



**OMAKOTITALON ALLASTILALAA-  
JENNUKSEN KAHDEN LVI-  
TOTEUTUSVAIHTOEHDON TAR-  
KASTELU**

Heikki Karjalainen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2014  
Talotekniikan ko.  
LVI-tekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan ko.  
LVI-tekniikka

HEIKKI KARJALAINEN:

Omakotitalon allastilalaajennuksen kahden LVI-toteutusvaihtoehdon tarkastelu

Opinnäytetyö 38 sivua, joista liitteitä 7 sivua  
Toukokuu 2014

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella kahta LVI-tekniistä omakotitalon allastilalaajennuksen vaihtoehtoa, kun muuttavana tekijänä on lämmöntuottotapa. Ensimmäisessä toteutusvaihtoehdossa säilytetään olemassa oleva öljykattila. Toisessa toteutusvaihtoehdossa nykyinen öljylämmitys vaihdetaan maalämpöön.

Allastilaa suunniteltaessa mitoittavana tekijänä on ilmanvaihto. Allastilaan kertyvä kosteus tulee käsitellä asianmukaisesti, jotta tilaa on mukava käyttää ja rakenteet pysyvät kunnossa. Kiinteistön lämmöntuotto vaikuttaa allastilan ilmankuivauksen LVI-tekniiseen ratkaisuun, käyttövesien (kylmä ja lämmin) sijoitteluun sekä allastilan lattialämmityspiirin jakotukin sijaintiin.

Mikäli allastilalaajennus tehdään olemassa olevan öljylämmityksen varaan, on ilmalämpöpumppu järkevin laite allastilan ilman kuivaamiseen. Käyttövedet tulevat nykyisestä teknisestä tilasta, joka on oma erillinen rakennuksensa. Allastilan lattialämmityksen jakotukki sijoitetaan alakerran WC-tilaan.

Jos allastilalaajennuksen yhteydessä siirrytään maalämpöön, on allastilan ilman kuivaamisessa järkevää käyttää puhallinkonvektoria. Maalämpöpumppu sijoitetaan allastilan yhteyteen rakennettavaan tekniseen tilaan. Tekniseen tilaan johdetaan kylmä vesi, josta maalämpöpumppu tuottaa kiinteistön tarvitseman lämpimän veden. Allastilan lattialämmityspiirin jakotukki sijoitetaan tekniseen tilaan.

Viemäröinti on molemmissa tapauksissa lähes yhtenevä.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
HVAC Services

**HEIKKI KARJALAINEN:**

Two HVAC Solutions for the Extension of an Indoor Swimming Pool in a Single-family House

Bachelor's thesis 38 pages, appendices 7 pages

May 2014

---

The purpose of this thesis was to examine two different HVAC solutions when constructing an extension of an indoor swimming pool in a single-family house. One HVAC solution is based on the existing oil burner heating and the other solution on geothermal heating.

When constructing a swimming pool enclosure the most important thing is to plan proper ventilation. Moisture must be handled properly so that the building stays dry and the pool area is pleasant to use. The heating system of the house has an effect on the air moisture handling, water (hot and cold) layouts and the position of the manifold of the floor heating.

If the oil burner is used, an air-source heat pump is the most suitable choice for ventilating the pool enclosure. Tap water comes from the existing boiler room which is a separate building. The manifold of the floor heating will be placed in the WC downstairs.

If geothermal heating is chosen for constructing the indoor pool, it is reasonable to use a fan convector to dry the air in the pool enclosure. The ground-source heat pump will be placed in a new separate technical room next to the pool enclosure. Cold water is lead to the technical room, where the ground-source heat pump heats the water used in the whole house. The manifold of the floor heating will be placed in the technical room.

The sewer is almost similar in both cases.

---

---

Key words: swimming pool extension, oil burner, ground-source heat pump

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KOHDEKIINTEISTÖN ESITTELY .....	7
3	ALLASTILAN LVI-TEKNIikka .....	8
	3.1. Allastilan ilmanvaihtojärjestelmä .....	8
	3.1.1 Allastilan ilmanvaihdon tarve .....	12
	3.1.2 Allastilan ilman kuivaaminen .....	14
	3.2. Allastilan vesi- ja viemärijärjestelmät .....	17
	3.2.1 Allastilan käyttövesijärjestelmä .....	17
	3.2.2 Allastilan viemärijärjestelmä .....	17
	3.3. Allastilan lämmitysjärjestelmä .....	18
	3.3.1 Nykyinen lämmöntuottotapa .....	20
	3.3.2 Vaihtoehtoiset lämmöntuottoratkaisut .....	21
	3.3.3 Lämmönjakotapa.....	22
4	ALLASTILAN LVI-RATKAISU VANHAA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄÄ HYÖDYNTÄEN .....	23
	4.1. Allastilan ilmanvaihtojärjestelmä .....	23
	4.2. Allastilan käyttövesi- ja viemärijärjestelmä.....	23
	4.3. Allastilan lämmitysjärjestelmä .....	24
	4.4. Lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio .....	24
	4.5. Kustannusarvio olemassa olevaa lämmitysjärjestelmää hyödyntäen .....	24
5	ALLASTILAN LVI-RATKAISU ENERGIAREMONTIN YHTEYDESSÄ .....	26
	5.1.1 Allastilan ilmanvaihtojärjestelmä.....	26
	5.1.2 Allastilan käyttövesi- ja viemärijärjestelmä.....	26
	5.2. Allastilan lämmitysjärjestelmä .....	27
	5.3. Lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio .....	28
	5.4. Kustannusarvio suunnitellulle järjestelmälle .....	28
6	LOPPUSANAT .....	30
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET .....	32
	Liite 1. Ilmanvaihtokuva vanhaa lämmitysmuotoa hyödyntäen.....	32
	Liite 2. Vesi- ja viemärikuva vanhaa lämmitysmuotoa hyödyntäen .....	33
	Liite 3. Lämmönjakokuva vanhaa lämmitysmuotoa hyödyntäen.....	34
	Liite 4. Kytkentäkaavion muutos vanhaa lämmitysmuotoa hyödynnettäessä.....	35
	Liite 5. Ilmanvaihtokuva energiamuotoremontin yhteydessä .....	36
	Liite 6. Vesi- ja viemärikuva energiamuotoremontin yhteydessä .....	37
	Liite 7. Lämmönjakokuva energiamuotoremontin yhteydessä .....	38

**ERITYISSANASTO**

Allastila	Rakennus tai rakennuksen sen osa, jossa on uima-allas
Energiamuotoremontti	Lämmöntuottojärjestelmän vaihtaminen energiatehokkaampaan ratkaisuun
LVI-tekniset laitteet	Ilmanvaihtojärjestelmä, lämmitysjärjestelmä, käyttövesi- ja viemärijärjestelmät

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kahta LVI-tekniistä ratkaisuvaihtoehtoa, jotka toteutetaan omakotitalon allastilalaajennuksen yhteydessä. LVI-teknisistä ratkaisuista toinen perustuu olemassa oleviin lämmöntuottojärjestelmiin. Toisessa ratkaisussa kiinteistölle tehdään energiamuotoremontti, jossa öljylämmitys korvataan maalämmöllä. Esiteltävien ratkaisuvaihtoehtojen lisäksi opinnäytetyössä on pääpiirteinen kustannuslaskenta molemmille ratkaisuvaihtoehdoille.

Allastilan taloteknisiä ratkaisuja tarkasteltaessa erityishuomiota tulee kiinnittää altaasta nousevan kosteuden hallintaan. Kosteutta voidaan hallita joko runsaan ilmanvaihdon tai erillisen ilmankuivauksen avulla. Opinnäytetyössä tullaan laskelmin tarkastelemaan molempia kosteushallintavaihtoehtoja. Laskelmissa tullaan hyödyntämään LVI-ohjekorttia numero 06-10451.

Merkittävää roolia opinnäytetyössä esittää kohdekiinteistöön mahdollisesti tulossa oleva energiamuotoremontti. Energiamuotoremontin johtoajatuksena on öljylämmityksen korvaaminen maa- ja aurinkolämmöllä. Mikäli energiaremontti toteutetaan, tulee se muuttamaan myös allastilan taloteknisiä ratkaisuja.

Vähäisen suunnittelukokemuksen vuoksi opinnäytetyössä ei ole virallisia LVI-kuvia. Opinnäytetyön liitteistä löytyy LVI-kuvien raakaversioita kokonaisuuden hahmottamisen helpottamiseksi.

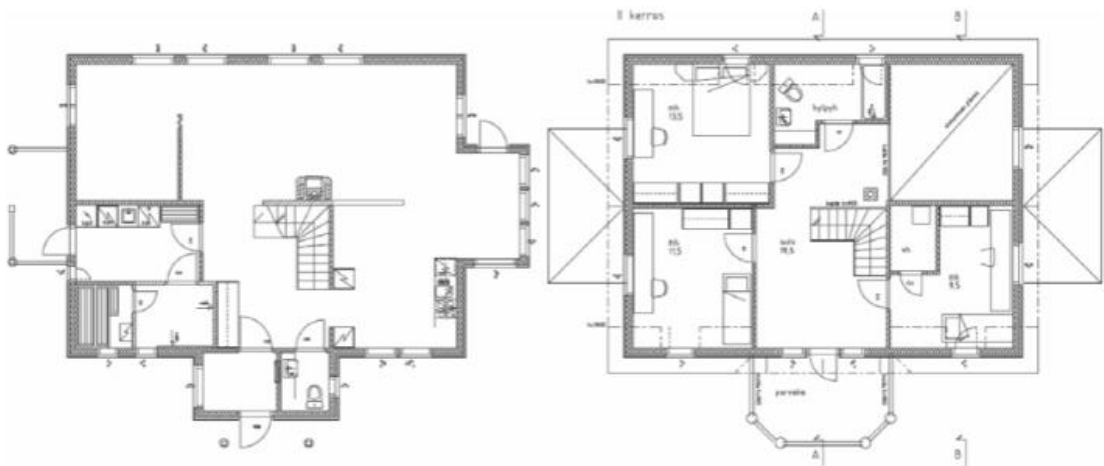
## 2 KOHDEKIINTEISTÖN ESITTELY

Opinnäytetyön kohdekiinteistö on vuonna 2000 rakennettu omakotitalo Nokian Tottijärvellä. Kohdekiinteistö on kokonaispinta-alaltaan 181 m<sup>2</sup>. Kohdekiinteistön yhteyttään rakennetaan allastila, jonka pinta-ala on 54 m<sup>2</sup>. Allastilaan tulee tekninen tila, johon allastilan vaatimat talotekniset järjestelmät voidaan sijoittaa. Koska kohdekiinteistöön suunnitellaan energiamuotoremonttia, on tekniseen tilaan tehty oma varaus lämmöntuottojärjestelmille.

Kuten aikaisemmassa kappaleessa mainitaan, on kohdekiinteistön tämänhetkinen lämmöntuottotapa öljylämmitys. Kohdekiinteistön öljykattila sijaitsee erillisessä ulkorakennuksessa. Lämmönjakotapana on vesikiertoinen lattialämmitys.

Kohdekiinteistö sai alunperin käyttövesensä omasta porakaivosta, mutta veden runsaan rautapitoisuuden vuoksi kaivon käytöstä on luovuttu. Nykyään kiinteistön käyttövesi tulee kunnallistekniikan kautta.

Kohdekiinteistön ilmanvaihtoratkaisu on koneellinen tulo ja poisto lämmön talteenotolla. Kohdekiinteistön sisäilmastoluokka on S3.



KUVA 1. Omakotitalon pohjakuvat molemmista kerroksista (Pihlajamaa 2013)

### 3 ALLASTILAN LVI-TEKNIikka

#### 3.1. Allastilan ilmanvaihtojärjestelmä

Allastilan ilmanvaihdon mitoittavana tekijänä voidaan pitää altaasta haihtuvan veden määrää. (LVI-ohjekortti) LVI-ohjekortti 06-10451 antaa altaasta haihtuvan veden laskeemiselle kaksi kaavaa. Toisesta kaavasta LVI-ohjekortti 06-10451 käyttää nimitystä VDI 2089:n kaava saksalaisen standardin mukaan ja toisesta kaavasta nimitystä yksinkertainen kaava.

Opinnäytetyössä lasketaan allastilan veden haihtuvuuden molemmilla mainituilla kaavoilla. Tarvittava ilmanvaihto määräytyy joko VDI 2089:n kaavan arvolla tai yksinkertaisen kaavan arvolla riippuen siitä, kummalla tulee suurempi haihtuvuus.

#### VDI 2089:n kaava

$$q_{vm} = A \frac{B_p}{R \cdot T} * (p_v - p_i)$$

$q_{vm}$  = haihtuvan veden massavirta, kg/h

$p_i$  = allastilan ilman vesihöyryn osapaine, Pa

$p_v$  = kylläisen ilman vesihöyryn osapaine allasveden lämpötilassa, Pa

$B_p$  = kokemusperäinen haihtumiskerroin, m/h

$A$  = altaan vesipinta-ala, m<sup>2</sup>

$R$  = vesihöyryn kaasuvakio = 461,52 kJ/kgK

$T$  = ilman ja veden lämpötilojen keskiarvo, K

TAULUKKO 1. Haihtumiskertoimen  $B_p$  arvoja kaavaan 1 erilaisille altaille.

Allastyyppi	B <sub>p</sub> m/h
peitetty	0,7
ei käyttäjiä	7
yksityisallas	21
syvyys yli 1,35 m (uimahyppy ja -uintiallas)	28
syvyys alle 1,35 m (allas, jossa vesileikkitoimintoja ja -laitteita)	40
aaltoallas aaltokäytöllä	50

Allastilan allasveden lämpötilaksi on kaavailtu 24 celsiusastetta. Veden haihtumisen estämiseksi allastilan ilma määritellään yhden celsiusasteen verran lämpöisemmäksi. Tässä tapauksessa allastilan ilma on siten 25 celsiusastetta. Kylläisen ilman vesihöyryn osapaine suunnitellussa allasveden lämpötilassa saadaan esimerkiksi MAOL ry:n kustantamasta MAOL -taulukot taulukkokirjasta. 24 celsiusasteessa kylläisen ilman vesihöyryn osapaine on 2982 Pa.

Allastilan ilman vesihöyryn osapaine saadaan kaavasta  $p_i = \frac{\mu}{100} * p_v$ , jossa

$p_i$  = allastilan ilman vesihöyryn osapaine, Pa

$p_v$  = kylläisen ilman vesihöyryn osapaine allasveden lämpötilassa, Pa

$\mu$  = allastilan ilman suhteellinen kosteus, RH

Allastilan ilman suhteelliseksi kosteudeksi mitoitustilanteessa päätetään 60 %. IX -diagrammin mukaan ilman lämpötilan ollessa 25 celsiusastetta ja ilman suhteellisen kosteusprosentin ollessa 60, on allastilan ilmassa 12 grammaa vettä yhdessä kilogrammassa kuivaa ilmaa. Lukema olisi omakotitalon kuivatiloihin liian korkea, mutta allastilalle, joka märkätilaksi tulkintaan, on ilman vesisisältö riittävän alhainen.

$$p_i = \frac{50 \text{ RH}}{100} * 2982 \text{ Pa}$$

$$p_i = 1789,20 \text{ Pa}$$

Uima-altaan suunniteltu leveys on 3,4 metriä ja pituus kuusi metriä. Näin ollen altaan pinta-ala on 20,4 m<sup>2</sup>. Tämän lisäksi allastilaan on suunniteltu asennettavaksi vastavirtalaite. Haihtumiskerroin on tällöin taulukon 1 mukaan 50 m/h.

Vesihöyryn kaasuvakio on 461,52 J/kgK. Kaasuvakio ei nimensä mukaisesti muutu, vaikka mitoitusolosuhteet muuttuisivatkin. Ilman ja veden lämpötilojen keskiarvo kelvineissä on

$$T = \frac{(24\text{ }^{\circ}\text{C} + 25\text{ }^{\circ}\text{C})}{2} + 273,15\text{ K}$$

$$T = 297,65\text{ K}$$

Sijoitetaan saadut arvot haihtuvan veden massavirran VDI 2089:n kaavaan.

$$q_{vm} = 20,4\text{ m}^2 * \frac{50\text{ m/h}}{461,52\frac{\text{J}}{\text{kgK}} * 297,65\text{ K}} * (2932,00\text{ Pa} - 1789,20\text{ Pa})$$

$$q_{vm} = 8,86\text{ kg/h}$$

Allastilan uima-altaasta haihtuu vettä allastilan ilmaan 8,49 kg/h vastavirtalaitteen ollessa päällä.

### **Yksinkertainen kaava**

Allastilan uima-altaasta haihtuvan veden määrä voidaan laskea myös kaavalla 2. LVI-ohjekortti 06-10451 käyttää kaavasta nimitystä yksinkertainen kaava.

$$q_{vm} = A * B_x * (X_v - X_i)$$

$q_{vm}$  = haihtuvan veden massavirta, kg/s

$X_i$  = ilman vesisisältö (= allastilan ilman keskimääräinen vesisisältö), kg/kg<sub>kuivaa ilmaa</sub>

$X_v$  = kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa, kg/kg<sub>kuivaa ilmaa</sub>

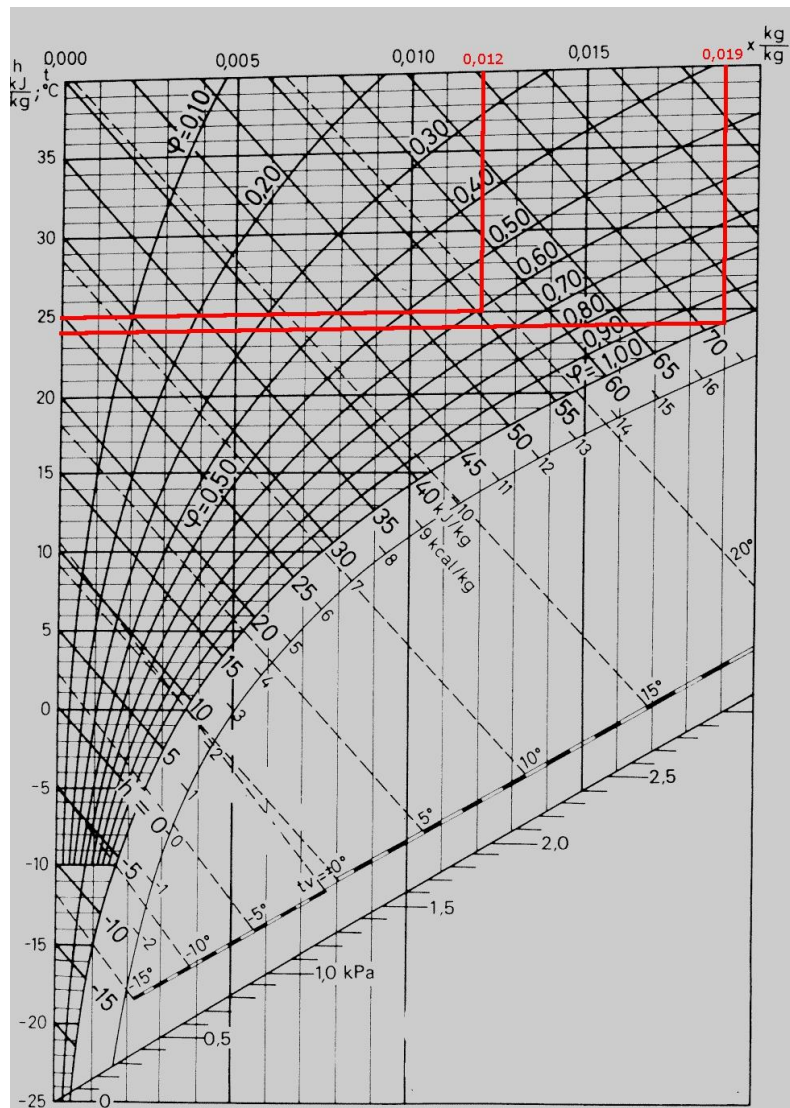
$B_x$  = kokemusperäinen haihtumiskerroin, kg/m<sup>2</sup>s

$A$  = altaan pinta-ala, m<sup>2</sup>

TAULUKKO 2. Haihtumiskertoimen  $B_x$  arvoja kaavaan 2 erilaisille altaille.

Allastyyppi	$B_x$ kg/m <sup>2</sup> s
peitetty	0,00022
ei käyttäjiä	0,0022
yksityisallas	0,0066
syvyys yli 1,35 m (uimahyppy ja -uintiallas)	0,0087
syvyys alle 1,35 m (allas, jossa vesileikkitoimintoja ja -laitteita)	0,0156
aaltoallas aaltokäytöllä	0,0156

Kuten aikaisemmin on mainittu, tullaan altaaseen asentamaan vastavirtalaite. Tällöin mitoittavaksi tekijäksi valitaan haihtumiskerroin 0,0156 kg/m<sup>2</sup>s. Altaan pinta-ala on 20,4 m<sup>2</sup>.



KUVA 2. IX-diagrammi ja siihen piirretyt pisteet allastilan ilman vesisisällöstä sekä kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa.

(The Engineering Toolbox)

Kuvan 1 perusteella allastilan ilman vesisisältö on 12 grammaa vettä yhdessä kilogrammassa kuivaa ilmaa suhteellisen kosteusprosentin ollessa 60. Kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa on 19 grammaa vettä yhdessä kilogrammassa kuivaa ilmaa.

Kun kaikki tarvittavat arvot on saatu, voidaan tehdä sijoitus yksinkertaiseen kaavaan.

$$q_{vm} = 20,4 \text{ m}^2 * 0,0156 \text{ kg/m}^2\text{s} * (0,019 \text{ kg/kg}_{\text{kuivaa ilmaa}} - 0,012 \text{ kg/kg}_{\text{kuivaa ilmaa}})$$

$$q_{vm} = 0,00223 \text{ kg/s}$$

Muutetaan tunniksi

$$q_{vm} = 8,01 \text{ kg/h}$$

Yksinkertaisella kaavalla mitoittavaksi arvoksi allasveden haihtumiselle saadaan yksinkertaisella kaavalla 8,01 kg/h. VDI 2089:n kaava antaa mitoittavaksi arvoksi allasveden haihtumiselle 8,86 kg/h. Koska VDI 2089:n kaavalla saatu arvo on korkeampi, pidetään tätä jatkossa allastilan ilmanvaihdon mitoittavana tekijänä.

### 3.1.1 Allastilan ilmanvaihdon tarve

Allastilan mitoitusvaihtumaksi saatiin 8,86 kg/h (0,00246 kg/s). Tämä altaasta haihtunut kosteus tulee käsitellä allastilasta tavalla tai toisella. Tyypillisesti kosteus poistetaan allastilasta tehostetulla ilmanvaihdolla. Tehostetun ilmanvaihdon rinnalle voidaan suunnitella muun muassa erillisiä ilmankuivatusjärjestelmiä ilmamäärän noustessa liian suureksi allastilan kokoon nähden. Tarvittava ilmavirta lasketaan kaavalla

$$q_{mi} = \frac{\sum q_{vm}}{(X_p - X_t)}$$

$q_{mi}$  = ilmavirta, kg/s

$\sum q_{vm}$  = haihtuvan veden kokonaismassavirta, kg/s

$X_p$  = poistoilman vesisisältö, kg/kg<sub>kuivaa ilmaa</sub>

$X_t$  = tuloilman vesisisältö, kg/kg<sub>kuivaa ilmaa</sub>

Haihtuvan veden kokonaismassavirta on aikaisemmin laskettu 0,00246 kg/s. Poistoilman vesisisältö on 12 grammaa vettä yhdessä kilogrammassa kuivaa ilmaa.

Suurinta ilmavirtaa kosteuden poistamiseksi allastilasta vaaditaan lämpimissä kesäolosuhteissa, koska tällöin tuloilma sisältää jo valmiiksi runsaasti vettä. LVI-ohjekortti 06-10451 antaa kesäolosuhteiden tuloilmalle vesisisällöksi arvon 9 grammaa vettä kilogrammassa kuivaa ilmaa. Arvo pätee allastiloille, jotka sijaitsevat joko rannikolla tai Etelä-Suomessa. (LVI-ohjekortti)

Sijoitetaan saadut arvot kaavaan, jolla tarvittava ilmavirta ratkaistaan.

$$q_{mi} = \frac{0,00246 \frac{kg}{s}}{\left(0,012 \frac{kg}{kg_{kuivaa\ ilmaa}} - 0,009 \frac{kg}{kg_{kuivaa\ ilmaa}}\right)}$$

$$q_{mi} = 0,820 \text{ kg/s}$$

Muutetaan tilavuusvirraksi

$$q_{vm} = \frac{0,820 \frac{kg}{s}}{1,2 \frac{kg}{m^3}}$$

$$q_{vm} = 0,683 \frac{m^3}{s}$$

Ilmaa allastilaan kaivataan  $683 \frac{l}{s}$  kesällä vastavirtalaitteen ollessa päällä.

Allastilan pinta-ala on noin  $54 \text{ m}^2$ . Korkeutta allastilalla on noin 2,5 metriä. Allastilan tilavuus on siten  $135 \text{ m}^3$ . Allastilan ilman tulisi vaihtua noin 4-5 kertaa tunnissa, jotta paikallisilta kosteusvaurioilta vältytään. (LVI-ohjekortti)

Huipputilanteessa ilmanvaihtokone vaihtaa allastilan ilmaa 2459 kuutiota tunnissa. Il-

manvaihtokerroin on siten  $\frac{2459 \frac{m^3}{h}}{135 \frac{m^3}{1}} = 18,2 \frac{1}{h}$ . Mitoitetulla ilmanvaihtokoneella allastilan

ilma vaihtuisi huipputilanteessa lähes 20 kertaa yhden tunnin aikana. Tuo on lähes ne-

linkertainen määrä ohjekortin antamaan suositukseen verrattuna, ja siten aivan liian suuri.

Vaadittua ilmamäärää voidaan pienentää kuivaamalla allastilan ilmaa. Kuivaaminen tapahtuu kondensoimalla allastilan ilmasta kosteutta. Tällöin kosteuden poistamiseksi allastilasta ei vaadita niin suuria ilmamääriä.

### 3.1.2 Allastilan ilman kuivaaminen

Allastilan ilman kuivaamiseen löytyy erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Tilaan voidaan sijoittaa erillinen kuivain, jolla allastilan ilmasta voidaan kondensoida vettä. Kuivaamiseen voidaan käyttää myös ilmalämpöpumppua. Tämän lisäksi tarjolla on erilaisia puhallinkonvektoreita, joilla allastilan ilmaa voidaan kuivata.

Helpoin ja kustannustehokkain ratkaisu on erillisen ilmankuivaimen sijoittaminen allastilaan. Ilmankuivain on nimensä mukaisesti ilman kuivaamiseen tarkoitettu laite. Ilmankuivaimet voivat olla joko kiinteästi asennettuja tai vapaasti siirreltäviä laitteita. Ilmankuivaajien perustoimintaperiaate on seuraavanlainen: puhallin ajaa ilmaa laitteeseen, jolloin kylmähöyrystimen läpi virtaamasta ilmasta kondensoituu vettä. Kuivattu ilma lämpenee ilmankuivaimen kylmäainelauhduttimessa ja palaa takaisin huoneilmaan.



KUVA 3. Ilmankuivain pieneen allastilaan (Esteri 2014)

Ilmalämpöpumput yhdistetään usein joko sisäilman lämmittämiseen tai sisäilman jäähdyttämiseen. Tämän lisäksi ilmalämpöpumpulla voidaan myös kuivata sisäilmaa. Ilmalämpöpumpun sisäyksikössä kiertävä kylmäaine höyrystyy sitoen itseensä energiaa, jolloin yksikössä tapahtuu jäähdytystä. Jäähdytymisen seurauksena sisäilmasta kondensoituu vettä ja ilma kuivuu. Ilmalämpöpumpuissa on usein sekä jäähdytys- että kuivaustoiminto. Jäähdytystoiminnossa sisäyksikkö puhaltaa ympärillä jäähtynyttä ilmaa huonetilaan. Kuivaustoiminnossa kuivatettu ilma lämmitetään ja puhalletaan huonetilaan.



KUVA 4. Ilma-ilmalämpöpumpun sisä- ja ulkoyksikkö. (Daikin Urura Sarara 2014)

Puhallinkonvektorissa kiertää viileä neste, jolla mahdollistetaan ilmassa olevan kosteuden kondensoiminen. Tavanomaisesti puhallinkonvektorit ovat joko lämmitys- tai jäähdytyskäyttöön, joten laitteista ei löydy erillistä lämmitystä ilmankuivaustilannetta varten. Allastilakäytössä laitteen sijoitteluun on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta epämiellyttäviltä viileiltä ilmapirroilta vältytään.



KUVA 5. Puhallinkonvektori ilmankuivaamiseen (Fläkt Woods 2014)

LVI-ohjekortti 06-10451 suosittelee allastilan ilman vaihtuvan 4-5 kertaa tunnissa, jotta paikallisilta kosteusvaurioilta vältytään. Huipputilanteessa allastilan ilmaan kertyy kosteutta altaasta 8,86 kg/h. Jotta allastilan ilmanvaihtuvuudessa päästään LVI-ohjekortin suositteluun arvoon, tulee allastilan ilmasta kondensoida kosteutta.

Allastilan tilavuus on 135 m<sup>3</sup>. Tarkastelukohteessa allastilan ilmaa tulisi vaihtaa vähintään 540 m<sup>3</sup>/h, eli 150  $\frac{l}{s}$ . Mikäli ilmasta ei kondensoida kosteutta, on vaihtuva ilmamäärä huipputilanteessa oltava 2459 m<sup>3</sup>/h, jotta pahoinvointirajaa ei ylitetä.

Kuten laskettu, pelkästään ilmanvaihtoa hyödyntäen allastilan ilmanvaihtotarve on miltei nelinkertainen verrattuna LVI-kortin 06-10451 ohjeistukseen. Jotta ilmanvaihdon määrää voidaan laskea neljäsosaa lasketusta, saa huipputilanteessa allastilan ilmaan kertyä kosteutta ainoastaan neljäsosa siitä määrästä, mikä aikaisemmin on laskettu. Allastilan ilmaan saa siten kertyä kosteutta vain  $\frac{8,86 \frac{kg}{h}}{4} = 2,22 \frac{kg}{h}$ . Ilmasta pitää kondensoida kosteutta huipputilanteessa  $8,86 \frac{kg}{h} - 2,22 \frac{kg}{h} = 6,64 \frac{kg}{h}$ , jotta paikallisilta kosteusongelmita vältytään eikä pahoinvointirajaa kosteuden osalta ylitetä.

Suoritetaan tarkastuslaskenta ilmamäärän osalta.

$$q_{mi} = \frac{0,000617 \frac{kg}{s}}{\left(0,012 \frac{kg}{kg_{kuivaa\ ilmaa}} - 0,009 \frac{kg}{kg_{kuivaa\ ilmaa}}\right)}$$

$$q_{mi} = 0,206 \text{ kg/s}$$

Muutetaan tilavuusvirraksi

$$q_{vm} = \frac{0,206 \frac{kg}{s}}{1,2 \frac{kg}{m^3}}$$

$$q_{vm} = 0,172 \frac{m^3}{s}$$

$$0,171 \frac{m^3}{s} * 3600 \text{ s} = 619 \frac{m^3}{h}$$

Kun allastilan ilmasta kondensoidaan kosteutta huipputilanteessa  $6,64 \frac{kg}{h}$ , päästään allastilan ilman vaihtuvuudessa tilanteeseen, jossa pahoinvointiraja alitetaan ja ilman vaihtuvuus on riittävä paikallisten kosteusongelmien välttämiseksi.

Jossain tapauksissa kuivaimen hankkiminen ei ole välttämättömyys, vaikka laskelmat näin osoittaisivatkin. Kun huippukuormitus on lyhytaikaista, kuten esimerkiksi yksi tunti vuorokaudessa, voidaan pelkästään ilmanvaihtoa tehostamalla käsitellä syntyneet hetkellinen kosteuskuorma allastilan ilmasta.

### **3.2. Allastilan vesi- ja viemärijärjestelmät**

#### **3.2.1 Allastilan käyttövesijärjestelmä**

Allastilan käyttövesijärjestelmää suunniteltaessa huomio kiinnittyy altaan vesitarpeeseen. Kuten aikaisemmin on todettu, huipputilanteessa altaasta haihtuu tunnin aikana jopa 6,5 litraa vettä. Tämän lisäksi altaan käyttäjien mukana kulkeutuu vettä pois altaasta. Koska altaasta häviää vettä, on veden lisääminen altaaseen oltava yksinkertainen toimenpide. Lisäksi altaan täyttämisen on oltava helppoa ensitäyttöä ja vaihtotäyttöä silmällä pitäen.

Allastilan käyttövesijärjestelmän perusrakenne pysyy samana sekä vanhaa lämmöntuottojärjestelmään hyödyntäessä että energiaremontin yhteydessä. Ainoat muutokset tulevat teknisen tilan kytkentöihin. Allastilassa ratkaisut ovat yhtenevät kummassakin tapauksessa.

#### **3.2.2 Allastilan viemärijärjestelmä**

Allastilan viemärijärjestelmässä tulee huomioida altaan yksinkertainen tyhjentäminen sekä altaasta kulkeutuvan veden ja ilmankuivatuksesta muodostuvan kondenssiveden ohjaaminen viemäriin.

Tyhjennystä varten viemärointi kannattaa sijoittaa lähelle allaspumppujärjestelmää. Sen lisäksi että allaspumpulla hoidetaan allasveden puhdistamista, allastilapumpulla voidaan

suorittaa altaan tyhjentäminen. Kun viemäröinti sijoitetaan allastilapumpun läheisyyteen, onnistuu tyhjentäminen yksinkertaisesti. Muita pumppuja ei tarvita.

Huipputilanteessa allastilan ilmasta kondensoidaan noin neljä litraa vettä tunnissa. Tuollaista vesimäärää ei voi jättää lattialle seisomaan, vaan ilmankuivauksen seurauksena syntyvä kondenssivesi täytyy ohjata viemäriin. Suunnittelussa altaan tyhjentämiseen tarkoitettu ja kondenssiveden ohjaamiseen tarkoitettu viemäröinti voidaan yhdistää.

Käyttäjien mukana altaasta kulkeutuva vesi on tarpeen tullen hyvä saada ohjattua viemäriin. Etenkin silloin, kun altaasta on kulkeutunut paljon vettä kulkureiteille. Rungas vesimäärä kulkureiteillä lisää allastilan ilmankosteutta ja aiheuttaa liukastumisvaaran.

Kaikki suunniteltavat viemäripisteet ovat lattiakaivoja. Allastilan vesi ohjataan samaan lattiakaivoon allastilan kuivaamisesta syntyvän kondenssiveden kanssa. Kulkureitille asennettavat lattiakaivot sijoitetaan erikseen. Välttämättömien viemäripisteiden lisäksi allastilan käyttäjällä on erityistoive kurakaivon sijoittamisesta allastilassa sijaitsevan ulko-oven eteen.

Allastilan viemäröinnin perusrakenne pysyy samana sekä vanhaa lämmöntuottojärjestelmään hyödyntäessä että energiaremontin yhteydessä.

### **3.3. Allastilan lämmitysjärjestelmä**

Allastilalaajennuksen tiedetään nostavan energiankulutusta merkittävästi. Sen lisäksi että lämmitettävä pinta-ala kiinteistössä nousee noin 50 neliötä, täytyy myös allastilan allasveden pysyä lämpöisenä vuoden ympäri.

Allastilalaajennuksen lämmittämiseen tarvittavan energian määrä on laskettu Mikko Jykelän opinnäytetyössä *Energiavaraaja omakotitalossa ja uusiutuvat energiat: Case Pihlajamaa*

Sen lisäksi että allastilan lämmitykseen kuluu energiaa, kuluu energiaa myös allasveden peruslämpötilan ylläpitämiseen. Allasveden peruslämmön ylläpitämiseen kuluva ener-

gia voidaan laskea karkeasti hyödyntäen allasveden mitoituslämpötilaa, maaperän vuotuista keskilämpötilaa ja altaan U-arvoa.

Allasveden mitoituslämpötilaksi on määritelty +24 celsiusastetta. Maaperän pintakeskilämpötila on Nokian Tottijärvellä +5 celsiusastetta. Altaan seinien lämmönläpäisykerrointa ei ole kohteessa määritelty, mutta nykyisen rakennusmääräyskokoelman mukaan alapohjan vähimmäislämmönläpäisykerroin on  $0,16 \frac{W}{m^2K}$ . Laskennassa voidaan siten käyttää tätä vähimmäisarvoa.

Altaan lyhyet sivut ovat 3,4 metriä ja pitkät sivut 6,0 metriä. Allas on 1,5 metriä syvä. Lyhyiden sivujen yhteisnäpinta-ala siten  $10,2 \text{ m}^2$ . Pitkien sivujen seinäpinta-ala on  $18,0 \text{ m}^2$ . Altaan pohjapinta-ala on  $20,4 \text{ m}^2$ . Kokonaisuudessaan eristettyä pinta-alaa on siis  $28,2 \text{ m}^2$ .

Lasketaan ylläpitämiseen tarvittava tehontarve

$$48,6 \text{ m}^2 * 19 \text{ K} * 0,16 \frac{W}{m^2K} = 147,74 \text{ W}$$

Vuodessa energiaa kuluu

$$147,74 \text{ W} * 24 \text{ h} * 365 \text{ d} = 1294202,40 \text{ W}$$

eli siis 1294,20 kWh

Ylläpitävän lämmitysenergian kulutuksen lisäksi altaan tarvitsema energia ensilämmityksessä on hyvä huomioida yleisellä tasolla. Altaan kokonaistilavuus on noin  $22,5 \text{ m}^3$ , joten altaassa on vettä 22500 litraa. Mikäli kunnallisesta saatavan käyttöveden lämpötila on  $+7 \text{ }^\circ\text{C}$ , täytyy allasvettä lämmittää 17 Kelviniä jotta päästään allasveden lämpötilassa suunniteltuun  $+24 \text{ celsiusasteeseen}$ .

Veden ominaislämpökapasiteetti on  $4,19 \frac{kJ}{kgK}$ . Yhden vesikilogramman lämmittäminen yhden Kelvinin verran vaatii 4,19 kJ. Altaan vettä lämmitetään 17 Kelviniä, joten energiaa yhden vesikilogramman lämmittämiseen kuluu 71,23 kJ. Koska altaassa on vettä 30600 kilogrammaa, vaaditaan koko vesimassan ensilämmittämiseen energiaa 2179638

kJ, eli 605,46 kWh. Allasveden ensilämmitystä ei kuitenkaan tarvitse huomioida lämmitysjärjestelmää mitoitettaessa, koska kyseessä on harvoin toistuva kuormitus.

### 3.3.1 Nykyinen lämmöntuottotapa

Vanhan osan lämmitykseen ja lämpimään käyttöveteen tarvitsema energia saadaan selville aikaisempien vuosien toteutuneesta energiankulutuksesta. Tällä hetkellä kiinteistön ensisijainen lämmöntuotto toteutetaan öljykattilalla käsittäen lämmityksen ja lämpimän käyttöveden. Varaava takka toimii kiinteistön täydentävänä lämmönlähteenä. Saatujen tietojen perusteella vanhan osan vuotuinen öljynkulutus on ollut noin 2 400 litraa. Tämän lisäksi kohteessa on poltettu puita noin 4 m<sup>3</sup>.

Öljykattilan hyötysuhteen voidaan olettaa olevan yli 90 % (Neste 2013). Varaavalle takalle hyötysuhteeksi asetetaan 80 % (Motiva 2013). Öljyn energiasisältö on 9,81 kWh/l (Seppänen 2001). Varaavassa takassa oletetaan poltettavan sekapuuta. Sekapolttopuun, josta puolet on koivua ja puolet on mäntyä, energiasisällöksi tulee 1530 kWh/p-m<sup>3</sup> (Metsäkeskus 2013).

Vanhan osaan öljykattilalla tuotettu energia

$$2400 \text{ l} * 9,81 \frac{\text{kWh}}{\text{l}} * 0,9 = 21189,60 \text{ kWh}$$

Vanhaan osaan varaavalla takalla tuotettu energia

$$4 \text{ m}^3 * 1530 \frac{\text{kWh}}{\text{p} - \text{m}^3} * 0,8 = 4896,00 \text{ kWh}$$

Vanhan osan energiankulutus on siten yhteensä

$$21189,60 \text{ kWh} + 4896,00 \text{ kWh} = 26085,60 \text{ kWh} \sim 26000 \text{ kWh}$$

Kun todelliseen vanhan osan vuotuisen energiankulutukseen lisätään allastilalaajenuksen laskennallinen vuotuinen energiankulutus, saadaan kiinteistön uudeksi kokonaisenergiankulutukseksi 27300 kWh vuodessa.

### 3.3.2 Vaihtoehtoiset lämmöntuottoratkaisut

Allastilalaajennuksen yhteydessä kohteeseen on mahdollista toteuttaa energiamuotoremontti. Energiamuotoremontilla tarkoitetaan joko vanhan lämmöntuottojärjestelmän korvaamista uudella lämmöntuottojärjestelmällä tai vanhan rinnalle rakennettavaa uutta lämmöntuottojärjestelmää.

Opinnäytetyössä rajataan lämmöntuottoratkaisuvaihtoehdot kahteen ryhmään siten, että toinen ratkaisuvaihtoehto nojaa aikaisemmassa otsikossa käsiteltyyn nykyiseen lämmöntuottojärjestelmään ja toinen ratkaisuvaihtoehto korvaa nykyisen öljykattilan uusiutuvaan energiaan pohjautuvilla lämmöntuottotavoilla.

#### Lämpöpumput

Lämpöpumpuilla tarkoitetaan lämmöntuottojärjestelmää, jossa kylmemmästä tilasta siirretään lämpöenergiaa lämmitettävään tilaan. Lämpöpumppujen toiminta perustuu kylmäaineen olomuodon muutokseen. Höyrystyessään kylmäaineeseen sitoutuu energiaa. Kylmäaineen höyrystyminen tapahtuu kylmässä tilassa. Kylmä tila voi olla esimerkiksi ulkoilma tai maalämpöpumpun keruupiirin neste. Kun höyrystynyt kylmäaine siirretään lämmitettävään tilaan, kylmäaine lauhdutetaan. Tällöin kylmäaineeseen sitoutunut lämpöenergia vapautuu. Lämmin tila voi olla esimerkiksi sisäilma tai lämminvesivaraaja. Prosessin peruskomponentit koostuvat kompressorista, paisuntaventtiilistä, höyrystimestä, lauhduttimesta ja kylmäaineesta.



KUVA 6. Ilma-vesilämpöpumppu (Alfea 2014)

## **Aurinkoenergia**

Mikko Jykelän opinnäytetyössä *Energiavaraaja omakotitalossa ja uusiutuvat energiat: Case Pihlajamaa* on käsitelty vaihtoehtoisia lämmöntuottoratkaisuja laajemmin.

### **3.3.3 Lämmönjakotapa**

Allastilan lämmönjakoon on kolme tapaa. Allastilaan voidaan suunnitella ilmalämmitys, jolloin tilaan puhallettava ilma, joka on allastilan ilmaa lämpoisempää, pitää allastilan sisäilman mitoituslämpötilassa huippupakkasillakin. Tämän lisäksi allastilan lämmönjako voidaan hoitaa vesikiertoisella patterilämmityksellä, jolloin patteriverkoston ajetaan riittävän lämmintä vettä mitoituslämpötilan ylläpitämiseksi. Vesikiertoisen patterilämmityksen sijaan allastilaan voidaan asentaa myös vesikiertoinen lattialämmitys. Perusperiaate on sama kuin vesikiertoisessa patterilämmityksessä, mutta lämmönjako tapahtuu lattiaan upotetun lämmityspiirin kautta.

Vaikka allastilan lämmönjako voidaan periaatetasolla hoitaa useammallakin tavalla, on käytäntö soittanut lattialämmityksen parhaaksi tavaksi hoitaa allastilan lämmönjako. Koska allastilassa ollaan usein paljain jaloin, on lattialämmitys mukavuuskysymys. Lattialämmitys myös kuivaa kulkuväylille tullutta vettä, jolloin kulkuväylillä liikkuminen on turvallisempaa liukastumisvaaran pienentyessä.

## **4 ALLASTILAN LVI-RATKAISU VANHAA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄÄ HYÖDYNTÄEN**

### **4.1. Allastilan ilmanvaihtojärjestelmä**

Allastilan ilmanvaihtoa varten valitaan oma ilmanvaihtokone. Vanhaa osaa palvelee oma ilmanvaihtokone. Tällä järjestelyllä voidaan allastilan ilmanvaihtotarvetta muuttaa vanhan osan ilmanvaihtotarpeesta riippumatta.

Allastilan ilman kuivaamiseen valitaan ilma-ilmalämpöpumppu erillisen ilmankuivaimen sijaan. Ilma-ilmalämpöpumppuun päädytään, koska lämmityskaudella ilma-ilmalämpöpumppua voidaan hyödyntää allastilan lämmittämiseen öljylämmityksen kustannuksella.

### **4.2. Allastilan käyttövesi- ja viemärijärjestelmä**

LVI-suunnitelmassa huomioidaan altaan tarvitsema vesi. Käyttövesi haaroitetaan kodinhoituhuoneen vesipisteestä. Käyttövesi liitetään altaan pumppujärjestelmään, jolloin muita vesipisteitä allasta varten ei kaivata. Asiakkaalla ei ole ilmennyt tarvetta ylimääräisten vesipisteiden sijoittamiselle allastilaan. Suihkutilat kiinteistöstä löytyvät jo ennestään.

Allastilaan sijoitetaan yksi lattiakaivo allaspumpun läheisyyteen sekä yksi kaivo kulkuväylälle. Allaspumpun läheisyyteen sijoitettuun lattiakaivoon johdetaan vesi allasta tyhjennettäessä, allastilan kuivauksessa syntyvä kondenssivesi sekä allastilan ilmanvaihdossa syntyvä kondenssivesi. Kulkuväylälle sijoitettuun lattiakaivoon voidaan ohjata altaan käyttäjistä kulkeutuva vesi. Kulkuväylälle sijoitettava kaivo on kuivakaivo vähäisen vesimäärän vuoksi. Välttämättömien kaivojen lisäksi asiakas on halunnut yhden kura-altaan allastilan ulko-oven eteen.

### **4.3. Allastilan lämmitysjärjestelmä**

Allastilan lämmitys hoidetaan olemassa olevalla öljykattilalla sekä ilma-ilmalämpöpumpulla. Muita lämmönlähteitä allastilan lämmittämiseen ei tule.

Lämmönjakotapana lattialämmitys sekä ilmalämpöpumpun ilmalämmitys. Allastilan lattialämmitystä varten alakertaa palvelevat meno- ja paluupuolen jakotukit muutetaan sellaisiksi, että niihin saadaan nykyisten alakerran lattialämmityspiirien lisäksi liitettyä kaksi lattialämmityspiiriä allastilaa varten.

### **4.4. Lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio**

Lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavion muutos nykyiseen kytkentäkaavioon on alakerran lattialämmityspiiriin lisääntynyt vedentarve. Nykyisellään alakerran lattialämmityksen suunniteltu kokonaisvirtaama on 0,32 l/s. Alakerran lattialämmityspiirien yhteispituus on 417 metriä, joten yhtä metriä kohden virtaamaa on mitoitettu 0,00077 l/s.

Allastilan lattialämmityspiirien kokonaispituus on 91 metriä. Mikäli virtaama halutaan pitää allastilassa samana muun alakerran kanssa, tulee alakerran uudeksi suunnitelluksi kokonaisvirtaamaksi  $0,32 \text{ l/s} + (91 \text{ m} * 0,00077 \text{ l/s}) = 0,39 \text{ l/s}$ . (liite X)

### **4.5. Kustannusarvio olemassa olevaa lämmitysjärjestelmää hyödyntäen**

Kustannusarviot ovat suuntaa-antavia ja perustuvat omiin kokemuksiin LVI-asennusyrityksen työnjohtajana. Kustannusarvioissa on laiteosuus, asennustarvikeosuus, työn osuus ja kokonaishinta.

### Allastilan ilmanvaihtojärjestelmä

Laite / Osa / Työ	Merkki ja malli	Hinta (sis. alv.)
Ilmanvaihtokone	Vallox 150 Effect SE	2300,00 €
Kanavaosat (sis. päätelaitteet)	Peltikanava	1600,00 €
Pienosat	-	400,00 €
Asennustyö (sis. rakennustekniset työt)	-	4000,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>	-	<b>8300,00 €</b>

### Allastilan käyttövesi- ja viemärijärjestelmä

Laite / Osa / Työ	Merkki ja malli	Hinta (sis. alv.)
Käyttövesiputket	PEX-putki	100,00 €
Viemäriputket (sis. lattiakaivot)	Muoviputki	600,00 €
Vesikalusteet		300,00 €
Asennustyö (sis. rakennustekniset työt)	-	1500,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>	-	<b>2500,00</b>

### Allastilan lämmitysjärjestelmä

Laite / Osa / Työ	Merkki ja malli	Hinta (sis. alv.)
Ilmalämpöpumppu	Daikin Ururu Sarara	1500,00 €
Lattialämmitysputki	PEX-putki	120,00 €
Pienosat	-	300,00 €
Asennustyö (sis. rakennustekniset työt)	-	2000,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>	-	<b>2120,00 €</b>

## 5 ALLASTILAN LVI-RATKAISU ENERGIAREMONTIN YHTEYDESSÄ

### 5.1.1 Allastilan ilmanvaihtojärjestelmä

Allastilan ilmanvaihtoa varten valitaan oma ilmanvaihtokone, jolloin ilmanvaihdon määrää voidaan säädellä vanhan osan ilmanvaihtotarpeesta riippumatta.

Allastilan ilman kuivaamiseen valitaan puhallinkonvektori. Puhallinkonvektorissa kiertää maalämpöpumpun maapiirin paluupuolen neste. Maapiirin paluupuolen neste on riittävän viileää kondensoidakseen allastilan ilmasta kosteutta. Puhallinkonvektoria ohjataan kosteusanturilla. Kun absoluuttinen kosteus on saavuttanut asetetun raja-arvon, puhallinkonvektori käynnistyy.

### 5.1.2 Allastilan käyttövesi- ja viemärijärjestelmä

Allastilan LVI-suunnitelman käyttövettä suunniteltaessa huomioidaan altaan tarvitsema vesi sekä uuden lämmitysjärjestelmän vaatimat vesiputkitukset. Vanhassa lämmitysjärjestelmässä vesiputki johdetaan piharakennuksessa olevaan tekniseen tilaan. Energia-  
muotoremontin yhteydessä vesiputki tuodaan allastilan yhteyteen rakennettuun tekniseen tilaan. Teknisessä tilassa oleva maalämpöpumppu tuottaa tarvittavan lämpimän käyttöveden.

Käyttövesi liitetään altaan pumppujärjestelmään, jolloin muita vesipisteitä allasta varten ei kaivata. Asiakkaalla ei ole ilmennyt tarvetta ylimääräisten vesipisteiden sijoittamiselle allastilaan. Suihkutilat kiinteistöstä löytyvät jo ennestään.

Allastilaan sijoitetaan yksi lattiakaivo allaspumpun läheisyyteen sekä yksi kaivo kulkuväylälle. Allaspumpun läheisyyteen sijoitettuun lattiakaivoon johdetaan vesi allasta tyhjennettäessä, allastilan kuivauksessa syntyvä kondenssivesi sekä allastilan ilmanvaihdossa syntyvä kondenssivesi. Kulkuväylälle sijoitettuun lattiakaivoon voidaan ohjata altaan käyttäjistä kulkeutuva vesi. Kulkuväylälle sijoitettava kaivo on kuivakaivo vähäisen vesimäärän vuoksi. Välttämättömien kaivojen lisäksi asiakas on halunnut yhden kura-altaan allastilan ulko-oven eteen.

## 5.2. Allastilan lämmitysjärjestelmä

Maalämpöjärjestelmän mitoitukseen on tarjolla useita ohjelmia, mutta mitoitusohjelmat ovat pääsääntöisesti vain jälleenmyyjien saatavilla. Asiakas on päätenyt Nereus -merkkiseen maalämpöpumppuun. Koska minulla ei ole mahdollisuutta käyttää Nereuksen mitoitusohjelmaa, joudun turvautumaan kilpailijan mitoitusohjelmistaan. Tätä kautta saan suuntaa-antavat tiedot tarvittavan pumpun koosta ja lämpökaivon syvyydestä.

Kun huomioidaan vanhan osan vuoteinen energiantarve sekä uuden osan laskennallinen energiantarve, saadaan kilpailevan valmistajan mitoitusohjelmalla maalämpökaivon syvyydeksi noin 225 metriä. Pumpun tehon tulisi olla vähintään 12 kW. (Nereus 2013)



KUVA 7. Maalämpöpumppu (Nereus 2013)

Allastilan lämmönjako toteutetaan lattialämmityksellä. Lattialämmityspiiri asennetaan valuun rakennusvaiheessa. Koska allastilan lattialämmitys toteutetaan yhdellä piirillä, on putkikooksi valittava vähintään 20x2. Tällä tavalla putkiston painehäviötä saadaan pienemmäksi, jolloin lattialämmityspiiristä voidaan tehdä tavanomaista pidempi.

### 5.3. Lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio

Energiaremontin yhteydessä tehty kytkentäkaavio löytyy Mikko Jykelän opinnäytetyöstä *Energiavaraaja omakotitalossa ja uusiutuvat energiat: Case Pihlajamaa*.

### 5.4. Kustannusarvio suunnitellulle järjestelmälle

Kustannusarviot ovat suuntaa-antavia ja perustuvat omiin kokemuksiin LVI-asennusyrityksen työnjohtajana. Kustannusarvioissa on laiteosuus, asennustarvikeosuus, työn osuus ja kokonaishinta.

#### Allastilan ilmanvaihtojärjestelmä

Laite / Osa / Työ	Merkki ja malli	Hinta (sis. alv.)
Ilmanvaihtokone	Vallox 150 Effect SE	2300,00 €
Kanavaosat (sis. päätelaitteet)	Peltikanava	1600,00 €
Pienosat	-	400,00 €
Asennustyö (sis. rakennustekniset työt)	-	4000,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>	-	<b>8300,00 €</b>

#### Allastilan käyttövesi- ja viemärijärjestelmä

Laite / Osa / Työ	Merkki ja malli	Hinta (sis. alv.)
Käyttövesiputket	PEX-putki	100,00 €
Viemäriputket (sis. lattiakaivot)	Muoviputki	600,00 €
Vesikalusteet		300,00 €
Asennustyö (sis. rakennustekniset työt)	-	3000,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>	-	<b>1300,00 €</b>

### Allastilan lämmitysjärjestelmä

<b>Laite / Osa / Työ</b>	<b>Merkki ja malli</b>	<b>Hinta (sis. alv.)</b>
Maalämpöpumppu	Nereus Geo Sun II 12 kW	8500,00 €
Lämpökaivo	225 m	7500,00 €
Lattialämmitysputki	PEX-putki	120,00 €
Pienosat	-	400,00 €
Asennustyö (sis. rakennustekni- set työt)	-	4000,00 €
<b>YHTEENSÄ</b>	-	<b>20520,00 €</b>

## 6 LOPPUSANAT

Opinnäytetyössä vallitsevana tekijänä oli kosteuden hallinta allastilassa. Kaikki muu oli enemmän tai vähemmän toissijaista. Kosteuden hallitsemiseksi löytyi monenlaisia ratkaisuja allastilan käyttötottumuksista, muista LVI-teknisistä ratkaisuista ja halutuista kustannuksista riippuen.

Vanhaa lämmöntuottojärjestelmää hyödyntäen allastilalaajennuksen LVI-tekninen ratkaisu on hieman alle 20 000 euroa halvempi kuin energiamuotoremonttiin nojaava ratkaisu. Tuo ero selittyy lähes täysin kiinteistöön asennettavalla maalämpöjärjestelmällä. Muilta osin ratkaisut ovat hinnaltaan lähes yhtenevät.

Tarkasteltavassa kohteessa voitaisiin aivan hyvin jatkaa vanhalla öljykattilalla, sillä öljykattilan elinkaareksi on laskettu 20-30 vuotta. (energiatehokaskoti.fi) Lämmöntuoton uusimiseen ei siten ole elinkaaritaloudellisesti painetta. Toisaalta öljylämmityksen jatkuvasti nouseva hinta saattaa kääntää vaakakupia energiamuotoremontin suuntaan.

Öljylämmityksen yhteydessä allastilan ilmasta kannattaa kondensoida kosteutta ilma-ilmalämpöpumpulla. Ilma-ilmalämpöpumppua voidaan öljylämmityskohteessa hyödyntää myös lämmitykseen, koska ilma-ilmalämpöpumpulla voidaan tuottaa lämmitysenergiaa öljylämmitystä edullisemmin. Vastaavasti maalämpöön siirryttäessä hyvä tapa ilman kuivaamiseen on puhallinkonvektori, jossa kierrätetään maalämpöpumpun maapierin nestettä. Maalämpöjärjestelmän rinnalle ei ole tarvetta sijoittaa ilma-ilmalämpöpumppua, koska maalämpöpumppu on oikein mitoitettuna ilma-ilmalämpöpumppua energiatehokkaampi lämmönlähde.

Vuonna 2012 opinnäytetyön tekijällä oli vielä ajatuksena suuntautua LVI-suunnittelun puolelle, jonka vuoksi opinnäytetyön oli tarkoitus olla vahvasti suunnittelupainotteinen. Opintojen edetessä intressit löytyivät kuitenkin jostain muualta, joten opinnäytetyön rakennetta piti vaihtaa lennossa. Osaamisen ja työkokemuksen puuttumisen vuoksi opinnäytetyötä ei olisi voinut viedä loppuun alkuperäisellä rakenteella.

## LÄHTEET

Alfea. Ilma-vesilämpöpumppu. Luettu 17.3.2014

<http://www.lampopumpputalo.fi/tuotteet/atlantic/alfea-excellia-duo-ilmavesilampopumppu/>

Daikin Ururu Sarara. Ilmalämpöpumppu. Luettu 17.3.2014

<http://www.aircon247.com/p/818080/daikin-ururu-sarara-ftxr28erxr28e-28kw-wall-mounted-inverter-heat-pump-system.html>

energiatehokaskoti.fi. 2014. Lämmitysjärjestelmien elinkaari. Luettu 18.3.2014

[http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/lammitysjarjestelmien\\_elinkaari](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/lammitysjarjestelmien_elinkaari)

Esteri. Ilmankuivaajat. Luettu 17.3.2014

<http://www.esteri.com/kuivaus/ilmankuivaajat-muut-kohteet>

Fläkt Woods. Puhallinkonvektori. Luettu 17.3.2014

<http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/acs/jaahdytyspalkit-ja-puhallinkonvektorit/puhallinkonvektorit/qzb/>

Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto MAOL ry.2006. MAOL-taulukkokirjan 2. painos. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Metsäkeskus. 2013. Halkoliiteri polttopuun ominaisuudet. Luettu 13.1.2014

<http://www.halkoliiteri.com/?id=587>

Motiva.2012. Laskukaavat: Lämmitysenergiankulutus. Luettu 13.1.2014

[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiankayton\\_tehostaminen/kiinteistojen\\_energianhallinta/kulutuksen\\_normitus/laskukaavat\\_lammitysenergiankulutus](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammitysenergiankulutus)

Nereus. 2013. Geo Sun II -esite. Luettu 13.1.2014

[http://www.nereus.fi/maalampo/maalampopumput/nereus\\_geo\\_sun\\_ii](http://www.nereus.fi/maalampo/maalampopumput/nereus_geo_sun_ii)

Nereus. Maalämpöpumppu. Luettu 16.1.2013

[http://www.nereus.fi/maalampo/maalampopumput/nereus\\_geo\\_sun\\_ii](http://www.nereus.fi/maalampo/maalampopumput/nereus_geo_sun_ii)

Neste. 2013. Kattila ja poltin. Luettu 13.1.2014

<http://www.neste.fi/artikkeli.aspx?path=2589%2C2655%2C2710%2C2791%2C2797%2C3185%2C3189>

Pihlajamaa, P. 2000. Kiinteistön kuvat.

Rakennustietosäätiö 2012. LVI-ohjekortti 06-10451

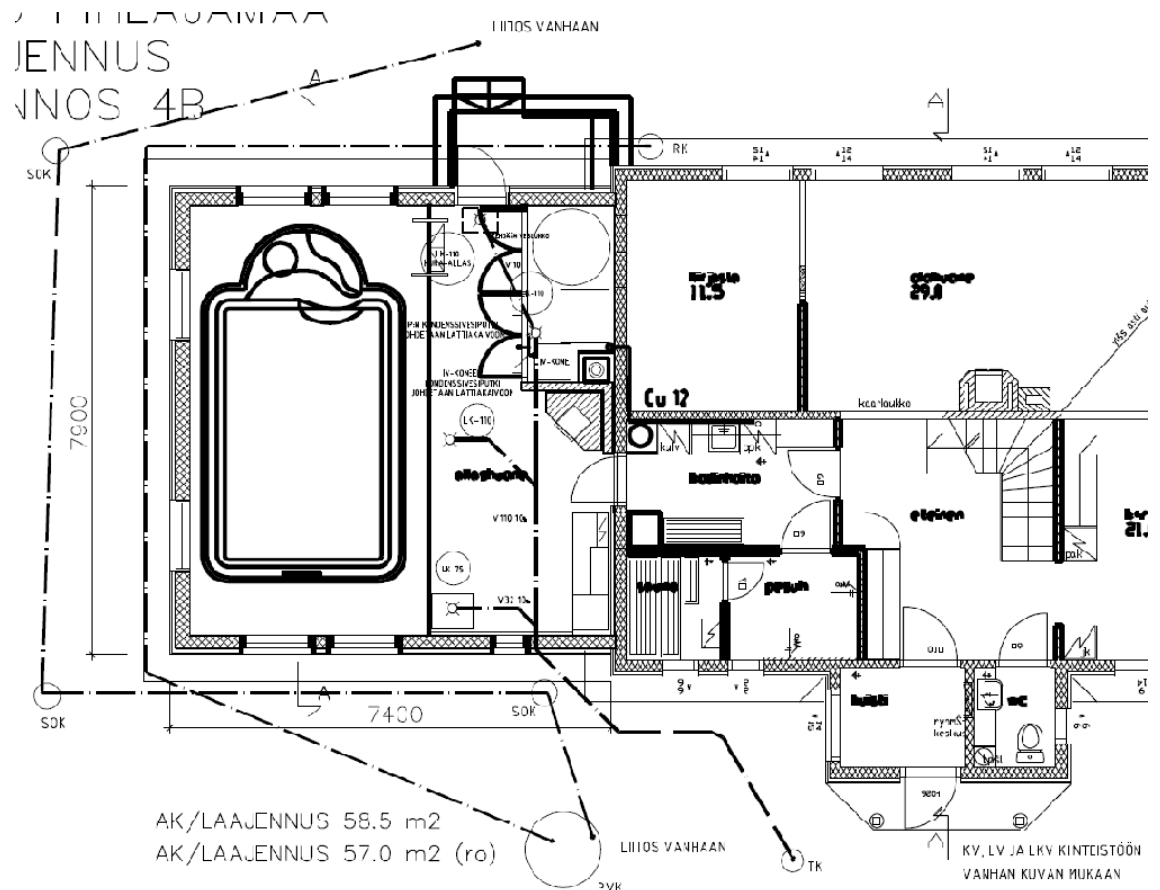
Seppänen, O. 2001. Rakennusten lämmitys. 2. päivitetty painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino.

The Engineering Toolbox. 2013. Mollier-kuvaaja. Luettu 20.7.2013

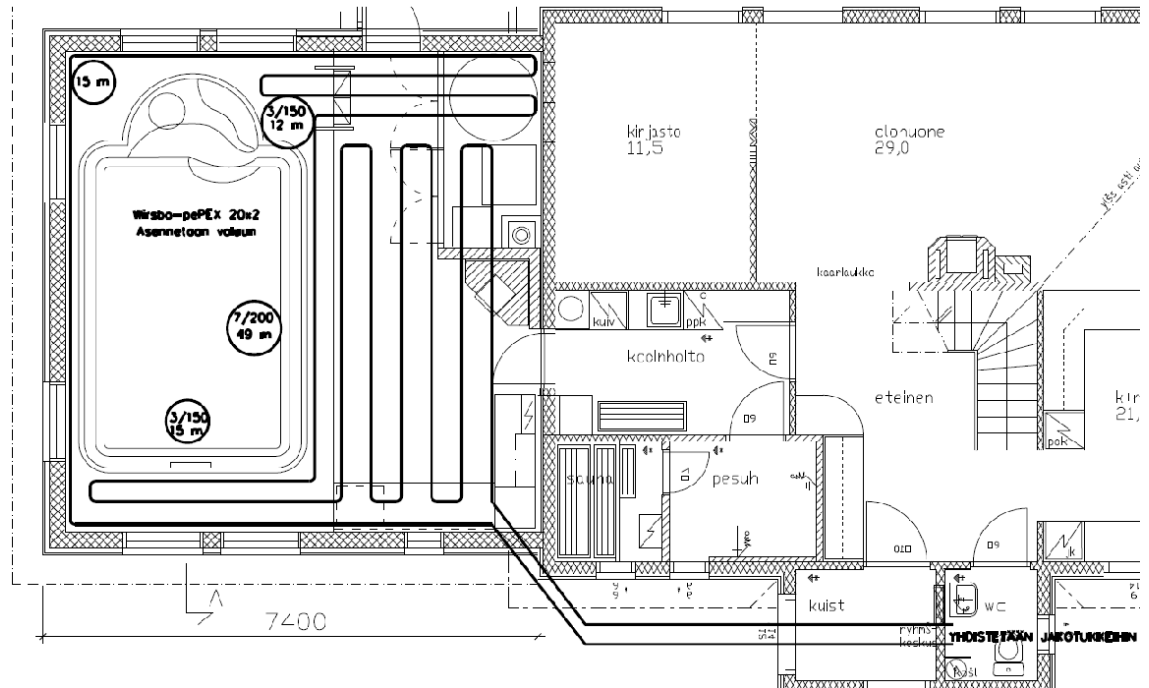
[http://www.engineeringtoolbox.com/psychrometric-chart-mollier-d\\_27.html](http://www.engineeringtoolbox.com/psychrometric-chart-mollier-d_27.html)



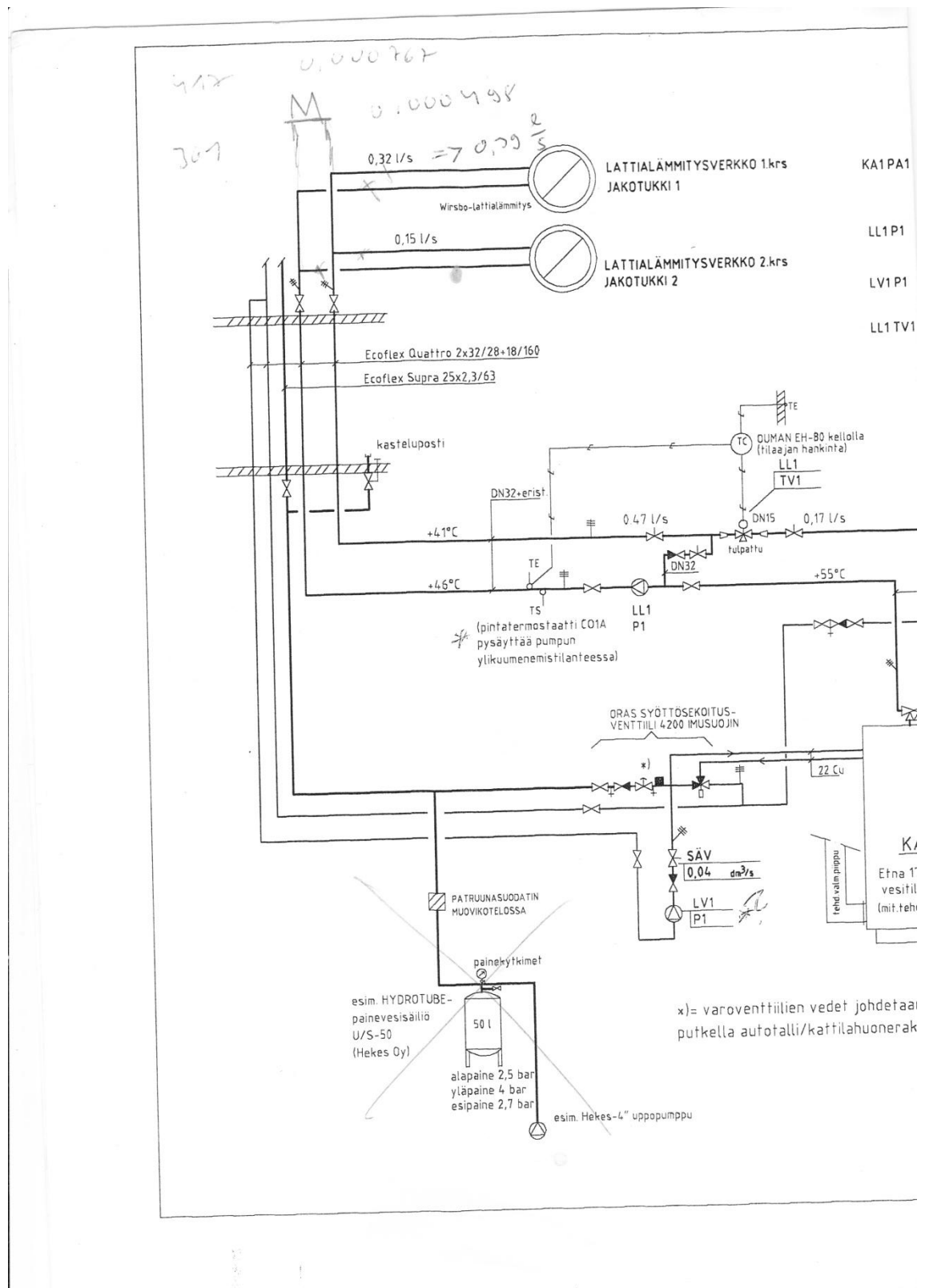
Liite 2. Vesi- ja viemärikuva vanhaa lämmitysmuotoa hyödyntäen



## Liite 3. Lämmönjakokuva vanhaa lämmitysmuotoa hyödyntäen



## Liite 4. Kytkentäkaavion muutos vanhaa lämmitysmuotoa hyödynnettäessä







Liite 7. Lämmönjakokuva energiamuotoremontin yhteydessä

