

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infratekniikan suuntautumisvaihtoehto

Mikko Laaksonen

**Jätevesiverkoston
kunnassa**

vuotovesiselvitys

Lemin

Opinnäytetyö 2013

Tiivistelmä

Mikko Laaksonen

Jätevesiverkoston vuotovesiselvitys Lemminkänselän kunnassa, 57 sivua, 4 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikan suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2013

Ohjaajat: kunnaninsinööri Markku Immonen, yliopettaja Jorma Jaakkola

Opinnäytetyön työn tavoitteena oli tehdä vuotovesiselvitys Lemminkänselän kunnan jätevesiverkostolle. Vuotovesiselvityksen ja sen yhteydessä tehtyjen tutkimusten avulla pyritään vähentämään jätevesiverkoston vuotovesien määrää.

Opinnäytetyössä selvitettiin Lemminkänselän kunnan jätevesiverkoston kertyvää vuotovesien määrää alueittain. Lemminkänselän kunnan vuotovesien kokonaismäärä oli tiedossa lasketun talousveden ja pumpatun jäteveden perusteella, mutta alueittain kertyvää vuotoveden määrä ei ollut selvitetty.

Vuotovesien tutkiminen aloitettiin tutkimalla jätevesipumppaamoiden virtaamatietoja vuosien 2008 - 2012 osalta. Jätevedenvirtaamatietoja verrattiin tilastoituihin sääolosuhteisiin, joiden perusteella arvioitiin alueet, joiden jätevedenvirtaamaan vuotovedet eniten vaikuttivat.

Tutkimusten perusteella kirkonkylän alueelta kertyi eniten vuotovesiä, joten sen alueen tarkastuskaivot tutkittiin keväällä 2013 aikana. Muutamalle jätevesilinjalle tehtiin tv-kuvauksia syksyllä 2013 aikana. Myöhemmin syksyllä vuotovesiä tutkittiin Vuove-menetelmällä kaikilta verkoston alueilta.

Tutkimusten yhteydessä tarkastuskaivoissa havaittiin useita ongelmia, jotka voidaan korjata suhteellisen helposti. Vuove-tutkimuksen loppuraportti ei ehtinyt valmistua tähän kyseiseen vuotovesiselvitykseen, joten viemäriinjosten vuotomääriä ei voitu esittää.

Asiasanat

vuotovesiselvitys, Vuove-menetelmä, tv-kuvaus

Abstract

Mikko Laaksonen

Leakage research of a wastewater network at the Lemi municipality, 57 pages, 4 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta
Technology, Civil and Construction Engineering

Infrastructure

Final Year Project 2013

Instructors: Municipal engineer Markku Immonen, The Municipal of Lemi and senior lecturer Jorma Jaakkola, Saimaa University of Applied Sciences

The purpose of this thesis was to make leakage research of a wastewater network for Lemi municipality. The amount of leakage water is meant to be reduced with leakage research and the used investigation methods during it.

The amount of leakage water was investigated by areas. The total amount of Lemi municipality's leakage water was known before, but there was no knowledge of areal amounts.

The leakage research started by sewage pumping stations' flow investigation. The investigation was based on statistics of pumping stations during years 2008 - 2012. The leakage points were localized by comparing weather conditions to the areal wastewater flow. Areas with the biggest changes in waste water flow were picked for further investigations.

Investigations showed that most of the leaking water was coming from the central area of Lemi municipality and therefore wastewater manholes were checked at spring 2013. Vuove-method investigation was done and a couple of sewer pipelines were filmed at autumn 2013.

Many problems were found during checking the sewer manholes that could be repaired easily. Unfortunately the investigation report of Vuove-method was not completed for this thesis. The report would show the measured leaking percentages for different parts of the sewer pipeline.

Keywords

Leakage research, Vuove-method, sewer filming

Sisällys

1 Johdanto	7
2 Lemin kunta	8
3 Vesihuolto	9
3.1 Vesihuolto Suomessa.....	9
3.2 Lemin kunnan vesihuolto	10
3.2.1 Yleistä	10
3.2.2 Talousvesi.....	12
3.2.3 Jätevesi.....	14
4 Vuotovedet.....	17
4.1 Yleistä.....	17
4.2 Vuotovesien määrään vaikuttavia tekijöitä	18
4.3 Etelä-Karjalan tilanne	21
4.4 Vuotovesien määrittäminen	22
4.4.1 Pumppaustiedot.....	22
4.4.2 Silmämääräiset tutkimukset.....	22
4.4.3 Savukoe.....	23
4.4.4 Viemärin kuvaus	25
4.4.5 VUOVE-menetelmä	26
4.4.6 Virtaamamittaukset.....	27
5 Vuotovesiselvitys	28
5.1 Lemin vuotovesitilanne.....	29
5.2 Lähtöaineisto	30
5.2.1 Pumppaamot	30
5.2.2 Säättiedot.....	30
5.2.3 Johtokartat.....	31
5.3 Verkoston aluejako.....	31
5.4 Jätevesipumppaamoiden virtaamat	34
5.5 Maastotutkimukset	38
5.5.1 Tarkastuskaivojen kuntoarviot.....	39
5.5.2 TV-kuvaukset.....	41
5.5.3 Vuove-mittaukset.....	43
6 Jätevesiverkoston saneeraus	47
6.1 Verkoston ylläpito ja saneeraustarve	47
6.2 Saneerausmenetelmät	49
7 Yhteenveto.....	53
7.1 Tulokset.....	53

LIITTEET

LIITE 1.	VUOVE-TARJOUS
LIITE 2.	VUODEN 2008-2012 SADANTA JA PUMPPAAMOIDEN VIRTAAMAT
LIITE 3.	KIRKONKYLÄN JA KUUKANNIEMEN ALUEET
LIITE 4.	VIKALISTA

KUVAT

KUVA 1.	Lemin sijainti s. 8
KUVA 2.	Lemin vesihuollon toiminta-alue s. 11
KUVA 3.	Lemin pohjavesialueet s. 14
KUVA 4.	KUUKANNIEMI 2 jätevesipumppaamon vaihtotyö s. 17
KUVA 5.	Sulamisvesiä s. 20
KUVA 6.	Savupuhallin s. 23
KUVA 7.	Vuotava jätevesiviemärin tarkastuskaivo s. 24
KUVA 8.	Ipek robottikamera s. 25
KUVA 9.	Hakakadun virtaamamittaus s. 27
KUVA 10.	Virtausmittari s. 28
KUVA 11.	Maa-ainesta Niemeläntien tarkastuskaivossa s. 39
KUVA 12.	Välikankaan jätevesipumppaamon ylivuotoputki s. 40
KUVA 13.	Putkirikko betoniputken seinämässä s. 42
KUVA 14.	Tarkastuskaivon teleskooppi s. 45
KUVA 15.	Papinkadun kaivo s. 46
KUVA 16.	Ylläpidon terminologia s. 47
KUVA 17.	Pitkäsujutus s. 49
KUVA 18.	Pätkäsujutus s. 49
KUVA 19.	Pakkosujutus s. 50
KUVA 20.	Sukkasujutus s. 51
KUVA 21.	Tarkastuskaivon panelointi s. 51
KUVA 22.	Korjauskaivo betonikaivon sisällä s. 52
KUVA 23.	Kaivon ruiskubetonointi s. 53

KAAVIOT

- KAAVIO 1. Laskuttamattomien jätevesien jakauma kunnittain s. 21
KAAVIO 2. Vuosittaiset virtaamat kokonaisvirtaamat s. 30
KAAVIO 3. Mikonlahden jätevesivirtaamat, sekä sadanta s. 35
KAAVIO 4. Reinkorvenkadun viettoviemärin kaltevuus s. 41

TAULUKOT

- TAULUKKO 1. Lemmingsin vesiosuuskunnat s. 11
TAULUKKO 2. Betoniviemäreille sallitut s. 19

ESIMERKIT

- ESIMERKKI 1. Betoniputkien sallitut vuotovesimäärät s. 19
ESIMERKKI 2. Sadevesien vaikutus jätevesiin s. 36

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aihe on saatu Lemin kunnan teknisen osaston päälliköltä Markku Immoselta. Aiheena oli tehdä vuotovesisuunnitelma Lemin kunnan jätevesiverkostosta.

Lemin kunnassa jätevesiverkoston vuotovedet ovat olleet jo useiden vuosien ajan syynä suuriin jätevedenlaskuihin. Jätevesiverkoston vuotovesien määrän vähentämiseksi Markku Immonen päätti teettää vuotovesiselvityksen ja haki tälle vuoden 2013 aikana suoritettavalle selvitystyölle tekijää Saimaan ammattikorkeakoulusta, minkä minä otin vastaan.

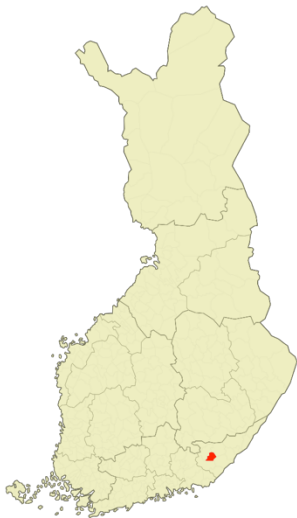
Lemin kunnan suuren taloudellisen menetyksen lisäksi vuotovesistä aiheutuu haittaa Lappeenrannan jätevedenpuhdistamolle ylimääräisen kuormituksen myötä, sekä ympäristölle jätevesipumppaamoiden mahdollisina ylivuotoina.

Vuotovesiselvitys oli tarkoitus aloittaa vuoden 2013 alussa tutkimalla vuotovesien alkuperää lähtötietojen perusteella, jolloin tarkemmat jatkotutkimukset voitaisiin kohdistaa oikeille alueille. Tarkemmilla tutkimuksilla pyritään paikallistamaan yksittäisiä vuotokohtia, jotka voitaisiin korjata vuotovesien määrän vähentämiseksi.

Opinnäytetyön ohjaajina toimivat Saimaan ammattikorkeakoulun yliopettaja Jorma Jaakkola ja Lemin kunnan teknisen osaston johtajana toimiva kunnaninsinööri Markku Immonen.

2 Lemin kunta

Lemi on Etelä-Karjalan maakunnassa, Saimaan etelärannalla sijaitseva kunta (KUVA 1). Rajanaapureina kunnalla ovat Lappeenranta, Luumäki, Savitaipale ja Taipalsaari. Kunnan kokonaispinta-ala on 262,5 km², josta maata on 217,8 km² ja vesistöjä 44,7 km². Lemi on perustettu vuonna 1688 Taipalsaaren pitäjään kappeliseurakunnaksi, jonka jälkeen myöhemmin siitä tuli itsenäinen seurakunta. Aukkaita Lemin kunnassa on nykyään 3059, joista noin 800 henkilöä asuu kirkonkylällä, 800 henkilöä Kuukanniemessä ja loput muissa pienemmissä kylissä.



KUVA 1. Lemin sijainti (Lemin sijainti 2008, Wikimedia-verkkosivut)

Suurimpia yrityksiä kunnassa ovat kiukaita valmistava Misa Oy, sairaalalakusteita valmistava Te-Pa Medical Oy ja klapikoneita valmistava Agromaster Oy. Lemi tunnetaan Stam1na-yhtyeen kotipaikkana sekä myös ”Lemin punaisesta” perunastaan ja särästä. (Tietoa kunnittain, Tilastokeskus; Lemin kunnan verkkosivut; Pitäjä ison kiven takana – Lemin historia, Lemin Kotiseutuyhdystys ja Lemin kunta, 2009.)

3 Vesihuolto

3.1 Vesihuolto Suomessa

Suomessa vesihuolto alkoi kehittyä 1800-luvun loppupuolella teollistumisen ja kaupunkien kasvun myötä. Pää tarkoituksena oli järjestää sammutusvesi kaupunkiin, jonka rakennukset oli tehty tuohon aikaan puusta. Myöhemmin vesijohdot ja viemärit tulivat myös välttämättömiksi huonontuneen hygienian takia. Vuonna 1876 Suomen ensimmäinen vesilaitos aloitti toimintansa Helsingissä ja vuodesta 1877 lähtien Helsingin velvollisuudeksi tuli järjestää vedenjakelu viemäriverkoston alueella. Sade- ja jätevedet johdettiin puusta tai kivistä tehtyihin sekaviemäriin. (Katko 1996, 40, 57.)

Nykyisin Suomessa toimii noin 1 500 vesilaitosta, joista noin 400 on kuntien omistamia ja loput ovat asiakkaiden omistuksessa olevia pienehköjä yli 50 liittyyjän osuuskuntia tai yhtiöitä. Viemärlaitoksia on taas 650, jotka ovat lähes kaikki kuntien omistuksessa. Uudet määräykset jätevesien käsittelyn suhteen ovat vaikuttaneet nousujohteisesti vesiosuuskuntien yhteisten järjestelmien rakentamiseen. (Silfverberg 2007, 8.)

Suomen vesijohtoverkoston kokonaispituus on noin 92 000 km, josta noin 90 % on muoviputkia, 8 % valurautaputkia ja 2 % muista materiaaleista tehtyjä vesiputkia. Vesijohdoista noin 46 % on alle 20 vuotta vanhoja ja noin 30 % yli 30 vuotta vanhoja. Vesijohdoista huonokuntoisia arvioidaan olevan noin 6 %. Uusia vesijohtoja rakennetaan noin 1 600 km ja vanhoja saneerataan noin 390 km vuodessa. Saneeraustarve on nykyisin lähes 1 000 km/a ja tulee kasvamaan putkien ikääntyessä. Vesijohtoverkoston liittymisaste on noin 88,4 % kaikista asukkaista, kun taas Etelä-Karjalassa liittymisaste on noin 85 %.

Viemäriverkoston kokonaispituus on noin 46 000 km, josta noin 24 % on betoniputkea, 70 % muoviputkea ja 6 % muita materiaaleja. Viemäriverkoston noin 40 % on alle 20 vuotta vanhoja, ja yli 30 vuotta vanhoja on noin 37 %. Huonokuntoisten viemäreiden osuus kokonaisuudesta on noin 12 %. Uusia viemäreitä rakennetaan noin 950 km ja vanhoja saneerataan noin 270 km vuodessa, kun taas saneeraustarve on nykyisin noin 950 km/a. Jätevesiverkoston liittymisaste koko Suomessa on 77,5 %

ja Etelä-Karjalassa 84 %. Suurin osa maamme jätevesiverkostosta on erillisviemäreitä, ja alle 10 % taajamien verkostosta on sekaviemäreitä, joita yleisesti kaupunkien vanhimmat viemäriosat ovat.

1970-luvulla rakennetut jätevedenpuhdistamot sekä viemäriverkostot alkavat olla rakenteellisen käyttöikänsä päässä. Syitä vesijohtojen ja viemärien suureen korjaustarpeeseen ovat useiden kymmenien vuosien saneerausten laiminlyönti. (MMM 2008, 3-6,13-15; VVY 2013, 2-3; MMM 2005, Työryhmämuistio, 23.)

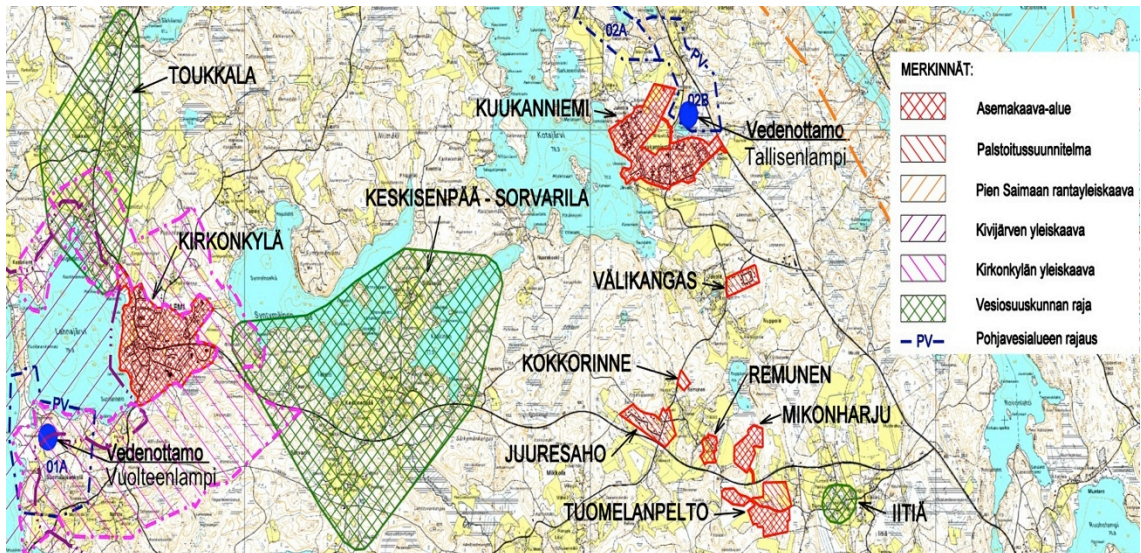
Kuluvana vuosikymmenenä vesihuoltoverkoston saneerausinvestointitason tulisi olla noin 320 miljoonaa euroa vuodessa, mutta nykyisellä 120 miljoonan euron investointitasolla jäädään 200 miljoonan euron vuosittaiseen vajeeseen arvioidusta vaaditusta tasosta.

Vesihuoltolain § 18 mukaan vesihuollon ylläpidosta, saneerauksista ja tulevista investoinneista koituvat kustannukset tulee kattaa vesihuoltolaitoksen maksuilla. Maksujen tulisi olla kohtuulliset ja tasapuoliset kaikille. Kuitenkin tarvittaessa maksujen tulisi olla sellaiset, että ne edistäisivät säästäväistä vedenkäyttöä, jäteveden määrän vähentämistä ja haitallisten aineiden johtamista verkostoon. Vesihuoltolaitoksen on velvollisuus periä käyttömaksua liittyneiltä kiinteistöiltä käytetyn veden ja pois johdettavan jäteveden määrän, sekä laadun perusteella. Lisäksi voidaan periä muita maksuja palveluista, jotka voivat olla erisuuruisia alueittain oikean kohdentamisen ja aiheuttamisperiaatteen perusteella. (MMM 2010, Työryhmämuistio, 15; VHL § 18-19.)

3.2 Lemin kunnan vesihuolto

3.2.1 Yleistä

Lemin vesihuoltoverkostoon on liittynyt hieman alle 50 % kaikista kunnan asukkaista, liittyneiden henkilöiden määrän ollessa noin 1520 (vuonna 2010). Vesihuollon toiminta-alueen laajuuden ja vähäisen liittymisasteen myötä ylläpito ja käyttökustannukset ovat suuremmat liittyjää kohti keskitettyyn verkostoon verraten. Kunnan vesihuollon toiminta-alueeseen kuuluu kahden suuremman taajaman Kirkonkylän ja Kuukanniemen lisäksi Juuresaho, Kokkorinne, Mikonharju, Remunen, Tuomelanpelto ja Välikangas (KUVA 2).



KUVA 2. Lemminkäinen vesihuollon toiminta-alue (Etelä-Karjalan maakunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma 2013-2050 2013, PÖYRY)

Alueella toimii lisäksi myös kolme vesiosuuskuntaa, joita ovat Toukkalan, Keskisenpää-Sorvarilan ja Iitiän vesiosuuskunnat (TAULUKKO 1). Vesiosuuskunnat hankkivat talousvetensä kunnan verkostosta ja Toukkalan vesiosuuskunta lukuun ottamatta muut hoitavat jäteveden puhdistuksen kiinteistökohtaisin järjestelyin. Toukkalan vesiosuuskuntaan toimitetun talousveden määrän mittaus hoidetaan erillisellä virtaamamittarilla. Toukkalasta Mikonlahteen johdettavien jätevesien laskutus määräytyy toimitetun talousveden määrän perusteella, kuten muidenkin liittyjien osalta vesihuollon toiminta-alueella.

Vesiosuuskunta	Liittyjät	Vuotuinen vedenkulutus m ³ /a
Keskisenpää-Sorvarila	24	1 600
Toukkala	36	2 300
Iitiä	6	500

TAULUKKO 1. Lemminkäinen vesiosuuskunnat (Lemminkäinen vesihuollon auditointi 2004, Kemira Oy)

Lemminkäinen vesihuollosta vastaa kunnan tekninen osasto, jonka päällikkönä toimii kunnaninsinööri. Käytännön tehtävistä vastaa pääsääntöisesti yksi teknisen viraston palveluksessa toimiva laitosmies. Tärkeimpiä tehtäviä vesihuoltoon

liittyen ovat käyttöveden kemiallinen käsittely sekä vedenottamoiden ja jätevedenpumppaamoiden valvonta. Verkoston jätevesipumppaamot sekä vedenottamot ovat etävalvonnassa, ja näin ollen häiriötilanteista saadaan tieto nopeasti. Työajan ulkopuolella vikatilanteissa päivystyksestä vastaa Lappeenrannan Energian vesihuolto.

Vanhimmat osat verkostosta sijaitsevat Kirkonkylän ja Kuukanniemen alueella. Ne on otettu käyttöön 1970-luvun alkupuolella. Uutta verkostoa on rakennettu aina asutuksen kehityksen myötä sekä vanhoja korjattu vikojen ilmenemisen myötä. (Lemin vesihuollon auditointi 2004, Kemira Oy.)

Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen toimeksiantona vuonna 2013 on laadittu Etelä-Karjalan maakunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma vuosille 2013 - 2050. Kyseisen suunnitelman ensimmäisessä vaiheessa on käsitelty muiden kuntien ohella myös Lemin kunnan nykytilaa sekä tulevaisuuden ennusteita vesihuollon kannalta. Toisessa vaiheessa käsitellään enemmän teknisiä suunnitelmia ja toteutusohjelmaa. Samaisesta suunnitelmasta tulee ilmi, ettei Lemin osalta tarvita suuria muutoksia nykyisiin vesihuollon järjestelmiin ja että toimintaa tulisi varmistaa esimerkiksi erityistilanneharjoituksin. Kolmas osa raportista käsittää kehittämissuunnitelman, jossa Lemin kuntaa kehoitetaan keskittymään laskuttamattoman jätevesimäärän pienentämiseen. (Etelä-Karjalan maakunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma 2013-2050 2013, PÖYRY.)

3.2.2 Talousvesi

Talousveden vesijohtoverkoston runkolinjat ovat pääsääntöisesti PEH 110 mm putkea. Lappeenrannan ja Lemin välille on rakennettu jätevesiverkoston siirtolinjan yhteydessä varavesilinja PEH 160 mm putkesta, jota ei ole toistaiseksi tarvinnut käyttää vedenjakeluun. Varavesilinjassa on sulkuventtiili sekä mittausasema kunnan rajalla, ja kyseinen linja jatkuu aina Ruoholammelle asti yhdistyen Lappeenrannan Energian hallinnoimaan vesijohtoverkoston. Lemin vesijohtoverkoston kokonaispituus on noin 33 000 metriä.

Vedenhankintaa varten kunnassa on kaksi tärkeää pohjavesialuetta, joista kunnan kaikki käyttövesi pumpataan verkostoon. Vuolteenlammen ja

Tallisenlammen pumppaamon lisäksi Lemillä on myös kaksi veden hankintaan soveltuvaa pohjavesialuetta, jos vedentarve kasvaa huomattavasti. Suomen pohjavesien ollessa yleisesti happamia (pH alle 7) joudutaan raakaveden sekoittamaan kemiallisesti soodaa veden alkaloimiseksi. Veden alkaloinnilla saadaan nostettua raakaveden pH-arvoa, jotta korroosiota saataisiin vähennettyä.

Vedenottamoilta tulevat runkolinjat ja Lappeenrannasta tuleva varavesilinja yhdistyvät Juuresahon painetasausasemalla luoden yhtenäisen verkoston. Kyseisillä järjestelyillä saadaan lisää varmuutta vedenjakeluun toisen pumppaamon häiriötilanteessa.

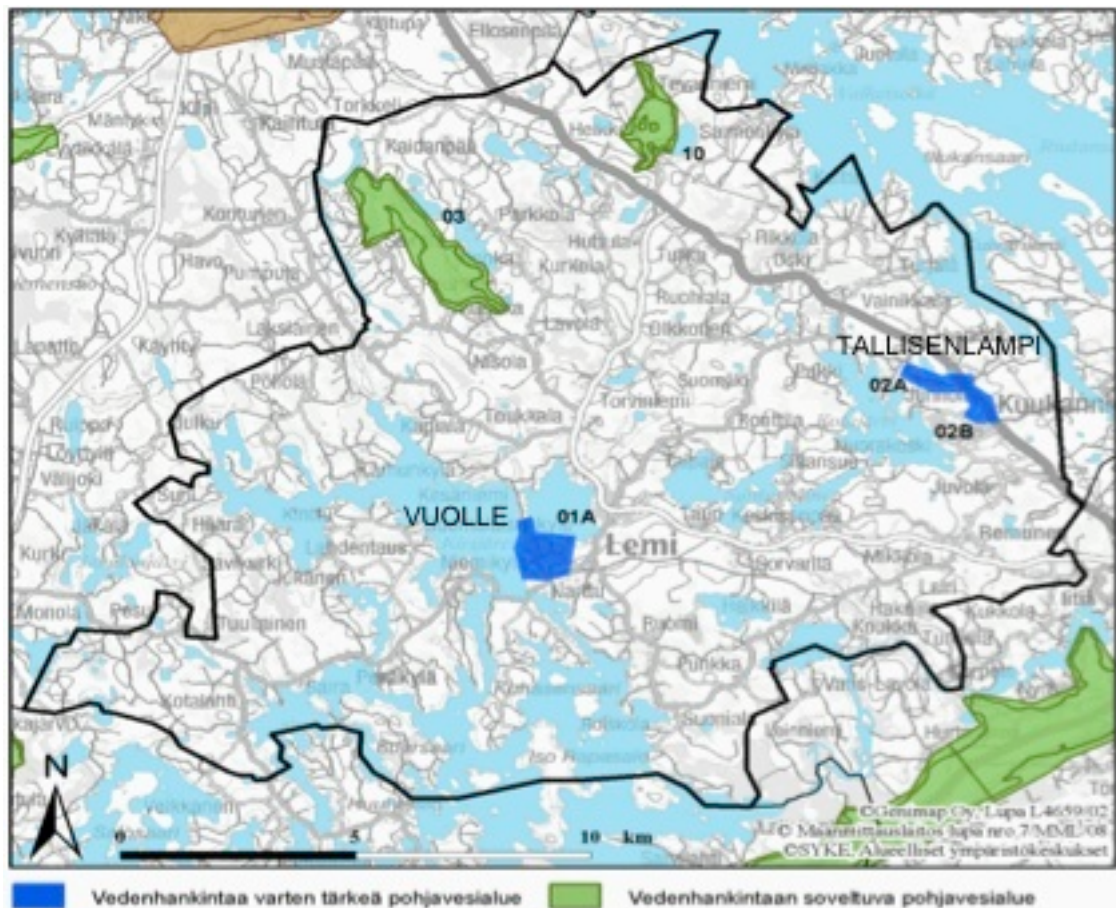
Lemin kunta sijaitsee vesistöllisesti rikkaalla alueella, Salpausselän harjun laidalla. Käytössä olevien pohjavesialueiden kokonaisantoisuus on 1 070 m³/d, joka kattaa hyvin nykyisen alle 220 m³/d vedenoton. Kahden muun vedenhankintaan soveltuvan alueen kokonaisantoisuuden arvioidaan olevan noin 2600 m³/d.

Vedenottamoilta pumpataan yhteensä verkostoon vettä noin 80 700 m³/a (vuonna 2011). Kirkonkylän läheisyydessä sijaitsevasta Vuolteen vedenottamolta vettä pumpataan keskimäärin vuodessa noin 47 200 m³ (n. 60 %) vuodessa ja loput 33 500 m³ (n. 40 %) Kuukanniemessä olevalta Tallisenlammen vedenottamolta.

Laskutetun veden määrä on ollut noin 74 500 m³ (vuonna 2011), joka on ollut 6 200 m³ vähemmän kuin kyseisenä vuonna verkostoon pumpattu vesimäärä. Laskutetut vesimäärät ovat myös ajoittain olleet suurempia kuin pumpatut vesimäärät, kuten vuonna 2012 erotus on ollut 1 086 m³. Laskuttamattoman veden osuus on pysynyt kuitenkin suhteellisen pienenä vuosien saatossa (2 % vuonna 2009), vaikka paineputkissa on esiintynyt ajoittain ilmivuoja.

Vesijohtoverkoston kohdistuvat paineiskut yleisin syy putkirikkoon, jos paineputken asennuksen yhteydessä ei ole käytetty täyttöön suunniteltuja materiaaleja tai jokin kivi on jäänyt putken läheisyyteen.

Laskutettujen ja pumpattujen vesimäärien vaihtelut johtuvat todennäköisesti kulutusmittareiden ja vedenottamoiden virtaamamittareiden virheestä sekä mahdollisesti myös vesijohtojen salavuodoista. Lemmin kunnan vesihuollonalueella ei ole vedenkulutuksen kannalta merkittävää teollista toimintaa. (Lemin vesihuollon auditointi 2004, Kemira Oy; Henkilökohtainen tiedonanto, Lemmin teknisen osaston laitosmiehet.)



KUVA 3. Lemmin pohjavesialueet (Pohjavesialueet kunnittain, K-S Ympäristökeskus)

3.2.3 Jätevesi

Lemmin jätevesiverkoston kokonaispituus on noin 40 000 metriä ja noin puolet siitä on paineviemäriä. Kirkonkylän alueen jätevesiviemäreiden kokonaispituus on noin 10 000 metriä. Pääasiassa jätevesiviemärit ovat muoviputkea, mutta 1970-luvun alkupuolella on myös käytetty rakennusmateriaalina betoniputkea (225 mm). Tarkempaa tietoa betoniputkien sijainneista ei ole, mutta vanhojen raporttien ja haastatteluiden perusteella betoniputkia arvioidaan olevan noin 2 500 metriä pelkästään Kirkonkylän alueella. Kuukanniemessä betoniviemäreitä

on myös käytetty vanhemmilla alueilla, mutta niiden tarkasta määrästä ei ole tarkempaa tietoa. Hulevesiviemäreitä ei Lemille ole toistaiseksi rakennettu ja näin ollen sadevedet, sulamisvedet sekä perustustenkuivatusvedet ovat johdettu maastoon tai viemäriverkostoon.

Kaikki Lemin kunnan jätevedet johdetaan jätevesipumppaamoiden avulla litiässä olevalle tasausaltaalle. Tasausaltaalla pyritään tasaamaan jätevesien virtaamaa sekä laatua ennen kuin ne pumpataan Lappeenrannan verkostoon. Tasausaltaalla tehdään jätevesien ilmastus ja sekoitus, joiden tarkoituksena on edesauttaa puhdistusprosessia ja samalla tasata jäteveden laatua.

Aina 1990-luvun alkupuolelle asti Lemin jätevesien puhdistus hoidettiin paikallisesti suopuhdistamoita käyttäen. Jätevesiverkoston kuormituksen lisääntymisen ja puhdistusehtojen tiukentumisen myötä jouduttiin 1980-luvun loppupuolella miettimään uusia ratkaisuja jätevesien puhdistamisen suhteen. Tuolloin vaihtoehtoina oli puhdistamon rakentaminen Lemille tai siirtolinjan rakentaminen Lappeenrannan jätevesiverkostoon. (Lemin entinen tekninen johtaja Hannu Vesala.)

18.11.1992 Lemin kunta on tehnyt Lappeenrannan kaupungin kanssa yhteistyösopimuksen jätevesien puhdistamisesta jätevesimaksua vastaan. Laskutus perustuu jäteveden määrään, eikä jäteveden laadulla ole vaikutusta jäteveden hintaan. Pumpatun jäteveden kuutiomäärä mitataan Lappeenrannan ja Lemin kunnan rajalla olevalla magneettisella virtausmittarilla.

Lemin kunta saa 10 % alennuksen Lappeenrannan vuosittain tarkistettavasta jätevesimaksusta. Vuotovesien osalta peritään samaista jätevesimaksua 50 %:n alennuksella, mutta jos vuotovesiä on yli 30 % jäteveden kokonaisvirtaamasta alennus muuttuu 15 %:ksi. (Lemin vesihuollon auditointi 2004, Kemira Oy; Henkilökohtainen tiedonanto, Laitosmiehet.)

Lappeenrannan, Lemin sekä Taipalsaaren jätevedet käsitellään 1970-luvun alkupuolella rakennetussa Toikansuon jätevedenpuhdistamossa. Vuodesta 1954 lähtien puhdistettu jätevesi on johdettu Rakkolanjokeen, josta se laskee Haapajärven kautta Venäjän puolelle Viipurinlahteen.

KHO:n päätöksellä nykyisten lupaehtojen puitteissa jätevesien purku Rakkolanjokeen ei enää ole sallittua. Jätevesien jälkikäsitteilyä tulisi tehostaa Toikansuolla tai Hyväristönmäellä. Puhdistuksen tehostuksen lisäksi tulisi rakentaa myös uusi erittäin tehokas puhdistamo Hyväristönmäelle, jotta jätevedet voitaisiin jatkossakin johtaa Rakkolanjokeen. Muita vaihtoehtoja jätevesien purkupaikaksi ovat Saimaa tai Vuoksi. Kuitenkin jokaisessa vaihtoehdossa on vähintään saneerattava nykyistä tiensä päähän tullutta Toikansuon jätevedenpuhdistamo tai rakentaa uusi tehokkaampi jätevedenpuhdistamo muualle. (Lappeenrannan Lämpövoima Oy 2013, 2.)

Jätevesipumppaamot

Jätevesipumppaamot ovat osa viemäriverkostoa. Niiden avulla voidaan jätevetä johtaa paineviemäriä pitkin sijaintiin, mihin se viettoviemäriä olisi mahdotonta tai kannattamatonta. Yleisimpiä syitä jätevesipumppaamoiden rakentamiseen viettoviemäriin sijaan ovat maaston korkeuserot tarvittavan kaltevuuden saamiseksi, rakennuksien jätevesiliittymän korkeuserot jätevesiviemäriin, vesistöjen ylitys ja kohteet, joissa viettoviemäriin rakentaminen olisi paljon kalliimpi paineviemäriin verrattuna. (RIL 237-1 2010, 121.)

Lemin vesihuollon laajan toiminta-alueen sekä maaston takia on jouduttu rakentamaan useita pumppaamoita verkoston pituuteen ja liittyjämäärään nähden. Pumppaamoiden käyttö- ja ylläpitokustannusten jakautuessa pienelle liittyjämäärälle on liittyjäkohtainen hinta hieman normaalia suurempi verrattuna muihin asukasmäärältään samankokoisiin kuntiin.

Jätevesipumppaamoita on kaikkiaan 15 kappaletta, jotka ovat lujitemuovista tehtyjä pakettipumppaamoita (KUVA 4). Kukin jätevesipumppaamo on varustettu kahdella Sarlinin pysty-asennossa olevalla keskipakopumpulla, jolloin toimintavarmuutta saadaan parannettua. Yksittäinen pumppu rasittuisi käytössä enemmän ja toisen pumpun rikkoutuessa voidaan pumppaus hoitaa hetkellisesti huollon ajan yksittäisellä pumpulla.



KUVA 4. KUUKANNIEMI 2 jätevesipumppaamon vaihtotyö, kuvan vasemmassa laidassa vanha ja uusi pumppaamo. (Henkilökohtainen tiedonanto, 2013)

Lemin jätevesipumppaamot on varustettu Grundfosin ELSA-yksiköillä, jotka hoitavat ohjausautomaation lisäksi myös hälytys- ja mittaustoimintoja. Pumppaamoiden tiedot välittyvät paikalliselle ELSA:n näytölle, sekä etäyhteyden avulla vesilaitoksen päätteelle KAUKO-ohjelmistoon. Pumppaamoiden sähkötekniikka on sijoitettu kannessa olevaan kaappiin, joka helpottaa suuresti pumppujen tarkistusten yhteydessä tehtäviä toimenpiteitä. (RIL 237-1 2010, 122; Lemin vesihuollon auditointi 2004, Kemira Oy.)

4 Vuotovedet

4.1 Yleistä

Jätevesiverkoston vuotovedet ovat viemäriin tahattomasti johtuvia vesiä, sekä tarkoituksella johdettuja rakenteiden kuivatusvesiä. Viemäri- ja vesijohtoverkostosta ympäristöön vuotavat vedet ovat myös vuotovesiä. Alkuperältään jätevesiverkostoon tunkeutuvat vuotovedet ovat puhtaita hule-, pohja- ja valuntavesiä, joita voitaisiin sellaisenaan johtaa maastoon ilman puhdistamista. Viemäriverteen sekoittuessa kyseisistä vesistä tulee kuitenkin ympäristölle sekä terveydelle haitallisia, ja näin ollen ne joudutaan puhdistamaan.

Vuotovesillä ei aiemmin ollut juurikaan merkitystä, koska ne vaikuttivat positiivisesti viemäriin huuhteluun. Ajan saatossa jätevesien käsittelyn tehostumisen ja kustannusten kasvun myötä vuotovesiin on kiinnitetty enemmän huomiota ja niiden määrää pyritty vähentämään. (RIL 142-2 2004, 464-465.)

Vuotovesien määrää voidaan pitää yhtenä verkostojen saneeraustarpeen indikaattorina. Vuosien 1995 - 2001 ympäristökeskuksen tilastojen perusteella Suomen viemäriverkoston vuotovesiä on keskimäärin noin 146 milj. m³/vuodessa, eli noin 2 980 m³/putki-km kohti. Vuotovesien osuuden ollessa jätevesien kokonaisvirtaamasta noin 29 % (MMM 2010, Työryhmämuistio, 15.)

4.2 Vuotovesien määrään vaikuttavia tekijöitä

Jätevesiviemäreiden iällä, rakennusmateriaalilla ja kunnolla on suuri vaikutus vuotovesien määrään. Oikeissa olosuhteissa oleva ja huolella tehty viemäri voi toimia varsin pitkään. Käyttöikä lyhentäviä tekijöitä on useita, mutta putkia syövyttäviä tekijöitä ovat jäteveden kemikaaleista johtuva syöpyminen, sekä puutteellisesta tuuleuksesta johtuva putkien sisäpuolinen syöpyminen. Viemäriin käyttöikä vaikuttavat myös putken sisäpuolella esiintyvät tukkeumat, hiekka, liete ja puiden juuret. Maaperän ja pohjavesien laadulla on suuri vaikutus betoniviemäreiden käyttöikä. Epäedullisissa olosuhteissa olevat betoniputket voivat syöpyä puhki jo muutamassa vuodessa korroosion vaikutuksesta. (RIL 237-1 2010, 152; RIL 124-2 2004,465.)

Viemärikaivantojen täytöillä ja niissä käytettyjen maalajien vedenläpäisevyydellä sekä koostumuksella on suuri vaikutus viemäriverkoston vuotoon. Kaivantojen pohjan ja täyttöjen salliessa vesi pääsee liikkumaan vapaasti laajalla alueella, ja näin ollen yksittäisen vuotokohdan vaikutusalue voi kasvaa hyvin suureksi. (RIL 142-2 2004, 465.)

Vuotokohdilla on myös ratkaisevan suuri vaikutus vuodon määrään hydrogeologisten ominaisuuksien takia. Pohjaveden korkeusasemasta, viemäriin kunnosta sekä ympärillä olevista täytemassoista riippuen jätevesiputken virtaama voi lisääntyä lähes vakio virtaaman suuruisella määrällä. (RIL 237-1 2010, 154.)

Särkyneiden viemäriputkien ja huokosten putkimateriaalien seinämien lisäksi vuotovesiä pääsee tunkeutumaan jätevesiverkostoon putkiliitosten kautta. Liitokset ovat yleisin syy vuotoihin. Useimmiten käytetyistä viemärimateriaaleista betoniputket vuotavat yleisesti muoviputkia enemmän, ja siksi niille sallituista vuotomääristä on tehty erillinen taulukko (TAULUKKO 2). (RIL 142-2 2004, 465.)

Putken läpimitta mm	Sallittu vuotovesimäärä l/s * johto-km
150	0,11
200	0,14
250	0,17
300	0,2
375	0,26
450...900	0,41

TAULUKKO 2. Betoniviemäreille sallitut vuotovesimäärät (RIL 124-2 2004)

Lemin Kirkonkylän betoniputkien sallittu vuotovesimäärä vuodessa

TAULUKON 2. perusteella:

Betoniputken läpimitta 225 mm

$$Q_s = \text{sallittu vuotovesimäärä (l/s * johto-km)}$$

$$Q_s = 0,155 \text{ l/s * johto-km (TAULUKKO 2, 225 mm putkelle)}$$

Johto-km (Betonilinjojen kokonais pituus Kirkonkylällä)= 2 500 m = 2,5 km

Sallittu vuotovesimäärä vuodessa (Q_v) saadaan kaavalla:

$$Q_v = 0,155 * 2,5 * 60 * 60 * 24 * 365 \text{ (l/vuosi)}$$

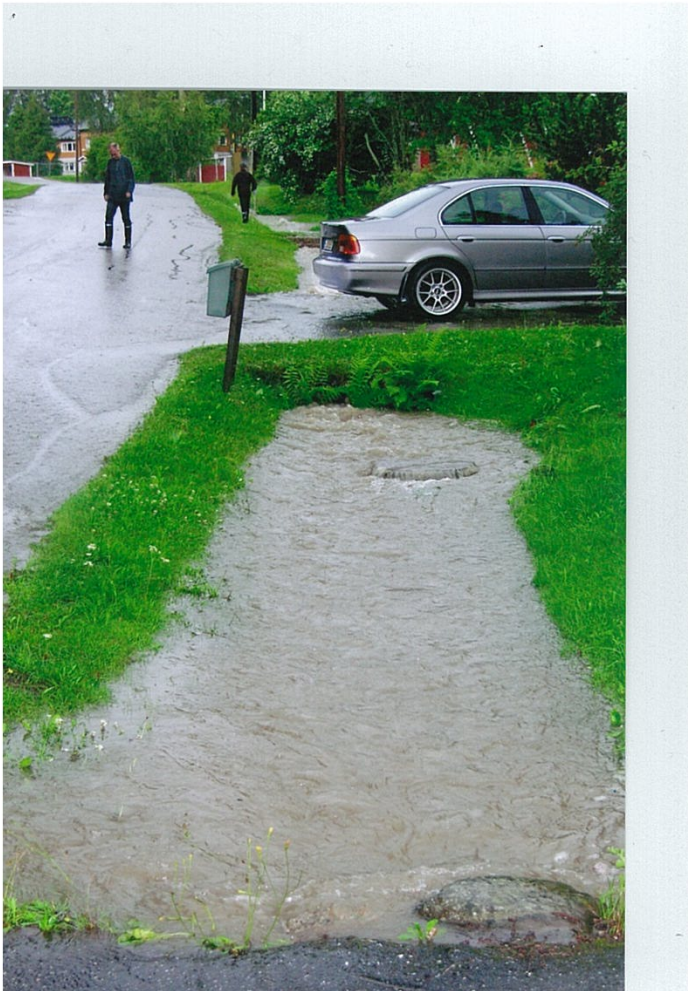
$$Q_v = 12\ 220\ 200 \text{ l/vuosi} = 12\ 220,20 \text{ m}^3/\text{a}$$

ESIMERKKI 1. Betoniputkien sallitut vuotovesimäärät

Vuotovesiä kertyy eniten keväällä lumien sulamisen aikaan, jolloin määrään vaikuttaa talven aikana sataneen lumen määrä. Sade- ja sulamisvedet vaikuttavat suoranaisesti vuotovesien määrään päästessään tarkastuskaivojen

tai väärin johdettujen rännivesiputkien kautta jätevesiverkoston. Laittomat liitokset ovat yksi suuri vuotovesiä lisäävä tekijä. (RIL 142-2 2004, 464-465; 660.)

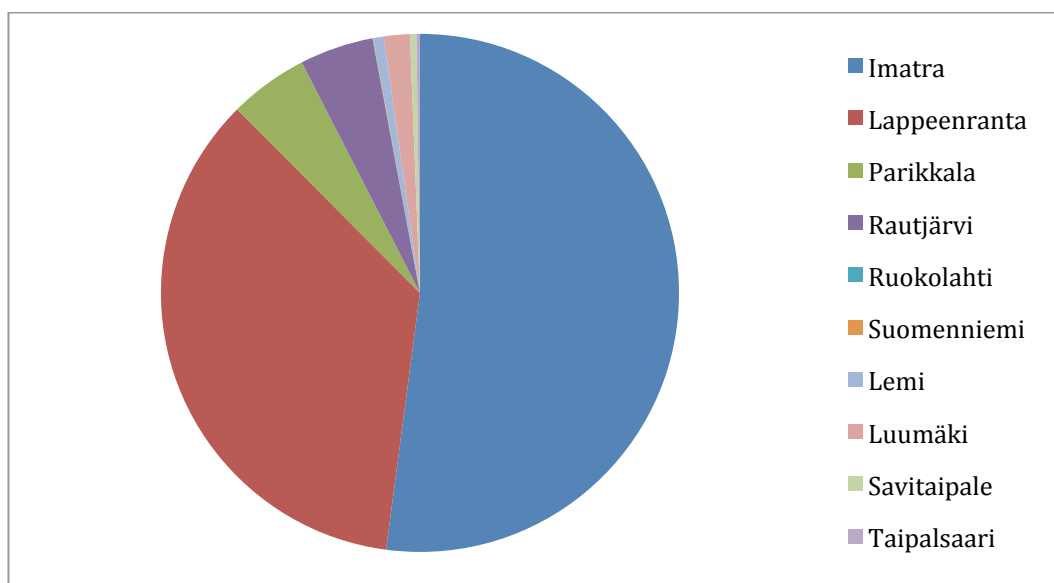
Tarkastuskaivonkannet ovat todella herkkiä vuotamaan ja niiden kautta tulevien vuotovesien määräksi on saatu jopa 1,7 - 5,0 l/s aukkojen koosta sekä lukumäärästä riippuen. Sadevedet vaikuttavat myös epäsuorasti viiveellä valumalla rikkoutuneen putkilinjan ympäristöön, jolloin vesi pääsee johtumaan verkoston vuotokohdan kautta. (RIL 142-2 2004, 464-465.) Tarkastuskaivojen sijoittamien ojan kohdalle ei ole suotavaa, koska veden pinnan noustessa ojassa oleva vesi pääsee virtaamaan suoraan tarkistuskaivonkannen kautta jätevesiviemäriin (KUVA 5).



KUVA 5. Sulamisvesiä, Papinkadun ojassa oleva kaivo lähes veden alla kevään 2013 aikaan (Lemin kunnan arkisto, 2013)

4.3 Etelä-Karjalan tilanne

Jätevesiverkoston liittymisaste Etelä-Karjalan alueella on alle 50 % ainoastaan Lemillä (43 %), Rautjärvellä (33 %) ja Suomenniemellä (30 %). Maakunnan laskuttamattoman talousveden osuus on vuoden 2010 tietojen mukaan ollut keskiarvoltaan noin 13 % ja kaikista kunnista Lemillä se on pienin 2 %:n osuudella kaikesta verkostoon pumpatusta talousvedestä. Laskuttamattomien jätevesien määrän keskiarvo Etelä-Karjalassa on 41 %, joka on merkittävästi koko Suomen 29 % keskiarvoa suurempi. Lemin naapurikunnilla Luumäellä, Savitaipaleella ja Taipalsaarella laskuttamattomien jätevesien kilometrikohtainen osuus on pitkällä tarkasteluvälillä lähes sama. Maakunnan suurimmat osuudet ovat Imatralla, Lappeenrannalla ja Rautjärvellä. Kaikkiaan laskuttamattomia jätevesiä maakunnassa oli vuoden 2010 tilastojen mukaan noin 5 104 890 m³ (KUVIO 1).



KAAVIO 1. Laskuttamattomien jätevesien jakauma kunnittain (Vesihuollon kehittämissuunnitelma 2013–2050 2013, PÖYRY)

Jäteveden puhdistuksen ostopalveluiden osuus koko jätevesivirtaamasta on jakautunut Etelä-Karjalan alueella seuraavasti: Lappeenranta (3 %), Lemi (100 %), Ruokolahti (100 %) ja Taipalsaari (100 %). Etelä-Karjalan kunnista Lemiä ja Savitaipaletta lukuun ottamatta kaikilla muilla on oma jätevedenpuhdistamo. (Vesihuollon kehittämissuunnitelma 2013-2050 2013, PÖYRY.)

4.4 Vuotovesien määrittäminen

Vuotovesien määrittämiseksi on useita tutkimusmenetelmiä, mutta yleisesti niiden tarkoituksena on selvittää:

- vuotovesien määrää
- vuotojen syntyperää
- syitä vuotoon.

Tutkimuskeinoja on kehitetty useita paljon erilaisten olosuhteiden vuoksi ja haluttujen tietojen saamiseksi. Monen tutkimusmenetelmän suorittaminen edellyttää viemäriputkiston puhtautta liiasta kiintoaineksesta ja tarvittaessa tutkittavat osat joudutaan huuhtelemaan ennalta.

4.4.1 Pumppaustiedot

Yleisin tapa säiliöpumppaamoilla virtaamien mittaamiseen on astiamittaus, jossa säiliö toimii astiana. Pumppaamoiden asennuksen yhteydessä kullekin pumppaamolle on asetettu oletusarvot säiliön tilavuudesta, jota hyödynnetään virtaaman laskennassa pumppausajan suhteen. (Grundfosin huoltomiehet, 2013.)

Laskennallisesti asumisjäteveden määrän arvioidaan olevan sama kuin talousveden kulutuksen. Vuotovesien määrä voidaan selvittää pumppaamoalueittain vertaamalla alueelle toimitettua talousveden määrää ja siltä pois pumpattua jäteveden määrää. (RIL 124-2 2004, 457.)

4.4.2 Silmämääräiset tutkimukset

Vuotovesiä määrittäessä silmämääräisiä tutkimuksia voidaan käyttää muiden menetelmien apuna. Virtaavan jäteveden värin ja mitatun lämpötilan perusteella voidaan arvioida vuotovesiä, niiden ollessa normaalia jätevesiä huomattavasti kirkkaampia ja viileämpiä. (Vuove-Insinöörit Oy 2013.)

Myös tarkastuskaivojen kunto voidaan arvioida silmämääräisesti, jolloin huomiota tulee kiinnittää erityisesti kaivon kannen kautta pääseviin vuotovesiin.

Muita tarkkailtavia vuotokohtia tarkastuskaivoissa on ensimmäisen ja toisen renkaan väli sekä putkien ja kaivon välinen liitos. (RIL 124-2 2004, 662.)

4.4.3 Savukoe

Savukoemenetelmässä viemäriverkoston puhalletaan ihmisille ja ympäristölle vaaratonta savua savupuhaltimella tarkastuskaivon kautta (KUVA 6). Savu kulkeutuu putkistossa, kunnes se pääsee purkautumaan jostain kautta ulos, ilmaisten samalla vuotokohtan (KUVA 7). Menetelmän tarkoituksena on paikallistaa tarkka vuotokohta viemäriverkostossa ja samalla menetelmällä saadaan myös paikallistettua mahdollisia virheellisiä liitoksia, joita ovat sadeveden tai salaojien liitokset viemäriverkoston. Savukoe voi paljastaa tonttiliitoksiin johtuessaan myös kiinteistön sisäisiä vuotoja. Haittana saattaa olla savun johtuminen myös huoneisiin, jos kiinteistön vesilukot ovat päässeet kuivamaan.



KUVA 6. Savupuhallin (FCG, savukoe)

Savukokeen keston ja onnistumiseen vaikuttavat monet asiat, kuten putkiston koko, laajuus ja sääolosuhteet. Savukoe tulisi suorittaa maan ollessa kuiva, jolloin lumi tai routa eivät haittaa savun kulkeutumista maanpinnalle. Savukokeen onnistumiseen vaikuttaa myös paljon tutkittavan alueen maaperän läpäisevyys. Esimerkiksi savu ei pääse kulkeutumaan asfaltoidulla alueella maanpinnalle, mutta nurmialuilla savu pääsee hyvin maanpinnalle huokoisten maa-ainesten takia. Kokeen onnistuminen edellyttää myös, että savu pääsee kulkeutumaan putkistossa, joten täysin tukkeutunutta putkea ei voida tutkia

ennen kuin se saadaan huuhdeltua auki. Viemäriputkiston ollessa pahasti notkolla savu ei myöskään pääse kulkeutumaan, jolloin koe ei onnistu.

Yksityiskohtaisten tulosten saamiseksi tietyltä putkiston osalta onnistuu parhaiten rajaamalla tutkittava alue muusta verkostosta tulppaamalla. Savukokeella saadaan tutkittua useampi kaivoväli kerralla, koska savu etenee viemäriputken koosta riippuen noin 100 - 200 metriä. Kyseinen menetelmä vaatii myös kaksi ammattitaitoista suorittajaa, jotta vuotokohtat saadaan tarkasti paikallistettua ja kuvattua.

Tutkittavan kohteen asukkaille ja paikalliselle pelastuslaitokselle tulee ilmoittaa ennen kokeen suorittamista, jottei vaarattomasta savusta aiheudu turhaa paniikkia. Asukkaita tulee myös kehottaa pitämään kiinteistön vesilukot vettä täynnä, ettei savu pääsisi kulkeutumaan sisälle.

Savukoe soveltuu parhaiten kohteeseen, jolla arvioidaan olevan vuotoja, mutta niiden tarkkaa sijaintia ei tiedetä. Kyseinen menetelmä ei kuitenkaan ole täysin aukoton, joten tukena tulisi käyttää myös jotain toista menetelmää ennen tarkempia saneeraussuunnitelmia. (Forss 2005, 29; Savukoe-esite, FCG.)



KUVA 7. Vuotava jätevesiviemärin tarkastuskaivo (Savukoe-esite, FCG)

4.4.4 Viemäriin kuvaus

Viemäreiden kuvaus on yksi käytetyimmistä tutkimusmenetelmistä, koska sillä voidaan tutkia putkiston toimivuutta ja kuntoa sisältäpäin. Nykyisillä viemäreiden tutkintaan tarkoitetuilla kameroilla saadaan myös tietoa putken kaltevuudesta, painumista ja sen sijainnista. Kuvaamalla saadaan tietoa myös putkiston tukoksista, vuodoista ja liitoksista. Tv-kuvausta käytetään vanhojen viemäreiden tutkimiseen kuin myös uusien linjojen tarkasteluun käyttöönottoaiheessa.

Tutkittavien putkistojen suuren vaihtelun vuoksi myös kuvauslaitteita on tehty useita erilaisia. Pienimmät kuvauslaitteet ovat työnnettäviä ns. käärmekameroita, kun taas isommissa putkistoissa voidaan käyttää moottoroituja robottikameroita (KUVA 8).



KUVA 8. Ipek robottikamera (Henkilökohtainen tiedonanto 2013)

Uusimmat kamerat tallentavat digitaalista kuvamateriaalia, josta voidaan jälkikäteen mitata kuvatut putkirakenteet. Kyseinen menetelmä on perinteistä CCTV-kuvausta nopeampi, koska tarkan kuvauksen takia ei jouduta tekemään turhia pysähdyksiä. Ohjattavien laitteistojen mallit ja varusteet ovat myös

valittavissa haluttujen putkityyppien tarkasteluun, mutta yleisesti moottoroidut kamerat soveltuvat sellaisen putkiston tutkimiseen, jonka halkaisija on 100–1000 mm.

Viemäriin rakenteellisen kunnan tarkastelu kuvaamalla edellyttää viemäriin puhtautta, joten viemäriin tulee huuhdella ja mahdolliset juuret poistaa ennen työn suorittamista. Tukoksen paikallistamista tai uuden viemäriin tarkastamista varten ei yleensä huuhtelua tarvita.

TV-kuvaus soveltuu parhaiten lisätutkimusmenetelmänä yksittäisen putkilinjan kartoittamiseksi. Ennalta tulisi jollain muulla menetelmällä kartoittaa verkoston tutkittavat putkilinjat, joilta mahdollista vikaa etsitään. (Forss 2005, 27-28.)

4.4.5 VUOVE-menetelmä

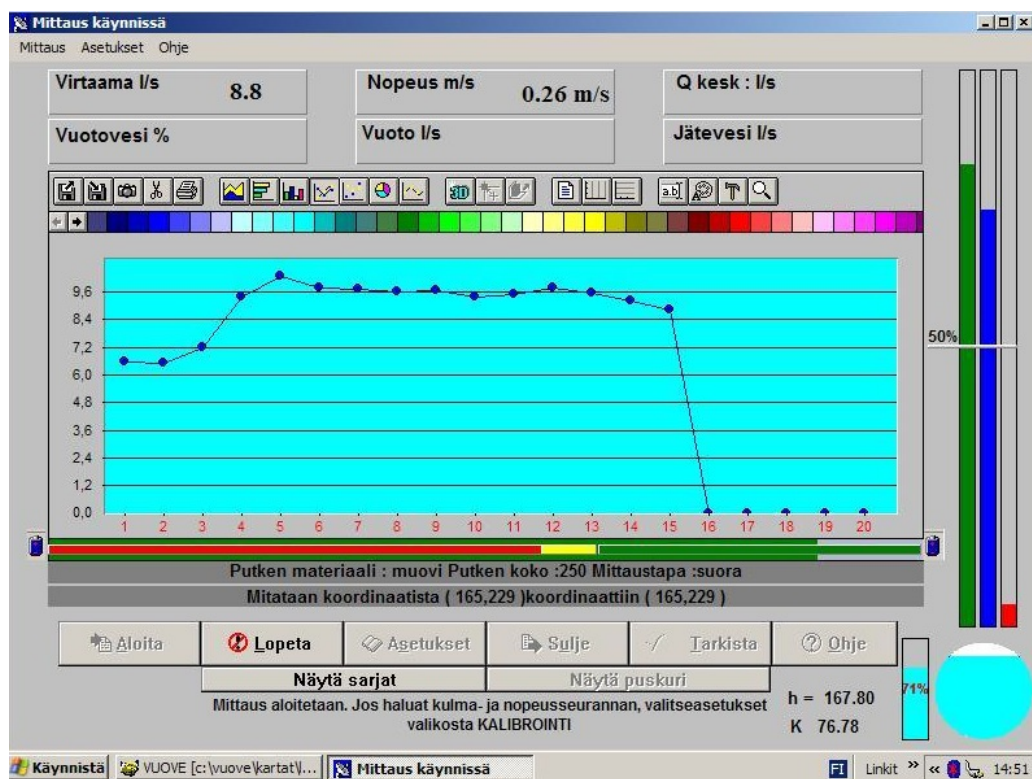
Vuove-menetelmä perustuu mittapisteissä suoritettaviin jäteveden virtaaman ja laadun mittauksiin (Kuva 9). Mittausten avulla saadaan kartoitettua verkostoon vuotavaa vettä mittapisteväleittäin. Alustavana toimenpiteenä on hyvä laatia suunnitelma mittapisteiden sijainnista viemärikarttojen avulla, jotta saadaan tutkituksi kaikki halutut alueet. Mittapisteiksi tulisi suosia risteäviä kaivoja, joilta voidaan mitata useammalta suunnalta tulevia virtauksia ja siten saadaan yhdellä mittauksella mahdollisimman paljon tietoa eri verkoston osista.

Tutkittavan alueen mittaaminen tulee aloittaa alimmalta mittauspisteeltä, jolloin saadaan käsite jäteveden kokonaisvirtaamasta ja sen sisältämästä vuotovesien osuudesta. Mittauksia suoritetaan kulkemalla vastavirtaan verkostoa ylöspäin. Jos jollain alemmalla mittauspisteellä ei havaita vuotovesiä, niin ylemmät verkoston osat voidaan jättää tutkimatta. Puhdasvesivuotoja etsitään laadunmittauksen avulla etenemällä aina mittauspisteeltä vuotavaa verkoston haaraa kohti.

Vuove-menetelmässä käytetään pohjana Vuove-ohjelmaa, jossa on ennalta laadittu suunnitelmakartta alueesta mittauspisteineen. Ohjelmaan syötetään mittauspisteitä saadut tiedot jäteveden virtaamasta, lämpötilasta, sähkönjohtavuudesta, pH-arvosta, sameudesta sekä redox-arvosta. Syötettyjen tietojen perusteella ohjelma laskee vuotoprosentin ja vuorokausikohtaisen vuotomäärän. Ohjelma hyödyntää ennalta määrättyjä raja-arvoja jäteveden

laadulle, jotka mittaustulosten tulee täyttää tai muuten ohjelma antaa virheilmoituksen. Ohjelmaan syötetyt tiedot voidaan tallentaa koordinaattisidonnaisesti pohjakartan avulla. Tehdyistä mittauksista ja saaduista tuloksista raportoidaan kaikkien tutkimusalueen linjojen osalta.

Mittaukset edellyttävät kahta ammattitaitoista mittaajaa, joista toinen kirjaa saatuja tuloksia Vuove-ohjelmaan ja toinen suorittaa mittaustyön. Tarkkojen tulosten saamiseksi tutkittavalla alueella tulee liikkua tarpeeksi vuotovesiä. Sateiden aikaan tehtävillä mittauksilla saadaan samaisella menetelmällä paikallistettua tonttiliittymiä, joiden kautta jätevesiverkoston pääsee sadevesiä. (Vuove-Insinöörit Oy 2013.)



KUVA 9. Hakakadun virtaamamittaus (Vuove-Insinöörit Oy 2013)

4.4.6 Virtaamamittaukset

Vuotovesien selvittäminen virtaaman avulla perustuu oletukseen, ettei öisin juurikaan käytetä talousvettä. Virtaamia tulee mitata tutkittavan alueen viemärihaaroista, jotta saadaan kartoitettua virtaamien alueellinen jakauma. Virtaamamittari asennetaan tarkastuskaivoon, joka tallentaa tietoa jäteveden virtaamasta kyseisessä pisteessä. Hetkellinen virtaama saadaan laskettua vedenpinnan korkeuden, putken koon ja virtausnopeuden tietojen perusteella.

Virtaamamittausten tulosten luotettavuus on verrannollinen mittauksen keston, jolloin saadaan laskettua keskiarvo pidemmältä aikaväliltä saaduista tuloksista.

Virtaamienmittaus saadaan suoritettua yhden ammattitaitoisen asentajan avulla ja tulosten lukeminen mittauslaitteesta, sekä raportointi suoritetaan myös yhden henkilön toimesta.

Laajempaa aluetta tutkiessa virtausmittauksia täytyy suorittaa useita, jotta saadaan kartoitettua eri verkoston osuuksilta tulevia virtauksia. Useiden mittausten suorittaminen on aikaa vievää, koska tietoja tulisi saada yöajalta. Tutkintaa suorittaessa tulisi hyödyntää useampaa mittalaitetta (KUVA 10), jotta työ saataisiin suoritettua mahdollisimman tehokkaasti. (Labkotec 2013; FCG 2013.)



KUVA 10. Virtausmittari (PCM4-esite, Labkotec 2013)

5 Vuotovesiselvitys

Tutkimustyö aloitettiin vuoden 2013 alkupuolella, jolloin hankittiin lähtötietoja verkostosta sekä pumppaamoista ja perehdyttiin aiempien vuosien 2008 - 2012 saatavilla oleviin tilastoihin.

Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa vuotovesien määrää alueittain, saaden samalla selville myös yksittäisiä vuotokohtia. Alustavasti vuotovesien tarkempaan tutkimiseen oli tarkoitus käyttää virtausmittaria, mutta kevään 2013 tutkimusajankohdan koittaessa ilmeni hankaluuksia niiden saamisessa. Kyseiseen ajankohtaan ei ehditty saada toista mittausmenetelmää sovittua,

joten vuotovesiä päätettiin tutkia syksyn 2013 aikana. Kevään maastotutkimusten aikana selvitettiin tutkimusmenetelmien kustannuksia, soveltuvuuksia sekä niistä saatujen tulosten hyötyä kunnalle.

Tutkimusmenetelmistä keskusteltiin usean eri yrityksen edustajan kanssa, mutta useimmat tutkimusmenetelmistä olisivat olleet liian arvokkaita tai työläitä koko jätevesiverkoston kartoittamiseen. Usean menetelmän väliltä päätettiin valita Vuove-Insinöörien kehittämä Vuove-menetelmä, koska sen arvioitiin olevan kustannustehokkain koko jätevesiverkoston vuotovesien alueellisen jakauman selvittämiseksi. Virallinen sopimus mittauksista tehtiin Vuove insinöörit Oy:n toimittaman tarjouksen perusteella. Sopimuksen liitteenä toimitettiin suunnitelmapaketti (Liite 1), jossa ilmenee mittauspisteet.

5.1 Lemm vuotovesitilanne

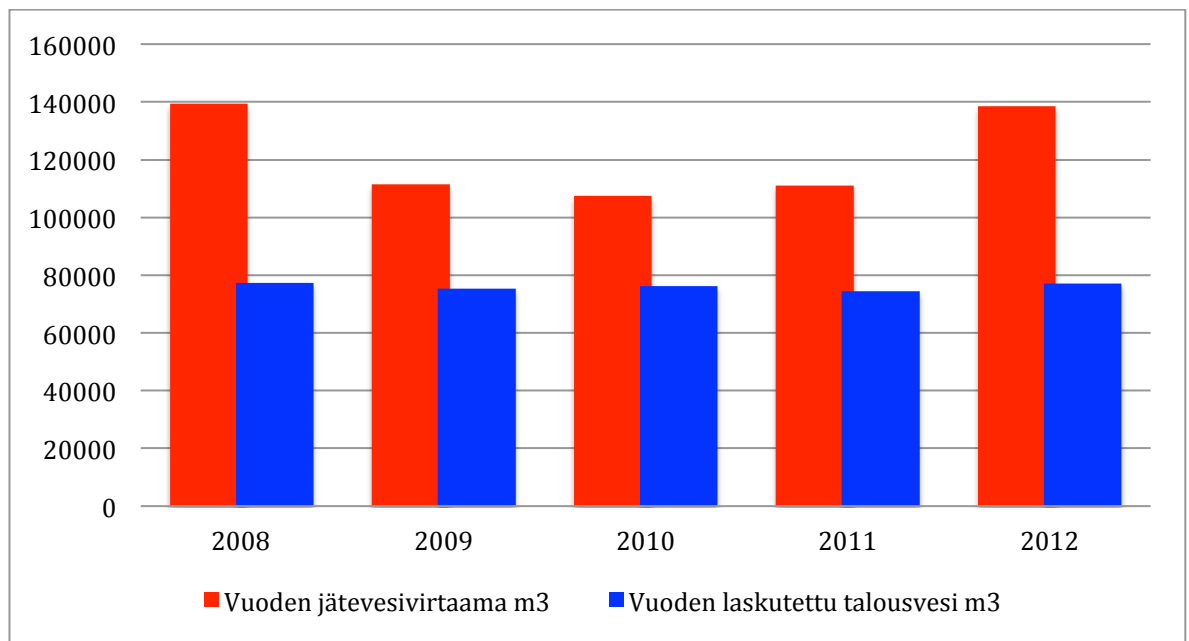
Laskutus ja pumppaustietoja hyödyntäen saadaan selville virtaavat puhtaan- ja jäteveden osalta, joiden perusteella voidaan arvioida vuotovesien osuuksia. 2008 vuodesta lähtien puhtaanveden määrä on vaihdellut 74 000 – 80 000 m³/a välillä, kun vastaavasti Lappeenrannan Energian laskutuslukemat jätevesivirtaamien osalta ovat olleet 107 000 – 139 000 m³/a.

Vuotovesien osuus jätevesien kokonaisvirtaamasta vaihtelee vuosien 2008 - 2012 aikana suuresti ilmasto-olosuhteista riippuen 27 – 46 % välillä (KUVIO 2). Vuosittaisten vuotovesien määrä on puolestaan vaihdellut kyseisinä vuosina 30 400 m³ – 63 900 m³ välillä. Vuonna 2012 vuotovesiä oli noin 0,10 l/s verkostokilometriä kohti, kun paineviemäreitä ei oteta huomioon. Eniten vuotovesiä kertyy keväisin sulamisvesien aikaan, mutta myös hetkittäisillä rankkasateilla on suuri vaikutus tiettyjen alueiden jätevesivirtaamaan.

Saatavilla olevien pumppaustietojen perusteella yleisesti huhtikuussa vuotovesien osuus on ollut lähes 60 % jäteveden kokonaisvirtaamasta ja vastaavasti loka-marraskuun aikaan jätevesistä noin puolet on ollut vuotovesiä.

Lemm kunnan maksaessa Lappeenrannan Energia Oy:lle jätevesien puhdistamisesta, aiheuttavat vuotovedet turhia kustannuksia kalliin

puhdistustaksan vuoksi. Vuotovesistä aiheutuvat kustannukset ovat olleet vuosina 2008 – 2013 suuruusluokaltaan 46 000 – 96 000 € / vuosi.



KAAVIO 2. Vuosittaiset virtaamat kokonaisvirtaamat

5.2 Lähtöaineisto

5.2.1 Pumppaamot

Kunkin jätevesipumppaamoiden tiedot saadaan tulostettua Kauko-ohjelman avulla palolaitoksella sijaitsevalta vesilaitoksen päätteeltä. Kaikkien jätevesipumppaamoiden osalta haettiin saatavilla olevat vuosien 2008 – 2012 pumppaustiedot virtaaman (Liite 2), käyntiajan ja käyntikertojen osalta. Uudempien Elsa-i -tyyppisten yksiköiden tallentamia pumppaustietoja saatiin tunneittain, mutta niistä oli apua ainoastaan hetkellisen virtaaman tarkkailussa.

5.2.2 Sää tiedot

Lemin kunnalla itsellään ei ole sääasemaa, vaan lähin mittapiste on Lappeenrannan lentokentällä. Sää tietoja ei ollut aiemmalta ajalta tiedossa kyseiseltä alueelta, mutta onneksi Ilmatieteenlaitokselta saatiin tutkimusajan sademäärät. Kyseisiä tietoja vertaamalla alueellisiin pumppaustietoihin saatiin arvioitua sateiden suoranaista vaikutusta alueittain. Suurimmat erot sadannassa olivat vuosien 2010 ja 2012 välillä, jonka takia kyseiset vuodet valittiin yksityiskohtaisempaan tarkasteluun.

5.2.3 Johtokartat

Tutkittavien alueiden verkostokartat olivat onneksi osittain digitoitu aiemmin, joka helpotti huomattavasti karttojen lukukelpoisuutta. Karttojen tutkinnalla saatiin selvitettyä pumppaamoiden vaikutusalueet, mikä oli erittäin oleellista alueellista tutkintaa ja muita tarkempia tutkimusmenetelmiä ajatellen.

5.3 Verkoston aluejako

Alun perin tutkimusalue oli tarkoitus rajata Kirkonkylän alueelle mahdollisimman yksityiskohtaisen selvityksen saamiseksi, mutta pumppaustietojen tarkastelun yhteydessä huomattiin myös muilla alueilla ilmenevän suuria vuotovesimääriä. Tutkimuksia päätettiin näin ollen laajentaa koko verkostoa koskevaksi, jolloin saadaan yleiskuva vuotovesien määrästä alueittain.

Alueellinen jako tehtiin jätevesipumppaamoiden vaikutusalueiden perusteella, koska ainoat tallennetut tiedot jätevesien virtaamista olivat saatavilla pumppaamoittain. Tutkittavat alueet jakautuivat Kirkonkylän, Kuukanniemen, Mikonharjun ja Tuomelanpellon alueille.

Kirkonkylä (Liite 3)

Kirkonkylä / Mikonlahti

Kirkonkylän alueista Mikonlahden pumppaamoon on eniten liittyneitä kiinteistöjä. Mikonlahden pumppaamon vaikutusalueena voidaan pitää Toukkalantien, litiäntien ja Vainikkalantien väliin jäämää aluetta.

Kyseiseltä alueelta kertyneet jätevedet pumpataan Mikonlahden rannan tuntumassa olevalla pumppaamolla Suntionlahden alueelle. Mikonlahden pumppaamolta tulevat ylivuoto vedet ovat johdettu maaston sijaan käytöstä poistetun pumppaamon säiliöön, joka on ainut kunnan alueella.

Kirkonkylä / Suntionlahti

Suntionlahden pumppaamon alueena voidaan pitää Toukkalantien länsipuolella olevaa asutusaluetta, jonka lisäksi alueeseen on liittynyt virastotaloja ja paloasema.

Suntionlahden pumppaamo sijaitsee aivan Lahnajärven järven äärellä ja sen ylivuotoputki on johdettu läheiseen ojaan, joka on suoraan yhteydessä järveen. Suntionlahden sekä Mikonlahden alueelta tulevat jätevedet pumpataan Teollisuustien pumppaamon alueelle, Reinkorventien alapuolella olevaan viettoviemäriin.

Kirkonkylä / Palola

Palolan jätevesipumppaamolle johdetaan vain osa Palolan asutusalueen jätevesistä, koska osa kiinteistöjen jätevesistä voidaan johtaa viettoviemäreiden avulla suoraan Teollisuustien pumppaamolle. Asutusalueen kiinteistöjen lisäksi pumppaamoon on liitetty litiäntien toisella puolella oleva kunnan varikkorakennus ja muita teollisuuskiinteistöjä.

Palolan jätevesipumppaamon jätevedet pumpataan Palolantien mäen ylitse Teollisuustien pumppaamolle johtavaan viettoviemäriin.

Kirkonkylä / Teollisuustie

Teollisuustien pumppaamon alueeseen kuuluu Palolan asutusalueen kiinteistöjen lisäksi litiäntien eteläpuolelle jäävät asuinkiinteistöt. Asuinkiinteistöjen lisäksi Teollisuustien vaikutusalueella on Kirkonkylän koulukeskus. Teollisuustien alueen jätevedet yhdistyvät Suntionlahden ja Mikonlahden alueilta tuleviin jätevesiin Reinkorvenkadun alapuolella olevassa tarkastuskaivossa. Kyseistä pisteestä jätevedet kulkeutuvat viettoviemäriä pitkin Teollisuustien pumppaamolle, jolta kaikki Kirkonkylän jätevedet pumpataan siirtolinjaa pitkin kohti tasausallasta.

Kuukanniemi (Liite 3)

Kuukanniemi / Riihipelto

Riihipellon pumppaamon alue on Kuukanniemen uusin asutusalue ja siihen kuuluu 22 omakotitaloa. Riihipellon jätevesipumppaamon kautta kiinteistöjen jätevedet pumpataan Kuukanniemi 2 jätevesipumppaamon vaikutusalueen viettoviemäriin.

Kuukanniemi / Kuukanniemi 2

Kuukanniemen alueista Kuukanniemi 2 jätevesipumppaamon vaikutusalue on suurin jätevesiverkostoon liittyneiden kiinteistöjen osalta. 114 omakotitalon, sekä 14 rivitalon lisäksi alueeseen kuuluu Kuukanniemen koulu ja muita palvelukiinteistöjä. Kyseisellä alueella on rakenteeltaan kunnan vanhinta jätevesiverkostoa Sutionlahden alueen ohella. Kyseiseltä alueelta ja Riihipellon pumppaamolta tulevat jätevedet pumpataan Raikulitien mäen päälle, Kuukanniemi 1 alueen viettoviemäriin.

Kuukanniemi / Kuukanniemi 1

Kuukanniemi 1 jätevesipumppaamon alueeseen kuuluu kaikki Kuukanniemen Juvolantien itäpuolella olevat jätevesiverkostoon liittyneet kiinteistöt. Alueella on 69 omakotitaloa, yksi rivitalo ja Sale-kauppa. Mikkelintien vieressä olevan Kuukanniemi 1 jätevesipumppaamon kautta pumpataan kaikki Kuukanniemen jätevedet Välikankaan jätevesipumppaamolle.

Välikangas

Välikankaan pumppaamon kautta kulkevat kaikki Kuukanniemen sekä Juvolan jätevesipumppaamoilta tulevat jätevedet, ja ne pumpataan siitä Juuresahon kautta tasausaltaalle.

Mikonharju

Mikonharjun alue on pieni asutusalue litiäntien pohjoispuolella, aivan Tuomelanpellon asutusalueen läheisyydessä. Mikonharjun alueen viemäriverkostoon on liittynyt tällä hetkellä 15 omakotitaloa, ja kaikki niiltä tuleva jätevesi kulkee jätevesipumppaamon kautta.

Tuomelankangas

Tuomelanpellon asutusalue on viimeisimpiä käyttöönotettuja alueita, jonka jätevesiverkostoon liittyneistä kiinteistöistä noin kolmasosa joudutaan pumppaamaan Tuomelankankaan jätevesipumppaamon kautta asutusalueen toisella puolella olevaan viettoviemäriin. Tuomelankankaan

jätevesipumppaamolta ja muilta Tuomelanpellon alueilta tulevat jätevedet johdetaan viettoviemärillä suoraan tasausaltaalle. Alueella on noin 30 omakotitaloa ja litiän päiväkoti.

5.4 Jätevesipumppaamoiden virtaamat

Jätevesipumppaamoiden virtaamien tutkinnassa käytettiin oletusta, ettei vuotovesiä juurikaan ilmene keskitalvella maan ollessa jäänyt ja sen vuoksi 0-tasoksi vertailulle valittiin helmikuun virtaamat.

Tilastoja tarkastellessa jätevesipumppaamoiden välillä havaittiin selviä virheitä pumppausmäärissä, ja tämä hankaloitti tietojen tulkintaa. Virheellisten tilastojen takia pumppaamoiden välillä ei suoranaista vertailua voitu suorittaa. Pumppaustietojen tarkastelun ulkopuolelle jätettiin linjapumppaamot ja pienemmät pumppaamot, joilla vuotovesiä ei juuri havaittu tai muuten lähtötietojen perusteella niiden arviointi olisi ollut lähes mahdotonta.

Yleisimpiä syitä mitatun jätevesivirtaaman virheeseen ovat laitteiston rikkoutuminen, pumppujen kapasiteetin muuttuminen käytön myötä tai alun perin väärin asetetut oletusarvot.

Kirkonkylä

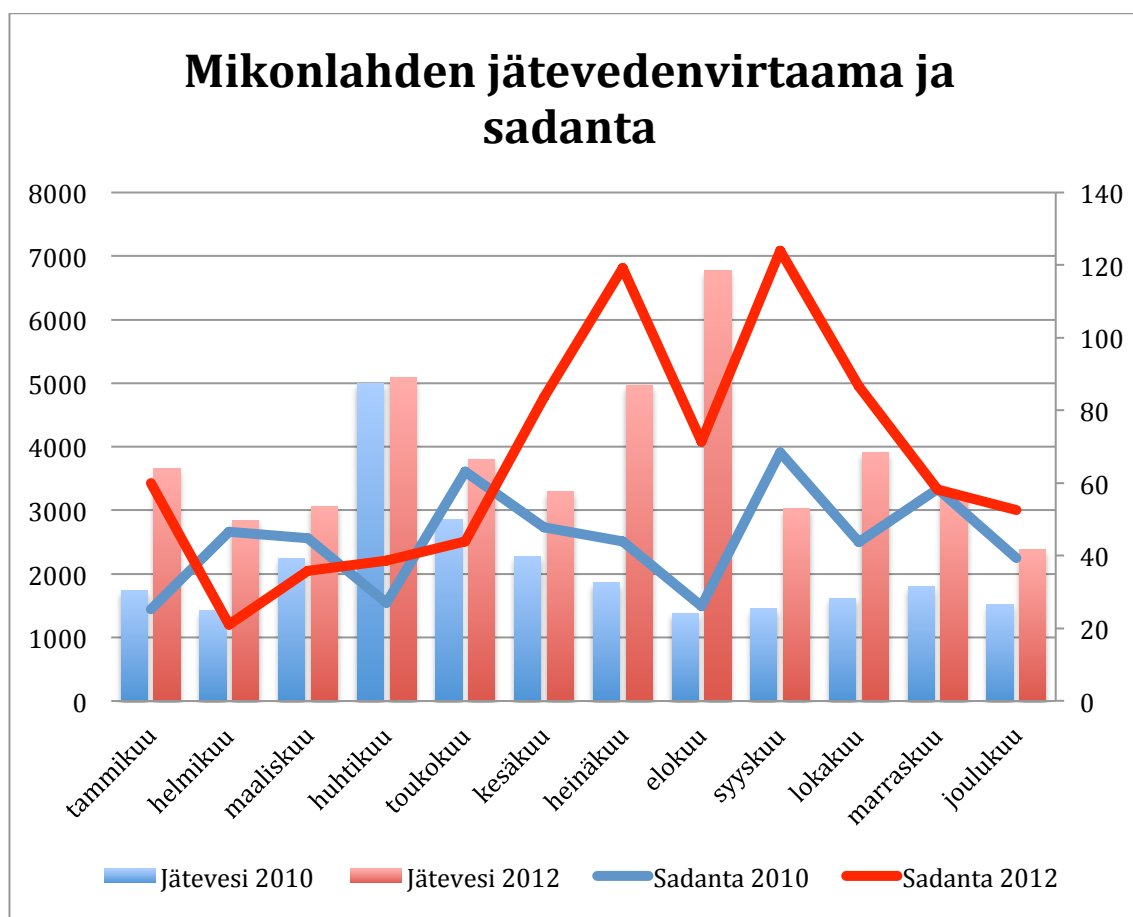
Kirkonkylän jätevesipumppaamoiden virtaamatiedot löytyivät ainoastaan koko tutkimusajalta Mikonlahdesta ja Teollisuustiestä. Palolan pumppaustiedot löytyivät ainoastaan 2012 vuoden osalta, eikä Suntionlahden pumppaamontietoja voitu ottaa tarkasteluun niiden virheiden ja puutteiden takia. Suntionlahden pumppaamon vuosittaisia tilastoja tarkastellessa huomattiin selvä yhteys suurten virtaamien ja tietojen puuttumisen välillä.

Yleisesti suurimmat muutokset virtaamissa ilmeni kevään sulamisvesien aikaan huhtikuussa **Mikonlahden** alueella, jolla vuonna 2010 muutos oli 3,5-kertainen verrattuna helmikuun 0-tasoon (Kuvio 3).

Teollisuustien pumppaamon osalta vastaavasti samaisen vuoden muutos oli 2,5-kertainen helmikuuhun verrattuna.

Valitettavasti koko 2010 vuoden osalta Suntionlahden pumppaamosta ei löytynyt kelvollisia tietoja helmikuun osalta, mutta arvioidun tuloksen perusteella sulamisvesien aiheuttamat muutokset huhtikuussa ovat olleet lähes 3-kertaiset helmikuun virtaamaan nähden.

Vuonna 2012 sadanta oli suhteellisen suurta verrattuna aiempiin vuosiin ja se vaikutti selvästi jätevesivirtaamiin. Eniten vaikutusta kesän sademääristä oli Mikonlahden alueeseen, jolla elokuun jätevesivirtaama oli 140 % suurempi helmikuun arvoon verrattuna. Mikonlahden virtaamatietojen perusteella elokuulta saatu arvo on ollut noin puolet koko kunnan jätevesivirtaamasta kyseisen kuukauden aikana.



KAAVIO 3. Mikonlahden jätevesivirtaamat, sekä sadanta vuosilta 2010 ja 2012

Päiväkohtaisia tietoja tarkastellessa huomattiin kesäkauden aikaisten runsaiden sateiden vaikutuksen ensin kasvattavan Mikonlahden jätevesipumppaamon virtaamia ja seuraavina päivinä virtaamat nousivat Suntionlahdessa sekä Teollisuustiellä. Jätevesivirtaamien suoranainen lisääntyminen saman päivän

aikana viittaa hyvinkin vahvasti laittomiin tonttiliitoksiin, joissa sadevedet on johdettu jätevesiviemäriin (ESIMERKKI 2).

Esimerkki yhden 150 m² omakotitalon katolta kertyvän sadeveden määrän laskemiseksi:

Kerran kahdessa vuodessa toistuvan 15 minuuttia kestävän rankkasateen suuruus on 100 l/s hehtaaria kohti.

Omakotitalon katon pinta-alan ollessa 150 m² = 0,015 ha kertyy sadevettä 15 minuutin rankkasateen aikana seuraavasti:

Sadevettä sekunnissa: 0,015 ha * (100 l/s /ha) = 1,5 l/s

Sadevettä päivässä: 1,5 l/s * 60 * 15 = 1350 l/d = 1,35 m³/d

Asuinjätevettä omakodeista kertyy vuorokaudessa keskimäärin 125 l/asukas, jolloin 15 minuutin rankkasateen aikana kertynyt 1350 litraa vastaa yhden asukkaan lähes 11 päivän jätevesimäärää.

ESIMERKKI 2. Sadevesien vaikutus jätevesiin

Kiinteistökohtaisten laskutustietojen selvittämisen myötä Mikonlahden alueelle toimitetun talousveden määräksi saatiin vuositasolla noin 13 000 – 14 000 m³. Vertaamalla vuosittaista myytyä talousveden määrää pumpattuihin jätevesien määriin on jätevesien osuus on yleisesti puolet suurempi ja vuonna 2012 jätevesiä on pumpattu yli 3 kertaa enemmän.

Palolan alueelle myytyä talousvettä oli vuonna 2012 6 009 m³, kun kyseiseltä alueelta pumpattiin jätevesiä pois 6 214 m³, jolloin kyseisen alueen vuotovesien osuus jäteveden kokonaisvirtaamasta olisi ollut noin 3 %.

Suntionlahden pumppaustietojen virheellisyyksien vuoksi talousvesiä ei voitu verrata pumpattuihin jätevesimääriin, mutta vuositasolla talousvettä alueelle toimitettiin 5 600–5 800 m³ vuosien 2009–2012 aikana.

Kirkonkylän jäteveden kulkiessa Teollisuustien pumppaamon kautta voidaan päätellä, että kaiken Kirkonkylän alueelle myydyin talousveden määrän tulisi

vastata jäteveden kokonaismäärää. Vuositasolla Teollisuustien pumppaamon arvot heittelevät kuitenkin suuresti ja vuosittain jätevesien kokonaisvirtaamaksi siltä on saatu aivan liian suuria arvoja, kuten vuonna 2010 niiden osuus oli mahdoton 97 %:n osuus koko kunnan jätevesimäärästä verrattuna Lappeenrannan Energian laskutustietoihin. Talousvettä Teollisuustien vaikutusalueelle on kuitenkin toimitettu 6 600 – 8 100 m³ vuosien 2009-2012 aikana ja koko Kirkonkylän alueelle 32 400 – 34 700 m³, joka on noin puolet koko kunnan pumppaamasta talousvesimäärästä.

Pumppaustietojen perusteella Kirkonkylältä valittiin Mikonlahden sekä Sutionlahden alue maastotutkimusten tarkkailukohteiksi. Kyseisten alueiden viemäriverkostoa on uusittu osittain ajansaatossa ja ilmivuotoja on korjattu, mutta tarkempia tutkimuksia ei ollut tehty.

Kuukanniemi

Kuukanniemen jätevesipumppaamot ovat ketjutettu siten, että Kuukanniemi 1 on alin, seuraavana Kuukanniemi 2 ja ylimpänä on Riihipellon pumppaamo. Pumppaustietoja Kuukanniemen 1:sen ja 2:sen pumppaamoilta löytyi hyvin vuosien 2008 - 2012 osalta, mutta Riihipellon jätevesipumppaamon tietoja löytyi vain vuodelta 2012. Tietoja tarkastellessa huomattiin selvä virhe, koska Kuukanniemi 2 pumppaamon virtaamat olivat ajoittain suurempia kuin Kuukanniemi 1:sen.

Riihipellon Jätevesipumppaamon virtaamia voitiin vertailla ainoastaan vuoden 2012 osalta ja tuolloin suurimmat muutokset oletettuun 0-tasoon nähden olivat syksyn aikana, jolloin jätevesivirtaamat olivat noin 70 % suurempia. Kevään sulamisvesien vaikutus nostatti virtaamia vain 30 % suuremmiksi, mikä on suhteellisen pieni osuus Kuukanniemen muihin alueisiin verrattuna. Syksyn jätevesivirtaamien ollessa kevään arvoja suurempia johtuu oletetusti kiinteistöjen väärin johdetuista sadevesistä.

Kuukanniemi 2 pumppaustietojen perusteella kevään sulamisvesien aikaiset virtaamat huhtikuussa poikkeavat eniten suhteessa helmikuun virtaamaan. Jätevedenvirtaamat ovat huhtikuun osalta olleet yleisesti vuosien 2008 - 2012 aikana noin 100 – 150 % suurempia ja vuonna 2010 jopa 300 % suurempia.

Syksyn virtaamat ovat pienempiä kevään virtaamiin nähden niiden ollessa noin 70 - 100 % suurempia helmikuun virtaamiin nähden.

Kuukaniemi 1 -jätevesipumppaamon kautta pumpataan kaikki Kuukanniemen alueelta tulevat jätevedet, joten sen virtaustietojen perusteella saadaan käsitys koko alueen virtaamista ja virtaaman muutoksista eri aikoina. Virtaustietojen perusteella myös Kuukaniemi 1 -pumppaamon osalta huhtikuun virtaamat ovat suurimmat. Suurimmat tilastoidut virtaamat ovat vuoden 2010 osalta, jolloin huhtikuun jätevesivirtaama ovat noin 410 % suuremmat helmikuun virtaamaan nähden. Yleisesti vuodesta 2010 lähtien Kuukaniemi 1 -pumppaamon virtaamien muutos on kolmanneksen suurempi, kuin Kuukaniemi 2 -pumppaamon vastaavat arvot. Syksyn jätevesivirtaamien muutos Kuukaniemi 1:n osalta on lähes puolet suurempi verrattuna Kuukaniemi 2:n osuuteen.

Pumppaamotietojen tutkimisen perusteella Kuukaniemi 1:n ja 2:n alueisiin tulisi kohdistaa tarkempia tutkimuksia vuotovesien syntyperän selvittämiseksi. Kyseisiltä alueilta ei laskettu kiinteistökohtaisesti myydyin talousveden määrää, koska Kirkonkylän alueen laskutustiedot olivat ainoastaan viitteellisiä vuotovesien arvioinnissa.

5.5 Maastotutkimukset

Maastotutkimuksia tehtiin Kirkonkylän alueella kevään 2013 aikana, jolloin tarkastuskaivojen kautta tutkittiin jätevedenvirtaamaa silmämääräisesti ja samalla arvioitiin tarkastuskaivojen vuotavuutta sekä kuntoa. Silmämääräisesti ei voida päätellä jäteveden osuutta virtaamassa, mutta sen avulla voidaan arvioida virtaaman muutosta tarkastuskaivojen välillä.

Maastotutkimusta hankaloittivat erityisesti tarkastuskaivojen löytäminen ja virheet johtokartoissa, koska kaikkien tarkastuskaivojen tarkkaa sijaintia ei tiedetty.

Ensimmäiseksi maastotutkimukset aloitettiin Sutionlahden alueelta, koska pumppaustietojen perusteella alueen virtaamista ei saatu juurikaan käsitystä ja haluttiin selvittää sulamisvesien vaikutusta jätevedenvirtaamiin. Alueen suurimmat virtaamat havaittiin Klemintien ja Hakakadun sekä niiltä haarautuvilta verkostonosilta.

Mikonlahden alueella suurimmat virtaamat havaittiin silmämääräisesti Papinkadulla sekä Alakujan - Riihitien verkoston osilla.

5.5.1 Tarkastuskaivojen kuntoarviot

Tarkastuskaivojen tutkinnan yhteydessä havaittiin kiinteistöjen väärin tehtyjä tonttiliitoksia, joissa viemäriputken lisäksi oli myös muita putkia johdettu tarkastuskaivoon ja niissä esiintyi kokoajan virtaamaa. Tonttiliitosten osalta suuria virtaamamääriä havaittiin erityisesti niiden kiinteistöjen kohdalla, joissa oli käytössä sakokaivo.

Yhtenä suurena ongelmana alueella pidettiin myös usean tarkastuskaivon vuotavuutta betonirenkaiden saumasta ja huolettomasti tehtyjen tonttiliitosten juuresta. Putkikaivannoissa olevien vesien tunkeutuessa tarkastuskaivoon ne saattavat myös kuljettaa mukanaan ympäröivää maa-ainesta (Kuva 11), joka voi aiheuttaa tukoksen ja siten viemäritulvan.



KUVA 11. Maa-ainesta Niemeläntien tarkastuskaivossa (Henkilökohtainen tiedonanto 2013)

Maastotutkimusten yhteydessä havaituista vioista laadittiin erillinen lista (LIITE 4), jossa on ongelmakohdat on havainnollistettu kuvan avulla. Samaisessa listassa on myös otettu kantaa ongelma-kohteen suositeltaviin jatkotoimenpiteisiin. Korjauksen tarvetta ei yksityiskohtaisesti arvioitu, mutta selvät vuotokohdat tulisi korjata vuotovesien vähentämiseksi. Osassa tarkastuskaivoista havaittiin myös tukoksia, joita ei erikseen kirjattu listaan, jos ne olivat myöhemmällä tarkastuskerralla huuhtoutuneet pois.

Tutkimusten aikana tarkastuskaivojen lisäksi muissa jätevesiverkoston varusteissa havaittiin myös rakenteellisia ongelmia, joiden ratkaisuun tarvittaisiin jatkotutkimuksia ja yksityiskohtaisia korjaussuunnitelmia. Yhtenä havaittuna ongelmana pidettiin ylivuotoputkien sijaintia, koska niiden kautta ojissa oleva vesi voi päästä suoraan verkostoon, jos vedenpinta nousee sulamisvesien aikaan (KUVA 12).

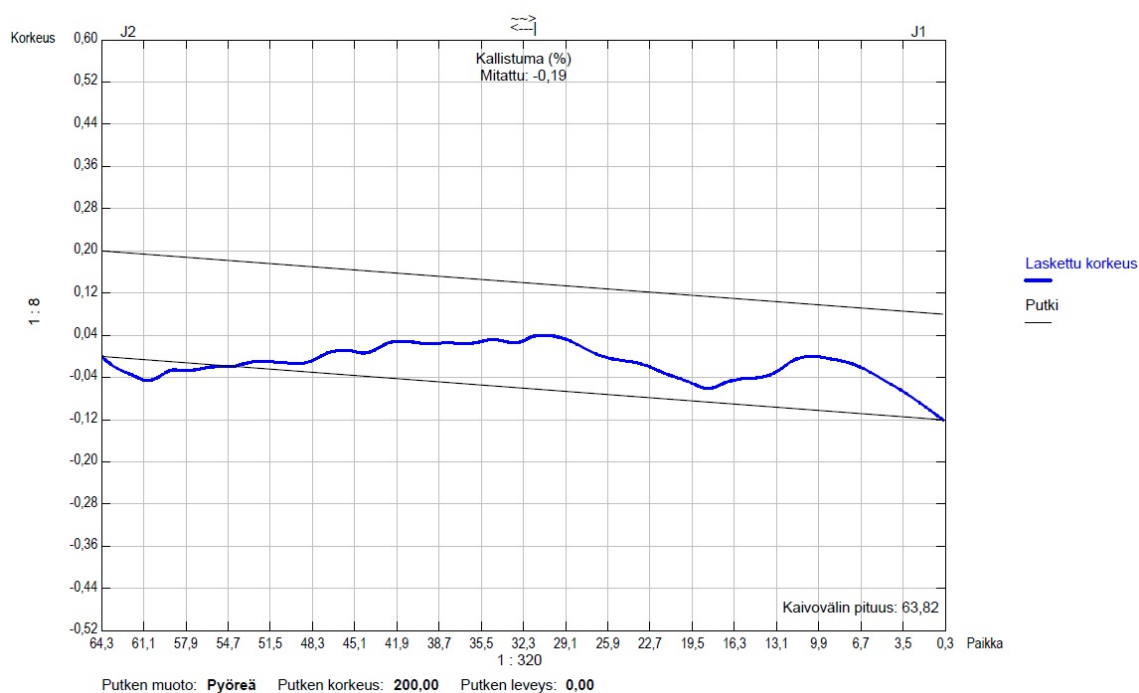


KUVA 12. Välikankaan jätevesipumppaamon ylivuotoputki, ojan vedenpinta ylivuotoputken tasossa. (Henkilökohtainen tiedonanto 2013)

5.5.2 TV-kuvaukset

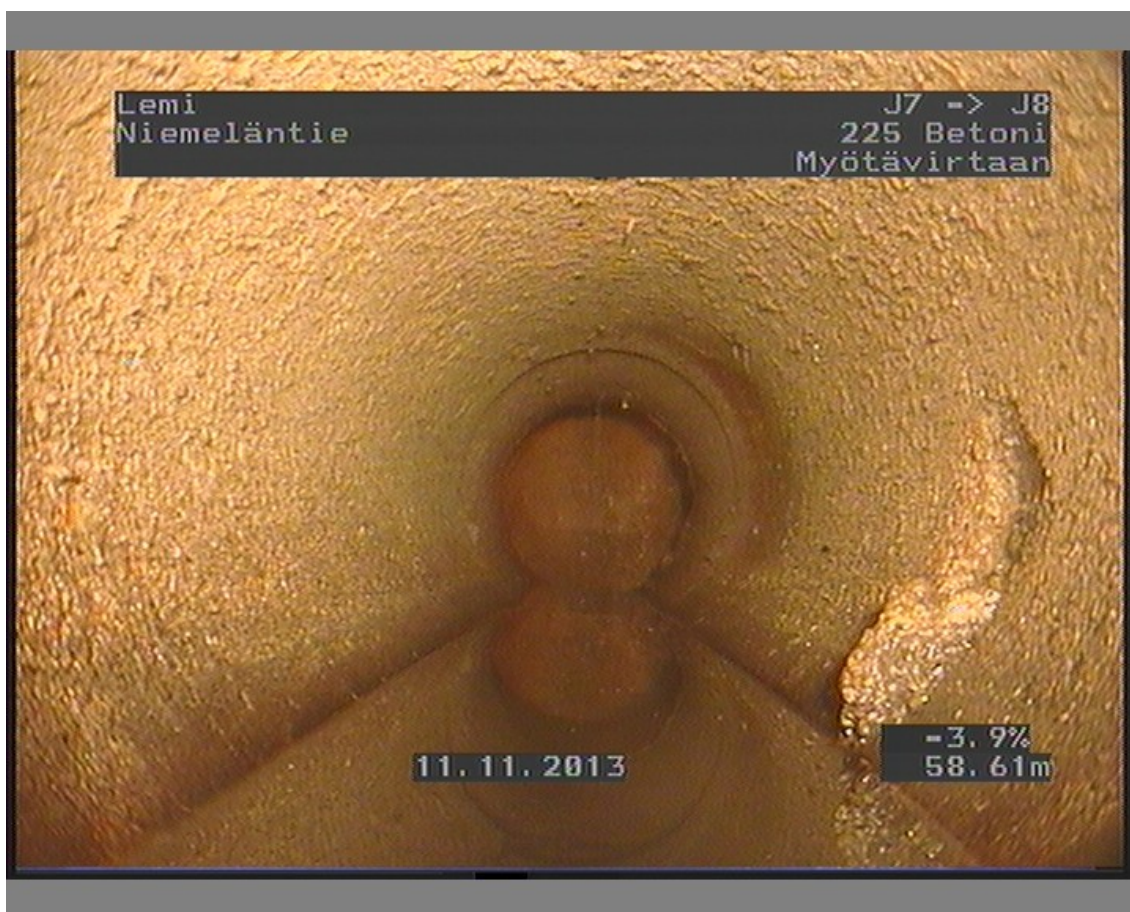
Lemin viemäriverkoston tarvittavat tv-kuvaukset oli tarkoitus suorittaa Vuove-mittausten tulosten saamisen jälkeen, jotta ilmenneitä vuotokohtia voitaisiin tutkia yksityiskohtaisemmin. Lemin Kirkonkylän eräs tarkastuskaivo Reinkorvenkadun alapuolella oli valittu mittauspisteeksi johtokarttojen perusteella Vuove-mittaukseen, mutta kyseisen mittauspisteeseen johdetuista viemäriputkista kenelläkään ei ollut tarkempaa tietoa. Kyseiseen kohteeseen johdetut viemäriputket päätettiin selvittää tv-kuvauksella, johon voitiin liittää lähetin tarkan sijainnin saamiseksi.

Kuvattavan kohteen neljän tarkastuskaivon todettiin muodostavan monimutkaisen rakenteen, joka olisi voitu tehdä alun perin yhtä tarkastuskaivoa käyttäen. Samalla johdettujen viemäriputkien kaltevuudessa ja rakenteessa havaittiin ongelmia. Putkien ympärystyöissä käytetty, luultavasti kivinen maa-aines oli aiheuttanut pistemäisiä muodonmuutoksia putkessa ilman havaittavia rikkoutumia. Viettoviemäriin pituuskaltevuudessa havaittiin myös ongelmia viemäriin viettäessä ajoittain huomattavan paljon väärään suuntaan (KUVIO 3), minkä huomattiin vaikuttavan putken toimintaan keräten kiintoainesta putken pohjalle.



KAAVIO 4. Reinkorvenkadun viettoviemäriin kaltevuus (Eerola-yhtiöt Oy 2013)

Reinkorvenkadun alapuolella olevan mittapisteen lisäksi päätettiin tarkistaa eräältä kesä-asunnolta tulevan betoniputkista tehdyn jätevesiviemärin kunto. Betoniputken kunto haluttiin tarkistaa sen iän sekä järven läheisen sijainnin takia. Kyseissä linjassa havaittiin koko ajan pientä virtaamaa, vaikka sillä ei ollut tiedettävästi käyttöä juuri tuolloin. Tutkittavan osan tarkastuskaivossa havaittiin jo silmämääräisen tarkistelun yhteydessä putken vierestä tarkastuskaivoon tunkeutunut puunjuuri, joka tulisi poistaa ja aukko paikata. Kuvauksen yhteydessä betoniputkessa havaittiin painumien lisäksi yksi vähän vuotava putkirikko (KUVA 13), jonka kautta viemäriin pääsee vettä enemmän pohjaveden pinnan ollessa sateettoman kesän ja syksyn jälkeistä kuvausajankohtaa korkeammalla.



KUVA 13. Putkirikko betoniputken seinämässä (Eerola-yhtiöt Oy 2013)

Betoniputkista tehty viemäri oli tarkoitus kuvata kokonaisuudessaan, koska siltä arveltiin löytyvän myös muita ongelmia sen rakenteellisen iän vuoksi. Tutkimukset jouduttiin kuitenkin päättämään Niemeläntien alaosassa olevaan

betonista tehtyyn tarkastuskaivoon, koska se oli täytynyt kokonaan maaineksella.

Kirkonkylän alueen lisäksi tv-kuvauksia tehtiin myös Kuukanniemi 2 - jätevesipumppaamon työmaalla, koska työmaalla havaittiin erääseen tarkastuskaivoon tulevan useampi putki kuin oli tiedossa. Putkilinjassa havaittiin haaroitus ennen tarkastuskaivoa, mistä kumpikin oli liitetty tarkastuskaivoon eri korkeuksille. Kyseisen liitoksen arveltiin perustuvan jätevesiputken huuhdeltavuuteen ylemmän liitoksen kautta tai vaadittavan liittymiskorkeuden saavuttamiseksi.

5.5.3 Vuove-mittaukset

Vuoden 2013 kesän ja syksyn ollessa hyvin sateettomia viivästyivät Vuove-mittaukset alun perin suunnitellusta aikataulusta todella myöhään syksyyn. Kuivan kesän takia pohjaveden pinta oli todella alhaalla, eikä muutaman päivän sateilla ollut juurikaan vaikutusta jätevesien kokonaisvirtaamaan pumppaustietojen mukaan. Syksyn aikana suurempi virtaamia havaittiin kahtena aiempina ajankohtana, mutta mittauksia ei saatu sovittua juuri niille päiville.

Vuove-mittaukset päätettiin loppujen lopuksi aloittaa marraskuun 21. päivänä, joka oli syksyn viimeisiä ajankohtia ennen talvipakkasia. Mittauspäivänä satoi aamusta lähtien vettä sekä räntää ilmanlämpötilan ollessa + 5 astetta.

Vuove-mittauksen apuna käytettiin Vuove-ohjelmaa, jonka avulla saadaan laskettua vuotovesien osuutta jäteveden virtaamasta. Mittaukset suoritetaan ottamalla näytteitä tarkastuskaivoittain, jolloin muutoksen perusteella saadaan selvitettyä tietyille linjavälille jäävä vuotovesien osuutta. Mittauslaitteena käytettiin veden laadulle tarkoitettua mittauslaitetta. Mittaukset aloitettiin suunnitelmakartan alimmalta mittauspisteeltä Tuomelanpellon alueella.

Tuomelanpellon alueelta siirryttiin Mikonharjuun, josta ei alkuperäisen suunnitelman mukaan päätetty ottaa näytettä olemattoman virtaaman takia.

Mikonharjusta siirryttiin Välikankaan pumppaamolle, johon kaikki Kuukannimestä ja Juvolan pumppaamoilta tuleva jätevesi johdetaan.

Kummaltakin suunnalta tulevalta jätevedestä otettiin näytteet, jonka jälkeen siirryttiin Kuukanniemi 1 -pumppaamon läheisyydessä olevalle mittauspisteelle. Mittauspisteitä lisättiin Raikulitietä haarautuvien osien selvittämiseksi, mutta osa tarkastuskaivoista oli jäänyt asfaltin alle eikä niitä voitu tutkia.

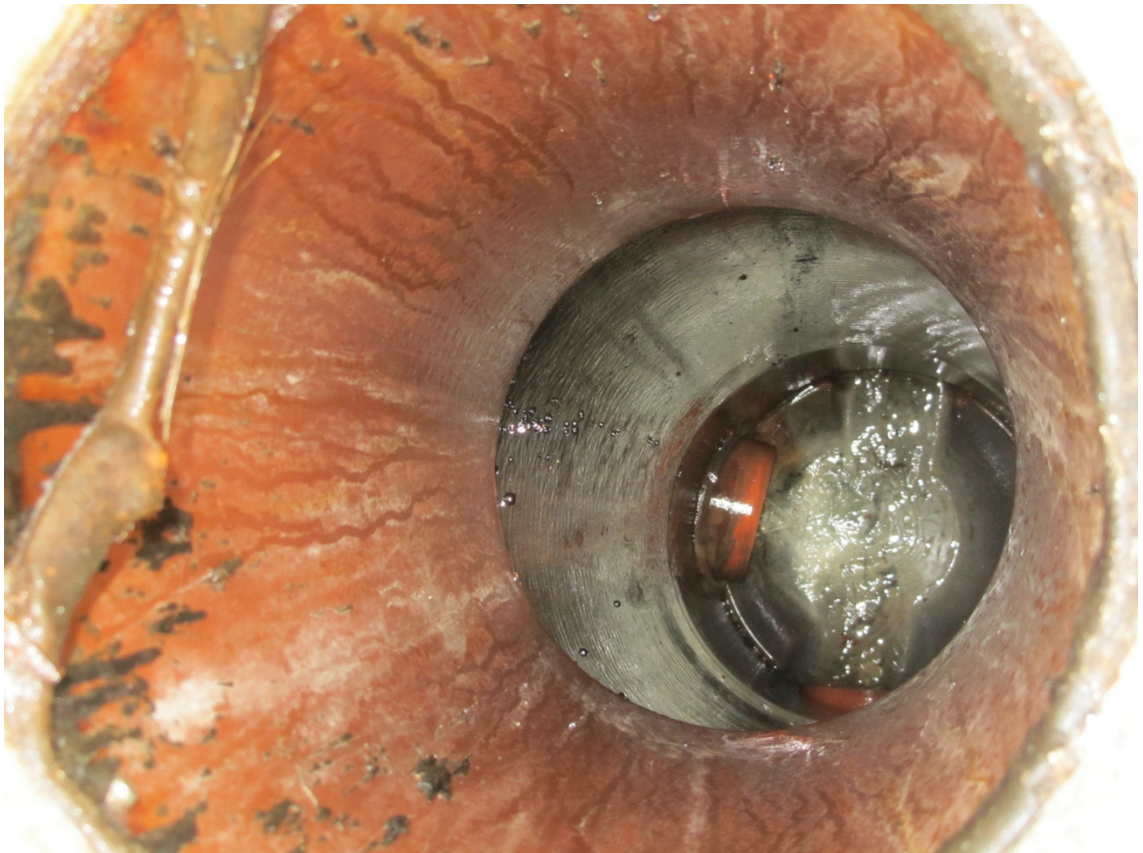
Mittauksia suoritettiin Raikulitietä suunnitelman mukaisesti kohti Kuukanniemi 2 jätevesipumppaamaa, kunnes havaittiin Juvolantien länsipuoliselta alueelta tulevan jätevesivirtaaman sisältävän jonkin verran vuotovesiä. Alueen eri tarkastuskaivoista otettiin näytteet vuotovesien selvittämiseksi, sekä heti mittauksista tehdessä huomattiin tonttiliitosten virtaaman olevan lähes pelkästään vuotovettä.

Kuukanniemi 2 -jätevesipumppaamon läheisyydestä mittaus tehtiin yhdestä kaivosta ja silmämääräisen virtaaman jakauman perusteella lisättiin yksi mittauspiste Katajatien tarkastuskaivoon, koska verkosto haarautuu sen kohdalla. Suurin vuotovesivirtaama todettiin tulevan Neulaskujan alueen verkoston osalta ja sen määräksi noin 0,35 l/s. Lisäksi samaisessa tarkastuskaivossa havaittiin pistepäinen vuoto, josta vettä tuli koko ajan kaivoon. Viimeinen mittauspiste Kuukanniemessä oli Riihipellon jätevesipumppaamon vieressä, mutta kyseisellä alueella ei havaittu suuria vuotovesimääriä.

Kuukanniemen jälkeen siirryttiin tekemään Kirkonkylän alueelle mittauksia, jotka aloitettiin tv-kuvauksen avulla selvitettyä Reinkorvenkadun alapuolella olevalta tarkastuskaivolta. Kyseiseltä mittapisteeltä saatiin otettua näyte Suntionlahden jätevesipumppaamolta tulevasta virtaamasta sekä Palolan ja Teollisuustien pumppaamoiden vaikutusalueiden viettoviemäristä.

Mittauspisteitä edettiin viettoviemäriä vastavirtaan kulkiessa Pietatien kautta kohti Palolan aluetta. Mittaussuunnitelmassa Palolan alueella oli kaksi mittapistettä, joista toinen Palolantien mittapisteistä siirrettiin vähäisen virtaaman vuoksi Vanamotien ja Kanervatien risteykseen. Alueella havaittiin samainen vuoto tarkastuskaivon ja teleskoopin välistä (KUVA 14), joka oli myös havaittu aiemmin tarkastuskaivoja paikallistaessa. Samaisen teleskoopin

havaittiin samalla olevan vinossa, joten kaivon ja teleskoopin välinen tiiviste on voinut hajota tai lähteä paikaltaan mahdollisesti törmäyksen seurauksesta.



KUVA 14. Tarkastuskaivon teleskooppi, läheisestä ojasta vuotaa vettä tarkastuskaivoon teleskooppiputken ja kaivon välistä. (Henkilökohtainen tiedonanto 2013)

Palolan alueelta siirryttiin seuraavaksi tekemään mittauksia Sutionlahden alueelle, jolla oli alun perin suunniteltuja mittauspisteitä eniten Kirkonkylän alueesta. Mittapisteet sijaitsivat pääosin Hakakadulla ja siltä haarautuvilla jätevesiverkoston osilla. Alueen suurimmat ongelmat havaittiin samaisessa tarkastuskaivossa, jota oltiin aiemmin tv-kuvattu yhdeltä betoniputken suunnalta (KUVA 13). Tarkistuskaivoon on myös johdettu toinen muoviputki Niemeläntien ja Niemelänpolun asutusalueelta. Jätevesivirtaamista tehtyjen mittausten perusteella putkien vuotovesien osuus oli betoniputken osalta 100 % ja muoviputken osalta yli 80 %. Betoniputkea ei käyty tarkemmin tutkimaan, mutta muoviputken vuotovesien alkuperäksi Niemelänpolun vuotavat tarkastuskaivot ja kiinteistöjen sakokaivojen kautta tulevat virtaamat.

Suntionlahden alueen jälkeen siirryttiin mittaamaan Mikonlahden alueen vuotovesien osuuksia. Alun perin mittauspisteitä oli suunniteltu vain kaksi, mutta mittaustulosten johdattamana päätettiin Papinkatua tutkia tarkemmin. Papinkadun suunnalta tulevien vuotovesien virtaamaksi saatiin 0,81 l/s, joka vastaisi virtaaman pysyessä koko ajan samana vuositasolla noin 25 500 m³ vuotovettä. Samaisen kadun lähes kaikki tarkastuskaivot vuotavat todella paljon betonirenkaiden saumoista, kuin myös kiinteistöjen jätevesiputkien ympäriltä (KUVA 15). Yhdessä tarkastuskaivossa havaittiin salaojaputki sekä kaksi putkea, joista ei ollut tietoa. Toisesta tuntemattomasta putkesta vuoti 100 % vuotovettä, jonka arvioitiin mittausten perusteella olevan lähes puhtaampaa ja kylmempää kuin vesijohtoverkoston talousveden. Mikonlahden alueen mittausten yhteydessä vuotovesiä havaittiin paljon myös yhdessä Alakujan verkostonosan tarkastuskaivossa, jossa Riihitien suunnalta tulevan muoviputken ympäriltä tuli paljon vettä.



KUVA 15. Papinkadun kaivo, renkaiden saumoista ja tonttiliittymien ympäröivästä vuotava tarkistuskaivo (Henkilökohtainen tiedonanto 2013)

Vuove-mittausten tulokset kertovat tilanteen syksyn vuotovesien osalta, mutta kevään vuotovesien aikaan kokonaisvirtaaman ollessa suurempi joidenkin

alueiden vuotovesien osuus saattaa muuttua suhteessa suuremmaksi. Havaittujen ongelmakohtien arvioitiin myös olevan suurin syy kevään vuotovesien syntyperäksi maaston vaikutuksen ja varusteiden sijainnin perusteella.

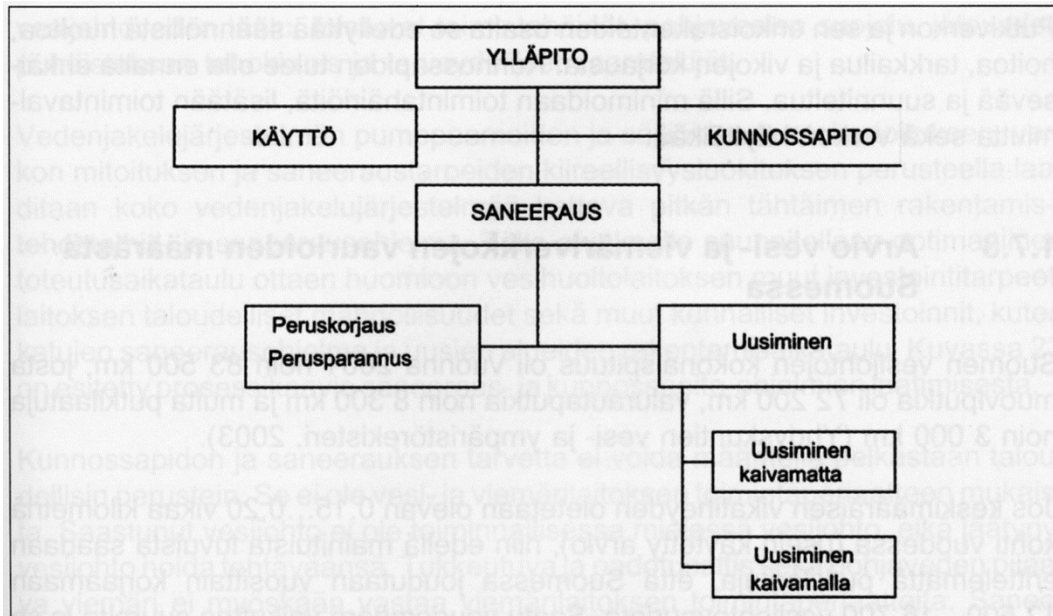
6 Jätevesiverkoston saneeraus

6.1 Verkoston ylläpito ja saneeraustarve

Vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen kasvaessa ovat viemäri- ja vesihuoltolaitokset suuren haasteen edessä lähivuosina. Vanhentuneiden ja rikkonaisten rakenteiden saneeraustöiden kustannukset ovat jo ylittäneet uudisrakentamisen tason. Jätevesiverkoston saneerausta lykätään yleensä vesijohtoverkoston korjausta pidempään, koska jätevesiverkoston vuodot eivät ilmene välttämättä niin selvästi kuluttajille.

Vesilaitos tehtävä on huolehtia verkostojen ylläpidosta, ja siten sillä on vastuu verkoston käytöstä sekä kunnossapidosta. Vesihuoltoverkoston kunnossapitoon kuuluu erittäin oleellisesti kunnan tarkkailu, huoltotoimenpiteet ja paikalliset korjaukset. Pitkä kunnossapidon laiminlyönti johtaa miltei välttämättä verkoston saneeraukseen.

Jätevesiverkoston saneeraus käsittää peruskorjauksen ja -parannuksen lisäksi verkoston uusimisen (KUVA 16). Jätevesiviemäreiden uusiminen on mahdollista tehdä kaivamalla uusi rakenne vanhan tilalle tai hyödyntäen muita kehittyneempiä saneerausmenetelmiä.



Kuva 16. Ylläpidon terminologia (RIL 237-1 2010, 87)

Teoreettiselta pohjalta verkoston saneerauksen tarve on välttämätön, jos vuosittaiset korjaus- ja muut ylläpitokustannukset alkavat olla lähes samalla tasolla kuin uuden rakenteen kustannukset. Saneeraustarvetta ei voida tarkastella pelkästään taloudelliselta kannalta, koska se johtaa helposti lähes käyttökelvottomiin rakenteisiin. Yleisimpiä syitä jätevesiverkoston saneeraustarpeelle ovat rakenteiden heikkeneminen ajansaatossa, verkostoon toimintaan vaikuttavat tekijät ja muista tekijöistä johtuvat syyt, kuten olosuhteiden muuttuminen rakenteen yläpuolella.

Viemäriverkoston välittömään saneeraukseen johtavia syitä yleisesti ovat jatkuvasti esiintyvät putkirikot, tukokset, ilmeinen sortumisvaara tai se, että vuotojen osuus ylittää hyväksytyt rajat.

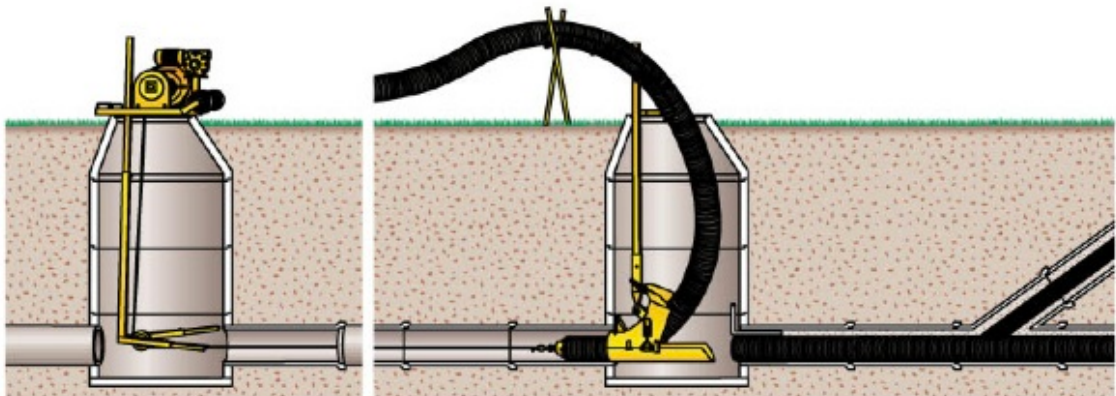
Jätevesiverkoston saneerausmenetelmän valintaan vaikuttaa useat eri asiat, mutta yleisimpiä pääkohtia ovat saneerattavan kohteen tekniset tekijät, taloudelliset tekijät, mahdollisten haittojen vaikutus ulkopuolisille ja oman kunnan työllistämisen näkökohta. Tarkkojen lähtötietojen, suunnitelmien ja eri tekijöiden vaikutusten arvioinnin perusteella voidaan päättää, tuleeko saneeraus suoritaa kaivamalla vai jotain muuta menetelmää käyttäen. Viemäriverkoston saneerausta suunnitellessa tulee myös arvioida samassa

kaivannossa olevan vesijohdon saneeraustarvetta, koska tuolloin saneeraus suoritetaan yleensä kaivamalla. (RIL 142-2 2004, 647-654.)

6.2 Saneerausmenetelmät

Pitkäsujutus

Pitkäsujutus on jätevesiviemäreille kuin myös vesijohdoille sopiva saneerausmenetelmä. Saneerattavan putken sisälle vedetään yhtenäiseksi hitsattu tai liitetty putki, jonka tarkoitus on muodostaa uusi tiivis putki vanhan sisään. Kyseinen menetelmä on ennen jouduttu tekemään työkaivantoja käyttäen, mutta nykyisillä menetelmillä pitkäsujutus saadaan tehtyä tarkistuskaivojen kautta (Kuva 17). Viemäri voi olla käytössä kyseisen saneerausmenetelmän aikaa. Saneerattavan ja uuden putken väliin jäävä välitila suositellaan täyttämään vaahdotetonilla. (RIL 124-2 2004, 663; Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010.)

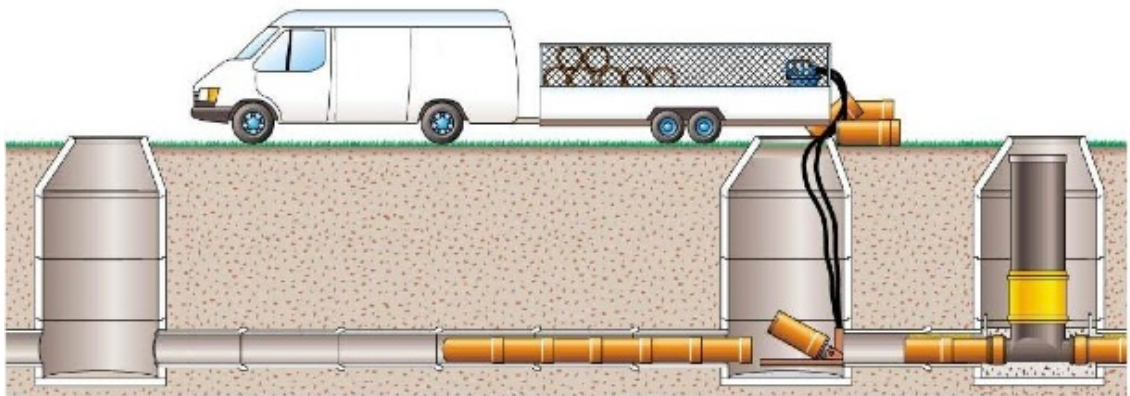


Kuva 17. Pitkäsujutus (Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010)

Pätkäsujutus

Pätkäsujutus on viemäriputkille soveltuva saneerausmenetelmä, saneerattavaan putkeen työnnetään lyhyistä putkista koostuva uusi putki hydraulista laitetta hyödyntäen. Työnnettävän putken pituus määräytyy tarkistuskaivon tilan mukaan (Kuva 18). Saneerattavassa putkessa ei saa olla jyrkkiä mutkia, jotta sujutettava putki liitoksineen saadaan työnnettyä. Pätkäsujutuksen aikana viemäri voi myös olla käytössä ja välitila tulisi täyttää

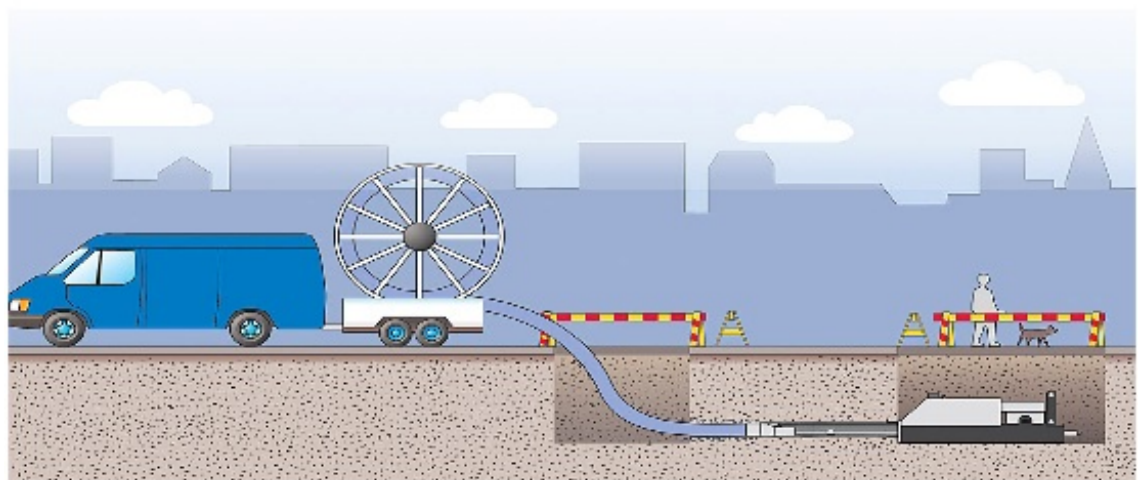
betonivaahdolla. (RIL 124-2 2004, 664; Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010.)



Kuva 18. Pätkäsujutus (Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010)

Pakkosujutus

Pakkosujutus on jätevesiviemäreille ja vesijohdoille sopiva saneerausmenetelmä. Menetelmässä saneerattavaan putkeen vedetään työkaivannon kautta putkimurskain, joka murskaa saneerattavan putken. Putkimurskain vetää uuden putken samalla vanhan tilalle (Kuva 19). Kyseisellä menetelmällä voidaan hyvissä olosuhteissa saada sujutettua alkuperäistä suurempi putki. (RIL 124-2 2004, 664; Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010.)



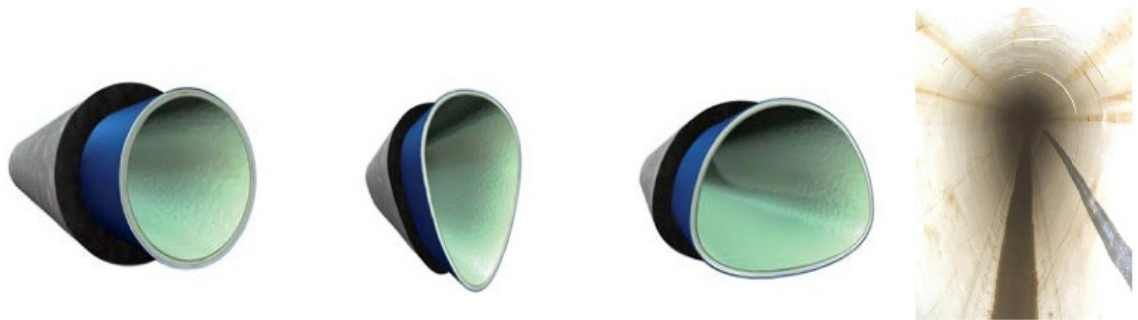
Kuva 19. Pakkosujutus (Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010)

Puristussujutus

Puristussujutus on pitkäsujutuksen kaltainen saneerausmenetelmä, joka soveltuu viemäreille ja vesijohdoille. Puristussujutuksessa sujutettava putki pienennetään mekaanisesti ennen paikalleen vetoa, jonka jälkeen putki palaa vuorokauden kuluessa entiseen muotoonsa. Kyseinen saneerausmenetelmä sopii 150 - 900 mm halkaisijaltaan oleviin putkikokoihin. (RIL 124-2 2004, 664–665; Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010.)

Sukkasujutus

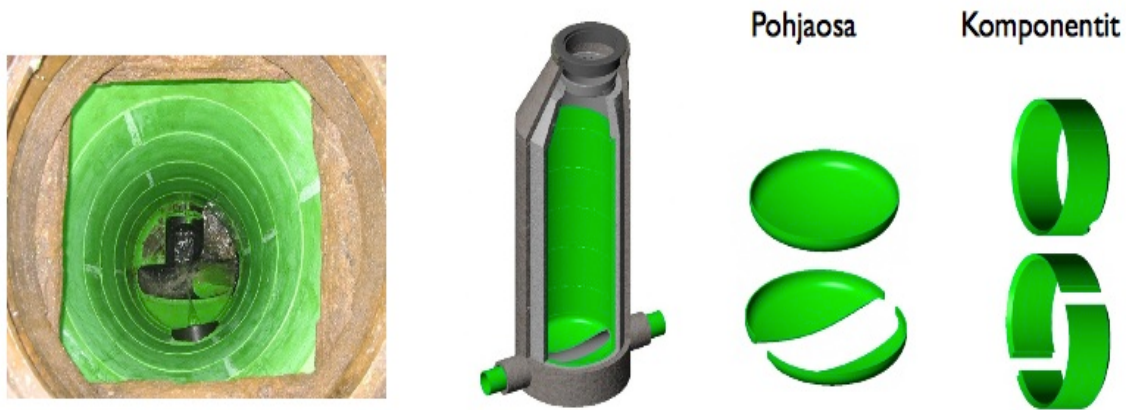
Sukkasujutus on käytetyin saneerausmenetelmä ilman kaivamista. Saneerausmenetelmässä hartsilla kyllästetty saumaton putki asennetaan vetämällä tai kääntömenetelmällä saneerattavan putken sisään (Kuva 20). Asennettu putki saadaan muotoutumaan saneerattavan putken muotoon ilman tai vedenpaineen avulla, jonka jälkeen hartsia kovetetaan lämpöä tai uv-valoa käyttäen. Sukkasujutus soveltuu kaikille putkityypeille, joiden halkaisija on 50 - 3000 mm. (RIL 124-2 2004, 665; Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010.)



Kuva 20. Sukkasujutus (Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010)

Kaivojen panelointi

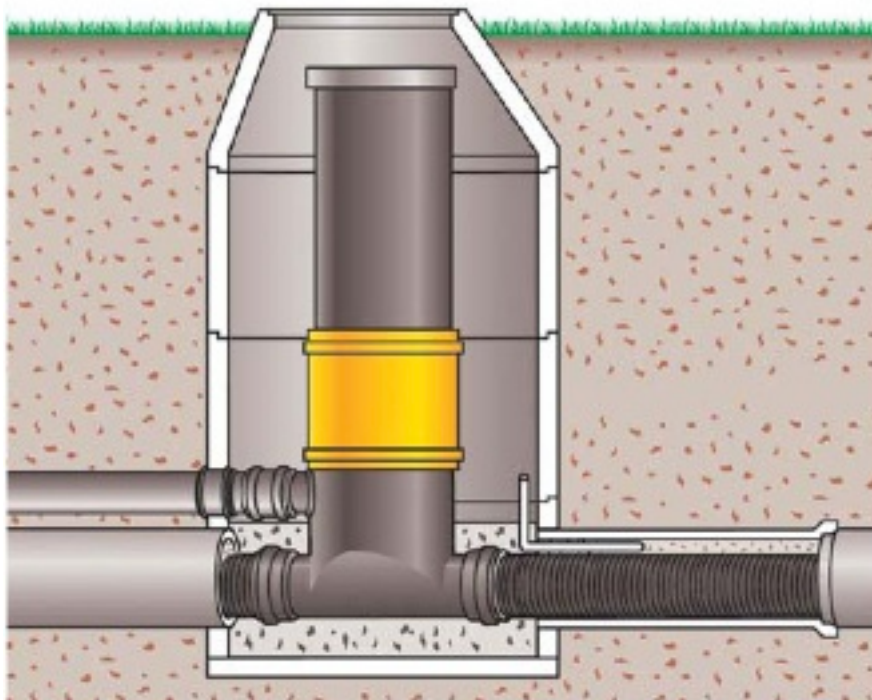
Panelointi on saneerausmenetelmä, jota voidaan myös käyttää kaivojen lisäksi suurissa viettoviemäreissä. Panelointi suoritetaan käsityönä liittämällä elementtiosia toisiinsa ekstruusiohitsauksella. Saneerattavan kaivon tai putken tulee olla tarpeeksi suuri, jotta asennus saadaan tehtyä miestyönä. (RIL 124-2 2004, 665; Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010.)



Kuva 21. Tarkastuskaivon panelointi (Kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010)

Kaivon saneeraus korjauskaivolla tai tarkastusputkella

Saneerattavan betonisen tarkastuskaivon sisälle voidaan asentaa uusi muovinen tarkastuskaivo tai -putki (Kuva 22). (RIL 124-2 2004, 665–666; Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010.)



Kuva 22. Korjauskaivo betonikaivon sisällä (Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010)

Kaivon ruiskubetonointi

Syöpyneiden ja vuotavien betonikaivojen saneeraus voidaan tehdä kaivon sisäpuolen ruiskubetonoinnilla. Kyseinen menetelmä soveltuu betonikaivoihin, koska se vie ainoastaan raudoituksen ja sementtilaastin vaatiman tilan kaivon sisäpuolelta. Ensiksi vuotokohdat täytetään injektoimalla, jonka jälkeen asennetaan tarvittaessa teräsverkko ennen sementtilaastin ruiskuttamista. Ruiskubetonoinnin jälkeen sementtilaastikerros tasoitetaan ja muotoillaan poistaen samalla ylimääräinen sementtilaasti (Kuva 23). (RIL 124-2 2004, 666; Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010.)



Kuva 23. Kaivon ruiskubetonointi (Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, FiSTT 2010)

7 Yhteenveto

7.1 Tulokset

Jätevedenpumppaamoiden virtaamatietojen sekä sadannan perusteella saatiin arvioitua vuotovesien alueellisia vaikutuksia. Valitettavasti kuitenkin jätevedenpumppaamoiden virheellisistä ja puuttuvista tiedoista johtuen alueellisten virtaamatietojen tutkinta ei tuottanut aivan haluttua tulosta.

Suurimmat vaihtelut jätevedenvirtaamissa havaittiin Mikonlahden ja Kuukanniemi 2:n alueella, joilla arvot saattoivat nousta hetkellisesti 5-kertaisiksi sääolosuhteista johtuen. Suntionlahden jätevesipumppaamon virtaamamittauksen tietojen puuttumisen ja suurien virtaamien välillä huomattiin myös selvä yhteys.

Kevään sulamisvesien aikaan Kirkonkylällä suoritettujen silmämääräisen tarkastelun ja tarkastuskaivojen kunnon arvioimisen yhteydessä havaittiin useita ongelmia, joista laadittiin erillinen Vikalista (Liite 4). Yleisimpiä ongelmia olivat tukkeutumat, kaivoon tunkeutuneet juuret ja tarkastuskaivojen vuotavuus.

Silmämääräisesti vuotovesien tarkan määrän arviointi on hyvin vaikeaa, mutta Kirkonkylän suurimmat virtaamat havaittiin Mikonlahdessa Papinkadulta.

Syksyn 2013 aikana selvitettiin robottikameran avulla Reinkorvenkadun mittapisteeseen yhdistetyt jätevesiviemärit, jolloin kyseisissä putkilinjoissa havaittiin painaumia ja muutamia kivien aiheuttamia muodonmuutoksia.

Lahnajärven rannan läheisyydessä olevan betonisen jätevesilinjan kuvauksen yhteydessä havaittiin myös huomattavia painumia sekä putkirikko. Betoniputken seinämästä oli irronnut pala, jonka kautta vettä pääsi tunkeutumaan viemäriin. Kyseisen jätevesilinjan tarkastuskaivon havaittiin tukkeutuneen, mikä esti jäteveden virtaaman täysin.

Vuove-mittauksen yhteydessä havaitut ongelmat sijaitsivat pääosin samoilla alueilla, jotka oli saatu selville jätevedenpumppaamoiden virtaamien perusteella. Silmämääräisesti huomioitujen ongelmakohtien lisäksi Vuove-mittauksilla havaittiin useita puhdasta vettä vuotavia tonttiliitoksia. Suuria vuotovesien osuuksia havaittiin myös muutamalla viemäriinjalla, joita oli Kuukanniemi 2:n, Mikonlahden ja Suntionlahden alueilla.

Kuukanniemi 2:n alueella suurin jäteveden sisältä vuotoveden osuus havaittiin Katajatieltä Neulaskujan suuntaan haarautuvalta verkoston osalta, jolla vuotovesien virtaamaksi saatiin noin 0,35 l/s.

Mikonlahden alueella vuotovettä kertyi eniten Papinkadun osalta, jolla vuotovesien virtaamaksi saatiin noin 0,8 l/s. Papinkadulla havaittiin myös

erääseen tarkastuskaivoon johdetun putken virtaaman olevan lähes talousvettä kylmempää ja puhtaampaa.

Suntionlahden alueella mittausten aikana havaittiin aiemmin kuvatus betonilinjan virtaaman olevan puhdasta vuotovettä. Betonilinjan kanssa samaiseen tarkastuskaivoon johdetun Niemelänpolun suunnalta tulevan jätevesilinjan virtaaman vuotoveden osuudeksi mitattiin noin 80 %.

Kyseisillä alueilla tehtiin myös useita lisämittauksia, joiden avulla saadaan tarkasti laskettua vuoto-osuudet mittapisteiden välille jäävälle jätevesilinjan osuudelle. Valitettavasti raportti kyseisistä mittaustuloksista ei ehtinyt valmistua tähän vuotovesiselvitykseen. Sen perusteella olisi voitu tehdä havainnollistava kartta eri verkoston osien vuotovesistä.

7.2 Jatkotoimenpiteet

Tämän vuotovesiselvityksen tutkimusten yhteydessä havaittujen ongelmien korjaaminen vaatii lähes aina tapauskohtaista suunnittelua (LIITE 4). Yksittäisiä helposti korjattavia vikoja ovat paikaltaan siirtyneet tarkastuskaivojen kannet ja kaivojen korottaminen, jotta saadaan estettyä vuotovesien pääsy viemäriverkostoon tarkastuskaivon kansien kautta (KUVA 5). Tarkastuskaivon ja teleskoopin välisen tiivisteiden vuotaessa, joudutaan miltei poikkeuksetta tarkastuskaivon ympäryks kaivamaan auki tiivisteiden paikalleen laittamiseksi (KUVA 14).

Tarkastuskaivojen saneeraukset tulee suunnitella aina tapauskohtaisesti. Tarkastuskaivoon johdettujen tonttiliitosten sekä kaivonrenkaiden tiiveys tulisi tarkistaa ja helposti korjattavat ongelmakohdat paikata huolellisesti esimerkiksi laastilla. Tarkastuskaivojen yksittäiset viat saadaan korjattua suhteellisen pienillä kustannuksilla, mutta suuremmat jätevesilinjojen saneeraukset tulee suunnitella huolella eri saneerausmenetelmien etuja ja haittoja arvioiden.

Jätevesilinjan saneerausta suunnitellessa tulee huomioida myös samaisen verkoston osan tarpeet vesijohdon saneeraukselle sekä hulevesiverkoston rakentamiselle. Yksittäistä jätevesilinjan osaa saneeratessa ei vesijohtoa ja hulevesiviemäriä yleensä huomioida.

Papinkadun tarkastuskaivojen havaittiin vuotavan todella paljon tonttiliitosten ympäriltä ja kaivonrenkaiden välisestä saumasta. Kyseiset tarkastuskaivot ovat akuutin korjauksen tarpeessa, jotta viemäriverkoston tunkeutuvien vuotovesien määrää saataisiin vähennettyä. Papinkadun erääseen tarkastuskaivoon johdetun putken puhdasvesivuodon alkuperä tulisi myös selvittää.

Vuove-mittausten raporttia hyödyntäen voidaan arvioida eri verkoston osien saneeraustarvetta, jonka jälkeen valittuun kohteeseen tulee suorittaa yksityiskohtaisempia tutkimuksia tarkan ongelmakohtan löytämiseksi esimerkiksi tv-kuvauksella.

Suntionlahden tukkeutuneen betoniviemäriin kohtaloa tulee pohtia kiinteistön omistajan kanssa, koska yhden kesäasunnon vähäistä käyttöä ajatellen on sen saneeraus suhteellisen kallista. Viemäri ei ollut tutkimushetkelläkään toimintakuntoinen. Maastollisesti kyseinen kiinteistö sijaitsee hankalassa paikassa, eikä viettoviemäriä siksi voi johtaa toisaalle. Viettoviemäriin saneerauksen sijaan tulee miettiä myös muita ratkaisuja kiinteistön jätevesien pois johtamiseksi. Kustannusten takia tulisi harkita kiinteistökohtaista pientä jätevedenpumppaamaa, joka voidaan liittää läheiseen tarkastuskaivoon tai paikallista umpisäiliötä jätevesille.

Suntionlahden jätevesipumppaamon yhteyteen tulisi harkita erillisen umpisäiliön asentamista häiriötilanteiden ylivuotovesiä varten, jolloin jätevesien pääsy suoraan vesistöön nykyisen ylivuotoputken kautta voitaisiin estää.

Jätevesipumppaamon virtaama lasketaan pumppujen tuoton ja käyntiajan perusteella. Nykyiset oletusarvot pumppujen tuotoille antavat selvästi virheellisiä tuloksia jätevesipumppaamoiden virtaamissa, minkä vuoksi pumppujen tuottojen arvot tulisi kalibroida. Kalibrointi suoritetaan käyttämällä yhtä pumppua kerrallaan käsikäytöllä tietyn aikaa ja samalla seurataan kuinka paljon on kyseisenä aikana on saatu pumpattua jätevettä pois astiasta. Jätevedenpumppaamo toimii kyseisessä kalibroinnissa astiana, jolloin pumpatun jäteveden määrä voidaan laskea pumppaamon säiliön pohjan alan ja pumppauksen aikana alentuneen veden pinnan tuloksena.

Lähteet

Tietoa kunnittain 2013. Tilastokeskus <http://tilastokeskus.fi> (Luettu 24.1.2013)

Pitäjä ison kiven takana – Lemmin historia 2009. Lemmin Kotiseutuyhdistys ja Lemmin kunta

Lemmin kunnan verkkosivut 2013. <http://www.lemi.fi> (Luettu 8.3.2013)

Katko, S. 1996. Vettä! Suomen vesihuollon kehitys kaupungeissa ja maaseudulla. Tampere: Hämeen kirjapaino Oy

Silfverberg, P. 2007. Vesihuollon kehittämisen suuntaviivoja. Helsinki: Vesi- ja viemärilaitos, monistesarja numero 20

MMM 2005. Työryhmämuistio, Vesihuollon erityistilannetyöryhmän loppuraportti

MMM 2010. Vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän loppuraportti. Vesihuoltolaki, 2001

Kemira Oy 2004. Lemmin vesihuollon auditointi

PÖYRY 2013. Etelä-Karjalan maakunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma 2013–2050

Vesala, H. 2013. Lemmin entinen tekninen johtaja, haastattelu ja puhelinkeskustelut kevään 2013 aikana

RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu 2010. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Lappeenrannan Lämpövoima Oy 2013. Lappeenrannan jätevesien käsittelyn ympäristövaikutusten arviointi, lausunto K-S ELY-keskukselle

Karttunen, E & Tuhkanen, T & Kiuru, H. 2004. RIL 124-2-2004 Vesihuolto 2. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Vuove-Insinöörit Oy 2013. Puhelinkeskustelut ja verkkosivut <http://www.vuove.fi>

Forss, A. 2005. Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteita, opinnäytetyö. Helsinki: VVY 2015

FCG 2013. Savukoe-esite (Luettu 4.4.2013)

FCG 2013. Puhelinkeskustelut Lappeenrannan ja Jyväskylän toimipisteiden työntekijöiden kanssa kevään 2013 aikana

Labkotec 2013. Puhelinkeskustelut Etelä-Suomen toimipisteen edustajien kanssa kevään 2013 aikana

FiSTT 2010. Putkistojen kaivamattomat saneerausmenetelmät, Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistys ry. Saatavissa:
http://www.fistt.net/pdf/FiSTT_Saneerausmenetelmat_2010.pdf

Vuove-Insinöörit Oy
Timo Tammenlarva
Korvenojantie 44
05200 Rajamäki

TARJOUS

2.6.2013



Lemin kunta
Tekninen osasto
Osastopäällikkö Markku Immonen
Toukkalantie 2
54710 Lemi



Tarjouksemme VUOVE / 2.6.2013

Viemäriverkoston vuotovesitutkimus Lemin kunnan alueella

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme viemäriverkoston vuotovesitutkimusta seuraavasti:

Tutkimuksen hinta:

Mittaussuunnitelmaan on merkitty 17 mittapistettä, joista mitataan 12. Suunnitelman mukaisen tutkimuksen hinta on _____ € (alv. 0 %). Tarvittaessa viiden poisjätetyn mittapisteen avulla tarkennetaan vuotoalueita tähän samaan hintaan.

Mittapisteiden paikkoja voidaan tarvittaessa muuttaa.

Tarjouksen sisältö:

Tarjoushinta on kokonaishinta. Siihen sisältyy Vuove-mittaukset kentällä, raportointi, raportin esittely asiakkaalle, mitattujen kaivojen valokuvaaminen, tulokset, matkat, päivärahat, yöpymiset ja kaikki muut kulut.

Kenttätöiden aikataulu:

Kenttätöiden aikana vuotovettä pitää olla riittävästi liikkeellä.

Yleistä mittauksista:

- Mittauspiste on tarkastuskaivo.
- Mittaukset suoritetaan tarkastuskaivoon tulevista putkista.
- Vuototutkimustulokset toimitetaan sekä paperi-, että digitaalimuodossa (*.dwg, *.pdf, *.doc).

Lisäksi:

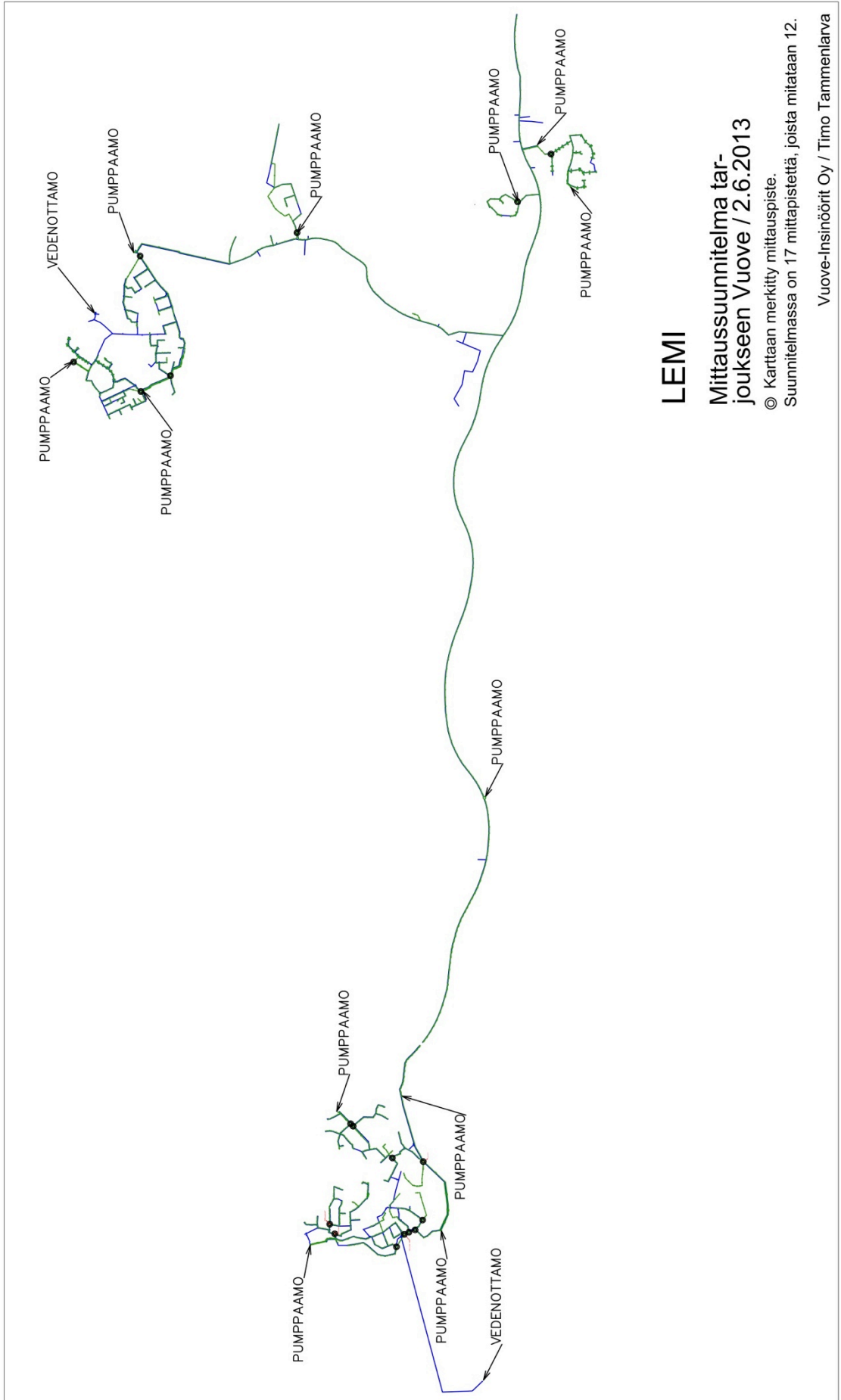
- Asiakas huolehtii mittapisteiden löytymisestä ja auki saamisesta.
- Asiakas toimittaa tarvittaessa tutkittavasta alueesta johtokartat.
- Työ laskutetaan, kun raportti on esitelty ja hyväksytty.
- Tarjous on voimassa 2.9.2013 asti.

LIITTEET: Mittaussuunnitelma

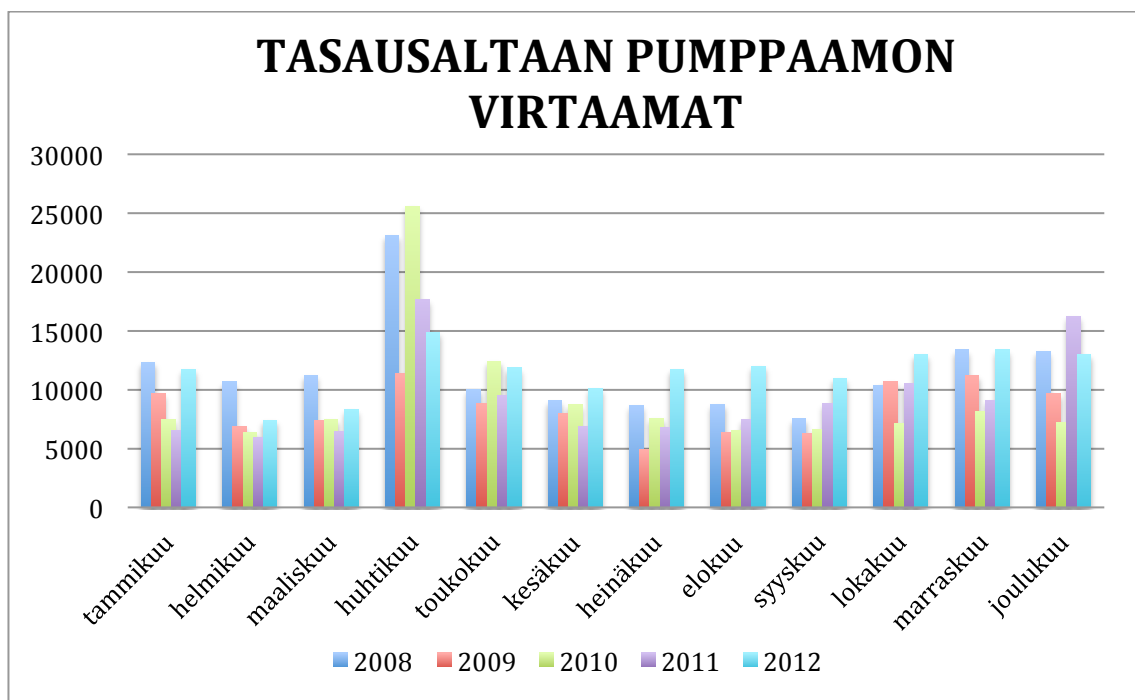
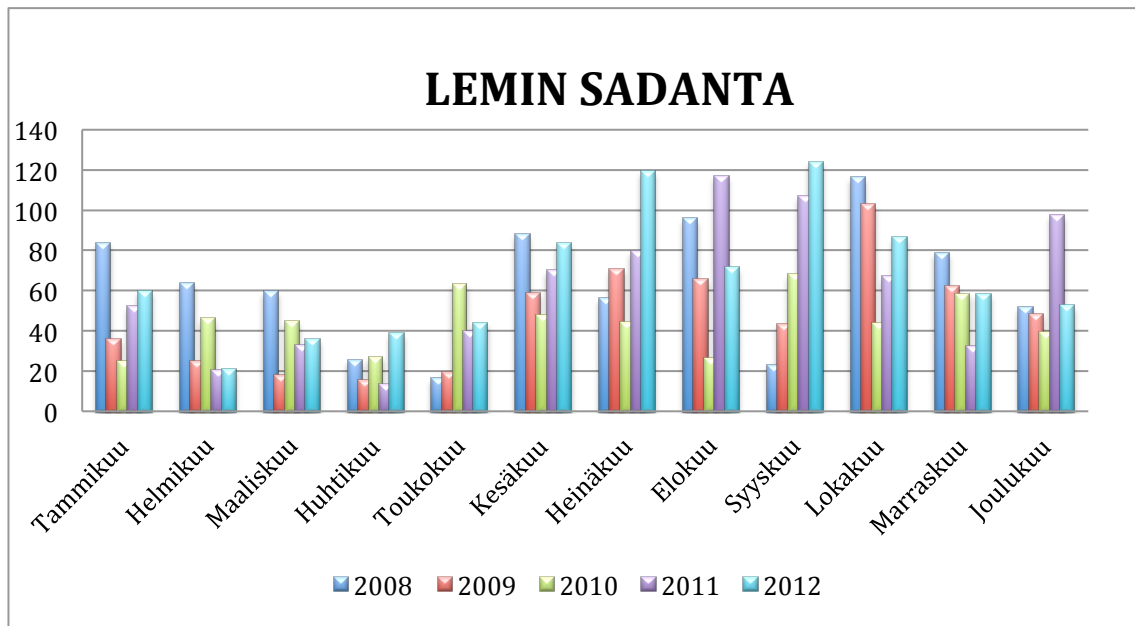
Yhteistyöterveisin

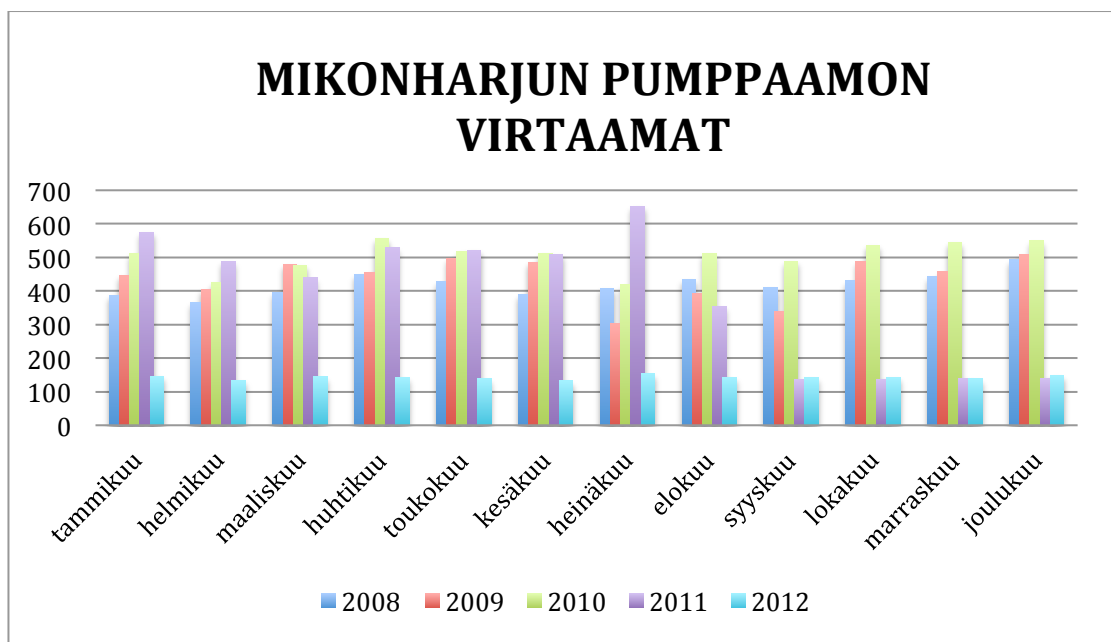
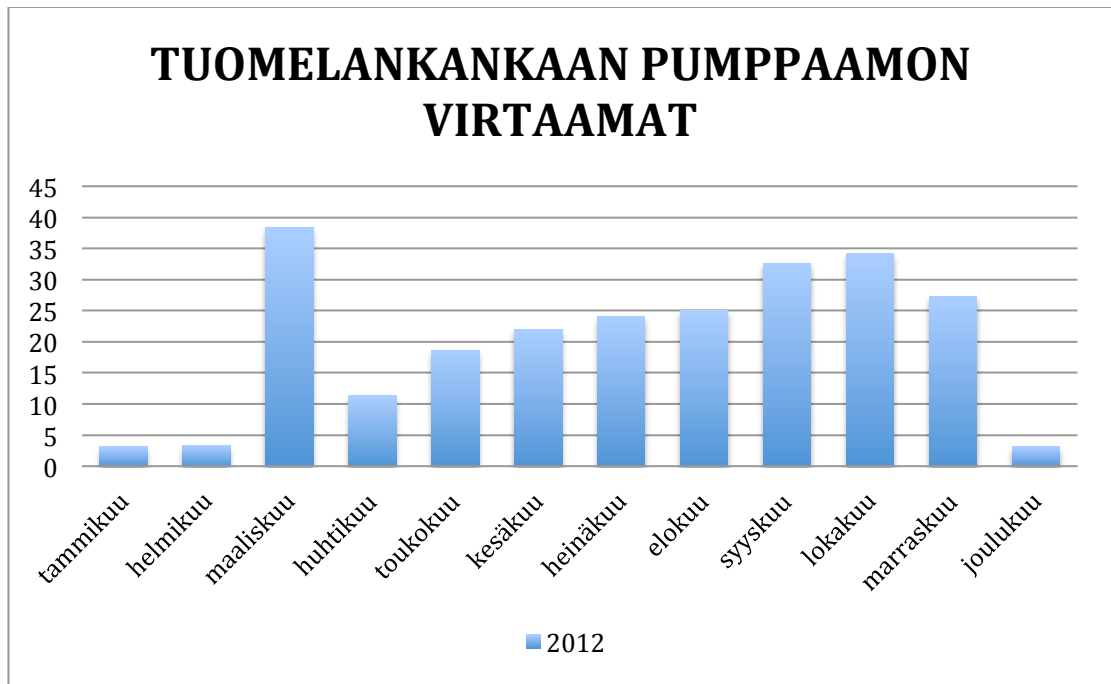
Vuove-Insinöörit Oy / Timo Tammenlarva

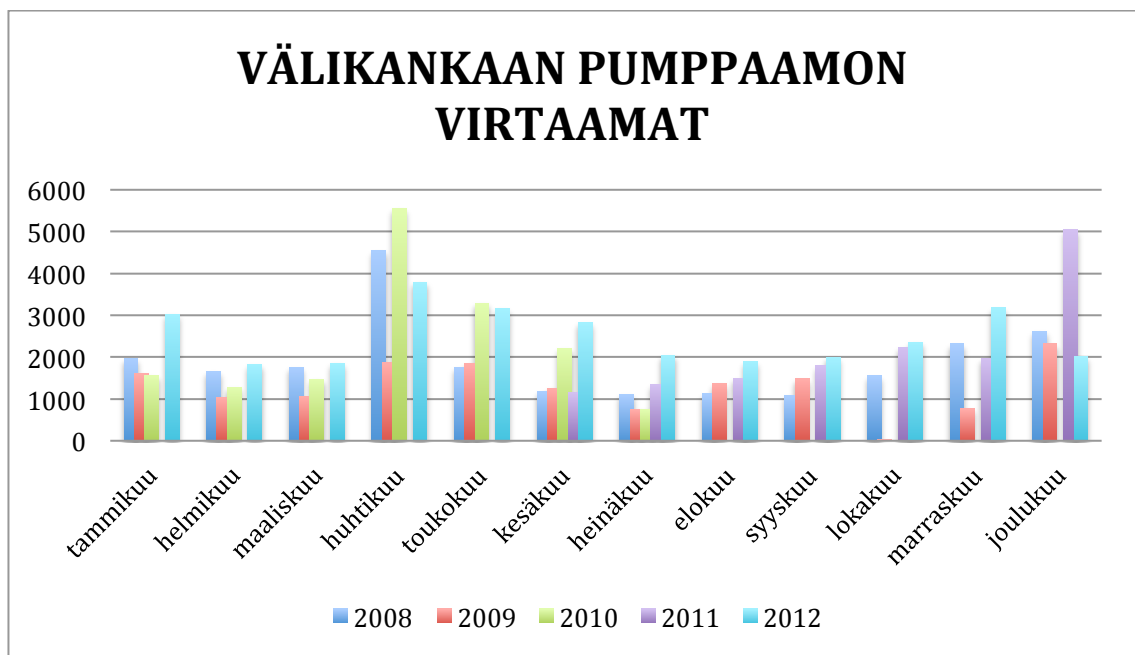
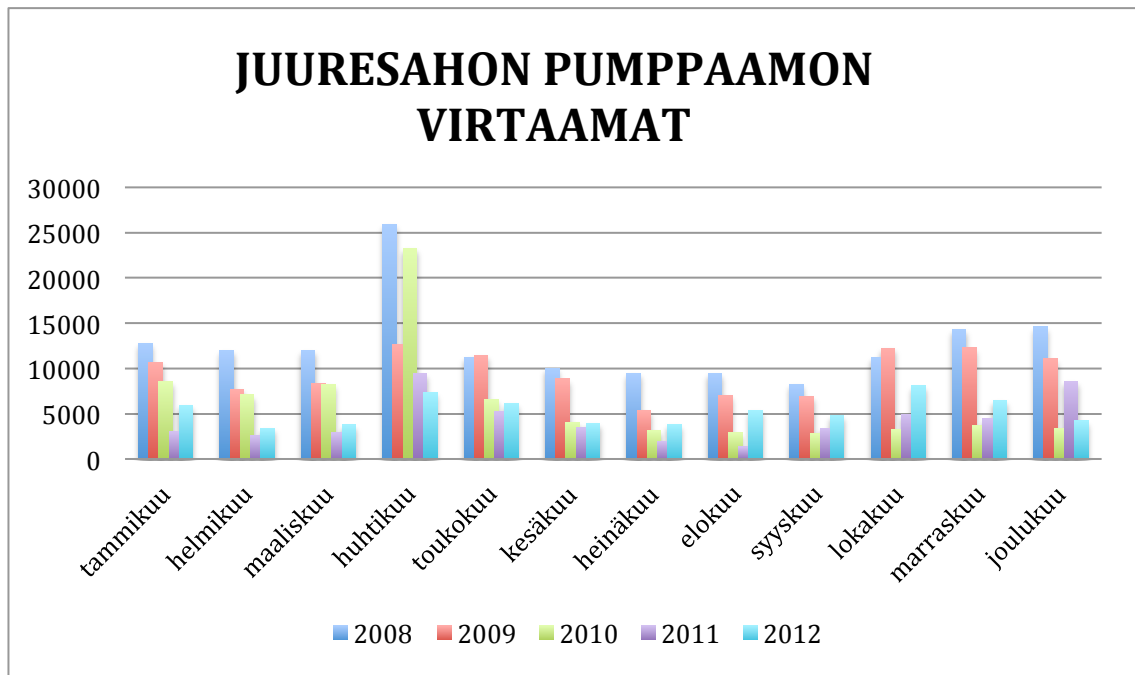
LIITE 1 VUOVE-TARJOUS

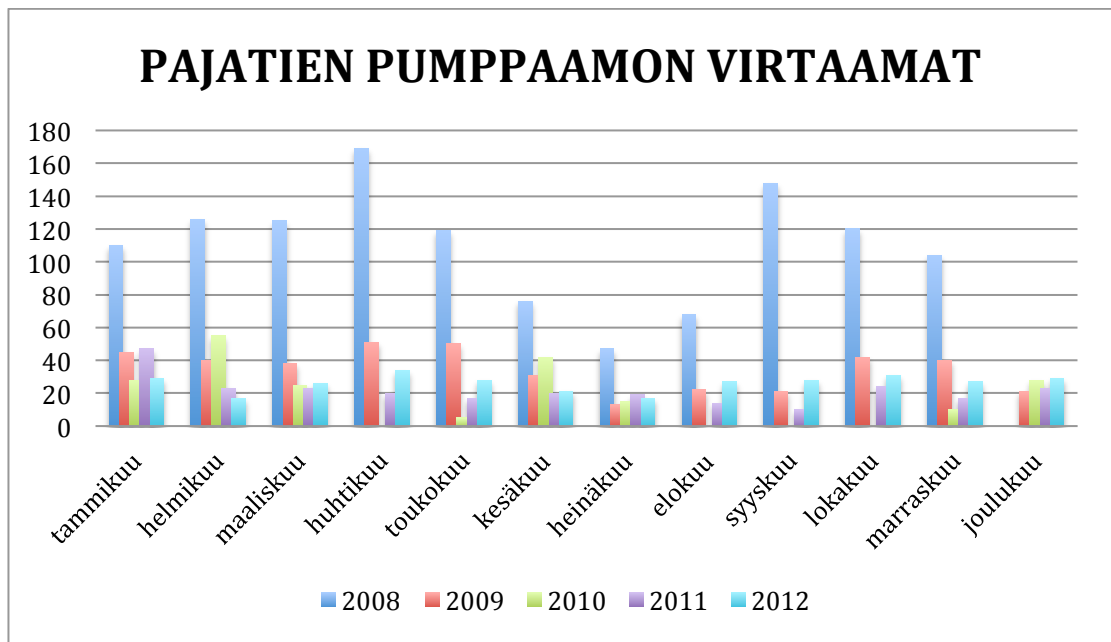
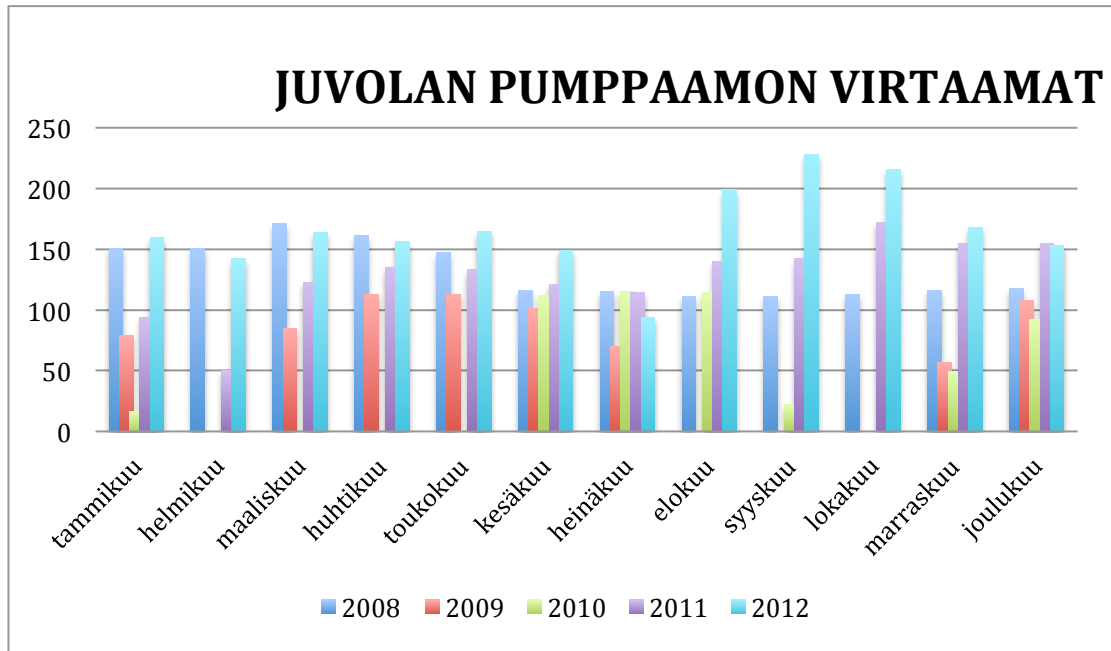


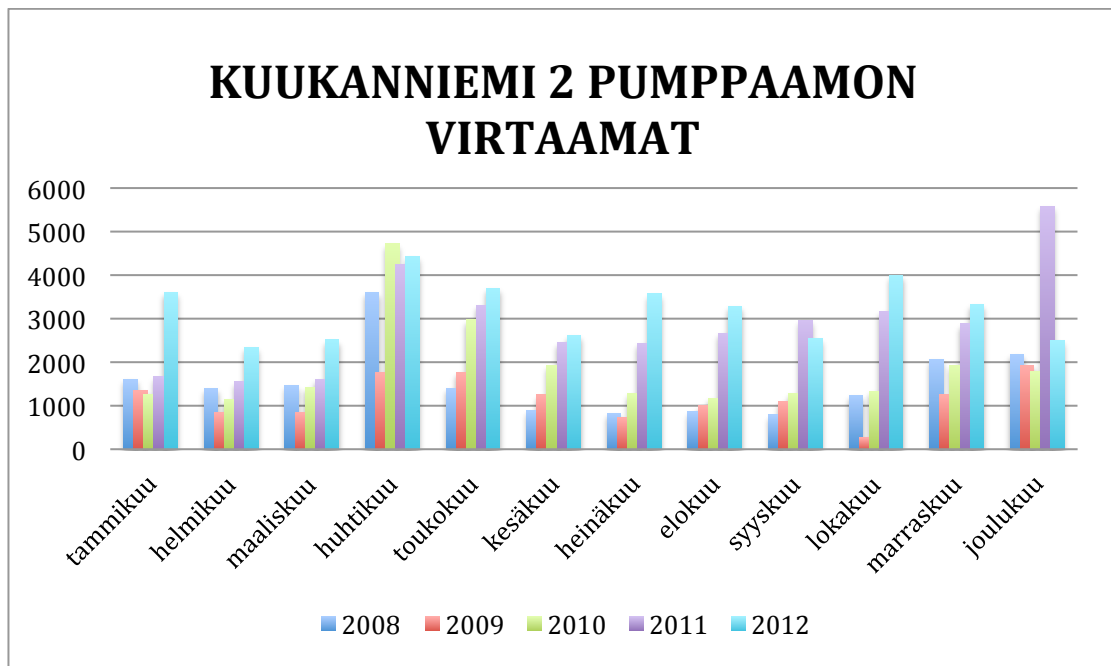
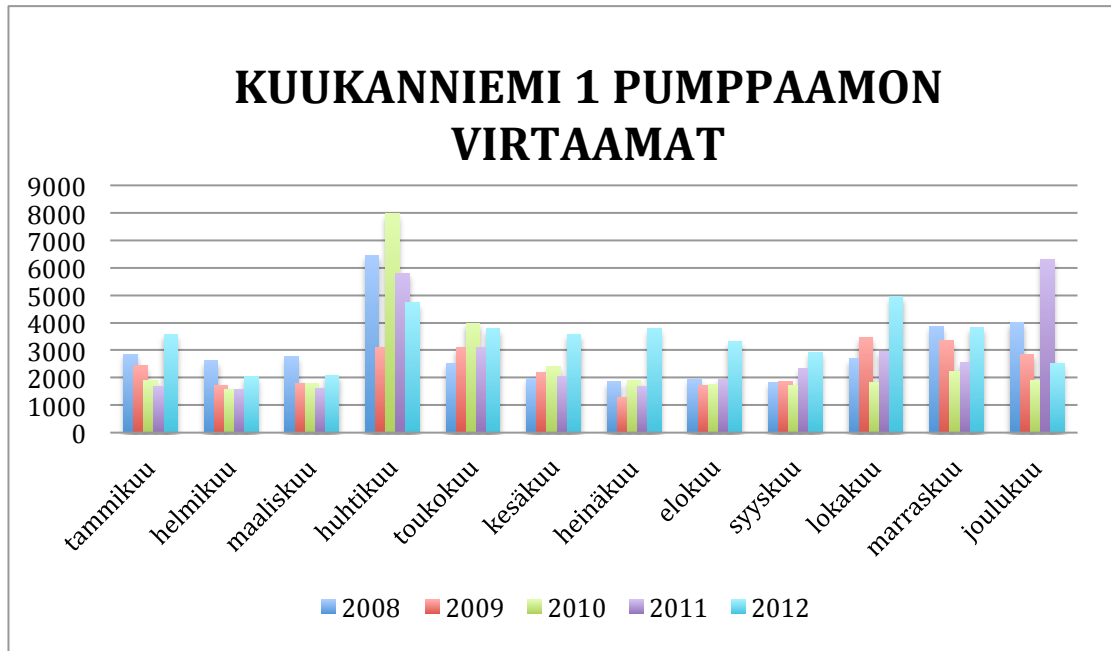
LIITE 2 VUOSIEN 2008-2012 SADANTA JA PUMPPAAMOIDEN VIRTAAMAT

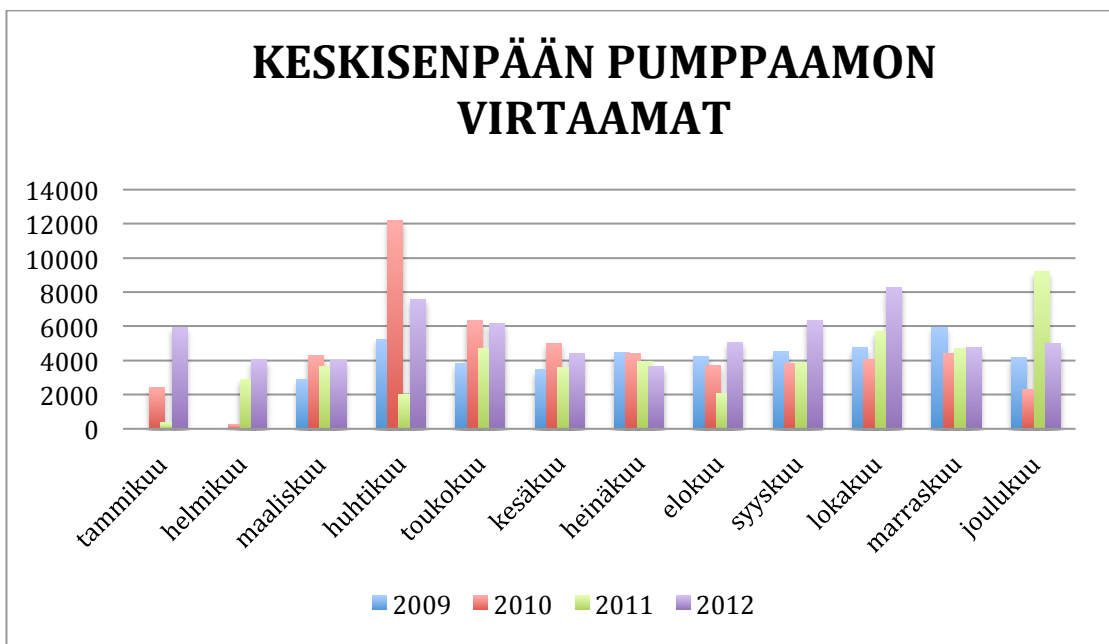
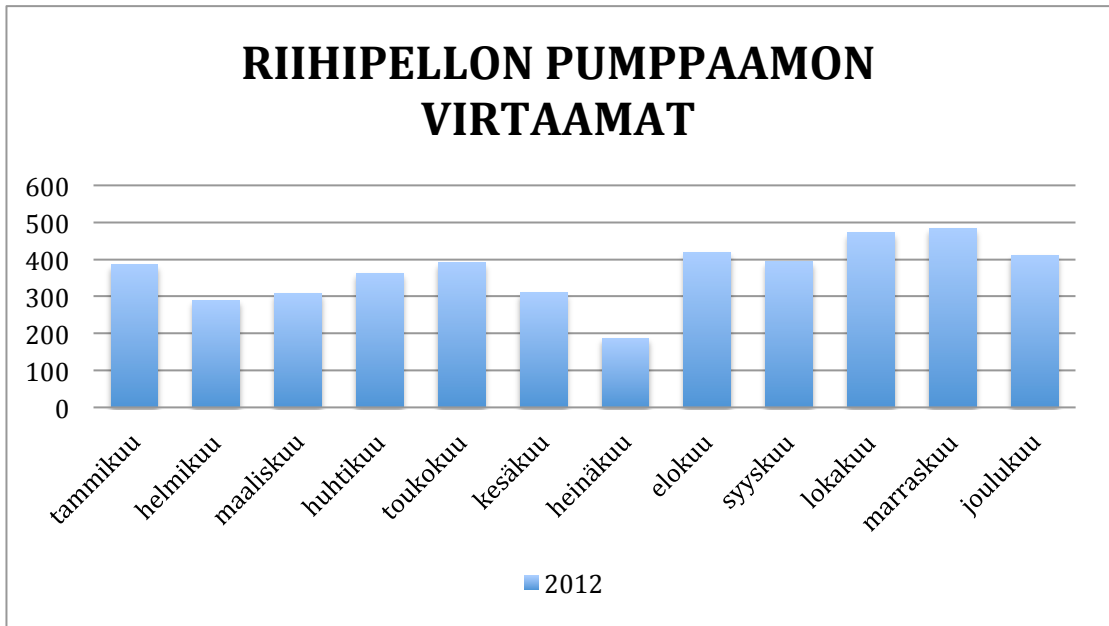


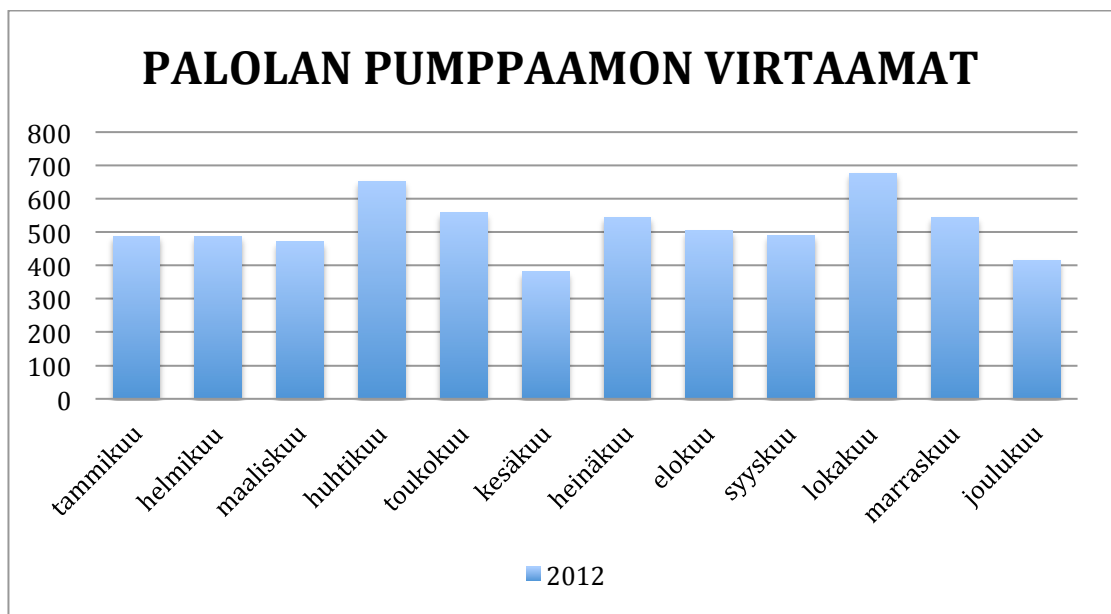
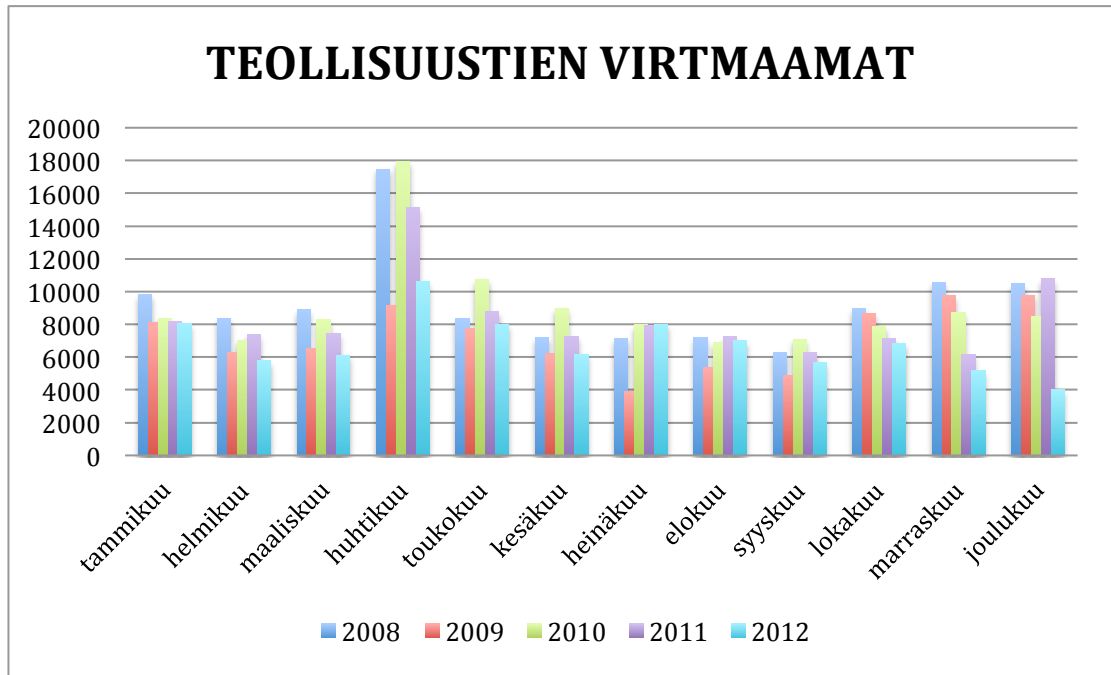


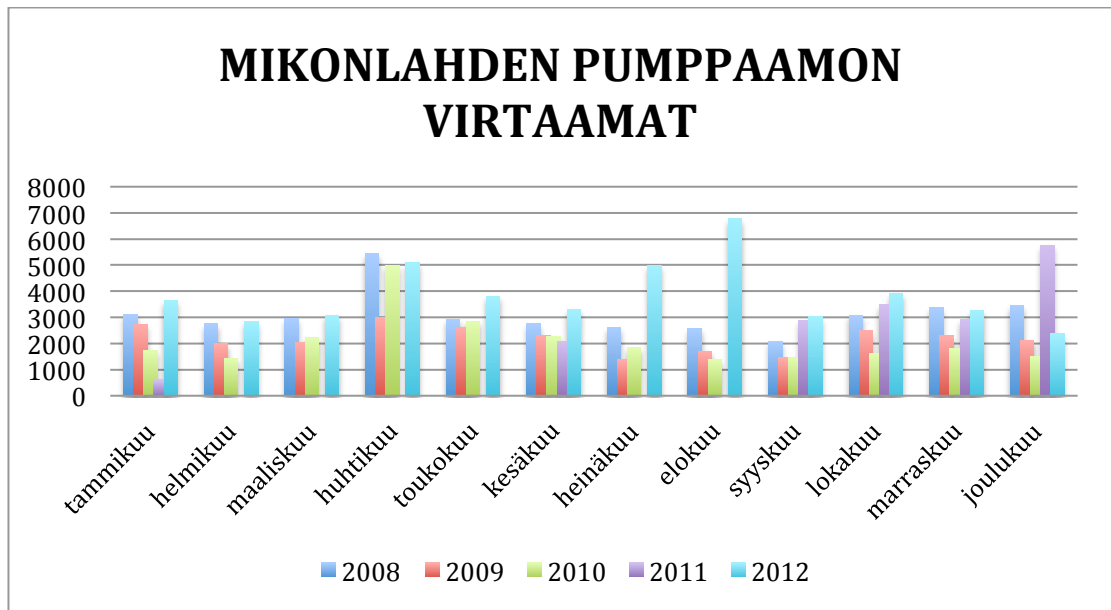
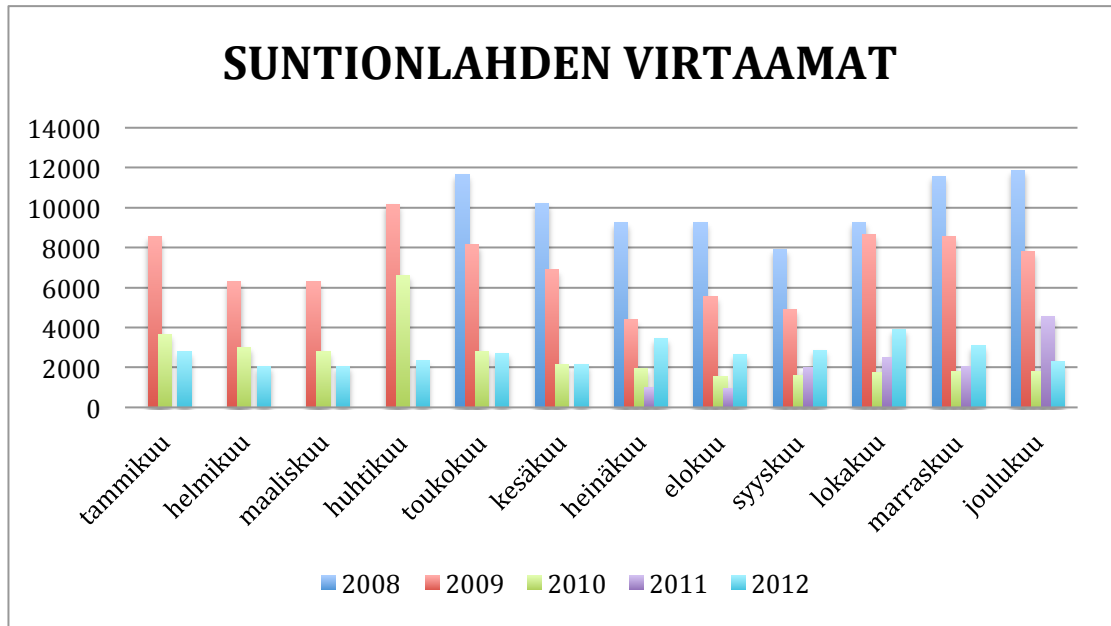




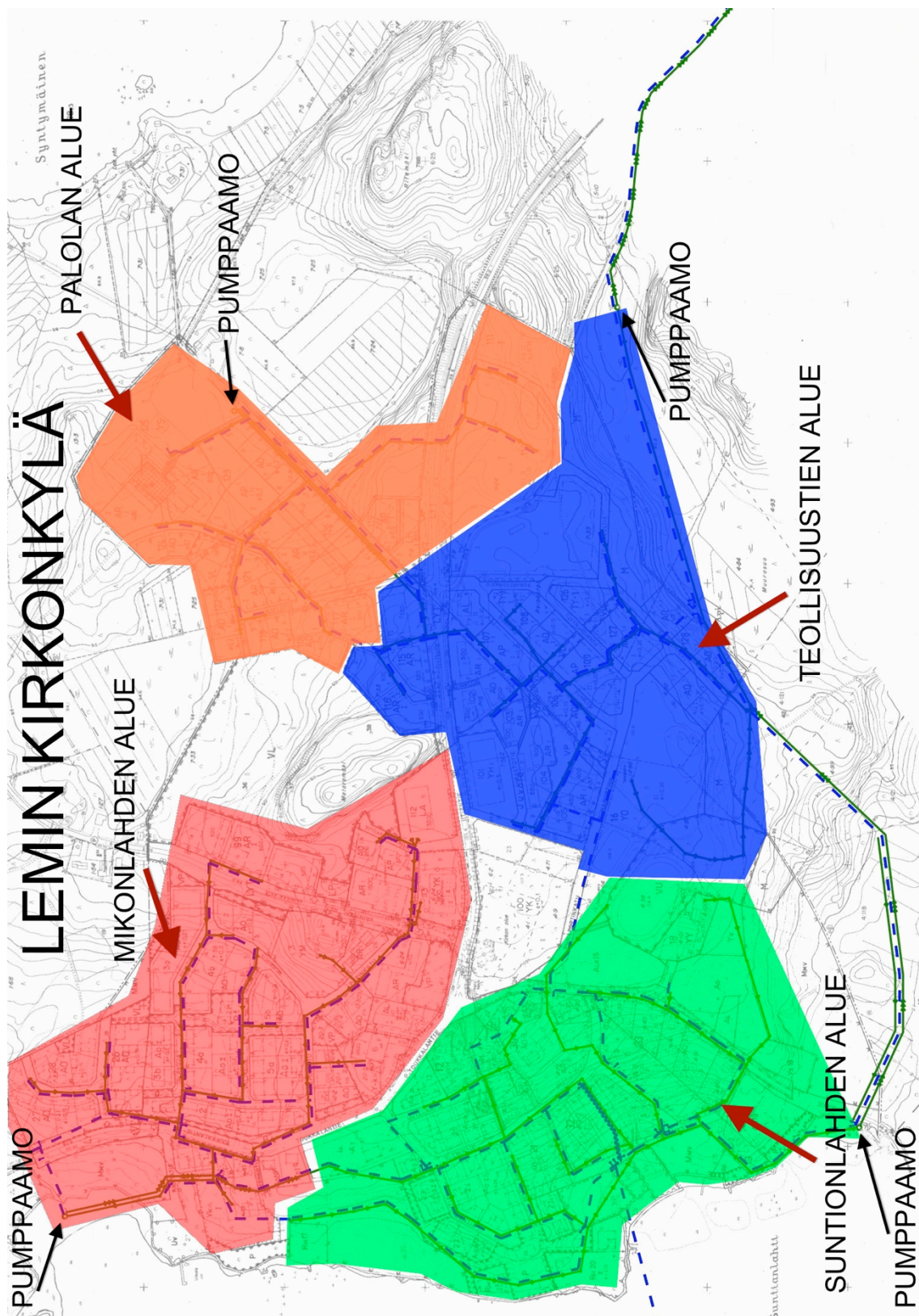


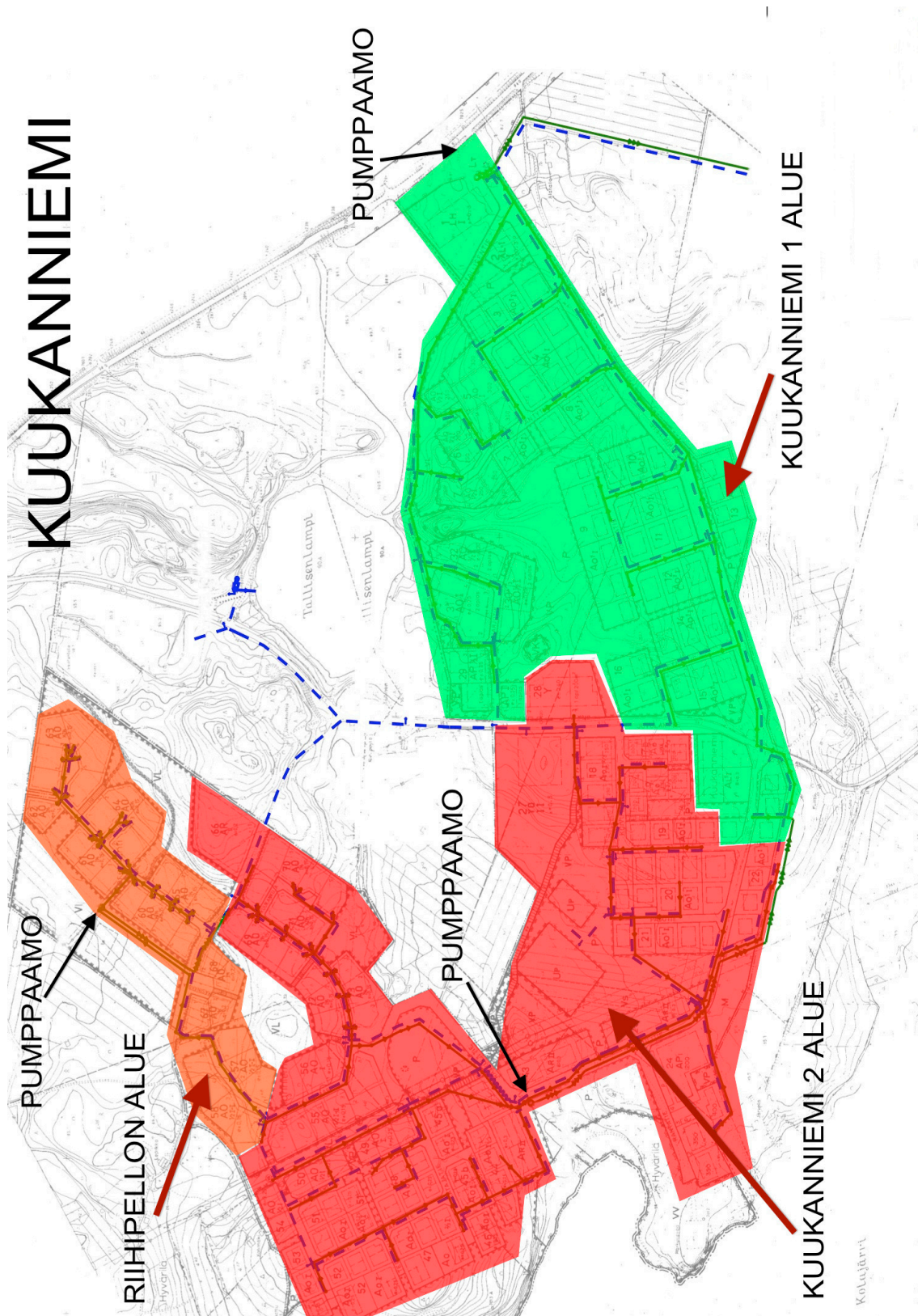






LIITE 3 KIRKONKYLÄN JA KUUKANNIEMEN ALUEET





LIITE 4 VIKALISTA

1	Mikonlahti, Museotie 1	Kaivonkansi paikallaan, korjauskaivon vuotoa ei voitu tarkistaa	Kansi laitettava paikalleen ja ympäröivää maapintaa nostettava.	1
2	Mikonlahti, Välikujan-Alakujan risteys	Ojassa oleva kaivo vuotaa betonirenkaiden saumoista ja tonttiliitoksista	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava.	2, 3
3	Mikonlahti, Alakuja 9	Kaivo vuotaa tonttiliitoksesta, renkaiden saumoista ja alakujan-välikujan suunnalta tulevan putken välistä	Tonttiliittymä selvítettävä, sekä putken välistä tuleva vuoto tukittava. Muuten kuin kohde 2.	4
4	Mikonlahti, Riihitie 9	Ojassa oleva kaivo vuotaa betonirenkaiden saumoista ja tonttiliitoksista	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava.	5, 6
5	Mikonlahti, Toukalanite-Rantatie risteys	Kaivo vuotaa pohjan ja renkaan välistä, sekä tonttiliittymien ympäriltä	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava.	7
6	Mikonlahti, Papinkatu 1 pihalla oleva kaivo	Kaivoon yhdistetty salaajoputken lisäksi kaksi tuntematonta putkea, joissa virtaa puhdasta vettä	Putkien alkuperä tulisi selvittää ja mahdollisesti poistaa kaivosta, jos ovat turhia.	8
7	Mikonlahti, Toukalanitie - Kirkkorie (Talojen väli)	Kaivo vuotaa alimpien renkaiden välistä, sekä tonttiliittymästä	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava.	9
8	Mikonlahti, Toukalanitie - Papinkatu	Tikkaiden välistä vuotoa, sekä tonttiliittymässä kova virtaama	Vuodot paikkattava ja tonttiliittymä selvítettävä.	10
9	Mikonlahti, Papinkatu 10	Kaivo vuotaa betonirenkaiden saumasta ja tonttiliitoksista. Lisäksi liittymäputki tuotu liian pitkälle	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava.	11
10	Mikonlahti, Papinkatu 3	Kaivo vuotaa betonirenkaiden saumasta ja tonttiliitoksista.	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava.	12
11	Suntionlahti, Niemeläntien pääty	Kaivo vuotaa betonirenkaan saumasta, sekä tonttiliittymässä kokoajan virtaamaa	Vuoto paikkattava, sekä tonttiliittymät selvítettävä.	13
12	Suntionlahti, Niemeläntie 7	Kaivo tukkeutuu helposti ja kasvaa juuna	Tukos poistettava ja linjavälit huuhdeltava. Juuret poistettava ja niiden pääsy estettävä.	14
13	Suntionlahti, Niemeläntie 5	Kaivo vuotaa huonosti tehdystä tonttiliitoksesta	Liittymäputkien ympärtykset paikkattava.	15
14	Suntionlahti, Niemeläntie 3	Ojassa oleva kaivo vuotaa tonttiliittymien välistä, maa-ainesta päässy myös kaivoon	Kaivo korotettava ja liittymäputkien ympärtykset paikkattava.	16, 17
15	Suntionlahti, Niemeläntie risteys	Kaivo vuotaa alimman renkaan saumasta	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava.	18
16	Suntionlahti, Niemelänpolku	Kaivot vuotavat betonirenkaiden saumoista ja tonttiliittymissä jatkuvaa virtaamaa	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava. Tonttiliittymät selvítettävä.	19
17	Suntionlahti, Klemintie 13	Kaivo vuotaa pohjan ja ensimmäisen renkaan saumasta	Kaivo korjattava tai uusittava.	20
18	Suntionlahti, Klemintie 17	Kaivo vuotaa kahden alimman renkaan saumoista ja tonttiliitoksesta	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava. Tonttiliittymät selvítettävä.	21
19	Suntionlahti, Klemintie 19	Kaivo vuotaa kahden alimman renkaan saumoista ja rinteeseen suunnalta tulevasta putkesta	Kaivo korjattava tai uusittava ja putken vuoto selvítettävä.	22
20	Suntionlahti, Ramassa oleva matala kaivo	Kaivo vuotaa renkaan saumasta, juuri tunkeutunut kaivon putken vierestä	Juuri poistettava ja aukko paikkattava, kaivo korjattava ja uusittava.	23
21	Suntionlahti, Rantatien pääty	Kesäasunnolta tuleva betoniliinja vuotaa ja on tukkeutunut, tarkistuskaivot valunut maa-ainesta täyteen	Vähäisessä käytössä olevalle betoniliinjalle järkevämpi keksii toinen ratkaisu.	24, 25
22	Palola, Palolantie - Vanamotie risteys	Ojavedet vuotavat kaivon teleskoopin ja kaivon välistä	Kaivon ympärtyksistä kaivettava auki. Kaivon ja teleskoopin välinen tiiviste läitettävä paikalleen.	26
23	Teollisuusatie, Pietätien risteävä kaivo	Kaivo vuotaa hieman renkaiden välistä, kaivo tukkeutuu usein	Vuodot paikkattava, kaivon yhdistettyjä putkia lyhennettävä ja putkiliinat huuhdottava.	27
24	Välikangas, Pumppaamon ylivuoto	Ojavedet pääsee ylivuotoputken kautta verkostoon	Ylivuotovedet johdettava ojan alhaisimpaan pisteeseen tai säiliöön, jos ei muuten mahdollista.	28
25	Kuukkanniemi, Raikultie-Jävelänkuja	Kaivo vuotaa betoniputken ympäriltä. Betoniputken alta tulee tuntematon putki	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava. Tuntemattoman putki selvítettävä.	29
26	Kuukkanniemi, Pajutien pääty	Kaivo vuotaa kahdesta alimmasta saumasta ja tonttiliittymistä	Vuodot paikkattava, sekä kaivo korjattava tai uusittava. Tonttiliittymät selvítettävä.	30
27	Kuukkanniemi, Katajatie - sähkölinja alla	Kaivon betonirenkaassa pistemäisiä vuotoja	Vuodot paikkattava injektioimalla.	31, 32

LIITE 4 VIKALISTA





LIITE 4 VIKALISTA



KUVA 7



KUVA 8





KUVA 11



KUVA 12







LIITE 4 VIKALISTA





KUVA 21



KUVA 22



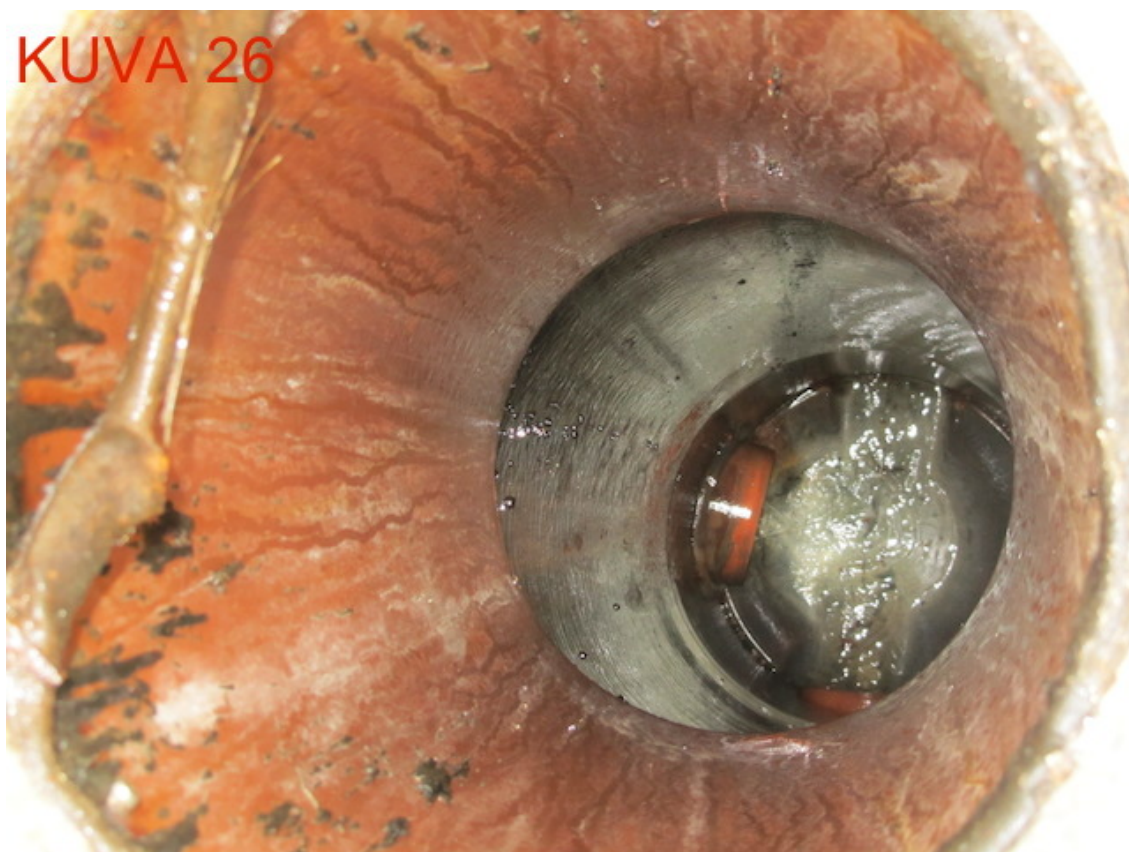
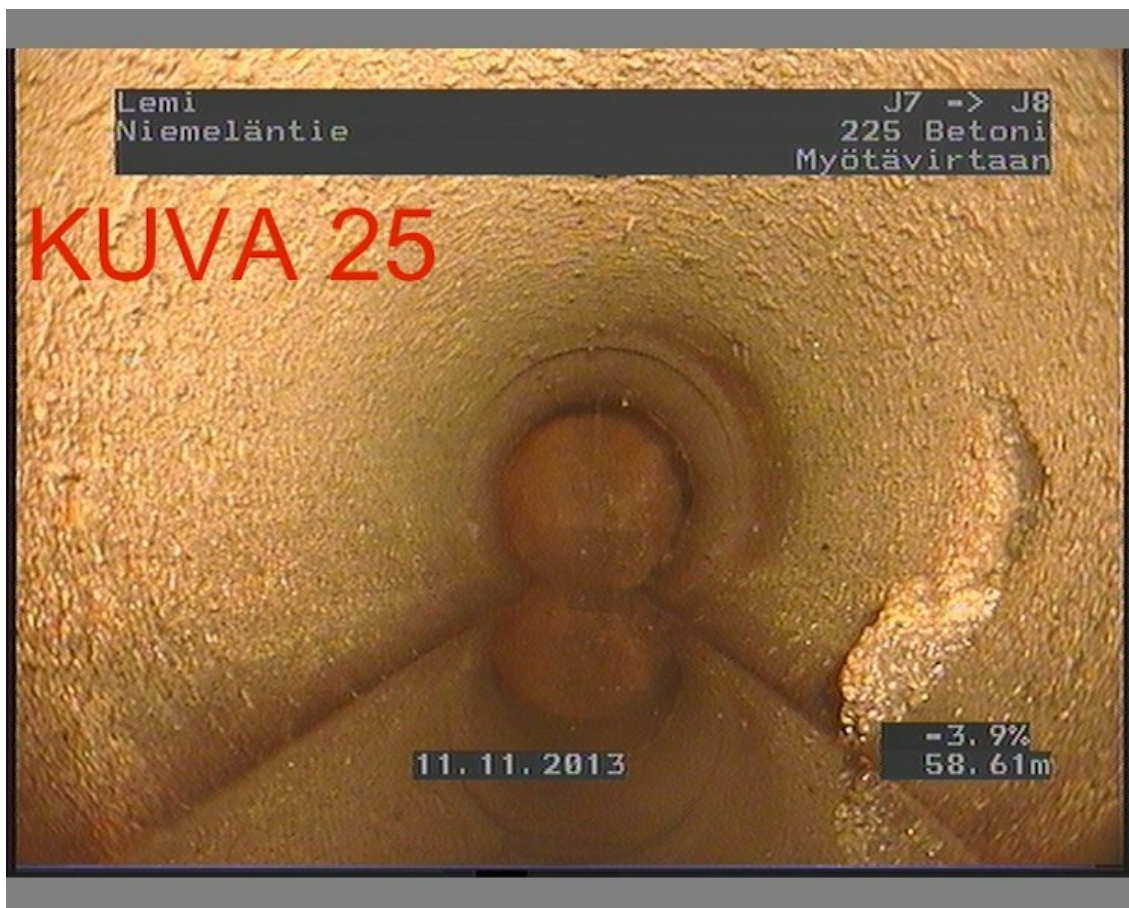
KUVA 23



KUVA 24



LIITE 4 VIKALISTA







KUVA 31



KUVA 32

