

Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitusinventaario – Uudet EU:n prioriteettiaineet

Tornionjoen kansainvälinen vesienhoitoalue, Suomen puoli (VHA6)

Sisällysluettelo

Inventaarion toteutus.....	2
1. Johdanto.....	3
2. Vähämerkitykselliset ja merkitykselliset aineet – kuormitusinventaarion näkökulmasta	6
3. Yhdyskunnat ja asutus	9
4. Teollisuus ja yritystoiminta	12
5. Maatalouden kasvinsuojeluaineet.....	14
6. Laskeuma.....	15
7. Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama	17
8. Pilaantunut maaperä ja sedimentti	19
9. Yhteenveto.....	21
Lyhenteet.....	24
Kirjallisuutta.....	25
Liite 1. Pysyvien orgaanisten yhdisteiden arvioitu laskeuma Suomeen 2015	28

Inventaarion toteutus

Kuormitusinventaario toteutettiin vuosina 2017-2018 SYKEN ja ELYjen välisenä yhteistyönä ja YM:n rahoittamana hankkeena (UuPri –hankkeen osahanke D). SYKE on tukenut ELY-keskuksia kuormitusinventaarion tekemisessä erityisesti kasvinsuojeluaineiden huuhtoumien, laskeuman sekä merialueille päätyvien ainevirtaamien osalta. SYKE kokoaa EU-raportoinnissa tarvittavat tiedot valtakunnallisella tasolla ja toimii EU-raportoinnin yhteystahona Suomessa. Työnjako oli seuraava:

- SYKEN kulutuksen ja tuotannon keskus (KTK) on koordinoanut inventaariota (Jukka Mehtonen). SYKE on alustavasti koonnut vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästötiedot yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen sekä teollisuuden ja muun yritystoiminnan osalta (Emmi Vähä/KTK), arvioinut kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat (Katri Siimes/KTK), ilmaperäisen laskeuman (Maria Holmberg & Jussi Vuorenmaa/ biodiversiteettikeskus), jokien kautta mereen päätyvät ainevirtaamat (Antti Räike/merikeskus, Katri Siimes/KTK) sekä pilaantunutta maaperää ja sedimenttiä aineiden kulkeutumisreittinä pintavesiin ja tehnyt yhteenvedon (Jukka Mehtonen/KTK). Lisäksi Katri Lautala/KTK on avustanut inventaarion laadinnassa. Kuormitusinventaariota on kehitetty yhteistyössä SYKEN ja ELYjen kanssa.
- ELY-keskukset ovat tarkastaneet SYKEN tekemät arvioinnit ja tehneet niihin tarvittavat korjaukset ja lisäykset. ELY-keskusten yhteyshenkilöt kuormitusinventaarioon liittyen ovat olleet avainasemassa inventaarion toteuttamisessa (Taulukko 1.1). Lisäksi lukuisia muita ELY-keskusten henkilöitä (mm. laitosvalvojia) on osallistunut työhön.

Taulukko 1.1 Tornionjoen vesienhoitoalueen kuormitusinventaarion laatimiseen osallistuneet SYKEN henkilöt ja ELYjen yhteyshenkilöt

SYKE	Jukka Mehtonen
SYKE	Maria Holmberg
SYKE	Antti Räike
SYKE	Katri Siimes
SYKE	Emmi Vähä
SYKE	Katri Lautala
Lappi ELY	Jari Pasanen

1. Johdanto

Vesienhoitoalueen yleiskuvaus ja tietoa haitallista ja vaarallisista aineista

Tornionjoen kansainvälinen vesienhoitoalue käsittää alueita Suomesta ja Ruotsista. Tämä haitallisten ja vaarallisten aineiden kuormitusinventaario koskee Suomen puoleista osaa. Tornionjoen vesienhoitoalue ulottuu Perämeren rannikolta Pohjois-Lapin käsivarteen saakka. Vesienhoitoalue koostuu yhdestä päävesistöalueesta, Tornionjoen–Muonionjoen vesistöalueesta. Tornionjoen vesienhoitoalueen Suomen osan pinta-ala on 14 587 km², mikä on reilu kolmannes koko Tornionjoen–Muonionjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen pinta-alasta. Vesienhoitoalueeseen sisältyy Suomessa rannikkovesialuetta 107 km² ja sisävesialueita 666 km². Ruotsin puolella vesistöalueen pinta-ala on 25 393 km² ja Norjan puolen latvaosat yhteensä 284 km². Järviä vesistöalueen pinta-alasta on 1 858 km² (4,6 %). Vesistöalue muodostuu kahdesta päähaarasta, Ruotsin puolelta tulevasta Tornionjoesta sekä Muonionjoesta, joka virtaa pitkin Ruotsin ja Suomen rajaa. Ruotsin puolella Tornionjoki on luonteeltaan erikoinen kahteen suuntaan laskeva joki (ns. bifurkaatiojoki). Junosuvannossa Tornionjoen pääuomasta haarautuu Täräntöjoki, joka laskee etelään Kalixjokeen. Yli puolet Ruotsin puoleisen Tornionjoen latvaosien vedestä virtaa Kalixjoen vesistöön. Tornionjoen vesienhoitoalueen väkimäärä on noin 38 000 asukasta, eli väestön tiheys on 2,6 asukasta/km².

Ympäristön tilaa koskevien selvitysten ja seurantojen perusteella vesienhoitoalueella ei ole havaittu sisävesiin kohdistuvaa haitallisten aineiden kuormitusta, mutta rannikkovesiin kohdistuu haitallisten aineiden kuormitusta metallien (mm. nikkeli ja sen yhdisteet) osalta. Näiden aineiden pääasiallinen päästölähde on Torniossa sijaitseva terästehdas. Pistemäisen kuormituksen määrä vesienhoitoalueella on vähentynyt viime vuosien aikana.

Tornionjoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmasta (Räinä ym. 2015) löytyy lisätietoa vesienhoitoalueesta.

Lainsäädäntö

Ympäristölaatu- ja ympäristösuojelun direktiivin 5 artiklan velvoittamana ja toisen suunnittelukauden vesienhoidon osana tulee Suomen laatia selvitys eli inventaario vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetuksen (1022/2006) liitteen 1C1 ja 1D aineiden päästöistä tai huuhtoutumista kullakin vesienhoitoalueella. Asetuksen uusimmassa muutoksessa (1308/2015) on tullut 12 uutta liitteen 1C1 ainetta, joiden kuormitusta vesiympäristöön on selvitetty tässä inventaariossa.

Uudet aineet ovat seuraavat:

- dikofoli
- perfluoro-oktaani-sulfonihappo ja sen johdannaiset (PFOS)
- kinoksifeeni
- dioksiinit ja dioksiinien kaltaiset yhdisteet
- aklonifeeni
- bifenoksi
- sybutryyni (irgaroli)

- sypermetriini
- diklorvossi
- heksabromisyklododekaanit (HBCDD)
- heptakloori ja heptaklooriepoksidi
- terbutryyni

Vesienhoitoasetuksen (1040/2006) 22 §:n mukaan ELY-keskus huolehtii toimialueensa osalta siitä, että vesienhoitosuunnitelmaa varten laaditaan tarvittavat selvitykset. Vesienhoitosuunnitelmassa tulee esittää mm. yhteenveto pinta- ja pohjavesien tilaan kohdistuvasta merkittävästä kuormittavasta tai muuttavasta toiminnasta sekä selvitykset vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöistä, huuhtoutumisesta ja esiintymisestä vesienhoitoalueella (23 §, liite 5 kohta 2 ja 2c).

Inventaarion tavoitteet ja sisältö

Kuormitusinventaarion tehtävä on tukea vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä erityisesti toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitukseen liittyvää tietopohjaa vesien- ja merenhoidon suunnittelun tarpeisiin.

Vesienhoidon yhtenä keskeisenä tavoitteena ja vaatimuksena on haitallisten ja vaarallisten aineiden päästöjen ja huuhtoutumien vähentäminen ja estäminen, mikä tulee osoittaa riittävän luotettavalla inventaariojärjestelmällä. On kuitenkin huomattava, että luonnosta peräisin olevien ja poltossa syntyvien vaarallisten aineiden kuten dioksiinien ja PAH-yhdisteiden päästöjä ei ole mahdollista täysin lopettaa.

Inventaario tehtiin pääasiassa Manner-Suomen vesienhoitoalueille (Ahvenanmaan osalta arvioitiin vain laskeuma) ja sen oli alun perin tarkoitus perustua pääosin v. 2016 tietoihin. Kohdevuodeksi valittiin 2016 (laskeumalle v. 2015), koska se on kolmannen vesienhoitokauden (v. 2016–2021) alussa, samoin kuin vuonna 2013 valmistuneen kuormitusinventaarion kohdevuosi 2010 oli toisen kauden (v. 2010–2015) alussa. Hyvin pian kuitenkin selvisi se, että vuodelta 2016 on niin vähän tietoja, että inventaario laajennettiin koskemaan v. 2010 – 2017. Inventaariossa käytettiin samaa systemaattista lähestymistapaa kuin vuonna 2013 valmistuneessa ns. vanhojen aineiden kuormitusinventaariossa (SYKE 2013).

Kuormitusinventaario pintavesiin on tehty vesienhoitoaluetasolla seuraavasti:

- * Kuormitusinventaarion näkökulmasta vähämerkityksellisten aineiden tunnistaminen (Luku 2)
- * Ympäristölupavelvollisten laitosten päästöjen arvioinnissa on käytetty Euroopan päästörekisterin (E-PRTR, pollutant releases to water) ja kansallisen VAHTI-rekisterin vuosien 2010-2016 päästötietoja (Luku 3 - Yhdyskunnat ja asutus, Luku 4 - Teollisuus ja yritystoiminta)
- * Kasvinsuojeluaineiden pintavesihuuhtoumien arvioinnissa on käytetty koko 2000-luvun aineistoa painottaen vuosien 2010-2017 tietoa (Luku 5)
- * Laskeuma-arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2015 kokonaislaskeumasta (Luku 6)
- * Jokien kautta mereen päätyvän ainevirtaaman arvioinnissa on käytetty vuosien 2010 -17 tietoja (Luku 7)
- * Pilaantunut maaperä ja sedimentti (Luku 8)

Ympäristölupavolvollisten laitosten osalta päästöt sisävesiin ja rannikkovesiin on eroteltu toisistaan. Sisävesillä tarkoitetaan tässä järvi- ja jokimuodostumia sekä voimakkaasti muutettuja vesistöjä. Rannikkovesillä tarkoitetaan rannikkovesimuodostumia.

Arvioinnissa käytettiin yhteisön prioriteettiaineiden ja muiden pilaavien aineiden osalta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2000/60/EY, Euroopan parlamentin ja neuvoston päätöksen N:o 2455/2001/EY, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2006/11/EY ja 2008/105/EY, Komission direktiivin 2009/90/EY (mm. vaatimuksia kemiallisten analyysien määrittämisrajalle ja mittausepävarmuudelle) sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2013/39/EY asettamia määräyksiä.

Inventaariotulosten käyttö ja raportointi

Aineiden päästö- ja huuhtoutumatiedot raportoidaan EU:lle osana vesien- ja merenhoidon raportointimenettelyä. Jäsenmaiden on ajantasaistettava selvityksensä vesipuitedirektiivin 5 artiklan 2 kohdassa tarkoitettujen analyysien yhteydessä eli seuraavan kerran 20.12.2019 mennessä. Ajantasaistetut selvitykset, mukaan lukien tämän inventaarion tulokset sekä vuosina 2018-19 toisen kerran tehtävän ns. vanhojen aineiden inventaarion tulokset, julkaistaan tarkistetuissa vesienhoitosuunnitelmissa 20.3.2022 mennessä. Raportointien perusteella komissio varmistaa, että prioriteettiaineiden päästöt ja huuhtoutumat pienenevät vesipuitedirektiivin 4 artiklan tavoitteiden mukaisesti.

SYKE kokoaa EU-raportoinnissa tarvittavat tiedot valtakunnallisella tasolla ja toimii EU-raportoinnin yhteystahona Suomessa.

Hankkeen tulokset tukevat osaltaan em. aineiden alustava toimenpideohjelmaa, jonka tulee valmistua vuoteen 2018 mennessä. Lisäksi UuPri-hankkeessa mm. kartoitettiin vuosina 2016-2017 prioriteettiaineita 13 joen vedestä (Siimes ym. 2018a).

Inventaarion tulokset esitetään samassa muodossa kuin ensimmäisen kuormitusinventaarion tulokset (SYKE 2013). Tuloksia on täten helpompi vertailla edellisiin inventaarioihin.

Muita relevantteja vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitukseen liittyviä hankkeita:

- Kaakkois-Suomen ELY-keskus koordinoi ympäristöministeriön v. 2015–2017 rahoittamia hankkeita: ”Ympäristöhallinnon e-kemikaalilomake” sekä ”Vesiympäristölle vaarallisten aineiden päästöselvitys 2014–2015 ja kansallisesti yhteneväisen ohjeistuksen laatiminen velvoitetarkkailuohjelmien päivitykselle pintavesissä”. Molemmat hankkeet ovat viivästyneet, mutta käynnissä. Tuloksia odotetaan vuonna 2018.
- Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltamisohjeen (Karvonen ym. 2012) päivitys valmistui vuonna 2018 (Kangas 2018). Siinä on mm. avattu vesiympäristölle vaarallisiin ja haitallisiin aineisiin liittyvää terminologiaa ja päästötarkkailun järjestämistä.

2. Vähämerkitykselliset ja merkitykselliset aineet – kuormitusinventaarion näkökulmasta

Vähämerkityksellisten aineiden tunnistaminen

EU-komission kuormitusinventaario-ohjeen (European Commission 2012) mukaan kuormitusinventaariossa tulee käsitellä syvemmin aineita, jotka ovat relevantteja vesienhoitoalueella. Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössä voidaan keskittyä merkityksellisten aineisiin. Vähämerkityksellisten aineiden osalta EU-komission minimietovaatimuksena jäsenmaille on tieto jokien kautta mereen päätyvistä ainevirtaamista. Tässä yhteydessä on kyse aineiden merkityksellisyydestä kuormitusinventaarion kontekstissä, ei siis liittyen vesimuodostumien ympäristölaatumien (EQS) ylittymiseen ja kemialliseen tilaan.

EU-komission kuormitusinventaario-ohjeen (European Commission 2012) mukaan relevantit aineet vesienhoitoalueella arvioidaan seuraavin kriteerein:

- a) aineesta aiheutuu hyvää huonompi kemiallinen tila ainakin yhdessä vesimuodostumassa
- b) aineen pitoisuus on enemmän kuin puolet aineen ympäristölaatumista useammassa kuin yhdessä vesimuodostumassa tai
- c) tarkkailu- ja seurantatulokset osoittavat nousevaa pitoisuustrendiä eliöissä tai
- d) kuormitustarkkailutiedot tai huuhtoutumien arviointi osoittaa niin suuria ainepäästöjä, että jokin em. kriteereistä voi täyttyä

Tämä inventaario perustuu lähinnä a., b. ja d. kohdan tietoihin. Pitoisuustrendien (kohta c) osalta arviointi edellyttää 3-5 vuoden tietoja ja niitä ei tällä hetkellä ollut käytettävissä. Kuormituksen ja huuhtoutumien arviointi (kohta d) tehtiin tässä inventaariossa. Myöhemmillä suunnittelukierroksilla pyritään käyttämään enemmän myös kohdan c tietoa (eliöiden pitoisuustrenditietoa vesienhoitoalueen seurantaohjelmasta). Vesienhoidon kolmannen suunnittelukauden kemiallinen ja ekologinen luokittelu ei ole vielä valmis, mutta tässä inventaariossa on hyödynnetty tietoja haitallisten ja vaarallisten aineiden esiintymisestä pintaveden vesifaasissa ja eliöstössä, mikä on ollut käytettävissä joukuussa 2017.

Uudella EU:n prioriteettiaineistalla on 9 kasvinsuojeluainetta/biosidiä, perfluorattu PFOS, poltto- ja prosessiperäinen dioksiini sekä HBCD(D)- palonsuoja-aine, joista useimpien käyttöä Suomessa on rajoitettu tai käyttö on täysin kielletty (Taulukko 2.1).

Taulukko 2.1. Uuden EU:n prioriteettiaineistalan käyttö Suomessa. Lyhenteet viittaavat aineen aiempaan käyttöön Euroopassa: H = rikkakasvien torjunta-aine (herbisidi), I = hyönteisten torjunta-aine (insektisidi), F = kasvitautien torjunta-aine (fungisidi), B = muu eliöntorjunta-aine, esim. teollisuuden biosidi

Aine		käyttö Suomessa ja muuta taustatietoa
dikofoli	I	käytetty tuholaisten torjuntaan 1960 – 1991
kinoksifeeni	F	homesientien torjuntaan kasvinviljelyssä, ei ole ikinä ollut Suomen kasvinsuojeluainerekisterissä, on hyväksytty EU:ssa 2004 vehnän ja ohran kasvitautien torjumiseksi 30.4.2017 asti (uusinta-arvion jälkeen käyttö edelleen mahdollista)
aklonifeeni	H	rikkakasvien torjunta mm. perunan, auringonkukkien, porkkanoiden sekä havupuiden taimien kasvatuksessa, on edelleen käyttöä Suomessa
bifenoksi	H	sallittu rikkakasvien torjuntaan syys- ja kevätviljoilla, mutta myynti vähäistä 2012 jälkeen

sypermetriini	I	tuhohyönteisten torjuntaan lukuisilla eri viljelykasveilla (esim. viljat, mansikka, rypsi), käytetty Suomessa jo pitkään, käyttömäärät vaihtelevat torjunta-tarpeen mukaan vuosittain. On käytetty myös puunsuoja-aineena ja hyttysverkkojen käsittelyssä. Nykyään myös esim. muurahaiskarkotteissa.
sybutryyni (irgaroli)	B	Nykyisin ei enää käyttöä Suomessa, ei ole käytetty kasvinsuojeluaineena Suomessa, 2000-luvulla Suomessa on ollut hyvin vähäistä biosidi-käyttöä maaleissa, mutta loppui tammikuusta 2017 lähtien koko EU:ssa, biosidikäyttö todennäköisesti ollut yleistä ennen vuotta 2002 tunnetuin valmiste ollut Irgarol, jota käytetty tehosteaineena antifouling- eli veneenpohjamaaleissa vuoteen 2001 asti
diklorvossi	I	hyönteisten torjunta sisätiloissa, varastoissa ja kasvihuoneilla, ei Suomen kasvinsuojeluainerekisterissä, kalankasvatuksessa käytetty metrifonaatti-lääkeaine hajoaa diklorvossiksi, mutta sen käyttö loppunut vuonna 1996
heptakloori ja sen epoksidi	I	hyönteisten torjunta-aineena käyttö kiellettiin vuonna 1996, mutta käyttö oli loppunut jo aiemmin. Käyttö puunsuoja-aineena lopetettiin vuonna 1994. Kaukokulkeutuva.
terbutryyni	B	rikkakasvien torjunta-aine, jonka käyttö Suomessa perunapelloilla yleistä 1970-luvulta vuoteen 2004, jolloin käyttö loppui, lisäksi edelleen biosidikäyttöä mm. maaleissa.
PFOS		Pinta-aktiivinen perfluorattuihin yhdisteisiin kuuluva aineryhmä, jolla nykyisin vähäistä teollista tai ammattimaista käyttöä Suomessa (n. 20-40 kg/a): metallien pintakäsittely (kromaus), puolijohde- ja valokuvateollisuus & lentokoneiden hydraulineesteet. Aikaisemmin laaja-alaista käyttöä (ennen vuotta 2000 n. 9-20 t/a) merkittävimpien käyttökohteiden ollessa sammutusvaahdot sekä tekstiilin, nahan ja paperin pintakäsittely. Lisäksi käytetty mm. metallien pintakäsittelyssä sekä kotitalouden ja teollisuuden puhdistusaineissa. Sammutusvaahdot merkittävä PFOS:n käyttökohde ja päästölähde ennen niiden käyttökieltoa 2011. PFOS-Sammutusvaahdoilla pilaantunut maaperä nykyisin todennäköisesti suurin pintavesien PFOS- kuormittaja. Kaukokulkeutuva.
dioksiinit		Poltto- ja prosessiperäinen aineryhmä, jota syntyy tahattomasti orgaanisten aineiden ja kloorin reagoitessa tietyissä olosuhteissa poltto- ja teollisuusprosesseissa. Päästöt lähinnä ilmaan, päästöt vesiin vähäisiä, ilmapäästöjä vähennetty merkittävästi. Dioksiinit pilanneet maaperää ja vesistöjen sedimenttejä. Kaukokulkeutuva.
HBCDD /HBCD		Palonsuoja-aine, jolla nykyisin ei käyttöä Suomessa; aikaisemmin merkittävää teollisuus- ja kuluttajakäyttöä (100-400 t/a) pääasiassa palonestoaineena EPS-tuotteiden valmistuksessa ja rakennusten eristelevyissä. Käyttö EU:ssa 21.8.2015 lähtien luvanvaraista, minkä jälkeen sai käyttää vain EPS-eristeiden raaka-aineen valmistuksessa 8/2017 asti. Kotimainen teollisuus siirtyi korvaavaan palonsuoja-aineeseen jo 2016. Kaukokulkeutuva.

Merkitykselliset ja vähämerkitykselliset uudet EU:n prioriteettiaineet vesienhoitoalueella

Aineiden merkityksellisyyden arviointi vesienhoitoaluetasolla perustui seuraaviin EU-komission kuormitusinventaario-ohjetta (European Commission 2012) täsmäntäviin kriteereihin:

- tiedot aineiden esiintymisestä pintaveden vesifaasissa ja eliöstössä pääasiassa v. 2007-2017 (VESLA-rekisteri, 21.12.2017); aine on merkityksellinen, jos
 - mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde on > 0,5 useammassa kuin yhdessä vesimuodostumassa vesienhoitoalueella tai
 - mitattu maksimipitoisuus / EQS kala -suhde on > 0,5 useammassa kuin yhdessä vesimuodostumassa vesienhoitoalueella
 - Jos VHA:lta ei ole tarpeeksi näyttöä edustavilta paikoilta, mutta merkittävä kuormitus on todennäköistä tai vesistön muiden osien tulokset antavat syytä epäillä korkeita pitoisuuksia, voidaan aine määritellä merkitykselliseksi vaikka em. kriteerit eivät täytyisikään.
 - avomeren silakat ovat tarkastelussa mukana
 - dioksiinien osalta on käytetty vain ympäristöhallinnon mitattua silakan pitoisuustietoa (ei THL:n ja EVIRA:n ihmisruokaseurannan silakan pitoisuus-tietoa)



SYKE

- tiedot aineiden käyttökohteista ja -määristä (KETU-rekisteri) sekä käytön ja päästöjen rajoituksista ja kielloista Suomessa (mm. Koskinen ym. 2005, Mehtonen ym. 2016a ja b, Kangas 2018, SYKE luonnos 2018)
- selvitykset, joiden perusteella tiedetään, että mitä ainetta ei päästetä eikä huuhtoudu pintavesiin ja mitä ei esiinny vesiympäristössä Suomessa (Loos ym. 2008, Loos ym. 2012, Mehtonen ym. 2012a ja b, Nakari ym. 2012, Munne ym. 2013, Karjalainen, A. ym. 2014, Vieno 2014, Castrén ym. 2016, Mannio ym. 2016, Mehtonen ym. 2016a ja b, Castrén ym. 2017)
- tiedot aineiden kaukokulkeutumisesta (mm. Mannio ym. 2016, SYKE luonnos 2018)

Kaikki 12 ainetta arvioitiin vähämerkityksellisiksi VHA6:n pintavesissä (Taulukko 2.2).

Taulukko 2.2. Merkitykselliset ja vähämerkitykselliset uudet EU:n prioriteettiaineet Tornionjoen vesienhoitoalueen (Suomen puoli) pintavesissä.

Aine	Perustelu ja muuta taustatietoa
Vähämerkitykselliset aineet	
dikofoli	tuholaisten torjunta-aine, käyttö loppunut 1991, ei ole havaittu kalasta (< LOQ (0,05 µg/kg), mitattu maksimipitoisuus/EQS kala -suhde < 0,5
perfluoro-oktaani-sulfonihappo (PFOS)	pinta-aktiivinen perfluorattuihin yhdisteisiin kuuluva aine, jolla nykyisin vähäistä käyttöä Suomessa, mitattu maksimipitoisuus / EQS kala –suhde < 0,5
kinoksifeeni	homesientien torjunta-aine kasvinviljelyssä EU:ssa, ei ole ikinä käytetty Suomessa, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
dioksiinit ja dioksiinien kaltaiset yhdisteet	poltto- ja prosessiperäinen aineryhmä, syntyy tahattomasti orgaanisten aineiden ja kloorin reagoidessa tietyissä olosuhteissa poltto- ja teollisuusprosesseissa, mitattu maksimipitoisuus/EQS kala -suhde < 0,5
aklonifeeni	rikkakasvien torjunta-aine, , ei ole havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
bifenoksi	rikkakasvien torjunta-aine, , ei ole havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
sypermetriini	tuhohyönteisten torjunta-aine, käyttö tuskin merkittävää VHA6:n alueella, ainetta ei ole havaittu pintavesistä eikä puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mutta määrittäysraja korkeampi kuin AA-EQS –arvo
sybutryyni (irgaroli)	biosidikäyttöä (antifouling-maaleissa ja muissa maaleissa), käyttö Suomessa ollut hyvin vähäistä ja loppunut 1/2017, ei ole käytetty kasvinsuojeluaineena Suomessa, ei ole havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
diklorovossi	hyönteisten torjunta-aine, ei ole käytetty Suomessa, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
heksabromisyklododekaanit (HBCDD)	rakennusten eristelevyissä käytetty palonsuoja-aine, jolla nykyisin ei käyttöä Suomessa; kotimainen teollisuus siirtyi korvaavaan palonsuoja-aineeseen jo 2016. Mitattu maksimipitoisuus/EQS kala -suhde < 0,5
heptakloori ja heptaklooriepoksidi	hyönteisten torjunta-aineena käyttö kiellettiin vuonna 1996, mutta käyttö oli loppunut jo aiemmin. Käyttö puunsuoja-aineena loppui vuonna 1994, ei ole havaittu pintavedestä
terbutryyni	biosidikäyttöä (mm. maaleissa) edelleen Suomessa, rikkakasvien torjunta-aine käyttö perunapelloilla loppui vuoteen 2004 mennessä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5

3. Yhdyskunnat ja asutus

3.1 Yleiskatsaus

Tornionjoen vesienhoitoalueen väkimäärä on noin 38 000 asukasta, joista noin 66 % on liittynyt viemäriverkostoihin. Pääosa vesienhoitoalueen yhdyskuntien jätevesistä käsitellään kuntakeskusten jätevedenpuhdistamoilla. Suurimman asutuskeskittymän, Tornion kaupungin, jätevedet käsitellään Haaparannan kaupungin puhdistamolla ja lasketaan mereen Ruotsin puolella. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta.

Vesienhoitoalueella sijaitsee yhdyskuntajätevedenpuhdistamoja kokoluokittain seuraavasti:

- 0 kpl yli 150 000 avl yhdyskuntajätevedenpuhdistamo ja 15 001-150 000 avl puhdistamo,
- 1 kpl 10 001-15 000 avl puhdistamo,
- 3 kpl 2001-10 000 avl puhdistamo ja

Aluella sijaitsevat yli 10 000 avl yhdyskuntajätevedenpuhdistamot ovat seuraavat;

- Tunturi-Lapin Vesi Oy, Rautuvaaran jätevedenpuhdistamo

AVL-arvot ovat pääosin 90%:n persentiiliarvoja vuotta 2009 edeltävän viiden vuoden näytteenottojen BOD-tiedoista VAHTI-rekisterissä. Lisäksi joissain tapauksissa ELYt ovat päivittäneet em. tietoja omilla tiedoillaan.

Laitokset ovat useimmiten yhteispuhdistamoja eli niille johdetaan yhdyskuntajätevesien lisäksi vaihtelevia määriä teollisuuslaitosten jätevesiä sekä mm. joidenkin kaatopaikkojen suotovesiä.

Käsittelemättömän yhdyskuntajäteveden ohijuoksutusten, pienten yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden puhdistetun jäteveden, haja- ja loma-asutuksen sekä taajamahulevesien kautta pintavesiin päätyviä päästöjä ei ole arvioitu, koska niistä ei ole mitattua haitallisten ja vaarallisten aineiden tietoa.

3.2 Päästöt

Vesienhoitoalue

VAHTI- tai PRTR-rekisteristä ei löytynyt yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden kuormitustietoja uusien prioriteettiaineiden osalta vuosilta 2010-2016. Jätevedenpuhdistamoiden kuormitus vesienhoitoalueella on pienempi kuin taulukossa 3.1 esitetyt koko Suomen jätevedenpuhdistamoiden päästöt.

Koko Suomi

Yhdyskuntajätevesienpuhdistamoilta lähtevästä jätevedestä on havaittu dioksiineja, HBCDD:ia, terbutryyniä sekä PFOSia (Taulukko 3.1 ja 3.2).

Dioksiinipäästöt vesiin ovat pienet (noin 0,01–0,1 g I-TEQ/a eli alle 1% ilmapäästöistä), ja aiheutuvat täysin yhdyskuntajätevesikuormituksesta. Arvio sisältää myös dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet, joiden osuus on pieni. Dioksiini-poistuma jätevedenpuhdistamolla oli 98% ja dioksiineista vain 1,2,3,4,6,7,8, HpCDD:tä ja OCDD:tä havaittiin määritysrajan ylittävänä pitoisuuksina lähtevässä jätevedessä. Jätevesilietteiden dioksiini-pitoisuudet ovat alentuneet vuodesta 1990 lähtien. Jätevedenpuhdistamot ovat kokonaisuudessa erittäin vähäinen pintavesien dioksiini-kuormittaja. Dioksiineja päätyy jätevedenpuhdistamoille hulevesien mukana ja yleisimmin jätevesissä esiintyy PCB-yhdisteitä, mutta myös yhdyskuntakaatopaikkojen suotovesien kautta. Dioksiineja päätyy pintavesiin myös kaatopaikoilta, joiden suotovesiä ei johdeta kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle (kuormitusta ei ole kvantifioitu). Teollisuuden kaatopaikkojen suotovesistä ei ole tehty dioksiiniselvityksiä (Verta & Mehtonen 2012, Vieno 2014, SYKE luonnos 2018).

Dioksiinien kokonaispäästöt ilmaan Suomessa ovat olleet 2010-luvulla noin 12-14 g I-TEQ/a. Dioksiinilaskeuman on arvioitu olevan 3–7 g I-TEQ/a pintavesiin (ei sisällä rannikkovesiä) ja 30–60 g I-TEQ/a maahan (Verta & Mehtonen 2012, SYKE luonnos 2018). Tässä raportissa arvioidut vuoden 2015 laskeumat ovat noin 3-4 kertaa aiempia arvioita korkeammat. Dioksiinien kohdalla kaukokulkeumalla on merkittävä osuus laskeumasta Suomessa (ks. Laskeuma - luku).

HBCDD:n kokonaispäästöt pintavesiin, ilmaan ja maahan ovat olleet vuonna 2010 noin 46, 21 ja 2-31 kg/a (ei sisällä laskeumaa pintavesiin 0,5-1,4 kg/a ja maahan 5-13 kg/a, Mehtonen ym. 2012a). Suomessa HBCDD-kuorma jätevedenpuhdistamoille on noin 6 kg/a ja puhdistetun jäteveden mukana ympäristöön päätyy noin 0,7 kg/a (Vieno ym. 2014). Merkittävin HBCDD:n päästölähde on teollisuudesta sekä rakennusten rakenteista hulevesiin vapautuva HBCDD. Rakentamisvaiheesta aiheutuu HBCDD -päästöjä pintavesiin 8 kg/a ja rakennusten purkamisesta 5 kg/a (Mehtonen ym. 2012a). Jätevedenpuhdistamot ovat kokonaisuudessa vähäinen pintavesien HBCDD-kuormittaja (Vieno 2014, Taulukko 3.1).

PFOS:in kokonaispäästöt pintavesiin, ilmaan ja maahan ovat 2000-luvun lopulla n. 67-85, 0,01-0,3 ja 92-159 kg/a (pilaantuneiden maa-alueiden kuormitusta ja laskeumaa ei arvioitu, Mehtonen ym. 2012a). Pilaantuneet maa-alueet ovat todennäköisesti erittäin merkittävä kulkeutumisreitti pintavesiin (Mehtonen ym. 2016b, Perkola 2014). PFOSia sisältävien sammutusvaahtojen käyttökiellon tultua voimaan vuonna 2011 niistä aiheutuvat päästöt (30-48 kg/a pintavesiin; 90-142 kg/a maahan) ovat loppuneet. Nykyisin suurin PFOS:n suora päästölähde pintavesiin Suomessa lienee yhdyskuntajätevesi (n. 12-37 kg/a), koska mm. PFOS:ia käyttävät metallin pintakäsittelylaitokset ovat usein liittyneet yhdyskuntajätevedenpuhdistamon viemäriverkostoon (Munne ym. 2013). PFOS:a päätyy yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille myös erilaisista kulutustavaroista, kuten PFOS-kemikaaleilla käsitellyistä tekstiileistä ja matoista sekä kaatopaikkojen suotovesien mukana. PFOS-pitoisuus puhdistetussa yhdyskuntajätevedessä vaihtelee tyypillisesti välillä 4 – 20 ng/l, mutta Helsingin puhdistamolla pitoisuus on välillä huomattavasti korkeampi max 640 ng/l (Mehtonen ym. 2012b). PFOS:n pitoisuudet ovat yhdyskuntajätevedessä ja lietteessä sekä kaatopaikan suotovedessä Suomessa pääosin samaa tasoa kuin Itämeren muissa maissa (Mehtonen ym. 2016a, Perkola 2014). PFOS:n pitoisuudet ovat toisinaan korkeampia puhdistetussa jätevedessä kuin tulevassa, koska PFOS-johdannaisia hajoaa

prosessin aikana PFOS:iksi (Mehtonen ym. 2016b). PFOS:in osalta jätevedenpuhdistamot ovat melko huomattava aineen päästölähde pintavesiin (Vieno 2014, Taulukko 3.1).

Taulukko 3.1. Dioksiinien, furaanien ja dioksiininkaltaisten PCB-yhdisteiden (PCDD/F+ dl-PCB), HBCDD:n ja PFOS:in kuormitus yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta pintavesiin Suomessa vuonna 2010 (Mehtonen ym. 2012a) ja 2013 (Vieno 2014).

Yhdiste	Jätevedenpuhdistamot, v. 2010 kg/a, dioksiinit g /a*	Jätevedenpuhdistamot, v. 2013 kg/a	Jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaispäästöistä pintavesiin %
PCDD/F+ dl-PCB	0,012-0,13	<<1	<<1
HBCDD	0,6-0,7 sisävesiin: ≈0,3 rannikkovesiin: ≈0,4	0,7	1
PFOS	37 sisävesiin: 16 rannikkovesiin: 21	11,9	14-18

* dioksiinit g WHO TEQ 1998 /a

Aklonifeenin, bifenoksin, sybutryynin, sypermetriinin ja terbutryynin pääasiallinen reitti jätevedenpuhdistamoille on huuhtoutuminen hulevesien mukana sekaviemäriin (Vieno ym. 2014), mutta biosidi-käytössä yhä olevalla terbutryynillä on myös teollisia päästölähteitä. Puhdistetusta yhdyskuntajätevedessä ei löytynyt aineita (paitsi terbutryyniä yhdestä näytteestä), tosin analyttinen määrittämiss raja oli paikoin korkeampi kuin AA-EQS -arvo (Taulukko 3.2).

Taulukko 3.2. Uusien EU:n prioriteettiaineiden pitoisuudet 12 puhdistamon puhdistetussa jätevedessä vuonna 2013 (Vieno ym. 2014).

Aineiden pitoisuudet puhdistetussa jätevedessä				
Yhdiste	min (ng/l)	max (ng/l)	mediaani (ng/l)	keskiarvo (ng/l)
aklonifeeni	<3	<10	<10	<10
bifenoksi	<30	<30	<30	<30
HBCDD	<0,1	13,9	0,3	1,5
PFOS	<5	88	5	26
sybutryyni	<10	<10	<10	<10
sypermetriini	<1	<1	<1	<1
terbutryyni	<10	20*	<10	<10

* yksi analyysitulostulos yli määrittämiss rajan

Taajamahulevesistä on selvitetty uusia EU:n prioriteettiaineita ja seuraavia aineita on löytynyt (Huhtala ym. 2011, Kilponen 2016):

- PFOS
- HBCDD
- dioksiinit

Tietoa em. aineiden päästöistä ei kuitenkaan ole.

4. Teollisuus ja yritystoiminta

4.1 Yleiskatsaus

Teollisuuden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Alueella on niukasti teollisuustoimintaa. Merkittävin teollisuuskompleksi Suomen puolella on Torniossa sijaitseva Outokumpu Chrome Oy:n ja Outokumpu Stainless Oy:n ferrokromi- ja terästehdas. Jätevedet lasketaan Tornion edustan rannikkoalueelle.

Vesienhoitoalueella sijaitsee yksi käytössä oleva yhdyskuntajätteen kaatopaikka Torniossa (Perämeren Jätehuolto Oy:n Jätekeskus Jäkälä) sekä yksi teollisuuden kaatopaikka Torniossa (Outokumpu Chrome Oy, Outokumpu Stainless Oy).

Laitoksia, joiden päästöt johdetaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei ole luvussa 4.2, koska niiden päästöt eivät päädy suoraan pintaveteen.

4.2 Päästöt

Vesienhoitoalue

Uusien prioriteettiaineiden teollisuuden päästötietoja VHA6:ltä ei löytynyt VAHTI- eikä EPRT- rekisteristä vuosilta 2010-2016. Teollisuuden kuormitus pintavesiin VHA6:lla on pienempi kuin taulukossa 4.1 esitetyt koko Suomen teollisuuden päästöt.

Koko Suomi

Sybermetriiniä ja sybutryyniä ei käytetä teollisuudessa Suomessa. Sen sijaan terbutryyni on edelleen käytössä, mutta sen päästöjä ei tiedetä.

COHIBA-hankkeessa (koko Itämeren alue - Andersson ym. 2012, Suomi - Mehtonen ym. 2012a) arvioitiin dioksiinien, HBCDD:n sekä PFOS:in päästöjä kokonaisvaltaisesti ml. teollisuus.

Dioksiinien osalta ylipäättään päästöt vesiin ovat pienet (<1% ilmapäästöistä), noin 0,01 – 0,1 g I-TEQ/a. Teollisuuden ilmapäästöt ovat dioksiinien kohdalla erittäin tärkeä päästölähde. Energiantuotanto on suurin dioksiinien ilmapäästöjen lähde. Vuonna 2015 energiantuotannon päästöt olivat 47 % ja teollisuusprosessi-päästöt 19 % kokonaispäästöistä ilmaan. Teollisuuden dioksiinipäästöt vesiin ovat erittäin pienet (Taulukko 4.1). verrattuna niiden ilmapäästöihin Suomessa (Mehtonen ym. 2012a, Munne ym. 2013, SYKE luonnos 2018).

Teollisuuden **HBCDD**- päästöt pintavesiin olivat 38 kg/a vuonna 2010 ollen noin 82% kokonaispäästöistä (46 kg/a) pintavesiin (Taulukko 4.1). HBCDD:n päästöistä valtaosa on peräisin paisutetun polystyreenin (EPS) valmistuksesta. HBCDD:n käyttö on rajoitettu luvanvaraiseksi (REACH-asetuksen 1907/2006 liite XIV) ja kaikenlainen käyttö oli sallittu EU:ssa 21.8.2015 saakka. Sen jälkeen sitä on saanut käyttää vain EPS-eristeiden raaka-aineen valmistuksessa elokuuhun 2017 asti, mutta kotimainen teollisuus on siirtynyt korvaavaan palonsuoja-aineeseen jo vuonna



2016. Rajoituksista huolimatta HBCDD-päästöt tulevat todennäköisesti jatkumaan vielä vuosia, sillä sitä on mm. rakennusten rakenteissa, joista se vapautuu ympäristöön erityisesti korjaus- ja purkutöiden yhteydessä. (Mehtonen ym. 2012a & Munne ym. 2013). Vuodesta 2017 lähtien teollisuuden HBCDD-päästöt pintavesiin ovat olleet pienempiä ollen noin 8 kg/a (Taulukko 4.1).

3M-yhtiö aloitti **PFOS**:n teollisen tuotannon 1940-1950 -lukujen taitteessa, mistä lähtien niitä on käytetty laajasti teollisuudessa ja kuluttajatuotteissa. Tyypillisin PFOS:ia käyttävä teollisuuden ala on kovakromaus, jossa sitä käytetään vähentämään työntekijöiden ja ympäristön altistumista kromille. Puolijohde- ja valokuvateollisuudessa sekä lentokoneiden hydraulinesteissä käyttömäärät ovat pienempiä (Mehtonen ym. 2016b). Metallin pintakäsittelyn (pinta-aktiivinen aine elektrokemiallisessa kylvyssä) käyttömäärät ovat noin 120-190 kg luokkaa vuodessa, näistä päästöt yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille ovat 9-28 kg/a Suomessa (Mehtonen ym. 2012b). Teollisuuden suoria päästöjä pintavesistöihin ei enää ole Suomessa, päästöt vesistöihin tapahtuvat yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen kautta (Taulukko 4.1).

PFOS:n päästöt maaperään sekä pintavesiin ovat suuremmat kuin ilmaan. Pilaantuneet maa-alueet ovat todennäköisesti erittäin merkittävä PFOS:n kulkeutumisreitti pintavesiin. PFOS:a on löydetty teollisuusalueiden hulevesistä, mutta PFOS:n kokonaispäästöistä hulevesien kautta pintavesiin ei ole tietoa (Mehtonen ym. 2012a). Koko Itämeren alueella teollisuudesta aiheutuvien päästöjen merkitys on edelleen suuri, vaikka kuluttajatuotteiden käytön aikaisten päästöjen osuus on selvästi kasvanut. PFOS-yhdisteiden markkinoille saattamista ja käyttöä rajoitettiin EU:ssa vuonna 2008 REACH-asetuksen nojalla. PFOS:a sisältävien sammutusvaahtojen käyttö kiellettiin vuonna 2011. Kielloilla ja rajoituksilla on ollut selvä positiivinen vaikutus päästöjen vähenemiseen (Mehtonen ym. 2016a, Munne ym. 2013).

Taulukko 4.1. Teollisuuden dioksiini-, HBCDD- ja PFOS-kuormitus pintavesiin Suomessa vuonna 2010 (Mehtonen ym. 2012a).

Yhdiste	Teollisuus kg/a	Teollisuuden osuus kok.päästöistä pintavesiin %
dioksiinit	erittäin pienet (0*)	0
HBCDD	38**	83
	sisävesiin: ≈4	50
	rannikkovesiin: ≈34	89
PFOS	0	0

* ei pystytty kvantifioimaan

** EPS-muovin valmistus 30 kg/a (päästöt 100% rannikkovesiin), rakentaminen 8 kg/a (päästöt 50% sisävesiin ja 50% rannikkovesiin); vuodesta 2017 lähtien teollisuuden HBCDD-päästöt pintavesiin n. 8 kg/a, koska HBCDD:n käyttö EPS-muovin valmistuksessa loppui vuonna 2016 Suomessa.

Suomalaisten yhdyskuntakaatopaikkojen suotovedestä on selvitetty uusia EU:n prioriteettiaineita ja seuraavia aineita on löytynyt (Huhtala ym. 2011 & Mehtonen ym. 2012b):

- PFOS
- HBCDD
- dioksiinit

Tietoa em. aineiden päästöistä ei kuitenkaan ole.

Teollisuuskaatopaikkojen suotovedestä ei ole selvitetty uusia EU:n prioriteettiaineita eikä päästötietoja siten ole.

5. Maatalouden kasvinsuojeluaineet

Maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat vesienhoitoalueella 6 vähämerkityksellisiä aineita ja niiden käyttö sekä huuhtoumat olemattomia johtuen siitä, että intensiivistä kasvinsuojelua vaativien kasvien viljelyalat ovat pieniä.

6. Laskeuma

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Uusista EU:n prioriteettiaineista dioksiinit, PFOS ja HBCDD kuuluvat kaukokulkeutuvia POP-yhdisteitä rajoittavaan kansainvälinen Tukholman yleissopimukseen. Laskeuma on arvioitu merkittäväksi kulkeutumisreitiksi pintavesiin dioksiineille, melko huomattavaksi PFOS:ille mutta pieneksi HBCDD:lle (Mehtonen ym. 2012a). PFOS:in ja HBCDD:n laskeumaa Suomessa ei ole arvioitu kvantitatiivisesti. UuPri-hankkeen valuma-alueen latvavesistöjen (taustapaikkoja) pintaveden alhaiset PFOS-pitoisuudet (Siimes ym. 2018a) indikoivat PFOS-laskeuman voivan olla VHA6:lla pientä mutta suurempi kulkeutumisreitti/päästölähde pintavesiin kuin esimerkiksi PFOSilla pilaantunut maaperä ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamot.

Laskeuma arvioitiin vesienhoitoalueiden koko pinta-alalle, sisä- ja rannikkovesiin sekä maa-alueille. Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2015 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Pysyvien orgaanisten yhdisteiden laskeumamalli (EMEP MSCE-POP, 2016) on YK:n Euroopan talouskomission kaukokulkeutumisopimuksen (UNECE CLRTAP, 2016) alaisen seurantaohjelman (EMEP, 2016) kehittämä. Laskeuma ja sen laskentamenettely (ml. Suomen päästöjen osuus laskeumasta) sekä epävarmuusarvio on esitetty dioksiineille, PCB-yhdisteille (PCB-153), bentso(a)pyreenille (B[a]P) ja heksaklooribentseenille (HCB) liitteessä 1. PCB, B(a)P ja HCB eivät ole uusia prioriteettiaineita, mutta niiden laskeuma arvioitiin lähitulevaisuuden tietotarvetta ajatellen.

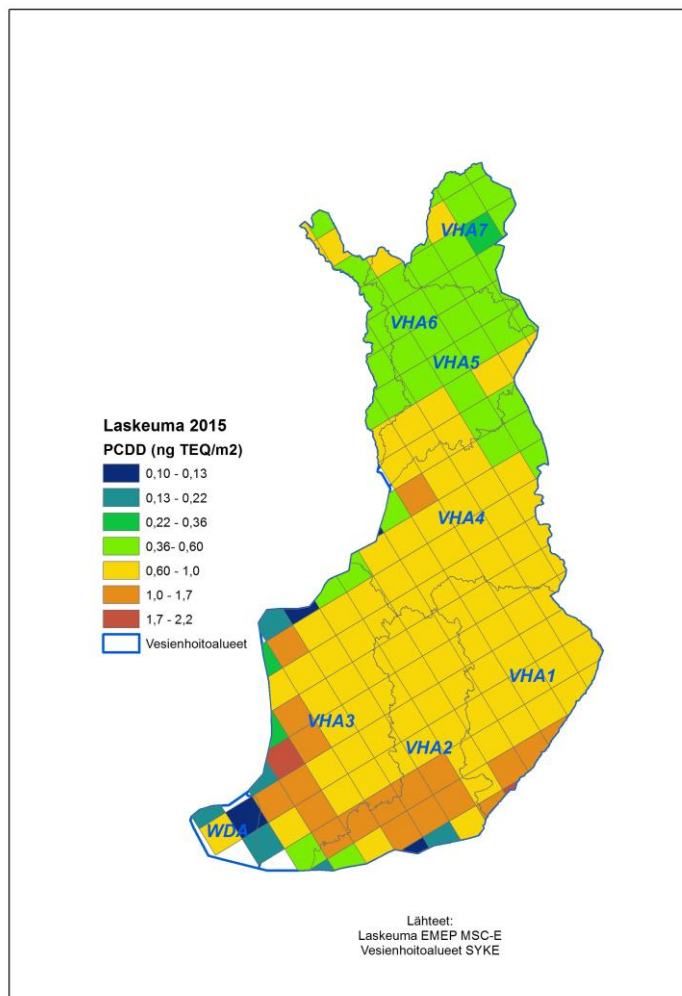
Laskeumamallista saatiin kunkin 50x50 km² ruudun pinta-alakohtaiset dioksiini-laskeumat. Dioksiinilaskeuma on suurinta Etelä- ja Lounais-Suomessa ja pienintä Pohjois-Suomessa (Kuva 6.1).

Dioksiinien ilmaperäinen laskeuma VHA6:n sisä- ja rannikkovesiin sekä maa-alueille on 0,4, 0,1 ja 7,5 g I-TEQ/a (Taulukko 6.1). Vuoden 2015 tilannetta kuvaavat laskeuma-arviot ovat noin 3-4 kertaa aiempia arvioita korkeammat (Verta & Mehtonen 2012, Korhonen ym. 2016). Malliarvioihin vaikuttavat sekä vuosien välillä vaihtelevat sääolosuhteet, malliversioiden eroavaisuudet, että päästölähteiden raportoinnissa tapahtuvat muutokset. Lisätietoa laskeuman arvioinnista ja arvioihin liittyvästä epävarmuudesta on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 6.1. Dioksiinien ilmaperäinen laskeuma vuonna 2015 VHA6:n alueella

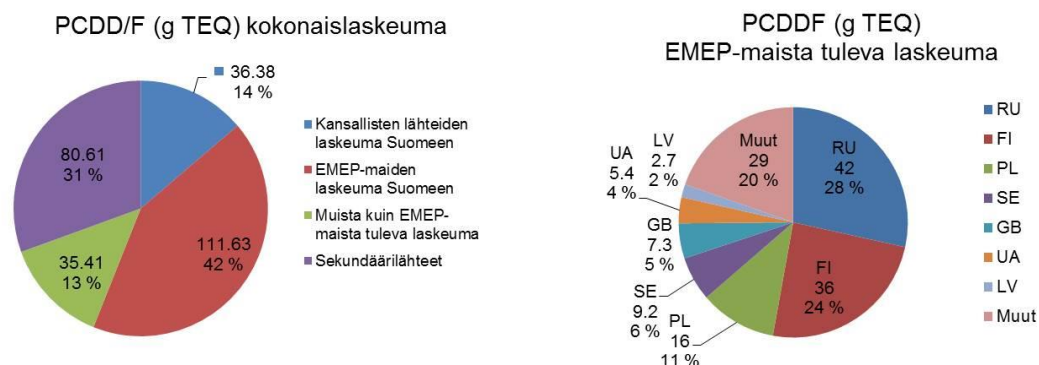
	Dioksiinit g I-TEQ/a
Laskeuma VHA:n sisävesiin	0,4
Laskeuma VHA:n rannikkovesiin*	0,1
Laskeuma VHA:n maa-alueelle	7,5
Laskeuma koko VHA:lle	8,0

* VHA:n merialuearajaan asti



Kuva 6.1. Vuoden 2015 arvioitu dioksiinien laskeuma (ng I-TEQ m⁻²) EMEPin 50 x 50 km² hilassa.

EMEPin orgaanisten yhdisteiden leviämismallilla (EMEP MSCE-POP, 2016) tuotetut arviot eri maiden päästölähteiden osuudesta Suomen laskeumasta haettiin EMEP MSC-E:n sivuilta (EMEP MSC-E, 2017). Suomen päästöistä peräisin oleva dioksiinien laskeuma Suomeen v. 2015 muodosti malliarvojen mukaan noin 14 % kokonaislaskeumasta. Verrattuna muihin EMEP-maihin, venäläisistä päästölähteistä tuli lähes saman verran kuin suomalaisista (Kuva 6.2).



Kuva 6.2. Suomeen vuonna 2015 tulleen dioksiinien (g I-TEQ) laskeuman eri lähteiden arvioidut osuudet (vasemmalla) sekä EMEP-maista tulevan laskeuman eri maiden osuudet (oikealla).

7. Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama

Merialueille jokien kautta päätyvä ainevirtaama koostuu luonnossa esiintyvien aineiden osalta luonnon huuhtoumasta, mutta myös ihmisen aiheuttamasta piste- ja hajakuormituksesta valuma-alueella. Synteettisten orgaanisten aineiden jokiainevirtaamat mereen indikoivat ihmisten aiheuttamaa piste- ja hajakuormitusta.

7.1 Menetelmä-kuvaus

Jokien ainevirtaama mereen laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2010–2017 VESLA- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei ole arvioitu, koska ne eivät ole sisältyneet seurantaohjelmaan. Vedenlaadun näytteenottopisteet sijaitsivat jokisuiden läheisyydessä. Mikäli jonkun kuukauden pitoisuus puuttui, korvattiin se kausikeskiarvolla. Kaudet oli määritelty näytteenottopaikan maantieteellisen sijainnin perusteella yrittäen huomioida virtaamien vuodenaikaisvaihtelut. Niissä tapauksissa, missä kausikeskiarvokin puuttui, korvattiin puuttuva kuukausikeskiarvo vuosikeskiarvolla.

Joien ainevirtaama laskettiin siinä tapauksessa jos näytteiden lukumäärä oli ≥ 5 kpl/a. Jos näytteiden lukumäärä < 5 kpl/a, on ilmoitettu onko ainetta havaittu joesta, mutta ainevirtaamaa ei ole laskettu.

Haitallisten aineiden pitoisuudet jäivät joidenkin aineiden osalta melko usein määrittystarkkuuden alarajan alapuolelle. Jokien ainevirtaama-arvioiden pohjana olevien pintavesipitoisuustulosten laskennassa on käytetty alle määritysrajojen olevien tulosten osalta laskentakaavan 1 mukaista menettelyä, jota käytetään HELCOM:in kuormitusinventaariorissa kaikkien Itämeren rantavaltioiden ainevirtaama-arvioissa (HELCOM PLC, HELCOM 2011).

$$(100\%-A)*LOQ \quad (1)$$

missä A on määrittystarkkuuden alarajan alapuolelle jäävien näytteiden prosentuaalinen osuus ja LOQ on määrittystarkkuuden alaraja.

Jokikuormitukset mereen on arvioitu kaikista aineista, joista löytyy jokisuista mitattua pitoisuustietoa; myös vähämerkityksellisistä aineista (10 ainetta; Taulukko 7.1).

Jokivesinäytteiden seurannassa käytetyissä analyysimenetelmissä on pyritty noudattamaan vaarallisten aineiden asetuksen liitteen 3 vaatimuksia analyysimenetelmien suorituskyvylle ja analyysitulosten laadun osoittamiselle. Analyysimenetelmien määrittysrajoja (enintään 30% kyseisen aineen ympäristölaatunormin arvosta) ja mittausepävarmuutta koskeva vaatimus (enintään 50% aineen ympäristölaatunormin tasolla) koskevat vaatimukset täyttyivät 4/8 aineen osalta (Taulukko 7.1). Bifenoksin, sybutryynin, sypermetriinin ja diklorvossin määrittysmenetelmät ovat kuitenkin parhaimpia markkinoilla saatavilla olevia menetelmiä. Ympäristölaatunormina on käytetty sisämaan pintavesien arvoa.

Taulukko 7.1. Jokivesinäytteiden analyysimenetelmien määrittämisraajat ja mittausepävarmuudet.

Aine	Ympäristölaatu-normi (AA-EQS) pintavedessä (ng/l)		Määrittämisraja-sisämaa (ng/l) / täyttymkö vaatimus*	Mittausepävarmuus (%) / täyttymkö vaatimus*
	Sisämaa	Rannikko		
kinoksifeeni	150	15	10 / kyllä	40 / kyllä
aklonifeeni	120	12	10 / kyllä	34 / kyllä
bifenoksi	12	1,2	10 / ei	31 / ei**
sybutryyni	2,5	2,5	2 / ei	28 / ei**
sypermetriini	0,08	0,006	5 / ei	34 / ei**
diklorvossi	0,6	0,06	0,5 / ei	35 / ei**
terbutryyni	65	6,5	5 / kyllä	19 / kyllä
dikofoli	biota-EQS	biota-EQS	1 / -	-
heptakloori & sen epoksidit (ekso ja endo)	biota-EQS	biota-EQS	5 / -	-
PFOS	0,65***	0,13***	0,1 / kyllä	25 / kyllä

* Määrittämisrajan arvo saa olla enintään 30% kyseisen ympäristölaatu-normin arvosta ja mittausepävarmuus enintään 50% aineen ympäristölaatu-normin tasolla (Vaarallisten aineiden asetuksen liite 3)

** Mittausepävarmuus annettu määrittämisrajan tasolla

*** direktiivi 2013/39/EY; ei vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetuksessa (1022/2006)

7.2. Ainevirtaamat

Aklonifeenia, bifenoksia, sybutryynia, sypermetriinia, diklorvossia, dikofolia, heptaklooria ja kinoksifeenia ei ole löytynyt Tornionjoesta (Taulukko 7.2).

Taulukko 7.2. Tornionjoen kautta Perämerelle päätyvä kasvinsuojeluaineiden / biosidien ainevirtaama vuonna 2017. Suluissa on esitetty yli määrittämisrajan olevien näytteiden lukumäärä suhde näytteiden kokonaislukumäärään. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määrittämisrajan.

Joki	Vuosi	MQ m ³ /s	aklonifeeni, diklorvossi, heptakloori, bifenoksi, sybutryyni, sypermetriini, dikofoli, kinoksifeeni & terbutryyni* kg/a
Tornionjoki	2017	209,2	ei hav. (0/8)

* vähämerkityksellinen aine (ks. taulukko 2.2)

Perämerelle laskevasta Tornionjoesta havaittiin PFOS:ia ainevirtaaman mereen ollessa n. 0,3 kg/a (Taulukko 7.3). Ainevirtaama kuvaa hyvin myös koko vesienhoitoalueelta mereen päätyvää kokonaisainevirtaamaa, koska Tornionjoki on vesienhoitoalueen päävesistö. Tornionjoen virtaaman osuus kaikista mereen laskevien jokien virtaamasta vesienhoitoalueella on 100%.

Taulukko 7.3. Tornionjoen kautta Perämerelle päätyvä PFOS-ainevirtaama vuonna 2017 (näytteenotto 10/2016 – 8/2017). Suluissa on yli määrittämisrajan olevien näytteiden lukumäärän suhde näytteiden kokonaislukumäärään.

Joki	MQ m ³ /s	PFOS kg/a
Tornionjoki	209,2	0,3 (3/8)

8. Pilaantunut maaperä ja sedimentti

Ihmistoiminnasta peräisin olevien suorien päästöjen lisäksi on olemassa myös ns. historiallisia päästölähteitä, joiden merkitys Itämerelle ja sen valuma-alueelle voi joidenkin vaarallisten aineiden osalta olla merkittävä. Tällaisia historiallisia päästölähteitä ovat esimerkiksi pilaantuneet maa-alueet sekä entisten teollisuuslaitosten alapuoliset vesialueet ja etenkin niiden sedimentit (Andersson ym. 2012).

Maaperän pilaantumista tutkitaan pääasiassa rakentamisen ja maankäytönmuutoksen, ympäristöluvanvaraisen toiminnan päättyessä tai kiinteistö- ja yrityskauppojen yhteydessä. Toimivien teollisuuslaitosten ympäristöluvista on yleensä edellytetty maaperän tutkimista usein vasta silloin, kun on syytä epäillä pilaantumisen voivan levitä ympäristöön tai silloin kun toiminta päättyy (SYKE luonnos 2018).

Kattavia tietoja alueista, joiden maaperä on pilaantunut POP-yhdisteillä (mm. PCDD/F, PCB-yhdisteet, PFOS), ei ole Suomesta kuten ei mistään muustakaan maasta. Johtuen pitkästä toimintahistoriasta ja moninaisista pilaavista toiminnoista, ei pystytä kartoittamaan edes kaikkia potentiaalisesti pilaantuneita alueita. Siksi keskitytään selvittämään priorisoituja alueita kuten pohjavesialueilla olevia kohteita. Pilaantuneilta maa-alueista aiheutuvia POP-päästöjä pintavesiin on tutkittu vain yksittäissä tapauksissa. Useimmat POP-yhdisteet (pois lukien perfluoratut alkyylilyhdisteet kuten PFOS) ovat niukkaliukoisia ja sitoutuvat tiukasti maahan, joten niiden kulkeutuminen pilaantuneilta maa-alueilta tapahtuu lähinnä maahiukkasiin sitoutuneena (SYKE luonnos 2018). POP-yhdisteillä pilaantuneita maa-aineita esiintyy monien eri toimialojen käyttämillä alueilla. Useimmin POP-yhdisteitä on tavattu maaperässä mm. puunjalostusteollisuuden, kaupallisen puutarha- ja taimituotannon, kaatopaikkojen ja paloharjoitusalueiden yhteydessä (SYKE luonnos 2018).

Heptaklooria on käytetty muutamilla vanhoilla kauppapuutarhoilla luvattomasti. Joitakin POP-yhdisteitä, kuten heptaklooria, on käytetty jossain määrin sienien ja tuhoeläinten torjuntaan lähinnä vaneriteollisuudessa. Tietoja näiden alueiden pilaantuneista maa-alueista vai maa-aineista ei ole riittävästi.

Kattavimmin on selvitetty PCB:tä ja PCDD/F-yhdisteitä kloorifenoleita (KY 5) sinistymisenestoaineena käyttäneillä sahoilla. Näidenkään osalta Suomessa ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä huuhtoumia (SYKE luonnos 2018).

PCB:tä ja PCDD/F-yhdisteitä esiintyy vähäisessä määrin useiden eri toimialojen, kuten runsaslukuisten korjaamojen ja romuttamoiden maaperässä. Täten pilaantuneiden maa-alueiden lukumäärän arvioitiin liittyä runsaasti epävarmuutta ja siksi se on puutteellisten tietojen vuoksi vaikeaa (SYKE luonnos 2018).

Perfluorattuja alkyylilyhdisteitä (PFAS) sisältäviä sammutusvaahtoja on käytetty runsaasti mm. pelastustoimen ja lentokenttien paloharjoitusalueilla, joita on Suomessa noin 50. Tämän lisäksi maassa on toista sataa teollisuus- ja sotilaspalokuntaa, jotka harjoittavat paloharjoitustoimintaa omilla alueillaan. Sammutusvaahtojen käyttötavasta johtuen PFAS-yhdisteitä on päässyt näillä alueilla usein suoraan maaperään. Tämän lisäksi sammutusvaahtoja käytetään suurina



S Y K E

kertamäärinä mm. suojavaahdotukseen sekä todellisissa palontorjuntatilanteissa. Suomessa tutkittiin vuonna 2014 PFAS-yhdisteiden esiintymistä ympäristössä sammutusvaahtojen käytön seurauksena muutamilla pelastustoimen ja lentokenttien paloharjoitusalueilla. Näiden tutkimusten perusteella PFAS-yhdisteitä esiintyy yleisesti sekä paloharjoitusalueiden maaperässä että pinta- ja pohjavesissä. Niillä paloharjoitusalueilla, joissa sammutusvaahtojen käyttö on ollut merkittävää, PFAS-yhdisteiden, kuten PFOS:n, pitoisuudet ovat olleet paikallisesti hyvin suuria esimerkiksi aineille esitettyihin pintavesien viitearvoihin verrattuna. PFAS-yhdisteitä kulkeutuu vesien mukana kauas paloharjoitusalueilta (SYKE luonnos 2018).

Sammutusvaahdot olivat erittäin merkittävä PFOS:n päästölähde ennen niiden käyttökieltoa vuonna 2011. Sammutusvaahdoilla pilaantunut maaperä on suuri PFOS ”varasto”, joka edelleen kuormittaa pintavesiä. Esimerkiksi lentokenttien ja paloharjoitusalueiden maaperä on voinut pilaantua sammutusvaahdoissa käytetyillä PFOS:illa tai muilla perfluoratuilla yhdisteillä. Yhdisteitä päätyy maaperästä pohjavesien lisäksi pintavesiin, mutta tällä hetkellä Suomessa ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia (Munne ym. 2013, Perkola 2014, Mehtonen ym. 2016b).

Teollisuuden vesistökuormitus on vähentynyt huomattavasti 1960–1970-lukujen huippuvuosista ja pahiten pilaantuneet sedimentit ovat pääosin jääneet puhtaampien sedimenttikerrosten alle. Tästä syystä pilaantuneet sedimentit eivät yleensä edellytä välitöntä kunnostamista tai käyttörajoituksia. Kuitenkin esimerkiksi ruoppausten ja vesistörakentamisen yhteydessä sedimentteihin jo sitoutuneet haitta-aineet voivat vapautua uudelleen ympäristöön ja aiheuttaa haittavaikutuksia. Pilaantuneet sedimentit voivat myös kulkeutua virtausten mukana kauas alajuoksulle. Tunnetuimmat esimerkit tästä ovat dioksiinit sekä elohopea Kymijoen sedimenteissä ja orgaaniset tinayhdisteet Varkauden alapuolella Huruslahden ja Haukiveden sedimenteissä (Jaakkonen 2011).

POP-yhdisteistä on sedimenteistä useimmiten havaittu dioksiineja, PCB:tä ja PAH-yhdisteitä. Dioksiineja ja furaaneja esiintyy mm. sahojen edustalla tai puutuoteteollisuuden alapuolisista vesistöistä (peräisin sellun kloorivalkaisusta). Pilaantuneista sedimenteistä aiheutuvista päästöistä ei ole tietoja lukuun ottamatta Kymijoen PCDD/F-päästöjä Itämereen (SYKE luonnos 2018). Kymijoen pilaantuneista sedimenteistä on esitetty yksityiskohtaisempaa tietoa VHA2:n kuormitusinventaariorportissa.

Vesienhoitoaluekohtaista lisätietoa pilaantuneisiin sedimentteihin liittyvistä riskialueista sekä pilaavista toimialoista löytyy Sisävesien pilaantuneet sedimentit - esiselvityksestä (Jaakkonen 2011).

Lisätietoa pilaantuneista maista ja sedimenteistä (mm. lainsäädännöstä ja kartoituksista):

- ympäristöhallinnon www-sivuilta: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet
- POP-yhdisteitä koskevan Tukholman sopimuksen velvoitteiden kansallisesta täytäntöönpanosuunnitelmasta (SYKE luonnos 2018)
- ympäristöministeriön www-sivuilta: http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Pilaantuneet_alueet

9. Yhteenveto

Uusien EU:n prioriteettiaineiden kuormitusinventaario pintavesiin tehtiin SYKEN ja ELY-keskusten yhteistyönä vuosina 2017 – 18. Kuormitusinventaario tukee vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitukseen liittyvää tietopohjaa.

Inventaario tehtiin 12 uudelle EU:n prioriteettiaineelle vesienhoitoalueetasolla perustuen v. 2010 – 2017 tietoihin. Inventaariossa käytettiin samaa systemaattista lähestymistapaa kuin vuonna 2013 valmistuneessa toisen vesienhoitokauden kuormitusinventaariossa. Inventaariossa tunnistettiin aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössä voitiin keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Inventaariossa koottiin tietoa mm. uusien prioriteettiaineiden käytöstä, käytön rajoituksista sekä esiintymisestä vesiympäristössä.

Kuormitusinventaario sisältää seuraavat päästölähteet ja kulkeutumisreitit:

- * Yhdyskunnat ja asutus
- * Teollisuus ja yritystoiminta
- * Kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat pintavesiin
- * Laskeuma
- * Jokien kautta mereen päätyvät ainevirtaamat
- * Pilaantunut maaperä ja sedimentti

Merkitykselliset ja vähämerkitykselliset uudet EU:n prioriteettiaineet

Aineiden merkityksellisyyden arviointi perustui EU-komission kuormitusinventaario-ohjeeseen ja avainasemassa olivat tiedot aineiden esiintymisestä vesiympäristössä ja päästöissä sekä käytöstä ja käytön rajoituksista. Kaikki 12 ainetta arvioitiin vähämerkityksellisiksi VHA6:n pintavesissä (Taulukko 9.1). Vähämerkityksellisiksi tunnistettujen aineiden osalta EU-komission minimietovaatimuksena jäsenmaille on tieto jokien kautta mereen päätyvistä ainevirtaamista. Inventaariossa on tämä vaatimus pääasiassa pystytty täyttämään.

Taulukko 9.1. Merkitykselliset ja vähämerkitykselliset uudet prioriteettiaineet VHA6 (Suomen puoli) pintavesissä.

Merkitykselliset aineet	Vähämerkitykselliset aineet
	dikofoli
	perfluoro-oktaani-sulfonihappo (PFOS)
	kinoksifeeni
	dioksiinit ja dioksiinien kaltaiset yhdisteet
	aklonifeeni
	bifenoksi
	sybutryyni
	sypermetriini
	diklorvossi
	heksabromisyklododekaanit (HBCDD)
	heptakloori ja heptaklooriepoksidi
	terbutryyni

Yhdyskunnat ja asutus

Uusien prioriteettiaineiden yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästötietoa pintavesiin ei löytynyt VHA6:lta. Koko Suomen jätevedenpuhdistamoiden päästöt olivat 12-37 kg PFOS/a, 0,7 kg HBCDD/a ja 0,01-0,1 g WHO-TEQ dioksiinit /a. Kokonaisuudessa PFOS:in osalta jätevedenpuhdistamot Suomessa ovat melko huomattava päästölähde pintavesiin. Jätevedenpuhdistamot ovat erittäin vähäinen pintavesien dioksiini- ja HBCDD-kuormittaja. Yhdyskuntajätevesienpuhdistamojen puhdistetusta jätevedestä Suomessa on havaittu dioksiineja , HBCDD:ia, terbutryyniä ja PFOSia, mutta ei aklonifeenia, bifenoksia, sybutryyniä eikä sypermetriiniä.

Teollisuus ja yritystoiminta

Uusien prioriteettiaineiden teollisuuden päästötietoa pintavesiin ei löytynyt VHA6:lta. Teollisuuden HBCDD- päästöt pintavesiin koko Suomessa olivat vuonna 2010 n. 38 kg/a, joista rannikkovesiin päätyy 34 kg/a ja sisävesiin 4 kg/a. HBCDD:n päästöistä valtaosa oli peräisin paisutetun polystyreenin (EPS) valmistuksesta. HBCDD:n käyttö on rajoitettu luvanvaraiseksi (REACH-asetuksen 1907/2006 liite XIV) ja kaikenlainen käyttö oli sallittu EU:ssa 21.8.2015 saakka. Sen jälkeen sitä on saanut käyttää vain EPS-eristeiden raaka-aineen valmistuksessa elokuuhun 2017 asti, mutta kotimainen teollisuus on siirtynyt korvaavaan palonsuoja-aineeseen jo vuonna 2016. Vuodesta 2017 lähtien teollisuuden HBCDD-päästöt pintavesiin Suomessa ovat olleet noin 8 kg/a. Teollisuuden suoria PFOS-päästöjä pintavesiin ei enää ole Suomessa. Teollisuuden dioksiinipäästöt vesiin ovat erittäin pienet Suomessa. Sypermetriiniä ja sybutryyniä ei käytetä teollisuudessa Suomessa. Sen sijaan terbutryyni on edelleen käytössä, mutta sen päästöjä ei tiedetä.

Maatalouden kasvinsuojeluaineet

Maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat vesienhoitoalueella vähämerkityksellisiä aineita ja niiden käyttö sekä huuhtoumat olemattomia johtuen siitä, että intensiivistä kasvinsuojelua vaativien kasvien viljelyalat ovat pieniä.

Laskeuma

Uusista EU:n prioriteettiaineista dioksiinit, PFOS ja HBCDD kuuluvat kaukokulkeutuvia POP-yhdisteitä rajoittavaan kansainvälinen Tukholman yleissopimukseen. Dioksiinilaskeuma on suurinta Etelä- ja Lounais-Suomessa ja pienintä Pohjois-Suomessa. Dioksiinien ilmaperäinen laskeuma VHA6:n sisä- ja rannikkovesiin on noin 0,4 ja 0,1 g I-TEQ/a. Suomen päästöistä peräisin oleva dioksiinien laskeuma Suomeen v. 2015 muodosti malliarvouden mukaan noin 14 % kokonaislaskeumasta. Laskeuma on huomattavin dioksiinien kulkeutumisreitti vesiympäristöön Suomessa. PFOS:in ja HBCDD:n laskeumaa Suomessa ei ole kvantitatiivisesti arvioitu. UuPri-hankkeen valuma-alueen latvavesistöjen pintaveden alhaiset PFOS-pitoisuudet indikoivat PFOS-laskeuman voivan olla VHA6:lla pientä mutta suurempi kulkeutumisreitti/päästölähde pintavesiin kuin esimerkiksi PFOSilla pilaantunut maaperä ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamot.

Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama

Perämerelle laskevasta Tornionjoesta havaittiin PFOS:ia ainevirtaaman mereen ollessa n. 0,3 kg/a. Aklonifeenia, bifenoksia, sybutryyniä, sypermetriiniä, diklorvossia, terbutryyniä, dikofolia, heptaklooria ja kinoksifeenia eikä dikofolia ole löytynyt Tornionjoesta.



Ainevirtaama kuvaa hyvin myös koko vesienhoitoalueelta mereen päätyvää kokonaisainevirtaamaa, koska Tornionjoki on vesienhoitoalueen päävesistö. Tornionjoen virtaaman osuus kaikista mereen laskevien jokien virtaamasta vesienhoitoalueella on 100%. Jokivesinäytteiden seurannassa käytetyissä analyysimenetelmissä on pyritty noudattamaan vaarallisten aineiden asetuksen liitteen 3 vaatimuksia analyysimenetelmien suorituskyvyille ja analyysitulosten laadulle. Analyysimenetelmien määritysrajoja ja mittausepävarmuutta koskevat vaatimukset täyttyivät 4/8 aineen osalta.

Pilaantunut maaperä ja sedimentti

Kattavia tietoja alueista, joiden maaperä on pilaantunut POP-yhdisteillä (mm. PCDD/F, PCB-yhdisteet, PFOS, heptakloori), ei ole Suomesta. Kloorifenoleita (KY 5) sinistymisenestoaineena käyttäneiden sahojen maaperä on usein pilaantunut valmisteissa epäpuhtauksina esiintyneillä dioksiineilla ja furaaneilla. PCB:tä ja PCDD/F-yhdisteitä esiintyy vähäisessä määrin muiden toimialojen, kuten korjaamojen ja romuttamoiden maaperässä. Sammutusvaahdoilla pilaantunut maaperä on suuri PFOS-”varasto”, joka edelleen kuormittaa pintavesiä Suomessa. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä vesiympäristölle vaarallisten aineiden kuten PFOS:in ja dioksiinien huuhtoumia.

POP-yhdisteitä on havaittu myös sedimenteissä. Usein kyse on PCB:stä tai dioksiineista ja furaaneista. Dioksiineja ja furaaneja esiintyy mm. sahojen edustalla tai puutuoteteollisuuden alapuolisista vesistöistä (peräisin sellun kloorivalkaisusta). Pilaantuneista sedimenteistä aiheutuvista päästöistä ei ole tietoja Suomesta lukuun ottamatta Kymijoen PCDD/F-päästöjä Itämereen.

Tietoa uusien prioriteettiaineiden kuormituksesta pintavesiin VHA6:lla on koottu taulukkoon 9.2.

Taulukko 9.2. PFOS-, sypermetriini-, terbutryyni- ja dioksiinikuormitus pintavesiin VHA6:n alueella 2010-luvulla. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan

Päästölähde / kulkeumareitti	PFOS kg/a	sypermetriini kg/a	terbutryyni kg/a	dioksiinit g I-TEQ/a
Yhdyskunta-jv, sisävesiin	-	ei hav.	ei hav.	vähäistä
Yhdyskunta-jv, rannikkovesiin	-	ei hav.	ei hav.	vähäistä
Teollisuus, sisävesiin	0	_*	-	≈0
Teollisuus, rannikkovesiin	0	_*	-	≈0
Kasvinsuojeluaineiden huuhtouma pintavesiin	_*	≈0	_*	_*
Laskeuma sisävesiin	-	_*	_*	0,4
Laskeuma rannikkovesiin	-	_*	_*	0,1
Jokikuormitus rannikkovesiin	0,3	ei hav.	ei hav.	-
Pilaantunut maaperä ja sedimentti, pintavesiin	-	_*	_*	-

* ei relevantti kulkeutumisreitti

Kuormitusinventaarion laadun parantamiseen liittyviä kehitysehdotuksia

- PFOSin ja muiden samalla kemiallisella analyysillä mitattavien perfluorattujen yhdisteiden jokikartoitus tulee tehdä uudestaan viimeistään v. 2022/2023 eli neljännen vesienhoitokauden (v. 2022–2027) alussa.

Lyhenteet

AA-EQS = Vuoden keskiarvopitoisuuden ympäristölaatunormi

AVL = Asukasvastineluku

DDT = Diklooridifenyylitrikloorietaani

ELY-keskus = Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

EMEP = European Monitoring and Evaluation Programme

EMEP MSC-E = European Monitoring and Evaluation Programme Meteorological Synthesizing Centre-East

E-PRTR = Euroopan päästörekisteriEQS = Ympäristölaatunormi, Environmental Quality Standards

EQS = Ympäristölaatunormi, Environmental Quality Standards

HBCDD = Heksabromisyklododekaani

HCH = Heksakloorisykloheksaani

HELCOM = Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio, Helsingin komissio

HYDRO = Hydrologian ja vesien käytön tietokanta

KETU = Tukesin ylläpitämä kemikaalien kansallinen tuoterekisteri

LOQ = Määrittäysraja

MQ = Virtaamien tietyn ajan keskiarvo

PAH = Polysykliset aromaattiset hiilivedyt

PCB = Polyklooratut bifenyylit

PCDD/F = dioksiinit/furaanit

PFOS = Perfluorioktaanisulfonaatti

PLC = Pollution load compilation

POP-yhdiste = Pysyvät orgaaniset yhdisteet

REACH = Euroopan unionin asetus kemikaalirekisteröinnistä, kemikaalien arvioinnista, lupamenettelyistä sekä rajoituksista; Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

SYKE = Suomen ympäristökeskus

UNECE = YK:n Euroopan talouskomissio, United Nations Economic Commission for Europe

VAHTI = Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä

VESLA = Vedenlaatatietojärjestelmä

VHA = Vesienhoitoalue

YM = Ympäristöministeriö

Kirjallisuutta

Andersson, H., Palm-Cousins, A., Munthe, J., Brorström-Lundén, E., Westerdahl, J., Pettersson, M., Wickman, T., Jamtrot, A., Parkman, H., Krupanek, J., Fridmanis, J., Toropovs, V., Verta, M. & Nielsen, U. 2012. Final report - Major Sources and Flows of the Baltic Sea Action Plan Hazardous Substances. COHIBA work package 4. 78 s.

Castrén, J., Korhonen, R., Kuokkanen, A., Lallukka, S., Lehtinen, E. & Urho, A. 2016. Jätevedenpuhdistus pääkaupunkiseudulla 2015 - Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamot. HSY:n julkaisuja 4/2016. 69 s.

Castrén, J., Kuokkanen, A., Lallukka, S., Lehtinen, E. & Blomberg, K. 2017. Jätevedenpuhdistus pääkaupunkiseudulla 2016 - Viikinmäen ja Suomenojan puhdistamot. HSY julkaisuja 1/2017. 72 s.

EMEP, 2016. European Monitoring and Evaluation Programme. <http://www.emep.int/> Päivitetty 2016, Luettu 14.12.2017

EMEP MSC-E, 2017. Country specific report for Finland.

<http://www.msceast.org/index.php/finland>

Päivitetty 2017. Luettu 14.12.2017.

EMEP MSCE-POP, 2016. Multicompartment POP transport model (MSCE-POP).

<http://www.msceast.org/index.php/j-stuff/msce-pop> Päivitetty 2016, Luettu 14.12.2017

European Commission 2012. Guidance Document No. 28 Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical Report 2012–058.

HELCOM. 2011. The Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5). Balt. Sea Environ. Proc. No. 128.

Huhtala, S., Munne, P., Nakari, T., Nuutinen, J., Perkola, N., Sainio, P., Schultz, E. & Schultz, L. 2011. WP3 Innovative approaches to chemical controls of hazardous substances. COHIBA project WP3.

Jaakkonen, S. 2011. Sisävesien pilaantuneet sedimentit. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 11/2011. 49 s.

Kangas, A. (toim.) 2018. Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen – Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 19/2018. 169 s.

Karjalainen, A., Siimes, K., Leppänen, M. & Mannio, J. 2014. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38/2014. 112 s.

Karvonen, A., Taina, T., Gustafsson, J., Mannio, J., Mehtonen, J., Nystén, T., Ruoppa, M., Sainio, P., Siimes, K., Silvo, K., Tuominen, S., Verta, M., Vuori, K.-M. & Äystö, L. 2012. Vesiympäristölle

vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen – Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 15/2012. 149 s.

Kilponen, J. 2016. Microplastics and Harmful Substances in Urban Runoffs and Landfill Leachates – Possible Emission Sources to Marine Environment. Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, Lahti University of Applied Sciences.

Koskinen, P., Silvo, K., Mehtonen, J., Ruoppa, M., Hyytiä, H., Silander, S. & Sokka, L. 2005. Esiselvitys tiettyjen haitallisten aineiden päästöistä. Suomen ympäristö 810. 84 s.

Loos R., Gawlik B.M., Locoro G., Rimaviciute E., Contini S., Bidoglio G. 2008. EU Wide Monitoring Survey of Polar Persistent Pollutants in European River Waters. JRC Scientific and Technical Reports EUR 23568 EN.

Loos R., Carvalho R., Comero S., António D.C., Ghiani M., Lettieri T., Locoro, G., Paracchini, B., Tavazzi, S., Gawlik, B., Blaha, L., Jarosova, B., Voorspoels, S., Schwesig, D., Haglund, P., Fick, J. & Gans, O. 2012. EU Wide Monitoring Survey on Waste Water Treatment Plant Effluents. JRC Scientific and Policy Reports EUR 25563 EN.

Mannio, J., Rantakokko, P., Kyllönen, K., Anttila, P., Kauppi, S., Ruokojärvi, P., Hakola, H., Kiviranta, H., Korhonen, M., Salo, S., Seppälä, S., Viluksela, M. 2016. Kaukokulkeutuvat ympäristömyrkyt Suomen pohjoisilla alueilla – LAPCON. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 33/2016.

Mehtonen J., Verta, M., Munne P., 2012a. Summary report Finland - Identification of sources and estimation of inputs/impacts on the Baltic Sea. COHIBA Work Package 4. 409 s.

Mehtonen, J., Mannio, J., Kalevi, K., Huhtala, S., Nuutinen, J., Perkola, N., Sainio, P., Pihlajamäki, J., Kasurinen V., Koponen, J., Pauku, R., & Rantakokko, P. 2012b. Tiettyjen haitallisten orgaanisten yhdisteiden esiintyminen yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilla ja kaatopaikoilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 29/2012.

Mehtonen, J., Perkola, N., Reinikainen, J., Seppälä, T. & Suikkanen, J. 2016a. Perfluoratut yhdisteet - tietopaketti (PERFAKTA). Suomen ympäristökeskus. 13 s. Vain sähköisesti: www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Kemikaalien_ymparistoriskit/Ymparistoon_paatyvat_haitalliset_aineet/Perfluoratut_yhdisteet

Mehtonen, J., Perkola, N., Seppälä, T., Mannio, J., Fjäder, P., Nysten, T. & Salo, S. 2016b. Perfluoratut yhdisteet ympäristössämme – mitä, miksi ja missä? Vesitalous-lehti 5/2016: 12-16.

Munne, P., Verta, M. & Mehtonen, J. 2013. Itämeren suojeleohjelmaan kuuluvien haitallisten aineiden päästöt Suomessa. Ympäristö ja Terveys -lehti 4/2013: 20-25.

Nakari, T., Schultz, E., Munne, P., Sainio, P. & Perkola, N. 2012. Haitallisten aineiden pitoisuudet puhdistetuissa jätevesissä ja jätevesien toksisuus. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2012. 44 s. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=409494&lan=fi>



SYKE

Perkola, N. 2014. Fate of artificial sweeteners and perfluoroalkyl acids in aquatic environment. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta, ympäristötieteiden laitos.

Räinä, P. (toim.), Liljaniemi, P., Puro-Tahvanainen, A., Pasanen, J., Rautiala, A., Seppälä, A., Kurkela, A., Honka, A. & Ylikörkkö, J. 2015. Tornionjoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2016-21. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen raportteja 88/2015. 153 s.

<http://view.24mags.com/library/vaikutavesiin#category-268>

Siimes, K., Vähä, E., Junttila, V., Lehtonen K. K. & Mannio, J. (Toim.). käsikirjoitus 2018a. Haitalliset aineet Suomen vesissä: tilanne ja seurannan suuntaviivat. Suomen ympäristökeskuksen raportteja XX /2018 (taitossa).

Siimes, K., Vähä, E. & Joukola, M. käsikirjoitus 2018b. Valuma-aluepohjainen kasvinsuojeluaineiden riski-indikaattori. Suomen maataloustieteellinen seura, maataloustieteen päivät 2018 proceedings-teksti. 7 s. (tulee nettiin keväällä 2018)

SYKE 2013. Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitusinventaario;

- Vuoksen VHA:n kuormitusinventaario + tukimateriaali
- Kymijoen-Suomenlahden VHA:n kuormitusinventaario + tukimateriaali
- Kokemäenjoen–Saaristomeren-Selkämeren VHA:n kuormitusinventaario + tukimateriaali
- Oulujoen–Iijoen VHA:n kuormitusinventaario + tukimateriaali
- Kemijoen VHA:n kuormitusinventaario + tukimateriaali
- Tornionjoen VHA:n Suomen puolen kuormitusinventaario + tukimateriaali
- Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen VHA:n Suomen puolen kuormitusinventaario + tukimateriaali
- Kansallinen yhteenvetoraportti + tukimateriaalin yhteenveto

www.ymparisto.fi/fiFI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteisty/Suunnitteluopas

SYKE luonnos 2018. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan Tukholman yleissopimuksen velvoitteiden kansallinen täytäntöönpano suunnitelma (NIP). Luonnos 10.4.2018.

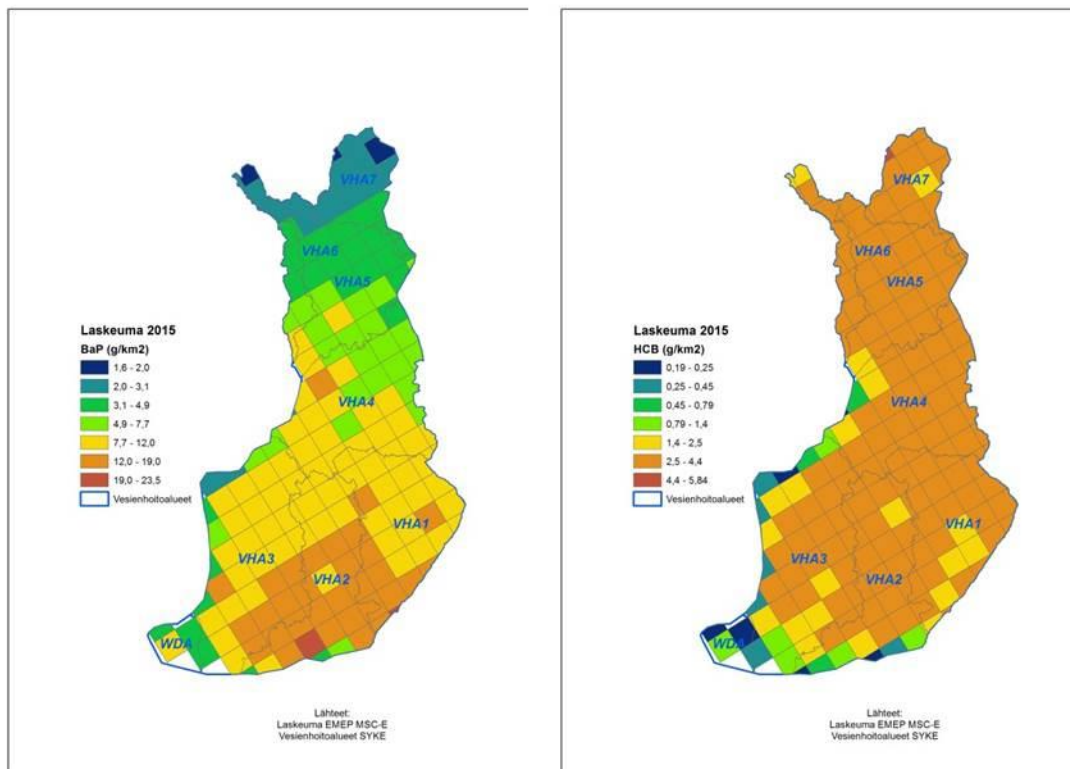
UNECE CLRTAP, 2016. <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html> Päivitetty 2016. Luettu 14.12.2017

Verta, M. & Mehtonen, J. Substance Flow Analysis (SFA) for dioxins, furans and dioxin-like PCBs in Finland. 39 s. julkaisussa Mehtonen, J., Verta, M., Munne P., 2012. WP4 Identification of sources and estimation of inputs/impacts on the Baltic Sea; Summary report Finland. COHIBA project.

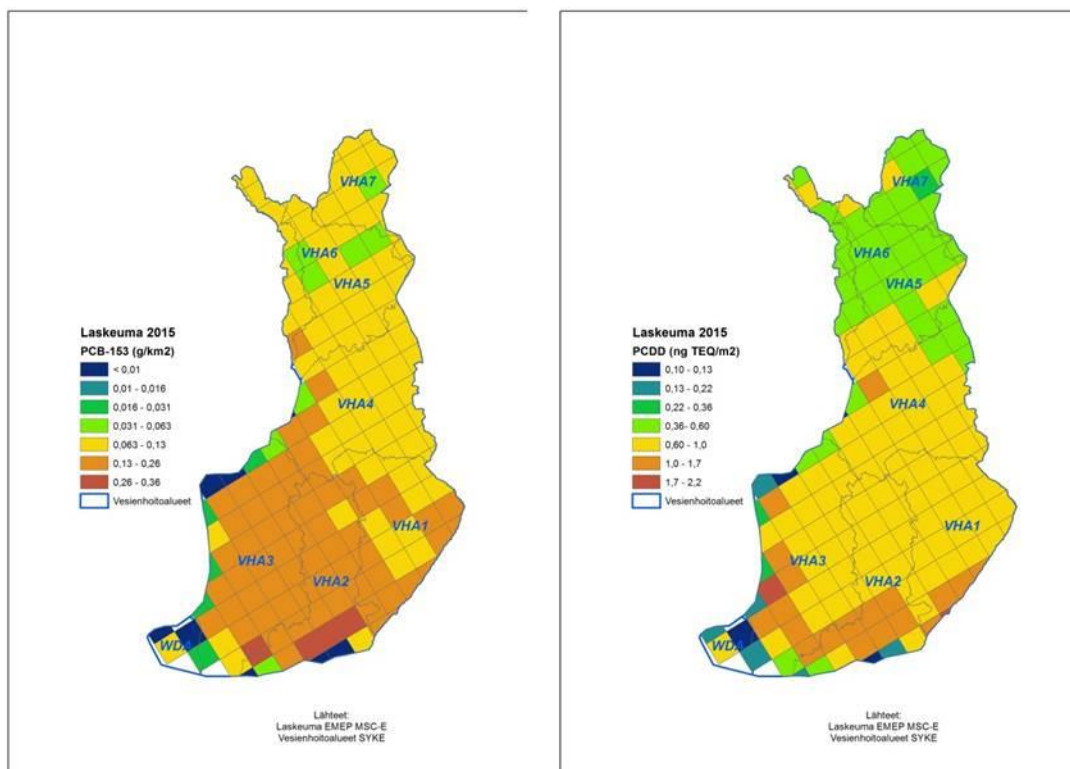
Vieno, N. 2014. Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla –hankkeen loppuraportti. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 34.

Liite 1. Pysyvien orgaanisten yhdisteiden arvioitu laskeuma Suomeen 2015

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Laskeuma vesienhoitoalueiden koko pinta-alalle, sisä- ja rannikkovesiin sekä maa-alueille arvioitiin dioksiineille (PCDD/F), PCB-yhdisteille (PCB-153), bentso(a)pyreenille (B[a]P) ja heksaklooribentseenille (HCB). Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2015 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Pysyvien orgaanisten yhdisteiden laskeumamalli (EMEP MSC-E-POP, 2016) on YK:n Euroopan talouskomission kaukokulkeutumisopimuksen (UNECE CLRTAP, 2016) alaisen seurantaohjelman (EMEP, 2016) kehittämä. Mallitulokset on haettu EMEP:in verkkopalvelusta 50 km hilassa (EMEP MSC-E 2017). Laskeumamallista saatiin kunkin 50x50 km² ruudun pinta-alakohtaiset laskeumat (kuvat 1 ja 2).



Kuva 1. Vuoden 2015 arvioitu bentso(a)pyreenin ja heksaklooribentseenin laskeuma (g km²) EMEPin 50 x 50 km² hilassa.



Kuva 2. Vuoden 2015 arvioitu PCB-yhdisteiden (g km^{-2}) ja dioksiinien (ng I-TEQ m^{-2}) laskeuma EMEPin 50 x 50 km^2 hilassa.

Vesienhoitoalueille tuleva laskeuma

Vesienhoitoalueiden kokonaispinta-alat (Taulukko 1) sekä kullekin alueelle sijoittuvien sisä- ja rannikkovesien osuudet saatiin vesienhoitosuunnitelmista (Manninen 2015, Karonen 2015, Westberg 2015, Laine 2015, Ränä 2015a, 2015b, 2015c, 2018) sekä muusta taustamateriaalista (Etelä-Savon ympäristökeskus 2005, Maanmittauslaitos 2017).

Taulukko 1. Vesienhoitoalueiden pinta-alat

	kokonais- pinta-ala (km^2)	sisä- vesien osuus (%)	sisä- vesien pinta-ala (km^2)	rannikko- vesien osuus (%)	rannikko- vesien pinta-ala (km^2)	maa- alueiden osuus (%)	maa- alueiden pinta-ala
VHA1	58 158	19 %	11 166	-	-	81 %	46 992
VHA2	57 074	13 %	7 439	11 %	6 093	76 %	43 542
VHA3	83 360	5 %	4 558	17 %	14 432	77 %	64 370
VHA4	68 084	7 %	4 698	5 %	3 336	88 %	60 050
VHA5	54 831	4 %	2 157	2 %	916	94 %	51 758
VHA6	14 400	5 %	666	1 %	107	95 %	13 627
VHA7	25 546	10 %	2 622	-	-	90 %	22 924
WDA	13 324	0,2 %	29	88 %	11 742	12 %	1 553
Ahvenanmaa							
Yhteensä	374 777		33 335		36 626		304 816



SYKE

Vuoden 2015 paikkakohtaiset laskeumat (g/ruutu) määritettiin kertomalla pinta-alakohtaiset laskeumat kunkin EMEP-ruudun tai sen osan pinta-alalla. Vesienhoitoalueille määritettiin laskeumasta peräisin olevat aineiden kokonaiskuormat laskemalla yhteen paikkakohtaiset laskeumat kullekin VHA:lle (g/VHA) (Taulukko 2). Laskeumista kohdistuva kuormitus sisä- ja rannikkovesiin (Taulukot 3, 4) arvioitiin kertomalla vesienhoitoalueen kokonaiskuorma alueen sisä- ja rannikkovesien osuuksilla. Maa-alueille tuleva laskeuma saatiin vastaavasti kertomalla vesienhoitoalueen kokonaiskuorma maa-alueiden osuudella (Taulukko 5).

Taulukko 2. Koko vesienhoitoalueen pinta-alalle laskettu kokonaislaskeuma vuonna 2015

	HCB_tot (kg)	B[a]P_tot (kg)	PCB_tot (kg)	PCDD/F_tot (g I-TEQ)	kok.pinta-ala (km ²)
VHA1	166	666	8,3	50,9	58 158
VHA2	139	747	10,4	54,7	57 074
VHA3	188	869	13,2	74,6	83 360
VHA4	216	540	6,8	49,0	68 084
VHA5	185	275	4,2	31,7	54 831
VHA6	49	62	1,2	8,0	14 400
VHA7	82	71	2,0	12,6	25 430
WDA					
Ahvenanmaa	6,7	77,4	0,5	5,1	13 324
Yhteensä	1031,4	3307,4	46,6	286,6	374 661

Taulukko 3. Sisävesien pinta-alaosuuden mukaan laskettu pintavesiin tuleva laskeuma vuonna 2015

	HCB_tot (kg)	B[a]P_tot (kg)	PCB_tot (kg)	PCDD/F_tot (g I-TEQ)	sisävesien pinta-ala (km ²)
VHA1	32	128	1,6	9,8	11 166
VHA2	18	97	1,4	7,1	7 439
VHA3	10	48	0,7	4,1	4 558
VHA4	15	37	0,5	3,4	4 698
VHA5	7,3	11	0,2	1,2	2 157
VHA6	2,3	2,9	0,1	0,4	666
VHA7	8,4	7,3	0,2	1,3	2 622
WDA	0,01	0,17	0,001	0,01	29
Ahvenanmaa					
Yhteensä	93,1	331,2	4,6	27,3	33 335

Taulukko 4. Rannikkovesien pinta-alaosuuden mukaan laskettu rannikkovesiin tuleva laskeuma vuonna 2015

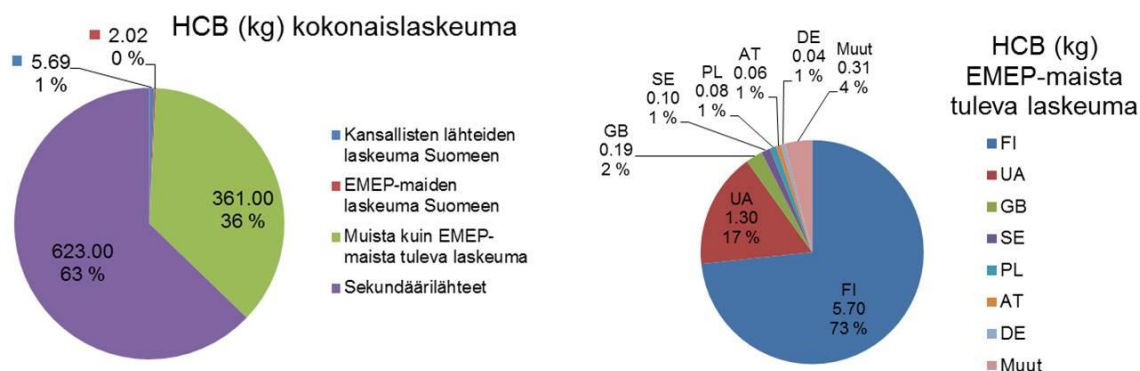
	HCB_tot (kg)	B[a]P_tot (kg)	PCB_tot (kg)	PCDD/F_tot (g I-TEQ)	rannikkovesien pinta-ala (km ²)
VHA2	14,8	79,8	1,1	5,8	6 093
VHA3	32,5	150,5	2,3	12,9	14 432
VHA4	10,6	26,5	0,3	2,4	3 336
VHA5	3,1	4,6	0,1	0,5	916
VHA6	0,4	0,5	0,01	0,1	107
WDA	5,9	68,2	0,4	4,5	11 742
Ahvenanmaa					
Yhteensä	67,3	330,0	4,3	26,3	36 626

Taulukko 5. Maa-alueille tuleva laskeuma vuonna 2015

	HCB_tot (kg)	B[a]P_tot (kg)	PCB_tot (kg)	PCDD/F_tot (g I-TEQ)	maa-alueiden pinta-ala (km ²)
VHA1	134,0	537,9	6,7	41,1	46 992
VHA2	105,7	570,1	7,9	41,7	43 542
VHA3	145,0	671,1	10,2	57,6	64 370
VHA4	190,5	476,5	6,0	43,2	60 050
VHA5	175,1	259,3	3,9	29,9	51 758
VHA6	46,5	58,8	1,1	7,5	13 627
VHA7	73,8	63,8	1,8	11,4	22 924
WDA	0,8	9,0	0,1	0,6	1 553
Ahvenanmaa					
Yhteensä	871,4	2646,6	37,8	233,1	304 816

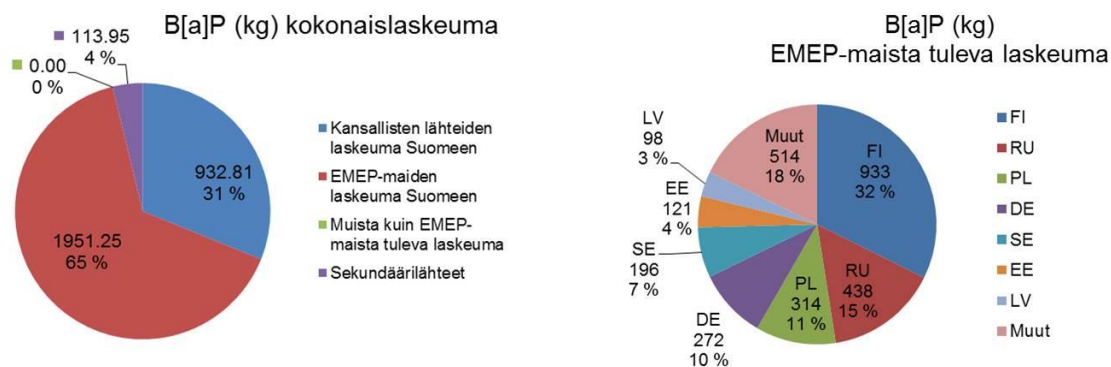
Suomen päästöjen osuus laskeumasta

EMEPin orgaanisten yhdisteiden leviämismallilla (EMEP MSCE-POP, 2016) tuotetut arviot eri maiden päästölähteiden osuudesta Suomen laskeumasta haettiin EMEP MSC-E:n sivuilta (EMEP MSC-E, 2017). Lisäksi saatiin arvio erityyppisten lähteiden osuudesta kokonaislaskeumasta (Gusev 2018). Sekundäärilähteistä tuleva laskeuma, esimerkiksi pinnoilta uudelleen ilmaan kulkeutuva aines, muodostaa merkittävän osuuden (63%) heksaklooribentseenin kokonaislaskeumasta (Kuva 3, vasen). Muiden kuin EMEP-maiden päästölähteet aiheuttavat yli kolmanneksen HCB-kokonaislaskeumasta. Kansallisten päästölähteiden osuus heksaklooribentseenin kokonaislaskeumasta on häviävän pieni (1 %). Verrattuna EMEP-maista tulevaan laskeumaan Suomen osuus on kuitenkin merkittävä (73%) (Kuva 3, oikea).



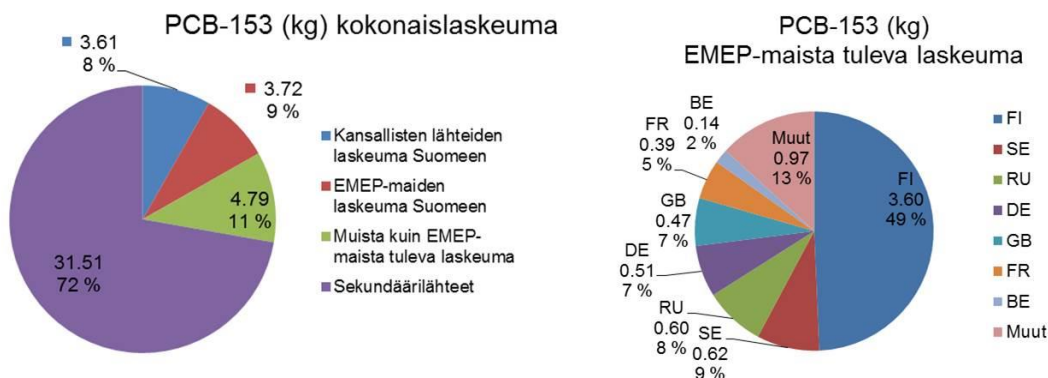
Kuva 3. Suomeen vuonna 2015 tulleen heksaklooribentseeni-laskeuman eri lähteiden arvioidut osuudet (vasemmalla) sekä EMEP-maista tulevan laskeuman eri maiden osuudet (oikealla).

Malliarvioiden mukaan bentso(a)pyreenilaskeuman päästölähteistä lähes kolmannes olivat kotimaisia ja noin kaksi kolmasosaa laskeumasta oli peräisin muista EMEP-maista (Kuva 4). Tämän aineen kohdalla ei sekundääripäästöjä juuri ole.



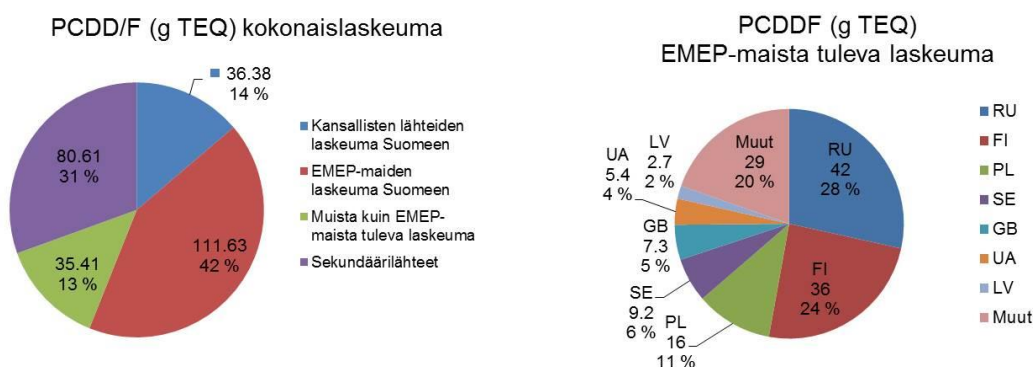
Kuva 4. Suomeen vuonna 2015 tulleen bentso(a)pyreeni -laskeuman eri lähteiden arvioidut osuudet (vasemmalla) sekä EMEP-maista tulevan laskeuman eri maiden osuudet (oikealla).

Sekundärlähteet aiheuttavat arvion mukaan valtaosan (72 %) PCB-153 kokonaislaskeumasta (Kuva 5). Kokonaislaskeumasta 3,61 kg eli 8 % tuli kansallisista lähteistä, yhtä paljon kuin muiden EMEP-maiden yhteenlaskettu osuus kokonaislaskeumasta (Kuva 5).



Kuva 5. Suomeen vuonna 2015 tulleen PCB-153 -laskeuman eri lähteiden arvioidut osuudet (vasemmalla) sekä EMEP-maista tulevan laskeuman eri maiden osuudet (oikealla).

Suomen päästöistä peräisin oleva dioksiinien laskeuma Suomeen v. 2015 muodosti malliarvouden mukaan noin 14 % kokonaislaskeumasta. Verrattuna muihin EMEP-maihin, venäläisistä päästölähteistä tuli lähes saman verran kuin suomalaisista (Kuva 6).



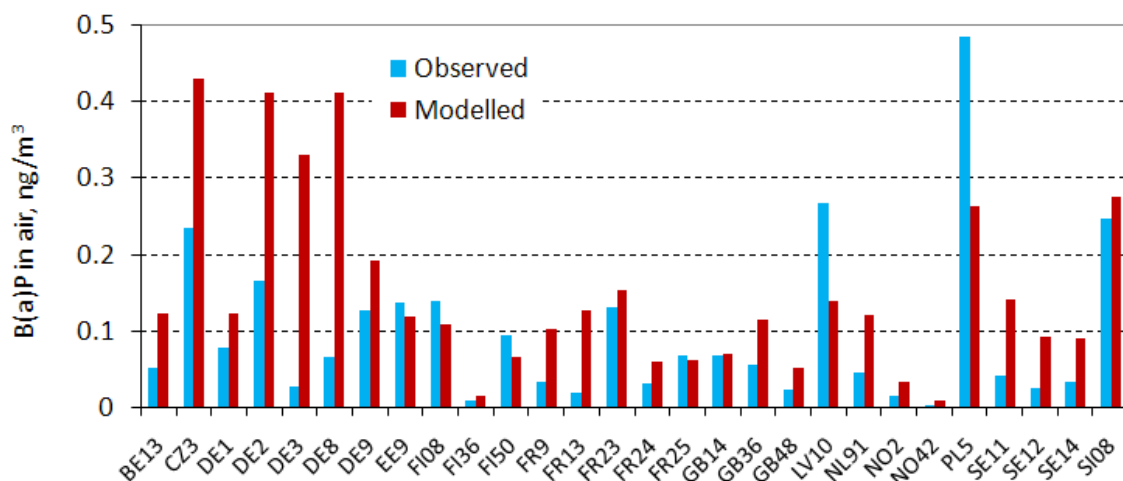
Kuva 6. Suomeen vuonna 2015 tulleen dioksiinien (g I-TEQ) laskeuman eri lähteiden arvioidut osuudet (vasemmalla) sekä EMEP-maista tulevan laskeuman eri maiden osuudet (oikealla).

Laskeuma-arvioiden epävarmuudesta

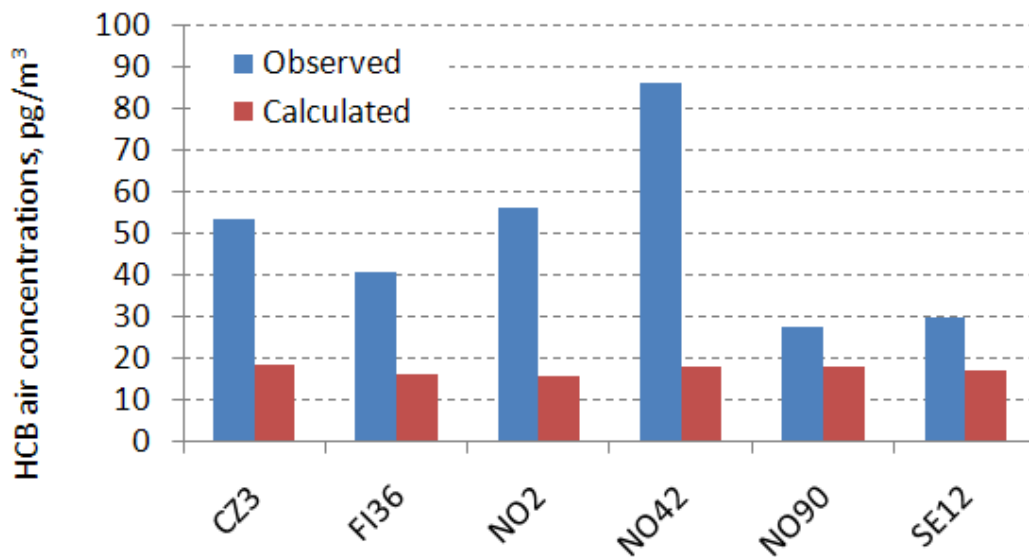
EMEPin orgaanisten yhdisteiden leviämismallia on kuvattu tarkemmin teoksissa Gusev ym. (2005, 2017a). Itämeren alueen laskeumien kuvauksen yhteydessä Gusev (2017b) toteaa, että virallisesti ilmoitettujen päästölukujen epävarmuudet heikentävät malliarvioiden luotettavuutta. MSCE-POP mallin tuloksia on verrattu EMEPin havaintoverkoston tuloksiin (Gusev ym. 2006, Shatalov ym. 2005). Vuoden 2005 EMEP Task Force on Modelling and Mapping kokouksissa arvioitiin, että MSCE-POP -mallilla voidaan arvioida pysyvien orgaanisten yhdisteiden kaukokulkeutumista ja laskeumaa Euroopan alueella (Gusev 2017b).

Vuosien 1998 – 2008 aikana mitattuihin dioksiinilaskeumien WHO-TEQ arvoihin verrattuna (Korhonen ym. 2016) tässä raportissa käytetyt vuoden 2015 laskeumaa kuvaavat mallituloksista saadut PCDD/F-laskeumien I-TEQ arvot ovat noin 3 – 4 kertaa korkeammat. Myös aiemmin käytettyihin mallinnettuihin arvoihin (Verta & Mehtonen 2012) nyt esitetyt vuoden 2015 dioksiinilaskeumat ovat noin 4 kertaa korkeammat: 27 g I-TEQ/a sisävesiin, 26 g I-TEQ/rannikkovesiin ja 230 g I-TEQ/a maahan. HELCOM-ohjelmassa on arvioitu Itämeren dioksiinilaskeumaa (Gusev 2017b). Suomenlahden osalta laskeuma vastaa tämän raportin arviota (0.96 ng I-TEQ/m²/vsi). Saaristomerellä VHA8:lle ja VHA3:lle arvioidut rannikkovesien laskeumat (0.38 ja 0.90 ng I-TEQ/m²/vsi) ovat 1.3 – 3 kertaa korkeammat kuin HELCOMin arviot. Selkämeren laskeuma arviotiin 3 – 4 kertaa ja Perämerelle noin 2 kertaa korkeammaksi kuin HELCOMin indikaattorin arviot (Gusev 2017b). Malliarvioihin vaikuttavat sekä vuosien välillä vaihtelevat sääolosuhteet, malliversioiden eroavaisuudet, että päästölähteiden raportoinnissa tapahtuvat muutokset.

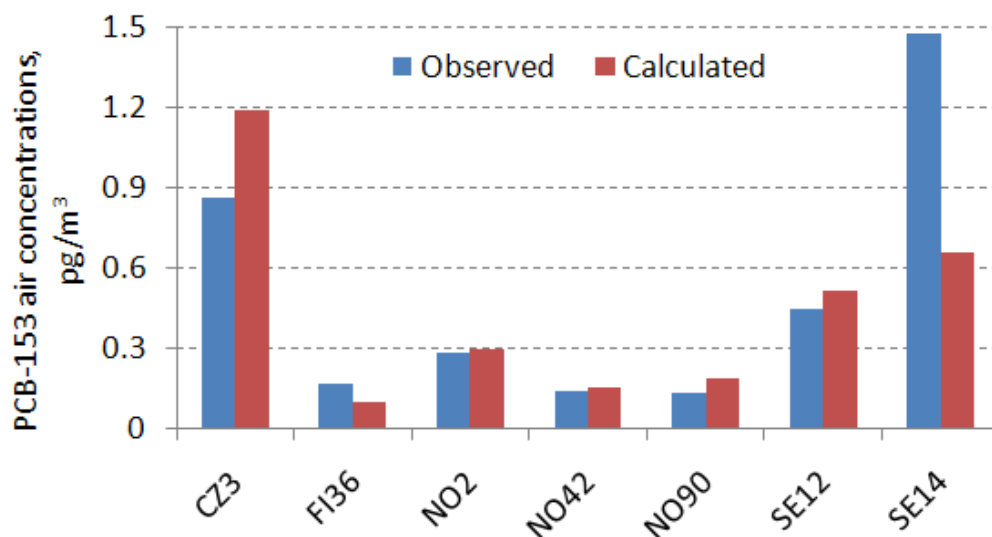
EMEPin pysyvien orgaanisten yhdisteiden leviämismallin tuloksia on verrattu havaittuihin ilman pitoisuuksiin eri mittausasemilla (EMEP MSCE-E SR3, 2017). Suomen mittausasemilla (Kevo, Pallas Matorova ja Hyytiälä) bentso(a)pyreenin osalta mallin tulokset vastaavat hyvin havaittuja ilman pitoisuuksia (Kuva 7). Heksaklooribentseenin ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksia on Suomessa mitattu ainoastaan Pallaksella. HCB:n osalta mallitulokset aliarvioivat ilman pitoisuutta Pallaksella (Kuva 8). Samoin PCB-yhdisteiden mallinnettu ilman pitoisuus on alhaisempi kuin Pallaksella mitattu (Kuva 9). Laskeumien osalta ei ole esitetty mallin tulosten ja havaintojen vertailua. Suomessa mitataan vain BaP, HCB ja PCB-153 laskeumaa vain Pallas Matorovan mittausasemalla. PCDD/F-laskeumaa ei mitata Suomessa.



Kuva 7. EMEPin mittausasemilla mitatut (sin.) ja mallinnetut (pun.) bentso(a)pyreenin ilmapitoisuudet v. 2015. Suomeen sijoittuvat mittausasemat ovat FI08 Kevo, FI36 Pallas Matorova ja FI50 Hyytiälä.



Kuva 8. EMEPin mittausasemilla mitatut (sin.) ja mallinnetut (pun.) heksaklooribentseenin ilmapitoisuudet v. 2015. FI36 on Pallas Matorovan mittausasema.



Kuva 9. EMEPin mittausasemilla mitatut (sin.) ja mallinnetut (pun.) PCB-yhdisteiden ilmapitoisuudet v. 2015. FI36 on Pallas Matorovan mittausasema.

Lähteet

EEA, 2016. EMEP grids reprojected by EEA. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/emep-grids-reprojected-by-eea>

EMEP, 2016. European Monitoring and Evaluation Programme. <http://www.emep.int/> Päivitetty 2016, Luettu 14.12.2017

EMEP MSC-E, 2017. Country specific report for Finland. <http://www.msceast.org/index.php/finland> Päivitetty 2017. Luettu 14.12.2017.



SYKE

EMEP MSCE-POP, 2016. Multicompartment POP transport model (MSCE-POP).

<http://www.msceast.org/index.php/j-stuff/msce-pop> Päivitetty 2016, Luettu 14.12.2017

EMEP MSCE-E SR3, 2017. Supplementary material to EMEP Status reports 2 and 3 2017. Comparison of data. <http://www.msceast.org/index.php/pollution-assessment/emep-domain-menu/comparison-menu> Päivitetty 2017, Luettu 14.12.2017

Etelä-Savon ympäristökeskus 2005. Vuoksen vesienhoitoalueen kuvaus.

Gusev A., E. Mantseva, V. Shatalov, B.Strukov, 2005. Regional multicompartment model MSCE-POP EMEP/MSC-E Technical Report 5/2005. http://www.msceast.org/events/review/pop_description.html

Gusev A., I. Ilyin, L.Mantseva, O.Rozovskaya, V. Shatalov, O. Travnikov ,2006. Progress in further development of MSCE-HM and MSCE-POP models (implementation of the model review recommendations. EMEP/MSC-E Technical Report 4/2006. http://www.msceast.org/refs/4_2006.zip

Gusev A., Rozovskaya O., Shatalov V., Vulykh N., Nizzetto P., Breivik K., Aas W., 2017a. Transboundary transport of Persistent Organic Pollutants with emphasis on PAH:s regional and national scale assessment and transition to the new EMEP grid. EMEP Status Report 3/ 2017. MSC-E & CCC. http://www.msceast.org/reports/3_2017.pdf

Gusev, A., 2017b. Atmospheric emissions of PCDD/Fs in the Baltic Sea region. HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets. Online. Viewed 10.6.2018. <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets>

Gusev A., 2018. Sähköposti Alexey Guseviltä Maria Holmbergille 9.1.2018

Karonen, M. ym. (toim.) 2015. Vesien tila hyväksi yhdessä: Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-350-0>

Korhonen, M., Verta, M., Salo, S., Vuorenmaa, J., Kiviranta, H., Ruokojärvi, P. 2016. Atmospheric Bulk Deposition of Polychlorinated Dibenzo-*p*-Dioxins, Dibenzofurans, and Polychlorinated Biphenyls in Finland. Journal of Marine Science and Engineering. doi:10.3390/jmse4030056

Laine, A. (toim.) 2015. Vesien tila hyväksi yhdessä: Oulujoen – Iijoen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B576254CB-CBE2-4819-AD09-F80D0FF6AD29%7D/115312>

Maanmittauslaitos 2017. Suomen kuntien pinta-alat 1.1.2017. https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2017/02/alat17_su_nimet.xlsx

Manninen, P., Kotanen, J. (toim.) 2015. Vesien tila hyväksi yhdessä: Vuoksen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BBA20A1B1-806A-4A7D-B03E-E08D58CAB963%7D/115901>

Räinä, P. (toim.) 2015a. Vesien tila hyväksi yhdessä: Kemijoen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B25094905-3992-42D3-9186-8427681DC455%7D/113660>

Räinä, P. (toim.) 2015b. Vesien tila hyväksi yhdessä: Tornionjoen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC7B4B755-3777-4DD0-96EF-79FEC5B41229%7D/113721>

Räinä, P. (toim.) 2015c. Vesien tila hyväksi yhdessä: Tenon-Näätämöjoen-Paatsjoen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B4F58D013-7E49-41B4-95B0-9F38DC3C676B%7D/113691>

Räinä, P., sähköposti 28.5.2018.

Shatalov V., Gusev A., Dutchak S., Holoubek I., Mantseva E., Rozovskaya O., Sweetman A., Strukov B. and N.Vulykh, 2005. Modelling of POP Contamination in European Region: Evaluation of the Model Performance. Technical Report 7/2005. http://www.msceast.org/refs/7_2005.zip

UNECE CLRTAP, 2016. <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html> Päivitetty 2016. Luettu 14.12.2017

Verta, M. & Mehtonen, J. 2012. Substance Flow Analysis (SFA) for Dioxins, furans and dioxin-like PCBs in Finland. Teoksessa: Mehtonen J., Munne, P. & Verta, M., 2012a. Summary report Finland - Identification of sources and estimation of inputs/impacts on the Baltic Sea. COHIBA Work Package 4. 409 s

Westberg, V. (toim.) 2015. Vesien tila hyväksi yhdessä: Kokemäenjoen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. <https://www.doria.fi/handle/10024/123563>