# Vesipuitedirektiivin mukainen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöinventaario - tietoa vesienhoidon suunnitteluun vuosille 2028 – 2033

## 25.3.2026,

## rev 14.9.2026:

- **VHA2 -inventaario: Alva-yhtiöt Oy, Rauhalahden voimalaitos, Jyväskylä:**
  - **luku 5.3 taulukko 5.5: v. 2023 päästöt ovat 0,045 kg/a (ei 45,2 kg/a), ja vastaava tieto luvun 5.7 tekstissä ja taulukoissa sekä luvun 11.2 taulukossa 11.3 on korjattu**
- **Happamat sulfaattimaat -osion tekstiä muutettu**
  - **VHA3 inventaario – luku 6.6**
  - **sama muutos tekstiin tehty muiden HS-maita sisältävien VH-alueiden inventaarioihin:**
    - **VHA4, 5 ja 6**

Kirjoittajat:
Jukka Mehtonen, Katri Siimes, Torsti Schulz, Antti Räike & Ville Junttila / Suomen ympäristökeskus

Lisäksi useita LVV:n / ELY-keskusten ympäristövastuualueiden asiantuntijoita on osallistunut inventaarion tekemiseen.

Inventaarioraportti on saatavana veloituksetta internetistä: Vesien- ja merenhoidon suunnitteluoppaat asiantuntijoille

Julkaisija: Suomen ympäristökeskus
Julkaisuvuosi: 2026

# Sisällysluettelo


Sisällysluettelo ..... 3
1. Inventaarion toteutus ja tekijät ..... 5
2. Johdanto ..... 6
2.1. Lainsäädäntö ..... 6
2.2. Inventaarion tavoitteet ja sisältö ..... 6
2.3. Inventaariotulosten käyttö ja raportointi ..... 8
2.4. Muita haitallisiin aineisiin ja niiden kuormitukseen liittyviä hankkeita ..... 8
3. Merkitykselliset aineet ..... 9
3.1. Vähämerkityksellisten aineiden tunnistaminen ..... 9
3.2. Merkitykselliset ja vähämerkitykselliset aineet vesienhoitoaluetasolla ..... 10
4. Vuoksen vesienhoitoalueen (VHA1) inventaario ..... 20
4.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus ..... 20
4.2. Yhdyskunnat ..... 20
4.3. Teollisuus ja yritystoiminta ..... 22
4.4. Maatalouden kasvinsuojeluaineet ..... 25
4.5. Laskeuma ..... 25
4.6. Venäjän puolelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama ..... 27
4.7 Yhteenveto ..... 30
5. Kymijoen – Suomenlahden vesienhoitoalueen (VHA2) inventaario ..... 33
5.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus ..... 33
5.2. Yhdyskunnat ..... 34
5.3. Teollisuus ja yritystoiminta ..... 36
5.4. Maatalouden kasvinsuojeluaineet ..... 39
5.5. Laskeuma ..... 40
5.6. Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama ..... 42
5.7. Yhteenveto ..... 48
6. Kokemäenjoen–Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen (VHA3) inventaario ..... 53
6.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus ..... 53
6.2. Yhdyskunnat ..... 54
6.3. Teollisuus ja yritystoiminta ..... 57
6.4. Maatalouden kasvinsuojeluaineet ..... 61
6.5. Laskeuma ..... 62
6.6. Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama sekä happamat sulfaattimaat ..... 64
6.7. Yhteenveto ..... 70
7. Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueen inventaario (VHA4) ..... 74
7.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus ..... 74
7.2. Yhdyskunnat ..... 74
7.3. Teollisuus ja yritystoiminta ..... 75
7.4. Maatalouden kasvinsuojeluaineet ..... 77
7.5. Laskeuma ..... 77
7.6. Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama sekä happamat sulfaattimaat ..... 80
7.7. Yhteenveto ..... 84
8. Kemijoen vesienhoitoalueen inventaario (VHA5) ..... 88
8.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus ..... 88
8.2. Yhdyskunnat ..... 88
8.3. Teollisuus ja yritystoiminta ..... 89
8.4 Maatalouden kasvinsuojeluaineet ..... 90
8.5 Laskeuma ..... 90

8.6 Merialueelle päätyvä ainevirtaama jokien kautta sekä happamat sulfaattimaat ..... 93
8.7 Yhteenveto ..... 96
9. Tornionjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen Suomen puolen inventaario (VHA6) ..... 100
9.1 Vesienhoitoalueen yleiskuvaus ..... 100
9.2 Yhdyskunnat ..... 101
9.2 Teollisuus ja yritystoiminta ..... 101
9.3 Maatalouden kasvinsuojeluaineet ..... 102
9.4 Laskeuma ..... 102
9.5 Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama sekä happamat sulfaattimaat ..... 104
9.6 Yhteenveto ..... 107
10. Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen Suomen puolen inventaario (VHA7) ..... 111
10.1 Vesienhoitoalueen yleiskuvaus ..... 111
10.2 Yhdyskunnat ..... 112
10.3 Teollisuus ja yritystoiminta ..... 112
10.4 Maatalouden kasvinsuojeluaineet ..... 112
10.5 Laskeuma ..... 113
10.6 Merialueelle päätyvä ainevirtaama jokien kautta ..... 115
10.7 Yhteenveto ..... 115
11 Kansallinen yhteenveto VHA-kohtaisista inventaarioista ..... 117
11.1 Yhdyskunnat ..... 117
11.2 Teollisuus ja yritystoiminta ..... 118
11.3 Maatalouden kasvinsuojeluaineet ..... 122
11.4 Laskeuma ..... 123
11.5 Merialueelle päätyvä ainevirtaama jokien kautta sekä happamat sulfaattimaat ..... 128
12 Lyhenteet ..... 131
13 Kirjallisuutta ..... 133
14 Liitteet ..... 137
Liite 1. Jokien ainevirtaamien arviointi ..... 137
Liite 2. Laskeuman arviointi ..... 140
Liite 3. PBDE-yhdisteiden päästölähteet ja ympäristöpitoisuuksien muutokset ..... 152

# 1. Inventaarion toteutus ja tekijät

Päästöinventaario toteutettiin vuosina 2025-2026 Syken ja ELYjen (1.1.2026 lähtien Lupa-valvontaviraston, LVV) välisenä yhteistyönä YM:n rahoittamana hankkeena. Työnjako oli seuraava:

- Syke on
    - koordinoinut inventaariota (Jukka Mehtonen) ja arvioinut aineiden merkityksellisyyttä inventaarion kriteereillä (Jukka Mehtonen & Katri Siimes).
    - koonnut vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästötietoja yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen sekä teollisuuden ja muun yritystoiminnan osalta (Jukka Mehtonen),
    - arvioinut kasvinsuojeluaineiden huuhtoumia (Katri Siimes),
    - arvioinut ilmaperäistä laskeumaa (Torsti Schulz),
    - arvioinut jokien kautta mereen päätyviä ainevirtaamia (Antti Räike & Katri Siimes),
    - arvioinut PBDE-yhdisteiden päästölähteitä ja ympäristöpitoisuuksien muutoksia (Jukka Mehtonen & Ville Junttila)
    - tehnyt yhteenvedon kunkin vesienhoitoalueen inventaarioon ja
    - laatinut lyhyen kansallisen yhteenveto VHA1-7 inventaarioista.
- ELY-keskukset / LVV ovat
    - tarkastaneet Syken tekemät arvioinnit ja tehneet niihin sekä VHA-kohtaiseen yhteenvetoon tarvittavia korjauksia ja lisäyksiä.
    - vastuullisia kunkin VHA-kohtaisen inventaarion vesienhoitoalueen yleiskuvaus -luvusta sekä yhdyskunnat- ja teollisuus -lukujen yleiskuvaus-osiosta ja
    - happamiin sulfaattimaihin liittyvistä tekstiosioista.
    - LVV:n yhteyshenkilöt ovat olleet avainasemassa inventaarion toteuttamisessa (taulukko 1.1).

Taulukko 1.1 VHA-kohtaisten päästöinventaarioiden laatimiseen osallistuneita SYKEläisiä ja LVV:n / ELY-keskusten yhteyshenkilöitä.

| Organisaatio | Henkilö | Inventaario |
|---|---|---|
| Syke | Jukka Mehtonen, Katri Siimes, Torsti Schulz, Antti Räike & Ville Junttila | VHA1-7 |
| LVV / Pohjois-Savo ELY | Petri Nieminen | VHA1 & 2 |
| LVV / Pohjois-Karjala ELY | Ninni Rissanen & Mari Heikkinen | VHA1 |
| LVV / Etelä-Savo ELY | Juho Kotanen & Leena Mäkelä | VHA1 & 2 |
| LVV / Kaakkois-Suomi ELY | Juha Rantala & Pekka Ojanen | VHA1 & 2 |
| LVV / Kainuu ELY | Kimmo Virtanen | VHA1 & 4 |
| LVV / Keski-Suomi ELY | Sohvi Hälikkä & Toni Roiha | VHA2 & 3 |
| LVV / Uusimaa ELY | Sara Poijärvi & Tiina Ahokas | VHA2 |
| LVV / Häme ELY | Sinikka Koikkalainen & Heini-Marja Hulkko | VHA2 & 3 |
| LVV (Pirkanmaa ELY) | Salla Hartikainen | VHA3 |
| LVV (Varsinais-Suomi ELY) | Janne Suomela & Titta Lahtinen | VHA3 |
| LVV / Etelä-Pohjanmaa ELY | Anna Bonde | VHA3 |
| LVV / Pohjois-Pohjanmaa ELY | Mirja Heikkinen & Jaakko Rämö | VHA4 |
| LVV / Lappi ELY | Jari Pasanen | VHA5-7 |

# 2. Johdanto

## 2.1. **Lainsäädäntö**

Ympäristönlaatudirektiivin (2008/105/EY) 5 artiklan velvoittamana ja vesienhoidon suunnittelukauden osana tulee laatia selvitys eli inventaario vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetuksen (1022/2006) liitteen 1C1 ja 1D aineiden päästöistä tai huuhtoutumista kullakin vesienhoitoalueella. Tähän inventaarioon sisältyy 45 EU:n prioriteettiainetta /-aineryhmää, kahdeksan muuta pilaavaa ainetta, joille on asetettu EU-tasollla ympäristönlaatunormi ja jotka käytännössä ovat EU:n prioriteettiaineita sekä 15 kansallista haitallista ainetta.

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).

## 2.2. **Inventaarion tavoitteet ja sisältö**

Päästöinventaarion 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 päästöihin ja kulketumiseen liittyvää tietoa 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 huomattava, että kaukokulkeutuvia laajalle levinneitä aineita kuten REACH- sekä POP-asetuksella osittain tai täysin kiellettyjä aineita (esim. PAH-yhdisteet, PBDE, SCCP, HCB, Cd, Hg, DDT) voi esiintyä pintavesistöissä ympäristönlaatunormit ylittäviä määriä vielä vuosikymmeniä, vaikka kansalliset päästölähteet minimoidaan.

Inventaarion pohjana on käytetty EU-komission inventaario-ohjetta (European Commission 2012, Whalley & van den Roovaart 2020). Inventaario tehtiin pääasiassa Manner-Suomen vesienhoitoalueille; Ahvenanmaan osalta arvioitiin kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat ja laskeuma, joiden tietoja hyödynnetään erillisessä Ahvenanmaan vesienhoitotyössä. Päästöinventaario pintavesiin on tehty vesienhoitoaluetasolla taulukon 2.1 mukaisesti. Kohdevuosi riippuu päästölähteestä. Inventaariossa käytettiin samaa lähestymistapaa ja tulokset on esitetty pääosin samassa muodossa kuin aiemmin tehdyissä päästöinventaarioissa (Mehtonen ym. 2013, Mehtonen ym. 2018, Mehtonen ym. 2021a ja b). Tuloksia on täten helpompi vertailla edellisiin inventaarioihin.

Uusina inventaarion komponentteina ovat tiettyjen haitta-aineiden päästö- tai laskeumatrendikuvat ja -taulukot. Lisäksi pyritään saada parempi käsitys PBDE-yhdisteiden päästölähdeistä ja PBDE-yhdisteiden pitoisuuksien muutoksista ympäristössä (liite 3), koska PBDE-

yhdisteiden EQS-arvot pintavesissä yleisesti ylittyvät Suomessa (Siimes & Mannio 2020) ja koko Euroopassa (Siimes ym. 2019).
Inventaariosta poistettiin aikaisemmin inventaariossa olleita osioita (pilaantuneet maa-alueet ja sedimentit, poikkeuksena Kymijoen sedimentit) sekä vähennettiin VHA-kohtaista taustatietoa.

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

Taulukko 2.1. Päästöinventaarion tärkeimmät osa-alueet.

| Osa-alue | Kuvaus | Lisätietoa |
|---|---|---|
| Päästöinventaarion näkökulmasta merkityksellisten aineiden tunnistaminen | Perustuu pääasiassa vuosien 2017-2024 tietoihin aineiden esiintymisestä pintaveden vesifaasissa (VESLA-rekisteri) ja eliöstössä (KERTY-rekisteri) suhteessa niiden EQS-arvoihin. | Inventaariossa on keskitytty merkityksellisten aineiden päästöihin ja huuhtoumiin. Lisätietoa luvussa 3. |
| Ympäristölupavelvollisten laitosten (yhdyskunnat & teollisuus ja yritystoiminta) päästöt pintavesiin | Vain merkitykselliset aineet. YLVA-rekisterin vuoden 2023 päästötiedot (haettu lokakuussa 2025), joita LVV / ELY-keskukset ovat täydentäneet. | Tietoa teollisuuden Cd-, Hg-, Ni- ja Pb-päästötrendeistä on esitetty luvussa 11.2. |
| Kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat pintavesiin | Vain merkitykselliset kasvinsuojeluaineet (MCPA). Vuosien 2017-2023 aineisto | |
| Ilmaperäinen laskeuma pintavesiin | Cd, Hg, Pb ja dioksiinit. Perustuu mallinnettuihin vuoden 2021 tuloksiin. | Hg:n ja Cd:n VHA-kohtaisia sekä PBDE:n asemakohtaisia laskeumatrendejä on esitetty. Lisätietoa liitteessä 2. |
| Jokien kautta Itämereen (VHA2-6) tai Venäjälle (VHA1) päätyvä ainevirtaama | Kaikki kohdeaineet, joista on pitoisuustietoa ainevirtaamien laskentaan. Perustuu vuosien 2018-2024 tietoihin. | Happamia sulfaattimaita on arvioitu osana tätä lukua VHA3-6:n inventaarioissa. Joidenkin jokien ainevirtaamatrendituloksia on esitetty. Lisätietoa liitteessä 1 |

Haja- ja loma-asutuksen sekä taajamahulevesien sekä pilaantuneiden maa-alueiden kautta pintavesiin päätyviä päästöjä ei ole systemaattisesti arvioitu Suomessa eikä tuloksia löydy tietorekistereistä.
Metsätaloudesta, turvetuotannosta ja kalankasvatuksesta voi päästä vaarallisten aineiden asetuksen mukaisia aineita pintavesiin, mutta tällä hetkellä ei ole riittävästi tietoa kuormituksen arviointiin.

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 määritysrajalle ja mittausepävarmuudelle) sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2013/39/EY asettamia määräyksiä.

## 2.3. **Inventaariotulosten käyttö ja raportointi**

Tässä inventaariossa esitettyjä aineiden päästö- ja huuhtoutumatietoja käytetään parhaillaan valmisteltavissa vesienhoitosuunnitelmissa vuosiksi 2028-2033.
Vesienhoitosuunnitelmaehdotukset ovat julkisesti kuultavana joulukuusta 2026 kesäkuuhun 2027 (www.ymparisto.fi/fi-FI/Vaikuta_vesiin/Vesienhoito).

Lisäksi osa inventaarion tiedoista raportoidaan EU:lle osana vesien- ja merenhoidon raportointimenettelyjä. Jäsenmaiden on ajantasaistettava selvityksensä vesipuitedirektiivin 5 artiklan 2 kohdassa tarkoitettujen analyysien yhteydessä. Artikla 5 tarkasteluiden raportointi on yhdistetty vesienhoitosuunnitelmien raportoinnin yhteyteen. Vesienhoitosuunnitelmat hyväksytään/ julkaistaan 22.12.2027 mennessä ja raportoidaan 3 kk kuluessa julkaisusta eli maaliskuuhun 2028 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.

Valmiit päästöinventaarioraportit löytyvät Vesienhoidon suunnittelu ja yhteistyö – www-sivuilta: https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/vedet-ja-vesistot/vesien-ja-merensuojelu/vesien-ja-merenhoidon-suunnitteluoppaat-asiantuntijoille

## 2.4. **Muita haitallisiin aineisiin ja niiden kuormitukseen liittyviä hankkeita**

Muita vesiympäristölle vaarallisiin ja haitallisiin aineiden päästöihin liittyviä hankkeita tai raportteja ovat mm.:

- Päästötarkkailun päivittäminen vesiympäristölle haitallisille ja vaarallisille aineille YLVAssa -hanke (HAVAYLVA; 2025-2026) on KASELYn ja Syken toteuttama ja YM:n rahoittama OHKE-hanke. Hankkeen tavoitteena on YLVAn vesipäästöjen parametriluettelon päivittäminen ja harmonisointi vesienhoidon ja pintavesien HERTTA-järjestelmän kanssa.
- Haitallisten aineiden tarkkailuohjeistuksen päivitys – hanke (TARKKIS; 2022 - 2026) on Syken ja joidenkin ELY-keskusten yhdessä toteuttama ja YM:n rahoittama hanke. Hankkeessa päivitetään vuoden 2010 tarkkailuohjeistus (Vuoristo ym. 2010).
- Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltamisohjeen päivitys valmistui vuonna 2018 (Kangas 2018). Siinä on mm. avattu vesiympäristölle vaarallisiin ja haitallisiin aineisiin liittyvää terminologiaa ja päästötarkkailun järjestämistä.
- Suomen meriympäristön tila 2024 -raportti valmistui vuonna 2024: Vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitus - luku (Mehtonen ym. 2024).

# 3. Merkitykselliset aineet

## 3.1. Vähämerkityksellisten aineiden tunnistaminen

EU-komission inventaario-ohjeen (European Commission 2012) mukaan päästöinventaariossa tulee käsitellä syvemmin aineita, jotka ovat relevantteja vesienhoitoalueella. Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueilla, jotta inventaarion jatkotyössä voidaan keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Vähämerkityksellisten aineiden osalta EU-komission minimitietovaatimuksena jäsenmaille on tieto jokien kautta mereen päätyvistä ainevirtaamista. Aineiden merkityksellisyydestä päästöinventaarion kontekstissa on kyse potentiaalisesta vesimuodostumien ympäristönlaatunormien (EQS) ylittymisestä. Toisin sanoen inventaarion tulee kohdistua muihinkin aineisiin kuin vain niihin, jotka aiheuttavat hyvää huonomman kemiallisen tilan kyseisellä vesienhoitoalueella.

EU-komission inventaario-ohjeen (European Commission 2012) mukaan aine on merkityksellinen vesienhoitoalueella, jos yksikin alla esitetyistä kriteereistä täyttyy:
a) aineesta aiheutuu hyvää huonompi kemiallinen tila ainakin yhdessä vesimuodostumassa tai
b) aineen pitoisuus on enemmän kuin puolet aineen ympäristölaatunormista 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

Inventaarion alussa tehty merkityksellisten aineiden arvio perustui lähinnä b. kohdan tietoihin. Eliöpitoisuustrendien (kohta c) osalta tietoja ei ole ollut käytettävissä. Päästöjen ja huuhtoumien arviointi (kohta d) tehtiin tässä inventaariossa. Myöhemmillä suunnittelukierroksilla pyritään käyttämään enemmän myös eliöiden pitoisuustrenditietoa vesienhoitoalueen seurantaohjelmasta. Inventaariossa on hyödynnetty tietojärjestelmiin tallennettuja tietoja haitallisten ja vaarallisten aineiden esiintymisestä pintaveden vesifaasissa ja eliöstössä.

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

- tiedot aineiden esiintymisestä pintaveden vesifaasissa ja eliöstössä pääasiassa vuosina 2017-2024; aine on merkityksellinen, jos
    - mitattu maksimipitoisuus/AA-EQS -suhde on > 0,5 useammassa kuin yhdessä vesimuodostumassa vesienhoitoalueella tai
    - mitattu maksimipitoisuus/MAC-EQS -suhde on > 0,5 yhdessä tai useammassa vesimuodostumassa vesienhoitoalueella tai
    - mitattu maksimipitoisuus / EQS kala -suhde on > 0,5 useammassa kuin yhdessä vesimuodostumassa vesienhoitoalueella

Lisäksi merkityksellisten aineiden tunnistamisessa on hyödynnetty tietoa aineiden käyttökohteista ja -määristä sekä käytön ja päästöjen rajoituksista ja kielloista Suomessa (taulukko 3.2).

## 3.2. **Merkitykselliset ja vähämerkitykselliset aineet vesienhoitoaluetasolla**

Merkityksellisyyden arvioinnin tulokset VHA1-7:n pintavesissä ovat seuraavat (taulukko 3.1 ja 3.2):

- **EU-prioriteettiaineet**
  - 16 ainetta /aineryhmää ovat merkityksellisiä ainakin yhdellä vesienhoitoalueella,
    - antraseeni, bromatut difenyylieetterit (PBDE), kadmium, di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP), fluoranteeni, lyijy, elohopea, naftaleeni, nikkeli, nonyylifenoli ja sen mono- ja dietoksylaatit), bentso(a)pyreeni (BaP), bentso(b)fluoranteeni (BbF), bentso(k)fluoranteeni (BkF), bentso(g,h,i)peryleeni (BGHIP), TBT ja PFOS,
  - antraseenin, bentseenin, SCCP:n (C10-13-kloorialkaanit), 1,2-dikloorietaanin, dikloorimetaanin, DEHP:n, fluoranteenin, naftaleenin, nonyylifenolin + sen mono- ja dietoksylaattien, pentakloorifenolin, bentso(a)pyreenin, bentso(b)fluoranteenin, bentso(k)fluoranteenin, bentso(g,h,i)peryleenin, TBT:n, trikloorimetaanin ja sypermetriinin osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin yhdellä tai useammalla VHA:lla,
  - muut EU:n prioriteettiaineet ovat vähämerkityksellisiä kaikilla vesienhoitoalueilla.
- **Kansalliset haitalliset aineet**
  - MCPA on merkityksellinen VHA 2 ja 3:lla,
  - MBeT:n ja MCPA:n osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin yhdellä tai useammalla VHA:lla,
  - muut 13 kansallista ainetta ovat vähämerkityksellisiä kaikilla vesienhoitoalueilla.

Taulukko 3.1. Päästöinventaarion kannalta merkitykselliset (x) ja vähämerkitykselliset (ei) aineet VHA1-7 pintavesissä. Jotkut aineet ovat asiantuntija-arviona arvioitu ei-merkityksellisellisiksi VHA7:lla, koska alue on erittäin harvaan asuttu ja ihmisperäiset päästöt ovat siellä erittäin pienet. Kasvinsuojeluaineet on arvioitu vähämerkityksellisiksi niillä vesienhoitoalueilla, joilla niitä ei käytetä tai käytetään hyvin vähän. Jos aineesta ei ole ollenkaan tai hyvin vähäisesti vesimuodostumatason mittaustietoa (vain yhdestä vesimuodostumasta), on se merkitty ET:llä, mutta aine on arvioitu vähämerkitykselliseksi siinä tapauksessa, jos aineen käyttö on loppunut tai on vähäistä. Tarkempaa taustatietoa arvioinnille löytyy Taulukosta 3.2. Indeno (1,2,3-cd)pyreenillä ei ole EQS-arvoa, koska bentso(a)pyreenin katsotaan indikoivan myös sitä.

| Aine | **VHA1** | **VHA2** | **VHA3** | **VHA4** | **VHA5** | **VHA6** | **VHA7** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **EU:n prioriteettiaineet, asetuksen 1022/2006 liite 1C** | | | | | | | |
| alakloori | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| antraseeni | ei | ei | x | ET | ET | ET | ei |
| atratsiini | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| bentseeni | ei | ei | ET | ei | ET | ET | ei |
| bromatut difenyylieetterit (PBDE) | x | x | x | x | x | x | x |
| kadmium (Cd) | x | x | x | x | x | ei | ei |
| hiilitetrakloridi (tetrakloorimetaani) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| C10-13-kloorialkaanit (SCCP) | ET | ET | ET | ET | ET | ET | ei |
| klorfenvinfossi | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| klorpyrifossi (klorpyrifossi-etyyli) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| aldriini, dieldriini, endriini, isodriini | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| kokonais- DDT, para-para-DDT | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| 1,2-dikloorietaani | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |

| Aine | VHA1 | VHA2 | VHA3 | VHA4 | VHA5 | VHA6 | VHA7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| dikloorimetaani | ei | ei | ET | ET | ET | ET | ei |
| di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP) | ET | x | x | ET | ET | ET | ei |
| diuroni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| endosulfaani | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| fluoranteeni (FLUO) | ei | x | x | ET | ET | ET | ei |
| heksaklooribentseeni (HCB) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| heksaklooributadieeni (HCBD) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| heksakloorisykloheksaani (HCH) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| isoproturoni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| lyijy (Pb) | ei | x | x | ei | x | ei | ei |
| elohopea (Hg) | x | x | x | x | x | x | ei |
| naftaleeni | ei | x | ei | ET | ET | ET | ei |
| nikkeli (Ni) | x | x | x | x | x | ei | ei |
| nonyylifenoli + sen mono- ja dietoksylaatit | ET | x | ei | ET | ET | ET | ei |
| oktyylifenoli (4-(1,1,3,3-tetrametyylibutyyli)-fenoli; OP) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| pentaklooribentseeni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| pentakloorifenoli | ET | ei | ET | ET | ei | ET | ei |
| polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) | | | | | | | |
| bentso(a)pyreeni (BaP) | ei | x | ei | ET | ET | ET | ei |
| bentso(b)fluoranteeni (BbF) | ET | x | x | ET | ET | ET | ei |
| bentso(k)fluoranteeni (BkF) | ET | x | x | ET | ET | ET | ei |
| bentso(g,h,i)peryleeni (BGHIP) | x | x | x | ET | ET | ET | ei |
| indeno(1,2,3- cd)pyreeni | | | | | | | |
| simatsiini | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| tetrakloorieteeni (tetrakloorietyleeni) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| trikloorieteeni (trikloorietyleeni) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| tributyylitina | ET | x | ET | ET | ET | ET | ei |
| triklooribentseenit | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| trikloorimetaani (kloroformi) | ET | ET | ET | ET | ei | ei | ei |
| trifluraliini | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| dikofoli | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| perfluorioktaanisulfonihappo (PFOS) | ei | x | x | ei | x | ei | ei |
| kinoksifeeni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| dioksiinit ja dioksiinien kaltaiset yhdisteet | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| aklonifeeni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| bifenoksi | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| sybutryyni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| sypermetriini | ET | ET | ET | ET | ei | ei | ei |
| diklorvossi | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| heksabromisyklododekaani | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| heptakloori ja heptaklooriepoksidi | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| terbutryyni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| **Kansalliset haitalliset aineet, asetuksen 1022/2006 liite 1D** | | | | | | | |

| Aine | VHA1 | VHA2 | VHA3 | VHA4 | VHA5 | VHA6 | VHA7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| klooribentseeni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| 1,2-diklooribentseeni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| 1,4-diklooribentseeni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| bentsyylibutyyliftalaatti (BBP) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| dibutyyliftalaatti (DBP) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| resorsinoli (1,3-bentseenidioli) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| (bentsotiatsoli-2-yylitio) metyylitiosyanaatti (TCMTB) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| bentsotiatsoli-2-tioli (MBeT) | ET | ET | ET | ET | ET | ET | ei |
| bronopoli (2-bromi-2-nitropropaani-1,3-diol) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| dimetoaatti | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| 4-kloori-2-metyylifenoksietikka-happo (MCPA) | ET | x | x | ei | ei | ei | ei |
| metamitroni | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| prokloratsi | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| etyleenitiourea (mankotsebin hajoamistuote) | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |
| tribenuroni-metyyli | ei | ei | ei | ei | ei | ei | ei |

Taulukko 3.2. Aineiden merkityksellisyyden arviointiin liittyvää tietoa. Päästöt tarkoittavat päästöjä pintavesiin. Tiedot teollisuuskemikaalien maahantuonti- ja valmistusmääristä on saatu Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) ylläpitämästä kemikaalituoterekisteristä (KETU-rekisteri) syyskuussa 2025 (ks. myös Kangas 2018 ja Mehtonen ym. 2023). KETU-rekisteri on osa KemiDigi-järjestelmää (kemidigi.fi/kemikaalihaku). Aineen käyttömäärän arviona on tässä käytetty KETU-rekisteriin ilmoitetun valmistusmäärän ja Suomeen maahantuodun määrän summaa, joka karkeasti indikoi aineen käyttömäärää Suomessa, vaikka ei olekaan täysin sama asia. Tieto käytön ja päästöjen rajoituksista ja kielloista Suomessa: mm. Seppälä ym. 2012, SYKE luonnos 2018. Kaukokulkeutuvuustieto: mm. YK:n kaukokulkeutumissopimus: Ilmansuojelun EU- ja kansainvälinen yhteistyö - Ympäristöministeriö, POP-sopimus: Pysyvät orgaaniset yhdisteet (POP).

| Aine | Perustelut ja muuta taustatietoa |
|---|---|
| **EU:n prioriteettiaineet** | |
| alakloori | Kasvinsuojeluaine; ei ole käytetty koskaan Suomessa, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä |
| antraseeni | Esiintyy mm. fossiilisissa polttoaineissa ja kivihiilitervan johdannaistuotteissa, joista merkittävin kreosootti; muodostuu polttoprosesseissa, EQS-ylityksiä VHA3:lla, puutavarakyllästämöjen pilaamat maa-alueet voivat edelleen kuormittaa vesistöjä ja olla merkittävä päästölähde, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Kettunen & Laaksonen 2011, Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b) |
| atratsiini | Kasvinsuojeluaine; käyttöä rajoitettu 1980-luvulla ja kielletty kokonaan 1991, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| bentseeni | Teollisuuskemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; edelleen merkittävää käyttöä (v. 2020-2024 21 000 – 64 000 tn/a) mm. välituotteena peruskemikaalien, muoviaineiden ja synteettisen kumiraaka-aineen valmistuksessa, raakaöljyssä, voimalaitosten polttoaineena käytetyssä kivihiilitervassa, moottoripolttoaineissa (Kangas 2018), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, VHA3, 5 ja 6 ei |

| Aine | Perustelut ja muuta taustatietoa |
|---|---|
| | tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Kettunen & Laaksonen 2011, Koskinen 2012). |
| bromatut difenyylieetterit (PBDE) | Ei käytetä enää, mutta aikaisemmin käytetty palonestoaineena mm. pehmeästä polyuretaanivaahdosta tehdyissä tuotteissa, VHA1-7 kala-EQS ylittyy, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021, määritysrajat tosin korkeampia kuin aikaisemmassa Vienon (2014) kartoituksessa), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Virolainen 2010, Kettunen & Laaksonen 2011, Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b, Nakari ym. 2012), kaukokulkeutuva. |
| kadmium (Cd) | Luonnossa esiintyvä alkuaine, käyttö ja päästöt vähentyneet merkittävästi rajoitusten johdosta, teollisuus (erityisesti metallien tuotanto ja metsäteollisuus) suurin päästölähde (Mehtonen ym. 2021a), VHA1-5 AA-EQS- kriteeri ylittyy, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), havaittu kaatopaikkasuotovedestä (Nakari ym. 2012), kaukokulkeutuva. |
| hiilitetrakloridi (tetrakloorimetaani) | Teollisuuskemikaali, haihtuva VOC-yhdiste: ei käytetä enää, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011). |
| C10-13-kloorialkaanit (SCCP) | Teollisuuskemikaali; ei käytetä enää (v. 2023-2024), VHA1-6 ei luotettavaa tietoa ympäristöpitoisuuksista, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mutta määritysraja korkea suhteessa AA-EQS-arvoon, sitoutuu jätevedenpuhdistamoilla pääosin lietteseen (Vieno & Arjonen 2021), kaukokulkeutuva. |
| klorfenvinfossi | Kasvinsuojeluaine; ei ole käytetty koskaan Suomessa, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| klorpyrifossi (klorpyrifossi-etyyli) | Kasvinsuojeluaine; käyttö sallittu sisätiloissa (esim. eläinsuojissa) 2008 asti, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| aldriini, dieldriini, endriini, isodriini | Kasvinsuojeluaineita; maatalouskäyttö kielletty 1970, aldriinilta jo 1969, endriiniä käytetty metsätaimitarhoilla vielä 1970-luvulla, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä (ei havaittu 2010-luvulla), ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), kaukokulkeutuvia. |
| kokonais- DDT, para-para-DDT | Kasvinsuojeluaine ja sen hajoamistuotteet; käyttö kielletty 1976, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), kaukokulkeutuva. |
| 1,2-dikloorietaani | Teollisuuskemikaali (liuotin-käyttöä), haihtuva VOC-yhdiste, ei käytetä enää (v. 2021-2024), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011). |
| diklоorimetaani | Teollisuuskemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; mm. teollisuudessa ja rakentamisessa käytettävä maalin, lakan, bitumin, rasvan, liiman, karstan, tiivisteiden poistoaine, käyttöä toimialoilla, joiden jätevedet johdetaan yleisesti yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, käyttömäärät (v. 2020-2024 471-701 tn/a), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, VHA3-6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, harvoin havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011). |
| di(2-etyyliheksyyli) ftalaatti (DEHP) | Teollisuus- ja kuluttajakemikaali, mm. kumituotteiden ja muovin pehmittimenä; rajoitusten vuoksi käyttömäärät Suomessa romahtaneet 2010-luvulla, käyttö nykyisin vähäistä (2020-2024 <0,2 tn/a), VHA2 ja 3 AA-EQS- kriteerin ylittyy, VHA1, 4, 5 ja 6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, mutta yhdyskuntajätevesipäästöt pienentyneet (Vieno & Arjonen 2021) ja kaatopaikkasuotovedestä (Mehtonen ym. 2012b). |

| Aine | Perustelut ja muuta taustatietoa |
|---|---|
| diuroni | Teollisuuskemikaali, mm. biosidinä ulkoseinämaaleissa, ei koskaan ollut kasvinsuojeluainekäytössä Suomessa, käyttömäärät Suomessa alentuneet 2010-luvulla, biosidikäyttö päättynyt 2018, käyttö nykyisin vähäistä (2020-2024 <0,2 tn/a), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021) eikä kaatopaikan suotovedestä (Virolainen 2010, Kettunen & Laaksonen 2011, Koskinen 2012). |
| endosulfaani | Kasvinsuojeluaine tuhohyönteisten torjuntaan; käyttö kielletty EU:ssa 2005 ja Tukholman sopimuksella globaalisti 2011, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), kaukokulkeutuva. |
| fluoranteeni (FLUO) | Syntyy orgaanisen aineen palaessa epätäydellisesti. Esiintyy kivihiilitervassa sekä mm. bitumissa ja tervassa, EQS-ylityksiä VHA3:lla (mm. MAC-EQS -ylitys VHA3:lla Kaijanjoki alapuoli 35.654 vanhan ratapölkkykyllästämön alapuolella ja Kruunuvuorenselällä pureton hiilivaraston välilttömässä läheisyydessä), VHA4-6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Kettunen & Laaksonen 2011, Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b). |
| heksaklooribentseeni (HCB) | Käyttö kasvinsuojeluaineena kielletty 1996 mutta käyttö loppui jo 1977 ja teollisuuskemikaalina 2002; muodostuu kemianteollisuuden sivutuotteena, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), kaukokulkeutuva. |
| heksaklooributadieeni (HCBD) | Teollisuuskemikaali; ei enää käytössä, muodostuu kemianteollisuuden sivutuotteena, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), kaukokulkeutuva. |
| heksakloorisykloheksaani (HCH) | Kasvinsuojeluaine (gamma-isomeeri, lindaani); maatalouskäyttö kielletty Suomessa 1987 puutavaran suojauskäyttö loppui 1990-luvun puoleenväliin mennessä, ei enää käytössä, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), kaukokulkeutuva. |
| isoproturoni | Kasvinsuojeluaineena ei ole käytetty koskaan, käyttö vähäistä (2020-2024 <0,2 tn/a) teollisuus- ja kuluttajakemikaalina (biosidinä; esim. julkisivumaaleissa), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| lyijy (Pb) | Luonnossa esiintyvä alkuaine, käyttö ja päästöt vähentyneet merkittävästi rajoitusten johdosta, teollisuus (erityisesti metsäteollisuus ja metallien tuotanto) suurin päästölähde (Mehtonen ym. 2021a), AA-EQS- tai MAC-EQS kriteeri ylittyy VHA2, 3 & 5, havaittu yleisesti puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno 2014), ei havaittu kaatopaikan suotovedestä (Virolainen 2010, Kettunen & Laaksonen 2011, Koskinen 2012), kaukokulkeutuva. |
| elohopea (Hg) | Luonnossa esiintyvä alkuaine, käyttö ja päästöt vähentyneet merkittävästi rajoitusten johdosta, teollisuus (erityisesti metsä- ja kemianteollisuus sekä metallien tuotanto) suurin päästölähde (Mehtonen ym. 2021a), kala-EQS- kriteerin ylittyy VHA1-6, havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno 2014) ja kaatopaikan suotovedestä (Nakari ym. 2012), kaukokulkeutuva. |
| naftaleeni | haihtuva VOC-yhdiste, esiintyy pääasiassa raudan valmistuksen sivutuotteena syntyvässä kivihiilitervassa sekä vähäisemmässä määrin kreosootissa, käyttömäärät edelleen suuria (2020-2023 n. 8 000 tn/a), AA-EQS- kriteeri ylittyy VHA2, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Kettunen & Laaksonen 2011, Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b). |

| Aine | Perustelut ja muuta taustatietoa |
|---|---|
| nikkeli (Ni) | Luonnossa esiintyvä alkuaine, käyttö ja päästöt vähentyneet merkittävästi rajoitusten johdosta, teollisuus (erityisesti metsä- ja kaivannaisteollisuus sekä metallien tuotanto) suurin päästölähde (Mehtonen ym. 2021a), AA-EQS- kriteerin ylittyy VHA1-5, havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Kettunen & Laaksonen 2011). |
| nonyylifenoli (tekninen seos, 4-nonyylifenoli) + sen mono- ja dietoksylaatit | Teollisuus- ja kuluttajakemikaali (mm. maalien valmistus ja käyttö), käyttömäärät vähentyneet merkittävästi 2010-luvulla, käyttö v. 2020-2024 0,3-0,9 tn NP/a & 1-12 tn NPE/a, VHA2 AA-EQS- kriteeri ylittyy, VHA1, 4, 5 ja 6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021) ja kaatopaikan suotovedestä (Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b, Nakari ym. 2012). |
| oktyylifenoli | Teollisuus- ja kuluttajakemikaali (mm. kumituotteiden valmistuksessa), käyttömäärät vähentyneet merkittävästi 2010-luvulla, nykyisin käyttö melko vähäistä (v. 2020-2024 0,2-3 tn OP/a & 0,4-1 tn OPE/a , mitattu ympäristöpitoisuus ei täytä merkityksellisyyden kriteeriä, havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä mutta yhdyskuntajätevesipäästöt vähentyneet (Vieno & Arjonen 2021), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b, Nakari ym. 2012). |
| pentaklooribentseeni | Teollisuuskemikaalina käytö kielletty 1996 mutta käyttö loppui jo 1992; muodostuu polttoprosesseissa (erityisesti jätteenpoltossa), mitattu ympäristöpitoisuus ei täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), kaukokulkeutuva. |
| pentakloorifenoli | Teollisuuskemikaali; käyttö kielletty vuonna 1989, mitattu ympäristöpitoisuus ei täytä merkityksellisyyden kriteeriä, VHA1, 3, 4 ja 6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, harvoin havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Virolainen 2010, Koskinen 2012), kaukokulkeutuva. |
| bentso(a)pyreeni (BaP) | Syntyy orgaanisen aineksen kuten hiilivetypohjaisen polttoaineen palaessa epätäydellisesti. Esiintyy pääasiassa raudan valmistuksen sivutuotteena syntyvässä kivihiilitervassa mutta myös maaleissa, VHA2 MAC- ja kala-EQS- kriteeri ylittyy, VHA 4-6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b), kaukokulkeutuva. |
| bentso(b)fluoranteeni (BbF) | Syntyy orgaanisen aineksen kuten hiilivetypohjaisen polttoaineen palaessa epätäydellisesti. Esiintyy kemikaalivalmisteissa, jotka sisältävät kreosoottiöljyä, VHA2 ja 3 MAC-EQS – kriteeri ylittyy, VHA 1, 4, 5 ja 6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Mehtonen ym. 2012b), kaukokulkeutuva. |
| bentso(k)fluoranteeni (BkF) | Syntyy orgaanisen aineksen kuten hiilivetypohjaisen polttoaineen palaessa epätäydellisesti. Esiintyy kemikaalivalmisteissa, jotka sisältävät kreosoottiöljyä, VHA2 ja 3 MAC-EQS – kriteeri ylittyy, VHA 1, 4, 5 ja 6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Mehtonen ym. 2012b), kaukokulkeutuva. |
| bentso(g,h,i)-peryleeni (BGHIP) | Syntyy orgaanisen aineksen kuten hiilivetypohjaisen polttoaineen palaessa epätäydellisesti, VHA1-3 MAC-EQS – kriteeri ylittyy, VHA 4-6 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b). |

| Aine | Perustelut ja muuta taustatietoa |
|---|---|
| indeno(1,2,3-cd)pyreeni (IP) | Syntyy orgaanisen aineksen kuten hiilivetypohjaisen polttoaineen palaessa epätäydellisesti, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011, Mehtonen ym. 2012a), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b), kaukokulkeutuva. |
| simatsiini | Kasvinsuojeluaine; käyttöä rajoitettu 1990-luvulla ja kaikki käyttö kielletty 2004, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| tetrakloorieteeni (tetrakloori-etyleeni) | Teollisuuskemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; käyttöä mm. kemiallisessa pesussa, käyttöä enimmäkseen toimialoilla, joiden jätevedet johdetaan yleisesti yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, käyttömäärät korkeita (v. 2020-2024 115-243 tn/a), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, harvoin havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Koskinen 2012). |
| trikloorieteeni (trikloori-etyleeni) | Teollisuuskemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; mm. liuotin maalien ja painovärien valmistuksessa, käyttöä enimmäkseen toimialoilla, joiden jätevedet johdetaan yleisesti yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, käyttömäärä pudonnut merkittävästi, vuosien 2001-2004 tasosta 620-1160 tn/a nykytasoon nähden (2020-2024 <0,3 tn/a), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011). |
| tributyylitina (TBT) | Teollisuuskemikaali; käyttöä aloitettu rajoittamaan v. 1991, kaikki käyttö kiellettiin 1.7.2010, ei käyttöä v. 2006 jälkeen, VHA2 EQS ylittyy, VHA1, 3, 4, 5 ja 6:n rannikolta sekä TBT:tä biosidinä käyttäneiden teollisuuslaitosten resipienteissä sisä- ja rannikkovesissä ei tarpeeksi tietoa pintavesien pitoisuuksista, havaittu harvoin puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Nakari ym. 2012, Vieno 2014), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Virolainen 2010, Koskinen 2012, Mehtonen ym. 2012b), suuria määriä sitouneena pilaantuneisiin pohjasedimentteihin erityisesti rannikosatamissa sekä TBT:tä biosidinä käyttäneiden teollisuuslaitosten resipienteissä sisä- ja rannikkovesissä. TBT:n vesianalyysien analyyttisistä haasteista (määritysraja korkea suhteessa AA-EQS-arvoon) johtuen sedimenttipitoisuusdata tukisi arviointia. |
| triklooribentseenit | Teollisuuskemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; ei käytetä enää, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011). |
| trikloorimetaani (kloroformi) | Teollisuuskemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; käyttö melko vähäistä (2020-2024 <3 tn/a), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, mutta VHA 1-4 ei tarpeeksi mitattua ympäristöpitoisuustietoa, harvoin havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), erilaisten vesijärjestelmien (teollisuuslaitoksista uimahalleihin ja kuluttajakäytössä oleviin porealtaisiin/ paljuihin) desinfioinnissa ja puhdistuksessa käytetyt klooriyhdisteet kuten natriumhypokloriitti reagoi veden orgaanisen aineksen kanssa muodostaen trikloorimetaania suurinakin pitoisuuksina. |
| trifluraliini | Kasvinsuojeluaine; käyttö kielletty 2008, väliaikainen hyväksyntä kesäksi 2009, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), kaukokulkeutuva. |
| dikofoli | Hyönteisten torjunta-aine (insektisidi); käytetty tuholaisten torjuntaan 1960 – 1991, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), kaukokulkeutuva. |
| perfluorioktaanisulfonihappo (PFOS) | Perfluorattuihin yhdisteisiin kuuluva aineryhmä, jonka käyttöä rajoitettu merkittävästi 2000-luvun alusta lähtien. Aikaisemmin laajaa teollisuus- ja kuluttajakemikaalikäyttöä. EQS- kriteeri ylittyy VHA2, 3 ja 5, havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021) ja kaatopaikan suotovedestä (Huhtala ym. 2011 & Mehtonen ym. |

| Aine | Perustelut ja muuta taustatietoa |
|---|---|
| | 2012b). PFOS-sammutusvaahdoilla pilaantunut maaperä nykyisin merkittävin pintavesien PFOS-kuormittaja. Kaukokulkeutuva. |
| kinoksifeeni | Kasvitautien torjunta-aine (fungisidi), ei ole ikinä hyväksytty käytettäväksi Suomessa, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä. |
| dioksiinit ja dioksiinien kaltaiset yhdisteet | Poltto- ja prosessiperäinen aineryhmä, jota syntyy tahattomasti orgaanisten aineiden ja kloorin reagoidessa tietyissä olosuhteissa poltto- ja teollisuusprosesseissa. Päästöt lähinnä ilmaan, päästöt vesiin vähäisiä, ilmapäästöjä vähennetty merkittävästi. Dioksiinit pilanneet maaperää ja vesistöjen sedimenttejä, mutta pitoisuudet kalassa ovat laskeneet eivätkä mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, alhaisia pitoisuuksia havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno 2014), mutta jätevedenpuhdistamot ovat erittäin vähäinen pintavesien dioksiini-kuormittaja (Mehtonen ym. 2018), kaukokulkeutuva. |
| aklonifeeni | Rikkakasvien torjunta-aine, jota saa käyttää useille eri viljelykasveille, on edelleen käyttöä Suomessa (4 hyväksyttyä valmistetta, nykyisen luvan päättymispäivä 20, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| bifenoksi | Rikkakasvien torjunta-aine; sallittu rikkakasvien torjuntaan syys- ja kevätviljoilla, mutta myynti vähäistä 2012 jälkeen, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| sybutryyni | Biosidi; nykyisin ei 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, tunnetuin valmiste on ollut Irgarol, jota käytetty tehosteaineena antifouling- eli veneenpohjamaaleissa vuoteen 2001 asti, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| sypermetriini | Hyönteisten torjunta-aine (insektisidi), jota on käytetty Suomessa jo pitkään, käyttömäärät vaihtelevat vuosittain. Käytetään myös esim. puunsuoja-aineena, hyttysverkkojen käsittelyssä ja muurahaiskarkotteissa, määritysraja on ollut liian korkea ympäristönlaatunormiin verrattuna jotta voisi arvioida mitattujen ympäristöpitoisuuksien merkityksellisyyttä, mutta arvioitiin vähämerkitykselliseksi VHA5-7:lla, VHA1-4:lta ei luotettavaa mitattua ympäristöpitoisuustietoa, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| diklorvossi | Hyönteisten torjunta-aine; hyönteisten torjunta sisätiloissa, varastoissa ja kasvihuoneilla, ei Suomen kasvinsuojeluainerekisterissä, kalankasvatuksessa käytetty metrifonaatti-lääkeaine hajoaa diklorvossiksi, mutta sen käyttö loppunut vuonna 1996, määritysraja on ollut liian korkea ympäristönlaatunormiin verrattuna jotta voisi arvioida mitattujen ympäristöpitoisuuksien merkityksellisyyttä, mutta ei merkityksellinen, mm. koska käyttöä ei enää ole, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| heksabromisyklododekaani | Palonsuoja-aine, jolla ei nykyisin käyttöä Suomessa; aikaisemmin merkittävää käyttöä 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 vuoteen 2017 asti. Kotimainen teollisuus siirtyi korvaavaan palonsuoja-aineeseen 2016, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021, määritysrajat tosin korkeampia kuin aikaisemmassa Vienon (2014) kartoituksessa), Jätevedenpuhdistamot vähäinen pintavesien kuormittaja (Mehtonen ym. 2012a ja Vieno 2014), kaukokulkeutuva. |

| Aine | Perustelut ja muuta taustatietoa |
|---|---|
| heptakloori ja sen epoksidi | Hyönteisten torjunta-aine, jonka käyttö kiellettiin vuonna 1996, mutta käyttö oli loppunut jo aiemmin, käyttö puunsuoja-aineena lopetettiin vuonna 1994, puutteellinen analytiikka (määritysraja liian korkea laatunormiin verrattuna), mutta loppuneen käytön johdosta arvioitiin vähämerkitykselliseksi VHA1-7:lla, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), kaukokulkeutuva. |
| terbutryyni | Rikkakasvien torjunta-aine, jonka käyttö Suomessa perunapelloilla yleistä 1970-luvulta vuoteen 2004, jolloin käyttö loppui, edelleen vähäistä biosidikäyttöä (2020-24 1-2 tn/a) mm. maaleissa, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, harvoin havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| **Kansalliset haitalliset aineet** | |
| klooribentseeni | Teollisuus- ja kuluttajakemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; käyttö suurta ja vaihdellut vuosittain huomattavasti, ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023; valtaosin haihtuu aktiivilietetekniikkaan perustuvilla jätevedenpuhdistamoilla ja pintavesissä haihtuu ilmaan), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011). |
| 1,2-diklooribentseeni | Teollisuus- ja kuluttajakemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; käyttöä on edelleen, ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023; valtaosin haihtuu jätevedenpuhdistamoilla ja pintavesissä haihtuu ilmaan), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011). |
| 1,4-diklooribentseeni | Teollisuus- ja kuluttajakemikaali, haihtuva VOC-yhdiste; käyttöä on edelleen, ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023; valtaosin haihtuu jätevedenpuhdistamoilla ja pintavesissä haihtuu ilmaan), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011). |
| butyylibentsyyliftalaatti (BBP) | Teollisuuskemikaali, käyttömäärät Suomessa romahtaneet 2010-luvulla, käyttö nykyisin vähäistä, ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Mehtonen ym. 2012b). |
| dibutyyliftalaatti (DBP) | Teollisuuskemikaali, käyttömäärät Suomessa romahtaneet, käyttö nykyisin vähäistä, ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021), ei havaittu kaatopaikan suotovedestä (Mehtonen ym. 2012b). |
| resorsinoli (1,3-bentseenidioli) | Teollisuuskemikaali; käyttö suurta ja vaihdellut huomattavasti, aineelle ei ole asetettu EQS-arvoa, ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023; pitoisuudet pintavesissä eivät pääsääntöisesti ole ylittäneet tai olleet lähellä aineen pintavesien haitatonta pitoisuustasoa Suomessa ja aine suurelta osin hajoaa jätevedenpuhdistuksessa), ainetta irtoaa ajoneuvojen renkaista vesiin, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Mehtonen ym. 2023), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Virolainen 2010, Kettunen & Laaksonen 2011, Koskinen 2012). |
| (bentsotiatsoli-2-yylitio) metyylitiosyanaatti (TCMTB) | Teollisuuskemikaali; käyttö vuodesta 2005 lähtien vähentynyt, ei käyttöä vuodesta 2018 lähtien, aineelle ei ole asetettu EQS-arvoa, ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023; käyttö ja päästöt vähentyneet merkittävästi), ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno 2014). |
| bentsotiatsoli-2-tioli (MBeT) | Teollisuuskemikaali; käyttö vaihdellut voimakkaasti, käytetään edelleen merkittävästi (8-13 tn/a v. 2019-20), aineelle ei ole asetettu EQS-arvoa, pitoisuuksia vesiympäristössä tulee selvittää tarkkailuissa ja seurannoissa (Mehtonen ym. 2023), |

| Aine | Perustelut ja muuta taustatietoa |
|---|---|
| | VHA1-6 ei luotettavaa tietoa ympäristöpitoisuuksista, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno 2014, Mehtonen ym. 2023), mutta määritysraja ei riittävän alhainen ehdotettuun EQS-arvoon nähden (Londesborough 2005). |
| bronopoli (2-bromi-2-nitropropaani-1,3-diol) | Teollisuuskemikaali; limantorjunta-aine massa- ja paperiteollisuudessa, biosidi mm. kemianteollisuudessa ja maalien valmistuksessa, käytetään merkittävästi (Mehtonen ym. 2023), ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023), ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021) eikä ainetta käyttäneiden massa- ja paperi- sekä kemian teollisuuden laitosten jätevedestä (Dye et al. 2007), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu kaatopaikkojen suotovedestä (Virolainen 2010, Kettunen & Laaksonen 2011, Kangas 2018). |
| dimetoaatti | Kasvinsuojeluaine kirvojen ja muiden tuhohyönteisten torjuntaan, poistettu EU:ssa hyväksyttyjen kasvinsuojeluaineiden listalta, eikä sitä sisältäviä valmisteita ole saanut käyttää kesäkuun 2020 jälkeen, ehdotettu poistettavaksi asetuksen 1022/2006 liitteestä 1D (Mehtonen ym. 2023), mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| MCPA | Kasvinsuojeluaine leveälehtisten rikkakasvien torjuntaan esimerkiksi viljapelloilla. Käyttöä 1950-luvulta lähtien. Käyttömäärät vähentyneet, mutta käyttö edelleen suurta. EQS-kriteeri ylittyi kuudella VHA2:n ja VHA3:n paikalla (mukana vain vesimuodostumissa sijaitsevat mittauspaikat), ympäristöpitoisuustietoa liian vähän VHA1:ltä, havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021) ja kaatopaikan suotovedestä (Virolainen 2010). |
| metamitroni | Kasvinsuojeluaine; mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| prokloratsi | Kasvinsuojeluaine; mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Vieno & Arjonen 2021). |
| etyleenitiourea | Kasvinsuojeluaine; lisäksi käytetty Suomessa teollisuuskemikaalina kumi- ja muovituotteiden sekä elektronisten komponenttien ja piirilevyjen valmistuksessa, mutta käyttö loppunut 2010-luvun alussa, mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Koskinen 2012). |
| tribenuroni-metyyli | Kasvinsuojeluaine; mitatut ympäristöpitoisuudet eivät täytä merkityksellisyyden kriteeriä, ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä (Toivikko 2011), havaittu kaatopaikan suotovedestä (Koskinen 2012). |

# 4. Vuoksen vesienhoitoalueen (VHA1) inventaario

## 4.1. 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 $km^2$, josta maa-aluetta on n. 47 000 $km^2$ ja vesialuetta n. 11 000 $km^2$. Alueen 58 kunnassa asuu yhteensä noin 558 000 ihmistä (v. 2019) ja väestön tiheys on noin asukasta/$km^2$. Suurimmat asutuskeskittymät (v. 2017) ovat Kuopio (118 000 asukasta), Joensuu (76 000 as.), Lappeenranta (73 000 as.) ja Mikkeli (54 000 as). 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.

Vuoksen vesienhoitoalueella on 1530 vesimuodostumaa. Elohopea ja PBDE-yhdisteet ovat keskeinen syy huonoon kemialliseen tilaan. Vuoksen vesienhoitoalueella kalaelohopeaa on seurattu mittauksin noin 130 järvestä. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto on puutteellista.

**Päästöinventaarion näkökulmasta merkitykselliset aineet**

Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössa voidaan keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Aineiden merkityksellisyyden arvioinnissa avainasemassa olivat tiedot aineiden esiintymisestä vesiympäristössä. Lisätietoa arvioinnista löytyy luvusta 3. Arvioinnin tulokset VHA1:n pintavesissä ovat seuraavat:

- PBDE, kadmium, elohopea, nikkeli ja bentso(g,h,i)peryleeni tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

## 4.2. Yhdyskunnat

### 4.2.1. Yleiskatsaus

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Vuoksen vesienhoitoalueen noin 558 000 asukkaasta suurin osa on liittynyt vesihuoltolaitosten viemäriverkostoihin. Vesienhoitoalueella on yhteensä 73 ympäristöluvanvaraista, toiminnassa olevaa yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoa.

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

#### 4.2.2. Päästöt

VHA1:n merkityksellisten aineiden yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästötietoa pintavesiin on esitetty t**Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.**. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.

Taulukko 4.1. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt VHA1:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Heinäveden kirkonkylän jätevedenpuhdistamo | 04.274 Kermajärven a | 0,007 |
| Imatran Vesi, Meltolan jätevesilaitos | 04.191 Vuoksen la | 0 |
| Joensuun Vesi, Kuhasalon jätevedenpuhdistamo | 04.321 Pyhäselän la | 0,07 |
| Juuan jätevedenpuhdistamo | 04.451 Juuanjoen alaosan a | 0,003 |
| Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamo | 02.022 Kiteenjoen a | 0,01 |
| Koillis-Savon ympäristöhuolto Oy, Juankosken jätevedenpuhdistamo | 04.612 Karjalankosken a | 0,02 |
| Kuopion Vesi, Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo | 04.272 Kallaveden a | 0,34 |
| Lappeenrannan Lämpövoima Oy, Toikansuon jv-puhdistamo | 06.022 Rakkolanjoen yläosan va | 0 |
| Lieksan jätevedenpuhdistamo | 04.421 Riikonlammen a | 0,07 |
| Nurmeksen Vesi Oy, jätevedenpuhdistamo | 04.411 Pielisen la | 0,03 |
| Outokummun kaupunki, Jokipohjan jätevedenpuhdistamo | 04.353 Sysmänjoen va | 0,03 |
| **Yhteensä** | | **0,59** |
| **Elohopea** | | |
| Heinäveden kirkonkylän jätevedenpuhdistamo | 04.274 Kermajärven a | 0,007 |
| Imatran Vesi, Meltolan jätevesilaitos | 04.191 Vuoksen la | 0 |
| Joensuun Vesi, Kuhasalon jätevedenpuhdistamo | 04.321 Pyhäselän la | 0,21 |
| Juuan jätevedenpuhdistamo | 04.451 Juuanjoen alaosan a | 0,005 |
| Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamo | 02.022 Kiteenjoen a | 0,009 |
| Koillis-Savon ympäristöhuolto Oy, Juankosken jätevedenpuhdistamo | 04.612 Karjalankosken a | 0,02 |
| Kuopion Vesi, Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo | 04.272 Kallaveden a | 0,68 |
| Lappeenrannan Lämpövoima Oy, Toikansuon jv-puhdistamo | 06.022 Rakkolanjoen yläosan va | 0 |
| Lieksan jätevedenpuhdistamo | 04.421 Riikonlammen a | 0,07 |
| Nurmeksen Vesi Oy, jätevedenpuhdistamo | 04.411 Pielisen la | 0,03 |
| Outokummun kaupunki, Jokipohjan jätevedenpuhdistamo | 04.353 Sysmänjoen va | 0,07 |
| **Yhteensä** | | **1,1** |
| **Nikkeli** | | |
| Heinäveden kirkonkylän jätevedenpuhdistamo | 04.274 Kermajärven a | 0,7 |
| Imatran Vesi, Meltolan jätevesilaitos | 04.191 Vuoksen la | 24 |
| Joensuun Vesi, Kuhasalon jätevedenpuhdistamo | 04.321 Pyhäselän la | 77 |
| Juuan jätevedenpuhdistamo | 04.451 Juuanjoen alaosan a | 3 |
| Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamo | 02.022 Kiteenjoen a | 6 |
| Kuopion Vesi, Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo | 04.272 Kallaveden a | 41 |
| Lappeenrannan Lämpövoima Oy, Toikansuon jv-puhdistamo | 06.022 Rakkolanjoen yläosan va | 21 |
| Lieksan jätevedenpuhdistamo | 04.421 Riikonlammen a | 2 |
| Nurmeksen Vesi Oy, jätevedenpuhdistamo | 04.411 Pielisen la | 10 |
| Outokummun kaupunki, Jokipohjan jätevedenpuhdistamo | 04.353 Sysmänjoen va | 5 |
| Keski-Savon Vesi Oy, Jätevedenpuhdistamo, Akonniemi | 04.211 Haukiveden la | 69 |
| Lapinlahden Vesi Oy, Jätevedenpuhdistamo, kirkonkylä | 04.511 Onkiveden la | 12 |
| Lappeenrannan Lämpövoima Oy, Oravaharjun jätevesilaitos | 04.112 Ala-Saimaan la | 3 |
| Savonlinnan Vesi, Savonrannan jätevedenpuhdistamo | 04.231 Pyyveden la | 0,03 |
| **Yhteensä** | | **274** |
| **Lyijy** | | |

| | | |
|---|---|---|
| Heinäveden kirkonkylän jätevedenpuhdistamo | 04.274 Kermajärven a | 0,02 |
| Imatran Vesi, Meltolan jätevesilaitos | 04.191 Vuoksen la | 0 |
| Joensuun Vesi, Kuhasalon jätevedenpuhdistamo | 04.321 Pyhäselän la | 0,8 |
| Juuan jätevedenpuhdistamo | 04.451 Juuanjoen alaosan a | 0,08 |
| Kiteen keskustaajaman jätevedenpuhdistamo | 02.022 Kiteenjoen a | 0,05 |
| Kuopion Vesi, Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo | 04.272 Kallaveden a | 0,7 |
| Lappeenrannan Lämpövoima Oy, Toikansuon jv-puhdistamo | 06.022 Rakkolanjoen yläosan va | 0 |
| Lieksan jätevedenpuhdistamo | 04.421 Riikonlammen a | 5,6 |
| Nurmeksen Vesi Oy, jätevedenpuhdistamo | 04.411 Pielisen la | 0,06 |
| Lappeenrannan Lämpövoima Oy, Oravaharjun jätevesilaitos | 04.112 Ala-Saimaan la | 0 |
| **Yhteensä** | | **7** |
| **PBDE** | | |
| Imatran Vesi, Meltolan jätevedenpuhdistamo | 04.191 Vuoksen la | 0 |

## 4.3. Teollisuus ja yritystoiminta

### 4.3.1. Yleiskatsaus

**Teollisuus**

Teollisuuden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Suurimmat massa- ja paperiteollisuuslaitokset sijaitsevat Kaakkois-Suomessa Imatralla, Lappeenrannassa ja Joutsenossa. Muita suuria tehtaita on Varkaudessa, Joensuussa, Lieksassa (kartonkitehdas) ja Kuopiossa (aallotuskartonkitehdas).
Mekaanista puunjalostusteollisuutta on lisäksi Ristiinassa (vaneritehdas), Savonlinnassa (vaneritehdas), Joensuussa (vaneritehdas), Lieksassa (saha), Nurmeksessa (saha), Kiteellä (saha; toiminta loppui 2019, alueella viimeisiä jälkihoitotoimia /kunnostusta) ja Punkaharjulla (vaneritehdas ja viilupuutehdas).

Kaivosmineraalien tutkiminen ja louhiminen ovat selvästi lisääntyneet viime aikoina Vuoksen vesienhoitoalueella. Nikkeliä ja nikkeliyhdisteitä pääsee vesistöihin erityisesti kaivannaisteollisuudesta, jota on tai on ollut Kainuussa Nurmijoen reitin yläosassa (Terrafamen kaivosalue sijaitsee Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueiden vedenjakajalla, Nilsiän reitin latvoilla), Pohjois-Savossa Juojärven reitillä (Kaavi) ja Kallaveden-Sorsaveden alueella (Leppävirta), Pohjois-Karjalassa Viinijärven-Höytiäisen (Outokumpu, Polvijärvi) ja Koitajoen (Ilomantsi) alueilla sekä Pielisen reitillä (Juuka). Valtaosa nikkelipäästöistä on peräisin Outokummun Vuonoksen talkkitehtaasta. Seudulla sijaitsevan Sysmäjärven pohjasedimentteihin on kertynyt runsaasti raskasmetalleja aikaisemman kaivos- ja rikastustoiminnan seurauksena, ja myös vedessä muun muassa arseeni- ja nikkelipitoisuudet ovat kohonneet luontaisesta tasosta. Edellä mainittuja haitallisia aineita on arvioitu esiintyvän vesienhoitoalueella ympäristönlaatunormin ylittäviä pitoisuuksia Pohjois-Karjalan Sysmäjärvessä ja Viinijoessa sekä Pohjois-Savossa Oravilahdessa ja Retusen Petkellahdessa.

Nonyylifenolietoksylaatin käyttö Yara Suomi Oy Siilinjärvellä on päättynyt vuoden 2019 loppuun mennessä, mutta suotovesikuormitus rikastushiekka-alueelta on mahdollista.
Nonyylifenolietoksylaattien vesistöön päätyvää kuormitusta sekä pitoisuuksia Juurusvedessä ja sen sedimentissä on arvioitu GTK:n tutkimuksessa (Pasanen ym. 2013) sekä tarkkailtu yhtiön toimesta.

### 4.3.2. Päästöt

Teollisuuden päästötietoa VHA1:n pintavesiin on esitetty taulukoissa 4.2–4.6. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.

HUOM! Niitä laitoksia, joiden päästöt johdetaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei käsitellä tässä luvussa, koska niiden päästöt eivät päädy suoraan pintaveteen.

Taulukko 4.2. Kaivannaisteollisuuden (ml. sen jätealueet) päästöt VHA1:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Endomines Oy, Pampalon kultakaivos ja rikastamo, kaivannaisjätealue | 04.983 Jorhonjoen va | 0,011 |
| Endomines Oy, Pampalon kultakaivos ja rikastamo | 04.936 Alajoen va | 0,002 |
| Endomines Oy, Rämepuro -kaivospiiri, kaivannaisjätealue | 04.933 Ilajanjärven a | 0,039 |
| Endomines Oy, Rämepuro -kaivospiiri, ylivuoto | 04.933 Ilajanjärven a | 0,02 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Vuonoksen tehdas | 04.353 Sysmänjoen va | 0,662 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Horsmanahon ja Pehmytkiven kaivos | 04.352 Viinijärven va | 0,003 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Lipasvaaran kaivos, kaivannaisjätealue | 04.847 Nisänkanavan va | 0,002 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Lipasvaaran kaivos, ylivuoto | 04.847 Nisänkanavan va | 0,023 |
| **yhteensä** | | **0,762** |
| **Elohopea** | | |
| Endomines Oy, Pampalon kultakaivos ja rikastamo, kaivannaisjätealue | 04.983 Jorhonjoen va | 0,002 |
| Endomines Oy, Rämepuro -kaivospiiri, ylivuoto | 04.933 Ilajanjärven a | 0,013 |
| Endomines Oy, Rämepuro -kaivospiiri, kaivannaisjätealue | 04.933 Ilajanjärven a | 0,002 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Vuonoksen tehdas | 04.353 Sysmänjoen va | 0,042 |
| **yhteensä** | | **0,059** |
| **Nikkeli** | | |
| Endomines Oy, Pampalon kultakaivos ja rikastamo, kaivannaisjätealue | 04.983 Jorhonjoen va | 1 |
| Endomines Oy, Pampalon kultakaivos ja rikastamo | 04.936 Alajoen va | 0,09 |
| Endomines Oy, Rämepuro -kaivospiiri, kaivannaisjätealue | 04.933 Ilajanjärven a | 9 |
| Endomines Oy, Rämepuro -kaivospiiri, ylivuoto | 04.933 Ilajanjärven a | 16 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Vuonoksen tehdas | 04.353 Sysmänjoen va | 122 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Horsmanahon ja Pehmytkiven kaivos | 04.352 Viinijärven a | 64 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Karnukan kaivos | 04.356 Viinijoen va | 13 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Lipasvaaran kaivos, kaivannaisjätealue | 04.847 Nisänkanavan va | 1,7 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Lipasvaaran kaivos | 04.847 Nisänkanavan va | 19 |
| Nunnanlahden Uuni Oy | 04.414 Huutojoen - Härkinpuron va | 7,3 |
| Outokumpu Mining Oy, Hammaslahden suljettu kaivos | 04.361 Iiksenjoen a | 40 |
| Tulikivi Oyj, Vaaralammen ja Koskelan louhokset | 04.414 Huutojoen - Härkinpuron va | 11,9 |
| Geologian Tutkimuskeskus, Mineraalitekniikka ja materiaalit (MMA), Outokumpu | 04.353 Sysmänjoen va | 0,08 |
| Finncobalt Oy, Keretin vanha kaivosalue ja Hautalammen kaivos | 04.353 Sysmänjoen va | 62 |
| Terrafame Oy, Talvivaaran kaivospiiri | 04.645 Kivijoen va | 2,9* |
| **yhteensä** | | **370** |
| **Iyijy** | | |
| Endomines Oy, Pampalon kultakaivos ja rikastamo, kaivannaisjätealue | 04.983 Jorhonjoen va | 0,122 |
| Endomines Oy, Pampalon kultakaivos ja rikastamo | 04.936 Alajoen va | 0,0003 |
| Endomines Oy, Rämepuro -kaivospiiri, kaivannaisjätealue | 04.933 Ilajanjärven a | 0,017 |
| Endomines Oy, Rämepuro -kaivospiiri, ylivuoto | 04.933 Ilajanjärven a | 0,13 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Vuonoksen tehdas | 04.353 Sysmänjoen va | 0,026 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Horsmanahon ja Pehmytkiven kaivos | 04.352 Viinijärven a | 0,011 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Lipasvaaran kaivos, kaivannaisjätealue | 04.847 Nisänkanavan va | 0,0004 |
| Elementis Minerals B.V. Branch Finland, Lipasvaaran kaivos, ylivuoto | 04.847 Nisänkanavan va | 0,002 |
| **yhteensä** | | **0,309** |

* Vuodesta 2025 eteenpäin jätevesiä ei ole enää juoksutettu Vuoksen suuntaan

Taulukko 4.3. Metsäteollisuuden päästöt VHA1:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Metsä Board Oyj, Simpele | 03.011 Kokkolanjoen a | 1,39 |
| Metsä Fibre Oy, Joutsenon tehdas | 04.112 Ala-Saimaan la | 15,9 |
| Stora Enso Oyj, Imatran tehtaat | 04.112 Ala-Saimaan la | 29 |
| Stora Enso Oyj, Varkauden tehtaat | 04.211 Haukiveden la | 0,4 |
| Stora Enso Oyj, Enocellin tehdas, Joensuu | 04.331 Pielisjoen suualue | 1 |
| UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehtaat, Lappeenranta | 04.112 Ala-Saimaan la | 8,9 |
| Pankakoski Mill Oy, Lieksa | 04.422 Lieksankosken a | 0,2 |
| **yhteensä** | | **56,79** |
| **Elohopea** | | |
| Metsä Board Oyj, Simpele | 03.011 Kokkolanjoen a | 0,55 |
| Metsä Fibre Oy, Joutsenon tehdas | 04.112 Ala-Saimaan la | 0,12 |
| Stora Enso Oyj, Imatran tehtaat | 04.112 Ala-Saimaan la | 0 |
| Stora Enso Oyj, Varkauden tehtaat | 04.211 Haukiveden la | 0,5 |
| Stora Enso Oyj, Enocellin tehdas, Joensuu | 04.331 Pielisjoen suualue | 6 |
| UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehtaat, Lappeenranta | 04.112 Ala-Saimaan la | 1,85 |
| Pankakoski Mill Oy, Lieksa | 04.422 Lieksankosken a | 0,107 |
| **yhteensä** | | **9,13** |
| **Nikkeli** | | |
| Metsä Board Oyj, Simpele | 03.011 Kokkolanjoen a | 30 |
| Metsä Fibre Oy, Joutsenon tehdas | 04.112 Ala-Saimaan la | 44,8 |
| Stora Enso Oyj, Imatran tehtaat | 04.112 Ala-Saimaan la | 123 |
| Stora Enso Oyj, Varkauden tehtaat | 04.211 Haukiveden la | 1,8 |
| Stora Enso Oyj, Enocellin tehdas, Joensuu | 04.331 Pielisjoen suualue | 31 |
| UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehtaat, Lappeenranta | 04.112 Ala-Saimaan la | 278 |
| Pankakoski Mill Oy, Lieksa | 04.422 Lieksankosken a | 3,8 |
| **yhteensä** | | **512** |
| **Lyijy** | | |
| Metsä Board Oyj, Simpele | 03.011 Kokkolanjoen a | 4,2 |
| Metsä Fibre Oy, Joutsenon tehdas | 04.112 Ala-Saimaan la | 7,9 |
| Stora Enso Oyj, Imatran tehtaat | 04.112 Ala-Saimaan la | 1,8 |
| Stora Enso Oyj, Varkauden tehtaat | 04.211 Haukiveden la | 34 |
| Stora Enso Oyj, Enocellin tehdas, Joensuu | 04.331 Pielisjoen suualue | 4,6 |
| UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehtaat, Lappeenranta | 04.112 Ala-Saimaan la | 19,5 |
| Pankakoski Mill Oy, Lieksa | 04.422 Lieksankosken a | 3,2 |
| **yhteensä** | | **75,2** |

Taulukko 4.4. Metalliteollisuuden päästöt VHA1:n pintavesiin vuonna 2023.

| **Aine / laitos** | **Vesistö, johon päästöt kohdistuvat** | **Päästöt kg/a** |
|---|---|---|
| Ovako Imatra Oy Ab, Imatran terästehdas | 04.191 Vuoksen la | |
| **Nikkeli** | | 35 |
| **Lyijy** | | 1 |

Taulukko 4.5. Energiantuotantolaitosten päästöt VHA1:n pintavesiin vuonna 2023.

| **Aine / laitos** | **Vesistö, johon päästöt kohdistuvat** | **Päästöt kg/a** |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Kuopion energia Oy, Haapaniemen voimalaitos, Kuopio | Sulkavanjärven va | 0,08 |
| Savon Voima Joensuu Oy, Joensuun voimalaitos | 04.361 Iiksenjoen a | 0,191 |
| ADVEN Oy, Lk 298 Valio Oy Lapinlahti | 04.511 Onkiveden la | 0,001 |
| **yhteensä** | | **0,272** |
| **Elohopea** | | |
| Kuopion energia Oy, Haapaniemen voimalaitos, Kuopio | Sulkavanjärven va | 0,14 |

| | | |
|---|---|---|
| Savon Voima Joensuu Oy, Joensuun voimalaitos | 04.361 Iiksenjoen a | 0,083 |
| ADVEN Oy, Lk 298 Valio Oy Lapinlahti, Lapinlahti | 04.511 Onkiveden la | 0,004 |
| **yhteensä** | | **0,227** |
| **Nikkeli** | | |
| Kuopion energia Oy, Haapaniemen voimalaitos, Kuopio | Sulkavanjärven va | 0,57 |
| Savon Voima Joensuu Oy, Joensuun voimalaitos | 04.361 Iiksenjoen a | 2,964 |
| ADVEN Oy, Lk 298 Valio Oy Lapinlahti, Lapinlahti | 04.511 Onkiveden la | 0,018 |
| **yhteensä** | | **3,55** |
| **Lyijy** | | |
| Kuopion energia Oy, Haapaniemen voimalaitos, Kuopio | Sulkavanjärven va | 0,76 |
| Savon Voima Joensuu Oy, Joensuun voimalaitos | 04.361 Iiksenjoen a | 0,202 |
| ADVEN Oy, Lk 298 Valio Oy Lapinlahti, Lapinlahti | 04.511 Onkiveden la | 0,003 |
| **yhteensä** | | **0,965** |

Taulukko 4.6. Jätteenkäsittelyn päästöt VHA1:n pintavesiin vuonna 2023.

| **Aine** | **Päästöt kg/a** |
|---|---|
| Kadmium | n. 0,01 |
| Elohopea | n. 0,03 |
| Nikkeli | n. 3 |
| Lyijy | n. 0,06 |

## 4.4. **Maatalouden kasvinsuojeluaineet**

Tämän inventaarion kohteena olleet maatalouden kasvinsuojeluaineiden (ml. MCPA) merkityksellisyyttä ei ole voitu arvioida. Siksi niiden huuhtoumia pintavesiin ei ole arvioitu.

## 4.5. **Laskeuma**

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Vanhoista EU:n prioriteettiaineista laskeuma Suomessa on arvioitu kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle (Pb) ja dioksiineille (PCDD/F, taulukko 4.7). Kadmiumin ja elohopean laskeumatrendit vuosina 1990-2021 on esitetty kuvissa 4.1 ja 4.2. Kadmiumin laskeuma on pienentynyt kun taas elohopean laskeuma ei ole muuttunut.

Laskeuma arvioitiin vesienhoitoalueen koko pinta-alalle, sisävesiin sekä maa-alueille. Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2021 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Laskeuma ja sen laskentamenettely, laskeumakartat, laskeumatrendi, Suomen päästöjen osuus laskeumasta sekä laskeuman epävarmuusarvio on esitetty liitteessä 2. Varsinkin elohopean osalta on syytä huomioida mallinnettuun laskeumaan liittyvä suuri epävarmuus ja vuosittainen vaihtelu.

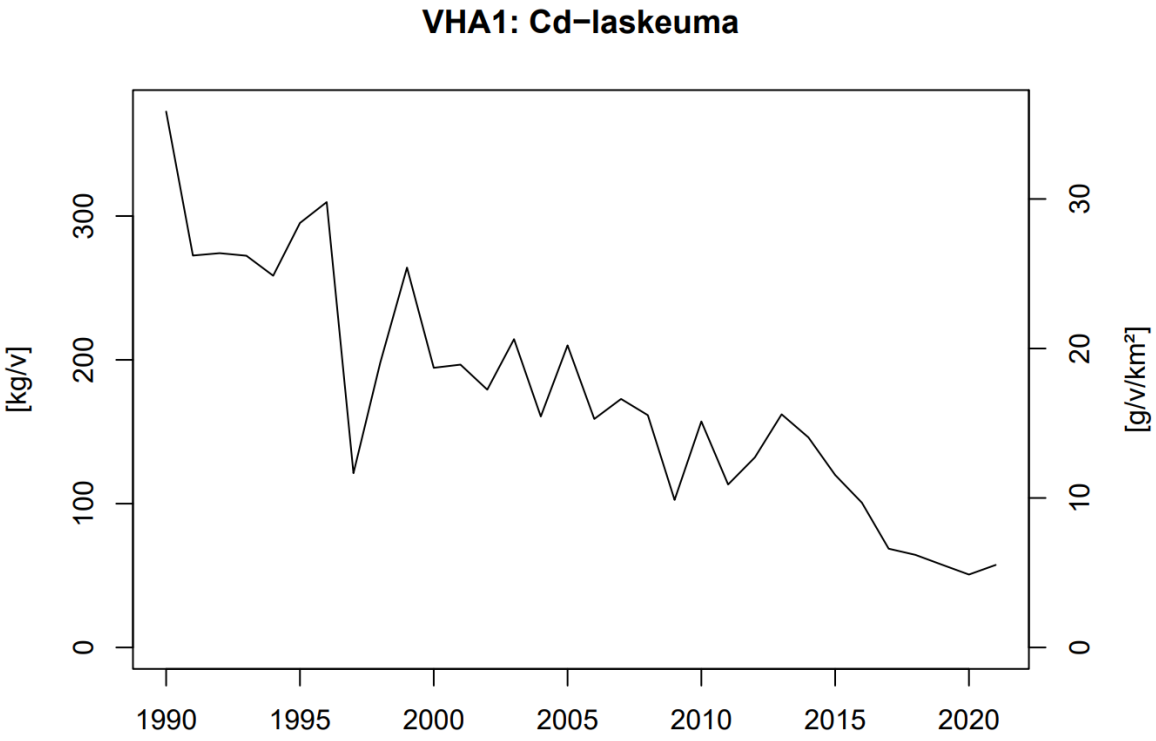
Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan

resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt.

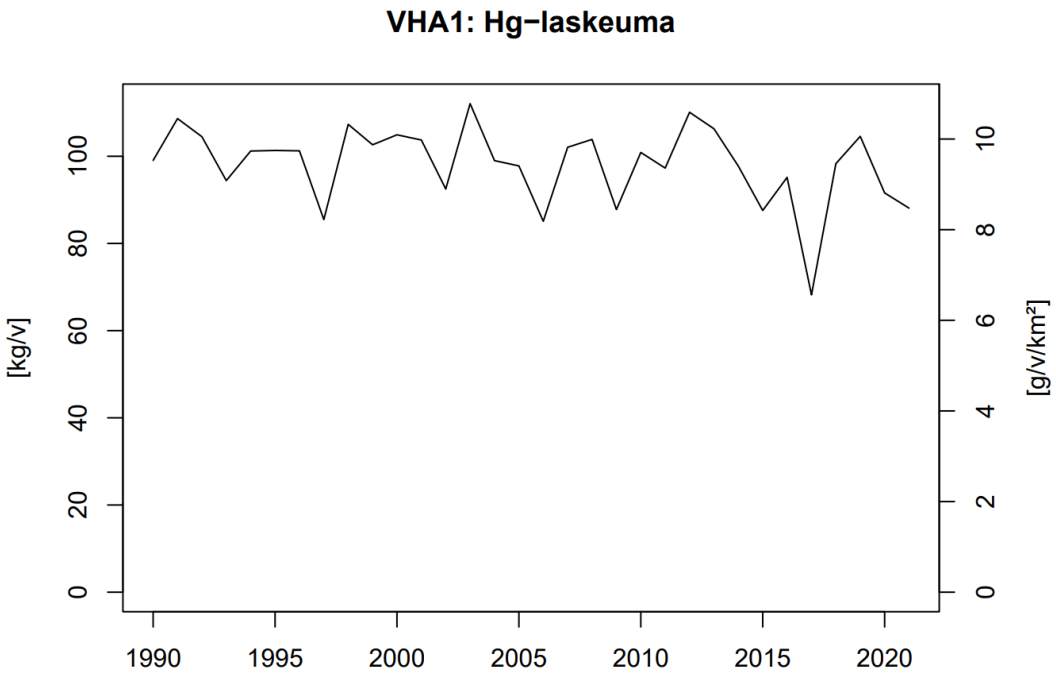
Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti.

Taulukko 4.1. Kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien ilmaperäinen laskeuma vuonna 2021 VHA1:llä.

| **Laskeuma** | **Kadmium kg/a** | **Elohopea kg/a** | **Lyijy kg/a** | **PCDD/F g I-TEQ/a** |
|---|---|---|---|---|
| Laskeuma VHA:n sisävesiin | 57 | 88 | 1132 | 9 |
| Laskeuma VHA:n maa-alueelle | 277 | 432 | 5475 | 41 |
| Laskeuma koko VHA:lle | 334 | 520 | 6607 | 50 |




Kuva 4.1 Kadmiumin laskeuma sisävesiin VHA1:n alueelle 1990–2021.




Kuva 4.2 Elohopean laskeuma sisävesiin VHA1:n alueelle 1990–2021.

## 4.6. **Venäjän puolelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama**

Vuoksen vesienhoitoalue on osa Suomenlahden valuma-aluetta, mutta sieltä ei laske jokia suoraan Suomen merialueelle.
Jokien ainevirtaama koostuu luonnossa esiintyvien aineiden kuten metallien osalta luonnon huuhtoumasta, mutta myös ihmisen aiheuttamasta piste- ja hajakuormituksesta valuma-alueella. Synteettisten orgaanisten aineiden jokiainevirtaamat mereen indikoivat ihmisten aiheuttamaa piste- ja hajakuormitusta.

Jokien ainevirtaamat on arvioitu kaikille aineille, joista löytyy mitattua pitoisuustietoa; myös vähämerkityksellisistä aineista. Jokien ainevirtaama mereen laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2018–2024 VESLA- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei arvioitu, koska ne eivät sisälly jokien ainevirtaamien seurantaohjelmaan. Vedenlaadun näytteenottopisteet sijaitsivat jokisuiden läheisyydessä. Joen ainevirtaama laskettiin siinä tapauksessa, jos näytteiden lukumäärä oli ≥ 5 kpl/a. Jos näytteiden lukumäärä < 5 kpl/a, on ilmoitettu, että onko ainetta havaittu joesta, mutta ainevirtaamaa ei ole laskettu. Tähän laskentatapaan liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Koska pitoisuustiedot perustuvat suhteellisen harvaan näytteenottoon, ne eivät välttämättä kuvaa kaikkia pitoisuuksien vaihteluita vuoden aikana, erityisesti virtaamahuippujen tai lyhytaikaisten kuormituspiikkien yhteydessä. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat analyysimenetelmien määritysrajat sekä se, että osa näytteistä voi olla määritysrajan alapuolella. Näistä syistä vuosikohtaisia ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, ja niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta, joka liittyy sekä näytteenoton ajalliseen

kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen. Tarkempi jokien ainevirtaaman arviointimenetelmä ja kohdeaineet ovat esitetty liitteessä 1.

Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Vuosina 2018-2024 ei Vuoksen raskasmetallivirtaamia ei voitu laskea alhaisen näytemäärän takia: vain 3-4 vuotuista näytettä (taulukko 4.8), kun minimivaatimuksena oli vähintään 5 vuotuista näytettä. Kaikkien otettujen raskasmetallinäytteiden pitoisuudet ylittivät määritystarkkuuden alarajan toisin kuin edellisinä kartoitusvuosina (2012-2013), jolloin suurin osa kadmium- ja elohopeanäytteistä jäi määritystarkkuuden alarajan alapuolelle.

Taulukko 4.8. Vuoksesta mitattujen raskasmetallien näytemäärät ja kuinka monen pitoisuus ylittää määritystarkkuuden alarajan. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| JOKI | Vuosi | MQ | CD | | HG | | NI | | PB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m3/s | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| VUOKSI | 2018 | 745 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 |
| | 2019 | 535 | | 3/3 | | 3/3 | | 3/3 | | 3/3 |
| | 2020 | 672 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 |
| | 2021 | 712 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 |
| | 2022 | 595 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 |
| | 2023 | 666 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 |
| | 2024 | 741 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 | | 4/4 |

Kasvinsuojeluaineita ei vuonna 2023 havaittu määritystarkkuuden ylittävinä pitoisuuksin Vuoksen vedestä (yhdeksän näytteenottokertaa). Mitatut kasvinsuojeluaineet on esitetty liitteessä 1. Ftalaatteja havaittiin vuoden 2021 mittauksissa Vuoksesta selkeästi alle puolessa näytteissä. Tällä kertaa, toisin kuin vuosien 2012 ja 2013 näytteissä, havaittiin myös butyylibentsyyliftalaattia (BBP) (taulukko 4.9). Verrattaessa vuoden 2021 Di-(2-etyyliheksyyli)ftalaatti- (DEHP) ja dibutyyliftalaattivirtaamia (DBP) olivat ne huomattavasti alhaisempia kuin edellisessä kartoituksessa.

Taulukko 4.9. Vuoksen kautta Venäjälle päätyvä ftalaattien ainevirtaama vuonna 2021. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | DBP | | BBP | | DEHP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| VUOKSI | 2021 | 339 | 2/9 | 288 | 2/9 | 523 | 4/9 |

Vuonna 2020 otetuista 12 näytteestä kaikkia fenoliyhdisteitä mitattiin yli määritysrajan olevina pitoisuuksina 1-2 kertaa (taulukko 4.10). Kuten edellisessä inventaariossa nytkin niitä havaittiin vain yksittäisillä näytteenottokerroilla.

Taulukko 4.10. Vuoksen kautta Venäjälle päätyvä fenolien ainevirtaama vuonna 2020. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | NP1EO | | NP2EO | | NPT | | NP4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| VUOKSI | 2020 | 69.5 | 1/12 | 91.6 | 2/12 | 347 | 1/12 | 347 | 1/12 |
| Joki | Vuosi | OP | | PTOF | | OP1EO | | OP2EO | |
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| VUOKSI | 2020 | 104 | 1/12 | 174 | 1/12 | 69.5 | 1/12 | 34.7 | 1/12 |

Vuonna 2022 Vuoksessa tutkituista PAH-yhdisteistä havaittiin vain naftaleenia, edellisessä kartoituksessa havaittuja antraseenia tai fluoranteenia ei havaittu (taulukko 4.11). Muut tutkitut aineet olivat bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni ja bentso(ghi)peryleeni ja indeno(1,2,3-cd)pyreeni.

Taulukko 4.11. Vuoksen kautta Venäjälle päätyvä naftaleenin ainevirtaama vuonna 2022. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | Naftaleeni | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| VUOKSI | 2022 | 78.2 | 4/11 |

PFOS-yhdisteitä on päätynyt ja joiltain osin edelleen päätyy ympäristöön esim. ilmalaskeumana, yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta, puhdistamolietteiden levityksestä sekä kaatopaikoilta ja pilaantuneesta maaperästä. PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia (Perkola ym. 2023).

Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) määritettiin Vuoksen vedestä yhdeksän kertaa vuonna 2019 ja 2024 ainevirtaamien ollessa 1,9 ja 3,3 kg/a. PFOS-pitoisuus ylitti useimmiten määritystarkkuuden alarajan (taulukko 4.12). Globaaleista käytön rajoituksista johtuvaa PFOSin ainevirtaaman vähentymistä Vuoksen kautta ei ole havaittavissa. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on jatkettava.

Taulukko 4.12. Vuoksen kautta Venäjälle päätyvä PFOS-virtaama vuosina 2019 ja 2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | PFOS | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| VUOKSI | 2019 | 1.9 | 7/9 |
| | 2024 | 3.3 | 5/9 |

## 4.7 Yhteenveto

Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöinventaario pintavesiin tehtiin SYKEn ja LVV:n / ELY-keskusten yhteistyönä vuosina 2025-2026. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöihin ja kulketumiseen liittyvää tietopohjaa. Inventaario tukee vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia.

Inventaario tehtiin 45 EU:n prioriteettiaineelle /-aineryhmälle, kahdeksalle muulle pilaavalle aineelle, joille on asetettu EU-tasollla ympäristönlaatunormi ja jotka käytännössä ovat EU:n prioriteettiaineita sekä 15 kansalliselle haitalliselle aineelle.

Inventaariossa on arvioitu seuraavia päästölähteitä ja kulkeutumisreittejä:
* Yhdyskunnat
* Teollisuus ja yritystoiminta
* Maatalouden kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat
* Laskeuma
* Vuoksen ainevirtaama Venäjälle

Inventaariossa tunnistettiin päästöinventaarion kriteerien perusteella merkitykselliset aineet, joiden osalta pyrittiin arvioimaan kattavammin päästöjä.

- PBDE, kadmium, elohopea, nikkeli ja bentso(g,h,i)peryleeni tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

**Päästöt, huuhtoumat ja kulkeutuminen pintavesiin**
Tietoa merkityksellisten aineiden päästöistä, huuhtoumista ja kulkeutumisesta VHA1:n pintavesiin on koottu taulukoihin 4.13 - 4.14.
Teollisuuden Cd-, Hg-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin ovat selvästi suuremmat kuin yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt (taulukko 4.13). Suuria kuormittajia ovat metsäteollisuus (Cd, Hg, Ni & Pb) ja kaivannaisteollisuus (Ni), kun taas jätteenkäsittelyn, metalliteollisuuden ja energiantuotannon päästöt ovat huomattavasti pienemmät (taulukko 4.14). On huomattava, että pitkällä aikajaksolla, viimeisten 50 vuoden aikana, teollisuuden Hg-, Cd-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin Suomessa ovat merkittävästi vähentyneet, yleensä noin 68-99% teollisuuden alasta ja metallista riippuen (luku 11.2, taulukot 11.5 – 11.8).

PBDE-yhdisteitä ei havaittu vuonna 2023 yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen puhdistetusta jätevedestä VHA1:n alueella yhdeltä yhdyskuntajätevedenpuhdistamolta. PBDE-yhdisteitä ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä myöskään uusimmassa VVY:n kartoituksessa (Vieno & Arjonen 2021).
PBDE-yhdisteiden päästölähteistä ja ympäristöpitoisuuksien muutoksista Suomessa ja Pohjois-Euroopassa on esitetty liitteessä 3. Palonsuoja-aineina erilaisissa muoveissa käytettyjen polybromatut difenyylieetteri (PBDE) -yhdisteiden käyttö lisääntyi 1980- ja 1990 –luvulla Euroopassa, mutta alkoi vähentyä 2000-luvulla. PBDE-yhdisteiden päästöjä ja kulkeutumista

ympäristöön ei kunnolla tiedetä, mutta niiden yleinen esiintyminen vesiympäristössä arvioidaan johtuvan ilmaperäisestä laskeumasta. Urbaaneilla alueilla vesieliöstön PBDE-pitoisuudet ovat korkeampia kuin vesistöissä, joiden alueella asuu vähemmän ihmisiä. PBDE-yhdisteitä esiintyy edelleen käytössä olevissa esineissä, joista niitä saattaa kulkeutua ympäristöön käytön tai jätteenkäsittelyn yhteydessä. Jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteet pääosin kiinnittyvät puhdistamolietteeseen, mutta jossain määrin myös kulkeutuvat pintavesiin. PBDE-yhdisteitä voi päätyä merkittävästi maaperään puhdistamolietteen levittämisen kautta, ja yhdisteet sitoutuvat pääosin pysyvästi maaperään partikkeleihin, mutta voivat partikkeleihin sitoutuneena huuhtoutua sadeveden mukana pintavesiin. Suomessa puhdistamolietteen levitys maahan ja laskeuma ovat arvioitu suurimmiksi PBDE:n kulkeutumisreiteiksi ympäristöön. PBDE-yhdisteiden pitoisuus sisävesien ja rannikon ahvenessa on laskenut vuoden 2009 tasosta (kahdelta paikalta tuloksia), mutta vuoden 2010 jälkeen pitoisuus on pysynyt kaikilla paikoilla pääosin melko samalla tasolla. Silakan PBDE-pitoisuudet ovat vuosina 2009-2023 laskeneet kaikilla Suomen merialueilla. Myös useimpien muiden kalalajien kuten kuhan, ahvenen, lahnan ja siian PBDE-pitoisuudet ovat alentuneet vuosina 2009-2023 Itämerellä (liite 3).

Tässä inventaariossa tarkastellut maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat VHA1:n alueella vähämerkityksellisiä tai niiden merkityksellisyyttä ei voitu arvioida ja siten niiden huuhtoumia pintavesiin ei arvioitu.

Elohopean ja lyijyn ilmaperäinen laskeuma pintavesiin on selkeästi suurempaa kuin pistemäinen kuormitus (teollisuus ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamot) pintavesiin (taulukko 4.13). Kadmiumin laskeuma pintavesiin on saman suuruista kuin teollisuuden päästöt pintavesiin. Tosin teollisuuden päästöt kohdistuvat pistemäisesti pienelle alueelle, toisin kuin laskeuma, joka kohdistuu laajalle alueelle. Dioksiinien pääkulkeutumisreitti pintavesiin on laskeuma (taulukko 4.13). Kadmiumin laskeuma on vuosina 1990-2021 vähentynyt, kun taas elohopean laskeuma ei ole muuttunut. Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto vaikutuksista on puutteellista. Maanmuokkauksen ja suometsien ojitusten vaikutuksia elohopean metylaatioon ja huuhtoumaan tulee selvittää tarkemmin Suomen olosuhteissa (ks. myös Mehtonen ym. 2021b).

Raskasmetalleja havaittiin vuosina 2018-2024 kaikista Vuoksesta otetuista näytteistä, mutta vähäisen näytemäärän takia metallivirtaamia ei pysytty laskemaan.

PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia. Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) havaitiin yleisesti Vuoksen vedestä

vuonna 2019 ja 2024 Venäjälle päätyvien ainevirtaamien ollessa 1,9 kg/a ja 3,3 kg/a. Globaaleista käytön rajoituksista johtuvaa PFOSin ainevirtaaman vähentymistä Vuoksen kautta ei ole havaittavissa. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on siis jatkettava.

Tutkituista PAH-yhdisteistä Vuoksen vedestä havaittiin vain naftaleenia. Yhtään kasvinsuojeluainetta ei vuonna 2023 havaittu määritystarkkuuden ylittävinä pitoisuuksin Vuoksen vedestä. Ftalaatteja havaittiin vuoden 2021 mittauksissa Vuoksesta alle puolessa näytteissä. Tällä kertaa, toisin kuin vuosien 2012 ja 2013 näytteissä, havaittiin myös butyylibentsyyliftalaattia. Vuonna 2021 DEHP:n ja DBP:n ainevirtaamat olivat huomattavasti alhaisempia kuin edellisessä kartoituksessa vuosina 2012-2013. Fenolisia yhdisteitä havaittiin Vuoksesta vain yksittäisillä näytteenottokerroilla.

Taulukko 4.13. Kadmiumin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja dioksiinien (PCDD/F) päästöt ja kulkeumat VHA1:n alueella. - = ei mittauksia.

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | Cd kg/a | Hg kg/a | Ni kg/a | Pb kg/a | PCDD/F g I-TEQ/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | 0,59 | 1,1 | 274 | 7 | pienet[1] |
| Teollisuus, sisävesiin / 2023 | 57,8 | 9,4 | 924 | 78 | pienet[2] |
| Laskeuma sisävesiin / 2021 | 57 | 88 | - | 1133 | 9 |
| Vuoksen ainevirtaama / 2018-24 | * | * | * | * | - |

* ei voitu arvioida alhaisen näytemäärän takia (3-4 vuotuista näytettä)

[1] Jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaispäästöistä pintavesiin Suomessa << 1% (Mehtonen ym. 2018)

[2] erittäin pienet myös verrattuna ilmapäästöihin Suomessa, teollisuuden dioksiinipäästöt ilmaan on tärkeä päästölähde (Mehtonen ym. 2012a & 2018, Munne ym. 2013)

Taulukko 4.14. Kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn teollisuusalakohtaiset päästöt VHA1:n sisävesiin vuonna 2023. - = ei ole tehty mittauksia tai ei ko. laitoksia VHA:lla.

| Teollisuusala | Cd kg/a | Hg kg/a | Ni kg/a | Pb kg/a |
|---|---|---|---|---|
| KA | 0,76 | 0,06 | 370 | 0,3 |
| PK+PM | 56,8 | 9,1 | 512 | 75,2 |
| ME | - | - | 35 | 1 |
| EN | 0,27 | 0,23 | 3,6 | 1 |
| KE | - | - | - | - |
| JK | 0,01 | 0,03 | 3 | 0,06 |
| yhteensä | 57,84 | 9,42 | 923,6 | 77,6 |

KA=kaivannaisteollisuus PK+PM=metsäteollisuus ME=metalliteollisuus EN=energiantuotanto
KE = Kemianteollisuus JK=Jätteenkäsittely

# 5. Kymijoen – Suomenlahden vesienhoitoalueen (VHA2) inventaario

## 5.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus

Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue muodostuu Suomenlahteen Suomen alueella laskevien jokien valuma-alueista. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue koostuu yhteensä 13 päävesistöalueesta, rannikon pienistä vesistöistä sekä Suomenlahden rannikkovesistä. Vesistöalueista selvästi suurin on Kymijoen vesistö. Muista vesistöalueista suurimmat ovat Karjaanjoen, Vantaanjoen ja Porvoonjoen vesistöalueet. Vesistöiltään monipuolinen alue sisältää Suomen tiheimmin asutut keskukset – 57 074 $km^2$ alueella asuu 2,35 miljoonaa ihmistä (2018). Pinta-alasta on maa-aluetta on 43 542 $km^2$, sisävesialuetta 7 439 $km^2$ ja merialuetta 6 093 $km^2$.

Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueella merkittävimmät haitallisten aineiden aiheuttamat ongelmat ovat korkeat polykloorattujen dioksiinien ja furaanien sekä elohopean pitoisuudet Kymijoen sedimenteissä. Klooriyhdisteiden ja raskasmetallien pitoisuudet ovat paikoin korkeita myös merialueilla ja satamien läheisyydessä. Myös orgaanisia tinayhdisteitä (TBT) on löytynyt mm. Kymijoen sekä Suomenlahden rannikkovesien pohjasedimenteistä. Orgaanisia tinayhdisteitä on käytetty merialusten pohjamaaleissa estämään levien kiinnittyminen alusten runkoon. Lisäksi vesienhoitoalueen lounaisosassa sijaitsevissa kaivostoiminnan vaikutuspiirissä olleissa järvissä (Määrjärvi-Orijärvi ja Seljänalanen) on todettu kohonneita kadmiumpitoisuuksia. Lisäksi kahdesta vesimuodostumasta on havaittu PAH-yhdisteitä haitallisina pitoisuuksina, mutta niiden päästölähteitä ei tiedetä.

Elohopea ja PBDE-yhdisteet ovat keskeinen syy pintavesien huonoon kemialliseen tilaan tällä vesienhoitoalueella. Myös PFOS, TBT, kadmium sekä eräät PAH-yhdisteet aiheuttavat paikoin ympäristönlatunormin ylityksiä. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto on puutteellista.

**Päästöinventaarion näkökulmasta merkitykselliset aineet**

Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössä voidaan keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Aineiden merkityksellisyyden arvioinnissa avainasemassa olivat tiedot aineiden esiintymisestä vesiympäristössä. Lisätietoa arvioinnista löytyy luvusta 3. Arvioinnin tulokset VHA2:n pintavesissä ovat seuraavat:

- PBDE, kadmium, DEHP, fluoranteeni, lyijy, elohopea, naftaleeni, nikkeli, nonyylifenoli ja sen mono- ja dietoksylaatit, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(g,h,i)peryleeni, TBT, PFOS ja MCPA tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

## 5.2. **Yhdyskunnat**

### 5.2.1. Yleiskatsaus

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Vesienhoitoalueella asuu yli kaksi miljoonaa ihmistä (2 146 000 v. 2005). Suuri osa vesienhoitoalueen asukkaista on liittynyt vesihuoltolaitosten vesi- ja viemäriverkostoihin ja verkostoja laajentamalla on saatu keskitetyn viemäröinnin piiriin yhä useampia vesienhoitoalueen asukkaista.

### 5.2.2. Päästöt

VHA2:n merkityksellisten aineiden yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästötietoa pintavesiin on esitetty **Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.**. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.

Taulukko 5.1. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt vuonna 2023 VHA2:n pintavesiin.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Hangon jätevedenpuhdistamo | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| Kymen Vesi Oy, Mussalon jätevesilaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 0,11 |
| Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo, Lapinjärvi | Taasianjoen keskiosan a | 0 |
| Pitkäniemen jätevedenpuhdistamo, Lohja | Lohjanjärven la | 0,038 |
| Vårdön jätevedenpuhdistamo, Loviisa | Loviisan - Pernajan rannikkoalue | 0,034 |
| Myrskylän jätevedenpuhdistamo | Myrskylänjoen va | 0,003 |
| Klaukkalan jätevedenpuhdistamo, Nurmijärvi | Luhtajoen - Ylisjoen a | 0,02 |
| Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoo | Porvoon rannikkoalue | 0,00008 |
| Karjaa-Pohjan ja Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamot, Raasepori | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,068 |
| Riihimäen viemärilaitos, keskuspuhdistamo | Vantaan - Herajoen va | 0,1 |
| Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy, Nenäinniemen jätevedenpuhdistamo | 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 0 |
| Hyvinkään jätevedenpuhdistamo | Nukarin - Hyvinkään a | 0 |
| Lahti Aqua Oy, Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamo | 18.042 Hangasmäen - Hennalan a | 0,64 |
| Kouvolan Vesi Oy, Mäkikylän jätevesilaitos | 14.113 Myllykosken vl:n a | 0 |
| **Yhteensä** | | **1,0** |
| **Elohopea** | | |
| Hangon jätevedenpuhdistamo | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| Kymen Vesi Oy, Mussalon jätevesilaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 0,57 |
| Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo, Lapinjärvi | Taasianjoen keskiosan a | 0,01 |
| Pitkäniemen jätevedenpuhdistamo, Lohja | Lohjanjärven la | 0 |
| Vårdön jätevedenpuhdistamo, Loviisa | Loviisan - Pernajan rannikkoalue | 0 |
| Myrskylän jätevedenpuhdistamo | Myrskylänjoen va | 0,06 |
| Klaukkalan jätevedenpuhdistamo, Nurmijärvi | Luhtajoen - Ylisjoen a | 0,12 |
| Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoo | Porvoon rannikkoalue | 0,0002 |
| Karjaa-Pohjan ja Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamot, Raasepori | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,18 |
| Riihimäen viemärilaitos, keskuspuhdistamo | Vantaan - Herajoen va | 0,21 |
| Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy, Nenäinniemen jätevedenpuhdistamo | 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 0 |
| Lahti Aqua Oy, Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamo | 18.042 Hangasmäen - Hennalan a | 0,43 |
| **Yhteensä** | | **1,58** |
| **Nikkeli** | | |
| Hangon jätevedenpuhdistamo | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 9,6 |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 317 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 97 |
| Hyvinkään jätevedenpuhdistamo | Nukarin - Hyvinkään a | 13 |
| Kymen Vesi Oy, Mussalon jätevesilaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 27 |
| Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo, Lapinjärvi | Taasianjoen keskiosan a | 0,9 |
| Pitkäniemen jätevedenpuhdistamo, Lohja | Lohjanjärven la | 18 |
| Vårdön jätevedenpuhdistamo, Loviisa | Loviisan - Pernajan rannikkoalue | 5,1 |

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Myrskylän jätevedenpuhdistamo | Myrskylänjoen va | 0,2 |
| Klaukkalan jätevedenpuhdistamo, Nurmijärvi | Luhtajoen - Ylisjoen a | 6,2 |
| Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoo | Porvoon rannikkoalue | 18 |
| Karjaa-Pohjan ja Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamot, Raasepori | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 9,8 |
| Riihimäen viemärilaitos, keskuspuhdistamo | Vantaan - Herajoen va | 21 |
| Kouvolan Vesi Oy, Mäkikylän jätevesilaitos | 14.113 Myllykosken vl:n a 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 37 |
| Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy, Nenäinniemen jätevedenpuhdistamo | 18.042 Hangasmäen - Hennalan a | 90 |
| Lahti Aqua Oy, Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamo | Hiidenveden la | 114 |
| Vihdin jätevedenpuhdistamo | | 6,2 |
| **Yhteensä** | | **790** |
| **Lyijy** | | |
| Hangon jätevedenpuhdistamo | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,4 |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| Hyvinkään jätevedenpuhdistamo | Nukarin - Hyvinkään a | 0 |
| Kymen Vesi Oy, Mussalon jätevesilaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 3,4 |
| Lahti Aqua Oy, Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamo | 18.042 Hangasmäen - Hennalan a | 7,8 |
| Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo, Lapinjärvi | Taasianjoen keskiosan a | 0 |
| Pitkäniemen jätevedenpuhdistamo, Lohja | Lohjanjärven la | 0 |
| Vårdön jätevedenpuhdistamo, Loviisa | Loviisan - Pernajan rannikkoalue | 0,09 |
| Myrskylän jätevedenpuhdistamo | Myrskylänjoen va | 0,03 |
| Klaukkalan jätevedenpuhdistamo, Nurmijärvi | Luhtajoen - Ylisjoen a | 0,1 |
| Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoo | Porvoon rannikkoalue | 0,6 |
| Karjaa-Pohjan ja Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamot, Raasepori | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,8 |
| Riihimäen viemärilaitos, keskuspuhdistamo | Vantaan - Herajoen va | 0,2 |
| Kouvolan Vesi Oy, Mäkikylän jätevesilaitos | 14.113 Myllykosken vl:n a | 0,07 |
| **Yhteensä** | | **13,5** |
| **PBDE** | | |
| Sysmän kunnan viemärilaitos, Kirkonkylä | Päijänteen la | 0,005 |
| **PFOS** | | |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| Hangon jätevedenpuhdistamo | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,06 |
| Pitkäniemen jätevedenpuhdistamo, Lohja | Lohjanjärven la | 0,02 |
| Vårdön jätevedenpuhdistamo, Loviisa | Loviisan - Pernajan rannikkoalue | 0 |
| Klaukkalan jätevedenpuhdistamo, Nurmijärvi | Luhtajoen - Ylisjoen a | 0,01 |
| Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoo | Porvoon rannikkoalue | 0,00003 |
| Karjaa-Pohjan ja Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamot, Raasepori | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,005 |
| Riihimäen viemärilaitos, keskuspuhdistamo | Vantaan - Herajoen va | 0,08 |
| Vihdin jätevedenpuhdistamo | Hiidenveden la | 0,0002 |
| Kouvolan Vesi Oy, Mäkikylän jätevesilaitos | 14.113 Myllykosken vl:n a | 0 |
| **Yhteensä** | | **0,175** |
| **DEHP** | | |
| Hangon jätevedenpuhdistamo | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 1,7 |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 66,7 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| Hyvinkään jätevedenpuhdistamo | Nukarin - Hyvinkään a | 3,5 |
| Kymen Vesi Oy, Mussalon jätevesilaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 1,7 |
| Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy, Nenäinniemen jätevedenpuhdistamo | 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 0 |
| Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo, Lapinjärvi | Taasianjoen keskiosan a | 0 |
| Pitkäniemen jätevedenpuhdistamo, Lohja | Lohjanjärven la | 0,8 |
| Vårdön jätevedenpuhdistamo, Loviisa | Loviisan - Pernajan rannikkoalue | 1 |
| Myrskylän jätevedenpuhdistamo | Myrskylänjoen va | 0,008 |
| Klaukkalan jätevedenpuhdistamo, Nurmijärvi | Luhtajoen - Ylisjoen a | 0,5 |
| Padasjoen jätevedenpuhdistamo | Päijänteen la | 0 |
| Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoo | Porvoon rannikkoalue | 0,009 |
| Karjaa-Pohjan ja Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamot, Raasepori | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0 |
| Riihimäen viemärilaitos, keskuspuhdistamo | Vantaan - Herajoen va | 0,6 |
| Sysmän kunnan viemärilaitos, Kirkonkylä | Päijänteen la | 0,06 |
| **Yhteensä** | | **76,6** |
| **Bentso(ghi)peryleeni** | | |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| **Nonyylifenolit ja -etoksylaatit** | | |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| Hangon jätevedenpuhdistamo | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0 |
| Kymen Vesi Oy, Mussalon jätevesilaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 1,5 |
| Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo, Lapinjärvi | Taasianjoen keskiosan a | 0,01 |

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Pitkäniemen jätevedenpuhdistamo, Lohja | Lohjanjärven la | 0 |
| Vårdön jätevedenpuhdistamo, Loviisa | Loviisan - Pernajan rannikkoalue | 0,1 |
| Klaukkalan jätevedenpuhdistamo, Nurmijärvi | Luhtajoen - Ylisjoen a | 0,3 |
| Padasjoen jätevedenpuhdistamo | Päijänteen la | 0,03 |
| Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo, Porvoo | Porvoon rannikkoalue | 0,8 |
| Karjaa-Pohjan ja Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamot, Raasepori | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,1 |
| Riihimäen viemärilaitos, keskuspuhdistamo | Vantaan - Herajoen va | 0,5 |
| Vihdin puhdistamo | Hiidenveden la | 0 |
| **Yhteensä** | | **3,3** |
| **Naftaleeni** | | |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| **TBT** | | |
| HSY, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| HSY, Blominmäen jätevedenpuhdistamo | 91.51 Helsingin - Espoon rannikkoalue | 0 |
| Hangon jätevedenpuhdistamo | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0 |
| Vårdön jätevedenpuhdistamo, Loviisa | Loviisan - Pernajan rannikkoalue | 0 |
| Karjaa-Pohjan ja Skeppsholmenin jätevedenpuhdistamot, Raasepori | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,0003 |
| **MCPA** | | |
| Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy, Nenäinniemen jätevedenpuhdistamo | 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 0 |

## 5.3. Teollisuus ja yritystoiminta

### 5.3.1. Yleiskatsaus

**Teollisuus**

Teollisuuden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Vesienhoitoalueen merkittävin teollisuuden pistekuormittaja on massa- ja paperiteollisuus Keski- ja Kaakkois-Suomessa.

### 5.3.2. Päästöt

Teollisuuden päästötietoa VHA2:n pintavesiin on esitetty taulukoissa 5.2–5.8. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.
HUOM! Niitä laitoksia, joiden päästöt johdetaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei käsitellä tässä luvussa, koska niiden päästöt eivät päädy suoraan pintaveteen.

Taulukko 5.2. Kaivannaisteollisuuden (ml. sen jätealueet) päästöt VHA2:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Kiskon Mineraali Oy | Fiskars ån va | |
| kadmium | | 0,001 |
| nikkeli | | 0,057 |
| lyijy | | 0,015 |

Taulukko 5.3. Metsäteollisuuden päästöt VHA2:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Kotkamills Oy, Kotkan tehtaat | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 6,6 |
| Metsä Board Oyj, Äänekoski Mill | 14.332 Kuhnamon a | 0,1 |

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Metsä Fibre Oy, Äänekosken biotuotetehdas | 14.332 Kuhnamon a | 13 |
| Sappi Finland Operations Oy, Kirkniemen paperitehdas | 23.021 Lohjanjärven la | 1,9 |
| Stora Enso Oyj, Anjalankosken tehtaat | 14.11 Kymijoen alaosan a | 6,9 |
| Stora Enso Oyj, Heinolan Flutingtehdas | 14.131 Konniveden la | 0,45 |
| Stora Enso Oyj, Sunilan tehdas, Kotka | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 1,2 |
| UPM Communication / Specialty Papers Oy, Jämsänkosken paperitehdas | 14.511 Jämsänjoen suualue | 3,8 |
| UPM-Kymmene Oyj, Kymi, Kouvola* | 14.115 Kuusankosken vl:n a | 2,25 |
| **yhteensä** | | **36,2** |
| **Elohopea** | | |
| Kotkamills Oy, Kotkan tehtaat | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 1,3 |
| Metsä Board Oyj, Äänekoski Mill | 14.332 Kuhnamon a | 0,1 |
| Metsä Fibre Oy, Äänekosken biotuotetehdas | 14.332 Kuhnamon a | 0 |
| Sappi Finland Operations Oy, Kirkniemen paperitehdas | 23.021 Lohjanjärven la | 0,26 |
| Stora Enso Oyj, Anjalankosken tehtaat | 14.11 Kymijoen alaosan a | 0 |
| Stora Enso Oyj, Heinolan Flutingtehdas | 14.131 Konniveden la | 0 |
| Stora Enso Oyj, Sunilan tehdas, Kotka | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 0 |
| UPM-Kymmene Oyj, Kymi, Kouvola* | 14.115 Kuusankosken vl:n a | 0,08 |
| **yhteensä** | | **1,74** |
| **Nikkeli** | | |
| Kotkamills Oy, Kotkan tehtaat | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 90 |
| Metsä Board Oyj, Äänekoski Mill | 14.332 Kuhnamon a | 4,2 |
| Metsä Fibre Oy, Äänekosken biotuotetehdas | 14.332 Kuhnamon a | 82 |
| Sappi Finland Operations Oy, Kirkniemen paperitehdas | 23.021 Lohjanjärven la | 15,2 |
| Stora Enso Oyj, Anjalankosken tehtaat | 14.11 Kymijoen alaosan a | 58,8 |
| Stora Enso Oyj, Heinolan Flutingtehdas | 14.131 Konniveden la | 0 |
| Stora Enso Oyj, Sunilan tehdas, Kotka | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 9 |
| UPM Communication / Specialty Papers Oy, Jämsänkosken paperitehdas | 14.511 Jämsänjoen suualue | 19 |
| UPM-Kymmene Oyj, Kymi, Kouvola* | 14.115 Kuusankosken vl:n a | 31,7 |
| **yhteensä** | | **309,7** |
| **Lyijy** | | |
| Metsä Board Oyj, Äänekoski Mill | 14.332 Kuhnamon a | 1,4 |
| Metsä Fibre Oy, Äänekosken biotuotetehdas | 14.332 Kuhnamon a | 0 |
| Sappi Finland Operations Oy, Kirkniemen paperitehdas | 23.021 Lohjanjärven la | 2,4 |
| Stora Enso Oyj, Anjalankosken tehtaat | 14.11 Kymijoen alaosan a | 16,5 |
| Stora Enso Oyj, Heinolan Flutingtehdas | 14.131 Konniveden la | 0 |
| Stora Enso Oyj, Sunilan tehdas, Kotka | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 1 |
| UPM Communication / Specialty Papers Oy, Jämsänkosken paperitehdas | 14.511 Jämsänjoen suualue | 6,5 |
| UPM-Kymmene Oyj, Kymi, Kouvola* | 14.115 Kuusankosken vl:n a | 8,25 |
| **yhteensä** | | **36,1** |

* sisältää myös Solvay Chemicals Finland Oy:n jätevedet

Taulukko 5.4. Metalliteollisuuden päästöt VHA2:n pintavesiin vuonna 2023.

| **Aine / laitos** | **Vesistö, johon päästöt kohdistuvat** | **Päästöt kg/a** |
|---|---|---|
| **Lyijy** | | |
| Prysmian Group Finland Oy, Pikkalan tehdas, Kirkkonummi | 91.71 Siuntion - Inkoon rannikkoalue | 0,111 |

Taulukko 5.5. Energiantuotannon päästöt VHA2:n pintavesiin vuonna 2023.

| **Aine / laitos** | **Vesistö, johon päästöt kohdistuvat** | **Päästöt kg/a** |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Raaseporin Energia Oy, Koivuniemen lämpökeskus | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,0004 |
| Alva-yhtiöt Oy, Rauhalahden voimalaitos | 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 0 |
| Kotkan Energia Oy, Hovinsaaren voimalaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 0,26 |

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Lohjan Biolämpö Oy, Lämpölaitos | 23.021 Lohjanjärven la | 0,0265 |
| Savon Voima Oyj, Pieksämäen voimalaitos | 14.793 Pieksäjärven a | 0,001 |
| Tuusulanjärven Lämpö Oy, Järvenpään voimalaitos | 21.092 Keravanjoen keskiosan a | 0,01 |
| Fortum Power and Heat Oy, Kivenlahden lämpökeskus, Espoo | 91.51 (Helsingin - Espoon rannikkoalue) | 0,006 |
| Helen Oy, Vuosaaren biolämpökeskus, Helsinki | 91.51 (Helsingin - Espoon rannikkoalue) | 0 |
| Vantaan Energia Oy, Jätevoimala | 81V049 Suomenlahden ra:n välialue | 0,15 |
| **yhteensä** | | 0,45 |
| **Elohopea** | | |
| Raaseporin Energia Oy, Koivuniemen lämpökeskus | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,016 |
| Alva-yhtiöt Oy, Rauhalahden voimalaitos | 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 0,045 |
| Kotkan Energia Oy, Hovinsaaren voimalaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 0,14 |
| Lohjan Biolämpö Oy, Lämpölaitos | 23.021 Lohjanjärven la | 0,002 |
| Savon Voima Oyj, Pieksämäen voimalaitos | 14.793 Pieksäjärven a | 0,002 |
| Tuusulanjärven Lämpö Oy, Järvenpään voimalaitos | 21.092 Keravanjoen keskiosan a | 0,02 |
| Fortum Power and Heat Oy, Kivenlahden lämpökeskus, Espoo | 91.51 (Helsingin - Espoon rannikkoalue) | 0,005 |
| Helen Oy, Vuosaaren biolämpökeskus, Helsinki | 91.51 (Helsingin - Espoon rannikkoalue) | 0,01 |
| **yhteensä** | | 0,24 |
| **Nikkeli** | | |
| Raaseporin Energia Oy, Koivuniemen lämpökeskus | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,015 |
| Alva-yhtiöt Oy, Rauhalahden voimalaitos | 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 0,56 |
| Kotkan Energia Oy, Hovinsaaren voimalaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 1,17 |
| Lohjan Biolämpö Oy, Lämpölaitos | 23.021 Lohjanjärven la | 0,02 |
| Savon Voima Oyj, Pieksämäen voimalaitos | 14.793 Pieksäjärven a | 0,05 |
| Tuusulanjärven Lämpö Oy, Järvenpään voimalaitos | 21.092 Keravanjoen keskiosan a | 0,4 |
| Helen Oy, Vuosaaren biolämpökeskus, Helsinki | 91.51 (Helsingin - Espoon rannikkoalue) | 0,01 |
| Vantaan Energia Oy, Jätevoimala | 81V049 Suomenlahden ra:n välialue | 0,5 |
| **yhteensä** | | 2,73 |
| **Lyijy** | | |
| Raaseporin Energia Oy, Koivuniemen lämpökeskus | 91.81 Tammisaaren - Hangon rannikkoalue | 0,17 |
| Alva-yhtiöt Oy, Rauhalahden voimalaitos | 14.231 Ristiselän - Murtoselän a | 0,13 |
| Kotkan Energia Oy, Hovinsaaren voimalaitos | 91.211 Kotkan rannikkoalue | 1,46 |
| Savon Voima Oyj, Pieksämäen voimalaitos | 14.793 Pieksäjärven a | 0,05 |
| Tuusulanjärven Lämpö Oy, Järvenpään voimalaitos | 21.092 Keravanjoen keskiosan a | 0,2 |
| Helen Oy, Vuosaaren biolämpökeskus, Helsinki | 91.51 (Helsingin - Espoon rannikkoalue) | 0,01 |
| Vantaan Energia Oy, Jätevoimala | 81V049 Suomenlahden ra:n välialue | 2,4 |
| Fortum Power and Heat Oy, Kivenlahden lämpökeskus, Espoo | 91.51 (Helsingin - Espoon rannikkoalue) | 0,003 |
| **yhteensä** | | 4,4 |

Taulukko 5.6. Kemianteollisuuden päästöt VHA2:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Neste Oyj, Porvoon jalostamo | 91.411 Porvoon rannikkoalue | 0 |
| **Elohopea** | | |
| Kemira Chemicals Oy, Kuusankosken tehtaat, Kouvola | 14.115 Kuusankosken vl:n a | 0,0009 |
| Neste Oyj, Porvoon jalostamo | 91.411 Porvoon rannikkoalue | 0 |
| **Nikkeli** | | |
| Borealis Polymers Oy, Muovitehtaat, Porvoo | 91.411 Porvoon rannikkoalue | 24,4 |
| Neste Oyj, Porvoon jalostamo | 91.411 Porvoon rannikkoalue | 42 |
| **yhteensä** | | **?** |
| **Lyijy** | | |
| Borealis Polymers Oy, Muovitehtaat, Porvoo | 91.411 Porvoon rannikkoalue | 1,5 |
| Neste Oyj, Porvoon jalostamo | 91.411 Porvoon rannikkoalue | 0 |

Taulukko 5.7. Jätteenkäsittelyn metallipäästöt VHA2:n pintavesiin vuonna 2023.

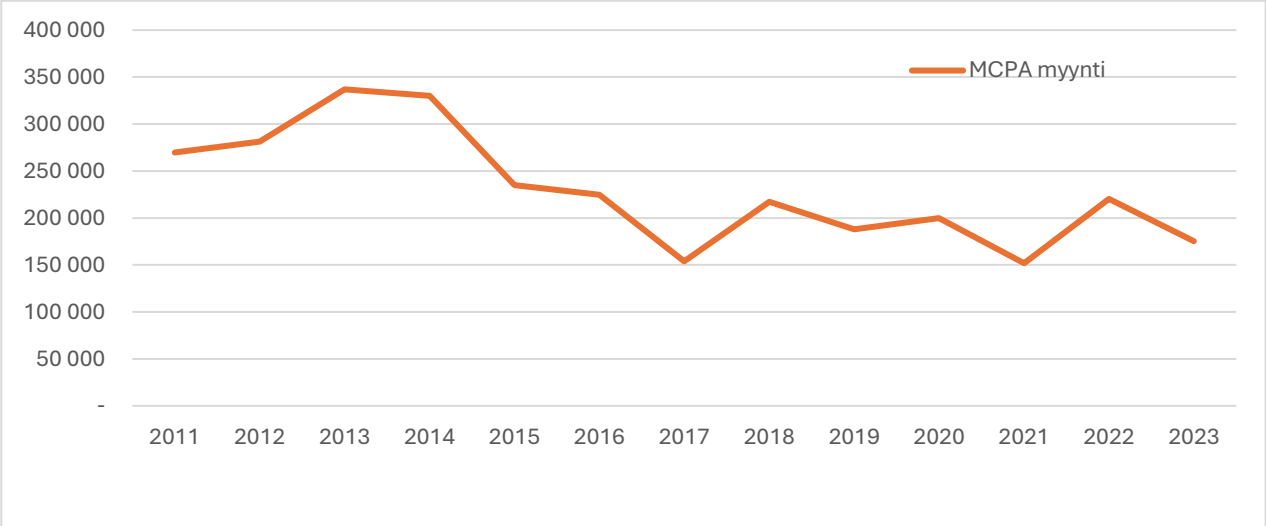
| Aine | Päästöt kg/a |
|---|---|
| Kadmium | n. 0,1 (josta 0,0085 rannikkovesiin) |
| Elohopea | n. 0,02 (täysin sisävesiin) |
| Nikkeli | n. 5 (josta 0,9 rannikkovesiin) |
| Lyijy | n. 6 (josta 0,03 rannikkovesiin) |

Taulukko 5.8. Jätteenkäsittelyn orgaanisten aineiden päästöt VHA2:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Fluoranteeni** | | |
| Salpakierto Oy, Kujalan käsittelykeskus, Lahti | 18.044 Vartio-ojan va | 0,002 |
| **Naftaleeni** | | |
| Salpakierto Oy, Kujalan käsittelykeskus, Lahti | 18.044 Vartio-ojan va | 0 |
| **Bentso(ghi)peryleeni** | | |
| Salpakierto Oy, Kujalan käsittelykeskus, Lahti | 18.044 Vartio-ojan va | 0,001 |

## 5.4. **Maatalouden kasvinsuojeluaineet**

Tämän kuormitusinventaarion kohteena olevista maatalouden kasvinsuojeluaineista vain MCPA tunnistettiin merkitykselliseksi VHA2:lla. VHA2:n maa-alasta noin 9 % (525 000 hehtaaria) on peltoa ja peltoalasta noin puolella viljellään sellaisia kasveja, joille voidaan käyttää MCPA:ta torjumaan leveälehtisiä rikkakasveja. MCPA:n myyntimäärä on laskenut huippuvuosista, mutta se on edelleen yksi yleisimmin myydyistä kasvinsuojeluaineista (Kuva 5.1).




Kuva 5.1. MCPA:n vuotuinen myyntimäärä 2011-2023 Suomessa, vuoden 2023 myyntimäärä on alustava (Tukesin tilasto)

MCPA:n käyttömäärä arvioitiin olettamalla että reilu viidennes koko Suomen käyttömäärästä käytettiin VHA2 alueella. Tämä vastasi edellistä tarkemmin tehtyä käyttöarviota joka oli tehty -

valuma-aluekohtaisella torjunta-aineiden kuormitusindikaattorilla (Siimes ym. 2018), joka käytti 2015 peltolohkoaineistoa. Vuosien 2019-2023 myyntiainiestosta laskien tämä tarkoittaisi noin 37500 kg vuotuista MCPA:n käyttömäärää.

Ruiskutetusta MCPA:n määrästä pintavesiin päätyvä osuus riippuu olosuhteista ja voi vaihdella merkittävästi (0,01 – 1 % käyttömäärästä). Vesiin päätyy paljon MCPA:ta erityisesti tilanteissa, joissa rankkasateita sattuu pian ruiskutusten jälkeen. Sekä pintavalunnan että ruiskutuksesta lähtevän ilmakulkeuman kautta pintavesiin päätyvä ainemäärä vähenee, kun pellon eteäisyys vesistöstä kasvaa. Tässä inventaariossa vesiin päätyvänä osuttena käytettiin 0,5 % käyttömäärästä. Osuus todennäköisemmin yliarvio kuin aliarvioi vesiin päätyvää määrää. Laskennallinen MCPA:n vesiin huuhtoutuva määrä on n. 187 kg/vuodessa. Tyypillisenä vuonna määrä voi olla tätä pienempikin, ehkä vain kolmannes tästä, kun taas joinain vuosina tätä suurempikin.

## 5.5. **Laskeuma**

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Vanhoista EU:n prioriteettiaineista laskeuma Suomessa on arvioitu kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle (Pb) ja dioksiineille (PCDD/F, taulukko 5.9). Kadmiumin ja elohopean laskeumatrendit vuosina 1990-2021 on esitetty kuvissa 5.1 ja 5.2. Kadmiumin laskeuma on pienentynyt kun taas elohopean laskeuma ei ole muuttunut.

Laskeuma arvioitiin vesienhoitoalueen koko pinta-alalle, sisävesiin, rannikkovesiin sekä maa-alueille. Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2021 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Laskeuma ja sen laskentamenettely, laskeumakartat, laskeumatrendi, Suomen päästöjen osuus laskeumasta sekä laskeuman epävarmuusarvio on esitetty liitteessä 2. Varsinkin elohopean osalta on syytä huomioida mallinnettuun laskeumaan liittyvä suuri epävarmuus ja vuosittainen vaihtelu.

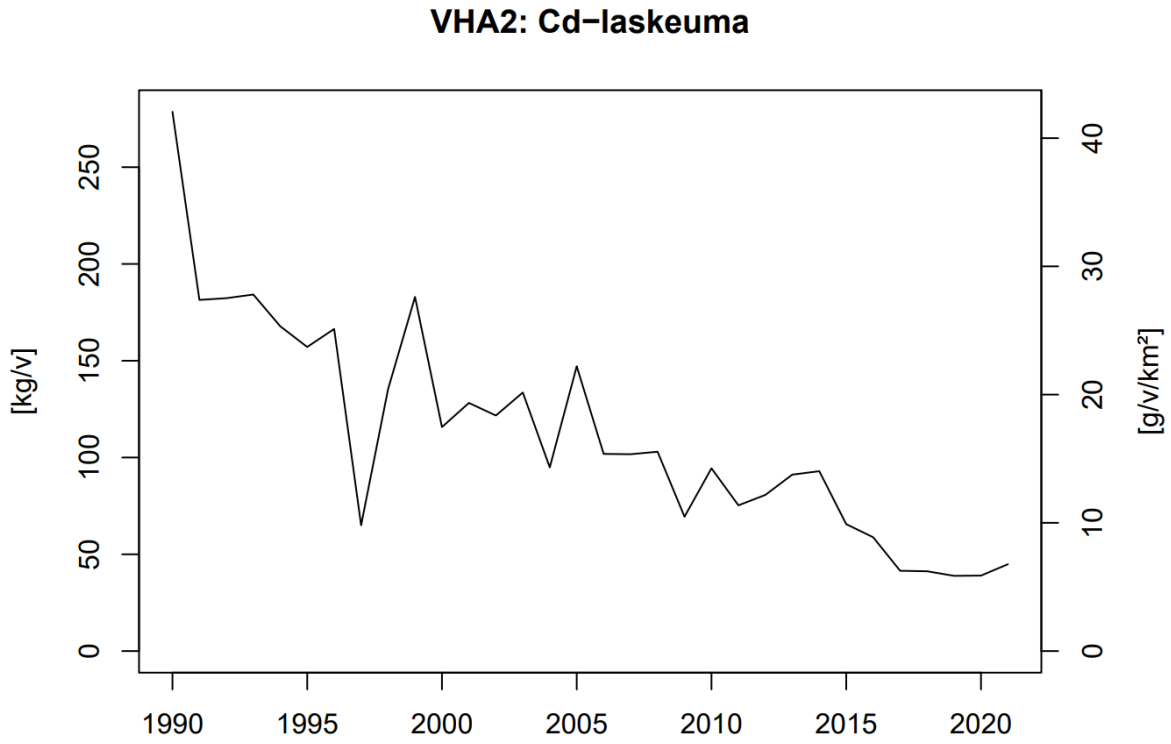
Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt.

Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti.

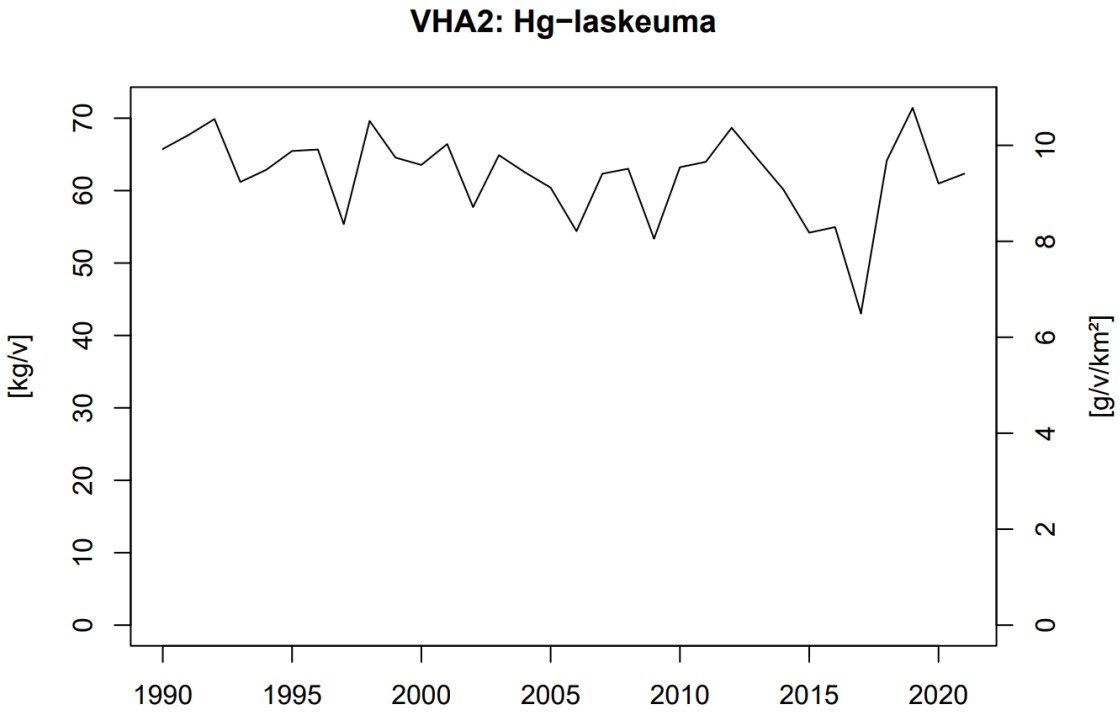
Taulukko 5.9. Kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien ilmaperäinen laskeuma vuonna 2021 VHA2:lla

| | **Kadmium kg/a** | **Elohopea kg/a** | **Lyijy kg/a** | **PCDD/F g I-TEQ/a** |
|---|---|---|---|---|
| Laskeuma VHA:n sisävesiin | 45 | 62 | 961 | 6 |
| Laskeuma VHA:n rannikkovesiin* | 79 | 51 | 1 124 | 4 |
| Laskeuma VHA:n maa-aluelle | 317 | 445 | 7 568 | 43 |
| Laskeuma koko VHA:lle | 441 | 559 | 9 653 | 52 |

* VHA:n merialuerajaan asti




**Kuva 5.2.** Kadmiumin laskeuma sisävesiin VHA2:n alueelle 1990–2021.




**Kuva 5.3.** Elohopean laskeuma sisävesiin VHA1:n alueelle 1990–2021.

## 5.6. Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama

Merialueille jokien kautta päätyvän 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.

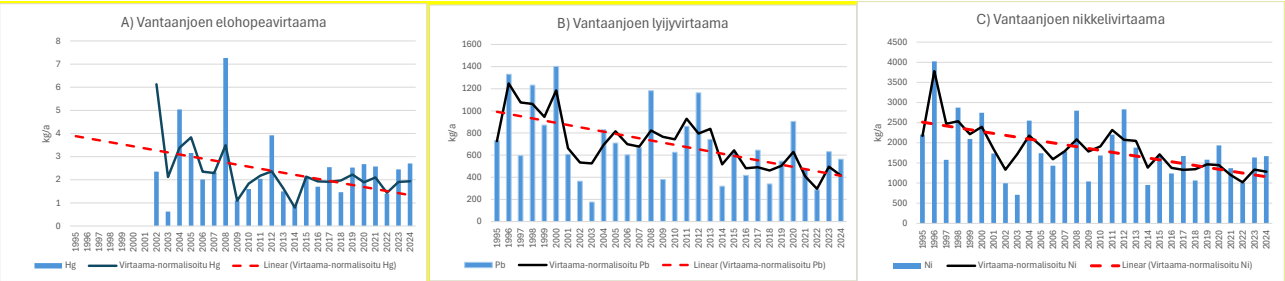
Jokien ainevirtaamat on arvioitu kaikille aineille, joista löytyy mitattua pitoisuustietoa; myös vähämerkityksellisistä aineista. Jokien ainevirtaama mereen laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2018–2024 VESLA- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei arvioitu, koska ne eivät sisälly jokien ainevirtaamien seurantaohjelmaan. Vedenlaadun näytteenottopisteet sijaitsivat jokisuiden läheisyydessä. Joen ainevirtaama laskettiin siinä tapauksessa, jos näytteiden lukumäärä oli ≥ 5 kpl/a. Jos näytteiden lukumäärä < 5 kpl/a, on ilmoitettu, että onko ainetta havaittu joesta, mutta ainevirtaamaa ei ole laskettu. Tähän laskentatapaan liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Koska pitoisuustiedot perustuvat suhteellisen harvaan näytteenottoon, ne eivät välttämättä kuvaa kaikkia pitoisuuksien vaihteluita vuoden aikana, erityisesti virtaamahuippujen tai lyhytaikaisten kuormituspiikkien yhteydessä. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat analyysimenetelmien määritysrajat sekä se, että osa näytteistä voi olla määritysrajan alapuolella. Näistä syistä vuosikohtaisia ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, ja niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta, joka liittyy sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen. Tarkempi jokien ainevirtaaman arviointimenetelmä ja kohdeaineet ovat esitetty liitteessä 1.

VHA 2:lta oli mukana kuusi jokea, joista tehtiin raskasmetallimäärityksiä vuosien 2018−2024 välisenä ajanjaksona, elohopeamäärityksiä tosin vain neljältä joelta (taulukko 5.10). Nikkeliä ja lyijyä havaittiin jokaisesta näytteestä ja myös kadmiumia ja elohopeaa suurimmassa osassa näytteitä. Raskasmetallivirtaamat vaihtelivat vuosittain riippuen sadannan / virtaaman vaihtelusta.

Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Ainevirtaamien muutoksia tarkastellaan yleisesti virtaamanormalisoiduista ainevirtaamista, jotta voitaisiin eliminoida vuosien välinen virtaamasta aiheutuva vaihtelu aihevirtaamissa. Tässä kartoituksessa käytimme HELCOMissa käytössä olevaa virtaamanormalisointimenetelmää ja trenditarkastelua (Larsen ja Svendsen 2019). Trenditarkastelu vaatii riittävän pitkältä ajalta (vähintään 20 vuotta) samalla menetelmällä tehtyjä analyysejä, jotta tarkastelu olisi luotettava. Tässä selvityksessä käytetty ajanjakso oli 1995-2024. Kaikkien taulukon 5.9 jokien nikkelivirtaama vähentyi tuona ajanjaksona ja lisäksi lyijyvirtaama laski Mustijoella, Porvoonjoella ja Vantaanjoella (kuva 5.4). Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002−2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Karjaanjoella, Kymijoella, Vantaanjoella ja Virojoella. Kadmiumanalytiikassa on tapahtunut useita muutoksia, ja siksi sen osalta trenditarkastelu ei ole mahdollinen.

Taulukko 5.10. Jokien kautta Suomenlahdelle päätyvä metalliainevirtaama 2018-2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| JOKI | Vuosi | MQ | CD | | HG | | NI | | PB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m3/s | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **KARJAANJOKI** | **2018** | 15.0 | 4.3 | 12/12 | 0.6 | 12/12 | 589 | 12/12 | 92 | 12/12 |
| | **2019** | 15.8 | 6.8 | 12/12 | 0.6 | 11/12 | 891 | 12/12 | 107 | 12/12 |
| | **2020** | 26.0 | 10.6 | 12/12 | 1.2 | 11/12 | 1191 | 12/12 | 370 | 12/12 |
| | **2021** | 22.3 | 6.2 | 12/12 | 0.9 | 12/12 | 994 | 12/12 | 154 | 12/12 |
| | **2022** | 19.0 | 4.6 | 11/12 | 0.6 | 11/12 | 729 | 12/12 | 95 | 12/12 |
| | **2023** | 21.0 | 5.8 | 12/12 | 0.8 | 12/12 | 851 | 12/12 | 109 | 12/12 |
| | **2024** | 21.5 | 7.8 | 12/12 | 0.6 | 8/11 | 910 | 12/12 | 104 | 12/12 |
| **KOSKENKYLÄNJOKI** | **2018** | 7.3 | 2.7 | 12/12 | | | 343 | 12/12 | 111 | 12/12 |
| | **2019** | 8.4 | 3.6 | 12/12 | | | 434 | 12/12 | 125 | 12/12 |
| | **2020** | 9.4 | 4.7 | 12/12 | | | 487 | 12/12 | 191 | 12/12 |
| | **2021** | 8.7 | 3.1 | 12/12 | | | 328 | 12/12 | 117 | 12/12 |
| | **2022** | 7.1 | 2.3 | 12/12 | | | 248 | 12/12 | 68 | 12/12 |
| | **2023** | 9.0 | 4.5 | 12/12 | | | 452 | 12/12 | 117 | 12/12 |
| | **2024** | 9.0 | 4.2 | 12/12 | | | 447 | 12/12 | 142 | 12/12 |
| **KYMIJOKI** | **2018** | 313 | 66.9 | 12/12 | 11.0 | 12/12 | 6932 | 12/12 | 1382 | 12/12 |
| | **2019** | 209 | 55.0 | 12/12 | 7.9 | 11/11 | 5093 | 12/12 | 1469 | 12/12 |
| | **2020** | 341 | 98.7 | 12/12 | 11.1 | 12/12 | 7708 | 12/12 | 2092 | 12/12 |
| | **2021** | 345 | 82.2 | 12/12 | 13.2 | 12/12 | 7484 | 12/12 | 2172 | 12/12 |
| | **2022** | 294 | 69.8 | 12/12 | 9.9 | 12/12 | 6025 | 12/12 | 1346 | 12/12 |
| | **2023** | 353 | 75.2 | 12/12 | 12.1 | 12/12 | 7391 | 12/12 | 1730 | 12/12 |
| | **2024** | 360 | 71.9 | 12/12 | 13.3 | 12/12 | 7643 | 12/12 | 1661 | 12/12 |
| **MUSTIJOKI** | **2018** | 5.2 | 4.4 | 10/10 | | | 433 | 10/10 | 118 | 10/10 |
| | **2019** | 7.4 | 4.2 | 7/7 | | | 335 | 7/7 | 122 | 7/7 |
| | **2020** | 8.9 | 9.1 | 12/12 | | | 748 | 12/12 | 341 | 12/12 |
| | **2021** | 7.8 | 5.8 | 12/12 | | | 488 | 12/12 | 157 | 12/12 |
| | **2022** | 6.5 | 4.8 | 12/12 | | | 388 | 12/12 | 101 | 12/12 |
| | **2023** | 7.9 | 8.1 | 12/12 | | | 711 | 12/12 | 224 | 12/12 |
| | **2024** | 9.9 | 9.1 | 12/12 | | | 688 | 12/12 | 221 | 12/12 |
| **PORVOONJOKI** | **2018** | 9.1 | 7.2 | 12/12 | 1.0 | 12/12 | 822 | 12/12 | 236 | 12/12 |
| | **2019** | 11.8 | 10.5 | 12/12 | 2.0 | 11/12 | 1356 | 12/12 | 364 | 12/12 |
| | **2020** | 12.8 | 11.9 | 12/12 | 1.5 | 12/12 | 1125 | 12/12 | 485 | 12/12 |
| | **2021** | 11.5 | 7.8 | 12/12 | 1.5 | 12/12 | 708 | 12/12 | 234 | 12/12 |
| | **2022** | 9.9 | 5.7 | 12/12 | 0.8 | 10/12 | 560 | 12/12 | 123 | 12/12 |
| | **2023** | 12.2 | 11.2 | 12/12 | 2.0 | 12/12 | 912 | 12/12 | 340 | 12/12 |
| | **2024** | 14.2 | 10.5 | 12/12 | 1.4 | 11/11 | 1025 | 12/12 | 326 | 12/12 |
| **VANTAANJOKI** | **2018** | 13.0 | 11.0 | 12/12 | 1.4 | 12/12 | 1072 | 12/12 | 335 | 12/12 |
| | **2019** | 18.4 | 19.5 | 12/12 | 2.6 | 11/12 | 1611 | 12/12 | 555 | 12/12 |
| | **2020** | 23.5 | 26.2 | 12/12 | 2.6 | 12/12 | 1996 | 12/12 | 932 | 12/12 |
| | **2021** | 19.8 | 16.9 | 12/12 | 2.5 | 12/12 | 1381 | 12/12 | 473 | 12/12 |
| | **2022** | 16.7 | 12.3 | 11/11 | 1.3 | 11/11 | 946 | 11/11 | 267 | 11/11 |
| | **2023** | 21.3 | 22.0 | 12/12 | 2.5 | 11/11 | 1713 | 12/12 | 660 | 12/12 |
| | **2024** | 22.8 | 23.0 | 12/12 | 2.8 | 12/12 | 1698 | 12/12 | 584 | 12/12 |
| **Yhteensä** | **2018** | **348** | **96.5** | | **14.0** | | **10191** | | **2274** | |
| | **2019** | **255** | **100** | | **13.2** | | **9719** | | **2743** | |
| | **2020** | **395** | **161** | | **16.4** | | **13255** | | **4412** | |
| | **2021** | **393** | **122** | | **18.1** | | **11384** | | **3307** | |
| | **2022** | **334** | **100** | | **12.7** | | **8894** | | **1999** | |
| | **2023** | **403** | **127** | | **17.4** | | **12030** | | **3180** | |
| | **2024** | **416** | **126** | | **18.1** | | **12410** | | **3038** | |




Kuva 5.4. Vantaanjoen elohopeavirtaama (kuva A), lyijyvirtaama (kuva B) ja nikkelivirtaama (kuva C) vuosina 1995–2025. Pylväät näyttävät ainevirtaamat, viiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman ja katkoviiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman monotonisen trendin. Trendiviiva näkyy, mikäli muutos on tilastollisesti merkitsevä.

Kasvinsuojeluaineita mitattiin VHA 2:lla neljällä joella vuonna 2023 (7-10 näytteenottokertaa; taulukko 5.11). Porvoonjoella ja Vantaanjoella havaittiin kolmea yhdistettä: 2-metyyli-4-kloorifenoksietikkahappoa (MCPA) yli puolessa näytteistä sekä terbutryyniä ja metamitronia kertaalleen Vantaanjoessa. Kymijoen ja Karjaanjoen näytteissä ei havaittu kasvinsuojeluaineita.

Taulukko 5.11. Jokien kautta Suomenlahdelle päätyvä kasvinsuojeluaineiden ainevirtaama vuonna 2023 (kg/a). Taulukossa ovat vain ne aineet, joita on havaittu ainakin kerran. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | Terbutryyni | | MCPA | | Metamitroni | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| KARJAANJOKI | 2023 | ei hav. | 0/7 | ei hav. | 0/7 | ei hav. | 0/7 |
| KYMIJOKI | 2023 | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 |
| PORVOONJOKI | 2023 | ei hav. | 0/10 | 2.9 | 6/10 | ei hav. | 0/10 |
| VANTAANJOKI | 2023 | 0.3 | 1/7 | 5.7 | 4/7 | 0.7 | 1/7 |
| Yhteensä | 2023 | | | 8.6 | | 0.7 | |

Vuonna 2021 tutkittiin kolmea ftalaattia VHA2:n neljällä joella. Kaikkia kolmea ftalaattia löytyi jokaisesta joesta (taulukko 5.12). Jokien kautta Suomenlahteen päätyvistä ainevirtaamista suurimmat ovat DEHP- & DBP-ftalaateilla. Ftalaateista DEHP:tä havaittiin useimmin.

Taulukko 5.12. Jokien kautta Suomenlahdelle päätyvä ftalaattien ainevirtaama vuonna 2021. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | DBP | | BBP | | DEHP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| KARJAANJOKI | 2021 | 66.7 | 3/12 | 6.4 | 3/12 | 12.9 | 7/12 |
| KYMIJOKI | 2021 | 181 | 2/10 | 68 | 2/10 | 151 | 4/10 |
| PORVOONJOKI | 2021 | 10.1 | 1/11 | 1.9 | 2/11 | 3.1 | 4/11 |
| VANTAANJOKI | 2021 | 20.1 | 3/11 | 24.2 | 2/11 | 11.9 | 4/11 |
| Yhteensä | 2021 | 278 | | 101 | | 179 | |

Vuonna 2020 tutkittiin kahdeksaa fenolista yhdistettä neljällä tutkitulla VHA2:n joella (taulukko 5.13). Karjaanjoki oli ainoa joki, josta havaittiin kaikkia tutkittuja fenolisia yhdisteitä. Tosin sielläkin niitä havaittiin vain yhdellä näytteenottokerralla kymmenestä. Nonyylifenolin (NPT ja NP4) ainevirtaama Porvoonjoen kautta Suomenlahdelle oli suuri (n. 1 000 kg/a), mikä johtui yhden näytteen korkeista pitoisuuksista (34 µg/l NPT ja 9,4 µg/l NP4). Edellisessä inventaariossa (Mehtonen ym. 2021a) nonyylifenolin ainevirtaama vuonna 2012 Porvoonjoen kautta mereen oli 177 kg/a (havaittu 5/11 näytteestä). Porvoonjoen uusintanäytteillä tulisi selvittää esiintyykö korkeita nonyylifenolin pitoisuuksia edelleen ja jos esiintyy, niin mistä kuormitus on peräisin. Vantaanjoesta ei havaittu fenolisia yhdisteitä.

Taulukko 5.13. Jokien kautta Suomenlahdelle päätyvä fenolisten yhdisteiden ainevirtaama vuonna 2020. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | NP1EO | | NP2EO | | NPT | | NP4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| KARJAANJOKI | 2020 | 3.7 | 1/10 | 1.8 | 1/10 | 18.1 | 1/10 | 18.1 | 1/10 |
| KYMIJOKI | 2020 | ei hav. | 0/12 | ei hav. | 0/12 | 209 | 1/12 | ei hav. | 0/12 |
| PORVOONJOKI | 2020 | 1.3 | 1/10 | ei hav. | 0/10 | 782 | 1/10 | 219 | 1/10 |
| VANTAANJOKI | 2020 | ei hav. | 0/10 | ei hav. | 0/10 | ei hav. | 0/10 | ei hav. | 0/10 |
| Yhteensä | 2020 | 5.0 | | 1.8 | | 1009 | | 237 | |
| Joki | Vuosi | OP | | PTOF | | OP1EO | | OP2EO | |
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| KARJAANJOKI | 2020 | 5.4 | 1/10 | 9.1 | 1/10 | 3.62 | 1/10 | 1.8 | 1/10 |
| KYMIJOKI | 2020 | ei hav. | 0/12 | ei hav. | 0/12 | ei hav. | 0/12 | ei hav. | 0/12 |
| PORVOONJOKI | 2020 | ei hav. | 0/10 | 8.6 | 1/10 | ei hav. | 0/10 | ei hav. | 0/10 |
| VANTAANJOKI | 2020 | ei hav. | 0/10 | ei hav. | 0/10 | ei hav. | 0/10 | ei hav. | 0/10 |
| Yhteensä | 2020 | 5.4 | | 17.6 | | 3.62 | | 1.8 | |

Tutkituista PAH-yhdisteistä yleisimmin havaittu oli naftaleeni. Naftaleenin ainevirtaama vuonna 2022 Suomenlahteen Kymijoen kautta oli suuri (6 037 kg/a, havaittu 1/12 näytteestä pitoisuutena 5,2 µg/l, taulukko 5.14). Edellisessä inventaariossa (Mehtonen ym. 2021a) naftaleenin ainevirtaama vuonna 2012 Kymijoen kautta mereen oli vain 26 kg/a (havaittu 6/10 näytteestä). Kymijoen lisänäytteenotolla tulisi selvittää esiintyykö korkeita naftaleenin pitoisuuksia edelleen ja jos esiintyy, niin mistä kuormitus on peräisin. Fluoranteenia on aikaisemmin havaittu usein Vantaanjoesta, mutta harvemmin muista joista (Mehtonen ym. 2021a). Tämän kertaisessa kartoituksessa fluranteenia havaittiin tosin vain kertaalleen Vantaanjoesta otetuista näytteistä. Muita PAH-yhdisteitä (antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni ja indeno(1,2,3-cd)pyreeni) ei havaittu millään joella.

Taulukko 5.14. Jokien kautta Suomenlahdelle päätyvä fluoranteeni- ja naftaleenivirtaama vuonna 2022. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | Fluoranteemi | | Naftaleeni | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **KARJAANJOKI** | **2022** | ei hav. | 0/11 | 2.6 | 4/11 |
| **KYMIJOKI** | **2022** | ei hav. | 0/12 | 6037 | 5/12 |
| **PORVOONJOKI** | **2022** | ei hav | 0/11 | 0.8 | 4/11 |
| **VANTAANJOKI** | **2022** | 0.4 | 1/10 | 1.4 | 3/10 |
| **Yhteensä** | **2022** | **0.4** | | **6041** | |

PFOS-yhdisteitä on päätynyt ja joiltain osin edelleen päätyy ympäristöön esim. ilmalaskeumana, yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta, puhdistamolietteiden levityksestä sekä kaatopaikoilta ja pilaantuneesta maaperästä. PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia (Perkola ym. 2023).

Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) havaittiin vuosina 2019 ja 2024 kaikista neljästä tutkitusta joesta. Sitä havaittiin Vantaanjoesta, Porvoonjoesta ja Karjaanjoesta jokaisesta vesinäytteestä. Vantaanjoen kautta mereen päätyvä PFOS-ainevirtaama (noin 3 kg/a) oli muita jokia selkeästi suurempi (taulukko 5.15). Kymijoen PFOS-ainevirtaama mereen oli vuonna 2019 1,0 kg/a ja 2024 2,1 kg/a. PFOS-ainevirtaama mereen vuonna 2017 (8-10 vesinäytettä) oli Kymijoen kautta 1,2 kg/a, Porvoonjoen 0,18 kg/a ja Vantaanjoen kautta 2,1 kg/a (Junttila ym. 2019). Globaaleista PFOSin käytön rajoituksista johtuvaa mereen päätyvien jokien PFOS-ainevirtaamien vähentymistä ei ole havaittavissa. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on kuitenkin jatkettava.

Taulukko 5.15. Jokien kautta Suomenlahdelle päätyvä PFOS-ainevirtaama 2019 ja 2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | PFOS | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| **KARJAANJOKI** | **2019** | 0.2 | 11/11 |
| | **2024** | 0.2 | 8/8 |
| **KYMIJOKI** | **2019** | 1.0 | 8/9 |
| | **2024** | 2.1 | 4/10 |
| **PORVOONJOKI** | **2019** | 0.2 | 11/11 |
| | **2024** | 0.3 | 12/12 |
| **VANTAANJOKI** | **2019** | 3.0 | 11/11 |
| | **2024** | 3.2 | 12/12 |
| **Yhteensä** | **2019** | **4.5** | |
| | **2024** | **5.7** | |

## 5.7. **Yhteenveto**

Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöinventaario pintavesiin tehtiin SYKEn ja LVV:n / ELY-keskusten yhteistyönä vuosina 2025-2026. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöihin ja kulketumiseen liittyvää tietopohjaa. Inventaario tukee vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia.

Inventaario tehtiin 45 EU:n prioriteettiaineelle /-aineryhmälle, kahdeksalle muulle pilaavalle aineelle, joille on asetettu EU-tasollla ympäristönlaatunormi ja jotka käytännössä ovat EU:n prioriteettiaineita sekä 15 kansalliselle haitalliselle aineelle.

Inventaariossa on arvioitu seuraavia päästölähteitä ja kulkeutumisreittejä:
* Yhdyskunnat
* Teollisuus ja yritystoiminta
* Maatalouden kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat
* Laskeuma
* Mereen laskevien jokien ainevirtaamat

Inventaariossa tunnistettiin päästöinventaarion kriteerien perusteella merkitykselliset aineet, joiden osalta pyrittiin arvioimaan kattavammin päästöjä.

- PBDE, kadmium, DEHP, fluoranteeni, lyijy, elohopea, naftaleeni, nikkeli, nonyylifenoli ja sen mono- ja dietoksylaatit, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(g,h,i)peryleeni, TBT, PFOS ja MCPA tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

**Päästöt, huuhtoumat ja kulkeutuminen pintavesiin**

Tietoa merkityksellisten aineiden päästöistä, huuhtoumista ja kulkeutumisesta VHA2:n pintavesiin on koottu taulukoihin 5.16 - 5.18.
Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen Cd-, Hg- ja Ni-päästöt rannikkovesiin ovat samaa suuruusluokkaa kuin sisävesiin. Teollisuuden Cd-, Hg- ja Pb-päästöt sisä- ja rannikkovesiin ovat suuremmat kuin yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt (taulukko 5.16). Teollisuuden osalta suurimmat päästölähteet ovat metsäteollisuus (Cd, Hg, Ni & Pb)kun taas kaivannais-, metalli- ja kemian teollisuuden sekä energiantuotannon päästöt ovat huomattavasti pienemmät (taulukko 5.17). Jätteenkäsittelystä aiheutuvat kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn päästöt ovat pienet (taulukko 5.17), kuten olivat edellisessäkin inventaariossa (Mehtonen ym. 2021a).
Teollisuuden Cd-, Hg-, Ni- ja Pb-päästöistä suurin osa kohdistuu sisävesiin (taulukko 5.16).
On huomattava, että pitkällä aikajaksolla, viimeisten 50 vuoden aikana, teollisuuden Hg-, Cd-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin Suomessa ovat merkittävästi vähentyneet, yleensä noin 68-99% teollisuuden alasta ja metallista riippuen (luku 11.2, taulukot 11.5 – 11.8).

Joidenkin merkityksellisten orgaanisten aineiden (PBDE, PFOS, DEHP, fluoranteeni, NP & NPE, bentso(ghi)peryleeni, naftaleeni, TBT ja MCPA) päästötietoja VHA2:n pintavesiin vuonna 2023 on esitetty taulukossa 5.18. Päästöt ovat pieniä lukuun ottamatta Helsingin Viikinmäen puhdistamon DEHP-päästöjä (n. 67 kg/a).

Kadmiumin, elohopean ja lyijyn ilmaperäinen laskeuma sisävesiin on suurempaa kuin pistemäinen kuormitus (teollisuus ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamot) sisävesiin (taulukko 5.16). Dioksiinien pääkulkeutumisreitti pintavesiin on laskeuma (taulukko 5.16). Kadmiumin laskeuma on vuosina 1990-2021 vähentynyt, kun taas elohopean laskeuma ei ole muuttunut. Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto vaikutuksista on puutteellista. Maanmuokkauksen ja suometsien ojitusten vaikutuksia elohopean metylaatioon ja huuhtoumaan tulee selvittää tarkemmin Suomen olosuhteissa (ks. myös Mehtonen ym. 2021b).
VHA 2:n alueelta kuudelta joelta tehtiin raskasmetallimäärityksiä vuosina 2018−2024, elohopeamäärityksiä tosin vain neljältä joelta. Nikkeliä ja lyijyä havaittiin jokaisesta näytteestä ja myös kadmiumia ja elohopeaa suurimmassa osassa näytteitä. Metallien ainevirtaamat mereen vaihtelivat vuosittain riippuen sadannan / virtaaman vaihtelusta. Kaikilla kuudella joella nikkelivirtaama vähentyi 1995-2024 ja lisäksi lyijyn ainevirtaama laski Mustijoella, Porvoonjoella ja Vantaanjoella. Vuosien 2002−2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Karjaanjoella, Kymijoella, Vantaanjoella ja Virojoella.

PBDE-yhdisteiden päästölähteistä ja ympäristöpitoisuuksien muutoksista Suomessa ja Pohjois-Euroopassa on esitetty liitteessä 3. Palonsuoja-aineina erilaisissa muoveissa käytettyjen polybromatut difenyylieetteri (PBDE) -yhdisteiden käyttö lisääntyi 1980- ja 1990 –luvulla Euroopassa, mutta alkoi vähentyä 2000-luvulla. PBDE-yhdisteiden päästöjä ja kulkeutumista ympäristöön ei kunnolla tiedetä, mutta niiden yleinen esiintyminen vesiympäristössä arvioidaan johtuvan ilmaperäisestä laskeumasta. Urbaaneilla alueilla vesieliöstön PBDE-pitoisuudet ovat korkeampia kuin vesistöissä, joiden alueella asuu vähemmän ihmisiä. PBDE-yhdisteitä esiintyy edelleen käytössä olevissa esineissä, joista niitä saattaa kulkeutua ympäristöön käytön tai jätteenkäsittelyn yhteydessä. Jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteet pääosin kiinnittyvät puhdistamolietteeseen, mutta jossain määrin myös kulkeutuvat pintavesiin. PBDE-yhdisteitä voi päätyä merkittävästi maaperään puhdistamolietteen levittämisen kautta, ja yhdisteet sitoutuvat pääosin pysyvästi maaperään partikkeleihin, mutta voivat partikkeleihin sitoutuneena huuhtoutua sadeveden mukana pintavesiin. Suomessa puhdistamolietteen levitys maahan ja laskeuma ovat arvioitu suurimmiksi PBDE:n kulkeutumisreiteiksi ympäristöön. PBDE-yhdisteiden pitoisuus sisävesien ja rannikon ahvenessa on laskenut vuoden 2009 tasosta (kahdelta paikalta tuloksia), mutta vuoden 2010 jälkeen pitoisuus on pysynyt kaikilla paikoilla pääosin melko samalla tasolla. Silakan PBDE-pitoisuudet ovat vuosina 2009-2023 laskeneet kaikilla Suomen merialueilla. Myös

useimpien muiden kalalajien kuten kuhan, ahvenen, lahnan ja siian PBDE-pitoisuudet ovat alentuneet vuosina 2009-2023 Itämerellä (liite 3).

Tässä inventaariossa tarkastellut maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat VHA3:lla, MCPA:ta lukuun ottamatta, vähämerkityksellisiä aineita ja niiden huuhtoumia pintavesiin ei ole arvioitu. Laskennallinen MCPA:n huuhtouma VHA2:n pintavesiin on noin 187 kg/a (taulukko 5.18). Tyypillisenä vuonna määrä voi olla tätä pienempikin, ehkä vain kolmannes tästä, kun taas joinain vuosina tätä suurempikin.

Kymijoen sedimentit ovat pilaantuneet elohopeasta. Elohopea on peräisin Kuusankoskella toimineesta kloorialkalitehtaasta sekä massa- ja paperiteollisuuden limantorjunnassa käyttämistä kemikaaleista. Kloorialkalitehdas on ollut aikoinaan merkittävä elohopeakuormittaja. Elohopeaa on päätynyt jokeen myös muista lähteistä, kuten maataloudesta. Kymijokivarteen sijoittunut puunjalostusteollisuus luopui elohopean käytöstä vuonna 1968. Kymijoen kautta Suomenlahteen päätyvän elohopeakuormitus oli vuonna 2017 noin 27 kg/vuosi (taulukko 5.16). Vuosien välinen vaihtelu elohopeakulkeumassa voi kuitenkin olla melko suurta, liittyen virtaamiin ja veden kiintoainepitoisuuksiin (Raunio & Itkonen 2017).

Kymijoen sedimentit ovat pilaantuneet myös puunsuoja-ainetehtaasta peräisin olevilla dioksiiniyhdisteillä. Kymijoki on Suomenlahden ja koko Itämeren merkittävin yksittäinen dioksiinilähde. Kymijoen pilaantuneista sedimenteistä on vuosien mittaan tehty useita kattavia riskinarviointeja, vaikutustarkasteluita ym. selvityksiä. Kaakkois-Suomen ELY-keskus käynnisti vuonna 2010 ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA) Kuusansaari-Keltti välisten sedimenttien kunnostamisesta. Arviointiselostus valmistui vuonna 2011 (KASELY & Ramboll Finland Oy 2011). Vuonna 2012 Kaakkois-Suomen ELY päätti, että kunnostustoimiin ei ryhdytä toistaiseksi. Keskeisenä perusteena päätökseen oli dioksiinien mahdollinen mobilisaatio sedimentin poistamisen yhteydessä. Uusimman seurantatutkimuksen (Raunio & Itkonen 2017) tulokset eivät ole selkeitä tai suoraan verrattavissa aikaisempiin tutkimuksiin, koska poikkeava tutkimusajankohta vaikutti tuloksiin. Kymijoen Suomenlahteen kuljettaman dioksiini- ja furaanikuorman arvioitiin olleen vuonna 2017 kiintoaineen suodatustavasta riippuen noin 440 - 1 100 g WHO-TEQ 2005/a (taulukko 5.16). Tulosten perusteella on mahdollista, että dioksiinikuormitus on aiemmin aliarvioitu jopa kertaluokalla tai dioksiinien kulkeutuminen Kymijoen kautta mereen on lisääntynyt. On kuitenkin todennäköisintä, että Kymijoen kautta mereen päätyvässä dioksiinikuormituksessa ei aikaisempien 5-10 vuoden aikana ole tapahtunut merkittävää muutosta. Sedimentin pintakerrokset ovat puhtaampia kuin syvemmällä olevat, mistä voi päätellä kuormituksen vähentyneen pitkällä aikavälillä. Kymijoen kautta mereen päätyvän dioksiinikuormituksen arviontiin liittyy merkittävää epävarmuutta (Raunio & Itkonen 2017).

Kasvinsuojeluaineita mitattiin VHA2:lla neljällä joella vuonna 2023 (7-10 näytteenottokertaa). Porvoonjoella ja Vantaanjoella havaittiin kolmea yhdistettä: 2-metyyli-4-kloorifenoksietikkahappoa (MCPA) yli puolessa näytteistä sekä terbutryyniä ja metamitronia kertaalleen Vantaanjoessa. Kymijoen ja Karjaanjoen näytteissä ei havaittu kasvinsuojeluaineita. Muita mitattuja kasvinsuojeluaineita ei löydetty.

Vuonna 2021 tutkittiin kolmea ftalaattia neljällä joella. Kaikkia kolmea ftalaattia löytyi jokaisesta joesta. Jokien kautta Suomenlahteen päätyvistä ainevirtaamista suurimmat ovat DEHP- & DBP-ftalaateilla. Ftalaateista DEHP:tä havaittiin useimmin.

Vuonna 2020 tutkittiin fenolisia yhdisteitä neljällä VHA2:n joella. Karjaanjoki oli ainoa joki, josta havaittiin kaikkia fenolisia yhdisteitä. Tosin sielläkin niitä havaittiin vain yhdellä näytteenottokerralla kymmenestä. Nonyylifenolin (NPT ja NP4) ainevirtaama Porvoonjoen kautta Suomenlahdelle oli suuri (n. 1 000 kg/a), mikä johtui yhden näytteen korkeista pitoisuuksista (34 µg/l NPT ja 9,4 µg/l NP4). Uusintanäytteillä tulisi selvittää esiintyykö korkeita nonyylifenolin pitoisuuksia edelleen ja jos esiintyy, niin mistä kuormitus on peräisin. Vantaanjoesta ei havaittu fenolisia yhdisteitä.

Tutkituista PAH-yhdisteistä yleisimmin havaittu oli naftaleeni. Naftaleenin ainevirtaama vuonna 2022 Suomenlahteen Kymijoen kautta oli suuri (6 037 kg/a, havaittu 1/12 näytteestä pitoisuutena 5,2 µg/l). Edellisessä inventaariossa (Mehtonen ym. 2021a) naftaleenin ainevirtaama vuonna 2012 Kymijoen kautta mereen oli vain 26 kg/a (havaittu 6/10 näytteestä). Kymijoen lisänäytteenotolla tulisi selvittää esiintyykö korkeita naftaleenin pitoisuuksia edelleen ja jos esiintyy, niin mistä kuormitus on peräisin. Fluranteenia havaittiin vain kertaalleen Vantaanjoesta. Muita mitattuja PAH-yhdisteitä antraseenia, bentso(a)pyreeniä, bentso(b)fluoranteenia, bentso(k)fluoranteenia, bentso(ghi)peryleeniä ja indeno(1,2,3-cd)pyreeniä ei havaittu millään joella.

PFOS-yhdisteiden merkittävimmät päästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia. PFOS:ia havaittiin vuosina 2019 ja 2024 kaikista neljästä tutkitusta joesta. Sitä havaittiin Vantaanjoesta, Porvoonjoesta ja Karjaanjoesta jokaisesta vesinäytteestä. Vantaanjoen kautta mereen päätyvä PFOS-ainevirtaama (noin 3 kg/a) oli muita jokia selkeästi suurempi. Globaaleista PFOSin käytön rajoituksista johtuvaa mereen päätyvien jokien PFOS-ainevirtaamien vähentymistä ei ole havaittavissa. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on jatkettava.

Taulukko 5.16. Kadmiumin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja dioksiinien (PCDD/F) päästöt ja kulkeumat VHA2:n alueella. - = ei mittauksia

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | Cd kg/a | Hg kg/a | Ni kg/a | Pb kg/a | PCDD/F g TEQ/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | 0,80 | 0,83 | 306,5 | 8,2 | pienet[1] |
| Yhdyskunta-jv, rannikkovesiin / 2023 | 0,21 | 0,75 | 483,5 | 5,3 | pienet[1] |
| Teollisuus, sisävesiin / 2023 | 28,5 | 0,7 | 215,8 | 41,5 | pienet[2] |
| Teollisuus, rannikkovesiin / 2023 | 8,22 | 1,47 | 168,1 | 6,6 | pienet[2] |
| Laskeuma sisävesiin / 2021 | 45 | 62 | - | 963 | 6[4] |
| Laskeuma rannikkovesiin / 2021 | 49 | 51 | - | 1 113 | 4[4] |
| Jokien ainevirtaama mereen / 2018-24 | 96,5 - 161 | 12,7 – 18,1 | 8 894 - 13 255 | 1 999 - 4 412 | - |
| Pilaantunut maaperä ja sedimentti, rannikkovesiin / 2017 | - | 27[3] | - | - | 440 -1 100[5] |

[1] Jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaispäästöistä pintavesiin Suomessa << 1% (Mehtonen ym. 2018)
[2] pienet verrattuna ilmapäästöihin, teollisuuden ilma päästöt tärkeä päästölähde (Mehtonen ym. 2012a & 2018, Munne ym. 2013)
[3] Kymijoen pilaantuneista sedimenteistä mereen päätyvä Hg-kuormitus (Raunio & Itkonen 2017)
[4] yksikkö I-TEQ
[5] Kymijoen pilaantuneista sedimenteistä mereen päätyvä dioksiinikuormitus, yksikkö WHO-TEQ 2005 (Raunio & Itkonen 2017)

Taulukko 5.1. Kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn teollisuusalakohtaiset päästöt VHA2:n sisävesiin (S) ja rannikkovesiin (R) vuonna 2023. - = ei ole tehty mittauksia tai ei ko. laitoksia VHA:lla

| Teollisuusala | Cd | Hg | Ni | Pb |
|---|---|---|---|---|

| | kg/a | | kg/a | | kg/a | | kg/a | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | R | S | R | S | R | S | R |
| KA | 0,001 | - | - | - | 0,06 | - | 0,02 | - |
| PK+PM | 28,4 | 7,8 | 0,44 | 1,3 | 210,7 | 99 | 35,1 | 1,0 |
| ME | - | - | - | - | - | - | - | 0,11 |
| EN | 0,038 | 0,41 | 0,24 | 0,17 | 1,0 | 1,7 | 0,38 | 4,0 |
| KE | - | 0 | 0,001 | 0 | - | 66,4 | - | 1,5 |
| JK | 0,1 | 0,009 | 0,02 | 0 | 4 | 1 | 6 | 0,03 |
| yhteensä | 28,5 | 8,22 | 0,70 | 1,47 | 215,8 | 168,1 | 41,5 | 6,6 |

KA = Kaivannaisteollisuus PK + PM = Metsäteollisuus ME = Metalliteollisuus
KE = Kemianteollisuus EN = Energiantuotanto JK = Jätteenkäsittely

Taulukko 5.18. Merkityksellisten orgaanisten aineiden päästöt VHA2:n pintavesiin vuonna 2023. - = ei ole tehty mittauksia. ER = ei relevantti päästölähde.

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | PBDE (kg/a) | PFOS (kg/a) | DEHP (kg/a) | Fluoranteeni (kg/a) | NP & NPE (kg/a) | BGHIP (kg/a) | Naftaleeni (kg/a) | TBT (kg/a) | MCPA (kg/a) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | 0,005 | 0,11 | 5,5 | - | 0,8 | - | - | 0,0003 | 0 |
| Yhdyskunta-jv, rannikkovesiin / 2023 | - | 0,065 | 71,1 | - | 2,5 | 0 | 0 | - | - |
| Teollisuus, sisävesiin / 2023 | - | - | - | 0,002 | - | 0,001 | 0 | - | - |
| Teollisuus, rannikkovesiin / 2023 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Kasvinsuojeluaineiden huuhtouma pintavesiin / 2017-2023 | ER | ER | ER | ER | ER | ER | ER | ER | 187 |

# 6. Kokemäenjoen–Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen (VHA3) inventaario

## 6.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus

Kokemäenjoen - Saaristomeren - Selkämeren vesienhoitoalueeseen kuuluu vesiä Varsinais-Suomesta, Satakunnasta, Hämeestä, Pirkanmaalta, Keski-Suomesta, Etelä-Pohjanmaalta, Pohjanmaalta ja Keski-Pohjanmaalta. Alueella on 30 päävesistöaluetta, joista selvästi suurin on Kokemäenjoen vesistöalue. Muita suuria jokivesistöjä ovat Kyrönjoki, Lapuanjoki ja Karvianjoki. Vesienhoitoalueen suurimmat järvet ovat Näsijärvi, Säkylän Pyhäjärvi, Vanajavesi, Lappajärvi ja Längelmävesi.Saaristomeren, Selkämeren, Merenkurkun ja eteläisen Perämeren rannikkovedet ovat osa vesienhoitoaluetta.

Läntinen vesienhoitoalue ulottuu rannikolla Saaristomereltä Selkämerelle, Merenkurkkuun ja eteläiselle Perämerelle. Sisämaassa vesienhoitoalue ulottuu aina Keski-Suomeen ja Hämeeseen. Vesienhoitoalueen kokonaispinta-ala on 83 360 $km^2$, mistä maata on 77 %. Vesialueita on yhteensä 18 990 $km^2$, joista jokia ja järviä on 24 % ja rannikkovesiä 76 %. Vesienhoitoalueella asuu noin 1,8 miljoonaa asukasta (v. 2018).

Läntisellä vesienhoitoalueella merkittävin haitallisten aineiden kuormitus on peräisin maaperästä. Happamien sulfaattimaiden kuivatuksen vuoksi vesistöihin joutuu vuosittain runsaasti metalleja, kuten kadmiumia, ja nikkeliä. Maaperän happamuudesta johtuvan kuormituksen lisäksi myös alueen teollisuuslaitokset ja yhdyskunnat päästävät vesistöihin eräitä haitallisia aineita. Kaivosteollisuudesta aiheutuu metallipäästöjä vesistöön. Teollisuuden päästöjä voivat lisätä ympäristövahingot, joista viime vuosien suurimpana Norisk Nickel Harjavalta Oy: n nikkelipäästö heinäkuussa 2014, jolloin Kokemäenjokeen pääsi laiterikon seurauksena nikkeliä 66 tonnia.

Vesieliöstölle haitallisen korkeita metallipitoisuuksia on läntisellä vesienhoitoalueella pitkäaikaisseurannassa todettu Lapuanjoen, Kyrönjoen, Närpiönjoen, Sirppujoen sekä Eurajoen alueilla. Lisäksi alueellisen kartoituksen ja happamuustietojen perusteella eräiden Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan pienten ja keskisuurten jokien kadmiumpitoisuudet ja osin myös nikkelipitoisuudet ovat korkeita.. Happamien sulfaattimaiden valumavedet voivat aiheuttaa vesistöissä ekosysteemin rakenteelle ja toiminnalle sekä yksittäisille eliölajeille haittaa useilla eri tavoilla kaikilla biologisen hierarkian tasoilla: yksilöissä, populaatioissa, eliöyhteisöissä ja koko ekosysteemissä (Sutela ym. 2012).

Rannikkovesien jokisuistojen ja satamien sedimenteistä on mitattu korkeita haitallisten aineiden kuten kadmiumin ja nikkelin määriä. Merkittävänä syynä korkeisiin metallipitoisuuksiin ovat happamat sulfaattimaat. Sedimenttien metallipitoisuuksia ja niiden myrkyllisyysvaikutuksia vesieliöihin on tutkittu Catermass-hankkeessa (Wallin ym. 2013; Järvistö ym. 2013). Sedimentteihin kertyneet aineet aiheuttavat todennäköisesti haittaa eliöstölle (Sutela ym. 2012). Jokisuistojen sedimenttien korkeiden metallipitoisuuksien vaikutuksia vesistöihin on syytä tutkia enemmän, mm. metallien mobilisoitumista erilaisissa olosuhteissa niin, että asia osataan ottaa huomioon vesienhoidossa.
Vanhojen kaivosten lähivesissä metallipitoisuudet voivat myös olla kohonneita. Salon Kiskossa sijaitsevan nykyään suljetun kuparikaivoksen läheisissä järvissä metallipitoisuudet ovat korkeita. Myös veden kuparipitoisuus on kohonnut. Kaivosalueelta pääsee metalleja vesistöön edelleen.

Elohopea ja PBDE-yhdisteet ovat keskeinen syy pintavesien huonoon kemialliseen tilaan tällä vesienhoitoalueella. Kalojen korkeita elohopeapitoisuuksia esiintyy vesienhoitoalueella (mm. Pohjanmaan tekojärvissä) runsaasti humusyhdisteitä sisältävissä vesistöissä, koska elohopea sitoutuu voimakkaasti orgaaniseen ainekseen. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto on puutteellista.

Lisäksi satamien ja telakoiden edustojen sedimenteissä on paikoin runsaasti orgaanisia tinayhdisteitä. Korkeimmat pitoisuudet, jotka on todettu haitallisiksi myös eliöstölle, on mitattu Naantalin sataman edustan ja Turun sataman ja Ruissalon salmien vesimuodostumissa. Pitoisuudet ovat viime vuosina ilmeisesti laskeneet mutta esimerkiksi Naantalin korjaustelakan edustalla pitoisuudet sedimentissä ovat edelleen korkeita.

**Päästöinventaarion näkökulmasta merkitykselliset aineet**

Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössä voidaan keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Aineiden merkityksellisyyden arvioinnissa avainasemassa olivat tiedot aineiden esiintymisestä vesiympäristössä. Lisätietoa arvioinnista löytyy luvusta 3. Arvioinnin tulokset VHA3:n pintavesissä ovat seuraavat:

- Antraseeni, PBDE, kadmium, DEHP, fluoranteeni, lyijy, elohopea, nikkeli, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(g,h,i)peryleeni, PFOS ja MCPA tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

## 6.2. Yhdyskunnat

### 6.2.1. Yleiskatsaus

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Läntisen vesienhoitoalueen n 1,8 milj. asukkaasta oli viemäriverkoston piirissä vuonna 2014 75%. Alueen vesihuoltolaitosten viemäriverkostoja on viime vuosina laajennettu ja keskitetyn viemärin piirissä olevien asukkaiden määrä on vuosittain lisääntynyt. Kaikkien merkittävien taajamien jätevedet käsitellään joko taajaman omassa puhdistamossa tai johdetaan jollekin suurelle puhdistamolle. Esimerkiksi Turun seudun puhdistamo Oy:n Kakolanmäen puhdistamolle johdetaan 14 lähiseutujen kuntien jätevedet.

### 6.2.2. Päästöt

VHA3:n merkityksellisten aineiden yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästötietoa pintavesiin on esitetty taulukossa 6.1. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.

Taulukko 6.1. Päästöt jätevedenpuhdistamoilta VHA3:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Huittisten Puhdistamo Oy, Pappilanniemen jätevedenpuhdistamo | Loimijoen suualue | 0,008 |
| JVP-Eura Oy, jätevedenpuhdistamo | Euran a | 0,02 |
| Porin Vesi, Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo | 35.111 Porin a | 0,75 |
| Pyhärannan kunta, Ihode, jätevedenpuhdistamo | Ihodenjoen va | 0,0001 |
| Salon Vesi, Toijan jätevedenpuhdistamo | Kirkkojärven la | 0,001 |
| Seinäjoen Energia Oy, Seinäjoen Vesi/Keskuspuhdistamo | 42.071 Seinäjoen suuosan, Kyrkösjärven a | 0,015 |
| Tampereen Vesi, Raholan jätevedenpuhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0,28 |
| Tampereen vesi, Viinikanlahden puhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 1,97 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 0,29 |
| Vaasan Vesi, Päättin puhdistamo | 97.211 Vasa Storfjärdin rannikkoalue | 0,33 |
| Forapar Oy Ab, Airiston Sandviken, jätevedenpuhdistamo | Turun rannikkoalue | 0,0003 |
| Loimaan keskuspuhdistamo | Haitulan a | 1,14 |
| Nokian Vesi Oy, Siuron jätevedenpuhdistamo | Kuloveden la | 0 |
| Vehmaan Vinkkilän jätevedenpuhdistamo | Puttanjoen va | 0,002 |
| Porin Vesi, Reposaaren jätevedenpuhdistamo | 96.31 Porin rannikkoalue Uudenkaupungin rannikkoalue | 0 |
| Vakka-Suomen Vesi, Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Uusikaupunki | Kuoreveden la | 0,024 |
| Mäntän Puhdistamo Oy* | | 0 |
| **Yhteensä** | | **4,83** |
| **Elohopea** | | |
| Huittisten Puhdistamo Oy, Pappilanniemen jätevedenpuhdistamo | Loimijoen suualue | 0,002 |
| JVP-Eura Oy, jätevedenpuhdistamo | Euran a | 0,076 |
| Porin Vesi, Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo | 35.111 Porin a | 0,024 |
| Pyhärannan kunta, Ihode, jätevedenpuhdistamo | Ihodenjoen va | 0,0057 |
| Salon Vesi, Toijan jätevedenpuhdistamo | Kirkkojärven la | 0,0003 |
| Seinäjoen Energia Oy, Seinäjoen Vesi/Keskuspuhdistamo | 42.071 Seinäjoen suuosan, Kyrkösjärven a | 0,8 |
| Tampereen Vesi, Raholan jätevedenpuhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0,03 |
| Tampereen vesi, Viinikanlahden puhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 0,15 |
| Vaasan Vesi, Päättin puhdistamo | 97.211 Vasa Storfjärdin rannikkoalue | 0,033 |
| Virtain kaupunki, Vesihuoltolaitos, Keskusjätevedenpuhdistamo | Vaskiveden la | 0,01 |
| Porin Vesi, Reposaaren jätevedenpuhdistamo | 96.31 Porin rannikkoalue Uudenkaupungin rannikkoalue | 0,001 |
| Vakka-Suomen Vesi, Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Uusikaupunki | Kuoreveden la | 0,027 |
| Mäntän Puhdistamo Oy* | | 0 |
| **Yhteensä** | | **1,16** |
| **Nikkeli** | | |
| Forapar Oy Ab, Airiston Sandviken, jätevedenpuhdistamo | Turun rannikkoalue | 0,04 |
| Huittisten Puhdistamo Oy, Pappilanniemen jätevedenpuhdistamo | Loimijoen suualue | 25 |
| JVP-Eura Oy, jätevedenpuhdistamo | Euran a | 7,2 |
| Nokian Vesi Oy, Siuron jätevedenpuhdistamo | Kuloveden la | 2,6 |
| Porin Vesi, Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo | 35.111 Porin a | 230 |
| Pyhärannan kunta, Ihode, jätevedenpuhdistamo | Ihodenjoen va | 0,9 |
| Salon Vesi, Toijan jätevedenpuhdistamo | Kirkkojärven la | 0,95 |
| Seinäjoen Energia Oy, Seinäjoen Vesi/Keskuspuhdistamo | 42.071 Seinäjoen suuosan, Kyrkösjärven a | 56,5 |
| Tampereen Vesi, Raholan jätevedenpuhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 90 |
| Tampereen vesi, Viinikanlahden puhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 202 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 233 |
| Vaasan Vesi, Päättin puhdistamo | 97.211 Vasa Storfjärdin rannikkoalue | 71,8 |
| Vehmaan Vinkkilän jätevedenpuhdistamo | Puttanjoen va | 0,6 |
| Forssan keskuspuhdistamo | Jokioisen a | 22 |
| Kiinteistö Oy Viikinkilaakso, jätevedenpuhdistamo, Salo | Halikonlahden rannikkoalue | 0,04 |
| Hämeenkyrön viemärilaitos, Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo | Mahnalanselän la | 4,8 |
| Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, Lammin jätevedenpuhdistamo | Ormajärven va | 2,2 |
| Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, Akaan jätevedenpuhdistamo | Nahkialanjoen a | 12,7 |
| Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, Paroisten jätevedenpuhdistamo | Mervanselän a | 49,5 |
| Ikaalisten Vesi Oy, Keskusjätevedenpuhdistamo | Kyrösjärven la | 2,3 |
| Janakkalan Vesihuoltolaitos I, Turenki | Hiidenjoen suualue | 5,6 |
| Jokioisten kunta/Vesihuoltolaitos | Jokioisen a | 2,8 |
| Kankaanpään kaupunki, jätevedenpuhdistamo | Pitäjänojan va | 10,9 |
| Lempäälän Vesi Oy, keskusjätevedenpuhdistamo | Pyhäjärven la | 19,6 |
| Loimaan keskuspuhdistamo | Haitulan a | 7,5 |
| Merikarvian jätevedenpuhdistamo | Merikarvian rannikkoalue | 0,9 |
| Nokian Vesi Oy, Keskusjätevedenpuhdistamo, Kullaanvuori | Pyhäjärven la | 45,5 |
| Parkanon Vesi Oy, Keskusjätevedenpuhdistamo | Parkanonjärven la | 4,7 |
| Valkeakosken kaupunki, Keskusjätevedenpuhdistamo | Jumusen - Rauttunselän a | 14 |
| Porin Vesi, Reposaaren jätevedenpuhdistamo | 96.31 Porin rannikkoalue | 0,8 |

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Loimaan Metsämaan jätevedenpuhdistamo | Kojonjoen valuma-alue | 0,07 |
| Vakka-Suomen Vesi, Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Uusikaupunki | Uudenkaupungin rannikkoalue | 34 |
| Mäntän Puhdistamo Oy* | Kuoreveden la | 2,95 |
| **Yhteensä** | | **1163** |
| **Lyijy** | | |
| Forapar Oy Ab, Airiston Sandviken, jätevedenpuhdistamo | Turun rannikkoalue | 0,001 |
| Huittisten Puhdistamo Oy, Pappilanniemen jätevedenpuhdistamo | Loimijoen suualue | 0,1 |
| JVP-Eura Oy, jätevedenpuhdistamo | Euran a | 0,7 |
| Nokian Vesi Oy, Siuron jätevedenpuhdistamo | Kuloveden la | 0,1 |
| Porin Vesi, Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo | 35.111 Porin a | 1,8 |
| Pyhärannan kunta, Ihode, jätevedenpuhdistamo | Ihodenjoen va | 0,005 |
| Salon Vesi, Toijan jätevedenpuhdistamo | Kirkkojärven la | 0,05 |
| Seinäjoen Energia Oy, Seinäjoen Vesi/Keskuspuhdistamo | 42.071 Seinäjoen suuosan, Kyrkösjärven a | 0,8 |
| Tampereen Vesi, Raholan jätevedenpuhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0,4 |
| Tampereen vesi, Viinikanlahden puhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 3,1 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 4,9 |
| Vaasan Vesi, Påttin puhdistamo | 97.211 Vasa Storfjärdin rannikkoalue | 10 |
| Vehmaan Vinkkilän jätevedenpuhdistamo | Puttanjoen va | 0,01 |
| Forssan keskuspuhdistamo | Jokioisen a | 0,3 |
| Kiinteistö Oy Viikinkilaakso, jätevedenpuhdistamo, Salo | Halikonlahden rannikkoalue | 0,001 |
| Porin Vesi, Reposaaren jätevedenpuhdistamo | 96.31 Porin rannikkoalue Uudenkaupungin rannikkoalue | 0,07 |
| Vakka-Suomen Vesi, Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Uusikaupunki | | 0,24 |
| **Yhteensä** | | **22,6** |
| **PBDE** | | |
| Kärkölän viemärilaitos, Järvelä | Teuronjoen alaosan a | 0,06 |
| Tampereen vesi, Viinikanlahden puhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0,02 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 0,001 |
| Vakka-Suomen Vesi, Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Uusikaupunki | Uudenkaupungin rannikkoalue | 0 |
| **Yhteensä** | | **0,08** |
| **PFOS** | | |
| Tampereen Vesi, Raholan jätevedenpuhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0,03 |
| Tampereen vesi, Viinikanlahden puhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0,03 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 0,2 |
| Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, Akaan jätevedenpuhdistamo | Nahkialanjoen a | 0,03 |
| Kiinteistö Oy Viikinkilaakso, jätevedenpuhdistamo, Salo | Halikonlahden rannikkoalue | 0 |
| Lempäälän Vesi Oy, keskusjätevedenpuhdistamo | Pyhäjärven la | 0,01 |
| Mäntän Puhdistamo Oy* | Kuoreveden la | 0 |
| Nokian Vesi Oy, Keskusjätevedenpuhdistamo, Kullaanvuori | Pyhäjärven la | 0,01 |
| Porin Vesi, Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo | 35.111 Porin a | 0 |
| Porin Vesi, Reposaaren jätevedenpuhdistamo | 96.31 Porin rannikkoalue | 0,001 |
| Vehmaan Vinkkilän jätevedenpuhdistamo | Puttanjoen va | 0 |
| Vakka-Suomen Vesi, Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Uusikaupunki | Uudenkaupungin rannikkoalue | 0,02 |
| **Yhteensä** | | **0,33** |
| **DEHP** | | |
| Seinäjoen Energia Oy, Seinäjoen Vesi/Keskuspuhdistamo | 42.071 Seinäjoen suuosan, Kyrkösjärven a | 0,2 |
| Tampereen Vesi, Raholan jätevedenpuhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0 |
| Tampereen vesi, Viinikanlahden puhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 224 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 0,4 |
| Forssan keskuspuhdistamo | Jokioisen a | 0,4 |
| Huittisten Puhdistamo Oy, Pappilanniemenjätevedenpuhdistamo | Loimijoen suualue | 0,2 |
| Hämeenkyrön viemärilaitos, Kirkonkylän jätevedenpuhdistamo | Mahnalanselän la | 2,6 |
| Ikaalisten Vesi Oy, Keskusjätevedenpuhdistamo | Kyrösjärven la | 0,2 |
| Jokioisten kunta/Vesihuoltolaitos | Jokioisen a | 0,08 |
| JVP-Eura Oy, jätevedenpuhdistamo | Euran a | 0 |
| Kiinteistö Oy Viikinkilaakso, jätevedenpuhdistamo | Halikonlahden rannikkoalue | 0,003 |
| Loimaan keskuspuhdistamo | Haitulan a | 0,6 |
| Merikarvian jätevedenpuhdistamo | Merikarvian rannikkoalue | 0,04 |
| Mäntän Puhdistamo Oy* | Kuoreveden la | 0,6 |
| Nokian Vesi Oy, keskusjätevedenpuhdistamo, Kullaanvuori | Pyhäjärven la | 1,5 |
| Nokian Vesi Oy, Siuron jätevedenpuhdistamo | Kuloveden la | 1,1 |
| Porin Vesi, Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo | 35.111 Porin a | 0,02 |
| Pyhärannan kunta, Ihode, jätevedenpuhdistamo | Ihodenjoen va | 0,02 |
| Valkeakosken keskusjätevedenpuhdistamo | Jumusen - Rauttunselän a | 2,3 |
| Virtain keskusjätevedenpuhdistamo | Vaskiveden la | 1,3 |
| Vakka-Suomen Vesi, Häpönniemen jätevedenpuhdistamo, Uusikaupunki | Uudenkaupungin rannikkoalue | 0 |
| **Yhteensä** | | **236** |
| **Antraseeni** | | |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 0 |

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Porin Vesi, Luotsinmäen puhdistamo | 35.111 Porin a | 0 |
| **Bentso(ghi)peryleeni** | | |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 0 |
| **Fluoranteeni** | | |
| Porin Vesi, Luotsinmäen jätevedenpuhdistamo | 35.111 Porin a | 0,01 |
| Porin Vesi, Reposaaren jätevedenpuhdistamo | 96.31 Porin rannikkoalue 95.11 Turun rannikkoalue | 0,7 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | | 0,002 |
| **Yhteensä** | | **0,71** |
| **MCPA** | | |
| Tampereen vesi, Viinikanlahden puhdistamo | 35.211 Pyhäjärven la | 0,73 |
| Turun seudun puhdistamo Oy, Kakolanmäen puhdistamo | 95.11 Turun rannikkoalue | 0,06 |
| Nokian Vesi Oy, keskusjätevedenpuhdistamo, Kullaanvuori | Pyhäjärven la | 0,16 |
| Forssan keskuspuhdistamo | Jokioisen a | 0,05 |
| Loimaan keskuspuhdistamo | Haitulan a | 0,12 |
| **Yhteensä** | | **1,12** |

* yhteispuhdistamo, jonne johdetaan metsäteollisuuden jätevesien lisäksi viemäröintialueen yhdyskuntajätevesiä

## 6.3. Teollisuus ja yritystoiminta

### 6.3.1. Yleiskatsaus

**Teollisuus**

Teollisuuden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Läntisen vesienhoitoalueen teollisuuden vesistökuormitus on viime vuosina osin vähentynyt, sillä vesiensuojelua ja tuotantotekniikkaa on kehitetty, teollisuuslaitoksia on liittynyt kunnallisiin viemäriverkostoihin, tai niillä on omat jätevedenpuhdistamot. Eniten viemäriverkon ulkopuolista teollisuutta on Selkämeren ja Perämeren rannikolla. Merkittäviä pistekuormittajia Selkämeren rannikolla ovat Uudenkaupungin lannoitetehdas, Rauman metsäteollisuus (yhteispuhdistamo, jonne johdetaan myös Rauman ja siihen liittyneen viemäröintialueen yhdyskuntajätevedet Rauman kaupungin Maanpäänniemen kautta), Porin Metallikylän ja Meri-Porin teollisuus ja Kaskisten metsäteollisuus. Kaskisten alueella kuormitus on tosin vähentynyt merkittävästi Metsä Botnian lopetettua siellä toimintansa. Eteläisen Perämeren suurimmat pistekuormittajat ovat Pietarsaaren metsäteollisuus ja Kokkolan metalli- ja kemian teollisuus. Sisämaassa suurimmat teollisuuskuormittajat sijaitsevat Tampereen ja Valkeakosken seudulla. Lisäksi Kokemäenjoen alempia osuuksia kuormittavat Harjavallan suurteollisuuslaitokset ja tärkkelystehdas Kokemäellä. Eurajokea kuormittavat mm. paperiteollisuuden jätevedet Kauttualla.

Metsäteollisuuden lisäksi merkittäviä haitallisten aineiden käsittelijöitä ovat metalli- ja kemianteollisuus. Myös näiden teollisuuslaitosten päästöt ovat alueella laskeneet. Haitallisia aineita pääsee vesistöihin myös mm. kaatopaikkojen ja kaivosalueiden suoto- ja kuivatusvesien mukana. Teollisuuden vanhat päästöt näkyvät paikoitellen vielä sedimentissä ja eliöstössä. Esimerkiksi Tampereen Pyhäjärven ja Janakkalan Kernaalanjärven sedimentissä on PCB:tä. Samoin Vaasan Onkilahden kautta mereen laskevan Pukinjärven pohjasedimentissä näkyy Vaasan Kemiran kasvinsuojelu- ja peittausaineiden valmistuksen päästöt.

### 6.3.2. Päästöt

Teollisuuden päästötietoa VHA3:n pintavesiin on esitetty taulukoissa 6.2–6.7. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.
HUOM! Niitä laitoksia, joiden päästöt johdetaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei käsitellä tässä luvussa, koska niiden päästöt eivät päädy suoraan pintaveteen.

Taulukko 6.2. Kaivannaisteollisuuden (ml. sen jätealueet) päästöt VHA3:n pintavesiin vuonna 2023.

| **Aine / laitos** | **Vesistö, johon päästöt kohdistuvat** | **Päästöt kg/a** |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Dragon Mining Oy, Jokisivun kaivos, Huittinen | 35.919 Paukkionojan va | 0,26 |
| Dragon Mining Oy, Vammalan rikastamo, Sastamala | 35.137 Ekojoen va | 0,027 |
| Nordkalk Oy Ab, Paraisten kaivos | Turun rannikkoalue | 0,017* |
| **yhteensä** | | **0,304** |
| **Nikkeli** | | |
| Dragon Mining Oy, Jokisivun kaivos / VAR | 35.919 Paukkionojan va | 20,8 |
| Dragon Mining Oy, Vammalan rikastamo, Sastamala | 35.137 Ekojoen va | 49 |
| Nordkalk Oy Ab, Paraisten kaivos | Turun rannikkoalue | 2,6* |
| Paroc Oy Ab Ybbersnäsin louhos | Turun rannikkoalue | 0 |
| **yhteensä** | | **72,4** |
| **Elohopea** | | |
| Nordkalk Oy Ab, Paraisten kaivos | Turun rannikkoalue | 0,024* |
| **Lyijy** | | |
| Nordkalk Oy Ab, Paraisten kaivos | Turun rannikkoalue | 0,28* |

* yhteensä Sysilahteen ja satama-altaaseen

Taulukko 6.3. Metsäteollisuuden päästöt VHA3:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Metsä Board Oyj, Kaskinen Pulp Mill* | 96.15 Sydbottenin rannikkoalue | 2,1 |
| Rauman metsäteollisuuden yhteispuhdistamo** | 96.21 Rauman rannikkoalue | 27,7 |
| Tervakoski Oy:n erikoispaperitehdas, Janakkala | 35.871_y01 Tervajoki | 0,02 |
| UPM Kymmene Oy:n Pietarsaaren tehdas*** | 99.11 Uuskaarlepyyn-Larsmon rannikkoalue | 9,5 |
| **yhteensä** | | **39,3** |
| **Elohopea** | | |
| Metsä Board Oyj, Kaskinen Pulp Mill* | 96.15 Sydbottenin rannikkoalue | 0,5 |
| Oy Essity Finland Ab, Nokian tehdas | 35.132_Nokianvirta | 0,246 |
| Tervakoski Oy:n erikoispaperitehdas, Janakkala | 35.222 Jumusen - Rauttunselän a | 0 |
| UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari | 35.871_y01 Tervajoki | 0 |
| UPM Kymmene Oy:n Pietarsaaren tehdas*** | 99.11 Uuskaarlepyyn-Larsmon rannikkoalue | 0,3 |
| **yhteensä** | | **1,05** |
| **Nikkeli** | | |
| Metsä Board Oyj, Kaskinen Pulp Mill* | 96.15 Sydbottenin rannikkoalue | 70 |
| Rauman metsäteollisuuden yhteispuhdistamo** | 96.21 Rauman rannikkoalue | 371,7 |
| Tervakoski Oy:n erikoispaperitehdas, Janakkala | 35.871_y01 Tervajoki | 1,5 |
| UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari | 35.222 Jumusen - Rauttunselän a | 0,0001 |
| Oy Essity Finland Ab, Nokian tehdas | 35.132_Nokianvirta | 15,1 |
| UPM Kymmene Oy:n Pietarsaaren tehdas*** | 99.11 Uuskaarlepyyn-Larsmon rannikkoalue | 204,7 |
| **yhteensä** | | **458,3** |
| **Lyijy** | | |
| Metsä Board Oyj, Kaskinen Pulp Mill* | 96.15 Sydbottenin rannikkoalue | 1,8 |
| Rauman metsäteollisuuden yhteispuhdistamo** | 96.21 Rauman rannikkoalue | 0 |
| Tervakoski Oy:n erikoispaperitehdas, Janakkala | 35.871_y01 Tervajoki | 0,06 |
| UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari | 35.222 Jumusen - Rauttunselän a | 0,0008 |
| Oy Essity Finland Ab, Nokian tehdas | 35.132_Nokianvirta | 0,6 |
| UPM Kymmene Oy:n Pietarsaaren tehdas*** | 99.11 Uuskaarlepyyn-Larsmon rannikkoalue | 27,9 |
| **yhteensä** | | **30,4** |

* Metsä Board Oyj, Kaskisten tehtaan yhteispuhdistamo, jonne johdetaan myös Kaskisten, Närpiö ja Teuvan yhdyskuntajätevedet.

** Rauman metsäteollisuuden (UPM Comm. Papers Oy & Metsä Fibre Oy) yhteispuhdistamo, jonne johdetaan myös Rauman ja siihen liittyneen viemäröintialueen yhdyskuntajätevedet (Rauman ja Eurajoen).
*** Tehtaalla ei velvoitetta raportoida metallikuormitusta, mutta on velvoite mitata metallien pitoisuudet kaksi kertaa vuodessa ja nämä tiedot on YLVAssa. UPM on näiden näytteiden perusteella laskenut taulukossa esitetyt Ni-, Hg-, Pb- ja Cd-kuormitukset.

Taulukko 6.4. Metalliteollisuuden päästöt VHA3:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Boliden Harjavalta Oy, Harjavallan tehtaat* | 35.121 Kokemäen a | 6,32 |
| Porin Kupariteollisuuspuisto** | 35.11 Kokemäenjoen alaosan a | 0,016 |
| Boliden Kokkola Oy*** | 99.21 Kokkolan - Lohtajan rannikkoalue | 7,96 |
| Norilsk Nickel Harjavalta Oy, Harjavalta | 35.112 Ulvilan - Harjavallan a | 0 |
| OSTP Finland Oy Ab, Pietarsaari | 99.11 Uusikaarlepyyn - Larsmon rannikkoalue | 0,003 |
| Leino Group Oy, Salon valimo | 25.001 Uskelanjoen alaosan a | 0 |
| **yhteensä** | | **14,3** |
| **Elohopea** | | |
| Boliden Harjavalta Oy, Harjavallan tehtaat* | 35.121 Kokemäen a | 0,647 |
| Porin Kupariteollisuuspuisto** | 35.11 Kokemäenjoen alaosan a | 0,027 |
| Boliden Kokkola Oy | 99.21 Kokkolan - Lohtajan rannikkoalue | 0,84 |
| Leino Group Oy, Salon valimo | 25.001 Uskelanjoen alaosan a | 0 |
| **yhteensä** | | **1,51** |
| **Nikkeli** | | |
| Arvo Piiroinen Oy, Salo | 25.001 Uskelanjoen alaosan a | 1,9 |
| Boliden Harjavalta Oy, Harjavallan tehtaat* | 35.121 Kokemäen a | 304,8 |
| Boliden Kokkola Oy | 99.21 Kokkolan - Lohtajan rannikkoalue | 389,8 |
| Kromatek Oy Ab, Nakkila | 35.112 Ulvilan - Harjavallan a | 0,0004 |
| Porin Kupariteollisuuspuisto** | 35.11 Kokemäenjoen alaosan a | 156,8 |
| Mäkelä Alu Oy, Alajärvi | 47.087 Paaluoman va | 2,7 |
| Norilsk Nickel Harjavalta Oy, Harjavalta | 35.112 Ulvilan - Harjavallan a | 179,4 |
| OSTP Finland Oy Ab, Pietarsaari | 99.11 Uusikaarlepyyn - Larsmon rannikkoalue | 0,07 |
| Aurajoki Oy, Auran tehdas | Aurajoen keskiosan a | 0,06 |
| Lounais-Suomen Putki Oy, Loimaa | Onkijoen va | 11,8 |
| Morite Oy, Perniön nappitehdas, Salo | Sahajärven va | 0,05 |
| Purso Oy, Siuron tehtaat, Nokia | 35.511 Mahnalanselän la | 0,4 |
| Leino Group Oy, Salon valimo | 25.001 Uskelanjoen alaosan a | 0,4 |
| **yhteensä** | | **1 048,2** |
| **Lyijy** | | |
| Arvo Piiroinen Oy, Salo | 25.001 Uskelanjoen alaosan a | 0 |
| Boliden Harjavalta Oy, Harjavallan tehtaat* | 35.121 Kokemäen a | 20,5 |
| Porin Kupariteollisuuspuisto** | 35.11 Kokemäenjoen alaosan a | 9,4 |
| Norilsk Nickel Harjavalta Oy, Harjavalta | 35.112 Ulvilan - Harjavallan a | 63,3 |
| OSTP Finland Oy Ab, Pietarsaari | 99.11 Uusikaarlepyyn - Larsmon rannikkoalue | 0,001 |
| **yhteensä** | | **93,2** |

* Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n läjitysalueen päästöt raportoidaan osana Boliden Harjavalta Oy:n Harjavallan tehtaiden päästöjä
** Kupariteollisuuspuiston toimijoiden yhteispäästöt, mutta tarkkailun raportoinnista vastaa Luvata Pori Oy
*** sisältää Umicore Finland Oy:n, Jervois Finland Oy:n ja Kokkolan Energia Oy:n päästöt

Taulukko 6.5. Energiantuotannon päästöt VHA3:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Loimua Oy, Vanajan voimalaitos, Hämeenlinna | Hämeenlinnan a | 0 |
| Fortum Power and Heat Oy, Meri-Porin voimalaitos, Pori | 96.31 Porin rannikkoalue | 0,065 |
| Tampereen sähkölaitos Oy, Naistenlahden voimalaitos | 35.311 Näsijärven la | 0,1 |
| Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Naantalin voimalaitos | Turun rannikkoalue | 0,02 |
| Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Orikedon lämpökeskus, Turku | Paattistenjoen va | 0,009 |
| Vaasan Voima Oy | 97.211 Vasa Storfjärdin rannikkoalue | 0,0079 |
| Seinäjoen Voima Oy, Seinäjoen turvevoimalaitos, Seinäjoki | 42.07 Seinäjoen va | 0,0005 |
| Keuruun Lämpövoima Oy, Varissaari II | 35.621.1.001_001 Keurusselkä pohjoinen | 0,0006 |
| **yhteensä** | | **0,20** |

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Elohopea** | | |
| Loimua Oy, Vanajan voimalaitos, Hämeenlinna | Hämeenlinnan a | 0,06 |
| Fortum Power and Heat Oy, Meri-Porin voimalaitos, Pori | 96.31 Porin rannikkoalue | 0,0038 |
| Tampereen sähkölaitos Oy, Naistenlahden voimalaitos | 35.311 Näsijärven la | 0,1 |
| Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Naantalin voimalaitos | Turun rannikkoalue | 0,03 |
| Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Orikedon lämpökeskus, Turku | Paattistenjoen va | 0,02 |
| Vaasan Voima Oy | 97.211 Vasa Storfjärdin rannikkoalue | 0,0005 |
| Seinäjoen Voima Oy, Seinäjoen turvevoimalaitos, Seinäjoki | 42.07 Seinäjoen va | 0,0005 |
| Keuruun Lämpövoima Oy, Varissaari II | 35.621.1.001_001 Keurusselkä pohjoinen | 0,0038 |
| **yhteensä** | | **0,22** |
| **Nikkeli** | | |
| Loimua Oy, Vanajan voimalaitos, Hämeenlinna | Hämeenlinnan a | 0,08 |
| Fortum Power and Heat Oy, Meri-Porin voimalaitos, Pori | 96.31 Porin rannikkoalue | 0,4 |
| Tampereen sähkölaitos Oy, Naistenlahden voimalaitos | 35.311 Näsijärven la | 2 |
| Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Naantalin voimalaitos | Turun rannikkoalue | 0,84 |
| Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Orikedon lämpökeskus, Turku | Paattistenjoen va | 0,03 |
| Vaasan Voima Oy | 97.211 Vasa Storfjärdin rannikkoalue | 0,52 |
| Seinäjoen Voima Oy, Seinäjoen turvevoimalaitos, Seinäjoki | 42.07 Seinäjoen va | 0,09 |
| Keuruun Lämpövoima Oy, Varissaari II | 35.621.1.001_001 Keurusselkä pohjoinen | 0,01 |
| **yhteensä** | | **4,0** |
| **Lyijy** | | |
| Loimua Oy, Vanajan voimalaitos, Hämeenlinna | Hämeenlinnan a | 0,08 |
| Fortum Power and Heat Oy, Meri-Porin voimalaitos, Pori | 96.31 Porin rannikkoalue | 0,06 |
| Tampereen sähkölaitos Oy, Naistenlahden voimalaitos | 35.311 Näsijärven la | 0,1 |
| Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Naantalin voimalaitos | Turun rannikkoalue | 0,32 |
| Turun Seudun Energiantuotanto Oy, Orikedon lämpökeskus, Turku | Paattistenjoen va | 0,14 |
| Vaasan Voima Oy | 97.211 Vasa Storfjärdin rannikkoalue | 0,03 |
| Seinäjoen Voima Oy, Seinäjoen turvevoimalaitos, Seinäjoki | 42.07 Seinäjoen va | 0,05 |
| Keuruun Lämpövoima Oy, Varissaari II | 35.621.1.001_001 Keurusselkä pohjoinen | 0,004 |
| **yhteensä** | | **0,8** |

Taulukko 6.6. Kemianteollisuuden päästöt VHA3:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Suomen Teollisuuden Energiapalvelut - STEP Oy (ent. Venator), Pori* | 96.31 Porin rannikkoalue | 1,3* |
| Yara Suomi Oy, Uudenkaupungin tehtaat | 96.11 Uudenkaupungin rannikkoalue | 0,06 |
| **yhteensä** | | **1,36** |
| **Elohopea** | | |
| Suomen Teollisuuden Energiapalvelut - STEP Oy (ent. Venator), Pori* | 96.31 Porin rannikkoalue | 2* |
| Yara Suomi Oy, Uudenkaupungin tehtaat | 96.11 Uudenkaupungin rannikkoalue | 0,01 |
| **yhteensä** | | **2,01** |
| **Nikkeli** | | |
| Suomen Teollisuuden Energiapalvelut - STEP Oy (ent. Venator), Pori* | 96.31 Porin rannikkoalue | 201 |
| Yara Suomi Oy, Uudenkaupungin tehtaat | 96.11 Uudenkaupungin rannikkoalue | 10,5 |
| **yhteensä** | | **211,5** |
| **Lyijy** | | |
| Suomen Teollisuuden Energiapalvelut - STEP Oy (ent. Venator), Pori* | 96.31 Porin rannikkoalue | 1,4 |
| Yara Suomi Oy, Uudenkaupungin tehtaat | 96.11 Uudenkaupungin rannikkoalue | 0,02 |
| **yhteensä** | | **1,42** |

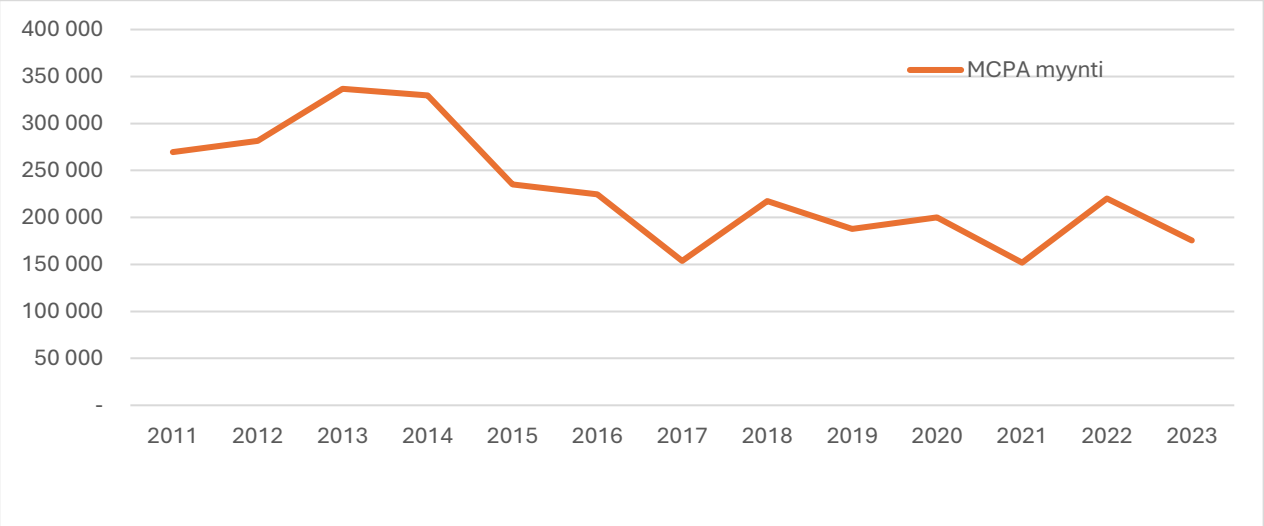
* teollisuusjätevedenpuhdistamo, johon johdetaan kemianteollisuuden jätevesiä. Jäähdytys- ja valumavesissä mukana myös Kokemäenjoen vedestä aiheutuva taustakuorma ja Kemiran kaatopaikalta tulevia vesiä.
- prosessijätevesikuormitus 0,4 kg Cd/a ja 0,1 kg Hg/a; jäähdytys- ja hulevesikuormitus 0,9 kg Cd/a ja 1,9 kg Hg/a.

Taulukko 6.7. Jätteenkäsittelyn päästöt VHA3:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine | Päästöt kg/a |
|---|---|
| Kadmium | n. 0,07 (josta n. 0,035 rannikkovesiin) |
| Elohopea | n. 0,004 (rannikkovesiin) |
| Nikkeli | n. 1,3 (josta n. 1,2 rannikkovesiin) |
| Lyijy | n. 1,6 (josta n. 1,5 rannikkovesiin) |

## 6.4. Maatalouden kasvinsuojeluaineet

Tämän kuormitusinventaarion kohteena olevista maatalouden kasvinsuojeluaineista vain MCPA tunnistettiin merkitykselliseksi VHA3:lla. Vaikka MCPA:n myyntimäärä on laskenut huippuvuosista, on se edelleen yksi yleisimmin myydyistä kasvinsuojeluaineista (Kuva 6.1).




Kuva 6.1. MCPA:n vuotuinen myyntimäärä 2011-2023 Suomessa, vuoden 2023 myyntimäärä on alustava (Tukesin tilasto)

Vesienhoitoalueen viljelyala on noin 1 024 000 hehtaaria ja siitä noin 60 % viljellään sellaisia kasveja, joilla voidaan käyttää MCPA:ta rikkakasvien torjumiseen. MCPA:n käyttömäärä arvioitiin olettamalla että reilu puolet (edellisessä arviossa 59 %) koko Suomen MCPA:n myyntimäärästä käytetään VHA3 alueella. Vuosien 2019-2023 myyntiainiestosta laskien tämä tarkoittaisi noin 110000 kg vuotuista MCPA:n käyttömäärää.

Ruiskutetusta MCPA:n määrästä vesiin päätyvä osuus riippuu olosuhteista ja voi vaihdella merkittävästi. Vesiin päätyy paljon MCPA:ta erityisesti tilanteissa, joissa rankkasateita sattuu pian ruiskutusten jälkeen. Sekä pintavalunnan että ruiskutuksesta lähtevän ilmakulkeuman kautta pintavesiin päätyvä ainemäärä vähenee, kun pellon eteäisyys vesistöstä kasvaa. Tässä

inventaariossa vesiin päätyvänä osuttena käytettiin 0,5 % käyttömäärästä. Osuus todennäköisemmin yliarvio kuin aliarvioi vesiin päätyvää määrää. Laskennallinen MCPA:n vesiin huuhtoutuva määrä on n. 550 kg/vuodessa. Tyypillisenä vuonna määrä voi olla tätä pienempikin, ehkä vain kolmannes tästä, kun taas joinain vuosina tätä suurempikin.

## 6.5. **Laskeuma**

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Vanhoista EU:n prioriteettiaineista laskeuma Suomessa on arvioitu kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle (Pb) ja dioksiineille (PCDD/F, taulukko 6.8). Kadmiumin ja elohopean laskeumatrendit vuosina 1990-2021 on esitetty kuvissa 6.2 ja 6.3. Kadmiumin laskeuma on pienentynyt kun taas elohopean laskeuma ei ole muuttunut.

Laskeuma arvioitiin vesienhoitoalueen koko pinta-alalle, sisävesiin, rannikkovesiin sekä maa-alueille. Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2021 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Laskeuma ja sen laskentamenettely, laskeumakartat, laskeumatrendi, Suomen päästöjen osuus laskeumasta sekä laskeuman epävarmuusarvio on esitetty liitteessä 2. Varsinkin elohopean osalta on syytä huomioida mallinnettuun laskeumaan liittyvä suuri epävarmuus ja vuosittainen vaihtelu.

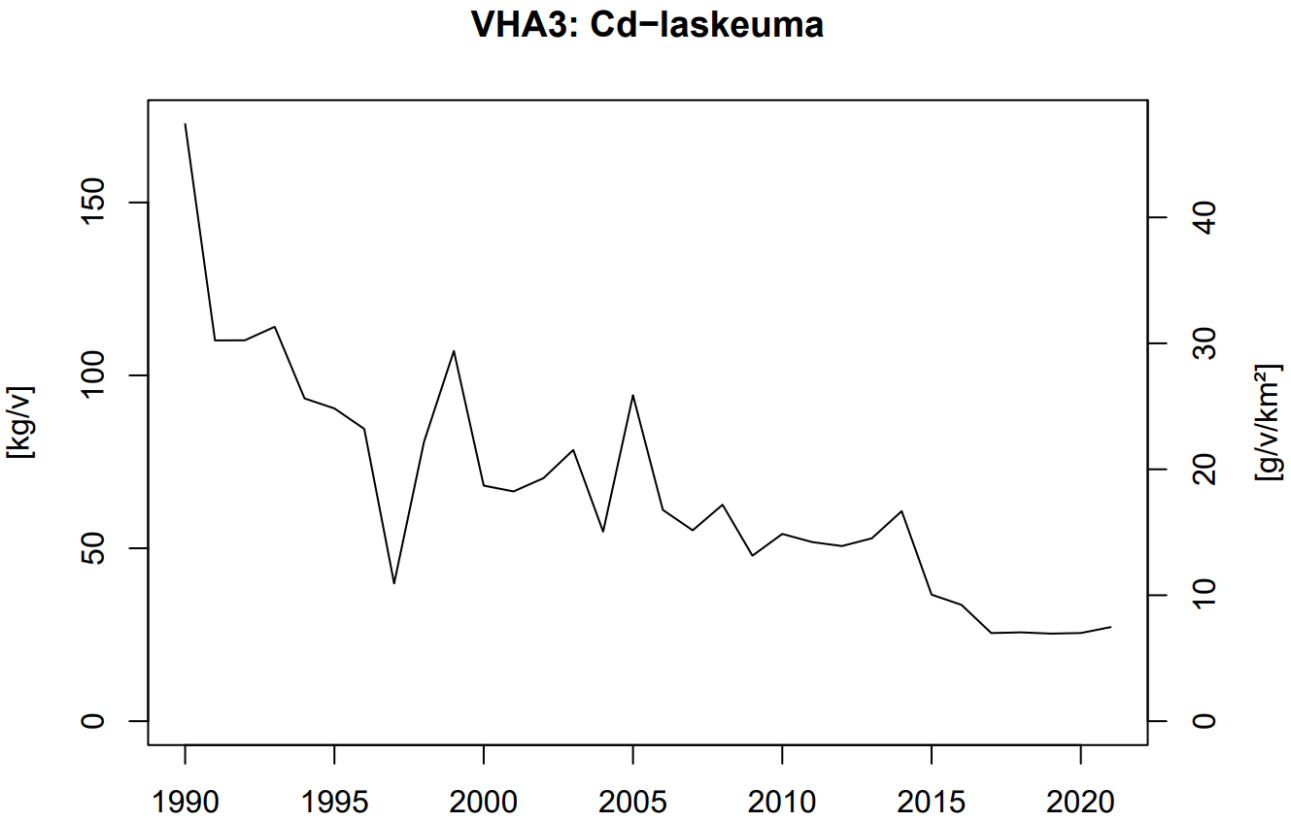
Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt.

Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti.

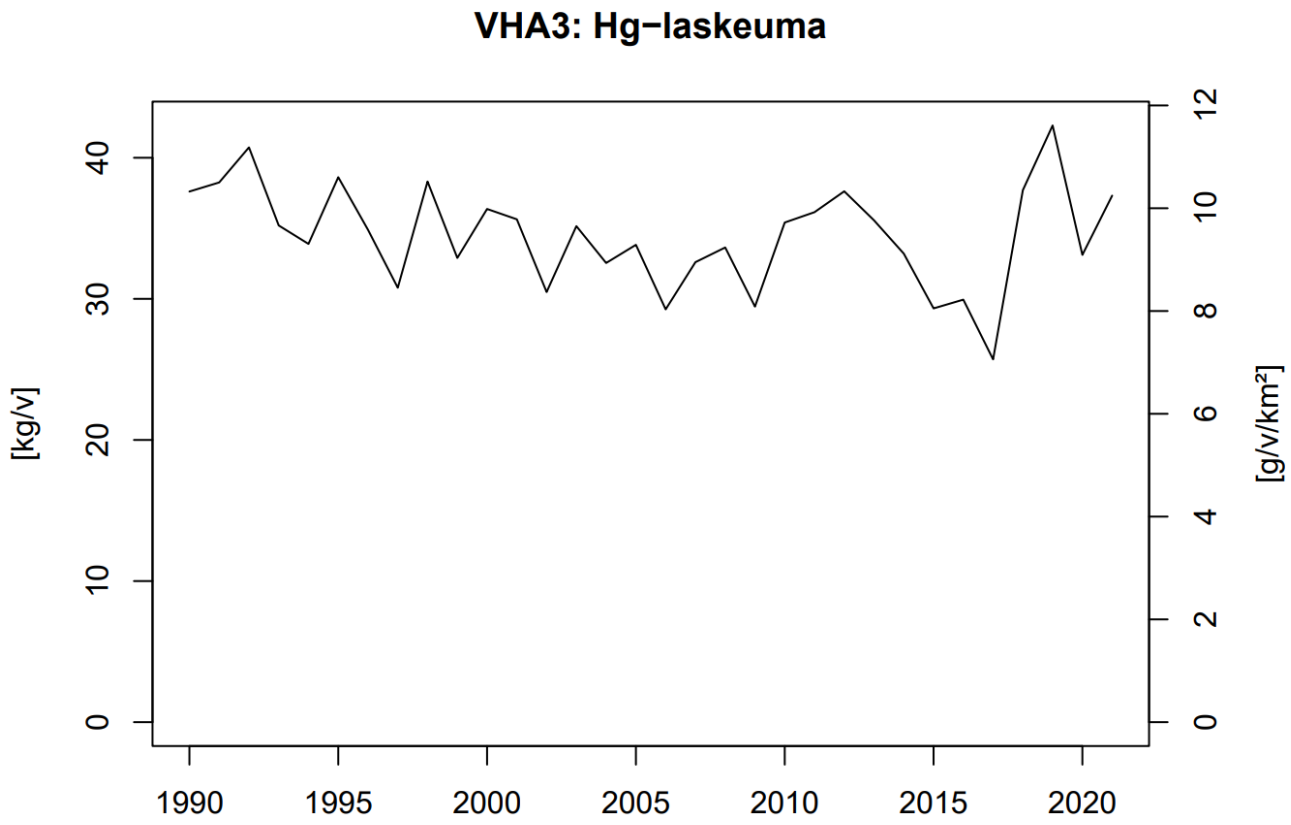
Taulukko 6.8. Kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien ilmaperäinen laskeuma vuonna 2021 VHA3:lla

| **Laskeuma** | **Kadmium kg/a** | **Elohopea kg/a** | **Lyijy kg/a** | **PCDD/F g I-TEQ/a** |
|---|---|---|---|---|
| Laskeuma VHA:n sisävesiin | 27 | 37 | 602 | 3 |
| Laskeuma VHA:n rannikkovesiin* | 79 | 89 | 2 006 | 5 |
| Laskeuma VHA:n maa-aluelle | 471 | 659 | 10 710 | 53 |
| Laskeuma koko VHA:lle | 577 | 785 | 13 318 | 62 |

* VHA:n merialuerajaan asti




**Kuva 6.2.** Kadmiumin laskeuma sisävesiin VHA3:n alueelle 1990–2021.




**Kuva 6.3.** Elohopean laskeuma sisävesiin VHA3:n alueelle 1990–2021.

## 6.6. Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama sekä happamat sulfaattimaat

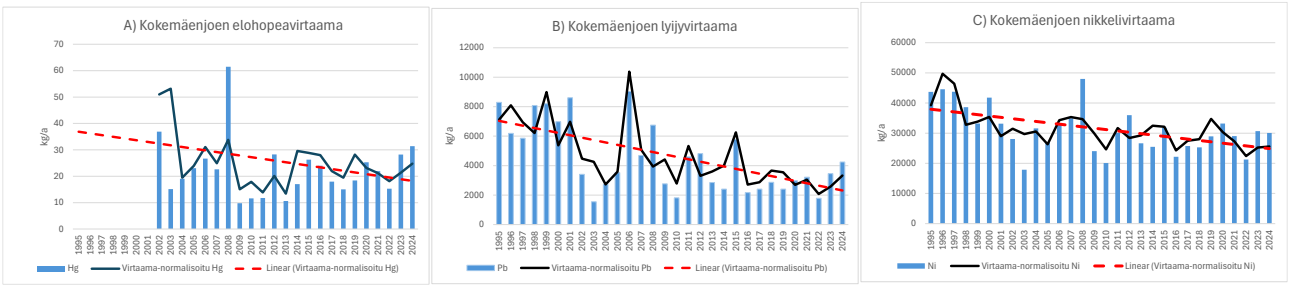
Jokien ainevirtaama koostuu luonnossa esiintyvien aineiden kuten metallien osalta luonnon huuhtoumasta, mutta myös ihmisen aiheuttamasta piste- ja hajakuormituksesta valuma-alueella. Synteettisten orgaanisten aineiden jokiainevirtaamat mereen indikoivat ihmisten aiheuttamaa piste- ja hajakuormitusta.
Suomen metallipäästöt (esim. Cd, Ni, Zn ja Cr) ovat Itämeren alueen suurimpia (Matuszewska ym. 2025), mitä selittänee osaltaan se, että Suomessa sijaitsevat Euroopan laajimmat happamat sulfaattimaa-alueet. Sulfaattikerrosten hapettuessa muodostuu rikkihappoa, joka liuottaa metalleja maaveteen. Valuntaa aiheuttavien sateiden yhteydessä metallit kulkeutuvat edelleen jokivesiin. Maan kuivattaminen lisää hapettumisjaksojen määrää, minkä vuoksi ojituksella ja muilla kuivatustoimilla on keskeinen merkitys happo- ja metallikuormituksen muodostumisessa. Haittoja pyritään vähentämään muun muassa uuden happamien sulfaattimaiden strategian ja toimenpideohjelman avulla (Nuotio ym. 2026).

Jokien ainevirtaamat on arvioitu kaikille aineille, joista löytyy mitattua pitoisuustietoa; myös vähämerkityksellisistä aineista. Jokien ainevirtaama mereen laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2018–2024 VESLA- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei arvioitu, koska ne eivät sisälly jokien ainevirtaamien seurantaohjelmaan. Vedenlaadun näytteenottopisteet sijaitsivat jokisuiden läheisyydessä. Joen ainevirtaama laskettiin siinä tapauksessa, jos näytteiden lukumäärä oli ≥ 5 kpl/a. Jos näytteiden lukumäärä < 5 kpl/a, on ilmoitettu, että onko ainetta havaittu joesta, mutta ainevirtaamaa ei ole laskettu. Tähän laskentatapaan liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Koska pitoisuustiedot perustuvat suhteellisen harvaan näytteenottoon, ne eivät välttämättä kuvaa kaikkia pitoisuuksien vaihteluita vuoden aikana, erityisesti virtaamahuippujen tai lyhytaikaisten kuormituspiikkien yhteydessä. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat analyysimenetelmien määritysrajat sekä se, että osa näytteistä voi olla määritysrajan alapuolella. Näistä syistä vuosikohtaisia ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, ja niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta, joka liittyy sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen. Tarkempi jokien ainevirtaaman arviointimenetelmä ja kohdeaineet ovat esitetty liitteessä 1.

VHA 3:lta oli mukana 11 jokea, joista tehtiin raskasmetallimäärityksiä vuosien 2018−2024 välisenä ajanjaksona, elohopeamäärityksiä tosin vain kuudelta joelta (taulukko 6.9). Nikkeliä ja lyijyä havaittiin lähes aina ja myös elohopeaa ja kadmiumia suurimmassa osassa näytteitä. Poikkeuksen tekee Eurajoki, jonka vesinäytteistä selvästi alle puolessa havaittiin elohopeaa. Kokemäenjoki on alueen joista merkittävin raskasmetallikuormittaja. Pinta-alaan suhteutettuna suurimmat nikkeli- ja kadmiumkuormat tulevat kuitenkin kolmelta joelta: Närpiönjoki, Kyrönjoki ja Lapuanjoki.

Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Ainevirtaamien muutoksia tarkastellaan yleisesti virtaamanormalisoiduista ainevirtaamista, jotta voitaisiin eliminoida vuosien välinen virtaamasta aiheutuva vaihtelu aihevirtaamissa. Tässä kartoituksessa käytimme HELCOMissa käytössä olevaa virtaamanormalisointimenetelmää ja trenditarkastelua (Larsen ja Svendsen 2019).

Trenditarkastelu vaatii riittävän pitkältä ajalta (vähintään 20 vuotta) samalla menetelmällä tehtyjä analyysejä, jotta tarkastelu olisi luotettava.  Tässä selvityksessä käytetty ajanjakso oli 1995-2024. VHA 3:lla nikkelivirtaama vähentyi tuona ajanjaksona kaikilla 11 seurantajoella ja lyijyvirtaamat viidellä joella. Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002−2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Aurajoella, Kiskonjoella ja Kokemäenjoella (kuva 6.4). Kadmiumanalytiikassa on tapahtunut useita muutoksia, ja siksi sen osalta trenditarkastelu ei ole mahdollinen.




6.4. Kokemäenjoen elohopeavirtaama (kuva A), lyijyvirtaama (kuva B) ja nikkelivirtaama (kuva C) vuosina 1995–2025. Pylväät näyttävät ainevirtaamat, viiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman ja katkoviiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman monotonisen trendin. Trendiviiva näkyy, mikäli muutos on tilastollisesti merkitsevä.

Happamilta sulfaattimailta, joita sijaitsee erityisesti läntisellä vesienhoitoalueella, valuu vesistöihin suuria määriä mm. nikkeliä ja kadmiumia. Geologinen tutkimuskeskuksen happamien sulfaattimaiden yleiskartoituksen mukaan Kyrönjoen valuma-alueesta 12 %, Lapuanjoen valuma-alueesta 15 % ja Närpiönjoen valuma-alueesta 42 % sijaitsee aluella jossa happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys on kohtalainen tai suuri osa vesienhoitoalueen pienien jokien valuma-alueista sijaitsee lähes kokonaan happamilla sulfaattimailla. Happamien sulfaattimaiden pienten jokien metallipitoisuudet ovat moninkertaisia samoilla alueilla olevien isompien jokien pitoisuuksiin verrattuna, joten niiden kuormitus merialueelle on merkittävä (Toivonen & Boman 2024).

Taulukko 6.9. Jokien kautta mereen päätyvä metalliainevirtaama vuosina 2018−2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| JOKI | Vuosi | MQ | CD | | HG | | NI | | PB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m3/s | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **AURAJOKI** | **2018** | 3.8 | 4.2 | 13/13 | 0.5 | 13/13 | 492 | 13/13 | 199 | 13/13 |
| | **2019** | 9.1 | 13.0 | 11/11 | 1.5 | 11/11 | 1160 | 11/11 | 468 | 11/11 |
| | **2020** | 8.8 | 16.4 | 12/12 | 2.0 | 12/12 | 1315 | 12/12 | 833 | 12/12 |
| | **2021** | 7.0 | 7.3 | 12/12 | 1.1 | 12/12 | 719 | 12/12 | 272 | 12/12 |
| | **2022** | 6.1 | 4.6 | 12/12 | 0.6 | 11/11 | 529 | 12/12 | 169 | 12/12 |
| | **2023** | 9.1 | 9.8 | 12/12 | 1.4 | 11/11 | 1091 | 12/12 | 376 | 12/12 |
| | **2024** | 9.3 | 9.0 | 13/13 | 1.6 | 13/13 | 1064 | 13/13 | 309 | 13/13 |
| **EURAJOKI** | **2018** | 8.2 | 12.2 | 16/16 | | 0/6 | 968 | 10/10 | 53.4 | 16/16 |
| | **2019** | 6.0 | 13.0 | 16/16 | | | 1400 | 10/10 | 23.3 | 10/10 |
| | **2020** | 15.6 | 21.5 | 21/21 | | | 1616 | 13/13 | 75.0 | 13/13 |
| | **2021** | 8.9 | 11.4 | 19/19 | 0.7 | 1/6 | 1251 | 13/13 | 42.6 | 19/19 |
| | **2022** | 9.3 | 6.7 | 18/18 | | | 847 | 12/12 | 28.1 | 12/12 |
| | **2023** | 13.5 | 14.4 | 16/16 | | | 1560 | 12/12 | 51.3 | 12/12 |
| | **2024** | 13.7 | 15.2 | 17/17 | 1.3 | 3/6 | 1359 | 12/12 | 67.5 | 17/17 |
| **KISKONJOKI** | **2018** | 5.8 | 6.2 | 12/13 | | | 276 | 13/13 | 90.1 | 13/13 |
| | **2019** | 8.4 | 8.6 | 11/12 | | | 371 | 12/12 | 136 | 12/12 |
| | **2020** | 10.7 | 9.8 | 12/12 | | | 533 | 12/12 | 239 | 12/12 |
| | **2021** | 6.3 | 4.4 | 13/13 | | | 292 | 13/13 | 99.4 | 13/13 |
| | **2022** | 6.2 | 4.0 | 13/13 | | | 237 | 13/13 | 88.6 | 13/13 |
| | **2023** | 7.4 | 4.6 | 13/13 | | | 311 | 13/13 | 93.2 | 13/13 |
| | **2024** | 7.2 | 4.6 | 13/13 | | | 297 | 13/13 | 92.6 | 13/13 |
| **KOKEMÄENJOKI** | **2018** | 191 | 253 | 19/19 | 14.0 | 13/19 | 25391 | 19/19 | 3304 | 19/19 |
| | **2019** | 172 | 233 | 18/19 | 17.1 | 13/17 | 26928 | 19/19 | 2242 | 17/19 |
| | **2020** | 251 | 299 | 19/19 | 23.5 | 14/19 | 33032 | 19/19 | 3017 | 19/19 |
| | **2021** | 241 | 282 | 16/19 | 19.7 | 14/18 | 28324 | 19/19 | 2954 | 17/19 |
| | **2022** | 205 | 245 | 12/18 | 13.3 | 12/18 | 19129 | 16/16 | 1605 | 12/18 |
| | **2023** | 291 | 340 | 13/19 | 29.1 | 15/19 | 30130 | 19/19 | 3537 | 14/19 |
| | **2024** | 278 | 320 | 10/16 | 33.6 | 14/16 | 27786 | 15/15 | 3675 | 12/16 |
| **KYRÖNJOKI** | **2018** | 30.2 | 58.0 | 16/16 | 2.5 | 15/15 | 8106 | 16/16 | 729 | 15/15 |
| | **2019** | 34.5 | 124 | 14/14 | 2.6 | 13/13 | 16634 | 14/14 | 354 | 14/14 |
| | **2020** | 59.5 | 224 | 13/13 | 5.6 | 12/13 | 30237 | 13/13 | 835 | 13/13 |
| | **2021** | 43.3 | 113 | 14/14 | 4.2 | 14/14 | 16171 | 14/14 | 556 | 14/14 |
| | **2022** | 43.2 | 152 | 14/14 | 3.7 | 14/14 | 23041 | 14/14 | 507 | 14/14 |
| | **2023** | 58.7 | 155 | 14/14 | 7.7 | 14/14 | 24969 | 14/14 | 772 | 14/14 |
| | **2024** | 56.7 | 153 | 14/14 | 7.6 | 14/14 | 23576 | 14/14 | 792 | 14/14 |
| **LAPUANJOKI** | **2018** | 24.3 | 39.6 | 15/15 | 2.3 | 15/15 | 5580 | 15/15 | 348 | 15/15 |
| | **2019** | 26.9 | 96.9 | 13/13 | 1.9 | 13/13 | 11943 | 13/13 | 262 | 13/13 |
| | **2020** | 33.0 | 136 | 14/14 | 2.8 | 14/14 | 17354 | 14/14 | 333 | 14/14 |
| | **2021** | 23.3 | 58.7 | 14/14 | 2.2 | 14/14 | 7092 | 14/14 | 266 | 14/14 |
| | **2022** | 26.5 | 86.5 | 14/14 | 2.3 | 14/14 | 11136 | 14/14 | 324 | 14/14 |
| | **2023** | 43.3 | 106 | 13/14 | 4.9 | 14/14 | 15104 | 14/14 | 483 | 13/14 |
| | **2024** | 34.0 | 123 | 14/14 | 4.0 | 14/14 | 18222 | 14/14 | 556 | 14/14 |
| **LAPVÄÄRTINJOKI** | **2018** | 9.2 | 6.6 | 16/16 | 0.7 | 16/16 | 601 | 16/16 | 107 | 16/16 |
| | **2019** | 12.6 | 14.7 | 16/16 | 1.1 | 16/16 | 1199 | 16/16 | 107 | 16/16 |
| | **2020** | 21.3 | 26.5 | 16/16 | 2.3 | 16/16 | 2011 | 16/16 | 371 | 16/16 |
| | **2021** | 12.4 | 9.2 | 16/16 | 1.0 | 16/16 | 827 | 16/16 | 121 | 16/16 |
| | **2022** | 15.6 | 13.3 | 16/16 | 1.2 | 16/16 | 1178 | 16/16 | 171 | 16/16 |
| | **2023** | 17.1 | 12.0 | 16/16 | 1.5 | 16/16 | 1035 | 16/16 | 151 | 16/16 |
| | **2024** | 19.2 | 23.5 | 16/16 | 1.9 | 15/15 | 1959 | 16/16 | 349 | 16/16 |
| **NÄRPIÖNJOKI** | **2018** | 5.7 | 11.5 | 15/15 | | | 1725 | 15/15 | 199 | 15/15 |
| | **2019** | 8.7 | 34.1 | 14/14 | | | 4544 | 14/14 | 87 | 14/14 |
| | **2020** | 16.2 | 56.6 | 14/14 | | | 7400 | 14/14 | 356 | 14/14 |
| | **2021** | 9.2 | 18.7 | 14/14 | | | 2709 | 14/14 | 102 | 14/14 |
| | **2022** | 10.5 | 27.2 | 14/14 | | | 3887 | 14/14 | 142 | 14/14 |
| | **2023** | 12.8 | 27.2 | 14/14 | | | 3931 | 14/14 | 149 | 14/14 |
| | **2024** | 14.1 | 42.5 | 14/14 | | | 5849 | 14/14 | 288 | 14/14 |
| **PAIMIONJOKI** | **2018** | 4.3 | 3.1 | 13/13 | | | 369 | 13/13 | 185 | 13/13 |
| | **2019** | 10.3 | 7.6 | 11/11 | | | 801 | 11/11 | 480 | 11/11 |
| | **2020** | 11.4 | 14.1 | 13/13 | | | 1219 | 13/13 | 889 | 13/13 |
| | **2021** | 10.9 | 7.1 | 13/13 | | | 738 | 13/13 | 409 | 13/13 |
| | **2022** | 8.2 | 4.2 | 13/13 | | | 384 | 13/13 | 182 | 13/13 |
| | **2023** | 11.3 | 6.9 | 13/13 | | | 765 | 13/13 | 416 | 13/13 |
| | **2024** | 13.8 | 7.8 | 14/14 | | | 858 | 14/14 | 413 | 14/14 |
| **PERHONJOKI** | **2018** | 15.4 | 8.2 | 15/15 | | | 2241 | 15/15 | 146 | 15/15 |
| | **2019** | 21.3 | 18.8 | 14/14 | | | 1528 | 14/14 | 177 | 14/14 |
| | **2020** | 30.9 | 26.9 | 14/14 | | | 2139 | 14/14 | 252 | 14/14 |
| | **2021** | 28.1 | 16.5 | 14/14 | | | 1266 | 14/14 | 176 | 14/14 |
| | **2022** | 22.9 | 15.2 | 14/14 | | | 1298 | 14/14 | 189 | 14/14 |
| | **2023** | 33.3 | 98.2 | 14/14 | | | 1820 | 14/14 | 503 | 14/14 |
| | **2024** | 26.6 | 17.1 | 14/14 | | | 1433 | 14/14 | 235 | 14/14 |
| **USKELANJOKI** | **2018** | 3.6 | 3.4 | 13/13 | | | 481 | 13/13 | 213 | 13/13 |
| | **2019** | 5.6 | 5.4 | 11/11 | | | 535 | 11/11 | 346 | 11/11 |
| | **2020** | 6.2 | 11.1 | 12/12 | | | 902 | 12/12 | 708 | 12/12 |
| | **2021** | 4.5 | 3.9 | 13/13 | | | 332 | 13/13 | 199 | 13/13 |
| | **2022** | 4.3 | 2.4 | 13/13 | | | 319 | 13/13 | 128 | 13/13 |
| | **2023** | 5.4 | 4.8 | 13/13 | | | 529 | 13/13 | 287 | 13/13 |
| | **2024** | 5.9 | 4.0 | 13/13 | | | 405 | 13/13 | 194 | 13/13 |
| **Yhteensä** | **2018** | **302** | **407** | | **19.9** | | **46229** | | **5573** | |
| | **2019** | **315** | **569** | | **24.2** | | **67042** | | **4683** | |
| | **2020** | **464** | **842** | | **36.2** | | **97758** | | **7909** | |
| | **2021** | **395** | **532** | | **28.9** | | **59720** | | **5197** | |
| | **2022** | **358** | **561** | | **21.1** | | **61985** | | **3533** | |
| | **2023** | **503** | **779** | | **44.6** | | **81246** | | **6819** | |
| | **2024** | **479** | **720** | | **49.9** | | **82806** | | **6971** | |

Kasvinsuojeluaineita määritettiin viidellä mereen laskevalla joella vuosien 2018–2024 välisenä ajanjaksona (näytteenottotiheys 6–21 kertaa/a). Tutkituista aineista havaittiin kolmea (taulukko 6.10). Niistä ainoastaan MCPA:ta löydettiin usein. Kokemäenjoella ei havaittu kasvinsuojeluaineita. Mitatut kasvinsuojeluaineet on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 6.10. Jokien kautta mereen päätyvä kasvinsuojeluaineiden ainevirtaama kg/a 2018-2024. Näytteiden lukumäärä on 6-21 kpl/a. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | Terbutryyni | | MCPA | | Metamitroni | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **AURAJOKI** | **2018** | 0.3 | 3/13 | 1.4 | 8/13 | ei hav. | 0/13 |
| | **2019** | 0.4 | 1/17 | 4.1 | 12/17 | ei hav. | 0/17 |
| | **2020** | ei hav. | 0/16 | 3.6 | 9/16 | 0.3 | 1/16 |
| | **2021** | ei hav. | 0/13 | 16.5 | 8/13 | ei hav. | 0/13 |
| | **2022** | ei hav. | 0/15 | 0.9 | 5/15 | ei hav. | 0/15 |
| | **2023** | ei hav. | 0/21 | 2.4 | 10/21 | 0.2 | 1/21 |
| | **2024** | ei hav. | 0/12 | 6.5 | 6/12 | 0.7 | 1/12 |
| **EURAJOKI** | **2023** | ei hav. | 0/8 | 5.2 | 3/8 | 0.6 | 1/8 |
| **KOKEMÄENJOKI** | **2023** | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 |
| **KYRÖNJOKI** | **2019** | ei hav. | 0/6 | 3.3 | 3/6 | ei hav. | 0/6 |
| | **2023** | ei hav. | 0/12 | 10.6 | 2/12 | ei hav. | 0/12 |
| | **2024** | ei hav. | 0/7 | 7.3 | 2/7 | ei hav. | 0/7 |
| **PAIMIONJOKI** | **2018** | ei hav. | 0/6 | ei hav. | 0/6 | ei hav. | 0/6 |
| | **2023** | ei hav. | 0/9 | 5.3 | 5/9 | 0.4 | 1/9 |
| **Yhteensä** | **2018** | **0.3** | | **1.4** | | | |
| **Yhteensä** | **2019** | **0.4** | | **7.4** | | | |
| **Yhteensä** | **2020** | | | **3.6** | | **0.3** | |
| **Yhteensä** | **2021** | | | **16.5** | | | |
| **Yhteensä** | **2022** | | | **0.9** | | | |
| **Yhteensä** | **2023** | | | **23.4** | | **0.6** | |
| **Yhteensä** | **2024** | | | **11.7** | | **0.7** | |

Vuonna 2021 määritettyjä kaikkia kolmea ftalaattia löytyi kolmesta joesta (Taulukko 6.11). Tutkituista kolmesta ftalaatista DEHP:tä löytyi yleisimmin. Paimionjoki oli ainoa joki, josta ei löytynyt bentsyylibutyyliftalaattia (BBP). Ftalaateista eniten rannikkovesiin päätyi DEHP:tä, mutta vuosien välinen vaihtelu oli suurta.

Taulukko 6.11. Jokien kautta mereen päätyvä ftalaattien ainevirtaama 2021. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | DBP | | BBP | | DEHP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **AURAJOKI** | **2021** | 13.7 | 2/11 | 1.3 | 1/11 | 1.7 | 4/11 |
| **KOKEMÄENJOKI** | **2021** | 137 | 3/11 | 53.7 | 4/11 | 195 | 8/13 |
| **KYRÖNJOKI** | **2021** | 18.9 | 4/11 | 2.8 | 1/11 | 25.6 | 4/11 |
| **PAIMIONJOKI** | **2021** | 0.6 | 1/10 | ei hav. | 0/10 | 1.6 | 2/10 |
| **Yhteensä** | **2021** | **170** | | **57.8** | | **224** | |

Vuonna 2020 määritettyjä kahdeksaa fenoliyhdistettä löytyi yksittäisistä näytteistä (Taulukko 6.12). Aurajoki oli ainoa joki, josta löytyi kaikkia analysoituja fenolisia yhdisteitä. Fenolisia yhdisteitä ei havaittu Kokemäenjoen vedestä.

Taulukko 6.12. Jokien kautta mereen päätyvä fenolisten yhdisteiden ainevirtaama 2020. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | NP1EO | | NP2EO | | NPT | | NP4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **AURAJOKI** | **2020** | 2.0 | 1/7 | 1.0 | 1/7 | 10.2 | 1/7 | 10.2 | 1/7 |
| **KOKEMÄENJOKI** | **2020** | ei hav. | 0/8 | ei hav. | 0/8 | ei hav. | 0/8 | ei hav. | 0/8 |
| **KYRÖNJOKI** | **2020** | ei hav. | 0/7 | ei hav. | 0/7 | 91.7 | 1/7 | ei hav. | 0/7 |
| **PAIMIONJOKI** | **2020** | 1.8 | 1/7 | 0.9 | 1/7 | 9.0 | 1/7 | 9.0 | 1/7 |
| **Yhteensä** | **2020** | **3.8** | | **1.9** | | **111** | | **19** | |
| **Joki** | **Vuosi** | **OP** | | **PTOF** | | **OP1EO** | | **OP2EO** | |
| | | **kg/a** | **hav/kok** | **kg/a** | **hav/kok** | **kg/a** | **hav/kok** | **kg/a** | **hav/kok** |
| **AURAJOKI** | **2020** | 3.1 | 1/7 | 5.1 | 1/7 | 2.036 | 1/7 | 1.0 | 1/7 |
| **KOKEMÄENJOKI** | **2020** | ei hav. | 0/7 | ei hav. | 0/8 | ei hav. | 0/7 | ei hav. | 0/7 |
| **KYRÖNJOKI** | **2020** | ei hav. | 0/7 | ei hav. | 0/7 | ei hav. | 0/7 | ei hav. | 0/7 |
| **PAIMIONJOKI** | **2020** | 2.7 | 1/7 | 4.5 | 1/7 | 1.8 | 1/7 | 0.9 | 1/7 |
| **Yhteensä** | **2020** | **5.8** | | **9.6** | | **3.841** | | **1.9** | |

Yleisimmin havaittu PAH-yhdiste VHA 3:n jokivedessä vuonna 2022 oli naftaleeni, jota kulkeutuu myös määrällisesti eniten rannikkovesiin (taulukko 6.13). Fluoranteenia havaittiin yhdessä Paimionjoen vesinäytteessä. Antraseenia, bentso(a)pyreenia, bentso(b)fluoranteenia, bentso(k)fluoranteenia, bentso(ghi)peryleenia ja indeno(1,2,3-cd)pyreeniä ei havaittu vesinäytteistä.

Taulukko 6.13. Jokien kautta mereen päätyvä PAH-yhdisteiden ainevirtaama vuonna 2022. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | Fluoranteeni | | Naftaleeni | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **AURAJOKI** | **2022** | ei hav. | 0/11 | 0.5 | 3/11 |
| **EURAJOKI** | **2022** | ei hav. | 0/10 | 0.3 | 2/10 |
| **KOKEMÄENJOKI** | **2022** | ei hav. | 0/10 | 6.1 | 1/10 |
| **KYRÖNJOKI** | **2022** | ei hav. | 0/11 | 3.4 | 3/11 |
| **PAIMIONJOKI** | **2022** | 1.3 | 4/12 | 0.60 | 3/12 |
| **Yhteensä** | **2022** | **1.3** | | **10.9** | |

PFOS-yhdisteitä on päätynyt ja joiltain osin edelleen päätyy ympäristöön esim. ilmalaskeumana, yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta, puhdistamolietteiden levityksestä sekä kaatopaikoilta ja pilaantuneesta maaperästä. PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia (Perkola ym. 2023).

Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) havaittiin kaikilla viidellä tutkimusjoella ja kaikista tai useimmista vesinäytteistä (taulukko 6.14). Sitä havaittiin Eurajoesta ja Kokemäenjoesta jokaisesta vesinäytteestä. Selkeästi suurin PFOS-ainevirtaama mereen oli Kokemäenjoella (3,5 – 4,9 kg/a). PFOS-ainevirtaama mereen vuonna 2017 (9 vesinäytettä) oli Aurajoen kautta 0,03 kg/a, Kokemäenjoen 2,1 kg/a ja Kyrönjoen kautta 0,39 kg/a (Junttila ym. 2019). Globaaleista 2000-luvulla asetetuista käytön rajoituksista johtuvaa PFOS-ainevirtaaman vähentymistä jokien kautta mereen ei ole vielä havaittavissa, päinvastoin Kokemäenjoen kautta ainevirtaama mereen vaikuttaa kasvaneen. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on siis jatkettava.

Taulukko 6.14. Jokien kautta mereen päätyvä PFOS-virtaama 2019 ja 2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | PFOS | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| **AURAJOKI** | **2019** | 0.1 | 10/10 |
| | **2024** | 0.1 | 10/12 |
| **EURAJOKI** | **2024** | 0.1 | 11/11 |
| **KOKEMÄENJOKI** | **2019** | 3.5 | 10/10 |
| | **2024** | 4.9 | 9/9 |
| **KYRÖNJOKI** | **2020** | 0.1 | 6/7 |
| | **2024** | 0.6 | 7/12 |
| **PAIMIONJOKI** | **2019** | 0.0 | 10/10 |
| | **2024** | 0.1 | 8/12 |
| **Yhteensä** | **2019** | **3.8** | |
| | **2024** | **5.8** | |

## 6.7. Yhteenveto

Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöinventaario pintavesiin tehtiin SYKEn ja LVV:n / ELY-keskusten yhteistyönä vuosina 2025-2026. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöihin ja kulketumiseen liittyvää tietopohjaa. Inventaario tukee vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia.

Inventaario tehtiin 45 EU:n prioriteettiaineelle /-aineryhmälle, kahdeksalle muulle pilaavalle aineelle, joille on asetettu EU-tasollla ympäristönlaatunormi ja jotka käytännössä ovat EU:n prioriteettiaineita sekä 15 kansalliselle haitalliselle aineelle.

Inventaariossa on arviotu seuraavia päästölähteitä ja kulkeutumisreittejä:
* Yhdyskunnat
* Teollisuus ja yritystoiminta
* Maatalouden kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat
* Laskeuma
* Mereen laskevien jokien ainevirtaamat

Inventaariossa tunnistettiin päästöinventaarion kriteerien perusteella merkitykselliset aineet, joiden osalta pyrittiin arvioimaan kattavammin päästöjä.

- Antraseeni, PBDE, kadmium, DEHP, fluoranteeni, lyijy, elohopea, nikkeli, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(g,h,i)peryleeni, PFOS ja MCPA tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

**Päästöt, huuhtoumat ja kulkeutuminen pintavesiin**

Tietoa merkityksellisten aineiden päästöistä, huuhtoumista ja kulkeutumisesta VHA3:n pintavesiin on koottu taulukoihin 6.15 - 6.17.

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen Cd-, Hg- ja Ni-päästöistä suurin osa kohdistuu sisävesiin. Teollisuuden Cd-, Hg-, Pb- ja Ni-päästöt pintavesiin ovat suuremmat kuin yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt (taulukko 6.15). Teollisuuden osalta suurimmat päästölähteet ovat metalliteollisuus (Cd, Hg, Ni & Pb), metsäteollisuus (Cd) ja kemian teollisuus (Hg), kun taas Kaivannaisteollisuuden, jätteenkäsittelyn, ja energiantuotannon päästöt ovat pienet. Teollisuuden Cd-, Hg- ja Ni-päästöistä suurin osa kohdistuu rannikkovesiin, lyijypäästöt

vastaavasti enemmän sisävesiin (taulukko 6.16). Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden ja teollisuuden Pb-päästöt pintavesiin ylipäätään ovat pienet (taulukko 6.15).
On huomattava, että pitkällä aikajaksolla, viimeisten 50 vuoden aikana, teollisuuden Hg-, Cd-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin Suomessa ovat merkittävästi vähentyneet, yleensä noin 68-99% teollisuuden alasta ja metallista riippuen (luku 11.2, taulukot 11.5 – 11.8).

Joidenkin merkityksellisten orgaanisten aineiden (PBDE, PFOS, DEHP, antraseeni, bentso(ghi)peryleeni, fluoranteeni, MCPA) päästötietoja VHA3:n pintavesiin vuonna 2023 on esitetty taulukossa 6.17. Päästöt ovat pieniä lukuun ottamatta Tampereen puhdistamon DEHP-päästöjä (224 kg/a).

PBDE-yhdisteiden päästölähteistä ja ympäristöpitoisuuksien muutoksista Suomessa ja Pohjois-Euroopassa on esitetty liitteessä 3. Palonsuoja-aineina erilaisissa muoveissa käytettyjen polybromatut difenyylieetteri (PBDE) -yhdisteiden käyttö lisääntyi 1980- ja 1990 –luvulla Euroopassa, mutta alkoi vähentyä 2000-luvulla. PBDE-yhdisteiden päästöjä ja kulkeutumista ympäristöön ei kunnolla tiedetä, mutta niiden yleinen esiintyminen vesiympäristössä arvioidaan johtuvan ilmaperäisestä laskeumasta. Urbaaneilla alueilla vesieliöstön PBDE-pitoisuudet ovat korkeampia kuin vesistöissä, joiden alueella asuu vähemmän ihmisiä. PBDE-yhdisteitä esiintyy edelleen käytössä olevissa esineissä, joista niitä saattaa kulkeutua ympäristöön käytön tai jätteenkäsittelyn yhteydessä. Jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteet pääosin kiinnittyvät puhdistamolietteeseen, mutta jossain määrin myös kulkeutuvat pintavesiin. PBDE-yhdisteitä voi päätyä merkittävästi maaperään puhdistamolietteen levittämisen kautta, ja yhdisteet sitoutuvat pääosin pysyvästi maaperään partikkeleihin, mutta voivat partikkeleihin sitoutuneena huuhtoutua sadeveden mukana pintavesiin. Suomessa puhdistamolietteen levitys maahan ja laskeuma ovat arvioitu suurimmiksi PBDE:n kulkeutumisreiteiksi ympäristöön. PBDE-yhdisteiden pitoisuus sisävesien ja rannikon ahvenessa on laskenut vuoden 2009 tasosta (kahdelta paikalta tuloksia), mutta vuoden 2010 jälkeen pitoisuus on pysynyt kaikilla paikoilla pääosin melko samalla tasolla. Silakan PBDE-pitoisuudet ovat vuosina 2009-2023 laskeneet kaikilla Suomen merialueilla. Myös useimpien muiden kalalajien kuten kuhan, ahvenen, lahnan ja siian PBDE-pitoisuudet ovat alentuneet vuosina 2009-2023 Itämerellä (liite 3).

Tässä inventaariossa tarkastellut maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat VHA3:lla, MCPA:ta lukuun ottamatta, vähämerkityksellisiä aineita ja niiden huuhtoumia pintavesiin ei ole arvioitu. Laskennallinen MCPA:n huuhtouma VHA3:n pintavesiin on noin 550 kg/a (taulukko 6.17). Tyypillisenä vuonna määrä voi olla tätä pienempikin, ehkä vain kolmannes tästä, kun taas joinain vuosina tätä suurempikin.

Kadmiumin, elohopean ja lyijyn ilmaperäinen laskeuma sisävesiin on selkeästi suurempaa kuin pistemäinen kuormitus (teollisuus ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamot) sisävesiin. Myös dioksiinien pääkulkeutumisreitti sisävesiin on laskeuma (taulukko 6.15). Kadmiumin laskeuma on vuosina 1990-2021 vähentynyt, kun taas elohopean laskeuma ei ole muuttunut. Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin

sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto vaikutuksista on puutteellista. Maanmuokkauksen ja suometsien ojitusten vaikutuksia elohopean metylaatioon ja huuhtoumaan tulee selvittää tarkemmin Suomen olosuhteissa (ks. myös Mehtonen ym. 2021b).

Rannikkoalueella sijaitsevien happamien sulfaattimaiden kuivatuksesta aiheutuu vuosittain erittäin suuria metallihuuhtoumia sisävesiin ja rannikkovesiin. Teollisuuden ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden nikkelikuormitus mereen oli vuonna 2023 noin 1 600 kg/a kun seurannassa olevien jokien nikkelin ainevirtaamat mereen vuosina 2018-2024 oli 46 000 - 98 000 kg/a.

VHA 3:n alueelta oli yhteensä 11 jokea, joista tehtiin metallimäärityksiä vuosina 2018−2024, elohopeamäärityksiä tosin vain kuudelta joelta. Nikkeliä ja lyijyä havaittiin lähes aina ja myös elohopeaa ja kadmiumia suurimmassa osassa näytteitä. Poikkeuksen tekee Eurajoki, jonka vesinäytteistä selvästi alle puolessa havaittiin elohopeaa. VHA3:n joista Kokemäenjoen kautta kulkeutuu mereen eniten metalleja. Pinta-alaan suhteutettuna suurimmat nikkeli- ja kadmiumkuormat tulevat kuitenkin kolmelta joelta: Lapväärtinjoki, Kyrönjoki ja Lapuanjoki.

VHA 3:lla nikkelivirtaama vähentyi vuosina 1995-2024 kaikilla 11 seurantajoella ja lyijyvirtaamat viidellä joella. Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002−2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Aurajoella, Kiskonjoella ja Kokemäenjoella. Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Jokien metalliainevirtaama-arviot sisältävät ihmisperäisen kuormituksen lisäksi jokivedessä luontaisesti esiintyvistä metalleista aiheutuvan osuuden.
Kasvinsuojeluaineita määritettiin viidellä mereen laskevalla joella vuosien 2018–2024 välisenä ajanjaksona (näytteenottotiheys 6–21 kertaa/a). Tutkituista aineista havaittiin kolmea (MCPA, terbutryyni ja metamitroni). Niistä ainoastaan MCPA:ta löydettiin usein. Muita mitattuja kasvinsuojeluaineita ei löydetty. Mitatut kasvinsuojeluaineet on esitetty liitteessä 1. Kasvinsuojeluaineita ei havaittu Kokemäenjoesta.
Analysoiduista kolmesta ftalaatista DEHP:tä löytyi tutkittujen jokien vedestä yleisimmin. Ftalaateista eniten rannikkovesiin päätyi DEHP:tä, mutta vuosien välinen vaihtelu oli suurta. Vuonna 2020 määritettyjä kahdeksaa fenoliyhdistettä löytyi yksittäisistä näytteistä. Aurajoki oli ainoa joki, josta löytyi kaikkia analysoituja fenolisia yhdisteitä. Fenolisia yhdisteitä ei havaittu Kokemäenjoen vedestä.
Yleisimmin havaittu PAH-yhdiste VHA 3:n jokivedessä oli naftaleeni, jota kulkeutuu myös määrällisesti eniten jokien kautta mereen. Fluoranteenia havaittiin yhdessä Paimionjoen näytteessä. Antraseenia, bentso(a)pyreenia, bentso(b)fluoranteenia, bentso(k)fluoranteenia, bentso(ghi)peryleenia ei havaittu yhdessäkään näytteessä.

PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia. Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) havaittiin yleisesti kaikilla viidellä

tutkimusjoella. Sitä havaittiin Eurajoesta ja Kokemäenjoesta jokaisesta vesinäytteestä. Tutkimusjoista selkeästi suurin PFOS-ainevirtaama mereen päätyi Kokemäenjoen kautta (3,5-4,9 kg/a). Globaaleista 2000-luvulla asetetuista käytön rajoituksista johtuvaa PFOS-ainevirtaaman vähentymistä jokien kautta mereen ei ole vielä havaittavissa, päinvastoin Kokemäenjoen kautta ainevirtaama mereen vaikuttaa kasvaneen. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on siis jatkettava.

Taulukko 6.15. Kadmiumin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja dioksiinien (PCDD/F) päästöt ja kulkeumat VHA3:n alueella. - = ei mittauksia

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | Cd kg/a | Hg kg/a | Ni kg/a | Pb kg/a | PCDD/F g I-TEQ/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | 3,4 | 0,92 | 592,9 | 5,6 | pienet[1] |
| Yhdyskunta-jv, rannikkovesiin / 2023 | 1,4 | 0,24 | 570,6 | 17,0 | pienet[1] |
| Teollisuus, sisävesiin / 2023 | 6,8 | 1,1 | 747 | 94,4 | pienet[2] |
| Teollisuus, rannikkovesiin / 2023 | 48,8 | 3,7 | 1 253 | 33,3 | pienet[2] |
| Laskeuma sisävesiin / 2021 | 27 | 37 | - | 602 | 3 |
| Laskeuma rannikkovesiin / 2021 | 79 | 89 | - | 2 009 | 5 |
| Jokien ainevirtaama mereen / 2018-24 | 407 - 842 | 19,9 – 49,9 | 46229 - 97758 | 3 533 -7 909 | - |

[1] Jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaispäästöistä pintavesiin Suomessa << 1% (Mehtonen ym. 2018)
[2] erittäin pienet verrattuna ilmapäästöihin Suomessa, teollisuuden dioksiinipäästöt ilmaan on tärkeä päästölähde (Mehtonen ym. 2012a & 2018, Munne ym. 2013)

Taulukko 6.16. Kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn teollisuusalakohtaiset päästöt VHA3:n sisävesiin (S) ja rannikkovesiin (R) vuonna 2023. - = ei ole tehty mittauksia tai VHA:lla ei ko. laitoksia.

| **Teollisuussektori** | **Cd kg/a** | | **Hg kg/a** | | **Ni kg/a** | | **Pb kg/a** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | R | S | R | S | R | S | R |
| KA | 0,29 | 0,017 | - | 0,024 | 69,8 | 2,6 | - | 0,28 |
| PK+PM | 0,02 | 39,3 | 0,25 | 0,8 | 16,6 | 646,4 | 0,7 | 29,7 |
| ME | 6,34 | 7,96 | 0,67 | 0,84 | 658,3 | 389,9 | 93,2 | 0,001 |
| EN | 0,11 | 0,09 | 0,19 | 0,03 | 2,2 | 1,8 | 0,4 | 0,4 |
| KE | - | 1,36 | - | 2,01 | - | 211,5 | - | 1,4 |
| JK | 0,035 | 0,035 | - | 0,004 | 0,1 | 1,2 | 0,1 | 1,5 |
| Yhteensä | 6,80 | 48,76 | 1,11 | 3,71 | 747 | 1 253,4 | 94,4 | 33,3 |

KA = Kaivannaisteollisuus PK + PM = Metsäteollisuus ME = Metalliteollisuus EN = Energiantuotanto
KE = Kemianteollisuus JK = Jätteenkäsittely

Taulukko 6.17. Merkityksellisten orgaanisten aineiden päästöt VHA3:n pintavesiin vuonna 2023. - = ei mittauksia tai VHA:lla ei ko. laitoksia. ER = ei relevantti päästölähde ko. aineelle.

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | PBDE (kg/a) | PFOS (kg/a) | DEHP (kg/a) | Antraseeni (kg/a) | BGHIP (kg/a) | Fluoranteeni (kg/a) | MCPA (kg/a) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | 0,08 | 0,11 | 235,5 | - | - | - | 1,06 |
| Yhdyskunta-jv, rannikkovesiin / 2023 | 0,001 | 0,22 | 0,5 | 0 | 0 | 0,71 | 0,06 |
| Kasvinsuojeluaineiden huuhtouma pintavesiin / 2017-2023 | ER | ER | ER | ER | ER | ER | 550 |

# 7. Oulujoen–Iijoen vesienhoitoalueen inventaario (VHA4)

## 7.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus

Oulujoen - Iijoen vesienhoitoalue ulottuu Perämeren rannikolta valtakunnan itärajalle. Vesienhoitoalueen pinta-ala on 68 084 km$^2$, mistä maa-aluetta on 60 050 km$^2$, sisävesialuetta 4 698 km$^2$ ja rannikkovesialuetta 3 321 km$^2$. Vesienhoitoalueella asuu lähes 500 000 asukasta. Suurimmat asukaskeskittymät ovat Oulu, Kajaani ja Raahe. Päävesistöalueista suurin on Oulujoen vesistöalue.

Elohopea ja PBDE-yhdisteet ovat keskeinen syy pintavesien huonoon kemialliseen tilaan tällä vesienhoitoalueella. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto on puutteellista.

Vesienhoitoalueella on viisi isoa satamaa, Oulussa kaksi (Oritkari ja Vihreäsaari), Raahessa kaksi (Lapaluoto ja SSAB Europe Oy) ja Kalajoella yksi, sekä lukuisia pienvenesatamia. Merialusten pohjamaaleissa on käytetty orgaanisia tinayhdisteitä estämään levien kiinnittymistä alusten runkoon. TBT- pitoisuuksia on selvitetty satamien ja väylien sedimenteistä ruoppaus- ja läjitystöihin liittyen. Satamien ja väylien lisäksi myös pienvenesatamien lähistöllä sedimenteissä voi olla paikoitellen kohonneita TBT-pitoisuuksia.

Oulun alueen teollisuuden vesipuitedirektiivin aineisiin lukeutuvat elohopea- ja elohopeayhdisteet sekä tetrakloorieteeni ja dikloorimetaani. Muista merkittävistä haitta-aineista voidaan mainita ainakin kuuden arvoinen kromi ja kloraatti. Lisäksi Raahen alueella tuotetaan sivutuotteina bentseeniä ja kivihiilitervaa.

**Päästöinventaarion näkökulmasta merkitykselliset aineet**

Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössa voidaan keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Aineiden merkityksellisyyden arvioinnissa avainasemassa olivat tiedot aineiden esiintymisestä vesiympäristössä. Lisätietoa arvioinnista löytyy luvusta 3. Arvioinnin tulokset VHA4:n pintavesissä ovat seuraavat:

- PBDE, kadmium, elohopea ja nikkeli tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

## 7.2. Yhdyskunnat

### 7.2.1. Yleiskatsaus

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta.
Oulujoen - Iijoen vesienhoitoalueella on 485 953 asukasta (Tilastokeskus; Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun asukasmäärä vuoden 2016 lopussa), joista yli 80 % asuu Pohjois-Pohjanmaalla. Pohjois-

Pohjanmaan väestöstä yli 98 % ja Kainuun väestöstä noin 83 % on liittynyt vesihuoltolaitosten vesijohtoverkostoihin ja 75 % viemäriverkostoihin.

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

#### 7.2.2. Päästöt

VHA4:n merkityksellisten aineiden yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästötietoa pintavesiin on esitetty taulukossa 7.1. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.

Taulukko 7.1. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt VHA4:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Oulun vesi, Taskilan jätevedenpuhdistamo | 99.61 Oulun rannikkoalue | |
| kadmium | | 1,0 |
| elohopea | | 2,0 |
| nikkeli | | 243 |
| lyijy | | 13 |
| PBDE | | 0 |

## 7.3. Teollisuus ja yritystoiminta

#### 7.3.1. Yleiskatsaus

**Teollisuus**

Teollisuuden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Vesienhoitoalueen massa- ja paperiteollisuus sekä kemianteollisuus sijaitsee pääosin Oulussa ja terästeollisuus Raahessa. Teollisuuslaitoksista kohdistuu pilaavien aineiden pistemäistä kuormitusta Oulun ja Raahen edustan merialueille. Kuormitus koostuu monista eri yhdisteistä, joista osa saattaa olla valtioneuvoston vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetussa asetuksessa (1022/2006) mainittuja. Paltamon biotuotetehdas on saanut ympäristöluvan, mutta toiminnan aloittamisesta ei ole tehty päätöstä. Tehdashanketta vie eteenpäin Kaicell Fibers Oy.

Lääketehdas Fermion Oy:lla on liuotinkäytössä dikloorimetaania ja tetrakloorieteeniä. Niitä on havaittu pieninä pitoisuuksina (alle 1 mg/l) satunnaisesti ennen purkua yhdyskunnalliseen viemäröintiin (Oulun Vesi liikelaitos). Viemäröintisopimusta noudatettu näiltä osin.

Kaivosteollisuuden kuormitus kohdistuu vesienhoitoalueen eteläisellä osalla Pyhäjärven Junttiselälle ja Nivalassa Kalajokeen. Pyhäjärven kaivoksen kuivauspumppaus on lopetettu, mutta jonkin verran tuotannollista toimintaa on edelleen. Hituran kaivoksen jätealueet on suljettu. Vedenkäsittely jatkuu toistaiseksi. Raahen Laiva kultakaivoksen lopettamispäätös on Vaasan hallinto-oikeudessa. Kultakaivoksen kuivatusvedet johdetaan Perämereen Raahen edustalle. Lisäksi Mondo Minerals Oy:llä on uusi kaivoshanke vireillä Paltamossa. Latitude 66 Cobalt Oy on

avaamassa kobolttikaivostoiminnasta Kuusamossa. Oulujoen vesistön alueella kaivostoimintaa harjoittavat Mondo Minerals Oy ja Terrafame Oy Sotkamossa sekä Tulikivi Oy Suomussalmella. Tulikivi Oy:llä on vuolukivilouhokset myös Kuhmon Vieksissä. Juuan Dolomiittikalkki Oy:llä on kalkkikivilouhos Paltamossa sekä useita kaivoslupia. Sotkamo Silver AB:lla on toiminnassa Taivaljärven hopeakaivos.

### 7.3.2. Päästöt

Teollisuuden päästötietoa VHA4:n pintavesiin on esitetty taulukoissa 7.2–7.7. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.
HUOM! Niitä laitoksia, joiden päästöt johdetaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei käsitellä tässä luvussa, koska niiden päästöt eivät päädy suoraan pintaveteen.

Taulukko 7.2. Kaivannaisteollisuuden (ml. sen jätealueet) päästöt VHA4:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Laiva Gold Oy, Laivakankaan kultakaivos, Raahe | 99.51 Raahen rannikkoalue | 0,02 |
| Pyhäsalmi Mine Oy, Pyhäsalmen kaivos, Pyhäjärvi | 54.051 Pyhäjärven la | 1,72 |
| **yhteensä** | | **1,74** |
| **Elohopea** | | |
| Laiva Gold Oy, Laivakankaan kultakaivos, Raahe | 99.51 Raahen rannikkoalue | 0,02 |
| Pyhäsalmi Mine Oy, Pyhäsalmen kaivos, Pyhäjärvi | 54.051 Pyhäjärven la | 0,36 |
| **yhteensä** | | **0,38** |
| **Nikkeli** | | |
| Terrafame Oy, Talvivaaran kaivospiiri, Sotkamo | 59.811 Nuasjärven lähialue | 287 |
| Elementis Minerals B.V. Suomi, Uutelan kaivospiiri, Sotkamo | 59.884 Talvijoen va | 48 |
| Elementis Minerals B.V. Suomi, Sotkamon tehdas | Lahnasjoen va | 32,6 |
| Laiva Gold Oy, Laivakankaan kultakaivos, Raahe | 99.51 Raahen rannikkoalue | 1,8 |
| **yhteensä** | | **369,4** |
| **Lyijy** | | |
| Laiva Gold Oy, Laivakankaan kultakaivos, Raahe | 99.51 Raahen rannikkoalue | 0,16 |
| Pyhäsalmi Mine Oy, Pyhäsalmen kaivos, Pyhäjärvi | 54.051 Pyhäjärven la | 0,47 |
| **yhteensä** | | **0,63** |

Taulukko 7.3. Metsäteollisuuden päästöt VHA4:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Stora Enso Oy, Oulun tehdas | 99.61 Oulun rannikkoalue | |
| kadmium | | 2,36 |
| elohopea | | 0 |
| lyijy | | 0 |
| nikkeli | | 0 |

Taulukko 7.4. Metalliteollisuuden päästöt VHA4:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| SSAB Europe Oy, Raahen terästehdas | 99.51 Raahen rannikkoalue | |
| Kadmium | | 2,88 |
| elohopea | | 0,91 |
| Nikkeli | | 102 |
| lyijy | | 44 |

Taulukko 7.5. Kemianteollisuuden päästöt VHA4:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Nouryon Finland Oy, Oulun tehdas | 99.61 Oulun rannikkoalue | |
| elohopea | | 0,463 |

Taulukko 7.6. Energiatuotannon päästöt VHA4:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **Kadmium** | | |
| Oulun Energia Oy, Toppilan voimalaitokset, Oulu | 99.61 Oulun rannikkoalue | 0,003 |
| Kuhmon Lämpö Oy, Voimalaitos, Kuhmo | Lammasjärven alue 59.912 | 0,026 |
| **yhteensä** | | **0,029** |
| **Elohopea** | | |
| Oulun Energia Oy, Toppilan voimalaitokset, Oulu | 99.61 Oulun rannikkoalue | 0,327 |
| **Nikkeli** | | |
| Oulun Energia Oy, Toppilan voimalaitokset, Oulu | 99.61 Oulun rannikkoalue | 0,399 |
| **Lyijy** | | |
| Oulun Energia Oy, Toppilan voimalaitokset, Oulu | 99.61 Oulun rannikkoalue | 0,013 |
| Kuhmon Lämpö Oy, Voimalaitos, Kuhmo | Lammasjärven alue 59.912 | 0,002 |
| **yhteensä** | | **0,015** |

Taulukko 7.7. Jätteenkäsittelyn päästöt VHA4:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine | Päästöt kg/a |
|---|---|
| Kadmium | n. 0,01 (sisävesiin) |
| Elohopea | n. 0,005 (sisävesiin) |
| Nikkeli | n. 0,3 (sisävesiin) |
| Lyijy | n. 0,06 (sisävesiin) |

## 7.4. **Maatalouden kasvinsuojeluaineet**

Tämän inventaarion kohteena olleet maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat vesienhoitoalueella vähämerkityksellisiä aineita ja siksi niiden huuhtoumia pintavesiin ei ole arvioitu.

## 7.5. **Laskeuma**

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Vanhoista EU:n prioriteettiaineista laskeuma Suomessa on arvioitu kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle (Pb) ja dioksiineille (PCDD/F, taulukko 7.8). Kadmiumin ja elohopean laskeumatrendit vuosina 1990-2021 on esitetty kuvissa 7.1 ja 7.2. Kadmiumin laskeuma on pienentynyt. Vastaavasti elohopean laskeuma on pienentynyt mutta vuosina 2018-2019 kohonnut.

Laskeuma arvioitiin vesienhoitoalueen koko pinta-alalle, sisävesiin, rannikkovesiin sekä maa-alueille. Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2021 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että

kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Laskeuma ja sen laskentamenettely, laskeumakartat, laskeumatrendi, Suomen päästöjen osuus laskeumasta sekä laskeuman epävarmuusarvio on esitetty liitteessä 2. Varsinkin elohopean osalta on syytä huomioida mallinnettuun laskeumaan liittyvä suuri epävarmuus ja vuosittainen vaihtelu.

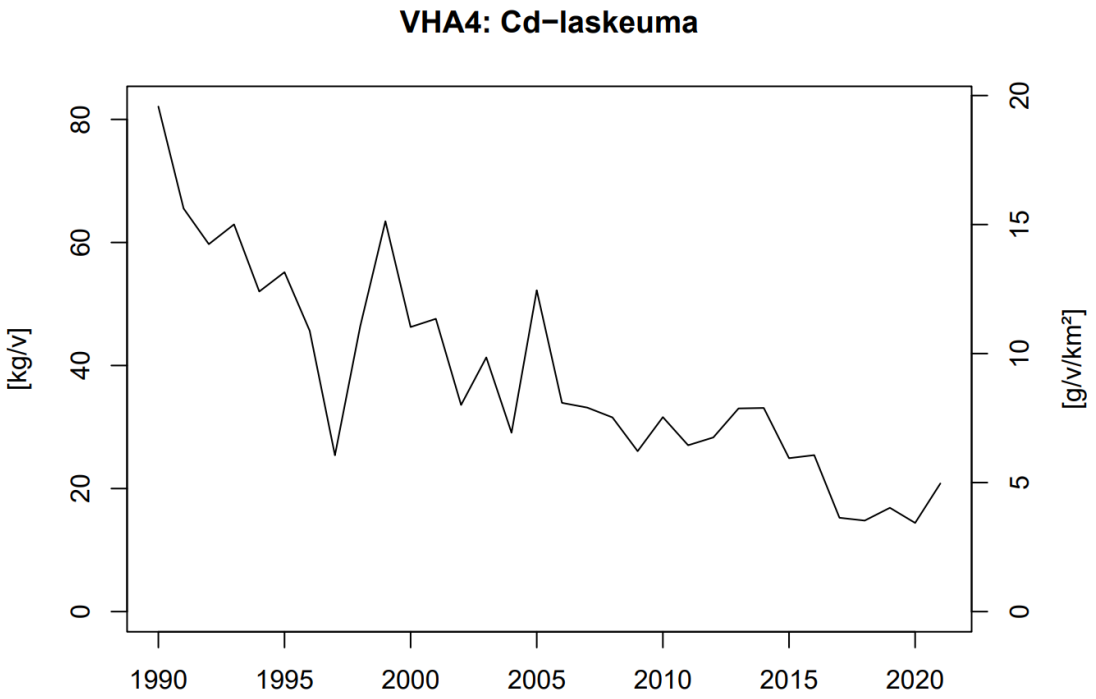
Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt.

Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti.

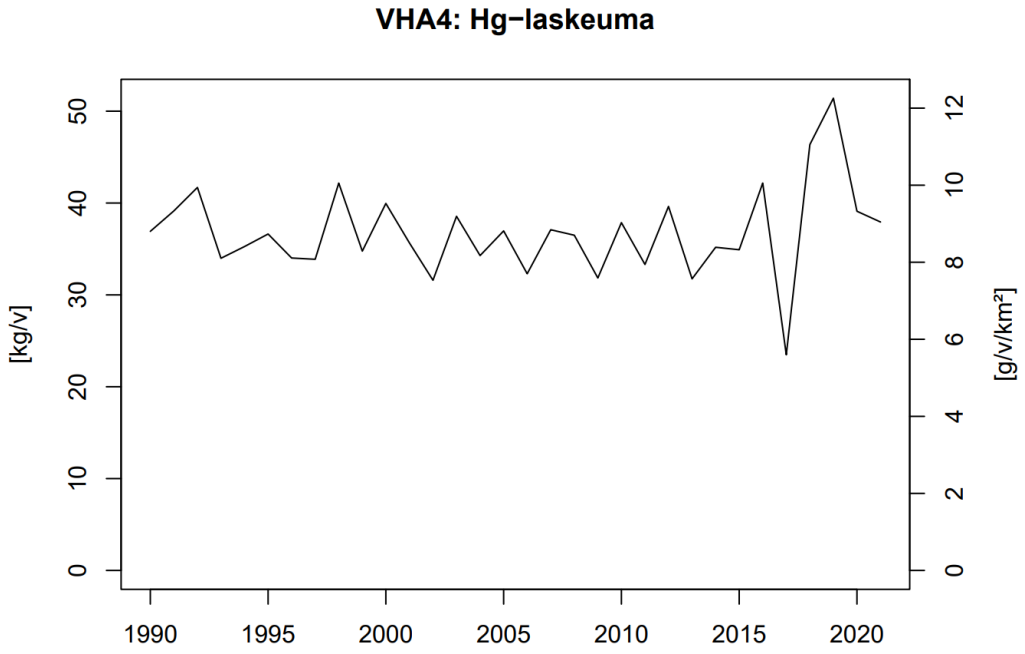
Taulukko 7.8. Kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien ilmaperäinen laskeuma vuonna 2021 VHA4:llä

| **Laskeuma** | **Kadmium kg/a** | **Elohopea kg/a** | **Lyijy kg/a** | **PCDD/F g I-TEQ/a** |
|---|---|---|---|---|
| Laskeuma VHA:n sisävesiin | 21 | 38 | 460 | 2 |
| Laskeuma VHA:n rannikkovesiin* | 16 | 23 | 372 | 1 |
| Laskeuma VHA:n maa-aluelle | 321 | 577 | 7 338 | 32 |
| Laskeuma koko VHA:lle | 358 | 638 | 8 170 | 35 |

* VHA:n merialuerajaan asti




**Kuva 7.1.** Kadmiumin laskeuma sisävesiin VHA4:n alueelle 1990–2021.




**Kuva 7.2.** Elohopean laskeuma sisävesiin VHA4:n alueelle 1990–2021.

## 7.6. **Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama sekä happamat sulfaattimaat**

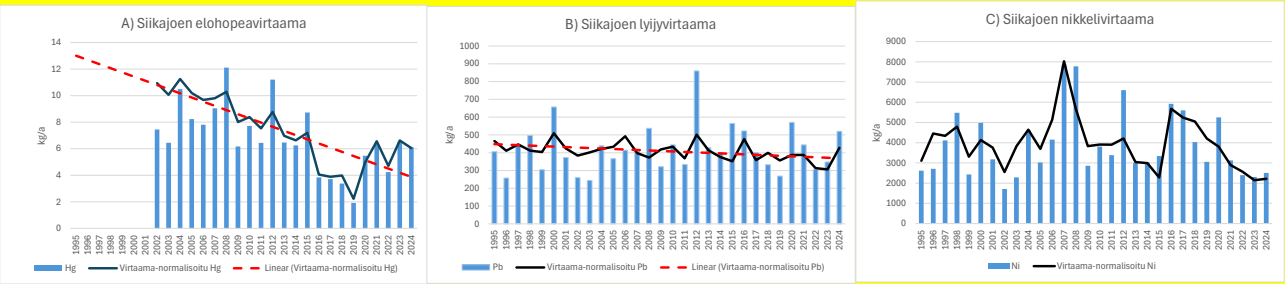
Jokien ainevirtaama koostuu luonnossa esiintyvien aineiden kuten metallien osalta luonnon huuhtoumasta, mutta myös ihmisen aiheuttamasta piste- ja hajakuormituksesta valuma-alueella. Synteettisten orgaanisten aineiden jokiainevirtaamat mereen indikoivat ihmisten aiheuttamaa piste- ja hajakuormitusta.
Suomen metallipäästöt (esim. Cd, Ni, Zn ja Cr) ovat Itämeren alueen suurimpia (Matuszewska ym. 2025), mitä selittänee osaltaan se, että Suomessa sijaitsevat Euroopan laajimmat happamat sulfaattimaa-alueet. Sulfaattikerrosten hapettuessa muodostuu rikkihappoa, joka liuottaa metalleja maaveteen. Valuntaa aiheuttavien sateiden yhteydessä metallit kulkeutuvat edelleen jokivesiin. Maan kuivattaminen lisää hapettumisjaksojen määrää, minkä vuoksi ojituksella ja muilla kuivatustoimilla on keskeinen merkitys happo- ja metallikuormituksen muodostumisessa. Haittoja pyritään vähentämään muun muassa uuden happamien sulfaattimaiden strategian ja toimenpideohjelman avulla (Nuotio ym. 2026).

Jokien ainevirtaamat on arvioitu kaikille aineille, joista löytyy mitattua pitoisuustietoa; myös vähämerkityksellisistä aineista. Jokien ainevirtaama mereen laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2018–2024 VESLA- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei arvioitu, koska ne eivät sisälly jokien ainevirtaamien seurantaohjelmaan. Vedenlaadun näytteenottopisteet sijaitsivat jokisuiden läheisyydessä. Joen ainevirtaama laskettiin siinä tapauksessa, jos näytteiden lukumäärä oli ≥ 5 kpl/a. Jos näytteiden lukumäärä < 5 kpl/a, on ilmoitettu, että onko ainetta havaittu joesta, mutta ainevirtaamaa ei ole laskettu. Tähän laskentatapaan liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Koska pitoisuustiedot perustuvat suhteellisen harvaan näytteenottoon, ne eivät välttämättä kuvaa kaikkia pitoisuuksien vaihteluita vuoden aikana, erityisesti virtaamahuippujen tai lyhytaikaisten kuormituspiikkien yhteydessä. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat analyysimenetelmien määritysrajat sekä se, että osa näytteistä voi olla määritysrajan alapuolella. Näistä syistä vuosikohtaisia ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, ja niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta, joka liittyy sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen. Tarkempi jokien ainevirtaaman arviointimenetelmä ja kohdeaineet ovat esitetty liitteessä 1.

Raskasmetalleista vuosina 2018−2024 VHA 4:n seurantajoista (5 jokea) otetuita näytteissä havaittiin kaikissa kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä ja lyijyä (taulukko 7.9). Oulujoen kadmium-pitoisuus alitti tosin usein määritystarkkuuden alarajan. Nikkelivirtaama oli alueen jokivesissä selkeästi suurempaa kuin muiden raskasmetallien.

Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Ainevirtaamien muutoksia tarkastellaan yleisesti virtaamanormalisoiduista ainevirtaamista, jotta voitaisiin eliminoida vuosien välinen virtaamasta aiheutuva vaihtelu aihevirtaamissa. Tässä kartoituksessa käytimme HELCOMissa käytössä olevaa virtaamanormalisointimenetelmää ja trenditarkastelua (Larsen ja Svendsen 2019). Trenditarkastelu vaatii riittävän pitkältä ajalta (vähintään 20 vuotta) samalla menetelmällä tehtyjä analyysejä, jotta tarkastelu olisi luotettava. Tässä selvityksessä käytetty ajanjakso oli 1995-2024. VHA 4:n joista Kalajoen nikkelivirtaama vähentyi tuona ajanjaksona ja Kalajoen lisäksi Pyhäjoen ja Siikajoen lyijyvirtaama laski (kuva 7.3). Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002−2024 välisenä ajanjaksona

elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Kalajoella, Pyhäjoella ja Perhonjoella. Kadmiumanalytiikassa on tapahtunut useita muutoksia, ja siksi sen osalta trenditarkastelu ei ole mahdollinen.




Kuva 7.3. Siikajoen elohopeavirtaama (kuva A), lyijyvirtaama (kuva B) ja nikkelivirtaama (kuva C) vuosina 1995–2025. Pylväät näyttävät ainevirtaamat, viiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman ja katkoviiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman monotonisen trendin. Trendiviiva näkyy, mikäli muutos on tilastollisesti merkitsevä.

Vesienhoitoalueella esiintyy happamia sulfaattimaita (hs) ainakin korkeustasolle 100 mpy saakka. Lisäksi happamuutta voi esiintyä mustaliuskealueiden läheisyydessä. Happamista sulfaattimaista ja mustaliuskeista johtuva hapan valunta ja metallikuormitus aiheuttavat paikoin vakavia riskejä vesiympäristölle erityisesti pienvesissä. Riski on maannousun vuoksi suuri lähellä rannikkoa, missä hs-maat esiintyvät kartoitusten mukaan paikoin vain 0-40 cm maanpinnan alapuolella. Rannikkoalueella maankuivatus on voimakasta  ja voi aiheuttaa siten sulfidipitoisten maiden hapettumista. Hs-maiden yleiskartoitus on tehty Litorina-meren ylimmän rantaviivan alapuolisella alueella.. Lisäksi kartoituksia on tehty tapauskohtaisesti mm. peruskuivatus-, liikenne- ja rakentamishankkeissa, vesiensuojeluhankkeissa sekä kaavoituksessa ja turvetuotantoalueilla. Maankuivatuksen yhteydessä ja happamoitumiselle suotuisissa olosuhteissa (esim. kuivan jakson jälkeiset rankkasateet) happamilta sulfaattimailta voi valua vesistöihin runsaasti mm. nikkeliä ja kadmiumia.

Kuten edelliselläkään kerralla (Siimes & Vähä 2019), ei Oulujoesta havaittu kasvinsuojeluaineita vuoden 2023 kartoituksessa (yhdeksän näytteenottokertaa). Mitatut kasvinsuojeluaineet on esitetty liitteessä 1.

Oulujoki oli ainoa VHA4:n joki, jolta määritettiin vuonna 2021 ftalaatteja, fenolisia yhdisteitä ja PAH-yhdisteitä. Kaikkia kolmea tutkittua ftalaattia havaittiin 2-4 kertaa 11 näytteenottokerrasta (taulukko 7.10).

Taulukko 7.9. Jokien kautta Perämerelle päätyvä metallien ainevirtaama 2018− 2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kok.lukumäärä.

| JOKI | Vuosi | MQ | CD | | HG | | NI | | PB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m3/s | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **KALAJOKI** | **2018** | 31.4 | 17.3 | 13/13 | 2.1 | 13/13 | 3399 | 13/13 | 234 | 13/13 |
| | **2019** | 40.9 | 25.2 | 12/12 | 1.5 | 12/12 | 3571 | 12/12 | 204 | 12/12 |
| | **2020** | 59.3 | 44.6 | 12/12 | 3.2 | 11/11 | 6136 | 12/12 | 361 | 12/12 |
| | **2021** | 52.7 | 45.9 | 13/13 | 6.1 | 13/13 | 5687 | 13/13 | 353 | 13/13 |
| | **2022** | 48.0 | 33.2 | 13/13 | 2.8 | 10/10 | 4931 | 13/13 | 278 | 13/13 |
| | **2023** | 66.4 | 24.9 | 11/11 | 6.4 | 12/12 | 3493 | 11/11 | 239 | 11/11 |
| | **2024** | 57.8 | 34.6 | 13/13 | 5.2 | 13/13 | 4400 | 13/13 | 350 | 13/13 |
| **KIIMINGINJOKI** | **2018** | 35.3 | 13.9 | 13/13 | 2.5 | 13/13 | 2747 | 13/13 | 292 | 13/13 |
| | **2019** | 35.1 | 12.5 | 12/12 | 1.9 | 11/11 | 1123 | 12/12 | 189 | 12/12 |
| | **2020** | 84.2 | 34.4 | 12/12 | 7.7 | 11/11 | 2057 | 12/12 | 563 | 12/12 |
| | **2021** | 52.1 | 18.3 | 12/12 | 4.8 | 12/12 | 1226 | 12/12 | 465 | 12/12 |
| | **2022** | 40.1 | 12.8 | 12/12 | 2.6 | 10/10 | 862 | 12/12 | 290 | 12/12 |
| | **2023** | 49.8 | 9.6 | 10/10 | 4.5 | 12/12 | 657 | 10/10 | 185 | 10/10 |
| | **2024** | 54.3 | 17.4 | 13/13 | 5.1 | 13/13 | 1184 | 13/13 | 705 | 13/13 |
| **OULUJOKI** | **2018** | 234 | 39.2 | 10/13 | 10.6 | 13/13 | 15454 | 13/13 | 1015 | 13/13 |
| | **2019** | 220 | 12.6 | 4/13 | 6.6 | 10/12 | 5801 | 13/13 | 555 | 13/13 |
| | **2020** | 363 | 43.5 | 9/13 | 14.8 | 12/13 | 8331 | 13/13 | 1317 | 13/13 |
| | **2021** | 323 | 40.7 | 9/13 | 18.3 | 13/13 | 8220 | 13/13 | 1027 | 13/13 |
| | **2022** | 211 | 24.1 | 8/13 | 10.6 | 12/12 | 5256 | 13/13 | 560 | 13/13 |
| | **2023** | 336 | 20.1 | 4/11 | 19.2 | 13/13 | 6014 | 11/11 | 647 | 11/11 |
| | **2024** | 277 | 32.6 | 10/13 | 14.3 | 12/12 | 7188 | 13/13 | 749 | 13/13 |
| **PYHÄJOKI** | **2018** | 26.8 | 14.8 | 13/13 | 1.9 | 13/13 | 1894 | 13/13 | 173 | 13/13 |
| | **2019** | 28.7 | 22.7 | 13/13 | 1.7 | 13/13 | 1838 | 13/13 | 161 | 13/13 |
| | **2020** | 51.9 | 35.8 | 13/13 | 3.4 | 12/12 | 3052 | 13/13 | 369 | 13/13 |
| | **2021** | 41.4 | 24.9 | 13/13 | 4.9 | 12/12 | 1965 | 13/13 | 375 | 13/13 |
| | **2022** | 39.0 | 22.8 | 13/13 | 2.7 | 11/11 | 1883 | 13/13 | 227 | 13/13 |
| | **2023** | 43.3 | 15.8 | 12/12 | 3.4 | 13/13 | 1284 | 12/12 | 174 | 12/12 |
| | **2024** | 43.4 | 20.7 | 13/13 | 4.3 | 13/13 | 1745 | 13/13 | 246 | 13/13 |
| **SIIKAJOKI** | **2018** | 34.3 | 18.9 | 13/13 | 2.3 | 12/12 | 5319 | 13/13 | 272 | 13/13 |
| | **2019** | 31.0 | 17.7 | 12/12 | 1.4 | 11/11 | 2269 | 12/12 | 188 | 12/12 |
| | **2020** | 60.5 | 37.4 | 13/13 | 3.2 | 12/12 | 4129 | 13/13 | 1815 | 13/13 |
| | **2021** | 47.1 | 27.5 | 14/14 | 5.6 | 13/13 | 2858 | 14/14 | 380 | 14/14 |
| | **2022** | 40.1 | 19.5 | 15/15 | 2.9 | 11/11 | 2037 | 15/15 | 247 | 15/15 |
| | **2023** | 47.0 | 13.0 | 12/12 | 5.1 | 13/13 | 1391 | 12/12 | 197 | 12/12 |
| | **2024** | 49.9 | 24.0 | 13/13 | 4.6 | 11/11 | 2278 | 13/13 | 425 | 13/13 |
| **Yhteensä** | **2018** | **362** | **104** | | **19.5** | | **28813** | | **1985** | |
| | **2019** | **356** | **91** | | **13.1** | | **14603** | | **1297** | |
| | **2020** | **619** | **196** | | **32.3** | | **23705** | | **4425** | |
| | **2021** | **516** | **157** | | **39.7** | | **19957** | | **2600** | |
| | **2022** | **378** | **112** | | **21.5** | | **14969** | | **1602** | |
| | **2023** | **543** | **83** | | **38.6** | | **12841** | | **1443** | |
| | **2024** | **482** | **129** | | **33.5** | | **16795** | | **2474** | |

Taulukko 7.10. Oulujoen kautta Perämerelle päätyvä ftalaattien ainevirtaama 2021. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | DBP | | BBP | | DEHP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **OULUJOKI** | **2021** | 351 | 2/11 | 87 | 4/11 | 373 | 4/11 |

Toisin kuin edellisessä vuoden 2013 kartoituksessa, missä havaittiin kolmea tutkitusta seitsemästä fenolisesta yhdisteestä, ei vuonna 2020 otetusta 11 näytteestä havaittu niitä.

Vuonna 2022 mitatuista PAH-yhdisteistä vain naftaleenia havaittiin Oulujoesta. Naftaleenin ainevirtaama vuonna 2022 Oulujoen kautta Perämereen oli suuri (1 831 kg/a, havaittu 1/12 näytteestä pitoisuutena 5,6 µg/l, taulukko 7.11). Edellisessä inventaariossa (Mehtonen ym. 2021a) naftaleenin ainevirtaama vuonna 2012 ja 2013 Oulujoen kautta mereen oli vain 7 - 15 kg/a (havaittu 2012 3/7 näytteestä ja 2013 2 / 5 näytteestä). Oulujoen lisänäytteenotolla tulisi selvittää esiintyykö korkeita naftaleenin pitoisuuksia edelleen ja jos esiintyy, niin mistä kuormitus on peräisin.

Taulukko 7.11. Oulujoen kautta Perämerelle päätyvä naftaleenin ainevirtaama vuonna 2022. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | Naftaleeni | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| **OULUJOKI** | **2022** | 1831 | 3/13 |

PFOS-yhdisteitä on päätynyt ja joiltain osin edelleen päätyy ympäristöön esim. ilmalaskeumana, yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta, puhdistamolietteiden levityksestä sekä kaatopaikoilta ja pilaantuneesta maaperästä. PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia (Perkola ym. 2023).

Vuonna 2019 perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) havaittiin kertaalleen Oulujoesta otetuista 12 näytteestä ainevirtaaman Perämereen ollessa 0,1 kg/a. Vuonna 2024 ainetta havaittiin neljä kertaa ja ainevirtaama mereen oli 0,9 kg/a (taulukko 7.12).
Oulujoen kautta mereen päätyvä PFOS-ainevirtaama vuonna 2017 oli 1,8 kg/a (8 vesinäytettä; Junttila ym. 2019). PFOSin ainevirtaama Oulujoen kautta mereen on voinut vähentyä, mutta luotettava johtopäätösten vetäminen edellyttää pidempiaikaista seurantaa. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurannan jatkaminen on siis tärkeää.

Taulukko 7.12. Oulujoen kautta Perämerelle päätyvä PFOS-ainevirtaama 2019 ja 2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | PFOS | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| **OULUJOKI** | **2019** | 0.1 | 1/12 |
| | **2024** | 0.9 | 4/12 |

## 7.7. Yhteenveto

Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöinventaario pintavesiin tehtiin SYKEn ja LVV:n / ELY-keskusten yhteistyönä vuosina 2025-2026. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöihin ja kulketumiseen liittyvää tietopohjaa. Inventaario tukee vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia.

Inventaario tehtiin 45 EU:n prioriteettiaineelle /-aineryhmälle, kahdeksalle muulle pilaavalle aineelle, joille on asetettu EU-tasollla ympäristönlaatunormi ja jotka käytännössä ovat EU:n prioriteettiaineita sekä 15 kansalliselle haitalliselle aineelle.

Inventaariossa on arvioitu seuraavia päästölähteitä ja kulkeutumisreittejä:
* Yhdyskunnat
* Teollisuus ja yritystoiminta
* Maatalouden kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat
* Laskeuma
* Jokien ainevirtaamat

Inventaariossa tunnistettiin päästöinventaarion kriteerien perusteella merkitykselliset aineet, joiden osalta pyrittiin arvioimaan kattavammin päästöjä.

- PBDE, kadmium, elohopea ja nikkeli tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

**Päästöt, huuhtoumat ja kulkeutuminen pintavesiin**

Tietoa merkityksellisten aineiden päästöistä, huuhtoumista ja kulkeutumisesta VHA4:n pintavesiin on koottu taulukoihin 7.13 - 7.14.

Teollisuuden Cd-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin ovat suuremmat kuin yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt. Elohopean osalta teollisuuden ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt ovat samaa suuruusluokkaa (taulukko 7.13). Oulun jätevedenpuhdistamon elohopeapäästöt ovat suuret. Olisi syytä selvittää mistä suuret päästöt aiheutuvat. Myös alle määritysrajan olevien analyysitulosten käsittelyä kuormitusarvojen laskennassa tulisi kriittisesti tarkastella, ja jos tarpeen muuttaa laskenta Kankaan (2018) ohjeistuksen mukaiseksi.
Suurin teollisuuden sektori-kuormittaja kadmiumin osalta on metsä- ja metalliteollisuus, elohopean osalta metalliteollisuus ja nikkelin osalta kaivannaisteollisuus. Jätteenkäsittely ja energiantuotanto ovat pieniä kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn päästölähteitä pintavesiin (taulukko 7.14). On huomattava, että pitkällä aikajaksolla, viimeisten 50 vuoden aikana, teollisuuden Hg-, Cd-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin Suomessa ovat merkittävästi vähentyneet, yleensä noin 68-99% teollisuuden alasta ja metallista riippuen (luku 11.2, taulukot 11.5 – 11.8).

PBDE-yhdisteitä ei havaittu vuonna 2023 yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen puhdistetusta jätevedestä VHA4:n alueella yhdeltä yhdyskuntajätevedenpuhdistamolta. PBDE-yhdisteitä ei havaittu puhdistetusta yhdyskuntajätevedestä myöskään uusimmassa VVY:n kartoituksessa (Vieno & Arjonen 2021).
PBDE-yhdisteiden päästölähteistä ja ympäristöpitoisuuksien muutoksista Suomessa ja Pohjois-Euroopassa on esitetty liitteessä 3. Palonsuoja-aineina erilaisissa muoveissa käytettyjen polybromatut difenyylieetteri (PBDE) -yhdisteiden käyttö lisääntyi 1980- ja 1990 –luvulla Euroopassa, mutta alkoi vähentyä 2000-luvulla. PBDE-yhdisteiden päästöjä ja kulkeutumista ympäristöön ei kunnolla tiedetä, mutta niiden yleinen esiintyminen vesiympäristössä arvioidaan johtuvan ilmaperäisestä laskeumasta. Urbaaneilla alueilla vesieliöstön PBDE-pitoisuudet ovat korkeampia kuin vesistöissä, joiden alueella asuu vähemmän ihmisiä. PBDE-yhdisteitä esiintyy edelleen käytössä olevissa esineissä, joista niitä saattaa kulkeutua ympäristöön käytön tai jätteenkäsittelyn yhteydessä. Jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteet pääosin kiinnittyvät puhdistamolietteeseen, mutta jossain määrin myös kulkeutuvat pintavesiin. PBDE-yhdisteitä voi päätyä merkittävästi maaperään puhdistamolietteen levittämisen kautta, ja yhdisteet sitoutuvat pääosin pysyvästi maaperään partikkeleihin, mutta voivat partikkeleihin sitoutuneena huuhtoutua sadeveden mukana pintavesiin. Suomessa puhdistamolietteen levitys maahan ja laskeuma ovat arvioitu suurimmiksi PBDE:n kulkeutumisreiteiksi ympäristöön. PBDE-yhdisteiden pitoisuus sisävesien ja rannikon ahvenessa on laskenut vuoden 2009 tasosta (kahdelta paikalta tuloksia), mutta vuoden 2010 jälkeen pitoisuus on pysynyt kaikilla paikoilla pääosin melko samalla tasolla. Silakan PBDE-pitoisuudet ovat vuosina 2009-2023 laskeneet kaikilla Suomen merialueilla. Myös useimpien muiden kalalajien kuten kuhan, ahvenen, lahnan ja siian PBDE-pitoisuudet ovat alentuneet vuosina 2009-2023 Itämerellä (liite 3).

Tässä inventaariossa tarkastellut maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat VHA4:lla vähämerkityksellisiä ja siten niiden huuhtoumia pintavesiin ei arvioitu.

Kadmiumin, elohopean ja lyijyn ilmaperäinen laskeuma sisävesiin on selkeästi suurempaa kuin pistemäinen kuormitus (teollisuus ja yhdyskuntajätevedenpuhdistamot) sisävesiin. Myös dioksiinien pääkulkeutumisreitti sisävesiin on laskeuma (taulukko 7.13). Kadmiumin laskeuma on vuosina 1990-2021 vähentynyt. Vastaavasti elohopean laskeuma on pienentynyt mutta vuosina 2018-2019 kohonnut. Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto vaikutuksista on puutteellista. Maanmuokkauksen ja suometsien ojitusten vaikutuksia elohopean metylaatioon ja huuhtoumaan tulee selvittää tarkemmin Suomen olosuhteissa (ks. myös Mehtonen ym. 2021b).

Raskasmetalleista vuosina 2018−2024 VHA 4:n seurantajoista (5 jokea) otetuita näytteissä havaittiin kaikissa kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä ja lyijyä. Oulujoen kadmium-pitoisuus alitti usein määritystarkkuuden alarajan. Nikkelin ainevirtaama jokien kautta mereen oli selkeästi suurempaa kuin kadmiumin, elohopean ja lyijyn.
VHA 4:n joista Kalajoen nikkelin ainevirtaama mereen vähentyi vuosina 1995-2024 kun taas Kalajoen, Pyhäjoen ja Siikajoen lyijyvirtaama laski. Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002−2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Kalajoella, Pyhäjoella ja Perhonjoella. Kadmiumanalytiikassa on tapahtunut useita muutoksia, ja siksi sen osalta trenditarkastelu ei ole mahdollinen.
Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Jokien metalliainevirtaama-arviot sisältävät ihmisperäisen kuormituksen lisäksi jokivedessä luontaisesti esiintyvistä metalleista aiheutuvan osuuden.

PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia. Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) havaittiin melko harvoin Oulujoen vedestä ainevirtaamien ollessa vuonna 2019 0,1 kg/a ja 2024 0,9 kg/a. Oulujoen kautta mereen päätyvä PFOS-ainevirtaama vuonna 2017 oli 1,8 kg/a (Junttila ym. 2019). PFOSin ainevirtaama Oulujoen kautta mereen on voinut vähentyä, mutta luotettava johtopäätösten vetäminen edellyttää pidempiaikaista seurantaa. Seurannan jatkaminen on siis tärkeää.
VPD-kasvinsuojeluaineita ja fenolisia yhdisteitä ei havaittu Oulujoen vedestä. Ftalaatteja (DEHP, DBP, BBP) havaittiin melko harvoin.

Mitatuista PAH-yhdisteistä vain naftaleenia havaittiin vuonna 2022 Oulujoesta. Naftaleenin ainevirtaama vuonna 2022 Oulujoen kautta Perämereen oli suuri (1 831 kg/a, havaittu 1/12 näytteestä pitoisuutena 5,6 µg/l). Edellisessä inventaariossa (Mehtonen ym. 2021a) naftaleenin ainevirtaama vuonna 2012 ja 2013 Oulujoen kautta mereen oli vain 7 - 15 kg/a (havaittu 2012 3/7 näytteestä ja 2013 2 / 5 näytteestä). Oulujoen lisänäytteenotolla tulisi selvittää esiintyykö korkeita naftaleenin pitoisuuksia edelleen ja jos esiintyy, niin mistä kuormitus on peräisin.

Taulukko 7.13. Kadmiumin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja dioksiinien (PCDD/F) päästöt ja kulkeumat VHA4:n alueella. - = ei mittauksia

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | Cd kg/a | Hg kg/a | Ni kg/a | Pb kg/a | PCDD/F g I-TEQ/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | - | - | - | - | pienet[1] |
| Yhdyskunta-jv, rannikkovesiin / 2023 | 1,0 | 2,0 | 243 | 13 | pienet[1] |
| Teollisuus, sisävesiin / 2023 | 1,8 | 0,37 | 368 | 0,5 | pienet[2] |
| Teollisuus, rannikkovesiin / 2023 | 5,3 | 1,72 | 104 | 44 | pienet[2] |
| Laskeuma sisävesiin / 2021 | 21 | 38 | - | 460 | 2 |
| Laskeuma rannikkovesiin / 2021 | 16 | 23 | - | 373 | 1 |
| Jokien ainevirtaama mereen / 2018-24 | 83 - 196 | 13,1-39,7 | 12 841-28 813 | 1 297 - 4425 | - |

[1] Jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaispäästöistä pintavesiin Suomessa << 1% (Mehtonen ym. 2018)
[2] erittäin pienet verrattuna ilmapäästöihin Suomessa, teollisuuden dioksiinipäästöt ilmaan on tärkeä päästölähde (Mehtonen ym. 2012a & 2018, Munne ym. 2013)

Taulukko 7.14. Kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn teollisuusalakohtaiset päästöt VHA4:n sisävesiin (S) ja rannikkovesiin (R) vuonna 2023. - = ei ole tehty mittauksia tai VHA:lla ei ko. laitoksia.

| **Teollisuussektori** | **Cd kg/a** | | **Hg kg/a** | | **Ni kg/a** | | **Pb kg/a** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | R | S | R | S | R | S | R |
| KA | 1,72 | 0,02 | 0,36 | 0,02 | 367,6 | 1,8 | 0,47 | 0,16 |
| PK+PM | - | 2,36 | - | 0 | - | 0 | - | 0 |
| ME | - | 2,88 | - | 0,91 | - | 102 | - | 44 |
| EN | 0,026 | 0,003 | - | 0,327 | - | 0,399 | 0,002 | 0,013 |
| KE | - | - | - | 0,463 | - | - | - | - |
| JK | 0,01 | - | 0,005 | - | 0,3 | - | 0,06 | - |
| Yhteensä | 1,76 | 5,26 | 0,37 | 1,72 | 367,9 | 104,2 | 0,53 | 44,2 |

KA = Kaivannaisteollisuus PK + PM = Metsäteollisuus ME = Metalliteollisuus EN = Energiantuotanto
KE = Kemianteollisuus JK = Jätteenkäsittely

# 8. Kemijoen vesienhoitoalueen inventaario (VHA5)

## 8.1. Vesienhoitoalueen yleiskuvaus

Kemijoen vesienhoitoalue ulottuu Perämeren rannikolta valtakunnan itärajalle. Vesienhoitoalue muodostuu Simojoen, Kemijoen ja Kaakamojoen päävesistöalueista, sekä Viantienjoen pienestä valuma-alueesta Perämeren rannikolla. Lisäksi Kemin ja Simon kuntien edustan rannikkovedet kuuluvat alueeseen. Vesienhoitoalueen pinta-ala on 54 831 $km^2$, mistä maa-aluetta on 51 758 $km^2$, sisävesialuetta 2 157 $km^2$ ja rannikkovesialuetta 916 $km^2$. Vesienhoitoalueen väkimäärä on noin 136 000 asukasta jai väestön tiheys on noin 2,5 asukasta/$km^2$.

Elohopea ja PBDE-yhdisteet ovat keskeinen syy pintavesien huonoon kemialliseen tilaan. Orgaanisia tinayhdisteitä (mm. TBT) on löytynyt merisedimentistä erillisessä selvityksessä Kemin edustalta, mikä osoittaa tarvetta jatkotutkimukselle Pohjanlahden alueella. TBT:tä on käytetty merialusten pohjamaaleissa estämään levien kiinnittyminen alusten runkoon.
Tekojärvien rakentamisen seurauksena allasalueen maaperästä vapautuu epäorgaanista elohopeaa. Vesienhoitoalueen tekojärvien petokalojen elohopeapitoisuudet olivat selvästi kohonneita altaiden alkuaikoina, mutta pitoisuudet ovat kuitenkin laskeneet 2000-luvulle tultaessa. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto on puutteellista.

**Päästöinventaarion näkökulmasta merkitykselliset aineet**
Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössa voidaan keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Aineiden merkityksellisyyden arvioinnissa avainasemassa olivat tiedot aineiden esiintymisestä vesiympäristössä. Lisätietoa arvioinnista löytyy luvusta 3. Arvioinnin tulokset VHA5:n pintavesissä ovat seuraavat:

- PBDE, kadmium, lyijy, elohopea, nikkeli ja PFOS tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

## 8.2. Yhdyskunnat

### 8.2.1. Yleiskatsaus

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Vesienhoitoalueen väkimäärä on noin 130 500 asukasta (v. 2011), eli väestön tiheys on noin 2,5 asukasta/km2. Vesienhoitoalueella asuvasta väestöstä 80 % on liittynyt viemäriverkostoihin. Vesijohtoverkostojen ulkopuolelle jää noin 8 620 asukasta ja jätevesiverkostojen ulkopuolelle noin 25 610 asukasta. Pääosa vesienhoitoalueen yhdyskuntien jätevesistä käsitellään suurimpien taajamien ja matkailukeskusten, kuten Rovaniemen, Kemin, Kemijärven ja Levin jätevedenpuhdistamoilla.

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

#### 8.2.2. Päästöt

Merkityksellisten aineiden yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästötietoa VHA5:n pintavesiin ei YLVA:sta löytynyt.

## 8.3. Teollisuus ja yritystoiminta

### 8.3.1 Yleiskatsaus

Teollisuuden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Kaivannaisteollisuus on vesienhoitoalueen suurin teollisuuden ala ja sen kuormitus kohdistuu sisävesiin eri puolelle vesienhoitoaluetta. Toiminnassa olevia malmikaivoksia on kolme, kromikaivos Kemissä sekä kultakaivokset Sodankylässä ja Kittilän Suurikuusikossa sekä kaksi mineraalikaivosta (Tornion Kalkkimaan kalkkikaivos sekä Peurakallion kvartsiittikaivos). Massa- ja paperiteollisuus keskittyy rannikolle ja jätevesipäästöt kohdistuvat suoraan merialueelle.

### 8.3.2 Päästöt

Teollisuuden päästötietoa VHA4:n pintavesiin on esitetty taulukoissa 8.1–8.4. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.
HUOM! Niitä laitoksia, joiden päästöt johdetaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei käsitellä tässä luvussa, koska niiden päästöt eivät päädy suoraan pintaveteen.

Taulukko 8.1. Kaivannaisteollisuuden päästöt VHA5:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **kadmium** | | |
| Boliden Kevitsa Mining Oy, Kevitsan kaivos, Sodankylä | 65.829 Mataraojan va | 0,017 |
| **nikkeli** | | |
| Agnico Eagle Finland Oy, Kittilän kaivos | 65.697 Seurujoen va | 357 |
| Boliden Kevitsa Mining Oy, Kevitsan kaivos, Sodankylä | 65.829 Mataraojan va | 135,5 |
| Outokumpu Chrome Oy, Kemin kaivos, Keminmaa | 84V154 Välialue | 28 |
| **yhteensä** | | **520,5** |
| **lyijy** | | |
| Boliden Kevitsa Mining Oy, Kevitsan kaivos, Sodankylä | 65.829 Mataraojan va | 0,05 |

Taulukko 8.2. Metsäteollisuuden päästöt VHA5:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | 2023 |
|---|---|---|
| **kadmium** | | |
| Metsä Fibre Oy, Kemin biotuotetehdas* | 99.91 Tornion - Kemin rannikkoalue | 3,8 |
| Stora Enso Veitsiluoto Oy, Kemi | 99.91 Tornion - Kemin rannikkoalue | 0 |
| **yhteensä** | | **3,8** |
| **elohopea** | | |
| Metsä Fibre Oy, Kemin biotuotetehdas* | 99.91 Tornion - Kemin rannikkoalue | 3,3 |
| **nikkeli** | | |
| Metsä Fibre Oy, Kemin biotuotetehdas* | 99.91 Tornion - Kemin rannikkoalue | 51,3 |
| Stora Enso Veitsiluoto Oy, Kemi | 99.91 Tornion - Kemin rannikkoalue | 6,8 |
| **yhteensä** | | **58,1** |
| **lyijy** | | |
| Metsä Fibre Oy, Kemin biotuotetehdas* | 99.91 Tornion - Kemin rannikkoalue | 13,7 |
| Stora Enso Veitsiluoto Oy, Kemi | 99.91 Tornion - Kemin rannikkoalue | 1,1 |
| **yhteensä** | | **14,8** |

* sisältää vanhan tehtaan ja uuden syyskuussa 2023 käyttöön otetun biotuotetehtaan päästöt

Taulukko 8.3. Energiatuotannon päästöt VHA5:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| **kadmium** | | |
| Kemijärven lämpö ja vesi Oy (lämpölaitos) | Kostamon a | 0 |
| Napapiirin Energia ja Vesi Oy, Suosiolan voimalaitos, Rovaniemi | 65.132 Niskanperän a | 0,02 |
| **yhteensä** | | **0,02** |
| **elohopea** | | |
| Kemijärven lämpö ja vesi Oy (lämpölaitos) | Kostamon a | 0 |
| Napapiirin Energia ja Vesi Oy, Suosiolan voimalaitos, Rovaniemi | 65.132 Niskanperän a | 0,003 |
| **yhteensä** | | **0,003** |
| **nikkeli** | | |
| Kemijärven lämpö ja vesi Oy (lämpölaitos) | Kostamon a | 0 |
| Napapiirin Energia ja Vesi Oy, Suosiolan voimalaitos, Rovaniemi | 65.132 Niskanperän a | 0,07 |
| **yhteensä** | | **0,07** |
| **lyijy** | | |
| Napapiirin Energia ja Vesi Oy, Suosiolan voimalaitos, Rovaniemi | 65.132 Niskanperän a | 0,013 |

Taulukko 8.4. Jätteenkäsittelyn metallipäästöt VHA5:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine | Päästöt kg/a |
|---|---|
| kadmium | n. 0,0007 (sisävesiin) |
| elohopea | n. 0,07 (sisävesiin) |
| nikkeli | n. 0,2 (sisävesiin) |
| lyijy | n. 0,01 (sisävesiin) |

## 8.4 Maatalouden kasvinsuojeluaineet

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

## 8.5 Laskeuma

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Vanhoista EU:n prioriteettiaineista laskeuma Suomessa on arvioitu kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle (Pb) ja dioksiineille (PCDD/F, taulukko 8.5.). Kadmiumin ja elohopean laskeumatrendit vuosina 1990-2021 on esitetty kuvissa 8.1 ja 8.2. Kadmiumin laskeuma on pienentynyt. Vastaavasti elohopean laskeuma on pienentynyt mutta vuosina 2018-2021 kohonnut.

Laskeuma arvioitiin vesienhoitoalueen koko pinta-alalle, sisävesiin, rannikkovesiin sekä maa-alueille. Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2021 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Laskeuma ja sen laskentamenettely, laskeumakartat, laskeumatrendi, Suomen päästöjen osuus laskeumasta sekä laskeuman

epävarmuusarvio on esitetty liitteessä 2. Varsinkin elohopean osalta on syytä huomioida mallinnettuun laskeumaan liittyvä suuri epävarmuus ja vuosittainen vaihtelu.

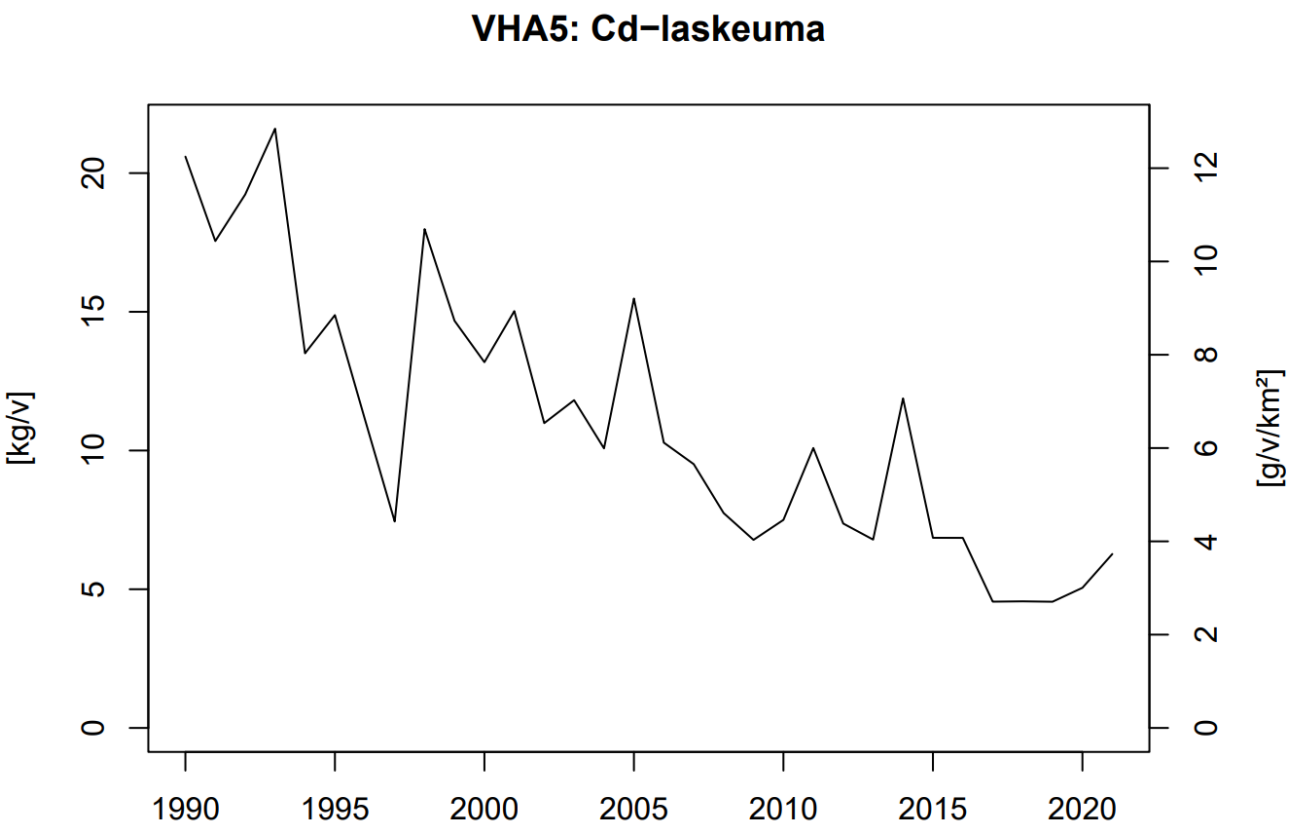
Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt.

Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti.

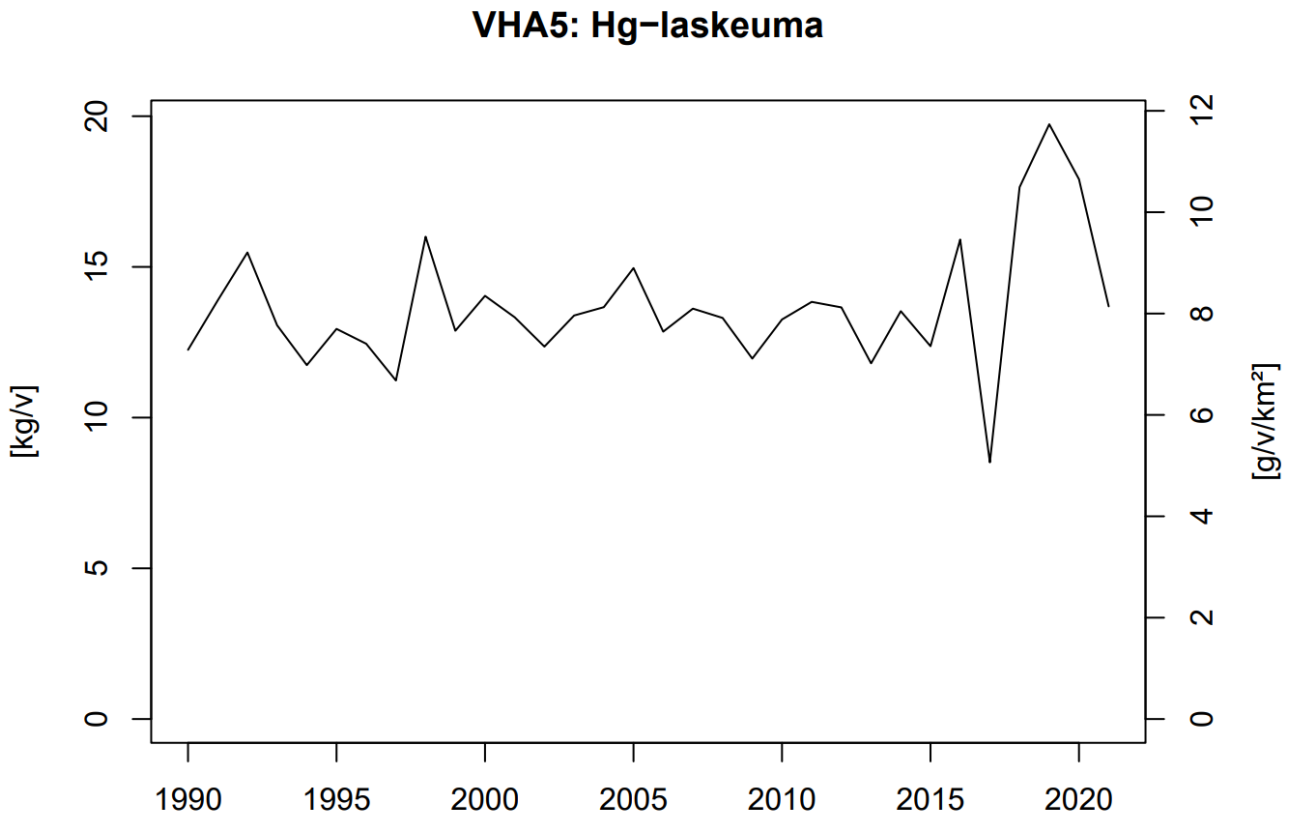
Taulukko 8.5. Kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien ilmaperäinen laskeuma vuonna 2021 VHA5:llä

| **Laskeuma** | **Kadmium kg/a** | **Elohopea kg/a** | **Lyijy kg/a** | **PCDD/F g I-TEQ/a** |
|---|---|---|---|---|
| Laskeuma VHA:n sisävesiin | 6 | 14 | 117 | 0,7 |
| Laskeuma VHA:n rannikkovesiin* | 5 | 7 | 97 | 0,2 |
| Laskeuma VHA:n maa-aluelle | 196 | 427 | 3 624 | 22 |
| Laskeuma koko VHA:lle | 207 | 447 | 3 838 | 23 |

* VHA:n merialuerajaan asti




**Kuva 8.1.** Kadmiumin laskeuma sisävesiin VHA5:n alueelle 1990–2021.




**Kuva 8.2.** Elohopea laskeuma sisävesiin VHA5:n alueelle 1990–2021.

## 8.6 Merialueelle päätyvä ainevirtaama jokien kautta sekä happamat sulfaattimaat

Jokien ainevirtaama koostuu luonnossa esiintyvien aineiden kuten metallien osalta luonnon huuhtoumasta, mutta myös ihmisen aiheuttamasta piste- ja hajakuormituksesta valuma-alueella. Synteettisten orgaanisten aineiden jokiainevirtaamat mereen indikoivat ihmisten aiheuttamaa piste- ja hajakuormitusta.
Suomen metallipäästöt (esim. Cd, Ni, Zn ja Cr) ovat Itämeren alueen suurimpia (Matuszewska ym. 2025), mitä selittänee osaltaan se, että Suomessa sijaitsevat Euroopan laajimmat happamat sulfaattimaa-alueet. Sulfaattikerrosten hapettuessa muodostuu rikkihappoa, joka liuottaa metalleja maaveteen. Valuntaa aiheuttavien sateiden yhteydessä metallit kulkeutuvat edelleen jokivesiin. Maan kuivattaminen lisää hapettumisjaksojen määrää, minkä vuoksi ojituksella ja muilla kuivatustoimilla on keskeinen merkitys happo- ja metallikuormituksen muodostumisessa. Haittoja pyritään vähentämään muun muassa uuden happamien sulfaattimaiden strategian ja toimenpideohjelman avulla (Nuotio ym. 2026).

Jokien ainevirtaamat on arvioitu kaikille aineille, joista löytyy mitattua pitoisuustietoa; myös vähämerkityksellisistä aineista. Jokien ainevirtaama mereen laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2018–2024 VESLA- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei arvioitu, koska ne eivät sisälly jokien ainevirtaamien seurantaohjelmaan. Vedenlaadun näytteenottopisteet sijaitsivat jokisuiden läheisyydessä. Joen ainevirtaama laskettiin siinä tapauksessa, jos näytteiden lukumäärä oli ≥ 5 kpl/a. Jos näytteiden lukumäärä < 5 kpl/a, on ilmoitettu, että onko ainetta havaittu joesta, mutta ainevirtaamaa ei ole laskettu. Tähän laskentatapaan liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Koska pitoisuustiedot perustuvat suhteellisen harvaan näytteenottoon, ne eivät välttämättä kuvaa kaikkia pitoisuuksien vaihteluita vuoden aikana, erityisesti virtaamahuippujen tai lyhytaikaisten kuormituspiikkien yhteydessä. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat analyysimenetelmien määritysrajat sekä se, että osa näytteistä voi olla määritysrajan alapuolella. Näistä syistä vuosikohtaisia ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, ja niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta, joka liittyy sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen. Tarkempi jokien ainevirtaaman arviointimenetelmä ja kohdeaineet ovat esitetty liitteessä 1.

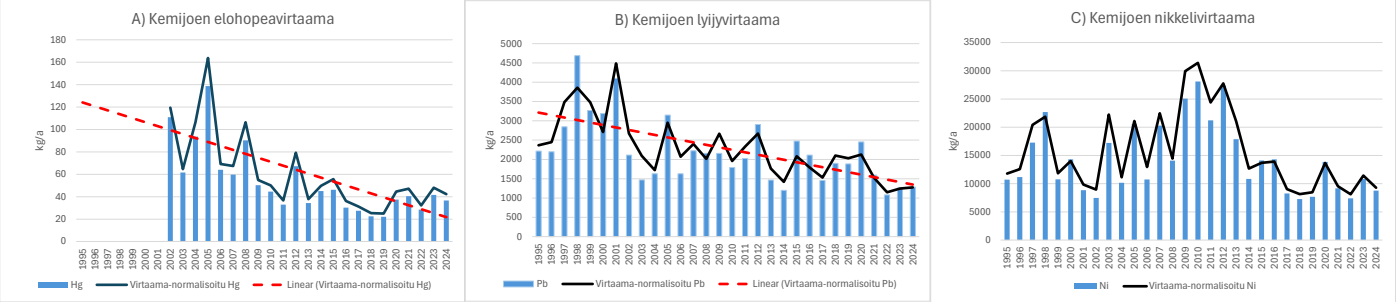
Kaikista Kemijoesta otetuista näytteistä havaittiin elohopeaa, nikkeliä ja lyijyä (Taulukko 8.6). Kadmiumia havaittiin hieman alle puolessa näytteistä. Nikkelin ja lyijyn ainevirtaamat Kemijoessa ovat moninkertaiset verrattuna kadmiumiin ja elohopeaan.

Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Ainevirtaamien muutoksia tarkastellaan yleisesti virtaamanormalisoiduista ainevirtaamista, jotta voitaisiin eliminoida vuosien välinen virtaamasta aiheutuva vaihtelu aihevirtaamissa. Tässä kartoituksessa käytimme HELCOMissa käytössä olevaa virtaamanormalisointimenetelmää ja trenditarkastelua (Larsen ja Svendsen 2019). Trenditarkastelu vaatii riittävän pitkältä ajalta (vähintään 20 vuotta) samalla menetelmällä tehtyjä analyysejä, jotta tarkastelu olisi luotettava. Tässä selvityksessä käytetty ajanjakso oli 1995–2024. Kemijoen lyijyvirtaama vähentyi tuona ajanjaksona, mutta nikkelivirtaamassa ei tapahtunut

muutosta (kuva 8.3). Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002–2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Kemijoella. Kadmiumanalytiikassa on tapahtunut useita muutoksia, ja siksi sen osalta trenditarkastelu ei ole mahdollinen.

Taulukko 8.6. Kemijoen kautta Perämereen päätyvä metallien ainevirtaama vuosina 2018–2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| JOKI | Vuosi | MQ | CD | | HG | | NI | | PB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m3/s | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **KEMIJOKI** | **2018** | 541 | 35.8 | 6/14 | 18.3 | 14/14 | 5807 | 14/14 | 1570 | 14/14 |
| | **2019** | 559 | 45.2 | 6/13 | 19.0 | 13/13 | 28237 | 13/13 | 1504 | 13/13 |
| | **2020** | 728 | 99.5 | 9/13 | 28.3 | 13/13 | 11288 | 13/13 | 1890 | 13/13 |
| | **2021** | 650 | 49.5 | 5/13 | 31.3 | 13/13 | 7427 | 13/13 | 1287 | 13/13 |
| | **2022** | 568 | 26.3 | 4/13 | 21.5 | 12/12 | 6028 | 13/13 | 864 | 13/13 |
| | **2023** | 624 | 38.4 | 5/12 | 34.9 | 13/13 | 7798 | 12/12 | 924 | 12/12 |
| | **2024** | 621 | 52.8 | 7/13 | 31.2 | 13/13 | 7230 | 13/13 | 1086 | 13/13 |




Kuva 8.3. Kemijoen elohopeavirtaama (kuva A), lyijyvirtaama (kuva B) ja nikkelivirtaama (kuva C) vuosina 1995–2025. Pylväät näyttävät ainevirtaamat, viiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman ja katkoviiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman monotonisen trendin. Trendiviiva näkyy, mikäli muutos on tilastollisesti merkitsevä.

Kuten edellisessä haitallisten aineiden kartoituksessa (Siimes & Vähä 2019), ei vuonna 2023 Kemijoesta otetuissa näytteissä havaittu kasvinsuojeluaineita (yhdeksän näytteenottokertaa). Mitatut kasvinsuojeluaineet on esitetty liitteessä 1.

Vuonna 2021 otetuista näytteistä löytyi kaikkia kolmea määritettyä ftalaattia, joista Di(2-etyyliheksyyli)ftalaattia (DEHP) havaittiin useimmin (3/9) ainevirtaaman ollessa Kemijoen kautta Perämereen 150 kg/a (taulukko 8.7).

Taulukko 8.7. Kemijoen kautta Perämerelle päätyvä ftalaattien ainevirtaama 2021. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | DBP | | BBP | | DEHP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **KEMIJOKI** | **2021** | 66.8 | 2/11 | 137 | 1/11 | 150 | 3/9 |

Vuonna 2020 määritetyistä kahdeksasta fenoliyhdisteestä havaittiin yhdeni kerran nonyylifenolia (NPT) ainevirtaaman ollessa suuri (976 kg/a) Kemijoen kautta Perämereen. Myös para-tert-oktyylifenolia (PTOF) havaittiin kerran (ainevirtaama 220 kg/a, taulukko 8.8).
Nonyylifenolin (NPT ja NP4) analyysituloksia (korkeat pitoisuusarvot 15 µg/l NPT ja 1,9 µg/l NP4) ei hyödynnetty ainevirtaaman laskennassa laboratorioanalyysiin liittyneiden epävarmuuksien takia. Edellinen inventaario (Mehtonen ym. 2021a) ei sisältänyt nonyylifenolin ainevirtaama-arviota Kemijoen kautta mereen, koska ei ollut mittaustietoa. Nonyylifenolin ainevirtaamaa Kemijoen kautta Perämereen tulee selvittää uusintanäytteillä ja tarvittaessa selvittää mistä mahdollinen kuormitus on peräisin. On muistettava, että jokien ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, koska niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta liittyen sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen.

Taulukko 8.8. Kemijoen kautta Perämerelle päätyvä fenolisten yhdisteiden ainevirtaama vuonna 2020. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | NP1EO | | NP2EO | | NPT | | NP4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| KEMIJOKI | 2020 | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 | 976 | 1/9 | ei hav. | 0/9 |
| Joki | Vuosi | OP | | PTOF | | OP1EO | | OP2EO | |
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| KEMIJOKI | 2020 | ei hav. | 0/9 | 220 | 1/9 | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 |

Vuosina 2022-2023 oteuissa näytteissä Kemijoesta ei havaittu PAH-yhdisteitä. Tutkitut aineet olivat naftaleeni, fluoranteeni, antraseeni, fluoranteeni, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni ja indeno(1,2,3-cd)pyreeni.

Vuosina 2019 ja 2024 perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) havaittiin Kemijoen vedestä melko harvoin kumpanakin vuonna mereen päätyvän ainevirtaamien ollessa 0,5 kg/a ja 0,9 kg/a (taulukko 8.9).
Kemijoen kautta mereen päätyvä PFOS-ainevirtaama vuonna 2017 oli 1,8 kg/a (8 vesinäytettä; Junttila ym. 2019). PFOSin ainevirtaama Kemijoen kautta mereen on voinut vähentyä, mutta luotettava johtopäätösten vetäminen edellyttää seurannan jatkamista. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on siis jatkettava.

Taulukko 8.9. Kemijoen kautta Perämerelle päätyvä PFOS-virtaama 2019 ja 2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | PFOS | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| KEMIJOKI | 2019 | 0.5 | 2/8 |
| | 2024 | 0.9 | 2/10 |

## 8.7 Yhteenveto

Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöinventaario pintavesiin tehtiin SYKEn ja LVV:n / ELY-keskusten yhteistyönä vuosina 2025-2026. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöihin ja kulketumiseen liittyvää tietopohjaa. Inventaario tukee vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia.

Inventaario tehtiin 45 EU:n prioriteettiaineelle /-aineryhmälle, kahdeksalle muulle pilaavalle aineelle, joille on asetettu EU-tasollla ympäristönlaatunormi ja jotka käytännössä ovat EU:n prioriteettiaineita sekä 15 kansalliselle haitalliselle aineelle.

Inventaariossa on arvioitu seuraavia päästölähteitä ja kulkeutumisreittejä:
* Yhdyskunnat
* Teollisuus ja yritystoiminta
* Maatalouden kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat
* Laskeuma
* Mereen laskevien jokien ainevirtaamat

Inventaariossa tunnistettiin päästöinventaarion kriteerien perusteella merkitykselliset aineet, joiden osalta pyrittiin arvioimaan kattavammin päästöjä.

- PBDE, kadmium, lyijy, elohopea, nikkeli ja PFOS tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

**Päästöt, huuhtoumat ja kulkeutuminen pintavesiin**

Tietoa merkityksellisten aineiden päästöistä, huuhtoumista ja kulkeutumisesta VHA5:n pintavesiin on koottu taulukoihin 8.10 - 8.11.

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden metallipäästöistä VHA5:n pintavesiin ei ole tietoa. Teollisuudesta pääsee kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä ja lyijyä pintavesiin. Kuormittavimmat teollisuudenalat ovat metsäteollisuus (erityisesti kadmium ja elohopea) sekä kaivannaisteollisuus (nikkeli). Kadmiumin, elohopean ja lyijyn päästöt kohdistuvat enemmän rannikkovesiin kuin sisävesiin, mutta nikkelin päästöt sisävesiin ovat suuremmat kuin rannikkovesiin. Energiantuotanto ja jätteenkäsittely ovat pieniä Cd-, Hg-, Ni- ja Pb-kuormittaja (taulukko 8.11).
On huomattava, että pitkällä aikajaksolla, viimeisten 50 vuoden aikana, teollisuuden Hg-, Cd-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin Suomessa ovat merkittävästi vähentyneet, yleensä noin 68-99% teollisuuden alasta ja metallista riippuen (ks. luku 11.2, taulukot 11.5 – 11.8).

Tässä inventaariossa tarkastellut maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat VHA5:lla vähämerkityksellisiä ja siten niiden huuhtoumia pintavesiin ei arvioitu.

PBDE-yhdisteiden päästölähteistä ja ympäristöpitoisuuksien muutoksista Suomessa ja Pohjois-Euroopassa on esitetty liitteessä 3. Palonsuoja-aineina erilaisissa muoveissa käytettyjen polybromatut difenyylieetteri (PBDE) -yhdisteiden käyttö lisääntyi 1980- ja 1990 –luvulla Euroopassa, mutta alkoi vähentyä 2000-luvulla. PBDE-yhdisteiden päästöjä ja kulkeutumista ympäristöön ei kunnolla tiedetä, mutta niiden yleinen esiintyminen vesiympäristössä arvioidaan johtuvan ilmaperäisestä laskeumasta. Urbaaneilla alueilla vesieliöstön PBDE-pitoisuudet ovat korkeampia kuin vesistöissä, joiden alueella asuu vähemmän ihmisiä. PBDE-yhdisteitä esiintyy edelleen käytössä olevissa esineissä, joista niitä saattaa kulkeutua ympäristöön käytön tai jätteenkäsittelyn yhteydessä. Jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteet pääosin kiinnittyvät puhdistamolietteeseen, mutta jossain määrin myös kulkeutuvat pintavesiin. PBDE-yhdisteitä voi päätyä merkittävästi maaperään puhdistamolietteen levittämisen kautta, ja yhdisteet sitoutuvat pääosin pysyvästi maaperään partikkeleihin, mutta voivat partikkeleihin sitoutuneena huuhtoutua sadeveden mukana pintavesiin. Suomessa puhdistamolietteen levitys maahan ja laskeuma ovat arvioitu suurimmiksi PBDE:n kulkeutumisreiteiksi ympäristöön. PBDE-yhdisteiden pitoisuus sisävesien ja rannikon ahvenessa on laskenut vuoden 2009 tasosta (kahdelta paikalta tuloksia), mutta vuoden 2010 jälkeen pitoisuus on pysynyt kaikilla paikoilla pääosin melko samalla tasolla. Silakan PBDE-pitoisuudet ovat vuosina 2009-2023 laskeneet kaikilla Suomen merialueilla. Myös useimpien muiden kalalajien kuten kuhan, ahvenen, lahnan ja siian PBDE-pitoisuudet ovat alentuneet vuosina 2009-2023 Itämerellä (liite 3).

Kadmiumin, elohopean, lyijyn sekä dioksiinien pääkulkeutumisreitti sisävesiin on laskeuma (taulukko 8.10). Kadmiumin laskeuma on vuosina 1990-2021 vähentynyt. Vastaavasti elohopean laskeuma on pienentynyt mutta vuosina 2018-2021 kohonnut. Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto vaikutuksista on puutteellista. Maanmuokkauksen ja suometsien ojitusten vaikutuksia elohopean metylaatioon ja huuhtoumaan tulee selvittää tarkemmin Suomen olosuhteissa (ks. myös Mehtonen ym. 2021b).

Kaikista Kemijoesta otetuista näytteistä havaittiin elohopeaa, nikkeliä ja lyijyä. Kadmiumia havaittiin hieman alle puolessa näytteistä. Nikkelin ja lyijyn ainevirtaamat Kemijoessa ovat moninkertaiset verrattuna kadmiumiin ja elohopeaan.
Lyijyn ainevirtaama Kemijoessa vähentyi vuosina 1995-2024, mutta nikkelivirtaamassa ei ole tapahtunut muutosta. Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002–2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Kemijoella. Kadmiumanalytiikassa on tapahtunut useita muutoksia, ja siksi sen osalta trenditarkastelu ei ole mahdollinen. Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Jokien metalliainevirtaama-arviot

sisältävät ihmisperäisen kuormituksen lisäksi jokivedessä luontaisesti esiintyvistä metalleista aiheutuvan osuuden.

PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia. Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) havaittiin melko harvoin Kemijoen vedestä ainevirtaamien ollessa vuonna 2019 0,5 kg/a ja ja 2024 0,9 kg/a. Kemijoen kautta mereen päätyvä PFOS-ainevirtaama vuonna 2017 oli 1,8 kg/a (Junttila ym. 2019). PFOSin ainevirtaama Kemijoen kautta mereen on voinut vähentyä, mutta luotettava johtopäätösten tekeminen edellyttää seurannan jatkamista. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on siis jatkettava.

VPD-kasvinsuojeluaineita ja PAH-yhdisteitä ei havaittu Kemijoen vedestä. Vuonna 2021 otetuista näytteistä löytyi kaikkia kolmea määritettyä ftalaattia (DEHP, DBP, BBP), joista Di(2-etyyliheksyyli)ftalaattia (DEHP) havaittiin useimmin (3/9) ainevirtaaman ollessa Kemijoen kautta Perämereen 150 kg/a. Useimpia fenolisia yhdisteitä havaittiin harvoin tai ei lainkaan, mutta nonyylifenolin ainevirtaama Kemijoen kautta Perämereen oli suuri (976 kg NPT/a). Nonyylifenolin ainevirtaamaa Kemijoessa tulisi selvittää uusintanäytteillä ja tarvittaessa selvittää mistä mahdollinen kuormitus on peräisin.
Jokien ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, koska niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta liittyen sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen.

Taulukko 8.10. Kadmiumin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja dioksiinien (PCDD/F) päästöt ja kulkeumat VHA5:n alueella. - = ei mittauksia.

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | Cd kg/a | Hg kg/a | Ni kg/a | Pb kg/a | PCDD/F g I-TEQ/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | - | - | - | - | pienet[1] |
| Yhdyskunta-jv, rannikkovesiin / 2023 | - | - | - | - | pienet[1] |
| Teollisuus, sisävesiin / 2023 | 0,038 | 0,123 | 492,8 | 0,073 | pienet[2] |
| Teollisuus, rannikkovesiin / 2023 | 3,8 | 3,3 | 86,1 | 14,8 | pienet[2] |
| Laskeuma sisävesiin / 2021 | 6 | 14 | - | 118 | 0,7 |
| Laskeuma rannikkovesiin / 2021 | 5 | 7 | - | 97 | 0,2 |
| Jokien ainevirtaama mereen / 2018–2024 | 26,3 - 99,5 | 18,3 - 34,9 | 5 807 - 28 237 | 864 - 1 890 | - |

[1] Jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaispäästöistä pintavesiin Suomessa << 1% (Mehtonen ym. 2018)
[2] erittäin pienet verrattuna ilmapäästöihin Suomessa, teollisuuden dioksiinipäästöt ilmaan on tärkeä päästölähde (Mehtonen ym. 2012a & 2018, Munne ym. 2013)

Taulukko 8.11. Kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn teollisuusalakohtaiset päästöt VHA5:n sisävesiin (S) ja rannikkovesiin (R) vuonna 2023. - = ei ole tehty mittauksia tai VHA:lla ei ko. laitoksia.

| Teollisuussektori | Cd kg/a | | Hg kg/a | | Ni kg/a | | Pb kg/a | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | R | S | R | S | R | S | R |
| KA | 0,017 | - | 0,05 | - | 492,5 | 28 | 0,05 | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PK+PM | - | 3,8 | - | 3,3 | - | 58,1 | - | 14,8 |
| ME | - | - | - | - | - | - | - | - |
| EN | 0,02 | - | 0,003 | - | 0,07 | - | 0,013 | - |
| KE | - | - | - | - | - | - | - | - |
| JK | 0,0007 | - | 0,07 | - | 0,2 | - | 0,01 | - |
| yhteensä | 0,038 | 3,8 | 0,123 | 3,3 | 492,8 | 86,1 | 0,073 | 14,8 |

KA = Kaivannaisteollisuus PK + PM = Metsäteollisuus ME = Metalliteollisuus EN = Energiantuotanto
KE = Kemianteollisuus JK = Jätteenkäsittely

# 9. Tornionjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen Suomen puolen inventaario (VHA6)

## 9.1 Vesienhoitoalueen yleiskuvaus

Tornionjoen kansainvälinen vesienhoitoalue käsittää alueita Suomesta ja Ruotsista. Tämä haitallisten ja vaarallisten aineiden päästöinventaario 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 $km^2$, mikä on reilu kolmannes koko Tornionjoen–Muonionjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen pinta-alasta. Vesienhoitoalueeseen sisältyy Suomessa rannikkovesialuetta 107 $km^2$ ja sisävesialueita 666 $km^2$. Ruotsin puolella vesistöalueen pinta-ala on 25 393 $km^2$ ja Norjan puolen latvaosat yhteensä 284 $km^2$. Järviä vesistöalueen pinta-alasta on 1 858 $km^2$ (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 (Suomen puoli) väkimäärä vuonna 2011 oli noin 35 000 asukasta, eli väestön tiheys on noin 2,4 asukasta/$km^2$. Asutus ja muu kuormittava toiminta on keskittynyt valuma-alueen eteläosiin.

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.

Elohopea ja PBDE-yhdisteet ovat keskeisin syy pintavesien huonoon kemialliseen tilaan tällä vesienhoitoalueella. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto on puutteellista.
Orgaanisia tinayhdisteitä (TBT) on löytynyt merisedimentistä Kemin ja Tornion edustalta. Orgaanisia tinayhdisteitä on käytetty merialusten pohjamaaleissa estämään levien kiinnittyminen alusten runkoon. Tornion edustalla sedimenttinäytteitä on otettu ruoppaushankkeiden yhteydessä ja näissä näytteenotoissa on todettu kohonneita TBT-pitoisuuksia. Kemin edustalla orgaanisten yhdisteiden näytteitä on otettu erillisessä selvityksessä, kaloista ja sedimentistä.

**Päästöinventaarion näkökulmasta merkitykselliset aineet**

Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoalueella, jotta inventaarion jatkotyössä voidaan keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Aineiden merkityksellisyyden arvioinnissa avainasemassa olivat tiedot aineiden esiintymisestä vesiympäristössä. Lisätietoa arvioinnista löytyy luvusta 3. Arvioinnin tulokset VHA6:n pintavesissä ovat seuraavat:

- PBDE ja elohopea tunnistettiin merkityksellisiksi,

- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

## 9.2 Yhdyskunnat

### 9.2.1 Yleiskatsaus

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Tornionjoen vesienhoitoalueella asuvasta väestöstä 68 % on liittynyt viemäriverkostoihin. Vesienhoitoalueen Suomen puolella syntyvistä yhdyskuntien jätevesistä yli puolet johdetaan Haaparannan puhdistamolle Ruotsiin. Suurimman asutuskeskittymän, Tornion kaupungin, jätevedet ja vuodesta 2013 alkaen myös Karungin jätevedet on käsitelty Haaparannan kaupungin puhdistamolla ja puhdistetut jätevedet lasketaan Tornionjoen suulle Ruotsin puolella. Nämä eivät sisälly Suomen puolen kuormitusta koskeviin lukuihin.

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

### 9.2.2 Päästöt

Merkityksellisten aineiden yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästötietoa VHA6:n pintavesiin ei YLVA:sta löytynyt.

## 9.2 Teollisuus ja yritystoiminta

### 9.2.1 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.

### 9.2.2 Päästöt

Teollisuuden päästötietoa VHA4:n pintavesiin on esitetty taulukossa 9.1. Muista merkityksellisistä aineista ei YLVA:sta löytynyt päästötietoja.
HUOM! Niitä laitoksia, joiden päästöt johdetaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei käsitellä tässä luvussa, koska niiden päästöt eivät päädy suoraan pintaveteen.

Taulukko 9.1. Metalliteollisuuden päästöt VHA6:n pintavesiin vuonna 2023.

| Aine / laitos | Vesistö, johon päästöt kohdistuvat | Päästöt kg/a |
|---|---|---|
| Outokumpu Chrome Oy, Tornion tehtaat | 99.91 Tornion - Kemin rannikkoalue | |
| Elohopea | | 0,991 |
| Kadmium | | 0,496 |

| | | |
|---|---|---|
| Lyijy<br>Nikkeli | | 15,3<br>417,5 |

## 9.3 Maatalouden kasvinsuojeluaineet

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

## 9.4 Laskeuma

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Vanhoista EU:n prioriteettiaineista laskeuma Suomessa on arvioitu kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle (Pb) ja dioksiineille (PCDD/F, taulukko 9.2). Kadmiumin ja elohopean laskeumatrendit vuosina 1990-2021 on esitetty kuvissa 9.1 ja 9.2. Kadmiumin laskeuma on pienentynyt. Vastaavasti elohopean laskeuma on pienentynyt mutta vuodesta 2018 lähtien lisääntynyt.

Laskeuma arvioitiin vesienhoitoalueen koko pinta-alalle, sisävesiin, rannikkovesiin sekä maa-alueille. Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2021 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Laskeuma ja sen laskentamenettely, laskeumakartat, laskeumatrendi, Suomen päästöjen osuus laskeumasta sekä laskeuman epävarmuusarvio on esitetty liitteessä 2. Varsinkin elohopean osalta on syytä huomioida mallinnettuun laskeumaan liittyvä suuri epävarmuus ja vuosittainen vaihtelu.

Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt.

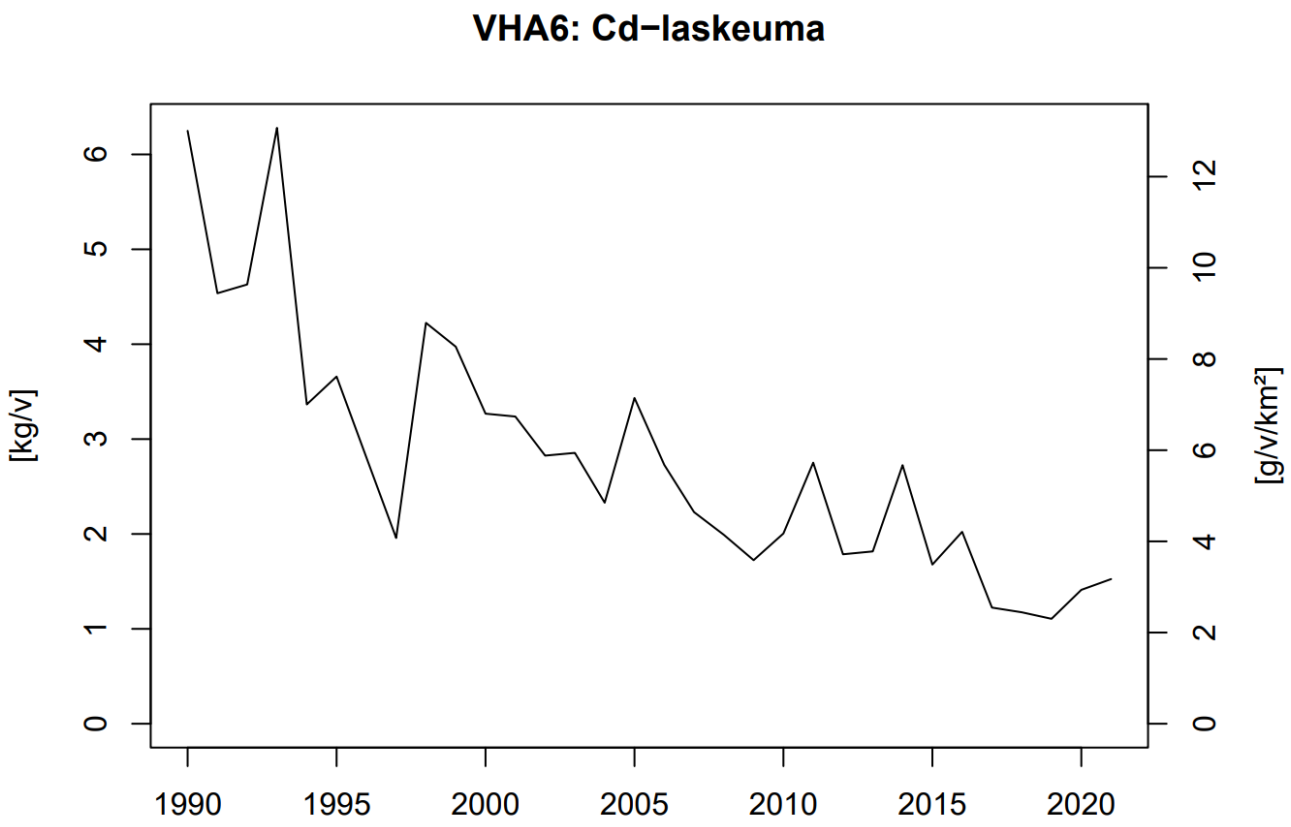
Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti.

Taulukko 9.2. Kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien ilmaperäinen laskeuma vuonna 2021 VHA6:lla

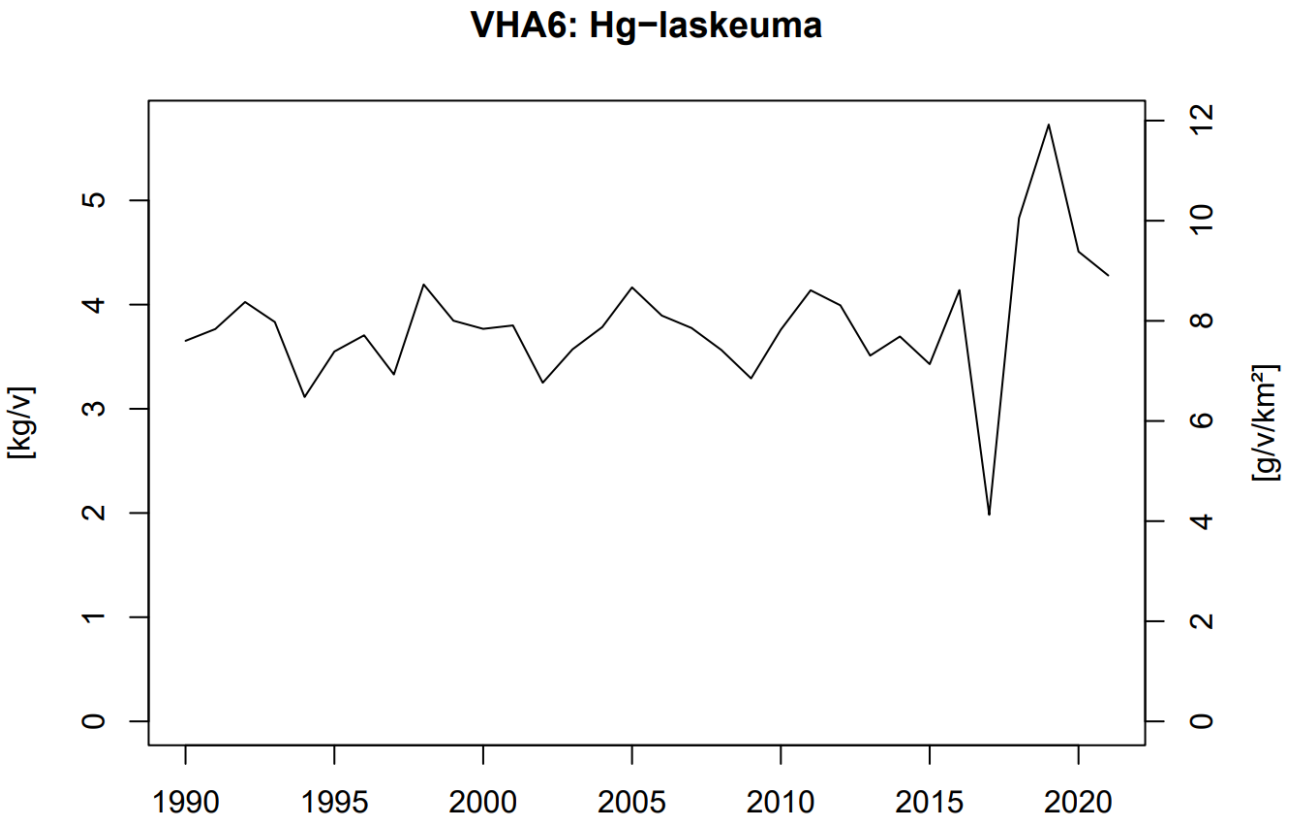
| **Laskeuma** | **Kadmium kg/a** | **Elohopea kg/a** | **Lyijy kg/a** | **PCDD/F g I-TEQ/a** |
|---|---|---|---|---|
| Laskeuma VHA:n sisävesiin | 2 | 4 | 30 | 0,2 |
| Laskeuma VHA:n rannikkovesiin* | 0,5 | 1 | 12 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Laskeuma VHA:n maa-aluelle | 41 | 131 | 823 | 5 |
| Laskeuma koko VHA:lle | 43 | 136 | 866 | 5 |

* VHA:n merialuerajaan asti




**Kuva 9.1.** Kadmiumin laskeuma sisävesiin VHA6:n alueelle 1990–2021.




**Kuva 9.2.** Elohopean laskeuma sisävesiin VHA6:n alueelle 1990–2021.

## 9.5 Merialueelle jokien kautta päätyvä ainevirtaama sekä happamat sulfaattimaat

Jokien ainevirtaama koostuu luonnossa esiintyvien aineiden kuten metallien osalta luonnon huuhtoumasta, mutta myös ihmisen aiheuttamasta piste- ja hajakuormituksesta valuma-alueella. Synteettisten orgaanisten aineiden jokiainevirtaamat mereen indikoivat ihmisten aiheuttamaa piste- ja hajakuormitusta.
Suomen metallipäästöt (esim. Cd, Ni, Zn ja Cr) ovat Itämeren alueen suurimpia (Matuszewska ym. 2025), mitä selittänee osaltaan se, että Suomessa sijaitsevat Euroopan laajimmat happamat sulfaattimaa-alueet. Sulfaattikerrosten hapettuessa muodostuu rikkihappoa, joka liuottaa metalleja maaveteen. Valuntaa aiheuttavien sateiden yhteydessä metallit kulkeutuvat edelleen jokivesiin. Maan kuivattaminen lisää hapettumisjaksojen määrää, minkä vuoksi ojituksella ja muilla kuivatustoimilla on keskeinen merkitys happo- ja metallikuormituksen muodostumisessa. Haittoja pyritään vähentämään muun muassa uuden happamien sulfaattimaiden strategian ja toimenpideohjelman avulla (Nuotio ym. 2026).

Jokien ainevirtaamat on arvioitu kaikille aineille, joista löytyy mitattua pitoisuustietoa; myös vähämerkityksellisistä aineista. Jokien ainevirtaama mereen laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2018–2024 VESLA- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei arvioitu, koska ne eivät sisälly jokien ainevirtaamien seurantaohjelmaan. Vedenlaadun näytteenottopisteet sijaitsivat jokisuiden läheisyydessä. Joen ainevirtaama laskettiin siinä tapauksessa, jos näytteiden lukumäärä oli ≥ 5 kpl/a. Jos näytteiden

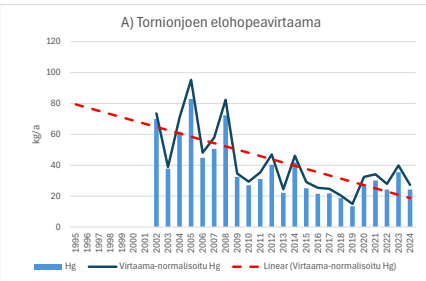
lukumäärä < 5 kpl/a, on ilmoitettu, että onko ainetta havaittu joesta, mutta ainevirtaamaa ei ole laskettu. Tähän laskentatapaan liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Koska pitoisuustiedot perustuvat suhteellisen harvaan näytteenottoon, ne eivät välttämättä kuvaa kaikkia pitoisuuksien vaihteluita vuoden aikana, erityisesti virtaamahuippujen tai lyhytaikaisten kuormituspiikkien yhteydessä. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat analyysimenetelmien määritysrajat sekä se, että osa näytteistä voi olla määritysrajan alapuolella. Näistä syistä vuosikohtaisia ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, ja niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta, joka liittyy sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen. Tarkempi jokien ainevirtaaman arviointimenetelmä ja kohdeaineet ovat esitetty liitteessä 1.

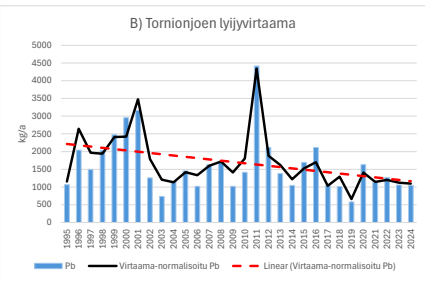
Kaikissa vuosina 2018–2024 Tornionjoesta otetuissa näytteissä havaittiin nikkeliä ja lyijyä (taulukko 9.3). Elohopeaakin havaittiin melkein kaikissa näytteissä, mutta kadmiumia selkeästi harvemmin. Nikkelin ja lyijyn ainevirtaamat Tornionjoessa ovat monikertaiset verrattuna kadmiumiin ja elohopeaan.

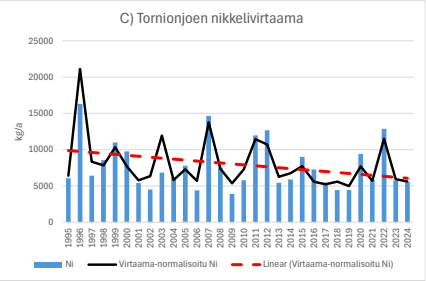
Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Ainevirtaamien muutoksia tarkastellaan yleisesti virtaamanormalisoiduista ainevirtaamista, jotta voitaisiin eliminoida vuosien välinen virtaamasta aiheutuva vaihtelu aihevirtaamissa. Tässä kartoituksessa käytimme HELCOMissa käytössä olevaa virtaamanormalisointimenetelmää ja trenditarkastelua (Larsen ja Svendsen 2019). Trenditarkastelu vaatii riittävän pitkältä ajalta (vähintään 20 vuotta) samalla menetelmällä tehtyjä analyysejä, jotta tarkastelu olisi luotettava.  Tässä selvityksessä käytetty ajanjakso oli 1995-2024. Tornionjoen sekä lyijy- että nikkelivirtaama vähentyivät tuona ajanjaksona. Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002−2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Tornionjoella (kuva 9.3). Kadmiumanalytiikassa on tapahtunut useita muutoksia, ja siksi sen osalta trenditarkastelu ei ole mahdollinen.

Taulukko 9.3. Tornionjoen kautta Perämerelle päätyvä raskasmetallien ainevirtaama vuosina 2018−2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| JOKI | Vuosi | MQ | CD | | HG | | NI | | PB | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m3/s | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **TORNIONJOKI** | **2018** | 363 | 38.8 | 6/12 | 15.6 | 12/12 | 3723 | 12/12 | 835 | 12/12 |
| | **2019** | 408 | 21.1 | 4/13 | 12.4 | 10/13 | 3791 | 13/13 | 523 | 13/13 |
| | **2020** | 553 | 83.9 | 10/15 | 24.1 | 13/14 | 9306 | 15/15 | 1593 | 15/15 |
| | **2021** | 467 | 49.0 | 10/14 | 25.2 | 13/13 | 5315 | 14/14 | 1000 | 14/14 |
| | **2022** | 504 | 73.0 | 8/14 | 20.1 | 12/12 | 13122 | 14/14 | 1461 | 14/14 |
| | **2023** | 443 | 45.5 | 7/13 | 28.0 | 11/11 | 4822 | 13/13 | 839 | 13/13 |
| | **2024** | 450 | 43.0 | 7/13 | 20.5 | 13/13 | 4726 | 13/13 | 928 | 13/13 |



Kuva 9.3. Tornionjoen elohopeavirtaama (kuva A), lyijyvirtaama (kuva B) ja nikkelivirtaama (kuva C) vuosina 1995–2025. Pylväät näyttävät ainevirtaamat, viiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman ja katkoviiva virtaamanormalisoidun ainevirtaaman monotonisen trendin. Trendiviiva näkyy, mikäli muutos on tilastollisesti merkitsevä.

Tornionjoessa ei havaittu vuonna 2023 kasvinsuojeluaineita (10 näytteenottokertaa). Mitatut kasvinsuojeluaineet on esitetty liitteessä 1.

Vuonna 2021 Tornionjoesta otetuista näytteistä ftalaateista löytyi vain bentsyylibutyyliftalaattia (ainevirtaama 31 kg/a, taulukko 9.4).

Taulukko 9.4. Tornionjoen kautta Perämerelle päätyvä ftalaattien ainevirtaama 2021. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | DBP | | BBP | | DEHP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **TORNIONJOKI** | **2021** | ei hav. | 0/8 | 31 | 1/8 | ei hav. | 0/7 |

Vuonna 2020 määritetyistä kahdeksasta fenoliyhdisteestä havaittiin kerran nonyylifenolia (NPT) ainevirtaaman ollessa suuri Tornionjoen kautta Perämereen 837 kg/a (taulukko 9.5). Edellinen inventaario (Mehtonen ym. 2021a) ei sisältänyt nonyylifenolin ainevirtaama-arviota Kemijoen kautta mereen, koska ei ollut mittaustietoa. Tornionjoen uusintanäytteillä tulisi selvittää esiintyykö nonyylifenolia edelleen vedessä kohonneina pitoisuuksina ja jos esiintyy, niin mistä kuormitus on peräisin.

Taulukko 9.5. Tornionjoen kautta Perämerelle päätyvä fenoliyhdisteiden ainevirtaama vuonna 2020. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | NP1EO | | NP2EO | | NPT | | NP4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **TORNIONJOKI** | **2020** | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 | 837 | 1/9 | ei hav. | 0/9 |
| **Joki** | **Vuosi** | **OP** | | **PTOF** | | **OP1EO** | | **OP2EO** | |
| | | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok | kg/a | hav/kok |
| **TORNIONJOKI** | **2020** | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 | ei hav. | 0/9 |

Vuonna 2022 PAH-yhdisteistä löytyi vain naftaleenia ja sitäkin vain yhdestä Tornionjoen vesinäytteestä (ainevirtaama 15 kg/a, taulukko 9.6). Muut tutkitut aineet olivat fluoranteeni, antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni ja indeno(1,2,3-cd)pyreeni.

Taulukko 9.6. Tornion kautta Perämereen päätyvä PAH-yhdisteiden ainevirtaama 2022. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä.

| Joki | Vuosi | Naftaleeni | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| **TORNIONJOKI** | **2022** | 15.3 | 1/10 |

PFOS-yhdisteitä on päätynyt ja joiltain osin edelleen päätyy ympäristöön esim. ilmalaskeumana, yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta, puhdistamolietteiden levityksestä sekä kaatopaikoilta ja pilaantuneesta maaperästä. PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia (Perkola ym. 2023). Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) ei havaittu lainkaan vuonna 2019 Tornionjoen vedestä kun taas vuonna 2024 sitä havaittiin kahdesta vesinäytteestä kahdeksasta mereen päätyvän ainevirtaaman ollessa 2,2 kg/a (taulukko 9.7).
Tornionjoen kautta mereen päätyvä PFOS-ainevirtaama vuonna 2017 oli 1,8 kg/a (8 vesinäytettä; Junttila ym. 2019). Globaaleista 2000-luvulla asetetuista käytön rajoituksista johtuvaa PFOS-ainevirtaaman vähentymistä Tornionjoen kautta mereen ei ole vielä havaittavissa. PFOSin ja muiden PFAS-yhdisteiden seurantaa on kuitenkin jatkettava.

Taulukko 9.7. Tornionjoen kautta Perämereen päätyvä PFOS-virtaama vuonna 2019 ja 2024. hav = yli määritysrajan olevien näytteiden lukumäärä. kok = näytteiden kokonaislukumäärä. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| Joki | Vuosi | PFOS | |
|---|---|---|---|
| | | kg/a | hav/kok |
| **TORNIONJOKI** | **2019** | ei hav. | 0/7 |
| | **2024** | 2.2 | 2/9 |

## 9.6 Yhteenveto

Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöinventaario pintavesiin tehtiin SYKEn ja LVV:n / ELY-keskusten yhteistyönä vuosina 2025-2026. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöihin ja kulketumiseen liittyvää tietopohjaa. Inventaario tukee vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia.

Inventaario tehtiin 45 EU:n prioriteettiaineelle /-aineryhmälle, kahdeksalle muulle pilaavalle aineelle, joille on asetettu EU-tasollla ympäristönlaatunormi ja jotka käytännössä ovat EU:n prioriteettiaineita sekä 15 kansalliselle haitalliselle aineelle.

Inventaariossa on arvioitu seuraavia päästölähteitä ja kulkeutumisreittejä:
* Yhdyskunnat

* Teollisuus ja yritystoiminta
* Maatalouden kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat
* Laskeuma
* Mereen laskevien jokien ainevirtaamat

Inventaariossa tunnistettiin päästöinventaarion kriteerien perusteella merkitykselliset aineet, joiden osalta pyrittiin arvioimaan kattavammin päästöjä.

- PBDE ja elohopea tunnistettiin merkityksellisiksi,
- resorsinolin, TCMTB:n ja bentsotiatsoli-2-tiolin osalta ei ollut mahdollista arvioida merkityksellisyyttä (ei EQS-arvoa) ja
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi tai niiden osalta ei ollut tarpeeksi ympäristöpitoisuustietoa merkityksellisyyden arviointiin.

**Päästöt, huuhtoumat ja kulkeutuminen pintavesiin**

Tietoa merkityksellisten aineiden päästöistä, huuhtoumista ja kulkeutumisesta VHA6:n pintavesiin on koottu taulukoihin 9.8 ja 9.9.

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden metallipäästöistä VHA5:n pintavesiin ei ole tietoa. Teollisuudesta pääsee kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä ja lyijyä pintavesiin. VHA6:n alueella ainoa teollisuudenala, jolta löytyi mitattua päästötietoa on metalliteollisuus (Tornion terästehdas) ja jonka päästöt kohdistuvat rannikkovesiin (taulukko 9.9).
On huomattava, että pitkällä aikajaksolla, viimeisten 50 vuoden aikana, teollisuuden Hg-, Cd-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin Suomessa ovat merkittävästi vähentyneet, yleensä noin 68-99% teollisuuden alasta ja metallista riippuen (ks. luku 11.2, taulukot 11.5 – 11.8).

PBDE-yhdisteiden päästölähteistä ja ympäristöpitoisuuksien muutoksista Suomessa ja Pohjois-Euroopassa on esitetty liitteessä 3. Palonsuoja-aineina erilaisissa muoveissa käytettyjen polybromatut difenyylieetteri (PBDE) -yhdisteiden käyttö lisääntyi 1980- ja 1990 –luvulla Euroopassa, mutta alkoi vähentyä 2000-luvulla. PBDE-yhdisteiden päästöjä ja kulkeutumista ympäristöön ei kunnolla tiedetä, mutta niiden yleinen esiintyminen vesiympäristössä arvioidaan johtuvan ilmaperäisestä laskeumasta. Urbaaneilla alueilla vesieliöstön PBDE-pitoisuudet ovat korkeampia kuin vesistöissä, joiden alueella asuu vähemmän ihmisiä. PBDE-yhdisteitä esiintyy edelleen käytössä olevissa esineissä, joista niitä saattaa kulkeutua ympäristöön käytön tai jätteenkäsittelyn yhteydessä. Jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteet pääosin kiinnittyvät puhdistamolietteeseen, mutta jossain määrin myös kulkeutuvat pintavesiin. PBDE-yhdisteitä voi päätyä merkittävästi maaperään puhdistamolietteen levittämisen kautta, ja yhdisteet sitoutuvat pääosin pysyvästi maaperään partikkeleihin, mutta voivat partikkeleihin sitoutuneena huuhtoutua sadeveden mukana pintavesiin. Suomessa puhdistamolietteen levitys maahan ja laskeuma ovat arvioitu suurimmiksi PBDE:n kulkeutumisreiteiksi ympäristöön. PBDE-yhdisteiden pitoisuus sisävesien ja rannikon ahvenessa on laskenut vuoden 2009 tasosta (kahdelta paikalta tuloksia), mutta vuoden 2010 jälkeen pitoisuus on pysynyt kaikilla paikoilla pääosin melko samalla tasolla. Silakan PBDE-pitoisuudet ovat vuosina 2009-2023 laskeneet kaikilla Suomen merialueilla. Myös useimpien muiden kalalajien kuten kuhan, ahvenen, lahnan ja siian PBDE-pitoisuudet ovat alentuneet vuosina 2009-2023 Itämerellä (liite 3).

Tässä inventaariossa tarkastellut maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat VHA6:lla vähämerkityksellisiä ja siten niiden huuhtoumia pintavesiin ei arvioitu.

Kadmiumin, elohopean, lyijyn sekä dioksiinien pääkulkeutumisreitti sisävesiin on laskeuma (taulukko 9.8). Kadmiumin laskeuma on vuosina 1990-2021 pienentynyt. Vastaavasti elohopean laskeuma on pienentynyt mutta vuodesta 2018 lähtien noussut. Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto vaikutuksista on puutteellista. Maanmuokkauksen ja suometsien ojitusten vaikutuksia elohopean metylaatioon ja huuhtoumaan tulee selvittää tarkemmin Suomen olosuhteissa (ks. myös Mehtonen ym. 2021b).
Kaikissa vuosina 2018–2024 Tornionjoesta otetuissa näytteissä havaittiin nikkeliä ja lyijyä. Elohopeaa havaittiin melkein kaikissa näytteissä, mutta kadmiumia selkeästi harvemmin. Nikkelin ja lyijyn ainevirtaamat Tornionjoessa ovat monikertaiset verrattuna kadmiumiin ja elohopeaan.

Lyijy- ja nikkelin ainevirtaamat vähentyivät Tornionjoessa vuosina 1995-2024. Elohopean analytiikassa tapahtuneiden muutosten takia aikasarja-analyysit alkavat vuodesta 2002. Vuosien 2002−2024 välisenä ajanjaksona elohopeavirtaama laski tilastollisesti merkitsevästi Tornionjoella. Kadmiumanalytiikassa on tapahtunut useita muutoksia, ja siksi sen osalta trenditarkastelu ei ole mahdollinen. Metallien ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Jokien metalliainevirtaama-arviot sisältävät ihmisperäisen kuormituksen lisäksi jokivedessä luontaisesti esiintyvistä metalleista aiheutuvan osuuden.

PFOS-yhdisteiden merkittävimmät ympäristöpäästöt ovat liittyneet niitä sisältävien sammutusvaahtojen käyttöön. Erityisesti paloharjoitustoiminnassa sammutusvaahtoja on päässyt monilla alueilla toistuvasti suoraan maaperään, josta PFOS-yhdisteitä kulkeutuu vähitellen pohja- ja pintavesiin. Tällä hetkellä ei pystytä arvioimaan pilaantuneilta maa-alueilta pintavesiin päätyviä PFOS-huuhtoumia.
Perfluorioktaanisulfonihappoa (PFOS) ei havaittu Tornionjoen vedestä lainkaan vuonna 2019 ja kaksi kertaa vuonna 2024 mereen päätyvän ainevirtaaman ollessa 2,2 kg/a. Tornionjoen kautta mereen päätyvä PFOS-ainevirtaama vuonna 2017 oli 1,8 kg/a (Junttila ym. 2019). Globaaleista 2000-luvulla asetetuista käytön rajoituksista johtuvaa PFOS-ainevirtaaman vähentymistä Tornionjoen kautta mereen ei ole vielä havaittavissa. Seurantaa on siis jatkettava.

VPD-kasvinsuojeluaineita ei havaittu Tornionjoen vedestä. Ftalaateista havaittiin vain bentsyylibutyyliftalaattia, PAH-näytteistä havaittiin kerran naftaleenia ja fenolisista yhdisteistä kerran nonyylifenolia (NPT). Nonyylifenolin ainevirtaama Tornionjoen kautta Perämereen oli suuri (837 kg/a). Tornionjoen uusintanäytteillä tulisi selvittää esiintyykö nonyylifenolia edelleen vedessä kohonneina pitoisuuksina ja jos esiintyy, niin mistä kuormitus on peräisin.

Taulukko 9.8. Kadmiumin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja dioksiinien (PCDD/F) päästöt ja kulkeumat VHA6:n alueella. - = ei ole tehty mittauksia tai VHA:lla ei ko. laitoksia

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | Cd kg/a | Hg kg/a | Ni kg/a | Pb kg/a | PCDD/F g I-TEQ/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | - | - | - | - | pienet[1] |
| Yhdyskunta-jv, rannikkovesiin / 2023 | - | - | - | - | pienet[1] |
| Teollisuus, sisävesiin / 2023 | - | - | - | - | pienet[2] |
| Teollisuus, rannikkovesiin / 2023 | 0,50 | 0,99 | 418 | 15 | pienet[2] |
| Laskeuma sisävesiin / 2021 | 2 | 4 | - | 30 | 0,2 |
| Laskeuma rannikkovesiin / 2021 | 0,5 | 1 | - | 12 | 0 |
| Jokien ainevirtaama mereen / 2018–2024 | 21,1 – 83,9 | 12,4 - 28 | 3 723 - 13 122 | 523 - 1 593 | - |

[1] Jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaispäästöistä pintavesiin Suomessa << 1% (Mehtonen ym. 2018)

[2] erittäin pienet verrattuna ilmapäästöihin Suomessa, teollisuuden dioksiinipäästöt ilmaan on tärkeä päästölähde (Mehtonen ym. 2012a & 2018, Munne ym. 2013)

Taulukko 9.9. Kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn teollisuusalakohtaiset päästöt VHA6:n sisävesiin (S) ja rannikkovesiin (R) vuonna 2023. - = ei ole tehty mittauksia tai VHA:lla ei ko. laitoksia.

| Teollisuussektori | Cd kg/a | | Hg kg/a | | Ni kg/a | | Pb kg/a | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S | R | S | R | S | R | S | R |
| KA | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PK+PM | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ME | - | 0,50 | - | 0,99 | - | 417,5 | - | 15,3 |
| EN | - | - | - | - | - | - | - | - |
| KE | - | - | - | - | - | - | - | - |
| JK | - | - | - | - | - | - | - | - |
| yhteensä | - | | - | | - | | - | |

KA = Kaivannaisteollisuus PK + PM = Metsäteollisuus ME = Metalliteollisuus EN = Energiantuotanto
KE = Kemianteollisuus JK = Jätteenkäsittely

# 10. Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen kansainvälisen vesienhoitoalueen Suomen puolen inventaario (VHA7)

## 10.1 Vesienhoitoalueen yleiskuvaus

Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen kansainvälinen vesienhoitoalue käsittää Suomen ja Norjan rajajoet. Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen kansainvälinen vesienhoitoalue kattaa Tenojoen, Näätämöjoen, Uutuanjoen ja Paatsjoen vesistöalueiden, sekä Venäjälle laskevan Tulomajoen latvavesistöalueen. Vesienhoitoalueen pinta-ala Suomen puolella on 25 566 $km^2$, mikä on noin kaksi kolmasosaa valuma-alueiden pinta-alasta.

Väestöä ja asutuskeskittymiä alueella on vähän. Ihmisen aiheuttama kuormitus Suomen puoleisella alueella on vähäistä, eikä veden laadullisia ongelmia juurikaan ole. Kuormittavia tekijöitä alueella ovat lähinnä metsätalous, yhdyskunnat sekä haja- ja loma-asutus. Vesienhoitoalueen väkimäärä Suomen puolella on noin 8 000 asukasta (v. 2011) ja väestöntiheys noin 0,3 asukasta/km2. Tenojoen vesistöalueella asutus Suomen puolella on keskittynyt Utsjoen, Nuorgamin ja Karigasniemen taajamiin. Norjan puolella Karasjoelle ja Tana Bruhun. Paatsjoen vesistöalueella Suomen puolella asutus on keskittynyt Ivalon ja Inarin taajamiin, Etelä-Varankiin Norjassa ja Nikelin kaupunkiin Venäjällä.

Teollisuutta on vain vähän. Norjassa Austertanassa sijaitsee kvartsiittikaivos.
Suurin kuormittaja on ollut Venäjän puolella Nikkelin kaupungissa Paatsjoen varrella sijaitseva Petsenganikel -teollisuuskombinaatti, jossa tuotettiin kuparia, nikkeliä ja rikkihappoa.Kombinaatin päästöt sisälsivät erittäin suuria määriä rikkidioksidia ja raskasmetalleja, pääasiassa nikkeliä ja kuparia. Nikkelin sulatto suljettiin loppuvuonna 2020. Sulaton päästövaikutukset kohdistuivat pääasiassa Norjan ja Venäjän alueille.

Vesienhoitoalueella ei Suomen puolella ole laitoksia, joilla on lupa käyttää tai päästää vesistöön valtioneuvoston vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetussa asetuksessa mainittuja aineita tai yhdisteitä. Myöskään ympäristön tilaa koskevien selvitysten ja seurantojen perusteella vesienhoitoalueella ei ole havaittavissa haitallisten aineiden kuormitusta, joka ylittäisi ympäristölaatunormeja. Vain aikaisemmasta ja nykyisestä ilmalaskeumasta peräisin olevat PBDE-yhdisteet aiheuttavat ympäristönlatunormin ylityksiä tällä vesienhoitoalueella.

**Päästöinventaarion näkökulmasta merkitykselliset aineet**
Inventaarion yhtenä tarkoituksena on tunnistaa aineita, joilla on vähäistä merkitystä vesienhoitoaluella, jotta inventaarion jatkotyössa voidaan keskittyä merkityksellisiin aineisiin. Aineiden merkityksellisyyden arvioinnissa avainasemassa olivat tiedot aineiden esiintymisestä vesiympäristössä. Lisätietoa arvioinnista löytyy luvusta 3. Arvioinnin tulokset VHA7:n pintavesissä ovat seuraavat:

- PBDE tunnistettiin merkitykselliseksi,
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi

## 10.2 Yhdyskunnat

### 10.2.1 Yleiskatsaus

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen vesienhoitoalue on kokonaisuudessaan hyvin harvaan asuttua aluetta, väkimäärä Suomen puolella on noin 8 000 asukasta (v. 2011) ja väestöntiheys noin 0,3 asukasta/km$^2$. Alueella on kaksi kuntakeskusta, muutamia suurempia kyliä ja Saariselän merkittävä matkailukeskus. Suomen puolella asuvasta väestöstä noin 79 % on liittynyt vesihuoltolaitosten viemäriverkostoihin. Pääosa vesienhoitoalueen yhdyskuntien jätevesistä käsitellään Inarin kahdessa ja Utsjoen kolmessa jätevedenpuhdistamossa.

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

### 10.2.2 Päästöt

Merkityksellisten aineiden yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästötietoa VHA7:n pintavesiin ei YLVA:sta löytynyt.

## 10.3 Teollisuus ja yritystoiminta

### 10.3.1 Yleiskatsaus

Teollisuuden päästöt ovat luonteeltaan pistekuormitusta. Vesienhoitoalueella on vähän teollisuutta. Utsjoen kunnassa on pieniä lohen ja poronlihan jalostuslaitoksia.

Alueella ei ole käytössä olevia yhdyskuntien tai teollisuuden kaatopaikkoja eikä muunlaista jätteenkäsittelytoimintaa.

### 10.3.2 Päästöt

Merkityksellisten aineiden teollisuuden päästötietoa VHA7:n pintavesiin ei YLVA:sta löytynyt. HUOM! Niitä laitoksia, joiden päästöt johdetaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamoille, ei käsitellä tässä luvussa, koska niiden päästöt eivät päädy suoraan pintaveteen.

## 10.4 Maatalouden kasvinsuojeluaineet

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

## 10.5 Laskeuma

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Vanhoista EU:n prioriteettiaineista laskeuma Suomessa on arvioitu kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle (Pb) ja dioksiineille (PCDD/F, taulukko 10.1). Kadmiumin ja elohopean laskeumatrendit vuosina 1990-2021 on esitetty kuvissa 10.1 ja 10.2. Kadmiumin laskeuma on pienentynyt. Vastaavasti elohopean laskeuma on pienentynyt mutta vuodesta 2018 lähtien noussut.

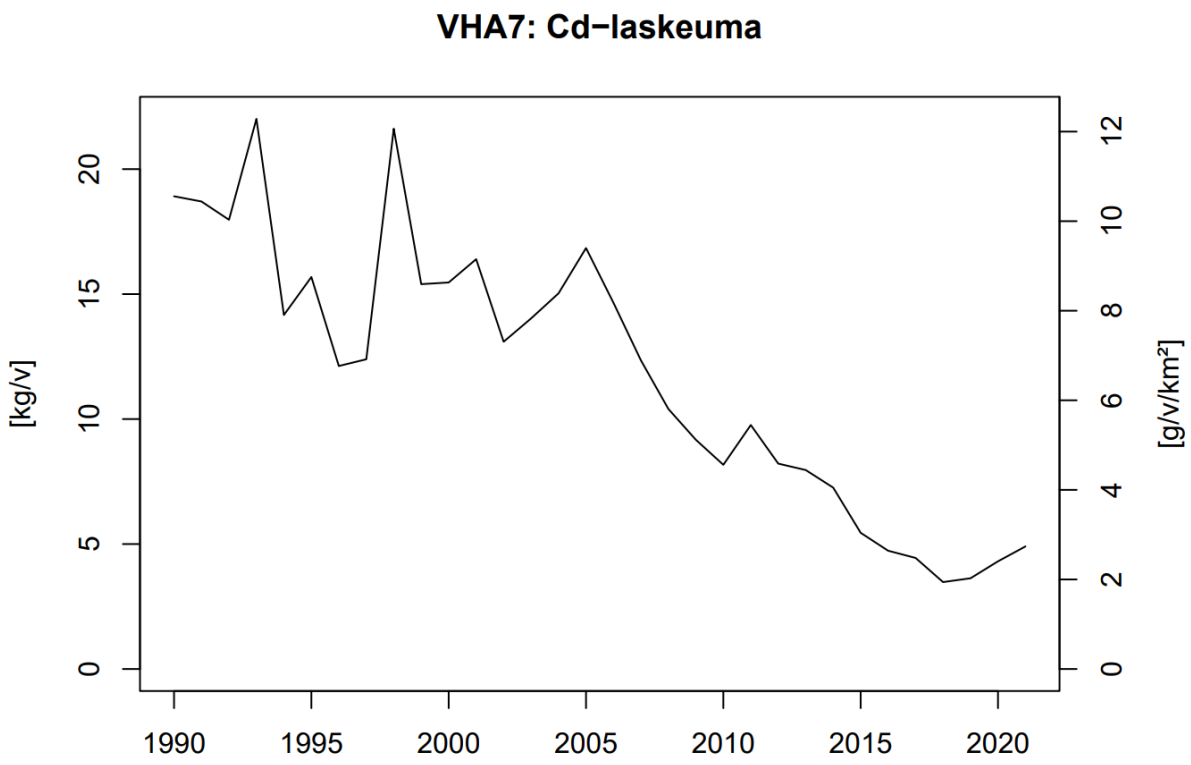
Laskeuma arvioitiin vesienhoitoalueen koko pinta-alalle, sisävesiin sekä maa-alueille. Laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin tuloksiin vuoden 2021 kokonaislaskeumasta, johon luetaan mukaan sekä Suomen päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Laskeuma ja sen laskentamenettely, laskeumakartat, laskeumatrendi, Suomen päästöjen osuus laskeumasta sekä laskeuman epävarmuusarvio on esitetty liitteessä 2. Varsinkin elohopean osalta on syytä huomioida mallinnettuun laskeumaan liittyvä suuri epävarmuus ja vuosittainen vaihtelu.

Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt.

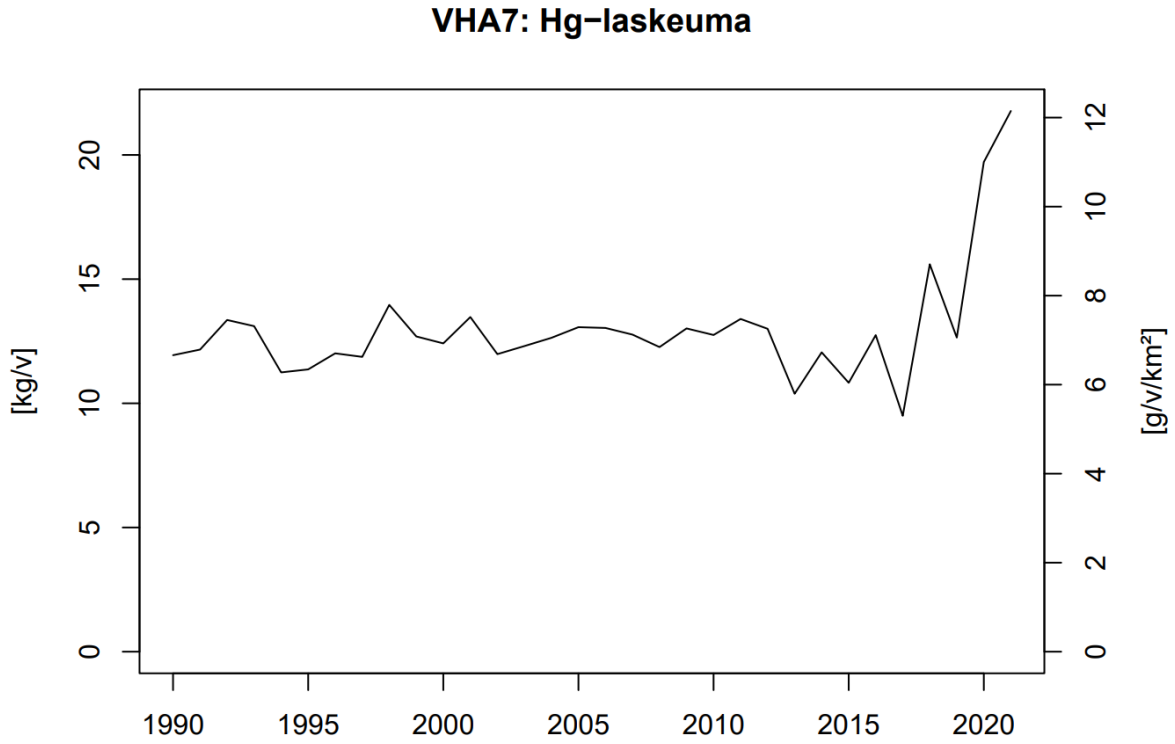
Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta koko Suomen tasolla on karkeasti arvioiden noin prosentti.

Taulukko 10.1. Kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien ilmaperäinen laskeuma vuonna 2021 VHA7:llä.

| Laskeuma | Kadmium kg/a | Elohopea kg/a | Lyijy kg/a | PCDD/F g I-TEQ/a |
|---|---|---|---|---|
| Laskeuma VHA:n sisävesiin | 5 | 22 | 93 | 0,6 |
| Laskeuma VHA:n maa-aluelle | 67 | 308 | 1 261 | 10 |
| Laskeuma koko VHA:lle | 72 | 330 | 1 354 | 10 |




**Kuva 10.1.** Kadmiumin laskeuma sisävesiin VHA7:n alueelle 1990–2021.




**Kuva 10.2.** Elohopean laskeuma sisävesiin VHA7:n alueelle 1990–2021.

## 10.6 Merialueelle päätyvä ainevirtaama jokien kautta

Ainevirtaamia ei voi arvioida VHA7:n joille, koska ko. aineita ei ole mitattu joista. Vesienhoitoalueelta ei laske jokia Suomen merialueelle.

## 10.7 Yhteenveto

Vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöinventaario pintavesiin tehtiin SYKEn ja LVV:n / ELY-keskusten yhteistyönä vuosina 2025-2026. Inventaarion avulla vesien- ja merenhoidon suunnitteluun osallistuvat tahot saavat yhtenäistä vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöihin ja kulketumiseen liittyvää tietopohjaa. Inventaario tukee vesien- ja merenhoidon suunnittelua sekä toimenpideohjelmien laatimista ja niiden vaikuttavuuden arviointia.

Inventaario tehtiin 45 EU:n prioriteettiaineelle /-aineryhmälle, kahdeksalle muulle pilaavalle aineelle, joille on asetettu EU-tasollla ympäristönlaatunormi ja jotka käytännössä ovat EU:n prioriteettiaineita sekä 15 kansalliselle haitalliselle aineelle.

Inventaariossa on arvioitu seuraavia päästölähteitä ja kulkeutumisreittejä:
* Yhdyskunnat
* Teollisuus ja yritystoiminta
* Maatalouden kasvinsuojeluaineiden huuhtoumat
* Laskeuma
* Jokien ainevirtaamat

Inventaariossa tunnistettiin päästöinventaarion kriteerien perusteella merkitykselliset aineet, joiden osalta pyrittiin arvioimaan kattavammin päästöjä.

- PBDE tunnistettiin merkitykselliseksi,
- loput aineet tunnistettiin vähämerkityksellisiksi.

**Päästöt, huuhtoumat ja kulkeutuminen pintavesiin**

Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen vesienhoitoalue on kokonaisuudessaan hyvin harvaan asuttua aluetta. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöistä pintavesiin ei ole mittaustietoa. Vesienhoitoalueella on vähän teollisuutta. Alueella ei ole käytössä olevia yhdyskuntien tai teollisuuden kaatopaikkoja eikä muunlaista jätteenkäsittelytoimintaa.

Kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien pääkulkeutumisreitti pintavesiin VHA7:lla on laskeuma (taulukko 10.2). Kadmiumin laskeuma on vuosina 1990-2021 pienentynyt. Vastaavasti elohopean laskeuma on pienentynyt mutta vuodesta 2018 lähtien noussut. Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan

vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti.

PBDE-yhdisteiden päästölähteistä ja ympäristöpitoisuuksien muutoksista Suomessa ja Pohjois-Euroopassa on esitetty liitteessä 3. Palonsuoja-aineina erilaisissa muoveissa käytettyjen polybromatut difenyylieetteri (PBDE) -yhdisteiden käyttö lisääntyi 1980- ja 1990 –luvulla Euroopassa, mutta alkoi vähentyä 2000-luvulla. PBDE-yhdisteiden päästöjä ja kulkeutumista ympäristöön ei kunnolla tiedetä, mutta niiden yleinen esiintyminen vesiympäristössä arvioidaan johtuvan ilmaperäisestä laskeumasta. Urbaaneilla alueilla vesieliöstön PBDE-pitoisuudet ovat korkeampia kuin vesistöissä, joiden alueella asuu vähemmän ihmisiä. PBDE-yhdisteitä esiintyy edelleen käytössä olevissa esineissä, joista niitä saattaa kulkeutua ympäristöön käytön tai jätteenkäsittelyn yhteydessä. Jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteet pääosin kiinnittyvät puhdistamolietteeseen, mutta jossain määrin myös kulkeutuvat pintavesiin. PBDE-yhdisteitä voi päätyä merkittävästi maaperään puhdistamolietteen levittämisen kautta, ja yhdisteet sitoutuvat pääosin pysyvästi maaperään partikkeleihin, mutta voivat partikkeleihin sitoutuneena huuhtoutua sadeveden mukana pintavesiin. Suomessa puhdistamolietteen levitys maahan ja laskeuma ovat arvioitu suurimmiksi PBDE:n kulkeutumisreiteiksi ympäristöön. PBDE-yhdisteiden pitoisuus sisävesien ja rannikon ahvenessa on laskenut vuoden 2009 tasosta (kahdelta paikalta tuloksia), mutta vuoden 2010 jälkeen pitoisuus on pysynyt kaikilla paikoilla pääosin melko samalla tasolla. Silakan PBDE-pitoisuudet ovat vuosina 2009-2023 laskeneet kaikilla Suomen merialueilla. Myös useimpien muiden kalalajien kuten kuhan, ahvenen, lahnan ja siian PBDE-pitoisuudet ovat alentuneet vuosina 2009-2023 Itämerellä (liite 3).

Tässä inventaariossa tarkastellut maatalouden kasvinsuojeluaineet ovat VHA7:lla vähämerkityksellisiä ja siten niiden huuhtoumia pintavesiin ei arvioitu.

Taulukko 10.2. Kadmiumin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja dioksiinien (PCDD/F) päästöt ja kulkeumat VHA7:n alueella. - = ei ole tehty mittauksia tai VHA:lla ei ko. laitoksia

| Päästölähde tai kulkeumareitti / vuosi | Cd kg/a | Hg kg/a | Pb kg/a | Ni kg/a | PCDD/F g I-TEQ/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Yhdyskunta-jv, sisävesiin / 2023 | - | - | - | - | - |
| Teollisuus, sisävesiin / 2023 | - | - | - | - | - |
| Laskeuma sisävesiin / 2021 | 5 | 22 | 93 | - | 0,6 |
| Jokien ainevirtaama Venäjälle ja Norjaan | - | - | - | - | - |

# 11 Kansallinen yhteenveto VHA-kohtaisista inventaarioista

Yhteenveto-luvussa on esitetty päästötietoja pääasiassa niistä aineista, jotka ovat merkityksellisiä yhdellä tai useammalla vesienhoitoalueella Suomessa (ks. luku 3).

## 11.1 Yhdyskunnat

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt päästöt pintavesiin vuonna 2023 olivat suurimmat nikkelillä (n. 2 500 kg/a), DEHP:lla (313 kg/a) ja lyijyllä (66 kg/a). Jätevedenpuhdistamojen elohopeapäästöt olivat n. 6 kg/a, kadmiumpäästöt n. 7 kg/a ja PFOS-päästöt n. 0,5 kg/a.

Vesienhoitoalueista Kokemäenjoen–Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueella (VHA3) oli pääsääntöisesti suurimmat yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt pintavesiin. Oulujoen - Iijoen vesienhoitoalueella (VHA4) oli suurimmat Hg-päästot pintavesiin (taulukko 11.1).

Seuraaville merkityksellisiksi tunnistetuille aineille yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen ei pääsääntöisesti arvioida olevan merkittävä päästölähde: antraseeni, fluoranteeni, bentso(b)fluoranteeni (BbF), bentso(k)fluoranteeni (BkF), bentso(g,h,i)peryleeni (BGHIP), PBDE, TBT ja MCPA (taulukko 3.2).

Taulukko 11.1. Yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen päästöt pintavesiin (kg/a) vuonna 2023 (YLVA-rekisteri ja LVV:n täydentämä tieto). Taulukossa on esitetty aineet, jotka ovat merkityksellisiä ja joista on mitattua päästötietoa kahdella tai useammalla VHA:lla. S = sisävesiin, R = rannikkovesiin. - = ei ole tehty mittauksia.

| | | Cd | Hg | Ni | Pb | PBDE | PFOS | DEHP | BGHIP | MCPA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VHA 1 | S | 0,59 | 1,1 | 274 | 7 | 0 | - | - | - | - |
| VHA 2 | S | 0,80 | 0,83 | 307 | 8,2 | 0,005 | 0,11 | 5,5 | - | 0 |
| | R | 0,21 | 0,75 | 484 | 5,3 | - | 0,065 | 71,1 | 0 | - |
| VHA 3 | S | 3,4 | 0,92 | 593 | 5,6 | 0,08 | 0,11 | 235,5 | - | 1,06 |
| | R | 1,4 | 0,24 | 571 | 17 | 0,001 | 0,22 | 0,5 | 0 | 0,06 |
| VHA 4 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | R | 1,0 | 2,0 | 243 | 13 | 0 | - | - | - | - |
| VHA 5 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | R | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| VHA 6 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | R | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Yht. | S | 4,8 | 2,9 | 1 174 | 21 | 0,09 | 0,22 | 241 | - | 1,1 |
| | R | 2,6 | 3,0 | 1 298 | 35 | 0,001 | 0,29 | 72 | 0 | 0,06 |

YLVA-päästörekisterin sisältämät yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden päästötiedot sisältävät tietoa vain muutamista, vaikkakin juuri suurimmista, puhdistamoista (luvut 4-10). Tästä johtuen myös uusimman VVY:n haitta-aineselvityksen (Vieno & Arjonen 2021) tietoa yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden haitallisten aineiden päästöistä on esitetty taulukossa 11.2. Selvityksen päästöarviot perustuvat vain yhteen näytteeseen/laitos, mutta ne kattavat varsin hyvin suomalaiset jätevedenpuhdistamot. YLVA-rekisteriin perustuvat puhdistamoiden PFOS:in ja

nikkelin päästöarviot ovat pienempiä kuin VVY:n erillisselvityksen päästöarviot, mutta toisaalta DEHP:n osalta tilanne on päinvastainen (taulukko 11.1 & 11.2).
Kadmiumin osalta vertailua ei voi tehdä, koska VVY:n selvityksessä (Vieno & Arjonen 2021) kadmiumin määritysraja oli korkea (0,1-0,2 µg/l) esimerkiksi verrattuna edelliseen VVY:n selvitykseen (0,01 µg/l, taulukko 11.2).
Toisaalta YLVA-rekisteriin tallennettujen laitosten päästöjen laskentatapa ei ole tiedossa ja ne voivat vaihdella eri puolilla Suomea. Siksi YLVA-rekisterin päästöarvioiden vertailu VVY:n selvitykseen ei ole mielekästä.
Sen sijaan VVY:n selvitysten perusteella voi päätellä, että useiden VPD-aineiden kuten nonyylifenolin, oktyylifenolin, PFOS:in ja DEHP:n päästöt yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta pintavesiin ovat vähentyneet vuosien 2013 ja 2020 välillä (taulukko 11.2).

Taulukko 11.2. Joidenkin vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden päästöt yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta pintavesiin Suomessa vuonna 2013 (Vieno 2014) ja 2020 (Vieno & Arjonen 2021); pääsääntöisesti yksi näyte/ puhdistamo. hav = puhdistamojen lukumäärä, joissa ko. ainetta havaittiin. kok = tutkittujen puhdistamoiden lukumäärä. mr = määritysraja

| Yhdiste | Päästöt 2020<br>kg/a (hav/kok) | Päästöt 2013<br>kg/a (hav/kok) |
|---|---|---|
| bromatut difenyylieetterit (PBDE)* | 0 (0/18), mr 0,05-0,125 ng/l | 0,25 (49/60), mr 0,04-0,3 ng/l |
| nonyylifenoli (NP)** | 6,6 (9/18), mr 0,01-0,1 µg/l | 38 (25/56), mr 0,05 µg/l |
| nonyylifenolin monoetoksylaatit (NP1EO) | 0 (14/18) | 29 (14/56) |
| nonyylifenolin dietoksylaatit (NP2EO) | 0,56 (14/18) | 29 (3/56) |
| oktyylifenoli (OP) | 2,2 (3/18), mr 0,01 µg/l | 13 (13/56), mr 0,01-0,1 µg/l |
| PFOS | 3,1 (16/18), mr 1-2 ng/l | 11,9 (6/12), mr 5 ng/l |
| di(2-etyyliheksyyli) ftalaatti (DEHP) | 141 (8/18), mr 0,3 µg/l | 520 (40/58), mr 0,3 µg/l |
| bentsyylibutyyliftalaatti (BBP) | 0 (0/18) | 16 (2/58) |
| dibutyyliftalaatti (DBP) | 28 (7/18) | 28 (4/58) |
| heksabromisyklododekaani | 0 (0/18) | 0,7 (8/11) |
| SCCP | 0 (0/18) | ei mitattu |
| Cd | 0 (0/18), mr 0,1-0,2 µg/l | 18 (43/54), mr 0,01 µg/l |
| Ni | 3 397 (18/18), mr 3 µg/l | 4 920 (54/54), mr 0,05 µg/l |

* sisältää BDE28 + 47 + 99 + 100 + 153 + 154
** 2020: 4-n-nonyylifenoli (havaittu 0/18) ja 4-nonyylifenoli (havaittu 9/18); 2013: 4-n-nonyylifenoli (havaittu 0/18) ja 4-nonyylifenoli (havaittu 9/18)

## 11.2 Teollisuus ja yritystoiminta

Jätteenkäsittelystä (YLVA:n päätoimialat jätteenkäsittely ja kaatopaikka) aiheutuvat kadmiumin, elohopean, nikkelin ja lyijyn päästöt ovat pienet (taulukko 11.3), kuten olivat edeltävässäkin inventaariossa, jolloin koko Suomen tasolla jätteenkäsittelyn osuus teollisuuden kokonaispäästöistä oli kadmiumilla 0,3%, elohopealla <0,1 %, nikkelillä 0,2 % ja lyijyllä 0,5 % (Mehtonen ym. 2021a).
Cd- ja Hg-päästöt kohdistuvat enemmän suoraan rannikkovesiin kuin sisävesiin, kun taas Ni-päästöt ovat suuremmat sisävesiin kuin rannikkovesiin (taulukko 11.3).

Taulukko 11.3. Teollisuusalakohtaiset metallien päästöt pintavesiin vuonna 2023 (YLVA-rekisteri ja LVV:n tieto). S = sisävesiin, R = rannikkovesiin.

| VHA | | Päästöt (kg/a) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kadmium | | | | | | | Elohopea | | | | | | |
| | | KA | PK+PM | ME | EN | KE | JK | Yht. | KA | PK+PM | ME | EN | KE | JK | Yht. |
| **1** | S | 0,76 | 56,8 | - | 0,3 | - | 0,01 | 57,9 | 0,06 | 9,1 | - | 0,23 | - | 0,03 | 9,42 |
| **2** | S | 0,001 | 28,4 | - | 0,04 | - | 0,1 | 28,5 | - | 0,44 | - | 0,24 | 0,001 | 0,02 | 0,70 |
| | R | - | 7,8 | - | 0,41 | 0 | 0,01 | 8,22 | - | 1,3 | - | 0,17 | 0 | 0 | 1,47 |
| **3** | S | 0,29 | 0,02 | 6,34 | 0,11 | - | 0,04 | 6,80 | - | 0,25 | 0,67 | 0,19 | - | - | 1,11 |
| | R | 0,02 | 29,8 | 7,96 | 0,09 | 1,36 | 0,04 | 39,3 | 0,02 | 0,5 | 0,84 | 0,03 | 2,01 | 0,004 | 3,41 |
| **4** | S | 1,72 | - | - | - | - | 0,01 | 1,73 | 0,36 | - | - | - | - | 0,005 | 0,37 |
| | R | 0,02 | 2,36 | 2,88 | 0,003 | - | - | 5,26 | 0,02 | 0 | 0,91 | 0,33 | 0,46 | - | 1,72 |
| **5** | S | 0,02 | - | - | 0,02 | - | 0,001 | 0,04 | 0,05 | - | - | 0,003 | - | 0,07 | 0,12 |
| | R | - | 3,8 | - | - | - | - | 3,8 | - | 3,3 | - | - | - | - | 3,3 |
| **6** | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | R | - | - | 0,50 | - | - | - | 0,50 | - | - | 0,99 | - | - | - | 0,99 |
| **Yht.** | S | 2,79 | 85,2 | 6,34 | 0,47 | - | 0,16 | **95,0** | 0,47 | 9,79 | 0,67 | 0,66 | 0,001 | 0,13 | **11,7** |
| | R | 0,04 | 43,8 | 11,3 | 0,50 | 1,36 | 0,05 | **57,0** | 0,04 | 5,1 | 2,74 | 0,53 | 2,47 | 0,004 | **10,9** |

| VHA | | Nikkeli | | | | | | | Lyijy | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | KA | PK+PM | ME | EN | KE | JK | Yht. | KA | PK+PM | ME | EN | KE | JK | Yht. |
| **1** | S | 370 | 512 | 35 | 3,6 | - | 3 | 924 | 0,3 | 75,2 | 1 | 1 | - | 0,06 | 78 |
| **2** | S | 0,06 | 211 | - | 1,0 | - | 4 | 216 | 0,02 | 35 | - | 0,38 | - | 6 | 42 |
| | R | - | 99 | - | 1,7 | 66 | 4 | 171 | - | 1,0 | 0,11 | 4,0 | 1,5 | 0,03 | 6,6 |
| **3** | S | 70 | 17 | 658 | 2,2 | - | 0,1 | 747 | - | 0,7 | 93 | 0,4 | - | 0,1 | 94 |
| | R | 2,6 | 442 | 390 | 1,8 | 212 | 1,2 | 1 049 | 0,28 | 1,8 | 0,001 | 0,4 | 1,4 | 1,5 | 5,4 |
| **4** | S | 368 | - | - | - | - | 0,3 | 368 | 0,47 | - | - | - | - | 0,06 | 0,5 |
| | R | 1,8 | 0 | 102 | 0,4 | - | - | 104 | 0,16 | 0 | 44 | 0,01 | - | - | 44 |
| **5** | S | 493 | - | - | 0,07 | - | 0,2 | 493 | 0,05 | - | - | 0,01 | - | 0,01 | 0,07 |
| | R | 28 | 58 | - | - | - | - | 86 | - | 14,8 | - | - | - | - | 14,8 |
| **6** | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | R | - | - | 418 | - | - | - | 418 | - | - | 15,3 | - | - | - | 15,3 |
| **Yht.** | S | 1300 | 739 | 693 | 6,9 | - | 7,6 | **2 747** | 0,8 | 111 | 94 | 1,8 | - | 6,8 | 215 |
| | R | 32 | 599 | 910 | 3,9 | 278 | 5,2 | **1 828** | 0,4 | 18 | 59 | 4,4 | 2,9 | 1,5 | 86 |

KA = Kaivannaisteollisuus, PK+PM = Metsäteollisuus, ME = Metalliteollisuus (sis. myös metallituotteiden valmistuksen), KE = Kemianteollisuus, EN = Energiantuotanto, JK = Jätteenkäsittely

## Teollisuuden päästöjen muutossuunnat

On huomattava, että pitkällä aikajaksolla, viimeisten 50 vuoden aikana, teollisuuden Hg-, Cd-, Ni- ja Pb-päästöt pintavesiin Suomessa ovat pääasiassa merkittävästi vähentyneet, yleensä noin 68-99% teollisuuden alasta ja metallista riippuen (taulukot 11.4 – 11.7).

Metallieollisuuden Cd-päästöt pintavesiin ovat vähentyneet noin 93% vuodesta 1980 lähtien (200-410 kg/a → n. 20 kg/a) ja kemian teollisuuden noin 99% (340 kg/a → 1-3 kg/a). Myös kaivannaisteollisuuden Cd-päästöt ovat vähentyneet ja päästöt ovat olleet merkittävästi pienemmät kuin metalli- ja kemianteollisuudesta (taulukko 11.4).

Kemian teollisuuden Hg-päästöt vesiin ovat vähentyneet 99% vuoden 1980 tilanteeseen verrattuna (100-250 kg/a → 2,5 kg/a). Metalliteollisuuden Hg-päästöt pintavesiin ovat vähentyneet 1990-luvun alusta lähtien n. 90%. Kaivannaisteollisuuden Hg-päästöjen kehittymisen arviointi ei ole mahdollista, koska ei ole luotettavaa tietoa 1980- ja 1990-luvun päästöistä. Joka tapauksessa kaivannaisteollisuuden Hg-päästöt ovat olleet merkittävästi pienemmät kuin metalli- ja kemianteollisuudesta (taulukko 11.5).

Metalli- ja kemian teollisuuden Ni-päästöt vesiin ovat merkittävästi vähentyneet vuodesta 1980 lähtien (metalliteollisuus noin 98%, 42-97 tn/a → 1,6 tn/a; kemian teollisuus noin 99%, 25 tn/a → 0,3 tn/a). Kaivannaisteollisuuden Ni-päästöt ovat vähentyneet noin 68 % (3,5-4,5 tn/a → 1,3 tn/a; taulukko 11.6).

Metalli- ja kemian teollisuuden Pb-päästöt vesiin ovat merkittävästi vähentyneet vuodesta 1980 lähtien (metalliteollisuus noin 81%, n. 800 kg/a → n. 150 kg/a; kemian teollisuus noin 99 %, 360 kg/a → 3 kg/a) Kaivannaisteollisuuden Pb-päästöt ovat vähentyneet 1990-luvun alkuun verrattuna ja päästöt ovat olleet pienet verrattuna metalli- ja kemian teollisuuteen (taulukko 11.7).

Taulukko 11.4. Metalli-, kaivannais- ja kemian teollisuuden Cd-päästöt sisä- ja rannikkovesiin ja niiden muutokset viimeisten 50 vuoden aikana. Lähde: YLVA-rekisteri, Vesihallitus 1982 [1], Vesihallitus 1983 [2], Mukherjee 1989 [3], Leivonen 2006 [4], Mehtonen ym. 2021a [5].

| Teollisuussektori | 1978 - 1980 [1,2] kg/a | 1987 [3] kg/a | 1990 – 1993 kg/a | 2001 - 2003 [4] kg/a | 2016 [5] kg/a | 2023 kg/a |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Metalliteollisuus | 200 – 410 | 436 | 63 - 107 | 57 - 138 | 20 | 18 |
| Kaivannaisteollisuus | 5 | <20 | 7,3 – 13 (93*) | 1 - 3 | 1,6 | 2,8 |
| Kemian teollisuus | 340 | 520 | 6,3 - 25 | <1 - 2 | 2,5 | 1,4 |

* v. 1992 poikkeuksellisen suuret päästöt 93 kg Cd/a.

Taulukko 11.5. Metalli-, kaivannais- ja kemian teollisuuden Hg-päästöt sisä- ja rannikkovesiin ja niiden muutokset viimeisten 50 vuoden aikana. Lähde: YLVA-rekisteri, Vesihallitus 1982 [1], Vesihallitus 1983 [2], Mukherjee 1989 [3], Mehtonen ym. 2021a [4].

| Teollisuussektori | 1976 - 1980 [1,2] kg/a | 1987 [3] kg/a | 1990 – 1993 kg/a | 2001 - 2003 kg/a | 2016 [4] kg/a | 2023 kg/a |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Metalliteollisuus | 4,6 | 7 | 21 - 34 | 4,8 – 6,9 | 2,3 | 3,4 |
| Kaivannaisteollisuus | 1 (epävarma arvio) | - | 0,1 – 3,8* | 0,2 – 2,9 | 0,04 | 0,5 |
| Kemian teollisuus | 100 - 250 | 104 | 21 - 27 | 5,5 – 6,9 | 4,7 | 2,5 |

* arvio perustuu yhden laitoksen päästöihin

Taulukko 11.6. Metalli-, kaivannais- ja kemian teollisuuden Ni-päästöt sisä- ja rannikkovesiin ja niiden muutokset viimeisten 50 vuoden aikana. Lähde: YLVA-rekisteri, Vesihallitus 1982 [1], Vesihallitus 1983 [2], Leivonen 2006 [3], Mehtonen ym. 2021a [4].

| Teollisuussektori | 1978 - 1980 [1,2] kg/a | 1990 – 1993 kg/a | 2001 - 2003 [3] kg/a | 2016 [4] kg/a | 2023 kg/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Metalliteollisuus | 42 000 – 97 000 | 8 500 – 20 000 | 3500 – 5700 | 1500 | 1600 |
| Kaivannaisteollisuus | 3500 – 4500 | 1 600 – 2 600 | 1100 – 2600 | 2100 | 1300 |
| Kemian teollisuus | 25 000 | 2 400 – 6 100 | 600 – 900 | 1000 | 300 |

Taulukko 11.7. Metalli-, kaivannais- ja kemian teollisuuden Pb-päästöt sisä- ja rannikkovesiin ja niiden muutokset viimeisten 50 vuoden aikana. Lähde: YLVA-rekisteri, Vesihallitus 1982 [1], Vesihallitus 1983 [2], Mehtonen ym. 2021a [3].

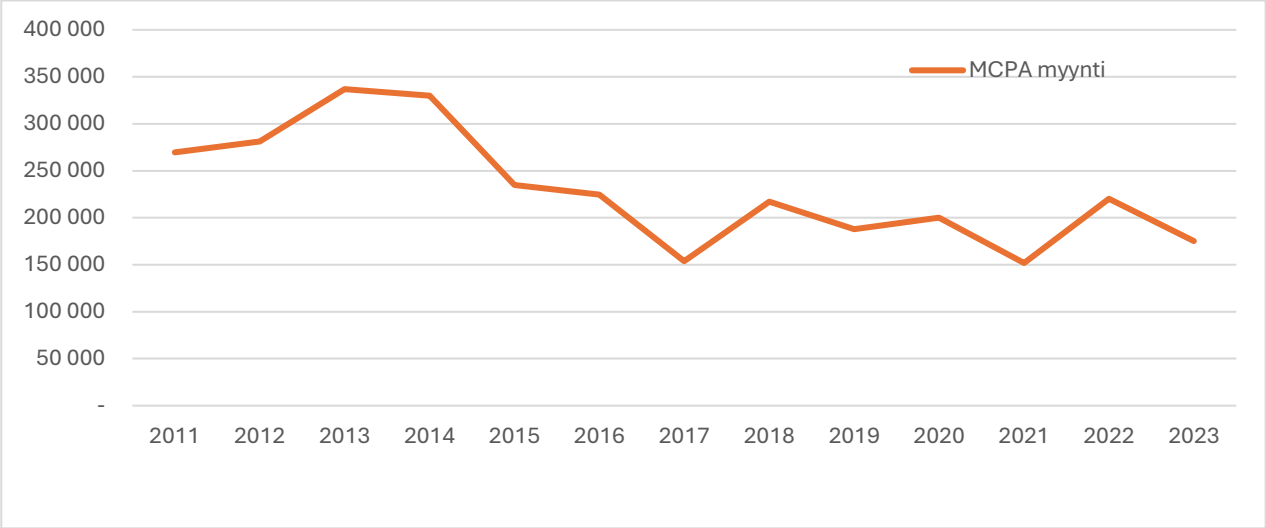
| Teollisuussektori | 1978 - 1980 [1,2] kg/a | 1990 – 1993 kg/a | 2001 - 2003 kg/a | 2016 [3] kg/a | 2023 kg/a |
|---|---|---|---|---|---|
| Metalliteollisuus | 738 – 880 | 780 – 1 800 | 100 - 200 | 197 | 153 |
| Kaivannaisteollisuus | ei luotettavaa tietoa | 18 – 64* | 4 – 19* | 3 | 1 |
| Kemian teollisuus | 360 | 1 000 -1 030 | 0 - 3 | 7 | 3 |

* arvio perustuu yhden tai kahden laitoksen päästöihin

## 11.3 Maatalouden kasvinsuojeluaineet

Käytettävissä olevan aineiston perusteella vesienhoidossa huomioitavista maataloudessa käytettävistä kasvinsuojeluaineista vain MCPA oli tunnistettu merkitykselliseksi ja sekin vain VHA2- ja VHA3-alueilla. Sypermetriinin merkityksellisyyttä ei voitu arvioida puutteellisen analytiikan takia ja toisaalta näytemäärät ovat olleet niin vähäisiä, että merkityksellisyyden arviointi muilla vesienhoitoalueilla oli puutteellista.

MCPA:n myyntimäärää on tilastoitu 1950-luvulta lähtien. Sen käyttömäärät ovat jonkin verran pienentyneet huippuvuosista, mutta se on edelleen yksi Suomen eniten käytetyistä kasvinsuojeluaineista (kuva 11.1). MCPA:ta käytetään esimerkiksi viljan leveälehtisten rikkakasvien torjuntaan. Ruiskutetusta määrästä pieni osa päätyy pintavesiin ja tarkkojen arvioiden teko on vaikeaa, sillä osuus vaihtelee merkittävästi olosuhteiden ja paikan mukaan. Keskimäärin 0,01–1,0 % käyttömääristä päätyy pintavesiin. Tässä inventaariossa on osuutena käytetty 0,5 %, joka todennäköisesti jonkin verran yliarvioi tyypillisen vuoden päästöä, vaikka yksittäisinä vuosina voi joillain alueilla päästöosuus olla suurempikin.




Kuva 11.1. MCPA:n vuotuinen myyntimäärä 2011-2023 Suomessa, vuoden 2023 myyntimäärä on alustava (Tukesin tilasto)

Pintavesiin päätyvät MCPA:n huuhtoumat olivat v. 2017-2023 välisenä ajanjaksolla VHA2:lla 187 kg/a ja VHA3:lla 550 kg/a. Huuhtoumat ovat pienemmästä myynnistä ja siten pienemmistä arvioiduista käyttömääristä johtuen pienempiä kuin edellisessä inventaariossa (taulukko 11.8). Arviolta koko Suomen MCPA määristä 21% käytettiin VHA2 alueella ja 59 % VHA3 alueella. Kuormat muilta alueilta yhteensä olisivat samaa suuruusluokkaa kuin VHA2 -alueelta.

Taulukko 11.8. MCPA:n huuhtoumat VHA2:n ja VHA3:n pintavesiin. Huuhtouma-arvioissa käytetty pintavesiin päätyvä osuus käytetystä määrästä ko. VHA:lla on ollut 0,5 %.

| VHA | v. 2012-18<br>kg/a | v. 2017-23<br>kg/a |
|---|---|---|
| 2 | 320 | 187 |
| 3 | 800 | 550 |

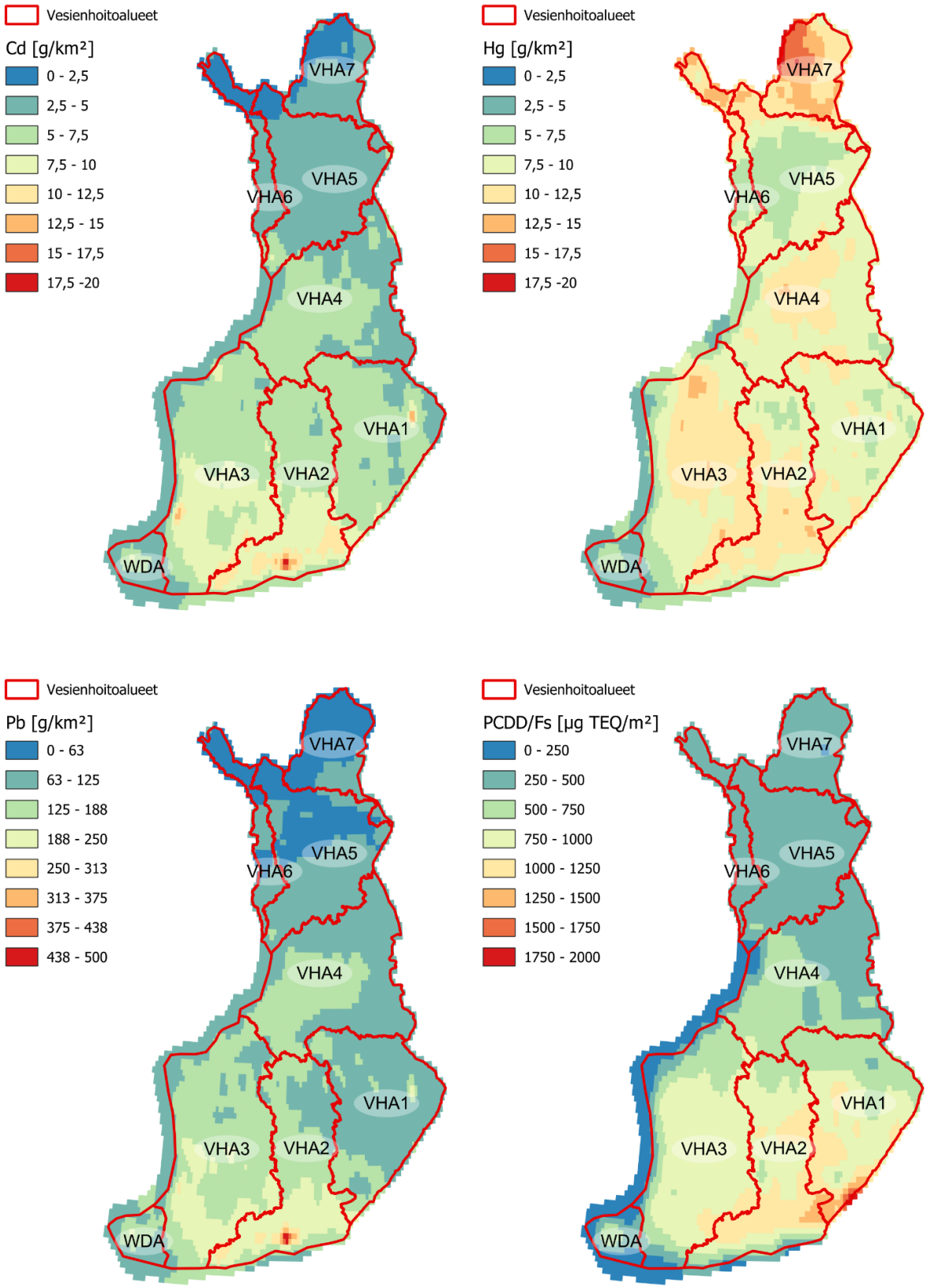
## 11.4 Laskeuma

Laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta. Vanhoista EU:n prioriteettiaineista laskeuma Suomessa on arvioitu vuodelle 2021 kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle (Pb) ja dioksiineille (PCDD/F). PBDE (kuva 11.2 ja taulukko 11.9). Muutamille polybromatuille difenyylieettereille (PBDE) on esitetty mitatun laskeuman trendi mittausasemilla (liitteen 2 kuva 10).

Merkityksellisiksi tunnistetuista aineista, joille laskeuma on arvioitu, lyijyn ilmaperäinen laskeuma on selvästi suurin, minkä jälkeen seuraavaksi suurimmat ovat elohopean ja kadmiumin laskeumat (taulukko 11.9). Kadmiumin ja lyijyn laskeuma (g/km2/a) on suurinta eteläisimmillä vesienhoitoalueilla (VHA1-3), mutta elohopean laskeuma on suuri VHA1-3:n lisäksi Oulujoen–Iijoen (VHA4) ja Tenon–Näätämöjoen–Paatsjoen vesienhoitoalueella (VHA7). Dioksiinien laskeuma on suurinta etelässä ja kaakkoisrajalla (kuva 11.2).

**Taulukko 11.9**. Kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien laskeuma sisävesiin vuonna 2021.

| | Cd (kg/a) | Hg (kg/a) | Pb (kg/a) | PCCD/F (g I-TEQ/a) |
|---|---|---|---|---|
| VHA1 | 57 | 88 | 1 132 | 50 |
| VHA2 | 45 | 62 | 961 | 52 |
| VHA3 | 27 | 37 | 602 | 62 |
| VHA4 | 21 | 38 | 460 | 35 |
| VHA5 | 6 | 14 | 117 | 23 |
| VHA6 | 2 | 4 | 30 | 5 |
| VHA7 | 5 | 22 | 93 | 10 |
| VHA8 | 0,1 | 0,1 | 2,0 | 3 |
| Yhteensä | 163 | 265 | 3 397 | 240 |




**Kuva 11.2.** Vuoden 2021 arvioitu vuosittainen kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien (PCDD/F) laskeuma EMEP:in 0.1°x0.1° hilassa.

Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt.
Kansallisten päästöjen osuus vuonna 2020 kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien kokonaislaskeumasta Suomessa oli 18 %, 3 %, 12 % ja 2 %. Elohopeaa lukuunottamatta sekundaarilähteillä EMEP-maissa on merkittävä osuus laskeumaan ja dioksiinien ja lyijyn kohdalla se on suurin laskeuman lähde (taulukko 11.10, EMEP 2022).

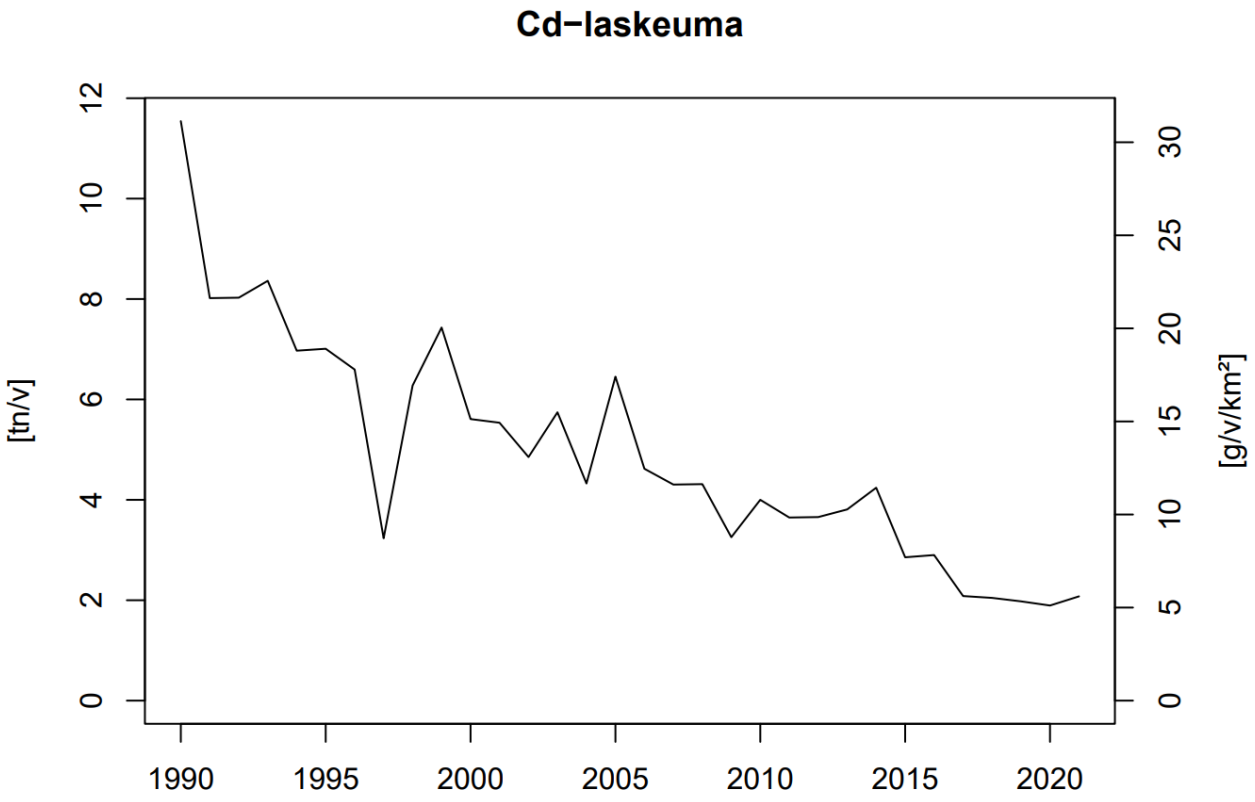
**Taulukko 11.10**. Suomeen tulleen kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien (PCDD/Fs) kokonaislaskeuman eri lähteiden arvioidut osuudet vuonna 2020 (EMEP 2022).

| Laskeuman lähde | Cd (kg) | | Hg (kg) | | Pb (kg) | | PCCD/Fs (g I-TEQ) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kansalliset päästöt | 18 % | 302 | 3 % | 102 | 12 % | 4 243 | 2 % | 5 |
| Muiden EMEP-maiden päästöt | 48 % | 809 | 10 % | 312 | 36 % | 12 785 | 7 % | 16 |
| Päästöt muista kuin EMEP-maista | 8 % | 139 | 86 % | 2 791 | 8 % | 2 723 | 20 % | 44 |
| Sekundäärilähteet EMEP-maissa | 26 % | 428 | 2 % | 56 | 45 % | 16 119 | 71 % | 162 |
| Yhteensä | | 1 678 | | 3 262 | | 35 870 | | 227 |

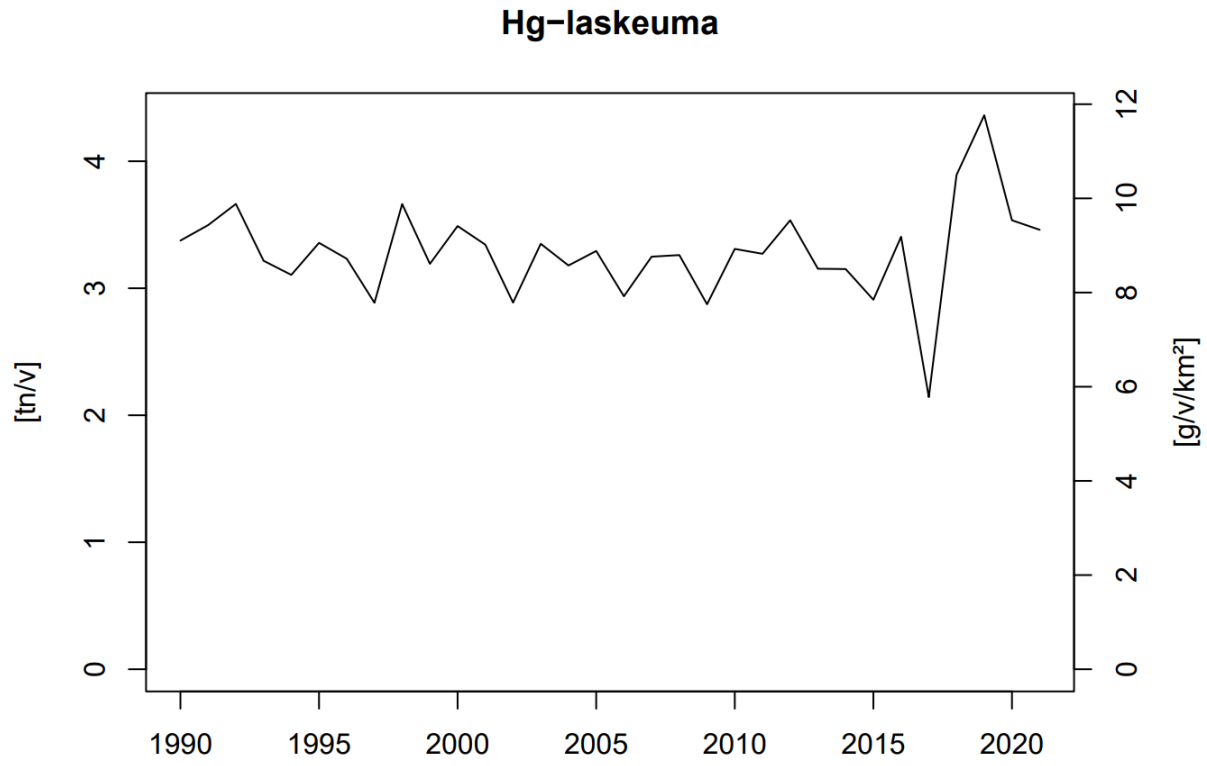
Elohopea eroaa lyijystä ja kadmiumista siinä, että se esiintyy ilmakehässä pääosin kaasuna, joka voi pysyä kauankin ilmakehässä ja levitä tasaisesti hyvin laajalle. Valtaosa elohopealaskeumasta Pohjois-Euroopassa on peräisin muista kuin Euroopan maista, esim. Kiinasta ja Intiasta. Ilmakehän elohopeapitoisuuteen vaikuttaa sekä ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt että maaperään ja kasvillisuuteen jo laskeutuneiden aineiden vapautuminen uudelleen ilmaan. Ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopealaskeuma on kasvanut esiteolliseen aikaan verrattuna. Viimeisen parin sadan vuoden aikana maaperään ja pintavesiin on ehtinyt kertyä merkittävät elohopeavarastot. Nykyisen vuotuisen laskeuman osuus tästä varastosta on koko Suomen tasolla karkeasti arvioiden noin prosentti. Valuma-alueen maaperän muokkaustoimenpiteillä on vaikutuksia elohopean käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen pintavesiin, mutta tieto vaikutuksista on puutteellista. Maanmuokkauksen ja suometsien ojitusten vaikutuksia elohopean metylaatioon ja huuhtoumaan tulee selvittää tarkemmin Suomen olosuhteissa (ks. myös Mehtonen ym. 2021b).

Laskeumien vuosivaihteluun vaikuttavat kansallisten päästöjen vaihtelun lisäksi muiden maiden päästöissä tapahtuva vaihtelu. Lisäksi vuosien väliset meteorologiset erot, kuten tuulen suunta ja voimakkuus, sateen määrä ja ilman lämpötila, vaikuttavat päästöjen leviämiseen ja Suomen alueelle tulevaan laskeumaan. Kadmiumin ja lyijyn laskeumat ovat pienentyneet (kuvat 11.3 ja 11.5). Elohopean laskeumassa ei näy vähenemää ja sen vuosivaihtelu jatkuu samanlaisena kuin 1990-luvulla (kuva 11.4). Elohopean osalta on syytä huomioida mallinnettuun laskeumaan liittyvä suuri epävarmuus ja vuosittainen vaihtelu (Liite 2). Dioksiinien laskeumamallinnustuloksia on saatavilla vasta vuodesta 2016 alkaen eikä tällä ajanjaksolla näy muutoksia laskeumassa (kuva 11.6).

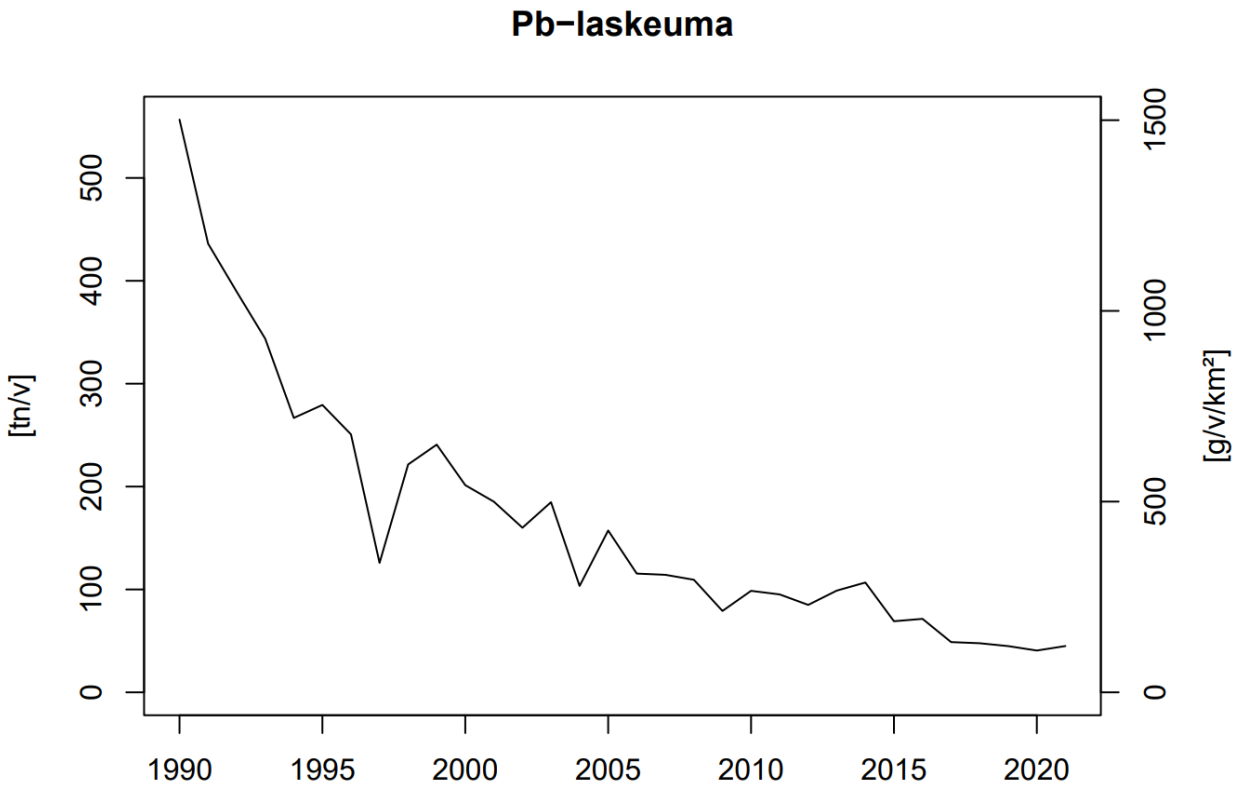
Neljän PBDE-yhdisteen laskeumia Pallaksen Matorovan ja Ruotsin lounaisosissa sijaitsevan Råön mittausasemilta vuosilta 2013–2023 on esitetty tämän inventaarion liitteessä 2. BDE-47 - ja BDE-99 - laskeumat ovat laskeneet Pallaksen Matorovan mittausasemalla ja vielä voimakkaammin pienentynyt Råön mittausasemalla. Matorovalla BDE-100:n laskeuma on ollut alhainen vuosina 2016-2023 ilman selkeää trendiä. Matorovalta on BDE-209:n osalta vain yksittäisiä mittaustuloksia, eikä siten trendiä pystytä arvioimaan. BDE-100 – ja BDE209 - laskeumat Råön mittausasemalla ovat olleet selvästi korkeammat ja voimakkaasti vaihtelevat eikä selvää trendiä ole havaittavissa vuosina 2013–2023 (liite 2). Lisäksi BDE-99 - laskeuma Itämereen vuosille 2000–2019 on vähentynyt 90 % (EMEP 2022).



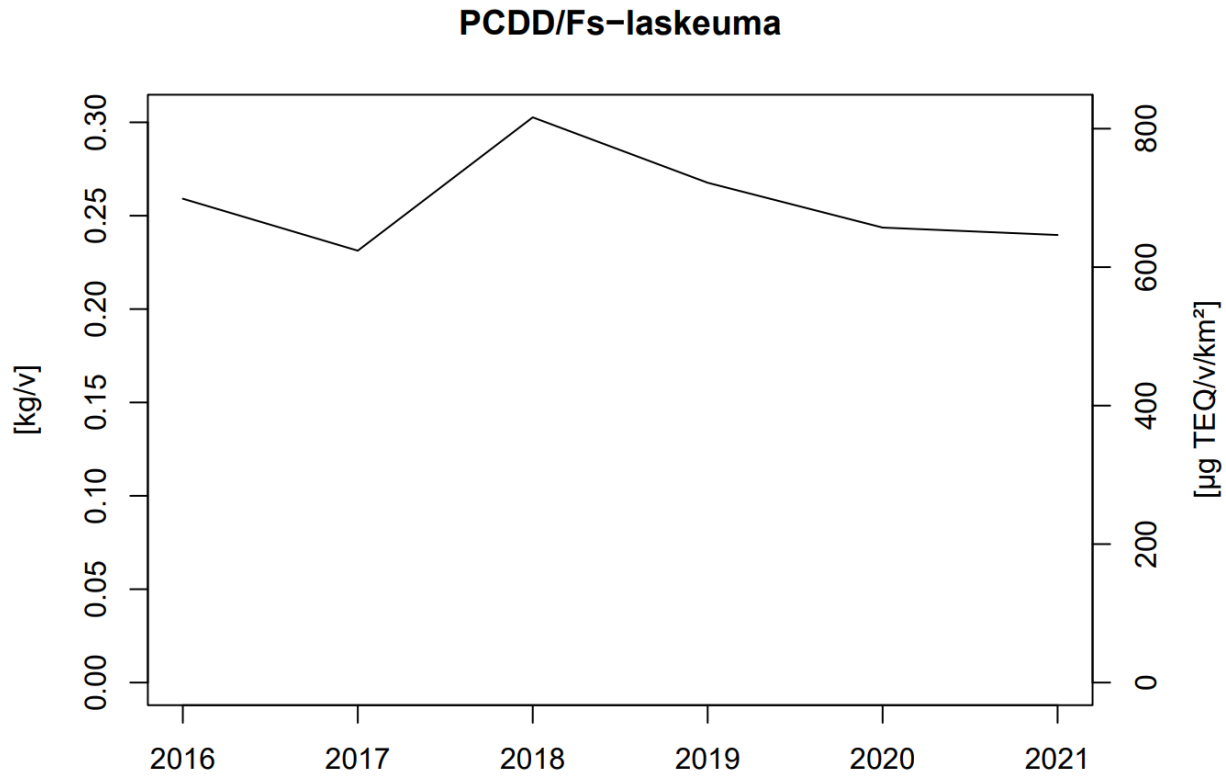

**Kuva 11.3**. Kadmiumin kokonaislaskeuma Suomen alueelle 1990–2021.




**Kuva 11.4**. Elohopean kokonaislaskeuma Suomen alueelle 1990–2021.




**Kuva 11.5**. Lyijyn kokonaislaskeuma Suomen alueelle 1990–2021.




**Kuva 11.6**. Dioksiinien kokonaislaskeuma Suomen alueelle 2016–2021.

## 11.5 Merialueelle päätyvä ainevirtaama jokien kautta sekä happamat sulfaattimaat

Jokien ainevirtaama koostuu luonnossa esiintyvien aineiden kuten metallien osalta luonnon huuhtoumasta mm. happamilta sulfaattimailta, mutta myös ihmisen aiheuttamasta piste- ja hajakuormituksesta valuma-alueella. Synteettisten orgaanisten aineiden jokiainevirtaamat mereen indikoivat ihmisten aiheuttamaa piste- ja hajakuormitusta.

Jokien ainevirtaamat on arvioitu kaikille aineille, joista löytyy mitattua pitoisuustietoa. Jokien ainevirtaamat laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisia keskiarvoja käyttäen vuosien 2018–2024 VESLA- ja HYDRO-dataa. Arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei arvioitu, koska ne eivät sisälly jokien ainevirtaamien seurantaohjelmaan. Vedenlaadun näytteenottopisteet sijaitsivat jokisuiden läheisyydessä.

Joen ainevirtaama laskettiin siinä tapauksessa, jos näytteiden lukumäärä oli ≥ 5 kpl/a. Jos näytteiden lukumäärä < 5 kpl/a, on ilmoitettu, että onko ainetta havaittu joesta, mutta ainevirtaamaa ei ole laskettu. Tähän laskentatapaan liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Koska pitoisuustiedot perustuvat suhteellisen harvaan näytteenottoon, ne eivät välttämättä kuvaa kaikkia pitoisuuksien vaihteluita vuoden aikana, erityisesti virtaamahuippujen tai lyhytaikaisten kuormituspiikkien yhteydessä. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat analyysimenetelmien määritysrajat sekä se, että osa näytteistä voi olla määritysrajan alapuolella. Näistä syistä vuosikohtaisia ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, ja niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta, joka liittyy sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen. Tarkempi jokien ainevirtaaman arviointimenetelmä ja kohdeaineet ovat esitetty liitteessä 1.

Happamat sulfaattimaat ovat ongelmallisia erityisesti Kokemäenjoen–Saaristomeren-Selkämeren (VHA3) sekä Oulujoen–Iijoen (VHA4) vesienhoitoalueilla, mutta jossain määrin myös Kemijoen vesienhoitoalueella (VHA5) ja Tornionjoen vesienhoitoalueella (VHA6). VHA3:n sekä VHA4:n happamilta sulfaattimailta huuhtoutuu vesistöihin suuria määriä mm. nikkeliä ja kadmiumia.

Tutkittujen jokien kautta Itämereen päätyvistä metallien ainevirtaamista suurimmat ovat nikkelillä ja lyijyllä ja sen jälkeen kadmiumilla ja elohopealla. Ainevirtaamissa on merkittävää hydrologisista olosuhteista aiheutuvaa vuosien välistä vaihtelua. Suurimmat Cd-, Hg-, Ni- ja Pb-ainevirtaamat Itämereen ovat päätyneet VHA3:lta, jolla tosin analysoitujen jokienkin lukumäärä on suurin (Taulukko 11.11).

Taulukko 11.11. Jokien kautta Itämereen (VHA2-6) ja Venäjälle (VHA1, Vuoksi) päätyvä metallien ainevirtaama ja jokien lukumäärä, joilla analysoitu metalleja vuonna 2018-24. – = ei tarpeeksi mittausdataa ainevirtaamien laskemiseksi.

| | Analysoitujen jokien lkm | Cd (kg/a) | Hg (kg/a) | Ni (kg/a) | Pb (kg/a) |
|---|---|---|---|---|---|
| VHA1 | 1 | - | - | - | - |
| VHA 2 | Hg 4, muut 6 | 96,5 - 161 | 12,7 – 18,1 | 8 894 - 13 255 | 1 999 - 4 412 |
| VHA 3 | Hg 6, muut 11 | 407 - 842 | 19,9 – 49,9 | 46229 - 97758 | 3 533 -7 909 |
| VHA 4 | 5 | 83 - 196 | 13,1-39,7 | 12 841 - 28 813 | 1 297 - 4425 |
| VHA 5 | 1 | 26,3 - 99,5 | 18,3 - 34,9 | 5 807 - 28 237 | 864 - 1 890 |
| VHA 6 | 1 | 21,1 – 83,9 | 12,4 - 28 | 3 723 - 13 122 | 523 - 1 593 |

Jokien kautta Itämereen päätyvistä merkityksellisistä orgaanisista aineista suurimmat ainevirtaamat ovat nonyylifenolilla erityisesti VHA2:n alueilla (Porvoonjoki ja Kymijoki) (taulukko 11.12). Nonyylifenolin ainevirtaamat mereen ovat olleet suuria myös Kemijoen (976 kg NPT/a) ja Tornionjoen (837 kg NPT/a) kautta.

Jokien kautta mereen päätyvä DEHP:n ainevirtaama on ollut n. 1 500 kg/a (taulukko 11.12). Suurimmat DEHP-ainevirtaamat ovat tapahtuneet Vuoksen, Oulujoen, Kokemäenjoen ja Kymijoen kautta. Näytteitä vuoden aikana tulee jatkossa ottaa enemmän, jotta ainevirtaama-arviot olisivat luotettavampia. On huomattava, että jokien ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, koska niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta liittyen näytteenoton ajalliseen kattavuuteen ja pitoisuusmääritysten tarkkuuteen.

Taulukko 11.12. Jokien kautta Itämereen (VHA2-6) ja Venäjälle (VHA1) päätyvä DEHP:n, nonyylifenolin (NPT & NP4) ja sen mono- ja dietoksylaattien (NP1EO ja NP2EO) ainevirtaama. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| | DEHP (kg/a) | NPT & NP4 (kg/a) | NP1EO (kg/a) | NP2EO (kg/a) |
|---|---|---|---|---|
| VHA 1 (Vuoksi) | 523 | 347 & 347 | 70 | 92 |
| VHA 2 (4 jokea) | 179 | 1 009 & 237 | 5,0 | 1,8 |
| VHA 3 (4 jokea) | 224 | 111 & 19 | 3,8 | 1,9 |
| VHA 4 (Oulujoki) | 373 | ei hav. | ei hav. | ei hav. |
| VHA 5 (Kemijoki) | 150 | 976 & ei hav. | ei hav. | ei hav. |
| VHA 6 (Tornionjoki) | ei hav. | 837 & ei hav. | ei hav. | ei hav. |

MCPA:ta on havaittu yleisesti eteläisten vesienhoitoalueiden VHA2:n ja VHA3:n joista eli alueilta, joilla sitä eniten käytetään. MCPA:n ainevirtaamat mereen ovat kuitenkin pieniä (taulukko 11.13). Muista tämän inventaarion kohteena olevista kasvinsuojeluaineista vain terbutryynia ja metamitronia on satunnaisesti havaittu joidenkin VHA2:n ja VHA3:n jokien vedestä.

Kaikista tutkituista Itämereen laskevista joista havaittiin PFOS:ia ainevirtaaman ollessa vuonna 2019 yhteensä noin 11 kg/a ja vuonna 2024 noin 19 kg/a; taulukko 11.14). Suurimmat ainevirtaamat havaittiin Kymijoen – Suomenlahden vesienhoitoalueella (VHA2) Vantaanjoessa (3,0 – 3,2 kg/a) sekä Kokemäenjoen–Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueella (VHA3) Kokemäenjoessa (3,5 – 4,9 kg/a). PFOS-mittaustietoa ei vielä ole riittävästi jokien ainevirtaamien trenditarkasteluun.

Taulukko 11.13. Jokien kautta Itämereen (VHA2-6) ja Venäjälle (VHA1) päätyvä MCPA:n ainevirtaama. Mittausvuodet vaihtelelevat jokikohtaisesti. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| | MCPA (kg/a) |
|---|---|
| VHA 1 (Vuoksi) | ei hav. |
| VHA 2 (4 jokea) | 8,6 |
| VHA 3 (5 jokea) | 0,9 – 23 |
| VHA 4 (Oulujoki) | ei hav. |
| VHA 5 (Kemijoki) | ei hav. |
| VHA 6 (Tornionjoki) | ei hav. (1 joki) |

Taulukko 11.14. Jokien kautta Itämereen (VHA2-6) ja Venäjälle (VHA1) päätyvä PFOS:in ainevirtaama.

| | 2016 -17 | 2019 (kg/a) | 2024 (kg/a) |
|---|---|---|---|
| VHA 1 | ei mitattu | 1,9 (Vuoksi) | 3,3 (Vuoksi) |
| VHA 2 | 3,5 * | 4,5 ** | 5,7 ** |
| VHA 3 | 2,6 *** | 3,8 **** | 5,8 **** |
| VHA 4 | 1,8 (Oulunjoki) | 0,1 (Oulunjoki) | 0,9 (Oulunjoki) |
| VHA 5 | 1,8 (Kemijoki) | 0,5 (Kemijoki) | 0,9 (Kemijoki) |
| VHA 6 | 0,3 (Tornionjoki) | ei hav. (Tornionjoki) | 2,2 (Tornionjoki) |

* Kymijoki, Porvoonjoki ja Vantaanjoki

** Kymijoki, Porvoonjoki, Vantaanjoki ja Karjaanjoki

*** Aurajoki, Kokemäenjoki, Kyrönjoki, Perhonjoki ja Uskelanjoki

**** Aurajoki, Eurajoki, Kokemäenjoki, Kyrönjoki ja Painionjoki

Merkityksellisistä PAH-yhdisteistä vain naftaleenia ja fluoranteenia on havaittu vuonna 2022 ainevirtaama-joista. Yleisimmin havaittu PAH-yhdiste jokisuiden vedessä on ollut naftaleeni, jota kulkeutuu myös määrällisesti eniten rannikkovesiin (taulukko 11.15).

Taulukko 11.15. Jokien kautta Itämereen (VHA2-6) ja Venäjälle (VHA1) päätyvät fluoranteenin ja naftaleenin ainevirtaamat vuonna 2022. Ei hav. = kaikkien näytteiden pitoisuus alle määritysrajan.

| | FLUO<br>kg/a | Naftaleeni<br>kg/a |
|---|---|---|
| VHA 1 (Vuoksi) | ei hav. | 78 |
| VHA 2 (4 jokea) | 0,4 | 6 041 |
| VHA 3 (5 jokea) | 1,3 | 11 |
| VHA 4 (Oulujoki) | ei hav. | 1 831 |
| VHA 5 (Kemijoki) | ei hav. | ei hav. |
| VHA 6 (Tornionjoki) | ei hav. | 15 |

# 12 Lyhenteet

AA-EQS = Vuoden keskiarvopitoisuuden ympäristönlaatunormi
ANT = Antraseeni
AVL = Asukasvastineluku
BaP = Bentso(a)pyreeni
BBP = Butyylibentsyyliftalaatti
BbF = bentso(b)fluoranteeni
BGHIP = Bentso(g,h,i)peryleeni
BkF = bentso(k)fluoranteeni
Cd = Kadmium
Cr = Kromi
Cu = Kupari
DCM = Dikloorimetaani
DBP = Dibutyyliftalaatti
DDD = Diklooridifenyylidikloorietaani, DDT:n metaboliatuote
DDE = Dichlorodiphenyldichloroethylene Diklooridifenyylidikloorietaani, DDT:n metaboliatuote
DDT = Diklooridifenyylitrikloorietaani
DEHP = Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti
ELY-keskus = Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
EMEP = European Monitoring and Evaluation Programme
E-PRTR = Euroopan päästörekisteri
EQS = Ympäristönlaatunormi, Environmental Quality Standard
Fe = Rauta
FLUO = Fluoranteeni
HCB = Heksaklooribentseeni
HCBD = Heksaklooributadieeni
HCH = Heksakloorisykloheksaani
HELCOM = Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio, Helsingin komissio
HERTTA = Ympäristötiedon hallintajärjestelmä
Hg = Elohopea
HYDRO = Hydrologian ja vesien käytön tietokanta
IP = indeno(1,2,3-cd)pyreeni
KERTY = Kertymärekisteri, HERTTA-tietojärjestelmän osa, johon kerätään tietoa sedimenttiin, eliöstöön ym. kertyvistä haitallisista aineista
KETU = Tukesin ylläpitämä kemikaalien kansallinen tuoterekisteri
LOQ = Määritysraja
LVV = Lupa- ja valvontavirasto
MCPA = 2-metoksi-4-kloorifenoksietikkahappo (Hertta: metyylikloorifenoksietikkahappo)
Ni = Nikkeli
NP = Nonyylifenoli
NP4 = 4-n-nonyylifenoli
NPT = Nonyylifenoli, tekninen seos
NPE = Nonyylifenolietoksylaatti
NP1EO = 4-nonyylifenolimonoetoksylaatti

NP2EO = 4-nonyylifenolidietoksylaatti
OP = Oktyylifenoli
OPE = Oktyylifenolietoksylaatit
OP1EO = Oktyylifenolimonoetoksylaatti
OP2EO = Oktyylifenolidietoksylaatti
PAH = Polysykliset aromaattiset hiilivedyt
Pb = Lyijy
PBDE = Polybromatut difenylieetterit
PCB = Polyklooratut bifenyylit
PCDD/F = dioksiinit jafuraanit
PFOS = Perfluorioktaanisulfonaatti
PLC = Pollution load compilation
POP-yhdisteet = Pysyvät orgaaniset yhdisteet
PTOF = Para-tert-oktyylifenoli
REACH = Euroopan unionin asetus kemikaalirekisteröinnistä, kemikaalien arvioinnista, lupamenettelyistä sekä rajoituksista
Syke = Suomen ympäristökeskus
TBT = Tributyylitina
TCMTB = (bentsotiatsoli-2-yylitio)metyylisyanaatti
UNECE = YK:n Euroopan talouskomissio, United Nations Economic Commission for Europe
VESLA = Vedenlaatutietojärjestelmä
VHA = Vesienhoitoalue
YLVA = Ympäristönsuojelun valvonnan sähköinen asiointijärjestelmä
YM = Ympäristöministeriö
Zn = Sinkki

# 13 Kirjallisuutta

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. TemaNord 2007:585. 81 s.

EMEP 2022. Assessment of heavy metal and POP pollution on global, regional and national scales. EMEP Status Report 2/2022.

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 WFD (2000/60/EC). Technical Report 2012–058.

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.

Junttila V. ym. 2019. PFASs in Finnish Rivers and Fish and the Loading of PFASs to the Baltic Sea. Water 2019, 11(4), 870.

Järvistö J., Salmelin J., Karjalainen A., Anttila-Huhtinen M., Wallin J., Hovinen T. & Vuori K-M. 2013 Metal concentrations and ecotoxicity assessment of coastal sedmients under the influence of the Kokkola region point and non-point sources. Ympäristötieteenpäivät 2013.

Kangas A. (toim.) 2018. Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen – Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 19/2018. 169 s. Lisäksi erillinen toistaiseksi julkaisematon 19 sivuinen liiteosa, jossa on tietoa prioriteettiaineiden ja kansallisten haitallisten aineiden käytöstä Suomessa sekä niiden ominaisuuksista.

KASELY & Ramboll Finland Oy. 2011. Kymijoen pilaantuneiden sedimenttien kunnostus välillä Kuusaansaari – Keltti - Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 133 s.

Kettunen R. & Laaksonen T. 2011. Rosk´n Roll – Lausunto Munkkaan jätekeskuksen suotovesien laadusta. Ramboll. 9 s. + liitteet.

Koskinen S. Sähköpostitse 14.5.2012 välitetty tiedonanto. Kiertokapula Oy.

Larsen S.E. & Svendsen L.M. 2019. Statistical aspects in relation to Baltic Sea Pollution Load Compilation. Task under HELCOM PLC-7 project. Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 137. Aarhus University.

Leivonen J. (toim.) 2006. Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005 - toteutumisen arviointi vuoteen 2003 asti. Suomen ympäristö 811.

Londesborough, S. 2005. Proposal for Environmental Water Quality Standards in Finland. Finnish Environment Institute, Helsinki. The Finnish Environment 749. 177s.

Matuszewska D., Kiedrzynska E., Jozwik A. & Kiedrzynski M. 2025. An analysis of catchment factors associated with heavy metal export into the Baltic Sea and nature-based solutions aimed at its limitation. Journal of Hazardous Materials 494 (2025) 138727. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.138727.

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., Paukku R., & Rantakokko P. 2012b. Tiettyjen haitallisten orgaanisten yhdisteiden esiintyminen yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilla ja kaatopaikoilla. SYKEn raportteja 29/2012.

Mehtonen J., Räike A., Siimes K. & Holmberg M. + ELYläisiä. 2013. Vesipuitedirektiivin mukainen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden (ns. vanhat EU-prioriteettiaineet + kansalliset haitalliset aineet) kuormitusinventaario; seitsemän vesienhoitoaluekohtaista (VHA1-7) inventaarioraporttia & kansallinen yhteenvetoraportti + inventaariota täydentävä tukimateriaali; http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyo/Suunnitteluopas/Vesipuitedirektiivin_mukainen_vesiympari(29371)

Mehtonen J., Holmberg M., Räike A., Siimes K., Vähä E., Vuorenmaa J. & Lautala K. + ELYläisiä. 2018. Vesipuitedirektiivin mukainen vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden (12 uutta EU-prioriteettiainetta) kuormitusinventaario; seitsemän vesienhoitoaluekohtaista (VHA1-7) inventaarioraporttia & kansallinen yhteenvetoraportti. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyo/Suunnitteluopas/Vesiymparistolle_vaarallisten_ja_haitall(48680)

Mehtonen J., Siimes K., Junttila V., Holmberg M., Pyy O., Räike A. & Vuorenmaa J. 2021a. VPD:n vesiympäristölle vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitusinventaario II - tietoa vesienhoidon suunnitteluun vuosille 2022–2027. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteis-tyo/Suunnitteluopas/Vesiymparistolle_vaarallisten_ja_haitall(48680)

Mehtonen J., Junttila V., Siimes K. & Holmberg M. 2021b. Vaaralliset ja haitalliset aineet – kuormitusinventaarion tuloksia. Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2021: 32–37.

Mehtonen J., Siimes K., Leppänen M., Junttila V., Äystö L., Vähä E., Karjalainen J., Hu X., Österholm P. & Nystrand M. 2023. Haitalliset aineet pintavesissä – muutosehdotuksia vesiympäristölle vaarallisten aineiden asetukseen. Syken raportteja 28/2023.

Mehtonen J., Räike A. & Holmberg M., 2024. Luku 3.3.10 ”Vaarallisten ja haitallisten aineiden kuormitus" julkaisussa: Piepponen H., Laamanen-Nicolas L., Korpinen S., Back M., Suomela J., Lahtinen T., Paavilainen P., Ekebom J. & Rinne H. (toim.), "Suomen meriympäristön tila 2024”. SYKEn Raportteja 35/2024. 187 s. + liitteet. http://hdl.handle.net/10138/594993

Mukherjee A. B. 1989. The release of Cadmium and Mercury into the Finnish Environment. Report 64 / 1989. Ministry of the Environment.

Munne P., Verta M. & Mehtonen J. 2013. Itämeren suojeluohjelmaan 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. SYKEn raportteja 7/2012. 44 s.

Nuotio E., Rytkönen A.-M., Nissinen P., Hagelberg E., Hjerppe T. & Degerman R. 2026. Happamien sulfaattimaiden ja mustaliuskeiden aiheuttamien haittojen vähentäminen vuoteen 2036. Valtioneuvoston julkaisuja 2026:50. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstreams/1b0fc600-e33e-4228-972c-e0eb86588802/download.

Pasanen A., Lyytikäinen M., Solismaa L., Keronen J., Kankkunen J., Kukkonen J. & Backnäs S. 2013. Nonyylifenolietoksylaatin kulkeutuminen ja haitallisuuden arviointi Yara Suomi Oy:n Siilinjärven tehdas- ja kaivosalueella. GTK:n arkistoraportti 97/2013. 34 s.

Perkola N. ym. 2023. PFAS-yhdisteet ympäristössä – tietopaketti. Suomen ympäristökeskus. www.ymparisto.fi/fi/saasteettomuus-ja-ymparistoriskit/kemikaalien-ymparistoriskit/ja-polyfluoratut-alkyyliyhdisteet-pfas

Raunio J. & Itkonen A. 2017. Kymijoen PCDD/F- ja elohopeakulkeuman arviointi. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 386/2018. 15 s. + liitteet.

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., Vähä E. & Joukola M. 2018. Kasvinsuojeluaineiden valuma-aluekohtainen kuormitusindikaattori. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 35. https://journal.fi/smst/article/view/73243/35113

Siimes K., Vähä E., Junttila V., Lehtonen K. & Mannio J. (Toim.). 2019. Haitalliset aineet Suomen vesissä: tilanne ja seurannan suuntaviivat. SYKEn raportteja 8 /2019.

Siimes K. & Mannio J. 2020. Pintavesien kemiallinen tila – Qua vadis? Vesitalous 4/2020: 40 – 45.

Sutela, T., Vuori, K-M., Louhi, P., Hovila, K., Jokela, S., Karjalainen, S.M., Keinänen, M., Rask, M., Teppo, A., Urho, L., Vehanen, T., Vuorinen, P.J., Österholm, P. 2012. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. Suomen ympäristö 14.

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

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

Toivonen J. & Boman A. 2024. Discharge of potentially toxic elements from acid sulfate soils in western Finland: Conflict between water protection and land use? Regional Studies in Marine Science Volume 71, 103426.

Vesihallitus 1982. Teollisuuden vesiensuojelun nykytila – Vesiensuojelun tavoiteohjelma-projektin osaraportti nro 2. Vesihallituksen monistesarja 147 / 1982.

Vesihallitus 1983. Vesiympäristölle vaaralliset aineet – Vesiensuojelun tavoiteohjelma-projektin osaraportti nro 3. Vesihallituksen monistesarja 189 / 1983.

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

Vieno N. & Arjonen M. 2021. Uudet haitalliset aineet suomalaisilla jätevedenpuhdistamoilla. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 70. Suomen Vesilaitosyhdistys ry

Virolainen M. 2010. Vesiympäristölle vaaralliset ja haitalliset aineet sekä E-PRTR-raportointi. Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy. 8 s. + liitteet.

Vuoristo H., Gustafsson J., Helminen H., Jokela S., Londesborough S., Mannio J., Mehtonen J., Mononen P., Nakari T., Ojanen P., Ruoppa M., Silvo K. & Sainio P. 2010. Haitallisten aineiden tarkkailu – Päästöt ja vaikutukset ve-siin. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2010.

Wallin J., Karjalainen A. K., Järvistö J., Hovinen T. & Vuori K-M. 2013. Assessing ecotoxicological risks of acidity and metals leached from acid sulphate soils in Ostrobothnian river estuaries. Ympäristötieteenpäivät 2013.

Whalley C. & van den Roovaart J. 2020. Report from the WG Chemicals sub-group on emissions to water: ANNEX A: DRAFT PAPER - Calculating emissions from urban waste water treatment plants to surface waters. DRAFT DOCUMENT 5th October 2020. 64 s. CIRCABC - Documents (europa.eu)

# 14 Liitteet

## Liite 1. Jokien ainevirtaamien arviointi

Antti Räike / Syke

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.

Jokien ainevirtaama mereen laskettiin virtaamien ja pitoisuuksien kuukausittaisista keskiarvoista käyttäen aineistona vuosien 2018–2024 VESLA- ja HYDRO-dataa. Ainevirtaama-arviot perustuvat aineiden kokonaispitoisuuksiin. Vesienhoitoalueen kaikkien merkittävien jokien ainevirtaamia ei arvioitu, jos ne eivät sisälly jokien ainevirtaamien 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.

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

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

(100%-A)*LOQ (1)

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

Jokien kautta kulkeutuva haitallisten aineiden ainevirtaama arvioidaan yhdistämällä päivittäiset virtaamahavainnot ja vedenlaadun näytteistä määritetyt pitoisuudet. Vuosittaisen ainevirtaaman laskentaan riittää, että tarkasteltavalle muuttujalle on saatavissa vähintään viiden vesinäytteen pitoisuustulos vuoden aikana. Ainevirtaama voidaan laskea, mikäli vähintään yhdessä näistä näytteistä haitallisen aineen pitoisuus ylittää määritysrajan alarajan. Tähän laskentatapaan liittyy kuitenkin epävarmuuksia. Koska pitoisuustiedot perustuvat suhteellisen harvaan näytteenottoon, ne eivät välttämättä kuvaa kaikkia pitoisuuksien vaihteluita vuoden aikana, erityisesti virtaamahuippujen tai lyhytaikaisten kuormituspiikkien yhteydessä. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat analyysimenetelmien määritysrajat sekä se, että osa näytteistä voi olla määritysrajan alapuolella. Näistä syistä vuosikohtaisia ainevirtaama-arvioita tulee tulkita suuntaa-antavina, ja niihin sisältyy huomattavaa epävarmuutta, joka liittyy sekä näytteenoton ajalliseen kattavuuteen että pitoisuusmääritysten tarkkuuteen.

Jokien ainevirtaamat on arvioitu kaikille aineille, joista löytyy jokisuista mitattua pitoisuustietoa; myös vähämerkityksellisistä aineista.
Ainevirtaamapaikoilta on analysoitu vuosittain metalleja. Lisäksi 12 joen vedestä on analysoitu vuodesta 2019 lähtien vaihtuvaa orgaanisten aineiden ryhmää, johon sisältyy vähintään yksi EU:n prioriteettiaineista. Taulukossa A on annettu analyysivuosi, jolloin aineryhmä on analysoitu. Joiltakin paikoilta tuloksia on muiltakin vuosilta, esimerkiksi torjunta-aineita on seurattu lähes vuosittain Aurajoesta ja muutamina vuosina muista ainevirtaamajoista.

Taulukko A. Ainevirtaama-jokisuiden vesinäytteistä mitatut aineet. EU = EU-aineet asetuksen 1022/2006 liitteessä 1C, FI = kansallisesti valitut aineet asetuksen 1022/2006 liitteessä 1D.

| Aineryhmä | Vuosi | EU/FI | Aine | Hertta-suurekoodi | lisätietoa |
|---|---|---|---|---|---|
| metallit | vuosittain | EU | elohopea | HG | |
| metallit | vuosittain | EU | kadmium | CD | |
| metallit | vuosittain | EU | lyijy | PB | |
| metallit | vuosittain | EU | nikkeli | NI | |
| alkyylifenolit | 2020 | - | oktyylifenolidietoksylaatti | OP2EO | |
| alkyylifenolit | 2020 | - | oktyylifenolimonoetoksylaatti | OP1EO | |
| alkyylifenolit | 2020 | EU | 4-n-nonyylifenoli | NP4 | a) |
| alkyylifenolit | 2020 | EU | nonyylifenoli | NPT | b) |
| alkyylifenolit | 2020 | EU | nonyylifenoli-dietoksylaatti | NP2EO | c) |
| alkyylifenolit | 2020 | EU | nonyylifenoli-monoetoksylaatti | NP1EO | c) |
| alkyylifenolit | 2020 | EU | oktyylifenoli | OP | d) |
| alkyylifenolit | 2020 | EU | para-tert-oktyylifenoli | PTOF | e) |
| ftalaatit | 2021 | EU | di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti | DEHP | |
| ftalaatit | 2021 | FI | bentsyylibutyyliftalaatti | BBP | |
| ftalaatit | 2021 | FI | dibutyyliftalaatti | DBP | |
| PAH | 2022 | EU | antraseeni | ANTR | |
| PAH | 2022 | EU | fluoranteeni | FLUO | |
| PAH | 2022 | EU | naftaleeni | NAFTA | |
| PAH | 2022 | EU | bentso(a)pyreeni | BAP | |
| PAH | 2022 | EU | bentso(b)fluoranteeni | BBF | |
| PAH | 2022 | EU | bentso(ghi)peryleeni | BGHIP | |
| PAH | 2022 | EU | bentso(k)fluoranteeni | BKF | |
| PAH | 2022 | EU | indeno(1,2,3-cd)pyreeni | IP | f) |
| PFAS | 2019, 2024 | EU | perfluorioktaanisulfonaatti | PFOS | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | alakloori | ALA | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | atratsiini | ATZN | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | klorfenvinfossi | KVF | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | klorpyrifossi | KPF | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | aldriini, dieldriini, endriini ja isodriini | ALDRIN, DIELDRIN, END, ISD | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | kokonais-DDT, p,p-DDT | PDDT, ODDT, PDDE, PDDD | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | diuroni | DIU | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | endosulfaani (alfa- ja beta-endosulfaani) | BESU, AESU | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | heksaklooribentseeni | HCB | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | heksaklooributadieeni | HCBD | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | heksakloorisykloheksaani | HCH, HCHABGD, AHCH, BHCH, DHCH, lindane | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | isoproturoni | IPT | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | pentaklooribentseeni | PECB | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | simatsiini | SMZ | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | trifluraliini | TFLU | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | dikofoli | DIKO | |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | kinoksifeeni | KVIF | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| torjunta-aineet | 2023 | EU | aklonifeeni | AKL |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | bifenoksi | BFEO |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | sybutryyni (irgaroli) | IRGA |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | sypermetriini | CYPM, SYABCD, ASY |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | diklorvossi | DKV |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | heptakloori & heptakloori epoksidit | HPC, ENH, HCEX |
| torjunta-aineet | 2023 | EU | terbutryyni | TRB |
| torjunta-aineet | 2023 | FI | bronopoli | PRPO |
| torjunta-aineet | 2023 | FI | dimetoaatti | DIM |
| torjunta-aineet | 2023 | FI | MCPA | MCPA |
| torjunta-aineet | 2023 | FI | metamitroni | MMIT |
| torjunta-aineet | 2023 | FI | prokloratsi | PRK |

a) nonyylifenolin suoraketjuinen isomeeri
b) nonyylifenolin eri suoraketjuisten ja haaroittuneiden muotojen tekninen seos
c) EQS-direktiivissä ei ole nonyylifenolien etoksylaatteja mukana, mutta sen kansallisessa toimeenpanossa on nonyylifenolin sijasta nonyylifenolin ja sen kahden etoksylaatin toksisuusekvivalentti
d) sisältää oktyylifenolin eri isomeerejä
e) oktyylifenolin yksi isomeeri
f) indeno(1,2,3-cd)pyreeniä on analysoitu vesistä, mutta se unohtui jokikuormalaskuista; sen analytiikalle ei ole määritysrajavaatimusta tms., sillä ne on sidottu yleensä EQS-arvoon, jota tällä yhdisteellä ei ole.

**Lähteet**

HELCOM. 2011. The Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5). Balt. Sea Environ. Proc. 128.

## Liite 2. Laskeuman arviointi

Torsti Schulz

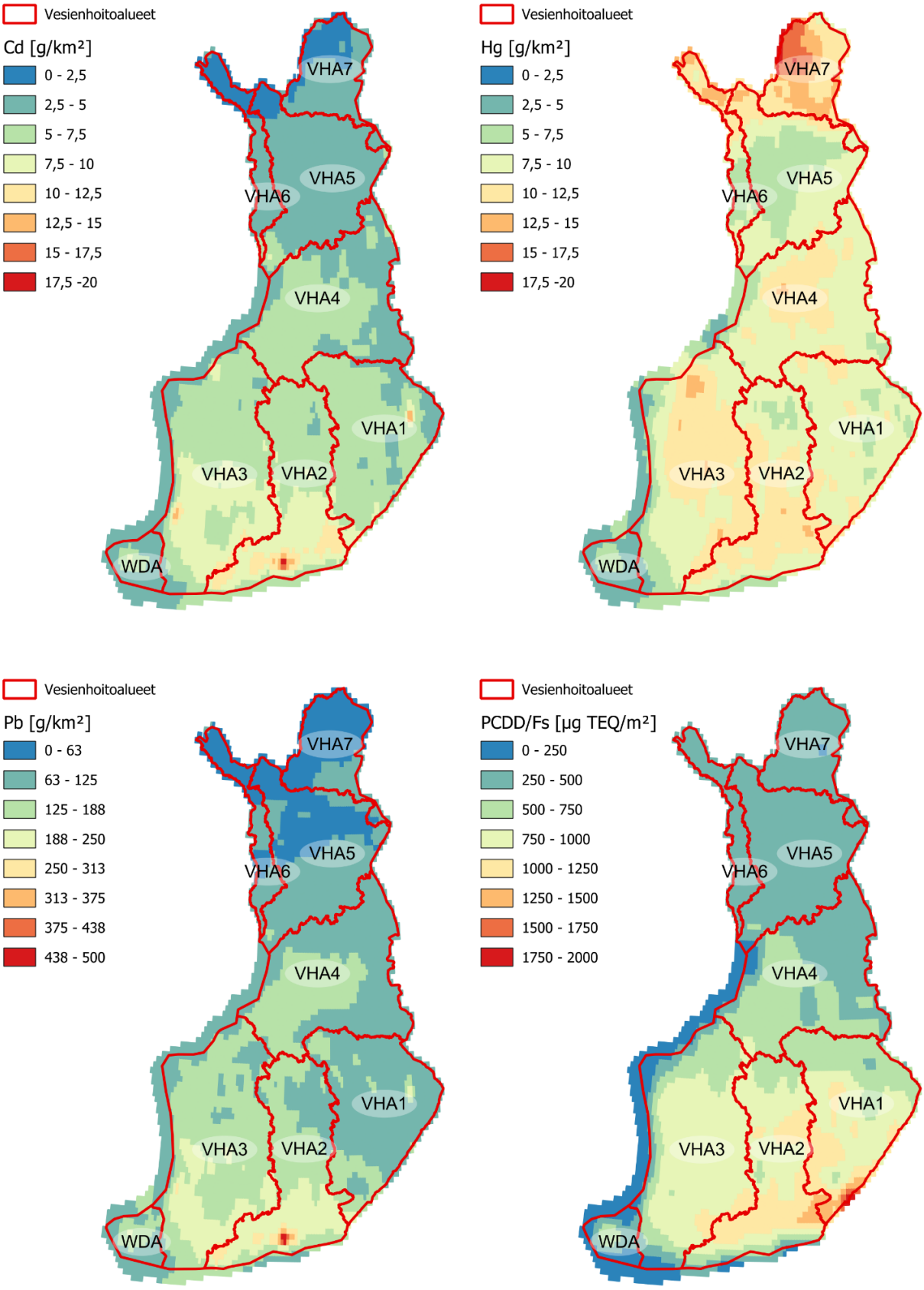
Päästöinventaarion laskeuma-arviot perustuvat YK:n Euroopan talouskomission kaukokulkeutumissopimuksen alaisen seurantaohjelman EMEPin antamiin tietoihin. Inventaariossa on käytetty EMEP:in keräämiä metallien ja pysyvien orgaanisten yhdisteiden päästötietoja (EMEP 2024a) sekä ohjelman tuottamia malliarvioita laskeuman suurudesta (EMEP 2022). Vuoden 2021 laskeuma arvioitiin kadmiumille (Cd), elohopealle (Hg), lyijylle sekä dioksiineille (PCDD/Fs). Tässä liitteessä kuvataan lyhyesti Suomen päästöjen sekä laskeumien kehitys vuodesta 1990, ja esitetään vuoden 2021 laskeuma-arviot vesienhoitoalueille sekä kansallisten päästöjen ja muiden EMEP-maiden ja EMEP:in ulkopuolisten maiden päästöjen aiheuttamien laskeumien osuudet. Lopuksi tuodaan esille tiedossa olevat laskeumien arviointiin liittyvät epävarmuudet sekä malliarvioiden ja havaintojen väliset eroavaisuudet.

Suomen laskeumien arviot perustuvat mallinnettuihin kokonaislaskeumiin, joihin on laskettu sekä Suomen omista päästölähteistä että kaukokulkeutumasta peräisin oleva laskeuma. Arviot perustuvat aiempien erillisten raskasmetallien laskeumamallin (MSCE-HM) ja pysyvien orgaanisten yhdisteiden laskeumamallin (MSCE-POP) pohjalta kehitettyyn GLEMOS-malliin (EMEP 2025), jotka ovat YK:n Euroopan talouskomission kaukokulkeutumissopimuksen alaisen seurantaohjelman kehittämiä.

### Vesienhoitoalueiden laskeuma vuonna 2021

Kadmiumin, elohopean, lyijyn sekä dioksiinien laskeumat arvioitiin vesienhoitoalueittain koko pinta-alalle, sisä- ja rannikkovesiin sekä maa-alueille. Mallitulokset ovat peräisin EMEP:in alaisen vanhan MSC-E mallinnuskeskusken verkkopalvelun tietokannasta 0.1°x0.1° hilassa (EMEP 2022). Hilaan mallinnettu laskeuma yhdistettiin vesienhoitoalueiden rajoihin sekä vesimuodostumiin. Paikkatieto-ohjelmistossa määritettiin EMEP-hilan ruutujen ja VHA-alueiden leikkaukset. Vuoden 2021 paikkakohtaiset laskeumat määritettiin kertomalla pinta-alakohtaiset laskeumat kunkin EMEP-ruudun tai sen osan pinta-alalla. Samaa menettelytapaa käytettiin trendien laskemiseen vuosittaisista mallinnustuloksista. Paikkatietoaineistoista määritetyt vesienhoitoalueiden tiedot on esitetty taulukossa 1 ja laskeuman alueellinen jakauma kuvassa 1.

Vesienhoitoalueille laskeumasta peräisin olevat aineiden kokonaiskuormat määritettiin laskemalla yhteen paikkakohtaiset laskeumat kullekin VHA:lle osuvista hilaruuduista tai niiden osista (Taulukko 2). Laskeumista kohdistuva kuormitus sisä- ja rannikkovesiin (taulukot 3, 4) laskettiin vesimuodostumiin kohdistuvan laskeuman perusteella. Maa-alueille tuleva laskeuma saatiin näiden erotuksena kokonaislaskeumasta (Taulukko 5).




**Kuva 1.** Vuoden 2021 arvioitu vuosittainen kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien (PCDD/F) laskeuma EMEP:in 0.1°x0.1° hilassa.

**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 | 58 111 | 18 % | 10 395 | 0 % | | 82 % | 47 716 |
| VHA2 | 57 028 | 12 % | 6 625 | 11 % | 6 105 | 78 % | 44 298 |
| VHA3 | 83 289 | 4 % | 3 642 | 17 % | 14 311 | 78 % | 65 336 |
| VHA4 | 68 029 | 6 % | 4 194 | 5 % | 3 318 | 89 % | 60 517 |
| VHA5 | 54 806 | 3 % | 1 682 | 2 % | 912 | 95 % | 52 212 |
| VHA6 | 14 576 | 3 % | 481 | 1 % | 105 | 96 % | 13 990 |
| VHA7 | 25 546 | 7 % | 1 792 | 0 % | | 93 % | 23 754 |
| VHA8 | 9 372 | 0,1 % | 11 | 83 % | 7 785 | 17 % | 1 576 |
| Yhteensä | 370 757 | 8 % | 28 821 | 9 % | 32 538 | 83 % | 309 398 |

**Taulukko 2**. Koko vesienhoitoalueen pinta-alalle laskettu tuleva kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien (PCDD/Fs) laskeuma vuonna 2021.

| | Cd (kg) | Hg (kg) | Pb (kg) | PCCD/F (g I-TEQ) |
|---|---|---|---|---|
| VHA1 | 334 | 520 | 6607 | 50 |
| VHA2 | 442 | 560 | 9653 | 52 |
| VHA3 | 577 | 785 | 13318 | 62 |
| VHA4 | 358 | 637 | 8170 | 35 |
| VHA5 | 207 | 447 | 3838 | 23 |
| VHA6 | 43 | 136 | 866 | 5 |
| VHA7 | 72 | 330 | 1354 | 10 |
| VHA8 | 44 | 45 | 1193 | 3 |
| Yhteensä | 2 077 | 3460 | 44 999 | 240 |

**Taulukko 3**. Sisävesiin tuleva kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien (PCDD/Fs) laskeuma vuonna 2021.

| | Cd (kg) | Hg (kg) | Pb (kg) | PCCD/F (g I-TEQ) |
|---|---|---|---|---|
| VHA1 | 57 | 88 | 1132 | 9 |
| VHA2 | 45 | 62 | 961 | 6 |
| VHA3 | 27 | 37 | 602 | 3 |
| VHA4 | 21 | 38 | 460 | 2 |
| VHA5 | 6 | 14 | 117 | 0,7 |
| VHA6 | 2 | 4 | 30 | 0,2 |
| VHA7 | 5 | 22 | 93 | 0,6 |
| VHA8 | 0,1 | 0,1 | 2 | 0,0 |
| Yhteensä | 163 | 265 | 3 397 | 22 |

**Taulukko 4**. Rannikkovesiin tuleva kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien (PCDD/Fs) laskeuma vuonna 2021.

| | Cd (kg) | Hg (kg) | Pb (kg) | PCCD/F (g I-TEQ) |
|---|---|---|---|---|
| VHA2 | 71 | 52 | 1124 | 4 |
| VHA3 | 135 | 89 | 2006 | 5 |
| VHA4 | 22 | 23 | 372 | 1 |

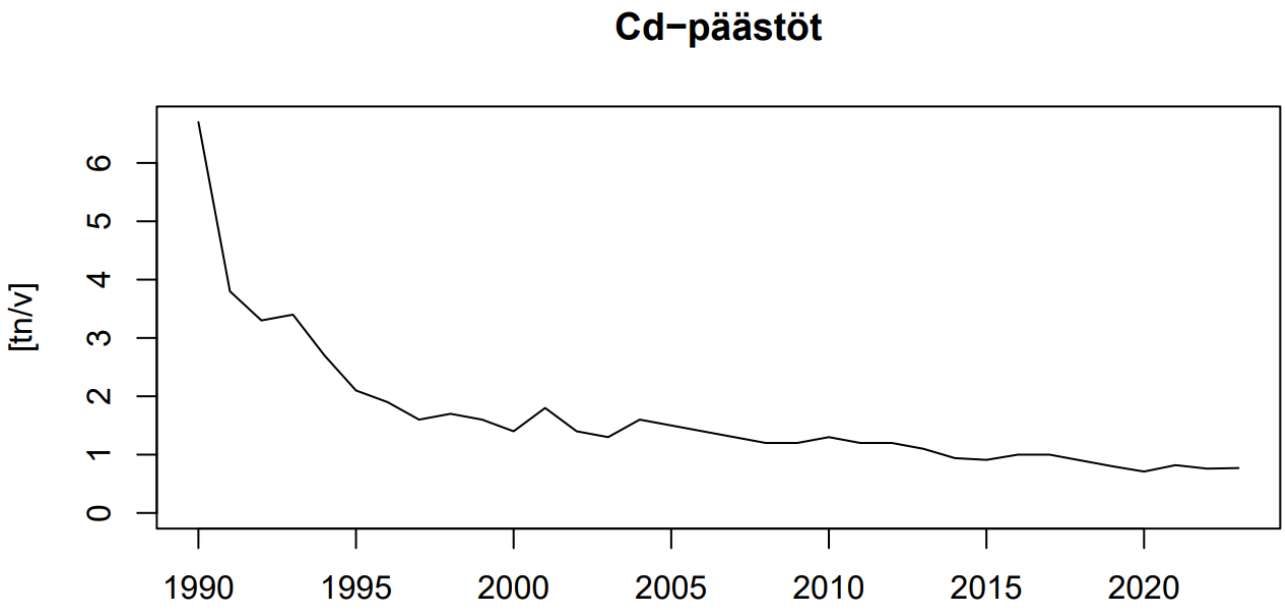
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VHA5 | 4 | 7 | 97 | 0,2 |
| VHA6 | 0,4 | 1 | 12 | 0,0 |
| VHA8 | 83 | 36 | 952 | 2 |
| Yhteensä | 184 | 207 | 4 563 | 216 |

**Taulukko 5**. Maa-alueille tuleva kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien (PCDD/Fs) laskeuma vuonna 2021.

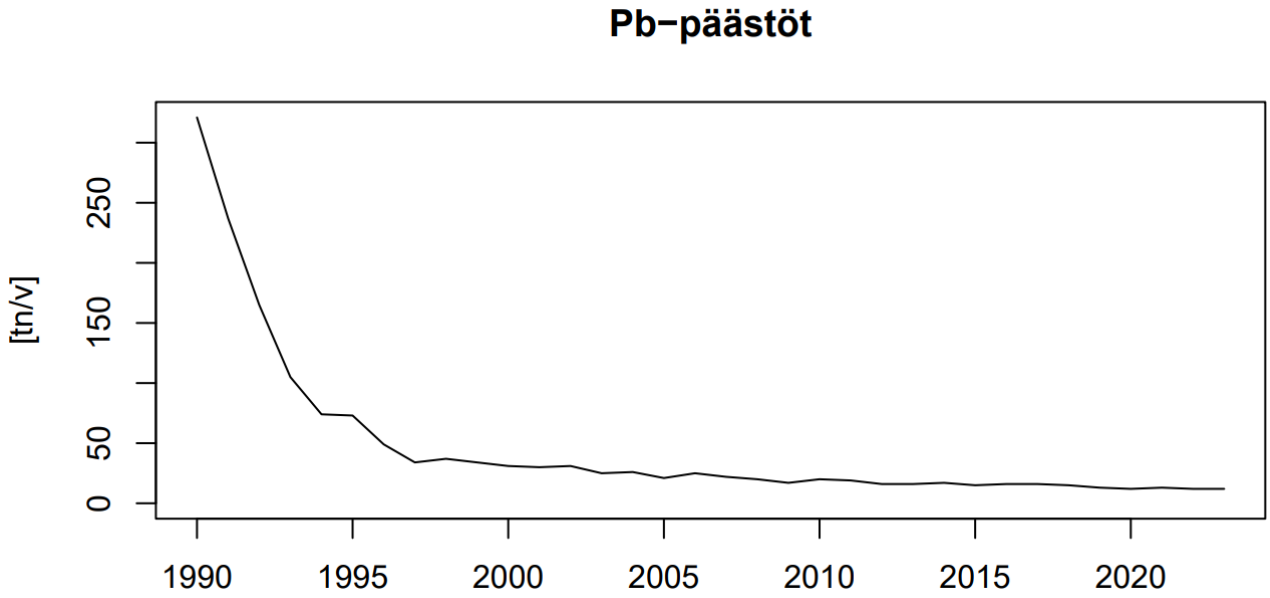
| | Cd (kg) | Hg (kg) | Pb (kg) | PCCD/F (g I-TEQ) |
|---|---|---|---|---|
| VHA1 | 277 | 432 | 5 475 | 41 |
| VHA2 | 348 | 446 | 7 568 | 43 |
| VHA3 | 471 | 659 | 10 710 | 53 |
| VHA4 | 321 | 577 | 7 338 | 32 |
| VHA5 | 196 | 427 | 3 624 | 22 |
| VHA6 | 41 | 131 | 823 | 5 |
| VHA7 | 67 | 308 | 1 261 | 10 |
| VHA8 | 9 | 9 | 239 | 0,8 |
| Yhteensä | 1 730 | 2 987 | 37 038 | 206 |

### Päästöjen kehitys vuosina 1990–2023

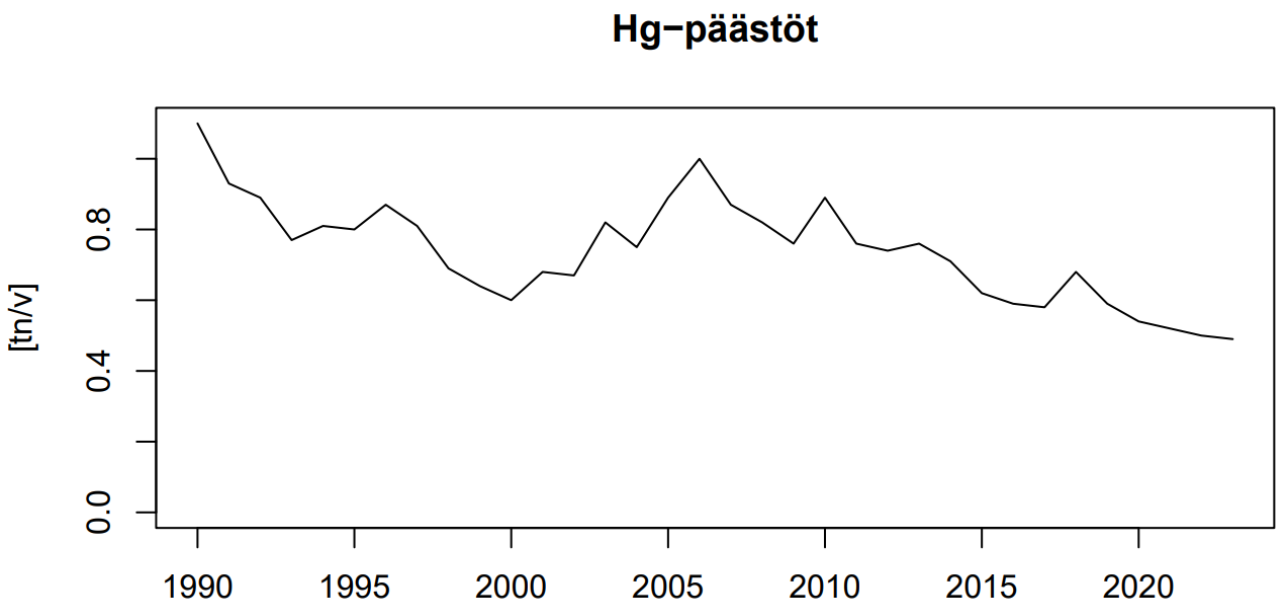
Ilmaperäinen laskeuma on luonteeltaan hajakuormitusta ja sen tasoon Suomessa vaikuttavat sekä Suomen omat päästöt että muiden maiden päästöjen kaukokulkeuma. EU28-maiden metallipäästöjen osalta kadmiumin, elohopean ja lyijyn päästöt ovat kutakuinkin tasaisesti pienentyneet 1990-luvulla (EMEP 2024a & b, 2025). Vuoden 2000 jälkeen päästöt eivät ole enää vähentyneet yhtä selkeästi, mutta kaikkien kolmen raskasmetallin päästöt ovat vähintään puolittuneet vuosina 2000–2023 (EMEP 2024a & b, 2025). Vastaava kehitys on tapahtunut myös Suomen omissa päästöissä. Suomen kadmiumin ja lyijyn päästöt olivat jo vuonna 2005 mennessä selvästi vähentyneet vuoden 1990-tasosta. Sen jälkeen näiden aineiden päästöissä on vain pientä vuosivaihtelua (Kuva 2, Kuva 3). Elohopean päästöt vähenivät vuodesta 1990 mutta palasivat vuoteen 2006 mennessä lähes vuoden 1990 lukemiin, jonka jälkeen ovat jälleen vähentyneet noin vuoden 2000 tasolle (Kuva 4). Suomen dioksiinien päästöt ovat vähentyneet suhteellisen tasaisesti koko tarkastelujakson (Kuva 5).



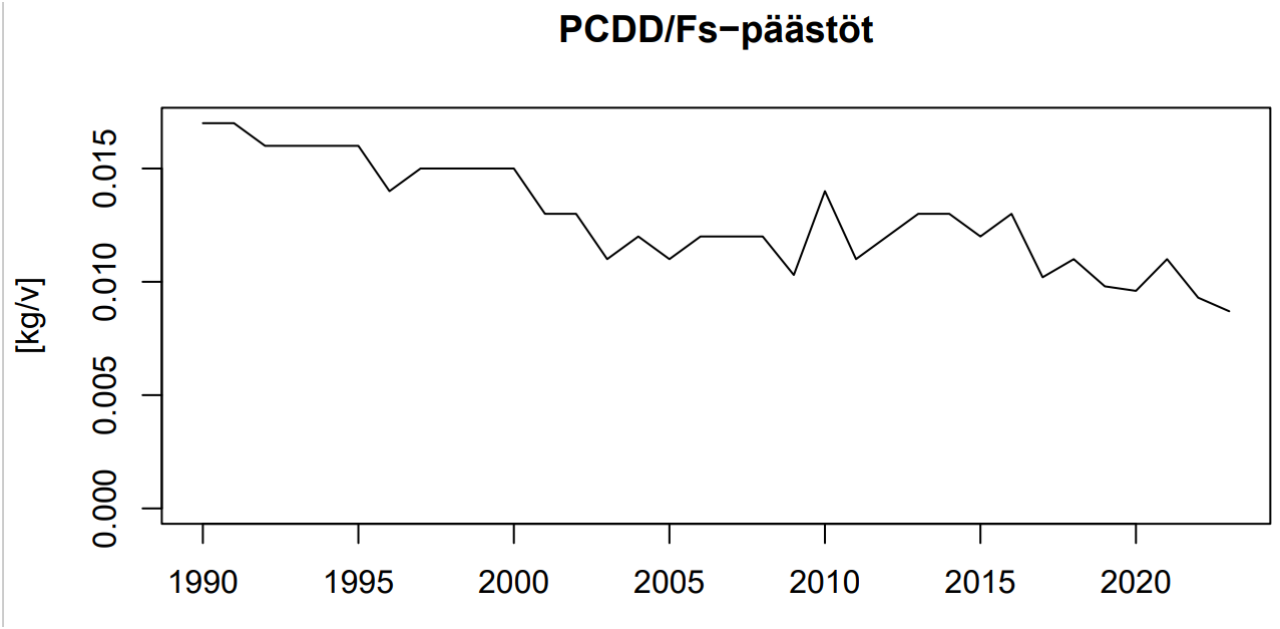

**Kuva 2.** Suomen EMEPin päästötietokantaan raportoimien kadmiumin päästöjen kehitys vuosina 1990–2023.




**Kuva 3**. Suomen EMEPin päästötietokantaan raportoimien lyijyn päästöjen kehitys vuosina 1990–2023.




**Kuva 4**. Suomen EMEPin päästötietokantaan raportoimien elohopean päästöjen kehitys vuosina 1990–2023.

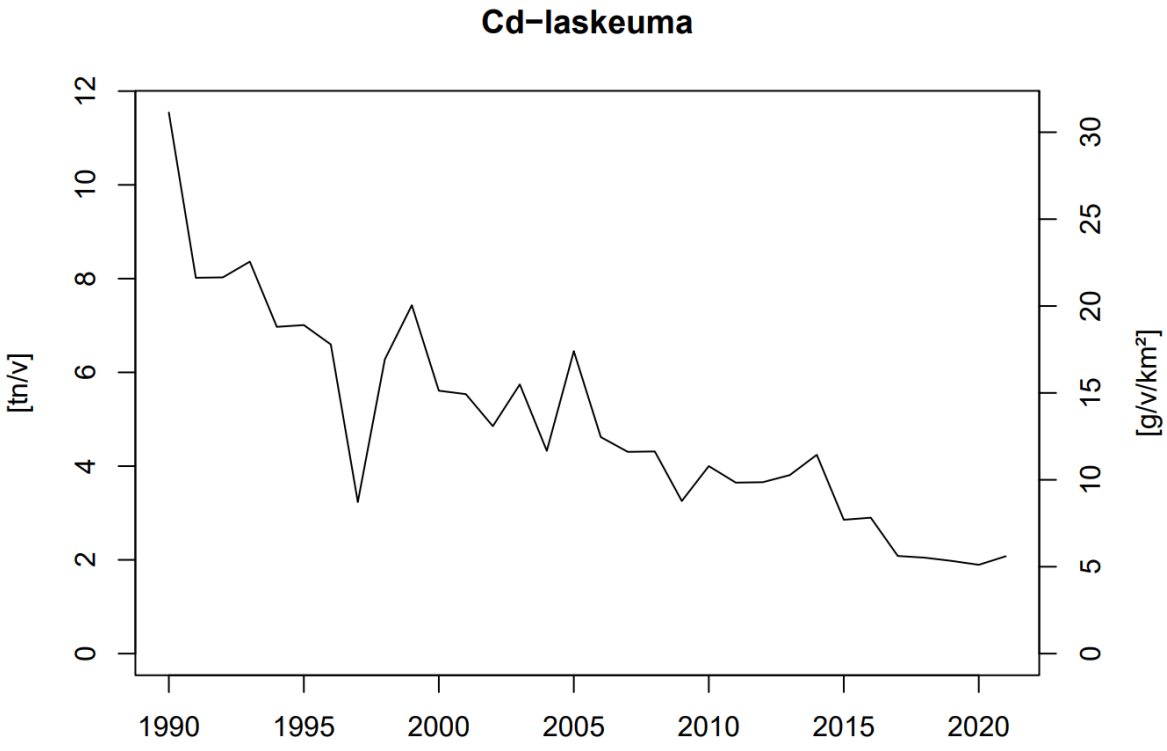



**Kuva 5**. Suomen EMEPin päästötietokantaan raportoimien dioksiinien päästöjen (I-TEQ) kehitys vuosina 1990–2023.

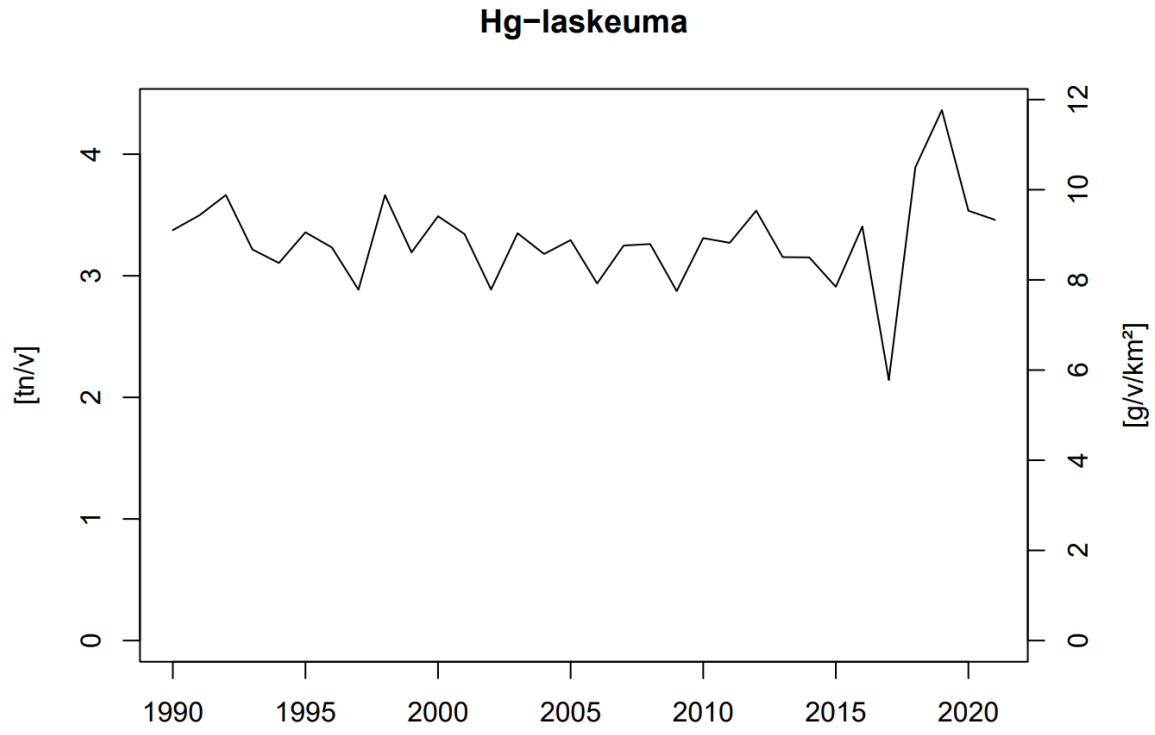
### Suomen laskeumien kehitys vuosina 1990–2021

Laskeumien vuosivaihteluun vaikuttavat kansallisten päästöjen vaihtelun lisäksi muiden maiden päästöissä tapahtuva vaihtelu. Lisäksi vuosien väliset meteorologiset erot, kuten tuulen suunta ja voimakkuus, sateen määrä ja ilman lämpötila, vaikuttavat päästöjen leviämiseen ja Suomen alueelle tulevaan laskeumaan. Kadmiumin ja lyijyn laskeumat ovat pienentyneet (Kuvat 6 ja 7). Elohopean laskeumassa ei näy vähenemää ja sen vuosivaihtelu jatkuu samanlaisena kuin 1990-

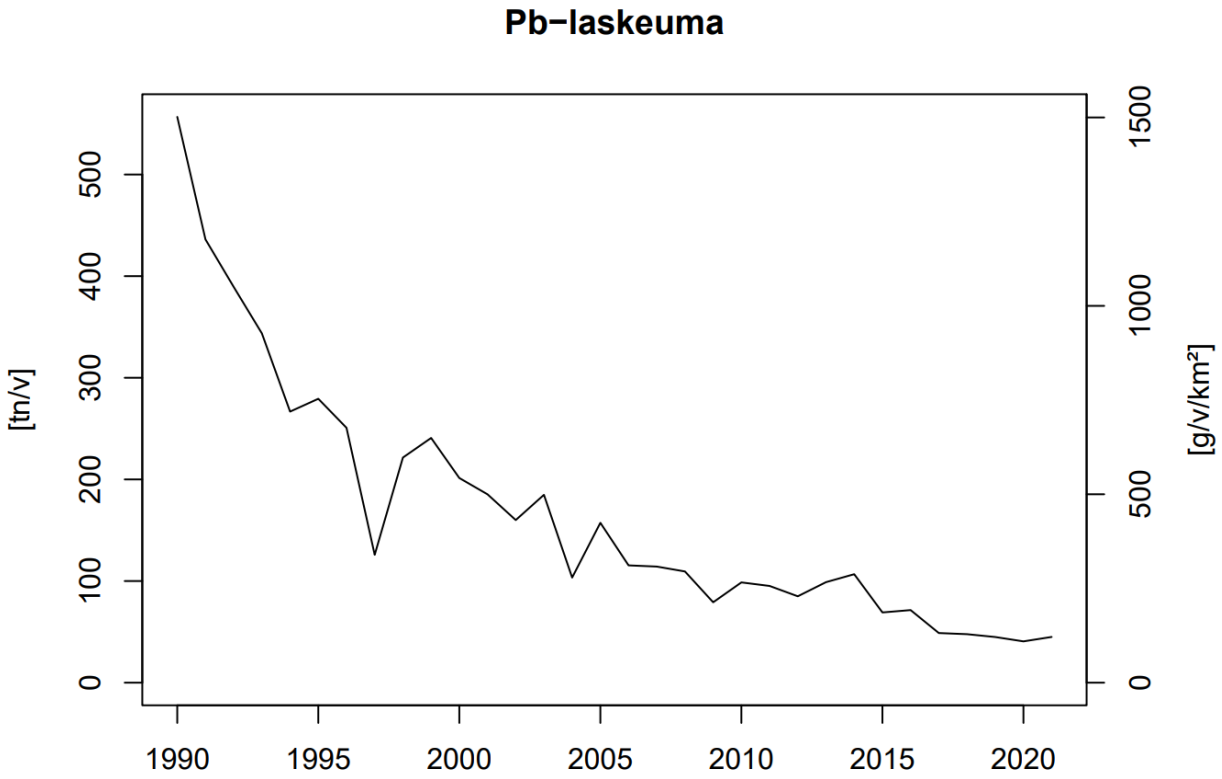
luvulla (Kuva 8). Dioksiinilaskeuman mallinnustuloksia on saatavilla vasta vuodesta 2016 alkaen eikä tällä ajanjaksolla näy muutoksia laskeumassa (Kuva 9).



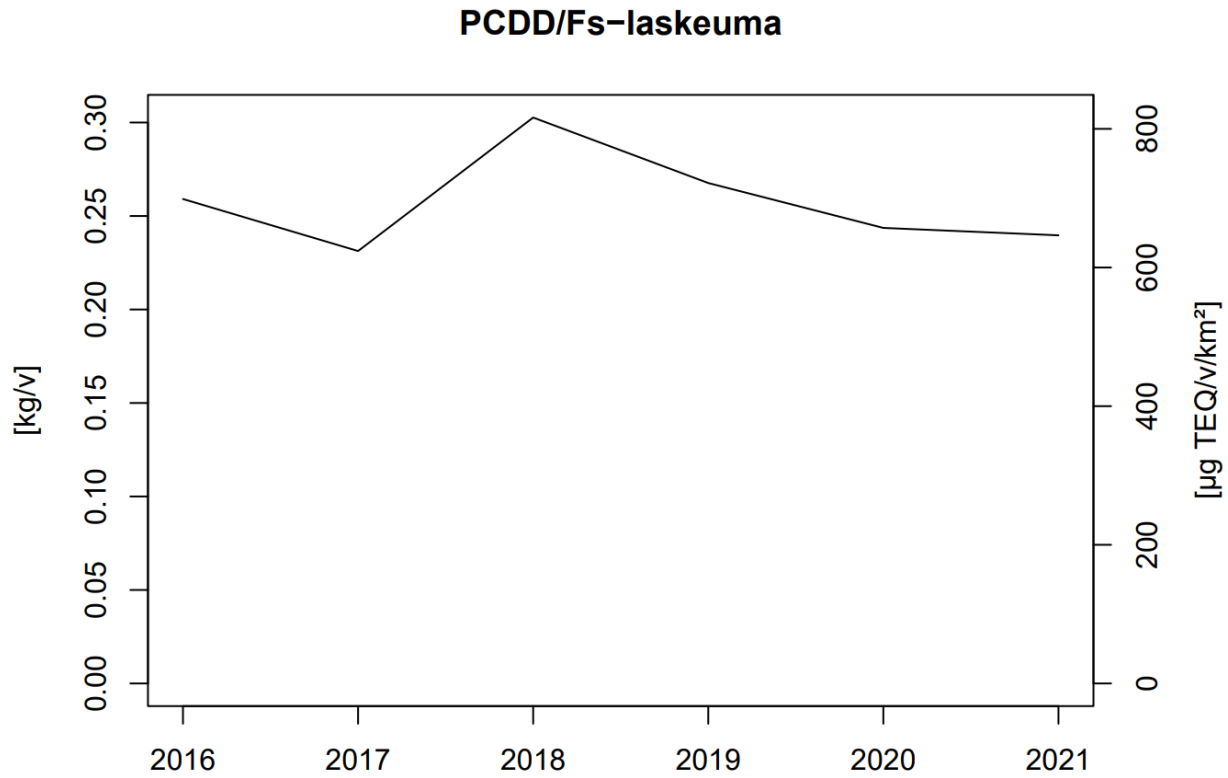

**Kuva 6**. Kadmiumin kokonaislaskeuma Suomen alueelle 1990–2021.




**Kuva 7**. Elohopean kokonaislaskeuma Suomen alueelle 1990–2021.




**Kuva 8**. Lyijyn kokonaislaskeuma Suomen alueelle 1990–2021.




**Kuva 9**. Dioksiinien kokonaislaskeuma (I-TEQ) Suomen alueelle 2016–2021.

### Kansallisten lähteiden osuus laskeumasta

Omien päästölähteiden lisäksi Suomen kokonaislaskeumaan vaikuttavat muiden maiden antropogeeniset päästöt siltä osin kun ne kulkeutuvat Suomeen, sekä Suomen alueelta ja ympäröiviltä alueilta peräisin olevat sekundääriset lähteet. Myös muista kuin EMEP-maista voi tulla laskeumaa Suomeen. Sekundäärisiin lähteisiin lasketaan resuspensio, eli tuulen vaikutuksesta maaperästä, kasvillisuudesta ja vesien pinnoilta ilmaan pääsevät hajapäästöt. Kansallisten päästöjen osuus vuonna 2020 kadmiumin, elohopean, lyijyn ja dioksiinien kokonaislaskeumasta Suomessa oli 18 %, 3 %, 12 % ja 2 %. Elohopeaa lukuunottamatta sekundaarilähteillä EMEP-maissa on merkittävä osuus laskeumaan ja dioksiinien ja lyijyn kohdalla se on suurin laskeuman lähde (Taulukko 6, EMEP 2022).

**Taulukko 6**. Suomeen tulleen kadmiumin (Cd), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja dioksiinien (PCDD/Fs) kokonaislaskeuman eri lähteiden arvioidut osuudet vuonna 2020 (EMEP 2022).

| Laskeuman lähde | Cd (kg) | | Hg (kg) | | Pb (kg) | | PCCD/Fs (g I-TEQ) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kansalliset päästöt | 18 % | 302 | 3 % | 102 | 12 % | 4 243 | 2 % | 5 |
| Muiden EMEP-maiden päästöt | 48 % | 809 | 10 % | 312 | 36 % | 12 785 | 7 % | 16 |
| Päästöt muista kuin EMEP-maista | 8 % | 139 | 86 % | 2 791 | 8 % | 2 723 | 20 % | 44 |
| Sekundäärilähteet EMEP-maissa | 26 % | 428 | 2 % | 56 | 45 % | 16 119 | 71 % | 162 |
| Yhteensä | | 1 678 | | 3 262 | | 35 870 | | 227 |

### Laskeuma-arvioiden epävarmuus vuosina 2021–2023

Vuosilta 2021, 2022 ja 2023 on vertailuja kadmiumin ja lyijyn mitatun sekä mallinnetun laskeuman osalta mittausasemilta Virolahti III (FI18), Pallas (Matorova) (FI36), Hyytiälä (FI50), Hailuoto II (FI53), Hietajärvi (FI92) ja Kotinen (FI93). Elohopean osalta mittauksia on asemilta Virolahti III (FI18), Pallas (Matorova) (FI36), Hyytiälä (FI50) ja Kotinen (FI93), joista vuodelta 2021 vain Pallas (Matorova) (FI36) ja Kotinen (FI93) (EMEP 2022, 2024b, 2025).

Laskeumamallinnukset selvästi aliarvioivat lyijy- ja kadmiumlaskeumaa Suomessa. Vuosina 2022 ja 2023 kuuden mittausaseman keskimääräinen mallinnettu laskeuma oli kadmiumin osalta 55 % ja lyijyn osalta 60 % pienempi kuin mitattu.

Elohopean osalta laskeuma on yliarvioitu ja määrä vaihtelee vuosien välillä paljon. Tulokset ovat samansuuntaisia kuin koko EMEP-verkoston mittausasemien perusteella tehdyt arviot. Elohopeanlaskeuman mallinnuksen huonompi vastaavuus mittaustulosten kanssa muihin raskasmetalleihin verrattuna johtuu useasta tekijästä. Elohopea esiintyy ilmassa useissa eri muodoissa, joiden kemiallinen reaktiivisuus vaihtelee, ja joista osan pitoisuuksien mittaaminen on vaikeampaa, ja joista osa kulkeutuu kauemmin ja pidemmälle ilmakehässä; lisäksi elohopealla on monimutkaisemmat vuorovaikutukset lumipeitteen ja kasvillisuuden kanssa (EMEP 2025). Tästä huolimatta elohopean mallien ennustama kokonaispitoisuus ilmassa vastaa varsin hyvin mittausasemien tuloksia (EMEP 2022, 2024b, 2025).

Dioksiinien (PCCD/F) osalta EMEP-verkostossa mittauksia on vain kahdelta asemalta Ruotsissa (EMEP 2025). Niiden perusteella mallinnuksen tulokset ovat lähellä havaittua laskeumaa, mutta mallinnuksen edustavuuden arviointiin mittausasemien määrä ei riitä.

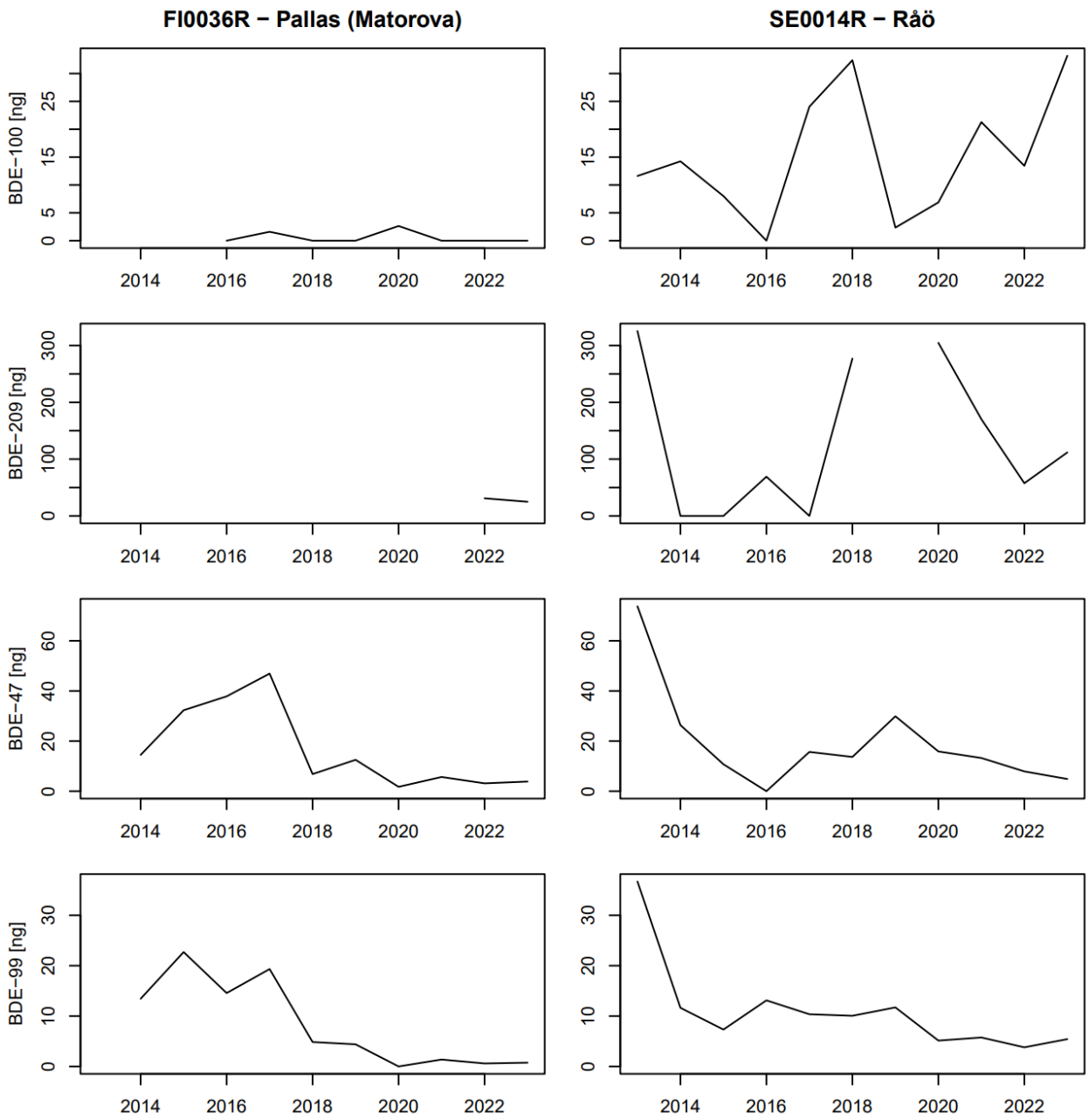
**Taulukko 6**. Laskeumamallinnusten vertailua mittauksiin suomalaisilta mittausasemilta vuosina 2021-2023 (EMEP 2022, 2024b, 2025).

| | 2021 | | | 2022 | | | 2023 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | havainto | malli | ero (%) | havainto | malli | ero (%) | havainto | malli | ero (%) |
| Cd ($g/km^2/a$) | 8,2 | 4,0 | -47 % | 7,2 | 3,3 | -51 % | 6,8 | 3,1 | -52 % |
| Hg ($g/km^2/a$) | 1,9 | 6,9 | 269 % | 2,0 | 3,7 | 86 % | 1,7 | 7,3 | 341 % |
| Pb ($g/km^2/a$) | 223,1 | 94,5 | -56 % | 200,0 | 79,2 | -58 % | 161,5 | 64,4 | -57 % |

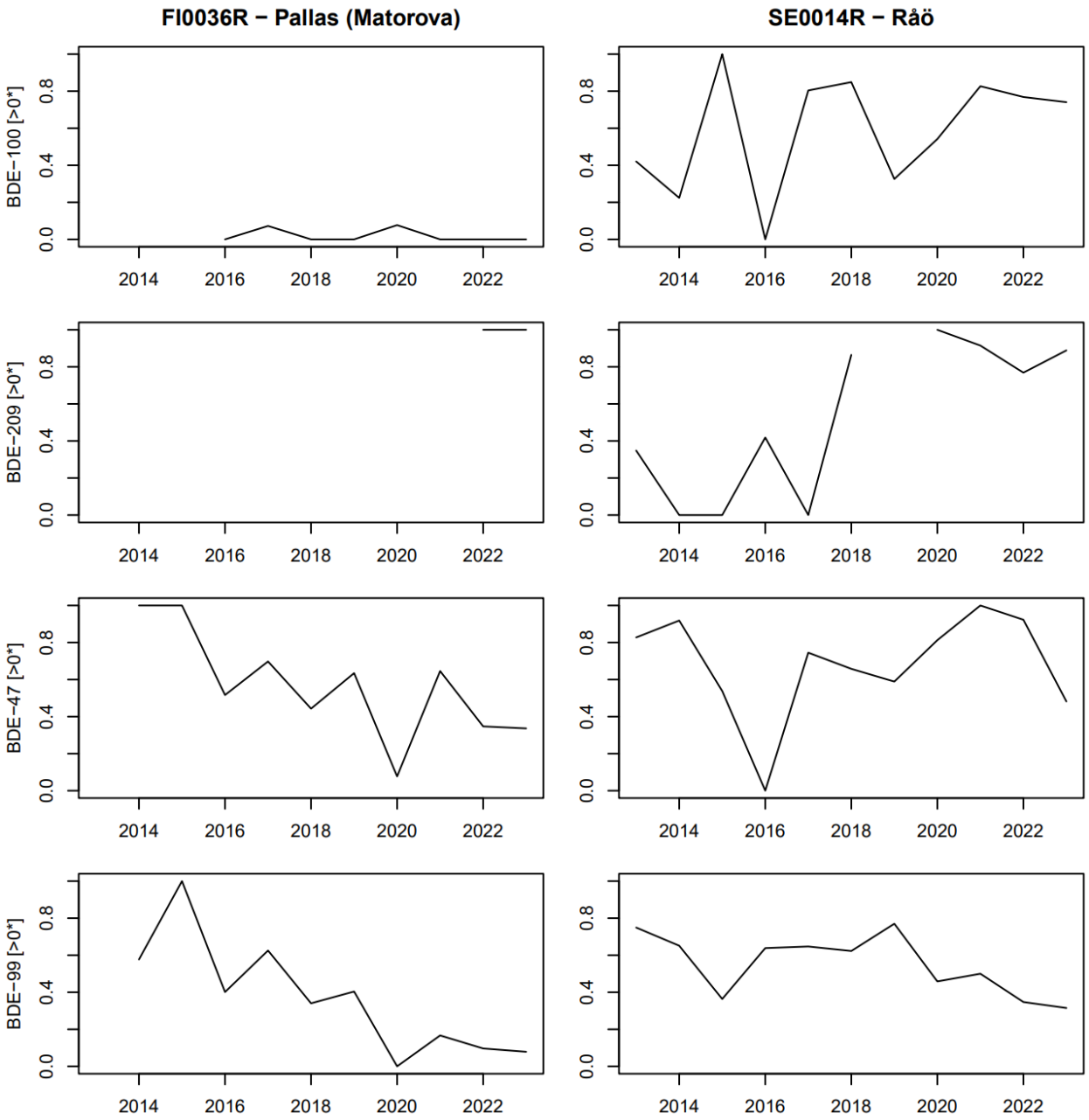
### PBDE-laskeuma

Neljän PBDE-yhdisteen laskeumia Pallaksen Matorovan ja Ruotsin lounaisosissa sijaitsevan Råön mittausasemilta vuosilta 2013–2023 on esitetty kuvissa 10 ja 11. BDE-47 ja BDE-99 -laskeumat ovat laskeneet Matorovalla ja vielä voimakkaammin niiden laskeuma on pienentynyt Råön mittausasemalla. Matorovalla BDE-100:n laskeuma on ollut alhainen vuosina 2016-2023 ilman selkeää trendiä. Matorovalta on BDE-209:n osalta vain yksittäisiä mittaustuloksia, eikä siten trendiä pystytä arvioimaan. BDE-100 – ja BDE209 - laskeumat Råön mittausasemalla ovat olleet selvästi korkeammat ja voimakkaasti vaihtelevat eikä selvää trendiä ole havaittavissa vuosina 2013–2023.

BDE-99:n osalta laskeumaa on myös mallinnettu Itämerelle vuosille 2000–2019, minä aikana arvioitu laskeuma on vähentynyt 90 % (EMEP 2022). Mallinnetun BDE-99 laskeuman maksimi Suomessa on laskenut vuoden 2000 0,1–0,3 $g/km^2$ vuoden 2019 0,01–0,05 $g/km^2$ (EMEP 2022). Nämä korkeimmat arvot esiintyvät Etelä-Suomessa ja laskevat pohjoista kohti – laskeuma Pohjois-Lapissa oli 0,005–0,01 $g/km^2$ vuonna 2000 ja alle 0,001 $g/km^2$ vuonna 2019.




**Kuva 10.** Mitattu määrityskynnyksen ylittävä PBDE-laskeuma Pallas Matorovan (*FI36*) ja Ruotsin Råön (*SE14*) mittausasemilla vuosina 2016–2023. Mittaustulokset ovat peräisin EBAS-tietokannasta [http://ebas.nilu.no]. Mittaukset ovat osa AMAP-, EMEP- ja CAMP (OSPAR) -ohjelmia.




**Kuva 11.** Määritysrajan alle jäävien PBDE-laskeumamittausten osuus Pallas Matorovan (*FI36*) ja Ruotsin Råön (*SE14*) mittausasemilla vuosina 2016–2023. Mittaukset ovat osa AMAP, EMEP ja CAMP (OSPAR) -ohjelmia. Määritysraja on vuodesta 2018 lähtien ollut pääosin 0,01 tai 0,02 ng, mutta aiempina vuosina myös välillä 0,03–0,3 ng. Mittausjaksot ovat olleet keskimäärin noin kuukauden pituisia.

## Lähteet

EMEP 2022. Assessment of heavy metal and POP pollution on global, regional and national scales. EMEP Status Report 2/2022.

EMEP 2024a. Inventory Review 2023. Review of emission data reported under the LRTAP Convention. CEIP Technical Report 04/2023.

EMEP 2024b. Assessment of transboundary pollution with heavy metals and POPs. EMEP Status Report 2/2024.

EMEP 2025. Transboundary pollution by heavy metals and POPs. EMEP Status Report 2/2025.

## Liite 3. PBDE-yhdisteiden päästölähteet ja ympäristöpitoisuuksien muutokset

Jukka Mehtonen ja Ville Junttila / Syke

**Käyttö**

Palonsuoja-aineina erilaisissa muoveissa käytettyjen polybromatut difenyylieetteri (PBDE) -yhdisteiden käyttö lisääntyi 1980- ja 1990 –luvulla Euroopassa, mutta alkoi vähentyä 2000-luvulla. PBDE-yhdisteet korvasivat 1980-luvulta alkaen heksabromibifenyylin (HBB) käytön (Seppälä ym. 2012). Pentabromidifenyylieetteriä (pentaBDE) on käytetty erityisesti sähkölaitteiden piirilevyissä ja pehmeiden polyuretaanivaahtojen palosuojauksessa, joita käytetään esimerkiksi huonekalujen ja autojen pehmusteissa ja patjoissa. PentaBDE-yhdisteiden käyttö alkoi vähentyä 1990-luvulla eikä niitä enää käytetty Suomessa 2000-luvun alussa. Oktabromidifenyylieetteriä (oktaBDE) on käytetty erityisesti ABS-muovin palonsuojauksessa (> 95 % EU-käytöstä) ja vähemmässä määrin HIPS-muovissa. Näitä ABS-muoveja on käytetty mm. sähkö- ja elektroniikkalaitteiden koteloissa ja ajoneuvojen kovissa muoviosissa. HIPS-muoveja on käytetty erityisesti tietokoneiden, televisioiden ja monitorien muovikuorissa. Penta- ja oktaBDE:n käyttö ja EU-markkinoille saattaminen kiellettiin vuonna 2004 kun taas valmistus, vienti EU:n ulkopuolelle ja tuonti kiellettiin vuonna 2010. Dekabromidifenyylieetteri (dekaBDE) -yhdisteitä on käytetty palonestoaineena sähkölaitteiden sähköjohtojen kumipäällysteissä, erilaisissa tekstiileissä (ei vaatteissa), styreeni-kumi tuotteissa ja erilaisissa muovituotteissa, kuten iskunkestävässä polystyreenissä, jota on käytetty mm. elektroniikassa ja sähkölaitteissa. Deka-BDE:n tuotantopiikki maailmassa oli 2000-luvun alussa. Kokonaistuotanto oli vuosina 1970–2005 1,1–1,25 miljoonaa tonnia, eli noin kymmenkertainen penta- tai oktaBDE:hen verrattuna.

Nykyiset PBDE-tuotantomäärät tunnetaan huonosti, mutta ainakin EU:ssa on lähes täysin siirrytty niitä ja heksabromisyklododekaania korvanneidenmuiden bromattujen palonestoaineiden (mm. tetrabromibisfenoli eli A -TBBPA, DBDPE eli dekabromidifenyylietaani) ja fosforoitujen palonestoaineiden (mm. TCEP eli tris(2-kloorietyyli)fosfaatti, TCIPP eli tris(1-klooripropaani-2-yl)fosfaatti) käyttöön (THL 2023). DekaBDE-yhdisteiden käyttö Suomessa on ollut vuodesta 2005 lähtien erittäin pientä eikä sitä ole käytetty enää lainkaan vuoden 2011 jälkeen. DekaBDE:n käyttö on sallittua EU-alueella tietyissä harvoissa käyttökohteissa kuten lentokoneiden ja mottoriajoneuvojen varaosissa .

**Esiintyminen vesiympäristössä sekä päästöt ja kulkeutuminen ympäristöön**

PBDE-yhdisteille asetettu VPD:n ihmisterveyttä suojeleva biotan (kalan) ympäristönlaatunormi (0,0085 µg/kg tp) sisältää kongeneerit 28, 47, 99, 100, 153 ja 154. Vuosien 2010–2016 mittauksissa PBDE-yhdisteiden summapitoisuus ahvenessa vaihteli välillä 0,01–1,25 µg/kg. Suurin pitoisuus mitattiin Pirkkalan Pyhäjärvestä ja pienimmät Inarijärvestä ja Tornionjoesta. PBDE-yhdisteiden ympäristönlaatunormi kalassa (0,0085 µg/kg) ylittyi kaikilla paikoilla kaikissa ahven- ja silakkanäytteissä (Siimes ym. 2019). PBDE-pitoisuudet ylittävät ympäristönlaatunormin kaikkialla Euroopassa, vaikka niiden käyttöä on rajoitettu voimakkaasti (EEA 2018, UK Environment Agency 2019). Sen sijaan PBDE-yhdisteiden ei arvioida aiheuttavan riskiä ravintoverkon huipulla oleville eläimille, jotka syövät kalaa, koska ravintoverkon huipulla olevia eläimiä suojeleva biotan (kala) laatunormi 44 µg/kg tp ei ylity (UK Environment Agency 2019).

PBDE-yhdisteiden päästöjä ja kulkeutumista ympäristöön ei kunnolla tiedetä. PBDE-yhdisteiden yleinen esiintyminen vesiympäristössä arvioidaan johtuvan ilmaperäisestä laskeumasta (EEA 2018, UK Environment Agency 2019). PBDE-päästöt ilmaan on arvioitu suuremmaksi kuin pintavesiin ja maahan (UK Environment Agency 2019). Rajoituksista huolimatta PBDE-yhdisteitä esiintyy edelleen käytössä olevissa esineissä, joista niitä saattaa kulkeutua ympäristöön käytön tai jätteenkäsittelyn yhteydessä (Piepponen ym. 2024).

PBDE-yhdisteet ovat tuotteiden valmistusvaiheessa sekoitettu (ei kemiallisesti sitoutunut) muoviin tai vaahtoon, minkä johdosta ne voivat vapautua tuotteista. PBDE:tä sisältävien tuotteiden käytön aikaiset päästöt voivat olla huomattavasti suurempia kuin jätevaiheesta (kaatopaikat, jätteenpoltto, onnettomuuspalot) aiheutuvat päästöt. Urbaaneilla alueilla vesieliöstön PBDE-pitoisuudet ovat korkeampia

kuin vesistöissä, joiden alueella asuu vähemmän ihmisiä ja joihin kohdistuu pienempi ihmisvaikutus. Jätevedenpuhdistamolle tulevasta PBDE-kuormituksesta suurin osa on peräisin kotitalouksien jätevedestä. Jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteet pääosin kiinnittyvät puhdistamolietteeseen, mutta myös jossain määrin kulkeutuvat pintavesiin (UK Environment Agency 2019). Vienon (2014) mukaan jätevedenpuhdistamolla PBDE-yhdisteistä 92 % kiinnittyy puhdistamolietteeseen, 8 % päätyy pintavesiin, 0 % hajoaa ja haihtuu ilmaan. PBDE-yhdisteitä voi päätyä merkittävästi maaperään puhdistamolietteen levittämisen kautta, ja yhdisteet sitoutuvat pääosin pysyvästi maaperään partikkeleihin, mutta voivat maapartikkeleihin sitoutuneena huuhtoutua sadeveden mukana pintavesiin (UK Environment Agency 2019). Suomessa puhdistamolietteen levitys maahan ja laskeuma ovat arvioitu suurimmiksi PBDE:n kulkeutumisreiteiksi ympäristöön (Munne ym. 2013). PBDE-yhdisteiden päästöjen muutoksista Iso-Britanniassa ei ole tarpeeksi tietoa, mutta vuoteen 2027 mennessä yhdyskuntajätevesien kautta vesiympäristöön päätyvien PBDE-päästöjen arvioidaan vähentyvän kertaluokalla ja ympäristöriskien vähentyvän (UK Environment Agency 2019).

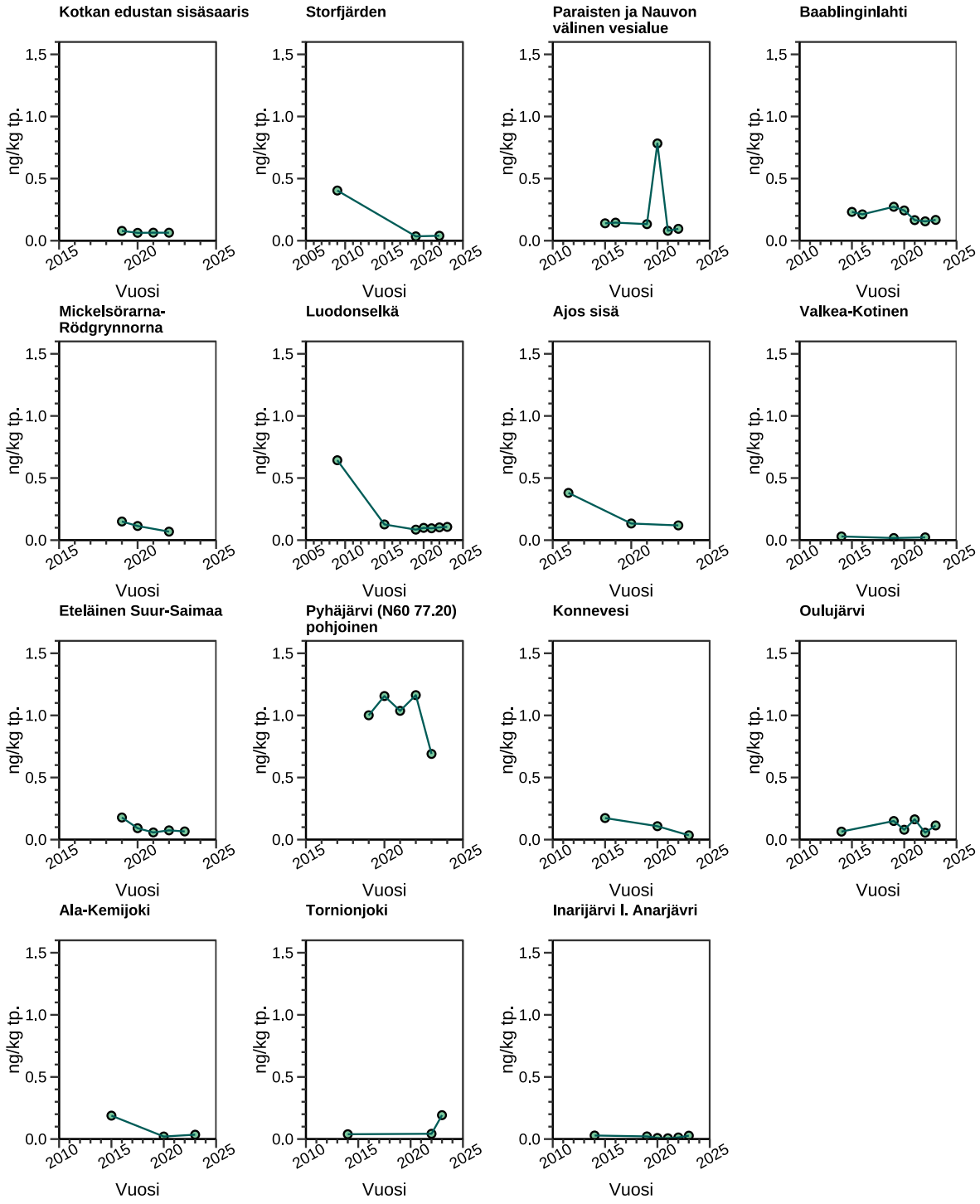
Lisäksi PBDE voi resuspendoitua saastuneista sedimenteistä veteen ja muuntua debrominaation kautta dekaBDE:stä penta- ja oktaBDE:ksi. DekaBDE:n suurista tuotantomääristä johtuen sen debrominaatio voi olla merkittävä penta- ja oktaBDE:n lähde (UK Environment Agency 2019).

**Pitoisuustrendi ympäristössä**

Haitallisten aineiden seurantatulokset näyttävät, että PBDE-yhdisteiden summapitoisuus sisävesien ja rannikon ahventen lihas+nahka -näytteissä on vuoden 2010 jälkeen pysynyt pääosin melko tasaisena. Storfjärdenin ja Luodonselän rannikkovesimuodostumista on vuonna 2009 otettu näytteet, joissa summapitoisuus on ollut selvästi korkeampi kuin myöhemmin otetuissa näytteissä. Rannikolla Baablinginlahden, Mickelsörarna-Rödgrynnornan, Ajoksen ja sisävesillä Eteläisen Suur-Saimaan, Konneveden ja Ala-Kemijoen näytetuloksissa on nähtävissä summapitoisuuden pieneneminen, mutta muutos on pitoisuustasolla pieni eikä tilastollisesti merkitsevä. Pirkkalan Pyhäjärven pohjoisosan vesimuodostumassa vuoden 2023 näytteissä PBDE-summapitoisuus oli pienempi kuin vuosien 2019-2022 näytteissä (kuva 1).

Silakan PBDE-pitoisuudet ovat vuosina 2009-2023 laskeneet kaikilla Suomen merialueilla ja kokoluokilla. Myös useimpien muiden kalalajien kuten kuhan, ahvenen, lahnan ja siian PBDE-pitoisuudet ovat alentuneet vuosina 2009-2023 Itämerellä (Suomi ym. 2024).

Suomesta ei ole pitkäaikaisseurantaa PBDE-pitoisuuksista kaloissa, mutta Ruotsin seurantojen perusteella voi todeta useiden BDE-yhdisteiden (99, 100, 153, 154) pitoisuuksien nousseen vuosina 1980–2010) Abiskojärven nieriöissä. Etelä-Ruotsissa (Bolmen-järvi) pitoisuudet (BDE-47,-99 ja -100) hauessa ovat alentuneet 2000-luvulla (Mannio ym. 2016).




Kuva 1. PBDE-yhdisteiden (ympäristönlaatunormiin sisältyvät kongeneerit 28, 47, 99, 100, 153 ja 154) summapitoisuudet haitallisten aineiden seurantavesimuodostumien ahvenen lihas+nahka -näytteissä. Pisteet kuvaavat vuosikohtaista keskisummapitoisuutta, viiva muutosta pitoisuudessa. Lähde: Syke, Kertymärekisteri.

Neljän PBDE-yhdisteen laskeumia Pallaksen Matorovan ja Ruotsin lounaisosissa sijaitsevan Råön mittausasemilta vuosilta 2013–2023 on esitetty tämän inventaarion liitteessä 2. BDE-47 - ja BDE-99 -laskeumat ovat laskeneet Pallaksen Matorovan mittausasemalla ja vielä voimakkaammin pienentynyt Råön mittausasemalla. Matorovalla BDE-100:n laskeuma on ollut alhainen vuosina 2016-2023 ilman selkeää trendiä. Matorovalta on BDE-209:n osalta vain yksittäisiä mittaustuloksia, eikä siten trendiä pystytä arvioimaan. BDE-100 – ja BDE209 - laskeumat Råön mittausasemalla ovat olleet selvästi korkeammat ja

voimakkaasti vaihtelevat eikä selvää trendiä ole havaittavissa vuosina 2013–2023 (liite 2). Lisäksi BDE-99 -laskeuma Itämereen vuosille 2000–2019 on vähentynyt 90 % (EMEP 2022).

PBDE-yhdisteiden pitoisuudet ilmassa ovat vuosina 1999-2012 pienentyneet Iso-Britanniassa. Mitattua PBDE-yhdisteiden pitoisuustrenditietoa sisävesistä (kala ja sedimentti) Iso-Britanniassa ei ole, mutta pentaBDE- ja oktaBDE-pitoisuuksien arvioidaan jo saavuttaneen huippunsa ja alkaneen pienentyä. Iso-Britannian merialueella BDE-47 -pitoisuus hietakampelassa on alentunut vuosina 2003-2017 seitsemällä havaintopaikalla kahdeksasta (yhdellä paikalla ei trendiä, UK Environment Agency 2019). UK Environment Agencyn (2019) raportissa todetaan, että koska PBDE-yhdisteitä on jo tehokkaasti rajoitettu, ei päästölähteellä tehtäviä toimenpiteitä juurikaan ole.

PBDE-pitoisuudet (penta- ja oktaBDE) Itämeren norpassa ovat nousseet vuodesta 1974 lähtien 1990-luvun lopulle, minkä jälkeen pitoisuudet ovat alentuneet (Bjulid ym. 2018).

**Kirjallisuutta**


Bjulid F., Roos A., Ericson Jogsten I. & Hagberg J. 2018. Temporal trends of PBDD/Fs, PCDD/Fs, PBDEs and PCBs in ringed seals from the Baltic Sea (*Pusa hispida botnica*) between 1974 and 2015. Science of The Total Environment 616-617: 1374-1383.

EEA 2018. Chemicals in European water — Knowledge developments. EEA Report No 18/2018, European Environment Agency.

EMEP 2022. Assessment of heavy metal and POP pollution on global, regional and national scales. EMEP Status Report 2/2022.

Mannio J. ym.. 2016. Kaukokulkeutuvat ympäristömyrkyt Suomen pohjoisilla alueilla – LAPCON. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 33/2016.

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

Piepponen H., Laamanen-Nicolas L., Korpinen S., Back M., Suomela J., Lahtinen T., Paavilainen P., Ekebom J. & Rinne H. (toim.). Luku 3.3.2 ”Pysyvät orgaaniset ympäristömyrkyt (POP-yhdisteet)" julkaisussa: "Suomen meriympäristön tila 2024”. SYKEn Raportteja 35/2024. 187 s. + liitteet.

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., Vähä E., Junttila V., Lehtonen K. & Mannio J. (Toim.). 2019. Haitalliset aineet Suomen vesissä: tilanne ja seurannan suuntaviivat. SYKEn raportteja 8 /2019.

Suomi J. ym. 2024. Kotimaista kalaa ravinnoksi monipuolisemmin ja turvallisemmin - EU-kalat IV. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:29.

THL 2023. Palonestoaineet. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Palonestoaineet - THL. Päivitetty 7.12.2023. [Viitattu 25.3.2026]

UK Environment Agency 2019. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs): sources, pathways and environmental data. October 2019. UK Environment Agency.

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