Oulun Osaamiskeskus Oy:n kanssa. Taloyhtiö Myrskyluoto toimii korjausrakennuskohteena talonrakennus-, LVI-, sähkö- ja maanrakennusalan opiskelijoiden työharjoitteluille ja näyttöjen suorittamiselle. Rivitalojen A, B, C ja D korjaus suoritetaan kokonaisuudessaan oppilastöinä, ja kohteessa riittää työtä Oulun Osaamiskeskus Oy:n oppilaille useaksi vuodeksi. (Pääaho 2011; Kantola 2011, 10.)

Taloyhtiön perusparannus suoritetaan talo kerrallaan. Kun talojen korjaukset ovat valmiit, rakennukset jaetaan itsenäisiksi osakeyhtiöiksi ja myydään sijoittajille. A-talon korjaukset aloitettiin vuoden 2010 keväällä, ja korjaukset ovat nyt lähes valmiit. Seuraavaksi korjataan talo B, ja tässä työssä keskitytään B-talon energiatehokkuuden parantamisen tarkasteluun korjausrakentamishankkeen yhteydessä. (Pääaho 2011.)

Luotolaisentien rivitalo on rakennettu vuonna 1983 ja on ikäisekseen taloksi hyvin huonokuntoinen. Talo on kaksikerroksinen ja sisältää kuusi asuinhuoneistoa. Talossa on puurunko, mutta kantavat päätyseinät, huoneistojen väliset seinät ja välipohjalaatta ovat teräsbetonia. Perustuksena on reunavahvistettu alapohjalaatta valesokkeli rakenteella. Ulkoverhous on pääosin tiiltä, vain talon parvekkeiden puoleisella pitkällä julkisivulla on puuverhous. Vesikatteen materiaalina on pelti. (Pääaho 2011.)

Rivitalosta on tehty kuntoarvio vuonna 2008, kuntotutkimus syksyllä 2011 ja rivitalo-korttelin pohjatutkimus keväällä 2010. Taloon ei ole aikaisemmin tehty peruskorjausta. Joitakin yksittäisiä korjaustoimenpiteitä on nähtävästi tehty, mutta näistä ei ole olemassa tarkempia asiakirjoja. Rivitalosta tehdyt tutkimukset sekä rivitaloissa asuneille asukkaille suoritettu suullinen asukaskysely ovat olleet lähtökohdana Luotolaisentien perusparantamishankkeen suunnittelussa. (Pääaho 2011.)

Asukaskyselyjen pohjalta esiin nousi erityisesti tilojen ahtaus ja avaruuden tarve. Myös energiatehokkuuden parantaminen kohtuullisten kustannusten puitteissa on ollut hyvin painava lähtökohta korjaushankkeen suunnittelussa. (Pääaho 2011.) Energiatehokkuuden parantamisen kanssa käsi kädessä kulkevat sisäilman laadun parantaminen ja sisäilmaston vedottomuus ja tasalämpöisyys.

Lokakuussa 2010 suoritetussa **kuntotutkimuksessa** ilmeni useita vauriokohtia talon eri rakenneosissa. Ulkoseinien mineraalivilla oli paikoin tummunut merkkinä seinärakenteen sisällä olevasta liiallisesta kosteudesta. Ulkoseinistä otetuissa materiaalinäytteissä oli viitteitä kosteusvaurioista muun muassa seinän alaosan mineraalivillassa sekä alaohjauspuussa. Alaohjauspuun alla olevan kumibitumikermin materiaalinäyte sisälsi asbestia. Rakennuksen ulkopuolinen maanpinnan taso on erittäin lähellä lattiapinnan tasoa, ja ulkopuoliset rakennuksesta pois päin viettävät maan kallistukset eivät ole riittävät. (Rasi-Koskinen 2011, 6-8.)

Yläpohjassa sijaitsevien ilmanvaihdon läpivientiputkien ympärillä olevissa puurakenteissa oli kosteusvauriojälkiä, ja eristeet putkien ympärillä olivat tummuneet. Putkien yläosassa ei ollut riittävää lämmöneristystä. Päätyseinän tiiliverhouksen takana ei ollut käytännössä ollenkaan tuuletusrakoa, ja verhouksessa kiinni olevista mineraalivillanäytteistä ilmeni vahvoja viitteitä kosteusvaurioista. Päätyseinän mineraalivillan alla oli myös runsaasti muurahaisia. (Rasi-Koskinen 2011, 9, 13–14.)

Rivitalon **korjaukset** tulevat olemaan erittäin laajat. Lähes kaikki rakennuksen rakenteet uusitaan. Vanhasta rakennuksesta tulee jäämään jäljelle suurin piirtein vain rakennuksen runko ja tiiliverhous. Päädyn tiiliverhoukset tullaan todennäköisesti uusimaan kuntotutkimuksessa ilmenneiden päätyseinien mineraalivillanäytteiden kosteusvaurioviitteiden johdosta. Rakennuksen yläpohjarakenne, vesikate, ulkoseinärakenteet, ikkunat sekä alapohja uusitaan, ja rakennukseen asennetaan salaojat ja sadevesijärjestelmä. Ympäröivää maan pintaa muokataan siten, että maan kallistukset ovat nyky määräysten mukaiset. Myös rakennuksen huonejärjestelyä muutetaan. Rakennuksen päätyhuoneistot pienennetään yksikerroksisiksi kaksioiksi, kun taas näiden viereiset

huoneistot laajennetaan 4H+K sisältäviksi perheasunnoiksi. Sisimmäiset kaksi huoneistoa pysyvät huonejärjestelyiltään alkuperäisen kaltaisina 3H+K:n käsitteinä asuntoina. Rakennuksen yläpohja tullaan mahdollisesti joiltain osin muuttamaan korkeammaksi ja avarammaksi viistokatoksi, jolloin myös kattoristikot uusittaisiin näiltä osin. (Pääaho 2011.)

Korjaushankkeen yhtenä suurena kriteerinä on rivitalon energiatehokkuuden parantaminen. Rivitalon korjaustoimilla pyritään saavuttamaan rakennukselle matalaenergialuokka A (Pääaho 2011). Seuraavassa luvussa tarkastellaan keinoja parantaa olemassa olevan rakennuksen energiatehokkuutta eri rakenneosittain. Samalla esitetään Luotolaisentien rivitalon energiatehokkuuden parantamiseksi tehtävät korjausratkaisut. Luotolaisentien energiaselvitys ennen korjausta ja sen jälkeen on laadittu Energiajunior-ohjelmalla. Laskennan tulokset ovat liitteissä 4 ja 5.

## **4 ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT KORJAUSTOIMENPITEET**

Rakennusten korjauksissa ollaan siirtymässä laajakäsitteisempään rakennusten peruskorjaukseen, jonka yhtenä suurena kriteerinä on energiatehokkuuden parantaminen. Kun olemassa olevaa rakennusta korjataan siten, että se johtaa rakennuksen energiankulutuksen pienenemiseen, puhutaan energiakorjauksesta. Energiakorjauksen tulisi aina olla osa muusta syystä tapahtuvaa laajempaa peruskorjauskokonaisuutta. Korjauskustannukset ja nykyiset energiahinnat huomioon ottaen yksinään energiakorjauksen suorittamista ei voida pitää taloudellisesti kannattavana. Energiakorjauksilla pyritään paitsi energiasäästöihin, myös parantamaan sisäilman laatua hallitun ilmanvaihdon avulla, ehkäisemään kosteuden tiivistymistä rakenteisiin kylmäsiltoja poistamalla sekä parantamaan rakennuksen elinkaartiloutta ja rakennuksen elinkaaren ekotehokkuutta energian kulutusta ja energiatuotannon päästöjä pienentämällä. (RIL 249–2009, 64–67,199; Kurvinen 2009, 16.)

Energiakorjauksissa harvemmin puututaan rakennuksen pohjaratkaisuun ja tilan käyttöön tai ikkunoiden kokoihin ja suuntauksiin, joten pääosin energiakorjaukset perustuvat rakennuksen rakenne- ja talotekniikan parantamiseen. Rakennuksen energiatehokkuuden kohottamisen merkittävimpiä keinoja ovat vaipan eristävyys ja tiiveyden huomattava parantaminen sekä lämmöntalteenotolla varustetun koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän asentaminen (RIL 249–2009, 235). Lähitulevaisuudessa energiakorjauksissa korostuu enemmän myös rakennuksen käyttämän energian laadun ja sen hankintamuodon merkittävyys.

### **4.1 Rakennuksen vaipparakenteet ja lämpöhäviöt**

Pientaloissa rakennuksen vaipan johtumislämpöhäviöt ovat suuret, joten rakenteiden lämmöneristävyys kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Lämpöenergian kulutuksesta suurin osa, noin 60–70 % tapahtuu rakennuksen vaipan kautta johtumishäviöinä. Loppuosa energian kulutuksesta eli 30–40 % kuluu il-

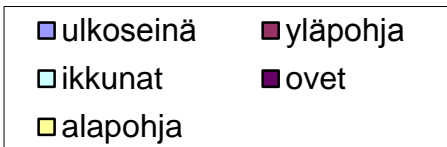
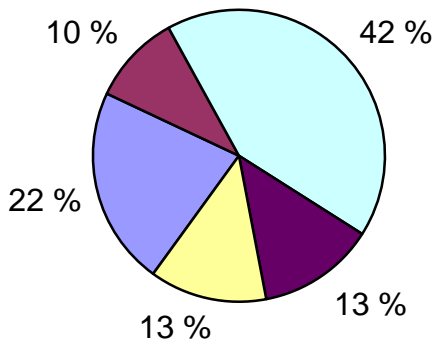
manvaihdon ja lämpimän käyttöveden lämpöenergiana. Vanhimman rakennuskannan ilmanvaihto on usein painovoimainen, joten ilmanvaihdon osuus lämpöenergian kulutuksesta kuitenkin vaihtelee tuuletustavoista riippuen. Johtumishäviöiden suuruuteen vaikuttaa rakenteiden lämmönläpäisykertoimien suuruudet, rakenneosien vaippapinta-alan suhde koko rakennuksen vaipan pinta-alaan, rakenteiden kylmäsilat sekä rakennuksen vaipan tiiveys. (RIL 249–2009, 59; Kilpeläinen – Hekkanen – Seppälä – Riippa 2006, 26.)

Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että mitä vanhempi rakennus on, sitä enemmän korostuu vaipan osuus lämmitysenergian kulutuksessa. Erityisesti ikkunoiden, ulkoseinien ja yläpohjan lämmöneristävyyksien parantaminen on pientalon energiakorjauksessa merkittävässä asemassa. (RIL 249–2009, 58–59.)

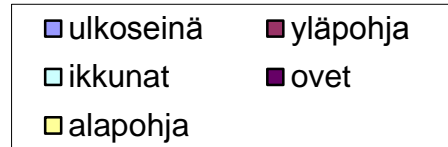
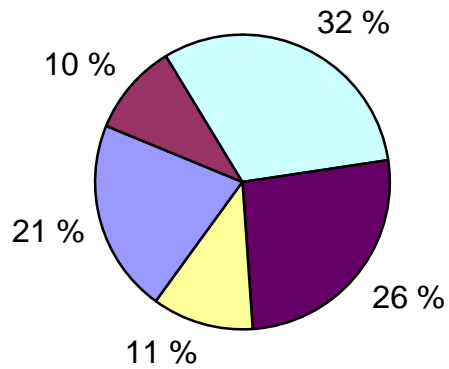
Luotolaisentien vaipan johtumislämpöhäviöiden jakautuminen ennen korjausta ja korjauksen jälkeen on esitetty kuvassa 2. Vaipan eri osien johtumishäviöiden prosentuaaliset osuudet eivät muutu merkittävästi, vaikka kokonaisjohtumislämpöhäviömäärä pienenee. Kuvasta huomataan, että ikkunoiden uusiminen on johtumislämpöhäviöissä merkittävimässä asemassa verrattuna koko vaipan lämpöhäviöihin. Vaikka ulko-ovia ei korjauksessa uusita, ja niiden U-arvo pysyy samana, on korjauksen jälkeinen ulko-ovien lämpöhäviön osuus kasvanut verrattuna koko vaipan lämpöhäviöihin. Tämä kertoo siitä, että korjauksessa muiden vaipan rakenneosien lämmönjohtavuudet ovat pienentyneet huomattavasti.



Ennen korjausta



Korjauksen jälkeen



KUVA 2. Energiajuniorilla laskettu Luotolaisentien rivitalon vaipan johtumislämpöhäviöiden jakautuminen ennen energiakorjausta ja sen jälkeen

#### 4.1.1 Yläpohja

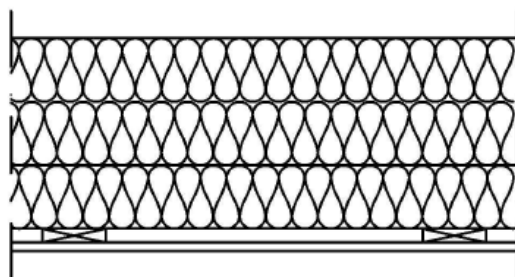
Yläpohjan lisälämmöneristys on usein kustannustehokkain tapa parantaa pientalon energiatehokkuutta. Lisäeristäminen suositellaan tehtävän vanhan lämmöneristekerroksen ulkopuolelta, mikä parantaa vanhan rakenteen kosteusteknisistä toimintaa sen lämpöolosuhteiden tasaantuessa. Lisäeristeen tulee kuitenkin kosteusteknisiltä ominaisuuksiltaan sopia yhteen vanhan eristeen kanssa. Ulkopuolinen lisäeristys ei saa muodostaa tiiviimpää kerrosta kuin alla oleva vanha eriste. (RT 83-10662. 1998, 2.)

Ulkopuolinen lisäeristäminen on yleensä myös suhteellisen helppoa ja edullista, mikäli vesikatteen alla on riittävästi ullakotilaa. Puhallusvillan käyttö lisälämmöneristeenä on yksinkertaista ja nopeaa. Lämmöneristekerrosta kasvatettaessa täytyy kuitenkin huolehtia siitä, että yläpohjarakenteen yläpuolelle jää riittävä tuuletustila. (RT 83-10662. 1998, 2.)

Vesikaton suuntaisissa yläpohjarakenteissa on sisäpuolinen lisälämmöneristys usein kustannussyistä järkevintä, sillä tuuletustila on usein liian ahdas eristeen lisäämiseksi sen yläpuolelle. Tällöin ulkopuolinen lisäeristäminen vaatisi paitsi

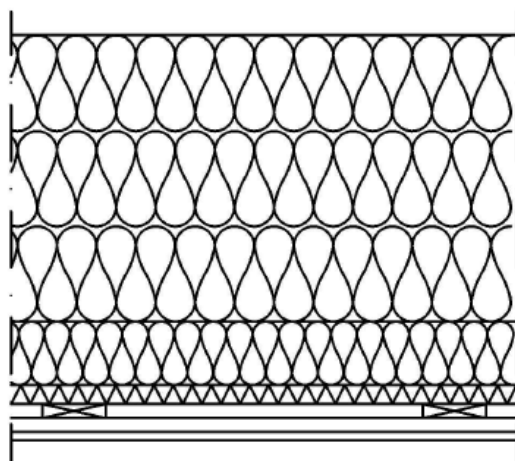
vesikaton purkamisen tai uusimisen myös sen korottamisen. Sisäpuolinen lisäeristäminen kuitenkin lisää yläpohjan kondenssiriskiä laskemalla vanhan rakenteen lämpötilaa, joten höyrynsulun huolellinen, tiivis asennus on erityisen tärkeää. Jos yläpohjarakenteeseen vuotaa ilmaa sisätiloista, on sisäpuolisessa lisäeristämässä suurempi riski, että vuotoilman sisältämä vesihöyry kondensoituu yläpohjarakenteeseen. (RT 83-10662. 1988, 2.)

Luotolaisentien yläpohjarakenne (kuva 3) uusitaan kokonaisuudessaan. Vanhat kattoristikot jäävät todennäköisesti joiltain osin paikoilleen, mutta kaikki muut yläpohjan rakenteet puretaan ja uusitaan. Laajennettujen perheasuinhooneistojen yläpohjaksi tulee tuvan osalle mahdollisesti viistokattorakenne. Tämä ei ole vielä varmaa, eikä tästä ei ole olemassa vielä rakennesuunnitelmia, mutta U-arvo laskelmissa (liite 3) on esitetty saman U-arvon saavuttava viistokattorakenne kuin alkuperäissuunnitelman mukaisella rakenteella saavutetaan.



Vanha yläpohjarakenne  
 $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rakennekerrokset:  
 Mineraalivilla 300 mm + kattoristikot  
 Höyrynsulkumuovi  
 Koolausrimat 22 mm  
 Rakennuslevy 13mm



Uusi yläpohjarakenne  
 $U = 0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rakennekerrokset:  
 Puhallusvilla 550 mm + kattoristikot  
 SPU eriste 30 mm  
 Koolausrimat 2 x 22 mm  
 MDF levy 13mm

Mittakaava 1:10

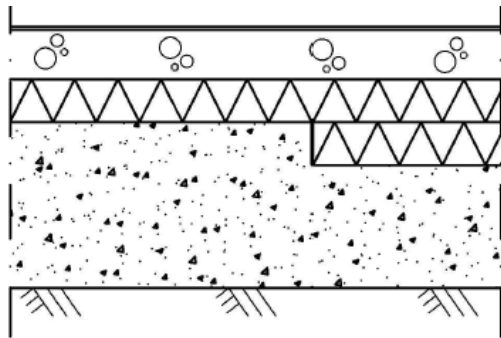
*KUVA 3. Olemassa oleva yläpohjarakenne ja alkuperäissuunnitelmien mukainen uusi yläpohjarakenne*

#### 4.1.2 Alapohja

Maanvastaisen alapohjan lisälämmöneristäminen on työlästä ja kallista, ja se tulee usein aiheelliseksi vain silloin, kun alapohjarakenne uusitaan jostain muusta syystä. Alapohja voidaan lisäeristää joko laatan ylä- tai alapuolelta. Yläpuolelta lisäeristettäessä vapaa huonekorkeus pienenee ja ikkunoiden korkeusasema lattiatasoon nähden mataloituu. Alapuolinen lisäeristäminen taas edellyttää koko alapohjarakenteen avaamista. Alapuolista maa-ainesta tulee kaivaa uuden eristevahvuuden verran, ja alapuolisen maa-aineksen koostumuksesta riippuen tulee maa-aines vaihtaa riittävältä paksuudelta pohjaveden kapillaarisen nousun katkaisevan täyttömaakerroksen aikaansaamiseksi.

Rakennuksissa, joissa on valesokkelirakenne, voi alapohjan ja seinärakenteen liittymäkohdan lämmöneristävyttä parantaa myös kivijalan ulkopuolisella lisälämmöneristeellä. Tämä kannattaisi tehdä samalla kertaa salaojien uusimisen kanssa, jos se on aiheellista ja ajankohtaista. Valesokkeliseinän alaosa toimii usein seinärakenteen kylmäsiltaan, ja on näin ollen heikoin kohta lämmöneristävyyden kannalta. Rakennuksen sisäpuolella tämä saattaa aiheuttaa vedon tunnetta lattian ja seinän liittymäkohdan läheisyydessä.

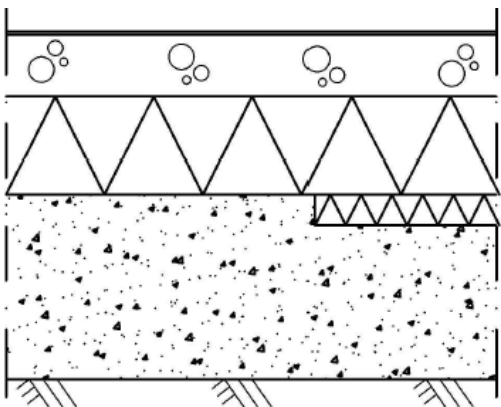
Luotolaisentien alapohjarakenteen lisäeristäminen suoritetaan rakenteen alapuolelta, mikä vaatii alapohjalaatan purkamista kokonaisuudessaan. Alapuolisen lisäeristämisen osasyynä on se, että asuntojen huonekorkeudet halutaan säilyttää entisellään, 2500 mm:ssä. Purettaessa vanha rakenne saadaan myös selville, missä kunnossa vanha alapohja todellisuudessa on ja mitä sen alapuoliset maa-ainekerrokset pitävät sisällään. Näistä tiedoista on hyötyä mietittäessä edelleen C- ja D-talojen korjaussuunnitelmia. Uudesta alapohjarakenteesta ei vielä ole varmuutta, joten tässä työssä käytettävä alapohjarakenne on eräs ehdotelma mahdollisesta alapohjarakenteesta. Alapohjan U-arvo tulee kuitenkin olemaan samaa suuruusluokkaa kuin tässä esitetyn rakenteen U-arvo on. Vanha ja uusi alapohjarakenne on esitetty kuvassa 4.



Vanha alapohjarakenne  
 $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rakennekerrokset:

Muovimatto  
 Teräsbetonilaatta 80 mm  
 Solupolystyreeni 70 mm  
 Solupolystyreeni 70 mm (reuna-alueilla)  
 Salaojatoritus  
 Perusmaa



Uusi alapohjarakenne  
 $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rakennekerrokset:

Pinnoite (+ tasoite)  
 Teräsbetonilaatta 100 mm  
 SPU SP eriste 160 mm  
 SPU SP eriste 50 mm (reuna-alueilla)  
 Salaojatoritus 300 mm  
 Perusmaa

Mittakaava 1:10

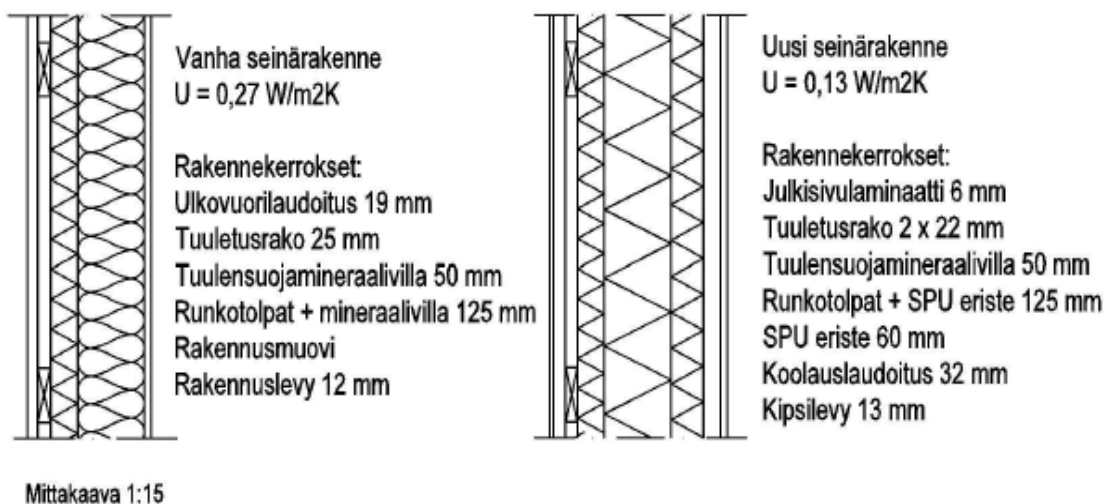
*KUVA 4. Olemassa oleva alapohjarakenne ja ehdotelma uudesta alapohjarakenteesta*

### 4.1.3 Ulkoseinä

Ulkoseinä on energiakorjauksessa yksi vaipparakenteen oleellisin korjausosa. Vanhojen ulkoseinien ulkopuolinen lisäeristäminen on yleensä helpompi ja taloudellisempi ratkaisu kuin sisäpuolinen lisälämmöneristys. Se on myös rakenteen kosteusteknisen toimivuuden kannalta usein turvallisempi vaihtoehto. Ulkopuolisessa lisäeristämisessä vanhan seinärakenteen lämpötila nousee, jolloin kastepisteen muodostumisen mahdollisuus vanhojen rakenteiden rajapinnoille heikkenee. Sisäpuolinen lisäeristys puolestaan laskee vanhan seinärakenteen lämpötilaa, jolloin vaaraksi saattaa muodostua kosteuden tiivistyminen vanhan seinärakenteen rajapinnoille.

Korjattavan vaipparakenteen rakennusfysikaalinen tarkastelu on aina välttämätöntä. Ulkoseinärakenteen jokainen rajapinta on periaatteessa riskialttiina vauriokohdan muodostumiselle, jos ulkoseinän ulkopinnan sadevesitiiveys, rakenteiden tuulettumiskyky ja sisäpuolinen ilma- ja diffuusiotiiveys eivät ole kunnossa. Ulkoseinän korjausvaihtoehtojen suunnittelussa tulee aina huolehtia rakenteiden tuulettavuudesta. Erilaisten virheiden kautta mahdollisesti seinän sisään päässeeseen sadeveden tai rakennuksen sisäpuolelta hallitsemattomien ilmapuotojen tai diffuusion kautta rakenteisiin päässeeseen kosteuden täytyy päästä poistumaan seinärakenteesta. (RIL 249–2009, 208, 217.)

Luotolaisentien rivitalon ulkoseinän lisäeristys toteutetaan sisäpuolelta (kuva 5), jotta olemassa oleva tiiliverhous voidaan säilyttää. Sisäpuolinen lisäeristys pienentää huonealoja ja aiheuttaa lisätöitä ja -kustannuksia muun muassa lämmityspattereiden, pistorasioiden, kiinteiden seinävalaistusten ja valokatkaisijoiden siirtämisestä uuden sisäpinnan tasalle. Luotolaisentiellä rakennuksen huoneistojärjestelyt ja talotekniikka uusitaan joka tapauksessa kokonaisuudessaan, joten sisäpuolinen lisäeristys on vartenotettava vaihtoehto. Ulkoseinillä olevat vanhat vesiradiaattorit poistetaan ja kaikille lattiapinnoille asennetaan vesikiertoisen lattialämmityksen. Ulkoseinärungon sisäiset vanhat lämmöneristeet ajatellaan tässä uusittavan kokonaisuudessaan. Käytännössä vanhat hyväkuntoiset eristeet jätetään mahdollisesti paikoilleen ja uusitaan vain tarvittavilta osin.



KUVA 5. Nykyinen parvekkeen puoleinen seinärakenne ja uusi seinärakenne

Parvekkeen puoleinen puuverhoiltu ulkoseinä puretaan ensimmäisestä kerroksesta runkoineen uuden alapohjan rakentamisen vaatimien maankaivu- ja täyttötöiden mahdollistamiseksi. Toisen kerroksen osalla parvekkeen puoleinen ulkoseinä puretaan siten, että vanha runko ja tuulensuojalevy jäävät paikoilleen, mutta muut rakenteet uusitaan. Vanhan puurungon osat käsitellään kemiallisesti tarvittavilta osin mahdollisten mikrobivaurioiden poistamiseksi. (Pääaho 2011.)

Päätyseinien korjaustoimenpiteistä ei ole vielä lopullista päätöstä tehty, mutta mineraalivillojen uusimiseksi täytyisi päätyjen tiiliverhoukset purkaa ja uudelleenmuurata. Villoja ei voi vaihtaa sisäpuolelta rikkomatta päädyn kantavia betoniseiniä. Toinen, ei niin kauas kantoinen vaihtoehto, olisi rakennuksen sisäpuolelta tehtävä rakenteen huolellinen tiivistäminen, jolla pyrittäisiin estämään kosteusvaurioituneiden villojen haitallisten mikrobeiden mahdollinen leviäminen rakennuksen sisäilmaan.

#### **4.1.4 Ikkunat**

Ikkunat ovat rakennuksen vaipan lämmöneristävyyden kannalta heikoin rakenneosia. Rakenteiden lämmönläpäisykerrointen vertailuarvojen perusteella ikkunaneliömetrin läpi sallitaan kulkeutuvan yli viisinkertainen lämpöteho verrattuna ulkoseinäneliometriin (D3 (2012) Rakennusten energiatehokkuus. 2011, 13). Ikkunat eivät kuitenkaan ole ainoastaan lämpöä hukkaavia rakenneosia, sillä niiden kautta saatava auringon lämpösäteily pienentää valaistukseen ja lämmitykseen tarvittavaa energiamäärää.

Ikkunoiden vertailemisen helpottamiseksi on kehitetty ikkunoiden energialuokitus, jonka vertailuarvo  $E$  [ $\text{kWh/m}^2$ ] ilmoittaa ikkunaneliömetrin kuluttaman energiamäärän vuodessa.  $E$ -arvo lasketaan ikkunan  $U$ -arvon,  $g$ -arvon ja sen ilmanpitävyyden avulla. Auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin,  $g$ -arvo, kuvastaa ikkunan kykyä hyödyntää auringon säteilyenergiaa.  $E$ -arvon perusteella ikkunat jaetaan energialuokkiin A – G. (Ikkunoiden energiatehokkuus. 2011.)

Ikkunan energiatehokkuuden parantaminen ilman ikkunan uusimista on mahdollista ikkunan tiivistämisellä, vanhojen tiivisteiden vaihdolla tai lisälasin asen-

nuksella ikkunan sisä- tai ulkopuitteeseen. Vanhojen puukarmi-ikkunoiden käyttöikä on noin 30–50 vuotta riippuen ikkunan huollosta ja sijainnissa. Auringon säteilylle, vesisateelle ja tuulelle alttiina olevat ikkunat kuluvat nopeammin kuin suojaisilla seinustoilla olevat ikkunat. Usein talon etelä- ja länsipuolen ikkunat ovatkin huonommassa kunnossa kuin pohjois- ja itäpuolen ikkunat. (Ikkunaremontti. 2011.)

Vanhojen 2-lasisten ikkunoiden U-arvo on keskimäärin  $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  ja suurten, yksilasisten ikkunoiden U-arvo jopa  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Kun korjauksissa päädytään ikkunoiden uusimiseen, on taloudellista käyttää ikkunoita, joiden U-arvo on noin  $0,8\text{--}1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . (RIL 249–2009, 216.)

Ikkunoiden uusimisessa tulee kiinnittää erityistä tarkkuutta työn suoritusvaiheeseen karmien veden- ja ilmanpitävyyden varmistamiseksi. Energiatohokkaat ikkunat menettävät hyödyllisyytensä, jos niiden asennus suoritetaan huolimattomasti ja lämpöenergiaa hukataan liittymäkohtien ilmanvuotojen kautta. (RIL 249–2009, 216.)

Luotolaisentiellä vanhat 2-lasiset ikkunat uusitaan Skaalan A-energialuokan ikkunoihin. Uudet ikkunat ovat U-arvoltaan  $0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$ , kun vanhojen ikkunoiden U-arvon arvioitiin olevan  $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  vuoden 1983 määräystason mukaisesti.

Ikkunan U-arvon ollessa  $1,0$  tai sitä pienempi saattaa ikkunan ulkopuolella esiintyä satunnaista huurtumista sääoloista riippuen. Ilmiö on sitä voimakkaampi, mitä pienempi on ikkunan U-arvo. Ulkopuolinen kondenssi ei ole ikkunatyypin tai -valmistajakohtainen, vaan se on seuraus ikkunan hyvästä lämmöneristävyydestä. Se johtuu siitä, että ikkunan ulkopinta säteilee ympäristöönsä enemmän lämpöä kuin mitä pilvetön taivas ulkoilmaa kylmempänä säteilee vastaavasti ikkunaan päin. Näin ollen ikkunan ulkopinta jäähtyy ulkoilmaa kylmemmäksi. Jos ikkunapinnan lämpötila on tällöin ulkoilman kastepistelämpötilaa matalampi, tiivistyy ikkunan pintaan kosteutta. Tämä on kuitenkin hetkellinen, ikkunan toimivuuden kannalta vaaraton ilmiö, josta asunnon käyttäjiä on syytä informoida. (Heimonen 2011, 1,3.)

#### **4.1.5 Ulko-ovet**

Ulko-ovien U-arvon vertailuarvo on  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  kuten ikkunoillakin, mutta niiden vaikutus vaipan johtumislämpöhäviöihin ei ole likimainkaan niin suuri kuin ikkunoiden vaikutus. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että ulko-ovien pinta-alan osuus talon ulkovaipan kokonaispinta-alasta on huomattavasti pienempi kuin ikkunoiden. Vanhojen ulko-ovien energiatehokkuutta voidaan parantaa niiden tiivistyksiä lisäämällä tai uusimalla.

Luotolaisentien ulko-ovet on uusittu vuonna 2007, joten niitä ei uusita tämän korjauksen yhteydessä. Ulko-ovien lämmönläpäisykertoimena käytetään laskennassa arvoa  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ , mikä on ollut vuoden 2007 RakMk C3:n mukainen vertailuarvo.

#### **4.1.6 Ilmanpitävyys**

Hallitsemattoman vuotoilman suuruudella on suuri merkitys rakennuksen energiankulutukseen. Rakennuksen tiiveyden parantaminen on energiatehokkuuden merkittävimpiä parannuskeinoja. Rakennuksen ilman- ja höyrynsulkujen tulee muodostaa ulkovaipan kiertävä yhtenäinen, aukoton pinta, jotta rakennuksen lämpöenergia ei karkaisi hallitsemattomien ilmapuotojen kautta.

Rakennuksen riittävä ilmatiiveys on tärkeää myös rakenteiden kosteusteknisen toiminnan ja puhtaan sisäilman laadun kannalta. Rakennuksessa tulisi olla jatkuvasti pieni alipaine siten, että ilmavirtaussuunta on ulkoa sisälle päin. Tästä johtuen korjausrakentamisessa ilmatiivyyden tärkeys korostuu terveellisen sisäilman takaamiseksi erityisesti silloin, jos lisäeristystä tehdään vanhan purkamattoman eristeen päälle. Vanhat eristeet ovat likaantuneita ja niissä saattaa esiintyä erilaisia mikrobikasvustoja. Sisäilman laadun kannalta on erityisen tärkeää varmistaa korjatun rakenteen riittävä ilmanpitävyys, jotta korvausilmaa ei vedetä korjauksen jälkeen vanhan eristetilan kautta. (RIL 249–2009, 218.)

Rakennuksen ilmanpitävyyttä eli tiiveyttä kuvataan ilmanvuotoluvulla  $n_{50}$ . Luku ilmoittaa kuinka monta kertaa rakennuksen ilmatilavuus vaihtuu ilmanvuotoreitien kautta yhden tunnin aikana, kun sisä- ja ulkotilojen välillä on 50 Pascalin



paine-ero. Energiatehokkaan pientalon ilmanvuotoluvun tulisi olla suuruusluokkaa 1 ja sitä pienempi. Jos rakennuksen ilmatiiveyttä ei mitata, käytetään energiatodistuskalkeissa ilmanvuotoluvun  $n_{50}$  arvona lukua 4 1/h. Jos laskelmissa käytetään pienempää arvoa, tulee arvon oikeellisuus varmistaa tiiveysmittauksilla. Tiiviin rakennuksen seurauksena on välttämätöntä asentaa koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jotta rakennus täyttää riittävän hyvän sisäilmanlaadun vaatimustason. (Imanpitävyys. 2012.)

Rakennuksen tiivistämisen helpoin ja halvin tapa on ikkunoiden ja ovien tiivistysten uusinta. Toinen helposti toteutettava tapa on ikkunoiden ja ovien karmien ja seinän välisen sauman tiivistäminen. Monissa vanhoissa rakennuksissa korvausilman on kuitenkin ajateltu tulevan paljolti ikkunoiden ja ovien tiivistevuotojen kautta, eikä rakennukselle ole suunniteltu erikseen korvausilmareittejä. Tällöin tiivistystyö saattaa edellyttää korvausilmaventtiilien asentamista ikkunoihin tai ulko-oviin. (Holopainen – Hekkanen – Hemmilä – Norvasuo 2007, 31.)

Ilmanvaihto-, vesi- ja viemäriputkien ja sähköjohtojen läpivientien tulee olla huolellisesti tiivistetyt. Usein niiden tiivistyksiä voidaan parantaa myös jälkikäteen. Höyryn- ja ilmansulkujen liitosten ja reikien korjaaminen jälkikäteen on kuitenkin yleensä mahdotonta rakennetta rikkomatta. (Holopainen ym. 2007, 31.)

Luotolaisentiellä on suoritettu useita tiiveysmittauksia osana OAMK:n oppilaiden opetustunteja. Kaikkien rivitalojen tiiveys on ollut suurin piirtein luokkaa 8 1/h ja sitä suurempi. B-talon  $n_{50}$  ilmanvuotoluvuksi on mitattu 8,6 1/h. A-talon rakenteita purettaessa havaittiin, että ulkoseinien ja yläpohjan ilman- ja höyryn-sulkumuoveissa oli useita viiltoreikiä. Samankaltainen tilanne lienee mahdollisesti osasyynä ilmanvuotoluvun suuruuteen myös B-talossa. (Pääaho 2011.)

Uusi, korjausten jälkeinen  $n_{50}$  tavoitearvo on 0,7 1/h (Pääaho 2011). Tämän arvon saavuttaminen vaatii erittäin huolellista tiivistystyötä koko rakennuksen vaipan ja erityisesti rakenteiden liittymien ja läpivientien osalta. Luotolaisentien ulkoseinien ja yläpohjan korjauksissa käytettävä diffuusiotiivis alumiinilaminaattipinnoitteinen SPU-eriste antaa hyvät lähtökohdat ilmatiiviin vaipan aikaansaamiseksi. Hyvistä lähtökohdista huolimatta kuitenkin vasta huo-

lellinen työn toteutus takaa halutun lopputuloksen. Ulkoseinä- ja yläpohjarakenteen ilmanpitävyys varmistetaan tiivistämällä eristelevyjen saumat uretaanivaahdolla ja tämän jälkeen tehtävillä teippauksilla. (Pääaho 2011.)

Luotolaisentien rivitalon vaipparakenteiden lämmönläpäisykerrointen ja ilmanpitävyyden suunnitteluarvot sekä vanhoilla että uusilla rakenteilla on koottu taulukkoon 1. Taulukossa on vertailun vuoksi esitetty nykyisen määräystason mukaiset lämmönläpäisykerrointen raja-arvot, matalaenergia- ja passiivitaso raja-arvot, sekä rivitalon rakentamisvuonna (1983) voimassa olleet vuoden 1978 RakMk C3:n mukaiset k-arvo vaatimusten raja-arvot. K-arvo vastaa nykyistä U-arvoa. Matalaenergiatason U-arvot on otettu SPU-eristeiden tuotevalmistajan nettisivuilta Energiatehokkuus ja energiatodistus.

*TAULUKKO 1. Luotolaisentien vaipparakenteiden U-arvot ja eri energiatehokkuustasojen U-arvojen raja-arvoja*

Rakennus-osa	Rakennuksen lämmönläpäisykerroimet [W/m <sup>2</sup> K]					k-arvo [W/m <sup>2</sup> °C]
	Vanha rakenne	Uusi rakenne	Määräystaso (2010)	Matalaenergiataso	Passiivitaso	Määräystaso 1978
Yläpohja	0,14	0,07	0,09	0,09	0,07	0,23*
Alapohja	0,28	0,10	0,16	0,15	0,10	0,40
Ulkoseinät	0,27	0,13	0,17	0,14	0,09	0,35**
Ikkunat	2,1	0,76	1,0	0,8	0,8	2,1
Ovet	1,4	1,4	1,0	0,4	0,4	2,1***
Tiiviysluokka, n <sub>50</sub> -luku	8,6	0,7	< 2	< 1	< 0,6	-
LTO vuosihyötysuhde	-	76 %	45 %	> 70 %	> 75 %	-

\*kevyt yläpohjarakenne 0,23; raskas yläpohjarakenne 0,35

\*\* kevyt ulkoseinärakenne 0,29; raskas ulkoseinärakenne 0,35

\*\*\*Oven k-arvo 2,1; umpiosan/lasin k-arvo 0,7

## 4.2 Talotekninen korjaus

Talotekninen korjaus on myös tärkeä osa energiatehokkuutta parantavaa korjaushanketta. Talotekniset korjaustoimenpiteet voivat vaihdella pelkistä säätötoimenpiteistä kokonaisvaltaisiin talotekniikkajärjestelmien uusimisiin riippuen energiakorjauksen laajuudesta. Energiasäästön kannalta tehokkain talotekninen korjaustoimenpide on koneellisen, lämmöntalteenottolaitteella varustetun tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän asentaminen. (RIL 249–2009, 221–222.)

### 4.2.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää rakennuksen terveellistä ja viihtyisää sisäilmaa. Ilmanvaihtojärjestelmän avulla huonetiloista poistetaan muun muassa rakennus- ja sisustusmateriaaleista ja ihmisistä itsestään syntyvät epäpuhtaudet ja tuodaan ulkoilmaa korvausilmaksi. Rakennuksen lämpötilaolojen huono hallinta ja ilmanvaihdon hallitsematon toiminta ovat suurin osatekijä huonon sisäilmaston aiheuttamiin oireisiin ja ongelmiin. (Ilmanvaihdon vaikutus. 2004.)

Ilmanvaihtojärjestelmän uusimisessa tulee aina huomioida olemassa olevan rakennuksen tilat ja huonekorkeus sekä näiden tekijöiden aiheuttamat rajoitteet. Suurimmassa osassa korjattavaa rakennuskantaa on joko painovoimainen ilmanvaihto tai koneellinen poistoilmanvaihto. (RIL 249–2009, 222.)

**Painovoimainen ilmanvaihto** perustuu ulko- ja sisätilojen välisiin paineroihin, jotka aiheutuvat lämpötilaerojen ja tuulen yhteisvaikutuksesta. Liesituuletin tehostaa painovoimaista ilmanvaihtoa paikallisesti. (Ilmanvaihdon vaikutus. 2004.)

**Koneellisessa poistoilmanvaihdossa** rakennuksesta poistetaan ilmaa puhaltimen avulla, joka on yleensä talon katolla sijaitseva huippuimuri. Koneellisen poistoilmanvaihdon riittävä korvausilman saanti tulee aina varmistaa. Korvausilma saadaan rakennuksen epätiiviyiskohtien kautta hallitsemattomina ilma-voitoina sekä erillisten korvausilmaventtiilien avulla. Uusittaessa rakennuksen seiniä ja ikkunoita ja parannettaessa rakennuksen tiiveyttä, eivät rakenteiden vuotoilmavirrat voi olla enää ratkaisuna ilmanvaihdon ylläpitämiseksi sisäilman

laatu- ja terveellisyysvaatimukset huomioiden. Tällöin on huolehdittava riittävien korvausilmaventtiileiden asennuksesta. Rakennusvaipan tiiveyden parantuessa joudutaan poistoilman määrää lisäämään sisäilman laadun säilyttämiseksi. Tällöin saatetaan myös menettää jopa koko tiiveyden parantamisella saavutettu energiasäästö. (RIL 249–2009, 222–223; Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto. 2002.)

Rakennuksen tiiveyden huomattava parantaminen edellyttää siirtymistä **koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmään**, joissa nykyään lähes kaikissa lienee olevan lämmöntalteenottolaitte (LTO). Tässä ilmanvaihtojärjestelmässä myös rakennuksen sisään tuleva korvausilma puhalletaan koneellisesti. Tuloilma suodatetaan ja lämmitetään poistoilmasta talteenotettavan lämpöenergian avulla, mikä vähentää huoneiden lämmitysenergian tarvetta sekä ilmanvaihdosta mahdollisesti aiheutuvaa vedon tunnetta. (RIL 249–2009, 222; Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto 2002.)

Luotolaisentiellä vanha painovoimainen ilmanvaihto vaihdetaan peruskorjauksen myötä koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmäksi lämmöntalteenotolla varustettuna. Ilmanvaihtokoneen LTO:n vuosihyötysuhde on 76,2 %. Korjausten seurauksena luotolaisentien rivitalon vaipan ilmatiiveys paranee niin merkittävästi, että koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon asentaminen on välttämätöntä.

#### **4.2.2 Lämmitysjärjestelmä**

Korjattavan rakennuskannan lämmitysjärjestelmänä on suurimmalta osin joko vesikiertoinen radiaattorilämmitys tai sähkölämmitteinen lattialämmitys. Vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä säädetään toimimaan halutulla tavalla lämmitysverkoston perussäädöllä. Perussäädön tavoitteena on saavuttaa rakennuksen yli- ja alilämpötilojen tasaantuminen, jolloin asumismukavuus paranee ja energiankulutus pienenee. Rakennuksen lämmöntarpeen muuttuessa, esimerkiksi lisälämmöneristyksen johdosta, tulee aina tehdä lämmitysjärjestelmän perussäätö. Erityisesti useamman asunnon kiinteistöissä perussäädön vaikutus lämmitysenergian kulutukseen on merkittävä. Jos rakennuksen vaipan keskimää-

räinen U-arvo paranee oleellisesti erinäisten korjausten seurauksena, voidaan radiaattorilämmityksen tarpeellisuutta uudelleenarvioida ja harkita lämmitysjärjestelmän muuttamista. (Lämmitysverkoston perussäätö. 2010.)

Rakennuksen lämmitysjärjestelmän muuttaminen on kuitenkin usein työlästä ja kallista. Lämmitysjärjestelmän uusimista suunniteltaessa tulee huomioida vanhan lämmitysjärjestelmän jäljellä oleva käyttöikä, sen kunto, käyttäjän turvallisuus sekä uuden lämmitysjärjestelmän taloudellisuus ja ekologisuus. Vaikka vanha lämmitysjärjestelmä päätettäisiinkin säilyttää, voidaan sen energiankulu- tusta korjaustoimien lisäksi pienentää täydentävillä tukilämmitysjärjestelmillä, kuten tulisijalla, aurinkolämmityksellä ja ilmalämpöpumpulla. (Tukilämmitysjärjestelmät. 2011; RIL 249–2009, 172.)

Aurinkoenergiaa hyödynnetään sekä lämmön tuotossa aurinkokerääjien avulla että sähkön tuotossa aurinkopaneelien avulla. Aurinkokerääjiä voidaan yhdistää vesikiertosiin lämmitysjärjestelmiin ja niitä voidaan hyödyntää erityisesti kesä- aikaisen lämpimän käyttöveden tuottamisessa. (Tukilämmitysjärjestelmät. 2011.)

Ilmalämpöpumppua voidaan käyttää huonekohtaiseen lisälämmitykseen tai jäädytykseen. Ilmalämpöpumppu lämmittää käytännössä vain sitä tilaa, johon se on asennettu, joten sen sijainti tulee miettiä huolellisesti. Avara, iso tupa, josta on yhteyksiä myös asunnon muihin tiloihin, on ilmalämpöpumpun yksi var- teenotettava sijoituspaikka. Jos tuvassa on kuitenkin ennestään jo tulisija, ei il- malämpöpumpun asennus tilaan ole kustannussyistä järkevää. (Tukilämmitysjärjestelmät. 2011.)

Luotolaisentien lämmitysjärjestelmänä on vesikiertoinen radiaattorilämmitys. Korjausten yhteydessä vanha lämmitysjärjestelmä muutetaan koko rakennuk- sen osalta vesikiertoiseksi lattialämmitykseksi ja vanhat vesiradiaattorit poiste- taan.

### **4.2.3 Laitesähköenergia ja valaistus**

Valitsemalla energiatehokkaita kodinkoneita ja laitteita vähennetään niiden kuluttamaa sähköenergian määrää. EU-maissa on yhtenäinen energiamerkintä kotitalouslaitteiden energiankulutuksen vertailemiseksi. Suomessa energiamerkintä on pakollinen kylmäsäilytyslaitteissa, pesukoneissa, kuivausrummuissa, lampuissa, uuneissa, ilmastointilaitteissa ja televisioissa. Laitteiden energiatehokkuusluokka ilmoitetaan parhaimmasta A-luokasta huonoimpaan G-luokkaan. Kylmäsäilytyslaitteista löytyy myös A+- ja A++-luokat. Luotolaisentien kodinkoneet tulevat olemaan energiatehokkuusluokkaa A ja kylmäsäilytyslaitteet luokkaa A++. (Energia ja ympäristömerkinnät. 2011.)

Valaistuksen energiansäästöpotentiaalit ovat pääosin energiasäästölamppuissa, automatisoidussa valaistuksessa sekä käyttäjien tottumuksissa. Valaistuksen automatisointi tapahtuu esimerkiksi liiketunnistimella, hämäräkytkimellä tai ajastuksella. Energiasäästölamput ovat kannattava valinta niin energiansäästön kuin kasvihuonepäästöjen vähentämisen kannalta. Ne ovat kalliimpia kuin normaalit hehkulamput, mutta kestävät noin 10 kertaa pidempään. Energiasäästölamppujen käytöstä on laskettu syntyvän myös kustannussäästöjä verrattuna normaali hehkulampan käyttöön. EcoDesign-direktiivin velvoittamana hehku- ja halogeenilamput poistuvat vähitellen kokonaan käytöstä vuoteen 2016 mennessä. (Valaistus. 2011; Energiansäästölamppu. 2011.)

### **4.3 Käyttöveden lämmitysenergia**

Rakennuksen käyttöveden energiankulutus muodostuu kulutetun veden tarvitsemasta lämmitysenergianmäärästä ja lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöstä. Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöt muodostuvat muun muassa putkistojen, lämmönkehityslaitteiden ja mahdollisten varaajien lämpöhäviöistä. Lämpimän käyttöveden energiansäästöratkaisuja ovat muun muassa vettä säästävät vesikalusteet, huoneistokohtainen vedenkulutuksen mittaus ja laskutus, käyttöveden lämmittäminen ilma-, vesi-, tai maalämpöpumpulla tai aurinkokeräimillä, lämminvesiputkiston eristyksen parantaminen sekä lämpimän käyttöveden lämpötilan rajoittaminen tarpeelliseen minimiarvoon, 55 °C:een. Myös viemäriveden

lämmöntalteenottolaitteen asentaminen on eräs energiaa säästävää vaihtoehtoa etenkin, jos vedenkulutus on suuri. (RIL 249–2009, 63–64, 222; Lindstedt - Junnonen 2009, 18.)

#### **4.4 Asumisen energiatehokkuus**

Asukkaiden käyttötottumukset vaikuttavat hyvin paljon kiinteistön kunnan säilymiseen ja sen energiankulutukseen. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje (huoltokirja) on tarkoitettu asukkaan ohjeeksi ja apuvälineeksi kiinteistön käyttöön ja kunnossapitoon. Huoltokirja on maanrakennuslain 66 § 2 momentin mukaisesti laadittava kaikkiin uusiin asuinrakennuksiin sekä uudisrakentamiseen verrattavissa oleviin rakennusluvanvaraisiin korjausrakentamiskohteisiin. (RIL 249–2009, 248–249.)

Huoltokirjaan kootaan kiinteistön hoidon ja kunnossapidon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet niin asukkaille kuin muillekin tilojen käyttäjille. Huoltokirjassa esitetään muun muassa rakennusosien arvioidut kunnossapitojaksot ja -toimet, teknisten laitteiden huolto tehtävät hoito- ja huoltojaksoineen sekä tuotekohtaiset käyttö- ja huolto-ohjeet lämmitys-, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmille. Kiinteistön asukkaat tulisi myös henkilökohtaisesti perehdyttää huoltokirjan ja teknisten laitteiden käyttöön. (RIL 249–2009, 248–249; Kilpeläinen ym. 2006, 73.)

Asumisen käyttötottumusten tietoinen seuranta ja tätä kautta tehtävä säästäväisempien asumistottumusten omaksuminen auttavat asukasta saavuttamaan energiasäästöjä. Vedenkulutuksen, valaistuksen ja sähkölaitteiden tarpeenmukainen käyttö sekä teknisten järjestelmien ja laitteiden säännölliset huolto-, puhdistus- ja säätötoimenpiteet ovat keinoja saavuttaa energiatehokkaampi asumisen taso. (Kilpeläinen ym. 2006, 73.)

## 5 ENERGIAKULUTUKSEN LASKENTA ENERGIAJUNIORILLA

Energiajunior on Suomen rakentamismääräyskokoelma D5:n laskentaohjeeseen perustuva rakennuksen energiantarpeen laskentaohjelma. Laskentaohjelmaan syötetään rakennuksen lähtöarvot ja samanaikaisesti nähdään syötettyjen arvojen mukaiset rakennuksen lämpöhäviöt, energiantarpeen erittelyt, matalaenergiaraja, päästöt sekä energiatehokkuusluku ja -luokka. Ohjelman laskennan tuloste sisältää rakennuksen kohdetiedot, rakennuksen energiantarpeen erittelyt, energiaselvityksen ja energiatodistuksen. (Energiajunior. 2008.)

Luotolaisentien rivitalon energiakulutus lasketaan sekä nykyisillä että uusilla rakennusratkaisuilla. Laskennan lähtötietoihin tarvittavat rakennuksen laajuustiedot (liite 2) on laskettu rakennuksen vanhojen pääkuvien ja uusien pääkuvaluonnosten (liite 1) perusteella. Rakenteiden U-arvolaskelmat (liite 3) on tehty uusien rakennesuunnitelmien mukaisilla tiedoilla niiltä osin kuin ne ovat olleet tiedossa. Uuden alapohjarakenteen ja rakennuksen viistokattorakenteen U-arvot on laskettu omien suunnitelmien perusteella. Lämmönjohtavuuksien laskennassa on noudatettu RakMk C4:n (2003) mukaisia ohjeita.

### 5.1 Energiankulutuksen laskentamenetelmän kuvaus D5:n mukaisesti

Energiajunior-laskentaohjelma perustuu RakMk osan D5 mukaiseen rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaohjeeseen. Seuraavassa käydään suurpiirteisesti läpi osan D5 (2007) mukaiset laskentaperiaatteet.

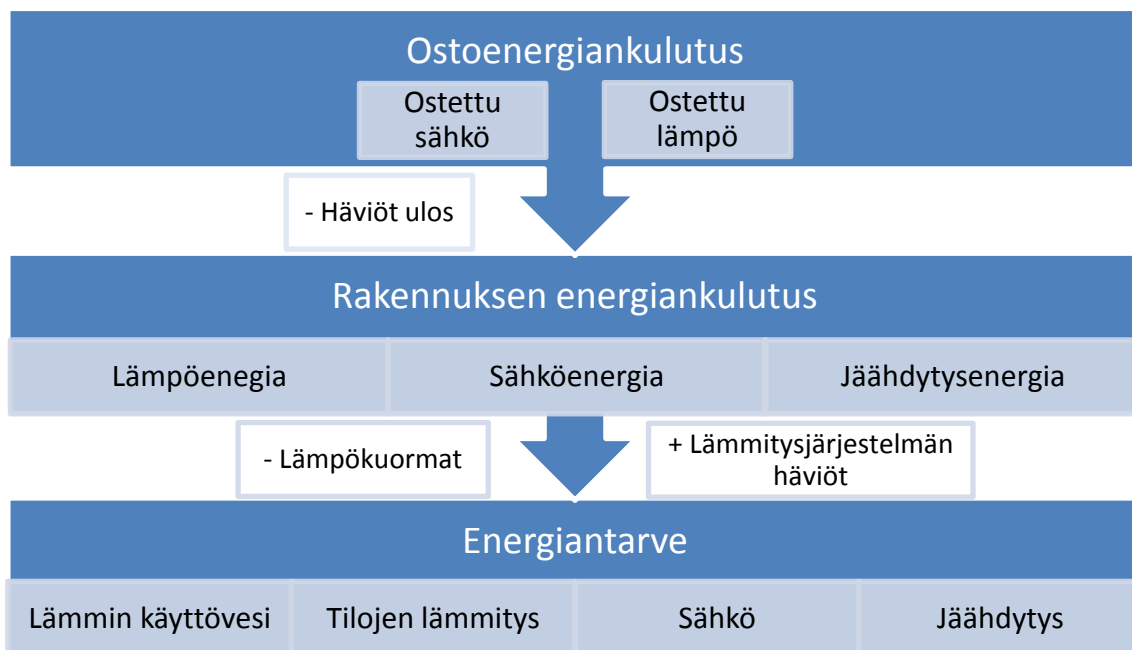
Laskentaperiaatteen mukaisesti energiankulutus lasketaan kuukausittaisella energiatasemenetelmällä. Menetelmässä rakennuksen kuukausittainen sisään tuleva energiamäärä on yhtä suuri kuin rakennuksesta poistuva energiamäärä. Vuosikulutus lasketaan kuukausikulutusten summana. (D5 (2007), 9.)

Rakennuksen **energiantarve** sisältää käyttöveden ja tilojen lämmitysenergiantarpeen, sähköenergiantarpeen ja jäähdytysenergiantarpeen. Energiantarve kaetaan järjestelmien siirtämällä lämpö-, sähkö- ja jäähdytysenergialla huomioi-



den lämpökuormista, kuten auringosta, ihmisistä, lämmitys- ja sähkölaitteista ja valaistuksesta hyödynnettävä lämpöenergia. Lämpökuormien vaikutusten huomioiminen pienentää siis lopullista energiantarvetta. (D5 (2007), 12.)

Rakennuksen **energiankulutus** koostuu järjestelmien siirtämästä lämpö-, sähkö- ja jäähdytysenergiasta sekä järjestelmien energiahäviöistä. Rakennuksen energiankulutukseen ei huomioida eri energiamuotojen (lämpö-, sähkö- ja jäähdytysenergia) kiinteistökohtaisen tai kiinteistön ulkopuolisen energiatuotannon häviöitä. Rakennuksen **ostoenergiankulutuksen** laskennassa otetaan kuitenkin huomioon kiinteistökohtainen energiantuotantotapa ja sen häviöt. Ostoen-  
 giamäärä voi olla suurempi tai pienempi kuin rakennuksen energiantarve. Kuvassa 6 on esitetty energiankulutuslaskennan pääkohdat. (D5 (2007), 9,10.)



*KUVA 6. Rakennuksen energiankulutuksen laskentaperiaate pääpiirteissään*

Energiankulutuksen laskelmissa huomioidaan lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöt, esimerkiksi kattilan tai lämminvesivaraajan vaipan läpi tapahtuvat lämpöhäviöt sekä lämmönjakoverkon ja -laitteiden lämpöhäviöt. Osa näistä lämpöhäviöistä tulee lämpökuormana rakennuksen sisälle, mikä pienentää tilojen lämmityksen nettoenergiantarvetta. (D5 (2007), 9.)

Pienille rakennuksille sähköenergianmäärä arvioidaan laskennallisesti. Laskelmissa ei siis käytetä mitattua kiinteistösähköenergiankulutusta.

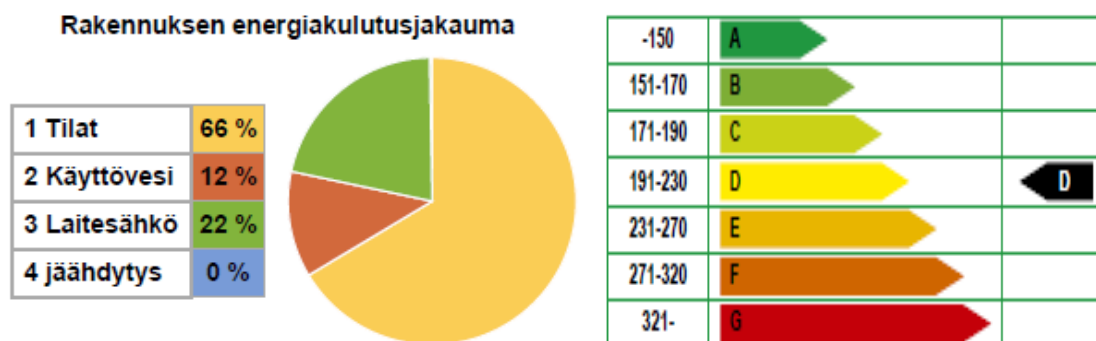
Rakennuksen energiankulutuksen laskenta sisältää seuraavanlaiset vaiheet (D5 (2007), 10):

1. lämpöhäviöenergiat (rakenteiden läpi johtuva energia + vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia + ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia) (Energiatodistusopas 2007. 2009, 46)
2. käyttöveden lämmitystarve
3. lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat (tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät)
4. laitesähköenergiankulutus (valaistussähkön + ilmanvaihtojärjestelmän sähkön + laitesähkön kulutus ilman tilojen lämmitykseen ja jäähdytykseen käytettyä sähköä)
5. lämpökuormat (henkilöistä, lämmityslaitteista, valaistuksesta ja sähkölaitteista sekä auringon säteilyenergiasta hyödynnettävä lämpöenergia)
6. jäähdytysenergiantarve ja -kulutus ja kesäajan sisälämpötila (jäähdytysenergiankulutus lasketaan vain, jos rakennuksessa on jäähdytysjärjestelmä)
7. lämmitysenergiankulutus (tilojen lämmitysenergia + lämpimän käyttöveden tarvitsema energia)
8. rakennuksen energiankulutus (lämmitys-, laitesähkö- ja jäähdytysenergia)
9. ostoenergiankulutus.

## 5.2 Rivitalon energiakulutus vanhoilla rakenteilla

Laskennan tuloksena (liite 4) saadaan rakennuksen energiakulutukseksi 129 937 kWh/vuosi, mikä on noin 67 % enemmän kuin rakennuksen energiakulutuksen vertailuarvon mukainen kulutus 77 768 kWh/vuosi. Laskennan vertailuarvoina käytetään RakMk osan D3 (2010) mukaisia rakennuksen vai-panosien lämmönläpäisykertoimia ja kokonaisikkunapinta-alaa. Vanha rakennus kuuluu energiatehokkuusluokkaan D, ja sen ET-luku on 226 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi. Kohteen lämpöhäviö tasauslaskelman D3-2010 vertailutasosta on 195 %.

Energiakulutuskajakaumasta (kuva 7) huomataan, että selvästi suurin osa energiakulutuksesta, 66 %, kuluu tilojen lämmitysenergiana. Laitesähkön kulutus on laskennan tulosten mukaan 22 % ja käyttöveden osuus 12 % rakennuksen kokonaisenergiakulutuksesta.

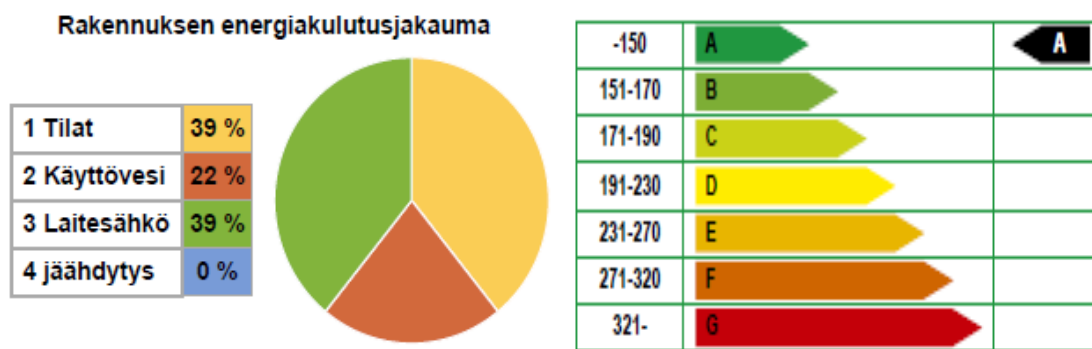


KUVA 7. Laskennan tulosteesta saatu rakennuksen energiakulutuskajakauma ja energiatehokkuusluokka

## 5.3 Rivitalon energiakulutus uusilla rakenteilla

Laskennan tuloksena (liite 5) saadaan rakennuksen energiakulutukseksi 73 908 kWh/vuosi, mikä on noin 13 % vähemmän kuin rakennuksen energiakulutuksen vertailuarvon mukainen energiakulutus 84 552 kWh/vuosi. Energiakorjauksen jälkeen Luotolaisentien rivitalo kuuluu energiatehokkuusluokkaan A ja sen ET-luku on 129 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi. Kohteen lämpöhäviö tasauslaskelman D3-2010 vertailutasosta on 65 %.

Energiankulutusjakaumasta (kuva 8) voidaan jo päätellä, että kyseessä on matalaenergiarakennus, sillä tilojen lämmitysenergian osuus on vain 39 %. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennuksen vaippa on tiivis eikä lämpöenergiaa mene niin paljon hukkaan rakennuksen vaipan johtumishäviöinä kuin mitä normitalossa. Tällöin muiden energiankulutusosa-alueiden osuus kasvaa tarkasteltaessa kokonaisenergiankulutusta. Laitesähkön kuluttama energiamäärä on laskennan tulosten mukaan 39 % ja käyttöveden osuus 22 % rakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta, vaikka niiden vuotuinen energiankulutus kilowattitunneissa mitattuna pysyy yhtä suurena kuin ennen energiakorjausta.

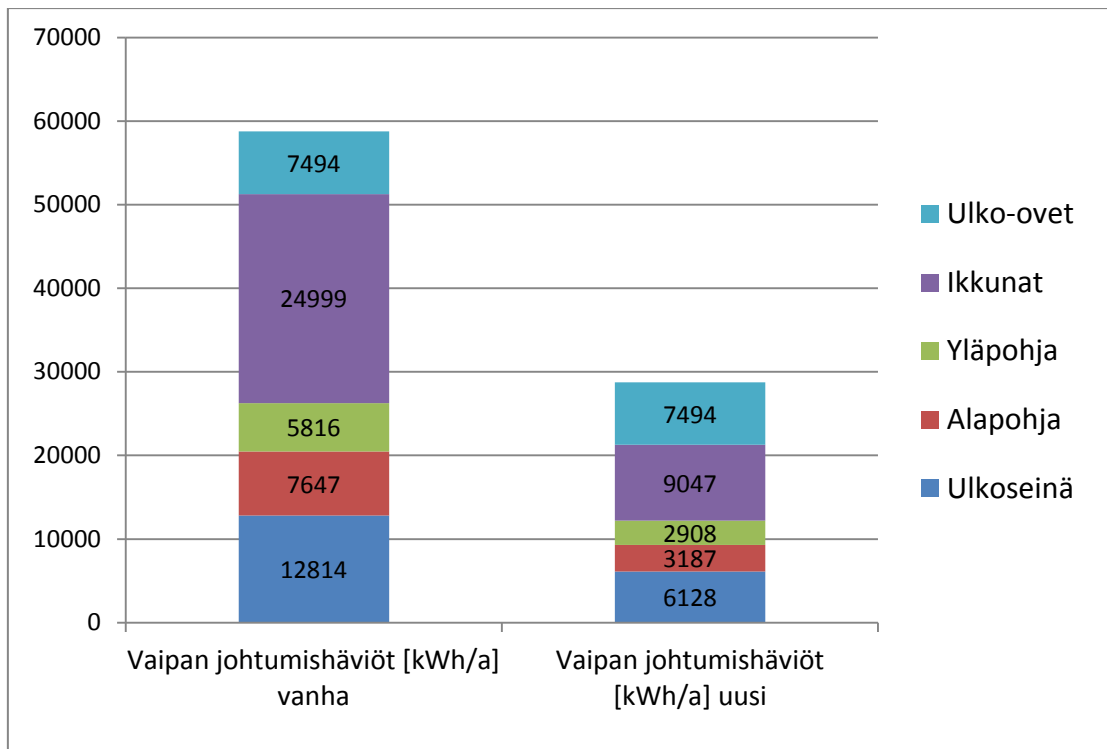


KUVA 8. Laskennan tulosteesta saatu rakennuksen energiankulutusjakauma ja energiatehokkuusluokka

#### 5.4 Korjauksella saavutettava energiansäästö

Vaipan vuotuinen johtumishäviö ennen energiakorjausta on 58 771 kWh ja energiakorjauksen jälkeen 28 764 kWh. Näiden välinen vuotuinen säästö vaipan johtumishäviöissä tulee olemaan 30 007 kWh. Kuvasta 9 ilmenee vaipan eri rakenneosien osuus vaipan vuotuisista kokonaisjohtumishäviöistä. Huomatavasti suurin energiasäästö saadaan ikkunoiden johtumishäviöiden pienemisen seurauksena. Myös ulkoseinien johtumishäviöt pienenevät huomattavasti.

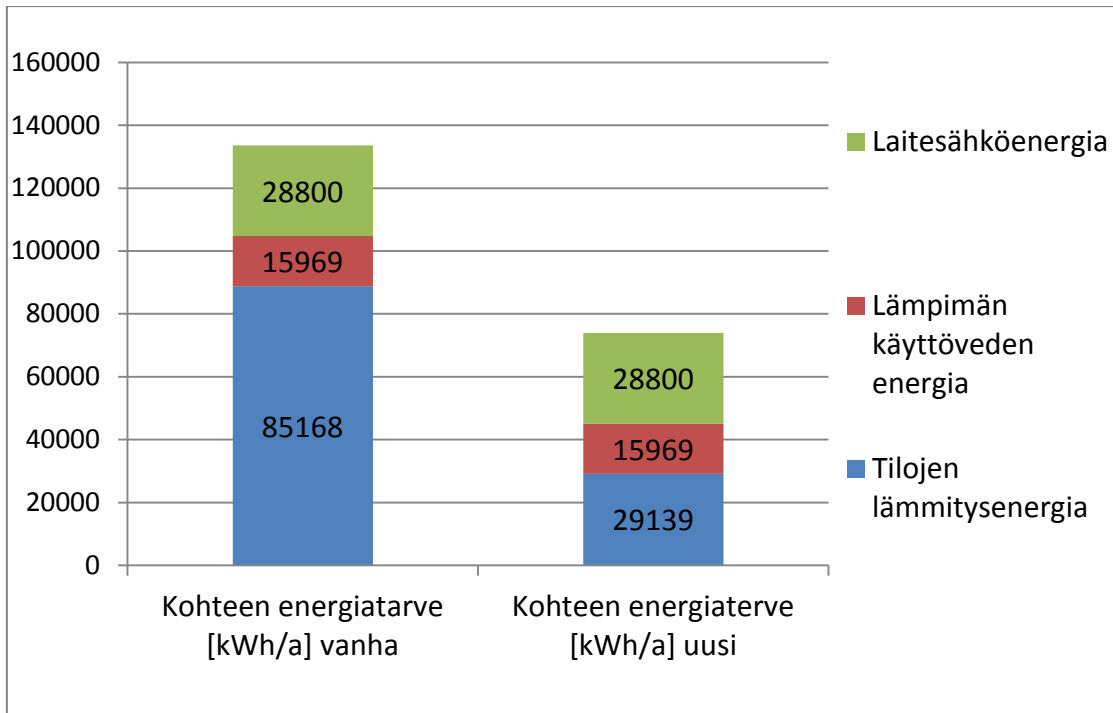
Oulun energian kaukolämmön hinnalla (1.7.2011) 4,77 c/kWh on vaipan johtumishäviöiden kautta saatava vuotuinen energiansäästö 1 431 €. Tästä on ikkunoiden säästöosuus noin 760 €/a. (Energiateollisuus RY. 2011.)



*KUVA 9. Vaipan eri rakenneosien osuus vaipan vuotuisista kokonaisjohtumishäviöistä ennen energiakorjausta ja energiakorjauksen jälkeen*

Rakennuksen vuotuinen energiantarve vähenee korjauksen myötä 56 029 kWh. Uusi energiantarve on noin 43 % pienempi kuin alkuperäinen energiantarve. Laskennan mukaan lämpimän käyttöveden ja laitesähköenergian kuluttama energiamäärä pysyy samana ennen energiakorjausta ja sen jälkeen. Näin ollen laskennan mukainen energiansäästö on kokonaisuudessaan tilojen lämmitysenergiesäästöä (kuva 10).

Laitesähköenergian laskenta perustuu rakennuksen bruttopinta-alaan ja sähkönkulutuksen rakennustyyppikohtaisiin vakioituihin ominaiskulutusarvoihin. Laitesähköenergiakulutukseen ei sisälly ilman lämmitykseen käytettävä sähkömäärä. Laskentaohjelma ei siis huomioi sähkönkulutuksen muuttumista energiatehokkaammilla kodinkoneilla tai erilaisella ilmanvaihtokoneella. Laskennan tulos on tältä osin virheellinen, sillä se ei esimerkiksi huomio laitesähköenergiamäärän kasvua siirryttäessä painovoimaisesta ilmanvaihtojärjestelmästä koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmään.



*KUVA 10. Rakennuksen vuotuinen energiantarve ja energiankulutuksen osaluojakauma ennen energiakorjausta ja energiakorjauksen jälkeen*

Laskennan tuloksena rakennuksen vuotuinen ostoenergiämäärä vähenee 59 605 kWh. Laskennan mukaan tämä säästö tulee kokonaisuudessaan tilojen lämmitysenergiesäästönä. Oulun energian kaukolämmön hinnalla (1.7.2011) 4,77 c/kWh saadaan vuotuisesti lämpöenergian säästökseksi 2 843 €. (Energiateollisuus RY. 2011.)

Rivitalon korjauksen kokonaisinvestointikustannukset tulevat olemaan todella suuret, sillä melkein kaikki rakennuksen rakenteet ja rakennusosat uusitaan. Se, kuinka suuri osa korjauksen kokonaiskustannuksista ajatellaan lukeutuvan energiakorjauksen kustannuksiksi, on merkittävää pohdittaessa korjaushanketta energiatehokkuuden parantamisen näkökannalta. Tässä työssä ei tehdä rivitalon energiakorjauksen varsinaisia kannattavuuslaskelmia.

Luotolaisentien korjaushankkeen taustalla ovat rakennuksessa ilmenneet sisäilma- ja kosteusongelmat, asumisviihtyvyyden parantaminen huonejärjestelyjä ja yläpohjarakennetta muuttamalla sekä energiatehokkuuden huomattava parantaminen. Suurimmat energiakorjauksen kustannusosuutta nostavat liki

kokonaan energiatehokkuuden parantamiseksi tehtävät korjaustoimenpiteet ovat ikkunoiden ja alapohjalaatan uusiminen. Uudet ikkunat parantavat myös asumisen viihtyvyyttä ja rakennuksen sisäilmastoa, mutta suurin painoarvo jää energiakorjaukselle.

Kuntotutkimuksesta ei käy ilmi, sisältääkö alapohjalaatta haitallisissa määrin kosteutta. Jos alapohja ei vaadi uusimista kosteusongelmien vuoksi, lukeutuvat sen uusimisesta aiheutuvat kustannukset suurimmaksi osaksi energiatehokkuuden parantamiskustannuksiin. Alapohjan uusimisen seurauksena tehtävä alakerran seinän purku ja sen kokonaisvaltainen uusiminen tuovat näin ollen edelleen lisäkustannuksia energiainvestoinnin osuuteen.

Ilman alapohjalaatan uusimista arvioisin suunniteltujen energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden tämän korjaushankkeen yhteydessä olevan suurimmaksi osaksi järkeviä ja kannattavia. Alapohjalaatan uusiminen kuitenkin heikentää energiakorjauksen kannattavuutta huomattavasti. Kymmenessä vuodessa rakennuksen energiansäästöllä saavutettu kustannussäästö on noin 28 400 €. Tämä tuskin riittänee energiakorjauksen takaisinmaksuajaksi, mutta rakennuksen jäljellä oleva käyttöikä huomioon ottaen korjaus lienee kuitenkin suurimmaksi osaksi kannattavaa. Korjausrakentaminen on kuitenkin epäkiitollisessa asemassa siinä, että vaikka rakennuksen kaikki rakenteet uusittaisiin, se silti harvemmin tulee saavuttamaan uuden rakennuksen jälleenmyyntiarvon.

Korjauspäätökset eivät aina kuitenkaan voi perustua pelkästään rahallisiin kannattavuuslaskelmiin. Luotolaisentien rivitalon massiivisen peruskorjauksen yhteydessä alapohjalaatan uusiminen lienee järkevää rakennuksen sisäilman ja energiatehokkuuden parantamiseksi sekä C- ja D-talojen tulevien korjaussuunnitelmien avuksi. Järkevyyteen, asumisen laatuun tai esimerkiksi ympäristönäkökohtien tukemiseen perustuville korjauspäätöksille ei kuitenkaan voida asettaa euromääräistä arvoa, mikä asettaakin suuren haasteen korjauksen kannattavuuden arvioimiselle.

## **6 PIENTALON TEKNISEN LAATUJÄRJESTELMÄN SOVELTUVUUS KORJAUSHANKKEESEEN**

Oulun kaupungin rakennusvalvontavirasto käynnisti vuonna 2003 Pientalon tekninen laatu -hankkeen. Hankkeen seurauksena Oulun kaupungin rakennusvalvonta kehitti yhdessä VTT:n, Oulun yliopiston ja Merikosken kuntoutus- ja tutkimuskeskuksen edustajista muodostuvan työryhmän avulla pientalon teknisen laadun arviointi- ja ohjausjärjestelmän. Järjestelmä on tarkoitettu pientalorakentajien avuksi rakennuksen teknisen laadun arviointiin. Ohjausjärjestelmä on jaoteltu kosteuden, energian, ympäristövaikutusten ja sisäilmaston aihealueisiin. Kukin aihealue käsittää rakentamista koskevia kysymyksiä, jotka on edelleen jaoteltu suunnittelun, toteutuksen ja käyttövaiheen aihealueisiin. Kunkin kysymyksen vastausvaihtoehto on pisteytetty, ja kaikkiin kysymyksiin vastattuun käyttäjä saa oman talonsa laatuluokitusarvion. Ohjausjärjestelmä kysymyksillään ohjaa ja kannustaa rakentajien valintoja energiatehokkaisiin, ympäristöystävällisiin, sisäilman laadultaan kannattaviin ja kosteusteknisesti turvallisiin valintoihin. (Kilpeläinen ym. 2006, 9.)

Luotolaisentien energiatehokkuustarkastelun ohella pohdittiin pientalon teknisen laatujärjestelmän soveltuvuutta korjaushankkeisiin. Pohdinnan avuksi käytiin läpi Internetistä löytyvät laatujärjestelmän sisältämät energiaosuuden kysymykset (liite 6). Kysymyksiin vastattiin Luotolaisentien rivitalon korjaussuunnitelmien perusteella. Kysymysten perässä on punaisen muistiinpanokehyksen sisässä arviointi kysymysten soveltuvuudesta yleisesti kaiken kokoisiin korjaushankkeisiin.

Laatujärjestelmän energiaosuuden kysymyksiin oli mahdollista vastata Luotolaisentien korjaushankkeen pohjalta. Kysymykset soveltuivat Luotolaisentien korjaushankkeeseen melko hyvin, sillä rivitalon korjaukset tulevat olemaan niin laajat, että ne ovat rinnastettavissa uudisrakentamiseen. Ohjelma soveltuu suhteellisen hyvin laajoihin, uudisrakentamiseen rinnastettaviin korjaushankkeisiin.

Suoraan nykyisessä muodossaan järjestelmä ei sovellu pieniin, yksittäisiin korjaushankkeisiin. Jos esimerkiksi aiotaan tehdä ulkoseinien lisälämmöneristys,



onko sen yhteydessä tarkoituksenmukaista tehdä koko talon laatuluokitus? Tai jos koko talon laatuluokitus tehdään, auttaako se rakentajaa olennaisesti ulkoseinien lisäeristyksen suunnittelussa? Vaikka ulkoseinien lisälämmöneristystä suunnittelevalla rakentajalla olisikin asiantuntija apuna korjauksen suunnittelussa, maksaisiko hän suunnittelijalle lisäpalkkiota siitä, että tämä selvittäisi koko talon rakenteiden U-arvot ja laskisi rakennuksen ominaislämpöhäviöt? Oletettavasti ei useinkaan maksaisi, ja siksi korjausrakentajalle suunnatun pientalon teknisen laadun ohjausjärjestelmän olisikin hyvä olla sellainen, että sen sisältämiin kysymyksiin voisi vastata ilman alan asiantuntijan apua. Nykyisen järjestelmän pohjalta näyttäisi olevan kehiteltävissä ainakin kaksi hieman erilaista korjausrakentajalle suunnattua teknisen laadun ohjausjärjestelmää.

Toinen vaihtoehtoista on paljolti nykyisen laatuja järjestelmän kaltainen ja sen avulla määriteltäisiin samalla tavalla koko rakennuksen tekninen laatuluokka. Tämä järjestelmä olisi suunnattu olemassa olevan talon omistajalle, mutta järjestelmän käyttöön ei välttämättä liittyisi korjaushanke. Järjestelmä antaisi teknisen laatuluokan olemassa olevalle rakennukselle, ja sen sisältämiin kysymyksiin voisi jokainen talon omistaja vastata ilman alan asiantuntijan apua. Järjestelmän lähtökohtana ei olisi korjaushanke, mutta järjestelmän avulla käyttäjä saisi informaatiota olennaisista rakennuksen tekniseen laatuun vaikuttavista asioista. Enneminkin ajateltaisiin, että järjestelmän käytön seurauksena olisi mahdollisesti korjaushanke, sillä tällöin käyttäjä tiedostaisi, minkälaisilla korjauksilla hän voisi parantaa talonsa teknistä laatua.

Järjestelmän pohjana voisi käyttää nykyistä järjestelmämallia, mutta sen rakennetta ja kysymyksiä olisi syytä muunnella. Rakenteen tulisi olla hierarkkinen, mikä helpottaisi talon olemassa olevien rakenteiden ja järjestelmien huomioon ottamista. Korjausrakentajalle suunnatun ohjausjärjestelmän tulisi kysymysten asettelussa ja vastausvaihtoehtoissa huomioida mahdollisimman monipuolisesti olemassa oleva rakennus. Järjestelmän kysymysten asettelussa tulisi hyödyntää talon omistajalla tiedossa olevia vuosittaisia energiankulutustietoja.

Edellä kuvatun kaltainen ohjausjärjestelmä poikkeaa ajatusmalliltaan kuitenkin hieman nykyisestä järjestelmästä. Järjestelmällä nimittäin määriteltäisiin ole-

massa olevan rakennuksen sen hetkinen laatu esimerkiksi osana ulkoseinien korjausta, mutta laatuluokituksen ei kuitenkaan millään tavalla olisi välttämätöntä liittyä korjaushankkeeseen.

Toisen vaihtoehdon mukainen korjausrakentajalle suunnattu teknisen laadun ohjausjärjestelmä poikkeaa hieman enemmän nykyisestä ohjausjärjestelmästä. Ohjausjärjestelmällä keskityttäisiin pieniin, yksittäisiin korjauksiin ja unohdettaisiin rakennuksen laatuluokitus yhtenä suurena kokonaisuutena. Pääpaino olisi yksittäisen korjauksen ja sen laadukkaan toteutuksen ohjauksessa olemassa olevat korjauksen rajoittekijät huomioon ottaen.

Korjausrakentamisessa olemassa olevan korjausosan tai -rakenteen kunto vaikuttaa hyvin paljon korjauksen suunnitteluun ja lopulliseen korjaustulokseen. Tämä edellyttää luonnollisesti sitä, että ohjausjärjestelmän tulisi joissain määrin huomioida korjauksen lähtötilanne. Ohjausjärjestelmän rakenteen tulisi myös tämän vaihtoehdon mukaisesti olla hierarkkinen ja limittyväinen siten, että joidenkin kysymysten tietyt vastaukset johtaisivat edelleen lisäkysymyksiin samasta aihe-alueesta.

Tarkastellaan esimerkiksi yläpohjan lisälämmöneristystä. Ohjausjärjestelmän kysymykset voisivat alkaa siitä tilanteesta, aiotaanko lisäeristys tehdä sisäpuolelta vai ulkopuolelta. Tämän jälkeen voisi olla kysymyksiä lisäeristekerroksen paksuudesta, vanhan eristekerroksen kunnan tarkastamisesta, riittävän tuulettustilan varmistamisesta ja kenties lopullisen rakenteen U-arvosta. Kysymysten avulla aktivoitaisiin rakentajaa miettimään kunkin korjauksen olennaisimpia asioita, aivan kuten nykyiselläkin ohjausjärjestelmällä. Tällä ohjausjärjestelmällä tarkastelu tapahtuisi vain huomattavasti yksityiskohtaisemmin.

Jos korjaukselle haluttaisiin antaa laatuluokitus, tulisi sen huomioida alkuperäinen korjauksen lähtötilanne. Laatuluokka siis kertoisi kuinka hyvin kyseinen korjaus on tehty olemassa olevat rajoittekijät huomioon ottaen. Tällöin esimerkiksi yläpohjan lisälämmöneristämällä olisi erilaiset laatuluokitusasteikot riippuen yläpohjarakenteen mallista ja ulkopuolisesta tai sisäpuolisesta lisälämmöneristyksestä.

Koko ohjausjärjestelmän voisi kategorioida ainakin kolmella eri tavalla; rakennuksen iän myötä tehtävien tavallisimpien perusparannuskorjausten mukaisesti, energiatehokkuutta parantavien korjausten mukaisesti ja yleisimpien kosteusvauriokorjausten mukaisesti. Kussakin lajittelujärjestelmässä alalinkkien alla olisi kuitenkin samoja asioita. Esimerkiksi yläpohjan kosteusvauriokorjauksen yhteydessä olisi keinoja ja muita samassa yhteydessä suositeltavia korjauksia, joiden avulla voitaisiin samalla parantaa energiatehokkuutta. Kukin ”korjauskortti” sisältäisi korjausta ohjaavia kysymyksiä, mutta käyttäjä voisi vaihdella kategoriointiperusteita. Tarpeelliset asiat siis joka tapauksessa tulisivat käyttäjän tietoisuuteen riippumatta siitä, haluaisiko käyttäjä ensisijaisesti korjata kosteusvaurion vai parantaa rakenteen lämmöneristävyyttä.

Se, että korjaushankkeet ovat usein suhteellisen pieniä mahdollistaa sen, että kunkin laatuluokitusjärjestelmästä löytyvän ”korjauskortin” sisältämällä kysymyksillä voitaisiin mennä syvemälle korjauksen suunnitteluvaiheeseen. Näin ohjausjärjestelmä olisi konkreettinen apuväline korjauksen suunnittelussa. Tällaisen ohjausjärjestelmän painopiste siirtyisi kuitenkin enemmän nimenomaan ohjausjärjestelmälle kuin laatuluokitukselle, mutta tämä on myös yksi vaihtoehto ohjelman kehittämiseksi korjausrakennushankkeiden aputyökaluksi. Ohjausjärjestelmän soveltuvuuden arviointiin vaikuttaa paljolti se, mitä ohjelmalla halutaan lopulta saavuttaa ja mikä on sen päätarkoitus. Tulisiko ohjausjärjestelmän keskittyä koko rakennuksen tekniseen laatuluokitukseen, vai olla enemmänkin konkreettinen apuväline erilaisten korjausten suunnittelussa?

## 7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin energiatehokkuuden parantamista Luotolaisentien rivitalossa. Tarkoituksena oli selvittää perusparannushankkeen seurauksena saatava energiankulutuksen laskennallinen muutos Energiajunior-laskentaohjelmalla. Työssä esitettiin energiatehokkuuden parantamisen teoreettista taustaa ja energiatehokkuuden parantamisen keinoja tarkasteltiin rakennosittain Luotolaisentien rivitaloon tehtävien korjausten pohjalta. Työn toisena tarkastelunäkökantana oli arvioida uudisrakentajille suunnatun pientalon teknisen laadun ohjausjärjestelmän soveltuvuutta korjaushankkeisiin. Arvioinnin avuksi käytiin läpi Internetistä löytyvät laatuluokitusjärjestelmän sisältämät energiaosuuden kysymykset.

Energiatehokkuus on noussut viimevuosien trenditekijäksi, ja yhä useammalla taholla on energiatehokkuuteen alettu panostaa. Kuluttajia ohjaavia energiatehokkuusmerkintöjä löytyy yhä useammista tuotteista, ja erityisesti rakennusten energiankulutukseen on alettu kiinnittää suurta huomiota. Rakennuksissa ja erityisesti jo olemassa olevassa rakennuskannassa piileekin suuri energiansäästöpotentiaali. Jos energiatehokkuuteen panostaminen alkaa edetä yhtä suurella vauhdilla korjausrakentamisessa kuin se on edennyt uudisrakentamisessa, on tulevaisuuden energiakorjausnäkökanta laaja ja kirjava.

Energia-avustusten merkitys kasvaa tulevaisuudessa, jos uudistetun energiatehokkuusmääräyksen mukainen kokonaisenergiatarkastelu alkaa heijastella korjausrakentamiseen energiamuotojen kertoimien suhteessa. Tällöin erityisesti sähkölämmitteisten talojen asema on heikompi verrattuna muunlaisen lämmitysjärjestelmän omaavaan taloon. Asemaa heikentäneenä vielä tulevaisuuden todennäköinen sähköenergiainnan nousu. Kenties energiatalous on tulevaisuudessa ratkaisevassa asemassa päätettäessä vanhan rakennuksen korjauksen ja purkamisen välillä.

Luotolaisentien rivitalo päätettiin korjata perusteellisesti rakenteiden useiden kosteusongelmien ja rakennuksen heikon energiatehokkuuden vuoksi. Rivitalon katsottiin olevan hyvä työmaakohde OAKK:n koulutustavoitteiden toteuttami-

seksi. Suunnitelmien mukaan rivitalon energiatehokkuutta parannettaisiin uusilla energiatehokkailla ikkunoilla, ulkoseinien ja ylä- ja alapohjan lisälämmöneristämällä, koko rakennuksen tiiveyden huomattavalla parantamisella, uuden koneellisen, lämmöntalteenotolla varustetun tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän asentamisella ja energiatehokkaiden vesikalusteiden ja kodinkoneiden asentamisella. Rakennukselle suoritettaisiin siis kaikki energiatehokkuuden merkittävimmät parantamiskeinot.

Energiajunior-laskelmat osoittivat, että suunnitelmien mukaisilla energiakorjaustoimenpiteillä rakennuksen energialuokka nousee luokasta D luokkaan A. Rakennuksen vuotuinen energiantarve pienenee noin 43 % nykyisestä energiantarpeesta. Karkeasti laskettuna koko rakennuksen vuotuinen energiakustannussäästö tulisi olemaan noin 2800 €. Rakennuksen käyttäjiä ajatellen tämä on merkittävä säästö, mutta korjaushankkeen toteuttajalle energiakorjauksen kannattavuus onkin kyseenalaisempi.

Työssä ei laskettu peruskorjauksen kustannusarviota, joten korjauksen todellista kannattavuutta ei voitu arvioida. Rivitalon perusparannushankkeen takana on ollut energiatehokkuuden parantamisen lisäksi useita muita syitä, mikä tuo haastetta energiatehokkuutta parantavien korjauskustannusten arviointiin. Korjauksissa on järkevää ja usein myös taloudellista panostaa energiatehokkaampiin ratkaisuihin silloin, kun rakenne joka tapauksessa uusittaisiin. Energiatehokkaammat asunnot nostavat myös rakennuksen jälleenmyyntiarvoa.

Luotolaisentien sisäilma- ja kosteusongelmien vuoksi on rakenteiden lähes kokonaisvaltainen uusiminen katsottu parhaimmaksi korjausratkaisuksi. Tässä yhteydessä tapahtuva energiatehokkuuteen panostaminen on vähintäänkin järkevää. Kyseenalaisimpana energiatehokkuutta parantavana ratkaisuna lienee alapohjalaatan uusiminen. Se ei ehkä ainoastaan energiatehokkuuden parantamiseksi ole kannattavaa, mutta sen purkamisesta saatava tietämys vanhan rakenteen todellisesta kunnosta, on kuitenkin merkittävä C- ja D-talojen korjaussuunnitelmia pohdittaessa.

Pientalon tekninen laatujärjestelmä on arviointini mukaan soveltuvainen Luotolaisentien kaltaisiin suuriin perusparannushankkeisiin, joissa lähes kaikkia rakennuksen rakenneosia korjataan. Työssä esitettiin kaksi erilaista kehittämisideaa ohjausjärjestelmän muuttamisesta myös pienempiin korjaushankkeisiin soveltuvaksi, mitkä molemmat edellyttäisivät muutoksia nykyisen ohjausjärjestelmän rakenteeseen ja sen sisältämiin kysymyksiin. Rakenteen tulisi olla hierarkkinen ja kysymysten asettelussa tulisi lähteä aivan korjauksen suunnittelun alkuvaiheista huomioiden mahdollisimman laajasti olemassa oleva rakennus ja korjauksen lähtötilanne.

Ajatuspohjana pientalon teknisen laadun ohjausjärjestelmä on hyvä, sillä kysymyksiin perustuva Tähtiluokitus-järjestelmä on käyttäjälleen informatiivinen ja se aktivoi käyttäjää miettimään, mihin asioihin korjauksessa olisi syytä kiinnittää huomiota. Samankaltainen kysymyksiin perustuva korjauksen laadun ohjausjärjestelmä on varsin toteutuskelpoinen idea, mutta korjaushankkeen lähtökohtainen erilaisuus verrattuna uudisrakennushankkeeseen antaa aiheita miettiä, onko ohjausjärjestelmää tarkoituksenmukaista kehittää alkuperäisjärjestelmän kanssa täysin samanlaisella ajatusmallilla. Kenties korjausrakentajalle suunnatun teknisen laadun ohjausjärjestelmän olisi syytä painottaa enemmän nimenomaan korjausten yksityiskohtaiseen ohjaukseen kuin koko talon tekniseen laatuoluotukseen.

## LÄHTEET

Durbanin ilmastokokous sopi Kioton sopimuksen jatkamisesta. 2011. Yle uutiset. Saatavissa:

[http://yle.fi/uutiset/luonto\\_ja\\_ymparisto/2011/12/durbanin\\_ilmastokokous\\_sopi\\_kioton\\_sopimuksen\\_jatkamisesta\\_3095199.html](http://yle.fi/uutiset/luonto_ja_ymparisto/2011/12/durbanin_ilmastokokous_sopi_kioton_sopimuksen_jatkamisesta_3095199.html). Hakupäivä 12.12.2011.

D3 (2012) perustelumuiatio. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=126233&lan=fi>. Hakupäivä 15.1.2012.

D3 (2012) Rakennusten energiatehokkuus. 2011. Helsinki. Ympäristöministeriö.

D5 (2007) Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2007. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Energia-avustukset. 2011. Ara — Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Saatavissa: <http://www.ara.fi/default.asp?node=1263&lan=>. Hakupäivä 13.12.2011.

Energia ja ympäristömerkinnät. 2011. Motiva. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/vaikuta\\_hankinnoilla/energia\\_ja\\_ymparistomerkinnaat](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/energia_ja_ymparistomerkinnaat). Hakupäivä 7.1.2012.

Energiajunior. 2008. Oulun rakennusvalvonta. Saatavissa:

<http://www.ouka.fi/rakennusvalvonta/pdf/laatukortit/Energiajunior-26112008.pdf>. Hakupäivä 19.12.2011.

Energiansäästölamppu. 2011. Motiva. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/vaikuta\\_hankinnoilla/valaistus/energiansaastolamppu](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/valaistus/energiansaastolamppu). Hakupäivä 8.1.2011.

Energiatehokkuus. 2011a. Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa:

<http://www.tem.fi/index.phtml?s=2586>. Hakupäivä 10.12.2011.

Energiatehokkuus. 2011b. Ympäristöministeriö. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=2194>. Hakupäivä 13.12.2011.

Energiatehokkuus ja energiatodistus. Saatavissa:  
[http://www.spu.fi/energia\\_tehokkuus](http://www.spu.fi/energia_tehokkuus). Hakupäivä 15.1.2012.

Energiateollisuus RY. 2011. Kaukolämpö. Saatavissa:  
[http://www.energia.fi/sites/default/files/hinta\\_010711.pdf](http://www.energia.fi/sites/default/files/hinta_010711.pdf). Hakupäivä 20.1.2012.

Energiatodistusopas 2007. 2009. Ympäristöministeriö. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=82328&lan=fi>. Hakupäivä  
10.12.2011.

Energiatodistus, joka sisältyy isännöitsijätodistukseen. 2010. Motiva. Saatavissa:  
<http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistukset/isannoitsijantodistukseensisältyva/>. Hakupäivä 10.11.2011.

ERA 17 – Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017. 2010. Ympäristöministeriö, Sitra ja Tekes. Helsinki. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=121949&lan=fi>. Hakupäivä  
15.1.2012.

ERA17 – Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017 -toimintaohjelma. 2010. Ympäristöministeriö. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=368492&lan=fi&clan=fi>. Hakupäivä  
10.12.2011.

Heimonen, Ismo 2011. Kondenssi ikkunoiden ulkopintaan. Motiva. Saatavissa:  
<http://www.motiva.fi/files/96/kondenssi.pdf>. Hakupäivä 16.1.2012.

Hekkanen, Martti - Kauppinen, Timo – Santalo, Maria 1997. Matalaenergiapien-  
talon toteuttaminen korjausrakentamalla. Espoo. VTT.



Holopainen, Riikka - Hekkanen, Martti – Hemmilä, Kari – Norvasuo, Markku 2007. Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit. VTT. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2377.pdf>. Hakupäivä 17.1.2012.

Hyvä talo rakennetaan energiatehokas pientalo. 2008. Motiva. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/2766/Hyva\\_talo\\_Rakennetaan\\_energiatehokas\\_pientalo.pdf](http://www.motiva.fi/files/2766/Hyva_talo_Rakennetaan_energiatehokas_pientalo.pdf). Hakupäivä 15.11.2011.

Ikkunaremontti. 2011. Remonttihaukka Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.remonttihaukka.fi/energiansaasto-ja-ulkoremontit/ikkunaremontti/>. Hakupäivä 1.11.2011.

Ikkunoiden energiatehokkuus. 2011. Motiva. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/vaikuta\\_hankinnoilla/ikkunoiden\\_energiailuokitus/ikkunoiden\\_energiatehokkuus](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/ikkunoiden_energiailuokitus/ikkunoiden_energiatehokkuus). Hakupäivä 1.11.2011.

Ilmanpitävyys. 2012. Motiva. Saatavissa: [http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen\\_suunnittelu/ilmanpitävyys/](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/ilmanpitävyys/). Hakupäivä 7.1.2012.

Ilmanvaihdon vaikutus. 2004. Sisäilmayhdistys. Saatavissa: [http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/sisailmasto/ilmanvaihdon\\_vaikutus/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/ilmanvaihdon_vaikutus/). Hakupäivä 5.1.2012.

Kalliomäki, Pekka. 2010. Energiapaketti 2012 Taustamuistio. Ympäristöministeriö.

Kantola, Henri 2011. Kosteusvaurioituneen rivitalokohteen energiakorjaus ja korjaamisen yleishallinta. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Kilpeläinen, Mikko - Hekkanen, Martti – Seppälä, Pekka – Riippa, Tommi 2006. Pientalon tekninen laatu Tähtiluokitus. Helsinki. Edita Prima Oy.

Kioton pöytäkirja. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1885&lan=fi>. Hakupäivä 10.12.2011.

Kurvinen, Antti 2009. Korjaustoiminnan energiataloudellisten valintojen systematiikka. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. Saatavissa:  
<http://www.ara.fi/download.asp?contentid=23983&lan=fi>. Hakupäivä 10.1.2012.

L. 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. Hakupäivä 5.11.2011.

L. 13.4 2007/487. Laki rakennuksen energiatodistuksesta. Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070487>. Hakupäivä 10.11.2011.

Lindstedt , Tuomo – Junnonen, Juha-Matti 2009. Energiatehokkaat ja teolliset korjausrakentamiskorjaukset Suomessa ja kansainvälisesti. Sitra. Saatavissa:  
<http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksi%C3%A4%2011.pdf> . Hakupäivä 6.1.2012.

Lämmitysverkoston perussäätö. 2010. Motiva. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/taloyhtiot/lammitusverkoston\\_perussaato](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/lammitusverkoston_perussaato)  
. Hakupäivä 6.1.2011.

Pienet asuinrakennukset. 2010. Motiva. Saatavissa:  
<http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistukset/pienetasuinrakennukset/>. Hakupäivä 10.11.2011.

Pääaho, Kari 2011. Kouluttaja, OAKK. Haastattelu 11/2011.

Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. 2010. Sitra. Helsinki. Saatavissa: [http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitran\\_selvityksia\\_39.pdf](http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/sitran_selvityksia_39.pdf). Hakupäivä 7.1.2012.

Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=20644&lan=fi>. Hakupäivä 5.11.2011.

Rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö. 2010. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=234059&lan=fi&clan=fi>. Hakupäivä 22.10.2011.

Rakentamisen ohjaus. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=233&lan=fi>. Hakupäivä 22.10.2011.

Rasi-Koskinen, Antti 2011. Luotolaisentie 12 B-rakennus Kuntotutkimus. Oulu. Instaro Oy.

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

RT 83-10662. 1998. Yläpohjan lisälämmöneristäminen. Rakennustieto Oy.

Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto. 2002. Hengityслиitto Heli Ry. Saatavissa:

<http://www.sisailma.info/tiedostot/Oppaat/Ilmanvaihto%202002.pdf>. Hakupäivä 5.1.2012.

Tukilämmitysjärjestelmät. 2011. Motiva. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/tukilammitysjarjestelmat](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/tukilammitysjarjestelmat). Hakupäivä 6.1.2011.

Uusiutuvan energian käyttö Suomessa. 2011. Motiva. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/uusiutuvan\\_energian\\_kaytto\\_suomessa](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/uusiutuvan_energian_kaytto_suomessa). Hakupäivä 10.1.2012.

Valaistus. 2011. Motiva. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/ostajan\\_opas/valaistus](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/ostajan_opas/valaistus). Hakupäivä 8.1.2011.

## LIITTEET

Liite 1. Luotolaisentien rivitalon pääpiirustukset

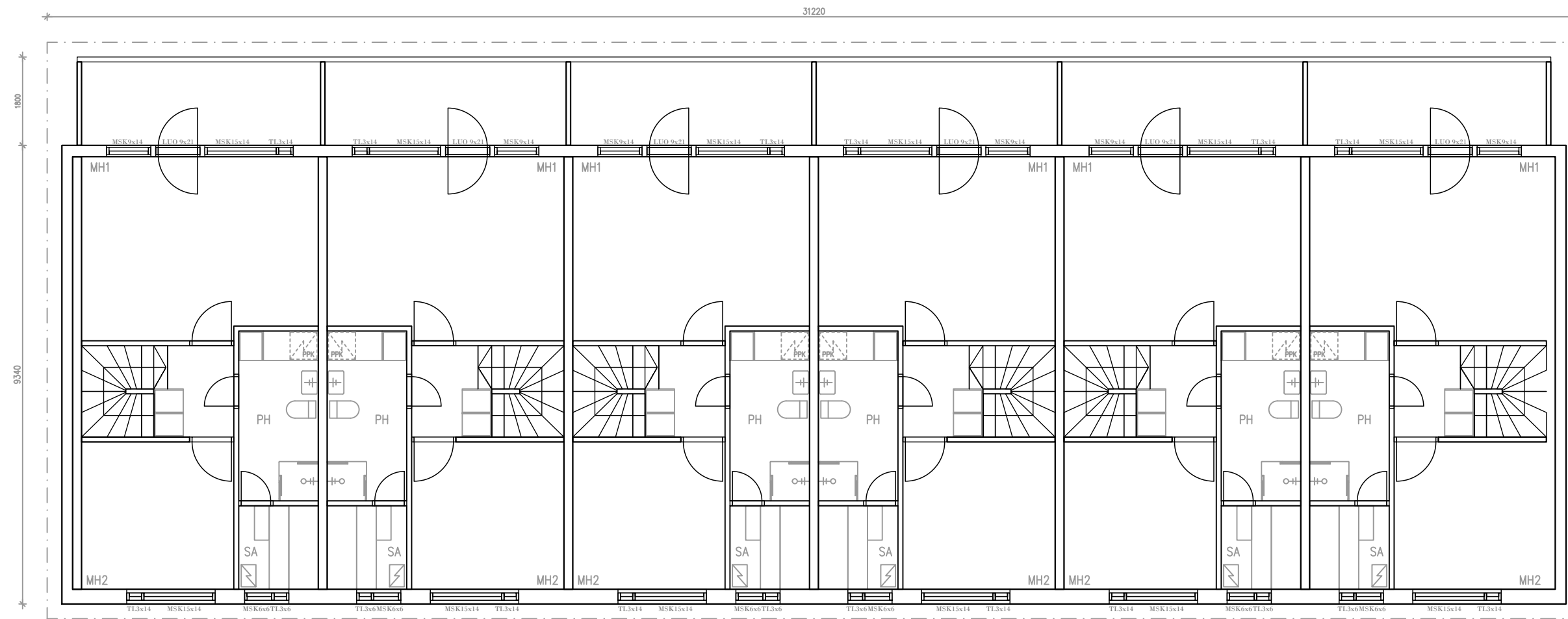
Liite 2. Rakennuksen laajuustiedot

Liite 3. Rakenteiden U-arvolaskenta RakMk C4 (2003) mukaisesti

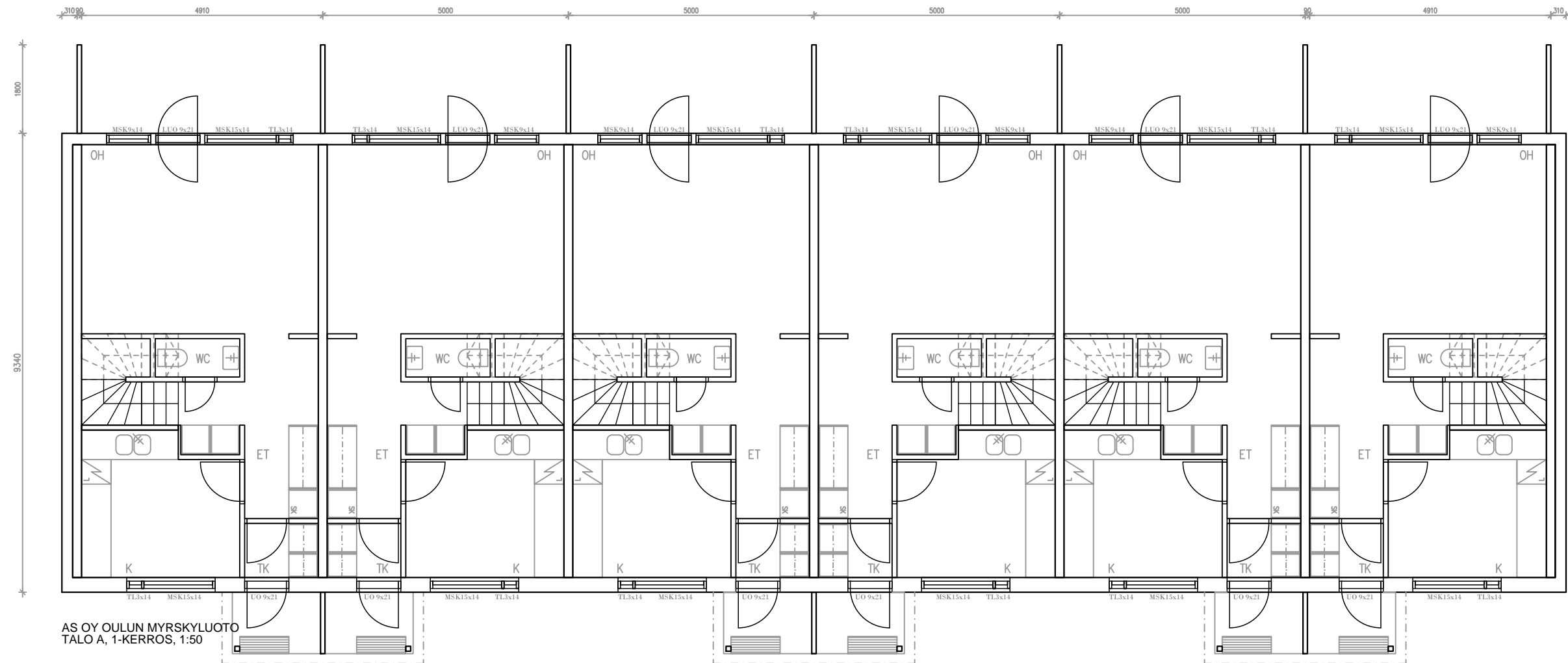
Liite 4. Vanhoilla rakenteilla laadittu rakennuksen energiaselvitys (2010)

Liite 5. Uusilla rakenteilla laadittu rakennuksen energiaselvitys (2010)

Liite 6. Pientalon tekninen laatu Tähtiluokitus- järjestelmän kysymykset ja vastaukset

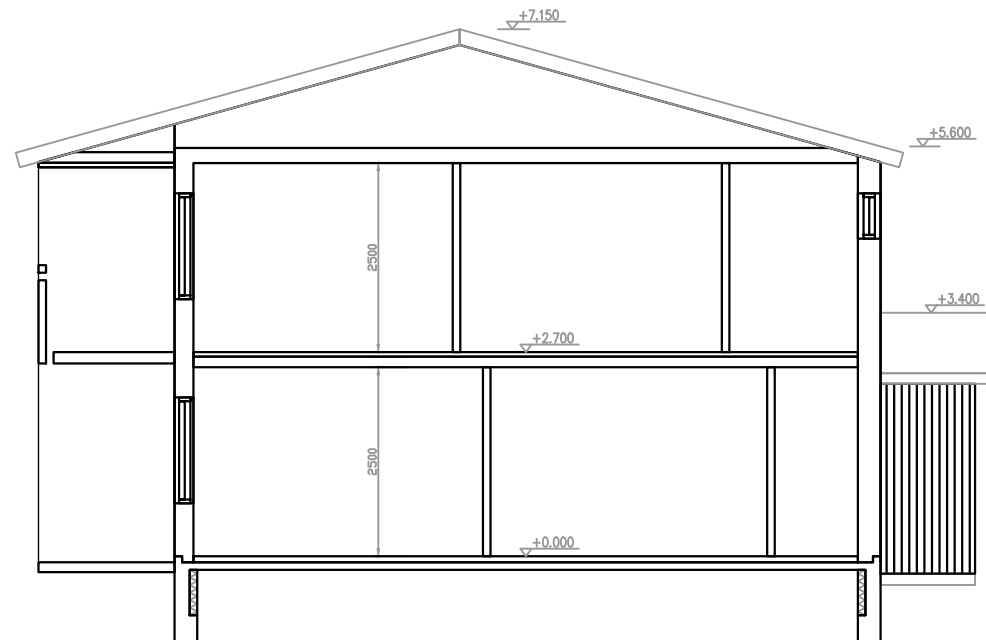


AS OY OULUN MYRSKYLUOTO  
TALO A, 2-KERROS, 1:50

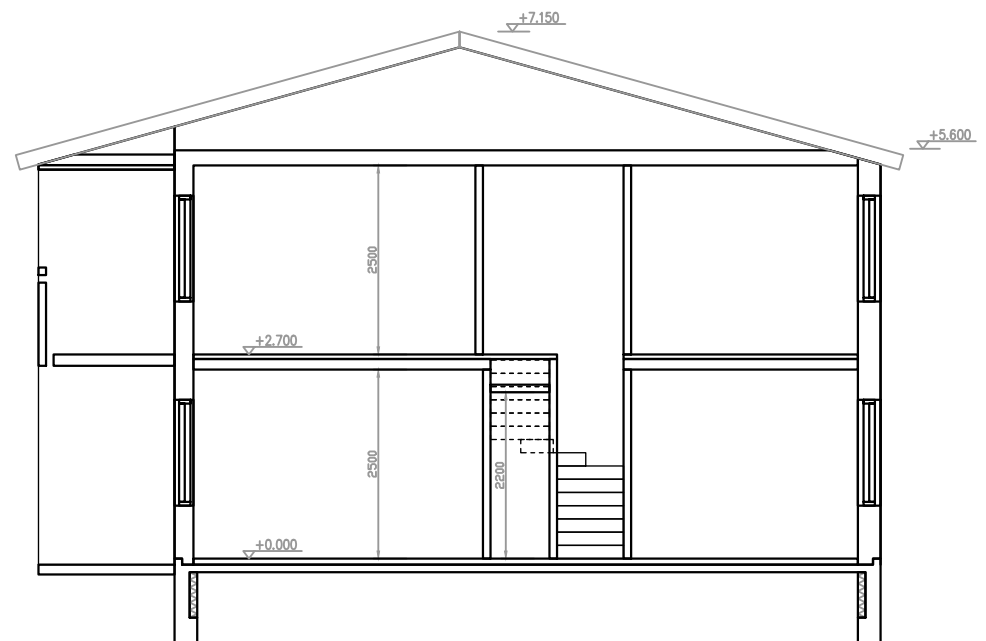


AS OY OULUN MYRSKYLUOTO  
TALO A, 1-KERROS, 1:50

KUVA KUVASÄIRY	KUVA/ALA 72	YHTYK/NO 1	RAHOITUKSEN TAVOITE
RAHOITUSKÄYTTÖ			RAHOITUSKÄYTTÖ PÄÄPIIRUSTUS
RAHOITUSKÄYTTÖN NIMI JA Osoite			RAHOITUSKÄYTTÖ POHJAPIIRUSTUS
AS OY OULUN MYRSKYLUOTO			TALO A, 1- JA 2-KERROS
LUOTO LAISENTE			1:50
90540 OULU			
	ARK	09053	002
	7.12.2009		

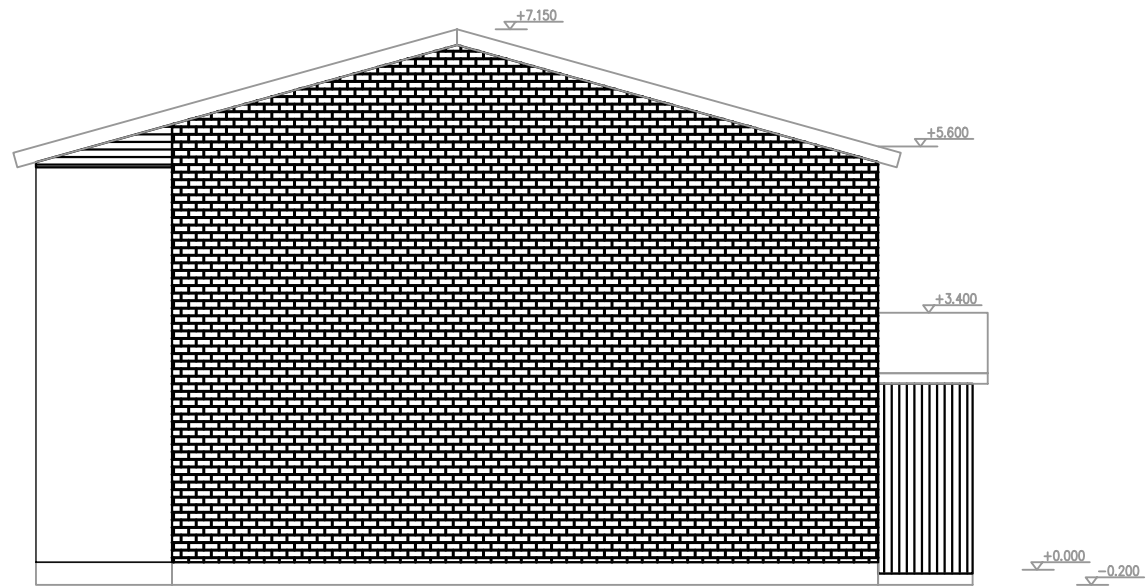


LEIKKAUS A-A 1:100

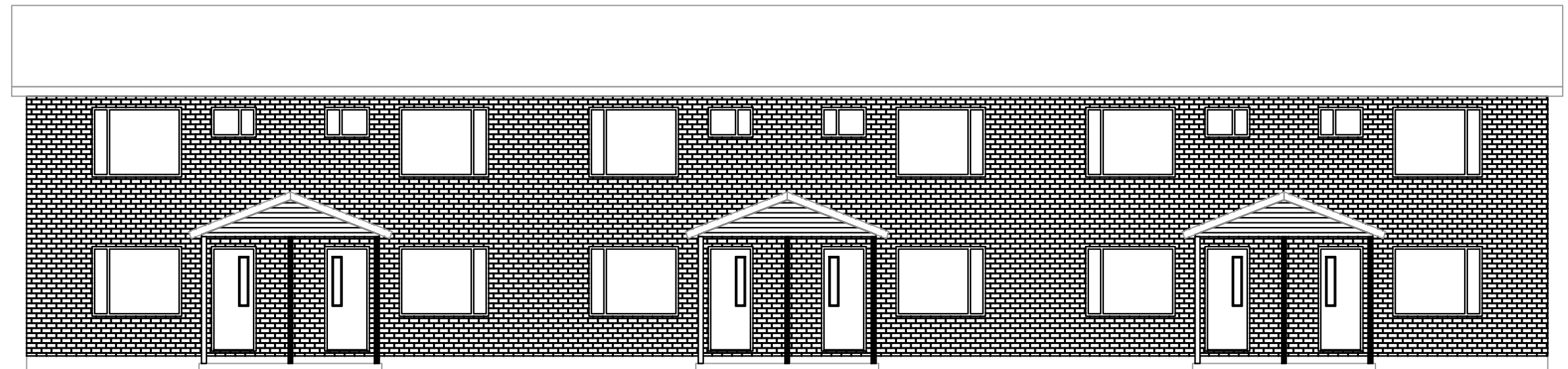


LEIKKAUS B-B 1:100

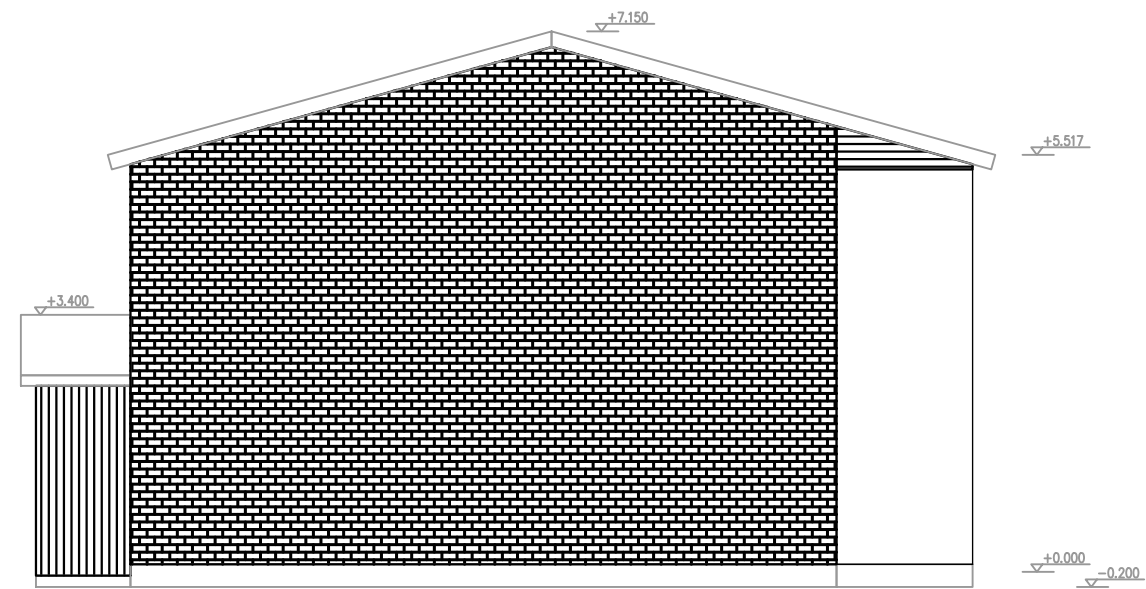
K.OSA KUIVASJÄRVI	KORTTELI/TILA 72	TONTTI/RNo 1	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 4
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE AS OY OULUN MYRSKYLUOTO LUOTOLAISENTIE 90540 OULU			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ POHJAPIIRUSTUS LEIKKAUKSET A-A JA B-B	MITTAKAAVAT 1:100
		SUUN.ALA ARK	TYÖ No 09053	PIIR.No 004
		PÄIVÄYS 7.12.2009	YHT.HENK.	
MUUTOS				



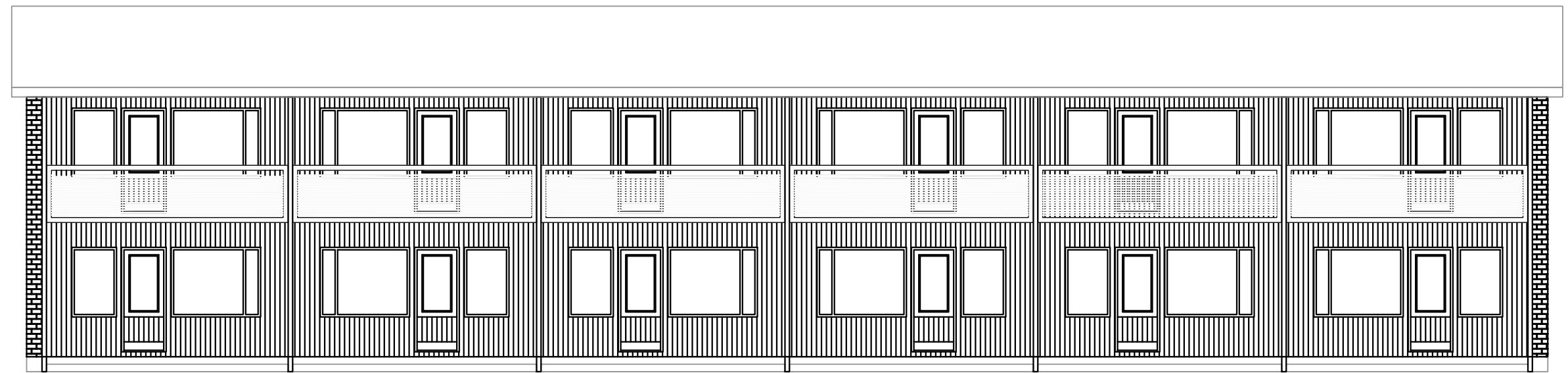
JULKISIVU KOILLISEEN



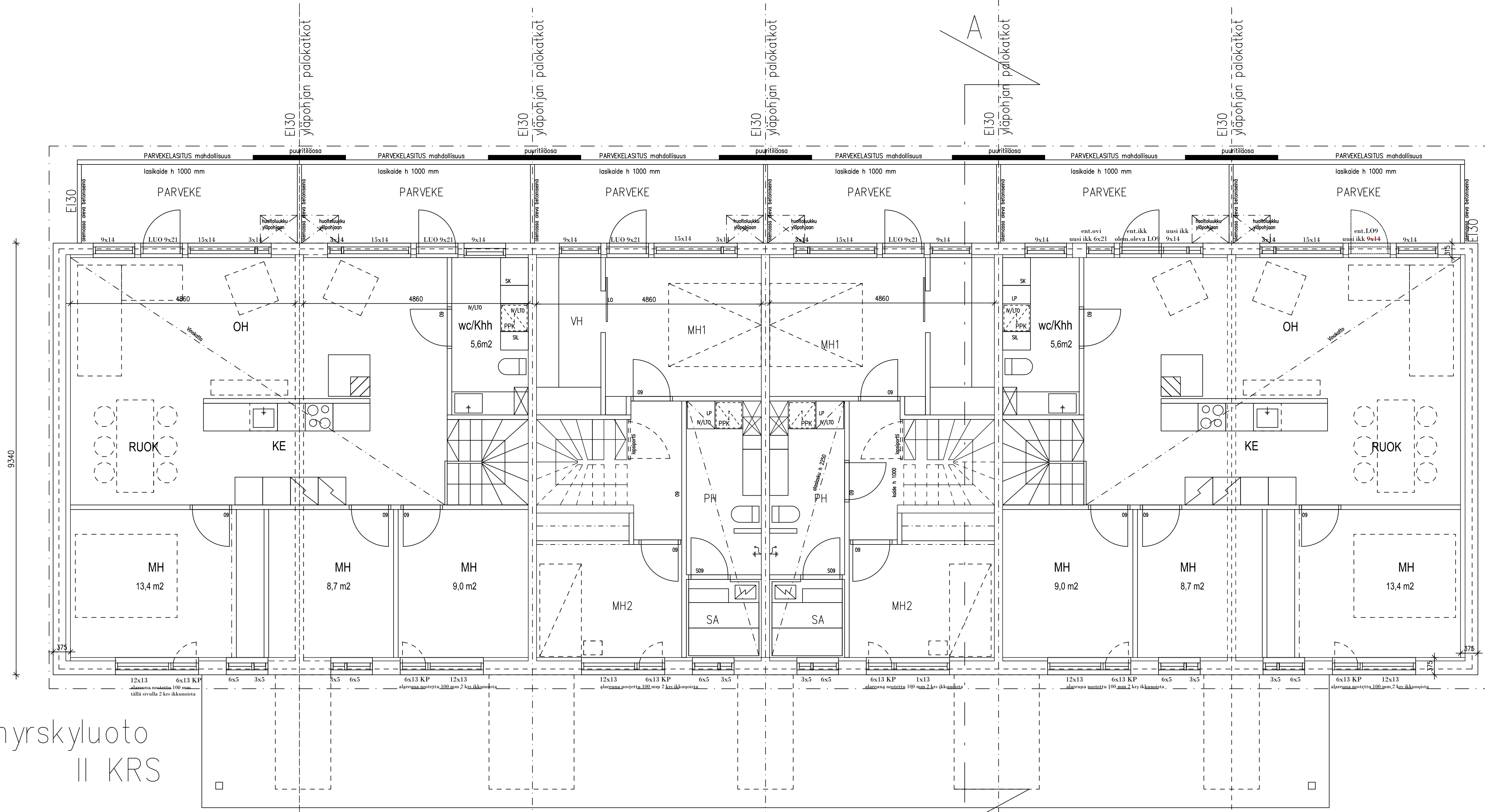
JULKISIVU LUOTEeseen



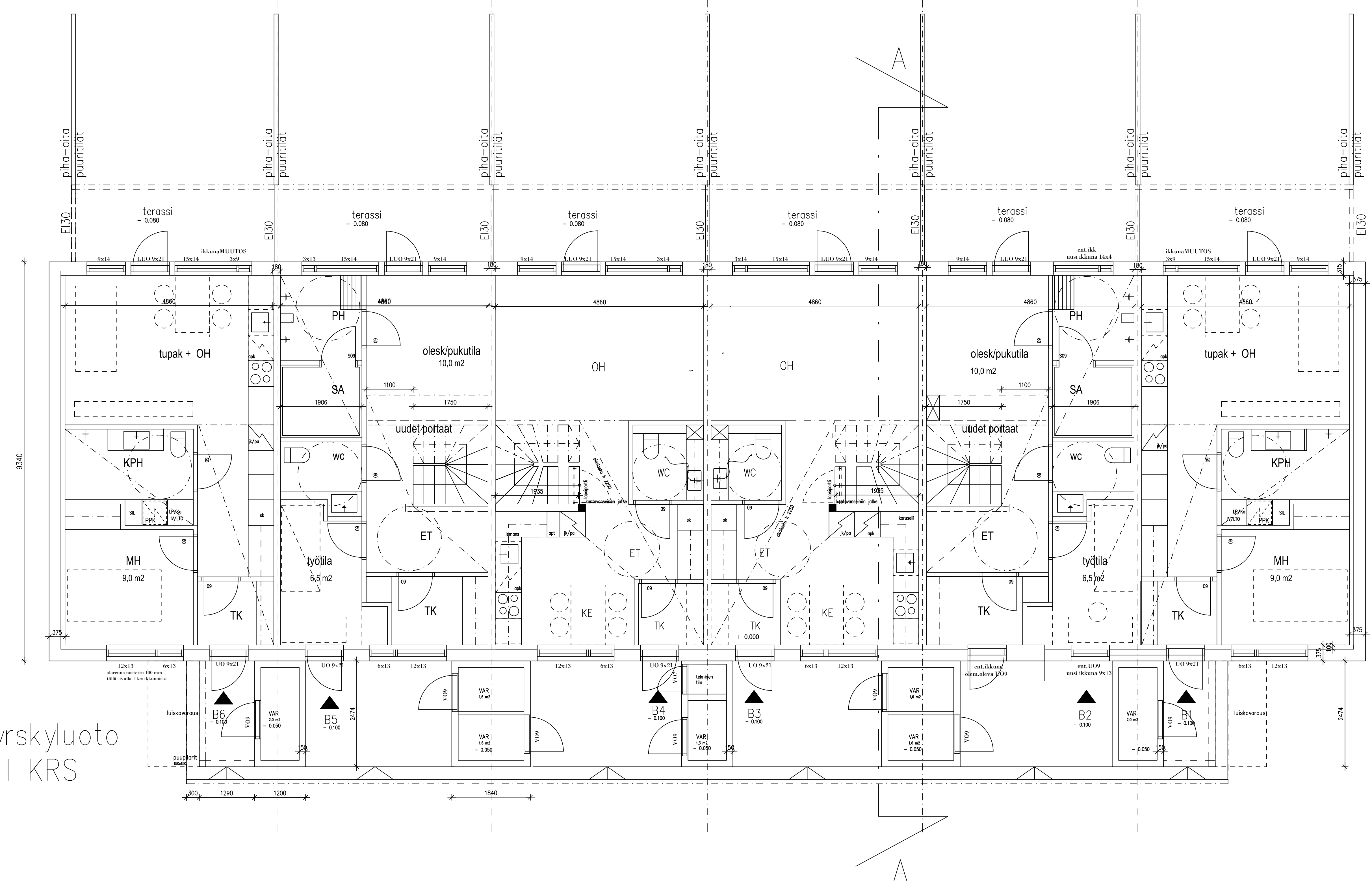
JULKISIVU LOUNAASEEN



JULKISIVU KAAKKOON



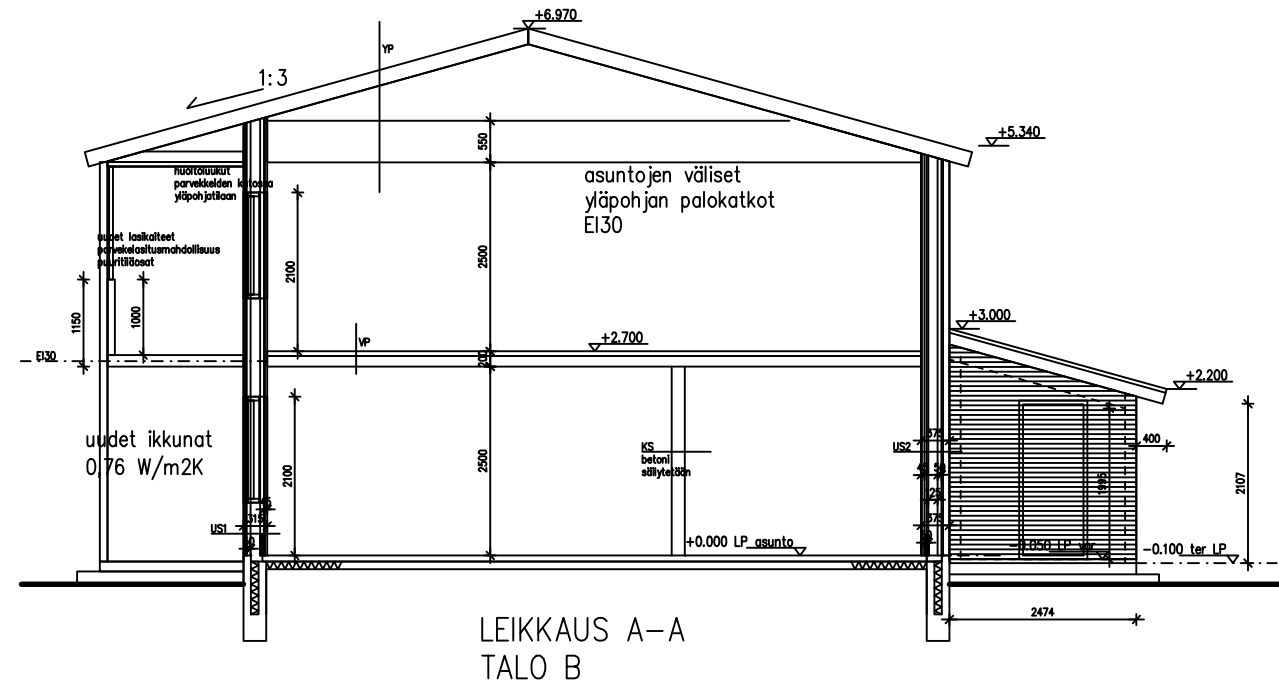
as oy myrskyluoto  
TALO B II KRS



as oy myrskyluoto  
TALO B I KRS

K.OSA KUIVASJÄRVI	KORTTELI/TILA 72	TONTTI/RNo 1	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSLOMAKUNTA			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS
RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA Osoite	AS OY OULUN MYRSKYLUOTO		JUOKS.No
LUOTOLAISENTIE 90540 OULU			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ TALO B POHJAT 1 JA 2 KRS
SUUNNITTELU- ja KONSULTOINTI RA LEA SÄMPI 040-7368839 lea.sampi@elisanet.fi			MITTAKAAVAT 1:50
			SUUNNITTELU- ja KONSULTOINTI ARK
			PÄIVÄYS 17.3.2010
			TYÖ No PIIR.No MUUTOS YHT.HENK.





VP olemassa oleva  
ontelolaatat 180 mm

YP UUSI 0,07 W/m2K

peltikate  
olemassa oleva ristikkorakenne/tuuletustila  
tuulensuojalevy reunoilla  
puhallusvillaeriste 550 mm  
SPU eriste 30 mm  
koolaus 2 x 22 mm  
MDF levy 13 mm

US1 uusi (330 mm) 0,13 W/m2K

formica exterior julkisivulaminaatti 6 mm  
asennusrako/tuuletus 2 x 22  
olemassa oleva tuulensuoja 50 mm  
runko/SPU eriste 125 mm  
lisäeriste SPU 60 mm  
koolaus 32 mm  
kipsilevy 13

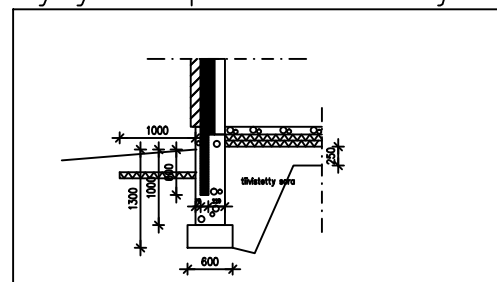
US2 uusi (385 mm) 0,13 W/m2K

olemassa oleva tiiliverhous 85 mm  
asennusrako/tuuletus 20  
olemassa oleva tuulensuoja 50 mm  
runko/SPU eriste 125 mm  
lisäeriste SPU 60 mm  
koolaus 32 mm  
gyproc 13

AP olemassa oleva 0,28 W/m2K

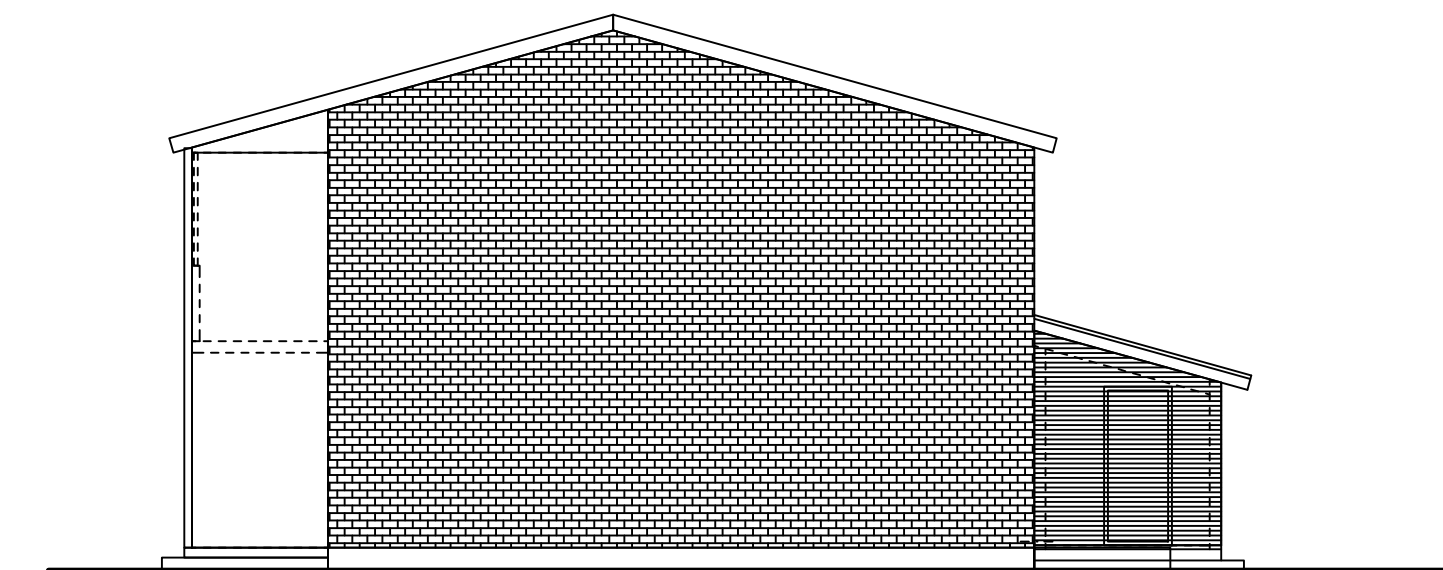
betonilaatta 70 mm  
styrox 70 mm (reuna-alueilla 2 x 70 mm)

nykyinen perustusdetalji

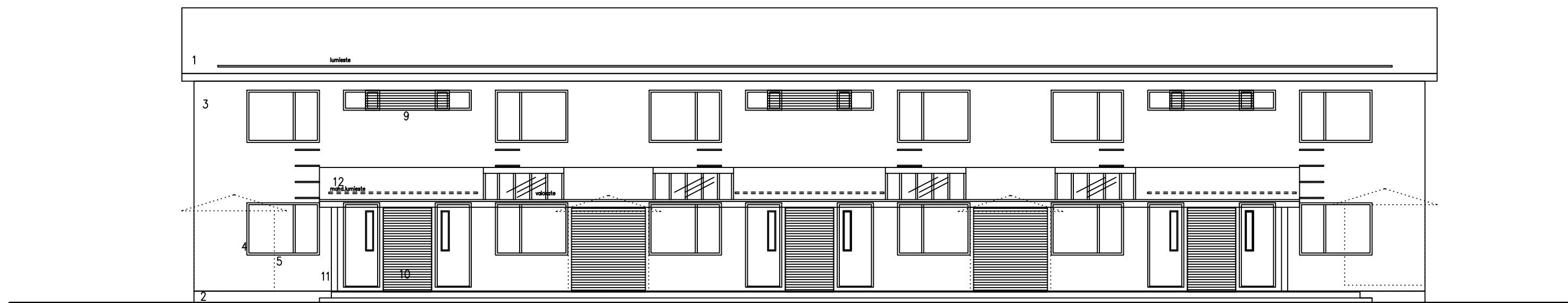


6.2.2012 Rakennetietoja muutettu, muuttaja Kirsi Seikkula  
11.4.2010 leikkaukseen lisätty nykyinen perustusleikkaus

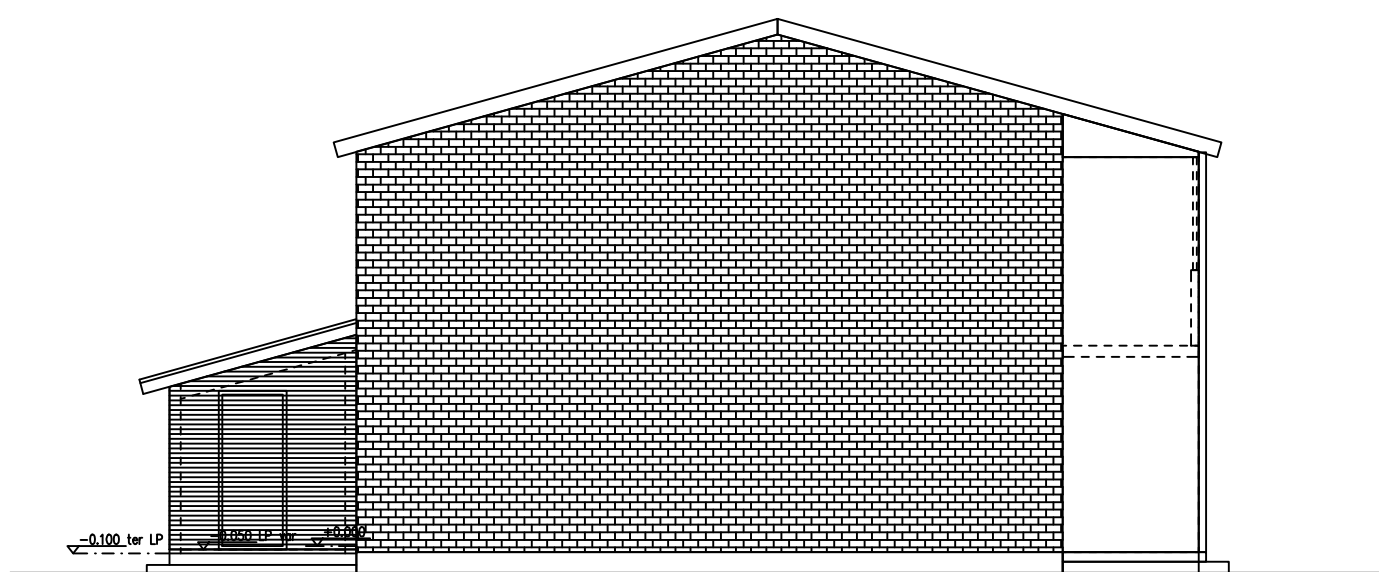
K.OSA KUIVASJÄRVI	KORTTELI/TILA 72	TONTTI/RNo 1	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE AS OY OULUN MYRSKYLUOTO LUOTOLAISENTIE 90540 OULU			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ TALO B LEIKKAUS A - A
SUUNNITTELUTOIMISTO ASKEL RA LEA SÄMPI 040-7368839 lea.sampi@elisaneet.fi	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
			JUOKS.No
			MITTAKAAVAT
			1:100
			PÄIVÄYS 17.3.2010
			YHT.HENK.



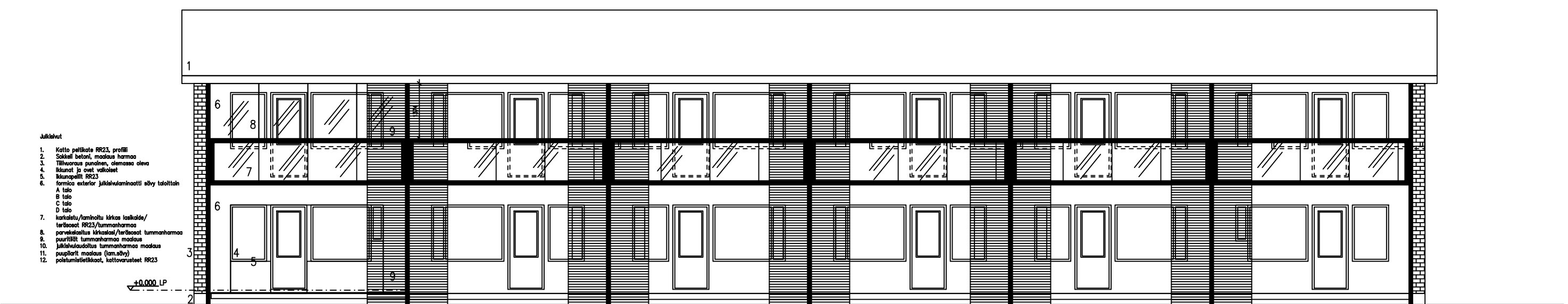
JULKISIVU ETELÄÄN  
TALO B



JULKISIVU ITÄÄN  
TALO B



JULKISIVU POHJOISEN  
TALO B



JULKISIVU LÄNTEEN  
TALO B

- Julkisivut
1. Katto pellikate RR23, proffi
  2. Sakari betoni, moduus harmas
  3. Tilavuus parohien, olemassa oleva
  4. Ilkoniitti 30 mm, valkoinen
  5. Ilkoniittipöytä RR23
  6. Teräsovi seinästä julkisivulinjoista alku lähtökäsitelty  
A lasi  
B lasi  
C lasi  
D lasi
  7. karkkeli/Ambrolla kikka lasihäily/  
teräsovi RR23/tummaharmaa
  8. porvakaalitus kikkala/teräsovi tummaharmaa
  9. puuristik tummaharmaa moduus
  10. julkisivuohut tummaharmaa moduus
  11. puujalat moduus (tam.ohy)
  12. polkumäntäohut, lasiteräsovi RR23

K.O.SA KUIVASJÄRVI	KORTTELI/TILA 72	TONTTI/RNo 1	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE AS OY OULUN MYRSKYLUOTO			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ TALO B JULKISIVUT	MITTAKAAVAT 1:100
LUOTOLAISENTE 90540 OULU			SUUN.ALAI ARK	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
SUUNNITTELU-TOIMISTO ASKEL RA LEA SÄMPI 040-7368839 lea.sampi@elisanet.fi			PÄIVÄYS 17.3.2010	YHT.HENK.

**Rakennuksen laajuustiedot vanhoilla rakenteilla**

Asuntopinta-ala (huoneistoala)	490 asm <sup>2</sup>
Bruttopinta-ala	576 brm <sup>2</sup>
Maanpäällinen kerrostasoala	576 m <sup>2</sup>
Rakennustilavuus	1640 m <sup>3</sup>
Lämmin ilmatilavuus	1240 m <sup>3</sup>
Asukasmäärä (makuuhuoneiden lukumäärä +1)	14+1 hlöä

<b>Rakennusosat:</b>	<b>Pinta-ala [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U-arvo [W/m<sup>2</sup>K]</b>
Ulkoseinä	297	0,27
Yläpohja	260	0,14
Alapohja	260	0,28
Ulko-ovet	33,5	1,4
Ikkunat		
pohjoinen	-	
itä	30,0	2,10
etelä	-	
länsi	44,5	2,10

**Rakennuksen laajuustiedot uusilla rakenteilla**

Asuntopinta-ala (huoneistoala)	494 asm <sup>2</sup>
Bruttopinta-ala	576 brm <sup>2</sup>
Maanpäällinen kerrostasoala	576 m <sup>2</sup>
Rakennustilavuus	1750 m <sup>3</sup>
Lämmin ilmatilavuus	1220 m <sup>3</sup>
Asukasmäärä (makuuhuoneiden lukumäärä +1)	14+1 hlöä

<b>Rakennusosat:</b>	<b>Pinta-alat [m<sup>2</sup>]</b>	<b>U-arvo [W/m<sup>2</sup>K]</b>
Ulkoseinä	295	0,13
Yläpohja	260	0,07
Alapohja	260	0,10
Ulko-ovet	33,5	1,4
Ikkunat		
pohjoinen	-	
itä	30,0	0,76
etelä	-	
länsi	44,3	0,76

Yläpohja 1 (uusi rakenne)

vaakasuoran eristetyn yläpohjan ja kaltevan vesikaton muodostama kattorakenne

Rakenne:		d [m]	λ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]
Ulkopinta	R <sub>se</sub>			0,04
Katon ilmatila	R <sub>g</sub>			0,2
Paroc puhallusvilla BLT 6	R <sub>1</sub>	0,450	0,050	9,000
Ristikot + puhallusvilla	R <sub>2</sub>	0,100	0,12/0,050	1,856
SPU AL	R <sub>3</sub>	0,030	0,023	1,304
Koolausrimat	R <sub>4</sub>	0,022	0,12	0,183
Ristikoolausrimat	R <sub>5</sub>	0,022	0,12	0,183
MDF levy	R <sub>6</sub>	0,130	0,11	1,182
Sisäpinta	R <sub>si</sub>			0,10
				R <sub>T</sub>
				14,009
			<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,07</b>

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuuksien suhde

$$\frac{\lambda_{\text{puu}} 0,12}{\lambda_{\text{eriste}} 0,05} = 2,40 < 5$$

=> RakMk C4 2.2.5: Voidaan käyttää alalikiarvon kaavaa, ei käsitellä kylmäsilta

Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo R<sub>T</sub>:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \sum R + R_{se}$$

Epätasa-aineisen ainekerroksen j lämmönvastus R<sub>j</sub> lasketaan kaavasta

$$1 / R_j = f_a / R_{aj} + f_b / R_{bj} + \dots + f_n / R_{nj}$$

Kattoristikko (R <sub>2</sub> )	[m]	[m]	f	d [m]	λ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	f/r
Alue a = Puu	0,0500	0,900	0,0556	0,1000	0,120	0,8333	0,0667
Alue b = Puhallusvilla	0,8500	0,900	0,9444	0,1000	0,050	2,0000	0,4722
Koko alue	0,9000	0,900	1,0000				
						1/R <sub>2</sub>	0,5389
						R <sub>2</sub>	1,8557

=>

**Uuden yläpohjan U-arvo = 0,07**

## RAKENTEIDEN U-ARVOLASKENTA RakMk C4 (2003) MUKAISESTI

Yläpohja 2 (uusi rakenne)

kaltevan vesikaton suuntainen kattorakenne

Rakenne:	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	
Katemateriaali Ruodelaudoitus Korokerimat Aluskate Tuuletusväli	=> hyvin tuulettuva ilmväli ja sen ulkopuoliset rakenneosat jätetään huomioimatta laskennassa (RakMk C4, 5.2.8)			
Ulkopinta	R <sub>se</sub>		0,10	
Ristikot + SPU	R <sub>1</sub>	0,300	0,12/0,025	9,908
SPU AL	R <sub>2</sub>	0,040	0,023	1,739
Koolausrimat	R <sub>3</sub>	0,022	0,12	0,183
Ristikoolausrimat	R <sub>4</sub>	0,022	0,12	0,183
MDF levy	R <sub>5</sub>	0,130	0,11	1,182
Sisäpinta	R <sub>si</sub>			0,10
	R <sub>T</sub>			13,396
			<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,07</b>

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuuksien suhde

$$\frac{\lambda_{\text{puu}} 0,12}{\lambda_{\text{eriste}} 0,025} = 4,80 < 5$$

=&gt; RakMk C4 2.2.5: Voidaan käyttää alalikiarvon kaavaa, ei käsitellä kylmäsilta

Epätasa-aineisen ainekerroksen j lämmönvastus R<sub>j</sub>

Kattoristikko (R <sub>1</sub> )	[m]	[m]	f	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	f/r
Alue a = Puu	0,050	0,900	0,056	0,300	0,120	2,500	0,022
Alue b = SPU	0,850	0,900	0,944	0,300	0,025	12,000	0,079
Koko alue	0,900	0,900	1,000				
						1/R <sub>1</sub>	0,101
						R <sub>1</sub>	9,908

=&gt;

Yläpohja 1\* (vanha rakenne)

vaakasuoran eristetyin yläpohjan ja kaltevan vesikaton muodostama kattorakenne

Rakenne:		d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]
Ulkopinta	R <sub>se</sub>			0,04
Katon ilmatila	R <sub>g</sub>			0,2
Mineraalivilla	R <sub>1</sub>	0,200	0,0450	4,4
Ristikot + mineraalivilla	R <sub>2</sub>	0,100	0,12/0,045	2,034
Höyrynsulkumuovi	R <sub>3</sub>	0,0002		0,02
Koolausrimat	R <sub>4</sub>	0,022	0,12	0,183
Lastulevy	R <sub>5</sub>	0,013	0,14	0,093
Sisäpinta	R <sub>si</sub>			0,10
				R <sub>T</sub>
				7,115
			<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,14</b>

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuuksien suhde

$$\frac{\lambda_{\text{puu}} 0,12}{\lambda_{\text{eriste}} 0,045} = 2,67 < 5$$

=> RakMk C4 2.2.5: Voidaan käyttää alalikiarvon kaavaa, ei käsitellä kylmäsilta

Epätasa-aineisen ainekerroksen j lämmönvastus R<sub>j</sub>

Kattoristikko (R <sub>2</sub> )	[m]	[m]	f	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	f/r
Alue a = Puu	0,050	0,900	0,056	0,100	0,120	0,833	0,067
Alue b = Mineraalivilla	0,850	0,900	0,944	0,100	0,045	2,222	0,425
Koko alue	0,900	0,900	1,000				
						1/R <sub>2</sub>	0,492
						R <sub>2</sub>	2,034

=>

**Vanhan yläpohjan U-arvo = 0,14**

Ulkoseinä (uusi rakenne)

Rakenne:		d [m]	λ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]
Sisäpinta	R <sub>si</sub>			0,13
Kipsilevy	R <sub>1</sub>	0,013	0,21	0,062
Koolauslaudoitus	R <sub>2</sub>	0,032	0,12	0,267
SPU AL	R <sub>3</sub>	0,060	0,023	2,609
Pystyrunko + SPU	R <sub>4</sub>	0,125	0,12/0,025	3,797
Tuulensuoja mineraalivilla	R <sub>5</sub>	0,050	0,055	0,909
Tuuletusrako	R <sub>6</sub>	0,022 x 2		
Julkisivulaminaatti	R <sub>7</sub>	0,006		
Ulkopinta	R <sub>se</sub>			0,13
				R <sub>T</sub>
				7,904
			<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,13</b>

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuuksien suhde

$$\frac{\lambda_{\text{puu}} 0,12}{\lambda_{\text{eriste}} 0,025} = 4,80 < 5$$

=> RakMk C4 2.2.5: Voidaan käyttää alalikiarvon kaavaa, ei käsitellä kylmäsiltnä

Epätasa-aineisen ainekerroksen j lämmönvastus R<sub>j</sub>

Pystyrunko (R <sub>4</sub> )	[m]	[m]	f	d [m]	λ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	f/r
Alue a = Puu	0,050	0,600	0,083	0,125	0,120	1,042	0,080
Alue b = SPU	0,550	0,600	0,917	0,125	0,025	5,000	0,183
Koko alue	0,600	0,600	1,000				
						1/R <sub>4</sub>	0,263
						R <sub>4</sub>	3,797

**Uuden ulkoseinän U-arvo = 0,13**

Ulkoseinä (vanha rakenne)

Rakenne:		d [m]	$\lambda$ [W/mK]	Rj [m <sup>2</sup> K/W]
Sisäpinta	R <sub>si</sub>			0,13
Rakennuslevy	R <sub>1</sub>	0,012	0,14	0,086
Rakennusmuovi	R <sub>2</sub>	0,0002		0,02
Pystyrunko + mineraalivilla	R <sub>3</sub>	0,125	0,12/0,045	2,439
Tuulensuoja mineraalivilla	R <sub>4</sub>	0,050	0,055	0,909
Tuuletusrako	R <sub>5</sub>	0,025		
Ulkovuorilaudoitus	R <sub>6</sub>	0,019		
Ulkopinta	R <sub>se</sub>			0,13
				R <sub>T</sub>
				3,714
			<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,27</b>

Vierekkäisten aineiden lämmönjohtavuuksien suhde

$$\frac{\lambda_{\text{puu}} 0,12}{\lambda_{\text{eriste}} 0,045} = 2,67 < 5$$

=> RakMk C4 2.2.5: Voidaan käyttää alalikiarvon kaavaa, ei käsitellä kylmäsilta

Epätasa-aineisen ainekerroksen j lämmönvastus R<sub>j</sub>

Pystyrunko (R <sub>3</sub> )	[m]	[m]	f	d [m]	$\lambda$ [W/mK]	Rj [m <sup>2</sup> K/W]	f/r
Alue a = Puu	0,050	0,600	0,083	0,125	0,120	1,042	0,080
Alue b = Mineraalivilla	0,550	0,600	0,917	0,125	0,045	2,778	0,330
Koko alue	0,600	0,600	1,000				
						1/R <sub>3</sub>	0,410
						R <sub>3</sub>	2,439

=>

**Vanhan ulkoseinän U-arvo = 0,27**



Alapohja (uusi rakenne)

Reuna-alueilla:					Sisäalueilla:				
Rakenne:		d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]		d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	
Sisäpinta	R <sub>si</sub>			0,17	R <sub>si</sub>			0,17	
Laminaatti	R <sub>1</sub>	0,005	0,12	0,042	R <sub>1</sub>	0,005	0,12	0,042	
Teräsbetoni-laatta	R <sub>2</sub>	0,100	1,70	0,059	R <sub>2</sub>	0,100	1,70	0,059	
SPU SP	R <sub>3</sub>	0,160	0,022	7,273	R <sub>3</sub>	0,160	0,022	7,273	
SPU SP	R <sub>4</sub>	0,050	0,022	2,273	R <sub>4</sub>				
Salaojasorit	R <sub>5</sub>	0,300		0,200	R <sub>5</sub>	0,300		0,200	
Perusmaa	R <sub>b</sub>	Tässä huomioitu R <sub>se</sub>		0,50	R <sub>b</sub>	Tässä huomioitu R <sub>se</sub>		2,00	
	R <sub>T</sub>			10,516	R <sub>T</sub>			9,743	
				<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,10</b>				
						<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,10</b>		

**Uuden alapohjan U-arvo = 0,10**

Alapohja (vanha rakenne)

Reuna-alueilla:					Sisäalueilla:				
Rakenne:		d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]		d [m]	$\lambda$ [W/mK]	R <sub>j</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	
Sisäpinta	R <sub>si</sub>			0,17	R <sub>si</sub>			0,17	
Muovimatto	R <sub>1</sub>	0,005	0,20	0,025	R <sub>1</sub>	0,005	0,20	0,025	
Teräsbetoni-laatta	R <sub>2</sub>	0,080	1,70	0,047	R <sub>2</sub>	0,080	1,70	0,047	
Solupolystyreeni	R <sub>3</sub>	0,070	0,050	1,400	R <sub>3</sub>	0,070	0,050	1,400	
Solupolystyreeni	R <sub>4</sub>	0,070	0,050	1,400	R <sub>4</sub>				
Perusmaa	R <sub>b</sub>	Tässä huomioitu R <sub>se</sub>		0,50	R <sub>b</sub>	Tässä huomioitu R <sub>se</sub>		2,00	
	R <sub>T</sub>			3,542	R <sub>T</sub>			3,642	
				<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,28</b>				
						<b>U=1/R<sub>T</sub></b>	<b>0,27</b>		

**Vanhan alapohjan U-arvo = 0,28**

# Energiajunior 7.1

Omat tietoiset valinnat, tavoitteena matalaenergiataso  
Energiaselvitys / energiatodistus

www.pientalonlaatu.fi



## Kohteen energiantarve

	kohte	v vertailu
	kWh/vuosi	kWh/vuosi
Vaipan osat		
Ulkoiseinä	12814	8068
Alapohja	7647	4370
Yläpohja	5816	3739
Ulko-ovet	7494	5353
Ikkunat	24999	11904
Vaipan johtumishävöt yht.	58771	33434
Ulkovaipan ilmvuodot	22720	5284
Hallittu ilmanvaihto	32981	18139
Sisäiset lämpökuormat	47936	47936
Lämmin käyttövesi	15969	15969
LÄMMITYSENERGIA YHT: (vt. N-mittarin lukema)	101137	48968
Laitesähkö	28800	28800
Tilojen jäädytys	0	0
KOHTEEN ENERGIAANTARVE: (vt. N- ja sähkömittarin lukema)	129937	77768
ENERGIATODISTUS:		
ET-luku kWh/bm <sup>2</sup> /v vuosi	226	136
ET-luokka, A...G	D	A
Lämmitysenergian säästö	-107 %	0 %
Kohteen lämpöhäviö tasauslaskelman D3-2010 vertailutasosta on	195 %	100 %
Kohde vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa	Ei	

## Kohteen ilmaisenergia ja ympäristöpäästöt

Ilmaisenergia	0	0
Ostettava energia	135373	79874
HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT	kg/vuosi	kg/vuosi
Lämmöntarve	22553	10920
Sähkötarve	5760	5760
Kokonaispäästöt	28313	16680

## Käyttäjätiedot Projekti

Rakennuskohde:  Asuntopinta-ala (huoneistoala), asm<sup>2</sup>

Kohteen katuosoite:  Bruttopinta-ala (lämpimät ja puoliämpimät tilat), bm<sup>2</sup>

Postinumero: Paikkakunta:   Maanpäällinen kerrostasoala (lämpimät ja puoliämpimät tilat), m<sup>2</sup>

Rakennustilavuus (lämpimät ja puoliämpimät tilat), m<sup>3</sup>

Rakennustyypit:  Lämmin ilmatilavuus (lämpimät ja puoliämpimät tilat), m<sup>3</sup>

Energiaselvityksen laatija:  Asukasmäärä (makuuhuoneiden lukumäärä + 1), hlö

Energiaselvityksen tilaaja:  Rakennuksen valmistusvuosi

Rakennustunnus:  Asuntojen lukumäärä

RAKENTEET	määrä m <sup>2</sup>	u-arvo W/m <sup>2</sup> K	u-arvo vertailu	IKKUNAT	määrä m <sup>2</sup>	u-arvo W/m <sup>2</sup> K	u-arvo vertailu
<input type="text" value="Ulkoiseinä"/>	297,00	0,27	0,17	<input type="text" value="Länsi"/>	44,50	2,10	1,00
<input type="text" value="Yläpohja"/>	260,00	0,14	0,09	<input type="text" value="Itä"/>	30,00	2,10	1,00
<input type="text" value="Alapohja"/>	260,00	0,28	0,16	<input type="text" value="Lisää"/>			
<input type="text" value="Ulko-ovi"/>	33,50	1,40	1,00				

### Lisää

Lämmitysruutu:

Lämmönjakotapa:

Vedenkulutuksen huoneistokohtainen mittaus ja laskutus

Lämmönkehitys sisältää käyttöveden lämmityksen

Lämpimän käyttöveden kiertojohto

Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita

Jäädytys otetaan huomioon laskennassa

Lämmöntuotolaitteen vuosihyötysuhde

Ilmanvaihtolaitteen LTO:n vuosihyötysuhde, %

IV-järjestelmän ominaissähköteho SFP, kW/(m<sup>3</sup>/s)

Kohteessa mitattu ilmanvaihtoluku (n50), 1/h

Rakennuksen ilmanvaihtokerroin, 1/h

Aurinkokeräinten hyötysuhde

### AURINKOKERÄIMET

#### Lisää

### Talleta

#### Tulosta näkymä

Energiaselvitys 2008

Energiaselvitys 2010

Kirjautu ulos

## Energiaselvityksen tulosten yhteenveto

Rakennuskohde:  Osoite:   
 Rakennustyyppi:   
 Pääsuunnittelija:  Pvm:  Allekirjoitus:   
 Selvityksen tekijä:  Pvm:  Allekirjoitus:   
 Rakennuslupa Nro:  Viranomaismerkintöjä:

### 1. Rakennuksen ominaislämpöhäviötarkastelu / tasauslaskelma (liite 1)

Lämpöhäviö on % tasauslaskelman D3-2010 vertailutasosta  %  
 Kyllä  Ei   
 Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset  
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 %  
 vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä  
 -lämpimissä tiloissa  
 -puolilämpimissä tiloissa  
 Suunnitteluratkaisu vastaa matalaenergiarakennuksen  
 Lämpöhäviötasoa  
 Kyllä  Ei

	85 % Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo
	<input type="text" value="323,09"/>	<input type="text" value="741,59"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>

### 2. Ilmanvaihtojärjestelmä ja rakennuksen tiiveys (liite 2)

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, SFP, kW/m<sup>3</sup>/s  (tyydyttävä < 2,5, hyvä < 2,0 ja erinomainen < 1,5)  
 Kohteessa mitattu ilmanvuotoluku (n50), 1/h   
 Ilmanvaihtojärjestelmän vuosihyötysuhde, %

### 3. Rakennuksen lämmitysteho, kW / lämmitysteholaskelma (liite 3)

Rakennuksen lämmitysteho, kW

### 4. Rakennuksen jäähdytystarve ja mahdollinen jäähdytysteho / jäähdytysteholaskelma (liite 4)

Rakennuksen jäähdytystarve Kyllä  Ei   
 Rakennuksen jäähdytysteho, kW

### 5. Rakennuksen energiankulutus, kWh/vuosi / energiankulutuslaskelma (liite 5)

Rakennuksen energiankulutus, kWh/vuosi	<input type="text" value="129937"/>	<b>Rakennuksen energiankulutusjakauma</b> 
Rakennuksen ostoenergia, kWh/vuosi	<input type="text" value="135373"/>	
Rakennuksen energiankulutus, kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi	<input type="text" value="101137"/>	
Rakennuksen lämmitysenergia	<input type="text" value="101137"/>	
Tilojen lämmitysenergia	<input type="text" value="85168"/>	
Käyttöveden lämmitysenergia	<input type="text" value="15969"/>	
Rakennuksen laitesähkö	<input type="text" value="28800"/>	
Rakennuksen jäähdytysenergia	<input type="text" value="0"/>	

### 6. Energiatodistus, lasketaan Jyväskylän arvoilla / energiatodistus (liite 6)

Rakennuksen ET-luokka (A...G)   
 Rakennuksen energiatehokkuusluku ET, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi

ET-luokka	Arvo	Luokka
-150	A	
151-170	B	
171-190	C	
191-230	D	<input checked="" type="checkbox"/>
231-270	E	
271-320	F	
321-	G	

### 7. Rakennuksen lämmitysenergian säästö - % / energiankulutuslaskelma (liite 7)

Rakennuksen lämmitysenergian kulutus kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi   
 Määräysten vähimmäistason sallima rakennuksen  
 lämmitysenergiankulutus, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi ns. vertailutaso   
 Rakennuksen lämmitysenergian säästö - %

### 8. Erityisperustelut, jos poiketaan energiaselvityksen vaatimuksista, esitetään tarvittaessa erillisellä liitteellä 8

## 1. Rakennuksen ominaislämpöhäviötarkastelu

Ilman tiheys: 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
 Ilman ominaislämpökapasiteetti: 1 000 Ws/(KgK)  
 Laatumuunnoskerroin m<sup>3</sup>/h > m<sup>3</sup>/s: 3 600

Ilmatilavuus: 1 240,00 m<sup>3</sup>  
 Julkisivun pinta-ala: 405,00 m<sup>2</sup>  
 Maanpäällinen kerrostasoala: 576,00 m<sup>2</sup>

## Vertailuarvo

## Suunnittelu-arvo

RakennusosatUlkoseinä (enimmäisarvo: 0,60 W/(m<sup>2</sup>K))

$$285,10 \text{ m}^2 \times 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 48,47 \text{ W/K}$$

Yläpohja (enimmäisarvo: 0,60 W/(m<sup>2</sup>K))

$$260,00 \text{ m}^2 \times 0,09 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 23,40 \text{ W/K}$$

Alapohja (enimmäisarvo: 0,60 W/(m<sup>2</sup>K))

$$260,00 \text{ m}^2 \times 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 41,60 \text{ W/K}$$

## Ulko-ovi (enimmäisarvo: -)

$$33,50 \text{ m}^2 \times 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 33,50 \text{ W/K}$$

Ikkuna (enimmäisarvo: 1,80 W/(m<sup>2</sup>K))

$$51,61 \text{ m}^2 \times 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 51,61 \text{ W/K}$$

$$34,79 \text{ m}^2 \times 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 34,79 \text{ W/K}$$

Yhteensä: 925,00 m<sup>2</sup> 233,37 W/K

$$297,00 \text{ m}^2 \times 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 80,19 \text{ W/K} \quad \text{X}$$

$$260,00 \text{ m}^2 \times 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 36,40 \text{ W/K} \quad \text{X}$$

$$260,00 \text{ m}^2 \times 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 72,80 \text{ W/K} \quad \text{X}$$

$$33,50 \text{ m}^2 \times 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 46,90 \text{ W/K} \quad \text{X}$$

$$44,50 \text{ m}^2 \times 2,10 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 93,45 \text{ W/K} \quad \text{X}$$

$$30,00 \text{ m}^2 \times 2,10 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 63,00 \text{ W/K} \quad \text{X}$$

925,00 m<sup>2</sup> 392,74 W/K X

Vuotoilma

$$1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1 000 \text{ J/kgK} \times 2,0 / 25 \times 1 240,00 \text{ m}^3 / 3 600 = 33,07 \text{ W/K}$$

Vaippa yhteensä: 266,43 W/K

Vaipan ominaislämpöhäviön suhdeluvun maksimi: 1,30

$$1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1 000 \text{ J/kgK} \times 8,6 / 25 \times 1 240,00 \text{ m}^3 / 3 600 = 142,19 \text{ W/K} \quad \text{X}$$

534,93 W/K X

2,01 X

Ilmanvaihto

$$1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1 000 \text{ J/kgK} \times 0,5 \times 1 240,00 \text{ m}^3 / 3 600 \times (1 - 0,45) = 113,67 \text{ W/K}$$

$$1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1 000 \text{ J/kgK} \times 0,5 \times 1 240,00 \text{ m}^3 / 3 600 \times (1 - 0,0) = 206,67 \text{ W/K} \quad \text{X}$$

Vertailurakennuksen lämpöhäviötaso: 380,10 W/K

741,59 W/K X

Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso: 323,09 W/K

741,59 W/K X

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta: ✓  
 Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala on sama molemmissa ratkaisuissa: ✓  
 U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia: X  
 Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,30: X  
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen: X  
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä: X

**Suunnitteluratkaisu ei täytä lämpöhäviövaatimuksia**

## 2. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP: 1,00 kW/m<sup>3</sup>/s

## 3. Rakennuksen lämmitysteho

Ilman tiheys:	1,2 kg/m <sup>3</sup>	Säävyöhyke:	III
Ilman ominaislämpökapasiteetti:	1 000 Ws/(KgK)	Mitoitettava ulkolämpötila:	-32,0 °C
Laatumuunnoskerroin m <sup>3</sup> /h > m <sup>3</sup> /s:	3 600	Sisälämpötila:	21 °C
Veden tiheys:	1000 kg/m <sup>3</sup>	Kylmän ja lämpimän veden lämpötilaero:	50 °C
Veden ominaislämpökapasiteetti:	4,2 kJ/(KgK)	Huonelämmitysjärjestelmän hyötysuhde:	0,9
Rakennuksen bruttopinta-ala:	576,00 m <sup>2</sup>	IV:n tuloilman lämmitysjärj. hyötysuhde:	0,9
Läm. käyttöveden mitoitusvirtaama:	0,500 l/s	Käyttöveden lämmitysjärj. hyötysuhde:	0,9
Kiertojohdon ominaistehontarve:	2 W/brm <sup>2</sup>		

<b>Ulkoseinä</b>		$297,00 \text{ m}^2 \times 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	<b>4 250 W</b>
<b>Yläpohja</b>		$260,00 \text{ m}^2 \times 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	<b>1 929 W</b>
<b>Alapohja</b>		$260,00 \text{ m}^2 \times 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (21 \text{ °C} - 4,0 \text{ °C}) =$	<b>1 238 W</b>
<b>Ulko-ovi</b>		$33,50 \text{ m}^2 \times 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	<b>2 486 W</b>
<b>Ikkuna</b>		$44,50 \text{ m}^2 \times 2,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	<b>4 953 W</b>
		$30,00 \text{ m}^2 \times 2,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	<b>3 339 W</b>
			<b>8 292 W</b>
			<b>18 194 W</b>
<b>Vuotoilma</b>	$1,2 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 1 000 \text{ Ws}/(\text{KgK}) \times 8,6 / 25 \times 1240,00 \text{ m}^3 / 3 600 \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$		<b>7 536 W</b>
<b>Ilmanvaihto</b>		$1,2 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 1 000 \text{ Ws}/(\text{KgK}) \times 0,5 \times 1240,00 \text{ m}^3 / 3 600 \times (1 - 0,000) \times (21 \text{ °C} - (-32,0) \text{ °C}) =$	<b>10 953 W</b>
<b>Käyttövesi</b>		Lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsema teho = $2 \text{ W}/\text{brm}^2 \times 576,00 \text{ brm}^2 =$	<b>1 152 W</b>
		Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho jatkuvalla lämmitystehontarpeella = $1 000 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 4186 \text{ kJ}/(\text{KgK}) \times 0,000500 \text{ m}^3/\text{s} \times 50 \text{ °C} =$	<b>104 650 W</b>
			<b>105 802 W</b>

<b>Huonelämmityksen tehontarve:</b>	$18 194 \text{ W} + 7 536 \text{ W} + 10 953 - 0 \text{ W} =$	<b>36 684 W</b>
<b>Ilmanvaihdon tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve:</b>		<b>0 W</b>
<b>Käyttöveden lämmitystehontarve:</b>		<b>105 802 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve:</b>	$36 684 \text{ W} / 0,9 + 105 802 \text{ W} / 0,9 =$	<b>158 317 W</b>

## 4. Rakennuksen jäädytystarve ja mahdollinen jäädytysteho

Rakennuksen jäädytysteho: 0 kW

**5. Rakennuksen energiankulutus****Rakennuksen energiankulutus**

Lämmin käyttövesi:	15 969 kWh
Lämmitysjärjestelmä (vesi):	8 640 kWh
Vaipan johtumishäviöt yht.:	58 771 kWh
Ulkovaipan ilmavuodot:	22 720 kWh
Hallittu ilmanvaihto:	32 981 kWh
Lämmitysjärjestelmä (tila):	7 184 kWh
Hyödynnetty lämpökuorma:	-45 128 kWh

**Rakennuksen lämmitysenergia vertailupaikkakunnalla:** 101 137 kWh

**Rakennuksen lämmitysenergia, paikkakunnalla: Oulu:** 106 573 kWh

**Laitesähkö:** 28 800 kWh

**Tilojen jäähdytys:** 0 kWh

**Kohteen energiatarve, paikkakunnalla: Oulu:** 135 373 kWh

**Ostoenergiat**

Lämmöntuottolaite:	Kaukolämpö
Lämmöntuottolaitteen vuosihyötysuhde:	1,00
Sähköntuotto- ja muuntolaitteen vuosihyötysuhde:	1,00
Kylmäntuottolaitteen vuotuinen lämpökerroin:	1,00

**Rakennuksen lämmitysenergian kulutus**

<b>valitulla lämmöntuottolaitteella:</b>	<b>106 573 kWh / 1,00 =</b>	<b>106 573 kWh</b>
<b>Laitteiden sähköenergia:</b>	<b>28 800 kWh / 1,00 =</b>	<b>28 800 kWh</b>
<b>Jäähdytysenergia:</b>	<b>0 kWh / 1,00 =</b>	<b>0 kWh</b>

# ENERGIATODISTUS

## Rakennus









Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**  
 Osoite: **Luotolaisentie 12 - vanhat rakenteet**  
**90540 Oulu**

Valmistumisvuosi: **1983**  
 Rakennustunnus:  
 Asuntojen lukumäärä: **6**

## Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi):

**226**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja:

**Kirsi Seikkula**

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

**17.1.2012**

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

**17.1.2022**



## ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

## Rakenuksen laajuustiedot

<b>Bruttoala</b>	<b>576,00 brm<sup>2</sup></b>	<b>Ilmatilavuus</b>	<b>1 240,00 m<sup>3</sup></b>
<b>Rakennustilavuus</b>	<b>1640,00 rak-m<sup>3</sup></b>	<b>Henkilömäärä</b>	<b>15</b>
<b>Huoneistoala</b>	<b>490,00 hum<sup>2</sup></b>		

## Rakenteet

## Rakennusosat

	Pinta- ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
<b>Ulkoseinät</b>	<b>297,00</b>	<b>0,27</b>		
<b>Yläpohja</b>	<b>260,00</b>	<b>0,14</b>		
<b>Alapohja</b>	<b>260,00</b>	<b>0,28</b>		
<b>Ovet</b>	<b>33,50</b>	<b>1,40</b>		
<b>Ikkunat</b>			<b>g</b> kohtisuora	<b>F</b> kehä
Länteen	<b>44,50</b>	<b>2,10</b>	<b>0,65</b>	<b>0,75</b>
Itään	<b>30,00</b>	<b>2,10</b>	<b>0,65</b>	<b>0,75</b>

**Tehollinen lämpökapasiteetti C<sub>rak omin.</sub> 70 Wh(brm<sup>2</sup>K)**

## Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n<sub>50</sub> **8,6 1/h**  
Ilmanvaihdon poistoilmavirta **0,172 m<sup>3</sup>/s**

## Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus **273,75 m<sup>3</sup>/vuosi**  
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus kyllä  ei

## Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys **Kaukolämpö** kyllä  ei   
Sisältää käyttöveden lämmityksen  
Lämmönjakotapa **Vesiradiaattorit**  
Lämmönvaraajat

Lämpimän käyttöveden kiertojohdo kyllä  ei   
Kiertojohdtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita kyllä  ei

## Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus **101 137 kWh/vuosi**  
Laitesähköenergian kulutus **28 800 kWh/vuosi**  
Jäähdytysenergian kulutus **0 kWh/vuosi**  
Rakennuksen energiankulutus yhteensä **129 937 kWh/vuosi**  
**Rakennuksen energiatehokkuusluku 226 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi**

## YHTEENVETO

## Lämpöhäviöt

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Ulkoseinä:	1 885	1 789	1 407	1 201	638	352	358	370	752	1 150	1 247	1 665	12 814 kWh
Alapohja:	650	636	758	786	812	734	650	596	524	487	472	542	7 647 kWh
Yläpohja:	856	812	639	545	290	160	162	168	341	522	566	756	5 816 kWh
Ulko-ovet:	1 103	1 046	823	702	373	206	209	216	440	672	729	974	7 494 kWh
Ikkunat:	3 678	3 490	2 745	2 343	1 245	687	698	722	1 468	2 243	2 432	3 248	24 999 kWh
Vuotoilma:	3 343	3 172	2 494	2 129	1 132	624	635	656	1 334	2 039	2 210	2 951	22 720 kWh
Ilmanvaihto:	4 853	4 605	3 621	3 091	1 643	907	921	952	1 936	2 959	3 208	4 284	32 981 kWh

## Käyttövesi

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Käyttövesi:	1 356	1 225	1 356	1 313	1 356	1 313	1 356	1 356	1 313	1 356	1 313	1 356	15 969 kWh

## Lämmitysjärjestelmät

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Lämmitysenergia yhteensä:	15 715	14 426	10 615	8 020	4 854	2 810	2 880	2 948	5 844	8 919	10 257	13 848	101 137 kWh

## Sähkölaitteet

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Laitesähkö:	2 446	2 209	2 446	2 367	2 446	2 367	2 446	2 446	2 367	2 446	2 367	2 446	28 800 kWh

## Lämpökuormat

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Henkilöt:	538	486	538	521	538	521	538	538	521	538	521	538	6 336 kWh
Lämmitysjärjestelmät:	778	778	518	518	259	0	0	0	259	518	778	778	5 184 kWh
Sähkölaitteet:	1 565	1 414	1 565	1 515	1 565	1 515	1 565	1 565	1 515	1 565	1 515	1 565	18 432 kWh
Aurinko:	152	697	1 319	2 345	856	982	805	674	390	600	139	71	9 029 kWh

## Jäähdytys

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Jäähdytys:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 kWh

## Yhteensä

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Vaipan johtumishäviöt:	8 172	7 774	6 371	5 578	3 359	2 139	2 078	2 072	3 526	5 074	5 445	7 183	58 771 kWh
Sisäiset lämpökuormat:	3 693	3 948	4 678	5 607	4 033	3 882	3 801	3 670	3 471	3 959	3 583	3 612	47 936 kWh
Lämmitysenergia:	15 715	14 426	10 615	8 020	4 854	2 810	2 880	2 948	5 844	8 919	10 257	13 848	101 137 kWh
<b>Kohteen energiatarve:</b>	<b>18 162</b>	<b>16 635</b>	<b>13 061</b>	<b>10 387</b>	<b>7 300</b>	<b>5 177</b>	<b>5 326</b>	<b>5 394</b>	<b>8 212</b>	<b>11 365</b>	<b>12 624</b>	<b>16 294</b>	<b>129 937 kWh</b>

# Energiajunior 7.1

Omat tietoiset valinnat, tavoitteena matalaenergiataso  
Energiaselvitys / energiatodistus

www.pientalonlaatu.fi



## Kohteen energiantarve

	kohte	vertailu
	kWh/vuosi	kWh/vuosi
<b>Vaipan osat</b>		
Ulkoiseinä	6128	8014
Alapohja	3187	5099
Yläpohja	2908	3739
Ulko-ovet	7494	5353
Ikkunat	9047	11904
Vaipan johtumishäviöt yht.	28764	34109
Ulkovaijan ilmapuodot	1819	5199
Hallittu ilmanvaihto	7777	17823
Sisäiset lämpökuormat	52528	52528
Lämmin käyttövesi	15969	15969
<b>LÄMMITYSENERGIA YHT:</b> (vt. N-mittarin lukema)	45108	55752
Laitesähkö	28800	28800
Tilojen jäädytys	0	0
<b>KOHTEEN ENERGIANTARVE:</b> (vt. N- ja sähkömittarin lukema)	73908	84552
<b>ENERGIATODISTUS:</b>		
ET-luku kWh/bm <sup>2</sup> /v vuosi	129	147
ET-luokka, A...G	A	A
Lämmitysenergian säästö	19 %	0 %
Kohteen lämpöhäviö tasauslaskelman D3-2010 vertailutasosta on	65 %	100 %
Kohde vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa	Kyllä	

## Kohteen ilmaisenergiat ja ympäristöpäästöt

Ilmaisenergia	0	0
Ostettava energia	75768	87091
<b>HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT</b>	kg/vuosi	kg/vuosi
Lämmöntarve	10059	12433
Sähkötarve	5760	5760
Kokonaispäästöt	15819	18193

## Käyttäjätiedot Projekti

Rakennuskohde:	As Oy Myrskyluoto	Asuntopinta-ala (huoneistoala), as <sup>m</sup>	494,00
Kohteen katuosoite:	Luotolaisentie 12 - uudet rakenteet	Bruttopinta-ala (lämpimät ja puoliämpimät tilat), br <sup>m</sup>	576,00
Postinumero: Paikkakunta:	90540 Oulu	Maanpäällinen kerrostasoala (lämpimät ja puoliämpimät tilat), m <sup>2</sup>	576,00
Rakennustyypit:	Rivitalo	Rakennustilavuus (lämpimät ja puoliämpimät tilat), m <sup>3</sup>	1750,00
Energiaselvityksen laatija:	Kirsi Seikkula	Lämmin ilmatilavuus (lämpimät ja puoliämpimät tilat), m <sup>3</sup>	1220,00
Energiaselvityksen tilaaja:		Asukasmäärä (makuuhuoneiden lukumäärä + 1), hlö	15
Rakennustunnus:		Rakennuksen valmistusvuosi	1983
		Asuntojen lukumäärä	6

RAKENTEET	määrä m <sup>2</sup>	u-arvo W/m <sup>2</sup> K	u-arvo vertailu	IKKUNAT	määrä m <sup>2</sup>	u-arvo W/m <sup>2</sup> K	u-arvo vertailu
Ulkoiseinä	295,00	0,13	0,17	Itä	30,00	0,76	1,00
Yläpohja	260,00	0,07	0,09	Länsi	44,50	0,76	1,00
Alapohja	260,00	0,10	0,16	Lisää			
Ulko-ovi	33,50	1,40	1,00				

### Lisää

Lämmitysruutu:	Kaukolämpö	Lämmöntuotolaitteen vuosihyötysuhde	1,00
Lämmönjakotapa:	Vesikiertoinen lattialämmitys	Ilmanvaihtolaitteen LTO:n vuosihyötysuhde, %	76
<input checked="" type="checkbox"/> Vedenkulutuksen huoneistokohtainen mittaus ja laskutus		IV-järjestelmän ominaissähköteho SFP, kW/(m <sup>3</sup> /s)	1,57
<input checked="" type="checkbox"/> Lämmönkehitys sisältää käyttöveden lämmityksen		Kohteessa mitattu ilmanvaihtoluku (n50), 1/h	0,7
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpimän käyttöveden kiertojohto		Rakennuksen ilmanvaihtokerroin, 1/h	0,50
<input type="checkbox"/> Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmitys laitteita		Aurinkokeräinten hyötysuhde	0,00
<input type="checkbox"/> Jäädytys otetaan huomioon laskennassa			

### AURINKOKERÄIMET

#### Lisää

### Talleta

#### Tulosta näkymä

Energiaselvitys 2008

Energiaselvitys 2010

Kirjautu ulos

## Energiaselvityksen tulosten yhteenveto

Rakennuskohde:  Osoite:   
 Rakennustyyppi:   
 Pääsuunnittelija:  Pvm:  Allekirjoitus:   
 Selvityksen tekijä:  Pvm:  Allekirjoitus:   
 Rakennuslupa Nro:  Viranomaismerkintöjä:

### 1. Rakennuksen ominaislämpöhäviötarkastelu / tasauslaskelma (liite 1)

Lämpöhäviö on % tasauslaskelman D3-2010 vertailutasosta  %  
 Kyllä  Ei   
 Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset  
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 %  
 vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä  
 -lämpimissä tiloissa  
 -puolilämpimissä tiloissa  
 Suunnitteluratkaisu vastaa matalaenergiarakennuksen  
 Lämpöhäviötasoa  
 Kyllä  Ei

85 % Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo
<input type="text" value="320,78"/>	<input type="text" value="246,26"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

### 2. Ilmanvaihtojärjestelmä ja rakennuksen tiiveys (liite 2)

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, SFP, kW/m<sup>3</sup>/s  (tyydyttävä < 2,5, hyvä < 2,0 ja erinomainen < 1,5)  
 Kohteessa mitattu ilmanvuotoluku (n50), 1/h   
 Ilmanvaihtojärjestelmän vuosihyötysuhde, %

### 3. Rakennuksen lämmitysteho, kW / lämmitysteholaskelma (liite 3)

Rakennuksen lämmitysteho, kW

### 4. Rakennuksen jäähdytystarve ja mahdollinen jäähdytysteho / jäähdytysteholaskelma (liite 4)

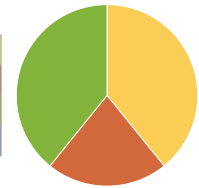
Rakennuksen jäähdytystarve Kyllä  Ei   
 Rakennuksen jäähdytysteho, kW

### 5. Rakennuksen energiankulutus, kWh/vuosi / energiankulutuslaskelma (liite 5)

Rakennuksen energiankulutus, kWh/vuosi	<input type="text" value="73908"/>
Rakennuksen ostoenergia, kWh/vuosi	<input type="text" value="75768"/>
Rakennuksen energiankulutus, kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi	<input type="text"/>
Rakennuksen lämmitysenergia	<input type="text" value="45108"/>
Tilojen lämmitysenergia	<input type="text" value="29140"/>
Käyttöveden lämmitysenergia	<input type="text" value="15969"/>
Rakennuksen laitesähkö	<input type="text" value="28800"/>
Rakennuksen jäähdytysenergia	<input type="text" value="0"/>

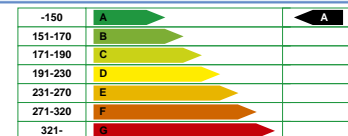
Rakennuksen energiankulutusjakauma

1 Tilat	39 %
2 Käyttövesi	22 %
3 Laitesähkö	39 %
4 Jäähdytys	0 %



### 6. Energiatodistus, lasketaan Jyväskylän arvoilla / energiatodistus (liite 6)

Rakennuksen ET-luokka (A...G)   
 Rakennuksen energiatehokkuusluku ET, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi



### 7. Rakennuksen lämmitysenergian säästö - % / energiankulutuslaskelma (liite 7)

Rakennuksen lämmitysenergian kulutus kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi   
 Määräysten vähimmäistason sallima rakennuksen  
 lämmitysenergiankulutus, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi ns. vertailutaso   
 Rakennuksen lämmitysenergian säästö - %

### 8. Erityisperustelut, jos poiketaan energiaselvityksen vaatimuksista, esitetään tarvittaessa erillisellä liitteellä 8

## 1. Rakennuksen ominaislämpöhäviötarkastelu

Ilman tiheys: 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
 Ilman ominaislämpökapasiteetti: 1 000 Ws/(KgK)  
 Laatumuunnoskerroin m<sup>3</sup>/h > m<sup>3</sup>/s: 3 600

Ilmatilavuus: 1 220,00 m<sup>3</sup>  
 Julkisivun pinta-ala: 403,00 m<sup>2</sup>  
 Maanpäällinen kerrostasoala: 576,00 m<sup>2</sup>

## Vertailuarvo

## Suunnittelu-arvo

RakennusosatUlkoseinä (enimmäisarvo: 0,60 W/(m<sup>2</sup>K))

283,10 m<sup>2</sup> x 0,17 W/(m<sup>2</sup>K) = 48,13 W/K

Yläpohja (enimmäisarvo: 0,60 W/(m<sup>2</sup>K))

260,00 m<sup>2</sup> x 0,09 W/(m<sup>2</sup>K) = 23,40 W/K

Alapohja (enimmäisarvo: 0,60 W/(m<sup>2</sup>K))

260,00 m<sup>2</sup> x 0,16 W/(m<sup>2</sup>K) = 41,60 W/K

## Ulko-ovi (enimmäisarvo: -)

33,50 m<sup>2</sup> x 1,00 W/(m<sup>2</sup>K) = 33,50 W/K

Ikkuna (enimmäisarvo: 1,80 W/(m<sup>2</sup>K))

34,79 m<sup>2</sup> x 1,00 W/(m<sup>2</sup>K) = 34,79 W/K

51,61 m<sup>2</sup> x 1,00 W/(m<sup>2</sup>K) = 51,61 W/K

Yhteensä: 923,00 m<sup>2</sup> 233,03 W/K

295,00 m<sup>2</sup> x 0,13 W/(m<sup>2</sup>K) = 38,35 W/K ✓

260,00 m<sup>2</sup> x 0,07 W/(m<sup>2</sup>K) = 18,20 W/K ✓

260,00 m<sup>2</sup> x 0,10 W/(m<sup>2</sup>K) = 26,00 W/K ✓

33,50 m<sup>2</sup> x 1,40 W/(m<sup>2</sup>K) = 46,90 W/K ✗

30,00 m<sup>2</sup> x 0,76 W/(m<sup>2</sup>K) = 22,80 W/K ✓

44,50 m<sup>2</sup> x 0,76 W/(m<sup>2</sup>K) = 33,82 W/K ✓

923,00 m<sup>2</sup> 186,07 W/K ✓

Vuotoilma

1,2 kg/m<sup>3</sup> x 1 000 J/kgK x 2,0 / 25 x 1 220,00 m<sup>3</sup> / 3 600 =  
 32,53 W/K

1,2 kg/m<sup>3</sup> x 1 000 J/kgK x 0,7 / 25 x 1 220,00 m<sup>3</sup> / 3 600 =  
 11,39 W/K ✓

*Ilmanvuotoluvun suunnittelu-arvolle < 2,0 vaaditaan lisäselvitys*

Vaippa yhteensä: 265,56 W/K

197,46 W/K ✓

Vaipan ominaislämpöhäviön suhdeluvun maksimi: 1,30

0,74 ✓

Ilmanvaihto

1,2 kg/m<sup>3</sup> x 1 000 J/kgK x 0,5 x 1 220,00 m<sup>3</sup> / 3 600 x (1 - 0,45) =  
 111,83 W/K

1,2 kg/m<sup>3</sup> x 1 000 J/kgK x 0,5 x 1 220,00 m<sup>3</sup> / 3 600 x (1 - 0,8) =  
 48,80 W/K ✓

*Ilmanvaihtokoneen LTO:n suunnittelu-arvolle > 45 %  
 vaaditaan lisäselvitys.*

Vertailurakennuksen lämpöhäviötaso: 377,39 W/K

246,26 W/K ✓

Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso: 320,78 W/K

246,26 W/K ✓

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta: ✓  
 Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala on sama molemmissa ratkaisuisissa: ✓  
 U- arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia: ✓  
 Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1,30: ✓  
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen: ✓  
 Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä: ✓

**Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset ja vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa**

## 2. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP: 1,57 kW/m<sup>3</sup>/s

## 3. Rakennuksen lämmitysteho

Ilman tiheys:	1,2 kg/m <sup>3</sup>	Säävyöhyke:	III
Ilman ominaislämpökapasiteetti:	1 000 Ws/(KgK)	Mitoitettava ulkolämpötila:	-32,0 °C
Laatumuunnoskerroin m <sup>3</sup> /h > m <sup>3</sup> /s:	3 600	Sisälämpötila:	21 °C
Veden tiheys:	1000 kg/m <sup>3</sup>	Kylmän ja lämpimän veden lämpötilaero:	50 °C
Veden ominaislämpökapasiteetti:	4,2 kJ/(KgK)	Huonelämmitysjärjestelmän hyötysuhde:	0,9
Rakennuksen bruttopinta-ala:	576,00 m <sup>2</sup>	IV:n tuloilman lämmitysjärj. hyötysuhde:	0,9
Läm. käyttöveden mitoitusvirtaama:	0,500 l/s	Käyttöveden lämmitysjärj. hyötysuhde:	0,9
Kiertojohdon ominaistehontarve:	2 W/brm <sup>2</sup>		

<b>Ulkoseinä</b>	295,00 m <sup>2</sup> x 0,13 W/(m <sup>2</sup> K) x (21 °C - (-32,0) °C) =	<b>2 033 W</b>
<b>Yläpohja</b>	260,00 m <sup>2</sup> x 0,07 W/(m <sup>2</sup> K) x (21 °C - (-32,0) °C) =	<b>965 W</b>
<b>Alapohja</b>	260,00 m <sup>2</sup> x 0,10 W/(m <sup>2</sup> K) x (21 °C - 4,0 °C) =	<b>442 W</b>
<b>Ulko-ovi</b>	33,50 m <sup>2</sup> x 1,40 W/(m <sup>2</sup> K) x (21 °C - (-32,0) °C) =	<b>2 486 W</b>
<b>Ikkuna</b>	30,00 m <sup>2</sup> x 0,76 W/(m <sup>2</sup> K) x (21 °C - (-32,0) °C) = 44,50 m <sup>2</sup> x 0,76 W/(m <sup>2</sup> K) x (21 °C - (-32,0) °C) =	<b>1 208 W</b> <b>1 792 W</b>
		<b>3 001 W</b>
		<b>8 926 W</b>
<b>Vuotoilma</b>	1,2 kg/m <sup>3</sup> x 1 000 Ws/(KgK) x 0,7 / 25 x 1220,00 m <sup>3</sup> / 3 600 x (21 °C - (-32,0) °C) =	<b>603 W</b>
<b>Ilmanvaihto</b>	LTO:n poistoilman lämpötilasuhde = 21 °C - 5 °C / 21 °C - (-32,0) °C = 0,302 1,2 kg/m <sup>3</sup> x 1 000 Ws/(KgK) x 0,5 x 1220,00 m <sup>3</sup> / 3 600 x (1 - 0,302) x (21 °C - (-32,0) °C) =	<b>7 523 W</b>
<b>Käyttövesi</b>	Lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsema teho = 2 W/brm <sup>2</sup> x 576,00 brm <sup>2</sup> =	<b>1 152 W</b>
	Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho jatkuvalla lämmitystehontarpeella = 1 000 kg/m <sup>3</sup> x 4186 kJ/(KgK) x 0,000500 m <sup>3</sup> /s x 50 °C =	<b>104 650 W</b>
		<b>105 802 W</b>

<b>Huonelämmityksen tehontarve:</b>	8 926 W + 603 W + 7 523 - 0 W =	<b>17 053 W</b>
<b>Ilmanvaihdon tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve:</b>		<b>0 W</b>
<b>Käyttöveden lämmitystehontarve:</b>		<b>105 802 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve:</b>	17 053 W / 0,9 + 105 802 W / 0,9 =	<b>136 505 W</b>

## 4. Rakennuksen jäädytystarve ja mahdollinen jäädytysteho

Rakennuksen jäädytysteho: 0 kW

## 5. Rakennuksen energiankulutus

### Rakennuksen energiankulutus

Lämmin käyttövesi:	15 969 kWh
Lämmitysjärjestelmä (vesi):	8 640 kWh
Vaipan johtumishäviöt yht.:	28 764 kWh
Ulkovaipan ilmavuodot:	1 819 kWh
Hallittu ilmanvaihto:	7 777 kWh
Lämmitysjärjestelmä (tila):	18 704 kWh
Hyödynnetty lämpökuorma:	-36 566 kWh

**Rakennuksen lämmitysenergia vertailupaikkakunnalla:** 45 108 kWh

**Rakennuksen lämmitysenergia, paikkakunnalla: Oulu:** 46 969 kWh

**Laitesähkö:** 28 800 kWh

**Tilojen jäähdytys:** 0 kWh

**Kohteen energiatarve, paikkakunnalla: Oulu:** 75 769 kWh

### Ostoenergiat

Lämmöntuottolaite:	Kaukolämpö
Lämmöntuottolaitteen vuosihyötysuhde:	1,00
Sähköntuotto- ja muuntolaitteen vuosihyötysuhde:	1,00
Kylmäntuottolaitteen vuotuinen lämpökerroin:	1,00

### **Rakennuksen lämmitysenergian kulutus**

<b>valitulla lämmöntuottolaitteella:</b>	<b>46 969 kWh / 1,00 =</b>	<b>46 969 kWh</b>
<b>Laitteiden sähköenergia:</b>	<b>28 800 kWh / 1,00 =</b>	<b>28 800 kWh</b>
<b>Jäähdytysenergia:</b>	<b>0 kWh / 1,00 =</b>	<b>0 kWh</b>



# ENERGIATODISTUS

## Rakennus

Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**  
 Osoite: **Luotolaisentie 12 - uudet rakenteet**  
**90540 Oulu**

Valmistumisvuosi: **1983**  
 Rakennustunnus:  
 Asuntojen lukumäärä: **6**

## Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä

erillisen tarkastuksen yhteydessä

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

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi):

**129**

Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**

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

Todistuksen antaja:

**Kirsi Seikkula**

Todistuksen tilaaja:

Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:

**10.1.2012**

Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä:

**10.1.2022**

## ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

## Rakenuksen laajuustiedot

<b>Bruttoala</b>	<b>576,00 brm<sup>2</sup></b>	<b>Ilmatilavuus</b>	<b>1 220,00 m<sup>3</sup></b>
<b>Rakennustilavuus</b>	<b>1750,00 rak-m<sup>3</sup></b>	<b>Henkilömäärä</b>	<b>15</b>
<b>Huoneistoala</b>	<b>494,00 hum<sup>2</sup></b>		

## Rakenteet

Rakennusosat

	Pinta- ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
<b>Ulkoseinät</b>	<b>295,00</b>	<b>0,13</b>		
<b>Yläpohja</b>	<b>260,00</b>	<b>0,07</b>		
<b>Alapohja</b>	<b>260,00</b>	<b>0,10</b>		
<b>Ovet</b>	<b>33,50</b>	<b>1,40</b>		
<b>Ikkunat</b>				
Itään	<b>30,00</b>	<b>0,76</b>	<b>g</b> kohtisuora <b>0,4</b>	<b>F</b> kehä <b>0,75</b>
Länteen	<b>44,50</b>	<b>0,76</b>	<b>0,4</b>	<b>0,75</b>

**Tehollinen lämpökapasiteetti C<sub>rak omin.</sub> 70 Wh(brm<sup>2</sup>K)**

## Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n <sub>50</sub>	<b>0,7 1/h</b>
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	<b>0,169 m<sup>3</sup>/s</b>

## Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	<b>273,75 m<sup>3</sup>/vuosi</b>
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus	kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>

## Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys <b>Kaukolämpö</b>		kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Sisältää käyttöveden lämmityksen		
Lämmönjakotapa <b>Vesikiertoinen lattialämmitys</b>		
Lämmönvaraajat		
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo		kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>
Kiertojohdot on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita		kyllä <input type="checkbox"/> ei <input checked="" type="checkbox"/>

## Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	<b>45 108 kWh/vuosi</b>
Laitesähköenergian kulutus	<b>28 800 kWh/vuosi</b>
Jäähdytysenergian kulutus	<b>0 kWh/vuosi</b>
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	<b>73 908 kWh/vuosi</b>
<b>Rakennuksen energiatehokkuusluku</b>	<b>129 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>

## YHTEENVETO

## Lämpöhäviöt

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Ulkoseinä:	902	856	673	574	305	168	171	177	360	550	596	796	6 128 kWh
Alapohja:	271	262	310	318	329	300	271	251	225	213	206	232	3 187 kWh
Yläpohja:	428	406	319	273	145	80	81	84	171	261	283	378	2 908 kWh
Ulko-ovet:	1 103	1 046	823	702	373	206	209	216	440	672	729	974	7 494 kWh
Ikkunat:	1 331	1 263	993	848	451	249	253	261	531	812	880	1 175	9 047 kWh
Vuotoilma:	268	254	200	171	91	50	51	53	107	163	177	236	1 819 kWh
Ilmanvaihto:	1 144	1 086	854	729	387	214	217	225	457	698	757	1 010	7 777 kWh

## Käyttövesi

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Käyttövesi:	1 356	1 225	1 356	1 313	1 356	1 313	1 356	1 356	1 313	1 356	1 313	1 356	15 969 kWh

## Lämmitysjärjestelmät

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Lämmitysenergia yhteensä:	5 523	5 075	4 015	3 868	3 098	2 188	2 260	2 261	3 025	3 953	4 724	5 118	45 108 kWh

## Sähkölaitteet

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Laitesähkö:	2 446	2 209	2 446	2 367	2 446	2 367	2 446	2 446	2 367	2 446	2 367	2 446	28 800 kWh

## Lämpökuormat

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Henkilöt:	538	486	538	521	538	521	538	538	521	538	521	538	6 336 kWh
Lämmitysjärjestelmät:	2 506	2 506	1 670	1 670	835	0	0	0	835	1 670	2 506	2 506	16 704 kWh
Sähkölaitteet:	1 565	1 414	1 565	1 515	1 565	1 515	1 565	1 565	1 515	1 565	1 515	1 565	18 432 kWh
Aurinko:	94	429	812	1 443	527	604	495	415	240	369	85	44	5 556 kWh

## Jäähdytys

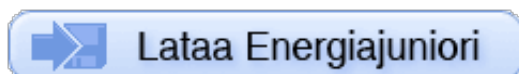
	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Jäähdytys:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 kWh

## Yhteensä

	tam	hel	maa	huh	tou	kes	hei	elo	syy	lok	mar	jou	
Vaipan johtumishäviöt:	4 034	3 833	3 118	2 715	1 603	1 003	985	990	1 726	2 508	2 694	3 555	28 764 kWh
Sisäiset lämpökuormat:	4 844	4 889	4 977	5 512	4 108	3 504	3 492	3 411	3 724	4 534	4 739	4 794	52 528 kWh
Lämmitysenergia:	5 523	5 075	4 015	3 868	3 098	2 188	2 260	2 261	3 025	3 953	4 724	5 118	45 108 kWh
<b>Kohteen energiatarve:</b>	<b>7 969</b>	<b>7 284</b>	<b>6 461</b>	<b>6 235</b>	<b>5 544</b>	<b>4 556</b>	<b>4 706</b>	<b>4 707</b>	<b>5 393</b>	<b>6 399</b>	<b>7 091</b>	<b>7 564</b>	<b>73 908 kWh</b>

<b>Suunnitteluvaihe</b>	Toteutusvaihe	Käyttövaihe	
<b>0/89</b>		<b>0/16</b>	<b>0/16</b>
<b>Lämmön kokonaistarve</b>	Rakenteiden U-arvo	Talotekniset järjestelmät	
<b>0/36</b>		<b>0/29</b>	<b>0/24</b>

## 1. Lämmön kokonaistarve




Tässä arviointijärjestelmässä käytettävä asuintilan lämmöntarve määritetään ylläolevasta linkistä ladattavalla Energiajunior -laskentaohjelmalla, joka perustuu RakMk D5:n laskentaohjeeseen.

Lämmöntarve lasketaan bruttokulutuksena eli siinä ei oteta huomioon lämmöntuontantotapaa. Asuintilaan liittyviä puolilämpimiä tiloja, kuten autotalli ja viherhuone, ei oteta mukaan laskentaa tehtäessä.

Lasketaan energiantarve (kWh/brm<sup>2</sup>) ja hiidioksidi päästö (kg/brm<sup>2</sup>) ylläolevasta linkistä ladattavalla Energiajunior -laskentaohjelmalla, jonka jälkeen varsinainen energiankulutuksen ja ympäristövaikutusten arviointikysely voidaan aloittaa.

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei		Paino
<b>1. Energiankulutuksen arviointi</b>					
<b>A) Ominaislämpötarkastelu, tavoitteena matalaenergiataso</b>					
Onko suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö enintään 95 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	-	2
Onko suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö enintään 85 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä?	<input type="radio"/>			-	6
Onko suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö enintään 80 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä, ts matalaenergiataso?	<input type="radio"/>			-	12
Onko suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö enintään 75 % vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä, ts parempi kuin matalaenergiataso?	<input checked="" type="radio"/>			-	15
<b>2. B) Energiatehokkuus</b>					
Onko rakennuksen energialuokka D (191 - 230 kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	-	0
Onko rakennuksen energialuokka C (171 - 190 kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi)?	<input type="radio"/>			-	1
Onko rakennuksen energialuokka B (151 -170 kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi)?	<input type="radio"/>			-	2
Onko rakennuksen energialuokka A (alle 150 kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi)?	<input checked="" type="radio"/>			-	6
Onko rakennuksen energiankulutus alle 120				-	11

kWh/brm2/vuosi?	<input type="radio"/>			
Onko rakennuksen energiankulutus alle 105 kWh/brm2/vuosi	<input type="radio"/>	-		15
<hr/>				
<b>3.</b> Onko lämmityksessä hyödynnetty ilmaisenergioita (maalämpöenergian nettotuotto vähintään 8000 kWh/vuosi, aurinkoenergian nettotuotto vähintään 2500 kWh/vuosi, ilmalämpöenergian nettotuotto vähintään 1500 kWh/vuosi, tuulienergian nettotuotto vähintään 2500 kWh/vuosi)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LVI 6
<hr/>				

 Muistiinpanot »

Pienempien korjaushankkeiden rakentajia ajatellen, kysymykset eivät liene parhaita mahdollisia. Korjausrakentaja ei voi vastata kysymyksiin ilman alan asiantuntijan apua. Tämä kohta (Lämmön kokonaistarve) sivuaa lämmitysjärjestelmää koskevaa kohtaa. Kysymyksinä voisi tässä olla esimerkiksi päälämmitysjärjestelmän muoto, jonka vastauksesta seuraisi kysymykset lämpö- ja sähköenergian vuosikulutuksesta. Kysymys numero kolme ilmaisenergioiden hyödyntämisestä on soveltuvainen myös pienempiin korjushankkeisiin.

Suunnitteluvaihe	Toteutusvaihe	Käyttövaihe
62/89	14/16	0/16
Lämmön kokonaistarve	<b>Rakenteiden U-arvo</b>	Talotekniset järjestelmät
21/36	23/29	18/24

## 1. Alapohja

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	RAK	Paino
1. Onko alapohjan u-arvo 0,17 tai pienempi tai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RAK	3
Onko alapohjan u-arvo 0,165 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK	3.5
Onko alapohjan u-arvo 0,16 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK	4
Onko alapohjan u-arvo 0,155 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK	4.5
Onko alapohjan u-arvo 0,15 tai pienempi ?	<input checked="" type="radio"/>			RAK	5



Muistiinpanot »

Rakenteiden U-arvoja koskevat kysymykset eivät välttämättä ole paras vaihtoehto lähestyä korjausrakentamisen suunnitteluvaihetta. Korjausrakentajalle suunnatun ohjausjärjestelmän olisi hyvä olla sellainen, ettei sen kysymyksiin vastaaminen edellytä alan asiantuntijan apua.

Max. 5 p

2. Ulkoseinä 6/6

3. Yläpohja 6/6

4. Ikkunat 6/7

5. Ulko-ovet 0/5

Suunnitteluvaihe	Toteutusvaihe	Käyttövaihe
62/89	14/16	0/16
Lämmön kokonaistarve	<b>Rakenteiden U-arvo</b>	Talotekniset järjestelmät
21/36	23/29	18/24

1. Alapohja 5/5

## 2. Ulkoseinä

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
<b>1.</b> Onko ulkoseinän u-arvo 0,18 tai pienempi tai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RAK 3
Onko ulkoseinän u-arvo 0,175 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK 4
Onko ulkoseinän u-arvo 0,17 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK 5
Onko ulkoseinän u-arvo 0,165 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK 5.5
Onko ulkoseinän u-arvo 0,16 tai pienempi ?	<input checked="" type="radio"/>			RAK 6



Muistiinpanot »

**TALLENNA JA JATKA**

Max. 6 p

3. Yläpohja 6/6

4. Ikkunat 6/7

5. Ulko-ovet 0/5

Suunnitteluvaihe	Toteutusvaihe	Käyttövaihe
<b>62/89</b>	<b>14/16</b>	<b>0/16</b>
Lämmön kokonaistarve	<b>Rakenteiden U-arvo</b>	Talotekniset järjestelmät
<b>21/36</b>	<b>23/29</b>	<b>18/24</b>

1. Alapohja 5/5

2. Ulkoseinä 6/6

### 3. Yläpohja

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
<b>1.</b> Onko yläpohjan u-arvo 0,10 tai pienempi tai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RAK 3
Onko yläpohjan u-arvo 0,095 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK 4
Onko yläpohjan u-arvo 0,09 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK 5
Onko yläpohjan u-arvo 0,085 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			RAK 5.5
Onko yläpohjan u-arvo 0,08 tai pienempi ?	<input checked="" type="radio"/>			RAK 6



Muistiinpanot »

**TALLENNA JA JATKA**

Max. 6 p

4. Ikkunat 6/7

5. Ulko-ovet 0/5



Suunnitteluvaihe	Toteutusvaihe	Käyttövaihe
<b>62/89</b>	<b>14/16</b>	<b>0/16</b>
Lämmön kokonaistarve	<b>Rakenteiden U-arvo</b>	Talotekniset järjestelmät
<b>21/36</b>	<b>23/29</b>	<b>18/24</b>

1. Alapohja 5/5

2. Ulkoseinä 6/6

3. Yläpohja 6/6

#### 4. Ikkunat

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
<b>1.</b> Onko ikkunoiden u-arvo 1,0 tai pienempi tai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ARK 3
Onko ikkunoiden u-arvo 0,9 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			ARK 5
Onko ikkunoiden u-arvo 0,8 tai pienempi tai	<input checked="" type="radio"/>			ARK 6
Onko ikkunoiden u-arvo 0,7 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			ARK 6.5
Onko ikkunoiden u-arvo 0,6 tai pienempi?	<input type="radio"/>			ARK 7



Muistiinpanot »

**TALLENNA JA JATKA**

Max. 7 p

5. Ulko-ovet 0/5

<b>Suunnitteluvaihe</b>	Toteutusvaihe	Käyttövaihe
<b>62/89</b>	<b>14/16</b>	<b>0/16</b>
Lämmön kokonaistarve	<b>Rakenteiden U-arvo</b>	Talotekniset järjestelmät
<b>21/36</b>	<b>23/29</b>	<b>18/24</b>

1. Alapohja 5/5

2. Ulkoseinä 6/6

3. Yläpohja 6/6

4. Ikkunat 6/7

**5. Ulko-ovet**

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
<b>1.</b> Onko ulko-ovien u-arvo 1,0 tai pienempi tai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 3
Onko ulko-ovien u-arvo 0,8 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			ARK 3.5
Onko ulko-ovien u-arvo 0,6 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			ARK 4
Onko ulko-ovien u-arvo 0,5 tai pienempi tai	<input type="radio"/>			ARK 4.5
Onko ulko-ovien u-arvo 0,4 tai pienempi?	<input type="radio"/>			ARK 5



Muistiinpanot »

**TALLENNA JA JATKA**

Max. 5 p

<b>Suunnitteluvaihe</b>	Toteutusvaihe	Käyttövaihe
<b>62/89</b>	<b>14/16</b>	<b>0/16</b>
Lämmön kokonaistarve	Rakenteiden U-arvo	<b>Talotekniset järjestelmät</b>
<b>21/36</b>	<b>23/29</b>	<b>18/24</b>

## 1. Lämmitysjärjestelmä

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
1. Onko kohteessa tukilämmitysjärjestelmä (takka tai vastaava), jossa voidaan käyttää kotimaista polttoainetta (puuta, haketta)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	ARK 2
2. Onko kohteessa varajärjestelmä (esim. generaattori tai akku), jolla voidaan tuottaa kiertovesipumppujen ja öljy- tai pellettipolttimen tarvitsema sähköenergia tuotetaan sähkökatkon aikana?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	SÄH 1



Muistiinpanot »

Kysymykset tukilämmitysjärjestelmästä ja varalämmitysjärjestelmästä soveltuvat myös korjausrakentamishankkeisiin. Korjausrakentajalle järkevämpi kysymys lienee kuitenkin ensin, että mikä on kohteen päälämmitysjärjestelmä. Vastausvaihtoehdon valittuaan seuraisi lisäkysymyksiä kyseistä päälämmitysjärjestelmää koskien esimerkiksi lämmitysjärjestelmän säätötoimenpiteistä.

Max. 3 p

2. Ilmanvaihtojärjestelmä 10/12

3. Sähköjärjestelmä 8/9

Suunnitteluvaihe	Toteutusvaihe	Käyttövaihe
<b>62/89</b>	<b>14/16</b>	<b>0/16</b>
Lämmön kokonaistarve	Rakenteiden U-arvo	<b>Talotekniset järjestelmät</b>
<b>21/36</b>	<b>23/29</b>	<b>18/24</b>

## 1. Lämmitysjärjestelmä 0/3

## 2. Ilmanvaihtojärjestelmä

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei	Paino
1. Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 60% tai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LVI 6
Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 70% tai	<input type="radio"/>			LVI 8
Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 75% tai	<input checked="" type="radio"/>			LVI 10
Onko kohteen ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottojärjestelmän vuosihyötysuhde yli 80% ?	<input type="radio"/>			LVI 12



Muistiinpanot »

Korjausrakentajalle järkevämpi kysymys lienee ensiksi, että onko talossa painovoimainen ilmanvaihto, koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä vai koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Vastauksen valittuaan käyttäjälle seuraisi lisäkysymyksiä, esimerkiksi iv-kanavien nuohouksesta ja säädöstä.

Max. 12 p

## 3. Sähköjärjestelmä 8/9

<b>Suunnitteluvaihe</b>	Toteutusvaihe	Käyttövaihe
<b>62/89</b>	<b>14/16</b>	<b>0/16</b>
Lämmön kokonaistarve	Rakenteiden U-arvo	<b>Talotekniset järjestelmät</b>
<b>21/36</b>	<b>23/29</b>	<b>18/24</b>

1. Lämmitysjärjestelmä 0/3

2. Ilmanvaihtojärjestelmä 10/12

### 3. Sähköjärjestelmä

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei		Paino
1. Ovatko keittiön kylmälaitteet (jääkaappi /pakastin) vähintään energialuokkaa A+ ?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	TIL	2
2. Onko pesukone vähintään energialuokkaa A ?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	TIL	2
3. Onko astianpesukone vähintään energialuokkaa A ?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	TIL	2
4. Onko liesi vähintään energialuokkaa A ?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	TIL	2
5. Ohjataan ulkovalaistusta hämärä-, aika- tai lähestymiskytkimen avulla?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	SÄH	1



Muistiinpanot »

Näiden kysymysten lisäksi voisi olla kysymykset esimerkiksi taloussähkön vuosikulutusmäärästä ja saunan kiukaan tyypistä/sähkönkulutuksesta.

Max. 9 p

Suunnitteluvaihe

Toteutusvaihe

Käyttövaihe

62/89

14/16

0/16

## Rakennuksen tiiviys

14/16

## 1. Rakenteiden tiiviys (ilmanpitävyys)

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei		Paino
1. Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 2,0 l/h vai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	VTJ	3
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 1,5 l/h vai	<input type="radio"/>			VTJ	6
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 1,2 l/h vai	<input type="radio"/>			VTJ	8
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 1,0 l/h vai	<input type="radio"/>			VTJ	10
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 0,8 l/h vai	<input checked="" type="radio"/>			VTJ	11
Onko kohteen tiiviysluku 50 Pa:n yli-/alipaineessa mitattuna alle 0,6 l/h	<input type="radio"/>			VTJ	12
2. Onko ilmansulku liitoskohdissa limitetty ja teipattu, mahdollisuuksien mukaan myös puristettu ?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	VTJ	2
3. Onko läpivientien kohdalla käytetty kaulusrakennetta tai tiiviys on varmistettu tavalla, josta on olemassa kirjallinen suunnitelma ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	VTJ	1
4. Onko rakenteet kuvattu lämpökameralla sisäpuolelta ennen sisäpintojen viimeistelyä kuten tasoitusta ja maalausta?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	VTJ	1



Muistiinpanot »

SPU eristeiden saumat on pursotettu uretaanivaahdolla ja teipattu, minkä voidaan tässä katsoa vastaavan höyrynsulkumuovin limitystä ja teippausta.

Pienten korjaushankkeiden rakentajia ajatellen järkevämpiä kysymyksiä lienevät esimerkiksi ikkunoiden, ovien ja läpivientien tiivistyksiä koskevat kysymykset. Näiden tiivistyksiä korjausrakentaja voi parantaa myös jälkikäteen rakenteita rikkomatta.

Max. 16 p

Suunnitteluvaihe

Toteutusvaihe

Käyttövaihe

62/89

14/16

10/16

**Asumisen energiatehokkuus**

10/16

**1. Asumisen energiatehokkuus**

	Kyllä	Vast. myöh.	Ei		Paino
1. Onko huoltokirjassa esitetty lämmitysjärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LVI	3
2. Onko paikantamispiirustuksiin merkitty lämmitysjärjestelmän tarkastusta ja huoltoa vaativat kohdat?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LVI	2
3. Onko huoltokirjassa esitetty tukilämmitysjärjestelmän kuten takan käyttö- ja huolto-ohjeet?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	ARK	3
4. Onko huoltokirjassa esitetty ilmanvaihtojärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LVI	3
5. Onko paikantamispiirustuksiin merkitty ilmanvaihtojärjestelmän tarkastusta ja huoltoa vaativat kohdat?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	LVI	2
6. Onko asukkaat perehdytetty henkilökohtaisesti taloteknisten järjestelmien toimintaan?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	LVI	1
7. Onko huoltokirjassa ohjeistus kulutusseurannasta ja kulutusseurantalomakkeet?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	LVI	2



Muistiinpanot »

Asukkaiden henkilökohtainen perehdytys taloteknisten järjestelmien toimintaan riippuu tulevan taloyhtiön ostajan toimista.

Korjausrakentajalle riittänee yksi kysymys talon huoltokirjasta, eli että onko talosta sellainen. (Jos vastaus on kyllä, voisi seurata lisäkysymyksiä.) Asumisen energiatehokkuuden kysymykset korjausrakentajalle voisivat koskea vettä säästäviä vesikalusteita, yösähkön hyödyntämistä(?), saunan lämmityskertojen viikottaista/kuukausittaista määrää, asuinhuoneiden keskimääräistä huonelämpötilaa jne.

Max. 16 p