

# Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkitys ja vaikutukset vastaanottavissa vesistöissä

Jyrki Laitinen, Janne Juntunen, Niina Kotamäki, Vuokko Laukka, Katri Siimes,  
Arto Laikari, Maria Dubovik, Ville Rinta-Hiiro, Laura Wendling, Ilkka T. Miettinen,  
Päivi Meriläinen

VALTIONEUVOSTON SELVITYS- JA  
TUTKIMUSTOIMINNAN JULKAISUSARJA 2022:22

[tietokayttoon.fi](https://tietokayttoon.fi)

# Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkitys ja vaikutukset vastaanottavissa vesistöissä

Jyrki Laitinen, Janne Juntunen, Niina Kotamäki, Vuokko Laukka,  
Katri Siimes, Arto Laikari, Maria Dubovik, Ville Rinta-Hiiro,  
Laura Wendling, Ilkka T. Miettinen, Päivi Meriläinen

**Julkaisujen jakelu**

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston  
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-  
arkivet Valto

[julkaisut.valtioneuvosto.fi](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi)

**Julkaisumyynti**

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston  
verkkokirjakauppa**

Statsrådets  
nätbokhandel

[vnjulkaisumyynti.fi](https://vnjulkaisumyynti.fi)

Valtioneuvoston kanslia

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use.  
Commercial use is prohibited.

ISBN pdf: 978-952-383-464-4

ISSN pdf: 2342-6799

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2022

## Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkitys ja vaikutus vastaanottavissa vesistöissä

### Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:22

**Julkaisija** Valtioneuvoston kanslia

**Tekijä/t** Jyrki Laitinen, Janne Juntunen, Niina Kotamäki, Vuokko Laukka, Katri Siimes, Arto Laikari, Maria Dubovik, Ville Rinta-Hiiro, Laura Wendling, Ilkka Miettinen, Päivi Meriläinen

**Kieli** suomi

**Sivumäärä** 101

#### Tiivistelmä

Yhdyskuntien jätevesien satunnaispäästöt ovat viemäriverkostojen ylivuotoja tai jätevedenpuhdistamoilla tapahtuvia puhdistusprosessien ohituksia. Päästöjen suhteellinen määrä yhdyskuntien jäteveden kokonaismäärään verrattuna on pieni. Satunnaispäästö voi kuitenkin olla merkittävä paikallinen ympäristö- tai terveysriski esimerkiksi, jos päästökohdan vesistö on herkkä pilaantumiselle, tai siinä on jokin terveyden kannalta olennainen riskipaikka, kuten vedenottamo tai uimaranta.

Yhteissatu hankkeessa Suomen ympäristökeskus (SYKE), Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy (VTT) ja Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL) tutkivat satunnaispäästöjen määrää, syitä, niiden ympäristö- ja terveysvaikutuksia sekä valvonnan, lainsäädännön ja tiedonhallinnan mahdollisuuksia päästöjen hallinnassa. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää, kun suunnitellaan ja toteutetaan satunnaispäästöjen seurantaa, ennaltaehkäisyä ja vaikutusten minimointia niin paikallisella kuin valtakunnallisella tasolla.

Hankkeessa on käyty läpi valtakunnallisissa tietokannoissa (YLVA ja VEETI) olevia tietoja ja kerätty materiaalia raporteista ja haastatteluin. Satunnaispäästöjen leviämistä ympäristöön tutkittiin mallintamalla joitakin esimerkkikohteita, mm. Pohjois-Päijännettä (Jyväskylän alue) ja Pyhäjärveä (Tampereen alue). Valvontaa, lainsäädäntöä ja tiedonhallintaa on kartoitettu asiantuntijahaastatteluiden avulla.

Raportin eri luvuissa on itsenäisiin osioihin kirjattu suosituksia. Lopuksi suositukset on koottu yhteen viimeisessä luvussa, jolloin niistä saa hyvän kokonaiskäsityksen.

**Klausuuli** Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa. (tietokayttoon.fi) Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

**Asiasanat** tutkimus, tutkimustoiminta, vesihuolto, jätevesi, ympäristö, terveys

**ISBN PDF** 978-952-383-464-4

**ISSN PDF** 2342-6799

**Julkaisun osoite** <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-464-4>

## Betydelsen och effekterna av oavsiktliga utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse I de mottagande vattendragen

---

### Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 2022:22

**Utgivare** Statsrådets kansli

---

**Författare** Jyrki Laitinen, Janne Juntunen, Niina Kotamäki, Vuokko Laukka, Katri Siimes, Arto Laikari, Maria Dubovik, Ville Rinta-Hiiro, Laura Wendling, Ilkka Miettinen, Päivi Meriläinen

**Språk** finska

**Sidantal**

101

---

### Referat

Oavsiktliga utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse är överflöden i avloppsnäten eller bräddningar i reningsprocesserna vid avloppsreningsverk. Den relativa mängden utsläpp är liten i förhållande till den totala mängden avloppsvatten i samhället. Oavsiktliga utsläpp kan dock utgöra en betydande lokal miljö- eller hälsorisk till exempel om vattendraget vid utsläppsplatsen är känsligt för förorening eller om utsläppsplatsen innebär en väsentlig hälsorisk, såsom en vattentäkt eller badstrand.

I projektet Yhteissatu undersöker Finlands miljöcentral (SYKE), Teknologiska forskningscentralen VTT Ab (VTT) och Institutet för hälsa och välfärd (THL) mängden oavsiktliga utsläpp, orsakerna till dem, deras miljö- och hälsoeffekter samt möjligheterna till tillsyn, lagstiftning och informationshantering i hanteringen av utsläpp. Resultaten av undersökningen kan utnyttjas när man planerar och genomför uppföljning, förebyggande och minimering av konsekvenserna av oavsiktliga utsläpp på såväl lokal som nationell nivå.

I projektet har man gått igenom uppgifterna i de riksomfattande databaserna (YLVA och VEETI) och samlat in material från rapporter och intervjuer. Spridningen av oavsiktliga utsläpp i miljön undersöktes genom modellering av några exempelobjekt, bl.a. Norra Päijänne (Jyväskyläområdet) och Pyhäjärvi (Tammerforsområdet). Tillsynen, lagstiftningen och informationshanteringen har kartlagts med hjälp av intervjuer med experter.

I rapportens olika kapitel ingår rekommendationer i egna avsnitt. Slutligen sammanfattas rekommendationerna i det sista kapitlet, så att man får en bra helhetsbild av dem.

**Klausul** Den här publikation är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan. (tietokayttoon.fi) De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

**Nyckelord** forskning, forskningsverksamhet, vattentjänst, avloppsvatten, miljö, hälsa

---

**ISBN PDF** 978-952-383-464-4

**ISSN PDF**

2342-6799

---

**URN-adress** <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-464-4>

---

## Significance and impacts of incidental discharges of urban waste water in receiving waters

---

**Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 2022:22****Publisher** Prime Minister's Office**Author(s)** Jyrki Laitinen, Janne Juntunen, Niina Kotamäki, Vuokko Laukka, Katri Siimes, Arto Laikari, Maria Dubovik, Ville Rinta-Hiiro, Laura Wendling, Ilkka Miettinen, Päivi Meriläinen**Language** Finnish**Pages** 101

---

**Abstract**

Incidental discharges of urban waste water are overflows from sewage networks or bypasses of the cleaning processes at waste water treatment plants. The relative amount of the discharges is small compared to the total amount of waste water. However, an incidental discharge may be a considerable local environmental or health risk, for example, if the water body at the site of the discharge is sensitive to contamination or there is a risk location essential for human health, such as a water intake plant or a beach.

In the YhteisSatu project, the Finnish Environment Institute (SYKE), VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. (VTT) and the National Institute for Health and Welfare (THL) examine the amounts, causes and environmental and health impacts of incidental discharges and the opportunities provided by monitoring, legislation and information management in controlling discharges. The results of the research project can be used in planning and implementing the monitoring and prevention of incidental discharges and the minimisation of their impacts at the local and the national level.

In the project, data in the national databases (YLVA and VEETI) have been examined and information has been collected from reports and interviews. The spreading of incidental discharges into the environment was examined by modelling example sites such as northern Lake Päijänne (Jyväskylä region) and Lake Pyhäjärvi (Tampere region). Monitoring, legislation and information management have been surveyed by interviewing experts.

The different chapters of the report contain recommendations recorded in independent sections. The recommendations have been compiled in the last chapter to provide a good overall understanding of them.

**Provision** This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research. (tietokayttoon.fi) The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.**Keywords** research, research activities, water supply and sewerage, waste water, environment, health

---

**ISBN PDF** 978-952-383-464-4**ISSN PDF** 2342-6799

---

**URN address** <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-464-4>

---

# Sisältö

<b>Alkusanat</b> .....	8
<b>1 Johdanto</b> .....	9
1.1 Tausta ja tavoitteet .....	9
1.2 Satunnaispäästöjen ympäristö- ja terveysvaikutukset – kirjallisuuskatsaus .....	12
1.3 Materiaalit ja menetelmät .....	14
1.3.1 Kirjallisuuskatsaus ja tietokannat .....	14
1.3.2 Haastattelut, kysely ja työpaja .....	14
1.3.3 Mallinnus ja arviointityökalut .....	19
1.3.3.1 Virtaus – ja kulkeutumismallinnus .....	19
1.3.3.2 Hygieniariskien arviointi .....	20
1.3.3.3 Ravinnekuormituksen vaikutuksen arviointi .....	20
1.3.3.4 Haitallisten aineiden riskinarviointi .....	22
<b>2 Satunnaispäästöt Suomessa</b> .....	24
2.1 Satunnaispäästöjen määrä ja laatu .....	24
2.2 Satunnaispäästöjen syyt .....	26
2.3 Satunnaispäästöjen hallinta .....	29
2.3.1 Ennaltaehkäisevä ja reagoiva hallinta .....	29
2.3.2 Esimerkkejä .....	30
<b>3 Satunnaispäästöjen ympäristö- ja terveysvaikutukset</b> .....	32
3.1 Ympäristövaikutukset .....	32
3.1.1 Satunnaispäästöjen leviäminen .....	32
3.1.1.1 Tampereen Pyhäjärvi .....	32
3.1.1.2 Pohjois-Päijänne .....	37
3.1.2 Haitalliset aineet .....	41
3.1.2.1 Häiriöpäästöjen tarkastelua esimerkkiaineiden avulla .....	41
3.1.2.2 Pohdintaa ja yhteenvetoa haitallisten aineiden ympäristöriskeistä .....	45
3.1.3 Ravinnekuormituksen vaikutus ekologiseen tilaan .....	46
3.1.3.1 Pohjois-Päijänne .....	46
3.1.3.2 Tampereen Pyhäjärven pohjoisosa .....	47
3.2 Terveydelliset ja hygieeniset vaikutukset .....	49
3.2.1 Uimavedet .....	49
3.2.2 Juomaveden tuotannossa käytettävät pintavedet .....	49
3.2.3 Patogeeniset mikrobit .....	49

<b>4</b>	<b>Satunnaispäästöjen valvonta ja tiedonhallinta</b>	53
4.1	Valvontakäytännöt	53
4.2	Satunnaispäästöjen monitorointi	55
4.3	Valvonnan kehittäminen	56
4.4	Satunnaispäästöjen tiedonhallinta	57
4.4.1	Digitalisoituva yhteiskunta	57
4.4.2	Tiedonhallintalainsäädäntö	59
4.4.3	Satunnaispäästöjen raportointi	59
<b>5</b>	<b>Lainsäädäntö</b>	61
5.1	Satunnaispäästöihin liittyvä kansallinen lainsäädäntö	61
5.2	EU-lainsäädäntö	63
5.3	EU-lainsäädännön vaikutukset Suomen lainsäädäntöön	65
5.4	Lainsäädäntösuositukset	69
<b>6</b>	<b>Yhteenveto ja suositukset</b>	70
6.1	Yhteenveto	70
6.2	Suositukset satunnaispäästöjen hallinnalle	72
6.3	Ehdotukset satunnaispäästöihin liittyvään lainsäädäntöön	74
<b>Liitteet</b>		75
	Liite 1. Kyselylomake	75
	Liite 2. LLR-mallinnuksen syöttötiedot	81
	Liite 3. Virtaamat puhdistamoille, ohitukset puhdistamoille sekä verkostoylivuodot vuosina 2015–2019 ELY-keskuksittain	83
	Liite 4. Haitalliset aineet jätevedessä	86
	Liite 5. Projektiryhmän ehdotuksia, mihin lakeihin satunnaispäästöihin liittyviä lisäyksiä voitaisiin sisällyttää	93
<b>Kirjallisuutta</b>		97



## ALKUSANAT

Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkitys ja vaikutukset vastaanottavissa vesistöissä (YhteisSatu) -hanke käynnistyi helmikuussa 2021 ja päättyi helmikuun lopussa 2022. Hankkeen tavoitteena oli koota tietoa yhdyskuntien jätevesiverkostoista sekä jätevedenpuhdistamoilta ympäristöön pääsevien ohitus- tai ylivuotovesien ympäristö- ja terveysvaikutuksista.

Hanke toteutettiin Suomen ympäristökeskuksen (SYKE), Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n (VTT) ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) yhteistyönä. Hanketta ohjasi ohjausryhmä, joka kokoontui kolme kertaa. Ohjausryhmään kuuluivat:

- neuvotteleva virkamies Ari Kangas, ympäristöministeriö (pj)
- neuvotteleva virkamies Johanna Kallio, maa- ja metsätalousministeriö (kesäkuuhun 2021 saakka neuvotteleva virkamies Katri Saukkonen)
- neuvotteleva virkamies Jarkko Rapala, sosiaali- ja terveysministeriö

Hankkeessa järjestettiin etätapahtumana työpaja sidosryhmille 16.6.2021 ja loppuseminaari 16.2.2022, joihin osallistui yhteensä lähes 140 asiantuntijaa eri organisaatioista. Haluamme kiittää sekä aktiivista ohjausryhmää että hankkeen tilaisuuksiin osallistuneita asiantuntijoita hanketta edistävästä kommentista ja saamastamme tuesta. Tämän raportin johtopäätökset ja suositukset ovat kirjoittajien tutkimukseen perustuvia näkemyksiä, eivät SYKEN, VTT:n tai THL:n virallisia näkemyksiä.

Maaliskuu 2022

Jyrki Laitinen, Suomen ympäristökeskus  
Arto Laikari, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy  
Ilkka Miettinen, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta ja tavoitteet

Yhdyskuntien jätevesihuolto toimii Suomessa yleisesti ottaen hyvin. Kaikissa taajamissa on toimivat viemäriverkostot, joilla jätevedet johdetaan ympäristölupiansa määräysten mukaisesti toimiville jätevedenpuhdistamoille. Jätevesihuollon merkittävimpiä ongelmia Suomessa ovat tällä hetkellä viemäriverkostojen heikkenevä kunto, verkostosta ja puhdistamoilta tapahtuvat puhdistamattoman jäteveden satunnaispäästöt sekä jätevesien mukana ympäristöön joutuvat haitalliset mikrobit ja kemikaalit.

Käsittelemättömän jäteveden päästäminen viemäriverkostosta ympäristöön on ympäristönsuojelulain mukaan kiellettyä. Näitä tapahtuu kuitenkin vuosittain, jolloin vesihuoltolaitosten tulee nämä päästöt kirjata ja niiden täytyy sisältyä laitokselle myönnetyn ympäristöluvan rajoihin. Jätevesien satunnaispäästöjä ei suoraan säädelä EU lainsäädännöllä, mutta aihe on noussut esiin parhaillaan käynnissä olevassa EU:n yhdyskuntajätevesidirektiivin uudistamistyössä. Näin ollen myös kansallista lainsäädäntöä tullaan tarkistamaan. Aihe on erittäin ajankohtainen ja se on saanut huomiota myös julkisuudessa. Viime aikoina uutta näkökulmaa satunnaispäästöihin liittyviin keskusteluihin ovat tuoneet mikromuovit, haitalliset aineet ja antibioottiresistentit bakteerit (HSY 2020b).

Jätevesien satunnaispäästöt, eli käsittelemättömän tai osittain käsitellyn jäteveden purkautuminen ympäristöön, syntyvät useimmiten hydraulisen kapasiteetin ylittymisestä, joko jätevedenpumppaamoilla tai puhdistamoilla. Viemäriverkoston huono kunto vaikuttaa merkittävästi siihen, että hulevesiä pääsee kulkeutumaan verkostoon rikkiäisten viemäreiden tai kaivonkansien kautta. Lisäksi ilmastonmuutos lisää entisestään sademäärää ja sateiden voimakkuus kasvaa erityisesti talvella, jolloin sateet tulevat myös aiempaa useammin vetenä (Ilmatieteenlaitos 2020), ja näin ollen satunnaispäästöjen määrän on ennustettu kasvavan. Toinen merkittävä syy satunnaispäästöille on laiterikot ja -häiriöt kuten sähkökatkokset. Syitä on tarkemmin eritelty luvussa 2.2.

Jätevesien satunnaispäästöt voidaan karkeasti jakaa kahteen kategoriaan: verkostoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset. Verkostoylivuotoja syntyy viemäriverkostossa ja pumpaamoilla ylivuotorakenteiden kautta. Usein käytetään myös termiä pumppaamoylivuodot. Ylivuotorakenteet takaavat sen, ettei jätevedet tulvi häiriötilanteessa kiinteistöihin tai kaduille, vaan ylivuoto johdetaan suoraan maastoon, vesistöön tai hulevesiviemäriverkoston. Suomessa verkon viivytyrakenteita, eli väliaikaisia jätevedensäiliöitä, on käytössä vain joillakin poikkeuksellisilla kohteilla, kuten pohjavesialueella sijaitsevilla jätevedenpumppaamoilla (HSY 2014).

Puhdistamo-ohitus tapahtuu, kun huippuvirtaamatilanteessa joudutaan kapasiteetin ylittymisen vuoksi osa puhdistamolle tulevasta jätevedestä päästämään käsittelemättömänä tai osin käsiteltynä puhdistamon purkuvesistöön. Ohituksen tarkoituksena on säilyttää biologisen prosessin toimintakyky, jolloin suuri osa ohituksista tehdään vasta esikäsittelyn jälkeen. Joillakin laitoksilla ohitusvesille on erillinen käsittely-yksikkö. Puhdistamo-ohitukset voivat myös johtua esimerkiksi laiterikosta tai puhdistamolla tehtävästä saneerauksesta.

Tulvien ja rankkasateiden aiheuttamat suuret virtaamat aiheuttavat kapasiteettivajetta puhdistamoilla sekä pumppaamoilla erityisesti vanhojen kaupunkialueiden sekaviemäröidyillä alueilla, joissa sekä jäte- että hulevedet johdetaan samaan viemäriin. Suomessa sekaviemäroinnin osuudeksi on arvioitu noin 5%, mutta kattavia tietoja ei ole saatavilla. Osuus on kuitenkin alhainen verrattuna moniin muihin Euroopan maihin. (Valkonen ym. 2021). Sekaviemäreistä aiheutuneiden ylivuotojen kuormitusta ympäristöön on tarkasteltu erityisesti Helsingin seudulla (FCG 2013; 2018). Toisaalta myös erillisviemäriin johdetaan tarkoituksenmukaisesti hulevesiä kiinteistöiltä, vaikka se on Vesihuoltolain (119/2001) nojalla kielletty (HSY 2020b).

Helsingin seudulla on lisäksi toteutettu jätevesien satunnaispäästöjen hallintaan liittyviä hankkeita: MAKERA-hankkeen tavoitteena oli Vantaanjoen alueen jätevesipäästöjen vähentäminen ja yhtenä tuloksena oli päästöjen torjuntastrategian ja toimenpideohjelman laatiminen (HSY 2014). Edellisen jatkona toteutetussa VIPPA-hankkeessa tutkittiin MAKERA hankkeen vaikuttavuutta ja satunnaispäästöjen kehittymistä alueella. Yhtenä keskeisenä tavoitteena oli hyvien toimintatapojen kartoittaminen ja niiden jakaminen muille vesihuoltolaitoksille. (HSY 2020b).

Pirkanmaalla ja Turun seudulla on niin ikään tehty satunnaispäästöjen vaikutuksiin ja hallintaan liittyviä selvityksiä. Turun seudun puhdistamo Oy:n verkostoalueella tehtiin ympäristö-riskianalyysi jätevedenpumppaamoille, jonka myötä tärkeimmäksi toimenpiteeksi ylivuotojen hallinnassa nostettiin verkostosaneeraukset (Ahonen 2018). Pirkanmaalla tehdyssä selvityksessä todettiin satunnaispäästöjen syiden ja määrien selvittämisen sekä raportointikäytäntöjen yhtenäistämisen olevan keskeisiä keinoja kohti tehokasta ja oikein kohdistettua päästöjen hallintaa (Siintoharju 2016). Lisäksi Savonlinnassa on tehty opinnäytetyö, jossa on kartoitettu alueen kaikki jätevedenpumppaamot ja niiden ylivuotorakenteet (Niittylahti 2011) ja esimerkiksi Hyvinkäällä on kartoitettu useita keinoja pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten vähentämiseksi (Hynönen 2017).

Paikallisten ja alueellisten selvitysten lisäksi kirjallisuudesta löytyy ainakin kaksi satunnaispäästöjä koskevaa valtakunnallista selvitystä: Puhdistamo-ohituksia ja verkostoylivuotoja tarkastelevan selvityksen mukaan satunnaispäästöjen osuus vesistöjen kokonaiskuormituksesta on Suomessa pieni, mutta ohitusten paikalliset ja hetkelliset vaikutukset erityisesti veden hygieeniseen laatuun voivat olla merkittäviä (Castrén 2015). Itämeren alueen satunnaispäästöihin liittyvässä selvityksessä on puolestaan tarkasteltu Suomen, Viron, Tanskan, Ruotsin ja Saksan satunnaispäästöjen hallintakeinoja. Selvityksen yhtenä johtopäätöksenä todetaan

että ”ylivuotojen ja ohitusten hallinta on ennen kaikkea hule- ja vuotovesien hallintaa” (Valkonen ym. 2021).

Tässä hankkeessa kartoitetaan jätevesien satunnaispäästöjen nykytila Suomessa: satunnaispäästöjen määrä ja syyt sekä vaikutukset ympäristölle ja terveydelle. Hankkeen päätavoitteena on edistää ylivuoto- ja ohitustilanteisiin varautumista sekä terveys- ja ympäristöriskien hallintaa. Riittävän taustatiedon avulla voimme antaa suosituksia tuleville, satunnaispäästöjen ehkäisyyn tähtääville toimenpiteille ja lainsäädännön kehittämiseksi.

Hankkeessa vastataan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Kuinka paljon Suomessa tapahtuu ylivuotoja ja mikä on niiden alueellinen laajuus?
2. Mitkä ovat ylivuototilanteiden yleisimmät syyt ja jätevesiylivuotojen kuormituksen määrät ja kestoajat sekä mikä on jäteveden laadun ja laimentumisen merkitys?
3. Miten ylivuodot vaikuttavat vastaanottavan vesistön tila-arvioon (rehevöityminen, haitalliset aineet) ja hygieniaan eri ajankohtina?
4. Kuinka em. asiat huomioon ottaen voidaan selkeyttää ja tehostaa jätevedenpuhdistamojen ja jätevesiverkostojen valvontaa?
5. Tarvitaanko yhdyskuntajätevesien johtamisen ja käsittelyn sääntelyyn mahdollisesti lainsäädäntömuutoksia?
6. Kuinka parannetaan ylivuototietojen rekisteröintiä ympäristöhallinnon ja vesihuollon tietojärjestelmiin?

### ***Keskeiset käsitteet***

**Jätevesien satunnaispäästö** = normaalitoiminnasta poikkeava, käsittelemättömän tai osittain käsitellyn jäteveden purkautuminen ympäristöön jätevedenpuhdistamolta tai viemäriverkostosta

**Pumppaamoylivuoto** = pumppaamon ylivuotorakenteen kautta ympäristöön tai vesistöön vuotava jätevesi, käytetään myös termiä verkostoylivuoto

**Puhdistamo-ohitus** = jätevedenpuhdistamolla yhden tai useamman puhdistusvaiheen ohittava jätevesi johdetaan puhdistamon purkuvesistöön

**Vuotovedet** = viallisten rakenteiden tai luvattomien kiinteistöliitännöiden kautta viemäriverkostoon johtuvat sinne kuulumattomat hulevedet.

**Sekaviemäröinti** = viemäröinti, jossa jätevedet ja hulevedet johdetaan samaan viemäriin

**Erillisviemäröinti** = viemäröinti, jossa jätevesillä ja hulevesillä on omat viemäriverkostonsa

## 1.2 Satunnaispäästöjen ympäristö- ja terveysvaikutukset – kirjallisuuskatsaus

Jäteveden satunnaispäästöjen myötä joutuu ympäristöön käsittelemätöntä jätevettä tai jäteveden ja huleveden seosta, joka voi joutua suoraan kosketukseen ihmisten ja ympäristön kanssa. Jätevesi sisältää usein patogeenisia mikrobeja ja sitä pidetään yleensä myrkyllisenä suoraan ympäristöön joutuessaan. Lisäksi hulevesien tai huleveden ja jäteveden seoksen suora päästö lisää ympäristön tai vesistön ravinnekuormitusta.

Kaupunkien hulevesien koostumus vaihtelee suuresti (Goonetilleke ym. 2005). Kaupunkialueiden pinnoilta, kuten katoilta ja teiltä, peräisin olevien valumien on osoitettu kuljettavan huomattavan määrän epäpuhtauksia ilmakehän laskeumasta, pakokaasupäästöistä, renkaiden irronneista hiukkasista ja jäänpoistosuolujen kaltaisten aineiden käytöstä (Järskog ym. 2021; Lundy ym. 2012; Markiewicz ym. 2017; Müller ym. 2020; Revitt ym. 2014). Hulevedet sisältävät myös usein kotieläimistä peräisin olevia ulosteen mikrobeja (Nurmi 2001; Vahtera ja Lahti 2016). Tiealueiden valumissa ovat runsaat typpi- ja fosforiyhdisteet sekä metalliepäpuhtaudet (Bäckström ym. 2003; Gill ym. 2014; Owens ja Walling 2002) aiheuttavat riskin valumaperäisestä saastumisesta ja vastaanottavan ympäristön tilan heikkenemisestä; mukaan lukien pintavedet, maaperä ja pohjavedet (Bay ym. 2003). Lämpölämmön kokonaispinta-ala ja maankäyttö vaikuttavat lisäksi hulevesien haitallisten aineiden, kuten raskasmetallien, ravinteiden ja prioriteettiaineiden jakautumiseen, joka vaihtelee vuodenaikojen mukaan (Valtanen ym. 2014).

Putken rikkoutumisesta, kapasiteetin ylityksestä tai viemärien tukkeutumisesta johtuvat ylivuodot voivat johtaa pohjaveden tai pintavesimuodostuman heikkenemiseen tai mahdollisiin terveysvaikutuksiin. Putkien luokittelu katsotaan hyödylliseksi kunnostettaessa viemäriinjoja (Laakso ym. 2018). Sekaviemäröityjen alueiden ylivuodot johtavat suuria määriä orgaanisen materiaalin esim. BOD (biological oxygen demand) ravinteita, raskasmetalleja, sedimenttejä, mikromuoveja ja lääkeaineita pinta- ja pohjaveteen. Jätevesi muodostaa suuremman osuuden TOC- (Total Oxygen Consumption), BOD- ja COD (Chemical Oxygen Demand) -määristä valumiin verrattuna; lisäksi näyttää siltä, että viemärikerrosten eroosio ja sedimentaation poisto voivat aiheuttaa merkittävän osuuden TOC:sta (Gasperi ym. 2010; Gromaire ym. 2001).

Jätevesien mikrobikuormitus on merkittävä myös normaaleissa olosuhteissa (Pitkänen ym. 2008). Viemäriverkostojen ylivuototapahtumien käsittelemättömät jätevedet voivat moninkertaistaa jätevesistä peräisin olevien ulostemikrobien kuormituksen ja voivat merkittävästi muuttaa vastaanottavien vesien laatua. Tämä voi heikentää pintavesilaitosten tai tekopohjavesilaitosten raakavesien tai uimavesien turvallisuutta. Patogeeniset

vesivälitteiset mikrobit voivat aiheuttaa vatsa-suolikanavan sairauksia tai iho-, korva- ja silmätulehduksia.

Näin ollen satunnaispäästöjen aiheuttama saastuminen koostuu kolmesta osatekijästä: (1) jätevedestä, (2) hulevesien valumisesta ja ulkopuolisista tulovirroista sekä (3) viemärikertymien huuhtoutumisesta (Gromaire ym. 2001).

Komínková ym. (2016) tutkivat tsekkiläisiä kaupunkipuroja ja havaitsivat, että raskasmetallien (Zn, Cu, Pb ja Cd) biosaatavuus oli pienempi niissä puroissa, joihin päätyi jätevettä kuin niissä puroissa, joihin metallit olivat peräisin hulevesiä. He arvioivat tämän johtuvan jäteveden suuresta orgaanisen aineen määrästä, joka sitoi metalleja, ja hulevesien matalasta pH:sta, joka lisää näiden metallien biosaatavuutta. Suuret orgaanisen aineksen kuormitukset (BOD, TOC) vähentävät vesiympäristölle välttämättömän liuenneen hapen määrää (Weyrauch ym. 2010).

Tiettyt lääkeaineet, kuten karbamatsepiini, ovat vastustuskykyisiä biologiselle hajoamiselle, ja niitä on havaittu jätevedenpuhdistamon jätevesissä (Kruglova ym. 2014; Suarez ym. 2010). Lääkeaineet voivat toimia indikaattorina jätevesien päästämisestä ympäristöön (Benotti ja Brownawell 2007). Myös muita aineita, kuten kofeiinia, on käytetty luonnonvesien hetkellisen ja kumulatiivisen saastumisen merkkiaineina (Buerge ym. 2006).

Satunnaispäästöjen haitalliset vaikutukset on tunnistettu jo 1990-luvulla (United States Environmental Protection Agency 1994). Verkostojen rajallinen kapasiteetti ja kyvyttömyys hillitä suuria virtaamia aiheuttavat kuitenkin sen, että niitä jatkuvasti esiintyy.

Vesistöjen ekologiseen tilaan vaikuttavat ravinnepäästöt, joiden rehevöittävä vaikutus voi näkyä monella tavalla vastaanottavassa vesistössä (ks. myös Luku 3.1). Yleisesti ottaen liiallinen typpi- ja fosforikuorma voi aiheuttaa mm. runsastuvia sinileväväkukintoja, pohjan happitilanteen heikentymistä ja rantojen limoittumista. Vaikutuksen merkityksen arvioimisessa vastaanottavan vesistön ominaisuudet ja herkkyys ulkoisen kuormituksen lisäykselle ovat avainasemassa. Esimerkiksi Suomen järvistä, varsinkin pienet, matalat ja pitkäviipymäiset ovat erityisen herkkiä ravinnekuormalisäyksille.

Suomessa on yhteensä 79 järvivesimuodostumaa, joissa jätevedenpuhdistamoiden tai niiden ohitusten ravinnekuormitus on tunnistettu yhdessä muiden paineiden kanssa merkittäväksi rehevöitymistä aiheuttavaksi tekijäksi. Yksinään yhdyskuntajätevesien vaikutus on tunnistettu 24 järvimuodostumassa tilaa heikentäväksi merkittäväksi paineeksi (Tossu 2022).

Erilaisissa häiriötilanteissa satunnaispäästön kesto vaihtelee, jolloin ravinteita voi päätyä vesistöön eri mittaisia aikoja. Jos ravinteet eivät poistu vesimassasta tehokkaasti, niiden vaikutus voi näkyä vedenlaadussa vasta pitkän ajan kuluttua. Myös satunnaispäästön ajoituksella on merkitystä: alivirtaaman aikaan vaikutus on suurempi kuin suurien virtaamien aikaan.

## 1.3 Materiaalit ja menetelmät

### 1.3.1 Kirjallisuuskatsaus ja tietokannat

Hankkeessa käytiin läpi aiheeseen liittyvät Suomessa tehdyt tutkimukset ja raportit sekä tiedot ympäristövalvonnan YLVA-tietokannassa sekä vesihuollon VEETI-tietokannassa olevista verkostoylivuodoista ja puhdistamo-ohituksista. Aineiston perusteella hahmotettiin satunnaispäästöjen määrä ja keskeisimmät syyt sekä satunnaispäästöjen hallintaan liittyviä käytäntöjä. Myös valvontaan, tiedonhallintaan ja lainsäädäntöön liittyviä teemoja oli julkaisuissa käsitelty.

Tutkimusraporttien lisäksi aineistoa Suomen tilanteesta on koottu runsaasti vesihuoltolaitosten ja ELY-keskusten toimesta. Näissä raporteissa olevaa tietoa ei ole tallennettu mihinkään tietojärjestelmään, joten niiden sisältämän tiedon järjestelmällinen tutkiminen vaatisi merkittävän työmäärän, johon ei tämän hankkeen puitteissa ollut mahdollisuutta. Raportit käytiin kuitenkin läpi, ja tiedoista saatiin hyvä käsitys satunnaispäästöjen syistä sekä niiden esiintymisen vaihteluista eri laitoksilla. Raporteista saatiin tarkennusta YLVA- ja VEETI -tietokannoissa olevaan vuosittaiseen tietoon, joka sisältää vain satunnaispäästöjen kokonaismäärän verrattuna yhdyskunnissa kerätyn jäteveden kokonaismäärään.

### 1.3.2 Haastattelut, kysely ja työpaja

Edellisiä teemoja syvennettiin asiantuntijahaastatteluiden, kyselyn sekä asiantuntijoille suunnatun työpajan avulla. Haastatteluja toteutettiin yhteensä viisi kappaletta ja haastateltavat valittiin hankkeen toteuttajien verkostojen kautta. Haastateltuja henkilöitä oli vesihuoltolaitoksista yhteensä 11, kuntien ympäristö- ja terveysviranomaisia 10, ELY-keskusten valvovia viranomaisia kaksi ja aluehallintovirastosta yksi lupien käsittelyn viranomainen. Kyselyyn ja työpajaan osallistui laajasti eri sidosryhmien edustajia. Edustettuina olivat vesihuoltolaitokset, ELY-keskukset, aluehallintovirastot, kuntien rakentamis-, ympäristönsuojelu- ja terveysviranomaiset sekä vesihuoltoalan yritykset.

Kysely (Liite 1) lähetettiin sidosryhmien edustajille ennen työpajaa ja vastaukset toimivat työpajassa käydyn keskustelun pohjana. Tavoitteena oli tarkentaa satunnaispäästöjen syitä ja aiheeseen liittyviä käytäntöjä. Kysymykset jaoteltiin seuraaviin teemoihin:

- Ensisijaiset pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia aiheuttavat tekijät
- Raportointikäytännöt
- Satunnaispäästöjen seuranta: määrä, volyymi, kesto ja vaikutukset
- Automaatio- ja digitaaliset ratkaisut satunnaispäästöjen seurannassa
- Satunnaispäästöjen terveys- ja ympäristövaikutukset
- Satunnaispäästöjen hallintaan liittyvät toimet

Kyselyyn saatiin yhteensä 40 vastausta (Taulukko 1). Vastaajista suurin osa oli viranomaisia ja toiseksi suurin joukko muodostui vesihuoltolaitosten edustajista. Kyselyn jälkeen järjestettiin avoin työpaja, johon osallistui 26 projektin ulkopuolista henkilöä projektiryhmän lisäksi. (Taulukko 2).

**Taulukko 1.** Kyselyyn osallistuneiden toimijoiden jaottelu.

Vesihuoltolaitos/ jätevesilaitos	Kunta	Viranomainen	Konsultti/ yritys	Yhteensä
14	1	20	5	40

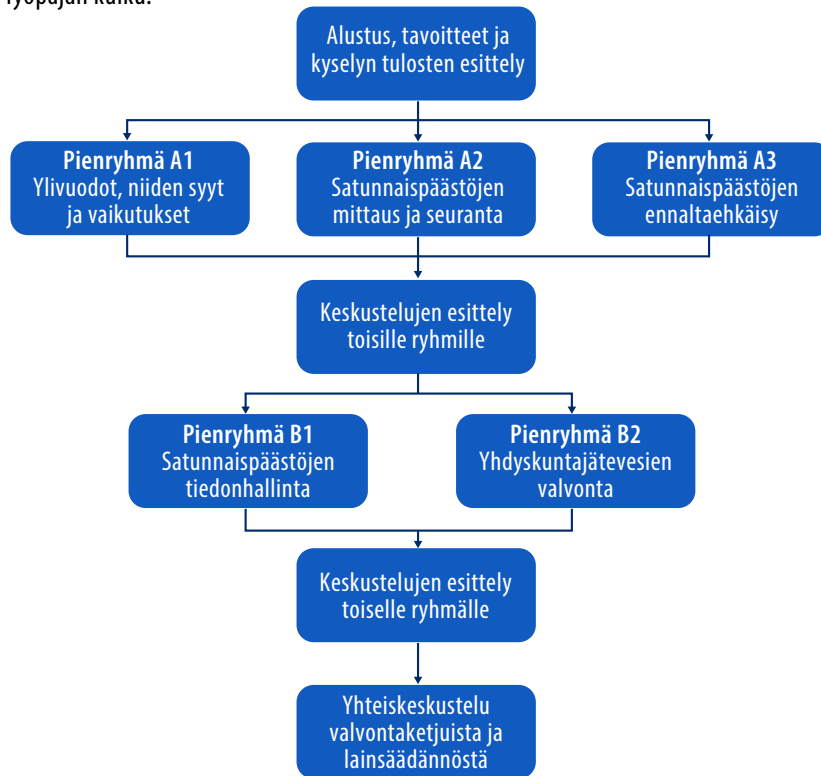
**Taulukko 2.** Työpajaan osallistuneiden toimijoiden jaottelu.

Vesihuoltolaitos/ jätevesilaitos	Kunta	Viranomainen	Konsultti/ yritys	Yhteensä
12	2	10	2	26

Työpaja järjestettiin kesäkuussa 2021 Teams etäkokouksena ja sen kulku on esitetty kuviossa 1. Työpajassa esiteltiin aluksi hanketta ja sen tavoitteita ja sen jälkeen esiteltiin kyselyn tuloksia alustuksena pienryhmäkeskusteluja varten. Työpajassa hyödynnettiin Miro alustaa, jonne osallistujat pääsivät itse lisäämään kommentteja. Miro alustan koosteenäkymä on esitetty kuviossa 2.



**Kuvio 1.** Työpajan kulku.



Työpaja toteutettiin kolmessa osassa, joista kaksi ensimmäistä suoritettiin pienryhmissä. Ensimmäisessä vaiheessa osallistujat jaettiin kolmeen pienryhmään, jotka keskustelivat alustusten innoittamina valituista aiheista, joita olivat:

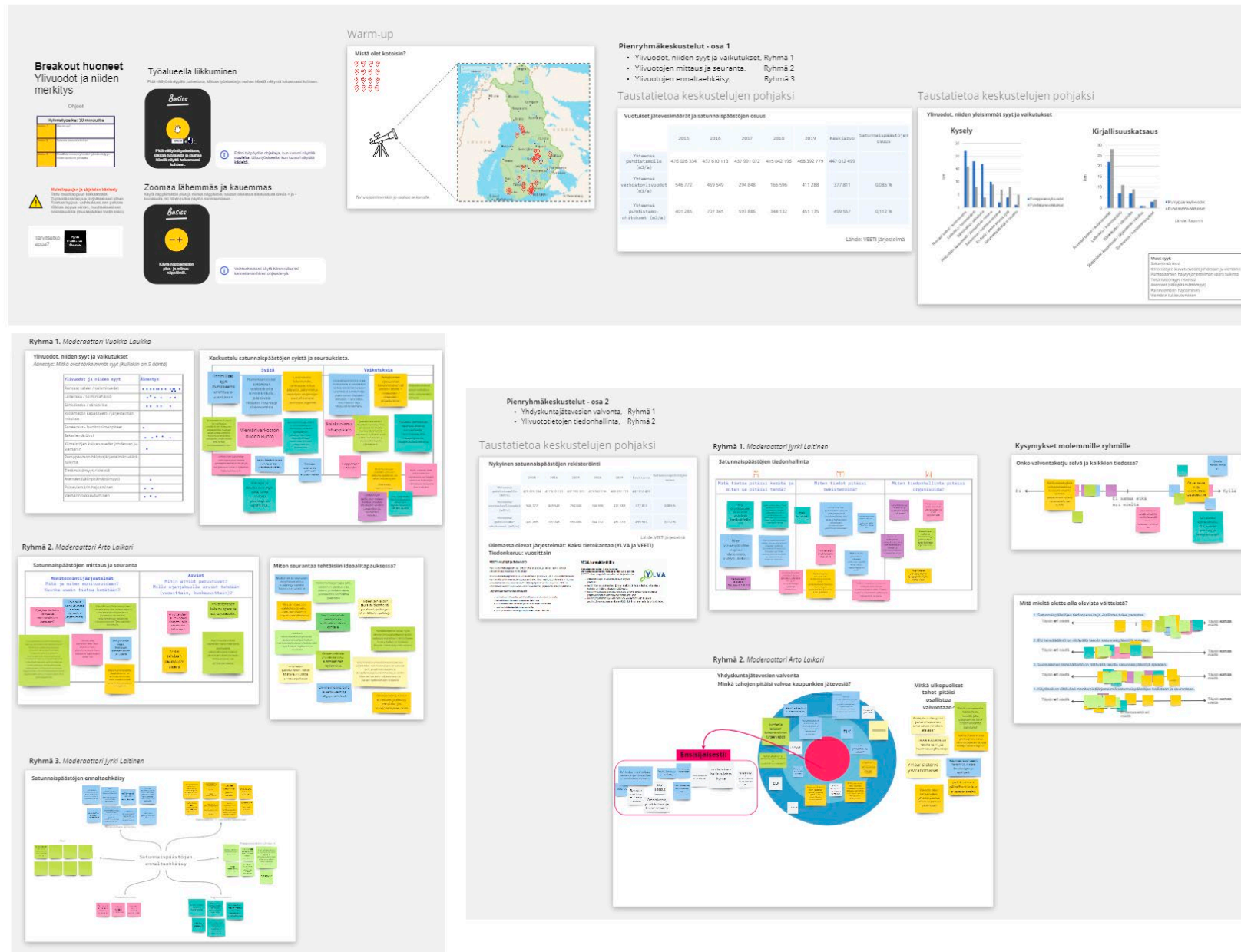
- pienryhmälle 1 ylivuodot, niiden syyt ja vaikutukset
- pienryhmälle 2 satunnaispäästöjen mittausta ja seuranta
- pienryhmälle 3 satunnaispäästöjen ennaltaehkäisy.

Kun ryhmät olivat keskustelleet ja kirjanneet havaintonsa Miro alustalle, ryhmät esittelivät havaintonsa muille ryhmille ja havainnoista keskusteltiin yhdessä. Toisessa vaiheessa osallistujat jaettiin kahteen pienryhmään, joiden keskusteluaiheina olivat:

- pienryhmälle 1 satunnaispäästöjen tiedonhallinta
- pienryhmälle 2 yhdyskuntajätevesien valvonta

Kun ryhmät olivat keskustelleet ja kirjanneet havaintonsa Miro -alustalle, ryhmät esittelivät jälleen havaintonsa toiselle ryhmälle ja havainnoista keskusteltiin yhdessä. Työpajan viimeisessä osiossa kaikki osallistujat olivat yhdessä ja keskustelua käytiin valvontaketjun selyydestä, tiedonkeruusta, monitoroinnista ja tiedonhallinnasta sekä kansallisten ja EU tason lakien riittävyydestä satunnaispäästöjä ajatellen.

Kuvio 2. Työpajassa käytetyn Miro alustan työalueen yleiskuva.



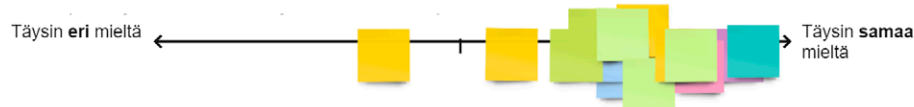
Seuraavissa kuvioissa on esimerkkinä esitelty kaksi työpajan ryhmien muodostamaa arviota. Kuviossa 3 on esitetty työpajan loppukeskustelujen osallistujien arvio tiedonkeruun ja -hallinnan parantamistarpeista ja monitorointijärjestelmien riittävyydestä. Kuviossa 4 on esitetty osallistujien tekemä arvio lainsäädännön riittävyydestä EU tasolla ja kansallisella tasolla satunnaispäästöihin liittyen.

Vastausten perusteella satunnaispäästöjen tiedonkeruuta ja -hallintaa tulee parantaa ja toisaalta monitorointijärjestelmiä ei ole vielä riittävästi käytössä niiden hallintaan ja seurantaan. Lainsäädännössä nähtiin enemmän painetta EU tason lainsäädännön parantamiseen, mutta myös kansallisella tasolla nähtiin tarpeita lainsäädännön kehittämiseen.

**Kuvio 3.** Työpajan loppukeskustelun yhteydessä osallistujien arvio tiedonkeruun ja -hallinnan parantamisesta ja monitorointijärjestelmien riittävyydestä.

### Mitä mieltä olette alla olevista väitteistä?

1. Satunnaispäästöjen tiedonkeruuta ja -hallintaa tulee parantaa.



4. Käytössä on riittävästi monitorointijärjestelmiä satunnaispäästöjen hallintaan ja seurantaan.



**Kuvio 4.** Työpajan loppukeskustelun yhteydessä osallistujien tekemä arvio lainsäädännön riittävyydestä EU tasolla ja kansallisella tasolla.

### Mitä mieltä olette alla olevista väitteistä?

2. EU lainsäädäntö on riittävällä tasolla satunnaispäästöjä ajatellen.



3. Suomalainen lainsäädäntö on riittävällä tasolla satunnaispäästöjä ajatellen.



### 1.3.3 Mallinnus ja arviointityökalut

#### 1.3.3.1 Virtaus –ja kulkeutumismallinnus

Jäteveden puhdistamoiden ja jäteveden pumppaamoiden toimintahäiriöiden seurauksena vastaanottavaan vesistöön päätyvien haitalisten kemikaalien ja mikrobien leviämistä tarkasteltiin 3D Coherens -simulaatio-ohjelmalla. Coherens on Belgiassa RBINS (Royal Belgian Institute of Natural Sciences) instituutissa kehitetty virtaus- ja kulkeutumismalli (Luyten 2013). Suomessa Coherens-mallin eri kehitysversioita on käytetty monipuolisesti useissa tieteellisissä (Aalto ym. 2018; Ahkola ym. 2021; Juntunen ym. 2017; 2019; Karjalainen ym. 2019) sekä luvitus- ja selvityshankkeissa. Tässä hankkeessa valikoiduille kohdealueille, eli Tampereen Pyhäjärvi ja Pohjois-Päijänne, on molemmille luotu 3D malli aiemmissa hankkeissa. Mallin tuloksia on raportoitu tieteellisissä artikkeleissa (Ahkola ym. 2021; Juntunen ym. 2017), joita tässä hankkeessa on hyödynnetty. Tampereen Pyhäjärven virtaus- ja kulkeutumismallia päivitettiin uudempaan versioon projektin tarpeiden takia. Molemmissa malleissa syvyysmalli on jaettu pysty suunnassa kymmeneen kerrokseen, siten että ensimmäinen kerros on aina 10 cm, jos kyseisessä kohdassa on vettä vähintään 10 cm. Muut kerrokset on jaettu kussakin hilapisteessä siis 9 tasapaksuiseen kerrokseen. Mallin hilapisteissä, joissa syvyys on ollut alle 10 cm, vesipatsas on jaettu suoraan 10 yhtä suureen kerrokseen. Kerrospaksuus vaihtelee kussakin erisyyteisessä laskentapisteessä.

Kulkeutumismallinnuksen kaipaamat lähtötiedot eli syvyysdata, josta mallin laskennallinen hila on määritetty, on saatu TrafiComin järjestelmistä, mallien tarvitsemat pakotehavainnot on saatu lähimmältä Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoasemalta. Tampereen tapauksessa, Pirkkalan lentoasemalta ja Pohjois-Päijänteen tapauksessa, Tikkakosken Lentoasemalta. Molemmissa tapausesimerkeissä tarvittavat sisään tulevien jokien virtaamadat on saatu joko SYKEN Hertta-tietokannasta tai ne on pyydetty suoraan kohdealueen voimalaitokset omistavilta yrityksiltä.

Kohdealueilla sijaitsevien jätevedenpuhdistamoiden virtaamadata on saatu puhdistamoilta. Mallinnettujen mikrobien pitoisuudet puhdistetussa ja puhdistamattomassa jätevedessä saatiin Tampereen Pyhäjärven jätevetensä purkavien Raholan ja Viinikan puhdistamoiden tapauksessa Conpat-projektin aikana kerätyistä mittausdatoista (Juntunen ym. 2017). Pohjois-Päijänteeseen puhdistetut jätevetensä johtavan Nenäinniemen puhdistamon mikrobipitoisuuksiksi arvioitiin Raholan ja Viinikan puhdistamoiden keskimääräiset arvot.

Mallinnuksissa tarkasteltiin puhdistamo-ohituksia ja pumppaamoylivuotoja. Kummallakin kohdealueella on tapahtunut todelliset puhdistamon ohitukset mallinnusjaksolla: Raholassa 16.4-24.4.2021 ja 5.7-7.7.2021 ja Nenäinniemen puhdistamossa 31.5 - 7.6.2021. Mallinnustarkasteluissa käytettiin siis todellisten puhdistamo-ohitusten mitattuja virtaamatietoja. Raholan tapauksessa tiedossa oli, että ohitukset olivat osittaisia ja tämä huomioitiin

mallinnuksessa. Nenäinniemen tapauksessa ohituksen yksityiskohtia ei ollut tiedossa ja puhdistamo-ohitus mallinnettiin täydellisenä. Ohituksen ollessa osittainen kuormitus suhteutettiin ohitetun ja kokonaisvesimäärän suhteessa. Pumppaamoylivuodoissa käytettiin viemäröinneistä vastaavalta taholta saatuja arvioita virtaamasta tai todellisiin mittauksiin perustuvia määriä, jos sellaisia oli. Pumppaamon ylivuototarkasteluissa kestoksi asetettiin 24 tuntia. Vesistöön päätyvän jäteveden pitoisuudeksi asetettiin jäteveden puhdistamolle päätyvän puhdistamattoman jäteveden pitoisuus.

### 1.3.3.2 Hygieniariskien arviointi

Veden hygienia- eli terveysriskien arvioinnissa selvitetään, aiheuttaako terveydelle haitallinen tekijä todetulla altistumistasolla todellisen terveysriskin, ja kuinka suuri arvioitu terveysriski on. Kvantitatiivinen mikrobiologinen riskinarviointi (QMRA) on Maailman terveysjärjestö WHO:n suosittelema tapa mikrobiologisten riskien tunnistamiseksi (World Health Organization 2016). Menetelmän avulla voidaan esimerkiksi ennustaa, aiheuttaako taudinaiheuttajamikrobeilla saastunut uimavesi uimareille haitallisia terveysvaikutuksia.

Terveysriskien arvioinnissa käytettiin Uimavesiopas-työkalua (<http://fi.opasnet.org/fi/Uimavesiopas>), jolla arvioidaan vesistössä eli tässä tapauksessa uimarannan vedessä kulkeutumismallin avulla arvioidun taudinaiheuttajamikrobien määrän perusteella mahdolliset terveysriskit (Uimavesiopas 2021). Uimavesioppaan iterointien lukumäärä on 10 000 ja mallin antamat kvantitatiiviset arviot ovat probabilistisia eli todennäköisyysjakaumia, jotka perustuvat Monte Carlo -menetelmään. Mallit sisältävät kuusi referenssitaudinaiheuttajamikrobia, jotka ovat kampylobakteeri, E. coli -bakteeri O157:H7, rotavirus, norovirus, Cryptosporidium ja Giardia (Meriläinen ym. 2021; Uimavesiopas 2021).

Terveysriskinarviointi suoritettiin kahdella mikrobilla, E. colilla ja noroviruksella (GII). E. coli on indikaattorimikrobi, jota käytetään suolistoperäisen saastumisen merkinä. Tässä tutkimuksessa sitä käytetään kuvaamaan kampylobakteerin määrää vedessä. Norovirusta taas käytetään kuvaamaan eri virusten määrää vedessä. Norovirus ja kampylobakteeri aiheuttavat yleisimmin infektioita talousveden välityksellä ja norovirus uimaveden välityksellä (Kauppinen ym. 2017; Zacheus ja Miettinen 2011) ja niillä on molemmilla merkittäviä terveysvaikutuksia (World Health Organization 2017). Lisäksi niitä on havaittu pintavesissä Suomessa (Hokajärvi ym. 2013; Hörman ym. 2004).

### 1.3.3.3 Ravinnekuormituksen vaikutuksen arviointi

Tässä hankkeessa ravinnekuormituksen vaikutusta ja järvien hyvään ekologiseen tilaan tarvittavan kuormitusvähennyksen määrää arvioitiin LLR-mallin avulla. LLR, eli Lake Load Response, on SYKEssä kehitetty mallityökalu, joka laskee typpi- ja fosforikuormituksen vaikutusta järven vedenlaatuun (Kotamäki ym. 2015; Suomen ympäristökeskus 2022). Mallin

avulla voidaan laskea ekologisen tilan luokkien todennäköisyydet kokonaisravinteille ja leväbiomassaa kuvaavalle *a*-klorofyllille sekä arvioida todennäköisyyttä saavuttaa hyvä tilaluokka erilaisilla kuormitusvaihtoehdoilla. LLR-malli ei siis suoraan laske satunnaispäästöjen vaikutusta, mutta kriittisen kuorman perusteella voidaan haarukoida satunnaispäästöjen merkitystä hyvän ekologisen tilan ylläpitämiselle tai saavuttamiselle.

Castrénin (2015) mukaan puhdistamoiden ohitusten osuus on fosforikuormasta keskimäärin 5-10 % ja typpekuormasta 3-5 %. Satunnaispäästöjen osuus kokonaiskuormituksesta on arvioitu olevan keskimäärin hyvin pientä, vain noin 2-8 promillea (Castrén 2015). Kuitenkin sellaisissa vesimuodostumissa, joissa pistekuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta on suuri ja puhdistamoiden ravinnekuormitus rehevöitymisen painetekijänä tunnistettu merkittäväksi, myös satunnaispäästöjen osuudet ja sitä kautta vaikutukset voivat olla herkkien tai riskialttiiden vesimuodostumien osalta merkittävät. Tarkasteluun valittiin kaksi erityyppistä järvesimuodostumaa, joille molemmille yhdyskuntajätevesien ravinnekuormituksen on tunnistettu olevan merkittävä rehevöitymisen painetekijä, ja pistekuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta on suuri.

Pohjois-Päijänteen vesimuodostuma (Päijänne (pohj. N60+78.10) 14.231.1.001\_001) on pintavesityypiltään suuri vähähumuksinen järvi (SVh). Vesimuodostuma on hyvässä ekologisessa tilassa, mutta viimeisimmällä luokittelukierroksella sen on arvioitu olevan riskissä huonontua tyydyttävään luokkaan. Yksittäisten muuttujien osalta kokonaisfosfori ja *a*-klorofylli ovat hyvässä luokassa. Kokonaistyyppi on luokiteltu tyydyttäväksi. Pohjois-Päijänteen keskimääräisestä fosforikuormituksesta pistekuormituksen osuus on 19 %, peltoviljelyn 24 % ja luonnonhuuhtouman 32 % (VEMALA-malli, Suomen ympäristökeskus 2021). Kokonaistyyppikuormituksen osalta merkittävimmät osuudet ovat pistekuormitus (30 %), laskeuma (16 %) ja metsät (35 %). Tampereen Pyhäjärven pohjoisosa (35.211.1.001.002) on pintavesityypiltään keskisuuri humusjärvi ja myös se on ekologiselta kokonaisluokituksestaan hyvässä tilassa. Yksittäisistä muuttujista kokonaisfosfori- ja *a*-klorofylliluokka ovat erinomaiset, mutta typpiluoitus on tyydyttävä. Kokonaiskuormituksesta peltoviljelyn osuus on merkittävin (37 %). Luonnonhuuhtouman osuus on 20 % ja pistekuormituksen osuus 16 %.

LLR-mallinnuksen syöttötietoina tarvitaan tarkasteltavan vesimuodostuman keskisyvyys, tilavuus ja pintavesityyppi sekä mahdollisimman pitkät aikasarjat tulevasta kokonaistyyppi- ja fosforikuormituksesta, lähtövirtaamasta ja edustavimman syvänteen kasvukauden pintakerroksen kokonaisravinnepitoisuuksista. Lisäksi tarvitaan arvio sisäisen kuormituksen suuruusluokasta. Ulkoinen kuormitus ja lähtevä virtaama saadaan VEMALA-mallista (Huttunen ym. 2016) ja kokonaisravinnepitoisuushavainnot SYKEN Hertta-järjestelmästä. Laskennan syöttötiedot on esitetty Liitteen 2 Taulukossa 7 ja 8.

### 1.3.3.4 Haitallisten aineiden riskinarviointi

Puhdistamojen ohitusten ja pumpppaamojen ylivuotojen aiheuttamia riskejä arvioitiin esimerkkiaineiden avulla. Aineet valittiin kirjallisuudesta löytyvien puhdistamattoman jäteveden haitallisten aineiden pitoisuustietojen ja aineiden haitallisuuden avulla.

Esimerkkiaineita valittiin kahdella tapaa: Pumpppaamojen ylivuototilanteissa puhdistamattoma jätevedettä voi päätyä sellaisiin vesistöihin, joihin normaalitilanteessa ei johdeta puhdistettuakaan jätevedettä. Näiden pumpppaamotilanteiden esimerkkiaineet valittiin vertaamalla aineiden pitoisuuksia puhdistamattomassa jätevedessä niiden haitattomaksi arvioituihin pitoisuuksiin (PNEC, predicted no effect concentration) ja suhdetta ( $RQ_{infl}$ ) käytettiin suoraan valintakriteerinä (yhtälö 1).

Puhdistamo-ohitustilanteissa taas vastaanottava vesistö on sellainen, johon normaalitilanteessakin johdetaan puhdistettuja jätevesiä. Tällöin esimerkkiaineiden valinnassa priorisoitiin sellaisia aineita, joiden aiheuttamat haitat eroavat eniten normaalitilanteesta ja valintakriteerinä käytettiin vertailuarvoa  $P$ , joka on esitetty yhtälössä 2.

$$(1) \quad RQ_{infl} = C_{influent} / PNEC \text{ ja } RQ_{eff} = C_{effluent} / PNEC$$

$$(2) \quad P = RQ_{infl} / RQ_{eff}$$

missä  $RQ_{infl}$  on puhdistamattoman ja  $RQ_{eff}$  puhdistetun jäteveden riskiosamäärä. Jäteveden kohdalla riskiosamäärän voi ajatella kertovan kuinka moninkertaiseen vesimäärään jäteveden on laimennuttava, jotta päästäisiin haitattomaksi arvioitulle tasolle.  $C_{influent}$  on aineen pitoisuus puhdistamattomassa jätevedessä,  $C_{effluent}$  on aineen pitoisuus puhdistetussa jätevedessä, PNEC on haitattomaksi arvioitu pitoisuus ja  $P$  on aineiden priorisoinnissa käytetty vertailuarvo.

Muutama valituista esimerkkiaineista oli mukana Coherens –mallinnuksessa. Aineiden Henryn lain mukaiset jakaantumiskertoimet ilman ja veden välille etsittiin ja todettiin, että mikään esimerkkiaineista ei ole kovin haihtuva. Aineiden hajoamiskertoimet valossa (veden pintakerros) ja syvemmällä (mm. mikrobiologinen hajoaminen ja hydrolyysi) annettiin mallille lähtötiedoksi. Sedimentaatiota ei simuloitu, mutta sitä arvioitiin karkeasti tulosten tarkastelun yhteydessä. Koska tavallisesti jäteveden haitta-aineiden priorisointi tehdään puhdistetun jäteveden pitoisuuksien perusteella ja tässä esimerkissä taas puhdistamattoman jäteveden osalta, saatu esimerkkiaineiden lista poikkeaa jonkin verran muualla raportoiduista haitta-aineiden riskipohjaisista priorisoinneista.

Haitallisten aineiden PNEC-arvot on johdettu ekotoksisuustestien pohjalta ja niiden arvot vaihtelevat lähteittäin, mikä tuo suurta epävarmuutta arvioon (katso esim. Ahkola ym. 2020). Akuutteja vaikutuksia ilmenee usein vasta paljon tätä suuremmilla pitoisuuksilla,

sillä PNEC arvot sisältävät myös turvakertoimia, joiden avulla otetaan huomioon sitä, että saatavissa oleva tieto ei koske muita kuin testattuja eliöitä. Eri lähteissä PNEC arvot vaihtelevat käytetyn taustatiedon ja johtamismenetelmän mukaan. Kaikki arviossa mukana olleet aineet ovat liitteessä 2. Simuloituja esimerkkiaineiden pitoisuuksia verrattiin myös akuutteihin ekotoksisuustuloksiin.

Aineiden yhteisvaikutusten arvio jäi tässä hankkeessa erittäin karkealle tasolle. Sitä arvioitiin saatavilla olevien aineiden osalta yksinkertaisesti laskemalla puhdistamattomassa jätevedessä olevien aineiden riskiosaamärit yhteen ( $R_{inf}$ ). Aineiden muuntumistuotteita ei tarkasteltu tässä hankkeessa, vaikka se onkin tunnistettu tärkeäksi tekijäksi (esim. Sikanen ym. 2020).



## 2 Satunnaispäästöt Suomessa

### 2.1 Satunnaispäästöjen määrä ja laatu

Ympäristönsuojelulain mukaan satunnaispäästöjä ei sallita jätevesiviemäriverkostossa eikä jätevedenpuhdistamolla. Niitä kuitenkin vuosittain tapahtuu ja toimijoiden – vesihuoltolaitosten ja teollisuuden – on raportoitava niistä viranomaisille. Satunnaispäästöjen osuus on Suomen lainsäädännön mukaan otettava huomioon toimijan vuosittaisissa päästöissä, jolloin niiden tulee sisältyä ympäristöluvassa annettuihin päästörajoihin. Tässä hankkeessa keskitytään yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöihin ja niiden merkitykseen vesistöihin tapahtuvasta kokonaiskuormituksesta.

Suomessa on ympäristölupien valvontaa varten käytössä YLVA tietojärjestelmä. Toimijoiden vastuulla on toimittaa tiedot järjestelmään, jossa viranomainen, tällä hetkellä jätevesien osalta ELY-keskuksen yhdyskuntajätevesien valvoja, ne hyväksyy. YLVAan tallennetaan jätevedenpuhdistamoilla tapahtuvat ohitukset vuosittaisina määrinä, m<sup>3</sup>/a. Ohitettavan jäteveden laadusta tietoja ei tallenneta järjestelmään, eikä myöskään tietoja viemäriverkostossa tapahtuvista pumppaamoylivuodoista. Vesihuoltolaitokset sekä muut yhdyskuntien jätevesien käsittelystä vastaavat organisaatiot (esim. tukkuviemärilaitokset) tallentavat vuosittaiset pumppaamoylivuodot valtakunnalliseen vesihuollon tietojärjestelmään VEETiin. VEETiin siirtyvät YLVAsta myös puhdistamo-ohitukset, joten vesihuoltolaitosten ilmoittamat vuosittaiset satunnaispäästömäärät ovat löydettävissä vapaasti verkosta ([https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesihuoltoraportit/Vesihuoltolaitosten\\_raportit](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Vesihuoltolaitosten_raportit)). Liitteessä 3 on esitetty nämä tietojärjestelmistä poimitut vuosittaiset puhdistamo-ohitukset ja viemäriverkostojen ylivuodot ELY-keskuksittain vuosilta 2015–2019. ELY-keskusten valvojat ovat tarkistaneet tiedot ja tehneet niihin joitakin korjauksia.

Koko Suomen tilanne vuosien 2015–2019 keskiarvona on esitetty Taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Puhdistamo-ohitukset ja verkostoylivuodot vuosina 2015–2019.

	Keskiarvo 2015–2019 [m <sup>3</sup> ]	Osuus virtaamasta [%]
Kokonaisvirtaama puhdistamoille	447 012 499	
Puhdistamo-ohitukset	377 811	0,085
Verkostoylivuodot	499 557	0,112

Satunnaispäästöjen vuotuiset vaihtelut ovat suuria. Tämä johtuu erilaisista meteorologisista olosuhteista ja niiden vuosittaisesta vaihtelusta, sekä satunnaisista tekijöistä kuten sähkökatkojen tai laiterikkojen tai merkittävien saneerausten aiheuttamista toiminnallisista häiriöistä. Tarkasteltuna ajanjaksona 2015–2019 puhdistamo-ohituksia on ollut Suomen puhdistamoille tulevasta kokonaisjätevesimäärästä 0,085 % ja verkostoylivuotoja 0,112 %. Määrät ovat jäteveden kokonaismäärään nähden pieniä, mutta koska kyse on puhdistamattomasta jätevedestä – joskin useinkin huleveden laimentamaa – näiden päästöjen ympäristövaikutus voi olla merkittävä. Etenkin paikallisesti herkillä alueilla tai hygienian kannalta riskialueilla (esim. vedenotto tai uimaranta) tällaisen päästön vaikutus ympäristö- ja terveysriskiin voi olla vakava.

Näissä valtakunnallisissa järjestelmissä ei tällä hetkellä ole tietoa viemärylivuotojen paikasta, eikä satunnaispäästöjen ajankohdasta, kestosta tai syystä. Kattavia selvityksiä satunnaispäästöjen määrästä sijainteineen ja joissakin tapauksissa laadustakin on tehty vesihuoltolaitosten toimesta tai toimeksiannosta (mm. FCG 2018; HS-Vesi 2018; HSY 2014; HSY 2020b; HSY 2020c) sekä alueellisesti vesiensuojeluyhdistysten tai ELY-keskusten toimesta (mm. Siintoharju 2016).

Verkostoylivuotojen veden laadusta on hyvin vähän tietoa olemassa. Tämä on ymmärrettävää, koska esim. rankkasateiden ja lumen sulamisvesien aiheuttamien ylivuotojen aikana jätevesi laimenee, ja laimentuminen vaihtelee sadetapahtuman aikana. Satunnaispäästöjen vaikutuksista ympäristölle on tarkasteltu lähinnä mallien ja asiantuntija-arvioiden avulla. Jotta saataisiin luotettavaa tietoa ja ennusteita päästöistä niiden vaikutusten minimoimiseksi, tulisi tietojärjestelmiin saada tiedot tapahtumien paikasta, kestosta sekä mahdollisimman hyvä kuva päästön veden laadusta.

**Taulukko 4.** Verkostoylivuotojen mereen joutuvat arvioidut määrät ja pitoisuudet HSYn alueella (HSY 2021).

	Meren ylivuotava jätevesi		Meren menevät pitoisuudet		
	Hulevesi m <sup>3</sup> /a	Jätevesi m <sup>3</sup> /a	BHK <sub>7</sub> mg/l	P-kok mg/l	N-kok mg/l
2011	367 888	13 634	18,1	0,49	3,2
2012	167 998	7 002	19,8	0,53	3,5
2013	167 000	3 000	10,8	0,30	1,7
2014	84 500	1 200	9,4	0,26	1,4
2015	141 327	1 950	9,2	0,26	1,4
2016	295 345	2 265	6,8	0,19	0,9
2017	124 940	2 960	13,0	0,36	2,1

Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY) on seurannut ja arvioinut ylivuotojen laadun vaihtelua (HSY 2021). Taulukossa 4 on mereen joutuvan ylivuodon arvioidut määrät ja pitoisuudet vuositasolla vuosina 2011–2017. Ylivuotava vesi on laimeaa, joten mereen joutuvasta fosforimäärästä ylivuotojen osuus oli vuonna 2017 n. 0,4 % ja typpi-kuormasta n. 0,1 %.

Satunnaispäästöjen ympäristö- ja terveysvaikutusten arvioimiseksi niiden käyttäytymismekanismista tulisi saada mahdollisimman hyvä kuva. Tämä on mahdollista vain tarkastelemalla yksittäisiä tapauksia ja mittaamalla veden määrää ja laatua koko päästötapahtuman ajan. Näin saadaan käsitys pumppaamon ja verkoston todellisesta kapasiteetista ja häiriöiden aiheuttamista satunnaispäästöjen määristä. Veden laadun seurannalla saavutetaan ymmärrystä jäteveden laimenemisesta ja vaikutuksista tapahtuman aikana. Näillä tiedoilla voidaan tarkentaa malleja, joilla arvioidaan satunnaispäästöjen leviämistä ja niissä olevien ravinteiden, orgaanisen aineen, haitta-aineiden sekä mikrobien paikallisia ympäristö- ja hygieniavaikutuksia.

## 2.2 Satunnaispäästöjen syyt

Satunnaispäästöjä tilastoitaessa, niitä ei luokitella syiden perusteella, jolloin tilastotietoa eri syiden yleisyydestä ei ole saatavilla. Kirjallisuuskatsauksen, kyselyn, haastatteluiden ja työpajan tuottaman tiedon pohjalta voidaan kuitenkin tehdä karkea arvio verkostoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten yleisimmistä syistä. Syyt voidaan jakaa kahteen alakategoriaan: hydraulisen kapasiteetin ylittyminen sekä poikkeustilat puhdistamolla, pumppaamolla tai verkostossa (Taulukko 5).

**Taulukko 5.** Verkostoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten yleisimmät syyt.

Hydraulisen kapasiteetin ylittyminen	Poikkeustila puhdistamolla, pumppaamolla tai verkostossa
Rankkasateet	Sähkökatko / sähkövika
Sulamisvedet	Laiterikko tai toimintahäiriö
Sekaviemäröinti	Viemärin tukkeutuminen
Kiinteistöllä johdetaan kuivatusvesiä jätevesiviemäriin	Paineviemärin hajoaminen
	Saneeraus
	Huoltotoimenpiteet

Läpikäydyistä julkaisuista neljässä oli arvioitu satunnaispäästöjen syiden yleisyyttä. Muissa lähteissä eri syitä oli mainittu, mutta niiden yleisyyteen ei otettu kantaa. Syitä oli kartoitettu myös joissakin jätevedenpuhdistamoiden vuosiraporteissa ja näistä pystyi määrällisesti laskemaan eri syiden yleisyyden. Huomionarvoista on, että syiden yleisyyttä voidaan mitata ylivuotojen tai ohitusten lukumääränä (esim. Siintoharju 2016) tai ympäristöön pääsevän jäteveden kokonaistilavuutena (esim. HSY 2011). Tehdyn kyselyn mukaan yleisin syy sekä pumpaamo-ylivuotoille että puhdistamo-ohituksille on runsaat sateet ja sulamisvedet (kuvio 4). Tällöin huonokuntoisiin viemäriin tahattomasti pääsevät hulevedet eli vuotovedet aiheuttavat suuria virtaamia ja siten hydraulisen kapasiteetin ylittymistä pumpaamoilla tai puhdistamoilla. Jätevesivirtaama voi olla moninkertainen mitoitusvirtaamaan verrattuna (Castrén 2015). Runsaat sateet ja sulamisvedet olivat myös yleisin kirjallisuudessa mainittu satunnaispäästöjen syy. Ylivuotojen kohdalla voidaan puhua myös tulvaylivuodoiksi. Hydraulinen kapasiteetti ylittyy helposti myös sekaviemäröidyillä alueilla. Toisaalta esimerkiksi Turun Seudun Puhdistamon verkostoalueella vain noin 2,5% viemäreistä on sekaviemäreitä, mutta keskimäärin 40% Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle tulevasta jätevedestä on hulevesiä (Ahonen 2018). Tämä kertoo viemäriverkoston saneeraustarpeesta. Yhteenvetona voidaankin todeta, että viemäriverkoston huono kunto on keskeisin satunnaispäästöjen aiheuttaja.

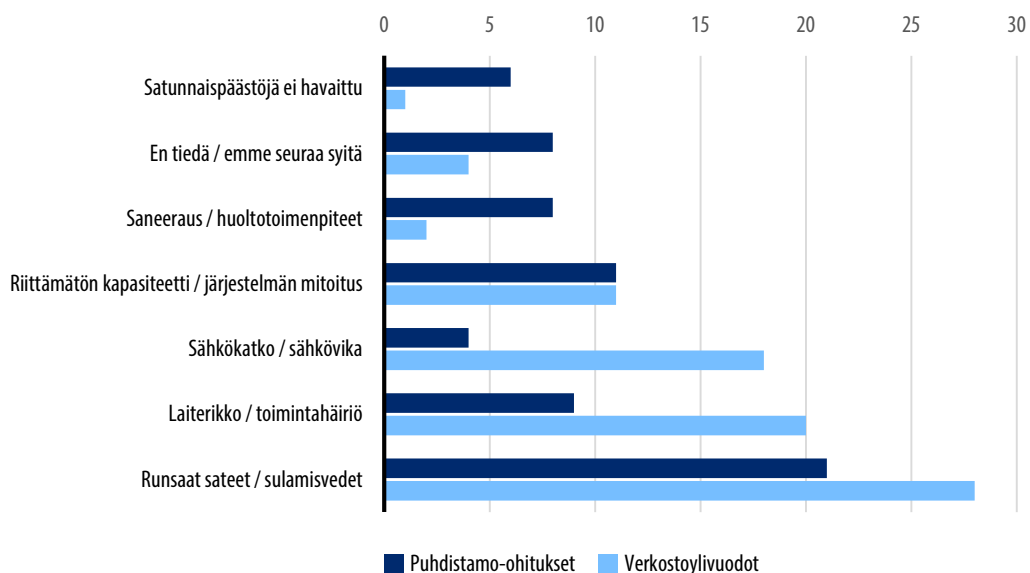
Hydraulisen kapasiteetin ylittymiseen liittyy myös kiinteistökohtaisten kuivatusvesien johtaminen jätevesiviemäriin. Helsingin seudun ympäristöpalveluiden julkaisussa (HSY 2020b) aiheesta todetaan näin: ”paikoin virtaamat reagoivat sadetilanteisiin niin nopeasti ja voimakkaasti, että syyn on oltava kiinteistöjen systemaattisessa sekaviemäroinnissä”. Kyseessä voi olla luvaton liitântä tai vanha liitos, joka ei ole nykyisen kiinteistön omistajan tiedossa. Tarkkaa tietoa kiinteistökohtaisen sekaviemäroinnin määristä ei kuitenkaan ole. Esimerkiksi Tampereella ongelmana on vanhat omakotitaloalueet, joista hulevedet johdetaan viemäriverkostoon, vaikka alue olisikin saneerattu, mutta vanhoja liittymiä ei. Tähän tulisi viranomaisen puuttua. (Tampereen Vesi 2021b).

Toiseen kategoriaan (Taulukko 5) kuuluvat erilaisista poikkeustilanteista johtuvat satunnaispäästöt. Kyseessä voi olla tekninen vika, kuten sähkökatko tai laiterikko, joka pysäyttää pumpaamon toiminnan ja johtaa näin ylikuormittumiseen ja ylivuotoon. Automaatioviat voivat pahimmillaan aiheuttaa pumpaamon pysähtymisen ilman hälytystä, jolloin ylivuodon riski on suuri. Viemäriin tukkeutuminen puolestaan johtaa siihen, että verkostoon padotunut jätevesi purkautuu lähimmästä verkoston ylivuotokohdasta. Puhdistamoiden vuosiraporttien mukaan myös paineviemäriin hajoaminen oli määrällisesti aiheuttanut paljon ylivuotoja. Toisaalta satunnaispäästöjä voi aiheuttaa myös saneeraus- ja huoltotoimenpiteet, joiden aikana joudutaan usein ohijuoksuttamaan jätevesiä.

Poikkeustilanteet aiheuttivat kyselyn mukaan sekä verkostoylivuotoja että puhdistamo-ohituksia, mutta ylivuodot johtuvat useammin laiterikosta tai sähkökatkosta, kun taas saneerausten ja huoltotoimien merkitys oli suurempi puhdistamo-ohituksissa (kuvio 5).

Kirjallisuudesta saatiin samankaltaisia tuloksia, mutta kaiken kaikkiaan poikkeustilanteiden aiheuttamien satunnaispäästöjen yleisyys on vaihtelevaa ja yleisesti ottaen niitä pystytään ennaltaehkäisemään. Esimerkiksi HSY (2020b) arvioi, että teknisten vikaantumisten aiheuttamat ylivuodot ovat selvästi vähentyneet viime vuosina. Myöskään Porvoossa tai Tampereella laiterikot ja sähkökatkot eivät juuri aiheuta ylivuotoja. Yleisesti pumpppaamoilla on käytössä kaksi pumpppua ja kriittisissä paikoissa varavoima sähkökatkojen varalle (Porvoon Vesi 2021; Tampereen Vesi 2021b).

**Kuvio 5.** Satunnaispäästöjen yleisimmät syyt kyselyn mukaan.



Kirjallisuudessa ja työpajassa esille nousi myös yksittäisiä harvoin esiintyviä satunnaispäästöjen syitä:

- Asenteet ja tietämättömyys riskeistä
- Pumpppaamoon valunut vettä esimerkiksi läheisen ojan tukkeutumisen vuoksi
- Pumpppaamon hälytyksen väärä tulkinta
- Rakennustoissa tapahtunut vahinko (esim. kaivinkone katkaissut ilmastusaltaan paluulinjan)
- Vesijohtoverkoston huuhteluvesien ohjaaminen viemäriverkkoon
- Riittämätön mitoitus asukaslukuun nähden
- Vastaanottavan vesistön pinta nousee ja tulvii verkostoon
- Hulevesiverkoston siirtäminen vesilaitokselta kuntatekniikalle, jolla ei vielä riittävästi resursseja ja osaamista sen ylläpitoon
- Vahingot ja ilkivalta

## 2.3 Satunnaispäästöjen hallinta

### 2.3.1 Ennaltaehkäisevä ja reagoiva hallinta

Satunnaispäästöjen määrä vaihtelee runsaasti vuodesta toiseen kuten myös eri vesihuoltolaitosten välillä. Satunnaispäästöjen terveys- ja ympäristöriskit tiedostetaan melko hyvin ja toimenpiteitä on monessa kunnassa ja laitoksessa jo tehtykin. Tehdyistä toimenpiteistä ei kuitenkaan ole ylläpidetty valtakunnallista rekisteriä, joten tässä hankkeessa keräsimme tietoa kirjallisuudesta, järjestetyissä työpajoissa sekä muutamalla erityishaastattelulla. Hankkeen aikana haastateltiin erikseen Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY:n, Tampereen Veden ja Porvoon Veden edustajia. Kaikkien näiden vesihuoltolaitosten alueella on runsaasti jätevesipumppaamoja sekä joitakin sekaviemäröityjä alueita.

Satunnaispäästöjen hallinnasta olennaista on puuttua satunnaispäästöjä aiheuttaviin tekijöihin, kuten vuotovesiin, mutta tämä työ on pitkäjänteistä ja hidasta, jolloin myös satunnaispäästöjen haittoja minimoivia toimenpiteitä tarvitaan. Satunnaispäästöjen hallintakeinot voidaan karkeasti ottaen jakaa ennalta ehkäiseviin ja reaktiivisiin toimenpiteisiin.

Ennaltaehkäisevien toimenpiteiden osalta satunnaispäästöjen hallinta on ennen kaikkea hule- ja vuotovesien hallintaa, mikä nostetaan keskeiseksi keinoksi monessa kunnassa (Ahonen 2018; Porvoon Vesi 2021; Siintoharju 2016). Olennaista on pitkäjänteinen saneeraus suunnittelu ja riskiperusteinen arviointi, jolloin saneeraustoimet voidaan kohdentaa tehokkaasti riskialueille ja myös varautumistoimia voidaan suunnitella ja kohdentaa erityisesti vuotovesiä aiheuttavalle verkosto-osuudelle (Ahonen 2018; Valkonen 2021). Tiedonhankinta ja olemassa olevan tiedon hyödyntäminen ovat suunnittelun perustana ja esimerkiksi vuotovesianalyysin avulla voidaan selvittää pahimmat riskipaikat (HSY 2020a; Valkonen ym. 2021).

Pitkän aikavälin verkostosuunnittelussa ilmastonmuutoksen aiheuttama vesimäärän kasvu tulee huomioida. Suomessa ja monissa muissa maissa on laadittu suunnittelun tueksi ilmastonmuutoskerroin, joka on tarkoitettu hulevesien hallintaratkaisujen suunnitteluun (Valkonen ym. 2021). Myös verkostomallinnusta voidaan hyödyntää lisääntyviin rankkasateisiin varautumisessa (Annus ym. 2021; Tampereen Vesi 2021b). Lisäksi sekaviemäröinnistä luopuminen niin kiinteistökohtaisella tasolla kuin vanhoissa kaupunkikeskustoissa on merkittävä osa hulevesien hallintaa, vaikkakin muutostyö on hidasta (Tampereen Vesi 2021a; HSY 2021b). Kiinteistönomistajien suuntaan tiedottaminen on tässä kohtaa tärkeää (Porvoon Vesi 2021b; HSY 2014; Hynönen 2017). Hulevesien hallinta on yleensä kunnan teknisen toimen vastuulla, kun taas jätevesien hallinta on vesihuoltolaitoksen vastuulla, näin ollen vastuu satunnaispäästöjen hallinnasta on yhteinen. Yhteistyö eri toimijoiden välillä hulevesien hallinnassa onkin ensiarvoisen tärkeää (Porvoon Vesi 2021).

Laiterikoista johtuvien ylivuotojen ennaltaehkäisyssä merkittävä tekijä on pumppaamoiden toimintavarmuuden varmistaminen. Käytössä voi olla useita pumppuja ja varavoimajärjestelmä (HSY 2020b; Hynönen 2017). Reagoivia hallintakeinoja puolestaan ovat esimerkiksi kaukovalvonnan tehostaminen, jolloin ylivuotoihin voidaan reagoida nopeammin ja toisaalta työtehtävien priorisointi niin, että pumppaamohäiriöt hoidetaan kiireellisenä. Ylivuotohälytyksen tapahtuessa paikalle lähetetään imuauto ja toimituksen nopeudesta on kiinni, kuinka paljon jätevettä pääsee ympäristöön. (Ahonen 2018; HSY 2014; Siintoharju 2016). Automatisoidun tukosten seurannan avulla puolestaan voidaan vähentää tukokista aiheutuvia ylivuotoja (HSY 2020a).

Verkoston viivytyksrakenteita eli jätevettä tilapäisesti varastoivia ratkaisuja käytetään Suomessa vain erityisen herkillä alueilla, kuten pumppaamoilla, jotka sijaitsevat pohjavesialueella (Ahonen 2018; HSY 2014; Siintoharju 2016). Ulkomailla yleistyneessä käytössä on myös rakennettuja kosteikkoja ylivuotojen käsittelyyn (Tao ym. 2014), mutta Suomessa kosteikkoja käytetään lähinnä jätevedenpuhdistamoilla tertiäärikäsittelyssä tai hulevesien käsittelyssä.

### 2.3.2 Esimerkkejä

HSY:n edustajat kertoivat, että alueella on aikaisemmin ollut enemmän ylivuotoja viemäriverkostoista, mutta asiaan on kiinnitetty huomiota ja tehdyt toimenpiteet ovat toimineet hyvin ylivuotojen vähentämisessä. Toimenpiteistä mainittiin hyviksi ja toimiviksi erityisesti kapasiteetin lisäys pumppaamoiden jälkeen sekä pumppujen kahdennus pumppaamoilla. Todettiin, että vuotovesiin puuttuminen olisi tärkeää, mutta toimenpiteenä sen toteuttaminen on pidempikestoinen. Tätäkin työtä tehdään jatkuvasti käyttäen apuna mallinnusta. Myös sekaviemäroityjä alueita rakennetaan erillisviemäroidyksi vuosittain, mutta sen todettiin kestävän lähemmäs 100 vuotta ennen kuin kaikista olemassa olevista sekaviemäreistä päästään eroon. Ylivuotojen sattuessa ympäristöön joutuvan veden laatu arvioidaan puhdistamattoman jäteveden laadun ja sateen intensiteetin mukaan. (HSY 2021b)

Porvoon Veden edustajat kertoivat, että suurimmat sekaviemäroityt alueet on Porvoon alueella saneerattu. Ylivuotoja tapahtuu silti rankkasateilla, joten hulevesien hallintaan olisi jatkossa kiinnitettävä huomiota. Se on kaupungin teknisen toimen vastuulla, ja yhteistyötä vesihuoltolaitoksen ja teknisen toimen välillä tässä asiassa tehdään jatkuvasti. Jätevedenpuhdistamolla on toteutettu yhdistetty tertiäärikäsittely ohitusvesien käsittelyyn, jolloin ohitusvesien laatu on merkittävästi parempi kuin puhdistamaton jätevesi. Muina teknisinä ratkaisuin mainittiin purkupumppauksen kapasiteetin lisäys, toimiva automaatio sekä kaivojen kansien uusiminen reiättömiksi. Kiinteistöille tiedotetaan yhdessä kaupungin kanssa hulevesien hallinnasta, jotta niitä ei joutuisi tonteilta jätevesiviemäriin. Näin on päästy siihen tilanteeseen, että satunnaispäästötapahtumat ovat hyvin lyhyitä,

mahdollisesti parin tunnin mittaisia. Niiden paikalliset terveys- ja ympäristöriskit kuitenkin tunnistetaan. (Porvoon Vesi 2021)

Tampereen Vedellä ei ole viime vuosina ollut lainkaan havaittuja verkostoylivuotoja. Kapasiteettia on riittävästi rankkasadetilanteissakin ja koneisto on pidetty hyvässä kunnossa. Käytössä on lähes aina kaksi pumppua, jolloin toinen jatkaa, jos toiseen tulee ongelmia. Lisäksi Tampereen Vedellä on käytössä omat imuautot, joilla voidaan kuljettaa jätevettä pois, jos pumppaamo alkaa lähestyä ylärajaa. Verkostomallinnuksen avulla on varauduttu tuleviin ilmastomuutoksen mahdollisesti aiheuttamiin lisääntyviin rankkasateisiin. Myös putket ovat verkostossa hyvässä kunnossa eivätkä ne vuoda merkittävästi tällä hetkellä. Käytännönä on, että kaikki uudet viemäriinjat kuvataan asennuksen yhteydessä. Raholan jätevedenpuhdistamolla on ollut kapasiteettiongelmia ja jätevesiä on jouduttu ohijuoksettamaan rankkasateiden yhteydessä. Tämä tulee muuttumaan, kun uusi puhdistamo valmistuu parin vuoden päästä. (Tampereen Vesi 2021a; Tampereen Vesi 2021b)



## 3 Satunnaispäästöjen ympäristö- ja terveysvaikutukset

### 3.1 Ympäristövaikutukset

#### 3.1.1 Satunnaispäästöjen leviäminen

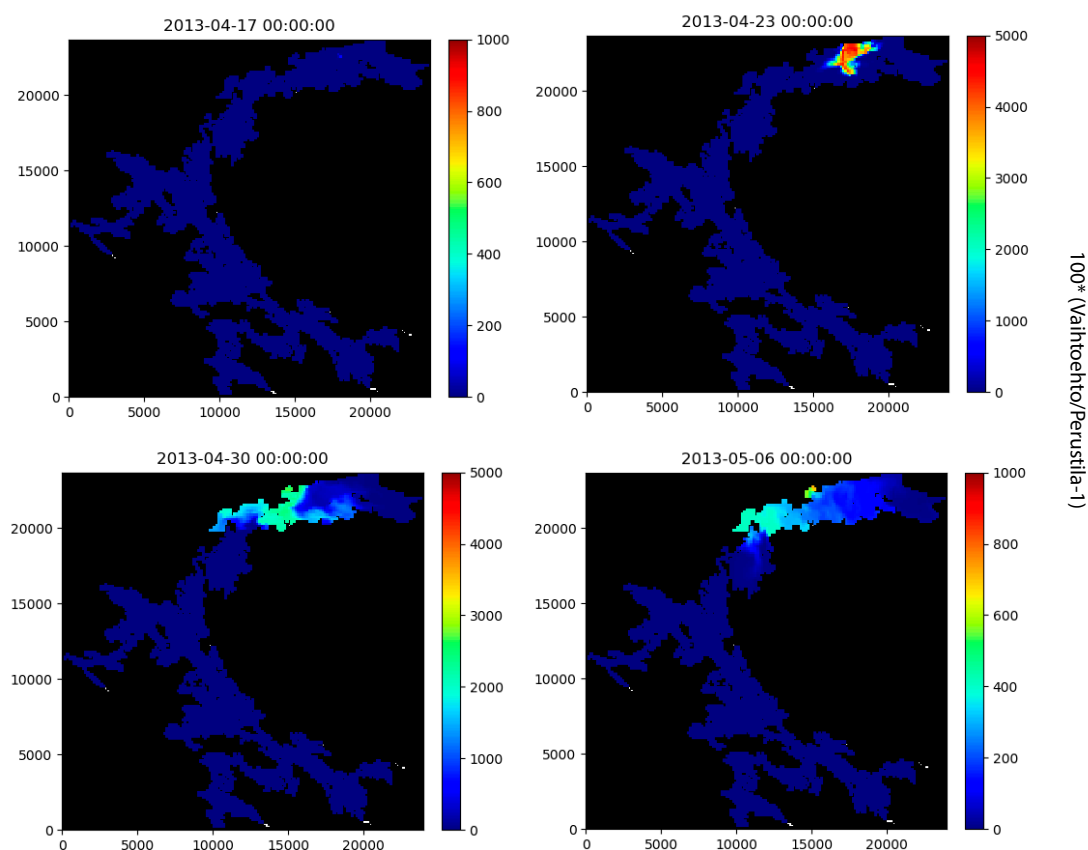
Satunnaispäästöjen leviämisen laajuuteen vaikuttaa erittäin vahvasti päästön kesto ja ajankohta. Mitä pidempi päästö sen laajemmalla alueella sen vaikutus on havaittavissa. Tämä nähdään kuvioista 6, 12 ja 13, joissa on tarkasteltu mallinnettujen aineiden leviämistä puhdistamo-ohitusten tapahduttua. Pitkäkestoisissa päästöissä (esim. laiterikko puhdistamolla) ajoituksen vaikutus päästön laajuuteen ei ole niin vahva kuin lyhyempi kestoisissa päästöissä, sillä pidempikestoisten päästöjen aikana päästön alueella ehtii olla useanlaisia tuuli ja virtausolosuhteita. Myös aineen hajoamisnopeus ja -tapa vaikuttaa merkittävästi aineen kulkeutumiseen varsinkin pitkäkestoisissa ohituksissa ja ylivuodoissa (vertaa kuviot 12 ja 13).

Aineen pitoisuus perustilassakin voi olla suurempi kuin pitoisuus ohitus- tai ylivuototilanteen jälkeen erityisesti kauempana purkupisteessä. Aineen pitoisuus purkupisteeseen, kohdalla on luonnollisesti korkeampi erikoistilanteissa kuin perustilassa.

##### 3.1.1.1 Tampereen Pyhäjärvi

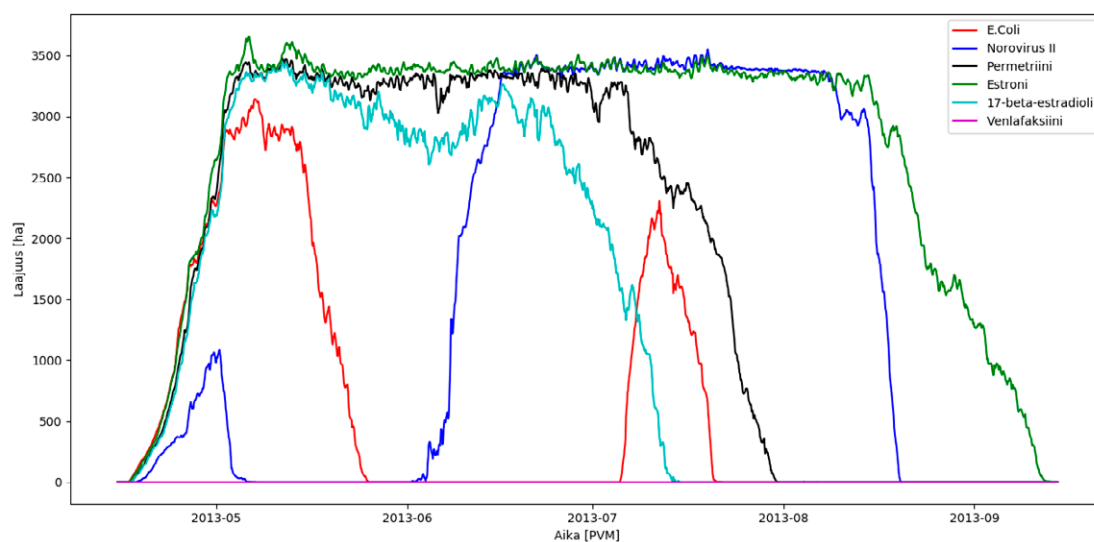
Kuviossa 6 on esitetty Raholan puhdistamolla tapahtuneen ohituksen seurauksena vesistöön päässeeseen *E. coli* aineen pitoisuuksien prosentuaalinen eroavaisuus perustilanteeseen verrattuna. Puhdistamo-ohituksissa alue, jolla pitoisuudet ovat perustilaa korkeammat on laaja (kuvio 6). Alueen laajuus riippuu luonnollisesti myös ohituksen kestosta, joka mallinnetuissa tilanteissa on ollut useampia päiviä. Vaikka puhdistamo-ohituksen kesto olisi ajallisesti ollut yhtä lyhyt kuin pumppaamoylivuodon, vaihtoehtoisissa olisi alueen laajuus ollut pumppaamo-ohitus tapauksissa laajempi, johtuen suuremmasta vesistöön päätyvästä vesimäärästä. Alueen laajuus riippuu myös aineesta ja sen ominaisuuksista (kuvio 7).

**Kuvio 6.** *E. coli*-bakteerin pitoisuuksien prosentuaalinen (Puhdistamo-ohitus/Normaali toiminta -1) \*100 ero Tampereen Pyhäjärvellä. Huomioi, että kuvissa väriskaala muuttuu jokaisessa kuviossa. Ylhäällä vasemmalla on suhteellinen pitoisuus ero 1 vuorokauden kuluttua ohituksen alusta, ylhäällä oikealla 7 vuorokauden kuluttua, alhaalla vasemmalla 2 viikon kuluttua ja alhaalla oikealla 3 viikon kuluttua.

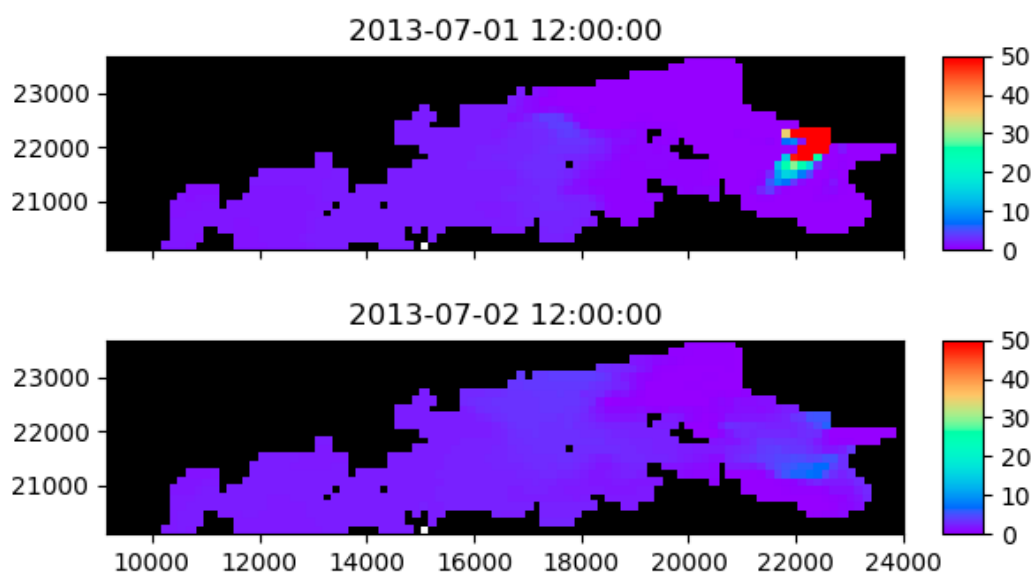


Kuviossa 7 on esitetty puhdistamo-ohituksessa vesistöön päässeiden mikrobien (*E. coli*-bakteerin ja Norovirus II) ja kemikaalien (permetriini, estroni, 17-beta-estradioli (E2) ja venlafaksiini) laajuus ajan funktiona. Raholan puhdistamolla oli tarkastelu ajanjaksolla kaksi eri ohitustilannetta 16.4–24.4.2021 ja 5.7–7.7.2021. Kuviossa 7 nähty *E. coli*-bakteerin käyttäytyminen heijastaa hyvin kuviossa 6 nähtävää tilannetta, sillä siinä pitoisuudet perustilanteeseen verrattuna ovat huomattavasti laskusuunnassa toukokuun alkupuolella.

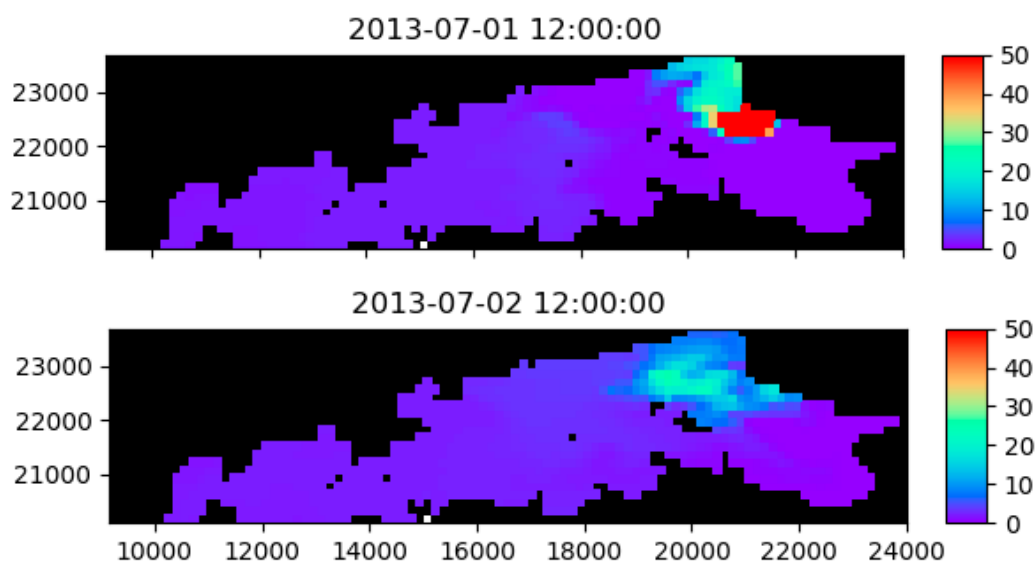
**Kuvio 7.** Puhdistamo-ohituksissa vesistöön päässeen päästön laajuus määritettynä pintavedestä.



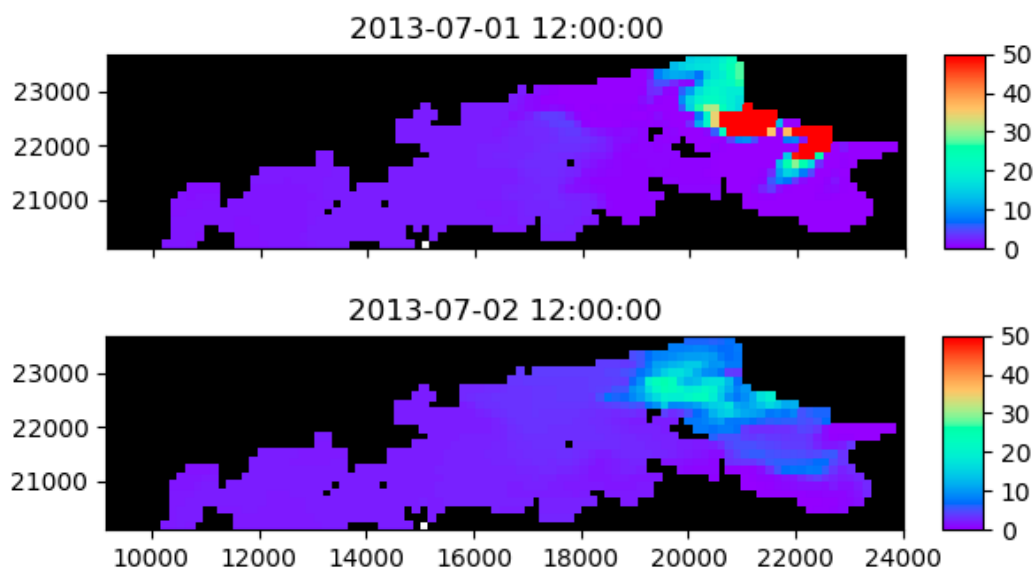
**Kuvio 8.** *E. coli*-bakteerin leviäminen pumpaamoylvuoto tilanteessa. Ylemmässä kuviossa on ajanhetki 24 tuntia päästön alusta ja välittömästi päästön lopussa. Alemmassa kuviossa on pitoisuus pintakerroksessa 24 tunnin kuluttua päästön lopusta. Pumpaamoylvuoto tapahtuu paikassa 1.

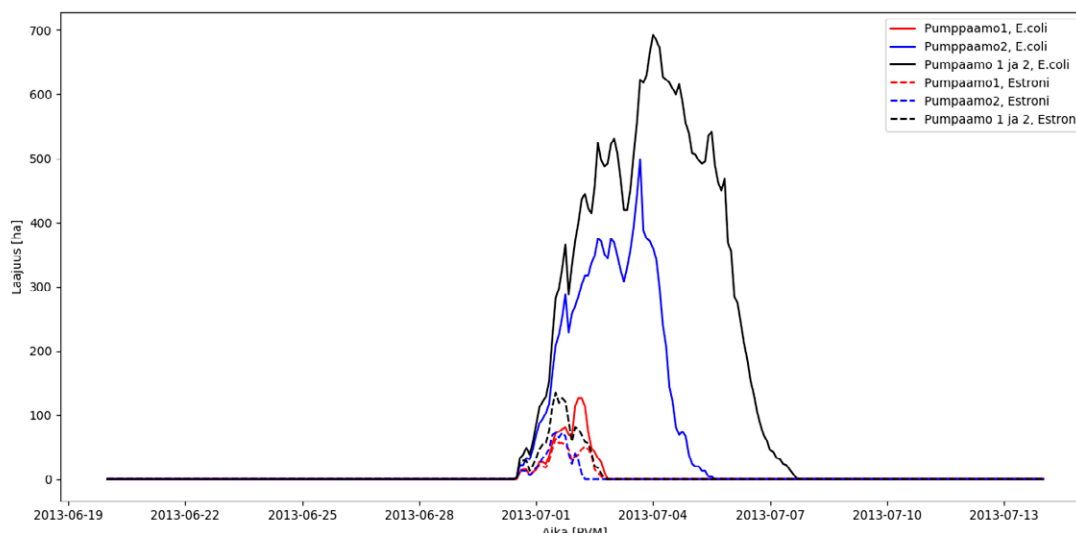


**Kuvio 9.** *E. coli*-bakteerin leviäminen pumppaamoylivuoto tilanteessa. Ylemmässä kuviossa on ajanhetki 24 tuntia päästön alusta ja välittömästi päästön lopussa. Alemmassa kuviossa on pitoisuus pintakerroksessa 24 tunnin kuluttua päästön lopusta. Pumppaamoylivuoto tapahtuu paikassa 2.

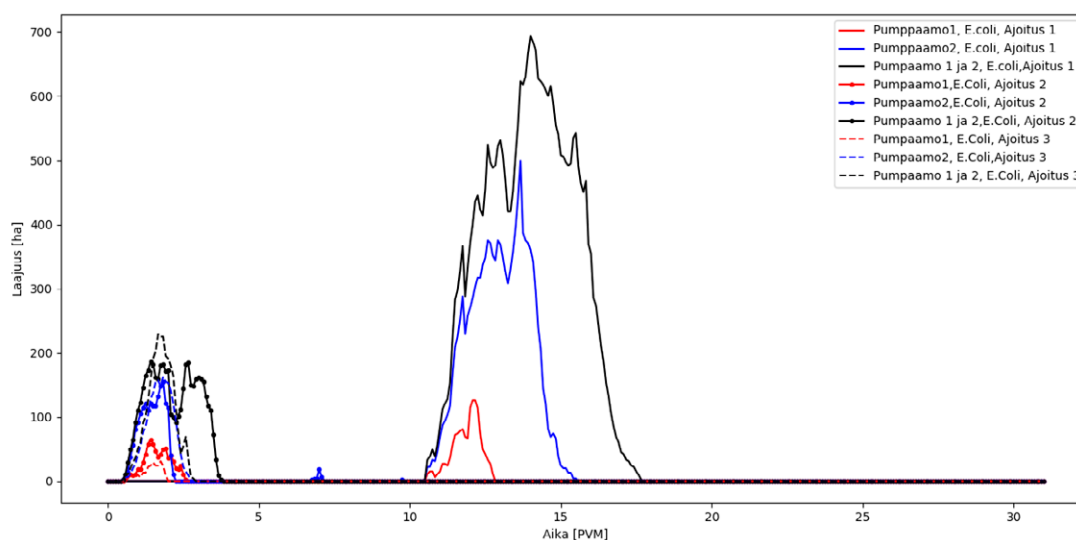


**Kuvio 10.** *E. coli*-bakteerin leviäminen pumppaamoylivuoto tilanteessa. Ylemmässä kuviossa on ajanhetki 24 tuntia päästön alusta ja välittömästi päästön lopussa. Alemmassa kuviossa on pitoisuus pintakerroksessa 24 tunnin kuluttua päästön lopusta. Pumppaamoylivuoto tapahtuu yhtä aikaa paikoissa 1 ja 2.



**Kuvio 11.** Tarkasteltavan aineen ja päästöpaikan vaikutus levinneisyyteen.

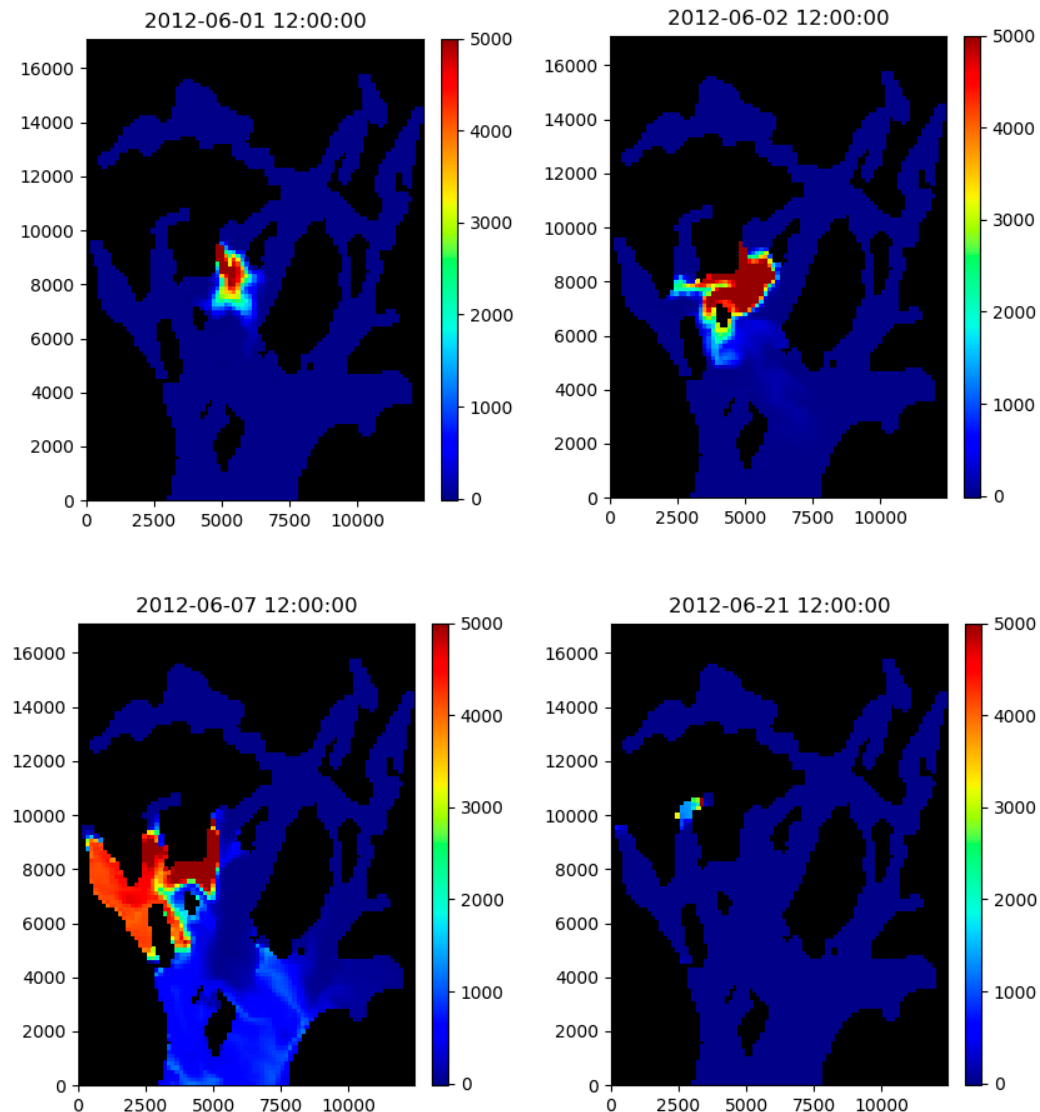
Aineiden leviämiseen pumppaamoylivuodossa vaikuttaa niin tarkasteltava aine kuin ajoitus ja sijainti. Aineen ja sijainnin vaikutus käy ilmi kuviosta 11 ja ajoituksen vaikutus kuviosta 12. Pumppaamon sijainnin vaikutuksen arvioimista heikentää se, että eri pumppaamojen kautta kulkee eri määrä vettä ja näin ollen kuormituksen suuruuskin ollut erilainen.

**Kuvio 12.** Pumppaamoylivuodon ajoituksen ja aineen vaikutus laajuuteen ja kesto.

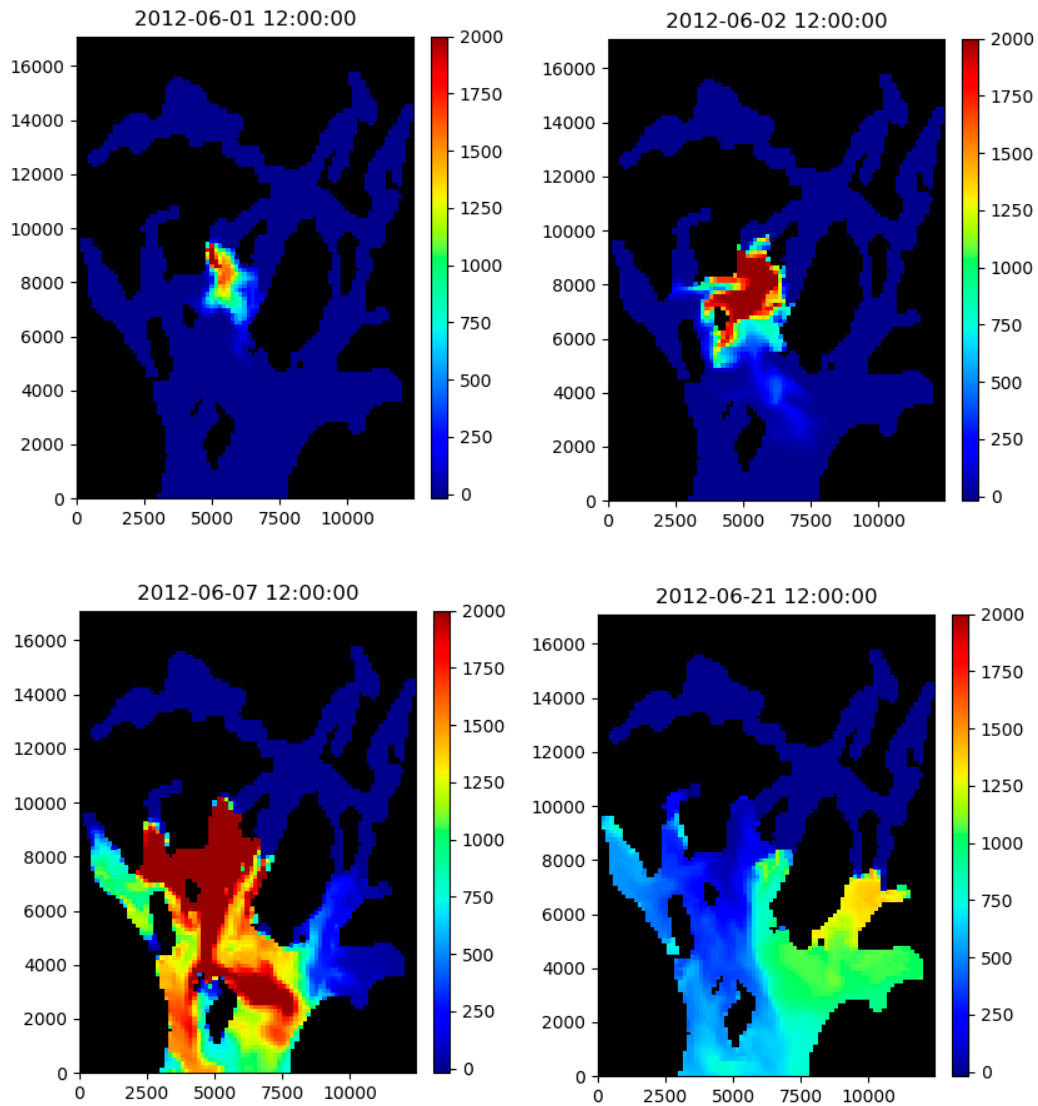
### 3.1.1.2 Pohjois-Päijänne

Kuvissa 13–16 on esitetty *E.coli* (kuvio 13) ja 17-beta-estradioli (E2) laimeneminen puhdistamo-ohituksessa ja pitoisuuksien suhde perustilaan verrattuna. Kuvista nähdään, että puhdistamolta peräisin olevat aineet leviävät kauas ja pitoisuus nousut ovat merkittäviä purkuputken alaisessa vesistössä. Vaikka kuvioissa 13 ja 14 on eri väriskaala, voidaan kuvista nähdä miten kulkeutuvan aineen ominaisuudet vaikuttavat leviämiseen. Näytetyistä aineista 17-beta-estradioli (E2) leviää laajemmalle kuin *E. coli*-bakteerin ja sen pitoisuudet ovat korkeammalla tasolla pitempään.

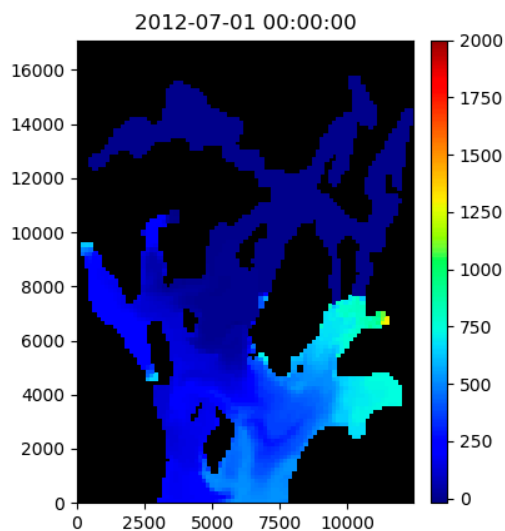
**Kuvio 13.** *E. coli* -bakteerin pitoisuusero perustilanteeseen verrattuna ja leviäminen jäteveden puhdistamolla tapahtuneen ohituksen seurauksena.



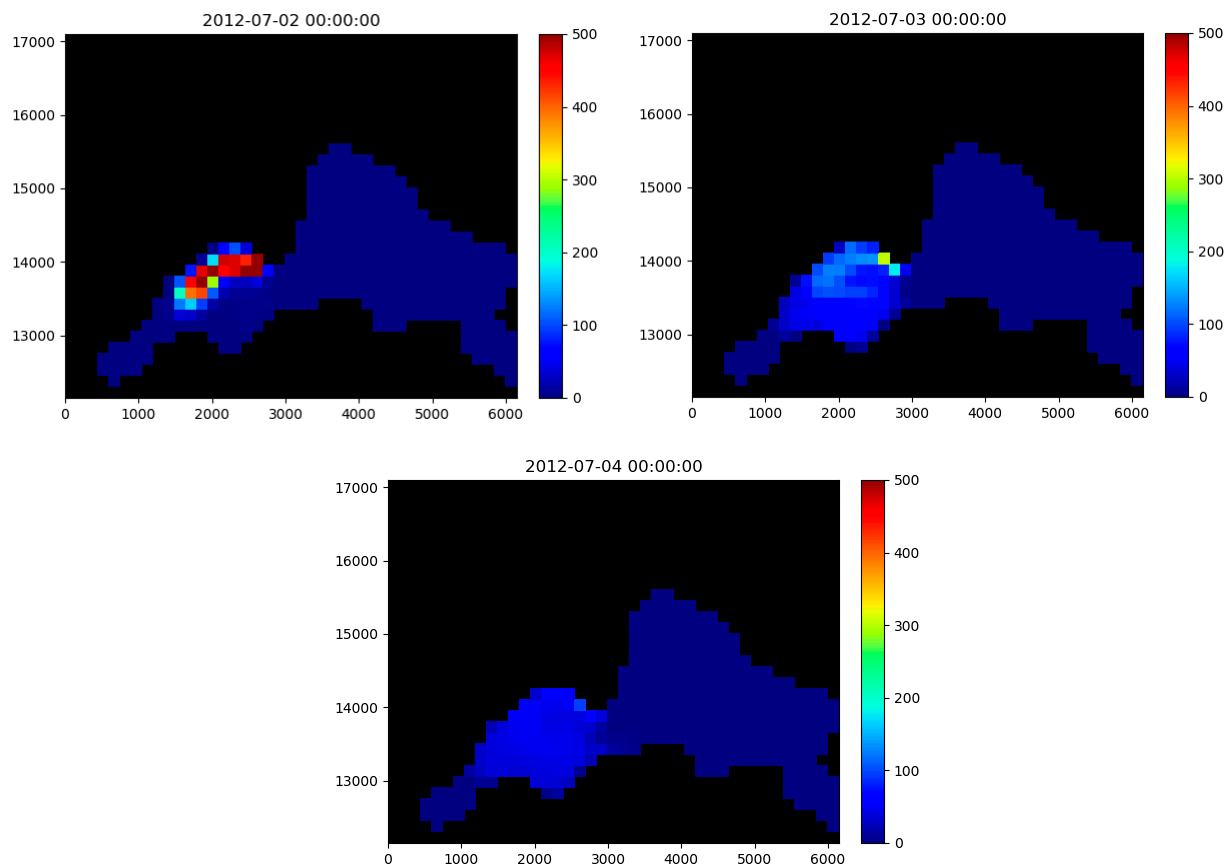
**Kuvio 14.** 17-beta-estradioli (E2) pitoisuus ero perustilanteeseen verrattuna ja leviäminen jäteveden puhdistamolla tapahtuneen ohituksen seurauksena.



**Kuvio 15.** 17-beta-estradioli (E2) pitoisuus ero perustilanteeseen verrattuna ja leviäminen jäteveden puhdistamolla tapahtuneen ohituksen seurauksena. Huomaa, että kuvion aikaleima on myöhäisempi kuin kuviossa 14.



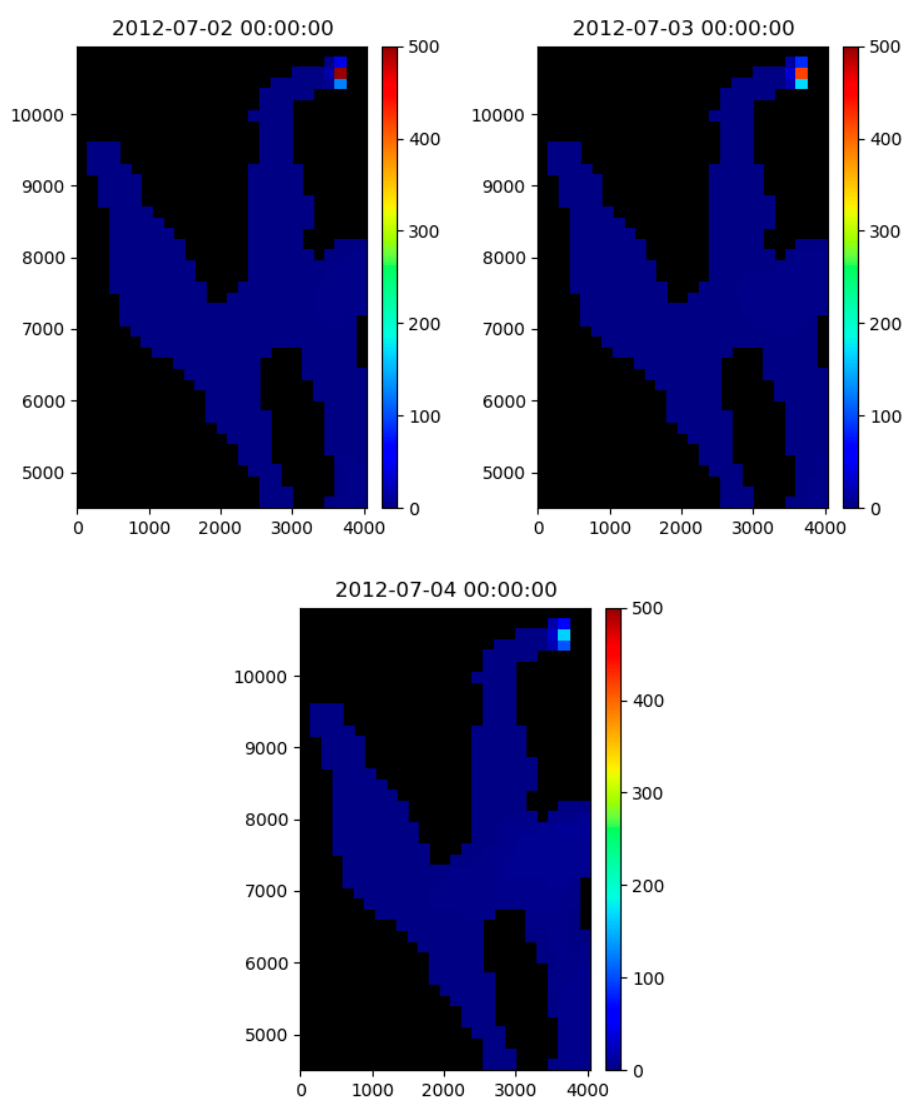
**Kuvio 16.** *E. coli*-bakteerin leviäminen ja laimeneminen Jyväsjärven rannalla tapahtuneessa pumppaamoylivuodossa.





Pohjois-Päijänteen tapauksessa tarkasteltiin myös kahden pumppaamon ylivuototilanteita. Toinen pumppaamoista sijaitsi Jyväskylällä ja toinen Pohjois-Päijänteen puolella. Toisin kuin edellä käsitellyssä Tampereen Pyhäjärven tapausesimerkissä, puhdistamoilta peräisin oleva jätevesi ei yllä pumppaamon lähistöllä oleviin rantavesiin. Tämän seurauksena samanlaista suhteutettua visualisointia ei esitetä vaan kuvioissa 16 ja 17 esitetään todelliset pitoisuudet. Pumppaamon sijainnin vaikutus päästön leviämiseen nähdään varsin hyvin vertailemalla kuvioita 16 ja 17. kuviossa 16 päästöpilvi leviää virtausten mukana, mutta kuviossa 17 ei.

**Kuvio 17.** *E. coli*-bakteerin leviäminen ja laimeneminen Pohjois-Päijänteen rannalla tapahtuneessa pumppaamoylivuodossa.



### 3.1.2 Haitalliset aineet

Viemäriverkoston jätevedessä on paljon erilaisia haitallisia aineita, mutta näistä vain pientä osaa mitataan. Yhdyskuntajäteveden puhdistamot, joiden kapasiteetti on vähintään 100 000 asukasvastinelukua, ovat ns. E-PRTR-laitoksia, joiden on tarkkailtava ja ilmoitettava tiettyjen aineiden vuotuiset päästöt vesiin (EY 166/2006). Raportoitavia aineita on lähes sata. Myös pienempien puhdistamoiden ympäristöluvista voi olla tarkkailuvelvoitteita ravinteiden lisäksi joillekin haitallisille aineille. Vesilaitosten tarkkailtujen aineiden pitoisuustiedot löytyvät yleensä viranomaisten järjestelmien lisäksi puhdistamojen omista vuosijulkaisuista (esim. HSY 2021). Velvoitetarkkailujen ainelistoilla on useimmiten jo vuosikymmeniä aiemmin haitalliseksi ymmärrettyjä aineita. Mahdollisesti haitallisia jäteveeseen päätyviä aineita voi tulla kotitalouksista, viemäriin liittyneiltä toiminnanharjoittajilta tai yhdistelmäviemäroidyillä alueilla hulevesien mukana. Ympäristönsuojelulain mukaan toiminnanharjoittajien tulisi tietää, mitä aineita toiminnasta jätevesiin päätyy (selvilläolovelvollisuus). Nämä aineet tulisi huomioida vesilaitoksen kanssa tehdyissä sopimuksissa. Eri-tyisen hankalia ovat sellaiset aineet, joiden hajoamistuotteet ovat haitallisia. Niitä ei välttämättä tunnisteta eikä osata etsiä.

Lääkeaineiden ympäristöriskeihin on havahduttu kunnolla vasta 2010-luvulla ja niiden pitoisuuksista suomalaisissa jätevesissä on uutta kartoitustietoa erillishankkeista (esim. Ek-Henning ym. 2020; Äystö ym. 2020a). Lääkeaineita ei ole vielä nimetty vesienhoitoon suoraan vaikuttaviksi aineiksi (asetuksen 1022/2006 liitteet). Useita lääkeaineita on kuitenkin ehdolla tuleville listoille. Vesienhoidon nykyisten ja ehdolla olevien aineiden pitoisuuksia jätevesissä on selvitetty erilliskartoituksissa (esim. Vieno ja Arjonen 2021). Näissä kartoituksissa on tarkasteltu sekä puhdistamattoman että käsitellyn jäteveden haitta-ainepitoisuuksia.

Jätevedessä on paljon häiriötekijöitä ja siksi määritysrajat ovat yleensä käsittelemättömässä vedessä suurempia kuin käsitellyssä ja siinä taas suurempia kuin vesistöissä. Lisäksi jäteveden pitoisuudet vaihtelevat merkittävästi vuodenaikojen ja jopa viikonpäivien mukaan kuten esimerkiksi joidenkin erityisesti viikonloppuisin käytettävien huumausaineiden kohdalla on osoitettu (Kankaanpää ym. 2016). Yksittäisen kartoitusnäytteen pitoisuustuloksen edustavuutta on vaikea arvioida.

#### 3.1.2.1 Häiriöpäästöjen tarkastelua esimerkkiaineiden avulla

Saatavilla olevan pitoisuustiedon ja yhtälöiden 1 ja 2 avulla valittiin esimerkkiaineita (Taulukko 6) häiriötilanteiden ympäristövaikutusten arviointiin. Liitteessä 4 on esitetty vastavia tietoja useille muille aineille, mutta tämäkään ainelista ei välttämättä kata kaikkein haitallisempia aineita.

**Taulukko 6.** Riskinarviointiin valitut esimerkkiaineet, niille valitut haitattoman pitoisuuden arvot (PNEC) sekä lasketut tyypilliset riskisuhteet tulevassa ja lähtevässä jätevedessä kartoitustietojen keskimääräisten pitoisuuksien avulla. Sim- sarakkeessa on merkintä niille aineille, jotka olivat mukana Coherens-mallinnuksessa.

Aine		Haitallisuus		Vertailuarvot			
Aine	Käyttö	PNEC ng/l	PNEC lähde	RQ <sub>in</sub>	RQ <sub>ef</sub>	P	Sim
Permetriini	(Eläin)lääke, biosidi	0,2	A	1 200	20	72 000	x
Estroni (E1)	Naishormoni	3,6	B, C	139	0,56	3 472	x
17-beta-estradioli (E2)	Naishormoni	0,4	C, D	175	5,0	6 125	x
Venlafaksiini	Masennuslääke	6,1	A	123	98	154	
EE2	Naishormoni (synteettinen)	0,035	B,C,D	29	11	71	
Diklofenaakki	Särkylääke	50	B, C	36	30	43	
Sinkki	Metalli	20 050	E	8,7	2,3	33	

A. Gomez-Cortes ym. 2020

B. Loos ym. 2018

C. EU 2015

D. EU 2018

E. Vieno ja Arjonen (2021)

### Esimerkkiaine: permetriini

Permetriiniä käytetään lemmikkieläinten ja kotieläinten ulkoloisten torjuntaan ja sitä on myös eräissä ihmisille tarkoitetuissa täishampoissa. Lisäksi sitä saa käyttää muurahaisen torjuntaan sisätiloissa ja rakennuksien läheisyydessä. Teollisuuskäytössä se on sallittu muun muassa puun suoja-aineeksi ja villan käsittelyaineeksi. Kaikki permetriinin käyttötarvikkeet perustuvat sen suureen myrkyllisyyteen hyönteisille ja punkeille. Nisäkkäille (ja linnuille) aine ei ole yhtä haitallista, mikä mahdollistaa sen käytön nisäkkäiden ulkoloisten torjunnassa. Aineen kokonaiskäyttömäärät eivät ole kovin suuria, mutta suuren myrkyllisyytensä vuoksi jo pienet pitoisuudet voivat aiheuttaa vesistössä ongelmia.

Pitkäaikaisen altistuksen ja turvakertoimien perusteella permetriinin haitattomaksi pitoisuudeksi on arvioitu 0,2 ng/l (Gomez-Cortes ym. 2020) ja samaa arvoa on käytetty esimerkiksi Iso-Britanniassa ympäristölaatu-normina (EEA 2021). Vesistössä permetriini on myrkyllistä mm. äyriäisille, hyönteisille ja muille selkärangattomille sekä kaloille. Sen vaikutus

tehostuu kylmässä. Puolet äyriäisistä kuoli 96 tunnin altistuskokeessa, kun veden permetriinipitoisuus oli 20 ng/l (VSDB 2007).

Suomalaisissa kartoituksissa permetriiniä ei ole havaittu puhdistetusta jätevedestä. Käsittelemättömässä jätevedessä sitä havaittiin kuitenkin yleisesti (12/18 puhdistamo) ja sen mediaanipitoisuus oli 250 ng/l (Vieno ja Arjonen 2021). Pari vuotta aiemmin Turun Kakkolanmäelle tulevassa käsittelemättömässä jätevedessä permetriinin pitoisuus oli samaa suuruusluokkaa (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus oy 2019) ja 2019 aavistuksen pienempi (Leino, N. 2020). Pitoisuus on 1200-kertainen haitattomaan pitoisuuteen verrattuna. Vieno ja Arjonen (2021) arvioivat mallin avulla, että valtaosa permetriinistä päätyy jätevedenpuhdistamolla lietteeseen, pieni osa hajoaa mikrobiologisesti ja noin neljännes päätyy käsitellyn jäteveden mukana vesistöön (Vieno ja Arjonen 2021). Mittausten ja määritysrajojen perusteella Vieno ja Arjonen (2021) arvioivat puhdistamojen poistotehon vielä paremmaksi (yli 98 %). Iranilaisella puhdistamolla päästiin jonkin verran tätä pienempään puhdistustehoon (85 %), mutta puhdistamot olivat erilaisia ja lisäksi siellä pitoisuudet olivat myös tulevassa jätevedessä suurempia (Firouzsalar ym. 2019).

Mallinnusta varten oletettiin normaalitilanteessa vesistöön päästettävän jäteveden permetriinipitoisuudeksi alle kaksi prosenttia puhdistamattoman jäteveden pitoisuudesta. Tämä pitoisuus (3,7 ng/l) on noin 20-kertainen haitattomaan pitoisuuteen verrattuna. Simuloinneissa tarkasteltiin permetriinin pitoisuutta vastaanottavassa vesistössä laskentasuoluissa (150 m x 150 m), joissa aineen oletettiin sekoittuvan tasaisesti koko solun tilavuuteen. Pyhäjärven, missä syvyys on yli 40 m purkuputken lähellä simuloitu laimennus oli riittävä. Sen sijaan Pohjois-Päijänteellä simuloitu permetriinin pitoisuus ylitti normaalitilanteessakin PNEC-arvon puhdistamon purkupisteen läheisyydessä ja nipin napin vielä 300 metrin päässäkin.

Simuloidussa pitkäaikaisessa puhdistamon ylivuototilanteessa permetriinin laskennallinen pitoisuus puhdistamon purkuputken solussa Pohjois-Päijänteellä nousi lähes puoleen puhdistamattoman jäteveden pitoisuudesta ja oli herkimpien eliöiden kannalta tappavalla tasolla vielä yli 300 metrin päässä purkupisteestä. Ylivuodon päätyttyä simuloitu pitoisuus laski kuitenkin nopeasti. Simuloiduissa pumppaamojen ohivuototilanteissa vesistöön päätyvän jäteveden määrä oli melko pieni ja suurissa järvissä vaikutukset jäivät siksi vähäisiksi.

Simulointeihin sisältyy suuria epävarmuuksia. Näitä aiheuttavat esimerkiksi oletus täydellisestä sekoittumisesta simulointisolussa, sedimentaation huomiotta jättäminen ja parametrien suuret epävarmuudet. Lisäksi häiriötilanteessa vesiin päätyy todennäköisesti myös merkittäviä määriä orgaanista ainesta, johon permetriini voi sitoutua. Sitoutuessa sen biosaatavuus ja haitallisuus vähenee.

Puhdistamattoman jäteveden permetriinipitoisuus pitäisi laimentaa 1200-kertaisesti, jotta saavutettaisiin arvioitu haitaton pitoisuus. Lyhytaikaisen häiriöpäästön kohdalla saattaisi riittää kuitenkin huomattavasti pienempikin laimennus, jotta eliövaikutuksia ei havaittaisi. Vastaanottavan vesistön ominaisuuksista ja häiriötilanteen aikana vallinneesta vesitilanteesta riippuen laimennukseen tarvittavan alueen koko vaihtelee ja voi pahimmillaan olla jopa kilometrejä alavirtaan. Tällä tarvittavalla laimennusalueella voi esiintyä suoria permetriiniin aiheuttamia haittoja herkimmille eliöille kuten vesikirpuille ja simpukoille. Permetriini on haitallista myös kaloille, mutta ne luultavasti uivat pois. Ihmisuimarille häiriötilanteidenkaan pitoisuudet eivät aiheuta täishampoon käyttöä suurempaa terveysriskiä.

### Esimerkki: venlafaksiini

Venlafaksiini on masennuslääke, joka estää tiettyjen mielialaan vaikuttavien välittäjäaineiden kuten serotoniinin takaisinoton. Venlafaksiinia erittyy ulosteen ja virtsan mukana ja päätyy jätevesiin. Sitä havaitaan myös pintavesistä, esimerkiksi Vantaanjoesta 18/18 näytteestä (Äystö ym. 2020b). Suomalaisissa käsittelemättömissä jätevesissä sen pitoisuus on noin 120-kertainen haitattomaksi arvioituun pitoisuuteen verrattuna. Puhdistamalla pitoisuus vähenee vain viidenneksen. Normaalitylanteessakin vesistöön pääsee puhdistamon purkupisteellä merkittävä venlafaksiinipitoisuus, joten purkupisteen läheisyydessä ei esiinny venlafaksiinille herkimpiä lajeja. Häiriötilanteessa vesiin voi purkupaikalla päätyä puhdistamatonta jätevettä, mutta venlafaksiinin kohdalla muutos normaalitylanteeseen on purkupuutken luona vähäinen. Häiriötilanteista aiheutuvat venlafaksiinin haitat ovatkin suurimmat sellaisissa pumppaamojen ylivuototilanteissa, joissa venlafaksiinia päätyy sellaisiin vesiin, joihin jätevettä ei yleensä päädy. Tällöin merkitystä on paitsi päästön suuruudella ja kestolla myös vastaanottavan vesistön laimenimisolosuhteilla ja herkkien eliöiden esiintymisellä.

### Esimerkkiaine: sinkki

Sinkki on tarpeellinen hivenaine, mutta suurina pitoisuuksina haitallinen. Normaalisti sen pitoisuus käsitellyssä jätevedessä on vain neljännes käsittelemättömän jäteveden pitoisuudesta. Alkuaineena se ei hajoa vaan poistuminen on lähinnä siirtymistä lietteeseen. Puhdistetun jäteveden sinkkipitoisuus ylittää vain kaksinkertaisesti arvioidun haitattoman pitoisuuden. Normaalioloissa pitoisuus laskee siis haitattomaksi arvioidulle tasolle aivan purkupuutken vieressä. Taulukkoon 6 valittu haitaton pitoisuus on otettu Vienon ja Arjosen (2021) raportista. Metallien haitattomat pitoisuudet ja kansalliset ympäristölaatu normit vaihtelevat merkittävästi jopa EU maiden välillä. Lukuarvon lisäksi on eroja siinä, puhutaanko biosaatavasta, liukoisesta vai kokonaispitoisuudesta vai mahdollisesti taustapitoisuuden päälle tulevasta hyväksyttävästä pitoisuuslisästä.

Häiriötilanteessa puhdistamattoman jäteveden sinkkipitoisuuden tulisi laimentua yhdeksänkertaisesti, jotta pitoisuus laskisi haitattomaksi arvioidulle tasolle. Käytännössä riittää kuitenkin todennäköisesti paljon pienempikin laimennus, sillä sinkin biosaatavuutta ja haitallisuutta laskee orgaaninen aines, jota jätevedessä on merkittävästi enemmän kuin tavallisessa vesistövedessä.

### 3.1.2.2 Pohdintaa ja yhteenvetoa haitallisten aineiden ympäristöriskeistä

Vastaanottavan vesistön laimenemisolosuhteet vaikuttavat jäteveden haitallisten aineiden vaikutusalueeseen. Mitä suurempi on aineen pitoisuuden suhde haitattomaksi arvoituun pitoisuuteen, sitä enemmän tarvitaan laimennusta haitattomalle tasolle pääsyyn – ja sitä suuremmalla alueella aine voi aiheuttaa vesiympäristölle haittaa.

Lyhytaikaisissa häiriöpäästöissä voi olla mielekkäämpää tarkastella aineen akuutteja haittavaikutuksia kun taas normaalioloissakin purkuputkelta vesiin päätyvien aineiden kohdalla krooniseen altistukseen perustuvat PNEC-arvot ovat tärkeitä apuvälineitä riskin hahmottamisessa. Eri lähteissä PNEC-arvot ovat kuitenkin hyvin erilaisia. Jopa EU-maiden välillä on jopa tuhatkertaisia eroja yksittäisten aineiden ympäristölaatunormeissa, jotka perustuvat tietyllä tavalla johdettuihin PNEC-arvoihin. Näin suuret erot eivät selity lajiston erilaisuudella. EU:ssa onkin meneillään vesienhoidon prioriteettialueiden päivitys ja samalla useiden vanhojen ja uusien ehdokasaineiden PNEC-arvojen harmonisointi.

Puhdistamojen purkupisteillä ja niiden välittömässä läheisyydessä ei jäteveden haitallisille aineille herkimpiä eliölajeja luultavasti esiinny lainkaan. Puhdistamo-ohituksissa lisäriske ympäristölle aiheutuu niistä aineista, jotka yleensä saadaan puhdistamalla poistettua. Nämä ovat usein lietteeseen sitoutuvia aineita – ja ympäristössä ne luultavasti sedimentoituvat tai ainakin niiden biosaatavuutta vähentää jäteveden orgaaninen aines. Tästä huolimatta niillä voi olla merkittäviä lyhytaikaisia vaikutuksia vesistössä. Pumppaamojen ohivuotojen ympäristöriskit riippuvat sekä häiriöpäästön suuruudesta että vastaanottavan vesistön herkkyydestä ja laimenemisolosuhteista.

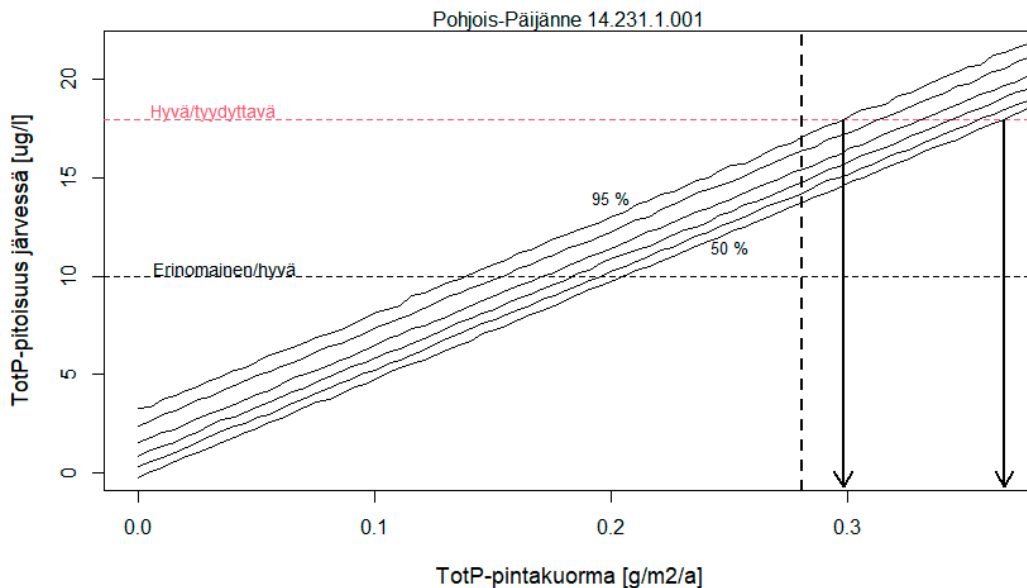
Yksittäisten aineiden aiheuttamien riskien lisäksi häiriötilanteissa vesiin päätyvän seoksen haittoja tulisi selvittää. Vaikka esimerkkiaineiden kohdalla nostettiin esiin orgaanisen aineksen vaikutus monien aineiden biosaatavuutta vähentävänä tekijänä, on haitallisten aineiden yhteisvaikutukset pääsääntöisesti suurempia kuin myrkyllisemminkään yksittäisen aineen. Apuna voisi jatkossa käyttää vaikutusperusteisia biologisia testimenetelmiä. Niiden avulla voisi paremmin arvioida jätevesikoktailien yhteisvaikutuksia. Kartoituksissa ja seurannassa on hyvä pitää mukana puhdistamattoman jäteveden ominaisuudet. Tietoa tarvitaan muun muassa häiriöpäästöjen vaikutusten arviointiin – mutta myös taustatiedoksi normaalitilanteiden riskinarviointiin.

### 3.1.3 Ravinnekuormituksen vaikutus ekologiseen tilaan

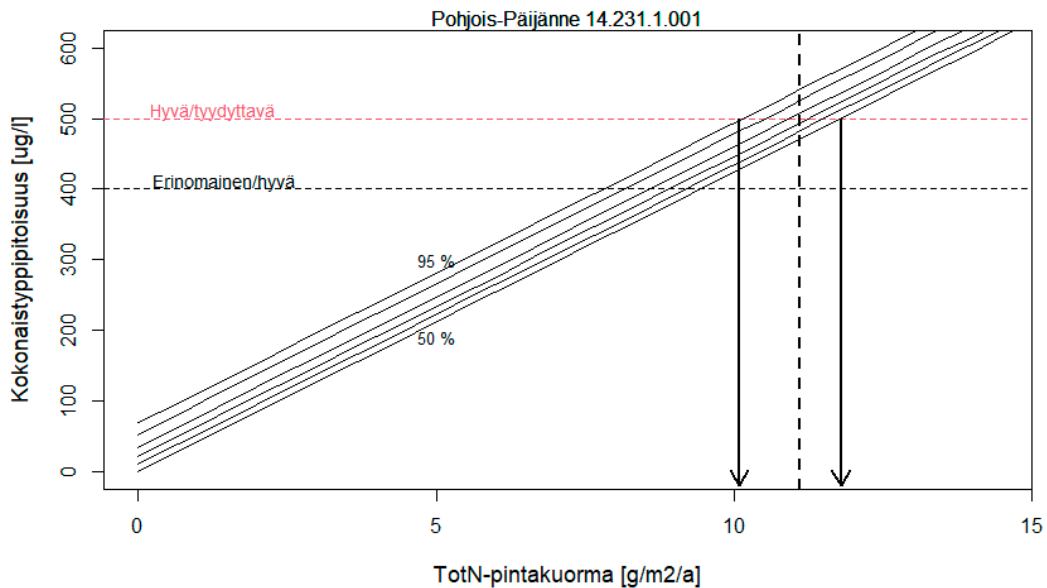
#### 3.1.3.1 Pohjois-Päijänne

Pohjois-Päijänteen keskimääräinen fosforikuormitus on 226 kg/d. LLR-mallinnuksen mukaan Pohjois-Päijänteen kriittinen fosforikuorma, eli se kokonaiskuorma, jolla vielä pysytään vähintään hyvässä tilassa kokonaisfosforipitoisuuden osalta, on 239–296 kg/d. Kriittisen kuorman suuruus riippuu hyvän tilan saavuttamisen varmuudesta, eli todennäköisyydestä, jolla hyvä tila halutaan saavuttaa. Mikäli halutaan olla lähes varmoja hyvän fosforitilan saavuttamisesta (95 % todennäköisyys), kriittinen kuormitus saisi olla vain 5 % nykyistä keskikuormitusta suurempi (kuvio 18). Mikäli 50 % todennäköisyys riittää, kriittinen kuormitus olisi 24 % nykyistä suurempi. Typpikuormituksen osalta keskimääräinen kokonaiskuormitus on noin 8967 kg/d. LLR-mallin perusteella kriittinen kuorma on välillä 8156–9528 kg/d. Mikäli halutaan olla lähes varmoja (95 %), typpikuormitusta pitäisi jo nykyisestä vähentää noin 9 %. Vähemmällä varmuudella (50 %) nykyistä noin 6 % suurempi typpikuormitus pitäisi typpikuormituksen hyvänä (kuvio 19). A-klorofylliin vaikuttaa sekä typpi-, että fosforikuormitus (erityisesti jälkimmäinen).

**Kuvio 18.** LLR-mallilla laskettu Pohjois-Päijänteen kokonaisfosforipitoisuuden muutos eri kokonaisfosforikuormituksen arvoilla ja eri todennäköisyyksillä (50–95 %). Pitkän ajan keskimääräinen kuormitus on esitetty pystykatkoviivalla ja kokonaisfosforin luokkarajat vaakakatkoviivoina. Nuolten väliin jää kriittinen kuormitus, jolla hyvä fosforiluokka (alle 18 µg/l) ylläpidetään 50–95% todennäköisyydellä.



**Kuvio 19.** LLR-mallilla laskettu Pohjois-Päijänteen kokonaistyyppipitoisuuden muutos eri kokonaistyyppi-kuormituksen arvoilla ja eri todennäköisyyksillä (50-95 %). Pitkän ajan keskimääräinen kuormitus on esitetty pystykatkoviivalla ja kokonaistypen luokkarajat vaakakatkoviivoina. Nuolten väliin jää kriittinen kuormitus, jolla hyvä tyyppiluokka (alle 500 µg/l) ylläpidetään tai saavutetaan 50-95% todennäköisyydellä.



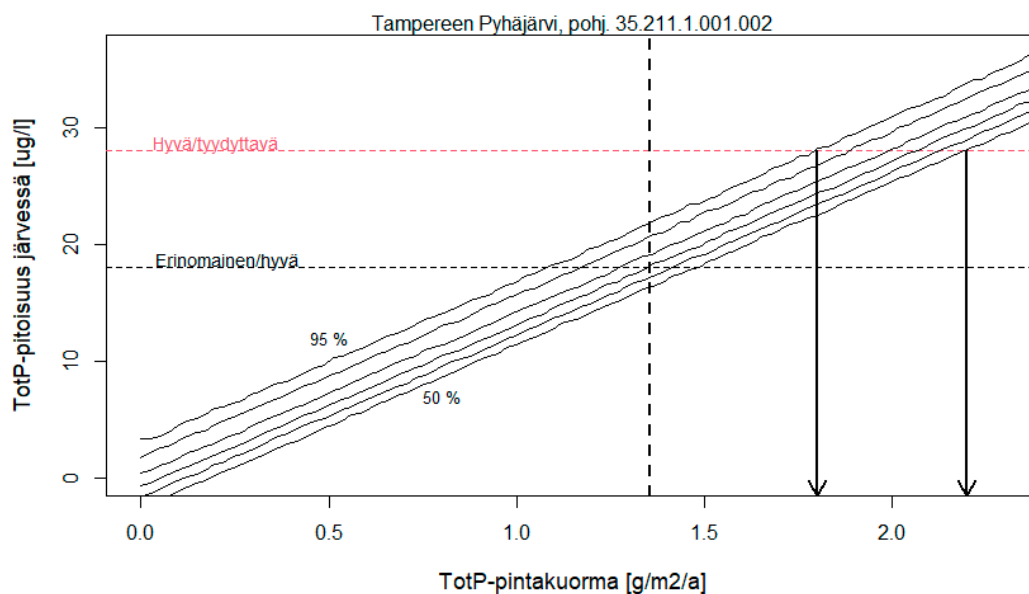
### 3.1.3.2 Tampereen Pyhäjärven pohjoisosa

Tampereen Pyhäjärven pohjoisosan kokonaisfosforin keskikuorma on 244 kg/d ja kriittinen kuorma 324-396 kg/d. Kriittinen kuorma on siis 32-62 % nykyistä suurempi (kuvio 20). Typen osalta sen sijaan keskikuorma on 11379 kg/d ja kriittinen kuorma 5614-8457 kg/d. Nykyistä kokonaistyyppikuormitusta pitäisi siis vähentää merkittävästi, noin 26-51 % riippuen hyvän tilan tavoiteltavasta varmuudesta (kuvio 21).

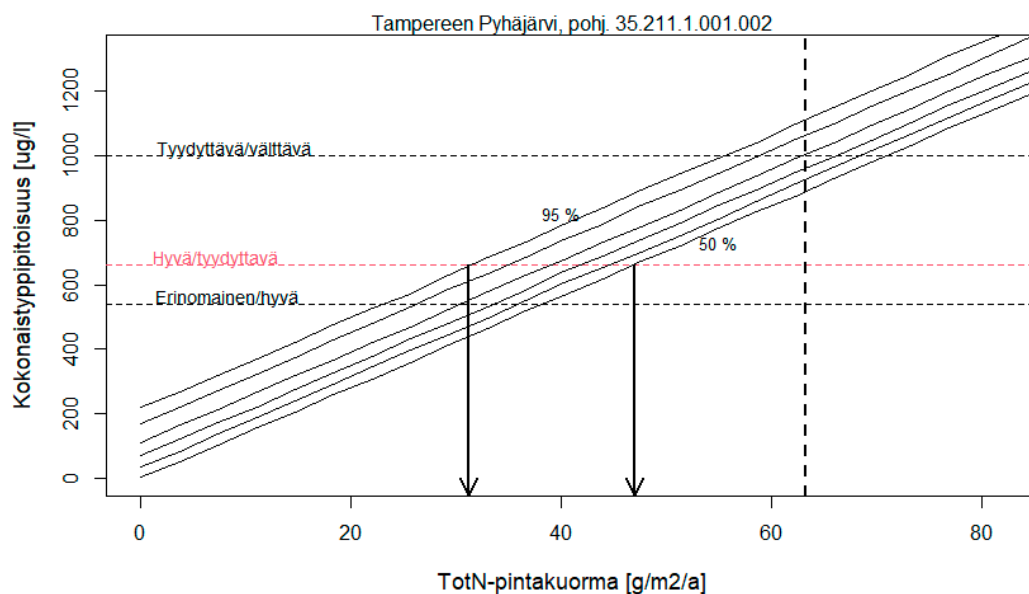
Ilmastonmuutoksesta johtuva vesistöjen keskilämpötilan nousu voimistaa rehevöitymisen vaikutusta Suomen (matalissa) järvissä. Toisaalta ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät rankkasateet aiheuttavat riskin satunnaispäästöjen ja muiden häiriötilanteiden lisääntymiselle. Tulevaisuudessa on entistä tärkeämpää huomioida näiden tekijöiden aiheuttama lisäriski rehevöitymisen voimistumiselle ja arvioida vaikutusta vesien hyvän ekologisen tilan saavuttamiseen tai ylläpitämiseen. Tämä vaatii kuitenkin riittävästi seurantatietoa erilaisten kuormittajien suhteellisista osuuksista vesimuodostumittain, myös satunnaispäästöjen osalta.



**Kuvio 20.** LLR-mallilla laskettu Tampereen Pyhäjärven pohjoisosan kokonaisfosforipitoisuuden muutos eri kokonaisfosforikuormituksen arvoilla ja eri todennäköisyyksillä (50-95 %). Pitkän ajan keskimääräinen kuormitus on esitetty pystykatkoviivalla ja kokonaisfosforin luokkarajat vaakakatkoviivoina. Nuolten väliin jää kriittinen kuormitus, jolla hyvä fosforiluokka (alle 28 µg/l) ylläpidetään 50-95% todennäköisyydellä.



**Kuvio 21.** LLR-mallilla laskettu Tampereen Pyhäjärven pohjoisosan kokonaistyyppipitoisuuden muutos eri kokonaistyyppikuormituksen arvoilla ja eri todennäköisyyksillä (50-95 %). Pitkän ajan keskimääräinen kuormitus on esitetty pystykatkoviivalla ja kokonaistyyppien luokkarajat vaakakatkoviivoina. Nuolten väliin jää kriittinen kuormitus, jolla hyvä tyyppiluokka (alle 660 µg/l) ylläpidetään tai saavutetaan 50-95% todennäköisyydellä.



## 3.2 Terveydelliset ja hygieeniset vaikutukset

### 3.2.1 Uimavedet

Uimarannoilla tai rannikkoalueilla tapahtuvat ylivuodot ovat erityisen merkittäviä lyhytkestoisissa saastumistilanteissa. Tietoa tarvitaan kunnan terveydensuojelu-viranomaisille sellaisista tilanteista, jotka voivat heikentää uimaveden laatua ja jotka edellyttävät toimenpiteitä (esim. tiedottaminen) uimareiden terveyden turvaamiseksi.

Jätevesien mukana vesistöihin voi päästä taudinaiheuttaja mikrobeja tai haitallisia kemikaaleja, jotka voivat vaikuttaa virkistyskäytössä olevien vesien turvallisuuteen. Vaikka uimarannoilla oleskelevat ja uimassa käyvät ihmiset eivät suoranaisesti juo uimisen aikana pintavesiä, joutuu ihmisten elimistöön niehtyinä pieniä määriä vettä. Erityisen suuri riski voi olla nuorten lasten kohdalla, kuten Suomessa ilmi tulleissa uimarantavesiepidemioissa on havaittu. Uimavesissä kontaminaatioiden riskinä voi suolisto-oireiden lisäksi seurauksena olla myös ihon, silmien ja korvien infektiot. Suomessa norovirukset aiheuttavat eniten uimavesiepidemioita. Norovirukset ovat yleisiä vatsataudin aiheuttajia.

### 3.2.2 Juomaveden tuotannossa käytettävät pintavedet

Pintavesiin kohdistuu monia saastelähteitä mukaan lukien haja-asutuksen ja yhdyskuntien jätevesipäästöt sekä hulevedet. Suomessa on yli 60 pintavesilaitosta sekä n. 30 teko-pohjavesilaitosta, jotka käyttävät pintavesiä joko suoraan tai välillisesti talousveden tuotannossa. Pintavesilaitokset täytyy suunnitella sekä operoida niin, että raakavesissä esiintyvien mikrobiologisten ja kemiallisten epäpuhtauksien muodostama terveysuhka saadaan poistettua (Terveydensuojelulaki 763/1994). Vesilaitoksien tulee kyetä jo normaaliolosuhteissa poistamaan raakavesissä olevat epäpuhtaudet niin, että veteen ei jää epäpuhtauksia tai niiden pitoisuus on niin alhainen, että siitä ei aiheudu terveyshaittaa. Riippuu kuitenkin vesilaitoksen eri puhdistusprosessien tehokkuudesta, saadaanko epäpuhtaudet riittävässä määrin poistettua.

### 3.2.3 Patogeeniset mikrobit

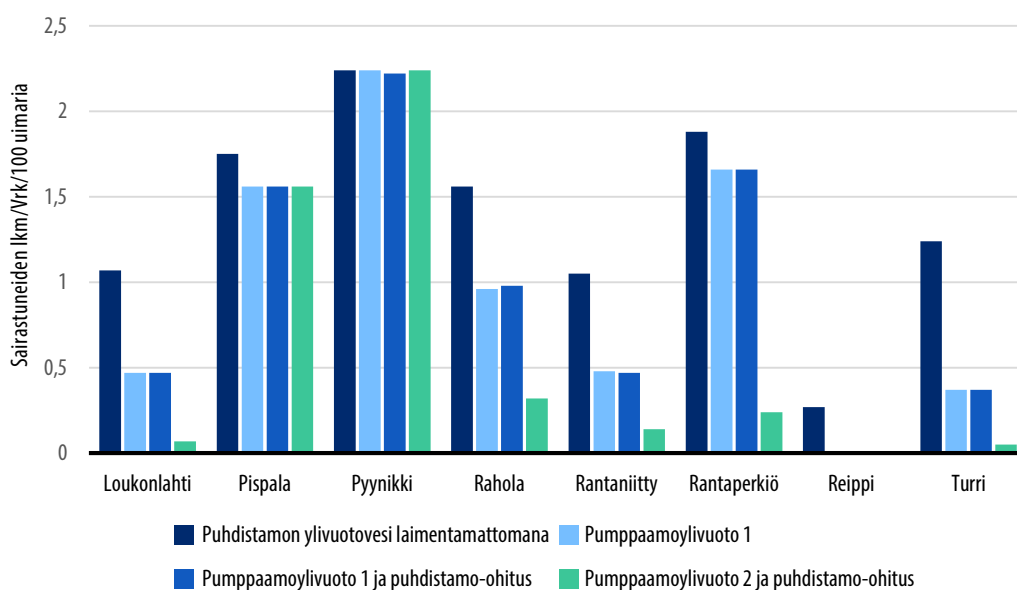
Jätevesien puhdistus poistaa suuren osan jäteveden sisältämistä mikrobeista (>99%). Kuitenkin osa erityisesti kestävimmistä patogeenisista mikrobeista (virukset, itiölliset bakteerit ja alkueläimet) voivat läpäistä jätevedenkäsittelyn prosessit (Bonadonna ym. 2002). Näin ollen jo pelkästään puhdistetut jätevedet muodostavat merkittävän uhan, sillä niihin jää runsaasti ulosteperäisiä mikrobeja, joista osa voi olla tauteja aiheuttavia (Pitkänen ym. 2008). Häiriötilanteessa on todennäköistä, että ulosteperäisten mikrobien lukumäärä on ainakin hetkellisesti moninkertainen normaaliolosuhteisiin verrattuna. Patogeenisten

mikrobien terveysvaikutuksiin vaikuttaa se kuinka hyvin kyseiset mikrobit säilyvät ja toisaalta kulkeutuvat tai laimenevat vesiympäristössä. Myös veden käyttötarkoituksella (uimavesi, juomavesi) sekä sillä käsitelläänkö vettä ennen sen käyttöä, on merkitystä terveysvaikutuksiin.

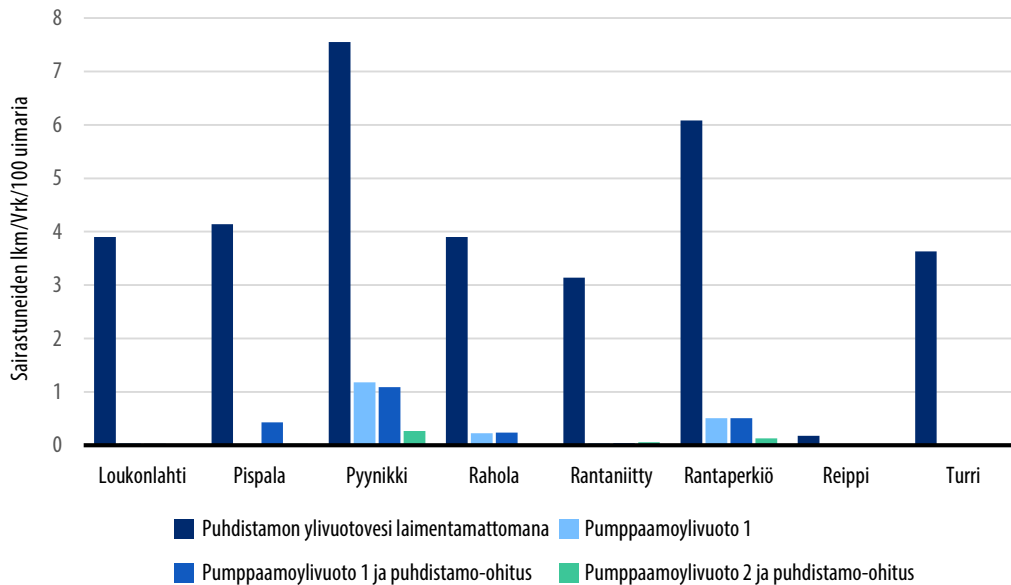
Terveysriskien arviointi perustuu satunnaispäästöjen leviämismalleihin ja sitä kautta niihin vaikuttaa mm. päästön kesto, ajankohta sekä tarkasteltavan mikrobin säilyvyys vedessä. Arvioinnissa tarkasteltiin puhdistamo-ohituksia ja pumppaamojen ylivuotojen maksimiarvoja Jyväskylässä ja Tampereella. Arvioinnit perustuivat todellisiin puhdistamoilla mitattuihin tietoihin. Terveysriskejä arviointiin alueiden uimarannoilla veden virkistyskäyttäjien eli uimareiden suhteen Uimavesiopas-työkalulla.

Kuviossa 22 näkyy kampylobakteerin ja kuviossa 23 noroviruksen aiheuttamien tautitapausten lukumäärät Tampereen Pyhäjärven uimarannoilla Raholan puhdistamolla tapahtuneen ohituksen seurauksena päästön suurimman pitoisuuden suhteen. Uimarannoilla puhdistamo-ohituksen sisältämät kampylobakteerimäärät aiheuttivat 0-3 suolistoinfektiota päivässä 100 uimaria kohden. Terveysriski oli suurin päästölähteen lähellä Pyynikin uimarannalla, ja riski laski päästön laimentuessa vesistössä. Häiriötilanneskenaarioiden norovirusmäärät aiheuttivat uimarannoilla 0-1 suolistoinfektiotapausta vuorokaudessa 100 uimaria kohden.

**Kuvio 22.** Kampylobakteerin aiheuttamien tautitapausten lukumäärä lukumäärät Tampereen Pyhäjärven uimarannoilla puhdistamo-ohituksen ja pumppaamoylivuodon seurauksena.

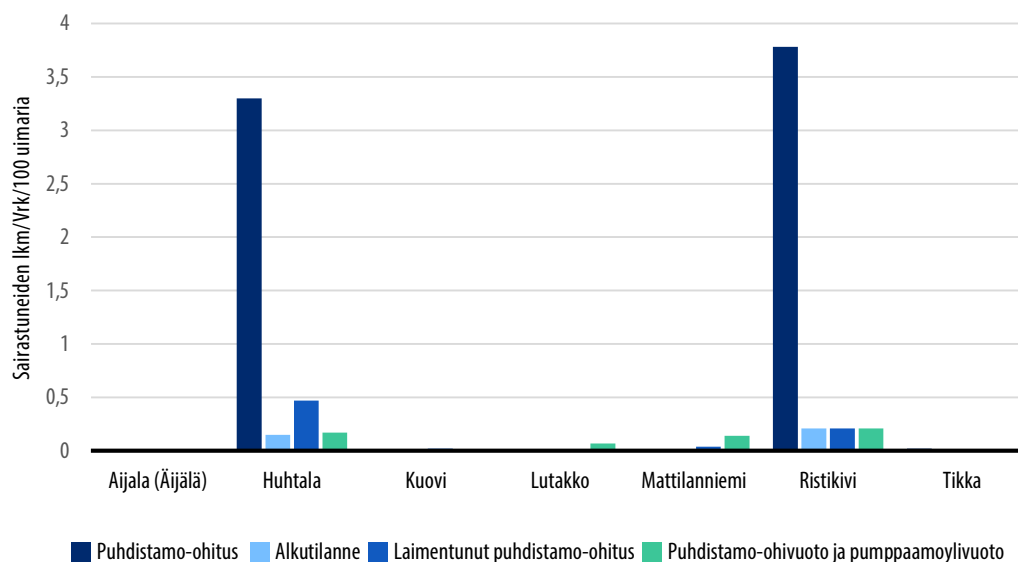


**Kuvio 23.** Noroviruksen aiheuttamien tautitapausten lukumäärät Tampereen Pyhäjärven uimarannoilla puhdistamo-ohituksen ja pumppaamoylivuodon seurauksena.

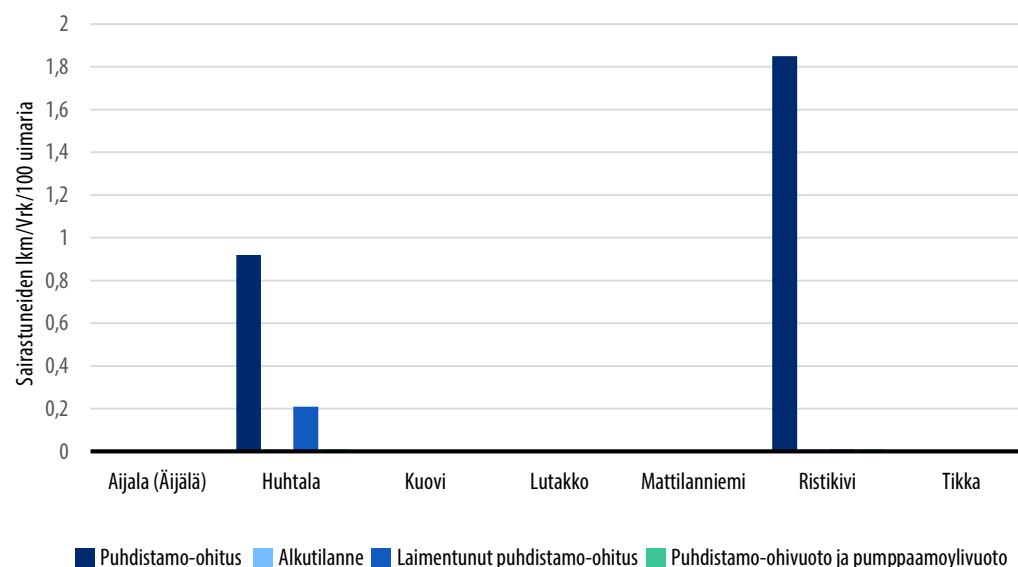


Kuviossa 24. näkyy kampylobakteerin ja kuviossa 25 noroviruksen aiheuttamien tautitapausten lukumäärät Jyväskylän uimarannoilla puhdistamolla tapahtuneen ohituksen ja pumppaamoylivuodon seurauksena päästön suurimman pitoisuuden suhteen. Kuviossa on nähtävissä, miten laimentumattoman puhdistamo-ohituksen terveysriski on huomattavasti suurempi, kuin mitä laimentuneiden puhdistamo-ohitusvesien kulkeutuessaan uimarannalle. Pelkkä puhdistamo-ohituksen sisältämä kampylobakteerimäärä aiheuttaisi 0-3 suolistoinfektiota vuorokaudessa 100 uimaria kohden. Noroviruksen suhteen on myös nähtävissä selkeästi, miten suuri terveysriski ilmaistuna suolistoinfektiotapausten lukumääränä olisi, jos se laskettaisiin suoraan puhdistamo-ohitusvedestä eri uimarannoilla. Laimentumattomien puhdistamo-ohitusten norovirusmäärät taas aiheuttaisivat 0-2 suolistoinfektiota vuorokaudessa 100 uimaria kohden. Häiriötilanneskenaarioiden aiheuttamat terveysriskit ovat Jyväskylässä tätä huomattavasti pienemmät. Suolistoinfektiotapausmääriä havaitaan lähellä päästölähdettä Huhtalan ja Ristikiven uimarannoilla.

**Kuvio 24.** Kampylobakteerin aiheuttamien tautitapausten lukumäärä lukumäärät Jyväskylän uimarannoilla puhdistamo-ohituksen ja pumppaamoylivuodon seurauksena.



**Kuvio 25.** Noroviruksen aiheuttamien tautitapausten lukumäärä lukumäärät Jyväskylän uimarannoilla puhdistamo-ohituksen ja pumppaamoylivuodon seurauksena.



## 4 Satunnaispäästöjen valvonta ja tiedonhallinta

### 4.1 Valvontakäytännöt

Hankkeen yhtenä tavoitteena oli kartoittaa yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjenvalvonnan nykytilannetta ja tuoda esiin valikoituja esimerkkejä muutamien alueellisten toimijoiden valvonnasta. Lisäksi kartoitetaan olemassa olevia valvontamenetelmiä ja laaditaan suosituksia valvonnan tehostamiseksi ja parantamiseksi.

Aiheesta käytiin keskustelu ryhmässä, johon kutsuttiin mukaan edustajia ELY-keskuksista, vesihuoltolaitoksista sekä kuntien ympäristö- ja terveysyksiköistä. Keskustelussa käytiin läpi nykykäytännöt sekä mahdolliset kehityskohteet. Etukäteen asetetut kysymykset heijastivat tavoitteita, joita keskusteluun oli asetettu:

1. Miten valvonta käytännössä toteutetaan, vastuut?
2. Ovatko resurssit ja menetelmät riittäviä?
3. Onko tietoa riittävästi?
  - a. mitä tietojärjestelmiä käytetään (valtakunnalliset/omat)
  - b. millaisille järjestelmille olisi tarvetta
  - c. YLVAn tai VEETIn kehittäminen toimintaa palvelevaksi
4. Miten valvonta voisi toimia paremmin?
5. Mitä menetelmiä tai työvälineitä (esim. tietojärjestelmiin) tarvitaan?

Kun ylivuoto havaitaan, lähetetään tiedote tapahtuman paikasta ja ympäristöön joutuneen jäteveden määrästä laajalla jakelulla. ELY-keskukset ovat toimittaneet toimijoille näytteenotto-ohjeita. Toimijan, tässä tapauksessa vesihuoltolaitos, lisäksi tärkeitä osapuo- lia ovat kunnan ympäristönsuojelu- ja terveysviranomainen sekä ELY-keskus. Ylivuodon ajankohta tiedetään ja tapahtuman kestosta arvioidaan vuodon määrä.

Pumppaamoilla, tai muilla paikoilla, joissa ylivuotoja tapahtuu, ei ole järjestetty vuodon määrän mittausta. Ylivuotoja tapahtuu harvoin ja paikkoja, joissa niitä saattaa tapahtua on viemäriverkostoissa paljon, joten mittaamiseen varautuminen tulisi aiheuttamaan merkittävän investointikustannuksen, kuin myös merkittävän lisän ylläpidettävissä teknisissä kohteissa. HSYn alueella ylivuotojen määrä arvioidaan ylivuodon keston pohjalta, sekavie- märialueella käyttämällä mallinnusta apuna, jolloin saadaan riittävän tarkkaa tietoa vuo- don määrän ja laadun leviämisestä ympäristöön. Puhdistamo-ohitusten paikka tiedetään

aina ja niihin on järjestetty mittaus, joten niiden hallinta ja vaikutusten arviointi on helpompaa. Ylivuotojen määrä vaihtelee vuosittain, esimerkiksi vuonna 2021 Espoossa ja Kirkkonummella niitä oli yhteensä n. 10, mikä on keskimäärin paljon.

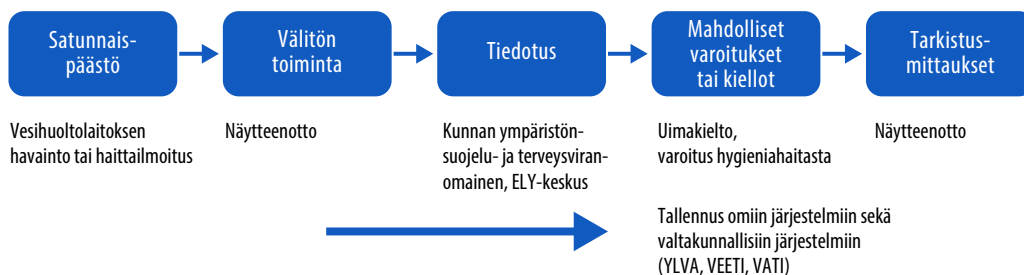
Satunnaispäästöjen veden laadun tarkkailu olisi myös tärkeää ympäristö- ja terveysriskien arvioinnissa. Ylivuotavan veden laadussa tapahtuu muutoksia tapahtuman aikana, mutta automaattista virtaamapainotteista näytteenottoa ei voida verkostoissa järjestää. ELY-keskukset ovat tehneet näytteenottoa varten ohjeistusta ja vesihuoltolaitoksissa on varauduttu tilanteisiin ennalta varautumissuunnitelmissa (Ympäristönsuojelulaki 2014/527, 15 §). Näytteenottosuunnitelmia on tehty myös veloitettarkkailuohjelmissa.

Tärkeimpiä satunnaispäästöjen rekisteröinnissä käytettäviä tietojärjestelmiä ovat valtakunnalliset ympäristölupien valvontajärjestelmä YLVA, asianhallintajärjestelmä ASPA sekä uimavesien osalta ympäristöterveyden järjestelmä VATI. Nämä järjestelmät eivät ole avoimia kaikille, joten tapahtumista on tiedotettava yleisölle erikseen. Valtakunnalliseen vesihuollon tietojärjestelmä VEETiin vesihuoltolaitokset voivat tallentaa viemäriverkostoissa tapahtuvia ylivuotoja. Näissä tietojärjestelmissä tiedot ovat vuositason, jolloin yksittäisten tapahtumien vaikutuksia on vaikea jälkikäteen arvioida. Lisäksi vesihuoltolaitoksilla on omia järjestelmiä, joista löytyy yksityiskohtaisempaa tietoa, mutta niitä ei tallenneta valtakunnallisiin järjestelmiin.

Pääosin satunnaispäästöjen valvontaprosessi toimii hyvin. Joitakin ongelmia on tiedonkuluissa ja sen nopeudessa. Tilanne vaihtelee paljonkin eri alueilla Suomessa. Etenkin pienissä kunnissa on resurssiongelmia, minkä vuoksi tieto ei kulje yhtä sujuvasti laitoksilta viranomaisille ja tietojärjestelmiin kuin suuremmissa kunnissa. Toiminnan kehittämiseksi valvontatimeissa arvioidaan toimenpiteiden riittävyys sekä tarkkailun ja tiedotuksen tarve. Tietoja uimakiellosta annetaan aina näytteenoton ja veden huonon laadun toteamisen jälkeen. Uusintanäytteiden jälkeen harkitaan tapauskohtaisesti tarvetta uimakiellon jatkamiseen. Tiedotus tapahtuu paikan päällä sekä verkossa.

Kaikki tilanteet eivät käy ilmi virallisen valvonnan kautta, vaan myös kuntalaisten haittailmoitusten kautta. Päästötaphtuman valvontaprosessi on kuvattu kuviossa 26.

**Kuvio 26.** Päästötaphtuman valvontaprosessi.



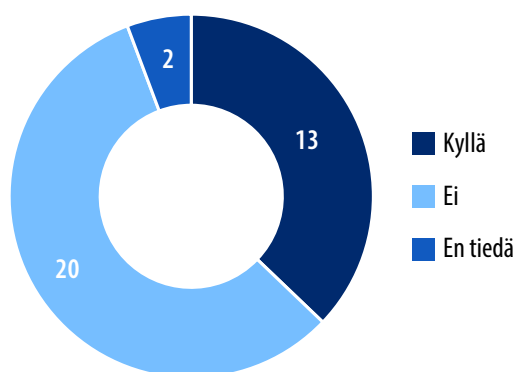
## 4.2 Satunnaispäästöjen monitorointi

Maa- ja metsätalousministeriön mukaan Suomessa on yli tuhat vesihuoltolaitosta ja vesihuollon merkittävimpiä haasteita ovat laitosten pirstaleinen sijoittuminen alueellisesti, infrastruktuurin ikääntyminen ja monien vesihuoltolaitosten heikot talous- ja henkilöstöresurssit. Lisäksi ennustetaan, että ilmastonmuutos voimistaa sään ääri-ilmiöitä, joka osaltaan voi tuoda lisähaasteita erityisesti ikääntyneisiin verkostoihin.

Vesihuoltoon liittyvät lait eivät anna yksityiskohtaisia määräyksiä, miten tai millaisilla laitteilla satunnaispäästöjä tulisi monitoroida. Vesilaitos tai muu toimija esittää lupahakemuksessaan suunnitelmat, millä tavoin mahdollisia ylivuotoja monitoroidaan ja valvota viranomaisen hyväksyy ne tai pyytää niihin mahdollisesti täydennyksiä ennen hyväksymistään.

Edellä mainittujen seikkojen takia ylivuotojen seurantaa ja monitorointia toteutetaan laitoksissa erilaisin menetelmin. Jätevesiverkostot koostuvat monista osista ja hajaantuvat laajalle alueelle. Joillakin alueilla koko verkosto on saman toimijan hallinnassa, mutta toisilla alueilla verkoston hallinta jakaantuu monen toimijan vastuulle. Mikäli toimija on iso, on sillä paremmat mahdollisuudet ja resurssit toteuttaa monitorointia ja tiedonhallintaa. Työpajassa ja haastatteluissa tuli myös esille, että kaikenkattavan monitorointijärjestelmän toteuttaminen voi olla hyvin vaikeaa, koska satunnaispäästöjä voi tapahtua periaatteessa missä tahansa osassa verkostoa ja kaikkien mahdollisten kohteiden automaattinen monitorointi voi olla hyvinkin kallista suhteessa toimijan käytössä oleviin resursseihin. Työpajaa edeltävän kyselyn ja työpajassa käytyjen keskustelujen perusteella monitorointijärjestelmiä tarvittaisiin lisää käyttöön. Kyselyn mukaan joissain laitoksissa automaattinen seuranta on jo käytössä, mutta on myös paljon laitoksia, jossa se ei vielä ole käytössä. Kyselyn otos on toki pieni, mutta kuvaa tilannetta Suomessa yleisellä tasolla. Kuviossa 27 nähdään kyselyn vastausten jakauma kysymykseen, onko automaatio-/digitaalisia järjestelmiä käytössä satunnaispäästöjen seurannassa.

**Kuvio 27.** Kyselyn vastausten jakauma kysymykseen, onko teillä käytössä automaatio-/digitaalista järjestelmää satunnaispäästöjen seurannassa.





Jäljempänä olevassa tiedonhallintaa käsittelevässä luvussa palataan monitorointiin ja niihin liittyviin asioihin.

### 4.3 Valvonnan kehittäminen

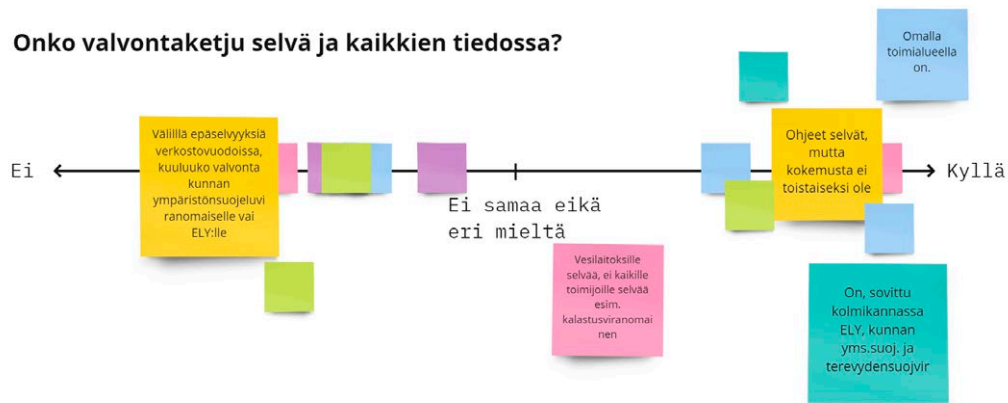
Kokemusten mukaan pahoja satunnaispäästöihin liittyviä häiriötilanteita tapahtuu onneksi harvoin. Yksi ongelmatilanteita aiheuttava huono käytäntö on kiinteistöjen väärät kytkennät. Niistä tulee ylimääräistä kuormaa jätevesiverkostolle, joka ylivalumatilanteessa saattaa olla ratkaiseva tekijä ylivuodoille tai puhdistamo-ohituksille.

Resurssit tulisi olla toiminnanharjoittajalla, joka on viime kädessä vastuussa alueellaan tapahtuvista satunnaispäästöistä. Uudenmaan ELY-keskuksen alan toimijoille jakama ohje on koettu hyväksi yleisohjeeksi erilaisiin häiriötilanteisiin. Haittailmoitustilanteissa voi tulla yllättäen vakavia tilanteita, joihin pitäisi reagoida nopeasti. Organisaatiot ovat valvonnassa hyvin ohuita. Vastuut ovat hiukan epäselviä, eikä aina tiedetä, mistä on kysymys. Esimerkiksi Porvoon Vedellä ei ole omia näytteenottajia, sopimus näytteenotosta on tehty paikallisen vesiensuojeluyhdistyksen kanssa. Myös Suomen isoimmalla toimijalla, HSYllä on tullut ongelmatilanteita. Alihankkijana toimivalla laboratoriolle on näytteenottajien varallaolojärjestelmä, mutta se on kallis järjestely, ja vesihuoltolaitoksen vaikea pitää yllä. Pienillä laitoksilla tämä on vielä vaikeampaa.

Järjestelmälliselle tiedon keruulle on selkeää tarvetta; päästön syy, kesto, laatu ja paikka. YLVAn kehittäminen tähän suuntaan toisi alueellista tasa-arvoa. Asian voisi tehdä esim. häiriötilanneilmoituksena, joskin tällainen käytäntö saattaisi olla turhan jäykkä. Vesihuoltolaitokset eivät käytä tällä hetkellä YLV:ää, joten viesti menisi aina välittäjäorganisaation kautta. Tarpeena on matalan kynnyksen järjestelmä, jossa ei tarvita vahvaa tunnistautumista. Jakso- ja vuosiraportit tulisivat järjestelmään suoraan konsulteilta. Ylivuodoille pitäisi olla oma ja puhdistamo-ohituksille oma tallennuspaikkansa. Tavoitteena tulisi olla yksi järjestelmä, johon tieto kirjataan ja josta se liikkuisi sinne, missä sitä tarvitaan. Järjestelmän tulisi olla kaikille tarvittaville osapuolille soveltuva.

Pääpiirteissään vallitseva käytäntö on toimiva, mutta valtakunnallista ohjeistusta tarvitaan. Resurssiongelmien vuoksi pienille toimijoille tarvitaan yksityiskohtaisia toimintaohjeita. Roolit eri toimijoiden välillä tulisi saattaa selkeiksi, jotta toiminta tulisi mahdollisimman nopeaksi ja joustavaksi. Tällä hetkellä tilanteissa esiintyy liikaa tapauskohtaista harkintaa. Hygieenisiin ja terveydellisiin vaikutuksiin tarvitaan työkaluja, koska näytteenotto on käytännön tilanteissa aina myöhässä. Ohjeistuksen tarve tulee esiin myös työpajan keskusteluissa. Mm. kysymyksen ”onko valvontaketju selvä ja kaikkien tiedossa”, vastaukset jakautuivat molempiin päihin. Osa vastaajista oli sitä mieltä, että valvontaketju on selvä, osan mielestä se ei ole vielä selvä. Työpajan vastausten jakaumaa on esitetty kuviossa 28.

**Kuvio 28.** Työpajan vastausten jakauma kysymykseen, onko valvontaketju selvä ja kaikkien tiedossa.



Ensivalunnan vaikutusta ei pystytä arvioimaan ilman automaattista näytteenottoa. Tietoa voitaisiin jalostaa, jos valitaan edustavat mittausasemat, joilta kerätään mahdollisimman kattavat tiedot. Tätä tietoa voidaan käyttää hyödyksi muiden paikkojen mallintamiseen. Vaikka satunnaispäästö on yleensä lyhytaikainen, voi se joissakin tapauksissa kestää pitkään, jolloin vakavat ympäristö- ja terveysriskit korostuvat.

## 4.4 Satunnaispäästöjen tiedonhallinta

### 4.4.1 Digitalisoituva yhteiskunta

Digitalisoituvassa maailmassa tiedon ja sen hallinnan merkitys kasvaa yhä tärkeämmäksi. Tietomäärät ja vaatimukset tiedon käytölle ovat jatkuvassa kasvussa. Tietoa tarvitaan omien toimintojen jokapäiväisessä hallinnassa sekä vuorovaikutuksessa sidosryhmien kanssa. Käytännössä toimijoiden onkin luotava ja ylläpidettävä omaa tiedonhallintamalliaan. Tätä käytännön vaatimusta ohjaa myös tuore laki julkisen hallinnon tiedonhallinnasta (906/2019), joka koskee lähes kaikkia julkishallinnon toimijoita, joita useimmat vesihuoltoalan toimijat ovat.

Digitalisaatio on valtavirtauksena sekä teollisuudessa, että yhteiskunnassa. Hallitusohjelmassa on asetettu tavoitteeksi, että Suomi tunnetaan edelläkävijänä, jossa digitalisaation ja teknisen kehityksen tuomia mahdollisuuksia otetaan käyttöön yli hallinto- ja toimialarajojen. Digitalisaatiota on edistetty Suomessa jo usean vuoden aikana ja tätä tukemaan, asetettiin sen edistämiseen ohjelma (Digiohjelma) 25.2.2020. Muita digitalisaation edistämishelmia ovat mm. kansallinen tekoälyohjelma AuroraAI, palvelu- ja toimitilaverkkoudistus sekä digitaalisen henkilöllisyyden kehittämisen hanke.

Esineiden Internet (Internet of Things, IoT) ja langattomat teknologiat leviävät uusille käyttöalueille, kuten näihin olennaisena osana liittyvät muut tietotekniikan osa-alueet, joita ovat mm. tietoturva, tiedonhallinta, pilvipalvelut ja tekoäly. Uudet teknologiat tuovat monia uusia mahdollisuuksia parantaa ja tehostaa vesihuoltolaitosten toimintoja. Uudet teknologiat mahdollistavat myös nopean satunnaispäästöjen havainnoinnin ja tuovat työkaluja niiden vaikutusten pienentämiseen sekä nopeiden korjaavien toimenpiteiden aloittamiseen. Uuden teknologian käyttöönotto vaatii hyötyperusteluja, joita voivat vesihuollossa ja satunnaispäästöjen seurannassa olla esimerkiksi:

- Parantuvat sisäiset prosessit kattavamman monitoroinnin ja valvonnan ansiosta
- Kustannussäästöt ennakoidun huollon ja analytiikan ansiosta
- Kustannussäästöt lisääntyvän automaation ansiosta
- Parantuva turvallisuus
- Parantuva käyttövarmuus
- Parantuva kestävyys / resilienssi
- Parantuva tiedonkeruu
- Tiedonkulun nopeutuminen
- Lisääntyvä automaatio
- Lisääntyvä laitteiston seuranta ja hallinta
- Vanhojen järjestelmien pienimuotoinen tai laaja-alainen korvaaminen uudella tekniikalla varaosien saatavuuden muuttuessa haasteellisemmaksi
- Digitaalisten kaksosten luominen

Uudet teknologiat tuovat toisaalta hyötyjen lisäksi myös lisääntyviä haasteita ja paikoitellen myös eriarvoisuutta. Haasteita syntyy esimerkiksi seuraavilla alueilla:

- Ikääntyneet vs. uudet laitokset
- Isot vs. pienet toimijat
- Yksi toimija vs. monen toimijan verkosto
- Puuttuvat infrastruktuurirakenteet, joita tarvitaan uuden teknologian käyttöönottoon
- Resurssien riittävyys (taloudelliset, osaaminen, henkilöstö)

Uusien laitosten on helpompi ottaa uutta tekniikkaa käyttöön, kun laitoksia suunnitellaan, mutta vaikka ikääntyneitäkin laitoksia ylläpidetään, voi vanhimpiin laitoksiin uuden teknologian tuominen olla haastavaa puuttuvien infrastruktuurien, kuten puuttuvien verkkojen tai tilanahtauden vuoksi. Isoilla laitoksilla resurssit ja mahdollisuudet laajempaan uuden teknologian käyttöön ovat luonnollisesti yleensä paremmat, vaikka laajemman verkon ylläpito vaatiikin enemmän resursseja. Useamman toimijan verkostossa esteeksi voivat tulla vastuut ja velvoitteet, kuka vastaa mistäkin osasta. Todennäköisesti suurimmat haasteet liittyvät resursointiin. Taloudellisten haasteiden lisäksi myös osaamis- ja henkilöstöresurssien puutteellisuus voivat hidastaa tai estää uusien teknologioiden käyttöönottoa.

#### 4.4.2 Tiedonhallintalainsäädäntö

Laki julkisen hallinnon tiedonhallinnasta (906/2019) sekä siihen liittyvät lait tulivat voimaan 1.1.2020. Laki edistää tiedonhallinnan yhdenmukaistamista, tietoturvallisuutta ja digitalisointia viranomaistoiminnassa. Digipalvelulaki (306/2019) säättää saavutettavuudesta ja asettaa vaatimuksia digitaalisten palvelujen tarjoamiselle. Muita aihealueen lakeja ovat mm. laki sähköisestä asioinnista viranomaistoiminnassa (13/2003), arkistolaki (831/1994) ja hallintolaki (434/2003), joka määrää hallintoasioiden käsittelystä ja hyvästä hallinnosta. Tiedonhallintalaki koskee lähes kaikkia julkishallinnon toimijoita, joten sen huomioiminen tällä toimialueella on tärkeää.

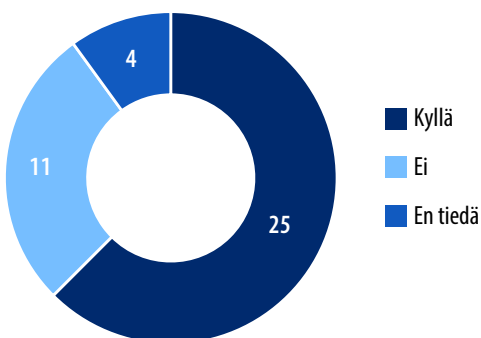
#### 4.4.3 Satunnaispäästöjen raportointi

Valtakunnallisesti satunnaispäästöistä kerätään tietoa edellä mainittuihin YLVA, VEETI, ASPA ja VATI järjestelmiin, joista kaikki eivät ole avoimia järjestelmiä. Lisäksi näihin järjestelmiin kerätään tietoa jaksoissa ja raportteja seurataan vuositasona, joten toimijat ja sidosryhmät joutuvat viestimään satunnaispäästöistä ja niiden vaikutuksista myös muita kanavia käyttäen.

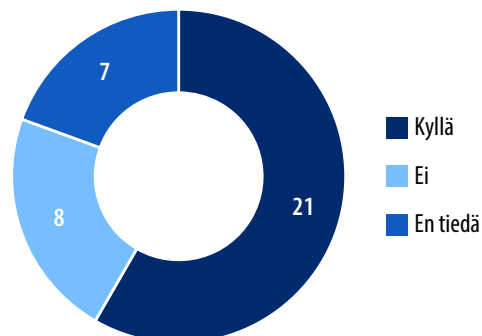
Työpajaa edeltävässä kyselyssä kysyttiin osallistujilta, voiko heidän mielestään osa satunnaispäästöistä jäädä havaitsematta ja viestitäänkö niistä esimerkiksi nettisivuilla (kuvio 29). Yli puolet vastasi myöntävästi näihin kysymyksiin. Samoin työpajan yhteydessä osallistujien arvio tiedonkeruun ja -hallinnan parantamisesta ja monitorointijärjestelmien riittävydestä osoitti, että halua ja tarvetta kehittää sekä monitorointi-, että raportointijärjestelmiä on.

**Kuvio 29.** Kyselyn vastausten jakauma kysymyksiin, voiko satunnaispäästöjä jäädä havaitsematta ja viestitäänkö ylivuodoista esimerkiksi nettisivuilla.

**Voiko osa satunnaispäästöistä jäädä havaitsematta?**



**Viestitäänkö ylivuodoista esimerkiksi nettisivuilla?**



Satunnaispäästöjen raportointi on tärkeä osa sidosryhmille tapahtuvassa tiedonkulussa ja sidosryhmiä on lukuisia. Erilaisia sidosryhmiä on esimerkinomaisesti esitetty seuraavassa kuviossa 30. Raportoinnin kehittämisessä ja tehostamisessa tulisi ottaa huomioon eri ryhmien tarpeet ja kehittää sitä ajantasaisen raportoinnin suuntaan nykyisen vuosiraportoinnin rinnalle. Tällöin järjestelmiä voitaisiin käyttää erilaisten tietopyyntöjen täyttämiseen ja luoda ajantasaista tilannekuvaa mahdollisista satunnaispäästöistä. Uudistettujen järjestelmien tulisi mahdollistaa rajoitettujen ja luottamuksellisten tietojen tallennus viranomais-ten ja rajoitettujen käyttäjäryhmien käyttöön, sekä myös avointen tietojen helppokäyttöinen haku esimerkiksi kansalaisille.

**Kuvio 30.** Satunnaispäästöihin liittyviä sidosryhmiä (kuvio muokattu ja laajennettu käyttäen pohjana vesihuoltotieto-hankkeen esiselvityksen sidosryhmäkuvaa).



## 5 Lainsäädäntö

### 5.1 Satunnaispäästöihin liittyvä kansallinen lainsäädäntö

Satunnaispäästöjä säädellään Suomessa **Ympäristönsuojelulaissa** (527/2014) sekä **Valtioneuvoston asetuksessa yhdyskuntajätevesistä** (888/2006). Asetuksessa todetaan, että jätevesiviemärien suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa on kiinnitettävä huomiota ylivuotovesistä aiheutuvaan vesien pilaantumisen rajoittamiseen. Ympäristönsuojelulain mukaan käsittelemättömän jäteveden päästäminen ympäristöön on kielletty. Käytännössä päästöjä kuitenkin tapahtuu, mutta ne kirjataan ja sisällytetään vesihuoltolaitokselle myönnetyn ympäristöluvan rajoihin, eli päästö kompensoidaan jätevesien kokonaispuhdistuksessa.

Satunnaispäästöihin liittyvät määräykset annetaan laitospohjaisesti ympäristöluvassa, jonka ympäristönsuojelulaki vaatii jokaiselta vähintään 100 henkilön jätevesiä käsittelevältä laitokselta (Asukasvastineluku, AVL > 100). Ympäristöluvassa jätevedenpuhdistamolle asetetaan päästörajat, jotka perustuvat yhdyskuntajätevesiasetuksen (888/2006) määrittämiin jäteveden käsittelyvaatimuksiin (§4). Asetuksessa on vähimmäisvaatimus, kussakin ympäristöluvassa määritellään tapauskohtaiset rajat kyseisen ympäristön ja vastaanotettavan vesistön mukaan. Puhdistamon puhdistustulos lasketaan vuosi-, puolivuosi- tai neljännesvuosikeskiarvona ja käsiteltyjen jätevesien käsittelytehojen ja päästöjen – mukaan lukien puhdistamo-ohitukset ja verkostoylivuodot – on täytettävä asetetut käsittelytehon ja pitoisuuden raja-arvot. (esim. Laitinen ym. 2014).

Jätevesipäästön tapahtuessa toiminnanharjoittajan on ryhdyttävä ehkäiseviin ja rajoittaviin toimiin, jos päästöstä voi aiheutua esimerkiksi terveyshaittaa, luonnonvarojen käytön vaikeutumista tai haittavaikutuksia ympäristön virkistyskäytölle. (YSL 527/2014 §7 ja §14). Jos maaperä tai pohjavesi pilaantuu, koskee toiminnanharjoittajaa puhdistamisvelvollisuus (YSL 527/2014 §133). Ympäristönsuojelulaki (527/2014) määrittelee myös päästöjen raportointia. Toiminnanharjoittajalla on valvontaviranomaiselle tehtävä ilmoitusvelvollisuus, mikäli maaperään tai pohjaveteen pääsee jätevesiä, jotka saattavat aiheuttaa pilaantumista (§134). Ympäristöluvassa puolestaan määritetään raportointivaatimusten taso, eli miten seurannan tulokset arvioidaan ja miten tulokset toimitetaan valvontaviranomaiselle (62§).

### *Satunnaispäästöihin liittyvää kansallista lainsäädäntöä*

Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006)

Ympäristönsuojelulaki (527/2014)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)

Vesihuoltolaki (119/2001)

Terveystensuojelulaki (763/1994)

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta (177/2008)

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta (354/2008)

Muut suositukset: HELCOM

Muita satunnaispäästöihin epäsuorasti vaikuttavia lakeja ovat **Maankäyttö- ja rakennuslaki** (132/1999), **Vesihuoltolaki** (119/2001) sekä **Terveystensuojelulaki** (763/1994). Maankäyttö- ja rakennuslaki määrää hulevesien hallinnasta erityisesti luvussa 13a / §103b. Yksi hallinnan tavoitteista on luopua hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin sekä viivyttaa ja imeyttää hulevesiä niiden syntypaikalla. Kunta vastaa hulevesien hallinnasta asemakaava-alueilla. Lisäksi kunta ohjeistaa kiinteistökohtaisessa hulevesien hallinnassa, vaikka vastuu siitä on kiinteistön omistajalla tai haltijalla. Vesihuoltolain mukaan vastuu hulevesien viemäröinnistä voidaan kuitenkin siirtää vesihuoltolaitokselle (§17a). Lisäksi laissa todetaan, ettei kiinteistöjen hulevesiä saa johtaa jätevesiviemäriin (§17d), mutta jos muita mahdollisuuksia ei ole, voidaan näin menetellä lain muiden reunaehtojen täyttyessä. Uusia sekaviemäreitä ei enää rakenneta.

Terveystensuojelulaki puolestaan toteaa, että viemäri ja siihen liittyvät laitteet on sijoitettava, rakennettava ja kunnossapidettava siten, ettei siitä aiheudu terveyshaittaa (§29). Lisäksi uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta säädetään **Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa** (177/2008). Asetus määrittelee uimaveden laatumuuttujille toimenpiderajat, joiden ylityttyä kunnan terveystensuojeluviranomaisen on selvittävä mahdollisesti terveydelle aiheutuvat haitat.

## 5.2 EU-lainsäädäntö

EU:n vesienhallintaan liittyvä lainsäädäntö on esitetty pääasiassa EU:n vesipuitedirektiivissä (EU Water Framework Directive 2000/60/EY), jossa esitetään vaatimuksia ja tavoitteita EU:n vesivarojen kattavalle valvonnalle ja hallinnalle. Vesipuitedirektiivi asettaa raja-arvot, jotka määräävät pintaveden ja pohjaveden ekologisen, hydromorfologisen ja kemiallisen tilan. Lisäksi se ohjaa vesivarojen hallintaa ja raportointia EU:n jäsenvaltioissa. Vesipuitedirektiivin asettamien tavoitteiden (ekologinen tila, määrällinen tila ja suojeltujen alueiden tavoitteet) toteutus tehdään jokaisessa EU:n jäsenvaltiossa laadittavien vesienhoitosuunnitelmien (River Basin Management Plans) avulla. Nämä suunnitelmat päivitetään kuuden vuoden välein, Suomessa ELY-keskusten järjestämien julkisten kuulemisten kautta.

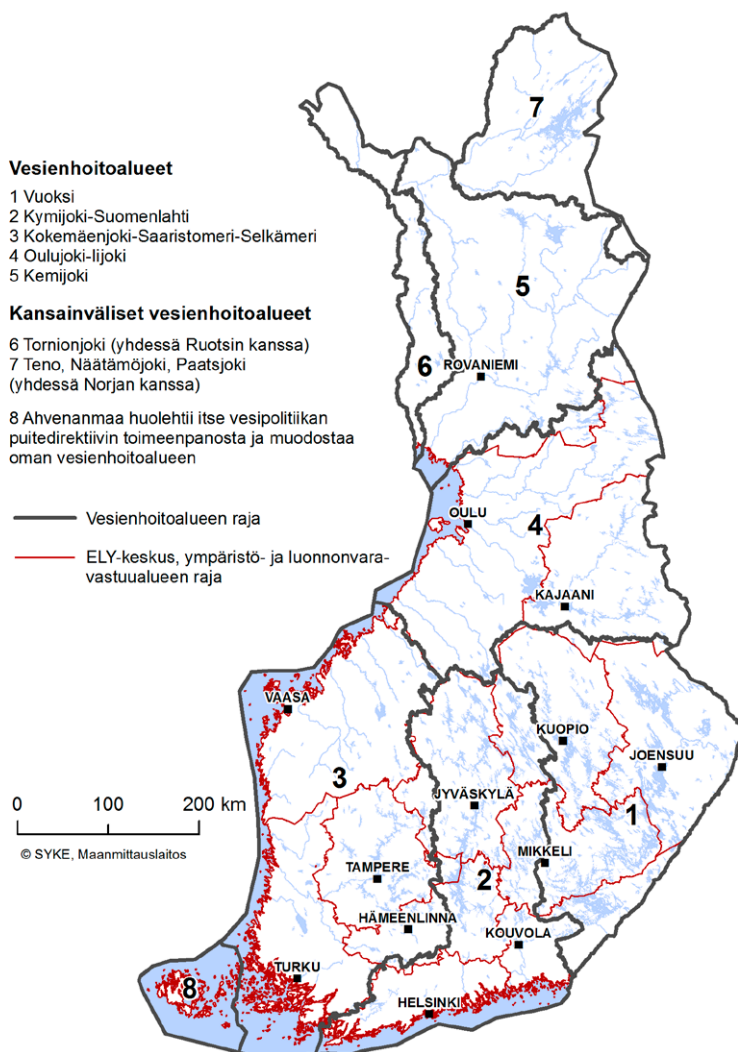
Suomessa on laadittu vesienhoitosuunnitelmat vuodesta 2009 alkaen, jolloin ne laadittiin kattamaan koko maa. Ensimmäinen (2009-2015) sekä toinen (2016-2021) vesienhoitosuunnitelma on toteutettu ja kolmannen suunnitelman (2022-2027) käyttöönotto on meneillään. Suomen mantere on jaettu kahdeksaan vesienhoitoalueeseen (joista kaksi on kansainvälisiä), ja ne on määritelty suurten jokien vesistöalueiden mukaisesti (kuvio 31). Kuviossa 31 esitetyt vesienhoitoalueet ovat:

1. Vuoksen vesienhoitoalue
2. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue
3. Kokemäenjoen-Saaristonmeren-Selkämeren vesienhoitoalue
4. Oulujoen-lijoen vesienhoitoalue
5. Kemijoen vesienhoitoalue
6. Tornionjoen vesienhoitoalue (yhdessä Ruotsin kanssa)
7. Tenon, Näättämojoen ja Paatsjoen vesienhoitoalue (yhdessä Norjan kanssa)
8. Ahvenanmaa, joka huolehtii itse vesipuitedirektiivin toimenpanosta ja muodostaa oman vesienhoitoalueen. (Ympäristöministeriö 2022).

EU:n vesipuitedirektiivin mukaisesti vesistöalueiden tai osavesistöjen hydromorfologisten, biologisten ja fysikaaliskemiallisten laatutekijöiden ja ympäristölle haitallisten aineiden seuranta on pakollista. Vesienhoitosuunnitelmia voidaan täydentää yksityiskohtaisemmilla ohjelmilla tai suunnitelmilla liittyen esimerkiksi osavesistöihin, eri vesisektoreihin tai tunnistettuihin ongelmakohtiin. Haja- ja pistekuormitus sekä muut pinta- ja pohjaveden tilaan vaikuttavat tekijät on esitetty vesienhoitosuunnitelmissa. Vesipuitedirektiivin mukaan jäsenvaltioiden on ilmoitettava vesien tila osana vesienhoitosuunnitelmien raportointia. Jätevesien satunnaispäästöjen aiheuttama paikallinen pilaantuminen voi haitata jokien ja purojen ekologista tilaa. Esimerkiksi Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitosuunnitelma korostaa, että lähivuosina verkostojen ylivuotoihin olisi kiinnitettävä erityistä huomiota (Mäntykoski ym. 2021). Euroopan komissio (European Commission 2019) raportoi, että kaupunkien jätevesien pistekuormitus on edelleen yksi syy, joka estää EU-alueen vesiä saavuttamasta hyvää ekologista tilaa.



Kuvio 31. Vesienhoitoalueet Suomessa.



Yhdyskuntajätevesidirektiivi (The Urban Waste Water Directive 91/271/ETY) on EU:n ensisijainen säädös, jossa käsitellään yhdyskuntien ja tiettyjen teollisuudenalojen jätevesien aiheuttamaa haja- ja pistekuormitusta vesistöihin. Lisäksi yhdyskuntajätevesidirektiivi tukee vesipuitesäädöksiin tavoitteiden toimeenpanoa koskien hyvän pinta- ja pohjaveden tilan saavuttamista EU:n jäsenvaltioissa. Huolimatta siitä, että yhdyskuntajätevesidirektiivi on onnistunut edistämään kehittyneempää jätevesien käsittelyä ja keräystä (European Commission 2020), se ei huomioi riittävästi jätevesien satunnaispäästöjä, jotka aiheuttavat merkittävän kuormituksen vesistöille Euroopassa. Yhdyskuntajätevesidirektiivi ei sisällä selkeitä seurantavaatimuksia satunnaispäästöille, eikä niitä myöskään käsitellä Suomen lainsäädäntöön kuuluvassa valtioneuvoston asetuksessa yhdyskuntajätevesistä (888/2006). Raportissaan yhdyskuntajätevesidirektiivin vaikutuksista, Pistocchi ym. (2019) totesivat, että jätevesien satunnaispäästöt voivat aiheuttaa merkittävän ympäristöriskin

paikallista suuremmassa mittakaavassa, ja että satunnaispäästöjen hallinta voi mahdollisesti vähentää BOD-, ravinne- ja kolibakteerikuormia EU:n vesistöissä.

Yhdyskuntajätevesidirektiivi toteaa, että jätevesien keräysjärjestelmien suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito on toteutettava huomioiden erityisesti a) jäteveden määrää ja ominaisuuksia, b) vuotojen estäminen ja c) hulevesien ylivuodoista aiheutuvan vastaanottavien vesistöjen pilaantumisen rajoittaminen. Lisäksi siinä todetaan, että jäsenvaltioiden on päätettävä toimenpiteistä, joilla rajoitetaan hulevesien ylivuodoista johtuvaa pilaantumista. Tällaiset toimenpiteet voisivat perustua laimennusnopeuteen tai -kapasiteettiin suhteessa kuivan sään aikaiseen virtaukseen tai niissä voitaisiin määrittää tietty hyväksyttävä määrä ylivuotoja vuodessa. Yhdyskuntajätevesidirektiivin nykyisissä rajoituksissa on riittämätön määrä yksityiskohtia osoittamaan ylivuotojen aiheuttamat pistekuormitukset. Sekä vesipuitedirektiivin että yhdyskuntajätevesidirektiivin määrittämät hyvän veden tilan tavoitteet voisivat hyötyä yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen seurannasta, mukaan lukien

- Seurantaohjeet
  - Minimi seurantataajuus
  - Erityistä huolta aiheuttavien aineiden raja-arvot
  - Herkkien alueiden tiukemmat seurantavaatimukset
- Referenssimenetelmät tulosten seurantaan ja arviointiin
- Näytteiden yhdenmukaisuus ja sallitut poikkeamat raja-arvoista
- Riskit ja lieventävät toimenpiteet

Yhdyskuntajätevesidirektiiviä tarkistetaan parhaillaan vesistöjen paremman tilan varmistamiseksi. Hulevesien ylivuotojen ja lääkejäämien on korostettu olevan merkittäviä EU:n vesistöjen pilaantumisen ja kuormituksen lähteitä. Seuranta- ja raportointivelvoitteet vaativat lisäksi tarkistusta (European Commission 2019). Tarkistettu yhdyskuntajätevesidirektiivi pyrittään integroimaan ilmastonmuutosaloitteisiin (European Commission 2019), sekä Euroopan Green Deal- ja Zero Pollution Action Plan-suunnitelmissa esitettyihin tavoitteisiin (European Commission 2021). Lisäksi tarkistetussa juomavesidirektiivissä (Drinking Water Directive 98/83/EY) säädetään tiukemmista veden laatustandardeista pilaantumisen vähentämiseksi sekä käsitellään merkitykseltään kasvussa olevia epäpuhtauksia kuten mikromuoveja.

### 5.3 EU-lainsäädännön vaikutukset Suomen lainsäädäntöön

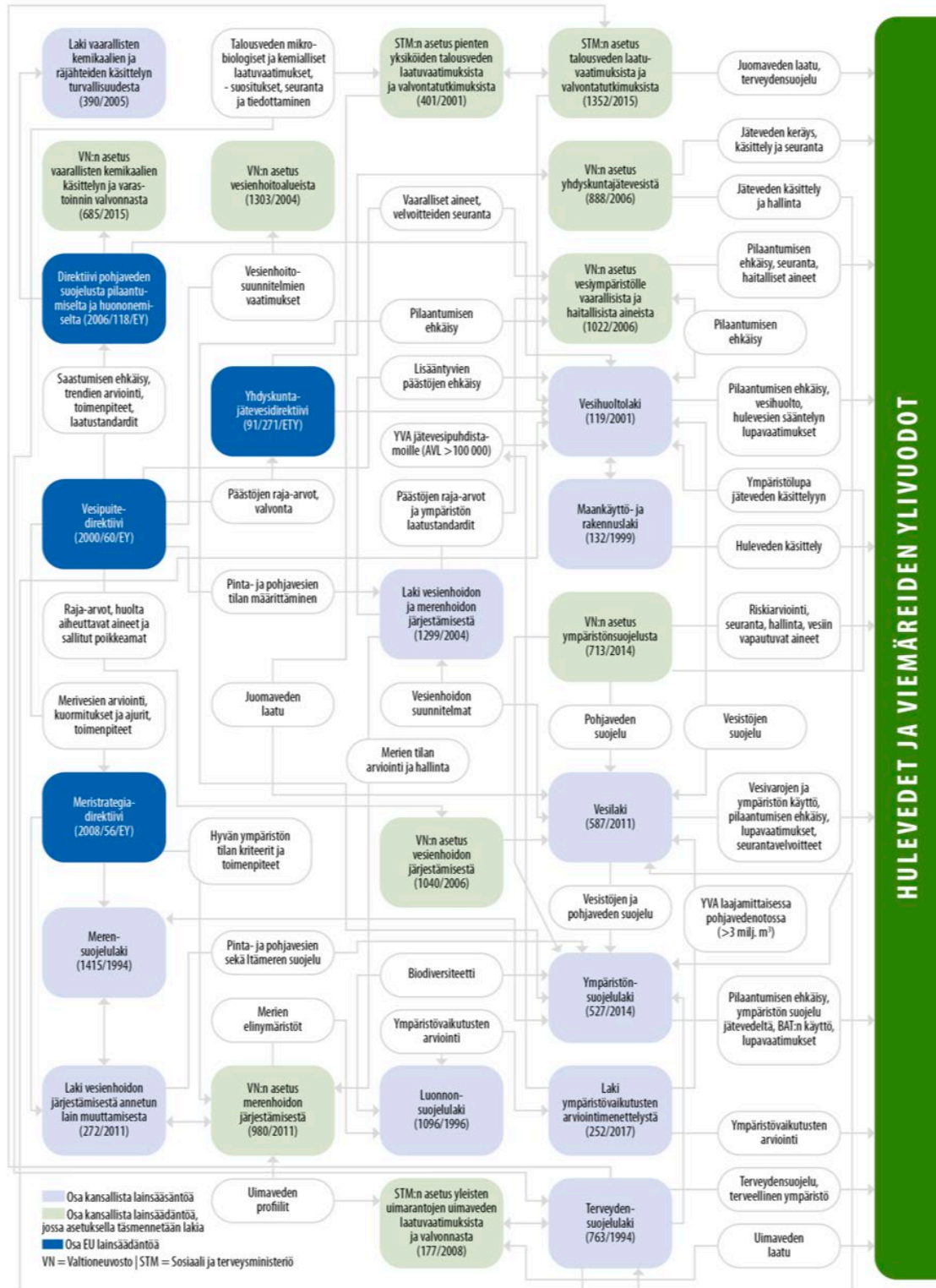
Yhdyskuntajätevesidirektiiviin ja juomavesidirektiiviin tulevat muutokset ja päivitykset tuovat väistämättä muutoksia Suomen kansalliseen lainsäädäntöön. Tämä voi mahdollistaa voimassa olevien lakien muuttamisen suosituksilla ja asetuksilla, jotka voivat parantaa satunnaispäästöjen hallintaa. Tässä työssä tarkasteltiin yhteensä 25 Suomen kansalliseen lainsäädäntöön liittyvää lakia/asetusta, mukaan lukien ne, jotka liittyvät osittain tai suoraan

yhdyskuntajätevesien käsittelyyn, vesivaroihin sekä niiden suojeluun ja hallintaan, rannikkoalueiden suojeluun sekä ympäristön- ja terveydensuojeluun (kuvio 32). On hyvä huomioida, että lakeja/asetuksia tarkastellessa on aina hyvä tarkastaa viimeisimmät versiot mahdollisten päivitysten takia.

1. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta (177/2008)
2. Luonnonsuojelulaki (1096/1996)
3. Metsälaki (1093/1996)
4. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (1352/2015)
5. Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005)
6. Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015)
7. Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017)
8. Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012)
9. Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006)
10. Laki kasvinsuojeluaineista (1563/2011)
11. Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta (1250/2014)
12. Ympäristönsuojelulaki (527/2014)
13. Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006)
14. Vesilaki (587/2011)
15. Vesihuoltolaki (119/2001)
16. Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
17. Terveydensuojelulaki (763/1994)
18. Merensuojelulaki (1415/1994)
19. Laki vesienhoidon järjestämisestä annetun lain muuttamisesta (272/2011)
20. Valtioneuvoston asetus merenhoidon järjestämisestä (980/2011)
21. Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004)
22. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2004)
23. Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006)
24. Valtioneuvoston asetus vesienhoitoalueista (1303/2004)
25. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (401/2001)

Suomessa useat säädökset määräävät EU:n vesipuitedirektiivin toteuttamiseen kansallisella tasolla. Näihin lukeutuvat laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004), valtioneuvoston asetus vesienhoitoalueista (1303/2004), valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006) sekä valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006).

Kuvio 32. Yhdyskuntien jätevesien käsittelyyn ja vesivaroihin liittyvä Suomen kansallinen lainsäädäntö.



Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ja uusi luku, joka on lisätty koskien hulevesien erityisiä säännöksiä (682/2014), vaativat hulevesien keräämistä kunnallisilta ja yksityisiltä kiinteistöiltä sekä kaikenlaisten ympäristövahinkojen ehkäisemistä. Tahallista hulevesien johtamista erillisviemäriin on haastavaa ratkaista, mutta hajautetut hulevesien hallintaratkaisut, kuten luontopohjaiset ratkaisut tai luonnonmukaiset vedenpidätystoimenpiteet, voivat edesauttaa erillisviemäriin joutuvan huleveden määrän pienentämisessä.

Jätevesien keräämistä ja käsittelyä koskevalla lainsäädännöllä (esim. valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006) ja vesihuoltolaki (119/2001)) vahvistetaan käsitellyn jäteveden laatustandardit, mutta lainsäädäntö ei ota huomioon jätevedenkäsittelyssä tapahtuvien ohitusten määrällisiä vaikutuksia. Ylivuototilanteiden mahdollisia vaikutuksia kuitenkin arvioidaan jätevedenkäsittelyn ympäristöluvissa, joista määräävät valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014) ja laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017).

Satunnaispäästöillä on terveys- ja ympäristövaikutuksia, jos ne tapahtuvat pohjavedenottoaivojen lähistössä, juomaveteen käytettävissä pintavesissä, herkillä alueilla tai uimiseen tarkoitetuilla julkisilla alueilla. Pohjavesialueiden tai pohjavedenottoaivojen lähellä sijaitsevien pumppausasemien ylivuodot aiheuttavat merkittävän riskin pohjaveden pilaantumiselle ja haitallisten aineiden kuljetukselle. Esimerkiksi sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (1352/2015) huomioi juomaveden ja jäteveden sekoittumisen riskit. EU:n uusi juomavesidirektiivi (2020/2184) vaatii perusteellisempaa seurantaa kahden hormonitoimintaa häiritsevän aineen (beta-estradioli ja nonyylifenoli) osalta vesihuoltoketjun merkittävässä kohdissa. Veden tuotantoketjun riskienhallinta ulottuu veden muodostumisalueelta kiinteistön hanaan ja uusia muuttujia on tulossa talousveden valvontaan kuten mikrokystiini LR, somaattiset kolifaagit raakavesiseurannassa jne. Juomavesivesidirektiivin täytäntöönpano edellyttää monia lainsäädäntömuutoksia, jotka on tehtävä vuoden 2023 tammikuuhun mennessä.

Työpajan tulokset korostivat, että nykyiset seurantatoimet ovat riittämättömiä ja sekä EU:n että Suomen lainsäädännössä ei riittävästi tunnusteta satunnaispäästöjä. Tämä tulos on yhdenmukainen vesipuitedirektiivin (European Commission, 2019) tarkastelun kanssa. Seurantatoimet voidaan kuitenkin ottaa huomioon kansallisessa lainsäädännössä säännöllisen seurannan ja raportoinnin täytäntöönpanemiseksi.

Suomen lainsäädäntö tukee laajasti vesistöjä ja ympäristöä satunnaispäästöjen vaikutuksilta. Erityistä huomiota olisi kuitenkin kiinnitettävä tapahtumien, niiden keston ja syiden parempaan seurantaan ja tiedottamiseen, yleiseen tietokantaan rekisteröitymiseen tiedonkulun parantamiseksi, hallintaan ja ehkäiseviin toimenpiteisiin sekä satunnaispäästöjen vaikutusten yhdistämiseen vesien ja uimavesien tilojen arvioinnissa.

## 5.4 Lainsäädäntösuositukset

Tiettyihin lainsäädännön osiin ehdotetut muutokset ja lisäykset on esitetty Liitteessä 5. Sen jälkeen, kun 25 vesivaroihin ja jätevesiin liittyvää lainsäädännön osaa oli tarkistettu (Luku 5.3), ehdotetut muutokset jaettiin kolmeen eri kategoriaan: kemikaalit ja aineet, menettelyihin liittyvät muutokset sekä seuranta ja rekisteröinti. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvat muun muassa mikrobiologiset indikaattorit (E. coli, enterokokit), lääkevalmisteet (EU-luettelo vs. kansallinen luettelo) ja muut kemikaalit. Menettelymuutoksiin sisältyy huomioita satunnaispäästöistä uimavesiprofiilien ja vesien tilojen määrittämisen yhteydessä sekä tiedonkulkuun viranomaisten välillä. Toistuvaan ja perusteellisempaan seurantaan ja rekisteröintiin liittyvät muutosehdotukset sisältävät rutiininomaisen seurannan ja rekisteröinnin vaatimukset sekä tapahtumien ja niiden syiden rekisteröinnin yhteiseen tietokantaan. Lisäksi muutosehdotukset sisältävät perustason asettamisen ja ”mitään vahinkoa ei tapahtunut” tilanteiden tunnistamisen sekä vaatimukset lähellä pohjavesialueita, raakaveden ottopisteitä, herkkiä alueita tai rannikkoalueita sijaitsevien jäteveden pumpausasemien kattavalle seurannalle.

## 6 Yhteenveto ja suositukset

### 6.1 Yhteenveto

Hankkeessa käytiin läpi valtakunnallisissa tietojärjestelmissä olevaa aineistoa sekä erillisistä vesihuoltolaitosten, ELY-keskusten ja konsulttien laatimista raporteista löytyvää yksityiskohtaista tietoa viemäriverkostojen ja jätevedenpuhdistamoiden satunnaispäästöistä. Lisäksi tietoa kerättiin tarkentavien haastatteluiden, kyselyn ja työpajan avulla. Yleisesti todettiin, että ns. koottu virallinen tieto satunnaispäästöistä on vuositasolla eikä kerro riittävästi päästötapahtumista, jotta niiden perusteella voitaisiin tehdä johtopäätöksiä toimista, joilla vähennetään satunnaispäästöistä koituvia ympäristö- ja terveysriskejä. Mahdollisia ylivuotopaikkoja on niin paljon, että niiden kaikkien saaminen mittausten piiriin on mahdotonta, jolloin mallintaminen on toimivin ratkaisu päästöjen hallintaan. Yhteissatu-hankkeessa mallintamista käytettiin päästöjen leviämisen tutkimiseen sekä päästöjen sisältämien ravinteiden aiheuttaman rehevöitymisen arviointiin.

Yhteissatu-hankkeen yhteenvetona voidaan mainita seuraavia pääkohtia:

- Tietoa satunnaispäästöistä on tällä hetkellä vuositasolla valtakunnallisissa tietojärjestelmissä YLVA ja VEETI.
- Yksityiskohtaisempaa tietoa päästöjen ajankohdista, kestoista ja laadusta on lähinnä yksittäisillä vesihuoltolaitoksilla.
- Satunnaispäästöjen syyt ovat rankkasateista ja sulamisvesistä johtuvat viemäriverkostojen tai pumppaamoiden kapasiteettien ylitykset, laiterikot tai putkien tukkeutuminen.

Hankkeessa määriteltiin ennalta tutkimuskysymykset, joihin löytyy yksityiskohtaisia vastauksia edellä olevista luvuista, mutta tässä esitetään tiivistelmä kunkin kysymyksen yhteydessä.

#### 1. Kuinka paljon Suomessa tapahtuu ylivuotoja ja mikä on niiden alueellinen laajuus?

Satunnaispäästöjä, eli viemäriverkostojen ylivuotoja ja ohituksia jätevedenpuhdistamoilla tapahtuu vain n. 0,2 % puhdistamoille menevästä jäteveden kokonaismäärästä. Niiden alueellinen laajuus on suppea, mutta koska ne eivät kohdistu välttämättä samaan vesistöön kuin jäteveden purkupiste, saattaa niiden paikallinen laajuus olla vaikuttava. Jos päästökohdan vesistö on herkkä tai siinä on esimerkiksi raakaveden ottokohta tai uimaranta, saattaa tilanne pienessäkin päästötapahtumassa olla vakava.



## 2. Mitkä ovat ylivuototilanteiden yleisimmät syyt ja jätevesiylivuotojen kuormituksen määrät ja kestoajat sekä mikä on jäteveden laadun ja laimentumisen merkitys?

Ylivuototilanteiden yleisimmät syyt ovat rankkasateet ja sulamisvedet, sähkökatkot sekä laiterikot. Joissakin tapauksissa merkittäviä ylivuotoja on tapahtunut vanhojen kaupunki-alueiden sekaviemäröidyillä alueilla, ja yllättäviä tilanteita on tullut myös vääristä hulevesiliittymästä kiinteistöjen tonteilta. Ylivuotojen kestoajat vaihtelevat paljon. Yleisesti voidaan sanoa, että ne saadaan hallintaan muutamassa tunnissa, mutta on tapauksia, joissa syyn havaitsemiseen tai sen saamiseen hallintaan on mennyt useita vuorokausia.

## 3. Miten ylivuodot vaikuttavat vastaanottavan vesistön tila-arvioon (rehevöityminen, haitalliset aineet) ja hygieniaan eri ajankohtina?

Vaikka ylivuodot ovat määrältään vähäisiä, saattaa niillä olla merkittävä vaikutus vastaanottavan vesistön tilaan, etenkin jos vastaanottava vesistö on herkkä, tai siellä on kriittisiä käyttötapoja, kuten esim. vedenotto tai uimaranta. Jäteveden ohi- ja ylivuodoilla on vaikutusta pintavesien hygieeniseen laatuun. Terveysriskeihin vaikuttaa päästön määrä, ajankohta, mikrobin säilyvyys ja uimarannan etäisyys päästölähteestä. Terveysriskinarvioinnin näkökulmasta hygieenisen laadun arviointiin tarvitaan systemaattisesti kerättyä tietoa ohivuodoista ja mikrobiologista seurantatietoa

## 4. Kuinka em. asiat huomioon ottaen voidaan selkeyttää ja tehostaa jätevedenpuhdistamojen ja jätevesiverkoston valvontaa?

Valvonta olisi ohjeistettava valtakunnan tasolla siten, että siinä olisi yhtenäinen linja kaikenkokoisille ja kaikille toimintamuodoille sopiville vesihuoltolaitoksille. Koska satunnaispäästöt ovat harvinaisia, vesihuoltolaitoksilla tai kuntien ympäristö- ja terveysviranomaisilla ei ole suuria resursseja varattuna päästötilanteiden hoitamiseen, ja kuitenkin ne aiheuttavat merkittävän hetkellisen pakollisen työkuorman. Tällöin tulisi olla selkeä ohje, jossa eri toimijoiden vastuut olisivat selkeästi auki kirjoitettuna. Tietojärjestelmien rooli valvonnassa on merkittävä ja niiden tietosisältöön, ajantasaisuuteen ja tiedon laatuun tulee kiinnittää erityistä huomiota.

## 5. Tarvitaanko yhdyskuntajätevesien johtamisen ja käsittelyn sääntelyyn mahdollisesti lainsäädäntömuutoksia?

Satunnaispäästöjä koskevaa lainsäädäntöä on tällä hetkellä useissa eri säädöksissä. Tässä tapauksessa selkeys olisi tärkein asia. Uusia säädöksiä ei välttämättä tarvita, mutta lainsäädännön kohdat, joissa satunnaispäästöistä säädetään, tulisi käydä läpi ajatuksena selkeyttää ja saattaa ymmärrettäväksi, jolloin lupien käsittely ja valvonta helpottuu.



## 6. Kuinka parannetaan ylivuototietojen rekisteröintiä ympäristöhallinnon ja vesihuollon tietojärjestelmiin?

Satunnaispäästöjen tietoja sisältävien valtakunnallisten tietojärjestelmien YLVAn ja VEETIn tietosisältöä on tarkasteltava ja yhtenäistettävä siten, että päällekkäisyyksiä ei ole ja niistä saadaan sellaista tietoa, jonka avulla voidaan päätellä vastaanottavalle vesistölle aiheuttavaa ympäristö- ja terveysriskiä. Tähän tarvitaan muutoksena lisätietoa satunnaispäästöjen purkupaikoista sekä tietoa päästöjen ajankohdista, ja kestoista.

### 6.2 Suositukset satunnaispäästöjen hallinnalle

Hankkeen aikana saaduista tuloksista on tehty joitakin suosituksia jatkotutkimuksille ja jatkotoimenpiteille. Asia osoittautui monimutkaiseksi hallita ja tiedon saaminen täsmällisenä kaikille sitä tarvitseville osapuolille vaikeaksi. Päästötapauksista on kaiken kaikkiaan hyvin vähän mitattua tietoa, tieto perustuu joihinkin yksittäisiin mittauksiin ja laboratorioanalyysiin, joiden perusteella tehdään asiantuntija-arvioita. Suurissa vesihuoltolaitoksissa ja joissakin kunnissa on sellaisia resursseja, että mittaustietojen perusteella voidaan muodostaa malleja, joiden perusteella saadaan hyvää tietoa päästöjen virtauksesta ja laimenemisesta ympäristössä. Tämä auttaa ympäristö- ja terveysriskien arvioinnissa ja hallinnassa.

Hankkeen aikana hankitun ja analysoidun tiedon perusteella tehtiin seuraavia suosituksia:

- Valtakunnallista keskitettyä tietoa tulisi olla valtakunnallisissa tietojärjestelmissä myös tapahtumien syistä, kestoista, määrästä sekä laadusta. Täsmällisempää ja luotettavampaa tietoa tarvitaan laajemmin saatavilla olevista tietojärjestelmistä (YLVA, VEETI) tai -palveluista (Hertta).
- Valvonnassa toimijoiden ja valvojien yhteistyö on tärkeätä, tiedon tulee kulkea nopeasti ja luotettavasti. Tähän tarvitaan selkeä ohjeistus.
- Niiden vesimuodostumien osalta, joilla satunnaispäästöt (ja yhdyskuntien jätevedet ylipäänsä) on tunnistettu merkittäväksi tilaa heikentäväksi tekijäksi, seurantaa ja raportointia tulisi lisätä.
- Jätevesien ja näin ollen myös satunnaispäästöjen sisältämistä haitallisista aineista on hyvin rajatusti tietoa. Tämä vaatii lisätutkimuksia, jotta voidaan tehdä ehdotuksia sellaisista aineista, joita tulisi seurata tarkemmin, tai asettaa raja-arvoja ympäristöluvuissa.
- Pienissä ja herkissä vesistöissä pienilläkin päästöillä voi olla suuri merkitys vesistön tilaan. Tämä tulisi huomioida ylivuotopaikkoja suunniteltaessa ja valvonnassa.

- Koska mahdollisesti seurattavia aineita ja mikrobeja on paljon, tulee löytää hyviä indikaattoreita, jotka ilmaisevat mahdollisen riskin. Tällaisia helposti seurattavia indikaattoreita olisi esim. e-coli bakteeri, jolla voi määritellä kohteen perustason.
- Tarvitaan lisää tutkimusta, seuranta- ja aikasarjoja, joiden perusteella voidaan määritellä etukäteen päästötilanteissa tehtävät analyysit.
- Jätevesissä ja vesistöissä esiintyvistä lääkeaineista ja hormoneista on tehty tutkimusta. Tämä on hyvää pohjatietoa, jota tulisi hyödyntää, sillä laboratorioanalyysit ovat tosin kalliita normaaliseurannassa toteutettaviksi (n. 1 400 euroa analyysilta, jossa on kymmeniä lääkeaineita ja hormoneita).
- Ravinteiden aiheuttama ympäristövaikutus on kohtalaisen helppo arvioida, merkityksellistä siinä on tuntee vastaanottava vesistö ja sen herkkyys rehevöitymiselle.
- Mallitarkasteluissa havaittiin, että joissakin tapauksissa jo 5 % lisäys ravinnekuormassa voi vaikuttaa vastaanottavassa vesistössä siten, että sen ekologisen tilan fysikaaliskemiallisen indikaattorin tilaluokka heikkenee.
- Mallilaskelmien käyttö on suositeltavaa satunnaispäästöjen tarkastelussa, se on nopeaa ja luotettavaa, jos alueen perustiedot ovat käytössä. Näin voidaan arvioida myös ilmastonmuutoksen vaikutusta satunnaispäästöjen ympäristö- ja terveysvaikutuksiin.
- Tietokantojen ja raportoinnin kehittämisessä ja tehostamisessa tulisi ottaa huomioon eri ryhmien tarpeet ja kehittää sitä ajantasaisen raportoinnin suuntaan nykyisen vuosiraportoinnin rinnalle. Tällöin järjestelmiä voitaisiin käyttää erilaisten tietopyyntöjen täyttämiseen ja luoda ajantasaista tilannekuvaa satunnaispäästöistä.
- Satunnaispäästöjen raportointi on tärkeä osa sidosryhmille tapahtuvassa tiedonkulussa ja sidosryhmiä on lukuisia sekä Suomessa, että Suomen rajojen ulkopuolelle. Ajantasaisia järjestelmiä voitaisiin käyttää näiden tarpeiden täyttämiseen ilman käsin tapahtuvaa tietojen yhdistelyä. Uudistettujen järjestelmien tulisi mahdollistaa rajoitettujen ja luottamuksellisten tietojen tallennus viranomaisten ja rajoitettujen käyttäjäryhmien käyttöön, sekä myös avointen tietojen helppokäyttöinen haku esimerkiksi kansalaisille.
- Automaattisia valvontajärjestelmiä tulisi ottaa laajemmin käyttöön satunnaispäästöjen havaitsemiseksi.
- Ehdotuksia satunnaispäästöihin liittyvään lainsäädäntöön on esitetty erikseen seuraavassa luvussa 6.3 ja liitteessä 5.

## 6.3 Ehdotukset satunnaispäästöihin liittyvään lainsäädäntöön

Satunnaispäästöjä säädellään Suomessa Ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja Valtioneuvoston asetuksessa yhdyskuntajätevesistä (888/2006) sekä epäsuorasti monissa muissa laeissa ja asetuksissa. EU:n vesienhallintaan liittyvä lainsäädäntö on esitetty pääasiassa vesipuitedirektiivissä (2000/60/EY), jonka asettamien tavoitteiden toteutus tehdään kuuden vuoden välein laadittavien vesienhoitosuunnitelmien avulla. Lisäksi yhdyskuntajätevesidirektiivissä (91/271/ETY) käsitellään yhdyskuntien sekä tiettyjen teollisuudenalojen jätevesien aiheuttamaa haja- ja pistekuormitusta vesistöihin ja juomavesidirektiivissä (2020/2184) säädetään talousveden laatustandardeista.

Suomen lainsäädäntö tukee laajasti vesistöjä ja ympäristöä satunnaispäästöjen vaikutuksilta, mutta esimerkiksi työpajan tulokset korostivat, että nykyiset seurantatoimet ovat riittämättömiä ja sekä EU:n että Suomen lainsäädännössä ei riittävästi tunnusteta satunnaispäästöjä, niiden valvontaa ja vaikutuksia vastaanottavissa vesistöissä.

EU:n yhdyskuntajätevesidirektiiviin ja juomavesidirektiiviin tulossa olevat muutokset ja päivitykset tuovat väistämättä muutoksia Suomen kansalliseen lainsäädäntöön. Tämä voi mahdollistaa voimassa olevien lakien muuttamisen suosituksilla ja asetuksilla, jotka voivat parantaa satunnaispäästöjen hallintaa. Tässä työssä tarkasteltiin yhteensä 25 Suomen kansalliseen lainsäädäntöön liittyvää lakia/asetusta, mukaan lukien ne, jotka liittyvät osittain tai suoraan yhdyskuntajätevesien käsittelyyn, vesivaroihin sekä niiden suojeluun ja hallintaan, rannikkoalueiden suojeluun sekä ympäristön- ja terveydensuojeluun. Kansalliseen lainsäädäntöön ehdotettavia muutoksia satunnaispäästöjen hallintaan liittyen on esitetty Liitteessä 5.

# Liitteet

## Liite 1. Kyselylomake

### Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöt

Kysely yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkitys ja vaikutukset vastaanottavissa vesistöissä.

Hyvä vastaanottaja

Tämän kyselyn tarkoituksena on kerätä tietoa alan asiantuntijoilta ja toimijoilta tukemaan alla kuvattua Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustutkimustoiminnan hanketta.

Kyselyn vastaukset anonymisoidaan ja yhdistetään, eikä mitään henkilötietoja julkaista tai käytetä julkaistavassa loppuraportissa. Kyselyn lopussa voitte ilmaista, mikäli haluatte osallistua myöhemmin järjestettävään työpajaan. Osallistuminen työpajaan on täysin vapaaehtoista eikä sidoksissa tähän kyselyyn ja työpajaan osallistumista varten antamanne sähköpostiosoite poistetaan aineistosta ennen sen käsittelyä. Ennen vastausten anonymisointia, vain tarkkaan rajatut hankkeessa mukana olevat henkilöt voivat käsitellä vastauksia.

Teidät on valittu vastaamaan tähän kyselyyn, koska tämän hankkeen tutkijat tai sidosryhmämme ovat ehdottaneet teitä asiantuntemuksenne vuoksi mahdollisiksi osallistujiksi. Voitte jakaa tätä kyselyä kollegoillenne tai muille sidosryhmillenne, mikäli koette, että heillä olisi annettavaa tähän tutkimukseen. Voitte myös täyttää tämän kyselyn yhteistyössä useamman kolleganne kanssa.

Kyselyssä on yhteensä 30 kysymystä, mutta osa kysymyksistä esitetään vain, mikäli olette vastanneet tietyllä tavalla edelliseen kysymykseen. Jos ette osaa tai halua vastata johonkin kysymykseen, voitte jättää vastauksen tyhjäksi. Voitte myös koska tahansa lopettaa kyselyyn osallistumisen. Tiedot tallentuvat vasta siinä vaiheessa, kun kyselyn lopussa painatte ”lähetä” nappia.

Suomen ympäristökeskus (SYKE), Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ja Terveystieteiden tutkimuskeskus (THL) toteuttavat Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoimintaan liittyvää hanketta ”Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen merkitys ja vaikutukset vastaanottavissa vesistöissä”.

Hankkeen tarkoituksena on täyttää tietotarpeita niin puhdistamoilla kuin viemäriverkostoissakin tapahtuvien jätevesien ylivuotojen osalta, sekä näiden syistä ja ympäristö- ja terveysriskeistä. Näin voidaan antaa suosituksia jatkotutkimuksille ja -toimenpiteille päästöjen riskien pienentämiseksi.

Hankkeen päätavoitteena on lisätä tietoa jätevesiverkostojen ylivuototilanteisiin varautumiseen sekä terveys-, hygieni- ja ympäristöriskien hallintaan. Hankkeessa tarkastellaan yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen vesiensuojelullista ja hygieenistä merkitystä.

Toivomme, että teillä on hetki aikaa osallistua tähän kyselyyn ja antaa arvokas panoksenne tutkimukseemme yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöjen pienentämiseksi.

Vastauksianne pyydämme teiltä tiistaihin 8.6.2021 mennessä.

Yhteistyöstä kiittäen

ryhmäpäällikkö Jyrki Laitinen,  
Suomen ympäristökeskus,  
p. 050 466 9082, etunimi.sukunimi(at)syke.fi

Hankkeen vetäjä

Lisää tietoa hankkeesta löydätte Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan sivuilta:  
<https://tietokayttoon.fi/-/yhdyskuntajatevesien-satunnaistaastojen-merkitys-ja-vaikutukset-vastaanottavissa-vesistoissa>

Hankkeessa mukana olevat toimijat:

- SYKE – <https://www.syke.fi/>
- VTT – <https://www.vtt.fi/>
- THL – <https://www.thl.fi/>

## Yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöt – kyselylomakkeen kysymykset

### 1. Organisaatioryhmänne

- ☐ Vesihuoltolaitos / jätevesilaitos
- ☐ Kunta
- ☐ Viranomainen
- ☐ Konsultti / yritys
- ☐ Tutkimuslaitos / yliopisto
- ☐ Muu \_\_\_\_\_

### 2. Organisaationne

---

### 3. Osastonne

---

### 4. Kunta

---

### 5. Onko organisaationne tekemisissä jätevesien satunnaispäästöjen kanssa?

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En tiedä

### 6. Miten jätevesien satunnaispäästöt liittyvät organisaationne toimintaan?

- ☐ Sääntely
- ☐ Suunnittelu, hallinta
- ☐ Seuranta
- ☐ Digitalisointi
- ☐ Muu \_\_\_\_\_

### 7. Millaista seurantaorganisaationne toteuttaa?

- ☐ Vedenlaatu / vaikutukset ympäristöön tai biodiversiteettiin
- ☐ Satunnaispäästöjen määrä (kpl/vuosi)
- ☐ Satunnaispäästöjen määrä (m<sup>3</sup>/vuosi)
- ☐ Satunnaispäästöjen syyt
- ☐ Omaisuudenhallinta
- ☐ Terveys- ja hygienianäkökulmat
- ☐ En tiedä
- ☐ Muu \_\_\_\_\_

**8. Raportointikäytännöt – Kuka on vastuussa satunnaispäästöjen raportoinnista?**

---

**9. Raportointikäytännöt – Minne satunnaispäästöistä raportoidaan?**

---

**10. Raportointikäytännöt – Arvioitteko, että osa satunnaispäästöistä voi jäädä havaitsematta?**

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En tiedä

**11. Osaatteko arvioida, paljonko satunnaispäästöjä voisi jäädä havaitsematta.**

**12. Raportointikäytännöt – Osaatteko arvioida, miksi osa satunnaispäästöistä jää havaitsematta tai jääkö niitä mahdollisesti raportoimatta?**

---

**13. Raportointikäytännöt – Viestitäänkö ylivuodoista esimerkiksi nettisivuilla?**

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En tiedä

**14. Raportointikäytännöt – Miten kehittäisitte raportointikäytäntöjä?**

---

**15. Mitkä ovat toiminta-alueenne tärkeimmät pumppaamoylivuotojen syyt?**

- ☐ Runsaat sateet / sulamisvedet (vuotovedet)
  - ☐ Riittämätön kapasiteetti / järjestelmän mitoitus
  - ☐ Laiterikko / toimintahäiriö (esim. pumpun tukkeutuminen)
  - ☐ Saneeraus tai huoltotoimenpiteet
  - ☐ Sähkökatko / sähkövika
  - ☐ Emme seuraa syitä
  - ☐ En tiedä
  - ☐ Meillä ei ole havaittu pumppaamoylivuotoja
  - ☐ Muu \_\_\_\_\_
- 

**16. Mitkä ovat toiminta-alueenne tärkeimmät puhdistamo-ohitusten syyt?**

- ☐ Runsaat sateet / sulamisvedet (vuotovedet)
- ☐ Riittämätön kapasiteetti / järjestelmän mitoitus

- ☐ Laiterikko / toimintahäiriö (esim. pumpun tukkeutuminen)
- ☐ Saneeraus tai huoltotoimenpiteet
- ☐ Sähkökatko / sähkövika
- ☐ Emme seuraa syitä
- ☐ En tiedä
- ☐ Meillä ei ole havaittu puhdistamo-ohituksia
- ☐ Muu \_\_\_\_\_

**17. Mittaatteko satunnaispäästöjen kestoja ja/tai arvioitteko niiden vaikutuksia terveyteen?**

- ☐ Kyllä, mittaamme satunnaispäästöjen kestoja
- ☐ Kyllä, arvioimme satunnaispäästöjen vaikutuksia terveyteen
- ☐ Ei
- ☐ En tiedä

**18. Mikäli arvioitte terveysvaikutuksia, millaisia satunnaispäästöjen vaikutuksia olette havainneet terveyteen?**

---

**19. Arvioitteko satunnaispäästöjen vaikutuksia ympäristöön?**

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En tiedä

**20. Mikäli arvioitte ympäristövaikutuksia, millaisia satunnaispäästöjen vaikutuksia olette havainneet ympäristöön?**

---

**21. Oletteko kohdanneet ongelmia vaikutusten arvionnissa?**

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En tiedä

**22. Millaisia ongelmia olette kohdanneet vaikutusten arvioinnissa?**

---

**23. Onko teillä käytössä automaatio-/digitaalista järjestelmää satunnaispäästöjen seurannassa?**

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En tiedä



**24. Millainen/millaisia automaatio-/digitaalisia järjestelmiä teillä on käytössä satunnaispäästöjen seurannassa?**

---

**25. Onko alueellanne tehty toimenpiteitä satunnaispäästöjen ehkäiseksi?**

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En tiedä

**26. Millaisia toimenpiteitä alueellanne on tehty satunnaispäästöjen ehkäiseksi?**

---

**27. Miten satunnaispäästöjen hallintaa tulisi mielestänne kehittää?**

---

**28. Jos haluatte, voitte lisätä tähän lisää ajatuksianne yhdyskuntajätevesien satunnaispäästöihin liittyen.**

---

**29. Oletteko kiinnostunut osallistumaan puolen päivän mittaiseen työpajaan osana tutkimushankettamme?**

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei

**30. Mikäli olette kiinnostuneet osallistumaan puolen päivän mittaiseen työpajaan, voitte antaa tässä sähköpostiosoitteenne, johon kutsu työpajaan lähetetään.**

Mikäli ette halua antaa tässä sähköpostiosoitettanne, voitte myös lähettää ilmoituksen kiinnostuksestanne sähköpostilla hankkeen vetäjälle osoitteeseen:

Jyrki Laitinen, Suomen ympäristökeskus, sähköposti muodossa:  
etunimi.sukunimi(at)syke.fi

Kutsua työpajaan lähetetään myös kutsulistojen mukaan, joten saatatte saada sen myös sitä kautta.

Mahdollisesti antamaanne sähköpostiosoitetta ei käytetä muuhun tarkoitukseen ja se poistetaan vastauksista ennen niiden käsittelyä.

Tämä ilmoittautuminen ei ole sitova, vaan ilmaisee, että olette kiinnostunut osallistumaan työpajaan.

---

## Liite 2. LLR-mallinnuksen syöttötiedot

**Taulukko 7.** Pohjois-Päijänteen syöttötiedot LLR-mallinnusta varten. Viipymääjan (1 v) keskiarvot typpi- ja fosforikuormituksesta (LN, LP), ja -pitoisuuksista (TotN, TotP) ja luusuan virtaamasta (Q).

Vuosi	LN (kg/d)	LP (kg/d)	TotN (µg/l)	TotP (µg/l)	Q (m³/s)
1991	9 778	286	523	19	172
1992	10 792	297	498	18	199
1993	9 232	248	443	15	176
1994	8 553	266	426	15	164
1995	8 710	252	448	15	172
1996	7 051	197	489	15	124
1997	7 599	203	420	16	138
1998	9 358	264	433	16	179
1999	7 178	198	505	15	136
2000	8 386	218	494	17	146
2001	9 649	237	510	14	172
2002	7 768	190	493	16	133
2003	6 902	170	450	14	115
2004	9 770	248	445	17	180
2005	9 117	226	500	16	168
2006	7 445	176	523	13	120
2007	9 222	206	437	10	164
2008	12 513	306	492	13	237
2009	7 681	176	533	15	141
2010	7 235	174	475	11	124
2011	8 967	232	465	13	168
2012	13 268	334	485	12	257
2013	9 606	220	560	13	171
2014	8 785	192	480	17	153
2015	9 887	229	475	11	182
2016	10 316	231	475	15	186
2017	8 642	195	615	14	148
2018	8 914	213	465	12	160
2019	6 988	160	505	11	112
2020	9 926	239	395	9	181
2021	11 295	267	470	11	209

**Taulukko 8.** Tampereen Pyhäjärven pohjoisosan syöttötiedot LLR-mallinnusta varten. Viipymääjan (1 v) keskiarvot typpi- ja fosforikuormituksesta (LN, LP), ja -pitoisuuksista (TotN, TotP) ja luusuan virtaamasta (Q).

Vuosi	LN (kg/d)	LP (kg/d)	TotN (µg/l)	TotP (µg/l)	Q (m³/s)
1991	9 778	286	523	19	172
1992	10 792	297	498	18	199
1993	9 232	248	443	15	176
1994	8 553	266	426	15	164
1995	8 710	252	448	15	172
1996	7 051	197	489	15	124
1997	7 599	203	420	16	138
1998	9 358	264	433	16	179
1999	7 178	198	505	15	136
2000	8 386	218	494	17	146
2001	9 649	237	510	14	172
2002	7 768	190	493	16	133
2003	6 902	170	450	14	115
2004	9 770	248	445	17	180
2005	9 117	226	500	16	168
2006	7 445	176	523	13	120
2007	9 222	206	437	10	164
2008	12 513	306	492	13	237
2009	7 681	176	533	15	141
2010	7 235	174	475	11	124
2011	8 967	232	465	13	168
2012	13 268	334	485	12	257
2013	9 606	220	560	13	171
2014	8 785	192	480	17	153
2015	9 887	229	475	11	182
2016	10 316	231	475	15	186
2017	8 642	195	615	14	148
2018	8 914	213	465	12	160
2019	6 988	160	505	11	112
2020	9 926	239	395	9	181
2021	11 295	267	470	11	209

## Liite 3. Virtaamat puhdistamoille, ohitukset puhdistamoille sekä verkostoylivuodot vuosina 2015–2019 ELY-keskuksittain

**Taulukko 9.** Virtaamat puhdistamoille, ohitukset puhdistamoille sekä verkostoylivuodot vuosina 2015–2019 ELY-keskuksittain.

	2015	2016	2017	2018	2019	Keskiarvo	Osuus virtaamasta
<b>Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	46 871 079	44 578 458	33 017 376	33 488 952	32 609 391	38 113 051	
Ohitus puhdistamolla	21 975	11 787	1 500	15 756	819	10 367	0.027 %
Ylivuoto verkostossa	22 600	5 155	2 080	64 496	2 946	19 455	0.051 %
<b>Etelä-Savon ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	11 032 787	10 581 616	10 450 808	7 574 647	9 919 356	9 911 843	
Ohitus puhdistamolla	30	2 500	30	51	535	629	0.006 %
Ylivuoto verkostossa	50	190	35	532	151	192	0.002 %
<b>Hämeen ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	36 935 392	35 358 058	34 795 941	35 987 881	36 896 763	35 994 807	
Ohitus puhdistamolla	200 786	248 104	7 115	11 073	136 316	120 679	0.335 %
Ylivuoto verkostossa	5 465	3 199	10 315	1 041	4 621	4 928	0.014 %
<b>Kaakkois-Suomen ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	37 619 639	38 862 620	28 828 064	25 142 699	38 546 157	33 799 836	
Ohitus puhdistamolla	2 408	17 892	31 932	821	16 044	13 819	0.041 %
Ylivuoto verkostossa	48 738	102 087	198 585	90 150	72 988	102 510	0.303 %

	2015	2016	2017	2018	2019	Keskiarvo	Osuus virtaamasta
<b>Kainuun ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	8 289 708	6 685 947	6 972 895	6 113 575	5 634 428	6 739 311	
Ohitus puhdistamolla	25	-	232	-	-	51	0.001 %
Ylivuoto verkostossa	2 524	550	240	400	3 920	1 527	0.023 %
<b>Keski-Suomen ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	18 804 975	21 815 313	18 976 913	19 305 672	20 729 407	19 926 456	
Ohitus puhdistamolla	8 603	-	1	40 007	26 168	14 956	0.075 %
Ylivuoto verkostossa	2 103	1 485	687	280	390	989	0.005 %
<b>Lapin ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	17 340 349	45 178	1 836 755	13 615 296	13 389 833	9 245 482	
Ohitus puhdistamolla	40 609	9 006	6 400	5 000	8 981	13 999	0.151 %
Ylivuoto verkostossa	14 541	6 618	3 590	10 420	3 436	7 721	0.084 %
<b>Pirkanmaan ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	46 828 167	44 841 055	44 251 873	42 249 473	43 177 107	44 269 535	
Ohitus puhdistamolla	123	3	3 949	8 982	7 578	4 127	0.009 %
Ylivuoto verkostossa	873	185	153	195	123	306	0.001 %
<b>Pohjois-Karjalan ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	14 200 490	13 595 484	12 487 278	13 331 210	10 431 523	12 809 197	
Ohitus puhdistamolla	-	270	-	-	-	54	0.000 %
Ylivuoto verkostossa	-	500	320	-	2 903	745	0.006 %

	2015	2016	2017	2018	2019	Keskiarvo	Osuus virtaamasta
<b>Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	34 339 375	30 060 450	27 087 124	25 105 753	29 088 672	29 136 275	
Ohitus puhdistamolla	1 303	-	10 000	1 444	8 588	4 267	0.015 %
Ylivuoto verkostossa	20 394	120	23 914	34 240	14 238	18 581	0.064 %
<b>Pohjois-Savon ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	22 026 607	20 902 133	20 261 395	19 825 979	16 570 983	19 917 419	
Ohitus puhdistamolla	-	-	-	-	-	-	
Ylivuoto verkostossa	120	90	6 500	40	2	1 350	0.007 %
<b>Uudenmaan ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	164 509 948	161 272 520	173 525 369	151 274 055	176 714 062	165 459 191	
Ohitus puhdistamolla	44 212	130 257	139 379	40 093	65 481	83 884	0.051 %
Ylivuoto verkostossa	165 172	329 814	208 261	102 809	224 749	206 161	0.125 %
<b>Varsinais-Suomen ELY-keskus</b>							
Puhdistamolle	64 098 897	53 589 739	58 516 657	55 515 956	67 294 488	59 803 147	
Ohitus puhdistamolla	248 673	61 517	95 810	59 125	141 597	121 344	0.203 %
Ylivuoto verkostossa	141 305	262 507	141 286	104 025	123 614	154 547	0.258 %
Yhteensä puhdistamolle	476 026 334	437 610 113	437 991 072	415 042 196	468 392 779	447 012 499	
Yhteensä puhdistamo- ohitukset	546 772	469 549	294 848	166 596	411 288	377 811	0.085 %
Yhteensä verkostoylivuodot	401 285	707 345	593 886	344 132	451 135	499 557	0.112 %

## Liite 4. Haitalliset aineet jätevedessä

Seuraavaan taulukkoon (taulukko 10), on koottu eräiden aineiden esiintyminen ja valitut pitoisuudet käsittelemättömässä ja puhdistetussa jätevedessä, haitattomaksi arvioitu pitoisuus (PNEC) ja lasketut vertailuarvot.

Sarakkeissa n/N kertoo kuinka monesta näytteestä ainetta on havaittu ja monestako analysoitu. Jos eri lähteistä otetut tulokset ovat olleet saman suuntaisia, on ne yhdistetty.

Valittu jäteveden pitoisuus on pääosin suurimman havaitun pitoisuuden ja laskennallisen keskiarvon keskiarvo. Laskennallisessa keskiarvossa alle määrittäysrajan tulokset asetettiin määrittäysrajan puolikkaiksi.

Osa aineiden pitoisuuksista kuvastaa usean mitatun aineen summapitoisuutta tai painotettua summaa, jotta se on vertailukelpoinen PNEC-arvon kanssa. Tällöin summa on laskettu ainekohtaisten valittujen arvojen perusteella.

Aineiston ja valitun PNEC-arvon lähteet ovat taulukon lopussa.

Taulukko 10. Haitalliset aineet jätevedessä

		Jätevesi					Vertailuarvot				
Aine	Yksikkö	Käsittelemätön		Puhdistettu		viite	PNEC		RQinf	RQeff	P
		N/n	valittu	N/n	valittu		valittu	viite			
17-alfa-etinyyliestradioli (EE2)	ng/l	0/18	0,35	1/18	0,2	A	0,035	A	10	6	16
17-beta-estradioli (E2)	ng/l	11/18	99	0/18	1,0	A	0,4	A	248	2,5	24 695
2,6-di-tertbutyyli-4-metyylifenoli	µg/l	5/18	0,47	0/18	0,3	A	3,2	A	0,1	0,1	0,3
2-etyyliheksyyli-4-metoksisinnamaatti (EHMC)	µg/l	17/18	0,69	1/18	0,0	A	6,0	A	0,1	0,004	3
Allopurinoli	ng/l	1/6	97 883	2/6	176	B	100 000	B	1,0	0,002	544
Atenololi	µg/l	18/18	0,43	18/18	0,2	A	194	B	0,002	0,001	0,0
Atorvastatiini	µg/l	18/18	1,01	9/18	0,1	A	2,1	B	0,5	0,1	4
Atsitromysiini	µg/l	17/18	0,16	18/18	0,1	A	0,019	A	8	6	12
Bentsyylibutyyliftalaatti (BBP)	µg/l	13/18	3,3	0/18	0,1	A	10,0	C	0,3	0,005	22
Bezafibraatti	ng/l	5/6	76	5/6	32	B	1260	B	0,1	0,025	0,1
Bisfenoli-A	µg/l	16/18	9,8	8/18	0,2	A	2200	A	0,004	0,0001	0,2
Bisoprololi	µg/l	18/18	0,50	18/18	0,3	A	8,0	B	0,1	0,04	0,1
Bromatut difenyylietterit (BDE; 28, 47, 99, 100, 153, 154)	µg/l	16/18	11,0	0/18	0,3	A+	0,14	C	0,1	0,0000	3
Di-2-etyyliheksyyliiftalaatti (DEHP)	µg/l	17/18	52	4/18	2,0	A	1,3	C	40	1,5	1 059
Dibutyyliftalaatti (DBP)	µg/l	16/18	1,7	8/18	0,4	A	10,0	C	0,2	0,038	1
Diklofenaakki	µg/l	24/24	4,0	24/24	4,4	A,B	0,05	A	80	89	72
Dipyridamoli	ng/l	3/6	3410	3/6	551	B	2360	B	1,4	0,2	9



		Jätevesi					Vertailuarvot				
Aine	Yksikkö	Käsittelemätön		Puhdistettu		viite	PNEC		RQinf	RQeff	P
		N/n	valittu	N/n	valittu		valittu	viite			
EDTA	µg/l	18/18	763	18/18	1259	A	50	D	15	25	9
Enalapriili	µg/l	16/18	0,43	2/18	0,1	A	45	B	0,01	0,002	0,1
Eprosartaani	ng/l	5/6	310	1/6	18	B	100 000	B	0,003	0,0002	0,1
Erytromysiini	µg/l	1/18	0,01	16/18	0,03	A	0,20	A	0,1	0,2	0,0
Estrioli (E3)	ng/l	2/6	149	0/6	3,0	B	0,8	B	199	4,0	9904
Estroni (E1)	ng/l	18/18	87	15/18	10	A	3,6	A	24	2,8	212
Fenbendatsoli	µg/l	11/18	0,25	0/18	0,01	A	0,015	B	16	0,8	322
Flukonatsoli	µg/l	24/24	0,23	24/24	0,18	A,B	0,25	A	0,9	0,7	1
Gabapentiini	µg/l	6/6	47	4/5	6	B	100	B	0,5	0,1	3
Gemfibrotsiili	ng/l	1/6	169	0/6	75	B	852	A	0,2	0,1	0,4
HBCD-summa (alfa, beta, gamma)	ng/l	3/18	43	0/18	0,8	A	1,6	C	27	0,5	1570
Heksakloorisykloheksaani (HCH)	µg/l	1/18	0,004	1/18	0,004	A	0,020	C	0,2	0,2	0,2
Hopea	µg/l	2/18	6,3	1/18	3,4	A	0,040	A	159	86	294
Hydroklooritiatsidi	µg/l	19/24	5,1	23/24	4,2	A,B	1 000	A	0,005	0,004	0,0
Ibuprofeeni	µg/l	18/18	27	1/18	0,2	A	1,0	A	27	0,2	3179
Imatsaliili	µg/l	1/18	0,08	1/18	0,0	A	0,8	A	0,1	0,1	0,2
Imidaklopridi	µg/l	6/18	0,09	8/18	0,1	A	0,0083	A	11	11	11

Jätevesi							Vertailuarvot				
Aine	Yksikkö	Käsittelemätön		Puhdistettu		viite	PNEC		RQinf	RQeff	P
		N/n	valittu	N/n	valittu		valittu	viite			
Kadmium	µg/l	12/18	0,48	0/18	0,1	A	0,080	C	6	0,6	59
Karbamatsepiini	µg/l	19/24	0,65	23/24	0,57	A,B	0,5	A	1,3	1,1	1
Karprofeeni	ng/l	3/6	21	0/6	5,3	B	37270	B	0,001	0,0001	0,0
Ketoprofeeni	µg/l	24/24	0,42	23/24	0,20	A,B	2,0	A	0,2	0,1	0,4
Klaritromysiini	µg/l	21/23	0,59	23/24	0,25	A,B	0,1	A	4,9	2,1	12
Klotianidiini	µg/l	2/18	0,03	0/18	0,00	A	0,1	A	0,2	0,0	5
Klotrimatsoli	µg/l	18/18	0,33	0/18	0,005	A	0,020	A	17	0,3	1122
Kodeiini	ng/l	3/4	3586	3/4	449	B	16 000	B	0,2	0,028	2
Kofeiini	µg/l	18/18	253	17/18	0,2	A	87	B	2,9	0,003	3143
Kokonaiskromi	µg/l	12/18	6,4	1/18	2,5	A	3,4	A	1,9	0,7	5
Kromi_(III)	µg/l	5/18	6,3	0/18	2,5	A	1,8	A	3,5	1,4	9
Levetirasetaami	ng/l	6/6	10 897	3/6	350	B	100 000	B	0,1	0,004	3
Losartaani	µg/l	18/18	3,0	18/18	2,5	A	7,8	B	0,4	0,3	0,5
MCPA	µg/l	5/18	0,71	5/18	0,7	A	1,6	C	0,4	0,4	0,4
Mebendatsoli	µg/l	2/18	0,05	3/18	0,01	A	0,09	A	0,5	0,1	2
Mekoproppi-P	µg/l	2/18	0,05	2/18	0,1	A	20	F	0,003	0,003	0,0
Mesalatsiini	ng/l	6/6	10 204	4/6	600	B	911 000	B	0,01	0,001	0,2

Jätevesi							Vertailuarvot				
Aine	Yksikkö	Käsittelemätön		Puhdistettu		viite	PNEC		RQinf	RQeff	P
		N/n	valittu	N/n	valittu		valittu	viite			
Metformiini	ng/l	6/6	239 443	2/6	1 542	B	1 350	B	177	1,1	27 534
Metkonatsoli	µg/l	1/18	0,12	0/18	0,0	A	0,029	A	4,2	0,9	20
Metoprololi	µg/l	22/24	0,86	24/24	0,85	A,B	4,4	A	0,2	0,2	0,2
Mikonatsoli	µg/l	16/18	0,13	0/18	0,01	A	0,20	A	0,6	0,1	6
Naprokseeni	µg/l	24/24	6,9	23/24	0,40	A,B	5,0	A	1,4	0,1	24
Nikkeli	µg/l	17/18	13	18/18	13	A	4,0	C	3,2	3,1	3
Nonyylifenolin ja sen etoksylaattien toksisuusekvivalenttisarvot	µg/l	14/18	0,79	14/18	0,8	A+	0,3	C	2,6	2,6	3
noretisteroni	ng/l	3/6	1 192	0/6	7,1	B	15	A	81	0,5	13 476
Ofloksasiini	ng/l	5/6	773	0/6	156	B	20	B	38	8	188
oksatsepaami	ng/l	4/4	2 412	4/4	2 093	B	810	B	3,0	2,6	3
Oktyylifenoli	µg/l	3/18	0,2	3/18	0,2	A	0,1	C	1,9	1,9	2
Olantsapiini	µg/l	1/6	1,3	1/6	0,0	B	1,2	B	1,1	0,01	161
Parasetamoli	µg/l	6/6	670	4/6	3,3	B	1,0	B	657	3,2	134 045
Parasetamoli	µg/l	18/18	185	1/18	0,2	A	1,0	B	182	0,1	224 353
Permetriini cis & trans	µg/l	12/18	0,30	0/18	0,01	A+	0,0002	A	1516	25	91 910
PFAS-summa (PFOA toksisuusekvivalenttina)	ng/l	4/18	100	16/18	78	A+	4,4	E	23	18	29
PFOA	ng/l	2/18	8,3	14/18	8,0	A	4,4	E	1,9	1,8	2

		Jätevesi					Vertailuarvot				
Aine	Yksikkö	Käsittelemätön		Puhdistettu		viite	PNEC		RQinf	RQeff	P
		N/n	valittu	N/n	valittu		valittu	viite			
PFOS	ng/l	4/18	19	16/18	14	A	0,7	A	29	21	39
Primidoni	µg/l	1/18	0,05	9/18	0,0	A	100	B	0,0005	0,0003	0,0
Ramipriili	µg/l	6/24	0,05	14/24	0,03	A,B	100	A	0,0005	0,0003	0,0
Seleeni	µg/l	3/18	1,5	0/18	0,5	A	0,7	A	2,1	0,7	6
Sertraliini	ng/l	5/6	592	5/6	24	B	1070	B	0,6	0,023	13
Sertraliini & norsertraliini	µg/l	18/18	0,56	17/18	0,1	A	1,1	B	0,5	0,1	5
Simvastatiini	ng/l	3/6	21	2/6	4,8	B	22 800	B	0,001	0,0002	0,0
Sinkki	µg/l	18/18	380	18/18	67	A	21	A	18	3,3	104
Siprofloksasiini	µg/l	14/18	3,0	0/18	0,1	A	0,09	A	34	1,4	823
Sitalopraami	ng/l	5/6	487	5/6	227	B	15 400	B	0,03	0,015	0,1
Sotalol	ng/l	5/6	60	6/6	75	B	300 000	B	0,0002	0,0003	0,0
Sotaloli	µg/l	5/18	0,16	16/18	0,2	A	300	B	0,001	0,001	0,0
Sulfadiatsiini	µg/l	5/18	0,16	5/18	0,0	A	0,14	B	1,2	0,3	4
Sulfametoksatsoli	µg/l	20/24	0,65	18/24	0,18	A,B	0,10	A	6,5	1,8	23
Syprokonatsoli	µg/l	1/18	0,06	1/18	0,1	A	10,0	G	0,006	0,006	0,0
Telmisartaani	ng/l	3/6	6013	6/6	735	B	9 880	B	0,6	0,1	5
Tematsepaami	ng/l	4/4	1776	4/4	1366	B	930	B	1,9	1,5	2

		Jätevesi					Vertailuarvot				
		Käsittelemätön		Puhdistettu			PNEC				
Aine	Yksikkö	N/n	valittu	N/n	valittu	viite	valittu	viite	RQinf	RQeff	P
Terbutryyni	µg/l	3/18	0,007	3/18	0,007	A	0,065	C	0,1	0,1	0
Tetrasykliini	µg/l	17/18	2,1	3/18	0,04	A	1,9	A	1,1	0,02	68
Tetrasykliini & doksisykliini	µg/l	5/6	1,8	3/6	0,13	B	1,9	B	1,0	0,07	14
Tramadoli	µg/l	22/24	0,60	24/24	0,6	A	170	B	0,004	0,004	0,0
Triklosaani	µg/l	7/18	0,04	0/18	0,003	A	0,020	A	2,0	0,1	31
Trimetopriimi	µg/l	23/24	0,90	23/24	0,39	A,B	0,5	A	1,8	0,8	4
Uraani	µg/l	13/18	5,5	5/18	1,7	A	0,5	A	11	3,3	37
Valsartaani	ng/l	6/6	6298	6/6	3120	B	125 000	B	0,1	0,025	0,1
Varfariini	µg/l	3/24	0,14	12/24	0,04	A,B	68	A	0,002	0,001	0,0
Venlafaksiini	µg/l	24/24	0,98	6/6	0,83	A,B	0,0061	A	160	136	189

Viitteet  
 A Vieno ja Arjonen (2021); 18 puhdistamoa ja koottuja PNEC-tietoja  
 A+ Laskettu Vieno & Arjonen 2021 aineistosta  
 B Ek Henning ym. (2020); 2 puhdistamoa, 3 näytekertaa ja PNEC-arvoja lääkkeille  
 C Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista  
 D Itävällän EQS  
 E JRC:n ehdotus 2022 PFAS-yhdisteiden EQS-arvoksi (PFOA ekvivalentille)  
 F Ruotsin torjunta-aineseurannassa käytetty arvo 2021  
 G Laskettu arvo ekotoksisuusaineistosta (PPDB-tietokanta)

## Liite 5. Projektiryhmän ehdotuksia, mihin lakeihin satunnaispäästöihin liittyviä lisäyksiä voitaisiin sisällyttää

Seuraavaan taulukkoon (taulukko 11), on koottu projektiryhmän kansalliseen lainsäädäntöön ehdotettamia muutoksia satunnaispäästöjen hallintaan liittyen. Taulukossa ei ole mukana seuraavia lakeja: Metsälaki (1093/1996), Valtioneuvoston asetus jätteistä (978/2021), Laki kasvin-suojeluaineista (1563/2011), Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta (1250/2014) and Valtioneuvoston asetus vesienhoitoalueista (1303/2004).

Taulukossa 11 on käytetty seuraavia merkintöjä:

**X** = Soveltuu parhaiten liitettäväksi toimeenpantavaksi tämän lain puitteissa

**M** = Mahdollista sisällyttää tähän lakitekstiin

**S** = Sisältyy jo osittain tähän lakiin

**Taulukko 11.** Projektiryhmän ehdotuksia satunnaispäästöjen huomioonottamisesta laeissa.

Kemikaalit ja haitta-aineet		Menettelyt	Valvonta ja raportointi/rekisteröinti			
Microbiologiset indikaattorit (E. coli, enterokokit)	Lääkkeet ja muut kemikaalit	Satunnaispäästöjen vaikutukset vesistöjen vedenlaatuun	Tiedonkulku viranomaisille ja viranomaisten välillä	Vaatimukset rutiinivalvonnasta ja satunnaispäästöjen rekisteröimisestä yhteiseen tietokantaan	Perustasojen määrittäminen ja haitattomaan tilaan pääsyn seuranta	Vaatimukset jätevesipumppaamoiden valvonnasta pohjavesialueiden, raakavedenottopisteiden, haavoittuvien vesialueiden ja rannikkojen lähellä
<b>Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006):</b>						
M	M		M	X	M	
<b>Ympäristönsuojelulaki (527/2014):</b>						
M		M				M
<b>Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999), uusi luku lisätty koskien hulevesien erityisiä säännöksiä (682/2014):</b>						
			M	X		M
<b>Vesihuoltolaki (119/2001):</b>						
M	M		X	X		M
<b>Terveydensuojelulaki (763/1994):</b>						
M	M		M		M	X
<b>Sosiaali- ja terveysministeriön asetus yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta (177/2008):</b>						
S			M	M		
<b>Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta (354/2008):</b>						
S			M			
<b>Luonnonsuojelulaki (1096/1996):</b>						
						M

Kemikaalit ja haitta-aineet		Menettelyt	Valvonta ja raportointi/rekisteröinti			
Microbiologiset indikaattorit (E. coli, enterokokit)	Lääkkeet ja muut kemikaalit	Satunnaispäästöjen vaikutukset vesistöjen vedenlaatuun	Tiedonkulku viranomaisille ja viranomaisten välillä	Vaatimukset rutiinivalvonnasta ja satunnaispäästöjen rekisteröimisestä yhteiseen tietokantaan	Perustasojen määrittäminen ja haitattomaan tilaan pääsyn seuranta	Vaatimukset jätevesipumppaamoiden valvonnasta pohjavesialueiden, raakavedenottopisteiden, haavoittuvien vesialueiden ja rannikkojen lähellä
<b>Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (1352/2015):</b>						
S	S / M		M			S / M
<b>Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (401/2001):</b>						
S	S		M			M
<b>Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005):</b>						
	S					
<b>Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015):</b>						
	S					
<b>Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017):</b>						
				M		
<b>Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006):</b>						
	S / X		M	M	M	M
<b>Vesilaki (587/2011):</b>						
			M	X	X	M



Kemikaalit ja haitta-aineet		Menettelyt	Valvonta ja raportointi/rekisteröinti			
Microbiologiset indikaattorit (E. coli, enterokokit)	Lääkkeet ja muut kemikaalit	Satunnaispäästöjen vaikutukset vesistöjen vedenlaatuun	Tiedonkulku viranomaisille ja viranomaisten välillä	Vaatimukset rutiinivalvonnasta ja satunnaispäästöjen rekisteröimisestä yhteiseen tietokantaan	Perustasojen määrittäminen ja haitattomaan tilaan pääsyn seuranta	Vaatimukset jätevesipumppaamoiden valvonnasta pohjavesialueiden, raakavedenottopisteiden, haavoittuvien vesialueiden ja rannikkojen lähellä
<b>Merensuojelulaki (1415/1994):</b>						
			M	M	M	X
<b>Laki vesienhoidon järjestämisestä annetun lain muuttamisesta (272/2011):</b>						
	M			M	M	
<b>Valtioneuvoston asetus merenhoidon järjestämisestä (980/2011)</b>						
	M		M		M	X
<b>Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004)</b>						
		X			M	
<b>Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2004)</b>						
M	S / M					
<b>Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006):</b>						
	X	M		M		X

# Kirjallisuutta

- Aalto, S., Saarenheimo, J., Ropponen, J., Juntunen, J., Rissanen, A. ja Tirola, M. 2018. Sediment diffusion method improves wastewater nitrogen removal in the receiving lake sediments. *Water Research* 138: 312–322. DOI: 10.1016/j.watres.2018.03.068
- Aghalari, Z., Dahms, H.-U., Sillanpää, M., Sosa-Hernandez, J.E. ja Parra-Saldivar, R. 2020. Effectiveness of wastewater treatment systems in removing microbial agents: a systematic review. *Globalization and Health* 16:13. <https://doi.org/10.1186/s12992-020-0546-y>
- Ahkola, H., Juntunen, J., Krogerus, K. ja Huttula, T. 2021. Monitoring and Modelling of Butyltin Compounds in Finnish Inland Lake. *Environmental Science and Pollution Research* (Submitted). DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-968917/v1>.
- Ahkola H., Äystö, L., Karlsson, S., Pihlaja, T. ja Kauppi, S. 2020. Lääkeaineiden ympäristöriskin arvioinnin epävarmuuslähteitä. *Dosis* 3/2020: 290–298.
- Ahonen, K. 2018. TSP Oy:n viemärintialueen ylivuotojen parempi hallinta. Ympäristöriskianalyysi jätevedenpumppaamoille. Valsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Raportteja 67 | 2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-760-7>
- Annus, I., Truu, M., Kändler, N., Rissanen, H., Vorne, V., Waara, S., Ramm, K., Ulańczyk, R., Kotecka, K. ja Dakša, G. 2021. Protecting the Baltic Sea from untreated waste water spillages. *Handbook of the NOAH concept*. [https://sub.samk.fi/wp-content/uploads/2021/12/NOAH\\_Handbook\\_30112021.pdf](https://sub.samk.fi/wp-content/uploads/2021/12/NOAH_Handbook_30112021.pdf)
- Antila, E. ja Rajajärvi, S. 2021. Porvoon Vesi. Haastattelu 19.10.2021.
- Bay, S., Jones, B. H., Schiff, K. ja Washburn, L. 2003. Water quality impacts of stormwater discharges to Santa Monica Bay. *Marine Environmental Research* 56(1–2): 205–223. [https://doi.org/10.1016/S0141-1136\(02\)00331-8](https://doi.org/10.1016/S0141-1136(02)00331-8)
- Bedan, E. S., ja Clausen, J. C. 2009. Stormwater Runoff Quality and Quantity From Traditional and Low Impact Development Watersheds. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 45(4): 998–1008. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2009.00342.x>
- Benotti, M. J. ja Brownawell, B. J. 2007. Distributions of pharmaceuticals in an urban estuary during both dry- and wet-weather conditions. *Environmental Science and Technology* 41(16): 5795–5802. <https://doi.org/10.1021/es0629965>
- Bonadonna, L., Briancesco, R., Cataldo, C., Divizia, M., Donia, D. ja Panà, A. 2002. Fate of bacterial indicators, viruses and protozoan parasites in a wastewater multi-component treatment system. *New Microbiol.* 25(4): 413–20.
- Buerge, I. J., Poiger, T., Müller, M. D. ja Buser, H. R. 2006. Combined sewer overflows to surface waters detected by the anthropogenic marker caffeine. *Environmental Science and Technology* 40(13): 4096–4102. <https://doi.org/10.1021/es052553l>
- Burian, S. J., ja Edwards, F. G. 2002. Historical Perspectives of Urban Drainage. Ninth International Conference on Urban Drainage, 1–16. [https://doi.org/10.1061/40644\(2002\)284](https://doi.org/10.1061/40644(2002)284)
- Burian, S. J., Nix, S. J., Durrans, S. R., Pitt, R. E., Fan, C.-Y. ja Field, R. 1999. The Historical Development of Wet-Weather Flow Management. *Journal of Water Resources Planning and Management* 125(1): 3–11.
- Butler, D., ja Davies, J. 2011. *Urban drainage* (3rd ed.). Spon Press.
- Bäckström, M., Nilsson, U., Håkansson, K., Allard, B., ja Karlsson, S. 2003. Speciation of heavy metals in road runoff and roadside total deposition. *Water, Air, and Soil Pollution* 147:343–366. <https://doi.org/10.1023/A:1024545916834>
- Castrén, J. 2015. Selvitys jätevesiohituksista. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 35. VVY, Helsinki.
- EEA 2021. Euroopan ympäristöviraston WISE-tietokanta. Surface water: Standard types and threshold values for River Basin Specific Pollutants. [https://tableau.discomap.eea.europa.eu/t/Wateronline/views/WISE\\_SOW\\_SWMET\\_SWRBSP/SWMET\\_SWRBSP\\_Europe?%3AisGuestRedirectFromVizportal=y&%3Aembed=y](https://tableau.discomap.eea.europa.eu/t/Wateronline/views/WISE_SOW_SWMET_SWRBSP/SWMET_SWRBSP_Europe?%3AisGuestRedirectFromVizportal=y&%3Aembed=y)
- Ek Henning, H., Putna, Nimane, I., Kalinowski, R., Perkola, N., Bogusz, A., Kublina, A., Haiba, E., Barda, I., Karkovska, I., Schütz, J., Mehtonen, J., Siimes, K., Nyhlén, K., Dzintare, L., Äystö, L., Sinics, L., Laht, M., Lehtonen, M., Stapf, M., Stridh, P., Poikane, R., Hoppe, S., Lehtinen, T., Körgma, V., Junttila, V., Leisk, Ü. (2020). Pharmaceuticals in the Baltic Sea Region – emissions, consumption and environmental risks. Report no. 2020:28. Länsstyrelsen Östergötland, Linköping. <https://www.lansstyrelsen.se/4.f2dbbcc175974692d268b9.html>
- EU 2015. Komission täytäntöönpanopäätös (EU) 2015/495. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/105/EY mukaisen unionin laajuista seurantaa varten laadittavan tarkkailtavien aineiden luettelon hyväksymisestä.

- EU 2018. Komission täytäntöönpanopäätös (EU) 2018/840. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/105/EY mukaisen unionin laajuista seuranta varten laadittavan tarkkailtavien aineiden luettelon hyväksymisestä vesipolitiikan alalla ja komission täytäntöönpanopäätöksen (EU) 2015/495 kumoamisesta.
- European Commission 2019. Evaluation of the Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991, concerning urban waste-water treatment. SWD(2019) 700 final.
- European Commission 2020. Tenth report on the implementation status and programmes for implementation (as required by Article 17 of Council Directive 91/271/EEC, concerning urban waste water treatment). COM(2020) 492 final.
- European Commission 2021. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Pathway to a Healthy Planet for All EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'. COM/2021/400 final.
- FCG 2013. Vantaanjoen jätevesijärjestelmän kapasiteettitarkastelu ja jätevesipäästöjen torjuntastrategian kustannusarvio. Raportti.
- FCG 2018. Sekaviemäriverkon ylivuotojen kuormitustarkastelut. Yhteenvertaamot vuodelta 2017. Helsingin seudun ympäristöpalvelut, HSY.
- Firouzsalari, N., Shakerkhatibi, M., Pourakbar, M., Yadeghari, A., Safari, G. ja Sarbakhsh, P. 2019. Pyrethroid pesticide residues in a municipal wastewater treatment plant: Occurrence, removal efficiency, and risk assessment using a modified index. *Journal of Water Process Engineering* 29: 100793, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100793>.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J.-L., Mikkelsen, P. S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D. ja Viklander, M. 2015. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal* 12(7): 525–542. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>
- Gasperi, J., Gromaire, M. C., Kafi, M., Moilleron, R. ja Chebbo, G. 2010. Contributions of wastewater, runoff and sewer deposit erosion to wet weather pollutant loads in combined sewer systems. *Water Research* 44(20): 5875–5886. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.07.008>
- Gill, L. W., Ring, P., Higgins, N. M. P. ja Johnston, P. M. 2014. Accumulation of heavy metals in a constructed wetland treating road runoff. *Ecological Engineering* 70: 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.03.056>
- Gomez Cortes, L., Marinov, D. Sanseverino, I., Navarro Cuenca, A., Niegowska, M., E. Porcel Rodriguez ja Lettieri, T. 2020. Selection of substances for the 3rd Watch List under the Water Framework Directive. JRC Technical Report. EUR 30297 EN. JRC121346. doi:10.2760/194067.
- Goonetilleke, A., Thomas, E., Ginn, S. ja Gilbert, D. 2005. Understanding the role of land use in urban stormwater quality management. *Journal of Environmental Management* 74(1): 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.08.006>
- Grizzetti, B., Pistocchi, A., Liqueste, C., Udias, A., Bouraoui, F. ja Van De Bund, W. 2017. Human pressures and ecological status of European rivers. *Scientific reports* 7(1): 1–11.
- Gromaire, M. C., Garnaud, S., Saad, M. ja Chebbo, G. 2001. Contribution of different sources to the pollution of wet weather flows in combined sewers. *Water Research* 35(2): 521–533. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00261-X](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00261-X)
- Hokajärvi A.-M., Pitkänen T., Siljanen H.M.P., Nakari U.-M., Torvinen E., Siitonen A. ja Miettinen I.T. 2013. Occurrence of thermotolerant *Campylobacter* spp. and adenoviruses in Finnish bathing waters and purified sewage effluents. *Journal of Water and Health* 11: 120–134.
- HS-Vesi 2018. Katumajärvi ja HS-Veden viemärylivuodot. Lehdistötiedote 20.6.2018
- HSY 2011. Vantaanjoen valuma-alueen jätevesiyli-vuodot, Esiselvitys ja toimenpideohjelma. Verkkodokumentti.
- HSY 2014. Vantaanjoen jätevesipäästöjen hallinta. MAKERA-hanke. Loppuraportti 25.4.2014. [http://www.vhvsy.fi/files/upload\\_pdf/4056/Loppuraportti%20\\_Vantaanjoen\\_j%C3%A4tevesip%C3%A4%C3%A4st%C3%B6jen\\_hallinta.pdf](http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/4056/Loppuraportti%20_Vantaanjoen_j%C3%A4tevesip%C3%A4%C3%A4st%C3%B6jen_hallinta.pdf)
- HSY 2017. Älykkäät vedet – HSY:n projekteja ylivuotojen vähentämiseksi. Vantaanjoen virtavesikunnostukset ja jätevesiylivuotojen vähentäminen -seminaari. 26.4.2017
- HSY 2020a. Jätevedenpuhdistus pääkaupunkiseudulla 2019 – Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamot. HSY:n julkaisu 3/2020.
- HSY 2020b. Vantaanjoen pumppaamopäästöjen hallintahanke VIPPA. Hankkeen loppuraportti 11.12.2020.
- HSY 2020c. Pumppaamoiden suunnittelu, käyttö ja huolto. HSY. (VIPPA hankkeessa luotu dokumentti).
- HSY 2021. Jätevedenpuhdistus pääkaupunkiseudulla 2020: Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamot. HSY:n julkaisu 3/2021. ISSN: 1798-6095. 23 s. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. <https://julkaisu.hsy.fi/jatevedenpuhdistus-paakaupunkiseudulla-2020.pdf>
- HSY 2021a. Yhteenvertaaminen ylivuodoista Suomenojan jätevedenpuhdistamon viemärintialueella alkaen vuodelta 2011. Julkaisematon dokumentti.
- HSY 2021b. Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut kuntayhtymä. Haastattelu 6.10.2021.

- Huttunen, I., Huttunen, M., Piirainen, V., Korppoo, M., Lepistö, A., Räike, A., Tattari, S. ja Vehviläinen, B. 2016. A national scale nutrient loading model for Finnish watersheds – VEMALA. *Environmental Modelling and Assessment* 21(1): 83–109. DOI: 10.1007/s10666-015-9470-6
- Hynönen, J. 2017. Hyvinkään veden toimet jätevesien käsittelyn parantamiseksi ja ohitusten vähentämiseksi. Hyvinkään vesi. 26.4.2017.
- Hörman A., Rimhanen-Finne R., Maunula L., von Bonsdorff C.-H. Torvela N., Heikinheimo A. ja Hänninen M.-L. 2004. *Campylobacter* spp., *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., Noroviruses, and Indicator Organisms in Surface Water in Southwestern Finland, 2000–2001. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 87–95.
- Ilmatieteenlaitos 2020. Ilmasto-opas. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/27922915-7ee5-4122-ae60-51f58e6aef9a/sademaarat-kasvavat.html>
- Juntunen, J., Meriläinen, P. ja Simola, A. 2017. Public health and economic risk assessment of waterborne contaminants and pathogens in Finland. *Science of The Total Environment* 599-600: 873-882. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.007>
- Juntunen, J., Ropponen, J., Shuku, T., Krogerus, K. ja Huttula, T. 2019. The effect of local wind field on water circulation and dispersion of imaginary tracers in two small connected lakes. *Journal of Hydrology* 579: 124137. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2019.124137
- Järllskog, I., Strömvall, A.-M., Magnusson, K., Galfi, H., Björklund, K., Polukarova, M., Garção, R., Markiewicz, A., Aronsson, M., Gustafsson, M., Norin, M., Blom, L. ja Andersson-Sköld, Y. 2021. Traffic-related microplastic particles, metals, and organic pollutants in an urban area under reconstruction. *Science of The Total Environment* 774: 145503. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145503>
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., Stadler, J., Zaunberger, K. ja Bonn, A. 2016. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society* 21(2). <https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239>
- Kangas, A. (toim.) 2018. Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 19/2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4807-1>
- Kangas, A. 2019. Jätevesiylivuotojen tulevaisuus – sääntelyä ja kehittämistä. VIPPA-loppuseminaari 20.10.2019.
- Kankaanpää, A., Ariniemi, K., Heinonen, M., Kuoppasalmi, K. ja Gunnar, T. 2016. Current trends in Finnish drug abuse: Wastewater based epidemiology combined with other national indicators. *Science of The Total Environment* 568: 864 – 874. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.060>
- Karjalainen, J., Juntunen, J., Keskinen, T., Koljonen, S., Nyholm, K., Ropponen, J., Sjövik, R., Taskinen, S. ja Marjomäki, T. 2019. Dispersion of vendace eggs and larvae around potential nursery areas reveals their reproductive strategy. *Freshwater Biol.* 64: 843– 855. DOI:10.1111/fwb.13267
- Karvonen, A., Taina, T., Gustafsson, J., Mannio, J., Mehtonen, J., Nystén, T., Ruoppa, M., Sainio, P., Siimes, K., Silvo, K., Tuominen, S., Verta, M., Vuori, K.-M. ja Äystö, L. 2012. Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 15/2012. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/41474>
- Kauppinen A., Al-Hello H., Zacheus O., Kilponen J., Maunula L., Huusko S., Lappalainen M., Miettinen I. ja Blomqvist S. 2017. Increase in outbreaks of gastroenteritis linked to bathing water in Finland in summer 2014. *Euro Surveillance: Surveillance and Outbreak Report* 22: 13–20.
- Komínková, D., Nábělková, J. ja Vitvar, T. 2016. Effects of combined sewer overflows and storm water drains on metal bioavailability in small urban streams (Prague metropolitan area, Czech Republic). *Journal of Soils and Sediments* 16: 1569–1583. <https://doi.org/10.1007/s11368-015-1327-8>
- Kotamäki N., Pätynen A., Taskinen A., Huttula T. ja Malve O. 2015. Statistical dimensioning of nutrient loading reduction - LLR assessment tool for lake managers. *Environmental Management* 56: 480–491. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0514-0>
- Kruglova, A., Ahlgren, P., Korhonen, N., Rantanen, P., Mikola, A. ja Vahala, R. 2014. Biodegradation of ibuprofen, diclofenac and carbamazepine in nitrifying activated sludge under 12°C temperature conditions. *Science of the Total Environment* 499: 394–401. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.069>
- Laakso, T., Ahopelto, S., Lampola, T., Kokkonen, T. ja Vahala, R. 2018. Estimating water and wastewater pipe failure consequences and the most detrimental failure modes. *Water Supply* 18(3): 901–909. <https://doi.org/10.2166/ws.2017.164>
- Laikari, A. ja Backman, J. 2021. Industrial Internet of Things in Nuclear: Feasibility study. *Energiforskrapport* Vol. 2021 No. 726 <https://energiforsk.se/media/29219/industrial-internet-of-things-in-nuclear-energiforskrapport-2021-726.pdf>
- Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R. ja Toivikko Saijariina. 2014. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Suomen ympäristö 3 | 2014. Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy 2019. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2018. Nro 306-19-624. <https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Kakola8-vy2018-ei-s-posteja-ID-25701.pdf>

- Lundy, L., Ellis, J. B. ja Revitt, D. M. 2012. Risk prioritisation of stormwater pollutant sources. *Water Research* 46(20): 6589–6600. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.10.039>
- Luyten, P. (Ed.) 2013. COHERENS—A Coupled Hydrodynamical-Ecological Model for Regional and Shelf Seas: User Documentation. Version 2.5.1. RBINS-MUMM Report, Royal Belgian Institute of Natural Sciences. <http://odnature.naturalsciences.be/coherens/>
- Markiewicz, A., Björklund, K., Eriksson, E., Kalmykova, Y., Strömwall, A.-M. ja Siopi, A. 2017. Emissions of organic pollutants from traffic and roads: Priority pollutants selection and substance flow analysis. *Science of The Total Environment* 580: 1162–1174. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.074>
- Meriläinen P., Tuomisto J.T., Kauppinen A., Hokajärvi A.-M. ja Pitkänen T. 2021. Uimavesien riskinarviointi-työkalu terveystarkastusten arvioimiseen. *Vesitalous* 5/2021.
- Mäntyselkä, A., Nylander, E., Ahokas, T., Olin, S. ja Vähä-Vahe, A. 2021. Ehdotus Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2022–2027 Osa 1. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesienhoito/Vesienhoidon\\_suunnittelu\\_ja\\_yhteistyö/Vesienhoitoalueet/KymijokiSuomenlahti/Vesienhoitosuunnitelma\\_ja\\_tuustaselvitykset](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesienhoito/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyö/Vesienhoitoalueet/KymijokiSuomenlahti/Vesienhoitosuunnitelma_ja_tuustaselvitykset)
- Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J. ja Viklander, M. 2020. The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. *Science of The Total Environment* 709: 136125. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136125>
- Niittylähti, T. 2011. Jätevesipumppaamoiden ylivuodot Savonlinnan kaupungin alueella. Opinnäytetyö, Mikkelin Ammattikorkeakoulu.
- Nina Leino 2020. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon tarkailututkimus. Vuosiraportti 2019. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy Nro 306-20-1771. versio 2. 23.3.2020. [https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2020/03/Kakola8-vy2019\\_versio2-ID-24863.pdf](https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2020/03/Kakola8-vy2019_versio2-ID-24863.pdf)
- Nurmi, P. 2001. Sadevesiviemäreiden vedenlaatu. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 8/2001. 22 s.
- Owens, P. N. ja Walling, D. E. 2002. The phosphorus content of fluvial sediment in rural and industrialized river basins. *Water Research* 36(3): 685–701. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00247-0](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00247-0)
- Pasanen, A. 2021. Kaivovesien mallinnus. Kaivosten ympäristönsuojelupäivä 16.3.2021. GTK
- Pistocchi, A., Dorati, C., Grizzetti, B., Udias, A., Vigliani, O. ja Zanni, M. 2019. Water quality in Europe: effects of the Urban Wastewater Treatment Directive. A retrospective and scenario analysis of Dir. 91/271/EEC. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Pitkänen, T., Hokajärvi, A.-M., Miettinen, I., Siitonen, A. ja Roivainen, M. 2008.
- Revitt, D. M., Lundy, L., Coulon, F. ja Fairley, M. 2014. The sources, impact and management of car park runoff pollution: A review. *Journal of Environmental Management* 146: 552–567. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.041>
- Saastamoinen, M. 2015. Viemäriverkostoa ja sen ympäristöä koskevien tietojen hyödyntämismahdollisuudet. Diplomityö, Aalto-yliopisto.
- Siintoharju, P. 2016. Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ja jätevedenpuhdistamoiden ohitusten ympäristöriskit ja hallinta Pirkanmaalla. Raportteja 11 | 2016. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-401-9>
- Sikaniemi, T., Karlsson, S., Äystö, L., Vieno, N. ja Yli-Kauhaluoma, J. 2020. Systemaattinen lähestymistapa lääkeaineiden metabolian huomioimiseksi ympäristömittauksissa. *Vesitalous* 1/2020. 9-12.
- Suarez, S., Lema, J. M. ja Omil, F. 2010. Removal of Pharmaceutical and Personal Care Products (PPCPs) under nitrifying and denitrifying conditions. *Water Research* 44(10): 3214–3224. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.02.040>
- Suolistoinfektioita aiheuttavat mikrobit jätevedessä. *KT-lehti* 2: 4-5.
- Suomen ympäristökeskus 2021. Vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointijärjestelmä VEMALA [verkkosivu] [https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Vesi/Mallit\\_ja\\_tyokalut/Vesienhoidon\\_mallit/Vedenlaadun\\_ja\\_ravinnekuormituksen\\_mallinnus\\_ja\\_arviointijarjestelma\\_VEMALA](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit/Vedenlaadun_ja_ravinnekuormituksen_mallinnus_ja_arviointijarjestelma_VEMALA)
- Suomen ympäristökeskus 2022. Vesimuodostumakohtaisen kuormituksen vaikutus ja vähennystarpeen arviointi – LLR. [verkkosivu] [https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Vesi/Mallit\\_ja\\_tyokalut/Vesienhoidon\\_mallit/Kuormitusvaikutusmalli\\_LLRLR/Vesimuodostumakohtaisen\\_kuormituksen\\_vai\(28199\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit/Kuormitusvaikutusmalli_LLRLR/Vesimuodostumakohtaisen_kuormituksen_vai(28199))
- Tampereen Vesi 2021a. Tampereen Vesi liikelaitos. Haastattelu 20.5.2021.
- Tampereen Vesi 2021b. Tampereen Vesi liikelaitos. Haastattelu 30.9.2021.
- Tao, W., Bays, J. S., Meyer, D., Smardon, R. C. ja Levy, Z. F. 2014. Constructed wetlands for treatment of combined sewer overflow in the US: A review of design challenges and application status. *Water* 6(11): 3362–3385. <https://doi.org/10.3390/w6113362>
- Tossu 2022. [intra.vyh.fi/tossu](http://intra.vyh.fi/tossu) SYKE:n ja ELY:n tietokanta.
- Uimavesioppas 2021. <http://fi.opasnet.org/fi/Uimavesioppas>.
- United States Environmental Protection Agency 1994. Combined Sewer Overflow (CSO) Control Policy; Notice. Federal Register 59(75) 18688–18698. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/owm0111.pdf>
- United States Environmental Protection Agency 2004. Report to Congress: Impacts and Control of CSOs and SSOs.

- Vahtera, H. ja Lahti, K. 2016. Hulevesien haitta-aineet. Kuormitusriski Vantaanjoen vesistölle? Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. Raportti 25/2016.
- Valkonen, K., Linsqvist, P. ja Syväjä, R. 2021. Viemäriverkoston ylivuotojen ja jätevedenpuhdistamo-ohitusten hallinnan ratkaisut Itämeren alueella. Itämeriyhteistyöllä ilmastokestävyyttä -hankkeen osaraportti. Raportteja 6 | 2021. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
- Valtanen, M., Sillanpää, N. ja Setälä, H. 2014. The effects of urbanization on runoff pollutant concentrations, loadings and their seasonal patterns under cold climate. *Water, Air, and Soil Pollution* 225: 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-1977-y>
- Vieno, N. ja Arjonen, M. 2021. Uudet haitalliset aineet suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 70. Suomen vesilaitosyhdistys ry, Helsinki.
- Vienonen, S., Laitinen, J. ja Vilpas, R. 2017. Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) viemäriverkostojen suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17 | 2017. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Viitasalo, M. 2021. Vesistön herkkyuden mallintaminen osana ympäristöriskiarviointia. Kaivosten ympäristönsuojelupäivä 16.3.2021. Envineer Oy.
- VSDDB 2007. Veterinary substance database. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/vsdb/index.htm>. Katsottu 27.2.2022.
- VVY 2019. Vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmän raportti 2019. Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 73. VVY, Helsinki.
- Weyrauch, P., Matzinger, A., Pawlowsky-Reusing, E., Plume, S., von Seggern, D., Heinzmann, B., Schroeder, K. ja Rouault, P. 2010. Contribution of combined sewer overflows to trace contaminant loads in urban streams. *Water Research* 44(15): 4451–4462. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.011>
- World Health Organization 2016. Quantitative Microbial Risk Assessment: Application for Water Safety Management. WHO, Geneva.
- World Health Organization 2017. Guidelines for Drinking-water Quality: fourth edition incorporating the first addendum. WHO, Geneva.
- Ympäristöministeriö 2022. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vaikuta\\_vesiin/Vesienhoito](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vaikuta_vesiin/Vesienhoito) [Viitattu 24.2.2022]
- Zacheus O. ja Miettinen I.T. 2011. Increased information on waterborne outbreaks through efficient notification system enforces actions towards safe drinking water. *Journal of Water and Health* 9: 763–772.
- Äystö, L., Junttila, V., Siimes, K. ja Perkola, N. 2020b. Lääkeaineiden esiintyminen ja riskit Vantaanjoen vesistössä. *DOSIS* 3/2020: 242–259.
- Äystö, L., Vieno, N., Fjäder, P., Mehtonen, J. ja Nystén, T. 2020a. Lääkeaineiden kuorma jätevedenpuhdistamoille ja niiden primääripäästölähteet. *Vesitalous* 1/2020 s. 5-8.



tietokayttoon.fi

---

ISBN PDF 978-952-383-464-4

ISSN PDF 2342-6799