



**SAVONIA**

# **Leppäsalon alueen vesihuollon yleis- suunnitelma**

**Kyösti Laaksonen**

Opinnäytetyö

---

**Ammattikorkeakoulututkinto**



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Kyösti Laaksonen	
Työn nimi Leppäsalon alueen vesihuollon yleissuunnitelma	
Päiväys 26.11.2012	Sivumäärä/Liitteet 48/16
Ohjaaja(t) Yliopettaja Pasi Pajula, päätoiminen tuntiopettaja Kalle Simonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Leppävirran kunta/Yhdyskuntainsinööri Päivi Hujanen	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Leppävirran Leppäsalon alueelle vesi- ja jätevesiverkon sisältävä vesihuollon yleissuunnitelma. Leppäsalo on Leppävirran kirkonkylän läheinen haja-asutusalue, joka on tarkoitus liittää vesihuoltolaitoksen toiminta-alueeseen. Alueelle tyypillistä on mäkisyys ja kallioisuus sekä kirkonkylän ja Leppäsalon erottava Leppävirran syväväylä, joka on alitettava liitettäessä suunniteltu verkko vanhaan kirkonkylän verkkoon.</p> <p>Alustavassa suunnittelussa päädyttiin vertaamaan kolmea eri asennussyvyydeltään ja jätevesiratkaisultaan eroavaa vaihtoehtoa. Kaikki kolme vaihtoehtoa mitoitettiin kustannusvertailua varten mallinnusohjelmia hyödyntäen. Kustannusvertailun perusteella päädyttiin valitsemaan tarkempaa suunnittelua varten vaihtoehto, jossa jätevettä varten rakennetaan paineviemäri ja kiinteistökohtaiset pumppaamot. Yksittäinen linjapumppaamo siirtää jäteveden alueelta kirkonkylän viemäri-verkkoon.</p> <p>Työn tuloksena saatiin toimiva vesihuollon yleissuunnitelma piirroksineen, mitä toimeksiantaja voi hyödyntää Leppäsalon alueen vesihuoltoa kehittäessään.</p>	
Avainsanat vesijohtoverkot, paineviemäri, suunnittelu	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Kyösti Laaksonen			
Title of Thesis Water Supply Master Plan of the Leppäsalo Area			
Date	26 November 2012	Pages/Appendices	48/16
Supervisor(s) Mr Pasi Pajula, Principal Lecturer and Mr Kalle Simonen, Full-Time Teacher			
Client Organisation /Partners Municipality of Leppävirta/Päivi Hujanen, Municipal Engineer			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The purpose of this thesis was to generate a water supply master plan for the Leppäsalo area of Leppävirta, containing both fresh and waste water systems. Leppäsalo is a sparsely populated residential area located next to Leppävirta's central district and is planned to be connected to the local water department's operating area. Typical terrain of the planning area is hilly and craggy. A defining feature is the deep water transport route between Leppäsalo and Leppävirta proper.</p> <p>Initial planning revealed three alternative options for the master plan. These differ in the depth of installation and the way waste water is handled. All three options were preliminarily dimensioned for a cost analysis using modelling software. Based on this analysis, the option with a pressure sewer and property-specific pumping stations was selected for further planning. A single line pumping station is responsible for transferring waste water from the area to the existing network of the central district.</p> <p>The result of this thesis was an illustrated master plan for further use by the client organisation.</p>			
<p><b>Keywords</b> Water networks, Pressure sewer, Design</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	VESIHUOLLON SUUNNITTELU.....	8
2.1	Lähtökohdat.....	8
2.1.1	Vedenkulutus.....	8
2.1.2	Jätevesi.....	9
2.2	Putket ja laitteet.....	10
2.2.1	Sijoitus.....	10
2.2.2	Putkien asennus.....	11
2.2.3	Vesijohtoverkon laitteet .....	13
2.2.4	Jätevesiverkon laitteet .....	15
2.2.5	Jätevesipumppaamojen laitteet .....	15
2.3	Vesijohtoverkon mitoitus .....	16
2.3.1	Vedenkäytön vaihtelu .....	16
2.3.2	Mitoitusvesimäärät .....	17
2.3.3	Mitoituslaskelmat .....	17
2.3.4	Mitoitusehdot.....	18
2.4	Jätevesiverkon mitoitus.....	19
2.4.1	Viettoviemäriin huuhtoutuminen.....	19
2.4.2	Paineviemäriin ja kiinteistökohtaisen paineviemäriin mitoitus.....	20
2.4.3	Paineviemäriin hajuhaitat.....	21
2.5	Jätevesipumput .....	21
2.5.1	Mitoitus.....	22
2.6	Paineiskut .....	23
2.7	EpaNET-mallintaminen .....	24
2.7.1	EpaNET-mallin luonti ja muokkaus.....	24
2.7.2	Mallin osat.....	25
2.7.3	Paineviemäripumppaamon mallintaminen .....	26
2.7.4	Paineviemäriin viipymien tarkastelu .....	27
2.8	Teiden alitukset.....	28
2.9	Vesistöjen alitukset.....	29
2.9.1	Vesistön alituksen luvat .....	30
3	LEPPÄSALON VESIHUOLLON YLEISSUUNNITELMA.....	31
3.1	Kuvaus suunnittelualueesta .....	31
3.1.1	Nykyinen vesihuolto .....	32
3.2	Mittaukset alueella .....	33

3.3 Alustava linjaus.....	33
3.3.1 Vaihtoehto A .....	34
3.3.2 Vaihtoehdot B ja C.....	34
3.4 Mitoitus.....	35
3.4.1 Vesi.....	35
3.4.2 Viettoviemäri ja linjapumppaamot .....	37
3.4.3 Paineviemäri ja kiinteistökohtaiset pumppaamot.....	38
3.5 Kustannusarvio .....	39
3.6 Valittu vaihtoehto.....	40
3.7 Teiden ja vesistön alitukset.....	40
3.8 Vesijohtoverkko .....	40
3.8.1 Painetasot.....	41
3.8.2 Vesijohtoverkon viipymät .....	41
3.9 Viemärit .....	41
3.9.1 Pumppaamot.....	41
3.9.2 Paineviemäriin virtaushäviöt ja kapasiteetti.....	42
3.9.3 Paineviemäriin viipymät .....	44
3.10 Paineiskutarkastelu.....	44
3.11 Rakentamisen ositus.....	44
3.12 Tuotetut piirustukset .....	45
3.13 Laitteet .....	45
4 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	46

## LIITTEET

- Liite 1 GTK:n maaperäkartta 2011
- Liite 2 Kiinteistömittaukset
- Liite 3 Kustannusarvion yksikköhinnat
- Liite 4 Kustannusarvio
- Liite 5 Linjapumppaamon 1 mitoitus
- Liite 6 Osa jätevesiverkon EpaNET-mallin .inp-tiedostoa
- Liite 7 Pituusleikkaus, runkolinja 1
- Liite 8 Pituusleikkaus, runkolinja 2
- Liite 9 Periaatepiirros, kaivantojen poikkileikkaukset
- Liite 10 Periaatepiirros, teiden alitukset
- Liite 11 Periaatepiirros, mallinnuksen jätevesipumppaamot
- Liite 12 Suunnitelmapiirros, vaihtoehto A
- Liite 13 Suunnitelmapiirros, vaihtoehto B/C

## 1 JOHDANTO

Valtioneuvoston asetus talousveden käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla VNa 209/2011 astui voimaan 15. maaliskuuta 2011. Asetus velvoittaa vesihuoltolaitosten toiminta-alueen ulkopuolisia kiinteistöjä rakentamaan tai parantamaan olemassa olevan jätevesijärjestelmänsä asetuksessa vaaditulle puhdistustasolle. Vesihuoltolaitosten toiminta-alueella vesihuoltolaki L 2001/119 velvoittaa kiinteistöt liittymään laitoksen vesijohtoon ja viemäriin.

Vesihuoltolain nojalla kunta on velvollinen laajentamaan vesihuoltolaitoksen toiminta-alueetta, mikäli suurehkon asukasjoukon tarve tai terveydelliset tai ympäristönsuojelulliset syyt sitä vaativat. Leppävirran vesihuollon kehittämissuunnitelmassa (s. 25; liite 1) yhdeksi kehittämistarpeeksi on esitetty vesihuoltoverkkojen rakentaminen vesihuoltolaitoksen suunnitelluille toiminta-alueille. Yksi näistä kohteista on Leppäsalon vesihuolto, jonka toteutusaikatauluksi on esitetty 2014–2015.

Tässä Leppävirran kunnan tilaamassa opinnäytetyössä on tarkoitus luoda toimiva vesi- ja jätevesiverkon sisältävä vesihuollon yleissuunnitelma Leppävirran Leppäsalon haja-asutusalueelle. Lisäksi tavoitteena on kirjallisuutta hyödyntäen selvittää vesihuollon johtojen vesistöjen alituksien vaatimia lupia ja lupien hakemiseen vaadittavat toimenpiteet.

Suunnittelu pohjautuu pitkälti Rakennusinsinöörien liitto RIL ry:n suunnitteluoppaisiin ja Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluviraston mallinnusohjelmien EpaNET ja Epa SWMM käyttöön. Verkoston linjauksessa hyödynnetään Maanmittauslaitoksen ja Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) materiaaleja.

## 2 VESIHUOLLON SUUNNITTELU

### 2.1 Lähtökohdat

Vesihuoltoverkkojen suunnitteluun on olemassa kattavia oppaita, joten tässä työssä esitellään vain tärkeimmät pääkohdat ja työhön olennaisesti liittyvät lähtökohdat.

Vedenjakelujärjestelmien suunnittelun pohjana toimii vesihuoltolaki, jonka tavoitteena ”...on turvata sellainen vesihuolto, että kohtuullisin kustannuksin on saatavissa riittävästi terveydellisesti ja muutoinkin moitteetonta talousvettä sekä terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärointi” (Vesihuoltolaki L 2001/119).

#### 2.1.1 Vedenkulutus

Vedenkulutusta kuvataan ominaiskäytöllä. Ominaiskäytöllä tarkoitetaan veden keskimääräistä käyttöä vuorokaudessa asukasta kohden (l/as/d). Ominaiskäyttö koostuu mm. ruuanvalmistuksesta ja juomavedestä, peseytymisestä, pyykinpesusta ja WC-huuhteluun käytetystä vedestä. Vedenkäytön jakaantumista asutuksessa on esitetty taulukossa 1. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 11, 18.)

Taulukko 1. Talousveden käytön jakaantuminen asutuksessa.  
(RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 18.)

Vedenkäyttöpaikka	l/as/d	% kokonaiskäytöstä
Henkilökohtainen hygienia	53	38
WC-huuhtelu	37	26
Pyykinpesu	18	13
Astioiden pesu	18	13
Ruuan valmistus ja juomavesi	7	5
Siivous ja puhtaanapito	4	3
Muu kulutus	3	2
<b>Yhteensä</b>	<b>140</b>	<b>100</b>

Asutuksen lisäksi ominaiskäyttöä käytetään kuvaamaan teollisuuden, palveluiden ja maatalouden vedentarvetta, joille on kirjallisuudessa esitetty omat ominaiskäyttökunsa. Taulukossa 2 on esitetty eräitä ominaiskäyttöarvoja eri asutusmuodoille ja tyypillisille palveluiden ja teollisuuden käyttäjille.



## Taulukko 2. Esimerkkejä veden ominaiskäytöstä.

(RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 19–22.)

Vedenkäyttäjä	Yksikkö	Vedenkäyttö (l/yksikkö/d)
Pientalo	Asukas	100...150
Kerrostalo	Asukas	140...260
Sairaala	Vuodepaikka	490...980
	Työpaikka	20...55
Peruskoulu	Oppilas	55...115
Karjatila	Hevonen	50
	Lypsylehmä	80...120
	Lihasika	5...10
Ostoskeskus	Pysäköintipaikka	4...10
	Työpaikka	30...50

## 2.1.2 Jätevesi

Jätevedellä tarkoitetaan nesteinä käytettyä ja käytöstä poistettua vettä. Lisäksi jätevedeksi määritellään muutkin käytöstä poistetut nesteet, esim. hautausmaalta, varastopaikalta tai muulta tällaiselta alueelta tulevat vedet, jotka sisältävät haitallisessa määrin vieraita aineita. Tyypillisen asumiskiinteistöissä muodostuvan jäteveden koostumus ja kuormitusluvut on esitetty taulukossa 3. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 10.)

## Taulukko 3. Kiinteistökohtaisen asumajäteveden koostumus.

(Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä 2003, 49.)

	Org. aine, BHK <sub>7</sub>		Fosfori		Typpi	
	gBHK <sub>7</sub> /as/d	%	GP/as/d	%	gN/as/d	%
Uloste	15	30	0,6	30	1,5	10
Virtsa	5	10	1,2	50	11,5	80
Muu	30	60	0,4	20	1,0	10
yht.	50	100	2,2	100	14	100

Jätevettä voidaan johtaa joko vietto- tai paineviemäreillä. Viettoviemäreissä jätevesi liikkuu painovoimaisesti kohti verkon alinta pistettä. Paineviemäriissä jätevettä liikutetaan paineistetussa putkessa pumppujen avulla, jolloin putki voi noudattaa maaston muotoja. Jätevesi paineviemäriissä on yleensä väkevämpää, sillä se ei sisällä laimentavia ja jäädyttäviä sade- vuoto- tai sulamisvesiä. (Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä 2003, 49.)

## 2.2 Putket ja laitteet

Uudet vesijohdot valmistetaan yleisesti polyeteenistä (PE), polyvinyylikloridista (PVC), pallografiittivaluraudasta ja erityiskohteissa teräksestä. Viettoviemärit valmistetaan muovista (PE, PVC tai PP), betonista tai valuraidasta. Paineviemärinä käytetään PE- tai PVC-putkia. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 68, 103–105.)

Muoviset viettoviemäriputket luokitellaan rengasjäykkyytensä mukaan jäykkyydsuokkiin (SN). Paineputket luokitellaan pitkäaikaisen sisäpuolisen paineenkestoisuutensa mukaan paineluokkiin (PN). Normaalisti käytössä ovat jäykkyydsuokat SN 4 ja SN 8 sekä paineluokat PN 6 ja PN 10. Muoviputkissa kirjainyhdistelmä SDR (Standard Diameter Ratio) tarkoittaa putken nimellisen ulkohalkaisijan ja seinämävahvuuden suhdelukua. Esimerkiksi ulkohalkaisijaltaan 110 mm SDR 11 -putkessa on 10 mm vahvat seinät. (RIL 77 Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket 2005, 10; RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 71.)

Muovisen viettoviemärin putkiluokan valintaan vaikuttaa asennusalueen käyttötarkoitus ja kaivannon peitesyvyys sekä alkutäyttömateriaali. Muoviset paineputket valitaan putkiston käyttöpaineen perusteella, putkistoissa mahdollisesti vallitseva alipaine huomioiden. Painejohdoissa tulisi käyttää vähintään paineluokan PN 10 putkia. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 103.)

### 2.2.1 Sijoitus

Paineputket on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava niin, että jyrkät ylä- ja alataitteet johdossa vältetään. Viettoviemärin on oltava riittävän jyrkkä huuhtoutumisen varmistamiseksi mutta ei kuitenkaan niin jyrkkä, että se kuluu haitallisesti. Putkien sijoituksessa on hyödynnettävä olemassa olevia nurmikko- tai istutuskaistoja ajoteiden rakenteiden rikkomisen välttämiseksi. Sijoitus on tehtävä niin, että putkien ja laitteiden korjaus ja huolto on turvallista eikä siitä aiheudu tarpeetonta haittaa. Putkien tulee olla kaivettavissa ylös ilman, että muut rakenteet vahingoittuvat. Vesijohdot pyritään sijoittamaan mahdollisimman usein kiertoyhteyksinä putkirikkotilanteen aiheuttamien haittojen minimoimiseksi. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 66–67.)

Vesijohto on ensisijaisesti asennettava roudattomaan syvyyteen. Mikäli käytetään lämpöeristystä tai lämmitystä, asennussyvyyden määräävät mm. kuormituksesta ja johdon materiaaleista aiheutuvat lujustekijät. Paineviemärille on varattava peitesyvyyttä yhtä paljon kuin vesijohdolle. Mikäli paineviemäri ja vesijohto sijoitetaan

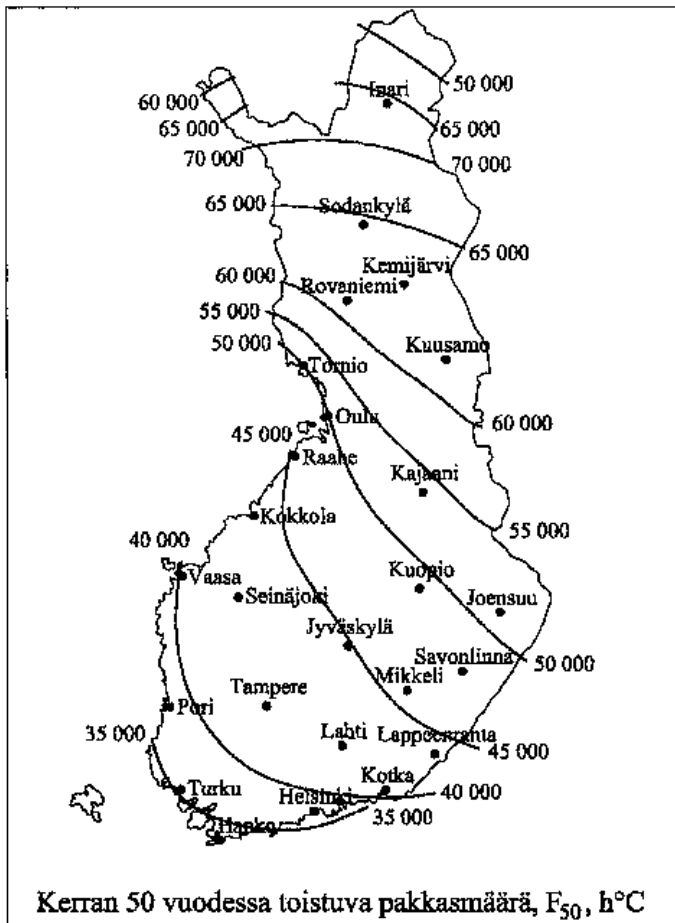
samaan kaivantoon, on paineviemäri sijoitettava riittävän kauas vesijohdosta hygieni-  
sistä syistä. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 66–67, 100.)

Maankäyttö- ja rakennuslain 161 §:ssä kiinteistön omistaja tai haltija veloitetaan  
sallimaan yhdyskuntaa tai kiinteistöä palvelevan johdon sijoittaminen omistamalleen  
tai hallitsemalleen alueelle, jollei sijoittamista muutoin voida järjestää tyydyttävästi ja  
kohtuullisin kustannuksin. Sijoittamisessa on kiinnitettävä huomiota siihen että kiin-  
teistölle ei aiheuteta tarpeetonta haittaa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki L 1999/132.)

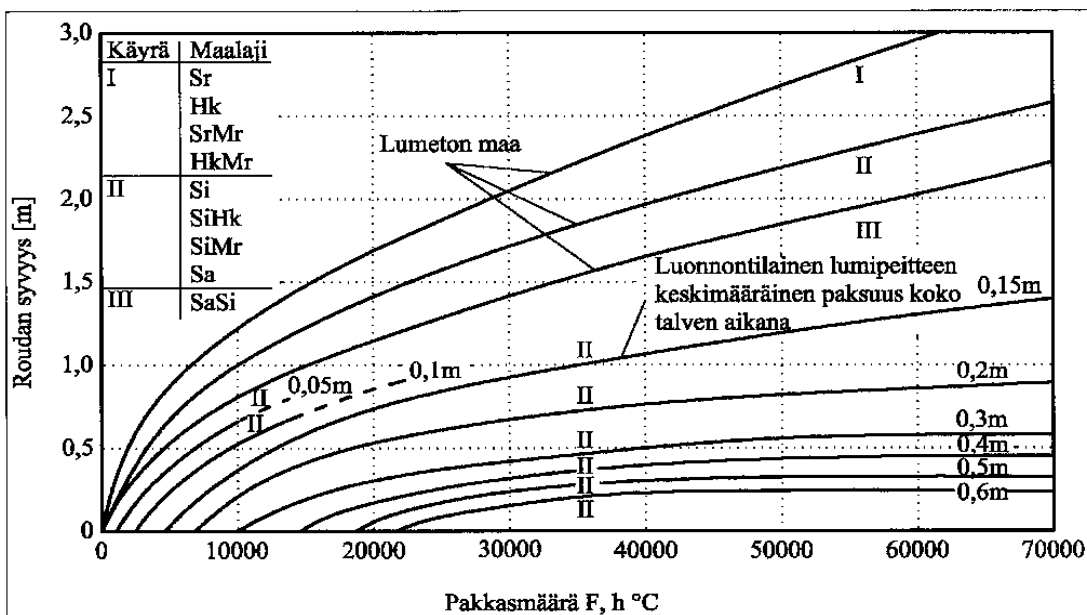
### 2.2.2 Putkien asennus

Asennussyvyyteen vaikuttavat maaperäolosuhteet ja maaperän jäätyminen. Jäätymi-  
sen kannalta asennussyvyyteen vaikuttavat mm. maalajin routivuus ja paikkakunnan  
pakkasmäärä. Asennussyvyyttä voidaan madaltaa käyttämällä eristystä. Routimatto-  
massa maassa ja kalliossa koko putki ympäröidään eristeellä, jolloin maaperä saa  
jäätyä myös putkieristeen alta. Routivassa maassa eristys tehdään ainoastaan put-  
ken yläpuolelle. Tällöin eristeen on estettävä maan jäätyminen putken alapuolelta.  
Putkien jäätyminen voidaan estää myös lämmityksellä. Asennussyvyyden määräyty-  
minen lumesta vapaalla alueella on esitetty mm. oppaassa RIL 237-2 Vesihuolto-  
verkkojen suunnittelu (s. 93–95) ja kaavioissa 1 ja 2. (RIL 77 Maahan ja veteen  
asennettavat kestopuoviputket 2005, 25–26.)

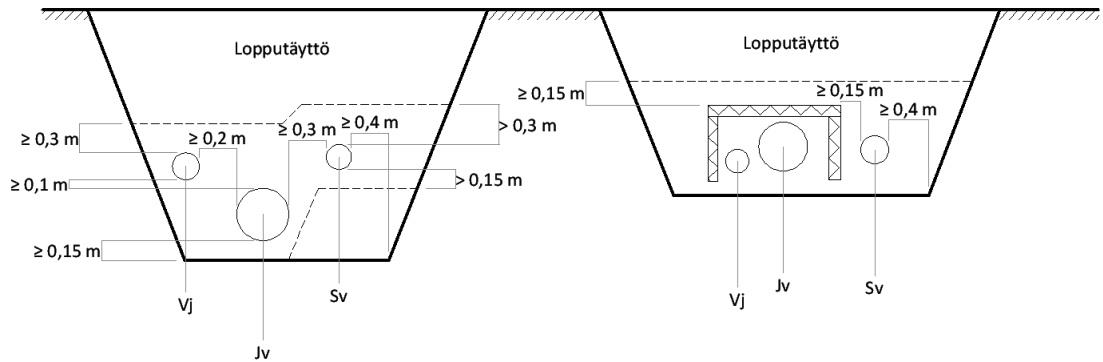
Putkikaivannon muotoon ja mittoihin vaikuttavat kaivantoon asennettavan putken tai  
putkien mittojen ja maaperätietojen perusteella. Lisäksi mittoihin vaikuttaa mahdolli-  
nen vähintään 150 mm paksu asennusalusta, mikäli perusmaa ei ole asennusalus-  
taksi sopivaa. Liikennealueiden ulkopuolella perusmaan ollessa asennusalustan ma-  
teriaaliksi sopivaa voidaan vähintään PN 10 putkilla jättää asennusalusta rakentamat-  
ta. Kaivannon seinämien kaltevuus määräytyy maaperän, tarkoituksenmukaisuussyi-  
den ja työturvallisuusnäkökohtien perusteella. Kaivannon tavanomaiset mitat on esi-  
tetty mm. oppaassa RIL 77-2005 (s. 17) ja kuvassa 1. (RIL 77 Maahan ja veteen  
asennettavat kestopuoviputket 2005, 15–16, 20.)



Kaavio 1. Kerran 50 vuodessa toistuva pakkasmäärä Suomessa. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, 2010, 94. Lupa kuvan käyttöön saatu.)



Kaavio 2. Roudaton syvyys pakkasmäärän funktiona. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, 2010, 93. Lupa kuvan käyttöön saatu.)



Kuva 1. Johtokaivannon tavanomaiset mitat. Kuva: Kyösti Laaksonen 2012.

Kaivannon alkuhäyttö on ulotettava 160 mm ja alle putkilla vähintään 150 mm putken laen yläpuolelle. Täyttömateriaaliksi sopii kaikilla putkilla ja liikennealueiden ulkopuolella alle PN 10 putkilla hiekka, sora tai murske sekä liikennealueiden ulkopuolella vähintään PN 10 painejohdoilla hiekka- ja soramoreeni, siltti tai savi. Täyttömateriaalin on täytettävä raekokovaatimukset. (RIL 77 Maahan ja veteen asennettavat kesto- muoviputket 2005, 22.)

### 2.2.3 Vesijohtoverkon laitteet

Yleisimpiä laitteita ja varusteita vesijohtoverkoissa ovat mm.

- sulkuventtiilit
- yksisuuntaventtiilit
- ilmanpoistiventtiilit
- palo- ja vesipostit
- huuhteluhaarat.

Näiden laitteiden tulee täyttää voimassaoleva SFS-EN-standardi. Laitteiden paineenkestävyyden tulee olla sama kuin vesijohtoputken tai vähintään PN 10, mikäli käyttöolosuhteet eivät muuta edellytä. Laitteet sijoitetaan usein laitekaivoihin tai suuremmat kokonaisuudet paikalle rakennettaviin venttiiliasemiin. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 77.)

*Sulkuventtiilejä* asennetaan verkkoon riittävästi, jotta putkivauriot ja liitostyöt aiheuttavat jakeluhäiriöitä mahdollisimman pienelle alueelle. Lisäksi jokaisen tonttijohdon lähtöön on asennettava sulkuventtiili. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 78.)

*Yksisuuntaventtiilit* sallivat veden virtauksen vain yhteen suuntaan. Vettä jakeluverkosta ottavat laitteet, kuten palo- ja vesipostit, tulisi varustaa yksisuuntaventtiilillä. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 80.)

*Ilmanpoistoventtiilejä* käytetään ilman poistamiseen putkista esim. verkon täyttö- ja tyhjennysvaiheissa. Venttiileitä on kahdenlaisia; yksitoiminen venttiili sallii vain ilman ulosvirtauksen ja kaksitoiminen tämän lisäksi sisään virtauksen. Ilmanpoistoventtiili on sijoitettava linjan ylätaitekohtiin varsinkin, jos taitteen jälkeinen rinne on jyrkkä ja virtausnopeus alhainen eikä putkessa oleva ilma kulkeudu helposti eteenpäin. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 82–83.)

Ilmanpoistoventtiilin tarvetta voidaan arvioida kaavalla:

$$P' = \frac{0,88 * v^2}{g * D * I^{0,32}}, \text{ jossa} \quad (\text{Kaava 1})$$

$v$	virtausnopeus, m/s
$g$	= 9,81 m/s <sup>2</sup>
$D$	putken sisähalkaisija, m
$I$	putken kaltevuus, m/m

Ilmakuplat liikkuvat alaspäin  $P'$ :n ollessa  $>1$ . (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 113.)

*Paloposteja* lisätään sammutuskäyttöä varten verkkoon sammutusvesisuunnitelmasa esitetyllä tavalla. Sijoitus on tehtävä siten, että paloposti on talvella paikannettavissa ja saavutettavissa. Palopostin liitäntäjohdossa tulee aina olla sulkuventtiili. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 84.)

*Vesiposteja* lisätään verkkoon, mikäli on mahdollista, että tuntuva osa jakelualueen asunnoista jää ilman vettä väliaikaisen jakelukatkon aikana tai yleisen tarpeen vaatiessa. Vesiposti on varustettava yksisuuntaventtiilillä vesijohdon saastumisen välttämiseksi ja yleiseen käyttöön tulevan vesipostin tulee olla itsestään sulkeutuva. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 85.)

*Huuhteluhaaroja* käytetään verkoston huuhteluun. Ne mitoitetaan siten, että verkkoon saadaan 1,5–2 m/s virtausnopeus ja varustetaan molemmin puolin sulkuventtiilillä sekä purkuputkella, joka yhdistetään kaivoon tai muuhun vastaavaan suojattuun

paikkaan. Palopostit voivat toimia osaltaan huuhteluhaaroina. Huuhteluhaaroja on sijoitettava runkoverkkoon riittävästi. Lisäksi haaroja tulee sijoittaa verkoston osiin, joita käytetään epäsäännöllisesti tai vajavaisesti. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 39.)

#### 2.2.4 Jätevesiverkon laitteet

Tyypillisiä vietto- ja paineviemäriverkon laitteita ovat mm.

- tarkastuskaivot ja -putket
- kaasunpoistolaitteet
- erilaiset venttiilit
- jätevesipumput.

*Tarkastuskaivoja* rakennetaan viemäriinjalle viettoviemärin kunnossapitoa ja tarkastusta varten mm. haarautumiskohtiin, vaaka- ja pystytaitteisiin, suorille viemäriosuuk-sille väh. 100 metrin välein sekä tonttijohtojen liitoskohtiin. Kaivo voidaan korvata kustannustehokkaammalla *tarkastusputkella* tietyissä tapauksissa, kuten etäisten tarkastuskaivojen välissä tai mikäli viemärin tukkeutumisvaara ei ole kovin suuri. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 106–109.)

*Kaasunpoistorakenteet* ovat paineviemärissä samankaltaiset kuin luvussa 2.3.2 esite-tyt vesijohtoverkkojen vastaavat. Niitä tarvitaan, mikäli paineviemäriverkossa muo-dostuva kaasu ei pääse etenemään johdossa. Ilmanpoistiventtiilit sijoitetaan yleensä johdon maantieteellisesti korkeimpaan kohtaan. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 113; Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä, 2003, 40.)

#### 2.2.5 Jätevesipumppaamojen laitteet

Pumppaamot varustetaan vaihtelevilla automaatio- ja kaukovalvontajärjestelmillä. Näiden tarkoituksena on mm. parantaa pumppaamojen hallittavuutta keskittämällä valvonta ja käyttö yhteen paikkaan, vähentää käyttökustannuksia esim. ohjaamalla pumppaus tilanteen mukaan halvemman sähkön aikoihin ja tuottaa raportteja järjes-telmän valvojien käyttöön. Yksinkertaisimmillaan pumppaamossa on vedenpinnan korkeuteen reagoiva käynnistyskytkin ja merkkivalo ylärajan ylittymisen ilmaisuun. (RIL 102 Viemärivedenpumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 74.)

Kaukovalvonnan tiedonsiirto voidaan toteuttaa langattomasti puhelinverkon välityksel-lä tai esim. pumppaamolle rakennetulla omalla kaapelijärjestelmällä. Automaatio- ja

kaukovalvontalaitteet keskitetään pienemmissä pumppaamoissa esim. pumppaamon kannen päällä olevaan sähkökeskukseen. (RIL 102 Viemäriverdenpumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 79, 118.)

Pumppaamon pumput voidaan varustaa taajuusmuuntajilla, jolloin pumpun tuotto mukautuu tulovirtaamaan. Taajuusmuuntaja vähentää äkillisistä virtausnopeuden muutoksista johtuvia ongelmia, mutta vastaavasti heikentää paineputken huuhtoutumista virtausnopeuksien jäädessä pienemmiksi. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 58.)

Pumppaamoille on olemassa erilaisia kemialliseen hajuyhdisteiden sitomiseen tai muodostumisen estämiseen sekä hajukaasujen puhdistamiseen perustuvia hajujen estämiseen tarkoitettuja laitteita. Näiden valinnan tulee aina perustua mitoitukseen, koska suunnittelematon järjestelmä voi osoittautua tehottomaksi. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 118.)

### 2.3 Vesijohtoverkon mitoitus

Vesijohtoverkon mitoitus perustuu ennusteeseen verkon palveleman alueen vedenkulutuksesta, sen vaihtelusta ja jakautumisesta. Ennustejakson pituuden tulisi olla vähintään 20–40 vuotta. Mitoitus suoritetaan suunnittelualueen ennusteen viimeisen vuoden mukaiselle tilanteelle ja tarvittaessa väli vuosille 3–5 vuoden välein. Johtojen karkeuskertoimina käytetään suunnitelmajakson loppuajankohdan mukaisia arvoja. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 15, 33.)

#### 2.3.1 Vedenkäytön vaihtelu

Vedenjakelujärjestelmän mitoittamiseen vaikuttavat vedenkäytön vaihtelut suunnittelualueella. Mitoituksessa käytetään yleensä vuorokausi- ja tuntikäyttökertoimia, erityistapauksissa voi olla perusteltua käyttää myös pitempiä tai lyhyempiä käyttöker-toimia. Arvojen tulee perustua suunnittelualueen tai vertailukelpoisten paikkakuntien tilastoaineistoon. Mikäli tilastoaineistoa ei ole saatavilla, voidaan käyttää kirjallisuudessa annettuja arvoja. Vuorokausi- ja tuntikertoimet esitetään mm. oppaassa RIL 237-2 - Vesihuoltoverkkojen suunnittelu kuvissa 2 ja 3 (s. 23). (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 22.)



### 2.3.2 Mitoitusvesimäärät

Ominaiskäytön ja käyttökertoimien perusteella voidaan laskea suunnittelualueelle ja tarvittaessa yksittäisille kulutusasteille laskea mitoittavat vesimäärät. Mitoituksessa käytettäviä vesimääriä ovat keskimääräinen ja suurin vuorokausikäyttö, huippukäyttö (yleensä huipputuntikäyttö) ja sammutusveden tarve. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 24.)

Keskimääräinen vuorokausikäyttö lasketaan kaavalla:

$$Q_{dkeskim} = \frac{Q_{ominaiskäyttö} * P}{1000}, \text{ jossa} \quad (\text{Kaava 2})$$

$Q_{dkeskim}$  keskimääräinen vedenkäyttö vuorokaudessa, m<sup>3</sup>/d

$Q_{ominaiskäyttö}$  ominaiskäyttö, l/as/d

$P$  vedenkäyttäjien lukumäärä (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 25.)

Keskimääräisestä vuorokausikäytöstä saadaan laskettua suurin vuorokausikäyttö  $Q_{dmax}$  (m<sup>3</sup>/d) kertomalla se maksimivuorokausikertoimella  $c_{dmax}$ . Suurinta vuorokausikäyttöä käytetään mm. vedenpuhdistuslaitoksia ja vesisäiliöitä mitoittaessa ja huipputuntikäyttöä. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 25.)

Huipputuntikäytöllä  $Q_{hmax}$  (l/s) kuvataan suurimman käytön vuorokauden suurimman tunnin vedenkäyttöä. Se saadaan, kun suurin vuorokausikäyttö kerrotaan huipputuntikertoimella  $c_{hmax}$ . Huipputuntikäyttöä käytetään yleisenä vesijohtoverkon mitoitusarvona. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 25.)

### 2.3.3 Mitoituslaskelmat

Mitoituslaskelmien pohjana ensisijaisesti käytetyt vedenkäyttötilanteet ovat

- tavanomainen veden huippukäyttötilanne
- sammutusveden ottotilanteet
- vesisäiliön täyttötilanne alhaisen kulutuksen aikana
- häiriötilanteet kuten putkirikot.

Vesijohtoverkko mitoitetaan pääasiassa kahden ensimmäisen tilanteen perusteella ja tarkistetaan kahdessa jälkimmäisessä. Yleisenä mitoitusperusteena käytetään huipputuntin vedenkäyttöä. Mitoituslaskelmien olennainen osa on putkien painehäviöiden

määrittäminen. Putkivirtauksessa painehäviöt koostuvat pääasiassa virtaushäviöistä ja paikallisista häviöistä. Virtaushäviöiden laskennassa käytetään usein joko yleistä kitkahäviökaavaa eli Darcy-Weisbachin yhtälöä tai Hazen-Williamsin kaavaa. Hazen-Williamsin kaava on esitetty alla (kaava 3). (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 33–36.)

$$Q = 0,278 * C * d^{2,63} * I^{0,54} \quad (\text{Kaava 3})$$

Q	virtaama, m <sup>3</sup> /s
d	putken sisähalkaisija, m
I	energiaviivan kaltevuus, m/m, $I = h_f / L$
$h_f$	virtaushäviö, m
L	laskentaputken pituus, m
C	Hazen-Williamsin laaduton kerroin, saa arvoja väliltä 60...140, jossa 60 vastaa kulunutta valurautaputkea ja 140 uutta muoviputkea.

Yksittäiset putket voidaan mitoitaa käsin tai nomogrammien avulla. Vesijohtoverkkojen mitoitus tapahtuu usein mallinnusohjelmia hyödyntäen. Vesijohtoverkosta rakennettu malli on joko staattinen tietyn kulutustilanteen (yleensä huippukulutustilanne) mukainen tai ajan mukaan muuttuva eli dynaaminen. Dynaamisen mallin etuja ovat monipuolisemmat mahdollisuudet eri toimintatilanteiden arviointiin. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 34–35.)

#### 2.3.4 Mitoitusehdot

Vesijohtoverkon putkiosuuksien väljyyttä tai ahtautta vedenjohtotilanteissa kuvataan virtausnopeudella ja painehäviöillä. Ne vaikuttavat kulutusalueella esiintyviin painetasoihin, pumppausten taloudellisuuteen ja paineiskujen suuruuteen. Yleissääntönä virtausnopeuden ei tulisi ylittää arvoa 0,6–1,2 m/s ja painehäviöiden 4 m/km. Painehäviötä on aina tarkasteltava kokonaisuutena, jolloin yksittäisten putkien painehäviöt voivat huippukulutustilanteessa ylittää suositusarvon. Vesijohtoverkon suurimmalla paineella on merkitystä kiinteistöjen vesilaitteistoille. Paineen ei tulisi katutasossa ylittää 70 metriä vesipatsasta (mvp). (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 27, 29–30.)

## 2.4 Jätevesiverkon mitoitus

Viemäri mitoitetaan suunnitteluajavälillä (20–40 vuotta) esiintyvän suurimman jätevesivirtaaman mukaan. Viemärin koko määritetään jätevesien huippuvirtaaman ja minimikaltevuus viemärin huuhtoutuvuuden suhteen pienimmän vuorokausikäytön suurimman tuntikäytön perusteella. Viettoviemäreissä tulee huippuvirtaamaan sisällyttää myös vuotovedet, jotka riippuvat mm. pohjaveden korkeudesta alueella, viemärin kunnosta ja iästä sekä putkiliitosten materiaaleista ja tyypeistä. Vuotovesien mitoitusarvona voidaan käyttää 0,3–0,6 l/s johtokilometriä kohden. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 45–46, 49.)

Viettoviemärin tulee pystyä johtamaan mitoitusvesimäärä tulvimatta. Sen tulee olla riittävän kalteva huuhtoutumisen varmistamiseksi, mutta ei kuitenkaan liian jyrkkä, jotta välttytään putken eroosiolta. Lisäksi viemäröintitavat ja eri putkimateriaalit asetavat ovat vaatimuksensa. Viemärit voidaan mitoittaa nomogrammien avulla tai mallinussuunnitelmia hyödyntäen. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 49.)

### 2.4.1 Viettoviemärin huuhtoutuminen

Viettoviemärin kaltevuuden tulee olla riittävä, jotta viemäri on huuhtoutuva, eli sen pohjalle laskeutunut sedimentti irtautuu virtaaman vaikutuksesta vähintään kerran vuorokaudessa. Viemärit ovat huuhtoutuvia, mikäli hankausjännitys putkessa on yli 1,5 N/m<sup>2</sup>. Huuhtoutuminen voidaan tarkastaa nomogrammien avulla tai kaavalla:

$$T = \gamma * g * I * R, \text{ jossa} \quad \text{(Kaava 4)}$$

$T$	hankausjännitys, N/m <sup>2</sup>
$\gamma$	veden tiheys, 1000 kg/m <sup>3</sup>
$g$	9,81 m/s <sup>2</sup>
$I$	putken kaltevuus, m/m
$R$	= $A/p$ , hydraulinen säde, m
$A$	putken vesipoikkileikkauspinta-ala, m <sup>2</sup>
$p$	märkäpiiri, m (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 49–50.)

Lisäksi viettoviemärissä on voimassa:

$$\frac{v}{v_t} = \frac{Q}{Q_t} = \frac{R}{R_t}, \text{ jossa} \quad (\text{Kaava 5})$$

$v$	osittain täyden putken virtausnopeus
$v_t$	täyden putken virtausnopeus
$Q$	osittain täyden pyöreän putken virtaama, kun täyttöaste on $h/D$
$Q_t$	täyden putken virtaama
$R_t$	täyden putken hydraulinen säde
$h$	vedenpinnan korkeus osittain täydessä pyöreässä putkessa
$D$	pyöreän putken halkaisija (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 53.)

#### 2.4.2 Paineviemärin ja kiinteistökohtaisen paineviemärin mitoitus

Paineviemärit mitoitetaan mitoitusvirtaaman pumppaustilanteen virtausnopeuden perusteella. Virtausnopeus putkessa tulee olla vähintään 0,7 m/s, jotta putken pohjalta laskeutunut kiintoaineksi lähtee pumppaustilanteessa liikkeelle ja putki pysyy puhtaana. Virtausnopeus tulisi saavuttaa pienimmällä pumppausteholla. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 58.)

Muita paineviemärin mitoitukseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm:

- Paineiskujen suuruus määräytyy virtausnopeuden mukaan, jolloin pieni virtausnopeus (suurempi putki) on suositeltava. Paineiskuihin vaikuttavat myös linjan pituus ja profiili.
- Pieni putki lisää virtaushäviöitä ja siten lisää pumppauksen energiankulutusta ja käyttökustannuksia. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 58.)

Kiinteistökohtaisen paineviemäriverkon ja pitkien paineviemäriputkien mitoituksessa täytyy lisäksi huomioida viipymä, joka ei saisi ylittää 8 tuntia hajuhaittojen takia. Tämä edellyttää pieniä putkikokoja (tyypilliset koot 40–90 mm) ja voi olla vaikea saavuttaa. Virtausnopeuden verkostossa tulee nousta puhdistumisen kannalta riittäväksi mieluiten joka pumppauskerralla. Verkoston mitoituksessa tulee myös huomioida mahdollisuus kahden tai useamman pumpun yhtäaikaisen käynnin aiheuttamiin virtaushäviöihin. Verkostoa ei saa ylimitoitaa, eli varata kapasiteettia ellei olla varmoja sen tar-

peellisuudesta. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 62; Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä 2003, 37.)

### 2.4.3 Paineviemärin hajuhaitat

Jätevedessä olevien mikrobien aineenvaihdunta synnyttää erilaisia pahanhajuisia kaasumaisia yhdisteitä, joista yleisin on mädän kananmunan hajun omaava rikkivety. Rikkivetyä syntyy erityisesti hapettomissa oloissa sulfaattipitoisessa jätevedessä. Optimi-pH rikkivedyn syntymiselle on 7,5–8,0 mutta rikkivetyä muodostavat bakteerit sietävät pH:n vaihtelua varsin hyvin. Pitkät viipymät paineviemäriputkissa johtavat jäteveden sisältämän hapen kulumiseen mikrobien aineenvaihdunnassa, jolloin muodostuu rikkivetyä. Tämä voi aiheuttaa hajuongelmia paineviemärin purkupisteissä ja linjapumppaamoissa, kun jäteveden sisältämä rikkivety vapautuu ulkoilmaan. Haisevat yhdisteet myös lisäävät viemäriverkon ja pumppaamon korroosiota. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 117; Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä 2003, 50–51.)

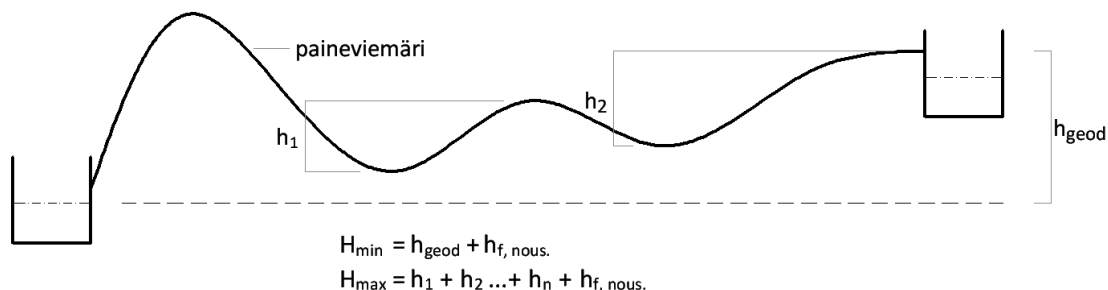
Hajuhaittoja voidaan ehkäistä ensisijaisesti pienentämällä viipymiä paineviemäriverkostossa ja riittävällä virtausnopeudella (väh. 0,7 m/s liettymisen estämiseksi), oikean putkikoon ja verkon sijoituksen avulla. Lisävaihtoehtoja muodostumisen ehkäisyyn ja hajuyhdisteiden käsittelyyn ovat

- Viemärin huuhtelu (vedellä tai ilmalla) ja jäteveden laimennus jolloin tavoitteena on viipymien lyhennys ja happipitoisuuden kasvu.
- Jäteveden kemiallinen käsittely eli rikin sitominen rautakemikaaleilla, pH:n nostaminen, happipitoisuuden nosto hapettavilla ja happipitoisilla kemikaaleilla.
- Viemäri-ilman käsittely eli parannettu ilmanvaihto pumppaamoilla, käsittely otsonilla, kaasunpesurilla tai biosuotimella. (Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä 2003, 52–53.)

### 2.5 Jätevesipumput

Pumppujen teknistä suorituskykyä kuvaavat pumpun tuotto  $Q$  (l/s) ja nostokorkeus  $H$  (mvp, metriä vesipatsasta). Nostokorkeus koostuu pumppusäiliön vedenpinnan ja purkupisteen välisestä korkeuserosta  $H_{geod}$  (geodeettinen nostokorkeus) sekä putkessa tapahtuvista virtausnopeudesta riippuvista painehäviöistä  $H_f$ . Kuvan 2 mukaisessa paineputkessa kokonaisnostokorkeuden arviointi on hankalaa, mutta sen ääriarvoja ( $H_{min}$ ,  $H_{max}$ ) voidaan arvioida putken sisäisten korkeuserojen ( $h_1$ ,  $h_2 \dots h_n$ ) ja

nousevien osuuksien virtaushäviöiden ( $h_{f, nous.}$ ) avulla. Pumpun on toisaalta tuotettava vaaditulla nostokorkeudella riittävä virtaama, jotta virtausnopeus putkessa on vaaditulla tasolla. (RIL 102 Viemärivedenpumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 20–21; The Sewage Pumping Handbook, 51.)



Kuva 2. Nostokorkeuden määräytyminen. Kuva: Kyösti Laaksonen 2012.

Pumpun pumppausominaisuudet esitetään pumpun ominaiskäyrässä ( $H$ -käyrä) tilavuusvirran  $Q$  funktiona. Muita tärkeitä käyriä ovat mm. hyötysuhde- ja tehokäyrät, jotka riippuvat myös pumpun tilavuusvirrasta. (RIL 102 Viemärivedenpumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 22.)

Paineputkille voidaan piirtää putkiston ominaiskäyrä, joka kuvaa painehäviöitä putkessa tilavuusvirran funktiona. Putkistohäviö koostuu kiinteästä geodeettisesta nostokorkeudesta ja tilavuusvirrasta riippuvista virtaushäviöistä. Putkiston ominaiskäyrän ja pumpun ominaiskäyrän leikkauspisteessä on pumpun teoreettinen toimintapiste, jossa pumpun nostokorkeus on sama kuin putkiston vaatima nostokorkeus. (RIL 102 Viemärivedenpumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 27.)

Jätevesipumput ovat yleensä keskipakopumppuja tai ruuvipumppuja. Ruuvipumpulla saadaan aikaan suuri nostokorkeus mutta pienehkö tuotto. Keskipakopumpulla ei saada yhtä suurta nostokorkeutta mutta huomattavasti suurempi tuotto. Jätevesikäytössä pumput on varustettava repijällä, joka pilkkoo jäteveden sisältämän kiintoaineksen pienemmiksi osiksi putkien tukkeutumisen ehkäisemiseksi. (Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä 2003, 40.)

### 2.5.1 Mitoitus

Pumput mitoitetaan tulovirtaaman ja nostokorkeuden perusteella. Tulovirtaaman suuruus voidaan arvioida veden ominaiskulutuksen perusteella huomioiden mahdolliset putkiston vuoto-, sade- ja sulamisvedet. Yleisenä periaatteena on, että pumput mitoitetaan suurimman tulovirtaaman mukaan ja pumppaamolle varataan tilat mahdolli-

sesta virtaaman kasvusta johtuville tarvittaville lisäpumpuille. (RIL 102 Viemäriveredenpumpppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 14.)

Mitä suurempia vesimääriä pumpataan, sitä tärkeämpää on paineputken ja pumpun koon optimointi. Pienillä vesimäärillä ja lyhyillä siirtomatkoilla paineputken kokoa ei ole syytä hakea kovin tarkasti mitoitukseen liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi. Pumppuvalmistajilla on käytössä ohjelmistot yksittäisten pumpppujen mitoitukseen. Ohjelmien lähtötietoja ovat yleensä pumpattava vesimäärä, geodeettinen nostokorkeus sekä paineputken pituus ja halkaisija. (Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä 2003, 38; RIL 102 Viemäriveredenpumpppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 16–17.)

Pumpun käynnistystiheyteen vaikuttaa pumpppaamon imualtaan koko. Pumpun ei tulisi kuumentumisen välttämiseksi käynnistyä useammin kuin 5–15 kertaa tunnissa. Uppopumput ovat jäähdytyksen kannalta suvaitsevampia kuin kuiva-asenteiset pumput. Pumpun käynnistys- ja pysäytyskertojen välissä oleva hyötytilavuus  $V$  voidaan laskea kaavoilla:

$$V = \frac{1}{4} * Q * t \quad (\text{Kaava 6})$$

$$V = 900 * Q / Z \quad (\text{Kaava 7})$$

$V$	tarvittava tilavuus, m <sup>3</sup>
$Q$	pumpun tuotto, m <sup>3</sup> /s
$t$	käynnistysjakson pituus, s
$Z$	käynnistyskerrat tunnissa, kpl (RIL 102 Viemäriveredenpumpppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 118–119.)

## 2.6 Paineiskut

Vesijohto- ja paineviemäriverkostoissa tapahtuvat pumpppujen käynnistykset ja pysähtymiset, venttiilien nopeat avautumiset ja sulkeutumiset ja häiriötilanteet kuten putkirikot voivat aiheuttaa nopeita painevaihteluita johdoissa. Paineiskut voivat vaurioittaa verkoston putkia ja laitteita. Suurten ylipaineiden lisäksi on mahdollista, että alipaineen takia tapahtuu nestepatsaan höyrystyminen, putken lommahdus tai kavitaatio. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 31.)

Paineiskujen haittoja voidaan estää verkkoratkaisuilla, kuten virtausnopeuden mitoituksella ja linjan profiililla, putkien ja laitteiden paineluokan valinnalla tai erityisillä pai-

neiskuja vaimentavilla laitteilla. Myös pumppujen varustaminen kierroslukusäädöllä ja/tai pehmökäynnistyksellä ja -pysäytyksellä voidaan torjua paineiskuja. Paineiskujen suuruusluokka lasketaan yleensä tietokoneavusteisesti. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, 2010, 27; RIL 102 Viemärivedenpumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje 1994, 105.)

## 2.7 EpaNET-mallintaminen

EpaNET on Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluviraston julkaisema ja ylläpitämä ohjelma, jolla mallinnetaan paineellisia puhdasvesiverkostoja. Se soveltuu lisäksi myös tietyin edellytyksin vähän kiintoainetta sisältävien paineviemärijärjestelmien mallintamiseen. Jätevedellä ja puhtaalla vedellä on esimerkiksi eri viskositeetti, joka vaikuttaa kitkaan ja sitä kautta virtaushäviöihin. Toisaalta pumppuvalmistajat mittaavat pumpukäyränsä puhtaalla vedellä, joten malli ei joka tapauksessa vastaa täysin todellista tilannetta, vaikka viskositeetti korjattaisiin ohjelman asetuksissa. EpaNET:iä on käytetty tässä työssä sekä vesijohtoverkon että paineviemärijärjestelmän mitoitukseen. Tässä kappaleessa kerrotaan kuinka AutoCAD:ssa suunniteltu verkko tuodaan EpaNETiin ja kuinka se mitoitetaan kyseisellä ohjelmalla. Esimerkki työssä luodun mallin (.inp-tiedoston) sisällöstä on liitteessä 6.

### 2.7.1 EpaNET-mallin luonti ja muokkaus

Verkosto voidaan tuoda EpaNETiin AutoCADista kahdella tavalla. Verkosta voidaan luoda taustakuva, jonka päälle malli piirretään käsin. Toinen keino on tuoda verkostotiedot tekstimuodossa. Tekstisiirron avulla voidaan tuoda vain putket ja solmupisteet, muut verkoston laitteet täytyy luoda vielä käsin. Tämä siirtotapa on kuitenkin hyvä, jos verkosto on laaja tai piirretty valmiiksi kolmiulotteisena. Molemmista tavoista tulee varmistaa, että mittakaava on oikea.

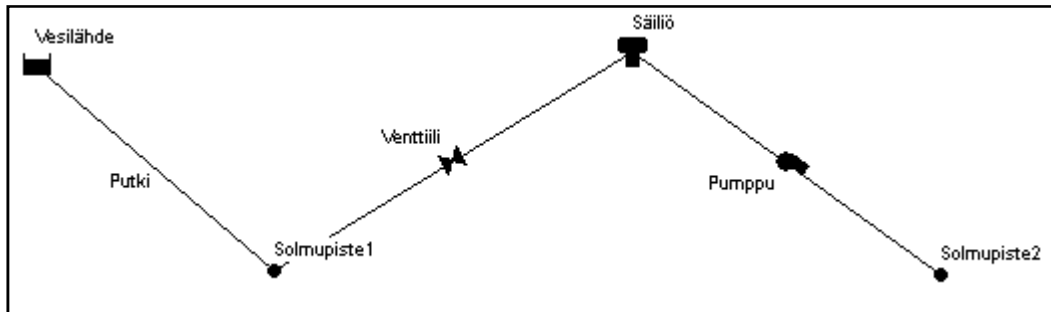
Mallin muokkaus tapahtuu kätevimmin muokkaamalla ohjelmasta tulostettua input-tiedostoa tekstieditorilla. Input-tiedosto luodaan valitsemalla *File*-valikosta *Export* → *Network*. Suuren datamäärän käsittely kannattaa tehdä taulukko-ohjelmalla, josta voidaan tallentaa tiedostoja tekstimuodossa.

Malli rakennetaan luvussa 1.7.2 esitetyistä osista. Kun malli on rakennettu, solmupisteille annettu korot ja putkien halkaisijat määriteltä, voidaan malli ajaa (*Run*). Mikäli mallissa on ongelmia, ilmoittaa ohjelma asiasta ajamisen raporttiedostolla. Kun malli on saatu valmiiksi ja virheilmoituksia ei enää tule, voidaan mallin tarkastelu aloittaa.



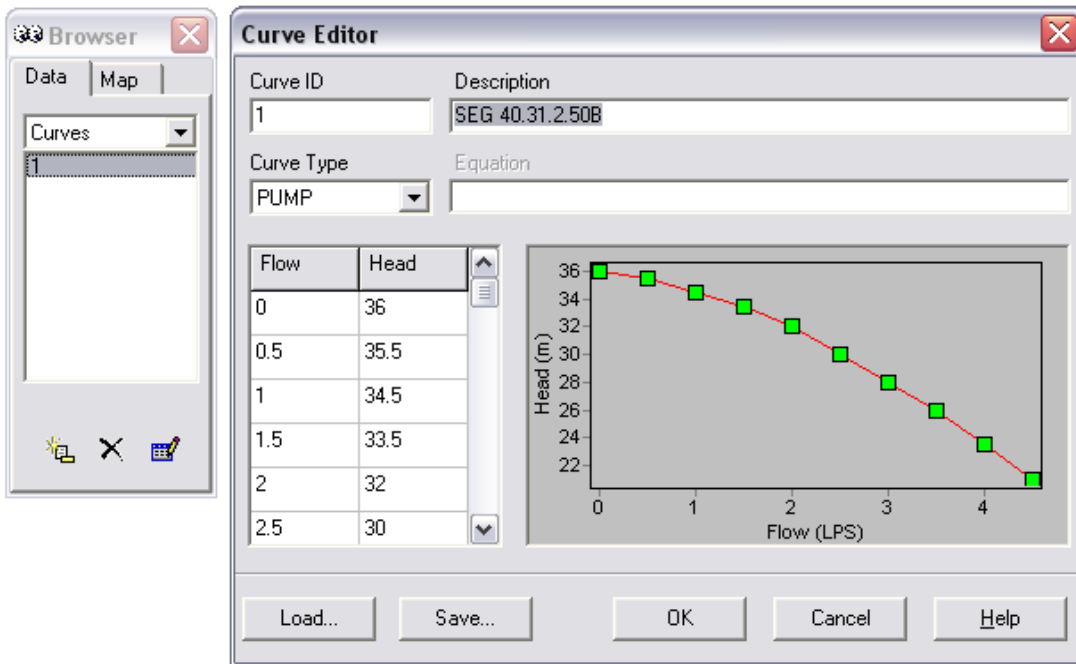
### 2.7.2 Mallin osat

EpaNET-mallin perusosia ovat putket (*Pipe*) ja solmupisteet (*Node*). Solmupisteitä sijoitetaan verkon olennaisiin osiin, kuten putkien liitospisteisiin, veden kulutuspaikoihin, pystytaitekohtiin ja vesilähteiden liitoskohtiin. Solmupisteinä voi toimia myös säiliö (*Tank*) tai vesilähde (*Reservoir*). Putket yhdistävät eri solmupisteet verkostoksi. Solmupisteitä voidaan myös yhdistää pumpuilla (*Pump*) tai erilaisilla venttiileillä (*Valve*). Mallin osat on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. EpaNET-mallin fyysiset rakennusosat. Ruutukaappaus: Kyösti Laaksonen 2012.

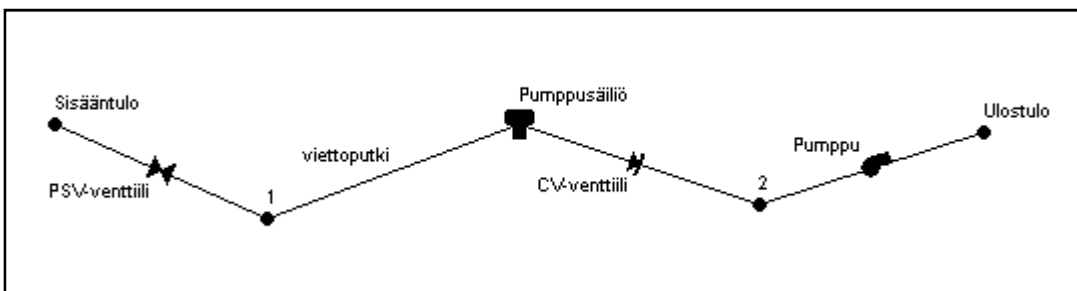
Verkostoissa käytetyille pumpuille tulee määrittää pumppukäyrä, joka kertoo ohjelmalle kuinka suuren virtaaman ja nostokorkeuden pumppu pystyy tuottamaan. Käyrän luominen tapahtuu *Curve Editor*lla (kuva 4). Editorissa valitaan käyrätyypiksi (*Curve Type*) *PUMP* ja annetaan pumppukäyrän virtaama- (*Flow*) ja nostokorkeusarvot (*Head*). Käyrälle annetaan lisäksi tunniste (*Curve ID*), jonka avulla pumput määritetään käyttämään tiettyä pumppukäyrää. Käyrä voidaan myös tuoda ulkoisesta datatiedostosta (*Load*) tai tallentaa tiedostoksi (*Save*).



Kuva 4. Epanet:n *Curve Editor* ja pumppukäyrän luominen. Ruutukaappaus: Kyösti Laaksonen 2012.

### 2.7.3 Paineviemäripumppaamon mallintaminen

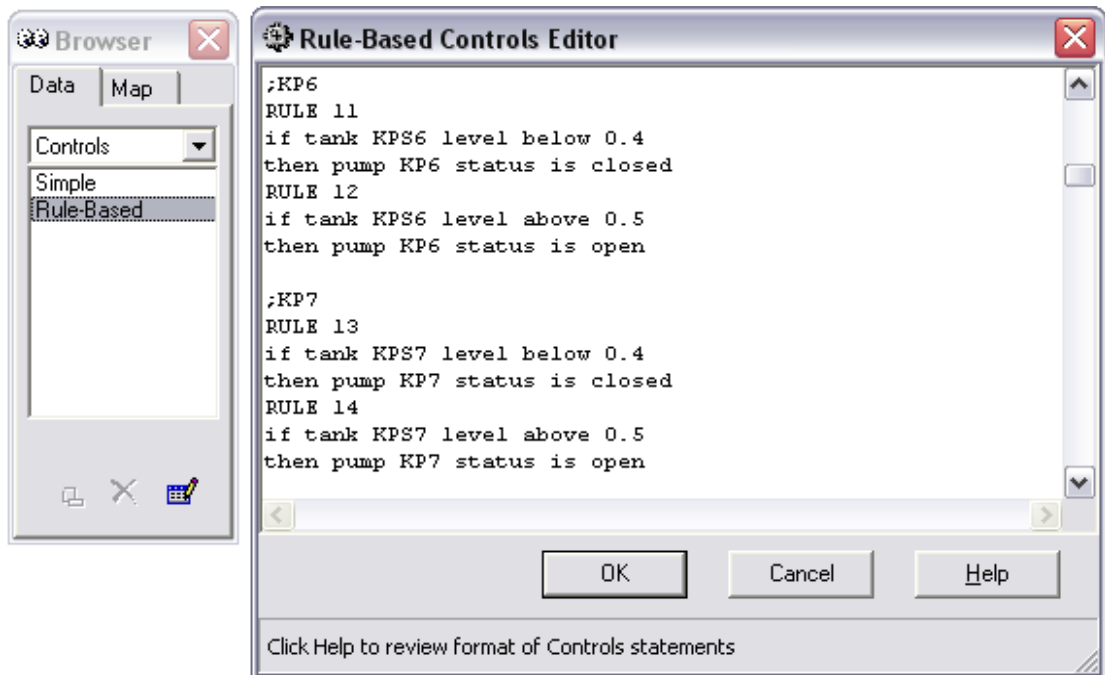
Epanet:llä ei voida mallintaa viemäriverkoston vietto-osuuksia, joten niitä on kuvattava yksisuuntaventtiilillä. Ohjelman manuaalissa neuvotaan rakentamaan säiliöllisille pumppaamoille, joissa veden purku tapahtuu säiliön pinnan yläpuolelle, kuvan 5 mukaisen kokonaisuuden. (Rossman 2000, 132.)



Kuva 5. Jätevesipumppaamo Epanet:ssä. (Ruutukaappaus: Kyösti Laaksonen 2012.)

Pumpulle on lisäksi määriteltävä käynnistyssäännöt, joilla pumpu käynnistyy säiliön vedenpinnan saavutettua tietyn tason ja sammuu, kun pinta alenee halutulle tasolle. Käynnistyssääntöjen lisäys ja muokkaus tapahtuu Controls Editorilla, joka löytyy *Data Browser* -valikon *Controls*-ikkunasta. Ikkunassa valitaan *Rule-Based*. Esimerkki käynnistyssäännöistä on kuvassa 6. Eri pumppaamojen säiliöiden alkuvedenpintojen

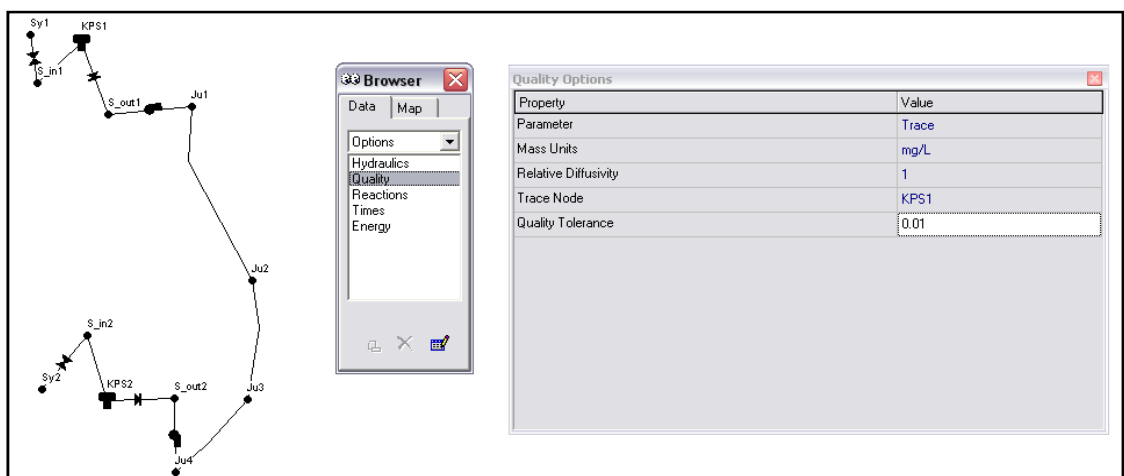
tulee olla eriäviä, jotta vältetään tilanteelta, jossa kaikki pumput käynnistyvät yhtä aikaa.



Kuva 6. Sääntöjen teko EpaNET-malliin. Ruutukaappaus: Kyösti Laaksonen 2012.

#### 2.7.4 Paineviemärin viipymien tarkastelu

Viipymät paineviemäriverkostossa voidaan EpaNET:llä määrittää käyttämällä merkkiainetta (*Trace*). Merkkiaineen lisääminen tapahtuu *Data Browser* -valikon *Quality*-ikkunasta. Kohtaan *Parameter* valitaan arvoksi *Trace* ja kohtaan *Trace Node* se solmupiste, johon merkkiainetta syötetään. Esimerkiksi kuvassa 7 merkkiaine syötetään erään kiinteistökohtaisen pumpun säiliöön.



Kuva 7. Merkkiaineen lisääminen EpaNET-malliin. Ruutukaappaus: Kyösti Laaksonen 2012.

*Quality*-ikkunan muut valinnat voidaan jättää oletusarvoikseen. *Relative Diffusivity* kuvaa aineen liukenemista veteen verrattuna klooriin 20 °C:n lämpötilassa, esim. arvo 2 tarkoittaa että merkkiaine liukenee veteen kaksi kertaa klooria tehokkaammin. Tämä kohta voidaan jättää oletusarvoksi 1 tai muuttaa nolaksi, jolloin liukenemista ei huomioida mallinnuksessa.

Merkkiaineen määrittämisen ja mallin ajamisen jälkeen sen etenemistä verkossa voidaan seurata kuten muitakin verkon arvoja *Map Browser* -valikosta tai muilla raportointityökaluilla.

## 2.8 Teiden alitukset

Rakennettaessa vesijohto tai viemäri yleisen tien ali tarvitaan tienpitäjän lupa. Lupaa hakiessa on esitettävä suunnitelma alituksesta tienpitäjän hyväksyttäväksi. Suunnitelma sisältää tyypillisesti alituskohdan asemapiirustuksen ja pituusleikkauksen alituksesta. Piirroksissa on esitettävä ainakin seuraavat asiat (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 130):

- Tiealueen rajat, luiskamerkinnot ja olemassa olevat putket, johdot ja rakenteet sisältävä pohjakartta.
- Suojaputken sijainti, koko, materiaali, pätekaivot, ylivuotoputki ja päätetulpat.
- Suojaputken asennettavista putkista halkaisijat, materiaalit ja tuenta.
- Alituksen suoritustapa.
- Paineputkien sulkuventtiilit.
- Mahdolliset sivuojakohtaiset lämpöeristykset.

Suojaputki on mitoitettava siten, että sillä on riittävä asennusvara ja se pystyy poistamaan johtoputkien rikkoutumisesta purkautuvan vesimäärän. Paineputkiin on pääsääntöisesti asennettava sulkuventtiilit alituksen molempiin päihin. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 130–131.)

Maaperän laatu alituskohdassa on tutkittava painokairauksin. Muita suunnittelussa erityishuomiota vaativia asioita ovat lohkaraisuus, pohjaveden korkeus, tien pilarointi tai muu tuenta sekä mahdollinen tunkkaus- tai porauskoneiston tilantarve. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 131.)

## 2.9 Vesistöjen alitukset

Muovisilla vesi- ja paineviemäriputkilla voidaan tehdä vesistönalituksia käyttäen vetoa kestäviä liitoksia. Alituspaikka valitaan tutkimusten perusteella. Tutkimuksessa selvittettäviä asioita ovat mm.

- Vesistön pohjan muoto ja laatu (maaperä).
- Virtausolosuhteet ja vedenpinnan korkeusvaihtelut (mahdollinen säännöstely, aallokko, yli-, keski- ja alivedet). Mittaukset vaaditaan jätevesijohdoilla yleensä ennen ja jälkeen johdon asentamisen.
- Vesistön jään paksuus ja muodostumisajankohdat ja kantavuus.
- Laiva- ja uittoväylien sijainti ja muu vesiliikenne.
- Pysyvät ja rakennusajan aiheuttamat mahdolliset haitat muulle vesien käytölle ja ympäristölle.
- Vesistössä olevat muut rakenteet, kuten sähkökaapelit.
- Pohjan mahdollinen liettymis- ja syöpymisvaara. (RIL 77 Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket 2005, 31.)

Vesistön pohjan muodon selvittäminen on tärkeää, ja se tehdään joko haraamalla matalissa vesissä tai kaikuluotausta käyttäen syvissä vesissä. Tarvittaessa voidaan käyttää myös sukellustutkimusta. Maaperäolosuhteiden selvittämiseksi tehdään pohjatutkimus tai tarvittaessa muita täydentäviä geoteknisiä selvityksiä. Tutkimuksissa on huomioitava erityisesti pohjan kivisyys. Tutkimuspaikat ja -linjat merkitään maastoon ja karttoihin putkijohdon oikealle paikalle asentamista varten. (RIL 77 Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket 2005, 31.)

Putkiasennus tehdään rannalla niin syväälle, etteivät putket vaurioidu tai tule näkyviin alivedenkään aikana. Putkilinja on suunniteltava loivasti kaareilevaksi ja sijoitettava mahdollisimman tasaiseen kaltevuuteen. Tällöin vältetään putken pohjaan asettumisesta johtuvien jännitysten ja johdon lämpöliikkeiden aiheuttamat ongelmat sekä epätasaisten painautumien muodostuminen putkeen. Suositeltavat minimikaltevuudet ovat paineputkille 1 ‰, alle 300 mm purkuputkille 4 ‰ ja suuremmille purkuputkille vähintään 2 ‰. (RIL 77 Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket 2005, 32.)

Vesistönalitusputkeen asennetaan tarvittaessa ilmanpoistoventtiili ja tärkeissä vesistönalituksissa aina sulkuventtiilit rannoille. Virtauspaikoissa putki asennetaan pohjan alapuolelle. Alitus tulee merkitä maastoon viranomaisten vaatimilla merkinnöillä. (RIL 77 Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket 2005, 31–32.)

Putkimateriaalina vesistöalituksissa on yleensä polyeteeni (PE). PE-paineputkien suositeltu minimiseinävahvuus on SDR 17. Putket painotetaan, jotta ne pysyvät vesistön pohjalla suunnitelma-asemissaan kaikissa olosuhteissa. Vesijohdot painotetaan yleensä minimipainotuksella (10-20 % suositeltava) ja paineviemärit suuremmalla painotuksella (30-120 % suositeltava), sillä niihin voi ajoittain kehittyä nostetta aiheuttavia kaasuja. (RIL 77 Maahan ja veteen asennettavat kestormuoviputket 2005, 32–33.)

Putken ylimmän kohdan tulee aina olla vähintään 0,5 metriä alhaisimman jään alareunan alapuolella. Putken painotuksen on jatkettava maalla niin pitkälle, putki ei nouse kaivannosta mahdollisesti keveiden ja vetisten peitemassojen alta. (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010, 116.)

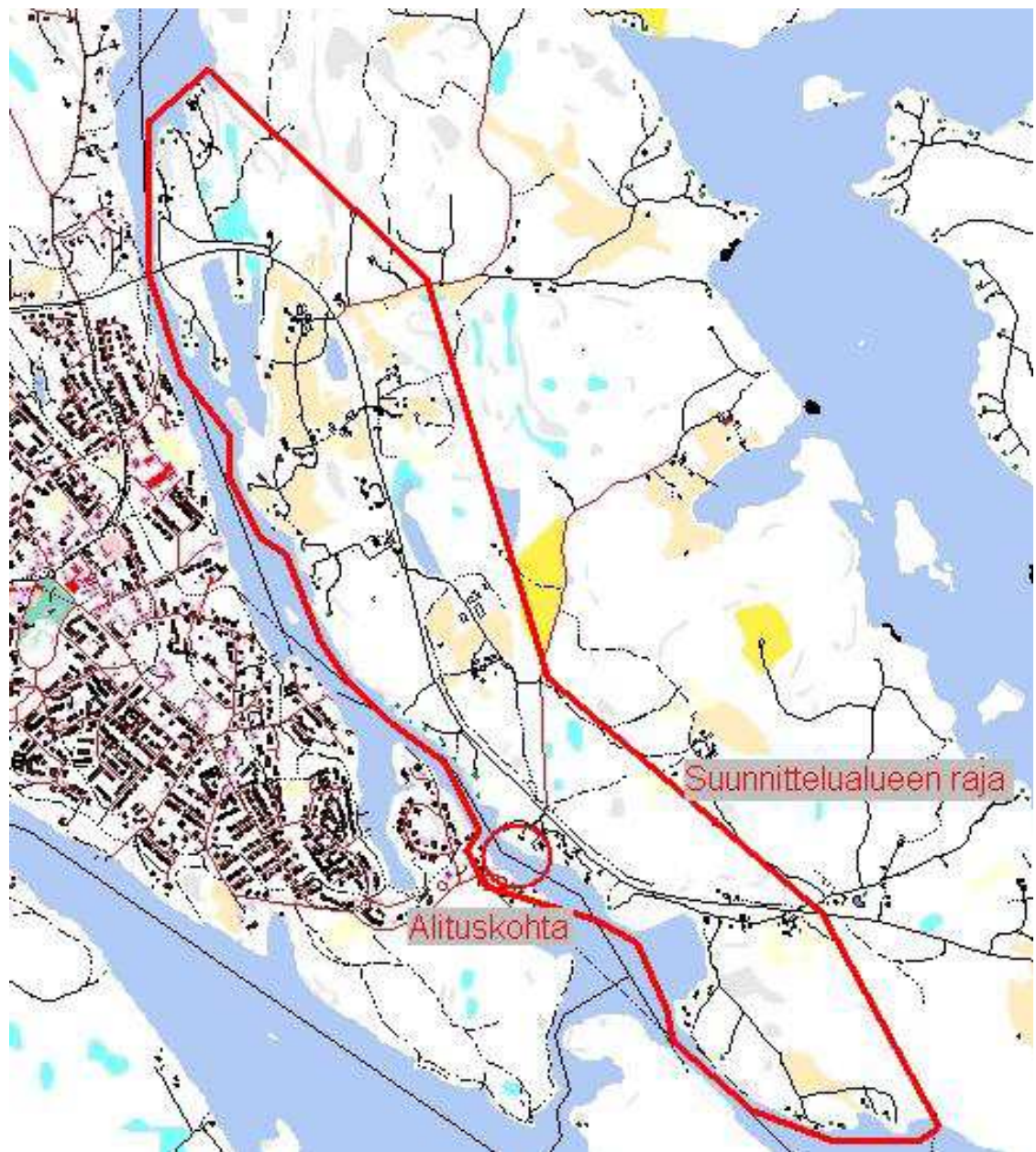
### 2.9.1 Vesistön alituksen luvat

Vesitaloushankkeella on aina oltava lupaviranomaisen lupa, mikäli tehdään viemäritai muu johto yleisen kulku- tai valtavyölyän ali. Lupaviranomaisena toimii alueen Aluehallintovirasto ja valvovana viranomaisena ELY-keskus ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. (Vesilaki L 2011/587.)

Lupahakemuksessa selostetaan kaikki hakemukseen sisältyvät toimenpiteet. Hakemuksesta tulee käydä ilmi luvanhakemisen oikeutuksen perusteet, nimi, osoite ja mahdollisen yhdys henkilön yhteystiedot. Hakemuksessa tulee esittää yksityiskohtaisesti kaikki hakemuksen mukaiset rakennelmat, muut työt ja toimenpiteet sekä ne tiedot, jotka ovat tarpeen hankkeen oikeudellisten edellytysten, vaikutuksien luonnonoloihin ja aiheuttamien vahinkojen ja haittojen arvioimiseen. Hakemukseen on liitettävä mittakaavaan piirretty asemakartta. Suunniteltujen rakennelmien ja laitteiden piirustuksissa on esitettävä niiden päämitoitus ja vesistöön tai vedenkäyttöön kohdistuvien vaikutusten arviointiin tarvittavat tiedot. (Vesiluvan hakeminen.)

### 3 LEPPÄSALON VESIHUOLLON YLEISSUUNNITELMA

#### 3.1 Kuvaus suunnittelualueesta



Kuva 8. Suunnittelualue. Alituskohta kuvastaa olemassa olevaa vesijohtoa. (Kuva: Kyösti Laaksonen 2012, muokattu lähteestä Maanmittauslaitoksen maastotietokanta 2008)

Leppäsalo on Leppävirran kirkonkylän itäpuolella oleva, Leppävirran ja Saviselän vesistöjen väliin jäävä saari. Asutus Leppäsalossa on haja-asutusalueityypistä ja keskittyy lähinnä saaren länsipuolelle ja kaakkoiskulmaan. Suunnittelualue rajoittuu saaren länsiosaan, aluetta halkovan Heinävedentien (534) välittömään läheisyyteen. Pohjoisessa suunnittelualue alkaa Ryöpänrannantien pohjoisosista ja etelässä alue

rajoittuu Muuraislahden rannalle Muuraispurontien päähän. Länsi-itäsuunnassa suunnittelualue rajoittuu Leppävirran vesistöön ja Heinävedentien itäpuolen välittömässä läheisyydessä oleviin kiinteistöihin. Suunnittelualue on esitetty kuvassa 8. Pohjamaa suunnittelualueella on Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperäkartan mukaan pääosin kallioista moreenia. Lisäksi alueella on rajatusti karkeaa hietaa, hiekkaa tai soraa sekä kalliopaljastumia. GTK:n maaperäkartta vuodelta 2011 on esitetty liitteessä 1.

Suunnittelualueella on n. 70 kiinteistöä, joista vajaa puolet on vapaa-ajan asutuksen käytössä. Suurin yksittäinen vedenkuluttaja alueella on Männistön hevostila, jossa hevosten vedentarpeen lisäksi on huomioitava edustustilat ja tilan työntekijöiden vedenkäyttö. Leppäsalon saaren kaakkoiskulmassa sijaitsee toinen tiheämpi asutusalue (nk. seurakunnan maat), jossa on n. 60 pysyvää ja vapaa-ajan asutuksen kiinteistöä tai tonttia. Alue ei kuulu tämän suunnitelman piiriin, mutta sen mahdollinen liittäminen nyt suunniteltavaan verkkoon tulevaisuudessa tuli ottaa huomioon mitoituksessa.

### 3.1.1 Nykyinen vesihuolto

Tällä hetkellä Leppäsalossa vesihuolto toteutuu suurelta osin haja-asutusalueelle tyypillisillä tonttikohtaisilla ratkaisuilla, kuten kaivoilla (talousvesi) ja maaperäkäsittelyllä (jätevesi). Tämän lisäksi Lossintien päässä kulkee Leppävirran ali 110 mm vesijohto, josta vastarannalla muutama kiinteistö saa talousvetensä.

Leppävirran kirkonkylä saa vetensä Kauppilanmäellä sijaitsevasta vesitornista. Vesitornin ylimmän vedenpinnan korko on n. +155,5 metriä ja alimman n. +152,5. Suunniteltu verkosto on tarkoitus liittää kirkonkylän verkkoon 1-2 Leppävirran alittavalla vesiputkella sekä yhdellä paineviemäriputkella.

Leppävirran kunnan vesihuollon peruseriaatteina on mm. taajamatyyppisten haja-asutusalueiden liittäminen keskitetyn viemäroinnin piiriin sekä jätevesien käsittelyn tehostaminen. Leppäsalon on katsottu olevan asukastiheydeltään riittävä, jotta alueelle on tarkoitus rakentaa 2014-2015 kunnallinen vesi- ja viemäriverkosto ja liittää alue Leppävirran vesihuoltolaitoksen toiminta-alueeseen. (Leppävirta - Vesihuollon kehittämissuunnitelma 2011, 25, Liite 1.)



### 3.2 Mittaukset alueella

Suunnitelmaa varten mitattiin alueella heinä-elokuun 2012 aikana kiinteistöjen olemassa olevien jätevesikaivojen ja –puhdistamoiden vesijuoksujen korkeuksia. Samalla kartoitettiin alueella olemassa olevia kiinteistökohtaisia jätevesiratkaisuja. Tietoja hyödynnettiin lähinnä linjauksen tarkistamisessa, mikäli kartta-aineiston pohjalta oli epävarmaa, voiko kiinteistö liittyä suunniteltuun verkkoon viettoviemärillä. Kaikista kiinteistöistä ei saatu tarkempaa mittaustietoa. Kerätyt tiedot ja suunnitelmassa käytetty kiinteistöjen numerointi on esitetty liitteessä 2.

Lisäksi samaan aikaan mitattiin tarkempia korkeustietoja maastosta tietyistä kohdista. Alueella ei kuitenkaan ole tehty tarkempia maaperämittauksia tai korkeustietojen keräämistä laajassa mittakaavassa, vaan suunnitelma on tehty karttapohjalta.

### 3.3 Alustava linjaus

Työn aluksi määritettiin vesi- ja viemäriverkostolle alustava linjaus. Määrittämisessä hyödynnettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokantaa, josta saatiin tiedot mm. suunnittelualueen kiinteistöjen sijainnista ja maastosta, kuten avokallioista, tiestöstä ja pelloista. Maastotietokannasta saatiin myös korkeuskäyrät 2,5 - 5 metrin välein.

Maastotietokannan olennaiset tiedot siirrettiin AutoCADIin ja varmistuttiin, että aineisto oli oikeassa mittakaavassa ja koordinaatistossa. Tämän jälkeen alustava linjaus suunniteltiin maasto huomioiden viettoviemäriä ajatellen. Linjauksessa kierrettiin avokalliot ja pyrittiin suosimaan helposti rakennettavaa maastoa, kuten peltoja, avometsää ja teiden vierustoja. Putket sijoitettiin mahdollisuuksien mukaan tonttien rajoille, mutta maanomistussuhteita tärkeämpi sijoituskriteeri oli maasto-olosuhteet. Lähtöoletuksena oli, että kaikki suunnittelualueen kiinteistöt liitetään verkostoon.

Sijoitukseen vaikuttivat huomattavasti myös korkeuserot maastossa. Koska suunnittelualue on hyvin mäkistä, ei verkostoa voitu toteuttaa pelkillä viettoviemäreillä, vaan viettoviemäreillä kerättiin jätevedet linjapumppaamoihin, jotka siirtävät jäteveden verkossa eteenpäin. Jätevesi kerätään Lossintien pään Leppäsalon puoleisella vastarannalla olevaan pumppaamoon, josta se pumpataan Leppävirran (vesistö) ali kirkonkylän verkostoon. Linjapumppaamot pyrittiin sijoittamaan helposti tavoitettaville paikoille.

Alustavassa linjauksessa oletettiin, että vesijohdot voidaan sijoittaa joustavuutensa ansiosta ilman hankaluuksia samaan kaivantoon viettoviemärin kanssa. Linjauksessa

vältettiin kuitenkin jyrkkiä ylätaitteita, koska ne aiheuttavat ongelmia ilman kerääntymisessä paineputkiin. Mahdollisen vesijohdon rikkoutumisen haittavaikutusten vähentämiseksi vesijohtoverkkoon muodostettiin silmukka toisella Leppävirran alituksella Leppävirran sillan pohjoispuolella.

Alustavasta linjauksesta päätettiin tuottaa yhteensä kolme eri vaihtoehtoa kustannusarviota varten. Vaihtoehdot eroavat toisistaan viemärien toteutuksessa, vesijohdot ovat kaikissa vaihtoehdoissa samat.

### 3.3.1 Vaihtoehto A

Tässä vaihtoehdossa jätevedet kootaan viettoviemäreillä linjapumppaamoihin ja se vastaa alustavaa linjausta. Linjapumppaamoja tässä vaihtoehdossa on yhteensä 5. Suurin osa kiinteistöistä saadaan liitettyä viemäriverkkoon viettoviemäreillä. 24-26 kiinteistöä on kuitenkin maasto-olosuhteiden takia liitettävä verkkoon kiinteistökohtaisilla jätevesipumppaamoilla. Monessa kohtaa useampi kiinteistö voi liittyä verkkoon yhdellä pumppaamolla, suunnitelma on kuitenkin laadittu olettaen, että jokaiselle kiinteistölle tulee oma pumppaamo. Putkien asennussyvyys tässä vaihtoehdossa on 2,7 m kaavioiden 1 ja 2 mukaan.

### 3.3.2 Vaihtoehdot B ja C

Vaihtoehdoissa B ja C kiinteistöt liitetään viettoviemärin sijasta paineviemärijärjestelmään kiinteistökohtaisilla pumppaamoilla. Verkoston linjaus vastaa pääosin alustavaa linjausta, tietyiltä osin on kuitenkin pystytty sijoittamaan paineviemäri joustavuutensa ansiosta paremmin maastoa mukailevaksi. Linjapumppaamoita on ainoastaan yksi, ja se siirtää jäteveden Leppävirran (vesistö) ali kirkonkylän verkostoon. Tämä pumppaamo sijaitsee Leppäsalon puoleisella Lossintien pään vastarannalla, ja vastaa vaihtoehdon A linjapumppaamoja 4. Pumppaamon ympäristössä olevat 6 kiinteistöä voidaan liittää pumppaamoon viettoviemäreillä. Kiinteistökohtaisia pumppaamoja tarvitsevia kiinteistöjä on 63. Kuten vaihtoehdossa A, vierekkäiset kiinteistöt voivat liittyä verkkoon yhteisillä pumppaamoilla mutta suunnitelmassa oletetaan jokaiselle kiinteistölle tulevan oma pumppaamo.

Vaihtoehdot B ja C eroavat toisistaan asennussyvyudessa. Vaihtoehto B:ssä asennussyvyys on sama 2,7 metriä kuin A:ssa. Vaihtoehto C:ssä käytetään matalampaa asennussyvyyttä ja eristystä. Eristevalmistaja Finnfoamin mukaan matalin mahdollinen asennussyvyys eristetyille putkille suunnittelualan pohjamaassa on 1,6 m. C-vaihtoehdon kustannusarvion metrinnoissa käytetään kauttaaltaan 2 metrin asen-

nussyvyyttä ja oletetaan, että mikäli kaivanto joudutaan tekemään matalammaksi, eristeiden hinta vastaa kaivukustannuksissa saavutettua säästöä. (Putkikaivantojen routasuojaus Finnfoam-putkikotelolla)

### 3.4 Mitoitus

Verkoston mitoitus tehtiin pääosin Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluviraston ohjelmilla EpaNET ja Epa SWMM (Storm Water Management Model). EpaNet on paineellisten vedenjakeluverkostojen suunnitteluun tarkoitettu ohjelma, mutta sitä voi myös käyttää vähän kiintoainetta sisältävien paineviemärien mallintamiseen. SWMM on tarkoitettu pääasiassa hulevesiverkostojen mallintamiseen. Se soveltuu kuitenkin myös jätevesille ja tietyillä edellytyksillä jätevesipumppaamojen mallintamiseen. Mallin tarkistamiseksi on myös tehty pumppaamojen mitoitusta käsin laskentana.

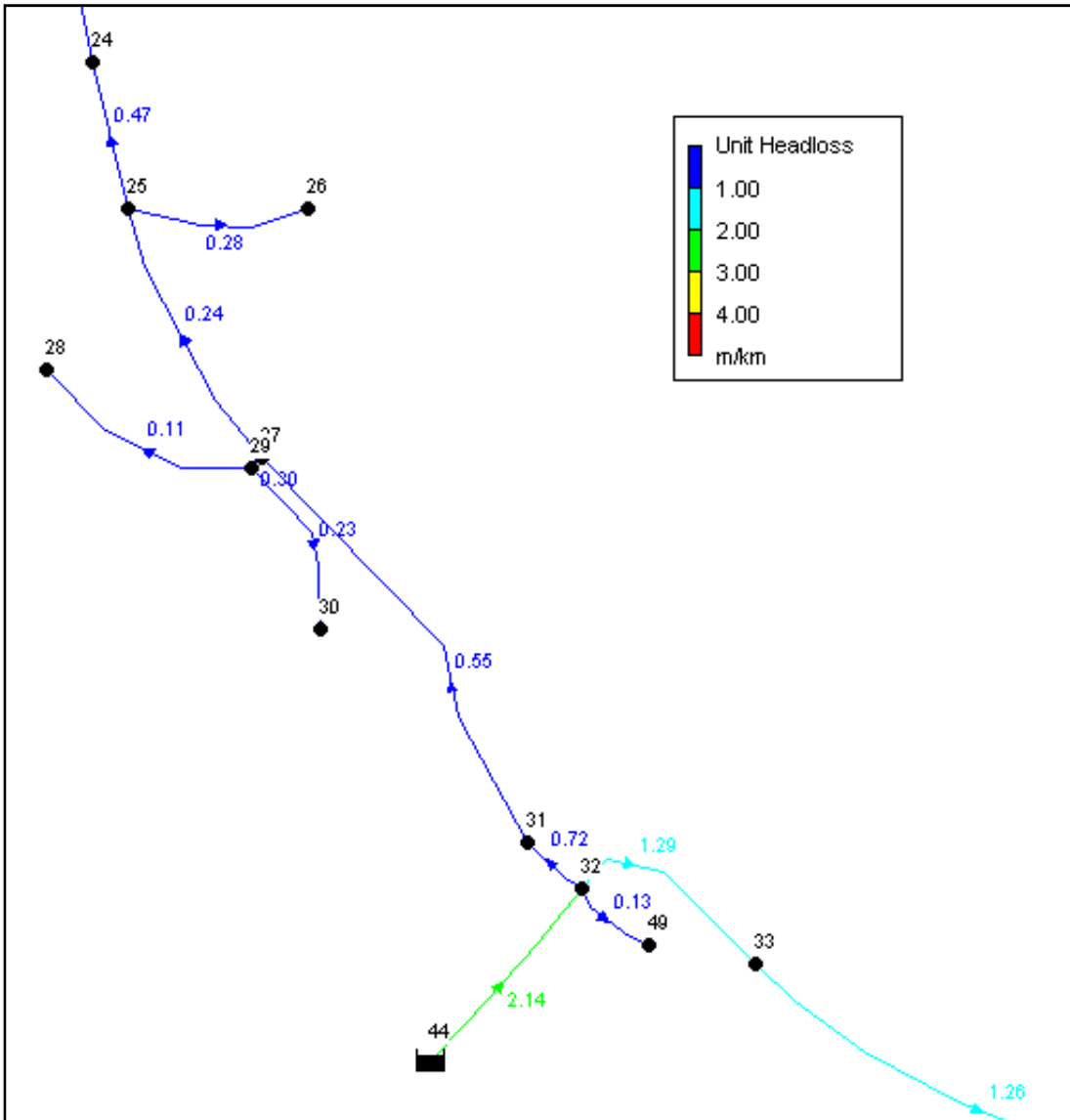
Mitoituksessa on käytetty paineluokan PN10 putkia, jolloin asennus voidaan tehdä suoraan maan varaan eikä kaivannolle tarvitse tehdä perustuksia. Viettoviemäri vaihtoehdossa perustukset on tehtävä.

#### 3.4.1 Vesi

Mitoittavana ominaiskulutuksena suunnitelmassa on käytetty 150 litraa asukasta kohden päivässä (l/as/d). Kiinteistössä on oletettu asuvan 5 henkilöä. Vapaa-ajan asutukselle on käytetty samoja arvoja kuin pysyvälle asutukselle, koska alue on rantasijaintinsa ansiosta arvokasta ja on oletettavaa että tulevaisuudessa voidaan rakentaa näille tonteille pysyvämpää asutusta.

Männistön hevostilan kulutukseksi on arvioitu 2500 l/d. Kulutusarvio sisältää 5 hevosien vedentarpeen sekä edustustilojen ja työntekijöiden vedenkulutuksen. Seurakunnan maiden tulevaa kapasiteettia varten on arvioitu verkkoon myöhemmin liitettävän 60 ylimääräistä kiinteistöä, joiden vedenkulutus on yhteensä 45 m<sup>3</sup>/d. Näiden kiinteistöjen on oletettu liittyvän verkostoon Muuraispurontien päässä Rantolahden ja Muuraisaaren väliin jäävässä niemessä.

Maksimivuorokauden kertoimena on käytetty arvoa 1,5 ja maksimitunnin 1,8. Tällöin suurin kulutuskerroin huippuvuorokauden huipputuntina on 2,16. Mitoituksessa ei ole paloaseman ja vesistön läheisyyden vuoksi huomioitu sammutusvesiä. Verkostoa ei muutenkaan ole järkevää mitoittaa sammutusvesiä varten, koska sammutukseen tarvittava vesimäärä on moninkertainen verrattuna normaalikulutukseen ja johtaa ylimitoitukseen suurimman osan ajasta.



Kuva 9. Osa vesiverkoston EpaNET-mallia. Kuvassa virtaushäviöt huippukulutustilanteessa. Ruutukaappaus: Kyösti Laaksonen 2012.

Putkien mitoitusta varten on EpaNET:llä tehty huippuvuorokauden huipputuntia vastaava staattinen malli (kuva 9). Virtaushäviöt mallissa perustuvat Hazen-Williamsin kaavaan, jonka C-kertoimena on käytetty jo kuluneen muoviputken arvoa 135. Mallin avulla verkoston putket on mitoitettu siten, että maksimivirtausnopeus putkissa ei ylitä tasoa 0,6–1,2 m/s eikä painehäviö yleisesti nouse yli 4 m/km. Näiden arvojen ylittyminen kuvaa putkiston ahtautta vedenjohtamistilanteissa (RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, 2010, 29-30).

Mallia hyödyntäen on mitoitettua verkostoa tarkasteltu myös tilanteissa, joissa esim. putkirikon takia tietty osuus joudutaan sulkemaan. Leppävirran sillan pohjoispuolen ja Lossintien alituksen muodostaman silmukan alueella runkolinjan katkeaminen ei ai-

heuta vedenjakelun loppumista, sillä kumpi tahansa Leppävirran alittavista putkista pystyy väliaikaisesti hoitamaan alueen kiinteistöjen vedentarpeen. Runkolinjan katkeaminen Lossintien alituksesta itään aiheuttaa vedenjakelukatkoksen suunnittelualueen itäpuolen ja myöhemmin liitettävien seurakunnan maiden kiinteistöille korjauksen ajaksi. Kyseiselle johto-osuudelle ei kuitenkaan saa kannattavasti rakennettua jakelukatkoksia lieventävää silmukkaa.

### 3.4.2 Viettoviemäri ja linjapumppaamot

Viettoviemäriin mitoitussuunnitelmassa on käytetty viemäriin käyttöänsä aikana tulevaa suurinta mahdollista virtaamaa. Mitoitussuunnitelman pohjana on luvussa 3.4.1 esitetyt huippukulutusolosuhteiden arvot. Lisäksi mitoitussuunnitelmaan on lisätty 0,6 l/s vuotovesiä johtokilometriä kohden (l/s/km). Suurin mitoitussuunnitelma sisältää myös seurakunnan mailta tulevat jätevedet, joihin on arvioitu tulevan vuotovesiä 10 % huippukulutuksesta. Näiden jätevesien syöttöpiste on sama kuin vesijohdon liittymispiste. Männistön hevosmaalta viemäriin johdettavaksi on laskettu vain talousvedet.

Viettoviemäri vaihtoehtojen linjapumppaamot on mitoitettu käsin. Pumppujen mitoitussuunnitelmana on käytetty pumppaamon kattamien kiinteistöjen ominaiskulutusta. Lisäksi mitoitussuunnitelmassa on huomioitu, mikäli pumppaamolle tulee jätevesiä toiselta pumppaamolta. Pumppujen mitoituksessa ei ole huomioitu vuotovesiä, koska pumppujen käyttöänsä (10-15 vuotta) aikana verkkoon ei ole katsottu tulevan merkittäviä vuotoja. Siirrettävät jätevesimäärät ovat lisäksi pieniä, joten mitoituksessa on runsaasti virhevaraa. Käsin tehdyn mitoituksen perusteella on Grundfosin WebCAPS -ohjelman avulla valittu pumput linjapumppaamoille ja niiden pumppukäyrät siirretty mallinnusohjelmaan.

Verkoston mitoitusta tapahtui Epa SWMM -ohjelmalla. Viettoviemäriin minimihalkaisijana on käytetty 160 mm PVC-putkea. Mallinnuksen perusteella viettoviemäriverkosto voidaan rakentaa kokonaisuudessaan tästä putkesta.

Viemäriin huuhtoutuvuuden arvioimiseksi määritettiin ensin kaavasta 4 hydraulisen säteen R arvo, kun hankausjännityksen on oltava vähintään  $1,5 \text{ N/m}^2$  ja putken kaltevuus tiedetään. Kaava 5 voidaan muuttaa alla olevaan muotoon (kaava 8) ja sen avulla laskea vaadittava virtausnopeus huuhtoutuvassa putkessa. Puuttuvat arvot saatiin oppaan RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu kuvasta 11 (s. 53).

$$\frac{v}{v_t} = \frac{R}{R_t} \Leftrightarrow v = v_t * \frac{R}{R_t} \quad (\text{Kaava 8})$$

Laskettuja virtausnopeuksia verrattiin mallin antamiin virtausnopeuksiin ja todettiin viemärin olevan pääosin huuhtoutuva. Tietyt muutamaa kiinteistöä palvelevat haarat olivat normaalikulutusvirtaamalla huuhtoutuvuuden rajoilla mutta huuhtoutuvat kerran päivässä huipputunnin virtaamalla. Huuhtoutuvuuden määrittämisessä käytettiin normaalikulutustilanteen virtaamaa.

### 3.4.3 Paineviemäri ja kiinteistökohtaiset pumppaamot

Paineviemärin mitoitus tapahtui EpaNET-ohjelmalla, jossa luotiin dynaaminen malli. Mallin rakentamisessa on käytetty samoja pumppuja kuin viettoviemärin linjapumppaamoissa.

Dynaaminen malli kuvaa valmista verkostoa, jossa jätevedet johdetaan kiinteistön pumppaamon säiliöön. Kun pumppaamon säiliön pinta nousee tietylle tasolle (yläraja), pumppu käynnistyy ja jatkaa pumppaamista, kunnes vedenpinta säiliössä laskee alle alarajan. Malliin ei ole luotu jokaista kiinteistöä erikseen, vaan vierekkäisiä kiinteistöjä kuvaa yksi pumppu, johon johdetaan kaikkien näiden kiinteistöjen jätevedet. Malli kuvaa ajanjaksoa, jossa ensimmäiset 5 päivää vedenkäyttö on normaalia ominaiskulutusta. Seuraavat viisi päivää kuvaavat huippuvuorokauden kulutusta, jolloin vedenkäyttö on 1,5-kertaista. 10 päivän jälkeen tämä sarja toistuu, mutta malliin otetaan mukaan seurakunnan mailta tulevat ylimääräiset jätevedet.

Mallin avulla putkisto mitoitettiin siten, että virtausnopeus putkissa nousee vähintään kerran päivässä yli arvon 0,7 m/s, mieluiten jokaisella pumppauskerralla. Tämä virtausnopeus on edellytyksenä sille, että putkien pohjalle veden seisoessa laskeutunut kiintoaines irtoaa pumppaustilanteessa. Suunnitellussa verkostossa runkolinjassa nopeus nousee riittäväksi useamman kerran päivässä ja sivuhaaroissa jokaisella pumppauskerralla. Toisaalta putket on mitoitettu riittävän suuriksi, jotta virtaushäviöt jäävät mahdollisimman pieniksi. Muita mitoituksen kriteerejä olivat putkien ja pumppujen kapasiteetti sekä viipymä verkostossa.

Jäteveden siirtämisestä kirkonkylän verkostoon vastaava linjapumppaamo mitoitettiin lisäksi käsin mallin pätevyyden arvioimiseksi. Mallin antamat tulokset ovat yhteneviä käsimitoituksen kanssa.

### 3.5 Kustannusarvio

Mitoituksen perusteella voitiin laskea kaikille eri vaihtoehdoille karkeat kustannusarviot vertailua varten. Kustannusarvio kattaa tärkeimmät rakennus- sekä käyttökustannukset 20 vuoden käyttöaikana. Arviossa on myös eritelty eri vaihtoehdoissa kunnalle jäävät kustannukset olettaen, että kunta rakentaa pelkän verkon ja huolehtii sen toiminnasta. Kustannusarvio ja käytetyt yksikköhinnat on esitetty liitteissä 3 ja 4.

Kustannusarvion yksikköhinnat on saatu valmistajilta ja kirjallisuudesta. Osa hinnoista on arvioitu aikaisempien vastaavien projektien kustannuksista. Esim. metrihintaa eri kaivantovaihtoehdoille on laskettu seuraavista lähtötiedoista:

- Kaivua 50 metriä päivässä, 8 tunnin työpäivä
- Kaivu 55 €/tunti
- Kaivussyvyys n. 2 metriä

2 metriä syvän kaivannon metrihinnasta saadaan syvempien kaivantojen metrihinnat kaivussyvyyksien suhteessa. Kallioisessa maastossa on käytetty kaksinkertaista metrihintaa, joka sisältää mahdolliset louhinnat. Kaivannosta n. 4 km on arvioitu olevan kallioisella alueella GTK:n maaperäkartan (liite 1) mukaan. Vaihtoehdon C kaivannon metrihintaa on laskettu luvussa 3.3.2 esitetyllä tavalla.

Pumppujen vuosittaiset käyttökustannukset on laskettu RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu –oppaassa s. 59 esitetyllä kaavalla:

$$E = \frac{Q * H}{\eta * 367}, \text{ jossa} \quad (\text{Kaava 9})$$

$E$	vuotuinen energiamäärä, kWh
$Q$	vuotuinen pumpattava vesimäärä, m <sup>3</sup>
$H$	kokonaisnostokorkeus, m
$\eta$	pumpun hyötysuhde (arvioitu 0,38)

Laitteiden, kuten venttiilien ja viemärin tarkastusputkien määrä arvioitiin alustavasti. Venttiilejä sijoitetaan jokaiselle kiinteistölle ja runkoverkkoon riittävästi. Tarkastusputkia oletetaan tulevan 100 m välein.

Kustannusarviossa ei ole huomioitu vesistöalituksia tai kustannuksia kirkonkylän puolella, sillä nämä ovat samat kaikissa vaihtoehdoissa.

### 3.6 Valittu vaihtoehto

Kustannusarvion perusteella vaihtoehto C valittiin tarkempaa suunnittelua varten. Vietto- ja paineviemäri vaihtoehtojen välillä ratkaisevaksi kustannustekijäksi muodostui vuotovesien määrä, joka viemäriin käyttöikänsä aikana aiheuttaa ylimääräisiä käyttökustannuksia. Seuraavissa kappaleissa on esitetty tarkemmin valitun vaihtoehdon ominaisuudet.

### 3.7 Teiden ja vesistön alitukset

Suunniteltu verkko alittaa Heinävedentien neljässä kohtaa. Näistä alituksista kaksi palvelevat yksittäisiä kiinteistöjä, joten on harkinnan arvoista, kannattaako alituksia tehdä. Paineviemäri alituksen osalta on varauduttava virtausmittauksiin ennen ja jälkeen putken asennuksen, jotta mahdollinen vuoto putkessa voidaan havaita.

Verkossa on kaksi suunniteltua vesistöalitusta. Paineviemäri 90 mm:n siirtoputki alittaa Leppävirran Lossintien päässä kohdassa, jossa nykyisin sijaitsee vanha 110 mm:n vesijohto. Vesijohtoverkon toimintavarmuutta varten tehdään silmukkarakenne 63 mm:n putkella Leppävirran sillan pohjoispuolella. Tämä putki liittyy kirkonkylän puolella rannan läheisyydessä olevaan vanhaan 110 mm:n vesijohtoon. Vesistöalitusten suunnittelua varten tarvitaan luvussa 2.9.1 esitetyt tarkemmat pohjatutkimukset.

### 3.8 Vesijohtoverkko

Vesijohtoverkko sisältää taulukossa 4 esitetyt putket. Pituudet eivät sisällä Leppävirran alituksia ja kirkonkylän puoleisia putkia. Käytettyjen putkien materiaalina on polyeteenimuovi (PE) sen kestävyys ja helpon käsittelyn vuoksi.

Taulukko 4. Vesijohtoverkossa käytetyt putket.

Putki	Pituus (m)
PE 80 40x3.7 mm PN10	4388
PE 80 50x4.6 mm PN10	2045
PE 100 63x3.8 mm PN10	1908
PE 100 90x5.4 mm PN10	1465
yht.	9806



### 3.8.1 Painetasot

Painetasot suunnitellussa vesijohtoverkossa ovat Kauppilanmäen vesisäiliön vedenpinnan ollessa korkeimmillaan pääsääntöisesti 50-65 mvp ja katutasossa n. 3 metriä vähemmän. Suurimmat vedenpaineet tulevat esiintymään vesistöналituk-sien matalimmissa kohdissa. Suositeltua maksimia 70 mvp katutasossa ei ylitetä, mutta verkon alimmissa kohdissa suurimmat painetasot ovat n. 69 metriä katutasossa vedenpinnan ollessa korkeimmillaan vesisäiliössä.

### 3.8.2 Vesijohtoverkon viipymät

Vesi vaihtuu koko vesijohtoverkossa peruskulutustilanteessa alle vuorokaudessa, huippupäivinä n. puolessa vuorokaudessa. Kuitenkin putkissa, jotka palvelevat vain kesämökkejä vesi voi seisoa pitkiäkin aikoja mikäli vettä ei käytetä. Viipymät on määriteltä luvussa 2.7.4 esitetyn merkkiainemenetelmän mukaisesti.

## 3.9 Viemärit

Paineviemäriverkko koostuu putkistosta (taulukko 5), 63 kiinteistökohtaisesta pump-paamosta ja yhdestä linjapumppaamosta. Linjapumppaamon läheisyydessä olevat 6 kiinteistöä liitetään pumppaamoon viettoviemärillä.

Taulukko 5. Jätevesiverkoston putket, ei sisällä Leppävirran alituksia tai kirkonkylän puoleisia putkia.

Putki	Pituus (m)
PE 80 50x4.6 mm PN10	2641
PE 100 63x3.8 mm PN10	2786
PE 100 75x4.5 mm PN10	3899
PVC 160x4.7 mm SN8	281
yht.	9607

### 3.9.1 Pumppaamot

Paineviemäriverkosto on mitoitettu käyttäen taulukossa 6 esitettyjä Grundfosin pumppuja. Pumput on valittu viettoviemäri vaihtoehtoa A varten tehdyn linjapumppaamojen mitoituksen pohjalta. Varsinaista verkkoa toteuttaessa on kuitenkin kiinteistö-pumppaamot mitoitettava kiinteistökohtaisesti, eikä tässä esitettyjä pumppuja voi välttämättä suoraan käyttää.

Taulukko 6. Mitoituksessa käytetyt pumput.

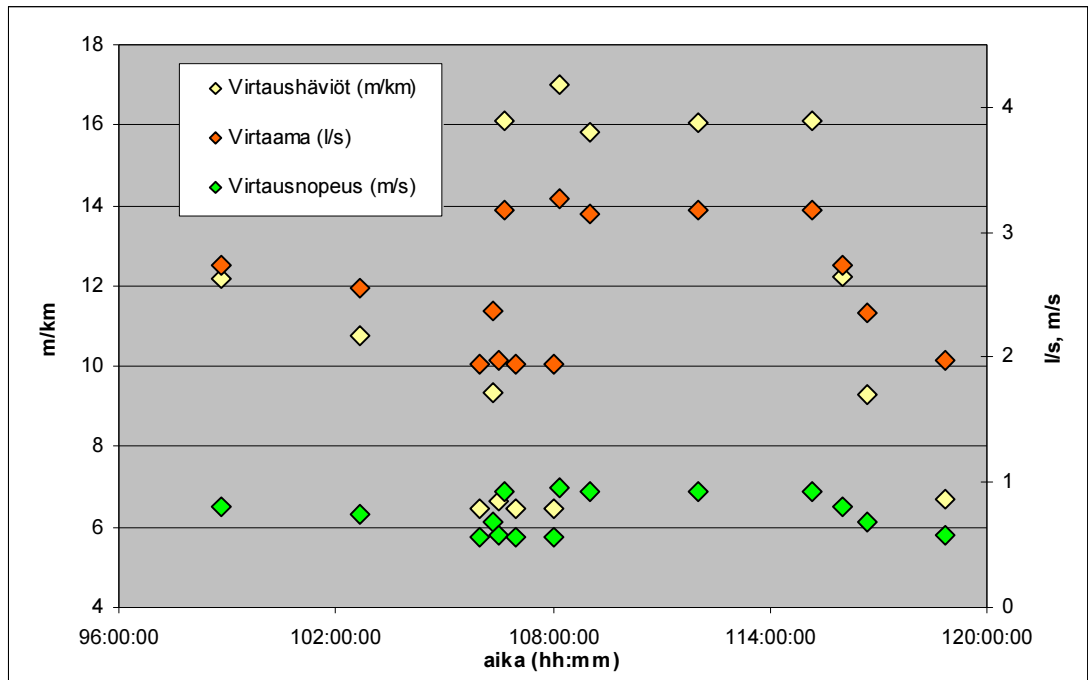
Pumppu	Suurin nostokorkeus (m)	Suurin tuotto (l/s)	Tunnus ohjelmistossa
SEG 40.31.2.50B	37	5,1	Pcu_1
SEG 40.12.2.50B	20,7	5,0	Pcu_2
SEG 40.15.2.50B	25,8	5,2	Pcu_3
SEG.40.09.2.50B	14,4	4,4	Pcu_4
SEG.40.40.2.50B	45,7	5,2	Pcu_5

Linjapumppaamon 1 mitoitus on esitetty liitteessä 5. Mallinnuksessa käytettyjen kiinteistö- ja linjapumppaamojen mitat on esitetty liitteessä 11. Jätevesipumput on varustettava repijällä.

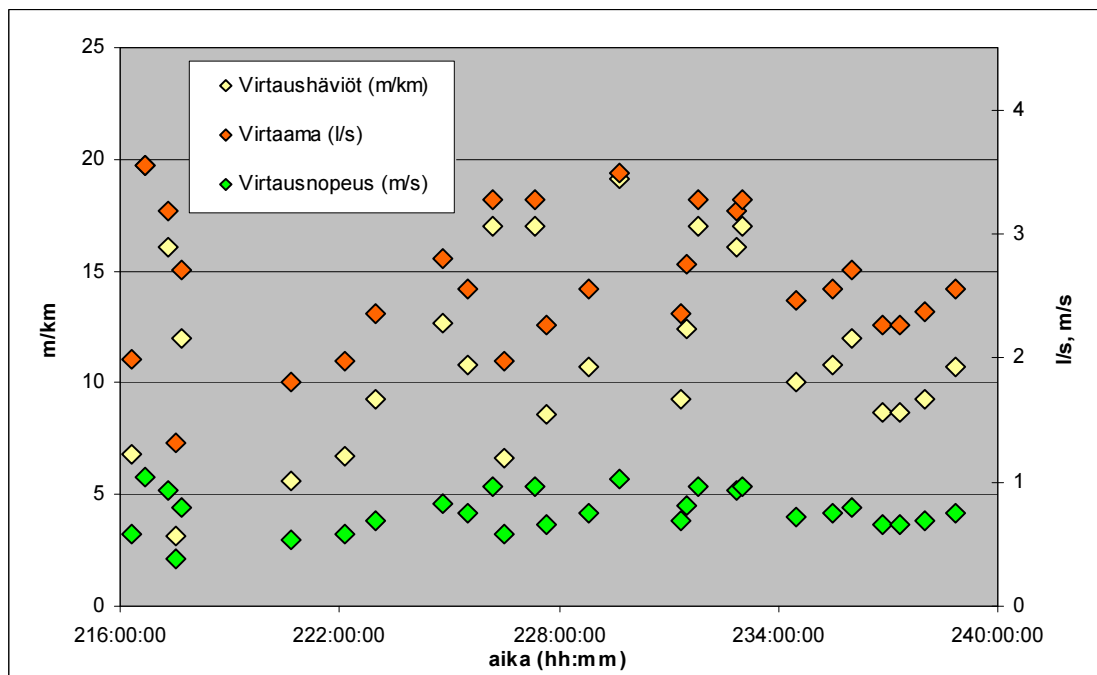
### 3.9.2 Paineviemärin virtaushäviöt ja kapasiteetti

Virtaushäviöt verkossa ovat korkeimmillaan verrattain suuria. Virtaushäviöitä voidaan hieman pienentää suuremmilla putkilla, mutta putken sisähalkaisijan kasvaessa virtausnopeus putkessa pienenee ja aiheuttaa ongelmia jäteveden laadussa ja jopa putken tukkeutumisen. Suurimmat virtaushäviöt syntyvät tilanteessa, jossa kaksi tai useampi pumppua käy yhtä aikaa. Nämä tilanteet ovat kuitenkin käytännössä harvinaisia. Yksittäisen pumpun käydessä virtaushäviöt ovat pääsääntöisesti 5-10 m/km luokkaa.

Esimerkiksi paineviemärin runkolinjan 1 paaluvälin 2500-3000 m virtaushäviöt, vastaavat virtaamat ja virtausnopeudet sekä pumppaustiheys peruskulutustilanteessa ja huippupäivän kulutustilanteessa on esitetty kuvissa 10 ja 11. Kuvaajat esittävät verkkomallin tilannetta eri kulutustilanteiden viimeisenä päivänä, jolloin virtaamat järjestelmään ovat tasoittuneet.



Kuva 10. Paineviemäriin runkolinjan 1 käyttäytyminen paaluvälillä 2500-3000 m peruskulutustilanteessa.



Kuva 11. Paineviemäriin runkolinjan 1 käyttäytyminen paaluvälillä 2500-3000 m huippupäivän kulutustilanteessa.

Ryöpärannantiellä käytetty pumppu SEG.40.40.2.50B on riittävä mallin mukaan, mutta kyseiselle pumpulle varalle jäävä nostokapasiteetti on vain muutamia metrejä. Tämä voi aiheuttaa ongelmia toimivuuden kannalta, kun painevisäkki ajan myötä

kuluu ja virtausvastukset putkessa kasvavat. Muualla verkostossa tässä mallissa käytetyillä pumpuilla on nostoreserviä vähintään 5 metriä.

### 3.9.3 Paineviemärin viipymät

Viipymiä verkostossa on tarkisteltu EpaNET-mallin merkkiainemenetelmällä kappaaleen 2.7.4 mukaisesti. Kun viipymäksi määritellään aika kiinteistökohtaisen pumpaamon ensimmäisestä käynnistymisestä jäteveden saapumiseen linjapumppaamolle, on viipymä suuressa osassa verkostoa alle 8-12 tuntia. Ongelmallisin alue on verkoston linjapumppaamosta kauimmaisina alue Ryöpänrannantien varrella, jossa viipymät nousevat paikoitellen n. 24 tuntiin. Pitkä viipymä johtuu suurelta osin alueen harvasta asutuksesta, jolloin pumppausta tapahtuu harvemmin ja vesi ei liiku putkissa pitkiin aikoihin. Samankaltainen ongelma löytyy verkoston toisesta ääripäästä Muuraispurontien lopussa. Viipymistä johtuen on linjapumppaamolla 1 varauduttava hajuunpoistoon.

### 3.10 Paineiskutarkastelu

Tässä työssä tarkempaa paineiskutarkastelua ei ole tehty. Paineiskulaskujen tarvetta on arvioitu oppaan RIL 102 - Viemärivedenpumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje sivulta 106 löytyvän vuokaavion mukaan ja todettu, että verkosto ei todennäköisesti ole riskialtis paineiskuille.

### 3.11 Rakentamisen ositus

Rakentaminen voidaan toteuttaa 1-3 vaiheessa. Osituksessa on huomioitava verkoston toimivuus myös rakennusvaiheiden välillä. Verkoston on todettu toimivan seuraavalla osituksella:

- 1. vaihe: Kiinteistöt linjapumppaamon 1 ympäristöstä, Muuraispurontien kiinteistöt tien päässä olevia 4 kiinteistöä lukuun ottamatta ja lähimmät kiinteistöt linjapumppaamon luoteispuolelta.
- 2. vaihe: Kiinteistöt väliltä Männistöentie-Mullanniementie sekä Männistön hevosstilla.
- 3. vaihe: Ryöpänrannantien kiinteistöt ja Muuraispurontien päässä olevat kiinteistöt.

### 3.12 Tuotetut piirustukset

Suunnitelma on esitetty liitetyissä (liitteet 12 ja 13) asemapiirroksissa. Piirroksin on esitetty sekä viettoviemäri vaihtoehto että tarkempi paineviemäri vaihtoehto. Asemapiirroksista käy ilmi mm. käytetyt putkikoot, vesistön ja teiden alitukset, mitoituksessa huomioitavat kiinteistöt ja liitoskohdat vanhaan verkostoon.

Verkostosta luotiin lisäksi Novapoint-ohjelmalla pituusleikkaukset runkolinjan osalta (liite 9). Lisäksi liitteissä 9–11 on esitetty periaatepiirroksia kaivantojen poikkileikkauksista, teiden alituksista ja mallinnuksessa käytetyistä pumppaamojen säiliöiden mitoista.

### 3.13 Laitteet

Suunnitelmaan on sisällytetty yksi ilmanpoistiventtiili sekä vesi- että painejätevesiputkiin verkon korkeimmassa kohdassa Rantalantiellä. Luvussa 2.2.3 esitetyn kaavan 1  $P'$  saa virtausnopeuden mukaan arvoja välillä 0,25...0,5. Täten ilmakuplat putkessa eivät pääse liikkumaan eteenpäin ja paikalle tarvitaan ilmanpoistiventtiili.

Muita paikkoja mahdollisen ilmanpoistiventtiilin lisäämiseen runkolinjassa 1 ovat paineviemäriin ylätaitteet paalujen 700 ja 1050–1100 kohdalla.  $P'$  saa näissä kohdissa arvoja väliltä 0,45...1,0 ja 0,4...0,8. Kohdat eivät ole yhtä alttiita ilman kerääntymiselle kuin yllä mainittu, mutta ilman kerääntymistä tapahtunee. Asiaan on varauduttava joko ilmanpoistiventtiilillä jälkimmäisessä kohdassa tai Ryöpänrannantien kiinteistöjen pumppaamoiden mitoituksessa, jotta putkeen saadaan riittävän suuri virtausnopeus.

Huuhteluyhteitä tulee sijoittaa vesi- ja paineviemäriverkoston sivuhaaroihin, ja erityisesti niihin haaroihin, jotka palvelevat yksinomaan vapaa-ajanasutuksen kiinteistöjä, sillä suurin putken liettymisvaara on näissä johdoissa. Myös runkolinjoihin on toteutettava huuhteluvaihtoehto. Lisäksi paineviemäriin runkolinjassa 1 tulisi lisätä huuhteluyhteiden paalun 2000 kohdalle. Linjassa on tässä kohtaa alataite, jossa kiintoaineen kerääntyminen on mahdollista, vaikkakin virtausnopeudet ovat tässä kohtaa riittäviä putken puhdistumiseen.

Linjapumppaamo 1 tulee varustaa hajunpoistolla, mikäli luvussa 3.9.4 esitetyt kiinteistöt Ryöpänrannantiellä ja Muuraispurontien päässä liitetään paineviemäriin.

#### 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin mitoitettua toimiva vesi- ja jätevesiverkko Lepäsalon alueelle. Viemäriin toteuttaminen paineputkilla tarjoaa joustavuutta suunnitelmassa, varsinkin kun tarkempaa tietoa alueen maaperästä ja kallio-olosuhteista ei ollut työhön saatavilla.

Vesijohtoverkko on toteutettu pitkälti pienillä, 40–50 mm putkilla, mutta sillä on silti ylimääräistä kapasiteettia, mikäli aluetta kehitetään ennustettua enemmän. Vesijohtoverkkoa rajoittavampi tekijä tulevaisuudessa on paineviemäri.

Suurin huolenaihe paineviemäriin toiminnassa on vapaa-ajan kiinteistöjä palvelevat sivuhaarat. Näissä putkissa veden vaihtuvuus on käytön vaihtelevuuden johdosta heikkoa, mikä voi johtaa laatuongelmiin vesijohdoissa ja paineviemäriin tukkeutumiseen ajan kuluessa. Asiaan voidaan varautua huuhtelumahdollisuuden lisäämisellä tai voidaan jopa harkita onko näiden kiinteistöjen liittäminen verkkoon mielekäästä, varsinkin jos liittymishalukkuutta ei ole.

Jatkosuunnittelussa tulisi mahdollisesti kiinnittää huomiota alueen kiinteistöjen sähköjakeluun. Tässä työssä ei kartoitettu kiinteistöjen sähkökeskusten tasoa, eli sitä, onko kiinteistöillä jätevesipumppaamojen tarpeisiin riittävän laadukas sähköliittymä.

Työn loppuvaiheissa tuli esille mahdollisuus korvata linjapumppaamolle tällä hetkellä johtava yksi paineviemärijohto kahdella erillisellä johdolla, jolloin pohjoisesta ja kaakosta tulevat paineviemärit saataisiin erotetuksi toisistaan. Vaihtoehtoa ei tutkittu tarkemmin, mutta rakennuskustannuksia tämä vaihtoehto ei lisäisi merkittäväksi, sillä kaksoisputken pituus olisi n. 50 metriä.

## LÄHTEET

*Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä.* 2003. Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus ja Vesi- ja viemärilaitosyhdistys.

Leppävirta – Vesihuollon kehittämissuunnitelma. 2011. Pöyry Finland Oy [viitattu 25.1.2012]. Saatavissa:

[http://www.leppavirta.fi/files/orig/1281\\_Lepp%C3%A4virran\\_VHKS\\_04052011.pdf](http://www.leppavirta.fi/files/orig/1281_Lepp%C3%A4virran_VHKS_04052011.pdf)

Maankäyttö- ja rakennuslaki L 1999/132. Finlex [viitattu 5.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Putkikaivantojen routasuojaus Finnfoam-putkikotelolla. Finnfoam Oy [viitattu 8.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.finnfoam.fi/index.php?page=c8c78ac9bb9f5d0db949b1b392e8cd4>

*RIL 77 Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket.* 2005. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.

*RIL 102 Viemäriveredenpumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje.* 1994. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.

*RIL 237-2 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu.* 2010. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.

Rossmann, L. 2000. EpaNET Users manual. United States Environmental Protection Agency [viitattu 31.10.2012]. Saatavissa:

<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockkey=P1007WWU.PDF>

Sewage Pumping Handbook, the. Grundfos [viitattu 26.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.grundfos.com/content/dam/Global%20Site/Industries%20%26%20solutions/waterutility/pdf/sewage-handbook.pdf>

Uponor-viettoviemärijärjestelmät. 2009. Uponor [viitattu 8.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Technical%20Handbook%20INF/051Johdantoviettoviemrit042009.pdf>

Valtioneuvoston asetus talousveden käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla VNa 209/2011. Finlex [viitattu 18.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110209>

Vesihuoltolaki L 2001/119. Finlex [viitattu 5.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

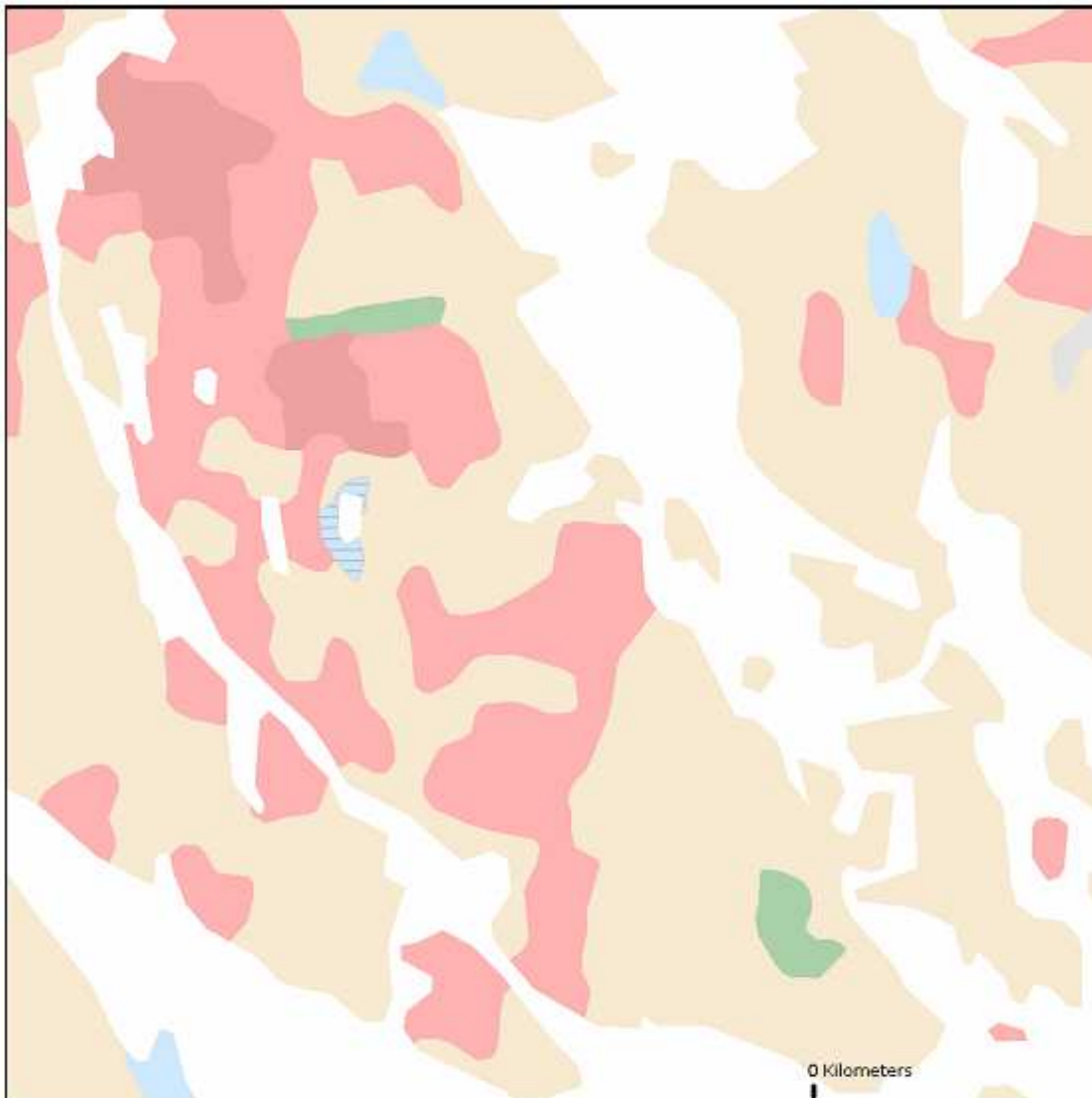
Vesilaki L 2011/587. Finlex [viitattu 8.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Vesiluvan hakeminen. Valtion ympäristöhallinto [viitattu 8.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11997&lan=fi>





<p>Pintamaalaji - Surface sediment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Soistuma (&lt; 0,3 m)</li> <li> Ohut turvekerros (0,3 - 0,9 m)</li> </ul> <p>Pohjamaalaji - Base sediment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Kalliopajastuma</li> <li> Kalliomaa</li> <li> Rakka</li> </ul>	<p>Pohjamaalaji - Base sediment (continued)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Kiviä</li> <li> Moreeni</li> <li> Karkas hietta, hiekka ja sora</li> <li> Hiesu ja hieno hietta</li> <li> Liejuinen hienorakeinen maalaji</li> </ul>	<p>Pohjamaalaji - Base sediment (continued)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Savi</li> <li> Lieju</li> <li> Paksu turvekerros</li> </ul>	<p>Pohjamaalaji - Base sediment (continued)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Täytemaa</li> <li> Kartoittamaton</li> <li> Vesi</li> </ul>
---	--	---	---

© Geologian tutkimuskeskus 2011; Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa nro 13/MML/11. Aineiston kopiointi ilman Maanmittauslaitoksen lupaa on kielletty.

Copyright: Geologian tutkimuskeskus, 2010; Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa nro 13/MML/11. Aineiston kopiointi ilman Maanmittauslaitoksen lupaa on kielletty.

**Yleiswms**

Paikannimet: (c) MML, lupa MML/VIR/TIPA/217/10  
 Päätiät - Main roads: (c)MML, lupa/permission MML/VIR/TIPA/217/10  
 Kartoitetut alueet - 1:20 000 - Mapped areas: Maaperä 1:20 000 (c) Geologian tutkimuskeskus, 2009  
 Maaperä (rasteri) - 1:20 000 - Quaternary deposits (raster): (c) GTK, 2009  
 Pohjamaalaji - Base sediment: (c) GTK, 2010  
 Kallioperä - 1:1 000 000 - Bedrock: (c) Geologian tutkimuskeskus 2009  
 Kallioperä 1:200 000 - Bedrock maps: (c) Geologian tutkimuskeskus, 2008

	Kiinteistötunnus	Omistaja	Nyk. jätevesijärjestelmä	Huom.	Korko (m)	Koordinaatit (KKJ3)
19:27	420-416-0019-0027		Pienpuhdistamo		85.30	6933955.694, 3541356.999
19:28	420-416-0019-0028		Säiliö, imeytys tai suodatus		85.33	6933906.060, 3541319.686
19:25	420-416-0019-0025		Säiliö, imeytys tai suodatus		89.58	6933745.514, 3541343.630
20:16	420-416-0020-0016		Säiliö, imeytys tai suodatus		82.50	6933797.955, 3541250.484
20:17	420-416-0020-0064		-		-	
20:17	420-416-0020-0017		Säiliö, imeytys tai suodatus		85.79	6933516.965, 3541216.942
19:20	420-416-0019-0020		Säiliö, imeytys tai suodatus		88.55	6933409.728, 3541605.166
20:12	420-416-0020-0012		Pienpuhdistamo		83.44	6933072.929, 3541297.482
20:7	420-416-0020-0007		-		-	
20:63	420-416-0020-0063		-		-	
19:15	420-416-0019-0015		Säiliö, imeytys tai suodatus		87.09	6933224.413, 3541519.092
19:16	420-416-0019-0016		-		-	
18:88	420-416-0018-0088		Säiliö, imeytys tai suodatus		115.88	6933299.925, 3541962.210
18:87	420-416-0018-0087		Säiliö, imeytys tai suodatus		105.22	6933176.565, 3541864.719
19:21	420-416-0019-0021		Säiliö, imeytys tai suodatus		104.83	6933114.241, 3541664.758
18:82	420-416-0018-0082		-		-	
18:107	420-416-0018-0107		Pienpuhdistamo		98.52	6932879.414, 3541600.312
18:85	420-416-0018-0085		Säiliö, imeytys tai suodatus		112.99	6932896.384, 3542053.030
18:32	420-416-0018-0032		-		-	
18:16	420-416-0018-0016		-		112.16	6932750.157, 3542097.179
18:73	420-416-0018-0073		Säiliö, imeytys tai suodatus		108.08	6932703.823, 3542067.712
18:44	420-416-0018-0044		Säiliö, imeytys tai suodatus		103.80	6932714.307, 3542012.899
18:93	420-416-0018-0093		Säiliö, imeytys tai suodatus		105.32	6932670.452, 3541887.310
18:30	420-416-0018-0030		Säiliö, imeytys tai suodatus		103.91	6932648.597, 3541803.580
18:61	420-416-0018-0061		Säiliö, imeytys tai suodatus		97.97	6932576.432, 3541681.683
18:28	420-416-0018-0028		Säiliö, imeytys tai suodatus		99.10	6932551.716, 3541746.610
20:60	420-416-0020-0060		Säiliö, imeytys tai suodatus	Harmaat ja mustat vedet erillään	83.82	6932565.105, 3541626.739
20:53	420-416-0020-0053		Säiliö, imeytys tai suodatus		83.97	6932565.424, 3541632.403
20:54	420-416-0020-0054		-		89.66	6932489.560, 3541555.807
20:37	420-416-0020-0057		Säiliö, imeytys tai suodatus	Harmaat ja mustat vedet erillään	88.63	6932441.530, 3541540.962
20:55	420-416-0020-0055		-		86.15	6932375.183, 3541667.055
1:19	420-416-0001-0019		-		89.62	6932366.350, 3541653.058
18:26	420-416-0018-0026		Säiliö, imeytys tai suodatus		-	
18:42	420-416-0018-0042		Säiliö, imeytys tai suodatus		108.92	6932466.153, 3541967.638
1:18	420-416-0001-0018		-		106.54	6932404.264, 3541983.335
1:45	420-416-0001-0045		-		104.32	6932356.569, 3541999.180
1:16	420-416-0001-0016		Säiliö, imeytys tai suodatus	Vain harmaat vedet	101.48	6932235.985, 3542022.609
1:38	420-416-0001-0038		Säiliö, imeytys tai suodatus	Vain harmaat vedet	84.39	6932079.950, 3541791.227
60:17	420-416-0060-0017		-	Männistö	86.70	6931934.286, 3541838.591
60:17	420-416-0060-0017		-		112.19	6931752.321, 3542378.224
2:17	420-416-0002-0017		-		83.46	6931601.084, 3542099.185
2:31	420-416-0002-0031		Säiliö, imeytys tai suodatus	Vain harmaat vedet	87.05	6931559.266, 3542134.072
2:25	420-416-0002-0025		-		85.85	6931625.773, 3542198.358
2:24	420-416-0002-0024		-		87.95	6931487.697, 3542258.925
60:8	420-416-0060-0008		-		-	
2:5	420-416-0002-0005		-		90.18	6931356.953, 3542384.621
2:1	420-416-0002-0001		-		-	
2:37	420-416-0002-0037		-		89.23	6931156.747, 3542501.258
2:19	420-416-0002-0019		Säiliö, imeytys tai suodatus		87.47	6931121.148, 3542559.520
2:28	420-416-0002-0028		-		90.31	6931137.707, 3542620.692
2:27	420-416-0002-0027		Säiliö, imeytys tai suodatus		90.80	6931126.072, 3542645.689
2:35	420-416-0002-0035		Säiliö, imeytys tai suodatus		87.40	6931074.677, 3542696.650
2:16	420-416-0002-0016		Säiliö, imeytys tai suodatus	Vain harmaat vedet	84.27	6931065.687, 3542636.333
2:40	420-416-0002-0040		-		81.36	6930942.858, 3542801.121
60:12	420-416-0060-0012		Säiliö, imeytys tai suodatus		-	
2:33	420-416-0002-0033		Säiliö, imeytys tai suodatus		82.73	6930796.418, 3543251.761
26:12	420-416-0026-0012		Säiliö, imeytys tai suodatus		90.34	6930794.814, 3543317.090
26:11	420-416-0026-0011		-		-	
26:12	420-416-0026-0012		-		-	
26:12	420-416-0026-0012		-		111.56	6930781.423, 3543551.594
60:6	420-416-0060-0006		Säiliö, imeytys tai suodatus		84.27	6930547.684, 3543260.581
60:1	420-416-0060-0001		-		85.71	6930503.302, 3543209.624
60:2	420-416-0060-0002		Säiliö, imeytys tai suodatus		82.93	6930474.211, 3543171.755
60:5	420-416-0060-0005		Säiliö, imeytys tai suodatus		83.78	6930472.913, 3543167.891
60:17	420-416-0060-0017		Pienpuhdistamo		84.03	6930410.273, 3543161.712
60:10	420-416-0060-0010		-		86.42	6930290.487, 3543287.515
1:21	420-416-0001-0021		Säiliö, imeytys tai suodatus	Vain harmaat vedet	-	
60:16	420-416-0060-0016		Säiliö, imeytys tai suodatus		83.20	6930092.840, 3543833.091
1:36	420-416-0001-0039		-		83.75	6930045.579, 3543912.893

- = Ei tietoa tai ei järjestelmää

Maan korko

ALV 0%

Punainen teksti = arvioitu hinta

<b>Rakennuskustannukset</b>	á	yks.	huom.
Kaivuu	55	€/h	
Kaivuu	50	m/d	
Kaivuu, asennussyvyys 2,7 m	11.88	€/m	
Kaivuu, kallioinen maa (2,7 m)	23.76	€/m	sisältää louhinnan
Kaivuu, asennussyvyys 2 m	10.69	€/m	sisältää eristeet, mikäli asennussyvyys alle 2 m
Tiealitus	5000	€/kpl	
<b>Putket</b>			
PE 80 40x3.7 mm PN10 (SDR 11, sinirait.)	3.06	€/m	
PE 80 40x3.7 mm PN10 (SDR 11, ruskrait.)	2.79	€/m	
PE 80 50x4.6 mm PN10 (SDR 11, sinirait.)	4.56	€/m	
PE 80 50x4.6 mm PN10 (SDR 11, ruskrait.)	4.16	€/m	
PE 100 63x3.8 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	4.48	€/m	
PE 100 63x3.8 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	4.48	€/m	
PE 100 75x4.5 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	6.17	€/m	
PE 100 75x4.5 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	6.17	€/m	
PE 100 90x5.4 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	8.95	€/m	
PE 100 90x5.4 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	8.95	€/m	
PVC 160x4.7 mm SN8	11.23	€/m	
<b>Pumppaamot</b>			
Kiinteistökohtainen pumppaamo	3000	€/kpl	
Linjapumppaamo	10000	€/kpl	
Sähköliittymä linjapumppaamolle	5000	€/kpl	
<b>Laitteet</b>			
Venttiili Vj/Jv	100	€/kpl	
Ilmanpoistokaivo Vj/Jv	1200	€/kpl	
Vesiposti	1200	€/kpl	
Tarkastusputki	200	€/kpl	
<b>Käyttökustannukset</b>			
sähkön hinta	0.13	€/kWh	
jäteveden hinta	2.7	€/m <sup>3</sup>	
kiinteistökohtaisen pumppaamon huolto	20	€/kpl/a	
paineviemärin huuhtelu	4	€/km/a	aluksi 5-8 vuoden välein, myöh. joka toinen vuosi
linjapumppaamon huolto	40	€/kpl/a	
linjapumpun perushuolto	1000	€/kpl	kerran 20 v aikana
kiinteistökohtaisen pumpun perushuolto	600	€/kpl	kerran 20 v aikana

## Lähteet:

[http://www.kwhpipe.fi/Suomeksi/Lataa\\_tiedostoja/Hinnasto](http://www.kwhpipe.fi/Suomeksi/Lataa_tiedostoja/Hinnasto)

Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä, Vesi- ja viemäriulaitosyhdistys, Helsinki 2003

<http://www.pa-ve.fi/hinnasto/>

**Vaihtoehto A (viettoviemärit + linjapumppaamot, asennussyvyys 2,7 m)****Rakennuskustannukset**

Putket	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
PE 80 40x3.7 mm PN10 (SDR 11, sinirait.)	3.06	€m	4388.14	m	13427.71 €
PE 80 40x3.7 mm PN10 (SDR 11, ruskrait.)	2.79	€m		m	0.00 €
PE 80 50x4.6 mm PN10 (SDR 11, sinirait.)	4.56	€m	2044.40	m	9322.46 €
PE 80 50x4.6 mm PN10 (SDR 11, ruskrait.)	4.16	€m	2582.92	m	10744.95 €
PE 100 63x3.8 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	4.48	€m	1907.76	m	8546.76 €
PE 100 63x3.8 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	4.48	€m	2041.72	m	9146.91 €
PE 100 75x4.5 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	6.17	€m		m	0.00 €
PE 100 75x4.5 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	6.17	€m	1164.11	m	7182.56 €
PE 100 90x5.4 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	8.95	€m	1464.55	m	13107.72 €
PE 100 90x5.4 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	8.95	€m		m	0.00 €
PVC 160x4.7 mm SN8	11.23	€m	5078.42	m	57030.66 €
<b>Kaivuu</b>	<b>yks.</b>	<b>määrä</b>	<b>yks.</b>	<b>hinta</b>	<b>yks.</b>
perushinta	11.88	€/m	5305.00	m	63023.40 €
kallio	23.76	€/m	4070.00	m	96703.20 €
matala	10.69	€/m		m	0.00 €
tienalitus	5000.00	€/kpl	4	kpl	20000.00 €
<b>Laitteet/pumput</b>	<b>yks.</b>	<b>määrä</b>	<b>yks.</b>	<b>hinta</b>	<b>yks.</b>
Kiinteistökohtainen pumppaamo	3000.00	€/kpl	24	kpl	72000.00 €
Linjapumppaamo	10000.00	€/kpl	5	kpl	50000.00 €
Sähköliittymä linjapumppaamolle	5000.00	€/kpl	5	kpl	25000.00 €
Venttiili, kiinteistö Vj	100.00	€/kpl	69	kpl	6900.00 €
Venttiili, kiinteistö Jv	100.00	€/kpl	24	kpl	2400.00 €
Venttiili, runko Vj	100.00	€/kpl	25	kpl	2500.00 €
Venttiili, runko Jv	100.00	€/kpl	12	kpl	1200.00 €
Tarkastusputki (100 m välein)	200.00	€/kpl	51	kpl	10200.00 €
Ilmanpoistokaivo Vj/Jv	1200.00	€/kpl	1	kpl	1200.00 €

<b>yht.</b>	<b>479636.3 €</b>
kunnan osuus	407636.3 €
kiinteistöjen osuus	72000.0 €

**Käyttökustannukset (20 v)**

Pumput (18 v + 2 v sis. vuotovedet)	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
Linjapumppaamo 1	0.13	€/kWh	14476.41	kWh	1881.93 €
Linjapumppaamo 2	0.13	€/kWh	23836.03	kWh	3098.68 €
Linjapumppaamo 3	0.13	€/kWh	34329.40	kWh	4462.82 €
Linjapumppaamo 4	0.13	€/kWh	18679.19	kWh	2428.29 €
Linjapumppaamo 5	0.13	€/kWh	9500.14	kWh	1235.02 €
Kiinteistön Jv-pumppaamo (H = 24 m)	20.41	€/kpl/a	24	kpl	9798.94 €
<b>Huolto/muut kustannukset</b>	<b>yks.</b>	<b>määrä</b>	<b>yks.</b>	<b>hinta</b>	<b>yks.</b>
ylimääräiset vuotovedet (2 v, ei sis. seurakuntaa)	2.70	€/m3	96091.83	m3	259447.95 €
paineviemäriin huuhtelu, 6 krt	4.00	€/km/a	5.79	km	138.93 €
kiinteistökohtaisen pumppaamon huolto	20.00	€/kpl/a	24	kpl	9600.00 €
linjapumppaamon huolto	40.00	€/kpl/a	5	kpl	4000.00 €
linjapumpun perushuolto	1000.00	€/kpl	5	kpl	5000.00 €
kiinteistökohtaisen pumpun perushuolto	600.00	€/kpl	24	kpl	14400.00 €

<b>yht.</b>	<b>296092.6 €</b>
<b>yht. per vuosi</b>	<b>14804.6 €</b>
kunnan osuus	2845.7 €
kunnan osuus per vuosi	142.3 €
kiinteistöjen osuus	293246.9 €
kiinteistöjen osuus per vuosi	14662.3 €

**Kokonaiskustannukset 20 v (Rakennus + käyttö)**

<b>kokonaiskustannukset</b>	<b>775728.9 €</b>
kunnan osuus	410482.0 €
kiinteistöjen osuus	365246.9 €

**Vaihtoehto B (paineviemäri, asennussyvyys 2,7 m)****Rakennuskustannukset**

Putket	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
PE 80 40x3.7 mm PN10 (SDR 11, sinirait.)	3.06	€/m	4388.14	m	13427.71 €
PE 80 40x3.7 mm PN10 (SDR 11, ruskrait.)	2.79	€/m		m	0.00 €
PE 80 50x4.6 mm PN10 (SDR 11, sinirait.)	4.56	€/m	2044.40	m	9322.46 €
PE 80 50x4.6 mm PN10 (SDR 11, ruskrait.)	4.16	€/m	2640.66	m	10985.15 €
PE 100 63x3.8 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	4.48	€/m	1907.76	m	8546.76 €
PE 100 63x3.8 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	4.48	€/m	2786.10	m	12481.73 €
PE 100 75x4.5 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	6.17	€/m		m	0.00 €
PE 100 75x4.5 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	6.17	€/m	3897.66	m	24048.56 €
PE 100 90x5.4 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	8.95	€/m	1464.55	m	13107.72 €
PE 100 90x5.4 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	8.95	€/m		m	0.00 €
PVC 160x4.7 mm SN8	11.23	€/m	281.00	m	3155.63 €
Kaivuu	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
perushinta	11.88	€/m	5224.00	m	62061.12 €
kallio	23.76	€/m	4070.00	m	96703.20 €
matala	10.69	€/m		m	0.00 €
tienalitus	5000.00	€/kpl	4	kpl	20000.00 €
Laitteet/pumput	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
Kiinteistökohtainen pumppaamo	3000.00	€/kpl	63	kpl	189000.00 €
Linjapumppaamo	10000.00	€/kpl	1	kpl	10000.00 €
Sähköliittymä linjapumppaamolle	5000.00	€/kpl	1	kpl	5000.00 €
Venttiili, kiinteistö Vj	100.00	€/kpl	69	kpl	6900.00 €
Venttiili, kiinteistö Jv	100.00	€/kpl	69	kpl	6900.00 €
Venttiili, runko Vj	100.00	€/kpl	25	kpl	2500.00 €
Venttiili, runko Jv	100.00	€/kpl	25	kpl	2500.00 €
Tarkastusputki (100 m välein)	200.00	€/kpl	3	kpl	600.00 €
Ilmanpoistokaivo Vj/Jv	1200.00	€/kpl	1	kpl	1200.00 €

<b>yht.</b>	<b>498440.0 €</b>
kunnan osuus	309440.0 €
kiinteistöjen osuus	189000.0 €

**Käyttökustannukset (20 v)**

Pumput	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
Linjapumppaamo 1	0.13	€/kWh	14472.28	kWh	1881.40 €
Kiinteistön Jv-pumppaamo (H = 20 m)	41.68	€/kpl/a	63	kpl	52516.19 €
Huolto/muut kustannukset	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
ylimääräiset vuotovedet (2 v, ei sis. seurakuntaa)	2.70	€/m3	5276.67	m3	14247.00 €
paineviemäriin huuhtelu, 6 krt	4.00	€/km/a	9.32	km	223.79 €
kiinteistökohtaisen pumppaamon huolto	20.00	€/kpl/a	63	kpl	25200.00 €
linjapumppaamon huolto	40.00	€/kpl/a	1	kpl	800.00 €
linjapumpun perushuolto	1000.00	€/kpl	1	kpl	1000.00 €
kiinteistökohtaisen pumpun perushuolto	600.00	€/kpl	63	kpl	37800.00 €

<b>yht.</b>	<b>133668.4 €</b>
<b>yht. per vuosi</b>	<b>6683.4 €</b>
kunnan osuus	3905.2 €
kunnan osuus per vuosi	195.3 €
kiinteistöjen osuus	129763.2 €
kiinteistöjen osuus per vuosi	6488.2 €

**Kokonaiskustannukset 20 v (Rakennus + käyttö)**

<b>kokonaiskustannukset</b>	<b>632108.4 €</b>
kunnan osuus	313345.2 €
kiinteistöjen osuus	318763.2 €

**Vaihtoehto C (paineviemäri, asennussyvyys 1,6...2 m + eristys)****Rakennuskustannukset**

Putket	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
PE 80 40x3.7 mm PN10 (SDR 11, sinirait.)	3.06	€m	4388.14	m	13427.71 €
PE 80 40x3.7 mm PN10 (SDR 11, ruskrait.)	2.79	€/m		m	0.00 €
PE 80 50x4.6 mm PN10 (SDR 11, sinirait.)	4.56	€/m	2044.40	m	9322.46 €
PE 80 50x4.6 mm PN10 (SDR 11, ruskrait.)	4.16	€/m	2640.66	m	10985.15 €
PE 100 63x3.8 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	4.48	€/m	1907.76	m	8546.76 €
PE 100 63x3.8 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	4.48	€/m	2786.10	m	12481.73 €
PE 100 75x4.5 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	6.17	€/m		m	0.00 €
PE 100 75x4.5 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	6.17	€/m	3897.66	m	24048.56 €
PE 100 90x5.4 mm PN10 (SDR 17, sinirait.)	8.95	€/m	1464.55	m	13107.72 €
PE 100 90x5.4 mm PN10 (SDR 17, ruskrait.)	8.95	€/m		m	0.00 €
PVC 160x4.7 mm SN8	11.23	€/m	281.00	m	3155.63 €
<b>Kaivuu</b>	<b>yks.</b>	<b>määrä</b>	<b>yks.</b>	<b>hinta</b>	<b>yks.</b>
perushinta	11.88	€/m	281.00	m	3338.28 €
kallio	23.76	€/m		m	0.00 €
matala	10.69	€/m	9094.00	m	97233.05 €
tienalitus	5000.00	€/kpl	4	kpl	20000.00 €
<b>Laitteet/pumput</b>	<b>yks.</b>	<b>määrä</b>	<b>yks.</b>	<b>hinta</b>	<b>yks.</b>
Kiinteistökohtainen pumppaamo	3000.00	€/kpl	63	kpl	189000.00 €
Linjapumppaamo	10000.00	€/kpl	1	kpl	10000.00 €
Sähköliittymä linjapumppaamolle	5000.00	€/kpl	1	kpl	5000.00 €
Venttiili, kiinteistö Vj	100.00	€/kpl	69	kpl	6900.00 €
Venttiili, kiinteistö Jv	100.00	€/kpl	69	kpl	6900.00 €
Venttiili, runko Vj	100.00	€/kpl	25	kpl	2500.00 €
Venttiili, runko Jv	100.00	€/kpl	25	kpl	2500.00 €
Tarkastusputki (100 m välein)	200.00	€/kpl	3	kpl	600.00 €
Ilmanpoistokaivo Vj/Jv	1200.00	€/kpl	1	kpl	1200.00 €

<b>yht.</b>	<b>440247.1 €</b>
kunnan osuus	251247.1 €
kiinteistöjen osuus	189000.0 €

**Käyttökustannukset (20 v)**

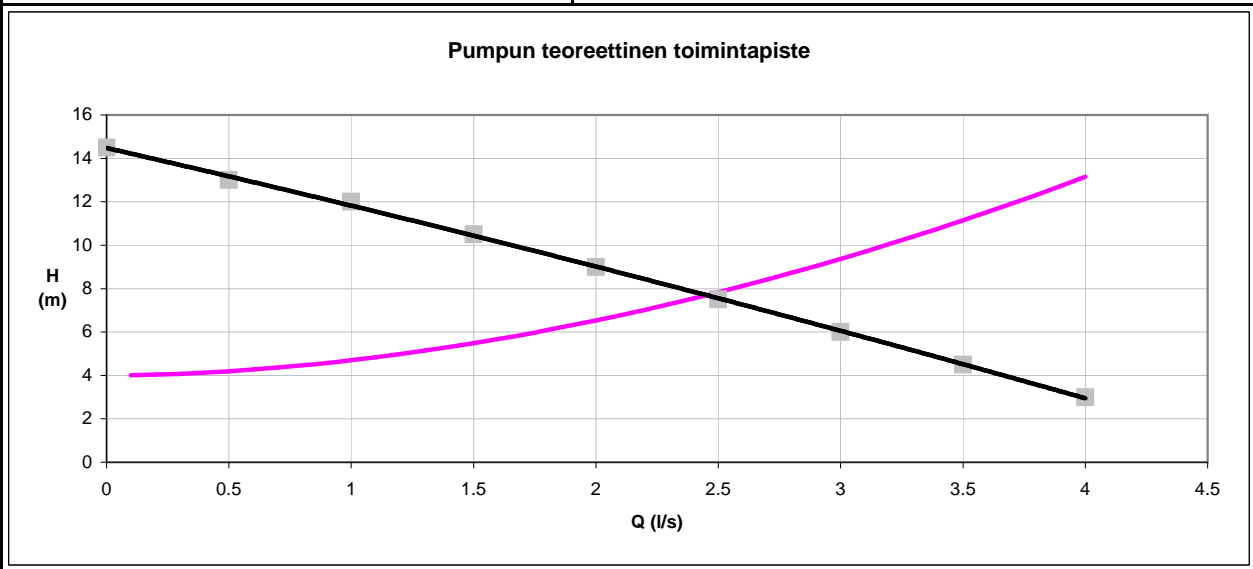
Pumput	yks.	määrä	yks.	hinta	yks.
Linjapumppaamo 1	0.13	€/kWh	14472.28	kWh	1881.40 €
Kiinteistön Jv-pumppaamo (H = 20 m)	41.68	€/kpl/a	63	kpl	52516.19 €
<b>Huolto/muut kustannukset</b>	<b>yks.</b>	<b>määrä</b>	<b>yks.</b>	<b>hinta</b>	<b>yks.</b>
ylimääräiset vuotovedet (2 v, ei sis. seurakuntaa)	2.70	€/m3	5276.67	m3	14247.00 €
paineviemäriin huuhtelu, 6 krt	4.00	€/km/a	9	km	223.79 €
kiinteistökohtaisen pumppaamon huolto	20.00	€/kpl/a	63.00	kpl	25200.00 €
linjapumppaamon huolto	40.00	€/kpl/a	1	kpl	800.00 €
linjapumpun perushuolto	1000.00	€/kpl	1	kpl	1000.00 €
kiinteistökohtaisen pumpun perushuolto	600.00	€/kpl	63	kpl	37800.00 €

<b>yht.</b>	<b>133668.4 €</b>
<b>yht. per vuosi</b>	<b>6683.4 €</b>
kunnan osuus	3905.2 €
kunnan osuus per vuosi	195.3 €
kiinteistöjen osuus	129763.2 €
kiinteistöjen osuus per vuosi	6488.2 €

**Kokonaiskustannukset 20 v (Rakennus + käyttö)**

<b>kokonaiskustannukset</b>	<b>573915.4 €</b>
kunnan osuus	255152.2 €
kiinteistöjen osuus	195488.2 €

Linjapumppaamo 1		Q (l/s)	$l^{0,54}$	l	hf (m)	hf (m/km)	H (m)
H-W kerroin	135	0.10	0.00	0.00	0.01	0.03	4.01
putken sisähalkaisija	0.066 m	0.20	0.01	0.00	0.04	0.10	4.04
putken pituus	370 m	0.30	0.01	0.00	0.08	0.20	4.08
staattinen nostok.	4 m	0.40	0.01	0.00	0.13	0.35	4.13
<i>Grundfos mitoitustiedot</i>		0.50	0.02	0.00	0.19	0.53	4.19
kiinteistöjen lkm	131 kiint	0.60	0.02	0.00	0.27	0.74	4.27
ominaiskulutus	750 l/d/kiint	0.70	0.02	0.00	0.36	0.98	4.36
huipputuntikerroin	2.16	0.80	0.03	0.00	0.46	1.26	4.46
mitoitusvirtaama	2.5 l/s	0.90	0.03	0.00	0.58	1.56	4.58
staattinen nostok.	4 m	1.00	0.03	0.00	0.70	1.90	4.70
virtaushäviöt	4 m	1.10	0.04	0.00	0.84	2.26	4.84
Valittu pumppu: <b>SEG.40.09.2.50B</b>		1.20	0.04	0.00	0.98	2.66	4.98
pumpukäyrä		1.30	0.04	0.00	1.14	3.08	5.14
Q (l/s)	H (m)	1.40	0.05	0.00	1.31	3.54	5.31
0	14.5	1.50	0.05	0.00	1.49	4.02	5.49
0.5	13	1.60	0.05	0.00	1.68	4.53	5.68
1	12	1.70	0.06	0.01	1.88	5.07	5.88
1.5	10.5	1.80	0.06	0.01	2.09	5.64	6.09
2	9	1.90	0.06	0.01	2.30	6.23	6.30
2.5	7.5	2.00	0.07	0.01	2.53	6.85	6.53
3	6	2.10	0.07	0.01	2.77	7.50	6.77
3.5	4.5	2.20	0.07	0.01	3.02	8.17	7.02
4	3	2.30	0.08	0.01	3.28	8.87	7.28
tunnus ohjelmistossa: Pcu_4		<b>2.40</b>	<b>0.08</b>	<b>0.01</b>	<b>3.55</b>	<b>9.60</b>	<b>7.55</b>
		<b>2.50</b>	<b>0.08</b>	<b>0.01</b>	<b>3.83</b>	<b>10.35</b>	<b>7.83</b>
		2.60	0.09	0.01	4.12	11.13	8.12
		2.70	0.09	0.01	4.42	11.94	8.42
		2.80	0.09	0.01	4.73	12.77	8.73
		2.90	0.10	0.01	5.04	13.63	9.04
		3.00	0.10	0.01	5.37	14.51	9.37
<i>Imualtaan hyötytilavuus (pyöreä säiliö)</i>		3.10	0.11	0.02	5.71	15.42	9.71
Q	0.0024 m3/s	3.20	0.11	0.02	6.05	16.35	10.05
Z	8	3.30	0.11	0.02	6.41	17.31	10.41
V	0.27 m3	3.40	0.12	0.02	6.77	18.30	10.77
halk. D	1.5 m	3.50	0.12	0.02	7.14	19.31	11.14
dh	0.15 m	3.60	0.12	0.02	7.53	20.34	11.53
		3.70	0.13	0.02	7.92	21.40	11.92
		3.80	0.13	0.02	8.32	22.48	12.32
		3.90	0.13	0.02	8.73	23.59	12.73
		4.00	0.14	0.02	9.15	24.72	13.15





[TITLE]

[TANKS]

;ID	Elevation	InitLevel	MinLevel	MaxLevel	Diameter	MinVol	VolCurve
KPS1	82.6	0.21	0	4	1	0	;
KPS2	85	0.43	0	4	1	0	;
KPS3	83.4	0.1	0	4	1	0	;
KPS4	81.5	0.17	0	4	1	0	;
KPS5	80.8	0.26	0	4	1	0	;
KPS28	77.8	0	0	4	1	0	;
LPS1	79.1	0	0	4.2	1.5	0	;

[PUMPS]

;ID	Node1	Node2	Parameters
LP1	Ju59	Ju68	HEAD Pcu_4 ;
KP1	s_out1	Ju1	HEAD Pcu_5 ;

[VALVES]

;ID	Node1	Node2	Diameter	Type	Setting	MinorLoss
1	Ju67	Ju53	66.0	PSV	0	0 ;
2	Sy27	Ju53	42.8	PSV	0	0 ;

[PATTERNS]

;ID	Multipliers
5	paivaa normaali kulutus, 5 huippuvuorokautta
1	0.009 0.014 0.014 0.009
	0.014

[CURVES]

;ID	X-value	Y-value
;PUMP: SEG.40.40.2.50B		
PCu_5	0	46
PCu_5	0.5	44.5
PCu_5	1	43
PCu_5	1.5	42
PCu_5	2	41
PCu_5	2.5	39.8
PCu_5	3	38
PCu_5	3.5	36
PCu_5	4	33.5
PCu_5	4.5	30.5

[CONTROLS]

[RULES]

```

;KP1
RULE 1
if tank KPS1 level below 0.3
then pump KP1 status is closed
RULE 2
if tank KPS1 level above 0.5
then pump KP1 status is open

;LP1
RULE 51
if tank LPS1 level below 0.3
then pump LP1 status is closed
RULE 52
if tank LPS1 level above 0.5
then pump LP1 status is open

;KP28, seurakunta mukaan 28 vrk:n jalkeen
RULE 53
if tank KPS28 level below 0.3
then pump KP28 status is closed
RULE 54
if tank KPS28 level above 0.5
and system timeclock above 240:0
then pump KP28 status is open

```

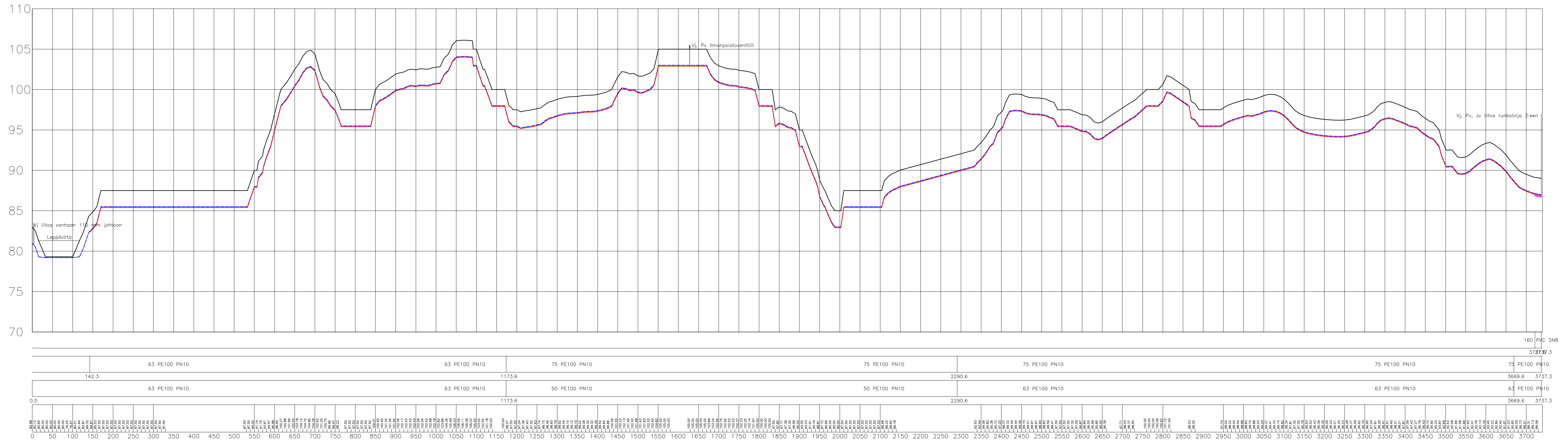


```
[TIMES]
Duration          480:00
Hydraulic Timestep 0:01
Quality Timestep  0:01
Pattern Timestep  120:00
Pattern Start     0:00
Report Timestep   0:01
Report Start      0:00
Start ClockTime   12 am
Statistic         NONE

[OPTIONS]
Units             LPS
Headloss          H-W
Specific Gravity  1
Viscosity         1
Trials            40
Accuracy          0.001
CHECKFREQ        2
MAXCHECK          10
DAMPLIMIT        0
Unbalanced       Continue 10
Pattern           1
Demand Multiplier 1.0
Emitter Exponent  0.5
Quality           Trace KPS1
Diffusivity       0
Tolerance         0.01

[END]
```

Jätevesiviemäri  
 Putken mitat ja laatu  
 Paalu  
 Painejätevesi  
 Putken mitat ja laatu  
 Paalu  
 Vesijohto  
 Putken mitat ja laatu  
 Paalu  
 Maanpinnan korkeus  
 Paalu



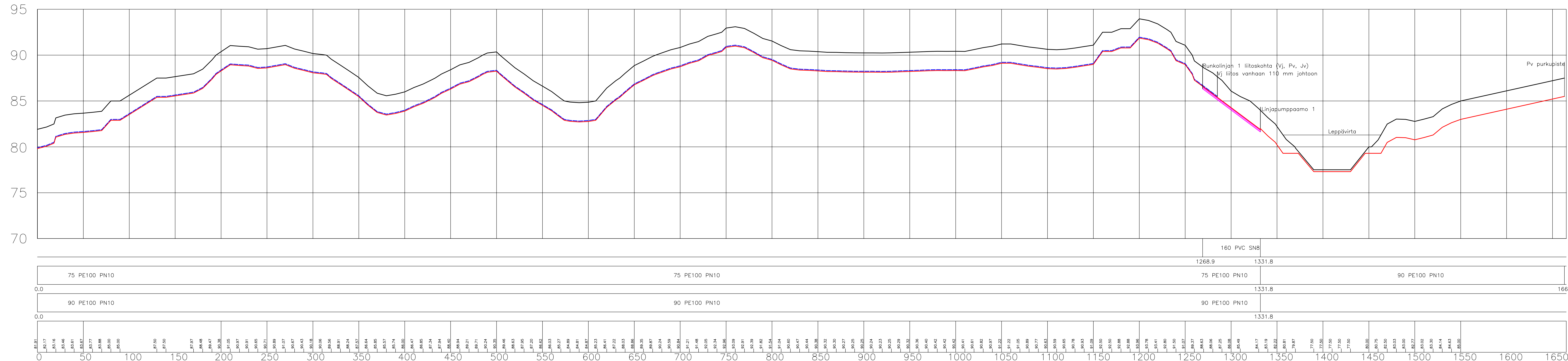
K.osa/Kylä Leppäsalo	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintäjä varten	
Rakennustoinenpide			Piirustuslaji	Juoks. n:o
Tilaajan ja kohteen nimi Leppävirran kunta Leppäsalo vesihuolto yleissuunnitelma			Piirustuksen sisältö Pituusleikkaus Runkolinja 1 Vaihtoehto C (paineviemäri)	Mittakaavat 1:4000 1:200
K. Laaksonen			Tutk. Piirt. Suunn. Tark.	Suunnitteluala, työn numero ja piirustuksen numero
15.11.2012				

Jätevesiviemäri  
Putken mitat ja laatu  
Paalu

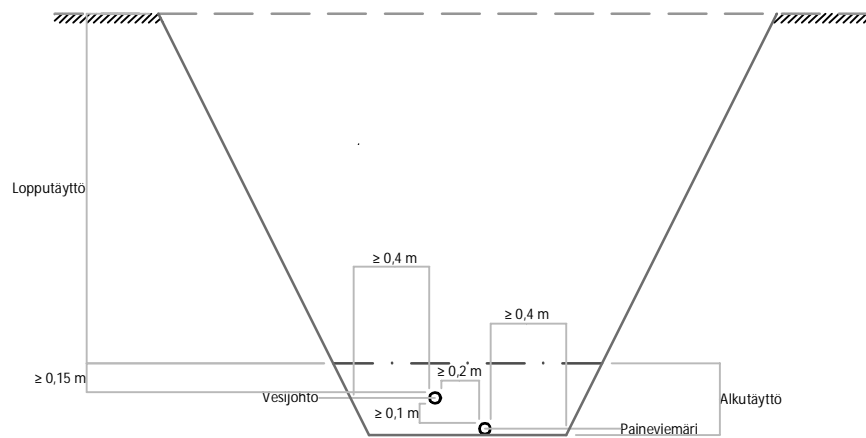
Painejätevesi  
Putken mitat ja laatu  
Paalu

Vesijohto  
Putken mitat ja laatu  
Paalu

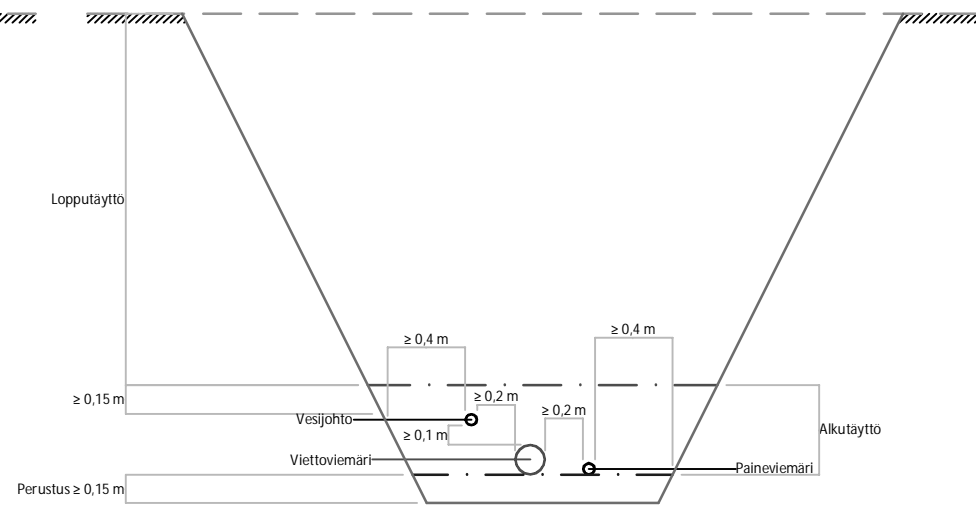
Maanpinnan korkeus  
Paalu



K.osa/Kylä <b>Leppäsalo</b>	Kartteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji Juoks. n:o
Tilaajan ja kohteen nimi Leppävirran kunta Leppäsalo vesihuolto yleissuunnitelma			Piirustuksen sisältö Pituusleikkaus Runkolinja 2 Vaihtoehto C (paineviemäri) Mittakaavat 1:2000 1:200
K. Laaksonen	Tutk. Piirt. Suunn. Tark.		Suunnitteluala, työn numero ja piirustuksen numero
15.11.2012			

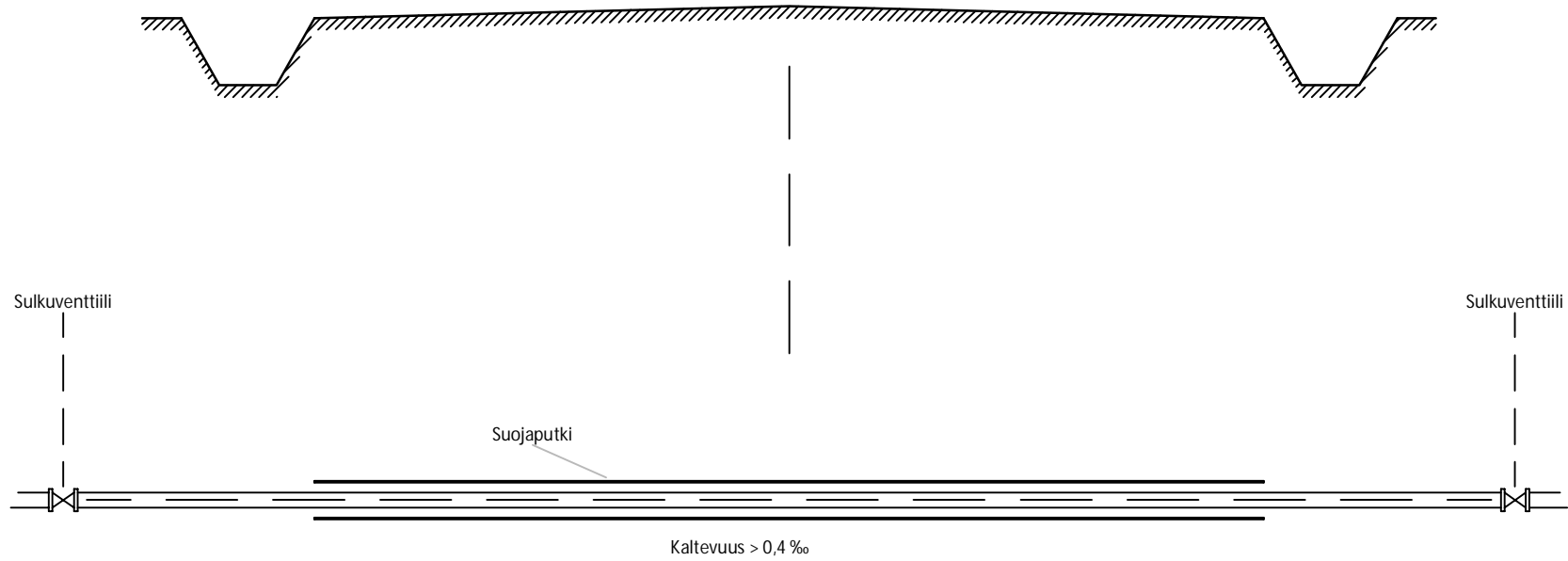


Poikkileikkaus kaivanto: Vj, Pv



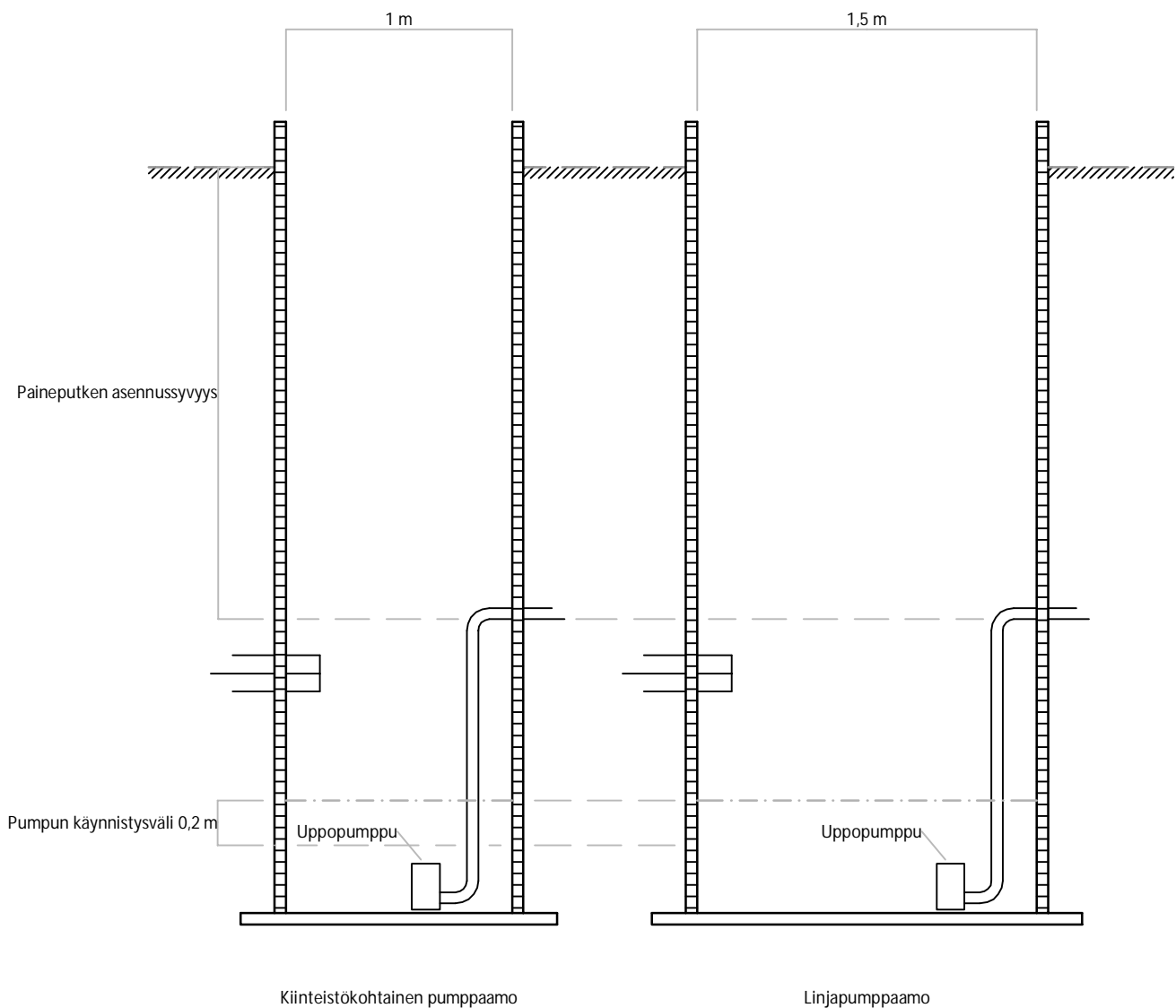
Poikkileikkaus kaivanto: Vj, Jv, Pv

K.osa/Kylä Leppäsalo	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks. n:o
Tilaajan ja kohteen nimi Leppävirran kunta Leppäsalo vesihuolto yleissuunnitelma			Piirustuksen sisältö Periaatepiirros Kaivantojen poikkileikkaukset	Mittakaavat 1:40
K. Laaksonen		Tutk.	Suunnittelualue, työn numero ja piirustuksen numero	
		Piirt.		
		Suunn.		
		Tark.		
15.11.2012				



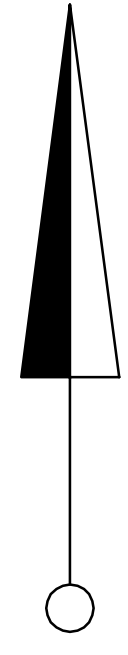
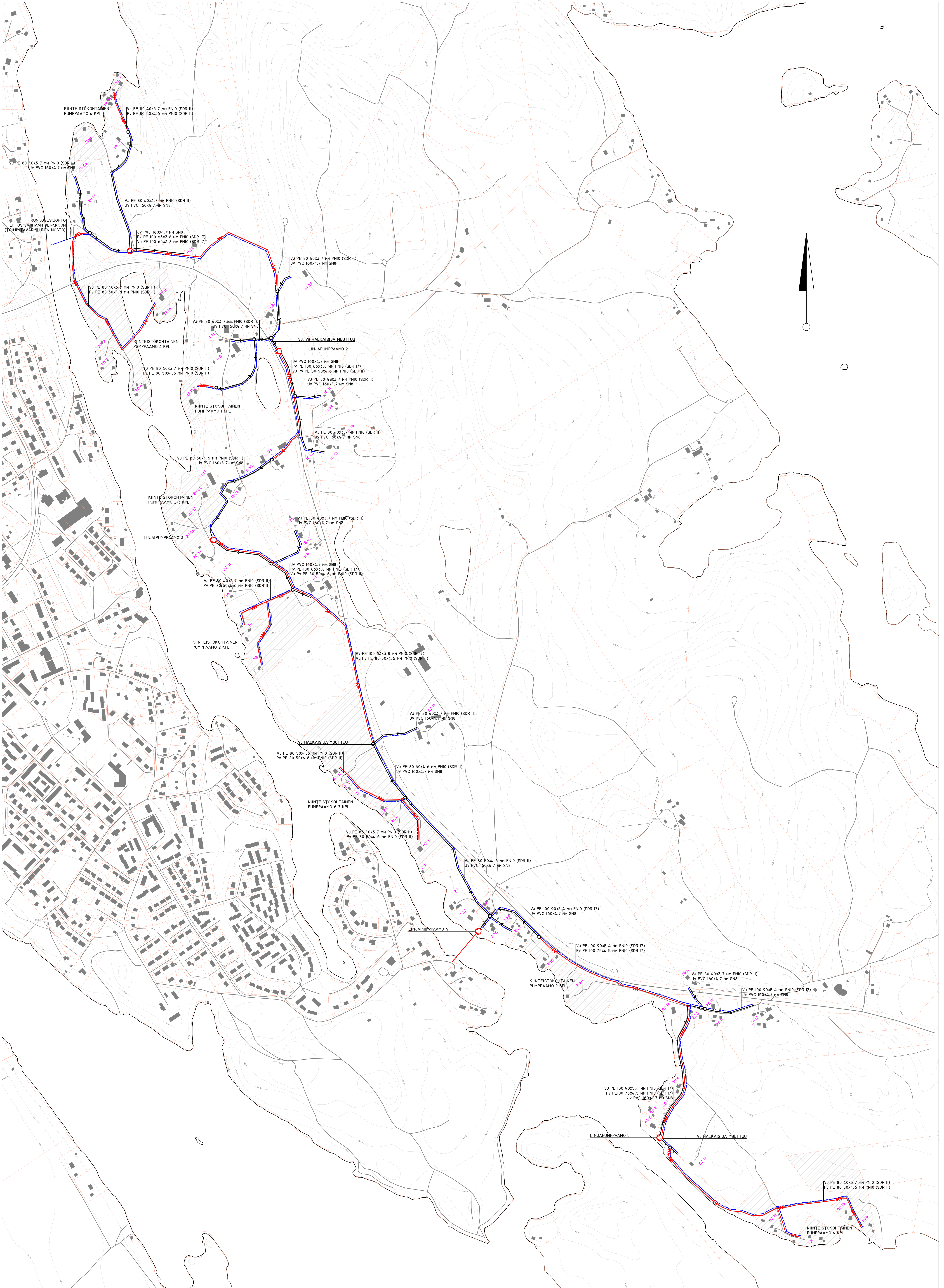
K.osa/Kylä Leppäsalo	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks. n:o
Tilaajan ja kohteen nimi Leppävirran kunta Leppäsalo vesihuolto yleissuunnitelma		Piirustuksen sisältö Periaatepiirros Teiden alitukset		Mittakaavat 1:30
K. Laaksonen		Tutk.	Suunnittelualue, työn numero ja piirustuksen numero	
		Piirt.		
		Suunn.		
		Tark.		
15.11.2012				

Pyöreä säiliö



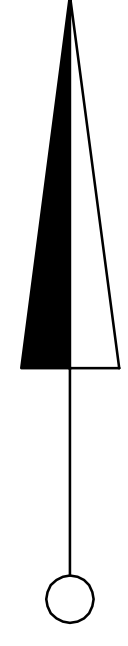
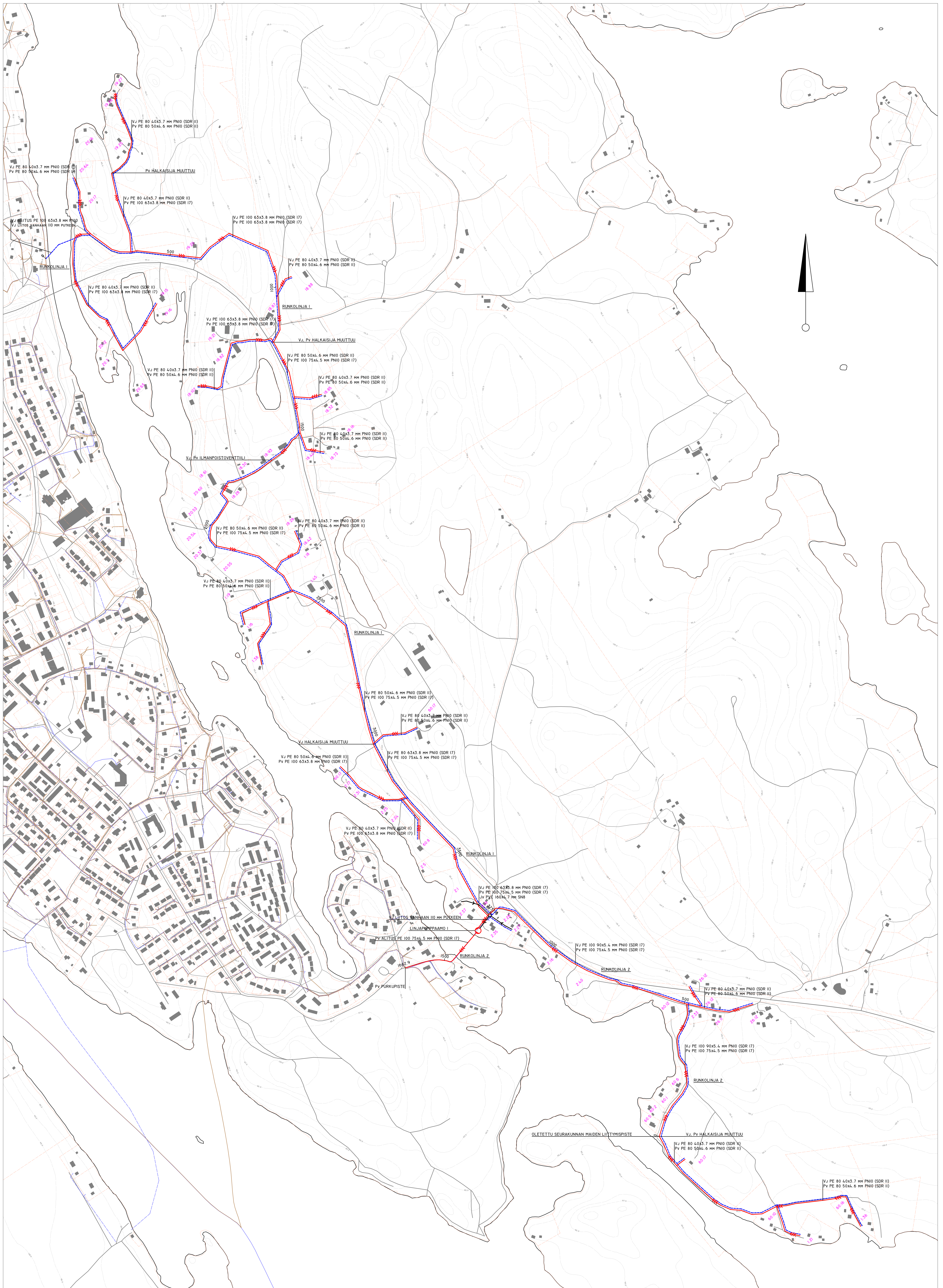
K.osa/Kylä Leppäsalo	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks. n:o
Tilaajan ja kohteen nimi Leppävirran kunta Leppäsalo vesihuolto yleissuunnitelma			Piirustuksen sisältö Periaatepiirros Mallinnuksen jätevesipumppaamot	Mittakaavat 1:30
K. Laaksonen		Tutk.	Suunnitteluala, työn numero ja piirustuksen numero	
		Piirt.		
		Suunn.		
		Tark.		
15.11.2012				





Yhteyshenkilö	Asiantuntija	Tarkastaja	Hyväksynyt suunnittelija	Arvio	Määr.
Leppänen	Leppänen				
Leppänen	Leppänen				
Leppänen	Leppänen				
Leppänen	Leppänen				
K. LAAKSONEN					
15.11.2012					





Yhteyshenkilö	Kuoli	Tele	Sähköposti
K. LAAKSONEN			

Projekti	Paikanne	Yhteyshenkilö
Leppäsalon kunnan	Leppäsalon kunnan	Yhteyshenkilö B/C (Päivienvaraus)

Yhteyshenkilö	Paikanne	Yhteyshenkilö
K. LAAKSONEN		

15.11.2012





