

Vantaanjoen PFAS-hanke Loppuraportti

Ville Junttila
Heli Vahtera
Jari Männynsalo
Henri Virkkunen
Pia Högmänder
Noora Perkola
Jukka Mehtonen



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Julkaisu 89/2021

Vantaanjoen PFAS-hanke - Loppuraportti

12.11.2021

Laatijat: Ville Junntila, Heli Vahtera, Jari Männynsalo, Henri Virkkunen, Pia Högmänder,
Noora Perkola ja Jukka Mehtonen

Tarkastaja: Anna-Liisa Kivimäki, Marita Honkasalo, Jari Hynönen, Tiina Oksanen ja Elina Mäenpää

Hyväksyjä: Jari-Pekka Pääkkönen



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry



S Y K E



Julkaisu 89/2021

Vantaanjoen PFAS-hanke Loppuraportti

Ville Junttila
Heli Vahtera
Jari Männynsalo
Henri Virkkunen
Pia Högmänder
Noora Perkola
Jukka Mehtonen

Julkaisun nimi	Vantaanjoen PFAS-hanke - Loppuraportti		
Tekijät	Ville Junttila, Heli Vahtera, Jari Männynsalo, Henri Virkkunen, Pia Högmänder, Noora Perkola ja Jukka Mehtonen		
Sarja	Julkaisu 89/2021	ISSN 2737-2197 (verkkójulkaisu)	66 sivua
<p>Vantaanjoki on yli miljoonan ihmisen lähivirkistysalue ja Suomenlahden merkittävimpiä taimenjokia. Vantaanjoki toimii pääkaupunkiseudun vararaakavesilähteenä, ja vesistön yläosan kunnat saavat talousvetensä alueen pohjavesivarannoista.</p> <p>Vantaanjoen alajuoksun ja Tuusulanjärven kemiallinen tila on hyvää huonompi ahvenelle asetetun normin ylittävän perfluoriooktaanisulfonihapon eli PFOS-pitoisuuden vuoksi. Helsinki-Vantaan lentoasemalla on onnettomuuskohte, joka on tunnistettu yhdeksi päästölähteeksi, mutta myös muualta näitä pitkään käytössä olevia perfluorialkyylihappoja (PFAS) päätyy vesistöön. Vesiympäristölle haitallisen PFOS:n käyttö on kielletty 2011 ja sen korvaamiseksi on käytössä lukuisia muita PFAS-yhdisteitä, joista osa on eliöstölle haitallisia. PFAS-yhdisteiden päästölähteistä ja eri osavaluma-alueiden pitoisuuksista tarvitaan tietoa, kun suunnitellaan toimenpiteitä aineiden vesiluonnossa esiintymisen vähentämiseksi.</p> <p>Vantaanjoen PFAS-hankkeessa seurattiin kahdeksantoista PFAS-yhdisteen esiintymistä jokivesissä Vantaanjoen vesistön eri osavaluma-alueilla ja kahdella jokeen puhdistettuja jätevesiä johtavalla jätevedenpuhdistamolla vuoden ajan. Lisäksi näytteitä otettiin kolmesta hulevesikohteesta ja neljästä pohjavesihavaintopaikasta sekä kaloista.</p> <p>PFAS-yhdisteitä havaittiin kaikissa tutkituissa näytteissä. Haitallisen PFOS-yhdisteen pitoisuus ylitti haitattomaksi arvioidun pitoisuuden arvon 0,65 ng/l vesistöalueen jokivesissä ja kaupunkipuroissa, joihin kohdistuu puhdistettujen jätevesien kuormaa ja/tai valuma-alueella sijaitsee kaatopaikkoja ja/tai on voimakas hulevesivaikutus. Sade- ja sulamisvesien myötä PFAS-yhdisteiden kuorma vesistöön kasvoi osoittaen hajakuormitusvaikutusta.</p> <p>Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen PFAS-kuormalla oli selkeä vaikutus Vantaanjoen yläjuoksun näytepisteiden PFAS-pitoisuuksiin. Pitoisuuksien nousun ohella jätevesivaikutus näkyi joessa puhdistamoiden purkupaikkojen alapuolisten vesistöhavaintopaikkojen aineprofileissa, jotka vastasivat puhdistamoilta lähtevän puhdistetun jäteveden aineprofileja. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen PFAS-kuorma ei kuitenkaan selittänyt kokonaan joen kuljettamaa PFAS-kuormaa edes puhdistamojen purkupaikkoja lähimpänä sijaitsevilla näytepisteillä. Jätevesien PFAS-kuorman osuus joessa kulkevasta PFAS-kuormasta myös pieneni alajuoksulle päin.</p> <p>PFOS:n kertyminen kalan lihaan ylitti ympäristölaatunormin tai oli sen tuntumassa Vantaanjoessa ja Keravanjoen alajuoksulla. Vantaanjoen alajuoksulla normi ylittyi moninkertaisesti. Tuusulanjärven ahvenissa pitoisuus jäi alle ympäristölaatunormin.</p> <p>Jotta PFOS:n ja muiden PFAS-yhdisteiden pitoisuudet saadaan Vantaanjoessa laskuun, tarvitaan tehokkaita, merkittäviin päästölähteisiin kohdennettuja toimia. Tässä hankkeessa nousi esiin alueita, joihin jatkoselvitykset kannattaa kohdistaa.</p>			
Asiasanat	Vantaanjoki, PFAS-yhdisteet, PFOS, käyttökohteet ja -rajoitukset, esiintyminen, jätevedet, Kaupunkien vesien hallinta ja haitallisten aineiden vähentäminen		

Sisällysluettelo

1.	Vantaanjoen PFAS-hanke	7
1.1.	Yleistä	7
1.2.	Tavoitteet	8
1.3.	Tutkimusalue	8
2.	Katsaus PFAS-yhdisteisiin	11
2.1.	Ominaisuudet	11
2.2.	Käyttökohteet ja rajoitukset	11
2.2.1.	Käyttö ja valmistus	11
2.2.2.	PFAS-yhdisteitä koskeva sääntely ja rajoitukset	13
2.3.	Esiintyminen ympäristössä	16
2.3.1.	PFAS-yhdisteet Suomen vesiympäristössä	16
2.3.2.	PFAS-yhdisteet Vantaanjoessa	17
3.	Näytteet ja menetelmät	18
3.1.	Jätevedet	18
3.2.	Hulevedet	18
3.3.	Vesistövedet	19
3.4.	Pohjavedet	19
3.5.	Kalat	20
3.6.	Analyysimenetelmät	21
3.7.	Virtaamat Vantaanjoen vesistössä	22
3.8.	PFAS-yhdisteiden jätevedenpuhdistamo- ja jokikuormien laskenta	23
3.9.	Pilaantuneet maa-alueet Vantaanjoen valuma-alueella	24
4.	Tulokset ja niiden tarkastelu	25
4.1.	Jätevedet	25
4.1.1.	Jätevedenpuhdistamoille tuleva jätevesi	25
4.1.2.	Jätevedenpuhdistamoilta lähtevä puhdistettu jätevesi	26
4.2.	Hulevedet	31
4.3.	Vesistönäytteet	33
4.3.1.	Hydrologiset olosuhteet seurantajaksolla	33
4.3.2.	Vantaanjoki	34
4.3.3.	Keravanjoki	40
4.3.4.	Sivujoet ja purot	43
4.4.	Pohjavedet	47
4.5.	Kalat	48
4.6.	PFAS-kuormat Vantaanjoessa ja sen sivu-uomissa	49
4.6.1.	PFAS-kuormat Vantaanjoen osavaluma-alueilta	52
4.6.2.	Jätevedenpuhdistamojen vaikutus Vantaanjoen PFAS-kuormiin	55
4.7.	Pilaantuneiden maa-alueiden sijainnit valuma-alueella	57
5.	Johtopäätökset	59
6.	Arvio hankkeen toteutumisesta	62
6.1.	Hankkeen viestintä	63
	Kirjallisuus	65

Tekstissä esiintyviä lyhenteitä:

PFAS Per- ja polyfluorialkyyliyhdisteet

PFCA	Perfluorikarboksylihapot
PFSA	Perfluorisulfonihapot
PFBA	Perfluoributaanihappo
PFPeA	Perfluoripentaanihappo
PFHxA	Perfluoriheksaanihappo
PFHpA	Perfluoriheptaanihappo
PFOA	Perfluorioktaanihappo
PFNA	Perfluorinonaanihappo
PFDA	Perfluoridekaanihappo
PFUnDA	Perfluoriundekaanihappo
PFDoDA	Perfluoridodekaanihappo
PFTTrDA	Perfluoritridekaanihappo
PFTeDA	Perfluoritetradekaanihappo
PFHxDA	Perfluoriheksadekaanihappo
PFODA	Perfluorioktadekaanihappo
PFBS	Perfluoributaanisulfonihappo
PFHxS	Perfluoriheksaanisulfonihappo
PFHpS	Perfluoriheptaanisulfonihappo
PFOS	Perfluorioktaanisulfonihappo
PFDS	Perfluoridekaanisulfonihappo

VPD Vesipolitiikan puitedirektiivi, 2000/60/EY

REACH Asetus (EC 1907/2006), joka koskee kemikaalien rekisteröintiä, arviointia, lupamenettelyjä ja rajoituksia

POP Pysyvien orgaanisten yhdisteiden käyttöä ja päästöjä rajoittava Tukholman yleissopimus

ECHA Euroopan kemikaalivirasto

1. Vantaanjoen PFAS-hanke

PFAS- (per- ja polyfluorialkyyli-) yhdisteet ovat ryhmä synteettisiä kemikaaleja, joita on käytetty kymmeniä vuosia kotitalouksissa ja teollisuudessa suojaamaan tekstiileitä, pakkauksia ja ruuanvalmistusastioita lialta ja kosteudelta. Palosammutusvaahdot ovat olleet yksi aineen merkittävä käyttökohde.

Vuosina 2016–2017 otetuista näytteistä Vantaanjoen PFAS-pitoisuuksien todettiin olevan selvästi muita Suomen ja Ruotsin jokia suurempia (Siimes ym. 2019). Vantaanjoen ja Keravanjoen alajuoksuille PFAS-yhdisteitä on tullut Finavia Oyj lentoaseman paloharjoitusalueilta, joissa perfluorioktaanisulfonihapon (PFOS) käyttö on lopetettu aineen käyttökiellon tultua voimaan 2011. Lentoaseman lisäksi yhdisteitä on kulkeutunut vesiluontoon myös muualta. Lisätietoa PFAS-yhdisteiden päästölähteistä ja eri osavaluma-alueiden pitoisuuksista tarvitaan, kun suunnitellaan toimenpiteitä aineiden vesiluonnossa esiintymisen vähentämiseksi.

Vantaanjoen PFAS-hanke on ympäristöministeriön rahoittaman Vesiensuojelun tehostamisohjelman Kaupunkien vesien hallinta ja haitallisten aineiden vähentäminen -teeman hanke, jota rahoittivat myös Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen jäsenet.

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry toteutti hankkeen 1.5.2020–30.10.2021. Suomen ympäristökeskuksen laboratoriopalveluja ja asiantuntijaosaamista hankittiin ostopalveluina.

1.1. Yleistä

Vantaanjoki toimii pääkaupunkiseudun vararaakavesilähteenä, ja vesistön yläjuoksun kunnat saavat talousvetensä alueen pohjavesivarannoista. Joki sivujokineen on yli miljoonan ihmisen lähivirkistysalue. Vantaanjoki on Suomenlahden merkittävimpiä taimenjokia, uhanalainen meritaimen lisääntyy ylävirran alueilla yli 80 km päässä jokisuusta. Vantaanjoki on pintavesiluokittelun periaatteiden mukaisesti ekologiselta tilalta luokiteltu pääosin luokkaan tyydyttävä. Suomen ympäristökeskuksen syksyllä 2020 julkaisemassa uudessa pintavesien kemiallisen tilan luokittelussa Vantaanjoen ja Tuusulanjärven kemiallinen tila heikkenivät luokkaan hyvää huonompi, pääosin ahvenelle asetetun normin ylittävien perfluorioktaanisulfonaatti- eli PFOS-pitoisuuksien vuoksi. Kehitys on vesiputedirektiivin tavoitteiden vastainen, ja ensimmäisenä haasteena tilanteen parantamisessa on, että käytännössä eri päästölähteet, niiden merkittävyys ja vuodenaikainen vaihtelu tunnetaan huonosti.

PFOS on vesiputedirektiivin mukaisesti yksilöity vesiympäristölle vaaralliseksi aineeksi. Esimerkkejä PFOS:n ja muiden PFAS-yhdisteiden mahdollisista päästölähteistä ovat pilaantuneet alueet, kuten paloharjoitusalueet (Reinikainen ym. 2019), hulevedet ja pistemäiset päästölähteet, kuten yhdyskuntajätevedenpuhdistamot (Vieno 2014). Vantaanjoen vesistön yhteistarkkailussa haitallisten aineiden seurannassa PFOS-pitoisuudet ylittivät vuonna 2018 EU:n arvioiman haitattoman vuosikeskiarvon pitoisuustason, 0,65 ng/l, kaikilla havaintopaikoilla

yli kertaluokalla (Vahtera ja Männynsalo 2020). Vantaanjoen suurimmasta sivuhaarasta, Keravanjoesta, löytyi myös yli kertaluokan ylityksiä vuosikeskiarvonnormiin nähden, vaikka jokeen ei ole kohdistunut jätevedenpuhdistamoiden pistekuormitusta enää useaan vuoteen. Ainoa tunnettu päästölähde on lentoaseman toiminta joen alajuoksun alueella, mutta sielläkin PFOS:a sisältävien kemiakaalien käyttöä on huomattavasti vähennetty viime vuosien aikana. Suomen ympäristökeskuksen raportissa *Haitalliset aineet Suomen vesissä* (Siimes ym. 2019) havaittiin vuosina 2016–2017 otetuista näytteistä Vantaanjoen PFAS-yhteispitoisuuksien olevan selvästi muita vertailujokia suurempia. Myös Vanhankaupunginlahden ja Tuusulanjärven ahvenista mitattiin raja-arvon (9,1 µg/kg tuorepainoa kohti) ylittäviä PFOS-pitoisuuksia.

PFAS-yhdisteistä PFOS:n käyttöä on rajoitettu voimakkaasti, eikä sitä käytetä enää Suomessa. Myös muiden PFAS-yhdisteiden käyttöä ollaan rajoittamassa (ks. luku 2.2.2). Tästä huolimatta PFOS aiheuttaa edelleen ongelmia Vantaanjoen vesistössä. Tämän takia PFOS:n ja muiden PFAS-yhdisteiden vesistökuormituksen tehokkaan vähentämisen edellytys on päästölähteiden systemaattinen tarkastelu ja erityyppisten päästölähteiden suhteellisen merkityksen arviointi.

1.2. Tavoitteet

Jotta PFOS:n ja muiden PFAS-yhdisteiden pitoisuudet saadaan Vantaanjoessa laskuun, tarvitaan tehokkaita merkittäviin päästölähteisiin kohdennettuja toimia. Toimenpiteiden suunnittelun ja toteutuksen ensimmäinen edellytys on päästölähteiden ja aineiden kulkeutumisen nykyistä parempi tunteminen. Tähän ydinkysymykseen on tällä hankkeella tuotettu tietoa eri osapuolten käyttöön ja tulosten avulla voidaan kohdentaa vähennystoimet aiempaa tehokkaammin sekä jatkaa perustellusti aktiivista seurantaan siellä, mistä ainetta on havaittu jokeen pääsevän.

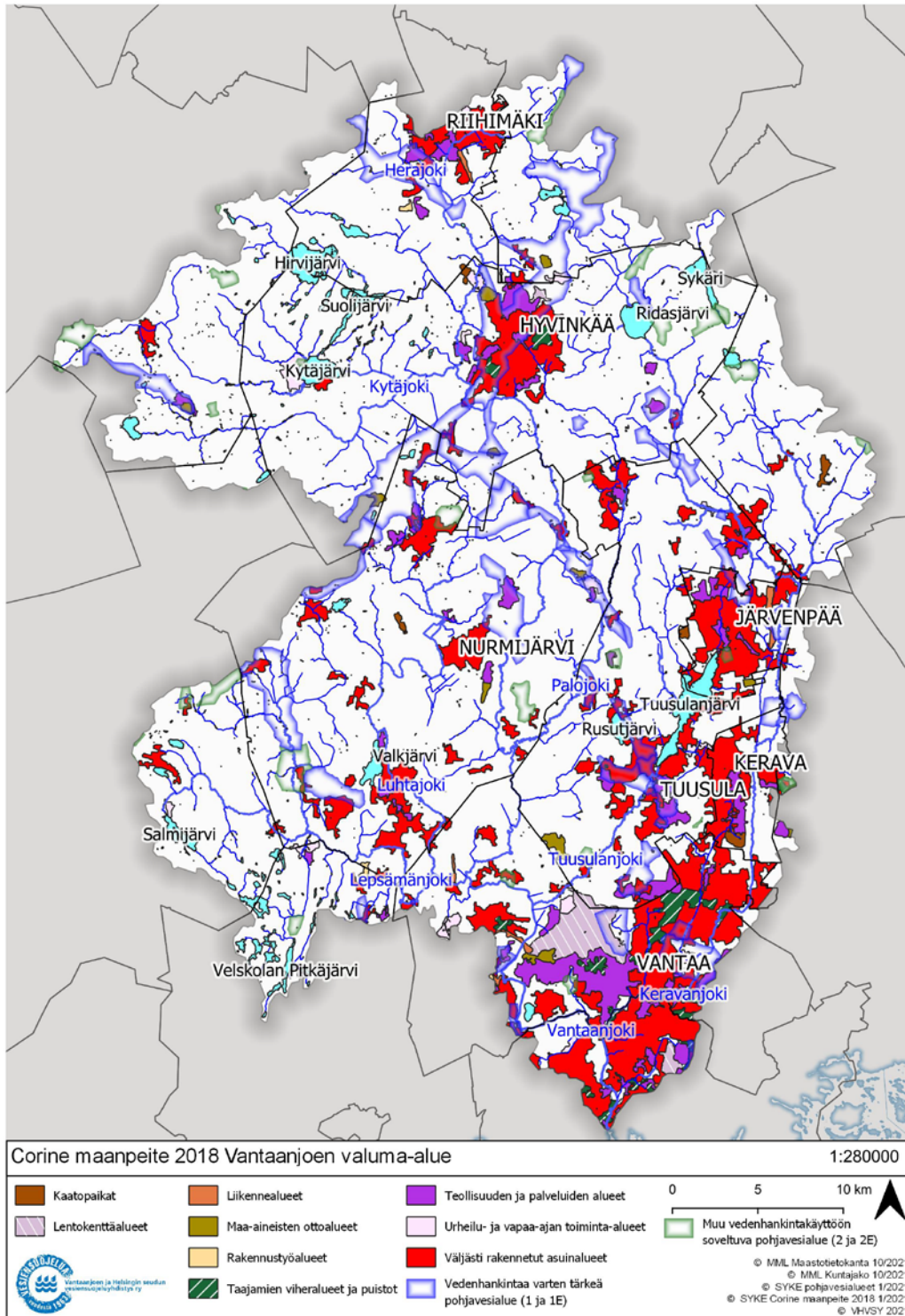
Hankkeen välitön tavoite on selvittää PFAS-yhdisteiden alueellinen ja ajallinen esiintyminen Vantaanjoen vesistöalueella ja siinä tapahtuva vaihtelu niin luonnonvesien, pohjaveden, hulevesien, jätevesien kuin kalojen osalta, ja tulosten perusteella arvioida eri päästölähteiden merkittävyys. Pitkällä aikavälillä hankkeen tavoitteena on vaikuttaa Vantaanjoen vesistön kemiallisen tilan parantamiseen ja pintavesiluokittelussa hyvän tilan saavuttamiseen. Erittäin tärkeä pitkän aikavälin tavoite on myös varmistaa poikkeustilanteissakin turvallinen raakavesilähde alueen väestön tarpeisiin ja turvata pohjavesien hyvä tila. Hankkeella halutaan edistää ja tukea vesistöalueen turvallista ja monipuolista virkistyskäyttöä, mukaan lukien kalastus ja kalojen turvallinen hyödyntäminen ravintona.

1.3. Tutkimusalue

Vantaanjoen vesistöalue sijaitsee tiheään asutulla seudulla Uudellamaalla ja eteläisessä Hämeessä. Valuma-alueen pinta-ala on 1 680 km² ja se ulottuu neljäntoista kunnan alueelle. Vesistöalueen pääuoma, runsaan sadan kilometrin mittainen Vantaanjoki, saa alkunsa Hausjärveltä eteläisestä Hämeestä ja virtaa mereen Helsingin Vanhankaupunginlahdella. Vantaanjoen suurimpia sivujokia ovat Keravanjoki, Kytäjoki ja Luhtaanmäenjokena Vantaaseen laskevat Luhtajoki sekä Lepsämänjoki. Vesistöalueen pinta-alasta 18 % on taajama- ja teollisuusalueita, laajimmin Keravanjoen alaosan alueella (kartta 1).

Vantaanjoki toimii pääkaupunkiseudun vararaakavesilähteenä, ja vesistön yläjuoksun kunnat saavat talousvetensä alueen pohjavesivarannoista. Joki sivujokineen on yli miljoonan ihmisen lähivirkistysalue. Vantaanjoki on Suomenlahden merkittävimpiä taimenjokia: uhanalainen meritaimen lisääntyy joen pääuomassa yli 80 km päässä jokisuusta sekä joen sivupuroissa.

Vesienhoitotyössä Vantaanjoen vesistöalueen virtavedet on jaettu 23 vesimuodostumaan. Vesistöalueen joet ovat tyypiltään pääosin savimaiden jokia. Vesienhoidon 3. luokittelun (2019) perusteella Vantaanjoen ja sen sivujokien ekologinen tila on pääosin tyydyttävä, mutta Kytäjoen osavaluma-alueen joet ja Keravanjoen yläosa ovat ekologiselta tilaltaan hyviä. Vantaanjoen kemiallinen tila on hyvää huonompi Vantaanjoen ja Keravanjoen alaosissa sekä Tuusulanjärvessä PFOS-pitoisuuden ylittäessä kalalle asetetun ympäristölaatunormin (EQS).



Kartta 1. Rakennetut alueet Vantaanjoen vesistöalueella.

2. Katsaus PFAS-yhdisteisiin

2.1. Ominaisuudet

Per- ja polyfluorialkyyliyhdisteet, eli PFAS-yhdisteet, ovat orgaanisten aineiden ryhmä, johon kuuluu tuhansia ominaisuuksiltaan erilaisia yhdisteitä. PFAS-yhdisteiden rakenne koostuu osittain tai kokonaan fluoratusta hiiliketjusta ja funktionaalisesta ryhmästä. Tässä hankkeessa tutkitut PFAS-yhdisteet voidaan jakaa kahteen ryhmään funktionaalisen ryhmän perusteella: perfluorikarboksylihappoihin (PFCA) ja perfluorisulfonihappoihin (PFSA).

Hiilen ja fluorin välinen sidos on erittäin vahva, ja tämän takia PFAS-yhdisteet tai niiden hajoamistuotteet ovat ympäristössä erittäin pysyviä. Fluoratun hiiliketjun pituus vaikuttaa yhdisteen ominaisuuksiin siten, että lyhytketjuiset yhdisteet ovat hyvin vesiliukoisia ja pitkäketjuiset pidättyvät enemmän maaperään ja veden kiintoainekseen. Pitkäketjuiset yhdisteet kertyvät eliöstöön ja eliöissä pääosin veren ja elinten proteiineihin. Pitkäketjuisiksi yhdisteiksi katsotaan ne, joissa fluoratun hiiliketjun pituus on vähintään kuusi hiiliatomia.

Osan PFAS-yhdisteistä on todettu olevan haitallisia eliöstölle. Haittavaikutuksia ovat mm. maksatoksisuus sekä häiriöt lisääntymisessä, kehityksessä ja immuunitoiminnassa. Vesistöissä, etenkin Suomessa, havaittavat pitoisuudet eivät ole akuutisti myrkyllisiä vesieliöille, mutta niillä voi olla haitallisia pitkäaikaisvaikutuksia. Ongelmana on myös PFAS-yhdisteiden kertyminen ravintoketjussa, mikä voi aiheuttaa kroonisia haittavaikutuksia ravintoketjun huipulla, myös ihmiselle.

2.2. Käyttökohteet ja rajoitukset

2.2.1. Käyttö ja valmistus

PFAS-yhdisteet eivät ole uusia kemikaaleja. 3M-yhtiö aloitti PFOS:n ja PFOA:n teollisen tuotannon 1940–50-lukujen taitteessa. Tämän jälkeen teollisuuden käyttämien yhdisteiden lukumäärä ja tuotantovolyymit ovat kasvaneet suuresti ja niitä on käytetty laajasti teollisuudessa ja kuluttajatuotteissa. PFAS-yhdisteiden hyödyllisyys johtuu siitä, että ne tekevät tuotteista kestäviä vedelle, rasvalle ja lialle ja ne kestävät korkeita lämpötiloja hajoamatta.

PFAS-yhdisteiden ominaisuudet eroavat toisistaan, mikä selittää osaltaan niiden lukuisat käyttökohteet. Ainakin noin 3 000 erilaista PFAS-yhdistettä on todennäköisesti kaupallisessa käytössä globaalisti (KEMI 2015). Yli 1 400 PFAS-yhdisteelle on löydetty jopa yli 200 erilaista käyttöluokkaa tai alaluokkaa melkein kaikilta teollisuuden sektoreilta ja monista kuluttajatuotteista (Gluge ym. 2020).

PFAS-yhdisteitä käytetään muun muassa sammutusvaahdoissa, nahan, tekstiilien ja paperin likaahylkivissä pinnoitteissa (mm. pikaruokapakkauksissa), kosmetiikkatuotteissa (mm. aurinkovoiteissa ja ihovoiteissa), vahoissa, suksivoiteissa, puhdistusaineissa,

elektroniikkalaitteissa, maaleissa, paistinpannuissa, lentokoneiden hydraulikkaneesteissä, metallien pinnoituksessa huurteenestoon ja fluoripolymeerien valmistuksessa (Korkki 2006, KEMI 2015, Mehtonen ym. 2016, EC 2020b, EEA 2020, EEB 2020). Uudessa käyttöselvityksessä (Gluge ym. 2020) on löytynyt edelleen uusia PFAS-käyttökohteita kuten ammukset, kiipeilyköydät ja tekonurmi. Joitakin käyttökohteita on esitetty Taulukossa 2.1.

Taulukko 2.1. PFAS-yhdisteiden ryhmittely, pituus ja tunnettuja käyttökohteita.

Ryhmä	Yhdiste	Yhdisteen pituus	Tunnettuja käyttökohteita
PFCA	PFBA Perfluoributaanihappo	Lyhyt	Käytetty pitkäketjuisten PFCA-yhdisteiden korvaajana eri sovellutuksissa ²
	PFPeA Perfluoripentaanihappo	Lyhyt	
	PFHxA Perfluoriheksaanihappo	Lyhyt	Pitkäketjuisten yhdisteiden korvaaja mm. sammutusvaahdoissa, fluoripolymeerien valmistuksessa, puolijohdeteollisuudessa ja tekstiilien käsittelyssä. Löydetty mm. matoista, sammutusvaahdoista, musteista, tekstiileistä ja suksivoiteista (Mehtonen 2016, EC 2020b). ¹
	PFHpA Perfluoriheptaanihappo	Pitkä	
	PFOA Perfluorioktaanihappo	Pitkä	Teflonin ja Gore-Texin valmistus, sammutusvaahdot, kostutusaineet, puhdistusaineet, tekstiilien ja paperien pintakäsittelyaineet ja sammutusvaahdot ¹
	PFNA Perfluorinonaanihappo	Pitkä	Esiintyy pääasiassa epäpuhtauksina muiden PFAS-yhdisteiden valmistuksessa (ECHA 2018b). Puolijohdeteollisuus, fluoripolymeerien valmistus, metallien pintakäsittely ja tekstiilien valmistus ^{1,3}
	PFDA Perfluoridekaanihappo	Pitkä	Esiintyy pääasiassa epäpuhtauksina muiden PFAS-yhdisteiden valmistuksessa (ECHA 2018b). Puolijohdeteollisuus ¹
	PFUnDA Perfluoriundekaanihappo	Pitkä	Esiintyy pääasiassa epäpuhtauksina muiden PFAS-yhdisteiden valmistuksessa (ECHA 2018b). Puolijohdeteollisuus ¹
	PFDoDA Perfluoridodekaanihappo	Pitkä	Esiintyy pääasiassa epäpuhtauksina muiden PFAS-yhdisteiden valmistuksessa (ECHA 2018b).
	PFTTrDA Perfluoritridekaanihappo	Pitkä	Esiintyy pääasiassa epäpuhtauksina muiden PFAS-yhdisteiden valmistuksessa (ECHA 2018b).
	PFTeDA Perfluoritetradekaanihappo	Pitkä	Esiintyy pääasiassa epäpuhtauksina muiden PFAS-yhdisteiden valmistuksessa (ECHA 2018b).
	PFHxDA Perfluoriheksadekaanihappo	Pitkä	
	PFODA Perfluorioktadekaanihappo	Pitkä	
PFSA	PFBS Perfluoributaanisulfonihappo	Lyhyt	Metallien pintakäsittely, elektroniikkateollisuuden palonsuoja-aineet ja puolijohdeteollisuus, muovituotteiden valmistus ^{1,3,4}
	PFHxS Perfluoriheksaanisulfonihappo	Pitkä	Sammutusvaahdot, puolijohdeteollisuus, tekstiilien ja pannujen pinnoitteet ¹
	PFHpS Perfluoriheptaanisulfonihappo	Pitkä	
	PFOS Perfluorioktaanisulfonihappo	Pitkä	Sammutusvaahdot, tekstiilien, nahan ja paperin pintakäsittely, kovakromaus, puolijohde- ja valokuvateollisuus ja lentokoneiden hydraulineesteet ¹
	PFDS Perfluoridekaanisulfonihappo	Pitkä	

¹Mehtonen ym. 2016, ²The Danish Environmental Protection Agency 2015, ³Krupanek ym. 2021,

⁴Bomark ym. 2021

PFAS-yhdisteitä löytyy esimerkiksi sähköajoneuvojen akuista, tuuliturbiineista ja aurinkopaneeleista sekä laajasti käytettynä erilaisissa rakennusmateriaaleissa (Chemical Watch 2021a, Delpero 2021). Yhdysvalloissa on äskettäin havaittu, että hyönteismyrkky, jota levitetään ilmasta käsin pelloille, sisältää epäpuhtautena kahdeksaa erilaista PFAS-yhdistettä (mukaan lukien PFOA), jotka ovat peräisin fluorikaasusta, jolla inaktivoidaan hyönteismyrkkyä sisältävien polyeteenistä (HDPE) valmistettujen säilytysastioiden sisä- ja ulkopinnat. Fluorattua polyeteeniä ja HDPE:ä käytetään maailmanlaajuisesti lukuisissa käyttökohteissa kuten ruoan ja juoman säilytyspakkauksissa ja kosmetiikkatuotteissa, mutta ongelman laajuus ei ole vielä selvä (Chemical Watch 2021b).

PFAS-yhdisteiden käyttömääristä ja -kohteista Euroopassa on niukasti tietoa. Euroopan kemikaaliviraston (ECHA) kemikaalitietokannasta on mahdollista kerätä PFAS-yhdisteiden käyttötietoa, mutta se on vaivalloista ja tieto on puutteellista (EEA 2019, EC 2020b, EEB 2020, Vähä ym. 2020, KOM (2020) 667, Aust ym. 2021, Bomark ym. 2021, Krupanek ym. 2021). Tavaroiden toimittajat ja jopa valmistajat eivät välttämättä tiedä käyttävänsä PFAS-yhdisteitä sisältäviä kemikaaleja (Delpero 2021). Käyttötietojen puute vaikeuttaa aineista aiheutuvien riskien arviointia ja hallintaa niin Suomessa, EU:ssa kuin globaalistikin.

2.2.2. PFAS-yhdisteitä koskeva sääntely ja rajoitukset

Vesipuitedirektiivi

PFAS-yhdisteitä säädellään EU:ssa vesipuitedirektiivillä (VPD, 2000/60/EY, 2013/39/EY), joka on Suomessa toimeenpantu valtioneuvoston asetuksella vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (2006/1022, muutos 1308/2015). PFOS on vaarallinen prioriteettiaine ja sille on asetettu ympäristölaatu normipitoisuus kalassa, joita ei tulisi ylittää. PFOS:n ympäristölaatu normi on ollut voimassa 22.12.2018 alkaen ja tarkoituksena on saavuttaa mm. tämän aineen suhteen pintavesien hyvä kemiallinen tila 22.12.2027 mennessä. Muiden PFAS-yhdisteiden lisäämistä EU:n pintavesien prioriteettialueistaan arvioidaan parhaillaan.

REACH-asetus ja Tukholman POP-sopimus

Huoli PFAS-yhdisteiden haitoista ympäristölle ja ihmisten terveydelle on johtanut aluksi pitkäketjuisten ja vähitellen myös lyhytketjuisten PFAS-yhdisteiden lisääntyvään sääntelyyn EU:ssa ja Pohjois-Amerikassa (Chemical Watch 2021c, EC 2020b). OECD-maiden suuret valmistajat ovat vapaaehtoisesti lopettaneet tai lopettamassa esimerkiksi PFOS:n, PFHxS:n ja PFOA:n sekä niiden johdannaisten valmistuksen ja käytön. Pitkäketjuisten PFAS-yhdisteiden tuotanto ja käyttö ovat kuitenkin samaan aikaan lisääntyneet Aasiassa (Mehtonen 2016).

Ongelmana on ollut pitkäketjuisten PFAS-yhdisteiden käytön korvaaminen yhtä vaarallisilla tai jopa vaarallisemmilla kemikaaleilla. Sitä mukaa kun jonkun PFAS-yhdisteen käyttöä on rajoitettu tai muu sääntely on lisääntynyt, on teollisuus ottanut käyttöön kemiallisilta ominaisuuksiltaan

ja siten myös vaaroiltaan/riskeiltään samankaltaisia PFAS-yhdisteitä. Korvaavat yhdisteet ovat usein olleet lyhyempiketjuisia ja siten vähemmän kertyviä, mutta yhtä pysyviä ja kulkeutuvampia. Lisäksi lyhytketjuisia joudutaan joissakin tapauksissa käyttämään suurempina määrinä, mistä on seurauksena suuremmat päästöt verrattuna pitkäketjuisiin PFAS-yhdisteisiin. Näistä ovat esimerkkeinä perfluoributaanisulfonihappo (PFBS) ja perfluoributaanihappo (PFBA). Siksi siirtyminen lyhytketjuisten PFAS-yhdisteiden käyttöön voi jatkaa PFAS-yhdisteistä aiheutuvaa ympäristöongelmaa (Scheringer ym. 2014, Blum ym. 2015, EC 2020b). Lyhytketjuisten PFAS-yhdisteiden sääntely on alkanut, tosin hitaasti. Toistaiseksi PFAS-yhdisteistä on rajoitettu vain PFOS:n, PFOA:n ja C9 – C14 PFCA-yhdisteiden sekä niiden johdannaisten tuotantoa, maahantuontia ja käyttöä globaalisti tai EU-alueella. PFOS:n käyttöä on rajoitettu asteittain vuodesta 2006 lähtien ja nykyään (vuonna 2021) on sallittua enää vain kovakromaus suljetuissa järjestelmissä.

Pysyvien orgaanisten yhdisteiden käyttöä ja päästöjä rajoittava Tukholman yleissopimus on rajoittanut PFOS:n ja sen johdannaisten käyttöä vuodesta 2009 ja PFOA:n, sen suolojen sekä sen kanssa samankaltaisten aineiden käyttöä vuodesta 2020 alkaen. PFOS:a sisältävien sammutusvaahtojen käyttö kiellettiin vuonna 2011. Rajoitukset ovat vähentäneet merkittävästi PFOS-päästöjä.

Euroopan komissio päätti Ruotsin ja Saksan tekemän rajoitusehdotuksen (ECHA 2018b) pohjalta elokuussa 2021 noin kahdensadan C9–C14 PFCA-yhdisteen käytön rajoittamisesta 25.2.2023 lähtien EU:n alueella. Rajoitus koskee pitkäketjuisten PFNA-, PFDA-, PFUdA-, PFDoA-, PFTrDA- ja PFTeDA-yhdisteiden sekä niiden prekursoreiden tuotantoa ja maahantuontia. Nämä yhdisteet on lisäksi tunnistettu erityistä huolta aiheuttaviksi aineiksi eli SVHC-aineiksi (Substances of Very High Concern). Rajoituksella ei kuitenkaan ole suurta vaikuttavuutta, koska yhdisteitä ei nykyisin juurikaan käytetä tarkoituksella, vaan ne esiintyvät pääasiassa epäpuhtauksina lyhytketjuisia PFAS-yhdisteitä sisältävissä tuotteissa (ECHA 2018b). Tämä rajoitus nähdäänkin kemikaaliviranomaisten näkökulmasta väliaskeleena kohti laajempaa PFAS-yhdisteiden rajoittamista (Ernhede 2021).

Kemikaalistrategiaa koskevassa komission tiedonannossa (KOM (2020) 667 ja EC 2020b) on PFAS-yhdisteisiin kiinnitetty erityistä huomiota, johtuen maaperän ja veden, mukaan lukien juomaveden lukuisista pilaantumisista EU:ssa ja maailmanlaajuisesti, ihmisten sairastumisista sekä yhteiskunnallisista ja taloudellisista kustannuksista. Komissio on kemikaalistrategiassa ehdottanut kattavaa toimenpidekokonaisuutta, jolla rajoitetaan PFAS-yhdisteiden käyttöä ja niiden ympäristöpäästöjä. Kunnianhimoisena tavoitteena on varmistaa, että PFAS-yhdisteiden käytöstä luovutaan vaiheittain EU:ssa, ellei käytön osoiteta olevan yhteiskunnan kannalta välttämätöntä.

REACHin ja Tukholman POP-sopimuksen puitteissa valmistellaan PFAS-yhdisteiden lisäsääntelyä ainakin seuraavasti:

- **Koko PFAS-aineryhmän rajoittaminen**

Saksa, Alankomaat, Norja, Ruotsi ja Tanska valmistelevat tällä hetkellä erittäin laajaa ehdotusta, jolla rajoitettaisiin koko PFAS-aineryhmän (noin 4 700 yhdistettä) valmistusta, markkinoille saattamista ja käyttöä, mikä on merkittävä ja kunnianhimoisen askel eteenpäin PFAS-ongelman ratkaisemisessa. Sen taustalla on vuonna 2019 julkaistu EU:n PFAS-strategia sekä tieto, että

ECHA:n kemikaalitietokannasta löytyy tietoa yli 2 000 EU-markkinoilla olevasta eri PFAS-yhdisteestä. Rajoitusehdotuksen arvioidaan sisältävän kaikki ei-välttämättömät käyttökohteet ja sen odotetaan valmistuvan heinäkuuhun 2022 mennessä ja jäsenmaiden päättävän asiasta mahdollisesti jo vuonna 2025 (EC 2020b, Kaartinen 2020, Pickstone 2021a, echa.europa.eu/fi/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas).

- **PFAS-yhdisteiden sammutusvahtokäytön rajoittaminen**

PFAS-yhdisteiden sammutusvahtokäyttö on syynä moniin ympäristön pilaantumistapauksiin Euroopassa. Vaihtoehtoisia fluorittomia sammutusvahtoja on saatavilla useimpiin käyttökohteisiin (EC 2020b). ECHA laatii parhaillaan (heinäkuu 2021) ehdotusta PFAS-yhdisteiden rajoittamiseksi sammutusvaahdoissa. Taustalla on huoli PFOA:n korvaamisesta muilla PFAS-aineilla sammutusvaahdoissa. Rajoitusehdotuksen odotetaan valmistuvan lokakuussa 2021. Ehdotuksen julkinen kuuleminen arvioidaan olevan mahdollisesti vuonna 2022 (Kaartinen 2020, echa.europa.eu/fi/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas).

- **PFHxS:n käytön rajoittaminen**

PFHxS:a ei käytetä niin laajasti kuin PFOS:a ja PFOA:a, mutta sitä löydetään yleisesti ympäristöstä ja ihmisistä (EC 2020b).

ECHA:n riskinarviointikomitea (RAC) ja sosioekonomisten vaikutusten komitea (SEAC) ovat antaneet kesäkuussa 2020 lausuntonsa (ECHA 2020) Norjan tekemästä perfluoriheksaanisulfonihapon (PFHxS), sen suolojen ja sen kanssa samankaltaisten aineiden REACH rajoitusehdotuksesta (ECHA 2019a). Rajoituksen hyväksyntä komiteamenettelyssä on kesken. Aine on asetettu Euroopan kemikaaliviraston ylläpitämälle erityistä huolta aiheuttavien aineiden (SVHC-aine) kandidaattilistalle.

Aineen lisääminen Tukholman POP-sopimuksen rajoitusten piiriin on käynnissä (chm.pops.int/theconvention/thepops/chemicalsproposedforlisting/tabid/2510/default.aspx).

- **PFHxA:n käytön rajoittaminen**

PFHxA:a käytetään pitkäketjuisten PFAS:ien sijaan mm. sammutusvaahdoissa, fluoripolymeerien valmistuksessa, puolijohdeteollisuudessa ja tekstiilien käsittelyssä. Lisäksi sitä on löydetty matoista, sammutusvaahdoista, musteista, tekstiileistä ja suksivoiteista (Mehtonen 2016, EC 2020b).

ECHA:n riskinarviointikomitea (RAC) ja sosioekonomisten vaikutusten komitea (SEAC) laativat parhaillaan lausuntoa Saksan tekemästä PFHxA:n, sen suolojen ja samankaltaisten aineiden rajoitusehdotuksesta (ECHA 2019b). RAC:n ja SEAC:n lausunto on valmistumassa vuoden 2021 puolella.

- **GenX-kemikaalit ja PFBS erityistä huolta aiheuttaviksi aineiksi (SVHC-aineiksi)**

Edellä mainittujen yhdisteiden lisäksi seuraavat PFAS-yhdisteet ovat tunnistettu SVHC-aineiksi (EC 2020b, [Perfluorialkyylikemikaalit \(PFAS-aineet\) - ECHA \(europa.eu\)](https://echa.europa.eu)):

1. **2,3,3,3-tetrafluori-2-(heptafluoripropoksi)propionihappo, sen suolat ja sen asyylihalidit (HFPO-DA).** (nk. GenX-kemikaalit)
 - ∅ Lyhytketjuinen PFOA:n korvaaja fluoripolymeerien tuotannossa
2. **Perfluoributaanisulfonihappo (PFBS) ja sen suolat**
 - ∅ Lyhytketjuinen PFOS:n korvaaja, jota on käytetty fluoripolymeerien valmistuksessa
 - ∅ Tunnistettiin vuonna 2020 SVHC-aineeksi

SVHC-listalle päätyminen tarkoittaa sitä, että jollain aikajänteellä ko. aine joko säädetään luvanvaraiseksi (lisätään REACH Liitteeseen 14) tai sen käyttöä rajoitetaan (lisätään Liitteeseen 17).

2.3. Esiintyminen ympäristössä

2.3.1. PFAS-yhdisteet Suomen vesiympäristössä

Pysyvyytensä takia PFAS-yhdisteet säilyvät ympäristössä ja ne voivat kulkeutua kauaskin päästölähteistään. PFAS-yhdisteitä löydetäänkin globaalisti eri osista ympäristöä ja hyvinkin kaukaa niiden alkuperäisistä päästölähteistä (AMAP 2017).

Suomen haitallisten aineiden valtakunnallisessa seurannassa PFAS-yhdisteitä on todettu pintavesistä sekä kaloista. Pintavesien määritystulosten perusteella on myös arvioitu Itämereen päätyvää PFAS-kuormitusta. Osa tuloksista on julkaistu SYKE:n UuPri-hankkeen loppuraportissa (Siimes ym. 2019). Muut tulokset löytyvät ympäristöhallinnon HERTTA-tietojärjestelmästä (https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat).

Pintavesinäytteiden perusteella PFOS:lle arvioitu haitaton vuosikeskiarvopitoisuus 0,65 ng/l ylittyy Vantaanjoessa, Porvoonjoessa sekä Kokemäenjoessa. Myös Aurajoessa, Mustionjoessa, Kyrönjoessa ja Oulujoessa haitaton pitoisuus on ollut lähellä ylittyä. Vantaanjoen Oulunkylän näytepisteellä PFAS-yhdisteiden summapitoisuudet vaihtelivat UuPri-hankkeen mittauksissa 15–75 ng/l, kun muissa joissa ne olivat korkeintaan 15 ng/l. Tutkituissa pintavesissä useimmin havaitut PFAS-yhdisteet olivat PFOA, PFHpA ja PFHxA.

UuPri-hankkeessa arvioitiin myös Suomen merkittävimpien jokien Itämereen kuljettamaa PFAS-kuormitusta. 10 PFAS-yhdisteen yhteenlaskettu vuosikuorma Itämereen oli joesta riippuen 0,41–18 kg ja suurin vuosikuorma kulkeutui Kymijoen kautta. Vantaanjoen 10 PFAS-yhdisteen kuormaksi arvioitiin 7,8 kg vuodessa. Suomen jokien PFAS-kuormitusarviot on julkaistu artikkelissa Junttila ym. 2019.

Haitallisten aineiden seurantatutkimuksissa PFAS-yhdisteitä määritetään sisävesillä ja rannikolla ahvenesta ja avomerellä silakasta. Ahvenesta määritykset tehdään nahallisesta fileestä, silakasta nahattomasta fileestä. Analyysitulokset on tallennettu ympäristöhallinnon HERTTA-tietojärjestelmään ja vuosina 2011–2016 kerätty aineisto on koottu UuPri-hankkeen loppuraporttiin.

Kalojen korkeimmat PFAS-pitoisuudet on havaittu rannikolta sekä Etelä-Suomen vesimuodostumista. Ympäristönlautunormin 9,1 µg/kg ylittäviä pitoisuuksia on mitattu Vantaanjoen edustalta Vanhankaupunginlahdelta, Porvoonjoesta ja Porvoon edustan rannikkovesistä sekä Tuusulanjärvestä. PFAS-yhdisteiden summapitoisuuksiksi on mitattu Vanhankaupunginlahden ahventen lihaksesta ja nahasta 16–31 µg/kg, lihaksesta 18 µg/kg ja maksasta 330 µg/kg.

PFSA-yhdisteiden pitoisuudet ja osuus kokonaispitoisuudesta ovat yleensä suurempia Etelä-Suomen monikuormitteisissa vesimuodostumissa ja rannikolla, kun taas muualla Suomessa PFCA-yhdisteet ovat dominoiva ryhmä. Avomeren silakoissa PFAS-pitoisuudet ovat selvästi sisämaan ja rannikon ahvenia pienempiä.

SYKEN toteuttamassa PFARA-hankkeessa on tutkittu PFAS-yhdisteiden esiintymistä paloharjoitusalueiden läheisessä ympäristössä (Reinikainen ym. 2019). Näiden alueiden läheisistä ojista mitattiin suuria PFAS-pitoisuuksia ja yhdisteitä havaittiin myös pohjavesissä. Harjoitusalueella muodostuvien vesien katsottiin aiheuttavan kohonneita PFAS-pitoisuuksia alueiden vaikutuspiirissä olevien vesistöjen kaloihin. Yhdyskuntajätevesien ohella pilaantuneita maaperiä pidetäänkin merkittävimpänä PFAS-päästölähteenä Suomessa.

2.3.2. PFAS-yhdisteet Vantaanjoessa

Helsinki-Vantaan lentoaseman alueella on kaksi tunnistettua PFAS-yhdisteiden lähdettä: PFAS-pitoisten sammutusvaahtojen käyttö lentoaseman paloharjoitusalueella useamman vuoden ajan päättyen vuonna 2007 sekä Finnairin lentokonehallin eli LEKO 6-hallin PFAS-pitoisen sammutusvaahdon kertaluonteinen pääsy hallin ulkopuolelle vuonna 2014. Molemmat päästölähteet sijaitsevat Vantaanjokeen laskevan Krakanojan (Veromiehenkylänpuro) valuma-alueella.

PFAS-yhdisteiden esiintymisen tarkkailu alkoi Helsinki-Vantaan lentoaseman alueen ympäristötarkkailussa vuonna 2014. Näytteet otetaan pintavesistä kaksi kertaa ja pohjavesistä kerran vuodessa. Tarkkailupisteitä on pintavedelle kahdeksan ja pohjavedelle kolme. Viimeisin tarkkailuraportti on kaudelta 1.9.2019–31.8.2020 (FCG 2020).

Helsinki-Vantaan lentoaseman laajan alueen valumavedet virtaavat useita puroja ja oja pitkin Vantaanjoen ja Keravanjoen alajuoksuille Vantaalla. Vantaanjoen yhteistarkkailuun lisättiin vuodesta 2017 alkaen PFAS-yhdisteiden analysointi jokien alajuoksuille kahdesti vuodessa (Vahtera ja Männynsalo 2021). Analyysitulokset on tallennettu ympäristöhallinnon HERTTA-tietojärjestelmään. Nämä tarkkailutulokset on otettu mukaan tämän hankkeen tulosten tarkasteluun.

3. Näytteet ja menetelmät

Hankkeen näytteenottajat olivat Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen sertifioituja vesi- ja vesistönäytteenottajia. Näytteiden analysointi tapahtui Suomen ympäristökeskuksen Viikin laboratoriossa, joka on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio (T003) ja sen toiminta täyttää standardin SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 vaatimukset. SYKEN menetelmät PFAS-yhdisteiden määrittämiseen kala- ja vesinäytteistä on akkreditoitu.

3.1. Jätevedet

Hankkeen jätevesinäytteet otettiin Riihimäen ja Hyvinkään Kaltevan jätevedenpuhdistamoilta toukokuun 2020 ja huhtikuun 2021 välisenä aikana. Lisäksi helmi- ja maaliskuussa 2021 otettiin lisänäytteet Riihimäen verkostoalueen jätevedenpumppamolta, joka kerää teollisuus- ja asumajätevesiä Riihimäeltä sekä Hausjärveltä tulevasta siirtoviemäristä. Puhdistamolle tulevaa jätevettä tutkittiin em. vuoden pituisena ajanjaksona 4 kertaa (kerran ¼-vuosittaisen tarkkailujakson aikana) ja lähtevää puhdistettua jätevettä 12 kertaa (kerran kuukaudessa). Riihimäen puhdistamolla näytteet kerättiin kaikista kolmesta puhdistamolle tulevasta jätevesilinjasta, joihin kaikkiin johdetaan asuma- ja teollisuusjätevesiä. Hyvinkään Kaltevan puhdistamolla on yksi tulolinja. Kaikki näytteet (tuleva ja puhdistettu lähtevä jätevesi) kerättiin automaattisilla näytteenottimilla 24 h aika- ja virtaamapainotteisina (Riihimäki) tai virtaamapainotteisina (Hyvinkää) kokoomänäytteinä ja ne pyrittiin ottamaan samaan aikaan puhdistamoiden ympäristölupien velvoittamien käyttö- ja päästötarkkailunäytteiden kanssa muun vedenlaatutiedon saamista varten.

3.2. Hulevedet

Hankkeessa oli kolme hulevesikohdetta, joista näytteet otettiin sadetapahtumien aikana kuudesti kerranäytteinä. Riihimäen ja Hyvinkään kaupunkialueiden hulevesikohteet edustivat perinteisiä kaupunkiympäristöjä, missä maankäyttö on vaihdellut kulloisenkin tarpeen mukaan ja vesien luontaiset virtausreitit ovat muuttuneet.

Pääosa Riihimäen keskustan hulevesistä purkautuu Vantaanjokeen Kanavakadun kohdalla, jossa niiden muodostumisalueen koko on noin 66 ha. Alue on melko väljästi rakennettua kaupunkikeskustaa, mutta päällystettyjen pintojen osuus on suuri. Alueella on kohteita, joissa maaperä on todettu pilaantuneeksi aikaisemman toiminnan seurauksena. Näytepaikka oli Eteläisen Asemakadun hulevesiverkoston tarkastuskaivo.

Hyvinkäällä Talvisillanpuiston puro saa alkunsa Hiiltomon alueen hulevesistä ja nk. Terrisuon alueelta, jossa on ollut pienteollisuutta ja ratapiha. Pääosa valuma-alueen maankäytöstä on pientalojen aluetta ja viheralueita. Terrisuo on pohjavesialueella ja alueella aikaisempi toiminta on aiheuttanut maaperän pilaantumista ja alueen maita on vuonna 2008 osittain puhdistettu. Terrisuolle on rakentumassa uusi Hangonsillan asuntoalue, joka lisää peitetyn pinnan alaa.

Talvisillan havaintopaikalla puron valuma-alueen koko on 195 ha. Siitä puro virtaa luoteeseen yhtyen Sveitsinpuroon, joka laskee Vantaaseen. Puroon on tehty eroosiosuojauksia ja hulevesien viivytyksrakenteita.

Hyvinkään Kruununpuiston ja Viertolan kaupunginosien hulevedet johdetaan Jokelankadun varren ojaan, mistä ne päätyvät Palojokeen. Valuma-alue on kooltaan 152 ha. Kruununpuisto ja Viertola sijaitsevat 1. Salpausselän reunamuodostuman kaakkoisreunalla, laaja-alaisen pohjavesimuodostuman pohjaveden purkautumisalueella.

3.3. Vesistövedet

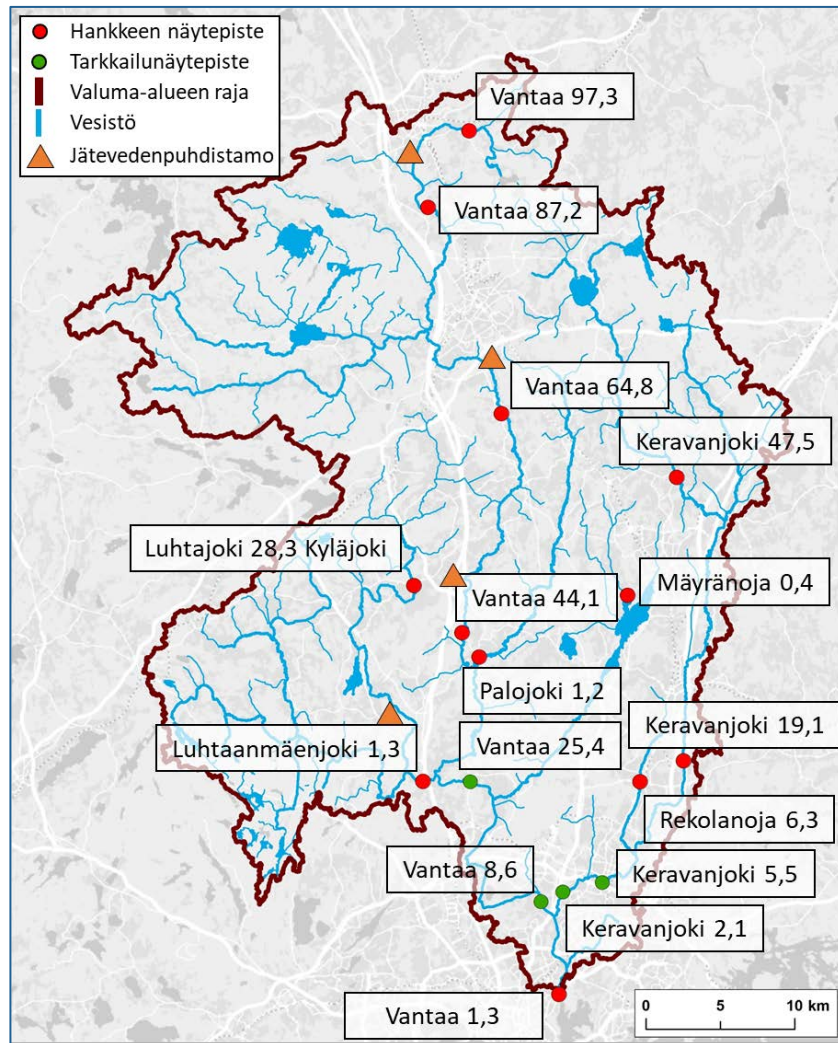
Hankkeen vesistönäytteet otettiin toukokuun 2020 ja maaliskuun 2021 välisenä aikana kuusi kertaa, paitsi Mäyränojoessa viisi, jossa ei ollut kesäkuussa virtausta. Havaintopaikkoja Vantaanjoessa oli neljä, Keravanjoessa kaksi, Kyläjoessa, Luhtaanmäenjoessa, Palojoessa sekä Mäyränojoessa ja Rekolanojoessa yksi (kartta 2). Vanhankaupunginkoskesta (Vantaa 1,3) otettiin kaksi aineistoa täydentävää näytettä 2021.

Näytteet otettiin vesimuodostumista, joihin kohdistuu suuri puhdistettujen asumajätevesien vaikutus (Vantaanjoen ylä- ja keskiosa) sekä jokimuodostumissa, joihin ei johdeta enää puhdistettuja asumajätevesiä, mutta alueiden asutushistoria on pitkä (Palo- ja Keravanjoki).

Luhtajoen ja Rekolanojan vesimuodostumissa seurantaperuste oli valuma-alueilla sijaitsevat, pitkään toiminnassa olleet jätteenkäsittelyasemat, joilla on ympäristölupien mukaista tarkkailua. Mäyränoja on Tuusulanjärveen laskeva puro ja sen yläjuoksulla on jätteenkäsittelylaitos, jolla on myös tarkkailuvelvoite.

3.4. Pohjavedet

Pohjavesinäytteet otettiin Riihimäeltä ja Hyvinkäältä. Havaintopaikat valittiin kummastakin kaupungista vanhojen kaatopaikkojen ja teollisuusalueiden välittömästä läheisyydestä (yhteensä neljä havaintopaikkaa). Näytteet otettiin kaikista neljästä havaintoputkesta yhden kerran 5.11.2020.



Kartta 2. Vantaanjoen vesistö ja sen valuma-alue, hankkeen vesistönäytepisteet ja Helsinki-Vantaan lentoaseman velvoitetarkkailun vesistönäytepisteet. Riihimäen ja Hyvinkään Kaltevan jätevedenpuhdistamot ovat sijainniltaan vesistöalueen kaksi pohjoisinta puhdistamoaa.

3.5. Kalat

Hankkeen järvien ahvennäytteet otettiin Nurmijärven Valkjärvestä, jonka valuma-alueella ei ole tunnettua PFAS-kuormitusta sekä Tuusulanjärvestä, jossa PFOS-yhdisteen ympäristölaatu on ylittynyt vuonna 2015. Jokialueen pyyntialueet olivat Kellokosken patoallas Keravanjoessa ja Vantaanjoen alajuoksun suvanto (Koskela). Näytekalat pyydettiin jokialueella katiskoilla, Valkjärvestä pilkillä ja Tuusulanjärvestä paunetilla.

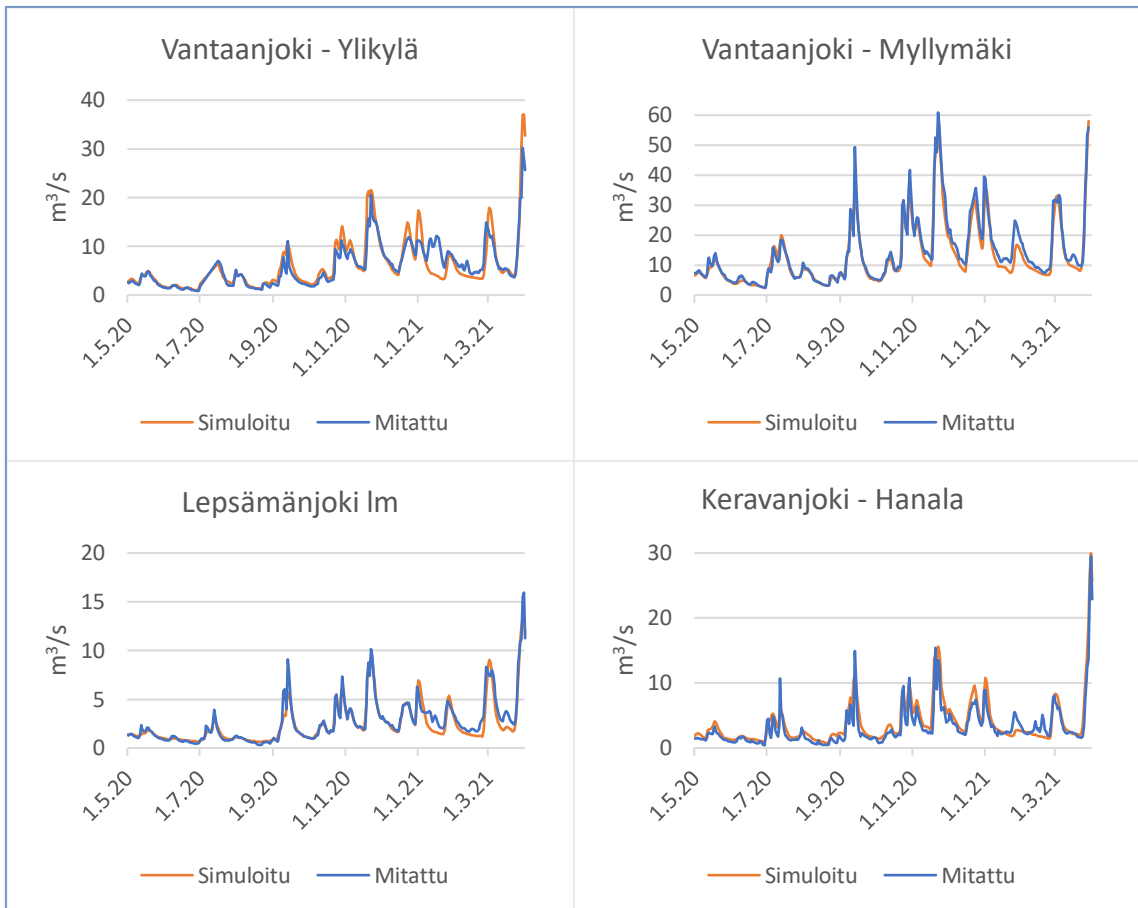
Vantaanjoen kalatalous- ja pohjaeläintarkkailuun kuului vuonna 2020 ensimmäistä kertaa PFOS-yhdisteen analysointi ahvenista (Hynninen ym. 2021). Tarkkailu kohdistui viidelle pistekuormituksen vaikutusalueelle. Tätä aineistoa hyödynnettiin hankkeen tulosten tarkastelussa.

Menetelmien laadunvalvontaan käytettiin sertifioituja referenssimateriaaleja IRMM-427 ja IRMM-428 sekä laboratorion omia laadunvalvontanäytteitä. Lisäksi jokaisessa näytesarjassa analysoitiin vähintään yksi menetelmänolla, jolla varmistettiin, että laboratoriosta, välineistä tai käytetyistä kemikaaleista ei aiheutunut vääriä positiivisia PFAS-määrittelyksiin.

3.7. Virtaamat Vantaanjoen vesistöissä

Virtaamatiedot pintavesien näytteenottopisteille haettiin SYKEN kehittämästä WSFS-VEMALA vesistömallista, jolla voidaan simuloida ja ennustaa hydrologisia prosesseja maalla, joissa ja järvissä. Malli ottaa huomioon monia hydrologisen kierron osia, kuten veden kertymisen lumena ja lumen sulamisen, haihtumisen ja sekä pinta- että pohjavesivalunnan. Näiden simulaatiossa käytetään päiväkohtaista mittausaineistoa lämpötilasta, sadannasta ja haihdunnasta. Lisätietoa mallista löytyy SYKEN nettisivuilta: https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit/Vedenlaadun_ja_ravinnekuormituksen_mallinnus_ja_arviointijarjestelma_VEMALA.

Vantaanjoen vesistöalueella virtaamaa seurataan muutamalla havaintoasemalla. Kuormituslaskujen luotettavuuden arvioinnin tueksi WSFS-VEMALA-mallin simuloimia virtaamarvoja verrattiin mittausasemien tuottamaan aineistoon. Simuloidut virtaamat olivat Vantaanjoen Ylikylässä ja Keravanjoen Hanalassa keskimäärin 0,2 ja 0,6 m³/s suurempia kuin mitatut ja Lepsämänjoessa ja Vantaanjoen Myllymäessä 0,2 ja 1,4 m³/s pienempiä kuin mitatut. Täten simuloitujen arvojen katsottiin olevan riittävän luotettavia kuormituslaskuihin myös muilla Vantaanjoen vesistön pisteillä. Suurimmat erot simuloitujen ja mitattujen arvojen välillä olivat tulva-aikoina syksyllä ja keväällä (Kuva 3.1).



Kuva 3.1. Mitatut virtaamat Vantaanjoen havaintoasemilla sekä simuloituidut virtaamat havaintoasemia lähimpänä sijaitsevilla WSFS-VEMALA-mallin pisteillä.

3.8. PFAS-yhdisteiden jätevedenpuhdistamo- ja jokikuormien laskenta

Laskennassa pyrittiin tuottamaan kunkin näytteenottokuukauden PFAS-kuormia kuvaava arvio sekä vesinäytepisteille että puhdistamolta lähtevälle jätevedelle. Jokipisteiden ja jätevedenpuhdistamoiden PFAS-kuormitus laskettiin samalla laskentatavalla, mikä parantaa tulosten vertailtavuutta. Hankkeen näytteenottoaikojen lisäksi jokikuormat laskettiin Helsinki-Vantaan lentoaseman vesistö tarkkailun näytepisteille Vantaa 25,4, Vantaa 8,6, Keravanjoki 2,1 ja Keravanjoki 5,5.

Laskenta perustuu jätevedenpuhdistamoiden kohdalla mitattuihin ja pintavesinäytepisteiden kohdalla simuloituihin päiväkohtaisiin virtaama-arvoihin. Mikäli virtaamat oli ilmoitettu yksikössä m^3/s , ne muunnettiin muotoon m^3/pv kertomalla alkuperäinen arvo vuorokauden sekuntimäärällä (86 400 s). Päiväkohtaisten virtaamatiетоjen perusteella laskettiin kullekin näytteenottokuukaudelle virtaamasumma, joka kuvaa puhdistamolta lähtenyt tai näytepisteen läpi näytteenottokuukautena kulkenutta vesimassaa.

Kuukausikuorman laskennassa käytettiin kyseisen kuukauden virtaamasummaa sekä PFAS-pitoisuuden mittaustulosta. Kertomalla koko kuukautta edustava pitoisuus kuukauden

kumulatiivisella virtaumasummalla luotiin arvio kunkin PFAS-yhdisteen massamääräisestä ainevirrasta joka sisältyi puhdistamon tai näytepisteen läpi kuukauden aikana kulkeneeseen vesimassaan. Mikäli yhdisteen määritystulos oli jonakin kuukautena alle määritysrajan, mutta yhdistettä havaittiin tutkimuksen aikana kyseisellä pisteellä tai puhdistamolla, käytettiin kuorman arvioinnissa pitoisuutena määritysrajan puolikasta. Vastaavasti, mikäli ainetta ei havaittu, käytettiin laskuissa pitoisuutena nollaa. Tämä laskentatapa noudattaa vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltamiseksi annettuja hyviä menettelytapoja kuormituksen arvioimiseksi (Kangas 2018).

Menetelmän luotettavuutta rajoittaa tässä tapauksessa pitoisuusnäytteiden määrä. Jouduttiin olettamaan, että kunakin kuukautena yhdisteen pitoisuus vedessä olisi vakio. On kuitenkin luultavaa, että pitoisuuksissa esiintyy todellisuudessa päivittäistä vaihtelua, jota käytettävissä olevalla näytemäärällä ei ollut mahdollista todentaa.

3.9. Pilaantuneet maa-alueet Vantaanjoen valuma-alueella

SYKEN ylläpitämä valtakunnallinen maaperän tilan tietojärjestelmä MATTI sisältää tietoja noin 25 000 maa-alueesta, joilla nykyisin tai aikaisemmin harjoitetusta toiminnasta on voinut päästä maaperään haitallisia aineita. Tietoja on kerätty 1990-luvun alusta lähtien sekä toimintansa lopettaneista että toimivista kohteista. Toiminnan ajoittuminen vaihtelee nykypäivästä taaksepäin n. 150 vuotta. Tietojärjestelmään tallennetuista alueista osassa maaperän pilaantumista on jo havaittu. Mukana on myös kohteita, joissa toiminta on ollut sellaista, että vastaavien toimipaikkojen tiedetään yleisesti aiheuttaneen maaperän pilaantumista. Kaikkien järjestelmään tallennettujen alueiden tila selvitetään toimintahistorian ja kenttätutkimusten avulla. Osa kohteista on jo tutkittu tai kunnostettu, mutta suurimmassa osassa selvitystyö on vielä kesken tai ne odottavat toimenpiteitä. Kohdetietoja ylläpitävät elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset. (Pyy ym. 2013)

Kuormituslähteiden tunnistamiseksi MATTI-tietokannasta haettiin kaikki Vantaanjoen valuma-alueelle sijoittuvat kohteet, joita oli yhteensä 1 262 (40 toimialalta). Näistä mahdollisiksi PFAS-päästölähteiksi tunnistettiin 15 toimialaa: kemian- ja muoviteollisuus, kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus, metallien valmistus, metalliteollisuus, muoviteollisuus, teollisuuskaatopaikka, yhdyskuntakaatopaikka, ongelmajätteen käsittely, muu jätteen käsittely (kompostointi, lietteen kp., jätteenpolttu, täyttömaa), jätevedenpuhdistamot, konepajat, lentokentät, pintakäsittely, tynnyrien pesu, öljy- ja kemikaalivahinkoalueet.

4. Tulokset ja niiden tarkastelu

Tässä luvussa esitellään hankkeessa otettujen näytteiden tulokset graafisina esityksinä. Laboratorioanalyysien tulokset on koottu liitetaulukoihin 1–5.

4.1. Jätevedet

Vantaanjoen suurimmat pistekuormittajat ovat joen yläosassa sijaitsevat Riihimäen ja Hyvinkään Kaltevan jätevedenpuhdistamot. Niiden osuus vesistöalueelle johdetusta jätevesimäärästä on noin 75 %. Puhdistamoiden tulokuormituksen merkittävimmät erot ovat teollisuuden ja hulevesien erilaisissa osuuksissa; verrattuna Hyvinkään Kaltevan puhdistamoon, Riihimäen puhdistamon tulokuormaa nostaa suuri teollisuuden kuormitus. Riihimäellä sekaviemäröinnin osuus viemäriverkostosta on myös suurempi kuin Hyvinkäällä.

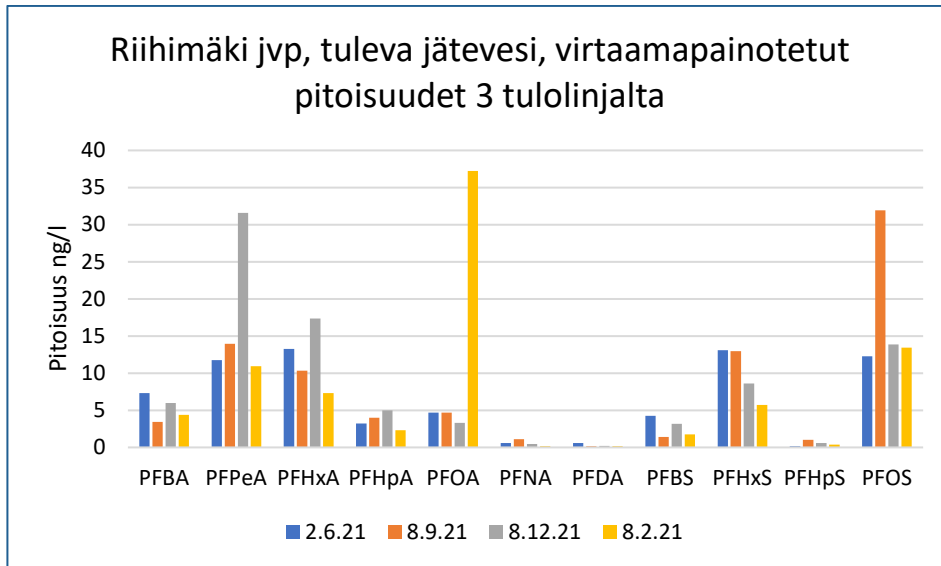
4.1.1. Jätevedenpuhdistamoille tuleva jätevesi

Riihimäen jätevedenpuhdistamolle tulevasta jätevedestä (3 tulolinjaa) havaittiin (pitoisuus ylitti laboratorion määritysrajan) yhteensä 11 PFAS-yhdistettä. Hyvinkään Kaltevan puhdistamolle tulevasta jätevedestä (1 tulolinja) havaittiin yhteensä 10 PFAS-yhdistettä. Hyvinkään Kaltevan puhdistamon tulevasta jätevedestä ei todettu lainkaan yhdistettä PFHpS, jota oli pieniä pitoisuuksia Riihimäen tulolinja 1:n jätevedessä (suurin osa puhdistamolle tulevasta jätevedestä virtaa tulolinja 1:n kautta). PFHpS:a ei todettu myöskään Riihimäen puhdistamon kahdelta pienemmältä tulolinjalta. Suurimmat PFAS-pitoisuudet määritettiin Riihimäen tulolinja 1:n jätevedessä, jossa pitoisuudet olivat lähes kertaluokkaa suurempia kuin puhdistamon kahdella muulla tulolinjalla ja Hyvinkään Kaltevan puhdistamolle tulevassa jätevedessä. Riihimäen puhdistamon korkeimmat yksittäiset tulopitoisuudet määritettiin tulolinja 1:stä yhdisteille PFPeA 36,6 ng/l, PFOA 46,2 ng/l ja PFOS 39,5 ng/l.

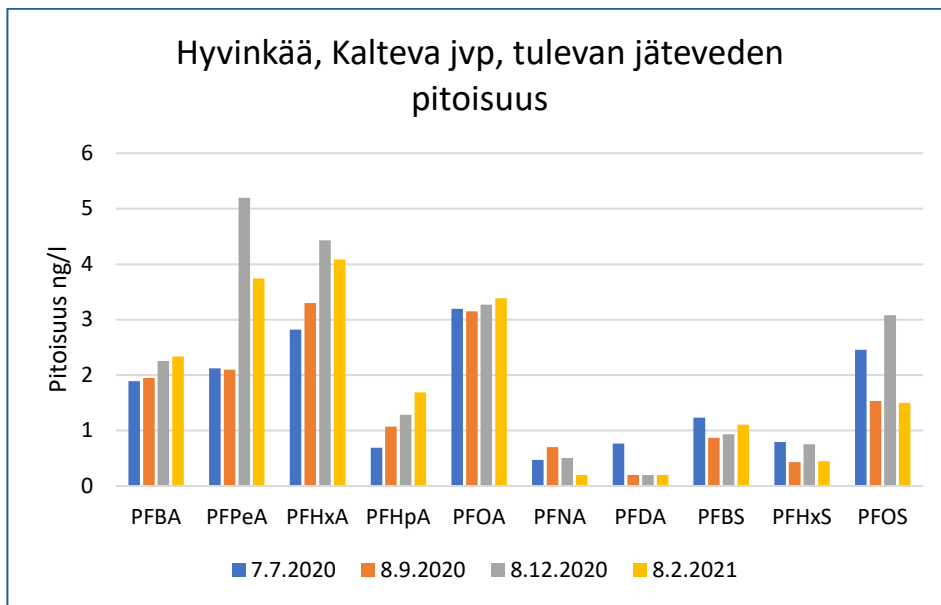
Paitsi, että Hyvinkään Kaltevan puhdistamon PFAS-tulopitoisuudet olivat pienempiä, ne myös vaihtelivat selvästi vähemmän Riihimäen puhdistamon pitoisuuksiin nähden. Kuitenkin kummallakin puhdistamolla suurimmat tulopitoisuudet vuoden mittaan (4 näytteenottokertaa) kertyivät yhdisteille PFPeA, PFHxA, PFOA ja PFOS. Lisäksi Riihimäen puhdistamolla havaittiin melko paljon yhdistettä PFHxS, jota Hyvinkään Kaltevan puhdistamolle tulevassa jätevedessä oli selvästi vähemmän (kuvat 4.1 ja 4.2).

Lisänäytteenä Riihimäen viemärintialueen jätevedenpumppaamolta kerätystä näytteestä (8.2.2021) määritettiin korkeita PFAS-pitoisuuksia. PFOA:n pitoisuus oli erityisen korkea, peräti 872 ng/l. Näytteenotto tehtiin pakkasjaksolla pienen virtaaman aikaan, jolloin hule- ja vuotovesien määrä oli pieni.

Korkeiden pitoisuuksien takia näytteenotto toistettiin maaliskuussa (23.3.2021) juuri ennen lumien sulamista ja vuoto- ja hulevesien määrän nousua. Pitoisuudet olivat selvästi matalampia kuin helmikuun näytteessä. Korkeimpana yksittäisenä pitoisuutena määritettiin PFOS (34 ng/l). Em. lisänäytteenottojen tulokset ovat raportin liitteessä 1.



Kuva 4.1. Riihimäen jätevedenpuhdistamolle tulevien jätevesilinjojen (3 kpl) PFAS-yhdisteiden virtaamapainotetut pitoisuudet (ng/l) näytteenottopäivinä (24 h aika- ja virtaamapainotetut kokoomanäytteet).



Kuva 4.2. Hyvinkää Kaltevan jätevedenpuhdistamolle tulevan jäteveden PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) näytteenottopäivinä (24 h virtaamapainotetut kokoomanäytteet).

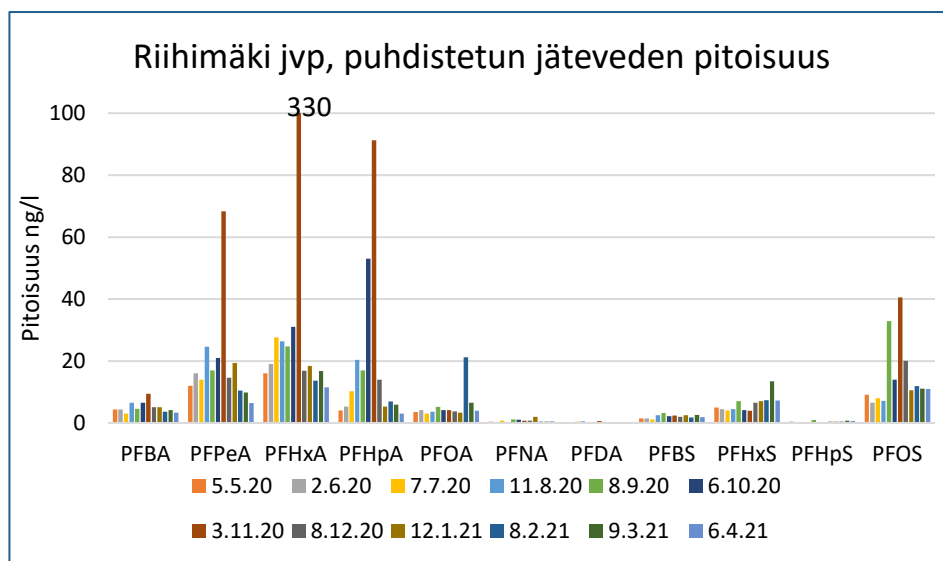
4.1.2. Jätevedenpuhdistamoilta lähtevä puhdistettu jätevesi

PFAS-pitoisuudet

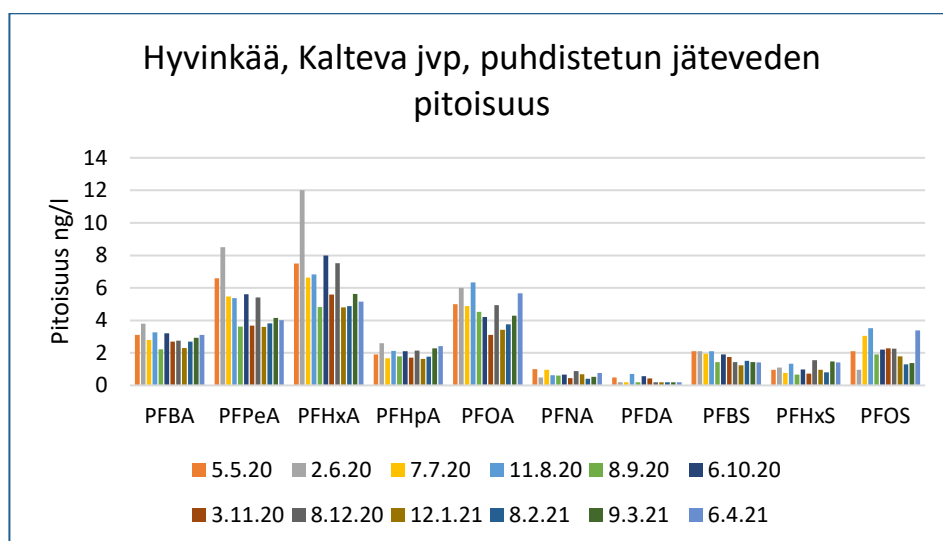
Riihimäen puhdistamolta lähtevässä puhdistetussa jätevedessä havaittiin yhteensä 11 PFAS-yhdistettä ja Hyvinkään Kaltevan puhdistamolta vastaavasti 10. Riihimäen puhdistamolta

suurimmat pitoisuudet määritettiin yhdisteitä PFPeA, PFHxA, PFHpA ja PFOS ja Hyvinkään Kaltevan puhdistamolta yhdisteitä PFPeA, PFHxA, PFOA ja PFOS. Hyvinkäältä ei havaittu yhdistettä PFHpS (yhdistettä ei ollut myöskään puhdistamolle tulevassa jätevedessä), jota oli Riihimäen puhdistetussa jätevedessä pieniä pitoisuuksia (kuvat 4.3 ja 4.4).

Riihimäen puhdistamon lähtöpitoisuudet olivat selvästi korkeammat kuin Hyvinkäällä. Myös pitoisuusvaihtelut olivat suurempia. Korkeimmat lähtöpitoisuudet em. yhdisteitä määritettiin 3.11.2020 jätevesivirtaaman ollessa hule- ja vuotovesien takia noin 30 % vuoden keskivirtaamaa korkeammalla tasolla (kuvat 4.3. ja 4.4.). Tällöin aineryhmän PFCA (perluorikarboksylihapot) kokonaispitoisuus oli peräti 505 ng/l. Myös aineryhmään PFSA (perfluorisulfonihapot) kuuluvan PFOS:n pitoisuus 41 ng/l oli korkea (kuva 4.3) ja se ylitti sisämaan pintavesille arvioidun haitattoman vuosikeskiarvopitoisuuden 0,65 ng/l.



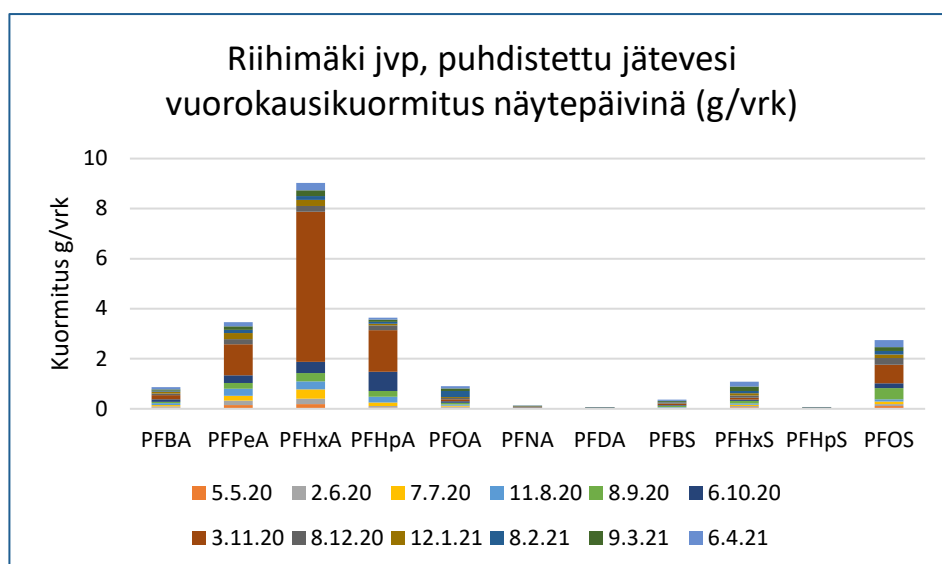
Kuva 4.3. Riihimäen jätevedenpuhdistamolta lähtevän puhdistetun jäteveden PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) näytteenottopäivinä (24 h aika- ja virtaamapainotetut kokoomanäytteet).



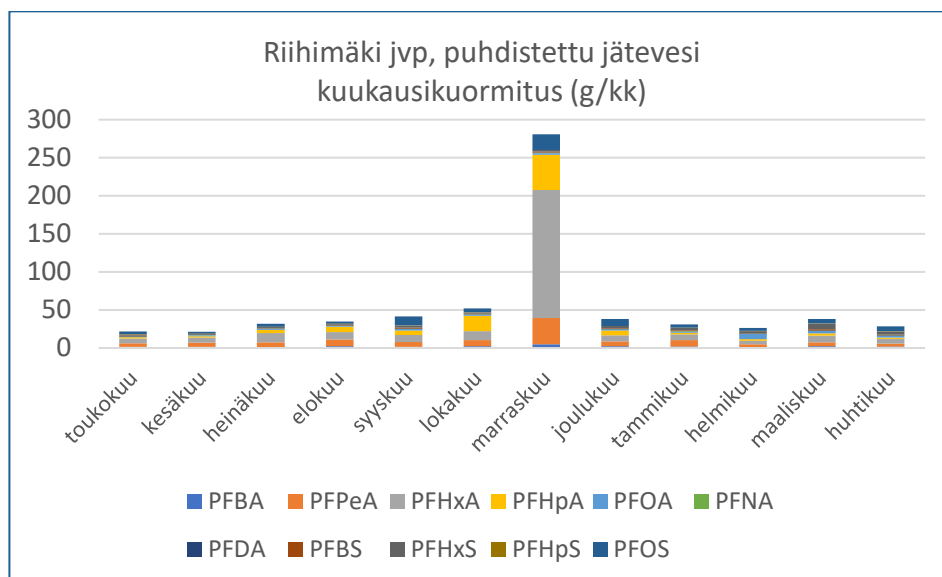
Kuva 4.4. Hyvinkään Kaltevan jätevedenpuhdistamolta lähtevän puhdistetun jäteveden PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) näytteenottopäivinä (24 h virtaamapainotetut kokoomanäytteet).

PFAS-kuormitukset

Kuten PFAS-pitoisuudet, Riihimäen puhdistamon PFAS-lähtökuormat olivat myös huomattavasti korkeammat kuin Hyvinkäällä ja ne vaihtelivat enemmän (kuvat 4.5–4.8, huomaa kuvaajien asteikon ero). Riihimäen puhdistamolta lähtevän puhdistetun jäteveden selvästi suurin kuormitus muodostui 3.11.2020 tarkkailukerran lyhytketjuisesta PFHxA:sta (kuvat 4.5. ja 4.6.).

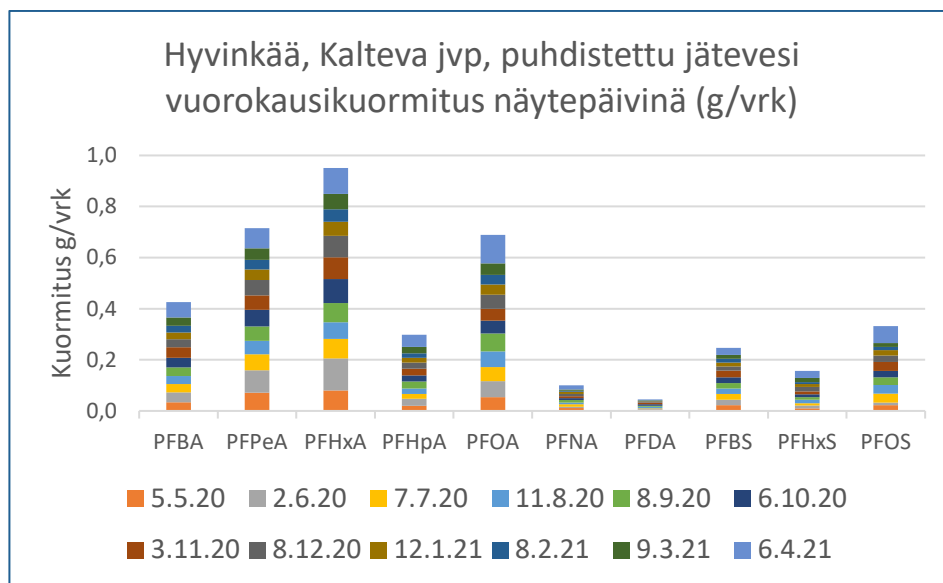


Kuva 4.5. Riihimäen jätevedenpuhdistamolta vesistöön lähtevä PFAS-yhdisteiden vuorokausikuormitus (g/vrk) näytepäivinä ja kaikkien näytekertojen summa aineryhmittäin.

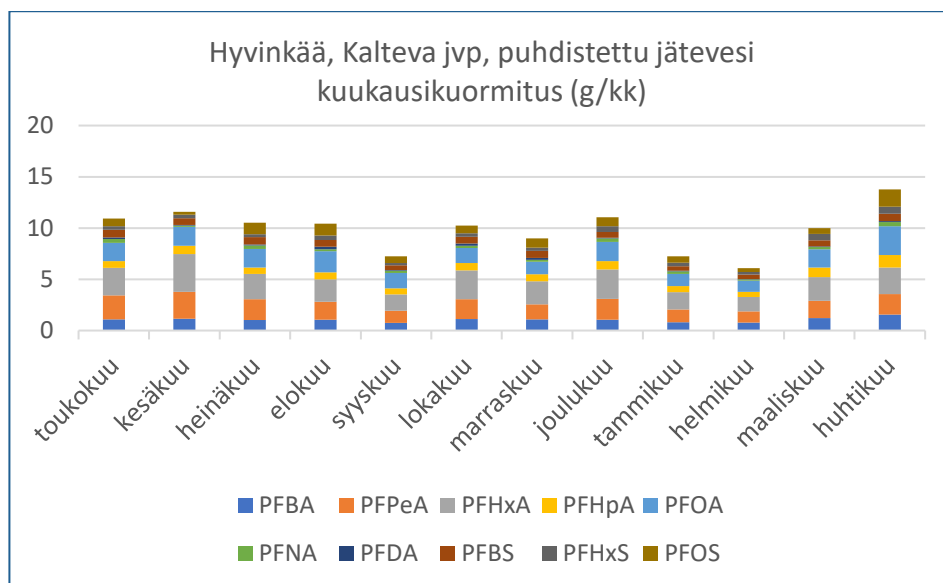


Kuva 4.6. Riihimäen jätevedenpuhdistamolta vesistöön lähtevä PFAS-yhdisteiden keskimääräinen kuukausikuormitus (g/kk).

Hyvinkään Kaltevan puhdistamolta lähtevän puhdistetun jäteveden eri PFAS-yhdisteiden kuormituserot olivat selvästi pienempiä niin määrällisesti kuin ajallisesti (kuvat 4.7 ja 4.8.).

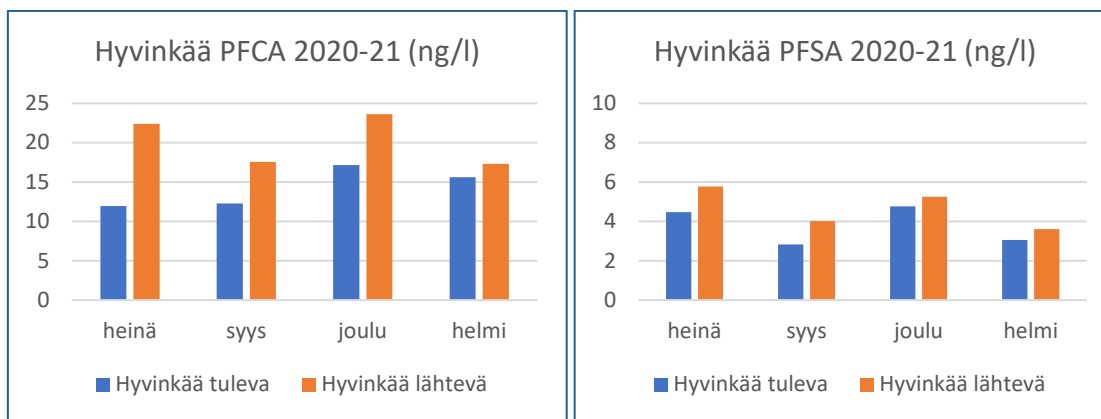


Kuva 4.7. Hyvinkään Kaltevan jätevedenpuhdistamolta vesistöön lähtevä PFAS-yhdisteiden vuorokausikuormitus (g/vrk) näytepäivinä ja kaikkien näytekertojen summa aineryhmittäin.



Kuva 4.8. Hyvinkään Kaltevan jätevedenpuhdistamolta vesistöön lähtevä PFAS-yhdisteiden keskimääräinen kuukausikuormitus (g/kk).

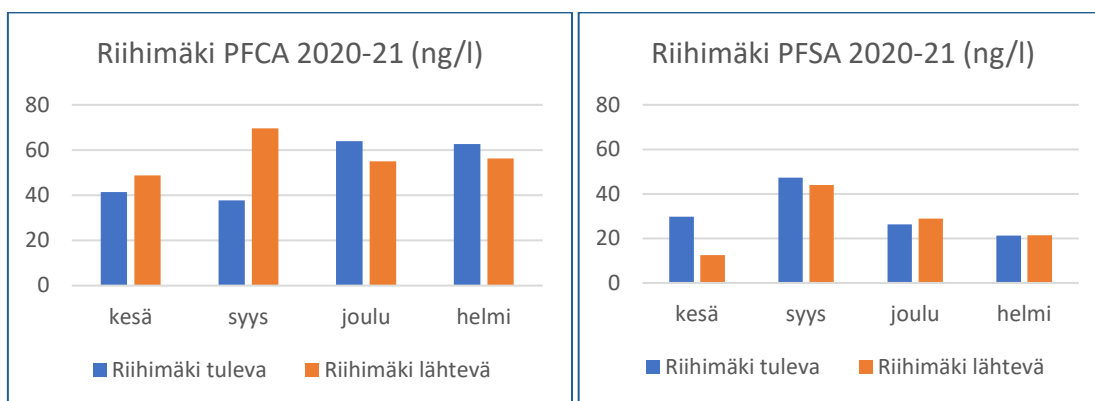
Tuleva-lähtevä-pitoisuustarkastelussa Hyvinkään Kaltevan puhdistamo toimi tyypillisen puhdistamon tapaan; lähtevät pitoisuudet olivat suurempia kuin tulevat (kuva 4.9), mikä johtuu PFAS-aineiden muodostumisesta puhdistusprosesseissa niiden esiasteista (prekursorit).



Kuva 4.9. Hyvinkään Kaltevan jätevedenpuhdistamo. Puhdistamolle tulevan (Hyvinkää tuleva) ja puhdistamolta vesistöön johdettavan puhdistetun jäteveden (Hyvinkää lähtevä) perfluorikarboksylihappojen (PFCA) ja perfluorisulfonihappojen (PFSA) pitoisuudet (ng/l) näytepäivinä (7.7.2020, 8.9.2020, 8.12.2020 ja 8.2.2021).

Riihimäen puhdistamolla tuleva-lähtevä-pitoisuussuhteet vaihtelivat eri näytteenotto-kerroilla siten, että aineryhmän PFCA (perkarboksylihapot) pitoisuus oli puhdistetussa jätevedessä pienempi kuin puhdistamolle tulevassa jätevedessä joul- ja helmikuun näytteenotto-kerroilla ja aineryhmän PFSA (perfluorisulfonihapot) kesä- ja syyskuun näytteenotto-kerroilla (kuva 4.10). Tämä voisi viitata siihen, että puhdistamolle tulee ko. yhdisteitä tasaisesti ja kuten todettua, suurempina pitoisuuksina.

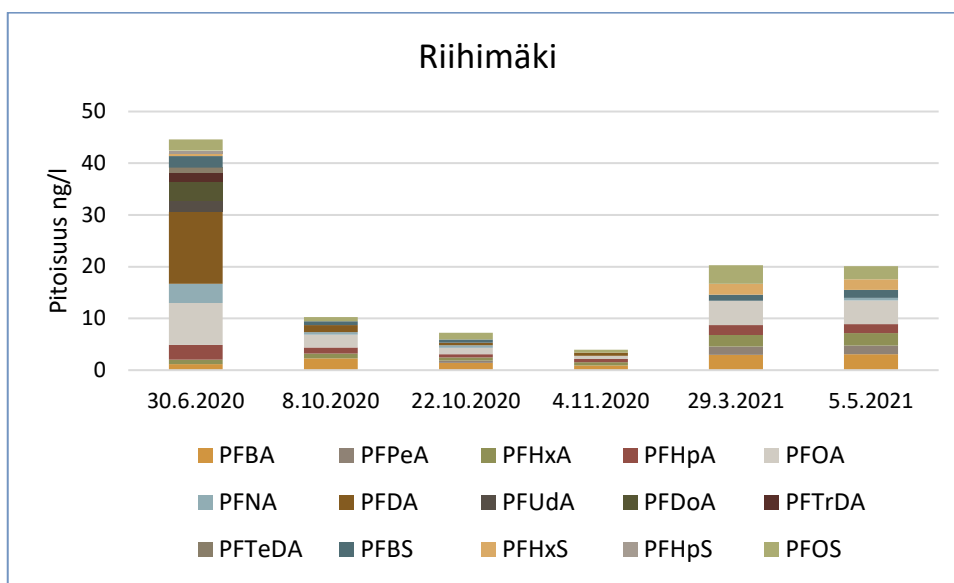
Voidaan olettaa, että Riihimäen puhdistamon prosesseissa muodostuu PFAS-yhdisteiden esiasteista (prekursorit) uusia PFAS-yhdisteitä vastaavasti kuin Hyvinkäällä. Suurempi ja tasaisempi tulokuormitus kuitenkin aiheuttaa sen, että lähtöpitoisuudet ovat ajoittain epätyypillisesti pienempiä kuin tulopitoisuudet. Tulkintaan liittyy epävarmuutta. Esimerkiksi jäteveden viipymä puhdistamolla vaikuttaa siihen, että samaan aikaan puhdistamon tulo- ja lähtöpäästä kerätyt näytteet edustavat eri ”jätevesijaetta”.



Kuva 4.10. Riihimäen jätevedenpuhdistamo. Puhdistamolle tulevan (Riihimäki tuleva) ja puhdistamolta vesistöön lähtevän puhdistetun jäteveden (Riihimäki lähtevä) perfluorikarboksylihappojen (PFCA) ja perfluorisulfonihappojen (PFSA) pitoisuudet (ng/l) näytepäivinä (2.6.2020, 8.9.2020, 8.12.2020 ja 8.2.2021).

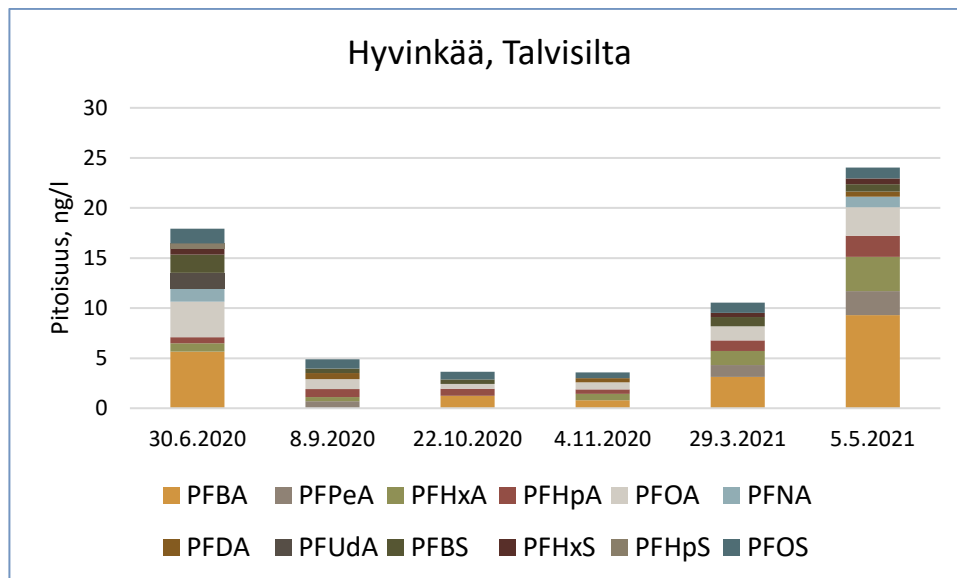
4.2. Hulevedet

Riihimäen keskustan hulevesistä todettiin viittätoista PFAS-yhdistettä, joista PFOS:n pitoisuus vaihteli 0,5–3,6 ng/l (kuva 4.11). Korkein PFOS-pitoisuus havaittiin maaliskuussa, jolloin satoi vähän, mutta suurin osa vesistä oli lumensulamisvesiä. Muita PFAS-yhdisteitä todettiin vähintään kahden seurantakerran näytteessä. Yhdisteiden PFBA, PFHxA, PFHpA, PFOA ja PFOS pitoisuudet ylittivät määrittäjärajan kaikissa näytteissä. Eniten eri yhdisteitä todettiin kesäkuussa 2020, jolloin yhteispitoisuus oli myös korkein. Näytteenottoa edeltävä sadesumma (Hyvinkää) oli 14 mm.



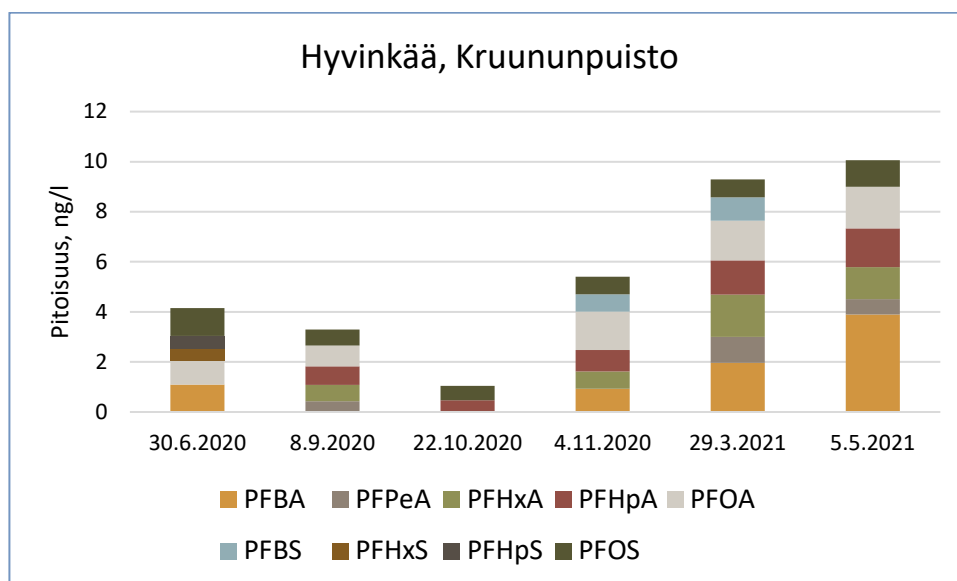
Kuva 4.11. PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) Riihimäen hulevesinäytteissä.

Talvisillan alueen valumavesissä todettiin kahtatoista PFAS-yhdistettä, PFOS-pitoisuuksien ollessa 0,8–1,5 ng/l. Yhdisteiden PFHpA, PFOA ja PFOS pitoisuudet ylittivät määrittäjärajan kaikissa näytteissä (kuva 4.12). Eniten eri yhdisteitä oli kesäkuun 2020 (edeltävä sadesumma 14 mm) ja toukokuun 2021 näytteissä (sadesumma 4,4 mm).



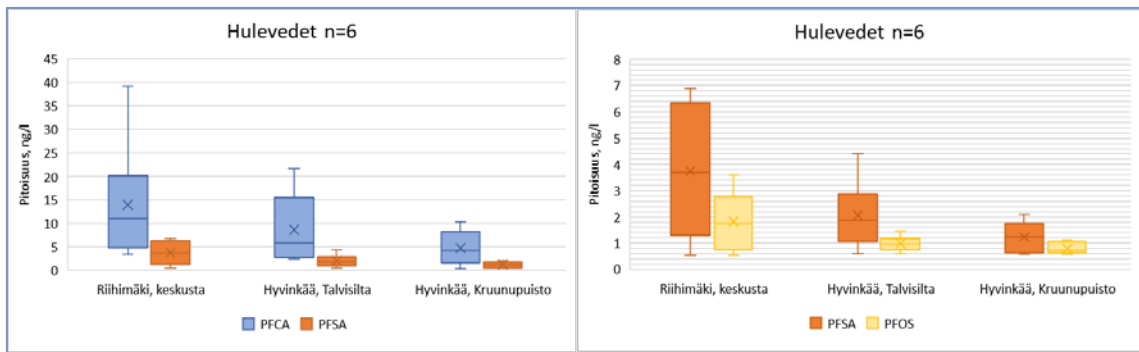
Kuva 4.12. PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) Hyvinkään Talvisillan hulevesinäytteissä.

Kruununpuiston hulevesissä todettiin yhdeksää PFAS-yhdistettä, joista PFOS-pitoisuudet olivat 0,6–1,1 ng/l. Yhdisteistä vain PFOS-pitoisuudet ylittivät määritysrajan kaikilla näytekertoilla (kuva 4.13).



Kuva 4.13. PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) Hyvinkään Kruununpuiston hulevesinäytteissä.

Hulevesien mukana PFAS-yhdisteitä kulkeutuu vesistöön ja jätevesien käsittelyyn sekaviemäroidyillä alueilla. Kolmen seuranta-alueen näytteissä yhteispitoisuudet vaihtelivat 1–45 ng/l (kuva 4.14). Näytekertojen välinen vaihtelu oli aluevaihtelua suurempaa, mutta kaikkien alueiden hulevesissä esiintyi ajoittain huomattavia määriä PFAS-yhdisteitä. Selvästi eniten eri yhdisteitä havaittiin Riihimäen keskusta-alueen hulevesissä, jossa pitoisuudet olivat myös korkeimpia. Vähiten analyysin määritysrajan ylittäneitä yhdisteitä oli pientalovaltaisen Kruununpuiston alueen vesissä, jossa myös pitoisuudet olivat seuranta-aineiston matalimpia. Sielläkin suurimpien pitoisuuksien yhteydessä eri yhdisteiden määrä oli suurin.



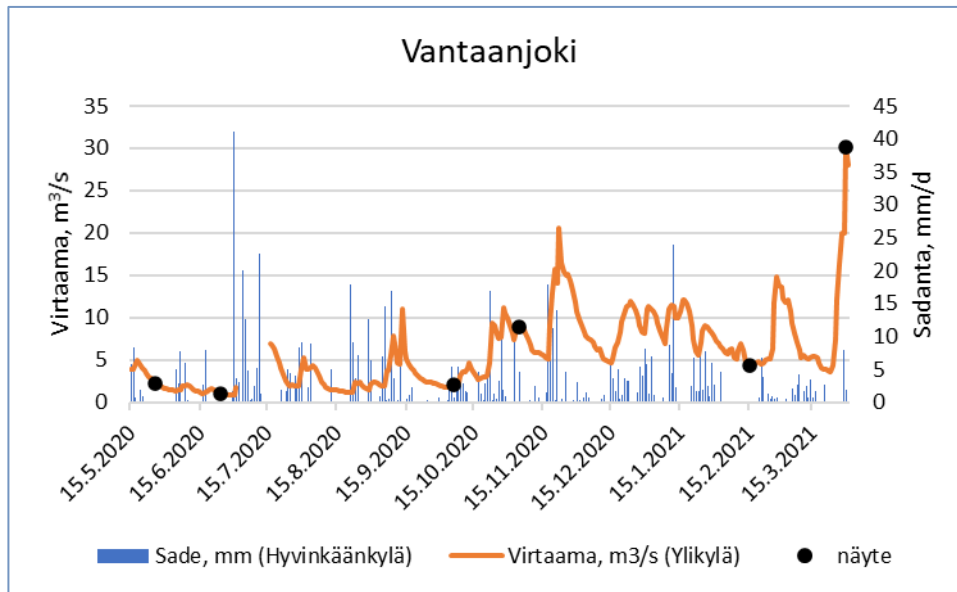
Kuva 4.14. Perfluorokarboksylihappojen (PFCA) ja perfluorisulfonihappojen (PFSA) sekä PFOS-yhdisteen pitoisuusvaihtelu Riihimäen ja Hyvinkään hulevesinäytteissä. Kuvassa ruudun alareuna vastaa alaneljännestä ja yläreuna yläneljännestä, ruudun sisään piirretty viiva vastaa mediaania ja rasti keskiarvoa. Janojen päät ovat ääriarvoja.

Tässä hankkeessa kerätty aineisto ei riitä arvioimaan hulevesien kuormitusvaikutusta, mutta tulokset osoittavat silti selvästi hulevesien mukana kulkevan PFAS-yhdisteitä. Ne voivat päätyä suoraan tai ojien kautta vesistöön sekä sekaviemäröidyillä alueilla jätevedenpuhdistamoille.

4.3. Vesistönäytteet

4.3.1. Hydrologiset olosuhteet seurantajaksolla

Seurantajakso oli kokonaisuudessaan keskimääräistä sateisempi. Kymmenen kuukauden jakson sadesumma (Hyvinkäänkylässä 700 mm) ylitti koko vuoden keskimääräisen sademäärän. Rankkojen sateiden yhteyteen vesistönäytteenottokertoja ei ajoittunut. Touko- ja kesäkuun näytteet otettiin pitkinä poutajaksoina, jolloin valuntaa oli vähän ja jokivirtaamat selvästi alle keskivirtaamatason. Syksyn näytekertaa edelsi myös pitkä poutajakso, mutta lokakuun näytepäivää edeltävänä yönä oli satanut alueella 6–8 mm. Marraskuussa sateet olivat lisänneet valuntaa ja jokien virtaamat olivat näytepäivänä yli kaksinkertaisia keskivirtaamatasoon verrattuna. Helmikuussa joet olivat laajalti jäässä ja lumi peitti maata, mutta routaa ei juurikaan ollut. Jokien vedenpinta oli laskenut, mutta virtaamat ylittivät selvästi alivirtaamatasoon. Maaliskuun lopulla sää lämpeni ja yhdessä vesisateiden kanssa sulattivat lumia. Vantaanjoen virtaama nousi näytepäivänä pitkänajan keskiylivirtaaman tasolle (Kuva 4.15, taulukko 4.1).



Kuva 4.15. Vuorokausisadanta Hyvinkäällä, Vantaanjoen virtaama Ylikylän mittausasemalla hankkeen näytteenottojaksolla 15.5.2020–31.3.2021 ja Vantaanjoen näytteiden ottoajankohdat.

Taulukko 4.1. Vantaan- ja Keravanjoen näytenpäivien vuorokausikeskivirtaamat, m³/s. (Syke/Avoin tieto 8.7.2021).

	Vantaanjoki, Ylikylä	Vantaanjoki, Oulunkylä	Keravanjoki, Hanala
26.5.2020	2,3	8,5	1,3
24.6.2020	1,1	4,2	0,8
29.9.2020	2,1	7,8	1,6
6.10.2020	2,1	7,6	0,9
4.11.2020	8,8	35	6,4
15.2.2021	4,3	13	3,0
30.3.2021	30	110	24

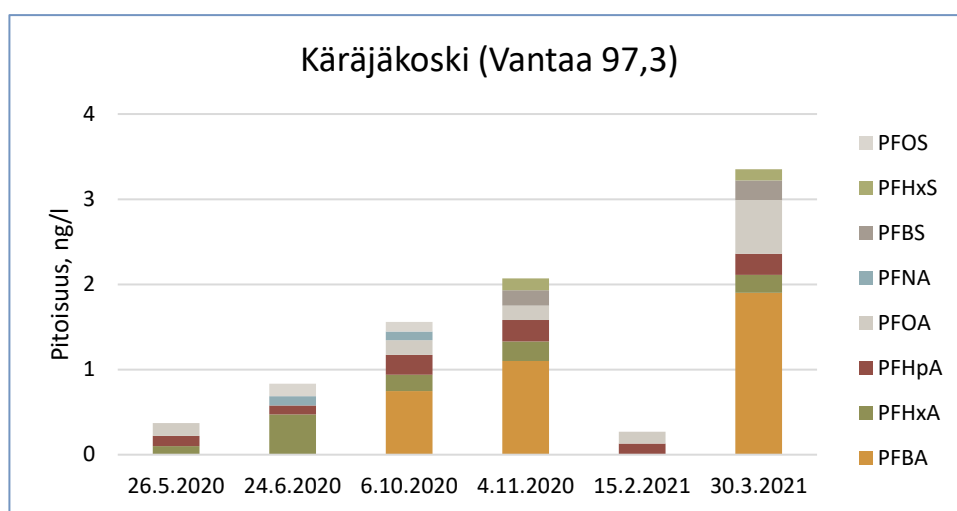
4.3.2. Vantaanjoki

Vantaanjoen yläosa

Vantaanjoen ylin havaintopaikka oli Riihimäellä Kärjäkoskessa. Sitä ennen joki on kerännyt Hausjärven puoleisten pienten latvajärviensä, Lallu- ja Erkylänjärvien, ja niiden takaisten ojitettujen soiden sekä Selänojan ja Metsäkulman peltovaltaisten alueiden vedet noin 36,6 km² alueelta. Mereen joella on matkaa noin 97 km. Kärjäkosken havaintopaikkaa (Vantaa 97,3) voidaan pitää PFAS-yhdisteiden kannalta Vantaanjoen taustapisteenä, eli pisteen valuma-alueella ei oleteta olevan PFAS-päästölähteitä. Corine 2012/taso 2 maankäyttöluokituksen perusteella valuma-alueella on metsämaita 67 % ja viljelysmaita 25 %.

Vantaanjoen latvoilla jokeen purkautuu pohjavesiä ja kesälläkin jokiveden lämpötila pysyy viileänä. Käräjäkoskessa vesi oli usein melko kirkasta ja alivesijaksoilla vain vähän humusleimaista, mutta ylivirtaamakausina ruskeaa. Veden sähkönjohtavuus, 10 mS/m, osoittaa joen lievää kuormittuneisuutta. Käräjäkoskessa kokonaisfosforin pitoisuuskeskiarvo 48 µg/l (vuosina 2017–2019) on hyvän ekologisen tilan tasoa.

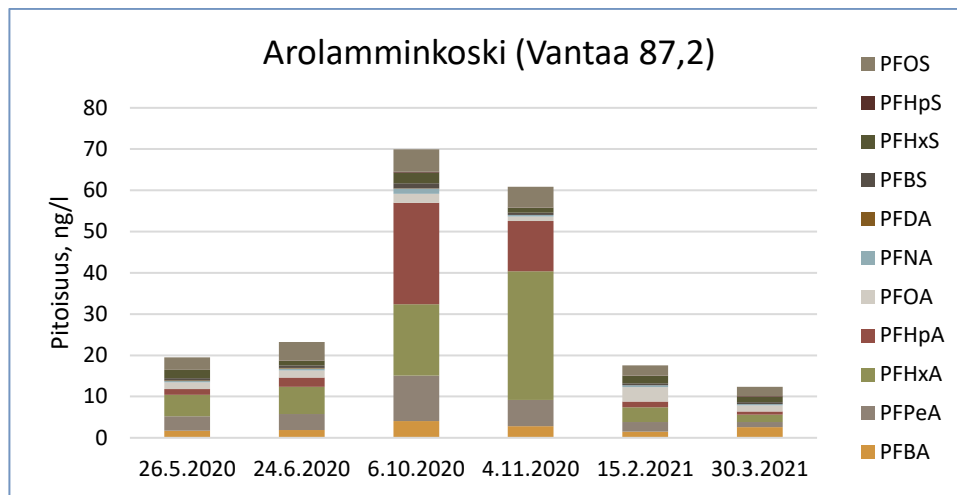
Käräjäkosken näytteissä todettiin kahdeksaa PFAS-yhdistettä (kuva 4.16). Matalin yhteispitoisuus (0,27 ng/l) oli talven alivirtaamanäytteessä, jolloin todettiin yhdisteistä vain PFHpA:a ja PFOA:a. Korkein yhteispitoisuus (3,35 ng/l) todettiin maaliskuun ylivirtaamajaksoilla, jolloin lyhytkestuisen, helposti kulkeutuvan PFBA:n pitoisuus oli selvimmin koholla. PFOS:n pitoisuus ylitti aineen määrittämissärajat (0,1 ng/l) kahdessa näytteessä pitoisuuden ollessa korkein (0,15 ng/l) kesäkuussa.



Kuva 4.16. Käräjäkosken näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Käräjäkosken jälkeen Vantaanjoki virtaa Riihimäen keskustan tuntumassa ja siihen laskee taajama-alueen hulevesiä. Joen rannoilla on teollisuutta ja jokeen johdetaan Riihimäen puhdistamolta käsitellyt jätevedet (vuonna 2020 14 300 m³/d). Niiden osuus jokivirtaamasta on suuri, alivirtaamakaudella noin puolet joen vedestä on jätevesiperäistä.

Vantaanjoen Arolamminkoskessa (Vantaa 87,2) todettiin 11 PFAS-yhdistettä, korkeimmat pitoisuudet (60–70 ng/l) loka- ja marraskuussa, jolloin näytteissä oli korkeita pitoisuuksia useita yhdisteitä, etenkin PFPeA, PFHxA) ja PFHpA (kuva 4.17). PFOS-yhdisteen keskipitoisuus 3,8 ng/l (vaihtelu 2,27–5,47 ng/l) ylitti haitattoman vuosikeskiarvopitoisuuden 0,65 ng/l. Pitoisuus oli matalin talven näytteessä, korkein lokakuussa. Lokakuussa myös PFAS-yhdisteiden yhteispitoisuus, 70 ng/l, oli korkein.



Kuva 4.17. Arolamminkosken näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Vantaanjoen Arolamminkoskessa todetut yhdisteet olivat samat kuin Riihimäen puhdistamolta lähtevässä puhdistetussa jätevedessä. Arolamminkosken keskipitoisuudet olivat noin 2,5-kertaisia puhdistettuihin jätevesiin verrattuna. Riihimäen puhdistamolta lähtevässä vedessä todettiin marraskuussa poikkeuksellisen paljon PFPeA-, PFHxA- ja PFHpA-yhdisteitä (luku 4.1.2). Nämä yhdisteet nostivat selvästi myös Arolamminkosken pitoisuuksia. Jokivedessä samojen yhdisteiden pitoisuudet olivat koholla jo lokakuussa. Näyteajankohdat puhdistamolla ja vesistöissä olivat lähes samaan aikaan.

Vantaanjoen keskiosa

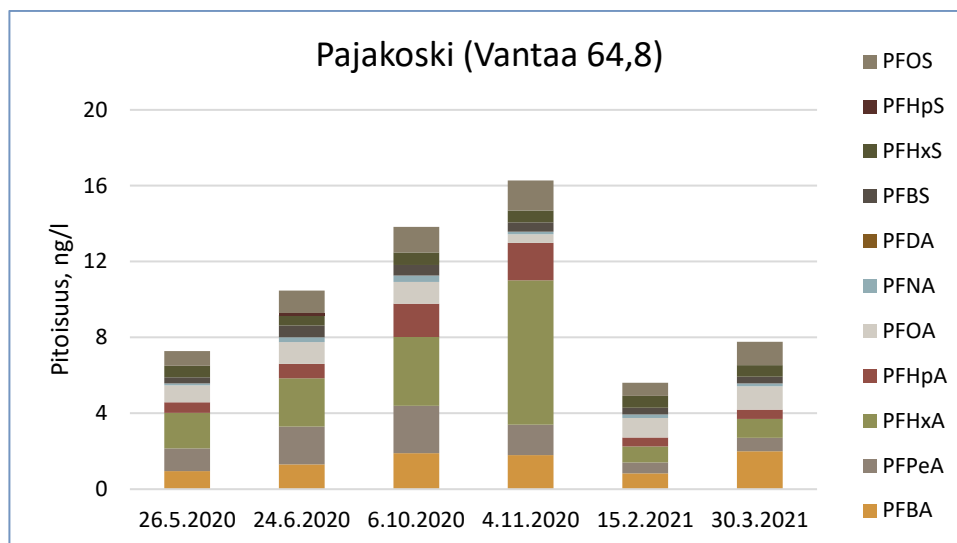
Vantaanjoen keskiosassa eli Hyvinkään ja Nurmijärven kuntien alueella jokiuomaa on noin 40 km. Jokiveden laatuun vaikuttaa edelleen jokeen Riihimäellä johdettu pistekuorma, mutta kuormituksen laimeneminen on tehostunut merkittävästi, kun valuma-alueeltaan 256 km² kokoisen Kytäjoen vedet laskevat Vantaaseen.

Vantaanjoen keskijuoksulle johdetaan pistekuormaa Hyvinkään Kaltevan ja Nurmijärven kirkonkylän puhdistamoilta. Hyvinkäällä Vantaanjokeen laskee puroja, joihin tulee kaupunkialueen hulevesiä. Näistä yksi on Sveitsinpuro, jonka Talvisillan haarasta otettiin hankkeen hulevesinäytteitä.

Hyvinkään Kaltevan puhdistamon käsittelemät jätevedet (vuonna 2020 12 400 m³/d) johdetaan Vantaanjokeen Pajakosken (Vantaa 64,8) yläpuolella. Pajakosken näytteissä todettiin kymmentä PFAS-yhdistettä. Arolamminkoskessa todettu PFDA alitti myös aineen määrittämissä (0,1 ng/l). PFHxA oli pitoisuudeltaan runsain yhdiste näytteissä. PFOS-pitoisuudet (keskipitoisuus 1,14 ng/l, vv. 0,69–1,59 ng/l) ylittivät haitattomaksi arvioidun pitoisuustason.

Pajakosken näytteissä korkeimmat pitoisuudet todettiin loka- ja marraskuussa ja matalin helmikuussa eli Arolamminkoskea vastaavasti (kuva 4.18). Pajakoskessa seurantakertojen korkeimmat yhteispitoisuudet olivat noin neljänneksen Arolamminkosken pitoisuuksiin

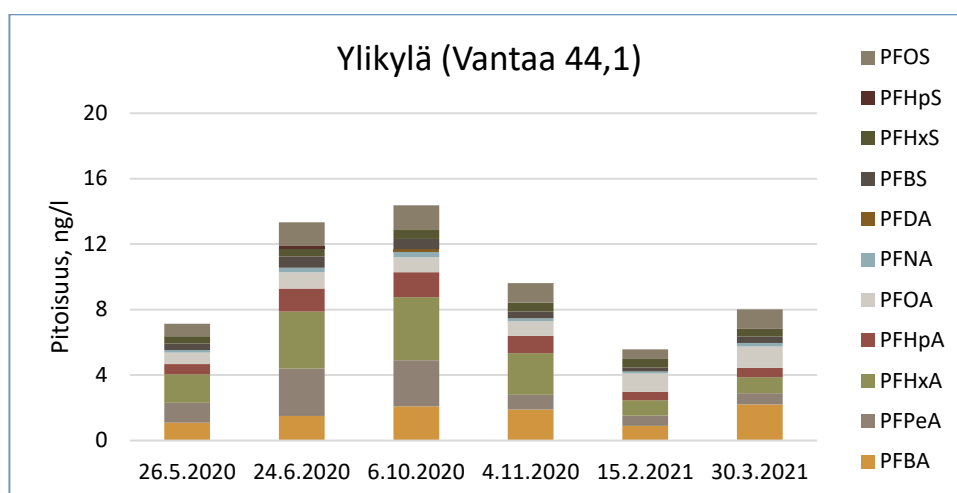
verrattuna. Kaltevan puhdistamolta lähtevän puhdistetun jäteveden PFAS-pitoisuudet olivat noin 2,5-kertaisia Pajakosken keskipitoisuuteen (10 ng/l) verrattuna.



Kuva 4.18. Pajakosken näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Vantaanjoen keskijuoksun alaosassa, Ylikylän havaintopaikalla (Vantaa 44,1) on Vantaanjoen pääuoman toinen vedenkorkeuden ja virtaaman mittausasema. Noin viisi kilometriä havaintopaikalta ylävirtaan päin, Nurmijärven Myllykosken yläpuolella, jokeen laskeva Kissanoja tuo Nurmijärven kirkonkylän puhdistamon käsittelemät puhdistetut jätevedet (vuonna 2020 2270 m³/d) jokeen.

Ylikylän näytteissä todettiin yksitoista PFAS-yhdistettä, korkeimmat pitoisuudet kesä- ja lokakuussa ja matalin helmikuussa (kuva 4.19). PFPeA ja PFHxA kohottivat yhteispitoisuuksia tällöin eniten. PFOS:n keskipitoisuus 1,12 ng/l (0,56–1,51 ng/l) oli enimmillään lähes kaksinkertainen haitattomaan pitoisuuteen verrattuna. Ylikylän havaintopaikalla PFAS-yhdisteiden yhteispitoisuudet olivat samaa tasoa Pajakosken pitoisuuksien kanssa.

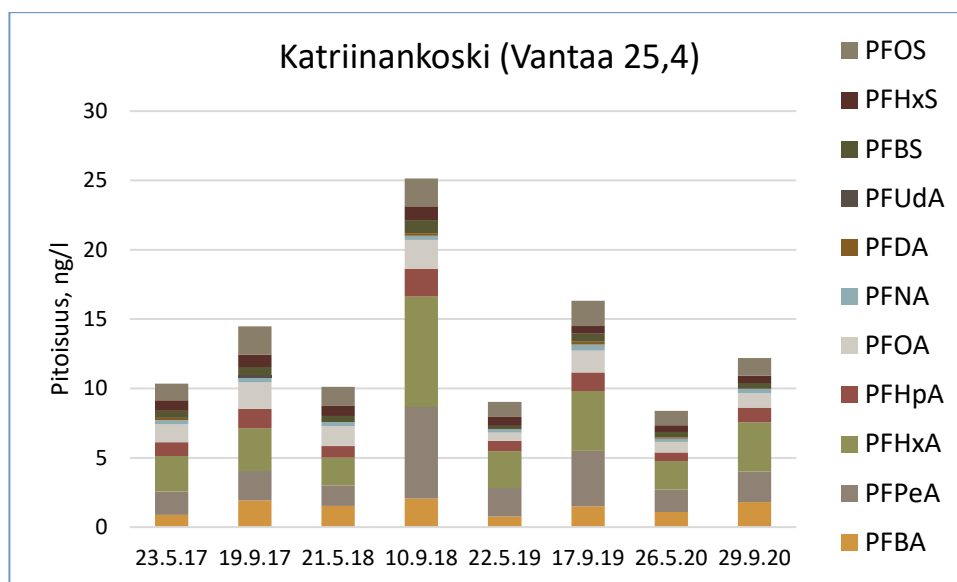


Kuva 4.19. Ylikylä havaintopaikan näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Tarkkailutuloksia Vantaanjoen alajuoksulta

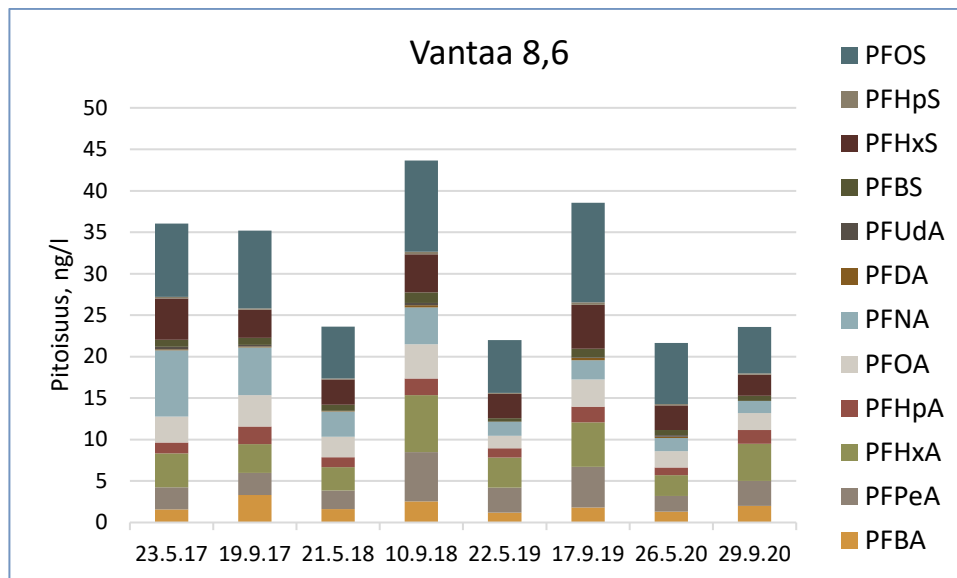
Helsinki-Vantaan lentoaseman alueelta huuhtoutuu PFAS-yhdisteitä Vantaanjokeen laskeviin puroihin (FCG 2020). Niiden kautta tulevan PFAS-kuormituksen vaikutuksia Vantaanjoen pitoisuuksiin tarkkaillaan vuosittain touko- ja syyskuussa. Tarkkailtavan alueen taustahavaintopaikka on Katriinankoski Vantaalla (Vantaa 25,4) ja vaikutusalueen havaintopaikka Vantaa 8,6.

Vuodesta 2017 toteutetun tarkkailun perusteella Vantaanjoen PFOS-pitoisuudet ovat olleet Helsinki-Vantaan lentoaseman vaikutusalueella 5,6–12 ng/l. PFAS-yhdisteiden yhteispitoisuus on ollut näytteissä 22–44 ng/l. Näytteissä on todettu 12 PFAS-yhdistettä (kuva 4.21). Katriinankosken vertailualueen PFOS-pitoisuudet (1,0–2,0 ng/l) ovat olleet selvästi kuormitettua aluetta pienempiä, kuten myös PFAS-yhdisteiden summapitoisuudet (8,4–25 ng/l) (kuva 4.20).



Kuva 4.20. Katriinankosken tarkkailupaikan (lentoasema/tausta) touko-/syyskuun näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet havaintokertojen näytteissä.

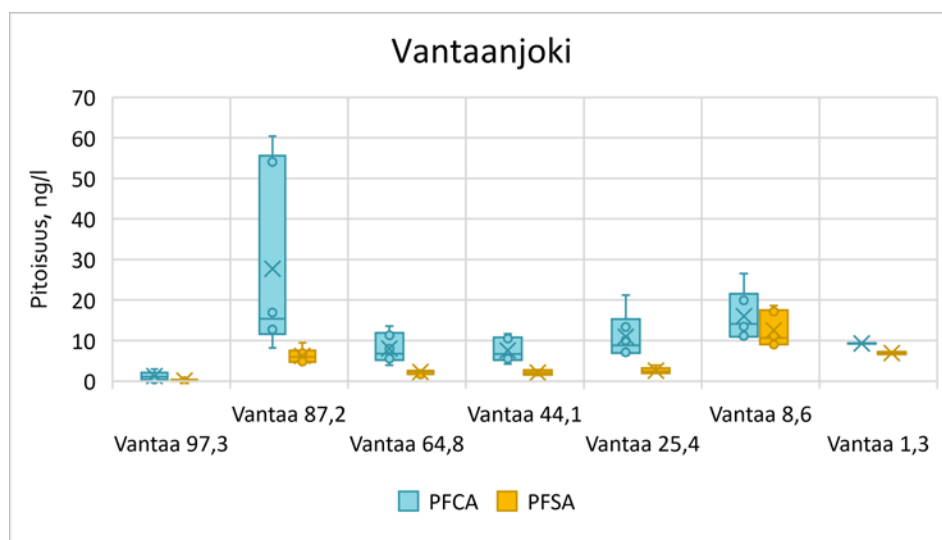
Vanhankaupunginkosken (Vantaa 1,3) helmi- ja maaliskuun 2021 näytteissä PFAS-yhdisteiden yhteispitoisuus oli 16–16,5 ng/l ja PFOS-pitoisuudet 4,3–4,8 ng/l. Määrittämissä ylittäneiden yhdisteiden määrä oli 11. PFAS-yhdisteiden yhteispitoisuudet kohosivat yli kaksinkertaisiksi ja PFOS-pitoisuudet 4–7 kertaisiksi Vantaanjoen keskijuoksuun (Vantaa 44,1) verrattuna.



Kuva 4.21. Haltialan (lentoasema vaikutusalue) tarkkailupaikan touko-/syyskuun näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet havaintokertojen näytteissä.

Yhteenveto Vantaanjoen pääuoman PFAS-pitoisuuksista

Vantaanjoessa PFAS-yhdisteiden korkeimmat yhteispitoisuudet todettiin Arolamminkoskessa, jossa tutkitusta kahdeksastatoista PFAS-yhdisteestä todettiin yksitoista. Näistä sulfonihapporyhmään kuuluvia yhdisteitä oli neljä, joista pitoisuudeltaan selvästi suurin oli PFOS (2,3–5,5 ng/l). Sen pitoisuus ylitti haitattoman pitoisuuden (0,65 ng/l) tason. Vantaanjoen alajuoksulla (Vantaa 8,6 ja Vantaa 1,3), johon Helsinki-Vantaan lentoaseman valumavedet vaikuttavat, PFOS-pitoisuudet olivat joen yläjuoksua korkeampia (kuva 4.22). PFCA-yhdisteiden yhteispitoisuus oli Arolamminkoskessa Vantaanjoen korkein.



Kuva 4.22. PFAS-yhdisteryhmien pitoisuudet Vantaanjoessa. Kuvassa ruudun alareuna vastaa alaneljännestä ja yläreuna yläneljännestä, ruudun sisään piirretty viiva vastaa mediaania ja rasti keskiarvoa. Janojen päät ovat ääriarvoja. Havaintopaikalta Vantaa 1,3 näytteitä oli kaksi, muilta kuusi.

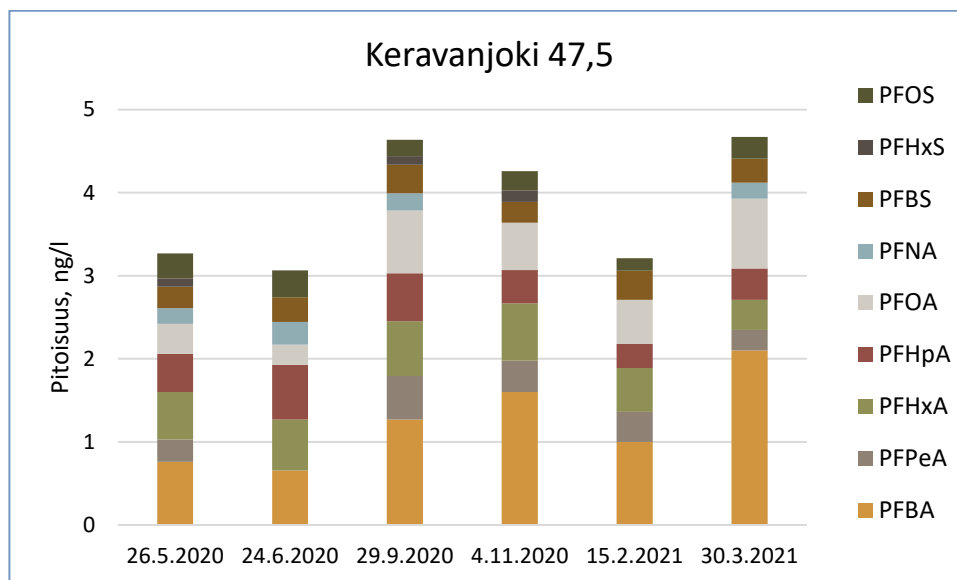
4.3.3. Keravanjoki

Keravanjoki on Vantaanjoen suurin sivuhaara. Sen keskijuoksulla joki halkoo Tuusulan Kellokosken taajamaa, jonka asutus- ja käyttöhistoria ovat pitkiä. Kellokosken ruukki toimi alueella 1795–1979 välisen ajan, jonka jälkeen teollinen toiminta alueella pääosin päättyi ja nyt Kellokosken patoallas on suosittu virkistyspaikka. Kellokoskelta alavirtaan joki laskee Järvenpään Haarajoen myllypadon kautta edelleen kohti Keravan ja Vantaan alueita, joissa maankäyttö muuttuu taajamavaltaiseksi ja hulevesivaikutus lisääntyy.

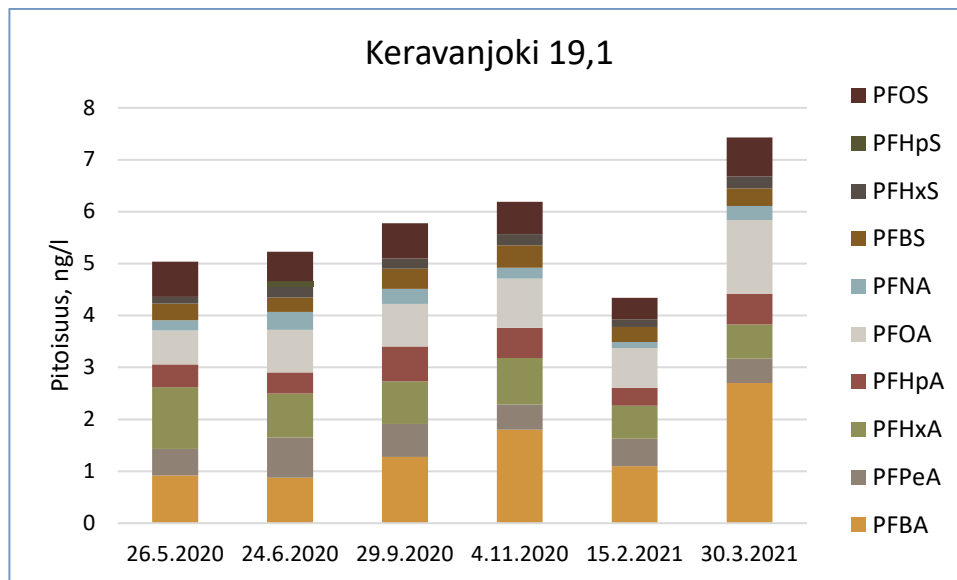
Keravanjoesta PFAS-näytteet otettiin Kellokosken altaan alapuolella olevalta havaintopaikalta (Keravanjoki 47,5) sekä Keravan ja Vantaan rajalla olevalta havaintopaikalta (Keravanjoki 19,1), jossa jokea reunustavat vielä pellot, mutta kaupunkialueiden hulevesiä oli jo laskenut uomaan.

Kellokosken näytteissä todettiin yhdeksää PFAS-yhdistettä niiden yhteispitoisuuden vaihdellessa 3,1–4,7 ng/l (kuva 4.23). Alivirtaamakauden pitoisuudet olivat matalimpia, ylivirtaamakauden korkeimpia ja silloin erityisesti PFBA nosti kokonaispitoisuutta. PFOS:n määräysraja (0,1 ng/l) ylittyi kaikissa näytteissä, mutta pitoisuudet jäivät alle vesistön haitattoman pitoisuuden raja-arvon (0,65 ng/l).

Havaintopaikan Keravanjoki 19,1 näytteissä todettiin kymmentä PFAS-yhdistettä ja niiden yhteispitoisuus (4,3–7,4 ng/l) oli kohonnut Kellokosken verrattuna. Talvinäytteen pitoisuudet olivat matalimpia, ylivirtaamakauden korkeimpia, jolloin erityisesti PFBA nosti kokonaispitoisuutta (kuva 4.24). PFOS:n keskipitoisuus 0,62 ng/l alitti aineen haitattoman pitoisuuden (0,65 ng/l). Sen pitoisuus oli matalin helmikuun pakkasjaksolla.



Kuva 4.23. Kellokosken näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.



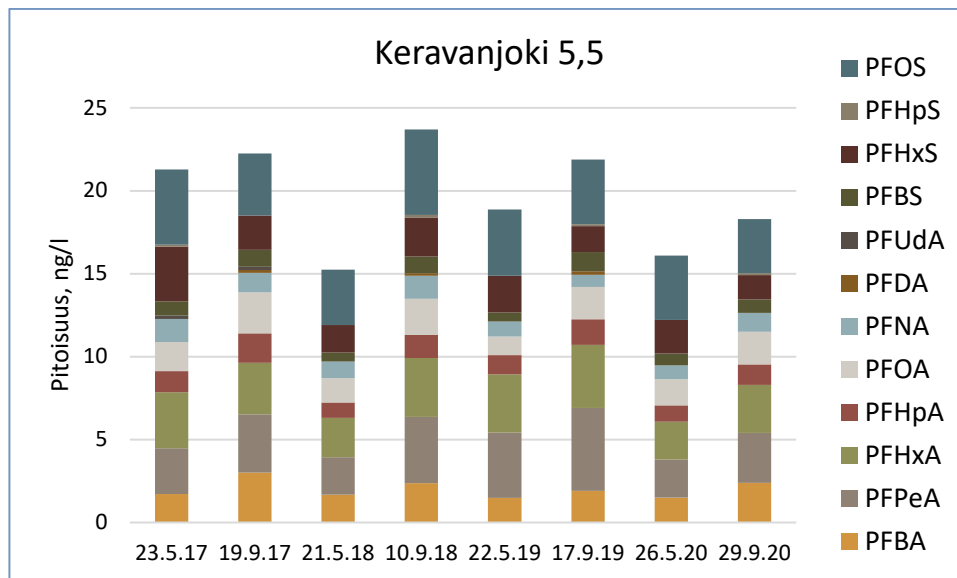
Kuva 4.24. Keravan ja Vantaan rajalla sijaitsevan havaintopaikan näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Tarkkailutuloksia Keravanjoen alajuoksulta

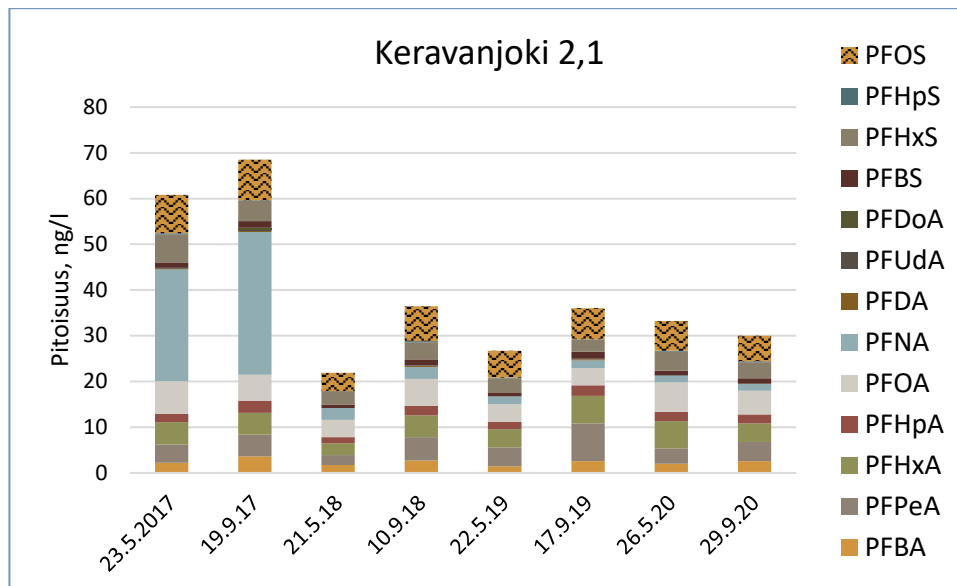
Helsinki-Vantaan lentoaseman alueelta huuhtoutuu PFAS-yhdisteitä Keravanjokeen laskeviin puroihin (FCG 2020). Niiden kautta tulevan PFAS-kuormituksen vesistövaikutuksia tarkkaillaan vuosittain touko- ja syyskuussa. Tarkkailtavan alueen taustahavaintopaikka on Keravanjoki 5,5, jonka yläpuolella jokeen on laskenut jo Rekolanoja (ks. 4.3.4), mutta ei lentoaseman alueelta vesiä tuovat Kylmäoja ja Kirkonkylänoja. Keravanjoen alin tarkkailupaikka on Kirkonkylänkoski Keravanjoki 2,1.

Vuodesta 2017 toteutetun tarkkailun perusteella PFOS-pitoisuudet ovat olleet Helsinki-Vantaan lentoaseman vaikutusalueella (Keravanjoki 2,1) 4–8,9 ng/l (kuva 4.26). PFAS-yhdisteiden yhteispitoisuus on ollut näytteissä 22–69 ng/l. Vuonna 2017 PFNA nosti selvästi pitoisuutta. Havaintopaikalla todettuja yhdisteitä on ollut havaintopaikoista eniten, kolmetoista.

Vertailualueen (Keravanjoki 5,5) PFOS-pitoisuudet (3,3–5,2 ng/l) ovat olleet kuormitettua aluetta pienempiä, kuten myös PFAS-yhdisteiden summapitoisuudet (15–24 ng/l), mutta ylittäneet moninkertaisesti havaintopaikan Keravanjoki 19,1 pitoisuudet (kuva 4.25).



Kuva 4.25. Lentoaseman taustapisteeseen (Keravanjoki 5,5) touko-/syyskuun näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet havaintokertojen näytteissä.



Kuva 4.26. Lentoaseman vaikutusalueen (Keravanjoki 2,1) touko-/syyskuun näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet havaintokertojen näytteissä.

Helsinki-Vantaan lentoaseman vaikutusalueella on todettu PFUnDA-yhdistettä useissa Vantaanjoen ja Keravanjoen näytteissä. Tätä ainetta on todettu myös lentoaseman taustapisteillä sekä yhdessä Rekolanojan näytteessä. Muualla vesistössä ainetta ei havaittu. Kesäkuussa 2020 Riihimäellä ja Hyvinkäällä otetuissa hulevesinäytteissä todettiin myös PFUnDA. Se on voinut kulkeutua esim. laskeuman mukana lentokenttää ympäröivälle alueelle, mutta sillä voi olla muitakin lähteitä.

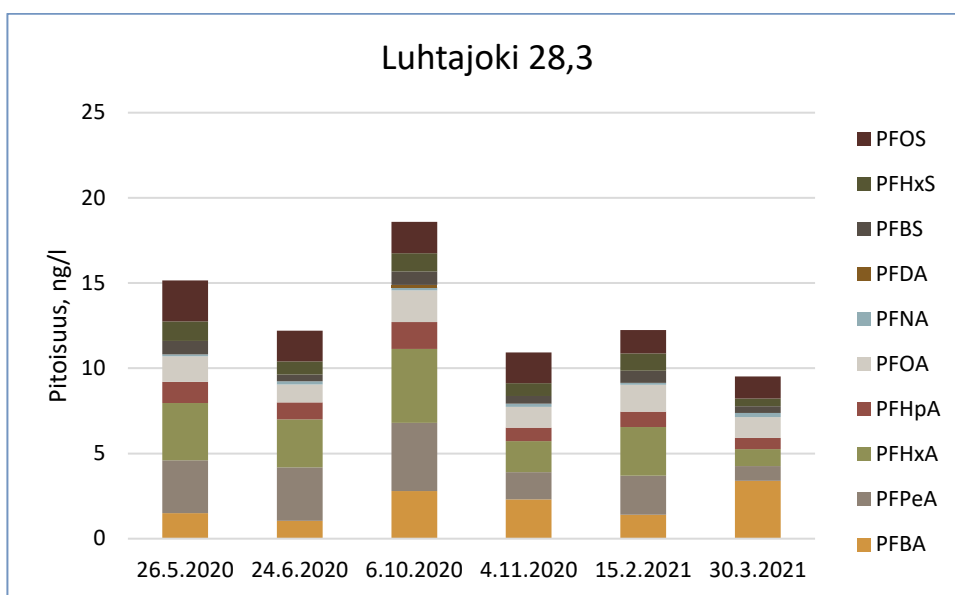
4.3.4. Sivujoet ja purot

Kyläjoki

Rajamäen taajamaa ympäröivien lukuisten ojien ja purojen vedet kerättyään voimakkaasti mutkitteluva Kyläjoki virtaa Ahopellon alueelle, jossa laaja peltoaukea pidetään viljeltävänä kuivatuspumpppausin. Tällä suoraksi peratulla alueella jokeen laskee peltopumppaamon vesien vieressä pieni oja, jota pitkin Metsä-Tuomelan jäteaseman alueen vedet laskevat Kyläjokeen. Tämän alapuolella sijaitsee havaintopaikka Luhtajoki 28,3.

Metsä-Tuomelan jäteasema on pinta-alaltaan noin 20 ha. Sillä on biologinen puhdistamo, jossa käsitellään tasausaltaaseen johdettu jäteaseman suotovesi, jätepenkalta valuva vesi, romuajoneuvokentän, rakennusjätteen siirtokuormausalueen sekä kompostointikenttien vedet. Vuonna 2020 jäteaseman puhdistamolla käsiteltiin kaatopaikkavesiä 28 092 m³/a.

Luhtajoen (28,3) näytteissä todettiin kymmentä PFAS-yhdistettä, havaintokertojen yhteispitoisuuksien vaihdella 9,5–18,6 ng/l (kuva 4.27). Korkein pitoisuus oli lokakuussa sateen jälkeen. PFOS-yhdisteen pitoisuudet (1,3–2,4 ng/l) ylittivät pintaveden haitattoman pitoisuuden (0,65 ng/l) tason.

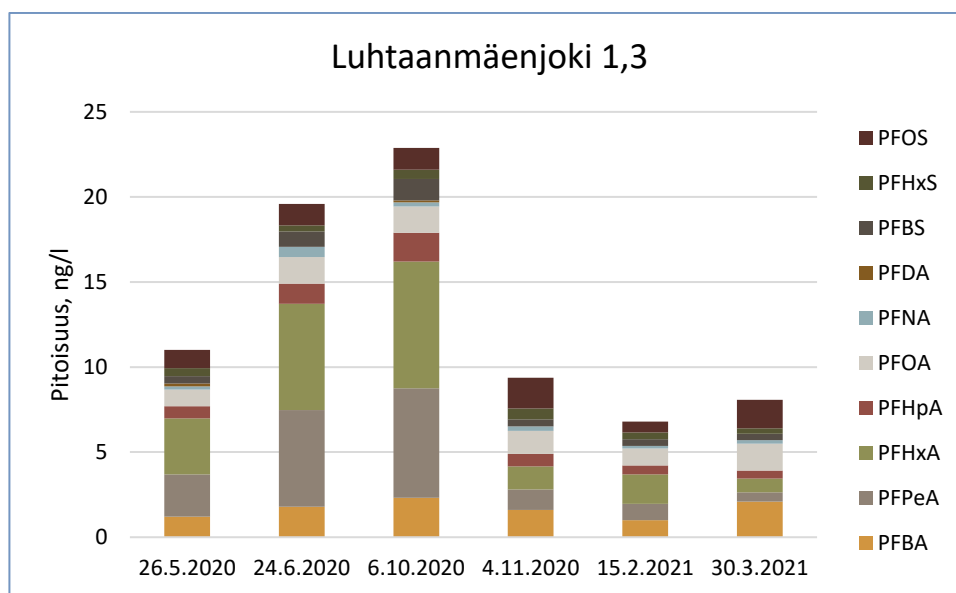


Kuva 4.27. Luhtajoen näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Luhtaanmäenjoki

Vantaanjoen vesistöalueen länsipuolen vedet laskevat Luhtaanmäenjokena Vantaaseen. Sivujoista Lepsämäjoki on maatalousvaltaista haja-asutusaluetta. Toiseen sivujokeen eli Luhtajokeen johdetaan pistekuormana, Metsä-Tuomelan kaatopaikkavesien lisäksi, Klaukkalan jätevedenpuhdistamon käsittelemät vedet (vuonna 2020: 7 056 m³/d).

Luhtaanmäenjoen (1,3) näytteissä todettiin kymmentä PFAS-yhdistettä, havaintokertojen yhteispitoisuuksien vaihdella 6,8–22,9 ng/l. Korkein pitoisuus oli lokakuussa sateen jälkeen (kuva 4.28). PFOS-yhdisteen pitoisuudet (0,64–1,8 ng/l) ylittivät haitattoman pitoisuuden (0,65 ng/l) tason.

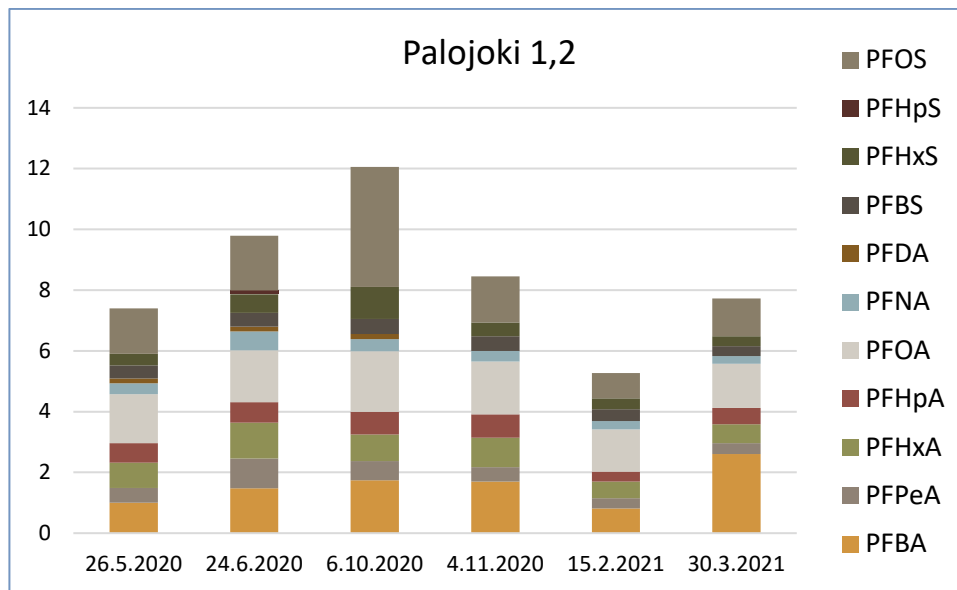


Kuva 4.28. Luhtaanmäenjoen näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Palojoki

Palojokien latvapurot sijaitsevat Hyvinkäällä ja Vantaanjokeen se laskee Nurmijärvellä. Tuusulan Jokelan taajama sijaitsee joen ääressä. Joen valuma-alue on 92 km² ja pituutta sillä on 45 km. Jäniksenlinnan pohjavesialueelta pohjavettä purkautuu maanpinnalle useassa kohdassa jokivartta.

Palojoen (1,2) alajuoksun näytteissä todettiin yhtätoista PFAS-yhdistettä, yhteispitoisuuksien vaihdella 5,3–12,1 ng/l. Korkein pitoisuus oli lokakuussa sateen jälkeen, matalin helmikuussa. PFOS-yhdisteen pitoisuudet (0,83–4 ng/l) ylittivät haitattoman pitoisuuden (0,65 ng/l) tason kaikissa näytteissä. Lokakuussa valunnan kasvu nosti PFOS-pitoisuutta huomattavasti (kuva 4.29).

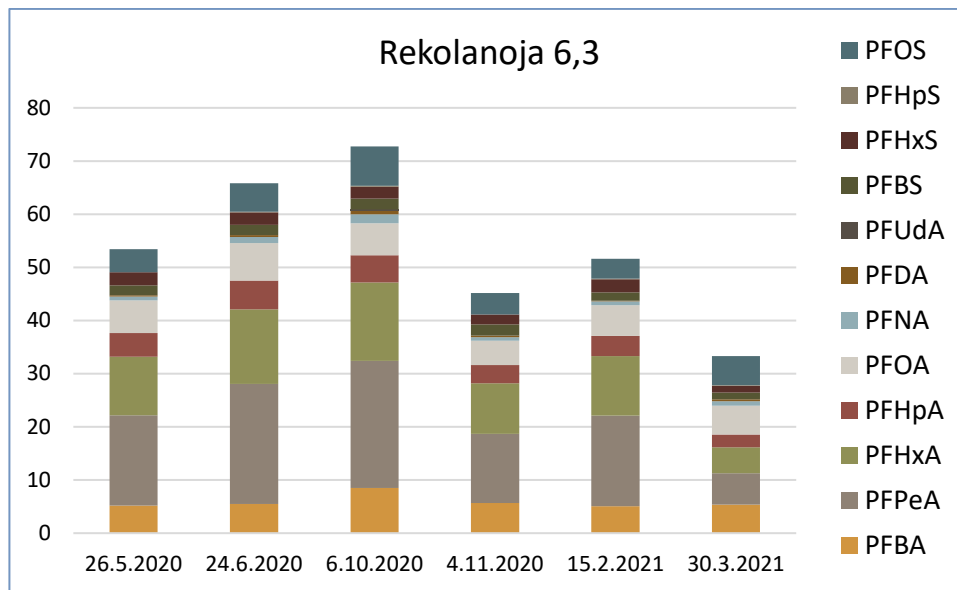


Kuva 4.29. Palojoen alajuoksun näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Rekolanoja

Rekolaojan vesimuodostuma on pinta-alaltaan 37,7 km². Ojaan tulee osa Hyrylän taajama-alueen hulevesistä, pääosa Keravan taajaman vesistä ja Keravanjokeen se laskee Vantaalla. Havaintopaikka Rekolanoja 6,3 sijaitsi Korson taajaman läheisyydessä. Rekolanojan valuma-alueella vettä läpäisemätöntä pintaa on paljon, 28 % kokonaispinta-alasta, ja siten hulevesien merkitys on ojassa suuri.

Rekolanojan näytteissä todettiin kahtatoista PFAS-yhdistettä, yhteispitoisuuksien vaihdellessa 33–73 ng/l. Korkein pitoisuus oli lokakuussa sateen jälkeen, matalin maaliskuussa ylivirtaamakaudesta. PFOS-pitoisuudet (3,74–7,42 ng/l) olivat korkeita ja ylittivät haitattoman pitoisuuden (0,65 ng/l) tason kaikissa näytteissä. Lokakuussa valunnan kasvu nosti PFOS-pitoisuuden seurantakertojen korkeimmaksi (kuva 4.30).



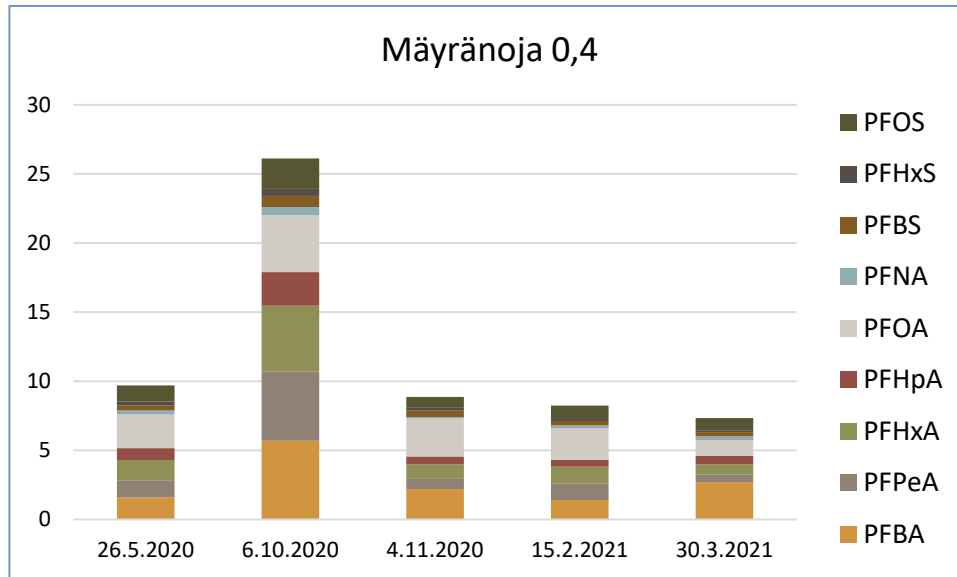
Kuva 4.30. Rekolanajan keskijuoksun näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet kuuden havaintokerran näytteissä.

Mäyränoja

Tuusulanjärveen laskeva Mäyränoja on pääosin maatalous- ja metsätalousmaista koostuva tulvaherkkä valuma-alue. Valuma-alueen pinta-ala on 16 km² ja siitä rakennettua alaa on 8 %. Alueella sijaitsee Kiertokapulan Puolmatkan jätteidenkäsittelyalue, joka käsittelee yhdyskuntajätettä, jätevesilietteitä ja jätemaita. Vuodesta 1987 alkaen kaatopaikkavedet on johdettu vesihuoltolaitoksen viemäriin.

Mäyränojan alajuoksun havaintopaikan (Mäyränoja 0,4) näytteissä todettiin yhdeksää PFAS-yhdistettä, yhteispitoisuuksien vaihdellessa 7,4–26 ng/l. Samat yhdisteet todettiin kaikilla näytekerroilla. Selvästi korkein pitoisuus oli lokakuussa sateen jälkeen, matalin maaliskuussa ylivirtaamakaudella, jolloin sade- ja sulamisvedet lisäsivät valuntaa. PFOS-yhdisteen pitoisuudet (0,8–2,2 ng/l) ylittivät vesistön haitattoman pitoisuuden (0,65 ng/l) tason kaikissa näytteissä. Lokakuussa valunnan kasvu nosti PFOS-pitoisuuden seurantakertojen korkeimmaksi (kuva 4.31).

Tuusulanjärveen Järvenpäässä laskevan Loutinojan PFAS-pitoisuuksia tutkittiin vuosina 2018–19 (Vahtera ym. 2020). Loutinoja on voimakkaasti hulevesikuormitettu kaupunkipuro, jonka pinta-ala on 8 km². Sieltä otetuissa näytteissä PFAS-yhdisteiden yhteispitoisuudet vaihtelivat 13–40 ng/l ja PFOS-pitoisuudet 2,8–9,1 ng/l. Pitoisuudet ovat Mäyränojaa korkeampia ja samaa suuruusluokkaa, kuin esim. Riihimäen hulevesissä todetut pitoisuudet (luku 4.2).

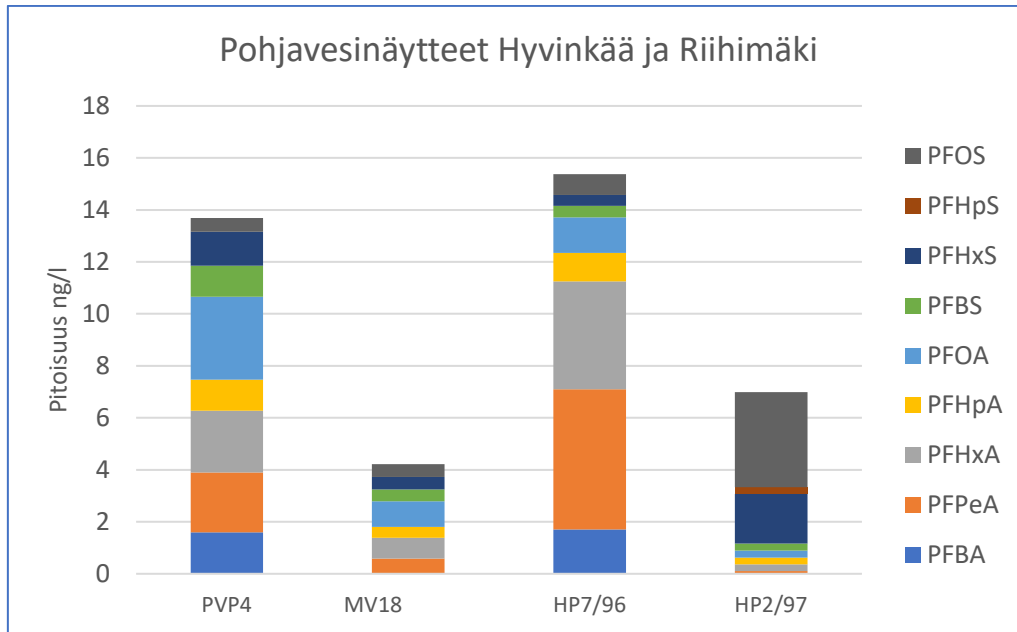


Kuva 4.31. Mäyränojan keskijuoksun näytteissä todettujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet (ng/l) ja eri yhdisteiden osuudet viiden havaintokerran näytteissä.

Mäyränoja ja Loutinoja kuljettavat Tuusulanjärveen PFAS-yhdisteitä. Järven valuma-alue (93 km²) on laaja ja siitä pääosa on maatalousalueita. Taajamavaltaisilta osavaluma-alueita voi kulkeutua PFAS-yhdisteiden kuormaa järveen.

4.4. Pohjavedet

Riihimäeltä ja Hyvinkäältä otetuissa neljässä pohjavesinäytteessä havaittiin kaikkiaan yhdeksää PFAS-yhdistettä. Korkeimmat summapitoisuudet todettiin vanhojen kaatopaikkojen välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla havaintopaikoissa (kuva 4.32). Suurimmat yksittäiset pitoisuudet PFOA:a 3,2 ng/l havaittiin Hyvinkään vanhan kaatopaikan alueelta (PVP4), PFPeA:a 5,4 ng/l ja PFHxA:a 4,2 ng/l Riihimäen vanhan kaatopaikan alueelta (HP7/96) sekä PFOS:a 3,7 ng/l Riihimäen teollisuusalueelta (HP2/97) (kuva 4.32). Pitoisuudet jäivät alle EU:n juomavesidirektiivin (EU 2020/2184) mukaisen raja-arvon (20 PFAS-yhdistettä), joka tulee soveltaa kansalliseen käyttöön viimeistään vuonna 2023.

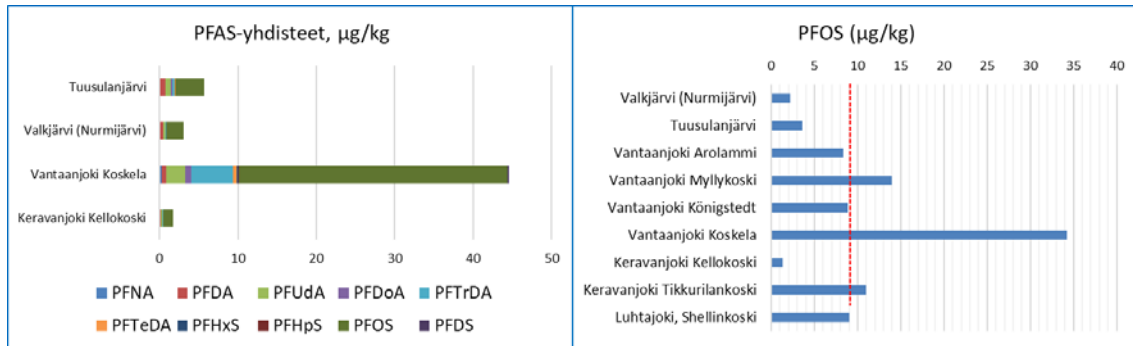


Kuva 4.32. Hyvinkään ja Riihimäen pohjavesinäytteistä havaitut PFAS-pitoisuudet. Havaintopaikat: PVP4 = Hyvinkää vanha kaatopaikka, MV18 = Hyvinkää teollisuusalue, HP 7/96 = Riihimäki vanha kaatopaikka, HP 2/97 = Riihimäki teollisuusalue.

4.5. Kalat

Kalojen lihaksiin kertyvät PFAS-yhdisteet olivat pitkäketjuisia yhdisteitä, joita ei pyyntialueilla havaittu välttämättä vesifaasissa. PFOS oli runsaimmin kaloihin kertyvä yhdiste. Sen osalta ahvenen ympäristölaatunormi (9,1 µg/kg) ylittyi selvästi Vantaanjoen alajuoksulla Koskelassa, jossa myös vesistöpitoisuus ylitti moninkertaisesti ympäristölaatunormin arvon. Tuusulanjärven, Valkjärven ja Keravanjoen Kellokosken altaan ahvenissa ympäristölaatunormit eivät ylittyneet. Kellokoskessa Keravanjoen veden PFOS-pitoisuudet olivat myös matalia.

Vantaanjoen yhteistarkkailussa tutkittujen kalojen vierasainepitoisuuksien seuranta-ahvenissa PFOS-pitoisuus ylitti ympäristölaatunormin Vantaanjoen Myllykoskessa (Nurmijärvi) ja Keravanjoen Tikkurilankoskessa (Vantaa) (Hynninen ym. 2021). Molemmissa myös vesipitoisuuksien ympäristölaatunormit ylittyivät. Vantaanjoen Arolammin (Riihimäki) ja Königstedtinkosken (Vantaa) sekä Luhtajoen alajuoksun (Nurmijärvi) ahventen PFOS-pitoisuudet olivat lähellä kalojen ympäristölaatunormia (kuva 4.33). Näillä alueilla vesipitoisuuden ympäristölaatunormit ylittyivät.

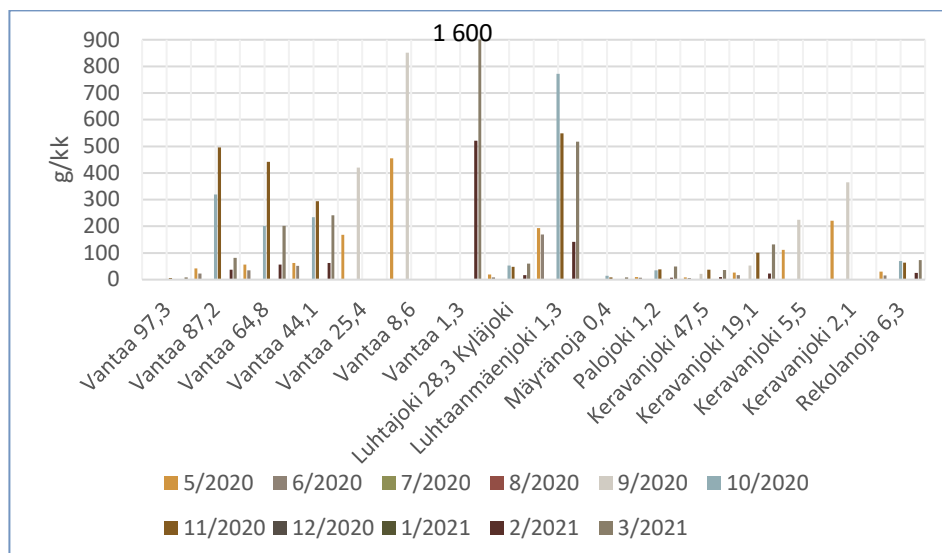


Kuva 4.33. Vantaanjoen vesistöalueella tutkitut PFAS-yhdisteiden sekä PFOS-yhdisteen pitoisuudet ahvenen lihaksessa. Vantaanjoen yhteistarkkailussa määritettiin vain PFOS-pitoisuudet (Hynninen ym. 2021).

4.6. PFAS-kuormat Vantaanjoessa ja sen sivu-uomissa

Pintavesinäytenäytteiden PFAS-yhdisteiden summakuormat vaihtelivat suuresti eri ajankohtina (Kuva 4.34). Suurimmalla osalla näytenäytteistä ero pienimmän ja suurimman kuukausikuorman välillä oli 2–8-kertainen, mutta pisteillä Vantaa 64,8, Vantaa 87,2 ja Vantaa 97,3 ero oli 13-, 21- ja 39-kertainen. Valtaosalla näytenäytteistä suurimmat kuormat mitattiin syys-marraskuussa vuonna 2020, mutta pisteillä Vantaa 97,3, Luhtajoki 28,3, Kyläjoki, Palojoki 1,2, Keravanjoki 19,1 ja Rekolanjoja 6,3 maaliskuussa 2021. Koska pintavesipitoisuuksissa ei havaittu merkittävää laimenemista joen virtaaman kasvaessa myös jokikuormat kasvoivat virtaamien kanssa.

Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon, että pisteiden Vantaa 1,3, Vantaa 8,6, Vantaa 25,4, Keravanjoki 2,1 ja Keravanjoki 5,5 kuukausikuorma-arviot perustuvat kahden näytteenottokerran tuloksiin, kun muilla pisteillä näytteitä otettiin kuudesti.



Kuva 4.34. PFAS-yhdisteiden yhteenlaskettu kuukausikuorma pintavesinäytenäytteillä eri näyteajankohtina.

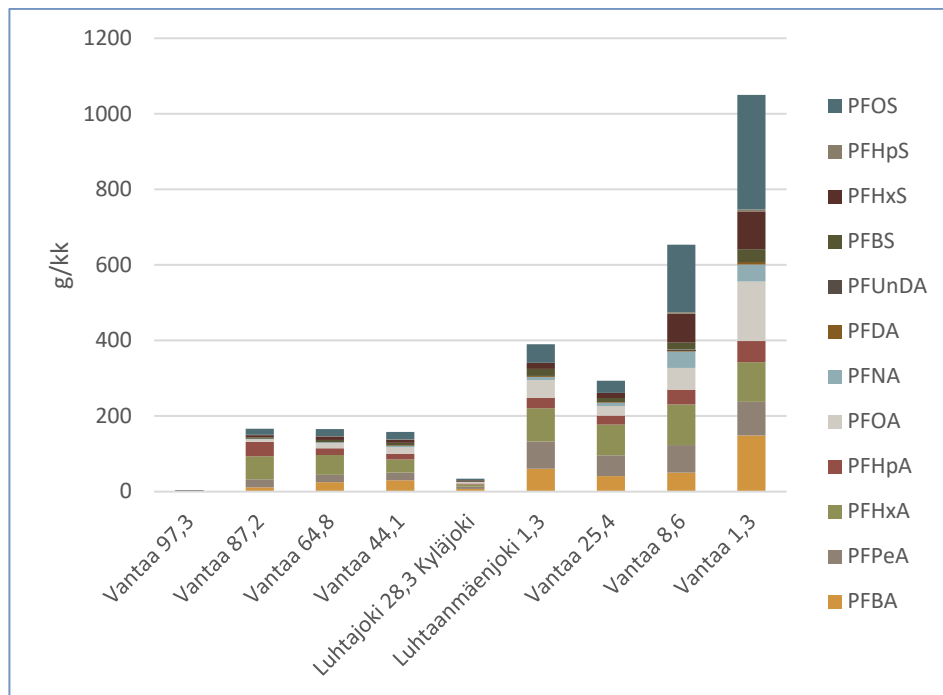
Ylimmän näytepisteen Vantaa 97,3 PFAS-kuorma koostui pääosin yhdisteistä PFBA, PFOA, PFHpA ja PFHxA. Näytepisteen valuma-alueella sijaitsee vain muutamia teollisuuslaitoksia ja yksi jätetäyttöalue. Muita mahdollisia PFAS-lähteitä voivat olla esimerkiksi haja-asutuksen jätevedet ja laskeuma.

Vantaanjoen pääuomassa PFAS-yhdisteiden keskimääräinen kuorma pysyi tasaisena pisteiden Vantaa 87,2 ja Vantaa 44,1 välillä, minkä jälkeen kuorma alkoi kasvaa voimakkaasti (kuva 4.35). Pisteellä Vantaa 25,4 havaittu kuorman kasvu selittyy suurelta osin Luhtaanmäenjoesta tulevalla kuormituksella, jonka suuruus oli helmi-maaliskuussa 2021 noin kolmasosa joen kokonaiskuormasta.

Ennen pistettä Vantaa 8,6 pääuomaan yhdistyy Tuusulanjoen lisäksi Veronmiehenkylänpuro, josta on Helsinki-Vantaan lentoaseman pinta- ja pohjavesien tarkkailussa havaittu korkeita lentokentän paloharjoitusalueelta peräisin olevia PFAS-pitoisuuksia (FCG 2020).

Keravanjoki laskee Vantaanjoen pääuomaan ennen alinta näytepistettä Vantaa 1,3. Helsinki-Vantaan lentokentän tarkkailututkimuksen touko- ja syyskuussa otettujen näytteiden tulosten perusteella Keravanjoen alajuoksun pisteellä (Keravanjoki 2,1) PFAS-yhdisteiden kokonaiskuorma oli 220–370 g/kk. Samoina näytekäytöksinä pääuoman pisteellä Vantaa 8,6, joka sijaitsee hieman Keravanjoen suun yläpuolella, kuukausikuormat olivat 455–850 g/kk. PFAS-yhdisteiden pitoisuudet olivat pisteillä samankaltaisia, joskin pisteellä Keravanjoki 2,1 PFOA:n pitoisuudet olivat suurempia. Näiden tulosten perusteella Vantaanjoen pääuoman PFAS-kuorma kasvaa Keravanjoen yhtymäkohdassa noin 45 %, mutta tuloksen vahvistamiseksi tarvittaisiin pitoisuustietoa pisteiltä muiltakin kuukausilta.

Valtaosa pääuoman kokonaiskuorman suurenemisesta johtui PFOS:n kuorman kasvusta, mitä tapahtui erityisesti pisteen Vantaa 25,4 jälkeen. Näytepisteiden Vantaa 87,2 ja Vantaa 25,4 välillä sekä Luhtaanmäenjoen näytepisteillä suuri osa kokonaiskuormasta koostui PFHxA:sta, mutta pääuomassa pisteen Vantaa 25,4 jälkeen PFOS:sta. Myös yhdisteillä PFBA, PFOA ja PFHxS oli vaikutusta kokonaiskuorman kasvuun.



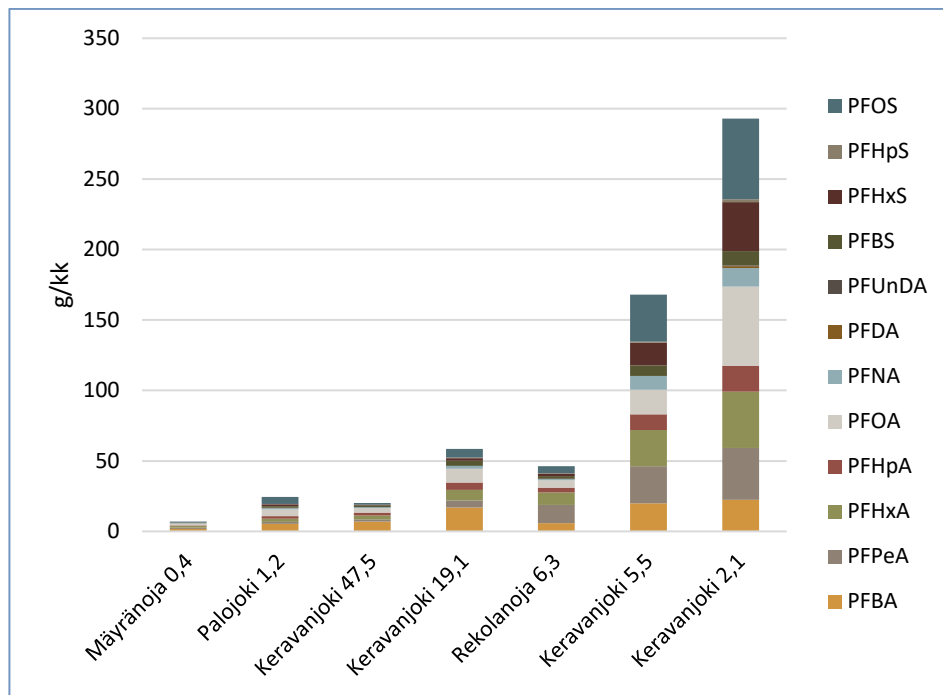
Kuva 4.35. PFAS-yhdisteiden keskimääräinen kuukausikuorma Vantaanjoen pääuoman ja Luhtaanmäenjoen näytepisteillä.

Vantaanjoen sivu-uomien näytepisteistä, pois lukien Luhtaanmäenjoen ja Luhtajoen pisteet, suurimmat keskimääräiset PFAS-kuormat arvioitiin näytepisteelle Keravanjoki 2,1 (kuva 4.36). Keravanjoessa PFAS-kuorman havaittiin kasvavan noin 4-kertaisiksi pisteiden Keravanjoki 19,1 ja Keravanjoki 5,5 välillä. Pisteiden välille laskee Rekolanoja, jonka PFAS-kuorman havaittiin olevan lähes yhtä suuri kuin pisteellä Keravanjoki 19,1, vaikka sen valuma-alue on huomattavasti pienempi. Rekolanojan valuma-alueella on siis oletettavasti merkittäviä PFAS-päästölähteitä.

Rekolanojan kuljettama PFAS-kuorma ei kuitenkaan yksin selitä pisteiden Keravanjoki 19,1 ja Keravanjoki 5,5 välillä tapahtuvaa kuorman kasvua, koska pisteiden Rekolanoja 6,3 ja Keravanjoki 19,1 yhteenlaskettu keskikuorma on vain noin 60 % Keravanjoki 5,5 mitatusta kuormasta. Pisteillä havaitut aineprofiilit ovat myös erilaisia: Rekolanojassa dominoivia ovat PFCA-yhdisteet, erityisesti PFPeA, kun taas pisteellä Keravanjoki 5,5 dominoiva yhdiste on PFOS.

Rekolanojan ohella muita tunnettuja PFAS-päästölähteitä Keravanjoen alueella ovat Kylmäoja ja Kirkonkylänoja, jotka laskevat Keravanjokeen pisteen Keravanjoki 5,5 jälkeen ja joista on Veronmiehenkylänpuron tapaan mitattu merkittäviä lentokentältä peräsin olevia PFAS-pitoisuuksia (FCG 2020).

Palojoen ja Keravanjoki 47,5:n PFAS-kuormat olivat samalla tasolla toistensa kanssa, mutta Palojoessa dominoivia yhdisteitä olivat PFOS ja PFOA, kun taas Keravanjoen yläjuoksulla PFBA ja PFHxA. Nämä erot viittaavat erityyppisiin kuormituslähteisiin.



Kuva 4.36. PFAS-yhdisteiden keskimääräinen kuukausikuorma Vantaanjoen sivu-uomien näytepisteillä.

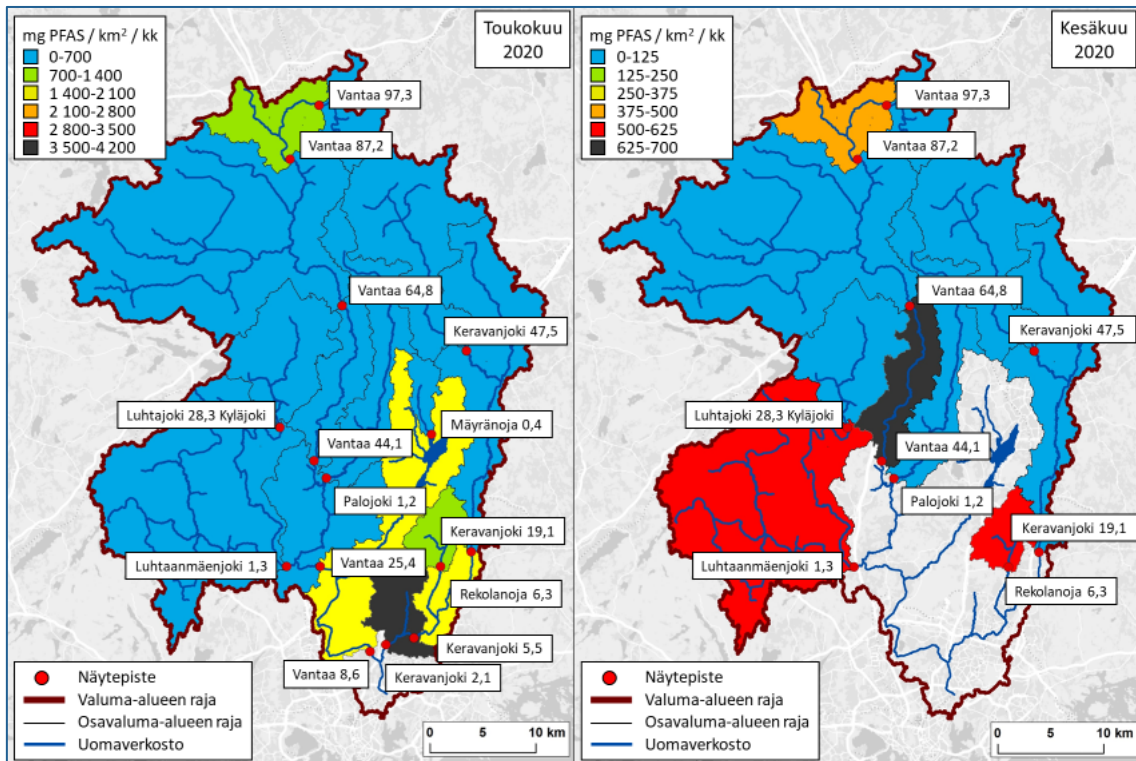
SYKE:n UuPri-hankkeessa 2016–2017 määritetty 9 PFAS-yhdisteen kuukausikuorma Vantaanjoen kautta Itämereen oli keskimäärin 0,60 kg/kk. Tässä hankkeessa kuukausikuorma näille samoilla aineilla oli helmikuussa pisteellä Vantaa 1,3 mitattujen pitoisuuksien perusteella 0,55 kg/kk. Helmikuussa keskivirtaama pisteellä Vantaa 1,3 oli 13 m/s, kun se UuPri-hankkeen tutkimuksen aikaan oli 3 km ylempänä sijaitsevalla pisteellä keskimäärin 11 m/s. Näiden tulosten perusteella Vantaanjoen PFAS-kuormitus on ollut samalla tasolla tämän hankkeen ja UuPri-hankkeen aikana.

4.6.1. PFAS-kuormat Vantaanjoen osavaluma-alueilta

Kullekin osavaluma-alueelle, joita pintavesinäytepisteet edustavat, laskettiin PFAS-yhdisteiden näytekkuukausikohtainen ominaiskuormitusluku. Ominaiskuormitusluku kertoo, kuinka suuri kyseisen osavaluma-alueen PFAS-kuormitus pinta-alayksikkö kohden on ja suuri luku tarkoittaa, että alueella voi olettaa sijaitsevan merkityksellisiä päästölähteitä. Ominaiskuormitusluvut laskettiin vähentämällä näytepisteelle lasketusta kuormasta sen yläpuolisten näytepisteiden kuormat ja jakamalla erotus osavaluma-alueen pinta-alalla. Mikäli tulos oli negatiivinen (mikä tulos saatiin osalle aineista muutamana näytteenottokuukautena johtuen pitoisuuksissa esiintyvistä ajallisesta ja paikallisesta vaihtelusta), tulkittiin aineen kuorma osavaluma-alueelta nolaksi. Mäyränojan kuormitusta ei otettu laskuissa huomioon, koska se laskee Tuusulanjärveen, jossa veden viipymä on hieman alle vuoden.

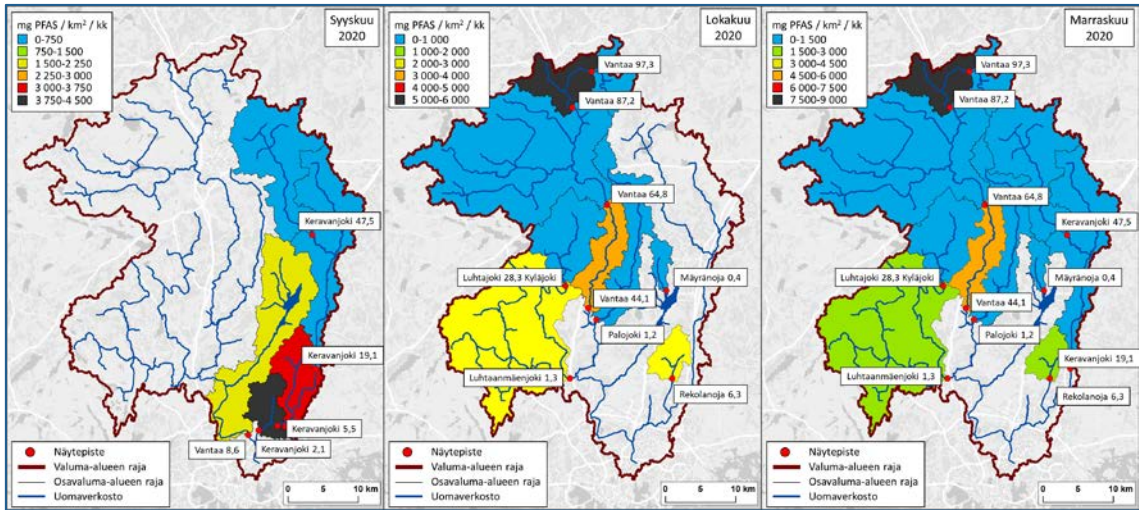
Jokikuormien suuren vuodenaikaisvaihtelun takia myös ominaiskuormituslukuissa esiintyi runsaasti vaihtelua eri näytteenottokuukausien välillä.

Toukokuussa suurimmat ominaiskuormitusluvut määritettiin pisteen Keravanjoki 2,1 osavaluma-alueelle ja kesäkuussa Luhtaanmäenjoen ja Rekolanojan osavaluma-alueille. Kesäkuussa myös näytepisteiden Vantaa 87,2:n ja Vantaa 44,1:n osavaluma-alueiden ominaiskuormitukset olivat korkeita muihin alueisiin verrattuna (kuva 4.37).



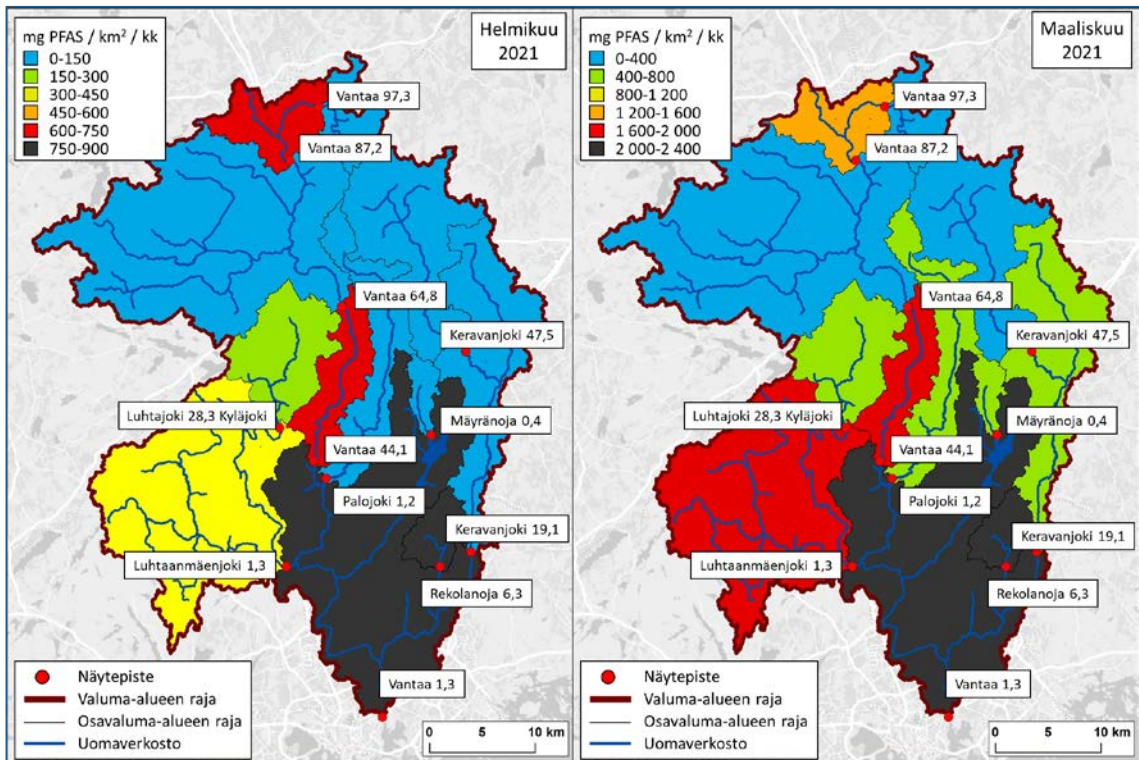
Kuva 4.37. PFAS-yhdisteiden ominaiskuormitukset vuoden 2020 touko- ja kesäkuun näytteenotossa mukana olleilla osavaluma-alueilla.

Myös syksyllä samojen alueiden ominaiskuormitusluvut korostuivat kuin kesällä, mutta niiden lisäksi lokakuussa ja marraskuussa suuret ominaiskuormitusluvut määritettiin myös pääuoman toiseksi ylimmälle osavaluma-alueelle (Vantaa 87,2, Kuva 4.38). Tuolloin alueen näytepisteellä mitattiin korkeita PFHxA:n ja PFHpA:n pitoisuuksia.



Kuva 4.38. PFAS-yhdisteiden ominaiskuormitukset vuoden 2020 syys-, loka-, ja marraskuun näytteenotossa mukana olleilla osavaluma-alueilla.

Kevättalvella 2021 suurimmat ominaiskuormitusluvut määritettiin Rekolanojan sekä pääuoman alaosan ja Luhtaanmäenjoen osa-valuma-alueille (kuva 4.39). Myös pisteen Vantaa 87,2 osavaluma-alueen ominaiskuormat olivat suurempia loppuihin alueisiin verrattuna.



Kuva 4.39. PFAS-yhdisteiden ominaiskuormitukset vuoden 2021 helmi- ja maaliskuun näytteenotossa mukana olleilla osavaluma-alueilla.

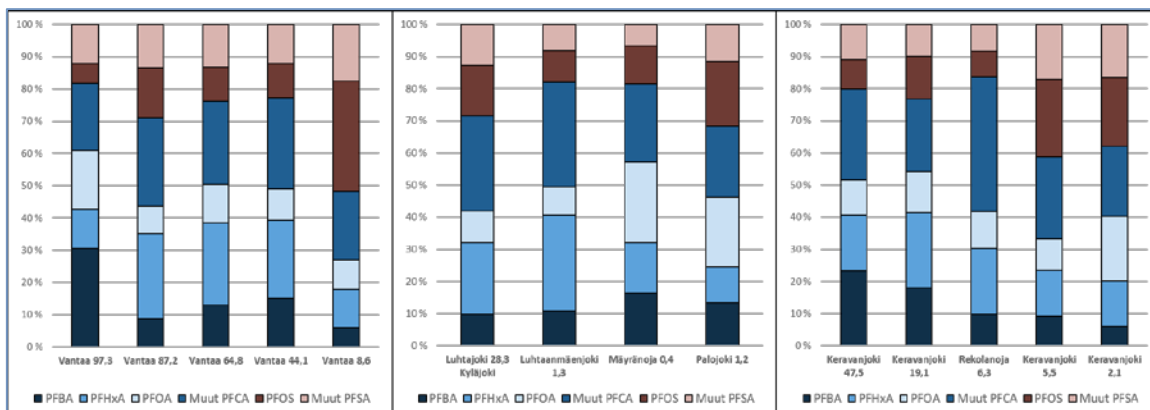
Osavaluma-alue tarkastelun perusteella pinta-alaan suhteutettuna suurimmat PFAS-kuormat tulevat yläjuoksun pisteen Vantaa 87,2 sekä pääuoman alaosan, Luhtaanmäenjoen ja Keravanjoen alaosan osavaluma-alueita, mukaan lukien Rekolanojan valuma-alue.

Vantaanjoki 87,2:n osavaluma-alueen korkea ominaiskuorma johtuu valtaosin alueella sijaitsevasta Riihimäen puhdistamosta. Tältä osavaluma-alueelta, kuten muiltakin pääuoman ylä- ja keskiosan osavaluma-alueilta, tuleva kuorma koostui pääosin PFCA-yhdisteistä ja erityisesti yhdisteistä PFHxA ja PFBA.

Rekolanojan valuma-alueella sijaitsee runsaasti teollisuutta ja pilaantuneita maa-alueita sekä entinen kaatopaikka-alue, jotka ovat mahdollisia PFAS-kuormituslähteitä. Luhtaanmäenjoen ominaiskuormituslukujen voidaan muilla jätevedenpuhdistamoilla tehtyjen mittausten perusteella olettaa johtuvan ainakin osittain Nurmijärven Klaukkalan jätevedenpuhdistamosta. Näytepisteellä mitattu PFAS-yhdisteiden profiili oli myös hyvin samanlainen kuin jätevesikuormituksen alaisilla pisteillä Vantaa 87,2 ja Vantaa 64,8.

Toukokuun näytteenottokierrokseen sisältyi eniten näytepaikkoja ja näytteitä otettiin sekä pääuomasta että kaikista merkittävimmistä sivu-uomista. Tämän takia toukokuun tulosten perusteella määritetyt ominaiskuormitusluvut voitiin parhaiten käyttää sen vertailuun, mitä aineita kultakin osavaluma-alueelta Vantaanjokeen päättyy.

Vantaanjoen alajuoksun näytepisteen Vantaa 8,6 osavaluma-alueen PFAS-ominaiskuoormitus koostui pääasiassa PFOS:sta ja muista PFSA-yhdisteistä, kun taas pääuoman yläjuoksun osavaluma-alueilla PFCA-yhdisteiden osuudet olivat selvästi suurempia (kuva 4.40). Keravanjoen osavaluma-alueilla suurin osa ominaiskuormituksesta koostui PFCA-yhdisteistä, mutta pääuoman tapaan PFOS:n ja muiden PFSA-yhdisteiden osuudet kasvoivat alavirralla. Luhtaanmäenjoen, Mäyränojan ja Palojoen osavaluma-alueilla PFCA-yhdisteet olivat dominoiva aineryhmä.



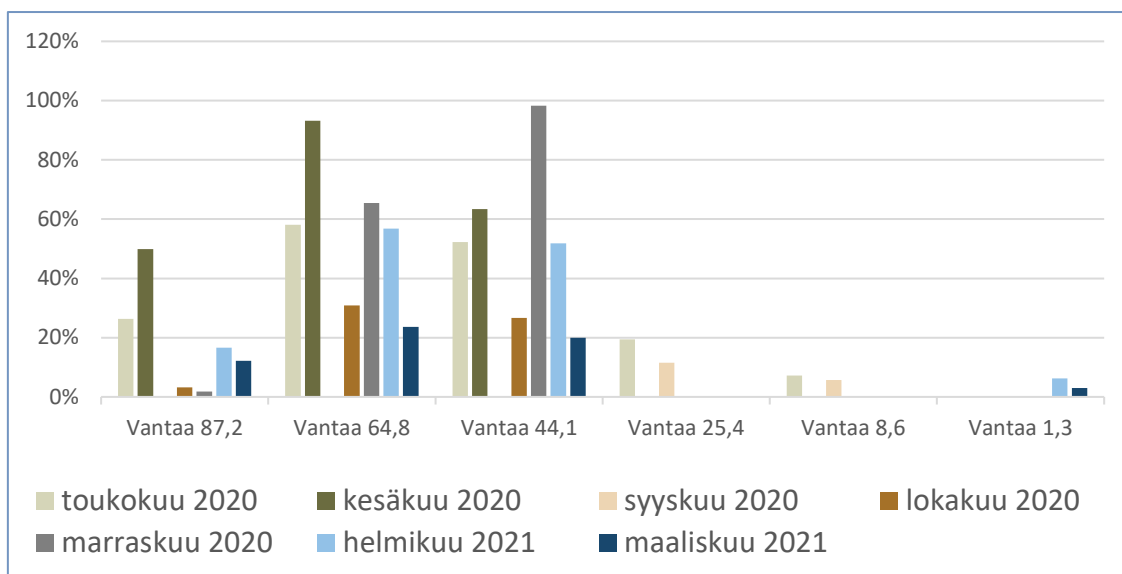
Kuva 4.40. Suurimpina pitoisuuksina havaittujen PFAS-yhdisteiden osuudet Vantaanjoen osavaluma-alueilta tulevasta kokonaiskuormasta toukokuussa 2020.

4.6.2. Jätevedenpuhdistamojen vaikutus Vantaanjoen PFAS-kuormiin

Jätevesien mukana Vantaanjokeen kulkeutuvaa PFAS-kuukausikuormaa verrattiin kullekin pääuoman näytteenottopisteelle määritettyihin kuukausikuormiin. Näiden tulosten perusteella arvioitiin, miten paljon jätevedenpuhdistamojen kuormat selittävät jokikuormasta ja miten paljon muita lähteitä valuma-alueella mahdollisesti on.

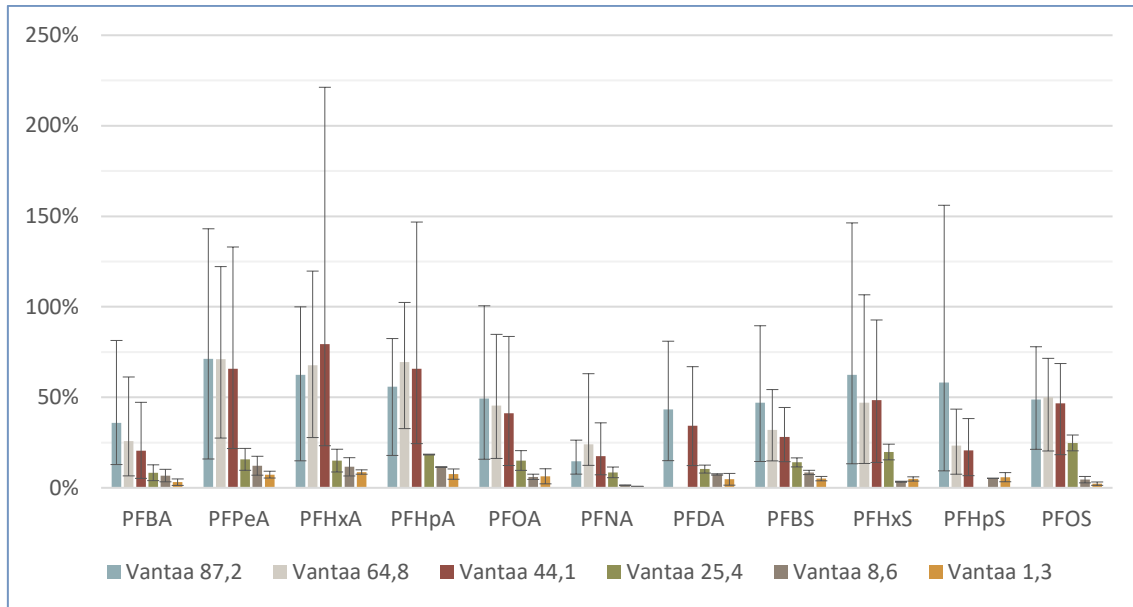
Tässä tarkastelussa oletuksena on, että jätevesien PFAS-yhdisteet kulkeutuvat ilman poistumia alajuoksulle asti. Todellisuudessa on mahdollista, että varsinkin osa pitkäketjuisista yhdisteistä sitoutuu jokiveden kiintoainekseen ja laskeutuu pohjaan, mikä pienentää näiden yhdisteiden kohdalla puhdistamokuorman vaikutusta Vantaanjoen alaosan näytepisteillä.

Jätevedenpuhdistamojen PFAS-kuorman osuus Vantaanjoen ylä- ja keskiosan näytepisteiden (Vantaa 87,2, Vantaa 64,8 ja Vantaa 44,1) jokikuormasta vaihteli suuresti riippuen ajankohdasta (kuva 4.41). Pisteillä Vantaa 87,2 ja 64,8 jätevesikuorman osuus jokikuormasta oli suurin kesäkuussa, jolloin pienen virtaaman takia joessa oli vähän jätevesikuormaa laimentavaa vettä. Marraskuussa jätevesikuormien osuus pisteiden Vantaa 64,8 ja Vantaa 44,1 jokikuormasta oli korkea johtuen kuukauden aikana ilmenneestä poikkeuksellisen suuresta PFHxA-puhdistamokuormasta.



Kuva 4.41. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen PFAS-kuukausikuorman osuus Vantaanjoen pääuoman näytepisteiden kuukausikuormista. Havaintopaikalta Vantaa 1,3 näytteitä oli vain helmi- ja maaliskuulta 2021.

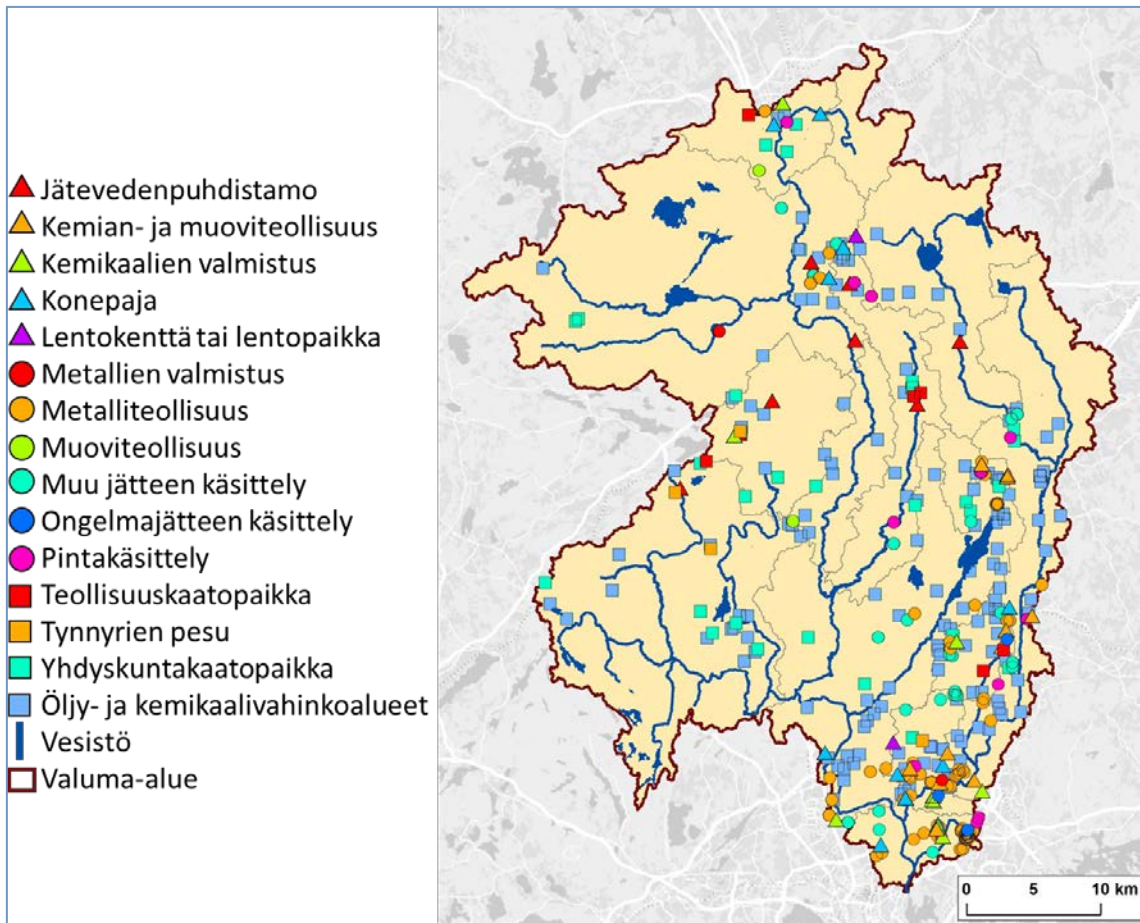
Jätevesikuorman osuus jokivesikuormasta pieneni johdonmukaisesti alavirran suuntaan suurimmalla osalla aineista (kuva 4.42). Tämä viittaa siihen, että puhdistamojen jälkeenkin jokeen päätyy PFAS-yhdisteitä eri kuormituslähteistä. Esimerkiksi yhdyskuntajätevesien PFOS-kuorman osuus joen kuljettamasta PFOS-kuormasta oli Vantaanjoen ylä- ja keskiosan näytepisteillä keskimäärin noin 50 %, mutta alajuoksun näytepisteillä enää 2–25 %. Muutamien yhdisteiden, erityisesti PFHxA:n, kohdalla jätevesikuorman osuus kokonaiskuormasta kasvoi pisteelle Vantaa 44,1 asti, mikä mahdollisesti johtui pisteestä noin 4 km yläjuoksulle sijoittuvasta Nurmijärven kirkonkylän jätevedenpuhdistamosta.



Kuva 4.42. Jätevedenpuhdistamojen yhdistekohtainen PFAS-kuorman keskimääräinen (\pm vaihteluväli) osuus Vantaanjoen pääuoman näytepisteiden jokivesikuormasta.

4.7. Pilaantuneiden maa-alueiden sijainnit valuma-alueella

MATTI-rekisteristä löytyi tietoja yhteensä 1262 pilaantuneesta maa-alueesta Vantaanjoen valuma-alueella. Näistä 366 kohdetta tunnistettiin mahdollisiksi PFAS-päästölähteiksi (kuva 4.43). Mahdollisiksi päästölähteiksi tunnistetut kohteet kuuluvat 15 eri toimialan piiriin. Potentiaalisimpia PFAS-päästölähteitä ovat kemian- ja muoviteollisuuden sekä metalliteollisuuden kohteet. Kemian- ja muoviteollisuuden kohteita alueella on yhteensä 11 ja metalliteollisuuden peräti 75. Suurin osa valuma-alueella sijaitsevista MATTI-kohteista on öljy- ja kemikaalivahinkoalueita (160 kpl). Muita alueella runsaslukuisena esiintyviä mahdollisia PFAS-päästölähdekohteita ovat muut jätteenkäsittelyalueet (30 kpl) ja yhdyskuntakaatopaikat (28 kpl). Osa alueista on jo kunnostettu. Vantaanjoen valuma-alueella ei MATTI-tietojen perusteella sijaitse paloharjoitusalueita. Neste- ja öljypalojen sammutuksessa on saatettu käyttää sammutusvaahtoja, jotka sisältävät PFAS-aineita. Hankkeessa ei kuitenkaan kerätty tietoja tällaisista tapauksista. MATTI-rekisteriin ilmoitettujen potentiaalisten PFAS-kuormitusta aiheuttavien kohteiden sijainti on esitetty kuvassa 4.43.



Kuva 4.43. MATTI-rekisteriin ilmoitetut potentiaaliset PFAS-kuormituskohteet Vantaanjoen valuma-alueella.

Eniten mahdollisia kuormituslähteitä (59 kpl) sijaitsee havaintopaikan Vantaa 8,6 osavaluma-alueella. Tämän osavaluma-alueen kohteista 61 % (36 kpl) on öljy- ja kemikaalivahinkoalueita ja 19 % (11 kpl) metalliteollisuutta. Myös osavaluma-alueilla Vantaa 1,3 ja Keravanjoki 2,1 sijaitsee paljon mahdollisia kuormituslähteitä. Kaikista Vantaanjoen valuma-alueen metalliteollisuuden kohteista peräti 42 % (32 kpl) sijoittuu osavaluma-alueelle Vantaa 1,3. (Taulukko 4.1)

Taulukko 4.1. Näytteenottoaikojen osavalmu-alueilla sijaitsevien mahdollisten PFAS-päästölähdekohteiden määrät toimialoittain. Tiedot ovat MATTI-rekisteristä ja siinä on mukana mm. toimintansa lopettaneita jätevedenpuhdistamoita.

Toimiala	Keravanjoki 2,1	Keravanjoki 5,5	Keravanjoki 19,1	Keravanjoki 47,5	Luhtraanmäenjoki 1,3	Luhtraajoki 28,3	Kyläajoki	Mäyränoja 0,4	Paloajoki 1,2	Rekolanoja 6,3	Vantaa 1,3	Vantaa 25,4	Vantaa 44,1	Vantaa 64,8	Vantaa 8,6	Vantaa 87,2	Summa
Jätevedenpuhdistamo				1	1	2		2						2			8
Kemian- ja muoviteollisuus	3	1	1							2	1				3		11
Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	4	1				1				1	2				1	1	11
Konepaja	2		1						1		3			1	1	2	11
Lentokenttä tai lentopaikka	1								1								2
Metallien valmistus	1										0			1			2
Metalliteollisuus	16	5	3							4	32			3	11	1	75
Muoviteollisuus													1			1	2
Muu jätteen käsittely (kompostointi, lietteen kp, jätteen poltto, täyttömaa)	4		1	2			1	1	7	6	1			5	2		30
Ongelmajätteen käsittely	1									1	1						3
Pintakäsittely	1	1	2						3		3				2	1	13
Teollisuuskaatopaikka					1				2	2						1	6
Tynnyrien pesu	1				2	1											4
Yhdyskuntakaatopaikka	1		1	1	6	2	1	3	1		2	1	3	3	3	3	28
Öljy- ja kemikaalivahinkoalueet	11	9	17	9	16	6	2	12	14	3	3	9	11	36	2		160
Summa	46	17	26	13	26	12	4	25	32	51	6	11	26	59	12		366

5. Johtopäätökset

PFAS-yhdisteet levinneet laajalle

PFAS-yhdisteitä havaittiin kaikissa tutkituissa näytteissä. Vantaanjoen harvaan asutun latva-alueen alapuolisessa Käräjäkoskessa (Vantaa 97,3) PFAS-yhdisteiden yhteispitoisuudet olivat matalia, keskimäärin 1,4 ng/l. PFOS-yhdistettä todettiin vain osalla seurantakerroista ja tällöinkin ne alittivat haitattoman vesistöpitoisuuden (0,65 ng/l). Vantaanjoen suurimman sivuhaaran Keravanjoen yläosassa Kellokoskella (Keravanjoki 47,5) PFAS-yhdisteitä oli Vantaanjoen latva-alueita enemmän (3,9 ng/l), mutta PFOS-pitoisuudet olivat haitattomalla tasolla. Alueella ei ole tiedossa olevia PFAS-lähteitä, vaikka asutushistoria alueella on pitkä.

Hankekohteina olleiden Kyläjoen, Palojoen ja Mäyränojan valuma-alueilla sijaitsee kaatopaikkoja ja/tai pieniä taajamia, joiden alueilta vesiin voi huuhtoutua PFAS-yhdisteitä. PFAS-yhdisteiden summan keskipitoisuudet olivat havaintopaikoilla 7–10 ng/l ja PFOS:n haitaton

vesistöpitoisuustaso (0,65 ng/l) ylittyi 2–3-kertaisesti. Korkeimmat pitoisuudet todettiin lokakuun sateisen ajan näytteissä.

Vantaanjoen yläosan alueella joki halkoo Riihimäen kaupungin ja sen teollisuusalueita, ja siihen johdetaan hulevesiä ja puhdistettuja jätevesiä Riihimäen puhdistamolta. Keskiosan alueella joki virtaa Hyvinkään ja Nurmijärven taajamien reunoilla ja siihen puretaan puhdistettuja jätevesiä Kaltevan ja Nurmijärven kirkonkylän puhdistamoilta.

Riihimäen kaupungin alapuolisella alueella Arolamminkoskessa (Vantaa 87,2) PFAS-yhdisteiden kirjo jokivedessä oli laaja (11/18), niiden summan keskipitoisuus (32 ng/l) oli korkea ja PFOS-pitoisuus (3,8 ng/l) lähes kuusinkertainen haitattoman pitoisuuden raja-arvoon (0,65 ng/l) verrattuna. Hyvinkään Pajakoskessa (Vantaa 64,8) PFAS-yhdisteiden summan keskipitoisuus (7,8 ng/l) oli yläjuoksulta laskenut, mutta PFOS-keskipitoisuus (1,1 ng/l) ylitti edelleen haitattoman pitoisuuden (0,65 ng/l) raja-arvon. Nurmijärven Myllykoskessa (Vantaa 44,1) PFOS-pitoisuus oli Pajakosken tasolla, mutta yhdisteiden summapitoisuus oli hieman noussut. Todettuja yhdisteitä oli 11. Näillä havaintopaikoilla korkeimmat pitoisuudet todettiin syksyllä ja matalimmat helmikuun pakkasjaksolla, jolloin valunta maa-alueilta oli vähäistä. Vastaava tilanne oli Luhtaanmäenjoessa, joka sijaitsee Klaukkalan puhdistamon vaikutusalueella.

Yhdyskuntajätevedet ja valumavedet PFAS-kuormittajia

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen PFAS-kuormalla oli selkeä vaikutus Vantaanjoen yläjuoksun näytepisteiden PFAS-pitoisuuksiin. Ennen jätevedenpuhdistamoja jokiveden PFAS-pitoisuudet olivat selkeästi pienempiä kuin puhdistamojen jälkeen. Pitoisuuksien nousun ohella jätevesivaikutus näkyi joesta havaitussa aineprofiilissa: Hyvinkään Kaltevan puhdistamon käsitellyssä jätevedessä ja Vantaa 64,8:n pintavedessä havaitut keskimääräiset aineprofiilit vastasivat hyvin toisiaan, kuten myös Riihimäen puhdistamon käsitellyn jäteveden ja Vantaa 87,2:n pintaveden aineprofiilit. Jätevesien PFAS-kuormasta suurin osa koostui PFCA-yhdisteistä ja erityisesti yhdisteistä PFHxA, PFPeA ja PFOA, mutta myös PFOS:n osuus oli merkittävä, erityisesti Riihimäen puhdistamolla.

Jätevedenpuhdistamot ovat siis Vantaanjoen alueella merkittäviä PFAS-päästölähteitä, mutta puhdistamot eivät itse toiminnassaan käytä PFAS-yhdisteitä, vaan päästölähteet ovat jätevesiverkostossa. Tarvitaan tutkimuksia, joilla selvitetään, mistä lähteistä jätevedenpuhdistamoille tulee PFAS-yhdisteitä. Erityisesti tällainen tutkimus on tarpeen Riihimäen puhdistamolla, jonka PFAS-päästöt olivat 2–5-kertaisia Hyvinkään Kaltevan puhdistamoon verrattuna.

Yksi potentiaalinen kuormituslähde sekä Riihimäellä että Hyvinkäällä on jätteenkäsittely. Kummankin kaupungin alueella toimivilta jätteenkäsittelylaitoksilta johdetaan jätevesiä puhdistamoille käsiteltäviksi. Niiden PFAS-kuormitusta ei tutkittu tässä hankkeessa erikseen, mutta toisessa Riihimäen viemäriverkostoalueen jätevedenpumppaamolta otetussa lisänäytteessä (otettiin 2 kertaa) havaittiin erittäin korkeita PFAS-pitoisuuksia. Ko. pumppaamo kerää jätevesiä mm. jätteenkäsittelylaitokselta. Kohdennettuja lisätutkimuksia myös näiltä osin tarvitaan. Lisäksi tarvitaan myös tietoa siitä, mikä rooli tähän hankkeeseen kuulumattomilla jätevedenpuhdistamoilla on Vantaanjoen PFAS-kuormituksessa.

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen PFAS-kuorma ei selittänyt kokonaan joen kuljettamaa PFAS-kuormaa edes puhdistamojen purkupisteitä lähimpänä sijaitsevilla näytepisteillä. Jätevesien PFAS-kuorman osuus joessa kulkevasta PFAS-kuormasta myös pieneni alajuoksulle päin. Osa joen PFAS-kuormista on siis peräisin muista lähteistä, esimerkiksi hulevesistä, pilaantuneilta maa-alueilta tai vanhoilta kaatopaikoilta, ja tämän hankkeen tulosten perusteella näillä tuntemattomilla päästölähteillä on merkittävä vaikutus joen kemialliseen tilaan. Esimerkiksi Kyläjokeen (Luhtajoki 28,3) PFOS-kuormaa saattoi tulla joen yläosan kaatopaikka-alueilta. Palojoen näytepisteellä PFOS:n pitoisuus ylitti kaikissa näytteissä haitattoman vesistöpitöisuuden raja-arvon, vaikkei näytepisteen yläpuolella sijaitse enää jätevedenpuhdistamoja tai muita potentiaalisia pistekuormittajia.

PFCA-yhdisteet dominoivat aineprofiilia koko joessa, mutta PFSA-yhdisteiden osuus kasvoi alajuoksulla. Tähän vaikutti merkittävästi Helsinki-Vantaan lentoaseman alueelta tulevaan PFOS-kuorma, jota seurataan säännöllisesti lentoaseman ympäristötarkkailussa. Keravanjoen alajuoksulle Vantaalla laskeva Rekolanoja, yhdessä lentoaseman vesiä jokeen laskevien purojen kanssa, nosti joen alajuoksun PFAS-pitoisuuksia selvästi. PFOS-yhdisteen keskipitoisuus Keravanjoessa alitti haitattoman vesistöpitöisuuden 0,65 ng/l raja-arvon vielä joen virratessa Vantaalle (Kerava 19,1), mutta ylitti sen jo viisinkertaisesti (Kerava 5,5) ennen lentokenttävesiä tuovaa Kylmäojan haaraa, ja oli kymmenkertainen haitattomaan pitoisuuteen verrattuna joen alajuoksulla (Kerava 2,1). Vantaanjoen alimman havaintopaikan (Vantaa 1,3) näytetulokset osoittivat jokeen huuhtoutuvat PFOS-yhdistettä myös joen alajuoksulle Helsingissä, jossa jokeen laskee sivuoja, mm. Longinoja ja hulevesiä.

Kuormitus vaihtelee alueittain ja ajallisesti

Vantaanjoen osavaluma-alueista pinta-alaan suhteutettuna suurimpia PFAS-kuormittajia ovat pääuoman alaosan osavaluma-alueet, Arolamminkosken (Vantaa 87,2) yläpuolinen osavaluma-alue Riihimäellä ja Keravanjoen alajuoksun ja Rekolanojan osavaluma-alueet. Ajoittain pinta-alaan suhteutettuna merkittävää PFAS-kuormitusta jokeen päätyi myös Luhtaanmäenjoen valuma-alueelta. Arolamminkosken ja oletettavasti myös Luhtaanmäenjoen osavaluma-alueen suuri ominaiskuormitus johtui suurelta osin jätevedenpuhdistamoista. Muilla edellä mainituilla osavaluma-alueilla ei sijaitse vastaavia pistemäisiä päästölähteitä. Pääuoman alaosan osavaluma-alueella sijaitseva Helsinki-Vantaan lentokenttä on aikaisemmin tunnistettu PFAS-yhdisteiden (erityisesti PFOS:n) päästölähteeksi, ja lentokentän vaikutus oli todennettavissa tämän hankkeen tuloksissa. Rekolanojan osavaluma-alueella sijaitsee runsaasti potentiaalisia PFAS-päästölähteitä, ja näiden kartoittamisen tulisi olla jatkotutkimusten kohteena.

Pintavesinäytepisteiden PFAS-yhdisteiden summakuormat vaihtelivat suuresti eri ajankohtina. Suurimmalla osalla näytepisteistä ero pienimmän ja suurimman kuukausikuorman välillä oli 2–8-kertainen ja jätevesien vaikutusalueella (Vantaa 64,8 ja Vantaa 87,2) jopa 13- ja 21-kertainen. Valtaosalla näytepisteistä suurimmat kuormat mitattiin syys-marraskuussa vuonna 2020 tai maaliskuussa 2021, jolloin virtaamat olivat vuoloita. Koska pintavesipitoisuuksissa ei havaittu merkittävää laimenemistä joen virtaaman kasvaessa myös jokikuormat kasvoivat virtaamien kanssa. Hulevesien analyysitulokset osoittivat, että sadannan tai lumien sulamisen takia lisääntynyt pintavalunta lisäsi PFAS-yhdisteiden huuhtoutumista valuma-alueelta jokeen. Myös Hyvinkään jätevedenpuhdistamolla PFAS-kuorma puhdistamolle nousi kevään

lumensulamisaikana, jolloin näytteissä oli erityisesti lyhytketjuisia yhdisteitä (PFHpA, PFHxA), joita oli maaliskuussa tavanomaista enemmän myös lumensulamisvesistä koostuvissa hulevesissä. Riihimäen puhdistamolla PFAS-yhdisteiden pitoisuudet olivat huomattavasti suurempia kuin Hyvinkäällä, ja vaihtelivat paljon näytteenotokertojen välillä. Hulevesivaikutus ei riitä vaihtelua selittämään ja pääasiallinen kuormituslähde on muu kuin hulevedet.

Hulevesien tapaan osalla jokinäytepisteistä, kuten Palojoessa, Rekolanojassa ja Mäyränojassa suurimmat PFAS-pitoisuudet mitattiin ylivirtaamakautena. Näillä osavaluma-alueilla ei ole pistekuormittajia, mutta niillä on MATTI-rekisterin mukaan jätteenkäsittely- ja kaatopaikkatoimintaa. Havaintopaikoilta todetut PFAS-pitoisuudet voivat huuhtoutua näiltä alueilta valumavesien mukana runsaan sadannan tai lumien sulamisen aikaan.

PFOS kertyy kalaan

PFAS-yhdisteistä pitkäketjuisen PFOS:n kertyminen kalan lihaan ylittää Vantaanjoessa ja Keravanjoen alajuoksulla eliöstön ympäristölaatu normin tai on lähellä sitä. Vantaanjoen alajuoksulla normi ylittyy moninkertaisesti.

Hule- ja valumavesien mukana huuhtoutuvat PFAS-yhdisteet voivat olla riski pienvesissä tapahtuvalle uhanalaisen taimenen lisääntymiselle. Vantaalla mm. Rekolanoja ja Kylmäoja ovat kalataloudellisesti kunnostettu ja niissä taimen on alkanut lisääntyä. Molemmissa kohteissa veden PFAS-pitoisuudet olivat korkeita.

Jatkotutkimuksia tarvitaan

PFAS-yhdisteiden jatkoseurannan ja -tarkkailujen tarve tulee arvioida tarkoin. Nykyisten ympäristöluvallisten pistekuormittajien kuormitukset ovat PFAS-aineiden lähteitä, mutta niiden lisäksi aineita pääsee vesiin monilta ihmistoiminnan vaikutusalueilta. Vantaanjoen yhteistarkkailussa ensimmäistä kertaa mukana olleet ahvenen PFAS-analyysit antoivat huolestuttavia tuloksia PFOS:n kertymisestä kalaan, pitoisuuksien ollessa ympäristölaatu normien tasolla tai paikoin sen yli. PFAS-yhdisteiden kertymisestä ja esiintymisestä vesistöalueen kaloissa tarvitaan lisää pitoisuustietoa, jotta voidaan arvioida, onko tarvetta rajoittaa kalan elintarvikekäyttöä.

Hulevesistä analysoitiin merkittäviä PFOS:n ja muiden PFAS-yhdisteiden pitoisuuksia, mutta niiden aiheuttaman kuormituksen tarkentamiseksi tarvitaan hulevesien määrään ja laatuun syvemmin keskittyvää tutkimusta.

6. Arvio hankkeen toteutumisesta

Vantaanjoen PFAS-hanke toteutettiin 1.5.2020-30.10.2021. Hanke osti asiantuntija- ja analyysipalveluja Suomen ympäristökeskuksen Kulutuksen ja tuotannon keskukselta ja Laboratoriokeskuksesta. Työn etenemistä seurattiin VHVSYN ja SYKEN yhteistyöpalavereilla, joita

pidettiin seitsemän. Hankkeen rahoittajista ja alueellisten ympäristökeskusten edustajista koostuva ohjausryhmä kokoontui kaksi kertaa. Hankkeen työntekijöitä osallistui kansallisen PFAS-seurantaryhmän kokouksiin.

Hanketta toteutettiin työsuunnitelman mukaan, jossa oli aikataulutettuna näytteenottosuunnitelmat viikkotasolle. Hankkeessa otettiin jätevesinäytteitä 34, pohjavesinäytteitä neljä, 18 hulevesinäytettä, 66 vesistönäytteitä ja kalanäytteitä neljästä kohteesta. Lisäksi hyödynnettiin Vantaanjoen tarkkailuaineistoja hankeajalta.

Näytteiden otto toteutui suunnitelmien mukaisesti. Kerätty aineisto antoi tietoa PFAS-yhdisteiden esiintymisestä vesistön eri tavoin kuormitetuissa osissa. PFAS-yhdisteiden reitit vesistöihin olivat niihin johdetut jätevedet, kaupunkialueen hulevedet sekä valumavedet. Ympäristölupiansa mukaan tehokkaasti toimivilla yhdyskuntapuhdistamoilla PFAS-yhdisteiden poistuminen oli vähäistä aineiden ominaisuuksien ja pysyvyyden takia. Aineiden esiintyminen jäte- ja vesistövesissä oli ympärivuotista, eikä selvää vuodenaikaistrendiä voitu osoittaa. Suurten valumien ja virtaamien aikana PFAS-kuormitus kasvoi. Tutkituissa pohjavesissä PFAS-yhdisteiden pitoisuudet eivät ylittäneet EU:n juomavesidirektiivissä asetettuja raja-arvoja.

Kerätyn tiedon perusteella vesistöalueelta oli osoitettavissa PFAS-kuormituksen kannalta kriittisiä alueita, joille tulee suunnata jatkoselvityksiä. Vesistökuormien laskemiseksi olisi ollut silti toivottavaa, että näytemäärät olisivat olleet suurempia ja seuranta-alue ulottunut myös Vantaanjoen alajuoksulle. Aikaisemmin tiedossa olevan, vesistön alajuoksua kuormittavan lentoaseman alueen suhteellinen osuus PFAS-kuormittajana saatiin silti arvioitua.

Kerätty aineisto nosti esiin PFAS-yhdisteiden monet lähteet ja reitit vesistöön, mikä tulee huomioida aineiden ympäristökuorman vähentämisessä ja jatkoseurantaa ja -tarkkailuja suunniteltaessa. Tuotetun aineiston perusteella pystyttiin esittämään useita toimia ja jatkotutkimustarpeita, joilla Vantaanjoen PFAS-ongelmaa voidaan tulevaisuudessa ratkaista. Esimerkiksi tulisi kartoittaa paloharjoitusalueita ja suuria palo-onnettomuuksia, joiden sammutuksessa on saatettu käyttää PFAS-aineita sisältäviä sammutusvaahtoja, jotka ovat aiheuttaneet maaperän pilaantumista PFAS-yhdisteillä. Asiaa on selvitetty valtakunnallisesti neljällä alueella Etelä- ja Itä-Suomessa (Haavisto & Retkin 2014, Reinikainen ym. 2019).

Loppuraporttiin on kerätty tausta-aineistoksi uusin tieto PFAS-yhdisteiden käyttöön liittyvästä sääntelystä ja rajoitustoimista. Se on hyvä tietopaketti, joka tulee tukemaan päätöksentekijöitä, kun aineen kulkeutumista ja esiintymistä vesiluonnossa vähennetään.

6.1. Hankkeen viestintä

Hankeviestinnän tavoitteena oli nostaa Vantaanjoen vesistöalueella haittaa aiheuttavat PFAS-yhdisteet ja niihin kohdistuva tutkimus hankkeen ja vesiensuojeluyhdistyksen sidosryhmien tietoisuuteen. Viestinnän toteutusta ohjasi hankkeen viestintäsuunnitelma.

Vantaanjoen PFAS-hankkeelle perustettiin VHVS:n kotisivuille [hankesivu](#). Hankkeesta laadittiin tiedote vesistöalueen sidosryhmille ja medialle. Asiaa käsiteltiin sen myötä mm. Ylen Aamu -lähetyksessä 1.12.2020. Hanketta esiteltiin VHVS:n hallituksessa ja jaostoissa, joihin kuuluu

alueen kuntien, maakuntaliiton, ELY-keskusten ja yritysten edustajia. Hanke osallistui kansallisen PFAS-verkoston kokouksiin ja jakoi sen aineistoa VHVSY:n sidosryhmille.

Hankkeen näytteenotosta ja tuloksista tiedotettiin mm. VHVSY:n Facebook-sivuilla ja Twitterissä. Kesäkuussa 2021 laadittiin lehdistötiedote Vantaanjoen ahventen PFOS-pitoisuuksista. Huolestuttavista pitoisuuksista huolimatta suurta kiinnostusta asia ei herättänyt. Ahven ei ole jokialueella tavoitelluin saaliskala, mikä selittää vähäistä kiinnostusta. Haitallisten aineiden esiintyminen vesiympäristössä on melko vieras ja usein vaikeasti ymmärrettävä aihe viestiä. Myös oikeanlainen eli liiallisia uhkakuvia herättämätön, mutta silti haitallisten aineiden aiheuttamaa riskiä todenmukaisesti kuvaava viestintä on usein haasteellista.

Vantaanjoen PFAS-hankkeen kaikki tulokset on koottu tähän Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksen Julkaisu-sarjan julkaisuksi 89/2021. Syksyllä 2021 valmistuva julkaisu tulee ladattavaksi mm. vantaanjoki.fi -sivuston kautta. Kaikki hankkeen vesistötulokset on viety Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään Avoin tieto -palvelun Hertta-tietokantaan.

Vantaanjoen PFAS-hanke ja siinä kerätty aineisto on esitelty Vesiensuojelun tehostamisohjelman kolmen kaupunkivesien haitallisten aineiden vähentämiseen tähtäävän hankkeen virtuaalisessa loppuseminaarissa 29.10.2021, johon oli ilmoittautunut 88 kuulijaa.

PFAS-yhdisteiden vähentämiseen tähtäävää sidosryhmäyhteistyötä ja tiedottamista tullaan jatkamaan kohdennetusti hankealueen kunnissa.

Kirjallisuus

AMAP 2017. AMAP Assessment 2016: Chemicals of Emerging Arctic Concern. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway

Aust N., Fischer J., Moltmann J. F., Kacan S., Werschkun B., Riedel F., Forsius K., Vähä E., Jouttijärvi T., Mehtonen J., Högmander P., Månsson A., Appelgren H., Bomark S., Debourg C., Suhr M., Leuthold S., Zietlow B., Krupanek J. & Kupits K. 2021. Approaches for a better use of available data to prevent or reduce releases of substances of concern from industrial installations. HAZBREF WP2 Report. https://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Research_and_development_projects/Projects/Hazardous_industrial_chemicals_in_the_IED_BREFs_HAZBREF/Publications

Blum A., Balan S., Scheringer M., Trier X., Goldenman G., Cousins I., Diamond M., Fletcher T., Higgins C., Lindeman A., Peaslee G., de Voogt P., Wang Z. & Weber R. 2015. The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Brief Communication. Environmental Health Perspectives: Vol. 123, 5, 2015: A107-111.

Bomark S., Vähä E., Forsius K., Jouttijärvi T., Kalisz M., Krupanek J., Kupits K., Mehtonen J., Månsson A., Högmander P. & Johansson A. Sectoral Guidance for Chemicals Management in the Chemical Industry with focus on the production of fertilisers and polymers. HAZBREF project Activity 4.1 report. 146 p. <https://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6900/978-91-620-6953-7/>

Chemical Watch 2021a. Luku "Environmental group highlights widespread PFAS use in building materials" julkaisussa Spotlight on PFAS - Regulatory developments from around the world. Chemical Watch. May 2021. <https://home.chemicalwatch.com/pfass-report-form/>

Chemical Watch 2021b. Luku "Comment: Why a pesticide contamination case in the US should concern all of us" julkaisussa Spotlight on PFAS - Regulatory developments from around the world. Chemical Watch. May 2021. <https://home.chemicalwatch.com/pfass-report-form/>

Chemical Watch 2021c. Luku "Introduction" julkaisussa Spotlight on PFAS - Regulatory developments from around the world. Chemical Watch. May 2021. <https://home.chemicalwatch.com/pfass-report-form/>

Delperio C. 2021. EU's PFAS phase-out panned by plastics lobby. ENDS Europe News 2.6.2021.

EC [Euroopan komissio] 2020b. SWD(2020) 249; Commission Staff Working Document. Poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS). Accompanying the Chemicals Strategy for Sustainability.

ECHA 2018b. Annex XV Restriction Report - Proposal for a Restriction of C9-C14 PFCAs -including their salts and precursors. echa.europa.eu/documents/10162/2ec5dfdd-0e63-0b49-d756-4dc1bae7ec61

ECHA 2019a. Annex XV Restriction Report - Proposal for a Restriction of Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), its salts and PFHxS-related substances. echa.europa.eu/documents/10162/a22da803-0749-81d8-bc6d-ef551fc24e19

ECHA 2019b. Annex XV Restriction Report - Proposal for a Restriction of Undecafluorohexanoic acid (PFHxA), its salts and related substances. <https://echa.europa.eu/documents/10162/c4e04484-c989-733d-33ed-0f023e2a200e>

ECHA 2020. Compiled RAC and SEAC opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS) including its salts and related substances. Committee for Risk Assessment (RAC) & Committee for Socio-economic Analysis (SEAC). <https://echa.europa.eu/documents/10162/fdaed5b0-b6e4-9a21-b45d-ca607c05f845>

EEA 2019. The European environment – state and outlook 2020. EEA, Copenhagen.

EEA 2020. EEA Signals 2020: Towards zero pollution in Europe. EEA, Copenhagen.

EEB 2020. PFASs – avoiding the streetlight effect - An overview of the current situation in the EU. 15.7.2020. European Environmental Bureau (EEB). <https://eeb.org/library/pfass-avoiding-the-streetlight-effect/>

FCG 2020. Perfluorattujen alkyyl yhdisteiden (PFAS-yhdisteiden) pinta- ja pohjavesitarkkailu - Helsinki-Vantaan lentoasema.

Gluge J., Scheringer M., Cousins I., DeWitt J. Goldenman G., Herzke D., Lohmann R., Ng C., Trier X. & Wang Z. 2020. An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). Environ. Sci.: Processes Impacts, 2020, 22, 2345–2373.

Haavisto, T. & Retkin, R. Perfluorattujen yhdisteiden aiheuttama ympäristön pilaantuminen paloharjoitusalueilla. SYKE raportteja 11/2014.

Hynninen, M., Haikonen, A., Paasivirta, L., Vatanen, S. ja Hoppo, L. 2021. Vantaanjoen yhteistarkkailu – Kalasto ja pohjaeläimet 2018—2020, Yhteenvetoraportti. Kala- ja vesijulkaisu nro 314, 31.5.2021. Kala- ja vesitutkimus Oy. 66 s. + 18 liitettä.

Junttila, V., Vähä, E., Perkola, N., Räike, A., Siimes, K., Mehtonen, K., Kankaanpää, H., ja Mannio J. 2019. PFASs in Finnish Rivers and Fish and the Loading of PFASs to the Baltic Sea. Water 2019, 11(4), 870.

Kaartinen T. 2020. Ajankohtaiset PFAS-yhdisteitä koskevat EU-rajoitusasiat. Esitys Kansallisen PFAS-verkoston kokouksessa 15.12.2020.

Kangas, A. (toim.) 2018. Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltaminen - Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 19/2018

KEMI 2015. Occurrence and use of highly fluorinated substances and alternatives: Report from a government assignment. KEMI report 7/2015.

Korkki K. 2006. Perfluorattujen alkyyliaineiden (PFAS) aiheuttamat ympäristöriskit Suomessa. Suomen Ympäristö 14.

Krupanek J., Vähä E., Forsius K., Högmander P., Johansson A., Jouttijärvi T., Mehtonen J., Kalisz M., Kupits K., Leuthold S., Bomark S. & Månsson A. Sectoral Guidance for Chemicals Management in the Surface Treatment of Metals and Plastics Industry. HAZBREF project Activity 4.1 report. 188 p. <https://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6900/978-91-620-6954-4/>

Maaperän tilan tietojärjestelmä (MATTI). https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kartat_ja_tilastot/tietojarjestelmat

Mehtonen, J., Perkola, N., Reinikainen, J., Seppälä, T. & Suikkanen, J. 2016. Perfluoratut yhdisteet - tietopaketti. SYKE. 13 s. Vain sähköisesti: www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ ja_tuotanto/Kemikaalien_ymparistoriskit/Ymparistoon_paatyvat_haitalliset_aineet/Perfluoratut_yhdisteet

Pickstone S. 2021a. Five governments take first step towards EU ban on PFAS. ENDS Europe News 19.7.2021.

Pyy, O., Haavisto, T., Niskala, K. ja Silvola, M. 2013. Pilaantuneet maa-alueet Suomessa – Katsaus 2013. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 27/2013.

Reinikainen, Jussi; Perkola, Noora; Takala, Mikael; Äystö, Lauri; Ahkola, Heidi 2019. Perfluorattujen alkylyhdisteiden ympäristötutkimukset ja riskinarviointi. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2019.

Scheringer M., Trier X., Cousins I., de Voogt P., Fletcher T., Wang Z. & Webster T. 2014. Helsingør Statement on poly- and perfluorinated alkyl substances (PFASs). Chemosphere 114; 337–339.

Siimes, Katri; Vähä, Emmi; Junntila, Ville; Lehtonen, Kari K.; Mannio, Jaakko. 2019. Haitalliset aineet Suomen vesissä: tilanne ja seurannan suuntaviivat. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 8/2019.

Swedish Chemicals Agency 2015. Occurrence and use of highly fluorinated substances and alternatives: Report from a government assignment. KEMI report 7/2015.

Vahtera, H, Hietala, J. ja Haikonen, M. 2020. Loutinojan vedenlaatu ja virtaama – Seurantatuloksia vuosilta 2018–2019. Julkaisu 84/2020, Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. ISBN pdf 978-952-7019-16-0.

Vahtera, H ja Männynsalo, J. 2020. Vantaanjoen vesistön vedenlaatu ja kuormitus – Yhteistarkkailuraportti 2017–2019. Julkaisu 82/2020, Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. ISBN 978-952-7019-14-6.

Vieno, Niina 2014. Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla -hankkeen loppuraportti. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 34.

Vähä E., Högmander P., Mehtonen J. & Forsius K. 2020. Turvallinen kiertotalous edellyttää luotettavaa tietoa haitallisten kemikaalien teollisesta käytöstä. Ympäristö ja Terveys -lehti 7/2020: 6–12.

Liitteet

Liite 1. Analyysitulokset jätevesistä

Liite 2. Analyysitulokset hulevesistä

Liite 3. Analyysitulokset vesistövesistä

Liite 4. Analyysitulokset pohjavesistä

Liite 5. PFAS-yhdisteet kalanäytteissä

PFAS-hanke, jätevesitulokset (ng/l)

Riihimäki jvp/puhdistamolle tuleva jätevesi

		2.6.2020			8.9.2020			8.12.2020			8.2.2021		
		tulolinja 1	tulolinja 2	tulolinja 3	tulolinja 1	tulolinja 2	tulolinja 3	tulolinja 1	tulolinja 2	tulolinja 3	tulolinja 1	tulolinja 2	tulolinja 3
Perfluoributaanihappo	PFBA	8,6	2,6	1,4	3,98	1,99	0,77	6,7	2,7	1,7	5,2	2,9	1,7
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	14	1,3	2,1	17,1	0,98	<0,40	37	3,2	1,0	14	1,6	1,0
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	16	2,4	0,83	12,5	2,08	0,83	20	3,8	1,9	8,8	2,4	1,9
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	3,9	0,5	<0,40	4,83	0,93	<0,40	5,6	1,4	0,73	2,8	0,62	0,73
Perfluorioktaanihappo	PFOA	5,4	4,0	0,69	5,39	3,16	0,98	3,5	6,0	0,72	46	3,1	0,72
Perfluorinonaanihappo	PFNA	0,70	<0,40	<0,40	1,32	0,55	<0,40	0,53	0,58	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Perfluoridekaanihappo	PFDA	0,68	0,73	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,4	0,92	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Perfluoriundekaanihappo	PFUdA	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritridekaanihappo	PFTTrDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	5,0	3,1	<0,40	1,61	0,47	0,49	3,6	<0,4	0,63	2,1	0,88	0,63
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	16	0,59	<0,40	16	0,66	0,19	9,9	0,89	0,92	7,0	0,65	0,92
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	<0,40	<0,40	<0,40	1,28	<0,40	<0,40	0,67	<0,4	<0,4	0,49	<0,4	<0,4
Perfluorioktaanisulfonihappo	PFOS	15	0,64	<0,40	39,5	<0,40	<0,40	16	1,3	0,5	17	<0,4	0,5
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8

Hyvinkää, Kalteva jvp/puhdistamolle tuleva jätevesi

		7.7.2020	8.9.2020	8.12.2020	8.2.2021
		Perfluoributaanihappo	PFBA	1,89	1,95
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	2,12	2,1	5,2	3,7
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	2,82	3,3	4,4	4,1
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	0,69	1,07	1,3	1,7
Perfluorioktaanihappo	PFOA	3,19	3,15	3,3	3,4
Perfluorinonaanihappo	PFNA	0,47	0,7	0,51	<0,4
Perfluoridekaanihappo	PFDA	0,77	<0,40	<0,4	<0,4
Perfluoriundekaanihappo	PFUdA	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritridekaanihappo	PFTTrDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	1,23	0,87	0,93	1,1
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	0,79	0,43	0,75	0,45
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	<0,40	<0,40	<0,4	<0,4
Perfluorioktaanisulfonihappo	PFOS	2,45	1,53	3,1	1,5
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8

PFAS-hanke, jätevesitulokset

Lisänäytteet Riihimäen jätevedenpumppaamolta

		8.2.2021	23.3.2021
Perfluoributaanihappo	PFBA	29	8,2
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	74	16
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	34	19
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	23	4,8
Perfluorioktaanihappo	PFOA	872	8,8
Perfluorinonaanihappo	PFNA	1,2	1,0
Perfluoridekaanihappo	PFDA	0,66	0,43
Perfluoriundekaanihappo	PFUdA	<0.8	<0.8
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	<1.0	<1.0
Perfluoritridekaanihappo	PFTrDA	<1.0	<1.0
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	<1.0	<1.0
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	<1.0	<1.0
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	<1.0	<1.0
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	6,6	4,1
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	17	13
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	0,69	0,89
Perfluorioktaanisulfonihappo	PFOS	48	34
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	<0.8	<0.8

Liite 2. PFAS-hanke, hulevesitulokset, ng/l

Riihimäki/Eteläinen Asemakatu

		30.6.2020	8.10.2020	22.10.2020	4.11.2020	29.3.2021	5.5.2021
Perfluoributaanihappo	PFBA	1,15	2,3	1,4	0,91	3,0	3,1
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	<0,40	<0,40	0,41	<0,4	1,6	1,6
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	0,89	0,95	0,63	0,6	2,2	2,4
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	2,85	1,2	0,65	0,67	1,9	1,8
Perfluoriooktaanihappo	PFOA	8,12	2,4	1,2	0,62	4,7	4,5
Perfluorinonaanihappo	PFNA	3,67	0,51	0,46	<0,4	<0,4	0,50
Perfluoridekaanihappo	PFDA	13,9	1,4	0,52	0,63	<0,4	<0,40
Perfluoriundekaanihappo	PFUDA	2,14	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8	<0,8
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	3,84	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritridekaanihappo	PFTriDA	1,50	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	1,10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	2,23	0,71	0,61	<0,4	1,2	1,6
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	0,48	<0,40	<0,40	<0,4	2,1	2,1
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	0,53	<0,40	<0,40	<0,4	<0,4	<0,4
Perfluoriooktaanisulfonihappo	PFOS	2,21	0,83	1,3	0,53	3,6	2,5
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	<0,80	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8	<0,8

Hyvinkää/Talvisillanpuro

		30.6.2020	8.9.2020	22.10.2020	4.11.2020	29.3.2021	5.5.2021
Perfluoributaanihappo	PFBA	5,65	<1,0	1,3	0,79	3,1	3,1
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	<0,40	0,71	<0,40	<0,4	1,2	1,6
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	0,82	0,41	<0,40	0,63	1,4	2,4
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	0,62	0,81	0,70	0,45	1,1	1,8
Perfluoriooktaanihappo	PFOA	3,56	0,97	0,48	0,7	1,4	4,5
Perfluorinonaanihappo	PFNA	1,31	<0,40	<0,40	<0,4	<0,4	0,50
Perfluoridekaanihappo	PFDA	<0,40	0,61	<0,40	0,42	<0,4	<0,40
Perfluoriundekaanihappo	PFUDA	1,55	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8	<0,8
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritridekaanihappo	PFTriDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	1,83	0,44	0,42	<0,4	0,94	1,6
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	0,57	<0,40	<0,40	<0,4	0,40	2,1
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	0,55	<0,40	<0,40	<0,4	<0,4	<0,4
Perfluoriooktaanisulfonihappo	PFOS	1,47	0,93	0,79	0,6	1,0	2,5
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	<0,80	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8	<0,8

Hyvinkää/Kruununpuisto

		30.6.2020	8.9.2020	22.10.2020	4.11.2020	29.3.2021	5.5.2021
Perfluoributaanihappo	PFBA	1,09	<1,0	1,3	0,92	2,0	3,9
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	<0,40	0,43	<0,40	<0,4	1,0	0,61
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	<0,40	0,65	<0,40	0,7	1,7	1,3
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	<0,40	0,75	0,70	0,85	1,4	1,6
Perfluoriooktaanihappo	PFOA	0,96	0,83	0,48	1,5	1,6	1,7
Perfluorinonaanihappo	PFNA	<0,40	<0,40	<0,40	<0,4	<0,4	0,86
Perfluoridekaanihappo	PFDA	<0,40	<0,40	<0,40	0,5	<0,4	0,53
Perfluoriundekaanihappo	PFUDA	<0,80	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8	<0,8
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritridekaanihappo	PFTriDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	<1,0	1,29	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	<0,40	<0,40	0,42	0,69	0,92	<0,4
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	0,48	<0,40	<0,40	<0,4	<0,4	<0,4
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	0,51	<0,40	<0,40	<0,4	<0,4	<0,4
Perfluoriooktaanisulfonihappo	PFOS	1,11	0,64	0,79	0,71	0,72	1,1
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	<0,80	<0,80	<0,80	<0,8	<0,8	<0,8

Luhtajoki 28,3 (L55 Kyläjoki)

			26.5.2020	24.6.2020	6.10.2020	4.11.2020	15.2.2021	30.3.2021
Perfluoributaanihappo	PFBA	ng/l	1,5	1,1	2,8	2,3	1,4	3,4
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	ng/l	3,1	3,1	4	1,6	2,3	0,86
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	ng/l	3,37	2,8	4,35	1,82	2,85	0,99
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	ng/l	1,23	1,01	1,57	0,80	0,9	0,66
Perfluorioktaanihappo	PFOA	ng/l	1,5	1,05	1,86	1,21	1,58	1,22
Perfluorinonaanihappo	PFNA	ng/l	0,12	0,18	0,19	0,19	0,11	0,25
Perfluoridekaanihappo	PFDA	ng/l	<0,1	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluoriundekaanihappo	PFUDA	ng/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	ng/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoritridekaanihappo	PFTTrDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	ng/l	0,78	0,4	0,79	0,45	0,71	0,39
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	ng/l	1,16	0,76	1,07	0,76	1,03	0,46
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	ng/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluorioktaanisulfonihappo	PFOS	ng/l	2,39	1,81	1,85	1,79	1,37	1,29
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	ng/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Luhtaamäenjoki 1,3 (Le28)

			26.5.2020	24.6.2020	6.10.2020	4.11.2020	15.2.2021	30.3.2021
Perfluoributaanihappo	PFBA	ng/l	1,2	1,8	2,3	1,6	1	2,1
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	ng/l	2,5	5,7	6,4	1,2	0,97	0,54
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	ng/l	3,28	6,25	7,45	1,37	1,72	0,8
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	ng/l	0,72	1,18	1,69	0,73	0,52	0,48
Perfluorioktaanihappo	PFOA	ng/l	0,97	1,57	1,55	1,36	1,01	1,57
Perfluorinonaanihappo	PFNA	ng/l	0,2	0,61	0,24	0,26	0,15	0,21
Perfluoridekaanihappo	PFDA	ng/l	0,17	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluoriundekaanihappo	PFUDA	ng/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	ng/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoritridekaanihappo	PFTTrDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	ng/l	0,43	0,89	1,25	0,41	0,39	0,39
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	ng/l	0,47	0,35	0,55	0,64	0,4	0,31
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	ng/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluorioktaanisulfonihappo	PFOS	ng/l	1,08	1,26	1,28	1,80	0,64	1,68
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	ng/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Mäyränoja 0,4

			26.5.2020	6.10.2020	4.11.2020	15.2.2021	30.3.2021
Perfluoributaanihappo	PFBA	ng/l	1,6	5,7	2,2	1,4	2,7
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	ng/l	1,2	5	0,74	1,2	0,57
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	ng/l	1,51	4,74	1,03	1,22	0,7
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	ng/l	0,85	2,44	0,59	0,51	0,64
Perfluorioktaanihappo	PFOA	ng/l	2,43	4,13	2,75	2,29	1,14
Perfluorinonaanihappo	PFNA	ng/l	0,31	0,58	0,10	0,18	0,26
Perfluoridekaanihappo	PFDA	ng/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluoriundekaanihappo	PFUDA	ng/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	ng/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoritridekaanihappo	PFTTrDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	ng/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	ng/l	0,36	0,81	0,46	0,32	0,31
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	ng/l	0,29	0,49	0,20	0,22	0,14
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	ng/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Perfluorioktaanisulfonihappo	PFOS	ng/l	1,14	2,21	0,80	0,9	0,89
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	ng/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Liite 4. Pohjavesinäytteet 5.11.2020

yksikkö: ng/l

Yhdiste	Lyhenne	PVP4 Hyvinkää	MV18 Hyvinkää	HP7/96 Riihimäki	HP2/97 Riihimäki
Perfluoributaanihappo	PFBA	1,6	<0.5	1,70	<0.5
Perfluoripentaanihappo	PFPeA	2,3	0,58	5,4	0,11
Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	2,37	0,81	4,15	0,25
Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	1,20	0,42	1,09	0,26
Perfluorioktaanihappo	PFOA	3,19	0,98	1,37	0,27
Perfluorinonaanihappo	PFNA	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Perfluoridekaanihappo	PFDA	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Perfluoriundekaanihappo	PFUdA	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Perfluoritridekaanihappo	PFTTrDA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	1,19	0,45	0,44	0,27
Perfluoriheksaanisulfonihappo	PFHxS	1,31	0,49	0,42	1,91
Perfluoriheptaanisulfonihappo	PFHpS	<0.1	<0.1	<0.1	0,26
Perfluorioktaanisulfonihappo	PFOS	0,53	0,49	0,80	3,66
Perfluoridekaanisulfonihappo	PFDS	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2



Hanke: Vantaanjoen PFAS-hanke

Kalanäytteet (lihas+nahka). Tulokset yksikössä µg/kg tuorepainoa kohti.

Kalanäytteet

	Yhdiste	Näyte Näytteenottopvm Lyhenne LIMS-nro	Kalanäytteet			
			Keravanjoki Kellokosken patoallas 8.10.2020 1421-00181-001	Vantaanjoki Koskela 19.8.2020 1421-00182-001	Valkjärvi (Nurmijärvi) 10.9.2020 1421-00183-001	Tuusulanjärvi 1.5.2020 1421-00184-001
Perfluorikarboksylihapot (PFCA)	Perfluoributaanihappo	PFBA	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
	Perfluoripentaanihappo	PFPeA	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
	Perfluoriheksaanihappo	PFHxA	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
	Perfluoriheptaanihappo	PFHpA	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Perfluorioktaanihappo	PFOA	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Perfluorinonaanihappo	PFNA	0,03	0,24	0,09	0,12
	Perfluoridekaanihappo	PFDA	0,15	0,65	0,35	0,62
	Perfluoriundekaanihappo	PFUDA	0,18	2,40	0,31	0,74
	Perfluoridodekaanihappo	PFDoA	0,04	0,72	0,05	0,20
	Perfluoritridekaanihappo	PFTTrDA	0,07	5,39	0,07	0,28
	Perfluoritetradekaanihappo	PFTeDA	<0.04	0,47	<0.04	0,08
	Perfluoriheksadekaanihappo	PFHxDA	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
	Perfluorioktadekaanihappo	PFODA	<0.11	<0.11	<0.11	<0.11
	Perfluorisulfonihapot (PFSA)	Perfluoributaanisulfonihappo	PFBS	<0.03	<0.03	<0.03
Perfluoriheksaanisulfonihappo		PFHxS	<0.01	0,2	<0.01	<0.01
Perfluoriheptaanisulfonihappo		PFHpS	<0.01	0,14	<0.01	<0.01
Perfluorioktaanisulfonihappo		PFOS	1,3	34	2,2	3,6
Perfluoridekaanisulfonihappo		PFDS	<0.02	0,2	<0.02	<0.02

Vantaanjoen PFAS-hanke - Loppuraportti

Vantaanjoen PFAS-hankkeessa tutkittiin vesistön kemiallista tilaa heikentävien PFAS-yhdisteiden esiintymistä ja kuormitusta vesistön eri osissa. Näytteitä otettiin jäte-, hule-, pohja- ja jokivesistä sekä kaloista. Kerättyä tietoa tarvitaan, jotta haitta-aineiden kuormitusta vesiin voidaan vähentää. Vantaanjoen PFAS-hanke oli ympäristöministeriön Vesiensuojelun tehostamisohjelman Kaupunkien vesien hallinta ja haitallisten aineiden vähentäminen -teeman rahoittama hanke.



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry

Ratamestarinkatu 7 b, 00520 Helsinki

vhvsy@vantaanjoki.fi

www.vantaanjoki.fi