

# Vesiympäristölle haitallisten teollisuus- ja kuluttaja-aineiden kartoitus (VESKA 1)

YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU

**Jaakko Mannio, Jukka Mehtonen, Susan Londesborough,  
Mira Grönroos, Anna Paloheimo, Petrina Köngäs, Kirsti Kalevi,  
Kirsti Erkomaa, Sami Huhtala, Hannu Kiviranta, Keijo Mäntykoski,  
Jari Nuutinen, Raija Paukku, Henna Piha, Panu Rantakokko,  
Pirjo Sainio ja Leena Welling**





## Vesiympäristölle haitallisten teollisuus- ja kuluttaja-aineiden kartoitus (VESKA 1)

**Jaakko Mannio, Jukka Mehtonen, Susan Londesborough,  
Mira Grönroos, Anna Paloheimo, Petrina Köngäs, Kirsti Kalevi,  
Kirsti Erkomaa, Sami Huhtala, Hannu Kiviranta, Keijo Mäntykoski,  
Jari Nuutinen, Raija Paukku, Henna Piha, Panu Rantakokko,  
Pirjo Sainio ja Leena Welling**



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖ 3 | 2011  
Suomen ympäristökeskus  
Kulutuksen ja tuotannon keskus

Taitto: Pirjo Lehtovaara

Kansikuva: Jaakko Mannio

Julkaisu on saatavana vain internetistä:  
[www.ymparisto.fi/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/julkaisut)

ISBN 978-952-11-3830-0 (PDF)  
ISSN 1796-1637 (verkkoj.)

## SISÄLLYS

<b>Tiivistelmä</b> .....	5
<b>I Johdanto</b> .....	7
<b>2 Menetelmät</b> .....	9
2.1 Aineiden valinta ja niiden ympäristölaatu­normit .....	9
2.2 Matriisien valinta .....	9
2.3 Näytteenotto­kohteiden valinta ja kuvaus .....	10
2.4 Näytteenotto.....	12
2.5 Analyysimenetelmät.....	14
<b>3 Tutkitut aineet, tulokset ja tulosten tarkastelua</b> .....	15
3.1 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet).....	15
3.1.1 Triklooribentseenit .....	16
3.1.2 1,2-diklooribentseeni.....	17
3.1.3 1,4-diklooribentseeni.....	18
3.1.4 1,2-dikloorietaani.....	19
3.1.5 Dikloorimetaani.....	19
3.1.6 Klooribentseeni .....	20
3.1.7 Trikloorimetaani eli kloroformi.....	20
3.1.8 Bentseeni .....	21
3.1.9 Naftaleeni.....	22
3.2 Kloorifenolit.....	23
3.2.1 4-kloori-3-metyylifenoli .....	23
3.2.2 Pentakloorifenoli .....	24
3.3 Nonyyli- ja oktyylifenolit sekä niiden etoksylaatit.....	25
3.3.1 Nonyylifenolit ja –etoksylaatit.....	25
3.3.2 4-tert-oktyylifenoli .....	26
3.4 Organoklooripestisidit .....	27
3.4.1 Heksakloorisykloheksaani (HCH).....	27
3.4.2 Heksaklooribentseeni (HCB) .....	28
3.4.3 Heksaklooributadieeni (HCBD).....	29
3.4.4 Pentaklooribentseeni.....	30
3.5 Ftalaatit.....	31
3.5.1 Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP) .....	31
3.5.2 Dibutyyliftalaatti (DBP).....	32
3.5.3 Bentsyylibutyyliftalaatti (BBP).....	33
3.6 Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) .....	34
3.6.1 Antraseeni .....	35
3.6.2 Bentso(a)pyreeni (BaP).....	36
3.6.3 Bentso(b)fluoranteeni + Bentso(k)fluoranteeni .....	36
3.6.4 Bentso(ghi)peryleeni + indeno(1,2,3-cd)-pyreeni .....	37
3.6.5 Fenantreeni.....	38

3.6.6 Muut PAH-yhdisteet: Asenaftteeni, bentso(a)antraseeni, dibentso(ah)antraseeni, fluoranteeni, fluoreeni, kryseeni ja pyreeni.....	38
3.6.7 PAH-yhdisteet eri matriiseissa .....	39
3.6.7.1 <i>Liete</i> .....	39
3.6.7.2 <i>Sedimentti</i> .....	39
3.6.7.3 <i>Kala</i> .....	40
3.7 Orgaaniset tinayhdisteet.....	41
3.8 Polybromatut difenyylietterit .....	44
3.9 Klooratut parafiinit.....	48
<b>4 Riskitarkastelut.....</b>	<b>50</b>
<b>5 Seurannan kehittäminen.....</b>	<b>56</b>
<b>6 Yhteenveto ja johtopäätökset.....</b>	<b>57</b>
<b>Kiitokset.....</b>	<b>59</b>
<b>Lyhenteet ja käsitteet.....</b>	<b>60</b>
<b>Lähdeluettelo .....</b>	<b>61</b>
<b>Liite 1. Näytteenoton päivämäärät.....</b>	<b>65</b>
<b>Liite 2. Aine ja paikkakohtaiset tulokset .....</b>	<b>66</b>
 KUVAILULEHTI .....	95
PRESENTATIONSBLAD .....	96
DOCUMENTATION PAGE.....	97

## TIIVISTELMÄ

Projektissa kartoitettiin Euroopan yhteisön vesipuitteedirektiivissä priorisoituja kulluttaja- ja teollisuuskäytössä olevia orgaanisia aineita kymmenen kaupungin yhdyskuntajätevesien puhdistamoilta lähteessä jätevedessä, lietteessä sekä puhdistamojen alapuolisen vesiympäristön vedestä, sedimenteistä ja kaloista. Tiedot tutkittavien aineiden pitoisuuksista vesistöissä olivat puutteellisia tai olemattomia ennen kartoitusta. Näytteitä kerättiin kymmeneltä puhdistamolta, 1-5 kertaanäytettä. Tuloksia verrattiin ympäristön laatumormeihin. Tutkituista 29 aineesta 17 aineella korkein havainto oli alle kymmenen prosenttia pintaveden laatumormista. Laatumormi ylittyi lähinnä DEHP-ftalaatilla ja alkyylifenoleilla.

Vesistöjen aineprofiili noudatteli samaa linjaa kuin havainnot jätevesistä. Pintavesinäytteistä löytyi mm. pesuaineissa ja maaleissa käytettyjä nonyyli-fenolietoksy-laateja. Etoksy-laateja oli enimmäkseen lähes saman verran kuin nonyyli-fenoliryhmälle asetettu laatumormi. Myrkyllisempää hajoamistuotetta nonyyli-fenolia tai oktyyli-fenolia ei sen sijaan havaittu. Vain harvoja muita aineita havaittiin, mm. kloroformia ja 1,2-dikloorietaania. Klassisia, jo käytöstä poistettuja torjunta-aineita kuten HCB, lindaani ja a-HCH sekä HCBd havaittiin erittäin pieniä määriä. Pintavesistä ei mitattu organotinayhdisteitä, ftalaatteja, PBDE- eikä PAH-yhdisteitä.

Lietteistä ja pohjasedimenteistä löydettiin useita aineita, joiden pitoisuudet ylittivät tai olivat lähellä arvioituja haitattomia pitoisuustasoja. Näitä aineryhmiä olivat erityisesti orgaaniset tinayhdisteet. Muita jatkotutkimuksiin nousevia ryhmiä ovat ainakin PAH-yhdisteet, ftalaatit, bromatut difenyylietterit ja mahdollisesti klooribentseenit. Kaloissa vain orgaaniset tinayhdisteet (TBT ja TPhT) ylittivät arvioidun haitattoman pitoisuustason. Riskianalyysin perusteella orgaaniset tinayhdisteet ovat selkeästi ongelmallisin aineryhmä. Tässä on tarve sekä tutkimuksille, seurannalle että toimenpiteille.

Seuranta kohdennetaan niihin aineryhmiin, joista tarvitaan tietoa EU-raportointiin. Tällaisia ovat erityisesti ne, joita on havaittu pintavesien kartoituksissa (nonyyli-fenolietoksy-laateit) tai pilottiseurannassa 2006 (ftalaatit) tai joita voi joutua vesistöihin useista lähteistä (PAH-yhdisteet). Sitä vastoin aineryhmät, joille ei löydy vesianalytiikkaa ympäristölaatumormin tasolla (TBT, PBDE), tai joille ei ole saatavilla menetelmästandardia tai vastaavaa luotettavaa menetelmää (SCCP klooriparafiinit) jäävät tässä vaiheessa seurantaohjelman ulkopuolelle. Lisäksi pois jäävät aineryhmät, joita ei ole havaittu tässä kartoituksessa tai pilottiseurannassa (klooribentseenit, klooratut hiilivedyt, aromaattiset hiilivedyt) tai yhteispohjoismaisessa kartoituksessa (bronopoli, resorsinoli) tai joiden käyttö on kiellettyä ja havainnot mitättömiä laatumormiin verrattuna (vanhat torjunta-aineet HCH, HCB, HCBd). Kaloista seurataan edelleen valtakunnallisella tasolla POP-yhdisteitä (OCP, PCB, dioksiinit), raskasmetalleja ja uutena PBDE-yhdisteitä, jatkossa myös organotinayhdisteitä. Sedimenteistä tulee lisäksi kartoittaa seurantarapeen arvioimiseksi ftalaatteja ja PAH-yhdisteitä.

Valtakunnallisten seurantojen paikat eivät sijaitse päästölähteiden välittömässä läheisyydessä, joten aineiden "havaitsemattomuus" niissä ei välttämättä takaa, ettei tilanne voisi olla toinen lähellä päästölähteitä. Valtakunnallisen seurannan rinnalla tulisi velvoitetarkkailuohjelmien suunnittelun yhteydessä arvioida, missä määrin niihin on tarvetta sisällyttää prioriteettiaineiden tarkkailua.

Vaikka analytiikkaa on saatavilla kaikille tällä hetkellä listoilla oleville aineille, ongelmia on pienissä pitoisuuksissa (määritysraja on korkeampi kuin laatu­normi), analysointi vesifaasista on ongelmallista johtuen aineiden niukkaliukoisuudesta (mm. eräät PAH, PBDE) tai standardimenetelmä puuttuu (klooriparafiinit). On kuitenkin selvää, että useimmista kemikaaleista on liian vähän mittaustietoa ympäristöstä kun­nollisten riskinarvioiden tekemiseksi ja toimenpiteiden tarkentamiseksi. Joka tapauk­sesta Euroopassa on panostettava lähivuosina entistä voimakkaammin analyttisten määritysmenetelmien, myrkyllisyyden testausmenetelmien ja laadunvarmistuksen kehittämiseen. Lähes kaikille VPD:n haitallisille aineille on saatavissa analytiikkaa Suomessa, mutta kokemusta niiden luotettavasta mittaamisesta laatu­normien tasolla on vielä vähän.

Monen aineryhmän samanaikainen kartoitus sopii huonosti teollisuus- ja kulutta­jakemikaaleille, sillä niillä on lukuisia, huonosti tunnettuja lähteitä ja ne esiintyvät eri matriiseissa. Sedimentistä ja eliöstöstä on luotettavampaa ja kustannustehokkaampaa määrittää kiintoaineeseen sitoutuvia ja kertyviä aineita kuin pintavedestä. Tämän vuoksi näitä aineita olisi järkevä seurata ja kartoittaa näistä matriiseista. Sedimentti­profiileilla voidaan lisäksi selvittää aineen kuormitushistoriaa, ja siten arvioida onko tarvetta seurata jatkossa.

Tämän tutkimuksen kaltaisia kartoituksia on tarkoitus tehdä myös jatkossa, jotta seuranta­tutkimuksiin voidaan valita ympäristön kannalta merkittävimmät aineet. Esimerkiksi VPD:n ainelistan päivityksessä on seurantaan nousemassa useita pysyviä ja kertyviä aineita sekä eräitä lääkeaineita.

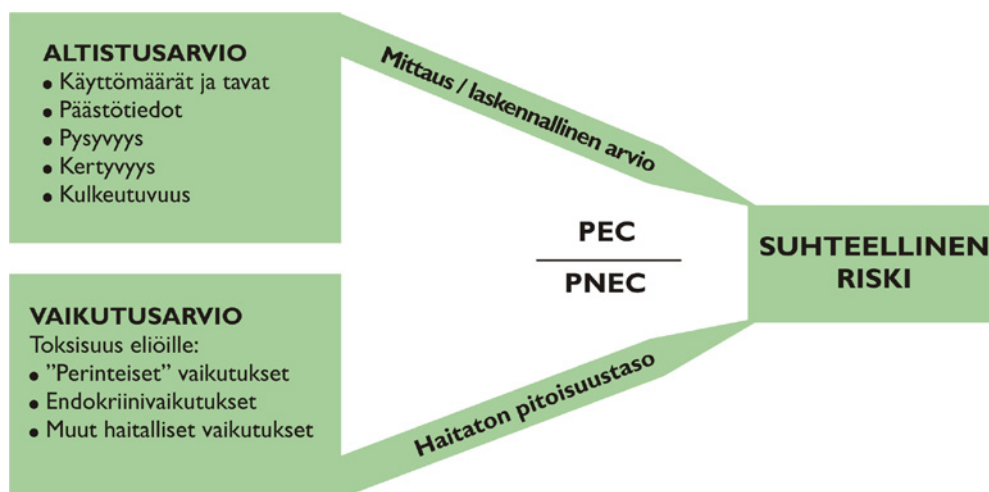


# 1 Johdanto

Haitallisten aineiden riskinhallinnan ongelmana ovat puutteelliset tiedot käytössä olevien aineiden ominaisuuksista, päästölähteistä sekä esiintymisestä ympäristössä. Vesiympäristölle haitallisten teollisuus- ja kuluttaja-aineiden kartoituksessa (VESKA 1 –projekti) tutkittiin vesipolitiikan puitedirektiivissä priorisoituja kuluttaja- ja teollisuuskäytössä olevia orgaanisia yhdisteitä kymmenen kaupungin yhdyskuntajätevesien puhdistamoilta lähtevästä jätevedestä, lietteestä sekä puhdistamojen alapuolisen vesiympäristön vedestä, sedimenteistä ja kaloista. Tarkoituksena oli kehittää aineiden seuranta ja analytiikkaa sekä saada perustietoa aineiden esiintymisestä jätevedessä ja vesistöissä. Aineiden merkittävyyttä vesiympäristössä arvioitiin tyypillisen riskinarvioinnin periaatteiden mukaisesti (mm. Nikunen & Leinonen 2002) (kuva 1). Tämän perusteella arvioitiin aineiden seurannan tarvetta jatkossa.

Valtioneuvoston asetus (1022/2006, ns. Vespa-asetus; muutettu 868/2010) vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista astui voimaan 1.12.2006. Sen tavoitteena on suojella pintavesiä lopettamalla tai vähentämällä tällaisten aineiden päästöt ja huuhtoutumat vesiin ja viemäreihin. Asetuksella pannaan täytäntöön kahden EU:n direktiivin, vesipolitiikan puitedirektiivin (2000/60/EY) ja ns. vaarallisten aineiden direktiivin (76/464/ETY) velvoitteet ja siinä annetaan haitallisille aineille päästökieltoja sekä raja-arvoja päästöille. Uutena asiana asetus määrittelee aineille ympäristölaatuunormit. Ympäristölaatuunormi on sellainen vesiympäristölle haitallisen ja vaarallisen aineen pitoisuus vedessä, jota ei saa ihmisten terveyden tai ympäristön suojelemiseksi ylittää. Normeja käytetään raja-arvona pintavesien luokittelussa. Asetuksen liitteenä ovat luettelot vesiympäristölle haitallisista ja vaarallisista aineista, jotka ovat myrkyllisiä, hitaasti hajoavia ja jotka kertyvät eliöihin. Kertyvien aineiden suhteen on varmistuttava, että niiden pitoisuudet eivät suurene.

Projektin suunnittelusta ja koordinaatiosta vastasi Suomen ympäristökeskus (SYKE), analytiikasta SYKEN laboratorio, Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus, Kansanterveyslaitoksen ympäristöterveyden osaston laboratorio Kuopiossa sekä Lantmännen Analycen Oy. Näytteet otettiin vuosina 2003-2005 ja niitä toimittivat sekä alueelliset ympäristökeskukset että kunnalliset jätevedenpuhdistamot. Hanketta rahoittivat ympäristöministeriö, Ympäristöklusteri ja Elinkeinoelämän keskusliitto.



Kuva 1. Riskiin perustuva arvio. Aineiden merkittävyyttä arvioitiin tyypillisen riskinarvioinnin periaatteiden mukaisesti. Ennustettua pitoisuutta ympäristössä (PEC) vastaa todellinen mittaustulos. Ennustettu haitaton pitoisuustaso (PNEC) = ympäristölaatu normi (EQS). Jos käytettävissä ei ole ympäristölaatu normia käytetään samoin perustein määritettyä vertailuarvoa.

## 2 Menetelmät

### 2.1

#### Aineiden valinta ja niiden ympäristölaatumormit

Hankkeen tarkoituksena oli kartoittaa vesipolitiikan puitedirektiivin (2000/60/EY) toimeenpanossa tunnistettujen haitallisten prioriteettiaineiden esiintymistä Suomen vesistöissä. Prioriteettiaineet ovat myrkyllisiä, pysyviä ja/tai kertyviä ja niistä voi aiheutua merkittävää riskiä vesiympäristölle. Ne on tunnistettu suhteelliseen riskiin perustuvilla menetelmillä, joissa arvioidaan suuren ainejoukon ominaisuuksia sekä toisaalta niiden esiintymistä vesistöissä.

Ensimmäinen luettelo Euroopan yhteisössä tunnistetuista prioriteettiaineista on vahvistettu Euroopan parlamentin ja neuvoston päätöksellä 2455/2001/EY. Aineet on valittu mm. jäsenmaiden seurantaohjelmiin valittujen aineiden sekä kansainvälisissä haitallisten aineiden luetteloissa olevien aineiden joukosta (esim. Koillis-Atlantin merellisen ympäristön suojelua koskevan yleissopimuksen OSPARin prioriteettiaineluettelot).

Yhteisötasolla tunnistettujen prioriteettiaineiden lisäksi vesiympäristölle riskiä aiheuttavia aineita on tunnistettu kansallisena työnä kemikaalituoterekisteriin (KE-TU) ilmoitettujen Suomessa markkinoilla olevien aineiden joukosta (Londesborough 2003).

Aineen ympäristölaatumormi kertoo pitoisuuden, jonka ylittyessä haittavaikutuksia, myös pitkäaikaisia vaikutuksia, arvioidaan esiintyvän. Ympäristölaatumormit perustuvat vesieliöillä, yleensä planktonlevällä, vesikirpulla ja kalalla, tehtyihin ekotoksisuustesteihin (Lepper 2002, Londresborough 2005). Ympäristölaatumormidirektiivi (2008/105/EY) ja mm. aineiden ominaisuustietoja löytyy komission sivuilta: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/index.htm>

### 2.2

#### Matriisien valinta

Kartoituksen näytteenottoaikat ja tutkittavat näytematriisit valittiin ainekohtaisesti ottaen huomioon aineen todennäköiset päästölähteet sekä fysikaalis-kemialliset ominaisuudet (kuva 2). Kaikkia aineita tutkittiin jätevedenpuhdistamoilta jätevedestä ja/tai lietteestä. Tämä oli tärkeää aineiden mahdollisten kuormituslähteiden ja kuormitustason selvittämiseksi. Koska aineiden ympäristölaatumormit on asetettu veden pitoisuuksille, tutkittiin mahdollisimman monia aineita ympäristön vesinäytteistä. Kuitenkin monien aineiden, kuten kloorattujen parafiinien, pitoisuudet oletettiin niin pieniksi, ettei niitä kyetä vedestä havaitsemaan. Sedimentistä tutkittiin erityisesti kiintoaineeseen sitoutuvia yhdisteitä, kuten ftalaatteja. Kertyviä tai mahdollisesti kertyviä aineita, kuten organoklooripestisidejä, orgaanisia tinayhdisteitä ja PBDE-yhdisteitä, tutkittiin kalasta.



Kuva 2. Vesikaartoituksen näytteenottoa ohjanneet päätekijät.

### 2.3

## Näytteenottokohteiden valinta ja kuvaus

Kohteet valittiin niin, että ne edustaisivat erilaisia, monipuolisen kuormituksen ja vastaanottavan vesistön yhdistelmiä. Mukana oli pääasiassa suurimpien kaupunkien puhdistamoita ja niiden lähiympäristöjä (esim. Helsinki, Tampere, Oulu, Jyväskylä). Isoilta puhdistamoilta oletettiin pääsevän vesistöön useimpia prioriteettiaineita. Toisaalta monet suuret puhdistamot rannikolla johtavat jätevetensä kauas rantaviivasta hyviin laimenemisolosuhteisiin. Näissä tapauksissa ympäristöstä otetut näytteet eivät kuvasta puhdistamon aiheuttamaa kuormitusta. Tätä kompensoimaan valittiin mukaan myös pienempiä puhdistamoita, jotka purkavat vetensä pieniin jokivesiin (esim. Lahti, Hyvinkää, Lappeenranta). Kolmantena päätyyppinä olivat suurten jokien suualueet (Kotka, Pori), joihin vaikuttavat monet erilaiset kuormittajat. Näiltä alueilta ei otettu näytteitä puhdistamoilta.

Tutkimusalueiden mahdollisia pistekuormittajia on esitetty taulukossa 1. Esitettyjen pistekuormittajien ei tiedetä olevan merkittävimpiä tässä selvityksessä tutkittujen haitallisten aineiden päästölähteitä, mutta ne voivat päästää vesiympäristöön jätevesiä, jotka sisältävät yhtä tai useampaa selvityksen kohteena olevista haitallisista aineista. Päästölähteiden osalta tässä selvityksessä mitattiin haitta-ainepitoisuuksia vain yhdyskuntajätevedenpuhdistamoiden jätevesistä.

Taustatietoa tutkituista yhdyskuntajätevedenpuhdistamoista on esitetty taulukossa 2. On kuitenkin huomattava, että taulukossa esitettyjen laitosten / kuormittajien ei tiedetä olevan tutkittujen haitallisten aineiden päästölähteitä. Ne ovat kuitenkin potentiaalisia päästölähteitä eli ne voivat päästää vesihuoltolaitoksen viemäriin jätevesiä, jotka sisältävät yhtä tai useampaa selvityksen kohteena olevista haitallisista aineista.

Taulukko I. Tutkimusalueet (jätevedenpuhdistamot ja niiden alapuoliset vesistöalueet) ja niiden mahdolliset pistekuormittajat.

Espoo	Miessaari merialue (Pesonen ym. 1993, Pellikka 2004, Helin 2005, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2007) Espoon Suomenojan yhdyskuntajätevedenpuhdistamo (jätevesiä mm. Ämmässuon toimivalta kaatopaikalta, lääketehtaista, teknokemian tuotantolaitoksista, painoväritehtaasta, graafisen alan laitokselta, pesulaitoksista (tekstiilien sekä säiliökonttien ja – autojen) ja elektroniikka-alan tuotantolaitoksista) Helsingin Viikinmäen yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Historiallista kuormitusta vuoteen 1992 asti Lauttasaaren yhdyskuntajätevedenpuhdistamosta
Helsinki	Vanhankaupunginlahti (Pesonen ym. 1993, Vahtera ym. 2005) Historiallista kuormitusta vuoteen 1986 asti Kyläsaaren ja Viikin vanhoilta yhdyskuntajätevedenpuhdistamoilta
Hyvinkää	Vantaanjoki (Vahtera ym. 2005) Hyvinkään Kaltevan yhdyskuntajätevedenpuhdistamo
Joensuu	Pyhäselän Kuhasalo (Holopainen & Ruuska 2003) Joensuun Kuhasalon yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Joensuun Kontiosuon toimiva kaatopaikka
Jyväskylä	Päijänteen Nenäinniemi ja Poroselkä (Palomäki & Hynynen 2004) Jyväskylän Nenäinniemen yhdyskuntajätevedenpuhdistamo
Kemi	Kemin edustan merialue (Pienimäki & Virta 2006) Kemin Peurasaaren yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Sellutehdas Sellu- ja paperitehdas
Kotka	Kotkan edustan merialue (mm. Jaala & Mankki 2005) Kotkan Sunilan yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Mussalon yhdyskuntajätevedenpuhdistamo (sisältää mm. ioninvaihtohartseja ja erikoispolymeerejä valmistavan tehtaan jätevedet) Sellutehdas ja sellu- ja paperitehdas sekä uusiomassaa keräyskuidusta valmistava siistauslaitos
Lahti ja Orimattila	Porvoonjoki (Hämeen ympäristökeskus 2005, Vääränen 2005) Lahden Ali-Juhakkalan yhdyskuntajätevedenpuhdistamo (sisältää mm. Kujalan toimivan kaatopaikan ja ongelmajätteitä käsittelevän laitoksen jätevesiä) Kariniemen yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Hollolan Salpakankaan yhdyskuntajätevedenpuhdistamo
Lappeenranta	Haapajärvi (mm. Jantunen 2004) Lappeenrannan Toikansuon yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Kalkkitehdas
Lohja	Lohjanjärven Pitkäniemi (Ranta & Jokinen 2005) Lohjan Pitkäniemen yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Paperitehdas
Oulu	Oulun edustan merialue (Pienimäki ym. 2005) Oulun Taskilan yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Nuottasaaren tehdasalue: mäntyöljyn ja tärpätin tislamo sekä hartsijalostetehdas, lateksitehdas, kloorikemikaalitehdas ja sellu- ja paperitehdas sekä sen kaatopaikka Orgaanisia ja epäorgaanisia kemikaaleja valmistava tehdas
Pori	Porin edustan merialue (mm. Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2004c & 2004d, Lounais-Suomen ympäristökeskus 2005, Oravainen 2005) Porin Pihlavan yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Luotsinmäen yhdyskuntajätevedenpuhdistamo (sisältää mm. kartonkitehtaan ja Hangassuon toimivan kaatopaikan suotovedet ) Kuitulevytehdas
Porvoo	Porvoon edustan merialue, Kalvön (Finnlund 2004, Itä-Uudenmaan jätehuolto Oy 2005, Vaajakorpi & Erkkilä 2006) Porvoon Hermansön yhdyskuntajätevedenpuhdistamo (jätevedet johdettu Svartbäckin selälle vuodesta 2001 lähtien, sisältää mm. Porvoon Domargården kaatopaikan jätevedet) Kokonniemen yhdyskuntajätevedenpuhdistamo, joka suljettiin vuonna 2001 Kilpilahden tuotantolaitokset
Tampere	Pyhäjärven Viinikanlahti (Perälä 2005) Tampereen Viinikanlahden yhdyskuntajätevedenpuhdistamo Mekaanista paperimassaa valmistava tehdas sekä sen kaatopaikka Orgaanisia peruskemikaaleja valmistava tehdas
Äänekoski	Vatijärvi (mm. Palomäki 2003) Äänekosken Teräväniemen ja Suolahden yhdyskuntajätevedenpuhdistamot Sellutehdas Paperi- ja kartonkitehtaat sekä niiden kaatopaikka

Taulukko 2. Taustatietoa tutkituista yhdyskuntajätevedenpuhdistamoista (Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2001 & 2003, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2003, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2003, Finnlund 2004, Kangas 2004, , Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2004a & 2004b, Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto 2004 & 2006, , Keski-Suomen ympäristökeskus 2005, Perälä 2005, Virtanen 2006, Uudenmaan ympäristökeskus 2007) .

Puhdistamo	Asukasvastineluku (Avl)	Teollisuusjätevesien osuus (%)	Vesihuoltolaitoksen viemäriin johdettuja jätevesiä, jotka poikkeavat asumisjätevesistä	Laitostyyppi
Viikinmäki, Helsinki	780000	17	Järvenpään Puolmatkan, Keravan Savion ja Sipoon Mömossenin toimivat kaatopaikat Maali-, lakka- ja painoväritehtaita Konepajateollisuutta ja metallituotteiden pintakäsittelyä Piirilevyteollisuutta Helsinki-Vantaan lentoasema	aktiivilietelaitos
Kalteva, Hyvinkää	40300	7	Kiertokapula Oy:n Hyvinkään toimiva kaatopaikka Konepajateollisuutta Öljyisten vesien käsittelylaitos	aktiivilietelaitos
Kuhasalo, Joensuu	48000	17	Metallituotteiden pintakäsittelylaitos Voimalaitos ja sen tuhkan kaatopaikka Vaneritehdas	aktiivilietelaitos
Nenäinniemi, Jyväskylä	172500	7	Paperitehdas Paperikoneita ja niiden osia valmistava laitos sekä pintakäsittelyteollisuutta Jyväskylän Mustankorkean toimiva kaatopaikka Ongelmajätteitä (mm. työstönesteitä, pesu- ja jäähdytysvesiä ja romuajoneuvoja) käsitteleviälaitoksia	aktiivilietelaitos
Peurasaari, Kemi	28300	0	-	aktiivilietelaitos
Kariniemi ja Ali-Juhakkala, Lahti	128300	ei tietoa	Pintakäsittelylaitos Maalitehdas Huonekalutehtaita	aktiivilietelaitos
Toikansuo, Lappeenranta	66000	17	Lappeenrannan Toikansuon toimiva kaatopaikka	aktiivilietelaitos
Pitkäniemi, Lohja	24300	6	Munkkaan toimiva kaatopaikka *	aktiivilietelaitos
Taskila, Oulu	120800	ei tietoa	Oulun Ruskon toimiva kaatopaikka Pintakäsittelylaitoksia (mm. piirilevyjen valmistusta ja erilaisten metallien työstöä, pintakäsittelyä ja maalausta) Lääketehtaita	biologinen suodatin + aktiivilietelaitos
Viinikanlahti, Tampere	231300	20	Tampereen Tarastenjärven ja Nokian Koukkujärven toimivat kaatopaikat Kartonkitehdas Maali- ja lakkatehtaita Metallituotteiden pintakäsittelyä Lääketehdas	aktiivilietelaitos

\* Jätevedet ohjattu Pitkäniemen puhdistamolle vuodesta 2003 lähtien, jos kaatopaikan oma puhdistuskapasiteetti ei riitä

## 2.4

### Näytteenotto

Näytteet otettiin vuosina 2003-2005 kaikkina vuodenaikoina (oli taulukko 3=> Liite 1). Kaikilta paikoilta otettiin yksi näyte jokaisena näytteenottopäivänä. Jätevesinäytteitä otettiin yhteensä 32, pintavesinäytteitä 29, lietenäytteitä 32, sedimenttinäytteitä 14 ja kalanäytteitä 12.

Näytepullot ja -purkit lähetettiin SYKEN laboratoriosta näytteenottajille pestyinä. Astiat pestiin pesukoneessa ja kuumennettiin kaksi tuntia 200 °C:ssa ilman korkkeja. Astiat huuhdeltiin heksaanilla ja VOC-pullot lisäksi metanolilla, minkä jälkeen liuottimien annettiin haihtua. Tinänäyteastiat happopestiin 1 M typpihapolla, minkä jälkeen ne huuhdeltiin ionivaihdetulla vedellä ja kuivattiin 120 °C:ssa. Organisten yhdisteiden analytiikassa huolellisella astioiden pesulla, kuumentamisella ja liuotin-

huuhteluilla minimoidaan aiemman käytön sekä pesu- ja huuhteluaineiden jäänteet. Usein pullot huuhdellaan sillä liuottimella, jota käytetään analysoinnissakin uutto-liuottimena (esim. heksaani, asetoni).

Kaikki näyteasiat olivat lasisia. Myös näytteenotossa käytettiin mahdollisuuksien mukaan joko lasisia tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja välineitä. Muoviastioiden käyttöä vältettiin, koska joitakin tutkituista aineista saattaa liueta muovista. Sedimenttinäyteasiat täytettiin mahdollisimman täyteen ja astian ja kannen väliin laitettiin puhdas folio.

Jätevesinäytteistä suurin osa otettiin lähtevästä, jätevedenpuhdistamon viimeisen käsittelyvaiheen jälkeen vesistöön johdettavasta jätevedestä. Tulevan veden näytteet otettiin puhdistamolle tulevasta jätevedestä heti välppäyksen jälkeen. Näytteet otti SYKEN tai alueellisen ympäristökeskuksen henkilökunta yhdessä puhdistamon oman henkilökunnan kanssa. Näyteastia huuhdottiin useaan kertaan näytevedellä. Näytettä pyrittiin saamaan myös veden pintakalvolta ja ilmastumista aiheuttavaa voimakasta käsittelyä vältettiin. Jätevesinäytteet olivat kertonäytteitä, mutta käytännössä otettiin useita peräkkäisiä nostoja lasipullo täyteen.

Puhdistamolietteen näytteet otettiin lietteenkäsittelyn viimeisestä kuivausvaiheesta, yleensä linkouksen tai suotonauhapuristuksen jälkeen. Tässä käsittelyvaiheessa liete muistuttaa rakenteeltaan kosteaa multaa.

Pintavesistä otettiin kertonäytteet puhdistamon purkuputken alapuolisista vesistä ja mahdollisuuksien mukaan läheltä kala- ja sedimenttinäytepaikkoja. Vesinäytteet otettiin yleensä noin metrin syvyydeltä tai matalissa vesissä siltä syvyydeltä kun oli mahdollista.

Sedimenttinäytteet otettiin puhdistamon purkuputken läheltä joko Sandman- tai Limnos-tyyppisellä putkinoutimella. Näytteenotto paikaksi valittiin kerrostumapohja, jonka syvyys oli yleensä yli 5 m. Sedimenttinäytteet olivat esimerkiksi kolmesta vierekkäisestä nostosta koostuvia kokoomanäytteitä, joihin otettiin 2 tai 3 cm:n viipale sedimentin pintakerrosta. Kokoomanäytteet yhdistettiin joko kentällä tai laboratorioissa. Laboratorioissa tuoreet sedimenttinäytteet homogenisoitiin ja jaettiin 100 ml lasipurkkeihin, jotka pakastettiin.

Porvoonjoen ja Vantaanjoen sedimenttinäytteet otettiin kvalitatiivisesti pohjaeläin- haavilla, sillä putkinoudin ei soveltunut pohjan laadulle. Näyte otettiin sedimentin pinnasta, enintään 3 cm syvyydeltä. Nostot yhdistettiin ja sekoitettiin ämpärissä mahdollisimman nopeasti homogeeniseksi ja purkitettiin lasipurkkeihin.

Tavoitteena oli saada näytteet SYKEN laboratorioon heti näytteenottopäivänä, mutta ellei se pitkän matkan takia onnistunut, näytteitä säilytettiin yön yli kylmässä ja lähetettiin seuraavana aamuna. SYKEN laboratorioissa näytteet säilytettiin kylmähuoneessa (+4 °C). Edelleen lähetettävät näytteet vietiin yleensä Helsingin Matkahuoltoon työpäivän päättyessä ja säilytettiin siellä kylmässä, josta ne lähtivät linja-autolla eteenpäin siten, että ne olivat perillä analysoivassa laboratorioissa aamupäivällä. Täten kylmäketju säilyi koko matkan ajan. Tavallisia kylmäelementtejä toimivammiksi kylmävaraajiksi todettiin vedellä täytetyt, jäädytetyt ja foliolla päällystetyt muoviset litran pullot.

Näytteiden kontaminaatiomahdollisuuksien selvittämiseksi otettiin muutamia kenttänollanäytteitä. Näytteenottajille lähetettiin pullo tislattua vettä, jolla yksi näytepullo täytettiin. Kenttänollanäytettä käsiteltiin koko ketjun ajan samaan tapaan kuin varsinaisia näytteitä. Lisäksi otettiin jonkin verran rinnakkaisnäytteitä, joiden avulla arvioitiin myös analyysimenetelmien luotettavuutta.

Kalanäytteitä otettiin 3-10 kalaa paikkaa kohti. Kalat pakattiin folioon, pakastettiin ja lähetettiin SYKE:n laboratorioon. Kustakin kalasta preparoitiin valkoinen kylkilihaskappale ilman nahkaa ja näytteistä muodostettiin homogenisoitu kokoomanäyte.

## Analyysimenetelmät

Näytteet analysoitiin SYKEN laboratoriossa, Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskuksessa (JY), Kansanterveyslaitoksen ympäristöterveyden osaston laboratoriossa (KTL) sekä Lantmännen Analycen Oy:n laboratoriossa (taulukko 3).

Käytetty analyysimenetelmä ja analyttiset määrittämissuoritukset on raportoitu kullekin aineelle luvussa 3. Määrittämissuoritukset vaihtelivat jonkin verran analyysikertojen välillä johtuen mm. menetelmien kehittymisestä. Joitakin näytteitä analysoitiin kahteen kertaan, silloin kun ensimmäinen määrittämissuoritus jäi tulosten tulkinnan kannalta liian korkeaksi. Esimerkiksi lietteen organoklooripestisidimäärittämissuorituksen ensimmäinen määrittämissuoritus oli 10 µg/kg k.p., mutta kun analyysiin otettiin suurempi määrä näytettä, päästiin 2 µg/kg k.p. määrittämissuoritukseen. Joillakin aineilla, esimerkiksi polybromatuilla, määrittämissuoritukset ovat määrittämissuorituskohtaisesti.

Taulukko 3. Eri analyyttiryhmien analyysilaboratoriot matriisikohtaisesti.

Aineryhmät	Analyytit (lkm)	JÄTEVESI	PINTAVESI	LIETE	SEDIMENTTI	KALA
Klooribentseenit ja klooratut hiilivedyt	5-9	SYKE	SYKE	-	JY	JY
Aromaattiset hiilivedyt	2	SYKE	SYKE	-	JY	JY
Kloorifenolit	2	SYKE	SYKE	SYKE	JY	-
Nonyyli- ja oktyylifenolit ja -etoksylaatit	3	SYKE	SYKE	SYKE	-	-
Organoklooripestisidit	7	SYKE	SYKE	SYKE	JY	SYKE
Ftalaatit	3	JY	-	JY	JY	JY
PAH-yhdisteet	8-14	-	-	SYKE	JY	JY
Orgaaniset tinayhdisteet	6	KTL	-	KTL	KTL	KTL
PBDE	7-9	-	-	SYKE	SYKE	KTL
SCCP	2	AnalyCen	-	AnalyCen	-	-



## 3 Tutkitut aineet, tulokset ja tulosten tarkastelua

Ainekohtaisissa tietolaatikoissa on esitelty yleisiä tietoja aineen ominaisuuksista, ympäristökäyttäytymisestä ja käytöstä. Käyttömäärät ja käyttökohteet perustuvat etupäässä Kemikaalien tuoterekisterin tietoihin (ns. KETU-rekisteri: <https://www.ketu.fi/juke/juke.nsf/start>). Aineen ympäristökäyttäytymistä on mallinnettu Yhdysvaltain ympäristöviraston (US EPA) EPI Suite -ohjelmistolla. Ympäristöluokitus on annettu, jos aine on luokiteltu sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa vaarallisten aineiden luettelossa (STM 2005). Tietolaatikoissa ilmoitetaan myös tässä tutkimuksessa käytetty analyysilaboratorio, analyysimenetelmä sekä saavutettu määrittämiss raja.

Tämän tutkimuksen tuloksia on verrattu ympäristölaatuunormeihin sekä lähi-alueilla, mm. Ruotsissa havaittuihin pitoisuuksiin. Kalanäytteiden pitoisuuksien vertaaminen tutkimusten välillä on kuitenkin vaikeaa, sillä eri tutkimuksissa on analysoitu pitoisuuksia eri kudoksista. Aineiden kertyvyys eri kudoksiin vaihtelee, joten esimerkiksi rasvasta mitattuja pitoisuuksia ei voi suoraan muuntaa vastaamaan lihaksessa havaittuja pitoisuuksia. Tulokset antavat kuitenkin viitteitä siitä, minkälaisia pitoisuuksia myös Suomessa voitaisiin havaita ja olisiko joitakin aineita tarpeellista tutkia mieluummin rasvakudoksesta.

### 3.1

#### **Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet)**

Tutkittuja VOC-yhdisteitä ei juurikaan havaittu analysoiduista näytteistä (taulukko 4). Poikkeuksena olivat 1,4-diklooribentseeni ja kloroformi. Jätevedessä havaittiin pieniä pitoisuuksia 1,4-diklooribentseeniä kaikilta tutkituilta puhdistamoilta ja lähes kaikista näytteistä. Ympäristöstä mitatut pitoisuudet olivat kuitenkin selvästi ympäristölaatuunormeja alhaisempia. Tulosten perusteella 1,4-diklooribentseenin päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta hälyttäviltä. Koska ainetta havaittiin kuitenkin kaikkien tutkittujen puhdistamojen jätevedessä, lienee syytä seurata tilannetta jatkossa.

Tulosten perusteella VOC-yhdisteiden päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittäville, mikä onkin odotettavissa, sillä valtaosa aineista haihtuu jätevedenpuhdistamoilla.

Taulukko 4. Näytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä määritysrajan ylittävien havaintojen (nhav) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi (tuleva)		Jätevesi (lähtevä)		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>
1,2,3-triklooribentseeni	10	0	28	1	11	0	0	-	15	0	9	0
1,2,4-triklooribentseeni	10	0	28	0	11	0	0	-	15	0	9	0
1,3,5-triklooribentseeni	10	0	28	0	11	0	0	-	15	0	9	0
1,2-diklooribentseeni	10	2	28	1	11	0	0	-	15	0	9	0
1,4-diklooribentseeni	10	10	28	26	11	0	0	-	15	1	9	0
1,2-dikloorietaani	10	0	28	0	11	0	0	-	0	-	0	-
Dikloorimetaani	10	-	28	7	11	0	0	-	0	-	0	-
Klooribentseeni	10	2	28	0	11	0	0	-	15	2	9	0
Kloroformi	10	10	28	18	11	7	0	-	15	0	9	0
Bentseeni	10	1	28	0	11	0	0	-	0	-	0	-
Naftaleeni	10	8	28	0	11	0	0	-	15	3	11	1

### 3.1.1

## Triklooribentseenit

Triklooribentseenit CAS 12002-48-1	
<b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b> 0,4 µg/l (vesi) 4000 µg/kg t.p. (kala) <b>YMPÄRISTÖLUOKITUS</b> N; R50-53 LIUKOISUUS VETEEN (25 °C) 6 – 30 mg/l	<b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> Headspace- GCMS, SYKE (vesi) GC-ECD, JY (sedimentti, kala) <b>MÄÄRITYSRAJA</b> 0,05 µg/l (vesi) 1 - 20 µg/kg k.a. (sedimentti) 20 – 50 µg/kg t.p. (kala)
- Triklooribentseenit ovat vesiliöille erittäin myrkyllisiä ja niihin kertyviä yhdisteitä. Ne ovat vesiympäristössä hyvin pysyviä. - 1,2,4-triklooribentseeniä on käytetty Suomessa pieniä määriä laboratoriokemikaalina. Vuoden 2001 jälkeen muuta käyttöä ei ole ollut. Muualla Euroopassa triklooribentseenejä käytetään välituotteina mm. kloorattujen kasvinsuojeluaineiden valmistuksessa (EU-RAR 2003a). - Laskennallisen mallin mukaan suurin osa ympäristöön joutuvasta triklooribentseenistä haihtuu ilmaan. Jätevedenpuhdistamolla noin kolmasosa sitoutuu kiintoainekseen ja noin kolmasosa haihtuu ilmaan. - Triklooribentseenien ei arvioida kertyvän merkittävästi sedimenttiin.	

Triklooribentseenejä (1,2,3-, 1,2,4- ja 1,3,5-) tutkittiin jätevedestä (10 paikkaa), pintavedestä (11 paikkaa), sedimenteistä (15 paikkaa) ja kalanäytteistä (9 paikkaa). Lähtevässä jätevedessä havaittiin yhdellä puhdistamolla määritysrajan ylittävä pitoisuus 1,2,3-triklooribentseeniä, noin 0,08 µg/l. Pintavesinäytteiden pitoisuudet olivat kaikilla näytteenottoaikoilla alle määritysrajan. Myöskään kala- ja sedimenttinäytteistä ei havaittu triklooribentseenejä.

Tulokset olivat samansuuntaisia kuin Ruotsissa tehdyissä kartoituksissa saadut tulokset. Kalojen triklooribentseenipitoisuudet jäivät Ruotsin tausta-alueilla alle määritysrajan, joka ahvenelle (*Perca fluviatilis*) ja hauelle oli 6 – 16 µg/kg rasvaa (Kaj & Dusan 2004) ja ahvenelle 10 – 70 µg/kg rasvaa (Sternbeck ym. 2004). Vänern- ja Vättern- järvien kaloissa ei myöskään havaittu triklooribentseenejä (määritysraja 3 µg/kg k.a.) (Tomas Öberg konsult AB 2003). Ruotsin rannikkoalueen järvissä ja Tukholman alueella tehdyssä tutkimuksessa suurin osa sedimentin triklooribentseenien pitoisuuksista jäi alle määritysrajan (0,1 – 10 µg/kg k.a.) (Sternbeck ym. 2003).

Tässä tutkimuksessa mitattujen pitoisuuksien perusteella päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittävästi. Koska lisäksi käyttömäärä on varsin alhainen eikä ainetta havaittu vastaanottavan vesistön kaloista ja sedimentistä, on epätodennäköistä, että triklooribentseenit aiheuttaisivat haittoja vesiympäristössä tai että ympäristönlautunormi olisi vaarassa ylittyä.

## 1,2-diklooribentseeni

1,2-diklooribentseeni CAS 95-50-1	
<b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b> 7,4 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,74 µg/l (merivesi) 0,3 µg/l (talousvesi) 260 µg/kg k.a (sedimentti) 40 000 µg/kg t.p (kala) <b>YMPÄRISTÖLUOKITUS</b> N; R50-53 <b>LIUKOISUUS VETEEN (25 °C)</b> 80 – 150 mg/l	<b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> Headspace- GCMS, SYKE (vesi) GC-ECD, JY (sedimentti, kala) <b>MÄÄRITYSRAJA</b> 0,02 ja 0,03 µg/l (vesi) 20 – 50 µg/kg k.a. (sedimentti) 50 µg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1,2-diklooribentseeni on erittäin myrkyllistä vesieliöille ja jossain määrin eliöihin kertyvä yhdiste.</li> <li>- 1,2-diklooribentseeniä käytetään Suomessa liuottimena mm. laivojen koneiden huollossa ja puhdistus- ja pesuaineissa sekä maaleissa, lakoissa ja painoväreissä liuottimena. Sen käyttö on Suomessa pysynyt suunnilleen samalla tasolla vuosina 2001-2006 ollen noin 3 tonnia vuosittain.</li> <li>- Laivojen huollon yhteydessä satamissa ja telakoilla syntyvät jätevesipäästöt voivat olla merkittäviä (YM 2005).</li> <li>- Laskennallisen mallin mukaan suurin osa ympäristöön joutuvasta 1,2-diklooribentseenistä haihtuu. Jätevedenpuhdistamolla aineesta poistuu noin 65 %: ilmaan haihtuu noin 45 % ja loput 20 % sitoutuu puhdistamolietteeseen.</li> </ul>	

1,2-diklooribentseenipitoisuuksia analysoitiin 10 jätevedenpuhdistamolalta, 11 pintavesipaikalta, 15 sedimenttipaikalta ja 9 paikan kalanäytteistä. Yhdellä puhdistamolalla havaittiin 1,2-diklooribentseenin pitoisuus 0,06 µg/l, muutoin jätevesinäytteissä ja kaikissa pintavesinäytteissä pitoisuudet olivat määritysrajaa alhaisempia. Havaitut pitoisuudet ovat siis selvästi ympäristölaatuunormia alhaisempia.

Sedimenttinäytteistä ei havaittu 1,2-diklooribentseeniä. Tutkittujen kalanäytteiden pitoisuudet jäivät myös alle määritysrajan. Näin ollen kalojen 1,2-diklooribentseenin pitoisuudet ovat turvallisella tasolla, sillä arvioitu haitaton pitoisuustaso on näet selkeästi määritysrajaa korkeampi.

Myöskään Ruotsissa tehdyissä kartoituksissa ei ole havaittu merkittäviä pitoisuuksia 1,2-diklooribentseeniä. Ruotsin rannikkoalueen järvissä ja Tukholman alueella tehdyssä tutkimuksessa havaitut pitoisuudet olivat alhaisempia kuin tämän tutkimuksen määritysraja (Sternbeck ym. 2003). Suurin osa sedimentin 1,2-diklooribentseenien pitoisuuksista oli alle määritysrajan (0,1 – 6 µg/kg k.a.). Ainoa määritysrajan ylittänyt pitoisuus sedimentissä oli 16 µg/kg k.a.

Ruotsissa tausta-alueilla kartoitetuissa ahvenissa 1,2-diklooribentseenin pitoisuudet olivat pääosin alle määritysrajan (10 – 180 µg/kg rasvaa), havaitut pitoisuudet vaihtelivat välillä 120 -300 µg/kg rasvaa (Sternbeck ym. 2004).

Mitattujen pitoisuuksien perusteella päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittävästi.

## 1,4-diklooribentseeni

1,4-diklooribentseeni CAS 106-46-7	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  20 µg/l (sisämaan pintavesi) 2 µg/l (merivesi) 0,1 µg/l (talousvesi) 900 µg/kg k.a (sedimentti) 10 000 µg/kg t.p (kala) YMPÄRISTÖLUOKITUS N; R50-53 LIUKOISUUS VETEEN (25 °C) 80 mg/l	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO Headspace- GCMS, SYKE (vesi) GC-ECD, JY (sedimentti, kala) MÄÄRITYSRAJA 0,02 ja 0,03 µg/l (vesi) 20 – 50 µg/kg k.a. (sedimentti) 50 µg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1,4-diklooribentseeni on erittäin myrkyllistä vesieliöille ja jossain määrin kertyvä yhdiste.</li> <li>- 1,4-diklooribentseeniä käytetään Suomessa tekstiilien viimeistelyssä ja kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja tekokuitujen valmistuksessa hajusteena / desinfiointiaineena (mm. WC-raikastimissa) sekä biosidina. Päästöjä voi olla sekä yhdyskuntien että teollisuuden jätevedenpuhdistamoilta.</li> <li>- Vuosina 2004-2006 KETU-rekisteriin ilmoitettu käyttömäärä on ollut noin 10 tonnia vuodessa.</li> <li>- Laskennallisen mallin mukaan suurin osa ympäristöön joutuvasta 1,4-diklooribentseenistä haihtuu. Jätevedenpuhdistamolla noin 70 % aineesta poistuu: noin puolet haihtuu ilmaan, viidesosa hajoaa ja vähäinen määrä sitoutuu puhdistamolietteeseen.</li> </ul>	

1,4-diklooribentseenipitoisuuksia analysoitiin 11 pintavesipaikalta, 11 jätevedenpuhdistamolta, 14 sedimenttipaikalta ja 9 paikan kalanäytteistä. Jätevedessä havaittiin pieniä pitoisuuksia (0,05 – 0,24 µg/l) 1,4-diklooribentseeniä kaikilta tutkituilta puhdistamoilta ja lähes kaikista näytteistä. Pintavesi- ja kalanäytteistä ei havaittu 1,4-diklooribentseeniä. Myös sedimenttinäytteiden pitoisuudet olivat yhtä paikkaa lukuun ottamatta kaikilla näytteenottopaikoilla alle määritysrajan. 1,4-diklooribentseeni ei siten aiheuttane haittaa tutkimusalueilla. Päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittävästi. Tilannetta tulisi seurata jatkossa, koska 1,4-diklooribentseeniä havaittiin kaikkien tutkittujen puhdistamojen jätevedessä.

Ruotsin rannikkoalueen järvissä ja Tukholman alueella tehdyssä tutkimuksessa suurin osa sedimentin 1,4-diklooribentseenien pitoisuuksista jäi alle määritysrajan (1 – 9 µg/kg k.a.) (Sternbeck ym. 2003). Määritysrajan ylittäneet pitoisuudet sedimentissä vaihtelivat 12 – 151 µg/kg k.a. Rannikolla havaitut pitoisuudet olivat alhaisempia 0,28 – 1,3 µg/kg k.a. Ruotsalaistutkimuksessa tutkittiin ahventen lihaksen 1,4-diklooribentseenipitoisuuksia tausta-alueiksi katsottavilla alueilla (Sternbeck ym. 2004). Pitoisuudet jäivät valtaosassa näytteistä alle määritysrajan (0,01 – 0,04 mg/kg rasvaa), mutta myös määritysrajan ylittäviä yksittäisiä pitoisuuksia havaittiin (0,09 – 0,11 mg/kg rasvaa). Toisessa ruotsalaisessa tutkimuksessa tutkittiin kalojen klooribentseenien pitoisuuksia tausta-alueilla ja 1,4-diklooribentseeniä havaittiin 0,55 – 1,2 µg/kg t.p. (24 – 120 µg/kg rasvaa) (Kaj & Dusan 2004), mikä on huomattavasti vähemmän kuin tässä tutkimuksessa saavutettu määritysraja.

## 3.1.4

## 1,2-dikloorietaani

1,2-dikloorietaani CAS 107-06-2	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  10 µg/l (sisämaan pintavesi) 10 µg/l (merivesi) 3 µg/l (talousvesi) YMPÄRISTÖLUOKITUS (ei määritelty) LIUKOISUUS VETEEN (25 °C) 5100 – 8600 mg/l	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO Headspace- GCMS, SYKE (vesi) MÄÄRITYSRAJA 0,10 - 0,15 µg/l (määritysrajaa pystyttiin alentamaan hankkeen aikana)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1,2-dikloorietaani on hyvin lievästi myrkyllinen vesieliöille, se ei kerry eliöihin ja hajoaa biologisesti erittäin hitaasti. Sen on eläinkokeissa todettu olevan karsinogeeninen ja myös genotoksisia ominaisuuksia on osoitettu (luokitus: syöpävaarallinen, ryhmä 3)</li> <li>- 1,2-dikloorietaania käytetään liuottimena sekä synteesikemikaalina mm. vinyylidikloridi-monomeerien, PVC-muovin ja tekokuultujen valmistuksessa sekä laboratoriokemikaalina tutkimuksessa. Sen käyttömäärä on vähentynyt huomattavasti 2000-luvun alun tasosta (500 tonnia/a) vuoteen 2006, jolloin sen käyttö on lähes täysin loppunut. Lisäksi sitä on kuljetettu Suomen kautta ulkomaille huomattavia määriä.</li> <li>- Laskennallisen mallin mukaan suurin osa ympäristöön joutuvasta 1,2-dikloorietaanista haihtuu ilmaan. Jätevedenpuhdistamolla noin kolmasosa 1,2-dikloorietaanista poistuu haihtumalla.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa 1,2-dikloorietaania tutkittiin pintavesistä ja jätevesistä 11 tutkimuspaikalta. Pintavesissä ja jätevesissä ei havaittu 1,2-dikloorietaania, joten päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät todennäköisesti ole merkittäviä.

Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa ei havaittu 1,2-dikloorietaania sedimentissä eikä lietteessä (Sternbeck ym. 2003). Myös Vänern- ja Vättern-järvien kaloissa kuiva-ainetta kohden lasketut pitoisuudet jäivät alle määritysrajan (50 µg/kg k.a.) (Tomas Öberg konsult AB 2003).

## 3.1.5

## Dikloorimetaani

Dikloorimetaani CAS 75-09-2	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  20 µg/l (sisämaan pintavesi) 20 µg/l (merivesi) YMPÄRISTÖLUOKITUS (ei määritelty) LIUKOISUUS VETEEN (20 °C) 13 000 mg/l	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO Headspace- GC-MS, SYKE (vesi) MÄÄRITYSRAJA 0,1 µg/l (vesi)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dikloorimetaani on hyvin lievästi myrkyllistä vesieliöille, se hajoaa biologisesti hitaasti, mutta ei kerry juurikaan eliöihin.</li> <li>- Dikloorimetaania käytetään liuottimena mm. kosmetiikkateollisuudessa, lääkeaineteollisuudessa ja maalien, lakkojen ja liimojen valmistuksessa.</li> <li>- Dikloorimetaanin käyttömäärä on vähentynyt 2000-luvun alun noin 4000 tonnista noin 700 tonniin vuonna 2006.</li> <li>- Laskennallisen mallin mukaan valtaosa ympäristöön päätyvästä dikloorimetaanista haihtuu ilmaan. Jätevedenpuhdistamolla noin 60 % jäteveden dikloorimetaanista poistuu. Suurin osa poistuu haihtumalla ja vähäisempi määrä sitoutuu kiintoaineeseen tai hajoaa biologisesti.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa dikloorimetaanin pitoisuuksia selvitettiin 11 pintaveden näytteenotto paikalta ja 9 jätevedenpuhdistamolta. Pintavesistä ei havaittu dikloorimetaania ja jätevesien pitoisuudet olivat hyvin pieniä (0,28 – 5,5 µg/l). Tulosten perusteella päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät ole merkittäviä.

Ruotsalaistutkimuksessa havaittiin Vänern- ja Vättern-järvien kalanäytteistä dikloorimetaanin pitoisuuksia välillä 1100 – 3400 µg/kg k.a. (Tomas Öberg konsult AB 2003). Tässä tutkimuksessa dikloorimetaanin ei määritetty kalanäytteistä.

### 3.1.6

## Klooribentseeni

Klooribentseeni CAS 108-90-7	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO
9,3 µg/l (sisämaan pintavesi) 3,2 µg/l (merivesi) 3,0 µg/l (talousvesi) 140 µg/kg k.a. (sedimentti) 6000 µg/kg t.p. (kala) YMPÄRISTÖLUOKITUS N; R51-53 LIUKOISUUS VETEEN (25 °C) 400 – 498 mg/l	Headspace- GCMS, SYKE (vesi) GC-ECD, JY (kala, sedimentti) MÄÄRITYSRAJA 0,05 ja 0,12 µg/l (vesi) (määritysrajaa pystyttiin alentamaan hankkeen aikana) 10 – 20 µg/kg k.a (sedimentti) 20 µg/kg t.p (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klooribentseeni on myrkyllistä vesieliöille, se kertyy jossain määrin eliöihin ja hajoaa biologisesti erittäin hitaasti.</li> <li>- Klooribentseeniä käytetään mm. torjunta-aineiden ja maatalouskemikaalien valmistuksessa.</li> <li>- Klooribentseenin vuosittainen käyttömäärä Suomessa on vaihdellut 2000-luvulla 400 ja 1500 tonnin välillä.</li> <li>- Laskennallisen mallin mukaan valtaosa ympäristöön joutuvasta klooribentseenistä haihtuu ilmaan. Jätevedenpuhdistamolla klooribentseeni poistuu noin 60-prosenttisesti pääosin haihtumalla.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa klooribentseenin pitoisuuksia selvitettiin 11 pintavesipaikalta, 11 jätevedenpuhdistamolta, 15 sedimenttipaikalta ja 9 näytepaikan kalanäytteistä. Klooribentseeniä ei havaittu jäte- eikä pintavedestä eikä kalanäytteistä. Sedimenttinäytteissä vain kahdella näytteenotto paikalla havaittiin klooribentseeniä määritysrajan ylittävä pitoisuus, 20 µg/kg k.a., joka on kuitenkin selvästi vähemmän kuin haitalliseksi arvioitu pitoisuus.

Tulosten perusteella klooribentseenin päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittävästi.

### 3.1.7

## Trikloorimetaani eli kloroformi

Trikloorimetaani eli kloroformi CAS 67-66-3	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO
2,5 µg/l (sisämaan pintavesi) 2,5 µg/l (merivesi) 50 µg/kg k.a. (sedimentti) YMPÄRISTÖLUOKITUS (ei määritelty) LIUKOISUUS VETEEN (25 °C) 7950 mg/l	Headspace- GC-MS, SYKE (vesi) GC-ECD, JY (sedimentti, kala) MÄÄRITYSRAJA 0,05 ja 0,07 µg/l (vesi) 50 µg/kg k.a (sedimentti) 20 µg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trikloorimetaani eli kloroformi on lievästi myrkyllinen vesieliöille, se ei ole erityisen kertyvä yhdiste, mutta se hajoaa biologisesti hitaasti.</li> <li>- Kloroformia käytetään pääasiallisesti laboratoriokemikaalina. Vuosina 2001-2006 sen vuotuinen käyttömäärä on vaihdellut 6 – 12 tonnin välillä.</li> <li>- Kloroformia syntyy juoma- ja uimaveden kloorauksessa sivutuotteena sekä luonnostaan merivedessä ja maaperässä. Luonnolliset päästölähteet muodostavat maailmanlaajuisesti pääosan kaikista kloroformin päästöistä (McCulloch 2003).</li> <li>- Laskennallisen mallin mukaan valtaosa ympäristöön joutuvasta kloroformista haihtuu ilmaan. Jätevedenpuhdistamolla kloroformista poistuu noin 60 %, pääosin haihtumalla.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa kloroformin pitoisuuksia selvitettiin 11 pintavesipaikalta, 11 jätevedenpuhdistamolta, 15 sedimenttipaikalta ja 9 näytepaikan kalanäytteistä. Lukuun ottamatta yhtä näytepaikkaa kloroformia havaittiin kaikista jätevesinäytteistä ja pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,07 – 1,1 µg/l. Myös pintavedestä havaittiin kloroformia 7 näytepaikalla ja pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,14 – 0,72 µg/l. Sedimentissä ja kaloissa ei havaittu kloroformia.

Pinta- ja jätevedestä mitatut pitoisuudet olivat selvästi ympäristölaatumnormia pienempiä. Pintavesissä mitatut pitoisuudet olivat kuitenkin paikoittain suurempia kuin keskimääräinen pitoisuus Euroopan joissa (noin 0,5 µg/l) (McCulloch 2003), joten niitä ei voine täysin selittää kloroformin luontaisella esiintymisellä.

Myöskään Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa kloroformia ei löytynyt sedimenteistä (Sternbeck ym. 2003). Sen sijaan Vänern- ja Vättern-järvien kaloissa pitoisuudet olivat keskimäärin 140 µg/kg k.a. vaihdellen välillä < 50 – 260 µg/kg k.a. (Tomas Öberg konsult AB 2003). Ruotsin rannikkoalueen järvissä ja Tukholman alueella tehdyssä tutkimuksessa sedimentin kloroformin pitoisuudet jäivät alle määrittäysrajan (0,2 – 28 µg/kg k.a.) (Sternbeck ym. 2003).

Kloroformi on pysyvä yhdiste ja sen käyttömäärä on verrattain korkea. Lisäksi veden kloorauksesta syntyvän kloroformin määrä voi olla merkittävä. Ainetta havaittiin melko yleisesti niin puhdistamojen jätevesistä kuin pintavesistä, joten seuranta tulee harkita jatkossa.

### 3.1.8

#### Bentseeni

Bentseeni CAS 71-43-2	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  10 µg/l (sisämaan pintavesi) 8 µg/l (merivesi) 1 µg/l (talousveden ottoon tarkoitettu raakavesi) YMPÄRISTÖLUOKITUS (ei määritelty) LIUKOISUUS VETEEN (25 °C) 1790 mg/l	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO Headspace- GCMS, SYKE MÄÄRITYSRAJA 0,05 µg/l (vesi)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentseeni on myrkyllistä vesieliöille. Se on karsinogeeninen ja mutageeninen yhdiste. Bentseenin ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon ja se hajoaa biologisesti.</li> <li>- Bentseeni on eräs yleisimmistä peruskemikaaleista kemian ja petrokemian teollisuudessa. Bentseeniä tuotetaan teollisesti Suomessa raakaöljystä. Bentseeniä käytetään mm. liimojen, lakkojen, väriaineiden ja tekokuitujen valmistuksessa. Se on yksi bensiniin komponenteista.</li> <li>- Bentseenin käyttömäärät Suomessa ovat vaihdelleet vuosina 2001 - 2006 välillä 0,2 – 1,5 milj. tonnia vuodessa.</li> <li>- Laskennallisen mallin mukaan valtaosa ympäristöön joutuvasta bentseenistä haihtuu ilmaan. Jätevedenpuhdistamolla bentseeni poistuu noin 70 prosenttisesti pääosin haihtumalla.</li> <li>- Ilmassa bentseeni hajoaa melko nopeasti, mutta vesiliukoisena se voi myös laskeutua sateen mukana takaisin maahan. Bentseeni kulkeutuu maaperässä kohtalaisen helposti, joten se voi joutua pohjaveteen ja aiheuttaa sen pilaantumisen.</li> </ul>	

Bentseenin pitoisuuksia tutkittiin pintavedestä 11 näytteenotto paikalta ja jätevedestä 10 puhdistamolta. Bentseeniä ei havaittu yhdessäkään näytteessä.

Mitattujen pitoisuuksien perusteella päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät ole merkittäviä.

## Naftaleeni

Naftaleeni CAS 91-20-3	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO
2,4 µg/l (sisämaan pintavesi) 1,2 µg/l (merivesi) 2900 µg/kg k.a. (sedimentti) 12 300 µg/kg t.p. (kala) YMPÄRISTÖLUOKITUS N; R50-53 LIUKOISUUS VETEEN (25 °C) 31 mg/l	Headspace-GCMS, SYKE (vesi) LC-FI ja LC-DAD, JY (sedimentti, kala) MÄÄRITYSRAJA 0,05 ja 0,10 µg/l (vesi) 100 µg/kg k.a. (LC-DAD, sedimentti) 0,02 µg/kg k.a (LC-FI, sedimentti) 0,02 µg/kg t.p. (LC-FI, kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Naftaleeni on vesiliöille erittäin myrkyllinen ja niihin kertyvä yhdiste. Se voi hajota biologisesti aerobisissa oloissa.</li> <li>- Naftaleenin vuosittainen käyttömäärä Suomessa vuosina 2001-2006 on ollut noin 4000 tonnia. Siitä valtaosa on valmistettu Suomessa.</li> <li>- Naftaleenia käytetään Suomessa hyönteiskarkotteissa (koipallot), lisäaineena polttoaineissa, maaleissa, liimoissa ja väriaineissa. Lisäksi puunsuojaukseen käytetty kreosoottijyvä sekä eräät perunaruton torjuntaan käytetyt kasvinsuojeluaineet sisältävät naftaleenia. Merkittävin ainetta sisältävä kemikaalituote on kivihiiliterva, jota käytetään edelleen polttoaineena sekä raaka-aineena yhdellä kemian teollisuuden laitoksella.</li> <li>- Naftaleenia voidaan käyttää myös atsovärien valmistuksessa, lääketieteellisyydessä, wc-raikastimissa, hartsien valmistuksessa, ftaali-anhydridien väliaineena sekä PVC-muovituotteiden pehmentimien valmistuksessa.</li> <li>- Naftaleeneja muodostuu ja pääsee ilmaan orgaanisen aineksen epätäydellisestä palamisesta, kuten tulisijoista, öljykattiloista, ajoneuvoliikenteen pakokaasupäästöistä, lentoliikenteestä, energiantuotannon polttoprosesseista ja luonnollisista lähteistä, kuten metsäpaloista.</li> <li>- Huviveneiden pakokaasut johdetaan nyky mootoreissa usein veden alle, joten naftaleenin joutuminen suoraan vesistöön on mahdollista.</li> <li>- Laskennallisen mallin mukaan ympäristöön joutuvasta naftaleenista noin 80 % haihtuu ja noin 10 % päätyy vesiin. Jätevedenpuhdistamalla jäteveden naftaleenista poistuu noin neljäsosa pääosin haihtumalla ja osittain myös lietteeseen sitoutumalla (8 %).</li> </ul>	

Naftaleenin pitoisuuksia tutkittiin pintavedestä 11 näytteenotto paikalta, jätevedestä 10 puhdistamolta, sedimentistä 15 paikalta ja kalanäytteistä 11 paikalta. Pintavesistä ja jätevesistä otetuissa näytteissä ei havaittu naftaleenia. Sedimentistä havaittiin naftaleenia niistä näytteistä, jotka analysoitiin herkemällä menetelmällä. Mitatut pitoisuudet olivat 10, 20 ja 30 µg/kg k.a. eli kuitenkin selvästi haitallisen tason alapuolella. Yhdestä kalanäytteestä löytyi naftaleenia 1,0 µg/kg t.p. Muissa kalanäytteissä naftaleenia ei havaittu.

Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin puhdistamolietteessä naftaleenin pitoisuuksia välillä 39 – 60 µg/kg k.a. (Sternbeck ym. 2003). Tukholman alueen järvien sedimenteissä pitoisuudet vaihtelivat välillä < 2-180 µg/kg k.a. ja Sveanmaan rannikkoalueen sedimenteissä välillä < 4 – 51 µg/kg k.a. Kalanäytteistä (Vänern ja Vättern, Ruotsi) on havaittu naftaleenia keskimäärin 26 µg/kg k.a. (< 10 – 62 µg/kg k.a.) (Tomas Öberg konsult AB 2003). Toisessa tutkimuksessa ahventen lihaksen naftaleenipitoisuus vaihteli välillä < 5,2 – 80 µg/kg rasvaa (Sternbeck ym. 2004).

Tässä tutkimuksessa mitattujen pitoisuuksien perusteella päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittävästi.



## Kloorifenolit

### 4-kloori-3-metyylifenoli

4-kloori-3-metyylifenoli CAS 59-50-7	
<b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b>  9 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,9 µg/l (merivesi) 40 - 1000 µg/kg k.a. (sedimentti) <b>YMPÄRISTÖLUOKITUS</b> N; R50 <b>LIUKOISUUS VETEEN (25 °C)</b> 3830 mg/l	<b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> GC-ECD, SYKE (vesi) GC-ECD, JY (sedimentti) <b>MÄÄRITYSRAJA</b> 0,1 ng/l (vesi) 500 µg/kg k.a. (sedimentti)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4-kloori-3-metyylifenoli on erittäin myrkyllistä vesieliöille, se hajoaa biologisesti hitaasti, mutta ei juurikaan kerry eliöihin.</li> <li>- 4-kloori-3-metyylifenolia käytetään Suomessa desinfiointi- ja puhdistusaineena sekä tuotteiden lisäaineena mm. kotieläintaloudessa, lääketeollisuudessa sekä pesu- ja kosmetiikka-aineiden valmistuksessa. Lisäksi sitä käytetään konepajateollisuuden leikkuunesteissä sekä musteiden, tekstiili- ja nahkatuotteiden, liimojen sekä betonin lisäaineiden säilöntäaineissa.</li> <li>- 4-kloori-3-metyylifenolia sisältävien kemikaalituotteiden käyttö on vaihdellut vuosina 2001-2006 välillä 2 -13 tonnia.</li> <li>- Laskennallisesti ympäristöön päätyvästä 4-kloori-3-metyylifenolista noin puolet päätyy vesiin ja alle puolet maalle. Yhdisteestä ilmaan päätyy noin 2 % ja sedimenttiin noin 1 %. Jätevedenpuhdistamolla 4-kloori-3-metyylifenolista poistuu malliarvion mukaan noin 7 %, josta suurin osa adsorboituu kiintoainekseen.</li> </ul>	

Tässä työssä kloorifenoleja analysoitiin pintavedestä (11 paikkaa), jätevedestä (10 paikkaa) ja sedimentistä (15 paikkaa) (taulukko 5). 4-kloori-3-metyylifenolia ei havaittu yhdestäkään näytteestä. Sedimenttinäytteiden osalta käytetyn analyysimenetelmän määrittämysraja ei ole riittävä haitattomuuden toteamiseen. Päästöt jätevedenpuhdistamolta eivät kuitenkaan vaikuta merkittävältä näiden tulosten perusteella.

Aineen isomeeriä 4-kloori-2-metyylifenolia on löytynyt vesistöissä torjunta-ainekartoituksen yhteydessä (Mannio ym. 2007). Noin viidesosassa analysoiduista joki-vesinäytteistä havaittiin ainetta keskimäärin 0,1 µg/l pitoisuuksina. Suurin havaittu pitoisuus oli 0,6 µg/l. 4-kloori-2-metyylifenoli on rikkakasvien torjuntaan käytetyn 4-kloori-2-metyylifenoksietikkahapon (MCPA) hajoamistuote.

## Pentakloorifenoli

Pentakloorifenoli CAS 87-86-5	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO 0,4 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,4 µg/l (merivesi) 120 µg/kg k.a. (sedimentti) YMPÄRISTÖLUOKITUS N; R50-53 LIUKOISUUS VETEEN (25°C) 14 mg/l	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO GC-ECD, SYKE (vesi) GC-ECD, JY (sedimentti) MÄÄRITYSRAJA 0,02 ng/l (vesi) 50 µg/kg k.a. (sedimentti)
<p>- Pentakloorifenoli on vesiliöille erittäin myrkyllinen yhdiste. Sen biologinen hajoavuus vaihtelee ympäristöolosuhteista riippuen hitaasta kohtalaiseen. Se on eliöihin kohtalaisesti kertyvä yhdiste.</p> <p>- Pentakloorifenoleja on aiemmin käytetty mm. puun sinistymisenestoaineena sahoilla, joissa se on aiheuttanut maaperän ja vesistöjen pilaantumista. Sen käyttö puutavaran sinistymisenestoaineena kiellettiin vuonna 1989.</p> <p>- Pentakloorifenolia sisältävien kemikaalivalmisteiden kaikenlainen käyttö kiellettiin Suomessa vuonna 2000.</p> <p>- Kansainvälisesti pentakloorifenolia käytetään jonkin verran puunsuojaukseen sekä maali-, muovi- ja tekstiiliteollisuudessa, joten sitä voi esiintyä tuontituotteissa. EU:n alueella pentakloorifenoleja ei enää valmisteta.</p> <p>- Pentakloorifenoleita on havaittu kaatopaikkojen suotovesistä (Marttinen ym. 2000) ja sitä pääsee pieniä määriä ilmaan jätteen ja puun poltossa.</p> <p>- Pentakloorifenolissa esiintyy epäpuhtautena pieniä määriä dioksiineja.</p> <p>- Pentakloorifenolipäästöt vesiin ja viemäriin on kielletty valtioneuvoston asetuksella 1022/2006.</p> <p>- Laskennallisesti ympäristöön joutuneesta pentakloorifenolista suurin osa (noin 90 %) sitoutuu maaperään, noin 4 % haihtuu, noin 1 % päätyy vesiin ja 2 % sedimenttiin. Jätevedenpuhdistamolla noin 80 % pentakloorifenolista sitoutuu kiintoainekseen ja vain alle prosentti hajoaa biologisesti.</p>	

Tässä työssä pentakloorifenolia analysoitiin pintavedestä (11 paikkaa), jätevedestä (10 paikkaa) ja sedimentistä (15 paikkaa) (taulukko 5). Pentakloorifenolia ei havaittu pintavedestä eikä sedimentistä yhdelläkään tutkimuspaikalla. Jätevedessä ainetta havaittiin neljällä jätevedenpuhdistamolla. Suurin mitattu pitoisuus oli 0,045 µg/l, mikä on selkeästi ympäristönlautunormia alhaisempi pitoisuus.

Ruotsissa on tutkittu pentakloorifenolin pitoisuuksia ympäristössä ja havaintojen perusteella pitoisuudet ovat varsin alhaisia ympäristönlautunormeihin verrattuna (Palm ym. 2002). Vedestä havaittiin pitoisuuksia välillä < 1,5 – 19 ng/l. Sedimentissä havaitut pitoisuudet vaihtelivat välillä < 1 – 28 µg/kg k.a. ja lietteessä välillä 7 – 200 µg/kg k.a. Sillin ja silakan lihaksessa mitattiin biologisten näytteiden korkeimmat pitoisuudet, 57 – 340 µg/kg rasvaa. Hauessa havaitut pitoisuudet olivat alhaisempia (10 – 145 µg/kg rasvaa). Ruotsissa tausta-alueilla tehdyssä tutkimuksessa ahvenessa havaittiin pentakloorifenolin pitoisuuksia < 5 – 30 µg/kg t.p., määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia havaittiin neljässä näytteessä neljästätoista (Sternbeck ym. 2004).

Mitattujen pitoisuuksien perusteella päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittävästi. Jätevedenpuhdistamojen alapuolissa vesistöissä pentakloorifenolin pitoisuuksien kehittymistä voitaisiin seurata sedimenttinäytteistä esim. kuuden vuoden välein.

Taulukko 5. Kloorifenolinäytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä havaintojen (nhav) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>
4-kloori-3-metyylifenoli	21	0	11	0	0	-	15	0	0	-
Pentakloorifenoli	21	8	11	0	0	-	15	0	0	-

## Nonyyli- ja oktyylifenolit sekä niiden etoksylaatit

### Nonyylifenolit ja –etoksylaatit

Nonyylifenolit ja –etoksylaatit CAS 104-40-5 (4-n-nonyylifenoli) ja 68412-54-4 (nonyylifenolietoksylaatit)	
<b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b>  0,3 µg/l (TEQ, sisämaan pintavesi) 0,3 µg/l (TEQ, merivesi) 180 µg/kg k.a. (TEQ, sedimentti) $TEQ = \sum Cx * TEF$ $TEF = 1$ (nonyylifenoli) $TEF = 0,5$ (nonyylifenolimono- ja nonyyllifenolidietoksylaatit) $Cx =$ kunkin nonyyllifenolisen yhdisteen pitoisuus <b>YMPÄRISTÖLUOKITUS (4-nonyylifenoli)</b> N; R50-53 <b>LIUKOISUUS VETEEN (25°C) (nonyylifenoli)</b> 7 mg/l	<b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> HPLC-FI, SYKE <b>MÄÄRITYSRAJA</b> 0,2 µg/l (nonyylifenolit, vesi) 0,2 µg/l (nonyylifenolietoksylaatit, vesi) 2 mg/kg k.a.(liete)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4-nonyylifenoli on erittäin myrkyllistä vesieliöille, se kertyy eliöihin ja hajoaa biologisesti hitaasti vedessä.</li> <li>- Nonyylifenolien ja sen etoksylaattien on todettu vaikuttavan nisäkkäillä ja kaloilla hormonin tavoin. 4-nonyylifenoli on ryhmään 3 kuuluva lisääntymiselle vaarallinen aine, joka voi mahdollisesti heikentää hedelmällisyyttä ja olla vaarallista sikiöille.</li> <li>- Nonyylifenoleja ja –etoksylaatteja on käytetty Suomessa mm. voiteluaineissa, tahrannoittoastalustoissa, puhdistus- ja pesuaineissa, korroosionestoaineissa, nahan valmistuksessa, maaleissa, metallin työstö- ja hiontanesteissä.</li> <li>- Nonyylifenoleja ja nonyyllifenolietoksylaatteja sisältävien valmisteiden käyttö niiden pääkäyttökohteissa (mm. pesu- ja puhdistusaineissa, tekstiiliin ja nahan prosessoinnissa sekä massan ja paperin valmistuksessa) on kielletty 1.1.2005 lähtien tietyin poikkeuksin valtioneuvoston asetuksella 596/2004.</li> <li>- Huolimatta käytön rajoittamisesta on Suomessa edelleen markkinoilla arviolta noin 150 nonyyllifenolietoksylaattia ja/tai nonyyllifenoleja sisältävää kemikaalivalmistetta. Vuosina 2005 – 2006 nonyyllifenolietoksylaattivalmisteiden valmistus/maahan tuontimäärä Suomessa on ollut noin 200 tonnia vuodessa ja nonyyllifenolivalmisteiden noin 5 - 10 tonnia. Vuonna 2006 aineiden pääkäyttökohteita oli maalien valmistus. Rajoitettuja kemikaaleja koskevien vienti-ilmoitusten perusteella alle 50 tonnia aineesta viedään maaliuotteissa Suomen ulkopuolelle. Maahantuodut tuotteet voivat myös sisältää nonyyllifenolisia yhdisteitä (esim. tekstiilien nonyyllifenolijäämät).</li> <li>- Nonyylifenolietoksylaatti hajoaa vedessä lyhytkestoisiksi mono- ja dietoksylaateiksi, nonyyllifenoliksi ja vastaaviksi hapoiksi.</li> <li>- Ympäristössä nonyyllifenolit sitoutuvat kiintoainekseen ja sedimenttiin.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa nonyyllifenolien ja niiden etoksylaattien pitoisuuksia analysoitiin pintavesistä 11 paikalta sekä 10 jätevedenpuhdistamon jätevesistä ja lietteestä (taulukko 6).

Jätevesissä havaittiin määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia nonyyllifenolietoksylaatteja seitsemällä puhdistamolla, pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,1 - 0,8 µg/l (TEQ). Neljällä puhdistamolla havaittiin jätevedessä myös nonyyllifenolia pitoisuuksina 0,2 – 0,7 µg/l. Jätevedenpuhdistamojen lietteestä havaittiin nonyyllifenolia ja nonyyllifenolietoksylaatteja kaikista tutkituista näytteistä. Nonyylifenolietoksylaattien pitoisuudet vaihtelivat välillä 2 – 29 mg/kg k.a (TEQ) ja nonyyllifenolin välillä 2,2 –13 mg/kg k.a.

Pintavesissä havaittiin nonyyllifenolietoksylaatteja yhdeksällä näytteenotto paikalla ja pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,1 - 0,2 µg/l (TEQ). Nonyylifenoleja ei havaittu pintavesissä.

Ruotsalaistutkimuksessa on havaittu puhdistetussa jätevedessä samantasoisia 4-n-nonyylifenolin pitoisuuksia, noin 0,5 µg/l, kuin tässä tutkimuksessa (Darnerud 2003). Alkyyllifenolien kokonaispitoisuus lietteessä oli 2 – 560 µg/kg k.a. 4-n-nonyylifenolin ja 4-tert-oktyylifenolin suhde oli tutkimuksen perusteella noin 10:1. Ruotsalaisen kirjallisuusselvityksen mukaan paikallisella kuormituksella on suuri merkitys nonyyllifenolien ja niiden etoksylaattien esiintymiseen ympäristössä (Rodhe 2005).

Mitatut nonyyliifenoliyhdisteiden pitoisuudet vesistössä jäivät alle ympäristönlautunormin. Pitoisuudet olivat kuitenkin samaa suuruusluokkaa kuin ympäristönlautunormi, joten tilannetta tulee seurata jatkossa.

### 3.3.2

#### 4-tert-oktyylifenoli

4-tert-oktyylifenoli CAS 140-66-9	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO 0,1 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,01 µg/l (merivesi) 34 µg/kg k.a. (sedimentti) 8 700 µg/kg t.p. (kala) YMPÄRISTÖLUOKITUS (ei määritelty) LIUKOISUUS VETEEN	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO HPLC-FI, SYKE MÄÄRITYSRAJA 0,2 µg/l (vesi) 2000 µg/kg k.a. (puhdistamoliete)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oktyylifenolit muistuttaa rakenteeltaan, ympäristökäyttämistään ja käyttökohteiltaan nonyyliifenoleja.</li> <li>- Se on erittäin myrkyllistä vesielioille, kertyy eliöihin ja hajoaa vedessä biologisesti hitaasti.</li> <li>- Nonyyliifenolin tavoin oktyylifenoli muistuttaa rakenteeltaan joitakin hormoneja (estradioli, androgeeni), ja voi häiritä eliöiden lisääntymistä (EU-RAR 2002).</li> <li>- Oktyylifenolietoksylaatit ovat pinta-aktiivisia aineita, joita käytetään Suomessa pääasiassa pesuaineissa ja valokuvaukemialeissa.</li> <li>- Oktyylifenolietoksylaattia käytettiin 2000-luvun alussa noin 40 tonnia vuodessa, mutta määrä on laskenut noin kolmeen tonniin vuonna 2005. Oktyylifenolia ei ole käytetty Suomessa.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa 4-tert-oktyylifenolin pitoisuuksia analysoitiin 11 pintavesipaikalta sekä 10 jätevedenpuhdistamon vesi- ja lietenäytteistä (taulukko 6). Jätevedestä 4-tert-oktyylifenolia havaittiin neljällä puhdistamolla pitoisuuksia 0,26 – 0,53 µg/l. Jätevesilietteessä havaittiin 4-tert-oktyylifenolia neljällä puhdistamolla pitoisuuksia 2,0 – 2,7 mg/kg. Pintavedestä ei havaittu oktyylifenoleita, mutta on huomattava, että ympäristönlautunormi on pienempi kuin analyttinen määrittäysraja, joten ei voida olla täysin varmoja, että pitoisuudet eivät ylitä lautanormia.

Ruotsalaistutkimuksessa havaittiin puhdistetussa jätevedessä alhaisempia 4-tert-oktyylifenolin pitoisuuksia kuin tässä tutkimuksessa (Darnerud 2003). Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,048 – 0,080 µg/l.

Vaikkakaan pintavesistä ei löytynyt oktyylifenolia, tulisi seurantaa jatkaa ja analytiikkaa kehittää sekä vesinäytteiden että kiinteiden näytteiden osalta. Kiinteiden matriisien analytiikkaa olisi kehitettävä, jotta voitaisiin tutkia aineen esiintymistä sedimenteissä ympäristönlautunormia vastaavalla pitoisuustasolla.

Taulukko 6. Näytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä havaintojen (nhav) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>
4-n-nonyyliifenoli	21	4	11	0	20	16	0	-	0	-
Nonyyliifenolietoksylaatit	21	13	11	9	20	20	0	-	0	-
4-tert-oktyylifenoli	21	4	11	0	20	4	0	-	0	-

## Organoklooripestitidit

### Heksakloorisykloheksaani (HCH)

Heksakloorisykloheksaani (HCH) CAS 608-73-1	
<b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b>  20 ng/l (sisämaan pintavesi) 2 ng/l (merivesi) 10 µg/kg k.a. (sedimentti) 60 µg/kg t.p. (kala) <b>YMPÄRISTÖLUOKITUS</b> N; R50-53 <b>LIUKOISUUS VETEEN (25°C)</b> 0,2 – 30 mg/l	<b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> GC-ECD, JY (sedimentti) GC-ECD, SYKE (vesi, kala, liete) <b>MÄÄRITYSRAJA</b> 0,04 - 0,06 ng/l (yksittäisille yhdisteille, vesi) 0,02 – 0,03 µg/kg k.a (yksittäisille yhdisteille, liete) 1–10 µg/kg k.a. (yksittäisille yhdisteille, sedimentti) 0,2 µg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lindaani ja muut HCH–isomeerit ovat erittäin myrkyllisiä vesieliöille, kertyvät eliöihin ja hajoavat biologisesti hitaasti.</li> <li>- Kaupallisesti merkittävin heksakloorisykloheksaanin isomeeri on gamma-HCH (CAS 58-89-9), joka tunnetaan yleisesti nimellä lindaani. Lindaania on käytetty etupäässä hyönteismyrkkinä maataloudessa sekä lisäksi täiden torjuntaan shampoissa. HCH:ta on myös käytetty liuottimena muovi- ja kemianteollisuudessa, maalien valmistuksessa sekä tekstiili- ja metalliteollisuudessa (Koskinen ym. 2005).</li> <li>- Suomessa HCH:n käyttö torjunta-aineena kiellettiin vuonna 1988. Käyttö muissa käyttökohteissa on kielletty vuodesta 2004.</li> <li>- HCH päästöt vesiin ja yleiseen viemäriin on Suomessa kielletty valtioneuvoston asetuksella 1022/2006.</li> <li>- HCH kuuluu YK:n alaisen Euroopan talouskomission (ECE) kaukokulkeutuvien ilmansaasteiden rajoittamista koskevaan sopimukseen, jolla on rajoitettu mm. POP-yhdisteen käyttöä tai päästöjä.</li> <li>- Koska lindaania käytetään maailmalla edelleen torjunta-aineena mm. puuvillan tuotannossa, voi sitä päätyä pieniä määriä jätevedenpuhdistamoille tuontitekstiileistä.</li> <li>- HCH:ta ei synny teollisuuden prosesseissa eikä polttoprosesseissa.</li> </ul>	

Heksakloorisykloheksaanin pitoisuuksia analysoitiin pintavedestä (11 paikkaa), jätevedestä ja jätevesilietteestä (10 puhdistamo), sedimentistä (15 paikkaa) ja kalanäytteistä (9 paikkaa) (taulukko 8). Sedimenttinäytteitä lukuun ottamatta ainetta havaittiin pieniä määriä kaikista tutkituista näytteistä (taulukko 7). Suurimmat pitoisuudet havaittiin gamma-isomeerista eli linaanista. Kaloista havaittiin vain gamma-isomeerejä.

Vesistöissä havaitut heksakloorisykloheksaanien pitoisuudet vastasivat suuruusluokaltaan Sisä- ja rannikkovesien ympäristömyrkköseurannassa mitattuja pitoisuuksia kalassa (Nakari ym. 2002, 2004) sekä Ruotsissa havaittuja pitoisuuksia (Sternbeck ym. 2003, Tomas Öberg konsult AB 2003). Pitoisuudet olivat selvästi ympäristönlautunormeja alhaisempia. Myös jätevedestä havaitut pitoisuudet jäivät ympäristönlautunormin alapuolelle.

Ruotsissa havaittiin Vänern ja Vättern-järvien kalanäytteistä linaanin pitoisuuksia välillä 0,1 – 0,5 µg/kg t.p., alfa-, beta- ja gamma-isomeerien summa vaihteli välillä 0,1 – 0,9 µg/kg t.p. (Tomas Öberg konsult AB 2003). Pitoisuuksien havaittiin olevan selkeästi yhteydessä kalan rasvapitoisuuteen. Vänernin lohessa ja silakassa on havaittu alfa- ja gamma-HCH:n pitoisuuksien laskeneen vuosina 1984 – 2001. Ruotsin rannikkoalueen järvissä ja Tukholman alueella tehdyssä tutkimuksessa sedimentin alfa-HCH:n pitoisuudet vaihtelivat < 0,04 – 95 µg/kg k.a., beta-HCH:n pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,27 - 11 µg/kg k.a. ja gamma-HCH:n välillä < 0,05 – 0,70 µg/kg k.a. Lietteestä havaitut pitoisuudet samassa tutkimuksessa olivat 0,10 – 0,15 (alfa), 0,26 – 0,42 (beta) ja 0,10 – 0,16 (gamma) µg/kg k.a. (Sternbeck ym. 2003).

Tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että ilmaperäisen kuormituksen lisäksi heksakloorisykloheksaania pääsee vesistöihin myös jätevedenpuhdistamolta.

Ilmeisesti ainetta voi päätyä jäteveeseen esim. tuontitekstiileistä. Koska aine kuuluu kaukokulkeutumissopimukseen, seurataan sen pitoisuuksia kaloissa osana ympäristöhallinnon seurantaa.

Taulukko 7. Heksakloorisykloheksaanin isomeerien pitoisuuden vaihteluväli eri matriiseissa. Jätevedenpuhdistamojen ja näytteenottoaikojen lukumäärä, joista ainetta havaittiin, on ilmoitettu suluissa. MR = määrittäjäraja.

	Liete (µg/kg k.a.)	Jätevesi (ng/l)	Pintavesi (ng/l)	Sedimentti (µg/kg k.a.)	Kala (µg/kg t.p.)
alfa- heksakloorisykloheksaani	0,045 – 0,42 (8)	0,042 – 0,15 (6)	0,04 – 0,31 (11)	<MR	<MR-
beta- heksakloorisykloheksaani	0,22 – 1,1 (3)	0,078 – 0,20 (9)	<MR	<MR	<MR
gamma- heksakloorisykloheksaani	0,021 – 4,6 (8)	0,4 – 6,5 (10)	0,04 – 0,70 (11)	<MR	0,22 – 0,91 (9)
delta- heksakloorisykloheksaani	0,032 – 0,30 (5)	0,12 ja 0,46 (2)	<MR	<MR	<MR

### 3.4.2

## Heksaklooribentseeni (HCB)

Heksaklooribentseeni (HCB) CAS 118-74-1	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  10 ng/l (sisämaan pintavesi) 10 ng/l (merivesi) 17 µg/kg k.a. (sedimentti) 10 µg/kg t.p. (kala) YMPÄRISTÖLUOKITUS N; R50-53 LIUKOISUUS VETEEN 0,01 – 0,04 mg/l	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO GC-ECD, SYKE GC-ECD, JY (sedimentti) MÄÄRITYSRAJA 0,08 ng/l (vesi) 0,01 ja 0,03 µg /kg k.a (liete, määrittäjärajaa pystyttiin alentamaan hankkeen aikana) 1-10 µg/kg k.a. (sedimentti) 0,2 µg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heksaklooribentseeni on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Se on ympäristössä erittäin pysyvä yhdiste, jolla on voimakas taipumus kertyä eliöihin sekä sitoutua maahan ja sedimenttiin.</li> <li>- Heksaklooribentseeniä on aikaisemmin käytetty peittäusaineena kasvitautilien torjunnassa, puunsuojusaineena, lähtöaineena kemikaalien valmistuksessa sekä liuottimina maali- ja muoviteollisuudessa sekä muilla kemian-, tekstiili- ja metalliteollisuuden aloilla.</li> <li>- Suomessa heksaklooribentseenin käyttö torjunta-aineena kiellettiin vuonna 1996, mutta sen käyttö loppui jo vuonna 1977. HCB:tä ja sitä sisältävien valmisteiden käyttö ja valmistus kaikissa käyttökohteissa kiellettiin vuonna 2002. Myös HCB:tä sisältävien ja sillä käsiteltyjen tuotteiden tuonti ja vienti on kielletty.</li> <li>- Heksaklooribentseeniä voi muodostua sivutuotteena valmistettaessa klooria, suolahappoa ja muita klooripitoisia teollisuuskemikaaleja. Sitä voi muodostua myös jätteenpoltossa.</li> <li>- Heksaklooribentseeni kuuluu YK:n alaisen Euroopan talouskomission (ECE) kaukokulkeutuvien ilmansaasteiden rajoittamista koskevaan sopimukseen sekä maailmanlaajuisen Tukholman sopimukseen, joilla rajoitetaan POP-yhdisteiden käyttöä ja päästöjä.</li> <li>- Päästöt vesiin ja yleiseen viemäriin on Suomessa kielletty valtioneuvoston asetuksella 1022/2006.</li> <li>- HCB:tä käytetään yhä mm. Kiinassa ja Venäjällä kemiallisena apuaineena.</li> <li>- Suomessa heksaklooribentseenin ilmapäästöt vuosina 2001 – 2003 olivat epäorgaanisesta kemianteollisuudesta 8,19 kg, 2,48 kg ja 0,46 kg. Päästöt veteen olivat vuosina 2001 – 2002 kaatopaikoilta 0,02 kg ja 0,02 kg.</li> <li>- EPER- ja PRTR-rekistereiden raportointikynnys (10 kg/a ilmaan ja 1 kg/a veteen) ylittyi vuoden 2001 päästöjen perusteella orgaanisten kemikaalien valmistuksessa (päästöt veteen) ja metalliteollisuudessa (päästöt ilmaan).</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa heksaklooribentseeniä analysoitiin pintavedestä (11 paikkaa), sedimentistä (14) ja kalanäytteistä (9) sekä jätevedenpuhdistamoiden jätevedestä (10) ja lietteestä (10) (taulukko 8). Heksaklooribentseeniä tavattiin kaikilla tutkituilla jätevedenpuhdistamoilla lietteessä. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,35 – 5 µg/kg k.a. Jätevedessä sen sijaan ainetta havaittiin vain yhdessä tutkituista näytteistä (0,16 ng/l). Pintavedestä ainetta löydettiin kahdelta mittauspaikalta (0,10 ja 0,11 ng/l) ja

sedimenttinäytteistä kolmesta näytteestä (1, 1,1 ja 4 µg/kg k.a.). HCB:tä esiintyi vain yhdessä kalanäytteessä (0,41 µg/kg t.p.).

Kaloissa havaitut heksaklooribentseenin pitoisuudet vastasivat suuruusluokaltaan perusseurannassa mitattuja pitoisuuksia sisä- ja rannikkovesien kaloissa (Nakari ym. 2002, 2004) sekä Ruotsissa havaittuja pitoisuuksia (Sternbeck ym. 2003, Tomas Öberg konsult AB 2003). Pitoisuudet ovat selvästi ympäristölaatuunormeja alhaisempia.

Tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että heksaklooribentseeniä päätyy pieniä määriä jätevedenpuhdistamolle, jossa se sitoutuu pääosin puhdistamolietteeseen. Koska aine kuuluu kaukokulkeutumissopimukseen, seurataan sen pitoisuuksia kaloissa osana ympäristöhallinnon seurantaa.

### 3.4.3

## Heksaklooributadieeni (HCBd)

<p>Heksaklooributadieeni (HCBd) 1,1,2,3,4,4-heksakloori-1,3-butadieeni CAS87-68-3</p>	
<p>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</p> <p>0,1 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,1 µg/l (merivesi) 500 µg/kg k.a. (sedimentti) 55 µg/kg t.p. (kala) YMPÄRISTÖLUOKITUS N; R50-53 LIUKOISUUS VETEEN (20 °C) 2 – 4 mg/l</p>	<p>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO GC-ECD, SYKE MÄÄRITYSRAJA 0,04 ng/l (vesi) 0,01 ja 0,03 µg/kg k.a. (liete, määritysrajaa pystyttiin alentamaan hankkeen aikana) 0,2 µg/kg t.p. (kala)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heksaklooributadieeni on vesiliöille erittäin myrkyllinen ja niihin kertyvä yhdiste, joka hajoaa biologisesti hitaasti.</li> <li>- Heksaklooributadieenillä ei ole tunnettua käyttöä Suomessa. Heksaklooributadieenia on aikaisemmin käytetty kumin seosainemien valmistukseen sekä kumin liuottimena, voiteluaineiden valmistusprosesseissa, lämmönsiirtoaineena ja hydraulikkainesteenä sekä maali-, muovi- ja tekstiiliteollisuudessa ja muilla kemianteollisuuden aloilla liuottimena. Sitä voi syntyä myös sivutuotteena kloorattujen kemikaalien (tri- ja tetrakloorieteenin sekä tetrakloorimetaanin) valmistuksessa.</li> <li>- Päästöt vesiin ja yleiseen viemäriin on Suomessa kielletty valtioneuvoston asetuksella 1022/2006.</li> <li>- Ominaisuuksiensa perusteella heksaklooributadieenin voi olettaa sitoutuvan vedessä kiintoainekseen ja sedimenttiin. Myös haihtuminen vedestä voi olla merkittävää.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa heksaklooributadieenin pitoisuuksia analysoitiin pintavedestä (11 paikkaa), kalanäytteistä (9 paikkaa), puhdistetusta jätevedestä ja lietteestä (10 puhdistamo) (taulukko 8). Kahdeksalla jätevedenpuhdistamolla havaittiin heksaklooributadieenia lietteestä ja pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,013 – 4,4 µg/kg k.a. Pintavedestä havaittiin heksaklooributadieeniä yhdeltä mittauspaikalta (0,04 ng/l). Jätevedessä ja kaloissa ei havaittu heksaklooributadieenia.

Heksaklooributadieenin pitoisuuksia ympäristön eri matriiseissa on tutkittu Ruotsissa (Kaj & Palm 2004). Lietenäytteitä otettiin suurkaupungin yhdyskuntajätevedenpuhdistamolta, teollisuuspuhdistamolta sekä puhdistamolta, jonka vaikutusalueella on vain asutusta. Tutkimuksessa ei havaittu lietteessä määritysrajan (2 – 4 µg/kg k.a.) ylittäviä pitoisuuksia. Sedimenttinäytteitä otettiin teollisuusalueen edustan sedimentteistä kolmelta etäisyydeltä, eikä niissä havaittu heksaklooributadieenia määritysrajan (0,2 – 0,5 µg/kg k.a.) ylittäviä pitoisuuksia. Heksaklooributadieenin pitoisuuksia kalanäytteissä on analysoitu Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa. Havaitut heksaklooributadieenin pitoisuudet jäivät alle tutkimuksen määritysrajan (ahvenella ja hauella 6 – 8 µg/kg rasvaa) (Kaj & Dusan 2004).

Tässä tutkimuksessa mitattujen pitoisuuksien perusteella päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittävästi. Koska lisäksi aineella ei ole tarkoituksellista käyttöä Suomessa on epätodennäköistä, että laatuunormit olisivat vaarassa ylittyä. Ainetta voi syntyä sivutuotteena teollisuuden prosesseissa, mikä voidaan tarpeen mukaan huomioida velvoitetarkkailuohjelmissa.

## Pentaklooribentseeni

Pentaklooribentseeni CAS No: 608-93-5	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO
0,007 µg/l (sisämaan pintavesi)	GC-ECD, SYKE (vesi, liete, kala)
0,0007 µg/l (merivesi)	GC-ECD, JY (sedimentti)
400 µg/kg k.a. (sedimentti)	MÄÄRITYSRAJA
30 µg/kg t.p. (kala)	0,04 ng/l (vesi)
YMPÄRISTÖLUOKITUS	0,01 ja 0,03 µg/kg (puhdistamoliete, määritysrajaa pystytettiin alentamaan hankkeen aikana)
N; R50-53	2 ja 10 µg/kg k.a. (sedimentti)
LIUKOISUUS VETEEN (22 °C)	0,2 µg/kg t.p. (kala)
0,2 mg/l	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pentaklooribentseeni on vesiliöille erittäin myrkyllinen ja niihin kertyvä yhdiste, joka hajoaa biologisesti erittäin hitaasti. Se voi hajota vesiympäristössä tetra-, tri-, di- ja monoklooribentseeneiksi.</li> <li>- Pentaklooribentseeniä on käytetty tuhosienten torjuntaan käytetyn pentakloorinitrobenzenin raaka-aineena ja palonesto-aineena.</li> <li>- Sitä voi esiintyä heksaklooribentseenissä, kvintoseenissa sekä tri- ja tetrakloorietenissä epäpuhtautena. Heksaklooribentseenin ja kvintoseenin käyttö torjunta-aineina on kielletty EU:ssa.</li> <li>- Pentaklooribentseenille ei ole tunnettua käyttöä Suomessa.</li> <li>- Pentaklooribentseeniä voi muodostua jätteen poltossa, jos poltettava jäte sisältää organoklooriyhdisteitä.</li> <li>- Pentaklooribentseeniä on tunnistettu paperi- ja selluteollisuuden jätevesistä, rauta- ja metalliteollisuuden päästöistä, energiantuotannon polttoprosesseista ja aktiivilietelaitosten jätevesistä (CEPA 1993).</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa pentaklooribentseenin pitoisuuksia tutkittiin pintavesistä (11 paikkaa), jätevesilietteestä ja jätevedestä (10 puhdistamo), sedimentistä (14 paikkaa) ja kalanäytteistä (9 paikkaa) (taulukko 8). Jätevedenpuhdistamon lietteestä havaittiin pentaklooribentseeniä kaikista näytteistä. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,078 – 1 µg/kg k.a. Jätevedestä löydettiin ainetta kolmella jätevedenpuhdistamolla pitoisuuksina 0,04 - 0,085 ng/l. Pintavedestä havaittiin ainetta neljällä paikalla ja pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,04 – 0,06 ng/l. Sedimentistä ja kaloista ei havaittu pentaklooribentseeniä.

Myöskään viimeaikaisissa ruotsalaisissa tutkimuksissa ei pentaklooribentseeniä löytynyt kaloista (Tomas Öberg konsult AB 2003, Sternbeck ym. 2004).

Tässä tutkimuksessa mitattujen pitoisuuksien perusteella päästöt joiltakin jätevedenpuhdistamoilta voivat olla merkittäviä, vaikka ympäristölaatumormi vastaanottavan vesistön pintavedessä ei tämän tutkimuksen mukaan ylittynytäkään. Ainetta voi syntyä sivutuotteena teollisuuden prosesseissa, mikä tulee ottaa tarpeen mukaan huomioon tarkkailuohjelmissa.

Taulukko 8. Näytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä havaintojen (nhav) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>
alfa- heksakloorisykloheksaani	21	9	11	11	20	16	15	0	9	0
beta- heksakloorisykloheksaani	21	11	11	0	20	3	15	0	9	0
gamma- heksakloorisykloheksaani	21	17	11	11	20	15	15	0	9	9
delta- heksakloorisykloheksaani	21	2	11	0	20	5	15	0	9	0
heksaklooribentseeni	21	1	11	2	20	20	15	3	9	1
heksaklooributadieeni	21	0	11	1	20	16	0	-	9	0
pentaklooribentseeni	21	3	11	4	20	20	15	0	9	0



## Ftalaatit

### Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP)

Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP) CAS 117-81-7	
<b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b>  1,3 µg/l (sisämaan pintavesi) 1,3 µg/l (merivesi) 100 mg/kg k.a. (sedimentti) 3 mg/kg t.p. (kala) <b>YMPÄRISTÖLUOKITUS</b> (ei määritelty) <b>LIUKOISUUS VETEEN (20 °C)</b> 3 µg/l	<b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> GC-ECD, JY <b>MÄÄRITYSRAJA</b> 0,3 - 1 µg/l (vesi) 0,05 mg/kg k.a. (puhdistamoliete) 0,05 mg/kg k.a. (sedimentti) 0,03-0,05 mg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- DEHP:n ei ole todettu olevan myrkyllistä vesieliöille niissä pitoisuuksissa, joissa se liukenee veteen. Se on vesieliöihin kertyvä yhdiste, joskaan sen ei ole havaittu rikastuvan ravintoketjussa. Ympäristölaatu­normi kalassa on määritetty nisäkkäille tehtyjen toksisuustestien perusteella, ja sen tarkoituksena on suojella kalaa syöviä nisäkkäitä. Vesipitoisuuden ympäristö­laatu­normi on puolestaan määritetty kalan laatu­normista jakamalla se biokertyvyyden vakiolla.</li> <li>- DEHP voi häiritä hormonien toimintaa ja se on luokiteltu lisääntymiselle vaaralliseksi aineeksi (ryhmä 2) (STM 2005).</li> <li>- DEHP:ta käytetään Suomessa pääasiassa pehmittimenä ja stabilisaattorina kumissa ja PVC-muoveissa. Vähäisemmässä mää­rin sitä käytetään mm. liimoissa, tiivistysaineissa, maaleissa ja kosmetiikkatuotteissa.</li> <li>- Pehmitin-käytössä DEHP ei sitoudu kemiallisesti matriisina olevaan polymeeriin vaan sitä voi vapautua käytön aikana ja lop­pukäsittelyn yhteydessä ympäristöön (OSPAR 2006).</li> <li>- Vuosittainen käyttömäärä Suomessa on vaihdellut 2000-luvulla 200 ja 2000 tonnin välillä.</li> <li>- Mallinnus-tulosten perusteella DEHP sitoutuu jätevedenpuhdistamolla suurelta osin puhdistamolietteeseen sekä hajoaa jos­ain määrin. Laskennallisen arvion mukaan noin 7 % DEHP:n kuormituksesta pääsee hajoamatta puhdistamon läpi pintavesiin (EU-RAR 2001).</li> <li>- Vaikka DEHP on testeissä nopeasti biohajoava, sitä esiintyy yleisesti pieninä pitoisuuksina pintavedessä mm. Pohjois-Eu­roopassa (Braaten ym. 1996, Vikelsøe ym. 2001, Fromme ym. 2002, EU-RAR 2001). Tämä voi selittyä sillä, että pintaveden mikro-organismit eivät pysty hajottamaan ainetta tietyn kynnyspitoisuuden (muutama µg/l) alittuessa (Fauser 2001).</li> <li>- DEHP on huonosti veteen liukeneva ja muodostaakin vedessä kolloidisia dispersioita, kun pitoisuus on suurempi kuin 3 µg/l.</li> <li>- DEHP adsorpoituu helposti veden kiintoaineksen orgaanisten partikkeleiden pinnoille ja sedimentin pintakerrokseen. Sedi­mentissä DEHP:n hajoaminen voi olla erittäin hidasta (EU-RAR 2001, OSPAR 2006).</li> </ul>	

DEHP:tä tutkittiin kuudella yhdyskuntajätevedenpuhdistamolla (taulukko 9). Ai­neen pitoisuus viiden puhdistamon puhdistamattomassa jätevedessä vaihteli välillä 3 - 31 µg/l (yhdellä puhdistamolla alle määrittäysrajan, 1 µg/l) ja neljän puhdistamon puhdistetussa jätevedessä välillä 1 - 19 µg/l (kahdella puhdistamolla alle määrittäysra­jan). Puhdistustehokkuus oli yleensä yli 70 %. Puhdistamolietteen pitoisuudet olivat välillä 4,5 - 8,5 mg/kg k.a. Pintavesistä ei mitattu DEHP:tä, sillä se on veteen huonosti liukeneva ja sitoutuu kiintoainekseen. Tässä kartoituksessa DEHP:n pitoisuudet sedi­menteissä olivat kuitenkin suhteellisen pieniä (alle 100 mg/kg k.a.) Myös kaloista mitatut pitoisuudet olivat yleisesti alle määrittäysrajan ja aina selkeästi pienempiä kuin haitalliseksi arvioitu taso.

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamolle tulevan jäteveden DEHP:n pitoisuus oli sa­maa suuruusluokkaa kuin Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Saksassa mitatut pitoi­suudet (Braaten ym. 1996, Neshgård & Lima-Charles 1998, Fauser ym. 2001, EU-RAR 2001). Samoin puhdistamolietteestä mitatut pitoisuudet vastasivat Ruotsissa ja Tans­kassa saatuja tuloksia (Paxeus 1996, EU-RAR 2001, Fauser ym. 2001, Vikelsøe ym. 2001, Svensson 2002, Sternbeck ym. 2003), vaikkakin olivat selvästi alhaisempia kuin aikaisemmissa suomalaisissa selvityksissä, joissa pitoisuus vaihteli välillä 39 - 179 mg/kg k.a. (Marttinen ym. 2003, Vikman ym. 2006).

Tämän kartoituksen tulosten perusteella DEHP:a voi esiintyä vesiympäristössä (vedessä ja sedimentissä). Sen käyttö on laajaa ja monista tuotteista vapautuu ainetta ympäristöön tuotteen elinkaaren aikana. Laimentumisarvioiden perusteella DEHP:n pitoisuus voi ylittää aineen haitattoman pitoisuustason joidenkin yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen kuormituksen vastaanottavissa pintavesissä. Tämä tulee ottaa huomioon tarkkailuissa ja seurannoissa. DEHP:n pitoisuudet sedimentissä ja kaloissa olivat alhaisia eivätkä nykytietämyksen perusteella aiheuta vaaraa vesiympäristölle. Johtopäätösten luotettavuutta heikentää kuitenkin mitatun pitoisuustiedon vähäisyys.

### 3.5.2

## Dibutyyliftalaatti (DBP)

Dibutyyliftalaatti (DBP) CAS 84-74-2	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO
10 µg/l (sisämaan pintavesi) 1 µg/l (merivesi) 6,3 mg/kg k.a. (sedimentti) 32 mg/kg t.p. (kala) 4 mg/kg (kala) (EHC 1997) YMPÄRISTÖLUOKITUS N; R50 LIUKOISUUS VETEEN (20 °C) 10 mg/l	GC-ECD, JY MÄÄRITYSRAJA 0,3 - 1 µg/l (vesi) 0,05 mg/kg k.a. (puhdistamoliete) 0,05 mg/kg k.a. (sedimentti) 0,03-0,05 mg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- DBP on vesieliöille erittäin myrkyllistä, se ei kerry merkittävästi eliöihin ja se hajoaa biologisesti nopeasti.</li> <li>- DBP:tä käytetään Suomessa mm. liuottimena ja pehmittimenä lakoissa, maaleissa, liimoissa sekä kumi- ja muovituotteiden valmistuksessa. Sitä voi esiintyä myös pesuaineissa ja kosmetiikassa. Vuosittainen käyttömäärä on ollut 2000 luvulla noin 200 - 300 tonnia, lukuun ottamatta vuotta 2007, jolloin kemikaalien tuoterekisteriin ilmoitettiin 3700 tonnia. Ainetta sisältäviä tuotteita on noin 50.</li> <li>- Mallinnus-tulosten perusteella DBP hajoaa jätevedenpuhdistamolla suurelta osin sekä sitoutuu puhdistamolietteen: arviolta noin 9 % DBP: n kuormituksesta pääsee hajoamatta puhdistamon läpi pintavesiin (EU-RAR 2003b).</li> <li>- Pintavesiympäristöön joutuessaan DBP sitoutuu pääosin veden kiintoainekseen ja sedimenttiin. Syvemmissä sedimentin kerroksissa se hajoaa anaerobisesti erittäin hitaasti (EU-RAR 2003b, OSPAR 2006).</li> </ul>	

Dibutyyliftalaattia tutkittiin kuudella yhdyskuntajätevedenpuhdistamolla (taulukko 9). Aineen pitoisuudet puhdistamattomassa jätevedessä (0,4 – 1,2 µg/l) olivat suhteellisen alhaisia. Puhdistetussa jätevedessä löytyi dibutyyliftalaattia vain yhdestä näytteestä 0,5 µg/l. Puhdistamolietteen pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,3 - 0,4 mg/kg k.a.

Yhdyskuntajätevedenpuhdistamolle tulevan jäteveden DBP-pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin Tanskassa, mutta alhaisempia kuin Norjassa ja Alankomaissa mitatut pitoisuudet (Braaten ym. 1996, Neshgård & Lima-Charles 1998, Frauser ym. 2001, EU-RAR 2003b). Puhdistamolietteen pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin Ruotsissa, Tanskassa ja Saksassa sekä aikaisemmassa suomalaisessa selvityksessä mitatut pitoisuudet (Aalto 1992, Paxeus 1996, Frauser 2001, Fromme ym. 2002, Svensson 2002, EU-RAR 2003b, Marttinen 2003).

DBP:n pitoisuudet sedimenteissä vaihtelivat suuresti (50 – 4600 µg/kg k.a.), mutta alittivat haitalliseksi arvioidun pitoisuustason.

DBP:n pitoisuudet hauissa olivat kaikissa näytteissä alle määritysrajan (30 µg/kg t.p.), mikä on selkeästi alle pitoisuustason, jossa arvioidaan haittavaikutuksia ilmenevän (noin 4 - 30 mg/kg t.p.). Vertailuna mainittakoon, että syksyllä 1989 mitattiin kuormitetulla Porvoon edustalla hauissa DBP-pitoisuuksia välillä 14 - 410 µg/kg t.p.

Tässä kartoituksessa DBP:tä ei mitattu pintavesistä, mutta laimentumisarvion perusteella (laimentumiskerroin 10) puhdistamojen kuormituksesta ei tämän tutkimuk-

sen perusteella aiheudu DBP:n ympäristölaatu normin ylittymistä vastaanottavassa pintavedessä. Myös muissa pohjoiseurooppalaisissa tutkimuksissa ovat pintavesien DBP:n pitoisuudet olleet alhaisia (EU-RAR 2003b, OSPAR 2004).

Tämän kartoituksen mukaan DBP:a esiintyy lähinnä sedimentissä. DBP:n sedimenttianalytiikkaan sisältyy kuitenkin suurta epävarmuutta, minkä vuoksi johtopäätöksiä aineen vesiympäristölle aiheuttamasta riskin suuruudesta ei ole mahdollista tehdä.

### 3.5.3

#### Bentsylibutyyliftalaatti (BBP)

Bentsylibutyyliftalaatti (BBP) CAS 85-68-7	
<b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b>  10 µg/l (sisämaan pintavesi) 1,4 µg/l (merivesi) 9 mg/kg k.a. (sedimentti) 4,4 mg/kg t.p. (kala) <b>YMPÄRISTÖLUOKITUS</b> N; R50-53 <b>LIUKOISUUS VETEEN (20 °C)</b> 2,8 mg/l	<b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> GC-ECD, JY <b>MÄÄRITYSRAJA</b> 0,3 - 1 µg/l (vesi) 0,05 mg/kg k.a. (puhdistamoliete) 0,05 mg/kg k.a. (sedimentti) 0,03-0,05 mg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- BBP on vesieliöille erittäin myrkyllistä, se kertyy jossain määrin eliöihin ja hajoaa biologisesti nopeasti. Sen epäillään olevan lisääntymiselle myrkyllinen (luokka 2).</li> <li>- BBP:a käytetään Suomessa mm. liuottimena ja pehmittimenä lakoissa, maaleissa, liimoissa sekä kumi- ja muovituotteiden valmistuksessa. Sitä voi esiintyä myös kosmetiikassa. Vuosittainen käyttömäärä on 2000-luvulla vaihdellut 100 ja 600 tonnin välillä. Ainetta sisältäviä tuotteita on noin 30.</li> <li>- Mallinnus-tulosten perusteella BBP hajoaa jätevedenpuhdistamolla suurelta osin sekä sitoutuu puhdistamolietteen. Arviolta noin 9 % BBP:n kuormituksesta pääsee hajoamatta puhdistamon kautta pintavesiin.</li> <li>- Pintavesiympäristöön joutuessaan BBP sitoutuu pääosin veden kiintoainekseen ja sedimenttiin. Syvemmällä sedimentin anaerobisessa osassa sen hajoaminen on hidasta (EU-RAR 2004, OSPAR 2006).</li> </ul>	

Bentsylibutyyliftalaattia tutkittiin kuudella yhdyskuntajätevedenpuhdistamolla (taulukko 9). Aineen pitoisuudet olivat puhdistamattomassa jätevedessä suhteellisen alhaisia (0,4 - 2,0 µg/l). Lähtevässä puhdistetussa jätevedessä havaittiin ainetta kerran (0,7 µg/l). Puhdistamolietteen pitoisuudet olivat 0,17 - 0,35 mg/kg k.a.

BBP:n pitoisuudet sedimenteissä olivat yleensä pienempiä kuin määritysraja ja alittivat joka kohteessa haitalliseksi arvioitun pitoisuustason. Pitoisuudet hauissa olivat usein alle määritysrajan (30 µg/kg t.p.) ja aina selvästi pienempiä kuin aineen arvioitu haitallinen pitoisuustaso kalassa. Muutamassa kalanäytteessä mitattiin ainetta pitoisuuksina 30 – 90 µg/kg t.p.

Tässä kartoituksessa BBP:tä ei mitattu pintavesistä, mutta laskennallisen arvioinnin perusteella (laimennuskerroin 10) puhdistamojen kuormituksesta ei aiheudu aineen haitattoman pitoisuustason ylittymistä vastaanottavassa vesistössä.

Tulokset vastasivat muualla Pohjois-Euroopassa saatuja tuloksia: Jäteveden ja jätevesilietteen BBP-pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Saksassa ja Alankomaissa mitatut pitoisuudet (Braaten ym. 1996, Neshgård & Lima-Charles 1998, Frauser ym. 2001, EU-RAR 2003b). Myös pintavesien ja sedimentin BBP:n pitoisuudet ovat olleet suhteellisen alhaisia pohjoiseurooppalaisissa tutkimuksissa (EU-RAR 2004).

Tämän kartoituksen mukaan BBP:tä esiintyy lähinnä kalassa, mutta siinäkin harvoin ja pieninä pitoisuuksina. Laimentumisarvioiden perusteella BBP-pitoisuus yhdyskuntajätevedenpuhdistamojen kuormituksen vastaanottavissa pintavesissä ei ylitä aineen ympäristölaatu normia pintavedessä. BBP:n pitoisuudet sedimentissä

olivat melkein kaikissa näytteissä alle määrittämissä, sekä selkeästi alle arvioitun haitallisen pitoisuustason.

Taulukko 9. Näytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä havaintojen (nhav) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi* (tuleva)		Jätevesi * (lähtevä)		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>
Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti	6	5	3	2	0	-	6	6	15	8	11	2
Dibutyyliftalaatti	6	6	3	1	0	-	6	3	15	10	11	0
Bentsyylibutyyliftalaatti	6	5	3	1	0	-	6	5	15	2	11	5

### 3.6

## Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)

Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) ovat usein tasomaisia bentseenirenkaista koostuvia yhdisteitä. PAH-yhdisteitä syntyy epätäydellisen palamisen yhteydessä ja niitä voi esiintyä sekä ilma-, vesi- että maaympäristössä. PAH-ilmapäästöjä voi syntyä polttoaineiden palaessa, metallien sulatuksessa, metsäpaloissa ja yleensä polttotapahtumissa. PAH-yhdisteitä on myös ajoneuvojen pakokaasuissa. PAH-yhdisteiden päästöihin vaikuttaa polttotavan, palamisen tehokkuuden ja ajomallien lisäksi mm. hiukkaserotuslaitteiden erotustehokkuus. Tyypillisiä PAH-yhdisteiden muodostumistilanteita ovat osakuorma- ja muutostilanteet sekä ylös- ja alasajot. PAH-yhdisteiden päästöjen muodostumista Suomen metsäteollisuudessa on käsitelty mm. Ojasen (2005) tekemässä kemiallisen metsäteollisuuden päästökartoituksessa.

Monet PAH-yhdisteet ovat osoittaneet mutageenistä ja karsinogeenista aktiivisuutta. Näistä EPA on listannut 16 prioriteettisasteiden listalle.

PAH-yhdisteiden kiertoon ympäristössä vaikuttaa se, ovatko ne ilmassa kaasufaasissa vai liittyneinä ilman partikkeleihin. Jakautuminen riippuu lämpötilasta, kosteudesta ja atmosfäärin aerosolin ainesoksesta ja runsaudesta. Sen tähden on ajallisesti ja maantieteellisesti havaittavissa vaihtelevuutta kaasu-hiukkasjakautumisessa.

PAH-yhdisteet ovat niukkaliukoisia veteen ja vedessä ne sitoutuvat orgaaniseen ainekseen. Teollisuuden palamisprosesseissa syntyvistä PAH-yhdisteistä osa jää hiukkaserottimeen, mutta rikinpoiston jätevesien kiintoaineessa ja kattiloiden pesuvesien mukana PAH-yhdisteitä voi joutua jätevesiin (SYKE 2005).

Yleisesti ottaen PAH-yhdisteitä, jotka sisältävät viisi rengasta tai enemmän, havaitaan pääasiassa hiukkasissa. Kaksi tai kolme rengasta sisältävät PAH-yhdisteet esiintyvät lähes ainoastaan kaasufaasissa. Havaitut vaihtelevuudet kaasu-hiukkasjakautumisessa liittyvät siten pääasiassa neljä rengasta sisältäviin PAH-yhdisteisiin kuten fluoranteeniin, pyreeniin, bentso(a)antraseeniin ja kryseeniin (Lahden tutkimuslaboratorio 2004).

Yhdistyneiden kansakuntien (YK) kaukokulkeutumissopimukselle raportoidaan Århusin pöytäkirjan mukaisesti neljän PAH-yhdisteen summa (bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni ja indeno(123-cd)pyreeni. EU:n EPER-ainelistassa (ns. Borneoff-6-(PAH)) ovat lisäksi bentso(ghi)peryleeni ja fluoranteeni. Vuonna 2000 PAH-4 -yhdisteiden kokonaispäästöistä 65 % aiheutui Suomessa pienpoltosta (Karvosenoja 2004).

Tässä kartoituksessa mitattiin 14 PAH-yhdisteen pitoisuuksia jätevedenpuhdistamojen lietteessä, sedimentissä sekä kaloissa (taulukko 10).

Taulukko 10. Näytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä havaintojen (n<sub>Hav</sub>) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>
Antraseeni	0	-	0	-	19	15	15	1	11	10
Asenaftteeni	0	-	0	-	19	16	0	-	0	-
Bentso(a)antraseeni	0	-	0	-	19	19	0	-	0	-
Bentso(a)pyreeni	0	-	0	-	19	19	15	7	11	0
Bentso(b)fluoranteeni	0	-	0	-	19	19	15	7	11	1
Bentso(ghi)peryleeni	0	-	0	-	19	19	15	6	11	1
Bentso(k)fluoranteeni	0	-	0	-	19	19	15	4	11	11
Dibentso(ah)antraseeni	0	-	0	-	19	14	0	-	0	-
Fenantreeni	0	-	0	-	19	19	15	3	11	8
Fluoranteeni	0	-	0	-	19	19	0	-	0	-
Fuoreeni	0	-	0	-	19	19	0	-	0	-
Indeno(123-cd)pyreeni	0	-	0	-	19	19	15	3	11	0
Kryseeni	0	-	0	-	19	19	0	-	0	-
Pyreeni	0	-	0	-	19	19	0	-	0	-

### 3.6.1

#### Antraseeni

Antraseeni CAS 120-12-7	
<b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b>  0,1 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,1 µg/l (merivesi) 0,3 mg/kg k.a. (sedimentti) 33 mg/kg t.p. (kala) <b>YMPÄRISTÖLUOKITUS</b> (ei määritelty) <b>LIUKOISUUS VETEEN (20 °C)</b> 0,02 – 0,04 mg/l	<b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> LC-FI/DAD, JY (sedimentti, kala) HPLC-FI, SYKE (liete) <b>MÄÄRITYSRAJA</b> 5 µg/kg k.a. (liete) 0,01 mg/kg k.a. (LC-FI, sedimentti) 0,01 ja 0,1 mg/kg k.a. (LC-DAD, sedimentti) 0,01 µg/kg t.p. (kala)
- Antraseeni on myrkyllistä vesieliöille. Se kertyy eliöihin ja hajoaa biologisesti hitaasti. - Antraseenia tuotetaan kivihiilitervasta. Sitä on käytetty mm. punaisen väriaineen tuottamiseen, hyönteismyrkkyihin, puun-suoja-aineisiin ja pinnoitemateriaaleihin. Kemikaalituoterekisteriin ei ole ilmoitettu antraseenia sisältäviä tuotteita, mutta mm. kivihiiliterva ja kreosootti (puunkyllästyskäyttö) sisältävät antraseenia. - Laskennallisen mallin mukaan, olettaen, että hajoamista ei juurikaan tapahdu, noin puolet antraseenista sitoutuu jäteveden-puhdistamolla lietteeseen ja vain noin 1 % haihtuu.	

Tässä tutkimuksessa ympäristön antraseenin pitoisuuksia tutkittiin sedimentti-näytteistä (14 paikkaa), kalanäytteistä (11 paikkaa) sekä jätevedenpuhdistamoiden lietteestä (10 puhdistamo). Kaikilla tutkituilla jätevedenpuhdistamoilla havaittiin lietenäytteistä antraseenia välillä 5,4 – 60 µg/kg k.a.

Sedimenttinäytteistä antraseenia havaittiin ainoastaan yhdellä näytepaikalla, jossa pitoisuus (132µg/kg k.a.) jäi haitalliseksi arvioidun tason alapuolelle. Tutkituissa ha-uissa antraseenia havaittiin yhtä paikkaa lukuun ottamatta kaikilla tutkimusalueilla, tosin alhaisina pitoisuuksina (< 0,14 µg/kg t.p.).

Puhdistamojen lietteestä ja sedimentistä mitatut pitoisuudet olivat samaa suuruus-luokkaa kuin Ruotsissa havaitut (Sternbeck ym. 2003).

## 3.6.2

**Bentso(a)pyreeni (BaP)**

Bentso(a)pyreeni (BaP) CAS 50-32-8	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  0,05 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,05 µg/l (merivesi) 2,5 mg/kg k.a. (sedimentti) YMPÄRISTÖLUOKITUS N; R50-53 LIUKOISUUS VETEEN (25 °C) 3,8 µg/l	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO LC-FI/DAD, JY (sedimentti, kala) HPLC-FI, SYKE (liete) MÄÄRITYSRAJA 5 - 15 µg/kg k.a. (puhdistamoliete) 0,01 mg/kg k.a. (sedimentti) 0,5 mg/kg k.a. (sedimentti) 0,01 µg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentso(a)pyreeni on vesiliöille erittäin myrkyllinen ja niihin kertyvä aine.</li> <li>- Bentso(a)pyreenin epäillään olevan lisääntymiselle vaarallinen, syöpää aiheuttava sekä perimää vaurioitava (luokka 2) (STM 2005).</li> <li>- Bentso(a)pyreeniä syntyy, kun orgaaniset aineet palavat epätäydellisesti. Sitä on esimerkiksi tervassa, savukaasuissa, pakokaasuissa, tupakansavussa ja grillatuissa ruuissa. Kemikaalituoterekisteriin ei ole ilmoitettu bentso(a)pyreeniä sisältäviä tuotteita, mutta mm. kivihiiliterva ja kreosootti (puunkyllästyskäyttö) sisältävät bentso(a)pyreeniä.</li> <li>- Jätevedenpuhdistamolla bentso(a)pyreenin on mallittamalla todettu sitoutuvan pääosin puhdistamolietteen (noin 90 %).</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa ympäristön bentso(a)pyreenin pitoisuuksia tutkittiin sedimenttinäytteistä (15 paikkaa), kalanäytteistä (11 paikkaa) sekä jätevedenpuhdistamoiden lietteestä (10 puhdistamo). Jätevesilietteessä havaittiin bentso(a)pyreeniä kaikilla puhdistamoilla. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 13 – 320 µg/kg k.a.

Ainetta havaittiin sedimentistä seitsemällä näytepaikalla ja havaitut pitoisuudet vaihtelivat pääsääntöisesti 10 – 50 µg/kg k.a. Yhdellä näytesteellä pitoisuus oli huomattavasti korkeampi, 623 µg/kg k.a, mutta kuitenkin arvioitua haitallista tasoa alhaisempi. Kalanäytteistä ei havaittu bentso(a)pyreeniä.

Puhdistamojen lietteestä ja sedimentistä mitatut pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin Ruotsissa havaitut (Sternbeck ym. 2003).

## 3.6.3

**Bentso(b)fluoranteeni + Bentso(k)fluoranteeni**

Bentso(b)fluoranteeni + Bentso(k)fluoranteeni CAS 205-99-2      CAS 207-08-9	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  0,03 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,03 µg/l (merivesi) 1,7 mg/kg k.a. (sedimentti) YMPÄRISTÖLUOKITUS (ei määritelty) LIUKOISUUS VETEEN (20 °C) 0,5 – 12 µg/l (bentso(k)fluoranteeni)	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO LC-FI/DAD, JY (sedimentti, kala) HPLC-FI, SYKE (liete) MÄÄRITYSRAJA 5 µg/kg k.a. (puhdistamoliete) 0,01 mg/kg ka (LC-FI, sedimentti) 0,5 mg/kg ka (LC, DAD sedimentti) 0,01 µg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentso(b)fluoranteenille ja bentso(k)fluoranteenille on asetettu ympäristölaatu normi niiden summalle.</li> <li>- Mallittamalla arvioituna suurin osa (noin 90 %) aineista sitoutuu jätevedenpuhdistamolla jätevesilietteeseen.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa bentso(b)fluoranteenin ja bentso(k)fluoranteenin pitoisuuksia kartoitettiin sedimenttinäytteistä (15 paikkaa), kalanäytteistä (11 paikkaa) ja jätevedenpuhdistamoiden lietteestä (10 puhdistamo). Lietenäytteistä havaittiin aineita kaikilla puhdistamoilla. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 18 – 310 µg/kg k.a (bentso(b)fluoranteeni) ja 5,3 – 160 µg/kg k.a. (bentso(k)fluoranteeni).

Aineita havaittiin sedimentistä usealla näytepaikalla ja havaitut pitoisuudet vaihtelivat pääsääntöisesti välillä 11 – 62 µg/kg k.a. (bentso(b)fluoranteeni) ja 10 – 25 µg/kg k.a. (bentso(k)fluoranteeni). Yhdellä näytepisteellä pitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat 500 µg/kg k.a. (bentso(b)fluoranteeni) ja 287 µg/kg k.a. (bentso(k)fluoranteeni). Pitoisuudet olivat kuitenkin alle haitalliseksi arvioidun pitoisuustason. Kalanäytteistä ei havaittu bentso(b)fluoranteenia yhtä näytettä lukuun ottamatta, jossa ainetta havaittiin 0,03 µg/kg t.p. Bentso(k)fluoranteenin pitoisuudet kalassa vaihtelivat välillä 0,01 – 0,03 µg/kg t.p.

Ruotsissa on mitattu sedimenteistä jonkin verran korkeampia pitoisuuksia (15 - 1600 µg/kg k.a.). Kaloissa ja puhdistamolietteisissä Ruotsissa mitatut pitoisuudet olivat suunnilleen samaa suuruusluokkaa kuin tässä kartoituksessa (Sternbeck ym. 2003).

### 3.6.4

#### Bentso(ghi)peryleeni + indeno(1,2,3-cd)-pyreeni

Bentso(ghi)peryleeni + indeno(1,2,3-cd)-pyreeni CAS 191-24-2                      CAS 193-39-5	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  0,002 µg/l (sisämaan pintavesi) 0,002 µg/l (merivesi) 0,6 mg/kg k.a. (sedimentti) (EU-RAR 2005b) YMPÄRISTÖLUOKITUS (ei määritelty) LIUKOISUUS VETEEN 0,3 µg/l (bentso(ghi)peryleeni; 20°C) 0,05 µg/l (indeno(1,2,3-cd)-pyreeni, 25 °C)	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO LC-FL/DAD, JY (sedimentti, kala) LC-FL, SYKE (liete) MÄÄRITYSRAJA 5 - 15 µg/kg k.a. (liete) 0,01-0,1 mg/kg ka (sedimentti) 0,01- 0,02 µg/kg t.p. (kala)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentso(ghi)peryleenille ja indeno(1,2,3-cd)-pyreenille on asetettu ympäristönlautunormi niiden summalle.</li> <li>- Mallintamalla arvioituna suurin osa (noin 90 %) aineista sitoutuu jätevedenpuhdistamolla jätevesilietteeseen.</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa bentso(ghi)peryleenin ja indeno(1,2,3-cd)pyreenin pitoisuuksia kartoitettiin sedimenttinäytteistä (15 paikkaa), kalanäytteistä (11 paikkaa) sekä jätevedenpuhdistamoiden lietteestä (10 puhdistamo). Lietenäytteistä havaittiin bentso(ghi)peryleeniä (17 – 210 µg/kg k.a.) ja indeno(1,2,3-cd)pyreeniä (8,2 – 180 µg/kg k.a.) kaikilla tutkituilla jätevedenpuhdistamoilla.

Sedimentistä aineita havaittiin useilla näytepaikoilla ja havaitut pitoisuudet vaihtelivat pääsääntöisesti välillä 11 – 58 µg/kg k.a. (bentso(ghi)peryleeni) ja 14 – 24 µg/kg k.a. (indeno(1,2,3-cd)pyreeni). Yhdellä näytepisteellä pitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat 410 µg/kg k.a. (bentso(ghi)peryleeni) ja 243 µg/kg (indeno(1,2,3-cd)pyreeni).

Kalanäytteistä ei löytynyt kyseisiä aineita yhtä näytettä lukuun ottamatta, jossa havaittiin 1,6 µg/kg t.p. bentso(ghi)peryleeniä.

Ruotsissa on mitattu sedimenteistä jonkin verran korkeampia pitoisuuksia (30 - 1570 µg/kg k.a.). Puhdistamolietteisissä Ruotsissa mitatut pitoisuudet olivat suunnilleen samaa suuruusluokkaa kuin tässä kartoituksessa (50 – 340 µg/kg k.a.). Ahvenessa pitoisuudet ovat olleet suurimmillaan noin 30 µg/kg rasvaa kohti laskettuna (Sternbeck ym. 2003).

## Fenantreeni

Fenantreeni CAS 85-01-8	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO
5000 µg/kg k.a. (sedimentti)	LC-FI/DAD, JY (sedimentti, kala)
YMPÄRISTÖLUOKITUS	LC-FL, SYKE (liete)
(ei määritelty)	MÄÄRITYSRAJA
LIUKOISUUS VETEEN	5 - 15 µg/kg k.a. (liete)
7,2 µmol/l	0,01 mg/kg k.a. (LC-FI, sedimentti)
	0,1 mg/kg k.a. (LC-DAD, sedimentti)
	0,01 µg/kg t.p. (kala)

Tässä tutkimuksessa fenantreenin pitoisuuksia kartoitettiin sedimenttinäytteistä (15 paikkaa), kalanäytteistä (9 paikkaa) ja jätevedenpuhdistamoiden lietteestä (10 puhdistamo). Lietenäytteistä havaittiin fenantreenia kaikilla puhdistamoilla välillä 58 – 1100 µg/kg k.a. Sedimentistä ainetta havaittiin kolmella näytepaikalla ja pitoisuudet vaihtelivat pääsääntöisesti välillä 12 – 40 µg/kg k.a. Yhdellä näytesteellä pitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat 523 µg/kg k.a.

Kalanäytteistä analysoidut fenantreenin pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,15 – 0,82 µg/kg t.p., kaikkiaan sitä havaittiin kuudella näytepaikalla.

Ruotsissa on mitattu sedimenteistä jonkin verran korkeampia pitoisuuksia (10 – 1200 µg/kg k.a.) ja puhdistamolietteissä jonkin verran alhaisempia (390 – 590 µg/kg k.a.). Ahvenessa pitoisuudet ovat olleet välillä 1 – 20 µg/kg rasvaa kohti laskettuna (Sternbeck ym. 2003).

## 3.6.6

### Muut PAH-yhdisteet: Asenafteeni, bentso(a)antraseeni, dibentso(ah)antraseeni, fluoranteeni, fluoreeni, kryseeni ja pyreeni

Asenafteenin, bentso(a)antraseenin, dibentso(ah)antraseenin, fluoranteenin, fluoreenin, kryseenin ja pyreenin pitoisuuksia analysoitiin ainoastaan lietteestä 10 jätevedenpuhdistamolla (taulukko 11). Havaitut pitoisuudet olivat alhaisempia kuin sedimentillä haitalliseksi arvioitu pitoisuustaso.

Taulukko 11. Muiden PAH-yhdisteiden pitoisuuksia jätevedenpuhdistamon lietteessä (määritysraja 5 – 15 µg/kg k.a.), suurin haitattomaksi arvioitu pitoisuus sedimentissä sekä vertailua Ruotsissa mitattuihin arvoihin jätevedenpuhdistamoiden lietteessä ja ahvenissa.

	Pitoisuus jätevedenpuhdistamon lietteessä µg/kg k.a.	Suurin haitattomaksi arvioitu pitoisuus sedimentissä µg/kg k.a. (EU-RAR 2005b)	Ruotsissa mitattuja pitoisuuksia jätevedenpuhdistamon lietteessä µg/kg k.a. (Sternbeck ym. 2004)	Ruotsissa mitattuja pitoisuuksia ahvenessa µg/kg rasvaa (Sternbeck ym. 2004)
Asenafteeni	8 – 310	1600	21 – 36	< 1,2 – 51
bentso(a)antraseeni	19 – 380	600	210	< 0,6 – 9,1
dibentso(ah)antraseeni	5,4 – 82	270	59 – 61	0,7 – 6,8
fluoranteeni	61 – 810	960	550 – 630	< 1,4 – 20
fluoreeni	34 – 550	2560	390 – 590	< 1,1 – 13
kryseeni	58 – 810	2790	-	-
pyreeni	92 – 750	-	620 – 730	< 1,1 – 20



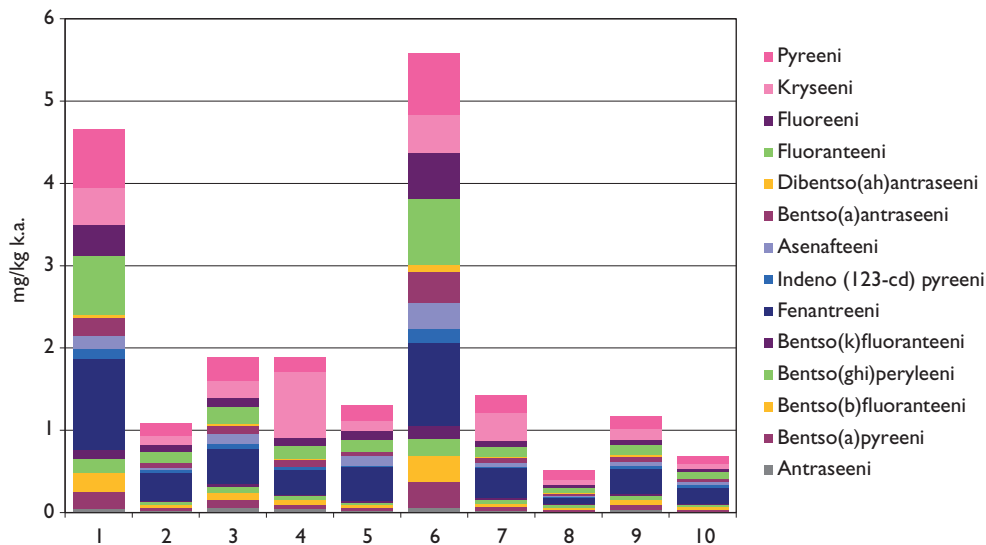
### 3.6.7

## PAH-yhdisteet eri matriiseissa

### 3.6.7.1

#### Liete

Lietteen PAH-yhdisteitä analysoitiin kaikkiaan 10 jätevedenpuhdistamolta ja näytteistä analysoituja yhdisteitä oli 14 (kuva 3). Kahdella puhdistamolla lietteen kuiva-aineen PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli yli 4 mg/kg k.a. Korkein pitoisuus oli 5,6 mg/kg k.a. ja toiseksi korkein 4,7 mg/kg k.a. Muilla puhdistamoilla kokonaispitoisuudet olivat alle 2 mg/kg k.a. Yksittäisiä merkittävimpiä yhdisteitä ei voitu määrittellä.

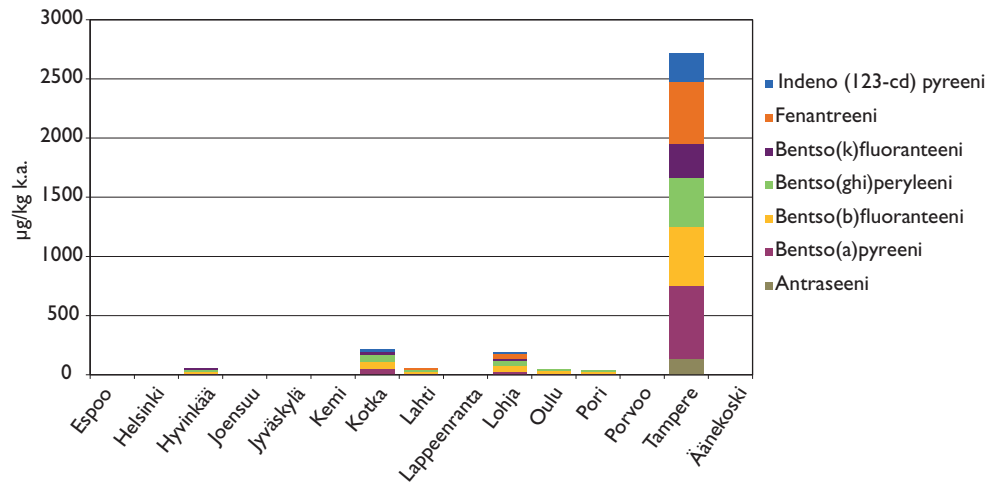


Kuva 3. Lietenäytteistä havaitut PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet puhdistamoittain (1-10).

### 3.6.7.2

#### Sedimentti

Sedimentinäytteistä analysoitiin kaikkiaan seitsemää eri PAH-yhdistettä (kuva 4). Korkeimmillaan tutkittujen PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli 2718 µg/kg k.a. yhdessä tutkimuskohteessa (Tampere), jossa näytepiste sijaitsee voimakkaasti kuormitetulla alueella. Muissa kohteissa pitoisuudet olivat korkeimmillaan 219 µg/kg k.a. Eri PAH-yhdisteiden jakauma sedimentissä oli varsin tasainen, eikä mikään yksittäinen yhdiste ollut selkeästi toisia merkittävämpi.



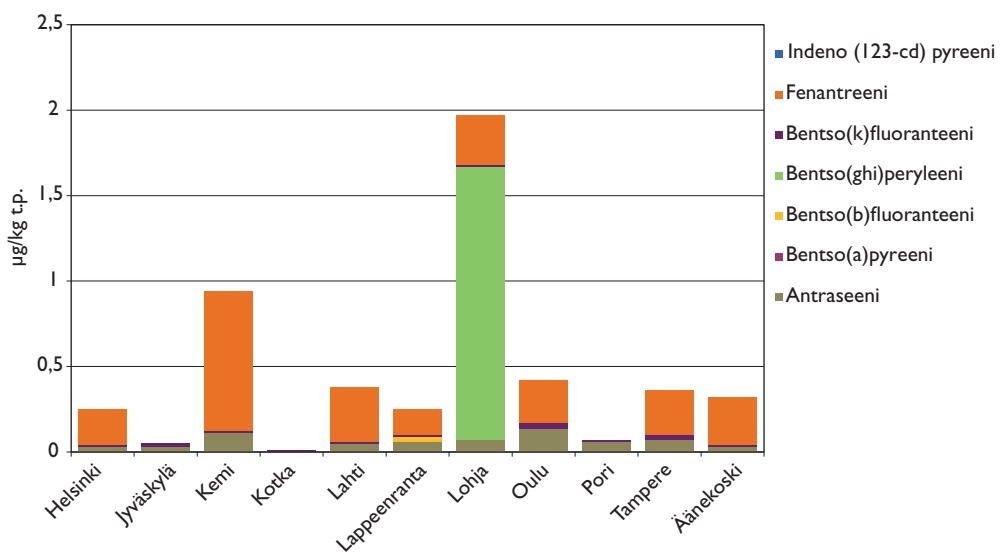
Kuva 4. Sedimentistä analysoidut PAH-yhdisteiden pitoisuudet.

### 3.6.7.3

#### Kala

Kalanäytteistä analysoitiin kaikkiaan seitsemää eri PAH-yhdistettä ja korkeimmillaan analysoitujen yhdisteiden kokonaispitoisuus oli Lohjan tutkimusalueella (1,97 µg/kg t.p.) (kuva 5). Tässä näytteessä bentso(ghi)peryleeni oli merkittävin PAH-yhdiste. Muilla alueilla merkittävin PAH-yhdiste oli fenantreeni, eikä bentso(ghi)peryleeniä havaittu. PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli pääosin < 1 µg/kg t.p.

PAH-yhdisteitä joutuu vesistöihin useista lähteistä, joista osa tulee ohi puhdistamojen mm. liikenteestä. Lisää tietoa tarvitaan näiden yhdisteiden pitoisuudesta pintavesissä ja hulevesissä. Sedimenteistä tulee tarkastella kuormitushistoriaa. Sen sijaan kala ei ole kovin hyvä seurantamatriisi PAH-yhdisteille, sillä ne voivat muuntua kalan aineenvaihdunnassa.



Kuva 5. Kalanäytteistä analysoidut PAH-yhdisteiden pitoisuudet näytealueittain.

## Orgaaniset tinayhdisteet

Tributyylitinan (TBT) haitalliset ympäristöominaisuudet havaittiin 1970-luvun lopulla, kun Ranskan rannikolla todettiin orgaanisia tinayhdisteitä sisältävien antifouling-valmisteiden aiheuttavan viljeltävien ostereiden kuoren paksuuntumista sekä nuorten ostereiden huomattavaa kuolleisuutta (YM 2007).

Orgaanisia tinayhdisteitä on käytetty biosidisenä tehoaineena alusten antifouling-maaleissa, massa- ja paperiteollisuuden liman- ja homeentorjunnassa, puutavaran suojauksessa, kalankasvattamoilla verkkokassien desinfioinnissa sekä maataloudessa kasvinsuojeluaineena. TBT:n hajoamistuotetta dibutyylitinaa (DBT) käytetään edelleen mm. PVC-muovin valmistuksessa stabilisaattorina sekä erilaisissa liimoissa, maaleissa ja saumaussmassoissa.

Havaittujen ympäristövaikutusten vuoksi TBT-pitoisten maalien käyttö antifouling-aineena on kielletty useissa maissa, myös Suomessa, vuoden 2003 alusta. Vuoden 2007 loppuun mennessä vanhat TBT-pitoiset maalipinnoitteet on pitänyt joko poistaa tai maalata yli (YM 2007).

Orgaaniset tinayhdisteet hajoavat ympäristössä sekä kemiallisesti että biologisesti, mutta kylmissä olosuhteissa ja hapettomissa sedimenteissä hajoaminen on erittäin hidasta. Orgaaniset tinayhdisteet voivat myös vapautua uudelleen veteen sedimenttien sekoittuessa ruoppausten tai potkurivirtausten vuoksi. Sedimentoitunutkin yhdiste voi siten vaikuttaa haitallisesti ympäristöön vielä vuosia käytön lopettamisen jälkeen.

Myrkyllisimpiä orgaanisista tinayhdisteistä ovat trisubstituoidut tinayhdisteet, kuten tributyyylitina ja trifenyylitina (TPhT). TBT ja TPhT ovat useimmille vesieliölle erittäin myrkyllisiä. Niillä on taipumus kertyä eliöstöön, mutta ne eivät vaikuttaisi rikastuvan ravintoketjussa. TBT poistuu elimistöstä varsin hyvin altistuksen päättyessä eliön siirtyessä puhtaaseen ympäristöön ja puhtaaseen ravintoon. Lisäksi monilla eliölajeilla on kyky aktiivisesti poistaa ainetta aineenvaihdunnan kautta. TPhT-yhdisteet näyttävät olevan kertyvämpiä kaloihin ja niiden metabolointi on heikompaa kaloissa kuin TBT:n.

Trifenyylitinaa on Suomessa viime aikoina toteutetuissa kalatutkimuksissa havaittu melko suuria pitoisuuksia. Tulosten perusteella TPhT kertyy voimakkaasti kaloihin. On myös mahdollista, että trifenyylitina jossakin määrin myös rikastuu ainakin akvaattisessa ravintoketjussa. Tähän viittaa sekin, että hauesta, kuhasta ja ahvenesta on mitattu korkeampia pitoisuuksia kuin muista kalalajeista.

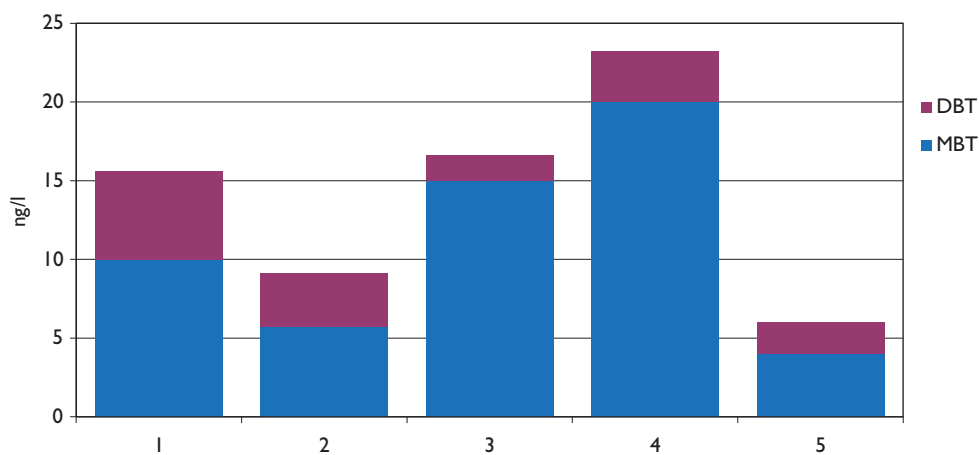
Vaikka nykyisen tiedon perusteella TPhT-yhdisteiden akuutit vaikutukset vesieliölle eivät ole samaa luokkaa kuin TBT-yhdisteiden, niiden pitkäaikaisvaikutukset eliöille saattavat olla samantyyppisiä kuin TBT:n. Siten on perusteltua ajatella yhteisvaikutuksen olevan yksinkertaisesti aineiden summa, joka kalan lihaksessa on lähinnä TBT+TPhT. Muiden yhdisteiden (monobutyylitina (MBT), dibutyylitina (DBT), monofenyylitina (MPhT) ja difenyylitina (DPhT)) osuus on sitä vastoin vähäinen (YM 2007).

Tässä tutkimuksessa orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuuksia tutkittiin jätevedessä 5 puhdistamolta, sedimenttinäytteistä 15 näytteenotto paikalta, kalanäytteistä 8 paikalta ja lietenäytteistä 6 jätevedenpuhdistamolta. Näytteistä määritettiin mono-, di- ja tributyyylitina sekä mono-, di- ja trifenyylitina (taulukko 12).

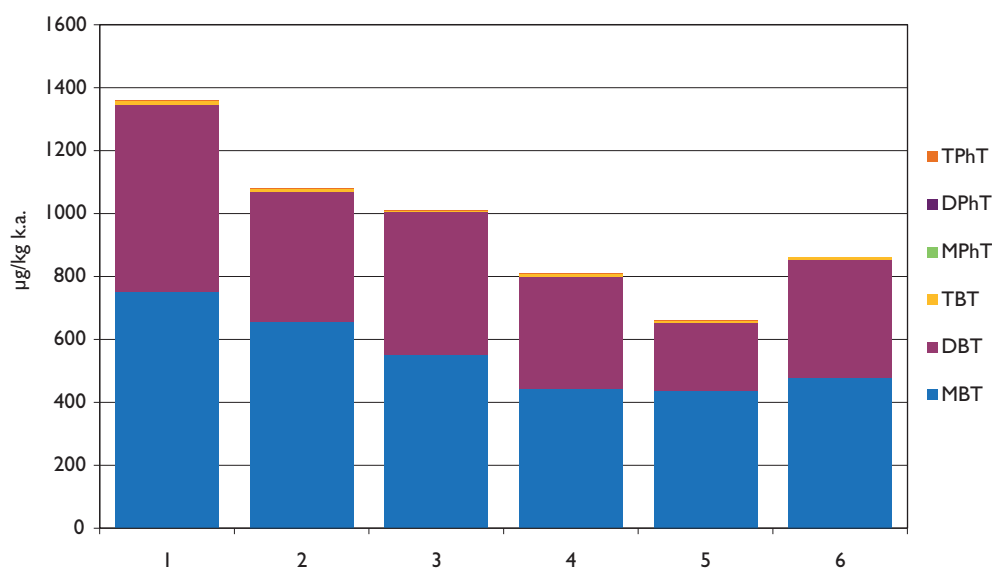
Jätevedessä monobutyylitinan pitoisuudet vaihtelivat välillä 4,0 – 20 ng/l, ja dibutyylitinan välillä 1,6 – 5,6 ng/l. Tributyyylitinaa ei havaittu. Orgaanisten tinayhdisteiden kokonaismäärä jätevedessä vaihteli välillä 6 – 23 ng/l (kuva 6).

Lietteestä havaittiin tinayhdisteiden kokonaispitoisuuksia välillä 811 – 1360 µg/kg k.a. (kuva 7). Havaitut tinayhdisteet olivat lähes pelkästään MBT:a ja DBT:a. MBT:n pitoisuudet vaihtelivat välillä 436 – 753 µg/kg k.a. ja DBT:n 217 – 592 µg/kg k.a. Myös TBT:a havaittiin ja sen pitoisuus vaihteli välillä 6,4 – 13 µg/kg k.a.

Tributyylitina (TBT) CAS 688-73-3	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO  0,2 ng/l (pintavesi) 0,02 µg/kg k.a. (sedimentti) < 3 µg/kg k.a. (haitaton ruoppausmassa) (YM 2004) >200 µg/kg k.a. (pilaantunut ruoppausmassa) (YM 2004) 15 µg/kg t.p. (kala) YMPÄRISTÖLUOKITUS (ei määritelty) LIUKOISUUS VETEEN Tributyylitinaoksidi: 0,75 mg/l (pH 6,6) 31 mg/l (pH 8,1)	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO GC-HRMS, KTL Määritetty TBT:n lisäksi DBT, MBT, TPhT, DPhT, MPhT MÄÄRITYSRAJA (laskettu aine- ja näytekohtaisesti) 0,1 – 0,9 ng/ l (vesi)
Dibutyylitina (DBT), Monobutyylitina (MBT), Monofenyylitina (MPhT), Difenyylitina (DPhT) ja Trifenyylitina (TPhT)	



Kuva 6. Organisten tinayhdisteiden kokonaispitoisuudet (ng/l) jätevedessä.



Kuva 7. Organisten tinayhdisteiden kokonaispitoisuudet (µg/kg k.a.) lietteessä.

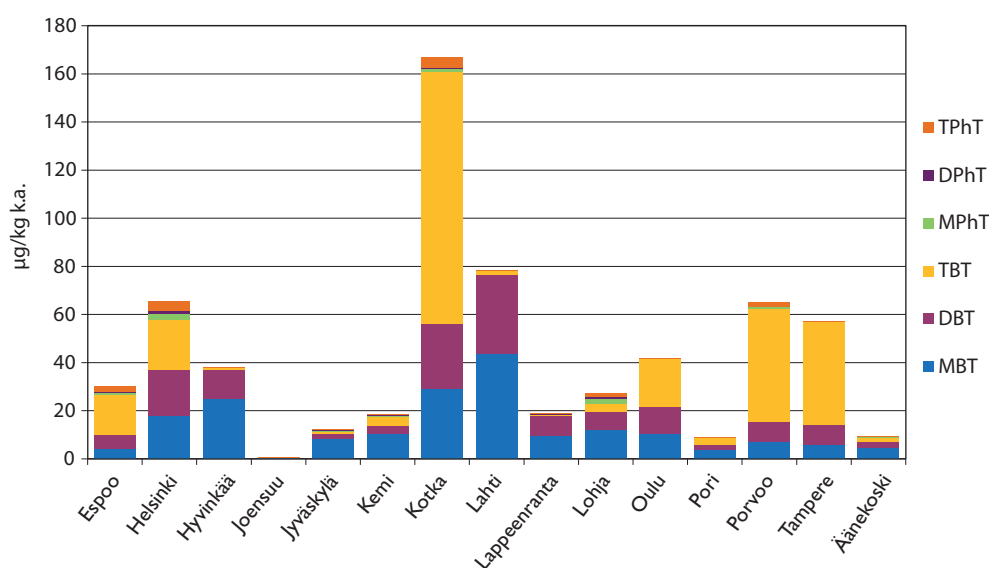
Sedimentissä orgaanisten tinayhdisteiden kokonaispitoisuus vaihteli välillä 0,7 – 167 µg/kg k.a. (kuva 8). Butyyliytinayhdisteitä oli selvästi fenyyliytinayhdisteitä enemmän. Esimerkiksi TBT-pitoisuudet vaihtelivat sedimenttinäytteissä välillä 0,7 – 105 µg/kg k.a. Sedimentin haitattomaksi pitoisuustasoksi on määritetty 0,02 µg/kg k.a., mikä ylittyi yhtä paikkaa lukuun ottamatta kaikissa tutkituissa näytteissä.

Tutkituissa kalanäytteissä orgaanisten tinayhdisteiden kokonaispitoisuudet vaihtelivat välillä 0,7 – 141 µg/kg t.p. (kuva 9). Merkittävin yhdiste oli TPhT, jonka pitoisuus kalanäytteissä vaihteli välillä 0,17 – 83 µg/kg t.p. TBT:a havaittiin 0,44 – 57 µg/kg t.p. TBT:lle asetettu haitaton pitoisuustaso on 15,2 µg/kg t.p., mikä ylittyi kahdessa näytteessä.

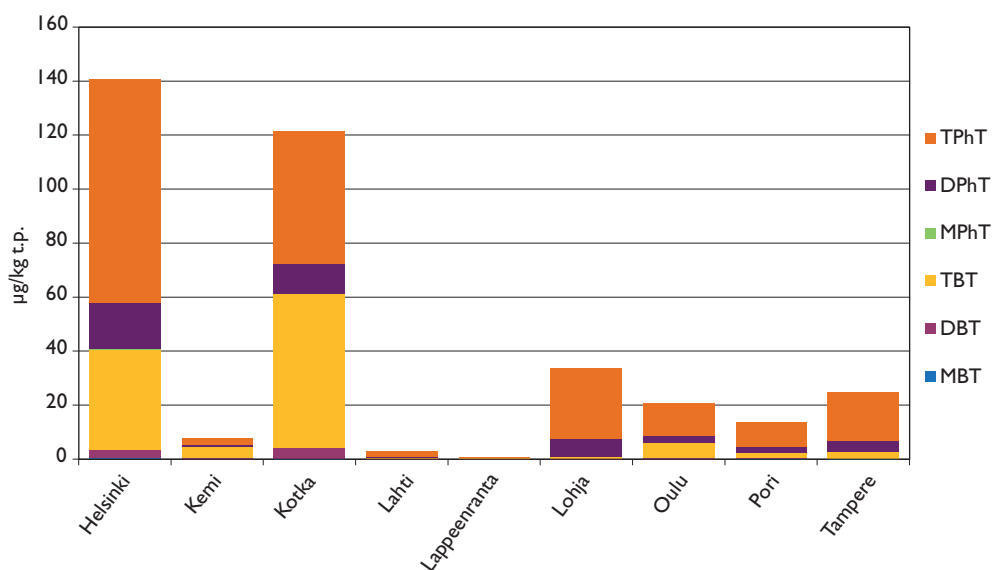
Taulukko 12. Näytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä havaintojen (n<sub>Hav</sub>) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>	n	n <sub>Hav</sub>
Monobutyyliitina (MBT)	5	5	0	-	6	6	15	15	9	9
Dibutyyliitina (DBT)	5	5	0	-	6	6	15	15	9	9
Tributyyliitina (TBT)	5	0	0	-	6	6	15	14	9	9
Monofenyyliitina (MPHT)	5	0	0	-	6	0	15	9	2	2
Difenyyliitina (DPHT)	5	0	0	-	6	0	15	14	9	9
Trifenyyliitina (TPhT)	5	0	0	-	6	5	15	15	9	9

Orgaanisia tinayhdisteitä on syytä seurata jatkossa erityisesti aiemmin kuormiteuilla alueilla satamien ja rannikon läheisyydessä. Kalanäytteet antavat yleiskuvan alueen kontaminaatioasteesta paremmin kuin sedimenttinäytteet, joissa pitoisuushajonta suurempaa. Sedimenttejä on kuitenkin analysoitava ruoppaustoimia harittaessa. TBT:n laatuunormi pintavesissä on niin matala, että analytiikka on vasta kehitymässä hyväksyttävälle tasolle.



Kuva 8. Orgaanisten tinayhdisteiden kokonaispitoisuus (µg/kg k.a.) sedimentissä



Kuva 9. Organisten tinayhdisteiden kokonaispitoisuus (µg/kg t.p.) kalassa

### 3.8

## Polybromatut difenyylietterit

Polybromatut difenyylietterit (PBDE)	
<p><b>YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO</b> (tri-, tetra-, penta- ja heksa-PBDE yhdisteiden summalle)</p> <p>0,0005 µg/l (makea vesi) 0,0002 µg/l (merivesi) 1 mg/kg t.p. (ympäristö) 0,3 mg/kg t.p. (ihmisterveys) 0,3 mg/kg k.a. (sedimentti)</p> <p><b>YMPÄRISTÖLUOKITUS</b> N, R50-53 (penta-PBDE)</p> <p><b>LIUKOISUUS VETEEN</b> 13,3 µg/l (penta-PBDE)</p>	<p><b>ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO</b> LP-GC-MS/MS, SYKE GC-HR-MS, KTL</p> <p><b>MÄÄRITYSRAJA</b> 0,035 – 13 ng/kg t.p. (kala) 0,002 – 0,033 µg/kg k.a. (yksittäisille yhdisteille, sedimentti) 0,01 – 0,17 µg/kg k.a. (yksittäisille yhdisteille, liete)</p>
<p>- Polybromatut difenyylietterit ovat yhdisteitä, joita käytetään pääosin erilaisten kuluttajatuotteiden palonestoaineissa. PBDE-yhdisteitä käytettäviä aloja ovat mm. elektroniikka-, huonekalu- ja eristeaineteollisuus. PBDE-kongeneereja on kaikkiaan 209 erilaista ja ne esiintyvät yleisesti seoksina. Yleisimmin kuluttajatuotteissa esiintyy penta- (BDE-85, BDE-99, BDE-100), okta- (BDE-203) ja deka-BDE (BDE-209) yhdisteiden seoksia (CHEC 2006). Tekninen pentabromidifenyylietteri kongeneerien seos sisältää neljästä kuuteen bromiatomia molekyyliä kohden (WWF 2005).</p> <p>- PBDE-yhdisteitä pääsee ympäristöön tuotteiden koko elinkaaren ajan ja ne on luokiteltu pysyviksi ympäristössä. Ne ovat bioakkumuloituvia eli eliöstön rasvakudokseen kertyviä ja jotkin PBDE:t ovat myös endokriinisia eli hormonitoimintaa häiritseviä. PBDE-yhdisteiden pitoisuuksien on havaittu nousseen kaloissa viime vuosikymmenien aikana (mm. Kierkegaard ym. 2004). Dekka-BDE ei tiedettävästi ole biokertyvä, mutta se hajoaa valon vaikutuksesta alemmille bromausasteille. Vähemmän bromatut difenyylietterit ovat biokertyviä. PBDE:t voivat muuttua bromatuiksi dioksiineiksi ja furaaneiksi. Ihmisten merkittävin PBDE:n saantilähde Suomessa on kala, mutta myös altistuminen huoneilman kautta voi olla merkittävää.</p> <p>- Penta- ja okta-BDE:tä ei enää käytetä Suomessa, koska niiden valmistus ja tuonti on kielletty EU:ssa vuodesta 2004 lähtien. Penta-BDE:tä käytettiin EU-alueella 1990-luvulla palonestoaineena pääasiassa pehmeässä polyuretaanivaahdossa ja siitä valmistetuissa tuotteissa kuten autojen osissa (mm. päätuissa) sekä huonekalujen pehmusteissa ja patjoissa (EU-RAR 2000). Okta-BDE:tä käytettiin 1990-luvulla EU-alueella palonestoaineena pääasiassa ABS-polymeerien (akrylonitriili-butadieeni-styreeni) valmistuksessa (EU-RAR 2003c). Okta-BDE:tä on käytetty myös palonestoaineena mm. tietokoneissa ja muissa pienissä laitteissa. Penta- ja okta-BDE:tä voi kulkeutua Suomeen EU:n ulkopuolella valmistettujen tuontituotteiden mukana.</p> <p>- Dekka-BDE:n käyttö on pienentynyt 2000-luvulla ja sen käyttö on nykyisin erittäin vähäistä. Dekka-BDE:n tärkein käyttökohde Suomessa oli muovituotteiden valmistuksessa. Sitä käytettiin palonestoaineena erilaisissa muovituotteissa, kuten iskunkestävässä polystyreenissä ja niiden raaka-aineissa. Dekka-BDE:tä käytettiin myös tekstiilien valmistuksessa palonestoaineena (kuten polypropeenia sisältävät verhot, verhoilukankaat ja synteettiset matot). Ainetta voi kulkeutua Suomeen EU:n ulkopuolella valmistettujen tuontituotteiden mukana.</p>	

Tässä tutkimuksessa polybromattujen difenyylietterien pitoisuuksia analysoitiin sedimentistä neljältä paikalta (Helsinki, Lahti, Oulu, Tampere) ja jätevedenpuhdistamoiden lietteestä kahdella puhdistamolla (taulukko 13). Näiden tulosten lisäksi tässä työssä esitellään yhteistyössä Kansanterveyslaitoksen (KTL) kanssa kerättyä haukien PBDE-pitoisuusaineistoa. Tuloksia kaloista on kaikkiaan 16 paikalta.

PBDE-yhdisteiden kokonaispitoisuus vaihteli tutkituissa sedimentinäytteissä välillä 0,6 – 7,4 µg/kg k.a. Kaikilla näytteenottoaikoilla merkittävin PBDE-kongeneeri oli deka-BDE (BDE-209), jonka osuus kaikista havaituista oli 49 – 94 % (kuva13). Myös lietenäytteissä BDE-209 oli vallitsevin kongeneeri (kuva 14).

Tässä kartoituksessa PBDE-yhdisteiden kokonaispitoisuus haukinäytteissä vaihteli välillä 0,04 – 0,90 µg/kg t.p. (kuva 15). Haukinäytteissä merkittävin PBDE-kongeneeri oli BDE-47 (2,2,4,4-tetrabromidifenyylietteri), seuraavaksi eniten havaittiin penta- (99- ja 100-BDE) ja heksa-BDE-kongeneereja (153- ja 154-BDE). Tetra-, penta- ja heksabromattujen yhdisteiden on todettu kertyvän biologisesti erityisen herkästi (CERC 2004) ja tämän tutkimuksen tulokset tukevat näitä havaintoja.

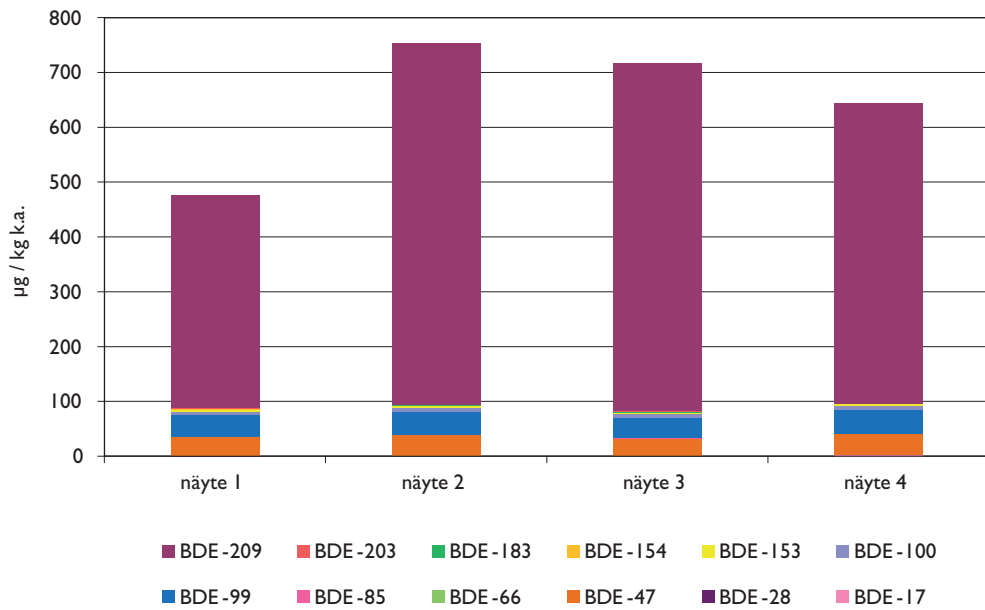
Taulukko 13. Näytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä havaintojen ( $n_{hav}$ ) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	$n_{Hav}$	n	$n_{Hav}$	n	$n_{Hav}$	n	$n_{Hav}$	n	$n_{Hav}$
BDE-17, 2,2,4-tribromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	0	4	2	0	-
BDE-28, 2,4,4-tribromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	2	4	1	16	10
BDE-47, 2,2,4,4-tetrabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	4	4	4	16	16
BDE-66, 2,3,4,4-tetrabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	1	4	0	16	14
BDE-71, 2,3,4,6-tetrabromidifenyylietteri	0	-	0	-	0	-	0	-	16	0
BDE-75,	0	-	0	-	0	-	0	-	16	1
BDE-77, 3,3,4,4-tetrabromidifenyylietteri	0	-	0	-	0	-	0	-	16	1
BDE-85, 2,2,3,4,4-pentabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	4	4	0	16	0
BDE-99, 2,2,4,4,5-pentabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	3	4	4	16	16
BDE-100, 2,2,4,4,6-pentabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	4	4	4	16	15
BDE-119, 2,3,4,4,6-pentabromidifenyylietteri	0	-	0	-	0	-	0	-	16	7
BDE-153, 2,2,4,4,5,5-heksabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	4	4	3	16	14
BDE-154, 2,2,4,4,5,6-heksabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	2	4	0	16	15
BDE-183, 2,2,3,4,4,5,6-heptabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	3	4	3	16	0
BDE-190,	0	-	0	-	0	-	0	-	16	0
BDE-203, 2,2,3,4,4,5,5,6-oktabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	2	4	3	0	-
BDE-206, 2,2,3,3,4,4,5,5,6-nonabromidifenyylietteri	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
BDE-209, 2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-dekabromidifenyylietteri	0	-	0	-	4	4	4	4	0	-

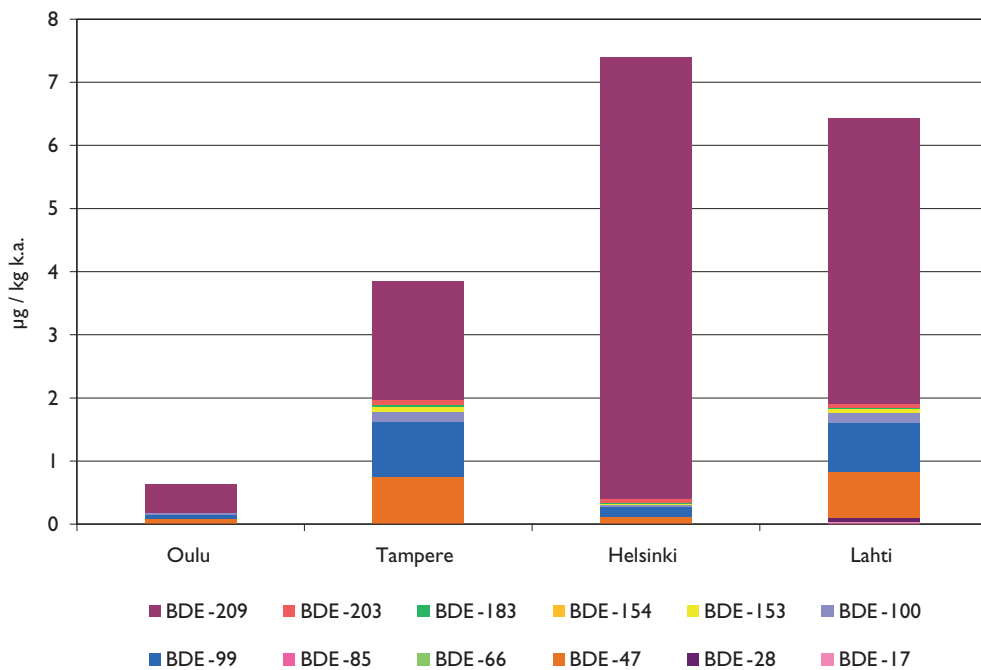
Norjalaisessa tutkimuksessa havaittiin sedimentissä PBDE-yhdisteiden kokonaispitoisuuksia välillä 0,6 – 79,4 µg/kg k.a. (Fjeld ym. 2004). Merkittävin kongeneeri oli BDE-209, jonka osuus kokonaismäärästä oli 50 – 99,9 %.

Norjalaisessa kartoitustutkimuksessa lietteestä havaittu merkittävin PBDE-kongeneeri oli BDE-209 (Schlabach ym. 2002). Sitä havaittiin lietteessä pitoisuusvälillä 0,49 – 91 µg/kg t.p. Seuraavaksi merkittävimpiä kongeneereja olivat BDE-99 (0,22 – 14,5 µg/kg t.p.) ja BDE-47 (0,22 – 9,4 µg/kg t.p.).

Hauen PBDE-yhdisteitä on tutkittu pitkän aikasarjan tutkimuksessa ruotsissa (Kierkegaard ym. 2004). BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 ja BDE-154 –kongeneerien pitoisuuksien havaittiin nousseen vuosien 1967 – 2000 välisenä aikana. Vuosina

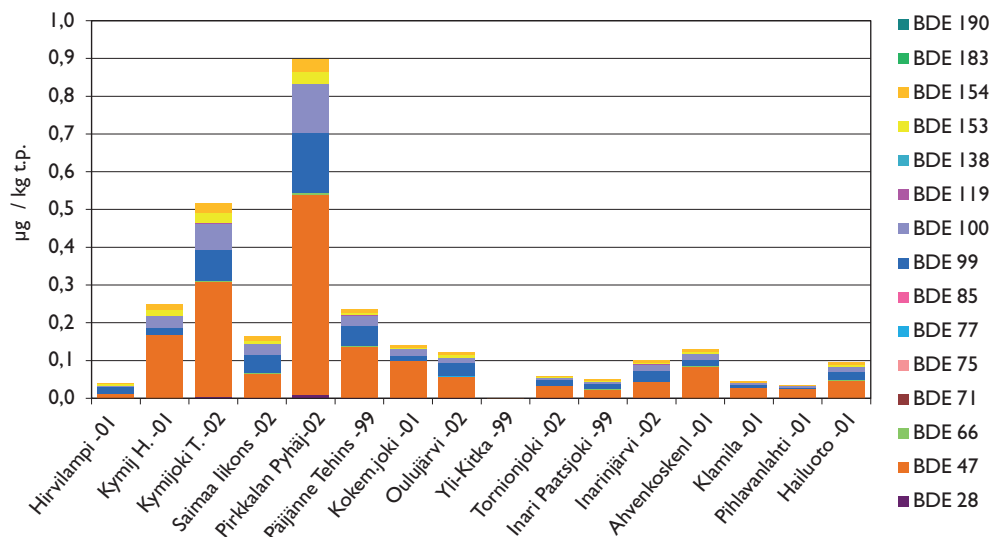


Kuva 10. Eri PBDE –kongeneerien pitoisuudet (µg/kg k.a.) lietenäytteissä.



Kuva 11. Eri PBDE –kongeneerien pitoisuudet (µg/kg k.a.) sedimentinäytteissä.





Kuva 12. Eri PBDE –kongeneerien pitoisuudet (µg/kg t.p.) kalanäytteissä.

1996 – 2000 yhdisteiden kokonaispitoisuudet vaihtelivat välillä 0,460 – 0,725 µg/kg t.p., mikä on samalla tasolla tässä tutkimuksessa saatujen tulosten kanssa. Merkittävimmät kongeneerit tutkimuksen näytteissä olivat BDE-47 ja BDE-99.

Norjalaiskartoituksessa havaittiin turskan (*Gadus morhua*) maksassa selkeästi merkittävimminä kongeneereina BDE-47 ja BDE-100 (Schlabach ym. 2002). BDE-47 –pitoisuudet vaihtelivat välillä 10,3 – 97,9 mg/kg t.p. ja BDE-100 –pitoisuudet välillä 1,90 – 36,8 mg/kg t.p. Myös BDE-154 –pitoisuuksia havaittiin kaikista analysoiduista näytteistä (0,49 – 7,88 mg/kg t.p.). Muiden analysoitujen PBDE-kongeneerien pitoisuudet turskan maksassa olivat alle 1,54 mg/kg t.p., useimmiten alle 0,20 mg/kg t.p.

Toisessa norjalaisessa kartoituksessa havaittiin PBDE –yhdisteiden kokonaispitoisuuksia välillä 1,1 – 2,3 µg/kg t.p. ahvenen, turvan (*Leuciscus cephalus*), ankeriaan (*Anguilla anguilla*) ja taimenen (*Salmo trutta*) lihaksessa (Fjeld ym. 2004). Pitoisuudet olivat siis hieman korkeampia kuin tässä tutkimuksessa havaitut. Kalojen maksanäytteissä havaitut pitoisuudet olivat kampelalla (*Platichthys flesus*) 10,7 µg/kg t.p. ja turskalla 17,7 µg/kg t.p. Kaikissa analysoiduissa näytteissä yleisin kongeneeri oli BDE-47 (41 – 72 %) ja myös BDE-100 oli varsin yleinen (9 – 22 %). Ahvenessa ja taimenessa havaittiin varsin runsaasti (14 – 31 %) myös BDE-99:a, jota oli vain vähän analysoiduissa turskissa, kampeloissa ja turvissa.

Samassa kartoituksessa kontaminoituneiden alueiden kaloissa havaittiin huomattavasti suurempia PBDE-pitoisuuksia kuin ns. tausta-alueilla ja tässä tutkimuksessa. Kokonaispitoisuudet vaihtelivat välillä 2,4 – 981,6 µg/kg t.p., joista korkeimmat havaittiin rasvaisilla lajeilla, kuten mateella (*Lota lota*) ja taimenella. Yleisimmät kongeneerit pilaantuneiden alueiden kaloissa olivat BDE-47 ja BDE-99 sekä BDE-100.

Ruotsissa on analysoitu Pohjanlahdella ja Itämeren altaalla elävien ahventen PBDE-pitoisuuksia (BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154) (Sternbeck ym. 2004). Rasvaa kohden laskettu pitoisuus (µg/kg) vaihteli välillä 3,9 – 22 (BDE-47), < 0,5 – 22 (BDE-99), < 0,3 – 5,8 (BDE-100), < 0,2 – 4,3 (BDE-153) ja < 0,1 – 4,3 (BDE-154).

Tässä kartoituksessa mitatut PBDE-pitoisuudet kaloista ja sedimenteistä jäivät selvästi arvioitua haitallista pitoisuustasoa alemmaksi. Lietteen pitoisuudet olivat huomattavan korkeita verrattuna sedimentin raja-arvoon. Pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin muualla Pohjoismaissa mitatut pitoisuudet.

PBDE-yhdisteitä on syytä seurata jatkossakin yhdyskuntien lähellä. Kalanäytteet antavat yleiskuvan alueen kontaminaatioasteesta. PBDE:lle on laskettu laatu­normi pintavesissä, mutta aineen voimakkaan partikkelihakuisuuden vuoksi sitä ei ole mielekästä seurata vesifaasissa. Laatu­normien uudelleentarkastelun yhteydessä tälle aineryhmälle saatetaan esittää ensisijaista normia eliöissä. Sedimenteistä tulee tarkastella kuormitushistoriaa seurantaraportin arvioimiseksi.

3.9

## Klooratut parafiinit

Klooratut parafiinit CAS 85535-84-8 (C <sub>10-13</sub> ) ja 85535-85-9 (C <sub>14-17</sub> )	
YMPÄRISTÖNLAATUNORMI TAI MUU RAJA-ARVO (lyhytketjuiset klooriparafiinit, SCCP, C <sub>10-13</sub> ) 0,4 µg/l (vesi) 1 mg/kg k.a. (sedimentti) 17 mg/kg t.p. (kala) YMPÄRISTÖLUOKITUS N, R50-53 LIUKOISUUS VETEEN 0.15-0.47 mg/l	ANALYYSIMENETELMÄ, LABORATORIO AnalyCen MÄÄRITYSRAJA 0,1 µg/l (vesi) 0,3 mg/kg k.p. (liete)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lyhytketjuiset klooriparafiinit (SCCP) ovat vesieliöille erittäin myrkyllisiä ja niihin kertyviä yhdisteitä.</li> <li>- Lyhytketjuisia kloorattuja parafiineja käytetään nykyisin pääasiassa maalien pehmentimenä, mutta aikaisemmin niitä käytettiin myös metallien työstössä.</li> <li>- Lyhytketjuisia kloorattuja parafiineja sisältävien kemikaalituotteiden käyttö on pudonnut merkittävästi 2000-luvun alun tasosta (noin 15 tonnia/a) vuoteen 2005 (&lt; 1 tonni/a). SCCP:en käytön vähentyminen johtuu siitä, että sen käyttö eräissä käyttökohteissa on ollut kielletty I.I.2004 lähtien.</li> <li>- Lyhytketjuisia klooriparafiineja korvaavien aineiden, kloorattujen parafiinien (seos, joka sisältää hyvin eri pituisia kloorattuja parafiineja) sekä keskipitkäketjuisten kloorattujen parafiinien (C<sub>14-17</sub>-kloorialkaanit, MCCP), käyttö on selkeästi kasvanut vuodesta 2004 lähtien. Kloorattujen parafiinien ja MCCP:n käyttömäärät olivat vuonna 2006 52 tonnia ja 12 tonnia.</li> <li>- Kloorattuja parafiineja käytetään nykyisin vain muovien valmistuksessa. Keskipitkäketjuisia kloorattuja parafiineja käytetään puolestaan nykyisin pääasiassa muovituotteiden valmistuksessa sekä vähemmässä määrin metallin työstössä.</li> <li>- Mallinnustulosten perusteella C<sub>10-13</sub>- ja C<sub>14-17</sub>-kloorialkaanit sitoutuvat jätevedenpuhdistamolla noin 93 %:sti puhdistamolietteeseen ja noin 7 % kuormituksesta pääsee hajoamatta puhdistamon läpi pintavesiin (EU-RAR 1999 &amp; 2002). Vesi­ympäristöön joutuessaan klooratut parafiinit todennäköisesti pääosin kiinnittyvät veden kiintoainekseen ja sedimenttiin purkupai­kan läheisyydessä (EU-RAR 1999 &amp; 2002).</li> </ul>	

Tässä tutkimuksessa C<sub>10-13</sub>- ja C<sub>14-17</sub>-kloorialkaaneja tutkittiin kolmelta yhdyskuntajätevedenpuhdistamol­ta (taulukko 14). Kumpaakaan aineryhmää ei havaittu puhdistetusta jätevedestä eikä puhdistamolietteestä.

Saksassa mitattiin 1990-luvun alussa yhdyskuntajätevedenpuhdistamon lietteestä 47 – 65 mg/kg k.a. SCCP ja alle 0,1 mg/kg k.a. MCCP (EU-RAR 1999 & 2005a).

Tässä kartoituksessa kloorattuja parafiineja ei mitattu pintavesistä, mutta laimentumisarvion perusteella (laimentumiskerroin 10) puhdistamojen kuormituksesta ei tämän tutkimuksen perusteella aiheudu haitattoman pitoisuustason ylittymistä vastaanottavassa pintavedessä.

Tässä tutkimuksessa mitattujen pitoisuuksien perusteella C<sub>10-13</sub>- ja C<sub>14-17</sub>-kloorialkaani-päästöt jätevedenpuhdistamoilta eivät vaikuta merkittävältä. On kuitenkin huomattava, että tässä kartoituksessa tutkittiin vain kolme jätevedenpuhdistamoa, joten tuloksista ei voida vetää luotettavia johtopäätöksiä seurantaraportista. Lisäksi aineryhmän analytiikka on edelleen kehitysvaiheessa.

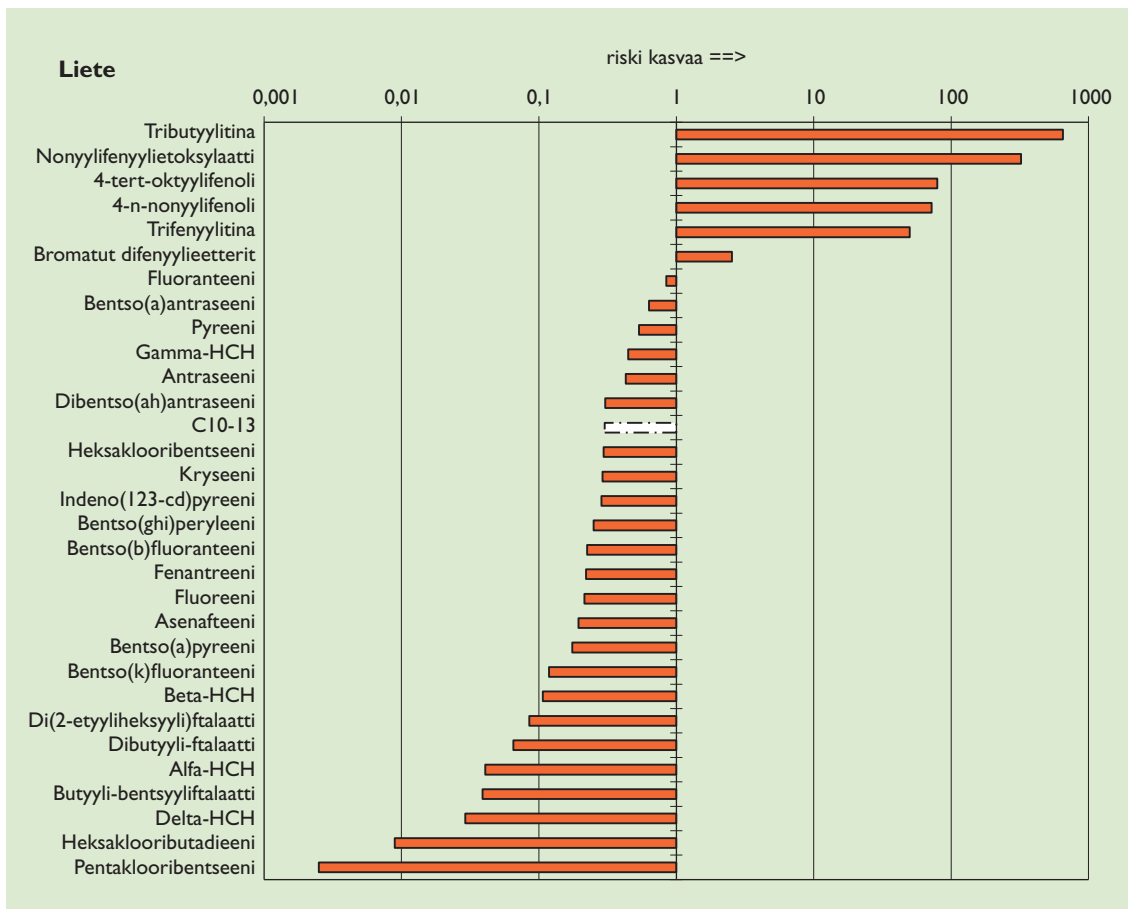
Taulukko 14. Näytteiden kokonaislukumäärä (n) eri matriiseissa sekä havaintojen ( $n_{Hav}$ ) lukumäärä.

Yhdiste	Jätevesi		Pintavesi		Liete		Sedimentti		Kala	
	n	$n_{Hav}$	n	$n_{Hav}$	n	$n_{Hav}$	n	$n_{Hav}$	n	$n_{Hav}$
C <sub>10-13</sub>	2	0	0	-	2	0	0	-	0	-
C <sub>14-17</sub>	2	0	0	-	2	0	0	-	0	-

## 4 Riskitarkastelut

Riskianalyysi tehtiin vertaamalla suurinta havaittua pitoisuutta ympäristölaatuunormiin tai muuhun haitattomaksi arvioituun pitoisuustasoon ympäristössä (kuvat 13-17). Lietetuloksia verrattiin sedimentin raja-arvoihin ja jätevesituloksia vastaavasti pintaveden raja-arvoihin. Mitä suurempi oli suurimman havaitun pitoisuuden ja ympäristölaatuunormin suhde, sitä suuremmaksi arvioitiin yhdisteen aiheuttama riski kussakin matriisissa. Kaikkien tutkittujen näytteiden tulosten jäädessä alle määrittämissä rajan, käytettiin tuloksena määrittämissä rajan osoittamaa pitoisuutta. Siten analyysi kuvastaa varovaisuusperiaatteella tehtyä ns. "worst case"-arviota, jonka avulla voidaan tunnistaa mahdollisia ongelma-aineita.

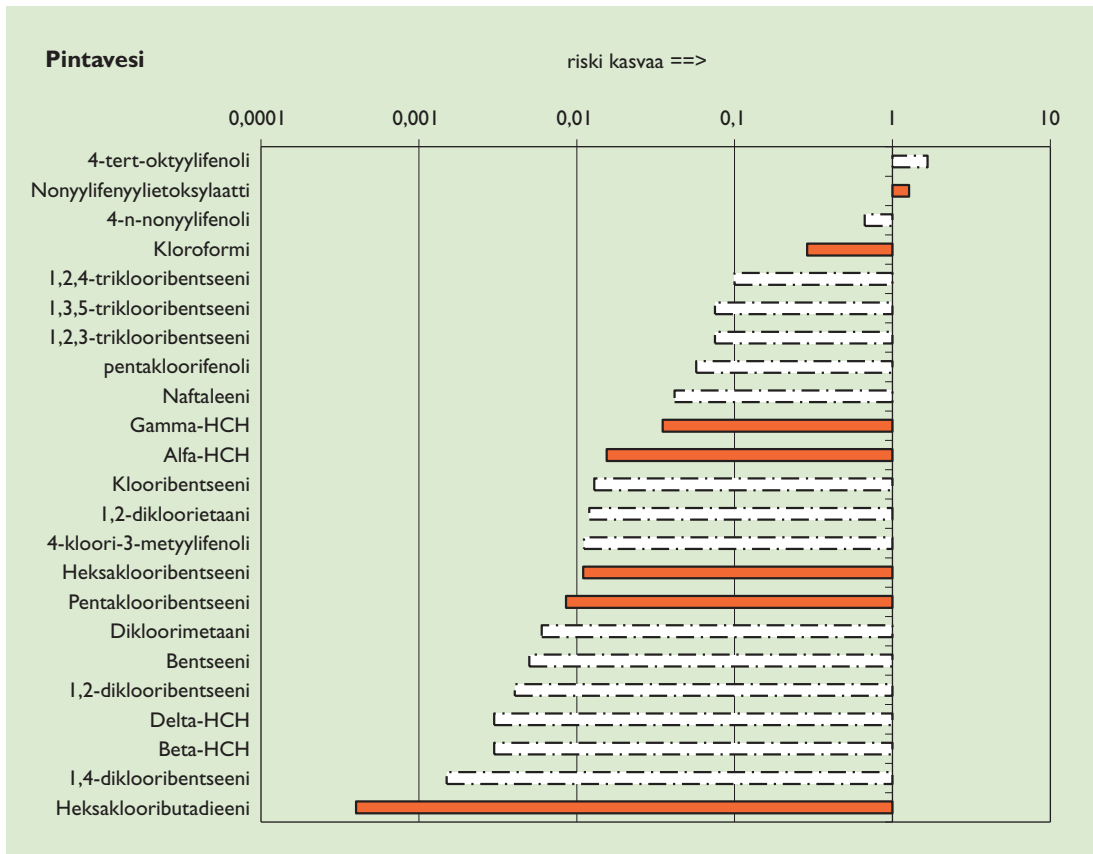
Tarkastelun perusteella orgaaniset tinayhdisteet, alkyyliifenoliyhdisteet sekä DEHP aiheuttavat tarkastelluista aineista suurinta riskiä vesiympäristössä. Sedimenttitulosten perusteella myös PAH-yhdisteet voivat olla riskiryhmä. Valtaosaa tutkituista yhdisteistä ei havaittu tai suurimmat havaitut pitoisuudet olivat haitallista pitoisuustasoa alhaisempia. Joidenkin yhdisteiden, joita ei havaittu, analyttinen määrittämissä raja on kuitenkin ympäristölaatuunormia korkeampi, eikä siten ole mahdollista arvioida olivatko pitoisuudet haitallisen tason alapuolella.



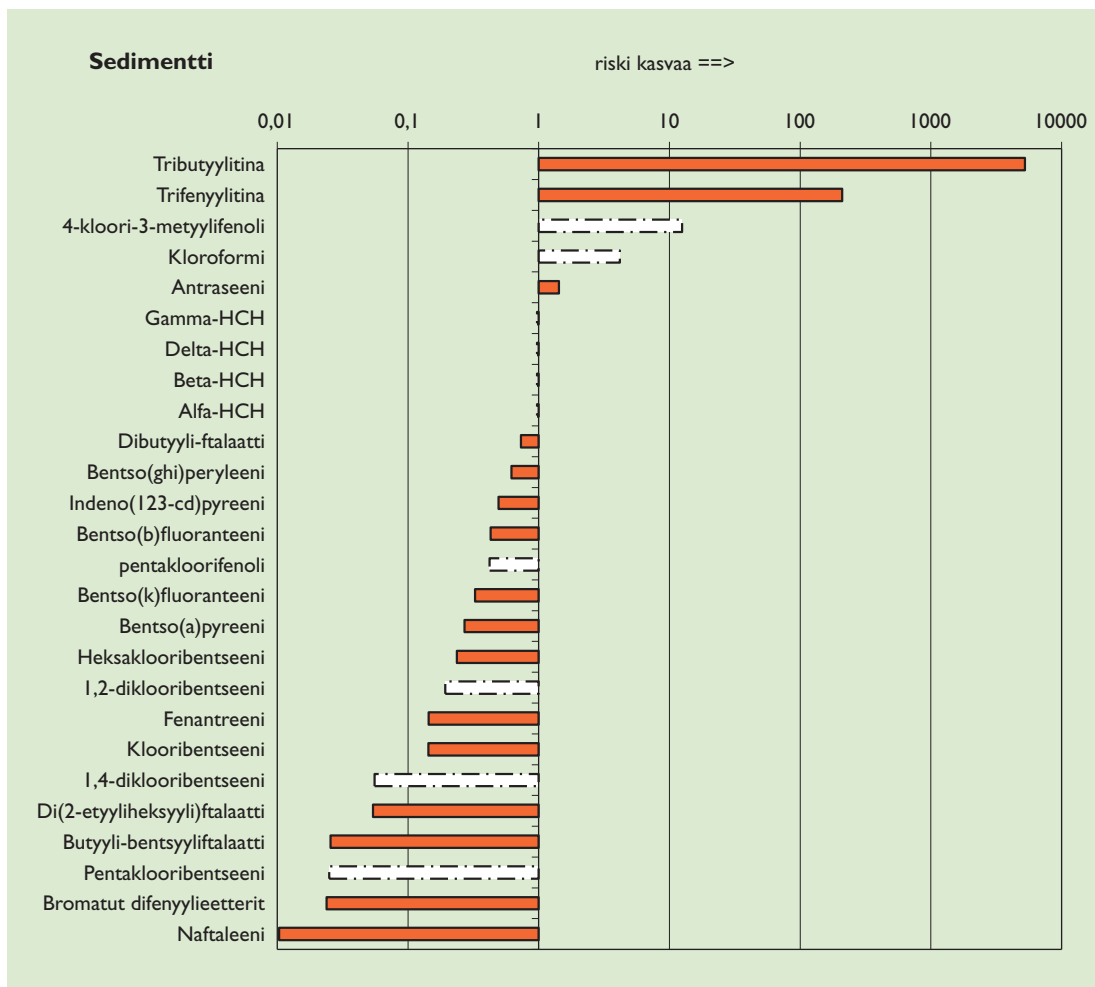
Kuva 13. Lietteen haitallisten aineiden aiheuttaman riskin arviointi suurimman havaitun pitoisuuden ja ehdotetun haitattoman pitoisuustason suhteen perusteella. Katkoviivoitettujen palkkien osalta pitoisuudet olivat alle määritysrajan ja riski on laskettu käyttäen pitoisuutena määritysrajaa. Trifenyylitinalle haitattomana pitoisuustasona käytettiin sedimentin tributyyliitinalle ehdotettua haitatonta pitoisuustasoa sedimentissä (0,02 µg/kg k.a.). Mono- ja dibutyylitinalle sekä mono- ja difenyylitinalle ei laskettu riskisuhdetta, sillä haitaton pitoisuustaso on huomattavasti TBT:tä pienempi.



Kuva 14. Jäteveden haitallisten aineiden aiheuttaman riskin arviointi suurimman havaitun pitoisuuden ja ehdotetun haitattoman pitoisuustason suhteen perusteella. Katkoviivoitettujen palkkien osalta pitoisuudet olivat alle määritysrajan ja riski on laskettu käyttäen pitoisuutena määritysrajaa. Trifeenyylitinalle on käytetty vertailussa tributyyylitinan laatu normia (0,2 ng/l). Mono- ja dibutyylitinalle sekä mono- ja difenyylitinalle ei laskettu riskisuhdetta, sillä haitaton pitoisuustaso on huomattavasti TBT:tä pienempi.

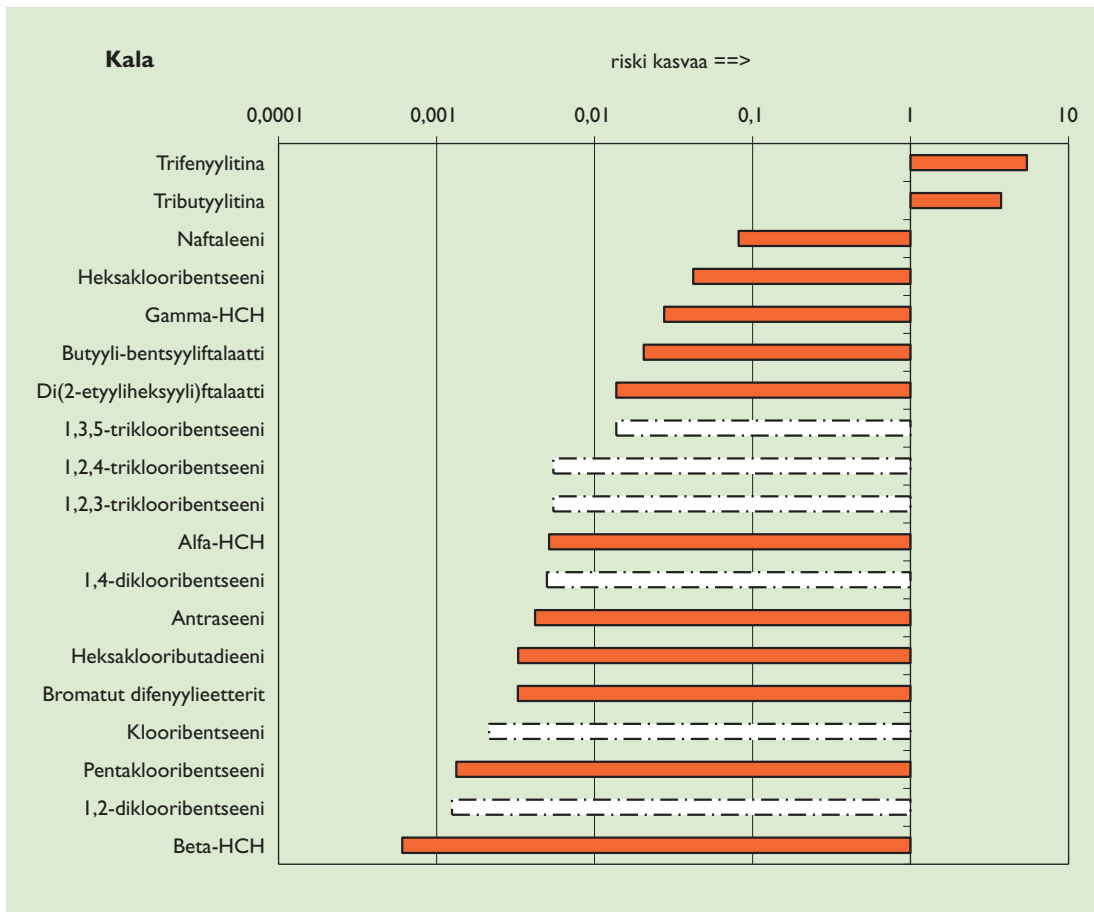


Kuva 15. Pintaveden haitallisten aineiden aiheuttaman riskin arviointi suurimman havaitun pitoisuuden ja ehdotetun haitattoman pitoisuustason suhteen perusteella. Katkoviivoitettujen palkkien osalta pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan ja riski on laskettu käyttäen pitoisuutena määrittäysrajaa.



Kuva 16. Sedimentin haitallisten aineiden aiheuttaman riskin arviointi suurimman havaitun pitoisuuden ja ehdotetun haitattoman pitoisuustason suhteen perusteella. Katkoviivoitettujen palkkien osalta pitoisuudet olivat alle määrittysrajan ja riski on laskettu käyttäen pitoisuutena määrittysrajaa. Trifenyylitinalle on käytetty vertailussa tributyylitinan laatumnormia (0,02 µg/kg k.a.).





Kuva 17. Kalanäytteiden haitallisten aineiden aiheuttaman riskin arviointi suurimman havaitun pitoisuuden ja ehdotetun haitattoman pitoisuustason suhteen perusteella. Katkoviivoitettujen palkkien osalta pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan ja riski on laskettu käyttäen pitoisuutena määrittäysrajaa. Riskinarviossa haitattomana pitoisuustasona käytettiin alhaisempaa pitoisuutta, jos EQS oli määritetty erikseen kertymiselle ravintoketjussa tai ihmisravintona. Trifenyyylitinan haitattomana pitoisuustasona käytettiin tributyylitinayhdisteille määritettyä haitatonta pitoisuustasoa (15 µg/kg t.p.).

## 5 Seurannan kehittäminen

Valtakunnallisessa vesienhoitoalueiden seurannassa seurataan niitä aineryhmiä, joista tarvitaan tietoa EU-raportointiin. Tällaisia ovat erityisesti ne, joita on havaittu pintavesien kartoituksissa (nonyylifenolietoksyylaatit) tai pilottiseurannassa 2006 (ftalaatit) tai joita voi joutua vesistöihin useista lähteistä (PAH). Sitä vastoin aineryhmät, joille ei löydy vesianalytiikkaa ympäristölaatunormin tasolla (TBT, PBDE), tai joille ei ole saatavilla menetelmästandardia tai vastaavaa luotettavaa menetelmää (SCCP klooriparafiinit) jäävät tässä vaiheessa seurantaohjelman ulkopuolelle. Lisäksi pois jäävät aineryhmät, joita ei ole havaittu tässä kartoituksessa tai pilottiseurannassa (klooribentseenit, klooratut hiilivedyt, aromaattiset hiilivedyt) tai yhteispohjoismaisessa kartoituksessa (bronopoli, resorsinoli) (Dye ym. 2007) tai joiden käyttö on kiellettyä ja havainnot mitättömiä laatunormiin verrattuna (vanhat torjunta-aineet HCH, HCB, HCBD). Kaloista seurataan edelleen valtakunnallisella tasolla POP-yhdisteitä (OCP, PCB, dioksiinit), raskasmetalleja ja uutena PBDE-yhdisteitä, jatkossa myös organotinayhdisteitä. Sedimenteistä tulee lisäksi kartoittaa seurantarpeen arvioimiseksi ftalaatteja ja PAH-yhdisteitä.

Valtakunnallisten seurantojen paikat eivät sijaitse päästölähteiden välittömässä läheisyydessä, joten aineiden "havaitsemattomuus" niissä ei välttämättä takaa, ettei tilanne voisi olla toinen lähellä päästölähteitä. Valtakunnallisen seurannan rinnalla tulisi velvoitetarkkailuohjelmien suunnittelun yhteydessä arvioida, missä määrin niihin on tarvetta sisällyttää prioriteettiaineiden tarkkailua (esim. Karhu ym. 2004).






## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Projektissa kartoitettiin Euroopan yhteisön vesipuitedirektiivissä priorisoituja kuluttaja- ja teollisuuskäytössä olevia aineita kymmenen kaupungin yhdyskuntajätevesien puhdistamoilta lähtevässä jätevedessä, lietteessä sekä puhdistamojen alapuolisen vesiympäristön vedestä, sedimenteistä ja kaloista. Tiedot tutkittavien aineiden pitoisuuksista vesistöissä olivat puutteellisia tai olemattomia ennen kartoitusta. Aineiden päästölähteiden selvittämiseksi oli tärkeätä tutkia pitoisuuksia myös puhdistamoilta lähtevästä vedestä ja lietteestä. Näytteitä kerättiin kymmeneltä puhdistamolta, 1-5 kertainäytettä. Tulokset olivat rohkaisevia; 17 aineella korkein havainto oli alle kymmenen prosenttia pintaveden laatuunormista (VOC-yhdisteitä ja käytöstä poistettuja POP-yhdisteitä) (kuva 18). Laatuunormi ylittyi lähinnä ftalaatilla (DEHP) ja alkyylifenoleilla (nonyylifenolietoksyylaatti, NPE, 4-tert-oktyylifenoli, OP ja 4-n-nonyylifenoli, NP). Mono- ja dibutyylitinaa löytyi myös kaikissa tutkituissa kohteissa. Jätevedestä ei mitattu PAH- ja PBDE-yhdisteitä.

Vesistöjen aineprofiili noudatteli samaa linjaa kuin havainnot jätevesistä. Pintavesinäytteistä löytyi mm. pesuaineissa ja maaleissa käytettyjä nonyyllifenolietoksylaatteja. Etoksylaatteja oli enimmillään lähes saman verran kuin nonyylliryhmälle asetettu laatuunormi (0,3 µg/l). Myrkyllisempää hajoamistuotetta nonyyllifenolia tai oktyylifenolia ei sen sijaan havaittu. Vain harvoja muita aineita havaittiin, mm. kloroformia ja 1,2-dikloorietaania alle 1 µg/l. Klassisia, jo käytöstä poistettuja torjunta-aineita

YHDISTERYHMÄ	Jätevesi	Pintavesi	Liete	Sedimentti	Hauki	ONGELMAT
Organotinat TBT/TPT	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	löytyy usein, havainnot ja DL > EQS
Bromatut PBDE	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	hankala vedestä, diffuusit lähteet
PAH-yhdisteet	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	hankala vedestä, diffuusit lähteet
NP, NPE, OP	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	vaikea kvantifioida, diffuusit lähteet
Ftalaatit	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	kontaminaatioherkkä, diffuusit lähteet
VOC: haihtuvat klooratut ja aromaattiset	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	analysoitava välittömästi
OC pestisidit/ HCB, HCHt, HCBd	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	pysyviä, kiellettyjä, löytyy vielä
klooriparafiinit SCCP	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	vaikea kvantifioida, vähän analysoitu
Kloorifenolit	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	
TCMTB	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	
Bronopoli&resorsinoli	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	RISKI	

RISKI		Riskitasolla, havaittu useista kohteista
EPÄVARMA		Epävarma; havaittu joissakin kohteissa tai tulkinta vaikeaa
EI RISKIÄ		Havaittu, mutta riski epätodennäköinen
EI HAVAITTU		Ei havaittu näillä paikoilla
EI ANALYSOITU		Matriisi ei optimaalinen: vesi/rasva/partikkelihakuisuus tai määrittäjä >EQS

Kuva 18. Yhteenveto VPD:n haitallisten aineiden riskeistä VESKA I kartoituksen perusteella.

kuten HCB, lindaani ja a-HCH sekä HCBD havaittiin erittäin pieniä määriä (<1 ng/l). Pintavesistä ei mitattu organotinayhdisteitä, ftalaaatteja, PBDE- eikä PAH-yhdisteitä.

Lietteistä ja pohjasedimenteistä löydettiin useita aineita, joiden pitoisuudet ylittivät tai olivat lähellä arvioituja haitattomia pitoisuustasoja. Näitä aineryhmiä olivat erityisesti orgaaniset tinayhdisteet. Muita jatkotutkimuksiin nousevia ryhmiä ovat ainakin PAH-yhdisteet, ftalaatit, bromatut difenyylietterit ja mahdollisesti klooribentseenit. Kaloissa vain orgaaniset tinayhdisteet (TBT ja TPhT) ylittivät arvioidun haitattoman pitoisuustason.

Puutteellisten myrkyllisyystietojen vuoksi virallisia ympäristölaatuunormeja ei ole asetettu eliöissä ja sedimenteissä oleville haitallisille ja vaarallisille aineille (poikkeuksena Hg, HCB ja HCBD). Kertyvien aineiden pitoisuuksien seuranta sedimentistä ja eliöistä on kuitenkin erittäin tärkeää. Niistä mitattujen tulosten avulla voidaan saada luotettavampi kokonaiskuva etenkin rasvaliukoisista, huonosti veteen liukenevista ja orgaaniseen aineeseen sitoutuvista yhdisteistä kuin pelkästään vesinäytteistä tehtyjen analyysien perusteella. Eliöseurannan ongelmana on vertailukelpoisuuden saavuttaminen eri puolilla Eurooppaa.

Vaikka analytiikkaa on saatavilla kaikille tällä hetkellä listoilla oleville aineille, ongelmia on pienissä pitoisuuksissa (määritysraja on korkeampi kuin laatuunormi), analysointi vesifaasista on ongelmallista johtuen aineiden niukkaliukoisuudesta (mm. eräät PAH, PBDE) tai standardimenetelmä puuttuu (klooriparafiinit). On kuitenkin selvää, että useimmista kemikaaleista on liian vähän mittaustietoa ympäristöstä kunnollisten riskinarvioiden tekemiseksi ja toimenpiteiden tarkentamiseksi. Joka tapauksessa Euroopassa on panostettava lähivuosina entistä voimakkaammin analyttisten määritysmenetelmien, myrkyllisyyden testausmenetelmien ja laadunvarmistuksen kehittämiseen. Tällä sektorilla on valmistunut useita EUn kuudennen puiteohjelman tutkimushankkeita (NORMAN, SWIFT, EAQC-WISE, SOCOPSE, SCORE-PP; linkit lähdeluettelossa), pohjoismaisia kartoituksia (mm. Hansen & Lassen 2008) ja on meneillään eräitä Itämeren suojeluohjelmaa tukevia hankkeita (mm. COHIBA).

Lähes kaikille VPD:n haitallisille aineille on saatavissa analytiikkaa Suomessa, mutta kokemusta niiden luotettavasta mittaamisesta laatuunormien tasolla on vielä vähän. Riskianalyysin perusteella orgaaniset tinayhdisteet ovat selkeästi ongelmallisinta aineryhmä. Tässä on tarve sekä tutkimuksille, seurannalle että toimenpiteille.

Monen aineryhmän samanaikainen kartoitus sopii huonosti teollisuus- ja kuluttajakemikaaleille, sillä niillä on lukuisia, huonosti tunnettuja lähteitä ja ne esiintyvät eri matriiseissa. Sedimentistä ja eliöstöstä on luotettavampaa ja kustannustehokkaampaa määrittää kiintoaineeseen sitoutuvia ja kertyviä aineita kuin pintavedestä. Tämän vuoksi näitä aineita olisi järkevä seurata ja kartoittaa näistä matriiseista. Sedimentti-profiileilla voidaan lisäksi selvittää aineen kuormitushistoriaa, ja siten arvioida onko tarvetta seurata jatkossa.

Lähtevän jäteveden pitoisuusmittaus ja laskennallinen pitoisuus vesistössä olisi kustannustehokasta seurannan kohdentamisessa, mutta tällaista vaihtoehtoa ei ole selkeästi annettu VPD:ssä. Toisaalta EU:n päästörekkisteriä koskeva ns. PRTR-asetus (EY 2006) aiheuttaa päästöjen arviointivelvoitteen ohessa mittausvelvoitteita suurimmille laitoksille ja puhdistamoille. Myös kansallisen kemikaaliohjelman ehdotuksissa painotetaan altistumistiedon ja seurannan yhteydessä erityisesti jätevedenpuhdistamojen ja kaatopaikkojen haitallisten aineiden kartoittamista. Seurannan suunnittelu varten tarvitaan tietoja prioriteettiaineiden päästölähteistä.

On myös muistettava, että VPD:n haitallisten aineiden lista on vain osa mahdollisista haitta-aineista kullakin yksittäisellä paikalla. Ainelista on muotoutunut kompromissina vaillinaisen seurantatiedon ja mallinnuksen pohjalta. Tämän tutkimuksen kaltaisia kartoituksia on tarkoitus tehdä myös jatkossa, jotta seurantatutkimuksiin voidaan valita ympäristön kannalta merkittävimmät aineet. Esimerkiksi VPD:n ainelistan päivityksessä on seurantaan nousemassa useita pysyviä ja kertyviä aineita sekä eräitä lääkeaineita.

## KIITOKSET

Kiitokset kaikille näytteenottoon sekä laboratorioanalyysiin osallistuneille, joita ilman projekti ei olisi ollut mahdollinen.

## LYHENTEET JA KÄSITTEET

AVL	Asukasvastineluku
DAD	Diodirividetektori
DL	Määrittäysraja, detection tai determination limit
DBT	Dibutyylitina
DPHT	Difenyylitina
EPER	Euroopan päästörekisteri, European Pollutant Emission Register
EPA	Environmental Protection Agency
EQS	Ympäristölaatu normi, Environmental quality standard
EU-RAR	EU:n riskinarviointiraportti, EU Risk Assessment Report
FL (FI)	Fuoresenssidetektori
GC	Kaasukromatografi
HPLC	Korkean erotuskyvyn nestekromatografi, High Performance Liquid Chromatography
	HRMS
k.a.	Kuiva-aine
KETU	Kemikaalien tuoterekisteri
LC	Nestekromatografi
MCPA	2-metyyli-4-kloori-fenoksietikkahappo
MBT	Monobutyylitina
MPhT	Monofenyylitina
MR	määrittäysraja
N	Ympäristölle vaarallinen
n	Kokonaislukumäärä
n <sub>hav</sub>	Kokonaislukumäärä näytteitä, joissa havaintoja
OCP	Organoklooripestisidit
PAH	Polyaromaattiset hiilivedyt
PBDE	polybromatut difenyleetterit
PBT	Persistent, Bioaccumulative and Toxic; pysyvä, biologisesti kertyvä ja myrkyllinen
PEC	predicted environmental concentration
PFAS	Perfluoratut alkyylaineet (perfluorinated alkylated substances)
PNEC	predicted no effect concentration
POP	Pysyvät orgaaniset pilaajat (persistent organic pollutants)
PRTR	Päästörekisteri, Pollutant Release and Transfer Register
R50	Erittäin myrkyllistä vesieliöille
R51	Myrkyllistä vesieliöille
R52	Haitallista vesieliöille
R53	Voi aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia vesiympäristössä
RA	Riskinarvio
TBT	Tributyylitina
t.p.	Tuorepaino
TPhT	Trifenyylitina
TEF	Toksisuusekvivalenttikerroin
TEQ	Toksisuusekvivalentti
VOC	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, volatile organic compounds
VPD	Vesipuitteidirektiivi, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista
YK	Yhdistyneet kansakunnat

## LÄHDELUETTELO

- Aalto, J. 1992. Selvitys yhdyskuntien jätevedenpuhdistamolietteidien haitallisista orgaanisista yhdisteistä. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 358. 159 s.
- Braaten, B., Berge, J., Berglund, L. & Bakken, T. 1996. Occurrence of phthalates and organotins in sediments and water in Norway. NIVA Report SNO 3552-96. 45 s.
- CEPA (Canadian Environmental Protection Act) 1993. Priority Substances List Assessment Report: Pentachlorobenzene. Government of Canada. 32 s. ISBN 0-662-21064-6. Saatavilla internetissä [http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/submissions/AnnexE\\_2007/Pentachlorobenzene%20Canada%20info2.pdf](http://www.pops.int/documents/meetings/poprc/submissions/AnnexE_2007/Pentachlorobenzene%20Canada%20info2.pdf)
- COHIBA. Control of hazardous substances in the Baltic Sea region. <http://www.cohiba-project.net/>.
- Darnerud, P. 2003. Screening av alkylfenoler – särskilt oktylfenol. Naturvårdsverket. Redovisning från nationell miljöövervakning. Kontakt nr. 219 0105. 19.6.2002. 7 s. Saatavilla internetissä: [http://www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/alkylfenoler.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/alkylfenoler.pdf)
- Dye, C., Schlabach, M., Green, J., Remberger, M., Kaj, L., Palm-Cousins, A. & Brorström-Lundén, E. 2007. Bronopol, Resorcinol, m-Cresol and Triclosan in the Nordic Environment. Nordic Council of Ministers, Denmark. TemaNord 2007:585. 81 s. ISBN 978-92-893-1573-9. Saatavilla internetissä: <http://nordicscreening.org/>.
- EAQC-WISE, European Analytical Quality Control in support of WFD via the Water Information System for Europe, <http://www.eaqc-wise.net/>. [Viitattu 2.9.2009]
- EU-RAR 1999. European Union Risk Assessment Report on alkanes, C10-13, chloro. Final report, 1999. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EU-RAR 2000. European Union Risk Assessment Report on diphenylether, pentabromo derivative. Final report, 2000. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EU-RAR 2001. European Union Risk Assessment Report on bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP). Consolidated Final Report: September 2001. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EU-RAR 2002. European Union Risk Assessment Report on 4-nonylphenol (branched) and nonylphenol. Final report, 2002. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EU-RAR 2003a. European Union Risk Assessment Report on 1,2,4-trichlorobenzene, Vol. 26. Publication EUR 20540 EN. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EU-RAR 2003b. European Union Risk Assessment Report on Dibutyl phthalate. Final report 2003 with addendum 2004. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EU-RAR 2003c. European Union Risk Assessment Report on diphenylether, octabromo derivative. Final report, 2003. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EU-RAR 2005a. European Union Risk Assessment Report on alkanes, C14-17, chloro (MCCP). Final report, 2005. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EU-RAR 2005b Risk assessment report on pitch, coal tar. Draft 2005.
- EU-RAR 2007. European Union Risk Assessment Report on Benzyl butyl phthalate. Final report, 2007. Saatavilla internetissä: European chemical Substances Information System (ESIS): <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals>.
- EY 2006. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EY) N:o 166/2006 epäpuhtauksien päästöjä ja siirtoja koskevan eurooppalaisen rekisterin perustamisesta ja neuvoston direktiivien 91/689/ETY ja 96/61/EY muuttamisesta. Saatavilla internetissä: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:033:0001:0017:FI:PDF>.
- Fausser, P., Sørensen, P. B., Carlsen, L. & Vikelsøe, J. 2001. Phthalates, nonylphenols and LAS in Roskilde wastewater treatment plant. Ministry of Environment and Energy National Environmental Research Institute, Roskilde. NERI Technical report No. 354. 105 s. ISBN 87-7772-613-8. Saatavilla internetissä: [http://www2.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/fr354.pdf](http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/fr354.pdf).
- Finnlund, M. 2004. Uudenmaan alueellinen jätesuunnitelma: Seuranta ja tarkistusraportti. Uudenmaan ympäristökeskuksen monisteita 150. 53 s.
- Fjeld, E., Schlabach, M., Berge, J.A., Eggen, T., Snilsberg, P., Källberg, K., Rognerud, S., Enge, E.K., Borgen, A. & Gundersen, H. 2004. Kartlegning av utvalgte nye organiske miljøgifter – bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og triclosan. NIVA rapport 4809-2004.
- Forsgren, A. & Persson, J. 2004. Framtagning av mer information om kemiska ämnen eventuellt aktuella för screening 2005. WSP Environmental. Uppdragsnr. 10050974.
- Fromme, H., Küchler, T., Otto, T., Pilz, K., Müller, J. & Wenzel A. 2002. Occurrence of phthalates and bisphenol A and F in the environment. Water Research 36(6): 1429-1438.

- Hansen, A. B. & Lassen, P. 2008. Screening of phenolic substances in the Nordic environments. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. TemaNord 2008:530. ISBN 978-92-893-1681-1. Saatavilla internetissä: [http://www.norden.org/da/publikationer/publikationer/2008-530/at\\_download/publicationfile](http://www.norden.org/da/publikationer/publikationer/2008-530/at_download/publicationfile)
- Helin, M.-L. 2005. Teollisuusjätevesitarkkailu Espoossa 2004. 5 s. + liitteet. Espoon Vesi.
- Holopainen, A.-L. & Ruuska, M. 2003. Pielisjoen ja Pyhäselän vedenlaatu. Teoksessa: Hannu Huuskonen (toim.). Pielisjoen ja Pyhäselän velvoitetarkkailu 1982-2002. Karjalan tutkimuslaitoksen raportteja. Raportti 4/2003. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitos. s. 5-41. ISBN 952-458-415-8. Saatavilla internetissä: <http://www.joensuu.fi/eti/tarkkailuraportti2003.pdf>.
- Hämeen ympäristökeskus. 2005. Hämeen ympäristökeskuksen päätös Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n Kujalan jätekeskuksen ympäristöluvasta 8.7.2005. Dnro HAM-2004-Y-118-111. 104 s.
- Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2001. Itä-Suomen ympäristölupaviraston päätös Joensuun Kuhasalon jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 7.2.2001. Dnro 2000/83 (YL). 30 s.
- Itä-Suomen ympäristölupavirasto. 2003. Itä-Suomen ympäristölupaviraston päätös Jyväskylän Nenäniemen jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 28.10.2003. Dnro ISY-2002-Y-246. 44 s. + liite.
- Itä-Uudenmaan jätehuolto Oy. 2005. Itä-Uudenmaan Jätehuolto Oy:n vuosikertomus 2004. 28 s. Saatavilla internetissä: <http://www.ita-uudenmaanjatehuolto.fi/Upload/Vuosikertomukset/VUOSKARI04.pdf>.
- Jaala, E. & Mankki, J. 2005. Hamina-Kotka-Pyhtää merialueen yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2004. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu 134/2005. 41 s. + liitteet. Saatavilla internetissä: <http://www.kymijoenvesijaymparisto.fi/julk134.pdf>.
- Jantunen, M. 2004. Rakkolanjoen ja Haapajarven velvoitetarkkailujen yhteenveto vuodelta 2003. 8 s. + liitteet. Saimaanjoen vesiensuojeluyhdistys ry.
- Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2003. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen päätös Lappeenrannan Toikansuon kaatopaikan ympäristöluvasta 26.6.2003. Dnro KAS-2003-Y-631-111. 30 s.
- Kaj, L. & Dusan, B. 2004. Screening av organiska miljögifter i fisk – HCBd och klorbensener. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. IVL rapport B1557. 12 s. Saatavilla internetissä [http://www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/B1557.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/B1557.pdf)
- Kaj, L. & Palm, A. 2004. Screening av hexaklorbutadien (HCBd) i miljön. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. IVL Rapport B1543. 14 s. Saatavilla internetissä [http://www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/B1543.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/B1543.pdf).
- Kangas, A. 2004. Jätevedenpuhdistamojen toiminta ja toteutukset. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, Helsinki. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja Nro 15. 161 s.
- Karhu, E., Gustafsson, J., Korhonen, H., Londesborough, S., Mannio, J., Pilke, A., Ruoppa, M., Saarinen, K., Salonen, H., Silvo, K., Vuoristo, H. 2004. Haitallisten aineiden velvoitetarkkailun kehittäminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 311. 86 s. ISBN 952-11-1898-9.
- Karvosenoja, N. 2004. Puun pienpoltto päästöinventareissa. Ympäristö ja terveys 35(4): 36-34
- Keski-Suomen ympäristökeskus. 2005. Keski-Suomen ympäristökeskuksen päätös Mustankorkea Oy:n jätteenkäsittelykeskuksen ympäristöluvasta 10.6.2005. Dnro KSU-2003-Y-243/121. 82 s. + liite.
- KETU. Kemikaalien tuoterekisteri. Rekisteriä ylläpitää Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto (Valvira). ([www.ketu.fi/juke/juke.nsf/start](http://www.ketu.fi/juke/juke.nsf/start))
- Kirkegaard, A., Bignert, A., Sellström, U., Olsson, M., Asplund, L., Jansson, B. & de Wit, C.A. 2004. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and their methoxylated derivatives in pike from Swedish waters with emphasis on temporal trends, 1967–2000. Environmental pollution 130(2):187–198.
- Koskinen, P., Silvo, K., Mehtonen, J., Ruoppa, M., Hyytiä, H., Silander, S. & Sokka, L. 2005. Esiselvitys tiettyjen haitallisten aineiden päästöistä. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 810. 84 s. ISBN 952-11-2135.
- Lahden tutkimuslaboratorio 2004. Ulkoilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet Lahdessa ja Heinolassa. 54 s. ISBN 951-849-570-X.
- Lepper 2002. Towards the Derivation of Quality Standards for Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive. Final Report of the Study Contract No. B4-3040/2000/30637/MAR/E1: Identification of quality standards for priority substances in the field of water policy. Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology. 124 s. Saatavilla internetissä: <http://www.wrrl-info.de/docs/qs-final-report040902.pdf>
- Londesborough, S. 2003. Proposal for a Selection of National Priority Substances – Fulfilling the Requirements Set by the Dangerous Substances Directive (76/464/EEC) and Water Framework Directive (2000/60/EC). Finnish Environment Institute, Helsinki. The Finnish Environment 622. 80 s. ISBN 952-11-1386-3. Saatavilla internetissä: <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=15659&lan=en>
- Londesborough, S. 2005. Proposal for Environmental Water Quality Standards in Finland. Finnish Environment Institute, Helsinki. The Finnish Environment 749. 177s. Saatavilla internetissä: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=38477&lan=en>
- Lounais-Suomen ympäristökeskus. 2005. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen päätös Porin Jätehuollon Hangassuon kaatopaikan ympäristöluvasta 30.11.2005. Dnro LOS-2004-Y-1054-121. 44 s.
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 2004a. Länsi-Suomen ympäristölupaviraston päätös Hyvinkään Kaltevan jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 23.11.2004. Dnro LSY-2003-Y-392. 33 s.
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 2004b. Länsi-Suomen ympäristölupaviraston päätös Helsingin Viikinmäen jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 18.10.2004. Dnro LSY-2003-Y-380. 52 s.



- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 2004c. Länsi-Suomen ympäristölupaviraston päätös Porin Veden Luotsinmäen jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 22.6.2004. Dnro LSY-2002-Y-338. 49 s. + liite
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 2004d. Länsi-Suomen ympäristölupaviraston päätös Porin Veden Pihlavan jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 22.6.2004. Dnro LSY-2002-Y-339. 35 s. + liite
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 2007. Länsi-Suomen ympäristölupaviraston päätös Espoon Veden Suomenojan jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 27.6.2007. Dnro LSY-2006-Y-368. 40 s.
- Mannio J, Siimes K & Gustafsson J. 2007. Environmental monitoring of pesticides in Finland. Julkaisussa: Establishing a Nordic Pesticide Monitoring Network. TemaNord 2007:514. S. 41-49. Saatavilla internetissä: [www.norden.org/pub/sk/showpub.asp?pubnr=2007:514](http://www.norden.org/pub/sk/showpub.asp?pubnr=2007:514)
- Marttinen, S., Jokela, J., Rintala, J. & Kettunen R. 2000. Jätteiden hajoaminen kaatopaikalla sekä kaatopaikkavesien muodostuminen, ominaisuudet ja käsittely. Kirjallisuuskatsaus. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 75 s. Saatavilla internetissä: <http://www.jly.fi/katsaus2.pdf>.
- McCulloch, A. 2003. Chloroform in the environment: occurrence, sources, sinks and effects. *Chemosphere* 50(10):1291-1308.
- Nakari, T., Nuutinen, J., Pehkonen, R. & Järvinen, O. 2004. Sisä- ja rannikkovesien ympäristömyrkköjen seuranta v. 2000-2003. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 298. 35 s. ISBN 952-11-1614-5.
- Nakari, T., Suortti, A-M. & Järvinen, O. 2002. Sisä- ja rannikkovesien ympäristömyrkköjen seuranta v. 1997-1999. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen moniste 271. 64 s. ISBN 952-11-1323-5.
- Nesgård, B. & Lima-Charles, M. 1998. Kilder til organiske miljøgifter i kommunalt avløpsvann – Bidrag fra hu-sholdninger. SFT rapport 98:23. 46 s.
- Nikunen E. & Leinonen R. 2002. Ympäristölle vaaralliset kemikaalit – riskinarviointi ja luokitus. Kemianteollisuus ry. Hakapaino Oy. 142 s. ISBN 952-9597-52-5.
- NORMAN. Network for Reference Laboratories for Monitoring of Emerging Pollutants. [http://www.norman-network.com/index\\_php.php](http://www.norman-network.com/index_php.php).
- Ojanen, P. 2005. Kemiallisen metsäteollisuuden prioriteetti- ja haitallisten aineiden päästöjen kartoitus ja seuranta. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 376. 60 s. ISBN 952-11-1938-1.
- Oravainen, R. 2005. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 2004. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu No 524. 58 s. + liitteet.
- OSPAR 2006. OSPAR background document on phthalates. Update, 2006. OSPAR Commission. Hazardous Substances Series 270/2006. 81 s. ISBN 1-905859-04-X. Saatavilla internetissä: [http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/P00270\\_BD%20on%20phthalates%20\\_2006%20version\\_.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/P00270_BD%20on%20phthalates%20_2006%20version_.pdf)
- Palm, A., Sternbeck, J., Remberger, M., Kaj, L. & Brorström-Lunden, E. 2002. Screening av pentaklorfenol (PCP) i miljön. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. IVL rapport B1474. 58 s. Saatavilla internetissä: [http://www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/B1474.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/B1474.pdf).
- Palomäki, A. 2003. Äänekoski-Vaajakoski –vesireitin yhteistarkkailu vuonna 2002 – Vesistö tarkkailu. Jyväskylän yliopisto, Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 34/2003. 19 s. + liitteet.
- Palomäki, A. & Hynynen, J. 2004. Pohjois-Päijänteen yhteistarkkailu vuonna 2003 – Vesistö tarkkailu. Jyväskylän yliopisto, Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 102/2004. 24 s. + liitteet.
- Paxéus, N. 1996. Organic pollutants in the effluents of large wastewater treatment plants in Sweden. *Water Research* 30(5): 1115-1122.
- Pellikka, K. (toim.) 2004. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 2003. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 1/2004. 86 s. + liitteet.
- Perälä, H. 2005. Tampereen seudun yhteistarkkailu – Vuosiyhteenveto vuodelta 2005. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. 96 s. + liitteet.
- Pesonen, L., Norha, T., Rinne, I., Varmo, R. & Viljamaa, H. 1993. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1992. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 9/1993. 103 s.
- Pienimäki, M., Hilli, T. & Ylitulkila, S. 2005. Oulun edustan vesistö tarkkailu v. 2004. PSV – Maa ja Vesi. 40 s. + liitteet.
- Pienimäki, M. & Virta, P. 2006. Kemin edustan velvoitetarkkailu v. 2005 – Vesistö tarkkailu. Pöyry Environment Oy. 25 s. + liitteet.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 2003. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen päätös Oulun Jätehuollon Ruskon jätekeskuksen ympäristöluvasta 13.11.2003. Dnro 1195Y0126-121. 38 s.
- Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto. 2004. Pohjois-Suomen ympäristölupaviraston päätös Oulun Veden Taskilan jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 30.7.2004. Dnro PSY-2003-Y-22. 52 s. + liitteet.
- Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto. 2006. Pohjois-Suomen ympäristölupaviraston päätös Kemin Veden Peurasaaren jätevedenpuhdistamon ympäristöluvasta 24.11.2006. Dnro PSY-2005-Y-183. 39 s. + liitteet.
- Ranta, E. & Jokinen, O. 2005. Lohjanjärven pistekuormittajien yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2004. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Julkaisu 155. 36 s. + liitteet.
- Rodhe, J. 2005. Litteraturstudie av prioriterade ämnen. Information om prioriterade ämnen listade i bilaga 10 till ramdirektivet för vatten. EnviroPlanning AB, Göteborg. Uppdragsnr 1003-02. 186 s.
- Schlabach, M., Mariussen, E., Borgen, A., Dye, C., Enge, E-K., Steinnes, E., Green, N. & Mohn, H. 2002. Kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte parafiner. Norsk institutt for luftforskning (NILU). NILU rapport 62/2002. 69 s. ISBN 82-425-1411-9. Saatavilla internetissä: <http://www.nilu.no/data/inc/leverfil.cfm?id=4580&type=6>.

- SOCOPSE. Source Control of Priority Substances in Europe. <http://www.socopse.se>.
- Sternbeck, J., Brorström-Lundén, E., Remberger, M., Kaj, L., Palm, A., Junedahl, E. & Cato, I. 2003. WFD Priority substances from Stockholm and Svealand coastal region. IVL Swedish Environmental Research Institute. IVL report B1538. 82 s. Saatavilla internetissä: <http://www.ivl.se/download/18.360ad56117c51a2d30800072764/B1538.pdf>.
- Sternbeck, J., Kaj, L., Remberger, M., Palm, A., Junedahl, E., Bignert, A., Haglund, P., Lindkvist, K., Adolfsson-Erici, M., Nylund, K. & Asplund, L. 2004. Organiska miljögifter i fisk från svenska bakgrundslokaler. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. IVL rapport B1576. 47 s. Saatavilla internetissä <http://www3.ivl.se/rappporter/pdf/B1576.pdf>.
- STM 2005. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus vaarallisten aineiden luettelosta 509/2005. Saatavilla internetissä: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050509>.
- Svensson, A. 2002. Miljögifter i avloppsslam – en studie omfattande 19 reningsverk i Västra Götaland. Länsstyrelsen Västra Götaland. Rapport 2002:39. 47 s. Saatavilla internetissä: <http://www.lansstyrelsen.se/NR/rdonlyres/5974413C-A56F-4791-B5C7-616FC8D568CE/35905/rapport200239.pdf>.
- SWIFT-WFD. Screening methods for Water data Information in support of Water Framework Directive. <http://www.swift-wfd.com>.
- SYKE 2005. Päästö tietojen tuottamismenetelmät – energiantuotanto. Ympäristöhallinto – Energian tuottajat. Suomen ympäristö. Päivitetty 6.10.2005. 103 s. Saatavilla internetissä: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=186377&lan=FI>.
- Thomas Öberg Konsult AB. 2003. Ämnen enligt vattendirektivets lista i fisk från Väner och Vättern. Teoksessa Miljögifter i fisk 2001/2002. Vätternvårdsförbundet. Rapport nr 73. s. 6-46. ISSN 1102-3791. Saatavilla internetissä: <http://www.tomasoberg.com/pdf/miljogift.pdf>.
- Uudenmaan ympäristökeskus. 2007. Uudenmaan ympäristökeskuksen päätös Rosk'n Roll Oy:n Lohjan Munkkaan jätekeskuksen ympäristöluvasta 15.6.2007. Dnro UUS-2004-Y-909-111. 69 s.
- Vaajakorpi, H. & Erkkilä, H. 2006. Porvoon edustan merialueen yhteistarkkailu vuonna 2005. Osa A. Vedenlaatu- ja pohjaeläintutkimukset. Ramboll Finland Oy. 28 s. + liitteet.
- Vahtera, H., Muukkonen, P., Männynsalo, J. & Lahti, K. 2005. Vantaanjoen yhteistarkkailu - Vedenlaatu vuosina 2000-2004. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. Julkaisu 56/2005. 135 s.
- Vikelsø, J., Fauser, P., Sørensen, P. B. & Carlsen, L. 2001. Phthalates and nonylphenols in Roskilde Fjord - a field study and mathematical modelling of transport and fate in water and sediment. NERI technical report No. 339. 106 s.
- Vikman, M., Kapanen, A. & Itävaara, M. 2006. Orgaaniset haitta-aineet jätevesiliitteissä. Vesitalous 3/2006: 7-10.
- Virtanen, J. 2006. Puolmatkan yhdyskuntajätteen kaatopaikan ja maankaatopaikan pintavesi-, pohjavesi- ja kaasutarkkailun yhteenveto 2005. Suunnittelukeskus Oy. 13 s. + liitteet.
- WWF 2005. PBDE – Polybromatut difenyylietterit. Pdf. 2 s. [http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/factsheet\\_edited\\_pbdes\\_sept05\\_kaannos.pdf](http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/factsheet_edited_pbdes_sept05_kaannos.pdf)
- Vääränen, P. 2005. Porvoonjoen ja Palojoen vesistö tarkkailu vuonna 2004. Lahden tutkimuslaboratorio. 21 s. + liitteet.
- YM 2004. Sedimenttien ruoppaus ja läjitysohje. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöoppas117. 121 s. ISBN 952-11-1850-4. Saatavilla internetissä: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=27093&lan=fi>.
- YM 2005. Vesi ympäristölle haitalliset ja vaaralliset aineet pintavesissä. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön moniste 159. 202s. Saatavilla internetissä: <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=310706&lan=fi>.
- YM 2007. Orgaaniset tinayhdisteet Suomen vesialueilla. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön raportteja 11/2007. Ympäristöministeriön työryhmän mietintö. 85 s. ISBN 978-952-11-2663-5. Saatavilla internetissä: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=66393&lan=FI>.

## Liite I. Näytteenoton päivämäärät

	Jätevesi	Pintavesi	Liete	Sedimentti	Kala
Espoo	1/ 2005			19.8.2003	
Helsinki	23.4.2003	23.3.2004	23.6.2003	19.8.2003	10/2003
	23.6.2003	30.11.2004	11.8.2003		
	11.8.2003	8.12.2004	6.10.2003		
	6.10.2003	9.12.2004			
	17.1.2005	30.12.2004			
	8.3.2005	11.1.2004			
Hyvinkää	6.10.2003	16.3.2004	6.10.2003	29.6.2004	..
	18.1.2005	29.11.2004			
	7.3.2005	7.12.2004			
		10.1.2005			
Joensuu	22.10.2003	15.3.2004	22.10.2003	15.3.2004	..
Jyväskylä	1.7.2003	15.3.2004	1.7.2003	15.3.2004	9/2004
	19.8.2003		19.8.2003		
	20.10.2003		20.10.2003		
Kemi	22.10.2003	22.3.2004	22.10.2003	22.3.2004	9/2003
Kotka				14.11.2003	9/2003
Lahti	22.10.2003	16.3.2004	21.10.2003	29.6.2004	9/2003
	18.1.2005	29.11.2004			
	7.3.2005	7.12.2004			
		10.1.2005			
Lappeenranta	24.6.2003	15.3.2004	24.6.2003	15.3.2004	9/2003
	18.8.2003	29.11.2004	18.8.2003		
	7.10.2003	7.12.2004	7.10.2003		
	17.1.2005	10.1.2005			
	8.3.2005				
Lohja	21.10.2003	22.3.2004	21.10.2003	22.3.2004	9/2003
	8.3.2005	8.12.2004			
Oulu	1.7.2003	15.3.2004	1.7.2003	26.8.2003	10/2003
	19.8.2003		19.8.2003		
	20.10.2003		20.10.2003		
Pori		22.3.2004		19.8.2003	10/2003
Porvoo				18.8.2003	
Tampere	24.6.2003	22.3.2004	24.6.2003	8.9.2003	9/2003
	12.8.2003	29.11.2004	12.8.2003		
	7.10.2003	8.12.2004	7.10.2003		
	20.1.2005	10.1.2005			
Äänekoski (Vatia)				2.4.2004	9/2004

## Liite 2.Aine ja paikkakohtaiset tulokset

## SCCP

n = Näytteiden lukumäärä

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi µg/l			Pintavesi µg/l		Sedimentti µg/kg k.a.		Kala µg/kg t.p.		Liete mg/kg k.a.		
	C <sub>10-13</sub>	C <sub>14-17</sub>	n	C <sub>10-13</sub>	C <sub>14-17</sub>	C <sub>10-13</sub>	C <sub>14-17</sub>	C <sub>10-13</sub>	C <sub>14-17</sub>	C <sub>10-13</sub>	C <sub>14-17</sub>	n
Helsinki				-	-	-	-	-	-			
Tampere				-	-	-	-	-	-			
Lahti				-	-	-	-	-	-			
Kaikki	<0,10	<0,10	3							< 0,3	<0,3	3
Haitaton pitoisuustaso				0,4		998		16 600 / 60 870				

## VOC

Min = Määrittelyssä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisten analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittelyksen arvo

Max = Määrittelyssä saatu suurin arvo

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

I,2,3-trikloori- bentseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<20			I	-		-		-		-	
Helsinki					<0,05			I	<20			I	<20			I	-		-	
Hyvinkää					<0,05			I	<10			I	-		-		-		-	
Joensuu					<0,05			I	<20			I	-		-		-		-	
Jyväskylä					<0,05			I	<20			I	-		-		-		-	
Kemi					<0,05			I	<20			I	<20			I	-		-	
Kotka					-		-		<10			I	<20			I	-		-	
Lahti					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Lappeenranta					<0,05			I	<20			I	<20			I	-		-	
Lohja					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Oulu					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Pori					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Porvoo					-		-		<20			I	-		-		-		-	
Tampere					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Äänekoski					-		-		<20			I	-		-		-		-	
Kaikki	<0,05		0,08	28	<0,05			11	<10		<20	15	<20			9				
Haitaton pitoisuustaso							*								**					

\* = triklooribentseenien summalle = 0,4 µg/l

\*\* = triklooribentseenien summalle = 4000 / 3650 µg/kg t.p.

I,2,4-trikloori- bentseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<20			I	-		-		-		-	
Helsinki					<0,05			I	<20			I	<20			I	-		-	
Hyvinkää					<0,05			I	<10			I	-		-		-		-	
Joensuu					<0,05			I	<20			I	-		-		-		-	
Jyväskylä					<0,05			I	<20			I	-		-		-		-	
Kemi					<0,05			I	<20			I	<20			I	-		-	
Kotka					-		-		<10			I	<20			I	-		-	
Lahti					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Lappeenranta					<0,05			I	<20			I	<20			I	-		-	
Lohja					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Oulu					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Pori					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Porvoo					-		-		<20			I	-		-		-		-	
Tampere					<0,05			I	<10			I	<20			I	-		-	
Äänekoski					-		-		<20			I	-		-		-		-	
Kaikki	<0,05			28	<0,05			11	<10		<20	15	<20			9				
Haitaton pitoisuustaso							*								**					

\* = triklooribentseenit yhteensä = 0,4 µg/l

\*\* = triklooribentseenit yhteensä = 4000 / 3650 µg/kg t.p.

I,3,5-trikloori- bentseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<20		I		-		-		-		-	
Helsinki					<0,05		I		<20		I		<50		I		-		-	
Hyvinkää					<0,05		I		<10		I		-		-		-		-	
Joensuu					<0,05		I		<20		I		-		-		-		-	
Jyväskylä					<0,05		I		<20		I		-		-		-		-	
Kemi					<0,05		I		<20		I		<50		I		-		-	
Kotka					-		-		<10		I		<50		I		-		-	
Lahti					<0,05		I		<10		I		<50		I		-		-	
Lappeenranta					<0,05		I		<20		I		<50		I		-		-	
Lohja					<0,05		I		<10		I		<50		I		-		-	
Oulu					<0,05		I		<10		I		<50		I		-		-	
Pori					<0,05		I		<10		I		<50		I		-		-	
Porvoo					-		-		<20		I		-		-		-		-	
Tampere					<0,05		I		<10		I		<50		I		-		-	
Äänekoski					-		-		<20		I		-		-		-		-	
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,05</b>			<b>28</b>	<b>&lt;0,05</b>		<b>II</b>		<b>&lt;10</b>	<b>&lt;20</b>	<b>15</b>		<b>&lt;50</b>		<b>9</b>					
Haitaton pitoisuustaso							*								**					

\* = triklooribentseenit yhteensä = 0,4 µg/l

\*\* = triklooribentseenit yhteensä= 4000 / 3650 µg/kg t.p.

I,2-dikloori- bentseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<50		I		-		-		-		-	
Helsinki					<0,02		I		<50		I		<50		I		-		-	
Hyvinkää					<0,02		I		<20		I		-		-		-		-	
Joensuu					<0,03		I		<50		I		-		-		-		-	
Jyväskylä					<0,03		I		<50		I		-		-		-		-	
Kemi					<0,03		I		<50		I		<50		I		-		-	
Kotka					-		-		<20		I		<50		I		-		-	
Lahti					<0,02		I		<20		I		<50		I		-		-	
Lappeenranta					<0,02		I		<50		I		<50		I		-		-	
Lohja					<0,03		I		<20		I		<50		I		-		-	
Oulu					<0,03		I		<20		I		<50		I		-		-	
Pori					<0,03		I		<20		I		<50		I		-		-	
Porvoo					-		-		<50		I		-		-		-		-	
Tampere					<0,02		I		<20		I		<50		I		-		-	
Äänekoski					-		-		<50		I		-		-		-		-	
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,02</b>		<b>0,06</b>	<b>28</b>	<b>&lt;0,02</b>		<b>&lt;0,03</b>	<b>II</b>	<b>&lt;20</b>	<b>&lt;50</b>	<b>15</b>		<b>&lt;50</b>		<b>9</b>					
Haitaton pitoisuustaso							7,4 ja 0,3				260				40 000					

1,4-dikloori- bentseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<50			I	-		-		-		-	
Helsinki					<0,02			I	<50			I	<50			I	-		-	
Hyvinkää					<0,02			I	<20			I	-		-		-		-	
Joensuu					<0,03			I	<50			I	-		-		-		-	
Jyväskylä					<0,03			I	<50			I	-		-		-		-	
Kemi					<0,03			I	<50			I	<50			I	-		-	
Kotka					-		-		<20			I	<50			I	-		-	
Lahti					<0,02			I	<20			I	<50			I	-		-	
Lappeenranta					<0,02			I	<50			I	<50			I	-		-	
Lohja					<0,03			I	<20			I	<50			I	-		-	
Oulu					<0,03			I	<20			I	<50			I	-		-	
Pori					<0,03			I	<20			I	<50			I	-		-	
Porvoo					-		-		<50			I	-		-		-		-	
Tampere					<0,02			I	<20			I	<50			I	-		-	
Äänekoski					-		-		50			I	-		-		-		-	
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>0,11</b>	<b>0,24</b>	<b>28</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>II</b>		<b>&lt;20</b>	<b>50</b>	<b>15</b>		<b>&lt;50</b>		<b>9</b>					
Haitaton pitoisuustaso							20 ja 0,1				900				10 000					

1,2-dikloorietaani	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		-				-		-		-		-	
Helsinki					<0,1			I	-				-		-		-		-	
Hyvinkää					<0,1			I	-				-		-		-		-	
Joensuu					<0,12			I	-				-		-		-		-	
Jyväskylä					<0,12			I	-				-		-		-		-	
Kemi					<0,12			I	-				-		-		-		-	
Kotka					-		-		-				-		-		-		-	
Lahti					<0,1			I	-				-		-		-		-	
Lappeenranta					<0,1			I	-				-		-		-		-	
Lohja					<0,12			I	-				-		-		-		-	
Oulu					<0,12			I	-				-		-		-		-	
Pori					<0,12			I	-				-		-		-		-	
Porvoo					-		-		-				-		-		-		-	
Tampere					<0,1			I	-				-		-		-		-	
Äänekoski					-		-		-				-		-		-		-	
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,15</b>			<b>21</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,12</b>	<b>II</b>													
Haitaton pitoisuustaso							10 ja 0,3													

Dikloorimetaani	Puhdistettu jätevesi µg/l				Pintavesi µg/l				Sedimentti µg/kg k.a.				Kala µg/kg t.p.				Liete µg/kg k.a.			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		-				-				-			
Helsinki					<0,1			1		-				-				-		
Hyvinkää					<0,1			1		-				-				-		
Joensuu					<0,12			1		-				-				-		
Jyväskylä					<0,12			1		-				-				-		
Kemi					<0,12			1		-				-				-		
Kotka					-			-		-				-				-		
Lahti					<0,1			1		-				-				-		
Lappeenranta					<0,1			1		-				-				-		
Lohja					<0,12			1		-				-				-		
Oulu					<0,12			1		-				-				-		
Pori					<0,12			1		-				-				-		
Porvoo					-			-		-				-				-		
Tampere					<0,1			1		-				-				-		
Äänekoski					-			-		-				-				-		
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>1,60</b>	<b>5,50</b>	<b>28</b>	<b>&lt;0,1</b>		<b>&lt;0,12</b>	<b>11</b>												
Haitaton pitoisuustaso								20												

Klooribentseeni	Puhdistettu jätevesi µg/l				Pintavesi µg/l				Sedimentti µg/kg k.a.				Kala µg/kg t.p.				Liete µg/kg k.a.			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<20			1	-		-		-			
Helsinki					<0,05			1	<20			1	<20			1	-			
Hyvinkää					<0,05			1	20			1	-		-		-			
Joensuu					<0,12			1	<20			1	-		-		-			
Jyväskylä					<0,12			1	<20			1	-		-		-			
Kemi					<0,12			1	20			1	<20			1	-			
Kotka					-			-	<10			1	<20			1	-			
Lahti					<0,05			1	<10			1	<20			1	-			
Lappeenranta					<0,05			1	<20			1	<20			1	-			
Lohja					<0,12			1	<10			1	<20			1	-			
Oulu					<0,12			1	<10			1	<20			1	-			
Pori					<0,12			1	<10			1	<20			1	-			
Porvoo					-			-	<20			1	-		-		-			
Tampere					<0,05			1	<10			1	<20			1	-			
Äänekoski					-			-	<20			1	-		-		-			
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,05</b>			<b>28</b>	<b>&lt;0,05</b>		<b>&lt;0,12</b>	<b>11</b>	<b>&lt;10</b>		<b>20</b>	<b>15</b>	<b>&lt;20</b>		<b>9</b>					
Haitaton pitoisuustaso								9,3 ja 3				140				6000				



Kloroformi	Puhdistettu jätevesi µg/l				Pintavesi µg/l				Sedimentti µg/kg k.a.				Kala µg/kg t.p.				Liete µg/kg k.a.			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Paikkakunta																				
Espoo					-		-		<50			1	-		-		-		-	
Helsinki					0,14			1	<50			1	<20			1	-		-	
Hyvinkää					<0,05			1	<50			1	-		-		-		-	
Joensuu					<0,07			1	<50			1	-		-		-		-	
Jyväskylä					0,72			1	<50			1	-		-		-		-	
Kemi					0,16			1	<50			1	<20			1	-		-	
Kotka					-		-		<50			1	<20			1	-		-	
Lahti					0,20			1	<50			1	<20			1	-		-	
Lappeenranta					0,28			1	<50			1	<20			1	-		-	
Lohja					0,19			1	<50			1	<20			1	-		-	
Oulu					0,21			1	<50			1	<20			1	-		-	
Pori					<0,07			1	<50			1	<20			1	-		-	
Porvoo					-		-		<50			1	-		-		-		-	
Tampere					<0,05			1	<50			1	<20			1	-		-	
Äänekoski					-		-		<500			1	-		-		-		-	
Kaikki	<0,05	0,49	1,10	28	<0,05	0,27	0,72	11	<50			15	<20			9				
Haitaton pitoisuustaso							2,5					12 (t.p.) (~50 (k.a.))								

## Aromaattiset

Min = Määrittelyssä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisten analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittelyksen arvo

Max = Määrittelyssä saatu suurin arvo

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				-				-				-			
Helsinki					<0,05			I	-				-				-			
Hyvinkää					<0,05			I	-				-				-			
Joensuu					<0,05			I	-				-				-			
Jyväskylä					<0,05			I	-				-				-			
Kemi					<0,05			I	-				-				-			
Kotka					-			-	-				-				-			
Lahti					<0,05			I	-				-				-			
Lappeenranta					<0,05			I	-				-				-			
Lohja					<0,05			I	-				-				-			
Oulu					<0,05			I	-				-				-			
Pori					<0,05			I	-				-				-			
Porvoo					-			-	-				-				-			
Tampere					<0,05			I	-				-				-			
Äänekoski					-			-	-				-				-			
Kaikki	<0,05			28	<0,05			II												
Haitaton pitoisuustaso								10 ja I												

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-			-	<100			I	-				-			
Helsinki					<0,05			I	<100			I	<0,02			I	-			
Hyvinkää					<0,05			I	<10			I	-				-			
Joensuu					<0,10			I	<100			I	-				-			
Jyväskylä					<0,10			I	<100			I	<0,02			I	-			
Kemi					<0,10			I	<100			I	1,0			I	-			
Kotka					-			-	<10			I	<0,02			I	-			
Lahti					<0,05			I	<10			I	<0,02			I	-			
Lappeenranta					<0,05			I	<100			I	<0,02			I	-			
Lohja					<0,10			I	10			I	<0,02			I	-			
Oulu					<0,10			I	<10			I	<0,02			I	-			
Pori					<0,10			I	<10			I	<0,02			I	-			
Porvoo					-			-	<100			I	-				-			
Tampere					<0,05			I	30			I	<0,02			I	-			
Äänekoski					-			-	20			I	<0,02			I	-			
Kaikki	<0,05		<0,10	28	<0,05		<0,10	II	<10	20	30	15	<0,02		1,0	II				
Haitaton pitoisuustaso								2,4				2900					12300 / 80			900

## Kloorifenolit

Min = Määrittelyssä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisten analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittelyn arvo

Max = Määrittelyssä saatu suurin arvo

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

4-kloori-3-metyylifenoli	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				ng/l				mg/kg k.a.				µg/kg t.p.				mg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				<0,5			1	-							
Helsinki					<0,1				<0,5			1	-							
Hyvinkää					<0,1				<0,5			1	-							
Joensuu					<0,1				<0,5			1	-							
Jyväskylä					<0,1				<0,5			1	-							
Kemi					<0,1				<0,5			1	-							
Kotka					-				<0,5			1	-							
Lahti					<0,1				<0,5			1	-							
Lappeenranta					<0,1				<0,5			1	-							
Lohja					<0,1				<0,5			1	-							
Oulu					<0,1				<0,5			1	-							
Pori					<0,1				<0,5			1	-							
Porvoo					-				<0,5			1	-							
Tampere					<0,1				<0,5			1	-							
Äänekoski					-				<0,5			1	-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,1</b>			<b>21</b>	<b>&lt;0,1</b>			<b>11</b>	<b>&lt;0,5</b>			<b>15</b>								
Haitaton pitoisuustaso								<b>9000</b>				<b>0,04-1,0</b>								

Pentakloori-fenoli	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				mg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				<50			1	-							
Helsinki					<0,02				<50			1	-							
Hyvinkää					<0,02				<50			1	-							
Joensuu					<0,02				<50			1	-							
Jyväskylä					<0,02				<50			1	-							
Kemi					<0,02				<50			1	-							
Kotka					-				<50			1	-							
Lahti					<0,02				<50			1	-							
Lappeenranta					<0,02				<50			1	-							
Lohja					<0,02				<50			1	-							
Oulu					<0,02				<50			1	-							
Pori					<0,02				<50			1	-							
Porvoo					-				<50			1	-							
Tampere					<0,02				<50			1	-							
Äänekoski					-				<50			1	-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>21</b>	<b>&lt;0,02</b>			<b>11</b>	<b>&lt;50</b>			<b>15</b>								<b>1</b>
Haitaton pitoisuustaso								<b>400</b>				<b>119</b>								<b>1830 / 18 300</b>

## Akryylifenolit

Min = Määrittämissä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisten analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittämissä saatu arvo

Max = Määrittämissä saatu suurin arvo

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				mg/kg t.p.				mg/kg k.a.			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				-				-							
Helsinki					<0,20			1	-				-							
Hyvinkää					0,21			1	-				-							
Joensuu					0,31			1	-				-							
Jyväskylä					0,26			1	-				-							
Kemi					0,30			1	-				-							
Kotka					-				-				-							
Lahti					0,42			1	-				-							
Lappeenranta					0,32			1	-				-							
Lohja					0,20			1	-				-							
Oulu					0,26			1	-				-							
Pori					<0,20			1	-				-							
Porvoo					-				-				-							
Tampere					0,25			1	-				-							
Äänekoski					-				-				-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>0,65</b>	<b>1,60</b>	<b>21</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>0,28</b>	<b>0,42</b>	<b>11</b>									<b>3,7</b>	<b>21</b>	<b>58</b>	<b>20</b>
Haitaton pitoisuustaso						*				**				***						

\* = 4-n-nonyylifenoli + nonyyliifenolietoksyylaatti: TEQ = 0,33 µg/l  
 \*\* = 4-n-nonyylifenoli + nonyyliifenolietoksyylaatti: TEQ = 180 µg/kg k.a.  
 \*\*\* = 4-n-nonyylifenoli + nonyyliifenolietoksyylaatti: TEQ = 8,7 mg/kg t.m.

4-n-nonyyli-fenoli	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				mg/kg t.p.				mg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		-				-							
Helsinki					<0,2		I		-				-							
Hyvinkää					<0,2		I		-				-							
Joensuu					<0,2		I		-				-							
Jyväskylä					<0,2		I		-				-							
Kemi					<0,2		I		-				-							
Kotka					-		-		-				-							
Lahti					<0,2		I		-				-							
Lappeenranta					<0,2		I		-				-							
Lohja					<0,2		I		-				-							
Oulu					<0,2		I		-				-							
Pori					<0,2		I		-				-							
Porvoo					-		-		-				-							
Tampere					<0,2		I		-				-							
Äänekoski					-		-		-				-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>0,39</b>	<b>0,73</b>	<b>21</b>	<b>&lt;0,2</b>			<b>11</b>									<b>&lt;2</b>	<b>5,5</b>	<b>13</b>	<b>20</b>
Haitaton pitoisuustaso							*					**				***				

\* = 4-n-nonyylifenoli + nonyyliifenolietoksyylaatti: TEQ = 0,33 µg/l

\*\* = 4-n-nonyylifenoli + nonyyliifenolietoksyylaatti: TEQ = 180 µg/kg k.a.

\*\*\* = 4-n-nonyylifenoli + nonyyliifenolietoksyylaatti: TEQ = 8,7 mg/kg t.m.

4-tert-oktyyli-fenoli	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				mg/kg t.p.				mg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		-				-							
Helsinki					<0,2		I		-				-							
Hyvinkää					<0,2		I		-				-							
Joensuu					<0,2		I		-				-							
Jyväskylä					<0,2		I		-				-							
Kemi					<0,2		I		-				-							
Kotka					-		-		-				-							
Lahti					<0,2		I		-				-							
Lappeenranta					<0,2		I		-				-							
Lohja					<0,2		I		-				-							
Oulu					<0,2		I		-				-							
Pori					<0,2		I		-				-							
Porvoo					-		-		-				-							
Tampere					<0,2		I		-				-							
Äänekoski					-		-		-				-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>0,35</b>	<b>0,5</b>	<b>21</b>	<b>&lt;0,2</b>			<b>11</b>									<b>&lt;2</b>	<b>2,4</b>	<b>2,7</b>	<b>20</b>
Haitaton pitoisuustaso							0,1					34				10 / 8,7				

## OCP

Min = Määrittelyssä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisten analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittelyksen arvo

Max = Määrittelyssä saatu suurin arvo

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

Alfa-HCH	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete				
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.				
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	
Espoo					-		-		<10			1	-		-						
Helsinki					0,31			1	<10			1	<0,2			1					
Hyvinkää					0,07			1	<1			1	-		-						
Joensuu					0,10			1	<10			1	-		-						
Jyväskylä					0,08			1	<10			1	-		-						
Kemi					0,06			1	<10			1	<0,2			1					
Kotka					-		-		<1			1	<0,2			1					
Lahti					0,07			1	<1			1	<0,2			1					
Lappeenranta					0,04			1	<10			1	<0,2			1					
Lohja					0,07			1	<1			1	<0,2			1					
Oulu					0,09			1	<1			1	<0,2			1					
Pori					0,09			1	<1			1	<0,2			1					
Porvoo					-		-		<10			1	-		-						
Tampere					0,08			1	<1			1	<0,2			1					
Äänekoski					-		-		<10			1	-		-						
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>21</b>	<b>0,04</b>	<b>0,10</b>	<b>0,31</b>	<b>11</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;10</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>9</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>0,12</b>	<b>0,42</b>	<b>20</b>				
Haitaton pitoisuustaso							*				**				***						

\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 20 ng/l

\*\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 10,3 µg/kg k.a.

\*\*\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 60 µg/kg t.p.

Beta-HCH	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete				
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.				
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	
Espoo					-		-		<10			1	-		-						
Helsinki					<0,06			1	<10			1	<0,2			1					
Hyvinkää					<0,06			1	<5			1	-		-						
Joensuu					<0,06			1	<10			1	-		-						
Jyväskylä					<0,06			1	<10			1	-		-						
Kemi					<0,06			1	<10			1	<0,2			1					
Kotka					-		-		<5			1	<0,2			1					
Lahti					<0,06			1	<5			1	<0,2			1					
Lappeenranta					<0,06			1	<10			1	<0,2			1					
Lohja					<0,06			1	<5			1	<0,2			1					
Oulu					<0,06			1	<5			1	<0,2			1					
Pori					<0,06			1	<5			1	<0,2			1					
Porvoo					-		-		<10			1	-		-						
Tampere					<0,06			1	<5			1	<0,2			1					
Äänekoski					-		-		<10			1	-		-						
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,06</b>	<b>0,14</b>	<b>0,20</b>	<b>21</b>	<b>&lt;0,06</b>			<b>11</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;10</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,2</b>	<b>9</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>0,67</b>	<b>1,10</b>	<b>20</b>				
Haitaton pitoisuustaso								<b>20</b>			<b>10,3</b>				<b>33 / 61</b>						

\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 20 ng/l

\*\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 10,3 µg/kg k.a.

\*\*\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 60 µg/kg t.p.

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<10			1	-		-					
Helsinki					0,15			1	<10			1	0,67			1				
Hyvinkää					0,21			1	<1			1	-		-					
Joensuu					0,10			1	<10			1	-		-					
Jyväskylä					0,08			1	<10			1	-		-					
Kemi					0,04			1	<10			1	0,91			1				
Kotka					-		-		<1			1	0,42			1				
Lahti					0,23			1	<1			1	0,34			1				
Lappeenranta					0,70			1	<10			1	0,75			1				
Lohja					0,09			1	<1			1	0,22			1				
Oulu					0,11			1	<1			1	0,61			1				
Pori					0,17			1	<1			1	0,62			1				
Porvoo					-		-		<10			1	-		-					
Tampere					0,14			1	<1			1	0,81			1				
Äänekoski					-		-		<10			1	-		-					
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,04</b>	<b>2,3</b>	<b>6,5</b>	<b>21</b>	<b>0,04</b>	<b>0,18</b>	<b>0,70</b>	<b>11</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;10</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>0,22</b>	<b>0,59</b>	<b>0,91</b>	<b>9</b>	<b>0,02</b>	<b>1,6</b>	<b>4,6</b>	<b>20</b>
Haitaton pitoisuustaso					20				10,3				33 / 61							

\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 20 ng/l

\*\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 10,3 µg/kg k.a.

\*\*\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 60 µg/kg t.p.

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<10			1	-		-					
Helsinki					<0,06			1	<10			1	<0,2			1				
Hyvinkää					<0,06			1	<2			1	-		-					
Joensuu					<0,06			1	<10			1	-		-					
Jyväskylä					<0,06			1	<10			1	-		-					
Kemi					<0,06			1	<10			1	<0,2			1				
Kotka					-		-		<2			1	<0,2			1				
Lahti					<0,06			1	<2			1	<0,2			1				
Lappeenranta					<0,06			1	<10			1	<0,2			1				
Lohja					<0,06			1	<2			1	<0,2			1				
Oulu					<0,06			1	<2			1	<0,2			1				
Pori					<0,06			1	<2			1	<0,2			1				
Porvoo					-		-		<10			1	-		-					
Tampere					<0,06			1	<2			1	<0,2			1				
Äänekoski					-		-		<10			1	-		-					
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,06</b>	<b>0,29</b>	<b>0,46</b>	<b>21</b>	<b>&lt;0,06</b>			<b>11</b>	<b>&lt;2</b>	<b>&lt;10</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>&lt;0,2</b>			<b>9</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>0,18</b>	<b>0,30</b>	<b>20</b>
Haitaton pitoisuustaso					20				10,3				33 / 61							

\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 20 ng/l

\*\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 10,3 µg/kg k.a.

\*\*\* = Heksakloorisykloheksaani-isomeerit yhteensä = 60 µg/kg t.p.

Heksakloori- bentseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				<10				-							
Helsinki					0,11				<10				<0,2							
Hyvinkää					<0,08				<1				-							
Joensuu					<0,08				<10				-							
Jyväskylä					<0,08				<10				-							
Kemi					<0,08				<10				<0,2							
Kotka					-				<1				<0,2							
Lahti					<0,08				<1				<0,2							
Lappeenranta					<0,08				<10				<0,2							
Lohja					<0,08				<1				<0,2							
Oulu					<0,08				4				<0,2							
Pori					0,10				1				0,41							
Porvoo					-				<10				-							
Tampere					<0,08				1,1				<0,2							
Äänekoski					-				<10				-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,08</b>		<b>0,16</b>	<b>21</b>	<b>&lt;0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>11</b>	<b>&lt;1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,2</b>		<b>0,4</b>	<b>9</b>	<b>0,35</b>	<b>1,5</b>	<b>5,0</b>	<b>20</b>
Haitaton pitoisuustaso							<b>10</b>				<b>16,9</b>				<b>16,7 / 9,74</b>					

Heksakloori- butadieeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				-				-							
Helsinki					<0,04				-				<0,2							
Hyvinkää					<0,04				-				-							
Joensuu					<0,04				-				-							
Jyväskylä					<0,04				-				-							
Kemi					<0,04				-				<0,2							
Kotka					-				-				<0,2							
Lahti					<0,04				-				<0,2							
Lappeenranta					0,04				-				<0,2							
Lohja					<0,04				-				<0,2							
Oulu					<0,04				-				<0,2							
Pori					<0,04				-				<0,2							
Porvoo					-				-				-							
Tampere					<0,04				-				<0,2							
Äänekoski					-				-				-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,04</b>			<b>21</b>	<b>&lt;0,04</b>		<b>0,04</b>	<b>11</b>					<b>&lt;0,2</b>		<b>9</b>	<b>0,01</b>	<b>0,35</b>	<b>4,4</b>	<b>20</b>	
Haitaton pitoisuustaso							<b>100</b>				<b>493</b>				<b>55,3 / 12,2</b>					



Pentakloori- bentseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-		-		<10			1	-		-					
Helsinki					<0,04			1	<10			1	<0,2			1				
Hyvinkää					<0,04			1	<2			1	-		-					
Joensuu					<0,04			1	<10			1	-		-					
Jyväskylä					0,05			1	<10			1	-		-					
Kemi					<0,04			1	<10			1	<0,2			1				
Kotka					-		-		<2			1	<0,2			1				
Lahti					0,04			1	<2			1	<0,2			1				
Lappeenranta					0,05			1	<10			1	<0,2			1				
Lohja					<0,04			1	<2			1	<0,2			1				
Oulu					0,06			1	<2			1	<0,2			1				
Pori					<0,04			1	<2			1	<0,2			1				
Porvoo					-		-		<10			1	-		-					
Tampere					<0,04			1	<2			1	<0,2			1				
Äänekoski					-		-		<10			1	-		-					
Kaikki	<0,04	0,06	0,09	21	<0,04	0,05	0,06	11	<2	<10	15		<0,2			9	0,08	0,38	1,00	20
Haitaton pitoisuustaso								7				400				167 / 30-49				

## Ftalaatit

Min = Määrittämissä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisten analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittämissä saatu arvo

Max = Määrittämissä saatu suurin arvo

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

Di(2-etyyliheksyyli) ftalaatti	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.m.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				<50			I	-							
Helsinki					-				<50			I	<30							
Hyvinkää					-				1861			I	-							
Joensuu					-				130			I	-							
Jyväskylä					-				230			I	<30							
Kemi					-				470			I	<30							
Kotka					-				<50			I	<30							
Lahti					-				935			I	<30							
Lappeenranta					-				620			I	<30							
Lohja					-				262			I	<30							
Oulu					-				<50			I	40							
Pori					-				<50			I	30							
Porvoo					-				<50			I	-							
Tampere					-				643			I	<30							
Äänekoski					-				<50			I	<30							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;1</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>3</b>					<b>&lt;50</b>	<b>644</b>	<b>1861</b>	<b>15</b>	<b>&lt;30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>11</b>	<b>4500</b>	<b>6900</b>	<b>8500</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso								1,3				100 000				3200 / 2920				

Dibutyyliftalaatti	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.m.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				<50			I	-							
Helsinki					-				100			I	<30							
Hyvinkää					-				4000			I	-							
Joensuu					-				72			I	-							
Jyväskylä					-				600			I	<30							
Kemi					-				2500			I	<30							
Kotka					-				50			I	<30							
Lahti					-				4600			I	<30							
Lappeenranta					-				1200			I	<30							
Lohja					-				950			I	<30							
Oulu					-				<50			I	<30							
Pori					-				<50			I	<30							
Porvoo					-				<50			I	-							
Tampere					-				255			I	<30							
Äänekoski					-				<50			I	<30							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,3</b>		<b>0,5</b>	<b>3</b>					<b>&lt;50</b>	<b>1433</b>	<b>4600</b>	<b>15</b>	<b>&lt;30</b>			<b>11</b>	<b>&lt;50</b>	<b>343</b>	<b>410</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso								10				6300				3200 / 4000				

Bentsylibutyylifalaatti	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.m.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				<50	I			-	-						
Helsinki					-				<50	I			<30	I						
Hyvinkää					-				<50	I			-	-						
Joensuu					-				<50	I			-	-						
Jyväskylä					-				<50	I			<30	I						
Kemi					-				<50	I			<30	I						
Kotka					-				<50	I			90	I						
Lahti					-				<50	I			60	I						
Lappeenranta					-				<50	I			60	I						
Lohja					-				<50	I			<30	I						
Oulu					-				<50	I			30	I						
Pori					-				<50	I			<30	I						
Porvoo					-				<50	I			-	-						
Tampere					-				145	I			90	I						
Äänekoski					-				75	I			<30	I						
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,3</b>		<b>0,70</b>	<b>3</b>					<b>&lt;50</b>	<b>110</b>	<b>145</b>	<b>15</b>	<b>&lt;30</b>	<b>66</b>	<b>90</b>	<b>11</b>	<b>&lt;50</b>	<b>252</b>	<b>350</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso								<b>10</b>				<b>9000 - 17000</b>			<b>4400</b>					

## PAH

Min = Määrittelyssä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisten analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittelyksen arvo

Max = Määrittelyssä saatu suurin arvo

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

Antraseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete				
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.				
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	
Espoo	-				-				<100			I	-								
Helsinki	-				-				<100			I	0,03								
Hyvinkää	-				-				<10			I	-								
Joensuu	-				-				<100			I	-								
Jyväskylä	-				-				<100			I	0,03								
Kemi	-				-				<100			I	0,11								
Kotka	-				-				<10			I	<0,01								
Lahti	-				-				<10			I	0,05								
Lappeenranta	-				-				<100			I	0,06								
Lohja	-				-				<10			I	0,07								
Oulu	-				-				<10			I	0,14								
Pori	-				-				<10			I	0,06								
Porvoo	-				-				<100			I	-								
Tampere	-				-				132			I	0,07								
Äänekoski	-				-				<50			I	0,03								
<b>Kaikki</b>									<10	132	15		<0,01	0,07	0,14	11	<5	29	60	19	
Haitaton pitoisuustaso							0,1					310 / 140				33	300				

Bentso(a)pyreeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete				
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.				
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	
Espoo	-				-				<100			I	-								
Helsinki	-				-				<100			I	<0,01								
Hyvinkää	-				-				11			I	-								
Joensuu	-				-				<100			I	-								
Jyväskylä	-				-				<100			I	<0,01								
Kemi	-				-				<100			I	<0,01								
Kotka	-				-				50			I	<0,01								
Lahti	-				-				13			I	<0,01								
Lappeenranta	-				-				<100			I	<0,01								
Lohja	-				-				27			I	<0,01								
Oulu	-				-				10			I	<0,01								
Pori	-				-				10			I	<0,01								
Porvoo	-				-				<100			I	-								
Tampere	-				-				623			I	<0,01								
Äänekoski	-				-				<20			I	<0,01								
<b>Kaikki</b>									10	106	623	15	<0,01			11	13	68	320	19	
Haitaton pitoisuustaso							0,05					2497 / 1830									

Bentso(b) fluoranteeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				<100				-							
Helsinki	-				-				<100				<0,01							
Hyvinkää	-				-				19				-							
Joensuu	-				-				<100				-							
Jyväskylä	-				-				<100				<0,01							
Kemi	-				-				<100				<0,01							
Kotka	-				-				62				<0,01							
Lahti	-				-				11				<0,01							
Lappeenranta	-				-				<100				0,03							
Lohja	-				-				51				<0,01							
Oulu	-				-				22				<0,01							
Pori	-				-				14				<0,01							
Porvoo	-				-				<100				-							
Tampere	-				-				500				<0,01							
Äänekoski	-				-				<20				<0,01							
<b>Kaikki</b>									<b>&lt;10</b>	<b>97</b>	<b>500</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>11</b>		<b>18</b>	<b>74</b>	<b>310</b>	<b>19</b>
Haitaton pitoisuustaso							*					**								

\* = Bentso(b)fluoranteeni + Bentso(k)fluoranteeni = 0,03 µg/l

\*\* = Bentso(b)fluoranteeni + Bentso(k)fluoranteeni = 1700 µg/kg k.a.

Bentso(ghi) peryleeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				<100				-							
Helsinki	-				-				<100				<0,01							
Hyvinkää	-				-				17				-							
Joensuu	-				-				<100				-							
Jyväskylä	-				-				<100				<0,01							
Kemi	-				-				<100				<0,01							
Kotka	-				-				58				<0,01							
Lahti	-				-				22				<0,01							
Lappeenranta	-				-				<100				<0,01							
Lohja	-				-				41				1,6							
Oulu	-				-				<10				<0,01							
Pori	-				-				11				<0,01							
Porvoo	-				-				<100				-							
Tampere	-				-				410				<0,01							
Äänekoski	-				-				<20				<0,01							
<b>Kaikki</b>									<b>&lt;10</b>	<b>93</b>	<b>410</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>1,6</b>	<b>11</b>		<b>17</b>	<b>59</b>	<b>210</b>	<b>19</b>
Haitaton pitoisuustaso							*					**								

\* = Bentso(ghi)peryleeni + indeno(1,2,3-cd)-pyreeni = 0,002 µg/l

\*\* = Bentso(ghi)peryleeni + indeno(1,2,3-cd)-pyreeni = 600 µg/kg k.a.

Bentso(k)fluoranteeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				<100			1	-							
Helsinki	-				-				<100			1	0,01							
Hyvinkää	-				-				10			1	-							
Joensuu	-				-				<100			1	-							
Jyväskylä	-				-				<100			1	0,02							
Kemi	-				-				<100			1	0,01							
Kotka	-				-				25			1	0,01							
Lahti	-				-				<10			1	0,01							
Lappeenranta	-				-				<100			1	0,01							
Lohja	-				-				17			1	0,01							
Oulu	-				-				<10			1	0,03							
Pori	-				-				<10			1	0,01							
Porvoo	-				-				<100			1	-							
Tampere	-				-				287			1	0,03							
Äänekoski	-				-				<20			1	0,01							
<b>Kaikki</b>									<b>&lt;10</b>	<b>85</b>	<b>287</b>	<b>15</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>11</b>	<b>5,3</b>	<b>32</b>	<b>160</b>	<b>19</b>
Haitaton pitoisuustaso							*					**								

\* = Bentso(b)fluoranteeni + Bentso(k)fluoranteeni = 0,03 µg/l

\*\* = Bentso(b)fluoranteeni + Bentso(k)fluoranteeni = 1700 µg/kg k.a.

Fenantreeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				<100			1	-							
Helsinki	-				-				<100			1	0,21							
Hyvinkää	-				-				<10			1	-							
Joensuu	-				-				<100			1	-							
Jyväskylä	-				-				<100			1	<0,01							
Kemi	-				-				<100			1	0,82							
Kotka	-				-				<10			1	<0,01							
Lahti	-				-				12			1	0,32							
Lappeenranta	-				-				<100			1	0,15							
Lohja	-				-				40			1	0,29							
Oulu	-				-				<10			1	0,25							
Pori	-				-				<10			1	<0,01							
Porvoo	-				-				<100			1	-							
Tampere	-				-				523			1	0,26							
Äänekoski	-				-				<50			1	0,28							
<b>Kaikki</b>									<b>&lt;10</b>	<b>192</b>	<b>523</b>	<b>15</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,32</b>	<b>0,82</b>	<b>11</b>	<b>58</b>	<b>385</b>	<b>1100</b>	<b>19</b>
Haitaton pitoisuustaso												5000								

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				<100			1	-							
Helsinki	-				-				<100			1	<0,02							
Hyvinkää	-				-				<10			1	-							
Joensuu	-				-				<100			1	-							
Jyväskylä	-				-				<100			1	<0,02							
Kemi	-				-				<100			1	<0,02							
Kotka	-				-				24			1	<0,02							
Lahti	-				-				<10			1	<0,02							
Lappeenranta	-				-				<100			1	<0,02							
Lohja	-				-				14			1	<0,02							
Oulu	-				-				<10			1	<0,02							
Pori	-				-				<10			1	<0,02							
Porvoo	-				-				<100			1	-							
Tampere	-				-				243			1	<0,02							
Äänekoski	-				-				<50			1	<0,02							
<b>Kaikki</b>									<10	94	243	15	<0,02			11	8,2	41	180	19
Haitaton pitoisuustaso							*					**								

\* = Bentso(ghi)peryleeni + indeno(1,2,3-cd)-pyreeni = 0,002 µg/l

\*\* = Bentso(ghi)peryleeni + indeno(1,2,3-cd)-pyreeni = 600 µg/kg k.a.

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				-				-							
Helsinki	-				-				-				-							
Hyvinkää	-				-				-				-							
Joensuu	-				-				-				-							
Jyväskylä	-				-				-				-							
Kemi	-				-				-				-							
Kotka	-				-				-				-							
Lahti	-				-				-				-							
Lappeenranta	-				-				-				-							
Lohja	-				-				-				-							
Oulu	-				-				-				-							
Pori	-				-				-				-							
Porvoo	-				-				-				-							
Tampere	-				-				-				-							
Äänekoski	-				-				-				-							
<b>Kaikki</b>																	<10	80	310	19
Haitaton pitoisuustaso												1600								

Bentso(a) antraseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete				
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.				
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	
Espoo	-				-				-				-								
Helsinki	-				-				-				-								
Hyvinkää	-				-				-				-								
Joensuu	-				-				-				-								
Jyväskylä	-				-				-				-								
Kemi	-				-				-				-								
Kotka	-				-				-				-								
Lahti	-				-				-				-								
Lappeenranta	-				-				-				-								
Lohja	-				-				-				-								
Oulu	-				-				-				-								
Pori	-				-				-				-								
Porvoo	-				-				-				-								
Tampere	-				-				-				-								
Äänekoski	-				-				-				-								
<b>Kaikki</b>																	19	87	380	19	
Haitaton pitoisuustaso										600											

Dibentso(ah) antraseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete				
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.				
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	
Espoo	-				-				-				-								
Helsinki	-				-				-				-								
Hyvinkää	-				-				-				-								
Joensuu	-				-				-				-								
Jyväskylä	-				-				-				-								
Kemi	-				-				-				-								
Kotka	-				-				-				-								
Lahti	-				-				-				-								
Lappeenranta	-				-				-				-								
Lohja	-				-				-				-								
Oulu	-				-				-				-								
Pori	-				-				-				-								
Porvoo	-				-				-				-								
Tampere	-				-				-				-								
Äänekoski	-				-				-				-								
<b>Kaikki</b>																	<5	17	82	19	
Haitaton pitoisuustaso										270											



Fluoranteeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				-				-							
Helsinki	-				-				-				-							
Hyvinkää	-				-				-				-							
Joensuu	-				-				-				-							
Jyväskylä	-				-				-				-							
Kemi	-				-				-				-							
Kotka	-				-				-				-							
Lahti	-				-				-				-							
Lappeenranta	-				-				-				-							
Lohja	-				-				-				-							
Oulu	-				-				-				-							
Pori	-				-				-				-							
Porvoo	-				-				-				-							
Tampere	-				-				-				-							
Äänekoski	-				-				-				-							
<b>Kaikki</b>																	61	227	810	19
Haitaton pitoisuustaso							0,1					1069 / 960				11 530				
Fluoreeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				-				-							
Helsinki	-				-				-				-							
Hyvinkää	-				-				-				-							
Joensuu	-				-				-				-							
Jyväskylä	-				-				-				-							
Kemi	-				-				-				-							
Kotka	-				-				-				-							
Lahti	-				-				-				-							
Lappeenranta	-				-				-				-							
Lohja	-				-				-				-							
Oulu	-				-				-				-							
Pori	-				-				-				-							
Porvoo	-				-				-				-							
Tampere	-				-				-				-							
Äänekoski	-				-				-				-							
<b>Kaikki</b>																	34	124	550	19
Haitaton pitoisuustaso												2560								

Kryseeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				-				-							
Helsinki	-				-				-				-							
Hyvinkää	-				-				-				-							
Joensuu	-				-				-				-							
Jyväskylä	-				-				-				-							
Kemi	-				-				-				-							
Kotka	-				-				-				-							
Lahti	-				-				-				-							
Lappeenranta	-				-				-				-							
Lohja	-				-				-				-							
Oulu	-				-				-				-							
Pori	-				-				-				-							
Porvoo	-				-				-				-							
Tampere	-				-				-				-							
Äänekoski	-				-				-				-							
<b>Kaikki</b>																	58	210	810	19
Haitaton pitoisuustaso									2790											
Pyreeni	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	µg/l				µg/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.p.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo	-				-				-				-							
Helsinki	-				-				-				-							
Hyvinkää	-				-				-				-							
Joensuu	-				-				-				-							
Jyväskylä	-				-				-				-							
Kemi	-				-				-				-							
Kotka	-				-				-				-							
Lahti	-				-				-				-							
Lappeenranta	-				-				-				-							
Lohja	-				-				-				-							
Oulu	-				-				-				-							
Pori	-				-				-				-							
Porvoo	-				-				-				-							
Tampere	-				-				-				-							
Äänekoski	-				-				-				-							
<b>Kaikki</b>																	92	241	750	19
Haitaton pitoisuustaso									1400											

## Tinat

Min = Määrittelyssä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisten analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittelyksen arvo

Max = Määrittelyssä saatu suurin arvo

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				4,3				-							
Helsinki					-				18				0,3							
Hyvinkää					-				25,1				-							
Joensuu					-				0,3				-							
Jyväskylä					-				8,6				-							
Kemi					-				10,6				0,04							
Kotka					-				29				0,35							
Lahti					-				43,6				0,01							
Lappeenranta					-				9,6				0,02							
Lohja					-				11,9				0,03							
Oulu					-				10,6				0,05							
Pori					-				3,9				0,03							
Porvoo					-				6,9				-							
Tampere					-				6,1				0,04							
Äänekoski					-				4,8				-							
<b>Kaikki</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>5</b>					<b>0,3</b>	<b>13</b>	<b>44</b>	<b>15</b>	<b>0,01</b>	<b>0,10</b>	<b>0,35</b>	<b>9</b>	<b>436</b>	<b>554</b>	<b>753</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso																				

Paikkakunta	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				5,5				-							
Helsinki					-				19				3,3							
Hyvinkää					-				12				-							
Joensuu					-				0,2				-							
Jyväskylä					-				1,8				-							
Kemi					-				3,1				0,39							
Kotka					-				27				3,9							
Lahti					-				33				0,05							
Lappeenranta					-				8,3				0,03							
Lohja					-				7,5				0,13							
Oulu					-				11				0,45							
Pori					-				2,2				0,23							
Porvoo					-				8,7				-							
Tampere					-				7,9				0,26							
Äänekoski					-				2,4				-							
<b>Kaikki</b>	<b>1,6</b>	<b>3,2</b>	<b>5,6</b>	<b>5</b>					<b>0,2</b>	<b>10</b>	<b>33</b>	<b>15</b>	<b>0,03</b>	<b>0,97</b>	<b>3,9</b>	<b>9</b>	<b>217</b>	<b>400</b>	<b>592</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso																				

TBT	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.m.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				17			I	-							
Helsinki					-				21			I	37							
Hyvinkää					-				0,7			I	-							
Joensuu					-				<0,7			I	-							
Jyväskylä					-				0,9			I	-							
Kemi					-				4			I	4,3							
Kotka					-				105			I	57							
Lahti					-				1,4			I	0,65							
Lappeenranta					-				0,7			I	0,44							
Lohja					-				3,6			I	0,89							
Oulu					-				20			I	5,5							
Pori					-				2,6			I	2,2							
Porvoo					-				47			I	-							
Tampere					-				43			I	2,3							
Äänekoski					-				1,5			I	-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,5</b>			<b>5</b>					<b>&lt;0,7</b>	<b>19</b>	<b>105</b>	<b>15</b>	<b>0,44</b>	<b>12</b>	<b>57</b>	<b>9</b>	<b>6,4</b>	<b>9,3</b>	<b>13</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso							<b>0,2</b>				<b>0,02</b>				<b>230 / 15,2</b>					

MPHT	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.m.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				0,7			I	-							
Helsinki					-				2,2			I	0,08							
Hyvinkää					-				<0,3			I	-							
Joensuu					-				<0,3			I	-							
Jyväskylä					-				0,6			I	-							
Kemi					-				0,4			I	-							
Kotka					-				1,2			I	0,08							
Lahti					-				0,3			I	-							
Lappeenranta					-				<0,3			I	-							
Lohja					-				2,2			I	-							
Oulu					-				<0,3			I	-							
Pori					-				<0,3			I	-							
Porvoo					-				0,6			I	-							
Tampere					-				<0,3			I	-							
Äänekoski					-				0,3			I	-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,5</b>		<b>&lt;0,9</b>	<b>5</b>					<b>&lt;0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>2,2</b>	<b>15</b>	<b>0,08</b>	<b>2</b>			<b>&lt;0,6</b>		<b>&lt;2,1</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso																				

DPHT	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.m.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				0,3			1	-							
Helsinki					-				1,2			1	17							
Hyvinkää					-				0,1			1	-							
Joensuu					-				0,1			1	-							
Jyväskylä					-				0,2			1	-							
Kemi					-				0,1			1	0,48							
Kotka					-				0,6			1	11							
Lahti					-				<0,1			1	0,42							
Lappeenranta					-				0,1			1	0,04							
Lohja					-				0,6			1	6,4							
Oulu					-				0,1			1	2,7							
Pori					-				0,1			1	2,1							
Porvoo					-				0,3			1	-							
Tampere					-				0,1			1	4,1							
Äänekoski					-				0,2			1	-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,4</b>		<b>&lt;0,6</b>	<b>5</b>					<b>&lt;0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>1,2</b>	<b>15</b>	<b>0,04</b>	<b>4,9</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>&lt;0,1</b>		<b>&lt;0,5</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso																				

TPHT	Puhdistettu jätevesi				Pintavesi				Sedimentti				Kala				Liete			
	ng/l				ng/l				µg/kg k.a.				µg/kg t.m.				µg/kg k.a.			
Paikkakunta	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n	Min	X	Max	n
Espoo					-				2,2			1	-							
Helsinki					-				3,9			1	83							
Hyvinkää					-				0,1			1	-							
Joensuu					-				0,1			1	-							
Jyväskylä					-				0,4			1	-							
Kemi					-				0,4			1	2,4							
Kotka					-				4,2			1	49							
Lahti					-				0,2			1	1,9							
Lappeenranta					-				0,1			1	0,17							
Lohja					-				1,5			1	26							
Oulu					-				0,2			1	12							
Pori					-				0,2			1	9							
Porvoo					-				1,7			1	-							
Tampere					-				0,1			1	18							
Äänekoski					-				0,2			1	-							
<b>Kaikki</b>	<b>&lt;0,1</b>		<b>&lt;0,3</b>	<b>5</b>					<b>0,1</b>	<b>1,03</b>	<b>4,2</b>	<b>15</b>	<b>0,17</b>	<b>22,4</b>	<b>83</b>	<b>9</b>	<b>&lt;0,04</b>	<b>0,4</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
Haitaton pitoisuustaso																				

## PBDE muut

Min = Määrittämissä saatu pienin arvo

X = Rinnakkaisien analyysien keskiarvo tai yksittäisen määrittäksen arvo

Max = Määrittämissä saatu suurin arvo

MR = määrittämissä 0,002 - 0,033 µg/kg k.a.

n = Näytteiden lukumäärä

X kaikki = Havaintojen keskiarvo. Mikäli havaintoja on vain yksi, ei keskiarvoa ole laskettu.

\* Haitaton pitoisuustaso tri-, tetra-, penta- ja heksa-PBDE -yhdisteiden summalle = 300 µg / kg k.a.

PBDE sedimentti			Kaikki	Helsinki	Lahti	Oulu	Tampere	Haitaton pitoisuustaso
BDE-17	µg/kg k.a.	Min	0,01					*
		X	0,03	0,01	0,04	<MR	<MR	
		Max	0,04					
		n	4	I	I	I	I	
BDE-28	µg/kg k.a.	Min						*
		X		<MR	0,07	<MR	<MR	
		Max	0,07					
		n	4	I	I	I	I	
BDE-47	µg/kg k.a.	Min	0,09					*
		X	0,42	0,11	0,72	0,09	0,75	
		Max	0,75					
		n	4	I	I	I	I	
BDE-66	µg/kg k.a.	Min	<MR					*
		X		<MR	<MR	<MR	<MR	
		Max						
		n	4	I	I	I	I	
BDE-85	µg/kg k.a.	Min	<MR					*
		X		<MR	<MR	<MR	<MR	
		Max						
		n	4	I	I	I	I	
BDE-99	µg/kg k.a.	Min	0,06					*
		X	0,47	0,15	0,79	0,06	0,87	
		Max	0,87					
		n	4	I	I	I	I	
BDE-100	µg/kg k.a.	Min	0,02					*
		X	0,09	0,03	0,15	0,02	0,16	
		Max	0,16					
		n	4	I	I	I	I	
BDE-153	µg/kg k.a.	Min	0,02					*
		X	0,05	0,02	0,06	<MR	0,08	
		Max	0,08					
		n	4	I	I	I	I	
BDE-154	µg/kg k.a.	Min	<MR					*
		X		<MR	<MR	<MR	<MR	
		Max						
		n	4	I	I	I	I	

PBDE sedimentti			Kaikki	Helsinki	Lahti	Oulu	Tampere	Haitaton pitoisuustaso
<b>BDE-183</b>	µg/kg k.a.	Min	0,01					
		X	0,02	0,01	0,01	<MR	0,03	
		Max	0,03					
		n	4					
<b>BDE-203</b>	µg/kg k.a.	Min	0,06					
		X	0,07	0,07	0,06	<MR	0,07	
		Max	0,07					
		n	4					
<b>BDE-209</b>	µg/kg k.a.	Min	0,46					
		X	3,47	6,99	4,53	0,46	1,88	
		Max	6,99					
		n	4					
<b>Summa BDE</b>	µg/kg k.a.			7,39	6,43	0,63	3,84	

## PBDE muut

PBDE liete			Kaikki	Oulu	Tampere L	TL Viinikan- lahti	Viinikan- lahti
BDE-17	µg/kg k.a.	Min	1,05				
		X	1,56				
		Max	2,31				
		n	4				
BDE-28	µg/kg k.a.	Min	0,43				
		X	0,56				
		Max	0,71				
		n	4				
BDE-47	µg/kg k.a.	Min	31,2				
		X	34,9				
		Max	37,5				
		n	4				
BDE-66	µg/kg k.a.	Min	<0,17				
		X					
		Max					
		n	4				
BDE-85	µg/kg k.a.	Min	1,13				
		X	1,18				
		Max	1,31				
		n	4				
BDE-99	µg/kg k.a.	Min	37,4				
		X	40,1				
		Max	42,8				
		n	4				
BDE-100	µg/kg k.a.	Min	6,36				
		X	6,88				
		Max	7,25				
		n	4				
BDE-153	µg/kg k.a.	Min	2,95				
		X	3,68				
		Max	4,25				
		n	4				
BDE-154	µg/kg k.a.	Min					
		X					
		Max	0,90				
		n	4				
BDE-183	µg/kg k.a.	Min	0,68				
		X	0,77				
		Max	0,90				
		n	4				
BDE-203	µg/kg k.a.	Min	0,67				
		X	1,25				
		Max	1,90				
		n	4				
BDE-209	µg/kg k.a.	Min	388				
		X	557				
		Max	659				
		n	4				



## KUVAILULEHTI

<i>Julkaisija</i>	Suomen ympäristökeskus			<i>Julkaisu-aika</i> Joulukuu 2011
<i>Tekijä(t)</i>	Jaakko Mannio, Jukka Mehtonen, Susan Londesborough, Mira Grönroos, Anna Paloheimo, Petrina Köngäs, Kirsti Kalevi, Kirsti Erkomaa, Sami Huhtala, Hannu Kiviranta, Keijo Mäntykoski, Jari Nuutinen, Raija Paukku, Henna Piha, Panu Rantakokko, Pirjo Sainio ja Leena Welling			
<i>Julkaisun nimi</i>	<b>Vesiympäristölle haitallisten teollisuus- ja kuluttaja-aineiden kartoitus (VESKA I)</b>			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Suomen ympäristö 3/2011			
<i>Julkaisun teema</i>	Ympäristönsuojelu			
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>	Julkaisu on saatavana internetissä: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Projektissa kartoitettiin vesipuitedirektiivissä priorisoituja kuluttaja- ja teollisuuskäytössä olevia aineita kymmenen kaupungin yhdyskuntajätevesien puhdistamoilta lähtevässä jätevedessä, lietteessä sekä puhdistamojen alapuolisen vesiympäristön vedestä, sedimenteistä ja kaloista. Tiedot tutkittavien aineiden pitoisuuksista vesistöissä olivat puutteellisia tai olemattomia ennen kartoitusta. Tämän vuoksi oli tärkeää tutkia pitoisuuksia niiden päästölähteillä, jätevedenpuhdistamoilta lähtevässä vedessä ja lietteessä. Näytteitä kerättiin 1-3 kertaanäytettä kymmeneltä puhdistamolalta. Tutkituista 29 aineesta 17 aineella korkein havainto oli alle kymmenen prosenttia pintaveden laatuunormista (VOC-yhdisteitä ja pois käytöstä olevia POP-yhdisteitä). Laatuunormi ylittyi lähinnä DEHP-ftalaatilla ja alkyylifenoleilla. Mono- ja dibutyylitinaa löytyi myös kaikissa tutkituissa kohteissa. Jätevedestä ei mitattu PAH- ja PBDE-yhdisteitä.</p> <p>Vesistöjen aineprofiili noudatteli samaa linjaa kuin havainnot jätevesistä. Pintavesinäytteistä löytyi mm. pesuaineissa ja maaleissa käytettyjä nonyyliifenolietoksyylaatteja. Etoksyylaatteja oli enimmäkseen lähes saman verran kuin nonyyliiryhmälle asetettu laatuunormi. Myrkyllisempää hajoamistuotetta nonyyliifenolia tai oktyyliifenolia ei sen sijaan havaittu. Vain harvoja muita aineita havaittiin, mm. kloroformia ja 1,2-dikloorietaania alle 1 µg/l. Klassisia, jo käytöstä poistettuja torjunta-aineita kuten HCB, lindaani ja a-HCH sekä HCBD havaittiin erittäin pieniä määriä (&lt;1 ng/l). Pintavesistä ei mitattu organotinayhdisteitä, ftalaatteja eikä PAH-yhdisteitä.</p> <p>Lietteistä ja pohjasedimenteistä löydettiin useita aineita, joiden pitoisuudet ylittivät tai olivat lähellä arvioituja haitattomia pitoisuustasoja. Näitä aineryhmiä olivat erityisesti orgaaniset tinayhdisteet. Muita jatkokutkimuksiin nousevia ryhmiä ovat ainakin PAH-yhdisteet, ftalaatit ja bromatut difenyylietterit. Kaloissa vain orgaaniset tinayhdisteet (TBT ja TPHT) ylittivät arvioitun haitattoman pitoisuustason.</p>			
<i>Asiasanat</i>	Haitalliset aineet, prioriteettiaineet, vesipuitedirektiivi, kartoitus, seuranta			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>				
	ISBN	ISBN 978-952-11-3830-0 (PDF)	ISSN	ISSN 1796-1637 (verkkoy.)
	<i>Sivuja</i> 97	<i>Kieli</i> suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> julkinen	<i>Hinta (sis. alv 8 %)</i>
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>				
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki			
<i>Painopaikka ja -aika</i>				

## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral			Datum December 2011
Författare	Jaakko Mannio, Jukka Mehtonen, Susan Londesborough, Mira Grönroos, Anna Paloheimo, Petrina Köngäs, Kirsti Kalevi, Kirsti Erkomaa, Sami Huhtala, Hannu Kiviranta, Keijo Mäntykoski, Jari Nuutinen, Raija Paukku, Henna Piha, Panu Rantakokko, Pirjo Sainio och Leena Welling			
Publikationens titel	<b>Vesiympäristölle haitallisten teollisuus- ja kuluttaja-aineiden kartoitus (VESKA I)</b> (Kartläggning av industri- och konsumtionsämnen skadliga för vattenmiljö)			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 3/2011			
Publikationens tema	Miljövård			
Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
Sammandrag	<p>I projektet kartlades i vattenramdirektivet prioriterade i privat bruk och i industrin använda ämnen. Undersökningen gjordes i tio städer. Proven togs från reningsverkens avloppsvatten och -slam samt nedanstående vattendragens vatten, sediment och fisk. Före kartläggningen kände man mycket dåligt till hurdana halter de undersökta ämnena hade i miljön. Därför var det viktigt att undersöka i närheten av utsläppskällorna samt att ta prov från reningsverkens avloppsvatten och -slam. Engångsprov inhämtades 1 – 3 gånger från tio reningsverk. Resultaten visade att 17 ämnen av 29 underskred kvalitetsnormen för ytvatten så att den högsta observerade halten var mindre än tio procent av vad normen tillåter. (gäller VOC-föreningar och ur bruk tagna POP-föreningar). Kvalitetsnormen överskreds närmast av DEHP-ftalat och alkylfenoler. Mono- och dibutyltenn påträffades i alla undersökta objekt. Man undersökte inte PAH- och PBDE-föreningar i avloppsvatten.</p> <p>Vattendragens ämnesprofiler stödde observationerna gjorda i avloppsvatten. I ytvatten påträffades bland annat tvättmedel och målfärger använda nonylfenoletoxylater. Etoksylater förekom som mest nästan lika höga halter som kvalitetsnormen för nonylgruppen tillåter. De giftigare nedbrytningsprodukterna nonylfenol eller oktylfenol påträffades däremot inte. Endast ett fåtal andra ämnen påträffades, bland annat kloroform och 1, 2-dikloretan båda dock mindre än 1 µg/l. Klassiska, redan ur bruk tagna bekämpningsmedel som HCB, lindan, a-HCH och HCBd påträffades endast i mycket små mängder (&lt;1 ng/l). Man undersökte inte organiska tennföreningar, ftalater eller PAH-föreningar från ytvatten.</p> <p>I slam och bottensediment påträffades flere ämnen, vars halter låg över eller låg i närheten av den nivå man kan anse att inte förorsakar skada. Det gällde speciellt organiska tennföreningar. Andra grupper som bör beaktas i undersökningar i fortsättningen är i alla fall PAH-föreningar, ftalater och bromerade difenyletrar. I fisk överskreds den nivå som inte kan anses förorsaka skada endast av organiska tennföreningar (TBT och TPhT).</p>			
Nyckelord	Prioriterade farliga ämnen, kartläggning, ramdirektivet för vattenpolitik (2000/60/EC)			
Finansiär/uppdragsgivare				
	ISBN	ISBN 978-952-11-3830-0 (PDF)	ISSN	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 97	Språk finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/distribution				
Förläggare	Finlands miljöcentral, PB 140, 00251 Helsingfors			
Tryckeri/tryckningsort-år				

## DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute			<i>Date</i> December 2011
<i>Author(s)</i>	Jaakko Mannio, Jukka Mehtonen, Susan Londesborough, Mira Grönroos, Anna Paloheimo, Petrina Kögäs, Kirsti Kalevi, Kirsti Erkomaa, Sami Huhtala, Hannu Kiviranta, Keijo Mäntykoski, Jari Nuutinen, Raija Paukku, Henna Piha, Panu Rantakokko, Pirjo Sainio and Leena Welling			
<i>Title of publication</i>	<b>Vesiympäristölle haitallisten teollisuus- ja kuluttaja-aineiden kartoitus (VESKA I)</b> (Screening of hazardous industrial and household chemicals in the aquatic environment)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 3/2011			
<i>Theme of publication</i>	Environmental protection			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available in the internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
<i>Abstract</i>	<p>In the project, the occurrence of Water Framework Directive priority substances in waste water, waste water treatment plant sludge, surface water, sediments and fish, was screened. Knowledge on the occurrence of the selected substances was scarce or non-existent before the screening exercise. Therefore, it was important to sample waste water and waste water treatment plant sludge, in addition to environmental samples. One to three samples from each plant were collected from 10 waste water treatment plants. For 17 out of the 29 studied substances maximum levels were less than 10 percent of the environmental quality standards (VOC-compounds and obsolete POP-compounds). Quality standards were occasionally exceeded for DEHP-phthalate and alkylphenols. Mono – and dibutyltin were detected at all sites investigated. PAH- and PBDE-compound were not determined in waste water.</p> <p>Same substances were found in the aquatic environment as in waste water. For instance, nonylphenoethoxylates, which are used in detergents and paints, were found in surface water samples. Highest concentrations were on the same level as the environmental quality standards. On the other hand, the degradation products, nonylphenol and octylphenol, which are more toxic than their ethoxylates, were not found. Only a few other substances were found. For instance, chloroform and 1,2-dichloroethane were detected in concentrations below 1 µg/l. Classical pesticides, like HCB, lindane, α-HCH and HCBd, the use of which is restricted, were detected in very low concentrations (&lt; 1 ng/l). Organotin compounds, phthalates and PAH-compounds were not analyzed in surface water samples.</p> <p>In waste water treatment plant sludge and in sediments several substances, especially organic tin compounds, were found in concentrations exceeding or close to predicted no effect levels. Other substances that require further research are at least PAH-substances, phthalates and polybrominated diphenyl ethers. In fish only organic tin compounds (TBT and TPhT) exceeded predicted no effect concentrations.</p>			
<i>Keywords</i>	hazardous substances, priority substances, screening, monitoring, Water Framework Directive			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN	ISBN 978-952-11-3830-0 (PDF)	ISSN	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 97	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i>
<i>For sale at/ distributor</i>				
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute, P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland			
<i>Printing place and year</i>				

Ympäristölle haitallisten aineiden riskinhallinnan ongelmana ovat puutteelliset tiedot käytössä olevien aineiden ominaisuuksista, päästölähteistä sekä esiintymisestä ympäristössä. Tässä tutkimuksessa on kartoitettu vesipolitiikan puitedirektiivissä priorisoituja kuluttaja- ja teollisuus-käytössä olevia orgaanisia yhdisteitä kymmenen kaupungin yhdyskuntajätevesien puhdistamoilta lähtevästä jätevedestä, lietteestä sekä puhdistamojen alapuolisen vesiympäristön vedestä, sedimenteistä ja kaloista. Tarkoituksena on ollut kehittää aineiden seuranta- ja analytiikkaa sekä saada perustietoa aineiden esiintymisestä jätevedessä ja vesistöissä. Aineiden merkittävyyttä vesiympäristössä on tarkasteltu tyypillisen riskinarvioinnin periaatteiden mukaisesti. Tämän perusteella on arvioitu aineiden seurannan tarvetta jatkossa.



**ISBN 978-952-11-3830-0 (PDF)**

**ISSN 1796-1637 (verkkokoj.)**