

Eelie Kallonen

## **TERVAJÄRVEN ALAVESISÄILIÖN LVI-SUUNNITELMAT**

# TERVAJÄRVEN ALAVESISÄILIÖN LVI-SUUNNITELMAT

Eeliel Kyllönen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikka, LVI-tekniikka

---

Tekijä: Eelie Kyllönen

Opinnäytetyön nimi: Tervajärven alavesisäiliön LVI-suunnitelmat

Työn ohjaaja: Mikko Niskala, Rauno Holopainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 37 + 4 liitettä

---

Tämän opinnäytetyön aiheena on LVI-suunnittelu. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Pöyry Finland Oy. Työn tavoitteena oli tehdä toteuttamiskelpoiset ja laadukkaat LVI-suunnitelmat Tervajärven alavesisäiliön laajennukselle ja sen uudelle varasto- ja varavoimarakennukselle. Kohde sijaitsee Kiimingissä, ja se toimii nykyisin Kiimingin alueen alavesisäiliönä, josta jaetaan käyttövetä alueen kiinteistöille. Kohteeseen tehdään laajennus nykyiselle alavesisäiliörakennukselle sekä rakennetaan uusi varasto- ja varavoimarakennus. Koska kohde on puhdasvesilaitos, kiinnitettiin huomiota siihen, ettei puhtaaseen veteen pääse epäpuhtauksia LVI-järjestelmistä. LVI-suunnitelmat on tehty käyttäen MagiCAD-ohjelmaa. Työssä on käytetty myös RIUSKA-olosuhde- ja energiasimulointiohjelmaa rakennusten energiatehokkuuden määrittämiseksi.

Olemassa olevaan valvomorakennukseen ja uuteen varasto- ja varavoimarakennukseen suunniteltiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) määräysten mukainen tulo- ja poistoilmanvaihto pyörivillä lämmönsiirtimillä. Lämmitysmuodoksi suunniteltiin sähkölämmitys huoltovapauden, kustannusten ja tässä kohteessa sen käytännöllisyyden takia. Valvomorakennukseen suunniteltiin rakennettavaksi myös kaksi ilmalämpöpumppua, jotka palvelevat sosiaali- ja pumpputiloja. Vesi- ja viemärisuunnittelussa kiinnitettiin huomiota siihen, ettei epäpuhtauksia pääse puhdasvesisäiliöön. Koska alueella ei ole kunnallista viemäriverkostoa ja kohde on puhdasvesilaitos, kerätään kaikki jätevedet kahteen viiden kuutiometrin umpisäiliöön. Varasto- ja varavoimarakennuksessa on autotalli ja varavoimatila, joten rakennukseen suunniteltiin asiaan kuuluvat öljyn- ja hiekanerotinjärjestelmät hälytyksineen.

Tässä opinnäytetyössä on esitetty LVI-suunnittelun vaiheita, suunnitteluratkaisuja ja valmiit LVI-suunnitelmat. Lisäksi on perehdytty syvemmin hiekan- ja öljynerottiin, lämmitysmuodon valintaan sekä vesisäiliöiden ilmansuodatusjärjestelmään.

---

Asiasanat: alavesisäiliö, vesilaitos, hiekanerotus, öljynerotus, LVI-suunnittelu

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 VESI- JA VIEMÄRISUUNNITELMAT	7
2.1 Vesijohdot	7
2.2 Viemärit	7
2.2.1 Valvomorakennuksen viemärointi	8
2.2.2 Varasto- ja varavoimarakennuksen viemärointi	8
2.2.2.1 Kemikaalivarasto	8
2.2.2.2 Varavoimatila ja autotalli	9
2.2.3 Öljynerotus	9
2.2.4 Hiekanerotus	13
3 ILMANVAIHTOSUUNNITELMAT	14
3.1 Valvomorakennuksen ilmanvaihto	14
3.2 Varasto- ja varavoimarakennuksen ilmanvaihto	16
3.2.1 Autotalli	16
3.2.2 Kemikaalivarasto	16
3.2.3 Varavoimatila	17
4 VESISÄILIÖIDEN ILMANSUODATUS	22
5 LÄMMITYS	24
5.1 Maalämpöpumppu	24
5.1.1 Toimintaperiaate	25
5.1.2 Mitoitus	26
5.1.3 Hankintakustannukset	27
5.2 Sähkölämmitys	28
5.2.1 Ilmalämpöpumput	28
5.2.2 Ilmalämpöpumpun mitoitus	29
5.2.3 Sähköenergian säästö	29
5.2.4 Hankintakustannukset	30
5.3 Lämmitysmuodon valinta	31

6	ENERGIATEHOKKUUS	32
6.1	<i>Lämpöhäviöt</i>	32
6.2	<i>E-luku</i>	32
7	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	
	Liite 1 LVI-suunnitelmat	
	Liite 2 LVI-kalusteluettelo	
	Liite 3 LVI-kojeluettelo	
	Liite 4 LVI-työselostus	

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on tehdä LVI-suunnitelmat Tervajärven alavesisäiliöön, joka on yksi monista Oulun Veden pohjaveden käsittelylaitoksista. Suurin osa Tervajärven alavesisäiliön vedestä tulee Teeriselän vedenottamolta. Vesi käsitellään Tervajärven alavesisäiliöllä ennen kuin se johdetaan Kiimingin seudulle kulutukseen. Tervajärven laitoksella veteen lisätään vain vähän kemikaaleja: saostus- ja alkalointikemikaalien lisäksi lisätään vuosittain noin 20 000 kiloa kalkkikiveä. (1, s. 14.) Laitos sijaitsee Kiimingissä, noin 40 kilometrin päässä Oulusta pohjoiseen. Kohde on puhtasvesilaitos, mikä on otettava huomioon suunnittelussa. Suunnittelun kohteena on nykyisen alavesisäiliön laajennus ja uusi varasto- ja varavoimarakennus. Työn tilaaja on kansainvälinen konsultointi- ja suunnitteluyritys Pöyry Finland Oy.

LVI-suunnitelmat laaditaan MagiCAD-ohjelmalla sekä käyttäen RIUSKA-olosuhde- ja energiasimulointiohjelmaa rakennusten energiatehokkuuden määrittämiseen. Kohteen molempiin rakennuksiin suunnitellaan koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto pyörivillä lämmönsiirtimillä. Lämmitysmuotona on sähkö ja sen rinnalla kaksi ilmalämpöpumppua. Jätevedet kerätään umpisäiliöihin. Varastorakennukseen suunnitellaan hiekan- ja öljynerotinjärjestelmät. Alavesisäiliöön ja kalkkisuodattimeen suunnitellaan ilmansuodatusjärjestelmä, joka myös estää painevaihtelusta aiheutuvat ongelmat.

Tavoitteena oli suunnitella toimivat, selkeät ja käyttökelpoiset LVI-suunnitelmat ja ottaa huomioon puhtasvesilaitoksen vaatimat puhtausvaatimukset. Työssä esitellään työn vaiheita ja suunnitteluratkaisuja.

## **2 VESI- JA VIEMÄRISUUNNITELMAT**

Vesijohdot ja viemärit suunniteltiin ja mitoitettiin MagiCAD-ohjelmalla. Nykyisen valvomorakennuksen käyttövesiverkosto ja -kalusteet uusitaan. Uuteen varastorakennukseen suunniteltiin käyttövesiverkosto muun muassa autojen pesua varten.

### **2.1 Vesijohdot**

Vesijohdot suunniteltiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 (2007) määräyksien ja ohjeiden mukaan. Käyttövesi saadaan laitoksen omasta puhdasvesiverkosta. Valvomorakennuksen vedenkäsittelyprosessin puolella sijaitsevat putket suunniteltiin tehtäväksi ruostumattomasta teräksestä ja muissa tiloissa sijaitsevat putket kuparista. Varastorakennuksen vesijohdot tehdään kuparista. Valvomorakennuksesta viedään kylmävesi uuteen varastorakennukseen muovisella jäätyttömällä Uponor Supra -vesijohtoelementillä.

Lämmin vesi tuotetaan sähkövaraajilla. Lämpimän käyttöveden käyttö kohteessa on vähäistä, ja näin ollen sekä valvomorakennuksen että varastorakennuksen varaajien tilavuudeksi suunniteltiin 100 l. Varastorakennukseen suunniteltiin myös lattioiden ja autojen pesua varten pesuletkukela, jota voidaan tarvittaessa käyttää myös pikapalopostina.

### **2.2 Viemärit**

Viemärit suunniteltiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 (2007) määräyksien ja ohjeiden mukaan. Koska kohde on puhdasvesilaitos eikä kunnallista viemäriverkostoa ole lähettyvillä, johdetaan kaikki jätevedet täyttymishälyttimillä varustettuihin umpisäiliöihin. Kohteeseen suunniteltiin kaksi kappaletta viiden kuutiometrin umpisäiliöitä, jotka yhdistetään yhdysputkella yhdeksi 10 kuutiometrin kokonaisuudeksi. Umpisäiliöiden tilavuus arvioitiin todellisen käytön mukaan. Tilavuutta arvioitaessa oli huomioitava, että tyhjennyskertoja tulisi olla vähintään yksi vuodessa, mutta ei kuitenkaan liikaa.

### **2.2.1 Valvomorakennuksen viemärointi**

Nykyisen valvomorakennuksen jätevesiviemärit jäävät käyttöön. Jätevedet johdetaan nykyisin kolmen saostuskaivon kautta maaperään. Näistä kaksi kaivoa puretaan ja yksi jää palvelemaan kellarin pumpputilan lattiakourua. Rakennuksen muut viemärivedet johdetaan umpisäiliöön. Valvomorakennuksen vanhassa viemäriverkostossa ei ole tuuletusviemäriä, eikä sitä ole mahdollista rakentaa, joten hajulukot tyhjentävän alipaineen syntyminen ehkäistään WC:n käsienvesualtaan alle asennettavalla alipaineventtiilillä. Venttiilin asennuksessa on huomioitava, että se jää vesilukkojen yläpuolelle.

### **2.2.2 Varasto- ja varavoimarakennuksen viemärointi**

Uudessa varasto- ja varavoimarakennuksessa on autotalli, kemikaalivarasto ja varavoimatila. Näiden tilojen käyttötarkoitus asettaa omat vaatimuksensa viemäroinnille.

#### **2.2.2.1 Kemikaalivarasto**

Kemikaalivarastossa säilytetään kemikaaleja, jotka eivät saa päästä viemäriverkoston. Jos kemikaalivarasto viemäroidään, on viemäroinnissä otettava huomioon se, ettei mahdollinen vuotanut kemikaali pääse rakennuksen yleiseen viemäriverkoston. Tämän takia kemikaalivaraston viemäri on varustettava sulkuventtiilillä ja se viemäroidään erilliseen keräilyaltaaseen. Sulkuventtiili pidetään kiinni ja avataan vain, jos esimerkiksi lattianpesuvedet päästetään viemäriin. (2, s. 7 - 8.)

Tässä kohteessa kemikaalivaraston lattia on rakennuksen muita lattiapintoja alempana muodostaen altaan. Tämän lattia-altaan tilavuus riittää ottamaan vastaan varaston suurimman kemikaalisolun tilavuuden, joten viemärointi ei ollut tarpeellinen.



### 2.2.2.2 Varavoimatila ja autotalli

Koska autotallissa on myös autonpesumahdollisuus, vaaditaan kohteeseen öljyn- ja hiekanerottimet (3, s. 2, 6). Tilojen viemärointi suunniteltiin toteutettavaksi viidellä yksittäisellä hiekanerotuslatiakaivolla, joiden kautta jätevesi johdetaan öljynerottimelle ja siitä edespäin näytteenottokaivon kautta umpisäiliöön.

### 2.2.3 Öljynerotus

Öljynerotin estää öljyn pääsyn yleiseen viemäriin. Jos jäte- tai sadevedet sisältävät vettä kevyempiä ja liukenemattomia aineita, johdetaan tämän tyyppiset jätevedet aina öljynerottimen kautta. Sijoitettaessa öljynerotinta rakennuksen ulkopuolelle on huomioitava sen vaivaton huoltaminen ja tyhjennys. Tässä kohteessa öljynerotin suunniteltiin varastorakennuksen pohjoisseinän ulkopuolelle. Öljynerotin jää routarajan yläpuolelle umpisäiliöiden matalan asennussyvyyden takia, joten se on routaeristettävä. (3, s. 2.)

Öljynerottimen nimellisvirtaama NS lasketaan kaavalla 1.

$$NS = Q_s * f_d * f_x$$

KAAVA 1

jossa,

NS = erottimen nimellisvirtaama [dm<sup>3</sup>/s]

Q<sub>s</sub> = jäteveden mitoitusvirtaama [dm<sup>3</sup>/s]

f<sub>d</sub> = öljyn tiheyskerroin

f<sub>x</sub> = haittakerroin, jätevesille käytetään kerrointa 2

Erottimen jäteveden mitoitusvirtaama Q<sub>s</sub> lasketaan viemäripisteiden normivirtaamilla kaavalla 2. Varasto- ja varavoimarakennuksessa on kaksi kappaletta kaatoaltaita, joiden normivirtaama on 0,6 dm<sup>3</sup>/s allasta kohden ja yksi pesuletkukela. Pesuletkukelaa käytetään tarvittaessa pikapalopostina ja sen virtaama saadaan taulukosta 1. Tässä kohteessa letkun sisähalkaisija on 20 mm, jolloin pikapalopostin virtaama taulukon 1 mukaan on 0,85 dm<sup>3</sup>/s.

TAULUKKO 1 Pienin nimellisvirtaama kylmävesijohdossa, johon liittyy pikapaloposti (4, s. 38)

Letkun sisähalkaisijan nimellismitta d (mm)	Virtaama yhdelle pikapalopostille q (dm <sup>3</sup> /s)	Yhteisvirtaama useammalle pikapalopostille q (dm <sup>3</sup> /s)
20	0,85	1,70
25	1,70	3,40

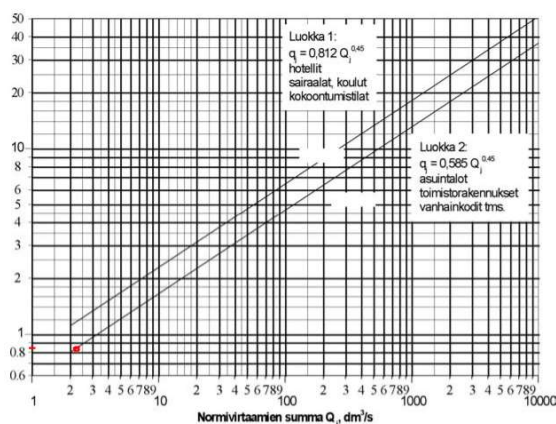
Nyt voidaan laskea jäteveden normivirtaama kaavalla 2.

$$Q_s = q_1 + q_2 + q_3 \quad [\text{dm}^3/\text{s}]$$

KAAVA 2

$$Q_s = 0,6 + 0,6 + 0,85 = 2,05 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Normivirtaaman ollessa 2,05 dm<sup>3</sup>/s mitoitusvirtaamaksi saadaan 0,85 dm<sup>3</sup>/s (kuva 1). Mitoitusvirtaama olisi 0,85 dm<sup>3</sup>/s, vaikka normivirtaamien summa olisi pienempi, sillä mitoitusvirtaama on oltava vähintään yhtä suuri kuin viemäriin liittyvä suurin normivirtaama.



KUVA 1 Viemärin mitoitusvirtaama (4, s. 48)

Öljynerottimen luokka määräytyy erottimen nimellisvirtaamalla suoritettussa testauksessa ulostulevan veden hiilivetypitoisuuden mukaan. Testin perusteella I-luokan erottimissa hiilivetypitoisuus on maksimissaan 5 mg/dm<sup>3</sup>, tällöin kyseessä on yleensä koalisoiva erotin. (4, s. 55.) Koalisoivassa erottimessa öljypisarat tarttuvat koalisoattorin pinnalle, josta öljy voidaan poistaa (5, s. 14). Luokan II erottimien hiilivetypitoisuus on maksimissaan 100 mg/dm<sup>3</sup>. Luokan II erotin on yleensä gravitaatioerotin, jonka toiminta perustuu painovoimaan. (4, s. 55.) Koska tila on autotalli ja tilan lattioita on tarkoitus myös ajoittain pestä, valitaan öljynerottimen luokaksi taulukosta 2 luokka II.

TAULUKKO 2 Öljynerottimen valintaperusteet (4, s. 55)

**Öljynerottimen valintaperusteet.**

Jätevesi	Öljynerottimen luokka	
	Jätevesi puhdistamoon	Jätevesi muualle <sup>1)</sup>
1. Sadevesi huoltoasemalla	II	I
2. Sadevesi öljyn varasto ja liikennöintialueet tms.	II / IIb	I
3,4. Sadevesi pysäköintialue, (erityisalueet)	II / IIb	I
5. Lattioiden pesuvesi: teollisuus, korjaamot, huoltamot	II	-
6. Autonpesukoneet	II	-
7. Moottoripesut, osienpesu	I	-
8. Uusien autojen vahan poisto	II EBS	-
9. Romuttamot	II	-
10. Käsittelyalueet	II	-
11. Erottimien jätteen käsittelyalueet	I	-

<sup>1)</sup> Jäteveden purkupaikka valitaan paikallisen viranomaisen ohjeiden mukaan.

Tiheyskerroin  $f_d$  saadaan nyt taulukosta 3. Erottimen luokaksi valittiin II, ja ajoneuvoissa yleisesti käytetyn moottoriöljyn tiheys  $+15\text{ °C}$ :n lämpötilassa on yleensä suurempi kuin  $0,85\text{ g/cm}^3$  (6, s. 7), jolloin tiheyskerroimeksi saadaan 2.

TAULUKKO 3 Tiheyskerroin (4, s. 55)

**Tiheyskerroin  $f_d$ .**

Erottimen luokka	Tiheyskerroin $f_d$ <sup>1)</sup> öljyn eri tiheyksillä $\rho$ ( $\text{g/cm}^3$ )		
	$\rho \leq 0,85$	$0,85 < \rho \leq 0,90$	$0,90 < \rho \leq 0,95$
II	1	2	3
I	1	1,5	2
II ja I <sup>2)</sup>	1	1	1

<sup>1)</sup> Annettujen tiheyskerroimien käyttö edellyttää hiekan- ja lietteenerotinta sekä näytteenottokaivoa.

<sup>2)</sup> II ja I luokan erottimet peräkkäin.

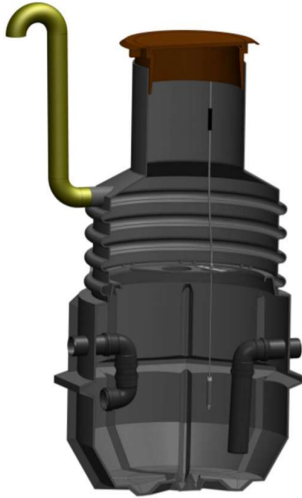
Nyt voidaan laskea erottimen nimellisvirtaama kaavalla 1.

$$NS = 0,85\text{ dm}^3/\text{s} * 2 * 2 = 3,4\text{ dm}^3/\text{s}$$

Öljynerottimen nimellisvirtaamaksi saadaan  $3,4\text{ dm}^3/\text{s}$

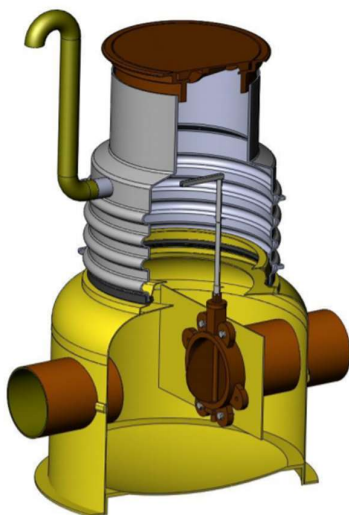
Öljynerottimeksi valittiin Wavin-Labkon PEK NS6 -öljynerotin (kuva 2). NS6 tarkoittaa, että erottimen nimellisvirtaus eli läpivirtaus on enimmillään  $6\text{ dm}^3/\text{s}$ . Tässä tapauksessa nimellisvirtaamaksi saatiin laskemalla  $3,4\text{ dm}^3/\text{s}$ . PEK NS6 -erotin on hieman ylimitoitettu, mutta seuraava pienempi

erotin on NS3, joka taas olisi hieman liian pieni. NS6 -erotin mahdollistaa viemärikapasiteetin lisäämisen tulevaisuudessa, jos se on tarpeen.



*KUVA 2 Wavin-Labko PEK NS6 (7)*

Öljynerotin vaatii myös näytteenottoaivon. Näytteenottoaivon tarkoitus on mahdollistaa näytteenottaminen öljynerottimen jälkeen. Näin voidaan selvittää öljynerottimen toimivuus. (3, s.1.) Näytteenottoaivoksi valittiin Wavin-Labkon EuroNOK PE160 (kuva 3).



*KUVA 3 Wavin-Labko EuroNOK PE160 (8)*

## 2.2.4 Hiekanerotus

Hiekanerotin estää hiekanpääsyn jätevesiverkostoon keräämällä hiekan ja muun kiinteän aineksen erottimen lietesäiliöön. Hiekanerottimen vähimmäislietetilavuus lasketaan kaavalla 3.

$$V_{\min} = \frac{200 \cdot NS}{f_d}$$

KAAVA 3

jossa,

$V_{\min}$  = erottimen vähimmäislietetilavuus [dm<sup>3</sup>]

NS = öljynerottimen nimellisvirtaama [dm<sup>3</sup>/s]

$f_d$  = öljyn tiheyskerroin

$$V_{\min} = \frac{200 \cdot 3,4}{2} = 340 \text{ dm}^3$$

Erillisen hiekanerottimen vähimmäislietetilavuudeksi saadaan 340 dm<sup>3</sup>, mutta koska hiekka- ja lietemäärä autonpesupaikalla on Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 (2007) mukaan kohtalainen, vähimmäislietetilavuus on oltava 600 dm<sup>3</sup>. (4, s. 56.) Mutta koska autotallin ensisijainen tarkoitus on toimia autosuojana ja autonpesua tehdään vain harvakseltaan, voidaan Oulun kaupungin rakennusvalvonnan mukaan tapauskohtaisesti olettaa, että 600 dm<sup>3</sup> erillistä hiekanerotinta ei tarvita ennen öljynerotinta, vaan rakennuksen viisi yksittäistä hiekanerotuslattiakaivoa riittävät erottamaan syntyvän hiekan ja lietteen.

Hiekanerotuslattiakaivoiksi valikoitui Wavin-Labkon HEK40 -hiekanerotuslattiakaivo (kuva 4), jossa on 40 litran lietetilavuus. Kyseisiä lattiakaivoja suunniteltiin rakennukseen viisi kappaletta, yksi varavoimatilaan ja neljä autotalliin. Täyttymishälytintä ei vaadita hiekanerotuslattiakaivoille, jos kaivo on samassa tilassa kaivoon johdettujen vesipisteiden kanssa.



KUVA 4 Wavin-Labko HEK40 (9)

### 3 ILMANVAIHTOSUUNNITELMAT

Vuoden 2018 alusta voimaan astuneen Sisäministeriön asetus rakennusten ilmanvaihdosta -mu-  
kaan rakennukset on suunniteltava ilmanvaihdon suhteen tasapainoisiksi. Kohde on kuitenkin  
suunniteltu vuoden 2017 aikana, jolloin rakennusten ilmavirrat suunniteltiin ja mitoitettiin Suomen  
rakentamismääräyskokoelman osan D2 (2012) mukaan. Poistoilmavirrat suunniteltiin noin 5 %  
suuremmiksi tuloilmaan verrattuna alipaineen saavuttamiseksi.

#### 3.1 Valvomorakennuksen ilmanvaihto

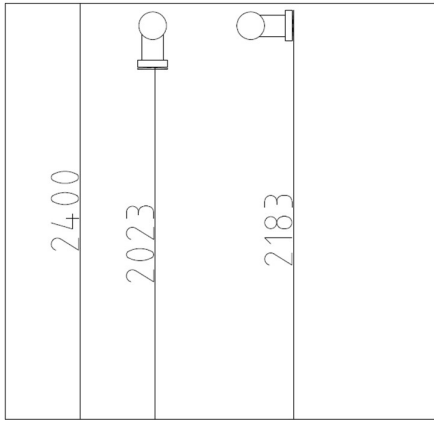
Nykyisen valvomorakennuksen ilman vaihtuvuus on järjestetty aikaisemmin painovoimaisella il-  
manvaihdolla. Rakennukseen suunniteltiin uusi koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto pyörivällä  
LTO:lla.

Ilmanvaihtokoneeksi valittiin ilmavirtojen mukaan Swegon Casa R7 Comfort (kuva 5). Kalkkivarasto  
suunniteltiin hieman alipaineiseksi ja ympäröivät tilat ylipaineiseksi kalkkipölyn leviämisen ehkäise-  
miseksi.



*KUVA 5 Swegon Casa R7 Comfort (10)*

Päätelaitteiden valinnassa oli otettava huomioon tilojen huonekorkeus. Huonekorkeus on suurimassa osassa tiloista niin matala, että päätelaitteiden asennussuunnalla on merkittävä vaikutus, kuten kuvassa 6 on esitetty.



*KUVA 6 Huonekorkeus ja päätelaitteet*

Tämä asetti rajoituksia etenkin tuloilmapäätelaitteiden valinnalle, sillä pienille ilmavirroille tarkoitetut tuloilmapäätelaitteet ovat yleensä kattoon asennettavia päätelaitteita, joissa heittokuvio on suunnattu alaspäin tai kattoa myötäileväksi. Esimerkiksi yleinen lautasmallin tuloilmaventtiilin heittokuvio ei sovellu venttiiliin vaakasuuntaiseen asentamiseen. Tästä syystä tuloilmaventtiileiksi valittiin kaikkiin muihin tiloihin paitsi pumpputilaan vaakasuuntaan asennettava Fläktwoods STI-tuloilmaventtiili (kuva 7) sen hyvän säätöalueen ja heittokuvion vuoksi. Poistoilmapäätelaitteiksi valittiin Fläktwoods KSO-poistoilmaventtiili.

Pumpputilan tulo- ja poistoilmapäätelaitteiksi valittiin Fläktwoods BDKU-kartiopäätelaitteet. Kartiopäätelaitteiden kytkentäkanaviin suunniteltiin säätöpellit, sillä laitteilla ei voida säätää ilmavirtaa.



*KUVA 7 Fläktwoods STI -tuloilmapäätelaite (11)*

## **3.2 Varasto- ja varavoimarakennuksen ilmanvaihto**

Rakennuksen autotalliin suunniteltiin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto pyörivällä LTO:lla. Ilmanvaihtokoneeksi valittiin ilmavirtojen mukaan Systemairin SAVE VTR 300 -ilmanvaihtokone. Ilmanvaihtokoneessa on automaattinen lämmönsiirtimen hidastus -ominaisuus, joka estää sen jäätymistä, jolloin sitä ei tarvitse sulattaa. Tämän ominaisuuden myötä ilmanvaihtokone ei tarvitse erillistä kondenssivesiviemärintä, mikä antoi vapaammat kädet ilmanvaihtokoneen sijoittamisessa. (12.)

### **3.2.1 Autotalli**

Autotallin tuloilmapäätelaitteiden valinnassa tuli ottaa huomioon sopiva heittopituus. Tuloilmapäätelaitteiksi valittiin Lindabin LAD-tuloilmasuutin sen pitkän heittopituuden vuoksi. Suuttimella heittopituus ylittää tilan vastakkaiselle seinustalle, minkä vuoksi välttyttiin ylimääräiseltä kanavoinnilta tilan toiseen päähän, jossa sijaitsevat nosto-ovet olisivat rajoittaneet kanavointia ja päätelaitteiden sijoittamista. Poistoilman päätelaitteeksi valittiin Fläktwoodsinkin BDKU-imukartio.

Tilaan suunniteltiin myös kaksi kappaletta yhdistelmäpukukaappeja. Pukukaapeissa säilytetään työvaatteita, jotka ovat ajoittain mahdollisesti märkiä, joten kaapit suunniteltiin liitettäväksi tilan poistoilmakanavaan kaapin ilmanvaihtuvuuden ja työvaatteiden kuivumisen varmistamiseksi. Kaappi ottaa korvausilman kaapin alaosasta ja poistoilma imetään kaapin yläosasta. Näin kaapin läpi virtaava ilma kuivattaa vaatteet ja estää kaapin tunkkaisuuden. Yhden kaapin poistoilmavirta on 11 dm<sup>3</sup>/s. Tilaan suunniteltiin myös kuivauskaappi, jonka poistoilma johdetaan poistokanavaan. Kaappien tarvitsema korvausilma tuli ottaa huomioon tilan kokonaistuloilmavirrassa.

### **3.2.2 Kemikaalivarasto**

Kemikaalivarastossa säilytetään vedenkäsittelyssä käytettäviä kemikaaleja, joista osa on myrkyllisiä tai muuten terveydelle tai ympäristölle haitallisia kuten klooria, sitruunahappoa, natriumhypoklo-



riittä ja muita prosessissa tarvittavia kemikaaleja. Varastossa säilytetään suhteellisen vähän kyseisiä kemikaaleja, mutta vähäinenkin määrä asettaa omat rajoituksensa ja vaatimuksensa tilan ilmanvaihtoon.

Sisätiloissa sijaitseva kemikaalivarasto vaatii riittävän tehokkaan ilmanvaihdon, jotta tilan ilmaan ei pääse kertymään vaarallisia kemikaalipitoisuuksia. Tästä johtuen tilan ilman on vaihdettava vähintään kerran tunnissa. (2, s. 9.) Tässä kohteessa kemikaalivaraston ilmanvaihto suunniteltiin siten, että ilma vaihtuu varastossa kolme kertaa tunnissa.

Vaikka kemikaalivaraston ilmanvaihdolla on omat vaatimuksensa eivät ilmanvaihtolaitteet, kuten kanavat ja pääte-elimet kuitenkaan tarvitse Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukesin mukaan erikoismateriaaleja, vaikka varastossa säilytetään teräskanavia syövyttäviä kemikaaleja. Erikoismateriaaleja, kuten muovikanavaa ei tarvita, sillä tila toimii vain kemikaalien varastona, eikä kemikaaleja käsitellä tilassa, joten normaalitilanteessa tilan ilmaan ei pääse sekoittumaan ilmanvaihtolaitteita syövyttäviä kemikaaleja. Näin ollen varaston ilmanvaihtokanavat suunniteltiin rakennettavaksi sinkitystä teräksestä valmistetusta kierresaumakanavasta.

Kemikaalivarasto on oma palo-osastonsa. Kemikaalivarastojen ilmanvaihtoa ei saa liittää yleisilmanvaihtoon, joten varaston ilmanvaihto toteutettiin erillisellä, pelkästään kemikaalivarastoa palvelevalla Vilpe E120P -huippuimurilla. Erillisellä ilmanvaihdolla pyritään siihen, ettei onnettomuuden sattuessa kemikaaleista mahdollisesti vapautuvat kaasut, höyryt ja pöly kulkeudu ilmanvaihtokanavia pitkin muihin tiloihin aiheuttaen vahinkoa ja vaaraa terveydelle, ympäristölle ja omaisuudelle. (2, s. 9.) Korvausilma suunniteltiin otettavaksi ulkoilmasta seinäventtiilillä.

### **3.2.3 Varavoimatila**

Varavoimatila on tila, jossa säilytetään ja käytetään varavoimakonetta. Varavoimakoneen pääasiallinen tehtävä on huolehtia, että laitos saa sähköä poikkeustilanteen, kuten sähkökatkoksen aikana mahdollistaen laitoksen vedenkäsittelyn katkeamattoman toiminnan, kunnes sähköt ovat palautuneet. Kohteen varavoimakone tuottaa sähköä polttomoottorilla, joka käyttää polttoaineena dieseliä.

Varavoimakonetila on oma palo-osasto, joten se vaatii osittain myös sen vuoksi oman erillisen ilmanvaihdon. Erillinen ilmanvaihto myös estää pakokaasujen leviämisen ilmanvaihtokanavia pitkin muihin tiloihin koneen käydessä. Tilan ilmanvaihto suunniteltiin toteutettavaksi painovoimaisena.

Tilan ilmanvaihdon suunnittelussa tuli ottaa huomioon myös varavoimakoneen toiminta. Käynnissä ollessaan varavoimakone tarvitsee 82 dm<sup>3</sup>/s palamisilmaa ja 2200 dm<sup>3</sup>/s ilmaa moottorin jäähdytykseen ja sama ilmamäärä on myös johdettava hallitusti pois tilasta. Jotta tilaan ei syntyisi massiivista alipainetta eikä kone imisi ilmaa rakenteiden läpi, suunniteltiin tilan ulkoseinään suuri ulkoilmasäleikkö, jonka kanava varustetaan lämpöeristetyllä sulkupellillä. Ulkoilmaa ei kanavoidsa varavoimakoneelle asti, vaan riittää, että ilma kulkeutuu tilaan, josta kone imee tarvitsemansa ilman. Säleikön ja pellin toimintaperiaatteena on, että kun kone käynnistyyessä tarvitsee jäähdytys- ja palamisilmaa, peltimoottori avautuu ja tilaan pääsee virtaamaan ulkoilmaa säleikön läpi.

Säleikön mitoituksessa tuli ottaa huomioon ilmannoisuus. Liian suuri säleikön otsapintanopeus aiheuttaa sen, että koneen käydessä ulkoilman mukana tilaan kulkeutuisi liiaksi kiinteää roskaa, kuten lehtiä, havuja tai lunta. Ulkosäleikön otsapintanopeus olisi hyvä olla maksimissaan 2 m/s edellä mainitun ongelman ehkäisemiseksi. Tässä käytettiin tavoitearvona 1,5 m/s. Säleikön sopiva pinta-ala voidaan laskea kaavalla 4.

$$qv = v \cdot A$$

KAAVA 4

jossa,

$$qv = \text{tilavuusvirta [m}^3/\text{s]}$$

$$v = \text{ilmannoisuus [m/s], max 1,5}$$

$$A = \text{virtauksen pinta-ala [m}^2\text{]}$$

Yhtälöstä ratkaistaan virtauksen haluttu pinta-ala.

$$A = \frac{qv}{v} = \frac{2,28 \text{ m}^3/\text{s}}{1,5 \text{ m/s}} = 1,52 \text{ m}^2$$

Säleikön pinta-alksi saatiin 1,52 m<sup>2</sup>. Nelikulmaisen säleikön yhden sivun pituus saadaan kaavalla 5 ottamalla neliöjuuri lasketusta pinta-alasta.

$$l = \sqrt{m^2}$$

KAAVA 5

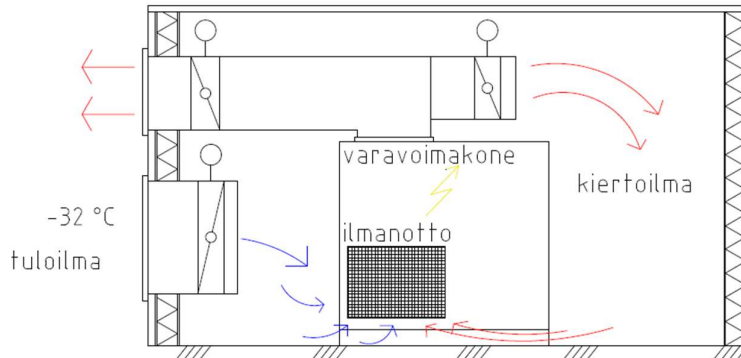
$$l = \sqrt{1,52m^2} = 1,23 \text{ m}$$

Yhden sivun pituudeksi saatiin 1,23 m. Ulkoilmasäleiköksi valittiin 1,2 m \* 1,2 m kantikas RIS-ulkoilmasäleikkö (kuva 8), jonka otsapintanopeus virtaamalla 2282 dm<sup>3</sup>/s on noin 1,58 m/s ja painehäviö 22 Pa.



KUVA 8 RIS-ulkoilmasäleikkö

Varavoimakoneessa on nestekiertoinen jäähdytyskennojärjestelmä, joka toimii siten, että moottorissa kiertävä vesiglykoliseos siirtää polttomoottorissa syntyvän lämmön kennon läpi virtaavaan viileään ulkoilmaan, jolloin koneesta ulos tullessaan ilma on lämmintä. Tätä lämmintä ilmaa voidaan käyttää hyödyksi tilan lämmittämiseen rakentamalla koneen poistoilmakanavaan toimimoottorilla varustettu kiertoilmapelti. Tilan lämpötila laskiessa alle +15 °C:n koneen käydessä kiertoilmapelti avautuu ja poistoilmapelti sulkeutuu. (Kuva 9). Peltien asentoa säädetään lämpötilakäyrän mukaan pitämällä tilan lämpötila yli +15 °C:ssa.



KUVA 9 Varavoimakoneen toiminta

Poistoilmasäleikkö mitoitetaan jäähdytysilmavirralla. Säleikkö sijaitsee ulkoseinällä, joten ilmannonpeuden olisi hyvä olla suuri, jotta ilma kulkeutuu tarpeeksi kauas rakennuksesta ja tuloilmasäleiköstä. Puhallettaessa luokan 1 jäteilmaa seinästä tulisi ilman nopeuden olla vähintään 5 m/s. (13, s. 14.) Vaikkakaan varavoimatilasta puhallettava ilma ei vastaa epäpuhtaudeltaan luokan 1 jäteilmaa, vaan se on käytännössä lämmitettyä ulkoilmaa, käytetään minimi ilmannonpeutena siitä huolimatta arvoa 5 m/s oikosulkuvirtauksen ehkäisemiseksi. Säleikön sopiva pinta-ala voidaan laskea kaavalla 4.

$$qv = v \cdot A$$

KAAVA 4

jossa,

$qv$  = tilavuusvirta [ $m^3/s$ ]

$v$  = ilmannonpeus [ $m/s$ ], min. 5

$A$  = virtauksen pinta-ala [ $m^2$ ]

Yhtälöstä ratkaistaan virtauksen haluttu pinta-ala.

$$A = \frac{qv}{v} = \frac{2,2 \text{ m}^3/s}{5 \text{ m/s}} = 0,44 \text{ m}^2$$

Säleikön pinta-alksi saatiin 0,44 m<sup>2</sup>. Säleikön yhden sivun pituus saadaan ottamalla neliöjuuri pinta-alasta.

$$l = \sqrt{0,44\text{m}^2} = 0,66 \text{ m}$$

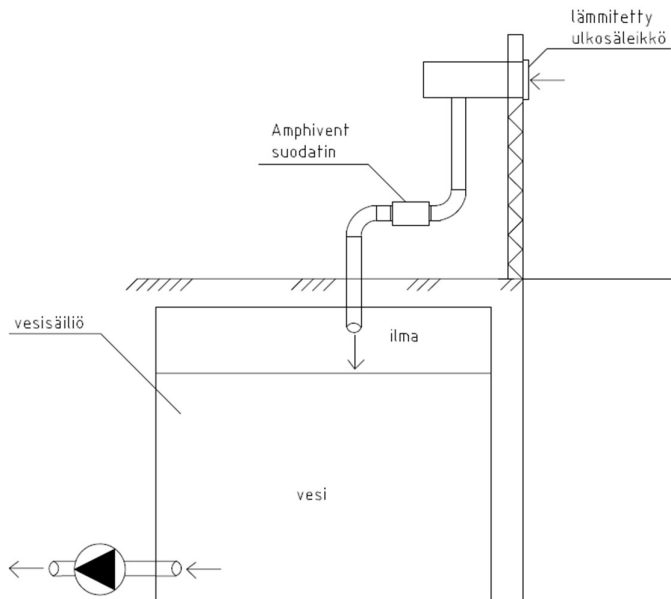
Poistoilmasäleiköksi valittiin 650 mm \* 650 mm kantikas RIS-ulkoilmasäleikkö, jonka ilmannoisuus virtaamalla 2200 l/s on noin 5,2 m/s ja painehäviö 120 Pa.

Polttomootorin palamisesta syntyvät pakokaasut johdetaan ulos lämpöeristetyllä pakoputkella.

## 4 VESISÄILIÖIDEN ILMANSUODATUS

Vesisäiliöissä säilytetään puhdasta käyttövetä. Säiliön suuri vesimäärä aiheuttaa sen, että jo pienikin veden tilavuuden vaihtelu synnyttää suuren ilmanpaineenmuutoksen säiliössä. Jos paineenvaihtelua ei voida kontrolloida, voi se pahimmassa tapauksessa aiheuttaa mittavia rakenteellisia vaurioita säiliöön. Vahingollinen ali- tai ylipaineen synty estetään ilman vapaalla liikkuvuudella säiliöön ja säiliöstä pois. Tällöin pitää ottaa huomioon, että säiliössä on puhdasta käyttövetä eikä tulevan ilman mukana saa kulkeutua säiliöön epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet, kuten esimerkiksi siitepöly, kertyvät säiliön veden pinnalle muodostaen pintakalvon. Pintakalvo toimii erinomaisena kasvualueena erilaisille bakteereille jotka vaikuttavat negatiivisesti säiliön veden laatuun ja pahimmassa tapauksessa pilaavat sen kokonaan.

Ilman vapaa liikkuvuus ja sen suodattaminen epäpuhtauksilta järjestetään Amphi-Vent-ilmansuodatusjärjestelmällä, joka suodattaa tehokkaasti saastuneen ilman, siitepölyn, hyönteiset ja pieneläimet sekä estää myös mahdollisen sabotaaasin. (14.) Amphi-Ventin toimintaperiaate on esitetty kuvassa 10. Säiliön ollessa alipaineinen, ilma imetään ulkosäleikön kautta suodattimen läpi säiliöön. Säiliötä täytettäessä säiliöön muodostuu ylipaine, jolloin ilma kulkeutuu suodattimen läpi ulos. Ulos kulkeutuessaan ilma on kosteaa, joten ulkoilmasäleikkö on varustettava sulanapidolla sen jäätymisen ehkäisemiseksi.



KUVA 10 Amphi-Ventin toiminta

Tähän kohteeseen suunniteltiin rakennettavaksi kaksi Amphi-Vent-ilmansuodatinjärjestelmää, yksi vesisäiliölle ja yksi kalkkisuodattimelle. Amphi-Vent mitoitettiin normaalitilanteen eli suurimman jatkuvan virtauksen ja hätätilanteen eli hetkellisen huippuvirtauksen perusteella. Normaalitilanteessa Amphi-Ventin on kyettävä suodattamaan vaivattomasti sen läpi kulkeva ilma.

Hätätilanteessa, esimerkiksi jos säiliöstä lähtevä vesiputki rikkoontuu, hydrostaattinen paine aiheuttaa veden syöksyvirtauksen pois säiliöstä, minkä seurauksena säiliöön syntyy massiivinen alipaine. Tällöin Amphi-Ventin tehtävä ei ole enää suodattaa tulevaa ilmaa vaan varmistaa ilman riittävä määrä vahingollisen alipaineen syntymisen ehkäisemiseksi. Tällöin alipaineesta johtuva suuri ilmavirta puhkaisee Amphi-Ventin suodattimen mahdollistaen ilman vapaan liikkuvuuden.

Tässä kohteessa säiliöt sijaitsevat maan alla, joten hydrostaattinen paine on olematon. Tällöin vesi joudutaan pumppaamaan pois säiliöistä. Amphi-Vent mitoitetaan pumppujen tuoton mukaan. Vesisäiliöstä pumpataan vettä kolmella pumpulla, joiden yhteisvirtaama on 54 dm<sup>3</sup>/s. Tällöin valitaan Amphi-Vent 200i, jonka suurin virtaama H13-suodattimella on 97 dm<sup>3</sup>/s.

Kalkkisuodattimeen valittiin Amphi-Vent 125i.

## 5 LÄMMITYS

Nykyisin valvomorakennus lämmitetään sähköpattereilla ja -lämmittimillä. Koska valvomorakennus saneerataan ja tontille rakennetaan uusi rakennus, tuli lämmitystavan muuttamisen pohtiminen oleelliseksi. Pohdinnan kohteiksi valikoitui maalämpö, poistoilmalämpöpumppu ja nykyinen sähkölämmitys. Kaukolämmitystä ei kohteeseen ole saatavilla.

Poistoilmalämpöpumppu tippui vertailusta jo alkuvaiheessa, sillä kohteessa on kaksi erillistä rakennusta joihin molempiin pitäisi rakentaa omat poistoilmalämpöpumppujärjestelmänsä. Tämä ei ole kustannuksiltaan järkevää. Lisäksi valvomorakennuksen poistoilmasta vain 37 prosenttia on lämmintä poistoilmaa ja loput 63 prosenttia on 15 asteista poistoilmaa, jolloin laskettu keskimääräinen poistoilman lämpötila on vain + 17,2 °C. Varasto- ja varavoimarakennus on kokonaan puolilämmin rakennus, jonka sisälämpötila on 15 °C. Poistoilman lämpötilan jäädessä näin alhaiseksi molemmissa rakennuksissa, arvioitiin, ettei poistoilmalämpöpumpuista saada riittävää tehoa, jotta järjestelmä olisi kannattavaa rakentaa. Näillä tiedoilla pääteltiin, että poistoilmalämpöpumppujärjestelmä ei ole kilpailukykyinen muiden lämmitysmuotojen kanssa tässä kohteessa.

Maalämpö- ja sähkölämmitysjärjestelmien vertailupohdinnassa otettiin huomioon kustannukset ja käytännöllisyys. Ennen pohdintaa laskettiin MagiCAD Room -ohjelmalla rakennusten lämpöhäviöt ja lämmitystehontarve. Valvomorakennuksen ja varasto- ja varavoimarakennuksen lämmitystehontarpeeksi laskettiin 11,5 kW.

Lämmitystavan hankintakustannuksiin sisältyvät materiaalikustannukset ja asennus- ja valvontakustannukset. Materiaalikustannukset laskettiin käyttäen arvolisäverottomia tukkuhintoja. Asennuskustannukset määräytyivät sosiaali- ja työnjohtokustannuksista, asentajan palkasta ja talotekniikka-alan normituntihinnoista.

### 5.1 Maalämpöpumppu

Maalämpöpumppu kerää lämpöenergiaa maaperästä, kalliosta tai vedestä. Osa maalämpöpumpuista on vuorottainlataavia ja osa tulistinlämpöpumppuja. Vuorottainlataavassa lämpöpumpussa

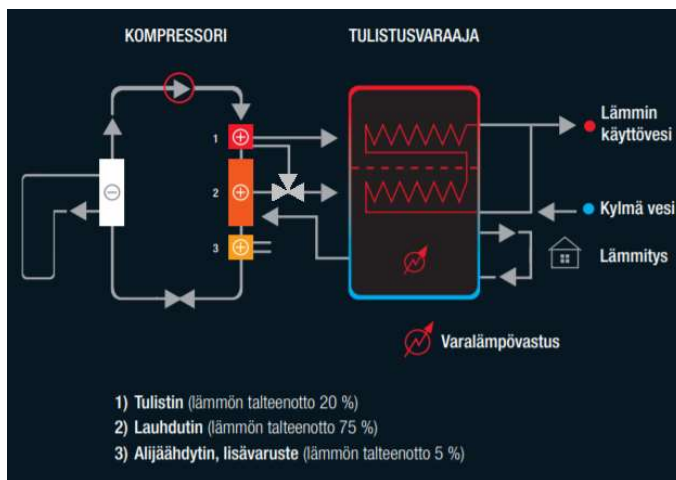


käytetään kaksoisvaippavaraajaa, jonka uloimpaan vaippaan tehdään lämminkäyttövesi ja sisempään vaippaan lämmitysvesi. Näitä vaippoja kuumennetaan vuorotellen, mutta käyttövesi kuitenkin lämmitetään ensisijaisesti. Vuorottainlataavaa lämpöpumpua voidaan käyttää lattia- ja patterilämmityskohteissa. (15.)

Tulistinlämpöpumpuissa käytetään lämmönvaihdinta, jossa kompressorista tulevasta kuumasta kylmäainehöyrystä siirretään lämpöenergiaa veden lämmitykseen. Näin vesi saadaan lämmitettyä 80 - 85 °C:seen ilman lauhtumislämpötilan nostamista. Lämpö voidaan varastoida joko paineenkestävään käyttövesivaraajaan tai lämmitysvaraajaan. (16, s. 11)

### 5.1.1 Toimintaperiaate

Maalämpöpumpun karkea toimintaperiaate on seuraava: keruuputkessa nestemäinen glykoli sitoo itseensä maaperään varastoitunutta lämpöenergiaa, minkä jälkeen se kulkeutuu pumpun avulla höyrystimelle. Höyrystimen läpi kulkeva kylmäaine höyrystyy ja sitoo itseensä glykolin maaperästä sitoman lämpöenergian, minkä jälkeen jäähtynyt glykoli palaa takaisin maaperään lämpenemään uudelleen. Höyrystynyt kylmäaine jatkaa matkaa kompressorille, joka puristaa kylmäaineen tiettyyn paineeseen ja lämpötilaan, minkä jälkeen kylmäaine kulkeutuu lauhttimelle, jossa se luovuttaa sitomansa lämpöenergian lämmitysveden ja käyttöveden lämmitykseen. Jäähtynyt, nesteeksi tiivistynyt kylmäaine palaa lopulta paisuntaventtiilin kautta takaisin höyrystimelle, minkä jälkeen seuraava kierros alkaa. (17.) Eräänlainen vaihtoventtiilillä varustetun tulistinlämpöpumpun toimintaperiaate on esitetty kuvassa 11.



KUVA 11 Tulistin maalämpöpumpun toimintaperiaate (18)

## 5.1.2 Mitoitus

Mitoitus tehtiin karkeasti kustannusten selvittämiseksi. Lämmitystehontarpeeksi laskettiin Magi-CAD Room -ohjelmalla 11,5 kW. Mitoitetaan maalämpöpumppu 80 prosenttia osatehoiseksi, jolloin tehoksi saadaan 9,2 kW.

Porakaivon syvyys tehon mukaan laskettiin porakaivosta saatavan maksimitehon perusteella. Maksimiteho lasketaan kaavalla 7.

$$\dot{Q}_{pk} = \dot{Q}_L - \frac{\dot{Q}_L}{\eta} \quad \text{KAAVA 7}$$

jossa,

$\dot{Q}_{pk}$  = porakaivosta saatava maksimiteho [kW]

$\dot{Q}_L$  = lämmitystehon tarve [kW]

$\eta$  = lämpökerroin, käytetään arvoa 3

$$\dot{Q}_{pk} = 9,2 - \frac{9,2}{3} = 6,133 \text{ kW}$$

Porakaivosta saatavaksi maksimitehoksi laskettiin 6,13 kW, jolloin kaivon syvyys voidaan laskea kaavalla 8, käyttämällä antotehona kokemuseräistä 35 W/m<sub>pk</sub>. Antoteho on kaivosta saatava teho yhtä kaivometriä kohden.

$$L_{pk} = \frac{\dot{Q}_{pk} [W]}{\dot{Q}_{pk} [\frac{W}{m}]} \quad \text{KAAVA 8}$$

jossa,

$\dot{Q}_{pk}$  = porakaivosta saatava maksimi teho. [W]

$\dot{Q}_{pk}$  = porakaivon antoteho. [W/m]

$$L_{pk} = \frac{6133W}{35 W/m} = 175 \text{ m}$$

Porakaivon syvyydeksi saatiin 175 metriä.

Lasketaan vielä porakaivon syvyys energian mukaan. Vuotuinen energiankulutus on noin 30 000 kWh/a, jolloin porakaivosta saatava energia lasketaan kaavalla 9.

$$Q_{Lpk} = Q_L - \frac{Q_L}{\eta}$$

KAAVA 9

jossa,

$Q_{Lpk}$  = porakaivosta saatava energia vuodessa. [kWh]

$Q_L$  = vuotuinen energiantarve. [kWh]

$\eta$  = lämpökerroin, käytetään arvoa 3.

$$Q_{Lpk} = 30000 - \frac{30000}{3} = 20\,000 \text{ kWh/a}$$

Energian mukaan laskettu porakaivon syvyys voidaan laskea nyt kaavalla 10 käyttämällä antoenergiaa kokemusperäistä 100 kWh/m<sub>pk</sub>. Antoenergia on kaivosta saatava energian määrä yhtä kaivometriä kohden

$$L_{pk} = \frac{Q_{Lpk} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right]}{Q_{pk} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}} \right]}$$

KAAVA 10

jossa,

$Q_{Lpk}$  = porakaivosta saatava energia. [kWh/a]

$Q_{pk}$  = porakaivon antoenergia. [kWh/m/a]

$$L_{pk} = \frac{20\,000 \text{ kWh/a}}{100 \frac{\text{kWh}}{\text{m}}/\text{a}} = 200 \text{ m}$$

Porakaivon syvyydeksi valitaan 200 m.

### 5.1.3 Hankintakustannukset

Kohteessa ei ole ennestään vesikiertoista lämmitysjärjestelmää, joten maalämpöpumpun ja -kaivon lisäksi tulisi semmoinen rakentaa. 200 metriä syvä porakaivo ja noin 9,2 kW:n tehoinen maalämpöpumppu maksavat pyydettyjen tarjousten perusteella asennuksineen noin 16 000 euroa. Uuden lämmitysverkoston rakentaminen materiaaleineen ja töineen maksaa noin 13 200 euroa. Lämmitysverkoston kustannusarvio on esitetty taulukossa 4.



kuuma kylmäainehöyry kulkeutuu kylmäaineputkia pitkin sisäyksikön lauhduttimelle, josta lämpöenergia puhalletaan sisätiloihin. Jäähdytettäessä sisäilmaa toiminta on päinvastainen eli sisäilmasta otetaan talteen lämpöenergiaa, joka puhalletaan ulkoyksikön kautta ulos.

### 5.2.2 Ilmalämpöpumpun mitoitus

Ilmalämpöpumput suunniteltiin valvomorakennukseen, jonka lämmitystehontarpeeksi saatiin MagiCAD Room-ohjelmalla 5,15 kW. Mitoitetaan ilmailmalämpöpumppujen teho riittämään  $-10\text{ °C}$ :n ulkolämpötilassa. Kun ulkolämpötila on  $-10\text{ °C}$ , lämmitystehon tarve lasketaan kaavalla 11.

$$P_{L-10^{\circ}\text{C}} = \frac{P_{L-32^{\circ}\text{C}}}{T_s - T_u} * (T_s - (T_{u-10}))$$

KAAVA 11

jossa,

$P_{L-10^{\circ}\text{C}}$  = lämmitystehontarve, kun ulkolämpötila on  $-10\text{ °C}$  [kW]

$P_{L-32^{\circ}\text{C}}$  = lämmitystehontarve, kun ulkolämpötila on  $-32\text{ °C}$  [kW]

$T_s$  = keskimääräinen sisälämpötila [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_u$  = ulkolämpötila [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_{u-10}$  = ulkolämpötila  $-10^{\circ}\text{C}$

$$P_{L-10^{\circ}\text{C}} = \frac{5,15}{16,5 - (-32)} * (16,5 - (-10)) = 2,8\text{ kW}$$

Rakennukseen suunniteltiin kaksi ilmalämpöpumppua, yksi valvomotilaan ja yksi pumpputilaan. Yhden pumpun teho on 3,3 kW, kun sisälämpötila on  $+20\text{ °C}$  ja ulkolämpötila  $-10\text{ °C}$ . Kahteen erilliseen ilmalämpöpumppuun päädyttiin, koska molemmat tilat tarvitsevat lämpimänä vuodenaikana jäähdytystä.

### 5.2.3 Sähköenergian säästö

Vuotuisen lämpökertoimen ollessa 2 lasketaan säästetty lämmitykseen kuluva sähköenergia. Yhden pumpun teho 3,3 kW voidaan käyttää, kun ulkolämpötila on enintään  $-10\text{ °C}$ . Ilmalämpöpumppu 1:n vaikutusalueella olevien tilojen lämmitysenergiatarve vuodessa on 5100 kWh ja ilmalämpöpumppu 2:n 6600kWh. Sähköenergian säästö esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5 Ilmalämpöpumppujen vaikutus sähköenergian kulutukseen

Sähköenergian hinta	0,12 €/kWh	
Vuotuinen lämpökerroin	2	
Lämmitysenergian tarve		11700 kWh
Lämpöpumppujen tuotto		6500 kWh
Sähkölämmityksen osuus		5200 kWh
Lämpöpumppujen kuluttama sähköenergia		3250 kWh
Kokonais sähkönkulutus		8450 kWh
Sähköenergian kulutus ilman lämpöpumppuja		11700 kWh
		1404 €
Sähköenergian kulutus lämpöpumppujen kanssa		8450 kWh
		1014 €
Sähköenergian säästö vuodessa		3250 kWh
		390 €

Ilmalämpöpumput vähentävät noin 28 % sähköenergiankulutusta ilmalämpöpumppujen vaikutus-alueella olevissa tiloissa.

#### 5.2.4 Hankintakustannukset

Sähkölämmittimien materiaali- ja asennuskustannukset on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6 Sähkölämmittimien kustannukset

Tasolämmitin	Materiaali/keskm.	NH	Työ/kpl	Lisät yms.	Yhteensä	kpl	Kustannus/€	Materiaalit €	Työt €
ENSTO	100	0,90	62,10	1,2	174,52	4	698,08	400,00	298,08
Ilmalämmitin	Materiaali	NH	Työ/kpl	Lisät yms.	Yhteensä	kpl	Kustannus/€	Materiaalit €	Työt €
Frico cat 3kW	360	0,90	62,10	1,2	434,52	8	3476,16	2880,00	596,16
Ilmalämpöpumppu	Materiaali	NH	Työ/kpl	Lisät yms.	Yhteensä	kpl	Kustannus/€	Materiaalit €	Työt €
FHZ-25	1200	2,00	138,00	1,2	1365,60	2	2731,20	2400,00	331,20
Varaaja	Materiaali	NH	Työ/kpl	Lisät yms.	Yhteensä	kpl	Kustannus/€	Materiaalit €	Työt €
VLK100	450	1,50	103,50	1,2	574,20	2	1148,40	900,00	248,40
							yhteensä €	materiaalit €	työ €
Sähkölämmitys yhteensä							8053,84	6580,00	1473,84

### 5.3 Lämmitysmuodon valinta

Poistoilmalämpöpumppujärjestelmän tippuessa vertailusta jo suunnittelun alkumetreillä, jäi jäljelle vertailuun maalämpö- ja sähkölämmitysjärjestelmä. Kustannuksiltaan maalämpöpumppu on liki saman hintainen kuin sähkölämmittimet ja ilmalämpöpumput, mutta maalämpö vaatii lämpöpumpun lisäksi myös porakaivon ja vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän, joiden rakennuskustannukset nostavat maalämmön kokonaiskustannukset liki 30 000 euroon, kun sähkölämmityksen kokonaiskustannukset ovat vain noin 8000 euroa. Lisäksi sähkölämmittimien ja ilmalämpöpumppujen etuna on käyttövarmuus ja laitteiden vähäinen huollontarve. Laitos on myös ajoittain tyhjillään, jolloin sähkölämmityksen käyttö kohteessa on turvallisempaa, sillä mahdollisen laiterikon sattuessa maalämpöpumpun nesteet voivat päästä saastuttamaan puhdasvesisäiliön veden ennen laiterikon havaitsemista. Saastunut vesi voi olla merkittävä terveysriski veden käyttäjille.

Laitoksen käyttäjän toiveen, käyttövarmuuden, huoltovapauden ja hankintakustannusten perusteella kohteeseen valittiin sähkölämmitys ja sen rinnalle kaksi ilmalämpöpumppua.

## 6 ENERGIATEHOKKUUS

Valvomorakennuksen laajennus ei vaadi energiatodistusta, mutta määräysten mukaan energiaselvitys on tehtävä. Energiaselvitys sisältää muun muassa rakennuksen E-luvun ja ilmanvaihdon sähkötehon tarkastelut ja energiatodistuksen, jos sitä edellytetään. (19, § 34.) Uuden varasto- ja varavoimarakennuksen pinta-ala on yli 50 m<sup>2</sup>, jolloin rakennuksen energiaselvitykseen vaaditaan myös energiatodistus. (19, § 1.)

Energiaselvitystä varten laskettiin rakennusten lämpöhäviöt MagiCAD Room-ohjelmalla. E-luvut laskettiin RIUSKA-olosuhde- ja energiasimulointiohjelmalla käyttäen MagiCAD Room-ohjelmalla tehtyä rakennusten mallinnusta.

### 6.1 Lämpöhäviöt

Rakennukset mallinnettiin ja lämpöhäviöt laskettiin MagiCAD Room-ohjelmalla. Valvomorakennuksen lämpöhäviöksi saatiin 5,15 kW. Varasto- ja varavoimarakennuksen lämpöhäviöiksi saatiin 6,4 kW.

### 6.2 E-luku

Rakennukset ovat luokan 9 rakennuksia, jolloin E-luvun enimmäisarvolle ei ole asetettu vaatimusta, mutta se on kuitenkin laskettava (19, § 4). Energiaselvityksen vaatima E-luku laskettiin RIUSKA-olosuhde- ja energiasimulointiohjelmalla. Ohjelmaan syötettiin muun muassa rakenteiden U-arvot, lasketut ilmanvaihdon sähkötehot ja LTO:n hyötysuhteet sekä lämmitysmuoto.

Valvomorakennuksen E-luvuksi saatiin 159 kWh<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>. Rakennuksen vuotuinen energiamuodon kertoimella painotettu ostoenergian määrä on 21 665 kWh/a. (Taulukko 7.)



### TAULUKKO 7 Valvomorakennuksen E-luvun erittely

E-luku	159		kWh/(m <sup>2</sup> ·a) (kWh lämmitettyä nettoalaa kohti)	
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
Sähkö	18 054	1,20	21 665	158
Kaukolämpö	0	0,50	0	0
Kaukojäähdytys	0	0,30	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,50	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1,00	0	0
Yhteensä	18 054		21 665	159

Varastorakennuksen E-luvuksi saatiin 149 kWh<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>. Rakennuksen vuotuinen energiamuodon kertoimella painotettu ostoenergian määrä on noin 15 810 kWh/a. (Taulukko 8.)

### TAULUKKO 8 Varastorakennuksen E-luvun erittely

E-luku	149		kWh/(m <sup>2</sup> ·a) (kWh lämmitettyä nettoalaa kohti)	
E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
Sähkö	13 175	1,20	15 810	148
Kaukolämpö	0	0,50	0	0
Kaukojäähdytys	0	0,30	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,50	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1,00	0	0
Yhteensä	13 175		15 810	149

## 7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa toimivat LVI-suunnitelmat Oulun Veden Tervajärven alavesisäiliön laajennukselle ja kohteeseen rakennettavaan varasto- ja varavoimarakennukseen. Rakennuksiin suunniteltiin uudet käyttövesiverkostot, ilmanvaihtojärjestelmät ja sähkölämmittimet. Lisäksi suunniteltiin vesisäiliön ja kalkkisuodattimen ilmansuodatusjärjestelmät. Varasto- ja varavoimarakennukseen suunniteltiin määräysten mukaiset hiekan- ja öljynerottimet hälytyksiin. Kohde on puhtasvesilaitos, mikä oli huomioitava suunnitelmia tehtäessä, ettei LVI-järjestelmistä pääse epäpuhtauksia puhtasvesisäiliöön.

Molempiin rakennuksiin suunniteltiin koneelliset ilmanvaihtojärjestelmät pyörivillä LTO:illa. Ilmanvaihdon suunnittelussa tuli ottaa huomioon huonekorkeudet, palo-osastot ja epäpuhtauksien, kuten pölyn leviämisen estäminen. Varavoimatilaa suunniteltaessa oli varmistettava varavoimakoneen riittävä ilman saanti. Ilman saanti varmistettiin suurella ulkoilmasäleiköllä ja moottoripelleillä. Kohteen lämmitysmuodoksi valikoitui sähkölämmitys, jonka rinnalle suunniteltiin kaksi ilmalämpöpumpua valvomorakennukseen. Sähkölämmitys on kohteen tyyppiseen rakennukseen hyvä valinta huoltovapauden ja käyttövarmuuden takia.

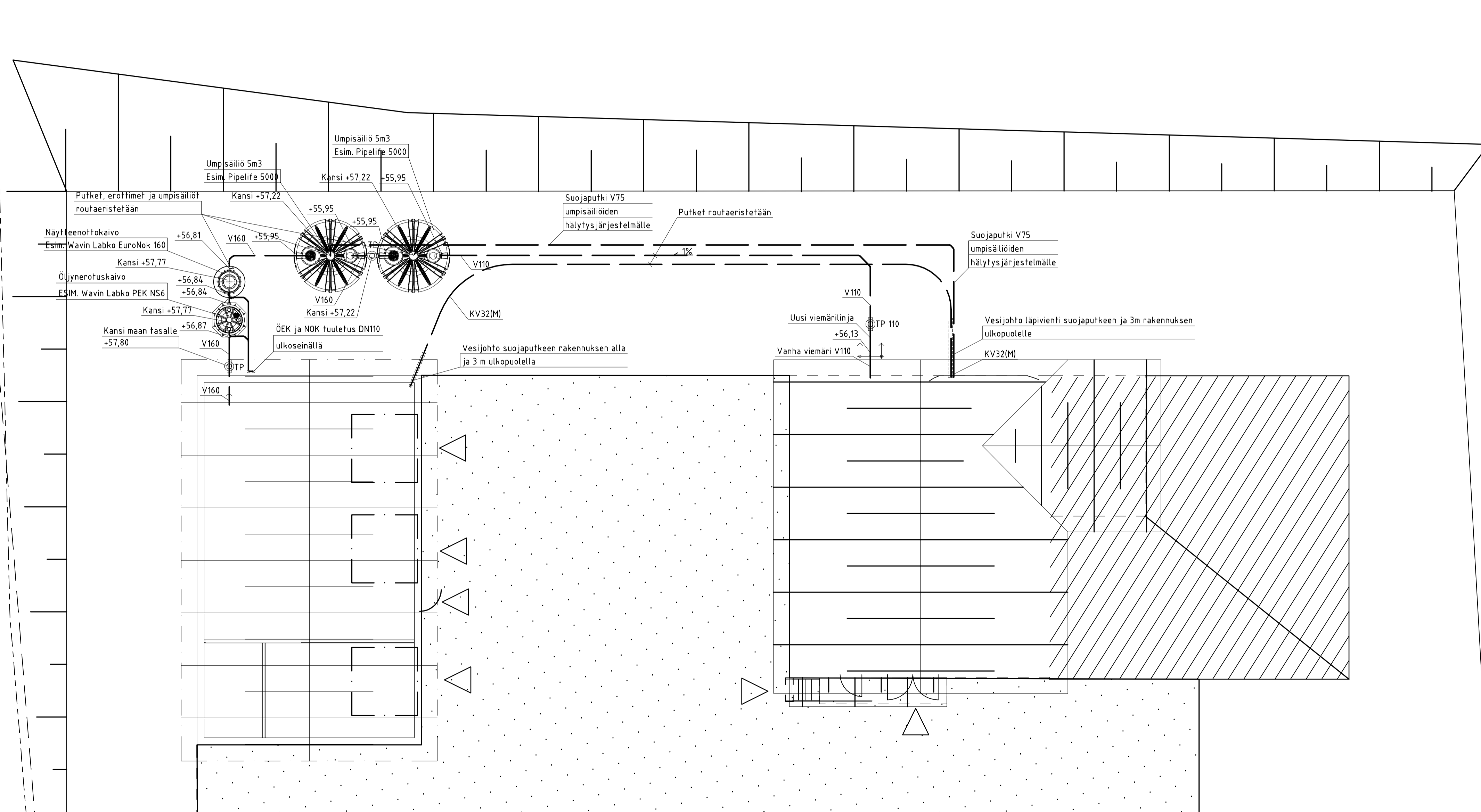
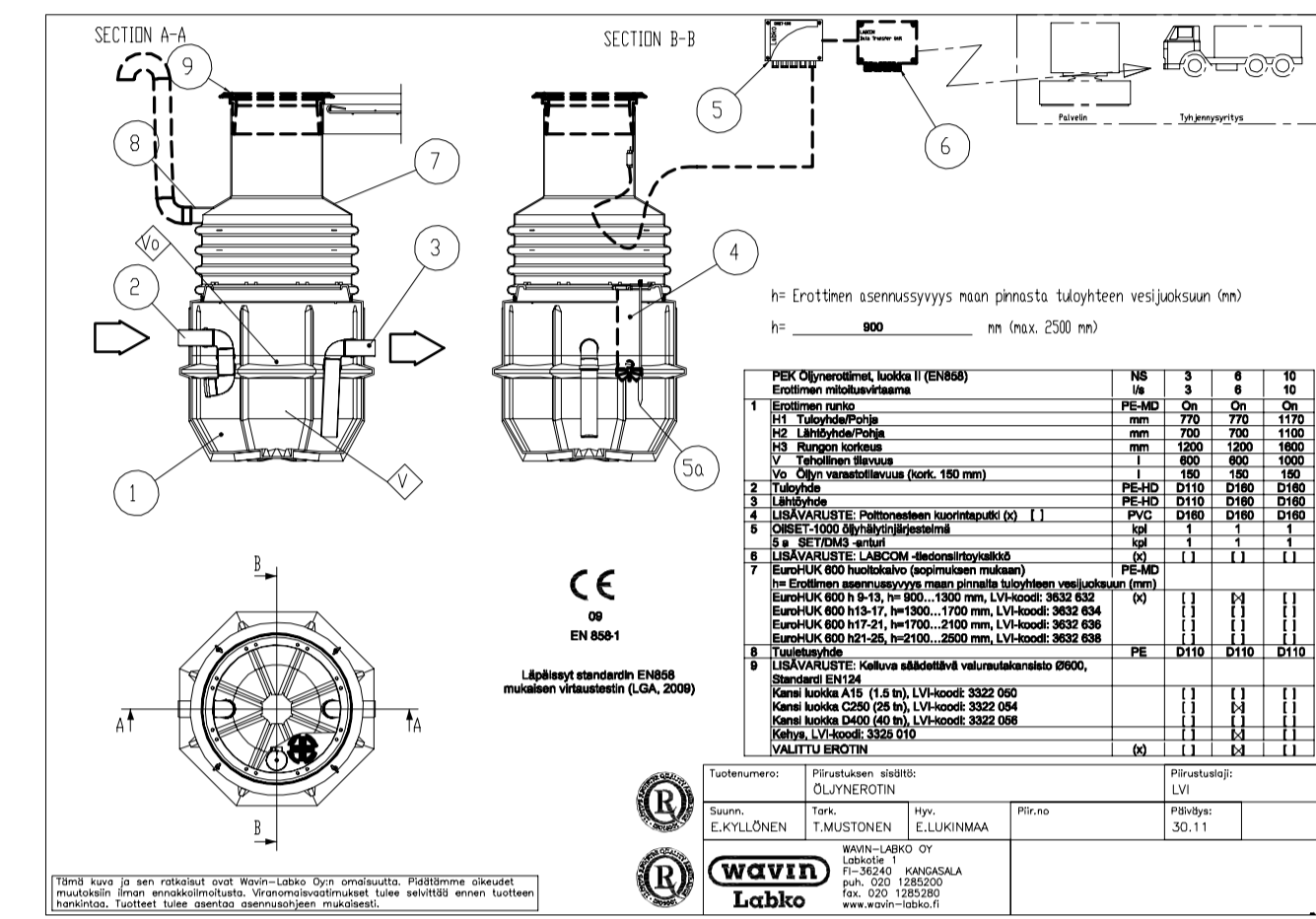
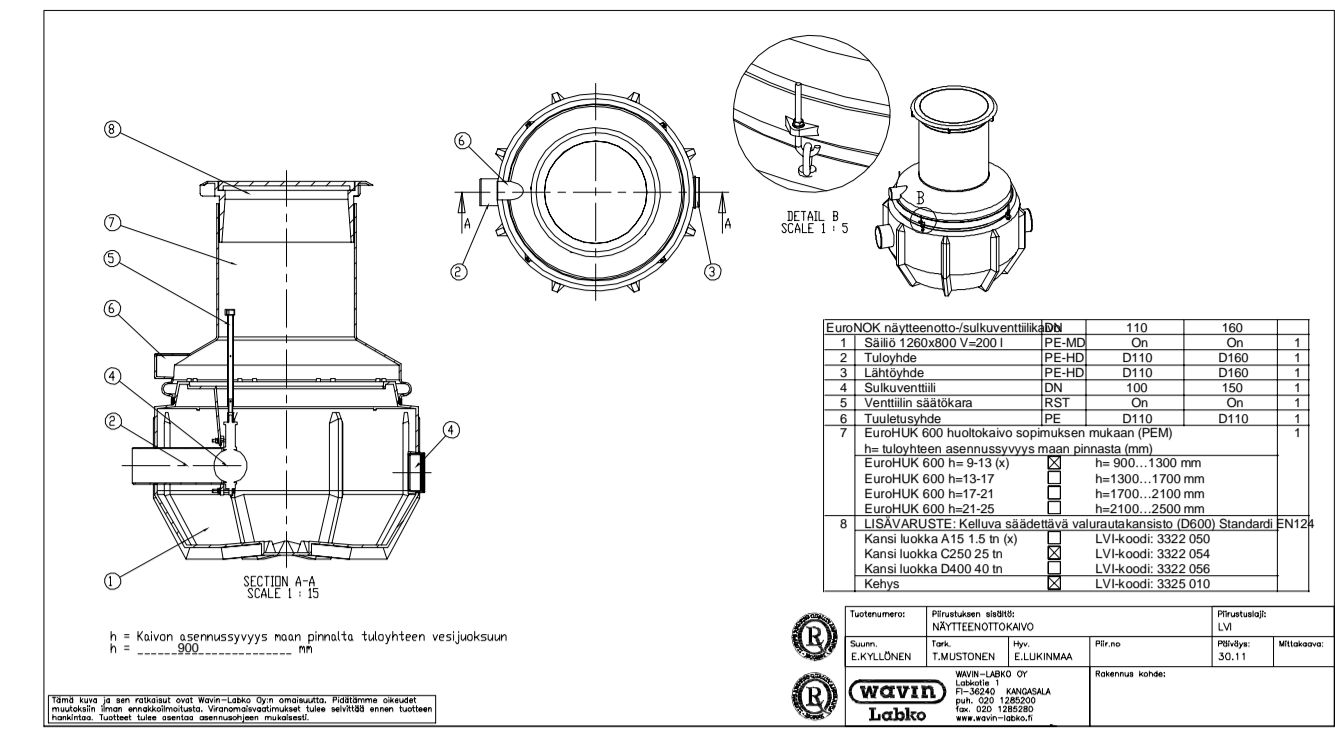
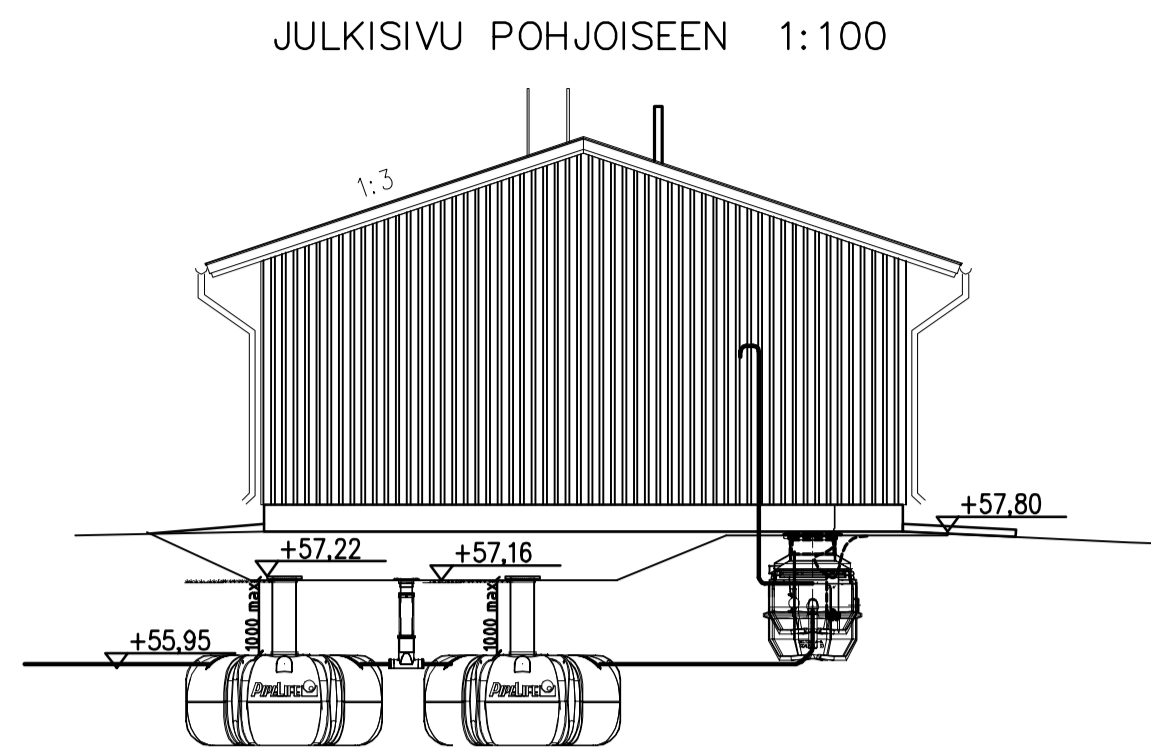
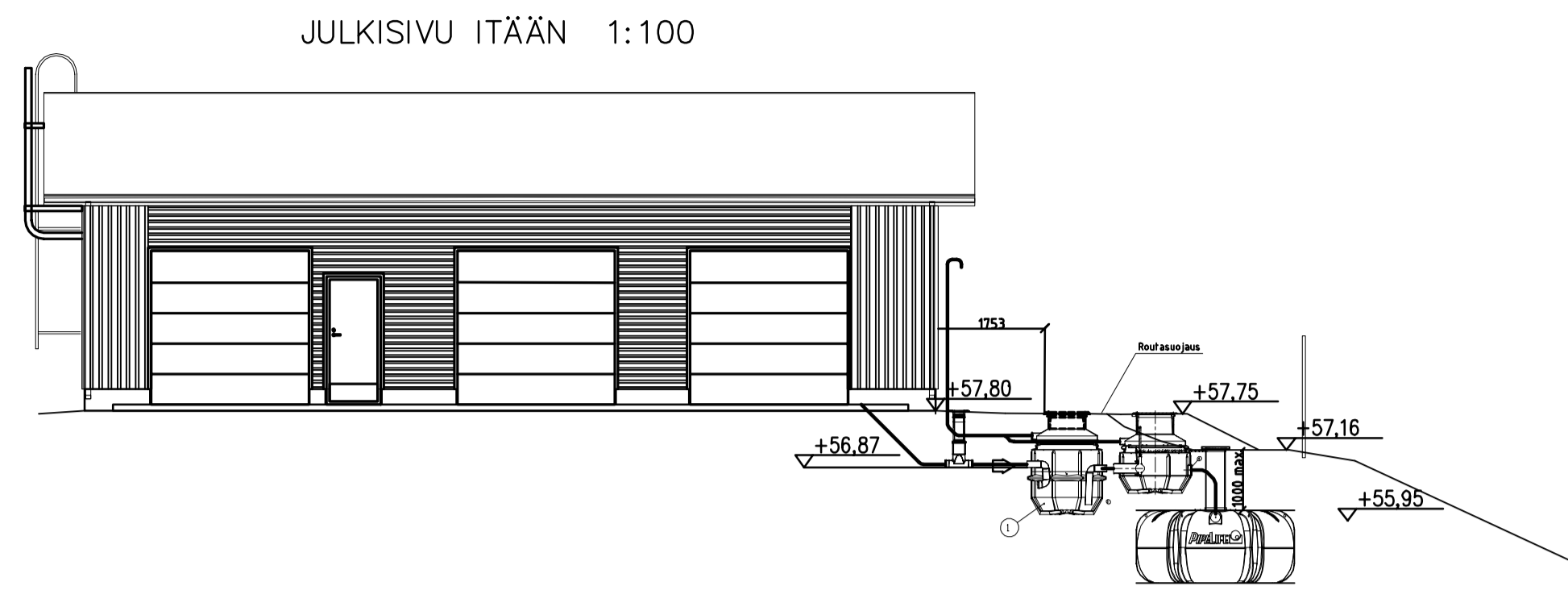
Varasto- ja valvomorakennukseen suunniteltiin hiekan- ja öljynerottimet. Hiekanerotuslattiakaivoja suunniteltiin viisi kappaletta, joiden kautta rakennuksen kaikki jätevedet johdetaan täyttymishälyttimellä varustetulle öljynerottimelle ja edelleen kahteen 5 m<sup>3</sup>:n umpisäiliöön. Umpisäiliöiden matalan asennussyvyyden takia tontin viemärit jäivät routarajan yläpuolelle. Tästä johtuen viemärit, öljynerotin ja näytteenottokaivo tulee routaeristää.

## LÄHTEET

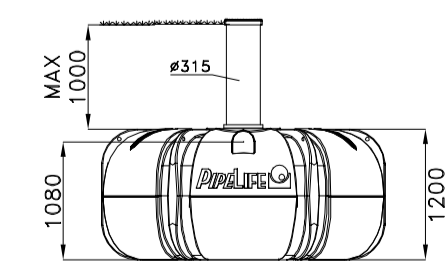
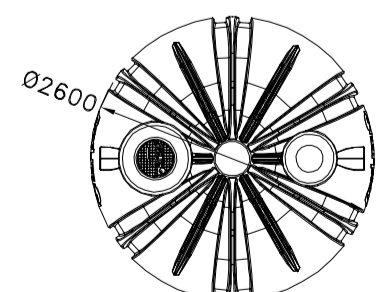
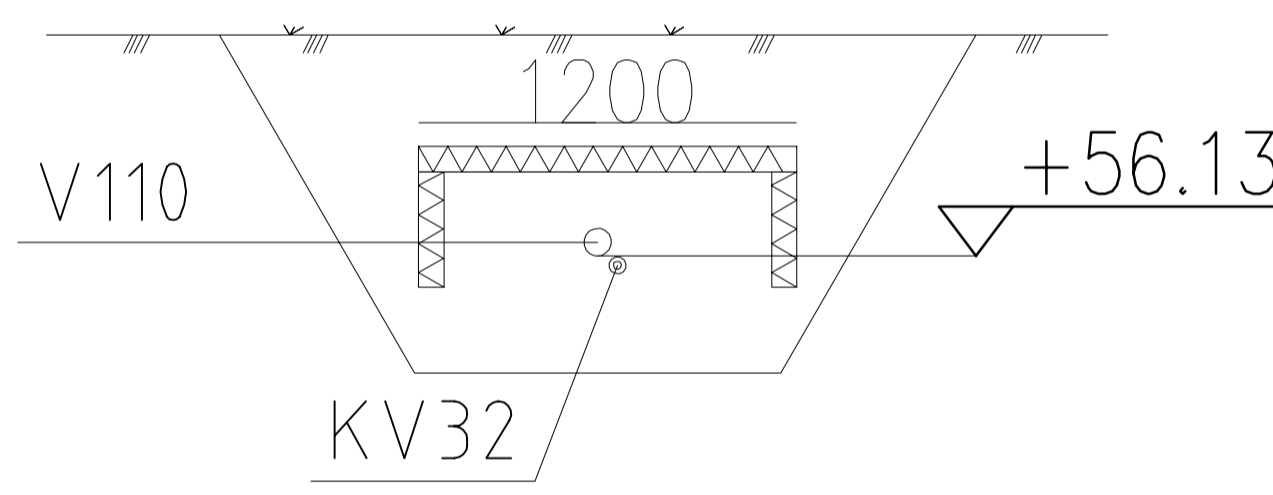
1. Oulun vesihuollon kehittämissuunnitelma vuosille 2015 - 2030. 2015. Oulun Vesi. Saatavissa: [www.ouka.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=8a3603d3-ccc7-4bd3-91ed-a710f7e9e693&groupId=399509](http://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=8a3603d3-ccc7-4bd3-91ed-a710f7e9e693&groupId=399509). Hakupäivä 28.1.2018.
2. Vaarallisten kemikaalien varastointi. 2015. Tukes. Saatavissa: [www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit\\_kaasu/Vaarallisten\\_kemikaalien\\_varastointi.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Vaarallisten_kemikaalien_varastointi.pdf). Hakupäivä 28.01.2018.
3. LVI 23-10208. 1993. Erottimet. Rakennustieto Oy.  
Saatavissa: [www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/lvi/fi/index/ohjeet/lis-taus/30279970/30279974/LVI2365.html.stx](http://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/lvi/fi/index/ohjeet/lis-taus/30279970/30279974/LVI2365.html.stx). Vaatii käyttäjälisenssin. Hakupäivä 30.01.2018.
4. D1. 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.  
Saatavissa: [www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut). Hakupäivä 28.01.2018.
5. Kärkkäinen, Kirsi 2010. Selvitys Lieksan yritysten öljyn-, hiekan- ja rasvanerotuskaivoista. Opinnäytetyö. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma.  
Saatavissa: [www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14846/Karkkainen%20Kirsi.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14846/Karkkainen%20Kirsi.pdf?sequence=1). Hakupäivä 02.02.2018.
6. Tuoteluettelo. 2005. Mobil. Saatavissa: [www.mobil.fi/Finland-Finnish/LCW/Files/Mobil\\_product\\_catalogue.pdf](http://www.mobil.fi/Finland-Finnish/LCW/Files/Mobil_product_catalogue.pdf). Hakupäivä 02.02.2018.
7. PEK Öljynerotin, II-luokka. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. 2015. Wavin Labko . Saatavissa: [www.wavin.com/fi-fi/-/media/Products/2018/01/29/21/20/32713PEK-NS310-manual-FINPDF.ashx](http://www.wavin.com/fi-fi/-/media/Products/2018/01/29/21/20/32713PEK-NS310-manual-FINPDF.ashx). Hakupäivä 04.02.2018.
8. Näytteenottokaivo EuroNOK. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. 2015. Wavin Labko. Saatavissa: [www.wavin.com/fi-fi/-/media/Products/2018/01/29/21/20/32969EuroNOK-and-Euro-NOK-FRW-manual-FINPDF.ashx](http://www.wavin.com/fi-fi/-/media/Products/2018/01/29/21/20/32969EuroNOK-and-Euro-NOK-FRW-manual-FINPDF.ashx). Hakupäivä 04.02.2018.

9. Hiekanerotuslattiakaivo HEK40. Verkkoesite. Wavin Labko. Saatavissa: [www2.wavin-labko.fi/en/products/separator\\_systems/floor\\_drain\\_separators/hek-40-lk-silt-trap/](http://www2.wavin-labko.fi/en/products/separator_systems/floor_drain_separators/hek-40-lk-silt-trap/). Hakupäivä 05.02.2018.
10. Swegon Casa R7 Comfort. Myyntiesite. Swegon. Saatavilla: [www.swegon.com/Global/PDFs/Home%20ventilation/Air%20handling%20units/Swegon%20CASA%20R-series/fi/CASA%20R7%20FI%2010.8.2015.pdf](http://www.swegon.com/Global/PDFs/Home%20ventilation/Air%20handling%20units/Swegon%20CASA%20R-series/fi/CASA%20R7%20FI%2010.8.2015.pdf). Hakupäivä 10.02.2018.
11. Tuloilmaventtiili STI. Fläktwoods. Saatavissa: [www.flaktwoods.fi/products/air-management/air-valves/supply-air-valves/sti/](http://www.flaktwoods.fi/products/air-management/air-valves/supply-air-valves/sti/). Hakupäivä 10.02.2018.
12. SAVE VTR 300 B. Systemair. Saatavissa: [www.systemair.com/fi/Suomi/Tuotteet/asuntoilmanvaihto/roottorikoneet/pystysuorat/save/save-vtr-300-br--lto-kone/](http://www.systemair.com/fi/Suomi/Tuotteet/asuntoilmanvaihto/roottorikoneet/pystysuorat/save/save-vtr-300-br--lto-kone/). Hakupäivä 10.02.2018.
13. D2. (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: [www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut). Hakupäivä 12.02.2018.
14. Amphi-Vent. Enitec. Saatavissa: [www.enitec.fi/wordpress/wp-content/uploads/2016/09/AV-broschyr-finska.pdf](http://www.enitec.fi/wordpress/wp-content/uploads/2016/09/AV-broschyr-finska.pdf). Hakupäivä 14.02.2018.
15. Maalämpöpumppu. Motiva. Saatavissa: [www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/maalampopumppu](http://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/maalampopumppu). Hakupäivä 15.02.2018.
16. Aittomäki, Antero 2001. Tampere. Lämpöpumppulämmitys.
17. Näin toimii maalämpö. Nibe. Saatavissa: [www.nibe.fi/tuki/lampopumpun-toiminta/maalampo/maalampo/](http://www.nibe.fi/tuki/lampopumpun-toiminta/maalampo/maalampo/). Hakupäivä 15.02.2018.
18. Tulistuslämpölämpöpumppu Geopro SH. Oilon. Saatavissa: [https://oilon.com/uploadedFiles/OilonHome/Materials/Oilon\\_Geopro\\_SH\\_FI.pdf](https://oilon.com/uploadedFiles/OilonHome/Materials/Oilon_Geopro_SH_FI.pdf). Hakupäivä 15.02.2018.

19. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 2017. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: [http://www.ymp.fi/fi-FI/Maan kaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus](http://www.ymp.fi/fi-FI/Maan kaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus). Hakupäivä 25.02.2018.

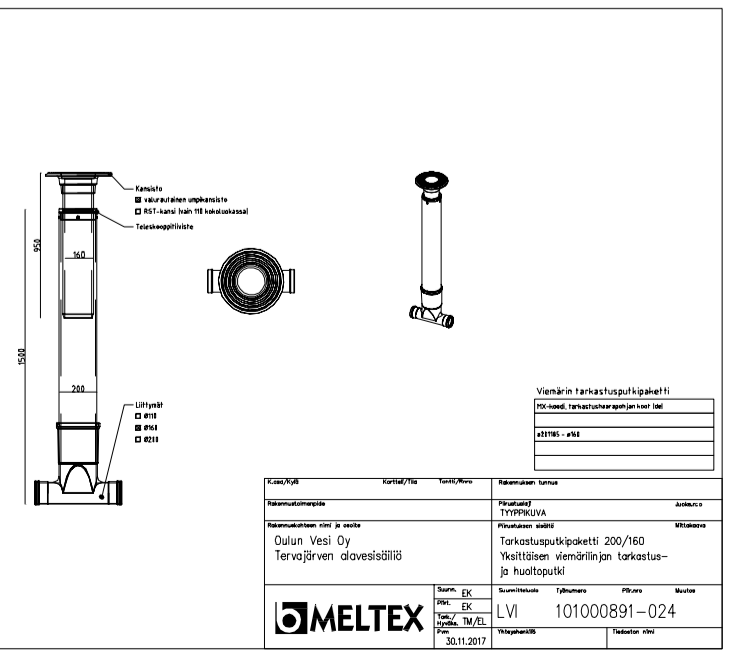
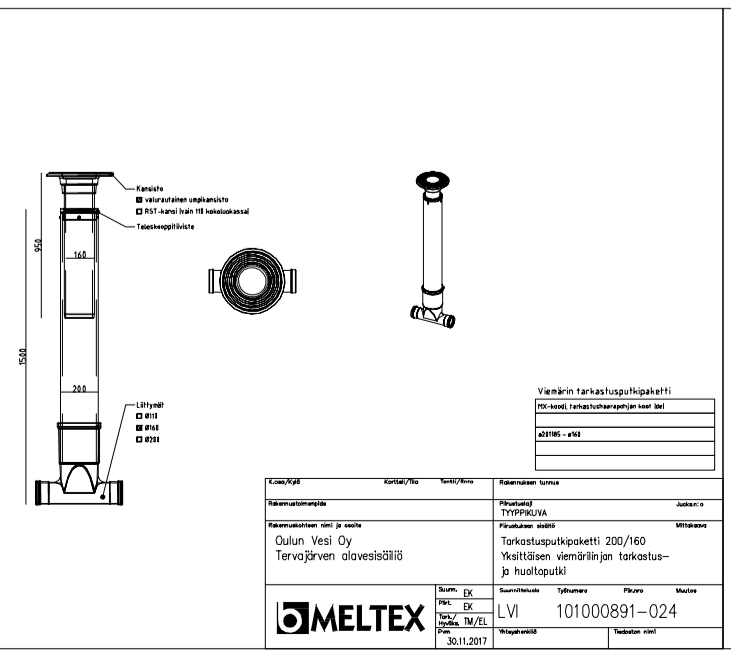
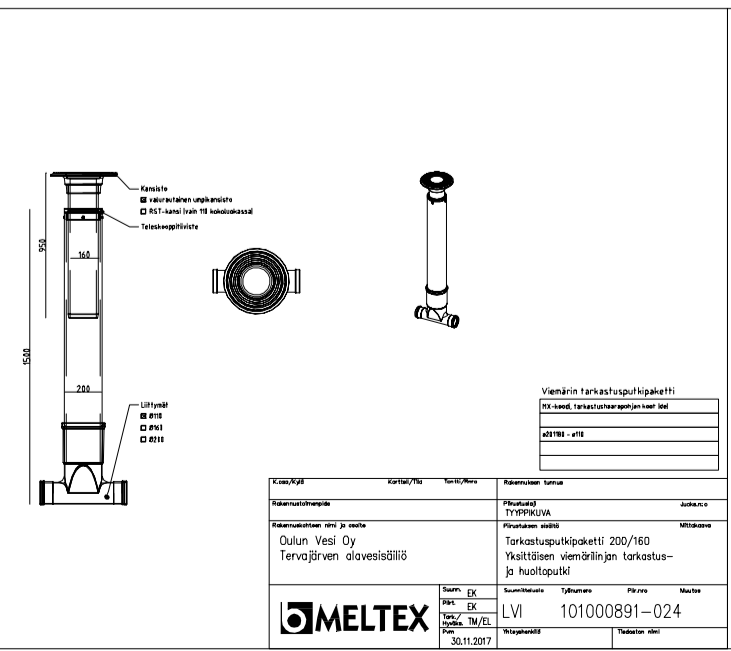


Kaivannon routaeristys  
EPS 100MM (ei mittakaavassa)



- JÄRJESTELMÄN KUVIUS
- 02600
- 1000
- Ø315
- 1200

Kaupunginosa / kyla	Viranomaisen merkintä	Muutos
Rakennuksen nimi ja osate	Sisäilma	PIPELIFE
Tervajärven avovesiäitiös	Umpisäiliö	5200
Rakennusohjelmien	Suunnitelma	LVI
Päiväys ja allekirjoitus	Suunn. E. Kyllönen	Piiri E. Kyllönen
	Työ E. Luukkonen	



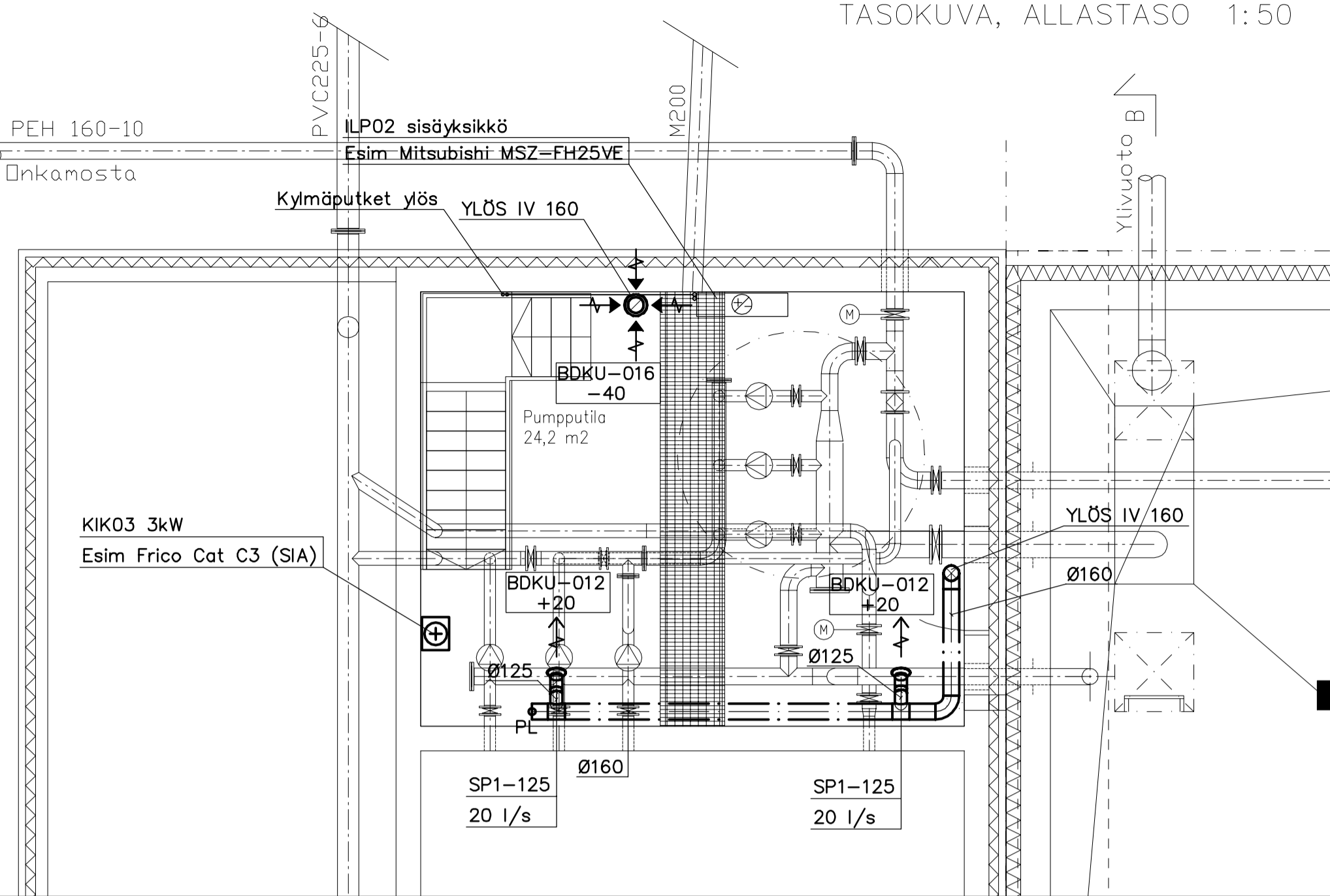
Merkki	Xyl	Pvm	Tekijä	Muutos

Tark.	Pvm.	Hyv.	Pvm.
Kesa/Kyla	Korttel/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkitointimerkintä ja varten
Rakennusohjelmien	UUDISRAKENNUS	Pirustuslaji	Juoks.nro
Tilaaja ja suunnittelukohteen nimi	OULUN VESI	Pirustuksen sisältö	Mittakaavat
Tervajärven vesilaitos	ASEMAKUVA	VESIJOHDOT JA VIEMÄRIT	1:100
Pöyry Finland Oy	Suunn. E. Kyllönen	Työn ja pirustuksen nro	Muutos
PL 20 (Tulokajantie 2A), 90571 OULU	Piiri E. Kyllönen	101000891-024 4001-R	
Tark. T. Mustonen	Hyv. E. Luukkonen	Yhteyshenkilö E. Luukkonen	Tiedosto: Asemu.dwg

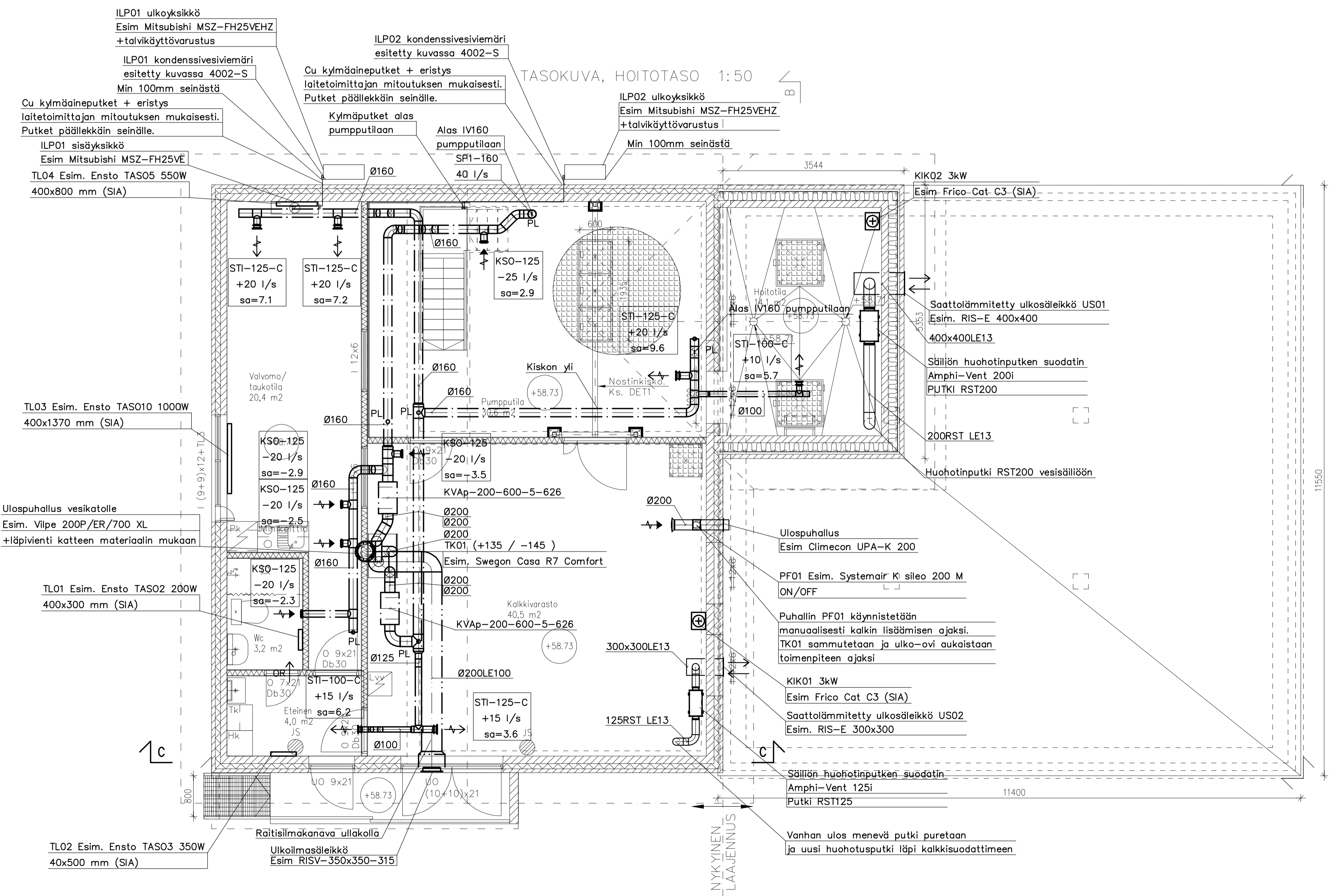




TASOKUVA, ALLASTASO 1:50



TASOKUVA, HOITOTASO 1:50



Merkki	Kpl	Pvm.	Tehjä	Muutos

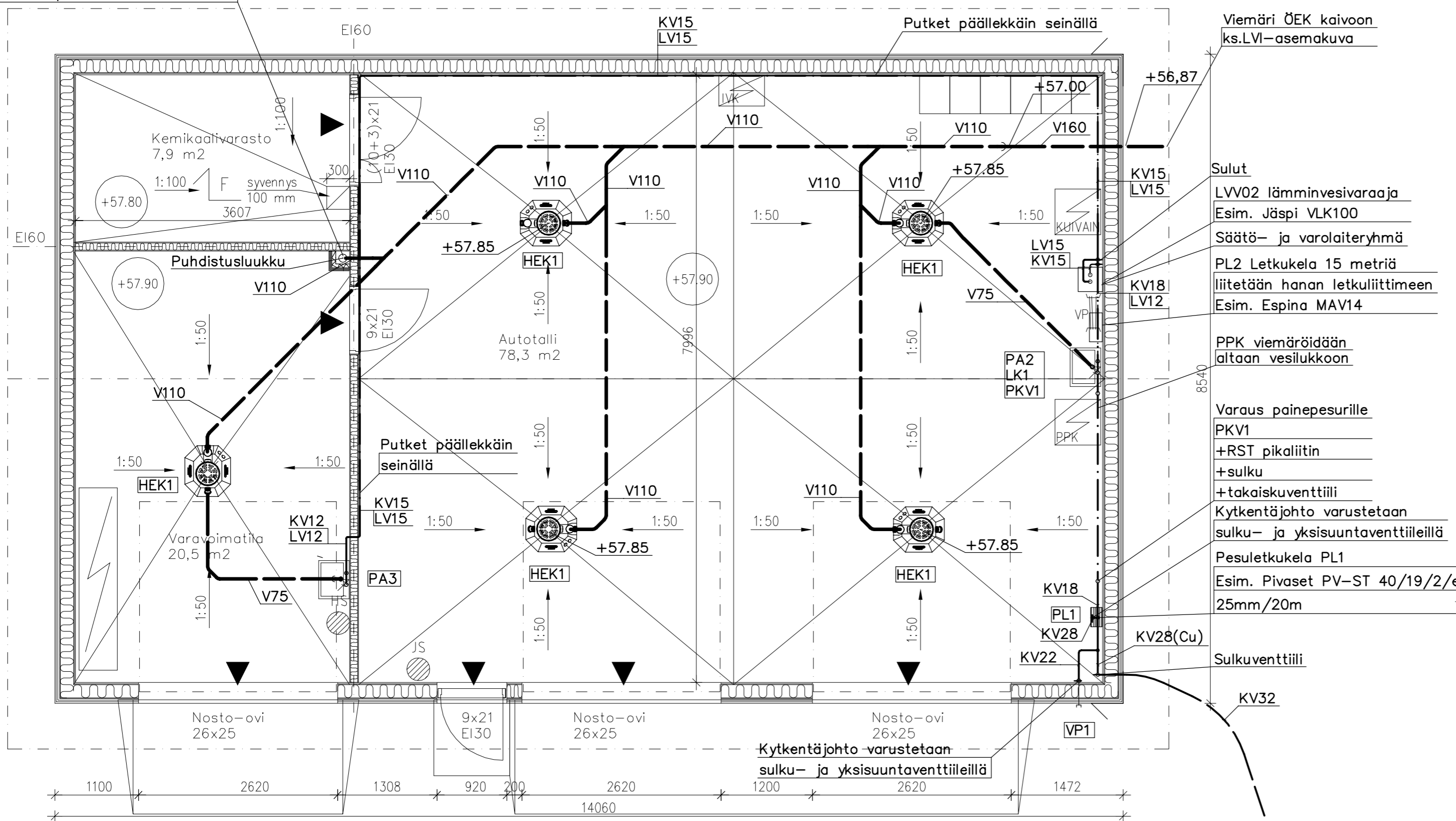
Tark.	Pvm.	Hyv.	Pvm.
Kosa/Kyla	Kortteli/Tila	Tonni/Rek.nro	Viranomaisen arkitointimerkintäjä varten
Rakennuslomienpid	UUDISRAKENNUS	Piirustuslaji	Juoks.nro
Tilaaaja sekä suunnittelukohteen nimi	TASOKUVA VALVOMORAKENNUS HOITO- JA ALLASTASO ILMANVAIHTO JA LÄMMITYS		Mittakaavat
Tervajärven vesilaitos		1:50	
Suunn. E. Kyllönen		Työn ja piirustuksen nro	
Piirt. E. Kyllönen		Muutos	
Pvm. 30.11.2017		101000891-024 4003-R	
Tark. T. Mustonen	Hyv. E. Lukinmaa	Yhteyshenkilö E. Lukinmaa	





TASOKUVA 1:50  
VARAVOIMA / VARASTORAKENNUS

Tuuletusviemäri T110 vesikatolle  
Esim. Vilpe 110P/ER/500  
+ hattu  
+kattoläpivienni katteen mukaan

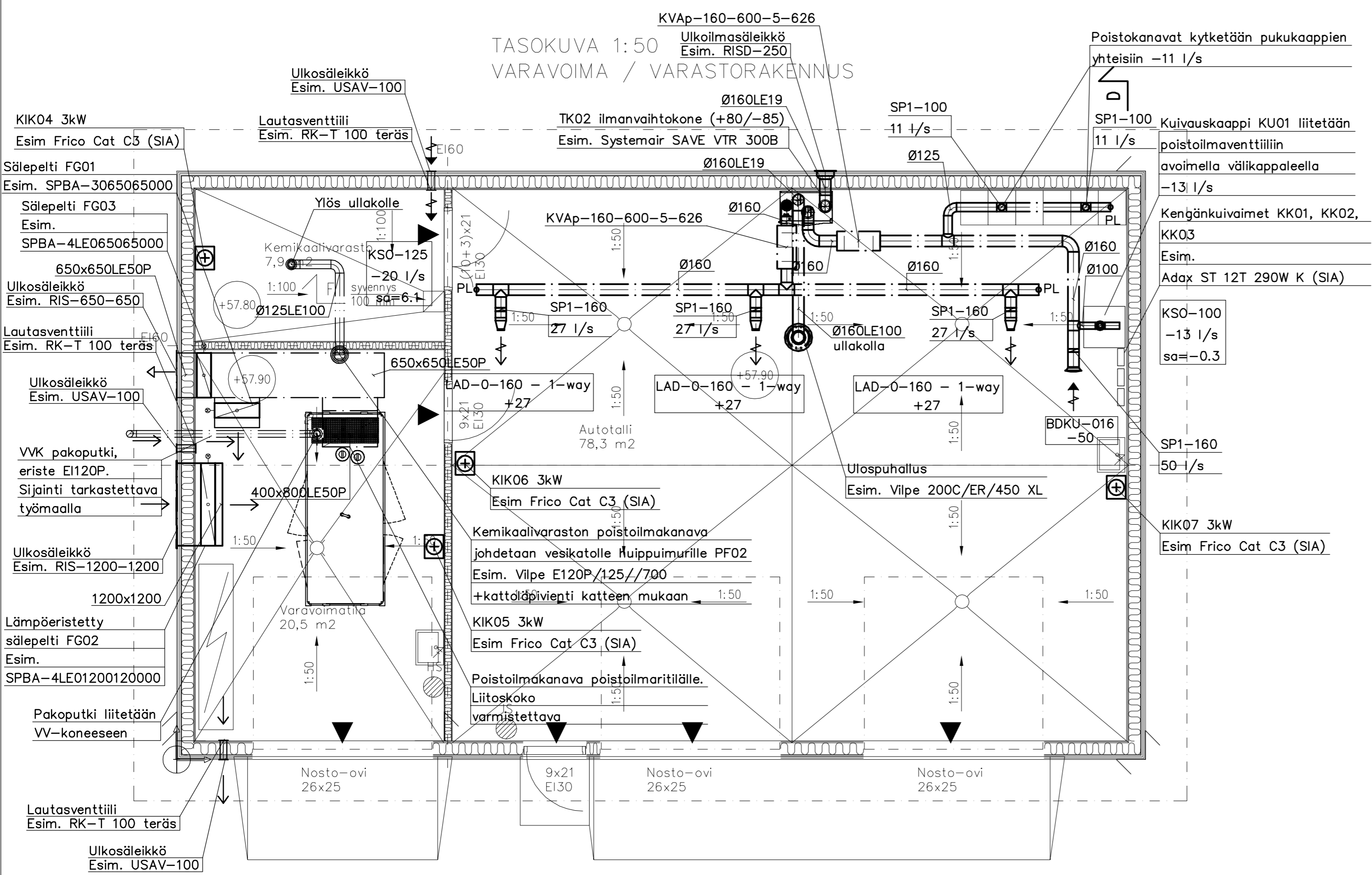


- Viemäri ÖEK kaivoon ks.LVI-asemakuva
- Sulut
- LVV02 lämminvesivaraaja
- Esim. Jäspi VLK100
- Säätö- ja varolaiteryhmä
- PL2 Letkukela 15 metriä liitetään hanan letkuliittimeen
- Esim. Espina MAV14
- PPK viemäroidään altaan vesilukkoon
- Varaus painepesurille
- PKV1
- +RST pikaliitin
- +sulku
- +takaiskuventtiili
- Kytkenäjohto varustetaan sulku- ja yksisuuntaventtiileillä
- Pesuletkukela PL1
- Esim. Pivaset PV-ST 40/19/2/e 25mm/20m
- KV28(Cu)
- Sulkuventtiili

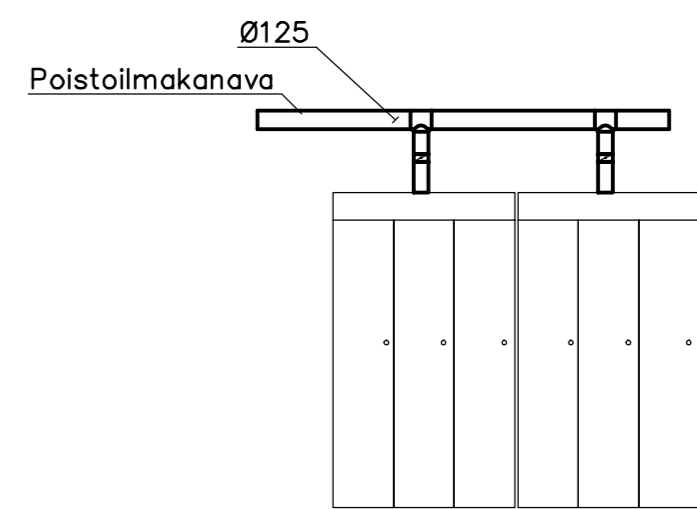
Merkki	Kpl	Pvm.	Tekijä	Muutos

Tark.	Pvm.	Hyv.	Pvm.
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimengide	UUDISRAKENNUS	Piirustustyyppi	Juoks.nro
Tilaaaja sekä suunnittelukohteen nimi	DULUN VESI		Mittakaavat
Tervajärven vesilaitos	TASOKUVA VARASTORAKENNUS VESIJOHDOT JA VIEMARIT		1:50
Suunn. E.Kyllönen		Työn ja piirustuksen nro	
Piirt. E.Kyllönen		Muutos	
Pvm. 30.11.2017		101000891-024 4005-R	
Tark. T.Mustonen	Hyv. E.Lukinmaa	Yhteyshenkilö E.Lukinmaa	
Pöyry Finland Oy PL 20 (Tutkijantie 2A), 90511 OULU Puh. 010 33280, www.poyry.fi		Tiedosto: vesi ja viemari.dwg	

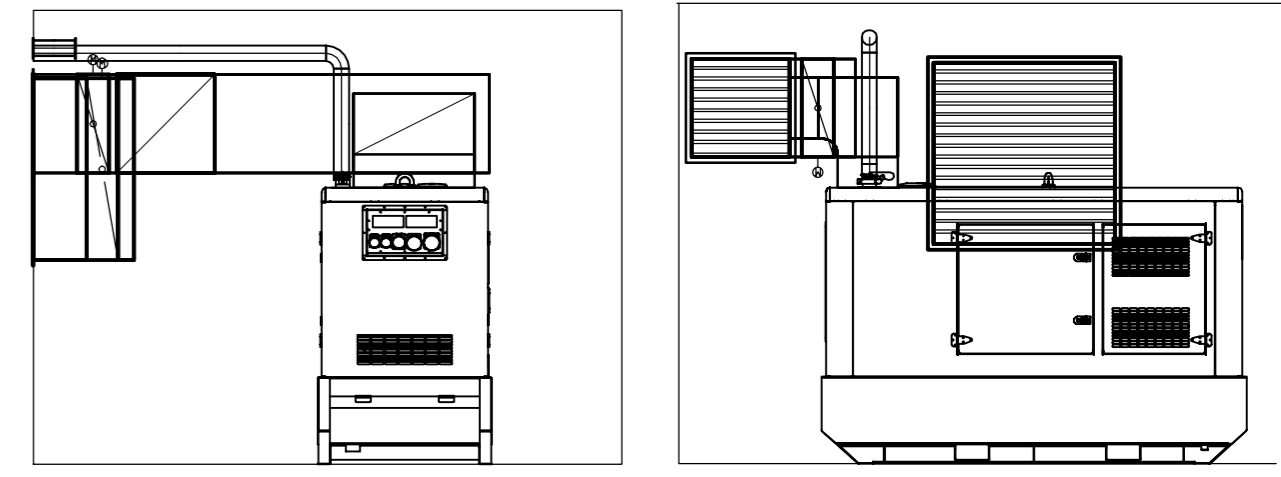
TASOKUVA 1:50  
VARAVOIMA / VARASTORAKENNUS



Pukukaappien poistoilmakanavan kytkentä



Varavoimakoneen kytkentä



Merkki	Kpl	Pvm.	Tekijä	Muutos

Tark.	Pvm.	Hyv.	Pvm.
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tonhti/Rek.nro	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimenpide	UUDISRAKENNUS	Piirustuslaji	Juoks.nro
Tilaaja sekä suunnittelukohteen nimi	<b>DULUN VESI</b>	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
Tervajärven vesilaitos	TASOKUVA VARASTORAKENNUS ILMANVAIHTO JA LAMMITYS	1:50	
<b>PÖYRY</b> Pöyry Finland Oy PL 20 (Tutkijantie 2A), 90511 OULU Puh. 010 33280, www.poyry.fi	Suunn. E.Kyllönen Piirt. E.Kyllönen Pvm. 30.11.2017	Työn ja piirustuksen nro	Muutos
Tark. T.Mustonen	Hyv. E.Lukinmaa	101000891-024	4006-R
Yhteyshenkilö E.Lukinmaa			Tiedosto: Ilma_varasto.dwg



## TOIMINTASELOSTUS

## LUKITUKSET

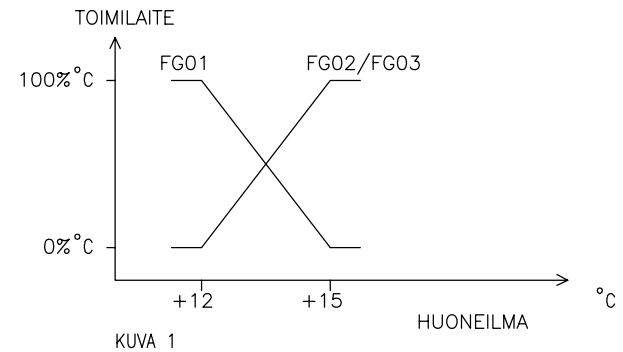
Varavoimakoneen ollessa seis, pellit FG02, FG03 ovat kiinni ja pelti FG01 on auki.  
Varavoimakoneen käydessä pellit FG01, FG02 ja FG03 ovat asetusarvon mukaisessa asennossa.

## SÄÄDÖT

Varavoimakoneen käydessä pellit FG02 ja FG03 avautuvat ja pelti FG01 on kiinni. Jos huonelämpötila laskee alle asetellun alarajan esim. +15°C alkaa pellistö ohjautumaan kiertoilmalle suhteessa lämpötilan laskuun (kuva 1).

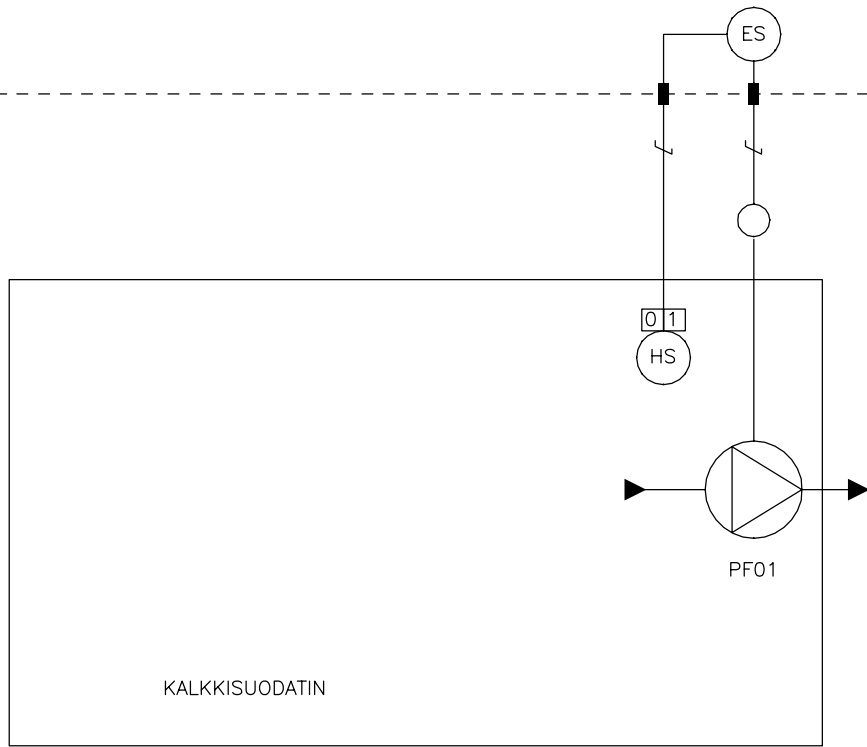
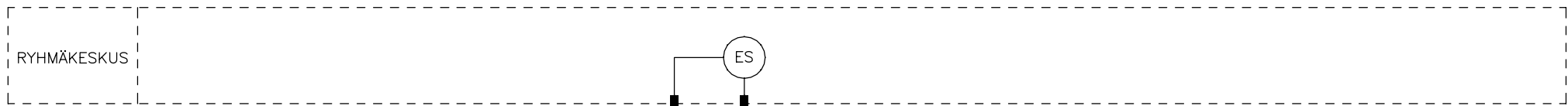
## HÄLYTYKSET

Pisteluettelon mukaisesti.









TOIMINTASELOSTUS

OHJAUKSET  
 Kanavapuhallin PF01 käynnistetään manuaalisesti kalkin lisäämisen ajaksi.

LAITETUNNUS	NIMITYS	ASENTAA/HANKKII
HS	KÄSIKYTKIN	SIA

- ◇ = OHJELMALLINEN TOIMINTO
- ◆ = FYYSINEN LIITÄNTÄ ALAKESKUKSEEN

— / — KAAPELOINTI (SIA)

RAKENNUS- JA JÄRJESTELMÄTUNNUS

PF01



SUUNN. TOJA	PIIRT. EKYLL
PVM. 30.11.2017	
ALLEKIRJOITUS	

OULUN VESI  
 TERVAJÄRVEN ALAVESISÄILIÖ

PF01  
 KALKKIVARASTO  
 SÄÄTÖKAAVIO

SUUNNITTELUALA, TYÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O		MUUTOS
RAU	4008-R	
LEHTI 1	LEHDISTÄ 1	TILAAJAN N:O


NIM.

PÄIVÄYS

TUNN. LUKUM. MUUTOS





KALUSTELUETTELO													
Oulun vesi Tervajärven alavesisäiliö				Proj.no: 101000891-024	Suunn: E.Kyllönen								
				Piir.no: 14010-R	Piirt: E.Kyllönen								
				Tied.nimi: Kalusteluettelo_Tervajärvi	Laad. pvm: 30.11.2017								
				Revisio:	Rev. pvm: 30.11.2017								
				Sivuja: 2/2	Tark/Hyv: T.Mustonen / E.Lukinmaa								
Huonetiila Koodi	Muutos	Kaluste	LVI- tai val- mistajan numero	Kalusteiden kytkentäjohtdot / painehäviöt								Huom.	
				Mitat				Virtaamat					
				V(G/HST)	V(M)	KV	LV	V	KV	LV	DP		
PA1		Sekoittaja, Oras Vega	Oras 1815			10	10			0,1	0,1	130	Bide
		+Allas IDO Glow 500	LVI 5611160							0,3			500x360
		+Kannakkeet 61015	LVI 5611418										Tilattava erikseen
		+Vesilukko kromattu	LVI 6502140		75								
		+Sulkuventtiilit, 2 kpl											
PA2		Sekoittaja, Oras Safira	Oras 1074			12	12			0,2	0,2	300	Letkuliittimellä
		+Allas Franke OSMA	LVI 5933102							0,6			457x408
		+Kannakkeet allastoimituksessa											
		+Vesilukko allastoimituksessa			75								
		+Pintakumulatiinipari sululla	Oras 204021Z/2										
PA3		Sekoittaja, Oras Safira	Oras 1036			12	12			0,2	0,2	300	
		+Allas Franke OSMA	LVI 5933102							0,6			457x408
		+Kannakkeet allastoimituksessa											
		+Vesilukko allastoimituksessa			75								
		+Pintakumulatiinipari sululla	Oras 204021Z/2										
KH1		Sekoittaja, Oras Vega	Oras 1820			10	10			0,2	0,2	160	
		+Sulkuventtiilit 2kpl											
SH1		Sekoittaja, Oras Optima	Oras 7169			12	12			0,2	0,2	160	Suihkuhana ja suihkusetti
		+Pintakumulatiinipari sululla	Oras 204021Z/2										
WC1		WC-istuin, IDO Glow 60	LVI 5650169		110				1,8	0,1			Istuinkorkeus 420mm Perusmalli L=355mm, S=635mm, H=860mm S-lukko, iso ja pieni huuhtelu 2/4 l Kova QR/SC-istuinkansi
HEK1		Hiekkanerotuskaivo HEK 40	LVI 3632317		110								Wavin Labko
LK1		Kuivakaivo Jalosteel DN50	LVI 3310911		50								Matala vaakakaivo Huom. Lattiamateriaali
		+Pyöreä kansi massalattialle											
LK2		Lattikaivo alkuperäinen											Alkuperäinen.
PKV1		Pesukoneventtiili Oras 105001	Oras 105001			12							
		+Pintakumulatiin	LVI 6511210										
VP1		Vesiposti Oras 431420 DN20/250-450	LVI 2934141										Jäätymätön
PL1		Pesuletkukela Pivaset PV-ST 40/19/2/e	LVI 2956447										Jousipalautus RST
		+Letku 25mm/20m PV-PPLY	LVI 2928033										
PL2		Letkukela Espina MAV14	MAV14										Liitetään hanaan.

## LVI-KOJELUETTELO

## LIITE 3/1

Rakennuskohteen nimi ja osoite

Tervajärven alavesisäiliö

Projektin: no  
101000891-024Piirustus: o  
4011-RPvm  
30.11.2017Suunn.  
E.Kyllönen

Tiedosto

SIVU2/4

RIVI	REV	LAITE TUNNUS	LAITETYYPPI		ILMAVIRTA dm3/s	ALUE °C	PAINE-ERO Pa	TEHO kW	SÄHKÖ ARV. kW	OHJAUS- TAVAT	OHJAUS- PAIKAT RYHMÄ- KESKUS	RYHMÄ- JOHDOT	SUO- DATIN	LISÄSELVITYKSIÄ
			VAIKUTUSALUE	TOIMITT.										
1		TK01	Tuloilmakoje	Valvomorak.	+135/-145				10A / 1,8				F7	Ottoteho 1,8 Kw, syöttösulake 10 A
			Swegon CASA R7 Comfort	LVI					230V					Pakettikone
2		TK02	Tuloilmakoje	Varastorak.	+80/-85				10A / 1,85				F7	Ottoteho 1,85 Kw, syöttösulake 10 A
			Systemair SAVE VTR 300B	LVI					230V					Pakettikone
3		ILP01	Ilmalämpöpumppu/ulkoyksikkö	Valvomorak.				3,2lämm	0,6					Esim. Mitsubishi MSZ-FH25VEHZ
				LVI				2,5 jääh.	230V					
4		ILP01	Ilmalämpöpumppu/sisäyksikkö	Valvomorak.				3,2lämm						Esim. Mitsubishi MSZ-FH25VE
				LVI				2,5 jääh.						
5		ILP02	Ilmalämpöpumppu/ulkoyksikkö	Valvomorak.				3,2lämm	0,6					Esim. Mitsubishi MSZ-FH25VEHZ
				LVI				2,5 jääh.	230V					
6		ILP02	Ilmalämpöpumppu/sisäyksikkö	Valvomorak.				3,2lämm						Esim. Mitsubishi MSZ-FH25VE
				LVI				2,5 jääh.						
7		PK01	Pyyhekuivain	Valvomorak.				0,03	0,03					Esim. Nordhem Vaxholm 440x540
				SIA					230V					RST
8		LVV01	Lämminvesivaraaja	Valvomorak.				2	2					Esim. Jäspi VLK100
				LVI					230V					Sis. Varotaileryhmä
9		LVV02	Lämminvesivaraaja	Varastorak.				2	2					Esim. Jäspi VLK100
				LVI					230V					Sis. Varotaileryhmä
10		KIK01	Kiertoilmaojie	Valvomorak.				3,0	3,0					Esim. Frico Cat C3
				SIA					400V					
11		KIK02	Kiertoilmaojie	Valvomorak.				3,0	3,0					Esim. Frico Cat C3
				SIA					400V					
12		KIK03	Kiertoilmaojie	Valvomorak.				3	3					Esim. Frico Cat C3
				SIA					400V					
13		KIK04	Kiertoilmaojie	Valvomorak.				3	3					Esim. Frico Cat C3
				SIA					400V					
14		KIK05	Kiertoilmaojie	Varastorak.				3	3					Esim. Frico Cat C3
				SIA					400V					
15		KIK06	Kiertoilmaojie	Varastorak.				3	3					Esim. Frico Cat C3
				SIA					400V					
16		KIK07	Kiertoilmaojie	Varastorak.				3	3					Esim. Frico Cat C3
				SIA					400V					
17		TL01	Tasolämmitin	Valvomorak.				0,2	0,2					Esim. Ensto TASO 2
				SIA					230					
18		TL02	Tasolämmitin	Valvomorak.				0,35	0,35					Esim. Ensto TASO 3
				SIA					230					
19		TL03	Tasolämmitin	Valvomorak.				1	1					Esim. Ensto TASO 10
				SIA					230					
20		TL04	Tasolämmitin	Valvomorak.				0,55	0,55					Esim. Ensto TASO 5
				SIA					230					



## LVI-TYÖSELOSTUS

101000891-024  
30.11.2017

### **OULUN VESI**

Tervajärven alavesisäiliö, varavoima- ja varastorakennus sekä nykyisen laitusrakennuksen saneeraus.

## SISÄLLYSLUETTELO

1*	LVI-SELOSTUKSEN KÄYTTÖ .....	4
G0	LVI-JÄRJESTELMIEN YHTEISET LAATUVAATIMUKSET .....	5
G00	LVI-järjestelmien yleiset vaatimukset .....	5
G01	LVI-hankinnat ja työt .....	5
G01.20*	Piirustukset .....	6
G02	LVI-järjestelmien edellyttämät tilat .....	7
G03	Olevat LVI-järjestelmät .....	7
G04	LVI- tuotteet .....	7
G04.12	Sähkämootorit ja -laitteet .....	7
G04.20	Vaihtokelpoisuus toteutettavissa LVI-järjestelmissä .....	8
G04.35	Pintakäsittely .....	8
G06	Asennustyö .....	8
G06.00	Asennustyön yleiset vaatimukset .....	8
G06.14	LVI-tuotteiden kiinnitys ja kannatus .....	9
G06.15	Lävistyksiset .....	9
G06.23	LVI-järjestelmien ja -tuotteiden merkinnät .....	9
G08	Laadunvarmistus ja käyttöönotto .....	10
G08.00	Laadunvarmistuksen ja käyttöönoton yleiset vaatimukset .....	10
G08.40	Käyttöönotto .....	12
G08.50	Takuuajan toimenpiteet .....	12
G1	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT .....	13
G10	Lämmitysjärjestelmien yleiset vaatimukset .....	13
G2	VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT .....	14
G2000	Yleistä .....	14
G2100	Vesijohtotarvikkeet .....	14
G2300	Vesijohdot .....	14
G2600	Viemäriputkistot .....	16
G2600.00	Viemäriputkistojen perusvaatimukset .....	16
G2610	Jätevesiviemärit .....	16
G2615	Tuuletusviemärit .....	16
G2800	Kalusteet .....	16
G2810	Hanat ja vesipostit .....	17
G2860	Lattiakaivot .....	17
G2870	Laiteliitännät .....	17
G2880	Painepesuri .....	17
G3	ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT .....	18
G3000.00	Ilmastointijärjestelmien yleiset laatuvaatimukset .....	18
G3000.04	Ilmastointijärjestelmien materiaalien perusvaatimukset .....	18
G3000.06	Ilmastointijärjestelmien asennustyön perusvaatimukset .....	18

G3000.08	Laadunvarmistus ja käyttöönotto .....	18
G3000.10	Ilmastointijärjestelmien rakenne .....	18
G3110	Puhaltimet.....	18
G3110.10	Puhaltimien perusvaatimukset.....	18
G3120	Suodattimet.....	19
G3160	Äänenvaimentimet .....	19
G3160.10	Äänenvaimentimien perusvaatimukset .....	19
G3170	Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet .....	19
G33	Kanavistot ja kanaviston varusteet .....	19
G3300.10	Kanavistojen ja kanavistovarusteiden perusvaatimukset .....	19
G3300.11	Rakenne .....	20
G3300.12	Kannakointi .....	20
G3310	Kanavat.....	20
G3311	Pyöreät kanavat .....	20
G3312	Suorakaidekanavat .....	21
G3320	Kanaviston varusteet .....	21
G3322	Puhdistus- ja tarkastusluukut.....	21
G3323	Sulkupellit .....	22
G3322	Säätöpellit.....	22
G3326	Ilmavirran hallinta- ja mittauslaitteet .....	22
G3330	Kanaviston hygienia ja puhdistettavuus .....	22
G34	Päätelaitteet .....	22
G3400.10	Päätelaitteiden perusvaatimukset .....	22
G3400.11	Rakenne .....	23
G3410	Tuloilmalaitteet .....	23
G3410.10	Tuloilmalaitteiden perusvaatimukset .....	23
G3420	Poistoilmalaitteet.....	23
G3420.10	Poistoilmalaitteiden perusvaatimukset.....	23
G3420.10.06	Asennus .....	23
G3432	Ulkosäleiköt .....	23
G3433	Jäteilmalaitteet.....	23
G6	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	24
G6100	Rakennusautomaation yleiset vaatimukset.....	24
G6142	Hälytys- ja ilmoitusjärjestelmät .....	24
G6162	Kotelointi.....	24
G6171	Kaapelointi .....	24
G9	ERISTYS.....	25
G9000	Yleistä.....	25

Rev.	Päiväys/Laatiija	Päiväys/Tarkastanut	Päiväys/Hyväksynyt	Huomautukset
	30.11.2017 Eeliehl Kyllönen	30.11.2017 Timo Mustonen	30.11.2017 Esa Lukinmaa	

## 1\* LVI-SELOSTUKSEN KÄYTTÖ

LVI-selostusta käytetään rinnan Talotekniikka-RYL2002:n kanssa. LVI-selostuksen ja RYL2002:n käsittelyjärjestys ja otsikointi tunnuksineen ovat samat. Otsikkonumeron lopussa oleva \* -merkki tarkoittaa, että RYL2002:ssa ei ole vastaavaa otsikkoa, ts. otsikko ja kappale ovat vain LVI-selostuksessa.

Tämä LVI-selostus täsmentää Talotekniikka-RYL2002:ssa esitettyjä ohjeita ja vaatimuksia tähän hankkeeseen soveltuvasti. Niiltä osin kuin LVI-selostuksessa ei ole otsikkoa, noudatetaan RYL2002:n ohjeita ja vaatimuksia sellaisenaan.

## RAKENNUSHANKKEEN YLEISTIEDOT

Kohteeseen rakennetaan uusi alavesisäiliö, jonka päälle valvomo/huoltotila sekä saneerataan nykyistä rakennusta, lisäksi alueelle rakennetaan uusi varavoima / varasto / ajoneuvotila.

LVI-työt liittyvät puhtasvesisäiliöön, minkä johdosta työn aikana on kiinnitettävä erityistä huomiota puhtauteen ja hygieenisyyteen. Polttomoottorikäyttöisten koneiden ja laitteiden sekä polttoainekäyttöisten lämmityslaitteiden käyttö asennustöissä on kielletty. Asennustöissä käytettävissä koneissa ja laitteissa tulee olla biopohjaiset voiteluöljyt.

Pohjavettä likaavien aineiden käytössä ja varastoinnissa on noudatettava erityistä varovaisuutta ja rakennuttajan turvaohjeita.

## KOHDE JA SIJAINTI

Rakennuskohteena on Tervajärven alavesisäiliö, joka sijaitsee osoitteessa;

Osoite: Kiimingintie 825, 90900 Kiiminki

Rakennuttaja

Nimi:	Oulun Vesi
Osoite:	Kasarmintie 29, PL 35 90015 Oulu
Yhdyshenkilö:	Käyttöpäällikkö Jarmo Lahtinen
Puhelin:	050 448 7630
Sähköposti:	jarmo.lahtinen@ouka.fi

## **G0 LVI-JÄRJESTELMIEN YHTEISET LAATUVAATIMUKSET**

### **G00 LVI-järjestelmien yleiset vaatimukset**

LVI- järjestelmät toteutetaan siten, että ne täyttävät Talotekniikka-RYL2002:n osassa G0 esitetyt yleiset laatuvaatimukset sekä rakennuttajan täsmentämät tavoitteet, laatuvaatimukset jne., jotka ovat esitettyinä toteutuksen pohjana olevissa sopimusasiakirjoissa.

Rakennus- ja asennustöissä sekä tarvikkeiden valmistuksessa on noudatettava voimassa olevia lakeja ja asetuksia sekä yleisiä tai kunnallisia määräyksiä, ohjeita ja normeja sekä hyväksi tunnettuja työtapoja.

Urakoitsija on velvollinen omalla kustannuksellaan huolehtimaan siitä, että kaikki urakkaan liittyvät viranomaisten tarkastukset suoritetaan.

Laitoksen luovutuksen yhteydessä on urakoitsijan luovutettava todistukset viranomaisten tarkastuksista.

Urakoissa noudatetaan lisäksi seuraavia asiakirjoja:

- Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998
- Talotekniikka-RYL 2002, Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2: Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012 (SRMK D2)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D4:LVI-piirrosmerkit, ohjeet 1978 (SRMK D4)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E7: Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus. Ohjeet 2004 (SRMK E7)
- Sisäilmayhdistys, Rakennustietosäätiö, Rakli, SAFA, SKOL: Sisäilmastoluokitus 2008
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1: Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007 (SRMK D1)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3: Rakennusten energiatehokkuus (SRMK D3)
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017)
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen vesi- ja viemärlaitteistoista (1047/2017)
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017)

### **G01 LVI-hankinnat ja työt**

LVI- ja rakennusautomaatiotyöt kuuluvat rakennusurakkaan.



Urakoista käytettävät lyhenteet:

- pää/rakennusurakka, sisältää LVI-työt RU
- prosessiputkisto- ja koneistourakka KU
- Sähkö- ja instrumentointiurakka SIA
- Automaatiourakka, tilaajan erillishankinta AU

## G01.20\* Piirustukset

### Suunnitelma-asiakirjat

Kojeiden ja laitteiden mitoitusarvot on pääasiallisesti esitetty kojeluetteloissa, kaavioissa ja piirustuksissa.

Urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu suunnitelmien tarkastaminen ennen hankintoja ja asennustyön aloittamista.

Urakoitsijan valitseman järjestelmän, laitteen tai asennustavan (esim. teho, koko, sijainti) poiketessa suunnitelmissa esitetystä urakoitsijan on saatava muutokselle toisten urakoitsijoiden ja rakennuttajan hyväksyntä. Urakoitsija vastaa muutoksesta muille osapuolille mahdollisesti aiheutuvista kustannuksista.

Kojeiden ja laitteiden mittapiirrokset ovat kaaviollisia. Tästä syystä urakoitsijan on työssään sekä tarvikkeiden valmistuksessa ja valinnassa tarkoin harkittava teknisesti ja esteettisesti paras mahdollinen asennuspaikka ja -tapa.

### Asennuspiirustukset

Kojeiden ja laitteiden esitys suunnitelmissa perustuu tiettyihin laitetyyppeihin ja asennusratkaisuihin. **Tasopiirustukset eivät ole asennusdetaljipiirustuksia.** Tästä syystä urakoitsijan on työssään sekä tarvikkeiden valmistuksessa ja valinnassa tarkoin harkittava teknisesti ja esteettisesti paras mahdollinen asennuspaikka ja -tapa.

Piirustuksissa esitetyt putkien kulkureitit on katsottava kaaviollisiksi, joten putkiin ja kanaviin tehtävät mutkat sekä toisten putkien, kanavien ja esim. sähköhyllysten sekä rakenteiden paikallisten väistöjen **tulee sisältyä urakkaan ilman eri korvausta.**

Urakoitsijat ovat velvollisia ennen hankintoja ja asennusten aloittamista käymään keskenään läpi ja varmistamaan asennusjärjestyksen ja -aikataulun, tilantarpeet, risteilyt sekä asennusdetaljit (kannakkeet, reikävaraukset yms.).

### Ajantasapiirustukset

Urakoitsijan on asennustyön edetessä merkittävä rakennusaikaiset muutokset "punakynällä" paperikopioihin ja toimitettava ne valvojalle ja LVI-suunnittelijalle muutossuunnitelmien ja luovutuspiirustusten tekoa varten. Urakoitsija merkitsee

poikkeamat suunnitelmista piirustuksiin ja säilyttää työmaalla ko. punakynäsarjaa, jonka oikeellisuutta valvojat tarkastavat ajoittain.

## **G02 LVI-järjestelmien edellyttämät tilat**

Urakoitsijoiden tulee keskinäisissä työmaakokouksissa sopia asennusjärjestys niin, että kanavat, putket ym. tarvikkeet saadaan asennettua optimaalisesti. Erityisesti on huomioitava huoltoa tarvitsevien laitteiden, kuten palopeltien, vaatima vapaa tila.

## **G03 Olevat LVI-järjestelmät**

Lämmitys:  
Nykyiset sähkölämmittimet uusitaan

Ilmanvaihto:  
Korvausilma-aukot tukitaan.

Viemärit:  
Nykyiset rakennuksen sisäpuoliset viemärit jäävät käyttöön.

## **G04 LVI- tuotteet**

LVI- tarvikkeina käytetään ensisijaisesti tyyppihyväksytyjä tarvikkeita. Mikäli rakennuttaja toteaa työn suorituksen aikaisissa tarkastuksissa työmaalla puutteellisia tai vioittuneita laitteita tai tarvikkeita, on ne välittömästi poistettava työmaalta.

Urakoitsijan tulee esittää laitevalintansa rakennuttajan hyväksyttäväksi. Laitevalinnoissa tulee olla tekninen erittely, jonka perusteella hyväksyntä voidaan suorittaa.

Järjestelmä- ja laitevalintoja tehtäessä tulee kiinnittää huomiota järjestelmien ja laitteiden elinkaareen. Lisäksi erityinen huomio tulee kiinnittää laitteiden käytettävyyteen ja huollettavuuteen.

### **G04.12 Sähkömoottorit ja -laitteet**

Moottoreiden ja muiden LVIA -laitteiden kaapelien läpimenokohdat varustetaan asianmukaisin tiivistein ja tarvittaessa vedonpoistoholkkitiivistein. Tiivisteet ja kytkentäliittimet on mitoitettava ja valittava LVI-kojeluettelossa tai sähkösuunnitelmissa esitettyjä kaapelikokoja ja -tyyppejä vastaaviksi (mahdolliset

Al/Cu-vaihtoliittimet kuuluvat toimitukseen). Taajuusmuuttajakäytöissä tulee tiivisteissä huomioida EMC.

LVI-laitteiden toiminta varmistetaan automatiikan toimintahäiriöiden varalta käsinohjausmahdollisuudella.

Jakelujärjestelmän asettamat vaatimukset ovat IEC-364 Standardin mukaisen TN-S 5-johdinjärjestelmän mukaiset. Sähkö 3 N 50 Hz, 400/230 V.

Moottorien suojauksessa on käytettävä standardien SFS-EN 60947-4-1 tyyppin 2 mitoitusta ja kojeita. Suojausluokka on roiskevedenpitävä IP 34, ellei ankarampaa ole erikseen määrätty tai laitteiden sijoituksesta niin määräydy.

#### **G04.20 Vaihtokelpoisuus toteutettavissa LVI-järjestelmissä**

Mikäli urakoitsija haluaa vaihtaa LVI-asiakirjoissa määriteltyjen tarvikkeiden, materiaalien, liitostapojen tms. tilalle muita vastaaviksi katsomiaan, on niiden tilankäytöltään, toiminnaltaan, teknisiltä ominaisuuksiltaan ja huollon jatkuvuuden osalta läheisesti vastattava urakka-asiakirjoissa määriteltyjä. Vaihdoille urakoitsijan on saatava ensin tekninen ja taloudellinen hyväksyminen muilta urakoitsijoilta. Sen jälkeen, ennen hankintaan ryhtymistä on vaihdolle saatava vielä rakennuttajan ja LVI-valvojan hyväksyminen. Vastaavuudesta vastaa teknisesti ja taloudellisesti vain vaihtamista esittänyt urakoitsija.

Urakoitsijan valitseman laitteen tai asennustavan (esim. teho, koko, sijainti) poiketessa suunnitelmissa esitetystä vastaa ao. urakoitsija muutoksesta muille osapuolille mahdollisesti aiheutuvista kustannuksista

#### **G04.35 Pintakäsittely**

Kaikkien työmaalle toimitettavien laitteiden tulee olla pohjamaalattuja, sinkittyjä tai valmiiksi pintakäsiteltyjä. Pintakäsittely, periaate ks. RYL2002.

#### **G06 Asennustyö**

##### **G06.00 Asennustyön yleiset vaatimukset**

Asennustöissä noudatetaan seuraavia perusohjeita:

- kanavien ja tarvikkeiden suojaukset poistetaan vasta juuri ennen niiden asentamista
- kanavien kaikki avonaiset päät on suljettava pölytiivisti aina asennustyön keskeytymisen ajaksi
- kanaviston on oltava tiivis, tiiviysluokka C, SFS 4699
- pakkausmateriaalit ja asennusjätteet kerätään päivittäin työmaalta keräilyastioihin.

LVI-laitteet asennetaan siten, että niiden käyttö ja huolto on mahdollista. Putkiverkostoihin on järjestettävä tarpeellisiin kohtiin avattavia liitoksia siten, että kaikkien laitteiden, venttiilien yms. irrottaminen on mahdollista. Avattavia liitoksia ei kuitenkaan saa käyttää sellaisissa paikoissa, joihin laitoksen valmistuttua ei pääse käsiksi rakenteita rikkomatta.

Putkistojen asennuksessa yleisesti noudatetaan ohjetiedostoa LVI 20-10348 ”Putkistojen asennus”. Putkien ja venttiilien liitoksissa noudatetaan lisäksi tarvittaessa valmistajan ohjeita.

Kukin urakoitsija huolehtii asentamiensa laitteiden suojauksesta rakennusaikana. Avonaiset putkien ja kanavien päät ja aukot suojataan siten, ettei pöly, laasti ym. kulkeudu niihin eikä itse suojuks pääse putken tai kanavan sisälle. Lattiakaivot peitetään kiinnitettävillä muovikansilla. Suojaus on aina tehtävä niin, ettei se estä maalaus- ym. töitä.

#### **G06.14 LVI-tuotteiden kiinnitys ja kannatus**

Putkistojen ja kanavien kiinnitys ja kannatus tehdään LVI 12-10370 ohjetiedoston mukaisesti

Kukin urakoitsija kiinnittää ja kannattaa toimittamansa tarvikkeet.

#### **G06.15 Lävistykset**

Katso urakkarajaliite.

#### **G06.23 LVI-järjestelmien ja -tuotteiden merkinnät**

Väliaikaiset merkinnät urakoitsija poistaa, kun lopulliset tunnuskilvet on asennettu paikoilleen.

Turvallisuuteen liittyvät kilvet tehdään RYL2002 mukaan.

Katso urakkarajaliite: laitteiden merkinnät

## **G08 Laadunvarmistus ja käyttöönotto**

### **G08.00 Laadunvarmistuksen ja käyttöönoton yleiset vaatimukset**

Laadunvarmistukseen ja käyttöönottoon liittyvien tarkastusten suorittamisen yleinen periaate on, että urakoitsijat suorittavat tarkastukset ja laativat niistä pöytäkirjat. Tarkastuspöytäkirjojen pohjalta rakennuttaja suorittaa haluamassaan laajuudessa omia tarkastuksia. Urakoitsija on velvollinen osallistumaan myös rakennuttajan suorittamiin tarkastuksiin.

LVI-mittauksia varten, myös rakennuttajan suorittamia tarkistusmittauksia varten, urakoitsija on velvollinen hankkimaan käyttöönsä kalibroidut mittalaitteet.

Katso myös urakkarajaliite.

LVI-töiden laatua ja valmistumista tarkkaillaan suorittamalla mm. seuraavat osatarkastukset:

- RYL G08.11 Yhteiset mallit ja malliasennukset
- RYL G08.12 Tiiviys- ja painekokeet
- RYL G08.20 Laite- ja asennustapatarkastukset
- RYL G08.21 Toimintatarkastukset
- RYL G08.22 Toimintakokeet
- RYL G08.23 Säädot ja mittaukset
- RYL G08.24 RAU parametrien asettelu, LVI-urakoitsijoiden osallistuminen yhdessä automaatiourakoitsijan kanssa.
- RYL G08.25 Kuormituskokeet
- RYL G08.26 Tarkistusmittaukset
- RYL G08.30 Viranomaisten tarkastukset
- RYL G08.31 Luovutus- ja käyttöönottoasiakirjat
- RYL G08.32 Vastaanottotarkastus

Osatarkastuksen tulos ilmoitetaan tarkastuksen lopussa ja merkitään työmaapäiväkirjaan sekä kirjataan seuraavan työmaakokouksen pöytäkirjaan, mikäli tulos ei edellytä nopeampaa julkistamista. Tarkastusmittauksien tulos merkitään vastaanottotarkastuspöytäkirjaan.

Yllä mainittuihin varattava aika on otettava huomioon kaikissa työaikatauluun ja työjärjestelyihin liittyvissä toimenpiteissä.

Viranomaisten suorittamien tarkastusten menettely ja pöytäkirjojen säilytys määritellään rakennustöiden aloituskokouksessa.

#### **Tiiviys- ja painekokeet**

Putkijohtolaitteet:

Verkoille suoritetaan painekokeet, joista toimitetaan pöytäkirjat rakennuttajalle.

### Ilmakanavistot

Ilmakanavien tiiveyden on täytettävä D2:n ja standardin SFS 4699 (Ilmastointilaitosten tiiveysvaatimukset) vaatimukset. Painekekeista on ilmoitettava rakennuttajalle hyvissä ajoin.

Urakoitsijan on toimitettava kaikki painekekeissa tarvittavat aineet, välineet, mittarit ym. ja suoritettava tarpeelliset aukkojen ja vapaiden kanavapäiden tukkimiset kokeen ajaksi sekä suoritettava itse kokeet.

Piiloon jäävät kanavisto-osat tulee koepaineistaa ennen niiden peittämistä.

Urakoitsija laatii mittauksista pöytäkirjan ja luovuttaa sen LVI-valvojalle. Pöytäkirja laaditaan taulukon muotoon ja siitä tulee ilmetä kokeen aika, paikka, suorittaja, kanaviston osa, sen vaippapinta-ala ( $m^2$ ), vuotoilmavirta ( $dm^3/s$ ) ja ( $dm^3/s, m^2$ ) sekä todetut puutteellisuudet.

### Säädöt ja mittaukset

Säätö- ja mittaustoimenpiteisiin kuuluu urakoitsijoiden osalta mm. seuraavaa:

#### Ilmanvaihtolaitteet:

- ilmavirtojen mittaus ja säätö sekä pöytäkirjojen laatiminen
- tuloilmaventtiilien yms. säätö niin, että oikeat virtauskuviot saavutetaan
- suodattimien puhdas / likainen -rajojen asettelu
- lämpötilamittaukset

### Ilmavirtojen säätö ja mittaus

Piirustuksiin merkityt ilmamäärät tulee saavuttaa kojeen toimiessa mitoitusteholla.

Säätötyöt suoritetaan kojeiden mitoitusteholla ja puhalluslämpötilan ollessa normaali. Säädön jälkeen venttiilit ja säätöelimet lukitaan ja kertasäätöelimien säätöasennot merkitään.

Mittauksia suoritettaessa on suodatinvastuksen vastattava 1/2 -likaisen suodattimen arvoa (tarvittaessa on suodatinpintaa peitettävä riittävän painehäviön aikaansaamiseksi).

Jokaisen tulo- ja poistoilmaventtiilin ilmamäärä sekä jokaisen järjestelmän kokonaisilmamäärät (pääkanavat tai puhallin) mitataan. Venttiilien ja laitteiden mittaukset suoritetaan ko. valmistajan mittausohjeiden mukaan.

Ilmamäärien osalta sallitaan seuraavat poikkeamat suunnitelmissa esitetystä arvoista:

- yksittäiset poisto- ja tuloilmaelimet  $\pm 12 \%$
- kokonaisilmamäärämittaukset  $\pm 8 \%$

Alipaine/ylipaine painesuhteet tulee säilyttää.

Urakoitsija laatii mittauksista pöytäkirjan, josta on toimitettava jäljennös rakennuttajalle ja suunnittelijalle. Pöytäkirja laaditaan taulukon muotoon ja siitä tulee olla:

- aika, paikka ja suorittaja
- käytetty mittari, kalibrointi
- tulo- ja poistoilmaelimet (huonetiloittain)
- pääkanavien ilmamäärät (kerroksittain/koneittain)
- asetteluarvot
- mittarin lukema
- vaadittu ja mitattu ilmamäärä.

#### **G08.40 Käyttöönotto**

Käyttöönottoon liittyvät toimenpiteet on esitetty urakkarajaliitteessä.

Rakennus voidaan ottaa käyttöön, kun rakennusvalvontaviranomainen on sen käyttöön hyväksynyt ja muut osapuolet, joiden tarkastusta ja hyväksyntää järjestelmien käyttöönotto edellyttää, ovat antaneet siihen luvan.

Pääurakoitsija saa ottaa rakennusaikaiseen käyttöön rakennukseen asennettuja lämmitys- ja vesijärjestelmiä edellyttäen, että niiden kytkennät ovat lopulliset ja että rakennuttaja ja rakennusvalvontaviranomainen ovat antaneet luvan niiden käyttöön. Ilmanvaihtojärjestelmiä ei saa ottaa rakennusaikaiseen käyttöön.

#### **Ylläpitoa palvelevat tuotteet ja varaosat**

Urakoitsijat toimittavat vastaanottotarkastukseen mennessä rakennuttajan varastoon seuraavat varaosat. Tarvikkeiden on oltava tarkoituksenmukaisesti pakattuja ja suunnitelman mukaisella koodilla merkittyjä.

#### **LVI-työt:**

- 1 vaihtosarjaa suodattimia kutakin asennettua suodatinta varten

#### **G08.50 Takuuajan toimenpiteet**

Takuuajan yleiset toimenpiteet on esitetty RYL2002:n kunkin osan yhteydessä.

## **G1 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT**

### **G10 Lämmitysjärjestelmien yleiset vaatimukset**

Kohteen lämmitysmuotona on sähkölämmitys. Se toteutetaan uusilla tasolämmittimillä (4 KPL) ja kiertoilmakojeilla (7 KPL) ja ilmalämpöpumppujen (2 KPL) avulla suunnitelmien mukaisesti.

#### **ILMALÄMPÖPUMPUT**

Valvomorakennuksen valvomotilan sekä pumpputilan lämmitykseen ja jäähdytykseen hankitaan ilmalämpöpumput.

Ulkoyksiköt sijoitetaan rakennuksen ulkoseinälle jalalliselle telineelle noin 1.5m korkeuteen.

Sisäyksiköt asennetaan sisäseinälle pohja- ja leikkauskuvan mukaisesti. Valvomotilan sisäyksikön kondenssiviemäri johdetaan viemäriin. Pumpputilan sisäyksikön kondenssivedet johdetaan lattiakouruun. Ulkoyksiköiden kondenssivesi putkitetaan sisätiloihin lähimpään viemärikaivoon suunnitelmien mukaan.

Ilmalämpöpumpun asentajan tulee olla ilmalämpöpumppuasennuksen ammattilainen. Asennukseen sisältyy laitteiden sijoittelu, kondenssivesien hallittu poisjohtaminen ja käyttöönotto. Laitteisto tyhjiöidään ennen kylmäaineen syöttämistä järjestelmään. Ilmalämpöpumpun laitteistot ja asennusjätteet puhdistetaan asennuksen päätteeksi. Ilmalämpöpumpun käytönohjeistus annetaan käyttäjälle ilmalämpöpumpun asentajan toimesta.

Ilmalämpöpumpun sähköasennuksen suorittaa Turvatekniikan keskuksen rekisteröimä sähköasentaja. Ulkoseinän vaaka ja pystyjohdotukset koteloidaan RST-kotelolla.

Takuuaikana ilmalämpöpumpun vuosihuolto kuuluu LVI-töihin. Vuosihuollon yhteydessä tehdään vähintään seuraavat asiat:

- Puhdistetaan suodattimet
- puhdistetaan kondenssiviemäri
- puhdistetaan sisäyksikkö
- ulkoyksikkö imuroidaan pölystä, hiekasta ja roskista
- tarkistetaan laitteiden ulkoasu
- tarkistetaan puhalluslämpötila imu- ja puhallusilmasta
- mitataan lisäksi paineet, irrotetaan ja puhdistetaan puhallinsiivet sekä pestään perusteellisesti ulkoyksikön kenno.

Huoltokäynnistä luovutetaan tilaajalle tarkastuspöytäkirja, josta selviävät vähintään

- huollon tekijä (kylmäainehuoltolupa oltava)
- huoltoaika
- laitteiden kunto
- korjaustarpeet. Takuuaikana (2v) korjaukset kuuluvat LVI-töihin.



## **G2 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT**

### **G2000 Yleistä**

Valvomorakennuksen vanhat käyttövesijohdot ja -kalusteet puretaan ja vaihdetaan uusiin. Vanhat valvomorakennuksen lattiakaivot jätetään paikoilleen. Laajennuksen huoltotilaan asennetaan kaksi kuivakaivoa jotka viemäroidään kellarin pumpputilan lattiakouruun.

WC:n kaivon kansi uusitaan RST-kanneksi. Esim. Vieser Classic.

Varastorakennukseen rakennetaan uudet käyttövesi- ja viemäriverkostot.

### **G2000.06 Asennustyö**

Vesi- ja viemärikalusteiden asennuksissa noudatetaan LVI 20-10347 ohjekorttia.

Vesijohdot valvomorakennuksen prosessipuolella RST-putkea hitsaus- ja/tai puristusliitoksin.

Valvomorakennuksen sosiaali-, valvomo- ja WC-tiloissa sekä varastorakennuksessa vesijohdot kuparia puristusliitoksin. Näkyvät kytkentäjohdot kromattua kupariputkea.

### **G2100 Vesijohtotarvikkeet**

### **G2200 Lämmönsiirtimet**

Valvomorakennukseen ja varastorakennukseen hankitaan lämminvesivaraajat 2KPL, sijainti ja esimerkkityyppi ovat esitetty suunnitelmissa.

### **G2300 Vesijohdot**

Valvomorakennuksessa:

Prosessipuolella RST-putkea hitsaus- ja/tai puristusliitoksin. Sosiaali-, valvomo- ja WC-tiloissa vesijohdot kuparia puristusliitoksin. Näkyvät kytkentäjohdot kromattua kupariputkea.

Varastorakennuksessa:

Vesijohdot kuparia puristusliitoksin.

Kylmävesijohto rakennusten ulkopuolella saattolämmityskaapelilla varustettua elementtiputkea. Esim. Uponor Supra

**G2400 Viemäritarvikkeet****G2500 Viemäriveden käsittely****G2521 Umpisäiliöt**

Kohteeseen tulee kaksi kappaletta 5 m<sup>3</sup> umpisäiliöitä jotka yhdistetään yhdysputkella. Umpisäiliöistä johdetaan täyttymishälytystiedot prosessiautomaatiojärjestelmässä.

**G2535 Puhdistusputket**

Puhdistus/tarkastusputki asennetaan umpisäiliöt yhdistävään väliputkeen sekä valvomorakennuksesta ja varastorakennuksesta lähteviin viemäriputkiin suunnitelmien mukaan. Tarkastusputki liitetään viemäriin niin, että sen kautta voidaan viemäri puhdistaa sekä virtaussuunnassa että virtaussuuntaa vastaan. Putken yläosan ympärille tehdään kannellinen kaivo.

**G2540 Erottimet**

Erottimen luo tulee olla vapaa kulkureitti. Erotin sijoitetaan siten, että se voidaan vaikeuksitta tyhjentää ja huoltaa. Erottimen asentamisessa otetaan huomioon mahdollinen ankkurointitarve ja liikennekuormat ulkoalueella. Erottimesta johdetaan hälytys- tms. tiedot prosessiautomaatiojärjestelmässä.

**G2541 Öljynerottimet**

Kohteeseen asennetaan yksi kappale öljynerottimia ja näytteenottoaivo LVI-suunnitelmien mukaan. Tuuletusviemärit johdetaan vähintään 2,5 m:n korkeuteen maan pinnasta. Erottimen kannen on oltava kaasutiivis. Ikkunan tai ilmanvaihtoaukon läheisyys vaikuttaa tuuletusviemäriin sijoitukseen. Hälytinautomaatiikka kytketään valmistajan ohjeiden mukaan. Tehdasvalmisteiset erottimet ja niiden huoltokaivot asennetaan valmistajan ohjeiden mukaan. Erottimen ja huoltokaivon välisen liitoksen on oltava tiivis. Öljynerotin ei saa päästä jäätymään. Erottimissa on oltava tyhjennysjärjestely, jonka avulla varastotilaan kertynyt, vettä kevyempi, ongelmajätteeksi luokiteltu neste voidaan poistaa erikseen säiliötä tyhjentämättä. Maan pinnan tasalla olevan kannen kautta tuleva kuormitus ei saa siirtyä erottimeen. Routarajan yläpuolelle jäävät erottimet routaeristettävä.

**G2543 Hiekanerottimet**

Varastorakennukseen asennetaan 5 KPL hiekanerotuslattiakaivoja LVI-suunnitelmien mukaan. Kaivoista tehtävä vesilukollisia valmistajan ohjeiden mukaan.

## **G2600 Viemäriputkistot**

### **G2600.00 Viemäriputkistojen perusvaatimukset**

Putkistojen kytkennät, kulmat, kallistukset, putkikoot ja suunnanmuutokset tehdään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaisesti. Viemärit asennetaan LVI-ohjekortin LVI 20-10348 mukaisesti. Suunnanmuutossäännökset ja ohjeet koskevat myös kokoja 32 ja 40.

Rakenteiden läpiviennit tiivistetään palon-, äänen-, kosteuden- ja paineeneristävyydeltään lävistettävää rakennetta vastaaviksi. Läpiviennit tehdään Suomenrakentamismääräyskokoelman osien C2 ja E1 sekä valmistajan ohjeiden mukaan. Käytettävien materiaalien ja osien on oltava kyseiselle läpiviennille sopivia.

## **G2610 Jätevesiviemärit**

Valvomorakennuksessa:

- Vanhat viemärit jäävät käyttöön. Kaksi saostuskaivoa puretaan, yksi kaivo jää palvelemaan pumpputilan lattiakourua.

Vanha viemäriputki jatketaan umpisäiliöön (5m<sup>3</sup>+5 m<sup>3</sup>)

Varastorakennuksessa:

- Viemäriputket muovია. Viemärivesi kerätään hiekanerotuskaivojen kautta öljynerotus- ja näytteenotto-kaivoihin ja edelleen umpisäiliöön (5 m<sup>3</sup>+5 m<sup>3</sup>)

Rakennusten ulkopuolella sijaitsevat viemärit jotka asennetaan routarajan yläpuolelle routaeristetään.

## **G2615 Tuuletusviemärit**

Valvomorakennuksen tuuletus hoidetaan alipaineventtiilillä. Alipaineventtiili sijoitetaan WC-tilan pesualtaan alle.

Varastorakennuksen tuuletusviemäri johdetaan vesikatolle LVI-suunnitelman mukaan.

## **G2800 Kalusteet**

Vesi- ja viemärikalusteet ja varusteet on esitetty piirustuksissa koodeilla. Koodeja vastaava kalustetyyppi on esitetty LVI-kalusteluettelossa.

Kaikki kalusteet varustetaan kalustekohtaisilla sulkuventtiileillä.

Lattiakaivojen tyypeissä ja asennuksessa tulee huomioida lattiamateriaalin ja kosteuseristysten vaatimukset.

**G2810 Hanat ja vesipostit**

Hanat ja vesipostit on esitetty piirustuksissa kalustekoodeilla.

**G2860 Lattiakaivot**

Valvomorakennuksen alkuperäiset kaivot säilytetään.

Laajennuksen hoitotilaan 2KPL HST-kaivoja. Hoitotilan viemäri johdetaan pumpputilan lattiakouruun.

Varastorakennuksessa 5 KPL hiekanerotuskaivoja valurautakansilla.

**G2870 Laiteliitynnät**

Pyykinpesukoneen kytkentäjohtoon asennetaan yksisuunta- ja tyhjöventtiili, jotka sijoitetaan vähintään 300 mm koneen yläreunan yläpuolelle.

Pesuletkukelman kytkentäjohto varustetaan sulku- ja yksisuuntaventtiilein.

**G2880 Painepesuri**

Varastorakennukseen asennetaan vesipistevaraus painepesurille. Kytkentäjohtoon asennetaan sulku- ja yksisuuntaventtiilit.

### **G3 ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT**

Valvomorakennukseen ja uuteen varastorakennukseen rakennetaan uusi koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä suunnitelmien mukaisesti.  
Uudet IV-koneet on varustettu pyörivällä LTO:lla.

Kalkkivarasto -tilaan rakennetaan käsikäyttöinen pölynpoistojärjestelmä. Kalkin lisäämisen ajaksi ulko-ovi aukaistaan, TK01 sammutetaan ja puhallin PF01 käynnistetään.

Vesisäiliön ja kalkkisuodattimen huohotinilmaputket tehdään RST -putkella hitsausliitoksin. Putki eristetään solukumieristeellä ja saumat teipataan huolellisesti kondensoitumisen välttämiseksi.

Vesisäiliön huohotinputki varustetaan AmphiVent 200i -suodattimella ja kalkkisuodattimen huohotinputki varustetaan AmphiVent 125i -suodattimella. Suodattimen voidaan asentaa pysty- tai vaakatasoon mutta ei kuitenkaan suoraan ilmastusaukon päälle. Asennettaessa suodatin makaavaan asentoon on suodatinrumpua kallistettava hieman niin että lauhdevesi voidaan poistaa rumpuun poratun reiän kautta.

#### **G3000.00 Ilmastointijärjestelmien yleiset laatuvaatimukset**

Yleisilmanvaihtokoneet pyörivällä LTO:lla, sähkölämmityslämmityspatterilla, tulo ja poistopuhaltimilla.

#### **G3000.04 Ilmastointijärjestelmien materiaalien perusvaatimukset**

Ilmanvaihtokanavat ovat sinkittyä kierresaumakanavaa.

#### **G3000.06 Ilmastointijärjestelmien asennustyön perusvaatimukset**

#### **G3000.08 Laadunvarmistus ja käyttöönotto**

#### **G3000.10 Ilmastointijärjestelmien rakenne**

Puhtausluokka P2.

#### **G3110 Puhaltimet**

#### **G3110.10 Puhaltimien perusvaatimukset**

Ks. RYL 2002.

**G3120 Suodattimet**

Hankitaan yksi sarjaa uusia suodattimia kumpaankin uuteen IV-koneeseen. Suodattimet ovat kertakäyttöisiä. Suodattimista tulee esittää testiraportit, painehäviökäyrästä sekä pinta-alatiedot.

Huohotinputkien (2 KPL) suodattimiksi hankitaan AmphiVent 200i vesisäiliön huohotukseen ja 125i kalkkisuodattimen huohotukseen. Suodattimet on varustettu painevarokkeella. Varustetaan H13 HEPA-suodattimilla. 6 kuukautta vastaanottotarkastuksen jälkeen suodatinlaite puretaan LVI-urakoitsijan toimesta ja suodatinpanoksen täyttöaste arvioidaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Tämän perusteella määritellään vaihtoväli suodatinpanokselle. Vaihtoväli ilmoitetaan käyttäjälle.

Suodatin tarkastuksen ja vaihdon yhteydessä painovaroke myös tarkastetaan. Mikäli varoke on revennyt, tulee tutkia mistä repeytyminen johtuu. Revennyttä varoketta ei saa korjata vaan se on vaihdettava uuteen.

Huohotinputken asennus tehdään suunnitelmien mukaisesti ja ulospuhallusaukko varustetaan saattolämmitetyllä ulkosäleiköllä jäätymisvaaran estämiseksi. Asennettaessa suodatin makaavaan asentoon on suodatinrumpua kallistettava hieman niin että lauhdevesi voidaan poistaa rumpuun poratun reiän kautta.

**G3160 Äänenvaimentimet****G3160.10 Äänenvaimentimien perusvaatimukset**

Äänenvaimentimina käytetään tehdasvalmisteisia vaimentimia, joiden suoritusarvot ja ominaisuudet on testattu voimassa olevien standardien tai tyyppihyväksyntäohjeen mukaisesti. Vaimennusmateriaali on mineraalivillaa tai muuta palamatonta ainetta.

**G3170 Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet****G33 Kanavistot ja kanaviston varusteet****G3300.10 Kanavistojen ja kanavistovarusteiden perusvaatimukset**

Kanaviston on täytettävä SRMK E1 vaatimukset ja E7 ohjeet. Kanavaosien mittojen on noudatettava standardia SFS 3541. Kanavat, niiden osat ja kanavavarusteet liitetään

toisiinsa tiiviisti standardin SFS 4699 ja SRMK D2:n vaatimuksia noudattaen. Haaroitukset tehdään **pääsääntöisesti tehdasvalmisteisilla** osilla, lähtökauluksia käytetään vain poikkeustapauksissa, kuten pyöreiden kanavien liittyessä suorakaidekanaviin.

Ilmanvaihtokanavina käytetään pestyjä kanavia ja osia tai siten valmistettuja, että ne ovat öljyttömiä ja puhtaita. Kanavat tulee toimittaa työmaalle ja säilyttää siellä tulpattuina, osat muoviin pakattuina. Asennuksen jälkeen urakoitsija tulppaa kanavat välittömästi.

Kanaviston on oltava tiivis: tiiviysluokka C, SFS 4699.

Kanavien katkaisut ja niihin leikattavat reiät tehdään leikkaavilla työkaluilla ja ne on muotoiltava niin, että kanavistossa ei synny häiritsevää ääntä, eivätkä painehäviöt muodostu kohtuuttoman suuriksi.

Asennustyön alkaessa tehdään malliasennus, jossa mm. kannatusjärjestelmä tulee hyväksyttävä valvojalla. Kannatusten ja ripustusten rakenteissa noudatetaan standardeja SFS 4046...SFS 4069. Reikänauhojen ja vastaavien käyttö on kielletty. Näkyviin jäävät kanavat ripustetaan kierretangoilla ja kiinnitetään vannepitimillä.

Alakattoihin yms. piiloon jäävät kanavat kannatetaan kuten edellä tai säädettävillä nauhakannattimilla. Kanavien kannakkeet ovat vähintään samaa paloteknistä luokkaa kuin kanavat. Kannakeväli on enintään 2 m. Kiinnitys rakenteisiin tehdään poraamalla.

Ilmakanavat kiinnitetään ja kannakoidaan siten, että ne pysyvät palotilanteessa paikoillaan vähintään niiltä edellytetyn palonkestoajan.

Liitostyö tehdään niin, etteivät kanavat tai liitostarvikkeet vahingoitu työn aikana. Kanavat kiinnitetään toisiin kanaviin ja liitososiin vetoniiteillä.

#### **G3300.11 Rakenne**

#### **G3300.12 Kannakointi**

Kanavien kannakoinnissa noudatetaan LVI 12-10370 LVI-ohjekorttia.

#### **G3310 Kanavat**

#### **G3311 Pyöreät kanavat**

Pyöreiden kanavien on täytettävä standardien SFS 3282 ja 3541 vaatimukset. Kanavien liitokset tehdään käyttäen tehdasvalmisteista kumirengasliitosta

**G3312 Suorakaidekanavat**

Suorakaidekanavien ja niiden osien on täytettävä standardien SFS 3281 ja SFS 3541 vaatimukset.

Kanavien tulee olla riittävästi jäykistettyjä ettei ilman virtaus aiheuta värinää kanavapinnoissa; tarvittaessa kanaviin tulee tehdä lisäjäykistyksiä.

Suorakaidekanavat liitetään toisiinsa ensisijaisesti kumitiivisteellisellä ns. T-listaliitoksella kulmapalat pultaten. Laippaliitokset on tehtävä siten, että ne voidaan jälkeinpäin avata. Liitokset viimeistellään kulmapaloilla.

Peltikanavan liittyessä kojeeseen tai rakennusaineeseen käytetään aina kulmateräslaippaliitosta tai muuta yhtä lujaa ja helposti avattavaa liitosta. Urakkaan kuuluu myös toimittaa rakennusaineeseen kiinnitettävät muurauskehykset tartuntarautoineen.

**G3320 Kanaviston varusteet****G3322 Puhdistus- ja tarkastusluukut**

Kanavat on varustettava puhdistusluukuilla kaikissa viranomaisten määräämissä paikoissa. Tasopiirustuksiin ei kaikkia luukkuja ole esitetty, vaan ne on sijoitettava asennusten mukaan niin, että niihin päästään käsiksi ja kanavat ovat puhdistettavissa.

Luukkujen tulee olla viranomaisten hyväksymää mallia. Luukkujen on tiiveydeltään ja paloteknisesti täytettävä samat vaatimukset kuin kanaviston johon ne liittyvät.

Luukkujen tarkoista paikoista on asennustyön aikana sovittava muiden urakoitsijoiden ja viranomaisten kanssa. Luukkuja ei saa asentaa alas lasketun katon kannattimien, putkien tai valaisimien taakse.

Puhdistusluukun aukon mitat kanavakoosta riippuen ovat seuraavat:

<b>Pyöreä kanava</b> <b>Ø mm</b>	<b>Suorakaidekanava</b> <b>leveys mm</b>	<b>Aukon mitat</b> <b>mm</b>
alle 200	alle 250	400 x 100
200...400	250...500	400 x 200
yli 500	yli 500	500 x 400



Pystyhormin ala- ja yläpähän tulee puhdistusluukku.

Kaikki puhdistusluukut myös palo- ja lämpöeristetyissä kanavissa kuuluvat LVI-töihin.

**G3323 Sulkupellit**

**G3322 Säätöpellit**

**G3326 Ilmavirran hallinta- ja mittauslaitteet**

**G3330 Kanaviston hygienia ja puhdistettavuus**

Kanavien ja tarvikkeiden suojaukset poistetaan vain asennustyön ajaksi. Avoimet päät suljetaan pölytiivisti aina myös taukojen ja keskeytysten ajaksi. Avoimeksi jäävät pystykanavat tulpataan välittömästi käyttäen tehdasvalmisteisia päätykansia ja iv-teippiä. Vaakakanavien avoimet päät tulpataan muoviosia tai muovia ja ilmastointiteippiä käyttäen. Suojausten paikallaan pysymisestä vastaa ainoastaan ilmanvaihtourakoitsija.

Kanaviston on täytettävä standardin "Ilmastointi. Ilmakanavien puhdistettavuus" vaatimukset. Kanavisto asennetaan siten, että se on tarkastettavissa ja puhdistettavissa. Puhdistusluukut on merkitty piirustuksiin. Luukkujen sijoitus, detaljit ks. RYL. Palopeltien yhteyteen tulee aina tarkastusluukku.

Ennen ilmastointikoneiden käynnistämistä toimintakokeita ja käyttöönottoa varten kanavien sisäpuolinen puhtaus tulee tarkistuttaa LVI-valvojalla. Puhtaus tarkistetaan pistokokeina ensisijassa silmämääräisellä tarkastuksella, mutta epäselvissä tapauksissa esim. punnitustestillä. Puhtaan kanavan raja-arvo on  $1,0 \text{ g/m}^2$ . Tarvittaessa ilmanvaihtourakoitsija puhdistaa peltiset ilmanvaihtokanavat sisäpuolelta ennen käyttöönottoa. Testien ja puhdistuksen kustannuksista vastaa urakoitsija.

**G34 Päätelaitteet**

**G3400.10 Päätelaitteiden perusvaatimukset**

Päätelaitteet on ilmoitettu piirustuksissa koodeilla ja esimerkkityypeillä. Urakoitsijan tulee hyväksyttää valitsemansa laitteet teknisine arvoineen rakennuttajalla.

Päätelaitteiden ilmavirrat säädetään valmistajan ohjeiden mukaan.

**G3400.11 Rakenne**

Päätelaitteen rakenne on sellainen, että sen osat pysyvät asennuksen ja käytön aikana tukevasti paikallaan ja että se asennettuna kestää tilan tavanomaisen käytön ja kulutuksen.

**G3410 Tuloilmalaitteet****G3410.10 Tuloilmalaitteiden perusvaatimukset**

Tuloilmalaitteilla jaetaan ilma huonetilaan siten, ettei aiheuteta vetoa eri käyttötilanteissa, mutta saavutetaan oleskeluvyöhykkeellä hyvä ilmanvaihdon tehokkuus.

**G3410.10.06 Asennus**

Noudatetaan valmistajan ohjeita.

**G3420 Poistoilmalaitteet****G3420.10 Poistoilmalaitteiden perusvaatimukset****G3420.10.06 Asennus**

Noudatetaan valmistajan ohjeita.

**G3432 Ulkosäleiköt**

Ilmanvaihtokoneiden ulkosäleiköt suunnitelmien mukaan.  
Huuhotussuodatinjärjestelmien ulkosäleiköt lämmityksellä jäätymisen estämiseksi.

**G3433 Jäteilmalaitteet**

Jäteilmalaitteet sijoitetaan vesikatolle LVI-suunnitelmien mukaan.

**G6 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ**

**G6100 Rakennusautomaation yleiset vaatimukset**

Varavoimakonehuoneen LVI-säätölaitteet liitetään prosessiautomaatiojärjestelmään.  
Pisteet ovat esitetty RAU-säätökaavioissa.  
Umpisäiliöiden ja öljynerottimen täyttymishälyttimet liitetään prosessiautomaatiojärjestelmään.

**G6142 Hälytys- ja ilmoitusjärjestelmät**

Kiireellisyysluokista sovitaan tilaajan kanssa urakan käytönopastuksen yhteydessä.

**G6162 Kotelointi**

Kotelointiluokka IP54

**G6171 Kaapelointi**

Kaapelina käytetään häiriösuojattua kaapelia.

## **G9 ERISTYS**

### **G9000 Yleistä**

LVI-tarvikkeen toimittanut / asentanut urakoitsija eristää toimittamansa LVI-tarvikkeen. Eristyksien hankinnassa ja asennuksessa noudatetaan RYL2002:a ja LVI-ohje-korttia LVI 50-10345 jäljempänä mainituin poikkeuksin.

#### **Putkieristykset**

Huohotinputkien eristys:

13mm solukumieristys. Kaikki saumat teipataan höyrytiiviiksi

Huohotinputkien suodattimet Amphivent 200i ja 125i eristetään siten, että huoltoluukku saadaan puhdistusta varten auki.

Varaston raitisilmakanava eristetään 19mm solukumieristeellä.

Jäteilmakanava eristetään lämpimässä tilassa 19mm solukumieristeellä. Ullakkotilassa LE100mm.

Varavoimakoneen poistoilmapelti eristetään 50mm lämpöeristeellä. Eristys pellitetään.

Valvomorakennuksen raitisilma- ja jäteilmakanava eristetään lämpimässä tilassa 19mm solukumieristeellä ja ullakkotilassa LE100mm.

Käyttövesiputket eristetään kivivillakouru -eristeellä. Eristys päällystetään PVC-pinnoitteella. KytKentäjohtoja ja WC- ja pesutiloissa olevia vesijohtoja ei eristetä.

Kylmävesijohdot sarja 21

Lämminvesijohdot sarja 25

#### **Eristeiden asennus**

Solukumieristeenä käytetään itseliimautuvaa solukumieristettä. Saumat teipataan solukumiteipillä

Näkyvässä oleva lämpimän ja kylmän putken kouru kiinnitetään kuumasaumaamalla tai 25 mm:n alumiinipaperiteipillä. Ei-näkyvän paikan lämpimän putken kouru kiinnitetään 0,9 mm:n sinkityllä teräslangalla. Sidontatiheys 300 mm ja vähintään yksi sidos/osa.

## **Päällysteiden asennus**

Muovipäällyste kiinnitetään muovisilla pistoniiteillä, jako noin 150 mm. Sekä pituus- että poikkisaumat limitetään noin 20 mm.

T-haara tehdään leikkaamalla haaraputken päällyste tiiviisti pääputkeen sopivaksi. Käyrä päällystetään tarkoitukseen tehdyllä osalla. Jos päällystettävään käyrään ei ole saatavissa valmista osaa, tehdään päällystys 0,7 mm paksusta PVC-levystä sikatuin kulmakappalein tai kietomalla tasoitettu eristys päällysteen värisellä PVC-nauhalla. Eristyslämpömitan muutokset ja päätteet heloitetaan päätehelalla.

Metallipäällyste asennetaan SFS 3978 mukaisesti.

Pöyry Finland Oy

Projekti: Oulun vesi, Tervajärven alavesisäiliö, varavoima- ja varastorakennus sekä nykyisen laitusrakennuksen saneeraus

Eeliel Kyllönen

LVI-suunnittelija