

Haider Al-Rammahi

**ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET VIEMÄRIJÄRJESTELMÄÄN JA
VIEMÄRIJÄRJESTELMÄN VUOTAVUUDEN HALLINTA**

Case: HSY, Suomenlinna

ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET VIEMÄRIJÄRJESTELMÄÄN JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄN VUOTAVUUDEN HALLINTA

Case: HSY, Suomenlinna

Haider Al-Rammahi
Opinnäytetyö
Syksy 2023
Water and Environmental Management
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto, Water and Environmental Management -tutkinto-ohjelma

Tekijä: Haider Al-Rammahi

Opinnäytetyön nimi: Ilmastonmuutoksen vaikutukset viemärijärjestelmään ja viemärijärjestelmän vuotavuuden hallinta. Case: HSY, Suomenlinna

Työn ohjaaja: Mohamed Asheesh

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2023

Sivumäärä: 65

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat sään ääri-ilmiöt yleistyvät ja vesihuollon saneeraustarve on suurempi kuin siihen on tällä hetkellä mahdollista investoida. Viemärijärjestelmään päätyvien hule- ja vuotovesien määrä kasvaa sekä riski merivesien tulvimisesta sisäänpäin viemärijärjestelmään on korkeampi. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millaisia vaikutuksia säiden ääri-ilmiöillä on viemärijärjestelmään sekä kartoittaa keinoja, joilla hulevesi- ja vesistötulvista sekä vuotovesistä aiheutuvia haittoja pystytään hallitsemaan järkevästi ja kokonaisvaltaisesti Tarkastelun tavoitteena oli myös tunnistaa ja pilotoida ylivuotorakenteiden suunnittelun vaiheita.

Tutkimusmenetelmät sisälsivät kirjallisuuskatsauksia, haastatteluja sekä case-tutkimuksen. Tutkimustyön osana haastateltiin vesihuoltolaitos HSY:n, Vesihuoltoyhdistys VVY:n ja Ramboll Finlandin asiantuntijoita. Haastatteluissa tehtiin katsaus päivittyvään lainsäädäntöön ja liitossopimuksien muuttamiseen, paneuduttiin jätevesijärjestelmän toiminnallisuuteen sekä ikääntyvien viemäriverkostojen muodostamiin haasteisiin, kuten kasvavaan kunnossapidon tarpeeseen. Case-tapauksena tarkasteltiin HSY:n toiminta-alueella sijaitsevan Suomenlinnan jätevesijärjestelmän vuotavuutta ja mahdollisuuksia vaikuttaa ylivuotoihin ja meriveden tulvariskeihin ylivuototasojen korkeusaseman muutoksilla.

Tutkimuksen tuloksena selviää, että viemärijärjestelmään päätyvien hule- ja vuotovesien määrän kasvu aiheuttaa ylivuotoja ja lisää puhdistamoiden prosessiohituksia eli satunnaispäästöjä. Nämä heikentävät viemärijärjestelmien toiminnallisuutta ja kasvattavat riskejä, joita ovat vesistöjen ravintakuormitus, hygieniahaitat, omaisuusvahingot sekä raakavedenoton saastuminen. Viemärijärjestelmään kohdistuvien riskien pienentämiseksi ja toiminnallisuuden varmistamiseksi tulee kuntien, vesihuoltolaitosten ja kiinteistöjen toteuttaa toimenpiteitä. Keskeistä on tunnistaa riskikohteet, kriittiset rakenteet, viemärijärjestelmän kunto sekä analysoida ylivuotojen ja ohitusten syyt. Tämän jälkeen kartoitetaan keinoja, joilla vuotovesistä sekä hulevesi- ja vesistötulvista aiheutuvia haittoja pystytään hallitsemaan järkevästi ja kokonaisvaltaisesti.

Kiinteistöjen suojaamiseksi tulee lisätä informaatiota ja valistusta tulvariskeistä ja tulvasuojauksen toimenpiteistä. Riskialueilla voi olla aiheellista tehdä kiinteistöjen liitossopimukseen muutoksia, jotta viemärijärjestelmän muutokset tulevat mahdolliseksi. Vesihuoltolaitoksen ja kiinteistöjen sekä viemäri-innin eriyttämisellä varmistettaisiin viemärijärjestelmän parempi toiminnallisuus myös tulvatilanteessa, kun hulevedet pystyttäisiin ohjaamaan omassa erillisessä järjestelmässä. Saneerausvelan tuomia haasteita voidaan hallita viemärijärjestelmän koordinoitulla kunnan tutkimisella, valvonnalla ja kunnossapitotöiden riittävällä resurssoinnilla.

Asiasanat: jätevesi, ylivuoto, ilmastonmuutos.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Master of Engineering, Degree Programme in Water and Environmental Management

Author: Haider Al-Rammahi

Title of thesis: The effects of climate change on the sewage system and management of sewage system leakage. Case: HSY, Suomenlinna

Supervisor(s): Mohamed Asheesh

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2023

Number of pages: 65

The extreme weather events caused by the climate change are becoming more common and the need for renovation of the water services is higher than it is currently possible to invest. The amount of storm and leakage water ending up in the sewer system is increasing, and the risk of seawater flooding inward into the sewer system is higher. These impacts reduce the function of the sewer systems and increase the risks. The objective of the study was to find out what kind of effects extreme weather events have on the sewer systems and how these impacts can be managed. The aim was to identify how to manage sensibly and comprehensively the overflow caused by the storm and leakage water in the sewer system and pilot the planning stages of overflow structures.

The research methods and methodology included literature survey, interviews and a case study. As part of the research, experts from the Helsinki Region Environmental Services HSY, Finnish Water Utilities Association VVY and Ramboll Finland were interviewed regarding to the updated legislation, modification of connection agreements, the functionality of the wastewater system and challenges that the aging sewer networks are causing, such as the growing need for maintenance. The sewer system of Suomenlinna is in HSY operation area and the case study was to inspect the inflows and possibility to affect the overflows and sea floods by changing the overflow levels.

As the result of the study, the increased amount of storm and leakage water that ends up in the sewer system causes overflows and increases the spontaneous water emissions. These weaken the functionality of sewage systems and increase risks, such as higher nutrient loading of water system, hygiene problems, property damage and contamination of raw water. The municipalities, water utilities and property owners must implement measures to reduce the risks to the sewer system and to ensure its functionality. The key is to identify the high-risk areas, critical structures, the condition of the sewer system and analyze the causes of overflows and bypasses. After this it is needed to figure out and review the measures sensibly and comprehensively how to manage the damages caused by the water inflow and infiltration, storm water and flooding of watercourses.

To protect properties, information and education about flood risks and flood protection measures should be increased. In risk areas, it may be necessary to make changes to property connection agreements so that changes to the sewer system are possible. Contract changes require negotiation and assurance that the parties understand what they are committing to. The best result for the sewer network operation is achieved when also the service connections are renovated at the same time as the water utility's main pipelines. Separating the combined sewer systems of both water utility and properties would ensure the better functionality in the flood situation, when storm water is lead in its own separated system. The challenges brought by the renovation debt can be managed with a coordinated thorough examination of the sewer system, monitoring, and sufficient resources for maintenance work.

Keywords: sewage, leakage, climate change.

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 1.1 | Tausta ja selvityksen tarve | 7 |
| 2 | TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT | 8 |
| 2.1 | Tutkimuksen tavoitteet | 8 |
| 2.2 | Kirjallisuuskatsaus | 9 |
| 2.3 | Kyselytutkimus | 10 |
| 2.4 | Aineiston täydennys | 11 |
| 3 | TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT | 12 |
| 3.1 | Lainsäädäntö | 12 |
| 3.1.1 | Vesihuoltolaki ja vesihuoltolaitokset | 12 |
| 3.1.2 | Yhdyskuntien jätevedet | 14 |
| 3.1.3 | Ympäristönsuojelulaki ja terveydensuojelulaki | 15 |
| 3.1.4 | Liitoskohtalausuntojen muuttaminen | 16 |
| 3.1.5 | Kiinteistöjen hulevedet | 17 |
| 3.1.6 | Tulvariskien hallinta Suomessa | 18 |
| 3.1.7 | Yhdyskuntajätevesidirektiivi | 18 |
| 4 | ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET VIEMÄRIVERKOSTOON | 21 |
| 4.1 | Yleistä | 21 |
| 4.2 | Merivesitulvista muodostuvat haitat | 22 |
| 4.3 | Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät sademäärät ja voimistuvat myrskyt | 23 |
| 4.4 | Ilmastonmuutoksen vaikutukset kiinteistöjen viemäröintiin | 24 |
| 5 | VIEMÄRIJÄRJESTELMÄ JA SATUNNAISPÄÄSTÖT | 27 |
| 5.1 | Viemäriverkostot | 27 |
| 5.1.1 | Viemäriverkoston ylivuotorakenteet | 27 |
| 5.1.2 | Jätevesitunnelit | 28 |
| 5.2 | Viemäriverkon satunnaispäästöt | 29 |
| 5.2.1 | Viemäriverkon toimintahäiriöt | 29 |
| 5.2.2 | Satunnaispäästöjen muodostuminen | 30 |
| 5.3 | Pilottikohte: Suomenlinnan jätevesijärjestelmä | 32 |
| 5.3.1 | Suomenlinnan pilottikohteen esittely | 32 |
| 5.3.2 | Suomenlinnan jätevesijärjestelmän vuotavuuden arviointi | 33 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.4 | Viemäriverkon investointitarpeet ja kunnossapitotyöt | 34 |
| 6 | TUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYSOINTI | 36 |
| 6.1 | Liitossopimuksien muuttamiseen liittyvien haastattelujen tulokset..... | 36 |
| 6.1.1 | Kiinteistöjen liitossopimuksien tulevaisuus..... | 38 |
| 6.2 | Yhdyskuntajätevesidirektiivi ja sen vaikutus tulevaisuudessa Suomen lainsäädäntöön | 39 |
| 6.3 | Pilottikohde: Suomenlinnan tarkastelun tulokset | 40 |
| 6.3.1 | Suomenlinnan nykyisien ylivuotokynnyksien nostaminen | 42 |
| 6.3.2 | Ylivuotorakenteiden korkeudet Suomenlinnan alueella..... | 43 |
| 6.4 | Kunnossapidon haasteisiin liittyvien haastatteluiden tulokset – Case HSY | 44 |
| 6.5 | Ylivuotojen hallintamenetelmät..... | 48 |
| 6.6 | Ylivuotorakenteiden suunnittelu..... | 52 |
| 7 | TIIVISTELMÄ..... | 54 |
| 7.1 | Lainsäädäntö..... | 54 |
| 7.2 | Yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistaminen | 55 |
| 7.3 | Ilmastonmuutoksen vaikutukset viemäriverkoston ja kiinteistöjen viemärointiin | 56 |
| 7.4 | Kiinteistöjen liitossopimuksien tulevaisuus | 57 |
| 7.5 | Suomenlinnan vuotavuus ja tulvariskien hallinta | 58 |
| 7.6 | Kunnossapidon haasteet..... | 59 |
| 7.7 | Ylivuotojen hallintamenetelmät..... | 60 |
| 7.8 | Ylivuotorakenteiden suunnittelu..... | 60 |
| | LÄHTEET..... | 62 |

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja selvityksen tarve

Tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen aiheuttamat ääri-ilmiöt, kuten voimistuvat rankkasateet ja merivesitulvat, tulevat yleistymään (Valtioneuvosto 2021). Näiden ääri-ilmiöiden vaikutukset kohdistuvat suoraan vesihuoltolaitoksien hule-, seka- ja jätevesijärjestelmiin. Voimistuvat rankkasateet aiheuttavat suuria virtaamaa vaihteluja, etenkin sekavesiviemäröidyillä alueilla, joiden myötä viemärijärjestelmän ylivuotojen määrä voi kasvaa. Tämän lisäksi rannikkoseuduilla merivesitulvat kasvattavat riskiä meriveden tunkeutumiselle viemärijärjestelmään olemassa olevien ylivuotorakenteiden kautta, joka edelleen heikentää viemäriverkoston toiminnallisuutta sekä kuormittaa jätevesipumppaamoja ja jätevedenpuhdistamoita kasvattaen viemärijärjestelmän ylivuotojen määrää. Viemärijärjestelmän ylivuodot ja prosessiohaukukset ovat satunnaispäästöjä, jotka aiheuttavat ravinnekuormitusta vesistöihin, hygieniahaittaa ja haitallisimmillaan raakavedenoton saastumisriskin. Ilmaston muuttumisen ja tiukentuvien ympäristövaatimuksien myötä vesihuoltolaitoksien on entistä tärkeämpää kiinnittää huomiota satunnaispäästöjen ennaltaehkäisyyn ja hallintaan. Lisäksi vesihuoltolaitoksien ja kaupunkien tulee yhteistyössä tutkia niitä keinoja, joilla hulevesi- ja vesistötulvista kohdistuvaa haittaa pystytään hallitsemaan järkevästi ja kokonaisvaltaisesti.

Vesihuoltolaitosten viemäriverkostoissa sijaitsevat ylivuotorakenteet ovat suunniteltuja rakenteita, joiden avulla varmistetaan, että viemäriverkoston häiriö- tai tulvatilanteessa jätevedet pystytään ohjaamaan hallitusti ennalta sovittuun paikkaan, kuten hulevesiviemäriin, ojaan tai suoraan läheiseen vesistöön. Tällöin jätevedet eivät pääse tulvimaan hallitsemattomasti kiinteistöihin tai ympäristöön muodostaen esimerkiksi hygieniariskiä ja omaisuusvahinkoja. Toisaalta näiden ylivuotorakenteiden kautta voi viemärijärjestelmään tunkeutua vesiä esimerkiksi hulevesien tai vesistöjen tulvatilanteessa heikentäen verkoston toiminnallisuutta ja muodostaen jätevesien tulvimista. Ylivuotorakenteet sijoittuvat useimmiten jätevesipumppaamojen ja puhdistamojen yhteyteen. Lisäksi ylivuotorakenteita voi sijaita myös viemäriverkoston niissä kohdissa, joissa se todetaan tarpeelliseksi. Näitä ovat esimerkiksi sekavesiviemäröidyt alueet, joissa suurien virtaamavaihteluiden myötä voi syntyä herkästi viemäreiden tulvimista.

2 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

2.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kirjallisuuden perusteella, miten ilmastonmuutos vaikuttaa vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston ja jätevesipumppaamoihin sekä miten näihin vaikutuksiin voidaan sopeutua. Lisäksi tavoitteena oli kartoittaa ikääntyvien viemäriverkoston muodostamia haasteita niin viemäriverkoston toiminnalle kuin kunnossapidolle. Tutkimustyön yhteydessä tehtiin myös katsaus ajankohtaiseen vesihuoltolakiin (119/2001) ja haastateltiin vesihuoltolaitosyhdistys VVY:n ja HSY:n juristeja liitossopimuksien muuttamiseen ja uudistuvaan jätevesidirektiiviin liittyen. Tutkimusta täydennettiin asiantuntijahaastatteluin, joita pidettiin vesihuoltolaitos HSY:n ja Ramboll Finlandin asiantuntijoille. Asiantuntija haastatteluissa paneuduttiin ikääntyvän viemäriverkoston tuomiin haasteisiin, kuten viemäriverkoston toimintahäiriöihin, kunnossapitoon ja saneeraukseen liittyen.

Kirjallisuuskatsauksen ja haastattelujen lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli tutkia HSY:n toiminta-alueella sijaitsevan Suomenlinnan jätevesijärjestelmän vuotavuutta, jossa viemäriverkoston epäillään pääsevän meriveden lisäksi sade- ja sulamisvesiä, jotka kuormittavat jätevesijärjestelmää entisestään. Viemärijärjestelmän vuotavuutta ja meriveden vaikutuksia tutkittiin HSY:n pumppaamon virtaamatietoa ja ilmatieteen laitoksen tuottamaa avointa dataa hyödyntäen. Lisäksi tutkimukseen sisältyi kenttätutkimuksia ja alustavaa suunnittelutyötä. Tutkimuksen yleisrakenne on seuraava kuten alla olevassa kuvassa 1 on esitelty.



KUVA 1. Tutkimuksen yleisrakenne

2.2 Kirjallisuuskatsaus

Tämän tutkimuksen kirjallisuusselvityksessä paneuduttiin aiemmin tehtyihin tutkimuksiin ja raportteihin, jotka vaikuttavat vesihuoltolaitoksen toimintaan ja jätevesiviemäriverkoston toiminnallisuuteen. Kirjallisuuskatsauksen aihepiirit ovat esitelty seuraavasti:

LAINSÄÄDÄNTÖ

Tutkimuksessa paneudutaan lakeihin ja asetuksiin, joilla säädetään vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella kerättäviä ja johdettavia jätevesiä. Tavoitteena on perehtyä niihin lain pykäliin, jotka erityisesti liittyvät vesihuoltolaitosten jätevesijärjestelmän satunnaispäästöihin. Lisäksi tehdään katsaus niihin lain pykäliin, joilla on epäsuoraa vaikutusta satunnaispäästöihin, kuten hulevesien johtamiseen sekä tulvasuojeluun. Lainsäädäntöön liittyvässä katsauksessa sivutaan myös yhdyskuntajätevesidirektiiviä (91/271/ETY), jota tutkimuksen aikaan tarkennetaan EU:ssa. Direktiivin (91/271/ETY) uudistuksella tavoitellaan mm. jätevesien puhdistamisen tehostamista ja pyritään vähentämään satunnaispäästöjen haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Lopuksi tutkimusta täydennettiin lakiasiantuntijoille suunnatulla kyselytutkimuksella, jossa paneuduttiin mm. vesihuoltolaitosten ja kiinteistöjen välisien liitossopimusten muuttamiseen sekä direktiivin (91/271/ETY) mahdollisiin vaikutuksiin Suomen lainsäädännössä.

ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUS VESIHUOLTOLAITOKSEN VIEMÄRIVERKOSTOON

Tutkimuksessa pyrittiin kokoamaan ilmastomuutoksen vaikutuksesta muodostuvia haittoja erityisesti vesihuoltolaitoksen jätevesijärjestelmään. Aihepiiristä löytyy muutamia aikaisemmin laadittuja tutkimuksia (esimerkiksi Vienonen & al. 2012; Ruosteenoja & al. 2016; Tuomenvirta & al. 2018), mutta Suomessa toteutettuja ja erityisesti vesihuoltolaitoksen jätevesijärjestelmään paneutuvia tutkimuksia löytyi vain muutamia (esimerkiksi Meriläinen & al. 2019; Hughes & al. 2021). Lisäksi ilmastomuutoksen vaikutuksista yhdyskuntiin ja vesihuoltoon, kuten maankäytön suunnitteluun tai tulvasuojeluun, on laadittu monia raportteja ja selvityksiä (esimerkiksi Helsingin ja Espoon tulvaryhmä 2021). Tämän tutkimuksen yhteydessä paneuduttiin lähinnä niihin asioihin, jotka vaikuttavat keskeisesti vesihuoltolaitoksen jätevesijärjestelmän toiminnallisuuden kannalta keskeisiin vaikuttajiin.

JÄTEVESIJÄRJESTELMÄN TOIMINTAHÄIRIÖT JA SATUNNAISPÄÄSTÖT

Tutkimuksessa syvennyttiin yleisesti vesihuoltolaitoksen jätevesijärjestelmän toimintahäiriöihin ja satunnaispäästöihin sekä niiden vaikutuksiin. Jätevesijärjestelmän satunnaispäästöistä on laadittu Suomessa runsaasti raportteja muun muassa eri vesihuoltolaitosten ja ELY-keskusten sekä valtioneuvoston toimesta (esimerkiksi HSY 2011; Siintoharju 2016; Ahonen 2018; Laitinen & al. 2022). Tutkimukseen valitun kirjallisuusaineiston perusteella hahmoteltiin keskeisimmät syyt jätevesijärjestelmän satunnaispäästöjen muodostumiselle ja tutkittiin satunnaispäästöjen hallintaan sopivia toimenpiteitä.

IKÄÄNTYVÄT VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT JA KUNNOSSAPIDON HAASTEET

Tutkimuksen tärkeänä osana paneuduttiin myös vesihuoltoon kohdistuvaan saneeraustarpeeseen, josta viime vuosina on käyty paljon keskustelua alan asiantuntijoiden toimesta. Aiheesta on tehty lukuisia tutkimuksia sekä selvityksiä (esimerkiksi Roti 2021). Vesihuollon saneerausvelka on ilmeinen, joten tutkimuksen yhteydessä keskityttiin erityisesti HSY:n toiminta-alueen jätevesijärjestelmän kunnossapidon haasteisiin ja valvontaan sekä tiedonhallintaan. Ikääntyvien verkostojen haasteita täydennettiin asiantuntijoille suunnatulla kyselytutkimuksella.

2.3 Kyselytutkimus

Vesihuoltolaitoksen jätevesijärjestelmän toimintaan kohdistuu tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen ja ikääntyvän verkoston myötä merkittäviä haasteita, etenkin viemäriverkoston toiminnallisuuteen ja kunnossapitoon. Viemärijärjestelmät ikääntyvät ja vesihuoltoalalla vallitseva yleinen osaamis- ja resurssipula tulevat nousemaan merkittävään asemaan tulevaisuudessa. Lisäksi vesihuoltoa koskeva lainsäädäntö päivittyy ja kehittyy parhaillaan. Tämän tutkimuksen ohella toteutettiin vesihuoltolaitos HSY:lle, Vesihuoltoyhdistys VVY:lle ja Ramboll Finlandin asiantuntijoille suunnattu kyselytutkimus haastattelujen muodossa. Haastattelujen tavoitteena oli tehdä ajankohtaiskatsaus päivittyvään lainsäädäntöön ja liitossopimuksien muuttamiseen liittyen. Lisäksi paneuduttiin jätevesijärjestelmän toiminnallisuuteen ja ikääntyvien viemäriverkostojen muodostamiin haasteisiin, kuten kasvavaan kunnossapidon tarpeeseen, resurssointiin ja valvontaan liittyen. Varsinaiset tutkimuskysymykset ovat esitetty jäljempänä, kunkin tarkasteltavan aiheen kohdalla. Kyselytutkimus toteutettiin vuosien 2021 ja 2022 aikana. Haastattelut puitiin alan asiantuntijoiden ja lakiasiantuntijoiden kanssa seuraavasti:

1. Lainsäädäntöön liittyvä kyselytutkimus kohdennettiin HSY:n ja Vesilaitosyhdistyksen lakihenkilöille. Lakihenkilöiden haastatteluissa keskityttiin uudistuvaan yhdyskuntajätevesidirektiiviin ja vesihuoltolain (119/2001) liittymissopimuksien muuttamiseen.
2. Jätevesijärjestelmän toiminnallisuuteen ja kunnossapitoon liittyvä kyselytutkimus osoitettiin HSY:n piirimestareille, kunnossapitopäälliköille, projektipäälliköille, kehitysinsinööreille, jota oli täydentämässä Ramboll Finlandin asiantuntijoiden lausunnot. Asiantuntijoiden haastatteluissa paneuduttiin kunnossapidon haasteisiin, ääriolosuhteiden aiheuttamiin haittoihin ja tulevaisuudessa kasvavaan saneeraustarpeeseen liittyen.

2.4 Aineiston täydennys

Lisäksi työhön sisältyi maastokäyntejä, teknistä dokumentointia ja HSY:n arkistojen tutkimista ja suunnittelutyötä. Tutkimusaineistoa pyrittiin täydentämään HSY:n arkistoista löytyvien vanhojen vesihuoltosuunnitelmien ja liitoskohtalausuntojen avulla. Lisäksi tutkimuksen pilottikohteessa (Suomenlinna) toteutettiin maastokäynti kesällä 2021, jossa tehtiin vuositarkastus Suomenlinnan jätevesiviemäriverkoston pumppaamoille ja niiden ylivuotorakenteille. Maastokäynnin yhteydessä kohteet dokumentoitiin valokuvaamalla, joita hyödynnettiin ylivuotorakenteiden arvioinnissa ja sopivien toimenpiteiden kehittämisessä. Tutkimusaineistot päätettiin jättää vain HSY:n sisäiseen käyttöön.

3 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

3.1 Lainsäädäntö

Suomessa vesihuoltoon liittyvää lainsäädäntöä on säädetty useassa eri laissa ja asetuksessa. Tässä kappaleessa muodostetaan peruskuvaa siitä mitä laissa määrätään vesihuoltolaitoksen viemärointiin, toimintaan sekä liitossopimuksien muuttamiseen liittyen. Lisäksi tähän lukuun on sisällytetty hulevesien johtamiseen, tulvariskien hallintaan liittyvät kohdat, koska kokonaisvaltaisella hulevesien ja tulvariskien hallinnalla on vaikutusta muun muassa vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston toimintaan. Seuraavissa luvuissa on huomioitava se, että lait ja asetukset voivat tulevaisuudessa täydentyä, muuttua tai kumoutua, joten asiasisältöjä käsiteltäessä tulee aina tarkastaa mitä ajankohtaisimmat lait ja asetukset määräävät.

3.1.1 Vesihuoltolaki ja vesihuoltolaitokset

Suomessa toimii parhaillaan noin 1100 vesihuoltolain (119/2001) nojalla toimivaa vesihuoltolaitosta, joista kunnan tai kaupungin omistuksessa on reilu kolmasosa, ja loput ovat vesihuoltolaitosten toiminta-alueen ulkopuolella toimivia ja asukkaiden hallinnoimia vesiosuuskuntia. Kun mukaan otetaan ne vesihuollon toimijat, jotka eivät täytä vesihuoltolain (119/2001) 3§ mukaisia vesihuoltolaitoksen kriteereitä, on vesihuollon toimijoita Veeti-tietojärjestelmän mukaan noin 1800. Näiden toimijoiden joukossa on paljon osuuskuntia, joiden toiminta-alueita ei ole määritetty. (Kuulas & al. 2020.)

Vesihuoltolaitoksen toimintaan sisältyy vesihuoltolain (119/2001) nojalla monenlaisia vastuullisia tehtäviä yhteiskunnan toiminnan kannalta. Vesihuoltolaitos vastaa muun muassa toiminta-alueellansa käytettävien vesien tuottamisesta sekä jäteveden keräämisestä että johtamisesta käsittelyyn ja lopuksi käsitellyn veden palauttamisesta ympäristöön, mukaan lukien rakennetun alueen pinnoille kertyvän hulevesien ja perustusvesien viemäroinnistä siltä osin kuin vesihuoltolaitos on jäsenkunnan tai muun vastaavan tahon kanssa sopinut huolehtivansa. Vesihuoltolaitosten rakenteelliset vastuut, riippuen kunnan ja laitosten tapauskohtaisesta sopimuksesta, ovat pääosin jaettu kahteen tai kolmeen eri kokonaisuuteen, jotka ovat esitelty seuraavalla sivulla.

VESIHUOLTOLAITOKSEN JA KIINTEISTÖN VÄLINEN RAJA

Vesihuoltolaitoksen ja kiinteistön välinen raja on määritelty kiinteistönomistajan ja vesilaitoksen välisessä sopimuksessa. Kiinteistön sisäiset johdot ja laitteet, eivät yleensä kuulu vesilaitoksen vastuun piiriin vaan kiinteistö vastaa joiden ja laitteiden toimivuudesta sekä kunnossapidosta aina vesihuoltolaitoksen liitoskohtaan saakka (119/2001 13§), vaikka vesihuoltolaitoksen viemäriverkon rakenne ja toimintaperiaate vaikuttaa kiinteistön sisäiseen viemärintiin. Esimerkiksi yleisellä alueella sijaitsevan viemärin korkeusasema ja sijainti voi vaikuttaa siihen, miten kiinteistön viemärinti liitetään vesihuoltolaitoksen viemäriin – gravitaatiojuoksuksella (viettoviemäri) vai pumpaamalla (paineviemäri). Lähtökohtaisesti vesihuoltolaitos tulee toiminnassaan pyrkiä sijoittamaan viemärinsä sellaiselle korkeudelle ja sijainnille, jossa kiinteistön viemärinti pystytään hoitamaan siten, ettei kiinteistölle muodostu liiallisia kustannuksia (119/2001 12§). Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista suuren asennussyvyyden, haastavan kunnossapidettävyyden tai kustannuksien kasvaessa kohtuuttoman suuriksi. Lisäksi kiinteistön omistajan tai haltian tulee huolehtia siitä, että kiinteistön johdot sekä laitteet pysyvät asiallisessa kunnossa eikä niistä aiheudu haittaa vesihuoltolaitoksen toiminnalle, ihmisten terveydelle eikä ympäristölle. Vesihuoltolaitoksen edustajalla on lain (119/2001) nojalla oikeus tarkastaa laitoksen verkostoon liitetyn johdon tai laitteen laatu, toiminnallisuus ja kunto (Vesihuoltolaki 119/2001 13 §).

VESIHUOLTOLAITOKSEN JA KUNNAN VÄLINEN RAJA VIEMÄRÖINNISSÄ

Toisena rakenteellisena rajana voidaan pitää tilannetta, jossa vesihuoltolaitos ja jäsenkunta ovat jakaneet vastuuta erillisviemäroinnin kunnossapidosta ja valvonnasta siten, että vesihuoltolaitos vastaa vain jätevesi- ja vesijohtoverkoista ja kunta hulevesistä. Tällöin kunnan vastuulla on hoitaa hulevesijärjestelmän ylläpito ja valvonta, mukaan lukien yleisillä alueilla sijaitsevat avo-ojat ja painanteet, jotka ovat osa hulevesijärjestelmää aina purkuvesistöön asti. Toisaalta vesihuoltolain (119/2001 17 a §) mukaan vesihuoltolaitoksella ja kunnalla on mahdollisuus jakaa vastuuta edellä mainitun yhdistelmänä, jossa vesihuoltolaitos ja kunta neuvottelevat laitoksen vastuista viemäroidä toiminta-alueensa hulevesiä. Neuvottelun tuloksena tehdään sopimus hulevesien viemäroinnistä kunnan alueella, jonka edellytyksenä on, että vesihuoltolaitoksella on riittävät resurssit huolehtimaan hulevesiverkoston toiminnallisuudesta taloudellisesti ja asiaankuuluvasti. Lisäksi edellä mainituissa järjestelyissä on vielä huomiotava se, että kunnilla on maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) sekä tulvariskien hallinta lain (620/2010) mukaan vastuu hallita ja estää hulevesistä muodostuvia tulvariskejä kaupunkialueilla. Hulevesitulvilla on usein vaikutusta myös vesihuoltolaitoksen viemärijärjestelmään ja ylivuotoihin, joten kuntien tulee ottaa hu-

VESIHUOLTOLAITOKSEN PURKUAUKON JA PURKAUTUVAN VEDEN VAIKUTUSALUE

Vesihuoltolaitoksen kolmantena rakenteellisena rajana voidaan pitää vesistöön johtavan purkuputken ulointa päätä ja purkautuvan veden vaikutusalueita, joka on useasti purkuputken suuta kauempana vesistössä. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että purkuputken omistaa vesihuoltolaitos. Tällöin vesihuoltolaitoksen purkuputkesta purkautuvan veden vaikutusalueita ohjaa mitä ympäristösuojelunlaissa (527/2014) ja vesilaissa (587/2011) määrätään niin laajalti kuin viemäri-vesien vaikutusalue ulottuu.

3.1.2 Yhdyskuntien jätevedet

Suomen taajamissa asui vuoden 2020 lopussa noin 4,73 miljoonaa asukasta kokonaisväestön ollessa hieman yli 5,53 miljoonaa. Taajamaväestön osuus oli arvioiltaan noin 87 %. Suomen jätevesipuhdistamoilla puhdistetaan jätevesiä yhteensä noin 550 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, josta arviolta noin 30 % on peräisin vuotovesistä, kuten hulevesistä. (Suomen ympäristökeskus 2021a.)

Valtioneuvoston antaman yhdyskuntajätevesiasetuksen (888/2006 3 §) nojalla yhdyskuntien taajamat tulee liittää vesihuoltolaissa (119/2001) määriteltyyn kunnan vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen piiriin. Vesihuoltolaitoksen tulee toiminnassaan varmistaa, että jätevesien johtamisessa käytetään parasta käyttökelpoista tekniikkaa ja huomioidaan asianmukaisesti jätevesien määrään ja ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät sekä pyrkiä estämään viemäriverkoston muodostumista ja rajoittaa ylivuodoista aiheutuvia vesien pilaantumista. (Yhdyskuntajätevesien asetus 888/2006.) Lisäksi vesihuoltolaitoksen tulee myös huolehtia siitä, että viemäriverkosto on vuotamaton ja tukkeutumaton sekä mahdollisimman vähän kunnossapitotoimenpiteitä vaativa kokonaisuus. Puhdistamoilla tulee jätevesien käsittely olla riittävän tehokasta puhdistamaan likaantuneet vedet ennen purkua vesistöön, jottei puhdistettu viemäriveresi aiheuta hygieenisiä tai muita vastaavia haittoja ympäristölle, eliöille eikä ihmisille. (Vesihuoltolaki 119/2001; RIL-124-1 2003.)

Yhdyskuntia varten rakennettu viemärijärjestelmä on moniulotteinen kokonaisuus, joka vaatii toimiakseen eri sidosryhmien jatkuvaa yhteistyötä, valvontaa ja kunnossapitoa yhteiskuntamme terveyden sekä toiminnan jatkuvuuden varmistamiseksi. Vesihuoltojärjestelmän kunnossapidosta vastaa vesihuoltolaitosten lisäksi myös käyttäjät ja kunnat. Rakennusinsinöörien Liiton julkaisun (RIL 124-1 2003) mukaan yhdyskunnissa muodostuvat ja johdettavat vedet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

JÄTEVESI

Kotitalouksista ja teollisuuslaitoksista kertyvä likaantunut vesi.
Johdetaan puhdistamolle käsittelyyn

SEKAVESI

Kotitalouksista ja teollisuuslaitoksista kertyvä likaantunut vesi, joka sisältää myös hulevesiä.
Johdetaan puhdistamolle käsittelyyn.

HULEVESI

Kohtalaisen puhdas, sateesta ja lumen sulamisesta muodostunut vesi.
Johdetaan suoraan tai käsittelyn kautta vesistöön.

Jätevesissä kulkeutuu lukuisia ympäristölle ja ihmisille haitallisia kiinteitä ja orgaanisia aineita sekä ravinteita, jotka aiheuttavat vesistön rehevöitymistä, joita pyritään vähentämään ja poistamaan niille tarkoitetuilla puhdistamoilla ennen puhdistetun veden purkamista vesistöön (RIL 124-1 2003). Typen ja fosforin lisäksi viime vuosina on alettu panostamaan myös merkittävästi vesien laatuhaikentävien aineiden, kuten lääkeainejäämien ja mikromuovien, puhdistamiseen. Yhdyskuntajätevesiasetuksen (888/2006) nojalla puhdistamoille on säädetty puhdistamoiden vähimmäisvaatimukset puhdistusteholle, tarkkailulle ja raportoinnille. Vaatimukset tiukentuvat puhdistamolle johdettavan vesimäärän ja puhdistamon koon kasvaessa. Raportoitu kuormitus koostuu puhdistetun jäteveden aiheuttamasta kuormituksesta sekä mahdollisten ohitusjätevesien ja verkoston ylivuotojen aiheuttamasta kuormituksesta. (RIL 124-1 2003.) Puhdistamoiden lupaehtoja ja toimintaa valvoo alueellinen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY). Täten vesihuoltolaitos, jonka toimintaan sisältyy talousveden toimittaminen tai jäteveden vastaanotto vähintään 5000 kuutiometriä vuorokaudessa, tulee vesihuoltolain mukaan (119/2001) ilmoittaa mahdollisimman pian verkostossaan tapahtuneesta häiriötilanteesta ELY-keskukselle. (Vesihuoltolaki 119/2001 15b §.)

3.1.3 Ympäristönsuojelulaki ja terveydensuojelulaki

Vesihuoltolaitoksen tulee terveydensuojelulain (763/1994) 22 §:n nojalla huolehtia siitä, että laitoksen viemäriverkoston sijoittamisessa ja suunnittelussa varmistetaan verkoston asianmukainen toiminnallisuus ja ettei rakentamisesta tai ylläpidosta aiheudu jälkepäin terveyshaittaa ihmisille eikä muulle ympäristölle. Vesihuoltolaitoksen tulee ympäristönsuojelulain (527/2014) nojalla olla selvillä toimintansa mahdollisista ympäristövaikutuksista ja ympäristöriskeistä sekä pyrkiä toiminnassaan etsimään jatkuvasti keinoja haitallisten vaikutusten hallitsemiseen ja vähentämiseen. Laitosten on ryhdyttävä ympäristönsuojelulain (527/2014) nojalla asianmukaisiin toimenpiteisiin, mikäli todetaan laitoksen viemäriverkoston kunnan tai toiminnallisuuden aiheuttavan ympäristön pilaantumista tai vaarantavan alueen monimuotoisuutta. (527/2014 1 §, 6§, 9§.) Ympäristönsuojelulakiin (527/2014) viitaten vesihuoltolaitokselta voidaan vaatia toiminnassaan ehkäisemään, rajoittamaan tai estämään ympäristöhaitan muodostumista. Täten viemäriverkoston toiminnallisuuden kannalta välttämättömän osan tai laitteen, kuten jätevesipumppaamon tai ylivuotorakenteen, sijoittamisessa tulee huomioida, ettei siitä aiheudu ympäristön pilaantumista eikä muodosta esteitä maankäytön kehitykselle. Viemäriverkoston osat ja laitteet eivät yleisesti vaadi ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa, lukuun ottamatta jätevesien käsittelyyn tarkoitettuja puhdistamoita. Ympä-

ristölaissa (527/2014) saneltuja ilmoitus-, lupa- ja valvontatehtäviä hoitaa kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, joka myös edustaa osaltaan ympäristönsuojelun mukaista yleisen edun puhevaltaa ympäristölain mukaisessa päätöksenteossa. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014.)

3.1.4 Liitoskohtalausuntojen muuttaminen

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää olemassa olevien liitossopimuksien liitteenä olevien liitoskohtalausuntojen muuttamista. Tavoitteena on paneutua annettujen padotuskorkeuksien muuttamiseen ja siihen liittyvään juridiseen prosessiin. Tavoitteen taustalla on tulevaisuudessa muodostuvat paineet satunnaispäästöjen vähentämiseksi ja lainsäädäntöön mahdollisesti kirjattavat tiukennukset satunnaispäästöihin liittyen. Lisäksi ilmastonmuutoksen seurauksena yleistyvät hule- ja vesistötulvat, voivat tunkeutua viemärijärjestelmiin nykyisten ylivuotokynnyksien kautta aiheuttaen haittaa järjestelmän toiminnallisuudelle ja kiinteistöille. Tämän vuoksi olisi hyödyllistä, jos ylivuotoyhteyksien korkeusasemaa voisi nostaa ylempäs. Tutkimuksessa määriteltiin ennakkoon haastattelukysymykset, joista laadittiin tiivistelmä kiteyttämään haastatteluissa käytyjä keskusteluja. Näiden haastattelujen tulokset on esitetty luvussa kuusi (6). Haastatteluissa paneuduttiin liitossopimuksien muuttamiseen vesihuoltolain (119/2001) kohdan 23 § mukaan, jossa todetaan:

Vesihuoltolaki (119/2001) edellyttää kiinteistön ja vesihuoltolaitoksen välisen sopimuksen (119/2001 23 §) tekemistä, jonka sisältöä ei voida yksipuolisesti muuntaa. Sopimuksen muuttaminen edellyttää neuvotteluprosessin käynnistämistä ja molempien sopimusosapuolien hyväksymistä. Vesihuoltolain (119/2001) mukaan vesihuoltolaitos on oikeutettu muuttamaan sopimuksen mukaisia maksuja ja muita ehtoja vain:

- 1) sopimusehdoissa yksilöidyillä perusteilla edellyttäen, että sopimuksen sisältö ei kokonaisuutena olennaisesti muutu;
- 2) lainsäädännön muutoksen tai viranomaisen siihen perustuvan päätöksen perusteella;
- 3) muusta erityisestä syystä olosuhteiden olennaisesti muututtua.

Lisäksi vesihuoltolain (119/2001) mukaan vesihuoltolaitoksella on oikeus tehdä sopimusehtoihin vähäisiä muutoksia, joilla ei ole vaikutusta sopimuksen keskeiseen sisältöön.

3.1.5 Kiinteistöjen hulevedet

Maankäyttö- ja rakennuslain (1999/132 103b §) nojalla, kiinteistön tulee pyrkiä käsittelemään, viivyttämään ja imeyttämään kiinteistöllään muodostuvat hulevedet. Mikäli hulevesien imeyttäminen maaperään ei ole mahdollista, tulee kiinteistön johtaa hulevetensä ensisijaisesti laitoksen toiminta-alueella erilliseen hulevesiviemäriin (vesihuoltolaki 119/2001 17d §) ja toiminta-alueen ulkopuolella maankäyttö- ja rakennuslaissa (1999/132 103b §) määriteltyyn kunnan hulevesijärjestelmään, esimerkiksi alueella sijaitseviin avo-ojiin tai muuhun vastaavaan hulevesirakenteeseen.

Vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella voidaan poikkeuksellisesti johtaa kiinteistöllä muodostuvia hulevesiä laitoksen sekavesiviemäriin, mikäli alueen jätevesiverkosto on rakennettu ennen vuotta 2015 ja verkosto on mitoitettu hulevesien johtamiseen. Tämä kuitenkin edellyttää, että alueella ei ole hulevesille tarkoitettua erillisviemärointiä tai muuta hulevesijärjestelmää ja laitos kykenee huolehtimaan, ettei jätevesiviemäriin johdettavasta hulevedestä aiheudu merkittävää haittaa viemäri-verkoston toiminnallisuudelle eikä hulevesistä muodostu tarpeettoman suuria kustannuksia (Vesihuoltolaki 119/2001 17d §), esimerkiksi jätevesipumppaamoilla tai jätevesien käsittelyssä.

Vesihuoltolain (119/2001) mukaan kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi tarpeen tullen myöntää, kiinteistön omistajan tai haltijan hakemuksesta, toistaiseksi voimassa olevan tai määräaikaisen vapautuksen liittymisestä laitoksen hulevesiverkostoon, mikäli hulevesiviemäroinnin tarve on vähäinen tai todetaan, että liittymiskustannukset ja kiinteistökohtaiset hulevesien hallinnankustannukset muodostuvat kiinteistölle kohtuuttoman suuriksi tai jokin muu tähän rinnastettava syy. Vesihuoltolain (119/2001) nojalla kiinteistön vapauttamisessa on pystyttävä osoittamaan, ettei liittämättä jättäminen vaaranna tai heikennä vesilaitokselle osoitetun toiminta-alueen toimintaa ja kiinteistön hulevedet pystytään poistamaan asiaankuuluvalla tavalla. (Vesihuoltolaki 119/2001 17c §.)

Edellä mainitun lisäksi, vesihuoltolaitoksella on vesihuoltolain (119/2001) nojalla oikeus evätä kiinteistön liittyminen laitoksen vesi- ja viemäriverkostoon, mikäli se katsoo käsittelyssä olevan kiinteistön vedenkulutuksen, jäte- ja hulevedenlaadun tai määrän heikentävän merkittävästi laitoksen toimintaa tai edellytyksiä hoitaa edes tyydyttävästi muiden kiinteistöjen vesihuoltoa ja hulevesiä (Vesihuoltolaki 119/2001 10 §, 17 b §).

3.1.6 Tulvariskien hallinta Suomessa

Euroopan Unionin tulvadirektiivin (2007/60/EY) myötä käynnistettiin vuonna 2010 kansallisen tulvariskien hallinnan suunnittelu, jossa kullekin vesistöjen välittömässä läheisyydessä tai rannikon alueilla tulvariskialueiksi nimitetyille kohteelle laadittiin tulvariskien hallintasuunnitelma (Euroopan tilintarkastustuomioistuin 2018). Tulvasuojelua ja tulvantorjuntaa koskeva lainsäädäntö on jakautunut useaan eri lakiin tai säädökseen. Keskeisimpänä suunnittelua ohjaavana on laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) ja valtioneuvoston asetus tulvariskien hallinnasta (659/2010), jotka myös ohjaavat vesistöalueiden ja merenrannikkoalueiden tulvariskien arvioinnin perusteella laadittavia tulvariskien hallintasuunnitelmia. Lisäksi tulvariskien hallintaan liittyviä säädöksiä on mm. vesilaissa (587/2011), patoturvallisuuslaissa (494/2009), sekä maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999). Suomessa tulvariskien arviointi tehtiin ELY-keskuksen ohjauksessa, jonka myötä perustettiin kullekin toiminta-alueelle tulvaryhmät. Helsingin ja Espoon sekä Loviisan rannikkoalueet tunnistettiin yhdeksi monesta merkittäväksi muodostuneesta tulvariskialueesta, josta on laadittu Helsingin ja Espoon rannikkoalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuonna 2021 (Helsingin ja Espoon rannikkoalueen tulvaryhmä 2021).

Tulvariskien hallinnalla tarkoitetaan sellaisten toimenpiteiden kokonaisuutta, joiden tavoitteena on arvioida ja vähentää tulvien esiintymisen todennäköisyyttä tai tulvien vahingollisia seurauksia. Tulvariskien hallinnan suunnitteluun kuuluvat tulvariskien alustava arviointi sekä tulvakarttojen laatiminen merkittävillä tulvariskialueille. Lisäksi tulvariskien hallintasuunnitelmien laatiminen niille vesistöille tai meren rannikon alueille, joilla on vähintään yksi merkittävä tulvariskialue. Hallintasuunnitelma sisältää tulvariskien hallinnan tavoitteet sekä näiden toteuttamiseksi ehdotetut toimenpiteet. Suunnitelman laadinnassa on otettu huomioon myös vesienhoidon tavoitteet. Tulvariskien hallinnan avulla pystytään luomaan kokonaiskuva tulvariskeistä, joka edelleen auttaa tulviin varautumisessa ja ehkäisemisessä. Tulvariskien hallintasuunnitelmat tullaan jatkossa tarkastamaan ja päivittämään säännöllisesti. (Laki tulvariskien hallinnasta 620/210.)

3.1.7 Yhdyskuntajätevesidirektiivi

Lähivuosina EU-lainsäädännön kautta muodostuu tiukempia vaatimuksia vesihuoltolaitoksen toiminnalle, energiatehokkuudelle, ravinteiden kierrättämiselle sekä digitalisaatioon, kuten kybertur-

vallisuuteen (Maa- ja metsätalousministeriö 2021). Yhdyskunnissa muodostuvien jätevesien puhdistaminen ja turvallinen käsittely sekä satunnaispäästöjen ennaltaehkäisy on erittäin tärkeää kansanterveyden turvaamiseksi ja ympäristömme suojelemiseksi. Yhdyskuntien jätevesien käsittelyä ohjataan ja säädetään EU:n vesipolitiikan yhdyskuntajätevesiendirektiivissä (91/271/ETY), joka on tämän tutkimuksen aikaan vielä uudistuksen alaisuudessa. Direktiivin (91/271/ETY) uudistamisen yhtenä päämääränä on selkeyttää ja vahvistaa EU:n voimassa olevaa lainsäädäntöä yhdyskuntajäteveden haitallisten vaikutusten pienentämiseksi ja säätää voimassa olevaa lainsäädäntöä sopivaksi pitkälle tulevaisuuteen. Yhdyskuntajätevesidirektiivin (91/271/ETY) uudistamisen yksi merkittävä kehityskohde on jätevesien satunnaispäästöjen vähentäminen, joiden määrän arvioidaan lisääntyvän sekä ikääntyvän verkoston ja ilmastonmuutoksen seurauksena. Direktiivissä (91/271/ETY) painotetaan vuoto- ja hulevesien vähentämiseen jätevesijärjestelmissä, jonka myötä satunnaispäästöjen muodostuminen vähenee merkittävästi. Lisäksi tulevaisuudessa vesihuoltolaitoksilta edellytetään satunnaispäästöjen seurantaa, reagointia ja resurssien sitouttamista kokonaisvaltaisesti satunnaispäästöjen vähentämiseen, kuten heikkokuntoisien viemäriverkostojen- ja niihin liittyvien laitteiden saneeraamista sekä verkoston kunnossapitoon panostamista.

EU:n yhdyskuntajätevesidirektiiviin (91/271/ETY) ja juomavesidirektiiviin (2020/2184) päivityksien myötä tulevat muutokset ja päivitykset voivat vaikuttaa tiukentavasti Suomessa vallitsevaan kansalliseen lainsäädäntöön. Alustavan arvion mukaan Euroopan komissio esittää suosituksensa direktiivin (91/271/ETY) kehityskohdista vuoden 2022 aikana, jonka jälkeen alkaa neuvottelukierros. Neuvottelut tyypillisesti kestävät kuukausista jopa vuoteen. Neuvottelukierroksen jälkeen haetaan Euroopan parlamentin ja Euroopan Unionin neuvoston hyväksyntää, jonka jälkeen direktiivi (91/271/ETY) virallisesti julkaistaan. Tämän jälkeen alkaa siirtymäaika saattaa direktiivin (91/271/ETY) päivitykset kunkin maan kansalliseen lainsäädäntöön. Tähän kuluu aikaa yleensä muutamia vuosia. Yhdyskuntajätevesidirektiivin kehityksen painopisteet esitelty kuvassa 2 (Kangas 2021).

Yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistus

Yhdyskuntajätevesidirektiivissä parannettavaa:

1. **Viemärylivuodot**
2. Pienet taajamat
3. Kiinteistökohtaiset puhdistamot
4. Rehevöitymiselle herkät vesialueet
5. Ravinteiden poisto
6. Mikropollutantit (erikoistapauksena lääkeaineet)
7. Laajennettu tuottajavastuu (EU:n Lääkeainestrategia)
8. Elohopea
9. Mikromuovit
10. Mikrobilääkeresistentit bakteerit (AMR)
11. Teollisuuspäästöt
12. Energiankulutus ja uusiutuvan energian tuotanto
13. Metaanipäästöt
14. Kiertotalous – puhdistamolietteen käyttö
15. Tarkkailu ja seuranta
16. Jätevesiseurannat
17. Raportointi
18. Kansalaisviestintä
19. Innovaatiot / Sopeutuminen uuteen tekniikkaan
20. Myöhäiset toimeenpanot



KUVA 2. Yhdyskuntajätevesidirektiivin kehityksen painopisteet (Kangas 2022).

4 ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET VIEMÄRIVERKOSTOON

4.1 Yleistä

Elokuussa 2021 julkaistun IPCC:n ilmastoraportissa todetaan, että ilmastoon kohdistuvat merkittävimmät muutokset havaitaan mm. lämpötilojen kohoamisella, sademäärien lisääntymisellä, lumisien talvien lyhenemisellä ja huvenneella roudan muodostumisella. Lisäksi meriin ja mannerjäätiköihin kohdistuvat muutokset ovat osittain peruuttamattomia ja paluu aikaisempaan kestää pitkän aikaa. Tulevaisuudessa muutosten laajuus riippuu, miten kasvihuonepäästöjä saadaan leikattua ja ilmastomuutosta pystytään hillitsemään. (Valtioneuvosto 2021.)

Ennusteiden mukaan Suomessa ilmastomuutoksen aiheuttamat muutokset tulevat näkymään enemmän talvella kuin kesällä, kun tulevaisuudessa talvien lumisateet tulevat vetenä ja kesälle tyypilliset rankkasateet voimistunevat keskimääräistä enemmän aiheuttaen lisääntyvissä määrin vesistö- ja hulevesitulvia (Ruosteenoja & al. 2016). Lisäksi kesällä, varsinkin Etelä- ja Keski-Suomessa, yleistyvät sekä pitkittyneet lämpimät ajanjaksot edistävät vesistöjen rehevöitymistä ja leväkukintoja aiheuttaen riskejä haja-asutusalueiden ja yhdyskuntien vedentuotantoon sekä vesistöjen virkistyskäyttöön. Tämän ohella ilmastomuutoksen seurauksena alkanut jäätiköiden sulaminen nostaa valtamerien pintaa ja ilmastomuutoksen skenaarioista riippuen Suomen etelärannikolla merenpinta nousee ennusteiden mukaan 30 cm – 90 cm vuosien 2000–2100 välisenä aikana. Huomioitavaa tässä on kuitenkin se, että jäätiköiden sulamisvedet eivät jakaudu tasaisesti maailman meriin, joten merenpinta ei nouse kaikkialla maapallossamme samalla tavalla. Ennusteissa on vielä paljon epävarmuutta ja ennusteet tulevat tulevaisuudessa tarkentumaan, kun jäätiköiden sulamisen seurauksia opitaan tuntemaan paremmin. (Tuomenvirta & al. 2018.)

Seuraavissa luvuissa tehdään katsaus pääasiassa viemäriverkoston kohdistuviin riskeihin ja niiden aiheuttamiin vaikutuksiin. Tässä tutkimuksessa on huomioitava se, että tulvariskit voivat olla toisistaan erialaisia riippuen maantieteellisestä sijainnista, joten tässä tutkimuksessa paneuduttiin lähinnä Helsingin ja Espoon alueen muodostuneisiin riskeihin. Lisäksi talousvedentuotantoon liittyvistä riskeistä on tehty lukuisia tutkimuksia, joiden tarkempi läpikäyminen tämän työn yhteydessä ei ole tarpeen. Myös ilmastomuutokseen liittyvät hillintäkeinot ovat rajattu tämän työn ulkopuolelle.

4.2 Merivesitulvista muodostuvat haitat

Helsingin ja Espoon sekä Loviisan rannikkoalueet tunnistettiin yhdeksi monesta merkittäväksi muodostuneesta tulvariskialueesta. Helsingin ja Espoon rannikkoalueelle on tyypillistä suuri asukastiheys, verrattain avoimet olosuhteet sekä ranta-alueiden nopea kehittyminen. Rannikko on pääosin rakennettua aluetta. Edustan kapean saaristovyöhykkeen jälkeen alkaa avomeri. Meritulvaukkaan on pääosin varauduttu rakentamalla merivedenpinnasta riittävän korkealla sijaitseville alueille. Toisaalta osa etenkin 1900-luvun jälkimmäisellä puolella toteutetuista asuinalueista on rakennettu niin alaville alueille, että niihin kohdistuu meritulvariski. Itämeren vedenkorkeuksiin vaikuttavat monet eri tekijät, kuten ilmanpaine, altaan vesimäärä, tuulen suunta ja voimakkuus. Lisäksi virtaukset Tanskan salmien läpi ja yleinen jäätilanne. Myrskyt ja voimakkaat tuulet voivat aikaansaada voimakkaita virtauksia ja yllättävän nopeita muutoksia merenpintaan, joka korostuu esimerkiksi matallissa lahdissa. Merivedenpinnan on havaittu muuttuvan jopa yli puoli metriä tunnin aikana ja vastaavien vaikutuksien arvioidaan lisääntyvän merkittävästi kuluvan vuosisadan loppupuolelle siirryttäessä, jolloin myös ennustetaan, että merivedestä aiheutuvat tulvat tulevat lisääntymään. (Jaakonaho & al. 2015.)

Ilmastonmuutoksen seurauksena nouseva merivedenpinta aiheuttaa merkittäviä riskejä rannikoilla sijaitsevien vesihuoltolaitoksien vesihuoltoverkkoon ja verkoston laitteisiin. Meriveden pinnan nousun myötä riskinä on meriveden tunkeutuminen viemäriverkkoon esimerkiksi ylivuotorakenteiden tai kaivojen kansien kautta. Merivesi voi viemäriverkkoon tunkeutuessaan ylikuormittaa jätevesijärjestelmää ja muodostaa viemäritulvia, jotka voivat edelleen aiheuttaa hygieniahaittaa ja omaisuusvahinkoja vesihuoltolaitokselle ja kiinteistöille, kuten laite- ja putkirikkoja. Lisäksi merenpinnan nousu nostaa myös rannikkoseudun pohjavedentasoja, jonka vaikutukset voivat näkyä myös pohjavesien pinnan nousuna. Pohjaveden nousun seurauksella on suora yhteys viemäriverkoston vuotovesien määrään, etenkin viemärijärjestelmän ikääntyneillä ja heikkokuntoisilla osuoksilla. Lisäksi rannikkoseuduilla merivesi pääsee sekoittumaan pohjaveden kanssa, jonka myötä vesi- ja viemäriverkkoon voi kohdistua korroosioriskiä, joka ajan myötä heikentää vesi- ja viemäriverkoston kuntoa sekä haitallisimmillaan lisää putkirikkojen määrää. Esimerkiksi Helsingin rannikkoalueiden välittömässä läheisyydessä viemärijärjestelmät on paikoitellen rakennettu hyvin matallaan tasoon, joka altistaa merkittävän riskin meriveden tunkeutumiselle viemärijärjestelmään. Näistä on muodostumassa tulevaisuudessa merkittävää riskiä viemärijärjestelmän toiminnallisuudelle ja kiinteistöille.

Vesihuoltolaitoksien tuleekin kartoittaa toiminta-alueellaan tulvavaaravyöhykkeellä sijaitsevien rakenteiden korkeusasemat, kuten kaivonkansien korkeudet, jätevesipumppaamot sekä niiden ylivuototasot. Lisäksi vesihuoltolaitoksen olisi hyvä tarkistaa riskialueella sijaitsevien kiinteistöjen alimmat viemärintitasot ja viemäreiden padotuskorkeudet. Lisäksi olisi hyvä huomioida myös kiinteistöjen maanpintojen korkeudet ja hulevesien purkureitit, jos vaikka kiinteistö purkaakin hulevedet katuviemäriin sijasta ojaan tai vastaavaan. Kattavan selvityksen jälkeen on hyvä alkaa tutkimaan viemärijärjestelmän toiminnallisuutta arvioimalla meriveden tai muun vastaavan vesistön tulvimisen uhkaa viemärijärjestelmän sisään esimerkiksi pumppaamon ylivuotorakenteen kautta. Vastaavanlainen arviointiprosessi tehtiin tämän tutkimuksen pilottikohteena olleeseen Suomenlinnan viemärijärjestelmään, joka on esitetty jäljempänä luvussa 6.3. Selvitystyön valmistuttua vesihuoltolaitoksen olisi hyvä ryhtyä yhteistyössä kunnan kanssa tarvittaviin suojaustoimenpiteisiin mahdollisten haittojen hillitsemiseksi ja tilanteen parantamiseksi.

4.3 Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät sademäärät ja voimistuvat myrskyt

Ennusteiden mukaan Suomen kokonaissademäärä tulee kasvamaan. Tämän myötä viemärijärjestelmään kohdistuvat vaikutukset tulevat näkymään suurina virtaamavaihteluina, jotka voivat muodostaa hallitsemattomia ylivuotoja niin erillisviemäroidyillä alueilla kuin sekaviemäroidyillä alueilla. Lisäksi hulevesitulvat tai vesistötulvat voivat aiheuttaa putkivaurioita ja eroosiota sekä lisätä huonokuntoiseen viemäriverkostoon tunkeutuvan vuotovesien määrää, jotka edelleen voivat johtaa viemärijärjestelmän ylikuormituksen aiheuttamiin ylivuotoihin. (Meriläinen & al. 2019.)

Lisäksi kasvavat sademäärät voivat vaikuttaa suurempiin pumppaamovaatimuksiin, pumppujen kulumiseen ja lisääntyneeseen sähkön kulutukseen. Tämän ohella voimakkaat myrskytuulet voivat aiheuttaa sähkönjakelun häiriöitä vaurioittamalla sähköverkon rakenteita, jolloin tuulivaurioista muodostuvat haitat voivat epäsuorasti vaikuttaa myös viemärijärjestelmiin, jotka ovat riippuvaisia sähköstä jäteveden siirtämiseksi. Voimakkaiden myrskyjen ja tuulien aikaansaamat tuhot voivat aiheuttaa jätevesipumppaamon toimintahäiriötä myös jätevesipumppaamon maanpäällisiin rakenteisiin, kuten sähkökaappeihin tai rakennuksiin. Pitkittyneiden pumppaamojen toimintahäiriöt voivat edelleen aiheuttaa viemäritulvia ja ympäristöä haittaavia ylivuotoja sekä omaisuusvahinkoja vesihuoltolaitokselle ja viemäriverkoston käyttäjille. (Hughes & al. 2021.)

Vesihuoltolaitosten tulee ilmastonmuutoksen myötä muodostuvien ääriolosuhteiden varalta tarkastella viemärijärjestelmään kohdistuvat riskikohteet, kuten viemärijärjestelmän merkittävässä asemassa olevat pumppaamot ja pumppujen mitoitus, pumppujen lisääntyvät käynnistymiskerrat ja sähkönkulutus. Vesihuoltolaitoksien tulee tunnistaa viemäriverkoston toiminnallisuuden kannalta kriittiset pumppaamot ja laatia varautumissuunnitelma häiriö- ja tulvatilanteiden varalle.

Lisäksi vesihuoltolaitoksien olisi tärkeää kartoittaa olemassa olevan viemärijärjestelmien kunto, koska ilmastonmuutoksen myötä kohdistuu merkittävää painetta saneerata jo ennestään huonokuntoisia ja vuotavia viemärijärjestelmiä suurempien vahinkojen ennaltaehkäisemiseksi. Viemärijärjestelmän kunnon kartoittamisen tueksi olisi suositeltavaa myös laatia yhteistyössä kunnan kanssa viemäröintialueen kattava hulevesiselvitys hulevesitulvien varalta. Tällöin saadaan paras käsitys siitä, miten kunnassa muodostuvat hulevesitulvat ja tulvareitit sijoittuvat suhteessa vesihuoltolaitoksen jätevesiviemärijärjestelmään. Esimerkiksi mitoitukseltaan liian ahdas hulevesijärjestelmä tai maanpäällisen tulvareitin puuttuessa riskinä voi olla se, että hulevedet voivat päästä tunkeutumaan jätevesiviemärijärjestelmään kaivon kansien kautta muodostaen merkittävää haittaa viemärijärjestelmälle ja mahdollisia ylivuotoja. Tällaisien kohtien paikantaminen on erittäin tärkeää vesihuoltolaitoksen ja kunnan kannalta. Lisäksi hulevesiselvityksessä olisi myös tärkeää huomioida hulevesien viivytämiseen sopivat ratkaisut niin kiinteistöillä kuin yleisellä alueellakin. Kattavan selvityksen pohjalta pystytään kohdistamaan ja arvioimaan mahdollisista hulevesitulvista muodostuvat riskit ja haitat niin viemärijärjestelmälle kuin yleisesti muulle alueelle.

4.4 Ilmastonmuutoksen vaikutukset kiinteistöjen viemäröintiin

Vesihuoltolaitoksien viemäriverkostoon liittyvien tonttijohtojen kunnosta on muodostumassa tulevaisuudessa merkittävä riski niin kiinteistöille itselleen kuin vesihuoltolaitokselle. Ilmastonmuutoksen ja ikääntyvään viemäriverkoston yhteisvaikutuksesta on muodostumassa haastavia olosuhteita koko viemäriverkostolle. Niin kuin aikaisemmin on mainittu – lisääntyvät rankkasateet ja vesistötulvat kasvattavat viemäritulvien määrää, etenkin sekaviemäröidyillä alueilla. Tulvista aiheutuvat omaisuusvahingot voivat muodostaa suuria kustannuksia kunnille, vesihuoltolaitoksille ja kiinteistöille. Kuntien ja vesihuoltolaisten tulee yhteistyössä kartoittaa, kuten esimerkiksi kohdan 4.3 mainitun selvityksen yhteydessä, riskialueella sijaitsevien kiinteistöjen viemärijärjestelyt, kuten pado-

tuskorkeudet ja alimmat viemärintitasot, sekä tutkia sopivia toimenpiteitä kiinteistöjen turvaamiseksi. Vesihuoltolaitoksen ja kunnan yhteiset suojaustoimenpiteet viemäriverkoston toiminnallisuuden varmistamiseksi ja riskien pienentämiseksi voivat esimerkiksi olla seuraavanlaisia:

- Viemärijärjestelmän kattavan informaation kerääminen, jossa kartoitetaan huonokuntoiset ja vuotavat viemäriosoudet. Samalla kartoitetaan tulvareitit ja tulvariskialueelle jäävät kiinteistöt sekä tehdään katsaus kiinteistön sisäisiin järjestelmiin. Tiedon keräämisellä saadaan kokonaisvaltaisempi käsitys viemärijärjestelmästä ja sen toiminnasta esimerkiksi tulvatilanteessa. Tätä tietoa voidaan hyödyntää sopivien ratkaisujen suunnittelussa.
- Vuotavien ja heikkokuntoisten viemäriosojuksien saneeraamisessa huomioidaan myös kiinteistöjen liitokset. Paras lopputulos viemärijärjestelmän toiminnan kannalta olisi, että mahdollinen saneeraus tehdään viemäriosojuksiin liittyneisiin kiinteistöihin asti. Vesihuoltolaitoksen ja kiinteistöjen samanaikaisella saneeraamisella voitaisiin päivittää ikääntyneet ja huonokuntoiset järjestelmät uusiin sekä samalla toteuttaa tarvittavat viemärijärjestelmän muutokset tulevaisuuden ääriolosuhteiden varalta. Lisäksi yhteisrakentamisella saavutettaisiin pienempi haitta ympäristölle sekä säästettäisiin rakentamiskustannuksissa.
- Sekaviemäröityjen alueiden saneeraaminen erillisviemäröidyiksi alueiksi. Samalla kannustetaan kiinteistöjä eriyttämään hulevesiliitokset uuteen rakennettavaan hulevesiviemäriin. Kokonaisvaltaisella eriyttämisellä varmistettaisiin viemärijärjestelmän toiminnallisuus myös tulvatilanteessa, kun hulevedet pystyttäisiin ohjaamaan omassa erillisessä järjestelmässä. Tämä helpottaisi huomattavasti tulviin varautumista sekä suojaustoimenpiteiden järjestelyjä.

Kiinteistöjen suojaustoimenpiteet viemäriverkoston toiminnallisuuden varmistamiseksi ja riskien pienentämiseksi on lueteltu alla:

- Informaation lisääminen tulvariskialueen kiinteistöissä ja yhteisestä toimintajärjestelystä tiedottaminen. Kansalaisten valistamisella ja toimintajärjestelyiden sopimisella pystytään vaikuttamaan positiivisesti alueen kiinteistöjen asenteeseen mahdollisen tulvatilanteen varalta. Lisäksi voitaisiin vähentää tulvatilanteesta muodostuvaa imagohaittaa ja pyrkiä minimoimaan mahdollisia erimielisyyksiä.

- Tulvariskialueella tulisi ensin tarkistaa, että kiinteistöjen padotuskorkeudet ovat riittävän korkealla tasolla tulvaan nähden. Mikäli kiinteistöllä on tiloja tai rakenteita liitossopimuksessa annetun padotuskorkeuden alapuolella, kiinteistöä tulisi ohjeistaa mahdollisen tulvapumppaamon järjestämisestä osaksi kiinteistön viemärijärjestelmää sekä ilmoittaa kiinteistön vastuusta suojata annetun padotuskorkeuden alapuoliset rakenteet. Mikäli huomataan, että padotuskorkeus on aikoinaan annettu liian alhaiselle tasolle, tulee kunnan ja vesihuoltolaitoksen ensi sijassa pyrkiä varmistamaan viemäriverkoston kapasiteetin riittävyys ja tarvittaessa suojaamaan kiinteistön rakenteet esimerkiksi kiinteistökohtaisella pumppaamalla. Liitossopimuksen muuttamisen mahdollisuuksista on kerrottu tarkemmin kohdassa 6.1. Kunnan ja vesihuoltolaitoksen on erityisen tärkeää paikantaa ne kiinteistöjen liitospaikat, jossa vastaavanlainen riski on olemassa ja järjestää sopivat suojaustoimenpiteet mahdollisen haitan hallitsemiseksi
- Vaihtoehtoisena ratkaisuna voidaan harkita tulvaventtiilin asentamista sekavesiviemäroidyillä alueilla ja erillisviemäroityjen alueiden hulevesiliitoksiin. Tämä ratkaisu suojaisi kiinteistöä viemäritulvilta. Tulvaventtiilin kustannus on kohtuullinen verrattaessa mahdollisessa tulvatilanteessa muodostuneisiin haittoihin ja kustannuksiin. Toisaalta pelkästään tulvaventtiilin asentaminen ei välttämättä riitä suojaamaan kiinteistöjä, koska venttiilin toiminta voi häiriintyä samanaikaisen sadetapahtuman ja tulvatilanteen aikaan, jolloin viemäriverkossa vallitseva vedenpaine voi estää kiinteistöltä johdettavien vesien kulkeutumista viemäriverkoston. Yleensä tämä on huomioitu kiinteistöille annetuissa padotuskorkeuksissa, mutta vanhoilla alueilla ja erityisesti rannikkoseuduilla sekä alavilla alueilla vastaavanlaisesta tilanteesta voi koitua tulevaisuudessa entistä enemmän haittaa. Tulvaventtiilin asentaminen vaatii tarkkaa toiminnallisuuden arviointia. Lisäksi tulvaventtiilin omistajan, yleensä kiinteistön, tulee aina huolehtia tulvaventtiilin kunnossapidettävyydestä ja toiminnasta.

5 VIEMÄRIJÄRJESTELMÄ JA SATUNNAISPÄÄSTÖT

5.1 Viemäriverkostot

Yhdyskunnan jätevesijärjestelmiä on pääsääntöisesti kahdentyyppisiä, erillisviemärointi, joka koostuu kahdesta rinnakkaisesta ja toisistaan erillään olevasta viemäriverkostosta, joissa toiseen kerätään yhdyskunnassa muodostuvat hule- ja salaojavedet ja toiseen jätevedet. Erillisviemäroinnin merkittävänä etuna on se, että hulevedet voidaan johtaa esimerkiksi luontaiseen käsittelyyn, kuten kosteikkoon tai muuhun vastaavaan rakenteeseen, tai purkaa suoraan vesistöön, joka tekee siitä kustannustehokkaamman järjestelmän. Tällöin puhdistamolle johdettavat hulevesien määrät ovat huomattavasti pienempiä ja viemäriveden laatuun sekä määrän liittyvät vaihtelut ovat tasaisempia. Lisäksi rankkasateiden yhteydessä tapahtuvat viemäri-vesien tulvimisriskit kiinteistöihin tai muille yleisille alueille ovat huomattavasti harvinaisempia.

Mikäli hule- ja jätevedet johdetaan sekoitettuina yhdessä viemärijärjestelmässä, puhutaan tällöin sekavesijärjestelmästä. Sekavesiviemärijärjestelmä poikkeaa erillisjärjestelmästä muun muassa suuremmilla virtaamavaihteluilla, jolloin putkikoot ovat suurempia kuin erillisjärjestelmässä. Sekavesijärjestelmään on yleensä ollut tarve sijoittaa ylivuotorakenteita, joiden kautta tulva- ja rankkasateiden aikana viemärivedet pääsevät purkautumaan esimerkiksi ojaan tai vesistöön. Tämä ratkaisu on turvannut sen, ettei rankkasade- ja tulvatilanteessa viemärivedet pääse aiheuttamaan haittaa sekä vahinkoja kiinteistöihin tai yleisille alueille. Sekavesijärjestelmä on ollut aikoinaan kaupunkimaisien alueiden pääasiallinen viemärointijärjestelmä. Tänä päivänä uusien sekavesijärjestelmien rakentamista ei vesihuoltolain (119/2001) mukaan enää sallita ja jäljellä olevat sekaviemäroidyit alueet tulee mahdollisuuksien mukaan muuttaa erillisviemäroidyiksi. (RIL-124-1 2003.)

5.1.1 Viemäriverkoston ylivuotorakenteet

Vesihuoltolaitoksien viemäriverkostoissa sijaitsevat ylivuotorakenteet ovat suunniteltuja rakenteita, joiden avulla varmistetaan, että mahdollisessa häiriö- tai tulvatilanteessa verkostossa kulkeutuvat vedet ohjataan ennalta sovittuun paikkaan minimoiden ylivuodoista muodostuvat haitat. Ylivuotorakenteet sijoittuvat useimmiten pumppaamojen ja puhdistamojen yhteyteen, mutta niitä voi sijoittaa myös esimerkiksi sekavesiviemäroidyillä alueilla.

Ylivuotorakenteita on monenlaisia, yleisimmät ylivuotorakenteet koostuvat ylivuotokynnyksistä, ylivuotoputkesta, purkuaukosta ja tarkastuskaivosta, joiden kautta viemäriverkoston ylivuodot ohjataan hallitusti esimerkiksi hulevesijärjestelmään tai suoraan läheiseen vesistöön. Ylivuotokaivoon on usein asennettu takaisinvirtauksen estoventtiili, tulvaluukku tai muu vastaava rakenne estämään hulevesien tai vesistön pääsy viemäriverkoston. Ylivuotorakenteiden yhtenä haasteena on jäteveden mukana kulkeutuvat suuremmat roskat tai muut viemäriin kuulumattomat kiinteät partikkelit, jotka saattavat estää luukun tai muun vastaavan rakenteen normaalin toiminnan, kuten sulkeutumisen tiivisti. Tällöin viemärijärjestelmään voi kulkeutua esteettä hulevesiä tai läheisen vesistön vesiä. Täten on erityisen tärkeää varmistaa säännöllisesti ylivuotorakenteiden toiminta ja kunto, jolloin viemärijärjestelmän ulkopuolisista vesistä aiheutuvat haitat ja riskit voidaan minimoida.

5.1.2 Jätevesitunnelit

Vesihuoltolaitoksien jätevesiä voidaan siirtää perinteisen viemäriverkoston lisäksi esimerkiksi kallioon louhituilla viemäritunneleilla. Jätevesitunneleiden avulla voidaan yhdistää monia viemäröinti-alueita toisiinsa ja siirtää merkittäviä määriä yhdyskuntien jätevesiä gravitaatiojuoksutuksella kohti jätevedenpuhdistamoa. Esimerkiksi Helsingin ja Espoon alueella yhdyskuntien jätevesiä on käsitelty eri puolilla kaupunkeja paikallisissa puhdistamoissa. Yhdyskuntien kehittyessä tehtiin strateginen päätös vesihuollon toimintojen keskittämisestä, jonka seurauksena vanhoja alueellisia puhdistamoita ryhdyttiin alasajamaan. Puhdistamojen vähentämisen myötä muodostui tarve järjestellä yhdyskunnan jätevesien johtaminen uudelleen, jossa käytöstä poistettaville puhdistamoille kulkeutuvat jätevedet ohjattiin jatkossa uudelle puhdistamolle maanalle rakennetuissa tunneleissa. Tunneleiden avulla voitiin yhdistää alasajettujen puhdistamoiden viemäröintialueita toisiinsa, jolloin vanhojen puhdistamoiden tilalle ei ollut tarvetta sijoittaa jätevesipumppaamoja. Suurien pumppaamojen ja pitkien paineellisten linjojen rakentaminen olisi voinut osoittautua vaikeaksi toteuttaa ja ylläpitää jatkuvasti kehittyvässä kaupunkiympäristössä.

Viemäritunneleiden avulla voidaan siirtää jätevesiä yksinkertaisesti ja huomaamattomasti. Lisäksi viemäritunneleissa on perinteistä viemärijärjestelmää enemmän varastotilavuutta, joiden avulla voidaan myös parantaa tarvittaessa tarvittavaa viemäröintikapasiteettia ja vähentää jätevesien ylivuotoja ympäristöön. Kallioon louhitut viemäritunnelit ovat usein pitkäikäisiä ja huoltovapaita rakenteita verrattuna muuhun viemäröintitekniikkaan. Tunneleilla tulee myös olla ylivuotoreitit häiriötilanteiden

varalle. Viemäritunneleiden riskeihin ja kunnossapitoon liittyvistä haasteista on kerrottu tarkemmin luvussa 6.4. Jätevesien siirtoon käytettävät tunnelit ovat perustyyppiltään seuraavanlaisia;

- Märkätunneli, jossa jätevedet siirretään tunnelin pohjalle rakennetussa avokourussa, joka usein verhoillaan betonilla tai luonnon kivillä.
- Kuivatunneli, jossa jätevesiä siirretään tunneliin asennetussa paine- tai viettoviemäriputkessa.
- Märkä- ja kuivatunnelin yhdistelmä, jossa tunnelin alku tai loppupäässä jätevedet johdetaan viemäriputkessa.

5.2 Viemäriverkon satunnaispäästöt

5.2.1 Viemäriverkon toimintahäiriöt

Vesihuoltolaitoksien viemärijärjestelmät on tarkoitettu yhteiskuntamme likavesien keräämiseen, mutta viemäriin kulkeutuu myös erilaisia reittejä pitkin monenlaisia sinne kuulumattomia roskia, kuten hiekkaa, rakennusjätteitä tai muuta vastaavaa, jotka voivat heikentää viemärin toiminnallisuutta. Rakennusinsinöörien Liiton julkaisussa (RIL 237-1-2010) kuvaillaan jäte- ja sekavesiviemäriverkon erilaisia toimintahäiriötä, jotka voidaan jakaa seuraavin eri häiriötilanteisiin:

1. **tukkeutuminen**, joka on samalla viemäriverkon yleisin toimintahäiriö. Tukkeutuminen voi muodostua suurien esineiden tai roskien kulkeutumisesta viemäriin, joko tahallisesti tai vahingossa. Esineen suuresta koosta johtuva tukos hidastaa tai estää kokonaan vesien kulkeutumisen viemäriverkossa. Tukoksen voi myös muodostaa viemäriverkoston viallinen putkiosuus, kuten painuma tai pienen pituuskaltevuuden omaava viemäri, jolloin viemärin toiminnan kannalta tärkeää huuhtoutumista eli itsepuhdistuvuutta ei saavuteta. Molemissa tapauksissa jäteveden mukana kulkeutuvat rasvat ja likapartikkelit kasaantuvat hiltalleen häiriökohtaan muodostaen näin tukoksen. Edellä mainittujen esimerkkien tapauksissa viemäriverkon normaali toiminta häiriintyy merkittävästi, joka voi edelleen aiheuttaa viemärin tulvimista, vahinkoja ja hajuhaittoja;
2. **hajuhaitat** muistuttavat viemäriverkoston olemassaolosta ja hajut koetaan usein erittäin epämiellyttäväiksi. Hyvin huuhtoutuvissa viemäreissä hajut kulkeutuvat verkostossa veden

mukana ja viettoviemäriin tuuletus tapahtuu luonnollisen vedon seurauksena, jossa korvausilmaa kulkeutuu viemäriverkkoon muun muassa kaivon kansien ja muiden aukkojen, kuten tonttiliittymien kautta. Viettoviemäreiden hajuhaitat syntyvät usein paikkoihin, joissa viettoviemärintoiminta on häiriintynyt tai lakannut toimimasta. Hajuhaitat syntyvät viemärisä kulkeutuvista likapartikkeleista ja rasvoista, jotka kasaantuvat häiriökohtaan pitkäksi aikaa. Lisäksi hajuhaittoja voi muodostua pitkien paineviemäreiden purkukaivojen läheisyydessä, jossa pitkän aikaa hapettomissa oloissa kulkeutunut jätevesi vapauttaa liuenneen rikkivedyn purkukaivon ilmatilaan. Rikkivety kaasuna aiheuttaa korroosiota ja vaurioittaa muun muassa viemäriverkoston betonisia osia;

3. **rakenteellinen toimintahäiriö**, kuten putken tai kaivon rikkoutuminen on harvinainen toimintahäiriö, joka voi aiheutua monesta eri syystä. Usein rikkoutuminen tapahtuu ulkopuolisesta iskusta tai kuormasta, kuten esimerkiksi rakennustöistä. Rikkoutumisen voi myös aiheuttaa ympäröivien maamassojen painuminen, sivuttaissiirtyminen tai muun läheisen johdon aiheuttama sortuma. Lisäksi putken tai kaivon rikkoutumisen voi aiheuttaa rakenteellisesti heikentynyt kunto ja viemärikaasujen aiheuttamat syöpymät. Rakenteellisesti heikentynyt verkoston osa voi rikkoutua muodostaen painuman tai tukkeuman, jotka heikentävät merkittävästi viemäriverkon toiminnallisuutta;
4. **ylivuodot** aiheutuvat yleensä viemäriverkon tulvimisesta, joka on toimintahäiriöltään merkittävä ja tapahtuessaan voi olla vakava sekä aiheuttaa hygieniariskiä että omaisuus- ja ympäristövahinkoja. Viemäritulva muodostuu, kun viemäriin normaali toiminta on häiriintynyt, jolloin viemäriverkkoon kerääntynyt vesi pääsee purkautumaan ympäristöön tai kiinteistöihin. Ylivuodot ovat seurausta kapasiteetin loppumisesta tai muista viemäriin toimintahäiriöistä, joiden muodostumisesta on kerrottu tarkemmin edellä.

5.2.2 Satunnaispäästöjen muodostuminen

Vesihuoltolaitosten verkostoylivuodot ja prosessiohitukset ovat satunnaispäästöjä, jotka aiheuttavat ravinnekuormitusta vesistöihin, hygieniahaittaa, ja haitallisimmillaan omaisuusvahinkoja sekä raakavedenoton saastumisriskin. Vesilaitosyhdistyksen laatiman selvityksen mukaan (Castrén, J. 2015) jätevesijärjestelmästä muodostuvat satunnaispäästöt edustavat yleensä pientä osaa purku-

vesistöjen kuormitusta, vaikka niiden hetkellinen vaikutus vesistöön voi olla merkittävä. Lisäksi puhdistamattomat jätevedet vaikuttavat etenkin vedenlaatuun ja sitä kautta voi aiheuttaa hygieenisiä riskejä ja rajoitteita vedenkäytölle, kuten virkistyskäytölle. Tämän ohella jätevesien ylivuodot voivat myös hetkellisesti heikentää vesistön happitilannetta ja aiheuttaa rehevöitymistä. Jätevesijärjestelmän ylivuototilanteet ovat poikkeuksellisia tapahtumia, jotka muodostuvat pääosin seuraavien eriskenaarioiden tai näiden yhdistelmien yhteydessä:

1. viemäriverkoston toiminnallisuuden heikentyminen tai toimintahäiriö, kuten pumppaamon pysähtymiseen johtava tekninen vika tai viemäriverkoston tukkeutuminen, jonka myötä aiheutuu viemäriverkoston ylivuotoja;
2. seka- ja jätevesiviemäröidyillä alueilla ylivuotoja voi aiheutua rankkasateen tai lumen sulamisen jälkeen niin kutsuttuina tulvaylivuotoina, jolloin viemärijärjestelmän ja puhdistamoiden kapasiteetti voi ylittyä ja jätevedet purkautuvat viemärijärjestelmän ylivuotorakenteiden tai puhdistamon ohituslinjojen kautta ympäristöön. Huomioitavaa on kuitenkin se, että edellä mainittujen ylivuotojen veden laadussa on jokseenkin hieman eroa. Erillisviiemäröidyt viemäriverkostot eivät ole täysin tiiviitä järjestelmiä ja tyypillisesti jätevesi sisältää myös viemäriverkoston päässyttä vuotovettä. Vuotovedet kulkeutuvat viemäriverkoston muun muassa kaivojen tai putkien liitoskohtien kautta, kun taas sekavesiviemäröityjen alueiden viemäri-vesi sisältää myös hulevesiä. Tällöin sekavesiviemäröidyillä alueilla muodostuvien tulvaylivuotojen yhteydessä ympäristöön purkautuva vesi on tyypillistä jätevettä laimeampaa. Rankkasateen tai lumen sulamisen aiheuttamat ylivuotojen haitalliset vaikutukset ovat yleensä lievempiä kuin esimerkiksi erillisviiemäröidyn alueen pumppaamojen teknisten häiriöiden yhteydessä tapahtuva ylivuoto, jolloin ylivuotovesi on pääosin jätevettä, joka on laimentunut vain vuotovesillä;
3. ylivuotoja voi myös muodostua vastaanottavan vesistön, kuten meriveden tai joen, tulvan seurauksena, jossa tulviva vesi voi tunkeutua viemäriverkoston esimerkiksi kansien tai ylivuotorakenteiden kautta aiheuttaen verkoston ylikuormituksen. Tämä heikentää viemäriverkoston toiminnallisuutta ja kuormittaa merkittävästi pumppaamoja sekä jätevedenpuhdistamoita muodostaen merkittäviä määriä verkoston ylivuotoja ja puhdistamojen prosessiohituksia;

4. Muita ylivuotilanteita voi muodostua myös esimerkiksi läheisen vesijohdon tai kaukolämpölinjan putkirikkojen yhteydessä, jolloin poikkeuksellisen suuri määrä vesiä voi kulkeutua viemäriverkostoon aiheuttaen ylivuodon. Putkirikkojen aiheuttamat ylivuodot ovat kuitenkin harvinaisia ja verrattain paremmin hallittavissa kuin esimerkiksi rankkasateiden aiheuttamat ylivuodot.

5.3 Pilottikohde: Suomenlinnan jätevesijärjestelmä

5.3.1 Suomenlinnan pilottikohteen esittely

Suomenlinna on Helsingin edustalla sijaitseva historiallinen merilinnoitus, joka on yksi Suomen suosituimmista nähtävyyksistä ja samalla Unescon maailmanperintökohde. Suomenlinna on myös yksi Helsingin kaupunginosista, jossa asuu vajaat tuhat helsinkiläistä. Suomenlinna kuuluu HSY:n toiminta-alueeseen Suomenlinna (kuva 3). (Suomenlinna 2022.)



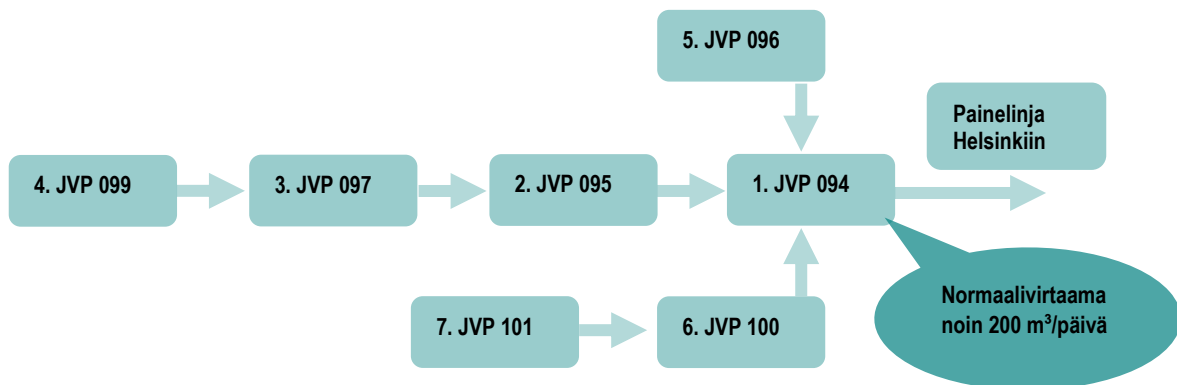
KUVA 3. Lähestymiskartta, Suomenlinna (Helsingin karttapalvelu 2022).

Suomenlinnan alueen jätevesiviemärinti jakautuu yhteensä seitsemään eri viemärintialueeseen, joista jokaisella toimii aluekohtainen jätevesipumppaamo. Lisäksi jokaisen jätevesipumppaamon edustalle on rakennettu ylivuotokaivo, jonka kautta mahdollisessa häiriötilanteessa jätevedet pys-

tytään ohjaamaan hallitusti mereen. Nykyisellään ylivuotokaivot ovat varustettu teräksisillä tulvaluukuilla, jotka estävät meriveden tunkeutuminen viemäriverkoston. HSY:n kunnossapitotöiden ohessa havaittiin, että tulvaluukkujen väliin on päässyt kiinteitä kappaleita, kuten puiden oksia ja roskia, jotka estävät tulvaluukun sulkeutumisen tiiviisti. Lisäksi jätevesijärjestelmään epäillään pääsevän sade- ja sulamisvesiä, jotka kuormittavat jätevesijärjestelmää entisestään.

5.3.2 Suomenlinnan jätevesijärjestelmän vuotavuuden arviointi

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia ja havainnoida Suomenlinnan viemärijärjestelmän pumppaamojen tuottamaa virtaamatietoa sadetapahtuman jälkeen. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli tutkia korkean meriveden nousun vaikutuksia viemärijärjestelmän virtaamaan. Tutkimusaineistona on hyödynnetty HSY:n jätevesipumppaamojen tuottamaa virtaamadataa. Suomenlinnan viemärijärjestelmä sisältää seitsemän (7) jätevesipumppaamoja, joista valittiin tämän työn tutkimuskohteeksi pumppaamo numero 94. Pumppaamot linkittyvät toisiinsa kuvan 4 mukaisesti.



KUVA 4. Suomenlinnan viemärijärjestelmän pumppaamot

Viemärijärjestelmän vuotavuuden tutkimuksessa on hyödynnetty pumppaamon tuottamaa virtaamatie dataa lisäksi, Ilmatieteenlaitoksen tuottamaa avointa dataa sademääristä ja meriveriveden korkeuksista (Ilmatieteenlaitos 2022a; Ilmatieteenlaitos 2022b). Sademäärien mittausasemaksi valittiin Helsingin Kaisaniemen mittausaseman tuottamaa data ja merivesihavaintojen osalta Helsingin Kaivopuiston tuottama data. Tutkimukseen on sisällytetty päiväkohtaiset sadekertymät millimetreinä (mm) ja meriveden päiväkohtaiset maksimikorkeudet senttimetreinä (cm). Tutkimukseen kerättiin tietoa vuosilta 2021 ja 2022, joista tähän työhön valittiin kaksi parhaiten kuvaavaa tutkimuskuukautta – elokuu 2021 ja helmikuu 2022. Elokuu (2021) osoittautui tutkimuksen runsassateisimmaksi kuukaudeksi ja helmikuussa (2022) merivesi kävi tutkimusjakson korkeimmalla tasolla. Edellä mainittujen muuttujien arvoista laadittiin yhdistelmäkuvaajat kultakin tutkimuskuukaudelta.

Yhdistelmäkuvaajien avulla arvioitiin muun muassa meriveden nousun vaikutuksia pääpumpppaamon (94) toimintaan ja sadetapahtumien jälkeen tapahtuvia muutoksia virtaamisessa. Pääpumpppaamon virtaama on HSY:n antaman tiedon mukaan normaalitilanteessa noin 200 m³ / päivä. Yhdistelmäkuvaajat ovat esitetty edempänä luvussa 6.3.

5.4 Viemäriverkon investointitarpeet ja kunnossapitotyöt

Suomessa vesihuoltoon kohdistuvasta saneeraustarpeesta on ollut paljon keskustelua ja aiheesta on tehty myös lukuisia tutkimuksia sekä selvityksiä (esimerkiksi Roti 2021). Vesihuollon saneerausvelka on merkittävä ja on ilmiselvää, että kuntien ja vesihuoltolaitoksien tulee tulevaisuudessa varautua kasvavaan saneeraustarpeeseen. Nykyisellä vesihuoltolaitoksien toimintarakenteella ja vesihuoltomaksuilla ei kyetä vastaamaan tulevaisuuden investointitarpeisiin. Lisäksi Suomessa sijaitsee lukuisia vesihuoltolaitoksia, joissa laitoksen omaisuuden todellisesta kunnontilasta ei ole riittävästi tietoa. Tämä vaikeuttaa edelleen laitoksen investointitarpeiden määrittelyä ja arviointia. (Suomen ympäristökeskus 2021b; Maa- ja metsätalousministeriö 2021.)

Viemäriverkostot, kuten muutkin rakennetut rakenteet, ikääntyvät ja tulevat vuosien kuluessa tarvitsemaan kunnossapitoa. Vesihuoltolaitoksien toteuttama viemäriverkon kunnossapitotyöt ovat tärkeä tehtävä viemäriverkon toimintavarmuuden ja toiminnallisuuden kannalta. Rakennusinsinööriin julkaisun (RIL 237-1-2010) mukaan kunnossapitoa vaativat kaikki ne rakenteet, jotka katsotaan kuuluvan jätevesien keräämiseen ja johtamiseen, kuten viemärit, kaivot, tunnelit sekä paineviemärit pumpppaamoihin ja laitekaivoihin. Lisäksi kunnossapitoon sisältyy aktiivinen valvontatyö, jonka avulla pystytään reagoimaan erilaisiin verkoston toimintahäiriöihin ja ennaltaehkäisemään sekä korjaamaan mahdolliset viat mahdollisimman pian niiden tultua todetuiksi. Mikäli viemäriverkoston valvontaa ja kunnossapitoa ei hoideta asiallisesti saattaa viemäriverkoston toimintahäiriöt pysyä piilevinä, kunnes häiriö kasvaa liian suureksi, jolloin se voi myös aiheuttaa suurempia vahinkoja. Piilevien häiriöiden jälkikorjaaminen on myös usein kustannuksiltaan kalliimpaa ja yllättävät korjaustyöt sitovat jo valmiiksi niukkoja resursseja. Kunnossapitotyöt tulee olla hyvin suunniteltuja ja koordinoituja toimenpiteitä, jotka voidaan jakaa pääpiirteittäin hallinnollisiin tehtäviin sekä toiminnallisiin tehtäviin:

- Hallinnollisiin tehtäviin sisältyy kunnossapitosuunnitelman laatiminen, joka muun muassa sisältää kunnossapitotöiden suunnittelun, resurssoinnin ja aikataulutuksen. Lisäksi hallinnollisiin tehtäviin sisältyy verkkotiedon ajantasaisuuden ylläpitäminen ja informaation keruu, esimerkiksi vesihuoltolaitoksen verkkotietojärjestelmään, sekä viemäriverkoston kunnontutkimuksien koordinoitutyöt. Kunnossapitosuunnitelmaan sisältyy myös erikoistilanteiden toimintasuunnitelmat sekä hälytys- ja varallaolojärjestelmän luominen.
- Toiminnallisiin tehtäviin sisältyy kunnossapitosuunnitelman toteuttaminen, kuten kausittain tehtävät työt, joita ovat verkoston tarkastukset ja vuosihuollot, sekä verkoston päivittäiseen toiminnallisuuteen liittyvät työt, kuten toimintahäiriöiden ennalta ehkäisy ja poistaminen. Lisäksi toiminnallisiin töihin sisältyy viemäriverkon kunnontutkimista ja verkoston ajantasaisuuden raportointia mahdollisia jatkotoimenpiteitä varten.

Ikääntyvät verkostot kohdistavat merkittäviä riskejä viemärijärjestelmän toimintavarmuudelle ja voivat haitallisimmillaan aiheuttaa katkoja vesihuoltolaitoksen tarjoamille palveluille. Tutkimuksessa paneuduttiin HSY:n viemärijärjestelmän kunnossapidon yhteydessä havaittuihin haasteisiin ja niiden hallintakeinoihin. Tutkimuksen tavoitteena oli keskittyä erityisesti viimevuosien myötä yleistyneisiin haasteisiin eikä niinkään yleisiin ”perustapauksiin”. Havaittuja haasteita puitiin yhdessä HSY:n piirimestareiden, kunnossapitopäälliköiden, projektipäälliköiden ja kehitysinsinöörien kanssa. Haastatteluissa laadittiin lyhyt tiivistelmä, joka on esitetty tutkimuksien tuloksissa luvussa 6.4, kunkin haastatteluohjelmaan sisällytetyn kysymyksen jälkeen.

6 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA ANALYSOINTI

6.1 Liitossopimuksien muuttamiseen liittyvien haastattelujen tulokset

1. Vesihuoltolain (119/2001) pykälän 23 § kohdan 2 mukaan vesihuoltolaitoksella on esimerkiksi lainsäädännön muutoksen kautta mahdollisuus tehdä muutoksia vesihuoltolaitoksen ja kiinteistön väliseen liitossopimukseen liittyen – voiko vesihuoltolaitos tehdä muutoksia liitossopimukseen tämän perusteella?

”Kirjaus on selkeä ja yksiselitteinen, mutta aihetta on juridisesti vaikeaa arvioida vastaavanlaisen ”ennakkotapauksen” puuttuessa. Lisäksi lakiin tehtävät kirjaukset ovat usein painavia ja perustelutuja, mutta vielä on epävarmaa, miten vesihuoltoon liittyvää lainsäädäntöä päivitetään tulvaisuudessa. Mikäli liitossopimuksien muuttaminen tehdään vesihuoltolaitoksesta riippumattomasta syystä, kuten lakiin tehtävillä uusilla kirjauksilla, koetaan tämä vahvaksi perusteeksi muuttaa myös liitossopimuksia. Toisaalta sopimuksen muuttaminen käytännössä tulee tehdä harkiten ja huomioiden kiinteistölle ja vesihuoltolaitokselle muodostuvat riskit. Liitossopimuksen muuttaminen, kuten padotuskorkeuden nostaminen ylemmäksi sopimuksen nykyisestä tasosta tarkoittaa sitä, että kiinteistöllä saattaa jäädä tiloja ja rakenteita padotuskorkeuden alapuolelle, jolloin kiinteistön vastuu rakenteiden ja tilojen suojaamisesta lisääntyy entisestään. Vastuun lisääntyminen voi muodostaa herkästi erimielisyyksiä ja riitatilanteita, jolloin asia voi vaikeutua ja ratkaisuprosessi pitkittyä. Vesihuoltolaitoksen olisi suotavaa tehdä perinpohjainen ennakkoselvitys kiinteistön sisäisistä viemäri- ja jätejärjestelyistä ja tehtävä arvio kiinteistöön kohdistuvista muutoksista. Kohtuullisista muutoksista saatetaan selvittää neuvottelemalla, mutta vesihuoltolaitoksen tulee varautua mahdollisesti aikaa vievään prosessiin. Tutkimuksen yhteydessä vaikuttaa siltä, että vastaavanlaisesta aiheesta ei ole paljon kokemusperäistä tietoa ja liitossopimuksien muuttamista tullaan mahdollisesti tarkastelemaan syvällisemmin tulevaisuudessa.” (A. Tiainen, VVY, 2022, henkilökohtainen tiedonanto.)

2. Liitossopimuksien muuttamisen toisena kohtana pohdittiin ilmastonmuutoksen aiheuttamia yleistyviä ääriolosuhteita, jotka vaikuttavat myös viemäriverkoston toimintaan ja verkostoon liittyneisiin kiinteistöihin. Ilmastonmuutoksen myötä vesihuoltolaitos joutuu vääjää-

mättä varautumaan ja tutkimaan ratkaisuja ilmastonmuutoksen tuomien haittojen vähentämiseksi. Esimerkiksi meriveden tunkeutuminen viemärijärjestelmään kansien tai ylivuotorakenteiden kautta voi aiheuttaa merkittävää haittaa viemärijärjestelmän toiminnallisuudelle mukaan lukien järjestelmään liittyville kiinteistöille. Tutkimuksessa arvioitiin vesihuoltolain (119/2001) pykälän 23 § kohdan 3 kirjausta, jossa vesihuoltolaitoksella on oikeus tehdä muutoksia vesihuoltolaitoksen ja kiinteistön väliseen liitossopimukseen liittyen olosuhteiden olennaisesti muututtaessa.

- a) tulkitaanko ilmastonmuutos tällaiseksi muutokseksi ja onko vastaavanlaisin perusteina muutettu liitossopimuksia?
- b) miten ääriolosuhteista, kuten hulevesitulvista, aiheutuvien haittojen vastuut määräytyvät?

a) *"Kirjaus jättää hieman tulkinnan varaa ja aiheuttaa on juridisesti vaikeaa arvioida vastaavanlaisen "ennakkotapauksen" puuttuessa. Toisaalta ilmastonmuutos on ilmeinen joten, kiinteistöliittymistä voidaan arvioida muodostuvan tulevaisuudessa uusia haasteita vesihuoltolaitoksille – ilmastonmuutoksen myötä viemäritulvat voivat yleistyä ja aiheuttaa merkittävää vahinkoa niin vesihuoltolaitoksen rakenteille kuin kiinteistöillekin."* (A. Tiainen, VVY, 2022, henkilökohtainen tiedonanto.)

b) *"Vastuu tulvavahingoista on yleensä monitahoinen kokonaisuus. Yleisesti vesihuoltolaitoksen vastuu perustuu toiminnan harjoittajana vesihuoltolakiin (119/2001) ja viemäriin omistajana vesilakiin (587/2011), jonka ohella kunnilla on maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaan kokonaisvastuu hulevesien hallinnasta, kuten tulvamitoituksista ja tulvareiteistä. Mikäli vesihuoltolaitoksen viemäriverkosto on aikanaan mitoitettu ja rakennettu oikein ja verkostossa muodostunut padotus johtuu ulkopuolisesta tekijästä, kuten poikkeuksellisen voimakkaasta rankkasateesta, ei vesihuoltolaitos ole korvausvastuussa tulvavahingosta. Vesihuoltolaitos voi kuitenkin joutua vastuuseen, jos viemäri on ajan kuluessa esimerkiksi painunut tai verkostoon on liittynyt lisää uusia kiinteistöjä, jolloin viemäriverkoston kapasiteetti saattaa jäädä riittämättömäksi vastaamaan vaadittua. Lisäksi on huomioitava viemäriverkoston liittymän oma myötävaikutus vahinkoon, mikä voi joutua esim. padotuskorkeuden alapuolisten tilojen viemäroinnista ilman suojausta, joka on yleensä vastoin liittymissopimuksen ehtoja. Tällöin vahingot voivat jäädä kokonaan tai osittain liittymän vastuulle, vaikka vesihuoltolaitoksella on ollut viemäriverkossa painuma tai vastaava muu virhe."* (A. Tiainen, VVY, 2022; M. Relander, M. Pekkarinen, HSY, 2022, henkilökohtainen tiedonanto.)

3. Lisäksi tutkimuksessa pohdittiin mahdollisten liitossopimuksien muutoksista muodostuvia kustannuksia ja kiinteistön velvollisuutta osallistua kustannuksiin, joista määrätään vesi-huoltolaitoksen yleisissä toimitusehdoissa – onko kiinteistön omistaja velvollinen osallistu-maan liitossopimuksien muuttamisesta muodostuviin kustannuksiin?

”Yleensä kiinteistö on velvollinen osallistumaan kustannuksiin, mikäli kiinteistölle muodostuu muu-toksesta merkittävää hyötyä. Esimerkiksi VVY:n julkaisusarjan (62/2016) ”yleiset toimitusehdot mallin” kohdassa 8.4 todetaan, että ”liittyjä on velvollinen osallistumaan tonttijohtojen saneeraus- ja muutostöiden kustannuksiin saamansa hyödyn mukaisella osuudella, mikäli muutostyöt tehdään laitoksen verkostojen muutostöiden yhteydessä ja niistä johtuen”. Toisaalta kiinteistön vastuun li-sääntyminen, esimerkiksi padotuskorkeuden muutoksen jälkeen, voi aiheuttaa kiinteistön sisäisen viemärijärjestelmään muutoksia, joista muodostuu myös kustannuksia. Esimerkiksi eräässä ta-pauksessa HSY on joutunut muuttamaan ja kustantamaan erään kiinteistön viemärintijärjestelyt, johon sisältyi myös kiinteistökohtaisen pumppaamon toteuttaminen herkästi tulvivalla viemäriosuu-della. Toisaalta tulee painottaa, että asioita tulkitaan aina tapauskohtaisesti, joten on vaikeaa ”yleis-tää” minkä tahon vastuulle kustannuksien muodostuminen jää. Lisäksi vesihuoltolaitoksilla voi olla toisistaan poikkeavia kirjauksia yleisiin toimitusehtoihin liittyen.” (A. Tiainen, VVY, 2022; M. Relan-der, M. Pekkarinen, HSY, 2022, henkilökohtainen tiedonanto.)

6.1.1 Kiinteistöjen liitossopimuksien tulevaisuus

Tulevaisuudessa on mahdollista, että ilmastonmuutoksen myötä vesihuoltolaitos saattaa joutua te-kemään riskialueilla kiinteistöjen liitossopimuksiin päivityksiä tai muutoksia kiinteistöjen turvaa-miseksi. Tässä tulee kuitenkin huomioida se, että ilmastonmuutoksen myötä muodostuvat haasteet eivät ole yksin vesihuoltolaitoksen ratkaistavissa, vaan riskejä tulisi hallita ja kartoittaa yhdessä kunnan kanssa. On erityisen tärkeää löytää sopivat ratkaisut ilmastonmuutoksesta muodostavien haittojen hillitsemiseksi, joita voivat olla esimerkiksi sekaviemäröityjen alueiden eriyttäminen, hule-vesiviemäriverkoston tulvamitoittaminen ja tulvareittien määrittäminen sekä niihin liittyvillä tulva-pumppaamoilla tai niiden varauksilla.

Lisäksi vielä on epävarmaa, miten yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistaminen tulee vaikuttamaan Suomen lainsäädäntöön. Olisi tärkeää tarkastella uudelleen vesihuoltolain (119/2001) 23 § liitos-

sopimuksien muuttamiseen liittyen, mikäli lainsäädäntöön tehdään päivityksiä esimerkiksi yhdyskuntajätevesidirektiivin vaikutuksesta. Itse liitossopimuksien muuttamiseen liittyy laaja joukko sidosryhmiä. Vesihuoltolain (119/2001) luvussa viisi (5) todetaan, että sopimuksien sekä ehtojen lainmukaisuutta valvoo kuluttaja-asiamies ja valvontaviranomaisina toimii ELY-keskus sekä kunnan terveydensuojelu- ja ympäristöviranomaiset. Vesihuoltolaitoksen tulee varautua järjestämään neuvotteluja eri sidosryhmien kanssa, mikäli kiinteistön liitossopimuksien sisältöä on tarve muuttaa oleellisesti ja niissä tapauksissa, joissa kiinteistön vastuu lisääntyy.

Tutkimuksen haastatteluissa arvioitiin, että mahdollisen liitossopimuksen muuttamisen myötä kiinteistön vastuun lisääntyminen voi muodostaa herkästi riitatilanteita, jolloin asiaa vaikeutuu ja ratkaisuprosessi pitkittyy. Ja vaikka liitossopimuksen muuttaminen toteutuu onnistuneesti, on varmistuttava siitä, että kiinteistö ymmärtää tarkalleen mitä muutos koskee ja minkälaisia muutoksia muun muassa vastuuseen sisältyy aikaisempaan verraten. Tässä tulee myös huomioida, että kiinteistöllä on silti mahdollisuus vedota jälkeen päin, ettei ole ymmärtänyt muutoksen tuomaa lisävastuuta, jolloin asiaa voidaan puida jälkeen päin pitkäänkin. Täten vesihuoltolaitoksen on tarkkaan punnittava riskit, mikäli liitossopimuksia muutetaan, koska verkostoille tehtyjen rakenteellisten muutosten palauttaminen aikaisempaan voi olla vaikeaa.

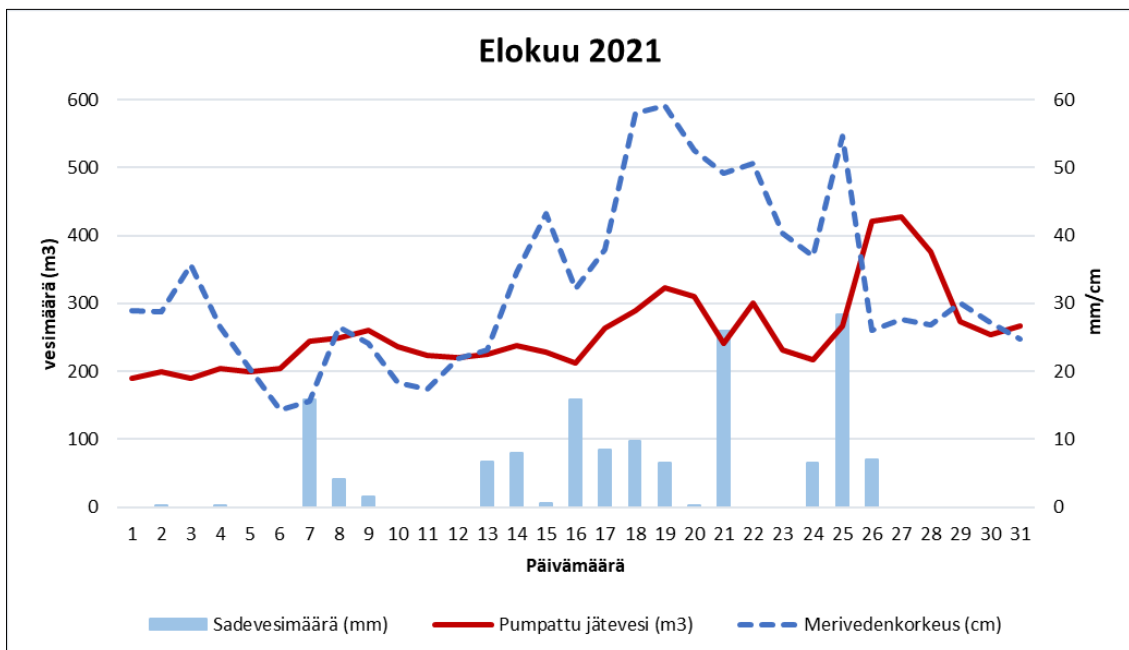
6.2 Yhdyskuntajätevesidirektiivi ja sen vaikutus tulevaisuudessa Suomen lainsäädäntöön

Vesihuoltolaitoksien jätevesijärjestelmään kohdistuu tulevina vuosina merkittäviä muutoksia niin lainsäädännön kuin ilmastonmuutoksen sekä ikääntyvien verkostojen kannalta. Keväällä 2022 valmistui tutkimus *”Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkityksestä ja vaikutuksista vastaanottavissa vesistöissä”* (Laitinen & al. 2022). Tutkimuksessa todettiin, että yhdyskuntajätevesidirektiivi (91/271/ETY) ei nykyisellään vaadi satunnaispäästöjen seurantaakaan eikä se spesifioi tarpeeksi yksityiskohtaisesti satunnaispäästöjen aiheuttamia pistekuormituksia vastaanottavissa vesistöissä. Lisäksi Suomessa asiaa ei puida sen tarkemmin yhdyskuntajätevesien käsittelyä ja johtamisen toimintaa ohjaavassa asetuksessa (888/2006). Alustavan arvion mukaan yhdyskuntajätevesidirektiivin (91/271/ETY) uudistamisen myötä vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston satunnaispäästöihin tullaan asettamaan nykyistä tiukempia vaatimuksia. Vielä on epäselvää, miten direktiivin (91/271/ETY) uudistumisen tuomat muutokset ja päivitykset vaikuttavat Suomessa vallitsevaan kansalliseen lainsäädäntöön, kuten jätevesijärjestelmän satunnaispäästöjen hallintaan ja määrään

liittyen. Tulevaisuudessa tämä muodostaa vesihuoltolaitoksille lisää paineita vähentää merkittävästi vuotovesiä viemärijärjestelmissä ja saneerata ikääntyneet sekä heikkokuntoiset viemäriosuudet satunnaispäästöjen vähentämiseksi. Lisäksi HSY:n lakiasiantuntijoiden haastatteluissa todettiin, että direktiivin (91/271/ETY) vaikutuksia Suomenlain säädäntöön on vaikea arvioida etukäteen. Arvioiden mukaan direktiivin myötä voi muodostua paineita puhdistaa ylivuotoja tai jopa estää ylivuotojen muodostumista kokonaan, joka on erittäin hankalaa suurissa kaupungeissa, joissa sekavesiviemärinti on vielä iso osa vesihuoltolaitoksen jätevesijärjestelmää.

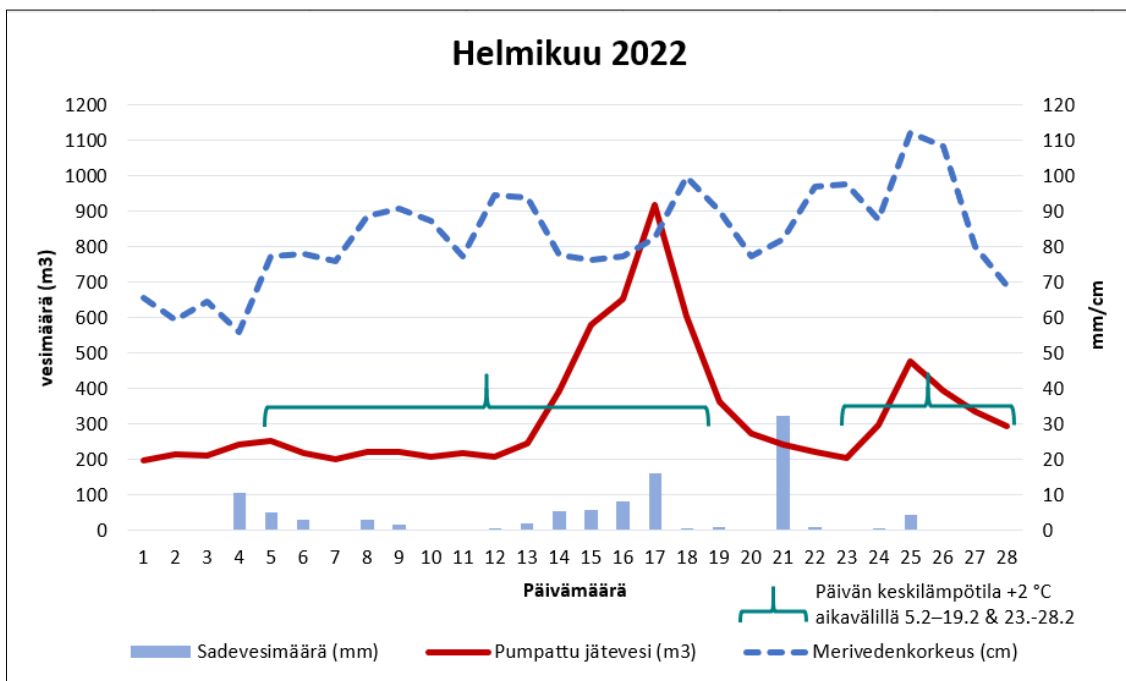
6.3 Pilottikohde: Suomenlinnan tarkastelun tulokset

Elokuussa 2021 sadepäiviä oli yhteensä noin 17, joista noin viitenä eri päivänä sadekertymä oli kymmenen (10) millimetriä tai enemmän. Tutkimuksessa havaittiin, että pääpumppaamon virtaamat nousivat merkittävästi sadetapatumien aikaan tai heti jälkeen. Virtaamakasvu oli suurimmillaan jopa yli 100 % normaalista. Lisäksi tutkimuksen aikana havaittiin, ettei elokuun merivedenkorkeuksilla ollut merkittävää vaikutusta pääpumppaamon virtaamaan. Meriveden vaihtelut olivat elokuussa noin 15 cm – 60 cm välillä, joka on reilusti nykyisien ylivuotokynnyksien alapuolella. Ylivuotokynnyksien korkeudet ovat esitetty kohdassa 6.3.1. Pääpumppaamon virtaamat ovat esitetty tarkemmin kuvassa 5.

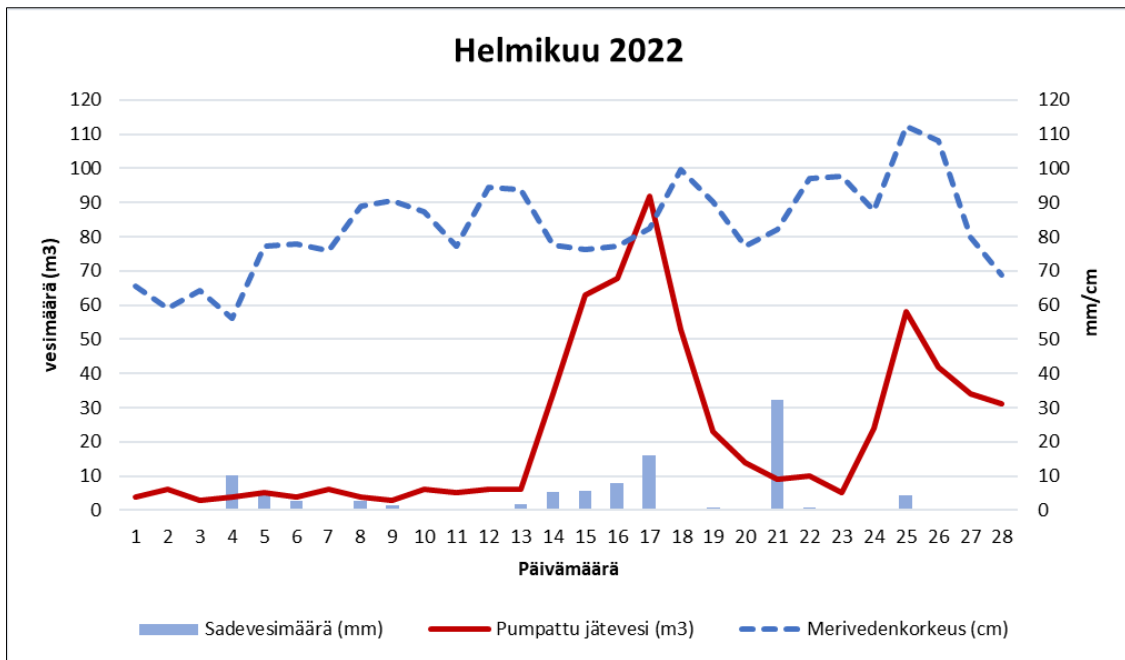


KUVA 5. Pääpumppaamon (jvp 094) virtaamat elokuulta 2021

Helmikuussa 2022 sadepäiviä oli yhteensä noin 14, joista noin kolmena (3) eri päivänä sadekertymä oli kymmenen (10) millimetriä tai enemmän. Tutkimuksessa havaittiin, että helmikuun 12.–17. päivä pääpumppaamon virtaamassa havaittiin poikkeuksellisen suuri virtaamapiikki, jolloin virtaaman kasvu oli jopa yli 400 % normaalista (kuva 6). Tutkimuksen aikana heräsi epäily siitä, että merivesi on mahdollisesti päässyt tunkeutumaan viemärijärjestelmään jätevesipumppaamon 101 ylivuotokynnyksen kautta, joka on korkeudella +0,90. Helmikuun aikana merivesi nousi noin kahdeksana (8) päivänä tasoon +0,90 tai sen yläpuolelle, vaihteluvälin ollessa noin 60 cm – 112 cm välillä. Asian varmistamiseksi tutkimuksessa päätettiin tehdä vastaavanlainen tarkastelu myös pumppaamolle 101, joka on esitetty jäljempänä (kuva 7). Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että helmikuussa jätevesivirtaaman kasvua edelsi noin 12 päivää kestänyt lämmin ajanjakso, jonka aikana muodostui runsaasti sulamisvesiä. Lämpimän ajanjakson aikana päivän keskilämpötila oli noin + 2 °C, lämpötilan vaihdellessa -1 °C – +2,5 °C välillä. Lämmin ajanjakso toistui myös helmikuun lopussa aikavälillä 23.–28.2., jonka myötä virtaama kasvoi noin 150 % normaalista.



KUVA 6. Pääpumppaamon (jvp 094) virtaamat helmikuulta 2022



KUVA 7. Paikallisen pumppaamon (jvp 101) virtaamat helmikuulta 2022

Tutkimuksessa havaittiin, että elokuussa 2021 sadepäivillä oli vaikutusta pääpumppaamon virtaamiin ja josta voidaan päätellä, että viemärijärjestelmään pääsee vuotovesiä. Tämä skenaario toistui helmikuun alkupuoliskon lämpimän ajanjakson aikana muodostuneista sulamisvesistä ja meriveden noususta jätevesipumppaamon 101 ylivuotokynnyksen tason yläpuolelle, jolloin myös merivesi on päässyt mahdollisesti tunkeutumaan viemärijärjestelmään. Samoja havaintoja tehtiin myös helmikuun 2022 loppupuoliskolla, jolloin merivesi nousi hetkellisesti jopa tasoon +1,15. Toisaalta tutkimuksessa myös pääteltiin, ettei vuotovedet ole aiheuttaneet alueella ylivuotoja tai viemäritulvia, jolloin vuotovesien merkittävin haittapuoli on normaalia suuremmat virtaamavaihtelut, joista muodostuu haittaa pitemmällä verkostossa. Muita haittoja ovat lisääntynyt sähkönkulutus ja laimentuneet jätevedet.

6.3.1 Suomenlinnan nykyisten ylivuotokynnyksien nostaminen

Suomenlinnan viemärijärjestelmän ylivuotojen ja erityisesti meriveden järjestelmään sisäänpäin tunkeutumisen estämiseksi tutkittiin ensisijaisesti vaihtoehtoa, jossa nykyisiä ylivuotokynnyksien tasoja nostetaan lähemmäksi maanpintaa. Ylivuotokynnyksien nostaminen kuitenkin muuttaa nykyistä tilannetta siten, että tulvatilanteessa veden purkautumistaso ympäristöön on korkeammalla. Ylivuotokynnyksien nostamisen arvioimisessa haluttiin varmistua siitä, ettei jätevedet pääse tulviin alimmalla tasolla sijaitseviin kiinteistöihin tai kaivonkansien kautta ympäristöön. Tutkimuksen

aineistona käytettiin HSY:n verkkotietojärjestelmää, Helsingin kaupungin ja HSY:n arkistoista haettuja kiinteistökohtaisia kvv-suunnitelmia sekä liitoskohtalausuntoja, joista ilmeni kiinteistöjen padotuskorkeudet ja alimmat viemäröintitasot. Tutkimusaineiston pohjalta laadittiin yleisasemapiirustus koko Suomenlinnan viemärijärjestelmän alueesta, jossa esitettiin ylivuotokynnyksien sijainnit, nykyiset ylivuotokorkeudet, kiinteistöjen padotuskorkeudet ja kiinteistöjen alimmat viemäröintitasot sekä uudet ehdotetut korkeudet ylivuotokynnyksille (taulukko 1). Lisäksi nykyisiä ylivuotokynnyksien korkeuksia verrattiin Helsingin ja Espoon rannikkoalueen tulvariskien hallintasuunnitelmassa ilmoitettuihin tulvavaarakartoitettuihin skenaarioiden tulvakorkeuksiin. Yleisasemapiirustus päätettiin jättää tietoturvasyistä vain HSY:n sisäiseen käyttöön, mutta tutkimuksen tulokset ovat esitelty seuraavassa taulukossa.

| Kaivon tunniste / korkeusasema (N2000) | Alin padotuskorkeus (PK) tai alin viemäröintitaso (AVT) | Tutkimuksen mukainen muutosehdotus (N2000) |
|--|---|--|
| nro 94 / +1.30 | +2.00 (PK) | +1.70 – +2.00 |
| nro 95 / +1.25 | +1.80 (PK) | +1.50 – +1.60 |
| nro 96 / +1.30 | +1.60 (PK) | +1.60 |
| nro 97 / +1.30 | +3.40 (PK) | +2.00 – +2.40 |
| nro 99 / +1.30 | +3.00 (AVT) | +2.00 – +2.40 |
| nro 100 / +1.25 | +3.05 (AVT) | +2.00 – +2.40 |
| nro 101 / +0.90 | +1.75 (PK) | +1.30 – +1.50 |

Taulukko 1. Tutkimuksen tuloksissa koottiin alueen pumppaamojen ylivuotokynnyksien ja alimpien kiinteistöjen viemäröintitasot yhteen taulukkomuotoon

6.3.2 Ylivuotorakenteiden korkeudet Suomenlinnan alueella

Tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että nykyiset ylivuotokynnyksien korkeusasemat ovat yleisesti hyvin lähellä Helsingin mareografin kohdalla mitattuja vuotuisia keskiarvoja sekä lähellä ”hyvin yleisen tulvan” korkeutta. Täten nykyisten ylivuotokynnyksien korkeusasemaa voidaan nostaa nykyisestäään 20 cm – 115 cm riippuen ylivuotorakenteen sijainnista. Ylivuotokynnyksien nostamisen

avulla voidaan parhaillaan torjua merivedestä aiheutuvaa haittaa saattamalla uudet ylivuotokorkeudet ”harvinaisen” – tai ”hyvin harvinaisen tulvakorkeuden” alueelle. Toisaalta ylivuotokynnyksien korottaminen nostattaa mahdollisessa häiriötilanteessa jäteveden pintaa viemärissä nykyistä ylemmälle tasolle. Ennen ylivuotokynnyksen muuttamista on varmistuttava siitä, ettei tulvatilanteessa jätevesistä ei aiheudu haittaa kiinteistöille tai ympäristölle. Arvioinnin apuna voidaan hyödyntää esimerkiksi viemärimallinnusta.

Tutkimuksen jatkotoimenpiteiksi ehdotettiin seuraavia toimenpiteitä:

1. tehdään tutkimuksen mukainen vuotavuusselvitys jäljellä oleviin pumppaamoihin, jotta saadaan paras käsitys verkostonvuotavuudesta;
2. ohjelmoidaan viemäriverkoston tv-kuvaus vuotavuuden paikantamiseksi ja sopivan saneerausmenetelmän valintatavan määrittelemiseksi;
3. edistetään tutkimuksessa esitettyjen uusien ylivuototasojen suunnittelua ja arvioidaan niiden vaikutuksia viemärijärjestelmään esimerkiksi mallintamalla;
4. laaditaan tuloksien pohjalta saneerausohjelma Suomenlinnan viemärijärjestelmän tiiveyden ja toiminnallisuuden parantamiseksi.

6.4 Kunnossapidon haasteisiin liittyvien haastatteluiden tulokset – Case HSY

1. Minkälaisia haasteita saneerausvelka on muodostanut viemärijärjestelmän kunnossapidon kannalta ja miten asiaa on pyritty hallitsemaan?

Vesihuoltolaitoksien järjestelmät ikääntyvät kovaa vauhtia ja vuosittainen tarve saneerata ja uudistaa viemäriverkostoja on osoittautunut vaikeaksi toteuttaa määrärahojen jakautuessa moniin eri hankkeisiin, kuten maankäytön kehitykseen, yllättäviin ja pakollisiin huoltotoimiin tai materiaalihintojen nousuun. Kunnossapidon resurssipula ja organisointi sekä valvontatöiden vajavainen järjestäminen voi vaikeuttaa saneeraustarpeiden ja määrärahojen kohdistamista viemärijärjestelmän tarvittaville osuuksille. Tällöin vesihuoltolaitoksen suunnittelemat saneeraushankkeet eivät välttämättä toteudu suunnitelmien mukaisessa laajuudessa aiheuttaen saneeraustarpeelle hankejonon, jolloin vesihuoltolaitos joutuu kohdistamaan määrärahat esimerkiksi vesihuoltojärjestelmän kriittisyyden mukaan. Saneerausvelan tuomia haasteita on pyritty hallitsemaan seuraavin toimintakokonaisuuksin.

1. VIEMÄRIJÄRJESTELMÄN KUNTOTUTKIMUKSET JA KUNNOSSAPITOTYÖT

Saneerausvelan kasvun myötä viemärijärjestelmän kunnon tutkimisesta ja kunnossapitotyöstä on muodostunut entistä tärkeämpää yleistyvien toimintahäiriöiden, kuten tukoksien tai sortumien, ehkäisemisessä ja toiminnallisuuden varmistamisessa. Viemärijärjestelmän koordinoitu kunnontutkiminen ja kunnossapitotyöt ovat auttaneet HSY:tä ennaltaehkäisemään laajempia toimintahäiriöitä ja kohdistamaan resurssinsa saneerausta tarvitseville osuuksille. HSY:n yhtenä tavoitteena on panostaa viemäriverkon kunnon tutkimiseen ja valvontaan sekä riittävään kunnossapitotöiden resurssointiin.

2. VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN

Koordinoitu verkkotietojärjestelmän hyödyntäminen on osoittautunut mainioksi työkaluksi vesihuoltolaitoksen saneeraustarpeiden kohdistamisessa ja kunnossapitotöiden suunnittelussa sekä resurssoinnissa. Verkkotietojärjestelmään kootaan muun muassa kuntotutkimuksien perusteella verkoston ikä- ja kuntotietoja. Lisäksi on havaittu, että järjestelmän hyöty tulee maksimoitua pääosin tiedonkeruulla, joten on erityisen tärkeää huolehtia jatkuvasta vesi- ja viemärijärjestelmien kuntotutkimuksista. Esimerkiksi HSY:n toiminta-alueen vesihuoltoverkostot ovat poikkeuksellisen laajoja, jolloin verkkotietojärjestelmän hyödyt HSY:lle ovat olleet valtavat.

2. Minkälaisia erityisiä haasteita on noussut esiin viimevuosien myötä kunnossapidon kannalta ja miten asiaa on pyritty hallitsemaan?

1. ILMASTONMUUTOS

Sekaviemäroityjen alueiden lisäksi ilmastonmuutoksen myötä yleistyvät sateet ovat aiheuttaneet kaupunkialueilla tulvia ja tapauksia, joissa hulevesiviemäriin toiminta on häiriintynyt tai lakannut kokonaan toimimasta vastaanottavan avo-ojan tulvan tai vastaavan takia. Yleensä kaupunkialueella olevat avo-ojat ja painanteet ovat kaupungin ylläpidon vastuunalaisuudessa. Tämän seurauksena esimerkiksi kiinteistöltä kulkeutuvia hulevesiä ei välttämättä pystytä johtamaan vesilaitoksen hulevesiviemäriin, jolloin vedet voivat tulla kiinteistöön aiheuttaen esimerkiksi omaisuusvahinkoja. Näissä tapauksissa usein otetaan yhteyttä vesihuoltolaitokseen ja reklamoidaan asiasta, vaikka avo-ojien kunnossapito on kaupunkien vastuunalaisuudessa.

2. KATUYMPÄRISTÖN KEHITYS

Kaupunkien katu ympäristön kehittymisen myötä nykyisiä katu ympäristöjä ja viihtyisyyttä on alettu kehittää istuttamalla esimerkiksi uusia katupuita tai muita kasvillisuuksia, jotka paikoitellen ovat sijoittuneet liian lähelle viemäriverkoston. Näissä tapauksissa on havaittu, että puiden juuret ovat tunkeutuneet viemäriverkoston aiheuttaen vuotoja ja tukoksia. Katupuut ja kasvillisuus ovat kaupunkilaisille tärkeitä, jolloin vesihuoltolaitos on usein päätenyt siirtämään olemassa olevia vesihuoltolinjoja nykyisiltä sijainneilta.

3. KAUPUNKIEN MAANKÄYTÖN KEHITYS

Kaupungistumisen ja täydennysrakentamisen, kuten yksittäisien tai erillisten pienkaavahankkeiden, myötä tulevat johtosiirrot voivat olla yllättäviä ja sitovat vesihuoltolaitoksen resursseja, joita ei ole ennakkoon varattu. Usein näissä tapauksissa ratkaisuna on se, että vesihuoltolaitos on usein määrätty siirtämään viemäriverkostojaan nykyisiltä sijainneiltaan. Tämä on johtanut siihen, että johtosiirtojen yhteydessä viemäreiden kaltevuudet voivat heikentyä, jolloin viemärin itsepuhdistuvuus heikkenee aiheuttaen jatkossa lisää kunnossapidon tarvetta.

Joissain tapauksissa viemärit saattavat jäädä rasitteeksi kiinteistön alueelle, jolloin ne rajoittavat yleisesti kiinteistön käyttöä. Lisäksi viemärit saattavat jäädä sekä kiinteistön että vesihuoltolaitoksen kannalta huonoon sijaintiin. Tämä voi edelleen vaikeuttaa viemärijärjestelmän saavutettavuutta ja kunnossapitotöiden suorittamista. Myös mahdolliset korjaustoimenpiteet tai saneeraustyöt haittaavat aina poikkeuksetta kiinteistön toimintaa ja käyttöä.

Tutkimuksen tuloksena päädyttiin siihen, että kaupunkien ja vesihuoltolaitoksien tulisi yhdessä kirjoittaa huonosti vetävät ja tulvaherkät avo-ojat sekä huolehtia ojien kunnossapidosta, jotta hulevesiviemärin toiminnallisuutta voidaan ylläpitää tarkoituksenmukaisella tavalla. Lisäksi johtosiirtojen yhteydessä tulisi tehdä huolellinen ja kattava toimenpidearvio katupuiden, uuden kaavan tai täydennysrakentamisen vaikutuksista viemärijärjestelmän toiminnallisuuteen eikä vain siirretä johtoja lähimpään vapaaseen sijaintiin. Tämä edellyttää kaupungilta ja vesihuoltolaitokselta tiivistä yhteistyötä viemärijärjestelmän toiminnallisuuden varmistamiseksi.

3. Minkälaisia kunnossapitoon liittyviä haasteita viemäritunneleissa kohdataan?

Merkittävä osa HSY:n viemäritunneleista on tulossa saneerausikään tulevana vuosikymmeninä. Pääosin viemäritunnelit ovat huoltovapaita, mutta tunnelin huoltotyöt vaativat erityisosaamista ja kunnossapitotyöt ovat käytännössä haastavia toteuttaa. Lisäksi kunnossapitotyöt vaativat aina pelastautumissuunnitelman ja työn aikana tulee seurata jatkuvasti hapen määrää sekä tunnelin virtaamia. Viemärikunnossapidon haasteita on pyritty hallitsemaan seuraavasti:

1. RIKKIKAAASUT JA NIIDEN KÄSITTELY ENNEN TUNNELIN JOHTAMISTA

HSY:n toiminta-alueella on muutamia valuma-alueita, joiden jätevedet kulkeutuvat viemäritunneliin pitkiä siirtolinjoja pitkin tuoden mukanaan anaerobisissa olosuhteissa viipyneitä ja aggressiivisiksi muodostuneita jätevesiä. Tunneliin purkautuessaan jätevesistä vapautuu rikkikaasuja ja muita aggressiivisia kaasuja, jotka heikentävät tunnelin betonoituja sekä raudoitettuja osia pienentäen merkittävästi tunnelinrakenteiden käyttöikää. HSY on pääosin toiminnassaan pyrkinyt huomioimaan rikkikaasujen muodostumisen ja pyrkinyt kaasujen käsittelyyn jo syntypaikalla.

2. KALLIORAKENTEIDEN TUTKIMINEN JA LUJITTAMINEN

Vanhoissa viemäritunneleissa ei ole aikoinaan tehty kalliorakenteiden lujitusta huolellisesti tai ollenkaan, jolloin irtoavat kivet ja lohkaaret voivat häiritä jätevesien virtausta tai pahimmassa tapauksessa tukkia viemäritunnelin virtauksen kokonaan. Onneksi vastaavanlainen tapahtuma on erittäin harvinainen, mutta huoli kasvaa tunneleiden ikääntyessä. Olisi erittäin tärkeää kartoittaa viemäritunneleiden kunto ja tehdä tarvittavat saneeraukset riskien minimoiseksi.

3. HAJUHAITAT JA TUNNELEIDEN TUULETUS

Niin jätevesiviemäriverkoston kuin jätevesitunneleiden hajuhaitat koetaan epämiellyttäväksi. Vanhoissa viemäritunneleissa ei välttämättä ole huomioitu tarpeeksi hyvin tunneleiden tuulettumista osana tunnelin toimintaa, jolloin epämiellyttävät rikkikaasut pääsevät purkautumaan lähimpien tuuletusputkien tai kaivon kansien kautta ympäristöön. Lisäksi keskusta-alueella jätevesitunneleiden tuuletusputkien aukot on usein pyritty sijoittamaan mahdollisimman korkealle, kuten esimerkiksi yläpuolella sijaitsevan kerrostalon katolle. Tämä on johtanut siihen, että joissakin tapauksissa tuuletusputket ovat erittäin pitkiä, jolloin ne eivät toimi suunnitellusti. Näiden kohtien kartoittaminen on tärkeää mahdollisen haitan pienentämiseksi ja niin tunnelin kuin tuuletusputkien toimivuus tulisi arvioida uudelleen sekä tehdä tarvittavat toimenpiteet toiminnallisuuden varmistamiseksi.

4. Miten kunnossapitoon liittyviä riskejä on yleisesti pyritty hallitsemaan?

HSY:n tavoitteena on aina pyrkiä toiminnassaan hallitsemaan toimintansa yhteydessä muodostuneet riskit. Vesihuollon kunnossapitoon liittyvää riskien hallintaa on pyritty toteuttamaan jokapäiväisessä työssä seuraavin tehtäväkokonaisuuksin. Tehtäväkokonaisuudet on pyritty tiivistämään, joten kunkin kohdan taakse sisältyy liuta muitakin tukitoimintoja. Asiaa on esitelty seuraavasti:

1. RISKIEN TUNNISTUS

Muodostetaan kokonaiskuvaa riskeistä tunnistamalla riskit ja kohteet, kuten kriittiset pumppaamot tai viemäriosuudet, sekä arvioidaan niiden vaikutukset ympäristöön.

2. AMMATTIT Aidon YLLÄPITÄMINEN

Huolehditaan henkilöstön ammattitaidosta, esimerkiksi kouluttamalla, ja tehdään suunnitelma niistä toimenpiteistä, joilla varmistetaan viemärijärjestelmän toiminnallisuus – huomioiden mahdolliset toimintahäiriöt, kuten tulvatilanteet.

3. HUOLEHDITAAN RESURSSEISTA

Huolehditaan, että vesihuoltolaitoksen kuntotutkimuksiin ja kunnossapitoon käytetään riittävästi resursseja ja panostetaan erityisesti kunnossapidon valvontaan ja toteutukseen.

4. HUOLEHDITAAN KUNNOSSAPIDOSTA JA RAPORTOINNISTA

Toimeenpannaan kunnossapitoon liittyvät tehtävät ja huolehditaan tietojen raportoinnista, kuten edellä mainittuun verkkotietojärjestelmään, jatkotoimenpiteitä ja saneeraustarpeiden kohdistamista varten.

5. KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN AJANTASAISUUS

Huolehditaan verkkotietojärjestelmän ajantasaisuudesta ja ylläpidetään sekä päivitetään kunnossapitosuunnitelmaa säännöllisin väliajoin. Lisäksi huolehditaan siitä, että tieto ja kokemukset kunnossapidosta välittyvät verkkotietojärjestelmään sekä päättäjille.

6. KUNNOSSAPIDON HUOMIOIMINEN VESIHUOLTOLAITOKSEN TOIMINNAN KEHITYKSESSÄ

Huolehditaan kunnossapidon resurssitasapainosta ja kehitetään vesihuoltolaitoksen toimintaa myös kunnossapidon näkökulmasta huomioiden vesi- ja viemäriverkoston laajentuminen kaupunkien jatkuvan maankäytön kehittymisen myötä.

6.5 Ylivuotojen hallintamenetelmät

Tyypillisesti jätevesiviemäriverkoston ylivuotojen havaitseminen on usein haastavampaa kuin pumppaamojen yhteydessä tapahtuvat ylivuodot, jossa yleensä pumppaamon häiriötilanteesta lähtee tieto verkoston ylläpidosta vastaavalle taholle. Viemäriverkoston ylivuotojen määrää arvioidaan tänä päivänä muun muassa pumppaamojen tuottaman datan perusteella, taselaskennan avulla, mallintamalla tai arvioimalla itse ylivuototapahtuman olosuhteita. (HSY 2011.) Tulevaisuudessa voi muodostua tarpeeksi kehittää viemäriverkostossa tapahtuvien ylivuotojen reaaliaikainen seuranta-järjestelmä, jonka avulla voitaisiin ennaltaehkäistä ylivuotoja ja saada tarpeeksi luotettavaa tietoa ylivuotojen määrästä sekä laadusta. Ylivuotojen muodostumista voidaan hallita ja vähentää syyt seuraavin toimenpitein.

Tutkitaan ylivuotoihin johtavat syyt:

- Tutkitaan syyt viemärijärjestelmän toiminnallisuushäiriölle, kuten huono kunto, putken tukkeutuminen, sortuma tai muu vastaava.
- Tarkistetaan viemärijärjestelmän ylivuotavan osuuden kapasiteetin riittävyys ja tutkitaan kapasiteetin ylittymisen syyt, kuten onko viemärijärjestelmä mitoitukseltaan liian pieni, esimerkiksi maankäytön kehittyessä, vai johtuuko kapasiteetin ylittyminen esimerkiksi viemärijärjestelmään päässeistä hule- tai vuotovesistä.

- Tarkistetaan mahdollisen läheisen vesistön vaikutus viemärijärjestelmän ylivuotojen syntyyn esimerkiksi tarkistamalla ylivuotokynnyksien korkeusasemien yhteys vastaanottavan vesistöön, kuten meriveteen, ja tutkitaan ylivuototapahtuman aikaan havaitut meriveden maksimikorkeudet. Tässä tulee myös huomioida, että vesistö voi päästä tunkeutumaan viemärijärjestelmään yhdessä paikassa ja aiheuttaa ylivuotoja toisessa.
- Varmistetaan, että ylivuotorakenne on suunniteltu ja toteutettu halutulla tavalla sekä korjataan tarvittaessa vaatimuksien mukaiseksi.

Satunnaispäästöjen hallinta ja vähentäminen:

- **Varmistetaan viemärijärjestelmän asiallinen toiminnallisuus:** Varmistetaan kapasiteetin riittävyys, itsepuhdistuvuus ja tarvittaessa pyritään saneeraamaan viemärijärjestelmä kapasiteetiltaan riittäväksi ja itsepuhdistuvaksi. Lisäksi huolehditaan ikääntyneen ja huonossa kunnossa olevan viemäriverkoston mahdolliset paikalliset korjaustarpeet, joilla pystytään ennaltaehkäisemään laajempia toimintahäiriöitä.
- **Viemäriverkoston saneeraus:** Pystytään vähentämään ylivuotoja saneeraamalla olemassa oleva kapasiteetiltaan riittämätön-, huonokuntoinen- tai vuotava viemäriosuus. Viemäriverkoston saneerauksen määrittely perustuu usein olemassa olevien viemäreiden kuntotutkimuksiin ja kapasiteettitarkasteluihin. Saneeraus on menetelmänä raskas ja vaatii resursseja, varsinkin tiiviissä kaupunkiympäristössä, jossa rakentamisesta aiheutuvat väliaikaiset häiriöt mielletään usein epämiellyttäviksi. Toisaalta ikääntyvän verkoston saneeraamisella varmistetaan myös viemärijärjestelmän toimintavarmuus pitkälle tulevaisuuteen.
- **Viemäriverkoston kuntotutkimukset:** Näiden avulla voidaan arvioida verkoston toiminnallisuutta, kuntoa ja jäljellä olevaa käyttöikä. Kuntotutkimuksia käytetään viemärisaneerauksien määrittelyn lisäksi ennakoimaan tulevia saneeraustarpeita, kuten mahdollisten piilevien vuotokohtien ja putkirikkojen paikallistamiseen, joka auttaa ennaltaehkäisemään yllättäviä häiriötilanteita ja käyttökatkoksien aiheuttamat paikalliset haitat verkoston käyttäjille ja rakennetulle ympäristölle. Lisäksi kuntotutkimuksien avulla saadaan tarpeellista

tietoa mahdollisen saneerauksien aikataulun suunnitteluun, kustannusten arviointiin ja saneeraustöiden laajuuteen.

- **Viemärijärjestelmän pumppaamojen toimintavarmuuden ylläpitäminen:** Tämä on erityisen tärkeää viemäriverkoston toiminnan kannalta. Pumppaamon häiriötilanteessa, kuten sähkökatkossa, yleensä pääsee muodostumaan ylivuotoja ympäristöön. Vesihuoltolaitoksien pumppaamot ovat tyypillisesti kattavan kaukovalvonnan ja hälytysjärjestelmän piirissä, jolloin mahdollisiin häiriötilanteisiin pystytään reagoimaan varsin nopeasti. Lisäksi pumppaamojen huoltotoimenpiteet ovat järjestelmällisesti organisoitua toimintaa, jolla voidaan ennaltaehkäistä pumppaamon häiriötilanteita. Esimerkiksi pumppaamon koneisto sekä muut laitteet ovat usein vaihdettavissa vaatimuksien mukaiselle tasolle. Lisäksi voidaan harkita varajärjestelyjä, kuten varapumppuja tai ylivuotosäiliöitä, joiden avulla voidaan pyrkiä vähentämään ympäristöön purkautuvien jätevesien määrää.
 - *Riskien ja vahinkojen pienentämiseksi viemäriverkoston toiminannon kannalta merkittävien ja suurien virtaamien pumppaamoissa on erityisen tärkeää varmistaa, että ohipumppauskalustoa on riittävästi saatavilla hoitamaan huolto- tai häiriötilanteet myös huippuvirtaamaan aikana, kuten normaaliolosuhteisiin mitoitetuilla varavoimajärjestelmillä tai verkoston toimintaa voidaan ylläpitää esimerkiksi loka-autoilla. Toisaalta laajojen valuma-alueiden pumppaamoissa ylivuodot voivat olla väistämättömiä suurien vesimäärien vuoksi, ettei varajärjestelytkään kykene täysin estämään ylivuotojen muodostumista.*
- **Hule- ja vuotovesien vähentäminen viemärijärjestelmässä:** Hule- ja vuotovedet ovat yleensä viemärijärjestelmän merkittävän kuormitustekijä ja aiheuttavat suuria virtaamavaihteluita, varsinkin rankkasade- ja sulamisvesien aikaan, niin sekaviemäröidyillä alueilla kuin erillisviemäröidyillä alueilla. Viemäriverkoston vuotovesien vähentämisessä on kätevää hyödyntää verkoston kuntotutkimuksia, joiden avulla pystytään kohdistamaan korjaustoimenpiteet sekä saneeraamaan vanhat ja huonokuntoiset osuudet tiiviiksi järjestelmiksi. Lisäksi kunnat ja vesihuoltolaitokset ovat asettaneet tavoitteeksi muuttaa sekaviemäröityjä alueita erillisviemäröidyksi.
- **Kaupunkien hulevesitulvien hallinta:** On hyvä huomioida, että kaupunkien ja taajamien hulevesitulvista voi muodostua haittaa myös hyvässä kunnossa oleville erillisviemäröidyille

alueille, varsinkin niillä alueilla, joissa hulevesiverkosto on jäänyt mitoitukseltaan liian pieneksi tai maanpäällisen tulvareitin puuttuessa. Yleensä vastaavanlaiset alueet ovat kuntien vanhoja saneeraamattomia katuja tai taajamia, jolloin hulevesiviemäriin mitoituksessa ei välttämättä ole huomioitu tulvamitoitusta tai sitten hulevesiviemäriin tulvamitoitus ei vastaa tämän päivän vaatimuksia. Lisäksi hulevesiä ei välttämättä viivytetä tai käsitellä ollenkaan syntypaikallaan ennen vesien johtamista vesihuoltolaitoksen viemäriverkostoon. Siksi vesihuoltolaitoksen ja kunnan tulisi yhteistyössä kartoittaa alueensa hulevesistä muodostuvat tulvahaitat ja arvioida vaikutukset jätevesiviemärijärjestelmään, josta on kerrottu tarkemmin kohdassa 4.3.

- **Huolehditaan viemärijärjestelmän kunnossapidosta:** Toimeenpannaan viemärijärjestelmän säännölliset kunnossapitotyöt, jotka ovat tärkeitä toimenpiteitä viemäriverkon toiminnallisuuden kannalta, jotta viemärijärjestelmä pysyisi käyttökuntoisena sekä toimintavarmana kaiken aikaa. Täten on erityisen tärkeää laatia asianmukainen kunnossapitosuunnitelma, jota toimeenpannaan riittävin resurssein. Lisäksi huolehditaan kunnossapitosuunnitelman päivittämisestä sekä kehittämisestä sopivin aikavälein.
- **Kohdistetaan resursseja viisaasti ja ennakoidaan tulevia saneeraustarpeita:** Tehdään tiivistä yhteistyötä kunnossapidon kanssa ja huolehditaan, että tieto tehdyistä toimenpiteistä välittyy kootusti vesihuoltolaitoksen järjestelmiin, kuten verkkotietojärjestelmään, jota hyödynnetään osana päivittäistä työtä. Lisäksi tutkitaan verkkotietojärjestelmään päivitettyjä kuntotietoja ja paikannetaan viemärijärjestelmän huonokuntoiset ja vuotavat viemäriosuudet. Priorisoidaan tulevat saneeraukset viemäriverkoston kriittisyyden perusteella huomioiden ylivuodoista muodostuvat haitat ja riskit ympäristölle sekä viemärijärjestelmän käyttäjille. Priorisoinnin yhteydessä tulee myös tunnistaa viemäriverkoston ulkopuolisen riskin, kuten vesistön tai meriveden, aiheuttamat haitat ja riskit viemärijärjestelmän toiminnallisuudelle ja mahdollisuuksien mukaan tutkia yhteistyössä kunnan kanssa tarvittavia toimenpiteitä riskin pienentämiseksi.

6.6 Ylivuotorakenteiden suunnittelu

Viemärijärjestelmän ylivuotorakenteiden suunnitteluperusteita ei ohjeisteta kattavasti suomalaisessa kirjallisuudessa, vaikka aihepiiristä löytyy tutkimuksia ja selvityksiä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli laatia kattava listaus niistä tehtävistä ja vaiheista, jotka tulee ottaa huomioon ylivuotokorkeuksien suunnittelussa. Tutkimuksen lopputuloksena laadittiin yleinen toimintamenettely HSY:n ylivuotorakenteiden suunnitteluun, joita voi myös muut vesihuoltolaitokset hyödyntää omassa toiminnassaan.

- **Määritetään ylivuotorakenteelle paikka ja periaateratkaisu seuraavat kohdat huomioiden**

- huomioiden alueen mahdolliset tulvariskit sekä sijoitetaan ylivuotorakenne mahdollisuuksien mukaan tulvariskialueen ulkopuolelle. Mikäli tämä ei ole mahdollista tulee ylivuotorakenteen yhteyteen suunnitella tai vähintään tehdä varaus tulvapumppamolle samanaikaisen viemäri- ja vesistötulvan varalta.
- tarkistetaan ettei ylivuotorakenteen sijoittumiselle ole maankäytöllisiä esteitä, kuten asemakaava tai yleiskaava, suojellut alueet, maankäytön kehittyminen, eriyttäminen tai muita vastaavia.
- huomioidaan rakenteen sijoittamisessa kunnossapitovaatimukset, kuten saavutettavuus ja rakenteiden huollettavuus kohtuullisin toimenpitein.

- **Ylivuotorakenteen mitoitus**

- Mitoitetaan ylivuotorakenne viemärijärjestelmän maksimivirtaamien perusteella huomioiden sekavesiviemäroidyillä alueilla eriyttämisen eteneminen ja erillisviemäroidyillä alueilla vähintään vuotovedet. Lisäksi huomioidaan, ettei ylivuotorakennetta ylimitoiteta liian suureksi.
- Optimoidaan ylivuototaso mahdollisimman tarkasti huomioiden vaikutusalueen kiinteistöjen liitoskohtalausunnot ja kvv-suunnitelmat sekä suoritetaan tarvittaessa viemä-

rijärjestelmän tv-kuvaus mahdollisia piiloliitoksien paikantamiseksi. Tarkastelun pohjalta laaditaan kattava selvitys, esimerkiksi karttaesityksen muodossa, alueen viemärijärjestelmästä. Karttaesityksessä esitetään verkoston kaivon kansien korkeudet, kiinteistöjen liitospaikat, padotuskorkeudet ja alimmat viemärintitasot. Tällöin saadaan paras käsitys ylivuototason muodostamista vaikutuksista viemärijärjestelmässä ennen ylivuotoon purkautumista.

Tutkimuksessa havaittiin, että kiinteistölle annetun padotuskorkeuden ja toteutuneen alimman viemärintitason välillä voi olla todellisuudessa merkittävä korkeusero (>1 m). Tällöin ylivuototasoa voitaisiin teoriassa nostaa ylemmäksi. Tällä voi olla jossain tapauksissa merkittävää hyötyä vesihuoltolaitokselle, kuten esimerkiksi meriveden läheisyydessä. Vastaavanlaisessa ratkaisussa tulee kuitenkin huomioida se, että kiinteistön vastuuraja suojata rakenteitaan päättyy padotuskorkeuteen, joten tulvavahingon sattuessa korvausvelvollisuus on vesihuoltolaitoksella. Toisaalta vesihuoltolaitos voi pyrkiä neuvottelemaan kiinteistön kanssa uudesta padotuskorkeudesta, joka olisi myös juridisesti selkeämpi ratkaisu. Vesihuoltolaitos voi itse päättää minkälaisiin riskeihin toiminnassaan varautuu.

- Tarkistetaan valitun ylivuototason ja rakenteen sijainnin vaikutukset viemäriverkoston veden pinnan korkeuteen maksimivirtaaman aikaan esimerkiksi mallintamalla ja varmistetaan ylivuotojärjestelyn toimivuus eri tulvatilanteissa, huomioiden kiinteistöjen padotuskorkeudet ja alimpien kansien korkeudet.
- Varustetaan ylivuotorakenne tulvaventtiilillä tulvariskialueella tai vastaavalla huomioiden venttiilin toiminta, jotta estetään vesien sisäänpäin pääsy viemärijärjestelmän ulkopuolisessa tulvatilanteessa. Muualla tulvaventtiilin käyttöä voidaan harkita tapauskohtaisesti.

Lisäksi vesihuoltolaitos voi kehittää omaa toimintaansa esimerkiksi päättämällä ylivuotojen seurannasta niin laadullisesti kuin määrällisesti asentamalla esimerkiksi virtausmittari tai vastaava rakenne ylivuotorakenteiden yhteyteen.

7 TIIVISTELMÄ

Vesihuoltolaitoksen jätevesijärjestelmän toimintaan kohdistuu merkittäviä haasteita tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen, ikääntyvän verkoston ja vesihuoltoalalla vallitsevan yleisen osaamis- ja resurssipulan osalta. Vesihuoltoa koskeva lainsäädäntö myös päivittyy ja kehittyy parhaillaan. Vaikutukset heikentävät vesihuoltolaitoksien viemäriverkoston toiminnallisuutta ja kasvattavat riskejä. Viemärijärjestelmään päätyvän huleveden ja vuotovesien määrä sekä merivesien tulvimisen riski järjestelmään sisäänpäin kasvavat, jolloin ylivuodot ja puhdistamoiden prosessiohitukset eli satunnaispäästöt ovat todennäköisempiä. Nämä aiheuttavat ravinnekuormitusta vesistöihin, hygieniahaittaa ja haitallisimmillaan omaisuusvahinkoja sekä raakavedenoton saastumisriskin. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten nämä haasteet vaikuttavat vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston ja jätevesipumppaamoihin sekä miten näitä vaikutuksia voidaan hallita.

Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksen, asiantuntijoiden haastatteluiden sekä HSY:n Suomenlinnan viemärintialueelle kohdistuneen case-tutkimuksen avulla. Haastattelut tehtiin vesihuoltolaitos HSY:n, Vesihuoltoyhdistys VVY:n ja Ramboll Finlandin asiantuntijoille. Haastattelujen tavoitteena oli tehdä ajankohtaiskatsaus päivittyvään lainsäädäntöön ja liitossopimuksien muuttamiseen liittyen. Lisäksi paneuduttiin jätevesijärjestelmän toiminnallisuuteen ja ikääntyvien viemäriverkoston muodostamiin haasteisiin, kuten kasvavaan kunnossapidon tarpeeseen, resurssointiin ja valvontaan liittyen. Case-tapauksena tarkasteltiin HSY:n toiminta-alueella sijaitsevan Suomenlinnan jätevesijärjestelmän vuotavuutta ja mahdollisuuksia vaikuttaa ylivuotoihin ja meriveden tulvariskeihin ylivuotorakenteiden korkeusaseman muutoksilla. Tarkastelun tavoitteena oli myös tunnistaa ja pilotoida ylivuotorakenteiden suunnittelun vaiheita.

7.1 Lainsäädäntö

Suomessa vesihuoltoon liittyvää lainsäädäntöä on säädetty useassa eri laissa ja asetuksessa. Työssä perehdyttiin niihin lain pykäliin, jotka erityisesti liittyvät vesihuoltolaitosten jätevesijärjestelmän satunnaispäästöihin sekä niihin, joilla on epäsuoraa vaikutusta satunnaispäästöihin, kuten hulevesien johtamiseen sekä tulvasuojeluun ja kiinteistöjen liittymissopimuksien muuttamisen edellytyksiin.

Lainsäädäntö velvoittaa olemaan selvillä vesihuoltojärjestelmien kunnosta, ympäristövaikutuksista ja ympäristöriskeistä sekä varmistamaan, että toiminnasta ei aiheudu terveyshaittaa ihmiselle. Viemärijuotojen muodostuminen tulisi pyrkiä estämään sekä rajoittaa laitosohituksien ja ylivuotojen aiheuttamia ympäristöhaittoja vesistöille. (Vesihuoltolaki 119/2001; Terveydensuojelulaki 763/1994; Ympäristönsuojelulaki 527/2014; Yhdyskuntajätevesien asetus 888/2006.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999/132 103b §) ohjaa kiinteistöjen osalta ensisijaisesti hallitsemaan hulevesiä kiinteistöllä. Mikäli tämä ei ole mahdollista tulee hulevedet johtaa hulevesiviemäriin tai sekaviemärialueilla sekaviemäriin. Sekaviemäriin johtamisen edellytyksenä on, että alueen sekaviemäriverkosto on rakennettu ennen vuotta 2015 ja verkosto on mitoitettu hulevesien johtamiseen. (Vesihuoltolaki 119/2001 17d §.)

Lainsäädäntö velvoittaa selvittämään tulvariskit ja laatimaan alueellisia tulvariskien hallintasuunnitelmia. Tavoitteena on arvioida ja vähentää tulvien esiintymisen todennäköisyyttä tai tulvien vahingollisia seurauksia ja laatia toimenpiteistä suunnitelma. (Laki tulvariskien hallinnasta 620/210.)

Vesihuoltolaki (119/2001) edellyttää kiinteistön ja vesihuoltolaitoksen välisen sopimuksen tekemistä. Muutoksia sopimukseen ei voi tehdä yksipuolisesti ja ne edellyttävät neuvottelua sekä varmuutta siitä, että osapuolet ymmärtävät mihin sitoutuvat (Vesihuoltolaki 119/2001 23 §). Vesihuoltolain (119/2001) mukaan vesihuoltolaitos on oikeutettu muuttamaan sopimuksen mukaisia maksuja ja muita ehtoja vain:

- 1) sopimusehdoissa yksilöidyillä perusteilla edellyttäen, että sopimuksen sisältö ei kokonaisuutena olennaisesti muutu;
- 2) lainsäädännön muutoksen tai viranomaisen siihen perustuvan päätöksen perusteella;
- 3) muusta erityisestä syystä olosuhteiden olennaisesti muututtua.

7.2 Yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistaminen

Yhdyskuntajätevesidirektiiviä (91/271/ETY) tarkennetaan EU:ssa tämän tutkimuksen aikaan. Direktiivin (91/271/ETY) uudistuksella tavoitellaan mm. jätevesien puhdistamisen tehostamista ja pyritään vähentämään satunnaispäästöjen haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Tutkimuksen lakiasiantuntijoille suunnatussa haastattelussa selvitettiin direktiivin (91/271/ETY) mahdollisia vaikutuksia

Suomen lainsäädännössä. Vielä on epävarmaa, miten yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistaminen tulee vaikuttamaan Suomen lainsäädäntöön, kuten jätevesijärjestelmän satunnaispäästöjen hallintaan ja määrään liittyen. Alustavan arvion mukaan yhdyskuntajätevesidirektiivin (91/271/ETY) uudistamisen myötä vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston satunnaispäästöihin tullaan asettamaan nykyistä tiukempia vaatimuksia. Tulevaisuudessa tämä muodostaa vesihuoltolaitoksille lisää paineita vähentää merkittävästi vuotovesiä viemärijärjestelmissä ja saneerata ikääntyneet sekä heikkokuntoiset viemäriosuudet satunnaispäästöjen vähentämiseksi.

7.3 Ilmastonmuutoksen vaikutukset viemäriverkostoon ja kiinteistöjen viemärointiin

Ilmastonmuutoksen seurauksena nouseva merivedenpinta, vesistötulvat, lisääntyvät rankkasateet ja voimistuvat myrskyt aiheuttavat merkittäviä riskejä vesihuoltolaitoksien vesihuoltoverkostoon, verkoston laitteisiin ja myös haitalliset vaikutukset kiinteistöjen viemärointiin ovat todennäköisempiä. Meriveden pinnan nousun myötä riskinä on meriveden tunkeutuminen viemäriverkostoon esimerkiksi ylivuotorakenteiden tai kaivojen kansien kautta. Voimistuvat sateet mm. lisäävät virtaamavaihteluita ja vuotovesiä. Nämä tilanteet ylikuormittavat jätevesijärjestelmää ja muodostavat ylivuotoja ja viemäritulvia, jotka voivat edelleen aiheuttaa hygieniahaittaa ja omaisuusvahinkoja kiinteistöille ja vesihuoltolaitokselle, kuten laite- ja putkirikkoja, niin erillisviemäroidyillä alueilla kuin seka- viemäroidyillä alueilla. Tulvista aiheutuvat omaisuusvahingot voivat muodostaa suuria kustannuksia kunnille, vesihuoltolaitoksille ja kiinteistöille.

Kuntien, vesihuoltolaitoksien ja kiinteistöjen tulee kaikkien tahojen toteuttaa suojaustoimenpiteitä viemäriverkoston toiminnallisuuden varmistamiseksi ja riskien pienentämiseksi. Vesihuoltolaitoksen tulee tunnistaa merivesi-, vesistö- ja hulevesitulviin varautumisen osalta viemärijärjestelmän riskikohteet ja viemäriverkoston toiminnallisuuden kannalta kriittiset rakenteet, kuten pumppaamot, kaivot tai ylivuotorakenteet. Myös riskikiinteistöt on tunnistettava ja tarkasteltava kiinteistöjen viemärijärjestelyt, kuten padotuskorkeudet ja alimmat viemärointitasot. Kunnan ja vesihuoltolaitoksen tulee yhdessä kartoittaa merivesi- ja vesistötulvariskit ja -haitat sekä niiden hallintakeinot. Suositeltavaa on myös laatia yhteistyössä kunnan kanssa viemärointialueen kattava hulevesiselvitys hulevesitulvien varalta. Tämän jälkeen tahojen tulee laatia varautumissuunnitelma häiriö- ja tulvatilanteiden varalle sekä toteuttaa hulevesi- ja vesistötulvien varalle ennakoivasti tulvasuojaustoimenpiteitä sekä tutkia sopivia toimenpiteitä kiinteistöjen turvaamiseksi.

Tulvat, myrskyt ja kasvavat sademäärät voivat aiheuttaa putkivaurioita, eroosiota ja kasvattaa vuotovesimääriä. Pumppaamoiden häiriötilanteet voivat yleistyä, sähkönkulutus kasvaa ja sähkönsyöttö häiriintyä. Vesihuoltolaitoksien olisi tärkeää kartoittaa olemassa olevan viemärijärjestelmien kunto, koska ilmastonmuutoksen myötä kohdistuu merkittävää painetta saneerata jo ennestään huonokuntoisia ja vuotavia viemärijärjestelmiä suurempien vahinkojen ennaltaehkäisemiseksi. Vesihuoltolaitoksen huonokuntoisten ja vuotavien verkostojen saneerauksella ja samaan aikaan toteuttavalla tonttijohtojen saneerauksella saadaan paras lopputulos viemärijärjestelmän toiminnan kannalta. Vesihuoltolaitoksen ja kiinteistöjen sekaviemäröinnin eriyttämisellä varmistettaisiin viemärijärjestelmän toiminnallisuus myös tulvatilanteessa, kun hulevedet pystyttäisiin ohjaamaan omassa erillisessä järjestelmässä.

Kiinteistöjen suojaamiseksi tulee lisätä informaatiota ja valistusta tulvariskeistä, tulvien ennaltaehkäisyn keinoista ja toimintajärjestelyistä tulvatilanteissa. Viemärijärjestelmiin liittyen kiinteistöille tulee kertoa vastuusta suojata annetun padotuskorkeuden alapuoliset rakenteet ja neuvoa millaisilla toimenpiteillä viemäritulvilta suojaudutaan, esimerkiksi kiinteistökohtaisella pumppaamalla tai tulvaventtiilillä. Kunnan ja vesihuoltolaitoksen on erityisen tärkeää paikantaa ne kiinteistöt, joissa padotuskorkeudet ovat liian alhaisia tulvariskeihin nähden tai yleiset tulvareitit toimimattomia ja järjestää sopivat suojaustoimenpiteet mahdollisen haitan hallitsemiseksi.

7.4 Kiinteistöjen liitossopimuksien tulevaisuus

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää mahdollisuuksia muuttaa vesihuoltolaitoksien ja kiinteistöjen välisien liitossopimuksien liitteessä määritettyjä padotuskorkeuksia, jotta viemärijärjestelmän ylivuotoyhteyksien korkeusasemaa voisi nostaa ylemmäs. Tavoitteen taustalla on paineet satunnaispäästöjen vähentämiselle sekä ilmastonmuutoksen seurauksena yleistyvät hule- ja vesistötulvat, jotka voivat tunkeutua viemärijärjestelmiin nykyisien ylivuotokynnyksien kautta aiheuttaen haittaa järjestelmän toiminnallisuudelle ja kiinteistöille.

Lakiasiantuntijoiden haastatteluissa selvitettiin mahdollisuuksia liitossopimuksien muuttamiseen. Tulevaisuudessa on mahdollista, että ilmastonmuutoksen myötä vesihuoltolaitokset saattavat joutua tekemään riskialueilla kiinteistöjen liitossopimukseen päivityksiä tai muutoksia kiinteistöjen turvaamiseksi. Vesihuoltolaitoksen tulee varautua järjestämään neuvotteluja eri sidosryhmien kanssa, mikäli kiinteistön liitossopimuksien sisältöä on tarve muuttaa oleellisesti ja niissä tapauksissa,

joissa kiinteistön vastuu lisääntyy. Neuvotteluissa voi muodostua herkästi riitatilanteita, jolloin asia vaikeutuu ja ratkaisuprosessi pitkittyy. Kiinteistöllä on myös mahdollisuus vedota jälkeen päin, ettei ole ymmärtänyt muutoksen tuomaa lisävastuuta, jolloin asiaa voidaan puida jälkeen päin pitkäänkin. Täten vesihuoltolaitoksen on tarkkaan punnittava riskit, mikäli liitossopimuksia muutetaan, koska verkostoille tehtyjen rakenteellisten muutosten palauttaminen aikaisempaan voi olla vaikeaa.

7.5 Suomenlinnan vuotavuus ja tulvariskien hallinta

Case-tapauksena tarkasteltiin HSY:n toiminta-alueella sijaitsevan Suomenlinnan jätevesijärjestelmän vuotavuutta ja mahdollisuuksia vaikuttaa ylivuotoihin ja meriveden tulvariskeihin ylivuotasojen korkeusaseman muutoksilla. Tarkastelun tavoitteena oli myös tunnistaa ja pilotoida ylivuotorakenteiden suunnittelun vaiheita.

Suomenlinnaan tehdyn case-tutkimuksen perusteella verkostoon pääsee vuotovesiä ja hyvin todennäköisesti myös merivesiä silloin, kun merivedenpinta on korkealla. Suomenlinnan viemärijärjestelmän ylivuotojen ja erityisesti meriveden järjestelmään sisäänpäin tunkeutumisen estämiseksi tutkittiin ensisijaisesti vaihtoehtoa, jossa nykyisiä ylivuotokynnyksien ylivuototasoa nostetaan lähemmäksi maanpintaa. Tutkimuksessa tarkasteltiin viemärijärjestelmän ylivuotokynnyksien sijainteja, nykyisiä ylivuotokorkeuksia, kiinteistöjen padotuskorkeuksia ja kiinteistöjen alimpia viemärointitasoja. Lisäksi nykyisiä ylivuotokynnyksien korkeuksia verrattiin Helsingin ja Espoon rannikkoalueen tulvariskien hallintasuunnitelmassa ilmoitettuihin tulvavaarakartoitettuihin skenaarioiden tulvakorkeuksiin. Tietojen pohjalta suunniteltiin uudet ehdotetut korkeudet ylivuotokynnyksille. Tuloksena nykyisien ylivuotokynnyksien korkeusasemaa voidaan nostaa nykyisestään 20 cm – 115 cm riippuen ylivuotorakenteen sijainnista. Ylivuotokynnyksien nostamisen avulla voidaan parhailaan torjua merivedestä aiheutuvaa haittaa saattamalla uudet ylivuotokorkeudet ”harvinaisen” – tai ”hyvin harvinaisen tulvakorkeuden” alueelle. Ennen ylivuotokynnyksen muuttamista on varmistuttava lisätarkasteluilla siitä, ettei tulvatilanteessa jätevesistä ei aiheudu haittaa kiinteistöille tai ympäristölle. Suomenlinnan pilottitutkimuksen avulla saatiin tarkennettua näkemystä siitä mitä vaiheita ylivuotorakenteiden korkeusaseman suunnittelussa on huomioitava.

7.6 Kunnossapidon haasteet

Jätevesijärjestelmän toiminnallisuuteen ja kunnossapitoon liittyvä kyselytutkimus osoitettiin HSY:n kunnossapitotyöhön osallistuville asiantuntijoille, jota oli täydentämässä Ramboll Finlandin asiantuntijoiden lausunnot. Haastatteluissa korostui huoli siitä, että vesihuoltolaitoksien järjestelmät ikääntyvät kovaa vauhtia ja vuosittainen tarve saneerata ja uudistaa viemäriverkostoja on osoittautunut vaikeaksi toteuttaa määrärahojen jakautuessa moniin eri hankkeisiin. Kunnossapidon resursipula ja organisointi sekä valvontatöiden vajavainen järjestäminen voi vaikeuttaa saneeraustarpeiden ja määrärahojen kohdistamista viemärijärjestelmän tarvittaville osuuksille. Saneerausvelan tuomia haasteita voidaan hallita viemärijärjestelmän koordinoitulla kunnan tutkimisella, valvonnalla ja kunnossapitotöiden riittävällä resurssoinnilla. Lisäksi verkkotietojärjestelmään koottavan kattavan tiedon hyödyntäminen on osoittautunut mainioksi työkaluksi vesihuoltolaitoksen saneeraustarpeiden kohdistamisessa ja kunnossapitotöiden suunnittelussa sekä resurssoinnissa.

Viime vuosina kunnossapidon kannalta on noussut esiin muutama kaupunkiyhteistyöhön liittyvä haaste. Yleistyneet kaupunkitulvat, ovat aiheuttaneet tilanteita, joissa hulevesiviemäriin toiminta on häiriintynyt tai lakannut kokonaan toimimasta kaupungin vastuulla olevan vastaanottavan avo-ojan tulvan tai vastaavan takia. Katuympäristön kehitys, jossa istutaan puita viemäreiden lähelle, on havaittu lisääntyneinä juurien aiheuttamina häiriöinä viemäreissä. Kaupungistumisen ja täydennysrakentamisen myötä tulevat johtosiirrot voivat olla yllättäviä ja sitovat vesihuoltolaitoksen resursseja, viemärien kaltevuus ja sitä myöten toiminnallisuus voi heiketä sekä uusi sijainti voi olla kunnossapidon kannalta haastava. Haasteiden ennaltaehkäiseminen ja ratkaiseminen edellyttää kaupungilta ja vesihuoltolaitokselta tiivistä yhteistyötä.

HSY:n tavoitteena on aina pyrkiä kunnossapitotoiminnassaan hallitsemaan toimintansa yhteydessä muodostuvat riskit. HSY:n kunnossapidon henkilöstön haastatteluiden perusteella vesihuollon kunnossapitoon liittyvää riskienhallintaa toteutetaan jokapäiväisessä työssä seuraavin tehtäväkokonaisuuksin:

- 1) Riskien tunnistus
- 2) Ammattitaidon ylläpito
- 3) Huolehditaan resursseista
- 4) Huolehditaan kunnossapidosta ja raportoinnista
- 5) Kunnossapitosuunnitelman ajantasaisuus
- 6) Kunnossapidon huomioiminen vesihuoltolaitoksen toiminnan kehityksessä

7.7 Ylivuotojen hallintamenetelmät

Ylivuodot aiheutuvat, kun viemäriin normaali toiminta on häiriintynyt, jolloin viemäriverkkoon kertynyt vesi pääsee purkautumaan ympäristöön tai kiinteistöihin. Ylivuodot ovat seurausta kapasiteetin loppumisesta tai muista viemäriin toimintahäiriöistä. (RIL 237-1-2010.) Tutkimuksessa tunnistettiin toimenpiteitä, joilla voidaan hallita ja vähentää ylivuotojen muodostumista.

Ylivuotojen vähentämiseen tähtäävien toimenpiteiden suunnittelun lähtötiedoksi tutkitaan ja analysoidaan ensin ylivuotoihin johtavat syyt. Tavallisesti ylivuotojen aiheuttajana ovat verkoston heikko kunto, kapasiteetin loppuminen, vesistö voi päästä tunkeutumaan viemärijärjestelmään tai ylivuotorakenne ei ole suunniteltu tai toteutettu asianmukaisesti.

Satunnaispäästöjen hallintaan ja vähentämiseksi tunnistettiin seuraavat toimenpiteet:

- 1) Varmistetaan viemärijärjestelmän asiallinen toiminnallisuus
- 2) Viemäriverkoston saneeraus
- 3) Viemäriverkoston kuntotutkimukset
- 4) Viemärijärjestelmän pumppaamojen toimintavarmuuden ylläpitäminen
- 5) Hule- ja vuotovesien vähentäminen viemärijärjestelmässä
- 6) Kaupunkien hulevesitulvien hallinta
- 7) Huolehditaan viemärijärjestelmän kunnossapidosta
- 8) Kohdistetaan resursseja viisaasti ja ennakoidaan tulevia saneeraustarpeita

7.8 Ylivuotorakenteiden suunnittelu

Vesihuoltolaitoksien viemäriverkostoissa sijaitsevat ylivuotorakenteet ovat suunniteltuja rakenteita, joiden avulla varmistetaan, että mahdollisessa häiriö- tai tulvatilanteessa verkostossa kulkeutuvat vedet ohjataan ennalta sovittuun paikkaan minimoiden ylivuodoista muodostuvat haitat. Ylivuotorakenteita on monenlaisia, yleisimmät ylivuotorakenteet koostuvat ylivuotokynnyksistä, ylivuotoputkesta, purkuaukosta ja tarkastuskaivosta, joiden kautta viemäriverkoston ylivuodot ohjataan hallitusti esimerkiksi hulevesijärjestelmään tai suoraan läheiseen vesistöön.

Viemärijärjestelmän ylivuotorakenteiden suunnitteluperusteita ei ohjeista kattavasti suomalaisessa kirjallisuudessa, vaikka aihepiiristä löytyy tutkimuksia ja selvityksiä. Tämän tutkimuksen osana

koottiin listaus tehtävistä ja vaiheista, jotka tulee ottaa huomioon ylivuotorakenteiden ja niiden ylivuotokynnyksien korkeuksien suunnittelussa. Ylivuotorakenteen sijainnin määrittämisessä on keskeistä huomioida tulvariskit, verkoston toiminnallisuus, vahinkoriskienhallinta, maankäytön esteet sekä kunnossapitovaatimukset. Ylivuotorakenteen mitoituksessa huomioidaan maksimivirtaama, verkoston kaivon kansien korkeudet, kiinteistöjen liitospaikat, padotuskorkeudet, alimmat viemärintitasot ja vaikutukset padottumisen tasoon. Lisäksi tarkastellaan tarve tulvaventtiilille ja ylivuotovirtaaman mittaamiselle.

LÄHTEET

Ahonen, K. 2018. TSP Oy:n viemäröintialueen ylivuotojen parempi hallinta Ympäristöriskianalyysi jätevedenpumppaamoille. ELY-keskus raportteja 67/2018. Hakupäivä 5.2.2022. [TSP Oy:n viemäröintialueen ylivuotojen parempi hallinta, Ympäristöriskianalyysi jätevedenpumppaamoille. \(doria.fi\)](https://www.doria.fi/handle/10024/183928/Raportteja_ELY_HKI_ESP_2021_osa1_uusi.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Castrén, J. 2015. Selvitys jätevesiohituksista. VVY, monistesarja nro 35, (2015). Hakupäivä 5.2.2022 https://www.vvy.fi/site/assets/files/4907/selvitys_jatevesiohituksista_2015.pdf

Euroopan tilintarkastustuomioistuin 2018. Erityiskertomus nro 25/2018: Tulvadirektiivi: riskien arvioinnissa on edistytty, mutta suunnittelua ja täytäntöönpanoa on parannettava. Hakupäivä 15.3.2022. <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/floods-directive-25-2018/fi/>

Helsingin ja Espoon rannikkoalueen tulvaryhmä 2021. Helsingin ja Espoon rannikkoalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2022–2027. ELY-keskus raportteja 72/2021. Hakupäivä 3.2.2022 [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183928/Raportteja ELY HKI ESP 2021_osa1_uusi.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183928/Raportteja_ELY_HKI_ESP_2021_osa1_uusi.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Helsingin karttapalvelu 2022. Hakupäivä 3.2.2022. <https://kartta.hel.fi>.

HSY 2011. Vantaanjoen valuma-alueen jätevesiylivuodot. Esiselvitys ja toimenpideohjelma. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Hakupäivä 5.2.2022. http://www.hsy.fi/tietoahsy/Documents/Julkaisut/2_2011_Vantaanjoen_valuma_alueen_jatevesiylivuodot.pdf

Hughes, J., Cowper-Heays, K., Olesson, E., Bell, R. & Stroombergen, A. 2021. Impacts and implications of climate change on wastewater systems: A New Zealand perspective. Climate Risk Management Volume 31, 2021, 100262. Hakupäivä 5.2.2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096320300528>

Ilmatieteenlaitos 2022a. Merivedenkorkeus. Hakupäivä 3.2.2022. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vedenkorkeus>

Ilmatieteenlaitos 2022b. Kuukausitilastot. Hakupäivä 3.2.2022 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>

Jaakonaho, O., Jussila, T. & Rantakokko, K. 2015. Helsingin ja Espoon rannikkoalueen tulvariskien hallintasuunnitelma vuosille 2016-2021. ELY-keskus raportteja 97/2015. Hakupäivä 3.2.2022 <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/118680/Raportteja%2097%202015.pdf?sequence=27&isAllowed=y>

Kangas, A. 2021. Regulaatiokatsaus, yhdyskuntajätevesidirektiivin tilanne. Ympäristöministeriö. Hakupäivä 14.5.2022 https://www.vesiyhdistys.fi/wp-content/uploads/2021/11/1_20211111-Ilmastomuutos-ja-jatevedenpuhdistamot-Vesiyhdistys.pdf

Kangas, A. 2022. Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkitys ja vaikutukset vastaanottavissa vesistöissä – hankkeen päätösseminaarin esitys.

Kuulas, A., Renko, T. & Kuivamäki, R. 2020. Vesihuollon investointitarpeet 2040. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 63. [Vesihuollon investointitarpeet vuoteen 2040 \(vvy.fi\)](#)

Laitinen, J., Juntunen, J., Kotamäki, N., Laukka, V., Siimes, K., Laikari, A., Dubovik, M., Rintahiiri, V., Wendling, L., Miettinen, I. & Meriläinen, P. 2022. Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkityksestä ja vaikutuksista vastaanottavissa vesistöissä. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:22. Hakupäivä 15.6.2022 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163912/VNTEAS_2022_22.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Laki tulvariskien hallinnasta 620/201. Hakupäivä 5.2.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620>

Maa- ja metsätalousministeriö 2021. Kansallisen vesihuoltouudistuksen ohjelma. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:7. Hakupäivä 5.2.2022. <https://mmm.fi/documents/1410837/6164691/KansallisenVesihuoltouudistuksenOhjelma.pdf/c0e480ef-cbd0-c63e-6f37-fb61621421a0/KansallisenVesihuoltouudistuksenOhjelma.pdf?t=1623735510993>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Hakupäivä 5.2.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Meriläinen, P., Lanki, T., Miettinen, I., Hokajärvi, A-M., Simola, A., Tiittanen, P. & Yli-Tuomi, T. 2019. Ilmastonmuutos ja vesihuolto – varautuminen ja terveysvaikutukset. Suomen Ilmasto- paneeli. Raportti 10/2019. Hakupäivä 5.2.2022. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/12/Ilmastonmuutos-ja-vesihuolto_final.pdf

Patoturvallisuuslaki 494/2009. Haettu 5.2.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090494>

RIL 124-1 2003 Vesihuolto I. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry:n julkaisusarja. Luettu 14.3.2022.

RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Perusteet ja toiminnallisuus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry:n julkaisusarja.

Roti 2021. Rakennetun omaisuuden tila 2021. Hakupäivä 14.3.2022. <https://www.ril.fi/fi/alan-kehitys/roti-2021>

Ruosteenoja, K., Jylhä, K., & Kämäräinen, M. 2016. Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios. Geophysica, 51. Hakupäivä 10.1.2022 https://www.geophysica.fi/pdf/geophysica_2016_51_1-2_017_ruosteenoja.pdf

Siintoharju, P. 2016. Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ja jätevedenpuhdistamoiden ohitusten ympäristöriskit ja hallinta Pirkanmaalla. ELY-keskus raportteja 11/2016. Hakupäivä 5.2.2022. [Raportteja_11_2016.pdf \(doria.fi\)](https://www.doria.fi/handle/10120/127000)

Suomenlinna 2022. Maailmanperintö. Hakupäivä 3.2.2022. <https://www.suomenlinna.fi/maailmanperinto/>

Suomen ympäristökeskus 2021a. Hakupäivä 5.2.2022. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Yhdyskuntien_jatevesien_kuormitus_vesiin

Suomen ympäristökeskus 2021b. Vesihuoltolaitosten kustannuskattavuus on hieman heikentynyt. Hakupäivä 14.3.2022 [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiskirjeet/Vesikirje/Vesihuoltolaitosten_kustannuskattavuus_o\(60116\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiskirjeet/Vesikirje/Vesihuoltolaitosten_kustannuskattavuus_o(60116))

Tulvadirektiivi 2007/60/EY 2007. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/60/EY, annettu 23 päivänä lokakuuta 2007, tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta. Euroopan unionin virallinen lehti 6.11.2007. Hakupäivä 15.3.2022. [EUR-Lex - 32007L0060 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

Tuomenvirta, H., Haavisto, R., Hildén, M., Lanki, T., Luhtala, S., Meriläinen, P., Mäkinen, K., Parjanne, A., Peltonen-Sainio, P., Pilli-Sihvola, K., Pöyry, J., Sorvali, J. & Veijalainen, N. 2018. Sää- ja ilmatoriskit Suomessa – Kansallinen arvio. Hakupäivä 5.2.2022 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161015>

Valtioneuvoston asetus tulvariskien hallinnasta 659/2010. Hakupäivä 3.2.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100659>

Valtioneuvosto 2021. IPCC:n raportti: Ihmisten toiminta on aiheuttanut ennennäkemättömän laajoja ja nopeita muutoksia ilmastossamme. Hakupäivä 15.3.2022 <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/ipcc-n-raportti-ihmisten-toiminta-on-aiheuttanut-ennennakemattoman-laajoja-ja-nopeita-muutoksia-ilmastossamme>

Vesihuoltolaki 119/2001. Hakupäivä 3.2.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Vesilaki 587/2011. Hakupäivä 3.2.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Vienonen, S., Rintala, J., Orvomaa, M., Santala, E. & Maunula, M. 2012. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa. Suomen ympäristö 24/2012. Hakupäivä 5.2.2022. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/d3479201-f028-485c-b0dd-e33f43559d19/content>

Yhdyskuntajätevesien asetus 888/2006. Hakupäivä 5.2.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060888>

Yhdyskuntajätevesidirektiivi 91/271/ETY 1991. Neuvoston direktiivi 91/271/ETY, annettu 21 päivänä toukokuuta 1991, yhdyskuntajätevesien käsittelystä. Hakupäivä 14.5.2022 <https://eur-lex.europa.eu/FI/legal-content/summary/urban-waste-water-treatment.html>