

## Vesipuitedirektiivin mukainen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitusinventaario

### Vuoksen vesienhoitoalue

#### 1. Johdanto

##### Vesienhoitoalueen yleiskuvaus

Vuoksen vesienhoitoalue kattaa Vuoksen Suomen puoleisen valuma-alueen sekä lisäksi useita pienempiä vesistöalueita. Vesienhoitoalue sijaitsee Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan, Etelä-Savon sekä Kaakkois-Suomen alueella ja siihen kuuluu myös pieniä alueita Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan eteläosista. Vuoksen vesienhoitoalueen kokonaisala on Suomen vesienhoitoalueista suurin, noin 58 000 km<sup>2</sup>, josta maa-alueita on n. 47 000 km<sup>2</sup> ja vesialuetta n. 11 000 km<sup>2</sup>. Alueen 67 kunnassa asuu yhteensä noin 640 000 ihmistä (v. 2009). Osa vesienhoitoalueen valuma-alueesta sijaitsee Venäjällä, jonka kanssa tehdään yhteistyötä mm. Pohjois-Karjalan ja Kaakkois-Suomen rajavesistöissä.

Vuoksen vesienhoitoalueella on 10 päävesistöaluetta, joista Jänisjoen, Kiteenjoen-Tohmajoen ja Hiitolanjoen vesistöalueet laskevat eri vesistöreittejä pitkin Venäjän puolelle ja lopulta Laatokkaan. Vuoksen vesistöalue laskee Vuoksen kautta Laatokkaan. Salpausselkien eteläpuolella sijaitsee lisäksi 6 pienempää jokivesistöaluetta (Juustilanjoki, Hounijoki, Tervajoki, Vilajoki, Urpalanjoki ja Vaalimaanjoki), jotka laskevat suoraan Suomenlahteen.

##### Lainsäädäntö

Ympäristölaatumidirektiivin 5 artiklan velvoittamana ja toisen suunnittelukauden vesienhoidon osana tulee Suomen laatia selvitys eli inventaario vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetuksen (1022/2006) liitteen 1C ja 1D aineiden päästöistä tai huuhtoutumista kullakin vesienhoitoalueella. Siten inventaarioon sisältyy 41 EU:n prioriteettiainetta /-aineryhmää ja 15 kansallista haitallista ainetta.

Vesienhoitoasetuksen (1040/2006) 22 §:n mukaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 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).

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 estäminen ja vähentäminen, mikä tulee osoittaa riittävän luotettavalla inventaariojärjestelmällä. On kuitenkin huomattava, että luonnosta peräisin olevien vaarallisten aineiden päästöjä kuten elohopean ja kadmiumin päästöjä ei ole mahdollista täysin lopettaa samoin kuin ei poltossa syntyvien PAH-yhdisteiden päästöjä.

Aineiden päästö- ja huuhtoutumatiedot raportoidaan EU:lle osana vesien- ja merenhoidon raportointimenettelyjä. Jäsenmaiden on ajantasaistettava selvityksensä vesipuitedirektiivin 5 artiklan 2 kohdassa tarkoitettujen analyysien yhteydessä eli seuraavan kerran 20.12.2013 mennessä. Ajantasaistetut selvitykset, mukaan lukien tämän inventaarion tulokset, julkaistaan tarkistetuissa vesienhoitosuunnitelmissa 20.3.2016 mennessä. Ensimmäisessä merenhoitosuunnitelmassa tarvittavat tiedot julkaistaan viimeistään 15.7.2015. Raportointien perusteella komissio varmistaa viimeistään vuonna 2018, että prioriteettiaineiden päästöt ja huuhtoutumat pienenevät vesipuitedirektiivin 4 artiklan tavoitteiden mukaisesti.

SYKE on tukenut ELY-keskuksia kuormitusinventaarion tekemisessä erityisesti hajapäästöjen sekä merialueille ja Vuokseen tapahtuvien ainevirtaamien osalta. SYKE kokoaa EU-raportoinnissa tarvittavat tiedot valtakunnallisella tasolla ja toimii EU-raportoinnin yhteystahona Suomessa.

Tässä raportissa esitetty kuormitusinventaarion pintavesiin on tehty vesienhoitoaluetasolla seuraavasti:

- \* ympäristölupavelvollisten laitosten (Kappale 2 Yhdyskunnat ja asutus, Kappale 3 Teollisuus ja yritystoiminta) osalta päästöt sisävesiin ja rannikkovesiin raportoidaan Euroopan päästörepositorin (E-PRTR) vuoden 2010 päästötietojen mukaisesti veteen (pollutant releases to water).
- \* kasvinsuojeluaineiden pintavesihuuhtoumien arvioinnissa on käytetty koko 2000-luvun aineistoa painottaen vuosien 2008-2010 tietoa (kappale 4)
- \* laskeuma-arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2010 kokonaislaskeumasta (kappale 5)
- \* Vuoksen kautta Venäjälle päätyvän ainevirtaaman arvioinnissa on käytetty vuosien 2008–2010 tietoja (kappale 6).

Päästöt kohdistuvat sisävesiin, koska Vuoksen vesienhoitoalueella ei ole rannikkovesiä.

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 ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2006/11/EY asettamia määräyksiä. Direktiivin 2009/90/EY ja direktiivin 2008/105/EY kansallinen toimeenpano tuli kyseisten direktiivien määräysten mukaan saattaa voimaan vasta 20.8.2011 ja 13.7.2010.

Metsätaloudesta, kalankasvatuksesta, turvetuotannosta sekä pilaantuneilta maa-alueilta voi päästä vaarallisten aineiden asetuksen mukaisia aineita pintavesiin, mutta tällä hetkellä Suomessa ei pystytä arvioimaan niille päästöjä ja huuhtoumia.

### **Vähämerkityksellisten aineiden tunnistaminen**

EU-komission kuormitusinventaarion ohjeen (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) mukaan kuormitusinventariossa tulee käsitellä syvemmin aineita, jotka ovat relevantteja vesienhoitoalueella, mikä arvioidaan seuraavin kriteerein:

- a) aineen pitoisuus on enemmän kuin puolet aineen ympäristölaatuunormista useammassa kuin yhdessä vesimuodostumassa tai
- b) tarkkailu- ja seurantatulokset osoittavat nousevaa pitoisuustrendiä eliöissä tai
- c) kuormitustarkkailutiedot tai huuhtoutumien arviointi osoittaa niin suuria ainepäästöjä, että jompikumpi em. kriteereistä voi täyttyä



SYKE

Inventaarion yhtenä tarkoituksena on lisäksi tunnistaa haitalliset aineet, joilla on vähäistä merkitystä (minor relevance) vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössä voidaan keskittyä jäljelle jääneisiin aineisiin. Alla esitetty aineiden merkityksellisyyden tunnistaminen perustuu, jonkin verran modifioituna, EU-komission kuormitusinventaario-ohjeeseen (European Commission 2012).

Ensimmäisellä inventaariokierroksella on jouduttu tukeutumaan lähinnä a. ja c. kohdan tietoihin, koska pitoisuustrendien (kohta b) arviointi edellyttää 3-5 vuoden tiedot ja niitä ei tällä hetkellä ole käytettävissä. Kuormituksen ja huuhtoumien arviointi ja niiden suuruuden arviointi (kohta c) tehdään tässä inventaariossa, mutta tietoa siitä mitä aineita ei esiinny jätevesissä, on käytetty aineiden merkittävyyden arvioinnissa. Myöhemmillä suunnittelukierroksilla tullaan käyttämään myös kohdan b tietoa (eliöiden pitoisuustrenditietoa vesienhoitoalueen seurantaohjelmasta). Vesienhoidon toisen suunnittelukauden kemiallinen ja ekologinen luokittelu ei ole vielä valmis, mutta tässä inventaariossa on hyödynnetty tietoja haitallisten ja vaarallisten aineiden esiintymisestä pintaveden vesifaasissa ja eliöstössä.

EU:n prioriteettiainelistalla on 12 kasvinsuojeluainetta. Huuhtouma-arviota ei tehty näille, sillä mikään näistä aineista ei ole Suomessa maatalouskäytössä (Taulukko 1.1). Kansallisesti valituista haitallisista aineista kuusi on Suomessa käytössä olevaa kasvinsuojeluainetta (Taulukko 1.2). Kansallisesti valitut kasvinsuojeluaineet, lukuun ottamatta MCPA:ta, arvioitiin vähämerkityksellisiksi vesienhoitoalueella (Taulukko 1.3).

Taulukko 1.1. EU:n prioriteettiainelistan kasvinsuojeluaineiden 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, käyttöä esim. teollisuudessa (biosidi)

Aine		käyttö Suomessa
Alakloori	(H)	Ei ole käytetty koskaan Suomessa
Atratsiini	H	Maatalouskäytön lisäksi käytetty aikanaan teiden ja ratojen pientareilla. Käyttöä rajoitettu 1980-luvulla, kielletty kokonaan 1991.
Syklodieeniset torjunta-aineet: aldriini, endriini, dieldriini, isodriini	I	Maatalouskäyttö kielletty Suomessa 1970, aldriini 1969. Endriiniä käytetty metsätaimenarhoilla vielä 1970-luvulla.
Klorfenfifossi	(I)	Ei ole käytetty koskaan Suomessa
Klorpyrifossi	I	Käyttö sallittu sisätiloissa (esim. eläinsuojissa) 2008 asti.
DDT	I	Käyttö kielletty 1976 Suomessa.
Diuroni	(H), B	Ei ole koskaan ollut maatalouskäytössä Suomessa. Biosidikäyttöä mm. maaleissa ja liimoissa.
Endosulfaani	I	Käyttöä rajoitettu jo 1984, viimeisenä käytössä mansikan tervetäimantuotannossa 2005.
Heksakloorisykloheksaani (HCH)	I	Maatalouskäyttö kielletty Suomessa 1987.
Isoproturoni	(H) (B)	Ei ole koskaan käytetty Suomessa Biosidikäyttöä maaleissa
Simatsiini	H	Käytetty mm. marjatarhoilla ja hautausmailla. Käyttöä rajoitettu 1990-luvulla ja kaikki käyttö kielletty 2004.
Trifluraliini	H	Käytetty aiemmin mm. rypsilä. Käyttö kielletty Suomessa 2008, väliaikainen hyväksyntä kesäksi 2009.

Taulukko 1.2. Kansallisesti seurattavaksi valitut kasvinsuojeluaineet (samat lyhenteet kuin taulukossa 1.1)

Aine		käyttö Suomessa
MCPA	H	leveälehtisten rikkakasvien torjunta mm. vilja- ja nurmiviljelyksiltä (fenoksihappo)
Metamitroni	H	rikkakasvien torjunta mm. sokerijuurikasviljelyksiltä (ryhmä: triatsoni)
Tribenuroni-metyyli	H	rikkakasvien torjunta mm. vilja- ja nurmiviljelyksiltä (pien'annos herbisidi)
Dimetoaatti	I	tuhohyönteisten torjunta (esim. kirvat, kempit, luteet, kärsäkkäät, kärpäset)
Prokloratsi	F	härmän ja ruostetautien torjunta viljoilla; lumihomeen torjunta syysviljoilla
Mankotsebi	F	perunaruton torjunta; siemenperunan peittäminen, herukoiden laikkutautien torjunta*

\* HUOM! Mankotsebin hajoamistuotteena syntyvää etyleenitioureaa käytetään Suomessa teollisuuskemikaalina kumi- ja muovituotteiden sekä elektronisten komponenttien ja piirilevyjen valmistuksessa

Taulukossa 1.3 on esitetty vähemmän merkitykselliset aineet Vuoksen vesienhoitoalueen pintavesissä. Aineiden merkityksellisyyden arvioinnin perusteena on käytetty seuraavaa:

- tiedot aineiden esiintymisestä pintaveden vesifaasissa ja eliöstössä v. 2007-2012 (PIVET-rekisteri, 28.3.2013); aine on merkityksellinen, jos mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde tai mitattu maksimipitoisuus / EQS kala on > 0,5 enemmän kuin yhdessä vesimuodostumassa vesienhoitoalueella
- tiedot aineiden käyttökohteista ja -määristä (KETU-rekisteri) sekä käytön ja päästöjen rajoituksista ja kielloista Suomessa (mm. Koskinen ym. 2005, Seppälä ym. 2012)
- selvitykset, joiden perusteella tiedetään, että mitä ainetta ei päästetä eikä huuhtoudu pintavesiin ja mitä ei esiinny vesiympäristössä Suomessa (Dye ym. 2007, Hansen & Lassen 2008, VVY 2008, Kajaste ym. 2009, Nakari ym. 2009, Verta ym. 2009, Aaltonen 2011, Hallikainen ym. 2011, Mannio ym. 2011, Schlabach ym. 2011, Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a ja b, Nakari ym. 2012, Siimes 2012, Remberger ym. 2013)
- tiedot aineiden kaukokulkeutumisesta (mm. Seppälä ym. 2012)

Muut kuin Taulukon 1.3 aineet ovat mukana jatkotarkastelussa.

Taulukko 1.3. Aineet, joilla on vähäistä merkitystä Vuoksen vesienhoitoalueen pintavesissä

Aine	Perustelu
<b>EU:n prioriteettiaineet, vaarallisten aineiden asetuksen (1022/2006) liite 1C</b>	
alakloori	Kasvinsuojeluaine; ei ole käytetty koskaan Suomessa, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
antraseeni	Esiintyy mm. fossiilisissa polttoaineissa ja kivihiilitervan johdannaistuotteissa, joista merkittävin kreosootti; muodostuu polttoprosesseissa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
atratsiini	Kasvinsuojeluaine; käyttöä rajoitettu 1980-luvulla ja kielletty kokonaan 1991, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
bentseeni	Teollisuuskemikaali; käyttöä toimialoilla, joiden jätevedet johdetaan yleisesti yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
hiilitetra-kloridi	Teollisuuskemikaali, hyvin vähäistä käyttöä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, haihtuva VOC-yhdiste
C10-13-kloorialkaanit	Teollisuuskemikaali, ei enää käytössä, ei ole havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, kaukokulkeutuva
klorfenvinfossi	Kasvinsuojeluaine; ei ole käytetty koskaan Suomessa, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
klorpyrifossi (klorpyrifossi-etyyli)	Kasvinsuojeluaine; käyttö sallittu sisätiloissa (esim. eläinsuojissa) 2008 asti, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
syklodieeni-torjunta-aineet: aldriini, dieldriini, endriini, isodriini	Kasvinsuojeluaine; maatalouskäyttö kielletty 1970, aldriini 1969, endriiniä käytetty metsätaimatarhoilla vielä 1970-luvulla, ei ole havaittu pintavedestä, kaukokulkeutuva
kokonais- DDT, para-para-DDT	Kasvinsuojeluaine; käyttö kielletty 1976, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
1,2-dikloorietaani	Teollisuuskemikaali, hyvin vähäistä käyttöä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
dikloorimetaani	Teollisuuskemikaali; käyttöä toimialoilla, joiden jätevedet johdetaan yleisesti



	yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
DEHP	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali; mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
diuroni	Teollisuuskemikaali, ei ole koskaan ollut kasvinsuojeluainekäytössä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
endosulfaani	Kasvinsuojeluaine; käyttöä rajoitettu 1984, viimeisenä käytössä mansikan tervetaimituotannossa 2005 Puunsuoja-aine; ei enää käytössä, syksystä 2005 lähtien kaikki käyttö kielletty, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
fluoranteeni	syntyy orgaanisten aineiden palaessa epätäydellisesti. Esiintyy kivihiilitervassa sekä mm. bitumissa ja tervassa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
heksaklooribentseeni	Käyttö kasvinsuojeluaineena kielletty 1996 mutta käyttö loppui jo 1977 ja teollisuuskemikaalina 2002; muodostuu kemianteollisuuden sivutuotteena, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/EQS kala -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
heksaklooributadieeni	Teollisuuskemikaali; ei enää käytössä, muodostuu kemianteollisuuden sivutuotteena, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/EQS kala -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
heksakloorisykloheksaani	Kasvinsuojeluaine (gamma-isomeeri, lindaani); maatalouskäyttö kielletty Suomessa 1987 puutavaran suojauskäyttö loppui 1990-luvun puoleenväliin mennessä, ei enää käytössä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
isoproturoni	Kasvinsuojeluaineena ei ole käytetty koskaan, vähäistä käyttöä teollisuuskemikaalina, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
naftaleeni	Esiintyy pääasiassa raudan valmistuksen sivutuotteena syntyvässä kivihiilitervassa sekä vähäisemmässä määrin kreosootissa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
nonyylifenoli & nonyyllifenolietoksylaatit	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
pentaklooribentseeni	Teollisuuskemikaalina käyttö kielletty 1996 mutta käyttö loppui jo 1992; muodostuu polttoprosesseissa (erityisesti jätteenpoltossa), mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
pentakloorifenoli	Teollisuuskemikaali; käyttö kielletty vuonna 1989, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
bentso(a)pyreeni	Syntyy orgaanisen aineksen kuten hiilivetypohjaisen polttoaineen palaessa epätäydellisesti. Esiintyy pääasiassa raudan valmistuksen sivutuotteena syntyvässä kivihiilitervassa mutta myös maaleissa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
bentso(b)fluoranteeni & bentso(k)fluoranteeni	Syntyy orgaanisen aineksen kuten hiilivetypohjaisen polttoaineen palaessa epätäydellisesti. Esiintyy kemikaalivalmisteissa, jotka sisältävät kreosoottiöljyä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
bentso(ghi)peryleeni & indeno(1,2,3-cd)pyreeni	Syntyy orgaanisen aineksen kuten hiilivetypohjaisen polttoaineen palaessa epätäydellisesti, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, indeno(1,2,3-cd)pyreeni



	kaukokulkeutuva
simatsiini	Kasvinsuojeluaine; käyttöä rajoitettu 1990-luvulla ja kaikki käyttö kielletty 2004, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
tetrakloorieteeni (tetrakloori-etyleenii)	Teollisuuskemikaali; käyttöä toimialoilla, joiden jätevedet johdetaan yleisesti yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, käyttömäärä pudonnut vuosien 2001-2004 tasosta (360-800 tn/a) vuoteen 2010 (90 tn/a) [2011-2012 40-60 tn/a], ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, haihtuva VOC-yhdiste
trikloorieteeni (trikloori-etyleenii)	Teollisuuskemikaali; käyttöä toimialoilla, joiden jätevedet johdetaan yleisesti yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, käyttömäärä pudonnut vuosien 2001-2004 tasosta (620-1160 tn/a) vuoteen 2010 (160 tn/a) [2011-2012 20-40 tn/a], ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, haihtuva VOC-yhdiste
triklooribentseenit	Teollisuuskemikaali; ei enää käytössä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
trikloorimetaani (kloroformi)	Teollisuuskemikaali; ei enää käytössä, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
trifluraliini	Kasvinsuojeluaine; käyttö kielletty 2008, väliaikainen hyväksyntä kesäksi 2009, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, kaukokulkeutuva
<b>Kansalliset haitalliset aineet, vaarallisten aineiden asetuksen (1022/2006) liite 1D</b>	
klooribentseeni	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali; ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
1,2-diklooribentseeni	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali; ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
1,4-diklooribentseeni	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali; vuosien 2004-2005 tietojen perusteella mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5, haihtuva VOC-yhdiste
butyylibentsyyliiftalaatti (BBP)	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
dibutyyliiftalaatti (DBP)	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali, mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
resorsinoli (1,3-bentseenidioli)	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali; ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, vuoden 2005 tietojen perusteella ei havaittu pintavesistä
bronopoli (2-bromi-2-nitropropani-1,3-diol)	Teollisuus- ja kuluttajakemikaali, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä ja teollisuusjätevedestä, vuoden 2005 tietojen perusteella ei havaittu pintavesistä
dimetoaatti	Kasvinsuojeluaine; mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
metamitroni	Kasvinsuojeluaine; mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
prokloratsi	Kasvinsuojeluaine; mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
etyleenitiourea	Kasvinsuojeluaine; mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5
tribenuroni-metyyli	Kasvinsuojeluaine; mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde < 0,5

## 2. Yhdyskunnat ja asutus

### 2.1 Yleiskatsaus

Vuoksen vesienhoitoalueen 640 000 asukkaasta noin 70 % on liittynyt vesihuoltolaitosten viemäriverkostoihin. Vesienhoitoalueella on yhteensä noin 100 ympäristöluvan varaista, toiminnassa olevaa yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoja. Kaikkien merkittävien taajamien jätevedet käsitellään joko taajaman omassa puhdistamossa tai johdetaan jollekin suurelle puhdistamolle. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta.

Vesienhoitoalueella sijaitsee yhdyskuntajätevedenpuhdistamoja kokoluokittain seuraavasti:

- 0 kpl > 100 000 AVL –laitosta
- 28 kpl 2000 - 100 000 AVL –laitosta

### 2.2. Päästöt

Vuoden 2010 yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästötiedot pintavesiin perustuvat EPRTT-rekisterin tietoihin (Taulukko 2.1).

Taulukko 2.1. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt pintavesiin vuonna 2010 (Lähde EPRTT-rekisteri)

Vesistöalue, johon päästö kohdistuu	Laitosten lkm	Päästöt sisävesiin (kg/a)
04.272 Kallavesi	1	Ni: 73,7
06.022 Rakkolanjoki	1	Ni: 55

### 3. Teollisuus ja yritystoiminta

#### 3.1 Yleiskatsaus

Teollisuuden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Suurimmat massa- ja paperiteollisuuslaitokset sijaitsevat Kaakkois-Suomessa Imatralla, Lappeenrannassa, Joutsenossa, Varkaudessa ja Joensuussa.

#### 3.2 Päästöt

Vuoden 2010 teollisuuden ja yritystoiminnan päästötiedot pintavesiin perustuvat EPRTTR-rekisterin tietoihin (Taulukko 3.1).

Taulukko 3.1. Teollisuuden päästöt pintavesiin vuonna 2010 (Lähde EPRTTR-rekisteri)

Vesistöalue, johon päästö kohdistuu	Laitosten lkm	Päästöt sisävesiin (kg/a)
04.191 Vuoksen lähialue	1	Ni: 41,6
04.645 Kivijoki	1	Ni: 54,8
04.353 Sysmänjoki	1	Ni: 659
04.414 Huutojoki - Härkinpuro	1	Ni: 73
04.112 Ala-Saimaan lähialue	3	Cd: 119,4 Ni: 557,6 Pb: 56,6
04.211 Haukiveden lähialue	1	Ni: 198
03.011 Kokkolanjoki	1	Ni: 54,8



#### 4. Maatalouden kasvinsuojeluaineet

##### 4.1 Yleiskatsaus

Kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat ovat luonteeltaan hajakuormitusta. MCPA:n huuhtoutuma pintavesiin arvioitiin. Huuhtouma-arvio perustui niiden kasvien viljelyaloihin, joilla ainetta käytetään. Erilaisten kertoimien avulla laskettiin viljelyaloista aineiden tyypilliset käyttömäärät ja tästä edelleen päästökertoimilla huuhtouma-arvot. Vuoksen vesienhoitoalueella on maatalousmaata noin 300 000 hehtaaria.

##### 4.2 Huuhtoumat

Taulukossa 4.1 on esitetty MCPA:n huuhtouma pintavesiin. Huuhtoumalle on arvioitu tavanomaisten vuosien vaihteluvälin yläraja ja hydrologisilta olosuhteiltaan keskimääräistä vuotta vastaava tyypillinen huuhtouma. MCPA:n huuhtouma-arvio on melko luotettava.

Taulukko 4.1. MCPA:n huuhtouma pintavesiin 2000-luvun lopulla. Tyypillinen arvo kuvaa huuhtoumaa hydrologisilta olosuhteiltaan keskimääräisenä vuonna.

Aine	Laskelmissa käytetyt viljelyalat (ha)	Käyttö (kg/a)	Huuhtouma vesienhoito-alueella (kg/a)	Tyypillinen huuhtouma (kg/a)	Tyypillinen huuhtouma viljelyalaa kohti (mg/ha)	Tyypillinen huuhtouma maa-alaa kohti (mg/ha)
MCPA	kevätiljat: 94 143 syysviljat: 1 833	27 267	0 - 164	44	458	9,3

## 5. Laskeuma

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Laskeuma vesienhoitoalueen koko pinta-alalle sekä sisävesiin arvioitiin kadmiumille, elohopealle ja lyijylle. Kadmiumin, elohopean ja lyijyn laskeuman arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2010 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva raskasmetallilaskeuma. Mallitulokset on haettu EMEP:in verkkopalvelusta 50 km hilassa. Raskasmetallien laskeumamalli on YK:n Euroopan talouskomission kaukokulkeutumissopimuksen (UNECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution) alaisen EMEP-seurantaohjelman kehittämä. Raskasmetallilaskeumamallista saatiin kunkin 50x50 km<sup>2</sup> ruudun pinta-alakohtaiset laskeumat kadmiumille Cd (g km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>), elohopealle Hg (g km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>) ja lyijylle Pb (kg km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>). Paikkakohtaiset laskeumat (kg a<sup>-1</sup>) määritettiin kertomalla pinta-alakohtaiset laskeumat kunkin EMEP-ruudun tai sen osan pinta-alalla. Vesienhoitoalueelle määritettiin laskeumasta peräisin olevat kadmiumin, elohopean ja lyijyn kokonaiskuormat laskemalla yhteen paikkakohtaiset laskeumat. Laskeumasta kohdistuva kuormitus sisävesiin arvioitiin kertomalla vesienhoitoalueen kokonaiskuorma alueen sisävesien osuudella, joka saatiin vesienhoitosuunnitelmassa annetusta aluekuvauksesta. Laskeuman laskentamenettely kokonaisuudessaan on kuvattu Liitteessä 1.

Lyijyn ilmaperäinen laskeuma on selvästi suurin, minkä jälkeen seuraavaksi suurimmat ovat kadmiumin ja elohopean laskeumat (Taulukko 5.1).

Taulukko 5.1. Metallien ilmaperäinen laskeuma

Laskeuma	Kadmium kg/a	Elohopea kg/a	Lyijy kg/a
Laskeuma koko VHA:lle	919	535	24 677
Laskeuma VHA:n sisävesiin	176	103	4 738

## 6. Venäjän puolelle päätyvä ainevirtaama jokien kautta

### 6.1 Menetelmä-kuvaus

Jokien kautta Venäjän puolelle päätyvä ainevirtaama koostuu metallien osalta osittain luonnon huuhtoumasta ja osittain ihmisen aiheuttamasta piste- ja hajakuormituksesta valuma-alueella. Synteettisten orgaanisten aineiden jokiainevirtaamat mereen indikoivat ihmisten aiheuttamaa piste- ja hajakuormitusta.

Humus toimii metallien kuljettajana vesifaasissa, riippumatta metallien alkuperästä. Laajoihin kartoitusaineistoihin perustuen näyttää siltä, että eräillä metalleilla juuri humuspitoisuus säätelee metallin pitoisuutta vesifaasissa (Cr, Fe, Cu, Ni, Pb), toisilla taas happamuus säätelee esiintymistä enemmän (Cd, Zn). Nämä tekijät vaikuttavat siten metallien kokonaishuuhtoumaan.

Joen ainevirtaama rajan yli laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2008–2010 PIVET- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat metallien kokonaispitoisuus-analyysiin. Vedenlaadun näytteenottopiste sijaitsi rajan läheisyydessä. Mikäli jonkun kuukauden pitoisuus puuttui, korvattiin se kausikeskiarvolla. Kaudet oli määritelty näytteenottoaikan maantieteellisen sijainnin perusteella yrittäen huomioida virtaamien vuodenaikavaihtelut. Niissä tapauksissa, missä kausikeskiarvokin puuttui, korvattiin puuttuva kuukausikeskiarvo vuosikeskiarvolla.

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

Jokien ainevirtaama-arvioiden pohjana olevien pintavesipitoisuustulosten laskennassa on käytetty alle määrittäjärajien 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 määrittäjästarkkuuden alarajan alapuolelle jäävien näytteiden prosentuaalinen osuus ja LOQ on määrittäjästarkkuuden alaraja.

### 6.2. Ainevirtaamat

Vesienhoitoalueelta ei laske jokia Suomen merialueelle. Vuoksen kautta Venäjälle päätyvistä metallien ainevirtaamista ovat suurimmat nikkelillä ja sen jälkeen lyijyllä ja kadmiumilla. Elohopeaa on havaittu Vuoksen vedestä vuonna 2009, mutta ei vuonna 2008 ja 2010 (Taulukko 6.1).

Taulukko 6.1. Vuoksen kautta Venäjälle päätyvä metallien ainevirtaama vuosina 2008-2010. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määrittäjärajan. ETD = Ei tarpeeksi dataa ainevirtaaman arviointiin; näytteiden lukumäärä  $< 5$  kpl/a.

	vuosi	MQ m <sup>3</sup> /s	Cd kg/a	Hg kg/a	Ni kg/a	Pb kg/a
VUOKSI	2008	765	210	ei hav.	24800	1783
	2009	699	185	9,1	22164	1328
	2010	554	ETD	ei hav.	ETD	ETD

## 7. Yhteenveto

Nikkelin ja kadmiumin päästöt pintavesiin ovat suurimmat. Teollisuudesta pääsee nikkeliä, kadmiumia ja lyijyä pintavesiin. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta pääsee nikkeliä pintavesiin, mutta päästöt ovat selkeästi pienemmät kuin teollisuudesta. Elohopean osalta ainoa pintavesiä kuormittava tekijä on laskeuma.

Lyijyn hajakuormitustyyppinen ilmaperäinen laskeuma pintavesiin on 84 ja kadmiumin osalta 1,5 kertaa suurempaa kuin pistemäinen kuormitus pintavesiin.

Vuoksen kautta Venäjälle päätyvistä metallien ainevirtaamista suurimmat ovat nikkelillä sekä lyijyllä ja sen jälkeen kadmiumilla. Elohopeaa on havaittu Vuoksen vedestä vain vuonna 2008. Vuoksen metalliainevirtaamat ovat bruttokuormituksia eli kuormitusarviot sisältävät jokivedessä luontaisesti esiintyvistä metalleista aiheutuvan osuuden.

MCPA-kasvinsuojeluaineen tyyppinen huuhtouma pintavesiin on 44 kg/a.

Taulukko 7.1. Metallien päästöt pintavesiin sekä ilmaperäinen laskeuma vuonna 2010.

Päästölähde / kulkeumareitti	Cd kg/a	Hg kg/a	Ni kg/a	Pb kg/a
Yhdyskuntajätevedenpuhdistamot, sisävesiin	-	-	128,7	-
Teollisuus, sisävesiin	119,4	-	1638,8	56,6
Päästöt, yhteensä	119,4	-	1767,5	56,6
Laskeuma VHA:n sisävesiin	176	103	-	4 738
Laskeuma koko VHA:lle	919	535	-	24 677

Taulukko 7.2. Vuoksen kautta Venäjälle päätyvä metallien bruttoainevirtaama. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määrittäysrajan. ETD = Ei tarpeeksi dataa ainevirtaaman arviointiin.

Vuosi	MQ m <sup>3</sup> /s	Cd kg/a	Hg kg/a	Ni kg/a	Pb kg/a
2008	765	210	ei hav.	24800	1783
2009	699	185	9,1	22164	1328
2010	554	ETD	ei hav.	ETD	ETD



S Y K E

## 8. Lyhenteet

ArcGis = Paikkatieto-ohjelma

AVL = Asukasvastineluku

BBP = Butyylibentsyyliftalaatti

Cd = Kadmium

DBP = Dibutyyliftalaatti

DDT = Diklooridifenyylitrikloorietaani

DEHP = Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti

ELY-keskus = Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

EMEP = European Monitoring and Evaluation Programme

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

EQS = Ympäristönlautunormi, Environmental Quality Standards

HCH = Heksakloorisykloheksaani

HELCOM = Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio, Helsingin komissio

Hg = Elohopea

HYDRO = Hydrologian ja vesien käytön tietokanta

IL = Ilmatieteen laitos

KETU = Sosiaali- ja terveysalan lupaviraston (Valviran) ylläpitämä kemikaalien kansallinen tuoterekisteri

LOQ = Määritysraja

MCPA = 2-metoksi-4-kloorifenoksetikkahappo

MQ = Virtaamien tietyn ajan keskiarvo, yksikkö kuutiometriä sekunnissa (m<sup>3</sup>/s)

Ni = Nikkeli

PAH = Polysykliset aromaattiset hiilivedyt

Pb = Lyijy

PIVET = Pintavesien tilan tietojärjestelmä

PLC = Pollution load compilation

SYKE = Suomen ympäristökeskus

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

VHA = Vesienhoitoalue

VOC-yhdiste = Haihtuva orgaaninen yhdiste, Volatile Organic Compound



S Y K E

## Kirjallisuutta

- Aaltonen, E-K. 2011. Haitallisten aineiden kartoitus Kokkolan, Pietarsaaren ja Vaasan jätevedenpuhdistamoilla vuosina 2009 ja 2010. Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry. 13 s. + liitteet.
- Dye, C., Schlabach, M., Green, J., Remberger, M., Kaj, L., Palm-Cousins, A. & Brorström-Lundén, E. 2007. Bronopol, Resorcinol, m-Cresol and Triclosan in the Nordic Environment. Nordic Council of Ministers, Denmark. TemaNord 2007:585. 81 s. [www.norden.org/en/publications](http://www.norden.org/en/publications)
- 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.
- Hansen, A. B. & Lassen, P. 2008. Screening of phenolic substances in the Nordic environments. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. TemaNord 2008:530. [www.norden.org/en/publications](http://www.norden.org/en/publications)
- HELCOM. 2011. The Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5). Balt. Sea Environ. Proc. No. 128.
- Hallikainen, A., Airaksinen, R., Rantakokko, P., Koponen, J., Mannio, J., Vuorinen, P. J., Jääskeläinen, T. & Kiviranta, H. 2011. Itämeren kalan ja muun kotimaisen kalan ympäristömyrkyt: PCDD/F-, PCB-, PBDE-, PFC- ja OT-yhdisteet. Eviran tutkimuksia 2/2011. 101 s.
- Kajaste, I., Muurinen, J., Räsänen, M., Vahtera, E. & Pääkkönen, J-P. 2009. Helsingin ja Espoon merialueen tila vuonna 2008 – jätevesien vaikutusten velvoitetarkkailu. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2009. s. 66-74.
- 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.
- Mannio J. 2001. Responses of headwater lakes to air pollution changes in Finland. Monographs of the Boreal Environment Research 18, 48pp.
- Mannio, J. Mehtonen, J., Londesborough, S., Grönroos, M., Paloheimo, A., Köngäs, P., Kalevi, K., Erkomaa, K., Huhtala, S., Kiviranta, H., Mäntykoski, K., Nuutinen, J., Pauku, R., Piha, H., Rantakokko, P., Sainio, P. & Welling, L. 2011. Vesiympäristölle haitallisten teollisuus- ja kuluttaja-aineiden kartoitus vesiympäristössä (VESKA1). Suomen ympäristö 3/2011. 97 s.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=133514&lan=fi>
- 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. [http://www.cohiba-project.net/publications/en\\_GB/publications/\\_files/87107384988993099/default/FI%20WP4%20National%20report%20FINAL.pdf](http://www.cohiba-project.net/publications/en_GB/publications/_files/87107384988993099/default/FI%20WP4%20National%20report%20FINAL.pdf)
- 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.
- Nakari, T., Pehkonen, R., Nuutinen, J. & Järvinen, O. Sisä- ja rannikkovesien ympäristömyrkyjen seuranta v. 2006 – 2008. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18 / 2009. 29 s.



S Y K E

Nakari, T., Schultz, E., Munne, P., Sainio, P. & Perkola, N. 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>

Remberger, M., Kaj, L., Hansson K., Andersson, H., Brorström-Lundén, E., Lunder, H. & Schlabach, M. 2013. Selected Plasticisers and Additional Sweeteners in the Nordic Environment. TemaNord 2013:505. 65 s. + liitteet. Nordic Council of Ministers. [www.norden.org/en/publications](http://www.norden.org/en/publications)

Schlabach, M., Remberger, M., Brorström-Lundén, E., Norström, K., Kaj, L., Andersson, H., Herzke, D., Borgen, A. & Harju, M. 2011. Brominated Flame Retardants (BFR) in the Nordic Environment. TemaNord 2011:528. 86 s. Nordic Council of Ministers. [www.norden.org/en/publications](http://www.norden.org/en/publications)

Seppälä, T., Häkkinen, E., Munne, P., Vikström, L., Pyy, O., Jouttijärvi, T., Mehtonen, J., Johansson, M. 2012. Pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan Tukholman yleissopimuksen velvoitteiden kansallinen täytäntöönpano suunnitelma (NIP). Kansallinen tahattomasti tuotettujen POP-yhdisteiden päästöjen vähentämissuunnitelma (NAP). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 23/2012. 70 s.

Siimes, K. 2012. Pintavesien torjunta-aineseurannan tuloksia 2009-2011. MaaMet-hanke. 13 s.

Toivikko, S. 2011. HAVAVESI-raportti. Vesi- ja viemärilaitos. 5 s. + liitteet.

Verta M., Kauppila T., Londesborough S., Mannio J., Porvari P., Rask M., Vuori K-M. ja Vuorinen P.J. 2010. Metallien taustapitoisuudet ja haitallisten aineiden seuranta Suomen pintavesissä : ehdotus laatunormidirektiivin toimeenpanosta Helsinki : Suomen ympäristökeskus, 2010. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, ISSN 1796-1726 ; 2010, 12 ISBN 978-952-11-3779-2 (pdf)

Verta, M., Mattila, T., Mehtonen, J., Silvo, K., Mannio J., Londesborough, S., Väisänen, S. & Lahti, K. 2009. Report on Vantaa River case study. EU project SOCOPSE; WP 5 Deliverable 5.2. 43 s.

Vesi- ja viemärilaitosyhdistys ry (VVY) 2008. Haitallisten aineiden esiintyminen suomalaisissa yhdyskuntajätevesissä – E-PRTR –selvityksen tulokset. Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen monistesarja Nro 24. 83 s. + liitteet.

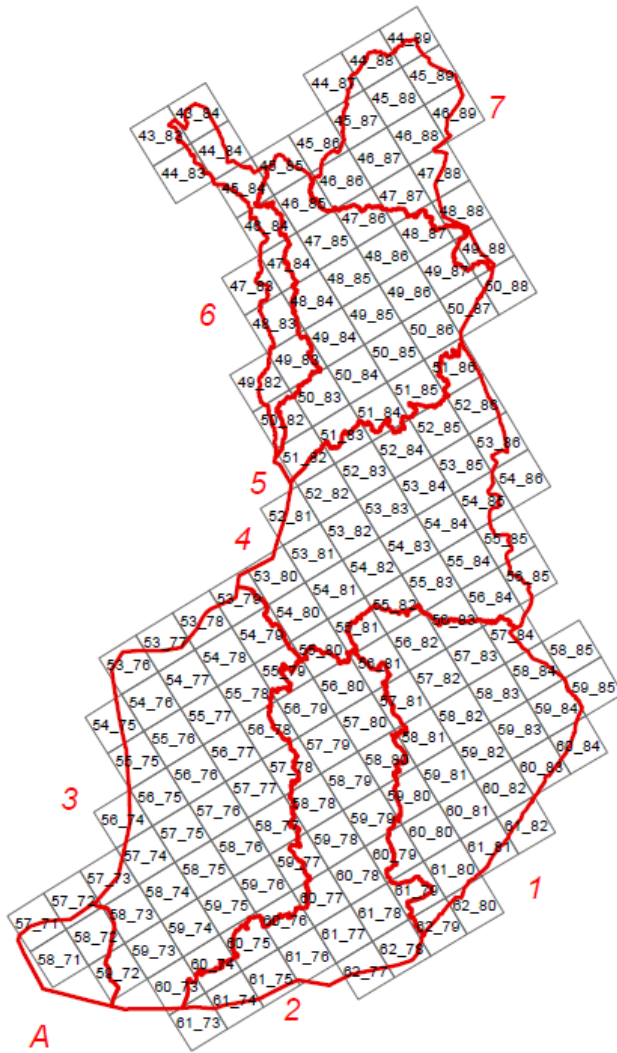
## Liite 1. Raskasmetallilaskeuma Suomeen

Kadmiumin, elohopean ja lyijyn laskeuman arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2010 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva raskasmetallilaskeuma. Mallitulokset on haettu EMEP:in verkkopalvelusta 50 km hilassa (EMEP MSC-e 2012). Raskasmetallien laskeumamalli on YK:n Euroopan talouskomission kaukokulkeutumissopimuksen (UNECE Convention on Long Range Transboundary Air Pollution) alaisen EMEP-seurantaohjelman kehittämä.

### Laskeuma vesienhoitoalueittain

EMEP50-hila yhdistettiin vesienhoitoalueiden rajoihin ja selvitettiin, mitkä EMEP50-ruudut sattuvat mihinkin vesienhoitoalueeseen (Kuva 1). Raskasmetallilaskeumamallista saatiin kunkin 50x50 km<sup>2</sup> ruudun pinta-alakohtaiset laskeumat kadmiumille Cd (g km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>), elohopealle Hg (g km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>) ja lyijylle Pb (kg km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>). Mallinnettujen laskeumien arvoille määritettiin pienimmät ja suurimmat arvot, keskiarvot, yleisimmät arvot (mediaanit) ja keskihajonnat vesienhoitoalueittain (Taulukko 1). ArcGis-ohjelmassa raskasmetallilaskeumamallin 50 km hila leikattiin vesienhoitoalueiden rajoilla. Vesienhoitoalueiden rajoilla EMEP-ruudut jakautuivat kahdelle tai kolmelle VHA:lle. Paikkakohtaiset laskeumat (kg a<sup>-1</sup>) määritettiin kertomalla pinta-alakohtaiset laskeumat kunkin EMEP-ruudun tai sen osan pinta-alalla. Jokaiselle vesienhoitoalueelle määritettiin laskeumasta peräisin olevat kadmiumin, elohopean ja lyijyn kokonaiskuormat laskemalla yhteen paikkakohtaiset laskeumat (Taulukko 2). Laskeumasta kohdistuva kuormitus sisävesiin arvioitiin kertomalla vesienhoitoalueen kokonaiskuorma alueen sisävesien osuudella, joka saatiin vesienhoitosuunnitelmassa annetusta aluekuvauksesta (Taulukko 3).





Kuva 1. EMEP50-hilan ja vesienhoitoalueiden leikkaus.

Taulukko 1. Mallinnetun kadmiumin (Cd), elohopean (Hg) ja lyijyn (Pb) pinta-alakohtaisen laskeuman yhteenveto vesienhoitoalueittain. Laskeumalle on saatu yksi arvo kutakin 50 km EMEP-ruutua kohti.

		VHA1	VHA2	VHA3	VHA4	VHA5	VHA6	VHA7	VHA8
Cd (g km <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> )	N	34	38	44	40	36	16	20	5
	min.	9.52	10.52	7.66	5.63	2.78	2.78	3.38	10.19
	maks.	25.78	28.44	27.01	11.74	8.03	8.03	9.34	17.79
	ka	15.63	17.00	15.21	8.69	4.99	4.57	4.33	13.32
	med.	14.85	16.34	14.20	8.46	4.60	4.28	4.08	13.23
	k.haj.	4.00	4.65	4.58	1.77	1.25	1.58	1.26	2.96
Hg (g km <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> )	N	34	38	44	40	36	16	20	5
	min.	8.38	6.98	5.80	6.00	5.38	5.38	5.54	6.34
	maks.	10.17	10.84	10.18	9.57	14.93	14.93	7.60	8.98
	ka	9.17	9.11	8.60	8.32	7.58	7.64	6.82	7.60
	med.	9.13	9.24	9.16	8.36	7.24	7.15	7.10	7.60
	k.haj.	0.39	0.75	1.27	0.68	1.43	2.08	0.60	1.09
Pb (kg km <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> )	N	34	38	44	40	36	16	20	5



S Y K E

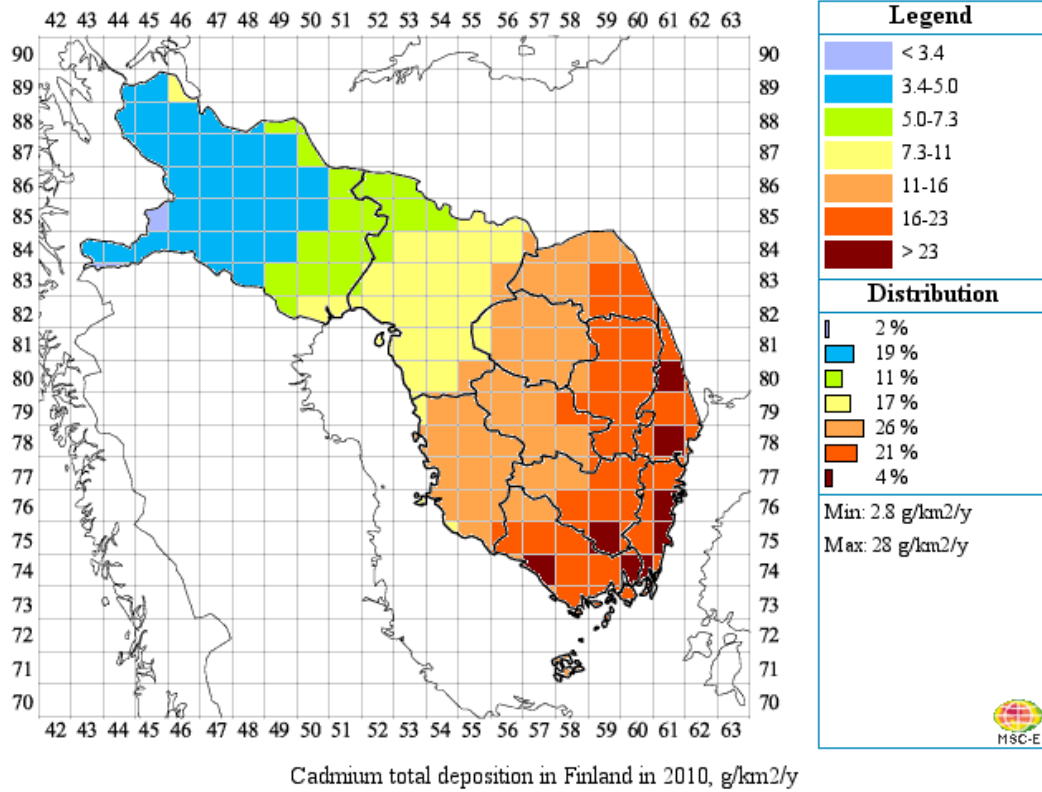
min.	0.26	0.28	0.19	0.15	0.08	0.08	0.07	0.28
maks.	0.62	0.81	0.59	0.32	0.21	0.21	0.11	0.44
ka	0.42	0.44	0.37	0.24	0.13	0.12	0.09	0.35
med.	0.41	0.43	0.38	0.23	0.12	0.11	0.09	0.34
k.haj.	0.09	0.12	0.09	0.05	0.03	0.04	0.01	0.06

Taulukko 2. Vesienhoitoalueille kohdistuva ilmaperäisestä laskeumasta tuleva kadmiumin (Cd), elohopean (Hg) ja lyijyn (Pb) kokonaiskuormitus.

VHA	Cd (kg a <sup>-1</sup> )	Hg (kg a <sup>-1</sup> )	Pb (kg a <sup>-1</sup> )	VHA:n pinta-ala (km <sup>2</sup> )
VHA1	919	535	24 677	58 158
VHA2	1 011	526	26 530	57 074
VHA3	1 301	739	31 022	83 360
VHA4	582	569	15 925	68 084
VHA5	265	409	6 903	54 831
VHA6	65	110	1 776	14 587
VHA7	109	170	2 247	25 566
VHA8	84	50	2 197	7 105

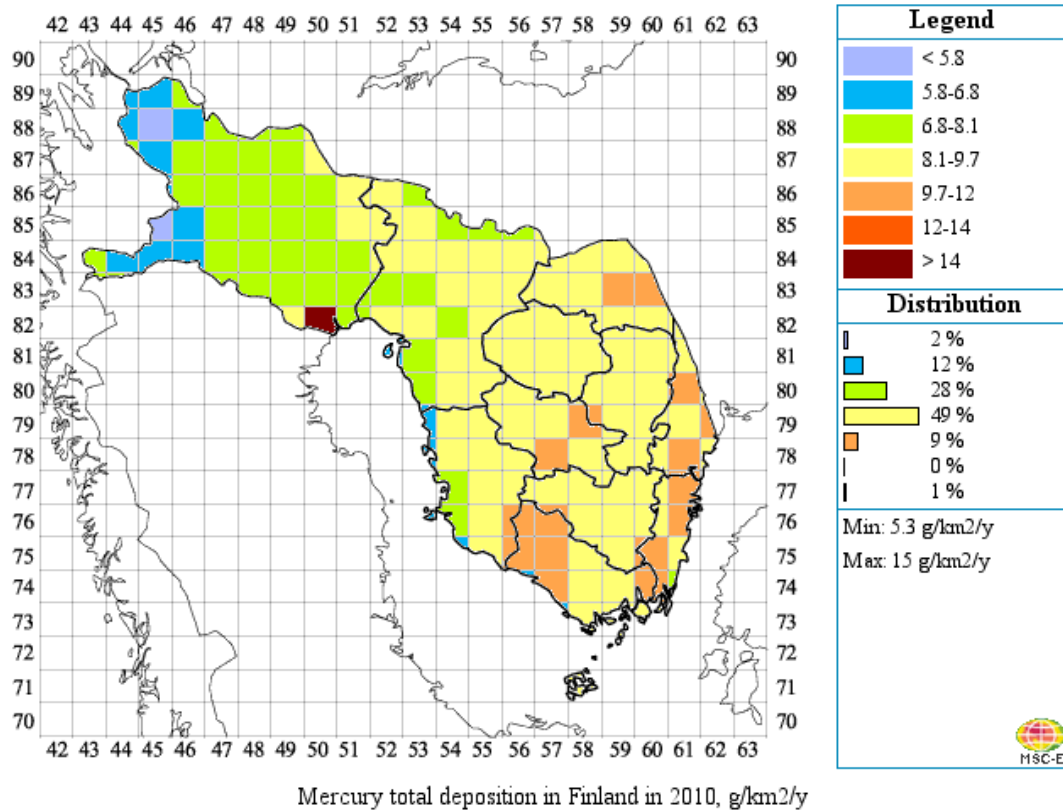
Taulukko 3. Vesienhoitoalueiden sisävesiin kohdistuva ilmaperäisestä laskeumasta tuleva kadmiumin (Cd), elohopean (Hg) ja lyijyn (Pb) kokonaiskuormitus.

VHA	Cd (kg a <sup>-1</sup> )	Hg (kg a <sup>-1</sup> )	Pb (kg a <sup>-1</sup> )	VHA:n sisävesien pinta-ala (km <sup>2</sup> )
VHA1	176	103	4 738	11 166
VHA2	132	69	3 458	7 439
VHA3	299	170	7 135	19 173
VHA4	40	39	1 099	4 698
VHA5	10	16	272	2 157
VHA6	3	5	81	666
VHA7	9	14	180	2 045



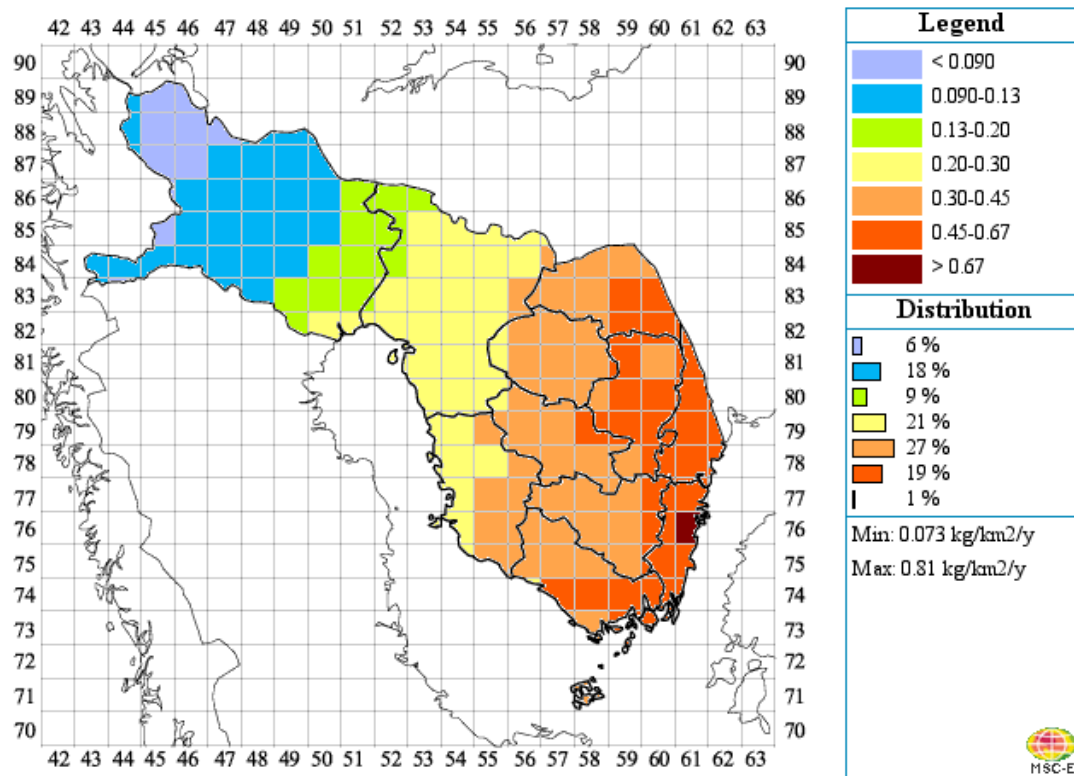
Cadmium total deposition in Finland in 2010, g/km<sup>2</sup>/y

Kuva 2. Kadmiumin mallinnettu kokonaislaskeuma Suomeen 2010 (g km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>)



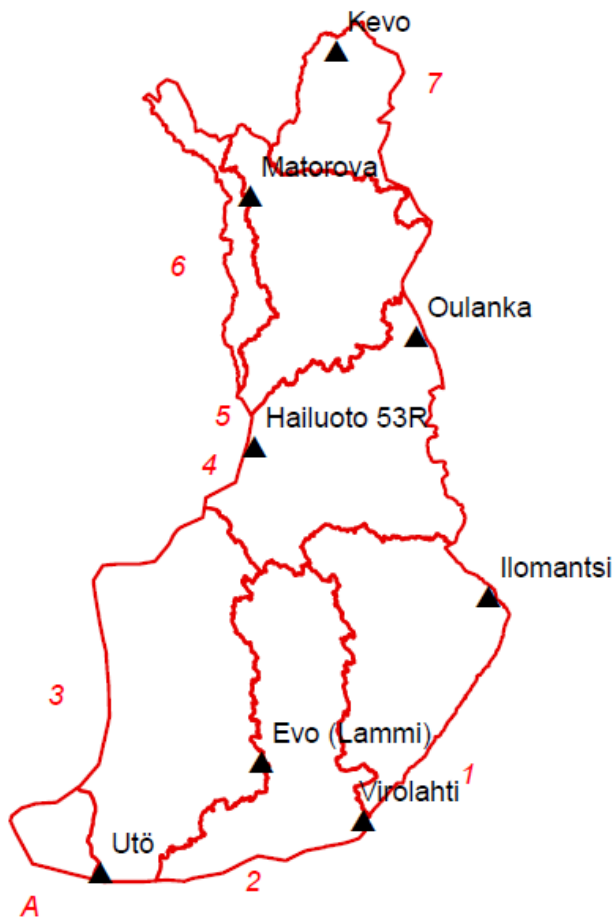
Mercury total deposition in Finland in 2010, g/km<sup>2</sup>/y

Kuva 3. Elohopean mallinnettu kokonaislaskeuma Suomeen 2010 (g km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>)



Lead total deposition in Finland in 2010, kg/km<sup>2</sup>/y

Kuva 4. Lyijyn mallinnettu kokonaislaskeuma Suomeen 2010 (kg km<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>)



Kuva 5. Ilmatieteen laitoksen havaintoasemien sijoittuminen eri vesienhoitoalueille

#### Vertailua havaintoihin

Mallinnettuja laskeuma-arvoja verrattiin havaintoihin Virolahdelta (VHA1), Evolta (VHA3) ja Pallakselta (VHA6). Virolahden ja Pallaksen Cd- ja Pb- havainnot ovat keskiarvoja vuosilta 1998 - 2007 (Kyllönen ym. 2009) ja Evon ja Pallaksen Hg-havainnot edustavat 1990 – 1995 jaksoa (Porvari & Verta 2003, Wängberg ym. 2010). Mallinnettuihin vesistöalueiden laskeumien mediaaneihin verrattuna havaitut Cd- ja Pb- laskeumat ovat suurempia ja havaitut Hg- laskeumat pienempiä. Kadmiumin havaittu laskeuma on Virolahdella ja Pallaksella noin kolminkertainen mallinnettuun verrattuna. Elohopean havaittu laskeuma on mallinnettua noin puolet pienempi Evolla ja noin kaksi kolmannesta pienempi Pallaksella. Lyijyn havaittu laskeuma on Virolahdella yli kaksinkertainen ja Pallaksella lähes kolminkertainen mallinnettuun verrattuna.



Taulukko 5. Havaittujen kadmiumin ja lyijyn laskeumien keskiarvot (1998-2007) verrattuna EMEP-50 mallinnettuun laskeumaan (2010) Ilmatieteen laitoksen havaintoasemien läheltä.

VHA	IL:n asema	Cd ( $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) Kyllönen ym. 2009	Cd ( $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) EMEP 2010	Pb ( $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) Kyllönen ym. 2009	Pb ( $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) EMEP 2010
3/8	Utö (1998-2003)	28.8	13.2	885	342
1 / 2	Virolahti	38.2	22.1	955	564
2 / 3	Evo	24.6	16.3	606	413
1	Ilomantsi	22.5	14.9	553	413
4	Hailuoto 53R	15.2	9.1	401	292
4	Oulanka	11.6	6.7	279	182
5 / 6	Matorova	12.2	3.9	298	100
7	Kevo	6.8	3.8	161	100

Taulukko 6. Havaitun elohopean ja Pb laskeumien keskiarvot (1998-2007) verrattuna EMEP-50 mallinnettuun laskeumaan (2010) Ilmatieteen laitoksen havaintoasemien läheltä.

VHA	IL:n asema	Hg ( $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) Porvari ym 2003, Wängberg ym 2010	Hg ( $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$ ) EMEP 2010
2 / 3	Evo		9
5 / 6	Pallas/Matorova		7

#### Lähteet

EMEP MSC-e, 2012. Country specific report for Finland Finland <http://www.msceast.org>. Päivitetty 2012. Luettu 4.12.2012.

Kyllönen, K., Karlsson, V., Ruoho-Airola, T. 2009. Trace element deposition and trends during a ten year period in Finland. Science of the Total Environment 407:2260-2269.

Munthe J., Wängberg I., Rognerud S., Fjeld E., Verta M. Porvari P., Meili M. 2007. Mercury in Nordic ecosystems. IVL-report B1761. www.ivl.se.

Porvari, P., Verta, M., 2003. Environmental Pollution 123:181-191.

Wängberg, I., Aspö Pfaffhuber, K., Berg, T., Hakola, H., Kyllönen, K., Munthe, J., Porvari, P., Verta, M. 2010. Atmospheric and catchment mercury concentrations and fluxes in Fennoscandia. TemaNord 2010:594. Pohjoismainen ministerineuvosto, Kööpenhamina 2010.