



JÄTEVESIVIEMÄRIVERKOS- TON VUOTOVESITUTKIMUS JA KAIVOJEN KUNTOTUT- KIMUS RISSALASSA

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Antti Väänänen	
Työn nimi Jätevesiviemäriverkoston vuotovesitutkimus ja kaivojen kuntotutkimus Rissalassa	
Päiväys 30.3.2014	Sivumäärä/Liitteet 36/1
Ohjaaja(t) Yliopettaja Pasi Pajula ja Projekti-insinööri Ville Matikka	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Puolustushallinnon rakennuslaitos	
Tiivistelmä <p>Tämän insinööryön tavoitteena oli pyrkiä selvittämään Siilinjärven kunnassa sijaitsevan Karjalan Lennoston Rissalan alueen jätevesiviemäriverkoston vuotovesimäärien määrää. Siilinjärven kunnalta oli tullut useana keväänä ilmoituksia Rissalan suunnalta tulevista huomattavan suurista jätevesivirtaamista keväisin sulamisaikaan. Tämän takia asiaa alettiin tutkimaan. Aluetta on rakennettu 1960-luvulta lähtien useaan eri otteeseen ja vanhimmat jätevesiviemäriverkon osat on rakennettu silloin. Tästä syystä viemärikaivojen todellisesta kunnosta ei ole tarkkaa tietoa. Työn toinen keskeinen tavoite oli kartoittaa alueen viemärikaivojen kunto lähitulevaisuudessa tehtävän kaivosaneerauksen suunnittelun perustaksi.</p> <p>Tutkimukset aloitettiin tekemällä yöajan astiamittauksia Lennoston jätevedenpumppaamolle laskevan viettoviemärin päästä maaliskuu- ja huhtikuussa 2013. Näillä astiamittauksilla haluttiin selvittää yöajan minimivirtauksia pakkasaikaan maaliskuussa sekä lumien sulamisaikaan huhtikuun puolella välissä. Näin pyrittiin saamaan tietoa kevään sulamisvesien aiheuttamasta lisääntyvästä vuotovesimäärästä, joka pystytään todennäköisesti havaitsemaan juuri yöajan mittauksilla. Lisäksi näistä astiamittauksista oli hyötyä arvioitaessa Lennoston ja Lentoaseman alueiden jätevesimääriä. Viemärikaivojen kuntotutkimukset tehtiin heinäkuussa 2013. Alueen jokainen jätevesiviemäriverkoston tarkastuskaivo tutkittiin silmämääräisesti ja jokaisen kaivon sisältä otettiin vähintään yksi valokuva. Kaivojen tutkimisen jälkeen kaivoille tehtiin tarvittavat kansiin korotukset, jotta kannet saatiin nostettua maan pinnan tasolle.</p> <p>Kaivojen kuntotutkimusten tulokset tallennettiin Excel-pohjaiseen kaivokorttiedostoon sekä tähän raporttiin. Tutkimuksen tuloksia hyödynnettiin alueen viemärisaneerauksen lähtötietoina, jolloin tarvittavat lisätutkimukset ja suunnittelu voitiin kohdistaa tärkeimpiin paikkoihin. Tällä tutkimuksella saatiin myös tietoa alueen viemärisaneerauksen tarpeellisuudesta.</p>	
Avainsanat: jätevesi, viemäriverkosto, tarkastuskaivo, vuotovesi, kaivojen kuntotutkimus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Antti Väänänen			
Title of Thesis Sewage Network Leakage and Manhole Inspection in Rissala			
Date	30 March 2014	Pages/Appendices	36/1
Supervisor(s) Mr. Pasi Pajula, Principal Lecturer and Mr. Ville Matikka, Project Engineer			
Client Organisation /Partners The Construction Establishment of Defence Administration			
Abstract			
<p>The object of this thesis was to investigate condition and leakage problems of manholes in Karelian Air Command 's Rissala area. For many years in springtime the municipality of Siilinjärvi had noted that sewage water flow rates coming from the Rissala area were very high when snow was melting. This was the reason why this study was commissioned. Building of the Rissala area started in the 1960s and has then expanded in many phases. The oldest parts of the sewage system today were built in the 1960s. The condition of manholes of the sewage system is not really known for that reason. Mapping the condition of manholes of the area for the future renovation of the sewage system was another purpose of this project.</p> <p>The project began in March and April of 2013 by measuring flow rates of the gravity sewage line that goes to the wastewater treatment plant. Measurements were done at night time and using measuring cups. Measurements were done in order to find minimum flow rates during freeze in March and at snow melting time in mid-April. Those night time measurements are probably the best way to check how much flow increases when snow is melting. Measurements can also be used to evaluate sewage flow rates from Air Command and the airport area. The combined flow rate is measured at the pressurized sewer of the sewage pumping station of Air Command but there are no measurements of flow rates of different areas. The inspection of the current condition of the manholes was done in July 2013. Every manhole in the area was inspected visually and at least one picture was taken from inside. After inspections the necessary raise of manhole covers was done in order to bring them to the ground level.</p> <p>The results of the inspections were put included this report and entered into excel based manhole card file. The results were also used as the starting point of the renovation of the sewage system in order to focus the investigation and plans to where they are needed most. They also gave information on the necessity of the renovation of the sewage system of the area.</p>			
Keywords: sewage, sewer system, manhole, leakage, inspecting manholes			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Puolustushallinnon rakennuslaitoksen tilaamana. Haluankin kiittää Puolustushallinnon rakennuslaitoksen energiapäällikköä Tero Kiiskistä mielenkiintoisesta aiheesta sekä työn ohjauksesta. Haluan myös kiittää Puolustushallinnon rakennuslaitoksen Rissalan alueen henkilökuntaa kenttätöiden avustamisesta. Lisäksi kiitoksen ansaitsee myös yliopettaja Pasi Pajula työni ohjauksesta.

Kuopiossa 27.3.2014

Antti Väänänen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	VIEMÄRIVERKOSTOJEN NYKYTILA JA SANEERAUSTARVE SUOMESSA.....	8
3	JÄTEVESIVIEMÄRIN KUNTOTUTKIMUKSET	10
3.1	Kaivojen kuntotutkimukset	10
3.1.1	Yleistä kaivojen kuntotutkimuksista	10
3.1.2	Betonikaivojen viat.....	11
3.1.3	Muovikaivojen viat	12
3.2	Viemäriputkien kuntoselvitykset	12
3.2.1	Viemärin kuvaus	12
3.2.2	Savukoe	13
3.3	Vuotovesimäärien selvitykset	13
3.4	Viemäriverkoston seuranta ja huolto sekä saneeraus.....	14
4	JÄTEVESIVIEMÄRIVERKOSTON KAIVOJEN KUNTOTUTKIMUS RISSALASSA.....	16
4.1	Nykytilan kuvaus.....	16
4.2	Tutkimussuunnitelma jätevesiverkoston kunnan arvioinnin kenttätutkimuksille.....	17
4.3	Tehtävät kenttätutkimukset ja niiden tulosten taltiointi	17
4.4	Tutkimustulokset	18
4.4.1	Kaivojen etsintä	18
4.4.2	Kaivojen korotus	19
4.4.3	Vuotavat kaivot.....	20
4.4.4	Särkyneet kaivot	22
4.4.5	Juuret	22
4.4.6	Padotus.....	22
4.4.7	Salaojat.....	22
4.4.8	Muut väärät liitokset.....	23
4.4.9	Havaitut viat vanhassa betonisessa viemärissä	24
4.5	Ajankäyttö ja kustannukset kaivojen kuntotutkimuksessa	25
5	JÄTEVESIVIEMÄRIVERKOSTON VUOTOVESITUTKIMUS RISSALASSA	26
5.1	Tutkimussuunnitelma viemäriverkoston vuotovesimäärien arvioimiseksi	26
5.2	Tehtävät virtaamamittaukset	26
5.2.1	Omat astiamittaukset yöaikana	26

5.2.2	Vanhan betonilinjan tulppauksen vaikutus	28
5.2.3	Vuotovesien arviointi trendikäyristä	28
5.3	Arvio vuotovesimääristä Rissalan alueen jätevesiviemäriverkostossa	29
5.4	Ajankäyttö ja kustannukset virtaamamittauksista	31
6	HUOLTO- JA KORJAUSSUUNNITELMA RISSALAN VIEMÄRIVERKOSTOLLE.....	32
6.1	Lisätutkimuksien tarve.....	32
6.2	Vuotovesien vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet	32
6.3	Huolto-ohjelma Rissalan viemäriverkostolle	34
6.4	Saneerauksen onnistumisen seuranta ja dokumentoinnin kehittäminen	34
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	35

1 JOHDANTO

Vesihuoltoverkostojen toiminnallista kokonaisuutta ei ole yksinkertaista hallita. Verkostot sijaitsevat suurelta osin maan alla. Niiden todellista kuntoa ei useinkaan seurata ja putkirikkoja ei voi ennustaa. Vesihuoltoverkostojen ongelmista voi olla haittaa koko yhteiskunnan toiminnalle. Tulevaisuudessa viemäriverkoston ongelmista ympäristö- ja kustannustekijät kasvavat verrattuna terveydensuojeluun. Jätevesiverkoston kuntoa kuvaavia indikaattoreita ovat vuotoveden määrä sekä viemäritukokset. Vuotovedet ovat viemäriin kaivojen tai viemäriputkien rikkoutumien kautta pääseviä maa- ja pohjavesiä, kaivojen kansien kautta pääseviä pintavesiä tai jätevesiviemäriin tarkoituksellisesti johdettavia kuivatusvesiä. Vuotovedet ovat yleensä niin puhtaita, ettei niitä tarvitsisi johtaa jätevedenpuhdistamolle puhdistettavaksi. Vesihuoltolaitos ei myöskään saa yleensä mitään korvausta vuotovesistä. Viemäriverkoston kunnossapidon ja saneerauksen laiminlyönnistä seuraa viemäritukoksia, viemärivuotoja sekä päästöjä vesistöön ja pahimmillaan terveystriskejä. Näistä ongelmista seuraavat kustannukset sekä yhteiskunnalliset seuraukset ovat saneerauskuluja suurempia. (Vahala 2010, 15.)

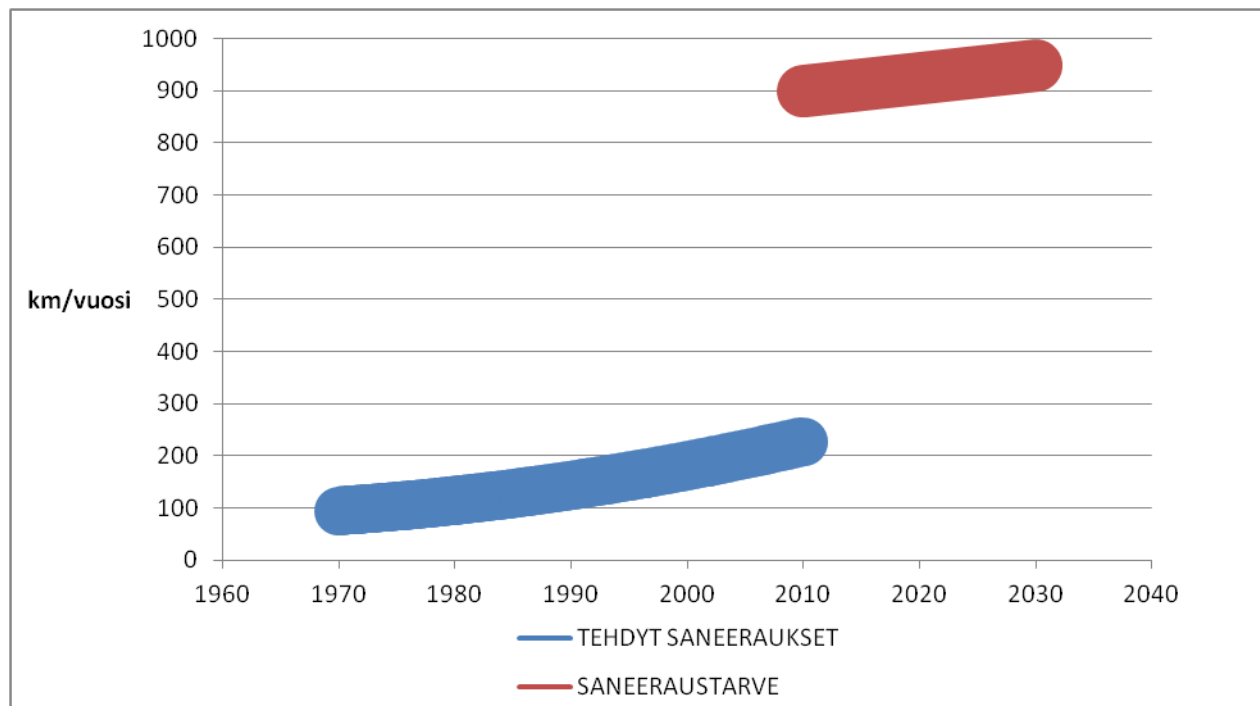
Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus tutkia Siilinjärvellä sijaitsevan Karjalan Lennoston Rissalan alueen jätevesiviemäriverkoston vuotovesiongelmaa. Karjalan Lennosto on ilmavoimien joukko-osasto, jossa palvelee vuosittain noin 250 varusmiestä. Henkilökuntaa Lennostossa on noin 450. Sekä varusmiesten että henkilökunnan määrät tulevat kasvamaan Puolustusvoimien rakenneuudistuksen myötä.

Työn tilaajana on Puolustushallinnon rakennuslaitos, joka on puolustusministeriön alainen laitos ja vastaa puolustuskiinteistöjen ylläpidosta sekä rakennuttamisesta. Tarve tälle työlle tuli Siilinjärven kunnan suunnalta, jonka jätevesiverkostoon alueen jätevedet pumpataan. Kunnalta oli tullut useana keväänä ilmoituksia suurista jätevesivirtaamista Rissalan alueelta juuri kevään sulamisvesien aikaan. Jätevesiviemäreiden ja tarkastuskaivojen todellisesta kunnosta ei ollut tarkkaa käsitystä ennen tutkimusta. Tavoitteena on tutkia jokaisen jätevesiviemärintarkastuskaivon kunto silmämääräisesti. Ennen kenttätöitä kaivoille pitää laatia yksilöidyt tunnisteet. Kaivoista havainnoidut ja mitatut tiedot kirjataan ensin paperille kaivon laidalla. Myöhemmin ne tallennetaan Excel-pohjaiseen kaivokortteihin sekä Puolustushallinnon rakennuslaitoksen kiinteistönhoitotietojärjestelmään. Kun kaivot on löydetty ja tutkittu, tehdään sen jälkeen tarvittavat korotukset kaivoihin, ettei kansia jää enää maan alle.

Toinen osa tätä työtä on tutkia mistä vuotovedet tulevat sekä arvioida niiden määrää. Lennoston jätevedenpumppaamolle on asennettu virtausmittari maaliskuussa 2013, jonka tietoja käytetään hyväksi. Asennettu virtausmittari mittaa sekä Lennoston että Kuopion lentoaseman alueella syntyvää kokonaisjätevesimäärää vuotovedet mukaan luettuna. Lisäksi tehdään omia yöajan astiamittauksia Lennoston jätevedenpumppaamolla maaliskuu- ja huhtikuussa 2013, jotta saadaan arvio Lennoston alueelta tulevasta vuotovesimäärästä.

2 VIEMÄRIVERKOSTOJEN NYKYTILA JA SANEERAUSTARVE SUOMESSA

Suomessa vesihuoltolaitosten verkostot on suurelta osin rakennettu 1970- ja 1980-luvuilla. Verkostojen kunnossapidosta ja saneerauksesta on säästetty, mistä syystä on syntynyt korjausvelkaa, joka kasvaa jatkuvasti. Suomen vesihuoltolaitosten pääoma-arvo on yli 10 miljardia euroa. Verkostojen osuus tästä on noin 70 - 80 %. Vuosittain verkostojen saneeraukseen käytetään erilaisten arvioiden mukaan 0,5 - 1 % verkostojen pääoma-arvosta. Verkostopituuksiin suhteutettuna jätevesiviemäreitä saneerataan vuosittain eri selvitysten mukaan 0,6 - 0,9 % kokonaispituuteen suhteutettuna. Vesihuoltolaitosten jätevesiviemäreitä on Suomessa noin 50 000 km. Saneerausten määrä on liian vähäistä, jotta verkostojen pääoman arvo säilyisi ja verkostot olisivat toimintavarmoja. Tämän epäsuhteen voi havaita selkeästi kuviosta 1. Vuosittaisen saneeraustason pitäisi olla ainakin 1,5 - 3 kertaa nykyiseen verrattuna. (MMM 2008, 3 - 8.) Viemäriverkoston uusiutumisaika kuvaa, kuinka nopeasti koko jätevesiviemäriverkosto uusiutuisi nykyisellä saneerausmäärällä. Vuonna 2010 nykyisillä saneerausmäärillä viemäriverkoston uusiutumisaika oli noin 250 vuotta. Pitkä uusiutumisaika kuvaa vesihuoltolaitosten saneerausvelan kasvua. Uusiutumisaikat ovat kasvaneet viime vuosina. Uusiutumisaika ei kuitenkaan kerro kaikkea verkoston kunnosta. Putken kunto on tärkeä asia, ei ainoastaan sen ikä. Putkimateriaalien käyttöikä myös vaihtelevat. Uusiutumisaikojen laskenta ei ole täysin yksiselitteistä ja ne vaihtelevat laitoksittain, ne ovat keskimääräisesti aivan liian pitkiä. (VVY 2012, 6.)



Kuvio 1 Tehdyt viemärien saneeraukset ja saneeraustarve. (Mukailtu lähteestä Vesitalous 5/2008, kuva 6, 14.)

Suomessa eri vesihuoltolaitosten jätevesiviemäriverkostojen vuotovesimäärät vaihtelevat suuresti toisistaan. Keskimäärin Suomen jätevesiviemäreissä virtaavista vesistä vuotovesiä on noin 30 %. Yleensä suuri vuotovesiprosentti kuvaa viemärien huonoa kuntoa, mutta osuutta kasvattavat myös sademäärä ja sekaviemäröinnin osuus. (VVY 2012, 6.)

Jätevesiviemäriverkoston tukosten määrä kertoo viemärien kunnossapidon tasosta sekä viemäreiden kunnosta. Huonokuntoisia viemäreitä pitää huoltaa useammin. Tukosten suuri määrä kertoo liian vähäisestä huollosta viemärien kuntoon verrattuna. Suomessa yleisesti tukoksia oli vuonna 2010 noin 10 kappaletta 100 viemärikilometriä kohti. (VY 2012, 6)

Vuonna 2008 vesihuoltolaitoksille tehdyn YVES 2008 -tutkimuksen kyselyn perusteella laitokset arvioivat huonoja tai erittäin huonoja jätevesiviemäreitä olevan 12 % viemärien kokonaispituudesta. Saman kyselyn mukaan seuraavien viiden vuoden saneeraustarve olisi 1,9 % /vuosi verkostojen kokonaispituudesta. (MMM 2008, 9.) Verkostojen todellinen kunto ei ole suurillakaan vesihuoltolaitoksilla täysin selvillä, sillä hyviä ja halpoja tutkimuskeinoja ei ole. Siksi saneerauspäätöksiä tehdään edelleenkin puutteellisten tietojen perusteella. Positiivista kuitenkin on, että päättäjät ymmärtävät yhä enemmän verkostojen saneerauksen merkityksen. (RIL 2013, 34.)

3 JÄTEVESIVIEMÄRIN KUNTOTUTKIMUKSET

3.1 Kaivojen kuntotutkimukset

3.1.1 Yleistä kaivojen kuntotutkimuksista

Jätevesiviemärin tarkastuskaivoja voidaan tutkia useiden eri syiden vuoksi. Syynä voi olla kaivojen perustietojen saaminen tai päivittäminen, jos nämä ovat puutteellisia. Lähtötilanteessa kaivojen sijainti- ja rakennetiedot voivat olla hyvinkin epämääräisiä. Kaivojen rakenteellisen ja toiminnallisen kunnan selvittäminen on yksi merkittävä syy kaivojen kuntotutkimuksille. (Suomen Vesilaitosyhdistys 2013, 1.) Jätevesiviemärin tarkastuskaivojen kuntoa on syytä selvittää alueilla, joissa tulee paljon vuotovesiä. Parhaiten tarkastuskaivojen kunto voidaan tutkia silmämääräisesti kiinnittämällä huomiota kaivon rakenteeseen ja korkeusasemaan, kaivon kuntoon sekä putkiliitoksiin. Kaivojen kuntotutkimuksen yhteydessä saadaan lisäksi tietoa viemärin puhdistustarpeesta. (Puustinen 2010, 23.)

Tutkittavista kaivoista tehdään jokaisesta erillinen tutkimusraportti. Tilaajan toiveet ja tarpeet vaikuttavat siihen, millainen raportti on. Yleensä nämä tutkimusraportit ovat kaivokortteja paperisina tai sähköisinä versioina. Erityisen tärkeää on, että tehdyt tutkimukset ja mittaukset sekä kuvaukset tallennetaan oikeaan muotoon sekä saadaan tarvittaessa siirrettyä verkostotietojärjestelmään. Tutkimusraportteja voidaan myös käyttää esimerkiksi saneeraussuunnittelun lähtöaineistona, kuten Risalassakin tehtiin. (VVY 2013, 2.)

Viemärikaivoista tehtävät havainnot voidaan ryhmitellä kolmeen eri ryhmään. Ne ovat viemärikaivon rakenteelliset viat, viemärikaivon toiminnalliset viat ja viemärikaivon vuodot. Kaikkien havaintojen sijainti voidaan ilmoittaa kaivon kehällä kellonaikana sekä niiden korkeusasema. Lähtevä viemäri ilmoitetaan sijaitsevan kello 12:ssa ja muut havainnot ilmoitetaan sen mukaan. Jos havainto ei ole yhdessä pisteessä, voidaan sen sijainti kertoa kahdella kellon ajalla. Havaintoja viemärikaivon rakenteessa tai toiminnassa voidaan kutsua myös vioiksi. Ne jaetaan vakavuuden mukaan vakavuusluokkiin 1 - 4. 1 on vähäinen vika ja 4 vakava vika. Vakavuusluokka kirjataan tutkimusraporttiin. Silloin kun vian vakavuus vaihtelee, ilmoitetaan suurin vakavuutta kuvaava vakavuusluokan arvo. Yleisarvio kaivon kunnosta tehdään erillisesti kaivon rakenteellisesta kunnosta, kaivon toiminnallisesta kunnosta sekä vuotavuudesta. Näistä vakavimmaksi havaittu vika määrittää kaivon yleisarvosanan. Jos kaivosta ei löydy havaittavia vikoja, yleisarvosanaksi tulee 0. Jos vian suuruus voidaan mitata, ilmoitetaan vian suuruus, sen mittayksikkö sekä miten se on mitattu. Vian suuruus voidaan myös sovittaa vakavuusluokitukseen. (VVY 2013, 2 - 4.)

Viemärikaivon kannen avaaminen ja avoimen kaivon läheisyydessä työskentely sisältää vaaroja. Vaarallisinta työskentely on kaivon sisällä. Kaivon sisällä saattaa olla vaarallisia kaasuja ja hengitysilman happipitoisuus voi olla pieni. Kaivoon ei saa koskaan mennä yksin niin, ettei kukaan ole kaivon päällä valvomassa. Kaivossa olevat askelmat tai tikkaat ovat usein hyvin heikkoja, joten niitä on käytettävä harkiten. Yleensä viemärikaivon tutkimisessa ei ole tarvetta mennä kaivoon sisälle. (VVY 2013, 4.)

Tässä työssä lähtevän putken suunnaksi merkittiin aina kello 6. Lisäksi kaivojen vakavuusluokituksia ei merkitty kaivokortteihin. Muuten havaintojen kirjaukset tehtiin viemärikaivojen kuntotutkimusohjeen mukaisesti.

3.1.2 Betonikaivojen viat

Betonikaivoissa vauriot ovat yleensä halkeamia. Halkeama on kaivon rakenteessa, mutta kaivon muoto ei kuitenkaan ole muuttunut. Kaivosta ei myöskään ole irronnut palasia. Materiaalirikossa kaivon rakenteessa on irtonaisia palasia, mutta ne pysyvät vielä paikoillaan. Sortumassa kaivon rakenteellinen lujuus on hävinnyt. Vakavuusluokituksissa halkeamat ovat luokissa 1 ja 2, materiaalirikot luokassa 3 ja sortumat luokassa 4. Pintavauriot ovat myös betonikaivojen ongelma, joita ei ole muovikaivoissa. Niissä kaivon sisäpinta on vaurioitunut kemiallisen reaktion tai mekaanisen kulutuksen takia. Valmistusvika betonikaivossa tarkoittaa yleensä huokoisuutta betonirenkaissa. Tällöin kaivoissa voi havaita usein myös epätasaisuutta tai vuotoa. (VVY 2013, 11 - 15.)

Sisään työntyvät liittyvät putket ovat betonisissa kaivoissa yleinen ongelma. Se luokitellaan viaksi, kun putken pää on haitallisen pitkällä kaivon sisällä. Luokan 1 vika ei aiheuta toiminnallisia ongelmia, mutta luokkien 3 ja 4 viat aiheuttavat. Liittymissä voi olla myös muunlaisia vikoja. Tällainen luokan 1 vika on esimerkiksi takalaskuinen liittymä. 2 luokan viallisessa liittymässä vesi purkautuu kaivossa vastavirtaan. 3 luokan viallisessa liittymässä putken ja kaivon välisessä liitoksessa on aukkoja. 4 luokan viallisia liittymiä on useita erilaisia. Niitä ovat esim. hulevesiviemärin tarkastuskaivon liitetty jätevesiviemäri tai jätevesiviemärin tarkastuskaivon liitetty hulevesiputki. Liittyvä putki voi myös olla liitetty kaivon niin, että se on jäänyt liian lyhyeksi tai läpivienti on väljä. Tällöin kaivon pääsee helposti vuotovesiä. (VVY 2013, 17 - 20.)

Betonisten kaivonrenkaiden väliset liitokset vuotavat herkästi. Kaivonrenkaiden välille tulee myös usein siirtymiä. Siirtymät ovat hyvin yleisiä betonikaivoissa. Siirtymän suuruus määrää vakavuusluokan. Alle 10 mm:n siirtymää ei kirjata. Talvella ylin rengas vaurioituu helposti lumiaurojen törmätyksessä kansistoon. Tällöin kansi on ollut väärässä korkeusasemassa. Vähäiset korkeusaseman muutokset jätetään helposti tekemättä betonisissa tarkastuskaivoissa, mutta niistä voi olla myöhemmin paljon haittaa huoltotöitä tehtäessä, kun kannet ovat piilossa maan alla. (VVY 2013, 23 - 26.)

Jos kaivoa ympäröivä maaperä on heikkolaatuista, kaivo voi kallistua tai liikkua pystysuunnassa. Tällaiset kallistumat ovat usein seurausta rakennusaikaisista virheistä kaivon asennuksessa. Kaivon liikkuminen johtaa usein kaivon ja liittyvien viemäriputkien liitosvaurioihin. Vanhoissa kaivoissa kasvien juuret voivat kasvaa betonirenkaiden halkeamien ja etenkin renkaiden tai kaivon ja putkien liitoksien välistä kaivon sisälle. Juurien takia jotkin viat voivat jäädä huomaamatta. Erilaisia juurten tyyppejä ovat paksut juuret, yksittäiset ohuet juuret ja juurimatto. (Helenius, Seppänen ja Jokiranta 1998, 56.)

Viallinen kaivon pohja on vanhalle betoniselle viemärikaivolle tyypillinen ongelma. Toiminnallisia ongelmia voi syntyä esimerkiksi jyrkistä kourun kulmista, kapeista tai liian leveistä kouruista tai rikkonaisesta kourupohjasta. (VVY 2013, 27 - 28.)

3.1.3 Muovikaivojen viat

Muovisissa viemärikaivoissa esiintyvät vauriot ovat yleensä aiheutuneet kaivojen kallistumisista tai pystysuuntaisesta liikkumisesta. Nämä ovat usein asennusvikoja. Tällöin kaivon ja viemärien väliset liitokset vaurioituvat samalla lailla kuten betonisissakin tarkastuskaivoissa. Kaivojen yläosat vaurioituvat herkästi lumiaurojen osumista. (Helenius ym. 1998, 56.) Kaivojen muodonmuutokset ovat myös sellaisia vikoja, joita voi muovikaivoissa olla. Muodonmuutoksessa lähtökohtaisesti poikkileikkaukseltaan pyöreä kaivo on muuttunut soikean muotoiseksi. Betonisilla kaivoilla tämä ei ole mahdollista. Muovisissa kaivoissa havaittava valmistusvika voi olla esimerkiksi hitsausvirhe. Edellä mainittuja viallisia liittymiä voi olla myös muovisissa kaivoissa. Irtonaiset tiivisterenkaat ovat yleisiä ongelmia muovikaivoissa. Pahimmillaan nämä aiheuttavat viemäritukoksia. Muovisessa kaivossa kannen korkeusaseman säätö on helpompi tehdä kuin betonikaivossa. (VVY 2013, 9, 15, 19, 21.)

3.2 Viemäriputkien kuntoselvitykset

3.2.1 Viemärin kuvaus

Viemäriputkien sisäpuoliseen kuntotutkimukseen käytetään yleensä tv-kuvausta. Kuvauksen avulla selvitetään tukokset, painumat, rikkonaiset liitokset, rikkoumat ja siirtymät. Viemärin kuvauksella voidaan havaita myös vuotokohtia. Kuvauksen yhteydessä suoritettujen nauhoituksen avulla putken sisäpuolista kuntoa voidaan katsoa myöhemmin tietokoneen tai television kuvaruudulta. Ennen viemärinkuvausta viemäriputket pitää puhdistaa, jotta putken seinämien kunnosta saadaan todellinen kuva. Viemärin puhdistus tehdään yleensä korkeapainepesuna. Putkissa oleva sakka voi aiheuttaa tukoksia sekä liata kameran linssiä. Näiden seurauksena voi syntyä havaintovirheitä putken todellisesta kunnosta. (Helenius ym. 1998, 62.)

Erikokoisille putkille on olemassa erikokoisia viemärikameroita. Pienempien putkien kuvauksiin soveltuvat viemärikamerat ovat työnnettäviä. Työnnettävät kamerat ovat sopivia sisähalkaisijaltaan 50 mm-250 mm viemärien kuvauksiin. Suurempien putkien kuvauksiin soveltuvissa viemärikameroissa on moottoroitu kameravaunu, joka liikuttaa kameraa viemäriässä. Ajettavien kameroiden minimiputkikoko riippuu kameravaunun koosta. Pienimmät kameravaunut mahtuvat sisähalkaisijaltaan 100 mm viemäreihin. Ajettavat kamerat ovat siis soveltuvia yli 100 mm putkien kuvaamiseen, kameravaunun koon mukaan.

Viemärinkuvauslaitteisto koostuu pienikokoisesta videokamerapäästä, kaapelista ja kaapelikelasta sekä ohjauskeskuksesta. Ohjauskeskuksessa ovat näyttö, kameran ohjaustoiminnot, näppäimistö sekä pienemmissä kameroissa laitteiston akku. Nykyaikaiset kamerat tallentavat kuvan laitteiston kiintolevylle, USB -muistikulle, SD-muistikortille tai DVD:lle. Työnnettävissä kameroissa on kaapelia noin 30 - 60 m, mutta pitempiäkin on saatavilla. Ajettavissa kameroissa kaapelia on yleensä noin

200 m. Nykyaikaisissa viemärikameroissa kamerapää on yleensä keskittävä ja itsetasaava, jolloin kuva on aina oikein päin. Nykyaikaisissa viemärikameroissa on lähes poikkeuksetta värikuva. (Kamtek, 2014.)

Vuotovesikohtien paikantamisessa viemäriin kuvaus ei aina ole paras vuotovesien tutkintatapa. Tv-kuvaus suoritetaan harvoin silloin kun vuotovesiä pääsee viemäriin eniten. Tästä syystä vuotokohtia pitää osata tulkita vuotojäljistä. Esimerkiksi jos kuivaan aikaan suoritettussa viemäriin kuvauksessa havaitaan viemäriin tippuvan vettä tai on havaittavissa selviä jälkiä vuotaneesta vedestä, kyseisestä kohdasta voi tulla suuriakin vuotovesimääriä esimerkiksi keväisin. (VVY 2002, 78.) Tutkimusalueella viemärien kuvaukset kannattaisi tehdä keväällä heti lumien sulamisen jälkeen, jos vuotovesikohtia halutaan selvittää kuvauksella. Silloin vuotovesimäärät ovat alueella suurimmat. Tutkimusalueen viemärit pystyisi kuvaamaan isolla työnnettävällä viemärikameralla. Tutkimusalueen suurimmat putket ovat 250 mm, joista saa vielä riittävän hyvän kuvan työnnettävälläkin kameralla. Suurin ongelma on pitkissä kaivoväleissä, joissa työnnettävän kameran kaapeli voi loppua kesken. Silloin pitäisi kuvata putkisuuden molemmissa päissä olevista tarkastuskaivoista. Lisäksi ongelmana on suuri virtaama etenkin lähellä jätevedenpumppaamoja. Tästä syystä viemäriin kuvaukset tulisi suorittaa viikonloppuna tai yöaikaan, tai muuten kuvausten aikana tuleva viemäri pitää tulpat ja tarvittaessa järjestää ohipumppaus, jotka lisäävät työmäärää. Suuret virtaamat haittaavat sekä työnnettävää kameraa että ajettavaa kameraa.

3.2.2 Savukoe

Savukokeella voidaan tutkia vuotavia viemäriputkia, jos viemärit ovat niin lähellä maan pintaa, että savu pääsee nousemaan maan pinnalle. Lisäksi maaperä ei saa olla niin tiivistä, ettei savu pääse kulkemaan siinä. Savukokeella voidaan kerrallaan tutkia noin 500 m viemäriputkia. Tutkimuksessa savua puhalletaan viemäreihin tarkastuskaivojen kautta. Käytettävä savu on tehty glykolipohjaisesta nesteestä ja se ei ole vaarallista ihmisille. Savukokeissa käytetty savu on yleensä harmaan väristä, mutta myös muun värisiä on olemassa. Savukokeella saadaan helposti paljastettua virheelliset liitokset esimerkiksi salaojista, hulevesikaivoista sekä rännikaivoista jätevesiviemäriin. Savukokeella ei saada täyttä varmuutta viemäriputkien kunnosta, vaan lisänä on käytettävä esimerkiksi viemäriin kuvausta. (Häkkinen 2013, 22 - 23.) Tutkimusalueella savukoe ei ole tehokkain tutkimusmenetelmä, koska suurin osa viemäreistä kulkee melko syvällä ja osittain asfaltoidulla alueilla, jolloin savun nousuminen maan pinnalle on epätodennäköistä. Alueella on lisäksi erillinen hulevesiviemärinti, joten jätevesiviemäreihin ei pitäisi olla kytkettynä hulevesiä. Virheelliset liitokset esimerkiksi salaojista paljastuvat jätevedentarkastuskaivojen silmämääräisellä tarkastelulla.

3.3 Vuotovesimäärien selvitykset

Jätevesiviemäriverkoston vuotovesimäärien selvitys aloitetaan seuraamalla jätevedenpuhdistamon virtaamaa jatkuvatoimisesti. Tämän jälkeen vuotovesien määrän seuranta tarkennetaan jakamalla virtaamien seuranta valuma-alueittain. Tämä tapahtuu helpoiten seuraamalla jätevedenpumppaamojen virtaamia. (Forss 2005, 22 - 23.) Jatkuvatoimisella jäteveden virtaamamittauksella voidaan seu-

rata virtaaman vaihteluita eri vuorokauden aikoina. Yöaikaiset jätevesivirtaamat ovat erityisen kiinnostavia vuotovesitutkimuksessa. Silloin vedenkulutus on pienimmillään ja jos jätevesivirtaamat eivät pienene samalla lailla, on se selvä merkki vuotovesistä. Eri vuodenaikojen jätevesimääriä vertailtaessa voidaan päätellä, mistä vuotovesiä tulee viemäriin. (Puustinen 2010, 16 - 17.)

Kun alueelliset jätevesimäärät ovat tiedossa, voidaan niitä verrata talousveden kulutustietoihin. Tarkasteltavan alueen vuotovesimäärä saadaan laskettua jätevesimäärän ja vedenkulutuksen erotuksesta. (Forss 2005, 21 - 22.) Aivan tarkkaa alueellista vuotoveden määrää on hyvin vaikeaa laskea, koska jätevesiviemäriin laskettujen jätevesien määrää ei useinkaan mitata tarkasti alueellisesti. Tämä oli ongelmana myös tässä opinnäytetyössä tutkitun Rissalan alueen vuotovesimääriä arvioitaessa. Yleensä viemäriverkoston vuotovedet ilmoitetaan yksikössä l/s johtokilometriä kohti. Toinen tapa on ilmoittaa vuotovesien määrä suhteessa varsinaisen jäteveden määrään eli käytännössä myydyn talousveden määrään. Usein nykyään suhdeluvuksi arvioidaan 1,0, mikä tarkoittaa sitä että jätevesiviemäriverkoston pääsee yhtä paljon vuotovesiä kuin varsinaista jätevettä. Vuotovesien määrä voidaan ilmaista myös vuotovesiprosenttina. Se kertoo, mikä osuus puhdistamolle tai pumppaamolle tulevasta virtaamasta on vuotovesiä. (Vesihuolto II:RIL 124 - 2, 466.) Rissalan alueella huhtikuussa 2013 tämä suhdeluku oli 3,04 ja toukokuussa 2013 2,75. Näissä luvuissa on mukana sekä Lennoston että Lentoseman vesimäärät, sillä alueiden jätevesimääriä ei mitata tarkasti, eikä näin ollen vuotovesimääriä voida laskea tarkasti eri alueille. Suomessa on vuonna 2001 aloitettu ohjelma, jonka tavoitteena on vähentää viemäriverkoston vuotovesiä vuoteen 2020 mennessä. Vuoteen 2010 mennessä tavoitteena oli, ettei yhdenkään viemäriverkoston maksimivuotovesikerroin olisi 5 tai suurempi, ja 17 % verkostoissa se olisi 3 - 4,9. Vuonna 2001 7 - 8 % verkostoista maksimivuotovesikerroin oli yli 5 ja 30 % verkostoista maksimivuotovesikerroin oli välillä 3 - 4,9. (Vesihuolto II:RIL 124 - 2, 659 - 660.)

3.4 Viemäriverkoston seuranta ja huolto sekä saneeraus

Käyttäjät eivät seuraa jätevesiverkoston toimintaa ja kuntoa niin tarkasti kuin vesijohtoverkostoa, jonka ongelmista käyttäjät ilmoittavat hyvinkin herkästi vesilaitokselle esimerkkinä riittämätön veden määrä, heikko paine tai huono laatu. Siksi vesihuoltolaitoksen on tarkkailtava ja huollettava jätevesiverkostoa säännöllisesti, jotta sen ongelmat toimivuudessa havaittaisiin ja korjattaisiin riittävän ajoissa ja ettei pääsisi syntymään ympäristö- ja taloudellisia vahinkoja. (Vesihuolto II: RIL 124 - 2 2004, 641)

Viemäritukosten aukaisu ja viemärien huuhtelu ovat tärkeimpiä viemärien huoltotoimenpiteitä. Yleisimmin tämä tapahtuu imupaineyhdistelmäautolla jossa on painehuuhteluletku. Painehuuhteluletkun päässä on suutin, jossa on yleensä noin kuusi reikää taaksepäin. Avaussuuttimessa on myös reikä eteenpäin, mutta puhdistussuuttimessa sitä ei yleensä ole. Painehuuhteluletku ajetaan mieluummin alemmasta tarkastuskaivosta ylöspäin seuraavaan tarkastuskaivoon. Vesisuihku irrottaa putken pohjalle laskeutuneen laskeuman sekä seinämiin kertyneen rasvan ja samanaikainen suuri veden virtaus kuljettaa sen mukanaan. Vesisuihku hajottaa myös viemäritukokset. Painevedellä voidaan myös rikkoa juuritukoksia, mutta usein siihen tarvitaan myös jotain mekaanista leikkuria. Viemäriin huuhtelua

voidaan tehdä myös siten, että tarkastuskaivoon lasketaan tai padotaan runsas vesimäärä ja se huuhtelee alapuolisen viemäriin, mutta tämä ei ole niin tehokas huuhtelukeino (Vesihuolto II RIL 124 - 2 2004, 642).

4 JÄTEVESIVIEMÄRIVERKOSTON KAIVOJEN KUNTOTUTKIMUS RISSALASSA

4.1 Nykytilan kuvaus

Karjalan Lennoston Rissalan alueella on lähes kaikki vesihuoltolaitoksen osat, mitä kunnallisessakin vesihuoltolaitoksessa on lukuun ottamatta vedenottamoita sekä jätevedenpuhdistamoita. Puhdas vesi tulee alueelle Siilinjärven kunnan vesijohtoverkostosta pohjoisesta Jälän vedenottamolta sekä etelästä Toivalan vesijohtoverkostosta. Sekä Jälältä että etelästä päin tulevissa vesijohdoissa on vesimittarit, joiden perusteella Siilinjärven kunta laskuttaa vedestä ja jätevedestä. Jälän vesimittari on plusmiinusmittari eli kahteen suuntaan mittaava, koska Rissalan alueella on ylävesisäiliö, joka toimii virtaushuippujen tasaajana myös Jälänniemen vesiosuuskunnalle sekä Kuopion lentoasemalle, ja näin virtaus voi tapahtua takaisin päinkin Rissalan alueelta. Jälän mittarin kautta tulee myös Kuopion lentoaseman vedet jotka on huomioitava Lennoston alueen veden kulutusta laskettaessa. Rakennuksissa on myös vesimittarit joiden avulla eri rakennusten veden kulutuksia voidaan seurata mutta laskutus ei tapahdu näiden mukaan. (Kiiskinen ja Voutilainen heinäkuu 2013.)

Lennoston alueen jätevedet johdetaan viettoviemäreitä pitkin alueen jätevedenpumppaamolle, joka sijaitsee lentokenttä-alueella. Pumppaamolle tulee viettoviemärin lisäksi paineviemäri Kuopion Lentoasemalta. Paineviemäriin on myös liitetty 4 -hallin jätevedenpumppaamo. Tässä työssä keskityttiin Lennoston alueen viettoviemäriin. Jätevedenpumppaamo pumppaa jätevedet Siilinjärven kunnan jätevesiverkostoon. Pumppaamon vieressä oli oma jätevedenpuhdistamo vuosina 1967 - 2003. (Kiiskinen ja Voutilainen heinäkuu 2013.)

Karjalan Lennoston Rissalan aluetta on rakennettu vuodesta 1960 lähtien monessa eri vaiheessa ja siksi viemäriverkostossa on tapahtunut muutoksia. Alueen vesihuoltoverkosto on sähköisessä muodossa Micro Station -karttaohjelmistossa, mutta sen sisältämiin tietoihin ei voi täysin luottaa. Alueen viettoviemäreiden kokonaispituus Micro Station -kartalta mitattuna on 2 868 m. Lukuun sisältyvät kaikki rakennusten ulkopuoliset viemärit, jotka on merkitty karttaan. Näistä iso osa ei ole enää käytössä. Osa on sujutettu, osa tulpattu, mutta suurimmalle osalle käytöstä poistuneista viemäreistä ei ole tehty mitään. Nykyisin jätevesikäytössä olevia viemäreitä Micro Station - kartalta mitattuna on 1 350 m. Nykyiset jätevesiviemärit ovat kaikki muovisia.

Tarve alueen jätevesiviemärien tutkimiselle tuli siitä, että Siilinjärven kunnalta oli tullut useampana keväänä ilmoituksia että Rissalan alueen jätevesivirtaamat kasvavat voimakkaasti keväällä. Tämän seurauksena kunnan jätevesiverkoston ja jätevedenpumppaamojen kapasiteetit eivät ole maineet riittäviä. Jätevesiviemäriverkoston kunnosta ei ollut ennen tutkimusta kovinkaan tarkkaa tietoa. Viemäritukoksia ei kuitenkaan ole viime vuosina ollut, eikä toistuvia viemäriongelmia ole jätevesiviemäriverkostossa. Jätevesiviemärikaivojen tutkimisella saadaan samalla kartoitettua viemäriverkoston tuleva saneeraustarve sekä tarvittavat jatkotutkimukset. (Kiiskinen ja Voutilainen heinäkuu 2013.)

4.2 Tutkimussuunnitelma jätevesiverkoston kunnan arvioinnin kenttätutkimuksille

Opinnäytetyössä tehtäviä kenttätöitä suunniteltiin tilaajan, Puolustushallinnon rakennuslaitoksen energiapäällikön kanssa kahdessa palaverissa, jossa hän kertoi mikä on työn tavoitteena. Tarkoituksena oli tutkia jokaisen viemärikaivon kunto silmämääräisesti. Kenttätöiden ajankohdaksi sovittiin alustavasti heinäkuu 2013, koska silloin Lennoston toiminnalle olisi mahdollisimman vähän haittaa tutkimuksista kesälomien ja varusmiesten saapumiserän vaihtumisen aikana. Tutkimusalueeksi rajattiin Karjalan Lennoston Rissalan alueen rakennusten ulkopuolinen jätevesiviemäriverkosto ja erityisesti niiden tarkastuskaivot. Nämä jätevesiviemärit laskevat Lennoston jätevedenpumppaamolle, joka sijaitsee lentokenttäalueella.

Ennen kuin kenttätutkimuksia pystyy aloittamaan, jätevesiviemärikaivot täytyy yksilöidä laadittavilla tunnisteilla, koska sitä ei ole aikaisemmin tehty. Alueen öljynerotuskaivot on numeroitu 1.XX, rasvanerotuskaivot 3.XX ja rakennuksen 44 polttoainenjakoapaikan polttoainesäiliön glykolivaipan vuotohälytin 4.1. Näiden takia jätevesiviemärikaivojen tunnuksot sovittiin kirjattavaksi muotoa 5.XX. Numerointi alkaa jätevedenpumppaamolta ja kasvaa ylävirtaan noustessa. Viemäriputkien kuntoa on tarkoitus arvioida tarkastuskaivojen kautta peilaamalla tai tarpeen vaatiessa työnnettävällä viemärikameralla. Samalla määritellään mahdollisten jatkotutkimusten tarve viemäriputkille.

4.3 Tehtävät kenttätutkimukset ja niiden tulosten taltiointi

Jätevesiviemärikaivoista silmämääräisesti havainnoitavia ominaisuustietoja ovat kaivon materiaali, tulevien ja lähtevien putkien materiaali ja määrä, kansisto ja sen kunto. Lisäksi silmämääräisesti arvioidaan saumojen kunnot ja onko kaivossa tikkaita. Kaivon kannen korko verrattuna ympäröivään maan pinnan korkoon kannattaa myös kirjata ylös, sillä sen perusteella pystyy arvioimaan voiko kannen kautta mennä kaivoon pintavesiä etenkin rankkasateella. Muita huomioitavia asioita ovat havainnot vuodoista kaivossa, ovatko renkaiden seinämät kuivia vai märkiä, näkykö kaivon pohjalla ruostesakkaa ja miltä putkien ja kaivon välisen liitoksen tiiveys näyttää. Myös putkista tulevat epätavallisen suuret virtaamat ja epäillyt vuotovesivirtaamat kirjataan ylös. Pohjan kunto ja muotoilu on myös hyvä kirjata ylös jos niissä on jotakin vikaa tai kaivon pohjalla on alkavia tukoksia tai jälkiä tukoksista. Mahdollinen kaivon merkintä rakennuksiin pitää myös tarkastaa ja kirjata ylös. Lisäksi jokaisesta viemärikaivosta otettiin vähintään yksi valokuva.

Kaivoista mitattavia tietoja ovat kaivon ja kannen halkaisija, lähtevän putken vesijuoksun korkeus kannen pinnasta, tulevien putkien vesijuoksun korkeus kannen pinnasta sekä lähtevän ja tulevien putkien halkaisijat. Kannen etäisyys lähimpään rakennukseen mitataan myös jos kaivo on lähellä jotain rakennusta eikä sitä ole merkitty rakennuksen seinään.

Havainnot kaivojen kunnosta sekä mitat kirjataan käsin kaivon laidalla paperille. Kun kaikki kaivot on tarkasteltu, kirjataan niistä kertyneet havainnot tietokoneelle Excel -pohjaiseen kaivokorttiin, joka löytyy liitteestä 1. Kaivokortteihin liitetään myös valokuvat kaivoista. Kaivojen uudet numeroinnit ja muuttuneet putkitiedot tallennetaan sähköiseen verkostokarttaan.

Kaivojen tiedot tallennetaan myös Puolustushallinnon rakennuslaitoksen RYHTI -ohjelmistoon, joka on heidän kiinteistönhoidon seurantaohjelmisto. Sinne on myös tarkoitus kirjata ylös tulevaisuudessa kaikki viemäriverkostolle ja -kaivoille tehdyt huolto - ja kunnossapitotyöt.

4.4 Tutkimustulokset

4.4.1 Kaivojen etsintä

Tutkimusalueella oli verkostokartan perusteella noin 50 jätevesiviemärin tarkastuskaivoa. Ensimmäinen tehtävä oli löytää nämä kaivot. Tutkimuksissa alueelta löytyi 48 jätevesiviemärikaivoa. Kaivojen kansista suurin osa oli näkyvillä asfaltilla tai nurmialueilla ja nämä kaivot oli helppo löytää verkostokartan perusteella. Maan alla olleiden kansien verkostokartan lisäksi apuna oli metallinpaljastin, joka löysi kaivojen kannet noin 40 cm:n syvyydestä. Kaksi kantta oli niin syvällä maan alle, että ne kannatti kaivaa kaivinkoneella esiin. Muut kannet kaivettiin lapiolla näkyviin.

Tällä hetkellä jätevesikäytössä olevat viemärikaivot on numeroitu pienemmillä numeroilla 5.01 - 5.40. Numerointi alkaa jätevedenpumppaamolta ja kasvaa ylävirtaan päin kuljettaessa. Nykyisen jätevesiviemärikaivojen jälkeen on vanhan betoniviemärin kaivot numeroitu 5.41 - 5.53. Kaivoihin 5.41 - 5.53 ei ole enää kytkettyjä jätevesiä, mutta viemärit laskevat kuitenkin jätevesiviemäriin.

Lähes kaikki tutkimusalueen jätevesiviemärikaivot löytyivät, vaikka kartta ei ollut joka kohdassa paikkansapitävä. Kaivot 5.07 ja 5.11 oli merkitty eri tasoille ja puuttuivat siksi karttatulosteesta. Kaivon 5.19 lähistöltä oli poistettu kaksi kaivoa viemärin saneerauksen seurauksena vuonna 2009, jota ei ollut päivitetty karttaan. Rakennuksen 37 edustalla olevaan vanhaan betonilinjaan oli merkitty kolme kaivoa aivan lähekkäin mutta niistä löytyi vain kaksi (5.45 ja 5.46). Maastotarkastelun perusteella karttaan merkittyihin kaivojen korkotietoihin ei voi täysin luottaa. Esimerkiksi useiden kaivojen putkien koroiksi oli kartassa merkitty sama korko vaikka niillä saattoi olla jopa yli 10 cm:n korkeusero. Näihin korkeuslukemiin ei kuitenkaan tehty muutoksia, koska tarkemittauksia ei tehty tässä tutkimuksessa. Ainoastaan kaivojen kansistojen korotukset lisättiin korkeustietoihin. Uusia liitoksia suunniteltaessa ja rakentaessa on siis huomioitava tämä asia ja tehtävä tarvittavat tarkemittaukset.

Karttaan merkityistä kaivoista neljää ei löytynyt. Kaksi niistä (5.35 ja 5.52) sijaitsee asuinrakennuksen purkutyömaalla ja ne kannattaa tutkia sitten kun purkutyöt on saatu päätökseen. Kaivon 5.51 kansi oli niin syvällä maan alla että metallinilmaisin ei löytänyt sitä. Kaivon tuleva putki on tulpattu syksyllä 2012 (Voutilainen 5.7.2013). Kaivosta 5.51 ei vIRRannut alempaan kaivon yhtään vettä, joten kaivoa ei kannattanut alkaa etsimään kaivinkoneella. Kaivo 5.42 oli taakkojen alla, joita ei saatu siirrettyä pois. Tästä syystä kaivo jäi tutkimatta. Kaivo on vanhan betonilinjan kaivo eli se ei ole enää jätevesikäytössä. Sen kunnolla ei siis ole niin suurta merkitystä toiminnalliselta kannalta, mutta vuotovesiä sieltä voi tulla.

4.4.2 Kaivojen korotus

Neljä viemärikaivoa oli niin syvällä maan alla, että niitä piti korottaa. Kaivoja 5.12 ja 5.25 korotettiin 30 cm. Ne sijaitsivat nurmialueilla ja niiden korotus onnistui hyvin ja kannet nousivat maan pinnan tasolle. Kaivo 5.48 oli vanhan betonilinjan kaivo ja sen korottaminen oli vaikeampaa koska siinä oli neliökehyksinen kansisto. Vanhan kaivon päälle asennettiin 5 cm:n korokerengas ja sen päälle pyöreä kansisto. Näin kannen taso nousi noin 18 cm. Kansi jäi noin 10 cm maan pinnan alle. Kansi oli parempi jättää maan alle, koska kaivo oli vanhan betonilinjan kaivo. Kyseinen betonilinja ei enää ole käytössä. Kaivon 5.05 korotuksesta luovuttiin, koska raami oli valettu kiinni ylimpään korokerenkaaseen eikä irronnut lämmittämällä ja nostamalla. Kansi jäi siis noin 10 cm maan pinnan alapuolelle. Siksi kaivo on merkittävä rakennuksen 24 seinään. Nykyisistä 40 viemärikaivosta vain viisi on merkitty selvästi rakennuksen seinään, kolmessa oli rautaputki kaivon vieressä merkinä ja 32 oli kokonaan merkitsemättömiä. Kaikki kaivot on lueteltu taulukossa 1.

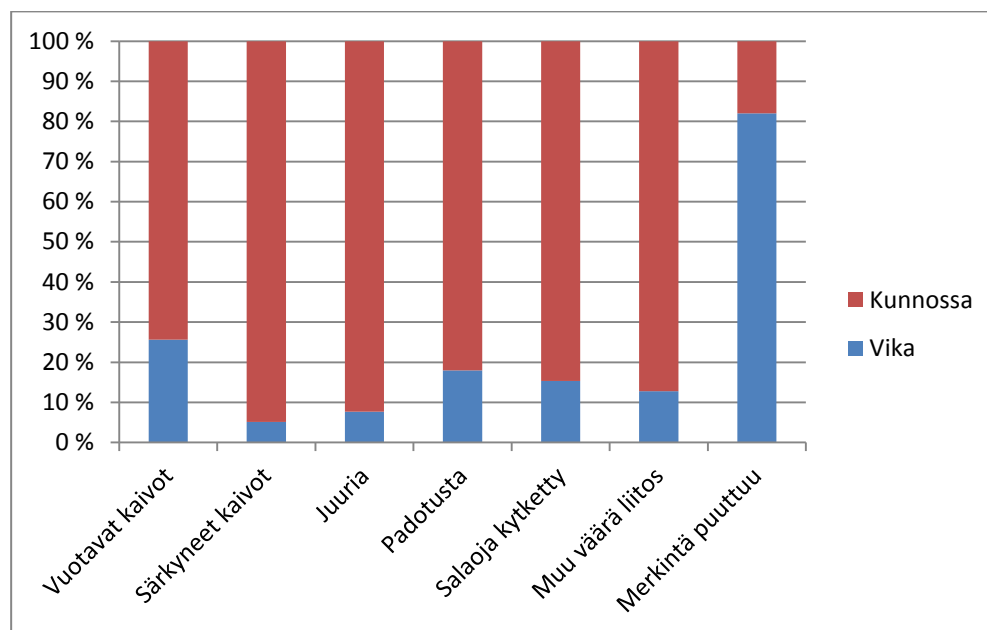
Alueen nykyiset jätevesiviemärit ovat muovisia lukuun ottamatta rakennusten sisäpuolisia viemäreitä. Nykyisten jätevesiviemärien kaivoista 35 kpl on betonisia. Näistä neljässä on muoviputki vedetty umpinaisena läpi. Näistä kahdessa kaivossa jätevesiviemäri kulkee sadevesitarkastuskaivon läpi. Muissa betonikaivoissa kaivon pohjaelementtinä on betoni- tai muovikouru. Neljä tarkastuskaivoa on muovisia ja yksi kaivo muovinen tarkastusputki (5.23). Vanhat käyttämättömät kaivot ovat betonisia (kaivot 5.41 - 5.52) ja niiden viemärit ovat pääasiassa betonia. Lisäksi yksi muovinen tarkastuskaivo 5.53 ei ole käytössä ja sen purkuputken pää on tulpattu kaivossa 5.39.

Muoviset tarkastuskaivot ja -putki olivat kaikki hyvässä kunnossa eikä vuotoja tai muuta korjaustarvetta ollut havaittavissa. Nämä kaivot olivatkin alueen uusimpia tai saneerattuja, joten niissä ei saikaan olla vuotoja. Myöskään vääriä kytkentöjä näihin kaivoihin ei ollut havaittavissa.

Tarkastetuista betonikaivoista vanhimmat olivat rakennettu vuonna 1960 ja useimmat niistä olivat heikossa kunnossa. Nykyisessä jätevesiviemärisä näitä kaivoja oli kaksi kappaletta (5.09 ja 5.31). Muut vanhat kaivot olivat 5.41 - 5.50. Näissä kaivoissa oli neliökehyksinen kansisto, joten ne erottuvat jo kannesta.

Taulukko 1 Havaitut viat nykyisen jätevesiviemäverkoston tarkastuskaivoissa.

Havaittu vika	Kaivo	Yhteensä
Vuotava kaivo	5.01 - 5.04, 5.06, 5.28, 5.31, 5.36 - 5.38	10 kpl
Särkynyt kaivo	5.20, 5.22	2 kpl
Juuria	5.03, 5.37 - 5.38	3 kpl
Padotusta	5.01, 5.10 - 5.11, 5.20, 5.31, 5.34, 5.38	7 kpl
Salaoja kytketty	5.31, 5.33 - 5.34, 5.36 - 5.38	6 kpl
Muu väärä liitos	5.17, 5.25, 5.31, 5.33 - 5.34	5 kpl
Merkintä puuttuu	5.01- 5.03, 5.05 - 5.08, 5.10 - 5.12, 5.14 - 5.16, 5.18 - 5.21, 5.23- 5.27, 5.29- 5.30, 5.33- 5.40	32 kpl



Kuvio 2 Havaitut viat nykyisen jätevesiviemärin tarkastuskaivoissa. Kaivoja oli yhteensä 39 kpl. Samassa kaivossa voi olla useampikin vika.

4.4.3 Vuotavat kaivot

Taulukkoon 1 on koottu yhteen tiedot havaituista vioista nykyisen jätevesiviemäriverkoston tarkastuskaivoissa. Viallisten kaivojen osuutta kaikista alueen viemärikaivoista havainnollistetaan kuviossa 2. On syytä huomata, että samassa kaivossa voi olla useampikin vika. Vuotavista kaivoista suurimmat vuodot olivat kaivoissa 5.01 - 5.04 ja 5.06. Niissä alimpien renkaiden seinämät olivat märkiä, kaivojen pohjalla sekä putkien ja kaivon liitoksien saumoissa oli ruostesakkaa. Kaivon vuoto näkyi selvänä virtauksena kohti tarkastusaukkoa. Kuvassa 1 on kuvattuna yksi pahiten vuotavista kaivoista. Pohjalla on paljon ruostesakkaa, alimman renkaan seinät ovat märkiä ja vesi virtasi tarkas-

tusaukkoon. Renkaiden saumoista kasvoi lisäksi juuria, koska aivan kaivon vieressä oli useita puita. Kaivoissa 5.28, 5.31 ja 5.36 - 5.38 vuodot olivat vähäisiä. Lähinnä niiden alimmat renkaat olivat märkiä tai kaivon ja putken saumasta valui hieman vettä.

Vaikka vuotoja oli 35 %:ssa nykyisen jätevesiviemärin betonisissa tarkastuskaivoissa, kaivot on tehty suunnitteluohjeiden mukaisesti. Betonikaivojen halkaisijat ovat joko 800 mm tai 1000 mm. Kaivon pohja on valettu betonista ja muotoiltu kouruksi tai betonivaluun on asennettu auki leikattu muoviputki kouruksi. Putkien läpiviennit on tiivistetty betonilla. Kuitenkin vuodot olivat usein juuri putkien läpivientien kohdalla. Tällainen liitostapa oli yleinen 1980 -luvulla, mutta tänä päivänä tällaista ei suositella. Nykyään kaivon pohjana käytetään valmista pohjaelementtiä, jossa on valmiiksi tehtaalla valmiiksi tehdyt tulevat ja lähtevät liitokset. Vain poikkeustapauksessa kaivon pohja tehdään nykyään työmaalla. (Betoniviemärit 2003 -käsikirja, 86) Betonirenkaiden välit on saumattu bituminauhalalla, kuten kuvassa 1 näkyy. Bitumisaumat eivät ole kaikissa kaivoissa enää tiiviitä. Jos pohjavedenpinta on kaivon ulkopuolella saumoja ylempänä, niin vuodot bitumisaumoissa havaitaan siitä, että kaivojen renkaat ovat sisäpuolelta märkiä, kuten kuvassa 1 näkyvän alimman renkaan sauma. Myös juuret pääsevät kasvamaan kaivon sisälle jos saumat eivät ole ehjiä. Kaivonrenkaiden väliin on asennettu bitumoidusta 18mm:n pyöröteräksestä tikkaat, jos kaivo on ollut yli 3 m syvä. Tikkaita ei kuitenkaan ollut kaikissa tutkimusalueen yli 3 m syvissä tarkastuskaivoissa. Kaivon halkaisija on pienennetty kansistoon sopivaksi kartiorengaalla, joka on samalla ylin kaivonrenkas. Kansistona on valurautainen, pyöreä kansisto. Tutkimusalueiden kansien kuormituskestävyys on 150-250 kN. Kansiston korkeus ympäröivään maanpintaan on säädetty betonisilla korotusrenkailla, joita on kartiorengas ja valurautakansiston välissä 1 - 3 kpl. (Vesihuolto II:RIL 124 - 2, 478 - 479, Kaupunkiliiton julkaisu B 63, 212 - 214.)



Kuva 1 Kaivo 5.03 vuotaa (Antti Väänänen 2.7.2013)

4.4.4 Särkyneet kaivot

Särkyneitä kaivoja löytyi kaksi, mutta kummassakaan rikkouma ei aiheuta suurta tukkeuman vaaraa. Kaivossa 5.20 ylempi korokerengas on siirtynyt noin 3 cm sivuun ja korokerenkaiden välinen sauma on auki. Sen korjaaminen on melko helppoa, koska kaivo sijaitsee mursketetulla alueella eli asfalttia ei tarvitse rikkoa ja sauma on vain noin 20 cm:n syvyydessä. Toinen särkynyt kaivo on 5.22, jossa kartiorenaan yläosa on rikki. Molemmista rikkoumista on kuvat kaivokorteissa. Tarkasteluhetkellä kummastakaan rikkoumasta ei vuotanut vettä kaivoon.

4.4.5 Juuret

Juuria oli kaivoissa 5.03, 5.37 ja 5.38. Kaivoissa 5.03 ja 5.37 juuret olivat ohuita ja ne kasvoivat kaivon seinissä ja saumoissa, eivätkä olleet tukkimassa viemäriä ainakaan vielä. Kaivon 5.03 vieressä kasvoi neljä koivua ja useita pajuja, joiden juuret olivat päässeet renkaiden saumoista kaivoon. Kaivossa 5.38 juuret olivat kaivon pohjalla ja siinä oli vähäistä padotusta juurien takia.

4.4.6 Padotus

Padotusta oli havaittavissa kaivoissa 5.01, 5.10 - 5.11, 5.20, 5.31, 5.34, 5.38. Näistä 5.10 ja 5.11 välinen viemäri on tehty todella pienellä kaadolla. Muissa padotus johtuu lähinnä pienistä tukoksista jotka poistunevat huuhtelun jälkeen. Jälkiä tukoksista ei kuitenkaan missään kaivossa ollut havaittavissa.

4.4.7 Salaojat

Salaojia on kytketty viemäriin viemäriinjan yläosassa komppanian ja lämpökeskuksen välisiin kaivoihin. Salaojia ei saisi liittää ollenkaan jätevesiviemäriverkostoon vaan ne tulisi johtaa hulevesiviemäriin. Kaivoon 5.31 tulee rakennuksen 46 pohjoispäädyn salaojat, joita ei ole uusittu. Kyseiset salaojat ovat ainoat rakennuksen 46 pohjoispäätä kuivattavat salaojat. Samaan kaivoon tulee myös tiilisalaojat rakennus 45:n suunnasta. Jos kaivoon 5.31 tulee tukos, jätevedet menevät salaojiin päin ja näin rakennuksen alle ennen kuin rakennuksen käyttäjät välttämättä huomaavat mitään. Tähän riskiin kannattaa puuttua, sillä kaivo on muutenkin heikossa kunnossa ja tukoksen vaara on todellinen. Salaojista tulevaa vuotovesimäärä on hyvin vaikeaa arvioida. Kaivoon 5.33 on liitetty salaoja hyvin syvälle, lähes viemäriin kanssa samalle tasolle. Tästä salaojasta tuleekin koko ajan vettä ja sitä on hyvin vaikea liittää mihinkään muuhun kaivoon. Kaivoihin 5.36 - 5.38 on liitetty kaukolämpökanaalin salaojat, jotka ovat 1 - 1,5 m:n syvyydessä maan pinnasta. Tarkasteluhetkellä näistä putkista ei tullut vettä, mutta voi olettaa että keväisin ja pitkien sateiden jälkeen näistä putkista voi tulla suuriakin määriä vettä.

4.4.8 Muut väärät liitokset

Muulla väärällä liitoksella tarkoitetaan tässä sellaista putkea, joka on liitetty jätevesiviemäriin, mutta johon ei tule lainkaan jätevesiä, vaan ainoastaan hulevesiä. Nämä liitokset yhdessä salaojien kanssa pitäisi saada muutettua muualle kuin jätevesiviemäriin purkavaksi. Kaivoihin 5.17, 5.31 ja 5.33 - 5.34 tulee sellaisia vanhoja jätevesiviemäreitä, jotka eivät ole enää käytössä. Niistä tulee em. kaivoihin kuitenkin koko ajan vettä.

Näistä liitoksista kaivoon 5.17 tulee eniten vuotovettä vanhasta betonisesta jätevesiviemäristä, joka alkaa kaivosta 5.47. Putkeen asennettiin viemäritulppa 16.7.2013, jotta nähtäisiin väheneekö pumpupaamolle tuleva virtaama havaittavasti. Vuorokauden aikana ylemmässä kaivossa 5.41 veden pinta oli noussut 30 cm pohjan yläpuolelle. Seuraavan vuorokauden aikana veden pinta nousi vielä 10 cm, mutta sen jälkeen veden pinnan nousu loppui lähes kokonaan. Seuraavien neljän vuorokauden aikana veden pinta oli noussut enää 2 cm. Betoniviemäriä pitkin tuleva vuotovesi leviää siis isommalle alueelle pohjavedeksi ja siksi veden pinnan nousu hidastui.

Kaivoon 5.31 tulevan vanhan viemäriin pelkkä tulppaus ei auta juurikaan vuotovesien vähentämisessä, koska vierestä tulevat rakennuksen 46 salaojat, jotka tulevat kaivoon 5.31 vielä 40 cm alemmalla. Kuitenkin salaojille ja kaivovälin 5.31 - 5.48 putkelle pitäisi keksiä joku toinen purkupaikka kuin jätevesiviemäri. Kaivoon 5.33 tulee vanhojen parakkien viemäri kaivosta 5.49. Viemäri kuvattiin ja se oli todella huonossa kunnossa oleva betoniputki, joten jätevesikäyttöön se ei sovellu enää. Sitä kautta tulee kuitenkin vuotovesiä, joten se kannattaisi tulppata kaivosta 5.33. Kaivossa 5.34 on samanlainen liitos kuin kaivossa 5.33. Kaivosta 5.51 tuleva viemäri ei ole enää käytössä, koska asuinrakennukset on purettu. Siksi sen voisi tulppata kaivosta 5.34. Tämä ei kuitenkaan ole tärkeysjärjestyksessä ensimmäisenä, sillä vanhojen asuinrakennusten viemäri on tulpattu kaivon 5.51 yläpuolelta (Vuotilainen 5.7.2013).

Pintavesien pääsy viemärikaivoihin on estetty välikannella kaikissa sellaisissa kaivoissa, jonka raamiin välikannen voi laittaa. Kaikki välikannet ovat nyt myös ehjiä. Pintavesien pääsy viemärikaivoihin voi aiheuttaa suuriakin virtauspiikkejä rankkasateella, sillä yhden kannen kautta voi viemäriin päästä jopa 1,7 - 5,0 l/s vuotovettä, riippuen kannen rei'ityksestä, sijainnista, kannen koosta ja kansiston kunnosta (Vesihuolto II:RIL 124 - 2, 465). Kaivojen 5.33 ja 5.34 kansien kautta on mahdollista, että kaivoon vuotaa pintavesiä rankkasateella tai keväällä sulamisaikaan, koska kaivot sijaitsevat notkoissa, joihin vesi voi lammikoitua. Näissäkin kaivoissa on kuitenkin välikannet, jotka estävät mahdollisuuksien mukaan vuotoveden pääsyn viemäriin. Niissä kaivoissa, joissa välikantta ei ole mahdollista laittaa, pintavesien pääsy viemäriin on vähäistä.

Taulukko 2 Havaitut viat vanhan betonisen jätevesiviemärin kaivoissa 5.41 - 5.53.

Havaittu vika	Kaivo	Yhteensä
Vuotava kaivo	5.48	1 kpl
Särkynyt kaivo		
Juuria		
Padotusta		
Salaoja kytketty	5.41 - 5.44, 5.46 - 5.48	7 kpl
Muu väärä liitos	5.44, 5.46 - 5.48	4 kpl
Merkintä puuttuu	5.41 - 5.53	13 kpl

4.4.9 Havaitut viat vanhassa betonisessa viemärissä

Vanhan betonisen viemärin kaivoista vain 5.48 oli selvästi vuotava. Tämä ei kuitenkaan kerro koko totuutta kaivojen kunnosta, sillä vanhat betoniviemärit toimivat salaojina ja pitävät näin pohjaveden pinnan niin alhaalla että se ei näy kaivojen saumoissa vuotoina. Särkyneitä kaivoja ei ollut yhtään, eikä yhdessäkään juuria ollut kaivoissa. Padotusta ei kirjattu ylös näistä kaivoista, koska kaivoissa virtaa vain hulevesi joten tukoksen vaaraa ei ole. Lähes jokaisen kaivon pohjalla oli kuitenkin hiekkaa ja kiviä. Merkinnät puuttuvat jokaisesta kaivosta.

Salaojia oli kytketty lähes kaikkiin vanhan betonisen jätevesiviemärin tarkastuskaivoihin. Tämä viemäri onkin selvästi rakennettu sekaviemäriksi, joka on purkanut järveen. Rakentamisaikaan hulevesien yhdistäminen jätevesiviemäriin on siis ollut hyväksyttävää. Kuitenkin jätevedenpuhdistamon valmistuttua hulevedet olisi pitänyt kytkeä muualle purkaviksi. Kaivoon 5.47 on kytketty rakennuksen 45 salaojat, jotka ovat käytössä. Muut salaojat ovat vanhan kaukolämpökanaalin sekä piha-alueen kuivatusta varten. Salaojista ei tullut tarkasteluhetkellä vettä.

Muita vääriä liitoksia on kaivon 5.44 ja 5.25 välinen yhdysputki PVC 160, jonka tarkoitus ei selvinnyt. Kaivoon 5.46 tulee noin 300 mm rautaputki, josta virtaa koko ajan vettä. Tämän putken merkitys jäi epäselväksi. Kaivoon 5.47 tulee kattosadevesiputki rakennuksen 45 sisältä. Putkea ei kuitenkaan ole viety katolle asti, eikä siitä siis tule vettä viemäriin. Samaan kaivoon tulee myös rakennuksen 45 vanha valurautapohjaviemäri, jota ei ole tulpattu, vaan sen pää on avonaisena putkikanaalissa. Putki huuhdeltiin ja kuvattiin, jotta tästä saatiin varmuus. Putkesta tulee koko ajan vuotovettä, mutta se ei ole jätevettä. Putkea ei ole merkitty mihinkään piirustuksiin. Kaivon 5.47 ja rakennuksen 45 lastaus sillan edessä olevan sadevesikaivon välillä on PVC 160 putki, joka viettää sadevesikaivoon päin. Rankkasateella on kuitenkin mahdollista, että vesi virtaa sadevesikaivosta kaivoon 5.47 ja päättyy siitä kautta jätevesiviemäriin. Tämä putki on ehdottomasti tulpattava. Kaivoon 5.48 tulee vanha betoniputki vanhoilta asuintaloilta päin. Kyseinen putki päättyy noin 25 metrin päässä rikkoumaan. Rikkouma varmistettiin kameralla. Putkesta tulee koko ajan vettä.

4.5 Ajankäyttö ja kustannukset kaivojen kuntotutkimuksessa

Tutkimuksessa tutkittiin viiden työpäivän aikana 46 kpl viemärin tarkastuskaivoja. Enimmillään kaivoja tutkittiin 13 kappaletta 8 tunnin työpäivän aikana. Kahtena päivänä ehdittiin tutkia vain viisi kaivoa päivässä, kun kansia piti kaivaa kaivinkoneen avulla esiin. Kaivojen tutkimisnopeuteen siis vaikuttaa eniten se, ovatko kaivon kannet maanpinnalla näkyvissä, onko verkostokartta tarkka ja ajantasainen sekä ovatko kaivot merkitty lähimpien rakennusten seiniin tai johonkin muuhun kiinteään paikkaan. Hyvissä olosuhteissa ja kun kaivojen tutkimiseen on tullut enemmän rutiinia, on täysin mahdollista tutkia 15 - 20 kpl kaivoja normaalityöpäivän aikana. Mutta jos kaivojen kannet ovat syvällä maan alla tai asfaltin alla, on parempi käyttää apuna kaivinkonetta. Tällöin päivässä tutkittavien kaivojen määrä voi jäädä 5 - 10 kpl päivässä. Nämä em. päivittäiset kaivojen tutkimusmäärät eivät sisällä tutkimustulosten raportointia ja tulosten taltiointia, jotka riippuvat tilaajan vaatimuksista.

Kun kaivot löytyvät helposti, voi työajaksi laskea 0,5 tuntia kaivoa kohti. Tämä ei sisällä vielä raportointia. Kustannukset riippuvat silloin suurimmaksi osaksi tekijän palkasta. Työkaluiksi kun riittävät lapio, rautakanki, metallinpaljastin ja kaivokoukku. Kun kannet ovat syvällä maan alla, kustannukset nousevat huomattavasti, jos vielä lisäksi tarvitaan kaivinkoneen apua kansien esiin saamiseen. Viemärimetriä kohden kustannuksia on vaikeampi laskea, koska kaivovälit eivät ole vakiopituisia.

5 JÄTEVESIVIEMÄRIVERKOSTON VUOTOVESITUTKIMUS RISSALASSA

5.1 Tutkimussuunnitelma viemäriverkoston vuotovesimäärien arvioimiseksi

Karjalan Lennoston Rissalan alueella on ollut etenkin keväisin ongelmana suuret vuotovesimäärät jätevesiviemäriverkoston. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää syitä alueelta tulevien vuotovesien määrää ja sitä, mistä vuotovedet tulevat. Jätevesiviemäriverkoston vuotovesiselvitys yleensä aloitetaan tutkimalla jätevedenpumppaamon pumppaamia jätevesimääriä tai pumppujen käyntiaikoja. Tätä varten Rissalan jätevedenpumppaamolle on hankittu ultraäänen kulku aikaan perustuva NivuSonic CO 100S -virtausmittari, jota on tarkoitus hyödyntää vuotovesimäärien arvioinnissa. Lisäksi on tarkoitus tehdä omia virtausmittauksia yöajan minimivirtaamasta viettoviemäriässä jätevedenpumppaamolla sekä pakkasaikana että lumien sulamisaikaan. Tästä pitäisi olla apua etenkin arvioitaessa Lennoston ja Lentoaseman jätevesimäärien suhdetta, koska Lentoaseman jätevesimääristä ei ole saatavilla minkäänlaista tietoa. Vedenkulutustietoja on saatavilla vain kuukausitasolla, joten jätevedenpumppaamon pumppaamia vesimääriä ei voi verrata niihin sen lyhyemmällä aikajaksolla.

Tällä tutkimuksella ei saada selville yksittäisten PVC -viemäriinjojen vuotovesimääriä eikä vuotokohtia. Tutkimuksessa oletetaan, että 1980 - luvulla rakennetut muoviviemärit eivät ole suurin vuotokohta. Yksittäisten putkilinjojen tai viemärikaivojen tulppauksen vaikutusta jätevedenpumppaamon pumppaamiin vesimääriin on tarkoitus tutkia, jos kaivojen tutkimisen yhteydessä löytyy sellaisia putkilinjoja joiden tulppaamisesta ei aiheudu käyttäjille haittaa eikä veden pinnan noususta aiheudu muutakaan vahinkoa. Tämän perusteella voi arvioida yksittäisten vuotokohtien vuotovesimääriä.

5.2 Tehtävät virtaamamittaukset

5.2.1 Omat astiamittaukset yöaikana

Omilla virtausmittauksilla tutkittiin yöajan virtaamaa jätevedenpumppaamolle tulevasta putkesta. Mittauksessa mitattiin, kuinka kauan 12 litran sangon täyttymiseen kului aikaa. Mittauksessa mukana oli Puolustushallinnon rakennuslaitoksen kiinteistöpäivystäjä. Mittausta varten pumppaamon pintaa täytyi laskea käsiajolla niin alas että sangon sai mahtumaan tuloputken alle. Pakkasajan mittauksen tehtiin 6.3.2013 klo 4.45 - 5.45. Mittauksen aikana ilman lämpötila oli -2 °C ja tulevan veden lämpötila +8 °C. Jäteveden lämpötila mitattiin tavallisella nestelämpömittarilla. Mittauksen tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3 Pakkasajan yövirtaama viettoviemäristä Lennoston jätevedenpumppaamolle 6.3.2013 klo 4.45 - 5.45.

Määrä (l)	Aika (s)	Virtaama (l/s)
7	94	0.0745
9	124	0.0726
9	130	0.0692
9	134	0.0672
9	133	0.0677

Virtaaman keskiarvoksi tulee 0,070 l/s. Virtaama ei juuri muuttunut tunnin aikana joten, lukuja voi pitää hyvin luotettavina. Veden käytön ja siten myös jäteveden syntymisen voidaan ajatella olevan lähellä nolaa tuona aikana. Tuleva vesi on siis lähes kokonaan vuotovettä. Vesi oli silmämääräisesti tutkittuna melko kirkasta, sangon pohja näkyi selvästi eikä kiintoainetta ollut havaittavissa. Sitä, tuleeko vesi viemärien ja kaivojen vuodoista vai vesikalusteiden vuodoista, on mahdotonta sanoa varmuudella. Pumppaamon virtausmittarin mukaan vuorokautinen jätevesimäärä 6.3.2013 oli 46,52 m³. Virtaamalla 0,07 l/s vuorokautiseksi vesimääräksi tulee noin 6 m³.

Toisella yöajan virtaamamittauksella haluttiin tutkia sulamisajan virtaamaa jätevedenpumppaamolle. Mittaus tehtiin 17.4.2013 klo 5.00 - 5.30. Mittauksen aikana oli pientä tihkusadetta ja ilman lämpötila +4 °C. Tulevan veden lämpötila oli +5 °C. Tulevan veden lämpötila oli 3 °C alempi kuin maaliskuussa. Mittauksen tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4 Sulamisajan yövirtaama viettoviemäristä Lennoston jätevedenpumppaamolle 17.4.2013 klo 5.00 - 5.30.

Määrä (l)	Aika (s)	Virtaama (l/s)
10	10	1
12	12	1
12	12	1
12	12	1
12	12	1

Virtaaman keskiarvoksi tulee siis 1 l/s. Virtaama pysyi mittausaikana mittaustarkkuuden rajoissa taseisena. Vesi oli silmämääräisesti tarkasteltuna kirkasta ja sangon pohja näkyi selvästi. Näiden mittausten perusteella sulamisaikaan viemäriverkostoon pääsee todella paljon vuotovesiä. Virtaamalla 1 l/s vuorokautiseksi vesimääräksi tulee 86,4 m³. Pumppaamon virtausmittarin mukaan 17.4.2013 jätevetettä oli kuitenkin pumpattu 266,55 m³ vuorokauden aikana. Vuorokautinen vedenkäyttö on ollut noin 50 m³. Havaittujen vuotovesilähteiden perusteella vuotovedenmäärän ei pitäisi vaihdella paljoa vuorokauden ajan mukaan, koska havaitut vuotovedet ovat pääasiassa maa- ja pohjavesiä eikä pintavesiä. Onkin syytä epäillä, että vuotovesiä tulee myös lentoasemalta, mutta siitä ei ole täyttä varmuutta koska, lentoaseman jätevedenpumppaamosta ei ole saatavissa minkäänlaisia virtaamatietoja. Siksi olisikin hyvä, että lentoaseman pumppaamolle asennettaisiin samanlainen virtausmittari, joka on lennoston pumppaamolla. Silloin lentoaseman ja lennoston alueiden jätevesi- ja vuotovesimääriä olisi helppo vertailla kun lisäksi tiedetään talousveden kulutukset kuukausitasolla. Vähintään ensi keväänä virtaamahuipun aikaan pitäisi samana aamuyönä käydä mittaamassa sekä lentoaseman että lennoston pumppaamon yöajan virtaus noin klo 4 - 6 sangolla tuloputken päästä. Tämän perusteella voi sitten tehdä tarkempia arvioita vuotovesien suhteesta lentoaseman ja lennoston välillä.

Kiinteistönhoidon valvomon tietokoneelta luettavista trendikäyristä löytyy virtausmittarin mitaamat tulokset 17.4.2013. Käyrä ei vain ole täysin luotettavan näköinen, koska virtauskäyrässä on aukkoja ja virtauslukema on välillä 49,8 m³/h, vaikka kumpikaan pumppu ei ole pyörinyt. Trendikäyrästä las-

kettuna omaa virtaamamittausta edeltävän käynnistyskerran keskimääräinen virtaama oli 0,8 l/s. Trendikäyrästä voi siis arvioida virtaaman määrää, kun mittarin häiriöpiikit jättää huomioimatta. Lentoaseman pumppaamon pumppauksen huomaa lyhyestä lepoajasta pumppujen pyörimisen välillä tai tavallista pidemmästä yhdestä käyntiajasta.

5.2.2 Vanhan betonilinjan tulppauksen vaikutus

Kaivon 5.17 tulevaan vanhaan betoniviemäriin laitettiin viemäritulppa 16.7.2013 klo 10.00. Tällä haluttiin selvittää sitä, näkyykö tulppaus virtaaman vähenemisenä jätevedenpumppaamon käyntiajoissa. Silmämääräisesti arvioituna kyseinen putki näytti suurimmalta yksittäiseltä vuotovesilähteeltä viemäriverkostossa.

Jätevedenpumppaamon pumppujen käyntiajat sekä jätevedenpumppaamolle paineviemäriin asennetun virtaamamittarin tiedot tallentuvat valvomon tietokoneelle, josta niitä voi tarkkailla trendikäyrinä. Pumpun käyntiajan ja paineviemäriin hetkellisen virtaaman tulosta saadaan pumppaamon yhden käyntikerran pumppaama vesimäärä. Kun tämä vesimäärä jaetaan edeltävään lepoaikaan ja pumpun pyörimiseen kuluneella ajalla, saadaan pumppaamolle tuleva keskimääräinen virtaama.

Ennen tulpan asentamista 13.7. - 16.7. n. klo 2 - 6 keskimääräinen virtaama jätevedenpumppaamolla oli 0,12 l/s - 0,13 l/s. Tulpan asentamisen jälkeen 17.7. - 19.7. n. klo 2 - 6 keskimääräinen virtaama jätevedenpumppaamolla oli 0,11 l/s - 0,12 l/s. 20. ja 21.7. virtaama oli 0,10 l/s, mutta nämä ovat lauantai- ja sunnuntaiamun lukemia, jolloin komppaniassa oli hyvin vähän varusmiehiä ja se osaltaan selittää virtaaman vähenemisen. Lentoaseman jätevedenpumppaamo ei ole pyörinyt näinä tarkkailujaksoina, koska keskimääräiset virtaamat ovat niin lähellä toisiaan. Trendikäyrästä näki selvästi kaksi lähekkäistä pyörimiskertaa josta voi päätellä milloin lentoaseman pumppaamo oli pyörinyt.

Vanhan betonilinjan tulppaus ei näkynyt toivotulla tavalla jätevedenpumppaamon trendikäyrissä. Tulpan asentamisen jälkeen 16.7. illalla ja seuraavana yönä satoi, mikä olisi saattanut nostaa yöajan virtaamaa. Esimerkiksi 2. - 7.7.2013 sateiden jälkeen yöajan virtaama oli 0,21 l/s - 0,26 l/s. Tulpan asentaminen siis saattoi vähentää vuotoveden pääsyä jätevesiviemäriin, mutta sen vähennyksen tarkkaa määrää on mahdoton arvioida.

Tulppa poistettiin 30.7.2013. Kaivon 5.41 vedenpinnankorkeus ei ollut noussut enää yhtään viimeisen viikon aikana. Kaivossa oli 40 cm vettä ennen tulpan poistamista.

5.2.3 Vuotovesien arviointi trendikäyrästä

Trendikäyrät ovat kiinteistövalvomon tietokoneelle tallentuneita tapahtumia, mikä tässä tapauksessa tarkoittaa pumppujen käynti- ja lepotietoja. Trendikäyrästä voi lukea tarkat pumpun käynnistymis- ja pysähtymisajat. Lisäksi trendikäyrästä voi lukea hetkellisen virtaaman jätevedenpumppaamon paineviemäriin. Hetkellisen virtaaman mittaustieto tulee jätevedenpumppaamon paineviemäriin

asennetusta NivuSonic CO 100S -virtausmittarista. Jätevedenpumppaamolla olevan virtausmittarin näytöllä oleva hetkellinen virtaus ja trendikäyrässä samaan aikaan oleva hetkellinen virtaus eivät ole samoja, vaan niissä on pientä eroa. Trendikäyrän hetkellinen virtaus on suurempi kuin jätevedenpumppaamolla olevassa virtausmittarin näytössä. Trendikäyrän skaalauksessa on siis varmaan pientä virhettä. Tässä työssä ei ole esimerkkiä trendikäyrästä, koska kiinteistövalvomon tietokone on erillään kaikista muista tietoverkoista ja tietoturvasyistä esimerkiksi muistitikon liittäminen valvomon tietokoneeseen ei ole sallittua.

Trendikäyrien ja virtausmittarin päivittäisten jätevesimäärien perusteella jätevedenpumppaamon virtaushuippu on ollut 19.- 20.4.2013. Silloin pumput ovat pyörineet todella usein ja lepoajat ovat olleet vain muutamia minuutteja. Vedenkäytön ollessa suurimmillaan pumput ovat pyörineet jopa yli tunnin pysähtymättä kertaakaan. Klo 2 - 5 virtaama on ollut 3,5 - 3,9 l/s. 19.4.2013 jätevedenpumppaamo oli pumpannut 412 m³ vuorokaudessa. Vain viittä päivää aiemmin vuorokautinen jätevesimäärä oli ollut alle 50 m³. Vuorokautiset jätevesimäärät on esitetty kuvaajassa 1. Vuotovesivirtaaman kasvu on ollut todella nopeaa, jonka voi selkeästi havaita kuvaajasta 1. Samaan aikaan, 19.4.2013 rakennuksen 46 kattilahuoneeseen tuli niin paljon perusvesiä, että perusvesipumppu ei ehtinyt pumppaamaan kaikkea pois, vaan avuksi piti lisätä uppopumppu, joka pumppasi vettä ulos kattilahuoneesta. (Voutilainen 23.7.2013.) Todennäköisesti osa näistä perusvesistä on mennyt jätevesiviemäriin, koska rakennuksen 46 pohjoispäädyn salaojat on johdettu kaivoon 5.31. Samaan kaivoon tulee myös vanha betoninen jätevesiviemäri. Se toimii samalla tavalla kuin salaojakin, koska yli 50 vuotta vanhan betoniviemäriin saumat ovat niin heikot että ympäröivä pohjavesi tulee putken sisälle.

Trendikäyrästä ei pysty juurikaan havaitsemaan sateiden aiheuttamia virtauspiikkejä. Ainoastaan 27.6.2013 klo 18.38 - 19.53 molemmat jätevedenpumppaamon pumput ovat pyörineet taukoamatta. Silloin oli voimakas ukonilma ja rankkasateita. Vettä on voinut tällöin tulla jätevesiviemäriin jätevedenpumppaamon ylivuotoputken kautta, koska kaivojen tarkastelussa ei tullut ilmi kuin yksi liitos kaivossa 5.47, jonka kautta sadevesiä on mahdollista päästä jätevesiviemäriin. Tästä syystä pitää selvittää, voisiko ylivuotoputken asentaa padotusventtiiliin tai sulkuventtiiliin. Myös ylivuotoputken vesijuoksun pinnankorkeuden nosto saattaisi estää veden virtauksen ylivuotoputken purkukohtana olevasta hulevesiviemäristä jätevedenpumppaamoon. Mahdollisia muutostöitä suunniteltaessa on otettava huomioon, että jätevesi ei saa missään tilanteessa nousta niin korkealle, että se nousisi rakennuksiin tai jätevedenpumppaamossa sähkölaitteisiin asti.

5.3 Arvio vuotovesimääristä Rissalan alueen jätevesiviemäriverkostossa

Menneiden vuosien vuotovesien määrää on mahdotonta laskea, koska mittaustietoa on hyvin vähän. Pumppaamon paineviemäriin on ultraäänen kulkuaikaan perustuva NivuSonic CO 100S -virtausmittari. Se on ollut päällä 1.3.2013 lähtien. Pumppujen käyntiaikojen trendikäyriä on tallessa valvomon tietokoneella 2.7.2012 lähtien. Aikaisemmat jäteveden mittaustiedot perustuvatkin vain pumppujen käyntiaikojen perusteella laskettuihin virtaamiin. Käyntiaikojen perusteella laskettujen jä-

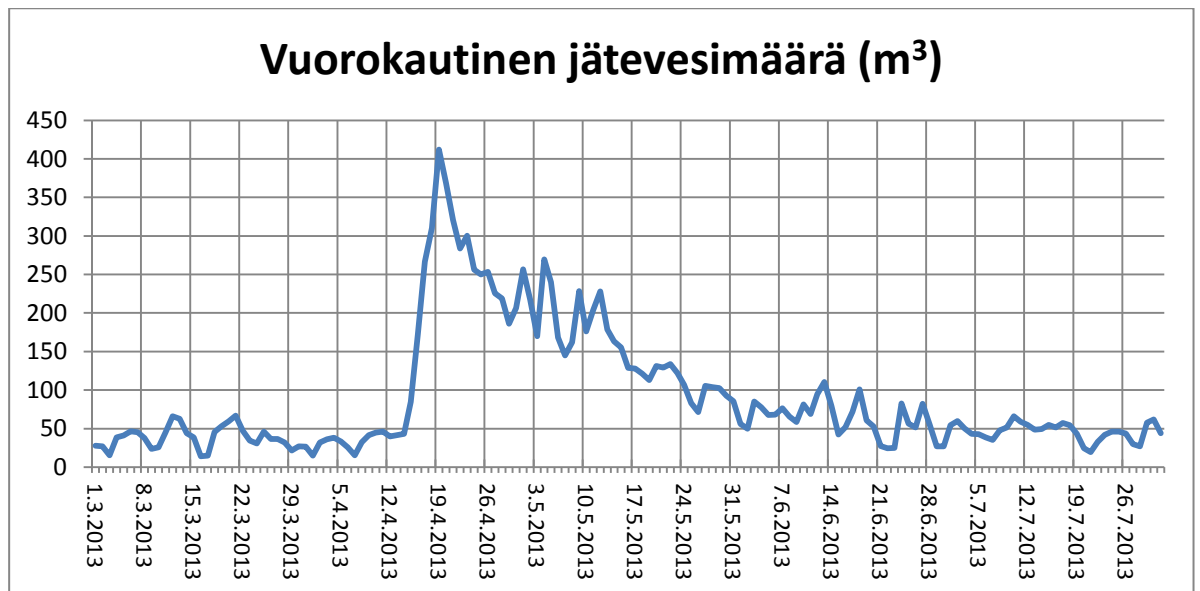
tevesimäärien epätarkkuutta lisäävät esimerkiksi istukkavuodot, vuodot paineputkissa tai takaiskuventtiilissä sekä pumpun kulumisen takia alentunut pumpun tuotto.

Kiinteistönhoidon seurantaohjelmisto Ryhti laskee kuukausittaiset jätevesimäärät pumppujen käyntiaikojen mukaan. Käyntiaikamittareita on kuitenkin luettu aiemmin hyvin harvoin ja epäsäännöllisesti. Vasta helmikuusta 2013 alkaen lukemia on kirjattu ylös kuukausittain, joten sen jälkeen voi vasta tehdä tarkempia kuukausittaisia vertailuja. Ryhti -ohjelmistosta selviää myös sekä Lennoston että Lentoaseman vedenkulutustiedot. Vesimittarit on luettu kuukausittain ja niiden perusteella tapahtuu veden ja jäteveden laskutus.

Maaliskuussa 2013 kenttäalueen vedenkulutus oli $1\,355\text{ m}^3$. Lukuun sisältyvät sekä Lennoston että Lentoaseman vedet. Jätevedenpumppaamon virtausmittarin mukaan pumppaamo oli pumppanut maaliskuun aikana $1\,178\text{ m}^3$ jätevettä. Puhtaasta vedestä pieni osa käytetään sellaisissa paikoissa, joiden jätevedet menevät rakennusten omiin jätevesijärjestelmiin. Lisäksi rakennuksen 44 pesuhallin vedet sekä rakennuksen 44 seinässä olevan vesipostin vedet eivät tule jätevedenpumppaamolle, mutta ovat mukana puhtaan veden määrässä. Nämä edellä mainitut vesimäärät ovat kuitenkin maaliskuussa olleet alle 100 m^3 . Viemärit ovat siis vuotaneet maaliskuussa enemmän vettä ulos kuin sisäänpäin. Englannin kielessä tälle on oma termi, exfiltration. Toisaalta vesijohtovuodotkin voivat olla syynä tähän erotukseen.

Huhtikuussa kenttäalueen vedenkulutus oli $1\,138\text{ m}^3$. Jätevettä pumppaamolle oli tullut $4\,600\text{ m}^3$. Huhtikuussa vuotovesiprosentti on ollut siis 75 %. Todellisuudessa vuotovesiprosentti on vielä hieman suurempi, kun ottaa huomioon että kaikki puhdas vesi ei tule jätevesiviemäriin. Toukokuun vedenkulutus oli $1\,258\text{ m}^3$ ja jätevesimäärä $4\,721\text{ m}^3$. Näiden perusteella laskettu vuotovesiprosentti oli 73 %. Kesäkuun vastaavat lukemat olivat $1\,309\text{ m}^3$ puhdasta vettä, $1\,880\text{ m}^3$ jätevettä, 30 % vuotovesiä.

Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan sanoa, että keväällä jätevesiviemäriin pääsee todella paljon vuotovesiä.



Kuvio 3 Jätevedenpumppaamon vuorokautinen jätevesimäärä.

5.4 Ajankäyttö ja kustannukset virtaamamittauksista

Omiin astiamittauksiin kului kumpanakin aamuna noin 2 tuntia, kun matka-aikoja Rissalaan ei laske-
ta. Ne oli suoritettava aamuyöllä ennen kello 6.00, jolloin varusmiehet heräävät komppaniassa ja
vedenkäyttö alkaa. Jatkuvatoiminen virtausmittari tekee suurimman työn ja kun tiedonsiirto-
ongelmat saadaan hoidettua, päivittäisten ja kuukausittaisten jätevesimäärien lasketa ja vertailu on
helppoa. Tässä työssä virtausmittarin tallentamat tiedot piti ensin kirjata käsin paperille Lennoston
jätevedenpumppaamolla olevan mittarin näytöltä ja sen jälkeen luvut syötettiin Excel-taulukkoon.
Tähän kului joitakin tunteja ylimääräistä aikaa.

Suurin osa kustannuksista syntyy virtausmittarin hankinnasta ja sen asennuksesta. Kun mittaria op-
pii käyttämään, sen tallentamien tietojen seuraamiseen kuluva työaika on melko vähäistä. Kuluva
työaika riippuukin siitä, miten usein mittarin tallentamia tietoja lukee sekä miten tarkasti niitä lukee.

6 HUOLTO- JA KORJAUSSUUNNITELMA RISSALAN VIEMÄRIVERKOSTOLLE

6.1 Lisätutkimuksien tarve

Tällä tutkimuksella ei saatu selvitettyä kaikkia Rissalan alueen jätevesiviemäriverkostossa olevia ongelmia. Jatkotutkimuksille on siis tarvetta.

Lentoaseman jätevedenpumppaamolle tulevia vesimääriä tulisi seurata. Paras ratkaisu tähän olisi asentaa Lentoaseman jätevedenpumppaamon paineviemäriin samanlainen virtaamamittari, kuin mitä käytetään Lennoston jätevedenpumppaamollakin. Tällöin alueiden vedenkulutusta ja jätevesimääriä voitaisiin helposti vertailla ja siten voitaisiin laskea melko tarkat vuotovesimäärät eri alueille. Kun keväällä 2014 Lennoston jätevedenpumppaamon pumppaama vesimäärä kasvaa jyrkästi, pitäisi Lentoaseman jätevedenpumppaamolla tehdä yöajan astiamittauksia, jos pumppaamolla ei vielä silloin ole jatkuvatoimista virtaamamittausta.

Eniten suunnittelua tarvitaan vanhojen betonisten jätevesiviemärien muutoksiin. Nämä betoniset viemärit toimivat nykyään vain piha-alueiden salaojina. Joka tapauksessa betoniset vanhat jätevesiviemärit pitäisi kytkeä muualle kuin jätevesiviemäriin purkaviksi.

Nykyisten PVC-viemäriputkien vuotovesimääristä ei tässä tutkimuksessa saatu selvyttä. Tätä voisi tutkia tarkemmin yöaikaisella haarakohtaisella virtausmittauksella kun vuotovesimäärät ovat suurimmillaan, tai viemäreiden koeponnistuksella vedellä tai paineilmalla. Viemärien sisäpuolisella tv-kuvauksella tätä asiaa pystyy myös selvittämään, mutta tämäkin tulisi toteuttaa yöllä tai viikonloppuna, kun vedenkäyttö on pienimmillään.

6.2 Vuotovesien vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet

Yksi suurimmista vuotovesien lähteistä on tutkimuksen mukaan vanhat betoniset jätevesiviemärit, jotka ovat edelleen kytkettynä nykyisiin jätevesiviemäriin vaikka, jätevesiä vanhoihin viemäriin ei enää mene. Lisäksi paljon vuotovesiä tulee salaojista, jotka on kytketty jätevesiviemäriin. Näiden liitäntöjen poistamisen mahdollisuutta ja muuttamista sadevesiviemäriin purkaviksi on siis seuraavaksi tutkittava. Tärkeimpinä tällaisista kaivoista ovat 5.17 ja 5.31.

Kaivo 5.31 on alueen viemärikaivoista toiminnallisesti selvästi huonoimmassa kunnossa. Kaivoon on lisäksi liitetty kahden rakennuksen salaojat sekä vanha jätevesiviemäri kaivosta 5.48, josta tulee koko ajan vuotovettä. Näiden syiden takia kaivon saneeraus on alueen viemärisaneerauksessa yksi tärkeimmistä toimenpiteistä. Ongelmana on kaivon ahtaus sillä kaivon sisähalkaisija on 80 cm. Miten perusvedet ja jätevedet saadaan erotettua vai joudutaanko koko kaivo kaivamaan auki ja rakentamaan tilalle kaksi kaivoa. Lisäksi perusvedet joudutaan todennäköisesti pumppaamaan ennen niiden johtamista sadevesiviemäriin.

Toinen tärkeä muutostyö on kaivoon 5.17 tulevan vanhan betoniviemärin muuttaminen sadevesiviemäriin purkavaksi, vaikka tämän liitoksen vaikutusta pumppaamon yöajan virtaamaan ei pystynyt todistamaan tulppauksella. On kuitenkin syytä olettaa, että keväisin putkesta tulee huomattavasti enemmän vettä kuin tarkasteluhetkellä heinäkuussa, jolloin vuotovesimäärät olivat melko pieniä, lähes pakkasajan tasolla.

Kaivon 5.17 muutokseen on olemassa ainakin kaksi vaihtoehtoa, joita on tutkittava tarkemmin. Toisessa vaihtoehdossa betoniputki liitetään kaivon 5.17 vieressä olevaan sadevesikaivoon. Kaivon vesijuoksun korkeus on noin 30 cm ylempänä betoniputken vesijuoksun korkoa. Jos betoniputki liitetään sadevesikaivoon, putken alapää on kokonaan veden täyttämä. Pohjavedenpinta nousee siis pienellä alueella noin 30 cm sillä oletuksella, että pohjavedenpinta on nyt noin betoniputken pohjan tasolla. Vettä täynnä oleva putki voi myös jäätyä talvella, koska putki sijaitsee noin kahden metrin syvyydessä auratulla piha-alueella. Tässä vaihtoehdossa joudutaan tekemään kaivutyöt asfaltoidulla piha-alueella, mutta toisaalta kaivettava matka on vain muutaman metrin. Toinen vaihtoehto on kaivaa uusi viemäri kaivosta 5.42 kaivoon 5.21. Tässä vaihtoehdossa vältyttäisiin asfaltin leikkaukselta, mutta kaivettava matka on moninkertainen. Lisäksi kaivulinja leikkaa kaapeleita ja putkilinjoja. Ongelmaksi jää myös mitä kaivoväleille 5.42 - 5.41 ja 5.41 - 5.17 tehdään. Tulpataanko kaivoon 5.17 tuleva putki vai ei. Jos viemäri tulpataan, niin alueen pohjavedenpinta nousee kaivon 5.42 vesijuoksun tasolle. Pelkkä vanhan betoniviemärin tulppaus kaivosta 5.17 ei ole pidemmällä aikavälillä suositeltava ratkaisu, koska pohjavedenpinta voi autohallin piha-alueella nousta lähelle maanpintaa. Nyt pohjavedenpinnan voi olettaa olevan betoniviemärin pohjan tasolla.

Kaivoihin 5.33 - 5.38 kytkettyjen salaojien muuttaminen muualle purkaviksi on huomattavasti hankalampaa, kuin edellä mainitut muutostarpeet. Näiden muutosten tekeminen lienee liian kallista ja tulevat mahdolliseksi vasta muiden saneeraustarpeiden myötä. Tarkasteluhetkellä vain kaivoon 5.33 tuli salaojasta vettä. Samaan kaivoon tuli vettä myös vanhoilta parakeilta kaivosta 5.49 tulevasta viemäristä. Tämä viemäri olisi syytä tulpata.

Vuotojen aiheuttamaa saneeraustarvetta oli kaivoissa 5.01 - 5.04 ja 5.06. Vuotokohtat olivat alimpien renkaiden saumoissa tai putkien ja kaivon läpiviennin saumoissa. Näiden kaivon kautta tulevaa vuotoveden määrää on vaikea arvioida. Määrää voi kuitenkin arvioida sen verran, että se on alle 0,1 l/s, joka oli heinäkuussa yöajan minimivirtaama jätevedenpumppaamolle. Näiden kaivojen vuotoveden määrä pysynee lähes vakiona vuoden ympäri, sillä vuodot ovat hyvin syvällä yli kolme metriä maan pinnasta ja ovat siten ainakin suurimman osan vuodesta pohjavedenpinnan alapuolella.

Muilla kaivoilla ei ollut havaittavissa välittömiä saneeraustarpeita lukuun ottamatta kaivojen 5.20 ja 5.22 pienien rikkoutumien korjausta, joista on kerrottu jo aiemmin.

6.3 Huolto-ohjelma Rissalan viemäriverkostolle

Nykyisistä viemärikaivoista eniten huoltoa ja tarkkailua vaatii kaivo 5.31, koska sen pohja on heikossa kunnossa ja tukoksen syntymisen vaara on olemassa. Siksi kaivoa on tarkkailtava vähintään kaksi kertaa vuodessa ja mahdolliset alkavat tukokset huuhdeltava pois kaivosta. Tukkeuma kaivossa aiheuttaa viemärivereden nousun ensiksi rakennuksen 46 salaojiin ja sen jälkeen viemärivereden tulvimisen rakennuksen 46 alakertaan. Muissa kaivoissa ei ole niin suurta tukkeutumisen vaaraa ja niille riittää vuosittainen tarkkailu. Tarkastuksen yhteydessä havaittavia asioita olisi hyvä verrata kaivokorttien tietoihin. Tärkeimpiä huomioitavia asioita ovat kansiston ja betonirenkaiden kunto, saumojen kunto sekä pohjalla olevat padotukset tai tukokset. Myös mahdollisiin jälkiin tukoksista on syytä kiinnittää huomioita. Kaivoissa 5.03 ja 5.38 on syytä kiinnittää huomiota juurien kasvuun ja tarvittaessa poistaa ne kaivosta.

Viemärien huuhtelu painevedellä on hyvä suorittaa vähintään viiden vuoden välein. Vaikka viemäreissä olisikin riittävän suuri vietto, putkien pohjalle kertyy ajan kuluessa hiekkaa ja muita kiintoaineita sekä rasvaa, mitkä heikentävät vedenjohtokykyä ja voi aiheuttaa tukoksia (Vesihuolto II:RIL 124 - 2, 641 - 642). Viemärien huuhtelulla tukoksien syntymisen todennäköisyyttä voidaan pienentää oleellisesti.

6.4 Saneerauksen onnistumisen seuranta ja dokumentoinnin kehittäminen

Vuonna 2014 Rissalan alueella on tarkoitus saneerata jätevesiviemäriverkostoa ja etenkin sen tarkastuskaivoja, jotta alueelta tulevien vuotovesien määrää saataisiin vähennettyä. Saneerauksen valmistuttua sen onnistumista on syytä seurata.

Koska Rissalan alueen jätevesiverkoston saneerauksen yhtenä päätavoitteena on vähentää vuotovesien määrä, siksi on tärkeää vertailla syntyviä jätevesimääriä ennen ja jälkeen saneerauksen. Vuotovesiä tulee todennäköisesti edelleen esiintymään keväisin, koska osa vuotovesistä tulee lentoaseman suunnasta. Jätevesimäärien ja puhtaan veden määrien suhteesta laskettua vuotovesiprosenttia kannattaa myös vertailla ennen ja jälkeen saneerauksen.

Viemäritukokset on myös syytä dokumentoida jatkossa tarkemmin ja samalla pyrkiä kirjaamaan myös tukosten syyt. Jossain muissa saneerauskohteissa saneerattuihin kaivoihin on syntynyt tukoksia hyvin usein, jopa kuukausittain. Tällaisessa kohdassa kaivon saneeraus on selvästi epäonnistunut. Lisäksi saneerauksen jälkeen oletettavasti vähentyvän virtauksen takia voi tukoksia syntyä aiemmin hyvin toimineeseen viemäriin. Viime vuosina Rissalan alueella ei ole tullut tietoon viemäritukoksia. Lisäksi vuosittaisten tarkastusten yhteydessä on syytä kiinnittää erityistä huomiota saneerattuihin kaivoihin. Onko kaivoissa jälkiä tukoksista, onko pohjalla padotusta sekä onko havaittavissa vuotovesivirtaamia kaivojen seinissä tai putkien läpivientien juurista.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen ja virtausmittarin tallentamien tietojen mukaan vuotovesiä tulee jätevedenpumppaamolle erittäin paljon keväällä. Virtaama ei kasva heti lumensulamisen alettua, eikä vielä heti yöpakkasten loputtuakaan. Kuitenkin noin viikon päästä yöpakkasten loputtua virtaama kasvoi viikon aikana noin kymmenkertaiseksi. Tästä voi päätellä, että pintavesiä ei juuri pääse jätevesiviemäriverkostoon, vaan vuotovedet ovat maa- ja pohjavesiä. Tutkimuksella ei kuitenkaan saatu täyttä varmuutta vuotovesien Lentoaseman ja Lennoston alueen vuotovesimäärän suhteesta. Lennoston alueelta tulee keväisin runsaasti vuotovesiä, josta todisteena yöajan astiamittaus 17.4.2013. Tämän mittauksen ja virtausmittarin mittaaman vuorokautisen jätevesimäärän huomattavasta erosta voi kuitenkin epäillä, että Lentoasemaltakin tulee huomattavia vuotovesimääriä. Jotta tästä saisi täyden varmuuden, kannattaisi keväällä 2014 tehdä samana yönä astiamittaukset sekä Lennoston että Lentoaseman jätevedenpumppaamoilla, ellei Lentoaseman pumppaamolle ole asennettu virtausmittaria.

Virtaamahuiipun aikaan rakennuksen 46 alakertaan tuli myös erittäin paljon salaojavesiä. Suurin korjaus- ja muutostarve onkin juuri rakennuksen 46 ympäristön kuivatuksen muuttaminen. Rakennuksen 46 ympäristön pintakuivatusta ja salaojitusta on tarkasteltava kokonaisuutena, jonka muutokset onnistuessaan näkyvät myös jätevedenpumppaamolle tulevassa vesimäärässä.

Muita suuria vuotovesilähteitä näyttävät tutkimuksen perusteella olevan vanhat, käytöstä poistetut jätevesiviemärit, jotka kuitenkin edelleen purkavat nykyisiin jätevesiviemäriin. Nämä liitokset pitääkin tulpata ja ohjata muualle purkaviksi. Myös vanhat, maan alla olevat kaivot on syytä purkaa, sillä maan alla olevien vanhojen, käyttämättömien kaivojen romahdusvaara kasvaa koko ajan. Näitä kaivoja ei myöskään ole mitenkään merkitty. Kaikki kaivot olisi syytä merkitä lähimpiin rakennuksiin tai rautaputkella kaivon viereen jos kaivon lähistöllä ei ole rakennuksia. Tämä helpottaa kaivojen löytymistä etenkin talvella.

Jätevedenpumppaamolle kannattaisi ohjelmoida hälytykset kiinteistövalvontajärjestelmään, kun vuorokautinen pumpattu jätevesimäärä ylittää tietyn rajan tai kun pumppu on pyörinyt yhtäjaksoisesti tietyn ajan yli. Tällöin saataisiin tieto nopeasti lisääntyneistä vuotovesimääristä ja silloin voisi etsiä suurimpia vuotokohtia. Käyntiaikahälytyksen avulla myös pumppaamon sisäpuoliset paineviemäriin vuodot tai pumpun tuoton aleneminen paljastuisivat nopeammin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- FORSS, Annukka 2005. Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteet. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 17 Helsinki: Vesi - ja viemärlaitosyhdistys.
- HEIKKINEN, Matti 2008. Vesihuoltoverkostojen saneeraus osana erityistilanteisiin varautumista. Vesitalous 5/2008.
- HELENIUS, Tapio, JOKIRANTA, Kai, SEPPÄNEN, Olli 1998. Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistojen kuntotutkimusohje
- HÄKKINEN, Ville 2013. Varkauden kaupungin viemäriverkoston vuotovesitutkimus. Savonia ammattikorkeakoulu. Tekniikka, Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2014-01-11] Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201303193455>
- KAMTEK, [viitattu 2014-01-16], Saatavissa: <http://www.kamtek.fi/index.php/mini-cam>
- KIISKINEN, Tero 2013 heinäkuu. Energiapäällikkö. Suullinen tiedonanto
- MMM 2008. Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve. [viitattu 2014-02-15] Saatavissa: http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/5xAhDyJGF/YVES2008-raportti_300408.pdf
- PUUSTINEN, Tuomo 2010. Lapinlahden vesiliikelaitos jätevesiviemäriverkoston vuotovesiselvitys ja saneeraussuunnitelma 2011 – 2020. Saimaan ammattikorkeakoulu. Tekniikka, Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2014-01-13] Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2010110814228>
- Rakennusteollisuus RT ry. 2003. Betoniviemärit 2003-käsikirja.[viitattu 2014-01-22] Saatavissa: www.betoni.com/Download/21764/Betoniviemärit.pdf
- SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL RY 2013. Rakennetun omaisuuden tila 2013. [viitattu 2014-02-24] Saatavissa: [file:///C:/Users/Acer/Downloads/roti_2013_yhd%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Acer/Downloads/roti_2013_yhd%20(1).pdf)
- VESIHUOLTO II: RIL 124-2. 2004. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto
- Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu. 1979. Kaupunkiliiton julkaisu B 63
- VOUTILAINEN, Reino 2013 heinäkuu. Työnjohtaja. Suullinen tiedonanto
- VAHALA, Riku 2010. Vesihuolto tänään ja huomenna. Vesitalous 1/2010
- VVY 2002. Kiinteistöjen tonttivesijohtojen ja –viemäreiden saneeraus. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 9.
- VVY 2012. Välttämätön vesi. [viitattu 2014-02-26] Saatavissa: http://www.vvy.fi/files/2228/valttamaton_vesi_8_6_2012_netti.pdf
- VVY 2013. Viemärikaivojen kuntotutkimusohje. Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 56. Roti2013 saatavissa: file:///C:/Users/Acer/Downloads/roti_2013_yhd.pdf
- Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve Saatavissa: http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/5xAhDyJGF/YVES2008-raportti_300408.pdf
- Välttämätön vesi Saatavissa: http://www.vvy.fi/files/2228/valttamaton_vesi_8_6_2012_netti.pdf
- Kuntapäätäjät Saatavissa: http://www.vvy.fi/files/2379/kuntapaattaja_17_10_orig_netti.pdf

LIITE 1

Kaivokortti		Rissalan alue				
Kaivon tunnus	<input type="text"/>	Tarkastuspäivä	<input type="text"/>			
Viemärin laji:						
Nykyinen jätevesi	<input type="text"/>	Vanha jätevesi	<input type="text"/>	Hulevesi	<input type="text"/>	
Kaivo:						
Materiaali						
Betoni	<input type="text"/>	Muovi	<input type="text"/>			
Pohja						
Betonikouru	<input type="text"/>	Muovikouru	<input type="text"/>	Umpiputki kaivon läpi	<input type="text"/>	
Mitat						
Halkaisija (mm)	<input type="text"/>	Vesijuoksun korkeus kannesta (mm)	<input type="text"/>			
Kansi						
Valurauta	<input type="text"/>	Betoni	<input type="text"/>	Koko (mm)	<input type="text"/>	∅
Välikansi (on/ei)	<input type="text"/>					x <input type="text"/>
Maanpinnan tasolla	<input type="text"/>	Ympäröivää maanpintaa korkeammalla (cm)	<input type="text"/>			
		Ympäröivää maanpintaa alempana (cm)	<input type="text"/>			
Asfaltilla	<input type="text"/>	Nurmikolla	<input type="text"/>	Hiekalla	<input type="text"/>	
Tikkaat (on/ei)	<input type="text"/>					
Saumatt	<input type="text"/>					
Putket	n:o	liitossuunta (klo)	materiaali	putkikoko (mm)	mitattu/ arvioitu	vesijuoksun korkeus kannesta
Lähtevä putki		6				
Tuloputki						
Havaitut vuodot:	<input type="text"/>					
Muuta huomioitavaa:	<input type="text"/>					
	<input type="text"/>					

Valokuvat: