

Sami Pietarila

**LVI-RATKAISUJEN VAIHTOEHTOVERTAILUT RIVITALOJEN  
PERUSKORJAUKSESSA**

**LVI-RATKAISUJEN VAIHTOEHTOVERTAILUT RIVITALOJEN  
PERUSKORJAUKSESSA**

Sami Pietarila  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Talotekniikka  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Sami Pietarila  
Opinnäytetyön nimi: LVI-ratkaisujen vaihtoehtovertailut rivitalojen peruskorjauksessa  
Työn ohjaaja: Pirjo Kimari  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016 Sivumäärä: 57+3 liitettä

---

Tässä opinnäytetyössä käsitellään neljän Ruukissa sijaitsevan 1980-luvulla rakennetun öljylämmitteisen rivitalon saneerausvaihtoehtoja. Rakennusten kunto ei vastaa nykyisiä asumisvaatimuksia, ja ne on päätetty peruskorjata. Tavoitteena oli selvittää lämmitystavavaihtoehtoja öljylämmityksen korvaamiseksi ja löytää elinkaarikustannuksiltaan ja käyttömukavuudeltaan edullisin vaihtoehto. Työssä tehtiin kohteen peruskorjauksen LVI-suunnitelmat, ja arvioitiin eri LVI-järjestelmien vaikutuksia asumisviihtyisyyteen.

Työssä vertailtiin kohteen LVI-hankesuunnitelman mukaisia vaihtoehtoja lämmitysjärjestelmän saneeraamiseksi. Lämmitysjärjestelmien elinkaarilaskelmissa otettiin huomioon peruskorjauksen yhteydessä tehtävä ilmanvaihdon perusparannus kahdella eri vaihtoehdolla. Laskelmissa tarkasteltiin myös rakenneosien parantamisen vaikutusta LVI-järjestelmien kustannuksiin. Työssä lasketut elinkaarikustannukset laskettiin viidentoista vuoden ajanjaksolle. Eri järjestelmien investointikustannuksien tietoja kerättiin hankesuunnitelman mukaisista kustannusarvioista. Työssä tehtyyn LVI-suunnitteluun käytettiin CADS Planner 16 -ohjelmiston Hepac Pro -sovellusta. Lämmitysjärjestelmien vertailujen lähtötietoja ja LVI-suunnittelun arvoja kerättiin Suomen rakentamismääräyskokoelmasta.

Työn sisältämien laskelmien mukaan saatiin määritettyä kohteena olleiden rivitalojen eri LVI-ratkaisujen elinkaarikustannukset. Saatujen tulosten perusteella voidaan tehdä päätöksiä lämmitysjärjestelmän valinnasta kohteeseen. Elinkaarikustannusten mukaan maalämpöön tai ilma-vesilämpöpumppeihin siirtyminen osoittautuivat kannattavimmiksi vaihtoehdoiksi. Kohteeseen laadittiin LVI-suunnitelmat CADS Planner 16 -ohjelmiston avulla. Tehdyn LVI-suunnitelman mukaan kohteeseen suunniteltiin osatehomitoitettu maalämpöjärjestelmä. Tätä kohdetta varten tehdyt kustannuksien vertailut voivat olla käyttökelpoisia muiden vastaavien peruskorjauskohteiden saneerauksen arvioinneissa.

---

Asiasanat: peruskorjaus, lämmitysjärjestelmät, elinkaarikustannus

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYS.....	4
KÄSITTEITÄ.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 KOHDE.....	8
2.1 Kohteen perustiedot.....	8
2.2 LVI-järjestelmät ja tehtävät korjaukset.....	10
2.2.1 Viemäriselvitys.....	10
2.2.2 Vesijohdot.....	10
2.2.3 Rakennusten väliset lämpö- ja vesijohtokanaalit.....	10
2.2.4 Lämmitysjärjestelmä.....	10
2.2.5 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	11
3 LÄMMITYSTAPAVAIHTOEHDOT.....	12
3.1 Kevytöljylämmitys.....	12
3.1.1 Öljylämmitysjärjestelmän toiminta.....	13
3.1.2 Öljylämmityksen saneeraus.....	14
3.2 Kaukolämpö.....	14
3.2.1 Kaukolämmön tuotanto.....	15
3.2.2 Kaukolämmön mitoitus saneerauskohteeseen.....	15
3.3 Maalämpö.....	16
3.3.1 Maalämpöpumpun toimintaperiaate.....	16
3.3.2 Maalämmön vaatimukset saneerauksessa.....	17
3.3.3 Maalämmön mitoittaminen.....	18
3.3.4 Puskurisäiliö.....	19
3.3.5 Lämmönkeruuputkisto ja lämpökaivot.....	19
3.4 Ilma-vesilämpöpumppu.....	20
3.5 Hybridilämmitys.....	21
4 KOHTEEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SANEERAUSVAIHTOEHTOJEN VERTAILU.....	23
4.1 Nykyinen järjestelmä.....	23
4.2 Nykyinen energiankulutus.....	24
4.3 Perusparannusvaihtoehtojen laskennan lähtötiedot.....	27



4.4	Öljylämmityksen korjaaminen.....	30
4.4.1	Investointikustannukset.....	30
4.4.2	Käyttökustannukset.....	31
4.4.3	Öljylämmityksen elinkaarikustannukset.....	32
4.5	Kaukolämpöön liittyminen.....	33
4.5.1	Investointikustannukset.....	33
4.5.2	Käyttökustannukset.....	33
4.5.3	Elinkaarikustannukset.....	34
4.6	Maalämpöön siirtyminen.....	35
4.6.1	Investointikustannukset.....	35
4.6.2	Käyttökustannukset.....	36
4.6.3	Elinkaarikustannukset.....	39
4.7	Ilma-vesilämpöpumput + öljylämmitys.....	39
4.7.1	Investointikustannukset.....	39
4.7.2	Käyttökustannukset.....	40
4.7.3	Elinkaarikustannukset.....	42
5	VAIHTOEHTOVERTAILUJEN TULOKSET .....	43
6	LVI-SUUNNITELMA .....	49
6.1	Vesi- ja viemärijärjestelmät.....	49
6.2	Lämmitysjärjestelmä.....	50
6.3	Ilmanvaihto.....	50
6.3.1	Huoneistokohtainen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto .....	51
6.3.2	Talotuuletin eli koneellinen poistoilmanvaihto .....	51
7	YHTEENVETO .....	52
	LÄHTEET.....	53
	LIITTEET	
	LIITE 1 Teknisiä käyttöikiä	
	LIITE 2 Maalämpölaitteisto	
	LIITE 3 LVI-suunnitelmat	

## KÄSITTEITÄ

<b>Hybridilämmitys</b>	Useamman eri energialähteen hyödyntämistä lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen eri vuodenaikoina.
<b>Ilmanvaihtokerroin</b>	Tunnin kuluessa huonetilaan tai tilasta virrannut ulkoilmavirta huonetilan ilmatilavuutta kohti. Yksikkö $(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}^3 = 1/\text{h}$
<b>Kattilan hyötysuhde</b>	Kattilassa poltetusta polttoaineesta saadun energian suhde polttoaineen sisältämään energiaan.
<b>Kattilan vuosihyötysuhde</b>	Kattilan vuosihyötysuhde on aina pienin lämmityslaitoksen hyötysuhteista. Ottaa huomioon kattilan johtumis- ja säteilyhäviöiden lisäksi myös savukaasu- ja tyhjäkäynti- eli läpivirtaushäviöt.
<b>LTO:n vuosihyötysuhde (<math>\eta_{\text{LTO}}</math>)</b>	Lämmöntalteenottolaitteistolla vuodessa poistoilmasta talteenotettavan ja hyödynnettävän lämpömäärän suhde ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaan lämpömäärään, kun lämmöntalteenottoa ei ole.
<b>Lämmitystarveluku</b>	Lämmitystarveluku eli astepäiväluku kuvaa rakennusten lämmitysenergian tarvetta.
<b>Lämpöpumpun SPF-luku</b>	Lämpöpumpun SPF-luku kertoo vuoden keskimääräisen lämpökertoimen eli vuotuisen tuotetun energian suhteen lämpöpumpun ja apulaitteiden sähkönkulutukseen.
<b>Tekninen käyttöikä</b>	Käyttöönoton jälkeinen aika, jona rakenteen, rakennusosan, järjestelmän tai laitteen tekniset toimivuusvaatimukset täyttyvät. Kun tekninen käyttöikä on kulunut umpeen, rakenne, rakennusosa, järjestelmä tai laite on tarkoituksenmukaista korvata uudella.
<b>U-arvo</b>	U-arvo eli lämmönläpäisykerroin ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkö $\text{W}/(\text{m}^2/\text{K})$

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Insinööritoimisto LVI-Naamanka Oy:lle, jossa työharjoittelun aikana oli mahdollisuus osallistua LVI-linjasaneerauksien suunnitteluun. Tässä työssä keskitytään LVI-tekniisten ratkaisujen valintaan peruskorjaushankkeessa ja niiden vaikutuksiin investointi- ja elinkaarikustannuksiin. Kohteeksi valikoitui neljä peruskorjattavaa öljylämmitteistä Ruukissa sijaitsevaa Ruukin Vuokratalot Oy:n käsittämää rivitaloa. Työn keskeiset tavoitteet oli löytää elinkaarikustannuksiltaan edullisin lämmitystapavaihtoehto ja laatia kohteeseen LVI-suunnitelmat. Tarkasteltavat vaihtoehdot koostuvat kohteen LVI-hankesuunnitelmassa esitetystä korjausehdotuksista.

Öljylämmitteisistä rakennuksista monet ovat 2000-luvulla siirtyneet muihin lämmitysjärjestelmiin. Lämmitysratkaisujen mietintä on ajankohtaista viimeistään, kun entinen järjestelmä on muutenkin kuin korkeiden käyttökustannusten valossa tulossa elinkaarensa päähän. Myös rakentamisen ja asumisen laatuvaatimukset ovat jatkuvasti kiristyneet niin energiatehokkuuden kuin asumisviihtyvyyden näkökulmasta. Lämmitysjärjestelmän valinnalla on keskeinen merkitys rakennuksen elinkaarikustannuksiin. Saneerauskohteissa olemassa olevat rakenteet ja ratkaisut tuovat haasteita korvaavien järjestelmien valinnoille tai ainakin nostavat kustannuksia merkittävästi. Elinkaarikustannusten arvioinnin ohella olisi syytä kiinnittää huomiota myös muihin saataviin parannuksiin asumisviihtyvyydessä. Laajassa peruskorjauksessa on hyvä tuntee suoritettavien eri korjausten vaikutukset toisiinsa, jotta osataan tehdä oikeat valinnat tulevaisuutta ajatellen.

Osana tätä opinnäytetyötä suunniteltiin uudet lämmitys- ja vesijohtoratkaisut sekä ilmanvaihdon perusparannusvaihtoehdot kaikkiin kohteena olleisiin neljään rivitaloon. Työn lähtökohtana oli käytössä hankesuunnitelmat rakennus- ja LVI-tekniisten töiden osalta sekä vanhoja LVI-suunnitelmia. Ennen varsinaiseen suunnitteluun ryhtymistä pääsin kiertämään kohteessa paikan päällä, minkä aikana otettiin valokuvia suunnittelun tueksi. Työ pitää sisällään lämmitysjärjestelmän saneerausvaihtoehtojen vertailua ja vaihtoehtoisten saneerausratkaisuiden hankinta-, käyttö- ja elinkaarikustannusten laskemisen. Kohteen saneerauksen suunnitelmat laadittiin CADS Planner 16 -ohjelmistoa ja Hepac Pro -sovellusta käyttäen.

## 2 KOHDE

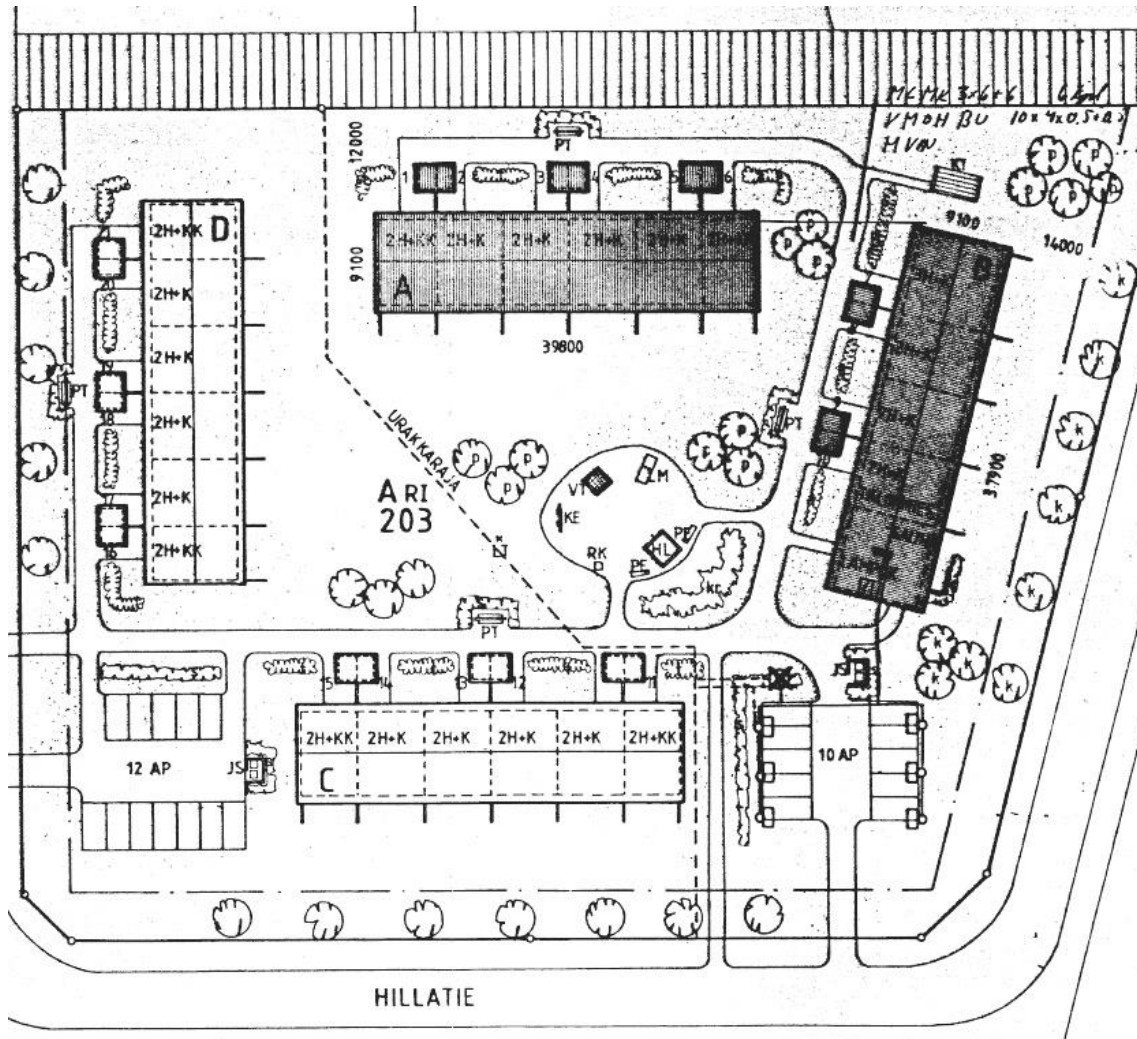
### 2.1 Kohteen perustiedot

Opinnäytetyön kohteena ovat Ruukissa sijaitsevat Ruukin Vuokratalot Oy:n neljä rivitaloa. Ruukin Vuokratalot Oy käsittää kahdessa vaiheessa rakennetut yksikerroksiset rivitalot; vuonna 1983 rakennetut Hillatie I:n kaksi rivitaloa ja 1984 Hillatie II:n kaksi rivitaloa. Lämpökeskus, sähköpääkeskus ja taloyhtiön saunaosasto sijaitsevat Hillatie I:n B-talon päädyssä (kuva 1).



*KUVA 1. Hillatie I B-talon pääty*

Kohteen rivitaloissa on yhteensä 20 asuntoa. Hillatie I koostuu taloista A ja B. Hillatie II:een kuuluvat talot C ja D. Talossa A on kuusi asuinhuoneistoa ja B talossa neljä. Talot C ja D ovat molemmat viiden asunnon taloja. Yhteenlaskettu huoneistoala on 1128 neliometriä. Asemapiirroksen (kuva 2) mukaan taloissa C ja D on kuusi asuinhuoneistoa, mutta tosiasiaassa niitä on vain viisi. Kohteen perustiedot näkyvät taulukossa 1.



KUVA 2. Asemapiirros

TAULUKKO 1. Kohteen tietoja

Hillatie	I	II	
Rakennusvuosi	1983	1984	
Asuntojen määrä	10	10	kpl
Huoneistoala	571	557	m <sup>2</sup>
Kerrosala	760	679	m <sup>2</sup>
Tilavuus	2210	1970	m <sup>3</sup>

## **2.2 LVI-järjestelmät ja tehtävät korjaukset**

### **2.2.1 Viemäriselvitys**

Rakennusten viemärit ovat alkuperäisiä muoviviemäreitä, joilla on teknistä käyttöikää jäljellä vielä yli 20 vuotta. Remontin yhteydessä tullaan uusimaan hajulukot ja lattiakaivojen kannet korotusrenkaineen. Mikäli kalustejärjestyksiä muutetaan kylpyhuoneiden uusimisen yhteydessä, tulee liitokset vanhoihin viemäriin tehdä kumirenkaallisina muhviilitoksin. (1, s. 3.)

### **2.2.2 Vesijohdot**

Vesijohdot ovat alkuperäisiä kuparijohtoja. Ne on asennettu alakattoihin ja koteloiteihin yläjakoisesti. Laskennallista käyttöikää vesijohdoilla on jäljellä noin 8–10 vuotta. Kupariputkissa riskiä aiheuttavat eritoten liian suuret virtausnopeudet lämpimän käyttöveden kiertojohdoissa, mikä lyhentää verkoston ikää. Peruskorjauksen yhteydessä käyttövesiverkosto ja vesikalusteet tullaan kokonaisuudessaan uusimaan. Nykymääräysten mukaan asuntoihin tullaan asentamaan huoneistokohtaiset kylmän ja lämpimänveden mittarit. (1, s. 3.)

### **2.2.3 Rakennusten väliset lämpö- ja vesijohtokanaalit**

Rakennusten väliset lämpö- ja vesijohtokanaalit uusitaan lämpö- ja vesijohtoremontin yhteydessä. Kanaalien uusinta suoritetaan yleensä 20–30 vuoden välein ja nykyisten kanaalien tekninen käyttöikä on loppumassa. Vahinkoriski vuotojen suhteen on suuri. (1, s. 3.)

### **2.2.4 Lämmitysjärjestelmä**

Nykyisenä lämmitysjärjestelmänä on öljykeskuslämmitys. Rakennuksilla on yhteinen lämpökeskus Hillatie 1:n B-talon päädyssä, josta lämpö jaetaan kaikkiin rakennuksiin. Öljykattiloita on kaksi kappaletta ja öljysäiliölle on erillinen huone lämmönjakuhuoneen vieressä. Lämmitysverkostolla ja pattereilla on teknistä käyttöikää jäljellä 20–30 vuotta. Termostaattiset patteriventtiilit, linjasäätö- ja sulkuventtiilit ovat teknisen käyttöikänsä lopussa ja ne pitää uusien remontin yhteydessä. Sisätilaremontin yhteydessä patterit huudellaan ja huolto maalataan.

Patterien uusimista kannattaa myös harkita, koska niiden irrotus, maalaus ja uudelleen asennus on kustannuseränä lähes pattereiden hinnan tasoa. (1, s. 5.)

### **2.2.5 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Keittiöissä on liesituulettimet, muissa tiloissa painovoimainen ilmanvaihto. Järjestelmä ei toimi kunnolla liesituulettimen käydessä, koska luonnollisen ilmanvaihdon venttiilit tuovat tällöin sisään kylmää ulkoilmaa huoneiston alipaineisuuden vuoksi. Ilmanvaihto ei täytä nykyisiä määräyksiä sisäilman laadun osalta. Nykymääräysten mukaan tulisi nykyinen järjestelmä korvata lämmöntalteenotolla varustetulla tulo- ja poistoilmanvaihdolla. Ilmanvaihdon saneeraus voidaan myös toteuttaa rakennusvuonna voimassa olleiden määräysten mukaan. (1, s. 6.)

### 3 LÄMMITYSTAPAVAIHTOEHDOT

Tämän työn kohteena olleissa 1980-luvun rivitaloissa on öljylämmitys, joka on tuolloin ollut yleinen lämmitysmuoto. Muita käytettyjä vaihtoehtoja ovat olleet esimerkiksi kaukolämpö, sähkölämmitys ja hakekattilat. Öljyn hinnannousu ja epävarmuus riittävyydestä tulevaisuudessa ovat saaneet öljylämmityksen suosion hiipumaan. Öljylämmitteistä rakennuskantaa on alettu vaihtamaan muihin järjestelmiin tai otettu rinnalle uusiutuvia energiamuotoja.

Lämmitysjärjestelmän saneerauksessa tulee kyseeseen entisen järjestelmän kunnostaminen, täydentäminen yhdellä tai useammalla muulla lämmitysjärjestelmällä tai vaihtamalla kokonaan uuteen. Olemassa oleva lämmitysjärjestelmä aiheuttaa tiettyjä rajoitteita valittaessa täydentävää tai kokonaan uutta järjestelmää. Lämmitystavan vaihtamisessa kustannuksiin vaikuttavat olemassa olevat laitteet ja niiden kunto. Investointivaiheessa lämmitystavan vaihdossa kustannukset yleensä nousevat korkeammiksi mutta saattavat tulevaisuudessa aikaansaada merkittäviäkin säästöjä. Elinkaarikustannusten selvittäminen on tärkeää mietittäessä vaihtoehtoja korvata vanhat järjestelmät.

#### 3.1 Kevytöljylämmitys

Kevytöljylämmitys on Suomessa pääasiassa pientalojen lämmitysjärjestelmä. Öljylämmitteisistä taloista 80 % on omakoti- tai paritaloja. Rivi- ja kerrostaloja on vain 8 % ja loput muita rakennuksia. Öljyn palamisen mahdollistaa riittävän korkea lämpötila ja oikeat polttoaineen ja hapen pitoisuudet. Lämmitysöljyt muodostuvat pääasiassa hiilestä ja vedystä. Öljyn palamistuotteena syntyy hiilidioksidia, jonka määrä riippuu ainoastaan poltettusta öljymäärästä. Muodostuvan hiilidioksidin määrään vaikuttaa, kuinka tehokkaasti tarvittava lämpöenergia saadaan tuotettua. Epätäydellisessä palamisessa muodostuu lisäksi hiilimonoksidia eli häkää. Yksi litra kevytöljyä sisältää noin 10 kilowattituntia lämpöenergiaa. (2, s. 3.)

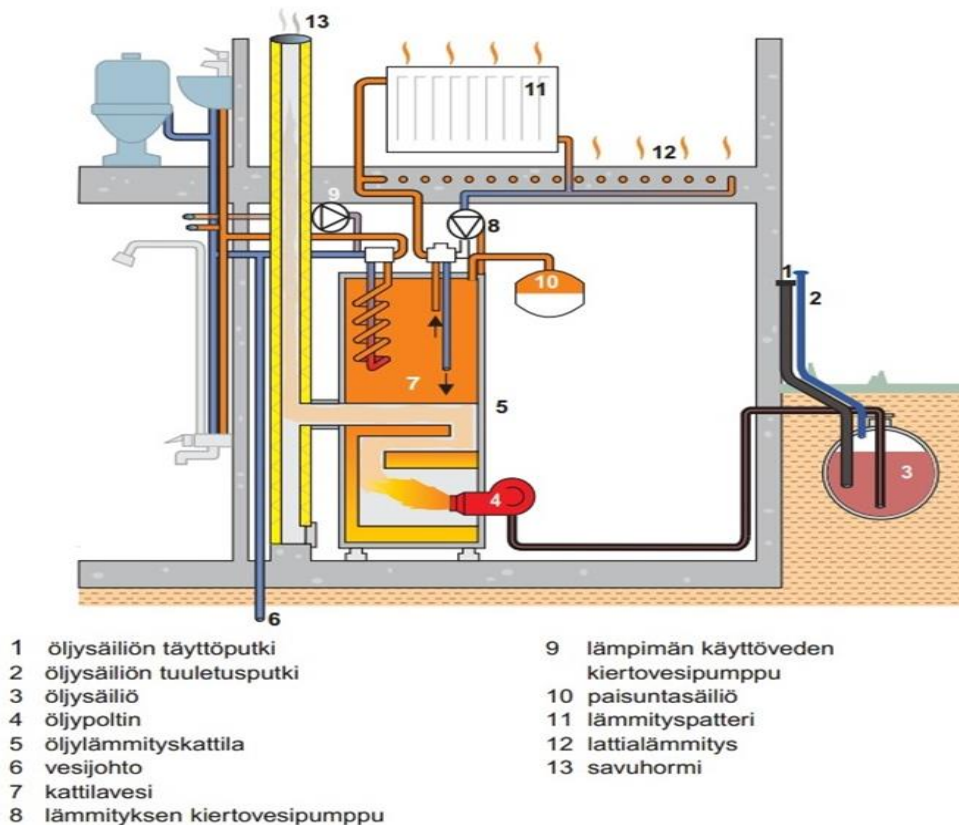
Lämmitykseen käytettävät kattilat voidaan jakaa eri perustein. Tyypillistä on, että kattilat jaetaan tehon, palamistavan, rakenteen tai poltettavan polttoaineen mukaan. Tehon mukaan jaoteltuna pientalokattilat ovat teholtaan alle 25 kW, kiinteistökattilat 40–1000 kW ja alue- ja kaukolämpökattilat 1–50 MW. Kiinteistökattilat voivat olla joko teräslevykattiloita, valurautaisia



liitekattiloita tai tulitorvi-tuliputkikattiloita. Alue- ja kaukolämpökattilat käyttävät polttoaineena raskasta polttoöljyä. (3, s. 42.)

### 3.1.1 Öljylämmitysjärjestelmän toiminta

Öljylämmitysjärjestelmän lämmöntuoton ja luovutuksen kannalta keskeisimmät osat näkyvät kuvassa 3.



KUVA 3. Kevytöljylämmitysjärjestelmän osat (2, s. 5)

Öljy siirretään öljysäiliöstä (3) öljypoltin pumpulla tai erillisellä siirtopumpulla öljypolttimelle (4), jossa öljy ja palamisilma sekoittuvat. Palaminen saadaan alkuun öljylämmityskattilassa (5) öljypoltin sytytyslaitteiden avulla. Palamisessa vapautuva lämpöenergia siirtyy osin johtumalla osin säteilemällä tulipesän ympärillä olevaan kattilaveteen (7). Kattilavesi lämmittää lämmitysjärjestelmässä kiertävää vettä. Käyttövesi puolestaan voidaan lämmittää joko kattilassa olevan LVV-kierukan avulla, erillisessä varaajasäiliössä tai kattilan ulkopuolella olevassa lämmönsiirtimessä. Öljysäiliön, kattilan ja öljypoltin ja mahdollisen erillisen lämminvesivaraajan lisäksi öljylämmitysjärjestelmä pitää sisällään niin säätö-, varo- ja ohjauslaitteita, kiertovesipumppuja (8 ja 9) kuin savuhormit(13). (2, s. 5.)

### 3.1.2 Öljylämmityksen saneeraus

Öljylämmitysjärjestelmä kestää teknisesti pitkään, mutta myös toimiva järjestelmä on syytä saneerata ajoissa. Kattilan ollessa 20–25 vuotta on syytä alkaa suunnitella saneerausta. Polttimen uusiminen tulee ajankohtaiseksi 10–15 vuoden välein. Saneerauksessa vaihdettaviin laitteisiin yleensä kuuluvat kattila, öljypoltin ja säätöautomaattiikka. Myös lämmönsäätölaitteet, pumput ja paisunta-astiat voivat vaatia uusimista. Saneeraus pienentää lämmityskustannuksia jopa kymmeniä prosentteja samalla vähentäen päästöjä. Korjaussuunnitelma pitää laatia kohteen mukaan eikä kaikkia laitteita tarvitse uusia kerralla. (4.)

Kasvanut tai suurelta tuntuva öljynkulutus ovat osoitus saneeraustarpeesta. Verkostopaineen laskeminen ja lämmitysjärjestelmän jatkuva veden lisäämisen tarve sekä riittämätön lämmin käyttövesi kertovat saneerauksen olevan aiheellista. Lämmitysjärjestelmän saneerauksessa on syytä muistaa, että oikeaan aikaan tehty saneeraus on pakon edessä tehtyä edullisempi. Kattilan korvaaminen uudella sujuu yleensä päivässä ja onnistuu jopa lämmityskaudella. Mikäli öljyn rinnalle kytketään saneerauksen yhteydessä jokin muu järjestelmä, esimerkiksi ilma-vesilämpöpumppu tai aurinkolämmitysjärjestelmä, on syytä käyttää asiantuntevaa suunnittelijaa. (4.)

### 3.2 Kaukolämpö

Kaukolämmitys on yleisin lämmitysmuoto Suomessa. Kaukolämpö on eritoten suurten kaupunkien lämmitysjärjestelmä. Kaukolämpöön alettiin liittää rakennuksia Suomen suurimmissa kaupungeissa jo 1950-luvulta lähtien. Kaukolämmön osuus kattaakin melkein puolet kaikesta Suomessa käytetystä lämmitysenergian määrästä. (5, s. 2.)

Kaukolämmöllä tarkoitetaan lämmön tuottamista keskitetysti isoissa laitoksissa. Tuotantolaitoksessa vesi lämmitetään käyttäen polttoaineena esimerkiksi maakaasua, hiiltä tai turvetta. Tuotettu lämpö johdetaan kaukolämpöputkistoa pitkin lämmönjakokeskuksen kautta asiakkaalle. Suomessa käytetään kaukolämmössä epäsuoraa kytkentätapaa. Tämä tarkoittaa sitä, että kaukolämpövesi lämmittää asiakkaan lämmitysjärjestelmässä kiertävän veden ja käyttöveden lämmönsiirtimen välityksellä. Kaukolämpövesi ja asiakkaan laitteissa kiertävä vesi eivät sekoitu keskenään. (5, s.2–3.)

### 3.2.1 Kaukolämmön tuotanto

Kaukolämpöä tuotetaan yleensä sähkön kanssa yhteistuotannossa. Voimalaitosta, joka tuottaa sekä sähköä että lämpöä, kutsutaan vastapainevoimalaitokseksi. (6.) Kaukolämmön tuotannon määrästä viime vuosina noin puolet on saatu fossiilisten polttoaineiden maakaasun ja kivihiilen poltosta taulukon 2 mukaisesti. Vuonna 2014 kaukolämmön kokonaistuotanto oli 34 740 GWh. Koko tuotannon osuudesta 72,4 % oli tuotettu sähkön ja lämmön yhteistuotannossa. Yhteistuotannossa polttoaineen sisältämästä energiasta saadaan hyödyksi 80–90 %. Vuonna 2014 kaukolämmön hinnan aritmeettinen keskiarvo oli 81,1 €/MWh ja kaukolämpöyritysten myynnillä painotettu keskiarvo 73,4 €/MWh. Vuonna 2014 kaukolämmön kulutuksesta 57 % koostui asuinrakennuksista, 10 % teollisuusyrityksistä ja loput 33 % muista asiakkaista. (7, s.1–4.)

TAULUKKO 2. Polttoaineiden osuus kaukolämmön tuotannossa (7, s. 4)

Polttoaine	2014	2013
Kivihiili	24,6 %	26,0 %
<b>Maakaasu</b>	<b>22,3 %</b>	<b>25,8 %</b>
Metsäpolttoaine	16,5 %	15,9 %
<b>Turve</b>	<b>14,0 %</b>	<b>13,3 %</b>
Teollisuuden puutähdde	8,9 %	7,8 %
<b>Sekapolttoaineet</b>	<b>4,7 %</b>	<b>3,4 %</b>
Muut biopolttoaineet	2,8 %	2,1 %
<b>Raskas polttoöljy</b>	<b>1,8 %</b>	<b>1,9 %</b>
Teollisuuden sekundäärilämpö	1,5 %	1,4 %
<b>Kevyt polttoöljy</b>	<b>0,3 %</b>	<b>0,2 %</b>
Muut	2,6 %	2,2 %
<b>Yhteensä</b>	<b>100,0 %</b>	<b>100,0 %</b>

### 3.2.2 Kaukolämmön mitoitus saneerauskohteeseen

Suunniteltaessa kaukolämpöä saneerauskohteeseen lämmitystehontarve lasketaan käytettävissä oleviin energiankulutus- mittaustietoihin perustuen. Kaukolämmön mitoituksessa on otettava huomioon, onko rakennusta ja lämmityslaitteita käytetty oikein. Esimerkiksi suunnitelluista poikkeavat liian korkeat sisälämpötilat ja ilmanvaihdon käyttöajat ja ilmavirrat tulisi ottaa huomioon. Olemassa olevan rakennuksen lämmityksen lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat saadaan Energiateollisuus ry:n julkaisun K1 (2013) kohdan 14.3 mukaan. Toisiopuolen

lämmönsiirtimen menolämpötila saa olla radiaattorilämmityksessä enintään 80 °C ja paluulämpötila enintään 60 °C. Kaukolämpölaitteiden tilantarve voidaan arvioida K1 taulukon 2.2 mukaisesti. Muille samaan tilaan sijoitettaville laitteille on myös oltava tarpeeksi tilaa. (8.)

### **3.3 Maalämpö**

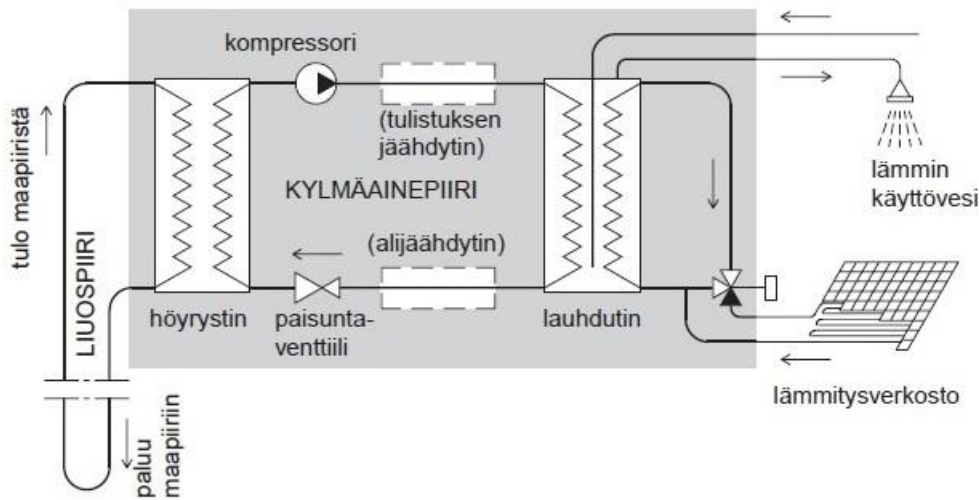
Maalämpö on maaperään, kallioon tai vesistöön varastoitunutta aurinkoenergiaa, jota saadaan kerättyä maalämpöpumpun avulla. Lämmitysjärjestelmistä maalämmön suosio on kasvanut viimeaikoina eniten. Nykyään lähes puolet pientalorakentajista valitsee maalämmön lämmitysjärjestelmäkseen. Maalämpöön siirrytään saneerattavissa kohteissa niin öljylämmityksestä kuin suorasähkölämmitteisistäkin taloista. Maalämpöpumpun tuottaman lämmön määrästä noin 2/3 on maasta kerättyä uusiutuvaa energiaa ja loput 1/3 sähköenergiaa. (9.)

#### **3.3.1 Maalämpöpumpun toimintaperiaate**

Maalämpöpumpun (MLP) toiminta perustuu lämpöenergian siirtämiseen matalammasta lämpötilasta korkeampaan. Tämän mahdollistaa suljettu kylmäaineen kiertoprosessi. Maalämpöä saadaan kerätyksi talteen lämmönkeruuputkistossa kiertävän jäätymättömän 30-prosenttisen vesi-etanoliseoksen avulla. Lämpöä voidaan kerätä maahan, vesistöön tai porakaivoon upotetun keruuputkiston avulla. Liuospiirissä kiertänyt ja lämmennyt lämmönkeruuneste luovuttaa kerätyn lämpöenergian lämmönsiirtimenä toimivan höyrystimen välityksellä kylmäaineeseen, joka höyrystyy. Kompressorin tekemän työn avulla ylläpidetään kylmäaineen kiertoa suljetussa prosessissa. Tähän työhön kompressori vaatii ulkopuolelta tuotua energiaa, yleensä sähköä.

Kompressori puristaa höyrystynyttä kaasumaisessa muodossa olevaa kylmäainetta eteenpäin suljetussa kiertoprosessissa. Puristuksen aikana kylmäaineeseen siirtyy kompressorin tekemän työn suuruinen energia, mikä saa kylmäkaasun tulistumaan ja lämpenemään. Tämän jälkeen tulistunut kylmäainehöyry kohtaa lauhduttimen, jonka välityksellä kylmäainehöyry luovuttaa aiemmin sitomansa höyrystymislämmön lämmitysjärjestelmässä kiertävään veteen. Luovutettuaan höyrystymislämmön lämmitysjärjestelmään kylmäainehöyry jäähtyy ja tiivistyy nesteeksi. Kylmäaine jatkaa paisuntaventtiiliin, jossa sen paine laskee ja kylmäaine muuttuu uudestaan kylmäksi. Höyrystimessä jääkylmä kylmäaine kohtaa lämmönkeruupiiristä tulevan

lämpimän lämmönkeruunesteen, ja kiertoprosessi alkaa uudelleen. Maalämpöpumpun toimintaperiaate näkyy kuvassa 4. (10, s.1–5.)



KUVA 4. Maalämpöpumpun toimintaperiaate (10, s. 2)

### 3.3.2 Maalämmön vaatimukset saneerauksessa

Suunniteltaessa maalämpöä saneerauskohteeseen on otettava huomioon lämmönkeruuputkiston sijoitus tontille tai riittävän lämpökaivomäärän poraaminen. Mikäli rakennuksen lämpöenergian tarve on suuri, käytetään useita lämmönkeruupiirejä. Lämmönkeruupiirit kytketään maalämpöpumpulta lähtevään runkolinjaan kytkentäkaivojen välityksellä. Maalämpö vaatii aina vesikiertoisien lämmönjakojärjestelmän, joka voi olla vesikiertoinen lattia- tai patterilämmitys. (11.)

Maalämmön hyötysuhde on sitä parempi, mitä matalampaa menoveden lämpötilaa lämmönjakojärjestelmä tarvitsee ja mitä suurempi on lämmönluovutus-pinta-ala. Lattialämmitys on alhaisten lämpötilojen ja suuren lämmönluovutus-pinta-alan takia energiatehokkain maalämmön kanssa. Sama sääntö pätee myös patteriverkoston kanssa. Mitä enemmän on lämmönluovutus-pinta-ala ja mitä matalammat ovat menoveden lämpötilat, sitä paremmalla hyötysuhteella maalämpö tuottaa lämpöä. Vanhassa öljylämmitteisessä talossa patterit voivat olla lämmönluovutus-pinta-alaltaan pieniä energiankulutukseen nähden. Tällöin on todennäköistä, että patteriverkoston joudutaan tekemään muutostöitä siirryttäessä maalämpöön. (11.)

Muutettaessa lämmitysjärjestelmä maalämpöön tarvitaan toimenpidelupa. Toimenpidelupaa voi hakea kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Useimmiten käsittelyaika on kahdesta neljään

viikkoa. Toimenpideluvan hinta on muutamien satojen eurojen luokkaa. Tarkan hinnan saa paikkakunnan rakennusvalvontavirastosta. Lupahakemuksen tekemisestä on velvollisuus informoida naapurustoa. Naapureihin luetaan kuuluvaksi viereisen tai vastapäisen kiinteistön tai alueen omistaja tai haltija. (12.)

### **3.3.3 Maalämmön mitoittaminen**

Maalämpöjärjestelmän mitoituksessa saneerattavaan kohteeseen lähtökohtana on rakennuksen toteutunut lämmitysenergian kulutus. Mitoitusta tehtäessä olisi hyvä tarkastella mahdollisimman pitkän aikavälin toteutuneita energiankulutuksia. Jos energiankulutustietoja ei ole käytössä usealta vuodelta, tulee toteutunut kulutus normeerata käyttämällä tarkasteluajan lämmitystarvelukuja. Normeeraus suoritetaan kaavan 1 mukaisesti. (13.)

Maalämpöpumppu on mahdollista mitoittaa koko rakennuksen lämmityksen ja käyttöveden tehon tarpeelle täysitehoisena. Täysitehoisena mitoitettu maalämpöpumppu kykenee tuottamaan koko rakennuksen lämmityksen ja käyttöveden tarpeen kylmimmillään keileillä ilman sähkövastusta tai muuta rinnalla olevaa lämmitysjärjestelmää. Osatehomoituksessa puolestaan lämpöpumppu mitoitetaan esimerkiksi 60–80 % laskennallisesta huipputehontarpeesta, jolla voidaan kuitenkin tuottaa jopa 95–99 % vuotuisesta energiantarpeesta. Osatehomoitettu pumppu vaatii mitoituspakkasille lisälämmönlähteen, joka yleensä on hoidettu pumpussa olevalla sähkövastuksella. Tässä tapauksessa on varmistuttava, että sulakekoko on riittävä, koska huipputehontarve sähköverkosta kasvaa täysitehoiseen lämpöpumppuun verrattuna. Osatehomoitetun lämpöpumpun takaisinmaksuaika on usein lyhyempi kuin täysitehoisesti mitoitettulla, koska investointikustannukset pienenevät. Osatehomoitetun lämpöpumpun kompressori myös kestää todennäköisesti pidempään. (14.)

Osatehomoitettu lämpöpumppu käy pidempiä jaksoja kerrallaan, minkä ansiosta hyötysuhde pysyy korkeampana. Kokonaishyötysuhde ja energian säästöt ovat siten monesti täysitehoiseksi mitoitettua lämpöpumppua paremmat. Täysitehoinen maalämpöpumppu on energiataloudellisin yleensä vain silloin, kun se on varustettu portaattomalla kierrosluvun säädöllä (invertteriohjattu). Täydelle teholle mitoitetuksi lämpöpumpuksi on tärkeää valita nimenomaan invertteriohjauksella varustettu pumppu. (15.)

### 3.3.4 Puskurisäiliö

Patterilämmitteinen rakennus vaatii maalämpöön siirtyessään yleensä aina puskurivaraajan asentamisen. Lämmityspattereissa kiertävän veden määrä on maalämpöpumpulle liian pieni mahdollistaakseen energiataloudellisen toiminnan ja pitkän käyttöiän. Puskurivaraajan avulla voidaan kasvattaa lämmitysjärjestelmän vesitilavuutta ja pidentää kompressorin käyntijaksoja. Tämä nostaa kompressorin hyötysuhdetta ja käyttöikä. Maalämpöjärjestelmä ON/OFF-tyyppisellä lämpöpumpulla ilman puskurivaraajaa ei ole suositeltava ratkaisu. Tällöin lämpöpumppu lämmittelee patterit kuumaksi nopeasti ja pysähtyy. Patteriveden lämpötila pääsee lämpöpumpun pysähtyessä laskemaan, ja lämpölaajeneminen aiheuttaa rakenteiden elämisestä johtuvia napsahduksia. Napsumisilmiö on voimakkain käyttöveden tuoton aikaan, jolloin patteriverkoston lämpötilat muuttuvat eniten.

Patterilämmitteisissä taloissa puskurivaraaja parantaa myös invertteriohjatun maalämpöpumpun toimintaa. Puskurisäiliö mahdollistaa tuloilman lämmityksen lämmitysjärjestelmän vedellä. Se toimii myös tasaajasäiliönä tasaten eri kiertovesipumppujen veden virtausnopeuksia. Maalämpöpumpun toimintavarmuus paranee puskurisäiliön ja erillisen kiertovesipumpun avulla. Kun lämpöpumpun lämmönvaihtimella on jatkuvasti riittävä virtaama, saadaan estettyä pumpun meno vikatilaan. (16.)

### 3.3.5 Lämmönkeruuputkisto ja lämpökaivot

Lämmönkeruuputkisto voidaan sijoittaa kallioon porattavaan noin 100–200 m syvään lämpökaivoon, maahan reilun metrin syvyyteen tai vesistöön. Lämmönkeruuputkiston materiaalina on tavanomaisesti ulkohalkaisijaltaan 40 mm muoviputki, jonka seinämävahvuus on noin 2,4 mm. Keruuputkiston pituus riippuu tehontarpeesta ja lämpöpumpun mitoituksesta. Lämpökaivossa ei ole suositeltavaa kasvattaa keruuputkiston mittaa paljon yli 400 metrin, koska virtausvastukset kasvavat, ja aiheuttavat liikaa painehäviöitä. Lämmönkeruunesteen virtaus hidastuu liian pitkässä keruuputkistossa. (17.)

Lämpökaivojen määrään ja syvyyteen vaikuttaa, kuinka syvällä kallion pinta sijaitsee. Yleensä kallio sijaitsee noin kymmenen metrin syvyydessä. Syvimmillään kallio voi sijaita jopa 70 metrin syvyydessä, jolloin maalämpöön siirtymisen kannattavuutta on tärkeää harkita tarkkaan.

Kallioperään on varastoinut lämpöenergiaa enemmän kuin maakerrokseen ja lämpö johtuu keruuputkistossa kiertävään nesteeseen paremmin. Maakerroksen läpi porattaessa joudutaan käyttämään suojaputkea, ja siksi poraaminen on usein kalliimpaa kuin kallioporaus. Maalämpökaivon syvyys on oltava vähintään maalämpöpumpputoimittajan suositusten mukainen, jotta saadaan riittävästi energiaa. (18.)

### 3.4 Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppu eli toiselta nimeltään ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP) on uusien lämpöpumppuratkaisuista. Se ottaa lämpöä ilmasta ja siirtää sitä vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate on samanlainen kuin muillakin lämpöpumpuilla, eli sen avulla siirretään lämpöä kylmemmästä tilasta lämpimämpään. Kuten maalämpöpumpussakin, ilma-vesilämpöpumpussa on kaksi lämmönsiirintä, höyrystin ja lauhdutin. Ilma-vesilämpöpumpun avulla voidaan kattaa koko rakennuksen energiantarve mutta kylmimpiä jaksoja varten tarvitaan vara-järjestelmä, tai käytetään lämpöpumpussa olevia sähkövastuksia. Erona maalämpöpumppuun on, että lämpö kerätään ulkoilmasta eikä siten tarvita lämmönkeruuputkistoa tai porakaivoja. Osin näistä syistä ilma-vesilämpöpumppu on maalämpöä halvempi hankkia, ja se sopii kohteeseen tontin koosta tai maaperän laadusta riippumatta. (19.)

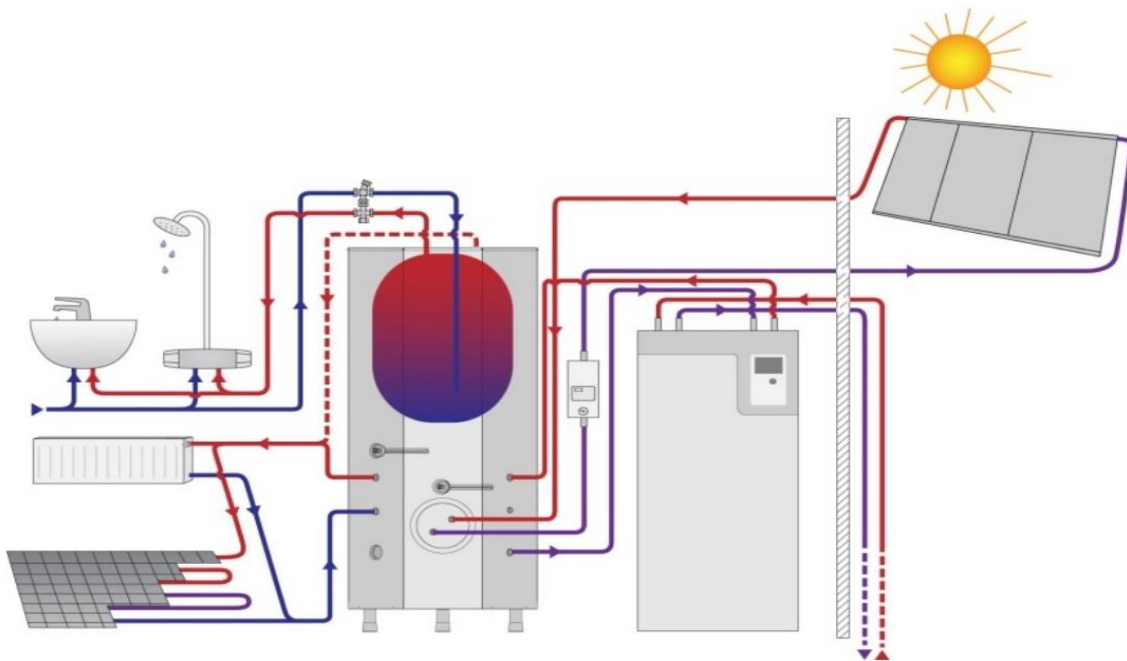
Ilma-vesilämpöpumpusta saatava lämmitysenergian määrä ja hyötysuhde huononee, kun ulkoilma kylmenee. Tämä on varsinkin Suomen kylmissä olosuhteissa laitteiston huono puoli, koska lämmitystarpeen kasvaessa ilma-vesilämpöpumpun hyötysuhde pienenee. Ulkoilman lämpötilan laskiessa +7 asteesta -20 asteeseen ilma-vesilämpöpumpun teho laskee merkittävästi, keskimäärin 50 prosenttia. Laadukkaan uudehkon ilma-vesilämpöpumpun lämpökerroin vielä -20 asteen pakkasilla voi olla sulatusjaksot huomioiden 1,4–1,8 käytettäessä lämmönjakotapana lattialämmitystä. Vanhemmilla ja huonosti kylmiin olosuhteisiin sopivilla laitteilla -20 asteen pakkasilla voi hyötysuhde tippua sähkölämmityksen tasolle, varsinkin kun lämmönjakotapana on lattialämmitystä korkeampia menoveden lämpötiloja vaativa patteriverkosto. Näistä syistä ilma-vesilämpöpumppu vaatii aina rinnalle täyden tehon tarpeelle mitoitettua lämmitysjärjestelmän. Kovimmilla pakkasilla tarvittava lisälämpö voidaan tuottaa myös ilma-vesilämpöpumpun omilla sähkövastuksilla. (20.)



### 3.5 Hybridilämmitys

Hybridilämmitys tarkoittaa usean eri lämmönlähteen hyödyntämistä rakennuksen lämmittämiseen ja käyttöveden tuottamiseen. Suunniteltaessa hybridilämmitystä öljylämmitteiseen rakennukseen, valitaan yleensä rinnakkaiseksi lämmitysjärjestelmäksi lämpöpumppu tai aurinkolämmitys. Hybridilämmityksessä lämmitystavoista aina joku on pääasiallinen lämmitysjärjestelmä ja toissijaisia lämmitystapoja voi olla rinnalla yksi tai useampia.

Pääasialliseksi lämmitysjärjestelmäksi voidaan luokitella maalämpö- ja ilma-vesilämpöpumput, joiden kulutushuippuja tuetaan esimerkiksi öljykattilalla. Ilmalämpöpumput ja aurinkolämmitys ovat osa rakennuksen lämmitysjärjestelmää, mutta ne luokitellaan täydentäviksi lämmönlähteiksi. Hybridijärjestelmän energiatehokas toiminta on mahdollista monipuolisen energiavaraajan avulla. Nykyaikainen hybridivaraaja vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän kanssa mahdollistaa useiden lämmitystapojen rinnakkaisen käytön. Kulutushuippuja varten voidaan jättää öljykattila, mikäli siirrytään maalämpöön tai ilma-vesilämpöpumppeihin tai hyödynnetään aurinkolämmitystä. Hybridilämmityksen lämmitysmuotoja ja lämmönjakotapoja näkyy kuvan 5 periaatekuvassa. (21.)



KUVA 5. Hybridilämmityksen periaatekuva (22.)

Hybridilämmityksessä mahdollisia lämmönjakotapoja ovat vesikiertoiset patterit tai vesikiertoinen lattialämmitys. Ilma-vesilämpöpumput tai maalämpö osatehomoitoksella ovat mahdollista

asentaa öljykattilan rinnalle. Öljykattilan ollessa vanha, myös se kannattaa uusia siirryttäessä hybridiratkaisuun. Oikein suunniteltu ja asennettu rinnakkaislämmitys järjestelmä vähentää merkittävästi öljynkulutusta. Öljylämmityksestä siirryttäessä hybridilämmitykseen käyttäen maalämpö- ja tai ilma-vesilämpöpumppuja on aina tarkistettava lämmönjakolaitteiden mitoituksen riittävyys. Patterilämmitteisessä rakennuksessa todennäköisesti joudutaan kasvattamaan pattereiden lämmönluovutus pinta-alaa. Lämpöpumpuilla ei päästä myöskään yhtä hyvään hyötysuhteeseen patterilämmityksen kuin lattialämmityksen kanssa. (23.)

## 4 KOHTEEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SANEERAUSVAIHTOEHTOJEN VERTAILU

### 4.1 Nykyinen järjestelmä

Nykyinen lämmitysjärjestelmä on öljykeskuslämmitys ja lämmönjakotapana patterit. Rakennuksilla on yhteinen lämpökeskus, joka sijaitsee Hillatie I:n B-talon päädyssä. Yhteisestä lämmönjakohuoneesta lämpö jaetaan kaikkiin neljään rakennukseen. Öljykattiloina on kaksi 70 kW:n Högfors 20 -valurautakattilaa Oilon -öljypolttimoilla. Kattilahuoneessa on erillinen käyttövesivaraaja. Öljysäiliölle on huone lämmönjakohuoneen vieressä. Patterit ovat yksilevyisiä teräslevypattereita, jotka on mitoitettu lämpötiloilla 90/70 °C. Lämpöjohdot on terästä ja rakennettu yläjakoisesti koteloiteihin, joten kosteus ei ole päässyt vaikuttamaan niihin. (1, s. 4.)

Lämmitysjärjestelmälle tehtävän saneerauksen hankesuunnitelman mukaiset minimitoimet ovat lämpöjohtokanaaleissa olevien aluelämpöputkien, termostaattisten patteriventtiilien sekä lämmitysverkoston linjasäätö- ja sulkuventtiilien uusiminen. Uusinnat ovat ajankohtaisia teknisiin käyttöikiin perustuen. Liitteestä 1 löytyvät tekniset käyttöiät, jotka on kasattu LVI-10424-ohjekortista. Saneerauksen yhteydessä tehtävän sisätilaremontin yhteydessä patterit tullaan huuhtelemaan ja huoltomaalamaan tai vaihtamaan kokonaan uusiin. Kustannuksena pattereiden huoltotoimet olisivat liki uusien pattereiden hinnan tasoa, joten uusiminen voisi olla järkevää vaikkakin pattereilla on vielä teknistä käyttöikää jäljellä noin 20 vuotta. (1, s. 5.)

Myös öljykattiloiden tekninen käyttöikä alkaa olla lopussa. Valurautakattilan teknisenä käyttöikä voidaan pitää 40 vuotta (liite 1), joten uusiminen olisi ajankohtaista. Öljykattilat ovat yleisesti ottaen varmatoimisia ja voivat kestää käyttöä pitkäänkin. Hyötysuhde ei kuitenkaan ole enää uuden kattilan veroinen, kun öljypolttimen ja kattilan tekninen käyttöikä alkaa täyttyä. Öljypolttimen tekninen käyttöikä on noin 15 vuotta mutta taloudellinen käyttöikä vain 10 vuoden luokkaa. Tällöin öljypoltin toimii polttaen öljyn tehokkaammin kuluttaen vähemmän öljyä ja aiheuttaen vähemmän savukaasupäästöjä (3, s.35). Parantaakseen öljylämmitysjärjestelmän hyötysuhdetta ja toimintavarmuutta tulisi siis myös öljypolttimet uusia. (24.)

## 4.2 Nykyinen energiankulutus

Toteutuneet öljynkulutustiedot mainittiin vuoden 2014 osalta LVI-hankesuunnitelmassa. Myös vuosien 2010–2015 öljynkulutustiedot saatiin käyttöön. Kulutuksessa on ollut suurehkoa vaihtelua, mikä ei täysin selity vuosien välisillä lämpötilaeroilla. Ilmeisesti suurta vaihtelua on aiheuttanut eri vuosina toteutunut käyttöveden kulutus. Asuntoja on välillä ollut tyhjiillään, mikä näkyy käyttöveden kulutuksessa. Ilmatieteen laitos julkaisee kuukausittaiset ja vuosittaiset lämmitystarveluvut vertailupaikkakunnille. (25.) Kuntakohtaiset korjauskertoimet on määritetty erikseen. Normittamalla saadaan verrattua saman rakennuksen lämmitysenergian kulutusta eri aikoina kaavan 1 mukaan. Koska öljynkulutustiedot olivat käytössä usealta vuodelta, eivätkä kulutuslukemat vastanneet täysin lämmitystarvelukua, voidaan laskelmissa käyttää toteutuneita arvoja. Kaavan 1 mukaisen laskutavan käyttöä myös vaikeuttaa se, ettei käyttöveden toteutuneita kulutustietoja ollut saatavilla. (26.)

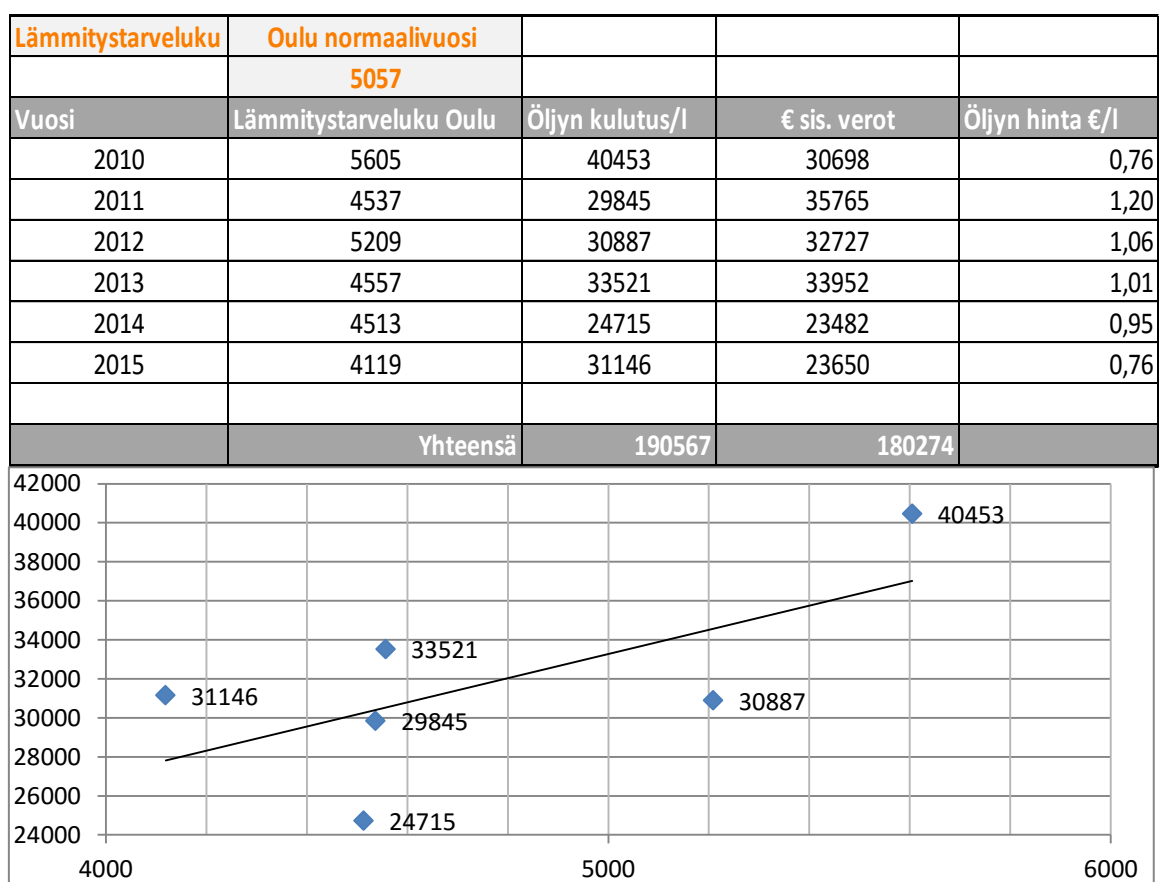
$$Q_{norm} = k1 \times \frac{S_N \text{ vpkunta}}{S_{toteutunut \text{ vp kunta}}} \times Q_{toteutunut} + Q_{\text{lämmin käyttövesi}} \quad \text{KAAVA 1}$$

$Q_{norm}$	=	rakennuksen normitettu lämmitysenergian kulutus
$k1$	=	paikkakuntakohtainen korjauskerroin vertailupaikkakuntaan
$S_N \text{ vpkunta}$	=	normaalivuoden tai –kuukauden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla
$S_{toteutunut \text{ vp k.}}$	=	toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla vertailupaikkakunnalla
$Q_{toteutunut}$	=	rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia
$Q_{\text{lämmin käyttövesi}}$	=	käyttöveden lämmittämisen vaatima energia

Nykyisen öljylämmityksen polttoainekustannukset ovat olleet noin 30 000€ vuodessa. Öljyä on kulunut keskimäärin 31 760 litraa vuodessa. Kevyen polttoöljyn lämpöarvo on 10,02 kWh/l. (27.) Toteutuneen kulutuksen mukaan polttoaineesta hyödyksi saatavaksi energiamääräksi saadaan 257 770 kWh. Öljykattilan vuosihyötysuhteena käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osan D5 (2012) mukaista standardi öljykattilan vuosihyötysuhdetta 0,81. CADS Planner 16 -laskennan perusteella saatiin tilojen lämmityksen ja lämpimän käyttöveden sekä ilmanvaihdon lämmityksen nettoenergian tarpeeksi 241 375 kWh vuodessa. Lämmönjaon ja luovutuksen hyötysuhteena käytettiin CADS Plannerin laskelmissa RakMK:n osan D5 (2012) vesiradiaattoreille antamaa 0,8:aa ja lämpimän käyttöveden siirron hyötysuhteena 0,96:ta.

Laskelmissa käytettiin toteutuneen kulutuksen perusteella määritettyjä arvoja. Lämmitystarveluvut, öljynkulutus ja öljyn hinta eri vuosina löytyvät taulukosta 3. Öljylämmityksen vuosittaiset polttoainekustannukset on esitetty taulukossa 3 lämmitystarveluvun funktiona. Taulukosta 3 havaitaan suuret käyttökustannukset. Korkeiden käyttökustannusten lisäksi on hyvin todennäköistä, että myös öljyjärjestelmän vuosittaiset huoltokustannukset tulisivat kasvamaan. (28.)

TAULUKKO 3. Lämmitystarveluvut ja öljyn kulutus



Koska käyttöveden kulutuksesta ei ollut tietoja, lasketaan lämpimän käyttöveden kulutus RakMK:n osan D5 (2012) mukaisesti. Henkilöperusteisena arvona käytetään 60 dm<sup>3</sup>/henkilö lämmintä käyttövettä vuorokaudessa, kun asuinrakennuksessa ei ole huoneistokohtaista mittausta ja laskutusta. Asunnoista 19 on kaksioita ja yksi kolmen huoneen asunto. Arvioidaan henkilömääräksi 41 ja lasketaan sen perusteella käyttöveden lämmitysenergian nettotarve kaavan 2 mukaisesti. Käyttöveden valmistuksen hyötysuhteena käytetään 0,96. (28.)

$$Q_{lqv,netto} = \rho_v \times c_{pv} \times V_{lqv} \frac{T_{lqv} - T_{kv}}{3600} - Q_{lqv,LTO} \quad \text{KAAVA 2}$$

$Q_{lkv, netto}$	lämpimän käyttöveden lämpöenergian nettotarve, kWh
$\rho_v$	veden tiheys, 1000 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pv}$	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/(kg K)
$V_{lkv}$	lämpimän käyttöveden kulutus, m <sup>3</sup>
$T_{lkv}$	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
$T_{kv}$	kylmän käyttöveden lämpötila, °C
3600	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi, s/h
$Q_{lkv, LTO}$	jäteveden lämmöntalteenotolla talteenotettu ja käyttöveden lämmityksessä hyväksikäytetty energia, kWh

$$Q_{lkv, netto} = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 4,2 \frac{kJ}{kg \times K} \times 898 m^3 \frac{(55 - 5)K}{3600} - 0 = 52383 kWh$$

Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia lasketaan kaavan 3 mukaan.

$$Q_{lämmitys, lkv} = \frac{Q_{lkv, netto}}{\eta_{lkv, valmistus}} \quad \text{KAAVA 3}$$

$Q_{lämmitys, lkv}$  = lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia

$\eta_{lkv, valmistus}$  = lämpimän käyttöveden valmistuksen hyötysuhde

$$\eta_{lkv, valmistus} = 0,96$$

$$Q_{lämmitys, lkv} = \frac{52383 kWh}{0,96} = 54565 kWh$$

Lämmitysjärjestelmän lämpöenergian kulutus lasketaan lämmöntuottojärjestelmittäin kaavan 4 mukaan.

$$Q_{lämmitys} = (Q_{lämmitys, tilat} + Q_{lämmitys, iv} + Q_{lämmitys, lkv} - Q_{aurinko, lkv} - Q_{muu tuotto}) / \eta_{tuotto} \quad \text{KAAVA 4}$$

$$Q_{lämmitys, tilat} + Q_{lämmitys, iv} = Q_{lämmitys} - Q_{lämmitys, lkv}$$

Tilojen lämmitykseen ja ilmanvaihdon lämmitykseen vuodessa kuluva energia. Ilmanvaihdon lämmitys koostuu nykyisellä ratkaisulla korvausilman lämpenemisestä tilassa.

$$Q_{lämmitys, tilat} + Q_{lämmitys, iv} = (255770 - 54565) kWh = 201205 kWh$$

Lasketaan nykyisellä ratkaisulla tilojen lämmitykseen vuodessa kuluva energia. Ilmanvaihdon lämmitykseen kuluva energia saatu CADs Plannerilla tehdystä energiaselvityksestä.

$$\begin{aligned} Q_{\text{l\u00e4mmitys,tilat}} &= 201205 \text{ kWh} - Q_{\text{l\u00e4mmitys,iv}} \\ &= (201205 - 56293) \text{ kWh} = 144912 \text{ kWh} \end{aligned}$$

### 4.3 Perusparannusvaihtoehtojen laskennan lähtötiedot

CADs Planner 16 -lämpöhäviölaskennan perusteella saatiin alkuperäisillä rakenteilla tilojen lämmitystehon tarpeeksi 71 kW ja käytettäessä parempia rakenneosia tilojen lämmitystehon tarve on 51 kW. Alkuperäisillä rakenteilla tilojen ja ilmanvaihdon lämmitykseen kulunut toteutunut energiankulutus oli 201 205 kWh vuodessa. CADs Plannerin avulla tehtiin energiaselvityksiä eri rakenne- ja ilmanvaihtoratkaisuilla. Näiden perusteella määritettiin tilojen ja ilmanvaihdon lämmitykseen kuluvat energiamäärät eri perusparannusvaihtoehdoilla. Tarkasteltaessa lämmitysjärjestelmien elinkaarikustannuksia otettiin ilmanvaihdon perusparannus mukaan laskelmissa. Ilmanvaihdon saneerausratkaisu vaikuttaa lämmitysenergian kulutukseen sekä investointi- ja käyttökustannuksiin. Tässä työssä ei oteta kantaa rakenneosien parantamisen kustannuksiin tai kannattavuuteen, vaan päädyttiin laskemaan vain kustannusvaikutukset taloteknisten ratkaisuiden investointien ja elinkaarien osalta.

Tarkasteltavia vaihtoehtoja käsiteltiin kunkin mahdollisen lämmitysjärjestelmän osalta kolme. Ensimmäisessä vaihtoehdossa tehdään vain LVI-hankesuunnitelman mukaiset lämmitysjärjestelmään kohdistuvat toimenpiteet ja asennetaan liesituulettimien tilalle uudet talotuulettimet. Ilmanvaihdon perusparannuksen investointi- ja käyttökustannukset sisällytettiin elinkaarilaskelmiin kaikissa vaihtoehdoissa. Toisena vaihtoehtona tarkasteltiin, että kohteeseen asennetaan asuntokohtaiset lämmöntalteenotolla varustetut tulo- ja poistoilmakoneet. Kolmas vaihtoehto oli, että asuntokohtaisten ilmanvaihtokoneiden lisäksi myös rakenteisiin tehtäisiin parannuksia, eli ikkunat ja ovet uusittaisiin ja yläpohjaan lisättäisiin eristystä. Vaihtoehdoissa 1 ja 2 lämmitysenergian määrät laskettiin toteutuneisiin kulutuksiin perustuen, mutta ilmanvaihdon lämmitykseen tarvittava energiamäärä otettiin CADs Plannerilla tehdystä energiaselvityksestä.

Vaihtoehdossa 3 laskettiin CADs Plannerin avulla myös tilojen lämmitykseen kuluva vuotuinen energia. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteena käytettiin 45 %:a. Tilojen lämmitystehon tarve pitää sisällään rakenteiden läpi johtumisesta aiheutuvat lämpöhäviöt ja vuotoilmanvaihdon lämpöhäviöt. Lasketaan ilmanvaihdon lämmittämisen vaatima tehontarve eri tapauksissa. Lasketaan ensin koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon tuloilman lämmittämisen tehontarve RakMK:n osan D5 (2012) mukaisesti. Oletuksena on, että kone on jatkuvasti päällä. Tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve voidaan laskea tarvittaessa kaavan 5 mukaan. (28.)

$$Q_{iv,tuloilma} = t_d \times t_v \times \rho_i \times c_{pi} \times q_{v,tulo} (T_s - T_{sp}) \times \Delta t / 1000 \quad \text{KAAVA 5}$$

$Q_{iv,tuloilma}$	tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$t_d$	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhte, h/24h
$t_v$	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhte, vrk/7 vrk
$\rho_i$	ilman tiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$T_s$	sisälämpötila, °C
$T_{sp}$	sisäänpuhalluslämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpötehon tarve saadaan kaavan 6 mukaan. Lasketaan tuloilman lämmittämisen tehontarve lämmitysjärjestelmällä, kun kohteeseen suunnitellaan koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto RakMK:n osan D2 (2012) mukaisesti käyttäen ilmanvaihtokerrointa 0,5 1/h. Tuloilman sisäänpuhalluslämpötilana käytetään 18 °C:ta. Tuloilmavirta on määritetty työssä tehdyn ilmanvaihtosuunnitelman mukaisesti. (29.)

$$\Phi_{tuloilma} = \rho_i \times c_{pi} \times q_{v,tulo} (T_s - T_{sp}) \quad \text{KAAVA 6}$$

$$\Phi_{tuloilma} = 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times 0,357 \frac{m^3}{s} (21 - 18)^{\circ}C = 1,3 kW$$

Korvausilman lämpenemisen tehontarve saadaan kaavan 7 mukaan:

$$\Phi_{korvausilma} = \rho_i \times c_{pi} \times q_{v,tulo} (T_s - T_{u,mit}) \quad \text{KAAVA 7}$$

$T_{u,mit}$  = ulkoilman lämpötila mitoituspakkasella



Korvausilman lämmittämisen tehontarve lämmitysjärjestelmällä mitoitusolosuhteissa, kun kohteeseen suunnitellaan koneellinen poistoilmanvaihto talotuulettimella RakMK:n osan D2 (2012) mukaisesti käyttäen ilmanvaihtokerrointa 0,5 1/h. Poistoilmavirta on määritetty työssä tehdyn ilmanvaihtosuunnitelman mukaisesti. (29.)

$$\Phi_{korvausilma} = 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times 0,397 \frac{m^3}{s} (21 - (-32))^{\circ}C = 25,2 kW$$

VAIHTOEHTO 1: Alkuperäiset rakenteet, talotuuletin. Ilmanvaihdon lämmitykseen kuluva energia on saatu CADs Plannerin energiaselvityksestä.

$$\Phi_{lämmitys,tilat,alkup.} = 71 kW$$

$$\Phi_{korvausilma} = 25,2 kW$$

$$Q_{lämmitys,tilat} + Q_{lämmitys,iv} = 201205 kWh$$

$$Q_{lämmitys,tilat} = 144912 kWh$$

$$Q_{lämmitys,iv} = 56293 kWh$$

$$Q_{lämmitys,lkv} = 54565 kWh$$

VAIHTOEHTO 2, Alkuperäiset rakenteet, koneelliset tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet, LTO:n hyötysuhde: 45 %. Ilmanvaihdon lämmitykseen kuluva energia on saatu CADs Plannerin energiaselvityksestä.

$$\Phi_{lämmitys,tilat,alkup.} = 71 kW$$

$$\Phi_{tuloilma} = 1,3 kW$$

$$Q_{lämmitys,tilat} = 144912 kWh$$

$$Q_{lämmitys,iv} = 24394 kWh$$

$$Q_{lämmitys,lkv} = 54565 kWh$$

VAIHTOEHTO 3, paremmat rakenteet, koneelliset tulo- poisto ilmanvaihtokoneet, LTO:n hyötysuhde: 45 %. Ilmanvaihdon- ja tilojen lämmitykseen kuluva energia on saatu CAD\$ Plannerin energiaselvityksen mukaan.

$$\Phi_{\text{lämmitys,tilat}} = 51 \text{ kW}$$

$$\Phi_{\text{tuloilma}} = 1,3 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{lämmitys,tilat}} = 96489 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{lämmitys,iv}} = 24394 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{lämmitys,lkv}} = 54565 \text{ kWh}$$

## 4.4 Öljylämmityksen korjaaminen

### 4.4.1 Investointikustannukset

Yksinkertaisin ja investointikustannuksiltaan halvin tapa saneerata nykyinen lämmitysjärjestelmä olisi korjata öljylämmitysjärjestelmä. Korjaus edellyttäisi öljylämmityskattiloiden uusimista. Korvaamalla vanhat valurautaöljykattilat nykyaikaisella teräslevykattilalla tai -kattiloilla paranisi hyötysuhde noin 10–30 %:lla. Öljylämmitysjärjestelmän kunnostaminen tulisi maksamaan noin 20 000 €. (1, s. 7.) Kustannukset koostuisivat lähinnä entisten öljykattiloiden purkamisesta ja uuden kattilan, öljypolttimen sekä säätöautomatiikan hankinta- ja asentamiskustannuksista. Lisäksi erillinen suuri lämminvesivaraaja-säiliö voitaisiin purkaa pois vaihdettaessa kattila uuteen lämminvesikierukalla varustettuun. Uudeksi kattilaksi voidaan valita esimerkiksi Ariterm Arimax E160 LV -kiinteistökattila. Öljypolttimeksi voidaan valita esimerkiksi Oilon KP-6-2 (71–140kW) kaksitehopoltin.

Investointikustannuksiin tulevat lisäksi pakolliset patteriverkoston saneeraustyöt. Nykyisillä verkoston 90/70 °C -lämpötiloilla lasketut uusien patterien kustannukset asettuisivat kaikkien neljän talon osalta veroineen noin 16 400 euroon. Patterit kuitenkin tulitaisiin vaihtamaan 60/30 °C -lämpötiloilla mitoitettuihin, jotta maalämpöön voidaan siirtyä myöhemmin tekemättä uusia muutoksia verkostoon. Patterit, jotka soveltuvat myös maalämpöön, ovat noin 20 000 € kalliimmat kuin alkuperäisillä mitoituslämpötiloilla olevat. Tällä kustannuserolla on kuitenkin pieni vaikutus koko hankkeen kustannuksiin. Myös uusittavat termostaattiset patteriventtiilit, linjasäätö- ja

sulkuventtiilit ja työkustannukset patteriverkoston osalta tulevat kaikissa saneerausvaihtoehdoissa olemaan likimain samansuuruiset. Patterihintoja vertailtiin valitsemalla eri lämpötiloilla mitoitettuja patterit CADS Planner 16:n lämpöhäviölaskennan perusteella yhteen neljästä talosta, minkä perusteella patterihinnat laskettiin koko urakalle. Patterien hintoina käytettiin valmistajan ilmoittamia ohjevähittäishintoja. (ovh.) Lämpöhäviölaskennan lähtötietoina käytettiin talojen rakentamisvuosina voimassa olleiden rakenneosien lämmönläpäisykerrointen minimitasoa RakMK:n osan C3 (1978) mukaisesti. (30.)

#### **4.4.2 Käyttökustannukset**

Nykykaisten öljykattiloiden hyötysuhde eli öljystä hyödyksi saatava energia on yli 95 %. (3, s. 43) Vaihtamalla öljykattila uuteen LVV-kierukalla varustettuun teräslevykattilaan höytysuhde kasvaa ja öljynkulutus vähenee. Käytetään laskelmissa uuden standardi öljykattilan vuosihyötysuhteena 90 %:a RakMK:n osan D5 (2012) taulukon 6.7 mukaisesti. Tämänhetkisellä öljykattilalla laskettiin polttoaineesta hyödyksi saatavaksi energiamääräksi 257 770 kWh. Korjatun öljylämmityksen käyttökustannukset saadaan laskettua eri tapauksissa uuden kattilan vuosihyötysuhdetta käyttäen. (28.)

Öljylämmityksen käyttökustannukset koostuvat polttoaineen lisäksi huoltokustannuksista, joita ovat öljykattilan ja savuhormin nuohoaminen ja polttimen huolto. Öljykattilan ja polttimen huollon saa tehdä vain ammattilainen. Huollon yhteydessä voidaan tarvittaessa tehdä myös öljyn rinnalle kytketyn lämmitysjärjestelmän säätö. Öljypoltin tulee huoltaa 2 vuoden tai 5000 poltetun öljylitran välein. Savuhormi nuohotaan vuosittain. (31.)

Öljylämmityksen käyttökustannuksia laskettaessa laskelmat tehtiin nykyisellä öljyn hinnalla ja viimeisten kuuden vuoden aikana olleella keskimääräisellä hinnalla. Opinnäytetyön tekohetkellä öljyn hinta oli 64 senttiä litralta ja viimeisen kuuden vuoden ajan kohteeseen ostetun öljyn keskihinta on ollut 96 senttiä litralta. Tämän hetkinen keskimääräistä halvempi öljynhinta saa näyttämään öljylämmityksen kannattavalta, ainakin lyhyellä aikavälillä. Hinnan merkittävä nousu nostaa öljylämmityksen käyttö- ja elinkaarikustannuksia selvästi. (32.)

Öljylämmityksen käyttökustannukset laskettiin eri saneerausvaihtoehdoilla. Öljyn kulutus saadaan laskettua kaavan 8 avulla, kun hyödyksi saatu energiamäärä ja kattilan vuosihyötysuhde

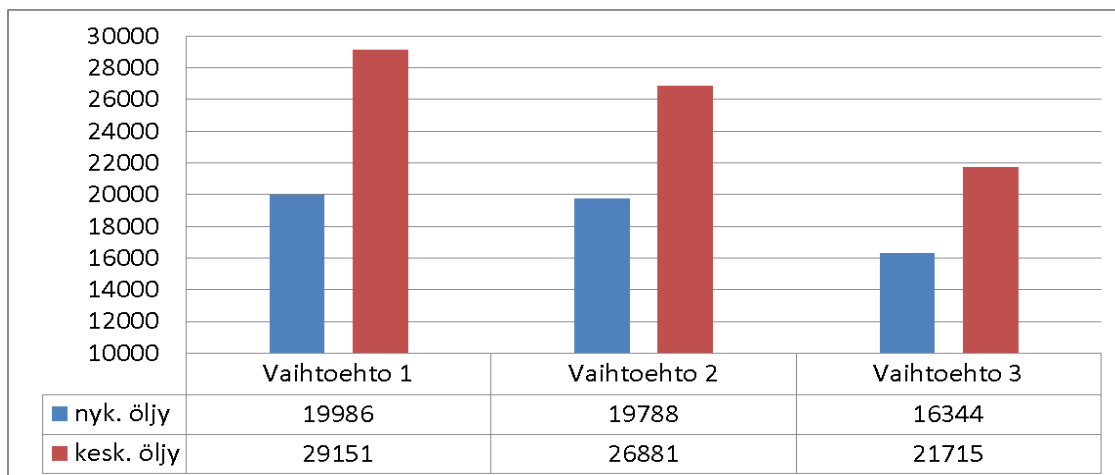
tiedetään. Käyttökustannuksiin on otettu huomioon tilojen, käyttöveden ja tuloilman lämmittämiseen kuluvan energian lisäksi ilmanvaihdon puhaltimien kuluttama sähköenergia ja järjestelmän huoltokustannukset. Öljylämmityksen vuotuiset käyttökustannukset korjauksen jälkeen ovat eri saneerausratkaisuilla taulukon 4 mukaiset.

$$Q_{hyöty} = \eta_{kattila} \times q_{öljy} \times V_{öljy}$$

KAAVA 8

- $Q_{hyöty}$  = hyödyksi saatava energia  
 $\eta_{kattila}$  = kattilan vuosihyötysuhde  
 $q_{öljy}$  = öljyn lämpöarvo  
 $V_{öljy}$  = poltetun öljyn määrä

TAULUKKO 4. Korjattu öljylämmitys, käyttökustannukset €/v



Vaihtoehto 1: Alkuperäiset rakenteet, talotuuletin:

Vaihtoehto 2: Alkuperäiset rakenteet, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto,  $\eta_{LTO} = 45\%$ :

Vaihtoehto 3: Paremmat rakenteet, koneellinen tulo- poistoilmanvaihto,  $\eta_{LTO} = 45\%$ :

#### 4.4.3 Öljylämmityksen elinkaarikustannukset

Öljylämmityksen elinkaarikustannuksista suurin osa aiheutuu korkeista käyttökustannuksista, varsinkin kun käytetään laskennassa keskimääräistä öljyn hintaa. Nykyaikaisen teräslevykattilan tekninen käyttöikä on 30–40 vuoteen. Öljypolttimen tekninen käyttöikä on 15 vuotta. (Liite 1) Elinkaarikustannukset 15 jaksolle ovat 493 000–706 000 euroa riippuen öljyn hinnasta ja muista saneerausratkaisusta.

## 4.5 Kaukolämpöön liittyminen

### 4.5.1 Investointikustannukset

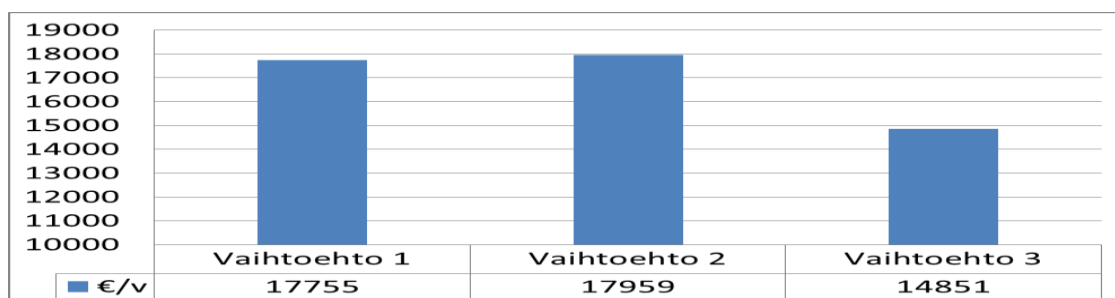
Kaukolämpölaitteiden asennuksen hinnaksi tulisi noin 15 000 €. Kaukolämmön liittymälinjan rakennuskustannukset nousisivat 200 000 €:oon, koska kaukolämmön toimittajan etäisyys kohteesta on suuri, ja jouduttaisiin rakentamaan useita teiden alituksia. Tämän lisäksi tulevat muut lämmitysjärjestelmään kohdistuvat investoinnit ja työt. (1, s. 4.)

### 4.5.2 Käyttökustannukset

Kaukolämpöön liittyminen olisi käyttökustannusten perusteella nykyiseen öljylämmitykseen verrattuna varteenotettava vaihtoehto. Edullisempien käyttökustannusten lisäksi kaukolämpö olisi vaivaton ratkaisu öljylämmitysjärjestelmään verrattuna, koska lämmönmyyjä vastaa tällöin lämmön toimituksesta ja laitteiden huollosta. Kaukolämmön hinta Ruukissa on 64,20 €/MWh (33). Kaukolämmön hinta koostuu tehomaksusta ja energiamaksusta ja veroista.

Paikkakunnan lisäksi kaukolämmön hintaan vaikuttavat kaukolämmitysjärjestelmän koko ja kaukolämmön tuotannossa käytettyjen polttoaineiden hinnat (34). Käyttökustannuksiin on otettu huomioon tilojen, käyttöveden ja tuloilman lämmittämiseen kuluvan energian lisäksi ilmanvaihdon puhaltimien kuluttama sähköenergia ja järjestelmän huoltokustannukset. Kaukolämmön vuosittaiset käyttökustannukset ovat perusparannuksista riippuen taulukon 5 mukaiset.

TAULUKKO 5. Kaukolämmön käyttökustannukset €/v



Vaihtoehto 1: Alkuperäiset rakenteet, talotuuletin:

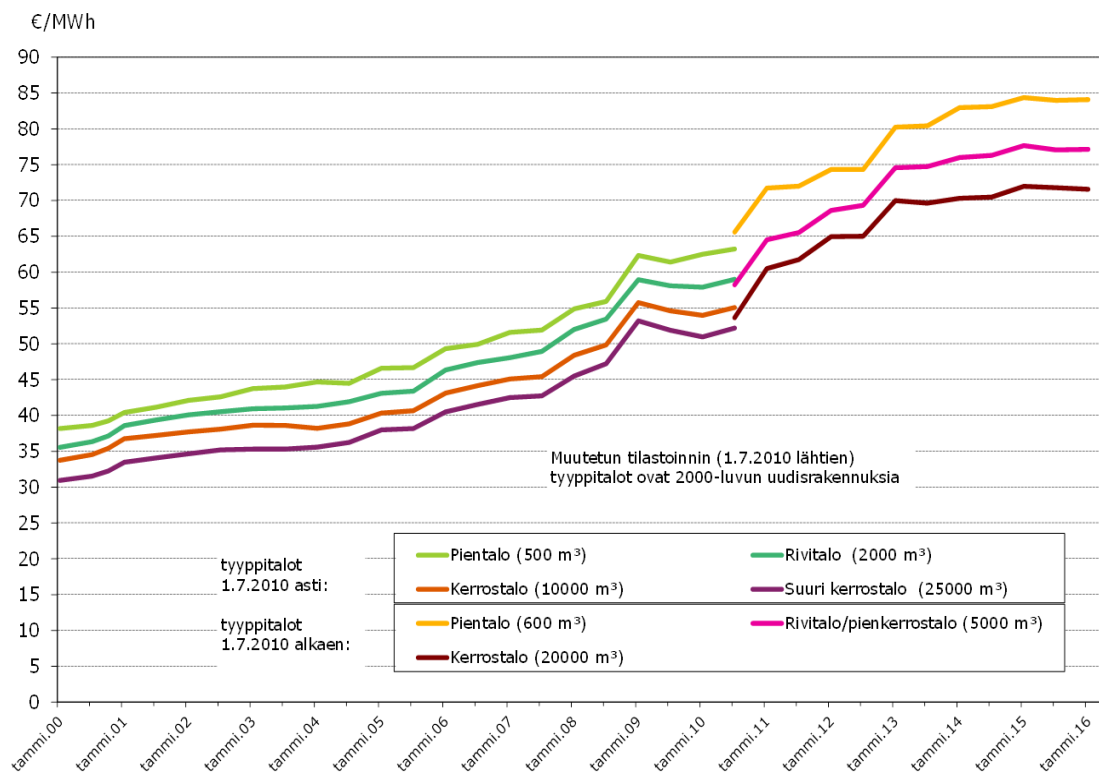
Vaihtoehto 2: Alkuperäiset rakenteet, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto,  $\eta_{LTO} = 45\%$ :

Vaihtoehto 3: Paremmat rakenteet, koneellinen tulo- poistoilmanvaihto,  $\eta_{LTO} = 45\%$ :

### 4.5.3 Elinkaarikustannukset

Kaukolämmön elinkaarikustannukset nousevat kohteessa korkeiksi suurien liittymiskulujen takia. Kaukolämmön hinnassa on tapahtunut merkittävää nousua viimeisten vuosien aikana taulukon 6 osoittamalla tavalla. Asiakkaan maksama kokonaishinta on liki kaksinkertaistunut viimeisen kymmenen vuoden aikana. Kaukolämmön kannattavuus tähän kohteeseen kaatuu liian korkeisiin investointikustannuksiin. Olettaen, että öljyn ja kaukolämmön hintaero pysyisi ennallaan ja lämmitysenergian kulutus samana jatkossakin, kaukolämpö ei ole tähän kohteeseen järkevä vaihtoehto laskettaessa elinkaarikustannukset 15 vuoden ajalle. Kaukolämmön elinkaarikustannukset tämänhetkisen hinnan perusteella 15 vuodessa vaihtelevat 654 000–767 000 euroon muiden tehtävien saneerausratkaisuiden mukaan.

TAULUKKO 6. Kaukolämmön hinta veroineen €/MWh, teho- + energiamaksu (35, s. 1)



## 4.6 Maalämpöön siirtyminen

### 4.6.1 Investointikustannukset

Maalämpölaitteiston ja lämpökaivojen investointikustannukset veroineen tulisivat olemaan noin 130 000 € (1. s.7). Maalämpöjärjestelmään siirtyminen edellyttäisi itse maalämpölaitteiden ja lämpökaivojen lisäksi pattereiden vaihtamista. Alkuperäiset yksilevyiset patterit on mitoitettu 90/70 °C -lämpötiloilla, eivätkä patterit luovuttaisi riittävästi tehoa matalammalla menoveden lämpötilalla. Maalämmön kanssa patteriverkosto suunnitellaan yleensä 60/40 °C lämpötiloille eli menoveden lämpötila on 60 ja paluuvesi 40 astetta. (36.)

Patterikoot tulevat maalämpöön siirryttäessä kasvamaan kaksi- tai kolmileyvisiin riippuen siitä, tehdäänkö samalla rakenteisiin parannuksia. CADS Planner 16 -ohjelmistolla mitoitettiin patterit alkuperäisiin rakenteisiin riittäviksi ja vaihtoehtoisesti parannetuille rakenteille. Rakenteiden parantamisessa kysymykseen tulee lähinnä ikkunoiden ja ovien uusiminen paremman U-arvon omaaviin sekä yläpohjan lisäeristäminen. Patterikustannukset koko urakan osalta ovat noin 7500 euroa pienemmät, mikäli rakenteisiin tehdään edellä mainitut parannukset. Patterien kokonaishinta on 25 prosenttia suurempi tehtäessä mitoitus alkuperäisillä rakenteilla.

Tähän kohteeseen tehdyissä laskelmissa maalämpö mitoitettiin osatehoiseksi. Öljylämmityksellä hoidettaisiin edelleen mitoituspakkasten huipputehontarpeet. Kohteeseen valitaan lämpöteholtaan 55,8 kW:n Stiebel Eltron WPF 52 -maalämpöpumppu. Patteriverkoston mitoituslämpötiloina käytettiin 60/30 °C. CADS Planner 16 -ohjelman lämpöhäviölaskennan perusteella laskettiin vaihtoehdot alkuperäisillä ja parannetuilla rakenteilla. Alkuperäisillä rakenneosilla maalämpöön siirryttäessä tarvitaan 271 m lisää lämpökaivon aktiivisyvyyttä, jonka kustannus on noin 30 € metriltä eli 8130 €. Laskelmat on suoritettu niin, että kaivosta saadaan 37 W/m. Rakenneparannuksilla päästäisiin hieman pienempiin ja edullisempiin pattereihin ja urakkaan valittu maalämpöpumppu riittäisi täysitehoiseen mitoitukseen tai vaihtoehtoisesti voitaisiin valita hieman pienempi lämpöpumppu, ja siten saada vähän pienemmät investointi- ja käyttökustannukset. (37.)

#### 4.6.2 Käyttökustannukset

Maalämpöjärjestelmän käyttökustannukset aiheutuvat suurimmaksi osaksi ostettavasta sähköenergiasta, koska järjestelmän huoltokulut ovat pienet. Mitoitettaessa maalämpö osatehoiseksi, kovimmilla pakkasilla kuluisi lisäksi jonkun verran öljyä. Öljylämmityksen vuosihyötysuhteena käytettiin 0,90. Lämpöpumpun tuottaman energian määrä saadaan laskettua kaavojen 9 ja 10 avulla eri vaihtoehtoilla seuraavasti. Kaikissa vaihtoehtoissa käytettiin laskelmissa samaa lämpöpumppulaitteistoa.

$$Q_{LP,lämmitys,tilat} = Q_{lämmitys,tilat} - Q_{lisälämmitys,tilat} \quad \text{KAAVA 9}$$

**Vaihtoehto 1:** alkuperäiset rakenteet, talotuuletin:

Lämpöpumpun tehomitoitus huipputehon tarpeesta saadaan kaavan 10 mukaan:

$$\frac{\Phi_{LP}}{\Phi_{lämmitys,tilat} + \Phi_{korvausilma}} = \frac{55,8 \text{ kW}}{(71 + 25,2) \text{ kW}} = 0,58 \dots \approx 58\% \quad \text{KAAVA 10}$$

Osatehomitettu lämpöpumppu on mitoitettu näin ollen 58 % huipputehon tarpeesta. RakMK:n osan D5 (2012) liitteen 2 taulukon L2.1. mukaisesti saadaan maalämpöpumpun kattama osuus tilojen ja lämpimän käyttöveden energian tarpeesta. Lämpöpumppu on mitoitettu tuottamaan lämmitykseen korkeintaan 50-asteista vettä. Tilojen lämmityksen ja käyttöveden lämmityksen suhteena käytettiin lukua 2,0, eli lämpöpumppu käyttää tilojen lämmittämiseen kaksinkertaisen määrän energiaa kuin käyttöveden lämmittämiseen. Maalämpöpumpun kattamaksi osudeksi tilojen- ja käyttöveden lämmittämiseen kuluvasta lämpöenergiasta luetaan RakMK:n osan D5 (2012) liitteen 2 taulukosta L2.1. säävyöhykkeellä III arvoksi 0,82. Lisälämmitys katetaan öljylämmityksen avulla. (28, s. 70.)

$$\frac{Q_{lämmitys,tilat}}{Q_{lämmitys,käyttövesi}} = 2,00$$

$$Q_{LP,lämmitys} = 0,82 \times (Q_{lämmitys,tilat} + Q_{lämmitys,lkv})$$

$$Q_{LP,lämmitys} = 0,82 \times (201205 + 54565) \text{ kWh} = 209731 \text{ kWh}$$



Maalämpöpumpun SPF-luku kertoo vuoden keskimääräisen lämpökertoimen eli vuotuisen tuotetun energian suhteen lämpöpumpun ja apulaitteiden sähkönkulutukseen. RakMK:n osa D5 (2012) antaa maalämpöpumpulle SPF-luvuksi 2,7 tilojen lämmityksen osalta, kun pumpulla tuotetaan lämmitysjärjestelmään korkeintaan 50 °C vettä. Käyttöveden lämmityksen osalta SPF-luku on 2,3. Maalämpöpumpun SPF-luvut löytyvät taulukosta 7. Lasketaan edellä mainittuja arvoja käyttäen lämmitysjärjestelmän ostoenergian määrät. (28, s. 50.)

TAULUKKO 7. Maalämpöpumpun SPF-luvut (28, s. 50)

Maalämpöpumppu	SPF-luku	
	Vuotuinen keruupiirin pailuunesteen keskilämpötila, °C	
menoveden korkein lämpötila, °C	-3	+3
<i>Tilojen lämmitys</i>		
30	3,4	3,5
40	3,0	3,1
50	2,7	2,7
60	2,5	2,5
<i>Käyttöveden lämmitys</i>		
60	2,3	2,3

Lämmitysjärjestelmän ostoenergian määrät:

$$Q_{\text{sähkö,osto}} = 0,82 \left( \frac{201205}{2,7} + \frac{54565}{2,3} \right) = 80560 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{lisämmitys,osto}} = (1 - 0,82) \times \frac{(201205 + 54565)}{0,90} \text{ kWh} = 51154 \text{ kWh}$$

**Vaihtoehto 2:** alkuperäiset rakenteet, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtokone, LTO:n vuosihyötysuhde on 45 %: Lasketaan ostoenergian määrät käyttäen samaa lämpöpumppulaitteistoa kuin edellä.

Lämpöpumpun tehomitoitus huipputehon tarpeesta:

$$\frac{\Phi_{LP}}{\Phi_{\text{lämmitys,tilat}} + \Phi_{\text{lämmitys,iv}}} = \frac{55,8 \text{ kW}}{(71 + 1,3) \text{ kW}} = 0,77 \dots \approx 77\%$$

Maalämpöpumppu on mitoitettu 77 % huipputehon tarpeesta. RakMK:n osan D5 (2012) liitteen 2 taulukon L2.1. mukaisesti saadaan maalämpöpumpun kattama osuus tilojen ja lämpimän käyttöveden energian tarpeesta. Lämpöpumppu on mitoitettu tuottamaan tilojen lämmitykseen korkeintaan 50-asteista vettä. Tilojen lämmityksen ja käyttöveden lämmityksen suhteena käytettiin lukua 2,0, eli lämpöpumppu käyttää tilojen lämmittämiseen kaksinkertaisen määrän energiaa kuin käyttöveden lämmittämiseen. Maalämpöpumpun kattamaksi osuudeksi tilojen ja käyttöveden lämmittämiseen tarvittavasta lämpöenergiasta luetaan RakMK:n osan D5 (2012) liitteen 2 taulukosta L2.1. säävyöhykkeellä III arvoksi 0,94. Lisälämmitys katetaan öljylämmityksellä. (28, s. 70.)

**Vaihtoehto 3:** Paremmat rakenteet, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtokone, LTO:n vuosihyötysuhde on 45 %. Lasketaan ostoenergian määrät käyttäen samaa lämpöpumppulaitteistoa kuin edellä.

Lämpöpumpun tehomitoitus huipputehon tarpeesta:

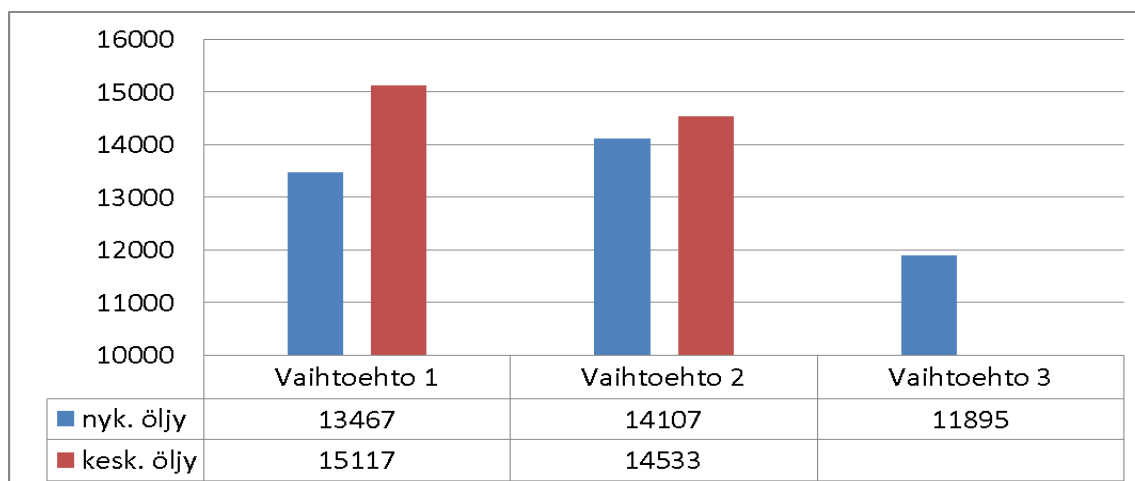
$$\frac{\Phi_{LP}}{\Phi_{\text{lämmitys,tilat}} + \Phi_{\text{lämmitys,iv}}} = \frac{55,8 \text{ kW}}{(51 + 1,3) \text{ kW}} = 1,06 \approx 107\%$$

Maalämpöpumppu on mitoitettu täydelle tehontarpeelle. RakMK:n osan D5 (2012) liitteen 2 taulukon L2.1. mukaisesti saadaan maalämpöpumpun kattama osuus tilojen ja lämpimän käyttöveden energian tarpeesta. Lämpöpumppu on mitoitettu tuottamaan tilojen lämmitykseen korkeintaan 50-asteista vettä. Tilojen lämmityksen ja käyttöveden lämmityksen suhteena käytettiin lukua 2,0, eli lämpöpumppu käyttää tilojen lämmittämiseen kaksinkertaisen määrän energiaa kuin käyttöveden lämmittämiseen. Maalämpöpumppu kykenee kattamaan koko rakennuksen lämmityksen ja lämpimän käyttöveden tarpeen ilman sähkövastusta. (28, s. 70.)

Maalämmön vuotuiset käyttökustannukset eri saneerausvaihtoehdoilla edellä mainituilla lähtöarvoilla laskettuna ovat taulukon 8 mukaiset. Käyttökustannuksiin on otettu huomioon tilojen, käyttöveden ja tuloilman lämmittämiseen kuluva energia lisäksi ilmanvaihdon puhaltimien kuluttama sähköenergia ja järjestelmän huoltokustannukset. Vaihtoehdoissa 1 ja 2 maalämpöpumppu oli osatehomyönteinen. Maalämmön käyttökustannuksia laskettaessa käytettiin nykyistä ja viimeisen kuuden vuoden keskimääräistä öljyn hintaa. Vaihtoehdossa 3, jossa

tehtäisiin myös rakenteellisia parannuksia, sama lämpöpumppu riittää täysitehoiseen mitoitukseen. Maalämmön vuosittaiset käyttökustannukset on esitetty taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Maalämmön käyttökustannukset €/v



Vaihtoehto 1: Alkuperäiset rakenteet, talotuuletin:

Vaihtoehto 2: Alkuperäiset rakenteet, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto,  $\eta_{LTO} = 45\%$ :

Vaihtoehto 3: Paremmat rakenteet, koneellinen tulo- poistoilmanvaihto,  $\eta_{LTO} = 45\%$ :

#### 4.6.3 Elinkaarikustannukset

Maalämmön elinkaarikustannusten puolesta puhuvat edulliset käyttökustannukset. Muita saneerausvaihtoehtoja kaukolämpöä lukuun ottamatta kalliimmat investointikustannukset kuitenkin näkyvät elinkaarikustannuksissa. Maalämpöpumpun tekninen käyttöikä on 25–30 vuoteen (Liite 1). Kompressorit todennäköisesti joudutaan vaihtamaan aiemmin, sillä sen tekninen käyttöikä on 10–15 vuoteen (Liite 1). Maalämmön elinkaarikustannukset 15 vuodessa vaihtelevat muiden tehtävien saneerausten mukaan 515 000–631 000 euroon.

### 4.7 Ilma-vesilämpöpumput + öljylämmitys

#### 4.7.1 Investointikustannukset

Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän investointikustannuksiksi on arvioitu 100 000 € (1, s.7). Investointikustannusten hinta pitää sisällään itse lämpöpumppulaitteiston asennuksineen ja

tarvittavine suunnitteluineen ja uuden öljynkattilan asennettuna täydelle tehontarpeelle. Kohteeseen käyvästä LVI-hankesuunnitelman mukaisena ratkaisuna käytettäisiin kahta Stiebel Eltron WPF 27 nimellisteholtaan 31 kW:n ilma-vesilämpöpumppua. Myös ilma-vesilämpöpumpun tapauksessa patterit joudutaan vaihtamaan maalämmön tavoin matalammilla 60/30 °C -lämpötiloilla mitoitetuihin. Patteriverkoston tulevien muutostöiden kustannukset ovat samat kuin jo edellä maalämmön osalta laskettiin. (10, s.7)

#### 4.7.2 Käyttökustannukset

Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän käyttökustannukset aiheutuvat maalämmön tavoin ostettavasta sähköenergiasta ja lisäksi kovilla pakkasilla öljykattilan öljynkulutuksesta. Öljylämmityksen vuosihyötysuhteena käytettiin 0,90. Käyttökustannusten laskemiseksi käytetään samoja aiemmin laskettuja tilojen ja käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian määriä. Ilma-vesilämpöpumpun SPF-luku saadaan RakMK:n osan D5 (2012) taulukosta 6.12. SPF-luvuiksi saadaan säävyöhykkeellä III lämmityksen osalta 2,3 ja käyttöveden lämmityksen osalta 1,6, kun lämpöpumpun korkein lämmitysjärjestelmään tuottama veden lämpötila on 50 °C. Ulkoilmalämpöpumpun SPF-luvut taulukossa 6. (28, s. 50.)

TAULUKKO 9. Ulkoilmalämpöpumpun SPF-luvut (28, s. 50)

Ulkoilmalämpöpumput	SPF-luku		
	Säävyöhykkeet		
menoveden korkein lämpötila, °C	I-II	III	IV
Ilma-ilma	2,8	2,8	2,7
<i>Ilma-vesi (tilojen lämmitys)</i>			
30	2,8	2,8	2,7
40	2,5	2,5	2,4
50	2,3	2,3	2,2
60	2,2	2,1	2,0
<i>Ilma-vesi (käyttöveden lämmitys)</i>			
60	1,8	1,6	1,3

**Vaihtoehto 1:** alkuperäiset rakenteet, talotuuletin:

Ilma-vesilämpöpumppujen tehomitoitus huipputehontarpeesta kaavan 10 avulla:

$$\frac{\phi_{LP}}{\phi_{\text{lämmitys,tilat}} + \phi_{\text{korvausilma}}} = \frac{2 \times 31 \text{ kW}}{71 + 25,2 \text{ kW}} = 0,644 \dots \approx 64\% \quad \text{KAAVA 10}$$

$$\frac{Q_{\text{l\u00e4mmitys,tilat}}}{Q_{\text{l\u00e4mmitys,k\u00e4ytt\u00f6vesi}}} = 2,00$$

Ilma-vesil\u00e4mp\u00f6pumput on mitoitettu 64 % huipputehon tarpeesta. Ilma-vesil\u00e4mp\u00f6pumppujen energiakattavuus saadaan RakMK:n osan D5 (2012) liitteen 2 taulukon L2.2. mukaan. L\u00e4mp\u00f6pumput on mitoitettu tuottamaan l\u00e4mmitykseen enint\u00e4\u00e4n 50-asteista vettä ja l\u00e4mp\u00f6pumppujen tilojen ja k\u00e4ytt\u00f6veden l\u00e4mmitykseen k\u00e4ytt\u00e4m\u00e4n energian suhde 2,0. Ilma-vesil\u00e4mp\u00f6pumppujen energiakattavuus s\u00e4\u00e4vy\u00f6hykkeell\u00e4 III on 0,74. Lis\u00e4l\u00e4mmitys tuotetaan \u00f6ljyl\u00e4mmityksell\u00e4. (28, s. 72.)

L\u00e4mmitysjarjestelm\u00e4n ostoenergian m\u00e4\u00e4r\u00e4:

$$Q_{LP,l\u00e4mmitys} = 0,74 \times (Q_{\text{l\u00e4mmitys,tilat}} + Q_{\text{l\u00e4mmitys,iv}} + Q_{\text{l\u00e4mmitys,ikv}})$$

$$Q_{\text{s\u00e4hk\u00f6,osto}} = 0,74 \times \left( \frac{201205}{2,3} + \frac{54565}{1,6} \right) kWh = 89972 kWh$$

$$Q_{\text{lis\u00e4l\u00e4mmitys,tilat,osto}} = (1 - 0,74) \times \frac{257770}{0,90} kWh = 74467 kWh$$

**Vaihtoehto 2:** alkuper\u00e4iset rakenteet, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtokone, LTO:n vuosihy\u00f6tysuhde on 45 %. Lasketaan ostoenergian m\u00e4\u00e4r\u00e4t k\u00e4ytt\u00e4en samaa l\u00e4mp\u00f6pumppulaitteistoa kuin edell\u00e4.

Ilma-vesil\u00e4mp\u00f6pumppujen tehomitoitus:

$$\frac{\Phi_{LP}}{\Phi_{\text{l\u00e4mmitys,tilat}} + \Phi_{\text{l\u00e4mmitys,iv}}} = \frac{2 \times 31 kW}{71 + 1,3 kW} = 0,857 \dots \approx 86\%$$

Ilma-vesil\u00e4mp\u00f6pumput on mitoitettu 86 % huipputehon tarpeesta. Ilma-vesil\u00e4mp\u00f6pumppujen energiakattavuus saadaan RakMK:n osan D5 (2012) liitteen 2 taulukon L2.2. mukaan. L\u00e4mp\u00f6pumput on mitoitettu tuottamaan l\u00e4mmitykseen enint\u00e4\u00e4n 50-asteista vettä ja l\u00e4mp\u00f6pumppujen tilojen ja k\u00e4ytt\u00f6veden l\u00e4mmitykseen k\u00e4ytt\u00e4m\u00e4n energian suhde 2,0. Ilma-vesil\u00e4mp\u00f6pumppujen energiakattavuus s\u00e4\u00e4vy\u00f6hykkeell\u00e4 III on 0,85. Lis\u00e4l\u00e4mmitys katetaan \u00f6ljyl\u00e4mmityksell\u00e4. (28, s. 72)

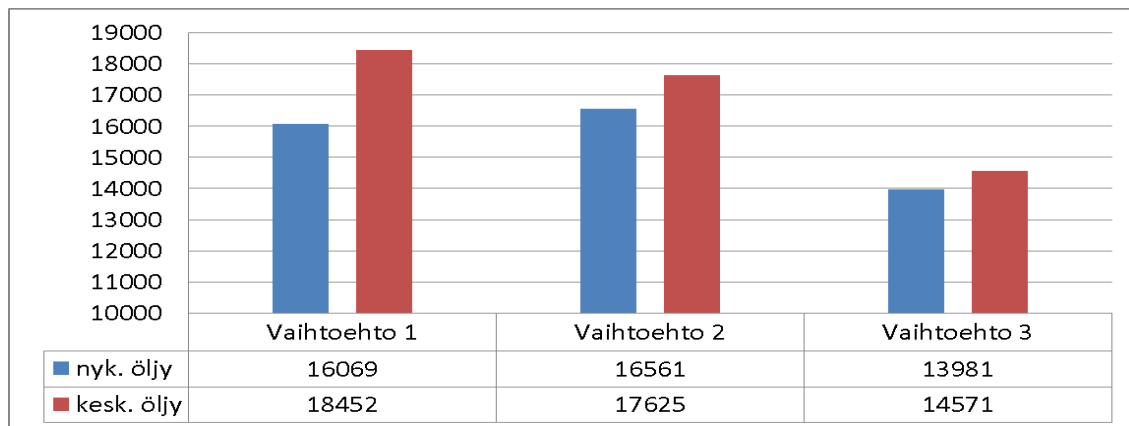
**Vaihtoehto 3:** Paremmat rakenteet, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtokone, LTO:n vuosihyötysuhde on 45 %. Lasketaan ostoenergian määrät käyttäen samaa lämpöpumppulaitteistoa kuin edellä.

Ilma-vesilämpöpumppujen tehomitoitus:

$$\frac{\Phi_{LP}}{\Phi_{\text{lämmitys,tilat}} + \Phi_{\text{korvausilma}}} = \frac{2 \times 31 \text{ kW}}{51 + 1,3 \text{ kW}} = 1,185 \approx 119\%$$

Ilma-vesilämpöpumput on mitoitettu täydelle tehontarpeelle. Energiakattavuudeksi saadaan nyt lämpöpumppujen mitoituksen perusteella määritettyä 0,89. Lisälämmitys katetaan öljylämmityksellä. Ilma-vesilämpöpumppujen käyttökustannukset vuodessa ovat taulukon 9 mukaiset.

TAULUKKO 9. Ilma-vesilämpöpumput+öljykattila, käyttökustannukset €/v



Vaihtoehto 1: Alkuperäiset rakenteet, talotuuletin:

Vaihtoehto 2: Alkuperäiset rakenteet, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto,  $\eta_{LTO} = 45\%$ :

Vaihtoehto 3: Paremmat rakenteet, koneellinen tulo- poistoilmanvaihto,  $\eta_{LTO} = 45\%$ :

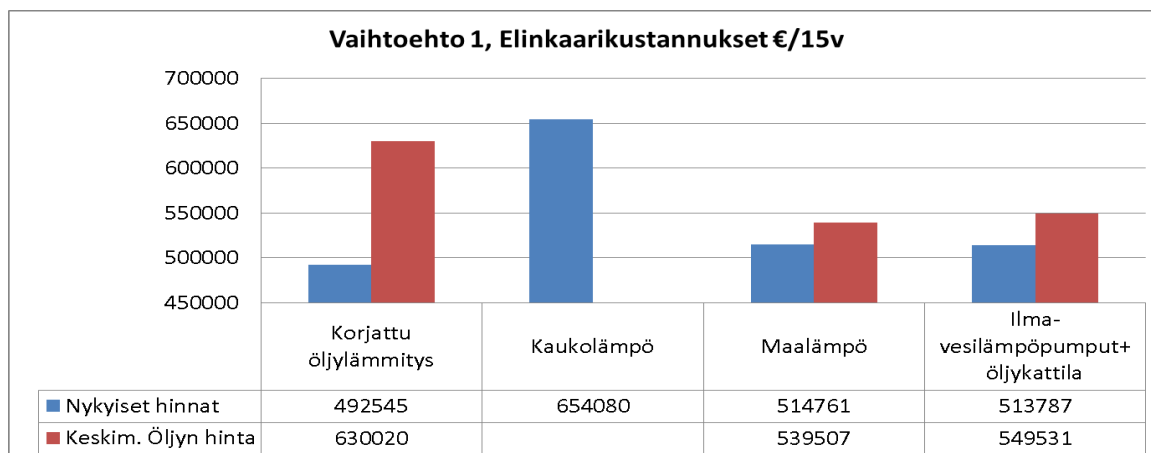
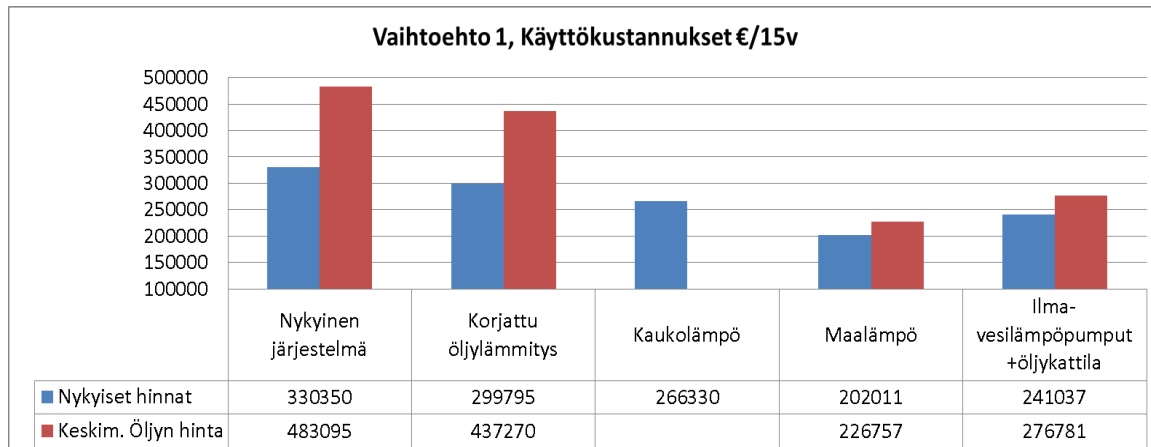
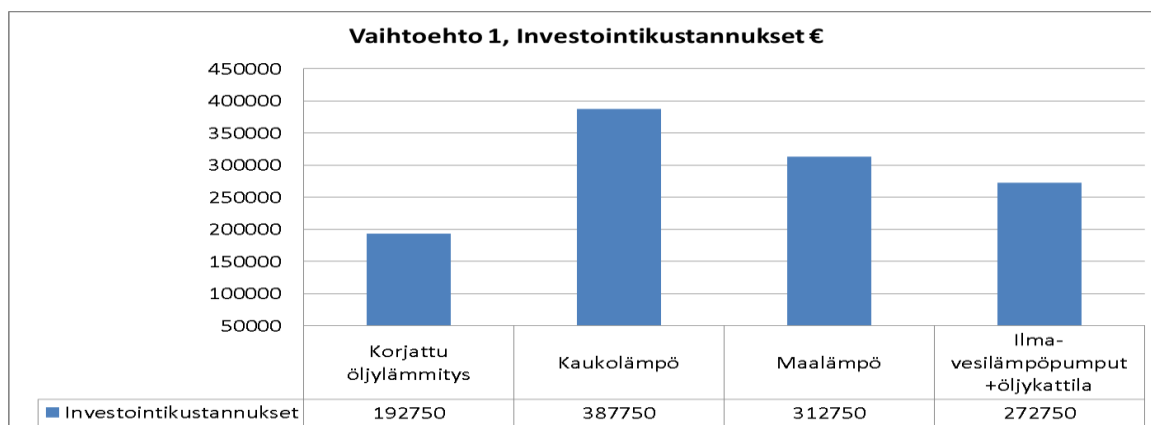
#### 4.7.3 Elinkaarikustannukset

Ilma-vesilämpöpumpuille tekninen käyttöikä on LVI-01-10424-ohjekortin mukaan 10–15 vuotta (Liite 1). Lämpöpumpun käyttöikä riippuu merkistä ja mallista, mutta hyvän ilma-vesilämpöpumpun eliniän tulisi olla 20–30 vuoteen. Kompressori voidaan joutua vaihtamaan kuitenkin aiemmin. Ilma-vesilämpöpumppujen elinkaarikustannukset laskettiin muiden järjestelmien tavoin 15 vuodelle. Elinkaarikustannuksiksi saatiin 514 000–647 000 euroa öljyn hinnasta ja muista tehtävistä saneerauksista riippuen. (38.)

## 5 VAIHTOEHTOVERTAILUJEN TULOKSET

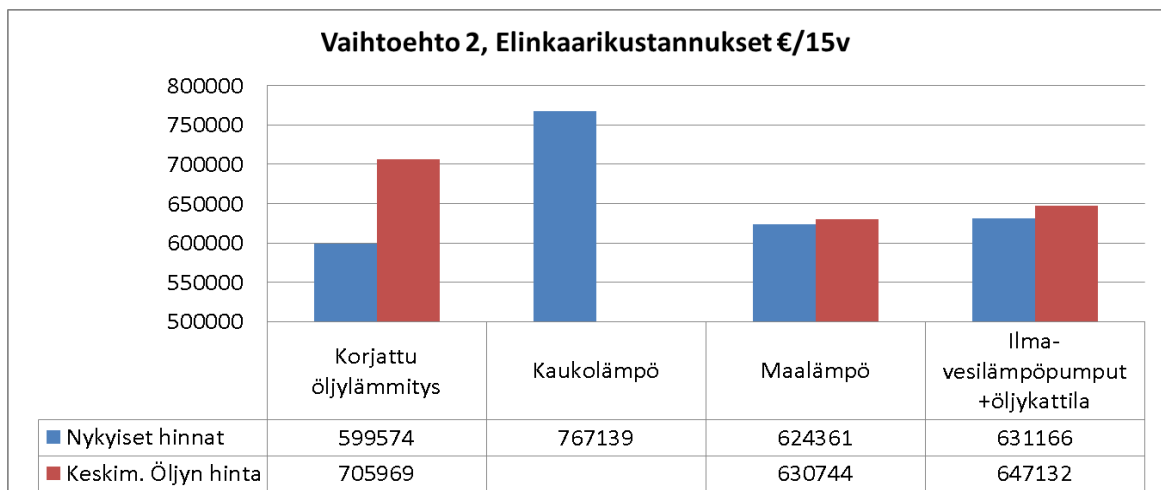
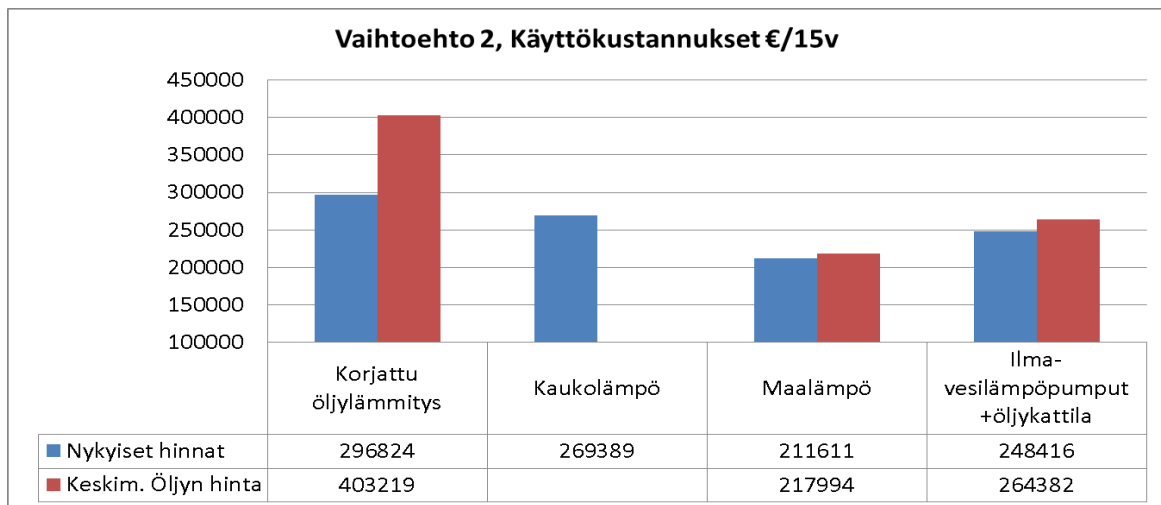
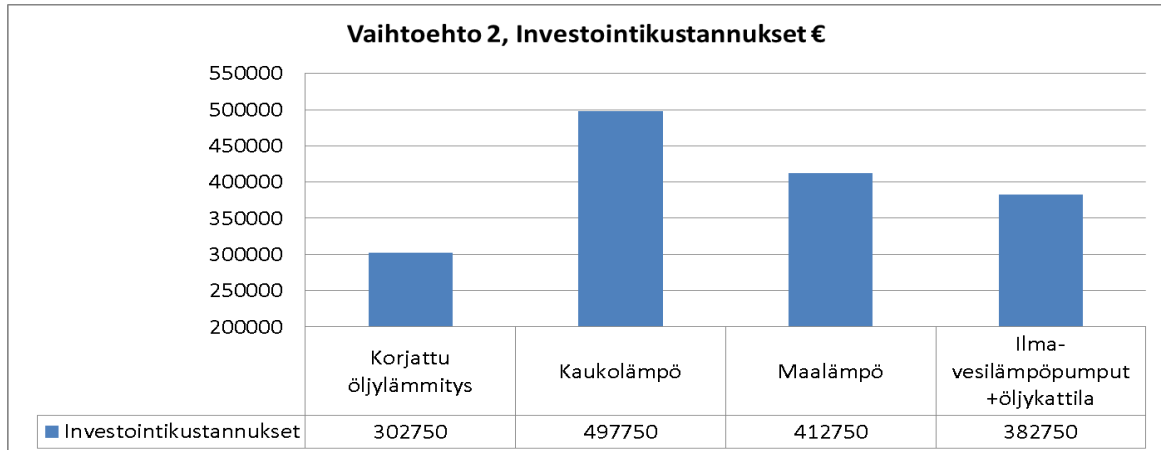
Vaihtoehdossa 1 tarkasteltiin tilannetta, jossa rakenteet ovat alkuperäiset, ja ilmanvaihdon perusparannus toteutetaan asentamalla talotuulettimet. Taulukossa 10 on esitetty investointi-, käyttö- ja elinkaarikustannukset kyseisessä tapauksessa.

TAULUKKO 10. Vaihtoehto 1. Investointi-, käyttö- ja elinkaarikustannukset



Vaihtoehdon 2 laskelmissa käytettiin edelleen alkuperäisiä rakenteita, mutta nyt ilmanvaihdon perusparannus toteutetaan asentamalla huoneistokohtaiset lämmöntalteenotolla varustetut tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet. Vaihtoehdon 2 mukaiset investointi-, käyttö-, ja elinkaarikustannukset on esitetty taulukossa 11.

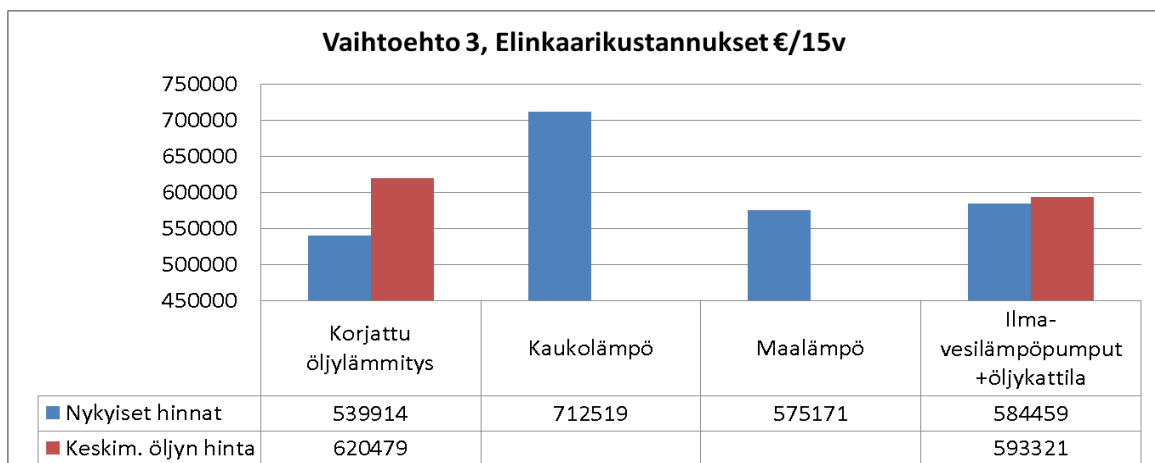
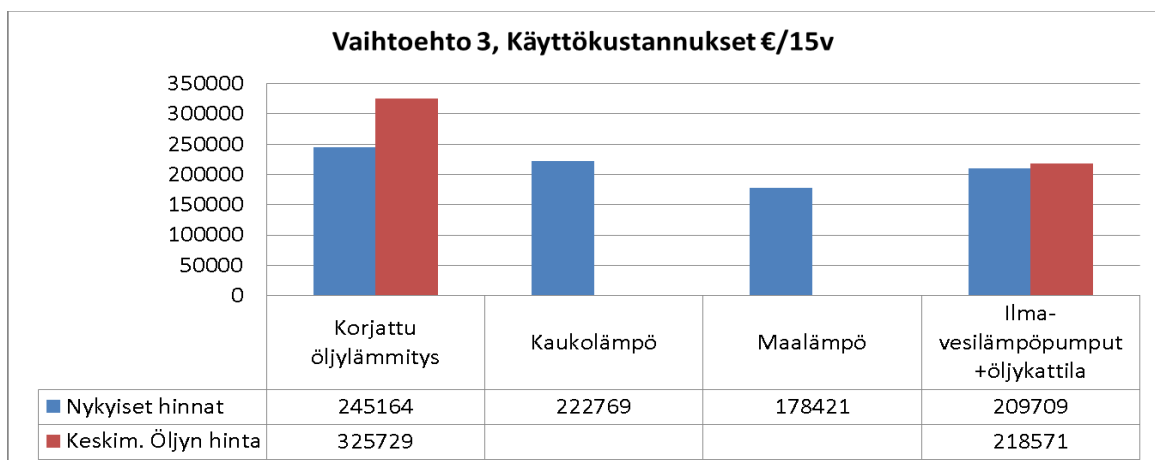
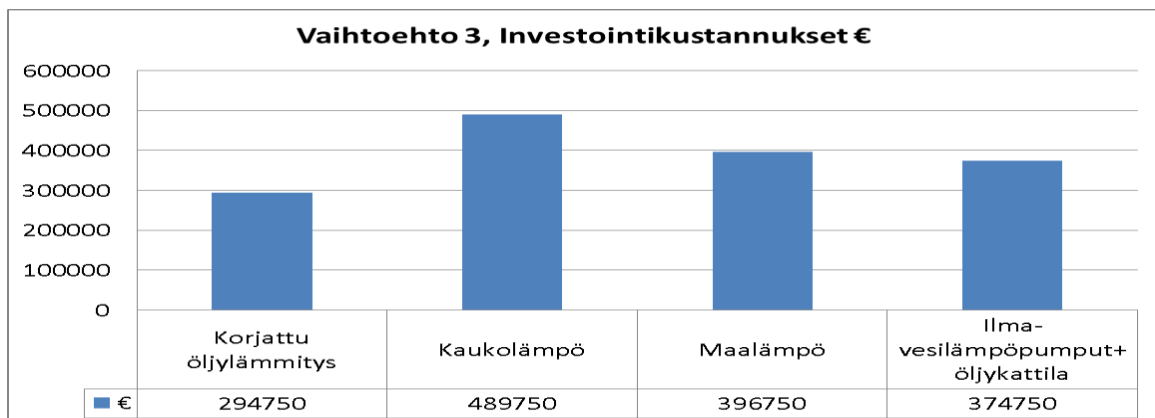
TAULUKKO 11. Vaihtoehto 2. Investointi-, käyttö-, ja elinkaarikustannukset





Vaihtoehdossa 3 oletettiin, että lämmitysjärjestelmän ja ilmanvaihdon saneerauksen yhteydessä myös rakenteita parannettaisiin samalla. Rakenteita parannetaan vaihtamalla ikkunat ja ovet paremman U-arvon omaaviin, ja yläpohjaa lisäeristetään. Ilmanvaihdon perusparannus toteutettaisiin lämmöntalteenotolla varustetuilla huoneistokohtaisilla tulo- ja poistoilmanvaihtokoneilla. Vaihtoehdon 3 ratkaisulla investointi-, käyttö-, ja elinkaarikustannukset ovat taulukon 12 mukaiset.

TAULUKKO 12. Vaihtoehto 3. Investointi-, käyttö-, ja elinkaarikustannukset



Edellä esitetyistä taulukoista 10–12 havaitaan, että kaikissa vaihtoehdoissa öljylämmityksen korjaaminen on investointikustannuksiltaan edullisin vaihtoehto. Kaukolämpö jää korkeiden investointikustannusten takia tähän kohteeseen 15 vuoden elinkaarikustannuksiltaan kalleimmaksi. Maalämpö ja ilma-vesilämpöpumput ovat investointikustannuksiltaan kaukolämmön jälkeen kalleimmat. Maalämmöllä on hieman ilma-vesilämpöpumppuja suuremmat investointikustannukset, mutta elinkaarikustannukset ovat vähän pienemmät.

Lämmitystavan valintaa pohdittaessa on hyvä tietää, mistä lämmitysjärjestelmän kustannukset aiheutuvat. Maalämmön ja ilma-vesilämpöpumppujen elinkaarikustannuksista noin kolmannes aiheutuu käyttökustannuksista, jotka koostuvat pääosin ostettavasta sähköenergiasta. Lisäksi osatehomyydytetyn maalämmön rinnalla käytettäisiin edelleen öljylämmitystä huippupakkasilla. Ilma-vesilämpöpumppujen rinnalle asennettaisiin uusi öljykattila täydelle tehon tarpeelle. Kummassakin tapauksessa käyttökustannuksista pienen osan aiheuttaisivat öljylämmityksen kustannukset.

Öljylämmityksessä puolestaan öljyn hinnan vaihtelulla on merkittävä vaikutus elinkaarikustannuksiin. Öljylämmityksen elinkaarikustannuksista yli puolet on käyttökustannuksista aiheutuvaa. Öljyn hinnan noustessa viime vuosien keskimääräiselle tasolle käyttökustannusten osuus on yli 60 %. Jo laskelmia tehtäessä käytetyn halvan öljyn hinnan ja viimeisten 6 vuoden keskiarvon erolla öljylämmityksen kulut kasvavat noin 100 000 € 15 vuodessa. Aiemmin todettiin, että kaukolämmön hinta on noussut voimakkaasti viime vuosina taulukon 6 mukaisesti. Myös sähköenergian kokonaishinta on noussut jatkuvasti. On kuitenkin vaikeaa ennustaa, miten hinnat tulevaisuudessa kehittyvät.

Laskelmien tekohetkellä erityisen halpa öljyn hinta saa näyttämään kunnostetun öljylämmityksen elinkaarikustannuksiltaan 15 vuodessa jopa halvimmalta ratkaisulta, koska järjestelmän investointikustannukset ovat selvästi edullisimmat. Silti ero maalämpöön on käyttökustannuksissa liki 90 000 € samassa ajassa ja öljyn hinnan noustessa viime vuosien keskimääräiselle tasolle eroa kertyy jo 150–200 000 €. Järkevimmiltä vaihtoehdoilta elinkaarikustannusten valossa vaikuttavatkin maalämpöön tai ilma-vesilämpöpumppuihin siirtyminen. Erot 15 vuodelle lasketuissa elinkaarikustannuksissa näiden lämmitysratkaisuiden välillä ovat kohtuullisen pieniä. Eroa kertyy 15 vuoden elinkaaren aikana noin 10–20 000 € maalämmön hyväksi. 15 vuoden elinkaarikustannuksissa ero korjattuun öljylämmitykseen on kuitenkin noin 55–75 000 € öljyn hinnalla 96sent/l. Maalämpö tulee edullisemmaksi pitkällä aikavälillä. Investointikustannusten

välinen ero ei ole koko perusparannushankkeen kustannuksiin nähden kovin merkittävä. Lämmitysjärjestelmien välisten investointi- ja elinkaarikustannusten eroja tasoittaa kaikkiin vertailuihin huomioon otetut muut tehtävät perusparannukset ja korjaukset. Maalämpöön siirtyminen pienentää käyttökustannukset kutakuinkin puoleen verrattuna öljylämmityksen kunnostamiseen. Nykyiseen öljylämmitykseen eroa kertyy jopa 60 %, kun öljyn hintana käytetään 96 snt/l. Ilma-vesilämpöpumput tuettuna uudella öljykattilalla pudottaa myös käyttökustannuksia merkittävästi, noin 35–45 % verrattuna öljylämmitykseen. Laajemman peruskorjaushankkeen kustannusten vertailuja tehtäessä on hyvä ottaa huomioon kaikki tehtäväksi aiotut toimet ja niiden vaikutukset kustannuksiin. Yksittäisen investoinnin, esimerkiksi maalämpöjärjestelmän laitteiden ja lämpökaivojen hinta on vain tietty osa koko korjaus- tai perusparannushanketta.

Rakenneosien parantamisella saavutetaan 15 vuoden elinkaarikustannuksiin lämmitysratkaisusta riippuen noin 50 000 €:n säästöt taloteknisten ratkaisuiden osalta. Saneeratun öljylämmitysjärjestelmän kanssa säästöt olisivat jopa 85 000 €. Elinkaarikustannusten aleneminen johtuu pienentyvästä lämmitystehontarpeesta. Uusimalla ikkunat, ovet ja lisäeristämällä yläpohjaa myös asumisviihtyisyys paranisi, koska vedontunne vähenisi. Maalämmön ja ilma-vesilämpöpumppujen investointikustannukset olisivat vähän pienemmät, mikäli rakenteita parannettaisiin samalla. Tällöin voitaisiin valita vähän pienemmät ja edullisemmat patterit. Samaan tehomitoitukseen myös riittäisi pienempi lämpöpumppu ja maalämmön osalta tarvittaisiin vähemmän lämpökaivon aktiivisyvyyttä. Lämmitysjärjestelmä on kuitenkin mitoitettava nykyisen tilanteen mukaan, jos ei rakenteisiin tehdä muutoksia heti lämmitysjärjestelmän saneerauksen yhteydessä. Tästä syystä voidaankin todeta rakenteiden parantamisen olevan perusteltua samalla lämmitysjärjestelmän remontin kanssa, mikäli esimerkiksi ikkunat ja ovet ovat joka tapauksessa uusimistarpeessa ihan lähiaikoina.

Ilmanvaihdon perusparannuksen investointikustannuksiksi on arvioitu LVI-hankesuunnitelmassa 170 000 €, kun asennetaan huoneistokohtaiset lämmöntalteenotolla varustetut tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet. Investointikustannukset ovat 60 000 € tehtäessä ilmanvaihdon perusparannus talotuulettimia käyttäen. Ilmanvaihto ja lämmitys huomioituna vaihtoehtojen käyttökustannukset nykyisillä hinnoilla (öljy 0,64 c/l, sähkö 11 c/kWh) 15 vuodessa poikkeavat laskelmien perusteella hyvin vähän. Öljyn ollessa halpaa käyttökustannukset hieman nousevat asuntokohtaisten tulo- ja poistoilmanvaihtokoneiden asennuksen jälkeen kaikissa lämmitystapavaihtoehdoissa pois lukien öljylämmitys, jossa kustannukset vähenevät noin prosentilla. Keskimääräisellä öljyn hinnalla (96 c/l) käyttökustannukset ovat koneellisen tulo- ja

poistoilmanvaihtokoneen kanssa pienemmät kuin talotuulettimella kaikissa muissa tapauksissa, paitsi valittaessa lämmitysratkaisuksi kaukolämpö. Jatkuvasti päällä olevat LTO:lla varustetut ilmanvaihtokoneet nostavat asukkaan sähkönkulutusta noin 2-2500 kWh, mutta pienentävät lämmitysenergian kulutusta suunnilleen 15 prosenttia (1. s.7). Investointikustannuksissa ilmanvaihtoratkaisujen välillä on merkittävä ero, mutta asumisviihtyvyys paransi asentamalla LTO:lla varustetut tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet. Käyttökustannuksissa erot ilmanvaihtoratkaisujen välillä ovat pieniä ja elinkaarikustannusten ero johtuikin pääasiassa investointikustannusten määrästä.

Tehdyissä laskelmissa ei ole otettu investointi- ja elinkaarikustannuksissa huomioon vesi- ja viemäriverkoston korjauskustannuksia muilta kuin vesi- ja lämpöjohtokanaalien osalta. Edellä esitettyihin investointikustannuksiin tulevat koko peruskorjaushankkeen lisäksi vielä vesijohtoverkoston korjaus ja vesikalusteiden vaihtokustannukset kaikissa tapauksissa.

Peruskorjaushankkeessa lopullisiin niin investointi- kuin elinkaarikustannuksiin vaikuttaa, halutaanko nykyistä tasoa lähteä parantamaan vai pelkästään korjata järjestelmät alkuperäiseen tasoon. Investointi-, käyttö- ja elinkaarikustannuksia voidaan arvioida laskemalla kuten tämänkin työn tulokset osoittavat. Pyrkimyksenä on löytää usein pelkästään elinkaarikustannuksiltaan edullisin vaihtoehto, mutta myös investointikustannuksilla on suuri vaikutus lopullisiin valintoihin. Tässä työssä lasketut elinkaarikustannukset laskettiin 15 vuoden ajalle. Pidemmällä ajanjaksolla korostuvat entisestään pienemmät käyttökustannukset ja korkeidenkin investointikustannusten vaikutus elinkaarikustannuksiin vähenee. Käyttökustannukset taas riippuvat ostettavan energian hinnasta.

Elinkaarikustannuksiltaan edullisimmat vaihtoehdot ovat maalämpö tai ilma-vesilämpöpumput tuettuna uudella öljykattilalla ja ilmanvaihdon peruskorjaus toteutettuna talotuulettimella. Asumisviihtyisyyden ja -tyytyväisyyden merkitystä ei saisi kuitenkaan kokonaan unohtaa tehtäessä saneerausratkaisuja. Asentamalla asuntokohtaiset LTO:lla varustetut ilmanvaihtokoneet sisäilman laatu paransi, kun asuntoihin voitaisiin tuoda suodatettua tuloilmaa. Koneellisten tulo- ja poistoilmanvaihtokoneiden avulla myös rakenteisiin kohdistuvat rasitukset vähenisivät, kun ilmanvaihto olisi hallittu.

## 6 LVI-SUUNNITELMA

### 6.1 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Vesijohdot ovat kohteen saneerauksessa välttämätön toimenpide ja käyttövesiverkosto tullaan kokonaisuudessaan uusimaan. Vaikka vesijohdoilla on vielä teknistä käyttöikää jäljellä 8–10 vuoteen, on vesijohtoverkosto tullut tiensä päähän. Käydessäni kohteessa 4.2.2016 tuli ilmi jo esiintyneitä vuotoja vesijohdoissa. Tämän on todennäköisesti aiheuttanut verkoston säädön puute. Liian suuret virtausnopeudet lämpimän käyttöveden kiertojohdoissa ovat yleinen syy vuotoihin. RakMK:n osan D1 (2007) ohjeen mukaiset suurimmat sallitut veden virtausnopeudet kuparijohdoissa näkyvät taulukossa 13. Nopeus kiertojohdon missään osassa ei saisi ylittää 1,0 m:ä/s. Kiertojohdon mitoitusarvona käytetään kuparijohdoissa 0,5 m:ä/s. (39.)

TAULUKKO 13. Vesijohtojen suurimmat sallitut virtausnopeudet (39, s. 13)

Vesijohto	Suurin hyväksytty nopeus, m/s	
	Kylmä vesi	Lämmin vesi
Jakojohto	4,0	3,0
KytKentäjohto	4,0	3,0
Johdossa jatkuva virtaus <sup>1)</sup>	1,0	1,0

<sup>1)</sup> Lämpimän veden kiertojohdon virtausnopeuden mitoitusarvo on 0,5 m/s.

Vesijohto-kanaalit sekä vesi- ja viemärikalusteet niin ikään uusitaan ja saneerauksen yhteydessä käyttövesiverkostoon asennetaan huoneistokohtaiset kylmän- ja lämpimän veden mittarit. Viemäreitä ei tämän saneerauksen yhteydessä uusita, koska muoviviemäreillä on teknistä käyttöikää vielä jäljellä yli 20 vuotta. Muoviviemäreiden tekninen käyttöikä on yli 50 vuotta (Liite 1). Viemäreiden uusiminen rivitaloihin johtaa lattioiden avaamiseen ja pintojen uusimisen isolta alalta, ja on siten kallis ja isotöinen toteuttaa. Vesi- ja viemärijohtojen suunnitelmat ovat liitteissä 3/2, 3/3, 3/4 ja 3/5.

## 6.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmä suunniteltiin ajatuksella, että kohde siirtyisi maalämpöön. Uudet lämmityspatterit mitoitettiin lämpötiloilla 60/30 °C. Suunnitelmiin patterit valittiin alkuperäisten rakenteiden mukaan, koska rakenteisiin mahdollisesti tehtävistä parannuksista ei ollut tehty päätöstä. Rakenteista ei ollut käytössä yksityiskohtaista tietoa, joten käytettiin rakentamisvuosina voimassa olleiden rakenteiden lämmönläpäisykerrointen minimiarvoja RakMK:n osan C3 (1978) mukaisesti. Patterit mitoitettiin CADS Planner 16 Hepac Pro -sovelluksen avulla tehdyn lämpöhäviölaskelman perusteella.

Lämpöpumpuksi valitaan Siebel Eltron WPF 52 -lämpöpumppu, jonka lämpöteho on 55,8 kW. Kaivojen aktiivisyvydeksi tarvitaan 5x298 m eli noin 1500 m. Lämpökaivosta saatavaksi tehoksi on määritetty 37 W/m. Keruupiirin mitoituskerrotimeksi on käytetty 1,25 ja keruupiirin tehoksi määritetty 44,2 kW. Keruupiirin kokonaistilavuus on 3018 litraa. Liuospumpun malli on UP 50/1-16 E, jonka tilavuusvirta säädetään 13,0 m<sup>3</sup>/h. Paisunta-astian minimikoko 172 litraa, täyttöpaine 2,0 bar ja esipaine 0,5 bar. Maalämpölaitteet on lueteltu liitteessä 2. (40.)

Lämpöjohtokanaalit uusitaan urakassa. Kanaaleihin tulevien asennusten yhteispituudeksi tulee noin 135 m. Lämpö- ja vesijohtokanaaleihin tulevat asennukset näkyvät asemapiirroksessa (liite 3/1). Rakennusten lämpöjohtoverkosta ei uusita tässä peruskorjauksessa, koska teräsputkistolla on vielä käyttöikä jäljellä yli 20 vuotta. Termostaattiset patteriventtiilit, linjasäätö- ja sulkuventtiilit ovat käyttökänsä lopussa ja ne uusitaan. Lämmitysjärjestelmän suunnitelmat löytyvät liitteistä 3/6, 3/7, 3/8 ja 3/9.

## 6.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon perusparannukseen suunniteltiin kaksi eri parannusvaihtoehtoa. Ensimmäisenä vaihtoehtona suunniteltiin asuntokohtaiset lämmöntalteenotolla varustetut tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet. Tuloilmasuodattimena käytetään luokan F7 ilmasuodattimia. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon Ilmavirrat mitoitettiin RakMK:n osan D2 (2012) mukaisesti poistoilmavirran perusteella ja ilmanvaihtokertoimella 0,5 1/h. Tilat mitoitettiin RakMK:n osan D2 (2012) ohjeen mukaisesti ulkoilmaan nähden alipaineisiksi siten, että poistoilmavirta on noin 10 % tuloilmavirtaa suurempi. Tuloilmavirtaa tuodaan koneellisesti makuu- ja olohuone tiloihin ja

poistoilmavirta johdetaan pesuhuone-, WC- ja keittiötiloista. Toinen vaihtoehto on tehdä ilmanvaihdon perusparannus asentamalla talotuulettimet ja vaihtamalla ikkunat tuloilmaikkunoiksi. Tässäkin tapauksessa poistoilmavirta suunniteltiin RakMK:n osan D2 (2012) mukaisesti ilmanvaihtokertoimella 0,5 1/h. (29.)

### 6.3.1 Huoneistokohtainen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Ilmanvaihtokoneeksi kaikissa huoneistotyypeissä asennetaan VALLOX 70K Compact. Tuloilmalaitteina käytetään Fläkt Woods STQA-100-C:tä ja poistoilmalaitteina Fläkt Woods KSO-100-C:tä. Raitisilma ilmanvaihtokoneelle tulee Vilpe 150x150 monitoimisäleikön kautta. Tulo- ja poistoilmavirrat ovat suunnitelmien mukaiset. (Liitteet 3/10, 3/11, 3/12, 3/13.)

### 6.3.2 Talotuuletin eli koneellinen poistoilmanvaihto

Talotuulettimiksi kaikissa huoneistotyypeissä asennetaan VALLOX X-LINE TTX. Poistoilmalaitteina käytetään Fläkt Woods KSO-100-C:tä.

Poistoilmavirrat ovat suunnitelmien mukaiset. (Liitteet 3/14, 3/15, 3/16, 3/17.)

Huoneistoja rakennuksissa on kaikkiaan kolmen tyyppisiä. Kaikissa käytetään edellä mainittuja tulo- ja poistoilmanvaihtolaitteita ja samanlaista ilmanvaihtokonetta. Huoneistoihin mitoitettujen ilmavirrat ilmanvaihdon eri perusparannusvaihtoehdoilla löytyvät taulukosta 14.

TAULUKKO 14. Huoneistoihin mitoitettujen ilmavirrat

	Huoneisto 1	Huoneisto 2	Huoneisto 3
Pinta-ala	46,5 m <sup>2</sup>	58 m <sup>2</sup>	72 m <sup>2</sup>
Huoneistojen määrä	4kpl	15kpl	1kpl
<b>Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto</b>			
Tuloilmavirta	16 dm <sup>3</sup> /s	18 dm <sup>3</sup> /s	23 dm <sup>3</sup> /s
Poistoilmavirta	18 dm <sup>3</sup> /s	20 dm <sup>3</sup> /s	25 dm <sup>3</sup> /s
<b>Talotuuletin</b>			
Poistoilmavirta	18 dm <sup>3</sup> /s	20 dm <sup>3</sup> /s	25 dm <sup>3</sup> /s

## 7 YHTEENVETO

Tämän työn kohteena olivat neljä Ruukissa sijaitsevaa öljylämmitteistä rivitaloa. Työn tavoitteena oli vertailla lämmitysjärjestelmän saneerausvaihtoehtoja 1980-luvulla rakennettujen rivitalojen peruskorjaukseen. Tarkoituksena oli löytää elinkaarikustannuksiltaan ja käyttömukavuudeltaan edullisin vaihtoehto. Työn teoriaosuudessa käytiin läpi kohteen LVI-hankesuunnitelman mukaisia vaihtoehtoja lämmitysjärjestelmän saneeraamiseksi. Elinkaarikustannusten selvittämisen lisäksi työn tavoitteena oli laatia kohteen peruskorjausta varten LVI-suunnitelmat.

LVI-suunnittelu tehtiin CADS Planner 16 Hepac Pro -sovellusta käyttäen. Tehtäessä lämmitysjärjestelmien vertailua ja LVI-suunnittelua kerättiin lähtötietoja Suomen rakentamismääräyskokoelmasta. LVI-suunnitelmissa laadittiin suunnitelmat vesijohtojen uusimiseen, lämmitysjärjestelmän saneeraukseen ja ilmanvaihdon perusparannukseen. Lämmitysjärjestelmäksi kohteeseen suunniteltiin osatehomyönteinen maalämpöjärjestelmä.

Lämmitysjärjestelmän korjaaminen tai vaihtaminen kokonaan uuteen on investoinniltaan yksi rakennuksen suurimpia saneerauskohteita. Yleensä saneeraukseen päädytään vasta, kun olemassa oleva järjestelmä tulee teknisen ikänsä päähän. Jokaisessa kohteessa on arvioitava erikseen mahdolliset saneerausratkaisut olemassa olevan järjestelmän ja korvaavaksi aiotun ratkaisun vaatimusten mukaan. Eniten hyviäkin hankkeita ja käyttökustannuksissa säästävien järjestelmien toteuttamista jarruttava tekijä ovat suuret investointikustannukset.

Työssä saatujen tulosten perusteella havaittiin, että maalämpöön tai ilma-vesilämpöpumppuihin siirtyminen ovat tällaiseen kohteeseen elinkaarikustannuksiltaan kannattavia ratkaisuja korvata nykyinen öljylämmitys. Olemassa oleva lämmitysjärjestelmä vaatii välttämättömiä suuria peruskorjauksia. Elinkaarilaskelmissa otettiin lämmitysjärjestelmän saneerauksen lisäksi huomioon ilmanvaihdon perusparannus. Näistä syistä investointikustannukset kaikissa tapauksissa nousevat verraten korkeiksi. Ilmanvaihdon saneeraukseen suunniteltiin kaksi vaihtoehtoa, joilla oli pieni ero käyttökustannuksissa, mutta investointikustannuksissa eroa kertyi. Ilmanvaihdon valinnalla on kustannusten lisäksi vaikutusta asumisviihtyisyyteen. Rakennesuosien parantamisella saavutetaan paras säästö tehtäessä se lämmitysjärjestelmän remontin yhteydessä. Tärkeää laajassa peruskorjauksessa onkin hahmottaa kokonaisuus tehtävien saneerausten osalta, ja ymmärtää eri ratkaisujen vaikutukset toisiinsa.



## LÄHTEET

1. Hankesuunnittelu. LVI-järjestelmät. Ruukin vuokratilat Hillatie I ja II. 23.3.2015.  
Insinööritoimisto LVI-Naamanka Oy.
2. LVI 11-10394. 2005. Kevytöljylämmitys. Rakennustieto Oy. Saatavissa:  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/LVI9180.html.stx>  
(vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 10.3.2016.
3. Harju, Pentti 2010. Lämmitystekniikan oppikirja. 4. painos. Penan Tieto-Opus Ky.
4. Järjestelmän saneeraus. 2013. Öljyalan palvelukeskus Oy. Saatavissa:  
<http://www.oljylammitys.fi/huolto-ja-kunnostus/jarjestelman-saneeraus> Hakupäivä 20.3.2016.
5. LVI 10-10398. 2006. Kaukolämmitys. Saatavissa:  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/LVI9227.html.stx>  
(vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 11.3.2016.
6. Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotantoprosessi. 2003. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu ja Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/energian\\_tuotanto/tuotantoprosessit/yhdistetty.htm](http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/energian_tuotanto/tuotantoprosessit/yhdistetty.htm) Hakupäivä 11.3.
7. Kaukolämpötilasto 2014. 2015. Energiateollisuus ry. Saatavissa:  
[http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/tilastot-ja-julkaisut/ktilastojulkaisu\\_2014.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/tilastot-ja-julkaisut/ktilastojulkaisu_2014.pdf)  
Hakupäivä 1.3.2016.
8. K1. 2013. Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet 2013.  
Energiateollisuus Ry. Saatavissa:  
[http://energia.fi/sites/default/files/julkaisuk1\\_2013\\_20140509.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/julkaisuk1_2013_20140509.pdf) Hakupäivä 2.3.2016.

9. Maalämpöpumput. Suomen lämpöpumppuyhdistys. Saatavissa:  
<http://www.sulpu.fi/maalampopumppu> Hakupäivä 21.3.2016.
10. LVI-11-10332. 2002. Lämpöpumput. Saatavissa:  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/LVI8484.html.stx>  
(vaatii käyttäjälisenssin.) Hakupäivä 29.2.2016.
11. Maalämmön lämmönjakojärjestelmä. Senera Oy. Saatavissa:  
<http://www.senera.fi/Maalampo#6> Hakupäivä 24.3.2016.
12. Rakennuslupa maalämpöä varten. 2012. Geodrill Oy. Saatavissa:  
<http://www.geodrill.fi/rakennuslupa-maalampo> Hakupäivä 30.3.2016.
13. Maalämpöjärjestelmän mitoittaminen. Senera Oy. Saatavissa:  
<http://www.senera.fi/Maalampo#8> Hakupäivä 24.3.2016.
14. Maalämpöpumppu, MLP. 2016. Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu\\_mlp](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu_mlp) Hakupäivä 24.3.2016.
15. Maalämpö: Täysteho- vai osatehomitoitus? Senera Oy. Saatavissa:  
<http://www.senera.fi/Maalampo#9> Hakupäivä 30.3.2016.
16. Puskurivaraajat lämpöpumpuille. Costella Oy. Saatavissa:  
<http://www.austria-email.fi/puskurivaraajat/> Hakupäivä 4.4.2016.
17. Maalämmön lämmönkeruuputkisto. Senera Oy. Saatavissa:  
<http://www.senera.fi/Maalampo#5> Hakupäivä 30.3.
18. Lämpökaivo. Geodrill Oy. Saatavissa:  
<http://www.geodrill.fi/maalampo/lampokaivo/> Hakupäivä 31.3.
19. Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP). Suomen lämpöpumppuyhdistys. Saatavissa:  
<http://www.sulpu.fi/ilma-vesilampopumput> Hakupäivä 21.3.2016.

20. Ilma-vesilämpöpumppu, UVLP. 2015. Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu\\_uvlp](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu_uvlp) Hakupäivä 21.3.2016.
21. Lindén, Tero. Hybridilämmitys. Kaukomarkkinat Oy. Saatavissa:  
<http://www.sulpu.fi/documents/184029/1300198/10.%20Mik%C3%A4%20on%20Hybridil%C3%A4mmitys.%20Tero%20Linden.pdf> Hakupäivä 3.4.2016.
22. Kuva 5. Hybridilämmityksen periaatekuva. 2013. Kaukora Oy. Saatavissa:  
[http://www.kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/KaukoraOy\\_Yritysesittely.pdf](http://www.kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/KaukoraOy_Yritysesittely.pdf)  
Hakupäivä 25.4.2016.
23. Valitse sopiva rinnakkaislämmitys. 2014. Öljyalan palvelukeskus Oy. Saatavissa:  
[http://www.oil.fi/sites/default/files/opk\\_hybridiesite\\_2014\\_lores\\_0.pdf](http://www.oil.fi/sites/default/files/opk_hybridiesite_2014_lores_0.pdf) Hakupäivä 27.1.2016.
24. Öljylämmitysjärjestelmän energiatehokkuus. 2013. Öljyalan palvelukeskus Oy. Saatavissa:  
<http://www.oljylammitys.fi/energiatehokkuus/oljylammitysjarjestelman-energiatehokkuus>  
Hakupäivä 7.3.2016
25. Lämmitystarveluku eli astepäiväluku. 2016. Ilmatieteen laitos. Saatavissa:  
<http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut> Hakupäivä 4.3.2016.
26. Kulutuksen normitus. 2015. Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiankayton\\_tehostaminen/kiinteistojen\\_energiahallinta/kulutuksen\\_normitus](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energiahallinta/kulutuksen_normitus) Hakupäivä 4.3.2016.
27. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. 2010. Motiva Oy. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden\\_lampoarvot\\_hyotysuhteet\\_ja\\_hiilidioksidin\\_ominaispaastokertoimet\\_seka\\_energiahinnat\\_19042010.pdf](http://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_ominaispaastokertoimet_seka_energiahinnat_19042010.pdf) Hakupäivä 4.3.2016.

28. D5 (2012).2012. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:

<http://www.ym.fi/fi->

[fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma)

Hakupäivä 25.2.2016

29. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:

<http://www.ym.fi/fi->

[fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma)

Hakupäivä 17.2.2016.

30. C3 (1978). 1979. Lämmöneristys. Määräykset 1978. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Sisäasiainministeriö. Saatavissa:

<http://www.ym.fi/fi->

[fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut\\_rakentamismaaraykset](http://www.ym.fi/fi-maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut_rakentamismaaraykset) Hakupäivä 29.2.2016.

31. Lämmitysjärjestelmän kunnossapito. 2013. Öljyalan palvelukeskus Oy. Saatavissa:

<http://www.oljylammitys.fi/huolto-ja-kunnostus/lammitysjarjestelman-kunnossapito>

Hakupäivä. 30.3.2016

32. Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta. 2016. Öljy- ja biopolttoaineala ry. Saatavissa:

<http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta>

Hakupäivä 25.2.2016.

33. Kaukolämmön hinta. Energiateollisuus ry. Saatavissa:

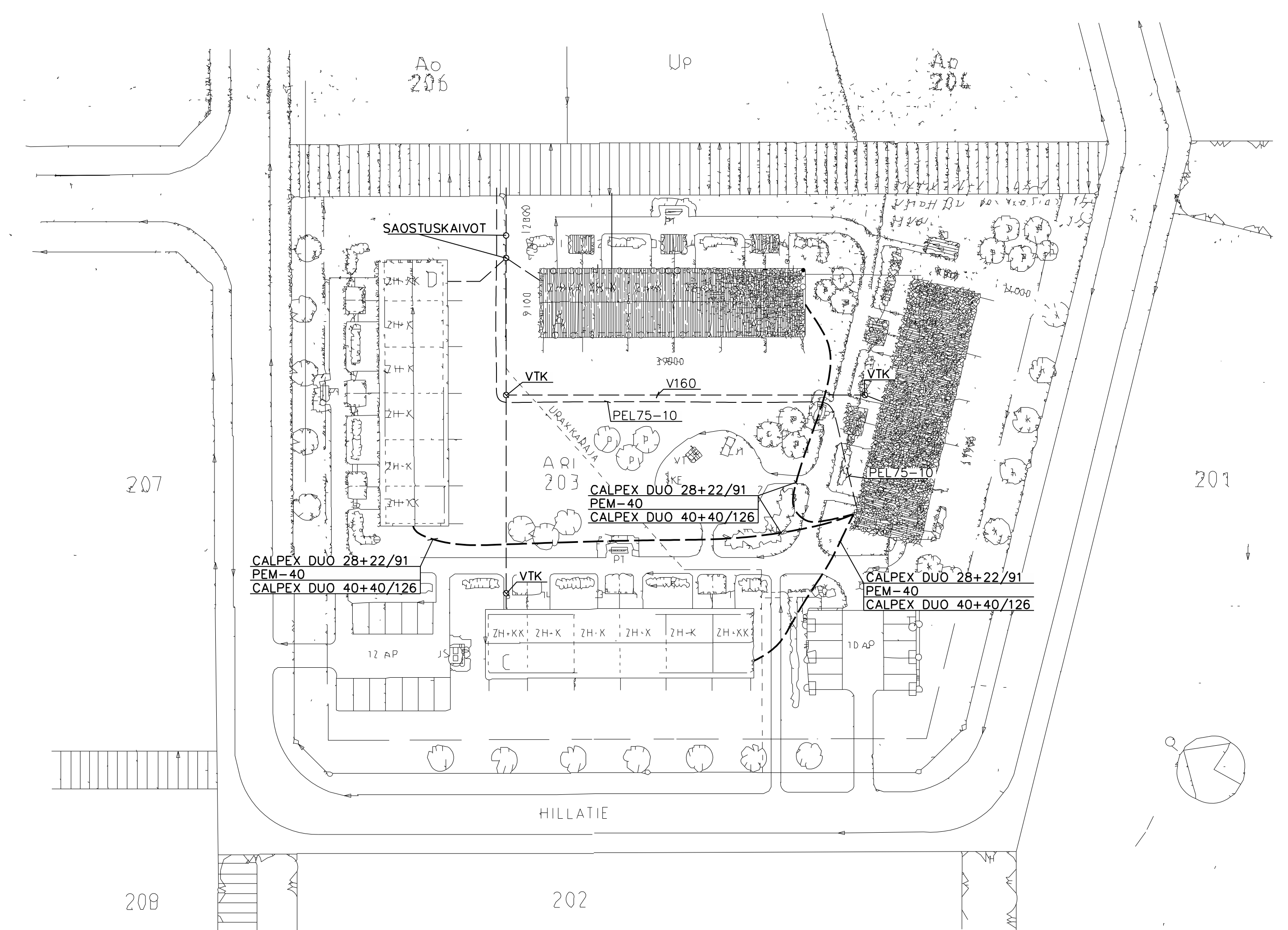
<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys/kaukolammon-hinta> Hakupäivä 7.4.2016

34. Kaukolämmön hinnat tyyppitaloissa eri paikkakunnilla. Kaukolämmön hinta päivitetty 1.3.2016. Energiateollisuus ry. Saatavissa: <http://energia.fi/tilastot/kaukolammon-hinnat-tyyppitaloissa-eri-paikkakunnilla> Hakupäivä 8.3.2016.

35. Diaesitys kaukolämmön hinnan kehityksestä. 2016. Energiateollisuus ry. Saatavissa: <http://energia.fi/tilastot/kaukolammon-hinnat-tyyppitaloissa-eri-paikkakunnilla> Hakupäivä 8.3.2016.
36. Tärkeä huomioitava asia maalämpöpumpun hankinnassa: Oikean lämpötila-alueen maalämpöpumppu. Senera Oy. Saatavissa: <http://www.senera.fi/Maalampo/Maalampopumppu#3> Hakupäivä 24.3.2016.
37. Kanninen, Jarno. 2016. Ruukin Vuokratalot Oy Hillatie I ja II LVIS-suunnittelu. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Insinööritoimisto LVI-Naamanka.16.2.2016.
38. Lämpöpumpun perusteet kahdessa minuutissa. Thermia Lämpöpumput/Oy Danfoss Ab. Saatavissa: <http://www.thermia.fi/lampopumppu/tarkeimmat-asiat-lampopumpuista-kahdessa-minuutissa.asp> Hakupäivä 15.3.2016.
39. D1 (2007). 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma) Hakupäivä 27.2.2016.
40. Siebel Eltron keruupiirimitoitus. 29.3. 2016.

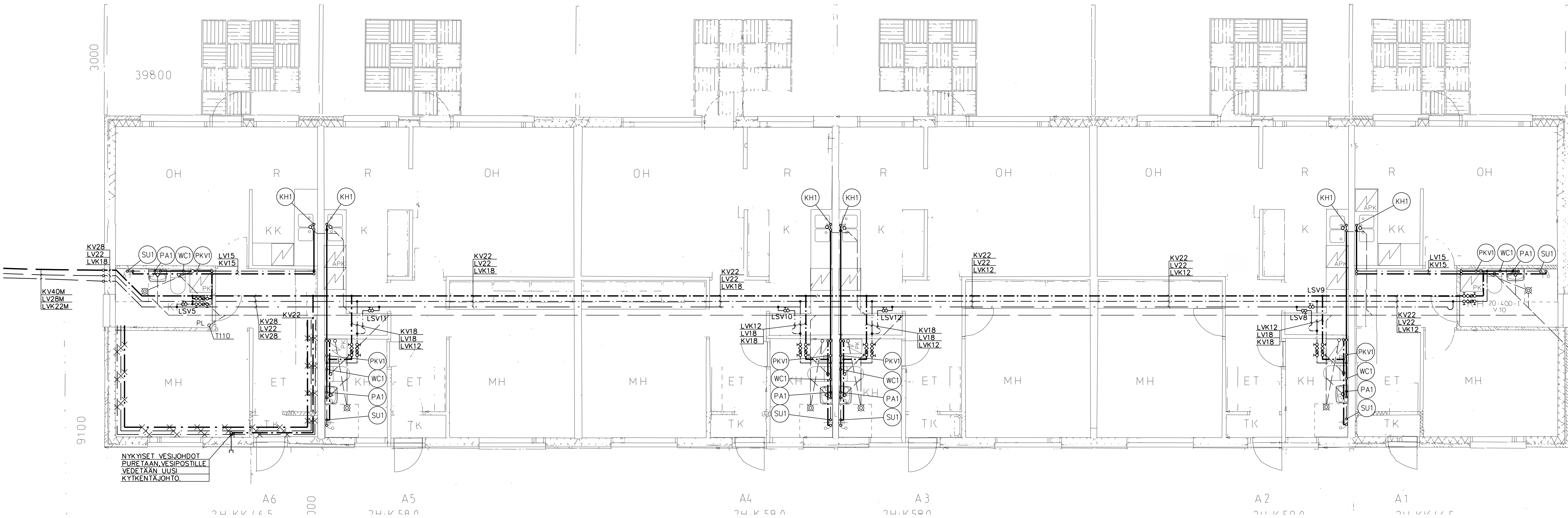
	Tyypillinen rakentamisaika	Keskimääräinen tekninen käyttöikä (vuotta)
		(Rasitusluokka 2 = normaali)
<b>Vesi- ja viemärijärjestelmät</b>		
Vesijohdot (kupariputket)		40...50
kylmä- ja lämminvesijohtoina		
Sulkuventtiilit		30...40
Linjasäätöventtiilit		30
Muoviviemärit	1975-	50
<b>Lämmönjakelu</b>		
Teräsputket		50...
Betonikanaalielementtiin maahan asennetut putket	...1980	10...50
Vesikiertoinen patteriverkosto		40...50
Linjasäätöventtiilit		30
Patteriventtiilit		15...20
Valurautakattilat		40
Teräslevykattilat, öljy		30...40
Öljysäiliöt, terästä, sisätiloissa	...1990	40
Öljypoltin, kevytöljy		
Maalämpöpumppulaitteet		25...30
Maalämpöpumpun kompressori		10...15
Ilmalämpöpumput		10...15
Lähde:LVI 01-10424		

- MAALÄMPÖPUMPPU: SIEBEL ELTRON WPF 52
- LÄMMITYKSEN PUSKURIVARAAJA: SIEBEL ELTRON SBP 1000 E
- KÄYTTÖVESIVARAAJA: SIEBEL ELTRON SBB 1001
- KÄYTTÖVEDEN LATAUSYKSIKKÖ: SIEBEL ELTRON WTS 40
- OHJAUSAUTOMATIikka SIEBEL ELTRON WPMW 3
- ETÄVALVONTALAITE ISG WEB
- SÄHKÖVASTUS KÄYTTÖVESIVARAAJAAN 9/18 kW
- ÖLJYLLÄ LISÄTEHOT LÄMMITYKSEEN HUIPPUPAKKASILLA



09.05.16			
K.OSA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN.O	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOMAKORTTI <b>MUUTOS</b>		PIIRUSTUSLAJI <b>LVI</b>	JUOKS. N:O
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Ruukin Vuokratalot Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ASEMAPIIRROS LÄMPÖJOHTOLAITTEET	MITTAKAAVAT 1:500
SUUNN. SP	PIIRT. TARK.	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO <b>LVI 1090 01</b>	MUUTOS
YHT.HILO MN	PVM.	ALLEKIRJ.	TILAAJAN N:O
INSINÖÖRITOIMISTO KASARMINTIE 9 B7 <b>LVI</b> NAAMANKA OY		90100 OULU puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 GSM 040-5825405	





VESI- JA VIEMÄRIKALUSTEET									
TUNNUS	KPL	NIMITYS	OSAT	LVI-NUMERO	KV	LV	V	l/s	kPa
KH1	6	Keittiöhana	Oras Safira 1035	6219062	12	12	75	0.2/0.6	160
PA1	6	Pesuallashana	Oras Safira 1012 Bidetta-käsisuihkulla	6110044	10	10	75	0.1/0.3	130
			IDO Trevi pesuallas 11185-01	5611074					
			Vieser-pullovesilukko	6502161					
PKV1	6	Pesukoneventtiili	Oras 180	6219530	12			0.2/0	75
SU1	6	Suihkuhuone	Oras Optima 7149 (Optima 7140 + Optima 2790 -suihkusetti)	6318050	12	12		0.2/0	175
WC1	6	WC-istuin	IDO WC Seven D, 37213 saneerausmalli, pehmeä kansi	5650029	10		110	0.1/1.8	195
VP1	1	Vesipostiventtiili	Oras Vesipostiventtiili 431420 L=250-400 mm	2934141	22			0.4/0	160

LVK-verkosto LINJASÄÄTÖVENTTIILILUETTELO					
NUMERO	VALMISTAJA JA KOKO	KV	ES.	kPa	l/h
1	STAD LVK 15	0.04	0.5	32.4	25
2	STAD LVK 15	0.05	0.5	32.2	28
3	STAD LVK 15	0.04	0.5	33.6	25
4	STAD LVK 15	0.04	0.5	34.1	25
5	STAD LVK 15	0.09	0.5	23	42
6	STAD LVK 15	0.05	0.5	30.7	30
7	STAD LVK 15	0.04	0.5	39.2	25
8	STAD LVK 15	0.2	1	10.9	66
9	STAD LVK 15	0.21	1	10.4	68
10	STAD LVK 15	0.13	0.6	18.6	55
11	STAD LVK 15	0.1	0.5	21.2	46
12	STAD LVK 15	0.14	0.6	17.5	57
13	STAD LVK 15	0.11	0.5	21.4	51
14	STAD LVK 15	0.12	0.5	21.1	54
15	STAD LVK 15	0.08	0.5	26.4	41
16	STAD LVK 15	0.08	0.5	25.8	42
17	STAD LVK 15	0.48	1.9	3	84
18	STAD LVK 15	0.3	1.5	6.1	75
19	STAD LVK 15	0.18	0.9	12.5	65
20	STAD LVK 15	0.16	0.7	14.2	60
21	STAD LVK 15	0.29	1.4	6.7	74

**HUOMIOITAVAA:**

VESIJOHDOT KUPARIA, NÄKYVILLÄ OLEVAT VESIJOHDOT KROMATTUA KUPARIA. RAKENTEISSA JA KALUSTEIDEN TAKANA NÄKYMÄTTÖMISSÄ OLEVAT VESIJOHDOT VUOTOVESISUOJATTUA KUPARIA (Fincu). ASUNNON SISÄPUOLELLA KUIVISSA TILOISSA OLEVAT VESIJOHDOT KOTELOIDAAN.

**VESIJOHTOJEN KOOT:**

YHDEN ASUNNON VESIJOHDOT KV18/LV18. JAKOJOHDOT VESIMITTARIN JÄLKEEN KV18/LV18.. ASUNNON SISÄPUOLELLA JAKOJOHDOT KV15/LV15 SUIHKULLE, KEITTIÖALTAALLE, WC: LLE JA PESUALTAALLE. KYTKENTÄJOHDOT KALUSTESULULLE SAAKKA KV12/LV12.

RAKENNUSTEN VÄLISÄT VESI- JA LÄMPÖJOHTOKANAALIT UUSITAAN. KÄYTTÖVESIKANAALISSA TALOIHIN A,C,D: LV+LVK CALPEX DUO 28X22/91 KV PEM-40

KANAALeihin tulevien asennusten putkipituus N.135M

RUNKOVESIJOHDOT ERISTETÄÄN JA KOTELOIDAAN. LV- JA LVK-JOHDOT ERISTETÄÄN YHTEEN.

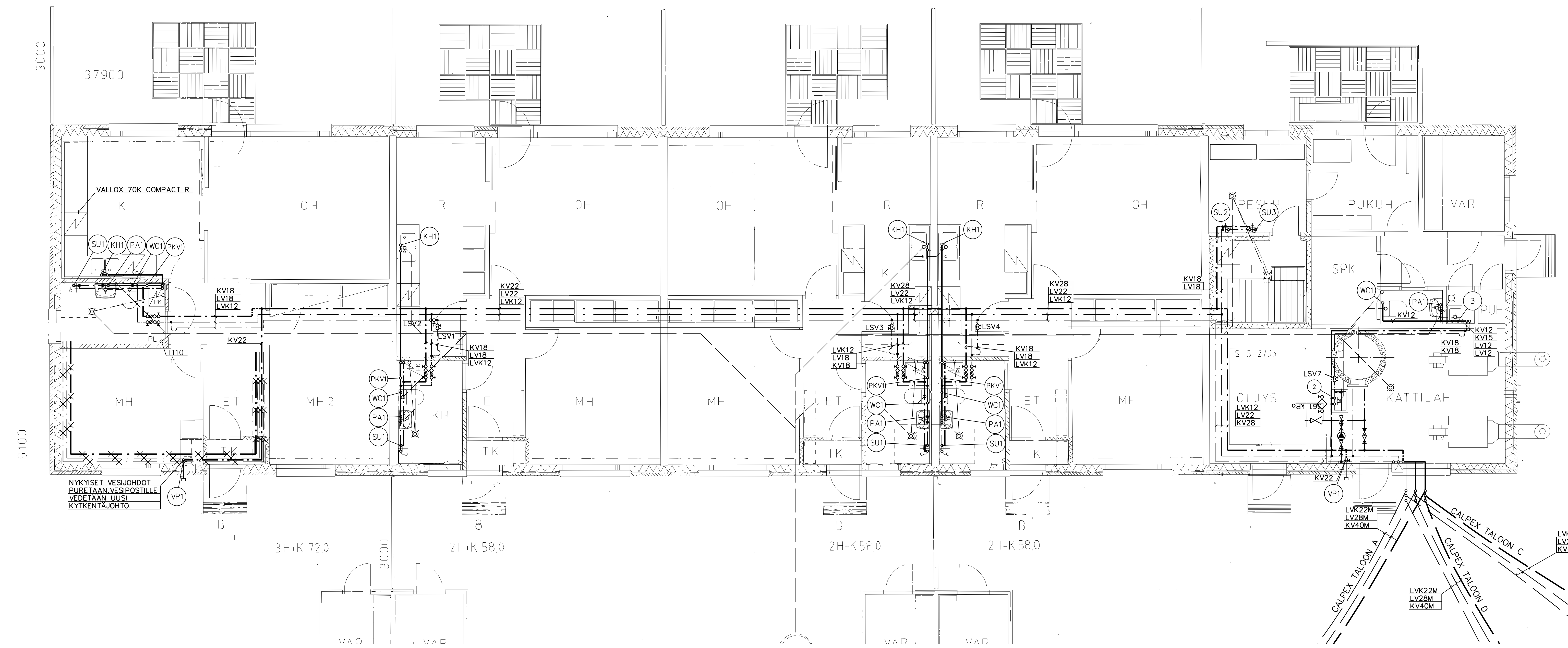
KYLPUHUONEEN ALAKATTOON ASENNETAAN LUUKKU VESIMITTAREITA VARTEN. LUUKUN KOKO MIN. 400X400. VESIMITTARIT ESIM. KOKA GSD DN15

NYKYISET VESIJOHDOT PURETAAN NÄKYVILTÄ OSILTAAN. RAKENTEISIIN MENEVÄT VESIJOHDOT KATKAISTAAN JA PEITETÄÄN PEITELEVYIN.

VIEMÄREIHIN EI KOHDISTU TOIMENPITEITÄ TÄSSÄ URAKASSA. VIEMÄRIT OVAT ALKUPERÄISIÄ MUOVIVIEMÄREITÄ. VIEMÄREIDEN KOOT: KEITTIÖALTAALTA JA LATTIAKAIVOLTA V75, PESUALTAALTA V50 JA WC:N VIEMÄRI V110. PESUHUONEEN NURKASSA ON PYYKINPESUKONEEN POISTOPUTKI LATTIAKAIVON.

09.05.16

K.O.SA/KYLA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	VIHANNAINEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOMAKORTTI MUUTOS		PIIRUSTUSLAJI	JUOKS. N:O
RAKENNUSKOHTAAN NIMI JA OSOITE		LVI	
Ruukin Vuokratat Oy		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
Hillatie 2 ja 4		VESI- JA VIEMÄRIJOHDOT	1:50
92400 Ruukki		TALO A	
		POHJAPIIRROS	
INSINÖÖRITOIMISTO	KASARMINNIE 9 BT	SUUNNITTELUALA	TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO
LVI	90100 OULU	YHT.HILO	MUUTOS
NAAMANKA OY	puh. 08-3117064	TARK.	
	fax. 08-3117060	PIIR.	
	GSM 040-5825405	ALLEKIRJ.	
		LVI 1090 02	
		TILAAJAN N:O	



TUNNUS	KPL	NIMITYS	OSAT	LM-NUMERO	KV	LV	V	1/s	kPa
2	1	Aputiähana	Oras Safira 1056	6219064	12	12	75	0.2/0.6	160
3	1	Aputiähana	Oras Safira 1036	6219069	12	12	75	0.2/0.6	160
KH1	4	Keittiöhana	Oras Safira 1035	6219062	12	12	75	0.2/0.6	160
PA1	5	Pesuallashana	Oras Safira 1012 Bidetto-käsisuihkulla	6110044	10	10	75	0.1/0.3	130
			IDO Trevi pesuallas 11185-01	5611074					
			Vieser-pullovesilukko	6502161					
PKV1	4	Pesukoneventtiili	Oras 180	6219530	12			0.2/0	75
SU1	4	Suihkuhana	Oras Optima 7149 (Optima 7140 + Optima 2790 -suihkusetti)	6318050	12	12		0.2/0	175
SU2	1	Suihkuhana	Oras Optima 7192	6310754	12	12		0.2/0	300
			Kuulopikääntin, asennetaan käsisuihkuletkuun	6421674					
SU3	1	Suihkuhana	Oras Optima 7193	6310775	12	12		0.2/0	175
WC1	5	WC-istuin	IDO WC Seven D, 3/213 saneerausmalli, pehmeä kansi	5650029	10	110		0.1/1.8	195
VP1	2	Vesipostiventtiili	Oras Vesipostiventtiili 431420 L=250-400 mm	2934141	22			0.4/0	160

**HUOMIOITAVAA:**

VESIJOHDOT KUPARIA, NÄKYVILLÄ OLEVAT VESIJOHDOT KROMATTUA KUPARIA. RAKENTEISSA JA KALUSTEIDEN TAKANA NÄKYMÄTTÖMISSÄ OLEVAT VESIJOHDOT VUOTOVESISUOJATTUA KUPARIA (Finco), ASUNNON SISÄPUOLELLA KUIVISSA TILOISSA OLEVAT VESIJOHDOT KOTELOIDAAN.

**VESIJOHTOJEN KOOT:**

YHDEN ASUNNON VESIJOHDOT KV18/LV18. JAKOJOHDOT VESIMITTARIN JÄLKEEN KV18/LV18. ASUNNON SISÄPUOLELLA JAKOJOHDOT KV15/LV15 SUIHKULLE, KEITTIÖALTAALLE, WC:LLE JA PESUALTAALLE. KYTKENTÄJOHDOT KALUSTESULULLE SAAKKA KV12/LV12.

RAKENNUSTEN VÄLISET VESI- JA LÄMPÖJOHTOKANAALIT UUSITaan. KÄYTTÖVESIKANAALIESSA TALOIHIN A.C.D.: LV+LVK CALPEX DUO 28X22/91 KV PEM-40

KANAALIEIHIN TULEVIEN ASENNUSTEN PUTKIPITUUS N.135M

RUNKOVESIJOHDOT ERISTETÄÄN JA KOTELOIDAAN. LV- JA LVK-JOHDOT ERISTETÄÄN YHTEEN.

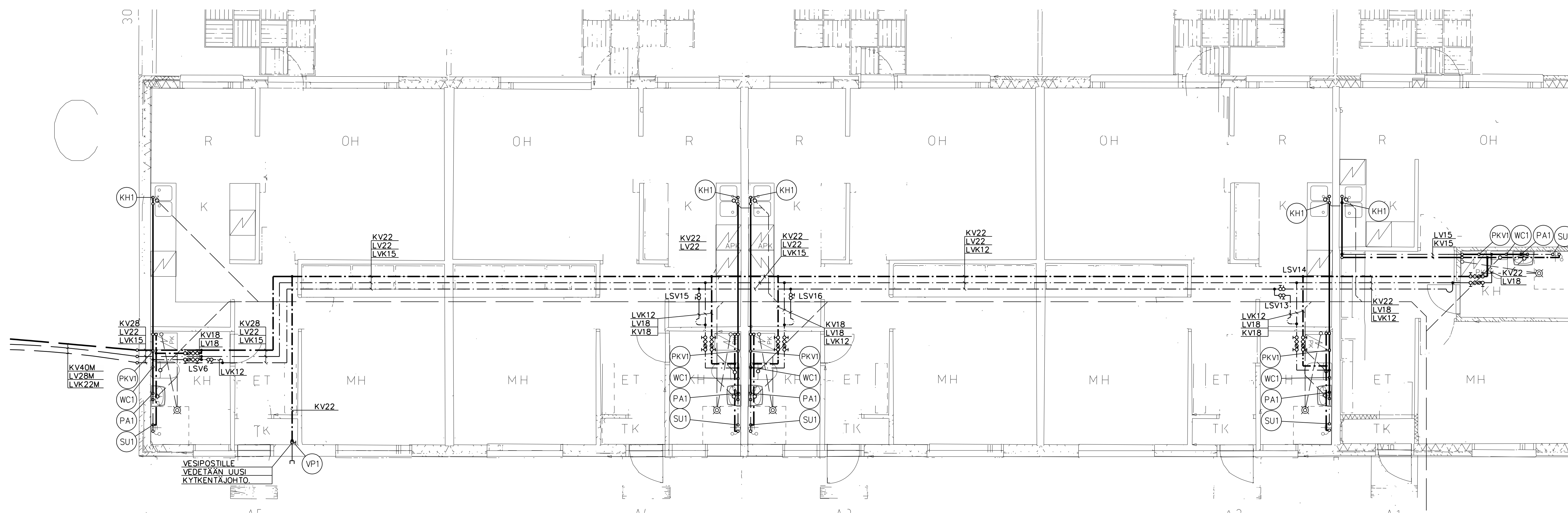
KYLPUHUONEEN ALAKATTOON ASENNETAAN LUUKKU VESIMITTAREITA VARTEN. LUUKUN KOKO MIN. 400X400. VESIMITTARIT ESIM. KOKA GSD DN15

NYKYISET VESIJOHDOT PURETaan NÄKYVILTÄ OSILTAAN. RAKENTEISIIN MENEVÄT VESIJOHDOT KATKAISTAAN JA PEITETÄÄN PEITELEVYIN.

VIEMÄREIHIN EI KOHDISTU TOIMENPITEITÄ TÄSSÄ URAKASSA. VIEMÄRIT OVAT ALKUPERÄISIÄ MUOVIVIEMÄREITÄ. VIEMÄREIDEN KOOT: KEITTIÖALTAALTA JA LATTIAKAIVOLTA V75, PESUALTAALTA V50 JA WC:N VIEMÄRI V110. PESUHUONEEN NURKASSA ON PYYKINPESUKONEEN POISTOPUTKI LATTIAKAIVOON.

09.05.16

K.O.SA/KYLA	KORTTELI/ALA	TONTTI/ALUE	VIHANOMAISTEN AIRSTONMERKINTÄ VARTEN
RAKENNUSLOMA	RAKENNUSLOMANPIDE	PIRUSTUSALUE	JURKS. NRO
RAKENNUSLOMAN NIMI JA OSOITE	RAKENNUSLOMAN NIMI JA OSOITE	PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVA
Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki		VESI- JA VIEMÄRIJOHDOT 1:50 TALO B POHJAPIIRROS	
INSINÖÖRIT LVI NAAMANKA OY	KASARMIENIE 9 B 90100 OULU puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 GSM 040-5825400	SUUNNITTELU SP YHTEISET MN TARK.	SUUNNITTELUALUE, TYÖN NUMERO JA PIRUSTUKSEN NUMERO LVI 1090 03 MUUTOS TILAAJAN NRO



TUNNUS	KPL	NIMITYS	OSAT	LV-NUMERO	KV	LV	V	l/s	kPa
KH1	5	Keittiöhana	Oras Safiro 1035	6219062	12	12	75	0.2/0.6	160
PA1	5	Pesuallashana	Oras Safiro 1012 Bidetta-käsisuihkulla	6110044	10	10	75	0.1/0.3	130
			IDO Trevi pesuallas 11185-01	5611074					
			Vieser-pullovesilukko	6502161					
PKV1	5	Pesukoneventtiili	Oras 180	6219530	12			0.2/0	75
SU1	5	Suihkuhana	Oras Optima 7149 (Optima 7140 + Optima 2790 -suihkusetti)	6318050	12	12		0.2/0	175
WC1	5	WC-istuin	IDO WC Seven D, 37213 saneerausmalli, pehmeä kansi	5650029	10		110	0.1/1.8	195
VP1	1	Vesipostiventtiili	Oras Vesipostiventtiili 431420 L=250-400 mm	2934141	22			0.4/0	160

**HUOMIOITAVAA:**

VESIJOHDOT KUPARIA, NÄKYVILLÄ OLEVAT VESIJOHDOT KROMATTUA KUPARIA. RAKENTEISSA JA KALUSTEIDEN TAKANA NÄKYMÄTTÖMISSÄ OLEVAT VESIJOHDOT VUOTOVESISUOJATTUA KUPARIA (Fincu). ASUNNON SISÄPUOLELLA KUIVISSA TILOISSA OLEVAT VESIJOHDOT KOTELOIDAAN.

**VESIJOHTOJEN KOOT:**

YHDEN ASUNNON VESIJOHDOT KV18/LV18. JAKOJOHDOT VESIMITTARIN JÄLKEEN KV18/LV18.. ASUNNON SISÄPUOLELLA JAKOJOHDOT KV15/LV15 SUIHKULLE, KEITTIÖALTAALLE, WC:LLE JA PESUALTAALLE. KYTKENTÄJOHDOT KALUSTESULULLE SAAKKA KV12/LV12.

RAKENNUSTEN VÄLISET VESI- JA LÄMPÖJOHTOKANAALIT UUSITAAAN. KÄYTTÖVESIKANAALIESSA TALOIHIN A,C,D: LV+LVK CALPEX DUO 28X22/91 KV PEM-40

KANAALIEHIN TULEVIEN ASENNUSTEN PUTKIPITUUS N.135M

RUNKOVESIJOHDOT ERISTETÄÄN JA KOTELOIDAAN. LV- JA LVK-JOHDOT ERISTETÄÄN YHTEEN.

KYLPYHUONEEN ALAKATTOON ASENNETAAN LUUKKU VESIMITTAREITA VARTEN. LUUKUN KOKO MIN. 400X400. VESIMITTARIT ESIM. KOKA GSD DN15

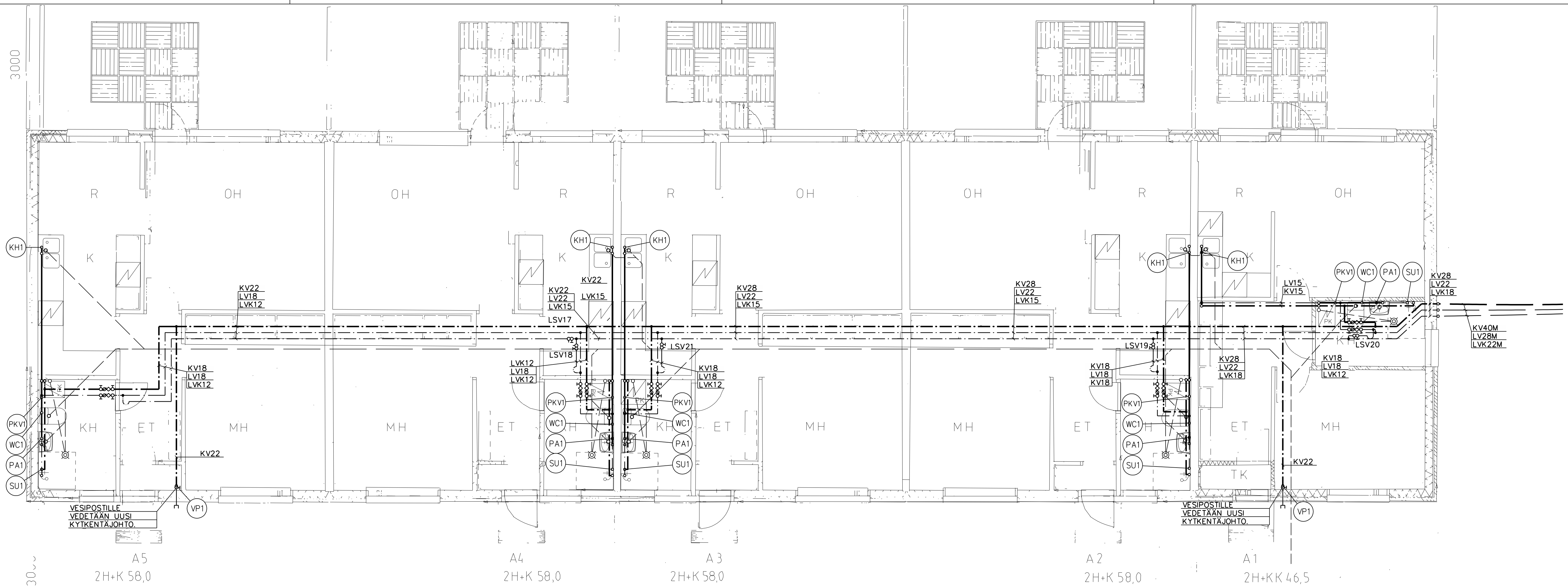
NYKYISET VESIJOHDOT PURETAAAN NÄKYVILTÄ OSILTAAN. RAKENTEISIIN MENEVÄT VESIJOHDOT KATKAISTAAN JA PEITETÄÄN PEITELÄYVIN.

VIEMÄREIHIN EI KOHDISTU TOIMENPITEITÄ TÄSSÄ URAKASSA. VIEMÄRIT OVAT ALKUPERÄISIÄ MUOVIVIEMÄREITÄ. VIEMÄREIDEN KOOT: KEITTIÖALTAALTA JA LATTIAKAIVOLTALTA V75, PESUALTAALTA V50 JA WC:N VIEMÄRI V110. PESUHUONEEN NURKASSA ON PYYKINPESUKONEEN POISTOPUTKI LATTIAKAIVOON.

09.05.16

K.O.SA/RYLÄ	KORTTELI/FILE	TONTTI/RN.O	VIIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOMENPIDE	RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA OSOITE	PIIRUSTUSLAJI	JUOKS. N:O
MUUTOS	Ruukin Vuokratat Oy Hiltatie 2 ja 4 92400 Ruukki	LVI	
RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA OSOITE	RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA OSOITE	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
		VESI- JA VIEMÄRIJOHDOT 1:50	TALO C
		POHJAPIIRROS	
INSINÖÖRITOMISTO	KASARMINTE 9 B7	SUUNN. SP	PIIRT. TARK.
LVI	90100 OULU	YHTYK. MN	
NAAMANKA OY	puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 OSM 040-5825405	PVM.	ALLEKIRJ.
		SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	MUUTOS
		LVI 1090 04	
		FILELAJAN N:O	





VESI- JA VIEMÄRIKALUSTEET									
TUNNUS	KPL	NIMITYS	OSAT	LVI-NUMERO	KV	LV	V	l/s	kPa
KH1	5	Keittiöhano	Oras Safira 1035	6219062	12	12	75	0.2/0.6	160
PA1	5	Pesualloshano	Oras Safira 1012 Bidetta-käsisuihkulla	6110044	10	10	75	0.1/0.3	130
			IDO Trevi pesualias 11185-01	5611074					
			Vieser-pullovesiukko	6502161					
PKV1	5	Pesukoneventtiili	Oras 180	6219530	12			0.2/0	75
SU1	5	Suihkuhano	Oras Optimo 7149 (Optimo 7140 + Optimo 2790 -suihkusetti)	6318050	12	12		0.2/0	175
WC1	5	WC-istuin	IDO WC Seven D, 37213 saneerausmalli, pehmeä konsi	5650029	10	110		0.1/1.8	195
VP1	2	Vesipostiventtiili	Oras Vesipostiventtiili 431420 L=250-400 mm	2934141	22			0.4/0	160

**HUOMIOITAVAA:**

VESIJOHDOT KUPARIA, NÄKYVILLÄ OLEVAT VESIJOHDOT KROMATTUA KUPARIA. RAKENTEISSA JA KALUSTEIDEN TAKANA NÄKYMÄTTÖMISSÄ OLEVAT VESIJOHDOT VUOTOVESISUOJATTUA KUPARIA (Fincu). ASUNNON SISÄPUOLELLA KUIVISSA TILOISSA OLEVAT VESIJOHDOT KOTELOIDAAN.

**VESIJOHTOJEN KOOT:**

YHDEN ASUNNON VESIJOHDOT KV18/LV18. JAKOJOHDOT VESIMITTARIN JÄLKEEN KV18/LV18. ASUNNON SISÄPUOLELLA JAKOJOHDOT KV15/LV15 SUIHKULLE, KEITTIÖALTAALLE, WC:LLE JA PESUALTAALLE. KYTKENTÄJOHDOT KALUSTESULULLE SAAKKA KV12/LV12.

RAKENNUSTEN VÄLISÄT VESI- JA LÄMPÖJOHTOKANAALIT UUSITAN. KÄYTTÖVESIKANAALIESSA TALOIHIN A,C,D: LV+LVK CALPEX DUO 28X22/91 KV PEM-40

KANAALIEHIN TULEVIEN ASENNUSTEN PUTKIPITUUS N.135M

RUNKOVESIJOHDOT ERISTETÄÄN JA KOTELOIDAAN. LV- JA LVK-JOHDOT ERISTETÄÄN YHTEEN.

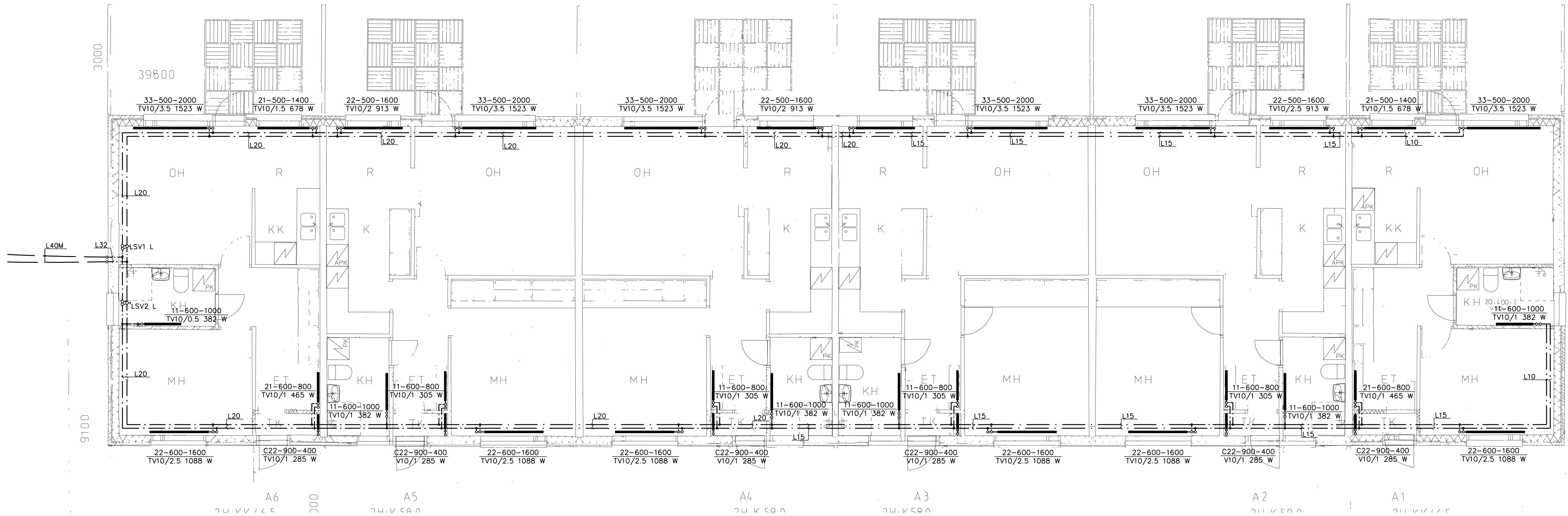
KYLPYHUONEEN ALAKATTOON ASENNETAAN LUUKKU VESIMITTAREITA VARTEN. LUUKUN KOKO MIN. 400X400. VESIMITTARIT ESIM. KOKA GSD DN15

NYKYISET VESIJOHDOT PURETAN NÄKYVILTÄ OSILTAAN. RAKENTEISIIN MENEVÄT VESIJOHDOT KATKAISTAAN JA PEITETÄÄN PEITELVYIN.

VIEMÄREIHIN EI KOHDISTU TOIMENPITEITÄ TÄSSÄ URAKASSA. VIEMÄRIT OVAT ALKUPERÄISIÄ MUOVIVIEMÄREITÄ. VIEMÄREIDEN KOOT: KEITTIÖALTAALTA JA LATTIAKAIVOLTA V75, PESUALTAALTA V50 JA WC:N VIEMÄRI V110. PESUHUONEEN NURKASSA ON PYYKINPESUKONEEN POISTOPUTKI LATTIAKAIVOON.

09.05.16

K.OSA/KYLA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	VIIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOMAKIRJE		PIIRUSTUSLAI	JUOKS. N:O
MUUTOS		LVI	
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
Ruukin Vuokratalot Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki		VESI- JA VIEMÄRIJOHDOT 1:50 TALO D POHJAPIIRROS	
INSINÖÖRITOIMISTO	KASARMINTIE 9 B7 90100 OULU puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 GSM 040-5825405	SUUNN. SP P.IIRI. MN PVM.	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO
<b>LVI</b> NAAMANKA OY			05
ALLEKIRJ.			TILAAJAN N:O



RAKENNUSTEN VÄLISET VESI- JA LÄMPÖJOHTOKANAALIT UUSITTAAN. LÄMPÖJOHDOT KANAALIEISSA TALOIHIN A,C,D: CALPEX DUO 40+40/126.

KANAALIEIHIN TULEVIEN ASENNUSTEN PUTKIPITUUS N.135M

**Patteriverkosto**  
 Kokonaisvirtaus 2967 l/h  
 Virtauspöiden yhteisteho 95.1 kW  
 Kokonaispainehäviö (siirrin mukana) 31.7 kPa  
 Siirtimen painehäviö 10 kPa  
 Verkon neste: Vesi  
 Nesteen mitoituslämpötilat 60 / 30 C°  
 Nesteen toteutunut paluulämpötila 32 C°

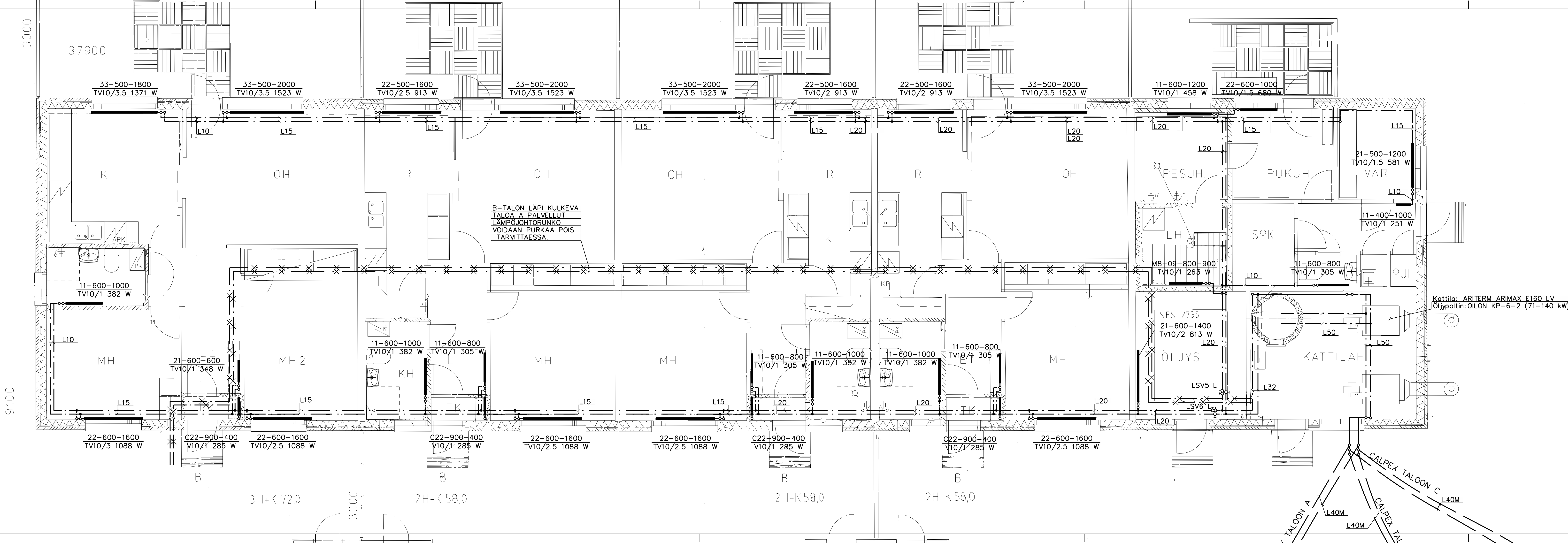
**Patteriverkosto LINJASÄÄTÖVENTTIILILUETTELO**

NUMERO	VALMISTAJA JA KOKO	KV	ES.	kPa	l/h
1	STAD 20	1.94	2.1	4.4	409.4
2	STAD 20	2.45	2.4	3	424
3	STAD 20	1.31	1.6	7.1	349.3
4	STAD 20	1.33	1.6	7.2	356.8
5	STAD 20	1.37	1.7	7.8	384
6	STAD 20	1.15	1.5	8.6	337
7	STAD 20	1.57	1.8	5	349.3
8	STAD 20	1.57	1.8	5.2	356.8

09.05.16

K.O.SA/K.YLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖÄ VARTEN
RAKENNUSTYÖN NIMI JA OSOITE	RAKENNUSTYÖN NIMI JA OSOITE	PIIRUSTUSLAJI	JUOKS. N:O
<b>MUUTOS</b>	<b>MUUTOS</b>	<b>LVI</b>	
Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki	Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ <b>LÄMPÖJOHTOLAITTEET</b> TALO A POHJAPIIRROS	MITTAKAAVAT 1:50
INSINÖÖRITOIMISTO <b>LVI</b> NAAMANKA OY	KASARMINTIE 9 B7 90100 OULU puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 GSM 040-5825405	SUUNN. SP YHT.YHD. MN PVM. TARK. ALLEKIRJ.	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO <b>LVI 1090 06</b> MUIUTOS TILAAJAN N:O

\\...1090 Hillatie 1-2\Työkansio\LVI-1090-02-2.drw



**HUOMIOITAVAA:**

RAKENNUSTEN VÄLISET VESI- JA LÄMPÖJOHTOKANAALIT UUSITTAAN. LÄMPÖJOHDOT KANAALEISSA TALOIHIN A,C,D: CALPEX DUO 40+40/126.

UUEDEKSI ÖLJYKATTILAKSI ASENNETAAN ARITERM ARIMAX E160 LV  
 ÖLJYPOLTIN: OILONKP-6-2 (71-140kW) KAKSITEHOPOLTIN

KANAALEIHIIN TULEVIEN ASENNUSTEN PUTKIPITUUS N.135M

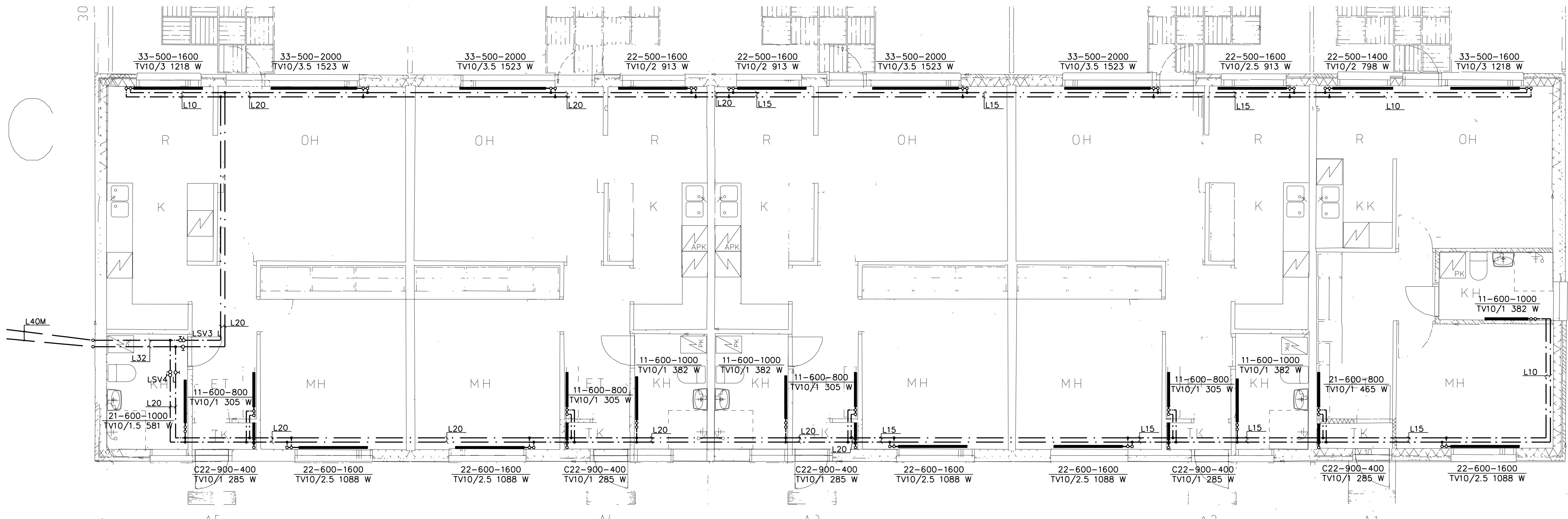
**Patteriverkosto**  
 Kokonaisvirtaus 2967 l/h  
 Virtauspöiden yhteisteho 95.1 kW  
 Kokonaispainehäviö (siirrin mukana) 31.7 kPa  
 Siirrimen painehäviö 10 kPa.  
 Verkoston neste: Vesi  
 Nesteen mitoitussämpötilat 60 / 30 C°  
 Nesteen toteutunut paluulämpötila 32 C°

**Patteriverkosto LINJASÄÄTÖVENTTIILILUETTELO**

NUMERO	VALMISTAJA JA KOKO	KV	ES.	kPa	l/h
1	STAD 20	1.94	2.1	4.4	409.4
2	STAD 20	2.45	2.4	3	424
3	STAD 20	1.31	1.6	7.1	349.3
4	STAD 20	1.33	1.6	7.2	356.8
5	STAD 20	1.37	1.7	7.8	384
6	STAD 20	1.15	1.5	8.6	337
7	STAD 20	1.57	1.8	5	349.3
8	STAD 20	1.57	1.8	5.2	356.8

09.05.16

K.OSA/KYLA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN.O	VIHANMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOMAKORTTI	RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO	PIIRUSTUSLAJI	JUOKS. N:O
01	MUUTOS	LVI	
02	Ruukin Vuokratilat Oy	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
03	Hillatie 2 ja 4	LÄMPÖJOHTOLAITTEET	1:50
04	92400 Ruukki	TALO B	
		POHJAPIIRROS	
INSINÖÖRITOMISTO	KASARMINTE 9 B7	SUUNN. SP	PIIRT.
<b>LVI</b>	90100 OULU	YHTEIS. MN	TARK.
NAAMANKA OY	puh. 08-3117864 fax. 08-3117060 GSM 040-5825403	PVM.	
		ALLEKIRJ.	
		SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	MUUTOS
		<b>LVI 1090 07</b>	
		TILAAJAN N:O	



**HUOMIOITAVAA:**

RAKENNUSTEN VÄLISET VESI- JA LÄMPÖJOHTOKANAALIT UUSITTAAN. LÄMPÖJOHDOT KANAALEISSA TALOIHIN A,C,D: CALPEX DUO 40+40/126.

KANAALEIHIIN TULEVIEN ASENNUSTEN PUTKIPITUUS N.135M

<b>Patteriverkosto</b>			
Kokonaisvirtaus	2967 l/h		
Virtauspään yhteisteho	95.1 kW		
Kokonaispainehäviö (siirrin mukana)	31.7 kPa		
Siirtimen painehäviö	10 kPa		
Verkon neste:	Vesi		
Nesteen mitoituslämpötilat	60 / 30 C°		
Nesteen toteutunut paluulämpötila	32 C°		

<b>Patteriverkosto LINJASÄÄTÖVENTTIILILUETTELO</b>					
NUMERO	VALMISTAJA JA KOKO	KV	ES.	kPa	l/h
1	STAD 20	1.94	2.1	4.4	409.4
2	STAD 20	2.45	2.4	3	424
3	STAD 20	1.31	1.6	7.1	349.3
4	STAD 20	1.33	1.6	7.2	356.8
5	STAD 20	1.37	1.7	7.8	384
6	STAD 20	1.15	1.5	8.6	337
7	STAD 20	1.57	1.8	5	349.3
8	STAD 20	1.57	1.8	5.2	356.8

09.05.16

K.O.SA./K.YLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSTOMENPIDE		PIIRUSTUSLAJI	
MUUTOS		LVI	
RAKENNUSOHITTEEN NIMI JA OSOITE		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	
Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki		LÄMPÖJOHTOLAITTEET TALO C POHJAPIIRROS	
INSINÖÖRITOIMISTO		SUUNN. SP	PIIRI.
KASARMINTE 9 B7		YHTIÖLN MN	TARK.
90100 OULU		PVM.	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO
puh. 08-3117064		ALLEKIRJ.	1090 08
fax. 08-3117060			TILAAJAN N:O
GSM 040-5825405			





**HUOMIOITAVAA:**

RAKENNUSTEN VÄLISET VESI- JA LÄMPÖJOHTOKANAALIT UUSITTAAN. LÄMPÖJOHDOT KANAALIESSA TALOIHIN A,C,D: CALPEX DUO 40+40/126.

KANAALIEHIN TULEVIEN ASENNUSTEN PUTKIPITUUS N.135M

<b>Patteriverkosto</b>				
Kokonaisvirtaus	2967 l/h			
Virtauspään yhteisteho	95.1 kW			
Kokonaispainehäviö (siirrin mukana)	31.7 kPa			
Siirtimen painehäviö	10 kPa			
Verkoston neste:	Vesi			
Nesteen mitoituslämpötilat	60 / 30 °C			
Nesteen toteutunut paluulämpötila	32 °C			

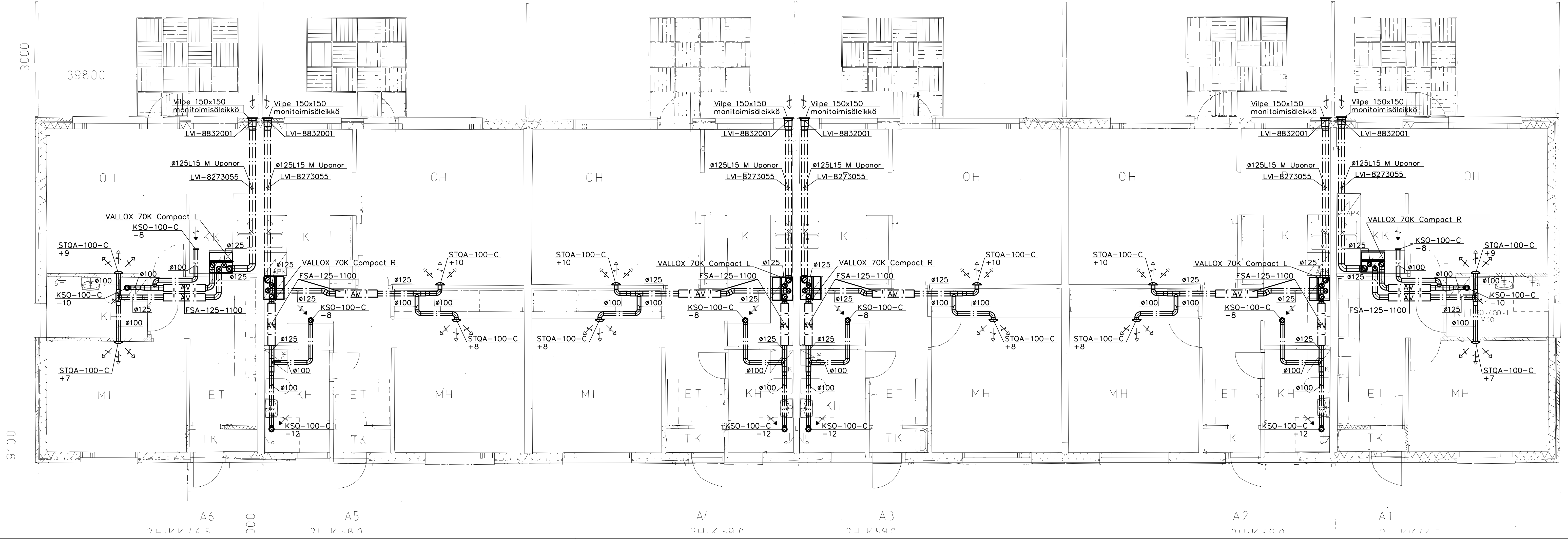
<b>Patteriverkosto LINJASÄÄTÖVENTTIILILUETTELO</b>					
NUMERO	VALMISTAJA JA KOKO	KV	ES.	kPa	l/h
1	STAD 20	1.94	2.1	4.4	409.4
2	STAD 20	2.45	2.4	3	424
3	STAD 20	1.31	1.6	7.1	349.3
4	STAD 20	1.33	1.6	7.2	356.8
5	STAD 20	1.37	1.7	7.8	384
6	STAD 20	1.15	1.5	8.6	337
7	STAD 20	1.57	1.8	5	349.3
8	STAD 20	1.57	1.8	5.2	356.8

09.05.16

K.O.S.A./K.Y.L.A.	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN	
RAKENNUSLOMAKORTTI		PIIRUSTUSLAJI		JUOKS. N:O
MUUTOS		LVI		
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVAT
Ruukin Vuokratilat Oy Hiltatie 2 ja 4 92400 Ruukki		LÄMPÖJOHTOLAITTEET TALO D POHJAPIIRROS		1:50
INSINÖÖRITOIMISTO		LAATINUT	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	
LVI NAAMANKA OY		YHTYKUNNAN NIMI	LVI 1090 09	
KASARMINTE 9 B7 90100 OULU puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 CSM 040-5925402		YHTYKUNNAN NIMI	TARK.	
		PIIR.	MUTOS	
		ALLEKIRJ.	TILAAJAN N:O	

...\\1090 Hiltatie 1-2\Työkansio\LVI-1090-02-2.drw

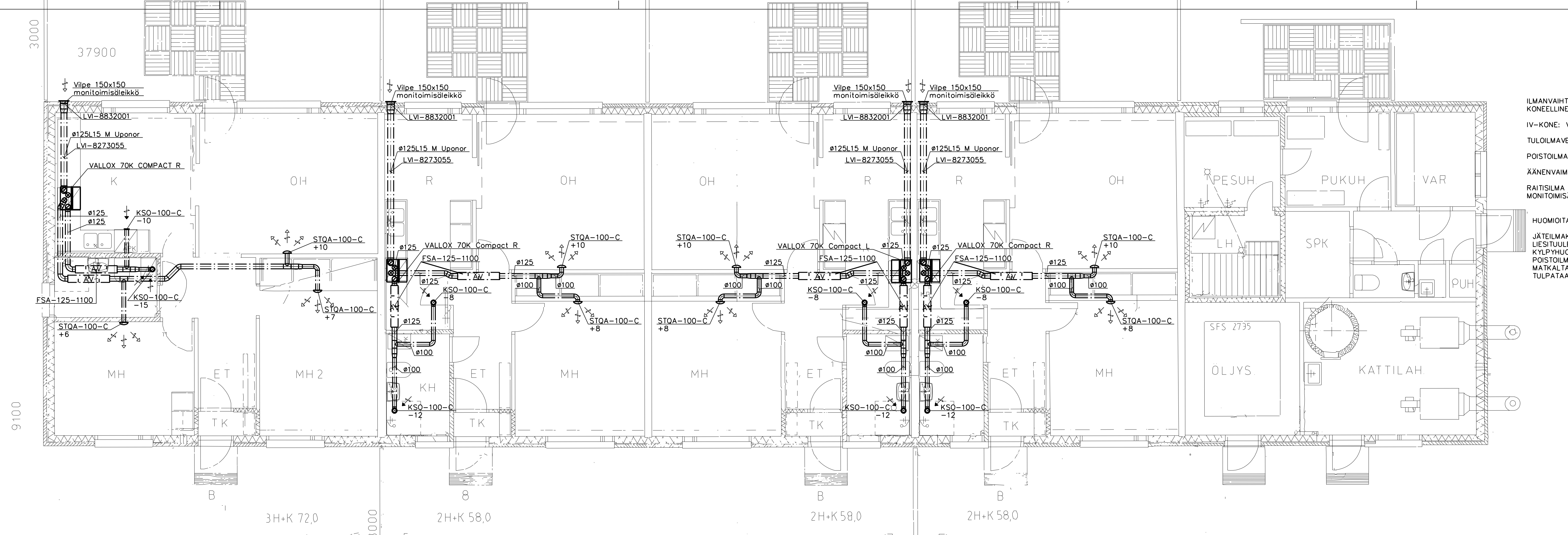




ILMANVAIHTO 1:  
KONEellinen TULO- JA POISTO IV  
IV-KONE: VALLOX 70K COMPACT  
TUULOILMAVENTTIILIT: FLÄKT WOODS STQA-100-C  
POISTOILMAVENTTIILIT: FLÄKT WOODS KSO-100-C  
ÄÄNENVAIMENTIMET: LINDAB FSA-125-1100  
RAITISILMA IV-KONEELLE VILPE 150X150  
MONITOIMISÄLEIKÖN KAUTTA

HUOMIOITAVAA:  
JÄTEILMAKANAVA KYTKETÄÄN  
LIESITUULETTIMEN POISTOILMAKANAVAAN.  
KYLPUHUONEIDEN NYKYISET  
POISTOILMAKANAVAT TÄYTETÄÄN 30 CM  
MATKALTA MINERAALIVILLALLA JA PÄÄT  
TULPATAAN.

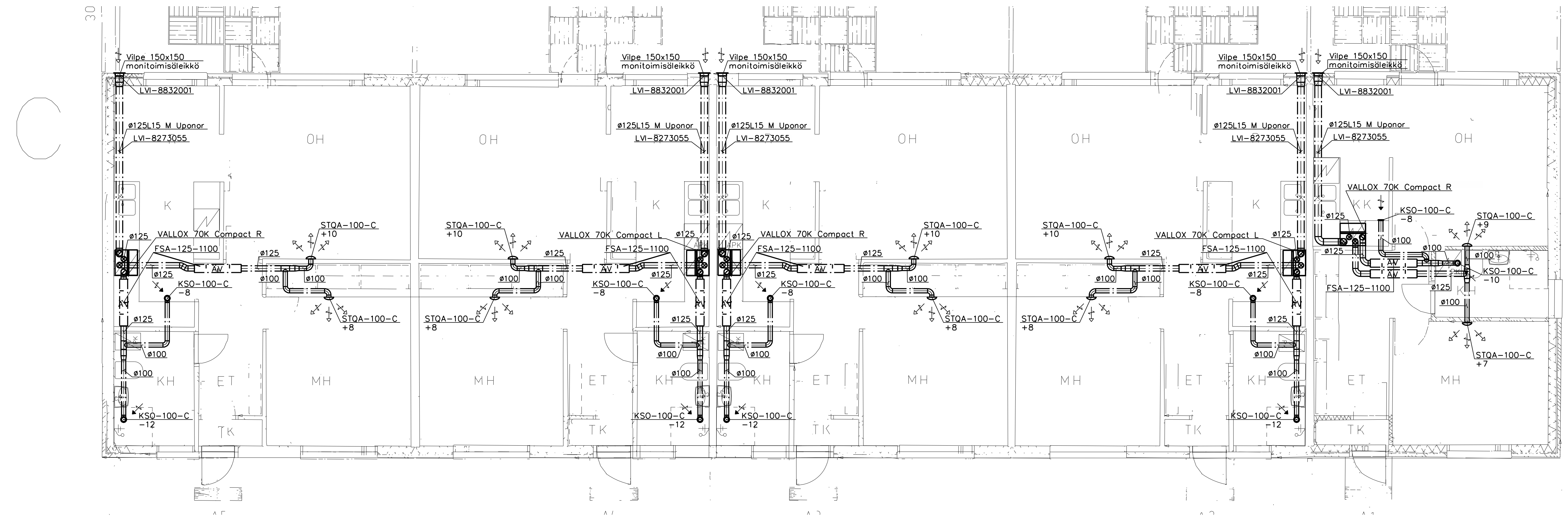
09.05.16			
K.O.SA/KY.LÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	VIIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOMAKIRJE <b>MUUTOS</b>		PIIRUSTUSLAJI LVI	JUOKS. N:O
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMANVAIHTO 1 TALO A POHJAPIIRROS	MITTAKAAVAT 1:50
INSINÖÖRITOIMISTO KASARMINTE 9 B7 <b>LVI</b> NAAMANKA OY		SUUNN. SP YHT.YR. MN PVM. 09.05.16 ALLEKIRJ.	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO <b>LVI 1090 10</b> MUIUTOS
		TILAAJAN N:O	



ILMANVAIHTO 1:  
KONEellinen TULO- JA POISTO IV  
IV-KONE: VALLOX 70K COMPACT  
TULOILMAVENTTILIT: FLÄKT WOODS STQA-100-C  
POISTOILMAVENTTILIT: FLÄKT WOODS KSO-100-C  
ÄÄNENVAIMENTIMET: LINDAB FSA-125-1100  
RAITISILMA IV-KONEELLE VILPE 150X150  
MONITOIMISÄLEIKÖN KAUSTA

HUOMIOITAVAA:  
JÄTEILMAKANAVA KYTKETÄÄN  
LIESITUULETTIMEN POISTOILMAKANAVAAN.  
KYLPUHUONEIDEN NYKYISET  
POISTOILMAKANAVAT TÄYTETÄÄN 30 CM  
MATKALTA MINERAALIVILLALLA JA PÄÄT  
TULPATTAAN.

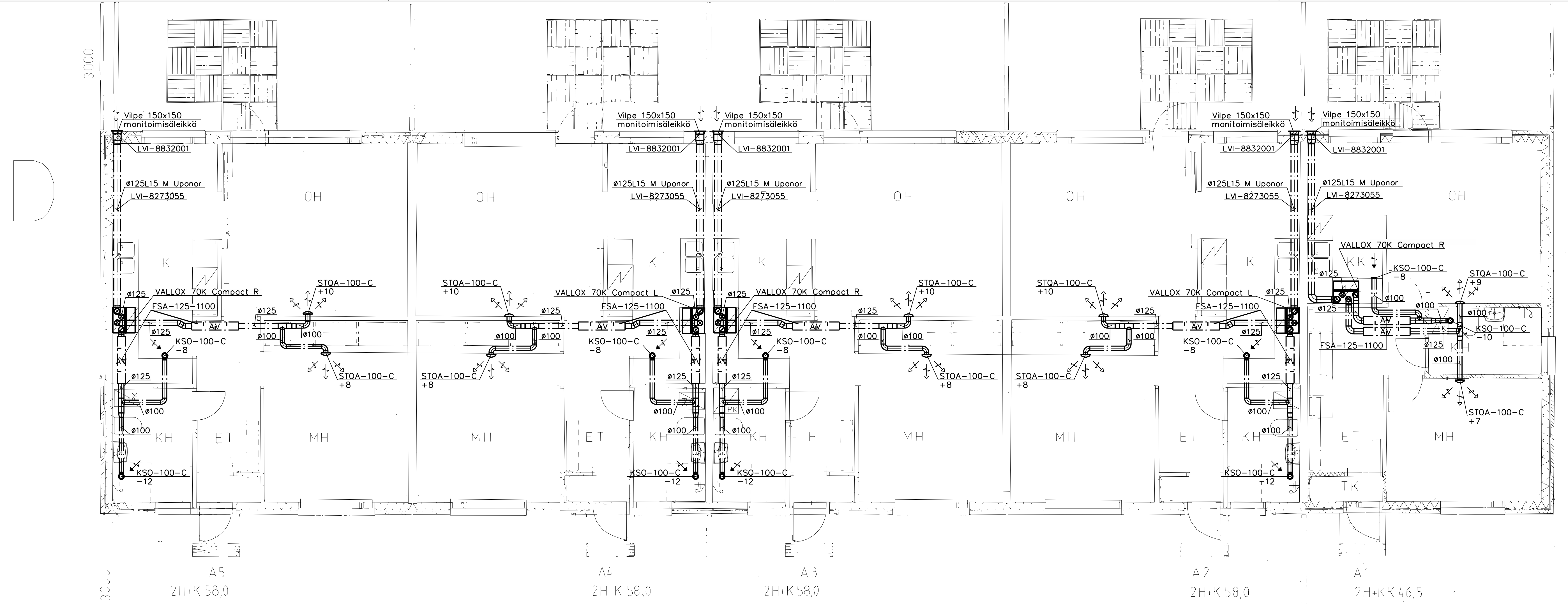
09.05.16		VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN	
K.O.SA/KYLÄ	KORTTELI/FILE	YONTTI/RN:O	
RAKENNUSLOMAKIRJE MUUTOS		PIIRUSTUSLAJI LVI	JUOKS. N:O
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSIO Ruukin Vuokratilat Oy Hiltatie 2 ja 4 92400 Ruukki		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMANVAIHTO 1 TALO B POHJAPIIRROS	MITTAKAAVA 1:50
INSINÖÖRITOMISTO <b>LVI</b> NAAMANKA OY		KASARMINTE 9 B7 90100 OULU puh. 08-3117864 fax. 08-3117860 GSM 040-5825405	SUUNN. SP THT:HEI MN PVM. 09.05.16 ALLEKIRJ.
		SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO <b>LVI 1090 11</b>	MUUTOS
		TILAAJAN N:O	



ILMANVAIHTO 1:  
KONEellinen TUULO- JA POISTO IV  
IV-KONE: VALLOX 70K COMPACT  
TUULOILMAVENTTIILIT: FLÄKT WOODS STQA-100-C  
POISTOILMAVENTTIILIT: FLÄKT WOODS KSO-100-C  
ÄÄNENVAIMENTIMET: LINDAB FSA-125-1100  
RAITISILMA IV-KONEELLE VILPE 150X150  
MONITOIMISÄLEIKÖN KAUITTA

HUOMIOITAVAA:  
JÄTEILMAKANAVA KYTKETÄÄN  
LIESITUULETTIMEN POISTOILMAKANAVAAN.  
KYLPUHUONEIDEN NYKYISET  
POISTOILMAKANAVAT TÄYTETÄÄN 30 CM  
MATKALTA MINERAALIVILLALLA JA PÄÄT  
TULPATAAN.

09.05.16		VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN	
K.O.SA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	
RAKENNUSOMENPIDE MUUTOS		PIIRUSTUSLAJI LVI	
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMANVAIHTO 1 TALO C POHJAPIIRROS	
INSINÖÖRITOIMISTO KASARMINTE 9 B7 LVI NAAMANKA OY 90100 OULU puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 GSM 040-5825405		SUUNN. YHT. HIL PVM ALLEKIRJ.	PIIRIT. TARK. 09.05.16
SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO LVI 1090 12		MIUTOS TILAAJAN N:O	



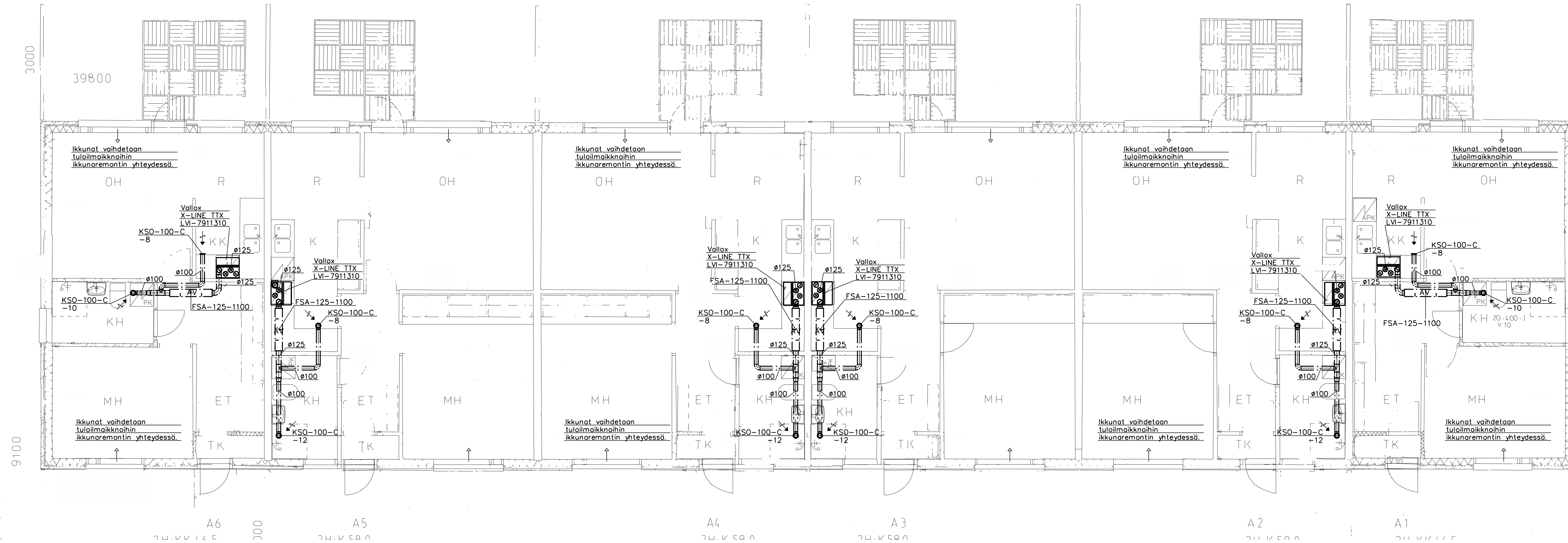
- ILMANVAIHTO 1:  
KONEELLINEN TULO- JA POISTO IV
- IV-KONE: VALLOX 70K COMPACT
- TULOILMAVENTTIILIT: FLÄKT WOODS STQA-100-C
- POISTOILMAVENTTIILIT: FLÄKT WOODS KSO-100-C
- ÄÄNENVAIMENTIMET: LINDAB FSA-125-1100
- RAITISILMA IV-KONEELLE VILPE 150X150 MONITOIMISÄLEIKÖN KAUITTA

HUOMIOITAVAA:

JÄTEILMAKANAVA KYTKETÄÄN LIESITUULETTIMEN POISTOILMAKANAVAAN. KYLPYHUONEIDEN NYKYISET POISTOILMAKANAVAT TÄYTETÄÄN 30 CM MATKALTA MINERAALIVILLALLA JA PÄÄT TULPATAAN.

09.05.16		K.O.SA/KYLÄ		KORTTELI/FILA		TONTTI/RN: 0		VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN			
RAKENNUSMÄÄRÄYKSIKÖ				RAKENNUSKOHTAISEN NIMI JA OSOITE				PIRUSTUSLAJI		JUOKS. N:O	
MUUTOS				Ruukin Vuokratilat Oy Hiltatie 2 ja 4 92400 Ruukki				LVI		1:50	
RAKENNUSKOHTAISEN NIMI JA OSOITE				PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ				ILMANVAIHTO 1 TALO D POHJAPIIRROS		MITTAKAAVAT	
INSINÖÖRITOIMISTO				SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO				LVI 1090 13		MUUTOS	
LVI NAAMANKA OY				KASARMINTEE 9 B7				09.05.16		TILAAJAN N:O	
90100 OULU				SUUNNITTELUALA				09.05.16		TILAAJAN N:O	
puh. 08-3117064				SUUNNITTELUALA				09.05.16		TILAAJAN N:O	
fax. 08-3117060				SUUNNITTELUALA				09.05.16		TILAAJAN N:O	
GSM 040-5825405				SUUNNITTELUALA				09.05.16		TILAAJAN N:O	
PVM				SUUNNITTELUALA				09.05.16		TILAAJAN N:O	
ALLEKIRJ.				SUUNNITTELUALA				09.05.16		TILAAJAN N:O	





ILMANVAIHTO 2:  
KONEELLINEN POISTOILMANVAIHTO  
TALOTUULETTIMELLA

TALOTUULETIN: VALLOX X-LINE TTX

POISTOILMAVENTTIILI: FLÄKT WOODS  
KSO-100-C

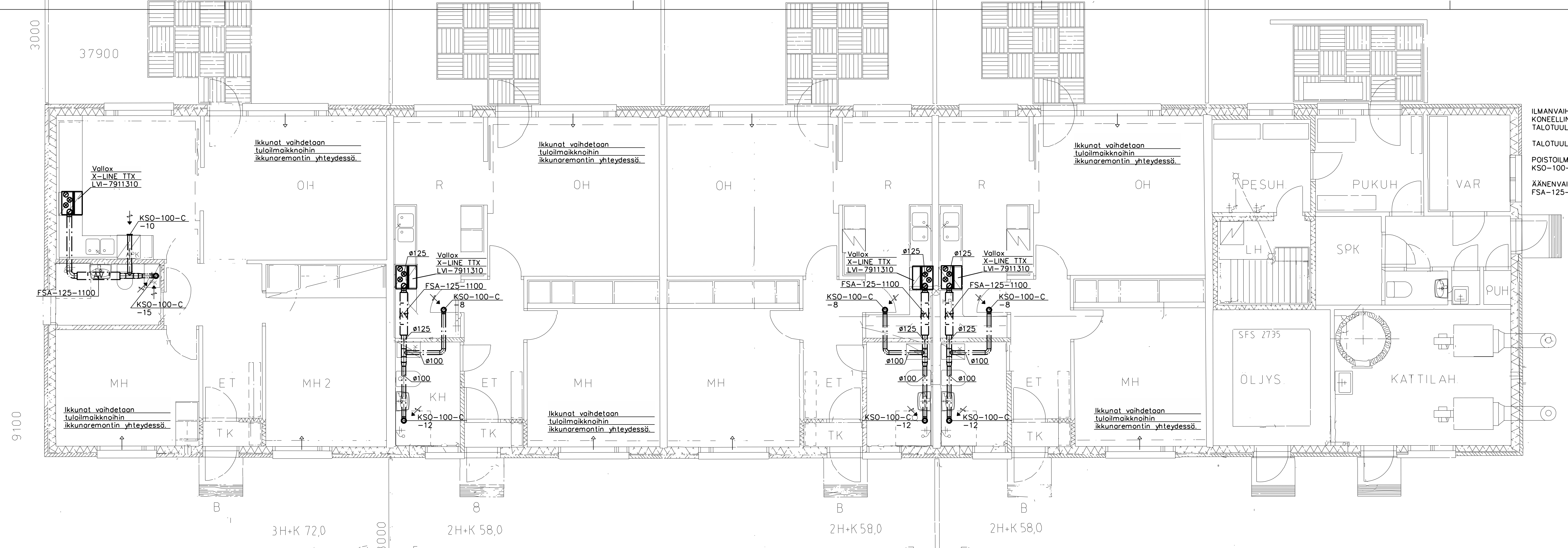
ÄÄNENVAIMENNIN: LINDAB  
FSA-125-1100

HUOMIOITAVAA:

JÄTEILMAKANAVA KYTKETÄÄN  
LIESITUULETTIMEN POISTOILMAKANAVAAN.  
KYLPUHUONEIDEN NYKYISET  
POISTOILMAKANAVAT TÄYTETÄÄN 30 CM  
MATKALTA MINERAALIVILLALLA JA PÄÄT  
TULPATAAN.

09.05.16	
K.O.SA/KY.LÄ KORTTELI/TILA TONTI/RN:O	HIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOMA MUUTOS	PIIRUSTUSLAJI LVI
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMANVAIHTO 2 TALO A POHJAPIIRROS
INSINÖÖRITOIMISTO <b>LVI</b> NAAMANKA OY	SUUNN. SP YHT.YLÖ MN PVM. 09.05.16 ALLEKIRJ.
KASARMINTE 9 B7 90100 OULU puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 GSM 040-5825405	PIIRT. TARK. 09.05.16 MUUTOS
	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO <b>LVI 1090 14</b>
	TILOJEN N:O

\\...1090 Hillatie 1-2\Työkansio\LVI-1090-02-C.drw



ILMANVAIHTO 2:  
KONEELLINEN POISTOILMANVAIHTO  
TALOTUULETTIMELLA

TALOTUULETTIN: VALLOX X-LINE TTX

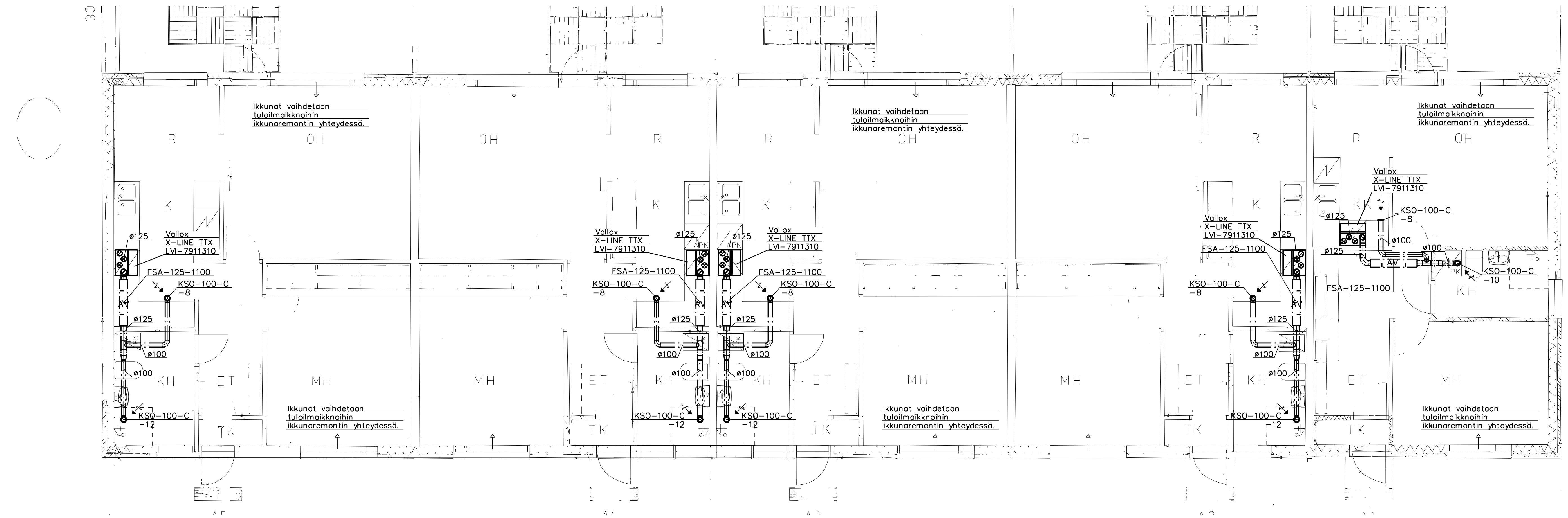
POISTOILMAVENTTIILI: FLÄKT WOODS  
KSO-100-C

ÄÄNENVAIMENNIN: LINDAB  
FSA-125-1100

HUOMIOITAVAA:

JÄTEILMAKANAVA KYTKETÄÄN  
LIESITUULETTIMEN POISTOILMAKANAVAAN.  
KYLPUHUONEIDEN NYKYISET  
POISTOILMAKANAVAT TÄYTETÄÄN 30 CM  
MATKALTA MINERAALIVILLALLA JA PÄÄT  
TULPATAAN.

09.05.16		09.05.16	
K.OSA/KYLÄ	KORTTELI/FILE	YONIT/RN:O	VRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSLOMAKORTTI MUUTOS		PIIRUSTUSLAJI LVI	JUOKS. N:O
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Ruukin Vuokratilat Oy Hiltatie 2 ja 4 92400 Ruukki		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMANVAIHTO 2 TALO B POHJAPIIRROS	MITTAKAAVA 1:50
INSINÖÖRITOIMISTO <b>LVI</b> NAAMANKA OY		KASARMINTE 9 B7 90100 OULU puh. 08-3117864 fax. 08-3117060 GSM 040-5825405	SUUNN. SP TARK. MN PVM. 09.05.16 ALLEKIRJ.
		SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO LVI 1090 15	MUUTOS
		TILAAJAN N:O	



ILMANVAIHTO 2:  
KONEELLINEN POISTOILMANVAIHTO  
TALOTUULETTIMELLA

TALOTUULETIN: VALLOX X-LINE TTX

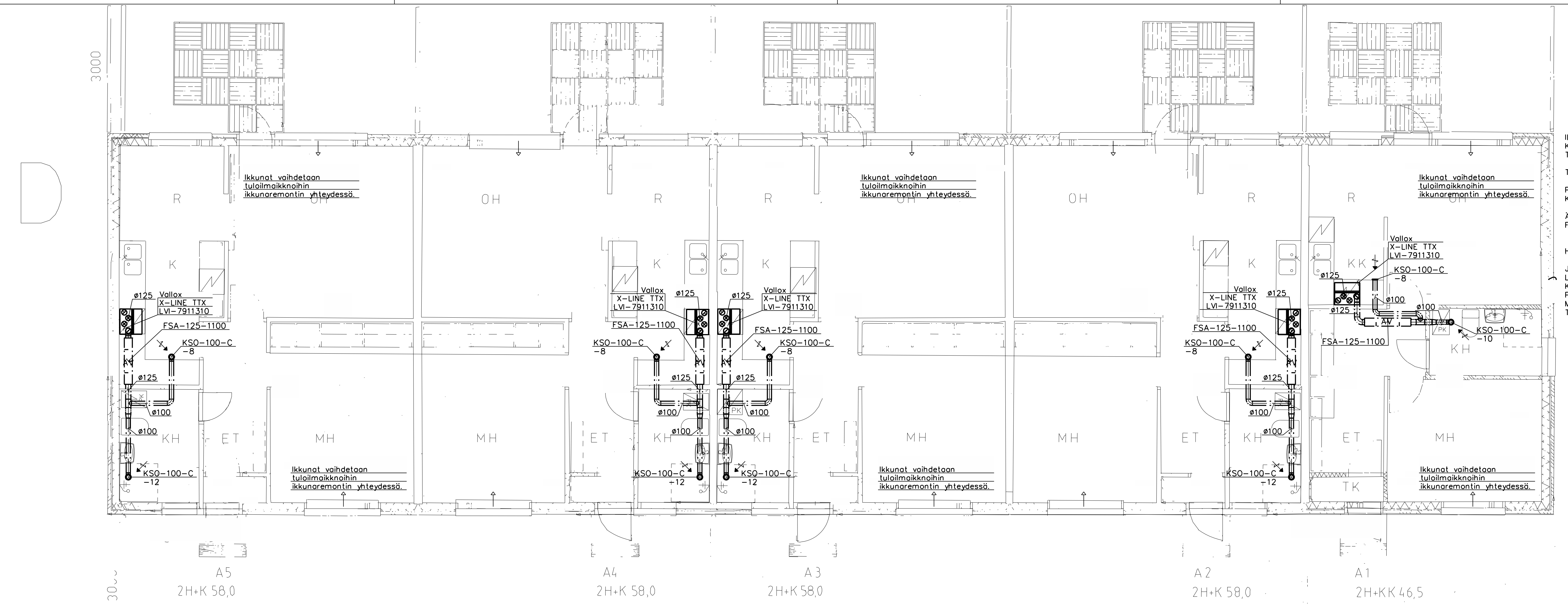
POISTOILMAVENTTIILI: FLÄKT WOODS  
KSO-100-C

ÄÄNENVAIMENNIN: LINDAB  
FSA-125-1100

HUOMIOITAVAA:

JÄTEILMAKANAVA KYTKETÄÄN  
LIESITUULETTIMEN POISTOILMAKANAVAAN  
KYLPUHUONEIDEN NYKYISET  
POISTOILMAKANAVAT TÄYTETÄÄN 30 CM  
MATKALTA MINERAALIVILLALLA JA PÄÄ-  
TULPATAAN.

09.05.16	
K.OSA/KYLA	KORTTELI/TILA
TONTTI/RN:O	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSOMENPIDE <b>MUUTOS</b>	PIIRUSTUSLAJI LVI
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ILMANVAIHTO 2 TALO C POHJAPIIRROS
INSINÖÖRITOMISTO <b>LVI</b> NAAMANKA OY	KASARMINTE 9 B7 90100 OULU puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 GSM 040-5825405
SUUNN. YHT. HIL PVM ALLEKIRJ.	PIIRIT. TARK. 09.05.16
SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO <b>LVI 1090 16</b>	
JUOKS. N:O MITTAKAAVAT 1:50 TILAAJAN N:O	



ILMANVAIHTO 2:  
KONEELLINEN POISTOILMANVAIHTO  
TALOTUULETTIMELLA

TALOTUULETTIN: VALLOX X-LINE TTX

POISTOILMAVENTTIILI: FLÄKT WOODS  
KSO-100-C

ÄÄNENVAIMENNIN: LINDAB  
FSA-125-1100

HUOMIOITAVAA:

JÄTEILMAKANAVA KYTKETÄÄN  
LIESITUULETTIMEN POISTOILMAKANAVAAN.  
KYLPUHUONEIDEN NYKYISET  
POISTOILMAKANAVAT TÄYTETÄÄN 30 CM  
MATKALTA MINERAALIVILLALLA JA PÄÄT  
TULPATAAN.

09.05.16			
K.O.SA/KYLÄ	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN: O	VIHANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN
RAKENNUSMÄÄNPIE	RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE	PIIRUSTUSLAJ	JUOKS. N:O
MUUTOS	Ruukin Vuokratilat Oy Hillatie 2 ja 4 92400 Ruukki	LVI	1:50
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	PIIRUSTUKSEN NUMERO	MITTAKAAVAT
	ILMANVAIHTO 2 TALO D POHJAPIIRROS		
INSINÖÖRITOIMISTO	KASARMINTE 9 B7	SUUNN. SP	PIIRIT.
<b>LVI</b>	90100 OULU	YHTYKÖ MN	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO
NAAMANKA OY	puh. 08-3117064 fax. 08-3117060 GSM 040-5825405	PVM 09.05.16	17
		ALLEKIRJ.	MUUTOS
			TILAAJAN N:O