

Annika Nukari

## **OMAKOTITALON LÄMMITYSTAVAN MUUTTAMINEN**

# **OMAKOTITALON LÄMMITYSTAVAN MUUTTAMINEN**

Annika Nukari  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma, LVI-suunnittelu

---

Tekijä(t): Annika Nukari  
Opinnäytetyön nimi: Omakotitalon lämmitystavan muuttaminen  
Työn ohjaaja(t): Mikko Niskala  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021 Sivumäärä: 47 + 8 liitettä

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää vaihtoehtoinen lämmitystapa omakotiin nykyisen lämmitystavan tilalle. Nykyisenä lämmitystapana toimii ilmalämmitys vesivaraajan kanssa. Lämmitys tapahtuu sähköllä, joka on kallis mutta varma tapa lämmittää. Vanhan järjestelmän tilalle halutaan kustannuksiltaan edullisempi ja energiatehokkaampi vaihtoehto. Vanhan järjestelmän tilalle halutaan asentaa vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, joka suunnitellaan ja mitoitetaan opinnäytetyössä.

Työssä vertailtiin eri lämmitystapoja ja lasketaan niiden vuotuiset kustannukset rakennuksen nykyisen kulutuksen perusteella. Vertailtaviksi lämmitystavoiksi valittiin pelletti, kaukolämpö, sähkö, maalämpö ja lämpöpumput (ilma-, poistoilma-, vesi-ilmalämpöpumppu). Parhaimmiksi vaihtoehdoiksi saatiin maalämmitys sekä vesi-ilmalämpöpumppu, jotka ovat tänä päivänä kannattavia ratkaisuja kulutuksen, käyttökustannusten ja energiatehokkuuden kannalta.

Lisäksi laadittiin LVI-kuvat lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmistä. Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät tulee rakentaa täysin uusiksi, koska lämmitys ja ilmanvaihto ovat toimineet aiemmin yhdessä järjestelmässä.

---

Asiasanat: lämmitystapamuutos, ilmalämmitys, energiatehokkuus, kustannustehokkuus, lämmitysjärjestelmä

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in HVAC Building Services Engineering, Option of HVAC design

---

Author(s): Annika Nukari

Title of thesis: Change of Heating Method in Detached House

Supervisor(s): Mikko Niskala

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: e.g. 47 + 8 appendices

---

The purpose of the thesis was to find out an alternative heating method instead of the current heating method. The current heating method is air heating with a water tank. Heating is done with electricity, which is an expensive but a safe way to heat. We want a more cost-effective and energy-efficient alternative to the old system. Instead of the old system, we want to install a water circulating heating system, which is designed and dimensioned in the thesis.

The work compares different heating methods and calculates their costs based on the current consumption of the building. Pellet, district heating, electricity, geothermal heat, and heat pumps (air-air, exhaust air, water-air heat pump) were chosen as comparable heating methods. The best options were geothermal heating and a water-to-air heat pump, which are today profitable solutions in terms of consumption, operating costs, and energy efficiency.

In addition, HVAC images of heating and ventilation circuits are prepared. Heating and ventilation systems must be built completely new, as heating and ventilation have previously operated in one system.

---

Keywords: heating mode change, air heating, energy efficiency, cost effectiveness, heating system

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	3
SISÄLLYS .....	5
1 JOHDANTO .....	6
2 KOHDE.....	7
3 ILMALÄMMITYS.....	9
4 LÄMMITYSMUODOT .....	14
4.1 Sähkö .....	14
4.2 Kaukolämpö .....	15
4.3 Pelletti .....	17
4.4 Maalämpö .....	18
4.5 Ilmalämpöpumppu.....	19
4.5.1 Poistoilmalämpöpumppu .....	19
4.5.2 Ilma-ilmalämpöpumppu .....	20
4.5.3 Ilma-vesilämpöpumppu .....	21
5 LASKENTA JA VERTAILU .....	23
5.1 Sähkö .....	24
5.2 Kaukolämpö .....	25
5.3 Pelletti .....	26
5.4 Maalämpö .....	27
5.5 Lämpöpumput .....	29
6 LÄMMÖNJAKO JA ILMANVAIHTO .....	33
6.1 Lämmönjako.....	33
6.2 Ilmanvaihto .....	35
6.3 LVI-kuvat.....	39
7 YHTEENVETO .....	44
LÄHTEET .....	45
LIITTEET .....	43

# 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on selvittää, mikä lämmitystapa olisi paras mahdollinen vaihtoehto omakotitaloon nykyisen ilmalämmitysjärjestelmän tilalle. Nykyään lämmitystapana toimii ilmalämmitys, joka on ollut yleinen lämmitystapa 1970–80-luvuilla. Ilmalämmityksellä luvattiin energiasäästöjä ja kätevyyttä, sillä ilmalämmityksessä tulee samassa ilmanvaihto ja lämmitys. Ilmalämmityksen rinnalle voidaan asentaa esimerkiksi ilmalämpöpumppu tai maalämpö. Asukas haluaa ilmalämmityksestä eroon sen hygieenisyyden ja käytönopastuksen puutteellisuuden vuoksi. Lisäksi vuosikustannukset ovat korkeita, sillä rakennuksen lämmin vesi ja ilmalämmitys lämmitetään sähköllä.

Vaihtoehtoisiksi lämmitystavoiksi on valittu sähkön lisäksi kaukolämpö, pelletti, maalämpö, ilmalämpöpumppu, vesi-ilmalämpöpumppu ja poistoilmalämpöpumppu. Näitä eri lämmitystapoja vertaillaan ja lasketaan niiden vuosikustannukset rakennuksen tämänhetkisen kulutuksen perusteella. Tämän jälkeen voidaan valita vaihtoehtoinen lämmitystapa, joka voisi toimia rakennuksen lämmitystapana sellaisenaan tai ilmalämmityksen rinnalla.

Lämmitystavan lisäksi suunnitellaan rakennukseen lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihtojärjestelmä ja mitoitetaan ne rakennukseen sopiviksi. Rakennukseen voidaan asentaa vesikiertoinen tai sähköinen lattia- tai patterilämmitys ja täysin uusi ilmanvaihto.

## 2 KOHDE

Tässä opinnäytetyössä kohteena on Oulun Kiimingissä sijaitseva omakotitalo, joka on rakennettu vuonna 1983. Talon pinta-ala on 139 m<sup>2</sup> ja tilavuus 347,5 m<sup>3</sup>. Asuinrakennuksessa on 4 makuuhuonetta, keittiö, wc, olohuone, kodinhoituhuone, suihku, sauna, takkahuone ja kaksi lämmintä varastoa. Toinen varastoista on aiemmin ollut kylmävarasto ja yksi makuuhuone ollut ennen autotalli.

Talo lämmitetään sähköllä ja sähkön hinta siirtomaksuineen on noin 2500 €/v, joista lämmityksen ja käyttöveden osuus on 1850 €/v. Energian vuosikulutus on noin 18 000 kWh, joka jakautuu niin, että lämmitykseen kuluu energiaa 9540 kWh (53 %), taloussähköön 4680 kWh (26 %) ja lämpimän veden lämmitykseen 3780 kWh (21 %). Varastossa sijaitsee 1,5 m<sup>3</sup>:n sähkövastuksilla varustettu lämminvesivaraaja (kuva 1), joka lämmitetään yösähköllä ja lämmönjakona toimii ilmalämmitys. Rakennuksessa on myös kaksi varaavaa tulisijaa.



*KUVA 1. Kohteen lämminvesivaraaja varusteineen*

Asukas haluaisi vaihtaa pois sähkölämmityksestä ja haluaisi ilmalämmityksen tilalle energiatehokkaamman ja halvemmän lämmitysratkaisun. Lisäksi lämmitysjärjestelmä on tuonut harmia siinä mielessä, että käytönopastusta lämmityslaitteelle ei ole annettu taloa ostaessa. Ilmalämmityksen huoneilman ylläpitäminen hyvänä on myös ollut työlästä eläintaloudessa, sillä talossa kiertää suureksi osaksi kierrätettyä tuloilmaa. Uuden järjestelmän kriteereinä ovat siis kustannustehokkuus, helppokäyttöisyys, helppohoitoisuus, ympäristöystävällisyys sekä varma toiminta.

### 3 ILMALÄMMITYS

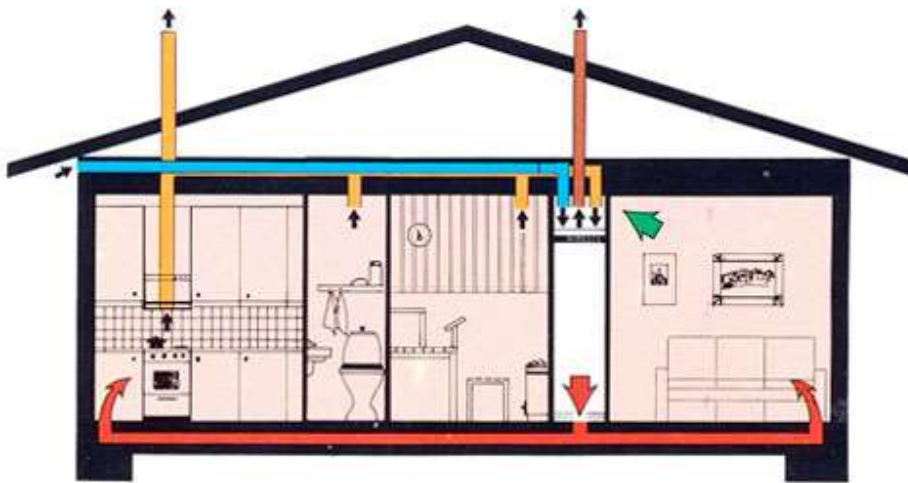
Patteri- ja lattialämmitys ovat perinteisiä lämmitysmuotoja, mutta näiden lämmitysmuotojen sijaan lämmitys voidaan toteuttaa myös ilmalla. Ilmalämmitys on ollut paljon käytetty lämmitysratkaisu 1980-luvun omakotitaloissa. Sillä on pyritty energiatehokkaaseen ratkaisuun ja yritetty säästämään ilmanvaihto- ja lämmityskuluissa yhdistämällä ne samaan prosessiin. Ilmalämmitys tuli markkinoille vuonna 1976 ja yleistyi nopeasti, mutta järjestelmän toteutus ja toiminta olivat monin tavoin haasteellisia ja puutteellisia, minkä vuoksi sen suosio jäi 1980-luvulle. (1.)

Ilmalämmitys on lämmönjakojärjestelmä, jossa lämmintä ilmaa johdetaan ilmakanavistojen kautta lämmitettävään tilaan. Järjestelmän tarkoitus on siirtää lämpöä tilaan ilman ollessa lämmönsiirtoaineena (1). Ilmalämmityksellä on monia yhteneväisyyksiä perinteisen koneellisen ilmanvaihdon kanssa. Sisään puhallusilma tuodaan ilmanvaihtokoneelle, jonka jälkeen se ohjataan lämmöntalteenoton kautta lämmityspatterille, jossa tuloilma lämmitetään haluttuun lämpötilaan. Lämmitetty tuloilma johdetaan ilmakehän pitkin lämmitettäviin tiloihin. Ilmalämmityksessä kanavisto on yleensä asennettu alajakoisesti, joten päätelaitteet on asennettu ikkunoiden eteen lattiatasoon (kuva 2).



*KUVA 2. Ilmalämmitysritilät, joista saadaan huoneeseen lämmintä ilmaa*

Poistoilmaventtiilit on sijoitettu ns. likaisiin tiloihin, joita ovat esimerkiksi WC, kylpyhuone ja keittiön liesituuletin. Poistoilma kuljetetaan takaisin koneelle, jossa taas lämmöntalteenotto toimii ja ottaa poistoilmasta lämmön talteen ennen kuin ilma johdetaan ulos. Ilmalämmityksessä suurin osa tilojen ilmasta kierrätetään takaisin ilmalämmityskoneeseen ja ainoastaan osa ilmasta johdetaan poistoaukkojen kautta ulos. (2.) Kuvassa 3 näkyy ilmalämmityksen toiminnan periaate.

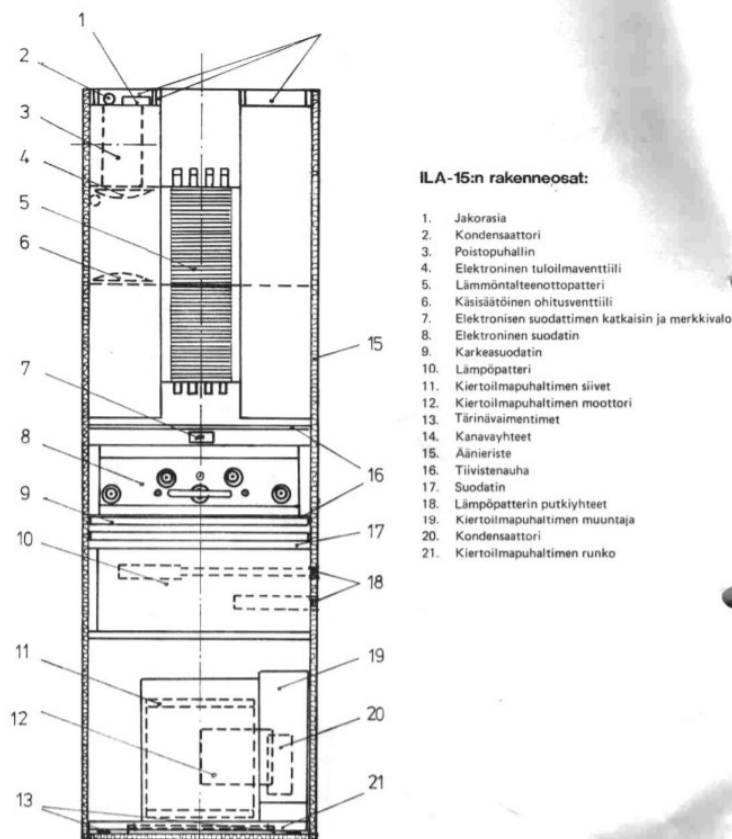


*KUVA 3. Ilmalämmityksen toimintaperiaate (3.)*

Lämmönsiirtoaineena toimivan ilman ja sen kierrätyksen vuoksi ilmalämmitysjärjestelmän ominaisuudet poikkeavat monin tavoin tavanomaisista vesikiertoisista järjestelmistä. Ilmalämmitysjärjestelmän avulla voidaan rakennuksen sisäisiä ja ulkoisten tekijöiden aiheuttamia kuormia, esimerkiksi aurinkoisten huoneiden yllämpö voidaan siirtää varjoisten huoneiden lämmitykseen (4). Ilmalämmityksen ilmavirrat mitoitetaan huoneen lattiapinta-alan mukaan. Kuitenkin olisi suositeltavaa, että ilmavirrat mitoitettaisiin huoneen lämpöhäviöiden perusteella.

Ilmalämmityskone poikkeaa tavanomaisesta ilmanvaihtokoneesta myös siten, että ilmalämmityskone sisältää kolme erillistä puhallinta. Ilmalämmityksessä tarvitaan tulo-, poisto- ja kierrätysilmaan omat puhaltimet. Kiertoilmapuhallin on pääpuhallin, joka mitoitetaan lämmitykseen käytettävän kiertoilmavirran perusteella. Kanavoinnin ja ilmavirtojen tasapainotuksen kannalta kone tulisi sijoittaa mahdollisimman keskelle rakennusta. (5.) Koneelta lähtevien ilmavirtojen mitoitus lämpötehojen mukaan voi aiheuttaa suuria lämpötilaeroja huoneiden välille, jos ilmavirrat ja lämpöhäviöt on laskettu väärin. Kuvassa 4 nähdään ilmalämmityskoneen rakenne ja osat, jotka muistuttavat paljon ilmanvaihtokoneen osia ja rakennetta, mutta isommassa mittakaavassa.

## ILA-15 Ilmalämmityslaite

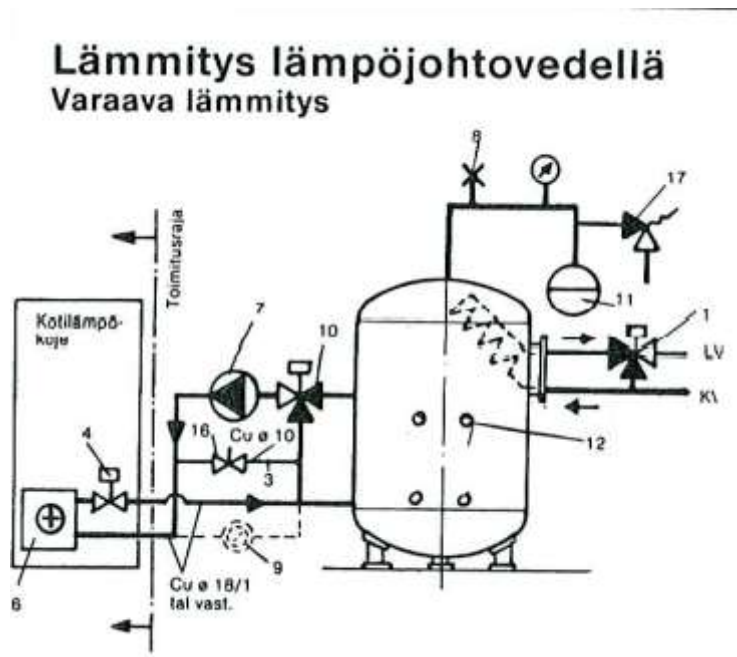


KUVA 4. ILA-15-ilmalämmityslaitteen rakenneosakuva (1). Opinnäytetyön kohteessa on käytössä kyseinen ILA-15- lämmityslaite.

Ilmalämmityslaitetta huolletaan kuten ilmanvaihdonkonetta. Suodattimet puhdistetaan tai vaihdetaan ja lämmöntalteenottopatteri puhdistetaan. ILA-15-koneessa huolto-ohjeissa sanotaan, että mekaaninen suodatin tulisi puhdistaa pesemällä suodatin noin kuukauden välein ja elektronisuodatin 3–4 kertaa vuodessa. Lämmöntalteenotto puhdistetaan 2–3 kertaa vuodessa. Ilmalämmityskonetta kannattaa huoltaa hyvin ja puhdistaa se huolellisesti, sillä se kierrättää samaa sisäilmaa rakennuksessa.

Sen lisäksi, että ilmalämmityksessä voidaan käyttää perinteisen radiaattorilämmityksen lämmönkehitystapoja, ilmalämmityksessä voidaan hyödyntää myös matalalämpötilaisia lämmönlähteitä. Järjestelmässä voidaan hyödyntää esimerkiksi aurinkolämmityksen tai lämpöpumpun kehittämää lämpöenergiaa. (5.) Ma-

talalämpötilaisten lämmönlähteiden hyödyntäminen perustuu siihen, että ilmalämmityskoneen lämmityspatteriin on mahdollista saada runsaasti lämmönsiirtopintaa. (6.) Ilmalämmityksessä voidaan käyttää myös muita lämmitystapoja, jotka ovat käyttökustannuksiltaan alhaisia, kuten esimerkiksi pellettiä ja maalämpöä. Ilmalämmityskoneiden lämmityspatterit voidaan kytkeä lämmitys- tai käyttövesiverkostoon (kuva 5).



*KUVA 5. Ilmalämmityskoneen lämmityspatterin kytkentä varaavaan lämmitysjärjestelmään (7). Opinnäytetyön kohteessa on käytetty vastaavaa kytkentätapaa.*

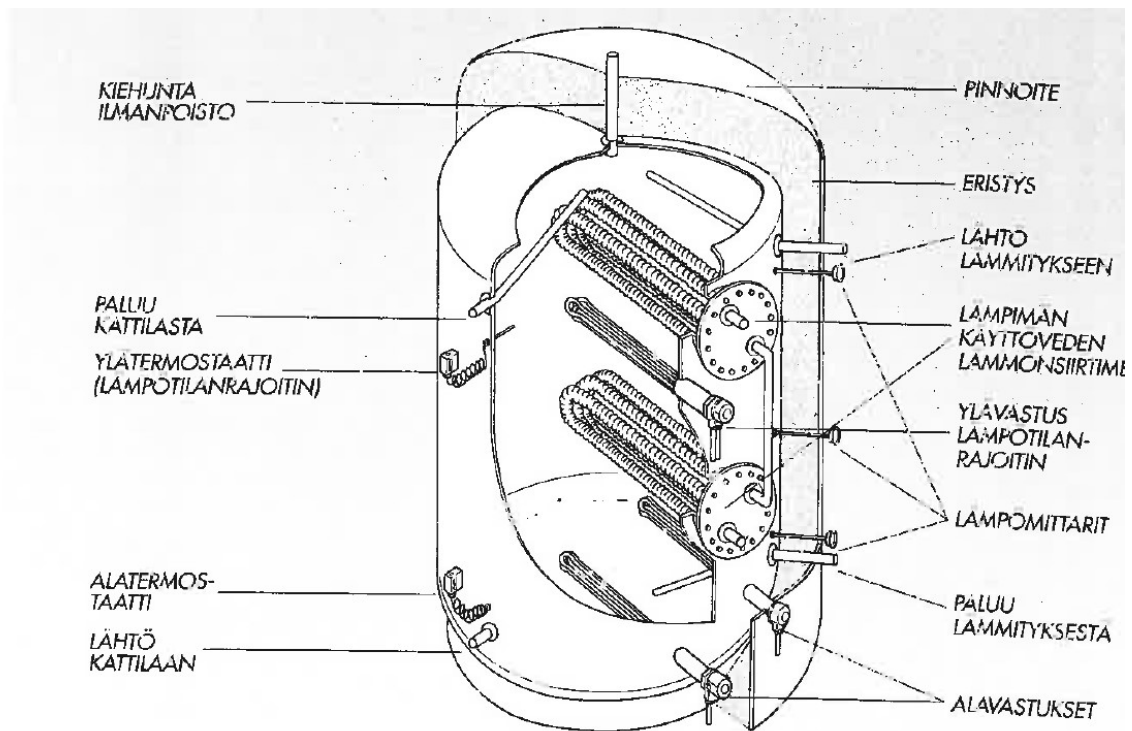
## 4 LÄMMITYSMUODOT

Omakotitaloon on mahdollista saada mikä tahansa lämmitysmuoto. Edullinen investointi kuitenkin merkitsee kalliimpia käyttökustannuksia ja kalliissa investoinnissa sitten päinvastaisesti käyttökustannukset ovat pienemmät. Lämmitysjärjestelmää valittaessa kannattaa ajatella tulevaisuutta, sillä energian hinnat muuttuvat ja energiatehokkuus nousee tärkeämmäksi tekijäksi vuosi vuodelta.

### 4.1 Sähkö

Sähkölämmitys on suosituin ja yleisin lämmönlähde sen vaivattoman käytön ja huoltovapauden vuoksi. Lisäksi se on edullinen hankinta, mutta käyttökustannukset voivat olla melko korkeita. Sähkölämmityksen etuna on helppokäyttöisyys ja pieni tilan tarve, joten se ei tarvitse erillistä lämmönjakohuonetta. Sähkölämmitys jaetaan suoraan ja varaavaan lämmitykseen. Suora sähkölämmitys tarkoittaa huonekohtaista lämmitystä, joka toteutetaan sähköpattereilla tai lattialämmityskaapeleilla. Se on tarkkasäätäinen ja nopea reagoimaan muutoksiin, mutta käyttökustannukset ovat korkeat. Lisäksi suora sähkölämmitys vaatii erillisen lämmitettävän käyttövesivaraajan. (8.) Varaaja kannattaa lämmitellä yö sähköllä, sillä se on taloudellisempi vaihtoehto päivä sähköön verrattuna.

Vesikiertoisessa sähkölämmityksessä lämmitetään varaajaa, joka lämmitää käyttöveden sekä pattereiden, lattialämmityksen tai ilmalämmityksen lämpimän veden (kuva 6).



Kuva 7. Varaajan rakenne.

#### KUVA 6. Sähkölämmitteisen vesivaraajan rakenne (9.)

Tämä lämmitysmuoto on ollut suosittu ennen 1990-lukua vanhemmissa rakennuksissa, ja sitä on käytetty paljon ennen 90-lukua rakennetuissa rakennuksissa. Vesivaraajia on kuitenkin käytetty yleisesti jo 1960-luvulta lähtien yösähköllä tuotetulla lämmöllä. Vesikiertoisen sähkölämmityksen hyvänä puolena on se, että se on helppo vaihtaa toiseen lämmitysmuotoon ja vanhaa varaajaa voidaan hyödyntää uusissa järjestelmissä, kuten lämpöpumppujen kanssa. Varaajia on mitoitettu karkeasti lämmitystehoon perustuen niin, että 7,5 kW:n lämmitystehoa vastaa yhden kuution vesitilavuus. Toisena nyrkkisääntönä on toiminut, että 1 kW:n teholla lämmitetään 10 l/h niin, että lämpötila kattilassa kohoaa 75 °C:n.

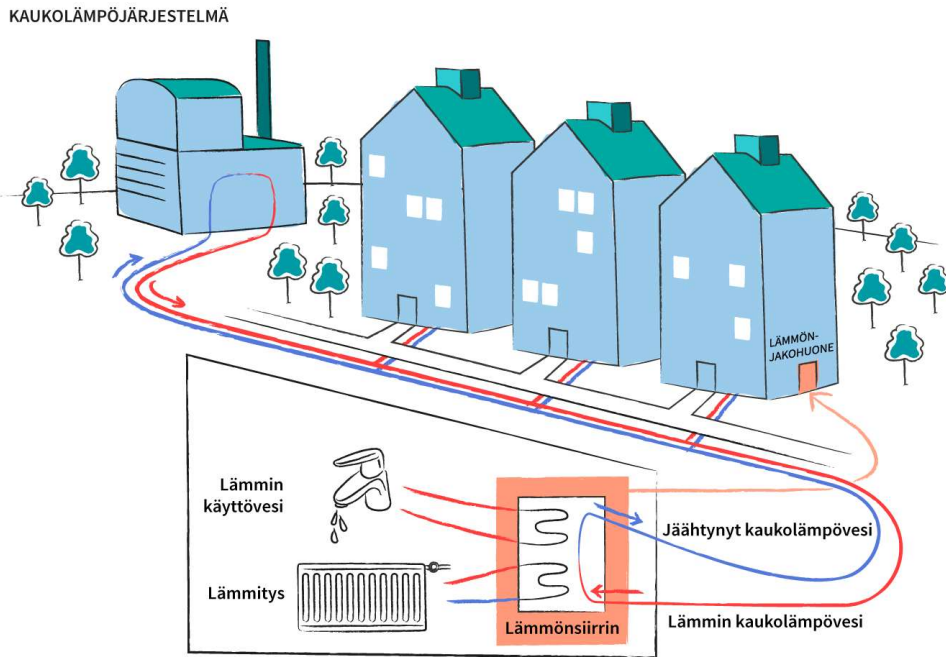
## 4.2 Kaukolämpö

Suomi on maailmanlaajuisesti lämmön ja sähkön yhteistuotannon johtava maa. Lämmön ja sähkön yhteistuotannossa polttoaineen energia hyödynnetään 85–95 %. Erillisessä sähkön tuotannossa polttoaineesta saadaan hyödyksi vain 35–50 %. Yhteistuotannon tehokkuuden ansiosta ympäristöpäästöt jäävät noin 30 %

pienemmiksi kuin tuotettaessa energia erillisissä sähkön ja lämmön tuotantolaitoksissa. (10.) Kaukolämmitys on joustava ja energiatehokas valinta. Tänä päivänä siinä voidaan käyttää myös uusiutuvaa energiaa teollisista prosesseista, jätteiden polttamisesta ja muista vastaavista lähteistä saatavaa kierrätettyä energiaa.

Kaukolämmityksessä lämpöä toimitetaan tuotantolaitoksista kaukolämpöjohtoja pitkin rakennusten lämmönjakokeskuksiin. Kaukolämpöyhtiö tuo kaukolämmön rakennukseen mittauskeskukseen asti, josta saadaan tietoon muun muassa asiakkaan kulutus, tulo- ja paluulämpötilat sekä kaukolämpövirtaama. Mittauskeskukselta edetään lämmönjakokeskukselle, joka kattaa muun muassa lämmönsiirtimet (lämmitys-, ilmanvaihto- ja käyttövesisiirtimet), säätölaitteet ja pumput.

Kaukolämpövesi on eristetty kokonaan rakennuksessa kiertävästä vedestä. Kaukolämpövesi on merkattu väriaineella - yleensä vihreällä värillä - jotta mahdolliset vuodot huomattaisiin välittömästi, etenkin käyttövedessä. Kaukolämpövesi lämmittää lämmönsiirtimissä rakennuksen lämmitys- ja käyttövesipiirin vedet, mutta vedet eivät pääse sekoittumaan siirtimissä. Kuvassa 7 nähdään kaukolämmitysjärjestelmän toimintaperiaate. Voimalaitokselta kuljetetaan kuumaa kaukolämpövettä kuluttajille, mikä lämmittää rakennusten lämpimän käyttöveden ja lämmitysveden.



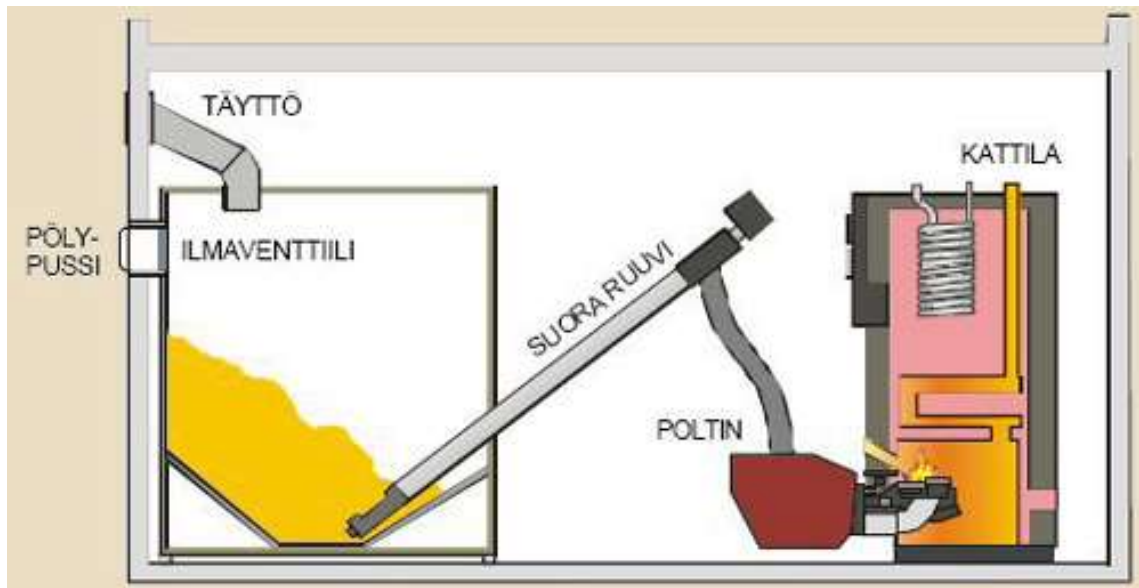
*KUVA 7. Kaukolämmitysjärjestelmän toimintaperiaate yksinkertaisuudessaan. (11.)*

Suomessa noin puolet rakennuksista lämmitetään kaukolämmöllä ja sitä käytetään paljon taajama-alueilla. Kaukolämpö tuodaan lämmitystarpeen mukaan rakennuksiin 65–115 °C:n lämpöisenä, ja se palaa asiakkaalta tuotantolaitoksille 25–55 °C:n lämpöisenä. Kaukolämmitys on vaivaton lämmitystapa eikä se juuri vaadi huoltoa. (12. s. 20.) Kaukolämpöasiakkaalta veloitetaan perus- ja energiamaksut. Asiakas voi seurata omaa kaukolämmönkulutustaan ja täten myös vaikuttaa omaan lämpimän veden käyttöön. Kaukolämpöön liittymisestä maksetaan myös liittymismaksu, joka vaihtelee kohteen sijainnin ja vaativuuden mukaan.

### 4.3 Pelletti

Pelletti on tasalaatuista kuivaa puuta, joka on puristettu sylinterin muotoon. Sitä muodostuu muun muassa sahattuuden ja puuseppien sivutuotteena saatavasta kutterinpurusta, sahajauhasta ja hiontapölystä. (12. s. 14) Lämmityslaitteisto koostuu polttimesta, kattilasta ja automatiikasta. Pellettijärjestelmään on

mahdollista kytkeä varaaja, jossa on sähkövastus varajärjestelmäksi. Pelletti voidaan varastoida pellettisiilossa erillisessä tilassa tai maanalaiseen säiliöön. (Kuva 8.)

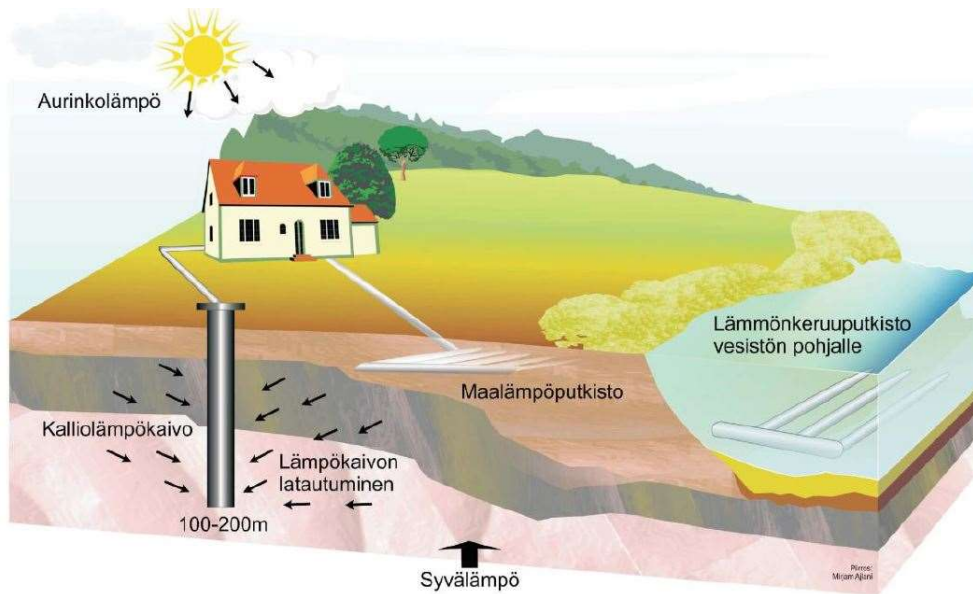


*KUVA 8. Pellettilämmityksen varusteet ja toimintaperiaate (13). Syöttöruuvi ottaa pellettivarastosta pellettiä kattilaan, joka sytytetään polttimella.*

Pellettiä voi hankkia pienissä säkeissä tai irtotavarana säiliöautolla. Säiliön täyttäminen vaatii työtä käyttäjältä. Pelletin syötössä varastosta polttimelle käytetään yleensä ruuvisyöttölaitetta tai pneumaattisesti toimivaa kuljetinta. Pellettilämmitys toimii automaattisesti säätölaitteiden ohjaamana. Erillinen poltin ja kattila vaativat huoltoa 1–2 kertaa kuukaudessa ja yhdistelmäkattila vain 2–3 kertaa vuodessa automaattisen puhdistustekniikan ansiosta. (12. s. 14.)

#### **4.4 Maalämpö**

Maalämpö on energiatehokas, huoleton ja käyttökustannuksiltaan edullinen vaihtoehto. Lämpöpumpun hankintahinta on korkea, mutta sillä tuotettu energia on edullista. Energiaa kuluu vain lämmön siirtoon maaperästä rakennukseen, joten se on myös ympäristöystävällinen vaihtoehto. Maalämpö voidaan asentaa kohteen maaperästä riippuen vaakasuoraan pintamaahan, upottaa vesistöön tai porakaivoon (kuva 9). Maalämpöpumppua voidaan käyttää myös viilennykseen, erityisesti kun lämmönkeruupiirinä on porakaivo. (12. s.17.)



KUVA 9. Maalämmön keruupiirin sijoitteluvaihtoehdot (14.)

Maalämpöpumppua hankittaessa on tärkeä valita maalämpöjärjestelmä, joka pystyy tuottamaan 55–65-celsiusasteista vettä lämmitysverkostoon. Joissakin tapauksissa on mahdollista ja järkevää jättää vanha järjestelmä maalämpöpumpun rinnalle.

#### 4.5 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppuja on kolmea eri päätyyppiä; poistoilmalämpöpumppu, ilma-ilmalämpöpumppu ja vesi-ilmalämpöpumppu. Tämä lämmitysmuoto vaatii yleensä toisen lämmitysmuodon kovien lämmitystarvehuippujen varalle, sillä ilmalämpöpumppujen hyötysuhde ja lämmitysteho ovat heikkoja talvikaudella pakkasten ollessa alle  $-20\text{ °C}$ . Ilmalämpöpumput ovat kuitenkin asukkaiden kannalta helppohoitoisia ja edullisia käyttää.

##### 4.5.1 Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumpulla (PILP) ei voida hoitaa koko talon lämmitystarvetta. Poistoilmalämpöpumppu vaatii rinnalleen toisen lämmönlähteen, joka on yleensä sähkölämmitys. Kovien pakkasjaksojen aikana kannattaa hyödyntää tulisijoja,

sillä puun polttaminen on halvempaa verrattuna sähkölämmitykseen rakennuksen lämmityksessä vuoden kylmimpinä päivinä.

Lämpöpumppu siirtää ilmaa talosta poistettavasta lämpimästä sisäilmasta vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään ja kykenee lämmittämään myös lämpimän käyttöveden. Poistoilmalämpöpumpun hankintahinta on alempi kuin esimerkiksi ilma-vesilämpöpumpun ja se on asukkaiden kannalta helppohoitoinen. Poistoilmalämpöpumppu hoitaa myös talon ilmanvaihdon ja täten korvaa tavanomaisen ilmanvaihtolaitteiston ja lämmöntalteenoton.



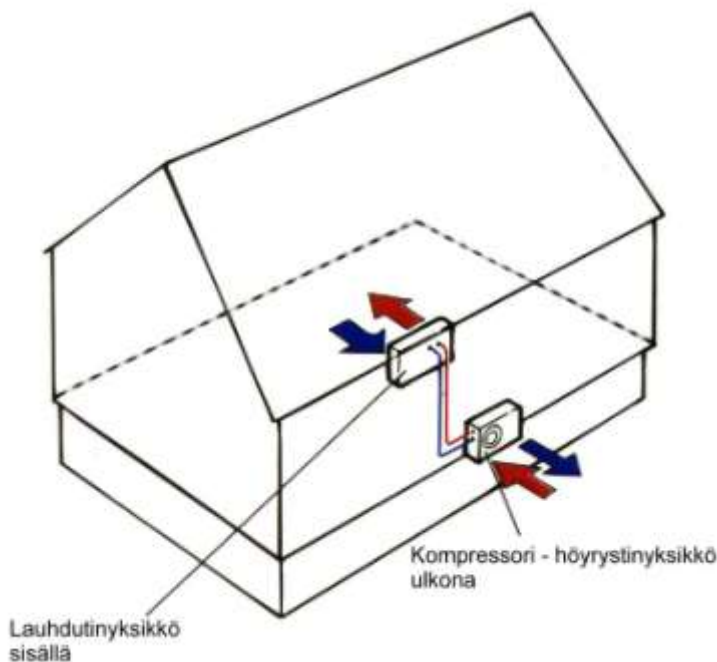
*KUVA 10. Poistoilmalämpöpumpun toimintaperiaate (15)*

Lämpöpumpulla voidaan myös viilentää sisäilmaa, mutta se vaatii sen, että ilma vaihtuu riittävästi eli noin 0,5 kertaa talon ilmatilavuus tuntia kohden. (12. s. 19.) Tässä lämmitysratkaisussa tuloilma tuodaan taloon lämmittämättömänä raitisilmaventtiilien kautta, mutta on myös mahdollista esilämmittää tuloilma ja jakaa se koneellisesti huoneisiin.

#### **4.5.2 Ilma-ilmalämpöpumppu**

Ilmalämpöpumppu (ILP) on energiatehokas ja toimii erinomaisesti varsinaisen lämmitysjärjestelmän rinnalla pienentäen kokonaislämmityskustannuksia. Ilmalämpöpumppu siirtää energiaa ulkoilmasta ja luovuttaa sen suoraan sisäilmaan. Se koostuu kahdesta yksiköstä, joista toinen sijaitsee ulkona ja toinen sisätiloissa. Ulkoyksikkö sisältää ilmasta lämpöä ottavan patterin eli höyrystimen,

kompressorin ja automatiikan. Sisäyksikkö pitää sisällään puhalluspatterin eli lauhduttimen, joka kierrättää ilmaa sisätiloissa. (Kuva 11.)



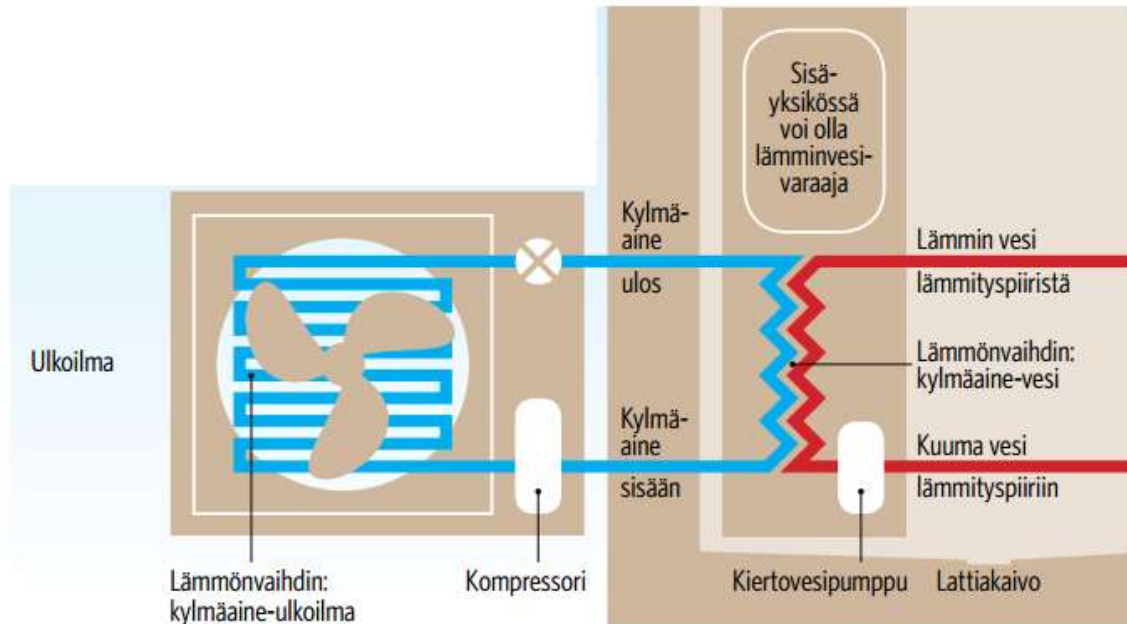
*KUVA 11. Ilmalämpöpumpun toimintaperiaate (16.)*

Kesällä sisäilmaa voidaan viilentää ja talvella lämmitellä. Ilmalämpöpumpun tuottama lämmön määrä riippuu ulkoilman lämpötilasta. Lämpö siirretään ilmalämpötilan sisäyksikköön kylmäaineen välityksellä. (12. s. 33) Ilmalämpöpumpusta saadaan suurin hyöty lämpötiloilla +10 °C... -10 °C, kun rakennusta halutaan lämmitellä.

### **4.5.3 Ilma-vesilämpöpumppu**

Ilma-vesilämpöpumppu (VILP) on uusin lämpöpumpputekniikkaa hyödyntävä lämmitysratkaisu (12. s. 18). Ilma-vesilämpöpumppulämmityksessä tarvitaan vain auringon lämmittämää puhdasta ilmaa, vettä ja nykyaikaista tekniikkaa. Koska ilma-vesilämpöpumppu ottaa energiansa ympäröivästä ilmasta, ei tarvita porakaivoa eikä maalämmön keruuputkistoa. Ilma-vesilämpöpumppu on suunniteltu vesikiertoista lämmitysjärjestelmää käyttäviin kohteisiin.

Ilma-vesilämpöpumppu siirtää ulkoilman lämmitysenergian vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Kylmäaine toimii lämpöenergian välittäjänä ulkoyksiköstä sisäyksikköön, josta lämpö siirtyy talon putkistoissa kiertävään veteen (kuva 12). Lämmitysveden lisäksi voidaan lämmittää myös käyttövesi, mikä lisää säästöjä. (12. s. 18)



**KUVA 12.** Ilma-vesilämpöpumpun (Split) toimintaperiaate. (17.) Ulkoyksikkö siirtää kylmäaineen avulla sisäyksikölle lämpöenergiaa, josta lämpö kuljetetaan rakennuksen lämmitykseen.

Nykyiset ilma-vesilämpöpumput pienentävät lämmityslaskua jopa 50 % sähkö- ja öljylämmityksen rinnalle tai tilalle asennettuna. Jos kodin tai kiinteistön aikaisempi energialasku on ollut esimerkiksi 2000 euroa vuodessa, kustannukset ovat ilma-vesilämpöpumpun asennuksen jälkeen 1000 euroa. (18.)

Saneerauskohteissa vanhaa lämmitysjärjestelmää ei ole pakko purkaa, sillä se voidaan jättää kovimpien pakkasjaksojen tueksi, jotta rakennukseen saadaan tuotettua tarpeeksi lämmitysenergiaa. Ulkolämpötilan laskiessa alle  $-20\text{ °C}$ :seen ilma-vesilämpöpumpun lämmitysteho ja hyötysuhde laskevat, jolloin tueksi lämmitykseen tarvitaan osittain vaihtoehtoista lämmitysjärjestelmää, kuten sähköä.

## 5 LASKENTA JA VERTAILU

Omakotitalon vuosikulutus on ollut noin 18000 kWh, josta taloussähkön osuus on 26 %, joten lämmitysenergian vuosikulutus on noin 13 320 kWh. Cadmatic-ohjelman antamat lämpöhäviöt ovat noin 7,5 kW. Lämpöhäviöiden vastaavuus vuosikulutukseen voidaan tarkastaa laskemalla vuosikulutus saadulla tehon määrällä (kaava 1). Rakennus sijaitsee säävyöhykkeellä III, joten mitoitustilämpötila on –32 °C ja astepäivälukuna voidaan käyttää sijainnin perusteella 4223 °Cd. Laskennassa on käytetty vuoden 2020 astepäivälukua.

$$Q = G * S_{(17)} * 24 \frac{h}{d} = \frac{7,5 \text{ kW}}{20 \text{ °C} - (-32 \text{ °C})} * 4223 \text{ °Cd} * 24 \frac{h}{d} = 14618 \text{ kWh} \quad \text{KAAVA 1}$$

missä

Q = lämmitysenergian määrä	[kWh]
G = lämpökonduktanssi, $G = \frac{\lambda}{\delta}$ / (Ts-Tu,mit)	[kW/°C]
S <sub>(17)</sub> = lämmitystarveluku	[°Cd]

Tähän tulokseen otetaan vertailuarvo LP Optima -ohjelmasta, johon syötetään rakennuksen pinta-ala, rakennusvuosi, ikkunoiden paksuus (2- vai 3-lasinen), lämmitystapa, asukkaiden lukumäärä, sähkönkulutus ja säävyöhyke. Näiden tietojen syöttämisen jälkeen ohjelma laskee ominaiskulutukset ja tarvittavan tehomäärän.

Rakennuksen tietojen syötön jälkeen saatiin tulokseksi ominaiskulutustietojen perusteella kokonaisenergian kulutukseksi 23 058,8 kWh, josta taloussähkön kulutuksen osuus on 4280 kWh, käyttöveden energian osuus 2900 kWh ja lämmitysenergian osuudeksi jää 14380,8 kWh, lisäksi lämmitystehoksi saadaan 6,8 kW. LP Optima-ohjelma antaa noin 6,2...6,8 kW tehontarpeen rakennukselle syötetyillä arvoilla.

Lisäksi vertailuarvoksi laskettiin vesikiertoisien patterilämmityksen LVI-ohjekortista (LVI 12-10343) likimääräinen lämmitystehon tarve. Omakotitalon lämmitystehontarve pien- ja rivitalossa, joka sijaitsee Pohjois-Suomessa, on  $25 \text{ W/m}^3$ . Rakennuksen tilavuus on  $347,5 \text{ m}^3$ , joten tulokseksi saadaan noin  $8,7 \text{ kW}$ . Näitä arvoja, kun vertaillaan, voidaan olettaa, että  $7,5 \text{ kW}$  tehomäärä riittää rakennuksen lämmitykseen.

Näiden tietojen perusteella tehdään laskenta ja käydään läpi myös kunkin lämmitystavan kustannukset. Laskentojen kokonaisenergiana käytetään  $13\,320 \text{ kWh}$ . Rakennukseen on asennettava uusi patterilämmitysjärjestelmä, joka maksaa  $3\,500\text{--}10\,000 \text{ €}$ . Hinta koostuu asennuksesta, tarvittavista putkivarusteista, patteriventtiileistä ja pattereista.

Ennen lämpöhäviöiden laskentojen suorittamista selvitettiin rakennuksen rakenteiden  $u$ -arvot. Rakennuksesta ei löytynyt valmiita  $u$ -arvoja, joten  $u$ -arvot täytyi katsoa iältään ja rakenteiltaan vastaavasta rakennuksesta vuoden 2018 energiatodistusoppaan liitteestä. (19.) Lisäksi arvoja on tarkasteltu kumotusta Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta C3 (1978), joka vastaa rakennuksen rakennusajan rakennusmääräyksiä (20). Rakenteiden  $u$ -arvot olivat seuraavat:

- Ulkoseinä  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ikkuna  $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ovi  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Alapohja, maanvarainen  $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Yläpohja  $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

## 5.1 Sähkö

Sähkölämmityksen kohdalla voidaan ajatella, että uusitaan vain lämminvesivaraaja tai voidaan asentaa sähköpatterit tai lattialämmitys. Saneerattua ilmalämmitystä voidaan pitää myös yhtenä vaihtoehtona. Ilmalämmitystä voi modernisoida monella tavalla, kuten kaikkia vesikiertoisia lämmitysjärjestelmiä. Joissakin vanhoissa ilmalämmityskoneissa on niin pieni lämmityspatteri, että vaadittava

kiertoveden lämpötila vie hyödyn lämpöpumpulta. Esimerkiksi Valmet Kotilämmön lämmityspatteri mitoitettiin jo aikanaan aloittelevaa maalämpöä silmällä pitäen.

Ilmalämmityskoneen vaihtaminen uuteen ei varsinaisesti pienennä lämmityskustannuksia, koska taloa pitää kuitenkin lämmittää talon lämpöhäviöiden mukaisesti. Suurin etu tulee kuitenkin laitteen ilmanvaihto-osassa. Lämmöntalteenoton hyötysuhteet ovat nykyään huomattavasti korkeammat ja tämä pienentää tietysti lämmityksen tarvetakin. Tasavirtapuhaltimet pudottavat sähkönkulutuksen puoleen.

Sähkön hinnan voisi kilpailuttaa uudelleen eri sähköyhtiöiden välillä. Kuitenkin kilpailutuksen kautta saatu säästö jää niin pieneksi suurten sähkön siirtomaksujen takia, että siitä ei saada suurta hyötyä nykyisiin vuosikustannuksiin. Sähkön investoinnin hinta riippuu, haluaako lämmityksen tuottaa suoralla sähkölämmityksellä vai vesikiertoisella sähkölämmityksellä. Suoran sähkölämmityksen investointihinta sisältäen sähköpatterit tai lattialämmityskaapelit ja vesivaraajan vaihtelee 3000–5000 €. Vesikiertoisessa lämmityksessä investointikustannus sisältäen vesikiertoisen lattialämmityksen sekä varaajan on 5000–7000 €.

Käyttösähkön lisäksi tulee maksaa sähkön siirtohintaa ja perusmaksut. Nykyiset lämmityksen vuosikustannukset on noin 1850 €, jota voidaan pitää tällä hetkellä vertailuarvona tarkasteltaessa muita lämmitystapoja.

## **5.2 Kaukolämpö**

Kaukolämpö olisi hyvä ja varma tapa tuoda lämpöä taloon. Ongelmana tässä kohteessa on, että kaukolämpöverkosto kulkee niin kaukaa asuinalueesta, joten ainakaan tällä hetkellä kaukolämpöön liittyminen ei ole mahdollista. Kuitenkin jos kaukolämpöverkosto laajenisi asuinalueelle, tämänhetkiset hinnat olisivat tämän kaltaisessa kohteessa vastaavat ja suuntaan antavat:

Vuosikulutus voidaan laskea lämmönmyyjän hinnoilla ja rakennuksen kulutuksella. Laskennassa on käytetty paikallisen lämpöyhtiön eli Oulun Energian hinnastoja. Energian hinta on 56,4 €/MWh ja perusmaksu 463,7 €/vuosi. Vuosikulutus lasketaan seuraavasti (kaava 2):

$$\frac{13320}{1000} MWh * 56,4 \frac{\text{€}}{MWh} + 463,7 \frac{\text{€}}{\text{vuosi}} = 1214,95 \text{ €/vuosi} \quad \text{KAAVA 2}$$

Näiden lisäksi täytyy investoida lisäksi lämmönjakokeskus asennuksineen, jonka hinta vaihtelee n. 3 500–5 000 € välillä, sekä kaukolämpöliittymä, jonka hinta riippuu liittymän pituudesta ja asennuksen vaativuudesta.

### 5.3 Pelletti

Oletetaan, että pelletin alempi lämpöarvo olisi 4,7 kWh/kg. Tämänhetkinen pelletin keskiarvoinen tonnihinta on noin 240 €/t. Lasketaan pelletin polton vuosihyötysuhteella 0,75. Vuosikulutus saadaan laskettua laskemalla ensin alemman lämpöarvon nettoarvo vuosihyötysuhteella (kaava 3).

$$Ha, netto = Ha * \eta = 4,7 \frac{kWh}{kg} * 0,75 = 3,5 \frac{kWh}{kg} \quad \text{KAAVA 3}$$

missä

Ha= pelletin alempi lämpöarvo [kWh/kg]

$\eta$ = pelletin polton vuosihyötysuhde [-]

Seuraavaksi voidaan laskea euromäärä kilowattituntia kohden seuraavalla kaavalla (kaava 4) käyttäen kaavasta 3 saatua pelletin alemman lämpöarvon nettoarvoa ja pelletin keskimääräistä tonnihintaa.

$$\frac{\frac{240 \frac{\text{€}}{\text{t}}}{3,5 \frac{kWh}{kg}}}{1000} = 0,0681 \text{ €/kWh} \quad \text{KAAVA 4}$$

Nyt voidaan laskea vuosikulutus seuraavalla kaavalla (kaava 5), jossa käytetään rakennuksen kokonaisenergiaa ja kaavalla 4 laskettua hintaa kilowattituntia kohden.

$$13320 \text{ kWh} * 0,0681 \text{ €/kWh} = 906,9 \text{ €/vuosi.}$$

KAAVA 5

Motivan mukaan investointikustannukset ovat lämmöntarpeen mukaan n. 10 000–16 000 €. Hintaan vaikuttavat laitteiston automaatiojärjestelmä sekä siilo. Pellettilämmitys voisi olla käyttökustannusten kannalta hyvä ratkaisu, mutta sen ylläpito on asukkaalle työlästä ja pelletin varastointi vaatii oman tilan, jonka vuoksi pellettilämmitystä ei kannata valita ensisijaisesti talon uudeksi lämmitystavaksi.

#### 5.4 Maalämpö

Maalämpö on kallis investointikustannukseltaan, mutta se pystyy maksamaan itsensä nopeasti takaisin, sillä se ei ole käyttökustannuksiltaan kallis. Maalämpöpumppuja voidaan asentaa täysteho- ja osatehomitoitettuna. Täystehomitoitettu maalämpöjärjestelmä kattaa kokonaan rakennuksen huipputehontarpeen, ja tällöin maalämmöllä hoidetaan kovillakin pakkasilla rakennuksen lämmitys ilman sähkövastuksia.

Osatehomitoitetussa järjestelmässä maalämpöpumppu mitoitetaan kattamaan 60–80 % huipputehontarpeesta, jolloin kovilla pakkasilla lämpöpumpun sähkövastukset kytkeytyvät päälle. Investointikustannukset ovat pienemmät, mutta käyttökustannukset voivat olla korkeat kovien pakkasten aikaan.

Osatehomitoitetun maalämpöjärjestelmän vuosikustannukset voidaan laskea seuraavalla tavalla olettaen, että osatehopumppu tuottaa lämmitysenergiasta 80 %. Kokonaisenergiamäärästä lasketaan sähkön osuus (kaava 6).

$$Q_{80\%} = 13320 \text{ kWh} * 0,8 = 10656 \text{ kWh}$$

KAAVA 6

Suoran sähkön osuus saadaan vähennettyä kokonaisenergiasta osateholla tuotettu energia eli  $13320 \text{ kWh} - 10656 \text{ kWh} = 2664 \text{ kWh}$ .

Oletetaan lämpöpumpun lämpökertoimeksi ( $COP_H$ ) 3. Osatehoenergian ja lämpökertoimen avulla saadaan laskettua lämpöpumpun ottama sähköenergia (kaava 7).

$$COP_H = \frac{Q_L}{W} \rightarrow W = \frac{Q_L}{COP_H} \quad \text{KAAVA 7}$$

$$W = \frac{10656 \text{ kWh}}{3} = 3552 \text{ kWh}$$

missä

$COP_H$  = lämpöpumpun lämpökerroin [-]

$Q_L$  = Suoran sähkön energia [kWh]

$W$  = Maalämpöpumpun ottama sähköenergia [kWh]

Kun tiedetään sähköenergian ja osatehoenergian määrät, saadaan laskettua vuosikulutus kaavalla 8. Lisäksi tulee tietää sähkönenergian ja sähkön siirron hinnat. Sähkön siirto on kyseisessä rakennuksessa noin 6 snt/kWh ja energianhinta noin 5,5 snt/kWh.

$$\frac{Q_{\text{sähkö}} * \text{sähköenergia} + Q_{\text{sähkö}} * \text{sähkön siirto}}{100} + \frac{W * \text{sähköenergia} + W * \text{sähkön siirto}}{100} \quad \text{KAAVA 8}$$

$$\frac{2664 \text{ kWh} * 5,5 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}} + 2664 \text{ kWh} * 6 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}}}{100} + \frac{3552 \text{ kWh} * 5,5 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}} + 3552 \text{ kWh} * 6 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}}}{100} = 714,8 \frac{e}{\text{vuosi}}$$

Osatehopumpun vuosikulutus on yli puolet pienempi kuin pelkkä sähkölämmitys. Täystehomitoitettu maalämpöpumpun vuosikustannus saadaan laskettua lämpökertoimen, kokonaisenergian ja sähkön hinnan avulla, samalla tavalla kuin osatehomitoitettu pumppu kaavalla 7, mutta tehon tuotto on nyt 100 %.

$$W = \frac{Q}{COP_H} \quad \text{KAAVA 7}$$

$$W = \frac{13320 \text{ kWh}}{3} = 4440 \text{ kWh}$$

Sähkön hinta on 0,12 e/kWh eli vuosikulutukseksi saadaan

$$4440 \text{ kWh} * 0,12 \frac{\text{e}}{\text{kWh}} = 532,8 \text{ e/vuosi}$$

KAAVA 9

Täystehomitoitettu maalämpöpumppu on vuosikustannuskeltaan vieläkin halvempi, mutta investointikustannukset voivat olla todella korkeat. Vaikuttavia tekijöitä tässä ovat maaperä, keruupiirin asennustapa ja -paikka sekä energiantarve. Maalämpöpumpun yhteydessä voidaan hyödyntää kuitenkin jo olemassa olevaa varaajaa, mikä voi helpottaa käyttökustannuksia, kun lämpöpumpun ei tarvitse koko ajan käydä täydellä teholla. Maalämmön investointikustannus vaihtelee saneerauskohteissa 16 000–20 000 €.

## 5.5 Lämpöpumput

Poistoilma- ja ilma-ilmalämpöpumpulla voidaan lämmittää vain osa rakennuksesta. Rakennuksessa sijaitsee kuitenkin varaava tulisija, joka helpottaa lämmitystä. Ilmalämpöpumppua ei voida käyttää kuin tukilämmitysmuotona, ja sen investointikustannus on 1500–2500 €. Ilmalämpöpumpun sisäyksikkö levittää lämmintä ilmaa n. 30–100 m<sup>2</sup>:n alueelle rakennuksen muodosta ja koosta riippuen. Talorakenne voi rajoittaa lämmön siirtymistä muihin huonetiloihin merkittävästi.

Poistoilmalämpöpumpun vuosikustannukset voidaan laskea samalla tavalla kuin maalämpöpumpun kustannukset, sillä poistoilmalämpöpumppu toimii osateholla. Poistoilmalämpöpumpun lämmitysenergian osuus on 1980–1990-luvun rakennuksissa 50–60 % välillä, joten sen teho voidaan laskea esimerkiksi 60 % osuudella.

$$Q_{60\%} = 13320 \text{ kWh} * 0,6 = 7992 \text{ kWh}$$

KAAVA 6

Sähkön osuudeksi jää kokonaisenergiasta 5328 kWh. Käytetään lämpöpumpun lämpökertoimena 3. Tyypillinen poistoilmalämpöpumpun vuotuinen lämpökerroin on 2–3.

$$W = \frac{7992 \text{ kWh}}{3} = 2664 \text{ kWh}$$

KAAVA 7

Vuosikulutus saadaan laskettua jälleen kaavalla 8:

$$\frac{Q_{\text{sähkö}} * \text{sähköenergia} + Q_{\text{sähkö}} * \text{sähkön siirto}}{100} + \frac{W * \text{sähköenergia} + W * \text{sähkön siirto}}{100} \quad \text{KAAVA 8}$$

Vuosikulutukseksi saadaan samoilla sähkön hinnoilla 919,1 €/vuosi. Tyypillisen PILP:n (poistoilmalämpöpumpun) investointikustannus on 7000–12000 € riippuen valmistajasta, asennuksesta ja lisävarusteista.

Vesi-ilmalämpöpumpun (VILP) tyypillinen investointikustannus on 6000–14000 € välillä riippuen siitä, haluaako asentaa Monoblock- vai Split-ilma-vesilämpöpumpun. Monoblock-lämpöpumppu olisi edullisempi vaihtoehto, mutta se vaatii lisäksi erillisen teknisesti soveltuvan lämminvesivaraajan. Monoblock-lämpöpumppu voidaan kytkeä suoraan vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään, jolloin ulkoyksiköissäkin kiertää lämmitysverkoston vesi. Monoblockissa on suljettu kylmäainepiiri eli kylmäainetta ei tarvitse käsitellä asennuksen yhteydessä. Split-lämpöpumpussa ulkoyksiköllä kiertää kylmäaine ja sisäyksiköllä lämmitysvesi, joten energia siirretään vaihtimen avulla. Asennus vaatii kylmäaineluvat ja Splitin yhteydessä on myös usein hybridivaraaja.

Vesi-ilmalämpöpumpun vuosikustannukset lasketaan samalla tavalla kuin muiden lämpöpumppujen kustannukset kaavoilla 6–8. Pohjois-Suomessa vesi-ilmalämpöpumpun lämmitysenergian osuus vaihtelee 50–80 % välillä. Tämä tarkoittaa, että lämpöpumppu tarvitsee rinnalleen toisen lämmitystavan lämmityshuipuja varten.

$$Q_{80\%} = 13320 \text{ kWh} * 0,8 = 10656 \text{ kWh}$$

Sähköenergian  $Q_{\text{sähkö}}$  osuudeksi jää 2664 kWh. Lämpökerroin vaihtelee 1,8–2,8, joten lasketaan kustannukset keskiarvolla 2,3.

$$W = \frac{10656 \text{ kWh}}{2,3} = 4633,04 \text{ kWh}$$

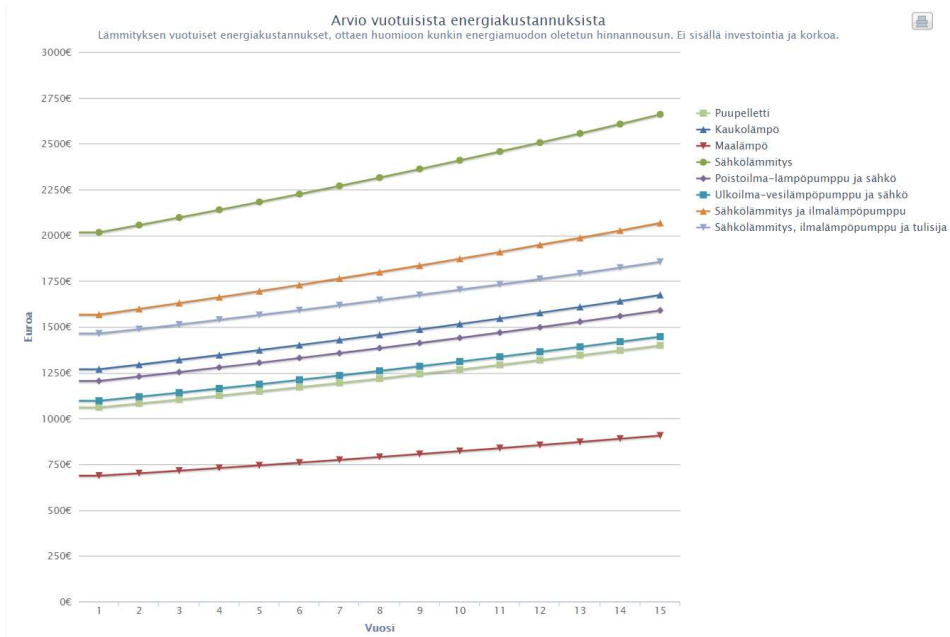
Vuosikulutukseksi saadaan 839,16 €/vuosi.

Kaikkien vaihtoehtoisten lämmitystapojen vuosikustannusten laskennan jälkeen kuvaan 13 on koottu laskelmien tulokset, jotka havainnollistavat kuvaajan avulla lämmitystapojen vuosikulutusten hintaerot.



*KUVA 13. Lämmitystapojen vuosikustannusten vertailudiagrammi laskelmien mukaan perustuen rakennuksen vuosikulutukseen.*

Motivan nettisivuilta löytyy myös laskuri, joka vertailee eri lämmitystapoja ja niiden vuotuisia vuosikulutuksia. (21.) Laskuriin syötetään rakennuksen pinta-ala, kulutus, asukasmäärä, rakennuksen ikä ja sijainti. Näillä tiedoilla laskuri laskee halutuista lämmitystavoista vuotuiset energia- ja investointikustannukset (kuva 14).



**KUVA 14.** Motivan pientalon lämmitystapojen vertailulaskurin saadut tulokset diagrammina.

Vaihtoehtoja tarkasteltaessa parhaat vaihtoehdot ovat maalämpö ja vesi-ilmalämpöpumppu huomioon ottaen niiden helppo ja vaivaton käyttö sekä energiatehokkuus. Niiden vuosikustannukset ovat yli puolet pienemmät kuin nykyisen järjestelmän vuotuiset kustannukset. Maalämmityksen vuosikustannukset ovat pienimmät, mutta investointikustannukset voivat nousta todella korkeaksi porakaivon myötä. Vesi-ilmalämpöpumpun investointikustannukset eivät ole niin korkeat kuin maalämmössä. Vesi-ilmalämpöpumppuun voidaan liittää olemassa oleva sähkövaraaja lisäkäyttövedeksi, jos halutaan.

## 6 LÄMMÖNJAKO JA ILMANVAIHTO

Taloon on suunniteltava uusi lämmönjako- ja ilmanvaihtojärjestelmä, sillä lämmitys ja ilmanvaihto ovat toimineet aiemmin saman laitteen kautta. Ilmalämmityksen poisjätettyä asuinrakennukseen voidaan asentaa patteri- tai lattialämmitys. Rakennukseen suunnitellaan vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, joka toteutetaan patterilämmityksellä. Ilmanvaihdon osalta ilmanvaihto täytyy suunnitella täysin uusiksi kanavistosta ja ilmanvaihtokoneesta lähtien. Alla näkyy taulukko Cadmatic-sovelluksesta, jossa on laskettu rakennuksen lämpöhäviöt (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Cadmatic-sovelluksen laskema lämpöhäviöraportti

Tehty CADSin opiskelijaversiolla

LÄMPÖHÄVIÖRAPORTTI								
Päiväys:	29.01.2021 (08: 32: 56)							
N: o	TILA	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	Kerroin	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>3</sup>	W	Kerros
1	MH	12.0	30.5	1.0	66.0	26.0	792	1
2	MH	7.5	19.0	1.0	55.9	22.1	419	1
3	MH	10.5	26.5	1.0	67.9	26.9	713	1
4	OH	18.5	46.5	1.0	44.5	17.7	824	1
5	KEITTIÖ	13.5	33.5	1.0	45.6	18.4	615	1
6	WC	2.0	5.5	1.0	78.5	28.5	157	1
7	TK	2.0	5.0	1.0	110.5	44.2	221	1
8	ET	9.0	22.5	1.0	16.3	6.5	147	1
9	KH	9.0	22.5	1.0	50.9	20.4	458	1
10	SAUNA	4.0	9.5	1.0	15.5	6.5	62	1
11	VARASTO	12.0	30.0	1.0	57.4	22.9	689	1
12	VARASTO	11.0	27.5	1.0	43.4	17.3	477	1
13	MH	12.5	31.5	1.0	86.4	34.3	1080	1
14	TAKKAH	16.0	40.0	1.0	53.5	21.4	856	1
YHTEENSÄ		139.5	350.0		53.8	22.4	7510	

Tehty CADSin opiskelijaversiolla

### 6.1 Lämmönjako

Tässä kohteessa päädyttiin patterilämmitykseen. Pattereiden putket voidaan vetää esimerkiksi vanhoissa ilmalämmityksen kanavistoissa, mutta pidättäydytään

kuitenkin normaalissa asennusmallissa ja asennetaan lämmitysputket yläjakoisesti. Kylpyhuoneeseen on asennettu jo kaapelilattialämmitys, mutta siitä huolimatta mitoitetaan tilaan lämmityspatteri.

Patterit on laskettu ja mitoitettu huonekohtaisesti laskettujen lämpöhäviöiden avulla (taulukko 2). Patterit ovat Purmon Compact-radiaattoreita ja ne on mitoitettu lämpötiloilla 50–30 °C.

*TAULUKKO 2. Huoneiden vaadittavat tehon määrät*

	TILA	M2	M3	W/m2	W/M3	IKKUNA	W
1	MH	12	30,5	66	26	1500	792
2	MH	7,5	19	55,9	22,1	1500	419
3	MH	10,5	26,5	67,9	26,9	1500	713
4	OH	18,5	46,5	44,5	17,7	2800	824
5	K	13,5	33,5	45,6	18,4	1600	615
6	WC	2	5,5	78,5	28,5	1200	157
7	TK	2	5	110,5	44,2	-	221
8	ET	9	22,5	16,3	6,5	-	147
9	KH	9	22,5	50,9	20,4	1200	458
10	S	4	9,5	15,5	6,5	-	62
11	VARASTO	12	30	57,4	22,2	1200	689
12	VARASTO	11	27,5	43,4	17,3	-	477
13	MH	12,5	31,5	86,4	34,3	2500, 1200	1080
14	TAKKAH	16	40	53,5	21,4	1200, 1200	856
							7510

Yllä olevaan taulukkoon on lisätty aiempaan esiintyneeseen taulukkoon (taulukko 1) verrattuna ikkuna-sarake, jota tarvitaan pattereiden valinnassa patterin leveyksiä tarkasteltaessa. Patterin olisi hyvä olla yhtä leveä kuin ikkuna, jotta välttyttäisiin mahdolliselta vedon tunteelta. Taulukossa 3 näkyy valitut patterit ja pattereiden tuottamat tehomäärät. Patterin tiedoista voidaan lukea ensin patterin ripojen ja levyjen määrä ja seuraavana patterin korkeus ja leveys.

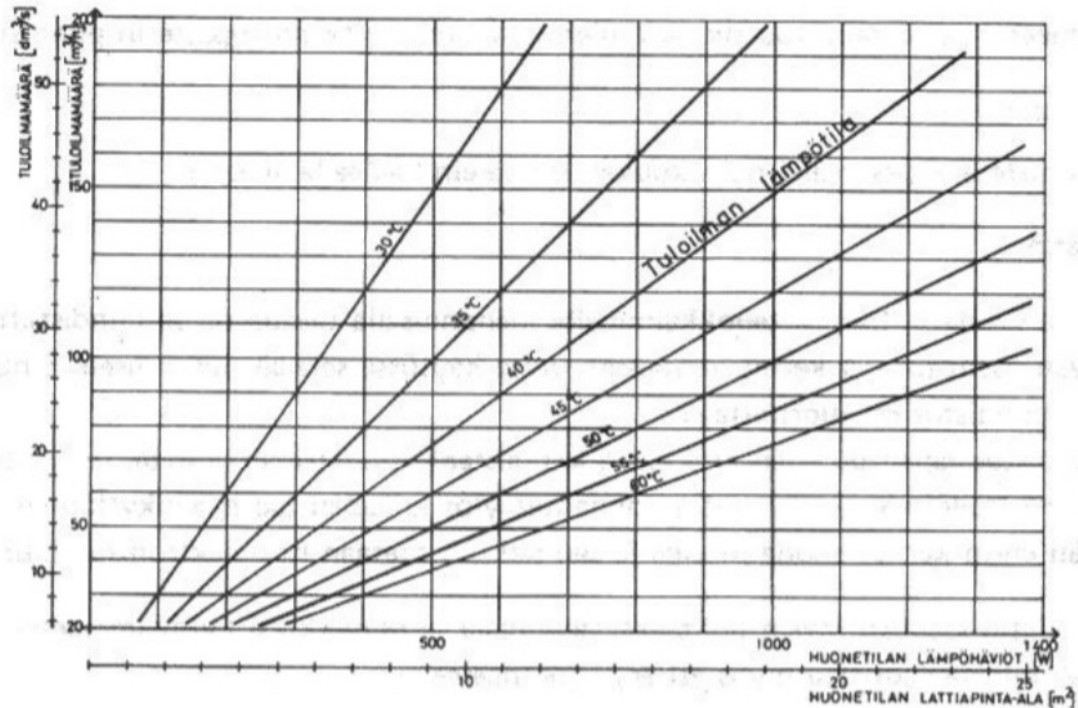
TAULUKKO 3. Valitut lämmityspatterit

TILA	M <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	PATTERI/PURMO	W
MH	12	30,5	PC33-450-1600	783
MH	7,5	19	PC21-500-1400	434
MH	10,5	26,5	PC33-400-1600	716
OH	18,5	46,5	PC22-450-1200, PC22-450-1200	854
K	13,5	33,5	PC33-400-1400	626
WC	2	5,5		
TK	2	5		
ET	9	22,5	PC33-600-900	545
KH	9	22,5	PC22-500-1200	464
S	4	9,5	PC11-300-400	59
VARASTO	12	30	PC33-450-1400	685
VARASTO	11	27,5	PC33-500-900	477
MH	12,5	31,5	PC21-400-2600, PC33-400-900	1083
TAKKAH	16	40	PC22-450-1200, PC22-450-1200	854
				7580

Prosentuaalinen erotus valittujen pattereiden tehojen ja rakennuksen huoneiden lämpöhäviöiden mukaan saa olla rakennuksessa  $\pm 10$  %, mutta tässä rakennuksessa erotus on vain n. +0,9 %. Eteisen patteriin on huomioitu myös WC:n sekä tuulikaapin lämpöhäviöt.

## 6.2 Ilmanvaihto

Ilmalämmityskoneessa ilmavirrat on mitoitettu lattiapinta-alan mukaan tai mahdollisesti lämpöhäviöiden perusteella. Apuna mitoituksessa on myös käytetty sen ajan voimassa olevia rakennusmääräyksiä. Vertaillaan ilmalämmityskoneen tuottamia ilmavirtoja uuteen ilmanvaihtokoneeseen ja asetusten antamiin ilmavirtamääriin. Kuvassa 14 nähdään ILA-15-ilmalämmityskoneen mitoitusdiagrammi, jonka mukaan rakennuksen huoneiden ilmavirrat on mitoitettu. Ilmavirrat perustuvat huonetilan lämpöhäviöihin tai lattiapinta-alaan.



KUVA 14. ILA-15-ilmalämmityskoneen ilmavirtojen mitoituskäyrästä huonetilan lämpöhäviöiden tai huoneen pinta-alan mukaan. (1.) Valitaan tuloilman lämpötila ja tämän jälkeen voidaan lukea huoneen tuloilmamäärä.

Jos katsotaan esimerkiksi 10 m<sup>2</sup> pinta-alan huone, johon tulee 60-celsiusasteista tuloilmaa, saadaan huoneen tuloilmamääräksi noin 11 dm<sup>3</sup>/s. Jos verrataan tätä saatua tulosta uuteen mitoittavaan ilmanvaihtoon, vastaavan kokoiseen huoneeseen tuotaisiin voimassa olevien oppaiden mukaan minimissään 8 dm<sup>3</sup>/s.

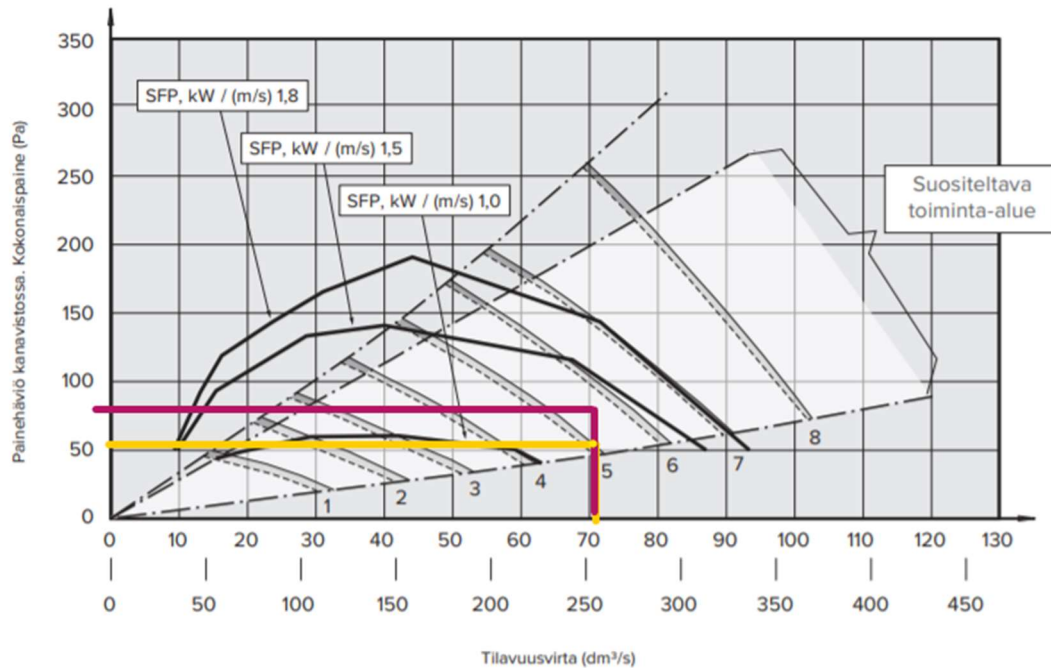
Ilmanvaihto täytyy suunnitella kokonaisuudessaan uudeksi, jotta saamme paremman ilmanlaadun rakennukseen. Alajakoinen kanavisto ei ole kaikista hygieenisin vaihtoehto, joten se täytyy jättää pois suunnitelmista. Kanavisto voidaan kuitenkin jättää paikalleen, jos asukkaat haluavat mahdollistaa sen käyttöä myöhemmin. Ilmavirrat mitoitetaan minimi-ilmavirtojen mukaan eri asetusten, määräysten ja oppaiden mukaan (taulukko 4). Rakennuksen ilmavirrat mitoitetaan tasapainotilaan.

TAULUKKO 4. Mitoitetut ilmavirrat FINVACin oppaan mukaan

TILA	M <sup>2</sup>	Tuloilma [l/s]	Tuloilma, tehostettu [l/s]	Tuloilma, poissa [l/s]	Poistoilma [l/s]	Poistoilma, tehostettu [l/s]	Poistoilma, poissa [l/s]
MH	12	12	15,6	4,8			
MH	7,2	8	10,4	3,2			
MH	10,3	8	10,4	3,2			
OH	18,5	8	10,4	3,2			
K	13,7				-15	-25	-6
WC	2				-12	-15	-4,8
TK	2						
ET	8,9	10	13	4			
KH	8,7				-15	-17,8	-6
S	4	6	7,8	2,4	-6	-7,8	-2,4
VARASTO	11,8				-12	-14	-4,8
VARASTO	10,8				-12	-14	-4,8
MH	12,2	12	15,6	4,8			
TAKKAH	17,3	8	10,4	3,2			
<b>Yhteensä</b>	<b>139,4</b>	<b>72</b>	<b>93,6</b>	<b>28,8</b>	<b>-72</b>	<b>-93,6</b>	<b>-28,8</b>

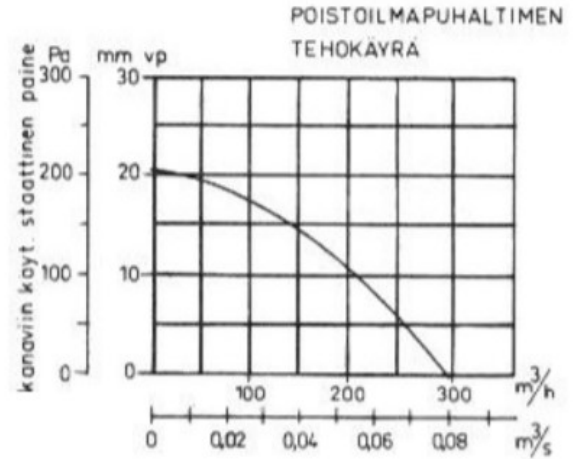
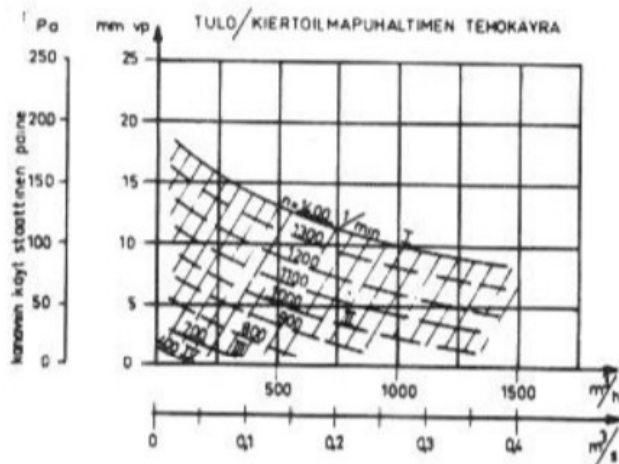
Ilmavirrat on mitoitettu tasapainoon toisiinsa verrattuna huomioituna myös tehostettu ja poissa-tilan ilmanvaihto. Ilmanvaihtokoneeksi valikoitui Valloxin 121 SE L-ilmanvaihtokone, jolla riittää kapasiteetti tuloilmalle 96 dm<sup>3</sup>/s, 100 Pa ja poistoilmalle 98 dm<sup>3</sup>/s, 100 Pa asti. Kuvassa 15 tarkastellaan puhaltimien SFP-lukuja MagiCadin antamien painehäviöiden ja ilmavirtaamien avulla.

## Tulo-/poistoilmamäärät



KUVA 15. Vallox 121 SE- ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistoilmapuhaltimien toimintapisteet painehäviön ja tilavuusvirran määrittelemänä. Violetti väri vastaa tuloilmaa ja keltainen väri poistoilmaa.

Tarkastellaan, kuinka hyvin ilmanvaihtokone korvaa ilmalämmityskoneen ilmavirroillaan ja painehäviöillään. Aiemmin työssä (kuva 14) esitettiin ILA-15-ilmalämmityskoneen mitoituskäyrästä, josta voidaan määrittää huonetilaan tuleva tuloilmamäärä huoneen pinta-alan tai lämpöhäviöiden mukaan. Esimerkiksi rakennuksen yhteenlaskettu tuloilmamääräksi saatiin laskettua käyrästä avulla noin 70 dm<sup>3</sup>/s. Uuden ilmanvaihtojärjestelmän tuloilman yhteisilmavirraksi saatiin laskettua 72 dm<sup>3</sup>/s, joka on lähes sama kuin ilmalämmityskoneella. Lisäksi voidaan verrata puhallinkäyrästä ilmavaihtokoneen ja ilmalämmityskoneen kesken (kuva 15 ja 16).

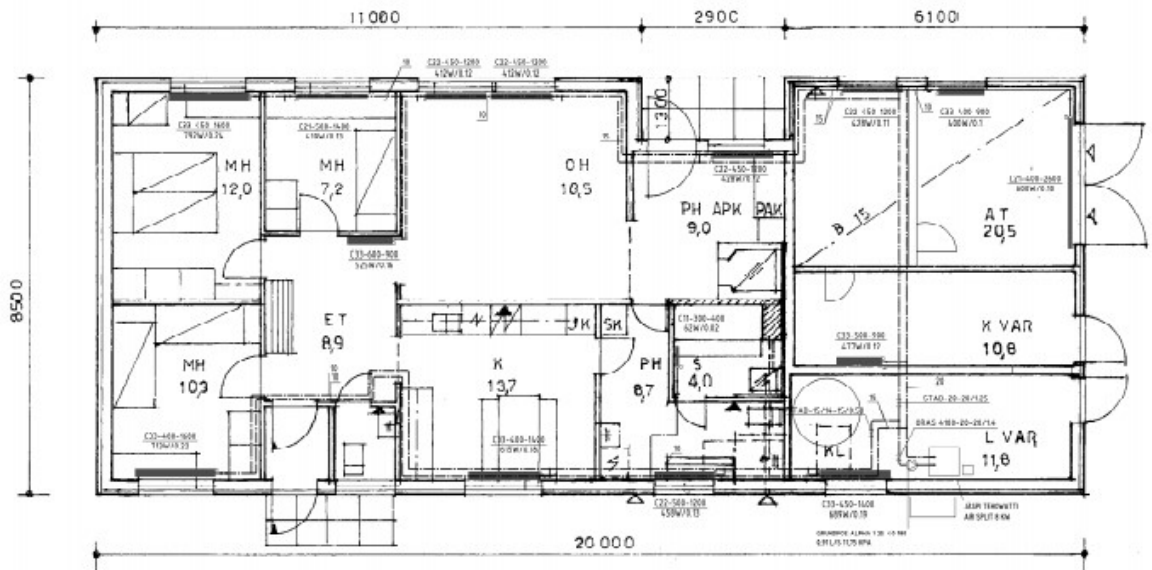


KUVA 16. Tulo-/kiertoilma- ja poistoilmapuhaltimien tehokäyrät (1.)

Tulo-/kiertoilmapuhaltimen tehokäyrästä (vasen käyrä) voidaan selvittää puhaltimen kierrosluku, kun tiedetään kokonaisilmavirta sekä kanaviston painehäviö. Ilmavirta on  $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$  ja kanaviston painehäviö on  $75 \text{ Pa}$ . Näillä tiedoilla saadaan määritettyä puhaltimen kierrosluku  $n$ , joka näillä arvoilla on  $n = 1000 \text{ 1/min}$ . Poistoilmapuhaltimen kohdalla voidaan lukea, olettaen poistoilmamäärän olevan sama kuin tuloilmamäärän, että toimintapiste osuu kuvassa näkyvään käyrään ilmavirran ja paineen osilta.

### 6.3 LVI-suunnitelmat

Ilmanvaihto- ja lämmityskuvat on piirretty MagiCad -ohjelmistoa käyttäen. Kuvassa 17 on suunniteltu patterilämmitys ja kuvassa 18 näkyy vesi-ilmalämpöpumpun kytkentäkaavio. Alkuperäisiä LVI-kuvia rakennuksesta ei löytynyt, mutta ilmalämmityssäleiköt löytyivät olohuoneesta, takahuoneesta, keittiöstä ja makuuhuoneista lukuun ottamatta jälkeempään lisättyä makuuhuonetta (ent. autotalli).

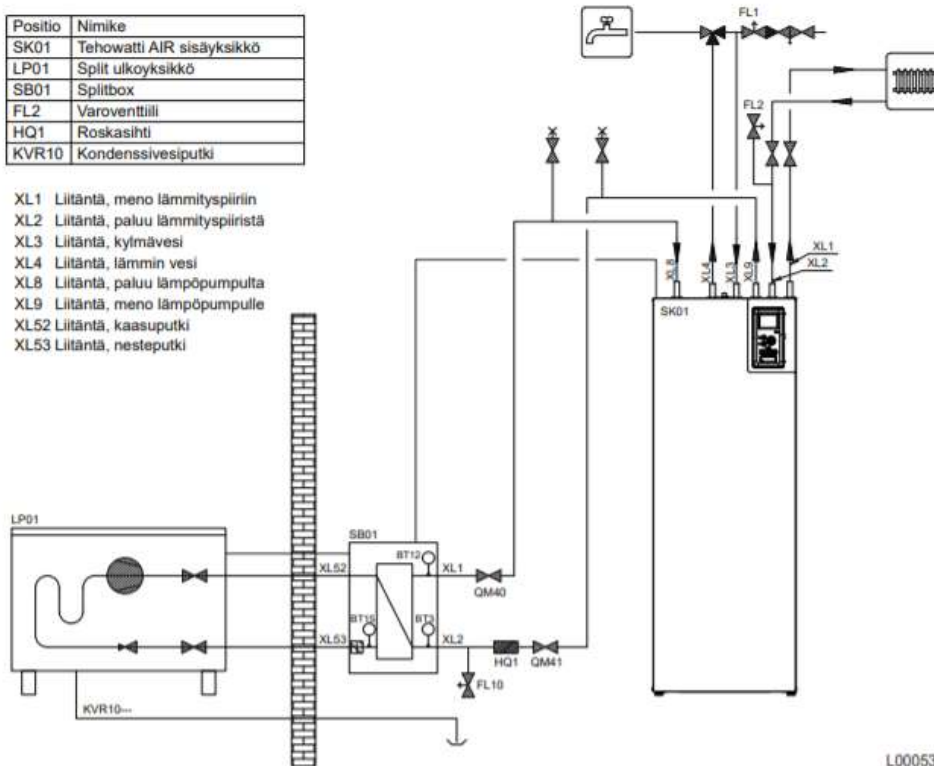


*KUVA 17. Patterilämmitys varustettuna vesi-ilmalämpöpumpulla*

Lämmitysjärjestelmä toimii vesi-ilmalämpöpumpulla, johon voidaan kytkeä myös vanha vesivaraaja, joka toimii käyttöveden lämmityksessä. Verkoston kokonaispainehäviöksi saatiin 10,25 kPa ja kokonaisvirtaamaksi 0,091 l/s. Lämmitysverkoston pumpuksi valikoitui Grundfosin ALPHA 1 25-40 180. Pumppu käy vakiopaineella, joten verkoston painehäviö nousi arvoon 11,72 kPa. Lämmityskuviin on piirretty myös vesi-ilmalämpöpumppu, joka on Jäspän Tehowatti Air Split 8 kW lämpöpumppu. Kuvassa 18 on esitetty vesi-ilmalämpöpumpun kytkentäkaavio.

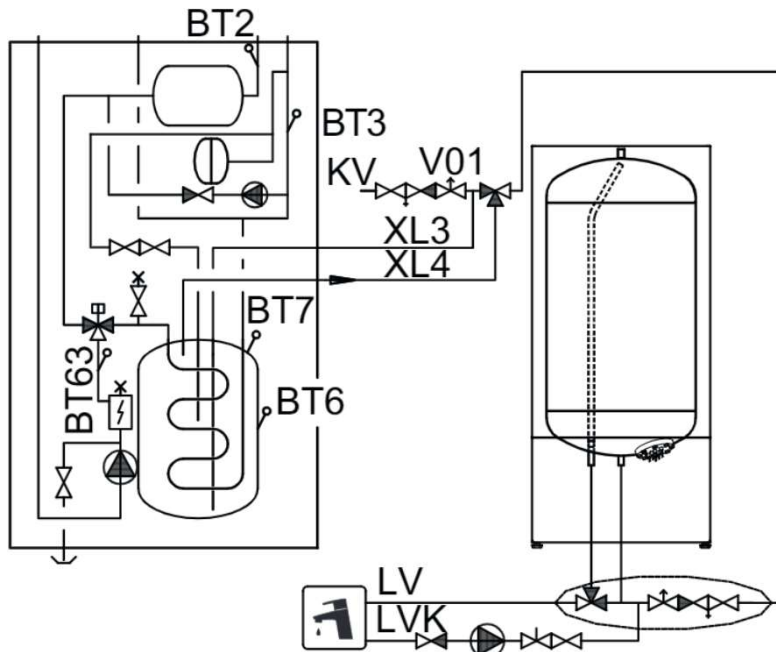
Positio	Nimike
SK01	Tehowatti AIR sisäyksikkö
LP01	Split ulkoyksikkö
SB01	Splitbox
FL2	Varoventtiili
HQ1	Roskasihti
KVR10	Kondenssivesiputki

XL1 Liitäntä, meno lämmityspiiriin  
 XL2 Liitäntä, paluu lämmityspiiristä  
 XL3 Liitäntä, kylmävesi  
 XL4 Liitäntä, lämmin vesi  
 XL8 Liitäntä, paluu lämpöpumpulta  
 XL9 Liitäntä, meno lämpöpumpulle  
 XL52 Liitäntä, kaasuputki  
 XL53 Liitäntä, nesteputki



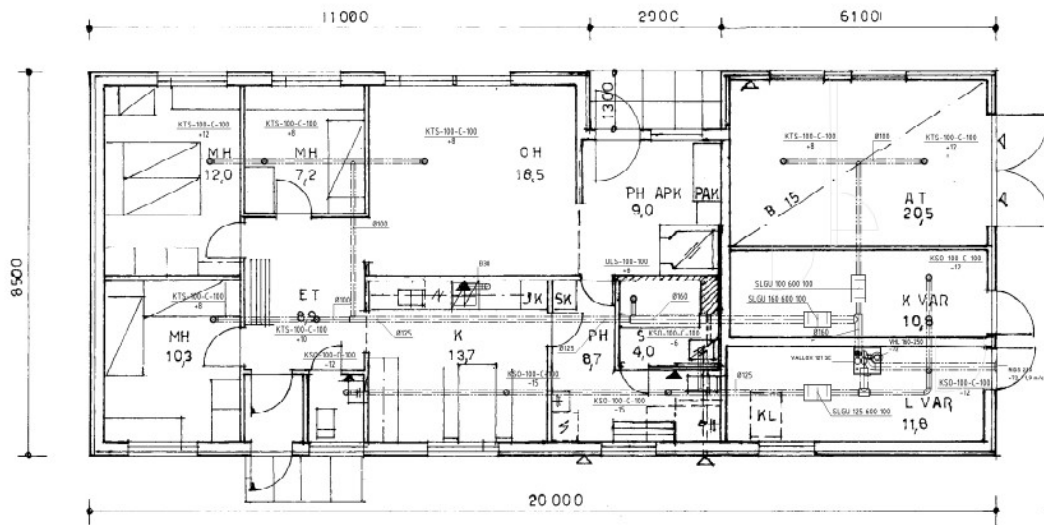
KUVA 18. Tehowatti Air Split kytkentäkaavio (22.)

Kytkeä voidaan tehdä myös niin, että lämpöpumpun rinnalle asennetaan lisäkäyttövesi (kuva 19). Tätä asennustapaa olisi voitu hyödyntää, jos ilma-vesilämpöpumpuksi olisi valikoitunut Monoblock-mallin lämpöpumppu ja nykyistä lämminvesivaraajaa olisi hyödynnetty.



KUVA 19. Jäspin Tehowatti Airin lisäkäyttöveden kytkentä (23.)





**KUVA 21. Ilmanvaihtojärjestelmä Vallox 121 SE R-ilmanvaihtokoneella.**

Ilmanvaihtojärjestelmään valittiin Vallox 121 SE R-ilmanvaihtokone, ja kanavat vedetään yläpohjan eristeissä. Ilmanvaihtokanavat lämpöeristetään ja keittiön ulospuhalluskanavaan lisätään paloeristys EI30. Tulo- ja poistoilmakanaviin asennetaan äänenvaimentimet, jotta äänentasot olisivat asetusten mukaisesti matalat, eikä ylitä äänitasoa 27 dB(A).

Tuloilmaventtiileiksi valittiin FläktGroup KTS-tuloilmaventtiilit ja poistoilmaventtiileiksi FläktGroup KSO-poistoilmaventtiilit. Liesituulettimen ulospuhallusilma vedetään erikseen ulos, kuten nykyisessäkin ratkaisussa.

## 7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli vertailla eri lämmitysjärjestelmiä vanhan lämmitysjärjestelmän tilalle. Jos varsinainen lämmityslaite, kuten esimerkiksi tässäkin kohteessa sähkövaraaja, on hyvässä kunnossa tai se on helposti kunnostettavissa, sen rinnalle voidaan asentaa toinen lämmöntuottolaite. Nykyisen järjestelmän rinnalle tai sellaisenaan sopisi hyvin vesi-ilmalämpöpumppu tai maalämpöpumppu. Työn suunnitelmissa päädyttiin kuitenkin vesi-ilmalämpöpumppuun, sillä sen investointikustannukset jäävät pienemmäksi kuin maalämpöpumpussa.

Kohteeseen mitoitettiin ja suunniteltiin täysin uusi vesikiertoinen patterilämmitysjärjestelmä sekä ilmanvaihtojärjestelmä, joita asiakas voi hyödyntää mahdollisten tulevien remonttien yhteydessä. Kohteessa tulee kuitenkin olemaan kalliita lisäkustannuksia, sillä taloon on rakennettava uusi ilmanvaihtojärjestelmä sekä vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä sekä lisäksi, jos varaajaa ei voida huoltaa, täytyy uusien vesivaraajien käyttöä varten. Vanhan rakennuksen kohdalla kannattaa myös harkita lisäeristystä lisäämällä yläpohjaan eristettä ja vaihtaa ikkunat.

## LÄHTEET

1. I-laite Oy. ILA-15 ilmalämmitysjärjestelmä asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. Forssa: Nordmanin kirjapaino.
2. Seppänen, Olli 2001. Rakennusten lämmitys. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
3. Ilmalämmitys ajan tasalle. 2012. Suomela.fi. Hakupäivä 8.1.2021.  
<https://www.suomela.fi/lammitys-lvis/Lammitys-energiaAnna/ilmalammityys-ajan-tasalle-66732>
4. Seppänen, Olli – Seppänen, Matti 1997. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys ry.
5. Harju, Pentti 2010. Lämmitystekniikan oppikirja. Penan Tieto-opus Ky.
6. Heikkinen, Jorma, Railio, Jorma & Heinola, Reino 1982. Pientalojen ilmalämmitys. Espoo: VTT
7. Vallox. Kotilämpö suunnitteluohjeet.
8. Energiatehokas koti 2020. Sähkölämmitys. Hakupäivä 11.1.2021.  
<https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan-suunnittelu/lammitys/sahkolammitys>
9. IVO. Varaavan sähkölämmityksen suunnitteluopas.
10. Tiitinen, Mirja 2014. Kaukolämmitys. Suomen Kaukolämpö Oy. Hakupäivä 11.1.2021.  
<https://www.rakenna oikein.fi/kaukolammitys-91250/uutiset.html>

11. HSY:n verkkokurssit. Lämmitysjärjestelmävaihtoehdot. Hakupäivä 11.1.2021. <https://koutsu.hsy.fi/courses/energiaekspertti/lessons/lammitys-2/topic/lammitysmuodot-3/>
12. Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2011. Motiva. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/4970/PientalonLammitysjarjestelmat.pdf>. Hakupäivä 8.1.2021.
13. Pellettilampo.com. Pellettilämmitys. Hakupäivä 8.1.2021. [https://www.pellettilampo.com/?page\\_id=33](https://www.pellettilampo.com/?page_id=33)
14. Pohjois-Karjala. Maakuntaliitto. 2020. Selvitys Pohjois-Karjalan maalämpöpotentiaalista on valmistunut. Hakupäivä 8.1.2021. <https://www.pohjois-karjala.fi/-/selvitys-pohjois-karjalan-maalampopotentiaalista-on-valmistunut>
15. PR-Lämpö. Poistoilmalämpöpumput. Hakupäivä 6.1.2021. <http://pr-lampo.fi/tuotteet-ja-palvelut/poistoilmapumput/>
16. Sulpu. Ilmalämpöpumppu (ILP). Hakupäivä 6.1.2021. <https://www.sulpu.fi/ilmalampopumppu>
17. Saarni<sup>3</sup> 2017. Vilp On/Off, Inverter, Monoblock ja Split. Hakupäivä 6.1.2021. <http://saarni3.blogspot.com/2017/02/2-vilp-onoff-inverter-monoblock-ja-split.html>
18. LämpöYkkönen. Ilma-vesilämpöpumput (VILP). Hakupäivä 6.1.2021. [https://lampoykkonen.fi/tuotteet/ilma-vesilampopumput/?gclid=CjwKCAiAudD\\_BRBXEiwAudakXyfjSE-claA7ZzXc-gltdkOP\\_uqkHQ9R1zcgAhtgWMETpmm45BdQ26hoCIUs-QAvD\\_BwE](https://lampoykkonen.fi/tuotteet/ilma-vesilampopumput/?gclid=CjwKCAiAudD_BRBXEiwAudakXyfjSE-claA7ZzXc-gltdkOP_uqkHQ9R1zcgAhtgWMETpmm45BdQ26hoCIUs-QAvD_BwE)
19. Ympäristöministeriö. Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja. Energiatodistus oppaan 2018 liite. 2018.

- Hakupäivä 11.1.2021. [https://www.motiva.fi/files/16465/Tyypillisia\\_olemassa\\_olevien\\_vanhojen\\_rakennusten\\_alkuperaisia\\_suunnitteluarvoja\\_-\\_Energiatodistusoppaan\\_2018\\_liite.pdf](https://www.motiva.fi/files/16465/Tyypillisia_olemassa_olevien_vanhojen_rakennusten_alkuperaisia_suunnitteluarvoja_-_Energiatodistusoppaan_2018_liite.pdf)
20. C1-4 (1976). 1976. Ääneneristys (määräykset), veden- ja kosteudeneristys (määräykset), lämmöneristys (määräykset), lämmönläpäisykertoimen määrittäminen ja eristystyön suoritus (ohjeet). Kumotut. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: [https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/C1\\_4\\_1976\\_78\\_fi.pdf](https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/C1_4_1976_78_fi.pdf)
21. Motiva. Lämmitystapojen vertailulaskuri. Hakupäivä 6.2.2021. <http://lammitysvertailu.eneuvonta.fi/>
22. Jäspi. Jäspi Splitbox. Asentajan käsikirja 2021. Kaukora Oy. Hakupäivä 15.2.2021. [https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2017/01/JASPI\\_Splitbox-6-16\\_Asentajankasikirja.pdf](https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2017/01/JASPI_Splitbox-6-16_Asentajankasikirja.pdf)
23. Jäspi. Tehowatti air sisäyksikkö. Asentajan käsikirja 2015. Kaukora oy. Hakupäivä 15.2.2021. <https://docplayer.fi/17968780-Tehowatti-air-sisayksikko.html>

## **LIITTEET**

Liite 1 LP-Optima, lämmityskustannusvertailu

Liite 2 VILP-kytkentäkaavio

Liite 3 Grundfos Alpha 1 25–40 180 lämmityspiirin pumppu

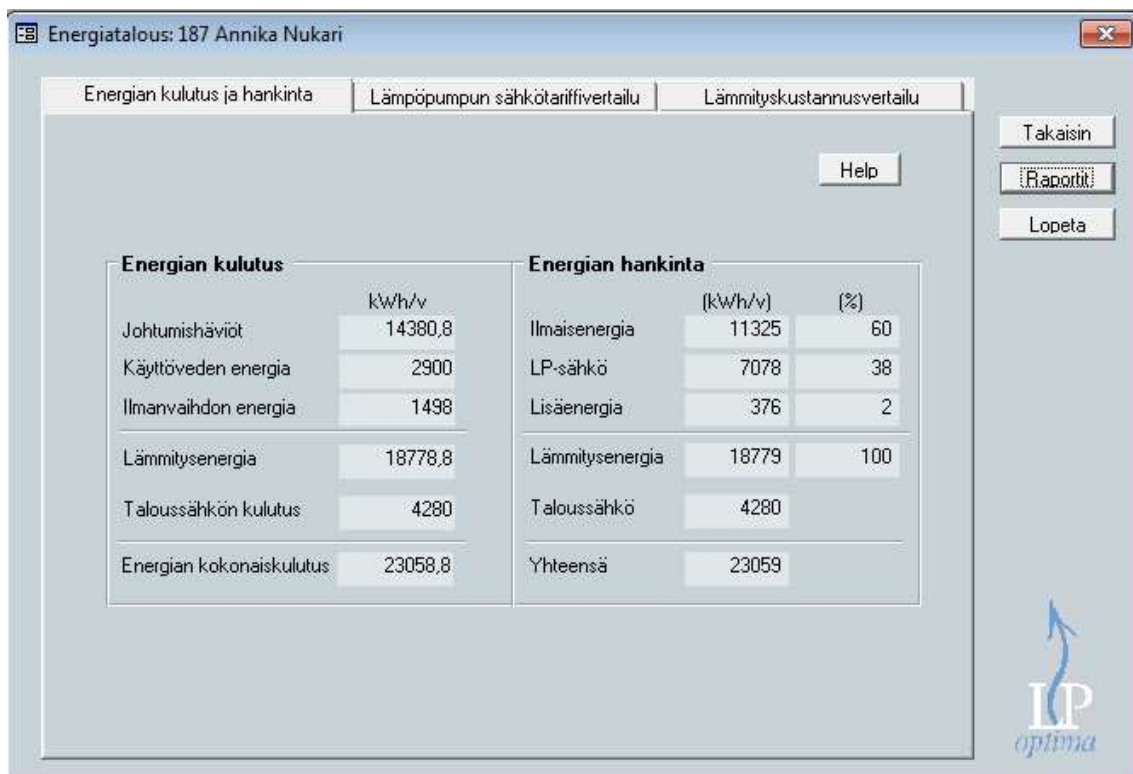
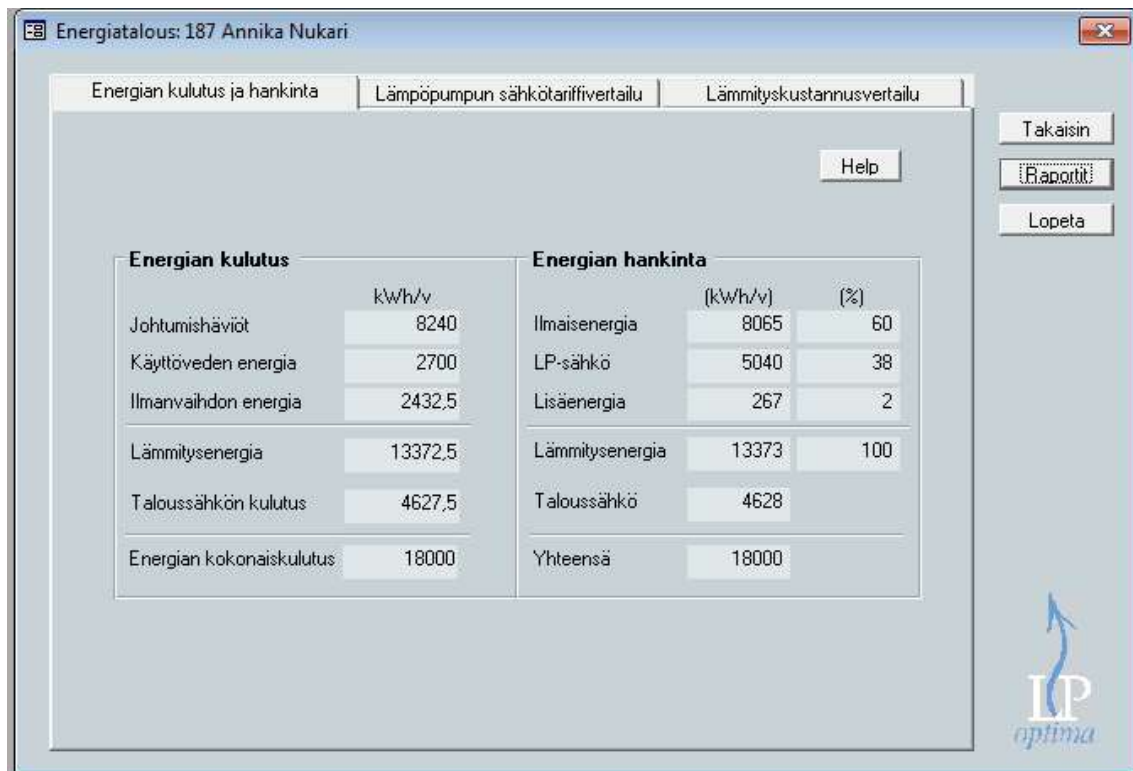
Liite 4 Jäspi Tehowatti Air Split

Liite 5 Vallox 121 SE R

Liite 6 Vanhan lämminvesivaraajan kytkentä VILP-järjestelmään

Liite 7 Lämmityssuunnitelmat

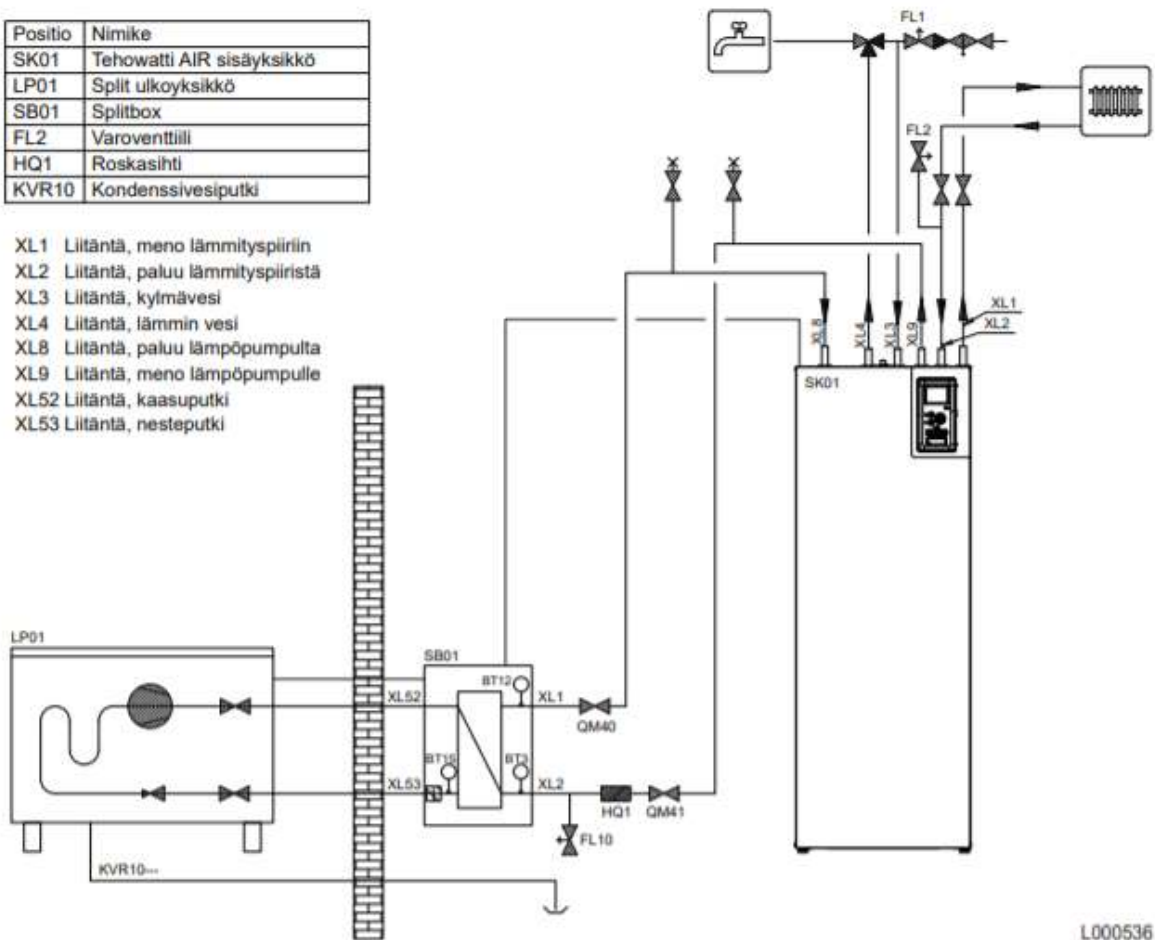
Liite 8 Ilmanvaihtosuunnitelmat



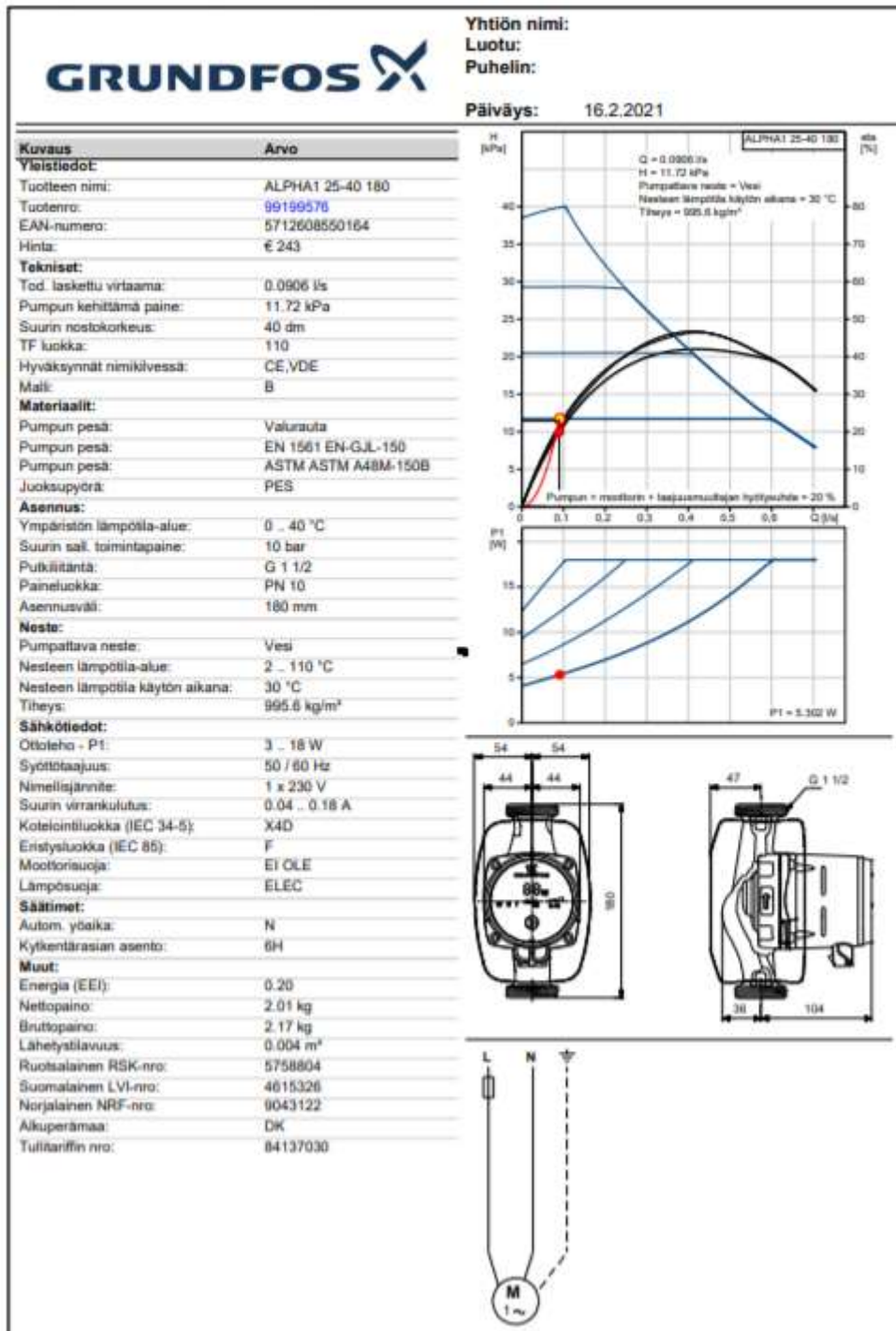
## LIITE 2

Positio	Nimike
SK01	Tehowatti AIR sisäyksikkö
LP01	Split ulkoyksikkö
SB01	Splitbox
FL2	Varoventtiili
HQ1	Roskasihti
KVR10	Kondenssivesiputki

- XL1 Liitäntä, meno lämmityspiiriin  
 XL2 Liitäntä, paluu lämmityspiiristä  
 XL3 Liitäntä, kylmävesi  
 XL4 Liitäntä, lämmin vesi  
 XL8 Liitäntä, paluu lämpöpumpulta  
 XL9 Liitäntä, meno lämpöpumpulle  
 XL52 Liitäntä, kaasuputki  
 XL53 Liitäntä, nesteputki



L000536



# JÄSPI

## Jäspi Tehowatti Air Split

### Ilma-vesilämpöpumppu

- Kokonainen lämmitysjärjestelmä sisäyksikkö, ulkoyksikkö, maataline, eristetty kondenssivedenpoistoputki, lämmönvaihdin, asennussarja
- Tehontarpeeseen mukautuva Split-ulkoyksikkö
- Tehot 6, 8 tai 12 kW
- Käyttöalue -20 °C asti
- Tuottaa max. 58-asteista vettä
- Helppokäyttöinen, suomenkielinen käyttövalikko
- Sisäyksikössä integroitu RST-käyttövesivaraaja 215 l
- MyUpway-etävalvonta vakiona



Jäspi Tehowatti Air Split ilma-vesilämpöpumpuista saadaan sekä lämmitys että lämmin käyttövesi. Järjestelmä on loistava ratkaisu niin uudistaloon lämmitysjärjestelmäksi kuin saneeraustaloonkin öljylämmityksen korvauksiksi. Voidaan liittää lattialämmitykseen tai kälteistössä jo oleviin lämpöpattereihin. Sopii toimintatavaltaan uusimpiin omakotitaloihin (50-200 m<sup>2</sup>).



Energioluokka  
Järjestelmä lattialämmityksessä

myUpway™

Etävalvonta

Tekniset tiedot, ulkoyksikkö		6	8	12
U/i-numero		5058554	5058548	5058549
Mitat K x L x S	mm	640 x 800 x 290	750 x 880 x 340	840 x 970 x 410
Paino	kg	46	60	74
Pohjalaatan osmitellut mitat L x S	mm		800 x 850	
Maatalinen mitat K x L x S	mm	400 x 720 x 520	400 x 720 x 580	
Energialuokka <sup>1)</sup>			A+++/A++	
SCOP lattialämmitys <sup>2)</sup>		3,65/2,97	3,55/2,78	3,45/2,85
Äänepainetaso <sup>3)</sup>	dB(A)	37	41	44
Asennus		CV-asennus tai kylmäasennus (kylmäluva)		
Kompressori		Inverter / Twin Rotary		
Kylmäainemäärä (R132A) <sup>4)</sup>	kg	1,5	2,55	2,90
Kylmäaineputken koko, kaasu/musta		1/2" / 3/4"	5/8" / 3/8"	5/8" / 3/8"
Kylmäaineputken max. pituus	m	30	30	30
Sulakekoko, ulkoyksikkö	A	1 x 16	1 x 16/20/25	
Tekniset tiedot, splitin sisäyksikkövaihdie		6	8-12	
Mitat K x L x S	mm		490 x 320 x 200	
Paino	kg		18	
Sulakekoko, splitin	A		1 x 10	

<sup>1)</sup> Järjestelmä 35,5°C. <sup>2)</sup> Kylmä luetaan. <sup>3)</sup> Käytökäikön äänepainetaso 2 metriä pitkä sylinterillä vapaus tilassa. <sup>4)</sup> SPLIT 4, jos kylmäaineputken pituus on yli 15 m, kylmäainetta pitää lisätä 0,02 kg/yksi metri.

SPLIT 8/12/16: Jos kylmäaineputken pituus ylittää 15 m, kylmäainetta on lisättävä 0,04 kg/m.

Tekniset tiedot, sisäyksikkö		
Mitat K x L x S	mm	1670 x 600 x 620
Paino	kg	115
Tilavuus	l	215
Sähkövoima, pumppuajattu	kW	9
Sulakekoko, sisäyksikkö	A	3 x 16
Käyttövesiyhteys	mm	Ø 22
Lämmitysytteys	mm	Ø 22
Lisäliitänteet, lämpöpumppu	mm	Ø 22
Käyttövedentuotto 40 °C, eco-normailuissa	l	220-250-280

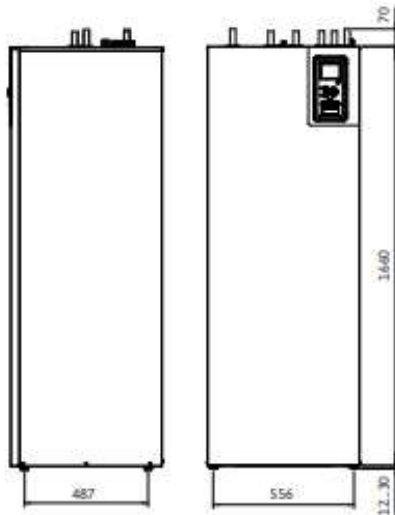
Nuot. lämpöarvot on pyydettyämme.

Lisävarusteet	Tuotenumro
Lisähuuhtauslaite alle 80 m <sup>2</sup>	862556
Lisähuuhtauslaite yli 80 m <sup>2</sup>	862685
Lisävoimi sähkökattila	790744
Välilämmönvaihtimet <sup>5)</sup>	LVI-ero
Cool 803	5340187
Cool 804	5340188
Cool 805	5340189
Äänivaimennuspeleteri	9058027

<sup>5)</sup> Välilämpö Jäspi Tehowatti Air Split kanssa tarvitaan akustivaimennuspeleteri ja konekattori.

011335

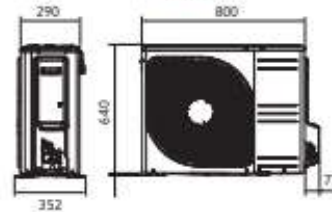
## Jäspi Tehowatti Air Split



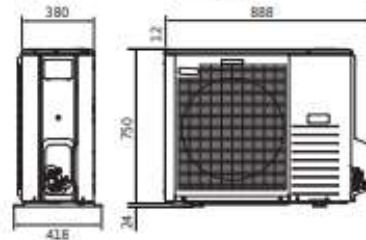
### Splitbox



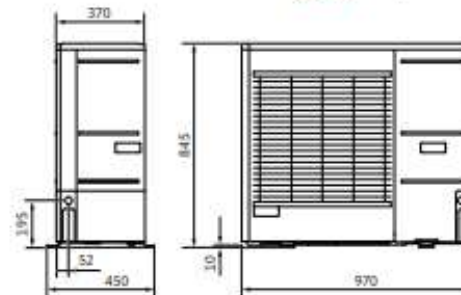
### 6 kW



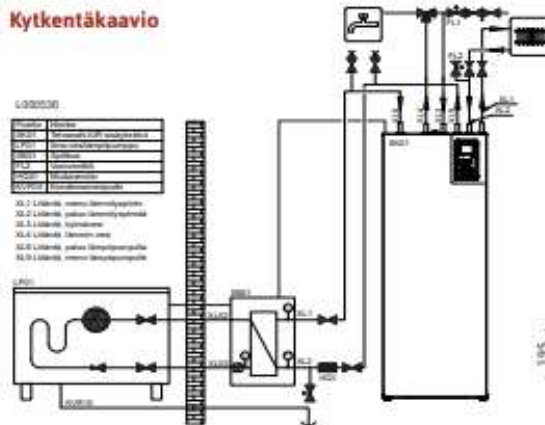
### 8 kW



### 12 kW



### Kytentäkaavio



Tuotokatu 11, PL 21, 21200 Raisio  
puh. 02 4374 600

kaukora@kaukora.fi  
www.jaspi.fi

Lisää tuotetietoja käyttöohjeesta.  
© Kaukora Oy 05/2020  
Muutokset sallittu.

### Ilmavirran mittauspisteet

Mittauspisteet lähtökaukuk-  
sen jälkeen. Puhallinkäyrät  
ilmoittavat kanavistoahävi-  
öihin käytettävissä olevan  
kokonaispaineen.

Kuvassa R-malli



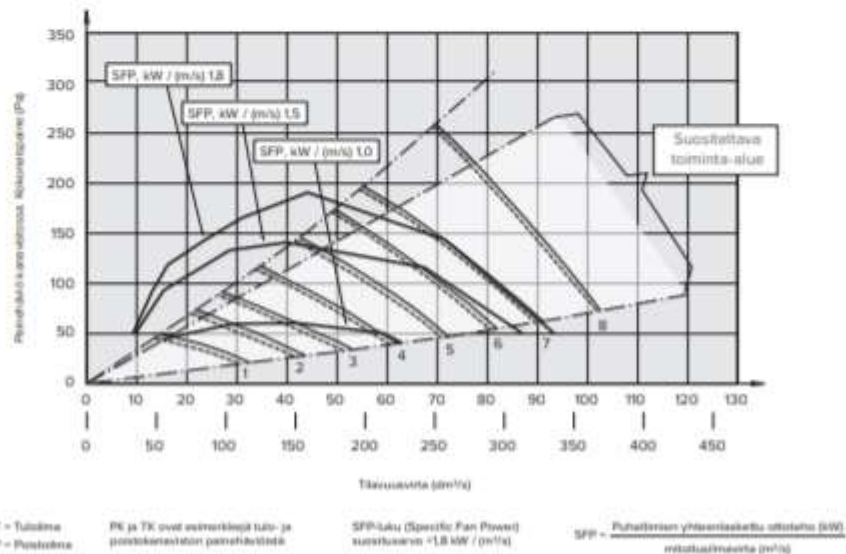
### PUHALTIMIEN OTTOTEHOT

Puhallinprofielit	Puhalusvirta (dm³/s)	Puhallinien yhteisvaikutus- ottoaika (s)
1	28	21
2	36	32
3	46	44
4	58	62
5	71	82
6	78	110
7	82	137
8	106	224

### TEKNISET TIEDOT

Nimike	Vallox 121 SE B Vallox 121 SE L	Tuotenumero	3381000 3487000	UFI-numero	7914 B 7914 G
Ihmisvärit	Tuloilma Poistoilma	Virtaus	96 dm³/s, 100 Pa 98 dm³/s, 100 Pa		
Sähkönsyöttö		Sähkönsyöttö	230 V, 50 Hz, 5,7 A pistotulppa		
Katkaisinlaitteisto		Katkaisinlaitteisto	IP 34		
Jäähdytysvoima		Jäähdytysvoima	Sähkö, 900 W		
Eräjäähdytysvoima		Eräjäähdytysvoima	-		
Luotinjäähdytysvoima		Luotinjäähdytysvoima	-		
Puhallin	Tuloilma Poistoilma	Puhallin	0,107 kW D, B & E C 0,107 kW D, B & E C		
Oronenergiaperkkyys (SEC) kyntötilassa (määrä) kylätilassa (määrä)		Oronenergiaperkkyys (SEC) kyntötilassa (määrä) kylätilassa (määrä)	Ar B		
Hyötysuhteet	Vuorohyötysuhde Tuloilmahyötysuhde Oronenergiaperkkyys SFP	Hyötysuhteet	71 % A 82 % B, 11 (50 dm³/s)		
Suositellut	Tuloilma Poistoilma	Suositellut	G4 + F7 G4		
Lämmönlämpenön ohitus		Lämmönlämpenön ohitus	Automaattinen		
Mitat (L x K x S) ja paino		Mitat (L x K x S) ja paino	600 x 540 x 618 / 90,0 kg		

### Tulo-/poistoilmamäärät

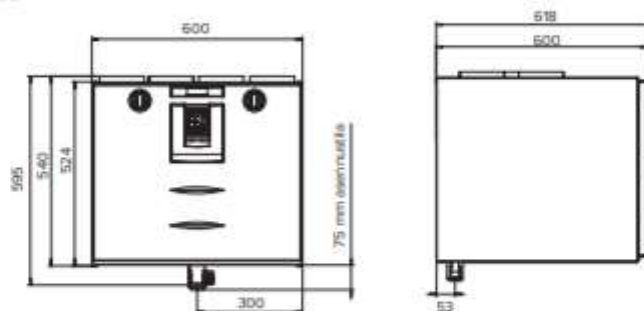


**VALLOX**

Vallox  
**121**SE

**Mitat ja kanavalähdöt**

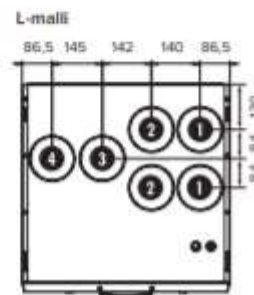
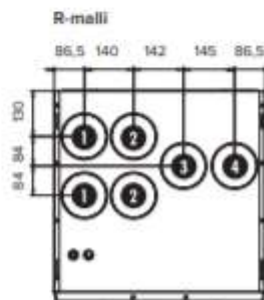
Mitat



**Kanavalähdöt**

Naaras-lähtökauluksen sisähalkaisija 125 mm

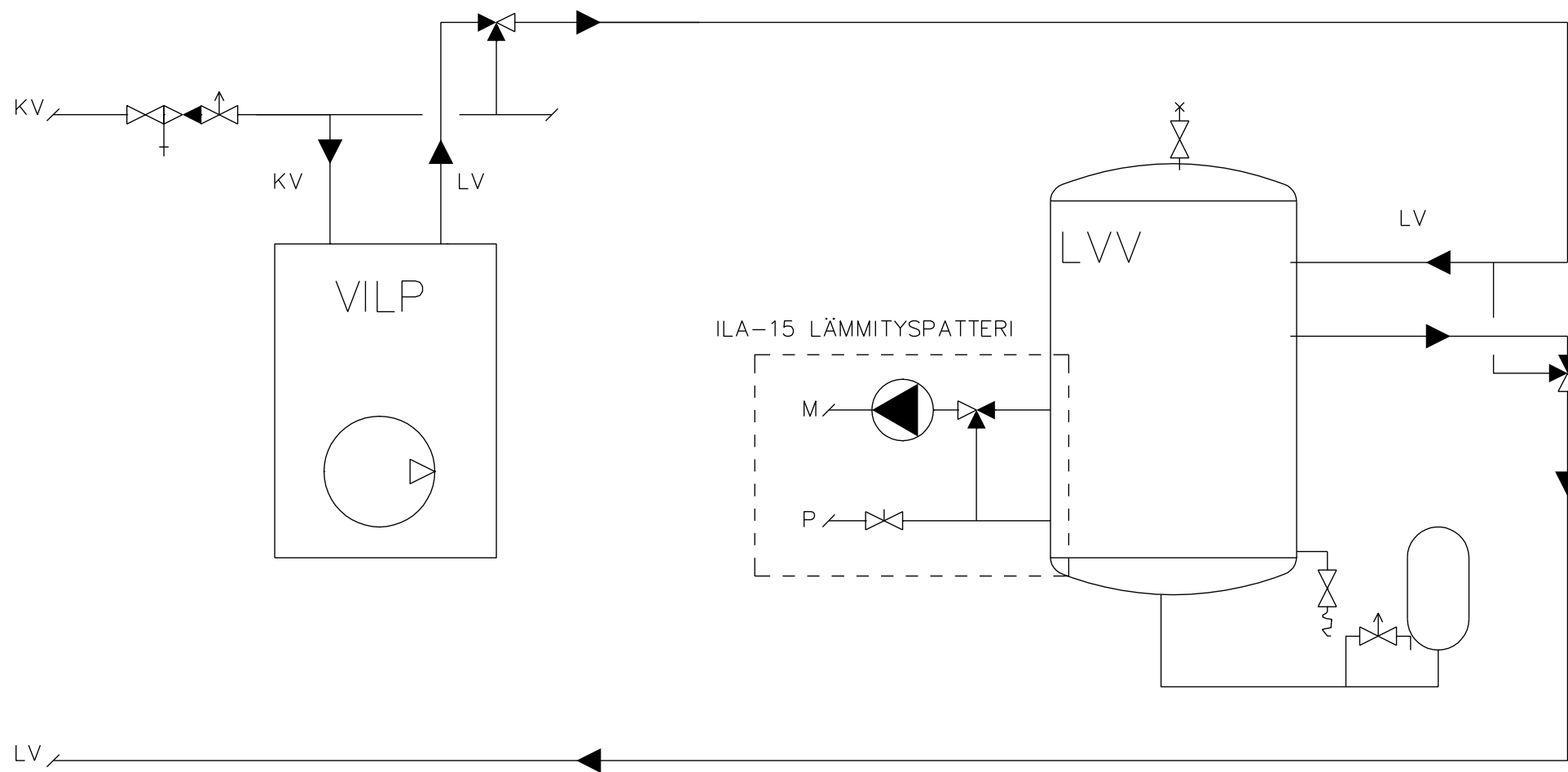
1. Tuloilma asuntoon
2. Poistoilma asunnosta koneelle
3. Ulkoilma koneeseen
4. Jättilmä ulos



**TEKNISET TIEDOT**

**ÄÄNIARVOT**

Säätöasento	Koneesta tuloilmakanavatuksen lähtevä äänitehoteho sisähuonekohtainen L <sub>p</sub> dB								Koneesta poistoilmakanavatuksen lähtevä äänitehoteho sisähuonekohtainen L <sub>p</sub> dB							
	Säätöasento / ilmavirta dm <sup>3</sup> /s								Säätöasento / ilmavirta dm <sup>3</sup> /s							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Ilmavirta dm <sup>3</sup> /s	25,7	41,5	51,0	53,9	56,8	75,6	76,8	101,0	29,5	41,3	43,8	51,9	60,8	70,7	75,3	96,0
53	63	69	73	76	77	80	82	83	45	52	58	61	63	66	68	72
125	55	60	63	67	70	71	74	78	46	51	54	57	60	62	64	69
250	42	49	52	55	57	61	63	67	33	40	43	47	49	51	53	58
500	49	51	53	55	58	60	62	67	32	39	39	41	44	47	49	52
1000	42	49	52	54	56	59	60	63	25	30	33	35	38	40	41	45
2000	38	44	49	52	55	58	60	65	13	21	24	28	31	34	36	40
4000	23	34	38	42	45	49	51	56	-	-	10	13	17	21	23	28
8000	-	25	31	36	40	44	47	52	-	-	-	-	-	-	-	16
L <sub>p</sub> dB	84	70	73	77	79	80	83	85	49	55	60	63	65	68	70	74
L <sub>w</sub> dB(A)	47	53	57	59	62	65	66	71	35	40	42	46	48	50	52	57
Koneesta ulos lähtevä A-painotettu ääniteho dB (A) huoneilmaan, johon se on asennettu (10 m <sup>2</sup> m äänenalttisuus)																
Säätöasento	Säätöasento / ilmavirta (kutsuvirta)								Säätöasento / ilmavirta (kutsuvirta)							
Ilmavirta dm <sup>3</sup> /s	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
L <sub>w</sub> dB (A)	30/30	41/41	40/47	35/55	64/63	72/71	80/78	100/96	38	35	34	36	39	41	43	47



LISÄKÄYTTÖVEDEN KYTKENTÄ  
 KÄYTÖSSÄ OLEVA VESIVARAAJA KYTKETÄÄN VESI-ILMALÄMPÖPUMPPUUN LISÄKÄYTTÖVEDEKSI. VARAAJA YHDISTETÄÄN 3-TIEVENTTIILLÄ, JOKA OHJAA LÄMPIMÄN VEDEN KÄYTTÖÄ. LÄMPÖPUMPUN JA VESIVARAAJAN VÄLILLÄ. LÄMPÖPUMPUN SISÄISEN VARAAJAN LÄMPIMÄN VEDEN LOPPUESSA 3-TIEVENTTIILI PÄÄSTÄÄ VARAAJASTA LÄMMINTÄ VETTÄ KÄYTTÖVESIVERKOSTOON.

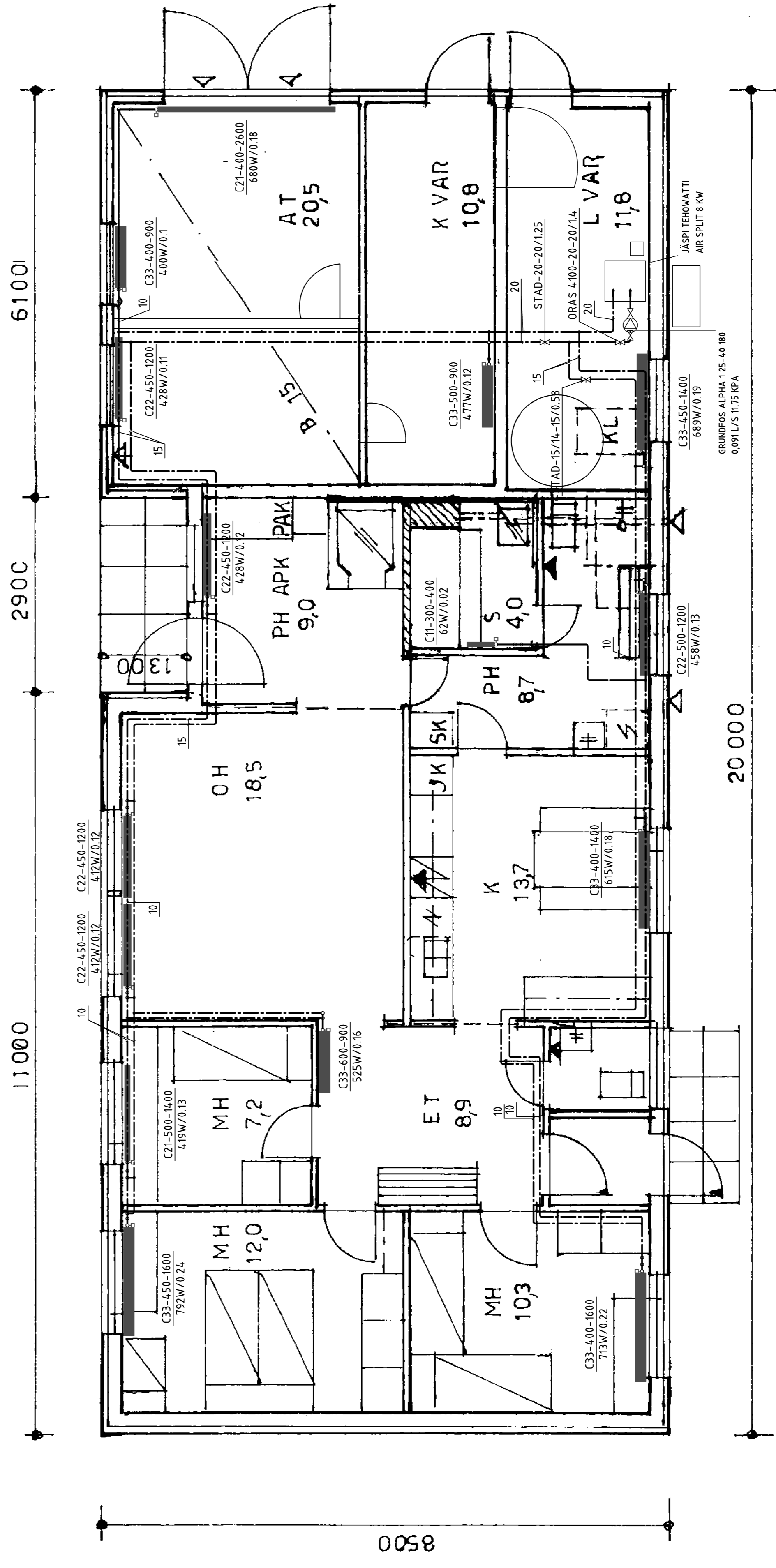
Tehty CADSin opiskelijaversiolla

Tehty CADSin opiskelijaversiolla

K.OSA/RYLÄ	KORTTELI/ILA	TOINTI/RN:O	VIRANOMAISEN ARKISTOIMINNAN VARTEN	
RAKENNUSTYÖNPIIRI		PIIRUSTUSLAJI		JUOKS. N:O
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE		KYTKENTÄKAAVIO		MITTAKAAVAT
Verkkokuja 90900 Oulu		LVV KYTKENTÄ		
	SUUNN. YHTYÖ	PIIRI. TARK.	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	
	PVM		LVI	
	ALLEKIRJ.		TILAAJAN N:O	

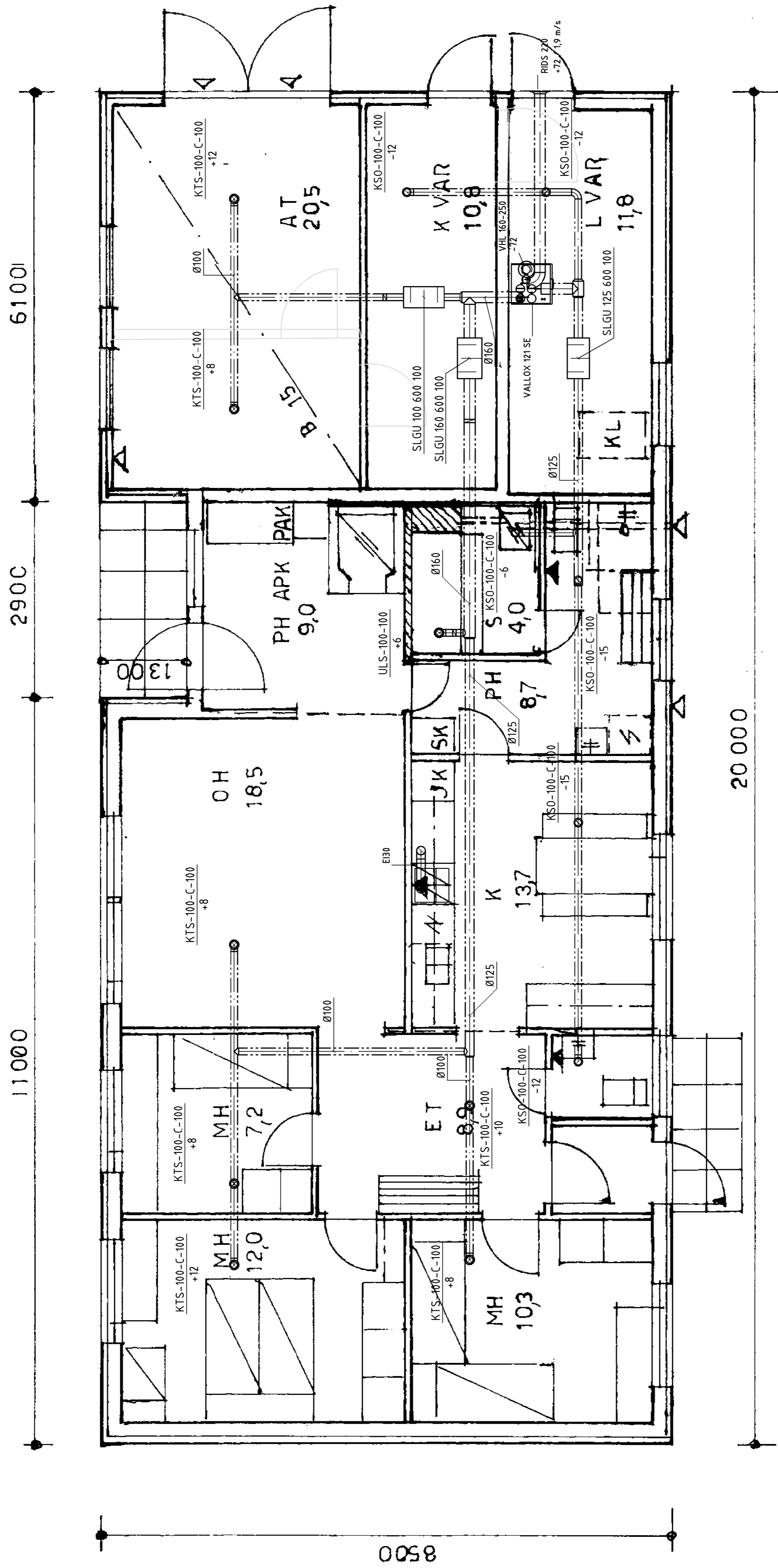
LÄMMITYSPUTKET ASENNETAAN YLÄJAKOISESTI NÄKYVIIN. PUTKIMATERIAALINA KÄYTETÄÄN TERÄSPUTKIA.  
LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ TOIMII LÄMPÖTILOILLA 50-30 VERKOSTON KORKEIMPAAN KOHTAAN ASENNETAAN ILMAKELLOT

TEKNISEN TILAN KYTKENNÄT KS. TEHOWATIN KYTKENTÄKAAVIO



KUUSI	KORITTELTÄ	TOIMITUS	VIIVAKOOSTEN PERUSTIA
RAKENNUSMÄÄRÄ SANEERAUS		PIRUSTUSLAI LV-PIRUSTUS	JONOSN 1
RAKENNUSKOHTA VERKKOKUJA 90900 KIMINKI	RAKENNUSKOHTA VERKKOKUJA 90900 KIMINKI	PIRUSTUSLAI LÄMMITYS PATTERILÄMMITYS	VIIVAKOOSTEN 150
		SUUNNITTELIJA LVI	PIRUSTUS MUUTOS
		PAIKKARI PAIKKARI	VIIVAKOOSTEN VIIVAKOOSTEN

ILMANVAIHTOKANAVAT LÄMPÖERISTETÄÄN  
 50 MM JA PALOERISTETÄÄN EI 30  
 YLÄPOHJAN ERISTEISIIN. LISÄTÄÄN ERISTYKSIIN  
 HÖYRYNSULUT.  
 KEITTIÖN LIESITUULETTIMEN ULOSPUHALLUS  
 LE 50 MM + EI 30 + HS  
 ULKOILMASÄLEIKÖSTÄ OTETAAN VERKKO POIS



KUUSA	KORITTELYLA	TOIMITUS	VIIVAKOOSTO
RAKENNUSMÄÄRÄ SANEERAUS	VIIVAKOOSTO LVI-PIIRUSTUS	JONOS 1	VIIVAKOOSTO 150
RAKENNUSMÄÄRÄ JA VERKKOKUJA 90900 KIMINKI	VIIVAKOOSTO ILMASTOINTI	VIIVAKOOSTO 150	VIIVAKOOSTO 150
	VIIVAKOOSTO LVI	VIIVAKOOSTO 150	VIIVAKOOSTO 150
	VIIVAKOOSTO PAIVYS	VIIVAKOOSTO 150	VIIVAKOOSTO 150