



Jukka Annola

## **OMAKOTITALON LÄMMITYS JA ILMANVAIHTO**

## **OMAKOTITALON LÄMMITYS JA ILMANVAIHTO**

Jukka Annola  
Opinnäytetyö  
Kevät 2012  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Jukka Annola

Opinnäytetyön nimi: Omakotitalon lämmitys ja ilmanvaihto

Työn ohjaaja: Kimari Pirjo

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2012 Sivumäärä: 34 + 5 liitettä

---

Mikko Äikäs aloitti vuonna 1973 rakennetun omakotitalon peruskorjauksen Heikkilänkankaalla, joka sijaitsee noin 8 km Oulun keskustasta Kainuuseen päin. Äikäs pyysi luonnossuunnitelmia taloon uusittaville LVI-laitteistoille, jotta toteutuksen suunnittelu olisi helpompaa.

Työn tavoitteena oli luoda talon LVI-piirustusluonnokset sekä vertailla erilaisia lämmitysmuotoja ja lämmönjakojärjestelmiä. Työssä laskettiin talolle energiatehokkuusluku Suomen rakentamismääräyskokoelman D5, 2007 mukaisesti.

Työn luonnossuunnitelmat tehtiin käyttäen MagiCAD- ja Cads-ohjelmistoja. MagiCAD-ohjelmalla tehtiin luonnospiirustukset talon yläkerran lämmönjakoverkostosta sekä valittiin yläkerran patterit. MaciCAD-ohjelmalla suunniteltiin myös ilmanvaihtokanaviston luonnospiirustukset. Cads-ohjelmistoa käytettiin lattia-lämmityksen suunnitteluun.

Työssä perehdytään lämmönjakojärjestelmien valintaan ja maalämpöpumpun niille asettamiin vaatimuksiin. Kohteeseen valittiin ilmanvaihtokone ja suunniteltiin ilmanvaihtokanavien luonnospiirustukset. Vanhan kivitalon luomiin vaikeuksiin ilmanvaihtokanavien suunnittelussa kiinnitettiin huomiota. Ilmanvaihtokanavien päätelaitteet valittiin ja ilmavirrat mitoitettiin huonekohtaisesti. Kohteen energian kulutusta tarkasteltiin pääpiirteittäin.

Työssä on esitetty LVI-suunnitteluprosessin vaiheita, kerrottu kohteen suunnitteluratkaisuista ja esitelty lopullisten LVI-suunnitelmien sisältöä. Työtä voidaan hyödyntää rakennettaessa uutta tai peruskorjatessa vanhaa omakotiloa.

---

Asiasanat:

lattialämmitys, ilmanvaihto, lämmitys, energiatehokkuus

## ALKULAUSE

Kiitoksia asunnon omistajalle Mikko Äikkäälle loistavasta yhteistyöstä ja joustavasta aikataulusta. Yliopettaja Pirjo Kimari toimi loistavana opastavana ohjaajana ja antoi paljon hyödyllistä tietoa talon mitoituksista, väliraportista ja aikataulun laadinnasta. Työ aikataulu venyi huomattavasti motivaation puutteen takia ja siksi, ettei työn lopullisella versiolla ollut kiire valmistua.

10.5.2012

Jukka Annola

# SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ  | 3  |
| ALKULAUSE  | 4  |
| MERKKIEN SELITYKSET                                      | 7  |
| 1 JOHDANTO   | 8  |
| 2 LÄMMITYSMUODON VALINTA                                 | 9  |
| 2.1 Lämmitys ja käyttöveden energiankulutus              | 9  |
| 2.2 Lämmitysmuotojen vertailu                            | 10 |
| 2.2.1 Suora sähkölämmitys                                | 10 |
| 2.2.2 Ilma-vesilämpöpumppu                               | 11 |
| 2.2.3 Pellettipoltin ja puukattila                       | 11 |
| 2.2.4 Maalämpöpumppu                                     | 12 |
| 3 LÄMMITYS- JA ILMANVAIHTOLAITTEIDEN LUONNOSSUUNNITELMAT | 14 |
| 3.1 Ilmanvaihtojärjestelmä                               | 14 |
| 3.1.1 Ilmavirtojen mitoitus ja päätelaitteiden valinta   | 15 |
| 3.1.2 Kanaviston suunnittelu                             | 17 |
| 3.1.3 Ilmanvaihtokoneen valinta                          | 17 |
| 3.2 Lämmitysjärjestelmä                                  | 20 |
| 3.2.1 Tilojen lämpöhäviöiden laskenta                    | 20 |
| 3.2.2 Lämmönjakojärjestelmä                              | 22 |
| 4 LÄMMÖNTUOTANTO   | 27 |
| 5 ENERGIATEHOKKUUS                                       | 29 |
| 5.1 Lämmön johtuminen rakenteiden läpi                   | 29 |
| 5.2 Ilmanvaihto  | 30 |
| 5.3 Käyttöveden kulutus                                  | 31 |
| 5.4 Energiatehokkuusluku                                 | 31 |
| 6 YHTEENVETO   | 33 |
| LÄHTEET  | 34 |
| LIITTEET   |    |
| Liite 1 Lattialämmityksen luonnospiirustus               |    |
| Liite 2 Alakerran ilmanvaihdon luonnospiirustus          |    |
| Liite 3 Yläkerran ilmanvaihdon luonnospiirustus          |    |

Liite 4 Alakerran lämmönjakoverkoston luonnospiirustus

Liite 5 Yläkerran lämmönjakoverkoston luonnospiirustus

## MERKKIEN SELITYKSET

kWh = kilowattitunti

COP = laitteen kulutus kilowatteina kertaa COP-arvo = kuinka monta kilowattia lämpöä tuotetaan yhdellä kilowatilla sähköä

U-arvo = lämmönläpäisykerroin

Q = lämmitysteho

$\varnothing_{iv}$  = ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh

$T_s$  = sisäilman lämpötila, °C

$T_u$  = ulkoilman lämpötila, °C

$\rho_i$  = ilman tiheys, käytetään arvoa 1,2 kg/m<sup>3</sup>

$\rho_v$  = veden tiheys, käytetään arvoa 1,0 kg/dm<sup>3</sup>

$c_{pi}$  = ilman ominaislämpökapasiteetti, käytetään arvoa 1,0 kJ/(kgK)

$c_v$  = veden ominaislämpökapasiteetti, käytetään arvoa 4,2 kJ/(kgK)

$\eta_{lto}$  = lämmöntalteenottolaitteen hyötysuhde

# 1 JOHDANTO

Työssä tehdään luonnokset lämmityksen ja ilmanvaihdon suunnitelmista peruskorjattavaan omakotitaloon. Kohteeseen valitaan myös vaihtoehtoinen lämmitysmuoto öljylämmityksen tilalle ja tarkastellaan asunnon energiatehokkuutta. Työ tehdään peruskorjattavaan vuonna 1973 rakennettuun omakotitaloon, jossa uusitaan talon talotekniikka lähes täysin. Talo on kaksikerroksinen rinteeseen rakennettu Leca®-harkoista tehty omakotitalo Oulussa Heikkilänkankaalla.

Remontin yhteydessä lämmitysmuoto vaihdetaan vanhasta öljylämmityksestä uuteen nykymittapuun mukaan kannattavaan lämmitykseen. Talossa muutetaan alakerran vesikiertoinen patterilämmitys matalalämpöiseksi lattialämmitykseksi lattioiden uusimisen yhteydessä. Alakerran lattialämmitys ehkäisee myös mahdollista lattian kostumista, koska kyseessä on rinteeseen rakennettu talo.

Vesikiertoinen lattialämmitys vaatii aina päälle kerroksen lämpöä johtavaa materiaalia. Yläkertaan lattialämmitystä ei voi valita, koska lattian pinnan korkeuden muuttaminen ei sovi rakentajalle. Yläkertaan valitaan lämmönjakojärjestelmäksi patterilämmitys. Patterit valitaan ja mitoitetaan tulevan lämmitysmuodon kanssa yhteensopiviksi.

Ilmanvaihto muutetaan alkuperäisestä painovoimaisesta ilmanvaihdosta nykyaikaiseen, koneelliseen lämmöntalteenotolla varustettuun ilmanvaihtoon. Tämä edellyttää ilmanvaihtokanavien viemistä jokaiseen huoneeseen.

Remontin yhteydessä uusitaan myös asunnon ovet ja ikkunat. Tällä toimenpiteellä saadaan parannettua asunnon energiatehokkuutta vuotoilman vähenemisen ja rakenteiden U-arvon parantumisen takia.



## 2 LÄMMITYSMUODON VALINTA

### 2.1 Lämmitys ja käyttöveden energiankulutus

Edellisen asukkaan mukaan talon ja käyttöveden lämmitykseen kului vuodessa noin 4 000 l öljyä. Öljyn lämpöarvo on noin 10 kWh/l. Vanhan öljykattilan hyötysuhteeksi voidaan olettaa ~90 %. Tästä voidaan laskea kaavalla 1 asunnon vuotuinen energiankulutus.

$$Q_{\text{koko asunto}} = \eta_{\text{kattila}} * L * \frac{\text{kWh}}{\text{L}} \quad \text{KAAVA 1}$$

$$Q_{\text{koko asunto}} = 0,9 * 4\,000 \text{ L} * \frac{10\text{kWh}}{\text{L}} = 36\,000 \text{ kWh/V}$$

Kaavalla saadaan asunnon energiankulutukseksi 36 000 kWh / v. Jos tähän lisättäisiin vuotuinen talon sähkönkulutus, saadaan todellinen energiatehokkuusluku. Tämä arvo on saatu vanhoilla ikkunoilla ja ovilla sekä vanhalla alapohjan eristyksellä sekä painovoimaisella ilmanvaihdoilla. Vanhaa energiankulutusta on vaikea laskea tarkkaan, koska vanhojen ikkunoiden ja ovien tiiveyttä ja U-arvoa ei ole tiedossa. Ilmanvaihdon osuus pientalojen energiankulutuksesta on noin 30–40 %. Käyttöveden kulutus oli noin 200 m<sup>3</sup> / vuosi. Täten lämpimän käyttöveden lämmittämiseen on kulunut energiaa 5 833 kWh (kaava 2).

$$Q_{kv} = \frac{\rho_v * c_v * V * (T_2 - T_1)}{3600} \quad \text{KAAVA 2}$$

$$Q_{kv} = \frac{\frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{4,2\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{C}} * 100\text{m}^3 * (55\text{C} - 5\text{C})}{3600} = 5\,833 \text{ kWh}$$

Q = energia kWh

T<sub>1</sub> = tuloveden lämpötila, °C

T<sub>2</sub> = menoveden lämpötila, °C

ρ<sub>v</sub> = veden tiheys, käytetään arvoa 1000 kg/m<sup>3</sup>

c<sub>v</sub> = veden ominaislämpökapasiteetti, käytetään arvoa 1,0 kJ/(kgK)

V = veden tilavuus m<sup>3</sup>

Pelkkään talon lämmittämiseen on kulunut tällöin 36 000 kWh – 5 833 kWh = 30 167 kWh. Jos oletetaan ilmanvaihdon lämmitystarpeen olevan 35 % energiankulutuksesta, saadaan sen tarvitsema energia seuraavan laskelman mukaisesti:

$$Q_{iv} = 0,35 * 30\,167\text{ kWh} = 10\,558,45\text{ kWh}.$$

Taloon luonnostellun lämmöntalteenotolla varustetun koneellisen ilmanvaihdon vuotuinen hyötysuhde on noin 65 %, joten vuotuinen ilmanvaihdon energian kulutus laskisi 10 558 kWh:sta 3 695 kWh:iin. Laskennallinen asunnon vuotuinen energiankulutus olisi 29 137 kWh / vuosi.

## **2.2 Lämmitysmuotojen vertailu**

Talon alkuperäinen lämmitysmuoto oli öljylämmitys. Lämmitysöljyn korkean hinnan ja ison ja heikohkosti eristetyn vanhan talon energiankulutus teki nykyisestä lämmityksestä todella kalliin käyttää ja epäekologisen. Koska alakertaan asennettiin lattialämmitys ja yläkerran patterit jouduttiin vaihtamaan uusiin, uusi lämmitysmuoto pystyttiin valitsemaan vapaasti. Talon tontin läheisyydessä ei ollut saatavissa kaukolämpöä, joka olisi ollut järkevin valinta taloon, joten jouduttiin valitsemaan vaihtoehtoinen kustannustehokas lämmitys.

### **2.2.1 Suora sähkölämmitys**

Asunnon omistajaa Mikko Äikästä kiinnosti sähkölämmityksen asentaminen taloon. Suora sähkölämmitys ei ollut kuitenkaan järkevä vaihtoehto, koska Äikäshalusi alakertaan vesikiertoisen lattialämmityksen, jota on kannattamatonta lämmittää sähköllä. Asuntoon jouduttaisiin myös tekemään laaja sähköverkoston saneeraus, koska vanhassa sähkökeskuksessa ei ole varauksia sähköpattereille eikä lattialämmityksen vastuksille. Tämä aiheuttaisi isot lisäkustannukset, ja sähköjohtojen veto jouduttaisiin tekemään suurimmaksi osaksi pinta-asennuksina.

Asunnon energiankulutuksen perusteella sähköllä lämmitettäessä vuotuinen sähkölasku kasvaisi seuraavan laskelman mukaisesti:

*29 137 kWh \* 10 snt/kWh (sähkön hinta + siirtomaksu) 2 913 €/vuosi.*

### **2.2.2 Ilma-vesilämpöpumppu**

Ilma-vesilämpöpumppu oli yksi vaihtoehto talon lämmitysmuodoksi. Tätä vaihtoehtoa puolsi sen helppo asennus ja suhteellisen edullinen hinta. Oulun korkeuden ilmasto on talvella kylmä eikä lämmin kesäkään ole kovin pitkä. Tämän vuoksi pumpun COP-arvo olisi pitkän aikaa talvea lähellä yhtä, jolloin talo lämpiäisi suurimmaksi osaksi pelkällä sähköllä. Vuotuinen COP-arvo on arvioitu olevan noin 1,5–2 Oulun korkeudella. Oletetaan COP-arvon asettuvan 1,7 tietämille. Sähkölasku kasvaisi seuraavan laskelman mukaisesti:

*29 137 kWh / 1,7 \* 10 snt/kWh = 1 713 € / vuosi.*

### **2.2.3 Pellettipoltin ja puukattila**

Pelletti- ja puulämmitys olivat rakentajan mielestä aluksi vartenotettavia vaihtoehtoja. Edullisen ja uusiutuvan energian käyttö tuntui järkevältä, mutta lämmitys vaatisi paljon vaivaa käyttäjältä. Myös talon jälleenmyynnin kannalta vaihtoehto on kyseenalainen, koska vain osalla mahdollisista ostajista olisi aikaa huolehtia lämmityksestä.

Pellettien valinta oli arveluttavaa pellettien syöttöjärjestelmän takia, jossa on havaittu tukkeutumisen vaaraa. Vaikeuksia tuotti myös suuren pellettivaraston sijoittaminen lähelle lämmönjakohuonetta, johon pellettipoltin ja varaaja sijoitettaisiin. Puukattilan käyttö vaatii jokapäiväistä työtä, koska suuren varaajan lämmitykseen kuluu päivittäin paljon aikaa. Ostopuun hinta ei ole myöskään halpa, ja harvalla lähiöasukkaalla on omaa metsää, josta puita pystyisi hankkimaan.

## 2.2.4 Maalämpöpumppu

Maalämpöpumppu osoittautui hyväksi vaihtoehdoksi todella hyvän hyötysuhteen eli COP-arvon takia. Maalämpöpumppu oli asennettu naapuritaloon, jonka asukkaalta Mikko Äikäs oli kysellyt käyttökokemuksia, ja ne olivat olleet vain positiivisia. Rakennuspaikka oli myös hyvä 15 metrin syvyydessä olevan peruskallion takia, johon lämmönkeruuputket asennettaisiin porakaivoon.

Talon alakertaan on luonnosteltu lattialämmitys, jossa käytetään matalaa menoveden lämpötilaa. Menoveden lämpötila on noin 35 °C, ja se sopii hyvin yhteen maalämpöpumpun kanssa, koska pumpusta saatava hyvä hyötysuhde saavutetaan mahdollisimman matalalla menoveden lämpötilalla. Yläkerran pattereiden vaihdon yhteydessä pystytään valitsemaan patterit, jotka sopivat maalämpöpumpun kanssa hyvin toimiviksi. Yläkerran patterit voidaan mitoittaa normaalia suuremmiksi, jolloin niissä voidaan käyttää menoveden lämpötilana 45 °C.

Talon jälleenmyyntiarvoa ja ostajien kohderyhmää ajatellen maalämpö on todella hyvä vaihtoehto. Ainoana haittapuolena on maalämpöpumpun korkea hankinta- ja asennushinta.

Pitkän harkinnan jälkeen Mikko Äikäs halusi luonnokset maalämpöpumpun yhteyteen suunnitellusta lämmönjakojärjestelmästä. Maalämpöpumpuksi valittiin Nibe F1245 10 kW. Nibe on paljon pohjoismaissa käytetty ja tunnettu tuotemerkki, myös sen jälleenmyyjä ja huolto löytyvät Oulusta. Nibe-maalämpöpumpuilla pumpuilla saavutetaan myös korkea vuotuinen hyötysuhde.

Talon lämmitystehon tarpeen mitoituspakkasella, jolla tarvitaan maksimilämmitystä (Oulun korkeudella –32 °C), pumpusta tarvittava menoveden lämpötila on 45 °C. Tällä menoveden lämpötilalla pumpun valmistaja ilmoittaa pumpun hyötysuhteen COP-arvoksi 3,39 (www.nibe.fi, tekninen esite). Vuotuinen COP-arvo on todellisuudessa tätä korkeampi, koska maalämpöpumppu ohjaa verkostoon

syötettävän menoveden lämpötilaa ulkolämpötila-anturin ja maalämpöpumpun ohjelmoidun ulkolämpötila-menovesikäyrän perusteella.

Käyttöveden lämmitys hieman pudottaa pumpun hyötysuhdetta, koska lämpimän veden lämpötila on oltava vähintään 50 °C, ja tällöin pumppu ei toimi parhaalla hyötysuhdealueella. Oletetaan maalämpöpumpun COP-arvon olevan 3,5 luokkaa. Tällöin talon energiankulutukseksi saadaan seuraavan laskelman mukaisesti:

$$29\,137\text{ kWh} / 3,5 * 10\text{ snt/kWh} = 823,5\text{ €} / \text{vuosi}.$$

### 3 LÄMMITYS- JA ILMANVAIHTOLAITTEIDEN SUUNNITTELU

Työn luonnoksien toteuttamiseen käytettiin MagiCAD- ja Cads-ohjelmistoja. MagiCAD on AutoCAD-ohjelmiston päälle tehty lisäpaketti, joka sisältää työkalut muun muassa taloteknisten sovellusten suunnitteluun. Cads-ohjelmisto sisältää hyvät työkalut lattialämmityssuunnitelman ja energiatehokkuuslaskelman toteutukseen. Energiatehokkuuslaskelman jouduttiin tekemään silti Excel-taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen kiireisen aikataulun takia ja koska kotikoneellani ei ole Cads-suunnitteluohjelmistoa. AutoCADin MagiCAD-lisäpaketti sekä Cads-ohjelmistot ovat suomalaisten yritysten valmistamia.

#### 3.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihdon toteutuksen suunnittelu alkoi ilmanvaihdon tarpeen laskennalla. Talon minimi-ilmanvaihto saadaan rakennusmääräyskokoelmasta (Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D2, 2003) löytyvällä kaavalla 3.

$$\text{Asunnon minimi ilmanvaihto } m^3 = m^3_{\text{asunnon ilmatilavuus}} * 0,5 \frac{1}{h} = m^3/h$$

KAAVA 3

Minimi-ilmanvaihdon mitoituksen perusteella puolet asunnon ilmamäärästä tulisi vaihtua tunnin aikana. Ilmanvaihdolle on asetettu myös tilakohtaisia ja henkilö- lukuun perustuvia ohjearvoja. (Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2, 2003, taulukko 1.)

Raitis tuloilma tuodaan aina pääasiallisesti oleskelutiloihin kuten olo- ja makuuhuoneisiin. Ilma poistetaan tiloista, joissa syntyy haju- tai kosteushaittoja, muun muassa vessoista, keittiöstä, kylpyhuoneesta ja vaatehuoneista.

### 3.1.1 Ilmavirtojen mitoitus ja päätelaitteiden valinta

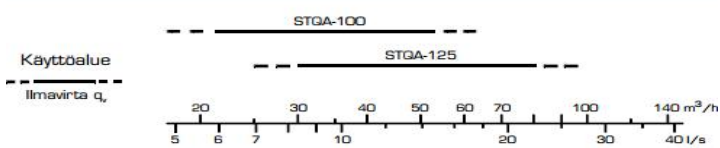
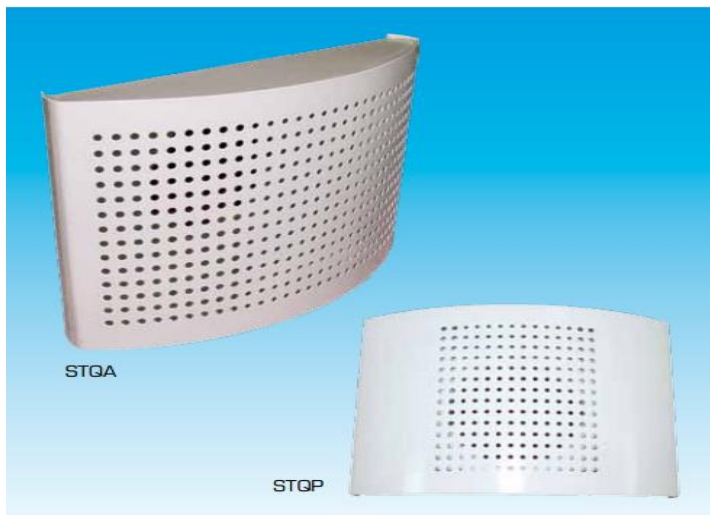
Ilmavirrat mitoitettiin huonekohtaisten minimi-ilmavirtojen perusteella. Autotalliin valittiin painovoimainen ilmanvaihto koneellisen ilmanvaihdon sijasta, jotta autotallissa syntyvät hajut eivät leviäisi ilmanvaihtokoneen vuotojen ja lämmöntalteenottokennon kautta asuntoon.

Ilmavirtojen minimiarvot asunnon puolelle koneelliselle ilmanvaihdolle on saatu taulukkoarvojen mukaan (Suomen rakentamismääräyskokoelma D2). Luonnokseen mitoitettut ilmavirrat selviävät taulukosta 1.

TAULUKKO 1. Ilmanvaihdon huonekohtaiset ilmavirrat

| Huone:            | Virtaama l/s: |         |
|-------------------|---------------|---------|
|                   | Tulo:         | Poisto: |
| MH1               | 12            |         |
| MH2               | 12            |         |
| MH3               | 6             |         |
| WC1               |               | -20     |
| Keittiö           |               | -20     |
| OH                | 12            |         |
| MH4: (Vaatehuone) | 12            |         |
| Takkahuone        | 12            |         |
| Suihku            |               | -10     |
| Sauna             | 15            | -15     |
| Askartelu:        |               | -8      |
| KHH: (varasto)    |               | -15     |
| YHTEENSÄ:         | 81            | -88     |

Päätelaitteiksi luonnokseen valittiin Fläktwoodsien venttiilit. Tuloilmaventtiileiksi valittiin STQA-125-venttiilit, koska ne sopivat hyvin mitoitetuille ilmamäärille. Alakerran WC:ssä käytetään STQA-100-venttiiliä suuren kanavapaineen takia. MH3:n tuloilmaventtiilinä jouduttiin käyttämään STQA-125-venttiiliä (kuva 1), koska samalla kanavalla jouduttiin viemään tuloilma myös olohuoneeseen. STQA-100 olisi sopinut paremmin MH3:n tarvitseman pienen ilmavirran takia. Poistoilmapäätelaitteina käytettiin KSO-100- ja KSO-125-venttiilejä (kuva 2). Saunan poistoilmaventtiilinä on KSO-125 S, joka on tarkoitettu saunaan.

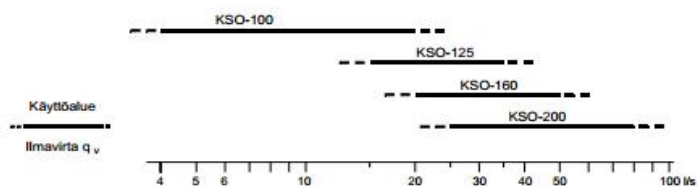


KUVA 1. Fläkt woods-tuloilmaventtiilit (Fläkt woods Oy)



KSO on pienehköjen ilmavirtojen poistoilmaventtiili, joka soveltuu mm. asuntoihin ja toimistoihin.

Pikavalinta



KUVA 2. Fläkt woods-poistoilmaventtiili (Fläkt woods Oy)



STQA-venttiilin ilmavirran rajoitus toteutetaan peittämällä venttiilin ritalän reikiä tarra- tai magneettinauhalla. KSO-venttiilin ilmavirtaa rajoitetaan kiertämällä lautasta pienemmälle.

### 3.1.2 Kanaviston suunnittelu

Vanha kivitalo loi omat vaikeutensa ilmanvaihtokanavien luonnoksen suunnittelussa. Talon katon muoto esti ilmastointikanavien kuljettamisen yläpohjassa, koska tilaa ei ollut asentajalle liikkua eikä katon purkaminen tullut kyseeseen. Yläkerran ilmanvaihtoventtiileille ilmanvaihtokanavat jouduttiin tuomaan kerrosten välisen betonilaatan läpi ja kuljettamaan pystysuoraan väliseinien sisällä tuloilmaventtiileiden korkeudelle. Tulo- ja poistoilmaventtiileiksi valittiin seinämäläin venttiilit. Alakerran matala korkeus 2 200 mm tuotti vaikeuksia, koska kattoa ei olisi hyvä enää laskea entisestään koolaamalla alaspäin.

Nykyisin yleisesti käytössä olevia iv-kanavia ovat peltiset kierresaumakanavat, erilaiset muovikanavat ja erillisten valmistajien omat iv-kanavapaketit. Talon luonnospiirustuksiin valittiin iv-kanavatyyppiksi Uponorin muovikanavat, jotka ovat rakenteensa ansiosta tiiviit, hiljaiset ja allergiaystävälliset. Kanavat ovat myös nopeat ja turvalliset asentaa, joka on tärkeää, koska Mikko Äikäs aikoo itse tehdä asennustyöt. (Kuva 3.)



KUVA 3. Uponor-ilmanvaihtokanavatuotteita (uponor.fi)

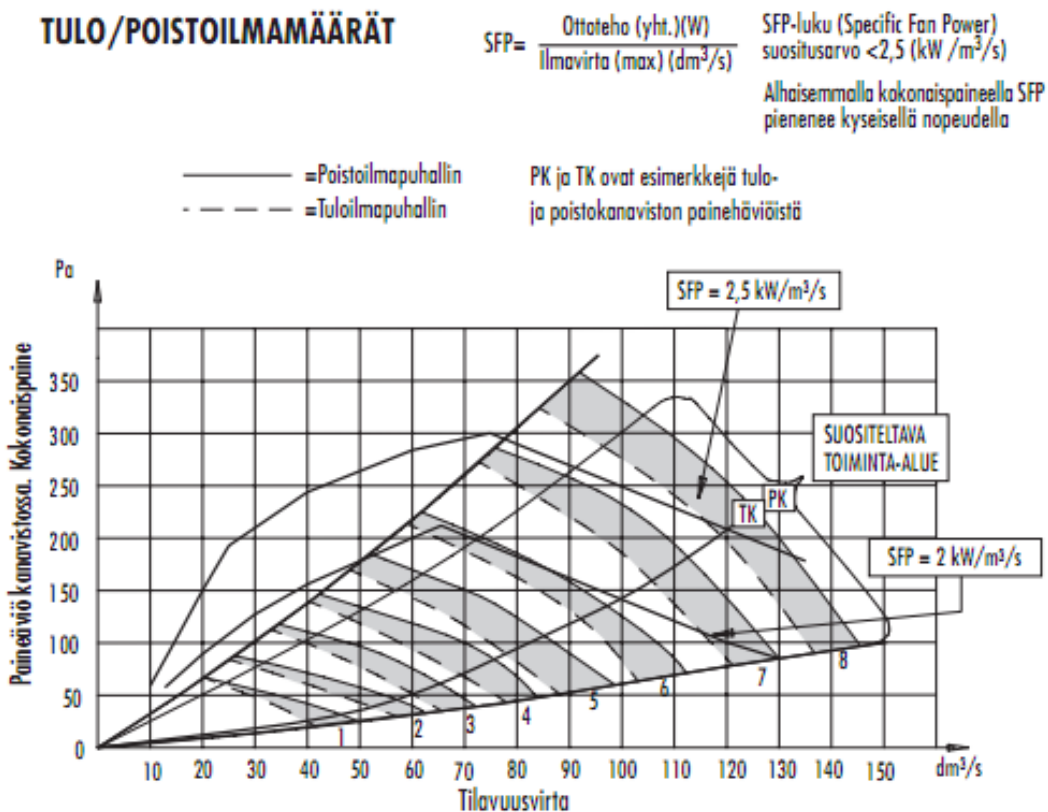
### 3.1.3 Ilmanvaihtokoneen valinta

Suurin vaikuttava tekijä ilmanvaihtokoneen valinnassa on koneen paineentuotto kanavistoon taloon mitoitettulla ilmavirralla. Lämmöntalteenottokennon vuosi-

hyötysuhteen on myös oltava hyvä. Jotta talon energiankulutuksesta saataisiin mahdollisimman alhainen, nämä seikat olisi syytä ottaa huomioon.

Talossa käytettävää maalämpöpumppua täytyisi myös hyödyntää tuloilman lämmityksessä, joten koneessa tulisi olla nestekiertoinen jälkilämmityspatteri. Eniten myytyjä ilmanvaihtokoneita Suomessa ovat Ilto ja Vallox, joten näiden myös voisi olettaa sopivan hyvin pohjoisiin olosuhteisiin.

Ilton kotisivujen kuvaston perusteella sen ilmanvaihtokonevalikoima painottuu lähinnä pienehköjen kerros- ja omakotitalojen yhteydessä käytettäviin sovelluksiin. Valloxin kotisivuilta löytyi asunnon tarpeisiin sopiva ilmanvaihtokone. Vallox 150 effect SE VLK tuottaa 5. teholla 8-portaisella asteikolla noin 87 l/s poistoilma- ja 75 l / s tuloilmavirran (kuva 4). Vallox sisältää myös tehokkaan vastavirtaisen lämmöntalteenottokennon ( $\eta_{lto} = 80 \%$ ).



KUVA 4. Vallox 150 effect Se VLK:n puhallintehokäyrästä  
 (Vallox 150 effect Se VLK -ilmanvaihtokoneen tekninen esite, 3)

## Ilmanvaihdon lämmitystehon tarve

Ilmanvaihdon lämmitystehon tarve mitoitetaan taloon tuotavan ilman perusteella. Vanhassa painovoimaisessa ilmanvaihdossa tuloilman lämpötila jouduttiin mitoituspakkasilla nostamaan  $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ , lämpötilasta  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämpötilaan, jolloin saadaan lämmitettävän ilman lämpötilan nostotarpeeksi  $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ilman lämmittäminen kuutiota kohden lasketaan kaavalla 4.

$$\dot{Q}_{iv} = (T_s - T_u) * \rho_i * c_{pi} \quad \text{KAAVA 4}$$

$\dot{Q}_{iv}$  = ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W

$T_s$  = sisäilman lämpötila,  $^{\circ}\text{C}$

$T_u$  = ulkoilman lämpötila,  $^{\circ}\text{C}$

$\rho_i$  = ilman tiheys,  $1,2\text{ kg/m}^3$

$c_{pi}$  = ilman ominaislämpökapasiteetti,  $1,0\text{ kJ/(kgK)}$

Taloon asennettavan ilmanvaihtokoneen myötä saadaan talosta poistettavasta lämmöstä suurin osa talteen siirtämällä se ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotokennossa tuloilman lämmöksi. Taloon luonnostellulle Vallox 150 effect SE ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotolle valmistaja lupaa noin  $\eta_{lto} = 80\%$  hyötysuhteen, joka saavutetaan energiatehokkaalla vastavirtalevylämmönsiirtimellä. Taloon tuotavasta ilmasta jää lämmitettäväksi vain n.  $20\%$ . Tämä ei tietenkään näy suoraan energian säästönä, vaan pitää myös ottaa huomioon mm. ilmanvaihtokoneen puhaltimien käyttämä energia (taulukko 2). Vanhassa järjestelmässä tämän korvasi suoraan painovoimaisuus. IV-koneen kanssa ilmanvaihdon tarvitsema lämmitysteho saadaan kaavalla 5.

$$\dot{Q}_{iv} = (T_s - T_u) * \rho_i * c_{pi} * (1 - \eta_{lto}) \quad \text{KAAVA 5}$$

$\dot{Q}_{iv}$  = ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W

$T_s$  = sisäilman lämpötila,  $^{\circ}\text{C}$

$T_u$  = ulkoilman lämpötila,  $^{\circ}\text{C}$

$\rho_i$  = ilman tiheys,  $1,2\text{ kg/m}^3$

$c_{pi}$  = ilman ominaislämpökapasiteetti,  $1,0\text{ kJ/(kgK)}$

$\eta_{lto}$  = lämmöntalteenottolaitteen hyötysuhde

TAULUKKO 2. Vallox 150 effect SE -puhaltimien tehon kulutus (Vallox 150 effect SE, tekninen esite)

| Puhallinnopeudet | Poistoilmavirta dm <sup>3</sup> /s | Puhaltimien ottoteho W |
|------------------|------------------------------------|------------------------|
| 1                | 40                                 | 35                     |
| 2                | 60                                 | 50                     |
| 3                | 70                                 | 70                     |
| 4                | 80                                 | 90                     |
| 5                | 95                                 | 125                    |
| 6                | 110                                | 180                    |
| 7                | 125                                | 260                    |
| 8                | 145                                | 340                    |

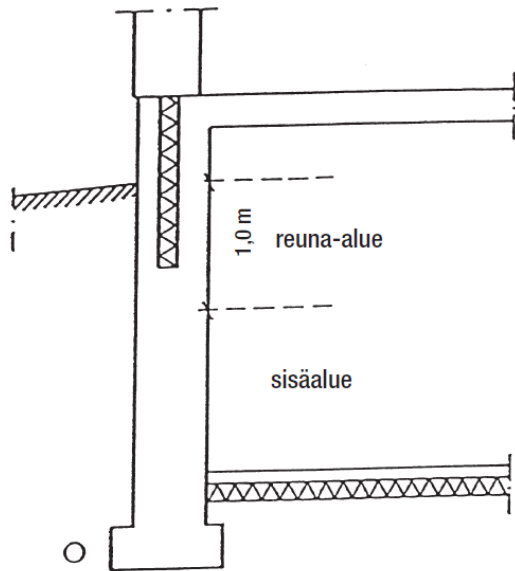
## 3.2 Lämmitysjärjestelmä

### 3.2.1 Tilojen lämpöhäviöiden laskenta

Talon lämpöhäviöiden selvittämiseksi talon rakennusmateriaalit oli selvitettävä. Talon ulkoseinät on rakennettu pääasiassa vuonna 1973 paljon kivitaloissa käytetyistä Leca®-harkoista. Talon julkisivun ja yläkerran seinien rakennusmateriaalina on käytetty Leca®-harkkoja, joiden eristystä on parannettu lasivillatäytteellä. Remontin yhteydessä talon ovet ja ikkunat vaihdetaan nykyiset lämmöneristysvaatimukset täyttäviin tuotteisiin. Ilmanvaihto uusitaan painovoimaisesta ilmanvaihdosta koneelliseen lämmöntalteenotolla varustettuun ilmanvaihtoon.

#### Alakerran seinien lämpöhäviöt

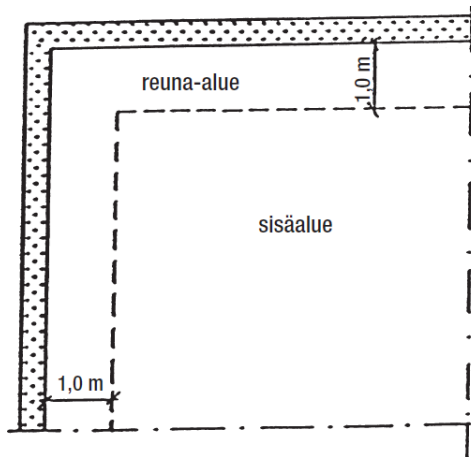
Alakerran seinien lämpöhäviöiden selvittämiseksi täytyi ensin laskea U-arvo seinäkohtaisesti. Alakerran seinien lämpöhäviöiden tarkan lämpöhäviön laske-  
mista vaikeutti maaperän vaikutus talon taka- ja sivuseinillä, koska kyseessä on rinteeseen rakennettu talo (kuva 5). Reuna-alueen korkeus piti arvioida rakenteista paikanpäällä.



KUVA 5. Seinän maanvastaisen osan aluejako (Rakennus määräskokoelma osa C4 2003, 19)

### Alapohjan lämpöhäviön laskenta

Alapohjan eristeet vaihdettiin lattioiden purkamisen yhteydessä. Alapohjan eristyspaksuudeksi valittiin Suomen rakennusmääräyskokoelman määräykset täyttävä 200 mm eristyspaksuus styrox-levyillä. Kun eristyspaksuus tiedettiin, pystyttiin laskemaan helposti huonekohtaiset lattioiden lämpöhäviö. Lattian lämpöhäviöiden mitoitusta vaikeutti se, että talo on rakennettu rinteeseen, jolloin maaperän korkeus vaikutti reuna-alueen lämpöhäviöiden laskentaan. Sisäalue otettiin huomioon vain talon etuseinustalla. Tarkan lämpöhäviön saamiseksi myös talon alapohja täytyy jakaa reuna- ja sisäalueisiin (kuva 6).



KUVA 6. Maanvaraisen alapohjan aluejako (Suomen rakennusmääräyskokoelma osa C4 2003, 18)

### Ikkunoiden ja ovien lämpöhäviöt

Ikkunat vaihdettiin uusiin 3-kerroslaseihin, jotka täyttävät nykyiset Suomen rakennusmääräyskokoelman asettamat arvot. Uusien ikkunoiden ja ovien lämmönjohtavuusarvot saatiin valmistajalta ja niiden perusteella laskettiin lämpöhäviöt. Uusien ikkunoiden U-arvo on  $1 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

### Yläkerran lämpöhäviöt

Yläkerrassa lämpöhäviöt laskettiin huonekohtaisesti uusilla ikkunoilla ja ovilla. Talon Leca®-harkoista rakennettujen seinien U-arvo löytyi suoraan valmistajan sivuilta (<http://www.e-weber.fi/>). Yläpohjan lämpöhäviöt saatiin arvioimalla eristyskerroksen paksuus ja laskemalla tunnetuilla U-arvoilla lämpöhäviö. Välipohjan lämpöhäviötä ei huomioitu, koska alakerrassa huoneen lämpötila on sama kuin yläkerrassa.

### 3.2.2 Lämmönjakojärjestelmä

Yläkerran patteriverkosto ja patterit on suunniteltu MagiCAD-ohjelmistoa käyttäen. Patteriverkoston putkien piirtäminen onnistuu, kun valitaan haluttu putkilaatu ohjelman putkivalikoimasta. Putkien koot ohjelma mitoittaa automaattisesti, kun ohjelmalle asetetaan maksimivirtausnopeudet putkea kohden. Putkikoon lukitus onnistuu, jos haluaa itse määrittää putkikoot esimerkiksi itse lasketuilla arvoilla tai taulukosta valituilla arvoilla. Myös talon rakenteelliset erikoiskohdat voivat vaatia tätä.

Ohjelmalla pystyttiin valitsemaan lämmityspatterit halutun tehon mukaan kymmenien valmistajien valikoimista. Kun verkostolle on annettu haluttu meno- ja paluuveden lämpötila, ohjelma tarjoaa automaattisesti oikean patterityypin valmistajien luetteloista. Taloon valittiin Purmon valmistamat paneeliradiaattorit.

### **Patteriverkosto**

Entiset lämmitysverkoston putket oli viety alakerran pattereille alapohjassa lattiavalun sisällä. Yläkerran pattereille syöttöputket oli haaroitettu patterikohtaisesti alakerran katossa kulkevasta runkojohdosta. Uudessa luonnoksen mukaisessa järjestelmässä yläkerran pattereille on suunniteltu oma lämmönjakoverkosto, joka kulkee alakerran katon rajassa. Putkistot koteloidaan huoneissa. Takka- ja suihkuhuoneessa putket voidaan kuljettaa kattopaneelin alla.

Yläkertaan asennettavien pattereiden mitoituksessa tulee ottaa huomioon taloon asennettava maalämpöpumppu. Yleisesti käytetty mitoitus lämpötila lämmityspattereille on 60 / 40 °C (meno- / paluuvesi). Uudessa järjestelmässä patterit on mitoitettu käyttämään 45 / 35 °C lämpötiloja, joten pattereiden kokoa jouduttiin kasvattamaan huomattavasti.

Maalämpöpumpun hyötysuhde laskee huomattavasti menoveden lämpötilan noustessa yli 35 °C:n. Pattereiden menoveden lämpötilaksi valittiin 45 °C ja paluuveden 35 °C. Tällöin saadaan aikaan 10 °C:n jäähtyminen pattereissa. Nämä lämpötilat toteutuvat tietenkin vain mitoituspakkasella, joka on –32 °C.

Pattereiden teho voidaan laskea kaavalla 6.

$$\dot{Q}_{\text{patteri}} = \rho_v \cdot c_{pv} \cdot q_v (T_m - T_p)$$

KAAVA 6.

$\dot{Q}_{\text{patteri}}$  = patterin tuottama teho, kW

$T_m$  = menoveden lämpötila, °C

$T_p$  = paluuveden lämpötila, °C

$\rho_v$  = veden tiheys, 1 kg/dm<sup>3</sup>

$c_{pv}$  = ilman ominaislämpökapasiteetti, 1,0 kJ/(kgK)

$q_v$  = mitoitusvirtaama, dm<sup>3</sup>/s

Korkeammilla ulkolämpötiloilla voidaan menoveden lämpötilaa laskea ja maalämpöpumppu toimii paremmalla hyötysuhteella. Pattereiden kokoa jouduttiin kasvattamaan huomattavasti alkuperäisestä matalamman menoveden lämpötilan takia.

TAULUKKO 2. Purmo compact paneeli radiaattorin tehontarve eri lämpötiloilla (Purmo, tekninen esite)

| KORKEUS<br>400 MM   | Radiaattori-<br>tyyppi | Pituus<br>mm | LVI-koodi | Teho W     | Teho W     | Teho W     | Paino<br>kg |
|---|------------------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
|   |                        |              |           | 70/40/20°C | 55/45/20°C | 45/35/20°C |             |
| <b>C 21</b><br>$\phi_n = 963 \text{ W/m } (\Delta t 50)$<br>$\phi_n = 497 \text{ W/m } (\Delta t 30)$<br>$n = 1,2940$ | C 21                   | 400          | 5418422   | 224        | 197        | 115        | 7,5         |
|   | C 21                   | 500          | 5418423   | 280        | 247        | 144        | 9,4         |
|   | C 21                   | 600          | 5418424   | 336        | 296        | 172        | 11,3        |
|   | C 21                   | 700          | 5418425   | 391        | 345        | 201        | 13,1        |
|   | C 21                   | 800          | 5418426   | 447        | 395        | 230        | 15,0        |
|   | C 21                   | 900          | 5418427   | 503        | 444        | 259        | 16,9        |
|   | C 21                   | 1 000        | 5418428   | 559        | 493        | 287        | 18,8        |
|   | C 21                   | 1 100        | 5418429   | 615        | 543        | 316        | 20,6        |
|   | C 21                   | 1 200        | 5418430   | 671        | 592        | 345        | 22,5        |
|   | C 21                   | 1 400        | 5418432   | 783        | 691        | 402        | 26,3        |

## Lattialämmitys

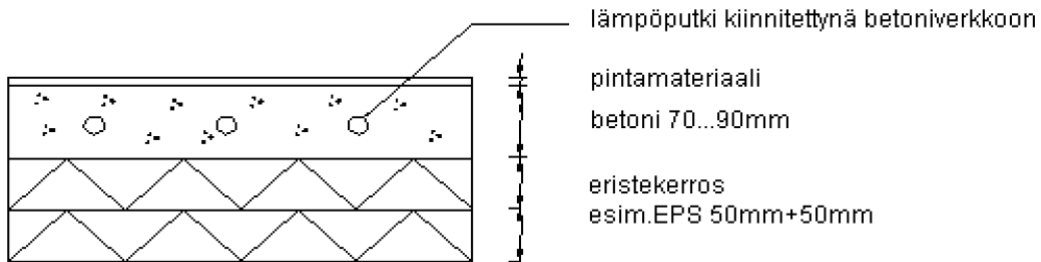
Cads-ohjelmiston avulla on laskettu alakerran lämpöhäviöt ja sen perusteella on mitoitettu lattialämmityspiirit ja tasapainoitettu lattialämmityksen jakotukki. Samalla ohjelmalla pystyttiin mitoittamaan lattialämmityspiirien painehäviöt, virtaamat ja lämpötilahäviöt piiri- sekä jakotukkikohtaisesti. Lattialämmityspiirien esisäättöarvot saadaan suoraan esille ohjelmasta ja voidaan tulostaa suunnitelmaan. Järjestelmän asennuksen jälkeen asetetaan saadut arvot jakotukin venttiileille. Näitä arvoja voidaan käyttää lattialämmityspiirin pumppua mitoitettaessa.

Kun lämpöhäviöt oli huonekohtaisesti laskettu, oli helppo piirtää Cads-ohjelmistolla lattialämmityspotket huoneiden lattiaan. Lähes poikkeuksetta huoneissa käytettiin putkien etäisyytenä toisistaan 150 mm, jotta vanhan asunnon suuret huonekohtaiset lämpöhäviöt saataisiin katettua. 150 mm:n putkijaolla putket on helppo asentaa lattiavalun valuverkkoon, koska harjateräksien tiheys on lattiavaluverkossa 150 mm. Lattialämmityspotket kierrätetään aina ensin kylmien seinien ja ikkunoiden alta, jotta lämpö saataisiin sinne, missä sitä eniten tarvitaan. Putket suunniteltiin spiraali-muotoon, jolloin meno- ja paluuvesi kiertävät aina vierekkäin. Tällä putkitusmuodolla lattian pintalämpötila saadaan



mahdollisimman tasaiseksi. Lattialämmityspotket asennetaan lattiavaluun kuvan 7 mukaan.

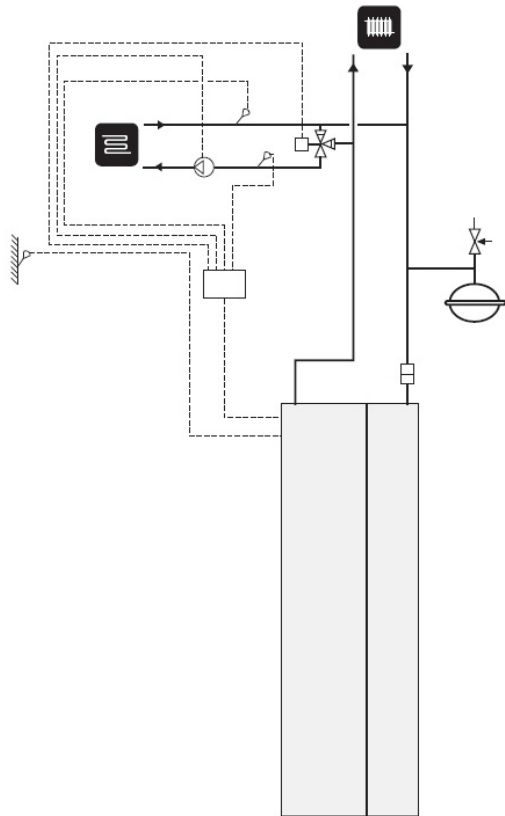
#### ALAPOHJA MAAVARAINEN



KUVA 7. Alapohjan rakenne lattialämmitys putkien kanssa

Lattialämmitys käyttää eri menoveden lämpötilaa kuin patterilämmitys. Lattialämmityksen menoveden lämpötila on mitoitettu 32 °C:seen ja pattereiden 45 °C:seen. Maalämpöpumpun on kuitenkin mahdotonta pumpata eri lämpötiloja eri lämmitysjärjestelmille ilman erillistä lämmitysvastusta korkeamman lämmönjakoverkon piirissä. Tämän takia joudutaan maalämpöpumpun tuottolämpötila nostamaan patteriverkon tarvitsemaan 45 °C lämpötilaan. Maalämpöpumpulta haaroitetaan lattia- ja patterilämmitys omiksi verkostoiksi. Lattialämmitysverkostolle asennetaan oma shunttipiiri, jota ohjataan 3-tieventtiiliä säätämällä. Näin saadaan sekoitettua lattialämmitysverkoston menoveden lämpötila lattialämmityksen tarvitsemaan lämpötilaan.

Lattialämmityksen shunttipiirissä 3-tieventtiili sekoittaa pumpulta tulevaa 45-celsiusasteista vettä ja lattialämmitysverkostosta palaavaa vettä oikeassa suhteessa keskenään. 3-tieventtiiliä ohjaa maalämpöpumpun ohjauslogiikkapiiri pumpulle ohjelmoidun asetusarvon perusteella. Shunttipiirille pitää myös asentaa oma kiertovesipumppu (kuva 8).

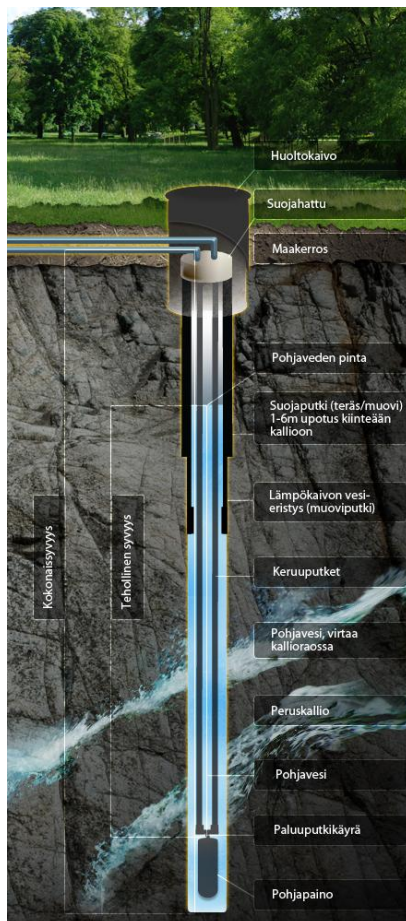


*KUVA 8. Nibe-maalämpöpumpun kytkentä lattia- ja patterilämmityspiireihin  
([www.nibe.fi](http://www.nibe.fi), tekninen esite)*

## 4 LÄMMÖNTUOTANTO

Luonnokseen valittiin lämmitysmuodoksi maalämpöpumppu, joka asennetaan talon entiseen lämmönjakohuoneeseen. Lämmönjakohuone on sijoitettu keskele taloa alakertaan. Lämmönjakohuoneesta on hyvät yhteydet ympäri taloa lämmön jakopiirien toteutusta ajatellen. Myös lämmön tuotannosta ja varastoinnista syntyvä hukkalämpö johtuu lähes täysin talon käyttöön.

Maalämmön liuospiiri asennetaan porakaivoon talon pienen tontin ja suhteellisen lähellä maan pintaa olevan peruskallion takia. Porakaivo tehdään talon omalle tontille. Porakaivoon asennetaan putki, jossa kiertää maalämpöpumpun lauhduttimen jäähdyttävä vesi-etanooliliuos (kuva 9).



KUVA 9. Lämpökaivon rakenne (suomenenergiakaivot.fi)

Maalämpöpumppu on oiva valinta, kun halutaan energiatehokasta ja varmaa ratkaisua talon lämmitykseen. Maalämpöpumpun hinta asennuksineen on suhteellisen kallis verrattuna muihin lämmitysmuotoihin, mutta maksaa itsensä takaisin 10–15 vuoden aikana. Asunto on aina pitkäaikainen sijoituskohde, ja myös jälleenmyyntiarvon kannalta moni arvostaa energiatehokasta lämmitysmuotoa.

## **5 ENERGIATEHOKKUUS**

Energiatehokkuusluku kuvastaa asunnon vuotuista energiankulutusta. Energiatehokkuuslukuun vaikuttavia suurimpia tekijöitä ovat asunnon eristys, pinta-ala ja tilavuus, ilmanvaihto, asukasluku ja asunnon lämmitysmuoto.

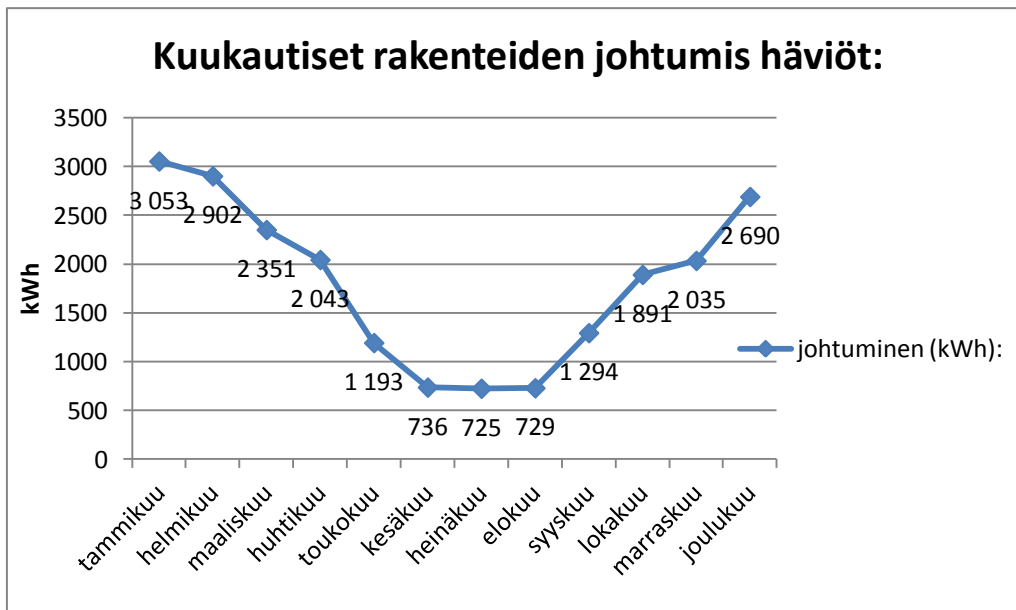
Vuonna 1973 ei ole ollut nykyaikaisten vaatimusten kaltaisia määräyksiä asunnon energiankulutuksesta. Uudisrakennuksissa on jo pakollisena lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihto. Lämmitysmuotoon täytyy kiinnittää huomiota ja rakennusluvassa määrätään asunnon energiankäyttöön liittyviä säädöksiä.

Energiatehokkuusluvun laskeminen ei ole pakollinen peruskorjattaessa vanhaa omakotitaloa. Energiatehokkuuslukeman perusteella saadaan suuntaa-antava arvo, jolla voidaan tarkastella miten lähes 40 vuotta vanha asunto vastaa nykyajan rakennusten energiankulutusta.

Asunnon energiatehokkuusluku on laskettu vuoden 2007 Suomen rakentamismääräyskokoelman D5:n mukaisesti. Laskut on tehty Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Asunnossa on käytetty mitoittavana ulkolämpötilana Jyväskylän säävyöhykettä.

### **5.1 Lämmön johtuminen rakenteiden läpi**

Talon energiankulutuksesta suurin osa koostuu rakenteiden läpi johtuvasta lämmityslämmöstä. Tämän vähentämiseksi Suomen rakennusmääräyskokoelmien ohjearvoja tiukennetaan tietyin väliajoin alapohjan, seinien ja katon U-arvojen kohdalta. Kuvasta 9 selviää tässä työssä luonnostellun kuukausittaiset talon rakenteiden läpi johtuvat lämpöhäviöt.

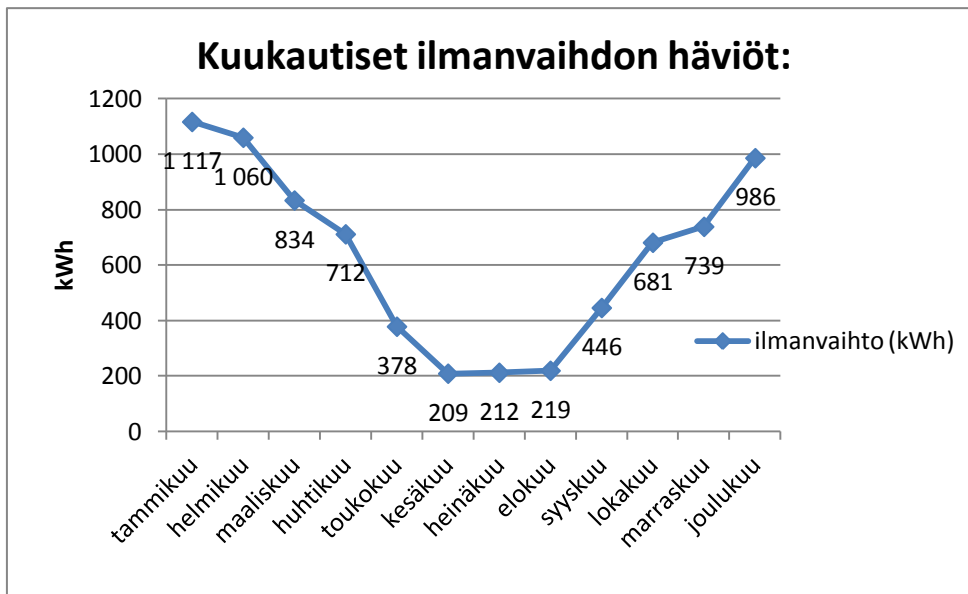


KUVA 9. Rakennuksen keskimääräiset kuukausittaiset rakenteiden johtumishäviöt

## 5.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdosta koitua vuosittainen energiankulutus on noin 1/3 asunnon koko lämmitysenergian kulutuksesta. Parantamalla ilmanvaihtoa saavutetaan parempi asuinmukavuus ja poistetaan paremmin kosteutta ja epäpuhtauksia sisäilmasta.

Väärin suunniteltu ilmanvaihto, kuten ylipaineiseksi talon tekevä ilmanvaihto, saattaa aiheuttaa vakavia kosteus- ja homeongelmia rakenteisiin, koska kostea sisäilma tunkeutuu rakenteisiin. Oikein suunniteltu ja asennettu ilmanvaihtokanavisto, päätelaitteet sekä ilmanvaihtokone pitävät huoneilman sekä talon energiatehokkuuden hyvänä. Taloon luonnostellulla ilmanvaihdolla muodostuu kuvan 10 mukainen kuukausittainen energiankulutus.





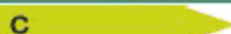




KUVA 10. Rakennuksen keskimääräiset kuukausittaiset ilmanvaihdon häviöt

### 5.3 Käyttöveden kulutus

Käyttöveden kulutus on vuoden ympäri suunnilleen samaa luokkaa. Peseytymiseen ja ruoanlaittoon eivät vuotuiset lämpötilaerot juurikaan vaikuta. Täten käyttöveden kulutukseen tarvittavan energiankulutuksen poikkeavuudet voidaan laskea suoraan kuukausittain jokaisen kuukauden päivien lukumäärän mukaan. Käyttöveden vuotuinen energiankulutus oli 8 785 kWh, joka saatiin Suomen rakentamismääräyskokoelman D5, 2007 ohjeen mukaan.

### 5.4 Energiatehokkuusluku

Talon energiatehokkuusluvuksi saatiin Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden mukaan laskettuna 116,1 kWh/brm<sup>2</sup>/v, joka vastaa A-luokan energiatehokkuutta. Energiatehokkuusluokka saadaan vertaamalla saatua energiatehokkuuslukua taulukon arvoon (kuva 11). Tähän vaikutti huomattavasti taloon luonnosteltu maalämpöpumppu, koska lämmitykseen kulutetusta energiasta noin kaksi kolmasosaa kehitetään maalämpöpumpulla. Öljyllä lämmitettynä talon energiatehokkuusluvuksi olisi muodostunut 195,4 kWh/brm<sup>2</sup>/v, joka vastaa D-luokan taloa. Talossa ei käytetä kesällä jäähdytystä, joka parantaa myös huomattavasti energiatehokkuuslukua.

| ET-luku   | 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>  |

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

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

KUVA 11. Talon energiatehokkuus



## 6 YHTEENVETO

Työnä oli tehdä luonnokset peruskorjattavan omakotitalon lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmistä sekä vertailla vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja. Lämmitysmuodoksi luonnokseen valittiin maalämpöpumppu, jolla saadaan huomattavat säästöt pidemmällä aikavälillä. Lämmönjako taloon toteutetaan vesikiertoisella lattialämmityksellä ja pattereilla. Lattialämmitys toimii hyvin maalämpöpumpun kanssa, sen tarvitseman matalan menoveden lämpötilan ansiosta. Pattereiden mitoituksessa otettiin huomioon maalämpöpumpusta saatava matala menoveden lämpötila, joten patterit mitoitettiin huomattavasti suuremmiksi kuin ennen yleisesti käytetyssä 60 / 40 °C (meno- / paluuvesi) toimivassa patterilämmitys järjestelmässä.

Ilmastointikanavien toteutus luonnostellulla tavalla aiheuttaa hieman näkyvää haittaa talon alakertaan putkien sijoittelun takia. Huoneiden ilmavirtojen tasapainoitus tulee olemaan hankalaa putkikanavien pituuserojen aiheuttamien paine-erojen vuoksi. Kaikkia haaroituksia ja liitoksia ei voitu toteuttaa standardien mukaisella tavalla, koska tilaa ei ollut tarpeeksi.

Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa ei ollut suuria ongelmia. Ainoastaan yläkerran patterilämmitys vaati hieman korkeamman menoveden lämpötilan mitoituspakkasilla kuin mikä olisi optimaalinen vaihtoehto maalämpöpumpulle. Tämän takia maalämpöpumpun COP-arvo kärsii hieman. Talon energiatehokkuusluku muuttui huomattavasti vaihdettaessa vanha öljypoltin maalämpöpumppuun ja ilmanvaihdon muuttuessa koneelliseksi lämmöntalteenotolla varustettuun. Myös ikkunoiden ja ovien uusinta paransivat energiatehokkuutta huomattavasti.

## LÄHTEET

RakMK D2. 2010. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2010. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

[http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010\\_suomi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010_suomi_22-12-2008.pdf). Hakupäivä 15.11.2011.

RakMK D2. 2010. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2010. Ympäristöministeriö. Saatavissa:

[http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010\\_suomi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010_suomi_22-12-2008.pdf). Hakupäivä 15.11.2011.

NIBE Energy Systems Oy. maalämpöpumpun tekninen esite. Saatavissa:

<http://www.nibe.fi/Tuotteet/Maalampopumput/Tuotevalikoima/NIBE-F1245/> Hakupäivä 15.11.2011.

Vallox 150 effect Se VLK –ilmanvaihtokoneen tekninen esite. Saatavissa:

[http://www.vallox.com/tiedostot/4/pdf/1046\\_TEKN150MLVefSE\\_SF\\_260312/](http://www.vallox.com/tiedostot/4/pdf/1046_TEKN150MLVefSE_SF_260312/). Hakupäivä 4.2.2012.

Lämpökaivon rakenne. Saatavissa:

[http://www.suomenenergiakaivot.fi/tiedostot/Energiakaivon\\_rakenne\\_Suomen\\_Energiakaivot\\_Oy.jpg](http://www.suomenenergiakaivot.fi/tiedostot/Energiakaivon_rakenne_Suomen_Energiakaivot_Oy.jpg). Hakupäivä 10.5.2012.

Purmo, Rettig Lämpö Oy. paneeliradiaattoreiden tekninen esite. Saatavissa:

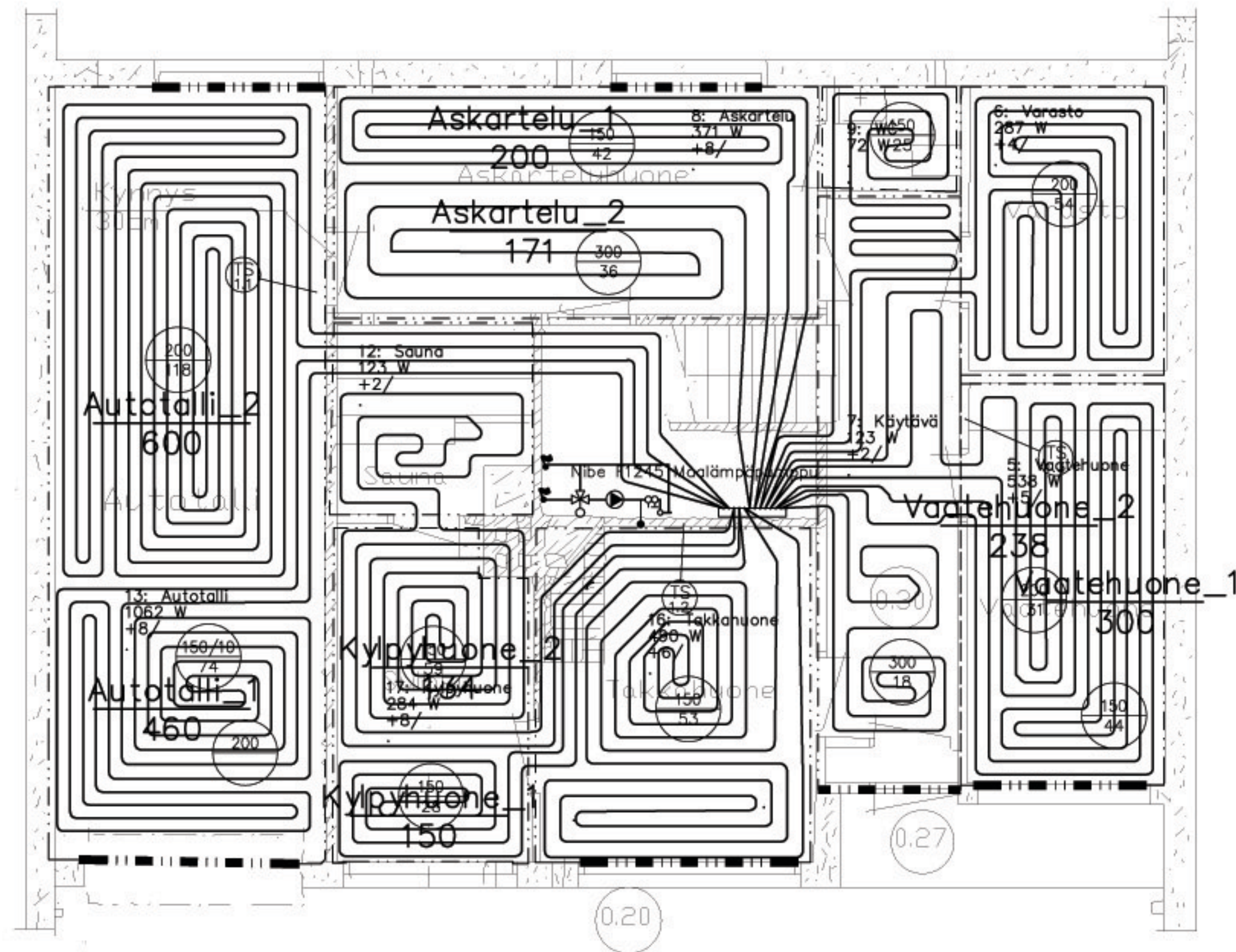
<http://www.purmo.com/fi/tuotteet/paneeliradiaattorit.htm>. Hakupäivä 10.3.2012.

Fläkt woods Oy. Ilmanvaihtokanavien päätelaitteet. Saatavissa:

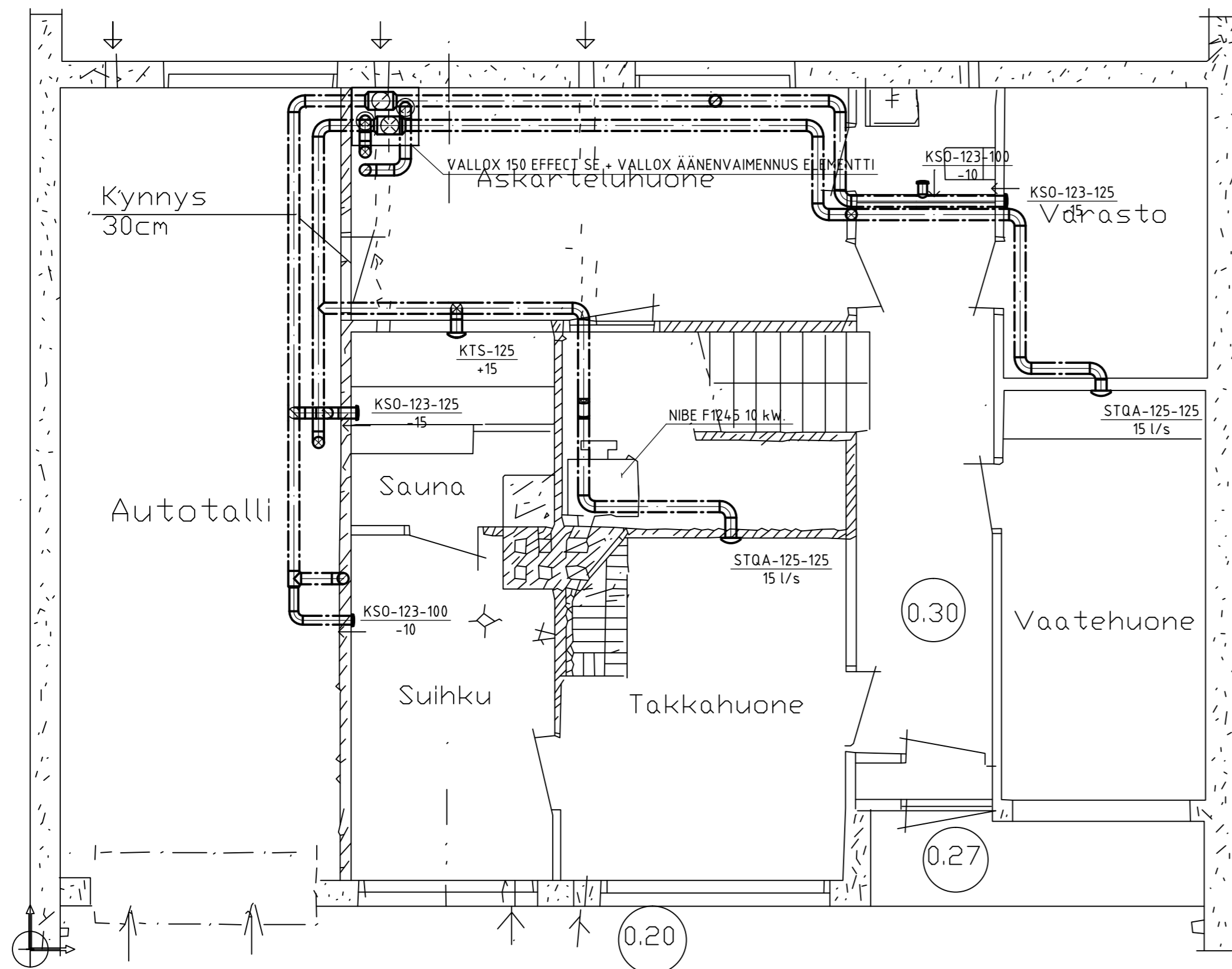
<http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/paatelaitteet/venttiilit>. Hakupäivä 12.3.2012.

JT1 WJT12  
 JT PAINEHÄVIÖ 2,4 kPa  
 JT VIRTAAUS 551 l/h

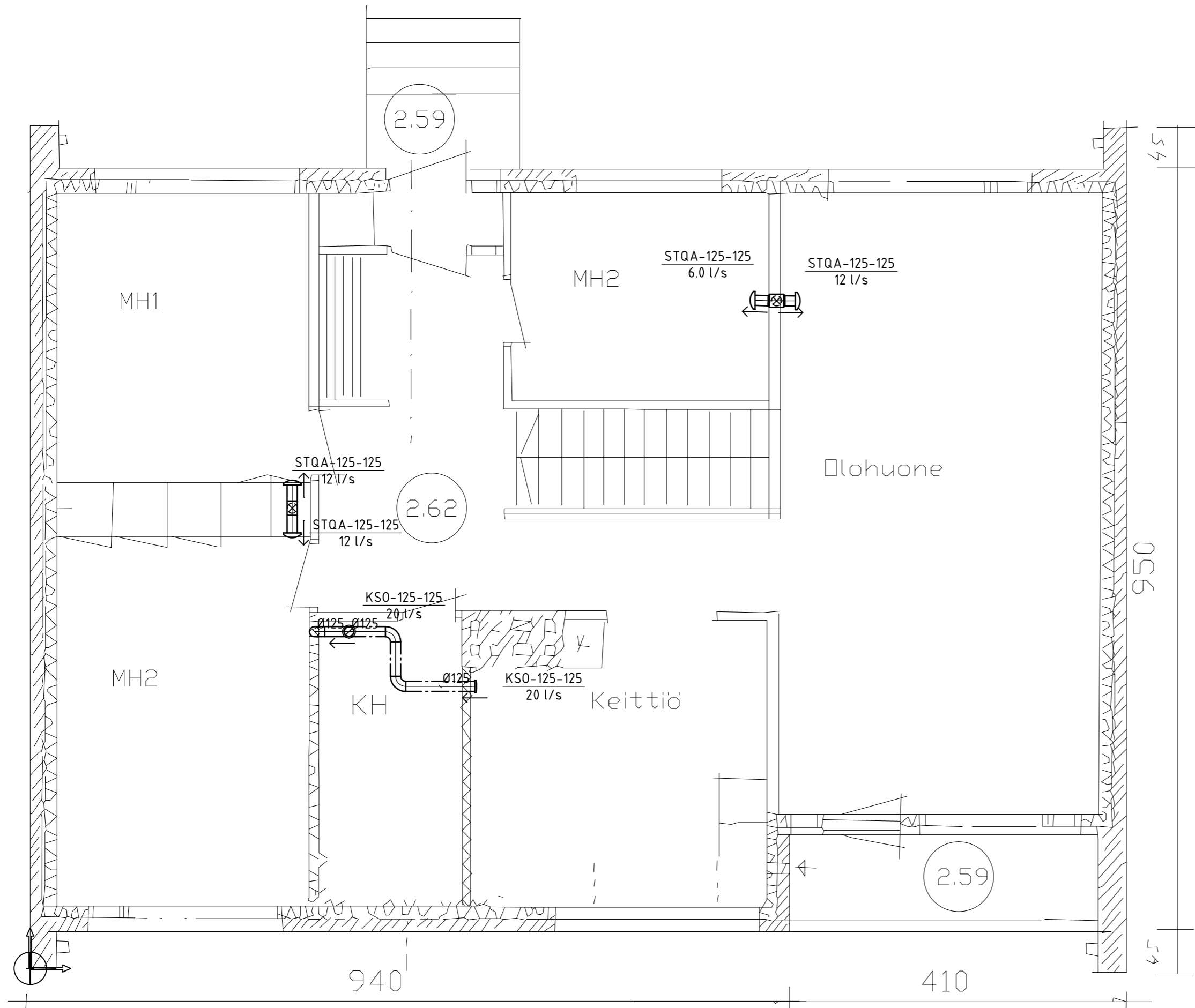
| LÄHTÖ | HUONE        | PAINEH.<br>kPa | VIRT.<br>l/h | Kv   | Es   | AS.VÄLI<br>mm | PUTKI     | SYV.<br>mm | PIT.<br>m | LATTIARAKENNE                | MENO<br>°C | JÄÄHT.<br>°C | TEHO<br>W/m² | EI ASEN.<br>m² | LATTIA<br>°C | SLÄMPÖ<br>°C | TEHO<br>W |
|-------|--------------|----------------|--------------|------|------|---------------|-----------|------------|-----------|------------------------------|------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|-----------|
| 1     | Käytävä      | 0,38           | 42           | 0,29 | 0,75 | 300           | Warmia/16 | 40         | 18        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 4            | 36           | 0              | 24,7/23,5    | 20           | 195       |
| 2     | Vaatehuone_1 | 1,89           | 64           | 0,87 | 1,5  | 150           | Warmia/16 | 40         | 44        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 4,7          | 52           | 0              | 25,5/25      | 20           | 347       |
| 3     | Vaatehuone_2 | 1,13           | 58           | 0,51 | 1    | 200           | Warmia/16 | 40         | 31        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 4,3          | 46           | 0              | 25,2/24,4    | 20           | 295       |
| 4     | Varasto      | 1,28           | 45           | 0,42 | 0,75 | 200           | Warmia/16 | 40         | 54        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 7,6          | 36           | 0              | 24,1/23,6    | 20           | 397       |
| 5     | WC           | 0,59           | 45           | 0,33 | 0,75 | 150           | Warmia/16 | 40         | 25        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 4            | 54           | 0              | 25,7/25,1    | 20           | 208       |
| 6     | Askartelu_1  | 0,34           | 30           | 0,21 | 0,5  | 150           | Warmia/16 | 40         | 42        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 7            | 38           | 0              | 25,1/24,7    | 21           | 247       |
| 7     | Askartelu_2  | 0,15           | 16           | 0,11 | 0,25 | 300           | Warmia/16 | 40         | 36        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 10           | 18           | 0              | 23,6/22,9    | 21           | 192       |
| 8     | Takkahuone   | 2,22           | 63           | 1,36 | 2    | 150           | Warmia/16 | 40         | 53        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 4,6          | 41           | 0              | 26,4/26      | 22           | 333       |
| 9     | Kylpyhuone_1 | 0,82           | 51           | 0,4  | 0,75 | 150           | Warmia/16 | 40         | 28        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 3            | 41           | 0              | 27,4/27      | 23           | 177       |
| 10    | Kylpyhuone_2 | 1,62           | 49           | 0,54 | 1    | 150           | Warmia/16 | 40         | 59        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 5,2          | 33           | 0              | 26,6/26,3    | 23           | 299       |
| 11    | Autotalli_2  | 2,4            | 41           | 2,25 | 4    | 200           | Warmia/16 | 40         | 118       | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 16           | 32           | 0              | 18,7/18,2    | 15           | 762       |
| 12    | Autotalli_1  | 1,89           | 47           | 0,64 | 1,25 | 150/10 200    | Warmia/16 | 40         | 74        | Graniitti 10 mm, laasti 2 mm | 32         | 12,1         | 53/46        | 0              | 20,6/19,6    | 15           | 667       |



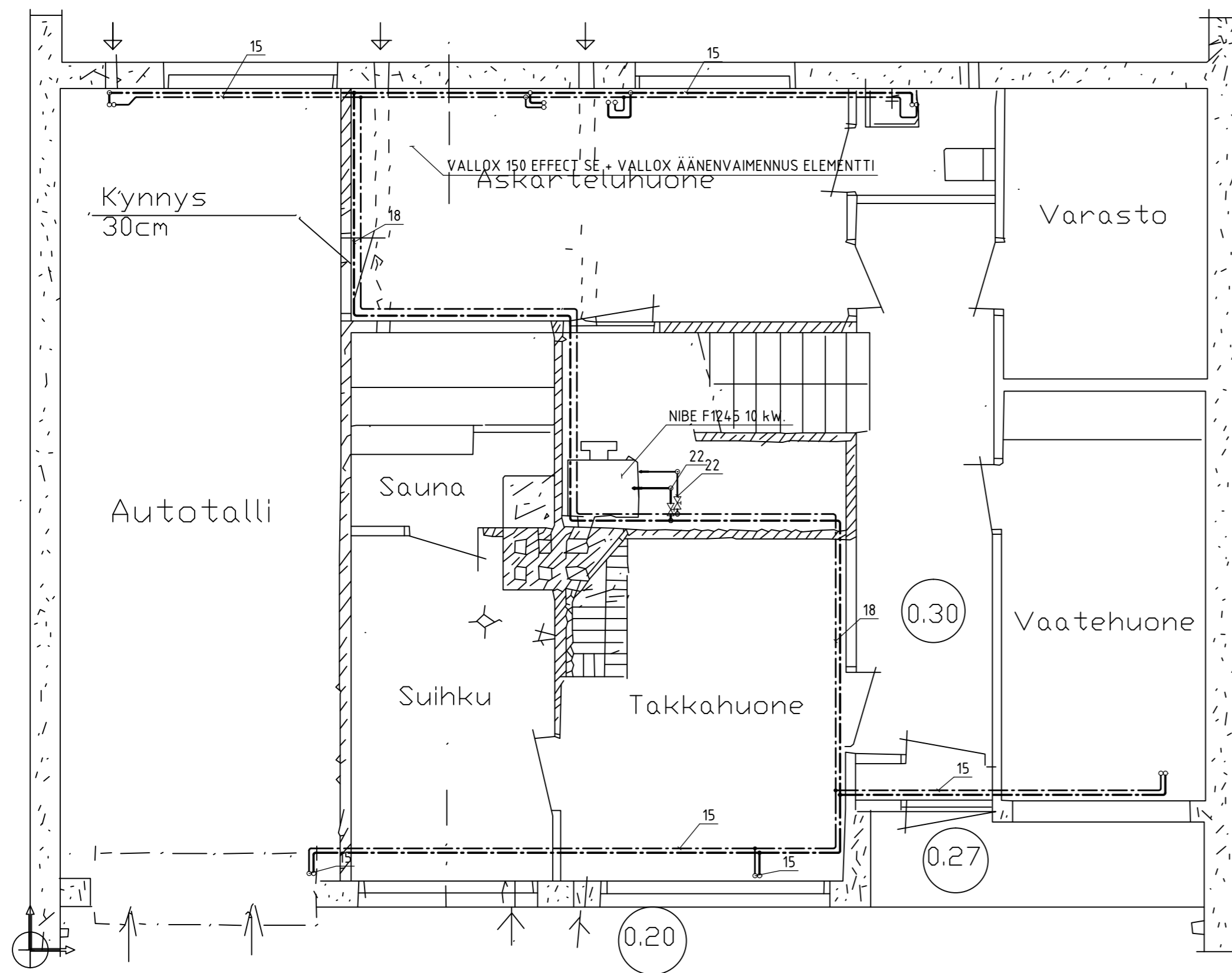
|   |               |                               |   |  |
|---|---------------|-------------------------------|---|--|
| K.O.SA./KYLÄ  | KORTTELI/TILA | TONTTI/RN: O                  | VIKANOIMISTEN ARKISTOIMINTOJA VARTEN                      |  |
| RAKENNUSTOMENPIDE<br>MUUTOS                                     |               | PIRUSTUSLAJI<br>LVI           | JUKS. N:O<br>1  |  |
| RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE<br>Talo Äikäs<br>Sillankorvantie |               | PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ<br>LVI-LL | MITTAKAAVA<br>1:50  |  |
| SUUNN. JA<br>PVM 9.5.2012                                       |               | PIRUSTUKSEN<br>TARK.          | SUUNNITTELUALUE, TYÖN NUMERO JA PIRUSTUKSEN NUMERO<br>LVI |  |
| ALUEKIRJ.   |               | TILAAJAN N:O                  |   |  |



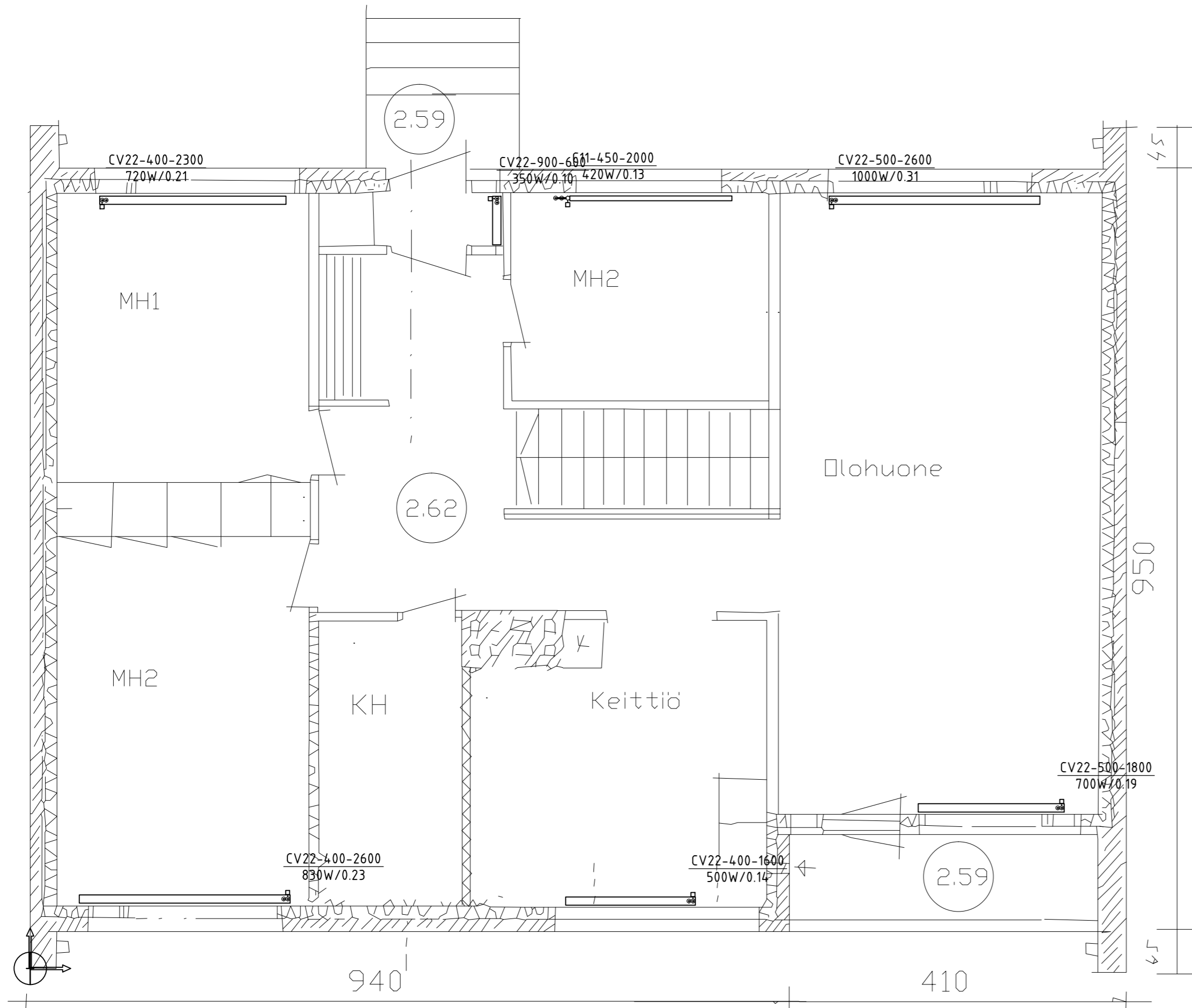
|   |                      |            |  |                     |
|---|----------------------|------------|--|---------------------|
| K.O.S.A.<br>HEIKKILÄNKANGAS   | KORTTELI/TILA        | TONTTI/RNo | VIRANOMAISTEN MERKINTÖJÄ                   |                     |
| RAKENNUSTOIMENPIDE<br>SANEERAUS   |                      |            | PIIRUSTUSLAJI<br>ILMANVAIHTO               | JUOKS.No            |
| RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE<br>TALO ÄIKÄS<br>SILLANKORVANTIE 5<br>90310<br>OULU |                      |            | PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ<br>ILMANVAIHTO 1 KRS. | MITTAKAAVAT<br>1:50 |
|   | SUUNALA<br>LVI       | TYÖ No     | PIIR.No<br>2                               | MUUTOS              |
|   | PÄIVÄYS<br>15.5.2012 | YHT.HENK.  |  |                     |



|   |                |            |                                     |             |
|---|----------------|------------|-------------------------------------|-------------|
| K.O.SA<br>HEIKKILÄNKANGAS   | KORTTELI/TILA  | TONTTI/RNo | VIRANOMAISTEN MERKINTÖJÄ            |             |
| RAKENNUSLOINPIDE<br>SANEERAUS   |                |            | PIIRUSTUSLAJI<br>ILMANVAIHTO        | JUOKS.No    |
| RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE<br>TALO ÄIKÄS<br>SILLANKORVANTIE 5<br>90310<br>OULU |                |            | PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ<br>ILMANVAIHTO | MITTAKAAVAT |
|   | SUUNALA<br>LVI | TYÖ No     | PIIR.No<br>3                        | MUUTOS      |
|   | PÄIVÄYS        | YHT.HENK.  |                                     |             |



| K.O.SA                         | KORTTELI/TILA | TONTTI/RNo | VIRANOMAISTEN MERKINTÖJÄ |             |
|--------------------------------|---------------|------------|--------------------------|-------------|
| HEIKKILÄNKANGAS                |               |            |                          |             |
| RAKENNUSOIMENPIDE              |               |            | PIIRUSTUSLAJI            | JUOKS.No    |
| SANEERAUS                      |               |            | LVI-PIIRUSTUS            |             |
| RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE |               |            | PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ     | MITTAKAAVAT |
| TALO ÄIKÄS                     |               |            | LÄMMITYS                 | 1:50        |
| SILLANKORVANTIE 5              |               |            |                          |             |
| 90310                          |               |            |                          |             |
| OULU                           |               |            |                          |             |
|                                | SUUNALA       | TYÖ No     | PIIR.No                  | MUUTOS      |
|                                | LVI           |            | 4                        |             |
|                                | PÄIVÄYS       | YHT.HENK.  |                          |             |



|   |                |            |   |             |
|---|----------------|------------|---|-------------|
| K.O.SA<br>HEIKKILÄNKANGAS   | KORTTELI/TILA  | TONTTI/RNo | VIRANOMAISTEN MERKINTÖJÄ                  |             |
| RAKENNUSTOIMENPIDE<br>SANEERAUS   |                |            | PIIRUSTUSLAJI<br>LÄMMITYS                 | JUOKS.No    |
| RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE<br>TALO ÄIKÄS<br>SILLANKORVANTIE 5<br>90310<br>OULU |                |            | PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ<br>LÄMMITYS YLÄKERTA | MITTAKAAVAT |
|   | SUUNALA<br>LVI | TYÖ No     | PIIR.No<br>5                              | MUUTOS      |
|   | PÄIVÄYS        | YHT.HENK.  |   |             |