

Raakaveden omavalvonn tutkimukset vesihuoltolaitoksilla

Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 99

Helsinki 2025



Julkaisun jakelu:

Vesilaitosyhdistys
Aleksanterinkatu 44 A
00100 Helsinki

puh. (09) 868 9010
sähköposti: vvy@vvy.fi
kotisivu www.vvy.fi

ISSN-L 2242-7279
ISSN 2954-2014 (verkkajulkaisu)

ISBN 978-952-7545-24-9

Helsinki 2025

KUVAILEHTI			
<i>Julkaisija</i>	Suomen Vesilaitosyhdistys ry		
<i>Tekijät</i>	Paulasalo Laura, Hautamäki Hanna, Liikanen Riina		
<i>Julkaisun nimi</i>	Raakaveden omavalvonnan tutkimukset vesihuoltolaitoksilla		
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 99		
<i>Saatavuus</i>	Julkaisu on saatavissa Vesilaitosyhdistyksen verkkosivuilta.		
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Vesilaitosyhdistys toteutti kansallisen selvityksen erilaisissa raakavesissä eri vuodenaikoina esiintyvistä raakaveden omavalvonnan laatuominaisuuksista. Tietoa koostettiin laatuominaisuuksista, joista tieto tutkimuksen alkaessa oli kansallisesti puutteellista ja jotka voivat aiheuttaa riskin talousveden laadulle: PFAS-aineet (poly- ja perfluoriratud alkyyliyhdisteet), 17-beeta-estradioli, nonyylifenoli, bisfenoli-A ja somaattiset kolifaagit. Hankkeeseen osallistui 40 vesilaitosta, jotka ottivat vesinäytteet käyttämistään raakavesilähteistä (pohjavesi, tekopohjavesi, pintavesi), yhteensä 139 eri näytepisteestä neljänä vuodenaikana.</p> <p>Talousvesiasetuksen (1352/2015) mukainen 20 PFAS-aineen summapitoisuus ei ylittänyt talousveden laatuvaatimusta yhdessäkään tutkitussa raakavesinäytteessä. Euroopan komission ehdottamien pinta- ja pohjaveden laatu normien (Euroopan komissio 2022) sekä Euroopan elintarviketurvallisuusviraston (EFSA 2020) laskelmiin perustuvan turvallisen alistumisen rajan ylityksiä havaittiin yksittäisissä näytepisteissä kaikissa raakavesilähteissä. Vedenottopisteen vedenmuodostumisalueen riskitoimintojen ja vuodenaikojen vaikutuksia PFAS-yhdisteiden summapitoisuuksiin ei ollut tulosten perusteella tunnistettavissa. Koska PFAS-aineet ovat ikisuuskemikaaleja, joita ei saada poistettua ympäristöstä ja ne aiheuttavat huolta vedenkäyttäjille, on suositeltavaa pitää PFAS-aineet harvennetusti viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmassa.</p> <p>Raakavesinäytteissä somaattisten kolifaagien määrät olivat pääosin hyvin vähäisiä. Raakaveden toimenpideraja ylittyi kuitenkin yhdessä pintavesinäytteessä. Somaattisten kolifaagien ja <i>E. coli</i>-bakteerien tai suolistoperäisten enterokokkien välistä yhteyttä ei voitu todeta tutkimuksessa, sillä niitä todettiin vain pienessä osassa näytteitä.</p> <p>Bisfenoli A:n pitoisuuksista vain pieni osuus ylitti laboratorion menetelmän määrittämisen rajan ja suurimmillaankin pitoisuudet olivat vain noin 11 % talousveden laatuvaatimuksesta. Nonyylifenolin ja 17-beeta-estradiolin pitoisuudet olivat kaikissa näytteissä pienempiä kuin menetelmien määrittämisen rajat.</p>		
<i>Avainsanat</i>	<i>raakaveden laatu, omavalvontatutkimukset, PFAS-aineet</i>		
<i>Rahoittaja/toimeksiantaja</i>	Suomen Vesilaitosyhdistys ry		
	<i>ISBN</i> 978-952-7545-24-9	<i>ISSN</i> 2954-2014 (verkkajulkaisu)	
	<i>Sivuja</i> 29	<i>Kieli</i> suomi	<i>luottamuksellisuus</i> julkinen
<i>Julkaisun jakelu</i>	Vesilaitosyhdistys, www.vvy.fi		
	Tekijät vastaavat julkaisun sisällöstä eikä julkaisun sisältöä voida tulkita Vesilaitosyhdistyksen kannanotoksi.		

BESKRIVNINGSBLAG			
<i>Publicerat av</i>	Finlands Vattenverksförening r.f.		
<i>Författare</i>	Paulasalo Laura, Hautamäki Hanna, Liikanen Riina		
<i>Publikationens titel</i>	Råvattenanalyser inom vattenverks egenkontroll		
<i>Publikationsseriens titel och nummer</i>	Vattenverksföreningens duplikatserie nr 99		
<i>Tillgänglighet</i>	Publikationen finns på Vattenverksföreningens webbsida.		
<i>Sammanfattning</i>	<p>Vattenverksföreningen genomförde en riksomfattande utredning om halten av kvalitetsparametrar för råvattenkontroll i olika råvatten under olika årstider. Information sammanställdes om kvalitetsparametrar, om vilka det i början av undersökningen fanns bristfällig information på nationell nivå och vilka kan orsaka risker för hushållsvattnets kvalitet: PFAS-ämnen (per- och polyfluorerade alkylsubstanser), 17-beta-östradiol, nonylfenol, bisfenol A och somatiska kolifager. I projektet deltog 40 vattenverk, som tog vattenprov ur råvattenkällor som de använder (grundvatten, konstgjort grundvatten, ytvatten), från sammanlagt 139 olika provpunkter under fyra årstider.</p> <p>Den sammanlagda halten av 20 PFAS-ämnen enligt förordningen om kvaliteten på hushållsvatten och övervakning av den samt om riskhantering i fråga om byggnaders vatteninstallationer (1352/2015) överskred inte kvalitetskravet för hushållsvatten i ett enda råvattenprov som undersöktes. I enskilda provpunkter i alla råvattenkällor iakttog man överskridningar av den säkra exponeringsgränsen, vilken grundar sig på Europeiska kommissionens kvalitetsnormer för yt- och grundvatten (Europeiska kommissionen 2022) samt på beräkningar från Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA 2020). På basis av resultaten kunde man inte identifiera några effekter av årstiderna eller av riskfylld verksamhet vid vattentäktens tillrinningsområde på den sammanlagda halten av PFAS-föreningar. Eftersom PFAS-ämnena är evighetskemikalier, som inte kan elimineras ur miljön och som skapar problem för vattenanvändare, rekommenderas det att man håller PFAS-ämnena i mindre mängder i myndighetstillsynens provtagningsplan.</p> <p>I råvattenproven var halterna av somatiska kolifager i huvudsak mycket låga. Referensvärdena för åtgärder för råvattnet överskreds dock i ett av ytvattenproven. Sambandet mellan somatiska kolifager och E. coli-bakterier eller intestinala enterokocker kunde inte konstateras i undersökningen, eftersom de endast påträffades i en liten del av proven.</p> <p>När det gäller halterna av bisfenol A, överskred bara en liten proportion laboratoriemetodens bestämningsgräns och även som högst var halterna endast cirka 11 procent av kvalitetskraven för hushållsvatten. Halterna av nonylfenol och 17-beta-östradiol var i alla prov lägre än metodernas bestämningsgränser.</p>		
<i>Nyckelord</i>	råvattnets kvalitet, egenkontrollanalyser, PFAS-ämnen		
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Finlands Vattenverksförening r.f.		
	<i>ISBN</i> 978-952-7545-24-9	<i>ISSN</i> 2954-2014	
	<i>Sidantal</i> 29	<i>Språk</i> finska	<i>Konfidentialitet</i> offentlig
<i>Distribution av publikationen</i>	Vattenverksföreningen, www.vvy.fi		
	Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Vattenverksföreningens ståndpunkt.		

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Tutkitut muuttajat ja menetelmät.....	3
2.1	Tutkitut muuttajat.....	3
2.1.1	PFAS.....	3
2.1.2	Bisfenoli A	4
2.1.3	Somaattiset kolifaagit.....	5
2.1.4	Nonyylifenoli	5
2.1.5	17-beeta-estradioli.....	5
2.2	Määrittämenetelmät.....	5
2.2.1	PFAS.....	6
2.2.2	Bisfenoli A ja nonyylifenoli	6
2.2.3	Somaattiset kolifaagit.....	6
2.2.4	17-beeta-estradioli.....	7
3	Tutkimustulokset	8
3.1	PFAS.....	8
3.1.1	Pohjavesi.....	8
3.1.2	Tekopohjavesi	11
3.1.3	Pintavesi.....	14
3.1.4	TFA (trifluoretikkahappo).....	16
3.2	Bisfenoli A.....	17
3.2.1	Pohjavesi.....	17
3.2.2	Tekopohjavesi	17
3.2.3	Pintavesi.....	18
3.3	Somaattiset kolifaagit	18
3.3.1	Pohjavesi.....	18
3.3.2	Tekopohjavesi	19
3.3.3	Pintavesi.....	19
3.4	Nonyylifenoli.....	20
3.5	17-beeta-estradioli.....	20
4	Johtopäätökset.....	21
4.1	PFAS.....	21
4.1.1	Pohjavesi.....	21
4.1.2	Tekopohjavesi	22
4.1.3	Pintavesi.....	22
4.1.4	TFA (trifluoretikkahappo).....	23
4.2	Bisfenoli A	23
4.3	Somaattiset kolifaagit	23
4.4	Nonyylifenoli ja 17-beeta-estradioli.....	24
5	Yhteenveto.....	25
	Liitteet.....	28

LIITE 1 PFAS-AINEIDEN MÄÄRITYSRAJAT JA KESKIMÄÄRÄISET TULOKSET

1 JOHDANTO

Uuden juomavesidirektiivin kansallisessa toimeenpanossa tarkennettiin vesihuoltolaitosten vaatimuksia raakaveden riskienhallinnasta ja omavalvonnasta. Vedentuotantoketjun riskienhallinta-asetuksen (7/2023) mukaisesti vesihuoltolaitos valitsee raakavedestä omavalvonnassa tarkkailtavat muuttujat vedentuotantoketjun riskinarvioinnin perusteella. Joidenkin asetuksessa mainittujen muuttujien esiintymisestä erilaisissa vesilaitosten raakavesissä Suomessa on hyvin vähän tietoa, joten raakavesinäytteiden tutkimista tarvitaan riskinarvioinnin ja riskienhallintatoimenpiteiden tueksi sekä omavalvonnan tarpeen määrittämiseksi.

Monilla vesilaitoksilla on jo WSP-työkalulla toteutettu riskienhallintasuunnitelma, joka kattaa myös raakaveden muodostumisen. Nämäkin suunnitelmat edellyttävät osin päivittämistä nykyisen lainsäädännön vaatimusten mukaisiksi. Vesilaitoksilla pitää olla lainsäädännön mukainen raakavettä koskeva riskienhallintasuunnitelma viimeistään 12.7.2027. Raakavesien omavalvonnan on oltava ajan tasalla jatkuvasti ja omavalvontasuunnitelma tarkistetaan riskienhallintasuunnitelman yhteydessä. Vesilaitoksilta siis edellytetään muutaman seuraavan vuoden aikana toimenpiteitä raakaveden riskienhallinnan ja omavalvonnan saattamiseksi lainsäädännön vaatimusten mukaiseksi.

Vesilaitosyhdistys toteutti vesilaitosryhmänsä aloitteesta kansallisen selvityksen erilaisissa raakavesissä eri vuodenaikoina esiintyvistä raakaveden omavalvonnan laatumuuttujien pitoisuuksista. Tietoa koostettiin seuraavista laatumuuttujista, joista tieto tutkimuksen alkaessa oli puutteellista ja jotka voivat aiheuttaa riskin talousveden laadulle: PFAS-aineet (poly- ja perfluoratut alkyylilyhdisteet), 17-beeta-estradioli, nonyylifenoli, bisfenoli A ja somaattiset kolifaagit. Näistä PFAS-aineiden summa ja bisfenoli A ovat myös talousveden laatuvaatimusmuuttujia, jotka on lisättävä talousveden viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmiin ja jotka on tutkittava viimeistään 12.1.2026 (1352/2015).

Hankkeeseen osallistui 40 vesilaitosta, jotka ottivat raakavesinäytteet käyttämistään raakavesistä, yhteensä 139 eri näytepisteestä ja toimittivat ne tutkimuksiin hankkeeseen valittuihin laboratorioihin. Vesilaitokset tunnistivat vedenottopisteiden vedenmuodostumisalueiden maankäyttömuotoja, toimintoja ja muita riskejä, jotka voivat aiheuttaa tarpeen tiettyjen raakaveden laatumuuttujien seurantaan omavalvonnassa.

Vesilaitosyhdistys valitsi kilpailutuksen kautta hankkeen koordinoijaksi ja raportoijaksi KVVY Tutkimus Oy:n ja laboratorioiksi Eurofins Environment Testing Finland Oy:n ja Metropolilab Oy:n. Hanketta ohjasi ohjausryhmä, jonka tehtävä oli varmistaa hankkeen tavoitteiden toteutuminen. Ohjausryhmään kuului Vesilaitosyhdistyksen vesilaitosryhmä, muut toteuttajat sekä asiantuntijoina viranomaisten edustajia (ELY-keskusten pohjavesi- ja/tai vesienhoidon asiantuntija, ESA-ELY, STM, SYKE, THL ja Valvira).

Hankkeessa mukana olivat: Elina Antila (Porvoon vesi), Hannu Asikainen (Metropolilab Oy), Venla Avelin (Lahti Aqua Oy), Hanna Hautamäki (KVVY Tutkimus Oy), Hanna Henttilä (ELY-keskus), Anna-Maria Hokajärvi (THL), Heli Härkki (Helsingin seudun ympäristöpalvelut), Päivi Ikävalko (Keski-Suomen ELY-keskus), Janne Juvonen (Suomen ympäristökeskus), Miikka Karkela (Eurofins Environment Testing Finland Oy), Riitta Kettunen (Tampereen Vesi), Jaana Kilponen (Valvira), Tuula Laakso (Helsingin seudun ympäristöpalvelut), Jarmo Lahtinen (Oulun Vesi), Jukka Lammentausta (KVVY Tutkimus Oy), Riina Liikanen (Suomen Vesilaitosyhdistys), Janne Mäki-Petäjä (Lahti Aqua Oy), Jorma Nordlund (KVVY Tutkimus Oy), Minna Nummelin (Etelä-Savon ELY-keskus),

Salla Partio (Eurofins Environment Testing Finland Oy), Laura Paulasalo (KVVY Tutkimus Oy), Sari Pyyny (Ylä-Savon Vesi), Jarkko Rapala (STM), Mika Rontu (Suomen Vesilaitosyhdistys), Katri Siimes (Suomen ympäristökeskus), Tiina Thure (Metropolilab Oy), Marjo Toivo (KVVY Tutkimus Oy), Sanna Varjus (Hangon Vesi), Sami Väisänen (Lappeenrannan Energia Oy), Anu Väänänen (Oulun Vesi).

2 TUTKITUT MUUTTUJAT JA MENETELMÄT

Hankkeessa koostettiin tietoa raakaveden laatumuuttujista, joista tieto tutkimuksen alkajassa oli puutteellista ja jotka voivat aiheuttaa riskin talousveden laadulle: PFAS-aineet, 17-beeta-estradioli, nonyylifenoli, bisfenoli-A ja somaattiset kolifaagit.

2.1 TUTKITUT MUUTTUJAT

Seuraavissa kappaleissa on esitelty hankkeessa tutkitut muuttajat.

2.1.1 PFAS

PFAS-aineet (poly- ja perfluoratut alkyyliyhdisteet) saattavat aiheuttaa riskin ihmisen kehitykselle ja terveydelle. PFAS-aineita käytetään monissa kuluttajatuotteissa, valmistusprosesseissa ja tuotantolaitteissa, koska ne hylkivät vettä, likaa ja rasvaa, vähentävät kitkaa sekä kestävät lämpöä ja aggressiivisia kemikaaleja. PFAS-aineita voi päätyä ympäristöön, kun niitä sisältäviä tuotteita valmistetaan, käytetään, varastoidaan tai hävitetään. Osa PFAS-aineista hajoaa pysyviksi lopputuotteiksi, mutta osa aineista ei juurikaan hajoa elimistössä tai ympäristössä. (Valvira 2024)

Talousvesiasetuksen laatuvaatimus talousveden 20 määritellyn PFAS-aineen summalle on 0,10 µg/l. PFAS-aineiden summa on lisättävä talousveden viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmaan ja tutkittava viimeistään 12.1.2026. Talousvesiasetuksen liitteessä II on säädetty, millä perusteilla näytteenottotiheyttä voi harventaa ja muuttujia poistaa viranomaisvalvonnasta. PFAS-summa voidaan tutkia vaatimusten täyttymiskohdan sijasta raakavedestä, vedenkäsittelylaitokselta lähtevästä vedestä tai vedenjakeluverkostosta, sillä PFAS-aineet päätyvät talousveteen raakavedestä. (1352/2015) Talousvesiasetuksen laatuvaatimukseen viitataan jäljempänä raportilla talousveden laatuvaatimuksena ja talousvesiasetuksen mukaisen 20 PFAS-aineen summaan PFAS20-summana.

PFAS20-summaan laskettavat yhdisteet: Perfluorobutaanihappo (PFBA), Perfluoropentaanihappo (PFPA), Perfluoroheksaanihappo (PFHxA), Perfluoroheptaanihappo (PFHpA), Perfluoro-oktaanihappo (PFOA), Perfluorononaanihappo (PFNA), Perfluorodekaanihappo (PFDA), Perfluoroundekaanihappo (PFUnDA), Perfluorododekaanihappo (PFDoDA), Perfluorotridekaanihappo (PFTrDA), Perfluorobutaanisulfonihappo (PFBS), Perfluoropentaanisulfonihappo (PFPS), Perfluoroheksaanisulfonihappo (PFHxS), Perfluoroheptaanisulfonihappo (PFHpS), Perfluoro-oktaanisulfonihappo (PFOS), Perfluorononaanisulfonihappo (PFNS), Perfluorodekaanisulfonihappo (PFDS), Perfluoroundekaanisulfonihappo, Perfluorododekaanisulfonihappo ja Perfluorotridekaanisulfonihappo. Summaan on tuloksissa huomioitu vain laboratorion määrittämissä ylittävät pitoisuudet.

Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA:n julkaisemassa raportissa on tarkasteltu PFAS-yhdisteiden elintarvikkeiden välityksellä aiheuttamaa riskiä ihmisen terveydelle. Raportissa esitettyjen laskelmien perusteella turvallisen alistumisen raja juomaveden PFOA, PFOS, PFNA ja PFHxS summapitoisuudelle on 4,4 ng/l (EFSA 2020). EFSA:n raja-arvoon viitataan jäljempänä raportilla EFSA:n laatuvaatimuksena ja EFSA:n mukaisen neljän PFAS-aineen summaan PFAS4-summana. Summaan on huomioitu laboratorion määrittämissä ylittävät pitoisuudet.

Euroopan komissio on ehdottanut pohja- ja pintaveden laatuvaatimukseksi 4,4 ng/l 24 PFAS-aineelle PFOA ekvivalenttina (Euroopan komissio 2022). Pohjaveden laatuvaatimusta käytetään

tetään vesienhoitosuunnitelmien pohjaveden tilan määrittelyssä. Pohjaveden laatu-
normia ei ole yleisesti käytetty ennakoivalvonnassa tai kunnostustavoitteena. Ehdotettuun
pohja- ja pintaveden laatuunormiin viitataan jäljempänä raportilla pohjaveden laatu-
normina/pintaveden laatuunormina ja Euroopan komission mukaisen 24 PFAS-aineen sum-
maan PFAS24-summana. PFAS24-summa on laskettu PFOS ekvivalentteina: painotettu
summa, jossa jokaisen PFAS-yhdisteen pitoisuus on kerrottu RPF kertoimella (Relative
Potency Factor) ja laskettu yhteen. Yhdisteet ja kertoimet perustuvat Euroopan komis-
sion ehdotukseen (2022, liite III ja V). Summaan on huomioitu laboratorion määrittäjä-
ylittävät pitoisuudet.

PFAS24-summaan laskettavat yhdisteet: Perfluorobutaanihappo (PFBA), Perfluoropen-
taanihappo (PFPA), Perfluoroheksaanihappo (PFHxA), Perfluoroheptaanihappo
(PFHpA), Perfluoro-oktaanihappo (PFOA), Perfluorononaanihappo (PFNA), Perfluoro-
dekaanihappo (PFDA), Perfluoroundekaanihappo (PFUnDA), Perfluorododekaanihappo
(PFDoDA), Perfluorotridekaanihappo (PFTTrDA), Perfluorotetradekaanihappo (PFTeDA),
Perfluoroheksadekaanihappo (PFHxDA), Perfluoro-oktadekaanihappo (PFODA), Per-
fluorobutaanisulfonihappo (PFBS), Perfluoropentaanisulfonihappo (PFPS), Perfluoro-
heksaanisulfonihappo (PFHxS), Perfluoroheptaanisulfonihappo (PFHpS), Perfluoro-ok-
taanisulfonihappo (PFOS), Perfluorodekaanisulfonihappo (PFDS), Ammoniumperfluoro
(2-metyyli-3- oksoheksanoaatti) (HFPO-DA (Gen X)), Propionihappo / Ammonium 2,2,3-
trifluori-3-(1,1,2,2,3,3-heksafluori-3- (trifluorimetoksi)propoksi)propionaatti (ADONA), 2-
(Perfluoriheksyyli)etyylialkoholi (6:2 FTOH), 2-(Perfluorioktyyli)etanoli (8:2 FTOH), Etik-
kahappo / 2,2-difluori-2-((2,2,4,5- tetrafluori-5-(trifluorimetoksi)-1,3-dioksolaani-4-
yyli)okso) (C6O4).

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin perusteella PFOS:n (perfluoro-oktaani-
sulfonihappo) laatuunormi sisämaan pintavesissä on 0,65 ng/l (2013/39/EU).

Luonnon vesissä, sadevedessä ja juomavedessä on raportoitu viime aikoina kansainvä-
lisesti verrattain korkeita TFA (trifluorietikkahappo) pitoisuuksia. TFA voidaan luokitella
lyhytketjuiseksi PFAS-aineeksi ja sitä päätyy ympäristöön esimerkiksi torjunta-aineiden,
teollisten kemikaalien, lääkeneiden ja pitempiketjuisten PFAS-aineiden hajoamistuot-
teena. TFA-pitoisuutta ei lasketa mukaan edellä mainittuihin PFAS-aineiden summapi-
toisuuksiin. Tässä selvityksessä tarkasteltiin TFA-pitoisuuksia siltä osin, kuin hankkee-
seen osallistuneet vesilaitokset tutkivat myös lyhytketjuisia PFAS-aineita käyttämistään
raakavesistä. (EurEau 2025)

2.1.2 Bisfenoli A

Bisfenoli A on luokiteltu hormonitoimintaa häiritseväksi ihmisten lisääntymiselle haital-
liseksi aineeksi. Bisfenoli A:ta käytetään epoksihartsi- ja polykarbonaattimuovien raken-
nusaineena, joten yhdistettä löytyy useista muovisista kulutustuotteista ja muun muassa
vesijohtojen pinnoitteista. Bisfenoli A hajoaa nopeasti ympäristössä, eikä kerry eliöihin
tai maaperään. (Valvira 2024)

Bisfenoli A:lle on annettu talousveden laatuvaatimus 2,5 µg/l (1352/2015). Bisfenoli A on
lisättävä viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmaan ja tutkittava viimeistään
12.1.2026. Talousvesiasetuksen liitteessä II on säädetty, millä perusteilla näytteenotto-
tiheyttä voi harventaa ja muuttajia poistaa viranomaisvalvonnasta. Bisfenoli A-pitoisuus
on tutkittava vaatimusten täyttymiskohdasta eli vedenkäyttäjän hanasta, koska raken-
nuksen vesilaitteisto voi vaikuttaa merkittävästi pitoisuuteen.

2.1.3 Somaattiset kolifaagit

Somaattiset kolifaagit ovat *Escherichia coli* (*E. coli*)-bakteerin viruksia. Somaattisten kolifaagien esiintyminen indikoi ensisijaisesti veden saastumisesta suolistoperäisillä eli enterisillä viruksilla. Kolifaageja erittyy runsaasti suolistosta, mutta kolifaagit lisääntyvät vain isäntäbakteerisoluissa. Kolifaagit säilyvät vedessä pitkään elinkelpoisina ja kulkeutuvat hyvin maaperässä. (Valvira 2024)

Somaattiset kolifaagit on erityisesti seurattava muuttuja, jonka raakaveden omavalvonnan toimenpideraja on 50 pmy/100 ml (pmy = plakkeja muodostava yksikkö). Jos raakaveden toimenpideraja ylittyy, somaattiset kolifaagit on tutkittava myös talousvedestä. Jos somaattisten kolifaagien määrä on suurempi kuin toimenpideraja, niiden määrä on tutkittava vedenkäsittelymenetelmien jälkeen ja arvioitava logaritmisella poistuman avulla, onko patogeenisten virusten läpikäymisen riski riittävästi hallinnassa. (7/2023)

Somaattisten kolifaagien lisäksi verrattavina mikrobiologisina muuttujina tutkittiin *E. coli*-bakteerit ja suolistoperäiset enterokokit, jotka ovat mikrobiologisen laadun indikaattoreita ja ilmentävät suolistoperäistä saastumista (Valvira 2024).

2.1.4 Nonyylifenoli

Nonyylifenoli on valittu tarkkailtavaksi aineeksi sen hormonitoimintaa häiritsevien ominaisuuksien takia. Nonyylifenoli ja sen etoksylaatit ovat pinta-aktiivisia aineita, joita on käytetty maalien, pyykin- ja astianpesuaineiden, voiteluöljyn lisäaineiden, antioksidanttien, emulgointiaineiden ja liuotusaineiden valmistuksessa. Nykyisin yhdistettää käytetään enää maalien valmistukseen. Nonyylifenoli ja sen etoksylaatit ovat vesiympäristössä hitaasti biohajoavia ja voivat kertyä joihinkin eliöihin. (Valvira 2024)

Nonyylifenoli (CAS 84852-15-3) on erityisesti seurattava muuttuja, jonka raakaveden omavalvonnan toimenpideraja on 300 ng/l. Jos muuttujan pitoisuus raakavedessä on suurempi kuin toimenpideraja, seuranta on tehtävä myös sen selvittämiseksi, miten laitoksen käytössä olevat vedenkäsittelymenetelmät vähentävät muuttujan pitoisuutta vedessä. (7/2023)

2.1.5 17-beeta-estradioli

17-beeta-estradioli on valittu tarkkailtavaksi aineeksi sen hormonitoimintaa häiritsevien ominaisuuksien takia. Estradiolivalmisteita käytetään hormonihoidoissa laajasti ihmisillä sekä jonkin verran myös eläimillä. 17-beeta-estradiolia päätyy vesiympäristöön ihmisperäisesti eniten suurien taajamien ja sairaaloiden jätevesistä sekä eläinperäisesti teurastamoilta ja maataloilta. (Valvira 2024)

17-beeta-estradioli on erityisesti seurattava muuttuja, jonka raakaveden omavalvonnan toimenpideraja on 1 ng/l. Jos muuttujan pitoisuus raakavedessä on suurempi kuin toimenpideraja, seuranta on tehtävä myös sen selvittämiseksi, miten laitoksen käytössä olevat vedenkäsittelymenetelmät vähentävät muuttujan pitoisuutta vedessä. (7/2023)

2.2 MÄÄRITYSMENETELMÄT

Seuraavissa kappaleissa on esitetty näytteitä analysoineiden laboratorioden määritys- ja menetelmätiedot.

2.2.1 PFAS

Menetelmäviite: DIN38407-42 mod., UNEP Chemicals Branch 2015 mod. ja Internal Method LidPest.0A.01.34.

Mittausepävarmuus: ± 31 % ja ± 38 % yhdisteestä riippuen.

Määritysraja: 0,3, 0,6, 1,0, 3,0 ja 50 ng/l yhdisteestä riippuen. Yhdistekohtaiset määritysrajat on esitetty liitteessä 1.

Menetelmän periaate: Näytteisiin lisätään isotooppi leimatut sisäiset standardit ja vesinäytteestä määritetään tutkittavat yhdisteet kiinteäfaasiuutolla (SPE). Määritys suoritetaan käyttäen UPLC-MS/MS tekniikkaa. Tunnistus ja pitoisuuksien määrittäminen suoritetaan käyttäen sisäisen standardin korjausta ja vertaamalla ulkoisiin standardeihin.

Virhelähteet: PFAS yhdisteiden kohdalla kontaminaatoriski käsistä ja materiaaleista (mm. PTFE) on huomioitava, sillä kyseisiä yhdisteitä voi päätyä näytteeseen esimerkiksi vettä hylkivistä vaatteista tai muista materiaaleista. (Eurofins 2024)

2.2.2 Bisfenoli A ja nonyylifenoli

Menetelmäviite: ISO 18857-2: 2009 muunneltu/modified. Water quality — Determination of selected alkylphenols. Part 2: Gas chromatographic-mass spectrometric determination of alkylphenols, their ethoxylates and bisphenol A in non-filtered samples following solid-phase extraction and derivatization.

Mittausepävarmuus: Bisfenoli A 40 % ja nonyylifenoli 30 %.

Määritysraja: Bisfenoli A 0,01 $\mu\text{g/l}$ ja nonyylifenolin 100 ng/l.

Menetelmän periaate: Suodattamaton näyte säädetään sopivaan happamuuteen (pH 2). Neste-nesteuutossa vesinäyte uutetaan viitestandardista poiketen dikloorimetaanilla. Uute kuivataan vedettömällä natriumsulfaatilla, konsentroidaan haihdutuslaitteistolla sekä typpipuhalluksella. Uutteen sisältämät alkyylifenoliyhdisteet silyloidaan ja näyte analysoidaan kaasukromatografilla käyttäen massaselektiivistä detektoria (GC-MSMS). Kvantitointi suoritetaan sisäisen standardin menetelmällä ulkoista kalibroitisuuraa vasten.

Näytteen esikäsittely ja määritystapa: Neste-nesteuutossa käytettävä näytemäärä on 400 ml ja dikloorimetaaniuutto suoritetaan näytepullossa.

Virhelähteet: Menetelmä on altis kontaminaatiolle. Tämän vuoksi on kiinnitettävä erityistä huomiota muovittomien näytteenottovälineiden käyttöön. Myös näytepullojen kontaminaatioiden välttämiseen on kiinnitetty huomiota pesemällä näytepullot asetonilla ennen käyttöä ja käyttämällä korkin alla teflontiivistettä. (MetropoliLab, Koskinen 2024)

2.2.3 Somaattiset kolifaagit

Menetelmäviite: SFS-EN ISO 10705-2:2001 Veden laatu. Bakteriofaagien havaitseminen ja laskeminen. Osa 2. Somaattisten kolifaagien laskeminen ja ISO 10705-3:2003. Water quality – Detection and enumeration of bacteriophage. Part 3: Validation of methods for concentration of bacteriophages from water.

Näytteen käsittely ja määrittäminen: Käytetty vesinäyttemäärä on 100 ml. Tämä konsentroidaan kalvosuodattamalla ja analysoidaan kokonaan. Elatusainemaljalta voidaan laskea plakkeja yhdestä ylöspäin eli määrittäminen on 1 pmy / 100 ml.

Menetelmän periaate: Somaattiset kolifaagit ovat bakteerien viruksia, jotka infektoivat *Escherichia coli*-isäntäkantansa soluseinän kautta. Faagit lisääntyvät isäntäsolussa, kunnes isäntäsolu hajoaa, minkä jälkeen faagit vapautuvat ympäristöön. Määrittämenetelmässä elatusaine siirrostetaan kauttaaltaan *E.coli*-isäntäkannalla. Jos elatusaineeseen lisättävässä konsentroidussa vesinäytteessä on faageja, ne infektoivat isäntäkannan soluja, hajottavat ne ja leviävät viereisiin isäntäkannan soluihin. Isäntäkannan solujen hajotessa elatusaineeseen muodostuu kirkkaita kohtia eli plakkeja, joihin ei synny isäntäsolun bakteerikasvun aiheuttamaa samentumaa. Elatusaine rajoittaa faagien ja siten plakkien leviämistä. Elatusaineelta lasketaan plakkien määrä ja tästä somaattisten kolifaagien lukumäärä näytteessä.

Virhelähteet: Kolifaagien lukumäärän ollessa lähellä määrittärajaa on tuloksissa paljon epävarmuutta riippuen siitä, osuuko näyteannokseen esim. 0, 1 vai 2 faagia. Itse menetelmässä elatusaineeseen jäävät kuplat voivat vaikeuttaa elatusainemaljojen tulkintaa. Plakit voivat joissakin olosuhteissa levitä maljoilla, jolloin tuloksen laskeminen vaikeutuu, jos plakkeja on runsaasti. (MetropoliLab, Thure 2024)

2.2.4 17-beeta-estradioli

Menetelmäviite: EPA 539:2010.

Mittausepävarmuus: 28 %

Määrittärajaa: 0,8 ng/l

Menetelmän periaate: Näytteisiin lisätään isotooppi leimatut sisäiset standardit ja vesinäytteestä määritetään tutkittavat yhdisteet kiinteäfaasiuutolla (SPE). Määrittäminen suoritetaan käyttäen UPLC-MS/MS tekniikkaa. Tunnistus ja pitoisuuksien määrittäminen suoritetaan käyttäen sisäisen standardin korjausta ja vertaamalla ulkoisiin standardeihin.

Virhelähteet: Menetelmässä uutetaan ja konsentroidaan ihmishormonien pieniä määriä. Näin ollen mahdollinen häiriölähde on ihminen. Nitriilikäsineitä on käytettävä aina puhdaita lasitavaroita käsiteltäessä ja koko uuttoprosessin ajan. (Eurofins 2024)

3 TUTKIMUSTULOKSET

Hankkeeseen osallistui 40 vesilaitosta, jotka ilmoittivat mukaan 105 pohjavesipistettä, 19 tekopohjavesipistettä ja 15 pintavesipistettä. Pohjavesinäytteitä toimitettiin yhteensä 334 kpl, tekopohjavesinäytteitä 71 kpl ja pintavesinäytteitä 59 kpl.

Sääolosuhteiden aiheuttaman vuodenaikaisvaihtelun selvittämiseksi näytteet otettiin laitostenkohtaisten olosuhteiden mukaan talvella lumipeitteiseen aikaan (ohjeellinen aikataulu tammi-helmikuu), keväällä sulamisvesien ja kevättulvien aikaan (maalis-toukokuu), kesällä lämpimään ja kuivaan aikaan (kesä-heinäkuu) ja syksyllä syysateiden aikaan (syys-lokakuu).

Hankkeessa vesilaitokset tunnistivat itse omia näytepisteitään koskevat riskitoiminnot riskilistasta. Vesilaitoksilta kartoitetut riskitoiminnot olivat: kaatopaikka, lentokenttä, paloharjoitteluala, puhdistetun jäteveden purkua, ylävirrassa taajama, hajajätevesiä, jätevesiverkostoa, satama (septijäteen tyhjennystä), karjatila, teurastamo, lietteen levitystä, hautausmaa, huoltoasema, energiantuotantoa, rantaimetyminen, maalien valmistusta tai runsasta käyttöä, teollisuutta. Vaihtoehtona olivat myös avoimet tekstikentät tarkennuksille teollisuuteen ja muihin riskitoimintoihin. Lisäksi yhtenä vaihtoehtona oli ei tunnistettuja riskitoimintoja. Mukaan ilmoitetuilta näytepisteiltä riskitoimintoihin liittyvät tiedot puuttuivat 22 näytepisteeltä.

Seuraavissa kappaleissa hankkeen tutkimustulokset esitetään ainekohtaisesti.

3.1 PFAS

PFAS-yhdisteistä suurimmat pitoisuudet todettiin kaikissa raakavesissä TFA:n osalta, mutta tämän yhdisteen näytemäärä oli erittäin vähäinen (pohjavesinäytteitä 9 kpl, tekopohjavesinäytteitä 1 kpl, pintavesinäytteitä 7 kpl). Pohjavesinäytteiden seuraavaksi suurimmat pitoisuudet olivat yhdisteillä PFPeA ja PFHxA, tekopohjavesinäytteiden yhdisteillä PFNA ja PFOS sekä pintavesinäytteiden yhdisteillä PFBA, PFOA, PFOS ja PFHxA. Liitteessä 1 on esitetty yhdistekohtaisesti PFAS-aineiden pienimmät ja suurimmat arvot, keskimääräiset pitoisuudet sekä mediaanit.

3.1.1 Pohjavesi

Pohjavesipisteiden PFAS-näytteiden määrät vaihtelivat näytteenottokierroksittain. PFAS-näytteitä toimitettiin talven näytekierroksella 87 kpl, keväällä 99 kpl, kesällä 59 kpl ja syksyllä 85 kpl. Taulukoissa 3.1–3.4 on esitetty pohjavesinäytteiden PFAS-tulokset vuodenajoittain ja taulukossa 3.5 pohjavesipisteiden kaikkien näytekierrosten PFAS-tulokset.

Taulukko 3.1. Pohjavesipisteiden PFAS-tulokset talvella otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laaturnormeihin.

Talvi	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	87	87	87
Määrittysrajan alittaneet**	kpl	51	52	53
Mediaani	ng/l	0	0	0
Keskiarvo	ng/l	2,0	1,0	0,5
90 persentiili	ng/l	4,1	1,9	1,7
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	59,6	36,0	5,7
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	3	2
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	3,4	2,3

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittysrajan

Taulukko 3.2. Pohjavesipisteiden PFAS-tulokset keväällä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu talousveden laatuvaatimukseen ja laaturnormeihin.

Kevät	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	99	99	99
Määrittysrajan alittaneet**	kpl	58	58	59
Mediaani	ng/l	0	0	0
Keskiarvo	ng/l	1,7	0,9	0,5
90 persentiili	ng/l	4,0	2,6	1,9
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	46,4	31,0	4,2
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	3	0
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	3,0	0

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittysrajan

Taulukko 3.3. Pohjavesipisteiden PFAS-tulokset kesällä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu talousveden laatuvaatimukseen ja laaturnormeihin.

Kesä	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	59	59	59
Määrittysrajan alittaneet**	kpl	29	29	29
Mediaani	ng/l	0,13	0,10	0,11
Keskiarvo	ng/l	1,3	1,5	0,7
90 persentiili	ng/l	5,0	2,5	2,2
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	9,1	40,0	6,2
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	4	2
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	6,8	3,4

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittysrajan

Taulukko 3.4. Pohjavesipisteiden PFAS-tulokset syksyllä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu talousveden laatuvaatimukseen ja laatuunormeihin.

Syksy	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	85	85	85
Määrittelyrajan alittaneet**	kpl	49	49	51
Mediaani	ng/l	0	0	0
Keskiarvo	ng/l	2,0	1,1	0,5
90 persentiili	ng/l	3,5	2,6	1,6
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	51,0	37,0	4,8
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	4	1
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	4,7	1,2

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittelyrajan

Taulukko 3.5. Pohjavesipisteiden PFAS-tulokset kaikilla näytekierroksilla sekä vertailu talousveden laatuvaatimukseen ja laatuunormeihin.

Kaikki näytekierrokset	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	330	330	330
Määrittelyrajan alittaneet**	kpl	187	188	192
Mediaani	ng/l	0	0	0
Keskiarvo	ng/l	1,8	1,1	0,5
90 persentiili	ng/l	4,2	2,5	1,9
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	59,6	40,0	6,2
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	14	5
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	4,2	1,5

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittelyrajan

Noin 40 %:ssa pohjavesinäytteiden tarkastelluista PFAS-summapitoisuuksista yksi tai useampi summaan laskettavan aineen pitoisuus ylitti laboratorion määrittelyrajan.

PFAS20-summan suurin pitoisuus (59,6 ng/l) havaittiin talven näytteenottokierroksella. Toisaalta myös kevään ja syksyn näytteenottokierroksilla suurin summapitoisuus (46,4–51,0 ng/l) oli lähellä talven tasoa. Kesän suurin PFAS20-summa oli selkeästi pienempi (9,1 ng/l), mikä johtunee siitä, että muiden näytekierrosten suurimmat PFAS20-pitoisuudet omanneet kaksi näytepistettä eivät olleet mukana kesän näytteissä. Kaikkien pohjavesinäytteiden osalta PFAS20-summan 90 persentiilin pitoisuus oli 5,0 ng/l. Talousveden laatuvaatimus 100 ng/l (1352/2015) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

PFAS4-summan suurin pitoisuus (6,2 ng/l) havaittiin kesällä. Myös muiden tarkkailukierrosten suurimmat PFAS4-summat (4,2–5,7 ng/l) olivat samalla tasolla. Kaikkien pohjavesinäytteiden osalta PFAS4-summan 90 persentiilin pitoisuus oli 1,9 ng/l. EFSA:n laatuunormi 4,4 ng/l (EFSA 2020) ylittyi talvella ja kesällä kahdessa näytteessä sekä syksyllä yhdessä näytteessä. Keväällä laatuunormi ei ylittynyt. Ylittyneet pitoisuudet olivat kahdella näytepisteellä. Toinen näytepisteistä toistui kolmella näytekierroksella ja toinen kahdella. Ensimmäiselle näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi hajajätevesiä ja rantaimeytyminen. Toiselle näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi ylävirrassa taajama, jätevesiverkosta, rantaimeytyminen, rautatie, vanha puutarha, vanhaa teollisuutta ja maataloutta.

PFAS24-summan suurin pitoisuus (40,0 ng/l) havaittiin kesän näytteenottokierroksella. Myös muiden kierrosten suurimmat summapitoisuudet (31,0–37,0 ng/l) olivat lähellä kesän tasoa. Kaikkien pohjavesinäytteiden osalta PFAS24-summan 90 persentiilin pitoisuus oli 2,5 ng/l. Pohjaveden laatuunormi 4,4 ng/l (Euroopan komissio 2022) ylittyi talvella

ja keväällä kolmessa näytteessä sekä kesällä ja syksyllä neljässä näytteessä. Nämä näytteet vastasivat neljää eri näytepistettä. Kaksi näytepisteistä toistui jokaisella näytekierroksella ja olivat samat pisteet kuin EFSA:n laatumormin ylittäneet näytepisteet. Suurimmat PFAS24-summapitoisuudet havaittiin jokaisella näytekierroksella samalla näytepisteellä, joka oli sama näytepiste kuin EFSA:n laatumormin ylittäneissä pitoisuuksissa enemmän riskitoimintoja sisältänyt näytepiste. Kahden muun näytepisteen osalta toiselle pisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi ylävirrassa taajama ja jätevesiverkostoa, toiselle näytepisteelle laitos ei ollut tunnistanut riskitoimintoja.

Vuodenajoilla ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta edellä tarkasteltuihin PFAS-summapitoisuuksiin. 90 persentiilin pitoisuudet olivat samaa tasoa kaikkina vuodenaikoina. Vaikka selvää vuodenaikaisvaihtelua ei havaittu, joidenkin yksittäisten näytepisteiden PFAS20-pitoisuudet kuitenkin vaihtelivat merkittävästi eri näytekierroksilla.

Tarkasteltujen summapitoisuuksien suurimmat pitoisuudet havaittiin kaikki eri näytepisteillä. Kaksi näytepistettä, joilla havaittiin suurimmat PFAS20-summat, riskitoiminnoiksi laitokset olivat tunnistaneeet jätevesiverkostoa, hautausmaa, huoltoasema ja muuntau-moita sekä toiselle pisteelle lisäksi toimiva varikkoalue ja tiesuolaus ja toiselle pisteelle lisäksi pilaantunut maa-alue. Suurimman PFAS4-summan näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi hajajätevesiä ja rantaimetyminen. Suurimman PFAS24-summan näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi ylävirrassa taajama, jätevesi-verkostoa, rantaimetyminen, teollisuutta, maataloutta, pohjaveden pilaantumia, rautatie ja vanha puutarha.

Pohjavesinäytteiden riskitoimintoja tarkasteltiin PFAS20- ja PFAS4-summien osalta. Tarkastelussa verrattiin 90 persentiilin pitoisuuden ylittäneiden ja summaltaan 0 olevien pitoisuuksien riskitoimintoja. Suurimmissa pitoisuuksissa ei ollut tunnistettu riskitoimintoja, joita ei olisi tunnistettu myös pienimmissä pitoisuuksissa.

3.1.2 Tekopohjavesi

Tekopohjavesipisteiden PFAS-näytteitä toimitettiin talven, kevään ja syksyn näytekierroksilla 18 kpl ja kesällä 17 kpl. Taulukoissa 3.6–3.9 on esitetty tekopohjavesinäytteiden PFAS-tulokset vuodenajoittain ja taulukossa 3.10 pohjavesipisteiden kaikkien näytekierrosten PFAS-tulokset yhteensä.

Taulukko 3.6. Tekopohjavesipisteiden PFAS-tulokset talvella otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laatumormeihin.

Talvi	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	18	18	18
Määritysrajan alittaneet**	kpl	3	3	3
Mediaani	ng/l	1,3	1,6	0,63
Keskiarvo	ng/l	3,1	8,3	2,1
90 persentiili	ng/l	7,1	13,1	5,3
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	19,2	94,0	15,0
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	2	2
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	11,1	11,1

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määritysrajan

Taulukko 3.7. Tekopohjavesipisteiden PFAS-tulokset keväällä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laaturnormeihin.

Kevät	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	18	18	18
Määrittämissuorien alittaneet**	kpl	3	3	3
Mediaani	ng/l	1,5	1,6	0,6
Keskiarvo	ng/l	2,2	2,9	1,2
90 persentiili	ng/l	3,7	3,2	1,9
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	13,8	27,0	11,0
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	1	1
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	5,6	5,6

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittämissuorien

Taulukko 3.8. Tekopohjavesipisteiden PFAS-tulokset kesällä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laaturnormeihin.

Kesä	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	17	17	17
Määrittämissuorien alittaneet**	kpl	4	4	4
Mediaani	ng/l	1,5	1,5	0,6
Keskiarvo	ng/l	4,6	17,5	3,5
90 persentiili	ng/l	13,1	21,7	10,4
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	33,0	230,0	29,0
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	2	2
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	11,8	11,8

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittämissuorien

Taulukko 3.9. Tekopohjavesipisteiden PFAS-tulokset syksyllä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laaturnormeihin.

Syky	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	18	18	18
Määrittämissuorien alittaneet**	kpl	3	3	4
Mediaani	ng/l	0,6	1,0	0,5
Keskiarvo	ng/l	2,4	5,8	1,7
90 persentiili	ng/l	4,5	12,8	2,9
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	21	52,0	16,0
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	2	2
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	11,1	11,1

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittämissuorien

Taulukko 3.10. Tekopohjavesipisteiden PFAS-tulokset kaikilla näytekerroksilla sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laatuunormeihin.

Kaikki näytekerrokset	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa
Näytemäärä	kpl	71	71	71
Määrittämissrajat alittaneet**	kpl	13	13	14
Mediaani	ng/l	1,2	1,5	0,6
Keskiarvo	ng/l	3,0	8,5	2,1
90 persenttiili	ng/l	4,5	4,2	3,3
Minimi	ng/l	0	0	0
Maksimi	ng/l	33,0	230,0	29,0
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	7	7
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	9,9	9,9

*Laskettu PFOA-ekvivalenteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittämissrajat

Pääosassa (noin 80 %) tekopohjavesinäytteiden tarkasteltavia summapitoisuuksia yksi tai useampi summaan laskettava aine ylitti laboratorion määrittämissrajat.

PFAS20-summan suurin pitoisuus (33,0 ng/l) havaittiin kesällä. Pienin maksimipitoisuus havaittiin keväällä (13,8 ng/l). Kaikkien tekopohjavesinäytteiden osalta PFAS20- summan 90 persenttiilin pitoisuus oli 4,5 ng/l. Talousveden laatuvaatimus 100 ng/l (1352/2015) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

PFAS4-summan suurin pitoisuus (29,0 ng/l) havaittiin kesällä. Muiden tarkkailukierrosten suurimmat summapitoisuudet (11,0–16,0 ng/l) olivat keskenään samalla tasolla ja noin puolet kesän tuloksesta. Kaikkien tekopohjavesinäytteiden osalta PFAS4-aineen summan 90 persenttiilin pitoisuus oli 3,3 ng/l. EFSA:n laatuunormi 4,4 ng/l (EFSA 2020) ylittyi talvella, kesällä ja syksyllä kahdessa näytteessä ja keväällä yhdessä näytteessä. Ylittyneet pitoisuudet olivat kahdella näytepisteellä. Toinen näytepisteistä toistui jokaisella näytekerroksella ja toinen keväällä lukuun ottamatta jokaisella näytekerroksella. Ensimmäiselle näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi hajajätevesiä, karjatila, hautausmaa, rantaimetyminen, energiantuotantoa (suojaamattomat öljy- ja polttoainesäiliöt sekä sähköjakaumuuntajat), maatalous, liikenne ja vanhat maa-ainesten ottoalueet. Toiselle näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi lentokenttä, huoltoasema ja rantaimetyminen.

PFAS24-summan suurin pitoisuus (230 ng/l) havaittiin kesällä, jolloin pitoisuus oli reilusti muiden näyteenotokierrosten maksimipitoisuuksia suurempi. Pienin maksimipitoisuus havaittiin keväällä (27,0 ng/l). Kaikkien tekopohjavesinäytteiden osalta PFAS24-aineen summan 90 persenttiilin pitoisuus oli 4,2 ng/l. Pohjaveden laatuunormi 4,4 ng/l (Euroopan komissio 2022) ylittyi talvella, kesällä ja syksyllä kahdessa näytteessä ja keväällä yhdessä näytteessä. Nämä näytepisteet ylittivät sekä pohjaveden laatuunormin että EFSA:n laatuunormin.

Suurimmat PFAS-summapitoisuudet havaittiin kesän näytekerroksella. Tarkasteltujen summapitoisuuksien suurimmat pitoisuudet havaittiin kaikki samalla näytepisteellä. Kyseiselle näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi lentokenttä, huoltoasema ja rantaimetyminen. 90 persenttiilin pitoisuuksissa oli vaihtelua eri vuodenaikoina eli selvää vuodenaikojen vaikutusta ei ollut havaittavissa. Joidenkin näytepisteiden summapitoisuudet vaihtelivat merkittävästi eri näytekerroksilla.

Tekopohjavesinäytteille ilmoitettuja riskitoimintoja tarkasteltiin PFAS20- ja PFAS4-summien osalta. Tarkastelussa verrattiin 90 persenttiilin pitoisuuden ylittäneiden ja summataan 0 olevien pitoisuuksien riskitoimintoja. Suurimmissa pitoisuuksissa ei juurikaan tunnistettu riskitoimintoja, joita ei olisi tunnistettu myös pienimmissä pitoisuuksissa.

PFAS20-summan osalta energiantuotanto ja PFAS4-summan osalta energiantuotanto ja hautausmaa tunnistettiin riskeinä vain suurimmissa pitoisuuksissa.

3.1.3 Pintavesi

PFAS-näytteitä toimitettiin talven, kevään ja syksyn näytekerroksilla 15 kpl ja kesällä 14 kpl. Taulukoissa 3.11–3.14 on esitetty pintavesinäytteiden PFAS-tulokset vuodenajoin ja taulukossa 3.15 pintavesipisteiden kaikkien näytekerrosten PFAS-tulokset yhteensä. PFOS:n osalta laboratorion määritysrajan alittaneet tulokset on huomioitu laskennoissa määritysrajan puolikkaana.

Taulukko 3.11. Pintavesipisteiden PFAS-tulokset talvella otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laatuunormeihin.

Talvi	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa	PFOS
Näytemäärä	kpl	15	15	15	15
Määritysrajan alittaneet**	kpl	0	0	0	5
Mediaani	ng/l	2,7	2,7	0,7	0,19
Keskisarvo	ng/l	3,2	2,6	0,8	0,20
90 persentiili	ng/l	4,9	3,6	1,4	0,41
Minimi	ng/l	1,6	1,2	0,3	0,05
Maksimi	ng/l	8,5	5,5	2,8	0,65
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4	0,65
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	1	0	0
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	6,7	0	0

*Laskettu PFOA-ekvivalentteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määritysrajan

Taulukko 3.12. Pintavesipisteiden PFAS-tulokset keväällä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laatuunormeihin.

Kevät	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa	PFOS
Näytemäärä	kpl	15	15	15	15
Määritysrajan alittaneet**	kpl	0	0	0	2
Mediaani	ng/l	2,6	2,7	0,7	0,17
Keskisarvo	ng/l	3,1	2,8	0,9	0,25
90 persentiili	ng/l	4,6	3,4	1,4	0,43
Minimi	ng/l	1,7	1,7	0,3	0,05
Maksimi	ng/l	6,7	5,3	2,7	0,72
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4	0,65
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	1	0	1
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	6,7	0	6,7

*Laskettu PFOA-ekvivalentteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määritysrajan

Taulukko 3.13. Pintavesipisteiden PFAS-tulokset kesällä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laatuunormeihin.

Kesä	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa	PFOS
Näytemäärä	kpl	14	14	14	14
Määritysrajan alittaneet**	kpl	0	0	0	4
Mediaani	ng/l	2,6	3,0	0,8	0,20
Keskisarvo	ng/l	3,0	2,9	0,9	0,24
90 persentiili	ng/l	5,6	4,3	1,7	0,47
Minimi	ng/l	0,7	1,4	0,3	0,05
Maksimi	ng/l	7,1	5,2	2,7	0,68
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4	0,65
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	1	0	1
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	7,1	0	7,1

*Laskettu PFOA-ekvivalentteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määritysrajan

Taulukko 3.14. Pintavesipisteiden PFAS-tulokset syksyllä otetuista vesinäytteistä sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laaturnormeihin.

Syksy	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa	PFOS
Näytemäärä	kpl	15	15	15	15
Määrittysrajan alittaneet**	kpl	0	0	0	3
Mediaani	ng/l	3,0	2,9	0,7	0,24
Keskiarvo	ng/l	3,6	3,1	1,1	0,35
90 persentiili	ng/l	7,0	5,5	2,6	0,68
Minimi	ng/l	1,3	0,8	0,3	0,05
Maksimi	ng/l	8,2	6,5	3,3	1,4
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4	0,65
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	3	0	2
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	20,0	0	13,3

*Laskettu PFOA-ekvivalentteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittysrajan

Taulukko 3.15. Pintavesipisteiden PFAS-tulokset kaikilla näytekierroksilla sekä vertailu laatuvaatimukseen ja laaturnormeihin.

Kaikki näytekierrokset	Yksikkö	PFAS20-summa	PFAS24-summa*	PFAS4-summa	PFOS
Näytemäärä	kpl	59	59	59	59
Määrittysrajan alittaneet**	kpl	0	0	0	14
Mediaani	ng/l	2,7	2,7	0,7	0,20
Keskiarvo	ng/l	3,2	2,9	0,9	0,26
90 persentiili	ng/l	6,3	4,6	1,9	0,51
Minimi	ng/l	0,67	0,8	0,3	0,05
Maksimi	ng/l	8,5	6,5	3,3	1,4
Raja-arvo	ng/l	100	4,4	4,4	0,65
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	6	0	4
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	10,2	0	6,8

*Laskettu PFOA-ekvivalentteina

**Summapitoisuuksien osalta näytteet, joissa kaikki summaan laskettavat analyysit alle laboratorion määrittysrajan

Pintaveden osalta kaikissa tarkastelluissa PFAS-summapitoisuuksissa havaittiin yhden tai useamman aineen ylittäneen laboratorion määrittysrajan. PFOS-tuloksista 76 % ylitti laboratorion määrittysrajan.

PFAS20-summan suurin pitoisuus (8,5 ng/l) havaittiin talven näytteenottokierroksella. Tosin myös muiden kierrosten pitoisuudet (6,7–8,2 ng/l) olivat samalla tasolla talven pitoisuuden kanssa. Kaikkien pintavesinäytteiden osalta PFAS20-summan 90 persentiilin pitoisuus oli 6,3 ng/l. Talousveden laatuvaatimus 100 ng/l (1352/2015) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

PFAS4-summan suurin pitoisuus (3,3 ng/l) havaittiin syksyllä. Tosin myös muiden kierrosten pitoisuudet (2,7–2,8 ng/l) olivat samalla tasolla syksyn pitoisuuden kanssa. Kaikkien pintavesinäytteiden osalta PFAS4-summan 90 persentiilin pitoisuus oli 1,7 ng/l. EFSA:n laaturnormi 4,4 ng/l (EFSA 2020) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

PFAS24-summan suurin pitoisuus (6,5 ng/l) havaittiin syksyllä. Tosin myös muiden kierrosten pitoisuudet (5,2–5,5 ng/l) olivat samalla tasolla syksyn tuloksen kanssa. Kaikkien pintavesinäytteiden osalta PFAS24-summan 90 persentiilin pitoisuus oli 4,6 ng/l. Pintaveden laaturnormi 4,4 ng/l (Euroopan komissio 2022) ylittyi talvella, keväällä ja kesällä yhdessä näytteessä ja syksyllä kolmessa näytteessä. Nämä näytteet vastasivat kolmea eri näytepistettä. Laaturnormi ylittyi saman pisteen osalta kaikilla näytekierroksilla. Tämän näytepisteen riskitoiminnoksi laitos oli tunnistanut jätevesiverkostoa. Kuitenkaan syksyn näytteenottokierroksella tämän näytepisteen pitoisuus ei ollut suurin havaittu pitoisuus. Syksyn suurimman pitoisuuden näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoksi ylävirrassa taajama ja jätevesiverkostoa.

PFOS:n suurin pitoisuus (1,4 ng/l) havaittiin syksyllä. Kaikkien pintavesinäytteiden osalta PFOS:n 90 persentiilin pitoisuus oli 0,51 ng/l. PFOS:n laaturnormi 0,65 ng/l (2013/39/EU)

ylittyi keväällä ja kesällä yhdessä näytteessä ja syksyllä kahdessa näytteessä. Talvella maksimipitoisuus oli laatonormin suuruinen. PFOS:n ja PFAS24-summan laatonormit ylittyivät jokaisella näytekierroksella samalla pisteellä. Tämän näytepisteen pitoisuus ei kuitenkaan ollut suurin havaittu pitoisuus. Syksyn suurin pitoisuus havaittiin samalla näytepisteellä kuin PFAS24-summankin.

Vuodenajoilla ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta edellä tarkasteltuihin PFAS-summapitoisuuksiin, sillä suurimmat summapitoisuudet ja mediaanipitoisuudet olivat samaa tasoa eri vuodenaikoina. PFAS4- ja PFAS24-summien suurimmat pitoisuudet havaittiin samalla näytepisteellä. Laitos oli tunnistanut näytepisteelle riskitoiminnoiksi jätevesiverkostoa ja ylävirrassa taajama. PFAS20-summan suurimman pitoisuuden näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi jätevesiverkostoa. Joidenkin näytepisteiden summapitoisuudet vaihtelivat eri näytekierroksilla, mutta ei yhtä paljon kuin joidenkin pohjavesi- ja tekopohjavesinäytteiden kohdalla.

Pintavesinäytteille ilmoitettuja riskitoimintoja tarkasteltiin PFAS20- ja PFAS4-summien osalta. Tarkastelussa verrattiin 90 persenttiin pitoisuuden ylittäneiden ja alle mediaanin pitoisuuksien riskitoimintoja. Pääasiassa suurimmissa pitoisuuksissa ei tunnistettu riskitoimintoja, joita ei olisi tunnistettu myös pienimmissä pitoisuuksissa. PFAS20-summan osalta suurimmissa pitoisuuksissa riskitoiminnoista oli tunnistettu kaatopaikka, mitä ei pienimmissä pitoisuuksissa ollut tunnistettu.

3.1.4 TFA (trifluoretikkahappo)

TFA (trifluoretikkahappo) tutkittiin yhdeksästä pohjavesinäytteestä viidestä eri näytepisteestä, yhdestä tekopohjavesinäytteestä ja seitsemästä pintavesinäytteestä neljästä eri näytepisteestä. Näytteitä oli otettu kevään, kesän ja syksyn näytekierroksilla. Taulukossa 3.16 esitetään raakavesipisteiden TFA-tulokset kaikilla näytekierroksilla.

Kaksi suurinta pohjavesinäytteiden TFA-pitoisuutta (250–270 ng/l) havaittiin samalla näytepisteellä kesän ja syksyn näyteenottokierroksilla. Kyseiseltä näytepisteeltä puuttuivat riskitoimintoihin liittyvät tiedot. TFA tutkittiin keväällä yhdestä tekopohjavesinäytteestä, jonka näytepisteen riskitoiminnoiksi laitos oli tunnistanut lentokentän, hajajätevevsiä, jätevesiverkostoa, karjatilaa, lietteen levitystä, huoltoaseman ja valtatie. Pintavesinäytteiden suurimmat pitoisuudet (220–290 ng/l) havaittiin kolmella eri näytepisteellä. Näille näytepisteille laitokset eivät olleet eritelleet riskitoimintoja.

Taulukko 3.16. Raakavesipisteiden TFA-tulokset kaikilla näytekierroksilla.

TFA, kaikki näytekierrokset	Yksikkö	Pohjavesi	Tekopohjavesi	Pintavesi
Näytemäärä	kpl	9	1	7
Määritysrajan alittaneet	kpl	0	0	0
Mediaani	ng/l	180	260	260
Keskiarvo	ng/l	187	260	234
90 persenttiili	ng/l	254	260	284
Minimi	ng/l	87	260	61
Maksimi	ng/l	270	260	290

3.2 BISFENOLI A

Bisfenoli A:n tulokset on esitetty raakavesilähteittäin seuraavissa kappaleissa.

3.2.1 Pohjavesi

Kaikilla näytekierroksilla pääosa (79–89 %) pohjavesinäytteistä alitti laboratorion määrittämissä raja-arvoissa (0,01 µg/l). Määrittämissä raja-arvoista ylittäneitä tuloksia havaittiin talvella 14 näytteessä, keväällä 21 näytteessä, kesällä kuudessa näytteessä ja syksyllä 16 näytteessä (taulukko 3.17). Talousveden laatuvaatimus 2,5 µg/l (1352/2015) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

Suurin pitoisuus (0,1 µg/l) havaittiin kevään näytteenottokierroksella, mutta sekin oli vain 4 % talousvesiasetuksen mukaisesta laatuvaatimuksesta. Tälle näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi ylävirrassa taajama ja jätevesiverkostoa.

Taulukko 3.17. Pohjavesipisteiden bisfenoli-A-tulokset sekä vertailu laatuvaatimukseen. Laskennoissa määrittämissä raja-arvoista ylittäneet tulokset on huomioitu määrittämissä raja-arvojen puolekkaina.

Bisfenoli-A	Yksikkö	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy	Yhteensä
Näytemäärä	kpl	84	99	57	85	325
Määrittämissä raja-arvoista ylittäneet	kpl	70	78	51	69	268
Mediaani	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Keskisarvo	µg/l	0,008	0,011	0,006	0,007	0,008
90 persenttiili	µg/l	0,02	0,02	0,007	0,01	0,02
Minimi	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Maksimi	µg/l	0,04	0,1	0,03	0,05	0,1
Raja-arvo	µg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	0	0	0	0
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	0	0	0	0

3.2.2 Tekopohjavesi

Kaikilla näytekierroksilla pääosa (78–89 %) tekopohjavesinäytteistä alitti laboratorion määrittämissä raja-arvoissa (0,01 µg/l). Määrittämissä raja-arvoista ylittäneitä tuloksia havaittiin talvella kolmessa näytteessä, keväällä neljässä näytteessä sekä kesällä ja syksyllä kahdessa näytteessä (taulukko 3.18). Talousveden laatuvaatimus 2,5 µg/l (1352/2015) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

Suurin pitoisuus (0,27 µg/l) havaittiin syksyn näytteenottokierroksella, mutta sekin oli vain 11 % talousvesiasetuksen mukaisesta laatuvaatimuksesta. Tälle näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi karjatila ja lietteen levitystä.

Taulukko 3.18. Tekopohjavesipisteiden bisfenoli-A-tulokset sekä vertailu bisfenoli-A:n laatuvaatimukseen. Laskennoissa määrittärajän (0,01 µg/l) alittaneet tulokset on huomioitu määrittärajän puolikkaina.

Bisfenoli-A	Yksikkö	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy	Yhteensä
Näytemäärä	kpl	14	18	16	19	67
Määrittärajän alittaneet	kpl	11	14	14	17	56
Mediaani	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Keskiarvo	µg/l	0,010	0,008	0,006	0,020	0,011
90 persentiili	µg/l	0,02	0,010	0,008	0,008	0,014
Minimi	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Maksimi	µg/l	0,04	0,04	0,02	0,27	0,27
Raja-arvo	µg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	0	0	0	0
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	0	0	0	0

3.2.3 Pintavesi

Kaikilla näytekierroksilla pääosa (60–93 %) pintavesinäytteistä alitti laboratorion määrittärajän (0,01 µg/l). Määrittärajän ylittäneitä tuloksia havaittiin talvella yhdessä näytteessä, keväällä kuudessa näytteessä, kesällä yhdessä näytteessä ja syksyllä kolmessa näytteessä (taulukko 3.19). Talousveden laatuvaatimus 2,5 µg/l (1352/2015) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

Suurin pitoisuus (0,16 µg/l) havaittiin syksyn näyteenottokierroksella, mutta sekin oli vain 6 % talousvesiasetuksen mukaisesta laatuvaatimuksesta. Tältä näytepisteeltä puuttuvat tiedot riskitoiminnoista.

Taulukko 3.19. Pintavesipisteiden bisfenoli-A-tulokset sekä vertailu bisfenoli-A:n laatuvaatimukseen. Laskennoissa määrittärajän (0,01 µg/l) alittaneet tulokset on huomioitu määrittärajän puolikkaina.

Bisfenoli-A	Yksikkö	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy	Yhteensä
Näytemäärä	kpl	14	15	14	14	57
Määrittärajän alittaneet	kpl	13	9	13	11	46
Mediaani	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Keskiarvo	µg/l	0,005	0,014	0,015	0,018	0,013
90 persentiili	µg/l	0,005	0,022	0,005	0,017	0,010
Minimi	µg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Maksimi	µg/l	0,01	0,09	0,15	0,16	0,16
Raja-arvo	µg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	0	0	0	0
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	0	0	0	0

3.3 SOMAATTISET KOLIFAAGIT

Somaattisten kolifaagien, *E.coli*-bakteerien ja suolistoperäisten enterokokkien tulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa raakavesilähteittäin.

3.3.1 Pohjavesi

Kesällä ja syksyllä pohjaveden näytepisteillä ei havaittu somaattisia kolifaageja. Talvella somaattisia kolifaageja havaittiin kolmessa näytteessä ja keväällä viidessä näytteessä (taulukko 3.20). Nämä kahdeksan näytettä olivat kaikki eri näytepisteiltä. Raakaveden omavalvonnan toimenpideraja 50 pmy / 100 ml (7/2023) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

Taulukko 3.20. Pohjavesipisteiden somaattisten kolifaagien tulokset sekä vertailu somaattisten kolifaagien toimenpiderajaan.

Somaattiset kolifaagit	Yksikkö	Talvi	Kevät	Kesä	Syky	Yhteensä
Näytemäärä	kpl	81	99	57	85	322
Näytteet, joiden tulos 0	kpl	78	94	57	85	314
Mediaani	pmy/100 ml	0	0	0	0	0
Keskiarvo	pmy/100 ml	0,07	0,15	0	0	0,07
90 persentiili	pmy/100 ml	0	0	0	0	0
Minimi	pmy/100 ml	0	0	0	0	0
Maksimi	pmy/100 ml	3	6	0	0	6
Raja-arvo	pmy/100 ml	50	50	50	50	50
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	0	0	0	0
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	0	0	0	0

Suolistoperäisiä enterokokkeja havaittiin yhdeksässä näytteessä ja *E. coli*-bakteereja havaittiin viidessä näytteessä. *E. coli*-bakteeria ei havaittu talven näytekierroksella. Havaitut bakteerimäärät olivat hyvin pieniä.

Somaattisia kolifaageja havaittiin yhteensä kahdeksassa näytteessä. Näistä näytteistä kolmessa todettiin myös *E. coli*-bakteereja, yhdessäkään ei todettu suolistoperäisiä enterokokkeja. Somaattisten kolifaagien ja *E. coli*-bakteerien tai suolistoperäisten enterokokkien korrelaatioita ei pystytty pienen näytemäärän vuoksi arvioimaan.

3.3.2 Tekopohjavesi

Talvella, kesällä ja syksyllä tekopohjaveden näytepisteillä ei havaittu somaattisia kolifaageja. Keväällä somaattisia kolifaageja havaittiin kahdessa näytteessä (taulukko 3.21). Raakaveden omavalvonnan toimenpideraja 50 pmy / 100 ml (7/2023) ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä.

Taulukko 3.21. Tekopohjavesipisteiden somaattisten kolifaagien tulokset sekä vertailu somaattisten kolifaagien toimenpiderajaan.

Somaattiset kolifaagit	Yksikkö	Talvi	Kevät	Kesä	Syky	Yhteensä
Näytemäärä	kpl	14	18	17	19	68
Näytteet, joiden tulos 0	kpl	14	16	17	19	66
Mediaani	pmy/100 ml	0	0	0	0	0
Keskiarvo	pmy/100 ml	0	0,22	0	0	0,06
90 persentiili	pmy/100 ml	0	0,30	0	0	0
Minimi	pmy/100 ml	0	0	0	0	0
Maksimi	pmy/100 ml	0	3	0	0	3
Raja-arvo	pmy/100 ml	50	50	50	50	50
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	0	0	0	0
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	0	0	0	0

Talvella, kesällä ja syksyllä tekopohjaveden näytepisteillä ei havaittu myöskään suolistoperäisiä enterokokkeja tai *E. coli*-bakteereja. Keväällä suolistoperäisiä enterokokkeja havaittiin yhdessä näytteessä, myös *E. coli*-bakteereja havaittiin yhdessä näytteessä. Havaitut somaattiset kolifaagit esiintyivät näissä samoissa näytteissä. Laitokset olivat tunnistaneet toiselle näytteelle riskitoiminnoksi rantaimetyminen ja toiselle näytteelle tekopohjaveden imeyttäminen avoaltaissa.

3.3.3 Pintavesi

Pintavesinäytteissä havaittiin somaattisia kolifaageja jokaisella näytekierroksella. Somaattisia kolifaageja havaittiin talven ja kevään näytekierroksilla viidessä näytteessä, kesän ja syksyn näytekierroksilla neljässä näytteessä (taulukko 3.22). Näistä näytteistä

somaattisia kolifaageja havaittiin samalla näytepisteellä yhdessä tai kahdessa näytteessä. Poikkeuksena yksi näytepiste, jossa somaattisia kolifaageja havaittiin kaikissa neljässä näytteessä. Kyseisellä näytepisteellä havaittiin myös suurin lukumäärä (76 pmy / 100 ml), joka ylitti raakaveden omavalvonnan toimenpiderajan 50 pmy / 100 ml (7/2023) syksyllä. Raja-arvon ylittäneelle näytepisteelle laitos oli tunnistanut riskitoiminnoiksi jätevesiverkostoa ja ylävirrassa taajama.

Taulukko 3.22. Pintavesipisteiden somaattisten kolifaagien tulokset sekä vertailu somaattisten koligaafien toimenpiderajaan.

Somaattiset kolifaagit	Yksikkö	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy	Yhteensä
Näytemäärä	kpl	14	15	14	14	57
Näytteet, joiden tulos 0	kpl	9	10	10	10	39
Mediaani	pmy/100 ml	0	0	0	0	0
Keskiarvo	pmy/100 ml	1,90	0,80	1,07	6,36	2,51
90 persentiili	pmy/100 ml	2,7	2,2	4,5	8,0	4,2
Minimi	pmy/100 ml	0	0	0	0	0
Maksimi	pmy/100 ml	20	6	7	76	76
Raja-arvo	pmy/100 ml	50	50	50	50	50
Raja-arvon ylittävät	kpl	0	0	0	1	1
Raja-arvon ylittävien osuus	%	0	0	0	7,1	1,8

Pintavesinäytteissä suolistoperäisiä enterokokkeja ja *E. coli*-bakteereja havaittiin kaikilla näytekierroksilla. Suolistoperäisiä enterokokkeja havaittiin yhteensä 30 näytteessä ja *E. coli*-bakteereja 27 näytteessä. Somaattisia kolifaageja havaittiin yhteensä 18 näytteessä. Näistä näytteistä 13 todettiin myös *E. coli*-bakteereja ja 11 näytteessä suolistoperäisiä enterokokkeja. Somaattisten kolifaagien ja *E. coli*-bakteerien tai suolistoperäisten enterokokkien korrelaatioita ei pystytty pienen näytemäärän vuoksi arvioimaan.

3.4 NONYYLIFENOLI

4-nonyylifenoli tutkittiin 449 näytteestä. Pohjavesinäytteitä oli 325 kpl, tekopohjavesinäytteitä 67 kpl ja pintavesinäytteitä 57 kpl. Pohjavesi-, tekopohjavesi- ja pintavesinäytteissä ei havaittu laboratorion määrittämissä (100 ng/l) ylittäviä pitoisuuksia 4-nonyylifenolia.

3.5 17-BEETA-ESTRADIOLI

17-beeta-estradioli tutkittiin 459 näytteestä. Pohjavesinäytteitä oli 329 kpl, tekopohjavesinäytteitä 71 kpl ja pintavesinäytteitä 59 kpl. Pohjavesi-, tekopohjavesi- ja pintavesinäytteissä ei havaittu laboratorion määrittämissä ylittäviä pitoisuuksia (määrittämissä 0,8–2,0 ng/l).

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen johtopäätökset on esitetty seuraavissa kappaleissa yhdisteittäin.

4.1 PFAS

PFAS20-summapitoisuus on talousveden laatuvaatimusmuuttuja, joka on lisättävä viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmaan ja tutkittava viimeistään 12.1.2026. Viranomaisvalvonnassa PFAS20 voidaan tutkia raakavedestä, sillä PFAS-aineet päätyvät talousveteen raakavedestä. Talousvesiasetuksessa on säädetty, millä perusteilla viranomaisvalvonnan tutkimustiheyttä voi vähentää ja muuttujia poistaa. Siitä huolimatta on suositeltavaa pitää PFAS-aineet (PFAS20) riskiperusteisesti ainakin harvennetusti näytteenottosuunnitelmassa, koska ne ovat ikuisuuskemikaaleja, joita ei saada poistettua ympäristöstä ja ne aiheuttavat huolta vedenkäyttäjille. Tällöin tutkimustulokset päätyvät myös vedenkäyttäjien näkyville vesi.fi-palveluun.

PFAS24-summapitoisuuksien osalta tutkimuksessa oli näytteitä, joiden pitoisuudet olivat suurempia kuin pohjavedelle ja pintavesille ehdotetut laatuvaatimukset. Ehdotettujen laatuvaatimusten voimaantullessa, pitoisuudet on otettava huomioon vesienhoidon tila-arvioinneissa. Pohjaveden kemiallisen tilan arviointi tehdään riskialueille eli pohjavesimuodostumille, jotka riskitekijöiden arvioinnin perusteella eivät mahdollisesti saavuta hyvää kemiallista tilaa. Tila-arvioinnissa käytetään niiden pohjavettä pilaavien aineiden pohjaveden ympäristölaatuvaatimusta, jotka kyseisellä pohjavesialueella uhkaavat pohjavesimuodostuman kemiallista tilaa.

4.1.1 Pohjavesi

PFAS-summapitoisuudet analysoitiin yhteensä 330 pohjavesinäytteestä. Noin 60 % kaikista summapitoisuuksista (PFAS4, PFAS20 ja PFAS24) oli alle määrittämiskrajan. Pohjavesinäytteiden PFAS-pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa selkeää vuodenaikaisvaihtelua, mutta muutamissa näytepisteissä PFAS-pitoisuudet vaihtelivat merkittävästi eri näytteenottoajankohtina.

Yhdenkään pohjavesinäytteen PFAS20-summapitoisuus ei ylittänyt talousveden laatuvaatimusta 100 ng/l ja PFAS20-summan maksimipitoisuus oli 59,6 ng/l. PFAS20-summan 90 persentiiliin pitoisuus oli 4,2 ng/l ja keskiarvopitoisuus 1,8 ng/l.

Pohjaveden laatuvaatimus 4,4 ng/l ylittyi 14 näytteellä, neljässä näytepisteessä. PFAS24-summan maksimipitoisuus oli 40,0 ng/l, 90 persentiiliin pitoisuus 2,5 ng/l ja keskiarvopitoisuus 1,1 ng/l.

EFSA:n laatuvaatimus 4,4 ng/l ylittyi viidellä näytteellä, kahdessa näytepisteessä. PFAS4-summan maksimipitoisuus oli 6,2 ng/l, 90 persentiiliin pitoisuus 1,9 ng/l ja keskiarvopitoisuus 0,5 ng/l.

Suurimmissa PFAS20- ja PFAS4-summapitoisuuksissa raakavesialueilla ei esiintynyt sellaisia riskitoimintoja, joita ei olisi tunnistettu myös pienimpien mitattujen pitoisuuksien raakavesialueilla.

4.1.2 Tekopohjavesi

PFAS-summapitoisuudet analysoitiin 71 tekopohjavesinäytteestä. Noin 20 % kaikista summapitoisuuksista (PFAS4, PFAS20 ja PFAS24) oli alle määrittäjärajan. Tekopohjavesinäytteiden PFAS-tuloksissa korkeimmat pitoisuudet olivat havaittavissa kesän havaintokerralla ja pienimmät keväällä. 90 persenttiin pitoisuuksissa oli kuitenkin vaihtelua eri vuodenaikoina eli selvää vuodenaikojen vaikutusta ei ollut havaittavissa. Joissakin näytepisteissä PFAS-pitoisuudet vaihtelivat merkittävästi eri näytteenottoajankohtina.

Yhdenkään näytteen PFAS20-summapitoisuus ei ylittänyt talousveden laatuvaatimusta 100 ng/l ja maksimipitoisuus oli 33,0 ng/l. PFAS20-summan 90 persenttiin pitoisuus oli 4,5 ng/l ja keskiarvopitoisuus 3,0 ng/l.

Pohjaveden laatuvaatimus 4,4 ng/l ylittyi 7 näytteellä, kahdessa näytepisteessä. PFAS24-summan maksimipitoisuus oli 230 ng/l, 90 persenttiin pitoisuus 4,2 ng/l ja keskiarvopitoisuus 8,5 ng/l.

EFSA:n laatuvaatimus 4,4 ng/l ylittyi 7 näytteellä, kahdessa näytepisteessä, joissa ylittyi myös pohjaveden laatuvaatimus. PFAS4-summan maksimipitoisuus oli 29 ng/l, 90 persenttiin pitoisuus 3,3 ng/l ja keskiarvopitoisuus 2,1 ng/l. Pohjaveden ja EFSA:n laatuvaatimusten ylittäneitä näytteitä oli noin 10 % kaikista näytteistä.

Pääasiassa suurimmissa PFAS20- ja PFAS4-summapitoisuuksissa raakavesialueilla ei esiintynyt sellaisia riskitoimintoja, joita ei olisi tunnistettu myös pienimpien pitoisuuksien raakavesialueilla. PFAS20-summan osalta energiantuotanto ja PFAS4-summan osalta energiantuotanto ja hautausmaa tunnistettiin riskeinä vain suurimmissa pitoisuuksissa.

4.1.3 Pintavesi

PFAS-summapitoisuudet analysoitiin 59 pintavesinäytteestä. PFAS-summien osalta ei ollut yhtäkään näytettä, jossa kaikki summaan laskettavat yhdisteet olisivat olleet alle laboratorion määrittäjärajan. Vuodenaajoilla ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta PFAS-summapitoisuuksiin, sillä suurimmat summapitoisuudet ja mediaanipitoisuudet olivat samaa tasoa eri vuodenaikoina. Joidenkin näytepisteiden summapitoisuudet vaihtelivat eri näytekerroksilla, mutta ei yhtä paljon kuin joidenkin pohjavesi- ja tekopohjavesinäytteiden kohdalla.

Yhdenkään näytteen PFAS20-summapitoisuus ei ylittänyt talousveden laatuvaatimusta 100 ng/l ja maksimipitoisuus oli 8,5 ng/l. PFAS20-summan 90 persenttiin pitoisuus oli 6,3 ng/l ja keskiarvopitoisuus 3,2 ng/l.

Pintaveden laatuvaatimus 4,4 ng/l ylittyi kuudella näytteellä, kolmessa eri näytepisteessä. PFAS24-summan maksimipitoisuus oli 6,5 ng/l, 90 persenttiin pitoisuus 4,6 ng/l ja keskiarvopitoisuus 2,9 ng/l. Pintaveden laatuvaatimusten ylittäneitä näytteitä oli noin 10 % kaikista pintavesinäytteistä.

EFSA:n laatuvaatimus 4,4 ng/l ei ylittynyt yhdelläkään pintavesinäytteellä. PFAS4-summan maksimipitoisuus oli 3,3 ng/l, 90 persenttiin pitoisuus 1,9 ng/l ja keskiarvopitoisuus 0,9 ng/l.

PFOS:n osalta laboratorion määrittäjärajan alittaneiden näytteiden osuus oli noin 24 %. PFOS:n laatuvaatimus 0,65 ng/l ylittyi neljällä näytteellä, kahdessa näytepisteessä. Laatuvaatimusten ylittäneitä näytteitä oli noin 7 % kaikista pintavesinäytteistä. PFOS:n maksimipitoisuus oli 1,4 ng/l, 90 persenttiin pitoisuus 0,51 ng/l ja keskiarvopitoisuus 0,26 ng/l.

Pääasiassa suurimmissa PFAS20- ja PFAS4-summapitoisuuksissa raakavesialueilla ei esiintynyt sellaisia riskitoimintoja, joita ei olisi tunnistettu myös pienimpien pitoisuuksien raakavesialueilla. PFAS20-summan osalta suurimmissa pitoisuuksissa riskitoimintona oli tunnistettu kaatopaikka, mitä ei pienimmissä pitoisuuksissa ollut tunnistettu.

4.1.4 TFA (trifluoretikkahappo)

TFA analysoitiin yhdeksästä pohjavesinäytteestä, yhdestä tekopohjavesinäytteestä ja seitsemästä pintavesinäytteestä. Pohjavesinäytteiden maksimipitoisuus oli 270 ng/l, 90 persentiili 254 ng/l ja keskiarvo 187 ng/l. Tekopohjavesinäytteen pitoisuus oli 260 ng/l. Pintavesinäytteiden maksimipitoisuus oli 290 ng/l, 90 persentiili 284 ng/l ja keskiarvo 234 ng/l.

4.2 BISFENOLI A

Bisfenoli A on talousveden laatuvaatimusmuuttuja, joka on lisättävä viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmaan ja tutkittava viimeistään 12.1.2026. Viranomaisvalvonassa bisfenoli A on tutkittava vaatimusten täyttymiskohdassa eli vedenkäyttäjän hanasta otetusta näytteestä. Talousvesiasetuksessa on säädetty, millä perusteilla viranomaisvalvonnan tutkimustiheyttä voi vähentää ja muuttujia poistaa.

Noin 80 % raakavesinäytteiden bisfenoli A:n tuloksista alitti laboratorion määrittämissä rajan. Jopa suurimmat havaitut bisfenoli A-pitoisuudet olivat talousveden laatuvaatimukseen 2,5 µg/l nähden pieniä. Suurimmillaankin pitoisuudet olivat pohjaveden osalta vain 4 %, tekopohjaveden osalta 11 % ja pintaveden osalta 6 % talousveden laatuvaatimuksesta.

4.3 SOMAATTISET KOLIFAAGIT

Valtioneuvoston asetuksen talousveden tuotantoketjun riskienhallinnasta ja omavalvonnasta (7/2023) mukaan, jos somaattisten kolifaagien määrä on suurempi kuin toimenpideraja, niiden määrä tutkitaan vedenkäsittelymenetelmien jälkeen ja arvioidaan logaritmisella menetelmällä, onko patogeenisten virusten läpipääsyn riski riittävästi hallinnassa. Jos somaattisten kolifaagien määrä raakavedessä on suurempi kuin sille säädetty toimenpideraja, talousvettä toimittavan laitoksen on tutkittava muuttujan määrä vedenkäsittelyn jälkeen tai talousvedestä ja arvioitava logaritmisella menetelmällä, onko tautia aiheuttavien virusten talousveteen pääsyn riski riittävästi hallinnassa.

Somaattisia kolifaageja havaittiin pohjaveden osalta kahdeksassa näytteessä (2,5 %:ssa näytteitä) ja tekopohjaveden osalta kahdessa näytteessä (2,9 %:ssa näytteitä). Pohjavedessä havaitut somaattiset kolifaagit olivat kaikki eri näytepisteiltä, kuin myös tekopohjavedessä havaitut somaattiset kolifaagit.

Pintaveden osalta somaattisia kolifaageja havaittiin 18 näytteessä eli 32 %:ssa näytteitä. Myös havaitut lukumäärät olivat selkeästi suurempia kuin pohja- ja tekopohjavedessä. Raakaveden omavalvonnan somaattisten kolifaagien toimenpideraja ylittyi yhdessä pintavesinäytteessä syksyllä. Toimenpiderajan ylittäneelle näytepisteelle laitos oli tunnistunut riskitoiminnoiksi jätevesiverkostoa ja ylävirrassa taajaman.

Raakavesien osalta ei voida arvioida somaattisten kolifaagien ja *E. coli*-bakteerien tai suolistoperäisten enterokokkien välistä yhteyttä, sillä somaattisia kolifaageja ja bakteereja havaittiin niin pienessä määrässä näytteitä.

4.4 NONYYLIFENOLI JA 17-BEETA-ESTRADIOLI

Nonyylifenoli tutkittiin 449 näytteestä ja 17-beeta-estradioli 459 näytteestä. Nonyylifenolin ja 17-beeta-estradiolin kaikkien näytetulosten pitoisuudet olivat pienempiä kuin laboratorioden analyysimenetelmien määrittäysrajat (nonyylifenoli 100 ng/l ja 17-beeta-estradioli 0,8–2,0 ng/l).

5 YHTEENVETO

Uuden juomavesidirektiivin myötä kansallisessa toimeenpanossa on tarkennettu vesilaitosten vaatimuksia raakaveden riskienhallinnasta ja omavalvonnasta (7/2023). Omavalvontaan lisättävät muuttujat on valittava vedentuotantoketjun riskienhallinnan perusteella. Joidenkin asetuksessa mainittujen muuttujien esiintymisestä erilaisissa vesilaitosten raakavesissä Suomessa on hyvin vähän tietoa, minkä takia raakavesinäytteiden tutkimista tarvitaan riskinarvioinnin ja riskienhallintatoimenpiteiden tueksi sekä omavalvonnan tarpeen määrittämiseksi.

Vesilaitosyhdistys toteutti vesilaitosryhmänsä aloitteesta kansallisen selvityksen erilaisissa raakavesissä eri vuodenaikoina esiintyvistä raakaveden omavalvonnan laatumuuttujien pitoisuuksista. Tietoa koostettiin laatumuuttujista, joista tieto oli selvitystä aloitettaessa vähäistä ja jotka voivat aiheuttaa riskin talousveden laadulle: PFAS-aineet, 17-beeta-estradioli, nonyylifenoli, bisfenoli A ja somaattiset kolifaagit. Näistä PFAS-aineiden summa ja bisfenoli A ovat myös talousveden laatuvaatimusmuuttujia, jotka on lisättävä talousveden viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmiin (1352/2015).

Hankkeeseen osallistui ympäri Suomea 40 vesilaitosta, jotka ottivat vesinäytteitä käyttämistään raakavesilähteistä. Hankkeeseen ilmoitettiin mukaan 105 pohjavesipistettä, 19 tekopohjavesipistettä ja 15 pintavesipistettä. Pohjavesinäytteitä toimitettiin yhteensä 363 kpl, tekopohjavesinäytteitä 71 kpl ja pintavesinäytteitä 59 kpl. Näytteet otettiin neljällä eri näytekierroksella: talvella lumipeitteiseen aikaan, keväällä sulamisvesien ja kevättulvien aikaan, kesällä lämpimään ja kuivaan aikaan sekä syksyllä syysateiden aikaan.

PFAS-yhdisteiden osalta talousveden laatuvaatimus (1352/2015) ei ylittynyt yhdessäkään raakavesinäytteessä, mutta EFSA:n ja Euroopan komission ehdottamien laatu normien ylityksiä havaittiin kaikissa raakavesilähteissä. Selvää vuodenaikaisvaihtelua pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa. Pohjavesien osalta ei erottunut riskitoimintoja, jotka vaikuttavat PFAS-summapitoisuuksien nousuun. Tekopohjavesien osalta energiantuotanto ja hautausmaa havaittiin riskeinä suurimmissa pitoisuuksissa, mutta ei pienimmissä pitoisuuksissa. Pintavesien osalta suurimmissa pitoisuuksissa oli riskinä kaatopaikka. Riskitoiminnot ovat vesilaitosten toiminta-alueeltaan tunnistamia riskejä. Tämän otannan perusteella ei voida tehdä päätelmiä toiminnoista, jotka nostavat riskiä sille, että PFAS-aineiden pitoisuudet ylittävät laatuvaatimukset ja -normit. PFAS-aineiden esiintyminen on siis syytä selvittää tutkimuksin.

PFAS20-summapitoisuus on talousveden laatuvaatimusmuuttuja, joka on lisättävä viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmaan ja tutkittava viimeistään 12.1.2026. Viranomaisvalvonnassa PFAS voidaan tutkia raakavedestä. Koska PFAS-aineet ovat ikuisuuskemikaaleja, joita ei saada poistettua ympäristöstä ja ne aiheuttavat huolta vedenkäyttäjille, on suositeltavaa pitää PFAS-aineet harvennetusti viranomaisvalvonnan näytteenottosuunnitelmassa, vaikka ne voitaisiin poistaa viranomaisvalvonnasta talousvesi-asetuksessa esitetyin perustein. Tällöin tutkimustulokset päätyvät myös vedenkäyttäjien näkyville vesi.fi-palveluun.

Pinta- ja pohjavesien PFAS24-summapitoisuudet on todennäköisesti otettava huomioon vesienhoidon tulevilla tila-arvioinneissa, sillä tutkimuksessa oli näytteitä, joiden pitoisuudet olivat suurempia kuin pohjavedelle ja pintavesille ehdotetut laatu normit.

Raakavesien bisfenoli A:n pitoisuuksista vain pieni osuus ylitti laboratorion määritysrajan ja suurimmillaankin pitoisuudet olivat vain noin 11 % talousveden laatuvaatimuksesta. Talousveden viranomaisvalvonnassa bisfenoli A on tutkittava vaatimusten täyttymiskohdassa eli vedenkäyttäjän hanasta otetusta näytteestä.

Vaikka somaattisten kolifaagien määrät olivat raakavesissä pääosin alhaisia, ylittyi oma-valvonnan toimenpideraja yhdessä pintavesinäytteessä. Nonyylifenolin ja 17-beeta-estradiolin pitoisuudet olivat kaikissa raakavesinäytteissä pienempiä kuin menetelmien määrittämissä rajat.

VIITTEET

EFSA. 2020. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. EFSA Journal. Volume 18. Issue 9. 391 s. ISSN1831-4732.

EurEau. 2025. PFAS Phase Out: A Prerequisite for a Water Resilient Europe. <https://www.eureau.org/resources/publications/eureau-publications/8072-eureau-pfas-phase-out-a-pre-requisite-for-a-water-resilient-europe/file>

Eurofins Environment Testing Finland Oy. S. Partio. 2025. Tiedoksianto sähköpostiviestillä 10.1.2025.

Euroopan komissio. 2022. Yhteisön vesipolitiikan puitteista annetun direktiivin 2000/60/EY, pohjaveden suojelusta pilaantumiselta ja huononemiselta annetun direktiivin 2006/118/EY ja ympäristölaatu- ja ympäristönlaatunormeista vesipolitiikan alalla annetun direktiivin 2008/105/EY muuttamisesta.

Metropolilab. E. Koskinen. 2024. Menetelmän lyhyt kuvaus - Bisfenoli-A, alkyylifenolit ja niiden etoksylaatit talousvedestä.

Metropolilab. T. Thure. 2024. Menetelmän lyhyt kuvaus - Somaattiset kolifaagit.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta 2015/1352 (annettu 17.11.2015). <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20151352>

Valtioneuvoston asetus talousveden tuotantoketjun riskienhallinnasta ja omavalvonnasta 7/2023 (annettu 5.1.2023) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230007>

Valvira, Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto. 2024. Talousvesisäännösten soveltamisohje – Osa 2: Enimmäisarvojen perusteet. 60 s <https://valvira.fi/documents/152634019/172742999/Talousvesis%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6sten+SO+OSA+II+2024.pdf/ca6a4add-b39b-8546-9675-a9caa16c9b9d/Talousvesis%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6sten+SO+OSA+II+2024.pdf?t=1709730064568>

2013/39/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi direktiivien 2000/60/EY ja 2008/105/EY muuttamisesta vesipolitiikan alan prioriteettiaineiden osalta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32013L0039>

LIITTEET

LIITE 1 PFAS-AINEIDEN MÄÄRITYSRAJAT JA KESKIMÄÄRÄISET TULOKSET

LIITE 1 PFAS-AINEIDEN MÄÄRITYSRAJAT JA KESKIMÄÄRÄISET TULOKSET

Yhdiste	CAS-numero	Määrittäjä	Pohjavesi [ng/l]				Tekopohjavesi [ng/l]				Pintavesi [ng/l]			
			330 näytettä				71 näytettä				59 näytettä			
			Min	Max	Keskisarvo	Mediaani	Min	Max	Keskisarvo	Mediaani	Min	Max	Keskisarvo	Mediaani
6:2 FTOH (Fluorotelomeerialkoholi)	647-42-7	50 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:2 FTS (Fluorotelomeerisulfonaatti)	27619-97-2	0,3 ng/l	0	0,64	0,003	0	0	1,5	0,081	0	0	0,34	0,006	0
8:2 FTOH (Fluorotelomeerialkoholi)	678-39-7	10 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C6O4 (Perfluoro([15metoksi1,3dioksoalaani4yyli]oksi)HAc)	1190931-41-9	1 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DONA (Dodekafluori-3H-4,8-dioksanonanoaatti)	919005-14-4	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HFPO-DA (GenX)	13252-13-6	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFBA (Perfluorobutaanihappo)	375-22-4	0,6 ng/l	0	5,1	0,206	0	0	2,2	0,437	0	0	2,5	1,451	1,3
PFBS (Perfluorobutaanisulfonihappo)	375-73-5	0,3 ng/l	0	1,2	0,070	0	0	0,62	0,042	0	0	0,44	0,035	0
PFDA (Perfluorodekaanihappo)	335-76-2	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFDoA (Perfluorododekaanihappo)	307-55-1	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFDoS (Perfluorododekaanisulfonihappo)	79780-39-5	1 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFDS (Perfluorododekaanisulfonihappo)	335-77-3	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*PFETS (Perfluorietaanisulfonihappo)	354-88-1	3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFHpA (Perfluoroheptaanihappo)	375-85-9	0,3 ng/l	0	2,8	0,074	0	0	1,6	0,129	0	0	0,72	0,349	0,375
PFHpS (Perfluoroheptaanisulfonihappo)	375-92-8	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFHxA (Perfluoroheksaanihappo)	307-24-4	0,3 ng/l	0	18	0,338	0	0	1,9	0,151	0	0	1,4	0,234	0
PFHxDA (Perfluoroheksadekaanihappo)	67905-19-5	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFHxS (Perfluoroheksaanisulfonihappo)	355-46-4	0,1 ng/l	0	2,4	0,201	0	0	4,1	0,445	0	0	0,57	0,073	0
PFNA (Perfluorononaanihappo)	375-95-1	0,1 ng/l	0	3,9	0,049	0	0	22	0,632	0	0	0,27	0,165	0,17
PFNS (Perfluorononaanisulfonihappo)	68259-12-1	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFOA (Perfluoro-oktaanihappo)	335-67-1	0,1 ng/l	0	1,5	0,152	0	0	3,4	0,341	0,23	0,15	1,5	0,457	0,32
PFODA (Perfluoro-oktaanidekaanihappo)	16517-11-6	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFOS (Perfluoro-oktaanisulfonihappo)	1763-23-1	0,1 ng/l	0	3,8	0,145	0	0	13	0,716	0,14	0	1,4	0,246	0,205
PFOSA (Perfluoro-oktaanisulfonamidi)	754-91-6	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0,91	0,018	0	0	0,55	0,009	0
PFPeA (Perfluoropentaanihappo)	2706-90-3	0,3 ng/l	0	33	0,553	0	0	1,2	0,129	0	0	1,2	0,21	0
PFPeS (Perfluoropentaanisulfonihappo)	2706-91-4	0,3 ng/l	0	0,5	0,013	0	0	0,55	0,033	0	0	0	0	0
*PFPrA (Perfluoropropaanihappo)	422-64-0	3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*PFPrS (Perfluoripropaanisulfonihappo)	423-41-6	3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFTeDA (Perfluorotetradekaanihappo)	376-06-7	1 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFTrDA (Perfluorotridekaanihappo)	72629-94-8	1 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFTrDS (Perfluorotridekaanisulfonihappo)	791563-89-8	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFUdA (Perfluoroundekaanihappo)	2058-94-8	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFUnDS (Perfluoroundekaanisulfonihappo)	749786-16-1	0,3 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*TFA (Trifluorietikkahappo)	76-05-1	50 ng/l	87	270	187,4	180	260	260	260,0	260	61	290	234,4	260
*TFMS (Trifluorimetäänisulfonihappo)	1493-13-6	1 ng/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Laboratorion määrittäjärajat alittaneet tulokset huomioitu laskennassa nollana (0 ng/l)

*Hankkeen optionaaliset PFAS-yhdisteet, joiden näytemäärät erittäin vähäiset (pohjavesi 9 kpl, tekopohjavesi 1 kpl, pintavesi 7 kpl)