

Vesihuoltoverkostojen kunnossapitohavainnointi

Kouvolan Veden vesihuoltoverkostot

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Sami Hellsten	Opinnäytetyö, AMK	2025
	Sivumäärä	
	30	
Työn nimi		
Vesihuoltoverkostojen kunnossapitohavainnointi		
Kouvolan Veden vesihuoltoverkostot		
Tutkinto ja koulutusala		
Rakennusmestari (AMK)		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)		
Kouvolan Vesi Oy		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Kouvolan Vesi Oy:n vesihuoltoverkoston kunnossapidon havainnointia ja tiedonhallintaa. Tavoitteena oli selvittää, millaisia kunnossapitohavainnointia verkostosta kerätään, kuinka niitä hyödynnetään nykytilassa ja mitä edellytyksiä kunnossapito-ohjelman kehittäminen vaatii. Lisäksi kartoitettiin digitaalisten työkalujen roolia kunnossapidon tehostamisessa.</p> <p>Työ toteutettiin analysoimalla Kouvolan Vesi Oy:n nykyisiä toimintamalleja, tarkastamalla verkkotietojärjestelmään kirjattuja havainnointia sekä arvioimalla käytössä olevien mobiilisovellusten ja ohjelmistojen toimivuutta. Menetelminä käytettiin dokumentti-analyysiä, kenttähavainnointia sekä työtekijöiltä saatua kokemuseräistä tietoa.</p> <p>Tuloksena havaittiin, että järjestelmällisellä kunnossapitohavainnoinnilla voidaan merkittävästi parantaa verkoston toimintavarmuutta ja ohjata kunnossapidon resurssit tehokkaammin. Erityisesti mobiilikarttasovelluksen käyttöönotto oli parantanut havainnointien laadullista tasoa ja nopeuttanut tiedon keruuta. Tiedonhallinnan kehittäminen mahdollisti myös tarkemman seurannan ja kunnossapidon suunnittelun tukemisen.</p> <p>Johtopäätöksenä todettiin, että kunnossapidon kehittäminen edellyttää havainnointien kirjaamiskäytäntöjen yhtenäistämistä, tarkastusten laadun parantamista sekä digitaalisten työkalujen tehokasta hyödyntämistä. Lisäksi suositeltiin henkilöstön kouluttamista tietojärjestelmien käyttöön ja kunnossapitohavainnointien kirjaamiseen, jotta verkoston toimintavarmuus ja tiedonhallinta voidaan entisestään varmistaa.</p>		
Asiasanat		
Vesihuoltoverkostot, kunnossapito, digitaalinen tiedonhallinta, omaisuuden hallinta		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Sami Hellsten	Thesis, UAS	2025
	Number of Pages	
	30	
Title of Publication		
Maintenance monitoring of water supply networks		
Kouvolan Vesi's water supply networks		
Degree, Field of Study		
Construction site manager (UAS)		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
Kouvolan Vesi Oy		
Abstract		
<p>The objective of this thesis was to develop the maintenance observation and data management processes of the water supply network of Kouvolan Vesi Oy. The aim was to investigate what types of maintenance observations are collected from the network, how the information is currently utilized, and what prerequisites are required for developing a systematic maintenance program. Additionally, the role of digital tools in enhancing maintenance efficiency was examined.</p> <p>The study was conducted by analyzing the existing operational models of Kouvolan Vesi Oy, reviewing observations recorded in the network information system, and evaluating the functionality of mobile applications and software tools in use. The methods employed included document analysis, field observations, and experiential information gathered from employees.</p> <p>The results indicated that systematic maintenance observation can significantly improve the operational reliability of the network and enable more efficient allocation of maintenance resources. In particular, the implementation of a mobile mapping application enhanced the quality of observations and accelerated the data collection process. Improvements in data management also allowed for more precise monitoring and better support for maintenance planning.</p> <p>It was concluded that the development of maintenance practices requires the standardization of observation recording procedures, the improvement of inspection quality, and the effective utilization of digital tools. Furthermore, it was recommended that employees be trained in the use of information systems and observation recording to further enhance network reliability and data management.</p>		
Keywords		
Water supply networks, maintenance, digital data management, asset management		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Vesihuoltoverkostot	2
2.1	Vesijohtoverkostot	2
2.2	Jätevesiverkostot.....	4
2.3	Hulevesiverkostot	6
2.4	Häiriötilanteet	7
3	Kouvolan Veden vesihuoltoverkoston kunnossapitohavainnointi.....	10
3.1	Kouvolan Veden organisaatio ja verkostojen nykytila	10
3.2	Vesihuoltoverkoston kunnossapidon havainnointi.....	11
3.3	Viemärikuvaukset	14
3.4	Vuotoveteen keskittyvät ohjelmistot.....	16
4	Tavoitteet.....	20
4.1	Verkostotutkimusten tavoitteet ja tarkastusmäärät.....	20
4.2	Viemärikuvaukset	22
4.3	Kunnossapitodatan analysointi ja reagointi tulevaisuudessa.....	23
5	Toimenpiteet.....	24
5.1	Tarkastusten määrittäminen	24
5.2	Tarkastusten ja havaintojen laatu	24
5.3	Kuvaustutkimukset	25
6	Yhteenveto ja pohdinta	27
	Lähteet	29

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan nykytilannetta vesilaitoksen vesihuoltoverkoston kunnossapitohavaintojen keräämisestä ja määritetään niille tavoitteet. Tavoitteiden kautta tarkastellaan toiminnan kohdentamista. Opinnäytetyön tärkein tehtävä on selvittää mitä havaintoja vesilaitoksen vesihuoltoverkostosta kerätään, miten niistä saatua tietoa hyödynnetään nykytilassa ja mitä tavoitteisiin pääseminen edellyttää. Käsiteltävä aihe kattaa vesihuoltoverkoston putket ja niiden varusteet. Digitalisaation kasvaessa tarkastellaan myös erilaisten ohjelmien toimivuutta apuvälineenä verkostojen kuntotutkimuksen työkaluna ja mittareina. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda kunnossapito-ohjelman luomiseen riittävät teoreettiset edellytykset ja lähtökohdat tutkimusten osalta.

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii Kouvolan Vesi Oy. Kouvolan Vesi Oy on vesihuoltolaitos, joka toimii nykyisen Kouvolan alueella. Kouvolan Veden ydintehtäviin kuuluu talousveden tuottaminen ja johtaminen asukkaiden, liikkeiden ja teollisuuden tarpeisiin. Vesilaitos vastaa jäte- ja huleveden pois johtamisesta ja jäteveden puhdistuksesta ennen veden päästämistä takaisin luontoon. Kouvolan Vesi työllistää jatkuvasti yli 50 henkilöä, sekä useita alueen ja alan yrityksiä. Kouvolan Vesi Oy on kooltaan suuri vesilaitos, kun tarkastellaan vesihuoltolaitosten tunnuslukuja. Tunnuslukujen valossa katsottuna laitos toimitti vuonna 2023 yli neljä miljoonaa kuutiota talousvettä sekä käsitteli yli yhdeksän miljoonaa kuutiota jätevettä (Kouvolan Vesi vuosikertomus 2023, 4).

Opinnäytetyö rajataan koskemaan vesijohto-, jätevesi- sekä hulevesiverkostoja ja niiden varusteita. Pääpaino on vesijohto- ja jätevesiverkostoissa. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa linjoissa oleviin jätevesipumppaamoihin eikä vesihuoltoverkoston paineenkorotus- tai alennusasemiin.

2 Vesihuoltoverkostot

2.1 Vesijohtoverkostot

Vesijohtoverkoston tarkoitus on johtaa käsitelty ja puhdistettu talousvesi vedenottamoilta asuin-, liike- ja teollisuuskiinteistöjen tarpeisiin. Vesijohtoverkostot jaetaan päävesi-, jakelu- ja tonttijohtoihin. Päävesijohdot toimivat isoina runkoina verkostossa. Niiden tehtävä on johtaa vettä ylä- ja alavesisäiliöihin ja suuremmille jakelualueille vedenottamolta lähtien. Jakelujohdot toimivat jakelualan runkoverkostona. Jakelujohdoista haaroitetaan tonttijohdot kiinteistöjen tarpeisiin. Tonttijohdot palvelevat ainoastaan yhtä kiinteistöä pääsääntöisesti. (Orivesi 2023.)

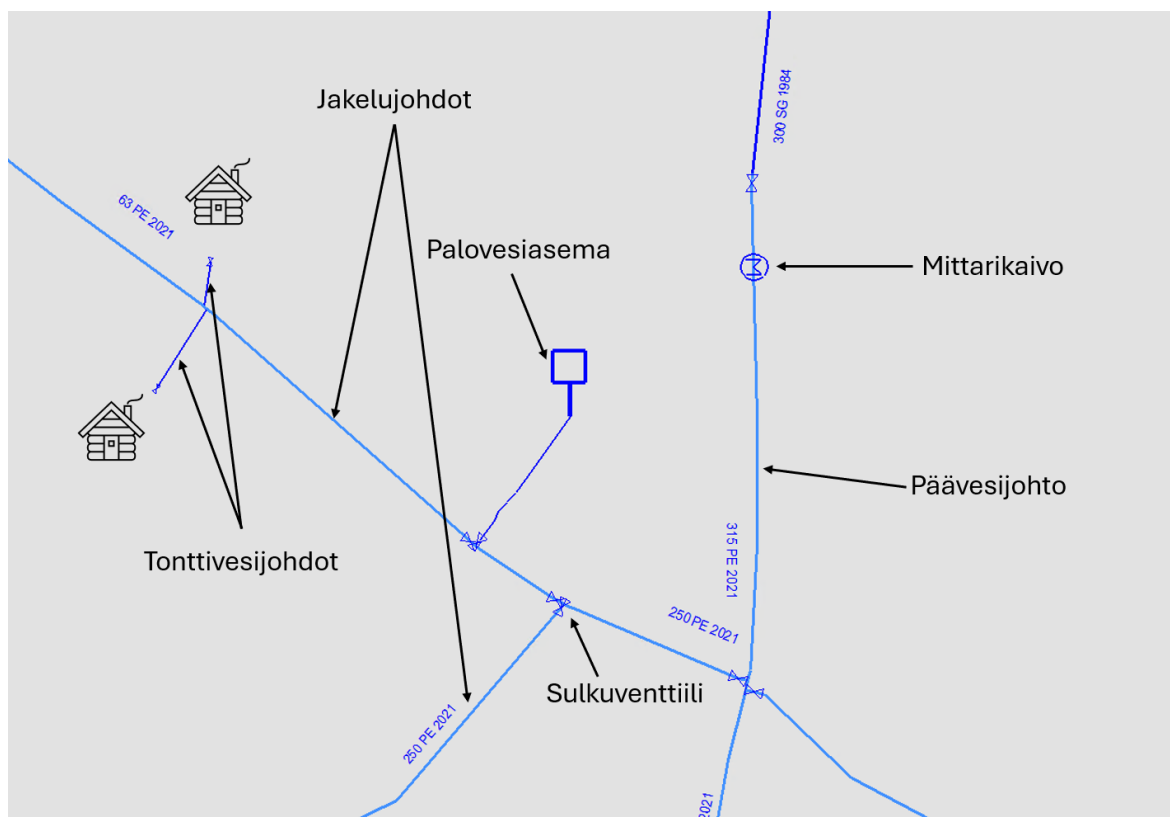
Runko- ja jakelujohtojen materiaaleina on käytetty pääosin harmaata valurautaa, pinnoittamatonta ja bitumoitua teräsputkea, PE-putkia, PVC-NYL putkia ja asbestisementtiputkia. Tonttijohdoissa käytettyjen putkien materiaalit ovat pääosin valurautaa, PE-muovi ja bitumoitu teräsputki. (Kekki ym. 2007, 34–35.) Taulukossa 1 on koottu ominaisuustietoja Kouvolan Veden vesijohtoverkoston pääasiallisista putkimateriaaleista.

Vesijohtoverkosto		
Materiaali	Käyttökohteet	Ominaisuudet
Asbestisementti	1980 luvulle asti jakelu- ja päävesijohdot	Hyvä korroosion kestävyys Terveysriskit työstettäessä Hauras ja taipumaton
PE- vesijohdot Polyeteeni, PEL pehmeä Polyeteeni PEM keskikova Polyeteeni PEH kova	Tonttijohdot Tonttijohdot Suuret tonttijohdot Jakelujohdot Päävesijohdot	Hyvä korroosion kestävyys Helppo asennettavuus Vähäinen virtausvastus Hitsattava Joustava Huono mekaaninen kestävyys
Polyvinyylidikloridi (PVC)	Jakelujohdot Päävesijohdot	Kevyt Kova ja jäykkä Hyvä korroosion kestävyys Vähäinen virtausvastus
Harmaa valurautaa	Jakelujohdot Päävesijohdot	Tasaisen kuormituksen kesto hyvä Hauras Raskas Murtuu äkillisesti Korroosion kesto riippuu ympäristöstä ja veden laadusta
Pallografiittivalurautaa	Jakelujohdot Päävesijohdot	Sitkeämpi kuin harmaa valurautaa Hyvä kuormituksen kestävyys Raskas

Taulukko 1. Putkimateriaalit (Sami Hellsten)

Nykyään muovi on eniten käytetty materiaali vesijohtoputkissa. Vesistöihin asennettavissa putkissa käytetään lähes poikkeuksetta muovia. Muoviputken käyttö on kasvanut sen hyvien ominaisuuksien vuoksi. Hyviä ominaisuuksia ovat muun muassa hyvä asennettavuus ja korroosion kesto. Pääasiallisesti vesijohtoverkostoissa käytettävät muovijohdot ovat polyeteenistä valmistetut PEH- ja PEM-putket, sekä polyvinyylikloridista valmistettu PVC-putki (Rintala 2003, 14). Muoviputkien lisäksi käytössä on kuitusementtivuorattua valurautaista SG-paineputkea.

Vesijohtoverkoissa on paljon putken varusteita, joilla putkiverkosta hallitaan. Varusteisiin kuuluu muun muassa vesijohtorunkojen sulkuventtiilit, talohaaraventtiilit, palopostit, palovesiasemat, vesipostit, ilmanpoistokaivot, ilmanpoistiventtiilit, mittakaivot, paineenkorotus- ja paineenalennusasemat. (Kekki ym. 2007, 34.) Venttiileiden avulla voidaan sulkea runko- tai jakeluputken osuus tai ainoastaan yksittäisen kiinteistön tonttivesijohto. Palopostit ja palovesiasemat palvelevat niin pelastusviranomaisia kuin vesilaitostakin. Niistä voidaan huuhtella verkostoa tai ottaa suuria määriä vettä kerrallaan. Vesipostit ovat dimensioltaan pienempiä, jolloin ne soveltuvat huuhteluun ja muuhun vedenjakeluun. Mittarikaivojen avulla voidaan luoda esimerkiksi kaupunginosan kokoisia aluemittauksia, joista saatavan vesitaseen avulla voidaan seurata alueen kulutuskäyttämistä, sekä havaita vuotoja verkostoissa. Kuvassa 1 havainnollistetaan vesijohtoverkoston termejä kartan avulla.



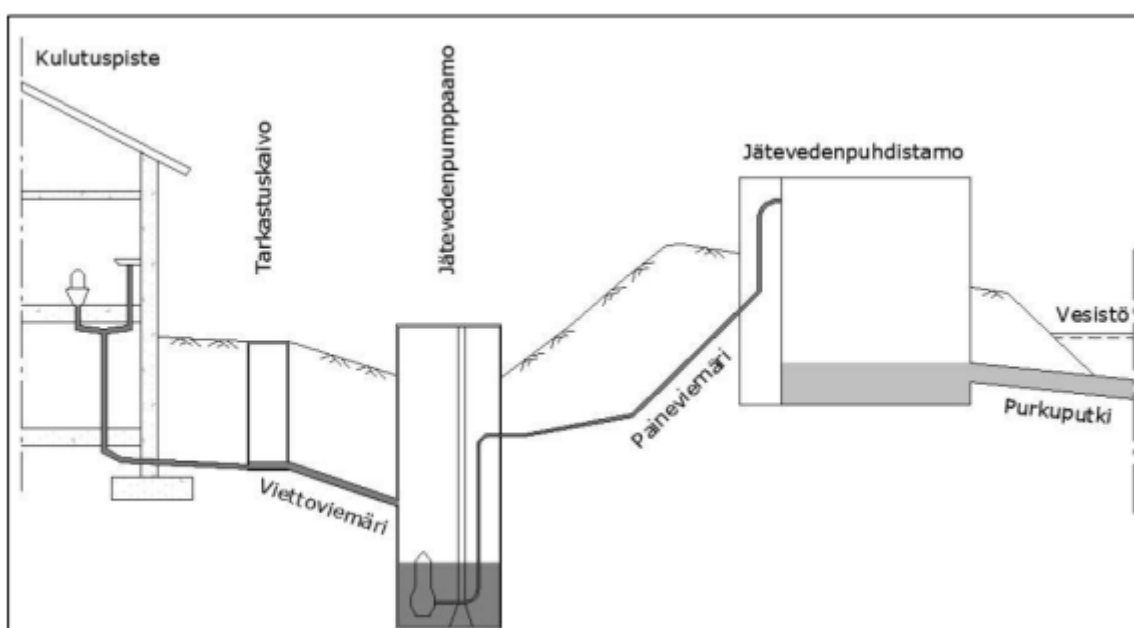
Kuva 1. Selitekartta vesijohdot (Sami Hellsten)

Paineenkorotus- ja alennusasemat sijaitsevat runkojohdoissa. Niitä käytetään kahden eri painepiirin välissä pitämään paine-erot vakioina, kun painepiirien välissä tapahtuu virtaamaa. Paineenkorotus- tai alennusasemia voidaan sijoittaa myös yksittäisen vedenjakelualueen paineen säätelyyn.

2.2 Jätevesiverkostot

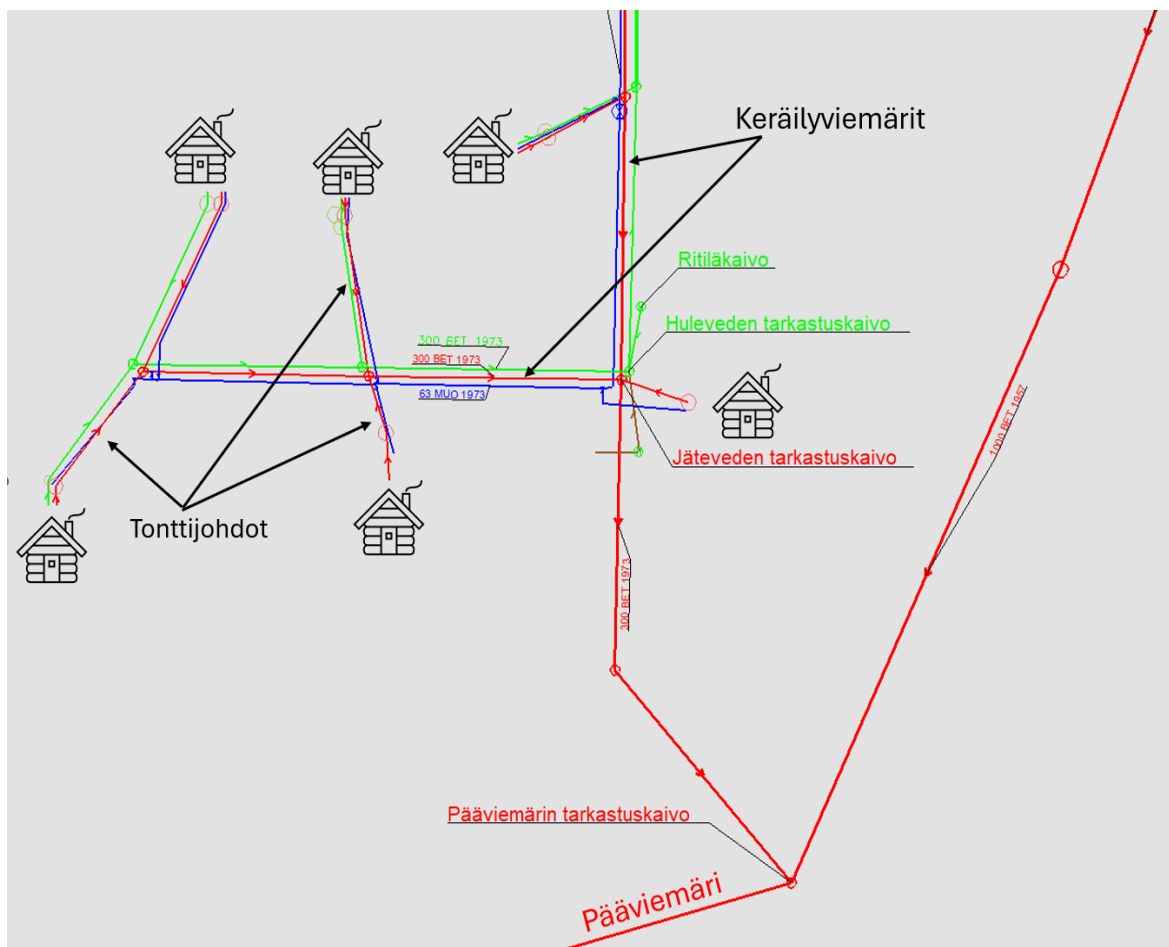
Jätevesi tarkoittaa käytettyä tai käytöstä poistettavaa vettä (Karttunen, 2010, 14). Jätevesiverkosto on tehty kuljettamaan muodostunut jätevesi aina kiinteistöltä jätevedenpuhdistamolle, jossa jätevesi puhdistetaan ja palautetaan osaksi luonnon omaa vesistöä (Ronkainen 2016, 11). Jätevesiviemäröinti on iso kokonaisuus, joka koostuu useista eri komponenteista, kuten erikokoisista viemäriputkista, tarkastuskaivoista, tarkastusputkista ja pumpaamoista. Viemäriverkosto pyritään rakentamaan ympäristön mahdollisuuksien ja maan korkeusasemat huomioon ottaen viettäväksi kohti jäteveden puhdistamo. (Rantanen 2017, 10). Kaikkialle ei ole tarkoituksen mukaista rakentaa viettoviemäreitä maaperäolosuhteiden, korkeuserojen puuttumisen tai liiallisen kaivuusyvyiden vuoksi, jolloin kyseeseen tulee paineviemärit.

Viemäriverkosto jaotellaan pääviemäreihin, keräilyviemäreihin ja kiinteistöjen tonttijohtoihin. Kiinteistöjen tonttijohdot liitetään keräilyviemäriin tarkastuskaivoihin ja näin ne ovat huollettavissa. Keräilyviemärit keräävät asuinalueen kiinteistöjen jätevedet ja johtaa ne pääviemäreihin. Pääviemäreiksi luokitellaan suuret kriittiset runkolinjat, joihin on liitetty keräilyviemäriinjoihin. Pääviemäriin tehtävä on johtaa jätevesi kohti puhdistamo tai linjapumppaamo. Kuvassa 2 esitetään jätevesiviemäröinnin periaatteellista rakennetta.



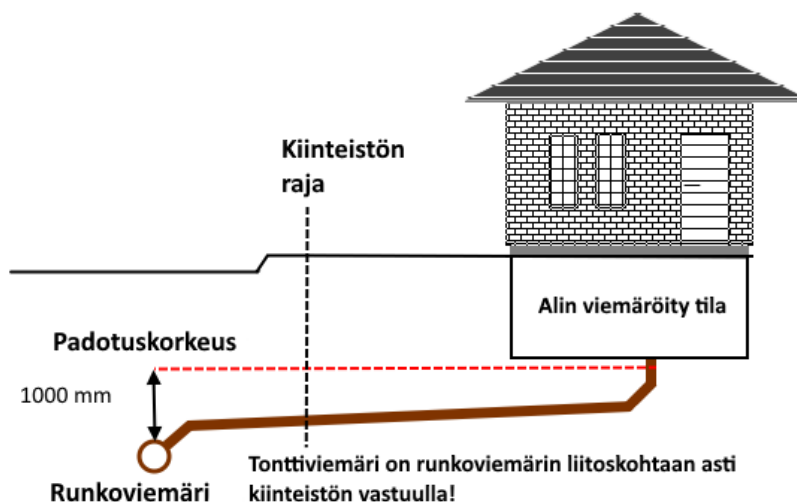
Kuva 2. Jätevedenviemäröintijärjestelmä (Ronkainen 2016)

Kouvolan Veden jäteveden viettoviemäreissä on tarkastuskaivoja haaroittamattomilla osuuksilla noin 40 metrin välein ja pääasiallisesti jokaisessa liitospisteessä. Kouvolan Veden omassa suunnitteluohjeessa kaivovälin maksimipituudeksi on määritetty 50 m. Jokainen haara tulisi olla liitettynä tarkastuskaivoon, jolloin ne olisivat huollettavissa. Vanhoilla viemäröinti alueilla on kuitenkin liitoksia tehty suoraan putkeen ilman tarkastuskaivoa. Tarkastuskaivoista viemärilinjoihin voidaan huoltaa, kuvata, tarkastella virtaamia ja havainnoida viemäriveden laatua. Kuva 3 havainnollistaa kartan avulla termejä.



Kuva 3. Selitekartta viemärit (Sami Hellsten)

Paineviemäreitä käytetään silloin kun viettoviemärin rakentaminen ei ole tarkoituksen mukaista tai kun se on mahdotonta. Kiinteistöjä tämä koskee silloin, kun liittyminen tapahtuu paineviemäriin tai kiinteistön alin viemäröintipiste sijaitsee padotuskorkeuden alapuolella. Ennen vanhaan kiinteistöjen kellaritilat, jotka sijaitsevat padotuskorkeuden alapuolella, liitettiin usein suoraan viettoviemäriin ilman pumppausta. Mikäli kiinteistö on kuitenkin viemäröinyt padotuskorkeuden alapuolisia tiloja, ei vesilaitoksella ole korvausvelvollisuutta viemärin tulvimisen aiheuttamasta vahingosta (Kouvolan Vesi 2021, toimitusehdot 3.2). Kuvassa 4 visualisoitu viemärin padotuskorkeutta.



Kuva 4. Padotuskorkeus (Pieksämäen Vesi Oy)

Pumppaamot ovat yksi osa viemäriverkostoa. Pumppaamoita käytetään nostamaan viemäriverettä korkeammalle seuraavaan mahdolliseen viettoviemäriin tai suoraan puhdistamolle. Maantieteellisesti pitkät välimatkat ja vaihtelevat korkeudet, sekä aluetta jakavat vesistöt vaikuttavat linjapumppaamoiden määrään. Sama jätevesi voi kulkea laita-alueelta jopa kymmenien pumppaamoiden läpi ennen kuin se saavuttaa jätevedenpuhdistamon.

2.3 Hulevesiverkostot

Hulevesiverkostot ovat oma viemäriverkosto, joka on tehty kuljettamaan hulevedet pois kiinteistöiltä tai katualueelta. Hulevedeksi luokitellaan sade- ja sulamisvedet, mutta myös kiinteistöjen kuivatusvesiin eli salaojavesiin sovelletaan hulevettä koskevia määräyksiä. Kunta voi päättää ensin neuvoteltuaan, että vesilaitos huolehtii hulevesien viemäroinnestä määrittävällä alueella yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti. Kunnan vahvistamalla hulevesiviemäröintialueella kiinteistön on liityttävä laitoksen hulevesiviemäriin. Vapautusta tai lykkäystä voi hakea kunnan ympäristösuojeluviranomaiselta. Vapautus voi olla pysyvä tai määräaikainen, riippuen siihen johtaneista syistä (Vesihuoltolaki 17 a §).

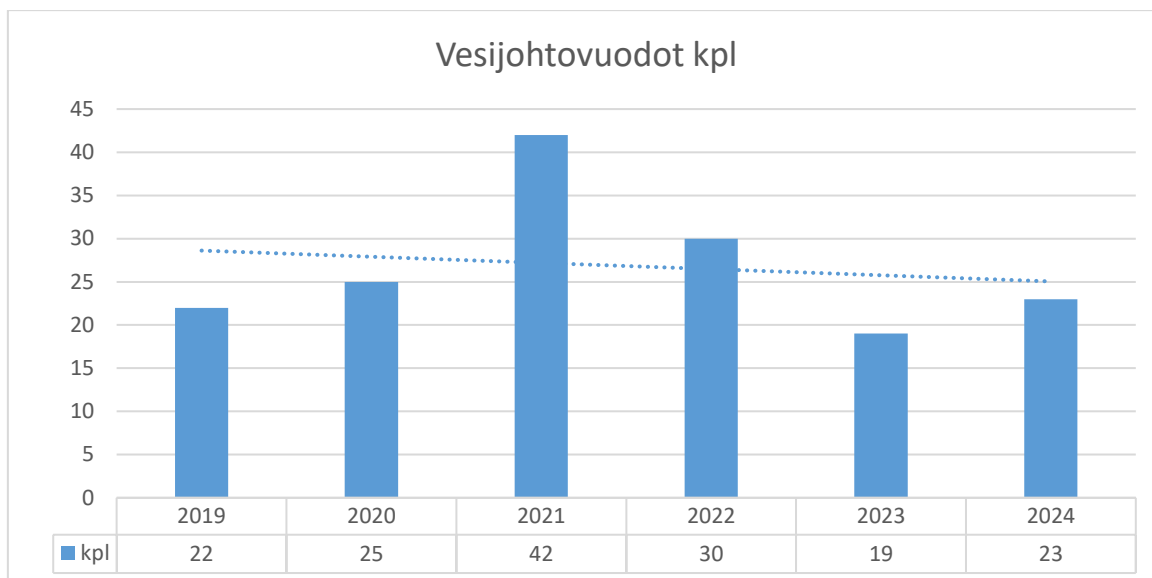
Huleveden viemäriverkostot jaotellaan pääviemäreihin, keräilyviemäreihin, tonttijohtoihin ja ritiläkaivojen putkiin. Pää- ja keräilyviemäreihin, sekä tonttijohtoihin pätee samat lainalaisuudet kuin jätevesiverkostossa. Ritiläkaivon putkella kuvataan ritiläkaivon ja runkokaivon välistä osuutta. Näiden määritysten perusteella tehdään vastuunjako kunnan ja vesilaitoksen välillä. Hulevesiverkoston kuuluu viemäriputkistot, viivytsaltaat, huleveden runkokaivot, ritiläkaivot ja mahdolliset pumppaamot.

Hulevesiverkoston pätee pääsääntöisesti samat lainalaisuudet rakentamisen ja kunnossapidon osalta kuin jätevesiverkoston. Padotuskorkeudessa on kuitenkin eroa jäteveteen. Vesihuoltolaitos määrittelee sopimuksessa padotuskorkeuden liittyjälle. Pääsääntöisesti vesilaitokset ovat määrittäneet samanlaiset ehdot padotuskorkeuksiin. Hule- ja sekaviemäreissä padotuskorkeus on kiinteistöä palvelevan kadun tai maanpinta + 100 mm tonttviemärin liitoskohdassa. Mikäli kiinteistö on viemäroinyt tämän alapuolisia tiloja, ei vesilaitos vastaa tulvimisen aikana aiheutuneista mahdollisista vahingoista. Kiinteistön velvollisuus on suojata nämä tilat rakentamalla esimerkiksi pumppaamo alapuolisille vesille (Kouvolan Vesi 2021, toimitusehdot 3.2).

2.4 Häiriötilanteet

Vesilaitos vastaa vesihuollon toimintavarmuudesta ja palveluiden saatavuudesta häiriötilanteissa. Laitoksen tulee laatia ja ylläpitää suunnitelmaa häiriötilanteisiin varautumisesta ja ryhdyttävä sellaisen esiintyessä tarvittaviin toimenpiteisiin. (vesihuoltolaki 119/2001 15 b §). Suomen vesihuoltoverkostoista suurin osa on rakennettu 1970-luvun aikana tai sen jälkeen (Kuulas ym. 2020, 11). Verkostojen ikääntyessä, niiden kunto huononee elinkaaren aikana jatkuvasti. Kunnan heikentyminen johtaa verkostossa tapahtuviin häiriötilanteisiin ajan myötä.

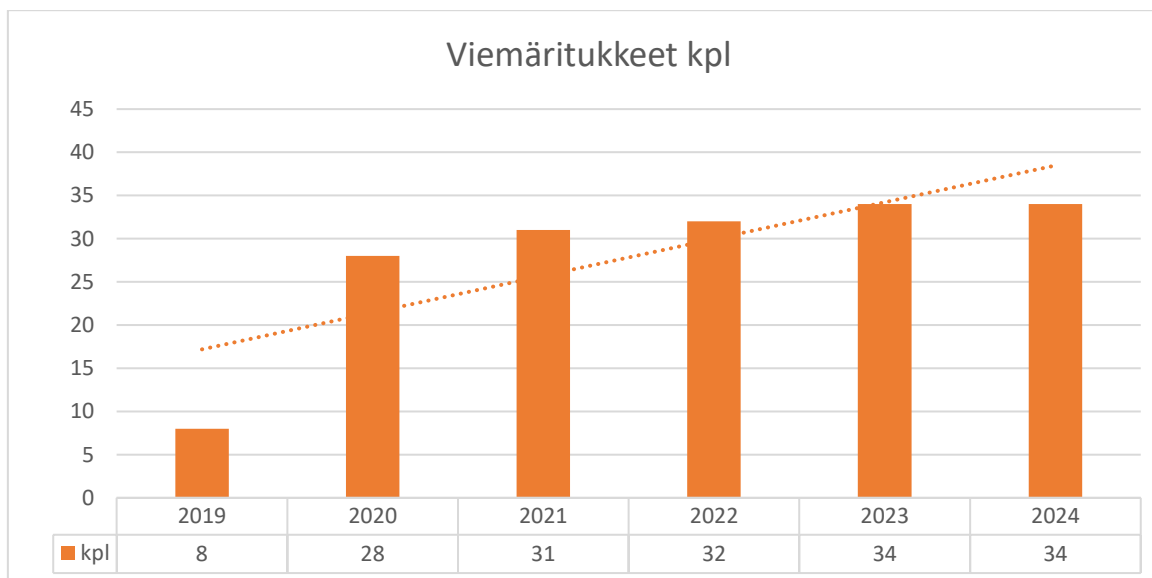
Kouvolan Veden vesijohtoverkostoissa esiintyy häiriöitä tasaisesti. Häiriöt havaitaan usein asiakkaiden toimesta ja niistä ollaan yhteydessä alueen vesilaitokseen. Häiriöt voivat olla ennakkoon tiedossa alueella tapahtuvan saneerauksen tai muun kunnossapitotyön aiheuttamina. Vanhoista rautaisista vesijohdoista irtoaa äkillisen virtaussuunnan muuttumisen aikana helposti rautaa ja mangaania. Virtaussuunnan muuttuminen voi johtua suurestä äkillisestä vedenotosta, vesijohtolinjojen sulkemisesta tai vesijohtovuodosta. Kouvolassa vesijohtovuotoja ilmenee kuukausittain, painottuen kuitenkin talveen ja kevääseen lämpötila vaihteluiden vuoksi. Niiden aiheuttamia häiriöitä pyritään estämään kohdennetuilla saneerauksilla. Kuviossa 1 nähdään runkovesijohtovuodot vuosilta 2019–2024.



Kuvio 1. Runkovesijohtovuodot (Sami Hellsten)

Putkirikkojen syntymiseen voidaan vaikuttaa myös verkoston ajotavoilla. Ajotavoilla tarkoitetaan verkostopumppujen käyttöä ja virtaamien ohjaamista. Putkirikot syntyvät pääasiassa maanliikkeiden, syöpymisen tai ulkopuolisen tekijän vaikuttamana.

Jätevesiviemärien yleisin kuluttajalle näkyvä häiriö on tukkeutuminen. Tukkeutuminen voi johtua monista eri tekijöistä, kuten huonosta huuhtoutumisesta, juurista, maa-aineksista, putken sortumisesta, sinne kuulumattoman jätteen laittamisesta tai ilkvallasta. Kuviossa 2 nähdään jäte- ja huleveden runkoviemäritukosten määrät vuosilta 2019–2024.



Kuvio 2. Runkoviemäritukokset 2019–2024 (Sami Hellsten)

Jätevesiviemäriverkoston yksi häiriö on myös kapasiteetin riittämättömyys. Tämä johtuu juuri hulevesien johtumisesta viemäriverkoston niin kaivojen, linjojen kuin kiinteistöjenkin

kautta. Kapasiteetin täytyessä viemäriverkostossa tapahtuu ylijouksutuksia, tulvia, rahallisia kuluja ja ongelmia puhdistusprosessissa puhdistamalla. (Karttunen ym. 2004, 464–465.)

Hulevesiviemäreiden häiriöihin pätee pääasiallisesti samat lainalaisuudet kuin jätevesiverkostoon. Hulevesiverkostot on pyritty mitoittamaan kestämään normaalit suuret sateet. Yli-tyksiä esiintyy silti melko useinkin, kun hulevesiviemäreiden mitoitus ei enää vastaa tarpeita. Tämä johtuu päällystettyjen alueiden kasvusta ja viime vuosikymmenien lisääntyneistä kovista sateista. Hulevesiviemäriin ajautuu paljon hiekkaa ja roskaa ritiläkaivojen kautta, joka aiheuttaa myös tukkeutumisia.

3 Kouvolan Veden vesihuoltoverkoston kunnossapitohavainnointi

3.1 Kouvolan Veden organisaatio ja verkostojen nykytila

Kouvolan Veden organisaatio koostuu toimitusjohtajan lisäksi verkosto-, rakennuttamis-, tuotanto-, suunnittelu, talous- ja asiakaspalvelu sekä henkilöstö- ja hallintoyksiköistä. Verkostoyksikköä johtaa rakennuttamis- ja verkostopäällikkö. Päällikön suoraan alaisuuteen kuuluu kunnossapitovastaava, verkostoinsinööri, kaksi verkostomestaria ja rakennuttamisinsinööri. Kunnossapitovastaava vastaa vesihuoltoverkostojen toimintakunnon varmistamisesta ja siihen liittyvien toimenpiteiden suunnittelusta, sekä verkoston nykytilanteen selvittämisestä sekä työtehtävien priorisoinnista edelleen. Verkostoinsinööri vastaa vesihuollon verkostoon liittyvien asiakastöiden koordinoinnista, resursoinnista sekä johtamisesta asiakasrajapinnassa. Verkostoinsinööri toimii yksikön asiantuntijatehtävissä ja on esihenkilönä omalle asentajaryhmälle. Verkostomestari vastaa verkoston kunnossapitoon liittyvien tehtäväkokonaisuuksien koordinoinnista ja resursoinnista. Toimii esihenkilönä omalle kunnossapidon asennusryhmälle. Verkostomestareille on jaettu omat maantieteelliset alueet, joilla he pääasiallisesti operoivat ja vastaavat alueen kunnossapitotöistä.

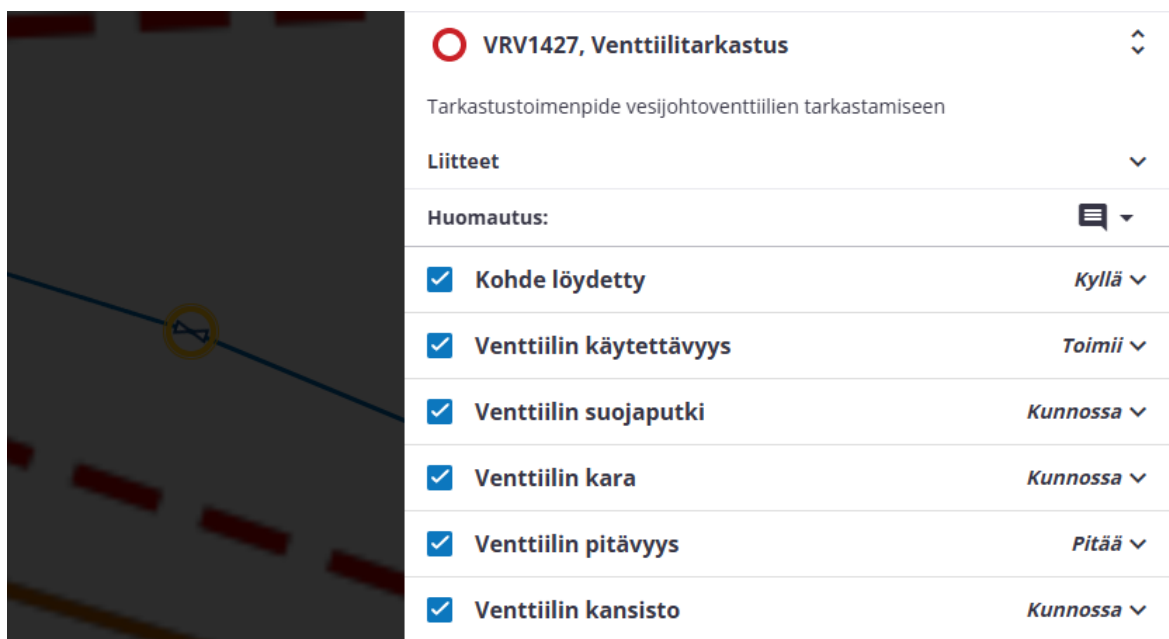
Kouvolan Veden vesijohtoverkoston yhteispituus on noin 1720 km. Siitä 800 km on vesijohtoverkostoa, 700 km jätevesiverkostoa ja 270 km hulevesiverkostoa. Kouvolan Veden suurimpia haasteita on piilovuodot vesijohtovesiverkostossa ja jätevesiverkoston kapasiteetin ylittyminen sinne johtuneen huleveden vuoksi. Suurin hukkaan menevä osuus tuotetusta talousvedestä johtuu vesijohtoverkoston vuotavuudesta. Vesijohtoverkostojen vuotavuus Suomessa suurilla ja keskisuurilla vesilaitoksilla oli vuonna 2023 keskimäärin 16,43 % (VVY 2023, 44). Suurien ja keskisuurien vesilaitosten jätevesiverkostojen keskimääräinen vuotovedenosuus 2023 oli noin 40 % (VVY 2023, 57). Kouvolan Vedellä laskuttamattoman talousveden osuus oli 18,79 % ja vuotoveden osuus kokonaisjätevesimäärästä 56,31 % (VVY 2023, 24).

Vesihuoltoverkostoon on sitoutunut rakentamisvaiheesta lähtien suuri pääoma, josta tulee pitää huolta koko elinkaaren ajan. Tämä tarkoittaa verkostolle jatkuvaa kunnossapitoa ja seurantaa. (Kortelainen ym. 2021, 61.) Vesihuollon kustannusten tulee olla asiakkaille kohtuulliset ja tasapuoliset. Asiakkaalle koituvien kustannusten tulee olla sellaiset, että ne ohjaavat säästäväiseen veden käyttöön ja ohjaavat jäteveden vähentämistä sekä ehkäisevät viemäriin kuulumattomien haitta-aineiden johtamista. (Vesihuoltolaki 119/2001 18 §.) Kunnossapitohavainnoilla ja verkostotiedon parantamisella voidaan pienentää huomattavasti vuotavuuksia. Pienilläkin oikein ajoitetuilla korjauksella ja huollolla voidaan tuoda

merkittävästi lisää elinikää verkostolle, joka mahdollistaa verkoston toimivuuden kohtuullisissa kustannuksissa.

3.2 Vesihuoltoverkoston kunnossapidon havainnointi

Kunnossapitoon liittyviä dokumentoituja tarkastuksia Kouvolan vedellä on aloitettu tekemään vuonna 2018. Tätä vanhemmista ei ole kirjallista dokumentointia, vaan tieto perustuu enemmän ihmisen muistiin. Vuonna 2018 otettiin käyttöön verkkotietojärjestelmän kanssa toimiva mobiilikarttasovellus kunnossapitohavaintojen keräämiseen ja valokuvien liittämiseen. Sovelluksen käyttöönotto mahdollisti luopumisen mukana kulkevista karttatulosteista. Mobiilikarttasovellusta käyttävät kaikki verkostoyksikön työntekijät. Sovellusta käytetään verkostokarttana ja havaintojen keruutyökaluna. Verkkotietojärjestelmässä voidaan luoda tarkastuksille ja korjaustoimenpiteille työmääräyksiä, jotka ovat kuitattavissa kohteittain mobiilikarttasovelluksessa. Kunnossapitohavainnot tallentuvat verkkotietojärjestelmään tarkastuksen yhteydessä ilman viivettä. Kuvassa 5 näytetään venttiilitarkastuksen sisältö visuaalisesti.



Kuva 5. Venttiilitarkastus mobiilikarttasovelluksessa (Sami Hellsten 2024)

Verkostoyksikössä työskentelevät henkilöt suorittavat verkoston tutkimustyötä tarkastuksin ja ulkopuolisten palveluiden avulla. Verkoston varusteille tehtäviä tarkastuksia suoritetaan pääsääntöisesti omalla henkilökunnalla. Oman henkilökunnan tekemiä kohdekohtaisia tarkastuksia tehdään pääsääntöisesti lumettomana aikana ja niitä on pyritty hitaan alun jälkeen tekemään 5–10 prosentin vuositahdilla kiihtyvästi. Tarkastuksen määrää tärkeämmäksi tekijäksi on havaittu tarkastuksen laatu ja luotettavuus. Tarkastuksen laatua on parannettu havaintojen kirjallisella muotoilulla, valittavien vastausten avulla ja kohteelle tallennettavilla

valokuvilla. Kohteen ollessa vaurioitunut tai toimimaton tulee valmiiksi määritellyissä havainnoissa ilmi kyseinen vika ja sen luonne.

Tarkastuksen tekijä tuntee verkoston toimintaa ja osaa arvioida vian suuruuden lievän ja vakavan väliltä. Viat on jaoteltu toiminnallisiin ja rakenteellisiin vikoihin. Toiminnallinen vika haittaa verkoston tai kohteen toimintaa ja käyttöä. Rakenteellisesti huonokuntoinen verkoston osa voi silti olla toiminnalliselta kunnoltaan jopa hyvä. Verkostosta löydetyistä vioista toiminnalliset viat ohjaavat kiireellisempään kunnossapitoon ja rakenteelliset viat enemmän saneeraustarpeen arviointia ja aikataulutusta. Havainnot kerätään niin viallisista kuin kunnossa olevista kohteista. Viallisista kohteista verkostomestari valitsee korjattavat kohteet kriittisyyden mukaan. Verkostomestarin on myös mahdollista seurata päivittäin tarkastusten etenemistä, sekä estää mahdolliset vahingot nopeilla kohdistetuilla toimenpiteillä. Tällä hetkellä kunnollista prosessikuvausta tarkastusten läpi käymiselle ja vikojen korjauksille ei ole tehty.

Vesihuoltoverkostokohteiden tarkastukset ja niiden sisältämät kunnossapitohavainnot on kuvastettuna taulukoihin 2–6.

Palopostitarkastus	
Kohteet	Paloposti Vesiposti Palovesiasema
Kunnossapitohavainnot	Kohteen löytyminen Palopostikaivon kunto ja tyhjentäminen* Nousuputken kunto ja tyhjentäminen Venttiilin pitävyys Palopostin toiminnallinen kunto

Taulukko 2. Palopostitarkastus

Venttiilitarkastus	
Tarkastettavat kohteet	Sulkuventtiili, vesi Talosulkuventtiili, vesi Sulkuventtiili, jätevesi Talosulkuventtiili, jätevesi
Kunnossapitohavainnot	Kohteen löytyminen Venttiilin käytettävyys Venttiilin suojaputken kunto ja puhtaus Venttiilin karan kiinnitys ja kunto Venttiilin pitävyys Venttiilin kansisto*

Taulukko 3. Venttiilitarkastus

Ilmakellotarkastus	
Tarkastettavat kohteet	Ilmanpoistovenitit, vesi ja jäte
Kunnossapitohavainnot	Kohteen löytyminen Kaivorakenteen kunto ja vuotavuus Huuhteluyhteen olemassaolo ja mahdollinen koko Ilmanpoistovenitiin toimivuus ja vuotavuus / testi Takaisku tai tulvasuoja asennettu* Kaivossa olevan vedenmäärä ja pumppaustarve Tyyppi ja valmistaja

Taulukko 4. Ilmakellotarkastus

Kaivotarkastus	
Tarkastettavat kohteet	Jäte- ja huleveden tarkastuskaivot Laitekaivot (vain yleiskunto)
Kunnossapitohavainnot, rakenteelliset	Kaivon rakenteellinen kunto, kokonaisuus Kaivon pohjan kunto ja muotoilu Liittymien kunto kaivossa Kansiston kunto ja kestävyysluokka Kaivon runkovauriot Kaivon saneeraus suoritettu sisäkaivolla Kaivon vuotavuus
Kunnossapitohavainnot, toiminnalliset	Kaivon toiminnallinen kunto, kokonaisuus Kaivossa juuria Kaivossa irtokertymää Kaivossa vierasesineitä Kansiston korkeusasema

Taulukko 5. Kaivotarkastus

Aukontarkastus	
Tarkastettavat kohteet	Purkuaukko, hule- ja jätevesi
Kunnossapitohavainnot	Välpän olemassaolo ja koko Välpän rakenne* Irtokertymän tilanne välpässä* Purkuaukon sijainti ja perkaustarve

Taulukko 6. Aukontarkastus

* Ei koske kaikkia kohteita rakenteellisten eroavaisuuksien vuoksi

Työnnettävällä kameralla tehdään ainoastaan todella pieniä tutkimuksia, koska sillä ei saa kaatokulmia mitattua. Työnnettävä kamera soveltuu nopeaan tarkasteluun tai esimerkiksi kartalta puuttuvan haaran etsintään. Linjan todellista kuntoa tarkastellessa tai vikoja etsiessä on robottikamera ominaisuuksiltaan parempi. Robottikameralla ajetaan koko linja läpi ja kirjataan vialliset kohteet linjalle todellisella sijainnilla. Sijainti saadaan siirrettyä käytettävään verkkotietojärjestelmään ja on näin ollen käytettävissä kaikilla tiedonsiirron jälkeen. Viemärikuvausten avulla löydetään juuret, vuodot, muodonmuutokset, painumat ja muut kuntoon vaikuttavat tekijät luotettavasti. Kuvassa 7 robottikameralla kuvattu suuri vuoto pääviemäriessä.



Kuva 7. Pääviemäriin vuototapaus (Sami Hellsten)

Tavoitteena on tutkia enemmän varsinkin vanhoja betonilinjoja vuotojen löytämiseksi. Haasteena tutkimusten lisäämisessä ainoastaan robottikameraa käyttäen on hinta. Tämän vuoden alussa on kokeiltu yksittäisenä työnä zoom-kameratutkimusta pääviemäriille. Kuva 8 on zoom-kameralla otettu otos pääviemäristä, johon päässyt kasvamaan puiden juuria, jotka vaikuttavat virtaukseen.



Kuva 8. Zoom-kuvaus juuret (Sami Hellsten)

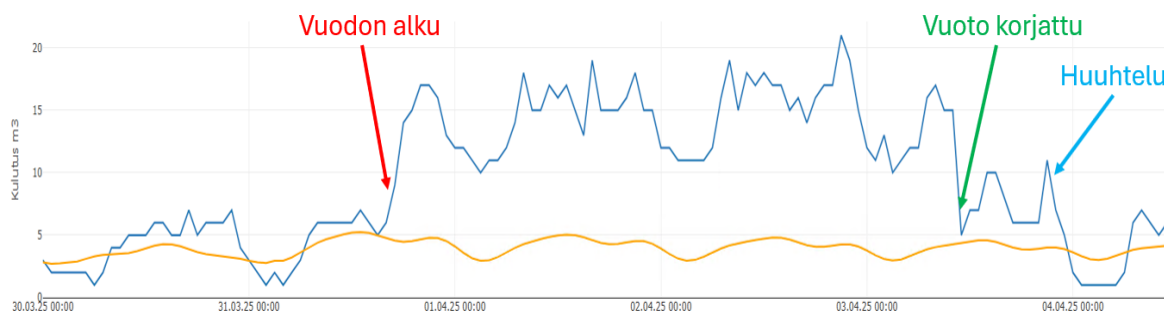
Zoom-kamera ottaa videotallenteen kaivosta käsin. Kamera on varustettu erittäin tehokkaalla lampulla sekä laaja-alaisella suurennoksella. Sillä pystytään tutkimaan perinteinen kaivoväli todella tarkasti linjan ollessa suora. Linjan ollessa painunut, mutkikas tai juuria täynnä, ei zoom-kameralla voida kuin todeta tilanne. Zoom-kameratutkimus toimii hyvin pois sulkevana tutkimusmenetelmänä.

3.4 Vuotoveteen keskittyvät ohjelmistot

Vesihuoltolaitosten tulee olla selvillä laitteiden kunnosta ja tarkastella vuotovesien määrää niin talous- kuin jätevesiverkostossa (vesihuoltolaki 15 § (29.12.2022/1259). Verkoston kuntoa voidaan tarkastella myös erilaisten ohjelmistojen kautta. Ohjelmistojen avulla voidaan selvittää verkostojen vuotavuutta ja muuta tärkeää tietoa. Kouvolan Veden verkostoyksiköllä on tällä hetkellä käytössään verkkotietojärjestelmän ja mobiilikarttasovelluksen lisäksi käytössä kaksi vuotovesiin keskittyvää ohjelmistoa. Toinen ohjelmistoista on vesijohtoverkostolle luotu aluemittausjärjestelmä ja toinen jätevesiverkoston hallintaan ja vuotovesien määrittämiseen erikoistunut ohjelma. Ohjelmistojen pääkäyttäjänä toimii kunnossapitovastava.

Aluemittausjärjestelmän avulla voidaan seurata päävesi- ja jakelujohtoihin asennettujen virtausmittareiden avulla tietyn mittausalueen kulutusta tuntitasolla. Alueelle johdetun vesimäärän vaihtelut ja nopeasti nousseet virtaamat paljastavat äkisti syntyneet vuodot verkostossa tai kiinteistössä. Järjestelmän data pohjautuu pitkältä aikaväliltä kerättyyn tietoon virtaamista ja se muodostaa ennakoivan mallinnuksen. Vesijohtovuodot ovat ohjelmistossa

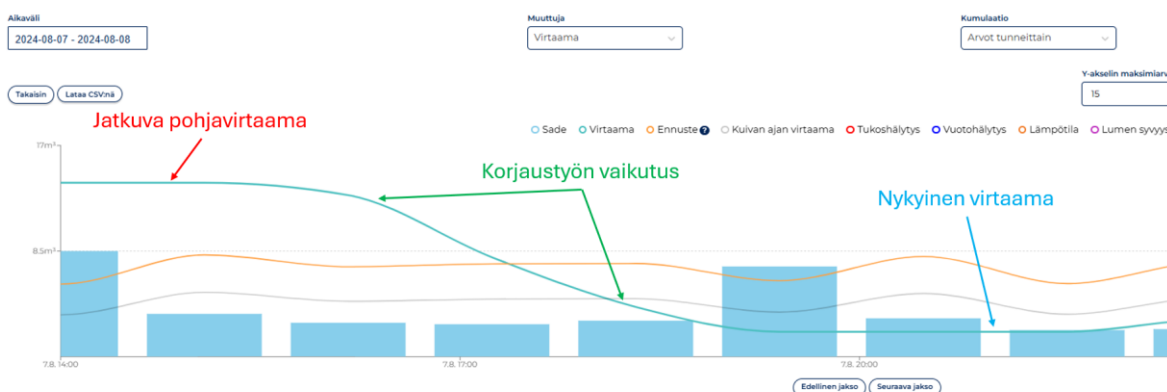
selkeästi nähtävissä. Kuviossa 3 näkyy aluemittausjärjestelmästä otettu kuvakaappaus, miten vesijohtovuoto ilmenee kasvaneena kulutuksena.



Kuvio 3. Vesijohtoverkoston aluemittausjärjestelmä (Sami Hellsten)

Mallinnus osaa huomioida kulutusvaihtelut, joita esiintyy vuorokausittain ja viikoittain. Mallinnuksen ja todellisen kulutuksen liian suureksi kasvava ero aiheuttaa hälytyksen. Hälytysrajat voidaan määrittää aluekohtaisesti ja lisäksi voidaan määrittää yöajalle oma tarkempi seuranta. Hitaasti nousevat virtaamat paljastuvat aluejärjestelmässä yöajan kulutuksia seuraamalla. Mallin avulla päästään kiinni myös piilovuotoihin. Aluemittausjärjestelmän voi ohjelmoida lähettämään hälytykset puhelimeen.

Jäteveden data-analyysiohjelmisto kerää tietoa laitoksen pumppaamoautomaatiosta. Ohjelmisto käsittelee datan ja antaa tietoa laskennallisesti ja valmiiksi analysoituna. Ohjelmiston avulla voidaan tarkastella jätevesiverkoston vuotavuutta, vuotovesimääriä, vuotovesijakeita, sähkönkulutusta ja pumppujen käyttöasteita sekä paljon muuta. Kunnossapidossa tarkastellaan kuitenkin eniten pumppausmääriä valuma-alueen mukaan ja niiden vuotovesijakeita. Vesijakeet ovat tärkeä valmis lajittelu viemäriveresistä. Vesijakeita ovat puhdas jätevesi, pohjavalunta, hidas sadejake ja nopea sadejake. Ohjelmistossa nähdään välittömästi millaisiin tuloksiin päästään saneeraamalla vuotavaa verkostoa. Kuviossa 4 nähdään pääviemäriin korjauksen jälkeinen muutos virtaamissa data-analyysiohjelmistosta käsin.



Muutos 15 m³ / h → 5 m³ / h

Kuvio 4. Jäteveden data-analyysiohjelmisto (Sami Hellsten)

Vesijakeista pohjavalunta tarkoittaa viemärissä pumppaamolle tasaisesti virtaavaa veden määrää, mistä on laskennallisesti poistettu puhtaan jäteveden osuus. Sadejakeilla tarkoitetaan sitä vuotovettä, joka tulee viemäriin sateiden seurauksena. Nopea sadejake tarkoitetaan sateen välitöntä vaikutusta virtaamiin. Ritilä- tai rännikaivon liitos jäteveteen aiheuttaa nopean sadejakeen alle luokiteltavaa vuotovettä. Hidas sadejake lasketaan sateesta viiveellä alkaneeseen veden virtaamaan. Näitä voi olla esimerkiksi kiinteistön kuivatusvedet, jolloin viive syntyy veden läpäistessä maa-aineksen ennen johtumista viemäriin. Puhtaalla jätevedellä ohjelmistossa tarkoitetaan laskutetun jäteveden suuruista määrään, joka oletetaan olevan jätevettä ilman vuotoja.

Kuvassa 9 kaivamattomalla tekniikalla asennettu jäteveden tarkastuskaivo. Asennus on suoritettu asentamalla vanhan kaivon sisään uusi muovikaivo. Muovikaivon runko-osuus oli jätetty vajaaksi, eikä sitä ollut varustettu vesitiiviillä kannella. Pellolla sijainnut kaivo kuivatti käytännössä pellon väliojaa ja sitä kautta koko peltoa. Tämä kohde löytyi ohjelmiston avulla, kun tarkasteltiin vuotovesiä ja vesijakeita.



Kuva 9. Pintavesien johtuminen jätevesikaivoon (Sami Hellsten)

Kunnossapidollisesti on tehokasta poistaa nopean sadejakeen alaiset vuotovedet, koska niiden lähteet ovat pääasiassa verkostossa pistemäisiä ja korjauksetkin ovat tästä syystä kustannustehokkaita. Muita yhteyksiä sadevesistä voi olla esimerkiksi sekaviemäroinnin aikaan tehty liitos, ojan pohjalla oleva tarkastuskaivo, ylivuotoputkesta tuleva tahaton takaisin virtaus tai rikkoutunut verkoston osa (Karttunen ym. 2004, 464–465).

4 Tavoitteet

4.1 Verkostotutkimusten tavoitteet ja tarkastusmäärät

Tavoitteet tarkastuksille ja kunnossapitohavaintojen keräämiselle tulee vuotovesien pienentämisestä ja verkoston viallisten kohteiden löytämisestä. Kunnossapitovastaava määrittää tutkittavat kohteet ja niiden tarkastusvälit. Tutkittavat kohteet ja tarkastusten sisällön ollessa kunnossa niitä ei muuteta nykytilanteeseen nähden. Kaivotarkastusten osalta yhdistetään jäteveden ja huleveden runkokaivot laskennassa, koska hulevesien runkokaivoja tarkastellaan niiden ollessa tarkastusalueella, eikä oman tavoitteen alaisesti. Viemärikaivojen tutkimiseen sovelletaan vesilaitosyhdistyksen teettämää viemäreiden kunnan tutkiminen nimistä ohjetta (VVY, viemäreiden kunnan tutkiminen 2021).

Tutkimukset aikataulutetaan siten, että tarkastetaan tarkastamattomat kohteet ensin. Tarkastuksista rajataan pois kohteet, jotka ovat saneerattu tai rakennettu viimeisen kymmenen vuoden aikana, koska niiden ei oleteta vikaantuvan ensimmäisen vuosikymmenen aikana. Tarkastusten määrät vaihtelevat vuosittain, kun asennusvuosien mukaisesti tarkastettaviin kohteisiin nousee jo tuoreempia verkoston kohteita. Saneerausten määrät tarkastettaville kohteille ovat viimeisen 10 vuoden aikana olleet noin 1–2 % kokonaismäärästä, joten vaikutus on suhteellisen tasainen ja ei aiheuta suurempia muutoksia tarkastusmääriin. Tarkastuksia tehdään kuitenkin tavoitteen yli aina, koska suunniteltujen tarkastusten lisäksi tarkastuksia syntyy muun toiminnan yhteydessä. Dokumentoitujen tarkastusten ensimmäisen ajankohdan ollessa 2018, niin vielä 3 vuoden aikana listoille ei nouse jo tarkastettuja kohteita. Vuosina 2018–2019 on suoritettu pääasiallisesti ainoastaan venttiili, kaivo ja palopositarkastuksia. 2020 alkaen on otettu muut tarkastukset mukaan. Purkuaukkojen tarkastukset aloitettiin vasta kesällä 2021. Nämä huomioidaan mitoittaessa vuositarkastus tavoitteita. Järjestelmästä haetuista tarkastusmääristä ei ilmene ne tarkastukset, joita on tehty sellaisille kohteille, jotka ovat uusittu tai poistuneet käytöstä. Tämä vääristää aiempaa tarkastustahtia varsinkin venttiileiden osalta. Sulkuventtiilien uusimisia on suhteessa määrään tehty todella paljon sulkuventtiilin ollessa tärkeä varuste paineellisessa verkostossa.

Tarkastusvälit lajeittain

Tarkastettavat kohteet ja niihin tehtävät tarkastukset joka 10 vuosi saneeraukset huomioon ottaen.

- Jäte- ja huleveden runkokaivoja on yhteensä 24 972 kpl. Näistä kaivoista on asennettu 4068 kpl viimeisten 10 vuoden aikana. Uusiutumistahti viemärikaivoissa on ollut noin 1,6 %. Saneerausten kohdentuessa enemmän kaivamattomaan tekniikkaan ja jätevesien vuotovesien vähentämiseen, saneeraustahti kaivojen osalta tulee

todennäköisesti suurenemaan. Käytetään uusiutumisarvona laskennassa kuitenkin tuota 1,6 %. Kaikista runkokaivoista on tarkastettu yhteensä 12 039 kpl 7 vuoden aikana. Kaivotarkastuksia on tehty 7 prosentin vuositahtia tämän hetken tarkastelussa. Tähän vaikuttaa lisääntynyt kaivojen määrä varsinkin huleveden puolella. Todellisuudessa tarkastustahti on ollut lähempänä 10 %. Täysin tarkastamattomia kaivoja, jotka ovat asennettu ennen vuotta 2015 on 8865 kpl. Laskennan avulla määritetään tavoitteeksi 2100 tarkastettavaa kaivoa vuosittain. Laskennassa käytettiin kaivojen uusiutumisarvona 1,6 %.

$$(24\,972 * 0,1 - 24\,972 * 0,016) / 10 \sim 2100$$

- Vesijohtoverkoston ja jäteveden painelinjojen sulkuventtiileitä on yhteensä 6 480 kpl ja niistä on tarkastettu 2 232 kpl viimeisen 7 vuoden aikana. Venttiilitarkastuksia on siis tehty noin 5 prosentin vuositahtia niille kohteille, jotka ovat edelleen käytössä ja niitä ei ole uusittu. Täysin tarkastamattomia sulkuventtiileitä on 4 248 kpl, joista viimeisen 10 vuoden aikana on asennettu 1 362 kpl. Sulkuventtiileiden uusiutumistahti on ollut 2,1 %. Täysin tarkastamattomia sulkuventtiileitä, jotka ovat asennettu ennen vuotta 2015 on 2 886 kpl. Laskennan avulla määritetään tavoitteeksi 520 tarkastettavaa sulkuventtiiliä vuosittain. Laskennassa käytettiin sulkuventtiilien uusiutumisarvona 2 %.

$$(6\,480 * 0,1 - 6\,480 * 0,02) / 10 \sim 520$$

- Paloposteja, palovesiasemia ja vesiposteja on yhteensä 1450 kpl ja tarkastettuja 899 kpl. Palopostitarkastusten vuositahti on ollut noin 8,8 %. Palopostitarkastusten määrään vuosittain käytetään suoraan noin 10 %, koska niiden määrä pienenee vuosittain saneerausten yhteydessä. Tarkastuksia suoritetaan toistaiseksi 145 kpl joka vuosi ja kokonaismäärää tarkastellaan vuosittain.
- Jäte- ja huleveden purkuaukkoja on yhteensä 1233 kpl ja niistä on tarkastettu yhteensä 848 kpl kolmen vuoden aikana. Tarkastustahti vuosittain on siis ollut huomattavasti enemmän kuin tuo 10 %. Täysin tarkastamattomia kohteita on siis 385 kpl. Tarkastettava määrä vuosittain yhdistettynä tulevat tarkastukset ja tekemättömät, päädytään 130 kpl vuositahtiin seuraavan kolmen vuoden ajaksi. Tämän jälkeen voidaan purkuaukkojen tarkastuksia olla tekemättä 3 vuoden ajan, jonka jälkeen käytetään arvona aina 10 % kokonaismäärästä.

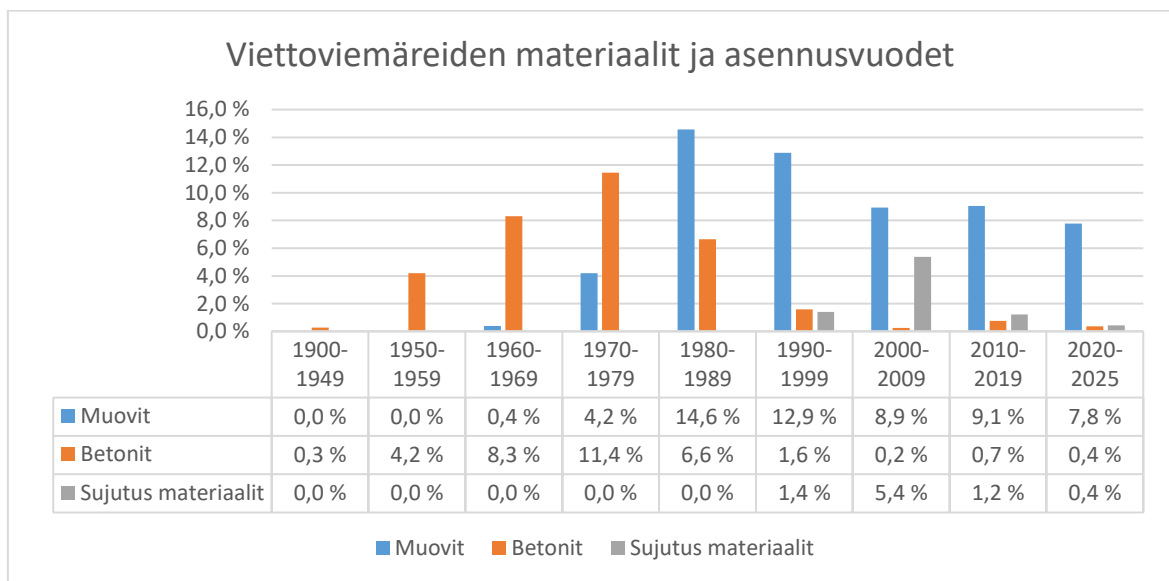
Tarkastettavat kohteet ja tehtävät tarkastukset joka toinen vuosi

- Puhtaanveden ilmanpoistovenntiileitä on yhteensä 110 kpl. Vuosittain tarkastusmäärä tulee olla 55 kpl tai joka toinen vuosi kaikki 110 kpl.

- Jäteveden ilmanpoistoventtiileitä on yhteensä 45 kpl. Vuosittain tarkastusmäärä tulee olla 22–23 kpl tai joka toinen vuosi kaikki 45 kpl.

4.2 Viemärikuvaukset

Kuvauksia jäteveden viettoviemäreille on suoritettu noin 82 km laitoksen pää- ja keräilyviemäreistä vuosina 2010–2025, tätä vanhempia kuvauksia ei ole enää käytettävissä, eikä niitä hyödynnettäisi kuitenkaan kunnossapidossa. Kokonaispituus jäteveden viettoviemäreillä on karkeasti 518 km, joista betonisia viemäriinjoja 160 km, erilaisia muovisia viemäriinjoja 323 km, sekä sujutettuja tai lasikuitusukalla ”sukitettuja” viemäreitä 35 km. Kuviossa 5 kuvastettu materiaalien prosentuaalisia osuuksia asennusvuosien mukaan.



Kuvio 5. Kouvolan Veden viettoviemäreiden materiaalit (Sami Hellsten)

Kuvauksia on suoritettu enimmäkseen betoninijoille ja kokonaisuudessaan kuvaukset kattavat verkoston kokonaismäärästä 15,8 prosenttia, eli kuvaustahti on ollut reilun prosentin luokkaa. Osaa kuvauksista ei ole tallennettuna enää verkkotietojärjestelmään verkoston saneerauksen vuoksi, mutta matemaattisesti kuvausmäärä ei ole ylittänyt 2 prosentin vuosi-tahtia. Putkiston yleiskunnon arvioimiseksi ja vuotojen havaitsemiseksi viemärikuvausten määrää on lisättävä vuosittain vähintään 5 prosenttiyksiköllä. Tämä tarkoittaa suunniteltujen kuvausten lisäämistä noin 26 kilometrillä vuosittain. Tavoitteena on kohdistaa kuvaukset etenkin betoniviemäriin niiden ikäjakauman ja suuremman saumamäärän vuoksi. Kunnossapitovastaava kohdentaa vuotovesiohjelmistosta saatavan datan avulla kuvaukset alueellisesti huomioiden putkistojen materiaalit ja dimensiot.

4.3 Kunnossapidodatan analysointi ja reagointi tulevaisuudessa

Kunnossapidossa kerättyjen havaintojen tarkastelu on tällä hetkellä ollut pääosin kiinni siitä riittääkö korjattavaa verkostomestareiden asentajilla. Jatkossa verkostomestareiden tulee käyttää tarkastuksista saatavan datan läpikäyntiin tunnista kahteen viikossa. Verkostomestareille tulee luoda helpot ja selkeät valmiit haut verkkotietojärjestelmään. Valmiiksi tehtyjen ja vikoihin keskittyvien hakujen avulla mestarit saavat kohteet nopeasti visualisoitua kartalle sekä eroteltua toiminnalliset ja rakenteelliset viat. Vesijohtoverkostossa viat pääosin korjataan suunnitellusti pois lukien vuodot, jotka korjataan välittömästi niiden löytyessä. Viemäriverkostoista vikojen arvoja on useampia ja niiden vakavuuden mukaisesti tehdään toimintatapalistaus. Toiminnalliset viat tulee poistaa vakavien ja kohtalaisten osalta, vaikka kohteen rakenteellisia vikoja ei korjattaisi. Pelkästään rakenteelliset viat aikataulutetaan kriittisyyden mukaan. Viallisten kohteiden kokonaismäärän ollessa suuri yksittäisellä alueella, tulee miettiä koko putkiston saneerausta pistemäisten korjausten sijasta. Tällaisessa tilanteessa verkostomestari tarkastelee vikoja yhdessä kunnossapitovastaavan kanssa. Kunnossapitovastaava esittää asian tarvittaessa rakennuttamis- ja verkostopäällikölle. Taulukossa 7 esitetty toimenpiteiden aikataulutus.

Toimenpideaikataulu		
Arvo	Toiminnallinen	Rakenteellinen
Vakava vika	Välitön	< 1 vuosi
Kohtalainen vika	< Kuukausi	1–5 vuotta
Lievä vika	Seurantaan	Seurantaan
Kunnossa	Ei toimenpiteitä	Ei toimenpiteitä

Taulukko 7. Toimenpideaikataulu (Sami Hellsten)

Havaitut viat tulee jaotella kriittisyysluokan mukaisesti joko vakaviksi, kohtalaisiksi tai lieviksi. Tarkastuksia tekevä henkilön tulee olla yhteydessä aina välittömästi esimieheen, mikäli havaitsee kiireellistä korjausta tai huoltoa vaativan kohteen, jonka korjaus tai huolto ei voi odottaa. Näitä havaintoja voi olla vesijohtoverkostossa vuotavat kohteet. Jäte- ja hulevesikaivoissa voi olla kyseessä havaittu viemärituke, runsas irtokertymä, vierasesine, runsas vuoto, tukkivat juuret tai muu vakava riskitekijä. Nopea reagointi estää suuremman vahingon syntymisen ja vähentää kustannuksia. Todetut viemäritukokset tulee aina kuvata, mikäli tukkeen syy ei ole täysin selvä ja viemäriin voi olettaa olevan kunnossa avauksen jälkeen.

5 Toimenpiteet

5.1 Tarkastusten määrittäminen

Kouvolan Vedellä kunnossapitovastaava ollessa vastuuhenkilö verkoston tutkimustyössä hän kohdentaa tarkastettavat alueet ja kuvattavat linjakohteet yhdessä alueellisten verkostomestareiden kanssa. Tämän jälkeen tarkastuksien ja korjausten työnjohtovastuu siirtyy verkostomestareille. Vuosittainen tarkastusmäärä on noin 3 000 tarkastusta yhteensä. Tarkastusten paras aika on huhti-marraskuun välinen aika. Tämä tarkoittaa noin 8 kuukauden ajan jaksoa, josta voidaan laskea yksi kuukausi lomien vuoksi pois. Jäljelle jää noin 150 työpäivää tarkastusten tekemiseen. Lumetonta aikaa voi lyhentää myöhäinen kevät tai aikainen talvi. Kohteita tulee tarkastaa vähintään 20 päivittäin tavoitteeseen pääsemiseksi. Suunnitellut tarkastukset tehdään alueittain, jotta tarkastettavia kohteita saadaan määrällisesti paljon kohteiden sijaitessa lähietäisyydellä toisistaan. Alueella tarkoitetaan tilanteesta ja laajuudesta riippuen joko jonkun pumppaamon valuma-alueita tai kaupungin osaa. Tämä on paljon tehokkaampi tapa, kuin tarkastella kohteita sieltä täältä, jolloin on sattumaa löytää vialliset kohteet. Samalla alueella tarkastetaan kaikki kohteet, joille on luotu tarkastustoimenpide.

Alueiden valintaan kunnossapitovastaava käyttää ohjelmistoista ja verkkotietojärjestelmästä saatavaa dataa ja vertaa niitä ristiin kohdentaakseen tarkastukset. Verkkotietojärjestelmästä tarkastellaan verkoston ikää ja materiaaleja, sekä alueen aiempia havaintoja. Verkkotietojärjestelmän avulla kohteiden määrä voidaan laskea etukäteen ja näin saadaan aikaiseksi sopiva kokonaisuus. Ohjelmistoista tarkastellaan, onko alueiden datasta pääteltävissä vesijohtoverkoston piilovuotoja tai jätevesiviemäreissä esiintyvää vuotavuutta. Pääasiallisesti tarkastukset tulee keskittää vuotavimpiin jätevesien valuma-alueisiin ja vanhimpiin verkoston alueisiin. Karttatarkastelua tulee tehdä myös valuma-alueen ollessa suuri. Pistemäiset vuodot voidaan löytää nopeammin, kun tarkastellaan verkoston materiaaleja ja sijainteja. Suurten ojien ja muun vesistön läheiset kohteet nostetaan tarkastuksia suunniteltaessa prioriteettilistauksessa ylöspäin, ellei ohjelmistojen avulla voida pois sulkea niiden vuotavuutta. Tarkastuksia tehdessä tulee jatkossa raportoida esimiehelle myös suuret kirkaat virtaamat kiinteistöjen jätevesiliittymistä, jolloin kiinteistöille voidaan tarvittaessa suorittaa tutkimuksia, mikäli epäillään hulevesiä johdetuksi jätevesiviemäriin.

5.2 Tarkastusten ja havaintojen laatu

Tarkastusten kunnossapitohavainnoissa on nähtävissä aiempina vuosina paljon vaihtelua riippuen tarkastajasta ja ajankohdasta. Tämä johtui todennäköisesti mobiilisovelluksen uutuudesta, koulutuksen puutteesta ja uuden toimintatavan sisäistämisestä. Nykyään tilanne

on parantunut huomattavasti, kun koulutusta on lisätty ja osaaminen parantunut. Esimiesten tulee tarkastella tekijöiden tekemiä kunnossapitohavainnoja ja keskustella saaduista havainnoista päivittäin. Mikäli tarkastuksissa havaitaan puutteita tai virheitä, tulee niistä keskustella tekijän kanssa heti. Puute tai virhe tarkastuksissa voi johtua inhimillisestäkin virheestä, asian väärin ymmärtämisestä tai ohjelman käytön hankaluudesta. Siksi onkin tärkeätä tarkastella toimintaa varsinkin alussa uuden henkilön kohdalla. Vuorovaikutusta tulee pitää yllä myös toiminnan ollessa esimerkillistä. Näin tarkastuksen tekijän kanssa voidaan muokata ja kehittää toimintaa parhaan lopputuloksen saamiseksi. Tarkastuksen laatua voidaan parantaa myös ohjelmallisesti, mikäli tekijät kokevat jonkun muutoksen auttavan.

5.3 Kuvaustutkimukset

Kuvausten määrän lisääminen on erityisen tärkeää, kun halutaan löytää vuotovesiä jätevesiviemäreistä ja löytää kohteet, jotka vaativat kunnossapitotoimia. Kuvauksien lisäämiseen tulee lähestyä poissulkevalla tavalla. Tarkastellaan ensin mitä ja missä kuvataan samalla periaatteella kuin kohdennetaan tarkastuksia. Käytetään data-analyysiohjelmiston tietoa hyväksi vuotovesien etsinnässä ja verkkotietojärjestelmää määrittämään materiaalit ja dimensiot mitä alueen kohteesta halutaan kuvata. Kuvauksissa painotetaan enemmän zoom-kameratutkimukseen. Zoom-kameratutkimusta tehdään suurempana massana ja tarkemmat tutkimukset tämän jälkeen. Kuvauspalvelu voidaan toteuttaa ostopalveluna tai hankkimalla oma kamera. Ensimmäisten kohteiden kohdalla palvelu ostetaan ulkopuoliselta toimijalta. Oman zoom-kameran hankintaa voi miettiä jatkossa käytettävän henkilöstöresursin pohjalta. Toimijalta saadaan kuvausaineisto valmiiksi analysoituna, joka säästää kunnossapitovastaavan työaikaa. Zoom-kameratutkimus on kustannustehokas menetelmä viemäriverkoston yleiskunnon määrittämisessä. Ainoastaan 5 prosentin kuvaaminen voi mahdollistaa luotettavan arvion saamisen alueen verkoston kunnosta (Valtioneuvosto 2018, 32). Kuvaamalla ainoastaan viemäreitä, joissa on ilmennyt häiriötä, ei saada kokonaiskuvaa alueen koko verkostosta. Jatkossa zoom-kameratutkimuksen avulla saadaan enemmän dataa ja ymmärrystä verkoston kunnosta. Tulevaisuudessa voidaan luoda samantapainen tarkastusväli tietyille linjoille kuin verkoston muille varusteille. Kuvassa 10 on zoom-kamera asennettuna kaivossa.



Kuva 10. Zoom-kamera kaivossa (Underground City Jussi Kuikka)

Löytyneistä vioista suoritetaan kuvaustutkimus aina ajettavalla robottikameralla. Näin saadaan viat sijainteineen ja niihin päästään kohdistamaan korjaustoimenpiteitä. Ajettavalla kameralla kuvataan jatkossa kaikki tarveperusteiset kuvaukset. Tarkoitus ei ole vähentää robottikameralla kuvattavia putkistometrejä, vaan kohdistaa niitä ainoastaan viallisiin ja tarveperusteisiin kohteisiin. Tarveperusteisia syitä kuvauksille ovat esimerkiksi kaivon tai haaran paikantaminen, kaatokulmien mittaus, tarkempi kuntotutkimus, tuntemattoman tukkeuman syyn selvitys ja karttatiedon varmistaminen.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Nykytilannetta tarkasteltaessa voidaan olla tyytyväisiä jo tehtyihin ratkaisuihin. Tarkastusten sisältöä on kehitetty vuosien varrella, ja ne ovat tällä hetkellä tarkasteltuina kunnossa. Tulevaisuudessa voi kuitenkin olla tarpeen päivittää tarkastusten sisältöä esimerkiksi silloin, kun havaitaan tarpeetonta tiedonkeruuta tai halutaan lisätä tarkastuksista saatavan datan hyötyarvoa. Tarkastustahti on alkuvaiheen jälkeen vakiintunut hyvälle tasolle useimpien lajien osalta. Aiemmin tarkastusten kohdentaminen ilman vuotoveteen keskittyviä ohjelmistoratkaisuja oli pitkälti sattumanvaraista. Nykytilanteessa Kouvolan Vedellä on rajalliset resurssit tarkastusten toteuttamiseen ja henkilöstösuunnittelussa on tärkeää huomioida myös kunnossapitohavaintojen käsittelyyn ja datan analysointiin tarvittavat resurssit.

Tavoitteet määritettiin vertaamalla saneerausten määrää, aiempaa tarkastustahtia sekä tarkastettavien kohteiden kokonaismäärää. Tämä menetelmä osoittautui toimivaksi ja saavutettu lopputulos vastasi ennakkoarviota. Tavoitteet ovat realistisia ja niiden voidaan odottaa toteutuvan. On kuitenkin huomioitava, että tavoitteiden saavuttamiseen vaikuttaa oleellisesti eri ohjelmistojen toimivuus ja niihin vaikuttavat mittaukset. Tavoitteita laatiessa havaittiin, että verkkotietojärjestelmästä katosi tietoa saneerausten yhteydessä tai ainakin sen löytäminen eri hakutyökalujen avulla oli vaikeaa ja aikaa vievää.

Toimenpiteet kohdistuvat pääasiassa vuotovesien paikantamiseen ja tarkastusten tehokkaaseen kohdentamiseen. Varsinaiset korjaustoimenpiteet riippuvat havaittujen ongelmien laajuudesta. Keskeistä on kuitenkin viallisten kohteiden tunnistaminen, jotta tarvittavat korjaukset voidaan suunnitella ja aikatauluttaa asianmukaisesti. Kohdentamisen tulee perustua huolelliseen analyysiin, jotta asetettuihin tavoitteisiin voidaan päästä. Erityisesti kuvaus- tutkimusten lisääminen voi merkittävästi edistää vuotovesien paikantamista. Lisäksi näistä tutkimuksista saadaan arvokasta tietoa koko linjaston yleisestä kunnosta.

Yksi tulevaisuuden haasteista on kasvavan datamäärän hallinta ja käsittely. Verkkotietojärjestelmä mahdollistaa tietyssä määrin tiedon jaottelun ja skaalauksen, mutta suuri osa analysoinnista jää edelleen manuaaliseksi työksi. Jatkossa olisikin syytä pohtia, voisiko tekoälyä hyödyntää tämänkaltaisen datan analysoinnissa. Esimerkiksi tarkastuskaivosta otetun valokuvan analysointi tekoälyn avulla voisi parantaa arvioinnin tasalaatuisuutta ja tehokkuutta.

Opinnäytetyöni aikana tutustuin eri laitosten kunnossapidon käytäntöihin ja niissä esiintyviin haasteisiin. Haasteet olivat pitkälti samoja eri laitoksissa, mikä on tullut esiin myös aiemmissa tapaamisissa alan toimijoiden kanssa. Huomasin myös, että ratkaisut näihin haasteisiin ovat monilla laitoksilla hyvin samankaltaisia ja käytössä olevat ohjelmistot ovat usein

samoilta toimittajilta. Ohjelmistoja hankittaessa onkin yleistä kysyä suosituksia ja kokemuksia muilta laitoksilta.

Pidän erittäin tärkeänä vesihuoltoalan laitosten välistä yhteistyötä. Kuten sanonta kuuluu, pyörää ei kannata keksiä uudestaan. Laitosten välinen vuorovaikutus on säilytettävä aktiivisena ja uusia toimintatapoja kehitettäessä tai ongelmia kohdattaessa on hyödyllistä ottaa muita laitoksia mukaan keskusteluun kokemusten jakamiseksi. Yhteistyö mahdollistaa parhaiden käytäntöjen jakamisen sekä uusien työkalujen ja teknologioiden arvioinnin vertailevasti. Tämä mahdollistaa rajallisten resurssien tehokkaamman hyödyntämisen. Esimerkiksi eri laitosten käyttämien ohjelmistojen toimivuutta ja soveltuvuutta voisi arvioida yhteisesti, mikä helpottaisi uusien ratkaisujen käyttöönottoa ja vähentäisi virrehankintojen riskiä.

Näiden havaintojen valossa arvioisin Kouvolan Veden kunnossapidon tilannetta suhteessa muihin saman kokoluokan laitoksiin. Toteaisin meidän toimintamme ja panostuksen olevan vähintäänkin hyvällä alulla ja tarkastusten kohdalla jo hyvässä vauhdissa. Tässä mielessä voimme hyödyntää muiden laitosten kokemuksia ja ratkaisumalleja kehittääksemme omaa toimintaamme edelleen.

Lähteet

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

Karttunen, E. 2010. RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Perusteet ja toiminnallisuus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Kekki, T., Keinänen-Toivola, M., Kaunisto, T. & Luntamo, M. 2007. Talousveden kanssa kosketuksissa olevat materiaalit. Vesi-instituutin julkaisuja 1. Turku: Vesi-instituutti/Prizztech Oy.

Kortelainen, H., Komonen, K., Laitinen, J., Valkokari, P. & Hanski, J. 2021. Tietämisperusteinen elinjakson hallinta. 1. painos. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. E-kirja. Viitattu 11.2.2025. Saatavissa: <https://www.promaint.net/lehti/ladattavat-opukset/>

Kouvolan Vesi Oy. 2021. Toimitusehdot. Viitattu 8.4.2025. Saatavissa: <https://kouvolanvesi.fi/wp-content/uploads/2020/11/Yleiset-toimitusehdot-1.3.2021.pdf>

Kouvolan Vesi. 2024. Vuosikertomus 2023. Viitattu 10.2.2025. Saatavissa: https://kouvolanvesi.fi/wp-content/uploads/2024/04/Kouvolan-Vesi_vuosikertomus_2023_saavutettava.pdf

Kuulas, A., Renko, T. & Kuivamäki, R. 2020. Vesihuollon investointitarpeet vuoteen 2040. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 63. Helsinki: Suomen Vesilaitosyhdistys ry. PDF-dokumentti. Viitattu 8.4.2025. Saatavissa: https://www.vesilaitosyhdistys.fi/site/assets/files/5546/vesihuollon_investointitarpeet_vvy_10092020_final.pdf

Oriveden kaupunki. 2023. Talousvesi. Viitattu 29.4.2025. Saatavissa: <https://orivesi.fi/asukkaalle/asuminen-rakentaminen-ja-ymparisto/vesihuolto/talousvesi/>

Pieksämäen Vesi Oy. 2025. Padotuskorkeus. Viitattu 4.4.2025. Saatavissa: <https://www.pieksamaenvesi.fi/padotuskorkeus/>

Rantanen, S. 2017. Jätevesiviemäreiden kuntotutkimusten ja saneerausten kohdentaminen riskienhallinnan näkökulmasta. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma. Espoo.

Rintala, S. 2003. Muovisten vesijohtojen pitkäaikaiskestävyys. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 10. Helsinki: Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry.

Ronkainen, J. 2016. Vuotovesien merkitys jätevesihuollossa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenranta.

Valtioneuvosto. 2018. Tulevaisuuden kestävä vesihuolto – ennakointi, ohjaus ja järjestäminen. Viitattu 6.4.2025. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161028>

Vesihuoltolaki 119/2001.

VVY (Suomen Vesilaitosyhdistys ry). 2021. Viemäreiden kunnan tutkiminen. Viitattu 20.3.2025. Saatavissa: https://www.vesilaitosyhdistys.fi/site/assets/files/6208/viemareiden_kunnan_tutkiminen-1.pdf

VVY (Suomen Vesilaitosyhdistys ry). 2023. Vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmän raportti 2023. Viitattu 11.2.2025. Saatavissa: https://www.vesilaitosyhdistys.fi/site/assets/files/9142/vesihuoltolaitosten_tunnuslukujarjestelman_raportti_2023.pdf