
VIEMÄRIVERKON KUNTOSELVITYS

Eurajoen kunta



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
HAMK Visamäki, syksy 2013

Petri Hautakoski



VISAMÄKI
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Ympäristötekniikka

Tekijä	Petri Hautakoski	Vuosi 2013
Työn nimi	Viemäriverkon kuntoselvitys, Eurajoen kunta	

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö on tehty osana Eurajoen vesihuoltolaitoksen viemäriverkon kuntoselvitystä. Vesihuoltolaitoksen laskuttamattoman jäteveden määrä on lähes 50 % vuosittaisesta jätevesikertymästä. Tavoitteena oli selvittää vuotovesien osuutta jätevesivirtaamasta kuivana ja sateisena jaksona. Lisäksi tutkittiin vuotovesien alueellista jakaumaa, tunkeutumisreittejä sekä suoritettiin tarkastuskaivojen kuntoselvitys.

Viemäriverkon kuntoselvitys toteutettiin keväällä 2013. Taustatietojen keruun ja niiden analysoinnin suoritti vesihuoltolaitos ja muut tutkimukset hankittiin ostopalveluna. Kuntoselvityksen suunnittelussa käytettiin hyväksi vesihuoltolaitoksen vuonna 1999 teettämää vuotovesiselvitystä. Kuntoselvitys oli kaksivaiheinen. Ensimmäiseksi suoritettiin virtausmittauksia, joista saatujen tulosten perusteella osattiin kohdistaa myöhemmin keväällä tehdyt savukokeet kaikkein vuotavimmille viemäriosuuksille.

Selvityksen toteutustapa perustuu yleisesti käytössä olevien vuotoveden etsintämenetelmien käyttökelpoisuuden arviointiin ja niistä soveltuvimpien menetelmien hyödyntämiseen. Selvityksessä todettiin viemäriverkon virtaamien kasvavan sadejaksona merkittävästi ohjeellista mitoitusarvoa suuremmiksi. Lisäksi todettiin virtaamien kasvussa suurta alueellista vaihtelua.

Suoritettujen kuntoselvityksen perusteella voidaan todeta saneeraustoimenpiteiden tarvetta olevan sekä vesihuoltolaitoksen runkoverkossa että verkoon liitettyjen kiinteistöjen järjestelmissä. Runkoverkossa suoritettujen saneerausten jälkeen olisi syytä suorittaa uusi, nyt tehtyä yksityiskohtaisempi kuntoselvitys, jossa voitaisiin hyödyntää monipuolisemmin olemassa olevia tutkimusmenetelmiä.

Avainsanat vesihuolto, vuotovesi, kuntoselvitys, virtaamamittaus

Sivut 36 s. + liitteet 13 s.

VISAMÄKI

Degree Programme in Environmental Technology
Environmental Technology

Author

Petri Hautakoski

Year 2013

Subject of Bachelor's thesis

Condition survey of sewer network in Eurajoki

ABSTRACT

This thesis was completed as a part of the sewer network condition survey for the Eurajoki municipal water company. The volume of uncharged waste water is nearly 50% of the yearly waste water accrual. The aim was to research the share of infiltration/inflow water in the waste water flow during a dry and rainy period. In addition, the research included mapping the regional distribution of the infiltration/inflow water and routes of penetration as well as a condition survey of inspection wells.

The condition survey of the sewer network was executed in the spring of 2013. The collection and analysis of background information was carried out by the water supply plant, and flow measurements as well as smoke tests were done by Hämeen Vesihuolto Ltd. The condition survey was planned with the aid of an infiltration/inflow survey, subcontracted by the water supply plant in 1999, and done in two phases. The first step was to conduct flow measurements and the second to utilise the results in targeting the smoke tests later in the spring to the sewer sections with most leakage.

The execution of the survey is based on the applicability evaluation of the generally used technologies for detecting infiltration/inflow and the utilisation of the most advantageous methods.

The survey stated that the flow in the sewer network increased during a rainy period to a significantly higher level than the normative rated value. In addition, large regional fluctuations were discovered in the increase of the sewage flow.

Based on the condition survey, it can be stated that there is a need for future renovation both in the backbone network of the water company and in the property sewer systems which are attached to it. After renovation done to the backbone network, it would be recommendable to complete a new more detailed condition survey which could exploit a more diverse set of research methods.

Keywords water supply, inflow/infiltration, condition survey, flow measurement

Pages 36 p. + appendices 13 p.



SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VIEMÄRÖITÄVÄT VEDET.....	2
2.1	Jätevesi.....	2
2.1.1	Asumisjätevesi.....	2
2.1.2	Teollisuusjätevesi.....	3
2.1.3	Jäteveden koostumus.....	3
2.1.4	Jäteveden esikäsittely.....	4
2.2	Hulevesi.....	5
3	VIEMÄRIVERKKO.....	6
3.1	Viemäröintijärjestelmät.....	6
3.1.1	Erillisviemäröinti.....	6
3.1.2	Sekaviemäröinti.....	9
3.1.3	Viemäröintijärjestelmien vertailu.....	9
4	VUOTOVEDET.....	11
4.1	Vuotovesien luokittelu.....	11
4.2	Vuotovesistä aiheutuvat haitat.....	11
5	VIEMÄREIDEN TUTKIMUSMENETELMÄT.....	13
5.1	Vuotovesiselvitys.....	13
5.2	TV-kuvaus.....	14
5.3	Tarkastuskaivojen kuntoselvitys.....	14
5.4	Savukoe.....	15
5.5	Väriainekoe.....	15
6	EURAJOEN VIEMÄRIVERKKO.....	17
6.1	Taustaa.....	17
6.2	Eurajoen viemäriverkon ongelmat.....	17
7	VUOTOVESISELVITYS.....	20
7.1	Vuotovesiselvityksen valmistelu.....	20
7.1.1	Lähtötiedot.....	20
7.1.2	Alueelliset lähtötiedot.....	20
7.1.3	Tutkimussuunnitelma.....	23
7.2	Vuotovesiselvityksen toteutus.....	23
7.3	Linjakohtainen tutkimus.....	23
7.4	Mittaustulokset.....	24
8	VIEMÄRIVERKON KUNTOTUTKIMUS.....	26
8.1	Tutkimussuunnitelma.....	26
8.2	Tutkimustulokset.....	26
9	POHDINTA.....	33
	LÄHTEET.....	35

-
- Liite 1 Kirkonkylän virtaamamittauspisteet
 - Liite 2 Lapijoen virtaamamittauspisteet
 - Liite 3 Vuototutkimusraportti vuodelta 1999
 - Liite 4 Vuototutkimusraportti vuodelta 2013

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty osana Eurajoen vesihuoltolaitoksen viemäri-verkon kuntoselvitystä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää viemäriin tunkeutuvien vuotovesien alueellista jakaumaa sekä määrittää viemäri-verkkoon päätyvien hule- ja vuotovesien alkuperä.

Eurajoen vesihuoltolaitos toimittaa kaiken verkkoonsa kulkeutuvan jäteveden Rauman Veden käsiteltäväksi. Jätevesi pumpataan Raumalle viime kädessä yhden suurehkon jätevesipumppaamon kautta. Keväisin ja syksyisin virtaamat kasvavat jätevesiviemäreissä niin suuriksi, että em. pumppaamon pumppauskapasiteetti on äärirajoilla ja pahimmillaan osa jätevedestä päätyy ylivuotoputken kautta suoraan vesistöön. Viemärivuodot ovat suuri riskitekijä viemäriverkon kunnon ja hallinnan kannalta. Vuotava verkko koettelee myös vesihuoltolaitoksen taloutta, sillä vuositasolla las-kuttamattoman jäteveden osuus lähentelee 50 prosenttia. Lisääntyvien puhdistuskustannusten lisäksi vuotovesien suuri osuus kasvattaa jätevesipumppaamojen sähkönkulutusta sekä lisää pumppujen huoltotarvetta lyhentäen niiden käyttöikä. Vuotovesien tunkeutumiskohtien selvittämisellä ja korjaamisella voidaan vesihuoltolaitoksen taloudellista tulosta kohentaa säästyvien pumppauskustannusten ja Raumalle maksettavien jätevesimaksujen alentumisen kautta.

Kunnan viemäriverkkoa on viime vuosina laajennettu haja-asutusalueille ja lausunnolla olleen vesihuollon kehittämissuunnitelman mukaan viemäriverkon laajentamista on tarkoitus jatkaa myös tulevina vuosina. Viemäriöidyn alueen kasvaessa, myös käsiteltäväksi toimitettavan jäteveden määrä kasvaa. Jotta yhä kasvavan jätevesimäärän asianmukainen toimittaminen käsiteltäväksi onnistuu nykyisellä pumppaamokapasiteetilla, tulee vuotovesien määrää verkostossa kyetä vähentämään.

Vesihuoltolaitos on teettänyt edellisen vuotovesiselvityksen vuonna 1999 kirkonkylän alueella. Tuon tutkimuksen tulosten perusteella on suoritettu saneeraustoimenpiteitä pahimmin vuotaneilla alueilla. Vuotovesiselvityksen tuloksia hyödynnettiin myös tämän opinnäytetyön yhteydessä.

Viemäriverkon kuntoselvitys toteutettiin keväällä 2013. Kuntoselvitys on kaksiosainen. Ensimmäinen osa on vuotovesiselvitys, joka muodostuu sademäärien, pumppaustiedon ja virtausmittausten tarkastelusta sekä analysoinnista. Toinen osa on viemäriverkon kuntotutkimus, jossa menetelmänä käytettiin tarkastuskaivojen kuntoselvitystä ja savukokeita.

Kuntoselvityksen ohella opinnäytetyössä esitellään yleisesti käytössä olevia vuotoveden etsintämenetelmiä sekä perustellaan käytettyjen menetelmien käyttökelpoisuutta juuri tämän selvityksen yhteydessä. Tämän selvityksen tulosten perusteella Eurajoen vesihuoltolaitos toteutti kesällä 2013 tarkastuskaivojen korjauksia ja uusimisia. Kiinteistöjen järjestelmissä olevien puutteiden osalta toimenpiteet ovat tätä kirjoitettaessa vielä tekemättä.

2 VIEMÄRÖITÄVÄT VEDET

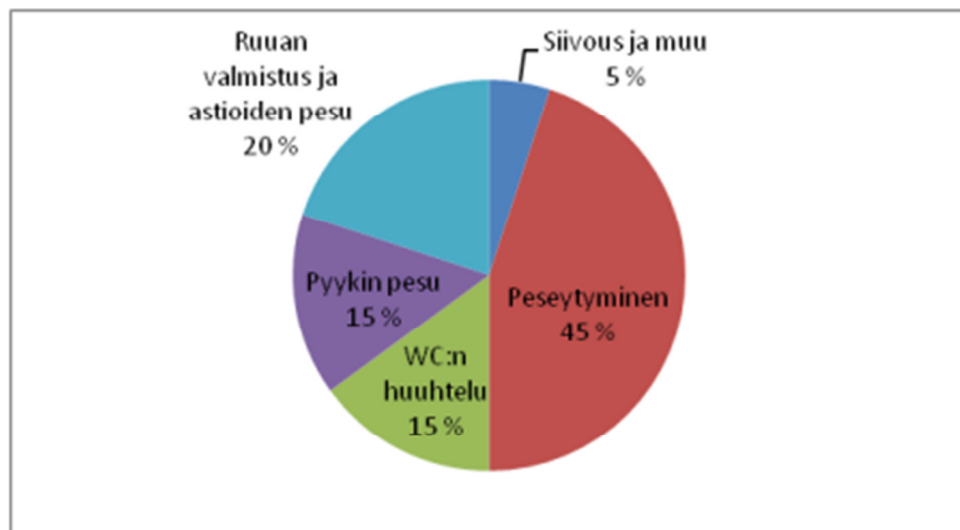
Vesihuoltolain (9.2.2001/119) 3§:n 1 kohdan mukaan viemäröinnillä tarkoitetaan jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista ja käsittelyä. Viemäröitäviä vesiä muodostuu asutuilla alueilla talousveden käytöstä, rakennusperustusten kuivatuksesta sekä huonosti läpäisevien pintojen muodostamista valumavesistä. Viemäriin päätyy sinne ohjattujen vesien lisäksi myös muita vesiä niin tahattomasti kuin tahallisestikin. (Karttunen 2004, 453.)

2.1 Jätevesi

Jätevettä muodostuu asumisen ja teollisen toiminnan seurauksena. Täten jätevesi voidaan jakaa asumisjäteveeteen ja teollisuusjäteveeteen. Näiden jätevesikomponenttien yksityiskohtainen osuuksien tiedostaminen on sitä tärkeämpää, mitä suurempi teollisuuden osuus kokonaisvirtaamasta on. (Karttunen 1999, 138.)

2.1.1 Asumisjätevesi

Asumisjätevesi on taloudessa käytetyn veden ylijäämävettä sekä pääasiassa vettä sisältävää jätettä. Asumisjätevedestä melkein kaikki on peräisin vesijohtovedestä. Vesijohtoveden osuuden arvioidaan olevan 80 – 90 % kaikesta asumisjätevedestä. Viemärlaitteistoja suunniteltaessa voidaan olettaa asumisjäteveden määrän olevan sama kuin johtoveden ominaiskäyttö vaikka ominaiskäyttöön sisältyvät mm. sammutus ja kasteluvedet.



Kuva 1. Asumisjätevesien muodostuminen

Paras tapa määrittää asumisjäteveden alueellinen määrä mittaamatta, on seurata kullekin alueelle jaetun johtoveden määriä riittävän monena päivänä. Syntyvän jäteveden määrä vaihtelee vuorokauden ajasta, viikonpäivästä ja vuodenaikasta riippuen. Vuorokaudessa voidaan arvioida asumisjätevettä syntyvän 200 – 400 l/as. Jätevesivirtaaman vaihtelu seuraa vesijohtoveden käytön vaihtelua, joskin virtaamahuippujen kohdalla on havaitta-

vissa tiettyä tasaantumista ja viivästyistä verrattuna vesijohtoveden käytön vaihteluun. Jätevesivirtaamien tasaantuminen on seurausta pitkien viemäreiden kyvystä varastoida jätevettä suuren vedenkäytön aikana. (Jätevesikuormituksen vähentäminen 2013; Karttunen 1999, 139-140; Karttunen 2004, 457-459.)

2.1.2 Teollisuusjätevesi

Teollisuusjäteveden osuus jätevesikertymästä on riippuvainen alueellisen teollisuuden määrästä ja laadusta. Teollisuusjäteveden suuri osuus kokonaisjätevedestä aiheuttaa yleensä suurta vaihtelua viemäriverkon jätevesivirtaamiin eri viikonpäivien ja vuorokauden aikojen välillä. Virtaamat saattavat nousta erittäin suuriksi joinakin ajanjaksoina. Syntyvän jäteveden määrää riippuu tuotantolaitoksen teollisuudenalasta. Teollisuudenalojen välillä on veden käytön määrissä suurta vaihtelua. Jopa saman teollisuudenalan sisällä saattaa olla keskenään toisistaan poikkeavia menetelmiä käytössä, joiden välillä vedenkäyttö tai syntyvän jäteveden määrä saattaa vaihdella voimakkaasti. Moderneissa tuotantolaitoksissa vedenkäyttö on optimoitu yleensä vanhoja paremmin. Syntyvän jäteveden määrää voidaan likimääräisesti arvioida tuote- tai raaka-ainemäärien perusteella. Varmin tapa selvittää toiminnassa olevan teollisuuslaitoksen jätevesimäärät ja niiden vaihtelu, on suorittaa mittauksia riittävän pitkänä havaintosarjoina. Vesi-intensiivinen teollisuus huolehtii yleensä vedenhankinnastaan ja jätevedenkäsittelystänsä itse. (Karttunen 1999, 140-141; Karttunen 2004, 459.)

2.1.3 Jäteveden koostumus

Yleensä kunnallisten jäteveden puhdistamojen jätevesivirtaama on suurimmaksi osaksi peräisin kotitalouksista ja erilaisten laitosten sosiaalitalouksista. Jätevesi soveltuu koostumukseltaan hyvin puhdistettavaksi tavanomaisessa aktiivilieteprosessissa. Tyypillisin prosessin puhdistustulokseen vaikuttava koostumusmuutos on jäteveden väkevyyden vaihtelu. Väkevyyden vaihtelua aiheuttaa viemäriverkkoon erinäisistä syistä tunkeutuva vuotovesi tai voimakkaasti vaihteleva teollisuusjätevesien suuri osuus kokonaisvirtaamasta. Teollisuuslaitosten jätevesien laadun määrittäminen edellyttää tavallisesti kenttätutkimusten suorittamista. Yleensä teollisuusjätevesien osuus on korkeintaan 30 % kokonaisjätevesimäärästä.

Jäteveden kuormitus tarkoittaa yksittäisen aineen määrää vuorokauden virtaamassa. Kuormituksen laatu tarkoittaa kuormittavan aineen pitoisuutta tietyssä jätevesitilavuudessa. Kuormitustekijöitä ovat mm. orgaaninen aine, typpi, fosfori ja kiintoaine. Taulukossa 1. on esitetty yhdyskunnan jätevesien tyypillinen koostumus. (Karttunen 1999, 173.)

Taulukko 1. Yhdyskunnan jätevesien tyypillinen koostumus (Karttunen 1999, 173.)

Kuormitustekijä	Kuormitus g/as*d	Kuormitus mg/l
BHK ₇	75 - 100	200 - 250
Fosfori (P)	2 - 5	6 - 12
Typpi (N)	12 - 15	30 - 40
Kiintoaines	100 - 120	250 - 300

2.1.4 Jäteveden esikäsittely

Jäteveden puhdistusprosessin optimaalisen toiminnan edellytyksenä on jäteveden oikeanlainen esikäsittely. Esikäsittelyn menetelmät valitaan varsinaisen puhdistusprosessin ja laitoksen koon mukaan. Esikäsittelyn tarkoituksena on poistaa varsinaisia puhdistusprosesseja häiritsevät tai laitteita vahingoittavat epäpuhtaudet. Yleensä esikäsittely mitoitetaan muuta laitosta suuremmalle virtaamalle. Esikäsittely saattaa tapahtua useissa eri yksiköissä, joita voidaan myös yhdistää. Jäteveden esikäsittelyn tarkoituksena on:

- kiinteiden ja kelluvien aineiden poistaminen
- hiekanerotus
- esi-ilmastus
- rasvanerotus
- tulevan jäteveden virtaaman säätely
- esilaskeutus

Välppien tarkoituksena on erottaa jätevedestä karkeat, kuitumaiset ja muoviset epäpuhtaudet. Hiekka ja muut tavallista raskaammat epäpuhtaudet erotetaan jätevedestä omassa yksikössään. Hiekanerotus perustuu veden virtausnopeuden pienentämiseen, jolloin raskaimmat hiekka- ja kivirakeet laskeutuvat altaan pohjalle. Rasvanerotus perustuu ilmastukseen, jolloin vettä kevyemmät rasvamaiset ja öljymäiset ainekset nousevat veden pintaan. Esi-ilmastus on usein toteutettu pidentämällä rasvanerotuksen ilmastusaikaa. Esi-ilmastuksella varmistetaan jäteveden happipitoisuus varsinaisissa puhdistusprosesseissa. Virtaamien tasauksen tarkoituksena on ylläpitää puhdistamon suunnitteluperusteena ollutta virtaamaa, joka on edellytyksenä hyvälle puhdistustulokselle sekä häiriöttömälle puhdistusprosessille. Virtaamien taseus toteutetaan erillisillä taseuslaitteilla, jotka voivat sijaita joko päälinjalla tai sen vieressä. Esilaskeutusta voidaan käyttää esikäsittelynä ennen varsinaisia puhdistusprosesseja. Esilaskeutus poistaa jätevedestä laskeutuvia aineita, öljyä ja rasvaa sekä osan orgaanisesta kuormituksesta. Ennen biologista käsittelyä tehtävän esilaskeutuksen tarkoitus on alentaa biologisen käsittely-yksikön kuormitusta. Esilaskeutukseen voidaan liittää myös flokkaus, joka toteutetaan sekoittamalla jätevedeen flokkauskemikaalia tehostamaan laskeutumiskelpoisten flokkien syntymistä. Flokkauskemikaalit ovat polymeerisiä yhdisteitä, joissa on yleensä joko positiivinen tai negatiivinen varaus. (Karttunen 2004, 498-509.)

2.2 Hulevesi

Hulevesi, jota aikaisemmin kutsuttiin sadevedeksi, on peräisin lumen sulamisvesistä, sadevesistä sekä lisäksi taajama-alueella katujen huuhteluvästä. Hulevesien määrä vaihtelee runsaasti alueesta riippuen. Viemäritävän huleveden määrä on riippuvainen sateen rankkuudesta ja kestosta sekä valuma-alueen vedenläpäisykyvystä. Myös valuma-alueen kaltevuudella on vaikutusta imeytymiseen ja sitä kautta huleveden määrään. (Kannala 2001, 13.)

Luonnontilaisilla ja maatalousvaltaisilla alueilla pintavalunta on minimaalista. Imeytymisen lisäksi osa maahan sataneesta vedestä sitoutuu kasvillisuuteen ja haihtuu vesihöyryksi.

Päällystetyn alueen suuri osuus heikentää pintavesien laatua. Hulevedet ovat useimmiten laadultaan huonoimpia aivan sateen alussa, jolloin vesi huuhtoo päällystetyille pinnoille kertyneen lian. Hulevedet voivat sisältää mm. ravinteita, bakteereja, orgaanista ainetta, öljyä ja rasvoja sekä haitallisia ja myrkyllisiä yhdisteitä. Huleveden laatu on yleensä sitä huonompaa, mitä tehokkaammin alue on rakennettu. (Nurminen 2005, 8-10; Aaltoyliopisto 2013.)

3 VIEMÄRIVERKKO

Vesihuoltoverkosto muodostuu vesijohto- ja viemäriverkosta. Nämä molemmat ovat tärkeä osa yhdyskuntien infrastruktuuria. Viemäriverkko muodostuu kaikista niistä rakenteista ja laitteista, jotka mahdollistavat yhdyskunnan alueella eri tarkoituksiin käytetyn veden keräämisen ja poisjohtamisen. Viemäriverkkoon katsotaan kuuluvaksi myös ne laitteet ja rakenteet, jotka mahdollistavat alueelle lumena ja vetenä sataneen tai haittaa aiheuttavana pohjavetenä kertyneen veden poisjohtamisen.

Viemäriverkkoon ei katsota kuuluvan alueen kiinteistöissä olevia vesi- ja viemärilaitteistoja. Tonttijohtojen osalta on olemassa eroja viemärilaitosten välillä. Joidenkin viemärilaitosten sopimuksissa tonttijohto kuuluu osittain tai kokonaan viemärilaitokseen ja joissakin tapauksissa raja kulkee runkoviemäriässä. Tavoitteena on, että viemäriverkko on kauttaaltaan vuotamaton ja tukkeutumaton sekä kunnossapidon osalta mahdollisimman huoltovapaa. Viemäriverkon suunnittelulähtökohtana on aina ensisijaisesti gravitaatioon perustuva viettoviemäri. Viettoviemäriin toteutus ei maasto-olosuhteista johtuen ole aina mahdollista. Tällöin joudutaan viemäriveden siirto toteuttamaan pumppaamalla. (Karttunen 1999, 136-137; Taipale 2007)

3.1 Viemärintijärjestelmät

Viemärintijärjestelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään:

- sekaviemärinti
- erillisviemärinti

Edellä mainittujen lisäksi vähemmän käytössä olevia järjestelmiä ovat:

- kaksiputkiviemärinti (moniputkijärjestelmät)
- painejärjestelmä
- imuviemärinti

Pääviemärintijärjestelmät eroavat toisistaan ensisijaisesti siirrettävän veden laadun osalta. Kaksiputkiviemärintinnissä jätevesi erotellaan vielä erillisviemärintiäkin tarkemmin. Kaksiputkiviemärintinnissä on omat putkensa sekä harmaille eli pesuvesille että mustille eli vessavesille. Painejärjestelmä ja imuviemärinti voivat toimia kaikkien kolmen edellä mainitun viemärintijärjestelmän siirtotekniikkana. Näissä järjestelmissä viemäriveden siirtoon käytetään muuta energiaa kuin gravitaatiota. Tässä opinäytetyössä viemärintijärjestelmien tarkastelu rajoitetaan seka- ja erillisviemärintien ominaisuuksiin. (Karttunen 2004, 453-456.)

3.1.1 Erillisviemärinti

Erillisviemärintinnissä jätevedelle on oma putkensa ja hulevedet johdetaan omassa joko putki- tai avoviemäriässä. Rakennettaessa uusia alueita yhdyskuntien käyttöön, on jäteveden erillisviemärinti kaikkein yleisin vie-

märöintijärjestelmä. Suomessa yli 90 % viemäriverkostosta on erillisviemäröintiä. (Karttunen 2004, 454-455; Anttonen & Hytönen 1988, 118; Taajamahydrologia ja hulevesien hallinta n.d.)

Erillisviemäriverkon suunnittelussa jätevesiviemäriin mitoitusvirtaamana käytetään alueelle toimitettavan veden määrää. Mikäli kyseessä on vielä rakentamaton alue, mitoitusvirtaama saadaan arvioitua veden ominaiskäytöstä, joka Suomessa vaihtelee tällä hetkellä välillä 200 – 400 l/as/d. Jätevesiviemäriin mitoituksessa viemäriin maksimivirtaamana käytetään alueelle toimitettavan talousveden maksimivirtaama. Vedenkulutus vuorokaudessa on suurimmillaan aamulla asukkaiden herättyä sekä iltapäivällä töistä tulon jälkeen. Vesijohtojen ja viemäreiden mitoituksessa tarvittavaa hetkellistä maksimivirtaamaa laskettaessa tarvitaan kaksi kerrointa, jotka ovat riippuvaisia alueen vedenkäyttäjien määrästä. Nämä kertoimet ovat vuorokausikäyttökerroin (k_d) ja tuntikäyttökerroin (k_h). Kertoimet kuvaavat vedenkäytön vaihteluja ja ovat sitä suurempia, mitä pienemmästä alueesta on kyse. Kertoimien arvot on esitetty taulukossa 2. Alueella sijaitsevien vesi-intensiivisten kiinteistöjen kulutus on huomioitava laskelmissa erikseen, mikäli näiden käyttämä vesi päättyy viemäriverkkoon.

Taulukko 2. Vuorokausi- ja tuntikäyttökertoimia erilaisilla vedenkäyttäjien määrillä

Vedenkäyttäjien lukumäärä (kpl)	Vuorokausikäyttökerroin k_d	Tuntikäyttökerroin k_h
Alle 10 000	1,8 ... 1,5	2,4 ... 2,0
10 000 ... 30 000	1,5 ... 1,4	2,0 ... 1,7
30 000 ... 100 000	1,4 ... 1,3	1,7 ... 1,6
Yli 100 000	1,3	1,6 ... 1,5

Hetkellinen maksimivirtaama lasketaan kaavalla.

$Q_{\max} = k_h * k_d * Q_d / 24 \text{ h} / 3600 \text{ s}$, jossa Q_d = veden ominaiskäyttö vuorokaudessa.

Lopuksi saatu Q_{\max} kerrotaan alueen asukasluvulla.

Viettoviemäriverkon suunnittelussa on huomioitava, ettei putkilinjan kaltevuus ole liian suuri tai pieni. Liiallisen kaltevuuden seurauksena veden virtausnopeus kasvaa niin suureksi, että vesi kuluttaa putkea mekaanisesti. Minimikaltevuuden tavoitteena on viemäriin pohjalle laskeutuneen kiintoaineksen huuhtoutuminen veden mukaan ainakin kerran vuorokaudessa. Huuhtoutumisen edellytyksenä pidetään virtausnopeutta, joka on vähintään 0,6 m/s. (Karttunen 2004, 467.)

Erillisviemäriverkon putkilinjat rakennetaan kyseiselle viemärytyypille valmistetuista komponenteista. Jätevesiviemäriin putket ja kaivot poikkeavat hulevesiviemäriin tarkoitetuista viemäritarvikkeista. Viettoviemäriverkon putkisto varustetaan tarkastuskaivoilla ja –putkilla 50 – 80 m välein. Lisäksi tarkastuskaivo tulee asentaa viemäriin jokaiseen pystysuoraan tai

vaakasuoraan taitteeseen. Tarkastuskaivon kautta tulee viemäriä voida puhdistaa ja tarkastaa. Jätevesikaivon pohja tulee varustaa kourulla. Suurten korkeuserojen tullessa kyseeseen käytetään porraskaivoa. Viemäriverkko tulee varustaa tehokkaalla ilmanvaihdolla, koska viemäriin pohjalla laskeutuvassa lietteessä kehittyi rikkivetyä. Viemärien ilmanvaihto tapahtuu tavallisesti viemäriin liitettyjen kiinteistöjen katoilla sijaitsevien tuuletusputkien kautta. (Karttunen. 2004, 472-486.)

Hulevesiverkon mitoitus suoritetaan mitoitusateen avulla. Mitoitussade on suurin sadevesimäärä, jonka rakennettavan viemäriin on kyettävä johdamaan välittömästi pois valuma-alueelta. Arvioitaessa huleveden suurinta valumaa ja sen perusteella mitoitusvirtaamaa, voidaan käyttää samanlaisia menetelmiä kuin vesistöissä. Kaikkea maahan satavaa vettä ei huomioida valunnan suuruutta arvioitaessa, sillä osa vedestä imeytyy maaperään. Valuma-alueen vedenläpäisykykyä kuvataan valuntakertoimella. Valuntakerroin osoittaa kuinka suuri osa sataneesta vedestä päätyy pintavaluntana viemäriin. Taulukossa 3 on esitetty tavallisimpien taajama-alueilla esiintyvien pintojen valuntakertoimia. (Karttunen 2004, 459-464; Taajamahydrologia ja hulevesien hallinta n.d.)

Taulukko 3. Tavallisimpien viemäritäällä alueella olevien pintojen valumiskertoimia (Karttunen 2004, 462.)

Pinnan laatu	Kerroin n
Katto	0,90
Betoni- ja asfalttipinta Tiivissaumainen kiveys Kallio	0,80
Kiveys hiekkasaumoin	0,70
Hyväkuntoinen soratie Kallioinen puuton puistoalue	0,50
Paljas, laakeahko kallio	0,40
Sorakenttä ja -käytävä	0,30
Puistomainen piha	0,20
Puisto, jossa on runsaasti kasvillisuutta Kallioinen metsä	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Tasainen, tiheäkasvuinen metsä	0,05

Taulukosta nähdään, että erilaiset päällystetyt pinnat vähentävät veden imeytymistä maaperään ja edelleen pohjaveteen. Tämän seurauksena pohjaveden pinta tavallisesti alenee ja pohjavesivirtaus uomiin pienenee. Päällystetyn pinnan osuus vaikuttaa siihen kuinka nopeasti ja tehokkaasti sadanta muuttuu pintavalunnaksi. Tietyn alueen valuntakerroin vaihtelee suuresti jopa yhden sadejakson aikana ja on riippuvainen sateen määrästä.

Erillisviemäroinnin yhteydessä hulevedet johdetaan usein käsittelemättöminä lähimpään vastaanottavaan vesistöön. Hulevedet ohjataan suoraan vesistöön, ellei niitä laatunsa puolesta tarvitse käsitellä. Kuivatusvesi ohja-

taan myös hulevesiviemäriin, mikäli se korkeusasemansa puolesta soveltuu tähän tarkoitukseen. Erillisviiemäröinti voidaan toteuttaa myös siten, että ojattomilla alueilla hule- ja kuivatusvedet ohjataan jätevesiviiemäriin, mutta ojitetuilla alueilla ne virtaavat avoviiemäreissä.

3.1.2 Sekaviiemäröinti

Sekaviiemäröinnissä niin jätevedet kuin hule- ja kuivatusvedetkin johdetaan samassa putkessa toisiinsa sekoittuneina käsiteltäviksi. Sekaviiemäröinnille tunnusomaisia ovat myös tulvakynnsrakenteet. Näiden kautta osa viiemärivedestä johdetaan tulvahuippujen aikana suoraan vesistöön. Tulvakynnsrakenteet mahdollistavat verkoston mitoituksen tulvavirtaamia pienemmäksi ja siten voidaan välttää erityisen suuret putkikoot. Sekaviiemäröintiä on aikaisemmin käytetty pääasiallisena viiemäröintijärjestelmänä, joten sitä tavataan vanhimmilla alueilla ja erityisesti kaupunkien keskustoissa. Uusien sekaviiemärijärjestelmien rakentamisesta on nykyään, tiukentuneiden puhdistusvaatimusten seurauksena, pääsääntöisesti luovuttu.

Sekaviiemäröinnin suunnitteluperusteet eivät suuresti poikkea edellä esitetyistä erillisviiemärin suunnitteluperusteista. Mitoituslaskelmat perustuvat samoihin lähtöarvoihin ja kaavoihin. Poikkeuksia ovat jäte- ja huleveden mitoitusvirtaamien johtaminen yhdessä putkilinjassa sekä tulvakynnsien rajavirtaama, joka määritetään kokemuseräisesti siten, että jäteveden laimennusaste on riittävä estämään ympäristöhaittojen syntymisen purkuvesistöissä. Tulvakynnsien laimennusaste tulee mitoittaa puhdistamon yhteydessä olevaa tulvakynnsistä suuremmaksi. Tulvakynns toteutetaan yleisimmin käyttämällä reunapatoa. Tulvakynnsien toimintavarmuuden turvaamiseksi, ei niissä tulisi olla liikkuvia osia eikä helposti tukkeutuvia rakenteita. Sekaviiemäriverkon rakentamisessa käytetään jätevesiviiemäröintiin tarkoitettuja materiaaleja ja tarvikkeita. (Karttunen 2004, 454, 482-483; Anttonen ym. 1988, 118.)

3.1.3 Viiemäröintijärjestelmien vertailu

Erillisviiemärissä puhdistamolle päätyvä jätevesi pysyy tasalaatuisempana ja puhdistettavan veden määrä on oleellisesti vähäisempi. Erillisviiemäröity jätevesi sisältää sekaviiemärivettä enemmän orgaanista ainesta, jolloin puhdistamon toiminta helpottuu. Jäteveden puhdistus on helpommin järjestettävissä, mikäli puhdistamoon ei päädy runsaasti hulevesiä. Puhdistamon mitoitus ja toimintaa helpottaa myös, mikäli jäteveden virtaama ja laatu eivät suuresti vaihtele. (Karttunen 2004, 455-457; Anttonen ym. 1988, 119.)

Rakennuskustannuksiltaan sekaviiemäröinti on täydellisesti putkitettua erillisviiemäröintiä halvempi, mutta käsittelykustannusten kautta tämä ero kuroutuu nopeasti kiinni. Lisäksi ympäristönsuojelun kannalta erillisviiemäröinti on luontoa vähemmän kuormittava, sillä puhdistamattomia jätevesiä ei juuri päädy vesistöihin, kuten tapahtuu sekaviiemäreissä usein huippuvirtaamien aikana. Vesiensuojelunäkökulmasta tulvakynnsien

toimintaa voidaan pitää hyvänä, mikäli se alkaa päästää vettä vesistöön vasta kun virtaamaa kasvaa 5 – 10 -kertaiseksi minimivirtaamaan nähden. Tällöin puhdistamattomana vesistöön päätyvän jäteveden osuus on noin yksi prosentti vuotuisesta jätevesimäärästä. Tulvavirtaamien aikana viemäriputkisto huuhtoutuu tehokkaasti, joten erillisviemäroityjen jätevesi-putkien vaatimia pesuja ei tarvita. (Karttunen 1999, 161; Karttunen 1999, 456.)

Koska erillisviemäroinnin yhteydessä hulevesien käsittelyä ei tavallisesti ole järjestetty, päätyy pintavaluntana viemäriin kulkeutuneen veden mukana vesistöihin erilaista epäpuhtauksia. Hulevesissä on havaittu olevan mm. ravinteita, raskasmetalleja, öljyjä, rasvoja ja bakteereja. Talvella epäpuhtaudet voivat olla peräisin teiden suolauksesta ja hiekoituksesta. Vesiensuojelutoimenpiteiden tehostuessa on myös tähän kuormituslähteeseen alettu kiinnittää huomiota. Epäpuhtauksien erottaminen hulevedestä voidaan toteuttaa teknisin keinoin erillisissä puhdistamoissa, mutta hyviä kokemuksia on saatu myös hulevesien luonnonmukaisesta hallinnasta. Luonnonmukainen hallinta perustuu paljolti monimuotoiseen kasvillisuuteen. Vesien johtaminen tulee toteuttaa viemäreiden sijaan avopainanteissa ja virtaamien hallintaan käytetään erityisesti tähän tarkoitukseen rakennettuja kosteikkoja.

4 VUOTOVEDET

Viettoviemäriverkon vuotovesi on putkistoon tavalla tai toisella tunkeutuvaa, sinne kuulumatonta vettä. Vuositasolla vuotoveden määrä on tyypillisesti 50 % jäteveden määrästä, mutta vuodenaikaisvaihtelua esiintyy runsaasti. (Anttonen ym. 1988, 118; Forss 2005, 21.)

4.1 Vuotovesien luokittelu

Vuotovedet voidaan jakaa kahteen eri luokkaan sen perusteella, miten ne viemäriverkkoon päätyvät. Varsinainen vuotovesi on verkostoon ympäröivästä maaperästä putkiston tai kaivojen epäjatkuvuuskohdista tunkeutuvaa pohja- tai vajovettä. Amerikkalaisessa kirjallisuudessa kyseistä vettä nimitetään termillä infiltration. Viemäriputken perustus ja täytemaa on useimmiten ympäröivää maata paremmin vettä johtavaa, joten sateisena aikana vettä on putken ympäristössä runsaasti tarjolla.

Hulevuotovesi, jonka englanninkielinen termi on inflow, on puolestaan pintavaluntaperäistä, kaivojen kansiston, putkien saumojen ja ylivuotojen kautta verkostoon päätyvää vettä. Tarkastuskaivon kannen kautta viemäriin voi kulkeutua vettä jopa 1,7 – 5 l/s. Laittomat liitännät ovat suurin yksittäinen vuotovesien lisääjä. Näiden liitäntöjen kautta katoilta ja pihamailta kertyviä hulevesiä sekä kuivatusvesiä johdetaan viemäriin. (Forss 2005, 22; Karttunen 1999, 465; Global Water instrumentation inc, 2010.)

4.2 Vuotovesistä aiheutuvat haitat

Vuotovesiin ei viemäröinnin alkuaikoina kiinnitetty suurta huomiota, sillä runsas virtaama oli omiaan parantamaan viemäreiden huuhtoutumista. Jätevedenkäsittelyn vaatimusten noustua on järkevää pyrkiä minimoimaan jätevedenpuhdistamolle päätyvän veden määrä.

Tasalaatuinen jätevesi vähentää puhdistuskustannuksia ja parantaa lopputulosta, joten vuotavan viemäriverkon ajoittain laimeampi ja viileämpi jätevesi heikentää puhdistustulosta ja lisää käytettäviä puhdistustoimenpiteitä sekä kemikaalien määrää. Typenpoistoon käytetään tavallisesti denitrifikaatioprosessia. Ennen denitrifikaatiota käytettävän nitrifikaatiovaiheen nopeus on riippuvainen veden lämpötilasta, joten vuotoveden aikaansaama lämpötilan lasku hidastaa em. prosessia. Tiiviissä viemäriverkossa virtaamat pysyvät tasaisina ja puhdistamo voidaan mitoittaa syntyvän jätevesimäärän mukaan lisäämällä määrään kohtuullinen vuotovesikerroin.

Viemäriverkkoon päätyy sateiden yhteydessä runsaasti hiekkaa. Hiekkaa virtaa jäteveden mukana erityisesti sekaviemäreissä, mutta myös erillisviemäreihin pääsee hiekkaa, määrän riippuessa viemäriin tiiveydestä. Kuivana kautena puhdistamolle tuleva hiekkamäärä on noin 3-5 l/as d, mutta sateella se voi jopa kymmenkertaistua. Hiekanerotuksessa vedestä pyritään poistamaan halkaisijaltaan 0,2 mm suuremmat mineraaliainekset. Hiekanerotus on yleisesti toteutettu laskemalla veden virtausnopeutta 0,3-0,5 m/s:iin, jolloin kyseiset epäpuhtaudet jäävät erotusaltaan pohjalle. Talteen

kerätylle hiekalle on puhdistamatta vaikea löytää sopivaa hyötykäyttöä, joten se yhdistetään usein välppäjätteeseen ja viedään kaatopaikalle. Tämä lisää osaltaan jätevedenpuhdistuksen kustannuksia. (Karttunen 2004, 503-504.)

Vuotava viemäriverkko edellyttää verkoston, pumppaamoiden ja puhdistamojen ylimitoitusta virtaamahuippujen vuoksi. Ylimääräisten investointikustannusten lisäksi myös käyttökustannukset lisääntyvät erityisesti sähkö- ja huoltokustannusten kautta. Mikäli puhdistamon tai pumppaamon kapasiteetti ei riitä virtaamahuippujen käsittelyyn, joudutaan puhdistamattomia jätevesiä ohijuoksuttamaan suoraan vesistöön, jolloin puhdistamon ympäristökuormitus lisääntyy merkittävästi. (Karttunen 1999, 464-465.)

Mikäli jätevedenpuhdistus ostetaan palveluna toiselta toimijalta, aiheutuu vuotovesistä merkittävä lisäkustannus vesihuoltolaitokselle. Laskuttamattoman jäteveden osuus jäteveden puhdistuskustannuksista on merkittävä osa Eurajoen vesihuoltolaitoksen Rauman vedelle maksamista jätevesimaksuista. Vesihuoltolaitos toimitti vuonna 2012 jätevettä puhdistettavaksi yhteensä 321 000 m³, josta 145 000 m³ oli vuotovettä. Vuotoveden osuus oli noin 45 % kaikesta toimitetusta jätevedestä.

Vuotavien viemärien välittömässä läheisyydessä pohjaveden pinta alenee, koska normaalisti maaperään imeytyvä vajovesi kulkeutuu viemäriä pitkin pois. Pitkän ajan kuluessa pohjaveden alenema laajenee kauemmas vuotokohdasta. (Karttunen 1999, 464-465.)

5 VIEMÄREIDEN TUTKIMUSMENETELMÄT

Viemäriverkon tiiveyden tutkimiseen on olemassa lukuisia menetelmiä. Mikään näistä menetelmistä ei kuitenkaan sovellu yksinään kaikkiin olosuhteisiin. Menetelmä onkin valittava aina paikallisten erityispiirteiden mukaan ja useimmiten on hyvä käyttää useita eri menetelmiä. Tässä luvussa on esitelty tyypillisimmät vuotovesien paikallistamismenetelmät joi-takin erityismenetelmiä lukuun ottamatta.

Viemäreiden kuntoselvitystutkimuksilla pyritään pääsääntöisesti selvittämään viemäreiden toimintaan vaikuttavia tekijöitä. Osa kuntoselvitysmenetelmistä soveltuu myös viemärivuotojen paikallistamiseen. Vuototutkimusten yhteydessä on mahdollista selvittää mm. kaivojen liitosten ja rakenteiden kuntoa sekä putkisaumojen tiiveyttä. Vuototutkimusten avulla koko viemäriverkon hallinta saadaan paremmaksi.

Viemäreiden tutkimusmenetelmät voidaan jakaa seuraaviin pääryhmiin:

- Viemäreiden kuntoselvitykset
 - vuotovesiselvitykset
 - tv-kuvaukset
 - tarkastuskaivojen kuntoselvitykset
 - painumamittaukset
 - näytepalojen analysointi
 - savukoe
 - väriainekoe
- tulvimisvaaran selvitys, joka liittyy mitoituksen tarkistamiseen
- viemäriverkon erityisvarusteiden toimivuusselvitys
 - viemäriverkon ylivuotorakenteiden ja ylivuotojen selvittäminen
 - paineviemärien (paineiskutilanteiden) selvitykset

(Forss 2005, 21.)

5.1 Vuotovesiselvitys

Vuotovesien määrä voidaan selvittää seuraamalla jätevedenpuhdistamon tulovirtaamaan määrää ja laatua. Viemäreiden vuotovesiselvityksen tavoitteena on selvittää vuotovesien määrä, vuotojen sijainti ja syyt. Vuotojen sijainnin selvittämisen kannalta on oleellista saada virtaamatieto valuma-aluekohtaiseksi. Edullisimmin tieto on saatavissa seuraamalla jätevesipumppaamojen pumppaustilastoja. (Forss 2005, 22.)

Verkostoon johdettavan jäteveden määrä on arvioitavissa vedenkulutustietojen pohjalta. Vuotovesien esiintyminen viemäriverkostossa voidaan määrittää myös tarkkailemalla yön aikaisia virtaamia. Vuotovesien tarkemman alueellisen esiintymisen määrittämisessä voidaan käyttää liikuteltavia viemärivirtaamamittareita. Mikäli mittauksia suoritetaan päiväsaikaan, on vuotojen paikallistamiseksi virtaamamittauksia suoritettava yksittäisissä kaivoissa sekä kuivana että märkänä aikana. Sadeveden aiheuttama virtaamalisäys on yleensä niin merkittävä, että menetelmällä on helppo paljastaa vuotavat viemäriosuudet. Pidemmällä mittausjaksoilla voidaan määrittää vuotolähteiden jakauma suoriin sadevesiliitäntöihin ja varsinaisiin vuotovesilähteisiin. Pohja- ja vajovesi pitävät viemäriin virtaamia kohdalla useita päiviä sateen päätyttyä, mutta hulevesien virtaamalisäysvaikutus lakkaa nopeasti sään poutaannuttua. (Forss 2005, 22; Seppinen 2010, 21-22.)

Viemäriverkoston mallinnus on yksi tapa selvittää vuotovesiongelman alueellista jakaumaa. Mallinnuksen tulosten perusteella saneeraustoimenpiteet on helpompi kohdistaa eniten vuotoa aiheuttaville alueille. Mallinnus tarvitsee tuekseen virtausmittauksia, joilla mallinnus saadaan kalibroitua vastaamaan mahdollisimman hyvin todellisuutta. (Forss 2005, 22-23.)

5.2 TV-kuvaus

Tässä yhteydessä TV-kuvauksella tarkoitetaan putkistojen sisäpuolista kuvauksia. Kuvauksen tarkoitus on selvittää viemäriosuuden kunto ja mahdolliset toimintahäiriöiden aiheuttajat. Lisäksi kuvaamalla saadaan selvitettyä viemäriiliitosten sijainnit. Suurissa, vettä täynnä olevissa putkissa, voidaan kuvausta täydentää kaikuluotauksella. Kuvauslaitteeseen voidaan tarvittaessa liittää lisälaitteita, joilla saadaan tietoa putken kaltevuudesta ja mahdollisista painumista. Tontti- ja sivuhaaroja voidaan tutkia ns. satelliittikameralla. Videomateriaalin ohella tilaajalle toimitetaan yleensä myös TV-kuvausraportti, johon on kirjattu havaitut viat ja niiden vika-aste. TV-kuvaukset soveltuvat parhaiten yksittäiselle verkon osalle tarkentavaksi tutkimusmenetelmäksi. (Forss 2005, 24; Kuikka 2007,)

5.3 Tarkastuskaivojen kuntoselvitys

Tarkastuskaivojen kuntoselvitys tehdään pääsääntöisesti silmämääräisesti tutkimalla. Tarkastuksessa tulee huomiota kiinnittää erityisesti kannen tiiviyteen ja putkiyhteiden tiiviyteen. Lisäksi betonikaivojen yhteydessä mahdollinen vuotokohta on renkaiden välinen sauma. Vuodot on helpointa todeta keväällä roudan sulaessa. Tarkastuksen yhteydessä laaditaan kaivokortisto, johon kirjataan havaitut viat ja tehdyt korjaukset. Kaivokortteja voidaan täydentää valokuvilla tai videolla. (Karttunen 1999, 662; Kaupunkiliitto 1983, 51.)

5.4 Savukoe

Savukokeella voidaan havaita viemäriverkon vikoja ja virheellisiä liitoksia yksityiskohtaisesti. Kokeessa viemärikaivon kautta puhalletaan putkistoon savua, joka tunkeutuu maanpintaan viemäriverkon aukkopaikoista sekä kiinteistöjen katoilla sijaitsevista viemärituuletusaukoista. Savukokeella voidaan todentaa myös viemäriinlinjan ja kaivojen vuotokohtia, mikäli maaperä on riittävän läpäisevää. Savukoe soveltuu myös niiden virheellisten kytkentöjen paikallistamiseen, joilla hule- ja kuivatusvesiä on ohjattu jätevesiviemäriin. Savukoe ei tutkimusmenetelmänä ole aukoton vaan sitä tulee käyttää muita menetelmiä täydentävänä. (Forss 2005, 25-26; Forsberg & Riihinen 2007.)



Kuva 2. Savukoe käynnissä Eurajoen Lapijoella 21.5.2013

Savukokeita tehtäessä tutkittava johto-osa erotetaan muusta verkostosta vaippaventtiilien tai tulppien avulla. Vaippaventtiilin etu tulppaan nähden on se, että se ei estä viemäriin tapahtuvaa normaalia virtausta. Kaivon päälle asetettavan puhaltimen avulla voidaan tuottaa ylipaine, joka työntää savun noin 100-200 m säteellä viemäriverkkoon. Vaihtoehtoisesti savukonetta käytettäessä savu voidaan ohjata suoraan tutkittavaan viemäriputkeen sopivalla ohjainputkella. Savukoe on nopea ja halpa menetelmä, mutta sen haittana on savun tunkeutuminen kuivien hajulukkojen kautta sisätiloihin. (Forsberg & Riihinen 2007; Kaupunkiliitto 1983, 52.)

5.5 Väriainekoe

Väriainekoe soveltuu sadevesien kulkureittien etsintään. Kokeessa myrkyttömällä, biohajoavalla väriaineella värjättyä vettä johdetaan esim. rännikaivoon ja tutkitaan kulkeutuuko sitä jätevesiviemäriin tarkastuskaivoon. Väriainekokeen avulla voidaan löytää myös sellaisia virheellisiä liitoksia, joissa on hajulukko tai hajulukon tapaan toimiva rakenne. Väriainekokeel-

la voidaan jätevesiviemäriin johdetut kattovedet paljastaa savukoetta luotettavammin. Salaojavesien osalta väriainekoetta voidaan käyttää tutkintaan, mikäli salaojajärjestelmä on varustettu tarkastuskaivoilla, joiden kautta värjättyä vettä voidaan järjestelmään ohjata. Tarkastuskaivojen olemassa olo ei ole tutkimuksen kannalta välttämätöntä, sillä värjättyä vettä voidaan toimittaa salaojaan kaatamalla sitä rakennuksen seinän viereen, mutta tämä menettely on hidas toteuttaa. (Seppinen 2010, 20.)

6 EURAJOEN VIEMÄRIVERKKO

Vesihuoltolain (9.2.2001/119) 3§:n 1 kohdan mukaan viemäröinnillä tarkoitetaan jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista ja käsittelyä. Viemäritäviä vesiä muodostuu asuilla alueilla talousveden käytöstä, rakennusperustusten kuivatuksesta sekä huonosti läpäisevien pintojen muodostamista valumavesistä. Viemäriin päätyy sinne ohjattujen vesien lisäksi myös muita vesiä niin tahattomasti kuin tahallisestikin. (Karttunen 2004, 453.)

6.1 Taustaa

Eurajoen vesihuoltolaitoksen vanhimmat viemärit sijaitsevat kunnan kahdella kaava-alueella, Kirkonkylässä ja Lapijoella. Viemäröinnin alkuaikoina kaikki jätevedet ohjattiin Eurajokeen ja Lapinjokeen puhdistamattomina. Myöhemmin rakennettiin oma jätevedenpuhdistamo Kirkonkylään, Eurajoen rantaan. Tässä vaiheessa Lapijoella syntyneet jätevedet pumpattiin Kirkonkylän jätevedenpuhdistamolle käsiteltäviksi. Siirtoviemäri Raumalle valmistui vuonna 1997, jonka jälkeen kunnan viemäriverkosta kertyvät jätevedet on ohjattu ja pumpattu ensin Lapijoen jätevedenpumppaamolle ja sieltä eteenpäin Raumalle käsiteltäviksi. Koska viemäriverkko on rakennettu alun perin sekaviemäriksi, on kiinteistöjen alkuperäiset liitännät luonnollisesti toteutettu myös sekaviemäröintiperiaatteella.

6.2 Eurajoen viemäriverkon ongelmat

Eurajoen jätevesiviemäriverkon vanhin osa on rakennettu 1960-luvulla ja on materiaaliltaan betonia sekä PVC -muovia. Alkuperäiset tarkastuskaivot ovat olleet pääsääntöisesti betonirakenteisia, mutta suurin osa niistä on joko saneerattu asentamalla muovinen saneerauskaivo betonikaivon sisälle tai vaihtamalla koko tarkastuskaivo muoviseen. Lapijoen -kaava-alueen betoniviemäriputket on sujutettu pitkäsujutuksena ja useimpiin tarkastuskaivoihin on asennettu saneerauskaivot. Kunnan viimeinen betonijätevesiviemäri linja Kirkkotien varrella saneerataan vuoden 2013 aikana rakentamalla uusi viemäri linja kaivoine ja putkineen.

Jäteveden virtaamavaihteluja on helppo seurata kahden suurimman, Keskustan ja Lapijoen pumppaamoiden pumppaustiedoista. Lapijoen pumppaamon kautta kulkee kaikki jätevesiviemäriin päätyvä vesi ja Keskustan pumppaamon tiedoista saadaan selvitettyä Kirkonkylän ja sinne muualta ohjattujen jätevesien virtaamatiedot. Jätevesipumppaamojen kaukovalvonnassa käytetään Aqvarex -järjestelmää, josta on saatavissa monenlaisia raportteja eri pumppaamoiden pumppaustiedoista. Kuvassa 2. on esitetty Eurajoen jätevedenpumppaamot ja niiden välinen hierarkia.

Lapjoen pumppaamon jätevesivirtaamat 2012

Keskiarvo 880 m³/d

Maksimi 2817 m³/d

Minimi 460 m³/d

Koska runkoviemäreiden saneeraustoimenpiteet eivät ole oleellisesti vähentäneet vuotoveden määrää, oli syytä aloittaa vuotovesilähteiden alueellisen ja laadullisen jakauman tarkempi selvittäminen, jonka osana myös tämä opinnäytetyö on syntynyt.

7 VUOTOVESISELVITYS

Vuotovesiselvityksen tarkoituksena on saada kokonaiskuva viemäriverkon vuotavuudesta. Kokonaiskuvan avulla voidaan toimenpiteet kohdistaa kaikkein huonokuntoisimmille johto-osille. Yleensä selvitys toteutetaan kaksivaiheisena, siten että ensiksi tehtävän alueellisen tutkimuksen tuloksia hyödynnetään myöhemmissä linjakohtaisissa tutkimuksissa. (Suomen Kaupunkiliitto 1991, 21.)

7.1 Vuotovesiselvityksen valmistelu

Vuotovesiselvityksessä on aina hyvä käyttää olemassa olevia kiinteitä mittauspisteitä jollaisiksi myös jätevesipumppaamot voidaan laskea, sikäli kun niistä on saatavissa aikasidonnaista pumppaustietoa. Kun viemäriverkko muodostaa suuren ja yhtenäisen kokonaisuuden, jota pumppaamot eivät jaa osiin, tarvitaan kiinteiden mittauspisteiden lisäksi siirrettäviä mitalaitteita, joiden avulla voidaan tarkemmin määritellä vuotokohtien sijainti. Paras vuodenaika toteuttaa vuotovesimittauksia on keväällä pintavesivalunnan loputtua. (Forss 2005, 22; Suomen Kaupunkiliitto 1991, 21-22.)

7.1.1 Lähtötiedot

Jotta vuotovesiselvitys onnistuu parhaalla mahdollisella tavalla, kannattaa sen suunnitteluun ja valmisteluun käyttää aikaa. Olemassa olevan tiedon, kuten viemäriverkon ominaisuustiedon ja virtaamatiedon avulla selvityksen kohdistaminen oikeille alueille onnistuu paremmin kuin summittaisesti ja suunnittelematta toteutettu mittaus.

Eurajoen vesihuoltolaitoksen kaukovalvontaohjelman raportointiosasta on saatavissa pumppaustietoa tunti-, vuorokausi-, viikko- ja kuukausikohtaisesti jokaisen verkon pumppaamon osalta. Eurajoen viemäriverkon pumppaustietoa on saatavilla jonkin verran kirkonkylän kaava-alueelta, mutta pääasiassa paineviemärointiä on toteutettu haja-asutusalueella. Suurin osa haja-asutusalueen jätevedestä kulkee keskustan jätevesipumppaamon kautta, joten haja-asutusalueelta ja osittain myös taajama-alueelta kertyvän jäteveden määrä on eriteltävissä keskustan pumppaamon virtaamasta. Kirkonkylän kaava-alueella sijaitsevia Keskustan pääpumppaamoon jätevetä pumpaavia pumppaamoja ovat Kuusimäkelä, Karhutie, Kangastie, Jäähalli, Toivo ja Anuntila.

Lapijoen pumppaamolle päätyvä jätevesivirtaama on jaoteltavissa kolmeen osaan. Vettä pumpataan Keskustan ja Olkiluodontien pumppaamoilta ja näiden lisäksi vettä kertyy Lapijoen kaava-alueen viettoviemäreistä. Hosistontien pumppaamo ei ollut käytössä vuonna 2012.

7.1.2 Alueelliset lähtötiedot

Vuotovesien alueellisen jakauman selvittämiseksi vertaillaan taulukossa 4 esitettyjä pumppausmääriä vuoden minimivirtaamapäivän 4.8.2012 sekä

viikon 42 osalta. Viikko 40 oli vuonna 2012 jätevesivirtaamiltaan kaikkein suurin (12 588 m³), mutta virtaamat ylittivät keskuspumppaamoiden pumppauskapasiteetin ainakin 4.10. ja 5.10., jolloin vettä satoi Eurajoella jopa 30 mm/d. Tästä syystä valitsin tarkastelun kohteeksi viikon 42, joka oli jätevesivirtaamien osalta toiseksi runsain (10 697 m³). Taulukon ylimällä rivillä ovat sademäärän vuorokausiarvot. Sademäärät ovat peräisin Ilmatieteen laitoksen Kokemäen Ruusenkulman havaintoasemalta, joka on Eurajokea lähinnä sijaitseva sadetta mittaava havaintoasema. Etäisyyttä Eurajoen ja Ruusenkulman välillä on vajaa 30 km. Viikolla 42 oli kolme sadepäivää, joista 15.10. ja 18.10. olivat runsassateisimmat noin 18 mm/d. Lisäksi 21.10. satoi noin 10 mm/d. Neljä muuta päivää olivat täysin tai lähes sateettomat. Taulukkoa tarkastelemalla voidaan saada jonkinlainen käsitys pintavaluntana sekä vajovetenä viemäriverkkoon päätyvän veden määrästä.

Taulukko 4. Jätevesipumppaamoiden virtaamat 4.8.2012 ja vko 42 / 2012

Pumppaamo / pvm	4.8.12	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.
Sademäärä (mm)	0	18.8	0	1.1	18.2	0.4	10.6	0
Lapijoki	460	952	1716	1312	1230	2273	1194	2020
Keskusta	394	788	1251	1008	939	1839	898	1582
Kuusimäkelä	47	73	111	89	91	140	106	141
Karhutie	3	3	2	3	4	2	3	2
Kangastie	8	19	16	12	21	15	14	13
Perentie	3	5	4	3	5	4	3	2
Jäähalli	0	4	4	3	3	6	1	11
Toivo	1	0	1	0	1	1	1	1
Vuojoki	2	3	2	1	1	3	2	1
Anuntila	6	13	26	21	21	28	11	23
Maadentie	38	86	132	93	89	109	111	151
Keskusta vietto- viemärit	286	582	953	783	703	1531	646	1257
Olkiluodontie	7	17	39	25	24	54	13	12
Lapijoki vietto- viemärit	59	147	426	279	267	380	283	426

4.8.2012 oli jätevesivirtaamien osalta melko tyypillinen sateettoman ajan päivä. Eurajoen vesihuoltolaitos pumppaa talousvettä verkostoon keskimäärin 900 m³/d, josta noin puolet näyttäisi päätyvän jätevedeksi. Tässä on huomioitava, että vesijohtoverkosto on viemäriverkostoa huomattavasti laajempi, mutta viemäroityjen alueiden asukastiheys on merkittävästi viemäroimättömiä alueita suurempi. Lapijoen kaava-alueen osuus johtoveden käytöstä on noin 120 – 150 m³.

Viikon 42 ensimmäinen sadepäivä oli 15.10. Virtaama Lapijoen pumppaamolla oli tuolloin kaksinkertainen verrattuna minimivirtaamapäivään 4.8. Huomattavaa on, että virtaama Lapijoen pumppaamolla kasvoi vielä 80 % seuraavana päivänä 16.10, joka oli sateeton. Sama ilmiö on havaittavissa myös 19.10 ja 21.10., jolloin virtaamat lisääntyivät verrattuna edelliseen sadepäivään. 19.10 oli lähes sateeton ja 20.10. oli täysin sateeton päi-

vä. Viive sateen ja virtaamien kasvun välillä viittaa vajoveden merkittävään osuuteen vuotovedestä. Sama ilmiö on havaittavissa myös Keskustan, Kuusimäkelän, Anuntilan ja Maadentien pumppaamoilla.

Jäähallin, Toivon ja Vuojoen pumppaamoiden tilastoja ei ole mielekästä tarkastella tässä yhteydessä, koska ne toimivat yksittäisten kiinteistöjen jätevesijärjestelminä. Lisäksi Karhutien ja Perentien virtaamissa ei ole havaittavissa merkittävää vaihtelua.

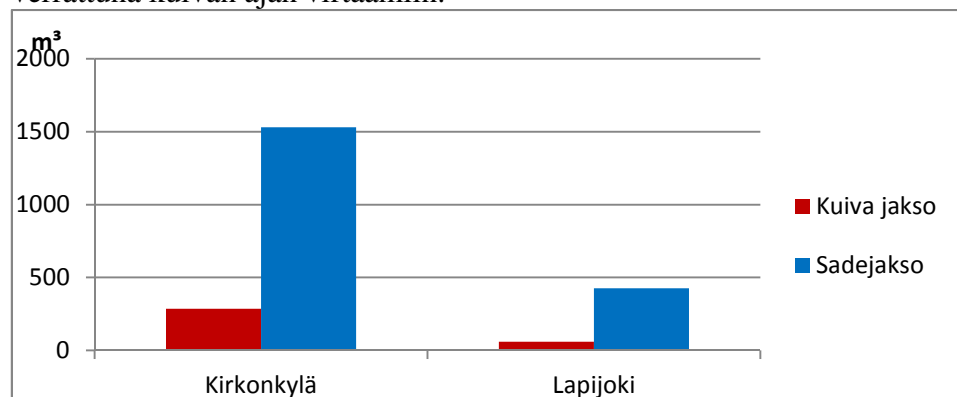
Pienemmistä pumppaamoista suurin virtaaman kasvu oli Maadentiellä, jonne Kirkkotien pumppaamon kautta tulevat jätevedet ovat peräisin laajalta alueelta. Oheisessa taulukossa näkyy eriteltyinä Maadentien ja Kirkkotien pumppaamoiden virtaamat sekä näiden keskinäinen erotus. Taulukossa 5 nähtävissä oleva viive virtaamien kasvu sadepäiviä seuraavina poutapäivinä näyttäisi olevan peräisin enimmäkseen Kirkkotien pumppaamon yläpuolisilta viemäriosuuksilta, joka on pääosin Irjanteen kylää.

Taulukko 5. Maadentien ja Kirkkotien pumppaamoiden virtaamat 4.8.2012 ja vko 42 / 2012

Pumppaamo / pvm	4.8.12	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.
Sademäärä (mm)	0	18.8	0	1.1	18.2	0.4	10.6	0
Maadentie	38	86	132	93	89	109	111	151
Kirkkotie	11	26	64	38	37	90	49	81
Maadentien osuus	27	60	68	55	52	19	62	70

Anuntilan pumppaamolla virtaama kasvaa prosentuaalisesti paljon, mutta pumpatut määrät ovat kohtuullisen pieniä. Kuusimäkelän pumppaamolla virtaama kasvaa ~200 % ja veden määrä lisääntyy entisestään sadetta seuraavana päivänä. Kangastiellä virtaaman kasvu painottuu sadepäiville, eikä muilla pumppaamoilla havaittua viivettä ole nähtävissä. Kangastien pumppaamon vedet kertyvät uudehkolta omakotialueelta.

Kaava-alueiden viettoviemäreiden virtaamia on taulukossa pyritty määrittämään laskennallisesti. Kasvu on viettoviemäreissä erittäin suurta molemmissa sekä Kirkonkylässä että Lapijoella. Kirkonkylässä virtaama kasvaa runsaan sateen jälkeen 5 -kertaiseksi ja Lapijoella jopa 7-kertaiseksi verrattuna kuivan ajan virtaamiin.



Kuva 5. Virtaamien suhde kuivan ja sadejakson aikana viettoviemäreissä

Alueellisten lähtötietojen analysoinnin perusteella viemäriverkon kunto-
tutkimukset päätettiin kohdistaa ensisijaisesti Kirkonkylän ja Lapijoen
kaava-alueiden viettoviemäreihin.

7.1.3 Tutkimussuunnitelma

Virtaamamittauksia suoritetaan yleensä kahdella eri periaatteella. Varsinaisten vuotovesien määrän selvittämiseksi mittaukset tulee suorittaa aamuyöllä, minimivirtaaman aikana. Parhaat vuodenaajat kuivanajan mittauksille ovat kesäkuukaudet ja talven pakkaskausi, jolloin pohjaveden pinta on yleensä alhaalla ja pinta- sekä vajovesiä on vähän. Hulevesiperäisten vuotovesien osuutta voidaan määrittellä suorittamalla virtaamamittauksia samoista kaivoista sateisena ajankohtana. Mikäli mittaukset suoritetaan päivällä, tulee virtaamista vähentää alueen vedenkäyttö tuntivaihteluineen. Vähentämällä mittaustuloksista alueen varsinaiset vuotovedet, saadaan selville hulevuotovesien määrä. Parhaiten märän ajan mittaukset onnistuvat syksyllä ja keväällä lumen sulamisvesien aikaan. (Huttunen 1977, 24-25; Karttunen 2004, 662; Kaupunkiliitto 1985, 24.)

Viemäriverkon tiiveyden ja mahdollisten varsinaisten vuotovesien alueellisen jakauman selvittämiseksi päätettiin viettoviemäriinjoissa suorittaa virtaamamittauksia. Virtaamamittausten toteutustavaksi valittiin kuivanajan mittaus, joka päätettiin toteuttaa pakkaskaudella ja aamuyöllä minimivirtaaman aikana. Minimivirtaaman aikana suoritettavat mittaukset antavat paremman kuvan varsinaisten vuotovesien määrästä, koska alueellisesti vedenkäytöstä ei ollut saatavissa tietoa.

Eurajoen vesihuoltolaitos on teettänyt Vuove -vuotovesiselvityksen vuonna 1999. Vuototutkimusraportti on tämän opinnäytetyön liite 3. Mittaukset suoritettiin 20.4.1999. Tutkimuksen toteutti Oy E.Sarlin Ab. Vuove – menetelmä perustuu virtaamamittaukseen sekä jätevesinäytteen analysointiin. Vuotovesiprosentti määritetään jätevedestä viiden eri veden laatuparametrin avulla. Vuove -vuotovesitutkimuksen tuloksia hyödynnettiin keväällä 2013 virtaamamittausten suunnittelussa ja tulosten analysoinnissa. Virtaamamittauksia pyrittiin toteuttamaan samoissa kaivoissa kuin vuonna 1999, jotta tulokset olisivat jossain määrin vertailukelpoisia vaikka tutkimusmenetelmä oli erilainen. (Vuove-insinöörit Oy 2011.)

7.2 Vuotovesiselvityksen toteutus

Jätevesivirtaamien mittaus voidaan toteuttaa vesihuoltolaitoksen omana työnä tai konsulttitoimeksiantona. Virtaamamittaukset toteutti Hämeen Vesihuolto Oy Eurajoen kunnan tilauksesta. Mittaukset suoritettiin 25. - 27.3.2013 välisenä aikana. (Kaupunkiliitto 1985, 23.)

7.3 Linjakohtainen tutkimus

Mittauspisteitä oli yhteensä 13, joista 10 Kirkonkylässä ja loput Lapijoen kaava-alueen vanhimmassa osassa. Mittauspisteiden sijainti on osoitettu verkkotietokarttaotteissa. (liitteet 1 ja 2) Mittauspisteet valittiin siten, että

ne sijaitsivat viemäriverkon solmukohdissa ja että mittaustulokset kuvastavat erikseen rajattavissa olevan alueelta kertyvää vesimäärää. Kaksi mittauspistettä varustettiin kiinteillä mittalaitteilla, jolloin mittaustietoa saatiin 36 tunnin ajalta. 11 muusta mittauspisteestä mittausta suoritettiin ns. hetkellisenä mittauksena. Hetkelliset mittaukset suoritettiin 27.3.2013 klo 2.00-4.45 välisenä aikana. Mittaushetkellä ilman lämpötila oli -5°C ja maa oli roudassa. Hämeen Vesihuolto Oy:n laatima vuototutkimusraportti on tämän opinnäytetyön liitteenä 4.

7.4 Mittaustulokset

Taulukkoon 6 on koottu mittaustietoa molemmista sekä vuoden 1999 että 2013 vuototutkimusraporteista. Taulukon kolme alinta riviä kuvaavat mittaustuloksia Lapiojen kaava-alueella tehdyistä mittauksista. Tällä alueella ei ole aikaisemmin tehty viemäriverkon virtaamamittauksia.

Taulukko 6. Virtaamamittausten tulokset 1999 ja 2013

Katu / Kaivo	Tulo kaivoon	Q l/s (2013)	Q l/s (1999)	Vuoto-osuus % (1999)	Qvuoto (1999)
Riikontie, kaivo 95	Tulo 1, suunta 270	< 1 l/min			
	Tulo 2, suunta 180	0,21	ei mitattu	72%	
Tapuli, kaivo 119	Tulo 1 suunta 180	0,42	0,7	59%	0,4
Arvelantie, kaivo 133	Tulo 1, suunta 180	0,9	0,5-0,7	>90%	0,5
Kalliotie, kaivo 146	Tulo 1, suunta 270	0,24	0,5	90% (korkea lämpötila)	0,5
Hirvitie, kaivo 246	Tulo 1, suunta 180	0,21	0,1	82%	0,1
	Tulo 2, suunta 270	0,59	0,2	43%	0,1
	Tulo 3, suunta 90	< 1 l/min	0		
Katajatie, kaivo 239	Tulo 1, suunta 270	0,59			
Kaivettulantie, kaivo 170	Tulo 1, suunta 180	0,40	4,0	71%	2,8
Myllärintie, kaivo 288	Tulo 1, suunta 180	0,30	0,2-0,3	48%	0,1
Tuohitie, kaivo 280	Tulo 1, suunta 270	0,06	0,1-0,2	94%	0,1-0,2
Kirkkotie, kaivo 366	Tulo 1, suunta 180	0,53			
	Tulo 2, suunta 120	< 1 l/min			
Nummitie, kaivo 683	Tulo 1, suunta 180	0,51			
Korpelantie, kaivo 1054	Tulo 1, suunta 180	0,06			
Korpelantie, kaivo 1068	Tulo 1, suunta 180	1,1			

Vertailtaessa kahdella eri menetelmällä ja eri vuodenaikaan tehtyjen tutkimusten tuloksia, tulee niiden vertailukelpoisuuteen suhtautua kriittisesti. Kuitenkin saneerattujen ja saneeraamattomien alueiden tuloksissa on nähtävissä yhdenmukaisuutta. Yhteneväisiä tuloksia on nähtävissä ainakin mittauspisteissä 119, 133, 146, 280 ja 288. Näihin mittauspisteisiin jätevesi johdetaan alueilta, joilla ei ole juurikaan tehty saneeraustoimenpiteitä. Suurin ero puolestaan oli mittauspisteessä 170, jonka kertymäalue on suuri ja tutkimusten välissä tehdyt saneeraustoimenpiteet ovat olleet merkittäviä. Toisen perusteellisesti saneeratun alueen, Riikon osalta ei valitettavasti ole saatavissa mittautietoa vuodelta 1999. Tämän alueen jätevedet purkautuvat, mittauspisteen 95 kautta ja tulevat tulosuunnasta 2. Tulosuunnan 2 vuoto-osuus on ollut vuonna 1999 korkea (71 %), mutta virtaamaa ei padotusvaikutuksen vuoksi ole pystytty mittaamaan. Olisi ollut mielenkiintoista verrata myös tämän viemäriinjan mittautuloksia.

Kirkonkylän virtaamat ovat kokonaisuudessaan Lapijokea pienempiä ja ero korostuu verrattaessa viemäriinjojen pituutta. Lapijoen virtaamat muodostuvat huomattavasti pienemmällä viemäriinjojen pituudella. Kirkonkylän mittauspisteistä suurimmat virtaamat olivat kaivoilla 133, 366 ja 246. Kaivojen 239 ja 170 virtaamasta valtaosa on peräisin kaivon 246 kertymästä. Kaivon 170 alhainen virtaamaa verrattuna verkostossa yläpuolella oleviin kaivoihin 239 ja 246 selittynee linjastossa mahdollisesti olevalla padotuksella tai mittautapahtumien eriaikaisuudella.

Lapijoen mittauspisteiden osalta on todettava, että virtaamat kaivoissa 683 ja 1068 ovat korkeita. Ero mittauspisteen 1054 virtaamaan on merkittävä. Tosin mittaus tapahtui aamulla puoli viiden ja viiden välissä, joten täällä Kirkonkylää suurempi osa virtaamasta saattaa olla peräisin veden aamukäytöstä.

Koska edellä tarkasteltujen pumppaamovirtaamien perusteella vuotovedestä merkittävä osa vuotovedestä näyttäisi olevan vajovettä, on syytä olettaa, että vajovettä pääsee verkostoon myös muualta kuin runkoviemäriin epäjatkuvuuskohdista. Lisäksi osa vuotovedestä on myös pintavalunta-peräistä hulevettä, jota saattaa päästä viemäriverkkoon normaalien reittien lisäksi myös tarkoituksellisesti ohjattuna. Huleveden ja vajoveden tunkeutumiskohtien ja -reittien selvittämiseksi päätettiin teettää viemäriverkon kuntotutkimus.

8 VIEMÄRIVERKON KUNTOTUTKIMUS

Vuotovesiselvityksen perusteella valitaan ne viemäriverkon osa-alueet, joilla ryhdytään viemäreiden kuntotutkimukseen. Kuten edellä on todettu kasvavat jäteveden virtaamat huomattavasti sekä Kirkonkylän että Lapijoen kaava-alueiden viettoviemäreissä sään muuttuessa sateiseksi ja yksittäisen sadepäivän aiheuttama virtaamahuippu osuu seuraavalle päivälle. Lapijoella virtaamat laskevat kirkonkylää nopeammin sään muuttuessa poutaiseksi. Kirkonkylän viettoviemäreiden virtaamamuutokset ovat Lapijokea maltillisempia, mutta virtaamahuippujen tasaantuminen näyttäisi kestävän pidempään. Tämän eron perusteella voidaan olettaa, että Kirkonkylässä virtamaakasvua aiheuttavat enemmän myös vajo- ja kuivatusvedet. Kolmas kuntotutkimukseen valittu alue oli Irjanteen kylä. Irjanteelta kertyvät jätevedet muodostavat merkittävän osan Kirkkotien pumppaamon virtaamasta. Kirkkotien pumppaamon virtaaman havaittiin nelinkertaistuvan sadejaksolla. Vuotovesien tunkeutumisreittien tarkemmaksi selvittämiseksi päätettiin teoriaosassa esitellyistä kuntotutkimusmenetelmistä valita käytettäväksi tarkastuskaivojen kuntoselvitys ja savukoe. (Forss 2005, 22)

8.1 Tutkimussuunnitelma

Tarkastuskaivojen kuntoselvitys toteutetaan ensisijaisesti silmämääräisesti tarkastellen. Näin toteutettu vuotokohtien etsintä on halpaa ja nopeaa. Paras aika kuntoselvityksen toteuttamiselle on keväällä roudan sulaessa, jolloin maaperässä on runsaasti vajovettä. Silmämääräisellä tarkastelulla voidaan todeta mm. tarkastuskaivojen vuodot ja luvatta tehdyt kuivatusvesi- ja hulevesiliitokset. (Kaupunkiliitto 1983, 51.)

Savukokeet ja kuntoselvityksen toteutti Hämeen Vesihuolto Oy 20.5. – 7.6.2013. Savukokeet ja tarkastuskaivojen kuntotutkimus tehtiin kirkonkylän ja lapijoen kaava-alueilla, niissä viettoviemärilinjoissa, joissa virtaamamittausten mukaan vuotoja näyttäisi olevan eniten. Lisäksi savukokeita suoritettiin Irjanteen kylässä, jossa on uudehko viemäriverkko, mutta siitä huolimatta sadesäällä esiintyy voimakasta virtaamien kasvua.

8.2 Tutkimustulokset

Tarkastuskaivojen kuntoselvitys toteutettiin savukokeiden yhteydessä ja se kohdistui niihin kaivoihin, joihin savua puhallettiin tai joiden ympäristöstä savua purkautui. Tarkastelun tuloksena löytyi saumoistaan vuotavia ja pois paikoiltaan liikkuneita betonikaivoja, viallisia, puutteellisesti asennettuja sekä reunuksen yli tulvivia saneerauskaivoja. Myös viallisia ja vaurioituneita muovitarkastuskaivoja löytyi. Taulukossa 7 on esitetty kuntokartoituksessa havaitut puutteet tyypeittäin ja lukumäärittäin.

Taulukko 7. Savukokeissa ja kuntoselvityksessä havaitut puutteet

Todettu vika / puute	Lukumäärä
Viallinen tonttikaivo	6
Vuotava saostuskaivo	33
Viallinen saneerauskaivo	6
Vuotava betonitarkastuskaivo	10
Tulviva saneerauskaivo	5
Vuotava muovitarkastuskaivo	3
Väärä kansityyppi	2
Jätevesipumppaamon ylivuodosta puuttuu padotusventtiili	1
Laiton hulevesiliitäntä	3

Tonttikaivoissa tyypillisin vikamuoto oli yläreunastaan avarrettu viemäriputki. Aukon kautta kaivoon päätyvät hule- ja kuivatusvedet pääsevät jätevesiviemäriin.



Kuva 6. Avarrettu viemäriputki tonttikaivossa

Savukokeiden avulla löytyi runsaasti vuotavia käytöstä poistettuja saostuskaivoja. Näissä aikaisemmin käytössä olleissa kaivoissa läpikulkeva viemäriputki oli epäyhtenäinen. Saostuskaivoihin oli toisinaan ohjattu myös hule- ja kuivatusvesiä.



Kuva 7. Vuotava saostuskaivo, jossa epäyhtenäinen viemäriputki

Kuten edellä on kerrottu, on Eurajoella vanhoja betonikaivoja saneerattu runsaasti asentamalla niiden sisälle muovinen saneerauskaivo. Kuntaselvityksessä löytyi kuusi viallista saneerauskaivoa, joissa ongelmana oli irronnut tiiviste, vuotava putkiyhde tai kallistuneen betonikaivon aiheuttama saumavuoto saneerauskaivossa.



Kuva 8. Saneerauskaivon tiiviste pois paikoiltaan

Vaikka betonisia tarkastuskaivoja on pyritty järjestelmällisesti saneeraamaan vuosien saatossa, löytyi vuotavia kaivoja tehdyssä kuntoselvityksessä yhteensä 10. Tyypillisin vuoto sijaitsee betonirenkaiden saumoissa, joka on syntynyt routimisen seurauksena renkaiden liikuttua pois paikoiltaan. Joissain tapauksissa korokerengas oli siirtynyt sivuun jopa kymmenen senttimetriä. Myös putkiyhteissä esiintyi vuotoja ja renkaissa halkeamia.



Kuva 9. Tarkastuskaivon korokerenkaan sivuttaissiirtymä



Kuva 10. Huonokuntoinen betonitarkastuskaivo

Osa saneerauskaivoista on itsessään tiiviitä, mutta betonikaivon ympärystyttö on huonosti vettä läpäisevää, jolloin veden pinta nousee ja vettä pääsee tulvimaan saneerauskaivon reunan yli jätevesiviemäriin.



Kuva 11. Tulviva saneerauskaivo

PEH –muovista valmistetut tarkastuskaivot ovat lähtökohtaisesti betoni-tarkastuskaivoja tiiviimpiä ja paremmin routimista sietäviä. Näidenkin asentamisessa täytyy kuitenkin olla huolellinen ja varmistua siitä, ettei tiiviste luiskahda pois paikoiltaan teleskooppiputkea asennettaessa tai ettei teleskooppiputki jää kovin vinoon kaivon rungon suhteen. Vuotavia muovitarkastuskaivoja löytyi yhteensä kolme kappaletta.



Kuva 12. Teleskooppiputki vinossa ja tiiviste pois paikoiltaan

Harvinaisempi vuotoa aiheuttava asennusvirhe on sekoittaa hulevesi- ja jätevesikaivojen kannet keskenään. Savukokeiden yhteydessä löytyi yksi jätevesitarkastuskaivo, jossa oli ritiläkansi. Viereisessä hulevesikaivossa oli puolestaan umpikansi. Kaivojen kehykset ovat keskenään erikokoiset, joten virhe on tapahtunut jo teleskooppiputkia asennettaessa.



Kuva 13. Kaivojen kannet vaihtuneet

Maadentien jätevesipumppaamon ylivuotoputkesta puuttui padotusventtiili. Ylivuotoputki sijaitsee lähes ojan pohjalla, joten kovalla sateella vesi virtaa todennäköisesti pumppaamon tulokaivoon. Ylivuotoputkessa havaittu puute saattaa selittää omalta osaltaan Maadentien pumppaamon sadepäivinä kohonnutta virtaamaa. Pumppaamoon yhteydessä oleva viemäriverkko itsessään on pieni ja melko uusi.



Kuva 14. Pumppaamon tulokaivon ylivuoto ojan pohjalla

Varsinaisia laittomia hulevesiliitäntöjä löytyi savukokeissa ainoastaan kolme. Toki saostuskaivojen kautta hulevesiä pääsee jätevesiviemäriin monien kiinteistöjen pihoilta ja katoilta, mutta suoraan viemäriverkkoon yhteydessä olevien sadevesiputkien määrä oli ilahduttavan pieni.



Kuva 14. Savua purkautuu rännikaivosta

9 POHDINTA

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää vuotovesien osuutta jätevesivirtaamassa eri vuodenaikoina sekä kuivana että sateisena jaksona. Lisäksi tutkittiin vuotovesien alueellista jakaumaa ja pyrittiin paikallistamaan tunkeutumiskeittejä. Viemäriverkon kuntoselvitys toteutettiin kaksiosaisena. Ensimmäiseksi tehtiin vuotovesiselvitys, jonka tulosten perusteella suoritettiin rajatuilla alueilla savukokeet ja tarkastuskaivojen kuntoselvitys.

Vuotovesiselvitys aloitettiin virtaamatiedon alueellisella ja ajallisella vertailulla. Pumppaamoista saatava virtaamatieto osoittautui erittäin käyttökelpoiseksi määrittäessä vuotovesien alueellista jakaumaa. Vastaavanlaista reaaliaikaista virtaamatietoa tuottavien kiinteiden mittalaitteiden asentaminen viettoviemäriverkon solmukohtiin, edesauttaisi vuototutkimusten kohdentamista nyt tehtyä tarkemmin oikeille alueille. Tämän kaltaisten mittareiden hyödyntäminen viemäriverkon valvontaan on Suomessa vielä harvinaista.

Kaikkia vuotovesiselvityksen virtaamamittauksia ei voitu toteuttaa alkupe-
räisen suunnitelman mukaisesti dataloggerilla varustetulla mittalaitteella, koska se ei fyysisen kokonsa puolesta mahtunut saneerauskaivon sisälle. Niissä kaivoissa, joihin oli asennettu saneerauskaivo, mittaus päätettiin suorittaa hetkellisen virtaaman mittauksena vuorokauden minimivirtaaman aikana. Joissakin viemäri-
linjoissa virtaama oli niin vähäistä, että virtausnopeuden luotettava mittaaminen käytössä olleella mittalaitteella oli vaikeaa.

Vuotavien viemäri-
linjojen tarkempi paikallistaminen edellyttää jatkossa eri menetelmien monipuolisempaa hyödyntämistä. Tällaisia menetelmiä voisivat olla mm. Vuove -menetelmä ja TV-kuvaus. Jatkotutkimukset tulisi suorittaa alueilla, joilla virtaamat sadejaksona ja välittömästi sen jälkeen kasvavat kaikkein eniten. Kirkonkylän mittaustulosten perusteella Hirviti-
en, Arvelantie ja Kalliotien mittauspisteiden yläpuolisilla viemäri-
linjoilla on syytä suorittaa jatkotutkimuksia, koska näyttää siltä, että vuonna 1999 havaitut vuodot ovat edelleen korjaamatta. Lisätutkimuksia tarvitaan myös Lapjoen Nummitien ja Korpelantien varressa sijaitsevilla omakotialueilla.

Tarkastuskaivojen kuntotutkimus ja savukokeet osoittautuivat myös hyödyllisiksi. Savukokeet ja niiden ohessa tehty tarkastuskaivojen kuntotutkimus paljastivat mm. vuotavia sakokaivoja ja tarkastuskaivoja sekä lait-
tomia hulevesiliitäntöjä. Näiden tutkimusten tulokset on tarkasti dokumen-
toitu, mutta tässä raportissa ne esitetään ainoastaan yhteenvetona. Runko-
verkon viallisten tarkastuskaivojen korjaukset suoritettiin kesän 2013 ai-
kana, mutta kiinteistöjen järjestelmissä havaittuihin puutteisiin liittyvät
toimenpiteet ovat vielä tekemättä. Yksi tärkeimmistä korjaustoimenpiteis-
tä on asentaa Maadentien pumppaamon ylivuotoputkeen padotusventtiili
ennen syysateita.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella suoritettujen saneeraustoimenpi-
teiden onnistumista on mahdollista arvioida vertaamalla pumppaamoiden

virtaamatietoja. Vertailua tehtäessä on oltava tiedossa vertailtavan ajanjakson sademäärät.

LÄHTEET

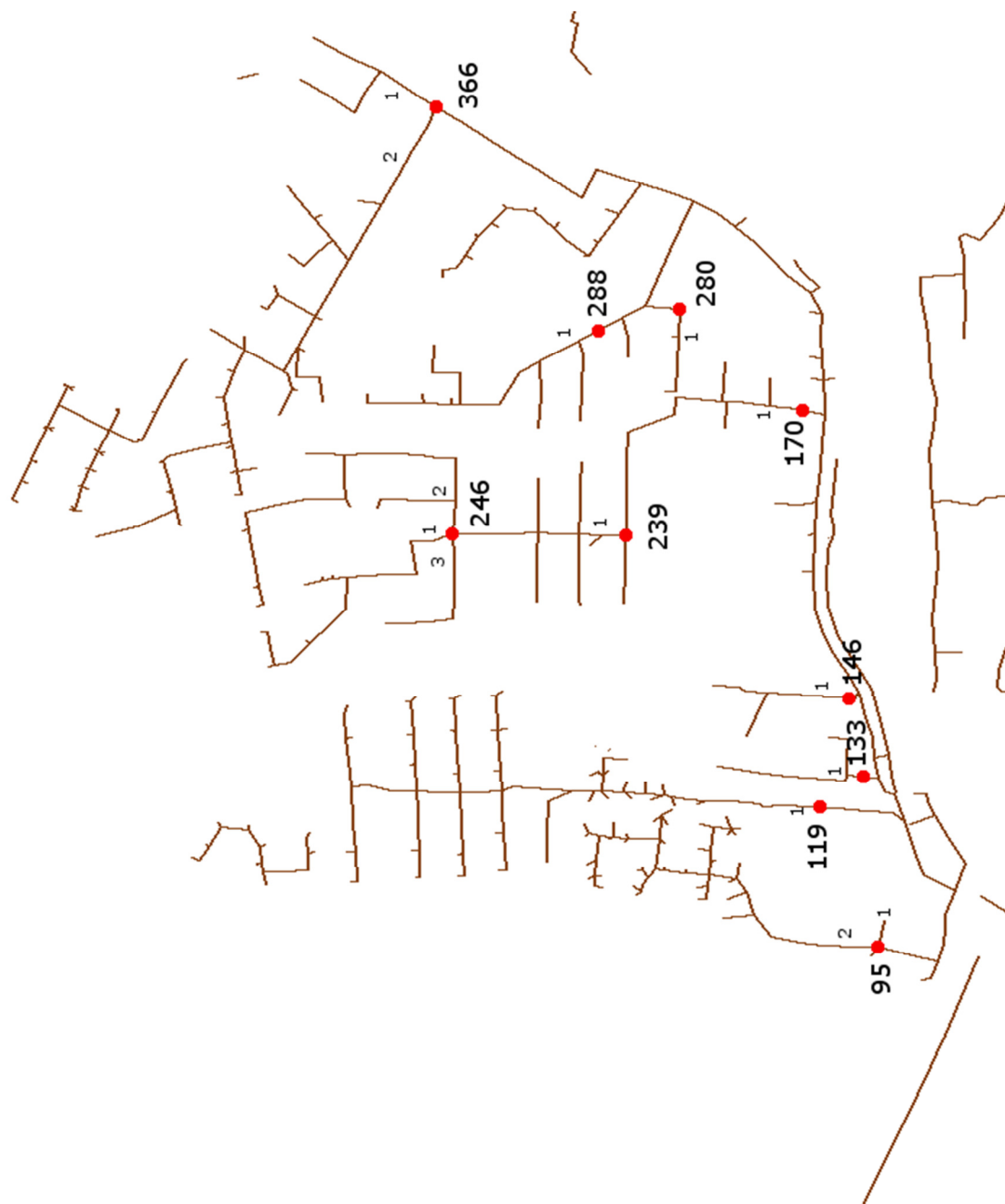
- Aalto-yliopisto. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Taajamahydrologia ja hulevesien hallinta. Viitattu 17.2.2013.
<http://civil.aalto.fi/fi/tutkimus/vesi/tutkimus/taajamavesi/>
- Anttonen, A. & Hytönen, L. 1988. Yhdyskuntatekniikka. Saarijärvi: Rakennustieto Oy.
- Forsberg M. & Riihinen H. 2007. Savukoe paljastaa vuotokohdat. Artikke-
li Kunnossapito -lehdessä 5/2007, pdf-tiedosto. Viitattu 17.2.2013.
<http://www.promaint.net/downloader.asp?id=2525&type=1>
- Forss, A (toim.). 2005. Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteita.
Tampere: Vesi- ja viemärlaitosyhdistys.
- Global Water instrumentation, INC. 2010. Inflow and infiltration. Viitattu
19.3.2013. <http://www.globalw.com/support/inflow.html>
- Huttunen, K. 1977. Viemärien vuotokohdat ja niiden merkitys vuodon
määrään. Helsinki: VTT Geotekniikan laboratorio
- Jätevesikuormituksen vähentäminen. Ympäristöhallinnon internetsivu.
Viitattu 14.3.2013.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=18746&lan=fi>
- Kannala, M. 2001. Vaasan kaupungin hulevesikuormituksen vähentämi-
nen. Vaasa: Länsi-Suomen ympäristökeskus.
- Karttunen, E. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet.
- Karttunen, E. 2004. Vesihuolto 2.
- Kaupunkiliiton julkaisu C 37, 1983. Viemäristön kunnossapito. Helsinki:
Suomen kaupunkiliitto.
- Kaupunkiliiton julkaisu C 88, 1985. Vesimäärien mittaus viemäristössä.
Helsinki: Suomen kaupunkiliitto.
- Kuikka, S. 2007. Viemäreiden kuntotutkimus. Artikke-
li Kunnossapito -
lehdessä 8/2007, pdf-tiedosto. Viitattu 17.2.2013.
<http://www.promaint.net/downloader.asp?id=2911&type=1>
- Nurminen, J (toim.). 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden
hallinta. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Seppinen, J. 2010. Sekaviemärijärjestelmän hulevesikuormituksen vähen-
täminen. Aaltoyliopiston teknillinen korkeakoulu, Diplomityö. Viitattu
17.3.2013 civil.aalto.fi/fi/tutkimus/vesi/opinnaytteet/seppinen2010.pdf

Suomen Kaupunkiliiton julkaisu nro 406, 1991. Vesijohtojen ja viemäreiden saneerauksen suunnittelu. Helsinki: Suomen kaupunkiliitto

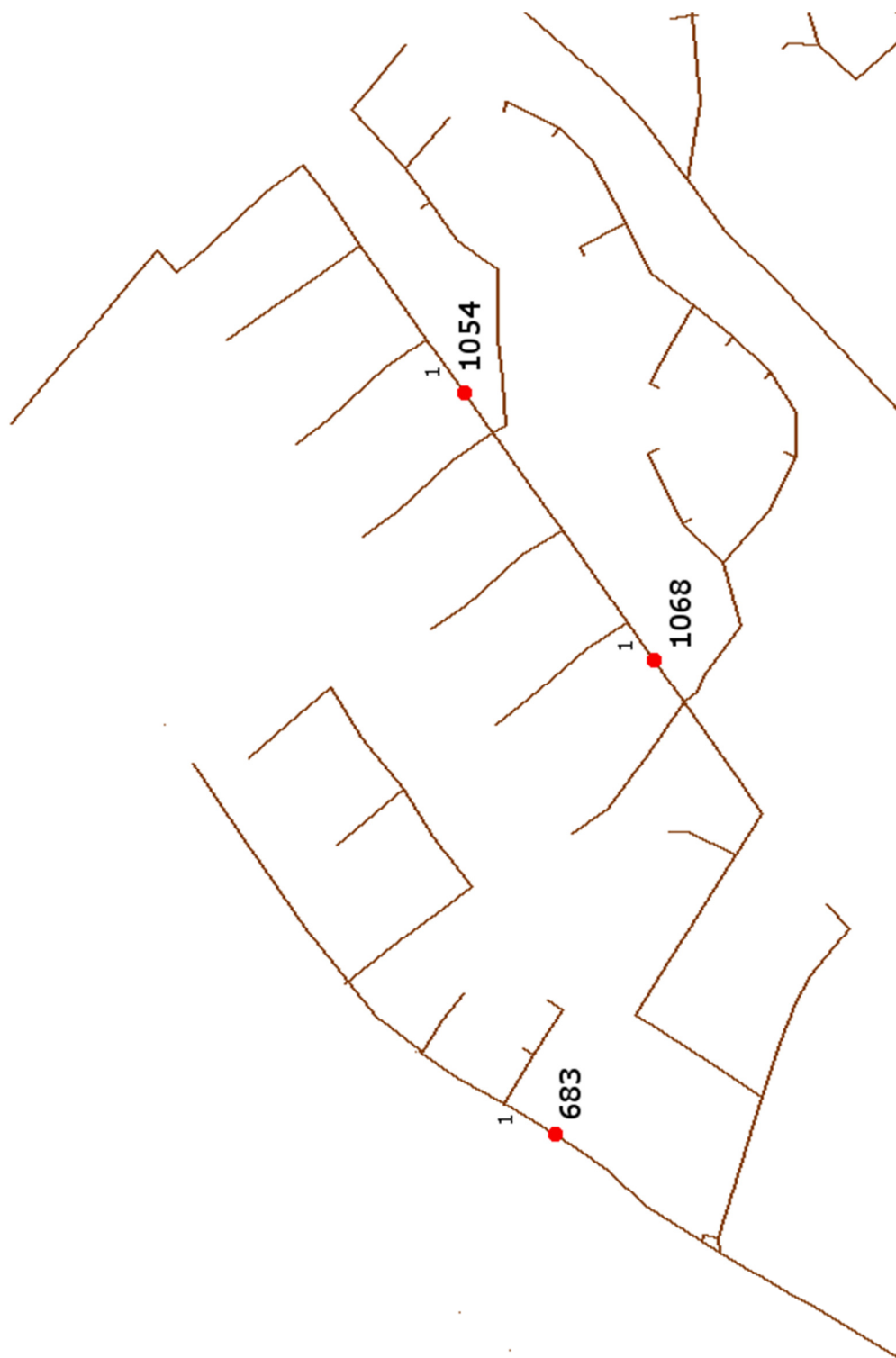
Taipale, A. 2007. Viemäriverkko hallintaan! Artikkelit Kunnossapito -lehdessä 5/2007, pdf-tiedosto. Viitattu 17.2.2013.
<http://www.promaint.net/downloader.asp?id=2523&type=1>

Vuove-Insinöörit Oy 2011. Vuove-menetelmä. Viitattu 24.3.2013
<http://www.vuove.fi/menetelma.html>

KIRKONKYLÄN VIRTAAMAMITTAUSPISTEET



LAPIJOEN VIRTAAMAMITTAUSPISTEET



VUOTOTUTKIMUSRAPORTTI VUODELTA 1999

Oy E.Sarlin Ab

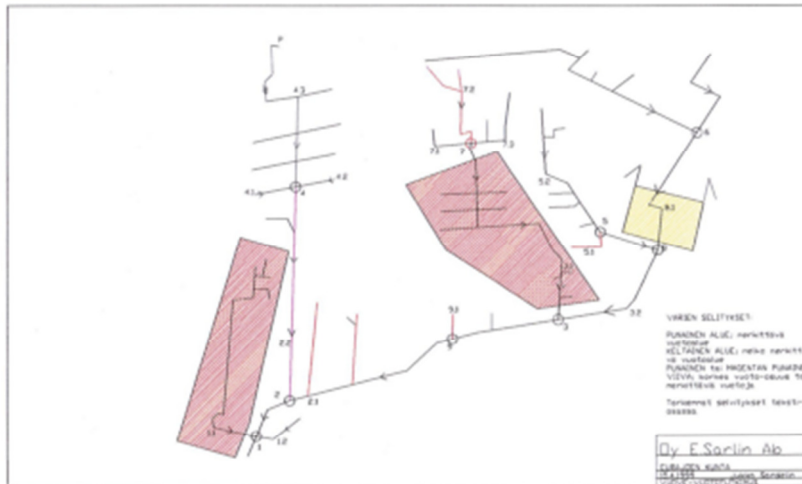
Hammokatu 5
20380 TURKU
(02) 2750152, 2750153
fax. (02) 2540170

Vuototutkimusraportti

Vuove-vuotovesitutkimus

EURAJOEN KUNTA

Vuotovesiselvitys.



Vuototutkimusraportti

Yleiset asiat

Raportti koskee Eurajoen kunnan vuotovesitutkimusta.

Mittaukset suoritettiin 20.4.1999.

Suunnitelman mukaisia mittauspisteitä oli 6. Suunnitelmasta on poikettu joissakin kohdissa mikäli se on luotettavan mittaustyön onnistumisen kannalta ollut edullista. Lisäksi on tehty muutama ylimääräinen mittaus peruspistekartoituksen tueksi.

Raportin mukana toimitetaan levyke, jossa on dwg- ja xls- muotoiset tiedostot alueesta ja mittaustuloksista.

Raportin lukeminen

Taulukkomuotoisessa tulosteessa on oleellinen mittauspistekohtainen data. Mittauskaivojen paikat näkyvät numeroituina pisteinä, sekä koordinaatistossa, joka vastaa annetun digitaaliskartan koordinaatistoa (taulukon x alku, y alku ja x end, y end ja dwg-kuvan koordinaatisto). AutoCadissa kuvan y-koordinaatti juoksee negatiivisena ollen itseisarvoltaan taulukkoarvoja vastaavia.

Kaivoista lähtevä kokonaisvirtaama on siis kaivoihin tulevien virtaamien summa ja se saadaan laskemalla yhteen sarakkeen Q (l/s) kaivokohtaiset lukemat. Mikäli virtaama on ollut a) hyvin vähäinen tai b) mittauspisteessä on ollut virtaamamittausta häiritseviä tekijöitä, on sarake tyhjä. Tällöin kommenttirivillä näkyy ko. tilanteen syy.

Kaivovuotojen tai muiden poikkeamien informaatio löytyy kommentti-sarakkeesta.

Tärkeätä

- Kaivokohtaisten virtaamien summien laskeminen voi johtaa harhaan jos linjanosalla on useita pumppaamoita. Tällöin tulee harkiten verrata mittaustuloksia jotka koskevat samassa linjassa peräkkäin (välillä voi silti olla useitakin kaivoja, pumppaamoita jne.) olevia mittauspisteitä. Virtaamat ja vuotoprosentit koskevat mitattavan kohdan mittausajankohdan tietoja.

Taulukkoon tehtävät lisäykset

Varsinaisten mittausten jälkeen tehtiin lisätutkimusta pisteeltä 3 ja väliä 2→3.

Pisteen 3 ja 3.1 välissä, Kaivettulantielällä, oli runsaasti vuotavia kaivoja ojan varressa. Pisteeltä 7 alkaen vuotoja lisääntyy kuitenkin jo ennen Kaivettulantietä, ollen sitten 2,8 l/s vuotomäärä pisteelle 3 tultaessa. Vuotomäärä oli erittäin merkittävä.

Väliä 2→3 mitattiin piste 9, joka näkyy taulukossa. Piste sijoittuu huoltoaseman kohdalle. Lisäksi mitattiin veden laatuarvot ja virtaamien suuruusluokat Arvelan- ja Kalliotieltä. Kummassakin vuotoprosentti oli erittäin korkea, n. 90%, ja vuotomäärä merkittävä (n. ½ l/s). Lisäksi on huomioitava, että Kalliotien vesi oli vuoto-osuuteen nähden poikkeuksellisen lämmintä, yli 11 astetta.

Pisteelle 1 suunnasta 1.1 tulevaa virtaamaa ei padotusvaikutuksen takia voitu mitata, mutta vuoto-osuus oli yli 80%, joten alueella on merkittäviä vuotoja.

Lisähuomioita

Kaivossa 7 ja 8 saumavuotoja, seiskassa lisäksi vuotoja liitoksista.

Johtopäätöksiä

	Virtaama (l/s)	Vuoto-osuus (%)	Vuotovirtaama (l/s)	Kommentoitavaa
1→2	10,0	72	7,2	pisteellä 1 padotusta
1→1.1		81		padotusta
1→1.2	0,0+	-	-	kaivossa betonipaloja

Pisteen 1→1.1 mittauksiin vaikutti P1 padotus.

Suunta 1→1.1 erittäin korkea vuotoprosentti.

Suunnasta 1.2 ei tullut vuotovesiä.

PISTEET 2, 3, 4, 7 ja 8:

	Virtaama (l/s)	Vuoto-osuus (%)	Vuotovirtaama (l/s)	Kommentoitavaa
2→2.1	8,9	77	6,8	
2→2.2	0,7	59	0,4	
4→4.1	noin 0	33	0	
4→4.2	< 0,1	41	0	
4→4.3	0,2	51	0,1	
3→3.1	4,0	71	2,8	
7→7.1	0			kaivossa vuotoa
7→7.2	0,1	82	0,1	
7→7.3	0,2	43	0,1	
3→3.2	1,7	67	1,1	
8→5	0,7	61	0,4	
8→8.1	0,7	66	0,5	kaivossa vuotoa
5→5.1	0,1-0,2	94	0,1-0,2	
5→5.2	0,2-0,3	48	0,1	

Pisteelle 4 tulee vuotovesiä yhteensä noin 0,1(+) l/s, ja pisteelle 2 suunnasta 2.2 0,4 l/s. Näin ollen väliä 2 ja 4 tulee vajaa 0,3 l/s lisävesiä.

Pisteelle 7 tulee vuotovesiä yhteensä noin 0,2 l/s, ja pisteelle 3 suunnasta 3.1 2,8 l/s. Lisävesiä tulee siis yli 2½ l/s.

Pisteelle 5 suunnasta 5.1 tulee korkean vuotoprosentin vesiä. Virtaamissa oli jonkin verran padotusvaikutusta, joten virtaama voi olla aavistuksen verran alakantissa. Näyttäisi kuitenkin siltä, että myös väliä 5→8 tulee jonkin verran lisävesiä.

Suunnasta 8→8.1 tulee noin 0,5 l/s vuotovesiä.

PISTEET 9 ja Arvelantien ja Kalliotien mittaukset

9→9.1	0,2	94	0,2	huoltoas. vierestä
Arvelantieltä	0,5-0,7	>90	0,5	
Kalliotieltä	0,5	90	0,5	korkea lämpötila

Yllämainituista mitatuista kolmesta sivulinjasta tulee yhteensä yli 1 l/s vuotovettä.

Vuototutkimuksen perusteella huomiota kannattaa kiinnittää erityisesti suunnan 1→1.1 alueeseen, ja 3→7 väliseen alueeseen.

Huomiota kannattaa kiinnittää myös 2→4, 7→7.2 väleihin, sekä pisteiden 2 ja 3 välisiin sivulinjoihin.

Noin 0,5 l/s oleva vuotomäärä pisteen 8 takana suuntaan 6 ei alueen kokoon nähden ole kovin suuri, mutta alueen lisätutkimuksen avulla voitaisiin selvittää onko kyseessä laajan alueen tasainen, tai rajatun alueen, vuoto.

Loppusanat

Toivottavasti mittaustulokset ja raportti antavat Teille riittävästi tietoa johtopäätösten ja toimenpidesuunnitelmien tekemiseksi.

Tarvittaessa raporttia ja mittauksia koskeviin lisäkysymyksiin antaa tietoja allekirjoittanut.

Turussa 22.4.1999



Jukka Sandelin

050-5459973 , 02-2750152

fax. 02-2540170

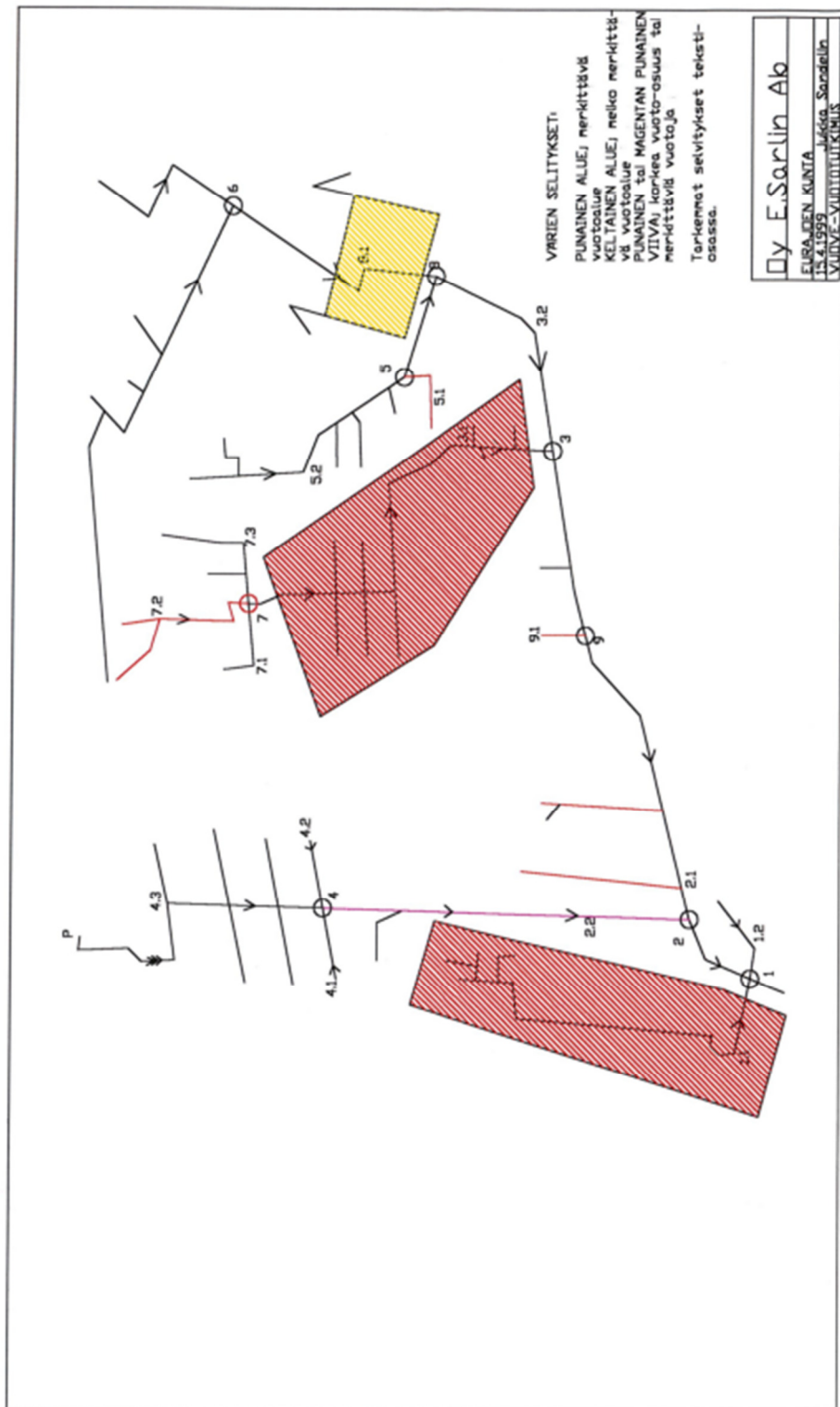
e-mail: jukka.sandelin@sarlin.com

Oy E. Sarlin Oy
Härmökatu 5
20380 TURKU
Jukka Sandelin

Eurajoen kunta

23.4.1999

Nimi	PVM	KELLO	Linja	XALKUKYALKUKYENDKCYENDKQ (lis)	UUOTO-%	Gruoto	KOMMENTTI	KOKO	MATER
eurajoki	20.4.1999	8:52	1.2	249,00	425,00	287,00	390,00	10,00	315 Muovi
eurajoki	20.4.1999	8:48	1.1.1	249,00	425,00	206,00	416,00		200 muovi
eurajoki	20.4.1999	8:50	1.2.1	284,00	413,00	384,00	413,00		300 betoni
eurajoki	20.4.1999	9:31	2.2.1	282,00	390,00	299,00	385,00	8,87	315 Muovi
eurajoki	20.4.1999	9:48	2.2.2	282,00	390,00	282,00	336,00	0,70	250 muovi
eurajoki	20.4.1999	9:59	4.4.3	288,00	180,00	291,00	93,00	0,20	250 muovi
eurajoki	20.4.1999	10:02	4.4.2	288,00	180,00	325,00	173,00	<0,1	250 muovi
eurajoki	20.4.1999	10:06	4.4.1	288,00	180,00	252,00	187,00	0+	250 muovi
eurajoki	20.4.1999	11:01	5.5.1	591,00	224,00	489,00	218,00	0,10	200 muovi
eurajoki	20.4.1999	11:09	5.5.2	591,00	224,00	538,00	164,00	0,2+	200 muovi
eurajoki	20.4.1999	11:17	8.5	647,00	242,00	591,00	224,00	0,87	200 muovi
eurajoki	20.4.1999	11:29	8.8.1	647,00	242,00	652,00	201,00	0,70	200 muovi
eurajoki	20.4.1999	11:49	7.7.1	462,00	138,00	425,00	138,00	0,00	250 muovi
eurajoki	20.4.1999	11:50	7.7.2	462,00	138,00	453,00	85,00	0,10	300 muovi
eurajoki	20.4.1999	11:56	7.7.3	462,00	138,00	496,00	132,00	0,20	300 muovi
eurajoki	20.4.1999	12:10	3.3.1	550,00	313,00	552,00	256,00	4,00	250 muovi
eurajoki	20.4.1999	12:16	3.3.2	550,00	313,00	617,00	300,00	1,70	315 muovi
eurajoki	20.4.1999	12:42	9.9.1	443,00	329,00	444,00	301,00	0,18	200 muovi



VÄRIEN SELITYKSET:
 PUNAINEN ALUE, merkittävää vuotoaluetta
 Keltaiset alueet, melko merkittävät vuotoaluetta
 Punainen tai magenta VUOTOALUE, korkea vuoto-osuus tai merkittävät vuotoja
 Tarkennet selvitykset tekstiosassa.

Oy E.Sarlin Ab
 EUSAJEN KUNTA Jukka Sarlin
 18.2.1999
 VUOTO-VIHTIÖKIRJA

VUOTOTUTKIMUSRAPORTTI VUODELTA 2013

**Vuotovesitutkimus Eurajoen vesihuoltolaitos
25.-27.3.2013**

Hämeen Vesihuolto Oy

Yleistä

Tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa Eurajoen kunnan viemäriverkoston kunto ja vuotovesien muodostumista. Tutkimus aloitettiin virtaamien mittauksella "kuivan maan" aikana, jolloin vuotovesien määrä on pienimmillään. Virtaamia mitattiin jatkuvalla mittauksella kaivoista Arvelantieltä kaivosta 133 ja Karpalotieltä kaivosta 1068 25.-27.3. Hetkellisellä mittauksella virtaamia mitattiin yöaikaan 27.3 virtaaman ollessa pienimmillään. Tutkimustulokset on esitetty alla. Tutkimusta olisi tarkoitus jatkaa suorittamalla virtaama mittauksia sulamisvesien aikaan sekä savuttamalla viemäriverkostoa mahdollisten kuivatusvesien verkostoon johtamisen paljastamiseksi.

Hetkellisten mittausten tulokset

Alla olevaan taulukkoon on koottu hetkelliset virtaamat linjoissa. Kaivojen numerointi on saatu Keyaquasta. Linjojen tulosuunta on ilmoitettu asteina ja kaivon lähtö on suunnassa 0 astetta.

Katu, kaivo	Tulo kaivoon	Virtaama l/s
Riikontie, kaivo 95	Tulo 1, suunta 270	< 1 l/min
	Tulo 2, suunta 180	0,21
Tapuli, kaivo 119	Tulo 1, suunta 180	0,42
Kalliotie, kaivo 146	Tulo 1, suunta 270	0,24
Hirvitie, kaivo 246	Tulo 1, suunta 180	0,21
	Tulo 2, suunta 270	0,59
	Tulo 3, suunta 90	< 1 l/min
Katajatie, kaivo 239	Tulo 1, suunta 270	0,59
Myllärintie, kaivo 288	Tulo 1, suunta 180	0,30
Tuohitie, kaivo 280	Tulo 1, suunta 270	0,06
Kaivettulantie, kaivo 170	Tulo 1, suunta 180	0,40
Kirkkotie - Lavila	Tulo 1, suunta 180	0,53
	Tulo 2, suunta 120	< 1 l/min
Nummelantie, kaivo 683	Tulo 1, suunta 180	0,51
Korpelantie, kaivo 1054	Tulo 1, suunta 180	0,06

Kaivo 1054 Korpelantiellä on samassa linjassa Karpalotien kiinteän mittauspisteen kanssa, jonka virtaama mittaushetkellä klo 4.45 oli 1,10 l/s. Kaivossa 1054 havaittiin myös selkeä vuoto kaivon teleskoopin varresta.

Kiinteät mittaukset

Arvelantiellä ja Karpalotantiellä olleiden kiinteiden mittareiden mittaustulokset on esitetty alla olevissa kuvaajissa. Karpalotien kaivon kunto havaittiin mittausten yhteydessä todella huonoksi.

