



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Piia Siintoharju

JÄTEVEDENPUMPPAAMOIDEN YLIVUOTOJEN JA JÄTEVEDEN-
PUHDISTAMOIDEN OHITUSTEN YMPÄRISTÖRISKIT JA HAL-
LINTA PIRKANMAALLA

Diplomityö

Tarkastajat: professori Jukka Rintala ja
yliopistonlehtori Riitta Kettunen
Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Luonnontieteiden tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 12. elokuuta 2015

TIIVISTELMÄ

PIIA SIINTOHARJU: Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ja jätevedenpuhdistamoiden ohitusten ympäristöriskit ja hallinta Pirkanmaalla

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 130 sivua, 62 liitesivua

Joulukuu 2015

Ympäristö- ja energiatekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Vesi- ja jätehuoltotekniikka

Tarkastajat: professori Jukka Rintala ja yliopistonlehtori Riitta Kettunen

Avainsanat: hulevesi, jätevedenpuhdistamo, jätevedenpumppaamo, paikkatietoanalyysi, puhdistamo-ohitus, pumppaamoylivuoto, vuotovesi, ympäristöriski

Tässä diplomityössä tutkittiin Pirkanmaalla tapahtuvia pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia sekä arvioitiin niiden aiheuttamia ympäristöriskejä ja hallintamahdollisuuksia. Lisäksi tutkittiin kyseisten jätevesipäästöjen raportointikäytäntöjä sekä paikkatietoanalyysin hyödyntämismahdollisuuksia päästöjen vaikutusten arvioinnissa. Tietoa tarkasteltavista päästöistä kerättiin vuosilta 2002–2014 puhdistamoiden vuosiraporteista ja VAHTI-järjestelmästä (Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä), kyselytutkimuksen avulla sekä puhdistamovierailuiden yhteydessä suoritetuilla teemahaastatteluilla. Puhdistamovierailut tehtiin esimerkkikunniksi valittujen Lempäälän, Parkanon ja Sastamalan puhdistamoille. Ympäristöriskianalyysi toteutettiin ryhmäanalyysinä.

Tutkimuksen perusteella Pirkanmaalla purkautuu ympäristöön jätevesiä pumppaamoylivuotoina ja puhdistamo-ohituksina enemmän kuin niitä raportoidaan viranomaiselle. Raportointikäytäntöjä kannattaisi yhtenäistää ja yksinkertaistaa. Päästöjen määrä ei ole yleisesti poikkeavan suuri verrattuna muiden maakuntien puhdistamoilta raportoituihin päästöihin. Tarkastellulla ajanjaksolla kyseisiä päästöjä on raportoitu koko Pirkanmaalta useana vuonna noin 150 000 m³, mikä on käytettyjen tietojen mukaan noin 0,3 % käsiteltäväksi tarkoitettusta jätevedestä. Päästöjen osuus puhdistamoiden ympäristökuormituksesta on merkittävä, jopa kymmeniä prosentteja, vaihdellen vuosittain ja puhdistamoitain. Lukuihin on kuitenkin syytä suhtautua varauksella datan epätarkan luonteen vuoksi.

Esimerkkikunnista löytyi pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten aiheuttamia ympäristöriskejä, joten todennäköisesti ympäristöriskejä aiheutuu monien muidenkin kuntien pumppaamoylivuodoista ja/tai puhdistamo-ohituksista. Jätevesipäästöjen arvioitiin mahdollisesti aiheuttavan ekologisia vaikutuksia vesieliöille, terveysvaikutuksia suo- listo- ja ihoinfektioina, vaikutuksia ympäristön virkistyskäyttöön sekä vaikutuksia vesihuoltolaitosten toimintakykyyn haitallisen julkisuuden myötä. Kuitenkin vasta tarkemmat tutkimukset paljastaisivat todelliset vaikutukset. Paikkatietoanalyysin avulla selvitetiin päästöjen suuntautuminen suhteessa herkkiin ympäristöihin, mikä voi auttaa riskien arvioinnissa ja toimenpiteiden priorisoinnissa. Toteutetulla ympäristöriskianalyysillä saadaan karkea, mutta hyödyllinen, arvio päästöistä aiheutuvista ympäristöriskeistä. Epäkohdat prosesseissa tai käytännöissä paljastuvat. Tulosten perusteella vesihuoltolaitosten suositellaan toteuttavan ympäristöriskianalyysi pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syiden löytämiseksi ja toimenpiteiden kohdentamiseksi. Vuotovesien ollessa yleinen ja merkittävä syy puhdistamo-ohituksille, yhteinen päästöjä ehkäisevä ja välttämätön toimenpide on viemäriverkostojen saneeraus. Tämä kannattaisi toteuttaa tehoste-usti ja nopeasti, jotta voidaan säästää kokonaiskustannuksissa.

ABSTRACT

PIIA SIINTOHARJU: Management and Environmental Risks of Pump Station Overflows and Wastewater Treatment Plant Bypasses in Pirkanmaa Region

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 130 pages, 62 Appendix pages

December 2015

Master's Degree Programme in Environmental Engineering and Energy Technology

Major: Water Engineering and Waste Management

Examiner: Professor Jukka Rintala and University Lecturer Riitta Kettunen

Keywords: storm water, wastewater treatment plant, wastewater pump station, geographic information analysis, bypass, sanitary sewer overflow, leaking water, environmental risk

This master's thesis studied wastewater treatment plant bypasses and pump station overflows in Pirkanmaa region and assessed the environmental risks they can cause, as well as the possibilities of managing them. In addition it studied the practices of reportage of these sewage discharges and the possibilities to utilize geographic information analysis in examining the effects of discharges. The data of discharges was collected from the years 2002–2014; the sources were the annual reports of treatment plants and VAHTI (Information system of supervision), inquiry and theme interviews during treatment plant visits in the example municipalities: Lempäälä, Parkano and Sastamala. Environmental risk analysis was carried out as a group analysis.

According to this study wastewater is discharged into the environment as wastewater treatment plant bypasses and pump station overflows more than is reported into the public authority. The practices of reportage should be integrated and simplified. The amount of these discharges is not extraordinary if compared to the discharges reported from treatment plants in other regions. During the study period, the reported amount of discharges from bypasses and overflows was often about 150,000 m³ in the Pirkanmaa region annually; about 0.3 % of the wastewater which needed treatment. The discharges are causing the notable percentage of the environmental load of treatment plants, even dozens of percents, varying annually. It is, however, necessary to treat the numbers with caution because of inaccuracies of data. Since the bypasses and overflows of example municipalities constituted environmental risks, it is probable that this is also happening in many other municipalities. It was estimated that discharges can possibly affect water organisms and the use of environment adversely, cause health hazards via infections and bring harmful publicity to wastewater utilities thus hindering their performance. However, only precise studies would reveal exact effects. Utilizing geographic information analysis the direction of wastewater flows was investigated which can help the evaluation of risks and the prioritization of actions. By this kind of environmental risk analysis it is possible to get a rough but useful estimate of the environmental risks caused by wastewater discharges and discover drawbacks of processes and practices. Such analysis is suggested to be executed by wastewater utilities to find the causes of bypasses and pump station overflows in order to choose appropriate actions. Because leaking water is a common and significant cause of treatment plant bypasses, a joint renovation of the sewer system, executed efficiently and quickly in order to minimize the total expenses, would be a recommended preventive action of discharges.

ALKUSANAT

Tämä tutkimus pumppaamoylivuodoista ja puhdistamo-ohituksista on tehty Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskukselle) Maa- ja metsätalousministeriön tilaamana ja rahoittamana tutkimuksena. Tutkimuksen avulla toivottiin selvitetävän kyseisten jätevesipäästöjen tilannetta Pirkanmaalla. Työn aihe liittyy läheisesti Maa- ja metsätalousministeriön rahoituksella toteutettavaan kaksivuotiseen Suomen Ympäristökeskuksen ja Aalto-yliopiston yhteistutkimushankkeeseen, joka koskee vesihuoltoverkostojen ylläpidon edistämistä, viemäriverkoston vuotovesien vähentämistä ja hulevesien hallintaa sekä Ympäristöministeriön rahoittamaan käynnistysvaiheessa olevaan hankkeeseen viemäroinnin parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta.

Työn tarkastajana ja ohjaajana toimivat Tampereen teknilliseltä yliopistolta professori Jukka Rintala sekä yliopistonlehtori Riitta Kettunen ja Pirkanmaan ELY-keskukselta vanhempi insinööri/TkT Antero Luonsi. Työn tekijä esittää heille suuret kiitokset asiantuntevista kommentteista työn rakenteen ja sisällön suhteen. Anterolle vielä kiitokset tarkasta paperinippujen lukemisesta; reunamerkinnoissa sopivasti kehuja lieventämässä ansaittua kritiikkiä. Todennäköisesti jatkossa ”ottaa huomioon” syrjäyttää sanan ”huomioida” ja myös-sanan käyttö vähentyy merkittävästi. Mieleen on jäänyt töissä kuultu Anteron kommentti ”Teet hyvää duunia.”. Kiitos siitä.

Kiitokset Pirkanmaan ELY-keskuksen asiantuntijoille vastauksista kysymyksiin, tutkimukseen liittyvistä keskusteluista sekä kannustavista kommentteista. Erytiskiitokset Kaija Joensuulle (vesihuoltoasiantuntijuus, lähdevinkit), Tellervo Kiviniemelle (paikkatietoasiat), Ari Tuomiselle (puhdistamoiden valvonta-asiat), Johanna Lantolle (tulvaris-kiasiat) ja Merja Antikaiselle (pohjavesiasiat, huonekaveruus keskusteluineen). Kiitokset kaikille muillekin Vesienhoito ja vesivarat -yksikön sekä muiden yksiköiden asiantuntijoille – luettelematta tarkkoja nimiä, jotta kukaan kiitettävistä ei jäisi mainitsematta.

Diplomityön kirjoittaminen työpäivän jälkeen kotona iltamyöhään on väistämättä vaikuttanut perheellisen arkeen. Kiitos kärsivällisyydestä, kannustuksesta ja ymmärtämisestä perheelle – sanan laajassa merkityksessä. Lisäksi kiitos ystäville tsempeistä ja kuuntelusta. Nyt on urakka päätöksessä, on aika juhlia.

Tampereella, 16.12.2015

Piia Siintoharju
puh. 050-4860 770

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT	3
2.1 Pumppaamoylivuoto ja puhdistamo-ohitus käsitteinä	3
2.2 Tarkasteltavien jätevesipäästöjen hallinnan lainsäädännöllinen perusta	5
2.2.1 Ympäristönsuojelu	6
2.2.2 Toiminnan ympäristövaikutusten tarkkailu ja rajoittaminen	9
2.2.3 Raportointi.....	10
2.3 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten hallintavaihtoehtoja.....	11
2.4 Viemäriverkoston rakenne Pirkanmaalla.....	15
2.4.1 Putkimateriaalit	15
2.4.2 Viemärointijärjestelmät kunnittain.....	17
2.4.3 Jätevedenpumppaamot	22
2.4.4 Siirtoviemärit.....	26
2.4.5 Vuotovesikertoimet	28
2.4.6 Viemäriverkoston saneeraustarve	31
2.5 Jätevedenpuhdistamot.....	35
2.6 Jätevesipäästöille herkät ympäristöt	48
2.7 Jäteveden haittavaikutuksia ympäristössä	50
2.7.1 Ekologisia vaikutuksia ja terveysvaikutuksia	52
2.7.2 Vaikutuksia ympäristön virkistyskäyttöön ja organisaation toimintakykyyn.....	60
3. TUTKIMUSMENETELMÄT.....	62
3.1 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten tilanteen selvittäminen	62
3.1.1 Raportoidun tiedon kerääminen	62
3.1.2 Kyselytutkimus.....	64
3.1.3 Haastattelut esimerkkikunnissa	65
3.2 Ympäristöriskianalyysi	66
3.2.1 Periaatteet	67
3.2.2 Riskianalyysin toteutus	68
3.3 Paikkatietoaineiston tarkkuus	75
4. TULOKSET	78
4.1 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syyt.....	79
4.1.1 Syyt eriteltyinä	79
4.1.2 Syiden tarkastelua	80
4.2 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jäteveden laatu ja määrä....	82
4.2.1 Kuormitusvaikutukset	83
4.2.2 Määrä tilavuuksina ja päästöprosentteina	84
4.3 Raportointikäytännöt	88
4.4 Vesihuoltolaitosten toimintatavat päästöjen hallitsemiseksi	90
4.4.1 Ennaltaehkäisy	90

4.4.2	Valvonta	93
4.4.3	Toiminta päästön tapahtuessa.....	93
4.5	Ympäristöriskit	94
4.5.1	Paikkatietoanalyysi.....	94
4.5.2	Ympäristöriskianalyysin tulokset.....	96
5.	TULOSTEN TARKASTELO	100
5.1	Pumppaamoylvuotojen ja puhdistamo-ohitusten syyt.....	100
5.2	Pumppaamoylvuotojen ja puhdistamo-ohitusten kuormitus ja määrä.....	102
5.3	Jätevesipäästöjen ennaltaehkäisyn haasteista	103
5.4	Ympäristöriskit	104
5.5	Tutkimuksen toteutuksesta	106
6.	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET YMPÄRISTÖRISKIEN PIENENTÄMISEKSI ..	108
6.1	Ympäristöriskianalyysin toteuttaminen	108
6.2	Vuotovesien ja sähkökatkojen aiheuttamien jätevesipäästöjen ehkäisy.....	109
6.3	Pumppaamoiden kaukovalvonta ja huolto.....	110
6.4	Esimerkkikunnat	110
6.5	Raportointi	111
7.	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	112
	LÄHTEET.....	113
	LIITE A: TIETOJA KUNTIEN JÄTEVESIVERKOSTOISTA	131
	LIITE B: MAKSIMIVUOTOVESIKERTOIMET JA SADEMÄÄRÄT.....	136
	LIITE C: YMPÄRISTÖLUVALLISET JÄTEVEDENPUHDISTAMOT	138
	LIITE D: JÄTEVESIPÄÄSTÖILLE HERKKIÄ YMPÄRISTÖJÄ	141
	LIITE E: EC ₅₀	146
	LIITE F: KYSELYTUTKIMUKSEN PAPERINEN VERSIO.....	147
	LIITE G: AVAINANALUETTELO	153
	LIITE H: VIKAPUUKAAVIOT	154
	LIITE I: ANALYYSILOMAKKEET.....	160
	LIITE J: RISKIYMPÄRISTÖLUVUT	167
	LIITE K: SEURAUSSMÄTRIISI	176
	LIITE L: RISKIMÄTRIISI.....	178
	LIITE M: KALASTOLLISESTI ARVOKKAAT VEDET	179
	LIITE N: ESIMERKKIKUNTIEN PUMPPAAMOYLIVUOTOJEN JA PUHDISTAMO-OHITUSTEN SYITÄ.....	181
	LIITE O: JÄTEVESIPÄÄSTÖT PUHDISTAMOITTAIN.....	182
	LIITE P: PÄÄSTÖPROSENTTEJA	192

LYHENTEET JA KÄSITTEET

AVL	Asukasvastineluku; yksi AVL vastaa orgaanisen aineen kuormitusta, jonka seitsemän vuorokauden aikainen biokemiallinen hapenkulutus (BOD ₇) on 70 g happea (O ₂); lasketaan puhdistamolle vuoden aikaisen suurimman viikoittaisen kuormituksen vuorokautisesta keskiarvosta ottamatta huomioon poikkeuksellisia tilanteita
AVL ₉₀	viiden viimeisimmän vuoden tarkkailuajankohtien 90. persentiili eli AVL-arvo, jonka alapuolelle jakaumassa jää 90 % arvoista
BAT	Best Available Technique, paras käyttökelpoinen tekniikka
ekologinen vaikutus	eliöihin kohdistuva vaikutus
EQS	Environmental Quality Standard; ympäristölaatonormi; pintavedestä, eliöstöstä tai sedimentistä mitattu vesiympäristölle haitallisen ja vaarallisen aineen pitoisuus, jota ei saisi ylittää ihmisen terveyden ja ympäristön suojelemiseksi
hulevesi	rakennetun alueen katoille ja muille pinnoille kertyvä sade- tai sulamisvesi
paikkatieto-analyysi	sijaintiin liittyvän tiedon hyödyntämistä tiedon analysoinnissa käyttäen paikkatietojärjestelmää
PEC	Predicted Environmental Concentration; haitta-aineen pitoisuus ympäristössä; ei mitattu pitoisuus, vaan eri mallien ja/tai yhtälöiden avulla laskettu pitoisuus
PNEC	Predicted No-Effect Concentration; arvioitu haitta-aineen haitaton pitoisuus ympäristössä
puhdistamo-ohitus	ohitus, ohijuoksutus; käsittelemättömän tai osittain käsitellyn jäteveden johtaminen puhdistamon purkuvesistöön ohittaen kaikki tai osa puhdistamon jätevedenkäsittelyprosesseista – vähintään biologinen osuus
pumppaamo-ylivuoto	käsittelemättömän jäteveden purkautuminen ongelmatilanteessa jätevedenpumppaamon ylivuotorakenteesta ympäristöön; ylivuoto rakenne voi sijaita pumppaamossa tai pumppaamon etukaivossa
skenaario	muun muassa oletuksiin perustuva tapahtumien kulku, joka on laadittu auttamaan päätöksenteossa

SSP	Sanitation Safety Plan; viemäroinnin ja jätevedenpuhdistuksen ympäristö- ja terveysriskien hallintasuunnitelma
VAHTI	Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä; Ympäristösuojelun tietojärjestelmä; vastaava organisaatio aluehallinnon tietohallintopalveluyksikkö
vuotovesi	viemäriin maaperästä viallisten putkien, putkiliitosten, kytkentöjen ja tarkastuskaivojen halkeamien kautta suotautuva (infiltration) tai suoraan virtaamalla (inflow) muun muassa tarkastuskaivojen kansien aukoista, rakennusten sadevesijärjestelmistä ja perustusten kuivatusvesijärjestelmistä päätyvä vesi
ympäristöriski	riski, jonka toteutuessa seuraukset kohdistuvat maaperään, ilmaan, pinta- ja pohjavesiin, kasvillisuuteen, eliöihin, ilmastoon, luonnon monimuotoisuuteen, ihmisten terveyteen, elinoloihin, viihtyvyyteen, maisemaan, yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, kaupunkikuvaan ja/tai kulttuuriperintöön; toteutuessaan vaikutuksia ovat siten ekologiset vaikutukset, terveysvaikutukset, vaikutukset ihmisten elinympäristön viihtyvyyteen/virkistyskäyttöön sekä vaikutukset organisaation/yrityksen toimintakykyyn

1. JOHDANTO

Ympäristön terveys, terveellisyys ja viihtyisyys eivät ole enää itsestään selviä asioita, vaan niitä on ylläpidettävä. Ylläpito tapahtuu usein lainsäädännön velvoittamana, mutta myös vapaaehtoisesti ymmärrettäessä syy-seuraussuhteita aiempaa paremmin. Ihmisten elinikään vaikuttaa ympäristön tila suoraan ja välillisesti. Ympäristö on kompleksinen järjestelmä, jossa erilaisten vuorovaikutusten vuoksi yhden tapahtuman, esimerkiksi ympäristölle haitallisen päästön, seuraukset voivat kohdistua moniin eri kohteisiin (McKinney et al. 2013, s. 10). Ekologian ensimmäiseksi laiksi tai tahattomien seurausten laiksi onkin kutsuttu päätelmää, jonka mukaisesti ”ei ole mahdollista tehdä vain yhtä asiaa” (McKinney et al. 2013, s. 11).

Maaperään, veteen ja ilmaan päätyvillä ympäristölle haitallisilla aineilla voi olla vaikutuksia, joita ei ole vielä tunnistettu tai joiden vakavuutta vähätellään. Lisääntyvää huomiota ovat viime aikoina saaneet jätevesiviemäriverkostoista ja jätevedenpuhdistamoilta ongelmatilanteissa ympäristöön pääsevät käsittelemättömät jätevedet. Jätevedet ovat pääasiassa kotitalouksien jätevettä, mutta mukana voi olla paikasta riippuen muun muassa teollisuusjätevesiä, hulevesiä ja vuotovesiä. Viemäriverkostossa jätevettä voi purkautua ympäristöön esimerkiksi jätevedenpumppaamolta ylivuotona pumppaamon kapasiteetin ylittyessä rankkasateiden aikana, sähkökatkon vuoksi tai muusta syystä. Jätevedenpuhdistamoilla saatetaan jätevettä ohijuoksuutta suoraan purkuvesistöön käsittelemättömänä tai osittain käsiteltynä muun muassa jätevedenkäsittelyprosessin kapasiteetin ylittyessä ja laitteistohäiriöiden aikana.

Tässä diplomityössä tutkitaan jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ja ympäristöluvallisten jätevedenpuhdistamoiden ohitusten määriä, laatua, syitä ja raportointikäytäntöjä sekä näiden päästöjen aiheuttamia ympäristöriskejä ja ympäristöriskien hallintaa Pirkanmaalla. Lisäksi tavoitteena on toteuttaa työssä kootun tiedon, kirjallisten lähteiden ja paikkatietoanalyysin avulla ympäristöriskianalyysiharjoitus, jonka tulosten perusteella on mahdollista esittää toimenpide-ehdotuksia mahdollisesti havaittujen ympäristöriskien pienentämiseksi. Ympäristöriskien osalta tarkastellaan päästöjen vaikutuksia luonnon ekologiaan, ihmisten terveyteen, elinympäristön viihtyisyyteen/virkistyskäyttöön sekä organisaatioiden toimintakykyyn. Ympäristöriskiä arvioitaessa otetaan huomioon muun muassa päästöjen kohdistuminen suhteessa jätevesipäästöille herkkiin ympäristöihin, kuten pohjavesialueisiin, vedenottamoihin, kalastollisesti arvokkaisiin vesiin, uimarantoihin, muihin vesistöihin, Natura 2000-alueisiin ja luonnonsuojelualueisiin. Kohdistumisen tarkastelussa hyödynnetään ArcGIS (ArcMap 10) -paikkatietosovellusta.

Pirkanmaalla on tällä hetkellä 22 kuntaa ja 38 ympäristöluvullista jätevedenpuhdistamo. Tarkasteluun on otettu lisäksi mukaan Mäntän Puhdistamo Oy:n puhdistamo, vaikka puhdistamon ympäristölupa on toistaiseksi sisältynyt Metsä Tissue Oyj:n ympäristölupaan. Tarkasteltavat jätevedenpuhdistamot ovat esitettyinä kuvassa 1.1.



Kuva 1.1 Pirkanmaan kunnat ja pisteinä merkityt ympäristöluvulliset jätevedenpuhdistamot. Pälkäneen puhdistamoista kaksi osuu lähekkäisinä kartalla päällekkäin.

Pumppaamoiden osalta tutkimuksessa tarkastellaan kuntien vesihuoltolaitosten toiminta-alueiden ja siirtoviemäreiden jätevedenpumppaamoiden ylivuotoja. Ympäristöriskianalyysiharjoitus toteutetaan työssä kolmelle valitulle esimerkkikunnalle – asukasluvultaan pienelle Parkanolle, asukasluvultaan suurelle Lempäälälle ja monen pienen kunnan yhteenliittymänä muodostuneelle Sastamalalle, jonka vuotovesitilannetta pidetään haasteellisenä. Tutkimuksessa tarvittava data liittyy pumppaamoylivuotoihin ja puhdistamo-ohitukseen kerättiin vuosilta 2002–2014, jolloin aikajakson alkamisvuosi on sama vuosi, jolta on koottu taustatietoja Pirkanmaan vesihuollon kehittämissuunnitelmaan (Pirkanmaan ympäristökeskus 2006).

Tämän työn luvussa 2 käsitellään tutkimuksen lähtökohtia – tarvittavaa tausta-aineistoa. Luvussa 3 esitellään käytetyt tutkimusmenetelmät jätevesipäästötilanteen selvittämiseksi ja ympäristöriskianalyysin toteuttamiseksi. Luku 4 sisältää työn tulokset, luvussa 5 tarkastellaan tuloksia ja toimenpide-ehdotuksia ympäristöriskien pienentämiseksi esitetään luvussa 6. Luku 7 sisältää työn johtopäätökset.

2. TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

Viemäriverkoston liittyneestä kiinteistöstä jätevesi johdetaan maanalaisia putkia pitkin jätevedenpuhdistamolle puhdistettavaksi. Kokonaisuus vaikuttaa yksinkertaiselta, vaikka todellisuudessa kyseessä on monenlaista tekniikka ja ammatillista osaamista vaativa, erityisesti investointi- ja saneerauskustannuksiltaan kallis (Katko 2013, s. 128) järjestelmä, joka toimiessaan on kuntalaisilta näkymättömissä. Häiriötilanteen aiheuttama jätevesipäästö tai kyseisen päästön vaikutukset voivat olla harmillisia havaittavia merkkejä järjestelmän ja prosessien olemassaolosta.

Viemäriverkostossa kulkee yhdyskuntajätevettä, jolla tarkoitetaan talousjätevettä tai seosta, joka muodostuu talousjätevedestä sekä teollisuusjätevedestä ja/tai hulevedestä. Talousjätevesi käsittää asuntojen ja laitosten, pääasiassa ihmisten aineenvaihdunnasta ja kotitaloustoimista peräisin olevat, jätevedet (Yhdyskuntajätevesidirektiivi 91/271/ETY). Hulevesi, eli rakennetun alueen katoille ja muille pinnoille kertyvä sade- tai sulamisvesi (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132), voi kulkea omassa viemäriassään, jolloin kyseessä on erillisviemärointi. Nykyiset jäljellä olevat sekaviemäroinnin alueet tulisi muuttaa mahdollisuuksien mukaan erillisviemäroidyiksi alueiksi (RIL 237-1-2010, s. 118).

Suomen viemäriverkostoista suurin osa rakennettiin 1960- ja 1970-luvuilla, ja edelleen noin 37 % viemäriputkista on yli 30 vuotta vanhoja (Katko 2013, s. 30, 128). Ensimmäiset jätevedenpuhdistamot otettiin käyttöön Lahdessa ja Helsingissä vuonna 1910 (Katko 2013, s. 30). Suurin osa puhdistamoista rakennettiin kuitenkin 1960- ja 1970-luvuilla, ja jätevettä ehdittiin päästämään monissa paikoissa käsittelemättömänä putkia pitkin vesistöihin useiden vuosien ajan ennen haittavaikutusten ymmärtämistä. Puhdistamoiden määrä on laskenut 1980-luvulta alkaen suljettaessa pienimpiä puhdistamoita ja keskitettäessä toimintaa suurempiin yksiköihin (Katko 2013, s. 30). Uusia siirtoviemäreitä rakennetaan tällä hetkellä toiminta-alueiden laajennusten ohella kuntien yhteispuhdistamohankkeiden yhteydessä. Järjestelmien ikääntyessä mahdollisuudet haitallisille jätevesipäästöille kasvavat. Päästöjen ehkäisemiseksi järjestelmien kunto ja nykyinen päästötilanne on selvitettävä, jotta voidaan kohdistaa päästöjä ehkäisevät toimenpiteet oikein.

2.1 Pumppaamoylivuoto ja puhdistamo-ohitus käsitteinä

Tässä työssä käytetään käsitteitä jätevedenpumppaamon ylivuoto ja jätevedenpuhdistamon ohitus tai ensimmäisen kohdalla termiä pumppaamoylivuoto tai ylivuoto ja toisen

kohdalla termiä puhdistamo-ohitus, ohitus tai ohijuoksutus. Näitä käsitteitä käytetään kirjallisissa lähteissä vaihtelevasti. Esimerkiksi jätevedenpuhdistamoiden käyttö- ja kuormitustarkkailuiden vuosiyhteenvetoraporteissa kutsutaan ylivuotoja monesti ohituksiksi.

Pumppaamoylivuodolla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa jäteveden purkautumista jätevedenpumppaamon tai pumppaamon etukaivon ylivuotorakenteesta – esimerkiksi suoraan maastoon, varoaltaaseen tai vesistöön. Ylivuotorakenteita rakennetaan jätevedenpumppaamoille, jotta vältettäisiin jäteveden tulviminen häiriötilanteissa kiinteistöihin, pihoille ja kaduille. (RIL 237-1-2010, s. 132, 156; RIL 237-2-2010, s. 114) Ylivuotorakenteita kuvataan tarkemmin alaluvussa 2.4.3. Ylivuoto johdetaan toisinaan hulevesiviemäristöön (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2011), jolloin sen vaikutukset kohdistuvat hulevesiviemärin purkuvesistöön.

Ylivuoto-käsitteeseen ei näin sisällytetä putkirikkojen aiheuttamia viemäriverkoston vuotoja, ellei vuoto tapahdu pumppaamolta. Tarkasteltavat ylivuodot eivät myöskään sisällä jätevesien tulvimisia viemäriverkoston hulevesikaivojen kautta. Nämä molemmat päästöt liitetään ylivuotoihin kuuluviksi esimerkiksi SSP (Sanitation Safety Plan) -ohjausryhmän dokumentissa (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2015). Viemäriputkien rikkumisista aiheutuvien vuotojen havaitseminen ja ehkäisy eroavat merkitsevästi pumppaamoylivuotojen havaitsemisesta ja ehkäisystä, joten niiden tarkempi selvittäminen ja niistä aiheutuvien ympäristöriskien kohdistumisen arviointi vaatisi oman tutkimuksensa. Lisäksi putkirikon aiheuttama jäteveden vuoto ympäristöön tapahtuu vuotokohdasta eikä ylivuotorakenteesta jäteveden saavuttaessa niin sanotun ylivuototason, joten ylivuoto ei terminäkään kuvaa putkirikon aiheuttamaa vuotoa.

Englanninkielisissä julkaisuissa jätevedenpumppaamon ylivuoto sisältyy yleensä termiin ”sanitary sewer overflow (SSO)”, joka sisältää pumppaamoiden ylivuotojen lisäksi tarkoitukselliset ja tahattomat vuodot muualtakin verkostosta (WEF 2011). Pumppaamoylivuodot saatetaan jakaa niin kutsuttuihin ”märän sään ylivuotoihin” (wet weather sanitary sewer overflow) ja ”kuivan sään ylivuotoihin” (dry weather sanitary sewer overflow) (WEF 2011). Nimensä mukaisesti ensimmäisessä on kyse ylivuodoista, jotka aiheutuvat pumppaamon kapasiteetin ylittymisestä runsaiden sateiden tai sulamisvesien aikana, ja jälkimmäisessä syynä voi olla esimerkiksi pumppaamon tekninen vika tai ilkeä ilmiö (WEF 2011). Kapasiteetin ylittymisestä aiheutuvia pumppaamoylivuotoja voidaan kutsua myös tulvaylivuodoiksi (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2011). Tässä työssä käytetään ympäristöriskianalyysin kohdalla käsitteitä laimentuneen jäteveden päästö ja väkevän jäteveden päästö jakaen näin pumppaamoylivuodon ja puhdistamo-ohituksen jätevesipäästö jäteveden laadun perusteella karkeasti kahteen ryhmään.

Puhdistamo-ohitus tarkoittaa tässä työssä jäteveden ohjaamista jätevedenpuhdistamolla käsittelemättömänä tai osittain käsiteltynä suoraan tai purkuoijan kautta purkuvesistöön.

Vähintään jäteveden puhdistuksen biologinen vaihe joudutaan ohittamaan, ja vaikka jätevesi kulkisi prosessin jälkikäsitteilyn lävitse, kyseessä on ohitus. Syynä ohitustarpeelle on usein puhdistamon jätevedenkäsittelykapasiteetin ylittyminen (WEF 2011), mutta muina syinä voivat olla muuan muassa prosessihäiriöt ja laiterikot (Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus 2015). Ohituksen avulla pyritään kapasiteetin ylittyessä ehkäisemään prosessin käsittelykyvyn ylittävistä virtaamista aiheutuva aktiivilieteprosessin häiriintyminen ja lietteen karkailu. Haittapuolena on kuitenkin jätevedenkäsittelyprosessissa normaalisti poistettujen aineiden päätyminen purkuvesistöön. Englanninkielisissä julkaisuissa jätevedenpuhdistamon ohituksesta käytetään usein termiä ”bypass” (WEF 2011).

2.2 Tarkasteltavien jätevesipäästöjen hallinnan lainsäädännöllinen perusta

Lainsäädännön noudattaminen on yksi yritysten, organisaatioiden ja muiden toimijoiden mahdollisista motiiveista eri toiminnoille. Parhaimmassa tilanteessa ensisijainen motiivi on kuitenkin joku muu, esimerkiksi ihmisten ja ympäristön terveyden turvaaminen. Laeissa ja valtioneuvoston asetuksissa määritellään monia ympäristönsuojelullisesti hyödyllisiä velvoitteita vesihuoltolaitoksille ja ympäristöluvallisille jätevedenpuhdistamoille. Niistä muodostuu lainsäädännöllinen perusta myös pumppaamo- ja puhdistamo-ohitusten hallinnalle.

Ympäristönsuojeluun liittyvä lainsäädäntö on uudistunut ja uudistuu, erityisesti Euroopan Unionin säätämien jäsenmaita sitovien asetusten ja kansallisissa lainsäädännöissä toimeenpantavien direktiivien myötä (Euroopan Unioni, 2015). Esimerkiksi uusi Ympäristönsuojelulaki (527/2014) vahvistettiin kesäkuussa 2014, jolloin Teollisuuspäästädirektiivi tuli osaksi kansallista lainsäädäntöä (Ympäristöministeriö_a, 2015). Tällä direktiivillä (The Industrial Emissions Directive, 2010/75/EU, IED) pyritään parantamaan ympäristön ja ihmisten terveyttä vähentämällä teollisuuden haitallisia päästöjä – muun muassa hyödyntämällä parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT, Best Available Technique), ja tarkentamalla ympäristölupaehdoja. Direktiiviin on yhdistetty aiempaa lainsäädäntöä, kuten suppeampi IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) -direktiivi. (European Commission_a, 2015)

Parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttöönotto on jo yksi ratkaisusta päästöjen hallintaan, mutta ympäristöä suojelevalle toiminnalle on oltava toimintatapoihin vaikuttavia velvoitteita. Näitä velvoitteita käsitellään lyhyesti seuraavissa alaluvuissa. Tässä yhteydessä viitatuksi tärkeimmät direktiivit, lait ja asetukset ovat listattuina taulukossa 2.1.

Taulukko 2.1. Tässä luvussa viitatus tärkeimmät direktiivit, lait ja asetukset.

Direktiivi, laki tai asetus
Laki eräiden ympäristölle aiheutuneiden vahinkojen korjaamisesta 383/2009
Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010
Laki vesihuoltolain muuttamisesta 681/2014
Luonnonsuojelulaki 1096/1996
Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999
Teollisuuspäästödirektiivi, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU teollisuuden päästöistä, The Industrial Emissions Directive, IED
Terveydensuojelulaki 763/1994
Valtioneuvoston asetus eräiden ympäristölle aiheutuneiden vahinkojen korjaamisesta 713/2009
Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 713/2014
Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006
Vesihuoltolaki 119/2001
Vesilaki 587/2011
Vesipuitedirektiivi, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista
Yhdyskuntajätevesiasetus 888/2006, Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä
Yhdyskuntajätevesidirektiivi, Neuvoston direktiivi 91/271/ETY yhdyskuntajätevesien käsittelystä
Ympäristönsuojelulaki 527/2014
Ympäristövastuudirektiivi, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/35/EY ympäristöva- tuusta ympäristövahinkojen ehkäisemisen ja korjaamisen osalta

Lista ei ole kattava jätevesipäästöjä koskevien direktiivien, lakien ja asetusten osalta. Sen avulla voi kuitenkin hahmottaa jätevesipäästöjen ehkäisyyn liittyvien lakien ja asetusten moninaisuuden ja runsauden.

2.2.1 Ympäristönsuojelu

Vesipuitedirektiivin (2000/60/EY) mukaisesti vesi ei ole tavallinen kaupallinen tuote, vaan pikemminkin perintö, ja sitä on sellaisenaan suojeltava. Direktiivissä suositellaan vesien suojelua ja kestäväää käyttöä koskevien päätösten tekoa mahdollisimman lähellä veteen vaikutuksia kohdistavia kohteita. Lisäksi suositellaan alueellisiin oloihin soveltuvien toimenpideohjelmien laatimista.

Suomessa Ympäristönsuojelulakia (527/2014) sovelletaan teollisen toiminnan ohella toimintaan, joka aiheuttaa tai voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista. Lain mukaisesti tällaisen vaaran aiheuttava toiminta on ympäristöluvanvaraista, ja Valtioneuvoston asetuksessa ympäristönsuojelusta (713/2014) määritellään yhdeksi valtion ympäristölupaviranomaisessa käsiteltäväksi lupa-asiaksi yhdyskuntajätevesien johtaminen ja käsittely – asukasvastineluvun (AVL) ollessa vähintään 100. Yksi AVL vastaa jätevedenpuhdistamolla kuormitusta, jonka seitsemän vuorokauden aikainen biokemiallinen hapenkulutus (BOD₇) on 70 g happea (O₂). AVL lasketaan puhdistamolle vuoden aikaisen suurimman viikoittaisen kuormituksen vuorokautisesta keskiarvosta jättämällä pois laskusta poikkeukselliset tilanteet (Yhdyskuntajätevesiasetus 888/2006).

Luvan myöntämisen edellytyksenä on kuitenkin, ettei toiminnasta, ottaen huomioon määritellyt lupavaatimukset ja toiminnan sijainti, aiheudu terveyshaittaa, luonnonvarojen käytön vaikeutumista, vedenhankinnan vaarantumista eikä muun muassa haittavaikutuksia ympäristön virkistyskäytölle (Ympäristönsuojelulaki 527/2014). Olosuhteet voivat muuttua ajan myötä, ja ympäristölupamääräykset tarkistetaankin yleensä 5–10 vuoden välein (Ympäristöhallinto 2011), mutta uutta lupaa ei tarvita, jos muutokset eivät lisää ympäristöön kohdistuvia riskejä (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

Ympäristönsuojelulain (527/2014) pykälän 7 mukaisesti toiminnanharjoittajan on ehkäistävä ja rajoitettava ympäristön pilaantumista, ja pilaantuminen on rajoitettava mahdollisimman vähäiseksi, jos sitä ei ole mahdollista ehkäistä kokonaan. Myös Terveydensuojelulaki (763/1994) velvoittaa jätevesipäästöjen ehkäisyyn. Lain mukaisesti on ennaltaehkäistävä, vähennettävä ja poistettava ihmiselle mahdollisesti terveyshaittaa aiheuttavia elinympäristössä esiintyviä tekijöitä. Erikseen mainitaan jäteveden johtaminen ja puhdistus (22 §), jotka on suoritettava aiheuttamatta terveyshaittoja.

Yhdyskuntajätevesiasetuksessa (888/2006) määritellään jäteveden käsittelyvaatimukset ympäristöluvallisille jätevedenpuhdistamoille. Ennen purkuvesistöön päästöä jätevedet on asetuksen mukaisesti käsiteltävä biologisesti tai vastaavalla menetelmällä, ja vaatimusten täyttäminen käsitellylle jätevedelle voidaan todentaa tarkkailtavien arvojen – biologinen hapenkulutus, kemiallinen hapenkulutus, kiintoaine, kokonaisfosfori ja kokonaisytyppi – pitoisuuden (mg/L) tai poistotehon (%) avulla. Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) luetellaan liitteissä C ja D vesiympäristölle vaaralliset ja haitalliset aineet ympäristölaatuormeineen eli pintaveden pitoisuuksina, joita ei saa ylittää ympäristön ja ihmisten terveyden suojelemiseksi. Näitä aineita voisi esiintyä erityisesti teollisuuden jätevesissä ja jätevesipäästöissä. Puhdistetulle jätevedelle ei ole määritelty hygieenisiä laatuvaatimuksia (Ympäristöhallinto 2011).

Jos tulvatilanteisiin ei varauduta jätevedenpuhdistamoiden ja -pumppaamoiden järjestelmissä, voivat haitalliset jätevesipäästöt lisääntyä tulvatilanteessa. Lain tulvariskien hallinnasta (620/2010) tarkoituksena on muun muassa edistää tulviin varautumista sekä ehkäistä ja lieventää tulvien aikaansaamia haitallisia seuraamuksia. Vesihuoltolaitosten ohella tulviin varautuminen olisi kannattavaa ottaa huomioon laitossuunnittelua tekevissä yrityksissä.

Ympäristönsuojelulaissa (527/2014) määritellään maaperän ja pohjaveden pilaamiskielto. Näistä ensimmäisen (16 §) mukaisesti maahan ei saa päästää jätettä, muuta ainetta, eliöitä tai pieneliöitä, jotka aiheuttavat maaperän laadun huononemisen, josta voisi aiheutua haittaa ympäristölle tai terveydelle tai haittavaikutuksia ympäristön viihtyisyydelle. Pohjaveden pilaamiskielto (17 §) kieltää terveydelle vaarallisten aineiden ja pieneliöiden päästämisen tai johtamisen paikkaan, josta ne voivat kulkeutua pohjaveteen aiheuttaen

haittaa ympäristölle tai terveydelle. Yhdyskuntajätevesidirektiivissä (91/271/ETY) todetaan, että yhdyskuntajäteveden vesistöön johtamisen päästöpaikka on valittava mahdollisuuksien mukaan siten, että päästön vesistövaikutukset jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Ympäristönsuojelulain (527/2014) pykälän 11 mukaisesti arvioitaessa toiminnan sijoituspaikkaa on otettava huomioon muun muassa toiminnan luonne ja vaikutusalueen herkkyys ympäristön pilaantumiselle.

Ympäristölupaa edellyttävään yhdyskuntajätevesien johtamiseen ja käsittelyyn sovelletaan Yhdyskuntajätevesiasetusta (888/2006), jossa mainitaan erikseen ylivuotovesistä aiheutuva vesien pilaantuminen. Pykälä 3 velvoittaa ottamaan huomioon yhdyskuntajätevesien määrän ja ominaisuudet sekä rajoittamaan ylivuotovesistä aiheutuvaa vesien pilaantumista. Sama pykälä velvoittaa Ympäristönsuojelulain tavoin parhaan käyttökelpoisen tekniikan käyttöön – nyt eritellysti jätevesiviemäreiden suunnittelussa.

Vesihuoltolain (119/2001) mukaisella vesihuollolla on toteutettavissa terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärointi. Vesihuoltolakia on uudistettu, ja Laki vesihuoltolain muuttamisesta (681/2014) määrittelee hulevesien viemäroinnin järjestämisen. Lain mukaisesti kiinteistöltä ei saa johtaa hulevesiä vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin, mutta tästä kiellosta voidaan poiketa, jos laissa määritellyt kaikki kolme ehtoa täyttyvät. Ehtojen perusteella kiinteistön hulevedet voidaan johtaa vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin, jos (1) jätevesiviemäri on rakennettu vuonna 2014 tai aiemmin mittoittaen se huleveden johtamiseen, (2) alueelta puuttuu hulevesiviemäriverkosto ja (3) vesihuoltolaitoksen on mahdollista huolehtia huleveden johtamisesta jätevesiviemäriissä asianmukaisesti ja taloudellisesti. Lakipykälä velvoittaa siten vesihuoltolaitosta olemaan tietoinen hulevesien johtamisedellytyksistä jätevesiviemäriissä, jos alueelle ei ole rakennettu hulevesiviemäriverkosta. Tämän perusteella jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ei pitäisi olla runsaiden sateiden aikana todennäköisiä. Hulevesien hallinnasta – imeyttämisestä, viivyttämisestä, johtamisesta, viemäroinnistä ja käsittelystä – säädetään muutoin Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999).

Vesihuoltolakia ja sen uudistavaa lakia käsitellään Vesihuoltolakioppaassa (2015). Siinä todetaan hulevesien ja perustusten kuivatusvesien jätevesiviemäriinjohtamisen aiheuttavan mahdollisesti häiriöitä ja käsittelemättömien jätevesien ohijuoksutuksia jätevedenpuhdistamolla tai ylivuotoja pumppaamoilla laitteistojen kapasiteetin ollessa riittämätön suurelle vesimäärälle. Ohijuoksutusten ja ylivuotojen mainitaan voivan johtaa Terveystieteiden tutkimuskeskuksen mukaisiin terveyshaittoihin tai Ympäristönsuojelulaissa määriteltyyn ympäristön pilaantumiseen tai sen vaaraan, ja olevan laajamittaisina EU:n Yhdyskuntajätevesidirektiivin (91/271/ETY) vastaisia.

2.2.2 Toiminnan ympäristövaikutusten tarkkailu ja rajoittaminen

Ympäristöä pilaavan päästön tapahtuessa toiminnanharjoittaja ei voi vedota tietämättömyyteen päästöriskeistä. Ympäristönsuojelulain (527/2014, 6 §) mukaisesti toiminnanharjoittajan on tiedettävä toimintansa ympäristövaikutukset ja ympäristöriskit.

Ympäristöriskien tiedostamisen lisäksi ympäristöluvallisessa toiminnassa on tarkkailtava toiminnasta aiheutuvia päästöjä ja niiden vaikutuksia (Ympäristönsuojelulaki 527/2014). Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä (Yhdyskuntajätevesiasetus 888/2006) velvoittaa tarkkailemaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamon kuormitusta ja kuormituksen vaikutuksia vastaanottavaan vesiympäristöön. Kuormitus on luonnollisesti suurempi käsittelemättömän jäteveden päästessä suoraan purkuvesistöön kuin puhdistusprosessissa käsitellyn veden kuormitus.

Jätevedenpuhdistamon päästöjen – ohijuoksutukset mukaan lukien – on täytettävä lupamääräyksissä asetetut raja-arvot laskentajaksojen keskiarvoina eli vuosi-, puolivuosi- ja neljännesvuosikeskiarvoina (Ympäristöhallinto 2011). Koska käsittelemättömän jäteveden päästämällä vesistöön voi olettaa olevan haitallisia ekologisia vaikutuksia, ohituksen laskeminen mukaan keskiarvoihin vaikuttaa ongelman piilottamiselta ja liian löysiltä lainsäädännöllisesti sallituilta päästöjen raja-arvoilta. Lisäksi Yhdyskuntajätevesiasetuksen (888/2006) mukaisesti tarkkailussa ei oteta huomioon ”veden laadun ääriarvoja” niiden aiheutuessa poikkeuksellisista tilanteista. Poikkeukselliseksi tilanteiksi mainitaan Ympäristöhallinnon (2011) jätevedenpuhdistamoiden päästöjen seurannan ja raportoinnin ohjeistuksessa poikkeuksellisten jätevesien pääsy viemäriin, laitteisto- tai putkirikko ja sähkökatko, jotka eivät ole olleet ennakoitavissa ja eivät ole toistuvia, ja huoltotoimenpiteitä ei ole laiminlyöty. Vaikka tarkkailussa ympäristölupaehtoien täyttämiseksi näitä poikkeustilanteita ei oteta huomioon, niistä on kuitenkin raportoitava Ympäristöluvassa määritellyllä tavalla (Ympäristönsuojelulaki 527/2014).

Yleensä jätevedenpuhdistamon kuormitustarkkailun – näytteenoton, analysoinnin ja raportoinnin – suorittaa puolueeton, sertifioitu laitos. Asianmukaiset tilat, henkilökunnan ja laadunvarmistuksen omaava puhdistamo voi kuitenkin suorittaa pääosan tarkkailuista itse (Ympäristöhallinto 2011). Tarkkailun luotettavuus mahdollisesti kasvaa ulkopuolisen tarkkailijan toimesta. Tarkkailusta kokonaisuutena on vastuussa tarkkailuvelvoitteinen toiminnanharjoittaja (Ympäristöhallinto 2011).

Jätevesipäästön tapahtuessa toiminnanharjoittajan on Ympäristönsuojelulain (527/2014) nojalla toimittava ympäristön pilaantumisen tai sen vaaran ehkäisemiseksi tai mahdollisen pilaantumisen rajoittamiseksi, jos päästöstä voi aiheutua esimerkiksi terveyshaittaa, luonnonvarojen käytön vaikeutumista tai haittavaikutuksia ympäristön virkistyskäytölle. Lain pykälässä 133 määrittää vielä pilaantuneen maaperän ja pohjaveden puhdistamisvelvollisuus sille, jonka toiminnasta niiden pilaantuminen on aiheutunut. Puhdistamisella

maaperä tai pohjavesi on saatettava tilaan, joka ei voi aiheuttaa haittaa ympäristölle ja terveydelle.

Direktiiveistä Ympäristövastuudirektiivi (2004/35/EY) pohjautuu aiheuttamisperiaatteen, jonka mukaisesti ympäristön saastuttajan on kustannettava saastumisesta aiheutuneet kustannukset, ja ympäristö on mahdollisuuksien mukaan palautettava saastumista edeltäneeseen tilaan. Direktiivi luo perustan ympäristövahinkojen ehkäisemiseksi ja torjumiseksi, ja se on toimeenpantu Suomessa laatimalla Laki eräiden ympäristölle aiheutuneiden vahinkojen korjaamisesta 383/2009 ja Valtioneuvoston asetus eräiden ympäristölle aiheutuneiden vahinkojen korjaamisesta 713/2009 sekä Ympäristönsuojelulakiin 527/2014, Luonnonsuojelulakiin 1096/1996, Vesilakiin 587/2011 ja Geenitekniikkalakiin 377/1995 tehdyillä muutoksilla (Ympäristöministeriö_b 2015).

2.2.3 Raportointi

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) on päästöjen raportoinninkin suhteen toiminnan määrittävä laki. Lain pykälän 134 mukaisesti maaperään tai pohjaveteen jätteen tai muun aineen päästön aiheuttaneen on ilmoitettava päästöstä valvontaviranomaiselle. Ympäristöluvassa puolestaan on määriteltävä, kuinka tarkkailun tulokset raportoidaan valvontaviranomaiselle (62 §). Näin ympäristöluvan sisältö on raportoinnin laajuuden suhteen merkitsevä.

Lainsäädännössä ei ole selkeää velvoitetta jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen tai jätevedenpuhdistamoiden ohitusten raportoimiseksi. VAHTI-järjestelmän käyttöä suositellaan erilaisissa selvityksissä ja ohjeistuksissa (Wessberg et al. 2006; Ympäristöhallinto 2011), mutta mikään laki tai asetus ei siihen suoraan velvoita. Jos järjestelmää halutaan käyttää päästöjen tilastointiin, olisi sen käyttämiseen velvoitettava selkeästi.

Ympäristönsuojelulain (527/2014) pykälän 168 mukaan valtion viranomaisen ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen on laadittava valvontasuunnitelma alueelleen lakiin perustuvaa säännöllistä valvontaa varten. Pirkanmaan ELY-keskuksen laatimassa valvontasuunnitelmassa (ELY-keskus_a 2015) todetaan toiminnanharjoittajalla olevan velvollisuus ilmoittaa välittömästi valvontaviranomaiselle poikkeuksellisesta tilanteesta, jos siitä voi aiheutua ilmeistä ja välitöntä ympäristön pilaantumisen vaaraa. Suunnitelman mukaan toiminnanharjoittajia on ohjeistettu häiriötilanteiden raportointiin sähköisesti ensisijaisesti TYVI-järjestelmän (”Tietovirrat yritysten ja viranomaisten välillä”) kautta, jolloin tieto tallentuu suoraan VAHTI-järjestelmään. Raportoijan on kuitenkin ymmärrettävä mahdollisuus ympäristön pilaantumisen päästön raportoimiseksi. Lisäksi raportointi tällaiseen järjestelmään ei ole riittävää tiedotusta, jos kyseessä on välittömiä toimenpiteitä vaativa päästö.

Ympäristöhallinnon (2011) ohjeistuksessa jätevedenpuhdistamoiden päästöjen seurantaan ja raportointiin liittyen selvitetään, mitä tarkkaillaan puhdistamoiden käyttötarkkailussa, eli toiminnanharjoittajan päivittäisessä prosessia ohjaavassa puhdistusprosessin seurannassa. Yhdeksi kohteeksi mainitaan ohjuoksutukset puhdistamolla ja ylivuodot viemäriverkostossa päästöpaikkakohtaisesti ajankohtineen ja kestoineen. Nämä on kirjattava myös kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenvetoraporttiin. Ohjeistuksessa VAHTI-häiriöilmoituksen tai ilmoituksen sähköpostitse vaativana häiriötilanteena pidetään erilaisten prosessihäiriöiden ja onnettomuuksien aiheuttamia tilanteita, jolloin vesistöön joutuu tai on vaarana joutua tavanomaisesta poikkeavia aineita, jotka voivat vaikuttaa ympäristöön tai ympäristöluvan noudattamiseen. Ohjeistus ei siten velvoita eikä kannusta kirjaamaan ohitusten ja ylivuotojen jätevesipäästöjä VAHTI-järjestelmään, vaan jättää tulkinnanvaran päästöjen kirjaamiselle. Prosessihäiriöt ja onnettomuudet voidaan käsittää vakavampina tapahtumina kuin ylivuotoja ja ohituksia aiheuttavina tilanteina.

2.3 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten hallintavaihtoehtoja

Kuten monessa muussakin asiassa, käsittelemättömän jäteveden päästöjen hallinnassa tulisi pyrkiä ensisijaisesti päästöjen ennaltaehkäisyyn eikä pelkästään tapahtuvien päästöjen seurausten minimointiin. Päätavoitteena on käsitellä jätevesi ympäristölle haitallisten aineiden poistamiseksi tai vähentämiseksi ennen jäteveden purkamista ympäristöön. Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten moninaiset aiheuttajat, kuten pumppaus- tai jätevedenkäsittelykapasiteetin ylittyminen, laiterikko ja sähkökatko, vaativat osittain erilaiset hallintakeinot. Toisaalta puolittain ehkäiseviin hallintakeinoihin kuuluva jätevettä tilapäisesti varastoiva ratkaisu soveltuu kaikkiin ongelmatilanteisiin.

Suuria virtaamia ja siten kapasiteettivajetta pumppaamoilla ja puhdistamolla aiheuttavat erityisesti sekaviemäröinti, epätäydellinen erillisviemäröinti sekä vuotovedet. Hyvin suunniteltua sekaviemäröintiäkin kuitenkin puolustetaan ajatellen laimentuneen jäteveden aiheuttavan vähäisempiä vesistövaikutuksia sekä arvostaen toteutuksen erillisviemäröintiä alhaisempia rakennus- ja käyttökustannuksia (Weiss & Brombach 2007). Erillisviemäröinnin etuna on muun muassa jätevedenpuhdistamon prosessien helpompi hallitavuus. Sadannan tasaisemman ja luonnonmukaisemman jakautumisen kannalta erillisviemäröinnin hulevesien hallinta ja käsittely eivät saisi kuitenkaan perustua vain hulevesien johtamiseen hulevesiviemäreihin (Artima-Sulkinoja 2015). Paikalliset hulevesien syntyä ehkäisevät sekä niiden viivyttämiseen ja suodattamiseen perustuvat ratkaisut olisi selvitettävä (Artima-Sulkinoja 2015).

Suomessa viemäriverkoston ylivuotorakenteina käytetään erityisesti jätevedenpumppaamoiden ja niiden etukaivojen rakenteita. Yhdysvalloissa tyypillinen sekaviemärin ylivuotorakenne (Combined sewer overflow, CSO) on viemäriverkostossa harkittuun paikkaan

sijoitettu viemäriputken haara, jonne ylivuotokynnyksen ylittävä jätevesi päätyy ohjautuen suoraan vesistöön (WEF 2011). Kaupunkien väkimäärän kasvaessa verkostojen kapasiteetti ei ole riittänyt eikä katuja ole haluttu tai pystytty kaivamaan auki viemäriputkien uusimiseksi, joten on luotu näitä ylimääräisen jäteveden purkupisteitä (Mann 1999). Saksassa vallitseva ratkaisu ylivuotojen hallinnassa ovat pitkään olleet sekaviemäroinnin ylivuotosäiliöt (CSO tanks), joista jätevesi voidaan syöttää takaisin verkostoon hallitusti säädetyllä virtaamalla (Weiss & Brombach 2007). Saksassa säiliöitä on kolmea tyyppiä – mainitut sekaviemäroinnin ylivuotosäiliöt (56,4 %) sekä erillisviemärointiin suunnitellut sadeveden viivytysaltaat (37,3 %) ja laskeutusaltaat sadeveden käsittelyyn (6,3 %). Yhden jätevedenpuhdistamon verkostoon on kuulunut keskimäärin neljä säiliötä, ja sekaviemäroinnin ylivuotosäiliöiden keskimääräinen koko on ollut 641 m³. Sadeveden viivytysaltaiden kokonaistilavuus on ollut suurempi kuin sekaviemäroinnin ylivuotosäiliöiden niiden keskimääräisen koon ollessa 1900 m³. Näiden sadevesisäiliöiden avulla pyritään estämään sadeveden tulvinta kellareihin ja tarvittaessa tasaamaan huippuvirtaamia pieniin purkuvesistöihin. Vuonna 2004 säiliöiden yhteenlasketun tilavuuden perusteella säiliötilavuutta oli 0,567 m³/asukas. Saksassa on myös säiliöttömiä ylivuotorakenteita, kuten Yhdysvalloissa. (Weiss & Brombach 2007) Suomessa tasaus- ja ylivuotosäiliöitä on käytössä lähinnä pohjavesialueella sijaitsevilla jätevedenpumppaamoilla (HSY 2014).

Runsaiden viemäriverkoston ylivuotojen vuoksi ja ympäristösuojeluviraston (Environmental Protection Agency, EPA) vaatimuksesta monessa Yhdysvaltain kaupungissa on rakennettu päästöjen vähentämiseksi maanalaisia tunneleita ("deep tunnel"), joihin ylivuotovesi voidaan tilapäisesti varastoida, ja palauttaa se seuraavina päivinä hallitun hitaasti takaisin verkostoon (Strifling 2003). Tällä hetkellä näitä kalliita tunneliratkaisuja kyseenalaistetaan ja pyritään huleveden hallintaan, jolla ehkäistään sadeveden päätyminen viemäriverkostoon, jonne pyritään johtamaan vain jätevesi sekä käsittelyä vaativa saastunut sadevesi (Kenyon 2013).

Vantaanjoen jätevesipäästöjen hallinta -hankkeessa (HSY 2014) laadittiin jätevesipäästöjen torjuntastrategia, joka keskittyi päästöjä ennaltaehkäisevien toimenpiteiden suunnitteluun. Näitä toimenpiteitä olivat pumppaamoiden toimintavarmuuden parantaminen, verkostojen saneeraaminen tiiviimmiksi ja kapasiteetiltaan riittäviksi sekä sekaviemärointien alueiden muuttaminen erillisviemäroidyiksi alueiksi. Selvityksen mukaan kaikenkokoisille pumppaamoille pitäisi sijoittaa muun muassa vähintään kaksi pumppua, ohi-pumppausyhde ja takaisinvirtauksen estoventtiili ylivuotokaivoon. Maksimivirtaamaltaan alle 50 L/s pumppaamoilla pitäisi olla varavoimapistoke, ja sitä suuremmilla kiinteä varavoima. Hankkeessa ideoitiin Berliinin messuilla esitellyn jokeen asennettavan kelluvan ylivuotosäiliön inspiroimana pumppaamon yhteyteen laitettavaa geotuubia. Tyhjänä pieneen tilaan mahtuva geotuubi voisi olla umpinainen tai puoliläpäisevä, ja umpinaisesta tuubista jätevesi pumpattaisiin takaisin viemärijärjestelmään ongelmatilanteen jälkeen. Saneerausten tehokkaaseen kohdentamiseen hankkeessa suositeltiin käytettäväksi apuna

viemärimalleja ja pumppausautomaation tuottamaa tietoa. Hulevesien virheellistä ohjaamista erillisviemäroinnin jätevesiviemäriin ehdotettiin vähennettävän kiinteistökauppojen yhteyteen vaadittavalla suunnitelmalla virheellisten liittymien poistamisesta.

Päästöjä ennaltaehkäisevästä periaatteesta poikkeavaa ratkaisua tarkastelevat Tao et al. (2014) todeten Yhdysvalloissa kiinnostuksen kohdistuneen lähiaikoina niin kutsuttuihin vihreän infrastruktuurin teknologioihin eikä niinkään edistämään jäteveden päätymistä puhdistamolle tai suosimaan harmaan infrastruktuurin, kuten maanalaisen säiliöiden, käyttöä. Vihreällä infrastruktuurilla tarkoitetaan alueellisia luonnonmukaisia tai osittain luonnonmukaisia ratkaisuita, joiden avulla samaa ekosysteemeiltään tervettä aluetta voidaan käyttää eri tarkoituksiin (European Commission_b 2015). Tutkimuksessa (Tao et al. 2014) selvitetään sekaviemäroinnin ylivuotojen käsittelyä rakennettujen kosteikoiden avulla sekä näiden kosteikoiden hyötyjä ja suunnitteluhaasteita. Jätevesipäästöjen käsittelyä varten rakennettuja kosteikkoja on tutkimuksen mukaan käytössä muun muassa Saksassa, Ranskassa ja Italiassa. Kosteikkoja voidaan rakentaa erityyppisiksi, kuten vallittuja kasveja kasvavia kelluvia saaria sisältäviksi alueiksi, kasveja kasvavia alueita – ”hyllyjä” sekä syviä vapaan veden alueita sisältäviksi kosteikoiksi ja hiekka-sora-pedin sisältäviksi pystysuoran virtauksen kosteikoiksi, joissa maanalainen viemäri kokoaa suodattuneen veden. Näitä erilaisia kosteikkoja voidaan yhdistää rinnakkais- ja sarjarakenteiksi. Tutkimuksen mukaan tällaiset kosteikot ovat investointikustannuksiltaan edullisempia kuin esimerkiksi maanalaiset tasausallaskokonaisuudet. Kosteikot pienentävät ylivuotovirtaamaa ja poistavat haitta-aineita jätevedestä. Kosteikoiden suunnittelu on kuitenkin haastavaa jätevesipäästöjen määrän vaihdellessa, ja säännöllinen näytteenotto ja seuranta vaaditaan hyvän käsittelytuloksen varmistamiseksi.

De Sousa et al. (2012) ovat tutkimuksessaan vertailleet elinkaariarvioinnin avulla kolmea erilaista skenaariota sekaviemäroinnin ylivuotojen vähentämiseksi. Ylivuotojen purkuvesistönä oli New Yorkin Bronx-joki. Yksi skenaarioista oli vihreän infrastruktuurin teknologian mukainen huleveden hallinnan ratkaisu (1), jossa yhdisteltiin teknologialle tyypillisiä rakenteita – läpäiseviä päällysteitä, biopidätys- ja imeytysrakenteita, sadepuutarhoja. Toinen vastaavaan ylivuodon vähentämiseen kykenevä skenaario perustui betoniseen ylivuotosäiliöön (2), josta jätevesi pumpataan takaisin viemäriverkostoon ylivuototilanteen päätyttyä. Kolmas skenaario (3) oli skenaarion 2 kaltainen, mutta säiliöön päätyvä jätevesi käsiteltiin fysikaalisesti ja kemiallisesti eikä sitä ohjattu enää puhdistamolle, vaan se johdettiin suoraan purkuvesistöön. Tulosten perusteella kasvihuonekaasupäästöt liittyen rakentamiseen, toimintaan ja ylläpitoon olivat 50 vuoden aikana huleveden hallinnan mukaisessa ratkaisussa merkittävästi pienemmät kuin skenaarioissa 2 ja 3.

Autixier et al. (2014) ovat tutkineet sadepuutarhojen mahdollisuuksia vähentää sadeveden päätymistä viemäriverkostoon ja ylivuotoina tapahtuvien jätevesipäästöjen vaikutuksia talousvedenottoalueilla. Tutkimuksessa höydynnettiin hydraulista mallia, joka kalibroitiin ja validoitiin ylivuotojen kartoituksessa kerätyllä datalla. Tutkimuksen perusteella

sadepuutarhat vähentäisivät tutkitussa kohteessa jätevesipäästöjen määrää, huippuvirtaamaa ja kestoja – erityisesti pienempien virtausten aikaan verrattuna runsaiden virtaamien aikaan. Ylivuotoja ei olisi kuitenkaan mahdollista välttää kokonaan tutkitulla alueella sadepuutarhojen avulla. Lisäksi tutkimuksen perusteella kuivan kauden aikaisten huippuvirtaamien pienentäminen sadepuutarhojen avulla lisäisi todennäköisesti haitta-aineiden kertymistä viemäreihin, jolloin suurten virtaamien aikaan haitta-aineiden pitoisuudet ja kuormitus purkuvesistössä kasvaisivat suuremmiksi kuin ilman sadepuutarhaa tapahtuvassa jätevesipäästössä. Tutkijat suosittelevat ylivuodon jäteveden käsittelyä, jos ylivuotoa ei voida estää, ja jos ylivuoto tapahtuu vesistössä talousvedenottoalueen yläpuolella.

Viemäriverkoston ylivuotovesiä – jätevetä ja hulevetä – voidaan käsitellä ennen niiden purkua vesistöön muun muassa suodattamalla. ”Deep bed filtration” on todettu kustannustehokkaaksi menetelmäksi, jossa yhdistetään suodattimen ja bioreaktorin ominaisuudet, ja sen avulla voidaan jätevedestä poistaa ravinteita, kiintoainetta ja biologisesti hajoavaa orgaanista ainetta (Fleming & Slack 2001). Kyseinen suodatintyyppi ei vaadi toimiakseen pesua yhtä usein kuin muut suodatintyypit, ja suodatin toimii erilaisilla kuormituksilla (Fleming & Slack 2001). Muita pumppaamoylivuotojen jätevesien erilliskäsittelymenetelmiä voisivat olla esimerkiksi laskeutus ja flotaatio.

Puhdistamo-ohituksia voidaan ehkäistä muun muassa vaikuttamalla puhdistamolle tulevan jäteveden määrään ja varmistamalla puhdistamon käsittelykapasiteetin riittävyys. Esimerkiksi Kanadassa Windsorin kaupungissa (City of Windsor 2015) ohijuoksuusten vähentämiseen on pyritty laajentamalla ja päivittämällä jätevedenpuhdistamon prosesseja, estämällä sadeveden pääsyä viemäristöön katkaisemalla sadevesiliittynyt viemäristöön 121 kotitaloudelta sekä rakentamalla viemäriverkoston ylivuotoja pidättävä allas. Lisäksi on päivitetty alueen sateiden kestoja ja taajuutta ilmentävät kuvaajat, joiden avulla pyritään varautumaan sadeaikoihin aiempaa paremmin. Virtauksen monitorointia ja viemäristön hydraulista mallinnusta on hyödynnetty hulevesi- ja jätevesiverkostojen sekä puhdistamon kapasiteetin suunnittelussa.

Hydraulista mallinnusta on tarkasteltu muun muassa Aalto-yliopiston Vesi- ja ympäristötekniikan tutkimusryhmän johtamassa Efesus-hankkeessa (Laakso_a 2015). Hankkeessa tutkittiin erilaisia menetelmiä, joiden avulla voidaan arvioida viemäriverkoston saneeraustarvetta ja valita verkoston kohteita tarkempiin kuntotutkimuksiin ja saneerauskohteiksi. Hydrauliseen mallinnukseen käytettiin SWMM-mallin (Storm Water Management Model) pohjalle rakennettua kaupunkien vesi- ja viemäriverkostojen MIKE URBAN-mallinnusohjelmaa. Virtaamamittaukset mallinnusta varten suoritettiin viemärikaivoon asennetulla ultraäänianturilla. Mallinnuksen avulla määritettiin tarkasteltavan alueen vuotovesiprosentti. Jätevedenpumppaamoissa käytössä olevien virtaamamittausten todetaan kuitenkin olevan monesti heikkolaatuisia, mikä vaikeuttaa niiden hyödyntämistä mallinnuksissa.

Jätevesipäästöjen ehkäisy ja hallinta aiheuttavat kustannuksia, joiden vuoksi jätevesimaksuja on toisinaan nostettava. Veronesi et al. (2013) tutkivat Sveitsissä kansalaisten halukkuutta maksaa suurempia maksuja, jotta olisi mahdollista välttää sekaviemäroinnin ylivuotojen aiheuttamat ekologiset riskit ja terveysriskit. Tutkimuksessa todettiin ilmastonmuutosta koskevien tutkimusten ennustavan 35–100 % lisäystä runsassateisiin myrskyihin. Tutkimukseen osallistui lopulta 1022 kansalaista, ikäkeskiarvon ollessa 41. Vastaa- jille selvitettiin ennusteet ilmastonmuutoksen vaikutuksista jätevesipäästöihin. Tutki- muksen perusteella 71 % vastaajista oli halukkaita maksamaan korkeampia maksuja, jotta riski käsittelemättömän jäteveden päästöistä jokiin ja järviin pienenesi. Vastaajista 54 % oli halukkaita maksujen korotuksiin, jotta riski jäteveden tulvimisesta kaduille pienenesi, ja 43 %, jotta riski jäteveden tulvimisesta kellareihin pienenesi. Vastaajat pitivät merkittävinä uhkina järviin ja jokiin pääsevän jäteveden lapsille aiheuttamia terveysvaikutuksia sekä ekologisia haittavaikutuksia. Lisäksi vastaajat, jotka olivat havainneet pitkäaikaisia muutoksia ilmastossa, olivat halukkaampia maksamaan korotettuja maksuja riskien pie- nentämiseksi verrattuna vastaajiin, jotka eivät olleet havainneet muutoksia ilmastossa.

2.4 Viemäriverkoston rakenne Pirkanmaalla

Pirkanmaalla viemäroinnissä käytetään putkiviemäreitä. Yleisesti viemärit jaotellaan käyttöjärjestyksensä mukaisesti tontti-, kokooja- ja pääviemäreiksi, joiden lisäksi verkos- toon voi kuulua kauempaan sijaitsevaan puhdistamoon jätevetä johtavia siirtoviemäreitä (RIL 237-1-2010, s. 115). Verkostoissa pyritään käyttämään painovoimaisia viettoviemä- reitä, mutta maaston korkeuserojen vuoksi on käytettävä tarvittaessa paineviemäreitä (RIL 237-1-2010, s. 115). Monista muista maista poiketen Suomessa sijoitetaan yleensä kaikki putket – vesijohto, jätevesiviemäri ja erillisviemäroinnissä hulevesiviemäri – sa- maan kaivantoon. Talvipakkaset ja routa voivat vaatia 2,5 m peitesyvyuden, jolloin eril- lisiä kaivantoja ei kaiveta korkeiden kustannusten vuoksi. Kaivantoon alimmaiseksi lai- tetaan tavallisesti jätevesiviemäri, yläpuolelle eri kohtaan hulevesiviemäri ja ylimmäksi vesijohto, mutta toisinaan on laitettava jätevesi- ja hulevesiviemärit samalle tasolle. (Katko 2013, s. 134) Uusien määräysten mukaisesti kaikki verkostot on oltava kirjattuina sähköisessä muodossa vuoteen 2016 mennessä (Joensuu 2015).

2.4.1 Putkimateriaalit

Viemäriputkien materiaaleille asetetaan monia vaatimuksia. Materiaalin olisi kestävä putken sisällä veden sekä kiintoaineksen aiheuttamaa mekaanista kulutusta ja jäteveden ainesosien korrodoivaa vaikutusta, sekä muodostettava sileä ja tiivis sisäpinta pienen vir- tausvastuksen ja aineksen tarttumattomuuden varmistamiseksi (RIL 237-2-2010 2010, s. 102). Lisäksi sen olisi vastustettava ulkoisesti asennuksenaikaista käsittelyä, maan aiheut-

tamaa painetta ja liikenteen kuormaa (RIL 237-2-2010 2010, s. 102). Materiaalin valinnassa tulisi ottaa huomioon muun muassa materiaalin lämpötilankesto, maaperän tyyppi, tiheys ja kosteuspitoisuus sekä materiaali- ja asennuskustannukset (EPA 2000).

Yhdysvaltain ympäristösuojeluviraston julkaisussa (EPA 2000) vertaillaan erilaisia viemäriputkimateriaaleja. Betonisten putkien etuina pidetään hyvää korroosionkestoja, lujuutta ja saatavuutta. Putket vaativat kuitenkin varovaisen asentamisen halkeamisten ehkäisemiseksi, putket ovat painavia ja ovat päällystämättöminä alttiita rikkivedyn ja happojen vaikutuksille. Taipuisat rautaputket ovat painavia, mutta lujuus on suuri ja korroosionkesto on pinnoitetuissa putkissa hyvä. Kestomuovista, kuten polyvinyylidikloridista (PVC), polyeteenistä (PE) ja akryylnitriilibutadieenistyreenistä (ABS), valmistetut putket ovat hyvin kevyitä, helposti asennettavia, taipuisia ja edullisia. Niillä on hyvä korroosionkesto sekä pieni kitkahäviö, ja mahdollisuus käyttää pitkiä putkiosuuksia vähentäen vuotovesille alttiita liitoksia. Putket ovat kuitenkin alttiita kemikaalien, erityisesti erilaisten liuottimien, vaikutuksille. Jos putket altistuvat suojaamattomina auringonvalolle, valo heikentää niiden lujuutta. Kertamuovista, kuten epoksista ja polyesteristä, valmistettuja muoviputkia vahvistetaan usein muilla materiaaleilla, kuten lasikuidulla. Ne ovat hyvin kevyitä, korroosiota kestäviä, ja niiden lujuus on suuri. Materiaali- ja asennuskustannukset ovat suuret ja asentamisen on oltava varovaista halkeamisten välttämiseksi.

Viemäriputket voidaan jakaa niiden materiaalien mukaan jäykkiin (kuten betoni) ja taipuisiin (kuten muovi) putkiin. Saksalaisen tutkimuksen mukaan (Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH 2005) taipuisien putkien vioittumisnopeus on keskimäärin 25 % jäykkien putkien vioittumisnopeudesta, kun on kyse vikojen lukumäärästä suhteessa asennettuun viemäripituuteen, ja vielä pienempi tarkasteltaessa vioittumistyyppinä halkeamia, putkirikkoja ja viallisia liitoksia. Tutkimuksessa todetaan viemäristön huonon asennuslaadun, epäsäännöllisen tarkkailun ja puuttuvan laadunhallinnan aiheuttavan merkittävän kasvun vioittumisnopeuksiin.

Suomessa käytetyimmät viettoviemäriputkien materiaalit ovat tällä hetkellä muovi (noin 71 %) ja betoni (noin 24 %) (FCG Planeko Oy 2008). Vähäisemmässä määrin käytetään valurautaisia putkia. Muoviputkista viettoviemäreinä käytetään PE-, PVC- ja PP- (polypropeeni) putkia, ja paineviemäreinä käytetään PE- ja PVC-putkia. Muoviputkia luokitellaan muun muassa rengasjäykkyyden (SN), ja paineluokan (PN) avulla. Betoniputket jaetaan kolmeen eri lujuusluokkaan. (RIL 237-2-2010 2010, s. 102–104)

Valtakunnallisesti muoviputkien osuus viemäreistä on kasvanut melko tasaisesti 1970-luvulta alkaen. Alkuvaiheessa niiden käsittelyssä ja asennuksessa tehtiin virheitä, ja vielä 1980-luvullakin kaivojen sekä putkien liitoskohdat saattoivat jäädä puutteellisesti kiinnitetyiksi. (FCG Planeko Oy 2008, s. 6, 14–15) Pirkanmaalla muoviputkien prosenttiosuus asennetuista viemäriputkista vaihtelee kuntakohtaisesti muovin ja betonin ollessa materiaaleista käytetyimmät.

2.4.2 Viemäröintijärjestelmät kunnittain

Pirkanmaalla on tällä hetkellä 22 kuntaa, joista pinta-alaltaan ja asukasluvultaan suurin on Tampere – 689,6 km² ja 223238 as vuonna 2014. Asukasluvultaan pienin kunta on Juupajoki – 2013 as, ja pinta-alaltaan pienin kunta on puolestaan Pirkkala – 104,04 km². (MML 2014; Väestötietojärjestelmä 2015) Molemmat luvut ovat tekijöitä, joilla on vaikutusta kunnan viemäriverkoston pituuteen, mutta vaikutuksensa on myös muun muassa asuntokannalla ja asutuksen jakautumisella taajamien ja haja-asutusalueiden kesken.

Taulukkoon 2.2. on koottuna tietoa Pirkanmaan kunnista viemäriverkostoineen. Pumpaamoiden lukumäärään sisältyy osalla kunnista kiinteistöpumppaamoita ja kuntien viemäriverkostojen tiedot eivät ole kaikki samalta vuodelta, mitkä seikat on otettava huomioon lukuja vertailtaessa. Joka tapauksessa verkostojen pituudet ja pumppaamoiden lukumäärät voivat muuttua kuukausittain, joten luvut ovat suuntaa-antavia.

Taulukko 2.2. Pirkanmaan kuntien asukasluku, pinta-ala sekä tiedossa olevat vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen pituudet ja jätevedenpumppaamoiden lukumäärät.

<i>Kunta</i>	<i>Asukasluku 30.6.2015</i>	<i>Pinta-ala [km²] 1.1.2014</i>	<i>Jätevesiviemäriverkos- ton pituus [km]</i>	<i>Hulevesiviemäriverkos- ton pituus [km]</i>	<i>Jätevedenpumppaamoi- den lkm</i>	<i>Jätevedenpumppaamoi- ta per jätevesiviemäriver- kostokilometri [lkm/km]</i>	<i>Lähteet (yhteisinä lähteinä MML 2014, Velvet 2014 ja Väestötietojärjestelmä 2015)</i>
Akaa	17058	314	226	76	87	0,4	paikkatietoaineisto
Hämeenkyrö	10622	505	127	36	28	0,2	Hämeenkyrön kunta 2010; paikkatietoaineisto
Ikaalinen	7206	843	100	et	30	0,3	Ikaalisten kaupunki 2013; paikkatietoaineisto
Juupajoki	2013	275	59	0,5	väh. 23	0,4	Kallonen 2015; kyselytutki- mus
Kangasala	30664	871	304	60,6	78	0,3	Kangasala 2014; paikkatietoaineisto
Kihniö	2069	391	18	et	12	0,7	AVI_Parkano 2014
Lempäälä	22442	307	223	77	174	0,8	paikkatietoaineisto
Mänttä- Vilppula	10706	657	240	77	60	0,3	Myllylä 2015; paikkatietoai- neisto
Nokia	33121	348	352	121	66	0,2	Nokian Vesi 2015; paikkatietoaineisto
Orivesi	9510	960	182	14	44	0,2	paikkatietoaineisto
Parkano	6837	910	116	9	35	0,3	paikkatietoaineisto
Pirkkala	18731	104	114	2,3	57	0,5	paikkatietoaineisto
Punkalaidun	3085	364	21	17	4	0,2	paikkatietoaineisto
Pälkäne	6737	738	67	et	et	-	-
Ruovesi	4664	950	71	et	39	0,5	paikkatietoaineisto; Stenberg 2015
Sastamala	25313	1532	415	60	115	0,3	Jääskeläinen 2015; Kiikois- ten kunta 2004; Sastamalan kaupunki 2010
Tampere	223238	690	1200	620	75	0,1	Tampereen kaupunki 2008; paikkatietoaineisto
Urjala	4968	505	80	5,5	20	0,3	AVI_Urjala 2011
Valkeakoski	21200	372	204	95	301	1,5	paikkatietoaineisto; Valkea- kosken kaupunki 2003
Vesilahti	4518	354	59	0,75	29	0,5	paikkatietoaineisto; Vesilahden kunta 2011
Virrat	7111	1299	114	21	27	0,2	Virtain kaupunki 2010
Ylöjärvi	32606	1324	242	et	71	0,3	paikkatietoaineisto; Ylöjärven kaupunki 2010
Yhteensä	504419	14613	4534	1293	1375	ka 0,4	

et = ei tiedossa

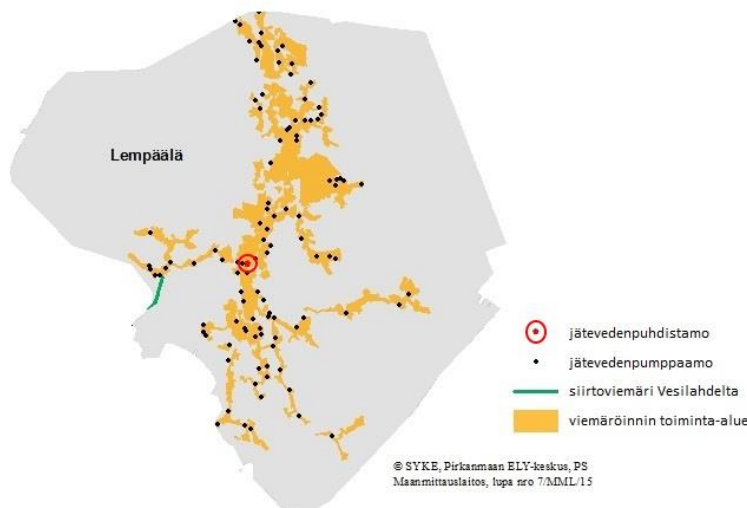
Ympäristöriskianalyysin esimerkkikuntien verkoston tilannetta selvitetään tässä luvussa lyhyesti. Kuntien tulevaisuuden suunnitelmia viemäröintien ja jätevedenkäsittelyiden suhteen ei käsitellä, koska suunnitelmat muuttuvat alalla herkästi. Muiden kuntien verkostoista on lyhyemmät kuvaukset liitteessä A. Neljällä Pirkanmaan kunnalla – Kihniöllä,

Pirkkalalla, Punkalaitumella ja Vesilahdella – ei ole omaa puhdistamoaa, ja kuntien jätevedet johdetaan toisen kunnan alueella sijaitsevaan jätevedenpuhdistamoon käsiteltäväksi. Kuntien vesihuollon kehittämissuunnitelmissa on yleisesti mainittu selkeänä kehittämiskohteena vuotovesien sekä hulevesien jätevesiviemäriin pääsyn vähentäminen.

Lempäälä

Lempäälän kunnan pinta-alasta vesistöjen osuus on 11 %, ja rantaviivaa on noin 190 km. Kokemäenjoen vesistön Vanajaveden-Pyhäjärven reittivesistö virtaa Lempäälän halki. Lempäälässä toimii kunnan vesihuoltolaitos sekä seitsemän vesihuolto-osuuskuntaa ja yksi vesiosuuskunta. Vesihuolto-osuuskunnat huolehtivat jätevesihuollosta alueillaan, ja niiden jätevedet johdetaan Lempäälän kunnan jätevedenpuhdistamolle. Yksittäisen vesiosuuskunnan vastuulle kuuluu vain puhtaan veden jakelu. (Lempäälän kunta 2010)

Viemäriverkoston rakentaminen on Lempäälässä aloitettu 1960-luvun alussa, mutta pohjavesialueille verkosto on rakennettu 1990- ja 2000-luvuilla (Lempäälän kunta 2010). Jätevesiviemäriputkista noin 91 % on muoviputkia ja noin 7 % on betoniputkia (Velvet 2014). Enimmäkseen hulevedet johdetaan vesistöihin avo-ojissa. Viemäriverkostokartat ovat kunnan alueelta hyvin kattavat, ja puutteita on vain vanhimpien verkosto-osien sekä hulevesiviemäröinnin kartoissa. (Lempäälän kunta 2010) Kuvassa 2.1. esitetään Lempäälän jätevesiviemäröinnin toiminta-alue, Vesilahdelta tuleva siirtoviemäri, jätevedenpumppaamot sekä jätevedenpuhdistamo.



Kuva 2.1. Jätevesiviemäröinnin toiminta-alue, Vesilahdelta tuleva siirtoviemäri, jätevedenpumppaamot sekä jätevedenpuhdistamo Lempäälässä.

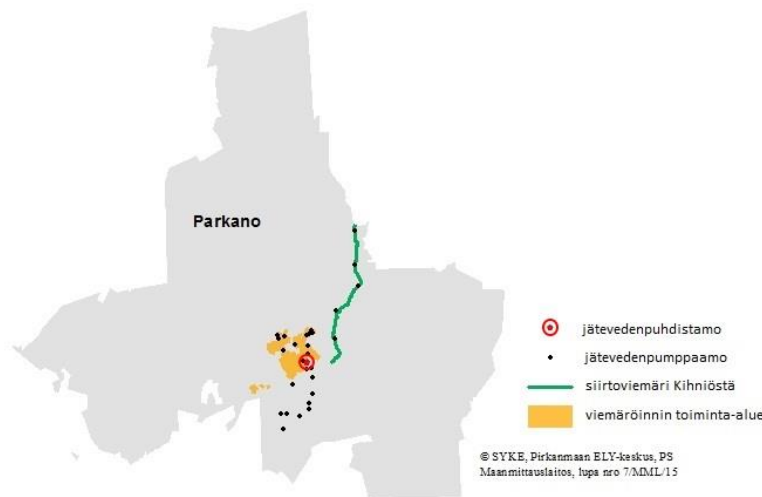
Lähivuosina Lempäälän väkiluku on kasvanut voimakkaasti, jopa 500 hengellä vuodessa. Väkiluvun kasvun ennustetaan olevan edelleen noin 300 henkeä vuodessa vuosina 2020–2025. Vuonna 2009 asukkaista noin 80 % oli liittynyt viemäriverkostoon. (Lempäälän kunta 2010) Lempäälän verkosto on kuitenkin yhdistetty Tampereen verkostoon, ja siten

osa Lempäälän Sääksjärven vesistä voidaan tarvittaessa johtaa Tampereen Viinikanlahden puhdistamolle, kuten tehtiin vuosina 2007–2012, ennen Lempäälän jätevedenpuhdistamon saneerauksen valmistumista. (ELY-keskus_b 2015)

Parkano

Parkanon kaupungin pinta-alasta vesistöjen osuus on 6 %, ja keskusta-alue sijaitsee Kirkkojärven rannalla (Parkanon kaupunki_b 2008). Kunnan alueella toimii kaksi vesihuoltolaitosta – Parkanon kaupungin vesihuoltolaitos ja Pohjois-Parkanon vesiosuuskunta, mutta Pohjois-Parkanon vesiosuuskunnalla ei ole viemäröinnin verkostoaluetta (Parkanon kaupunki_a 2008). Parkanon kaupungin vesihuoltolaitoksen viemäröinnin verkostoaluetta on keskustaajamassa ja Lapinnevan kylässä (Parkanon kaupunki_a 2008), joka sijaitsee keskellä eteläistä Parkanoa rajoittuen yhdeltä sivultaan Ikaalisten kuntaan.

Hulevesiviemäröinnin verkostoalueeseen kuuluu vain osa keskustaajamasta, mutta tavoitteena on laajentaa verkostoaluetta uusien alueiden käyttöönoton lisäksi vanhojen alueiden saneerausten yhteydessä (Parkanon kaupunki_a 2008). Keskustan ulkopuolisilla alueilla kiinteistön omistajat huolehtivat itse hulevesien poisjohtamisesta (Parkanon kaupunki_b 2008). Jätevesiviemäreistä noin 89 % on muoviputkia ja noin 11 % on betoni-putkia (Velvet 2014). Kuvassa 2.2. esitetään Parkanossa sijaitsevat jätevesiviemäröinnin toiminta-alue, Kihniön siirtoviemäri, sijainniltaan tunnetut jätevedenpumppaamot sekä keskuspuhdistamo, jossa käsitellään kaupungin jätevedet (ELY-keskus_b 2015).



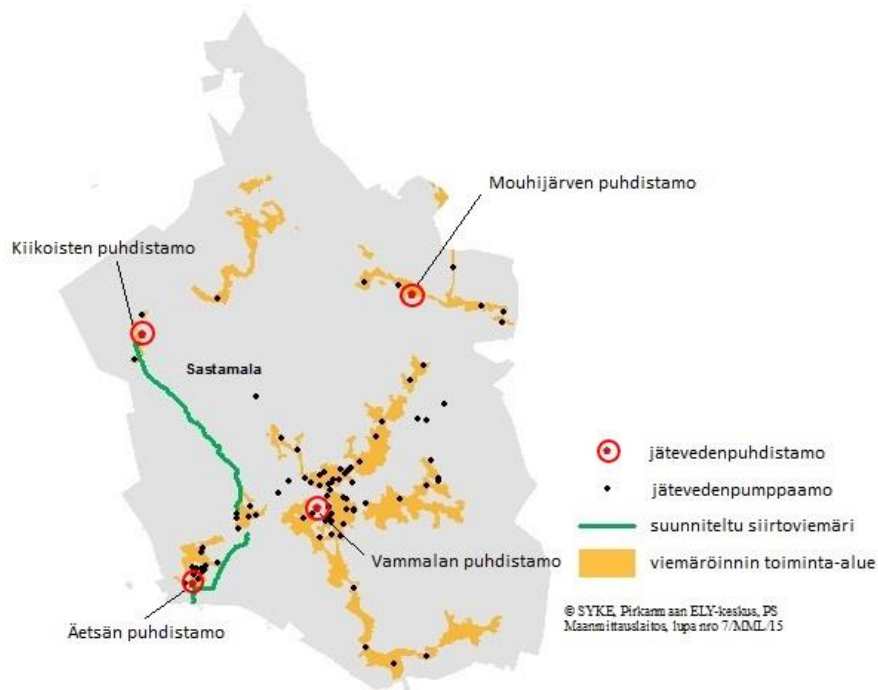
Kuva 2.2. Jätevesiviemäröinnin toiminta-alue, Kihniöstä tuleva siirtoviemäri, sijainniltaan tunnetut jätevedenpumppaamot sekä jätevedenpuhdistamo Parkanossa.

Sastamala

Sastamalan kaupunki on muodostettu kolmen kunnan – Vammalan kaupunki, Mouhijärven ja Äetsän kunnat – yhteenliittymänä vuonna 2009 (Koskinen 2009), ja vuonna 2013 Sastamalaan liitettiin vielä Kiikoisten kunta (Kiikoinen 2013). Kuntaliitosten vuoksi Sastamalan kaupungin jätevesiä käsitellään tällä hetkellä neljällä kunnan alueella toimivalla

jätevedenpuhdistamolla. Tulevaisuudessa Sastamalan jätevedet johdetaan alueelliselle puhdistamolle, Huittisten Puhdistamo Oy:n puhdistamolle Huittisten kunnan alueelle, ja nykyiset puhdistamot – Vammalan, Mouhijärven, Kiikoisten ja Äetsän jätevedenpuhdistamot – suljetaan (ELY-keskus_b 2015). Sastamalan alueella vesihuollosta huolehtii liikelaitos Sastamalan Vesi sekä 14 vesi- tai vesihuolto-osuuskuntaa (ELY-keskus_b 2015).

Sastamalan Kiikoisten alueella jätevesiviemärit on rakennettu vuoden 1980 jälkeen, ja hulevesiviemäristöä ei ole toistaiseksi rakennettu. Viemärit ovat muoviputkia. (Kiikoisten kunta 2004) Muualla Sastamalan alueella viemäriverkostojen rakentaminen aloitettiin varsinaisesti 1950-luvulla, mutta aiemmin oli jo rakennettu yksittäisiä viemäreitä (Yli-Mattila 2015). Viemäriverkoston putkista noin 88 % on muoviputkea ja loput betoniputkea (Velvet 2014). Hulevesiverkostoa on rakennettu Vammalan alueen keskustaajamaan (Sastamalan kaupunki 2010). Sastamalan jätevesiviemäröinnin toiminta-alue, suunnitteilla tai rakenteilla olevia siirtoviemäreitä, sijainniltaan tunnetut jätevedenpumppaamot ja jätevedenpuhdistamot ovat esitettyinä kuvassa 2.3.



Kuva 2.3. Jätevesiviemäröinnin toiminta-alue, suunnitteilla tai rakenteilla olevia siirtoviemäreitä, jätevedenpuhdistamot ja sijainniltaan tunnetut jätevedenpumppaamot Sastamalassa.

Viemäriverkoston liittymisprosentti on Sastamalan alueella Kiikoisten aluetta lukuun ottamatta noin 75 % (Sastamalan kaupunki 2010) ja Sastamalan Kiikoisten alueella noin 28 % (Kiikoisten kunta 2004). Nämä liittymisprosenttien erot kuvaavat hyvin yhteen liitettyjen kuntien aikaansaamaa vesihuollon alueellista poikkeavuutta Sastamalan kaupungin sisällä.

2.4.3 Jätevedenpumppaamot

Jätevettä ei aina ole mahdollista johtaa puhdistamolle viettoviemäreitä pitkin, jolloin linjoille tarvitaan pumppaamoita. Pumppaamolle ominaisia tekijöitä, jotka on otettava huomioon suunnitteluvaiheessa, ovat muun muassa pumppaamolle tuleva tilavuusvirta, pumpattava matka, geodeettinen nostokorkeus, pumpputyypin, pumppujen lukumäärä, pumpun ja sisäisen putkiston mitoitus, pumppaamon kokonaishäviöt, paineputkiston mitoitus, suurin sallittu käynnistystiheys, säiliön korkeus ja tarvittavat lisävarusteet (Grundfos_pumppuakatemia 2014).

Kunnallisen pumppaamon sijoittamispaikkaa valittaessa tarkastellaan maaperän soveltuvuutta ja pohjavesiolosuhteita, viemäröinnin teknisiä vaatimuksia, sähkön ja veden saatavuutta, kaavoitusta ja maisemallisia näkökohtia (Grundfos_pumppuakatemia 2014). Vaikka pumppaamon ylivuodot pitäisi pyrkiä ennaltaehkäisemään, olisi kuitenkin hyödyllistä tarkastella pohjavesiolosuhteiden lisäksi ylivuodon ohjautumissuuntaa mahdollisen ylivuodon haitallisten vaikutusten vähentämiseksi.

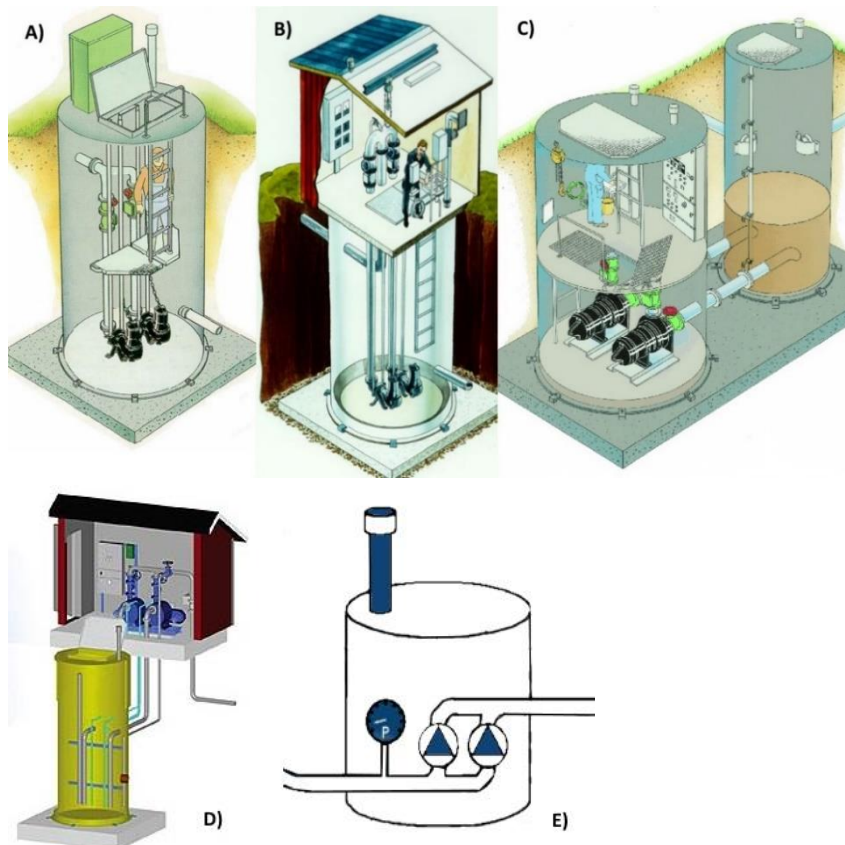
Pumppaamoita valmistetaan useampaa eri mallia. Niissä eroina ovat muun muassa käytetyt pumpputyypit – uppopumput tai kuiva-asennettavat pumput sekä pumppaamon viemä maanpäällinen tila. Kuvan 2.4 (A) pumppaamo on yleisimmin käytetty pumppaamomalli, jossa uppopumput lasketaan johdeputkia pitkin pumppaamon märkätilaan ja nostetaan ylös pumppua huollettaessa tai vaihdettaessa. Kuvan pumppaamossa on taittava hoitotaso, maanpäällinen ohjauskeskus ja ilmanvaihtohormi (Grundfos_b 2015). Kuvassa 2.4 (B) on mökkipumppaamo, jonka maanpäällisessä rakennuksessa voivat sijaita esimerkiksi venttiilit, ohjauskeskus, lämmityslaitteet ja vesipiste (Grundfos_b 2015).

Turvapumppaamossa (kuva 2.4, C) on erilliset tilat pumpuille ja jätevesille. Sama pumppaamosäiliö voi olla jaettu kahtia märkään ja kuivaan tilaan tai imukaivo on erillinen säiliö, kuten kuvassa. Turvapumppaamoon asennetaan uppopumput, jolloin pumput ovat vesitiiviitä eivätkä vaurioitu mahdollisen tulvatilanteen tapahtuessa, mutta niiden käyttö- ja huoltomukavuus ovat kuiva-asennettujen pumppujen mukaiset. Venttiilit ja ohjauskeskus ovat käsiteltävissä kuivassa tilassa. (Grundfos_b 2015) Vaikka kyseinen pumppaamo on nimeltään turvapumppaamo, puuttuu siltä pumppujen kuiva-asenteisuuden vuoksi uppopumpuille ominaisia vahvuuksia. Vedenalaisille uppopumpuille ei tarvita erillistä jäädytystä jäteveden jäädyttävän vaikutuksen vuoksi, mikä vaikuttaa pumppujen kestoon sallien useammat käynnistykset pumpun elinaikana verrattuna kuiva-asenteisiin pumppeihin (World Pumps 2006). Lisäksi pumppaamot vievät vähemmän tilaa ollen siten kustannustehokkaampia kuin kuivan tilan sisältävät pumppaamot (World Pumps 2006).

Kuvassa 2.4 (D) on maanpäällinen pumppaamo eli pumput ovat lämmitetyn rakennuksen sisällä, ja vain säiliö on maan alla. Tällaiseen pumppaamoon soveltuu hyvin itseimevä

pumppu, joka ilmaa itsensä, vaikka sen imuputken sisältö olisi valunut takaisin imukai-
voon. (Ulefos 2015)

Niin kutsuttujen matalaenergiapumppaamoiden (kuva 2.4, E) ensimmäinen kokeilukäyttö oli Grundfosilla vuonna 2007, josta alkaen kyseinen yritys on myynyt matalaenergiapumppaamoita Suomessa (Grundfos_a 2015). Nämä pumppaamot toimivat viemäriverkostossa paineenkorotusaseman tavoin, eli niissä ei ole erillistä säiliötä jätevesille, vaan edelliseltä pumppaamolta tuleva paineviemäri yhdistetään suoraan pumppujen imupuolelle. Matalaenergiapumppaamot asennetaan maahan upotettavaan säiliöön tai maanpäälliseen rakennukseen. Pumppaamoissa on käynnistys- ja pysäytysraja, jota alemman paineen virtaama ohittaa koko pumppaamon, ja pumppujen tuottoa säädetään automaattisesti tulovirtaaman paineen mukaisesti. (Grundfos_b 2015) Matalaenergiapumppaamoilla varustetussa siirtoviemäriissä suoritetaan huuhtelupumppaus noin kaksi kertaa vuorokaudessa tukkeutumien estämiseksi (Grundfos_a 2015). Matalaenergiapumppaamo voidaan ohjata esimerkiksi Grundfosin Dedicated Control -järjestelmällä, jolla on mahdollista ohjata yhtä aikaa kuutta pumppua. Matalaenergiapumppaamoita käyttämällä voidaan tuottaa tasainen virtaama puhdistamolle, ja nimensä mukaisesti pumppaamoita käyttämällä säästetään energiankulutuksessa 30–70 %. (Grundfos_b 2015)



Kuva 2.4. Erilaisia pumppaamoita: A) perinteinen uppopumppaamo, B) mökkipumppaamo, C) turvapumppaamo erillisellä imukaivolla, D) maanpäällinen pumppaamo, E) matalaenergiapumppaamo. (Grundfos_b 2015; Grundfos_pumppuakatemia 2014; Ulefos 2015).

Jätevedenpumppaamoilla olisi taloudellisesti kannattavampaa käyttää kahta eri tehoista pumppua kuin saman tehoisia pumppuja ja taajuussäädintä (World pumps 2006). Yleensä pumppaamoissa yksi pumppu on kerrallaan toiminnassa toisen ollessa varapumppuna (Grundfos_pumppuakatemia 2014), jolloin molempien on kuitenkin suoriuduttava yhtä suuresta tulovirtaamasta.

Jätevedenpumppaamoiden häiriötilanteiden tulvariskiін varaudutaan yleensä pumppaamoiden ylivuotorakenteilla (RIL 237-2-2010 2010, s. 114), joiden avulla viemärivettä johdetaan esimerkiksi läheiseen vesistöön, maastoon, hulevesiviemäriin tai varoaltaaseen odottamaan johtamista tai kuljettamista puhdistamolle. Pumppaamo voi olla varustettu ohipumppausyhteellä, jota pitkin jätevesi, jota ei ole mahdollista johtaa pumppaamolta eteenpäin, voidaan ottaa talteen suoraan loka-autoon tai ohipumppauskonttiin (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2011). Suurin osa ylivuotorakenteista – noin 95 % – sijaitsee pumppaamon tulokaivossa (etukaivossa). Tulokaivoon liittyy yleensä 1–5 tulolinjaa, ja siitä johtaa yksi lähtevä linja pumppaamolle, jolloin jätevesi kulkee pumppaamon säiliöön tasaisempina virtana. Tulokaivo sijaitsee keskimäärin 2–3 metrin päässä varsinaisesta pumppaamosta. (Grundfos_a 2015) Tulokaivossa ylivuotorakenteena on ylivuotoputki tai -kynnys, ja rakenne voi olla kiinteä tai ylivuotoreunan korkeudelta säädettävä (RIL 237-2-2010 2010, s. 114).

Jos pumppaamolla ei ole tulokaivoa, niin mahdollinen ylivuotoputki on pumppaamossa. Ylivuotoputket ovat betonisia tai muovisia – tulokaivon tai pumppaamon materiaalin mukaisesti. (Grundfos_a 2015) Kuvassa 2.5 on esimerkki jätevedenpumppaamon ylivuotoputkesta. Pumppaamo on valmistettu lujitemuovista, ja ylivuotoputki on selkeästi näkyvässä. Hoitotaso ei ole näköesteenä. (Grundfos_a 2015)



Kuva 2.5. Jätevedenpumppaamon ylivuotoputki. (Grundfos_a 2015)

Matalaenergiapumppaamoissa ei ole tulokaivoja eikä ylivuotorakenteita. Jätevedet pyritään johtamaan puhdistamolle asti, jossa normaalivirtaamaa suuremmat jätevesimäärät

voisi olla mahdollista johtaa esimerkiksi tasausaltaaseen odottamaan käsittelyä. Siirtoviemäriinlinjan matalaenergiapumppaamoiden pumput voidaan mitoittaa siten, että maksimivirtaamatilanteessa kaksi pumppua on käynnissä yhtä aikaa. Tällöin toisen rikkoutuessa tai jostain muusta syystä voi aiheutua tarve aikaansaada ylivuoto verkostosta, jolloin voidaan esimerkiksi tehdä hallittu ylivuoto, parhaimmillaan varoaltaaseen, siirtoviemäriinlinjan lähtöpäässä olevalta asutusalueen kokoojapumppaamolta. Pitkälle siirtoviemäriinlinjalle voidaan sijoittaa myös varoallas, jonne jätevesiä johdetaan häiriötilanteessa, ja pumpataan takaisin linjalle tilanteen normalisoiduttua. (Grundfos_a 2015)

Jos ylivuotoputki johtaa suoraan ojaan tai vesistöön, ylivuotoputkessa voidaan käyttää takaisinvirtauksen estona esimerkiksi WaStop®-venttiiliä, joka on joustava kuminen kalvo päästäten virtauksen vain toiseen suuntaan ja estäen vesistöjen tulvatilanteessa veden sisäänpääsyn pumppaamolle. Jos pumppaamolla ei ole takaisinvirtauksen vaaraa, ylivuotoputkessa on vain myyräläppä/pieneläinläppä. (Grundfos_a 2015; WaStop 2015)

Pumppaamoiden toimintaa voidaan ohjata ja valvoa kaukovalvontajärjestelmillä, joiden laitteistot ja ohjelmistot voivat vaihdella kohdekohtaisesti. Ohjelmistona käytetään esimerkiksi valmista valvomo-ohjelmaa (SCADA – Supervision, Control and Data Acquisition), johon on räätälöity kohteeseen sopiva sovellusohjelma. Tiedonsiirto pumppaamoilta puhdistamoille valvontaohjelmien käyttöön on aiemmin tapahtunut kiinteiden kaapeleiden välityksellä, mutta nykyisin siirto tapahtuu enimmäkseen langattomasti radiomodeemin tai dataverkon kautta. (RIL 237-1-2010 2010, s. 161–163)

Pumppaamoilla voi olla erilaisia pumppujen ohjausjärjestelmiä, jotka voidaan integroida erilaisiin pumppujen kaukovalvontajärjestelmiin (Syspoint 2015). Esimerkiksi Grundfosin ELSA-DC (Dedicated Controls) on ohjausjärjestelmä, jolla voidaan ohjata 1–6 pumppua tai taajuusmuuntajaa kerrallaan, ja jonka avulla pumppujen automaattinen energiaoptimointi ja käyttäjän määrittelemien hälytysten tuottaminen on mahdollista. Virtaaman laskenta kyseisessä mallissa tapahtuu paineanturin avulla. (Grundfos_c 2015)

Pumppaamoiden kaukovalvonnan tavoitteet ovat karkeasti jaoteltuina pumppaamoiden toiminnan, jäteveden virtaaman, ylivuodon, tasausaltaiden tilavuuden ja siirtoviemäreiden vuodon valvonta sekä vuotoveden ja energiankäytön seuranta (RIL 237-1-2010 2010, s. 168). Valvonta- ja ohjausjärjestelmiä on asennettu yleisesti vain merkittävimmiin koettiin pumppaamoihin, ja pienimmillä pumppaamoilla saattaa olla edelleen käytössä punainen lamppu osoittamaan ongelmatilannetta (Syspoint 2015).

Ylivuodon mittaustarkkuus on hankalasti määriteltävissä, jos mittaus perustuu siihen tietoon, mitä tiedetään pumppaamon tilanteesta ennen ylivuodon tapahtumista – tulovirtaama, säiliötilavuus, pinnankorkeus. Ylivuotolanteessa pinnankorkeus ei enää muutu eikä käytetyllä järjestelmällä voida määrittää, kuinka paljon jätevettä tulee lisää pump-

paamoon. Ylivuodon mittaukseen käytetään yleisesti pinnanmittausta, ja toisinaan on lisäksi ylivuodon ilmoitusta varten ylimääräinen kytkin. Jos varsinainen pinnanmittaus keskeytyy esimerkiksi sähkökatkon tai toimintahäiriön vuoksi, varmistamassa voi olla vielä pintakytkimenä toimiva kelluke, ja hälytys on akkuvarmistettu. (Syspoint 2015)

Automaatiojärjestelmillä voidaan pumppaamoilla ohjata muun muassa taajuusmuuttajaa tasoittamaan virtaamaa ja paineviemärin paineiskuja, aikatauluttaa huuhtelupumppauksia sekä ohjata mahdollisen ylivuototasausaltaan pumppausta syöttäen ylivuotanut jätevesi viemäriin sopivana ajankohtana. (RIL 237-1-2010 2010, s. 168–169) Sulkemalla pumppaamon pumput kauko-ohjauksella automaattisesti ongelmatilanteen yhteydessä on mahdollista aiheuttaa ylivuoto viemäriverkostossa pumppaamolta, josta ylivuoto aiheuttaisi vähemmän haittavaikutuksia kuin edempänä verkostossa olevalla pumppaamalla, jolta ylivuoto olisi odotettavissa esimerkiksi havaitun laiterikon vuoksi (Syspoint 2015).

2.4.4 Siirtoviemärit

Viemäriverkostoissa siirtoviemärit ovat runkoviemäriinjoja, joilla johdetaan yhdyskuntajätevettä viemäriverkostosta kauempana sijaitsevaan jätevedenpuhdistamoon. Siirtoviemäriin voi liittyä sen matkalla useampiakin verkostoja, ja siirtoviemäreissä voi olla sekä vietto- että paineviemäriolosuhteita. Paineviemäriolosuuden pituuteen, tavallisesti 2–6 km, vaikuttavat muun muassa linjapumppaamoiden pumpuilta vaadittava nostokorkeus, rakentamiskustannukset, paineiskujen suuruus ja hajuhaittojen hallintatavoitteet. (RIL 237-2-2010, s. 60)

Pirkanmaalla on rakenteilla uusia siirtoviemäriinjoja ja merkittäviä siirtoviemäreitä on valmistunut lähiaikoina (Pirkanmaan ELY-keskus 2014). Yksi merkittävimmistä meneillään olevista siirtoviemärihankkeista on Sastamalan Vammalan ja Huittisissa sijaitsevan Huittisten jätevedenpuhdistamon välille rakennettava siirtoviemäri. (Joensuu 2015; Pirkanmaan ELY-keskus 2014). Huittisten puhdistamo on kolmen kunnan – Huittisten, Sastamalan ja Punkalaitumen – yhteisomistuksessa (Huittisten puhdistamo Oy 2015). Keskitämällä jätevesien käsittelyä tavoitellaan aiempaa parempaa jätevesien kokonaispuhdistustulosta (Pirkanmaa 2015). Lisäksi yhteispuhdistamon purkupuutteesta käsitelty jätevesi päättyy Kokemäenjokeen virtaamasuunnassa vasta Turun tekopohjavesilaitoksen vedenottoaikan jälkeen (Pirkanmaa 2015). Muutama merkittävä siirtoviemäri on listattuna taulukkoon 2.3.

Taulukko 2.3. Merkittäviä siirtoviemäreitä tai siirtoviemärihankkeita Pirkanmaalla. Viemäreiden pituudet on pyöristetty tasaluvuiksi. (ELY-keskus_b 2015; Hakala 2015; Joensuu 2015; Kangasala 2014; Lähteenmäki 2015; Pirkanmaan ELY-keskus 2014; Pitkämäki 2015; Salmentausta 2015)

Siirtoviemäri	Pituus (km)	Valmistusvuosi	Pumppaamoiden lkm	Kommentti
Sastamala Vammala-Huittinen	24	2016	4	matalaenergiapumppaamoita; ensimmäinen pumppaamo Vammalan nykyisen jätevedenpuhdistamon viereen; yksi pumppaamoista on päälinjan sivuhaaran pumppaamo, joka pumppaa siirtoviemäriin nykyiselle Äetsän puhdistamolle tulevat jätevedet
Sastamala Kiikoinen-päälinja	23	-	7	suunnitteilla
Vesilahti-Lempäälä	9	2008	6	jätevedet käsiteltäviksi Lempäälän puhdistamolle
Ylöjärvi-Rahola	3	1973–1975	1	suurin osa Ylöjärven jätevesistä Tampereelle Raholan puhdistamolle; ei ulotu puhdistamolle asti, vaan yhdistyy Tampereen verkostoon Ylöjärven ja Tampereen rajan tuntumassa
Kangasala-Tampere	17	2011	4	Kangasalan jätevesistä valtaosa käsiteltäviksi Tampereen Viinikanlahden puhdistamolle
Kihniö-Parkano	32	2012	12	jätevedet käsiteltäväksi Parkanon jätevedenpuhdistamolle; Kihniön vanhan jätevedenpuhdistamon tulopumppaamo on yksi pumppaamoista
Vilppula-Mänttä	24	2008	5	jätevesiä puhdistettaviksi Mäntän Puhdistamo Oy:n jätevedenpuhdistamolle
Killinkoski-Virrat	22	2011	5	Virtain kaupungin sisäinen keskuspuhdistamolle johtava siirtoviemäri; linjan valmistuttua Killinkosken puhdistamo suljettiin
Punkalaidun-Huittinen	18	2012	7	jätevedet Huittisten puhdistamolle
Juupajoki-Orivesi	16	2011	4	Juupajoen Korkeakosken viemäriintialueen jätevedet Oriveden Tähtiniemen puhdistamolle
Aitoo-Sappee-Pälkäne	14	2012	5	Pälkäneen kunnan sisäinen; Pälkäneen kirkonkylän jätevedenpuhdistamon saneerauksen valmistuttua Sappeen ja Aitoon alueen jätevedet johdetaan kyseiselle puhdistamolle

Yksi taulukon siirtoviemäreistä, Sastamalan Kiikoisten puhdistamolta lähtevä, on vasta suunnitteilla. Kyseessä on kuitenkin valmistuttuaan pituudeltaankin merkittävä siirtoviemäri.

2.4.5 Vuotovesikertoimet

Erillisviemäröityjen verkostojen jätevesiviemäreissä virtaisi tavoitellussa tilanteessa vain talous- ja teollisuusjätevettä. Viemäriin päätyy kuitenkin niin sanottua vuotovettä maaperästä suotautumalla (infiltration) viallisten putkien, putkiliitosten, kytkentöjen ja tarkastuskaivojen seinämien halkeamien kautta sekä suoraan virtaamalla (inflow) muun muassa tarkastuskaivojen kansien aukoista, rakennusten sadevesijärjestelmistä, perustusten kuivatusvesiviemäreistä sekä mahdollisesti hulevesi- ja jätevesiviemäreiden välisistä risitiinkytkennoistä (EPA 2014). Mainitut erillisviemäröinnin alueella esiintyvät kiinteistöjen luvattomat sadevesi- ja perustusten kuivatusvesiliitynnät lisäävät puhdistamoille johdettavan viemäriveden määrää runsaiden sateiden aikana (RIL 237-1-2010, s. 153) haitaten verkostojen kunnon arviointia vuotovesimäärien perusteella. Lisäksi kiinteistöjen tonteilla sijaitsevat kytkennät voivat olla merkittävimpiä portteja viemäristöön suotautuvalle pohjavedelle (Ellis & Bertrand-Krajewski 2010, s. 7).

Vuotovesien määrät ovat luonnollisesti riippuvaisia sademääristä. Runsaat vuotovesimäärät voivat johtaa ylivuotoihin jätevedenpumppaamoilla ja ohituksiin puhdistamoilla toimintojen kapasiteettien ylittyessä. Näiden ongelmien lisäksi vuotovesien määrää voidaan pitää liiallisena, jos vuotovedet sisältävän viemäriveden johtamisen ja käsittelyn kustannukset ylittävät vuotovesien ehkäisyn kustannukset, sekä erityisesti, jos vuotovedet aiheuttavat riskin ihmisten terveydelle tai ympäristölle (EPA 2014).

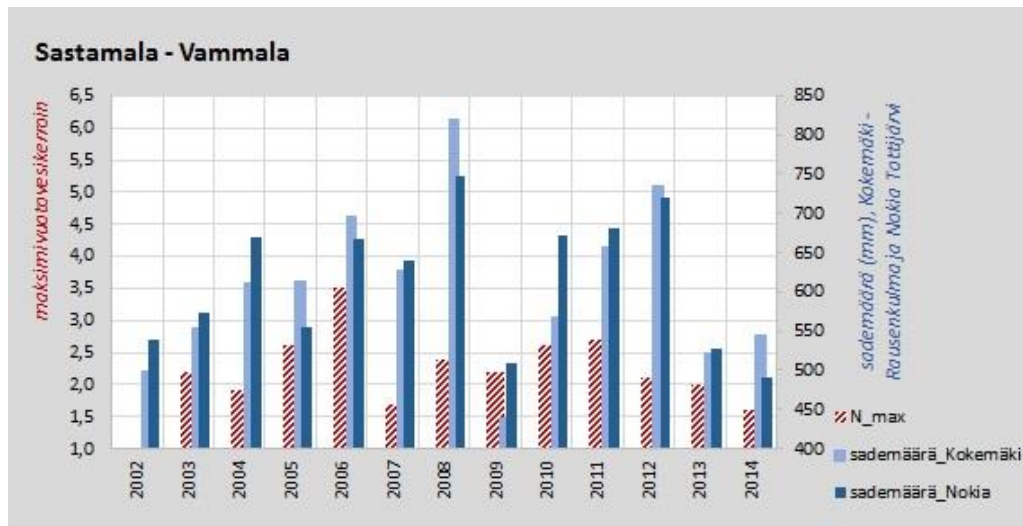
Viemäriverkostojen vuotovesimääriin vaikuttavat muun muassa käytetyt putkimateriaalit, työn laatu rakennettaessa verkostoa liitännöineen, verkoston ikä, verkoston ylläpitoikäytännöt, asukastiheys, pohjaveden korkeusasema verkostoon nähden sekä maahan imeytyvään sademäärään vaikuttava maaperän laatu (Metcalf & Eddy, Aecom 2014, s. 201–202). Vuotovesiä voidaan ehkäistä muun muassa käyttämällä soveltuvimpia putkia ja tiivistemateriaaleja sekä vedenpitäviä tarkastuskaivojen kansia, sijoittamalla tarkastuskaivot harkitusti ja tarkistamalla kiinteistökohtaisia liityntöjä (Bizier 2007, s. 180). Viemäröinnin paras käyttökelpoinen tekniikka, ammattitaitoinen putkien ja järjestelmien asentaminen sekä verkoston kunnon tarkkailu ja ylläpito ovat oleellisia tekijöitä.

Vuotovesiä ehkäisevät toimenpiteet ehkäisevät myös viemäriputkien vuotoja maaperään sekä niiden aiheuttamia uhkia talousvesilähteille ja ihmisten terveydelle (Metcalf & Eddy, Aecom 2014, s. 204). Enimmäkseen julkisuudessa käsitellään viemäreiden vuotovesiä, jolloin vuoto suuntautuu viemäriin sisäänpäin. Sen sijaan viemäreiden vuodot ulospäin ovat saaneet hyvin vähän huomiota Euroopan tasolla (Ellis & Bertrand-Krajewski 2010, s. 6). Viemäriverkosto, johon kertyy paljon vuotovesiä, voi vuotaa myös merkittävästi ulospäin pohjaveden korkeuden ollessa alhainen eli vuotovesille päinvas- taisessa tilanteessa (Metcalf & Eddy, Aecom 2014, s. 204). Putkesta vuotavat jätevedet voivat seurata putkikaivantoa, ja vesilähteiden on todettu saastuneen tällaisen vuodon vuoksi jopa 300 metrin päässä vuotokohdasta (Metcalf & Eddy, Aecom 2014, s. 204).

Vuotovesimääriä voidaan laskea ja määritellä eri tavoin. Sekaviemäröidyllä alueella lasketut luvut sisältävät varsinaisten vuotovesien lisäksi hulevedet. Suomessa vuotovesien seurantaan käytetään muun muassa vuotovesikerrointa (Vesi- ja ympäristöhallitus 1986) ja vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmä Venlassa määriteltyä vuotovesiprosenttia (Rontu 2015). Näistä vain vuotovesikerrointa käytetään valvontatarkoituksissa (Tuominen 2015). Vuotovesiprosentti tarkoittaa vuotovesimäärän prosentuaalista osuutta puhdistettavaksi johdettavasta jätevedestä, ja sen laskemisessa hyödynnetään lasketun talousveden määrää (Rontu 2015).

Vuotovesikerroin N_v lasketaan jätevedenpuhdistamolla jakamalla koko vuoden keskivirtaama [m^3/d] pienimmällä neljän peräkkäisen viikon keskivirtaamalla [m^3/d]. Maksimivuotovesikerroin N_{max} puolestaan määritetään jakamalla suurin kahdeksan peräkkäisen viikon keskivirtaama [m^3/d] pienimmällä neljän peräkkäisen viikon keskivirtaamalla [m^3/d]. Maksimivuotovesikertoimen on määritelty kuvaavan viemäriverkoston kuntoa sen ollessa hyvä, jos $N_{max} < 2$, kohtalainen arvolla 2,0–2,5, tyydyttävä arvolla 2,5–3,0 ja huono, jos arvo on $> 3,0$. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarjan vuotovesien vähentämistä käsittelevässä julkaisussa (1986) todetaan vuotovesikertoimia käytetyn verkostojen toimivuuden seurannassa noin vuodesta 1981 alkaen.

Eri paikkakunnilla viikoittaiset ja vuosittaiset sademäärät eroavat toisistaan, ja niiden vaiuttaessa vuotovesimääriin eri paikkakuntien vuotovesikertoimia ei voida suoraan verrata toisiinsa. Lisäksi vuotovesikertoimien vertailua haittaavat verkostojen eri pituudet tarkasteltavilla alueilla, jolloin laajemman verkoston alueella vuotovesien potentiaalinen määrä on suurempi. Kuvassa 2.6 on esitettyä Sastamalan Vammalan jätevedenpuhdistamon maksimivuotovesikertoimia ja alueen vuosittaisia sademääriä vuosilta 2002–2014. Lempäälän, Parkanon ja Sastamalan Äetsän vastaavat kuvaajat ovat liitteessä B. Sademäärät on mitattu lähimmiltä havaintoasemilta, jotka poikkeuksetta sijaittivat tarkasteltavien kuntien naapurikunnissa. Näkyville on laitettu kahden havaintoaseman sademääriä, jotta paikkakuntaiset erot ovat nähtävillä. Siten Lempäälän, Parkanon ja Sastamalan sademäärät todennäköisesti poikkeavat hieman havaintoasemien sademäärästä.



Kuva 2.6. Sastamalan Vammalan jätevedenpuhdistamon maksimivuotovesikerroimet ja lähimpien havaintoasemien vuosittaiset sademäärät vuosilta 2002–2014 (Ilmatieteenlaitos 2015; VAHTI 2015)

Maksimivuotovesikerroimet Sastamalan Vammalan alueella eivät kasva säännönmukaisesti sademäärien kasvaessa. Tämä aiheutuu mahdollisesti osaltaan runsaiden viemäriveresimäärien aiheuttamista ylivuodoista jätevedenpumppaamoilla, jolloin virtaama ei kasva merkittävästi jätevedenpuhdistamolla, jonka virtaamista vuotovesikerroin lasketaan. Tähän viittaa myös puhdistamovierailuilla selvitetty tilanne, jonka mukaan Sastamalassa ei suoriteta juurikaan ohituksia puhdistamoilla, vaan runsaiden viemäriveresien aikana kapasiteetin ylittävät jätevedet poistetaan verkostosta pumppaamoylivuotoina sulkemalla pumppaamoiden pumppuja (Puhdistamovierailu_Vammala, Äetsä 2015).

Lempäälässä puolestaan verkoston pumppaamoiden kapasiteetti riittää runsaiden viemäriveresimäärien aikana hyvin, mutta ohituksia joudutaan tekemään puhdistamolla (Puhdistamovierailu_Lempäälä 2015). Siten liitteessä B olevassa Lempäälän vastaavassa kuvaajassa vuotovesikerroimet kasvavat sademäärien kasvaessa – vuotta 2008 lukuun ottamatta. Parkanon ja Sastamalan Äetsän puhdistamoiden kuvaajissa puolestaan ei ole nähtävissä juuri lainkaan yhteyttä sademäärien ja vuotovesikerroimien välillä.

Vuotovesikerroimen laskutavan vuoksi satunnaisena syynä vuotovesikerroimen pienuuteen voi olla vuosi, joka on ollut kokonaisuutena sateinen ja sateet ovat jakautuneet suhteellisen tasaisesti koko vuodelle. Jos vuosi on ollut vähäsateinen, puhdistamolta mitatut vuotovesikerroimet voivat antaa verkoston kunnosta todellisuutta positiivisemmän kuvan. Viemäriverkostosaneerauksen positiiviset vaikutukset voivat näkyä erityisesti tarkastellun ajanjakson viimeisien vuosien kohdalla, mutta muun muassa paikallisten sademäärätilastojen puuttuessa havaintoasemien sijoittelun vuoksi, vuotovesikerroimia ei voida luotettavasti verrata vuosittaisiin sademääriin. Kaiken kaikkiaan vuotovesikerroimien tarkastelu puhdistamoiden vuosittaisissa kuormitus- ja käyttötarkkailuissa sekä ympäristölupapäätöksissä vaikuttaa kyseenalaiselta, jos vastaavuutta vuotovesikerroimien ja

vuotovesien välillä ei pystytä osoittamaan. Asiaa voisi tutkia tarkempien sademäärätietojen, luotettavien pumppaamo- ja viivotietojen, putkistojen virtaamatietojen, pohjavedenpinnan mittauksen ja virtaamamallinnusten avulla.

2.4.6 Viemäriverkoston saneeraustarve

Maa- ja metsätalousministeriön vuonna 2008 toteuttaman selvityksen mukaan viemäreistä oli saneerattu edeltävinä vuosina noin 0,6 % vuosittain eli koko Suomessa noin 270 km viemäreitä vuodessa. Kyselyn mukaan huonojen ja erittäin huonojen viemäreiden osuus koko verkostosta oli 12 %, ja saneerausmääriä ei pidetty riittävinä. (FCG Planeko Oy 2008, s. 8–9)

Suomessa vesihuollon infrastruktuuri on arvoltaan noin 10 miljardia, josta vesijohto- ja viemäriverkostojen osuus on noin 70–80 %. Verkostojen ylläpidosta ja kunnostuksesta ei ole huolehdittu, ja saneerausvelkaa on kertynyt. (Mykkänen 2013)

Maa- ja metsätalousministeriön vesihuoltoverkostojen nykytilaa ja saneerausta koskevan selvityksen (FCG Planeko Oy 2008) mukaan lähivuosien (2015–2020) viemäriverkoston saneeraustarpeeksi arvioidaan valtakunnallisesti 900 km/a, eli kolminkertainen määrä aiempaan nähden, ja sitä seuraavien vuosien tarpeeksi 600 km/a. Vuonna 2006 viemäriverkostosaneerausten kustannukset ovat olleet noin 160–210 €/m. Tarvittavan saneerausmäärän arvioidaan kasvattavan vesihuollon vuotuisia kustannuksia 15–20 %, minkä oletetaan vaikuttavan vesimaksuihin, ellei investointien väheneminen ja omistajille suunnattujen tuloutusten vähentäminen vähennä korotustarvetta.

Vuonna 2011 on arvioitu Suomessa käytettävän vesihuollon korjaus- ja korvausinvestointeihin vuosittain 120 000 euroa. Vesilaitosyhdistyksen mukaan saneerausvolyyymi pitäisi olla kuitenkin 300–360 000 euroa vuodessa eli samoin kolminkertainen. Nykyiset vuosittaiset saneeraukset ovat riittämättömiä verkostojen ikääntyessä. (Mykkänen 2013)

Kuntien vesihuollon kehittämissuunnitelmista suurimmassa osassa käsitellään viemäriverkoston saneeraustarvetta käsittelytarkkuuden vaihdellessa. Osa Pirkanmaan kunnista on laatinut saneerausohjelman, ja vuosittaiset saneerausten vaatimat kustannukset on laskettu tuleville vuosille. Kehittämissuunnitelmista löytyy maininta vesimaksujen korotustarpeesta kustannusten kattamiseksi, mutta löytyy myös maininta, jonka mukaisesti saneerauksia suoritetaan vuosittain valtuuston myöntämien määrärahojen puitteissa. Saneerauksia suunnitellaan yleisesti toteutettavan saneeraussuunnitelman mukaisesti, pistekorjauksina ongelmien ilmetessä, katusaneerauksien yhteydessä ja/tai vuotovesiselvityksissä esiin tulevien tarpeiden mukaisesti.

Saneeraustarvetta on perinteisesti arvioitu putkimateriaalin, asennusvuoden ja putkelle määritellyn käyttöiän avulla, mutta merkittävä vaikuttaja on paikallinen maaperä, jonka

laatu ja ominaisuudet on osattava ottaa huomioon (Välisalo et al. 2013). Saneerausten kohdentamista on mahdollista arvioida muun muassa häiriöiden todennäköisyyksiä kuvaavilla malleilla sekä häiriöiden seurauksia kuvastavilla putkikohtaisilla kriittisyysluokituksilla (Laakso_b 2015).

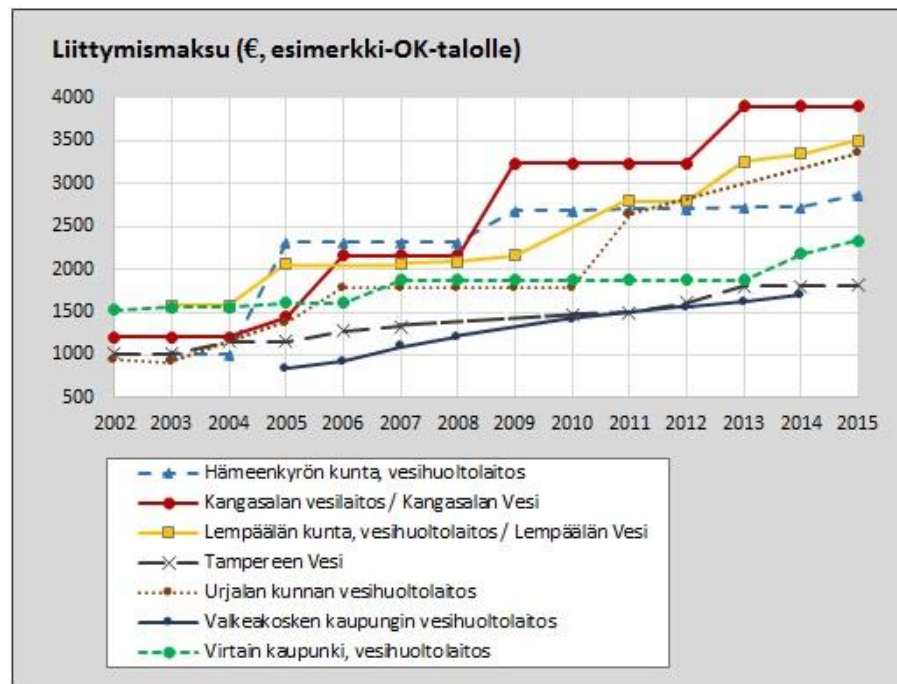
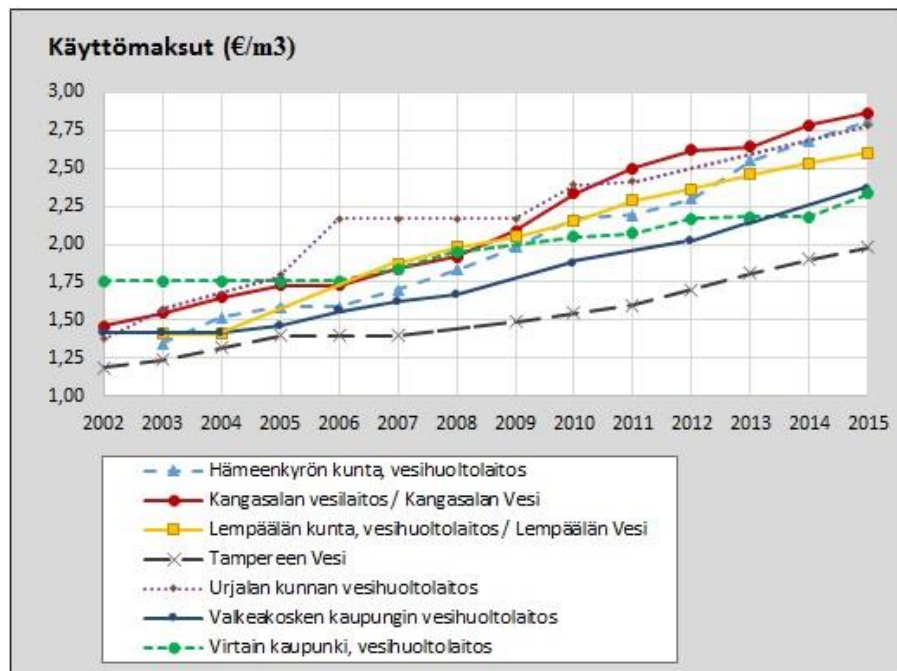
Pirkanmaan vesihuollon kehittämissuunnitelmassa (ELY-keskus_b 2015, Taulukko 47, s. 46) viemäriverkoston saneeraustarvetta tarkastellaan laskuttamattoman jäteveden avulla. Pirkanmaan puhdistamoille vuonna 2011 tulleesta jäteveden keskivirtaamasta on vähennetty laskutetun jäteveden (käytännössä talousveden) määrä, jolloin on saatu laskuttamattoman jäteveden osuus. Tämä laskuttamaton jätevesi sisältää kuitenkin vuotovesien ohella sekaviemäroinnin hulevesiä. Laskuttamattoman jäteveden osuus on vaihdellut selvityksen mukaan Pirkanmaan kunnissa välillä 15–62 % keskiarvon ollessa 37 %. Prosenttilukujen perusteella vuotovesiä pääsee viemäriverkostoon ja kuntien kesken verkostojen saneeraustarpeessa on merkittäviä eroja.

Viemäriverkostoja saneerataan Suomessa pääasiassa aukikaivamalla (FCG Planeko Oy 2008, s. 11). Kaivamattomina saneerausmenetelminä käytetään muun muassa sukkasujutusta, pätkäsujutusta, muotoputkisujutusta, pakkosujutusta ja elementtivuorausta (Katko 2013, s. 145). Viemäriputkien asentamisessa on aikanaan tehty usein puutteellisia täyttöjä kaivannoille, ja niistä on aiheutunut putkirikkoja ja putkien painaumia (FCG Planeko Oy 2008, s. 15). Tällaiset täyttövirheet voidaan korjata aukikaivamalla tehtävän saneerauksen yhteydessä.

Esimerkkinä toteutetuista saneerauksista Parkanossa viemäriverkostoa on uusittu sujuttamalla noin 1,3 km (noin 1,2 % Parkanon viemäriverkostosta Kihniö-Parkano -siirtoviemäri mukaan lukien) vuosien 2008–2012 aikana, rakennettu 200 m hulevesiverkostoa sekä uusittu kolme pumppaamoja ja vuotavia kaivoja (AVI_Parkano 2014). Parkanon jätevedenpuhdistamon ympäristöluvassa (2014) edellytetään viemäriverkoston kunnostamista vuosittain vuosille 2013–2020 laaditun kunnostamissuunnitelman mukaan (Parkanon kaupunki 2014). Tämän perusteella vuonna 2014 betoniviemäreitä saneerattiin sujuttamalla yhteensä 1,3 km ja vaihdettiin 27 betonikaivon tilalle muovikaivo.

Vuonna 2015 Pirkanmaan kuntien jätevesimaksuissa on merkitseviä kuntakohtaisia eroja. Esimerkiksi jäteveden käyttömaksu on Tampereen vedellä 1,98 €/m³ ja Oriveden kaupungin vesihuoltolaitoksella 4,15 €/m³. Viemäriverkoston liittymismaksu on esimerkiksi OK-talolle (omakotitalolle) Mäntän Kaukolämpö Oy:llä 832 € ja Kangasalan Vedellä 3900 €. Perusmaksu on Pälkäneen kunnan vesihuoltolaitoksella esimerkki-OK-talolle 31 €/vuosi ja Sastamalan vedellä 126 €/vuosi. (VVY_a 2015) Maksuissa ovat mukana arvonnalisäveroprosentit sekä hulevesimaksut, koska kaikki kunnat eivät vielä erittele hulevesi- ja jätevesimaksuja. Kaikilla vesihuoltolaitoksilla ei ole ollut tähän asti perusmaksua käytössä lainkaan, ja esimerkiksi Nokian Vesi Oy on ottanut Nokian kaupungissa perusmaksun käyttöön vasta vuonna 2015 (Nokian Uutiset 2015).

Jos tarkastelee jäteveden käyttömaksujen ja viemäriverkoston liittymismaksujen kehittymistä vuodesta 2008 vuoteen 2015 asti Pirkanmaalla, ovat käyttömaksut kasvaneet keskimäärin 39,8 % (19,5–57,1 %) ja liittymismaksut kasvaneet keskimäärin 54,3 % (23,6–88,5 %) (VVY_a 2015). Nämä luvut ovat kunnista, jotka ovat raportoineet maksut Vesilaitosyhdistykselle kyseisiltä vuosilta, eli Hämeenkyröstä, Kangasalta, Lempäälästä, Urjalasta, Virroilta ja Ylöjärveltä (VVY_a 2015). Koska kuluttajahintaindeksi on vuosina 2009–2014 noussut maltillisesti (0 %, 1,2 %, 3,4 %, 2,8 %, 1,5 % ja 1,0 %) (SVT 2015), on maksuja korotettu kyseisissä kunnissa saneeraustarpeen suhteen merkitsevästi. Oman tarkastelunsa vaatisi se, onko rahoja kohdennettu riittävästi viemäriverkoston – putket ja pumppaamot – saneeraukseen. Kuvassa 2.7. havainnollistetaan muutaman Pirkanmaan kunnan jätevesimaksujen – käyttömaksu ja liittymismaksu – kehittymistä.



Kuva 2.7. Jäteveden käyttömaksuja ja viemäriverkoston liittymismaksuja Pirkanmaan kunnissa. Maksut sisältävät arvonlisäveron ja hulevesimaksut. Tilastossa on käytetty samaa etukäteen määritellyä esimerkki-OK-taloa maksun määrittämisessä. (Lempäälän kunta_a 2015; Kotalampi 2015; Valkeakoski 2015; VVY_a 2015)

Käyttömaksujen kuvaajasta voidaan havaita tarkasteltavan ajanjakson alkuvuosilta muuttaman kunnan kohdalla maksujen pysymistä samoina vuodesta toiseen, mutta vuodesta 2009 eteenpäin kaikissa kunnissa maksuja on nostettu tasaisemmin. Liittymismaksuja ei ole korotettu yhtä usein kuin käyttömaksuja, mutta kertakorotukset ovat olleet monissa kunnissa suuria. Liittymismaksut ovat vesilaitosten tulolähteinä kiinteistökohtaisina mak-

suina kertaluonteisia, joilla katetaan toiminnan kuluja – muun muassa uusien viemäriverkostojen rakentamista ja vanhojen saneerausta. Näitä kuvaajia voisi analysoida tarkemmin tutkien esimerkiksi maksujen suuruutta suhteessa kuntien maapinta-alaan, asukaslukuun sekä viemäriverkoston laajuuteen ja ikään.

Viemäriverkostojen saneerausta estää rahan puutteen ohella saneerausyritysten haluttomuus ryhtyä yksittäisiin pieniin saneeraushankkeisiin, jotka voivat olla yritykselle kannattamattomia. Lisäksi menetelmäsaneeraajia, eli kaivamatta saneeraavia, on liian vähän. Asiantuntijat suosittelvatkin pienten vesilaitosten tekevän yhteistyötä, jotta saneerausyrityksille voidaan tarjota suurempia kokonaisurakoita. (Mykkänen 2013)

2.5 Jätevedenpuhdistamot

Yleisin yhdyskuntajätevesien puhdistusmenetelmä Suomen jätevedenpuhdistamoilla on biologis-kemiallinen rinnakkaissaostus, jolloin eloperäisten aineiden poisto tapahtuu biologisesti ja fosfori poistetaan käyttämällä rauta- tai alumiinipohjaista saostuskemikaalia (Säylä & Vilpas 2010, s. 9). Biologisena menetelmänä käytetään jo vuonna 1914 maailmanlaajuisesti esiteltyä aktiivilieteprosessia, jossa hyödynnetään orgaanisen materiaalin aerobiseen stabilointiin kykenevää aktivoitua mikrobimassaa, ja joka on pohjimmiltaan aerobinen prosessi voiden sisältää kuitenkin anoksisia ja aerobisia vaiheita (Metcalf & Eddy 2014, s. 701–702).

Jätevedenpuhdistamoiden jätevedenkäsittelyprosessia pidetään edelleen pääasiassa prosessina, jossa jäteveden sisältö nähdään kokonaisuutena jätteenä kierrättämättä ja käyttämättä uudelleen sen komponentteja. Kannattavampaa olisi muuntaa tämä lineaarinen jätevedenkäsittelyprosessi prosessiksi, jossa jätevesi nähdään raaka-aineena eikä jätteenä, ja jossa otetaan talteen resursseja prosessin eri vaiheissa. Tällöin jätevedenpuhdistamoa voitaisiin pitää tuotantolaitoksena, joka tuottaa muun muassa puhdasta vettä, typpi- ja fosforilannoitteita, maanparannusaineita sekä energiaa lämmön ja sähkön muodossa. Tällaisen laitoksen kustannustehokkuuden vuoksi jäteveden ei olisi hyvä laimentua ja jäähtyä liikaa, mitä voidaan ehkäistä toimivalla erillisviemäröinnillä ja vuotovesien ehkäisyllä. (Lyko 2015) Tällainen jätevedenpuhdistamoiden imagonmuutos voisi lähteä liikkeelle suurimmista yhteispuhdistamoista, jotka mahdollisesti olisivatkin uusien tekniikoiden ja toimintatapojen käyttöönoton ohella edellytys tuotantolaitosmaiselle toiminnalle. Hankkeita tämän kaltaiselle toiminnalle ollaan jo aloittelemassa Pirkanmaalla.

Tällä hetkellä Pirkanmaalla sijaitsee 38 ympäristöluvallista jätevedenpuhdistamoa. Tähän työhön on vielä otettu mukaan Mäntän Puhdistamo Oy:n puhdistamo, jossa käsitellään teollisuusjätevesien ohella Mänttä-Vilppulan yhdyskuntajätevesiä. Puhdistamon ympäristölupa on toistaiseksi sisältynyt Metsä Tissue Oyj:n ympäristölupaun, mutta puhdistamolle ollaan hakemassa omaa ympäristölupaa näillä näkymin vielä vuoden 2015 aikana

(Järvinen 2015). Liitteeseen C on koottuna jätevedenpuhdistamoista tietoja – mitoitukseen käytetty AVL, esimerkivuoden 2013 AVL₉₀, vuoden aikana käsitelty jätevesimäärä ja tuleva jätevesivirtaama, valmistusvuosi, saneerausvuodet sekä lyhyt kuvaus prosessista. AVL₉₀ tarkoittaa viiden viimeisimmän vuoden tarkkailuajankohtien 90. persentiiliä eli AVL-arvoa, jonka alapuolelle jakaumassa jää 90 % arvoista (Ympäristöhallinto 2011, s. 11).

Tässä luvussa kerrotaan lyhyesti esimerkkikuntien jätevedenpuhdistamoista, niiden ohitusjärjestelyistä sekä ympäristöriskianalyysille merkityksellisestä jäteveden laadusta ja purkuvesistöistä. Puhdistamoilla keskitytään tarkkailemaan jäteveden fosfori- ja typpipitoisuuksia sekä orgaanisen ainekseen määrään viittavia biologisen hapenkulutuksen (BOD₇) arvoja jättäen tarkkailematta ja käsittelemättä kohdennetusti muun muassa mikrobit, lääkeaineet ja monet haitalliset kemikaalit. Näitä käsitellään lyhyesti luvun lopussa. Puhdistamon lietteiden sisältämiä haitta-aineita ja lietteiden käsittelyä puhdistamolla ei selvitetä niiden muodostaessa oman aihekokonaisuutensa.

Lempäälän jätevedenpuhdistamo

Lempäälän Keskuspuhdistamo sijaitsee keskustaaaman pohjoisosassa rajoittuen itä- ja pohjoispuolelta pientalovaltaisiin asuntoalueisiin ja eteläpuolelta Kuokkalankosken vesialueeseen. Länsipuolella sijaitsee suojeltuja museo- ja kartanoalueita. (LSY 2006) Puhdistamo on sisätiloissa toimiva rinnakkaissaostuslaitos, jonka prosessiin kuuluvat välppäys, hiekanerotus, kahden altaan esiselkeytys, neljän altaan ilmastus ja jälkiselkeytys, lietteen sakeutus ja kuivaus (KVVY_Lempäälä 2014; LSY 2006; Puhdistamovierailu_Lempäälä 2015). Sakokaivolietteet johdetaan vastaanotto paikaltaan välppäytyinä puhdistamolle (LSY 2006).

Lempäälän puhdistamolla ohijuoksutus voi tapahtua eri kohdista prosessia, kuten ennen tulopumppaamoja ja esiselkeytyksen jälkeen. Ennen tulopumppaamoja ohitukseen menevistä jätevesistä välppäämättä jäävät kunnan pohjoisilta alueilta tulevat jätevedet ja kunnan eteläisistä osista tulevat jätevedet välppätään. Ohitus pyritään tekemään esiselkeytyksen jälkeen, jolloin jäteveden on ehditty lisäämään saostuskemikaali ferrosulfaatti sekä lipeä pH-arvon säätöön. Kaikki ohitusreitit päätyvät puhdistamolla samaan kohtaan, josta ohijuoksutusputki johtaa puhdistamon käsitellyn jäteveden purkuputkelle liittyen siihen ennen lähtevän veden virtaaman mittausta. Ohitusveden määrä mitataan paineanturin avulla, kuten käsitelty vesikin. (Puhdistamovierailu_Lempäälä 2015) Kuvassa 2.8 on esitetty ohitusjärjestelyihin liittyviä rakenteita Lempäälän puhdistamolta.



Kuva 2.8. Lempäälän jätevedenpuhdistamon ohitusjärjestelyitä. Vasemmalta oikealle: säätö koko puhdistamon ohittamiseksi, ohitusvesien kokoajakaivo, esiselkeytyksen jälkeinen ohituskanava ja sen virtaaman säätö.

Lempäälässä toimii kemianteollisuuden yritys Kiilto Oy sekä lukuisia muita eri alojen yrityksiä. Teollisuuden jätevesipäästöistä ei ole kuitenkaan käytettävissä ympäristöriski-analyyseissä hyödynnettäviä tietoja.

Lempäälän puhdistamon ympäristöluvan mukaan (LSY 2006) puhdistamon jätevedet – käsitellyt ja ohitetut – johdetaan Kuokkalankoskeen, joka laskee Kirkkojärveen noin 300 m purkupaikan alapuolella. Kirkkojärvestä vedet virtaavat Toutosenselän, Vakkalanselän, Sorvanselän ja Saviselän kautta Nokianvirtaan. Kuokkalankoski on merkittävä kalaistutuksin hoidettava koskikalastusalue, jonka pinta-ala on 8640 km², ja keskivirtaama on noin 73 m³/s. Kuokkalankosken vesistöä kuvataan reheväksi ja yleislaadultaan tyydyttäväksi, mutta alajuoksulla veden yleislaatu on ollut toisinaan välttävää. Jätevesien purkupaikan alapuolisen vesistön varrella on vakituista ja loma-ajan asutusta. Vesistössä uidaan, veneillään ja kalastetaan, ja vettä käytetään kasteluvetenä sekä satunnaisesti karjan juomavetenä. Itse Kuokkalankoskessa ei ole mahdollista uida voimakkaan virtauksen vuoksi.

Vuoden 2011 vesistötarkkailun tuloksissa (KVVY_Lempäälä_b 2013) todetaan Kuokkalankosken alajuoksulla fosforin pitoisuuden nousseen puhdistamolta johdetun jäteveden vaikutuksesta laskennallisen tarkastelun perusteella keskivirtaamalla 0,41 µg/L. Typen vastaavaksi pitoisuusnousuksi laskettiin 37 µg/L (KVVY_Lempäälä_b 2013). Laskennallisissa tarkasteluissa jätevesien oletetaan kuitenkin sekoittuvan täydellisesti Kuokkalankosken vesimassaan. Koska sekoittuminen ei todellisuudessa ole täydellistä ja kuormitus sekä virtaamat vaihtelevat, voivat todelliset pitoisuusnousut olla laskennan tuloksia suuremmat.

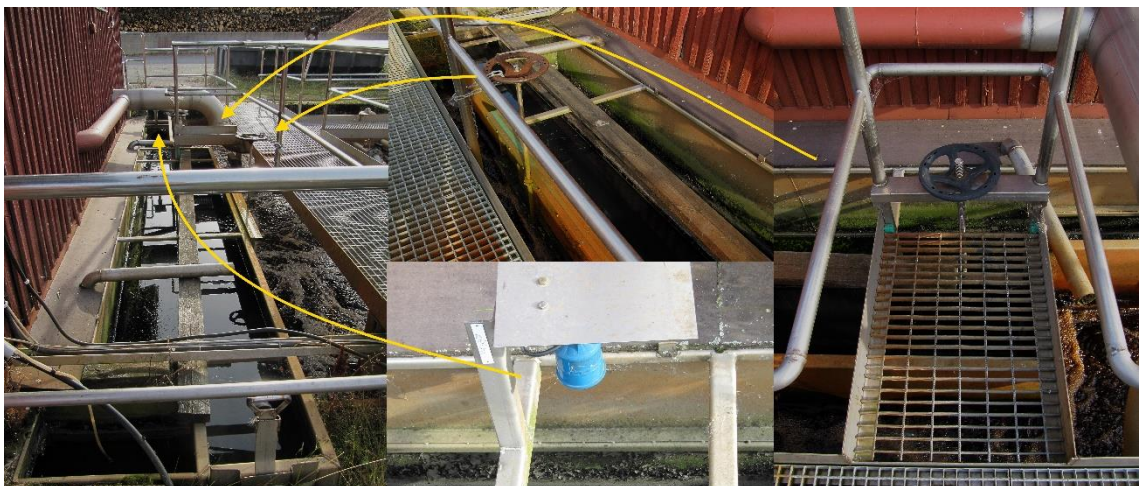
Parkanon jätevedenpuhdistamo

Vaikka Parkanon jätevedenpuhdistamo sijaitsee Parkanon keskustaajamassa, on alueen ympäristö metsä- ja peltoaluetta. Lähimpään asuinrakennukseen on matkaa noin 150 m.

Puhdistamo on biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, jonka osaprosesseja tulopumppaamon jälkeen ovat välppäys, hiekanerotus, hämmennys, kaksilinjainen esiselkeytys, yksilinjainen ilmastus, viiden altaan väliselkeytys, pikasekoitus ja flokkaus, flotaatio, lietteen tiivistys sekä lietteen linkous. (AVI_Parkano 2014) Puhdistamolla käsitellään Parkanon ja Kihniön yhdyskuntajätevesien lisäksi sako- ja umpikaivolietteitä. Saostuskemikaali ferrisulfaattia lisätään jäteveteen hiekanerotuksessa virtaaman mukaisesti ja ferrosulfaattia ilmastusaltaassa vakioannostuksella. (KVVY_Parkano_a 2014)

Jätevettä voidaan ohijuokuttaa Parkanon jätevedenpuhdistamolla ennen tulopumppaamo maan sisässä olevasta rakenteesta tai esiselkeytyksen jälkeen, jolloin on ehditty lisäämään saostuskemikaali. Esiselkeytyksen jälkeisessä jätevesikourussa liiallinen jätevesi ylittää kourun reunan, ja päätyy kouruun, joka johtaa jätevedet ohitusputkeen. Lisäksi voidaan arvioida, riittääkö puhdistamon käsittelykapasiteetti tuleville jätevesille, ja laskea reunaa alaspäin, jotta jätevesi päätyy aiempaa helpommin ohijuokutettavaksi. Jos kaikki jätevedet olisi ohijuokutettava, avataan ohitusjärjestelyissä oleva erillinen luukku. Jätevesi voidaan puhdistamolla johtaa biologisen vaiheen ohituksen jälkeen jälkiselkeytykseen flotaatioon, mitä mahdollisuutta on käytetty puhdistamolla ainakin vuonna 2011. (Puhdistamovierailu_Parkano 2015)

Puhdistamon ohitusjärjestelyitä on esitettyä kuvassa 2.9. Näkyvillä on pinnankorkeutta mittaava ultraäänianturi, jonka avulla mitataan esiselkeytyksen jälkeen ohitukseen menevän jäteveden määrä V-patoa käyttäen, ja lukema kirjautuu automaattisesti valvontajärjestelmään. Mittauksen maksimimittaustaso oli vuoden 2013 marraskuuhun asti $90 \text{ m}^3/\text{h}$, jonka ylittävä osuus ei näkynyt ohitusmittauksessa ja ohituksen määrää jouduttiin arvioimaan. Tämän jälkeen nostettu maksimimittaustaso on riittänyt ohitusten mittaukseen. (KVVY_Parkano_a 2014)



Kuva 2.9. Parkanon jätevedenpuhdistamon esiselkeytyksen jälkeiset ohitusjärjestelyt ja pinnankorkeutta mittaava ultraäänianturi.

Parkanon jätevedenpuhdistamon kuormituslaskennassa kokonaan ohitetulle jätevedelle käytetään tulevan jäteveden fosforipitoisuuksia ja BOD₇-ATU-arvoja, ja esiselkeytyksen jälkeen ohitetulle vedelle käytetään esiselkeyttämöstä poistuvasta vedestä mitattuja vastaavia arvoja. Typelle arvioidaan esiselkeytyksen puhdistustehoksi 10 %. Vuonna 2013 esiselkeytyksen jälkeiset BOD₇-ATU-arvot olivat kerran kuukaudessa suoritettujen mitausten mukaan noin 41–65 % tulevan veden arvoista ja fosforipitoisuudet olivat noin 55–89 % tulevan veden pitoisuuksista. (KVVY_Parkano_a 2014) Lisäämällä BOD₇-mittauksissa näytteeseen mukaan allyyliotiureaa (ATU) pyritään ehkäisemään ammoniakkin hapettuminen nitrifioivien bakteerien vaikutuksesta. Näin tavoitteena on määrittää jäteveden hiilipitoisen aineksen hapettamiseen kuluvan hapen määrä, jolloin puhdistamoiden tulokset ovat paremmin vertailtavissa keskenään (Metcalf & Eddy 2014, s. 120, 122).

Puhdistamon ympäristöluvan mukaan (AVI_Parkano 2014) puhdistamoon kuuluvaan verkostoon on liittynyt 26 merkittävää teollisuusyritystä, mutta teollinen toiminta on jalostavaa toimintaa eikä verkostoon johdeta merkittävässä määrin teollisuuden prosessijätevesiä. Käsitellyt ja ohijuoksetut jätevedet johdetaan Kirkkojoen alajuoksulle, joka laskee Viinikanjokeen noin 130 m etäisyydellä purkukohdasta. Viinikanjoen kautta vedet päätyvät Parkanonjärveen noin 880 m päässä puhdistamosta (AVI_Parkano 2014). Viinikanjoen keskivirtaama on 6,8 m³/s, ja Parkanonjärven keskiviipymä on noin 40 vrk (KVVY_Parkano_a 2013). Kirkkojoen, Viinikanjoen ja Parkanonjärven vesi on humuspitoista, ja vedet ovat ravinnepitoisuuksiltaan lievästi luonnontilaisia vesiä rehevämpiä. Jätevesien aiheuttaman hygieenisen tilan ja päällysveden rehevyyden vuoksi Parkanonjärven veden yleislaatu on vaihdellut tyydyttävästä välttävään, ja järven syvänteessä on esiintynyt happikatoa. (KVVY_Parkano_b 2014) Puhdistamon purkuputket ovat näkyvillä puhdistamon tontilla, ja ne ovat esitettyinä kuvassa 2.10.



Kuva 2.10. Purkuputket Parkanon jätevedenpuhdistamon tontilla. A) hulevesiputki, B) ohitusvesiputki, C) käsitellyn jäteveden purkuputki.

Jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailun raportissa vuodelta 2012 (KVVY_Parkano_a 2013) todetaan jätevesivirtaaman (0,018 m³/s) olevan vain 0,26 % Viinikanjoen keskivirtaamasta, joten laimenemisot olivat hyvät. Laskennallisesti ravinnekuormitus nosti

tuolloin Viinikanjoen fosforipitoisuutta 2,0 µg/L ja typpipitoisuutta 87 µg/L keskivirtaamalla mitattuina. Typpipitoisuudessa havaittiin kevään hajakuormituksen aiheuttamien valumiin seuraukset. Tarkkailutulosten perusteella jätevedet – käsitelty ja ohijuoksetut yhteensä – kohottivat Viinikanjoen sähkönjohtavuutta sekä kokonaistyyppi- ja ammoniumtyppipitoisuutta, mutta vain vähäisessä määrin fosforipitoisuutta. Hygieeninen veden laatu lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrän mukaisesti oli Viinikanjoessa Kirkkojoen liittymän alapuolella merkitsevästi heikompi kuin Kirkkojoessa ennen puhdistamoa. Kirkkojoessa kyseisten bakteerien määrä vaihteli havaintoajankohtina välillä 1–34 kpl/dl, mutta Viinikanjoessa Kirkkojoen liittymän alapuolella bakteerien määrä oli elokuussa noin 1200 kpl/dl.

Vuosina 2006, 2009 ja 2012 suoritettujen kalataloudellisten tarkasteluiden mukaan kalasto Parkanonjärvessä on tyypillistä rehevähkön järven kalastoa, joka koostuu pääasiassa särkikaloista. Raporttien mukaan järven heikko happitilanne voi heikentää kalojen elinmahdollisuuksia. Kalastustiedustelussa koottujen vastausten perusteella pyydysten likaantuminen ja tieto jätevesien johtamisesta järveen ovat merkittävimmät kalastuksen haittatekijät alueella. (AVI_Parkano 2014)

Sastamalan jätevedenpuhdistamot

Sastamalassa sijaitsee neljä jätevedenpuhdistamoa. Tulevaisuudessa Sastamalan jätevedet johdetaan Huittisten Puhdistamolle ja nykyiset puhdistamot suljetaan (AVI_Vammala 2011). **Vammalan keskusjätevedenpuhdistamo** on kaksilinjainen biologis-kemiallinen rinnakkaisaostuslaitos, jossa toimintoina ovat tulopumppauksen jälkeen porrasvälppäys, hiekanerotus, ferrosulfaatin syöttö, kaksilinjainen ilmastus, kaksilinjainen selkeytys, desinfiointivaraus, sakeutus ja linkokuivaus. Puhdistamolle tuodaan sakokaivolietteitä ja johdetaan alueen teollisuuden jätevedet (AVI_Vammala 2011). Teollisuuden jätevesiä ovat muun muassa Hukkasen kalajalostamon, Hietasen teurastamon ja Sastamalan osuusteurastamon jätevedet, joiden laatua tarkkaillaan erikseen (KVVY_Sastamala_Vammala 2014).

Vammalan puhdistamolla ilmastusallas ja sen jälkeiset osaprosessit voidaan ohittaa sulkemalla manuaalisesti ilmastusaltaisiin johtavat luukut jäteveden jakokanavasta. Ohituslinja on nähtävissä kuvassa 2.11 (D). Jos jätevettä ohitetaan, mitataan ohitettavan jäteveden määrä, kuten käsitelty jätevesikin. (Puhdistamovierailu_Vammala 2015)

Puhdistamolle tulevista teollisuusjätevesistä tarkkailtavat muuttujat ovat pH, sähkönjohtavuus, BOD₇-ATU, kokonaisfosforipitoisuus, typpipitoisuus, kiintoaine, COD_{Cr} ja öljyn sekä rasvan määrä (KVVY_Sastamala_Vammala 2014). Taulukossa 2.4 on esitettyä seurattavien teollisuusjätevesien muuttujien keskiarvopitoisuuksia vuosilta 2013 ja 2014. Teollisuuslaitosten ja vesihuoltolaitoksen yhteistyöllä on selvitetty jätevesien esikäsitteilymahdollisuuksia laitoksilla, ja puhdistamolle tulevaa tulokuormaa on saatu pienennettyä vuoden 2010 huipputasoista (KVVY_Sastamala_Vammala 2014).

Taulukko 2.4. Sastamalan Vammalan alueen teollisuusjätevesien vedenlaatumuuttujien keskiarvoja vuosilta 2013 ja 2014 sekä sulkeissa vuonna 2014 mitattu maksimiarvo. Näytteidien lukumäärä vuonna 2014 oli Hietasen teurastamolla 2, Sastamalan teurastamolla 4 ja Hukkasen kalajalostamolla 4, lukuun ottamatta öljyn ja rasvan näytteitä, joita otettiin kaikissa kohteissa 2 kappaletta. (KVVY_Sastamala_Vammala 2014).

Teollisuuslaitos	BOD ₇ -ATU (mg/L)		P (mg/L)		N (mg/L)		öljy ja rasva (mg/L)	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Hietasen teurastamo	3500	2500 (2600)	13	15 (15)	460	320 (360)	45	31 (41)
Sastamalan teurastamo	2725	2575 (3000)	15	47 (56)	330	370 (480)	19	20 (27)
Hukkasen kalajalostamo	1833	1415 (1900)	24	21 (25)	106	163 (350)	152	125 (130)

Vammalan puhdistamon purkuvesistö on viemäriksi merkitty Tyrväänkylänoja, joka laskee noin 3 km päässä Kokemäenjokeen Hartolankosken alapuolella. Ojan valuma-alue on vain 3,9 km², ja jätevesi ei juuri laimene ennen Kokemäenjokea. Kokemäenjoen keskivirtaama on noin 170 m³/s Hartolankosken kohdalla, ja laimennusolot ovat virtaaman vuoksi erittäin hyvät. Kokemäenjoen veden yleislaatu on todettu olevan tyydyttävä Vammalan kohdalla. Joen virkistyskäyttöön kuuluvat muun muassa kalastus ja uiminen. (AVI_Vammala 2011)

Äetsän jätevedenpuhdistamo on kaksivaiheisella selkeytyksellä toimiva biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, jonka tulopumppaamon jälkeiset pääprosessit ovat porrasvälppäys, hiekanerotus, ferrosulfaatin syöttö, ilmastus, väliselkeytys, jälkiselkeytys, desinfiointivaraus, sakeutus ja lietteen kuivaus suotonauhalla. Puhdistamolle otetaan vastaan sakokaivolietteitä, ja johdetaan merkittävimpinä teollisuuden jätevesinä esikäsitteltyjä Kemira Chemicals Oy:n jätevesiä. (AVI_Äetsä 2011)

Puhdistamon mitoitusta sanotaan väljäksi, ja koska ohituksia ei ole juurikaan tehty, on mittausanturi otettu pois ohituskanavana toimivasta venturikanavasta (kuva 2.11 A). Ohitusrakenteessa on kaksi luukkuu, jotka avaamalla ohitus mahdollistuu. Ohitettava vesi välpätään, mutta siihen ei lisätä kemikaalia. (Puhdistamovierailu_Äetsä 2015)

Puhdistamolle johdetaan merkittävimpinä teollisuuden jätevesinä esikäsitteltyjä Kemira Chemicals Oy:n jätevesiä. Kemiran tehtaalta viemäriverkostoon johdettavassa jätevedessä on metanolia, mikä näkyy COD_{Cr}-arvossa, joka on ollut vuonna 2014 keskimäärin 0,7 g/L (Peltopakka 2015). Luparaja arvolle puhdistamolla on ≤ 125 mg/L, ja käsitellyn jäteveden pitoisuus puhdistamolla on ollut vuonna 2013 ohitukset huomioiden 37 mg/L (AVI_Äetsä 2011; KVVY_Lempäälä 2014). Lisäksi tehtaan jätevedessä on booria sekä propyyliamiinia. Propyyliamiinia mitataan kokonaistyyppimäärityksellä, ja vuonna 2014 tyyppipitoisuus Kemiran jätevedessä on ollut 11 mg/L. Jäteveden pH-arvon ilmoitetaan olevan 6–9. (Peltopakka 2015)

Puhdistamo sijaitsee teollisuus- ja maanviljelysalueiden vieressä. Lähimpään asuinrakennukseen on matkaa noin 150 m. Purkupuutki johtaa Kokemäenjoen yläjuoksulle, jossa virtaaman on suuri suhteessa jätevesimäärään. Siten laimennusolot ovat hyvät. Kokemäenjoen veden yleislaatu on todettu hyväksi Äetsän kohdalla. (KVVY_Sastamala_Äetsä 2014)

Kiikoisten jätevedenpuhdistamo sijaitsee Sastamalan Kiikoisten keskustaajamassa. Puhdistamo on biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, jossa ferrisulfaatti on saostuskemikaalina ja jälkiselkeytys on kaksilinjainen. Prosessin osia ovat tulopumppaamo, rumpusiivilä, ilmastus, selkeytys ja lietteen tiivistämö. (AVI_Kiikoinen 2006) Puhdistamoon kuuluu kolme pientä prosessirakennusta, jotka ovat näkyvillä kuvassa 2.11 (C).

Jäteveden ohijuoksuutilanteessa jätevesi kulkee välppäyksen jälkeen kahden sakokai-von lävitse. Ohitusta varten ei tarvitse säätää ohitusrakenteita, vaan liiallinen jätevesimäärä ylittää ohituskyvyn. Jälkiselkeyttimistä toinen otetaan käyttöön suurien virtaamien aikana, jolloin voidaan välttää ohitustarpeet. (Puhdistamovierailu_Kiikoinen 2015)

Kiikoisjärven rannalla sijaitsevan puhdistamon käsitellyt jätevedet johdetaan järven rantaveteen purkupuutkea pitkin. Matalan ja rehevöityneen Kiikoisjärven pinta-ala on 438 ha, syvyys on suurimmillaan 4,5 m ja vesi on sameaa sekä humuspitoista. Järveen laskee Koluojoki ja viisi pienempää ojaa. Järvi on viljelysten ympäröimä ja hajakuormitusta pidetään rehevöitymisen pääsyynä. Kiikoisjärvi laskee Jaaranjokea ja Piilijokea pitkin Kokemäen Sääksjärveen. Veden viipymä järvestä on keskimäärin vain 11 vuorokautta ja läpivirtaus on voimakas. Tehtyjen selvitysten mukaan järven rehevyystaso ei ole noussut puhdistamon rakentamisen myötä. Kiikoisjärvellä kalastetaan ja järven rannalla on kolme yleistä uimarantaa, joista lähin on noin 700 metrin päässä purkupaikasta. (AVI_Kiikoinen 2006) Matonpesupaikalle on noin 100 m purkupaikalta (Puhdistamovierailu_Kiikoinen 2015).

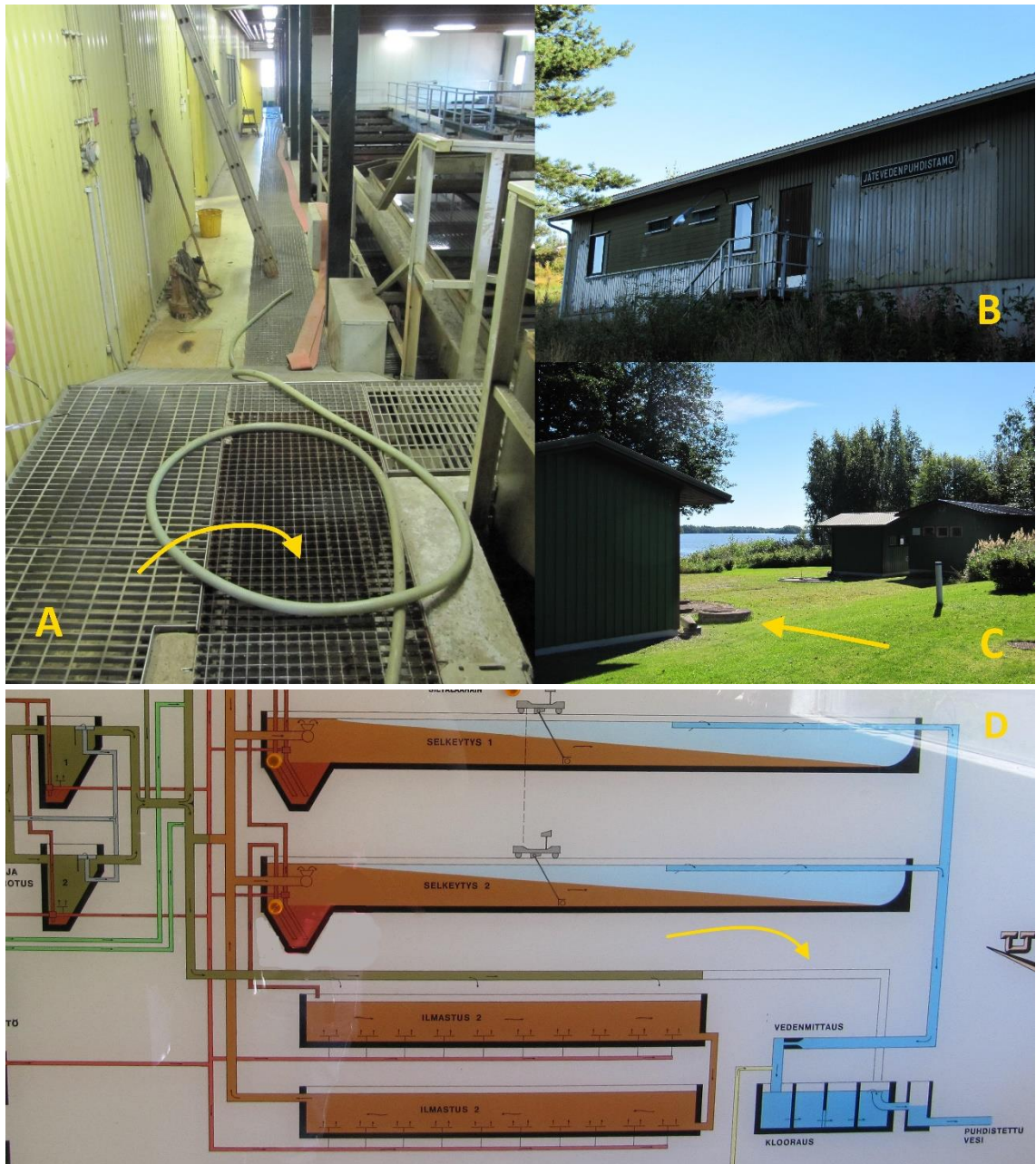
Mouhijärven jätevedenpuhdistamo (kuva 2.11 B) on kolmilinjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, jonka prosessivaiheet tulopumppauksen jälkeen ovat rumpusiivilä, ferrosulfaatin syöttö, ilmastukset, selkeytykset ja desinfiointivaraus. Lähin asutus sijaitsee noin 200 m päässä puhdistamolta. Puhdistamolla käsitellään myös sako- ja umpikaivolietteitä. (AVI_Mouhijärvi 2006) Mouhijärven yhdyskuntajätevesien lisäksi puhdistamolla käsitellään Suodenniemen alueen, Heikkilän toimintakeskuksen ja Hämeenkyrön Haukijärven jätevedet (KVVY_Sastamala_Mouhijärvi 2014)

Mouhijärven puhdistamolla ohitusrakenteet ovat puhdistamorakennuksessa luukun alla, ja järjestelmä on käännettävä auki manuaalisesti ohituksen käynnistämiseksi. Ennen ohi-

tusta jätevesi kulkee karkean väljän sekä rumpusiivilän kautta, ja siihen lisätään ferrosulfaatti. Ohitettavan jäteveden määrää ei voida mitata, vaan se arvioidaan. (Puhdistamovierailu_Mouhijärvi 2015)

Käsitellyt ja ohitetut jätevedet johdetaan puhdistamolta Saikkalanjoen yläjuoksulle. Noin 6 km pituinen Saikkalanjoki laskee Tupurlanjärveen. Joki on peltojen reunustama ja tasainen lukuun ottamatta Saikkalankoskea. Joen keskivirtaama on 2,1 m³/s. (AVI_Mouhijärvi 2006)

Ympäristölupapäätöksessä (AVI_Mouhijärvi 2006) todetaan veden yleislaadun laskevan purkupisteen yläpuoliselta Mätikköjärven tarkkailupisteeltä purkupisteestä noin 200 m alavirtaan sijaitsevalle tarkkailupisteelle tyydyttävästä välttävään aiheutuen pääasiassa jätevesien aiheuttamasta hygieenisestä likaantumisesta. Happipitoisuudessa ei ole ollut merkittävää eroa, mutta ravinnepitoisuudet ovat kasvaneet jätevesien vaikutuksesta. Purkupisteen jälkeisellä tarkkailupisteellä hygieeninen vedenlaatu on ollut vuosina 1987–2004 uimavesiluokituksen mukaisesti huono 24 % tarkkailukerroista. Vesistön kolmella tarkkailupisteellä vedenlaatu on vaihdellut vuodenaikojen ja virtaamien mukaan. Vesistössä Mätikköjärvestä Tupurlanjärveen kalastetaan perinteisillä järvikalastusmenetelmillä. Runsasta vesikasvillisuutta ja umpeenkasvua pidetään haittatekijöinä kalastukselle, mutta kalastusta vältetään puhdistamon purkuvesien vuoksi. (AVI_Mouhijärvi 2006)



Kuva 2.11. Kuvia Sastamalan puhdistamoilta. A) Äetsän jätevedenpuhdistamon ohitusjärjestelyitä. Avattavat luukut nuolen suunnassa. Ohituskanava on niin sanottu venturikanava. B) Mouhijärven jätevedenpuhdistamo C) Kiikoisten jätevedenpuhdistamo ja sakkokaivo, johon ohijuoksetettavat jätevedet johdetaan. D) Vammalan jätevedenpuhdistamon laatikkokaaviossa näkyvä ohijuoksetettavan jäteveden linja.

Lempäälän, Parkanon ja Sastamalan puhdistamoille tulevan jäteveden virtaama- ja laatu-tietoja on koottuina taulukkoon 2.5. Taulukossa 2.6 on listattuna haitta-ainekartoituksissa mitattuja vesiympäristölle vaarallisiksi tai haitallisiksi todettujen aineiden pitoisuuksia, jos ne ovat ylittäneet aineille asetetut ympäristölaatunormit.

Taulukko 2.5 Lempäälän, Parkanon ja Sastamalan puhdistamoille tulevan jäteveden virtaamia ja laatumuuttujen arvoja. Vuodelta 2014 on esitetty kuukausittaisista keskiarvoista minimi- ja maksimi-arvot. Lisäksi on esitetty vuosikeskiarvojen vaihteluväli ja niiden keskiarvo vuosilta 2002–2014. Vuosikeskiarvojen laskentaan käytettyjen mittaus-ten lukumäärä vaihtelee eri puhdistamoilla. Lempäälän ja Vammalan puhdistamolla mit-
tauokset on suoritettu kerran kuukaudessa, Mouhijärven ja Äetsän puhdistamolla kuusi kertaa vuodessa ja Kiikoisten puhdistamolla neljä kertaa vuodessa. (KVVY_Lempäälä 2015; KVVY_Lempäälä 2014; KVVY_Parkano 2015; KVVY_Parkano_b 2013; KVVY_Sastamala_Kiikoinen 2015 ja 2013; KVVY_Sastamala_Mouhijärvi 2015 ja 2013; KVVY_Sastamala_Vammala 2015; KVVY_Sastamala_Vammala_a 2013; KVVY_Sasta-
mala_Äetsä 2015 ja 2013)

Suure	Puhdistamo	Vuoden 2014 ääriarvot ja keskiarvo			Vuosikeskiarvo- jen vaihteluväli vuosilta 2002–2014	Keskiarvo vuosien 2002– 2014 vuosi- keskiarvoista
		min.	max.	kes- kiarvo		
tulovirtaama (m ³ /d)	Lempäälän jvp	3330	5840	3926	3050–5060	4044
	Parkanon jvp	980	3150	1640	1160–2050	1495
	Kiikoisten jvp	100	137	129	78–127	100
	Mouhijärven jvp	395	602	516	217–549	365
	Vammalan jvp	3020	6140	4130	3840–7570	5381
	Äetsän jvp	574	2120	935	900–1470	1152
BOD ₇ -ATU (mg/L)	Lempäälän jvp	180	440	280	200–280	240
	Parkanon jvp	52	330	160	140–230	185
	Kiikoisten jvp	220	260	220	200–330	255
	Mouhijärven jvp	320	850	600	260–640	493
	Vammalan jvp	140	370	230	150–360	220
	Äetsän jvp	100	460	220	120–370	235
P (mg/L)	Lempäälän jvp	7,3	11,0	10	7,8–11	9,6
	Parkanon jvp	3,5	11,0	6,1	4,8–7,6	6,3
	Kiikoisten jvp	12,0	15,0	12	8,8–16	11,4
	Mouhijärven jvp	14	25	18	11,3–19	15,4
	Vammalan jvp	4,4	12	7,3	4,8–13	7,2
	Äetsän jvp	4,7	35	12	4,5–12	7,3
N (mg/L)	Lempäälän jvp	49	77	71	51–71	60
	Parkanon jvp	24	72	44	34–50	42
	Kiikoisten jvp	58	88	67	57–83	68
	Mouhijärven jvp	89	120	97	61–110	80
	Vammalan jvp	30	72	51	32–65	45
	Äetsän jvp	26	120	57	28–54	43

Taulukko 2.6 Puhdistamoilla suoritetuissa haitta-ainekartoituksissa käsitellystä jätevedestä mitattuja haitta-ainepitoisuuksia. Listattuna ovat vain haitta-aineet, joiden ympäristölaatumormit (EQS) olivat ylittyneet. Sastamalan Kiikoisten, Mouhijärven ja Äetsän puhdistamoilla ei ole toteutettu haitta-ainekartoituksia. (KVVY_Lempäälä_a 2013; KVVY_Parkano_c 2014; KVVY_Sastamala_Vammala_2013)

Haitta-aine	EQS (µg/L)	Lempäälän jvp (µg/L)	Parkanon jvp (µg/L)	Vammalan jvp (µg/L)
DEHP (di-2-etyyliheksyyliiftalaatti)	1,3	2,3	3,1	1,7
nonyylifenolit ja -etoksylaatit	0,3	0,62	-	0,982
bromatut palontorjunta-aineet	0,0005	-	0,02194	-
Ni	20	-	-	26

Jäteveden haitta-aineita

Jätevesissä on paljon aineita, joita ei aktiivisesti pyritä poistamaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilla. Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla -hankkeessa (Vieno 2014) selvitettiin 42 vesiympäristölle haitalliseksi tai vaaralliseksi luokitellun ja luokiteltavaksi ehdotetun aineen pitoisuuksia ja poistumia 64 jätevedenpuhdistamolla. Hankkeeseen osallistui 53 yli 10 000 AVL:n puhdistamoa ja 11 tätä pienempää puhdistamoa, ja mitaustulokset olivat vuosilta 2010–2013. Puhdistamoille tulevasta jätevedestä keskimäärin 10 % oli teollisuusjätevesiä.

Monen tutkitun aineen pitoisuudet olivat puhdistamoille tulevassa jätevedessä alle määritysrajan ja pitoisuudet pääasiassa laskivat puhdistusprosessissa, minkä todettiin aiheutuneen useimmiten aineen sitoutumisesta lietteeseen. Kuitenkin nikkelin, perfluoro-oktaanisulfonaatin (PFOS) ja karbamatsepiinin (epilepsialääke) pitoisuuksien havaittiin nousseen osalla puhdistamoista käsittelyn aikana. Syy nousuun voi olla nikkelillä sen esiintyminen epäpuhtautena puhdistamolla käytetyissä kemikaaleissa, PFOS:lla sen olemisen monen muun kemikaalin hajoamistuote ja karbamatsepiinilla sen erittyminen ihmisistä osittain liittyneenä glukuronidi-molekyyliin, jota E.coli:n erittämä entsyymi pilkkoo jätevesissä. Osasta puhdistamoiden käsitellyn jäteveden näytteistä mitattiin ympäristölaatumormeja (EQS) ylittäviä pitoisuuksia nonyylifenoleilla, nonyylifenolietoksilaa-teilla, oktyylifenolilla, dietyyliheksyyliiftalaatilla (DEHP), dibutyyliftalaatilla (DBP), tributyyliinalla (TBT), kadmiumilla (Cd), lyijyllä (Pb), nikkelillä (Ni), heksabromosyklo-dodekaanilla (HCDB) ja perfluoro-oktaanisulfonaatilla (PFOS).

Tutkimuksessa olivat mukana Pirkanmaalta muun muassa Sastamalan Vammalan keskuspuhdistamo, Sastamalan Äetsän puhdistamo, Tampereen Viinikanlahden puhdistamo ja Tampereen Raholan puhdistamo. Näiden puhdistamoiden osalta yllä mainittujen aineiden sekä joidenkin lääkeaineiden pitoisuuksia puhdistamoiden tulevassa ja käsitellyssä vedessä on esitettyä taulukossa 2.7.

Taulukko 2.7. *Haaita-aineiden pitoisuuksia puhdistamoiden tulevassa ja käsitellyssä jätevedessä sekä aineiden ympäristölaatumormi (EQS) (Vieno 2014). Aineiden pitoisuudet ovat yksikössä µg/L. Tietoja on täydennetty Vammalan puhdistamon osalta vuonna 2013 valmistuneen haaita-ainekartoituksen tiedoilla (KVVY_Sastamala_Vammala_a 2013). Nämä tulokset eivät ole keskiarvoja vuosilta 2010–2013, kuten hankkeen mittaustulokset, vaan suurimpia arvoja vuosien 2012 ja 2013 arvoista.*

Aine	Sastamala, Vammala	Sastamala, Äetsä	Tampere, Viinikanlahti	Tampere, Rahola	EQS (sisävedet)
nonyylifenoli ja -etoksi-laaitit, summaparametri, tuleva	2,52	0,7	2,62	5,52	
nonyylifenoli ja -etoksi-laaitit, summaparametri, käsitelty	0,982	et	< 0,16	0,17	0,3
oktyylifenoli, tuleva	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,722	
oktyylifenoli, käsitelty	et	et	< 0,01	0,019	0,1
DEHP, tuleva	2,1	0,72	et	21	
DEHP, käsitelty	1,7	et	et	6,9	1,3
DBP, tuleva	< 0,1	< 0,1	et	0,47	
DBP, käsitelty	et	et	et	< 0,1	10
TBT, tuleva	0,0005	0,0003	0,0004	< 0,0002	
TBT, käsitelty	et	et	< 0,0002	< 0,0002	0,0002
Cd, tuleva	0,19	0,13	et	0,18	
Cd, käsitelty	et	et	et	0,02	0,45–1,5
Pb, tuleva	1,5	3,6	et	2,5	
Pb, käsitelty	et	et	et	1,2	7,2
Ni, tuleva	17	13	et	8,1	
Ni, käsitelty	26	et	et	15	20
HCDB, tuleva	et	et	0,00815	et	
HCDB, käsitelty	et	et	0,00051	et	0,008
PFOS, tuleva	et	et	< 0,1	et	
PFOS, käsitelty	et	et	0,037	et	36
17β-estradioli, tuleva	et	et	0,061	et	
17β-estradioli, käsitelty	et	et	< 0,005	et	0,0004
ibuprofeeni, tuleva	et	et	17	et	
ibuprofeeni, käsitelty	et	et	< 1	et	-
karbamatsepiini, tuleva	et	et	0,29	et	
karbamatsepiini, käsitelty	et	et	0,33	et	-

et = ei tietoa, arvoa ei ole raportoitu lähteessä

Raportoiduista pitoisuuksista muutamat, punaisella värjätty, ylittivät ympäristölaatumormit. Vaikka aineiden pitoisuudet jätevedessä voivat vaihdella vuositasolla, antavat nämä keskiarvot/yksittäisarvot kuitenkin käsityksen jätevesissä esiintyvien aineiden pitoisuuksien suuruusluokista.

2.6 Jätevesipäästöille herkät ympäristöt

Jätevesipäästön kohdeympäristö on merkityksellinen arvioitaessa päästön ympäristövai-
kutuksia. Vaikutusten suhteen herkkiä ympäristöjä ovat muun muassa pohjavesialueet,
kalastollisesti arvokkaat vedet, uimarannat, vesistöt yleisesti, vedenottamoalueet sekä
Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet.

Pohjavesialueella tarkoitetaan aluetta, jolla on vaikutusta pohjavesimuodostuman veden
laatuun tai pohjaveden muodostumiseen. Pohjavesialue voi olla määritelty myös piste-
mäisenä alueena, jos sen rajaa ei ole pystytty määrittämään vaikeuksitta. (Laki vesienhoi-
don ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain muuttamisesta 1263/2014) Pohjavesi-
alue on pyritty ulottamaan niin sanotusti hyvän tiiviysasteen omaavaan maaperään asti,
mutta aina tämä ei ole ollut mahdollista – esimerkiksi vettä läpäisevän maaperän jatkuessa
pitkälle varsinaisen muodostumisalueen ulkopuolelle – eikä pohjavesialueen ulointa rajaa
ole tällöin piirretty hydrogeologisin perustein, vaan tekemällä raja maastossa helposti ha-
vaittavaksi (Ympäristö 2015). Jätevesipäästö pohjavesialueella voi liata pohjavettä, vaik-
kakin osa haitallisista aineista pidättyy maaperän hiukkasiin tai muuntuu maaperän läpi
kulkiessaan maaperän mikrobien toimesta tai kemiallisissa prosesseissa.

Kalastamiseen soveltuvia ja sallittuja vesialueita on Pirkanmaalla runsaasti, mutta jäteve-
sipäästöjen suhteen merkityksellisinä kalastollisesti arvokkaina vesinä voidaan pitää lohi-
ja siikapitoisia vesistöjä (Salo 2015). Kalastuslain yleiskalastusoikeudet – onginta, pilk-
kiminen ja viehekalastus – ovat kiellettyjä näiden vesistöjen koski- ja virtapaikoissa.
Lohi- ja siikapitoista vesistöä (liite M) kyseiset kalalajit käyttävät nousu- tai vaellustie-
nään tai niitä on istutettu vesistöön merkittävässä määrin. Loheksi tässä määritelmässä
luetaan kuuluvaksi myös järvitaimen, meritaimen, purotaimen ja kirjolohi. (MMM 2015)
Vuoden 2016 alussa voimaan tuleva uusi Kalastuslaki muuttaa lohi- ja siikapitoisten ve-
sistöjen määritelmää, ja vesistöjä kutsutaan jatkossa vaelluskalavesistöiksi (Salo 2015).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaati-
muksista ja valvonnasta (177/2008) määritellään uimaveden laatumuuttujille toimenpide-
rajat, joiden ylityttyä kunnan terveydensuojeluviranomaisen on selvitettävä ylityksen
mahdollisesti aiheuttamat terveyshaitat. Toimenpiderajoina suolistoperäisille bakteereille
on 400 pmy/mpn/100ml, E.colille 1000 pmy/mpn/100 ml ja syanobakteereille havainto
uimavedessä tai uimarannalla. Lisäksi jätteiden, kuten öljymäisten ja tervamaisten ainei-
den sekä kelluvien materiaalien, havaittava esiintyminen uimavedessä aiheuttaa selvitys-
tarpeen. Suomessa osa yleisistä uimarannoista on niin kutsuttuja EU-uimarantoja, joilla
määritelmän mukaisesti käy uimakauden aikana päivittäin vähintään noin 100 uimaria, ja
joita koskevat EU:n uimavesidirektiivin vaatimukset (Eurooppatiedotus 2011).

Vesistöihin päästessään käsittelemättömällä jätevedellä voi olla ekologisia vaikutuksia, joiden suuruuteen vaikuttavat muun muassa vesistön vedenlaatu, virtaama, syvyys, viipymä ja valuma-alue. Vesistöllä tarkoitetaan järveä, lampea, jokea, puroa, muuta luonnollista vesialuetta sekä tekojärveä, kanavaa ja muuta vastaavaa keinotekoisista vesialuetta, mutta vesistöinä ei pidetä noroa, ojaa eikä lähettä (Vesilaki 2011). Järviä voidaan luokitella pinta-alaltaan kolmeen kokoluokkaan – suuret $> 40 \text{ km}^2$, keskikokoiset $5\text{--}40 \text{ km}^2$ ja pienet $< 5 \text{ km}^2$ järvet. Muita luokitteluperusteita ovat muun muassa humuspitoisuus, kalkkipitoisuus, ravinteisuus ja viipymän pituus. Jokien koko määritellään valuma-alueen perusteella. Valuma-alue on erittäin suurilla joilla $> 10\,000 \text{ km}^2$, suurilla $1000\text{--}10\,000 \text{ km}^2$, keskisuurilla $100\text{--}1000 \text{ km}^2$ ja pienillä $< 100 \text{ km}^2$. (Ympäristö_b 2015)

Pirkanmaan pintavesistä järvet ovat jokia paremmassa kunnossa. Järvistä pinta-alan perusteella 79 % ja lukumääräisesti 75 % on hyvässä tai erinomaisessa ekologisessa tilassa. Jokien vastaava jokipituusprosentti on 40 % ja lukumääräprosentti 53 %. Loput järvet ja joet ovat tyydyttävässä, välttävissä tai huonossa ekologisessa tilassa. Luvuissa ovat mukana pinta-alaltaan yli 50 ha kokoiset järvet (399 järveä) sekä niiden laskujoet. Pirkanmaan suuret järvet Pyhäjärveä ja Vanajavettä lukuun ottamatta ovat hyvässä tai erinomaisessa kunnossa. (Ympäristö 2015)

Valvottuja yli 50 asukkaan vedenottamoita on Suomessa noin 1900, ja niistä suurin osa on pieniä pohjavedenottamoita, joiden vettä ei erityisemmin käsitellä (Katko 2013, s. 49). Vedenottamon ympärille on mahdollista määritellä lupaviranomaisen toimesta suoja-alue, jos alueen käyttöä on syytä rajoittaa veden laadun turvaamiseksi (Vesilaki 2011). Pohjavedenottamoiden suoja-alueiden pinta-alat ovat vaihdelleet muutamasta hehtaarista tuhanteen hehtaariin (Katko 2013, s. 70). Vedenottamon suoja-alueeseen kuuluu yleensä vedenottamoalue sekä lähi- ja kaukusuojavyöhyke. Lähisuojavyöhyke on määritelty vedenottamoa tai tulevaa vedenottopaikkaa ympäröiväksi vyöhykkeeksi, jolla pohjaveden virtaus ulkorajalta vedenottamolle kestää noin 50–60 vuorokautta, ja jonka leveys pohjaveden päävirtaussuunnassa vedenottamolle on keskimäärin 300–500 m ja virtaussuunnan alapuolelle 200–300 m. (Ympäristöministeriö 2009, s. 132)

Luontodirektiivin (92/43/ETY) tavoitteena on edesauttaa luonnon monimuotoisuuden säilymistä Euroopassa, minkä vuoksi on luotu yhtenäinen eurooppalainen ekologinen Natura 2000 -verkosto. EU:n jäsenvaltiot liittävät verkostoon direktiivin määrittelemiä luontotyyppisiä ja lajien elinympäristöjä. Suomessa Natura 2000 -verkostoa on 5 000 000 ha, ja alueista neljännes on vesialueita (Ympäristöministeriö_c 2015). Luonnonsuojelualueista – kansallis- ja luonnonpuistot, valtion muut luonnonsuojelualueet, yksityisille maille perustetut luonnonsuojelualueet – suurin osa kuuluu Natura 2000 -verkostoon (Ympäristöministeriö_d 2015). Liitteessä D ovat esitettynä karttoina Pirkanmaan vedenottamot, pohjavesialueet, kalastollisesti arvokkaita vesiä, uimarantoja sekä Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet.

2.7 Jäteveden haittavaikutuksia ympäristössä

Yhdyskuntajäteveden purkautuminen käsittelemättömänä ympäristöön – useimmiten vesistöön tai maaperään – vaikuttaa aina vähintään paikallisesti ja hetkellisesti. Monesti kaikkia vaikutuksia ei vielä tunnisteta tutkimusten riittämättömyyden vuoksi. Ympäristön ollessa kokonaisuus, jossa ”kaikki vaikuttaa kaikkeen”, heterogeenisten jätevesipäästöjen ekologisia vaikutuksia ja terveystaikutuksia ei ole mahdollista määrittellä tarkasti ja kattavasti. Eri tutkimuksissa todettuja haittavaikutuksia ei voida kuitenkaan väheksyä ilman uusia kvantitatiivisia tutkimuksia.

Ympäristölle haitallisia kemiallisia aineita ja mikrobeja päätyy vesistöihin jätevedenpuhdistamoiden puhdistusprosesseista huolimatta, mutta niiden määrä on yleensä käsitellyssä jätevedessä pienempi kuin käsittelemättömässä jätevedessä (Vieno 2014). Puhdistusprosessin aikana haitalliset aineet tarttuvat lietteeseen, haihtuvat ja/tai hajoavat, muuntuvat kemiallisesti tai biologisesti (Vieno 2014, s. 36) tai kulkevat prosessin lävitse muuttumattomina. Puhdistamoilla keskitytään poistamaan jätevedestä lähinnä fosforia, typpeä ja orgaanista ainesta eivätkä käytettävät puhdistustekniikat välttämättä tehoa kaikkiin vierasaineisiin ja mikrobeihin (Perkola et al. 2015). Tarkasteltaessa pumppaamoilivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jätevesipäästöjen vaikutuksia kohteessaan on otettava huomioon jäteveden ainesosien määrät päästössä suhteessa käsitellyn jäteveden sisältämiin määriin.

Kaikkien jätevesipäästössä esiintyvien aineiden, niiden muuntautumistuotteiden ja aineiden yhteisvaikutusten tunnistaminen ei ole yleensä mahdollista (Vuoristo et al. 2010). Käyttö- ja/tai päästömääriin perustuvan tarkastelun lisäksi jätevesien haitallisuutta pitäisikin määrittää biotesteillä, jotka kohdistetaan ekosysteemiä edustaviin koe-eliöihin (Vuoristo et al. 2010). Eri puolilla maapalloa tehtyjen tutkimusten tuloksia ei voida suoraan soveltaa erilaisissa ympäristöissä tapahtuvien jätevesipäästöjen vaikutusten arviointiin, mutta vaikutusten karkeatasoisessa arvioinnissa tulokset ovat suuntaa-antavia. Aineiden pysyvyys Suomen kylmässä ilmastossa verrattuna lämpimämmässä ilmastossa saatuihin tutkimustuloksiin voi olla merkitsevin epävarmuustekijä (Mussalo-Rauhamaa et al. 2007).

Alhainen vuotuinen keskilämpötila, erilaiset maaperätyypit ja Itämeren murtovesiolosuhteet tekevät Suomen ympäristöstä erilaisen verrattuna etelämpänä sijaitseviin ympäristöihin (Braunschweiler & Koivisto 2000, s. 12). Kemikaalien käyttäytymistä ja vaikutuksia pohjoisessa ympäristössä – Pohjoismaissa – käsittelevässä raportissa (Braunschweiler & Koivisto 2000) todetaan pohjoisten ympäristöolosuhteiden altistavan ympäristöä kemikaalien käyttäytymisen ja vaikutusten vuoksi enemmän kuin keskimääräiset eurooppalaiset olosuhteet. Tämän kuvataan aiheutuvan pääasiassa hitaammasta hajoamisnopeudesta sekä aineiden kiinnittymisen suhteen hankalammista olosuhteista. Lämpötilan alhaisuuden vuoksi hajoamisnopeus on hidas, ja hajoaminen lähes pysähtyy maaperässä talvisen roudan aikaan. Hajoaminen valon vaikutuksesta on vain keväällä ja kesällä yhtä suurta

kuin muualla Euroopassa. Pohjavedet ovat alttiimpia pilaantumiselle, koska Pohjoismaiden kivennäismailla maaperä on yleisemmin ohutkerroksinen, karkealajitteinen ja hapan, ja pohjoisilla maatalousalueilla kemikaalien kulkeutumiselle otolliset maalajit ovat yleisiä. Kuitenkin Pohjoismaiden maaperän suuremman orgaanisen aineen pitoisuuden, erityisesti pintamaassa, sekä alhaisen lämpötilan arvellaan lisäävän kemikaalien kiinnittymistehokkuutta verrattuna eteläisempiin alueisiin.

Raportin mukaan tarvitaan lisätutkimuksia, jotta saadaan tarkempi käsitys pohjoisten alueiden maaperän ja vesistöjen happamuuden sekä orgaanisten aineiden pitoisuuksien vaihteluista kemikaalien ympäristömyrkyllisyydelle. Ympäristötekijöiden lisäksi lopullisiin reaktioihin vaikuttavat kuitenkin kemikaalin ominaisuudet – esimerkiksi poolisuus ja ionisoituvuus (Braunschweiler & Koivisto 2000, s. 13).

Ympäristöolosuhteet vaihtelevat eri paikoissa, mutta myös ajallisesti samassa ympäristössä. Esimerkiksi järvien ravinnepitoisuuteen vaikuttavat muun muassa erikokoiset ja erilaisen maaperän omaavat valuma-alueet, mutta merkitystä on myös tarkasteluajankohdan sademäärillä, jotka muuttavat valuntaa ja virtauksia.

Yksittäisen haitta-aineen osalta voidaan karkeaa riskinarviointia tehdä vertaamalla aineen mitattua tai arvioitua pitoisuutta päästössä esimerkiksi ympäristölaatunormiin (EQS, Environmental Quality Standard) päästön kohdistuessa vesistöön tai haitta-aineen haittomaksi arvioituun pitoisuuteen, PNEC-arvoon (Predicted No Effect Concentration) (Vieno 2014, s. 6; Vuoristo et al. 2010). Ympäristölaatunormilla tarkoitetaan pintavedestä, eliöstöstä tai sedimentistä mitattua vesiympäristölle haitallisen ja vaarallisen aineen pitoisuutta, jota ei saisi ylittää ihmisen terveyden ja ympäristön suojelemiseksi (Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 868/2010). Vertaamalla saadaan selville karkea arvio haitallisten ekologisten vaikutusten olemassaolosta. Luvut eivät kuitenkaan kerro haitta-aineiden konkreettisia vaikutuksia.

Haitta-ainepitoisuudelle voidaan laskea vielä karkea laimenemiskerroin kohdevesistössä ennen kuin lukua verrataan mainittuihin arvoihin, jolloin tarkasteltava aine ajatellaan konservatiiviseksi ympäristössä reagoimattomaksi aineeksi (Wessberg 2006). Terveydellisiä vaikutuksia arvioitaessa joudutaan annos-vastesuhde useimmiten arvioimaan ja ekstrapoloimaan ihmiseen koe-eläintutkimusten tulosten perusteella (Mussalo-Rauhamaa 2007, s. 167), mikä luo omat epävarmuuskertoimensa riskiarvioon. Erilaisten kuormitus- ja vesistömallien käyttö ympäristöriskinarviointiin vaatii mallin parametrien tarkkaa säätämistä paikallisten olosuhteiden mukaan, ja malleilla on omat rajoitteensa ja turvaker-toimensa, jotka on otettava huomioon tuloksia tulkittaessa.

2.7.1 Ekologisia vaikutuksia ja terveysvaikutuksia

Tutkimukset jätevesipäästön ekologisista vaikutuksista **vesistöissä** ovat keskittyneet enimmäkseen lajitason tarkasteluihin lyhyellä aikajaksolla. Tällöin päästön kohtaaman pienen populaation akuutteja oireita ei ole linkitetty vesistön kokonaistilanteeseen ja päästön pitkäaikaisvaikutuksiin. (Ellis 2000) Viime vuosina on kuitenkin tutkittu päästöjen vaikutuksia laajemminkin eri näkökulmista, useita mittauspisteitä käyttämällä ja hyödyntämällä vesistömalleja. Yksittäisten populaatioidenkaan kokemia päästön seurauksia ei voi vähätellä, vaan on pyrittävä suojelemaan ympäristöä ja sen lajimonimuotoisuutta.

Järvessä kuormitusherkkyyteen vaikuttavat muun muassa järven vesimäärä, syvyysuhteet, viipymä, humuspitoisuus, asema valuma-alueella, valuma-alueen maaperä ja koko, veden vaihtuvuudeltaan heikompien alueiden osuus pinta-alasta, jääpeitteisen kauden pituus ja rannan kaltevuus. Jokien kohdalla vaikuttavia tekijöitä ovat niiden koskisuus, kaltevuus, eroosioherkkyys, jokilaakson ja -uoman muoto, sekä sedimentaatioalueiden määrä ja tilavuus. (Wessberg et al. 2006, s. 54) Vesistöt voidaan jakaa karkeasti kolmeen ryhmään niiden herkkyden mukaan:

- A) *Vesistö ei ole erityisen herkkä pilaantumaan eikä siellä tiedetä esiintyvän arvokkaita luontotyyppisiä tai lajeja*; esimerkiksi suuret joet ilman virtausta hidastavia patoaltaita, saarettoman ulappa-alueen sisältävät suuret ja syvät (keskisyvyys ≥ 3 m) järvet sekä rannikon ulommat ja saarettomat alueet
- B) *Vesistön pilaantuminen on mahdollista suuren päästön aikana eikä vesistössä tiedetä esiintyvän arvokkaita luontotyyppisiä ja lajeja*; esimerkiksi hitaasti virtaavat keskisuuret joet, heikon vedenvaihtuvuuden omaavat järvet ja rannikon ulkosaa-risto
- C) *Vesistö on erittäin herkkä pilaantumaan ja/tai sillä on merkittäviä luontoarvoja*; esimerkiksi pienet suurten virtaamavaihteluiden joet, pienet ja matalat (keskisyvyys < 3 m) järvet, suuret ja keskisuuret pitkäviipymäiset järvet (viipymä yleensä useita vuosia) ja rannikon sisäsaaristo
(Ympäristö 2015; Wessberg et al. 2006, s. 54)

Maaperässä päästön kulkeutumiseen ja seurausten suuruuteen vaikuttavat maaperän rakenne ja maalajisuhteet. Esimerkiksi karkea hiekka ja sora ovat hyvin läpäiseviä, hienohiekka ja moreeni kohtalaisesti läpäiseviä ja savimaa, humus sekä turve heikosti läpäiseviä maalajeja. (Wessberg et al. 2006, s. 54–55) Pohjaveteen asti päästö pääsee helpoiten, jos maakerrokset johtavat vettä hyvin, ei ole kulkeutumista hidastavia savi-silttikerroksia ja on olemassa hydraulinen yhteys rikkonaiseen kallioperään. Päästön kulkeutuminen pohjaveteen on vähäisintä tai olematonta tiiviiden maakerrosten hidastaessa kulkeutumista ja pohjavesipinnan ollessa syvällä maanpinnasta. (Wessberg et al. 2006, s. 55)

Jätevesipäästöjen ekologiset vaikutukset ja terveysvaikutukset määräytyvät päästön kohdeympäristön ja olosuhteiden lisäksi päästön sisältämistä aineosista. Seuraavaksi näitä vaikutuksia tarkastellaan jäteveden sisältämien ravinteiden – fosforin ja typen, biologisesti hajoavan orgaanisen aineen, mikrobien, lääkeaineiden sekä kemikaalien ja muiden haitta-aineiden osalta. Aiheen laajuuden vuoksi käsitellään vain muutama näkökulma kustakin ryhmästä.

Vesistön rehevöityessä ihmisen toiminnan seurauksena **kasviravinteita** – typpeä (N) ja erityisesti fosforia (P) – kertyy vesistöön, jolloin muun muassa ranta- ja vesikasvillisuuden sekä planktonlevien määrä lisääntyy, kasvillisuuden monipuolisuus vähenee, kalaston vallitseviksi lajeiksi jäävät särkikalat ja vedenlaatu heikkenee. Samalla järven virkistyskäyttö hankaloituu. Yksi määritelmä erittäin rehevöityneen makeavetisen vesistön vedenlaatumuuttujien mediaaniarvoille kasvukaudella on: kokonaisfosforipitoisuus > 60 µg/L, kokonaistypipitoisuus > 430 µg/L ja klorofylli-a > 20 µg/L. (Ansari et al. 2011) Osa Suomen järvistä on luontaisesti reheviä, ja järven rehevöitymisherkkyteen vaikuttavat järven ja sen valuma-alueen ominaisuudet (Ulvi & Lakso 2005, s. 63). Makeissa vesissä fosforia pidetään kasvun suhteen rajoittavana tekijänä, ja sen saatavuus ja pysyminen helposti hyödynnettävässä muodossa, kuten ortofosfaattina, vaikuttavat kasvun määrään sekä rehevöitymiseen (Santos et al. 2015).

Maailmanlaajuisesti on havaittu vesistöjen ravinnekuormituksen pääasiallisen lähteen olevan nykyisin hajakuormitus eikä pistekuormitus – osittain kehittyneiden yhdyskunta- ja teollisuusjätevesien käsittelymenetelmien vuoksi. Hajakuormituksena määrällisesti enemmän ravinteita huuhtoutuu maanviljelysalueilta kuin metsähakkuualueilta. (Vuorenmaa et al. 2001) Vuosien 1981–1997 tutkimusaineiston perusteella fosforilannoitteiden käytön vähentäminen ei ole kuitenkaan vähentänyt fosforin valumaa jokiin Suomessa; päinvastoin fosforikonsentraatioiden kasvu oli havaittavissa useimmissa tutkituissa joissa 1990-luvulla. (Vuorenmaa et al. 2001) Tämän perusteella vesistöjä kuormittavat fosforin suhteen muutkin päästölähteet kuin maatalouden lannoitteet.

Pistemäisen ravinnekuormituksen kesto ja vastaanottavan vesistön virtaama vaikuttavat vesistön ravinnepitoisuuksiin. Selvitettäessä Pirkanmaan keskuspuhdistamon vesistövaikutuksia on hyödynnetty dynaamista mallinnusta havainnollistamaan, millaisia vaikutuksia kuormituksen tai virtaaman vaihtelu voi aiheuttaa keskimääräisissä ravinnepitoisuuksissa (Frisk et al. 2008). Virtaaman pienenemisen havaittiin nostavan fosfori- ja typpipitoisuuksia sitä enemmän, mitä pienemmäksi virtaama hetkellisesti laskettiin suhteessa käytettyyn keskivirtaamaan. Kokeiltu kolmen viikon aikainen virtaaman lasku 150 vuorokauden mallinnusjaksolla aiheutti pitoisuuden nousun noin kahdeksi viikoksi. Fosforipitoisuus nousi alhaisimman virtaaman tilanteessa kuormittavimman tapausesimerkin pitoisuushuipussa noin 8 µg/L typpipitoisuuden noustessa noin 360 µg/L. Tarkastelematta kyseisen selvityksen mallin parametreja ja tapausesimerkkejä tarkemmin voidaan kuitenkin

kin havaita virtaaman merkitys ravinnepitoisuuksissa. Poikkeuksellisen kuormitustilanteen vaikutuksia selvityksessä mallinnettiin olettamalla laskemissa yhden vuorokauden mittainen ohijuoksutus puhdistamolla. Tällöin ravinnepitoisuudet nousivat noin kahden viikon ajaksi palautuen tämän jälkeen päästöä edeltävälle tasolle. Pitoisuuden nousut olivat merkitsevät vain päästön purkautumisvesistössä eikä pitoisuuden nousua ollut havaittavissa merkitsevästi tai ollenkaan muiden vesistöjen tarkkailupisteissä.

Suomessa ”rehevöitymiselle herkkien vesikasvilajien” esiintymiselle on määritelty vesistön kokonaisfosforipitoisuuden raja 30 µg/L, jonka alapuolella vesistön fosforipitoisuuden on oltava näiden lajien esiintymiseksi. Fosforipitoisuuksia painotetaan muutenkin vedenlaadun arvioinnissa typpi-arvoja enemmän niiden ollessa merkittävämpi biomassan kasvua rajoittava tekijä, ja koska typen pitoisuusrajojen asettaminen on epävarmempaa. (Vuori et al. 2009) Maaperään päästessään jäteveden ravinteet voivat vaikuttaa maaperän kasvillisuuden kasvuun, ja jos ravinteet kulkeutuvat pohjaveteen, ne voivat heikentää pohjaveden laatua (Metcalf & Eddy 2014, s. 63).

Pintavesien rehevöitymisestä fosfaatti- ja nitraattikuorman vuoksi aiheutuu terveydellinen vaikutus, jos syanobakteerit eli sinilevät lisääntyvät (Mussalo-Rauhamaa et al. 2007, s. 218). Nitraatin pitoisuus pohja- ja pintavesissä ei ole terveydellisesti muutoin merkityksellinen sen ollessa yleensä alle 5 mg/L. Nitraatin terveysperusteinen raja-arvo on 50 mg/L. Nitraatti aiheuttaa terveydellisiä riskejä eniten imeväisikäisille lapsille, mutta lisäksi se on mahalaukun- ja virtsarakon syöpien riskitekijä aikuisväestölle. Yleensä nitraatin saanti on kuitenkin elintarvikkeista moninkertaista verrattuna talousveteen. (Mussalo-Rauhamaa et al. 2007, s. 88)

Pumppaamo- ja puhdistamo-ohitusten jätevesipäästöjen vesistöä kuormittavan vaikutuksen merkityksellisyys voidaan havaita, jos verrataan päästön sisältämää fosfori- ja typpipitoisuutta käsitellyn jäteveden pitoisuuksiin. Yhdyskuntajätevesiasetuksen (888/2006) mukaisesti jätevedenpuhdistamoilla on poistettava fosforista vähintään 80 % tai kokonaisfosforipitoisuus saa olla korkeintaan 3 mg/L (alle 2000 AVL puhdistamot, suuremmilla pienempi arvo). Jos typelle on määritetty poistovaatimukset, tyyppitypestä on poistettava vähintään 70 % tai kokonaistypen pitoisuus saa olla korkeintaan 15 mg/L (10 000–100 000 AVL puhdistamot, suuremmilla pienempi arvo). Yleensä ympäristöluvuissa määritetään vähimmäisvaatimuksia tiukemmat käsittelyvaatimukset.

Enimmäkseen proteiineista, hiilihydraateista ja rasvoista koostuvan **biologisesti hajoituvan orgaanisen aineen** määrää mitataan jätevesissä BOD₇-arvolla (Biochemical Oxygen Demand) ja COD_{Cr}-arvolla (Chemical Oxygen Demand). Jos tämä aine pääsee ympäristöön käsittelemättömän jäteveden mukana, aineen biologinen stabilisoituminen tapahtuu ympäristössä, mikä kuluttaa happea aiheuttaen hapenpuutetta ja mikrobien kertymistä alueelle. (Metcalf & Eddy 2014, s. 63, 123) Esimerkiksi pumppaamo- ja puhdistamo-

distamo-ohitusten käsittelemättömän jäteveden pääsyn Seine-jokeen Ranskassa on todettu 1990-luvulla ja aiemmin aiheuttaneen joessa kalakuolemiin johtaneet anoksiset olosuhteet (Passerat et al. 2010).

Valtioneuvoston asetuksessa yhdyskuntajätevesistä veloitetaan jätevedenpuhdistamoita poistamaan biologisella käsittelyllä biologisesti hajoavaa orgaanista ainetta niin paljon, että BOD₇-arvo pienenee vähintään 70 % tai BOD₇-arvo on korkeintaan 30 mg O₂/L. COD_{Cr}-arvon on pienennyttävä vähintään 75 % tai COD_{Cr}-arvo saa olla korkeintaan 125 mg O₂/L. (Yhdyskuntajätevesiasetus 888/2006)

Jätevesien sisältämät **mikrobit** voivat vesistöihin päätyessään aiheuttaa uimareiden sairastumisen suolistoinfektioon. Uidessaan ihminen voi vahingossa niellä pienen määrän vettä, ja koska useiden vesivälitteisten taudinaiheuttajien – kuten norovirusten, EHEC-bakteerin eli enterohemorraagisen *Escherichia coli* -bakteerin (Terveystieteiden tutkimuskeskus ja hyvinvoinnin laitos 2013) ja kampakampylobakteeri *C. jejuni* – infektiannon on pieni, sairastuminen on mahdollista (Mussalo-Rauhamaa et al. 2007, s. 78). Uimareiden ihokosketus vedessä oleviin mikrobeihin – kuten *Pseudomonas aeruginosa* ja *Staphylococcus aureus* -bakteereihin – voi aikaansaada ihoinfektion (Mussalo-Rauhamaa et al. 2007, s. 78). Käytettäessä mikrobipitoista luonnonvettä kasteluvetänä mikrobit voivat aiheuttaa terveystarpeita (Miettinen et al. 2013), todennäköisesti erityisesti kasteltaessa tuoreina syötäviä vihanneksia tai marjoja.

Meneillään olevassa CONPAT-hankkeessa (Aquatic contaminants – pathways, health risks and management) selvitetään valittujen mikrobien ja kemikaalien päästölähteitä, kulkeutumista ja aiheuttamia terveystarpeita (Miettinen et al. 2013). Hankkeen mittausten mukaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden käsitellyssä jätevedessä keskimääräinen indikaattoribakteeri *E. coli* lukumäärä on ollut 130 000 pmy/100 ml ja teollisuuden jätevedenpuhdistamoiden käsitellyssä jätevedessä 200 pmy/100 ml. Käsitellyn jäteveden näytteistä yli puolet sisälsi noro- ja adenovirusia, ja legionellabakteereita oli noin 1/3 näytteistä. Kampakampylobakteereita ja salmonellavirusia oli vähäisempiä määriä. Muiden tutkimusten perusteella käsittelemättömässä jätevedessä voi olla norovirusia yli 10 000 000 viruskopiota/L eli yli 1 000 000 viruskopiota/100 ml (Miettinen et al. 2013). Jätevedenpuhdistusprosessissa mikrobeista on mahdollista poistua 90–99,9 %, vaikkakin joidenkin mikrobien määrät voivat suurentua puhdistamolla, erityisesti biologisen puhdistusvaiheen aikana (Miettinen et al. 2013).

Suolistomikrobien määrä tilavuusyksikössä laskee yleensä nopeasti vesistössä laimene-
misen ja sedimentaation vaikutuksesta (Perkola_a 2014), mutta tällä ei ole infektioriskin
suhteen merkitystä, jos taudinaiheuttajamikrobeja on vedessä riittävästi infektion aiheut-
tamiseksi. Alkujaan ympäristöperäiset mikrobit, kuten satunnaisesti teollisuusjätevesissä
runsaina esiintyvät legionellabakteerit, voivat selviytyä vesistössä pidempään toiminta-
kykyisinä (Perkola_a 2014).

Passerat et al. (2010) ovat tutkineet Ranskan Seine-joella vuoden 2008 intensiivisimmän sateen aiheuttamia muutoksia fekaalisten indikaattoribakteerien määrään yhdessä ylivuotopisteessä. Tutkittu jätevesi sisälsi keskimäärin 1 500 000 E. coli-bakteeria ja 400 000 suolistoperäistä enterokokkia/100 ml. Noin 77 % E. coli -bakteereista oli kiinnittyneenä kiintoaineisiin. Joessa ylivuodon tapahtumakohdalla tutkittujen indikaattoribakteerien määrät nousivat 80 (E. coli) ja 100 (suolistoperäiset enterokit) -kertaisiksi sateettoman ajankohdan tilanteeseen verrattuna. Ylivuodon tapahtumakohdasta alaspäin joen indikaattoribakteerimäärät olivat ylivuodon aikaan 7–9 -kertaisia verrattuna tapahtumakohdan yläpuolisen vesimassan bakteerimäärään. Syvyysuunnassa mikrobeilla ei juuri ollut pitoisuuseroja, ja jos eroja oli, bakteerien konsentraatio oli korkeampi pohjanäytteessä verrattuna pintanäytteeseen. Tutkitun joen syvyys oli 4–5 m. Tutkimuksen mukaan kaikki ylivuodon mukanaan tuomat bakteerit eivät olleet peräisin yhdyskuntajätevedestä, vaan osa oli lähtenyt liikkeelle viemäristöön sedimentoituneesta aineksestä kovan virtauksen voimasta ja osa oli sadeveden viemäriin mukanaan tuomia bakteereita. Sadeveden arviointiin muodostavan 89 % ylivuotona purkautuvasta viemärivedestä. Noin 13–14 tunnin kuluttua E. colin pitoisuus oli laskenut 66 % ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuus oli laskenut 79 %, joten joen hygieeninen laatu laski merkitsevästi, vaikkakin rajoitetuksi ajaksi.

Jätevesien mikrobien haittavaikutuksina voidaan ympäristöriskianalyysissä tarkastella vesistön kautta aiheutuvia terveysvaikutuksia. Lisäksi jäteveden mikrobien päätyminen pohjaveteen saastuttaa pohjaveden, joten tämä on otettava huomioon tarkasteltaessa jätevesipäästön suuntautumista.

Lääkeaineilla voi olla ihmiselle haitallisia sivuvaikutuksia, vaikka niitä käytettäisiin tarkoituksenmukaisesti. Lääkeaineista voi aiheutua terveysvaikutuksia ja ekologisia haittavaikutuksia niiden päätyessä jätevesien mukana vesistöön tai maaperään. Seuraavaksi tarkastellaan lyhyesti vain kolmea paljon käytettyä ja tutkittua lääkeainetta – tulehduskipulääke ibuprofeeniä, epilepsialääke karbamatsepiiniä ja ehkäisyvalmisteissa käytettävää estrogeenia, 17 β -estradiolia.

Lääkeaineiden voidaan ajatella aiheuttavan potentiaalisia myrkyvaikutuksia ja ympäristöhaittoja jo sen perusteella, että ne on suunniteltu olemaan biologisesti aktiivisia (Gammarra Jr. et al. 2014). Jos lääkeaineet imeytyisivät aina kokonaisuudessaan elimistöön, ei niitä päätyisi nykyisiä määriä jätevesiin. Jätevedet kotitalouksista, maataloilta ja sairaaloista ovat yleensä pääasiallinen lähde vesistöihin päätyvissä lääkeaineissa (Gammarra Jr. et al. 2014). Lääkeainejäämät ovat vesistöissä enimmäkseen seoksina eivätkä yksittäisinä kontaminanteina, ja tarkan ympäristöriskiarvion tekemiseksi olisi tiedettävä lääkeaineyhdistelmien mahdolliset vaikutukset. Lisäksi usein keskitytään tutkimaan lääkeaineiden akuutteja vaikutuksia, mutta kroonisten vaikutusten ymmärtäminen on tärkeää. (Cleuvers 2002)

Jos lääkeaineen pitoisuutta ympäristössä ei tunneta, se voidaan ennustaa lääkkeen kulu- tai myyntimääristä, oletetusta reitistä ympäristöön sekä aineen fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista (Carlsson et al. 2005). Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla -hankkeen (Vieno 2014) mittausten mukaisia ibuprofeenin ja karbamatsepiinin pitoisuuksia Tampereen Viinikanlahden jätevedenpuhdistamolla oli esitettyinä taulukossa 2.7.

Luonnossa hyvin pysyvien lääkeaineiden kulkeutumista ja itse pysyvyyttä voidaan mallintaa käyttämällä indikaattoriainetta, kuten tarkoitukseen sopivaa keinotekoista makeutusainetta nimeltään asesulfaami-K. Kyseistä täysin ihmisperäistä elimistössä metaboloitumatonta makeutusainetta on käytetty CONPAT-hankkeessa (Perkola et al. 2015) virtausmallien kalibrointiin. Makeutusaineen ei oleteta aiheuttavan terveydellisiä riskitekijöitä juomaveden kautta, koska aineen päivittäinen saantisuositus on suuri verrattuna tutkitusta tekopohjavedestä löytyneeseen pitoisuuteen. Aineen pitoisuudet olivat tutkimusalueella pintavesissä keskimäärin 340 ng/L, tekopohjavesilaitokselle menevässä raakavedessä 310 ng/L ja tekopohjavedessä luontaisen pohjaveden sekoittumisen vaikutuksesta 280 ng/L. Aineen pitoisuuden muutokset kuvaavat näin hyvin pysyvän yhdisteen kulkeutumista vesistössä.

Karbamatsepiinikaan ei hajoa helposti ympäristössä – eikä jätevedenpuhdistamoilla, ja se kulkeutuu vesistöissä pohjaveteen asti. Ibuprofeiinista saadaan puhdistamoilla yleensä poistettua yli 95 %. (Perkola et al. 2015) Pietrini et al. (2015) ovat tutkineet ibuprofeenin vaikutuksia veden pinnalla kelluvan kasvin (*Lemna gibba*) kasvuun kasvuliuoksessa, jonka ibuprofeinipitoisuus oli 1 mg/L. Tutkimustulosten mukaan ibuprofeini ei vaikuttanut kasvien kasvunopeuteen, mutta ibuprofeinin metabolisten hajoamistuotteiden löytyminen kasvien kasvuliuoksesta todisti kasvien absorboivan ibuprofeinia ja fysikaalis-kemiallisten hajoamisprosessien tapahtuvan kasvien vaikutuksesta. Hajoamistuotteita ei havaittu verrokkiliuoksessa, jossa ei ollut mukana tutkittuja kasveja. Tutkimustuloksia verrattiin muihin tutkimuksiin, jonka perusteella kasvien vaste ibuprofeinille vaihteli hie- man erilaisten kasvilajien sekä kasvu- ja testiolosuhteiden vuoksi.

Ibuprofeinin käyttömäärät ovat suuret maailmanlaajuisesti, ja se on yksi useimmin havaituista lääkeaineista makeassa vedessä, minkä vuoksi lääkeainetta on jo ehdotettu käytettäväksi merkinä vesistön jätevesikontaminaatiosta (Pietrini et al. 2015). Lääkkeen annospitoisuudet ovat ihmiselle suuria, yleensä aikuiselle 400–600 mg/3–4 kertaa vuorokaudessa ja maksimissaan 3200 mg vuorokaudessa (Lääketietokeskus 2015), joten vesistöistä ja mahdollisesti juomavedestä löytyvien pitoisuuksien ei oleteta aiheuttavan ainaakaan akuutteja terveysvaikutuksia. Ibuprofeinin fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien vuoksi sen kulkeutuvuuden oletetaan olevan heikko aineen päätyessä maaperään ja haihtuvuuden ei oleteta olevan merkitsevää maaperästä eikä vedestä (Toxnet 2015). Vedessä ibuprofeini todennäköisesti adsorboituu suspendoituneeseen kiintoaineeseen ja sedimentteihin, ja ibuprofeinin BCF (bioconcentration factor) on 3, joten potentiaalinen kertyvyys vesieliöihin on pieni (Toxnet 2015).

Karbamatsepiinin terapeuttiset annostukset ovat aikuiselle 400–1600 mg/d, joten vesistöistä ja mahdollisesti juomavedestä löytyvät pitoisuudet eivät todennäköisesti aiheuta ainakaan akuutteja terveysvaikutuksia. Vesihyönteisille, kuten lajille *C. riparius*, karbamatsepiinin on todettu aiheuttaneen kuolleisuuden kasvua (Toxnet 2015). Karbamatsepiinin fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien vuoksi sen kulkeutuvuuden oletetaan olevan kohtalainen aineen päätyessä maaperään ja haihtuvuuden ei oleteta olevan merkitsevää maaperästä eikä vedestä. Vedessä karbamatsepiini todennäköisesti adsorboituu suspendoituneeseen kiintoaineeseen ja sedimentteihin. Karbamatsepiinin BCF on 15 (kala), joten potentiaalinen kertyvyys vesieliöihin on pieni. (Toxnet 2015)

Estrogeenivalmisteiden on todettu tuhoavan niille herkkiä vesieläimiä, muun muassa kaloja ja sammakoita, häiritsevän eliöstön hormonitoimintaa muun muassa feminisoiden koiraspuolisia kaloja ja vähentävän kalojen lisääntymiskykyä. EU:n prioriteettiaineita koskevassa direktiivissä, 2013/39/EU, 17β -estradioli on otettu mukaan prioriteettiaineiden listalle, ja sille on määritetty pitoisuus 0,4 ng/L, joka ei saisi ylittyä pintavesissä, jotta aine ei aiheuttaisi haittavaikutuksia vesieliöstölle ja ihmisille. Prioriteettilistalla on myös 17α -etinyyliestradioli, jonka vastaavaksi raja-arvoksi, ympäristölaatonormiksi, on määritetty 0,035 ng/L. Näillä aineilla ei ole taipumusta kerääntyä eliöstöön eikä sedimenttiin. (Kunz et al. 2014)

Lajikohtaiset EC_{50} -arvot kertovat aineiden myrkyllisyydestä eliöstölle. Suurien päästöjen kohdalla voivat akuutit vaikutukset olla merkittäviä, ja toistuvat jätevesipäästöt lisäävät todennäköisesti kroonisten haittavaikutusten määrää. EU:n direktiivissä 93/67/EEC aineet luokitellaan niiden EC_{50} -arvon mukaan kolmeen eri luokkaan:

$EC_{50} < 1$ mg/L => hyvin toksinen vesieliöstölle

$EC_{50} = 1$ –10 mg/L => toksinen vesieliöstölle

$EC_{50} = 10$ –100 mg/L => haitallinen vesieliöstölle

(Cleuvers 2002). Aineiden EC_{50} -arvoja on esitetty liitteessä E.

Monien **haitallisten aineiden** pitoisuuksien on havaittu olevan käsitellyssä jätevedessä huomattavan korkeita, jolloin ympäristölaatonormin ylittyminen voi olla mahdollista. Tällaisia aineita ovat muun muassa torjunta-aineet, alkyylifenolit ja niiden etoksylaatit, PAH-yhdisteet, ftalaatit (DEHP, DBP, BBP), orgaaniset tinayhdisteet, klooribentseenit, trikloorimetaani eli kloroformi ja dikloorimetaani (Vuoristo et al. 2010).

Metalleja päätyy vesistöihin jäteveden mukana. Haitta-aineiden suhteen kaloille merkityksellisiä ovat ääri-ilmiöt, kuten suurin metallipitoisuus. Toisaalta osa kaloista saattaa toipua hyvin lyhytaikaisesta altistuksesta akuutisti tappavalle metallipitoisuudelle tai pH-arvolle. Tämän lisäksi kalat voivat kestää lyhytaikaisia korkeita pitoisuuksia peräkkäin toistuvina jatkuvaa altistusta paremmin. Aleneva pH häiritsee herkimpien lajien ionitasa-

painoa ja hengitysaineenvaihduntaa. Veden kovuuden eli kalsium- ja magnesiumipitoisuuden on todettu vaikuttavan metallien myrkyllisyyteen ja haittavaikutusten ilmenemiseen vaadittavaan pH-arvoon. (Sutela et al. 2012, s. 22–23)

Tutkimuksissa on osoitettu, että runsaiden sateiden aiheuttamissa pumppaamo- ja puhdistamo-ohitustilanteissa kiintoaine (TSS, total suspended solids) toimii kantajaineena orgaaniselle ainekselle, ravinteille ja metalleille (Bi et al. 2014). Näin kiintoaineen kulkeutuminen vaikuttaa näidenkin aineiden kulkeutumiseen vesistöissä. Kemikaaleja, joiden on hiljattain havaittu löytyvän ympäristöstä ja yleensä oletettua suurempina pitoisuuksina, ja joiden leviämistä ja lopputilannetta ei tarkkaan tunneta, kutsutaan nousviksi yhdisteiksi (emerging compounds), joihin kuuluu aineita teollisuudesta, maataloudesta, kotitalouskemikaaleista ja lääkeaineista (Perkola_b 2014). Esimerkiksi perfluorirakenteiset alkyyliryhmät (PFAS) ovat yksi tällainen yhdisteryhmä, ja ryhmän yhdisteet pääsevät ympäristöön pääasiassa jäteveden ja pilaantuneen maa-aineksen mukana (Perkola_b 2014). PFAS-yhdisteiden on todettu kasvattavan rintasyövän riskiä, ja hormonitoimintaa häiritsevinä yhdisteinä ne voivat vaikuttaa lisääntymiskykyyn. Niiden pitoisuudet eivät kuitenkaan merkittävästi pienene puhdistamoiden jätevedenkäsittelyprosesseissa. (Perkola_b 2014) Siten käsittelemättömän jäteveden pääsy ympäristöön ei aiheuta selvästi suurempaa riskiä kuin käsitellynkään jäteveden päästö.

Niu et al. (2014) ovat tutkineet jätevedenpumppaamoiden hajujen terveysvaikutuksia työntekijöille. Tutkimuksessa keskityttiin neljään eniten hajua tuotavaan kemikaaliin – klooribentseeni, dikloorimetaani, rikkivety ja rikkihiili. Syöpäriskin todettiin olevan merkityksellisen. Suurimman ei-karsinogeenisen terveysriskin aiheutti rikkivety. Pitkäaikaisen altistumisen hajuille todettiin voivan vaikuttaa ihmisten keskushermostoon aiheuttaen erilaisia vaikutuksia, kuten tunnottomuutta, lihaskouristuksia, päänsärkyä, pahoinvointia, huimausta ja muistihäiriöitä. Käsittelemättömän jätevesipäästön ollessa kyseessä hajut voivat olla lähialueen asukkaille häiritseviä, mutta niille altistuminen on todennäköisesti niin lyhytaikaista, että terveydelliset vaikutukset ovat vähäisiä tai niitä ei ole. Vaikutus riippuu kuitenkin ihmisen herkyydestä erilaisille hajuille. Monesti hajut aiheuttanevat enemmän mielipahaa kuin fyysisiä oireita.

DEHP on kemikaali, jota löytyy tällä hetkellä kaikkialta ympäristöstä, kuten maaperästä, sedimenteistä, kiintoaineista, jätevedestä, ilmasta ja puhdistamolietteestä. Altistusreitit ei ole aina helppoa selvittää, vaikka ruokaa pidetäänkin merkittävimpänä lähteenä. (Helm 2007) Esimerkiksi ftalaattien pitoisuuden ihmiskehossa on haivattu Kiinassa korreloivan kalansyöntimäärien kanssa (Cheng et al. 2013) Ftalaatteja käytetään erityisesti PVC-muovin lisäaineina (Frauser & Thomsen 2002), ja lapset voivat altistua niille imeskelemällä PVC-muovisia leluja sekä huonepölyn kautta (Helm 2007). Ftalaatit eivät ole sitoutuneet kemiallisesti muoviin, joten ne voivat kulkeutua materiaalin pinnalle ja siirtyä siitä ympäröivään ympäristöön – ilmaan, veteen tai maahan (Frauser & Thomsen 2002).

Ftalaatit ovat hydrofobisia yhdisteitä muodostaen pieniä pisaroita vesifaasisissa. Hydrofobisina yhdisteinä ne kiinnittyvät sorptiolla veteen liuenneeseen orgaaniseen ainekseen (DOM, dissolved organic matter), jonka kulkeutumisominaisuudet ovat hyvät, ja joka voi kulkeutua maaperän huokosissa advektion mukana. Tällöin ftalaatti ei hajoa biologisesti, koska se ei ole organismien saatavilla. (Frauser & Thomsen 2002)

DEHP-kemikaalin on todettu häiritsevän hormonitoimintaa ja erityisesti feminisoivan miessukupuolta. Useimmat tutkimustulokset on saatu eläinkokeista, mutta näiden perusteella voidaan päätellä terveysvaikutuksia aiheutuvan mahdollisesti ihmisille. Kemikaalin onkin raportoitu vaikuttavan naisten lisääntymistoimintoihin, tosin suurella altistavalla annoksella. (Helm 2007) Lisäksi DEHP on luokiteltu mahdolliseksi karsinogeeniksi ihmiselle (USEPA, United State Environmental Agency) (Cheng et al. 2013).

Alkoholietoksylaatit ovat teollisuudessa käytettyjä pintajännitystä alentavia aineita, jotka päätyessään vesistöihin jäteveden mukana hajoavat biologisesti nonyylifenolietoksylaateiksi ja edelleen nonyylifenoliksi. Nämä hajoamistuotteet ovat hydrofobisia, pysyviä ja vesieliöstölle toksisia yhdisteitä. (Corsi & Focardi) Nonyylifenolit on luokiteltu hormonitoimintaa häiritseviksi yhdisteiksi (EDC, endocrine disrupting chemicals) (Zhang et al. 2015). Nisäkkäiden ja lintujen soluilla tehtyjen koeputkikokeiden avulla on osoitettu nonyylifenolin olevan monia muita vesieliöstölle toksisia yhdisteitä voimakkaampi sen matkiessa 17β -oestradiolin toimintaa, ja in vivo -tutkimuksissa on havaittu koiraspuolisilla kaloilla häiriöitä muun muassa sukuelinten kehityksessä (Corsi & Focardi 2001).

2.7.2 Vaikutuksia ympäristön virkistyskäyttöön ja organisaation toimintakykyyn

Käsitlemättömän jäteveden päästessä vesistöön joudutaan toisinaan sulkemaan uimarantoja hetkellisesti sairastumisten välttämiseksi. Myös kalastus, ravustus ja vesistön muu virkistyskäyttö voivat keskeytyä päästön vuoksi. Pumppaamoylivuoto voi aiheuttaa epämiellyttävää hajua ympäristöön häiriten ulkoilua alueella.

Jätevedenkäsittely on niin sanottu välttämättömyyspalvelu, mutta siitä huolimatta haitallista julkisuutta saavalla ja/tai ympäristölupaehdoista poikkeavalla toiminnalla voi olla vaikutuksia vesihuoltolaitoksen/vesihuollosta vastaavan organisaation toimintakykyyn, toimintaedellytyksiin. Asioiden selvittely voi lisätä kustannuksia ja varata merkittävästi resursseja. Työpaikkana organisaatio ei välttämättä ole enää houkutteleva, jos toimintaa arvostellaan toistuvasti julkisesti.

Vaikka yksittäisellä käsitlemättömän jäteveden pääsillä ympäristöön ei olisi merkittäviä ekologisia tai terveydellisiä vaikutuksia, voi päästön havainneilla kansalaisilla vaikuttaa ympäristöriskin hahmottamiseen asiantuntijoita vähäisemmät tiedot, julkisen sanan

vääristävä vaikutus sekä tietoinen valmius hyväksyä suurempi riski jollekin henkilökohtaiselle asialle, kuten ylinopeuden ajamiselle (Mussalo-Rauhamaa 2007, s. 165). Nämä seikat lisäävät toiminnan vastustamista.

Vantaanjoen valuma-alueen jätevesiylivuotoja käsittelevässä esiselvityksessä (Urho 2011) todetaan käsittelemättömän jäteveden päästöjen olleen huomattavasti esillä poliittisessa keskustelussa ja kansalaistoiminnassa vuonna 2010. Rankkasateiden aiheuttamat jätevesipäästöt olivat johtaneet uimarantojen sulkemiseen, mikä oli lisännyt keskustelua ja aloitteita jätevesipäästöjen estämiseksi. Vantaanjokeen vuotaneista käsittelemättömistä jätevesistä oli tehty rikosilmoitus, ja kampanjoitu sosiaalisessa mediassa päästöjen lopettamiseksi.

Lyytimäki & Assmuth (2014) ovat tutkimuksessaan selvittäneet kansalaisten reaktioita Turun Virtaankankaan tekopohjavesihankkeeseen tutkien eri medioissa – kuten sanomalehdet, verkkolehdet, verkkokeskustelut – esiintyneitä kommentteja ja keskusteluita aiheesta. Tutkimuksessa havaittiin hanketta kritisoineilta puuttuneen usein tietoja käsiteltävän asian oikeista vaikutuksista, asioita suurenneltavan, yhdisteltävän väärä asioita keskenään ja nostettavan esille vanhoja ympäristöongelmia. Tutkimuksen mukaan monesti helposti havaittavat muutokset luonnossa voivat tulla vilkkaan mediakeskustelun aiheeksi, jolloin ne esitetään merkkeinä ihmisten toiminnasta tai ympäristöongelmasta. Asia on kuitenkin todellisuudessa harvoin näin yksinkertainen. Tämäkin tutkimus vahvistaa käsitystä, että monet pelot erilaisten päästöjen, kuten jätevesipäästöjen, vaikutuksista voivat aiheuttaa merkittävää julkista keskustelua, ja siten haittaa organisaatioiden maineelle ja toiminnalle. Ehkäisemällä tällaisia jätevesipäästöjä organisaatio suojelee ympäristön ja ihmisten terveyden lisäksi omaa imagoaan ja tulevaisuuden toimintakykyään.

Käsittelemättömän jäteveden pääsy vesistöön voi aiheuttaa vesihuoltolaitoksen lisäksi haittavaikutuksia ulkopuolisille organisaatioille, esimerkiksi teollisuuslaitoksille, jotka käyttävät vesistön vettä prosessivetenään. Jos olosuhteet ja virtaamat ovat otolliset, päästö voi kulkeutua yhtenäisenä lauttana teollisuuslaitoksen prosessivedenotto paikalle.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät jakautuvat Pirkanmaan pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten tilannetta ja sen raportointia selvittäviin sekä ympäristöriskianalyyseissä hyödynnettäviin menetelmiin. Menetelmät esitellään tässä luvussa.

3.1 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten tilanteen selvittäminen

Tiedot puhdistamo-ohituksista ja pumppaamoylivuodoista koottiin viranomaiselle raportoiduista tiedoista, kyselytutkimuksen avulla ja esimerkkikuntien puhdistamovierailuilla toteutetuilla teemahaastatteluilla. Esimerkkikuntina olivat Lempäälä, Parkano ja Sastamala.

3.1.1 Raportoidun tiedon kerääminen

Pumppaamoylivuodoista ja puhdistamo-ohituksista koottiin tietoja vuosilta 2002–2014. Tietoja tallennettiin Excel-taulukkoon VAHTI-järjestelmästä (Ympäristö_c 2015) sekä Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen (KVVY) kokoamista puhdistamoiden ”Kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto” -raporteista (jatkossa vuosiyhteenvetoraportit). Päästöille raportoitujen päivämäärien avulla pyrittiin välttämään päällekkäiset kirjaukset, jotta samaa päästöä ei kirjattaisi taulukkoon kahta kertaa.

VAHTI-järjestelmään oli kirjattuna päästöjä vuodesta 2007 alkaen, vaikkakin enimmäkseen vuodesta 2011 eteenpäin. Vain 14 puhdistamoa 38 puhdistamosta (kun Mäntän puhdistamoa ei oteta huomioon) oli kirjannut pumppaamoylivuotoja ja/tai puhdistamo-ohituksia järjestelmään, ja osa kirjanneista oli kirjannut vain osan niistä päästöistä, jotka löytyivät vuosiyhteenvetoraporteista. Vuosittaisten päästötietojen lisäksi taulukkoon kirjattiin muun muassa vuotovesikertoimet (N_v ja N_{max}) sekä päästöille merkittviä syitä.

Vuosiyhteenvetoraporteista suurin osa oli paperisina versioina arkistossa, ja sähköisinä oli saatavilla raportteja vuosilta 2010–2014. Raportit olivat vuodesta 2011 alkaen sisällöltään kattavampia. Pienimmiltä puhdistamoilta raportteja oli laadittu tarkastellun ajanjakson viimeisiltä vuosilta. Tampereen puhdistamoilta KVVY ei ole laatinut vuosiyhteenvetoraportteja, joten niiden osalta ei ollut käytettävissä vastaavia päästötietoja kuin muilta raportoineilta puhdistamoilta. Taulukossa 3.1 on tiedot tässä tutkimuksessa käytettävissä olleista puhdistamoiden raportoinneista VAHTI-järjestelmään sekä vuosiyhteenvetoraportteina.

Taulukko 3.1. Pirkanmaan ympäristöluvallisten jätevedenpuhdistamoiden raportointi VAHTI-järjestelmään (vähintään yksi merkintä) sekä Kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto -raporteilla.

Jätevedenpuhdistamo	Päästötietoja saatavilla VAHTI-järjestelmästä vuosilta 2002–2014	Kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenvetoraportteja laadittuna vuosilta 2002–2014
Akaan jvp	alkaen 2012	alkaen 2002
Hämeenkyrön Kirkonkylän jvp	alkaen 2014	alkaen 2002
Hämeenkyrön Osaran toimipisteen (Ammatti-instituutti Iisakki) jvp	ei merkintöjä	ei raporteja
Ikaalisten keskusjvp	alkaen 2013	alkaen 2004
Ikaalisten Luhalahden jvp	ei merkintöjä	alkaen 2011
Ikaalisten Tevaniemen jvp	ei merkintöjä	alkaen 2012
Juupajoen Lyllyn jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Kangasalan Kuhmalahden kirkonkylän jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Kangasalan Pohjan taajaman jvp	ei merkintöjä	alkaen 2006
Lempäälän keskuspuhdistamo	alkaen 2011	alkaen 2002
Nokian Kullaanvuoren keskusjvp	alkaen 2012	alkaen 2002
Nokian Siuron jvp	alkaen 2011	alkaen 2002
Oriveden Eräjärven jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Oriveden Päiväkummun kurssikeskuksen jvp	ei merkintöjä	alkaen 2003
Oriveden Tähtiniemen jvp	alkaen 2012	alkaen 2002
Parkanon keskusjvp	alkaen 2008	alkaen 2002
Pälkäneen Kirkonkylän jvp	alkaen 2008	alkaen 2002
Pälkäneen Luopioisten Aitoon jvp	alkaen 2011	alkaen 2003
Pälkäneen Luopioisten kirkonkylän jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Pälkäneen Rautajärven jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Pälkäneen Sappeen jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Pälkäneen Tehtaiden yhteispuhdistamo	ei merkintöjä	alkaen 2009
Ruoveden kirkonkylän jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Ruoveden Visuveden jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Sastamalan Äetsän jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Sastamalan Kiikoisten jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Sastamalan Mouhijärven jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Sastamalan Vammalan keskusjvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Tampereen Kämenniemen jvp	ei merkintöjä	Omat raportit. Ei Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistyksen vuosiyhteenvetoraportteja. Pumppaamo-yli-vuotoja puhdistamohituksia ja on kirjattu puhdistamokohtaisesti viikkovirtaamatietoihin vuodesta 2013 lähtien (kyselytutkimus).
Tampereen Polson jvp	ei merkintöjä	
Tampereen Raholan jvp	alkaen 2011	
Tampereen Viinikanlahden jvp	alkaen 2013	
Urjalan keskusjvp	alkaen 2011	alkaen 2002
Valkeakosken keskusjvp	alkaen 2007	alkaen 2002
Virtain kaupungin keskuspuhdistamo	ei merkintöjä	alkaen 2002
Ylöjärven Kurun kirkonkylän jvp	ei merkintöjä	alkaen 2002
Ylöjärven Mutalan koulun jvp	ei merkintöjä	alkaen 2014
Ylöjärven Paappasenniemen jvp	ei merkintöjä	ei raporteja

Vuosiyhteenvetoraporttien tiedoista kirjattiin taulukkoon päästöjen määrät vuosittain erotellen pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset sekä puhdistamo-ohituksista mahdollisuuksien mukaan ohituksen paikka jäteveden käsittelyprosessissa. Lisäksi taulukkoon kirjattiin ilmoitetut päästöjen tapahtumispäivämäärät, puhdistamalla koko vuonna käsitellyn jäteveden määrä, tulevan jäteveden virtaama sekä yksittäisiä kommentteja vuosiyhteenvetoraportin tekstiosuudesta löytyneistä lukuja tukevista tai niistä poikkeavista tiedoista. Erilliseen taulukkoon kirjattiin esimerkkikuntien yksittäisten päästöjen koot vuodelta 2013.

Excel-tilastoja koottuja tietoja järjestettiin manuaalisesti uusiin taulukoihin. Virhetodennäköisyyttä pyrittiin pienentämään tarkistelemalla satunnaisia tietoja jälkikäteen, jolloin ei havaittu poikkeavuuksia tiedoissa.

Vuosiyhteenvetoraporteissa päästöjen merkitsemiseen käytetyt taulukot olivat monimuotoisia, ja monesti pumppaamoylivuotoja kutsuttiin ohituksiksi. Pumppaamoylivuodot kuuluivat yleensä ryhmään, jossa raportoitiin ”viemäriverkostossa ja pumppaamoilla tapahtuneet ohitukset”, jolloin mukana voi olla muitakin satunnaisia jätevedenpurkautumisia verkostosta, vaikka ylivuotojen mittausmahdollisuus on lähinnä vain pumppaamoilla. Osassa raporteja ohitusmäärä oli merkitty taulukkoon nollassa, vaikka raportin tekstissä kerrottiin joudutun turvautumaan ohitukseen. Koska ohitusten määrää ei kerrottu tekstissä, on tällaisissa tilanteissa taulukoitu nolla-arvo epätodellinen.

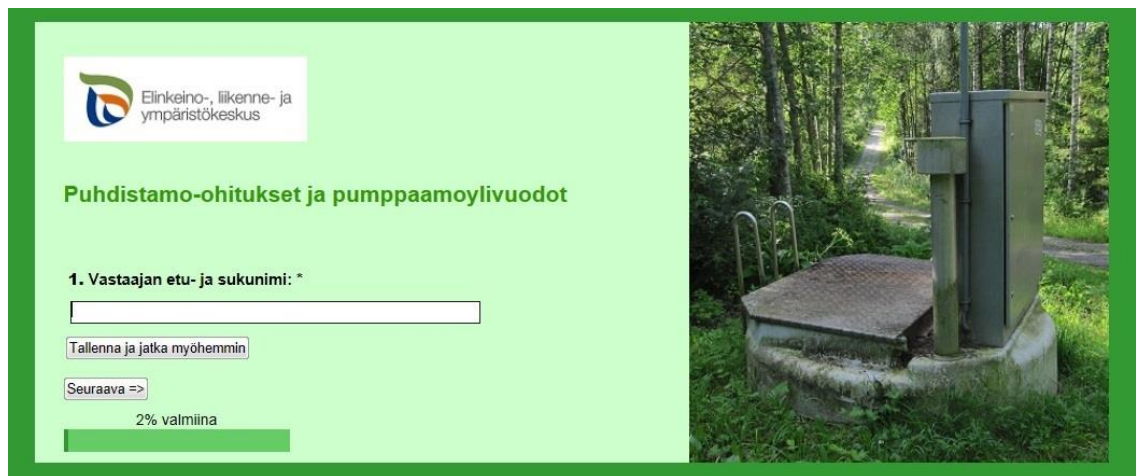
3.1.2 Kyselytutkimus

Lisätietoja pumppaamoylivuodoista, puhdistamo-ohituksista ja niiden raportointikäytännöistä kerättiin kyselytutkimuksella, joka lähetettiin ensisijaisesti puhdistamonhoitajille/puhdistamoiden hoidosta vastaaville. Kolme puhdistamonhoidosta vastaava vastasi 3–4 puhdistamon kyselyyn ja kolme vastasi kahden puhdistamon kyselyyn; muilla puhdistamoilla oli omat vastuuhenkilönsä. Lisäksi kysely lähetettiin pumppaamoylivuotoja koskien kuntiin, joissa ei sijaitse omaa jätevedenpuhdistamoja sekä muille kiinnostuneille, jotka halusivat vastata kyselyyn kunnan puhdistamoiden osalta. Kysely lähetettiin yhteensä 35 henkilölle. Taustaselvityksen mukaan puhdistamon hoidosta vastaavat tuntevat yleensä puhdistamon alueelle kuuluvat pumppaamot, ja kirjaavat ylös niiden ylivuodot. Tämän vuoksi pumppaamoylivuodoista kysyttiin samassa kyselyssä kuin puhdistamo-ohituksista.

Ennen kyselyn lähettämistä selvitettiin puhelimitse tiedustellen, vastataanko kyselyyn mieluummin paperisena versiona vai sähköisenä Webropol-kyselynä, vastaisivatko vastaajat yhtä tarkasti sähköiseen kuin paperiseen kyselyyn ja onko sähköiseen kyselyyn vastaaminen käytännössä mahdollista. Vastausten perusteella kyselyjä lähetettiin paperisena 9 ja sähköisenä 36 kappaletta. Kyselyn paperinen versio on liitteenä F. Yhteisen kyselyn

mukana jokaiseen kuntaan lähetettiin yksi lisäkysely, jonka avulla kysyttiin kuntakohtaisia, puuttuviksi havaittuja, tietoja. Näitä lisätietoja olivat esimerkiksi vuosiyhteenvetoreporteista puuttuvat pumppaamo-ohitusten ja puhdistamo-ohitusten taulukot, jotka mainittiin kyseisissä raporteissa, puuttuvat vuosiyhteenvetoreportit sekä puuttuvat pumppaamotiedot karttapohjan avulla kysytyinä.

Webropol-sovelluksella ei ollut mahdollista toteuttaa halutusti kyselyyn suunniteltua taulukomaista kysymystä kunnan suurimmista pumppaamoista, joten se erotettiin erilliseksi täydennettäväksi pdf-lomakkeeksi. Webropol-kyselyn ensimmäisen sivu on esitettyä kuvassa 3.1. Kyselyn linkki ja pdf-tiedosto lähetettiin vastaajille yksilöityinä sähköpostiviesteinä.



Kuva 3.1. Ensimmäinen sivu puhdistamoiden yhteisessä Webropol-kyselyssä.

Tutkimuksessa 39 puhdistamoa koskevaan yhteiseen kyselyyn vastausprosentti oli 97,4 % eli yhden puhdistamon (Ylöjärven Mutalan koulun jätevedenpuhdistamo) osalta ei vastattu kyselyyn. Kunnista, joissa ei sijaitse omaa puhdistamoa, vastattiin kaikista (4) kunnasta.

3.1.3 Haastattelut esimerkkikunnissa

Tutkimukseen valittiin kolme esimerkkikuntaa – Lempäälä, Parkano ja Sastamala. Lempäälä valittiin edustamaan asukasluvultaan suurta kuntaa ja Parkano asukasluvultaan pientä kuntaa. Mukaan haluttiin vielä jollain osa-alueella muista Pirkanmaan kunnista erottuva kunta. Sastamala valittiin erityiskunnaksi kunnan haasteellisen vuotovesitilanteen vuoksi sekä sen muodostuessa monen pienen kunnan yhteenliittymänä.

Esimerkkikuntien jätevedenpuhdistamoilla vierailtiin tutustuen puhdistamoiden ohitusjärjestelyihin ja toteuttaen teemahaastattelu tutustumiskierroksen yhteydessä. Kuntien puhdistamoilla vierailtiin eri päivinä, mutta Sastamalan neljällä puhdistamolla vierailtiin saman päivän aikana.

Hyödynnetty teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelumenetelmä, jota tutkijat Hirsjärvi ja Hurme (2014) kutsuvat kyseisellä nimellä. Haastattelussa keskitytään etukäteen valittuihin teemoihin, mikä erottaa teemahaastattelun syvähaastattelusta, vaikka kysymysten sanamuodot ja järjestys ovat teemahaastattelussakin vapaat (Hirsjärvi & Hurme 2014, s. 47–48). Teemahaastattelun runkoa suunniteltaessa ei ole tarkoitus laatia yksityiskohtaista kysymysluetteloa, vaan teema-alueluettelo, jossa alueiden tulisi olla riittävän väljiä mahdollistaakseen tutkittavaan asiaan liittyvien tekijöiden paljastumisen mahdollisimman monipuolisesti (Hirsjärvi & Hurme 2014, s. 66–67). Haastattelijä voi syventää keskustelua teema-alueilta tutkimusintressien niin edellyttäessä ja haastateltavan kiinnostuksen riittäessä (Hirsjärvi & Hurme 2014, s. 67). Puhdistamovierailuja varten laadittiin haastattelurunko, jossa oli neljä erillistä teemaa apusanoineen:

1) Puhdistamo-ohitukset

- *ohitusjärjestely?, mistä kohdasta prosessia ja miten käsiteltyä? (kuva)*
- *ohitettavan jäteveden määrän mittaus? (kuva)*
- *ohitusten yleisyys?*
- *ohitus automaattisesti vai käynnistettävä?*
- *yleisin syy ohitustarpeelle?*

2) Pumppaamoylivuodot

- *pumppaamoiden kuuluminen puhdistamon alueelle?*
- *ylivuototilanteissa toimiminen?*
- *ylivuotorakenteet?*

3) Puhdistamo-ohitusten ja pumppaamoylivuotojen raportointi

- *päällekkäisyyttä, tuplatyötä?*

4) Kaukovalvonta puhdistamoilla ja pumppaamoilla (kuva)

Puhdistamovierailuilla teemahaastattelun muistiinpanojen laatiminen havaittiin hankalaksi puhdistamolla liikuttaessa. Tietoa saatiin aiheeseen liittyen kuitenkin myös asioista, joista ei suoraan kysyty.

3.2 Ympäristöriskianalyysi

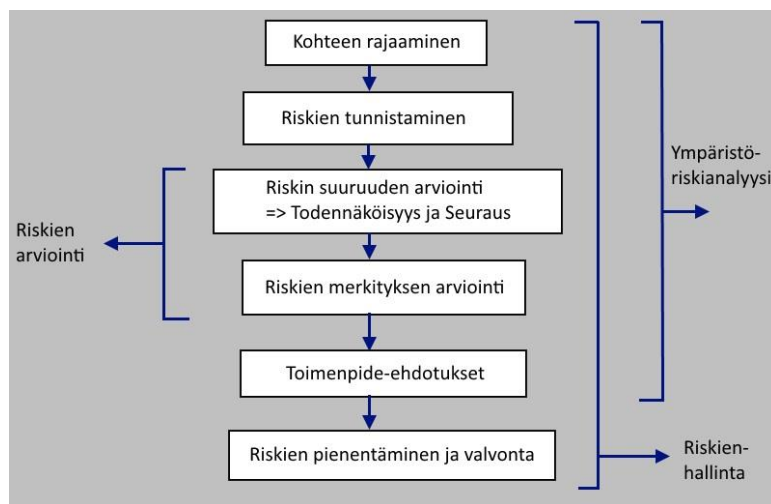
Ympäristöriski voidaan määritellä riskiksi, jonka toteutuessa seuraukset kohdistuvat maaperään, ilmaan, pinta- ja pohjavesiin, kasvillisuuteen, eliöihin, ilmastoon, luonnon monimuotoisuuteen, ihmisten terveyteen, elinoloihin, viihtyvyyteen, maisemaan, yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, kaupunkikuvaan ja/tai kulttuuriperintöön (Wessberg et al. 2006, s. 6). Toisen selkeämmän jaottelun mukaisesti toteutuvan ympäristöriskin vaikutuksia ovat ekologiset vaikutukset, terveysvaikutukset – ilman, maaperän tai vesistön saastumisen seurauksena, vaikutukset ihmisten elinympäristön viihtyisyyteen/virkistyskäyttöön sekä vaikutukset organisaation/yrityksen toimintakykyyn (Wessberg et al. 2006,

s. 8). Ympäristöriskianalyysissa, kuten riskianalyysissa yleisesti, hyödynnetään käytettävissä olevaa tietoa erilaisten häiriöpäästötilanteiden ja vaarojen tunnistamiseksi sekä ympäristöriskin suuruuden arvioimiseksi (Heikkilä et al. 2007, s. 7). Häiriöpäästökseksi luokitellaan määrältään tai laadultaan poikkeuksellinen päästö, jonka aiheuttaa poikkeuksellinen, tavoitellusta toiminnasta poikkeava tilanne, joka voi aiheuttaa toteutuvalla ympäristöriskille tyypillisiä vaikutuksia (Wessberg et al. 2006).

Tässä tutkimuksessa ympäristöriskianalyysi suunniteltiin noudattamalla YMPÄRI-hankkeen suositteleman häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysin rakennetta (Wessberg et al. 2006), ja hyödyntämällä VTT:n dokumentin ”Riskianalyysien laatu: vaatimukset tilaajalle ja toteuttajalle” ohjeistuksia (Heikkilä et al. 2007). Vaikutteita otettiin lisäksi SSP (Sanitation Safety Plan) -riskienhallintajärjestelmän riskinarvioinnista (Sosiaali- ja terveysministeriö_a 2015) sekä Pöyry Oy:n HSY (Helsingin seudun ympäristöpalvelut) -kuntayhtymälle laatimasta pumppaamoylivuotojen riskinarvioinnista (Pöyry 2013).

3.2.1 Periaatteet

Riskianalyysia kuvataan yleensä laatikkokaavion avulla, jossa esitetään analyysin eri vaiheet. Kaavioissa voi olla vaihteleva määrä laatikoita, vaikka kokonaisuutena ne voivat sisältää samat määritellyt osavaiheet. YMPÄRI-hankkeessa määritelty ympäristöriskianalyysin rakenne on esitetty kuvassa 3.2.



Kuva 3.2. Ympäristöriskianalyysin rakenne ja sen suhde riskienhallintaan (muokattu lähteestä Wessberg et al. 2006).

Kaaviossa *kohteen rajaaminen*-vaiheeseen kuuluvat riskianalyysin tavoitteiden määrittelyminen, analyysin rajaaminen ja tietojen kokoaminen. *Riskien tunnistamisvaiheen* jälkeinen *riskienarviointi* sisältää riskien suuruuden ja merkityksen arvioinnin. *Riskien suuruuden arviointi* tarkoittaa häiriöpäästötilanteiden todennäköisyyden tai taajuuden sekä seurausten arvioimista. *Riskien merkityksen arvioinnissa* käytetään usein riskimatriisia,

jossa matriisiin muuttujina ovat päästön todennäköisyysluokka sekä seurausten suuruusluokka. Tällainen riskien luokittelu auttaa riskienhallintatoimenpiteiden priorisoinnissa, koska kaikkia riskejä ei yleensä voida poistaa tai pienentää yhtä aikaa. Analyysin aikana tai sen perusteella esitetyt *toimenpide-ehdotukset* katsotaan kuuluviksi ympäristöriskianalyysiin, ja kokonaisvaltaisesta riskienhallinnasta on kyse otettaessa mukaan *riskien pienentäminen ja valvonta*. Lisäksi kaavioon olisi mahdollista piirtää omat laatikkonsa analyysin arvioimiselle ja päivittämiseksi sekä raportoinnille ja tiedottamiselle. (Wessberg et al. 2006, s. 18, 35) Riskienhallinnan pitäisi olla osa organisaation tai yrityksen kokonaisvaltaista toimintaa turvallisuusjohtamisen osa-alueella, jolloin ympäristöriskianalyysikin olisi uusittava säännöllisesti. Laatikkokaavioon kuuluisikin takaisinkytkentää osoittava nuoli riskien pienentämisestä ja valvonnasta takaisin kohteen rajaamiseen.

Riskianalyysissa käytetään erilaisia menetelmiä, jotka voidaan jakaa esimerkiksi vaarojen tunnistamismenetelmiin (kuten HAZOP eli poikkeamatarkastelu ja POA eli potentiaalisten ongelmien analyysi), onnettomuuksien mallintamismenetelmiin (kuten SSK eli syyseuraus -kaavio ja VPA eli vikapuuanalyysi) ja seurausanalyysihin (eli päästöjen välittömien vaikutusten arviointeihin) (Liikennevirasto 2011). Menetelmän valintaan vaikuttavat analyysin tavoite, tarkasteltava kohde, osaaminen ja resurssit (Heikkilä et al. 2007, s. 16). Riskianalyysit toteutetaan yleensä riskianalyysiryhmässä. Tehokkaan työskentelyn takaamiseksi ryhmän koon on oltava pieni, mielellään 5–7 henkilöä, ja ryhmän kokoon-tumiset kannattaa pitää lyhyen ajanjakson aikana ja kestoltaan lyhyinä, noin 3–4 tunnin mittaisina (Liikennevirasto 2011). Ryhmän virallisina rooleina voidaan määritellä vetäjä, kirjuri, riskianalyysiryhmän jäsen sekä mahdollisesti ulkopuolinen asiantuntija (Heikkilä et al. 2007, s. 19).

Riskianalyyseja tehdään erilaisista lähtökohdista tavoitteiden suhteen, erilaisilla lähtötiedoilla, erilaisista kohteista ja erilaisilla resursseilla, joten analyysin laadulle ei voida asettaa tiukkoja kriteereitä. Heikkilä et al. (2007) ovat kuitenkin määritelleet tekijöitä, joiden olisi oltava hallinnassa laadukkaassa riskianalyysissa. Tällaisia tekijöitä ovat tavoitteiden hallittu määrittely, kohteen rajaaminen ja rajauksen kertominen analyysiin osallistuville henkilöille, kohteeseen ja tavoitteisiin sopivan riskianalyysimenetelmän valinta, lähtötietojen laatu, vetäjän pätevyys, resurssien riittävyys ja motivoituneisuus, analyysin tulosten dokumentointi, toteutuksen ja tulosten tavoitteenmukaisuus sekä tulosten viestintä selkeästi ja objektiivisesti.

3.2.2 Riskianalyysin toteutus

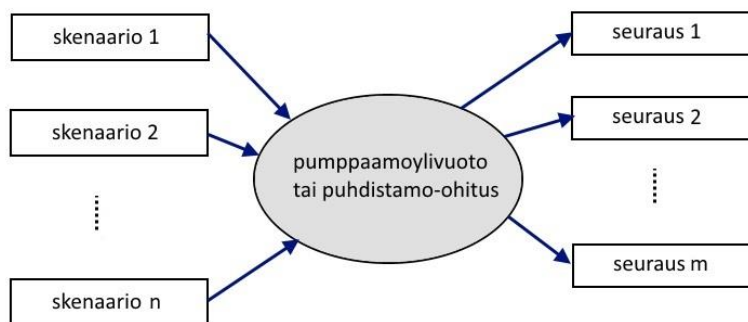
Analyysin tavoitteiden määrittäminen

Ympäristöriskianalyysin eri osavaiheet suunniteltiin dokumentoiden, konsultoiden turvallisuustekniikan asiantuntijaa ja muokaten suunnitelmaa useammalla tarkistuskierröksellä. Analyysin toteutustapaa pyrittiin muokkauksissa yksinkertaistamaan. Riskianalyysin avulla haluttiin selvittää, millainen ympäristöriski aiheutuu pumppaamoylivuodoista

ja puhdistamo-ohituksista valituissa esimerkkikunnissa. Tavoitteeksi asetettiin ymmärryksen ja tiedon lisääminen kyseisistä jätevesipäästöistä aiheutuvista ympäristöriskeistä. Lisäksi tavoitteena oli esittää toimenpide-ehdotuksia mahdollisesti havaittavien ympäristöriskien pienentämiseksi. Ympäristöriskit määriteltiin kuvattavan sekä sanallisesti että riskimatriisin mukaisena riskiluokkana, joka sisältäisi toimenpidetarpeen. Riskiluokan avulla olisi mahdollista verrata kohteita karkealla tasolla ympäristöriskien vakavuuden suhteen. Tavoitteena oli myös tarkastella paikkatietosovelluksen avulla pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten kohdistumista suhteessa herkkiin ympäristöihin.

Analyysin rajaaminen

Analysoitaessa pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten aiheuttamia ympäristöriskejä monelle ympäristöriskianalyysille poikkeavasti häiriöpäästö on tiedossa heti alkuvaiheessa. Näin analyysi rajattiin koskemaan päästöihin johtavien skenaarioiden selvittämistä ja seurausten analysointia. SSP -riskienhallintajärjestelmän mukaisessa riskinarvioinnissa mainitaan vaaraa aiheuttavan esimerkiksi sähkökatkot, prosessihäiriöt ja pumppaamoiden toimintahäiriöt, joiden haitalliseksi seuraukseksi luokitellaan ohitus, ylivuoto, puhdistustuloksen heikkeneminen ja hajut, joten näkökulma poikkeaa tämän työn analyysin näkökulmasta. Pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset eivät olleet nyt seurauksia, vaan tavoitteena oli selvittää niiden aiheuttamat seuraukset. Asiaa havainnollistetaan kuvassa 3.3.



Kuva 3.3 Pumppaamoylivuotoihin ja puhdistamo-ohituksiin johtavia skenaarioita ja niistä aiheutuvia seurauksia havainnollistava kaavio.

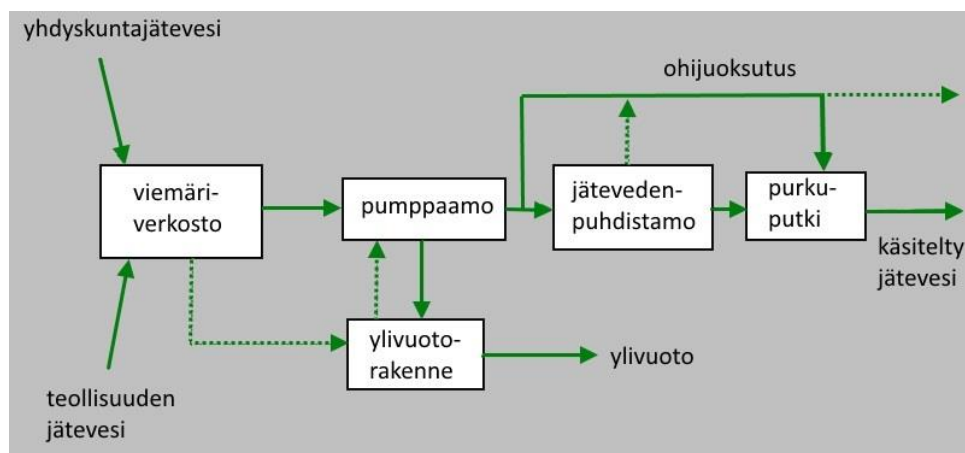
Esimerkkikunnista tarkasteltaviksi otettiin jätevedenpuhdistamot sekä kolme riskipumppaamo – virtaamaltaan suurimmat tai pumppaamot, joilta oli raportoitu merkittävästi ylivuotoja. Ympäristöriskien arvioinnin kaikki osa-alueet otettiin huomioon eli analysoitiin pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten ekologisia vaikutuksia sekä vaikutuksia vesistön, maaperän tai ilman kautta ihmisten terveyteen, elinympäristön viihtyisyyteen/virkistyskäyttöön ja organisaation toimintakykyyn.

Riskianalyysiryhmään kutsuttiin Pirkanmaan ELY-keskuksen Vesienhoito- ja vesivarat -yksiköstä Kaija Joensuu (johtava vesihuoltoasiantuntija) ja Antero Luonsi (vanhempi insinööri/TkT) sekä Heidi Rauhamäki (suunnittelupäällikkö, Tampereen Vesi) ja Lasse

Sampakoski (toimitusjohtaja, Lempäälän Vesi). Ryhmän vetäjänä ja kirjurina toimi tutkimuksen tekijä. Ryhmään olisi haluttu mukaan puhdistamonhoitaja, mutta potentiaalisin kokenut ehdokas ei ollut käytettävissä ryhmään. Ryhmän koko oli sopiva, ja ryhmäläiset asiantuntijoita omilla aloillaan. Tiedossa oli, että ryhmäläisillä ei ollut kokemusta vastaavan riskianalyysin teosta.

Riskien tunnistaminen

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten tapahtumista viemärijärjestelmässä havainnollistettiin riskianalysiryhmän kokoontumisessa kuvassa 3.4 esitetyllä vuokaaviolla. Vuokaaviossa ovat esitettyinä päästöjen vaihtoehtoiset reitit. Pumppaamon ylivuotorakenteen ollessa pumppaamon etukaivo jäteveden reitti kulkee katkoviivoitettua nuolta pitkin.



Kuva 3.4. Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten tapahtuminen viemärijärjestelmässä vuokaaviolla esitettynä.

Riskien tunnistamisvaiheessa kartoitettiin pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syyt – tarkemmin näihin päästöihin johtavat skenaariot. Skenaariotarkastelu toteutettiin riskianalysiryhmän ensimmäisessä kokoontumisessa. Ympäristöriskianalysimenetelmistä skenaariotarkastelussa sovellettiin Syy-seuraus -kaaviota (SSK), joka laadittiin käyttämällä apuna vikapuukaaviota. Apuna käytettiin avainsanaluetteloa, joka laadittiin hyödyntäen SSP:n materiaalia (Sosiaali- ja terveysministeriö_a 2015) liittyen suositeltavien lähtötietojen keräämiseen ja menetelmän web-sovelluksessa hyödynnettävään aineistoon. Lisäksi vaikutteita otettiin potentiaalisten ongelmien analyysia varten hieman eri tarkoitukseen laaditusta yleisestä avainsanaluettelosta (Pk-yrityksen riskienhallinta 2015). Laadittu avainsanaluettelo on liitteenä G.

Vikapuukaavioiden piirtämiseen käytettiin riskiryhmän kolmituntisesta kokouksesta yksi tunti. Piirustus pohjina olivat A3-kokoiset paperit. Piirtäminen tapahtui pääasiassa pareittain vaihdellen välillä papereita täydentäen toisten aloittamia vikapuita. Avainsanaluettelon käyttäminen apuna toi analyysiin mukaan aivoriihitekniikan piirteitä, vaikka erillistä

hiljaista ideointituokiota ei pidettykään. Se poistettiin alkuperäisestä suunnitelmasta analyysin yksinkertaistamiseksi, ja aikataulullisista syistä. Vikapuukaaviot piirrettiin myöhemmin Paint.net-piirto-ohjelmalla, ja kaaviot ovat liitteenä H. Vikapuukaavioita voisi jatkaa hyvinkin monihaaraisiksi rakenteiksi, mutta kaaviot haluttiin pitää yksinkertaisina havainnollisuuden vuoksi.

Skenaarioihin merkittiin päästön kokoluokka (taulukko 3.2), ja sama skenaario oli mahdollista merkitä toteutuvaksi kaikilla määritellyillä kokoluokilla. Kokoluokat perustuivat raportoituihin päästökokoihin.

Taulukko 3.2. *Jätevesipäästöjen kokoluokat.*

Päästö (m ³)	Päästön kokoluokka
< 100	1
100–1000	2
> 1000	3

Kokoluokkien lisäksi skenaarioihin merkittiin kyseessä oleva ajankohta – talviaika tai kevät-kesä-syksy eli niin sanotusti sulien vesien aika. Syiden kombinaatioita ei otettu huomioon, eli ei esimerkiksi yhdistetty sähkökatkon ja runsaiden sateiden aiheuttaman kapasiteettivajeen tilanteita. Täten skenaarioihin liittyi kyseiseen tilanteeseen kuuluva jäteveden laimeusaste – väkevä tai laimentunut. Skenaarioita piirrettiinkin neljälle erilaiselle päästölle eli väkevälle pumppaamoylivuodolle, laimentuneelle pumppaamoylivuodolle, väkevälle puhdistamo-ohitukselle ja laimentuneelle puhdistamo-ohitukselle.

Skenaariot koottiin kokouksen jälkeen analyysilomakkeille (liite I), ja lomakkeisiin kirjattiin kuvaukset tilanteisiin varautumisista – yleisellä Pirkanmaan tasolla sekä esimerkiksi erikseen. Nämä kuvaukset koottiin kyselyyn saaduista vastauksista. Skenaarioista kirjattiin lomakkeelle vain päästön suurimpien kokoluokkien skenaariot, jotta analysoitavien skenaarioiden määrä pysyisi hallittavana.

Riskiryhmän ensimmäisessä kokouksessa keskusteltiin lyhyesti niin sanotun riskiluvun merkityksestä. Riskiluku laskettiin paikkatietosovelluksen avulla esimerkkikuntien puhdistamoille sekä suurimmille tai riskipitoisimmille pumppaamoille. Riskiluvun sisältämä riskiympäristöluku laskettiin kaikille tiedossa oleville Pirkanmaan jätevedenpumppaamoille ja puhdistamoille. Suuruudeltaan > 1 riskiympäristöluvut ja kaikki esimerkkikuntien riskiluvut ovat taulukoituina liitteessä J.

Puhdistamoiden riskiluku määriteltiin muodostuvaksi riskiympäristöluvun ja ohituksen paikkaluokan summasta. Aluksi suunniteltiin otettavan mukaan teollisuusjätevesiluokka, mutta ei ollut käytettävissä riittävästi tietoa puhdistamolle saapuvan teollisuusjäteveden laadusta, joten tämä luku jätettiin pois riskiluvun yhtälöstä. Riskiympäristöluku muodos-

tettiin laskemalla yhteen puhdistamo-ohituksen purkupaikan sijoittumispisteet määriteltiin riskialueisiin, herkkiin ympäristöihin (pohjavesialueet, vedenottamot, uimarannat, kalastollisesti arvokkaat vedet, vesistöt, Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet), nähdessä kasvussa yhdellä per päästön kohteena oleva riskialue. Riskiympäristöluvun oli mahdollista saada kokonaislukuarvoja 1–6 yhden pisteen aiheutuessa jätevesien päätyemisestä purkuvesistöön. Ohituksen paikkaluokka määriteltiin taulukon 3.3 avulla valitun yleisimmän ohituskohdan paikkaluokka, jos puhdistamolla oli mahdollisuus suorittaa ohitus useammasta kohdasta prosessia. Kahdesta vaihtoehdosta oli valittava paremmin tilannetta kuvaava vaihtoehto.

Taulukko 3.3. Ohituksen paikkaluokka.

Ohituksen paikka prosessissa	Ohituksen paikkaluokka
esiselkeytyksen jälkeen	1
ennen puhdistamoa/tulopumppaamolta	3

Jätevedenpuhdistamon riskiluvun laskemisessa käytetty yhtälö esitetään seuraavasti

$$riskiluku_{jvp} = riskiympäristöluku + ohituksen paikkaluokka$$

Pumppaamoiden riskiluku muodostui riskiympäristöluvun ja pumppaamon kokoluokan summasta. Kokoluokka on esitetty taulukossa 3.4. Kokoluokkaa muokattiin ensimmäisessä riskiryhmän kokoontumisessa. Alun perin virtaamaluokat olivat suuremmat, kuten Pöyryn HSY:lle toteuttamassa selvityksessä. Kuitenkin pääkaupunkiseudun pumppaamot ovat suurempia, joten virtaamia pienennettiin, jotta ne kuvaavat paremmin Pirkanmaan pumppaamoita. Mukaan oli alkujaan tarkoitettu ottaa teollisuusjätevesiluokka ja ylivuodon ohjautumisloukka. Teollisuusjätevesiluokka jätettiin pois, kuten on aiemmin mainittu, ja ylivuodon ohjautumisloukka jätettiin pois vaikutusten tilannekohtaisen vaihtelevuuden vuoksi. Ei voida selkeästi määritellä, että päästön ohjautuminen vesistöön olisi aina haitallisempaa kuin sen ohjautuminen maastoon. Riskiympäristöluku muodostettiin samoin kuin puhdistamoiden vastaava luku. Riskiympäristöluvun oli mahdollista saada kokonaislukuarvoja väliltä 0–6.

Taulukko 3.4. Pumppaamoiden kokoluokat.

Kokoluokan nimi	Virtaama (L/s)	Pumppaamon kokoluokka
pieni pumppaamo	< 10	1
keskikokoinen pumppaamo	10–50	2
suuri pumppaamo	51–100	3
megapumppaamo	> 100	4

Pumppaamon riskiluku laskettiin yhtälöllä

$$riskiluku_{pumppaamo} = riskiympäristöluku + pumppaamon kokoluokka$$

Analyysiryhmän kokoontumisessa tarkasteltiin etukäteen laadittuja seuraus- ja riskimatriiseja. Liitteenä K olevassa seurausmatriisissa on määriteltyä kolme erilaista seurausluokkaa – Erittäin vakava, Merkittävä ja Vähäinen. Riskimatriisi (liite L) muodostuu todennäköisyyksien ja seurausmatriisin seurausluokkien mukaisista toimenpidetarpeista. Riskiluokkia on neljä – kriittinen riski (I), merkittävä riski (II), keskitason riski (III) ja alhainen riski (IV). Kokouksessa oli mahdollista muokata seuraus- ja riskiluokkia. Muutoksia niiden sanallisiin kuvauksiin ei kuitenkaan esitetty; ei toisen kokouksen uusintatarkistuksessaakaan. Riskimatriisista muutettiin alkuperäisen YMPÄRI-hankkeen matriisin mukaisesta riskiluokkien sijoittelusta yksi luokitus. Kohdan todennäköisyys 1 – seurausluokka ”Erittäin vakava” riskiluokka IV muutettiin riskiluokaksi III, koska harppaus riskiluokasta II luokkaan IV kyseisen seurausluokan sarakkeessa vaikutti suurelta.

Riskimatriiseja käytetään tällaisissa analyyseissa, mutta niitä käytettäessä on ymmärrettävä, että vaikka matriisi on oikeastaan lineaarinen, riski ei kuitenkaan todellisuudessa ole useinkaan lineaarinen (Kivistö-Rahnasto 2015). Tästä tiedosta huolimatta matriisin yhtäkkinen hyppäys yhden riskiluokan ylitse haluttiin korvata tasaisemmalla siirtymällä.

Toinen huomioon otettava asia riskimatriiseita käytettäessä on monesti matriisilohkojen rajapintojen kohdalla esiintyvä suurten virheiden mahdollisuus (Kivistö-Rahnasto 2015). Esimerkiksi 3 x 3 -matriisissa keskimmäisimmän lohkon ympärillä olevien riskien suuruuksien arvioinnissa on mahdollisuus virheelliseen arvioon, koska kyseinen lohko koskettaa yhdeltä kulmaltaan kaikista lievintä riskiä ja toiselta kulmaltaan kaikista suurinta riskiä (Kivistö-Rahnasto 2015). On mahdollista, että kokemuksen lisääntyessä riskianalyysojen toteuttamisesta, voidaan samaa matriisia käytettäessä havaita lopulta optimaalisen lohkojärjestys. Ilman kokemusta riskianalyysin järjestämisestä, ja erityisesti suunnitellun kaltaisesta analyysistä, kannattaa kuitenkin laatia riskimatriisi esimerkkimallien avulla. Toisaalta matriisi antaa väistämättä tällaiselle työkalulle tyypillisen karkean ja seuraussekä todennäköisyysluokitteluiden laadun mukaisen tuloksen.

Ensimmäisen riskiryhmän kokouksen jälkeen ryhmäläisille jaettiin materiaali koskien jätevesipäästöjen mahdollisia vaikutuksia – tutustuttavaksi ennen seuraavaa kokousta. Kokous sujui odotusten mukaisesti, ja kokeilua skenaarioiden laatimisesta vikapuukaavioiden avulla voidaan pitää onnistuneena.

Riskien suuruuden arvioiminen

Analyysiryhmän toisessa kokoontumisessa arvioitiin riskien suuruutta. Ryhmäläisille jaettiin lisämateriaali, johon oli koottu tietoa tarkasteltavista puhdistamoista, purkuvesistöistä, pumppamoista ja puhdistamokohtaisesta jäteveden laadusta. Jätevesistä mitatuille haitallisten aineiden pitoisuuksille ilmoitettiin materiaalisissa ympäristölaatumormit. Lisäksi puhdistamoiden jätevesien fosfori- ja typpipitoisuuksille oli laskettuna, jos tarvittavat tiedot olivat saatavilla, konservatiivisesti laimentuneet pitoisuudet YMPÄRI-hankkeessa esitetyllä yhtälöllä

$$C_A = \frac{C_{hp} \times Q_{hp} + C_v \times Q_v}{Q_{hp} + Q_v}$$

jossa C_A on tarkasteltavan aineen pitoisuus tarkastelupisteessä A , C_{hp} on aineen pitoisuus häiriöpäästössä, Q_{hp} on häiriöpäästön virtaama, C_v on aineen pitoisuus päästön purkupaikan yläpuolisessa vesistössä ja Q_v on vesistön virtaama. Näitä laimentuneita arvoja oli tavoitteena käyttää päästön seurausten arvioinnissa.

Kokouksessa arvioitiin pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten skenaarioiden todennäköisyydet perustuen kokemusperäiseen tietoon sekä etukäteen koottuun kokouksessa esiteltävään tietoon päästöjen yleisyyksistä kyseisissä kohteissa. Todennäköisyyksien arvioinnissa pyrittiin ottamaan huomioon nykyiset hallintakeinot ja varautumiset näihin häiriöpäästötilanteisiin. Näin todennäköisyydet olisivat todennäköisyyksiä päästöille niihin varautumisen jälkeen. Todennäköisyydet kirjattiin analyysilomakkeisiin (liite I).

YMPÄRI-hankkeen (Wessberg et al. 2006) suositusten mukaisesti ympäristöriskianalyyseissa yleensä riittää tällainen asiantuntija-arvio todennäköisyyksistä. Työssä kerätyt tilastot pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten esiintymisestä eivät olleet niin kattavat ja luotettavat, että niiden avulla olisi voinut tehdä tarkkaa laskentaa päästöjen taajuudesta/todennäköisyydestä. Pisteytyksessä käytetyt todennäköisyysluokat ovat esitettyinä taulukossa 3.5.

Taulukko 3.5. Pumppaamoylivuodon ja puhdistamo-ohituksen tapahtumisen todennäköisyysluokat.

Todennäköisyys	Todennäköisyysluokka
Esiintyy useammin kuin kerran kuukaudessa	5
Esiintyy useammin kuin kerran vuodessa	4
Esiintyy useammin kuin kerran 5 vuodessa	3
Esiintyy useammin kuin kerran 10 vuodessa	2
Esiintyy kerran 10 vuodessa tai harvemmin	1

Todennäköisyyksien arvioinnin jälkeen arvioitiin toteutuvien skenaarioiden seuraukset kirjaten valitut seurausluokat analyysilomakkeille. Seuraukset arvioitiin tarkastellen laskettua riskilukua, päästön suuntautumista riskiympäristöihin nähden, päästön puhdistamokohtaista laatua, puhdistamoiden purkuvesistöiden selvitettyjä ominaispiirteitä ja päästön kokoa. Jätevesipäästöjen laatu arvioitiin puhdistamoiden kuormitustietojen avulla, joten jätevedenpumppaamoiden päästöt poikkeavat todellisuudessa arvioinneissa käytetyistä päästöistä ollen joko laimeampia tai väkevämpiä, ja pumppaamon sijainnista riippuen päästössä ei välttämättä ole puhdistamolle asti päätyviä teollisuuden jätevesiä. Kokouksen jälkeen valittujen todennäköisyys- ja seurausluokkien avulla luettiin päästöjen riskiluokat riskimatriisista.

Ympäristöriskianalyysin arviointi

Edellä kuvatun kaltaisesta riskiarvioinnista saadaan vain karkea arvio todellisen ympäristöriskin suuruudesta. Vakavampien riskien osalta voidaan toimenpide-ehdotuksiksi asettaakin tarkempien tutkimusten tekeminen. Riskianalyysi osoittautui haastavaksi kohteiden suuren määrän vuoksi. Lisäksi joitakin taustatietoja olisi kaivattu lisää; esimerkiksi tarkempaa tietoa nykyisin käytössä olevista päästöjä ehkäisevistä toimenpiteistä, kuten pumppaamoiden varoaltaista.

Päästön seurauksia arvioitaessa olisi pitänyt keskittyä tarkemmin tarkastelemaan jäteveden laadusta ja vesistöistä koottuja tietoja. Seurausmatriisia olisi pitänyt käydä järjestelmällisemmin lävitse oikeaa seurausluokkaa valittaessa. Ajan puute aiheutti analyysiin kiireen, minkä vuoksi valittuja seurausluokkia ei voida pitää luotettavina.

Riskianalyysiryhmässä olisi pitänyt olla erillinen kirjuri, kuten Heikkilä et al. (2007) suosittelevat. Ryhmän vetäjän toimiessa kirjurina aiheutui lopulta ongelmia kummankin roolin toteuttamisessa. Esimerkiksi riskien todennäköisyyksiä ja seurauksia käsiteltäessä olisi ollut tarpeen laatia jatkuvia muistiinpanoja kokouksessa esitetyistä mielipiteistä ja perusteluista, mutta tämä ei onnistunut halutulla tavalla. Nauhurin käyttö olisi ollut yksi ratkaisu ongelmiin.

Riskianalyysin jälkeen keskusteltiin lyhyesti analyysin kehittämiskohteista. Ajanpuute mainittiin, mutta samalla todettiin tällaisten riskianalyysikokousten keston olevan yleensä juurikin noin kolme tuntia pidempien kokousten vähentäessä asiaan keskittymistä. Ryhmäläisillä ei olisi ollut mahdollisuuksia osallistua koko päivän kestäviin tilaisuuksiin. Lisäksi mainittiin lisäasiantuntijoiden tarve puhdistamoiden purkuvesistöihin liittyen sekä joidenkin asioiden käsittely häiritsevän nopeasti ajanpuutteen vuoksi. Riskianalyysissä käytettyjä analyysimenetelmiä itsessään ei pidetty analyysiin sopimattomina. Tarkasteltavien kohteiden lukumäärä oli suuri käsiteltäväksi näin lyhyessä ajassa, mutta toisaalta ryhmässä koettiin kohteiden runsaus hyödylliseksi seurausten vakavuuden vertailtavuuden vuoksi.

3.3 Paikkatietoaineiston tarkkuus

Paikkatietosovelluksen (ArcGIS, ArcMap 10) karttapohjalle sijoitetuista pumppaamoista suuri osa saatiin Johanna Lanton (ent. Rinne) toteuttaman tulvariskikartoituksen aineistosta. Pumppaamotietoja täydennettiin kuntakohtaisista kyselyistä saaduilla tiedoilla. Kuntien kolmen suurimman pumppaamon osalta pumppaamoiden metatietoihin lisättiin vastauksissa saatuja lisätietoja, kuten maksimivirtaama sekä tieto takaiskuventtiilin ja väljän olemassaolosta. Pumppaamoista suurimman osan sijaintitiedot oli annettu koordinaattitietoina. Joitakin koordinaattimuutoksia oli kuitenkin tehtävä. Koordinaattijärjestel-

mänä käytettiin EUREFFIN, TM35FIN -järjestelmää. Muutamia pumppaamoita jouduttiin sijoittamaan kartalle osoitetiedon avulla, jolloin osoitteen mukaisissa koordinaattitiedoissa voi olla epätarkkuutta. Pumppaamon metatietoihin kirjoitettiin maininta pumppaamon sijoittamisesta osoitetiedon avulla.

Riski ympäristöluvun laskemisessa tarkasteltiin pumppaamoylivuodon tai puhdistamohituksen jätevesipäästön kohdistumista herkkiin ympäristöihin tai niille etukäteen määriteltyihin suojavyöhykkeisiin. Suojavyöhykkeiden koot valittiin luvun 2.6 tietojen sekä asiantuntijoiden kommenttien avulla. Lisäksi otettiin huomioon Pöyry Oy:n jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen riskinarvioinnissa (Pöyry 2013) käytetyt ja vesistöaineistolle liian suuriksi (500 m) todetut suojavyöhykkeet. Koot ovat esitettyinä taulukossa 3.6.

Taulukko 3.6. Herkkien ympäristöjen, riskialueiden, suojavyöhykkeiden koot.

Riskialue, herkkä ympäristö	Suojavyöhykkeen koko	Kommentti
pohjavesialue	0 m, paitsi pistemäisellä alueella 300 m	pohjavesialueen määritelmän mukaisesti ylimääräistä suojavyöhykettä ei tarvita
vedenottamo	300 m	vedenottamoiden suoja-alueiden määritelmistä
kalastollisesti arvokas vesi	300 m	keskustelu eri asiantuntijoiden kanssa; vertailu vedenottamon suojavyöhykkeeseen
uimaranta	200 m	mikrobien kulkeutumiseen perustuva asiantuntija-arvio
vesistö	200 m	ei niin merkittävä kohde kuin vedenottamo ja kalastollisesti arvokas vesi
Natura 2000- ja luonnonsuojelualue	150 m	vesistöjä sisältävät Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet kuuluvat jo vesistöjen suojavyöhykkeeseen; haitta-aineet kulkeutuvat maaperässä vesistöä heikommin

Herkkiä ympäristöjä koskevat valmiit aineistot saatiin Suomen Ympäristökeskuksen (SYKE) tietokannasta. Taulukossa 3.7 on esitetty näiden aineistojen tarkkuudet.

Taulukko 3.7. Riskianalyysissä hyödynnetyn valmiin paikkatietoaineiston tarkkuus.

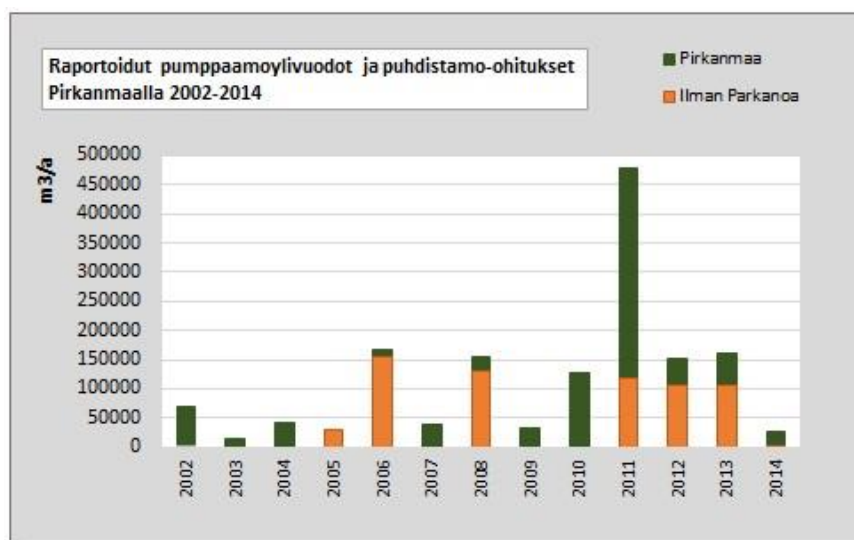
Paikkatietoaineisto	Tarkkuus, mittakaava
pohjavesialue	1:20 000
EU-uimarannat	1:20 000
vesistöt	1:10 000
Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet	1:20 000

Pistemäisten vedenottamoiden koordinaatit haettiin VELVET-järjestelmästä. Kalastollisesti arvokkaita vesiä ei ollut valmiina paikkatietoaineistona, joten aineisto luotiin liitteen

M kohdetietojen avulla. Uimarannoista oli valmiina aineistona vain EU-uimarannat, ja yleisistä uimarannoista Pirkanmaalla luotiin oma tiedosto. Uimarannat etsittiin internet-sivustoilta osoitteina, ja osoitteiden mukaisia karttapaikkoja tarkastelemalla valittiin uimarannoille koordinaattipiste. Muutama yleinen uimaranta löydettiin tarkastelemalla paikkatietosovelluksen peruskarttarasteria.

4. TULOKSET

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten vuoksi käsittelemätöntä tai osittain käsiteltyä jätevettä päätyy ympäristöön kuukausittain eri puolilla Pirkanmaata. Yleisin raportoitu syy puhdistamo-ohituksille on runsas virtaama vuotovesien vuoksi ja pumppaamoylivuodoille sähkökatko. Suurin osa näistä päästöistä on hule- ja vuotovesien laimentamaa jätevettä, mutta päästö sisältää silti samoja haitallisia aineita kuin laimentumaton jätevesipäästö. Kuvassa 4.1 on esitettyä Pirkanmaalla raportoitujen pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten vuosittaiset jätevesimäärät tarkastellulla aikajaksolla.



Kuva 4.1. Raportoidut pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jätevesimäärät Pirkanmaalla vuosina 2002–2014. Vuodelta 2014 puuttuu osa vuosiyhteenvetoreportsista, joten kyseisen vuoden tilasto on puutteellinen.

Vuosi 2011 erottuu kaaviossa päästömäärältään poikkeuksellisten suurten päästöjen vuotena. Vaikka vuosi olikin Ilmatieteenlaitoksen mukaan kokonaisuutena Suomessa tavallista runsassateisempi ja vuoden lopulla raportoitiin osalla Pirkanmaan puhdistamoista runsaiden päästöjen aiheutuneen ”tapaninpäivän myrskystä”, ei päästöjen määrä ole poikkeavan suuri, jos ei oteta huomioon Parkanon jätevesipäästöjä. Parkanon puhdistamo-ohitusten syynä olivat vuotovesien ohella saneerauksen jälkeiset ongelmat puhdistamon prosesseissa. Pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia on Pirkanmaalla raportoitu useana vuonna noin 150 000 m³, mikä on noin 0,3 % vuosittain keskimäärin käsiteltäväksi tarkoitettusta jätevesimäärästä Pirkanmaan puhdistamoilla. Tarkasteltavan ajanjakson alussa päästöjen määrät olivat pienempiä, mikä on analysoitava erikseen tällaista kuvaajaa tulkittaessa.

4.1 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syyt

Pumppaamoylivuodoille ja puhdistamo-ohituksille oli pääsääntöisesti kirjattu VAHTI-järjestelmään päästön syy. Vuosiyhteenvetoraporteissa syitä oli mainittu tekstin joukossa satunnaisesti eikä syitä voinut yleensä liittää yksittäisiin päivämäärittäin kirjattuihin päästöihin. Lisäksi raporteissa mainittiin lähinnä yksi määrällisesti eniten päästöjä vuoden aikana aiheuttanut syy eikä kaikkia esiintyneitä syitä yksilöidysti.

4.1.1 Syyt eriteltyinä

Pumppaamoylivuodoille ja puhdistamo-ohituksille raportoitiin samoja syitä, mutta syiden yleisyyssjärjestys oli erilainen (taulukko 4.1). Yleisin raportoitu syy pumppaamoylivuodoille oli sähkökatko, mutta puhdistamo-ohituksille vuotovesien aiheuttamat suuret virtaamat mainittiin syyksi useimmin. Esimerkkikuntien päästöille raportoidut ja kyselytutkimuksen vastauksissa ilmoitetut syyt ovat esitettyinä liitteessä N.

Taulukko 4.1. Vuosina 2002–2014 raportoitujen pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syiden yleisyyssjärjestys. Yleisin syy on ilmoitettu numerolla 1.

Syy	Pumppaamoylivuodot	Puhdistamo-ohitukset
Sähkökatko	1	3
Laiterikko tai laitteiston toimintahäiriö	2	5
Huoltotoimenpiteet	3	4
Runsas sateet	3	3
Paineviemärin hajoaminen	4	-
Putkitukos	4	6
Sulamisvedet	5	3
Vuotovedet	5	1
Saneeraus	6	2

Paineviemärin hajoaminen on laskettu mukaan syyksi pumppaamoylivuodolle, jos se on aiheuttanut jäteveden purkautumisen ylivuotona pumppaamolta. Pumppaamon sisäisen putkiston rikot ovat sisällytettynä laiterikkojen ryhmään.

Raportoiduista syistä runsas sateet, sulamisvedet ja vuotovedet aiheuttavat kaikki kapasiteettiongelmia pumppaamoille tai puhdistamoiden puhdistusprosesseille. Putkitukoksia voi aiheutua kotitalouksien viemäriverkostoon päästämällä vääränlaisen materiaalin ohella muun muassa ilkevaltaisista toimista. Esimerkiksi viemäristöön tarkoituksellisesti tiputettu keilapallo on aiheuttanut tukosta, ja se on havaittu muuttuneiden virtaamien avulla.

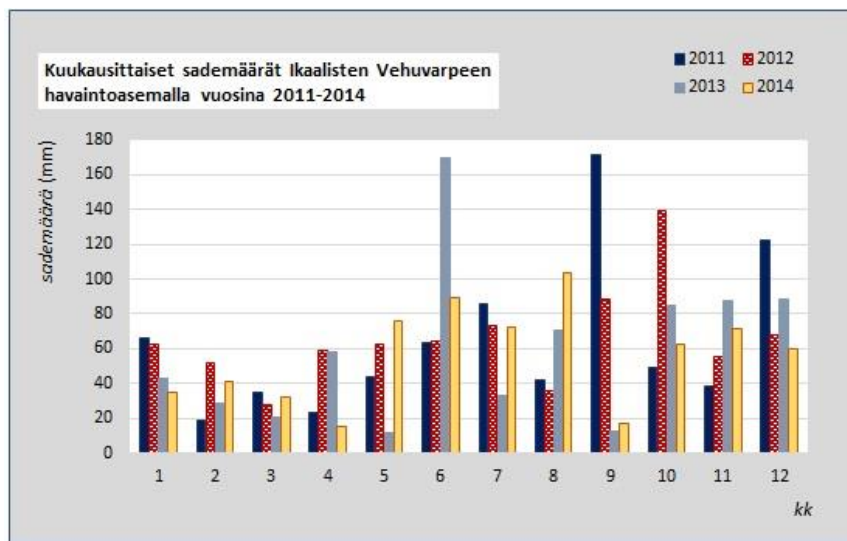
Taulukossa näkymättömiä yksittäisiä syitä pumppaamoylivuodoille ovat olleet muun muassa pumppaamon valvontajärjestelmän hälytysviestin väärä tulkinta ja ylimääräisen veden valuminen pumppaamoon puutarhajätteellä tukitusta ojasta. Puhdistamo-ohituksia on

tapahtunut muun muassa puhdistamon rakennustöissä tapahtuneista vahingoista, esimerkiksi kaivinkoneen katkaistessa ilmastusaltaan paluulinjan.

Myös kyselytutkimuksen vastauksissa pumppaamoilivuodoille mainittiin syyksi yleisimmin sähkökatko ja toiseksi yleisimmin laiterikko. Puhdistamo-ohituksille pääasiallisimmat syyt vastauksissa olivat runsaiden sateiden aiheuttamat suuret virtaamat sekä sähkökatkot. Näiden jälkeen yleisimmin syyksi ilmoitettiin sulamisvesien aiheuttama virtaaman kasvu. Siten järjestys oli hieman eri kuin raportoiduissa vastauksissa.

4.1.2 Syiden tarkastelua

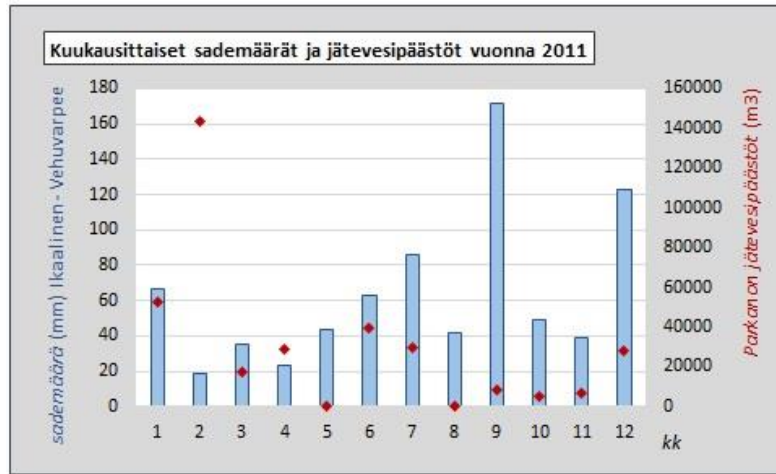
Runsas sateet ja vuotovedet esiintyvät päästöjen syinä käytännössä yhtä aikaisesti. Kuvan 4.1 perusteella voisi tulkita vuoden 2011 olleen muita vuosia sateisempi, erityisesti Parkanon seudulla. Kuvassa 4.2 on esitettyä Parkanao lähimmän havaintoaseman sademääriä kuukausittain vuosilta 2011–2014. Jos Parkanossa sijaitisi oma havaintoasema, sademäärät kuvaisivat paremmin sateiden mahdollista osuutta jätevesipäästöihin. Havaintoasemaa tarkemman sadannan kunnan rajojen sisäpuolella rajatulla alueella antaisi sadetutka, jos valuma-alueen koko on $> 1 \text{ km}^2$ (Laakso_a 2015). Koko vuoden sademäärä oli tarkasteltuina vuosina noin 760, 788, 710 ja 676 mm aikajärjestyksessä.



Kuva 4.2. Sademäärät (mm) Parkanon lähihavaintoasemalla vuosina 2011–2014 (Ilmatieteenlaitos_Isid 2015).

Vuosi 2011 oli näin kokonaissademäärältään vuotta 2012 vähäsateisempi, ja jokaiselta tarkastellulta vuodelta on havaittavissa yksi kuukausi, jolloin sademäärä on ollut muita kuukausia suurempi. Näin vuosi 2011 ei erityisemmin erotu sademääriltään muista vuosista. Yksittäisen runsaan sadekuuron vaikutus voi joka tapauksessa olla erilainen eri tilanteissa. Esimerkiksi pitkän kuivan kauden jälkeen vesi ei välttämättä imeydy helposti

kuivaan maaperään, vaan pintavalunnan osuus on merkittävä. Kuvassa 4.3 esitetään Parkanosta raportoidut pumppaamo-ohitukset ja puhdistamo-ohitukset sekä havaintoaseman sademäärät kuukausittain vuonna 2011.

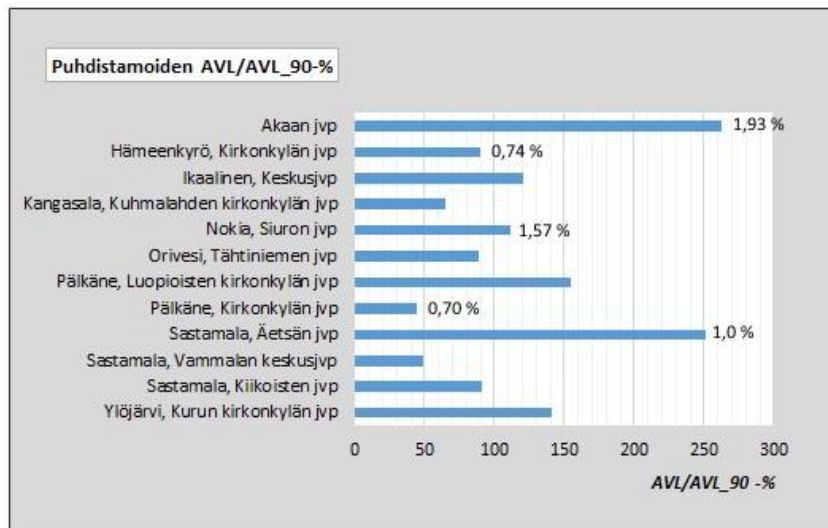


Kuva 4.3. Parkanosta raportoidut pumppaamo-ohitukset ja puhdistamo-ohitukset (jätevesipäästöt) sekä tilastoidut lähihavaintoaseman (Ikaalinen-Vehuvarpee) sademäärät (mm) vuonna 2011 (Ilmatieteenlaitos_Isid 2015). Touko- ja elokuun jätevesipäästöjen määrät ovat 92 ja 28 m³, vaikka pisteet kuvassa näyttävät asettuvan nollassa.

Jos havaintoaseman sademäärät vastaavat Parkanon sademääriä, jätevesipäästöjen määrät eivät kuvan perusteella korreloi sademäärien kanssa. Puhdistamon vuosiyhteenvetoreportissa vuodelta 2011 todetaan ohitusvesimääriä mittaavan mittarin olevan talvisin häiriöaltis, ja ilmoittavan mahdollisesti epärealistisen suuria ohitusvesimääriä. Näin esimerkiksi helmikuun päästön määrää ei voida pitää luotettavana päästömääränä. Syyskuun runsaiden sateiden aikana raportoidut päästöt ovat pienempiä kuin monen vähäsateisemmän kuukauden päästöt. Luotettavammat päästömittaukset olisivat näin tarpeellisia. Parkanon puhdistamo on kuukausittain raportoitujen pumppaamo-ohitusten ja puhdistamo-ohitusten vuoksi hyvä kohde vertailla sademääriä ja päästömääriä, mutta vastaavuutta näille ei ole havaittavissa, vaikka puhdistamolta raportoidaankin suurten virtaamien olevan yleinen syy ohituksille.

Huippukuormitustilanteissa tulokuormitus voi ylittää jätevedenpuhdistamon mitoitusarvot. Tällöin prosessien mitoituksessa käytetty asukasvastineluku AVL voi olla liian pieni. Tilannetta voidaan tarkastella laskemalla, montako prosenttia mitoitukseseen käytetty AVL on arvosta AVL₉₀ eli mittausten mukaan lasketusta viiden viimeisimmän vuoden AVL-arvosta, jonka alapuolelle jää 90 % mitatuista AVL-arvoista. Jos kyseinen prosenttiluku on alle 100 %, puhdistamon käsittelykapasiteetti ei riitä suurimmille todetuille kuormituksille. Jos luku on yli 100 %, mitoitusta voitaneen pitää riittävän väljänä, ja kapasiteetin ylittymisestä aiheutuvia ohituksia epätodennäköisinä ajanjaksona, jolta AVL₉₀ on laskettu. Tarkastelussa on otettava huomioon, että AVL kuvaa vain jäteveden orgaanista

kuormitusta. Kuvassa 4.4. havainnollistetaan asiaa. Mukana on puhdistamoita, joilta molemmat luvut – AVL ja AVL₉₀ – ovat olleet saatavilla.



Kuva 4.4. Puhdistamoiden mitoituksen mukaisen AVL-arvon suhde toteutuneeseen AVL₉₀-arvoon. Merkittynä on satunnaisia ohitusprosentteja. Ylöjärven ja Pälkäneen Luopioisten kirkonkylän puhdistamoiden AVL₉₀-arvot on laskettu vuonna 2014, ja muiden puhdistamoiden arvot vuonna 2013.

Kuvaan on merkitty muutaman puhdistamon ohitusprosentti eli puhdistamo-ohitusten prosenttiosuus puhdistamolle tulevasta jätevedestä. Kuudella puhdistamolla AVL/AVL₉₀-prosentti on yli 100 %. Akaan puhdistamolla ohitusprosentti on yllättävän korkea siihen nähden, että mitoitus vaikuttaa väljältä. Vuonna 2013 Akaan puhdistamolta on raportoitu sekä pumppaamoylivuotoja että puhdistamo-ohituksia. Selkeitä syitä päästöille ei raportoida, mutta verkostosaneerauksen oletetaan vähentävän päästöjä, joten suurien virtaamien aiheuttamia kapasiteettiongelmia voidaan pitää päästöjen pääasiallisena syynä. Hämeenkyrön puhdistamo vaikuttaa alimitoitetulta, ja puhdistamoa ollaan parhailaan laajentamassa. Suuria ohitusprosentteja aiheuttaneiden ohitusten syynä on voinut luonnollisesti olla muu syy kuin kapasiteetin riittämättömyys.

4.2 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jäteveden laatu ja määrä

Viemäriverkostossa kulkevan jäteveden laatu, kuten määräkin, vaihtelee aluekohtaisesti. Laatuun vaikuttavat muun muassa viemäröintialueen teollisuuden rakenne ja mahdollisesti maatalouden määrä.

4.2.1 Kuormitusvaikutukset

Luvun 2 taulukossa 2.5 on koottuina jäteveden laatuomuttujen arvoja ajanjaksolta 2002–2014 esimerkkikuntien puhdistamoilta. Kaikki tarkastellut pitoisuudet (BOD₇-ATU, P ja N) puhdistamolle tulevassa jätevedessä ovat Mouhijärven jätevedenpuhdistamolla vertailuista puhdistamoista suurimmat. Puhdistamolle päätyy jätevesiä maatalousvaltaisilta alueilta, mutta päätelmiä syistä jäteveden laadulle ei voida tehdä ilman tarkempia tutkimuksia. Alueella aiemmin toiminut meijeri on suljettu ennen tässä työssä tarkasteltua ajanjaksoa. Vuosiyhteenvetoraportissa vuodelta 2014 todetaan, että puhdistamolle tulevan jäteveden näytteenottoa ei voida pitää aivan luotettavana harvan näytevälin ja näytteen toisinaan sisältämien sakokaivolietejakeiden vuoksi. Näytteenoton ongelmat ja puhdistamoiden erilaiset vuosittaiset näytemäärät vaikeuttavat eri puhdistamoille tulevien jätevesien laadun vertailua.

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten osuutta puhdistamon kokonaiskuormituksesta on tarkasteltu taulukossa 4.2 esimerkkikuntien puhdistamoilta vuosina 2011 ja 2013. Ohijuoksuuttavien ja pumppaamoylivuotojen jätevesien fosforin (P), typen (N) ja orgaanisen aineksen (BOD₇-ATU) osuus purkuvesistöön johdettavan jäteveden kuormituksesta on laskettu vuosiyhteenvetoraporteissa annettujen tietojen avulla. Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten kuormitusarvot (kg/d) lasketaan jakson keskimääräisen kuormituksen, raportoitujen pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten määrien sekä puhdistamolle tulevan jäteveden näytteenottoihin perustuvien mittausten avulla (Lammentausta 2015). Käyttämällä laskennassa puhdistamolle tulevan jäteveden keskimääräistä kuormitusta vältetään pitoisuuksiin perustuvan laskennan ongelmat – vaikka virtaama olisi moninkertainen verrattuna perusvirtaamaan, tulevat puhdistamolle silti samat fosforimäärät (kg), mutta isomman jätevesimäärän mukana (Lammentausta 2015).

Taulukko 4.2. *Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jätevesien aiheuttaman kuormituksen osuus (%) puhdistamon kuormituksesta vuosina 2011 ja 2013. Prosenttilaskussa puhdistamo-ohitusten ja pumppaamoylivuotojen aiheuttama kuormitus (kg/d) on jaettu kyseisen kuormituksen ja käsitellyn jäteveden aiheuttaman kuormituksen summalla.*

Puhdistamo	Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jätevesien ravinteiden ja helposti hajoavan orgaanisen aineksen (kg/d) osuus puhdistamon kuormituksesta (%)					
	P		N		BOD ₇ -ATU	
	2011	2013	2011	2013	2011	2013
Lempäälän jvp	7,1	6,1	0,5	0,2	8,0	8,0
Parkanon jvp	52,0	67,5	9,3	12,3	61,1	67,9
Sastamala, Kiikoisten jvp	-	0	-	0	-	0
Sastamala, Mouhijärven jvp	0	0	0	0	0	0
Sastamala, Vammalan jvp	17,2	3,5	1,6	0,5	22,1	5,6
Sastamala, Äetsän jvp	5,6	0,8	0,2	0,1	4,5	1,4

Erityisesti fosforin ja orgaanisen aineksen vesistökuormituksesta huomattavan suuri osuus on aiheutunut pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten kuormituksesta. Puhdistamoiden kesken kuormitusprosentteissa on merkittäviä eroja. Parkanon puhdistamolla suurten ohijuoksutusmäärien vuoksi pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset ovat aiheuttaneet fosforin ja orgaanisen aineen kuormituksesta yli puolet, jopa noin 68 % vuonna 2013. Sastamalan Vammalan puhdistamon kuormitusprosentit ovat olleet suuret vuonna 2011. Lempäälän puhdistamolla kahden esimerkkivuoden kuormitusprosentit ovat lähellä toisiaan kaikilla vedenlaatumuuttujilla, mutta muilla puhdistamoilla eri vuosien prosentteissa on suuremmat erot. Vuosi 2013 oli pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten kuormituksen suhteen parempi kuin vuosi 2011 lukuun ottamatta Parkanon puhdistamoa, jossa tilanne oli päinvastainen. Syitä vuosien keskinäisille eroille pitäisi tarkastella kultakin puhdistamolta erikseen selvittäen syitä tarkasteltavien vuosien pumppaamoylivuodoille ja puhdistamo-ohituksille.

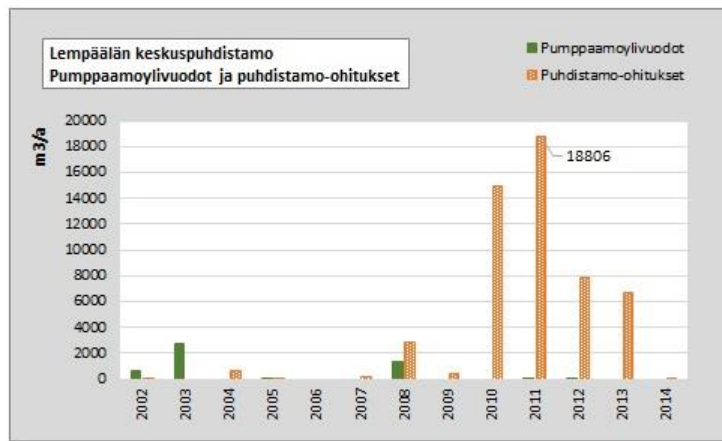
Kiikoisten puhdistamolta ei ollut käytettävissä vuodelta 2011 kuormitusprosentin laskeamiseen tarvittavia tietoja. Kyseisenä vuonna puhdistamolla jouduttiin ohijuoksuttamaan jätevettä huhtikuussa ja joulukuussa, yhteensä kuutena päivänä. Esimerkiksi tapaninpäivän myrskyn aikana yhdelle päivälle ohijuoksutettavan jäteveden määräksi on kirjattu 100 %.

Ohijuoksutettavaan jäteveeseen lisätään osalla puhdistamoista fosforin saostuskemikaalia, kuten ferrosulfaattia. Kyselytutkimuksen perusteella kuitenkin vähintään 11 puhdistamolla 38 puhdistamosta ei lisätä saostuskemikaalia ohijuoksutettavaan veteen.

Osalla puhdistamoista on toteutettu haitta-ainekartoitus, jolla on selvitetty puhdistamon käsitellyn jäteveden haitta-ainepitoisuuksia. Yleisimmät ympäristölaatunormit ylittävät aineet esimerkkikuntien puhdistamoilla ovat olleet nonyylifenolit ja -etoksylaatit sekä di-2-etyyli-heksyyliiftalaatti (DEHP). Haitta-ainepitoisuuksia on koottu taulukkoon 2.6.

4.2.2 Määrä tilavuuksina ja päästöprosentteina

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten määrään (m^3) kuntakohtaisesti ja puhdistamokohtaisesti vaikuttavat päästöjen syiden ohella muun muassa puhdistamon tulovirtaama, varautuminen päästötilanteisiin, toimintatavat päästötilanteissa sekä kaukovalvontajärjestelmän toiminta ja kattavuus. Puhdistamoiden toiminta-alueilta raportoidut jätevesipäästöt painottuvat monesti joko pumppaamoylivuotoihin tai puhdistamo-ohitukseen. Kuvassa 4.5 ovat esitettynä Lempäälän keskuspuhdistamon raportoidut pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten päästömäärät tarkastellulta ajanjaksolta. Tämä kuva sekä kuvat muiden puhdistamoiden päästöistä ovat liitteessä O. Liitteen taulukkoon on koottuna syitä, joiden vuoksi osalta puhdistamoista ei ole raportoitu pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia.



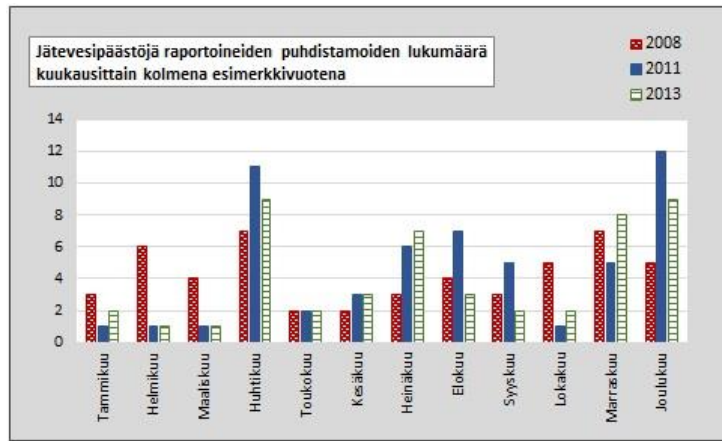
Kuva 4.5. Lempäälän keskuspuhdistamon raportoidut pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset vuosilta 2002–2014.

Lempäälästä on raportoitu enemmän puhdistamo-ohituksia kuin pumppaamoylivuotoja. Vuonna 2011 puhdistamo-ohitusten raportoidaan ajoittuneen huhti- ja marraskuun ”vuotovesiaikoihin”. Lempäälän kasvanut asukasmäärä voi näkyä ajanjakson loppupuolella lisääntyneinä puhdistamo-ohituksina.

Kuvassa 4.1 tarkastellun ajanjakson alkuvuosina, 2002–2005, päästöt olivat vähäisempiä kuin myöhemmin vuosina keskimäärin. Vuodet eivät olleet sademääriltään poikkeavia, ja vuosiyhteenvetoraportteja oli käytettävissä. On mahdollista, että aiempaa intensiivisempien sateiden lisääntyminen ilmastonmuutoksen myötä on lisännyt jätevesipäästöjen määrää myöhemmin vuosina. Lisäksi päästöjen raportointi on todennäköisesti ollut vuosina 2002–2005 nykyistä vähäisempää.

Pirkanmaan ympäristöluvallisten puhdistamoiden yhteenlaskettu, tulevan jäteveden kuormitusta kuvaava, mitoituksen käytetty asukasvastineluku (AVL) on noin 480 101 (luvussa ei ole mukana Mäntän puhdistamo). Vuonna 2011 Pirkanmaalla käsiteltiin yhdyskuntajätevettä vuosiyhteenvetoraporttien perusteella vähintään 42 656 603 m³. Pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia raportoitiin noin 478 365 m³ (117 852 m³ ottamatta huomioon Parkanoa). Luvusta puuttuu 11 pienen puhdistamon käsiteltyjen jätevesien määrät.

Kuvassa 4.6 on esitettyä pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia raportoineiden puhdistamoiden lukumäärät vuosilta 2008, 2011 ja 2013. Tarkasteltaessa näiden päästöjen kuukausittaista ajoittumista voidaan kolmen esimerkkivuoden otannalla havaita huhtikuun, marraskuun ja joulukuun erottuvan päästöjen raportoinneissa kyseisinä vuosina. Ajoituksen puolesta kyseessä ovat todennäköisesti sulamisvesien tai sateiden aiheuttamat suuret virtaamat ja kapasiteettiongelmat. Vuonna 2011 päästöjä tammi-, helmi-, maaliskuun ja lokakuulle on raportoitu vain yksi puhdistamo. Näiden kuukausien sademäärät olivat monilla Pirkanmaan havaintopisteillä pienempiä kuin vuoden muina kuukausina.



Kuva 4.6. Pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia raportoineiden puhdistamoiden lukumäärä vuosilta 2008, 2011 ja 2013.

Keskiarvo raportoineista puhdistamoista esimerkivuosilta oli 4 puhdistamo kuukaudessa eli keskimäärin noin 10 % puhdistamoista raportoi kyseisiä päästöjä kuukausittain. Siten ympäristöön päätyy Pirkanmaalla käsittelemätöntä tai osittain käsiteltyä jätevettä ympäri vuoden.

Pirkanmaan puhdistamoille laskettiin päästöprosentit, jos käytävissä oli yhtälöön tarvittavat tiedot. Päästöprosentti laskettiin yhtälöllä

$$\text{päästöprosentti} = \frac{(\text{puhdistamo-ohitukset} + \text{pumppaamoylivuodot})}{(\text{puhdistamo-ohitukset} + \text{pumppaamoylivuodot} + \text{käsitelty jätevesi})} \times 100 \%$$

jossa puhdistamo-ohitusten, pumppaamoylivuotojen ja käsitellyn jäteveden määrät ilmoitettiin yksikössä m^3/a . Liitteeseen P on koottuna päästöprosentteja vuosilta 2002–2014 niiltä puhdistamoilta, joilta prosentteja oli laskettavissa useammalta kuin yhdeltä vuodelta. Taulukon vuosittaisten päästöprosenttien keskiarvot vaihtelivat välillä 0,09–3,57 %. Korkein prosentti oli vuodelta 2011, ja prosenttilukua nosti Parkanon päästöprosentti 41,59 %. Parkanon puhdistamolla ohijuoksetusta jätevedestä osa kulki jälkikäsitteilynä olevan flotaation kautta, mutta biologisen vaiheen ohituksen vuoksi päästöt kirjattiin kuitenkin puhdistamo-ohituksiin. Kuten on aiemmin mainittu, ohijuoksetun jäteveden määrän mittaus ei välttämättä ollut luotettava.

Taulukkoon 4.3 on laskettuna keskiarvoinen päästöprosentti koko Pirkanmaan jätevesipäästöille. Prosentit antavat kuitenkin vääristyneen kuvan päästötilanteesta, koska puhdistamoita on Pirkanmaalla erilaisia osan toimiessa vain kausiluonteisesti. Lisäksi puhdistamot, joilta ei ole raportoitu päästöjä, kaunistavat tilastoa. Päästöprosentit laskettiin vain puhdistamoilta, joilta oli tiedossa prosenttien laskemiseen tarvittavat tiedot eli muita puhdistamoita ei otettu mukaan keskiarvon laskemiseen päästöprosentilla 0 %.

Taulukko 4.3. Päästöprosentit koko Pirkanmaalla vuosina 2002–2014. Luvussa ovat mukana pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset. Päästöprosenttien keskiarvo on noin 0,4 %.

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0,17	0,05	0,09	0,07	0,48	0,09	0,41	0,09	0,32	1,92	0,37	0,61	0,15

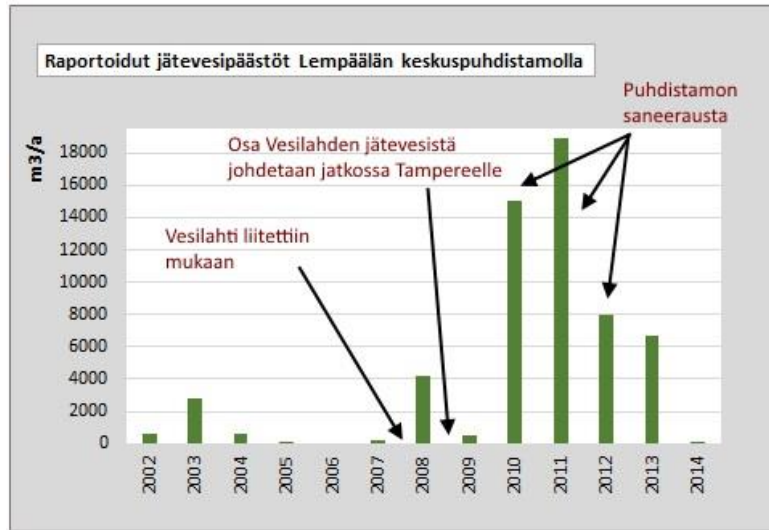
Puhdistamoilla on erilaisia päästöjen raportointirajoja, eli kaikki puhdistamot eivät raportoi yhtä pieniä päästöjä kuin toiset puhdistamot. Kolmelta päästöjen kokoja raportoineelta puhdistamolta on taulukoituina päästöjen kokoja vuodelta 2013 taulukkoon 4.4.

Taulukko 4.4. Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten päästökokojen raportointilukumääriä vuodelta 2013.

Päästön koko (m ³)	Parkanon jvp, lkm	Lempäälän jvp, lkm	Nokian Siuron jvp, lkm
< 5	46	0	1
5–19	13	0	0
20–99	10	1	3
100–499	11	3	4
500–999	13	0	1
1000–1999	13	4	0
2000–3000	8	0	0
>3000	0	0	0

Vuonna 2013 mikään Pirkanmaan puhdistamoista ei raportoinut > 3000 m³ suuruisia pumppaamoylivuotoja tai puhdistamo-ohituksia. Kaikilta puhdistamolta ei raportoida < 5 m³ päästöjä, kuten raportoidaan esimerkiksi Parkanon ja Nokian Siuron puhdistamoilta.

Jos puhdistamolla tapahtuu toimintaan vaikuttavia merkittäviä muutoksia, kuten saneerausta tai uuden viemäröintialueen jätevesien johtamista puhdistamolle, voi muutoksilla olla vaikutuksensa hetkellisesti tai pysyvästi puhdistamo-ohitusten määriin. Saneerauksen toivottava vaikutus on sen valmistuttua puhdistamo-ohitusten väheneminen, mutta monesti itse saneerauksen aikana joudutaan ohijuoksuttamaan jätevesiä. Jätevesien johtaminen puhdistamolle uudelta alueelta voi aiheuttaa puhdistamolle kapasiteetin ylitystä, ellei tilanteeseen varauduta etukäteen. Kuvassa 4.7 on esitettyä Lempäälän jätevedenpuhdistamon jätevesipäästöt – pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset – sekä muutama mahdollisesti päästöihin vaikuttava tekijä.



Kuva 4.7. Lempäälän puhdistamon ohjauksutukset ja pumppaamoylivuodot sekä päästöihin mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä.

Vaikka kuvaan merkityt tapahtumat näyttäisivät vaikuttaneen jätevesipäästöjen määriin, tätä tulkintaa eivät kuitenkaan tue vuosiyhteenvetoraporteista löytyneet kommentit. Vuoden 2008 raportissa todetaan puhdistamolle rakennetun uuden esiselkeytysaltaan ennen Vesilahden jätevesien johtamista puhdistamolle. Lisäksi raportin mukaan merkittäviä ohituksia vuotovesiaikojen korkeista virtaamista huolimatta ei jouduttu tekemään. Kuitenkin mainitaan virtaamien olleen yleisesti 30 % edeltäviä vuosia korkeammat. Vuosien 2010–2012 vuosiyhteenvetoraporteissa todetaan ohitusten ajoittuneen vuotovesiaikoihin. Vuoden 2011 raportissa mainitaan esiselkeytyksen poistetun käytöstä elokuussa rakennustöiden vuoksi. Kuitenkaan tuolle ajankohdalle ei ole raportoitu jätevesipäästöjä vuoden ainoiden raportointikuukausien ollessa huhtikuu ja marraskuu. Vaikka saneeraukset ja muut toiminnan muutokset usein aiheuttavatkin ohitustarvetta, ei sellaista ole tässä esimerkkitapauksessa osoitettavissa.

4.3 Raportointikäytännöt

Kuten jo aiemmin on todettu, vesihuoltolaitoksilta raportoidaan puhdistamo-ohituksista ja pumppaamoylivuodoista vaihtelevalla tarkkuudella. Kyselytutkimuksen perusteella yhdeltä pienimmistä puhdistamoista ei raportoida pumppaamoylivuodoista ja puhdistamo-ohituksista ohjeistuksen puutteen vuoksi ja toiselta yli 300 AVL:n puhdistamolta ei osata sanoa syytä, miksi tietoja ei raportoida. Kyseisten puhdistamoiden ympäristölupapäätöksissä kuitenkin velvoitetaan raportointiin; suuremman puhdistamon kohdalla tosin epäselvästi.

Pumppaamo- ja puhdistamo-ohitusten kirjaaminen TYVI/VAHTI-järjestelmään mainitaan 17/39 vastauksessa. Näistä kolmessa vastauksessa TYVI/VAHTI-järjestelmä on ilmoitettu ainoana raportointipaikkana. Päästöjen raportoinnista KVVY:n kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenvetoraportteihin kerrotaan 16/39 vastauksessa, mutta todellisuudessa vuosiyhteenvetoraportteja toimitetaan 32 puhdistamolta (taulukko 3.1). Oma seurantajärjestelmä joko ainoana tai muiden raportointimuotojen lisänä on vastausten perusteella käytössä 15 kohteessa. ELY-keskukselle päästöistä kerrotaan ilmoitettavan tarvittaessa, ja enimmäkseen sähköpostitse. Oman kunnan ympäristö- tai terveystarkastajalle mainitaan ilmoitettavan merkitsevistä päästöistä yhdessä vastauksessa kummastakin. Yksi vastaaja mainitsee raportointikanavana käytettävän myös vesihuoltolaitoksen verkkosivuja. Mahdollisesti tätä raportointikanavaa käytetään muissakin kunnissa, mutta kyselyssä tätä vaihtoehtoa ei ole ymmärretty mainita. Sama epävarmuustekijä vastauksissa on muidenkin raportointimuotojen kohdalla.

Yhdessä Pirkanmaan kunnista pumppaamo- ja puhdistamo-ohituksista kirjaetaan tieto taulukkoon ja raportoidaan päästöistä vain, jos päästön koko on yli 100 m³. Jos päästön merkitys arvioidaan vähäiseksi, päästöistä ei tuolloin ilmoiteta ELY-keskukseen. Muutamassa muussakin kunnassa noudatetaan omaa raportointirajaa, jonka alittavia päästöjä ei raportoida. Kyseessä on tällöin kyseenalainen käytäntö, koska laeissa, asetuksissa ja ympäristöluvuissa ei anneta raportoinnille mitään raportointirajaa, vaan periaatteessa kaikki pumppaamo- ja puhdistamo-ohitukset pitäisi raportoida. Jos ympäristöluvan myöntäjä pitää pieniä, esimerkiksi alle 10 m³ jätevesipäästöjä, merkityksettöminä raportoitaviksi, pitäisi tällaiset rajat ilmoittaa ympäristöluvassa ja ottaa yhteiseksi käytännöksi kaikilla puhdistamoilla. Muussa tapauksessa osalla puhdistamoista raportointiin käytettävä työmäärä ja -aika ovat tarpeettoman suuria verrattuna luvallisesti vähemmän raportoiiviin puhdistamoihin.

Yleisimmin (67 % vastauksista, 22/30) puhdistamonhoitaja raportoi pumppaamo- ja puhdistamo-ohituksista. Kuudessa vastauksessa mainittiin vaihtoehtoisena raportointijana puhdistamonhoitajalle käyttöinsinööri tai käyttöpäällikkö. Päästöjen raportoinnin aloittamisvuodesta vastaajilla ei ollut yleisesti varmoja tietoja. Lähinnä tiedossa oli oman työsuhteen aikaisen ajanjakson raportointi. Kyselytutkimuksessa kysyttiin, miten raportointikäytäntöä viranomaisten suuntaan haluttaisiin kehitettävän. Taulukossa 4.5 on vastauksia listattuna.

Taulukko 4.5. Vastauksia kysymyksen raportointikäytännön kehittämistä viranomais-
ten suuntaan.

Miten kehittäisitte raportointikäytäntöä viranomaisten suuntaan?	Vastausten lkm
Raportointi on toiminut hyvin, ei kehitettävää	6
Ei osaa sanoa	5
Raportointi selkeämmäksi	4
TYVI on ok	2
TYVI-verkkosivusto hieman kankea, käyttäjäystävällisyyttä olisi parannettava	1
Käytäntöä voisi yksinkertaistaa	1
Vuosiyhteenvedon ylivuotokysely on toimiva, jos kaikki täyttävät sen	1
Lisää automaatiota, jotta saisi tietoja suoraan raporttiin ilman kahta kertaa kirjaa- mista	1
Mahdollisten ylivuotojen raportointi suoraan esim. valvomo-ohjelmistosta	1
Yksi paikka internettiin, josta kaikki tarvittavat viranomaiset näkisivät tiedot	1
Raportointi nettipohjaiseksi	1

Muutama vastaaja vastasi kyselyssä useamman kuin yhden puhdistamon kyselyyn, koska heillä oli vastuulla kaikki kyseiset puhdistamot. Tällaisessa mielipidekysymyksessä tämä asia on nähtävissä vastausten lukumääriä tarkasteltaessa vastauksen ”raportointi selkeämmäksi” kohdalla.

Kyselyn vapaassa kommenttikentässä yksi vastaajista toivoi jätevedenpuhdistamiseen luotavaksi yhteistä kommunikointikanavaa – esimerkiksi jotain foorumia tai palstaa – jolla voisi kommunikoida eri laitosten välillä. Tämän uskottiin edistävän parempien puhdistustulosten aikaansaamista ja vähentävän ”eri vioista” johtuvia puhdistamo-ohituksia.

4.4 Vesihuoltolaitosten toimintatavat päästöjen hallitsemiseksi

Jotta puhdistamolla on mahdollista ohijuoksuttaa jätevesiä käsittelemättöminä tai osittain käsiteltyinä purkuvesistöön, on puhdistamolla oltava ohituksen mahdollistava rakenne. Pirkanmaan ympäristöluvallisista puhdistamoista tällainen rakenne on olemassa 35 puhdistamolla, ja 3 puhdistamolta rakenne puuttuu. Näistä kolmesta puhdistamosta yksi on kurssikeskuksen puhdistamo, kahden muun puhdistamon virtaamat ovat pieniä ja toisessa näistä puhdistamoista on normaalivirtaamilla vain toinen kahdesta linjasta käytössä.

4.4.1 Ennaltaehkäisy

Kyselytutkimuksen vastauksissa puhdistamo-ohituksia ehkäiseväksi toimenpiteeksi (taulukko 4.6) mainitaan useimmiten verkoston saneeraukset, joilla saadaan vähennettyä vuotovesiä. Pumppaamoylivuotojen ehkäisemiseen käytetään verkostosaneerauksen ohella erityisesti pumppaamoiden säännöllistä huoltoa. Siirrettävä tai kiinteä varavoimakone tai varavoimakoneita löytyy kyselyn vastausten perusteella 19 puhdistamolta, ja 17 puhdistamolta ei löydy minkäänlaista varavoimakonetta pumppaamoita varten.

Varoaltaita Pirkanmaalla on vain muutama (vähintään 10) ja lähinnä pohjavesialueilla. Kangasalla varoaltaiden on todettu ehkäisevän pumppaamoylivuotoja pitkien sähkökatkojen ja huoltotoimien aikana (Suonperä 2015). Varoaltaita on kaksi, ja kolmas on rakenteilla. Yksi altaista on kooltaan 400 m³, minkä arvioidaan riittävän noin kahdeksan tunnin ylivuotoon, mutta riittävyys vaikuttaa vuorokaudenaika. Toisessa altaista on 1–2 vuorokauden allastilavuus, ja kolmanteen tulee puolen vuorokauden allastilavuus, mutta kyseessä olevan alueen virtaamalla altaan koko on tällöin vain 30 m³. Kaksi altaista on umpinaisia ja maanalaisia säiliöitä. Kolmas allas on osittain maanvarainen, avoin ja aidattu vanha ilmastusallas, joka pidetään pumppauksella tyhjänä. (Suonperä 2015).

Tarkasteltavia jätevesipäästöjä ehkäiseviä toimenpiteitä on kunnissa toteutettu todennäköisesti lukumääräisesti enemmän kuin kyselyn vastausten perusteella on tulkittavissa. Toimenpiteitä, joista vastaajat eivät olleet kyselyyn vastatessaan tietoisia, voi olla suunnitteilla lähivuosille. Nämä asiat havaittiin kyselytutkimuksen jälkeisissä keskusteluissa. Kyselytutkimuksen päästöjä ehkäisevien toimenpiteiden kysymys olisi voinut olla monivalintakysymys, jossa olisi ollut lisänä vapaan kommentoinnin osuus. Näin vastaukset olisivat mahdollisesti olleet kattavammat ja käytettävissä paremmin ympäristöriskianalyyysiin.

Taulukko 4.6. Jätevesipäästöjä ehkäiseviä toimenpiteitä, joita on toteutettu Pirkanmaalla kyselytutkimuksen vastausten perusteella.

Puhdistamo-ohituksia ehkäiseviä toimenpiteitä	Pumppaamoylivuotoja ehkäiseviä toimenpiteitä
Verkoston saneeraus	Verkostojen ja pumppaamoiden saneeraus
Sähkönsyöttövarmuuden parantaminen	Varavoima sähkökatkon varalle
Ilmastusaltaiden kapasiteetin kasvatus	Pumppujen koon suurentaminen
Toisen selkeyttämön käyttöönotto suurten virtaamien aikana	Kaksi pumppua pumppaamoissa
Varoaltaiden rakentaminen	Ylivuotosäiliöt, varoaltaat, turva-altaat pohjavesialueille
Tuloputken/tulokaivon tarkistus ajoittain	Ennakoiva huolto
Verkoston vuotokohtien selvitys savukokeilla ja kuvaamalla; tulosten avulla kohdistettua kaivonkansien ja kaivojen vaihtoja sekä betoniviemäreiden sujutusta	Säännölliset huollot
Mitta-antureiden paikan säätö	Valvonnan tehostaminen Jatkuva toiminnan tarkkailu
Puhdistusprosessin aikana voidaan tehostaa palautusta, lisätä polymeerin syöttöä jälkiselkeytykseen ja poistaa tehostetusti lietettä ilmastuksesta/jälkiselkeytyksestä	Pumppaamoiden automaation vikaantumisen varalta pumppaamoilla on varakäyttövipa, joka ohjaa tällaisessa tilanteessa pumppua
Rakennuslupien seuranta, jotta tiedetään hulevesijärjestelmien saneerausajankohdat kiinteistöissä, joiden hulevesien on havaittu johtavan jätevesiviemäriin; tuolloin selvitys mahdollisuudesta johtaa hulevedet muualle kuin jätevesiviemäriin	Sade- ja sulamisvesien jätevesiverkoston pääsyn estäminen (menetelmät puuttuivat)
Viidessä vastauksessa ilmoitettiin selkeästi, että mitään toimenpiteitä ei ole tehty	Seitsemässä vastauksessa ilmoitettiin selkeästi, että mitään toimenpiteitä ei ole tehty; yhdessä vastauksista kommentoitiin, että tällaisia toimenpiteitä ei ole olemassa

Pumppaamoiden toiminnan tarkistaminen ja säännöllinen huolto ovat osa pumppaamoliivutoja ehkäisevää toimintaa. Taulukossa 4.7 on koottuna vastauksia kyselytutkimuksen kysymykseen pumppaamon toiminnan tarkistamisesta.

Taulukko 4.7. *Vastaukset kyselytutkimuksen kysymykseen pumppaamoiden toiminnan tarkistamisesta paikan päällä.*

Miten usein pumppaamon toiminta käydään tarkistamassa paikan päällä?	Vastausten lkm
kerran viikossa / noin kerran viikossa	12
isoimmat ja muuten kriittisimmät viikoittain, muut harvemmin / noin kerran viikossa isoimmat pumppaamot, muut noin kerran kuussa	5
kuukausittain / noin kerran kuussa	4
kahden viikon välein / noin 1-2 kertaa/kk	2
vähintään 3 kertaa vuodessa ja talvella vain tarvittaessa	2
päivittäin	1
3 kertaa viikossa	1
1 krt/vko–1 krt/kk	1
1–2 kk välein	1
pääpumppaamot vähintään kerran kuussa, ongelmapumppaamot useammin	1
mitä suurempi pumppaamo, sitä useammin	1
tarpeen mukaan, mutta vähintään kerran tai kaksi vuodessa	1

Pumppaamoiden toiminnan tarkistaminen kerran viikossa on selvästi yleisin käytäntö, mutta käytännöt vaihtelevat suuresti Pirkanmaalla. Ääripäinä ovat tarkastustaajuudet ”päivittäin” ja ”tarpeen mukaan, mutta vähintään kerran tai kaksi vuodessa”. Pumppaamoiden huoltotaajuuteen liittyvän kysymyksen vastauksia on koottuna taulukkoon 4.8.

Taulukko 4.8. *Vastaukset kyselytutkimuksen kysymykseen pumppaamoiden huoltotaajuudesta.*

Miten usein pumppaamot huolletaan?	Vastausten lkm
kerran vuodessa / huolto-ohjelman mukaisesti noin vuoden välein / Grundfosin vuosihuoltokierros kerran vuodessa / pääsääntöisesti vuosittain	15
tarpeen mukaan	8
kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä	2
pääpumppaamot vuosittain, muut tarpeen vaatiessa	1
resurssipulan vuoksi huoltovälit pidentyneet, mutta huolletaan 1–3 vuoden välein	1
kahden vuoden välein	1
noin 10 pumppaamo vuodessa	1
pumppaamoilla ei ole kattavaa huoltosopimusta, ja huolletaan sitten, kun vikoja ilmenee	1

Pumppaamoiden huollon kerrotaan tapahtuvan ”tarpeen mukaan” yllättävän monen puhdistamon verkostoalueella. Huolto kerran vuodessa olisi näissä tapauksissa suositeltavampi vaihtoehto.

4.4.2 Valvonta

Kaukovalvontajärjestelmät ovat tärkeitä pumppaamoiden ja puhdistamoiden toiminnan valvomiseksi ja mahdollisten päästöjen estämiseksi tai pienentämiseksi. Pirkanmaan pumppaamoilla pumppujen ohjaus- ja/tai kaukojärjestelmien toimittajina ovat muun muassa Grundfos, Labkotec, Syspoint, Lining ja Xylem (Flygt). Kaikki pumppaamot eivät ole kaukovalvonnan piirissä. Esimerkiksi Sastamalassa noin 80 % pumppaamoista on liitetty kaukovalvontajärjestelmään, ja loput 20 % ovat pieniä pumppaamoita. Lisäksi kolmen puhdistamon verkoston alueella ei ole lainkaan pumppaamoita (Ikaalisten Tevanien jvp, Pälkäneen Rautajärven jvp ja Pälkäneen tehtaiden yhteispuhdistamo, jolla ei ole omaa verkostoa). Pumppaamoiden kaukovalvontajärjestelmästä kysyvään kysymykseen vastausprosentti kyselytutkimuksessa oli 100 %.

Kaukovalvontajärjestelmien avulla kyselyyn vastaajat ilmoittavat saatavan tietoa pumppujen käyntiajoista, paineista, pumpatuista jätevesimääristä, virtaamista ja ylivuodoista. Valvontaohjelma voi ilmoittaa ylivuodon ajan, josta on laskettava erikseen ylivuodon määrä. Valvontaohjelmia käytetään tietokoneilla ja tablet-laitteilla. Hälytykset ylivuodoista tulevat tietokoneiden lisäksi päivystysaikana tekstiviestinä päivystäjän matkapuhelimeen. Järjestelmät voivat hälyttää määritellyltä jätevedenpinnan ylärajalta, laiterikosta, sähkökatkosta, ylivuodosta ja laitteiston toimintahäiriöstä. Hälytysraja voidaan asettaa sen verran ylivuotorajaa alemmaksi, että ehditään selvittämään tilannetta. Joillakin puhdistamoilla hälytyksiä on priorisoitu niin, että vain kriittiset välittömiä toimenpiteitä vaativat hälytykset välittyvät päivystäjän puhelimeen. Tällaisiksi hälytyksiksi mainitaan hälytykset pumppujen käynnistymättömyydestä ja ylärajan ylittymisestä.

4.4.3 Toiminta päästön tapahtuessa

Pumppaamon ylivuotohälytyksen tapahtuessa sitä seuraavat toimenpiteet vaikuttavat mahdollisesti siihen, kuinka paljon jätevedettä pääsee ympäristöön. Useimmiten hälytyksen tapahtuessa pumppaamolle lähetetään imuauto. Esimerkiksi Tampereella on Tampereen Vedellä omia päivystyksessä olevia imuautoja, joiden lisäksi voidaan tarvittaessa hälyttää avuksi yksityisiä imuautonkuljettajia. Jos ylivuotomahdollisuus on tiedossa, esimerkiksi sähkölaitoksen katkaistessa sähkönsyötön, voidaan imuautot tilata paikalle etukäteen.

Lähetettäessä imuauto paikalle hälytyksen tapahtuessa aloitetaan ylivuodon syyn selvitys, ja tarvittaessa järjestetään ongelman korjaukset. Jos vikaa ei saada nopeasti korjattua, jatketaan jäteveden kuljetusta imuautolla, kunnes vika on korjattu. Jos ylivuoto aiheutuu sähkökatkosta, kyselyn vastausten perusteella ainakin yhdellä puhdistamoista arvioidaan ensin ylivuodon määrä, ja päätetään, lähetetäänkö imuautoa paikalle. Pidempiaikaisissa sähkökatkoissa imuauto lähetetään joka tapauksessa. Ylivuodon päästessä maastoon Parkanossa vastauksen perusteella rajataan ylivuotoalue, imetään ylivuoto imuautolla, poistetaan tarvittaessa maata ja tuodaan puhdasta maata tilalle. Tarvittaessa kalkitaan maata

ja otetaan näytteitä oltaessa lähellä ”arkoja kohteita”. Erilaisesta toiminnasta kertoo vastaus, jonka mukaisesti ylivuodon tapahtuessa käydään katsomassa, kuinka ylivuoto etenee ja varoitetaan tarvittaessa ihmisiä. Lisäksi mainitaan tilattavan tarvittaessa imuautoja kuljettamaan jäteväettä eteenpäin.

4.5 Ympäristöriskit

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten aiheuttamaa ympäristöriskiä arvioitiin esimerkkikuntien ympäristöriskianalyysin lisäksi paikkatietoanalyysillä päästöjen kohdistumisen suhteen. Näiden ohella tässä luvussa käsitellään lyhyesti kyseisten jätevesipäästöjen aiheuttamia ympäristöriskejä koko Pirkanmaan tasolla.

4.5.1 Paikkatietoanalyysi

Tämän tutkimuksen aikana saatiin koottua paikkatietosovellukseen lopulta 1235 pumppaamon sijaintitiedot. Luvussa on mukana muutamia kiinteistöpumppaamoita, joiden poistaminen olisi aiheuttanut tarpeetonta lisätyötä, ja toisaalta kaikilta kunnilta tietoa kaikista kiinteistöpumppaamoista ei olisi ollut saatavilla. Luvusta puuttuvat kokonaan Pälkäneen pumppaamot, joiden sijainteja ollaan kunnassa vasta kartoittamassa.

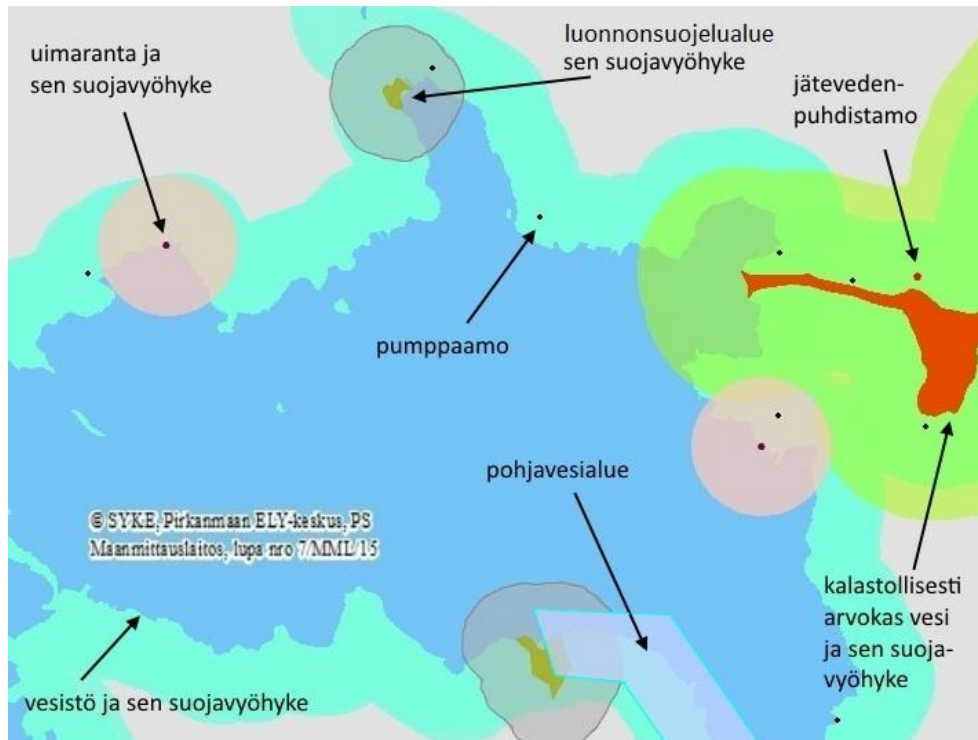
Pumppaamoiden ja puhdistamoiden purkuputkien sijoittumista tarkasteltiin suhteessa jätevesipäästöille herkkiin ympäristöihin ottaen huomioon niille määritellyt suojavyöhykkeet. Laskettaessa pumppaamoille riskiympäristöluku – kuinka monelle herkälle alueelle tai alueen suojavyöhykkeelle pumppaamot sijoittuivat – saatiin kolmelle pumppaamolle luvuksi 4 suurimman mahdollisen luvun ollessa 6. Nämä pumppaamot ovat lueteltuina taulukossa 4.9. Pumppaamoista noin 28 % sai riskiympäristöluvun 0. Taulukossa 4.9 on myös puhdistamo, jonka riskiympäristöluku oli 3. Puhdistamon purkupiste suuntautui vesistön lisäksi Natura 2000- tai luonnonsuojelualueelle ja vedenottamon suojavyöhykkeelle. Muut puhdistamot saivat riskiympäristöluvun 1 tai 2.

Taulukko 4.9. *Pumppaamot ja puhdistamot korkeimmilla riskiympäristöluvuilla.*

Pumppaamot, joiden riskiympäristöluku oli 4.	Puhdistamot, joiden riskiympäristöluku oli 3.
Lempäälä, Vaihmalta	Pälkäne, Luopioisten Kirkonkylän jvp
Tampere, Kalkku	
Ylöjärvi, Haveri	

Kuvassa 4.8 on havainnollistettu pumppaamoiden ja puhdistamon sijoittumista herkiksi määriteltujen ympäristöjen suojavyöhykkeille. Herkistä ympäristöistä uimarannat ja vedenottamot esitettiin karttapisteinä, joten niiden suojavyöhykkeet ovat ympyrän mallisia. Vedenottamo ei sijaitse kuvan kartta-alueella. Kuvassa toisen uimarannan suojavyöhyke on vesistön suojavyöhykkeen lisäksi päällekkäinen kalastollisesti arvokkaan vesialueen

suojavyöhykkeen kanssa. Näkyvissä on yksi pohjavesialue, joka osuu samalle kohdille kuin luonnonsuojelun alueen ja vesistön suojavyöhykkeet. Alueella ei kuitenkaan sijaitse pumppaamoja eikä puhdistamoja.



Kuva 4.8. Esimerkki pumppaamoiden ja jätevedenpuhdistamon sijoittumisesta herkkien ympäristöjen suojavyöhykkeille (Lempäälässä).

Kyselytutkimuksessa kysyttiin jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen suuntautumista pumppaamoilta, joilla on ylivuotorakenne. Vastausvaihtoehtoina olivat: vesistöön, maastoon, suoraan hulevesiviemäriin, tyhjennettävään altaaseen, ”muualle ja minne”. Pumppaamoiden lukumäärät pyydettiin arvioimaan rastitetuille vaihtoehdoille. Vastauksena saatiin yhteensä 1030 pumppaamon ohjautumissuunta. Näistä noin 40 % ylivuoto suuntautui vesistöön, noin 59 % maastoon ja noin 1 % (10 pumppaamo) tyhjennettävään altaaseen. Vesistö ei käsitteenä sisällä ojaa (luku 2.6), mutta kyselyssä ei tarkennettu käsitettä, joten oletetaan vastausten, jotka koskivat ylivuodon kohdistumista vesistöön, sisältävän myös kohdistumisia ojiin. Paikkatietoanalyysin perusteella paikkatietosovellukseen sijoitetuista 1235 pumppaamosta 850 (noin 69 %) pumppaamon ylivuoto suuntautuisi vesistöön tai vesistölle määritellylle suojavyöhykkeelle. Kyselytutkimuksen ja paikkatietoanalyysin mukaisia ylivuodon suuntautumisia vesistöön ei voi verrata keskenään, koska paikkatietoanalyysissä on otettu huomioon vesistöjen 200 m suojavyöhyke ja kyselytutkimuksessa ei määritely tarkemmin pumppaamoylivuodon suuntautumisen arvioinnissa käytettävää etäisyyttä vesistöstä.

Pumppaamoylivuotojen tarkempaa suuntautumista on mahdollista tarkastella paikkatietosovelluksella korkeuskäyrien ja valuma-alue-tietojen avulla. Kuvassa 4.9 on näkyvissä

pumppaamon ylivuodon suuntautuminen näiden tietojen perusteella. Jäteveden kulku-reitti ei kuitenkaan tällaisella tarkastelulla selviä maastonmuotojen vaihdellessa korkeuskäyrien välillä.



Kuva 4.9. Pumppaamon ylivuodon suuntautuminen korkeuskäyrien ja valuma-alue-tietojen perusteella.

Paikkatietosovelluksessa on työkaluja, kuten Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Direction ja ModelBuilder, joilla olisi mahdollista piirtää Pirkanmaan kartalle tiheä nuoliverkosto kuvaamaan valumien paikkakohtaisia suuntia. Tällaisen toteuttaminen data-ajoneen ja testailuineen ei ollut tässä työssä ajallisesti mahdollista.

4.5.2 Ympäristöriskianalyysin tulokset

Riskianalyysiryhmän kokoontumisina toteutetussa ympäristöriskianalyysissä arvioitiin esimerkkikuntien puhdistamo-ohitusten ja kolmen merkittävimmän pumppaamon ylivuotojen aiheuttamia ympäristöriskejä. Vaikutuksiltaan arvioidun päästön koko oli > 1000 m³, mikä on raportoitujen päästökokojen perusteella hyvin mahdollinen. Käytettävissä olevan ajan rajoittaessa asioiden käsittelyä pienempien päästökokojen riskejä ei arvioitu erikseen ja pumppaamoylivuotojen riskejä tarkasteltiin kolmen riskipumppaamon osalta kokonaisuutena eikä eritellen yksittäisiä pumppaamoita. Analyysin täydennetyt lomakkeet ovat liitteenä I.

Arvioitaessa päästöjen seurausluokkia jäteveden laadun osalta tarkasteltiin jäteveden kuormitusseurannassa mitattuja laatuomuuksien arvoja (taulukko 2.5) sekä jätevedessä ympäristölaatu-normit ylittäneitä haitta-ainepitoisuuksia (taulukot 2.6 ja 2.7). Fosfori- ja

typpipitoisuuksista oli tarkasteltavana osalle puhdistamoista lasketut jäteveden konservatiivisesti laimentuneet pitoisuudet vastaanottavassa vesistössä, mutta laimentumiset eivät olleet näissä tapauksissa merkityksellisiä.

Puhdistamo-ohitusten osalta Parkanon puhdistamon ohijuoksuusten aiheuttamat ympäristöriskit erottuivat muiden puhdistamoiden riskeistä. Laimentuneen jätevesipäästön skenaariorille, jossa ylätasoinen syynä oli *puhdistamon kapasiteetin ylittyminen*, riskiluokaksi muodostui korkein, kriittinen, riskiluokka. Tämä aiheutui päästölle viime vuosien ohitustietoihin ja puhdistamokäynnillä selvitettyihin tilannetietoihin perustuen arvioidusta suuresta todennäköisyydestä. Puhdistamo-ohitusten suurien määrien (m³), vesistön virtaamaolosuhteiden, Parkanonjärven veden hygieenisyyden ja rehevyyden vuoksi tyydyttäväksi ja toisinaan välttäväksi todetun yleislaadun, havaitun happikadon sekä kalastusta haitanneen pyydysten likaantumisen vuoksi päästöjen arvioitiin aiheuttavan mahdollisesti merkittävän seurausluokan mukaisia ekologisia vaikutuksia, terveysvaikutuksia, vaikutuksia alueen virkistyskäyttöön sekä haitallisen julkisuuden myötä vaikutuksia organisaation toimintakykyyn. Tämän ”kriittisen riskin” määritelmän mukaisesti päästön ekologisten ja terveydellisten vaikutusten varmistamiseksi pitäisi tehdä lisätutkimuksia, mutta toimenpiteet riskin poistamiseksi tai pienentämiseksi pitäisi kuitenkin aloittaa välittömästi.

Lempäälän ja Kiikoisten puhdistamon ohijuoksuksen seurausluokka pitäisi varmistaa tarkemmalla analyysillä. Lempäälän puhdistamon ohijuoksuusten todennäköisyys aiheutti kuitenkin *puhdistamon kapasiteetin ylitys* -skenaarion päästölle riskiluokan ”merkittävä”.

Väkevää, laimentumatonta, jätevettä sisältäviä puhdistamo-ohituksen skenarioita ideoitiin riskianalyyssiryhmässä neljä erilaista. Korkean tason syynä *puhdistamon huoltotoimenpiteet* sisältävässä skenaariossa Parkanon puhdistamon ohijuoksuus sai riskiluokan ”kriittinen riski” havaittujen ohijuoksuusten todennäköisyyksien vuoksi. Sastamalan Kiikoisten puhdistamolle päästön seurausluokka arvioitiin erittäin vakavaksi lähellä sijaitsevan uimarannan, matonpesupaikan ja vesistön ominaisuuksien vuoksi. Mouhijärven puhdistamolla arviointi perustui vesistön tietoihin. Nämä seurausluokka-arviot vaativat kuitenkin tarkemman tarkastelun, joten skenaariossa *sähkösyötön katkeamisesta* puhdistamoilla riskiluokka ”kriittinen riski” on kyseenalainen. Kiikoisten puhdistamon alueella on ollut puhdistamokäynnin perusteella usein sähkökatkoja, mutta tilannetta on nyt pyritty parantamaan maakaapeloinnilla. Siten todennäköisyys tällaiselle päästölle voisi olla arvioitua pienempi. *Laiterikkojen* aiheuttamia ohijuoksuksia ei koettu analyysissä kovin todennäköisiksi puhdistamoilta raportoitujen ohijuoksuusten syiden perusteella.

Pumppaamo-ylivuotojen laimentuneen jätevesipäästön skenaarion korkeimman tason syynä oli *pumppaamon kapasiteetin ylitys*, ja yhtenä väkevän jätevesipäästön syynä oli *vääränlainen toiminta ylivuodon uhatessa*. Sastamalan pumppaamoille valittiin analyysissä näille skenaarioille todennäköisyysluokka, joka aiheutti korkeimman riskiluokan.

Perustelu molemmille valinnoille oli sama, ja varsinaisesti tilannetta olisi kuvannut oikein näiden kahden skenaarion yhdistelmä – laimentuneen jäteveden päästö ja vääränlainen toiminta. Lisäksi kyse oli vääränlaisesta toiminnasta puhdistamo-ohituksen uhatessa, eli kyselytutkimuksen vastausten ja teemahaastatteluiden perusteella Sastamalassa on puhdistamon kapasiteetin ylittymistilanteen uhatessa suljettu pumppaamoiden pumppuja, jotta on aikaansaatu ylivuoto halutulta pumppaamolta. Puhdistamolta ohijuoksetetun jäteveden päätyminen puhdistamon purkuvesistöön voi olla vähemmän haitallista kuin saman määrän päätyminen pumppaamoylivuotona ympäristöön – vesistöön tai maastoon. Puhdistamon purkuvesistö on kuitenkin arvioitu ympäristöluvassa vesistöksi, johon käsiteltyä jätevettä, joka ei koskaan ole talousveden veroista, voidaan johtaa. Puhdistamalla jätevesi voidaan usein käsitellä osittain ennen ohijuoksetusta. Siten vaikuttaa vääränlaiselta toiminnalta pumppaamoiden pumppujen sulkeminen ylivuodon aikaansaamiseksi, jos tiedetään, että virtaamat ovat niin suuria, että puhdistamolle tulevaa jätevettä joudutaisiin ohijuoksettamaan. Lisäksi puhdistamoilla mitatut vuotovesikertoimet vääristyvät tällaisesta käytännöstä.

Kemira Oy:n jätevedet purkautuvat Kokemäenjoen vesistöön tarkasteltujen pumppaamoiden alapuolella, joten niiden merkitystä ei arvioitu tarkasteltaessa Sastamalan pumppaamoylivuotoja. Väkevän jäteveden päästöskenaariolle *sähkönsyötön katkeamisesta* pumppaamalla arvioitiin Parkanon pumppaamoille seurausluokaksi ”erittäin vakava”. Tällöin riskiluokaksi muodostui ”kriittinen riski”. Koska pumppaamoiden ylivuodot suuntautuvat samaan vesistöön kuin puhdistamo-ohitukset, voisi väkevän jäteveden pumppaamoylivuodolle ja puhdistamo-ohitukselle analyysissä annetut erilaiset seurausluokat kyseenalaistaa. Toisaalta Parkanon puhdistamolla jätevesi on kuitenkin useimmissa tapauksissa osittain käsiteltyä eikä siten yhtä haitallista kuin pumppaamoylivuodon jätevesi. Parkanossa sähkönsyötön katkeamisen aiheuttamien pumppaamoylivuotojen todennäköisyyttä kasvattaa varavoiman puuttuminen. Väkevän jätevesipäästön seurausluokka nostaa Parkanon pumppaamoiden riskiluokan ”merkittäväksi” *laiterikon, pumppaamon huoltotoimenpiteiden ja putkitukoksen* skenaarioissa. Tarkempi päästön seurausten arviointi olisi muun muassa tässä tapauksessa tarpeen.

Koko Pirkanmaan tasolla pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jätevesipäästöt voivat mahdollisesti aiheuttaa luvussa 2.7 ja seurausmatriisissa (liite L) kuvattuja haittavaikutuksia, kuten terveydellisiä vaikutuksia uimareille ja muille vedenkäyttäjille. Haittavaikutusten vakavuuteen vaikuttavat muun muassa päästön laatu ja määrä sekä kohdeympäristön ominaisuudet ja olosuhteet.

Paikkatietoanalyysin perusteella pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia kohdistuu Pirkanmaalla määriteltäviin jätevesipäästöille herkkiin ympäristöihin (taulukko 4.10). Näissä ympäristöissä päästöjen haittavaikutukset ovat muita ympäristöjä suuremmat. Pohjavesialueella sijaitsee vähintään 65 jätevedenpumppaamo, mutta kyselytutkimuk-

sen perusteella vain 10 pumppaamolla Pirkanmaalla olisi varoallas. Pirkanmaan merkittävistä siirtoviemäreistä (taulukko 2.3) osa kulkee herkkien ympäristöalueiden, kuten pohjavesialueen tai Natura 2000- tai luonnonsuojelun alueen, tai niiden suojavyöhykkeiden halki. Siirtoviemäreiden pumppaamoita osuu myös näille alueille. Siirtoviemäreiden pumppaamodatan puutteellisuuden vuoksi näitä pumppaamoita ei tässä työssä taulukoida, mutta siirtoviemäreiden pumppaamoiden ylivuotojen ehkäisy on tärkeitä niiden ylivuotojen mahdollisen suuren kertakoon (m³) vuoksi. Lisäksi siirtoviemäreissä johdettava jätevesi sisältää enemmän haitta-aineita kuin siihen liittyvät yksittäiset pienemmät viemärit.

Taulukko 4.10. Sijainniltaan tunnettujen pumppaamoiden ja puhdistamoiden purkupisteiden sijoittuminen jätevesipäästöille herkille ympäristöille tai niiden suojavyöhykkeille.

Herkkä ympäristö	Pumppaamoiden lkm herkkässä ympäristössä tai sen suojavyöhykkeellä	Puhdistamoiden lkm herkkässä ympäristössä tai sen suojavyöhykkeellä
pohjavesialue	65	1
vedenottamo	32	2
fuijaranta	50	0
kalastollisesti arvokas vesi	29	3
Natura 2000- ja luonnonsuojelun alueet	49	2
vesistöt	850	32

Ilmastonmuutos ja sen myötä mahdollisesti lisääntyvät rankkasateet sekä tulvariskien kasvaminen lisäävät tulevaisuudessa pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten todennäköisyyttä, erityisesti Pirkanmaan sekaviemäröidyillä alueilla, ellei tilanteeseen varauduta. Pumppaamoiden ylivuotoputkien takaiskuventtiilit ehkäisevät tulvaveden pääsyä pumppaamoon. Kuntien suurimmissa pumppaamoissa on kyselyn perusteella takaiskuventtiili 5/47 pumppaamossa ja 4/47 pumppaamon osalta ei ole tietoa takaiskuventtiilin olemassaolosta. Pumppaamon sijainti vaikuttaa takaiskuventtiilin tarpeeseen, joten luvusta ei voi suoraan päätellä, moneenko pumppaamoon kyseinen venttiili kannattaisi hankkia.

Kyselytutkimuksen vastauksissa pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten mainittiin aiheuttaneen jonkin verran haitallista julkisuutta. Pumppaamoylivuotojen vuoksi on jouduttu sulkemaan tilapäisesti uimarantoja, ja pumppaamoylivuodoissa on valitettu muun muassa hajusta. Yhden vastauksen perusteella kuntalaiset ovat valittaneet pumppaamoylivuodoista ja puhdistamo-ohituksista erityisesti sosiaalisessa mediassa. Useimmissa vastauksissa pumppaamoylivuotoja koskevan palautteen kerrotaan tulleen puhelimitse. Tutkimuksen aikana käydyissä keskusteluissa oli kuitenkin havaittavissa tarkasteltavien jätevesipäästöjen merkityksen vähättelyä. Kommentoinneissa muun muassa vertailtiin Suomen tilannetta kehitysmaiden tilanteeseen tai todettiin turhaksi pumppaamoiden valvontaohjelmistojen kehittäminen, koska kyseessä olivat ”vain” jätevedenpumppaamot.

5. TULOSEN TARKASTELU

Tutkimuksessa havaittiin mahdottomaksi pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jätevesipäästöjen todellisen määrän selvittäminen pitkältä ajanjaksolta koko Pirkanmaan alueelta. Huolimatta mahdollisista päästömäärien mittaus- ja arviointivirheistä suuntaan tai toiseen voidaan kyseisten päästöjen raportointirajojen vaihtelevuuden vuoksi olettaa päästömäärien olevan kokonaisuutena raportoituja lukuja suuremmat. Lisäksi kaikilla pumppaamoilla ei ole kaukovalvontaa eikä kaikkia ylivuotoja näin välttämättä havaita. Puhdistamovierailuiden yhteydessä oli havaittavissa varautuneisuutta päästötilanteen käsittelyssä. Kyseessä on kuitenkin ympäristöluvallinen toiminta, jonka jatkuvuus halutaan turvata.

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten ennaltaehkäisyn olisi perustuttava asian tärkeyden ymmärtämiseen. Pitäisi ymmärtää käsittelemättömän tai osittain käsitellyn jäteveden aiheuttavan väistämättä vähintään paikallisia haittavaikutuksia sekä ymmärrettävä, millaisia vaikutukset ovat pahimmillaan. Kaikki jätevesi pitäisi pystyä käsittelemään. Eri asia on nykyisten jätevedenpuhdistusmenetelmien riittävyys, ja käsitellyn jäteveden vaikutukset purkuvesistössä. Haitta-ainepitoisuudet ovat kuitenkin käsitellyssä jätevedessä useimpien haitta-aineiden osalta merkittävästi pienemmät kuin käsittelemättömässä tai osittain käsitellyssä jätevedessä (Vieno 2014). Vaikka pumppaamoylivuotona tai puhdistamo-ohituksena ympäristöön purkautuva jätevesi olisikin sade- tai sulamisvesien laimentamaa, pääsee sen mukana ympäristöön haitta-aineita, jotka siitä poistettaisiin puhdistamon käsittelyprosesseissa. Lisäksi sade- ja sulamisvesien mukana voi viemäristöön päätyä lisää haitta-aineita, jotka päätyvät pumppaamoylivuodon tai puhdistamo-ohituksen myötä konsentroituneena pistekuormituksena ympäristöön (Passerat et al. 2010).

5.1 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syyt

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten ennaltaehkäisyn tai niiden vaikutusten pienentämisen onnistumiseksi on näiden päästöjen syyt, tapahtumistaajuudet ja päästömäärät tiedettävä. Näin raportoinnin merkitys korostuu. Viemäriverkoston jätevesimäärän lisääntyessä muun muassa taajamien väestönkasvun, viemäriverkoston vanhenemisen ja sekaviemäroinnissä ilmastonmuutoksen vuoksi merkittävän riskin pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten lisääntymiselle voivat aiheuttaa tietämättömyys riskeistä sekä asenteet, jotka estävät päästöjä ehkäisevien toimenpiteiden toteuttamisen.

Pirkanmaalla raportoidut pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syyt olivat vastaavia kuin Vesilaitosyhdistyksen selvityksessä (Castrén 2015) ja Vantaanjoen va-

luma-alueen jätevesiylivuotoja koskevassa selvityksessä (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2011). Näistä jälkimmäisessä tarkasteltiin yhden vuoden aikana raportoituja jätevesipäästöjä, jolloin pumppaamoylivuotoja tapahtui määrällisesti (m^3) eniten lumen sulamisvesien aiheuttamana ja toiseksi eniten sähkökatkojen vuoksi. Tässä tutkimuksessa sähkökatkot on mainittu Pirkanmaalla pumppaamoylivuodoille syyksi lukumääräisesti useimmin, mutta jätevesipäästöjen koon mukaiseen järjestykseen syitä ei ole laitettu. Vantaanjoen selvityksessä puhdistamo-ohituksia tapahtui määrällisesti eniten lumen sulamisvesien ja toiseksi eniten rankkasateiden vuoksi. Vuotovesiä ei mainittu syinä erikseen, kuten tässä tutkimuksessa, mutta erillisviemäröidyllä alueella sulamisvesien ja rankkasateiden vaikutus näkyy vuotovesimäärissä. Vuotovedet otettiin mukaan syyjoukkoon, koska määritelmää käytettiin raportoinnissa yleisesti kertomatta ajoittuvatko vuotovedet lumen sulamisaikaan tai runsaiden sateiden aikaan.

Vertaamalla raportoitujen pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten määriä ja tapahtumisajankohtia lähimpien havaintoasemien sademääriin ei havaittu vastaavuuksia, jotka osoittaisivat vuotovesien merkityksen päästöille. Tarvittaisiin tarkat viemäröintialueen sademäärät ja päästömäärät, jotta voitaisiin sademäärien perusteella arvioida vuotovesien osallisuutta päästöihin.

Suurten virtaamien aikana puhdistamoilla ohijuoksetetaan jätevettä, jos puhdistamon biologisen prosessin kapasiteetti ei muutoin riittäisi koko jätevesimäärän käsittelemiseen aiheuttaen aktiivilieteprosessiin toimintahäiriöitä ja puhdistustehon alenemista pidemmäksi aikaa. Tutkimuksen aikana käytyjen keskusteluiden perusteella joillakin puhdistamoilla kaikki jätevesi otetaan kuitenkin mukaan puhdistusprosessiin, vaikka tiedossa voisi olla häiriöitä aktiivilieteprosessin toimintaan.

Mielenkiintoista olisi suorittaa vertaileva tutkimus tällaisessa esimerkkitapauksessa purkuvesistöön aiheutuvasta kokonaisvaikutuksesta. Vertailtavina olisivat käsittelemättömän tai osittain käsitellyn jäteveden ohijuoksetuksen vaikutukset ja häiriintyneen aktiivilieteprosessin häiriötilan aikana käsitellyn jäteveden vaikutukset.

Toisaalta tiedossa jo on, että aktiivilieteprosessin toimintahäiriöt voivat suurten virtaamien, esimerkiksi kevään tulvavirtaamien, aikana jatkua usean viikon ajan. Nitrifikaatioprosessin toiminnan pysähtyessä nitrifioivan bakteerikannan huuhtoutuessa ulos prosessista on sen uudelleen käynnistäminen kylmien vesien aikaan lähes mahdotonta (Luonsi 1980). Nitrifioivien bakteerien kasvunopeus on voimakkaammin lämpötilariippuvainen ja alhaisempi kuin orgaanista ainetta hajottavilla bakteereilla (Luonsi 1980). Kun lisäksi ylijäämälietettä kertyy alhaisissa lämpötiloissa enemmän hajoamisen hidastuessa eikä lietteikää voida kasvattaa, voidaan nitrifiointi uudelleenkäynnistää vasta tilanteessa, jossa lämpötila on korkea ja olosuhteet muutenkin vakaat (Luonsi 1980). Nitrifioivan lietteen mukautuminen aleneviin lämpötiloihin on kuitenkin mahdollista, jos muutos on hidas ja

olosuhteet muuten vakioiset (Luonsi 1980). Näiden nitrifioivan aktiivilieteprosessin herkkyysominaisuuksien vuoksi ohjuoksutuksesta aiheutuu monessa tapauksessa pienempi kokonaispäästö pienempine haittavaikutuksineen.

Jätevesiä jäädyttävät vuoto- ja hulevedet voivat estää energiaa säästävän typpipitoisten jätevesien käsittelymenetelmän, Anammox-prosessin (anaerobic ammonia oxidation) (Laureni et al. 2015), käyttöönoton puhdistamalla tai aiheuttaa ohjuoksutustarpeen anammox-bakteerikannan toimintakykyisyyden säilyttämiseksi. Anammox-prosessin nopeudella on havaittu olevan lähes lineaarinen riippuvuus lämpötilasta lämpötilavälillä 10–40 °C, ja prosessin on todettu pysähtyvän 10 °C lämpötilassa (Sobotka et al. 2015). Kyseinen prosessi vähentäisi ilmastuksen sekä orgaanisen hiilen tarvetta ja lietettä muodostuisi vähemmän, joten jätevedenpuhdistusprosessin kokonaiskustannukset pienenisivät (Sobotka et al. 2015). Suomen oloissa prosessin käyttö vaatisi vuotovesien ehkäisyn, toimivan erillisviemäröinnin, sisätiloissa sijaitsevat prosessit sekä mahdollisesti nykyistä alempiin lämpötiloihin sopeutuvat anammox-bakteerikannat. Lämpötilan nostaminen prosesseissa kasvattaisi liiallisesti kustannuksia. Bakteeripopulaatioiden ja niiden verkostoitumisien analysointi on kuitenkin kehittynyt paljon viime vuosina, ja prosessitekniikan yhdistämisen mikrobiologiseen osaamiseen uskotaan auttavan mikro-organismien toimintaolosuhteiden optimoinnissa (Weissbrodt et al. 2015).

5.2 Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten kuormitus ja määrä

Pumppaamoylivuotoina ja puhdistamo-ohituksina ympäristöön päätyvän jäteveden laatu vaihtelee aluekohtaisesti. Laadun lisäksi päästöjen määrä (m³) vaikuttaa niiden aiheuttamaan kuormitusosuuteen (%) puhdistamon jätevesien vesistöön aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta. Verrattaessa muiden maakuntien puhdistamoiden kuormitusprosentteja (Castrén 2015) Pirkanmaan esimerkkipuhdistamoiden kuormitusprosentteihin (luku 4.2, taulukko 4.2) on niissä havaittavissa samankaltaista keskinäistä eroavuutta puhdistamoiden kesken kuin Pirkanmaan puhdistamoilla. Parkanon puhdistamolla on kuitenkin muista poikkeavat korkeat luvut. Vuonna 2011 pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten fosforikuormituksen osuus puhdistamon kuormituksesta oli Helsingin Viikinmäen puhdistamolla noin 7 %, Turun Kakolanmäen puhdistamolla noin 24 % ja Kuopion Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla noin 2,5 %. Vastaavat typpikuormituksen osuudet olivat kyseisillä puhdistamoilla noin 3,5 %, noin 2,5 % ja < 0,2 %. Helposti hajoavan orgaanisen aineksen vastaavat kuormitusosuudet olivat noin 9,5 %, noin 22 % ja noin 3 %. Fosforin ja helposti hajoavan orgaanisen aineksen osalta Viikinmäen kuormitusprosentit olivat lähellä Lempäälän puhdistamon kuormitusprosentteja, ja Kakolanmäen prosentit olivat puolestaan lähellä Vammalan puhdistamon kuormitusprosentteja. Lukuja vertailtaessa on kuitenkin otettava huomioon muun muassa kuormitusten laskennan mahdolliset erot, joita väistämättä esiintyy eri toimijoiden välillä.

Vuonna 2011 Helsingin Viikinmäen puhdistamolla, jonka AVL on 780 000 (Wäänänen 2014), käsiteltiin jätevettä 101 748 733 m³ ja raportoitiin pumppaamoylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia 1 034 140 m³ (Castrén 2015). Vertailtaessa lukuja koko Pirkanmaan pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten määriin (kuva 4.1) sekä puhdistamoiden yhteenlaskettuun AVL-arvoon (luku 4.2) Pirkanmaan päästömäärät eivät vaikuta tilastollisesti suurilta. Ainoastaan Parkanon päästömäärät erottuvat joukosta. Viikinmäen puhdistamon päästöt johdetaan mereen 8 km päähän rantaviivasta yli 20 metrin syvyyteen (HSY 2015). Pirkanmaalla puhdistamoiden purkuputket johtavat järviin, jokiin ja ojiin. Näiden päästöjen vaikutuksia ei voi vertailla ilman tarkempaa tutkimusta. Päästömäärien vertailu muiden puhdistamoiden päästömääriin vaatisi tarkemmat taustatiedot päästömäärien laskentatavoista, vertailun useammalta vuodelta sekä paikallisten sademäärien huomioonottamisen.

Päästöprosentit kertovat pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten määristä päästötilavuuksia paremmin. Koko Pirkanmaan (käytävissä olevien tietojen perusteella) pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten päästöprosentti oli 0,37 % vuonna 2012, ja erikseen tarkasteltujen 16 puhdistamon päästöprosentit vaihtelivat välillä 0–6,05 % niiden keskiarvon ollessa 0,72 % (luku 4.2, liite P). Vertailuna vuoden 2012 päästöprosentteihin Turun Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla päästöprosentti oli 0,7 %, Helsingin Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla 0,3 % ja Oulun Taskilan jätevedenpuhdistamolla 0,04 % (Castrén 2015). Yksittäisten puhdistamoiden päästöprosentit Pirkanmaalla ylittivät muiden maakuntien esimerkkipuhdistamoiden päästöprosentit, mutta yksittäisen vuoden pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten päästöprosentteja ei voi luotettavasti vertailla puhdistamoiden kesken tilanteiden vaihdellessa. Esimerkiksi saneerauksen tai laiterikkojen aiheuttamat jätevesipäästöt voivat nostaa yksittäisen vuoden päästöprosentin yleistä tasoa korkeammaksi. Lisäksi pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten raportointikäytännöissä on eroja.

5.3 Jätevesipäästöjen ennaltaehkäisyn haasteista

Suomessa pumppaamoylivuotoihin ja puhdistamo-ohitukseen on kiinnitetty huomiota vasta viime vuosina, ja laadittujen selvitysten perusteella lähinnä Uudenmaan maakunnassa (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2011; HSY 2014; Pöyry 2015). Ulkomailla – erityisesti Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa – aihetta on tutkittu paljon, ja päästöjä pyritään ehkäisemään tai lisäämään verkostosta ylivuotona purkautuvan jäteveden käsittelymuotoja häiritsevien vaikutusten pienentämiseksi. Esimerkiksi Saksassa paljon käytettyjä viemäriverkoston ylivuotosäiliöitä (Weiss & Brombach 2007) ei Suomessa mainittavasti käytetä. Pirkanmaalla on vain muutamia varoaltaita lähinnä pohjavesialueilla sijaitsevilla pumppaamoilla. Ulkomailla yleistynyttä rakennettujen kosteikoiden käyttöä verkoston ylivuotovesien käsittelyyn (Tao et al. 2014) ei tässä tutkimuksessa suositella käytettäväksi Pirkanmaalla. Kannatettavampi vaihtoehto on hulevesien hallintaan soveltuvien

kosteikoiden rakentaminen. Jätevedenpumppaamoilta ei purkautu jätevettä ylivuotona säännöllisesti, vaan satunnaisesti. Jäteveden käsittelyyn suunniteltu kosteikko vaatisi toimiakseen suhteellisen tasaisen jätevesisyötteen, ja muun muassa kosteikon jätevedenkäsittelytehokkuuden varmistaminen ja seuranta mittauksin tekisi kosteikon ylläpidosta työlään ylivuotojen määriin ja hyötyyn nähden. Lisäksi kosteikot eivät toimisi Suomen talvisissa olosuhteissa, joten niitä voitaisiin hyödyntää vain hyvin lyhyen kasvukauden aikana.

Puhdistamon puhdistuskapasiteetin ylittyminen ei ole todennäköistä, jos verkoston vuotovedet ovat hallinnassa ja puhdistamo on mitoitettu oikein käsiteltävälle yhdyskuntajäteveden määrälle. Jättevettä voidaan varastoida tilapäisesti tasausaltaaseen odottamaan pumppausta puhdistusprosessiin virtaamien tasaannuttua tai puhdistamolle on mahdollista rakentaa erillinen ohijuoksutettavien jätevesien käsittely-yksikkö, kuten on rakennettu esimerkiksi Turun Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle (Turun seudun puhdistamo Oy 2014). Ohijuoksutettavien jätevesien erilliskäsittely ei ole kuitenkaan ohituksia ehkäisevä ratkaisu, vaan auttaa vähentämään ongelmatilanteissa ohijuoksutettavien jätevesien haittavaikutuksia. Sen avulla kannattaisikin varautua muiden syiden kuin kapasiteetin ylittymisten aiheuttamiin ohijuoksutustilanteisiin, ja vasta toissijaisena menetelmänä.

Pirkanmaan kunnissa on toimittu, mutta vaihtelevasti, pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten ehkäisemiseksi. Kyselytutkimuksen perusteella vuotovesiä ehkäisevää saneerausta toteutetaan, mutta kuntien kehittämissuunnitelmien mukaan saneerauksia ei toteuteta kaikissa kunnissa suunnitelmallisesti. Kokonaisuutena saneerausvelka on suuri ja vaatii monissa kunnissa vähintään kolminkertaisen saneerausvauhdin nykyiseen nähden (Mykkänen 2013). Yllättävän monella (17) puhdistamolla ei ole hankittuna varavoimakonetta sähkökatkojen aiheuttamia pumppaamoylivuotoja varten. Eroavaisuudet päästöjen raportointikäytännöissä voivat osaltaan vaikuttaa eroihin päästöjä ehkäisevien toimenpiteiden tarpeen havaitsemisessa ja toimenpiteiden toteuttamisessa.

5.4 Ympäristöriskit

Aiemmin tehtyjen tutkimusten ja muiden kirjallisten lähteiden perusteella jätevesipäästöjen haitta-aineilla on ekologiaa, terveydellisiä, ympäristön virkistyskäyttöä haittaavia sekä organisaation toimintakykyyn vaikuttavia haittavaikutuksia (luku 2.7). Näistä erityisesti kaksi ensimmäistä haittavaikutusryhmää vaativat vielä lisätutkimuksia, ja tutkimushankkeita on meneillään aiheesta. Vaikutuksia voidaan selvittää muun muassa biotesteillä sekä erilaisten kulkeutumis- ja kuormitusmallien avulla. Niidenkin kohdalla on kuitenkin otettava huomioon epävarmuustekijät ja tulosten tarkkuus. Esimerkiksi VTT:n toteuttamassa hankkeessa on selvitetty puhdistamolietteiden jäteluokitusta ja ekotoksisuustestauksen käyttökelpoisuutta (VVY_b 2015). Tutkimuksen perusteella ekotoksisuustestit

soveltuvat huonosti orgaanisille jätteille, testien suorittamiseen tarvittaisiin tarkat ohjeistukset ja niiden käyttöön liittyy paljon epävarmuustekijöitä.

Puhdistamoiden purkuvesistöissä suoritettujen vesistötarkkailuiden tuloksissa on havaittavissa vedenlaatumuuttujien arvojen huonontumista puhdistamon purkuputken jälkeisessä vesistössä verrattuna puhdistamoa edeltävän vesistön vedenlaatuun (AVI_Mouhijärvi 2006; KVVY_Lempäälä_b 2013; KVVY_Parkano_a 2013). Tämä viitanee ohjuoksutettujen ja käsiteltyjen jätevesien vaikutuksiin. Tarkemmat ohjuoksutusten aikaiset ja jälkeiset usean mittauspisteen tutkimukset antaisivat asiasta luotettavampaa tietoa. Mittauksia pitäisi suorittaa pitkän aikajakson aikana, jotta muiden satunnaismuuttujien vaikutus saataisiin poissuljettua.

Paikkatietoanalyysin avulla oli tässä tutkimuksessa mahdollista tunnistaa pumppaamot ja puhdistamot, joista purkautuvat ylivuoto- ja ohitusvedet suuntautuvat jätevesipäästöille herkkiin ympäristöihin. Näissä ympäristöissä päästöjen haittavaikutuksia pidetään muita ympäristöjä suurempina. Tutkimuksessa ei ollut mahdollista koota tietoja kaikkien pumppaamoiden maksimivirtaamista (L/s), kuten on koottu Pöyry Oyj:n toteuttamassa HSY:n toiminta-alueen jätevedenpumppaamoiden (497 kpl) ylivuotojen riskienarvioinnissa (Pöyry 2013). Siten kaikille paikkatietosovellukseen sijoitetuille 1235 pumppamolalle ja 39 puhdistamolalle laskettiin yksinkertaiset riskiympäristöluvut, joiden suuruudet kertoivat, kuinka moneen riskipitoiseksi määriteltyyn ympäristöön tai sen suojavyöhykkeeseen pumppaamo-ylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten jätevesipäästöt kohdistuivat. Paikkatietoanalyysin tuottamaa tietoa käytettiin ympäristöriskianalyyseissa riskiarviointia auttava lisätietona.

Ympäristöriskianalyyseissa esimerkkikuntien pumppaamo-ylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten skenaarioista löydettiin kriittisen riskin aiheuttavia skenaarioita, joiden kohdalla tarvittaisiin ekologisten ja terveysvaatimusten varmistamiseksi vielä tarkempia tutkimuksia. Todennäköisesti monesta muustakin Pirkanmaan kunnasta löytyisi ympäristöriskianalyyseihin avulla kehitettävää pumppaamo-ylivuotoja ja puhdistamo-ohituksia ehkäisevissä toiminnoissa.

Työn lähdeaineistoksi ei löydetty kotimaisia tai ulkomaisia artikkeleita tai raportteja riskianalyyseistä, joissa olisi tutkittu puhdistamo-ohitusten ja/tai pumppaamo- tai verkostoylivuotojen aiheuttamia ympäristöriskejä laatimalla vikapuukaavioita tai toteuttamalla ympäristöriskin kaikkia vaikutusmuotoja arvioiva ryhmäanalyysi hyödyntäen seuraus- ja riskimatriiseja. Sekaviemäröinnin verkostoylivuotojen (CSO, combined sewer overflow) aiheuttamia ekologisia riskejä on tutkittu biotestein, ja monesti ohjeistuksena on käytetty Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston laatimaa ohjetta ”The Guidelines of Ecological Risk Assessment” (EPA 1998).

Esimerkiksi Angerville et al. (2013) ovat tutkineet verkostoylivuotojen aiheuttamaa ekologista riskiä joen veden ja sedimentin eliöille Ranskassa. Riskianalyysiin valittiin tarkasteltavaksi kriittisin päästötilanne, eli ylivuodon vaikutukset ensimmäisten minuuttien aikana, jolloin joen virtaama ei olisi vielä suurimmillaan. Analyysi toteutettiin semi-kvantitatiivisena menetelmänä jakaen haitta-aineelle ylivuotovedestä otetusta näytteestä määritetty pitoisuus (PEC, Predicted Environmental Concentration) haitta-aineelle arvioitulla haitattomalla pitoisuudella (PNEC, Predicted No-Effect Concentration). PNEC-arvo määritettiin seitsemälle testieliölle standardoiduilla biotesteillä. PEC/PNEC-arvon ollessa > 1 ekologinen riski nähtiin merkittävänä, ja arvon kasvaessa kasvoi riskin suuruuskin. Tutkimuksen tulosten perusteella verkostoylivuodoista aiheutui merkittävä riski sedimentin eliöstölle, kuten hajottajille, ja kohtalainen riski veden eliöstölle. Tutkijat suosittelevat päästöjen ekologisten haittavaikutusten ehkäisemiseksi haitallisten päästöjen vähentämistä, ylivuotojen tilapäistä pidättämistä varoaltaassa ja asteittaista purkamista jokeen sekä ylivuodon jäteveden käsittelyä. Näiden kolmen menetelmän yhdistelmää pidettiin kannattavimpana ratkaisuna. Ensimmäinen menetelmä vaatisi kuitenkin tarkennuksen toimenpiteistä päästöjen vähentämiseksi.

5.5 Tutkimuksen toteutuksesta

Ympäristöriskianalyysin toteuttaminen ryhmäanalyysinä hyödyntäen analyysia varten määriteltyjä todennäköisyys-, seuraus- ja riskiluokkia sekä seuraus- ja riskimatriiseja osoittautui suunniteltua enemmän aikaa ja paikallisen vesistön tuntemusta vaativaksi menetelmäksi. Skenaariotarkastelu vikapuuanalyysin avulla onnistui hyvin, mutta kaikkia skenaarioille valittuja todennäköisyys- ja seurausluokkia ei voida pitää luotettavina valintoina. Aikaa päätöksille olisi tarvittu enemmän. Isoimmat epäkohdat esimerkikuntien jätevesipäästöjen hallinnasta analyysi kuitenkin paljasti. Jätevesipäästön vaikutuksiin ympäristössä vaikuttavat monet samanaikaiset tekijät, joten tällaisella riskianalyysillä on mahdollista joka tapauksessa saavuttaa vain karkean tason arvio aiheutuvien ympäristöriskien suuruudesta. Tunnettuja haitta-aineita sisältävän jäteveden vaikutuksia tarkastelun kohteena olevassa vesistössä ei voida yleistää kuvaamaan vaikutuksia toisessa vesistössä tai erilaisen koostumuksen omaavan jäteveden vaikutuksia samassa vesistössä. Siten riskianalyysin tulokset eivät ole onnistuessaankaan yleistettävissä. Kuormitus- ja virtaamamallinnusten avulla olisi mahdollista tarkastella haitta-aineiden kulkeutumista, joten niiden käyttö olisi suositeltavaa selvitettyä päästöjen haittavaikutuksia tarkemmin.

Toteutettu ympäristöriskianalyysi oli hyödyllinen paljastaessaan jätevesipäästöjen seurausten arvioinnin haasteellisuuden sekä antaessaan kokemuksen riskianalyysin järjestämisestä havaittuine epäkohtineen. Vastaavassa riskianalyysissä kannattaisi jatkossa keskittyä hieman pienempään määrään arvioitavia kohteita, varata riittävästi aikaa taustaselvitysten tekemiseen ja aikatauluttaa sekä priorisoida kokouksissa käsiteltävät asiat tarkemmin.

Paikkatietoanalyysin luotettavuuteen vaikuttaa valmiin ja työtä varten laaditun paikkatietoaineiston tarkkuus. Esimerkiksi osa pumppaamoista sijoitettiin kartalle osoitetiedon perusteella. Lisäksi pumppaamon sijaitessa lähellä herkän ympäristön suojavyöhykkeen rajaa on mahdollista, että pumppaamon ylivuotokohta sijaitsee suojavyöhykkeen ulkopuolella. Riskiympäristölukujen laskennassa ei otettu huomioon korkeuseroja ja päästöjen virtaamasuuntia. Lisäämällä nämä mukaan analyysiin olisi mahdollista selvittää, kuinka haitallinen herkän ympäristön suojavyöhykkeellä tapahtuva jätevesipäästö on. Kohti herkkää ympäristöä suuntautuvalla päästöllä voisi antaa suurimman ja päinvastaiseen suuntaan kulkeutuvalla päästöllä pienimmän haittakertoimen. Herkkien ympäristöjen suojavyöhykkeet ovat valintoja, joita voisi kyseenalaistaa kasvattaen tai pienentäen vyöhykkeitä.

Jäteveden haitta-aineiden ympäristövaikutuksia selvitetään muun muassa meneillään olevassa CONPAT-hankkeessa (Miettinen et al. 2013), jonka tulokset ovat aikanaan kiinnostavia. Mielenkiintoista olisi ollut tutkia vielä Pirkanmaan kuntien vuotovesiprosentteja selvittäen vuotovesiprosenttien laskemiseen käytettävän yhtälön realistisuutta, verraten vuotovesiprosentteja vuotuisiin paikkakuntakohtaisiin sademääriin ja tarkastellen prosenttien kehitystä vertaamalla niitä tietoon viemäriverkoston kunnosta ja saneeraus-toimista. Samoin vuotovesikertoimia voisi tutkia tarkemmin, koska tässä tutkimuksessa suoritettujen lyhyen tarkastelun perusteella niiden käyttö nykyisellään kuvaamaan viemäriverkoston vuotovesitulannetta ei vaikuta luotettavalta menetelmältä (luku 2.4.5).

Tutkimuksessa koottiin taustatietoa aihealueesta monipuolisesti eikä siten ollut mahdollisuutta käsitellä yksittäisiä asioita kovin syvällisesti. Aiheeseen liittyviä ulkomailla tehtyjä tutkimuksia olisi haluttu tarkastella laajemmin. Kokonaisuutena tässä työssä selvityille asioille on tyypillistä tietojen epätarkkuus ja eri puhdistamoilta raportoitujen tietojen vertailun vaikeus. Jokaisen puhdistamon hoidosta vastaavan, näytteenottajan sekä raportin laatijan haastattelu olisi lisännyt tietoa kootun datan vertailtavuudesta, mutta tämä ei olisi ollut tässä tutkimuksessa ajallisesti mahdollista. Tarkasteltavan datan puutteellisuuden, diskreetin luonteen ja epätarkkuuksien vuoksi monipuolisten kuvaajien laatimiselle tai selkeiden tulkintojen tekemiselle ei ollut perusteita.

6. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET YMPÄRISTÖRIISKIEN PIENENTÄMISEKSI

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten aiheuttamien ympäristöriskien pienentämiseksi on kyseisten jätevesipäästöjen todennäköisyyttä pienennettävä tai seurauksia vähennettävä. Päästöjä ennaltaehkäisevää toimintaa pidetään tässä työssä kustannusten ja ympäristön osalta kannattavampana, joten toimenpiteiden ehdotetaan kohdistuvan pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten ehkäisemiseen.

Ymmärtämällä tarkasteltavien jätevesipäästöjen aiheuttamat yleiset haittavaikutukset motivoitetaan helpommin tavoitteellisten päästöjä ehkäisevien toimintatapojen noudattamiseen. Asioiden käsittelyyn ja toimintaan motivoimiseen olisi vesihuoltolaitoksilla hyvä varata aikaa ja resursseja.

6.1 Ympäristöriskianalyysin toteuttaminen

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syyt tai niiden tärkeysjärjestys voivat poiketa toisistaan eri puhdistamoilla tai eri kunnissa. Jokaisella puhdistamolla suositellaan toteutettavaksi ympäristöriskianalyysi näiden syiden löytämiseksi. Kunnissa, joissa ei ole omaa puhdistamoa riskianalyysi pitäisi kohdistaa pumppaamoylivuotojen syiden arvioimiseen sekä kunnan jätevedet käsittelevän puhdistamon kapasiteetin riittävyysvaikutuksiin tekijöihin. Siten huomio olisi kiinnitettävä pumppaamoylivuotojen ennaltaehkäisyyn, mutta samanaikaisesti olisi pyrittävä ehkäisemään kunnan jätevedet käsittelevällä puhdistamolla tapahtuvia ohijuoksutuksia. Vastuuta puhdistamo-ohitusten aiheuttamista ympäristöriskeistä on otettava, vaikka jätevedet johdetaankin pois oman kunnan alueelta.

Riskianalyysijä on jo toteutettu osalla puhdistamoista, mutta elleivät ne ole paljastaneet pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syitä, olisi uusi analyysi tarpeellinen. Joka tapauksessa riskianalyysi pitäisi uusina säännöllisin väliajoin. SSP (Sanitation safety plan) -riskienhallintajärjestelmän mukaisessa riskianalyysissä (Sosiaali- ja terveysministeriö 2015) käydään järjestelmällisesti lävitse puhdistamon toimintoja muun muassa pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten syiden löytämiseksi. Lisäksi SSP:n dokumentissa on ohjeita riskianalyysin toteuttamiseen, joten sen käyttöä riskianalyysissä voidaan suositella, vaikka laajamittaisia kokemuksia järjestelmän web-sovelluksen käytöstä ei ole käytettävissä.

6.2 Vuotovesien ja sähkökatkojen aiheuttamien jätevesipäästöjen ehkäisy

Toimenpiteet pumppaamo-ylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten vähentämiseksi voidaan kohdistaa ja priorisoida oikein syiden löydyttyä. Monesti paras hyöty kokonaisuuden kannalta ja kustannuksiin nähden saavutetaan puuttamalla päästöjen ensisijaisiin syihin eikä toteuttamalla monia rinnakkaisia toimenpiteitä. Esimerkiksi vähentämällä vuotovesien määrää saneeraamalla verkostoja, voidaan välttää pumppaamoiden pumppujen koon kasvatus.

Puhdistamon kapasiteetin riittämättömyys vuotovesien ja hulevesien vuoksi on tämän tutkimuksen perusteella yleisin syy puhdistamo-ohituksille, joten verkostojen saneerausta ja hulevesien hallintaa pitäisi merkittävästi tehostaa Pirkanmaan kunnissa. Kriittisimpien saneerauskohteiden selvittämiseksi voidaan esimerkiksi tarkastella mittauksin virtaamia eri kohdissa verkostoa, hyödyntää hydrologista mallinnusta ja häiriöiden todennäköisyyksiä kuvaavia malleja, tutkia verkoston tiiviyttä savukokeiden avulla, analysoida pumppaamoiden valvontajärjestelmien tallentamaa dataa sekä hyödyntää putkien paikkatietoanalyysin mukaista (Laakso_a 2015) häiriöiden seurauksia kuvastavaa kriittisyysluokittelua.

Saneerauksen yhteydessä pitäisi tarkistaa putkistojen ja pumppaamoiden oikea mitoitus ottaen huomioon tulevan väestönkehityksen vaikutukset virtaamiin. Jotta hulevesien virheellinen ohjaaminen erillisviemäröinnin jätevesiviemäriin vähenisi, suositellaan Vantaanjoen jätevesipäästöjen hallinta -hankkeen tavoin (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2011) virheellisten viemäriiliityntöjen poistamista kiinteistökauppojen yhteyteen vaadittavan toimintasuunnitelman avulla. Lisäksi omaehtoiseen liityntöjen tarkistamiseen kannattaisi kannustaa tiedotuskampanjalla. Todistetusti suoritetuista virheellisten liityntöjen poistamisesta voisi palkita pienellä kertakorvauksella.

Sähkökatkot olivat tutkimuksessa yleisimmin ilmoitettu syy pumppaamo-ylivuodoille. Laajamittaisen sähkökatkon ajoittuminen myrsky aikaan tarkoittaa monesti runsaan sadannan aiheuttamien suurten virtaamien vuoksi merkittäviä pumppaamo-ylivuotoja, jos tilanteeseen ei ole varauduttu. Sähköverkkoyhtiöt maakaapeloivat verkostoa ja siirtävät ilmajohtoja puiden suhteen turvallisille ja helposti saavutettaville alueille, mutta kokonaisuutena näiden muutosten tekeminen voi viedä Suomessa 10–20 vuotta (Huoltovarmuusorganisaatio 2013).

Jos kunnan pumppaamoilla sähkökatkot ovat aiheuttaneet ylivuototilanteita, suositellaan kartoitettaviksi viemäriverkoston toiminnan kannalta välttämättömimmät ja ylivuodoiltaan haitallisimmat pumppaamot. Nämä pumppaamot pitäisi ilmoittaa sähköverkkoyhtiölle, jotta yhtiö voi ottaa ne huomioon omassa toiminnassaan ja sähköntuoton toiminta-

varmuuden priorisoinnissa (Huoltovarmuusorganisaatio 2013). Lisäksi vesihuoltolaitoksen on suositeltavaa hankkia oma siirrettävä varavoimakone – tarvittaessa useampiakin, sekä varustaa kaikista kriittisimmät kohteet automaattisesti käynnistyvillä varavoimakoneilla. Jos kriittisiä pumppaamoita on lukumäärällisesti niin paljon, että kiinteiden varavoimakoneiden hankkiminen ei ole mahdollista niille kaikille, siirrettävien varavoimakoneiden lukumäärä on arvioitava huolella. Varavoimakoneiden toiminta on varmistettava säännöllisesti, ja niiden käyttöä on harjoitettava, jotta osataan toimia oikein sähkökatkon aikana (Huoltovarmuusorganisaatio 2013).

Jätevettä tilapäisesti varastoivien pumppaamoiden varoaltaiden ja puhdistamoiden tasausaltaiden rakentamismahdollisuuksia suositellaan selvitettävän kunnissa. Myös käytöstä poistettavia puhdistamoiden altaita voidaan ottaa tasausallaskäyttöön. Riittävän tilavat varoaltat kriittisimpien pumppaamoiden yhteydessä voivat ehkäistä jäteveden ylivuodon ympäristöön. Lisäksi puhdistamoilla kannattaa selvittää mahdollisuus ohitusvesien erilliskäsittelyyn.

6.3 Pumppaamoiden kaukovalvonta ja huolto

Jätevedenpumppaamoiden valvontajärjestelmien ylivuodon määrän mittaukseen sekä puhdistamoiden ohitusveden mittaukseen käytettävien mittareiden mittaustarkkuutta pitäisi kehittää. Tämä voi vaatia mittausmenetelmien vaihtamista. Mittareiden kehitys on niiden valmistajien vastuulla eikä vesihuoltolaitosten. Pumppaamoiden kaukovalvontajärjestelmien kaikkia ominaisuuksia suositellaan kuitenkin käytettäväksi puhdistamoilla, jolloin hälytyksiin reagoimisen ohella muun muassa analysoidaisiin ylivuototilanteita edeltäviä virtaamakuvaajia ongelmakohtien löytämiseksi ja ylivuototilanteiden ennakoimiseksi jatkossa.

Pumppaamoiden säännöllinen ja ennakoiva huolto, sekä säännölliset pumppaamoiden tarkastuskäynnit ovat osa päästöjä ehkäisevää toimintaa. Pumppaamoiden huoltosuunnitelmat ja toimintasuunnitelmat ylivuototilanteissa kannattaa päivittää säännöllisesti ja huolehtia, että suunnitelmat ovat työntekijöiden tiedossa.

6.4 Esimerkkikunnat

Esimerkkikuntien ympäristöriskianalyysin perusteella Parkanossa pitäisi ratkaista mahdollisimman nopeasti ongelmat puhdistamon puhdistuskapasiteetin riittävyyteen liittyen. Viemäristön saneerauksen ohella pitäisi poistaa puhdistamon prosessien epäkohdat ongelmien lisääntyttyä viimeisimmän saneerauksen jälkeen. Ohijuoksettavan jäteveden mittaukseen pitäisi saada luotettava mittari. Ongelmat ovat Parkanossa tiedossa, ja tilannetta korjaavia toimenpiteitä on suunnitelmissa.

Sastamalassa puhdistamot ollaan sulkemassa uuden siirtoviemäriinlinjan valmistuttua Huitisten puhdistamolle, joten nykyisten puhdistamoiden kapasiteettia ei enää kasvateta. Tiedossa on kuitenkin pumppaamot, joita käytetään kunnassa ylivuotopumppaamoina, joten varoaltaan tai siirrettävän ylivuotosäiliön sijoittaminen pumppaamolle voisi olla toimiva ratkaisu ylivuotojen ehkäisemiseksi.

6.5 Raportointi

Pumppaamoylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten raportointikäytäntöjen yhtenäistäminen olisi hyödyllistä luotettavamman päästötiedon kokoamiseksi ja siten päästöjä ehkäisevien toimenpiteiden kohdistamiseksi koko Pirkanmaan tasolla. Raportointirajojen, eli viranomaisille raportoitavien päästökokojen, pitäisi olla kaikilla vesihuoltolaitoksilla samantyyppiset, jos velvoite raportointiin tulee viranomaisen taholta. Myös päästöistä tiedottamiseen kuntien asukkaille kannattaisi luoda yhteneväiset käytännöt. VAHTI-järjestelmän käyttöön on vesihuoltolaitoksia ohjeistettu, mutta havaittujen epäselvyyksien ja järjestelmän käyttöerojen vuoksi tarvitaan uudet yksinkertaiset ohjeet, jos järjestelmään halutaan jatkossakin kirjattavan kaikki pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset. Lisäksi tarvitaan viranomaisten säännöllinen muistutus raportoinnin tärkeydestä.

Kaikilla puhdistamoilla päästöt eivät kirjaudu automaattisesti KVVY:n vuosiyhteenvetoreportin kirjanpitoon valvomo-ohjelmistosta, ja nykyinen raportointikäytäntö ei kannusta raportoimaan pienimpiä päästöjä vähintään kahteen eri paikkaan, jos päästöjä tapahtuu usein. Kirjaamisen ohella isoimmista päästöistä on ilmoitettu puhelimitse tai sähköpostitse ELY-keskukseen. Sähköisen raportoinnin lisänä monella puhdistamolla kirjataan pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset omaan paperiseen kirjanpitoon, minkä tarpeellisuus kannattaa harkita ylimääräisen työn välttämiseksi. Raportointia kokonaisuutena voisi selkeyttää ja yksinkertaistaa.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Pumppaamo- ja puhdistamo-ohituksissa ympäristöön päätyy käsittelemättömänä tai vain osittain käsiteltynä jätevedettä, jolla voi olla ekologisia vaikutuksia, terveysvaikutuksia sekä vaikutuksia alueen virkistyskäyttöön ja vesihuoltolaitoksen toimintakykyyn. Haitallisten seurausten suuruuteen vaikuttavat monet samanaikaiset tekijät, ja yksittäisen päästön ekologisia vaikutuksia ja terveysvaikutuksia on mahdotonta arvioida ilman tarkkoja tutkimuksia.

Vaikka pumppaamo- ja puhdistamo-ohitusten jätevesipäästöjen raportoitu määrä on Pirkanmaalla yleensä alle 1 % vuosittain käsiteltäväksi tarkoitettua jätevedestä, puhdistamoiden ympäristöön kohdistamasta kuormituksesta päästöt muodostavat merkittävän osan. Osuus vaihtelee eri puhdistamoilla ja vuosittain. Vammalan puhdistamolla päästöjen kuormitusosuus vuonna 2011 on ollut orgaaniselle aineelle 22,1 %, fosforille 17,2 % ja typelle 1,6 %. Tutkimuksessa kootulle datalle on ominaista epätarkkuus, mikä on otettava huomioon vertailtaessa työssä esitettyjä lukuja. Lisäksi kaikkia päästöjä ei ole raportoitu. Raportointikäytäntöjä pitäisi yhtenäistää ja yksinkertaistaa. Joka tapauksessa päästöjen kuormitusvaikutus on suuri, ja niitä on ehkäistävä ympäristön suojelemiseksi.

Tutkimuksen esimerkkikunnista löytyi karkean, mutta hyödyllisen, arvion antavassa ympäristöriskianalyyseissä pumppaamo- ja puhdistamo-ohitusten aiheuttamia ympäristöriskejä, joten riskejä löytyisi todennäköisesti monesta muustakin kunnasta. Puhdistamokohtaisilla ympäristöriskianalyyseillä suositellaan selvittävän pumppaamo- ja puhdistamo-ohitusten syyt, jotta toimenpiteet voidaan kohdentaa oikein. Paikatietoanalyysia hyödyntämällä on mahdollista selvittää päästöjen suuntautuminen herkkiin ympäristöihin, mikä voi auttaa toimenpiteiden priorisoinnissa. Ympäristöriskianalyysin tekemiseen kannattaa tutkimuksen kokemusten perusteella varata riittävästi aikaa ja resursseja, sekä valita analyyseissä käsiteltävät asiat huolella.

Puhdistamoiden kapasiteettien ylittymistä aiheuttavien vuotovesien vähentäminen viemäriverkostoa saneeraamalla on tärkeä puhdistamo-ohituksia ehkäisevä toimenpide. Samalla voidaan välttää monien rinnakkaisten toimenpiteiden toteuttaminen, puhdistuskustannukset pienenevät ja laimentumaton jätevesi muodostaa hyvän syötteen puhdistamolle, jossa jätevedestä jalostetaan muun muassa lannoitteita. Johdattaessa jätevesiä enenevässä määrin keskuspuhdistamoihin voi puhdistamo-ohitusten vaikutus purkuvesistöissä olla haitallisempi kuin pienempien puhdistamoiden hajautuneiden päästöjen kokonaisvaikutus. Päästöjen ennaltaehkäisy merkitys korostuu. Pumppaamo- ja puhdistamo-ohitusten haittavaikutuksia ei vain ole syytä vähätellä luonnon monimuotoisuuden ja ihmisten terveyden kustannuksella.

LÄHTEET

Akaan kaupunki. (2009). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. 5.10.2009.

Allen, R., Klosterhaus, S., Grace, R. (2010). Carbamazepine in San Francisco Bay Surface Waters, Sediments and Mussels. verkkodokumentti. [viitattu 29.9.2015]. Saatavissa: http://www.axysanalytical.com/news_events/documents/setac2010_abstractforcarbamazepineinsf.pdf

Angerville, R., Perrodin, Y., Bazin, C., Emmanuel, E. (2013). Evaluation of Ecotoxicological Risks Related to the Discharge of Combined Sewer Overflows (CSOs) in a Periurban River. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, s. 2670–2687.

Ansari, A.A., Sarvajeet, S.G., Lanza, G.R., Rast, W. (2011). Eutrophication: causes, consequences and control. verkkokirja. Saatavissa: http://www.springer.com/gp/book/9789048196241?wt_mc=ThirdParty.SpringerLink.3.EPR653.About_eBook

Artima-Sulkinoja, E. (2015). Innovaatiokilpailu etsi keinoja hulevesien hallintaan ja hyödyntämiseen Lahdessa. *Vesitalous* 4/2015.

Autixier, L., Mailhot, A., Bolduc, S., Madoux-Humery, A-S., Galarneau, M., Prévost, M., Dorner, S. (2014). Evaluating rain gardens as a method to reduce the impact of sewer overflows in sources of drinking water. *Science of the Total Environment*, 499, s. 238–247.

AVI_Kiikoinen. (2006). Ympäristölupapäätös, Nro 88. Annettu 1.11.2006.

AVI_Mouhijärvi. (2006). Ympäristölupapäätös, Diaarinro 1900Y0443-121. Annettu 24.3.2006.

AVI_M-real. (2011). Päätös, Nro 86/2011/1. Annettu julkipanon jälkeen 13.9.2011.

AVI_Parkano. (2014). Päätös, LSSAVI/148/04.08/2012. Annettu julkipanon jälkeen 2.6.2014.

AVI_Urjala. (2011). Ympäristölupapäätös, Nro 126/2011/1. Annettu 13.10.2011.

AVI_Vammala. (2011). Ympäristölupapäätös, Nro 153/2011/1. Annettu 9.12.2011.

AVI_Äetsä. (2011). Ympäristölupapäätös, Nro 154/2011/1. Annettu 9.12.2011.

Bi, E.G., Monette, F., Gasperi, J. (2014). Assessment of the ecotoxicological risk of combined sewer overflows for an aquatic system using a coupled "substance and bioassay" approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, s. 4460–4474.

Bizier, P. (2007). Gravity Sanitary Sewer Design and Construction. verkkokirja. 2. painos. American Society of Civil Engineers. 414 s. Saatavissa: http://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpGSSDCE0D/viewerType:toc/root_slug:gravity-sanitary-sewer

Braunschweiler, H., Koivisto, S. (2000). Fate and Effects of Chemicals in the Nordic Environments Related to the Use of Biocides. Nordic Council of Ministers, Kööpenhamina. 135 s.

Caldwell, D.J., Mastrocco, F., Anderson, P.D., Länge, R., Sumpter, J.P. (2012). Predicted-no-effect concentrations for the steroid estrogens estrone, 17 β -estradiol, estriol, and 17 α -ethinylestradiol. *Environmental toxicology and chemistry*, 31(6), s. 1396–1406.

Canadian council of Ministers of the Environment. (1999). Canadian Water Quality, Guidelines for the Protection of Aquatic Life, Phthalate esters, DEHP, DBP, DOP. Winnipeg.

Carlsson, C., Johansson, A-K., Alvan, G., Bergman, K., Kühler, T. (2005). Are pharmaceuticals potent environmental pollutants? Part II: Environmental risk assessments of selected pharmaceutical excipients. *Science of the Total Environment*, 2005.

Castrén, J. (2015). Selvitys jätevesiohituksista. Suomen Vesilaitosyhdistys ry, Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 35, 26 s.

Cheng, Z., Nie, X-P., Wang, H-S., Wong, M-H. (2013). Risk assessment of human exposure to bioaccessible phthalate esters through market fish consumption. *Environmental International*, 57–58, s. 75–80.

City of Windsor. (2015). Wastewater Treatment Plant Bypass Indicator. verkkosivu. [viitattu 18.10.2015]. Saatavissa: <http://www.citywindsor.ca/residents/environment/Environmental-Master-Plan/Goal-A-Improve-Our-Air-and-Water-Quality/Pages/Wastewater-Treatment-Plant-Bypass-Indicator.aspx>

Cleuvers, M. (2002). Aquatic ecotoxicity of pharmaceuticals including the assessment of combination effects. *Toxicology Letters*, 142, s. 185–194.

Corsi, I., Focardi, S. (2001). Nonylphenols in a Lagoon Environment: p-Nonylphenol and Nonylphenol Ethoxylates in Fish Tissue. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 68, s. 908–914.

De Sousa, M.R.C., Montalto, F.A., Spatari, S. (2012). Using Life Cycle Assessment to Evaluate Green and Grey Combined Sewer Overflow Control Strategies. *Journal of Industrial Ecology*, Volume 16, Number 6, s. 901–913.

Ellis, J.B. (2000). Risk assessment approaches for ecosystem responses to transient pollution events in urban receiving waters. *Chemosphere*, 41, s. 85–91.

Ellis, J.B., Bertrand-Krajewski, J-L. (2010). verkkokirja. IWA Publishing. Assessing Infiltration and Exfiltration on the Performance of Urban Sewer Systems (APUSS). 180 s. Saatavissa: http://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpAIEPUSS2/viewerType:toc/root_slug:assessing-infiltration-and

ELY-keskus_a. (2015). Pirkanmaan ELY-keskuksen ympäristönsuojelun tiivistetty valvontasuunnitelma. Laadittu 12.2.2015. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa/Valvonta/Ymparistolupien_valvonta__Pirkanmaa%2817777%29

ELY-keskus_b. (2015). Pirkanmaan vesihuollon kehittämissuunnitelman päivitys. verkkodokumentti. Pirkanmaan ELY-keskus, Raportteja 58/2015. [viitattu 29.7.2015]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/pirkanmaanvesihuoltoSOVA>

EPA. (2014). Guide for Estimating Infiltration and Inflow. verkkodokumentti. [viitattu 16.8.2015]. Saatavissa: http://nlquery.epa.gov/epasearch/epasearch?querytext=infiltration%2Finflow&fld=&areaname=&areacontacts=&areasearchurl=&typeof-search=epa&result_template=2col.ftl&force=no&filter=sample4filt.hts

EPA. (2000). Pipe Construction and Materials. Wastewater Technology Fact Sheet, EPA 832-F-00-068, syyskuu 2000, United States Environmental Protection Agency, Office of Water Washington, D.C.

EPA. (1998). Guidelines for Ecological Risk Assessment. Julkaistu 14.5.1998. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC.

Euroopan Unioni. (2015). Asetukset, direktiivit ja muut säädökset. verkkosivu. [viitattu 7.7.2015] Saatavissa: http://europa.eu/eu-law/decision-making/legal-acts/index_fi.htm

Eurooppatiedotus. (2011). EU:n uimarannoilla turvallista uida. verkkosivu. Päivitetty 17.6.2011. [viitattu 21.9.2015]. Saatavissa: <http://eurooppatiedotus.fi/public/default.aspx?contentid=223231&contentlan=1&culture=fi-FI#.VgA-aJe1dig>

European Comission_a. (2015). Environment, The Industrial Emission Directive. verkkosivu. [viitattu 7.7.2015]: Saatavissa: <http://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/ied/legislation.htm>

European Comission_b. (2015). Environment, Green Infrastructure. verkkosivu. [viitattu 20.11.2015]. Saatavissa: <http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/>

FCG. (2008). Vesihuollon kehittämissuunnitelman päivitys – tiivistelmä. verkkodokumentti. 25.11.2008. Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCQQFjABahUKEwjh48qL2pzHAhVCiCwKHcfClQ&url=http%3A%2F%2Fwww.orivesi.fi%2Ffiles%2FMuut%2FVesihuollon%2520kehittamissuunnitelman_tiiivistelma.pdf&ei=yaXHVahbEcKQsgHMv6qgBQ&usg=AFQjCNF2DksnQ0dw_G8DZL590RFbfOfaSQ&sig2=Vm0C9lxuUdG7_0GwbaKYbw&bvm=bv.99804247,d.bGg&cad=rja

FCG Planeko Oy. (2008). Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve, YVES-tutkimuksen päivitys 2008. Maa- ja metsätalousministeriö, 30.4.2008.

Fleming, H., Slack, D. (2001). Trends in Sewer Overflow Management. Water Engineering & Management, 148, 2, s. 21–25.

Frauser, P., Thomsen, M. (2002). Sensitivity analysis of calculated exposure concentrations and dissipation of DEHP in a topsoil compartment: The influence of the third phase effect and Dissolved Organic Matter (DOM). *The Science of the Total Environment*, 296, s. 89–103.

Frisk, T., Kaipainen, H., Bilaletdin, Ä., Paananen, A., Peltonen, A. (2008). Pirkanmaan keskuspuhdistamon vesistövaikutukset. Pirkanmaan ympäristökeskuksen raportteja 01/2008. 146 s.

Gamarra Jr., J.S., Godoi, A.F.L., Vasconcelos, E.C., Souza, K.M.T., Oliveira, C.M.R. (2014). Environmental Risk Assessment (ERA) of diclofenac and ibuprofen: A public health perspective. *Chemosphere*, 120, s. 462–469.

Gao, P., Li, Z., Gibson, M., Gao, H. (2014). Ecological risk assessment of nonylphenol in coastal waters of China based on species sensitivity distribution model. *Chemosphere*, 104, s. 113–119.

Grundfos_a. (2015). Keskustelu Grundfosin edustajan kanssa, ja lähdekuvien saanti. 18.6.2015 ja 25.8.2015.

Grundfos_b. (2015). Grundfos. verkkosivusto. [viitattu 25.8.2015]. Saatavissa: <http://fi.grundfos.com/>

Grundfos_c. (2015). ELSA DC – Dedicated Controls. verkkosivu. [viitattu 3.11.2015]. Saatavissa: <https://fi.grundfos.com/tuotteet/etsi-tuote/dc.html>

Grundfos_pumppuakatemia. (2014). Pumppaamosuunnittelun perusteet. Grundfos.

Hakala, M. (2015). Tiedonanto sähköpostitse. 20.11.2015. Mänttä-Vilppulan kunta.

Heikkilä, A-M., Murtonen, M., Nissilä, M., Virolainen, K., Hämäläinen, P. (2007). Riskianalyysien laatu: vaatimukset tilaajalle ja toteuttajalle. verkkodokumentti. VTT, Tutkimusraportti Nro VTT-R-03718-07. Julkaistu 24.4.2007. Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwiDzrKcmuPIAhVC3iwKHauFC0E&url=http%3A%2F%2Fwww.vtt.fi%2Ffin%2Fjulkaisut%2Fmuut%2F2007%2FTutkimusraportti_VTT_R_03718_07.pdf&usq=AFQjCNFrBZtPfy8qqLirysWAr_LV0Y0URA&sig2=pt3gU3uUh9ip-fKWv_CHINA

Helm, D. (2007). Correlation between production amounts of DEHP and daily intake. *Science of the Total Environment*, 388, s. 389–391.

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. (2011). Vantaanjoen valuma-alueen jätevesiyli-
vuodot, Esiselvitys ja toimenpideohjelma. verkkodokumentti. Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAAahUKEwidzLmfkvTGAhVBnywKHZkVBLA&url=https%3A%2F%2Fwww.hsy.fi%2Ffi%2Fasiantuntijalle%2FDocuments%2FJulkaisut%2F2_2011_Vantaanjoen_valumaalueen_jatevesiyliVuodot.pdf&ei=vmGyVZ31A8G-sgGZq5CACw&usq=AFQjCNEOYjIyS56b_qUudCuRp495G8uRHw&sig2=Zrs33M6xEPNT-MVMsTOZiG&cad=rja

Hirsjärvi, S., Hurme, H. (2014). Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus Oy, Tallinna. 213 s.

HSY. (2015). Viikinmäen jätevedenpuhdistamo. verkkosivu. Päivitetty 3.11.2015. [viitattu 6.11.2015]. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/vesihuolto/jatevedenpuhdistus/Viikinmaki/Sivut/default.aspx>

HSY. (2014). Vantaanjoen jätevesipäästöjen hallinta, MAKERA-hanke, Loppuraportti. verkkodokumentti. 25.4.2014. Saatavissa: http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/4056/Loppuraportti%20_Vantaanjoen_j%E4tevesip%E4%E4st%F6jen_hallinta.pdf

Huittisten puhdistamo Oy. (2015). Yhtiö. verkkosivu. [viitattu 15.8.2015]. Saatavissa: http://www.huittistenpuhdistamo.fi/sivu.tmpl?sivu_id=7489

Huoltovarmuusorganisaatio. (2013). Vesihuoltolaitoksen sähkönsaannin varmistaminen. Vesihuoltopooli, Voimatalouspooli, Helsinki.

Hämeenkyrön kunta. (2010). Hämeenkyrön kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelman päivitys 2010. 2.2.2011. Saatavissa: <http://www.hameenkyro.fi/palvelut/vesihuoltolaitos/vesihuoltolaitoksen-kehittamissu/>

IHCP. (2008). Bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), Summary Risk Assessment Report. Office for Official Publications of the European Communities, Italy.

Ikaalisten kaupunki. (2013). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. 23.5.2013.

Ilmatieteenlaitos. (2015). Vuosittaisia sademääriä Ilmatieteenlaitoksen ilmastopalvelusta vuosilta 2002–2014. 19.8.2015.

Ilmatieteenlaitos_Isid. (2015). Ilmatieteenlaitoksen data kuukausittaisista sademääristä. Diar Isid, Pirkanmaan ELY-keskus.

Joensuu, K. (2015). Keskustelu Pirkanmaan viemäriverkostoista, kartta- ym. materiaalin tarkastelu.

Järvinen, S. (2015). Keskustelu Mäntän Puhdistamo Oy:n ympäristöluvasta. 29.10.2015.

Jääskeläinen, P. (2015). Tiedonanto puhelinkeskustelussa. 10.8.2015

Kallonen, V. (2015). Tiedonanto Juupajoen hulevesiverkostosta. 24.11.2015

Kangasala. (2014). Kangasalan kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma 2030. verkkodokumentti. [viitattu 11.8.2015]. Saatavissa: http://www.kangasala.fi/asuminen_ja_ymparisto/kangasalan_vesi-liikelaitos/

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., Äystö, L. (2012). Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen, Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raporteja 15/2012.

Katko, T.S. (2013). Hanaa! Suomen vesihuolto – kehitys ja yhteiskunnallinen merkitys. Suomen Vesilaitosyhdistys ry, Nord Print. 501 s.

Kenyon, P. (2013). Green surge threatens CSO storage solution, Discussion Forum. verkkosivu. Päivitetty 19.6.2013. [viitattu 18.10.2015]. Saatavissa: <http://tunneltalk.com/Discussion-Forum-19June2013-Investigating-the-future-of-deep-storage-tunnels-in-the-USA.php>

Kiikoinen. (2013). Tervetuloa Kiikoisten alueen kotisivulle! verkkosivu. [viitattu 8.8.2015]. Saatavissa: <http://www.kiikoinen.fi/>

Kiikoisten kunta. (2004). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. 27.2.2004.

Kivistö-Rahnasto, J. (2015). Keskustelu riskianalyysin hyvydestä. 6.8.2015. Tampereen teknillinen yliopisto.

Koskinen, P. (2009). Katsaus ja ajatuksia Sastamalan kaupungin perustamista edeltävään seitsemän tuhannen vuoden mittaiseen aikaan. verkkodokumentti. [viitattu 8.8.2015]. Saatavissa: http://www.sastamalankaupunki.fi/sivu.tmpl?sivu_id=3061

Kotalampi, P. (2015). Tiedonanto Virtain kaupungin jätevesimaksuista – korjaus VVY:n dataan. 11.9.2015.

Kunz, P.Y., Kienle, C., Carere, M., Homazava, N., Kase, R. (2014). In vitro bioassays to screen for endocrine active pharmaceuticals in surface and waste waters. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 106, s. 107–115.

KVVY_Lempäälä. (2015). Lempäälän kunnan jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käytötarkkailun vuosiyhteenveto 2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 630/15. Esa Tuominen 7.8.2015.

KVVY_Lempäälä. (2014). Lempäälän kunnan jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käytötarkkailun vuosiyhteenveto 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 653/14. Esa Tuominen 5.9.2014.

KVVY_Lempäälä_a. (2013). Haitta-ainekartoitus Lempäälän kunnan jätevedenpuhdistamolla. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 483/13. Jukka Lammentausta 4.6.2013.

KVVY_Lempäälä_b. (2013). Vuosiyhteenveto Lempäälän kunnan jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailusta vuodelta 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 697/13. Kimmo Makkonen 7.10.2013.

KVVY_Parkano. (2015). Parkanon kaupungin jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käytötarkkailun vuosiyhteenveto 2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 394/15. Henri Koponen 29.5.2015.

KVVY_Parkano_a. (2014). Parkanon kaupungin jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käytötarkkailun vuosiyhteenveto 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 420/14. Henri Koponen 23.6.2014.

KVVY_Parkano_b. (2014). Parkanon jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailu, Tarkkailuohjelman päivitys 11.12.2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 915/14.

KVVY_Parkano_c. (2014). Haitta-ainekartoitus Parkanon jätevedenpuhdistamolla 2.9.2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 962/14.

KVVY_Parkano_a. (2013). Yhteenveto Parkanon kaupungin jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailusta vuonna 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 506/13. Minja Mattila 12.6.2013.

KVVY_Parkano_b. (2013). Parkanon kaupungin jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 464/13. Jukka Lammentausta 7.6.2013.

KVVY_Sastamala_Kiikoinen. (2015). Sastamalan Veden Kiikoisten jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 241/15. Henri Koponen 16.3.2015.

KVVY_Sastamala_Kiikoinen. (2013). Sastamalan Veden Kiikoisten jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 484/13. Henri Koponen 7.6.2013.

KVVY_Sastamala_Mouhijärvi. (2015). Sastamalan Veden Mouhijärven jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 257/15. Henri Koponen 23.3.2015.

KVVY_Sastamala_Mouhijärvi. (2014). Sastamalan Veden Mouhijärven jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 203/14. Henri Koponen 26.2.2014.

KVVY_Sastamala_Mouhijärvi. (2013). Sastamalan Veden Mouhijärven jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 582/13. Henri Koponen 11.7.2013.

KVVY_Sastamala_Vammala. (2015). Sastamalan Veden Vammalan keskusjätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 220/15. Henri Koponen 6.3.2015

KVVY_Sastamala_Vammala. (2014). Sastamalan Veden Vammalan keskusjätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 198/14. Henri Koponen 25.2.2014.

KVVY_Sastamala_Vammala_a. (2013) Haitta-ainekartoitus Sastamalan keskuspuhdistamolla. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 393/13. Jukka Lammentausta 3.5.2013.

KVVY_Sastamala_Vammala_b. (2013). Sastamalan Veden Vammalan keskusjätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 545/13. Henri Koponen 27.6.2013.

KVVY_Sastamala_Äetsä. (2015). Sastamalan Veden Äetsän jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2014. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 243/15. Henri Koponen 16.3.2015.

KVVY_Sastamala_Äetsä. (2014). Sastamalan Veden Äetsän jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 190/14. Henri Koponen 4.3.2014.

KVVY_Sastamala_Äetsä. (2013). Sastamalan Veden Äetsän jätevedenpuhdistamon kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenveto 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Kirjenro 95/13. Kaisa Valkonen. 8.2.2013.

Laakso_a, T. (2015). Efesus-hankkeen loppuraportti ja puhelinkeskustelu. Aalto-yliopisto.

Laakso_b T. (2015). Putkikohtainen kriittisyysluokitus ja sen käyttö HSY:llä. Vesitalous 3/2015. s. 21–23.

Laki tulvariskien hallinnasta. 24.6.2010/620. (2010) Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620>

Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain muuttamisesta 1263/2014. (2014). Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141263>

Laki vesihuoltolain muuttamisesta, 22.8.2014/681. (2014). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140681>

Lammentausta, J. (2015). Puhelinkeskustelu puhdistamoiden kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenvetoraporttien kuormituslaskennasta. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. 19.11.2015

Laureni, M., Falås, P., Wick, A., Weissbrodt, D.G., Robin, O., Ternes, T., Morgenroth, E., Joss, A. (2015). Anammox-based treatment for municipal wastewater allows high effluent quality at low temperature. IWA Specialist Conference, Nutrient Removal and Recovery: moving innovation into practice, 18.–21.5. 2015, Puola.

Lempäälän kunta_a. (2015). Laskutus. verkkosivu. [viitattu 5.9.2015]. Saatavissa: <http://www.lempaala.fi/palvelut/asuminen-rakentaminen-ja-ymparisto/vesihuolto/laskutus/>

Lempäälän kunta_b. (2015). Jätevedet. verkkosivusto. [viitattu 17.8.2015]. Saatavissa: <http://www.lempaala.fi/palvelut/asuminen-rakentaminen-ja-ymparisto/vesihuolto/jatevedet/>

Lempäälän kunta. (2010). Lempäälän kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelma 2010–2017. verkkodokumentti. 8.12.2010. Saatavissa: <http://www.lempaala.fi/palvelut/asuminen-rakentaminen-ja-ymparisto/vesihuolto/vesihuollon-kehittamissuunnitelma/>

Liikennevirasto. (2011). Ohje riskienhallinnan menetelmistä. verkkodokumentti. Laadittu 31.10.2011. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/rtjj_ohje_riskienhallinnan.pdf

LSY. (2006). Lupapäättös, LSY-2005-Y-291. Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. Annettu julkipanon jälkeen 28.3.2006.

Luonsi, A. (1980). Jäteveden biologinen puhdistus matalissa lämpötiloissa. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakennustekniikan osasto, Vesitekniikan laitos, Julkaisu A1.

Luontodirektiivi 92/43/ETY. (1992). Neuvoston direktiivi 92/43/ETY, annettu 21. päivänä toukokuuta 1992, luontotyyppien sekä luonnonvaraisen elämistön ja kasviston suojelusta.

Lyko, H. (2015). 100 years of activated sludge processes, Highlights 2014. F&S International Edition No. 15/2015. verkkodokumentti. [viitattu 6.9.2015]. Saatavissa: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CFAQFjAGahUKEwi8nqm8m-LHAhUBDSwKH4Y4JDKE&url=http%3A%2F%2Fwww.fs-journal.de%2FSchwerpunktthemen%2F2015%2Fenglish%2F10-100-years-of-activated-sludge-processes.pdf&usq=AFQjCNHtR_MCxbk1xbzjfPqpUslQDC87Q&sig2=LUwAHJhTfYhdJ_DiMbTeAg&cad=rja

Lyytimäki, J., Assmuth, T. (2014). Down with the flow: public debates shaping the risk framing of artificial groundwater recharge. *GeoJournal*.

Lähteenmäki, P. (2015). Puhelinkeskustelu Sastamalan siirtoviemärin pumppaamoista sekä tiedonanto sähköpostitse. 18.6.2015 ja 4.11.2015

Lääketietokeskus. (2015). Burana tabletti, kalvopäällysteinen 400 mg, 600 mg, 800 mg. verkkosivu. Päivitetty 18.6.2015. [viitattu 28.9.2015]. Saatavissa: http://www.laa-keinfo.fi/Medicine.aspx?m=1817&d=3096760&i=ORION+PHARMA_BURANA%2C+BURANA+SLOW_BURANA+tabletti%2C+kalvop%C3%A4%C3%A4llysteinen+400+mg%2C+600+mg%2C+800+mg

Maankäyttö- ja rakennuslaki, 5.2.1999/132. (1999). Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Mann, J. (1999). Economic infeasibility and EPA's 1994 combined sewer overflow policy: A successful solution in Massachusetts still leaves a turbid understanding between state and federal officials. *Environmental affairs*, Vol 26, s. 85 –895.

McKinney, M.L., Schoch, R.M., Yonavjak, L. (2013). *Environmental science, Systems and solutions*. 5. painos. Jones & Bartlett Learning, Burlington, USA. 694 s.

Metcalf & Eddy, Aecom. (2014). *Wastewater Engineering, Treatment and Resource Recovery*. 5. painos, International edition. Volume 1 ja 2. McGraw-Hill Education. 2018 s.

Miettinen, I., Hokajärvi, A-M., Kauppinen, A., Kusnetsov, J., Meriläinen, P., Pitkänen, T., Räsänen, P., Siponen, S., Assmuth, T., Happonen, M., Huttula, T., Lyytimäki, J., Nysten, T., Perkola, N., Tuominen, S., Honkatukia, J. (2013). Vesistöjen likaantumisen riskejä ja niiden hallintaa, CONPAT-hanke lähtenyt liikkeelle. *Ympäristö- ja Terveys-lehti* 6/2013. Saatavissa: <http://www.julkari.fi/handle/10024/110740>

MML. (2014). Vuositilastot, MML vuositilastoja 2013. verkkosivu. [viitattu 8.8.2015]. Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/tilastot>

MMM. (2015). Muut kalastusrajoitukset. verkkosivu. [viitattu 20.9.2015]. Saatavissa: http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/kalastus_riista_porot/vapaa_ajankalastus/kalastuskieltoalueet/muut_kalastusrajoitukset.html

Mussalo-Rauhamaa, H., Paile, W., Tuomisto, J., Vuorinen, H.S. (2007). Ympäristöterveys. 1. painos. Kustannus Oy Duodecim, Helsinki. 272 s.

Mykkänen, P. (2013). Vesihuollon velka paisuu. Kauppalehti 30.1.2013.

Myllylä, A. (2015). Tiedonanto sähköpostitse Mänttä-Vilppulan hulevesiverkostosta. 24.11.2015.

Mänttä-Vilppula. (2015). Vesihuolto. verkkosivu. [viitattu 10.8.2015]. Saatavissa: <http://www.manttilvilppula.fi/kaupunkipalvelut/asuminen-ja-rakentaminen/vesihuolto/>

Niu et al. (2014). Health risk assessment of odors emitted from urban wastewater pump stations in Tianjin, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 21, s. 10349–10360.

Nokian Uutiset. (2015). Tämä on vähän mafiamainen homma. lehtiartikkeli. 23.10.2015.

Nokian Vesi. (2015). Viemärlaitoksen tekniset tiedot. verkkosivu. [viitattu 8.8.2015]. Saatavissa: <http://www.nokianvesi.fi/toiminta/viemarilaitoksen-tekniset-tiedot/>

OEHHA. (2009). Toxicological profile for nonylphenol. Integrated Risk Assessment Branch, Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency.

Parkanon kaupunki. (2014). Yhteenveto jätevesiviemäriverkoston kunnostustoimenpiteistä 2014. Kirje, Pirkanmaan ELY-keskus, 4.3.2015.

Parkanon kaupunki_a. (2008). Vesihuoltolaitosten toiminta-alueet. verkkodokumentti. Airix Ympäristö Oy, Tampere 27.11.2008. Saatavissa: <http://www.parkano.fi/palvelut/vesihuolto/vesihuoltolaitoksen-toiminta-alue.html>

Parkanon kaupunki_b. (2008). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. verkkodokumentti. Airix Ympäristö Oy, Tampere 8.4.2008. Saatavissa: <http://www.parkano.fi/palvelut/vesihuolto/vesihuollon-kehittaemissuunnitelma.html>

Passerat, J., Ouattara, N.K., Mouchel, J-M., Rocher, V., Servais, P. (2010). Impact of an intense combined sewer overflow event on the microbiological water quality of the Seine River. *Water Research* 45, s. 893–903.

Peltopakka, B. (2015). Tiedonanto sähköpostitse. 1.10.2015. Kemira Chemicals Oy.

Perkola_a, N. (2014). CONPAT – mikrobit ja haitalliset aineet raakavedessä. SYKE, MUTKU-päivät 3.4.2014.

Perkola_b, N. (2014). Fate of artificial sweeteners and perfluoroalkyl acids in aquatic environment. University of Helsinki.

Perkola, N., Juntunen, J., Tuominen, S., Nysten, T., Rosendahl, K., Huttula, T., Pitkänen, T., Kauppinen, A., Kusnetsov, J., Hokajärvi A-M., Meriläinen, P., Miettinen, I.T., Happonen, M. (2015). Kuluttajakemikaalit ja mikrobit Kokomäenjoen vesistössä. Ympäristö ja Terveys -lehti, 3, 2015, 46. vsk, s. 50–55.

Pietrini, F., Baccio, D.D., Aceña, J., Pérez, S., Barceló, D., Zacchini, M. (2015). Ibuprofen exposure in Lemna gibba L.: Evaluation of growth and phytotoxic indicators, detection of ibuprofen and identification of its metabolites in plant and in the medium. Journal of Hazardous Materials, 300, s. 189–193.

Pirkanmaa. (2015). Sastamala-Huittinen-siirtoviemäri ja yhdysvesijohto. verkkosivusto. [viitattu 13.8.2015]. Saatavissa: <http://www.pirkanmaa.fi/fi/vesihuolto-ja-muu-ymparisto-ym-mmm-tem/sastamala-huittinen-siirtoviemari-ja-yhdysvesijohto>

Pirkanmaan ELY-keskus. (2014). Pirkanmaan vesihuollon kehittämissuunnitelma, Vesihuoltohanketilanne 2014. verkkodokumentti. [viitattu 15.8.2015]. Saatavissa: <https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CEMQFjAFahUKEwiKyPvZz6rHAhVH8HIKHY7pCf&url=http%3A%2F%2Fwww.ymparisto.fi%2Fdownload%2Fnoname%2F%257BF4A93B42-54B9-46C0-BC25-F10AE1D465FC%257D%2F104356&ei=8fHOVcqLDcfgywOO06fADw&usg=AFQjCNFYd-Van4h5psAHW5PfleXOIp67j5A&sig2=Jkfh-A0xsrXXc8vnOB-9EA&bvm=bv.99804247,d.bGQ&cad=rja>

Pirkanmaan ympäristökeskus. (2006). Pirkanmaan vesihuollon kehittämissuunnitelma, Vaihe II, Yleissuunnitelma, Ympäristöselostus. Alueelliset ympäristöjulkaisut. 174 s.

Pitkämäki, H. (2015). Tiedonanto sähköpostitse. 3.11.2015. Vesilahden kunta.

Pk-yrityksen riskienhallinta. (2015). POA – yleinen avainsanaluettelo. verkkodokumentti. [viitattu 6.12.2015]. Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjSlNKz78bJAUr4XIKHUG5ApgQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pk-rh.fi%2Fuploads%2Fpoa-analyysi%2Fpoa-yleinen-avainsanaluettelo-tietokortti.pdf&usg=AFQjCNEkSdrWiVVe25nxoX-pfSeOqQ_LCTA&sig2=ONSyO2rCARW4svRyGKkaLg&cad=rja

Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH. (2005). European study of the performance of various pipe systems, respectively pipe materials for municipal sewage systems under special consideration of the ecological range of effects during the service life, Final report. verkkodokumentti. Bochum, Saksa. Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CDQQFjADahUKEwiQq_7--L7HahWnj3IKHdBLA30&url=http%3A%2F%2Fwww.bureauleiding.nl%2Fkennisdossier%2FDownloads%2520in%2520English%2FSMP%2520Final%2520Report.pdf&ei=15nZVdCDHaefygPQl43oBw&usg=AFQjCNE80Eq4dXZDk0103762Iebwsm8orA&sig2=G11rzh4samfKc2cGBkUgMA&cad=rja

Puhdistamovierailu_Kiikoinen. (2015) Vierailu Kiikoisten vedenpuhdistamolla Sastamassa 17.8.2015.

Puhdistamovierailu_Lempäälä. (2015). Vierailu Lempäälän jätevedenpuhdistamolla 18.8.2015.

Puhdistamovierailu_Mouhijärvi. (2015) Vierailu Mouhijärven jätevedenpuhdistamolla Sastamalassa 17.8.2015.

Puhdistamovierailu_Parkano. (2015). Vierailu Parkanon jätevedenpuhdistamolla 2.9.2015.

Puhdistamovierailu_Vammala. (2015) Vierailu Vammalan keskusjätevedenpuhdistamolla Sastamalassa 17.8.2015.

Puhdistamovierailu_Äetsä. (2015) Vierailu Äetsän jätevedenpuhdistamolla Sastamalassa 17.8.2015.

Pöyry. (2013). Verkoston jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen riskinarviointi. Helsingin seudun ympäristöpalvelut.

RIL 237-1-2010. (2010). Vesihuoltoverkkojen suunnittelu – perusteet ja toiminnallisuus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Saarijärven Offset Oy. 177 s.

RIL 237-2-2010. (2010). Vesihuoltoverkkojen suunnittelu – mitoitus ja suunnittelu. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Saarijärven Offset Oy. 162 s.

Rontu, M. (2015). Vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmän tietojen saanti sähköpostitse. 08/2015.

Salmentausta, T. (2015). Tiedonanto sähköpostitse. 20.8.2015. Ylöjärven kaupunki.

Salo, H. (2015). Keskustelu merkittävistä kalastuskohteista, materiaalin saanti. 3.9.2015. Pirkanmaan ELY-keskus.

Santos, R.M.B., Fernandes, L.F.S., Pereira, M.G., Cortes, R.M.V., Pacheco, F.A.L. (2015). A framework model for investigating the export of phosphorus to surface waters in forested watersheds: Implications to management. *Science of the Total Environment*, 536, s. 295–305.

Sastamalan kaupunki. (2010). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. verkkodokumentti. 31.5.2010. Saatavissa: http://www.sastamalankaupunki.fi/aloitussivu/index.tmpl?sivu_id=3616

Sobotka, D., Czerwionka, K., Makinia, J. (2015). Influence of temperature on activity of anammox granular biomass – short and long-term aspect. IWA Specialist Conference, Nutrient Removal and Recovery: moving innovation into practice, 18.–21.5. 2015, Puola.

Sosiaali- ja terveysministeriö. (2015). Talousveden turvallisuussuunnitelma, Loppuraportti. Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 2015:27, Helsinki. 399 s.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta 177/2008. (2008). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080177>

Stenberg, J. (2015). Tiedonanto Ruoveden viemäriverkostojen pituuksista. 24.11.2015.

Striffling, D. (2003). Sanitary Sewer Overflows: Past, Present, and Future Regulation. *Marquette Law Review*, Vol 87, Issue 1, s. 225–252.

Suonperä. (2015). Puhelinkeskustelu Kangasalan jätevedenpumppaamoiden varoaltaista. 17.11.2015.

Sutela, T., Vuori, K-M., Louhi, P., Hovila, K., Jokela, S., Karjalainen, S-M., Keinänen, M., Rask, M., Teppo, A., Urho, L., Vehanen, T., Vuorinen, P.J., Österholm, P. (2012). Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. *Suomen ympäristö* 12/2012.

Syspoint. (2015). Puhelinkeskustelu Syspoint Oy:n edustajan kanssa. 28.10.2015.

SVT. (2015). Suomen virallinen tilasto, Kuluttajahintaindeksin vuosimuutokset, prosenttia, Liitetaulukko 4. verkkojulkaisu. heinäkuu 2015. Helsinki, Tilastokeskus. [viitattu 6.9.2015]. Saatavuus: http://www.stat.fi/til/khi/2015/07/khi_2015_07_2015-08-14_tau_004_fi.html

Säylä, J., Vilpas, R. (2010). Yhdyskuntien jätevesien puhdistus 2010. verkkodokumentti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21 / 2012. Saatavissa: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAAahUKEwi8weDrpeLHAhXCfnIKHbpWDW8&url=https%3A%2F%2Fhelda.helsinki.fi%2Fbitstream%2Fhandle%2F10138%2F39681%2FSYKera_21_2012.pdf%3Fsequence%3D1&usq=AFQjCNFd0iNHr92FORbdXBSXNIJLOkxcQ&sig2=wNTUKUOwloqYt25OHVELRQ

Tampereen kaupunki. (2008). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. verkkodokumentti. 26.3.2008. Saatavissa: <http://www.tampere.fi/ymparistojaluonto/julkaisutjaselvitykset/vesihuollonkehittamissuunnitelma.html>

Tao, W., Bays, J. S., Meyer, D., Smardon, R.C., 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, s. 3362–3385.

Terveyden- ja hyvinvoinninlaitos. (2013). EHEC. verkkosivu. Päivitetty 23.12.2013. [viitattu 27.9.2015]. Saatavissa: <https://www.thl.fi/fi/web/infektioaudit/audit-ja-mikrobit/bakteeritaudit/ehc>

Terveydensuojelulaki. 19.8.1994/763. (1994) Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>

Toxnet. (2015). TOXNET Databases. verkkosivusto. [viitattu 24.9.2015]. Saatavissa: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~Dk0p6S:3>

Tuominen, A. (2015). Keskustelu. Pirkanmaan ELY-keskus. 08/2015.

Turun seudun puhdistamo Oy. (2014). Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo – käyttö, Ohitusvesien käsittely. verkkosivu. [viitattu 29.11.2015]. Saatavissa: <http://www.turunseudunpuhdistamo.fi/ohitusvesienkasittely.html>

Ujang, Z., Henze, M. (2004). Advancement in Water and Wastewater Applications in the Tropics, Selected Proceedings of the IWA International Conference on Environmental Biotechnology. IWA Publishing. 375 s.

Ulefos. (2015). Pumppaamo ja pumput. verkkosivusto. [viitattu 25.8.2015]. Saatavissa: <http://ulefos.fi/Pumppaamo>

Ulvi, T., Lakso, E. (2005). Järvien kunnostus. Helsinki, Edita, Suomen ympäristökeskus. 336 s.

UPM. (2010). Ympäristönsuojelun kehitys 2010 UPM, Tervasaari. verkkodokumentti. Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjABahUKEwj2gtPxj5zHAhVD1iwKHW6cABw&url=http%3A%2F%2Fwww.upm.com%2FEN%2FABOUT-UPM%2FDownloads%2FResponsibility%2FDocuments%2FEnvironmentalStatements2010%2Fenvstat_ter_2010_fi.pdf&ei=-lfHVfadKcOsswHuuILgAQ&usg=AFQjCNEoEPJd6WEjacZ8zw5J8QuJNN-JZWQ&sig2=Hzce521ksWcxDy2HrijCbQ&cad=rja

Urho, A. (2011). Vantaanjoen valuma-alueen jätevesiyliuodot, Esiselvitys ja toimenpideohjelma. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä.

USPA. (2005). Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria – Nonylphenol. Office of Water, Office of Science and Technology, Washington.

Yhdyskuntajätevesiasetus, 888/2006. (2006). Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 888/2006. Annettu 12.10.2006. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/006/20060888>

Ympäristö. (2015). Pintavesien tyypittely. verkkosivu. Päivitetty 30.4.2015. [viitattu 4.10.2015]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_tyypittely

Ympäristö. (2014). Pintavesien ekologinen tila – Pirkanmaa. verkkosivu. Päivitetty 17.6.2014. [viitattu 28.11.2015]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_ekologinen_tila__Pirkanmaa%2826864%29

Ympäristöhallinto. (2011). Yhdyskuntajätevesien puhdistuslaitosten päästöjen seuranta ja raportointi – hyvien menettelytapojen kuvaus. Julkaistu 30.12.2011.

VAHTI. (2015). Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä. verkkosovellus. Saatavissa: <https://ahp2.ymparisto.fi/scripts/vahti2003/vahti2003.asp>

Valkeakosken kaupunki. (2003). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. 31.12.2003

Valkeakoski. (2015). Liittyminen. verkkosivu. [viitattu 5.9.2015]. Saatavissa: http://www.valkeakoski.fi/portal/suomi/tekniset_palvelut/vesi_ja_jatevesi/liittyminen/

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta, 4.9.2014/713. (2014). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140713>

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista, 2006/1022. (2006). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20061022>

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta, 868/2010. (2010). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100868?search>

Velvet. (2014). Vesihuoltolaitostietojärjestelmä. Data otettu tietojärjestelmästä 1.9.2015.

Veronesi, M., Chawla, F., Maurer, M., Lienert, J. (2013). Climate change and the willingness to pay to reduce ecological and health risks from wastewater flooding in urban centers and the environment. *Ecological Economics*, 98, s. 1–10.

Vesihuoltolaki, 9.2.2001/119. (2001). Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Vesihuoltolakiopas. (2015). Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mmm.fi%2Fattachments%2Fvesivarat%2FIIJKgPV0P5%2FVesihuoltolakiopas_2015.pdf&ei=3o2dVfeGC4aqyWPXgYn4Dg&usg=AFQjCNF x27qnEe3ks1WEMIMd1XNMIgX78A&sig2=oLKOUZXIby-2X1Bj7jTVdQ&bvm=bv.96952980,d.bGQ

Vesi- ja ympäristöhallitus. (1986). Viemäriverkoston vuotovesien vähentämisen yleissuunnitteluohje, 4.12.1986. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, Nro 10.

Vesilahden kunta. (2011). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. verkkodokumentti. 25.5.2011. Saatavissa: <http://www.vesilahti.fi/palvelut/tekniset-palvelut/vesi-ja-viemarilaitos/vesihuollon-kehittamissuunnitelma/>

Vesilaki 27.5.2011/587. (2011). Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Vesipuidedirektiivi, 23.10.2000/60/EY. (2000). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:FI:HTML>

Vieno, N. (2014). Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla -hankkeen loppuraportti. Suomen Vesilaitosyhdistys, Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 34, Helsinki. 279 s.

Virrat. (2015). Keskuspuhdistamo. verkkosivusto. [viitattu 15.8.2015]. Saatavissa: <http://www.virrat.fi/kaupunkipalvelut/tekniset-palvelut/vesihuolto/keskustan-jatevedenpuhdistamo/>

Virtain kaupunki. (2010). Vesihuollon kehittämissuunnitelma. 21.6.2010.

Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K., Kauppila, P. (2001). Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. Finnish Environment Institute, Helsinki. *Environmental Monitoring and Assessment* 76, s. 213–248.

Vuori, K-M., Mitikka, S., Vuoristo, H. (2009). Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009, Suomen ympäristökeskus.

Vuoristo, H., Gustafsson, J., Helminen, H., Jokela, S., Londesborough, S., Mannio, J., Mehtonen, J., Mononen, P., Nakari, T., Ojanen, P., Ruoppa, M., Silvo, K., Sainio, P. (2010). Haitallisten aineiden tarkkailu. Ympäristöhallinnon ohjeita, 3, 2010, Suomen Ympäristökeskus.

VVY_a. (2015). Vesilaitosyhdistyksen Vesihuoltomaksut-julkaisusarjat 2002–2015. 08/2015.

VVY_b. (2015). Esiselvitys puhdistamolietteiden ominaisuuksien merkityksestä jäte-
luokituksessa valmistui. verkkosivu. Vesilaitosyhdistys, 19.11.2015. [viitattu 8.12.2015].
Saatavissa: http://www.vvy.fi/ajankohtaista/esiselvitys_puhdistamolietteiden_ominaisuuksien_merkityksesta_jateluokituksessa_valmistui.4698.news

Väestötietojärjestelmä. (2015). Kuntien asukasluvut aakkosjärjestyksessä. Rekisteritilanne 30.6.2015. [viitattu 8.8.2015]. Saatavissa: <http://vrk.fi/default.aspx?docid=8843&site=3&id=0>

Välisalo, T., Hanski, J., Virolainen, K., Malm, T., Salmela, L., Pietilä, P., Heino, O., Oulasvirta, L., Luomanen, T., Riihimäki, M., Grönfors, T., Teerimo, S. (2013). Vesihuoltoverkostojen kunnossapitopalvelujen riskienhallinta, Loppuraportti. verkkodokumentti. VTT, Espoo. Saatavissa: <http://www.slideshare.net/VTTFinland/vesihuoltoverkostojen-kunnossapitopalvelujen-riskienhallinta>

WaStop. (2015). WaStop® takaisin virtauksen estoventtiili. verkkodokumentti. [viitattu 3.11.2015]. Saatavissa: http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCYQFjAAahUKEwilsKTt0fPIAhVFwCwKHdTODlw&url=http%3A%2F%2Fwww.lining.fi%2FDownload%2F22467%2FFinska%2520Plast%2520CE.pdf&usq=AFQjCNEF5qcgU3CfsjZXorvyC5iJHwvmKg&sig2=H_VFIHvEH70ca8vN0fv-fQ

WEF. (2011). Prevention and Control of sewer system overflows. verkkokirja. 3. painos Water Environment Federation. New York, McGraw-Hill. Saatavissa: <http://accessengineeringlibrary.com/browse/prevention-and-control-of-sewer-system-overflows-mop-fd-17-third-edition>

Weiss, G., Brombach, H. (2007). Today's practice in stormwater management in Germany – Statistics. Novatech 2007, session 8.1. s. 1557–1564.

Weissbrodt, D.G., Wells, G.F., Goel, R.K., Laureni, M., Bürgmann, H., Johnson, D.R., Men, Y., Fischer, S., Minder, A., Aluri, S., Harhangi, H.R., Kipf, M., Joss, A., Christenson, M., Nielsen, J.L., Morgenroth, E. (2015). A process engineering vista in the ecogenomics of aerobic-anaerobic ammonium oxidation. IWA Specialist Conference, Nutrient Removal and Recovery: moving innovation into practice, 18.–21.5. 2015, Puola.

Wessberg, N., Seppälä, J., Molarius, R., Koskela, S., Pennanen, J., Silvo, K., Kekoni, P. (2006). Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi, YMPÄRI-hankkeen suositukset. verkkodokumentti. Suomen ympäristö 2/2006, Suomen ympäristökeskus. 63 s. Saatavissa: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAAahUKEwjF4tbmzILIAhVCZCwKHfABDME&url=http%3A%2F%2Fwww.tukes.fi%2FTiedostot%2Fvaaralliset_aineet%2Fesitteet_ja_oppaat%2FHairiopaastojen_ympriskianalyysi.pdf&usq=AFQjCNFfKzwUDwHZVGvo47hsf_GUc-rpivQ&sig2=pKWXoxY7Zeg9OI3m_0luBQ&cad=rja

Whitacre, D.M. (2012). Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, Nide 218. verkkokirja. Springer Science & Business Media. 156 s. Saatavissa: <https://books.google.fi/books?id=8eSKsyxkUYIC&pg=PA6&lpg=PA6&dq=ibuprofen+EC50+algae&source=bl&ots=4AHn5O4zov&sig=NZPQRyOKth3nWbJu5zvzZPODd4Y&hl=fi&sa=X&ved=0CFMQ6AEwBmoVChMIgJSkk9SKyAIVgg4sCh321w3o#v=onepage&q=ibuprofen%20EC50%20algae&f=false>

World Pumps. (2006). Submersible pumps for wastewater applications. World Pumps, vuosikokous 2006, 480, s. 26–30.

Wu, F., Fang, Y., Li, Y., Cui, X., Zhang, R., Guo, G., Giesy, J.P. (2014). Predicted No-Effect Concentration and Risk Assessment for 17-[Beta]-Estradiol in Waters of China. verkkojulkaisu. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, Sveitsi. Saatavissa: <http://www.usask.ca/toxicology/jgiesy/pdf/publications/JA-753.pdf>

Wäänänen, M. (2014). Jätevesilietteistä multaa – ravinteiden kierrätyksen mahdollisuudet. verkkodokumentti. HSY Vesihuolto. julkaistu 25.11.2014. Saatavissa: https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CDkQFjAEahU-KEwihqLvBz_zIAhXhD3IKHbJDChk&url=http%3A%2F%2Fwww.huussi.net%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F11%2FJ%25C3%25A4tevesilietteist%25C3%25A4-multaa_W%25C3%25A4%25C3%25A4n%25C3%25A4nen.pdf&usq=AFQjCNH2LQEEkKw48AEIN4N8NSv-bdHIRyA&sig2=Ok7Apwbn3E8PEM-vYCzA6wg&cad=rja

Yhdyskuntajätevesiasetus, 888/2006. (2006). Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 888/2006. Annettu 12.10.2006. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060888>

Yhdyskuntajätevesidirektiivi, 91/271/ETY. (1991). Neuvoston direktiivi 91/271/ETY yhdyskuntajätevesien käsittelystä. Annettu 21.5.1991. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:31991L0271&from=FI>

Yli-Mattila, P. (2015). Tiedonanto puhelimitse Sastamalan jätevesiviemäriverkoston rakentamisesta. 24.11.2015.

Ylöjärven kaupunki. (2010). Ylöjärven kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelman päivitys 2010. 7.5.2010.

Ympäristö_a. (2015). Pohjavesialueet. verkkosivu. Päivitetty 17.8.2015. [viitattu 19.8.2015]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Pohjaveden_suojelu/Pohjavesialueet/Pohjavesialueet%2826765%29

Ympäristö_b. (2015). Pintavesien tyypittely, Ohje pintaveden tyyppin määrittämiseksi. verkkosivu. Päivitetty 30.04.2015. [viitattu 21.09.2015]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_tyypittely

Ympäristö_c. (2015). Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä (VAHTI) – ohjeita tiedon tuottajille. verkkosivu. Päivitetty 7.5.2015. [viitattu 24.10.2015]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Tietojarjestelmat/Valvonta_ja_kuormitustietojarjestelma_VA%2826252%29

Ympäristöhallinto. (2011). Yhdyskuntajätevesien puhdistuslaitosten päästöjen seuranta ja raportointi – hyvien menettelytapojen kuvaus. Julkaistu 30.12.2011. 35 s.

Ympäristöministeriö_a. (2015). Ympäristönsuojelulain uudistaminen. [viitattu 7.7.2015] Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Ymparistonsuojelun_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Ymparistonsuojelulain_uudistaminen

Ympäristöministeriö_b. (2015). Ympäristövahinkolainsäädäntö. [viitattu 17.7.2015]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Ymparistovahinkolainsaadanto

Ympäristöministeriö_c. (2015). Natura 2000 -verkosto turvaa monimuotoisuutta. verkkosivu. Päivitetty 23.6.2015. [viitattu 22.9.2015]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Luonto/Luonnon_monimuotoisuus/Luonnonsuojelualueet/Naturaalueet

Ympäristöministeriö_d. (2015). Luonnonsuojelualueet ja muut luontoa turvaavat alueet. verkkosivu. Päivitetty 31.8.2015. [viitattu 22.9.2015]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Luonto/Luonnon_monimuotoisuus/Luonnonsuojelualueet

Ympäristöministeriö. (2009). Maa-ainesten kestävä käyttö, Opas maa-ainesten ottamisen sääntelyä ja järjestämistä varten. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2009, Helsinki.

Ympäristönsuojelulaki, 27.6.2014/527. (2014). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527>

Ympäristövastuudirektiivi, 21.4.2004/35/EY. (2004). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/35/EY ympäristövastuusta ympäristövahinkojen ehkäisemisen ja korjaamisen osalta. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex:32004L0035>

Zhang, L., Cao, Y., Hao, X. Zhang, Y., Liu, J. (2015). Application of the GREAT-ER model for environmental risk assessment of nonylphenol and nonylphenol ethoxylates in China. *Environment and Science Pollution Research*.

LIITE A: TIETOJA KUNTIEN JÄTEVESIVERKOSTOISTA

Tietoja Pirkanmaan kuntien jätevesiverkostoista. Työn ympäristöriskianalyysin esimerkkikuntien – Lempäälän, Parkanon ja Sastamalan – verkostokuvaukset ovat luvussa 2.4.2.

Akaa

Akaan kaupungissa vesihuoltolaitoksen toiminta-alueeseen kuuluu pääosa asemakaavoitetuista alueista, ja jätevedet käsitellään kunnan omalla jätevedenpuhdistamolla. Keskustaajamat ovat hulevesiviemäroityjä. Jätevesiviemäreistä noin 76 % ja hulevesiviemäreistä noin 51 % on muoviputkia, ja vastaavasti noin 23 % ja noin 49 % on betoniputkia. Viemäriverkoston liittymisprosentti on noin 88 %. Prosenttiluvut ovat vuoden 2008 lukuja. (Akaan kaupunki 2009)

Hämeenkyrö

Hämeenkyrössä keskitetyn jätevedenkäsittelyn piiriin kuuluu noin 62 % asukkaista, ja viemäroinnistä vastaa kunnan lisäksi yksityisiä vesi-yhtymiä. Näistä Mustajärven alueen vesihuolto-osuuskunnan jätevedet johdetaan käsiteltäväksi Sastamalaan Mouhijärven jätevedenpuhdistamolle. Muut jätevedet johdetaan Hämeenkyrön kunnan jätevedenpuhdistamolle. (Hämeenkyrön kunta 2010) Hämeenkyrössä toimii toinenkin ympäristöluvallinen jätevedenpuhdistamo – Ammatti-Instituutti Iisakin Osaran toimipisteen oma jätevedenpuhdistamo (VAHTI 2015). Hämeenkyrön Kyröskoskella sijaitsee M-real Kyron kartonki- ja paperitehtaan jätevedenpuhdistamo (AVI_M-real 2011), jolla ei käsitellä yhdyskuntajätevesiä. Taajamien verkostojen rakentamisesta ovat vastanneet Hämeenkyrön kunnan vesihuoltolaitos ja Kyröskosken Vesihuolto Oy. Vesi- ja viemäriosuuskunnat toimivat kylissä ja haja-asutusalueilla. (Hämeenkyrön kunta 2010) Jätevesiviemäreistä noin 54 % on betonisia putkia ja loput ovat muoviputkia (Velvet 2014). Hulevesiverkosta on rakennettu keskustaajamiin – Kyröskoskelle ja Kirkonkylään. Muilla alueilla kiinteistönomistajilla on vastuu kiinteistöjensä hulevesien poisjohtamisesta. (Hämeenkyrön kunta 2010)

Ikaalinen

Ikaalisten kaupungin asukasluku pienenee ennusteiden mukaan noin 160 asukkaalla vuoteen 2030 mennessä, joten asukasmäärän perusteella kunnassa ei olisi suuria tarpeita laajentaa viemäriverkostojen toiminta-alueita. Vesihuoltolaitosten viemäriverkostoihin on liittynyt noin 53 % asukkaista. Haja-asutusalueilla toimii muutamia jätevesiyhtymiä. (Ikaalisten kaupunki 2013) Ikaalisissa jätevesien johtamisesta ja käsittelystä vastaa pääasiassa liikelaitos Ikaalisten Vesi Oy. Jätevesiä käsitellään kolmella puhdistamolla – Ikaalisten keskusjätevedenpuhdistamolla sekä Tevaniemen ja Luhalahden jätevedenpuhdistamoilla. (ELY-keskus_b 2015) Hulevesiviemäreitä on rakennettu keskustaajamaan. (Ikaalisten kaupunki 2013) Jätevesiviemäreistä noin 84 % on muovisia ja loput betonisia putkia (Velvet 2014).

Juupajoki

Juupajoella jätevesien johtamisesta ja käsittelystä vastaa Juupajoen kunnan vesi- ja viemärilaitos. Kunnan alueella toimii Lylyn jätevedenpuhdistamo. Korkeakosken viemärintialueelta jätevedet johdetaan siirtoviemäriä pitkin Oriveden Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolle. (ELY-keskus_b 2015)

Kangasala

Kangasalla vesi- ja viemärilaitostoiminnasta vastaavat Kangasalan Vesi -liikelaitos, Kuhmalahden vesilaitos ja vesihuolto-osuuskunnat. Vesiosuuskuntien jätevedet johdetaan Kangasalan Veden viemäriverkostoon. Kangasalan alueella on kaksi jätevedenpuhdistamoa – Kuhmalahden kirkonkylän ja Pohjan taajaman jätevedenpuhdistamot. Kuitenkin suurin osa toiminta-alueiden jätevedestä johdetaan käsiteltäväksi Tampereelle Viinikanlahden jätevedenpuhdistamolle. Hulevesiviemäriä on rakennettu Kangasalan ja Sahalahden taajamiin. (Kangasala 2014)

Kihniö

Kihniössä jätevesien viemäröinnistä vastaa Kihniön kunnan vesi- ja viemärilaitos. Jätevedet johdetaan käsiteltäväksi Parkanon jätevedenpuhdistamolle. Ennen siirtoviemäriinjalle johtamista jätevedet kuitenkin välpätään Kihniön vanhalla jätevedenpuhdistamolla. (ELY-keskus_b 2015)

Mänttä-Vilppula

Mänttä-Vilppulassa vesihuollosta vastaa liikelaitos Mäntän Kaukolämpö Oy (Mänttä-Vilppula 2015). Kunnan alueelta jätevedet johdetaan Mäntän Puhdistamo Oy:n jätevedenpuhdistamolle, joka sijaitsee paperitehdas Metsä Tissue Oyj:n yhteydessä, ja jossa käsitellään sekä tehtaan jätevesiä että yhdyskuntajätevesiä. Puhdistamon ympäristölupa sisältyy työn kirjoittamishetkellä paperitehtaan ympäristölupaan, mutta oman ympäristöluvan haku on suunnitteilla. (Järvinen 2015)

Nokia

Liikelaitos Nokian Vesi Oy vastaa Nokiolla kunnan vesi- ja viemäriverkostosta. Jätevedet käsitellään kunnan alueella sijaitsevilla Kullaanvuoren ja Siuron jätevedenpuhdistamoilla. Lisäksi Nokiolla sijaitsee kahden tehtaan omat jätevedenpuhdistamot - SCA Tissue Finland Oy:n pehmopaperitehtaan sekä Purso Oy:n puhdistamo. (ELY-keskus_b 2015) Kaupungin asukkaista jätevesiviemäriverkostojen piirissä on noin 85 % (Nokian Vesi 2015; Väestötietojärjestelmä 2015).

Orivesi

Oriveden kaupungin vesihuoltolaitos vastaa viemärilaitostoiminnasta Orivedellä. Viemäriverkostoon on liittynyt 65 % kunnan asukkaista. (FCG 2008) Oriveden keskustaajaman jätevedet johdetaan käsiteltäväksi Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolle. Lisäksi kaupun-

gin alueella on toiminnassa kaksi muuta ympäristöluvallista jätevedenpuhdistamo – Eräjärven jätevedenpuhdistamo ja Päiväkummun kurssikeskuksen jätevedenpuhdistamo (ELY-keskus_b 2015).

Pirkkala

Pirkkalan kunnan vesihuollosta vastaa Tampereen Vesi -liikelaitos lukuun ottamatta verkostoinvestointeja, joista vastuu on verkostot omistavalla Pirkkalan kunnalla. Jätevedet johdetaan pääosin Tampereen Raholan jätevedenpuhdistamolle, mutta Toivion ja Partolan alueen jätevedet käsitellään Tampereella Viinikanlahden jätevedenpuhdistamolla. (ELY-keskus_b 2015).

Punkalaidun

Punkalaitumen kunnan jätevedet johdetaan käsiteltäviksi Huittisten puhdistamolle. Siirtoviemäriin Punkalaitumelta Huittisiin on otettu käyttöön vuonna 2014, jolloin on suljettu Punkalaitumen oma jätevedenpuhdistamo. Punkalaitumen kunta omistaa osan Huittisten Puhdistamo Oy:stä, jonne tulevaisuudessa johdetaan myös Sastamalan kaupungin jätevedet. (ELY-keskus_b 2015).

Pälkäne

Pälkäneellä toimii tällä hetkellä kuusi ympäristöluvallista jätevedenpuhdistamo – Rautajärven, Luopioisten Aitoon, Kirkonkylän, Luopioisten kirkonkylän ja Sappeen jätevedenpuhdistamo sekä Tehtaiden yhteispuhdistamo (VAHTI 2015). Tehtaiden yhteispuhdistamo on yksi ELY-keskuksen valvomista ympäristöluvallisista puhdistamoista, joten se on mukana tämän työn tarkasteluissa. Kirkonkylän puhdistamon saneerauksen jälkeen Sappeen ja Aitoon jätevedet johdetaan puhdistamolle uutta siirtoviemäriinjaa pitkin (ELY-keskus_b 2015).

Ruovesi

Ruovedellä viemärintialueita on kaksi – Kirkonkylän ja Visuveden alue. Näillä alueilla on omat jätevedenpuhdistamonsa. (ELY-keskus_b 2015).

Tampere

Tampereen kaupungin alueella toimii liikelaitos Tampereen Vesi, jonka toiminta-alueeseen kuuluvat keskusta-alue sekä Pohjois-Tampereelta Polson ja Kämmenniemen alue. Hulevesiviemäroinnin toiminta-alue on hajanainen eikä kata kaikkia asemakaava-alueita. Keskusta-alueella on käytössä osittain sekaviemärointi, mutta muilla alueilla käytetään erillisviiemärointiä johtaen hulevesiä pääasiassa avo-ojissa. Sekaviiemärointiä on tavoitteena muuttaa erillisviiemäroinniksi saneerausten yhteydessä mahdollisuuksien mukaan. (Tampereen kaupunki 2008)

Viiemäroinnin liittymisprosentti on Tampereella korkea, noin 96 %. Viiemäriverkosto on jaettu neljään viiemärintialueeseen Tampereen jätevedenpuhdistamoiden mukaisesti –

Viinikanlahden puhdistamon, Raholan puhdistamon, Kämmenniemen puhdistamon ja Polson puhdistamon viemäröintialueeseen. (Tampereen kaupunki 2008) Tampereelle ollaan suunnittelemassa uutta keskusjätevedenpuhdistamoa Sulkavuoreen.

Urjala

Urjalan vesihuoltolaitoksen viemäriverkostoa on keskustaajamassa ja Nuutajärven alueella. Jätevedet käsitellään Urjalan keskusjätevedenpuhdistamolla, jonne johdetaan noin 2500 asukkaan jätevedet. (AVI_Urjala 2011) Luku vastaa noin 50 % kunnan asukkaista. Viemäriverkoston putkista on noin 15 % betoniputkia (AVI_Urjala 2011).

Valkeakoski

Valkeakosken pinta-alasta on vesistöä noin 27 %, ja lisäksi kaupunki on merkittävän teollisuusvaltainen (Valkeakosken kaupunki 2003). Näillä tekijöillä on väistämättä vaikutusta vesistöjen jätevesikuormitukseen. Valkeakosken kaupungin vesihuoltolaitos vastaa vesi- ja viemärlaitostoiminnasta, ja sen jätevesiviemäriverkoston toiminta-alue kattaa keskusta-alueen sekä viisi keskustan ulkopuolista erillistä aluetta. Hulevesiviemäristöä on keskusta-alueen lisäksi yhdellä ulkopuolisista alueista – Sääksmäki-Huittulan alueella. Erillisviemäreiden osuus verkostosta on noin 45 %. Viemäriverkoston putket ovat pääosin betoni- ja muoviputkia. (Valkeakosken kaupunki 2003)

Yhdyskuntajätevedet käsitellään Valkeakosken keskuspuhdistamolla (Valkeakosken kaupunki 2003). Teollisuuden jätevedet eivät kaikki päädy verkostoon, vaan esimerkiksi UPM:n Tervasaaren tehtaan jätevedenpuhdistamossa käsitellään tehtaan omat jätevedet (UPM 2010). Kaupungin vesihuoltolaitoksen jätevesiverkostoon liittymisprosentti on noin 84 % (Valkeakosken kaupunki 2003).

Vesilahti

Vesilahden kunnan vesihuoltolaitoksen viemäriverkostossa kaikki putket ovat muoviputkia. Viemäriverkostoon on kuntalaisista liittynyt noin 58 %, mutta liittymisprosentin enustetaan kasvavan 78 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Hulevesiverkostoa on rakennettu vain Vesilahden kirkonkylään. Kunnallisen vesihuoltolaitoksen lisäksi Vesilahdessa toimii kaksi vesiosuuskuntaa, joilla on viemäriverkostoa yhteensä 8 km. Näistä jätevedet johdetaan kunnalliseen viemäriverkostoon. Vesilahden jätevedet johdetaan siirtoviemäriä pitkin Lempäälän jätevedenpuhdistamolle. (Vesilahden kunta 2011)

Virrat

Virtain kaupungin alueella on noin 300 järveä ja 1000 km rantaviivaa, mutta vesistön osuus pinta-alasta on vain 12 %. Kaupungin vesihuoltolaitos vastaa jätevesien johtamisesta ja käsittelystä keskustan ja Killinkosken viemäröintialueilla, joiden verkostoihin on liittynyt 55 % kaupungin asukkaista. Samoilla alueilla vesihuoltolaitos huolehtii hulevesien poisjohtamisesta hulevesiviemäriin ja avo-ojiin. (Virtain kaupunki 2010) Jätevesiviemäriputkista on muovisia noin 92,8 %, betonisia noin 7 % ja asbestisementtisiä noin

0,1 % (Velvet 2014). Jätevedet käsitellään keskuspuhdistamolla. Virtain kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelma on hyvin kattava, ja monipuolinen.

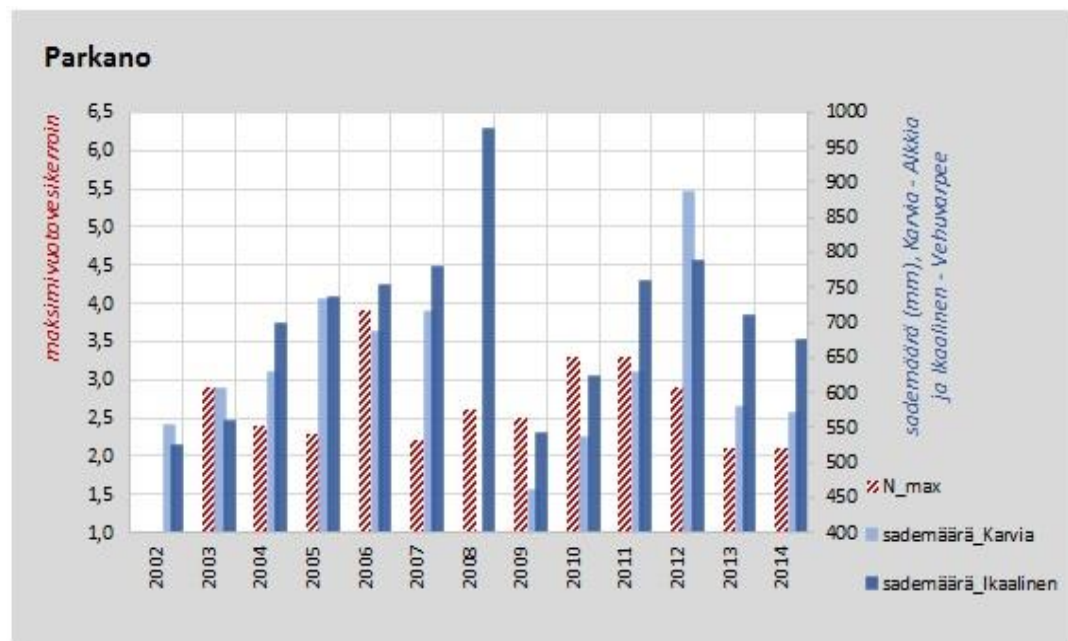
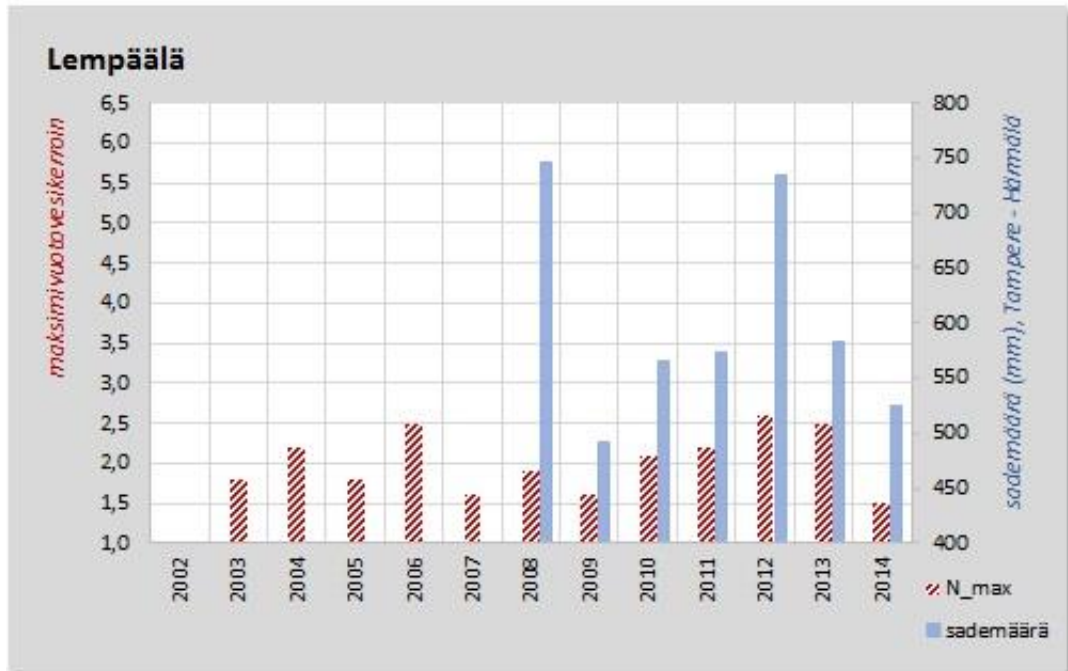
Ylöjärvi

Ylöjärven kaupungin viemäriverkostosta vastaa liikelaitos Ylöjärven Vesi. Verkostoon otetaan vastaan vesihuolto-osuuskuntien jätevedet. Keskustaajaman jätevedet johdetaan puhdistettaviksi Tampereen Raholan jätevedenpuhdistamolle, Viljakkalan jätevedet johdetaan Hämeenkyrön jätevedenpuhdistamolle ja Kurun alueen jätevedet puhdistetaan Kurun kirkonkylän jätevedenpuhdistamolla. (Ylöjärven kaupunki 2010) Ylöjärvellä on kaksi muutakin paikallista ympäristöluvallista jätevedenpuhdistamo – Mutalan koulun jätevedenpuhdistamo ja Paappasenniemen vesiosuuskunnan jätevedenpuhdistamo.

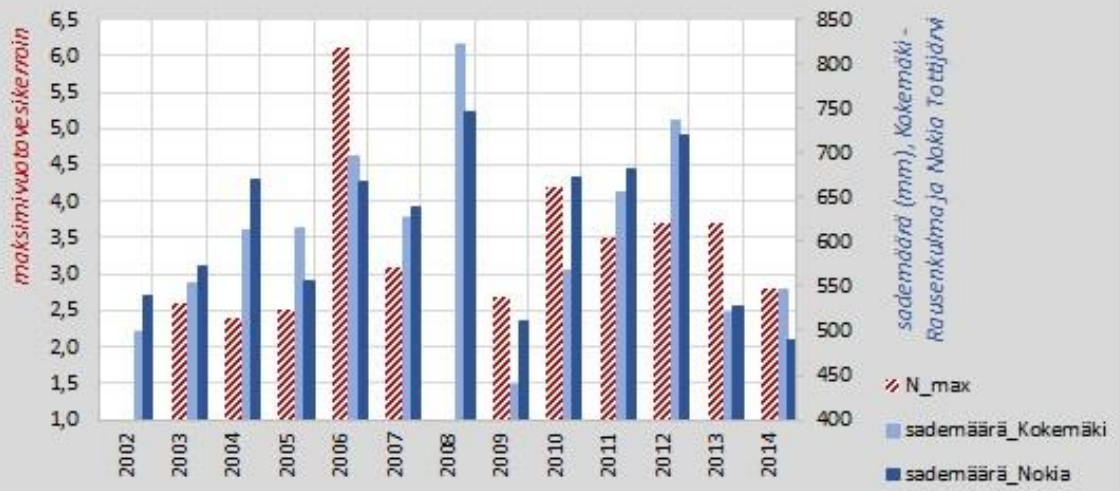
Jätevesiviemäriverkoston asemakaava-alueilla on liittynyt noin 79 % asukkaista, ja verkosto kattaakin lähes kaikki asemakaava-alueet. Hulevesiviemäriverkostoa on vesihuollon kehittämissuunnitelman mukaan keskustaajaman alueella paikoitellen jätevesiviemärin rinnalla ja vanhimmilla asuinalueilla hulevedet johdetaan ojiin. Lisäksi hulevesiä varten on rakennettu muutamia imeytysaltaita. (Ylöjärven kaupunki 2010)

LIITE B: MAKSIMIVUOTOVESIKERTOIMET JA SADEMÄÄRÄT

Lempäälän, Parkanon ja Sastamalan Äetsän puhdistamoiden maksimivuotovesikertoimia ja lähimpien havaintoasemien vuosittaisia sademääriä vuosilta 2002–2014 (Ilmatieteenlaitos 2015; VAHTI 2015). Sastamalan Vammalan puhdistamon vastaava kuvaaja on esitettyinä luvussa 2.4.5.



Sastamala - Äetsä



LIITE C: YMPÄRISTÖLUVALLISET JÄTEVEDENPUHDISTAMOT

Taulukon luvut ovat pääasiassa vuodelta 2013. Lähteinä muun muassa puhdistamoiden Kuormitus- ja käyttötarkkailun vuosiyhteenvetoraportit ja puhdistamoiden ympäristöluvat. et = ei tiedossa.

Puhdistamo	Mitoitukseen käytetty AVL	AVL ₉₀	Käsitelty jätevesi (m ³ /a)	Tulevan jäteveden keskimääräinen virtaama (m ³ /d)	Valmistusvuosi	Saneerausvuosia	Jätevedenkäsittelyprosessi	Kommentti
Akaan jätevedenpuhdistamo	70 000	26 700	1 614 437	4580	1977	1993	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrisulfaatti	
Hämeenkyrön Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo	7200	8000	721 661	2000	1964	1978, 1997, 2015 (kesken)	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; rengaskaanavilmaustus; ferrosulfaatti	
Ikaalisten Keskusjätevedenpuhdistamo	8000	6650	385 431	1060	1982	2007, 2008, 2010, 2011	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Ikaalinen, Luhalahden jätevedenpuhdistamo	97	et	5552	15,2	2003	et	biroottorilaitos; polyalumiinikloridi fosforin saostukseen	
Ikaalinen, Tevaniemen jätevedenpuhdistamo	214	et	5696	15,6	2011	et	biroottorilaitos; polyalumiinikloridi	luvut vuodelta 2014
Juupajoki, Lylyn jätevedenpuhdistamo	1200	114	24 681	67,6	1988	et	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Kangasala, Kuhmalahden kirkonkylän jätevedenpuhdistamo	200	307	23 462	64,3	1986	2008	biroottorilaitos; ferrialumiinisulfaatti (AVR)	
Kangasala, Pohjan taajaman jätevedenpuhdistamo	50	83	5052	13,8	2005	et	biroottoripuhdistamo; polyalumiinikloridi fosforin saostukseen	
Lempäälän Keskuspuhdistamo	13 600	19 930	1 642 655	4520	1973	1998, 2007, 2012	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; 2-linjainen esiselkeytys, 4-linjainen ilmaustus; ferrosulfaatti	
Nokian Keskusjätevedenpuhdistamo, Kullaanvuori	28 500	33 800	3 564 122	9765	1974	1988	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Nokia, Siuron jätevedenpuhdistamo	3500	3150	393 714	1079	1977	2003	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	

Orivesi, Tähtiniemen jätevedenpuhdistamo	9400	10 635	704 406	1930	1975	1995, 1996	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti ja alumiini-ferrisulfaatti (ALF-30)	
Orivesi, Eräjärven jätevedenpuhdistamo	350	et	7035	19,3	1991	et	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Parkanon Keskusjätevedenpuhdistamo	4650	4780	523 223	1430	1967	1990, 2008	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; 2-linjainen esiselkeytys, 1-linjainen ilmastus; ferri- ja ferrosulfaatti	
Pälkäne, Rautajärven jätevedenpuhdistamo	400	et	4099	11,8	1999	et	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Pälkäne, Luopioisten Aitoon jätevedenpuhdistamo	700	et	32 007	87,7	1974		biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Pälkäneen Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo	2000	4460	225 615	616	1974	1992, 1997	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti ja kolmiarvoinen rauta-/alumiinikemikaali	
Pälkäne, Luopioisten kirkonkylän jätevedenpuhdistamo	950	612	46 100	126	1991	2008, 2012	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	luvut vuodelta 2014
Pälkäne, Sappeen jätevedenpuhdistamo	400	et	10 420	28,5	2002	et	biroottorilaitos; jälkisaostus; polyalumiinikloridi	
Ruoveden Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo	3429	2275	112 536	309	1988	et	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Ruovesi, Visuveden jätevedenpuhdistamo	771	337	35 588	98	1992	et	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; 2-linjainen ilmastus ja jälkiselkeytys; ferrosulfaatti	
Sastamala, Kiiikoisten jätevedenpuhdistamo	500	552	45 554	125	1977	1983, 1992, 2001,	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; 2-linjainen jälkiselkeytys; ferrisulfaatti	
Sastamala, Mouhijärven jätevedenpuhdistamo	2600	5200	200 311	549	1976	1987, 1989	3-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, ferrosulfaatti	
Sastamala, Vammalan keskusjätevedenpuhdistamo	14 000	28 700	1 786 890	4896	1975	et	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, ferrosulfaatti	
Sastamala, Äetsän jätevedenpuhdistamo	12 200	4860	404 304	1110	1975	1987	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, 2-linjainen selkeytys, ferrosulfaatti	
Tampere, Kämmenniemen jätevedenpuhdistamo	1000	et	64 399	noin 176	1976	1993	biologis-kemiallinen Metoxy-rinnakkaissaostuslaitos; ferrisulfaatti	luvut vuodelta 2011

Tampere, Polson jätevedenpuhdistamo	1000	et	42 756	noin 117	1975	et	Metoxy-pienpuhdistamo; 2-linjainen; ferrosulfaatti	luvut vuodelta 2011
Tampere, Raholan jätevedenpuhdistamo	60 000	et	5 997 868	noin 16432	1962	1970, 1979, 1990, 1991	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, ferrosulfaatti	luvut vuodelta 2011
Tampere, Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo	200 000	et	27 118 405	74297	1970	1975, 1980, 1985, 2002, 2003, 2006, 2007,	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Urjalan Keskusjätevedenpuhdistamo	2100	2936	302 305	832	2006	et	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Valkeakosken Keskusjätevedenpuhdistamo	25 700	40 060	2 702 757	7404	1975	1997	2-linjainen biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos, ferrosulfaatti	
Virrat, Keskuspuhdistamo	noin 2570	3657	329 853	906	1983	1999	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	
Ylöjärvi, Kurun kirkonkylän jätevedenpuhdistamo	1500	1060	98 143	269	1966	1978, 1993	1-linjainen biologis-kemiallinen rengaskanavamallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	luvut vuodelta 2014
Ylöjärvi, Mutalan koulun jätevedenpuhdistamo	noin 115	et	650	1,8	2005	et	biroottorityyppinen puhdistamo jälkiselkeytyksellä; alumiinipohjainen saostuskemikaali	luvut vuodelta 2014; vuonna 2013 mitattu AVL oli 26
Ylöjärvi, Paappasenniemen jätevedenpuhdistamo	130	et	et	10	et	et	biologis-kemiallinen panospuhdistamo; ferrosulfaatti	
Osaran toimipisteen jätevedenpuhdistamo, Hämeenkyrö	80	et	350	15,5	1982	et	biologis-kemiallinen rinnakkaissaostuslaitos; ferrosulfaatti	luvut vuodelta 2007
Tehtaiden yhteispuhdistamo, Pälkäne, Luopioisten Vesihuolto Oy	noin 850	et	21 725	134	et	2006	biologinen panospuhdistamo; flotaatioyksikkö	ei käsitellä yhdyskuntajätevesiä; Flagmore Oy:n, Printscorpio Oy:n ja Paradox Period Oy:n teollisuusjätevesien käsittely
Päiväkummun kurssikeskuksen jätevedenpuhdistamo, Orivesi	145	et	1330	3,6	2003	2012	panospuhdistamo; biologinen aktiivilietepuhdistamo; ferrosulfaatti	
Mäntän puhdistamo	442 857	et	et	21 216	1973	1986	2-vaiheinen aktiivilietelaitos; ferrosulfaatti tarvittaessa	talousjätevettä virtaamasta 4504 m ³ ; luvut vuodelta 2011

LIITE D: JÄTEVESIPÄÄSTÖILLE HERKKIÄ YMPÄRISTÖJÄ

Alueiden sijaintitarkkuudet eivät ole tässä mittakaavassa tarkat. A) pohjavesialueet, B) kalastollisesti arvokkaat vedet, C) uimarantoja, D) vedenottamot, E) Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet.

Pohjavesialueet

Pohjavesialueista on näkyvillä niiden ulottuminen Pirkanmaan rajojen ulkopuolelle. Pirkanmaalla sijaitsee vain yksi pistemäinen pohjavesialue (luku 2.6), Virtain kaupungissa (näkyvissä kartalla pisteenä lähellä Kihniön rajaa).



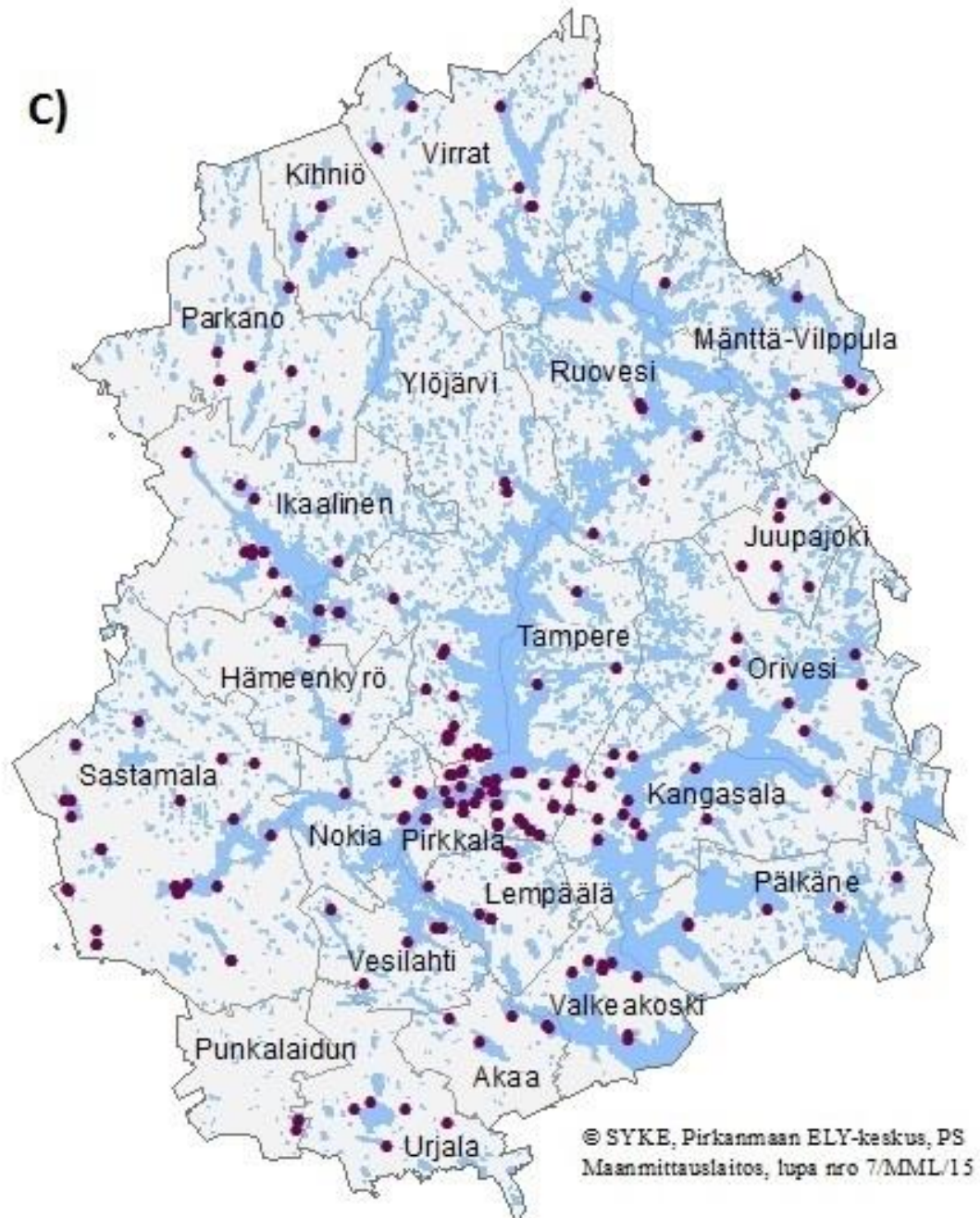
Kalastollisesti arvokkaat vedet

Lohi- ja siikapitoiset vesistöt, merkitty ruskealla värillä. Kohteiden erottuvuus kartalla on huono. Kohteet on lueteltu liitteessä M.



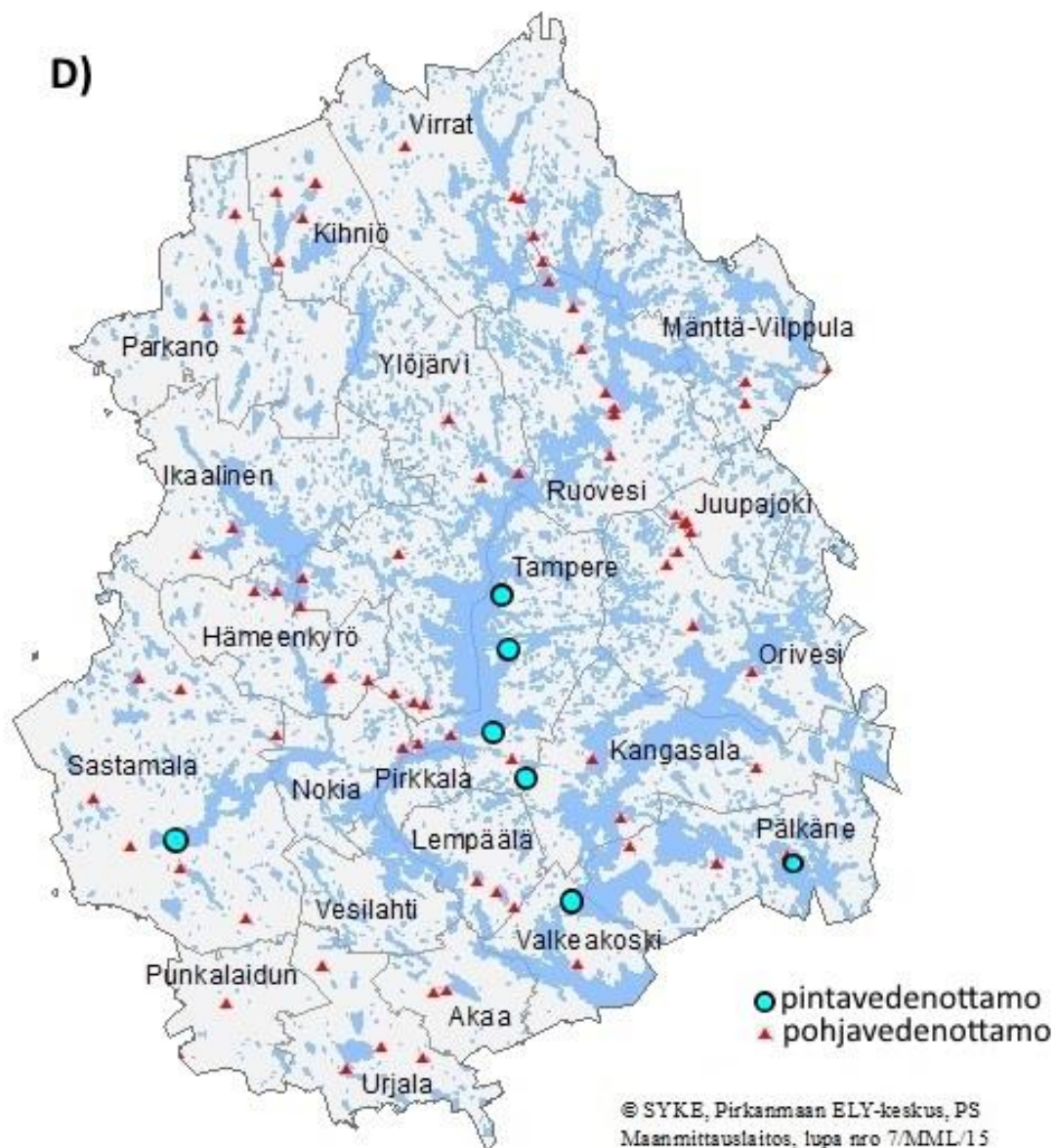
Uimarantoja

EU-uimarannat ja yleisiä uimarantoja. Yleisten uimarantojen data ei todennäköisesti ole kattava. Mukana ovat tutkimuksen aikana verkkomateriaalin ja karttapohjan avulla löydetty uimarannat.



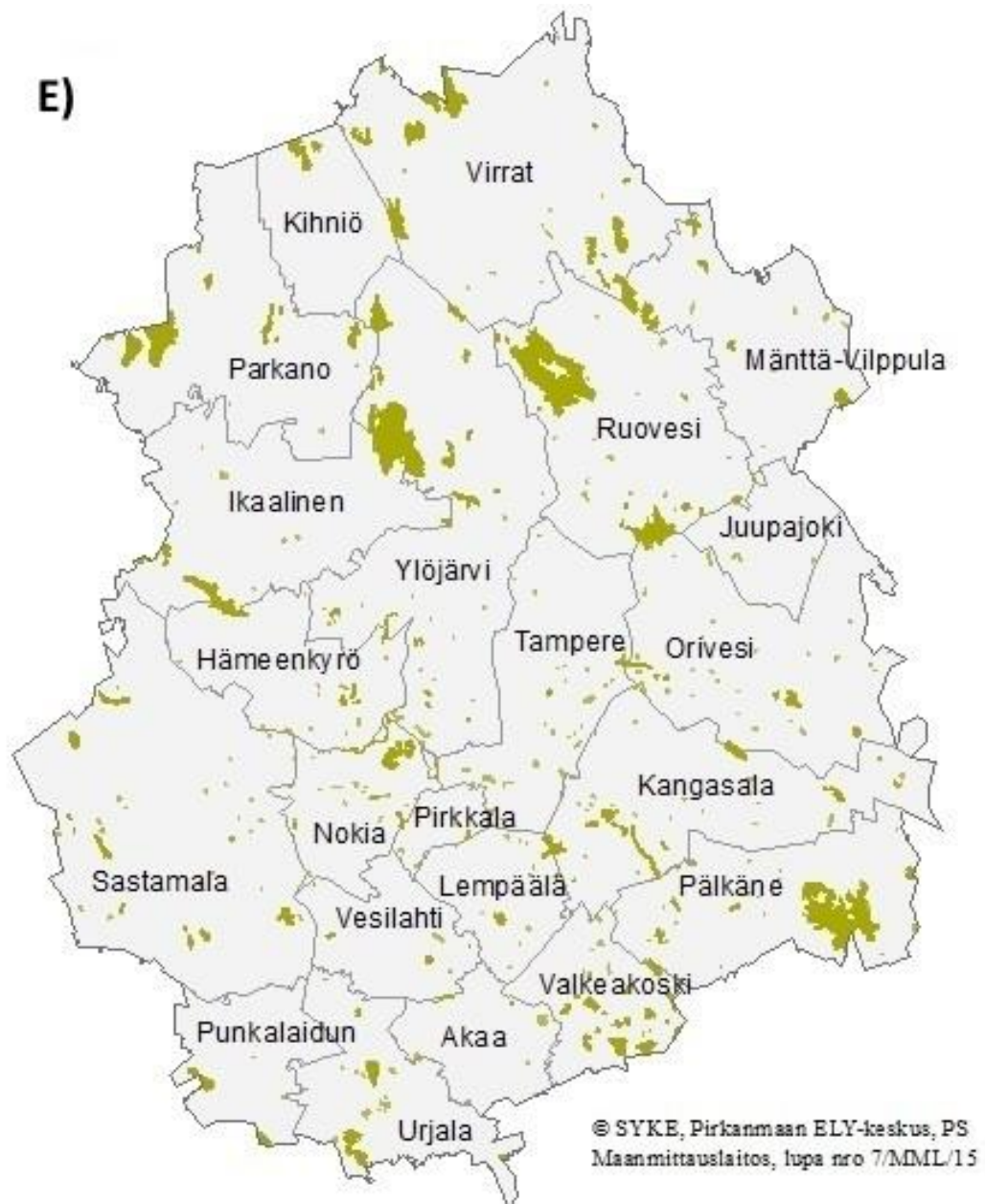
Vedenottamot

Pirkanmaan alueella sijaitsevat vedenottamot. Vedenottamoista suurin osa on pohjavedenottoja. Pintavedenottamot on eroteltu kartalla. Muutama pieni vedenottamo puuttuu kartalta puutteellisten sijaintitietojen vuoksi.



Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet

Pääasiassa Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet ovat päällekkäisiä, yhteneviä alueita, joten alueet on tässä työssä yhdistetty samaksi tiedostoksi.



LIITE E: EC₅₀

Aineiden toksisuuteen (vesiympäristössä) liittyviä fysikaalis-kemiallisia vakioita. Toksiisuus on eri aineilla testattu eri eliöillä, ja arvot eivät ole verrattavissa keskenään.

Aine	PNEC	log K _{ow}	EC ₅₀ (mg/L)	Lähde
Ibuprofeeni	7,1 µg/L	3,97	D.magna (vesikirppu) 108 X.laevis (sammakko) 30,7	Gamarra Jr. et al. 2014; Toxnet 2015; Whitacre 2012
Karbamatsepiini	0,42 µg/L	¹ 2,45 ² 2,48	D.magna, > 100 X.laevis, > 100	² Allen et al. 2010; ¹ Toxnet 2015; Whitacre 2012
17 β-estradioli	2 ng/L	4,01	P.promelas (kala) 0,000251	Caldwell et al. 2012 (pitkäaikaiselle altistumiselle, >60 d; lyhytaikaisemmalle altistumiselle suositellaan suurempaa arvoa); Ujang & Henze 2004; Wu et al. 2014
DEHP	3,3 mg/kg	7,5	L.gibba (vesikasvi) 2060	Canadian Council of Ministers of the Environment 1999; IHCP 2008 (nisäkkäille ravinnosta)
nonyylifenoli	¹ 0,33 µg/L vedessä, ¹ 0,039 µg/g sedimentissä ² 0,48 µg/L	³ 3,8–4,8	³ D.galeata (äyriäinen) 0,065 ⁴ D.magna 0,104 ja 0,19	² Gao et al. 2014; ³ OEHHA 2009; ⁴ USPA 2005; ¹ Zhang et al. 2015

Taulukon oktanoli-vesi -jakaantumiskertoimen, log K_{ow}, arvon ollessa > 5 aine on erittäin kertyvä, arvolla 4–5 kohtalaisen kertyvä, arvolla 3–4 hieman kertyvä ja arvolla < 3 aine ei ole kertyvä (Karvonen et al. 2012, s. 131). Jos ekologista riskiä kuvaava luku PEC/PNEC < 1, ekologisten vaikutusten riskin koetaan olevan hyväksyttävää, ja jos luku on > 1 ekotoksikologinen riski koetaan merkittäväksi (Bi et al. 2014) ja yleensä tarkempaa riskiarviota vaativaksi.

LIITE F: KYSELYTUTKIMUKSEN PAPERINEN VERSIO

Kyselytutkimuksen paperinen versio, joka lähetettiin vastaajille, joilla ei ollut mahdollisuutta tai halukkuutta vastata sähköiseen kyselyyn.

vastaanottajaorganisaatio
vastaanottaja
osoite

KYSELY jätevedenpuhdistamoiden ohituksista ja jätevedenpumppaamoiden ylivuodoista

Tutkin Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksessa Pirkanmaan ympäristöluvallisten jätevedenpuhdistamoiden ohitusten ja jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen määrää, laatua ja raportointia. Kyselen teiltä lisätietoja asiasta liitteiden lomakkeilla olevilla kysymyksillä. Vastaukset pyydän palauttamaan **21.8.2015** mennessä.

Liitteiden lomake 1 on kaikille vastaajille yhteinen, ja lomake 2 on räätälöity kuntakohtaisesti. Jos kunnan alueella ei sijaitse ympäristöluvallista jätevedenpuhdistamoa, lomakkeelta 1 vastataan vain ylivuotoihin liittyviin kysymyksiin. Lomakkeilla käytettyjä käsitteitä:

- **puhdistamo-ohitus** = jäteveden ohjaaminen jätevedenpuhdistamolla käsittelemättömänä tai vain osittain käsiteltynä suoraan purkuvesistöön
- **pumppaamoylivuoto** = jäteveden vuotaminen jätevedenpumppaamon ylivuotorakenteesta tai sen puuttuessa muusta rakenteesta, yleisimmin ympäristöön tai esimerkiksi hulevesiviemäriin

Tarkastelen jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen aiheuttamaa ympäristöriskiä, ja tämän vuoksi pyydän tietoja pumppaamoiden sijainneista. Lomakkeiden täydentämiseen vaaditaan mahdollisesti useamman eri ammattilaisen vastauksia, ja toivon, että lomakkeita kierrätettäisiin vastauksien saamiseksi.

Vastauksia voi tilan loppuessa jatkaa paperin kääntöpuolelle. Annan asiasta tarvittaessa lisätietoja. Jos täytätte lomakkeet mieluummin sähköisinä lomakkeina, lähetän ne pyydettyä sähköpostitse.

etukäteen kiittäen

Piia Siintoharju
piia.siintoharju@ely-keskus.fi
puh. 050-3969 561

LIITTEET Lomake 1: Jätevedenpuhdistamoiden ohitukset ja -pumppaamoiden ylivuodot
Lomake 2: Kuntakohtaiset lisätiedot

JAKELU Pirkanmaan kunnat

Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
puh. 0295 036 000 PL 297, Yliopistonkatu 38
www.ely-keskus.fi/pirkanmaa 33101 Tampere



Piia Siintoharju

LOMAKE 1: Puhdistamo-ohitukset ja pumppaamoilyvuodot	
Kunta:	Jätevedenpuhdistamo:
PUHDISTAMO-OHITUKSET	
1) Onko jätevedenpuhdistamolle tai tulopumppaamoon rakennettu ohituksen mahdollistava rakenne? (kyllä/ei):	
2) Onko vuosien 2002–2015 aikana tehty ohituksia jätevedenpuhdistamolla? Jos ei, niin miksi ei? (kyllä/ei): (Jos vastaus on ei, kysymykset 3–10 voi jättää vastaamatta.)	
3) Mistä kohdasta jätevedenkäsittelyprosessia ohitus tapahtuu? <input type="checkbox"/> ennen esikäsittelyä <input type="checkbox"/> välppäyksen jälkeen <input type="checkbox"/> esiselkeytyksen jälkeen <input type="checkbox"/> muualta, mistä:	
4) Onko ohitukseen menevään jäteveeseen lisätty saostuskemikaalia? Jos on, niin mitä ja missä prosessin vaiheessa?	
5) Onko puhdistamolla ohitusvesien käsittelyä? Jos on, niin millainen käsittely (esimerkiksi erillinen käsittelylinja (millainen) tai vain biologinen osuus ohitetaan ja ohitusvesi on mukana jälkikäsittelyssä)?	
6) Mitataanko, lasketaanko tai arvioidaanko ohitukseen menevän veden määrä? Jos kyllä, niin miten se mitataan / lasketaan / arvioidaan?	
7) Mitkä ovat olleet ohituksiin johtaneet yleisimmät syyt vuosina 2002–2015?	
8) Onko jätevedenpuhdistamolla tehty toimenpiteitä ohitusten välttämiseksi? Jos on, niin millaisia toimenpiteitä?	
9) Onko ohituksista aiheutunut haitallisia vaikutuksia? Jos on, niin millaisia haitallisia vaikutuksia? Esim. haittavaikutuksia purkuvesistöissä, haitallista julkisuutta ym.	
haitalliset vaikutukset	päästön koko kyseisen kaltaisessa tilanteessa: < 10 m ³ / 10–100 m ³ / 101–1000 m ³ / > 1000 m ³
10) Ovatko kuntalaiset valittaneet ohituksista? Jos ovat, niin miten (puhelimitse / sähköpostitse / sosiaalisessa mediassa / muuten, miten)?	

LOMAKE 1.

PUMPPAAMOYLIVUODOT	
11) Miten saatte tiedon jätevedenpumppaamoiden ylivuodoista?	
12) Onko pumppaamoilla käytössä kaukovalvontajärjestelmä? Jos on, niin millainen järjestelmä (mitä seurataan, mistä seurattava tieto on luettavissa, hälyttääkö järjestelmä ja missä tilanteessa ja minne, ym.)?	
13) Miten usein pumppaamoiden toiminta käydään tarkistamassa paikan päällä?	
14) Miten usein pumppaamot huolletaan?	
15) Mitataanko, lasjetaanko tai arvioidaanko ylivuodon määrää? Jos kyllä, niin miten se mitataan / lasjetaan / arvioidaan?	
16) Onko kunnan alueella ns. matalaenergiapumppaamoita (toimivat paineenkorotusaseman tavoin, ei tuloallasta, ei ylivuotorakennetta)? Jos on, montako tällaista pumppaamoaa?	
17) Jos pumppaamossa ei ole ylivuotorakennetta, mistä ylivuoto yleisimmin purkautuu? Ja jos on mahdollista arvioida, kuinka kaukana pumppaamosta keskimäärin?	
18) Minne ylivuodot ohjautuvat kunnassa sijaitsevilta jätevedenpumppaamoilta, joissa on ylivuotorakenne? (eri pumppaamoilla voi olla eri ohjautumissuunta, joten rasteja voi olla 1–5 kpl)	
<input type="checkbox"/> vesistöön	arvioitu tällaisten pumppaamoiden lukumäärä: _____
<input type="checkbox"/> maastoon	arvioitu tällaisten pumppaamoiden lukumäärä: _____
<input type="checkbox"/> suoraan hulevesiviemäriin	arvioitu tällaisten pumppaamoiden lukumäärä: _____
<input type="checkbox"/> tyhjentävään altaaseen	arvioitu tällaisten pumppaamoiden lukumäärä: _____
<input type="checkbox"/> muualle, minne?	arvioitu tällaisten pumppaamoiden lukumäärä: _____
19) Miten ylivuototilanteissa on yleensä toimittu (jos ei oteta huomioon kirjaamista ja raportointia)?	
20) Mitkä ovat olleet jätevedenpumppaamoiden ylivuotoihin johtaneet yleisimmät syyt vuosina 2002–2015?	
21) Onko pumppaamoille saatavilla varavoimaa sähkökatkojen varalle?	
22) Onko tehty toimenpiteitä pumppaamo-ylivuotojen ehkäisemiseksi? Jos on, niin mitä toimenpiteitä?	

Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

puh. 0295 036 000
www.ely-keskus.fi/pirkanmaaPL 297, Yliopistonkatu 38
33101 Tampere

LOMAKE 1.

23) Onko pumppaamoylivuodoista aiheutunut haitallisia vaikutuksia? Jos on, niin millaisia haitallisia vaikutuksia? Esim. haittavaikutuksia vesistöissä, haitallista julkisuutta ym.							
haitalliset vaikutukset			päästön koko kyseisen kaltaisessa tilanteessa: < 10 m ³ / 10–100 m ³ / 101–1000 m ³ / > 1000 m ³				
24) Ovatko kuntalaiset valittaneet pumppaamoylivuodoista? Jos ovat, niin miten (puhelimitse / sähköpostitse / sosiaalisessa mediassa / muuten, miten)?							
25) Mitkä ovat virtaamaltaan suurimmat jätevedenpumppaamot kunnan alueella (3–9 kpl)?							
Pumppaamon tiedot:			Jos pumppaamossa on ylivuotorakenne:				
pumppaamo	sijainti (koordinaatit ja koordinaattijärjestelmä tai osoite)	maksimivirtaama (L/s)	ylivuotorakenteessa välppä (kyllä/ei)	ylivuodon korkeus ja käytetty korkeusjärjestelmä	ylivuodon purkupiste (koordinaatit ja koordinaattijärjestelmä tai osoite)	ylivuodon purkuvesistö	ylivuodossa takaiskuventtiili (kyllä/ei)

Pirkanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

puh. 0295 036 000
www.ely-keskus.fi/pirkanmaaPL 297, Yliopistonkatu 38
33101 Tampere

LOMAKE 1.

RAPORTOINTI	
26) Kirjataan puhdistamo-ohitusten ja pumppaamo-ylivuotojen tietoja (pvm, määrä, syy) muistiin? Jos ei, niin miksi ei? (Jos vastaus on ei, kysymykset 27–32 voi jättää vastaamatta.)	
27) Minne eri paikkoihin tiedot puhdistamo-ohituksista ja/tai pumppaamo-ylivuodoista kirjataan (VAHTI / TYVI / vuosiyhteenveto / oma seurantajärjestelmä / muu, mikä)?	
28) Kuka suorittaa ylivuoto- ja ohitustietojen kirjaamisen?	
29) Jääkö osa ylivuodoista ja/tai ohituksista kirjaamatta? Jos jaa, niin miksi?	
30) Mistä vuodesta alkaen ylivuoto- ja/tai ohitustietoja on kirjattu muistiin?	
31) Raportoidaanko ylivuodoista ja ohituksista kirjaamisen lisäksi muilla tavoin (ilmoitus verkkosivulla (missä?) / puhelimitse (minne?) / sähköpostitse (minne?) / muuten, miten)?	
32) Miten kehittäisitte raportointikäytäntöä viranomaisten suuntaan?	
Kommentit ja lisäykset:	
pvm:	Allekirjoitus/allekirjoitukset (nimien selvennykset):

LIITE G: AVAINSANALUETTELO

Jätevedenpumppaamoiden ylivuotojen ja puhdistamo-ohitusten tapahtumaskaarioiden kokoaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi aivoriihitekniikan avulla. Aivoriihitekniikassa on mahdollista hyödyntää alla esitettyä avainsanaluetteloa päästöjen syiden ja siten skenaarioiden tunnistamiseksi. Avainsanaluettelon laatimisessa on hyödynnetty SSP:n materiaalia (Sosiaali- ja terveysministeriö_a 2015) sekä potentiaalisten ongelmien analyysia varten laadittua avainsanaluetteloa (Pk-yrityksen riskienhallinta 2015).

Aihealue	Ilmiö tai ongelma
Jätevedenpuhdistamon toiminta	toimintahäiriö, puhdistusprosessin keskeytyminen, poikkeuksellinen säätila, laiterikko, ilkivalta, purkuputken toimimattomuus tulvatilanteessa ja varapurkuyhteyden puuttuminen, jne.
Jätevedenpumppaamon toiminta	toimintahäiriö, laiterikko, varapumpun puute, likaantuminen, tukkeutuminen, huoltoväli liian pitkä, huoltotarve ei ole tiedossa, ennakko-huoltoja ei tehdä järjestelmällisesti, tarkastuskäynnit puutteellisia, epäselvät vastuut kunnossapidossa, ilkivalta, jne.
Sähkönjakelu	yleinen sähkökatko, varavoiman puuttuminen, varavoiman käyttöön- otolle ei ole ohjeita, varavoiman käyttöönottoa ei ole harjoiteltu eikä sitä osata, myrskyt, ilkivalta, sähkökeskuksen toimintahäiriö tai rik- koutuminen, jne.
Jätevedenpuhdistamon kapasi- teetti	väärä AVL mitoituksessa, tasausaltaiden puuttuminen tai riittämättö- myys, rankkasateet ja sulamisvedet, tulvavedet, sammutusvedet, sako- ja umpikaivolietteiden vastaanotto, loka-asemien luvaton käyttö, huoltotyöt tulvariskiaikaan, jne.
Viemäriverkoston (pumput, put- ket) kapasiteetti	riittämätön, pullonkaulat, mitoitus virheellinen, putkien halkaisijoi- den muutokset ajan myötä, pumppujen lukumäärä väärä, sekaviemä- röinti, vuotovedet, verkoston kunto, viemäritukokset, pumppujen toi- minta paineenkorotusaseman tavoin (matalaenergiapumput) ei toimi, rankkasateet ja sulamisvedet, tulvavedet, takaisinvirtauksen esto puuttuu pumppaamon ylivuotorakenteesta, sammutusvedet, pump- paamoiden välinen etäisyys liian pitkä, jäätyminen, huoltotyöt tulva- riskiaikaan, jne.
Automaatiojärjestelmä ja etäval- vonta	ei ole käytössä, puutteellinen, toimintahäiriö, rikkoutuminen, kyber- turvallisuus, ohjelmavirheet, tietoja ei osata hyödyntää, jne.
Todellisen AVL:n muutokset	väkimmään kasvu, teollisuuden lisääntyminen, teollisuuden piste- kuormitus tai epätasainen kuormitus, jne.
Tieto jätevedenpumppaamoiden sijainneista	puutteellinen, jne.
Henkilökunnan osaaminen	perehdytys, koulutus, kiire, motivaatio, huolimattomuus, virheet, jne.
Toimintaohjeet ylivuodon tai ohituksen aiheuttaman jätevesi- päästön uhatessa	puutteellisuus, ei laadittu, tulkinnanvaraisuus, väärät motiivit, välin- pitämättömyys toiminnan ympäristövaikutuksista, jätevedenpuhdista- moiden ympäristöluvan mukaiset päästörajat ja vuosikuormituksen laskentatapa sallivat ohituksen, toimintojen priorisoimattomuus, jne.
Toiminta ylivuodon tai ohituk- sen aiheuttaman jätevesipäästön uhatessa	resurssipula, toimintojen priorisoimattomuus, toimintavirheet, huoli- mattomuus, tietämättömyys toimintaohjeista, välinpitämättömyys ympäristöriskeistä, häiriö tiedonsiirrossa, hätäpurkuyhteys puuttuu pumppaamolta, jne.

LIITE H: VIKAPUUKAAVIOT

Ympäristöriskianalyyssissa piirretyt vikapuukaaviot. Lomakkeisiin merkityt päästön kokoluokat on määritelty luvussa 3.2.2. Vikapuukaavioiden merkinnät:

OL = puhdistamo-ohitus/laimentunut jätevesi

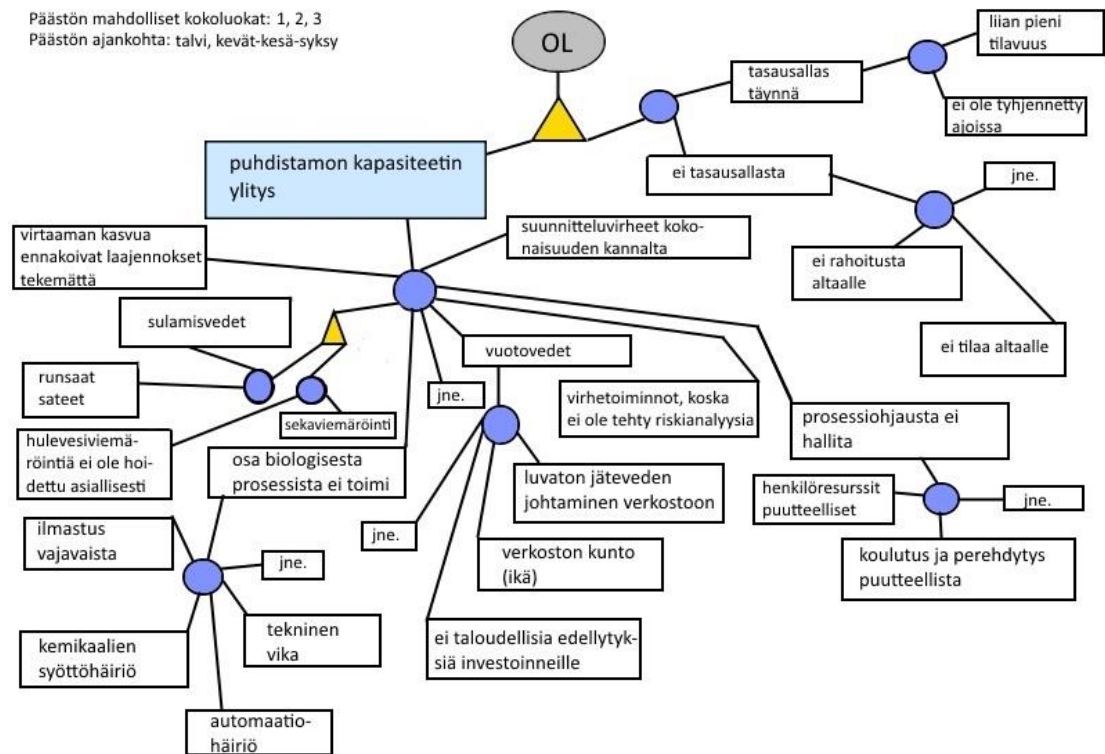
OV = puhdistamo-ohitus/väkevä jätevesi

YL= pumppaamoylvuoto/laimentunut jätevesi

YV = pumppaamoylvuoto/väkevä jätevesi

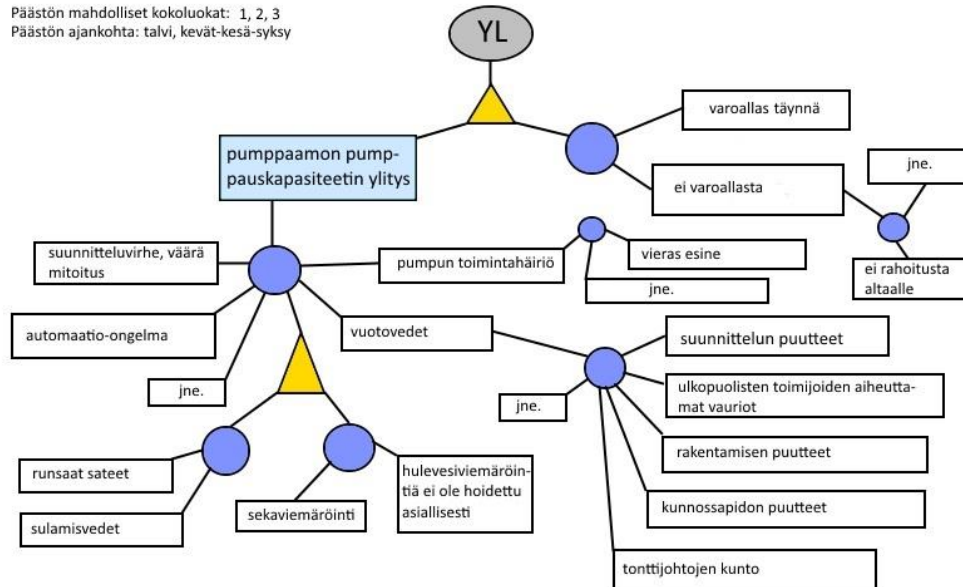
\triangle = JA-rakenne, \circ = TAI-rakenne, \square = osasyypäätapahtumalle

Puhdistamo-ohitus, laimentunut jätevesi



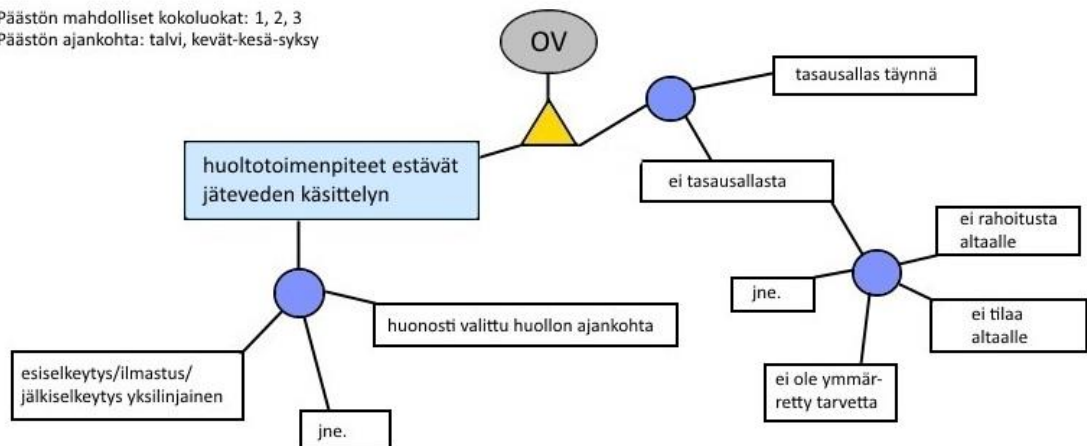
Pumppaamo-ohitus, laimentunut jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky



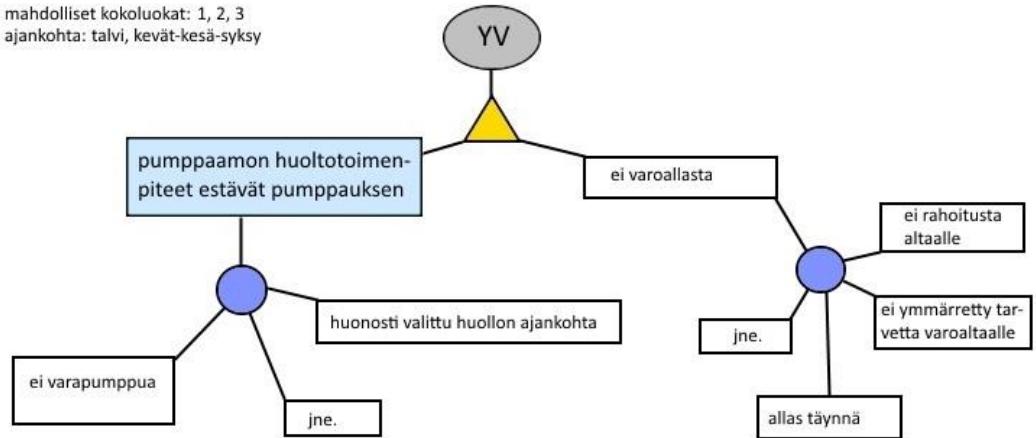
Puhdistamo-ohitus, väkevä jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky



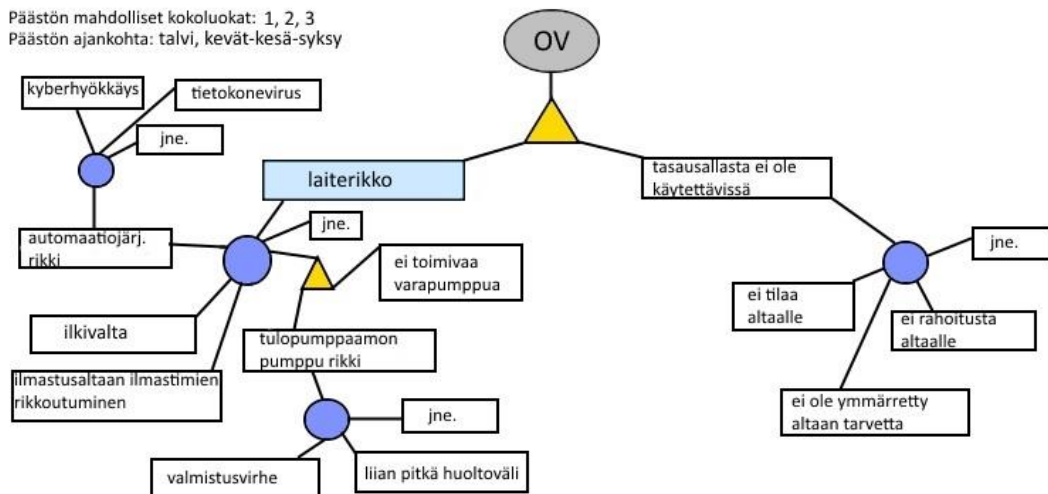
Pumppaamoylivuoto, väkevä jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky

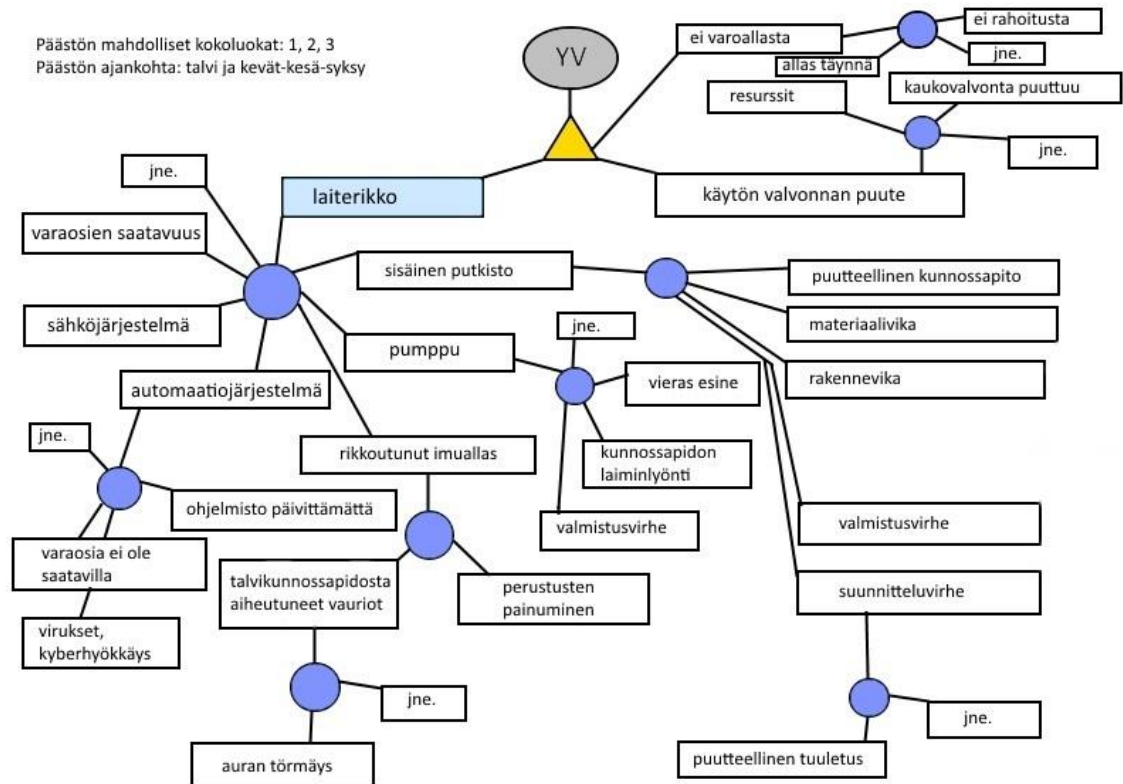


Puhdistamo-ohitus, väkevä jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky

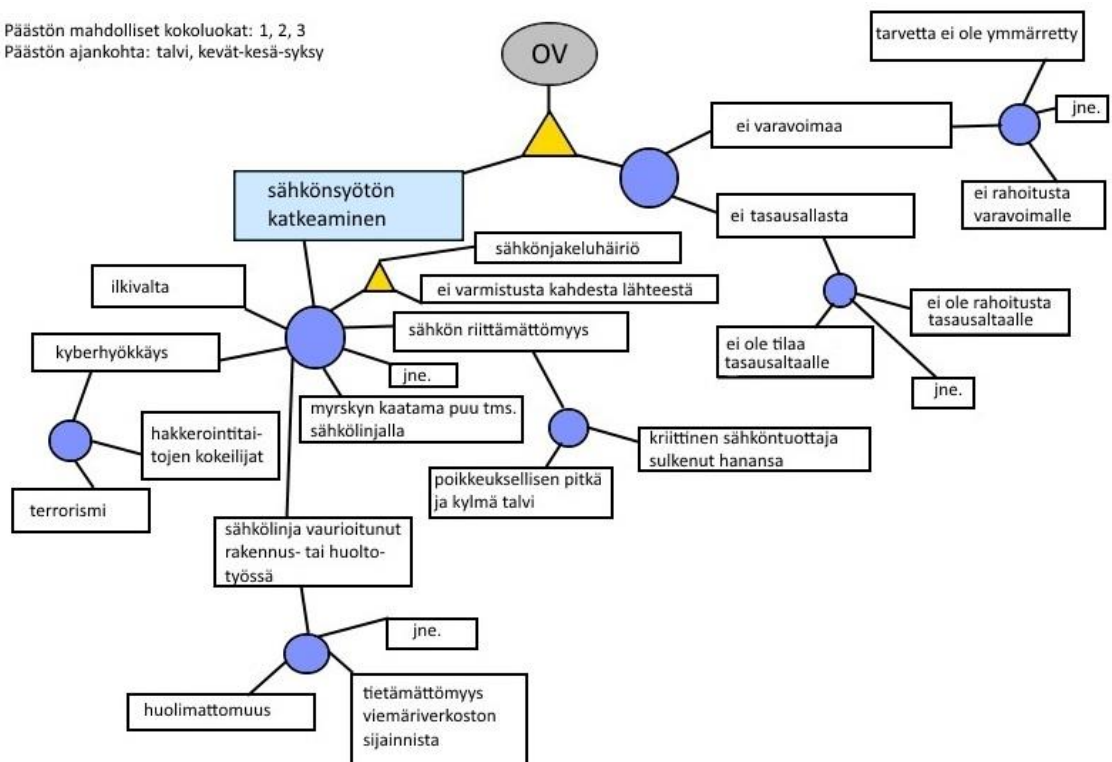


Pumppaamo-ohitus, väkevä jätevesi



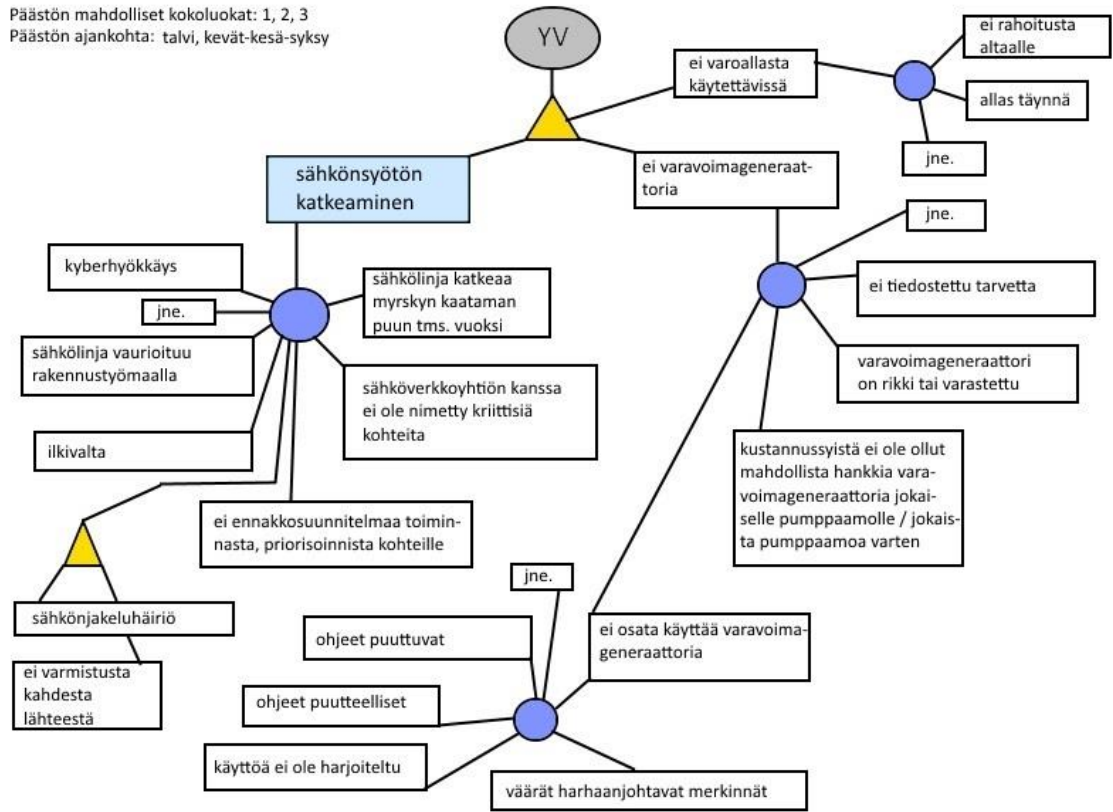
Puhdistamo-ohitus, väkevä jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky



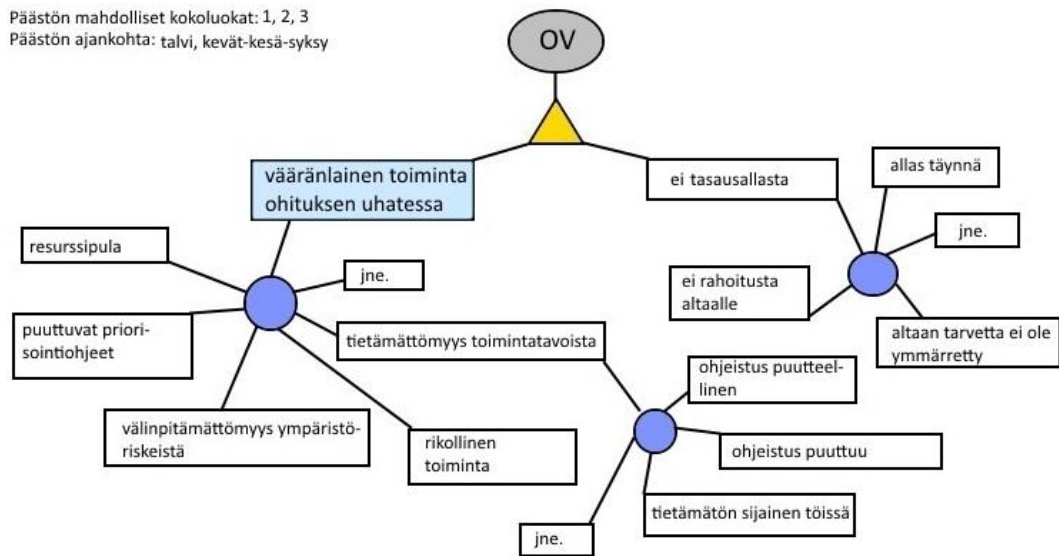
Pumppaamoylivuoto, väkevä jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
 Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky



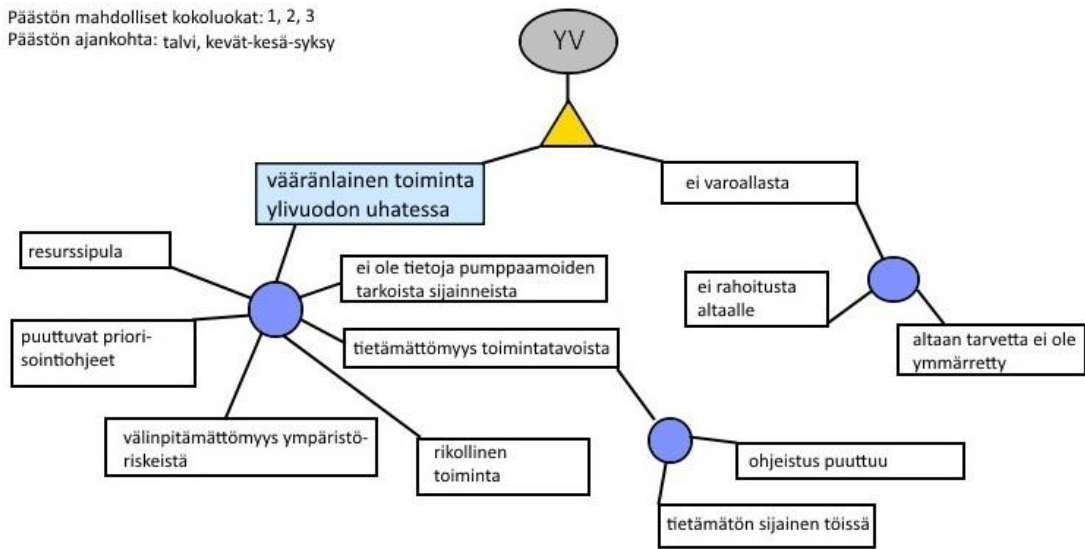
Puhdistamo-ohitus, väkevä jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
 Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky



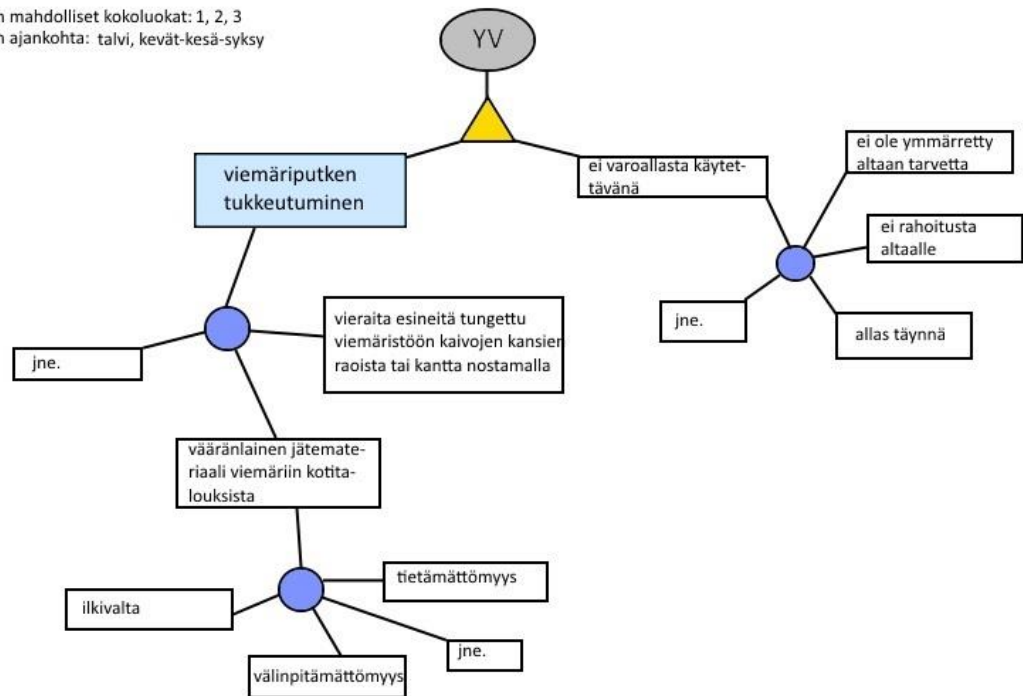
Pumppaamoylivuoto, väkevä jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky



Pumppaamoylivuoto, väkevä jätevesi

Päästön mahdolliset kokoluokat: 1, 2, 3
Päästön ajankohta: talvi, kevät-kesä-syky



LIITE I: ANALYYSILOMAKKEET

Ympäristöriskianalyyssiryhmän kokouksessa täydennetyt analyysilomakkeet.

ANALYYSILOMAKE

pvm. 8.10.2015

Ympyröi tarkasteltava päästö: pumppaamoylivuoto/väkevä, pumppaamoylivuoto/laimentunut, puhdistamo-ohitus/väkevä, puhdistamo-ohitus/laimentunut

Tapatumaskenaario	Ajankohta (talvi/ kevät- kesä-syky)	Päästön koko- luokka (1–3)	Nykyiset toimenpiteet päästön ehkäisemiseksi	Todennäköisyys (1–5)	Seurausluokka [Vähäinen (V), Merkittävä (M), Erittäin vakava (EV)]	Riskiluokka (I–IV)
Puhdistamon kapasiteetin ylitys: puhdistamon kapasiteetin ylitys & ei tasausallasta käytettävissä -virtaaman kasvua ennakoivat laajennokset tekemättä; suunnitteluvirheet kokonaisuuden kannalta; virhetoiminnot, koska ei ole tehty riskianalyysia; runsaat sateet tai sulamisvedet ja sekaviemärointi tai hulevesiviemärointiä ei ole hoidettu asianmukaisesti; vuotovedet; osa biologisesta prosessista ei toimi; prosessiohjausta ei hallita; jne. -ei rahoitusta altaalle; tasausallas täynnä; jne.	kevät-kesä-syky (talvi)	3 (1, 2)	Pirkanmaa: prosessin säätömahdollisuuksia on olemassa (esim. palautuksen tehostaminen, polymeerin normaalia suurempi syöttö jälkiselkeytykseen, lietteen poistamisen tehostaminen ilmastuksesta/jälkiselkeytyksestä); verkoston saneeraus; puhdistamon laajennus; vuotokohtien selvitys savukokeilla ja kuvaamalla => kaivon kansien vaihto, kaivojen vaihto, betonilinjoiden sujutus; ”seurataan niiden kiinteistöjen rakennuslupia, joilta on havaittu kattovesien päätyvän viemäriin, ja jos hulevesijärjestelmän saneeraus on kiinteistössä tiedossa, pyritään vaikuttamaan asiaan hulevesien johtamiseksi muualle kuin jätevesiverkostoon”; tasausaltaiden rakentaminen/vanhoiden altaiden jättäminen tasausallas-käyttöön; sade- ja sulamisvesien pääsyä jätevesiverkostoon on pyritty etsimään ja estämään; mitta-antureiden paikkojen optimointi			
			Lempäälä: jätevesiverkostoa on saneerattu sulamis- ja sadevesien vähentämiseksi	4	V	II
			Parkano: verkostoa saneerataan	5	M	I
			Sastamala – Vammala: verkostoa saneerataan vuosittain	3	V	III
			Sastamala – Äetsä: verkostoa saneerataan vuosittain	1	M	IV
			Sastamala – Mouhijärvi: aikanaan kapasiteettia kasvatettiin meijerin vuoksi ja nyt kapasiteettia pidetään riittävän suurena	1	M	IV
			Sastamala – Kiikoinen: kapasiteetin ylitys ei ole aiheuttanut ohituksia, toinen selkeytin otetaan käyttöön runsaiden virtaaminen aikana	1	V	IV

ANALYYSILOMAKE

pvm. 8.10.2015

Ympyröi tarkasteltava päästö: pumppaamoilivuoto/väkevä, pumppaamoilivuoto/laimentunut, puhdistamo-ohitus/väkevä, puhdistamo-ohitus/laimentunut

Tapahtumaskenaario	Ajankohta (talvi/ kevät- kesä-syky)	Päästön ko- koluokka (1-3)	Nykyiset toimenpiteet päästön ehkäisemiseksi	Todennäköisyys (1-5)	Seurausluokka [Vähäinen (V), Merkittävä (M), Erittäin vakava (EV)]	Riskiluokka (I-IV)
Laiterikko puhdistamolla: laiterikko & tasausallasta ei ole käytettävissä -automaatiojärjestelmä, ilkivalta, tulopumppaamon pumppu, ilmas- tusaltaan ilmastimet, jne. -ei ole tilaa altaalle, ei ole rahoitusta altaalle, ei ole ymmärretty altaan tarvetta, jne.	kevät-kesä- syky (talvi)	3 (1 ja 2)	Pirkanmaa: tasausaltaiden rakentaminen/vanhojen altaiden jättäminen ta- sausallaskäyttöön			
			Lempäälä: -	2	V	IV
			Parkano: -	3	M	II
			Sastamala – Vammala: -	3	M	II
			Sastamala – Äetsä: -	2	M	III
			Sastamala – Mouhijärvi: -	2	EV	II
			Sastamala – Kiikoinen: -	2	EV	II
Sähkönsyötön katkeaminen puh- distamolla: sähkönsyötön katkeaminen & ei va- ravoimaa & ei tasausallasta -sähkölinja katkeaa myrskyn kaata- man puun tms. vuoksi, sähkön riit- tämättömyys, sähkönjakeluhäiriö, ilkivalta, sähkölinja vaurioituu ra- kennustyömaalla, kyberhyökkäys -ei tilaa tasausaltaalle, ei rahoitusta tasausaltaalle, jne. -ei ole ymmärretty varavoiman tar- vetta, ei rahoitusta varavoimalle, jne.	kevät-kesä- syky (talvi)	3 (1 ja 2)	Pirkanmaa: tasausaltaiden rakentaminen/vanhojen altaiden jättäminen ta- sausallaskäyttöön			
			Lempäälä: puhdistamolle tulee sähkö kolmelta suunnalta, joten vaatii laajan sähkökatkon, jotta siitä on ongelmia	1	V	IV
			Parkano: -	2	M	III
			Sastamala – Vammala: -	2	M	III
			Sastamala – Äetsä: -	3	M	II
			Sastamala – Mouhijärvi: -	3	EV	I
			Sastamala – Kiikoinen: alue on ollut herkkää sähkökat- koille, ja nyt on vedetty paljon maakaapeleita	4	EV	I

Huoltotoimenpiteet puhdistamolla: huoltotoimenpiteet estävät jätevedenkäsittelyn & ei tasausallasta käytettävissä -esiselkeytys/ilmastus/ jälkiselkeytys yksilinjainen, huonosti valittu huollon ajankohta jne. -ei rahoitusta altaalle, ei ole ymmärretty tarvetta altaalle, allas täynnä, jne.	kevät-kesä-syky	3	Pirkanmaa: tasausaltaiden rakentaminen/vanhojen altaiden jättäminen tasausallaskäyttöön			
	(talvi)	(1 ja 2)	Lempäälä: -	3	V	III
			Parkano: -	4	M	I
			Sastamala – Vammala: -	3	M	II
			Sastamala – Äetsä: -	3	M	II
			Sastamala – Mouhijärvi: -	1	EV	III
			Sastamala – Kiikoinen: -	1	EV	III
Vääränlainen toiminta ohituksen uhatessa: vääränlainen toiminta ohitustilanteen uhatessa & ei tasausallasta -puuttuvat priorisointiohjeet, resurssipula, välinpitämättömyys ympäristöriskeistä, rikollinen toiminta, tietämättömyys toimintatavoista, jne. -ei rahoitusta altaalle, altaan tarvetta ei ole ymmärretty, jne.	kevät-kesä-syky	3	Pirkanmaa: tasausaltaiden rakentaminen/vanhojen altaiden jättäminen tasausallaskäyttöön			
	(talvi)	(1 ja 2)	Lempäälä: -	1	V	IV
			Parkano: -	2	M	III
			Sastamala – Vammala: -	2	M	III
			Sastamala – Äetsä: -	2	M	III
			Sastamala – Mouhijärvi: -	2	EV	II
			Sastamala – Kiikoinen: -	2	EV	II

ANALYYSILOMAKE

pvm. 8.10.2015

Ympyröi tarkasteltava päästö: pumppaamoylivuoto/väkevä, pumppaamoylivuoto/laimentunut, puhdistamo-ohitus/väkevä, puhdistamo-ohitus/laimentunut

Tapahtumaskenaario	Ajankohta (talvi/ kevät- kesä-syky)	Päästön ko- koluokka (1–3)	Nykyiset toimenpiteet päästön ehkäisemiseksi	Todennäköisyys (1–5)	Seurausluokka [Vähäinen (V), Merkittävä (M), Erittäin vakava (EV)]	Riskiluokka (I–IV)
Pumppaamon kapasiteetin ylitys: pumppaamon pump- pauskapasiteetin ylitys & ei varoallasta käytet- tävissä -mitoituksen suunnitte- luvirhe, automaatio-on- gelma, runsaat sateet tai sulamisvedet ja seka- viemäröinti tai huleve- siviemäröintiä ei ole hoidettu asianmukai- sesti, vuotovedet, pum- pun toimintahäiriö, jne. -ei varoallasta, varoallas täynnä, jne.	kevät-kesä- syky	3	Pirkanmaa: pumppujen kokoja on suurennettu; saneerattu pumppaamoita ja verkostoa; jatkuva ja ennakoiva huolto; säännölliset huollot; pumppaamoihin kaksi pumppua; otetaan ylivuotoja talteen imuautolla; saneerattu betoniviemäreitä ja korjattu kaivon kansia; valvontaa parannettu; sähkölaitteita uusittu; sade- ja sulamisvesien pääsyä jätevesiverkostoon on pyritty etsimään ja estämään; säännöllinen pumppaamoiden tarkkailu; turva-altaat pohjavesialueiden pumppaamoilla			
	(talvi)	(1, 2)	Lempäälä: verkostoa saneerataan; pumppaamot pumppaavat ruuhka- vedet hyvin eikä ole ylivuotoja ruuhkavesien aikana <i>Koivunokka, Majaustahti, Museoalue</i>	2	V	IV
			Parkano: verkostoa saneerataan, kaukovalvonta, pumppaamoiden kapasiteetti on riittänyt ja ylivuotoja ollut vain muista syistä <i>Repola, Viinikka, Kairokoski</i>	2	M	III
			Sastamala: verkostoa saneerataan vuosittain, kaukovalvonta, Hoppu ja Meijerilahti: pumput vaihdettu suuremmiksi ehkäisevänä toimenpi- teenä, valvontaa tullaan jatkossa keskittämään ja parantamaan, saneer- ausrahaa Meijerilahden pumppaamolle varattuna vuodelle 2017 <i>Hoppu, Meijerilahti, Meskala</i>	4	M	I

ANALYYSILOMAKE

pvm. 8.10.2015

Ympyröi tarkasteltava päästö: pumppaamoilivuoto/väkevä, pumppaamoilivuoto/laimentunut, puhdistamo-ohitus/väkevä, puhdistamo-ohitus/laimentunut

Tapahtumaskenaario	Ajankohta (talvi/ kevät- kesä-syky)	Päästön ko- koluokka (1-3)	Nykyiset toimenpiteet päästön ehkäisemiseksi	Toden- näköi- syys (1-5)	Seurausluokka [Vähäinen (V), Merkittävä (M), Erittäin vakava (EV)]	Riski- luokka (I-IV)
Laiterikko pumppaamolla: laiterikko & käytön valvonnan puute & ei varoallasta -pumppu, sisäinen putkisto, imuallas, automaatiojärjestelmä, sähköjärjestelmä, varaosien saatavuus, jne. -kaukovalvonta puuttuu, resurssit jne. -ei rahoitusta varoallalle, ei ymmärrystä altaan tarpeesta, allas täynnä, jne.	kevät-kesä-syky (talvi)	3 (1 ja 2)	Pirkanmaa: jatkuva ja ennakoiva huolto; säännölliset huollot; pumppaamoihin kaksi pumppua; otetaan ylivuotoja talteen imuautolla; valvontaa parannettu; sähkölaitteita uusittu; säännöllinen pumppaamoiden tarkkailu; turva-altaat pohjavesialueiden pumppaamoilla; automaation vikaantuessa pumppaamoilla on ”varakäyttövippa”, joka ohjaa pumppua			
			Lempäälä: automaation vikaantuessa pumppaamoilla on ”varakäyttövippa”, joka ohjaa pumppua; kaukovalvonta <i>Koivunokka, Majauslahti, Museoalue</i>	2	M	III
			Parkano: kaukovalvonta <i>Repola, Viinikka, Kairokoski</i>	2	EV	II
			Sastamala: kaukovalvonta <i>Hoppu, Meijerilahti, Meskala</i>	2	M	III
Sähkönsyötön katkeaminen pumppaamolla: sähkönsyötön katkeaminen & ei varavoimageneraattoria & ei varoallasta käytettävissä -sähkölinja katkeaa myrskyn kaataman puun tms. vuoksi, sähköverkoyhtiön kanssa ei ole nimetty kriittisiä kohteita, ei ennakosuunnitelmaa toiminnasta ja	kevät-kesä-syky (talvi)	3 (1 ja 2)	Pirkanmaa: varavoimageneraattorit; otetaan ylivuotoja talteen imuautolla; valvontaa parannettu; säännöllinen pumppaamoiden tarkkailu; turva-altaat pohjavesialueiden pumppaamoilla			
			Lempäälä: lähetetään loka-auto, jos pidempi sähkökatko; varavoimajärjestelmä ollut (tällä hetkellä puuttuu varkauden vuoksi) <i>Koivunokka, Majauslahti, Museoalue</i>	2	M	III
			Parkano: pumppaamoista tulee hälytys, vaikka sähkönsyöttö olisi keskeytynyt; ei varavoimaa pumppaamoilla <i>Repola, Viinikka, Kairokoski</i>	3	EV	I
			Sastamala: varavoimageneraattori (Vammala, Mouhijärvi) => voidaan käyttää Meijerilahdella ja Hopulla (yhteys olemassa)	2	M	III

<p>priorisointia kohteille, sähkönjakeluhäiriö, ilki-valta, sähkölinja vaurioi-tuu rakennustyömaalla, kyberhyökkäys</p> <p>-kustannussyistä ei ole ollut mahdollista hankkia varavoimageneraattoria jokaiselle pump-paamolle tai jokaista pumppaamo varten, ei osata käyttää varavoima-generaattoria, varavoi-mageneraattori on rikki tai varastettu, ei ole tie-dostettu tarvetta varavoi-mageneraattorille jne.</p> <p>-ei rahoitusta varoal-taalle, varoallas täynnä jne.</p>			<p><i>Hoppu, Meijerilahti, Meskala</i></p>			
<p>Huoltotoimenpiteet pumppaamolla: huoltotoimenpiteet estävät pumppauksen & ei varoallasta</p> <p>-ei varapumppua, huonosti valittu huollon ajankohta jne.</p> <p>-ei rahoitusta altaalle, ei ole ymmärretty tarvetta altaalle jne.</p>	<p>kevät-kesä-syksy</p> <p>(talvi)</p>	<p>3</p> <p>(1 ja 2)</p>	<p>Pirkanmaa: pumppaamoihin vähintään kaksi pumppua; otetaan ylivuotoja talteen imuautolla; turva-altaat pohjavesialueiden pumppaamoilla</p>			
			<p>Lempäälä: imuauto apuna <i>Koivunokka, Majauslahti, Museoalue</i></p>	2	M	III
			<p>Parkano: - <i>Repola, Viinikka, Kairokoski</i></p>	2	EV	II
			<p>Sastamala: - <i>Hoppu, Meijerilahti, Meskala</i></p>	2	M	III
<p>Vääränlainen toiminta ylivuodon uhatessa:</p>	<p>kevät-kesä-syksy</p> <p>(talvi)</p>	<p>3</p> <p>(1 ja 2)</p>	<p>Pirkanmaa: otetaan ylivuotoja talteen imuautolla; turva-altaat pohjavesialueiden pumppaamoilla</p>			
			<p>Lempäälä: -</p>	1	M	IV

<p>vääränlainen toiminta ylivuodon uhatessa & ei varoallasta</p> <p>-puuttuvat priorisointiohjeet, resurssipula, välinpitämättömyys ympäristöriskeistä, rikollinen toiminta, tietämättömyys toimintatavoista, ei ole tietoja pumppaamoiden tarkoista sijainneista, jne.</p> <p>-ei rahoitusta altaalle, altaan tarvetta ei ole ymmärretty, jne.</p>			<p><i>Koivunokka, Majaustahti, Museoalue</i></p>			
			<p>Parkano: - <i>Repola, Viinikka, Kairokoski</i></p>	1	EV	III
			<p>Sastamala: - <i>Hoppu, Meijerilahti, Meskala</i></p>	4	M	I
			<p>Pirkanmaa: otetaan ylivuotoja talteen imuautolla; valvontaa parannettu; säännöllinen pumppaamoiden tarkkailu; turva-altaat pohjavesialueiden pumppaamoilla</p>			
<p>Putkitukos aiheuttaa ylivuodon pumppamolta: viemäriin tukkeutuminen & ei varoallasta käytettävänä</p> <p>-vieraita esineitä tungettu tarkoituksellisesti viemäristöön kaivojen kansien raoista tai kantta nostamalla, vääränlainen jättemateriaali viemäriin kotitalousjäteveden mukana, jne.</p> <p>-ei rahoitusta varoaltaalle, ei ole ymmärretty varoaltaan tarvetta, jne.</p>			<p>Lempäälä: - <i>Koivunokka, Majaustahti, Museoalue</i></p>	2	M	III
			<p>Parkano: - <i>Repola, Viinikka, Kairokoski</i></p>	2	EV	II
			<p>Sastamala: - <i>Hoppu, Meijerilahti, Meskala</i></p>	2	M	III

LIITE J: RISKIYMPÄRISTÖLUVUT

Riski ympäristöluvun > 0 saaneet puhdistamot, riskiympäristöluvun > 1 saaneet pumppaamot sekä esimerkkikuntien puhdistamoille ja kolmelle riskipumppaamolle lasketut kokonaiset riskiluvut. Pumppaamoiden koordinaatit ovat koordinaattijärjestelmästä EUREFFIN, TM35FIN.

Kunta	Puhdistamo	Uima-ranta	Kalastollisesti arvokas vesi	Vedenottamo	Natura 2000- ja luonnonsuojelualue	Vesistö	Pohjavesi-alue	Summa
Akaa	Akaan jätevedenpuhdistamo					1		1
Hämeenkyrö	Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo					1		1
Ikaalinen	Luhalahden jätevedenpuhdistamo		1			1		2
Ikaalinen	Keskusjätevedenpuhdistamo					1		1
Ikaalinen	Tevaniemen jätevedenpuhdistamo					1		1
Juupajoki	Lylyn jätevedenpuhdistamo					1		1
Kangasala	Kuhmalahden kirkonkylän jätevedenpuhdistamo					1		1
Lempäälä	Keskuspuhdistamo		1			1		2
Mänttä-Vilppula	Mäntän puhdistamo					1		1
Nokia	Keskusjätevedenpuhdistamo, Kullaanvuori					1		1
Nokia	Siuron jätevedenpuhdistamo					1		1
Orivesi	Eräjärven jätevedenpuhdistamo					1		1
Orivesi	Päiväkummun kurssikeskuksen jätevedenpuhdistamo					1		1
Orivesi	Tähtiniemen jätevedenpuhdistamo					1		1
Parkano	Keskusjätevedenpuhdistamo		1			1		2
Pälkäne	Luopioisten kirkonkylän jätevedenpuhdistamo			1	1	1		3
Pälkäne	Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo					1		1
Pälkäne	Luopioisten Aitoon jätevedenpuhdistamo					1		1
Pälkäne	Rautajärven jätevedenpuhdistamo					1		1
Pälkäne	Sappeen jätevedenpuhdistamo					1		1
Ruovesi	Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo					1	1	2
Ruovesi	Visuveden jätevedenpuhdistamo					1		1
Sastamala	Kiikoisten jätevedenpuhdistamo					1		1

Sastamala	Mouhijärven jätevedenpuhdistamo					1		1
Sastamala	Vammalan keskusjätevedenpuhdistamo					1		1
Sastamala	Äetsän jätevedenpuhdistamo					1		1
Tampere	Kämmenniemen jätevedenpuhdistamo					1		1
Tampere	Polson jätevedenpuhdistamo *					1		1
Tampere	Raholan jätevedenpuhdistamo					1		1
Tampere	Viinikanlahden jätevedenpuhdistamo					1		1
Valkeakoski	Keskusjätevedenpuhdistamo				1	1		2
Ylöjärvi	Paappasenniemen jätevedenpuhdistamo			1		1		2
Ylöjärvi	Kurun kirkonkylän jätevedenpuhdistamo					1		1

* Lisättiin listalle, koska jätevedet johdetaan purkuputkella Näsijärven Koljonselän itäosaan, vaikka itse puhdistamo sijaitseekin vesistön suojavyöhykkeen ulkopuolella. (Pirkanmaan ympäristökeskus 2005)

Kunta	Pumppaamo	x-koordinaatti	y-koordinaatti	Uimaranta	Kalastollisesti arvokas vesi	Vedenottamo	Natura 2000- ja luonnonsuojelualue	Vesistö	Pohjavesialue	Summa
Lempäälä	Vaihmalta	327356,2188	6801460			1	1	1	1	4
Tampere	Kalkku	318575,25	6822238,5			1	1	1	1	4
Ylöjärvi	Haveri	301015,4948	6847648,896	1		1		1	1	4
Akaa	Jätevedenpumppaamo 142	333612,4063	6787983,5	1			1	1		3
Hämeenkyrö	JVP-17 (Järvenkylä 3)	295676,25	6845741,5	1				1	1	3
Ikaalinen	a. Heinistö (yksityinen)	290541,6875	6855044,5			1		1	1	3
Ikaalinen	b. Heinistö (yksityinen)	290585,3438	6855123			1		1	1	3
Ikaalinen	Heinistö	290373,5313	6854872			1		1	1	3
Ikaalinen	Heinistö (Angön tienvarsi)	290233,2188	6854868,5			1		1	1	3
Kangasala	Kuuhu JVP-72	344464,5938	6817690,5				1	1	1	3
Kangasala	Tiemuseo JVP-93	347014,375	6815108	1			1	1		3
Lempäälä	Kotit.koulu I	327135,7188	6801660				1	1	1	3
Mänttä-Vilppula	Vilppulan puhdistamon pumppaamo	369077,9063	6878133,5	1	1			1		3
Mänttä-Vilppula	Vilppulan pääpumppaamo	368921,75	6878446,5	1	1			1		3
Mänttä-Vilppula	Vilppulan sataman saunan pumppaamo	369048,9375	6878321,5	1	1			1		3
Nokia	Siltabaari	304712,2188	6821233	1	1			1		3
Orivesi	Naarajoki, tulokaivo	360127,25	6840177			1		1	1	3
Orivesi	Rönni, tulokaivo	367767,7813	6834103,5	1			1	1		3
Ruovesi	Jäminkipohjan jvp	347627,6875	6866091,5			1		1	1	3
Tampere	Aunessalmi	332253,9688	6837027,5	1		1		1		3
Tampere	Joselininniemi	326386,4063	6821927,5	1			1	1		3
Urjala	Nuutajärvi	307614,68	6773026,79			1		1	1	3
Valkeakoski	Hakalanranta	345064,8413	6786911,725	1			1	1		3
Valkeakoski	Kuusitie 10	341622,7592	6798650,914			1	1	1		3
Valkeakoski	Kuusitie 12	341683,1124	6798681,732			1	1	1		3
Valkeakoski	Tyryn vesiasema	341679,3025	6798589,894			1	1	1		3

Ylöjärvi	Saurio JVP 7	319469,4363	6828385,626			1		1	1	3
Ylöjärvi	Vilpee	300556,4799	6842938,709			1		1	1	3
Akaa	Jätevedenpumppaamo 211	326821,5	6790475		1			1		2
Akaa	Jätevedenpumppaamo 240	327243,4063	6790283,5		1			1		2
Akaa	nimeämätön	326374,7813	6783762				1	1		2
Akaa	nimeämätön	326861,0313	6790218		1			1		2
Akaa	nimeämätön	327017,8438	6790439,5		1			1		2
Akaa	Rautatienkatu	326863,6483	6790193,687		1			1		2
Hämeenkyrö	JVP-13 (Järvenkylä 1)	296749	6844498,5					1	1	2
Hämeenkyrö	JVP-19 (Järvenkylä 2)	296586,4063	6844607,5					1	1	2
Hämeenkyrö	JVP-20 (Järvenkylä 4)	296368,4063	6844826,5					1	1	2
Hämeenkyrö	JVP-23 (Myllyoja)	294730,6875	6845665,5					1	1	2
Ikaalinen	a. Kuivaniemi	290767,1875	6855374,5					1	1	2
Ikaalinen	b. Kuivaniemi	290655,9063	6855350					1	1	2
Ikaalinen	Hämylänsaari (yksityinen)	289888,0313	6856066					1	1	2
Ikaalinen	Kylpylähotelli	290416,75	6855591	1				1		2
Ikaalinen	Toivolansaari	291634,6563	6855515	1				1		2
Juupajoki	Keskuspumppaamo	361542,393	6854523,571				1	1		2
Kangasala	Antintie JVP-71	344178,1563	6817549,5				1	1		2
Kangasala	Finnentie JVP-76	343202,5313	6817889				1	1		2
Kangasala	Herttua JVP-61	344375,8125	6817372				1	1		2
Kangasala	Liisantie JVP-70	343650,9063	6817675				1	1		2
Kangasala	Liuttu JVP-11	336748,3125	6819281,5	1				1		2
Kangasala	Ranta JVP-36	339892,9375	6822474,5	1				1		2
Kangasala	Ranta-Koivisto JVP-62	342448,6875	6817441				1	1		2
Kangasala	Ruutana JVP-40	342478,1875	6824387,5	1				1		2
Kangasala	Tiihala JVP-65	345228,3438	6815347				1	1		2
Kangasala	Ukkijärvi JVP-77	343818,9375	6818399,5				1	1		2
Kangasala	Vanha Pälkäneentie 230	349495,835	6809647,25				1		1	2
Kihniö	Myllykylä	300524,987	6899478,747		1			1		2

Kihniö	Pyhäniemi	299653,645	6901008,625		1			1		2
Lempäälä	Hakkarin kartano	325938,6563	6803900		1			1		2
Lempäälä	Hollo	326515	6804142,5		1			1		2
Lempäälä	Jätev. puhdistamo	326125,375	6803907		1			1		2
Lempäälä	Koivunokka	326893,9375	6804988		1			1		2
Lempäälä	Kotit.koulu II	327075,5313	6801513,5					1	1	2
Lempäälä	Lastenkoti	325725,375	6803508	1				1		2
Lempäälä	Majauslahti	326151,0313	6803476,5		1			1		2
Lempäälä	Mottiseniemi	326903,5625	6802255				1	1		2
Lempäälä	Museoalue	325727,5938	6803977,5		1			1		2
Lempäälä	Pirkkalantie	324724,9375	6804508,5				1	1		2
Lempäälä	Ryynikkä	326631,7188	6802644,5				1	1		2
Lempäälä	Tuuliala II	327199,8125	6804687,5		1			1		2
Mänttä-Vilppula	Harjulantien pumppaamo	367923,4063	6888101,5					1	1	2
Mänttä-Vilppula	Koivuniemen pumppaamo	369617,5938	6878288,5		1			1		2
Mänttä-Vilppula	Mikkolan pumppaamo	368504,8125	6878110					1	1	2
Mänttä-Vilppula	Myllyrannan pumppaamo	376941,5313	6879864,5	1				1		2
Mänttä-Vilppula	Sairaalan pumppaamo 1	376111,4688	6877173,5				1	1		2
Mänttä-Vilppula	Uimalantien pumppaamo	369404,1563	6892120	1				1		2
Mänttä-Vilppula	Uittosalmentien pumppaamo 2	367899,5	6888642					1	1	2
Mänttä-Vilppula	Ukonvälän pumppaamo	369227,1875	6892161,5	1				1		2
Nokia	Kehonranta	314000,5313	6818235				1	1		2
Nokia	Kerhola	313726,1875	6820942		1			1		2
Nokia	Kulju	304635,2188	6821621,5		1			1		2
Nokia	Kullaanvuori	312255,2813	6820201				1	1		2
Nokia	Martikkala	307970,5	6820366,5				1	1		2

Nokia	Tonttilankuja	304275,1875	6821038				1	1		2
Nokia	Vanhainkoti	315383,7188	6821627	1				1		2
Nokia	Viholanranta	315339,0625	6819256				1	1		2
Nokia	Viinikanniemi	313055,5625	6817746,5	1				1		2
Orivesi	Onnistaipale, tulokaivo	358744,8438	6845116,5				1	1		2
Parkano	Kairoskoski	292258,973	6883331,055		1			1		2
Parkano	Puutarhakatu	292306,374	6882385,714		1			1		2
Parkano	Viinikka	292318,997	6881637,389		1			1		2
Parkano	Ylikoskenkuja	292434,136	6883401,283		1			1		2
Pirkkala	a. Hiidenrannantie	315639	6816066,5				1	1		2
Pirkkala	b. Hiidenmaantie	315521,75	6816223				1	1		2
Pirkkala	Loukonlahdentie	323425,9375	6820172,5	1				1		2
Pirkkala	Nikkilänniementie	323534,9688	6820644,5				1	1		2
Ruovesi	Haapasaaren jvp 3	346630,1563	6876805,5	1				1		2
Ruovesi	Harakkal. jvp	347375,9063	6874775					1	1	2
Ruovesi	Hihkiön jvp	345522,625	6877429,5					1	1	2
Ruovesi	Ilomäen jvp	345431,75	6877570,5					1	1	2
Ruovesi	Kaivoksen jvp	339680,1875	6890902					1	1	2
Ruovesi	Kangpusu jvp	338828	6891849,5					1	1	2
Ruovesi	Kautunharjun jvp 1	348319,7813	6874686,5					1	1	2
Ruovesi	Kierrekujan jvp	345795,4063	6877135					1	1	2
Ruovesi	Kktulopp jvp	347545,8438	6875334,5					1	1	2
Ruovesi	Kotvion jvp 1	348182,125	6875052					1	1	2
Ruovesi	Koukklam. jvp	346998,5	6874740					1	1	2
Ruovesi	Kunink. jvp	345305,5	6877828					1	1	2
Ruovesi	Mato-oja jvp	345886,9063	6876711,5					1	1	2
Ruovesi	Viitase jvp	345529,5625	6876707					1	1	2
Ruovesi	Ylistalo jvp	339406,4688	6891433					1	1	2
Ruovesi	Ärjänojan jvp	348349,4688	6866772		1			1		2
Sastamala	Airantainen	269495,004	6799978,925	1				1		2

Sastamala	Alasenranta	280365,875	6808348,5	1				1		2
Sastamala	Pororanta	281063,2813	6807444,5	1				1		2
Sastamala	Vanerikatu	279635,2188	6808565				1	1		2
Tampere	Haukiluoma	318228,2813	6824890,5				1	1		2
Tampere	Kaukajärvi	334020,0313	6819144,5					1	1	2
Tampere	Mustavuori	318872,9688	6822568,5					1	1	2
Tampere	Olkahittenperä	337417,2188	6824592,5	1				1		2
Tampere	Pyhäranta	325519,125	6822093				1	1		2
Tampere	Rantaperkiö	326752,7813	6819754,5	1				1		2
Tampere	Rauhaniemi	329039,9063	6824386	1				1		2
Tampere	Rustholli	337130,1875	6824523,5	1				1		2
Tampere	Suolijärvi	331243,9375	6816290,5	1				1		2
Tampere	Tohloppi	321062,4375	6824431	1				1		2
Tampere	Vuohenoja	330910,5313	6820906,5					1	1	2
Valkeakoski	Apian näyttämö	341435,9756	6796252,183	1				1		2
Valkeakoski	Apian uimala	341420,9329	6796119,899	1				1		2
Valkeakoski	Apian urh.kenttä	341267,3285	6796176,542	1				1		2
Valkeakoski	Haapamäentie 7:30	346241,1494	6795127,361	1				1		2
Valkeakoski	Hakalanranta 33	345168,2394	6786906,043	1				1		2
Valkeakoski	Harjunsyrjä 9	342829,6126	6788921,864			1			1	2
Valkeakoski	Huittulantie 122	342875,5146	6788404,769				1	1		2
Valkeakoski	Huittulantie 148	343011,9076	6788278,891				1	1		2
Valkeakoski	Huittulantie 50	342412,1204	6788223,227				1	1		2
Valkeakoski	Kuusitie 11	341583,5925	6798678,922			1		1		2
Valkeakoski	Kuusitie 6	341539,5586	6798647,397			1		1		2
Valkeakoski	Pälkäneentie 25:0	346400,8271	6795058,464	1				1		2
Valkeakoski	Pälkäneentie 8:54	346303,9088	6795292,677	1				1		2
Valkeakoski	Toponmäki	345725,8218	6795416,441				1	1		2
Valkeakoski	Viljontie 1	341523,2218	6798825,594			1		1		2
Valkeakoski	Viljontie 11	341657,9077	6798848,946			1		1		2

Valkeakoski	Viljontie 12	341593,7312	6798771,405			1		1		2
Valkeakoski	Viljontie 14	341633,7311	6798743,148			1		1		2
Valkeakoski	Viljontie 16	341656,2999	6798798,093			1		1		2
Valkeakoski	Viljontie 4	341503,8783	6798778,952			1		1		2
Valkeakoski	Viljontie 5	341579,8361	6798790,007			1		1		2
Valkeakoski	Viljontie 8	341563,3458	6798773,666			1		1		2
Virrat	Jäähdyshoja	335694,7188	6899696,5					1	1	2
Virrat	Lakari	335550,4063	6901503					1	1	2
Virrat	Uimaranta	329748,5938	6907586,5	1				1		2
Ylöjärvi	Hoppasnotko JVP 200	327904,6564	6864379,63	1				1		2
Ylöjärvi	Horha JVP 8	320444,1156	6825925,553					1	1	2
Ylöjärvi	Kanasaari 1 JVP 217	327354,2897	6865983,477	1				1		2
Ylöjärvi	Lasitie	315931,9859	6829708,23				1		1	2
Ylöjärvi	Pohtosilta JVP 14	323542,4679	6827572,898	1				1		2
Ylöjärvi	Rouskupolku 1 JVP 214	327616,1046	6865798,732	1				1		2
Ylöjärvi	Rouskupolku 2 JVP 215	327659,1157	6865856,05	1				1		2
Ylöjärvi	Säkki	303742,3713	6847150,63	1				1		2
Ylöjärvi	Uimaranta JVP 216	327504,9543	6865885,264	1				1		2

Esimerkkikuntien puhdistamoille ja kolmelle riskipumppaamolle lasketut riskiluvut (luku 3.2.2).

Kohde	Pohjavesialueet	Uimarannat	Kalastollisesti arvokkaat vedet	Vedenottamot	Natura 2000- ja luonnonsuojelualueet	Vesistöt	Puhdistamon ohituksen paikkaluokka	Pumppaamon kokoluokka	Summa
Lempäälän jvp	0	0	1	0	0	1	1	-	3
Koivunokka	0	0	1	0	0	1	-	3	5
Majauslahti	0	0	1	0	0	1	-	2	4
Museoalue	0	0	1	0	0	1	-	1	3
Parkanon jvp	0	0	1	0	0	1	1	-	3
Repola	0	0	0	0	0	1	-	2	3
Viinikka	0	0	1	0	0	1	-	2	4
Kairokoski	0	0	1	0	0	1	-	2	4
Vammalan jvp	0	0	0	0	0	1	1	-	2
Äetsän jvp	0	0	0	0	0	1	3	-	4
Mouhijärven jvp	0	0	0	0	0	1	3	-	4
Kiikoisten jvp	0	0	0	0	0	1	1	-	2
Meskala	0	0	0	0	0	1	-	3	4
Hoppu	0	0	0	0	0	1	-	3	4
Meijerilahti	0	0	0	0	0	1	-	3	4

LIITE K: SEURAUSMATRIISI

Ympäristöriskianalyyssissa löydettyjen tapahtumaskenaarioiden ympäristövaikutusten arviointiin ja luokitteluun käytetty seurausmatriisi. Seurausmatriisin laatimisessa on hyödynnetty YMPÄRI-hankkeen dokumentin taulukoita (Wessberg et al. 2006).

Seurausluokka	Seuraus
Vähäinen	<p>Ravinnepitoisuudet (fosfori ja typpi) nousevat vesistössä tilapäisesti ja niiden rehevöittävää vaikutusta on vaikea erottaa muista rehevöittävästä tekijöistä tai vesissä luonnostaan tapahtuvasta rehevyyden vaihtelusta. Fosfori ja typpi eivät vaikuta maaperässä kasvien ja eliöstön kasvuun. Ravinteet eivät heikennä pohjaveden laatua.</p> <p>Biologisesti hajoava orgaaninen aines kuluttaa happea niin vähän, että sillä ei ole merkitystä kalojen vointiin.</p> <p>Päästön mikrobit eivät aiheuta vesistössä terveydellistä riskiä; pitoisuudet ovat pieniä ja sekoittuvat suureen vesimassaan, mikrobit tuhoutuvat tai sedimentoituvat nopeasti. Mikrobit eivät kulkeudu pohjaveteen.</p> <p>Lääkeaineiden (ibuprofeeni, karbamatsepiini, 17β-estradioli) ja kemikaalien (DEHP, nonyyliifenoli ja -etoksylaattit) pitoisuudet ovat niin pienet, että pitoisuudet ovat vesistössä laimentuessaan alle ekologista riskiä kuvaavien raja-arvojen (EQS tai PNEC tai EC₅₀) eivätkä aineet aiheuta merkittäviä tunnistettuja ekologisia haittavaikutuksia.</p> <p>Päästöllä ei ole merkittäviä vaikutuksia alueen virkistyskäyttöön. Hajua voi päästön vuoksi ilmetä hetkellisesti, mutta sen määrä on pieni eikä häiritse alueen virkistyskäyttöä.</p> <p>Päästöstä valitetaan, mutta päästön saama julkisuus on vähäistä eikä aiheuta merkittävää imagohaittaa organisaatiolle eikä sitä kautta vaikutuksia organisaation toimintakykyyn.</p>
Merkittävä	<p>Ravinnepitoisuudet (fosfori ja typpi) nousevat vesistössä aiheuttaen kasvukaudella hie-man lisääntyntä levätuotantoa. Maaperässä ravinteet vaikuttavat tilapäisesti kasvien kasvuun. Ravinteet eivät heikennä merkittävästi pohjaveden laatua.</p> <p>Biologisesti hajoava orgaaninen aines kuluttaa happea, jolloin tapahtuu vähäisiä kalanpoikasten ja pyydyksissä olevien kalojen kuolemia.</p> <p>Päästön mikrobit nostavat vesistön taudinaiheuttajamikrobien määrän paikallisesti niin suureksi, että terveysvaikutukset veden käyttäjillä (uimarit ym.) ovat mahdollisia. Jätevesipäästö suuntautuu pohjavesialueelle, ja pohjaveden kontaminoituminen mikrobeilla on mahdollista.</p> <p>Lääkeaineiden (ibuprofeeni, karbamatsepiini, 17β-estradioli) ja/tai kemikaalien pitoisuudet (DEHP, nonyyliifenoli ja -etoksylaattit) ylittävät vesistössä laimentuessaankin</p>

	<p>lievästi ekologista riskiä kuvaavan raja-arvon (EQS, PNEC tai EC₅₀) aiheuttaen mahdollisesti vesieliöstölle paikallisesti kyseiselle aineelle tyypillisiä haittavaikutuksia.</p> <p>Päästö häiritsee alueen virkistyskäyttöä hetkellisesti aiheuttamalla hetkellisen uintikiellon tai vähentämällä kalastusta jo pelkkien mielikuvienkin vuoksi, vaikka kalastuskieltoa ei ole. Ulkoilualueen maaperään tai ulkoilualueella virtaavaan ojaan päästessään päästö voi aiheuttaa hajua ja esteettistä haittaa, mikä häiritsee hetkellisesti alueen virkistyskäyttöä.</p> <p>Päästö on esillä paikallisessa mediassa, ja se aiheuttaa paljon keskustelua. Viranomainen reagoi tilanteeseen. Organisaatiossa joudutaan käyttämään resursseja tilanteen selvittämiseen, ja negatiivinen julkisuus on haitaksi organisaation imagoille.</p>
<p>Erittäin vakava</p>	<p>Ravinnepitoisuuksien (fosfori ja typpi) nousu johtaa kasvukaudella selvästi lisääntyneeseen levätuotantoon ja/tai rantojen ja pyydysten voimakkaaseen limoittumiseen. Sinileväkukinnot aiheuttavat terveysriskin ihmisille. Veden sameus lisääntyy häiritsevästi. Maaperässä fosforia ja/tai typpeä tarvitsevat kasvit kasvavat aiempaa voimakkaammin muiden kasvien kärsiessä. Ravinteet heikentävät merkittävästi pohjaveden laatua.</p> <p>Biologisesti hajoava orgaaninen aines kuluttaa happea, ja vesistössä tapahtuu selvä happipitoisuuden aleneminen. Esiintyy paljon kalakuolemia. Järvissä happitilanne heikkenee hetkellisesti pintavedessä, ja järven pohjalla happitilanne heikkenee pidemmäksi aikaa vaikutusten näkyessä päästöä seuraavan kerrostuneisuuskauden aikana.</p> <p>Taudinaiheuttajamikrobien pitoisuus on vesistössä niin suuri, että terveysvaikutukset (suolistoinfektio, ihoinfektiot) ovat veden käyttäjillä (uimarit ym.) erittäin todennäköisiä, ja uimarannalle on asetettava uintikielto. Jätevesipäästö suuntautuu pohjavesialueelle ja pohjavesi kontaminoituu mikrobeilla, vedenottamo on suljettava pitkäksi aikaa.</p> <p>Lääkeaineiden (ibuprofeeni, karbamatsepiini, 17β-estradioli) ja/tai kemikaalien pitoisuudet (DEHP, nonyyliifenoli ja -etoksylaattit) ylittävät vesistössä laimentuessaankin selvästi ekologista riskiä kuvaavan raja-arvon (EQS, PNEC tai EC₅₀) aiheuttaen todennäköisesti vesieliöstölle kyseiselle aineelle tyypillisiä haittavaikutuksia.</p> <p>Päästö häiritsee laaja-alaisesti ja pitkäkestoisesti alueen virkistyskäyttöä; uimaranta joudutaan sulkemaan ja tilanteen korjaantumista seurataan vesinäytteiden otolla; kalastusta pyydetään rajoittamaan alueella. Maaperään tai ojaan päästessään jätevesipäästö häiritsee merkittävästi alueen käyttöä esimerkiksi ulkoilualueena hajujen ja esteettisen haitan vuoksi.</p> <p>Päästö on paljon esillä valtakunnallisessa mediassa aiheuttaen runsaasti keskustelua. Viranomainen reagoi tilanteeseen, organisaation imago kärsii merkittävästi aiheuttaen seurauksia useiksi vuosiksi, toiminnan ympäristölupa joudutaan tarkistamaan, päästöstä aiheutuu merkittäviä kustannuksia ja resurssivajetta, uusien työntekijöiden palkkaaminen vaikeutuu.</p>

LIITE L: RISKIMATRIISI

Ympäristöriskianalyysissa löydettyjen tapahtumaskenaarioiden aiheuttamien ympäristöriskien luokitteluun käytetty riskimatriisi. Riskimatriisin laatimisessa on hyödynnetty YM-PÄRI-hankkeen dokumentin riskimatriisia (Wessberg et al. 2006).

	Seurausluokka		
Todennäköisyys	Vähäinen	Merkittävä	Erittäin vakava
1	IV	IV	III
2	IV	III	II
3	III	II	I
4	II	I	I
5	II	I	I

Riskiluokat

- I) Kriittinen riski = Ekologisten tai terveydellisten seurausten vaikutuksessa on tehtävä tarkempi riskiarvio. / Toimenpiteet riskien poistamiseksi tai pienentämiseksi on aloitettava välittömästi.
- II) Merkittävä riski = Ekologisten tai terveydellisten seurausten vaikutuksessa on tehtävä tarkempi riskiarvio. / Toimenpiteet riskien saattamiseksi hallintaan ovat välttämättömiä. Riskit on oltava hallinnassa lähikuukausien aikana.
- III) Keskitason riski = Riskit on oltava hallinnassa 1–2 vuoden kuluessa.
- IV) Alhainen riski = Riskit on otettava hallintaan sopivassa ajankohdassa.

LIITE M: KALASTOLLISESTI ARVOKKAAT VEDET

Paikkatietosovellukseen sijoitetut kalastollisesti arvokkaat vedet. Listalta poistettu tästä tarkastelusta asiantuntijan suositusten mukaan Tammerkoski, Apianvirta ja Apian kanava. (Salo 2015)

LOHI- JA SIIKAPITOISET VESISTÖT KANTA-HÄMEESSÄ, PÄIJÄT HÄMEESSÄ JA PIRKANMAALLA

Kalastuslain (286/1982) 119 §:n mukainen päätös, annettu 29.12.2014, dnro 1268/5715/14. Päätös perustuu koekalastuksiin, istutusrekisteriin sekä muihin tietoihin vesistöjen kalakannoista. Luettelon tarkoituksena on turvata mm. taimenten vaellus- ja lisääntymismahdollisuudet sekä merkittävät lohikalaistutukset.

Luettelossa mainituissa virtapaikoissa jokamiehenoikeuteen perustuva onkiminen ja pilkkiminen sekä läänikohtaisen viehekalastusmaksun nojalla tapahtuva viehekalastus on kielletty (KaL 8 §). Näissä kohteissa voidaan kalastaa ainoastaan kalastusoikeuden haltijan luvalla.

Yhdellä numerotunnuksella merkityllä vesireitillä saattaa olla useita erillisiä koskia. Luetteloidut pienet purot tai joet ovat yleensä kokonaisuudessaan virtapaikkoja.

Virtapaikan voi käytännössä tunnistaa seuraavasti:

- * vesi virtaa silmin havaittavasti alavirtaan päin
- * virtapaikan ylävesi on alavettä ylempänä, eli vedenpinta on kalteva
- * virtapaikat pysyvät talvisin sulina tai heikkojäisinä

Vesireiteillä olevia suvantoja, järviä tai järvien salmia ei katsota virtapaikoiksi.

Nro	Vesistö	Kunta	Peruskarttalehti
1	Haihunkoski	Akaa	2114 08 D
2	Ylinen- ja Alinen Huopiokoski (Sipsiöjärvi-Kyrösjärvi)	Ikaalinen	2124 03 A
3	Vahokoski (Vahojärvi-Sipsiöjärvi)	Ikaalinen	2124 03 D
4	Jyllinjoki (Jyllin pato-Kyrösjärvi)	Ikaalinen	2122 06 C, 2122 05 D, 2122 08 B
5	Huikonjoki	Juupajoki	2142 06 C, D
6	Kaivannon kanava	Kangasala	2141 02 C
7	Myllyjoki (Nerkoojärven Kylmälahti-Tarsianjärvi) sekä Siltajoki (Tarsianjärvi-Syväjärvi)	Kihniö	2212 10 B, C
8	Koskelanjoki (Kankarinjärvi - Linnanjärvi)	Kihniö, Parkano	2212 10 A
9	Herralankoski	Lempäälä	2123 07 C
10	Kuokkalankoski	Lempäälä	2123 07 C
11	Melaskoski	Mänttä-Vilppula	2231 08 D
12	Keskikoski	Mänttä-Vilppula	2231 08 D
13	Vilppukoski	Mänttä-Vilppula	2231 08 D
14	Siuronkoski (myös padon yläpuoli)	Nokia	2123 02 B
15	Laajanoja (Ylinenjärvi-Pyhäjärvi)	Nokia	2123 05 B, 2123 06 A

16	Matalus- ja Pinsiönjoki sivupuroineen	Nokia, Hämeenkyrö	2123 03 A, C, D; 2123 06 B
17	Haanjoki, Luukkaanjoki ja Pääskylänjoki	Orivesi	2142 10 D, 11 C, 2144 01 B
18	Mäntykoski (Velhonvesi-Kalkunjärvi)	Orivesi	2144 03 A
19	Leppähampaanjoki eli Kokkolanjoki ja Kaivannanjoki (Aakkojärvi-Längelmävesi)	Orivesi	2142 07 D, 2142 08 A, C, D
20	Myllykoski, Sahankoski, Hyttöskoski (Myllyjärvi-Sääksjärvi)	Orivesi	214205 A, C
21	Kuivasjoki (Kuivasjärvi-Niemislampi) ja Jarvanjoki (Ruonanlampi-Linnanjärvi)	Parkano	2211 09 D, 2211 12 B
22	Viinikanjoki (Kairolampi-Parkanonjärvi)	Parkano	2211 09 C, 2211 08 D
23	Aurejoki ja Poltinjoki (Aurejärvi-Kyrösjärvi)	Parkano, Ylöjärvi, Ikaalinen	2213 02 A, 2211 07 C
24	Kyllönjoki (Ilmoilanselkä-Pintele)	Pälkäne	2132 06 C, D
25	Murolekoski	Ruovesi	2213 10 C
26	Pärjänoja (Ryövärinkuoppa-Jäminginselkä)	Ruovesi	2231 01 C, D
27	Kokemäenjoki, Kilpikoski	Sastamala	2112 06 B
28	Soininkoski (voimalaitospato-maantie)	Virrat	2214 12 B
29	Volanterinkosket (Kahilanjärvi-Välivesi)	Virrat	2214 12 B
30	Enonkoski	Virrat	2214 12 B
31	Horhankoski ja Herraskoski	Virrat	2214 08 B
32	Kotalan koskireitti (Jyrkeejärvi-Uurasjärvi)	Virrat	2232 02 B
33	Karjulanjoki (Mäkelänjärvi-Haukkajoenensuu)	Ylöjärvi	2213 07 C, D
34	Ruonanjoki (Karhejärvi-Lavajärvi)	Ylöjärvi, Hämeenkyrö	2124 05 A, 2124 02 C, 212401 D

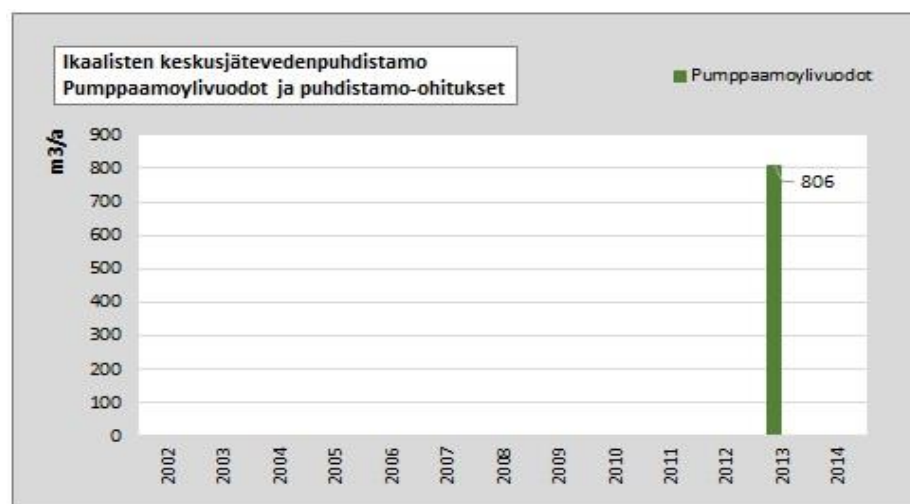
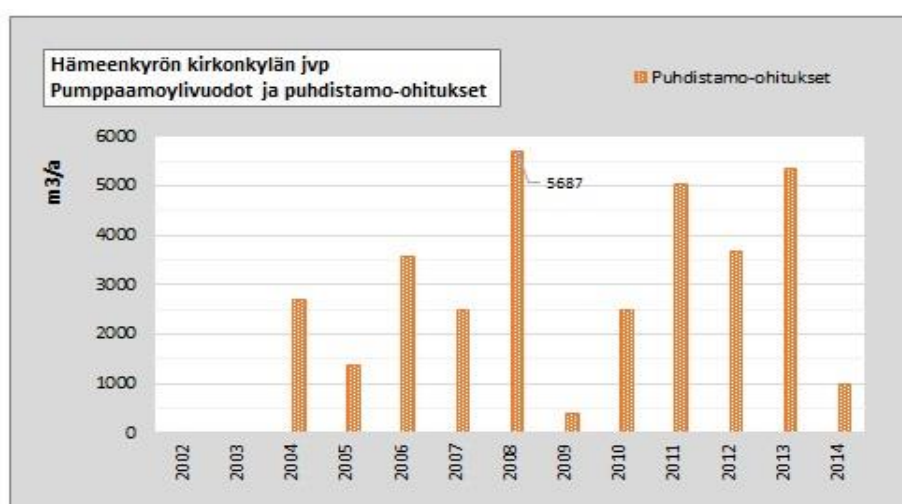
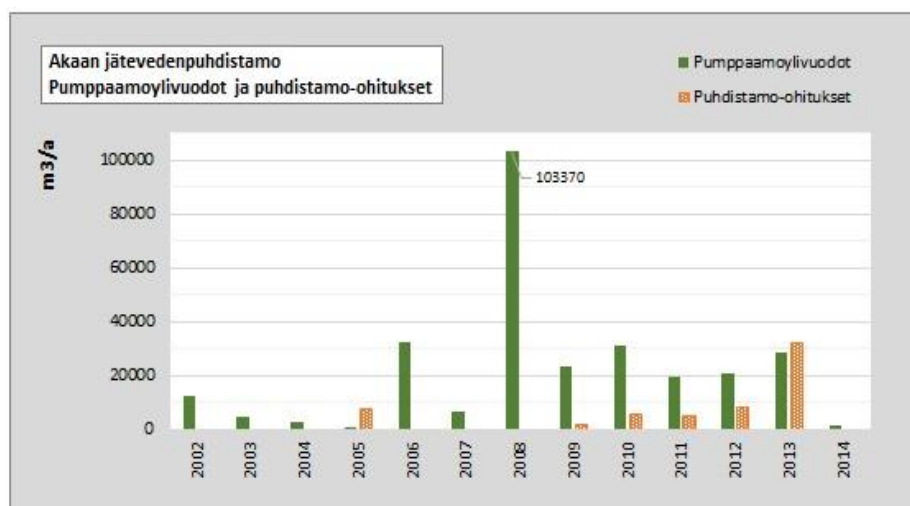
LIITE N: ESIMERKKIKUNTIEN PUMPPAAMOYLIVUOTOJEN JA PUHDISTAMO-OHITUSTEN SYITÄ

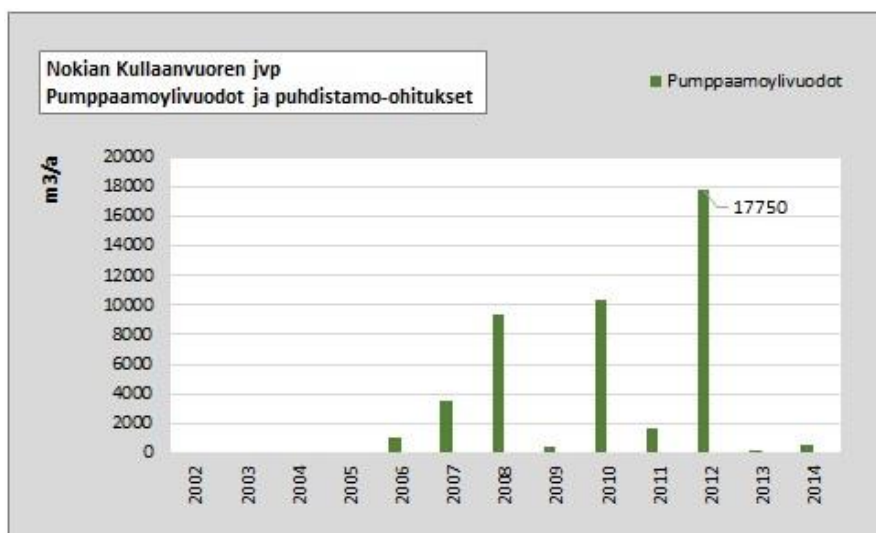
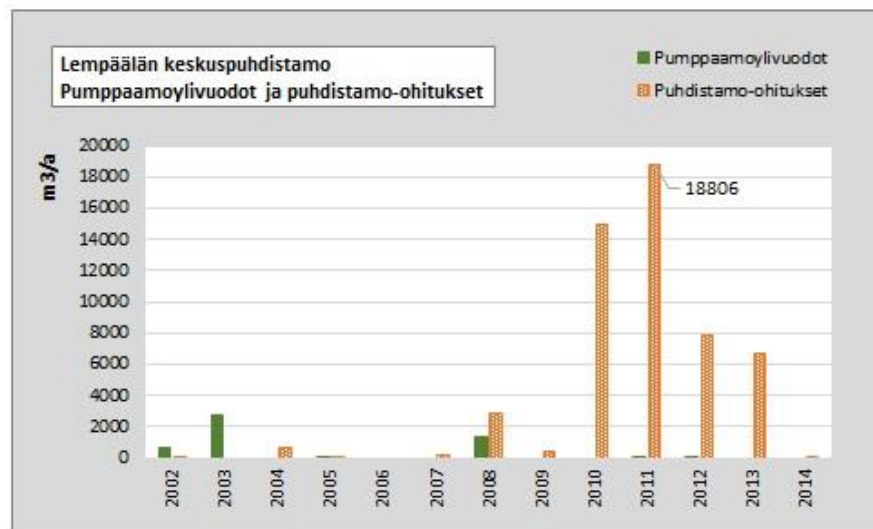
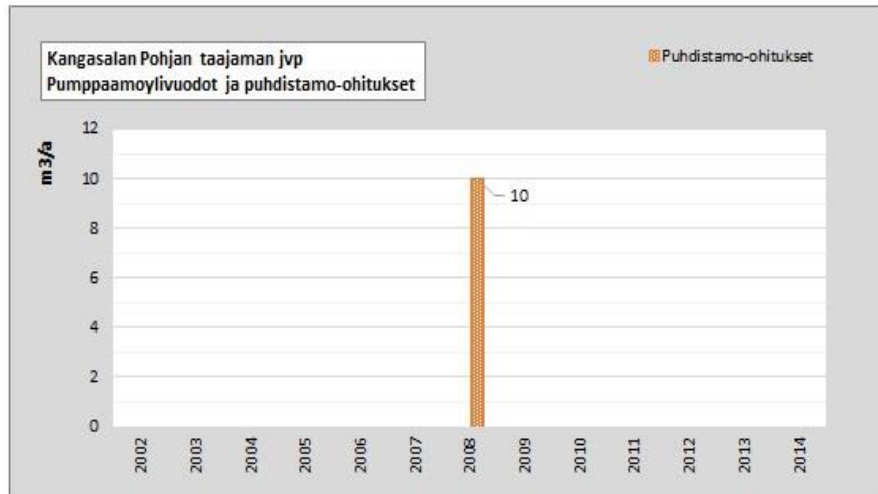
*Esimerkkikunnista raportoidut ja kyselytutkimuksen vastauksissa ilmoitetut syyt pump-
paamoylivuodoille ja puhdistamo-ohituksille. Syyt eivät ole tärkeysjärjestyksessä, joka ei
ollut määriteltävissä. Sastamalasta jokaiselta puhdistamolta kyselyyn vastasi kyseisen
puhdistamon hoitaja, joten Sastamalasta kyselyyn vastasi yhteensä neljä puhdistamon-
hoitajaa.*

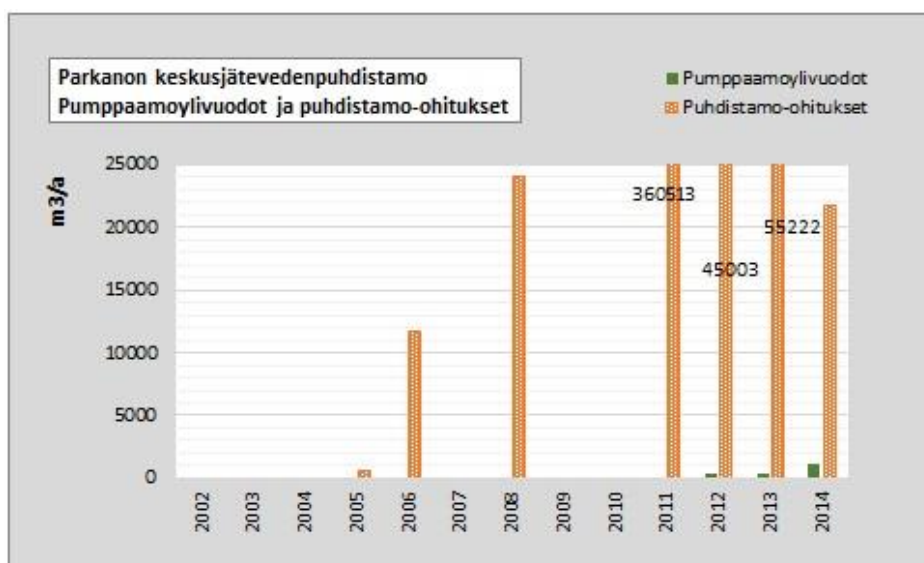
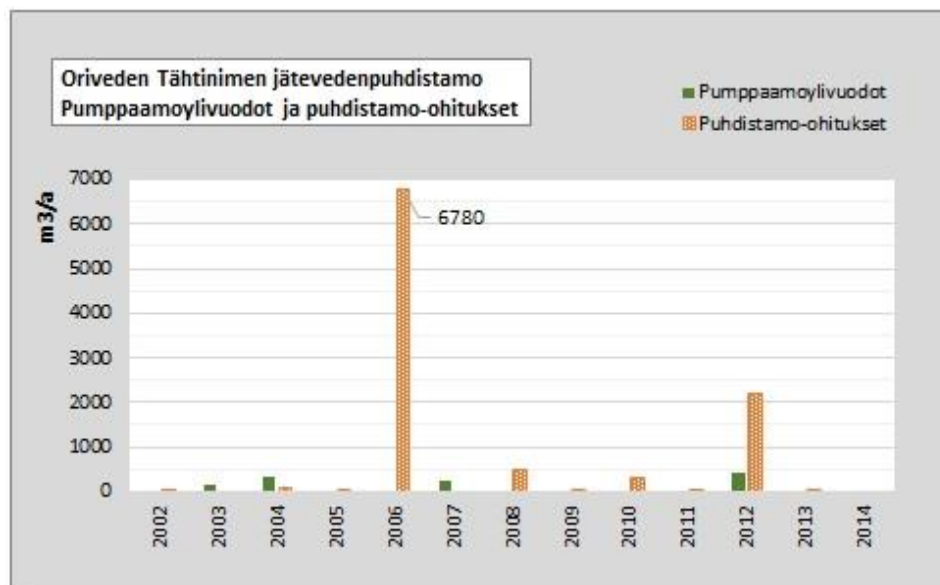
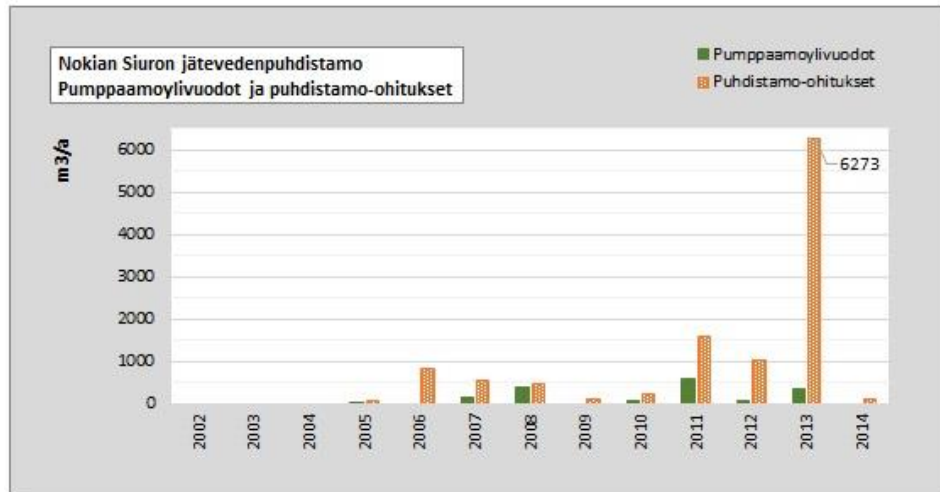
Esimerkkikunta	Pumppaamoylivuodot	Puhdistamo-ohitukset
Lempäälä	laiterikko, sähkökatko, putki- tukos, rankkasateet, huoltotoi- menpiteet	vuotovedet, sulamisvedet, saneeraus, runsaat sateet, laiterikko, laitteiston suunnitteluvirhe
Parkano	pumpun tukkeutuminen, sähkökatko, laiterikko, runsas sade	saneeraus, vuotovedet, runsaat sateet,
Sastamala, Kiikoinen	sähkökatkot	sähkökatkot, runsaat sateet, laiterikko, vuotovedet
Sastamala, Mouhijärvi	sähkökatkot	-
Sastamala, Vammala	sulamisvedet, vuotovedet, rankkasateet	sulamisvedet, rankkasateet, vuotovedet
Sastamala, Äetsä	suuret virtaamat, vuotovedet	runsaat sateet, tapaninpäivän myrskyn sähkökatko, laiterikko

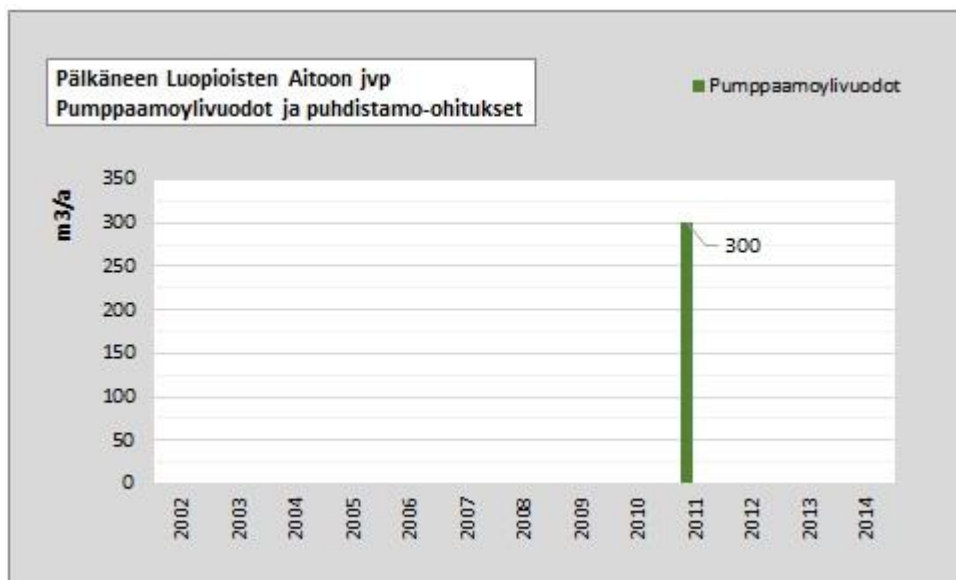
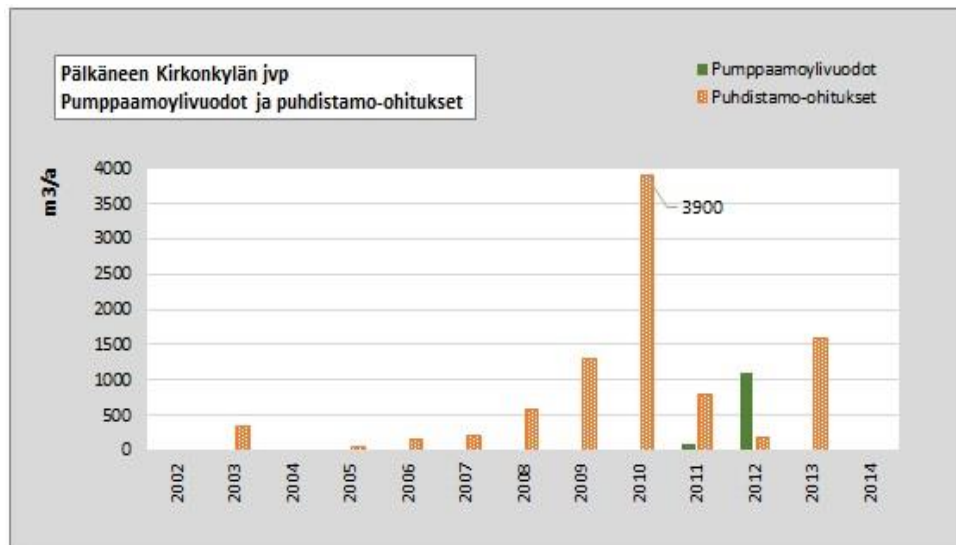
LIITE O: JÄTEVESIPÄÄSTÖT PUHDISTAMOITTAIN

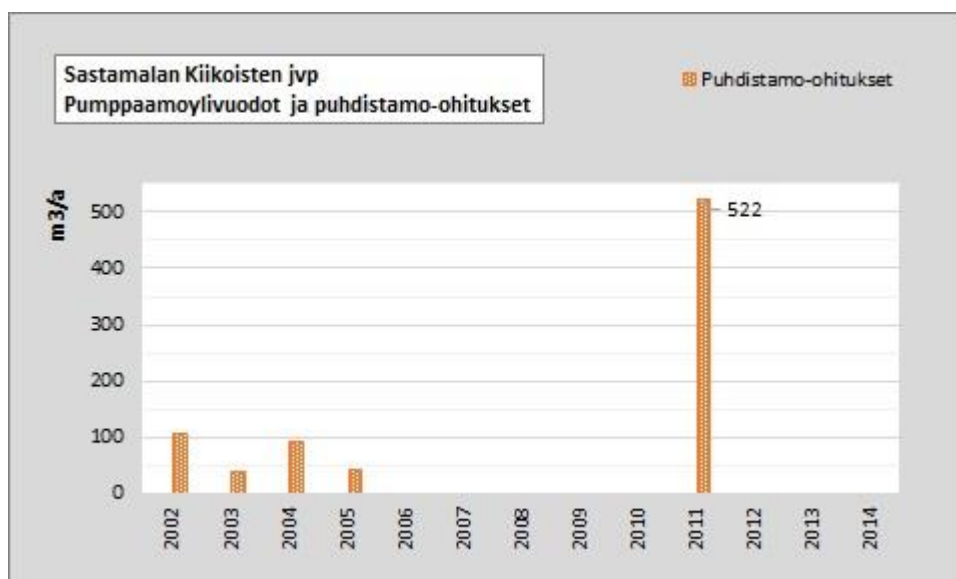
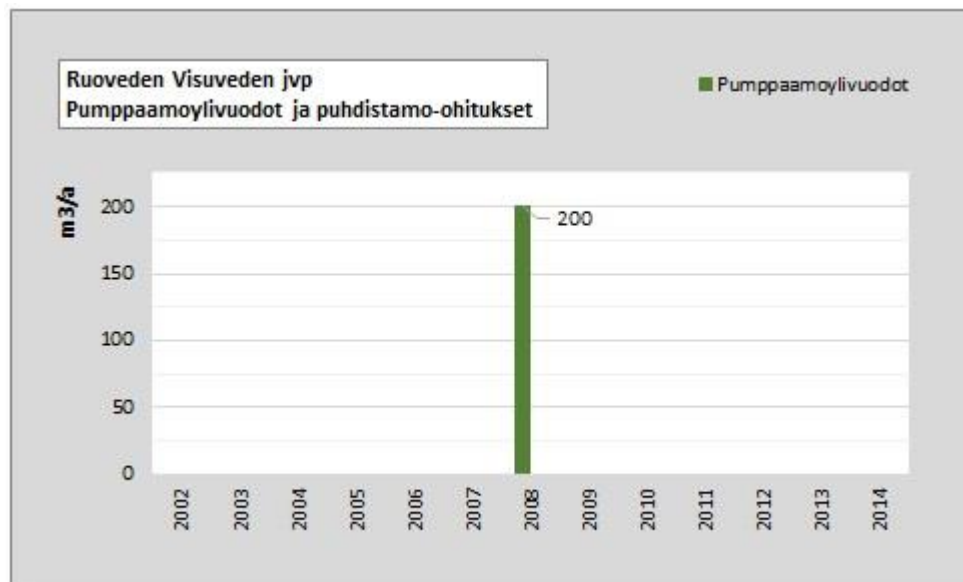
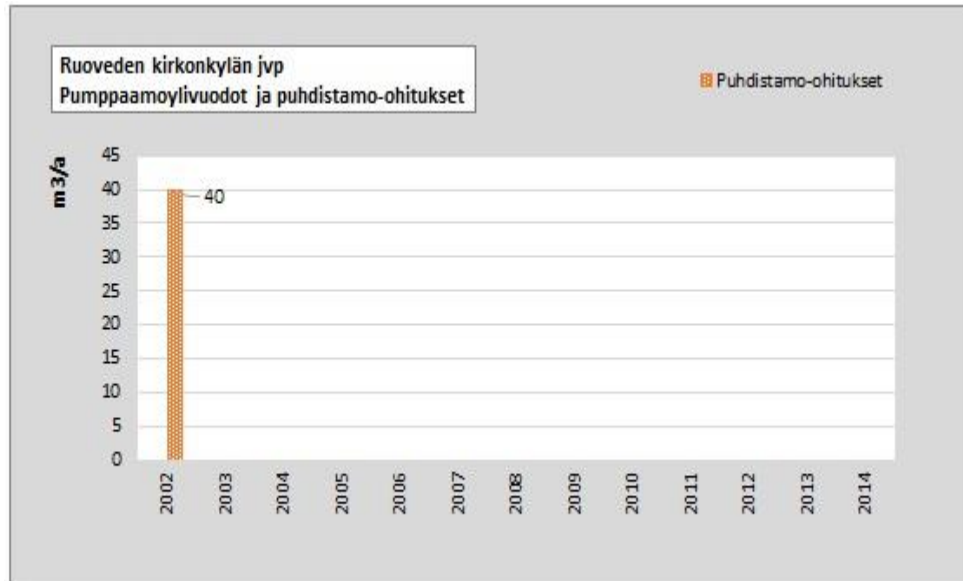
Pirkanmaan jätevedenpuhdistamoilta raportoidut pumppaamoylivuodot ja puhdistamo-ohitukset vuosilta 2002–2014. Lisänä on taulukko puhdistamoista, jotka eivät ole raportoineet kyseisiä jätevesipäästöjä.

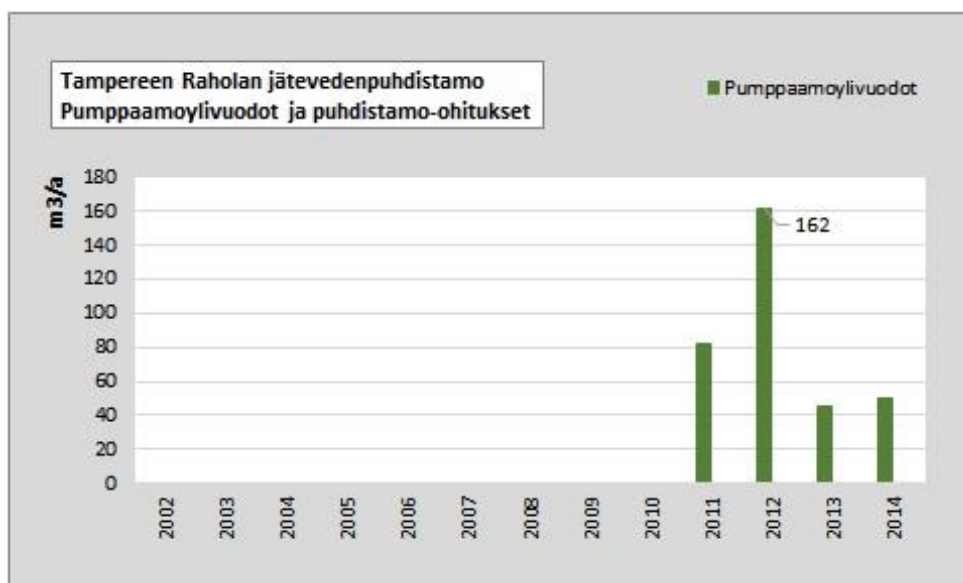
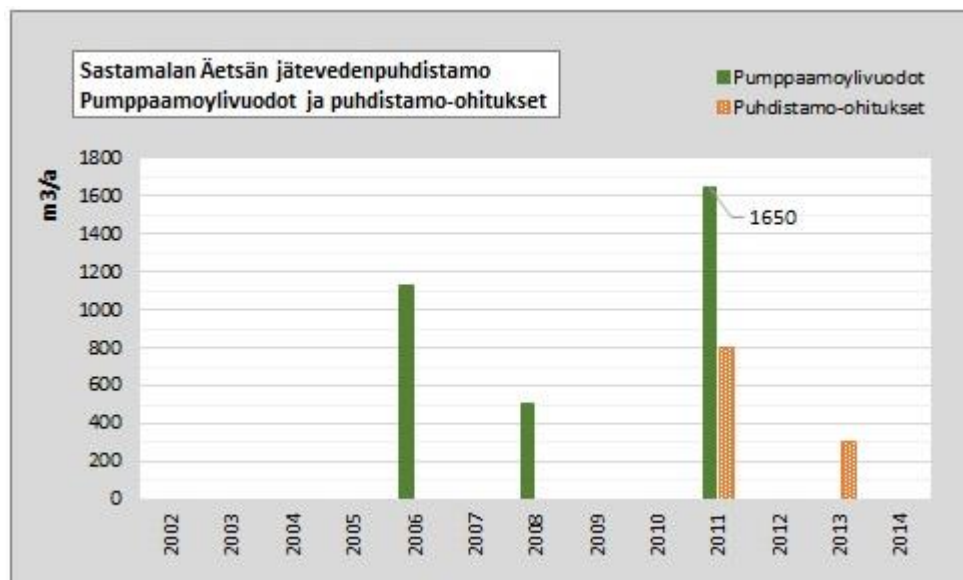
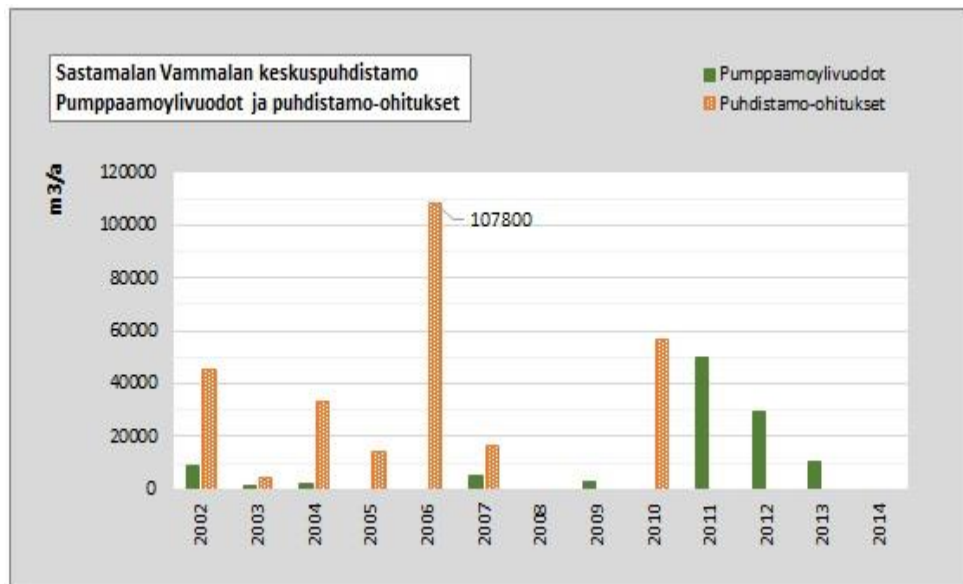


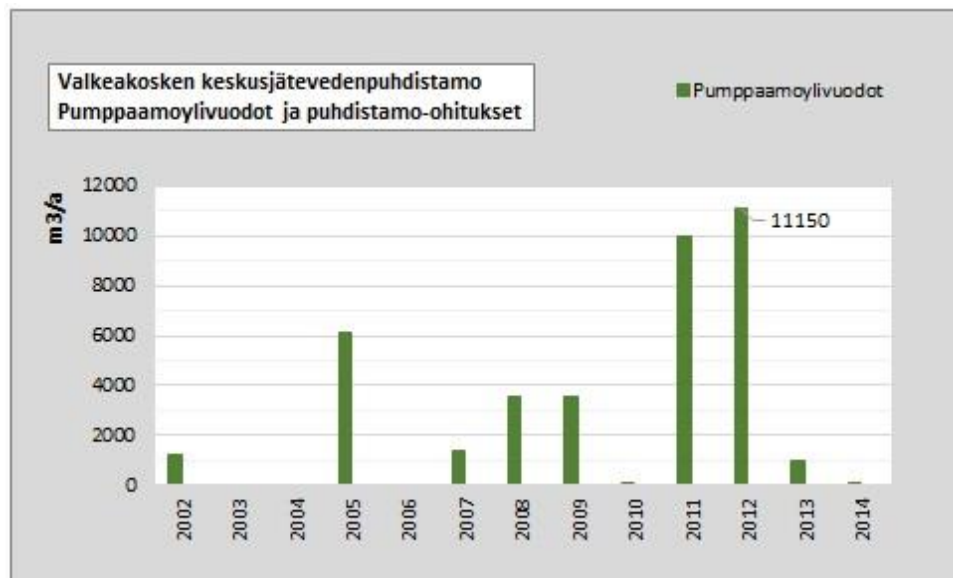
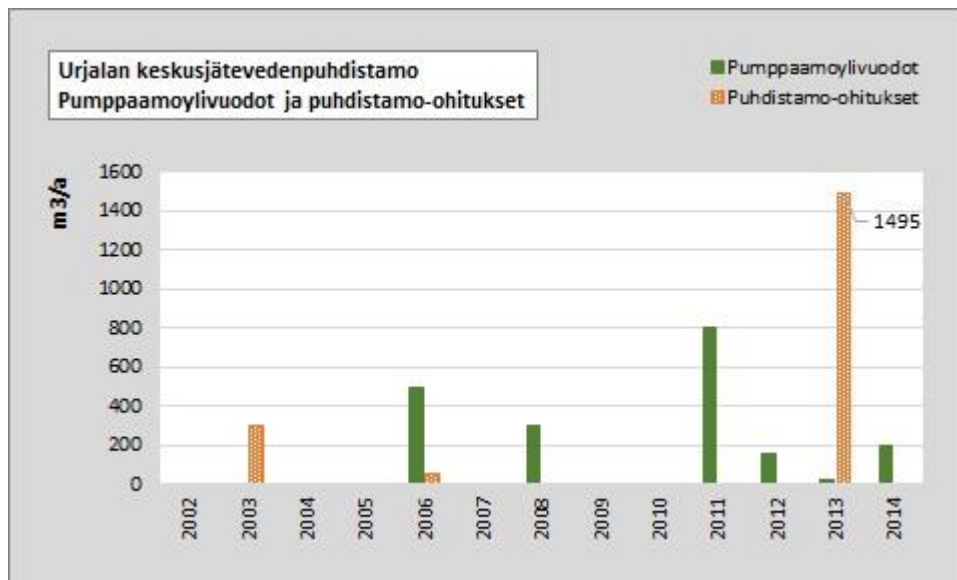
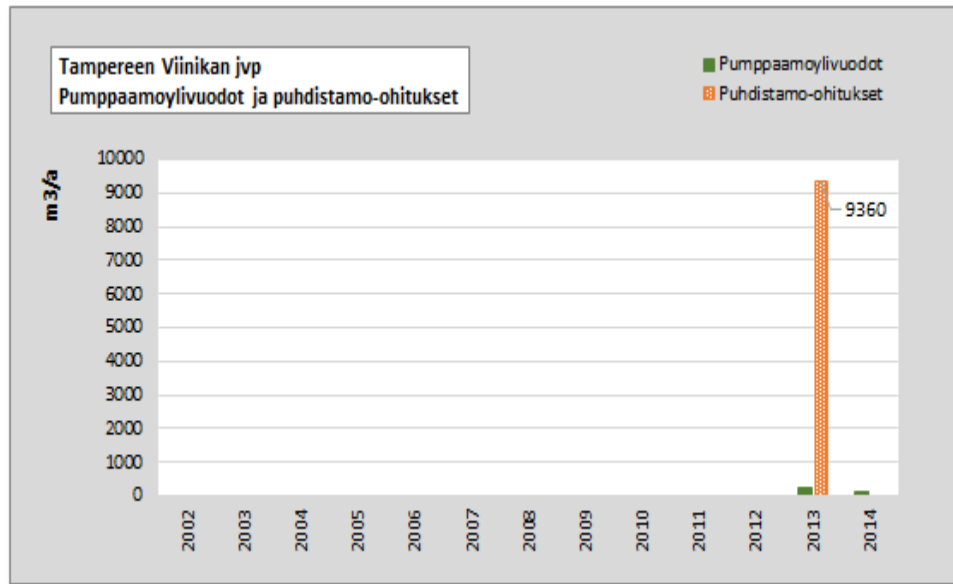


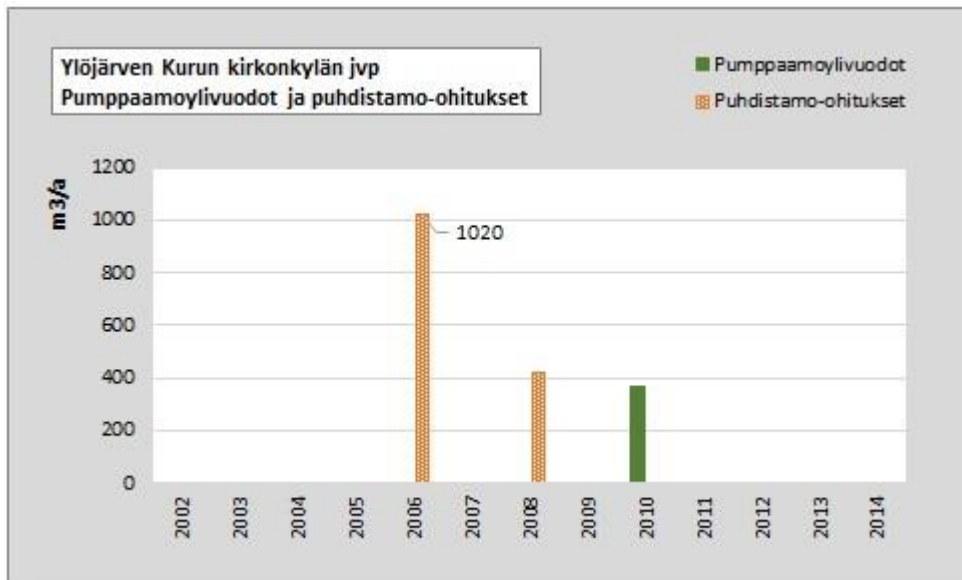
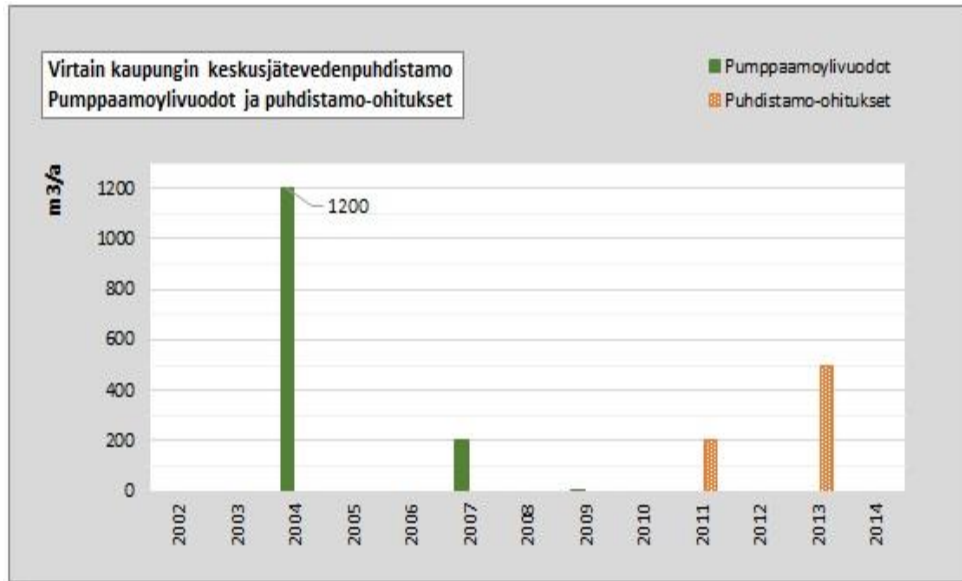












Jätevedenpuhdistamot, jotka eivät ole raportoineet pumppaamoilivuotoja eivätkä puhdistamo-ohituksia sekä kommentti mahdollisesta syystä raportoimattomuudelle.

Puhdistamo	Mahdollinen syy raportointien puuttumiseen
Ikaalisten Luhalahden jvp	Ainakaan vuodesta 2009 eteenpäin ei ole suoritettu puhdistamo-ohituksia (kyselytutkimus, Ikaalisten Veden valvonnassa siitä alkaen).
Ikaalisten Tevaniemen jvp	Ainakaan vuodesta 2009 eteenpäin ei ole suoritettu puhdistamo-ohituksia (kyselytutkimus, Ikaalisten Veden valvonnassa siitä alkaen). Tevaniemessä ei ole jätevedenpumppaamoita. Ympäristöluvalliseksi vasta vuonna 2012, joten sitä ennen ei ole laadittu vuosiyhteenvetoraportteja.
Juupajoen Lylyn jvp	Vuoden 2013 vuosiyhteenvetoraportissa todetaan virtaamien nousseen hetkelisesti vuotovesiaikoina, mutta ohituksia ei ole tarvinnut suorittaa. Vuonna 2008 raportoidaan, että välipumppaamon ohituksista ei ole tietoa, ja ohitus pitäisi varustaa hälytyksellä, ja kirjata mahdollisista ohituksista tiedot hoitopäiväkirjaan.
Kangasalan Kuhmalahden kirkonkylän jvp	Vuoden 2002 vuosiyhteenvetoraportissa todetaan, etteivät suurimmatkaan virtaamat juuri nouse tason 100 m ³ /d yläpuolelle, ja selkeyttämön pinta-ala on 15 m ² , joten puhdistamo sietää kohtuudella virtaaman 200 m ³ /d.
Oriveden Eräjärven jvp	Vuosiyhteenvetoraportteissa on kommentoitu vuosina 2006 ja 2009 puhdistamon mitoituksen olevan poikkeuksellisen väljä, mikä mahdollistaa jätevesien tehokkaan käsittelyn ainoastaan toista linjaa käyttäen jopa huippuvirtaamilla. Pumppaamoilivuotoja ei ole raportoitu, vaikka kyselytutkimuksen perusteella niitä tapahtuu.
Oriveden Päiväkummun kurssikeskuksen jvp	Vuosiyhteenvetoraportissa on kommentoitu vuonna 2004, että kaksi kolmannesta vuosikulutuksesta tapahtuu neljän kesäkuukauden aikana, ja tuolloin keskimääräinen kävijämäärä on 30 henkilöä vuorokaudessa ja heinäkuun huipun aikana noin 50 henkilöä vuorokaudessa. Kyselytutkimuksen perusteella puhdistamolla ei ole ohituksen mahdollistavia rakenteita.
Pälkäneen Sappeen jvp	Vuosiyhteenvetoraportteissa: "Puhdistamo on mitoitettu siten, että biologinen prosessi toimii optimaalisesti sesongin mukaisella kuormituksella, jolloin puhdistamolle tulevat oppilaitoksen ja hiihtokeskuksen jätevedet." "Kuormitus on selvästi kaksijakoinen eli talviaikaan kuormitusta on kesää enemmän. Vesimäärät ovat jatkuvasti pienessä kasvussa. Koulun kurssit ja Sappeenvuoren loma-asutus tuovat puhdistamolle kaivattua kesäajan kuormitusta."
Pälkäne, Tehtaiden yhteispuhdistamo	Kyselytutkimuksen perusteella ohituksiin ei ole ollut tarvetta.
Pälkäneen Rautajärven jvp	Vuosiyhteenvetoraportissa vuonna 2004 todetaan vuoden suurimpien virtaamien olleen alle 40 m ³ /d (pintakuorma 0,19 m/h), jolloin ei ole ollut ohitustarvetta.
Sastamala Mouhijärven jvp	Vuosiyhteenvetoraportissa vuonna 2008 todetaan, että suurimmilla noin 900 m ³ virtaamilla pintakuorman taso nousee arvoon 0,44 m/h eikä vuotovesiä pidetä ongelmana puhdistamolla. Suodenniemen verkostossa mainitaan olevan vuotovesiä reilummin. Vuosiyhteenvetoraportissa vuonna 2013 mainitaan puhdistamolla käsiteltävän Mouhijärven lisäksi Suodenniemen alueen, Heikkilän toimintakeskuksen ja Hämeenkyrön Haukijärven jätevedet, ja ongelmia aiheuttavan toistuvasta ylikuormituksesta ja sakokaivolietteiden vastaanottoon liittyvistä kuormituspiikeistä. Kuitenkaan ohituksia ei ole raportoitu. Puhdistamovierailulla puhdistamo kerrotaan mitoitettun suuremmalle kuormalle, mutta meijerin sulkemisen jälkeen kapasiteetin riittäneen hyvin.

Tampereen Kämmenniemen jvp	Ei kattavia raportteja käytettävissä. Kyselytutkimuksen mukaan kaikki vesi saadaan johdettua puhdistamolle myös "tulva-aikana", ja pumppaamoylivuotoja ei ole tapahtunut "vuosikausiin".
Tampereen Polson jvp	Ei kattavia raportteja käytettävissä. Kyselytutkimuksen mukaan kaikki vesi saadaan johdettua puhdistamolle myös "tulva-aikana", ja pumppaamoylivuotoja ei ole tapahtunut "vuosikausiin".
Ylöjärven Mutalan koulun jvp	Ei vuosiraportteja laadittuna vuosilta 2002–2013.
Ylöjärven Paappasenniemen jvp	Ei vuosiraportteja laadittuna.

LIITE P: PÄÄSTÖPROSENTTEJA

Puhdistamo-ohitusten ja pumppaamoylvuotojen päästöprosentti on laskettu yhtälöllä

$$\text{päästöprosentti} = \frac{(\text{puhdistamo-ohitukset} + \text{pumppaamoylvuodot})}{(\text{puhdistamo-ohitukset} + \text{pumppaamoylvuodot} + \text{käsitelty jätevesi})} \times 100 \%$$

Taulukon luku 0,00 ei tarkoita välttämättä päästötöntä vuotta, vaan kyseiseltä vuodelta voi puuttua määrinä (m³) raportoidut jätevesipäästöt. Taulukossa ovat mukana puhdistamot, joilta oli laskettavissa puhdistamo-ohitusten ja pumppaamoylvuotojen päästöprosentti useammalta kuin yhdeltä vuodelta. Tarkasteltavan ajanjakson vuosikeskiarvoista laskettu keskiarvo on 0,7 %.

Puhdistamo	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Akaa, Akaan jvp	0,73	0,30	0,12	0,38	1,53	0,32	4,37	1,51	1,95	1,49	1,53	3,59	
Hämeenkyrö, Kirkonkylän jvp	0,00	0,00	0,39	0,20	0,46	0,35	0,63	0,07	0,39	0,70	0,46	0,74	0,16
Lempäälä, Keskuspuhdistamo	0,06	0,24	0,05	0,00	0,00	0,01	0,23	0,03	0,92	1,08	0,43	0,41	0,01
Nokia, Kullaanvuoren keskusjvp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,12	0,22	0,01	0,28	0,05	0,42	0,01	0,02
Nokia, Siuron jvp	0,00	0,00	0,00	0,04	0,26	0,23	0,20	0,04	0,09	0,54	0,22	1,65	0,03
Orivesi, Tähtiniemen jvp	0,00	0,03	0,06	0,00	0,99	0,04	0,05	0,00	0,04	0,00	0,35	0,01	0,00
Parkano, Keskusjvp	0,00	0,00	0,00	0,09	2,02	0,00	4,12	0,00	0,00	41,59	6,05	9,61	3,83
Pälkäne, Kirkonkylän jvp	0,00	0,20	0,00	0,03	0,07	0,09	0,24	0,53	1,57		0,52	0,70	0,00
Sastamala, Kiikoisten jvp	0,28	0,12	0,29	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,47	0,00	0,00	0
Sastamala, Vammalan keskusjvp	2,95	0,33	1,28	0,63	5,54	1,15		0,19	3,50	2,19	1,16	0,60	0,00
Sastamala, Äetsän jvp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,09	0,00	0,00	0,49	0,00	0,07	0
Tampere, Raholan jvp										0,0014	0,0024	0,0007	0,0008
Tampere, Viinikan jvp										0,00	0,00	0,0353	0,0006
Urpjala, Keskusjvp	0,00	0,16	0,00	0,00	0,54		0,11	0,00	0,00		0,04	0,50	0,07
Valkeakoski, Keskusjvp	0,05	0,00		0,23		0,06	0,12	0,15	0,00	0,37	0,37	0,04	0,00
Virrat, Keskuspuhdistamo		0,00	0,29	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,15	0,00
Ylöjärvi, Kurun kirkonkylän jvp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,00	0,28	0,00	0,32				0,00
Keskiarvo	0,29	0,09	0,18	0,11	0,89	0,17	0,76	0,17	0,60	3,57	0,72	1,13	0,26