



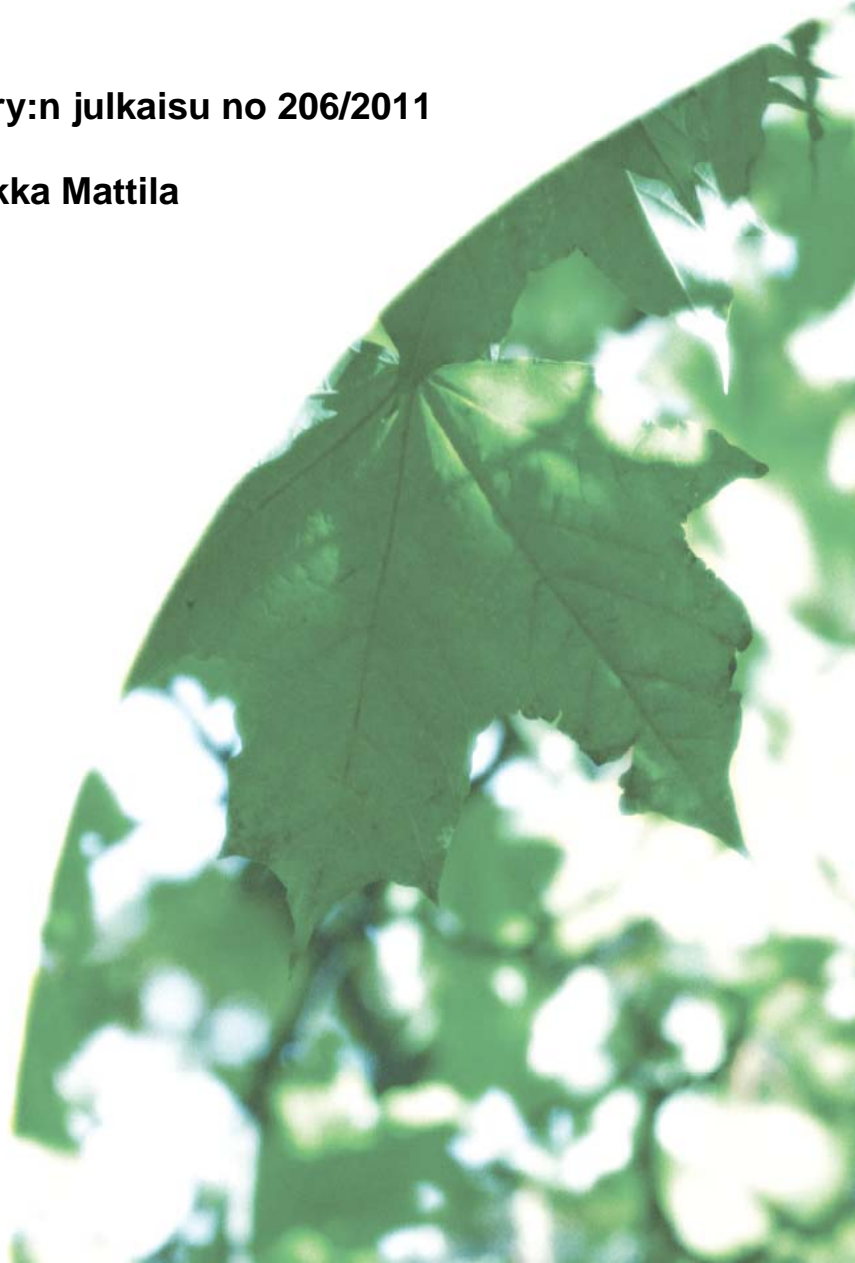
Kymijoen
vesi ja ympäristö ry

HAITALLISET AINEET KYMIJOEN EDUSTAN MERIALUEEN SEDIMENTEISSÄ VUONNA 2009

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 206/2011

Marja Anttila-Huhtinen & Jukka Mattila

ISSN 1458-8064



TIIVISTELMÄ

Pyhtää – Kotka – Hamina –merialueen sedimenttien haitallisia aineita tutkittiin vuonna 2009 sisältyen alueen yhteistarkkailuun. Yhteistarkkailun sedimenttitutkimuksessa on mukana myös kaksi Kotkan Sataman tarkkailuun liittyvää asemaa. Lisäksi vuonna 2009 tutkittiin Haminan edustalla orgaanisia tinayhdisteitä liittyen Haminan sataman ja sinne johtavan väylän syventämiseen; myös nämä tulokset ovat mukana tarkastelussa. Vuoden 2009 yhteistarkkailun sedimenttitutkimuksessa otettiin näytteet yhteensä 15 näyteasemalta.

Orgaanisista tinayhdisteistä tributyyliini (TBT) ja trifenyylitina (TPT) on luokiteltu meriympäristössä erittäin haitallisiksi aineiksi, mutta ruoppaus- ja läjitysohjeessa on kuitenkin annettu raja-arvot vain TBT:lle. Kaikkien näytteiden normalisoidut TBT-pitoisuudet ylittivät ohjeen tason 1 raja-arvon eli sedimentit ovat mahdollisesti pilaantuneita. TBT:n hajoamistuotteiden (MBT ja DBT) pitoisuudet olivat vähäisempiä kuin TBT:n. Muiden orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet jäivät enimmäkseen alle määritysrajan tai olivat hyvin pieniä.

Raskasmetalleissa tason 1 ylitykset olivat yleisiä elohopean, kadmiumin ja sinkin osalta. Em. raja-arvot ovat tiukkoja, mutta tulokset kertovat myös siitä, että näiden metallien pitoisuudet ovat tarkkailualueella kuten koko itäisellä Suomenlahdella normaalia taustatasoa suurempia. Sensijaan lyijyn pitoisuus ylitti vain kahdella näyteasemalla niukasti tason 1 raja-arvon. Raskasmetalleja on tutkittu yhteistarkkailun puitteissa jo 1990-luvun puolivälistä lähtien. Tutkittujen neljän raskasmetallin pitoisuudet ovat pienentyneet 10–15 vuoden aikana.

Näytteiden PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat pieniä ja jäivät enimmäkseen alle määritysrajan. Ainoastaan naftaleenipitoisuus ylitti tason 2 raja-arvon Kotkanlahdella. Kahdesta näytteestä tutkittiin myös nonyyliifenolit, mutta koska molemmat pitoisuudet jäivät alle määritysrajan, niin analyysiä ei tehty muista näytteistä.

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä

1 Johdanto	1
2 Aineisto ja menetelmät	2
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu	3
3.1 Sedimentin laatu	3
3.2 Nonyylifenolit	4
3.3 Orgaaniset tinayhdisteet	4
3.4 Polyaromaattiset hiilivedyt	5
3.5 Raskasmetallit	7
4 Tutkimuksen jatkaminen	8
Viitteet	9
Liite 1: Sedimenttinäyteasemien sijainti- ja muut taustatiedot	

1 JOHDANTO

Kymijoen alaosan (Pyhäjärvi-meri) ja sen edustan merialueen kuormittajilla on Itä-Suomen vesioikeuden määräämä velvoite (Isveo 76/96/1, 19.11.1996, Vyo 16.4.1998) tarkkailla kuormituksen vaikutuksia vastaanottavassa vesistössä. Velvoite on toteutettu kuormittajien yhteistarkkailuna, jossa käytännön vesistötutkimuksista on vastannut Kymijoen vesi ja ympäristö ry. Tarkkailu noudattaa Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen hyväksymää tarkkailuohjelmaa (kirje nro 0498Y0085-103, 20.12.2006), joka kattaa sekä Kymijoen alaosan että merialueen Pyhtää- Kotka – Hamina. Em. ohjelmassa ei ole kuitenkaan merialueen sedimenttien osalta esitetty haitallisten aineiden seurantaohjelmaa, vaan sen osalta todetaan, että ko. tutkimukset ovat jatkossa kertaluonteisia ja tutkimuksen tarkempi sisältö sovitaan ympäristöviranomaisen kanssa tapauskohtaisesti.

Tässä julkaisussa raportoidaan vuonna 2009 toteutetun yhteistarkkailuun kuuluvan merialueen sedimenttien haitallisten aineiden tutkimuksen tulokset. Edellinen yhteistarkkailuun kuuluva haitallisten aineiden sedimenttitutkimus on merialueella vuodelta 2003, ja tuolloin tutkimuksessa keskityttiin lähinnä raskasmetalleihin (Pallonen 2004). Näyteasemaverkosto oli vuoden 2009 tutkimuksessa sama kuin vuonna 2003. Näytteistä tehtävät analyysit neuvoteltiin Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (Jouni Törrönen) kanssa. Tutkimuksessa keskityttiin raskasmetalleihin, orgaanisiin tinayhdisteisiin ja PAH-yhdisteisiin.

Tarkasteluun on otettu mukaan myös yhteistarkkailuun liitetyt Kotkan Satama Oy:n sedimenttinäyteasemat (Anttila-Huhtinen 2011) sekä Haminan sataman ja väylän syventämishankkeen vesistötarkkailun sedimenttinäyteasemat (Mattila & Raunio 2010), jotka on jo aikaisemmin raportoitu omissa yhteenvedoissaan.

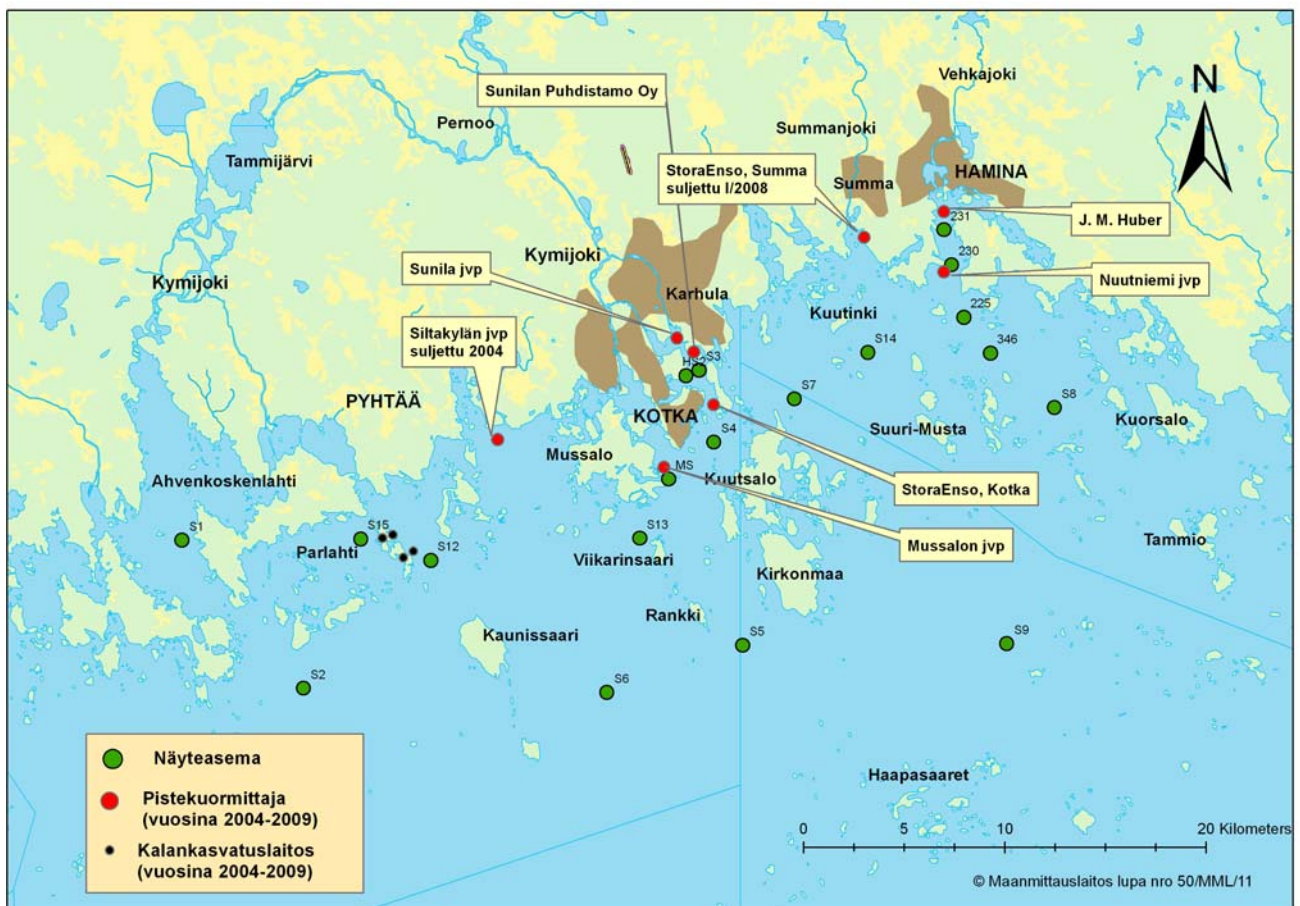
Sedimentti eli kerrostuma on vesistön pohjalle laskeutunutta kiintoainetta. Sedimentit sisältävät eri suhteissa sekä kivennäisaineksesta peräisin olevaa (minerogeenista) materiaalia kuten savea, että eloperäistä (organogeenistä) ainesta kuten mutaa ja liejua. Tarkemmin sedimentit voidaan luokitella minerogeenisiin (esim. kivikko, sora, savi), organogeenisiin (esim. lieju, muta, karikelietelieju) sekä organogeenisiin, joiden seassa on minerogeenisiä aineksia (hiesulieju, liejusavi, savilieju). Eloperäinen aines on peräisin joko vesistön valuma-alueelta tai itse vesistössä tapahtuneesta tuotannosta. Sedimenttiä kerrostuu pysyvästi vain virtauksettomiin paikkoihin (esim. syvänteisiin). Muualla kerrostuminen on ajoittaista (kuljetuspohja) tai kyseessä on ns. eroosiopohja, jossa kuluminen on vallitseva tapahtuma. Näytteet pyrittiin ottamaan sedimentaatiopohjilta eli pysyvän kerrostumisen alueelta.

Pyhtää-Kotka-Hamina –merialueen muun yhteistarkkailun tulokset on esitelty omissa raporteissaan. Viimeisin vedenlaatureurannan raportti on vuodelta 2009, ja samassa yhteenvedossa on käyty läpi myös alueen kuormitusta (Mäntynen & Anttila-Huhtinen 2010). Viimeisin pohjaeläintutkimuksen yhteenveto käsittelee vuosien 2006-2009 tutkimustuloksia (Anttila-Huhtinen 2010). Vastaavasti Kymijoen alaosan tarkkailuista on omat yhteenvedot, joista

viimeisimmät ovat Åkerberg (2011) ja Anttila-Huhtinen (2010). Alkuvuodesta 2011 valmistui myös Kymijoen alaosan ja sen edustan merialueen pitkäaikaisytteenveto (Kymijoen vesi ja ympäristö ry 2011).

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Merialueen haitallisten aineiden sedimenttinäytteet otettiin pääasiassa lokakuussa 2009. Ainoastaan näyteasemilta S8 ja S9 näytteet otettiin jo heinäkuussa 2009. Kuvassa 1 on esitetty näyteasemien sijainti ja tarkemmat sijainti- ja muut taustatiedot löytyvät liitteestä 1. Haminan sataman tarkkailuun liittyvät näytteet otettiin sekä heinä- että lokakuussa; näiden näytteiden osalta näyteasemien tarkemmat taustatiedot on esitelty omassa raportissaan (Mattila & Raunio 2010).



Kuva 1. Pyhtää – Kotka – Hamina – merialueen yhteistarkkailun haitallisten aineiden sedimenttinäyteasemat ja alueen pistekuormittajat vuosina 2004-2009.

Näytteenotosta vastasivat sertifioidut näytteenottajat, ja näytteenotossa noudatettiin voimassa olevia laatusuosituksia (Mäkelä ym. 1992, Kettunen ym. 2008). Varsinaiset pintasedimenttinäytteet (0-5 cm) otettiin Limnos-noutimella (pinta-ala 69,4 cm²). Lisäksi näyteasemilta otettiin Ekman/Van veen -näytteet sedimentin kuvausta varten. Orgaanisten tinayhdisteiden näytteet otettiin lasipurkkeihin tai erikoismuovisiin näytepusseihin ja muut sedimenttinäytteet elintarvikemuovisiin pakasterasioihin.

Varsinaisista merialueen yhteistarkkailun sedimenttinäytteistä määritettiin kuiva-ainepitoisuus, hehkutushäviö, raskasmetallit elohopea, lyijy, sinkki ja kadmium, orgaaniset tinayhdisteet ja PAH-yhdisteet. Sedimenttinäytteiden käsittelystä vastasi akkreditoitu KCL Kymen Laboratorio Oy. Orgaaniset tinayhdisteet, PAH-yhdisteet ja näytteiden savipitoisuus (alle 2 µm) määritettiin Eurofins Oy:ssä. Näytteiden S8 ja S9 osalta orgaaniset tinayhdisteet määritettiin Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksella Kuopiossa ja PAH-yhdisteet SGS Inspection Services Oy:ssä. Lisäksi näytteistä S8 ja S9 määritettiin 4-nonyylifenoli SGS Inspection Services Oy:ssä. Sedimenttinäytteiden tutkimustodistusten arkistoinnista vastaa Kymijoen vesi ja ympäristö ry.

Ruoppaus- ja läjitysohjeen (Ympäristöministeriö 2004) raja-arvot ovat ns. normalisoituja haitta-ainepitoisuuksia. Haitaton ruoppausmassa alittaa tason 1 pitoisuuden, mahdollisesti pilaantunut sedimentti jää tasojen 1 ja 2 väliin kun taas pilaantunut ruoppausmassa ylittää tason 2 pitoisuuden. Normalisoinnin standardisedimentissä on savea 25 % ja orgaanista aineista 10 %. Haitta-aineiden pitoisuustulokset normalisoitiin sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen mukaisesti (Ympäristöministeriö 2004).

3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

3.1 SEDIMENTIN LAATU

Kaikki sedimenttinäytteet edustivat pehmeitä liejupohjia. Vuonna 2009 pintasedimentin tila oli varsin hyvä; pintasedimentti oli näytteenottoajankohtina kaikilla paikoilla hapekas. Pintasedimentin happitilanne oli heikoin Vahterpään kaakkoispuolella (S2), mutta myös syvänteessä Kaunissaaren kaakkoispuolella (S6) oli havaittavissa selvää rikkivedyn hajua (liite 1). Molemmat em. näyteasemat olivat uloimpia ja samalla syviä näyteasemia. Edellisellä tutkimuskerralla vuonna 2003 hapettava ruskea kerros oli ohut tai puuttui kokonaan, ja useissa näytteissä oli lievää tai selvää rikkivedyn hajua.

Sedimentin laatua ja pohjatyyppejä voidaan arvioida kuiva-aine-, hehkutushäviö- ja savesainetulosten perusteella (taulukko 1). Yleensä ottaen näytteissä oli paljon vettä (kuiva-aine % alle 10-25 %), ja orgaanisen aineen pitoisuudet (hehkutushäviö) olivat yleensä 10 % luokkaa, mikä on normaalia tasoa. Asemilla S5 ja S13 orgaanista ainesta oli normaalia vähemmän ja samalla kuiva-aineprosentti oli erityisen suuri. Asemalla S9 orgaanista ainetta oli taas normaalia enemmän. Vastaavasti savea oli yleensä alle 10 - 30 % kuiva-aineesta. Näiden tulosten perusteella näyteasemat olivat lähinnä sedimentaatiopohjia, ja soveltuivat siten hyvin sedimenttitutkimukseen.

Taulukko 1. Sedimenttinäytteiden märkäpaino (g), kuiva-aineen määrä (%) (2 tulosta), hehkutushäviö (% kuiva-aineesta) ja saviaineksen määrä (% kuiva-aineesta). Muista poikkeavat tulokset on merkitty eri värillä. Pääsääntöisesti näytteiden vesipitoisuus ja orgaanisen aineen määrä olivat suuria.

piste	Märkäp g	ka %	hh % k-aineesta	ka %	Savi % k-aineesta
S1	2636	17	12	15	33,2
S2	2470	11	16	11	28
S3	2064	20	12	19	21,1
S4	3107	17	11	18	22
S5	2451	34	5	32,8	7,9
S6	2585	11	16	9,51	27,1
S7	2398	6,1	14	13	32,7
S8		8,5	19		
S9		7,6	23		
S12	2009	12	15	12	28
S13	2690	42	3	44,9	7,2
S14	2671	24	9	24	18,6
S15	2482	12	14	11,5	30,1
HS2	1818	25	9	28,7	15,6
MS	2517	19	11	17,8	24,4

3.2 NONYYLIFENOLIT

4-nonyylifenolit määritettiin vain kesällä 2009 otetuista S8 ja S9 – näytteistä. Pitoisuus jäi kummassakin näytteessä alle määrittämissä rajan (0,01 mg/kg ka.). Tuloksen perusteella päätettiin Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen kanssa käydyssä neuvottelussa, ettei muista näytteistä määritetä ko. analyysiä.

Nonyylifenoli on nonyyllifenolietoksyylaatin hajoamistuote. Aineita on mm. puhdistusaineissa, maaleissa, korroosionestoaineissa, painoväreissä ja lentokoneiden jäänestoaineissa. Nonyylifenoli on EU:n vesipuitteidirektiivin vesistölle vaarallisten aineiden listalla. Aine on haitallinen hormonivaikuttaja-aine.

3.3 ORGAANISET TINAYHDISTEET

Näytteiden organotinayhdisteiden pitoisuudet on esitetty taulukossa 2. Samassa taulukossa on esitetty myös Kotkan sataman tarkkailuun liittyvien näyteasemien (HS2 ja MS) ja Haminan sataman tarkkailuun (HAM-asemat) liittyvät tulokset. Orgaanisista tinayhdisteistä TBT ja TPT on luokiteltu meriympäristössä erittäin haitallisiksi aineiksi (HELCOM 2010). Ruoppaus- ja läjitysohjeessa on kuitenkin annettu raja-arvot vain TBT:lle (Ympäristöministeriö 2004). Raja-arvot on annettu normalisoiduille pitoisuuksille, joten TBT:n osalta pitoisuudet on esitetty taulukossa 2 myös normalisoituna. Kaikkien näytteiden normalisoidut TBT-pitoisuudet ylittivät tason 1 raja-arvon. Pitoisuudet olivat suurimpia Kotkan lähialueella (100-140 µg/kg ka, normalisoitu), mutta toisaalta tason 1 raja-arvo ylittyi selvästi myös ulkoasemilla (S2, S9 ja S8). Tason 1 raja-arvo on

tiukka (3 µg/kg ka), mutta tulokset kertovat myös siitä, että TBT-pitoisuudet ovat koko Pyhtää – Kotka – Hamina – tutkimusalueella normaalia suurempia. Kaikki pitoisuudet jäivät kuitenkin selvästi tason 2 raja-arvon alle.

TBT on pääasiassa peräisin veneiden ja laivojen pohjamaaleista, ja useissa tutkimuksissa onkin havaittu sedimentin TBT-pitoisuuksien olevan korkeita satamien lähistöllä. Esim. Vuosaaren telakan edustalta mitatut pitoisuudet ylittivät noin 20 hehtaarin alueella tason 2 raja-arvon ja laajoilla alueilla pitoisuudet (normalisoidut) olivat yli 1000 µg/kg ka maksimi-arvon ollessa jopa 15 600 µg/kg ka (Port of Helsinki 2004). Toisaalta suhteellisen korkeita pitoisuuksia on havaittu myös Itämeren syvänteissä (HELCOM 2010). Itse Helsingin merialueella mitatut pitoisuudet ovat olleet samaa tasoa kuin tässä tutkimuksessa ja monin paikoin myös korkeampia (Vatanen 2005).

TBT:n hajoamistuotteiden monobutyyliitinan (MBT) ja dibutyyliitinan (DBT) pitoisuudet olivat vähäisempiä kuin TBT:n (taulukko 2). Muiden orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet jäivät useimmilla näyteasemilla alle määritysrajan tai pitoisuudet olivat hyvin vähäisiä; korkein mitattu pitoisuus oli 16 µg TPT:tä /kg ka (absoluuttinen arvo) Haminanlahdella (as HAM231). Helsingin vesialueella mitattiin vuonna 2005 selvästi korkeampia TPT-pitoisuuksia (Vatanen 2005).

3.4 POLYAROMAATTISET HIILIVEDYT

Polyaromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet ovat ympäristössä laajalle levinneitä yhdisteitä, jotka ovat peräisin pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käytöstä sekä muusta teollisuuden ja energiatuotannon polttoprosesseista. PAH-yhdisteitä voi muodostua myös luonnossa metsäpaloissa ja tulivuorenpurkauksissa. Taulukossa 3 on esitetty sedimenttinäytteiden PAH-yhdisteiden normalisoidut pitoisuustulokset; yhdisteiden summatulos on esitetty taulukossa absoluuttisena. Ainoastaan naftaleenipitoisuus ylitti Kotkanlahdella (as S3) tason 2 raja-arvon ja oli Hietasen sataman edustalla (as HS2) tason 1 ja tason 2 rajamailla. Muutoin määritetyt PAH-pitoisuudet olivat pieniä. Suurin osa tuloksista jäi alle määritysrajan tai pitoisuus oli samaa tasoa kuin määritysraja. Muutamissa tapauksissa pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin tason 1 raja-arvo, mutta näiden parametrien osalta tason 1 raja-arvo oli hyvin lähellä analyysin määritysrajaa.

Taulukko 2. Sedimenttinäytteistä määritetyt orgaanisten tinayhdisteiden absoluuttiset pitoisuudet ja TBT:n osalta myös normalisoidut arvot ($\mu\text{g}/\text{kg ka}$). TBT:n tason 1 raja-arvo ylittyi kaikissa näytteissä.

piste	notto pvm	Organotinat $\mu\text{g}/\text{kg ka}$.										
		MBT	DBT	TBT	TBT normalisoitu	TetraBT	MOT	DOT	TCHT	MPT	DPT	TPT
S1	20.10.2009	11	4,5	11	9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
S2	20.10.2009	24	23	97	61	3,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
S3	22.10.2009	60	15	115	96	2,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
S4	22.10.2009	51	24	152	138	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	4,1	5,1	7,9
S5	22.10.2009	<LOQ	2,5	10	20	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
S6	20.10.2009	10	16	62	39	1,8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,2	1,8	<LOQ
S7	22.10.2009	25	11	70	50	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
S8	6.7.2009	13	16	94	49			<LOQ		<LOQ	<LOQ	<LOQ
S9	6.7.2009	12	17	92	40			<LOQ		<LOQ	<LOQ	<LOQ
S12	20.10.2009	23	15	55	37	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
S13	22.10.2009	3,3	4,7	23	77	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
S14	22.10.2009	11	11	32	36	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
S15	20.10.2009	23	12	46	33	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
HS2	22.10.2009	33	12	93	103	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
MS	22.10.2009	44	20	91	83	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2	2,7	1,9
HAM 231	6.7.2009	22	13	26	24			<LOQ		3,7	<LOQ	16
HAM 231	29.10.2009	14	11	27	27	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,5	1,4	1,7
HAM 230	6.7.2009	2,3	<LOQ	18	60			<LOQ		<LOQ	<LOQ	<LOQ
HAM 230	29.10.2009	3	3,2	13	43	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
HAM 225	6.7.2009	22	16	53	48			<LOQ		<LOQ	<LOQ	<LOQ
HAM 225	29.10.2009	29	15	81	74	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,9	2,5	1,5
HAM 346	6.7.2009	13	12	15	34			<LOQ		<LOQ	<LOQ	<LOQ
HAM 346	29.10.2009	23	13	64	53	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

Värikoodit:

 TASSO 1 = mahdollisesti pilaantuneet ruoppausmassat, normalisoitu TBT pitoisuus yli 3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ kuiva-ainetta

 TASSO 2 = pilaantuneet ruoppausmassat, normalisoitu TBT pitoisuus yli 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ kuiva-ainetta

Lyhenteet:

MBT = Monobutyyliini (Monobutyltin), LOQ=2,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

DBT = Dibutyyliini (Dibutyltin), LOQ=2,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

TBT = Tributyyliini (Tributyltin), LOQ=2,5 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

TetraBT=Tetrabutyyliini (Tetrabutyltin), LOQ=1,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

MOT=Mono-oktyyliini (Monooktyylintin), LOQ=1,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

DOT = Dioktyyliini (Dioktyyltin), LOQ=1,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

TCHT=Trisykloheksyyliini, LOQ=1,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

MPT = Monofenyliini (Monofenyltin), LOQ=1,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

DPT = Difenyliini (Difenyltin), LOQ=1,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

TPT = Trifenyliini (Triphenyltin), LOQ=1,0 $\mu\text{g cat}/\text{kg dw}$

LOQ = Määrittärajana (Limit Of Quantitation)

Taulukko 3. Sedimenttinäytteistä määritetyt PAH-yhdisteiden normalisoidut pitoisuusarvot ($\text{mg}/\text{kg ka}$) ja summapitoisuus absoluuttisena. Pitoisuudet olivat yleisesti pieniä, mutta Kotkanlahdella, Hietasen sataman lähialueella (asemat S3 ja HS2) naftaleenipitoisuudet olivat taustatasoa korkeampia.

piste	PAH-yhdisteet $\text{mg}/\text{kg ka}$, normalisoidut arvot (summaluku on absoluuttinen)																
	Naftaleeni	Asenafyleeni	Asenaf-teeni	Fluoreeni	Fenan-treeni	Antra-seeni	Fluor-anteeni	Py-reeni	Benso (a) antraseeni	Kry-seeni	Benso (b)fluor-anteeni	Benso (k)fluor-anteeni	Benso(a) pyreeni	Indeno (1,2,3-cd) pyreeni	Dibenso (ah)antra-seeni	Benso (ghi)peryleneeni	PAH (16) summa absoluuttinen
S1	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,03	0,03	<0.03	<0.03	0,03	0,04	<0.03	0,04	<0.03	0,04	0,25
S2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,05	0,04	<0.05	0,04	0,06	0,04	0,03	0,06	<0.05	0,06	0,62
S3	0,13	<0.03	<0.03	<0.03	0,06	<0.03	0,14	0,12	0,06	0,07	0,09	0,06	0,07	0,07	<0.03	0,07	1,1
S4	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,06	<0.03	0,15	0,12	0,07	0,07	0,11	0,07	0,08	0,09	<0.03	0,09	1
S5	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,05	<0.02	0,20	0,22	0,16	0,15	0,20	0,14	0,14	0,19	<0.02	0,17	0,81
S6	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,05	0,05	<0.05	0,04	0,08	0,05	0,04	0,09	<0.05	0,09	0,79
S7	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0,03	<0.04	0,07	0,06	0,04	0,04	0,08	0,05	0,04	0,08	<0.04	0,07	0,78
S8																	0,24
S9																	0,41
S12	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,05	0,05	<0.05	0,04	0,07	0,04	<0.05	0,07	<0.05	0,07	0,6
S13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	<0.01	0,11	0,10	0,07	0,07	0,13	0,09	0,07	0,12	<0.01	0,11	0,27
S14	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,04	<0.02	0,07	0,07	0,04	0,05	0,08	0,06	0,05	0,08	<0.02	0,07	0,55
S15	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,07	0,06	<0.05	0,04	0,09	0,05	0,05	0,09	<0.05	0,09	0,74
HS2	0,10	<0.02	<0.02	<0.02	0,06	<0.02	0,16	0,12	0,08	0,08	0,11	0,06	0,07	0,07	<0.02	0,07	0,88
MS	0,05	<0.03	<0.03	<0.03	0,04	<0.03	0,10	0,08	0,05	0,05	0,09	0,05	0,05	0,08	<0.03	0,07	0,79
TASSO 1	0,01				0,05	0,01	0,3		0,03	1,1		0,2	0,3	0,6		0,8	
TASSO 2	0,1				0,5	0,1	3		0,4	11		2	3	6		8	

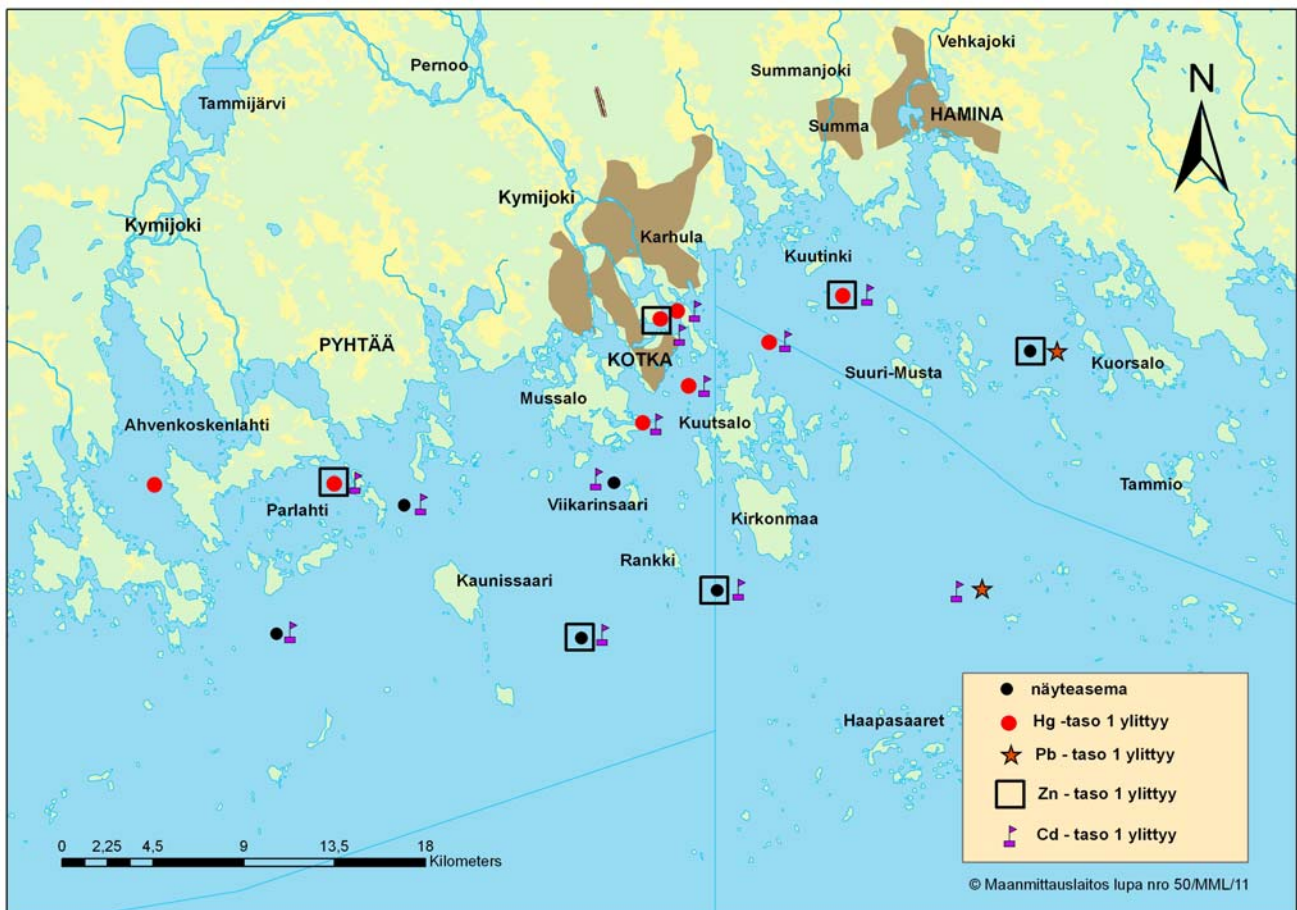
3.5 RASKASMETALLIT

Sedimenttinäytteiden raskasmetallipitoisuudet (normalisoidut arvot) on esitetty taulukossa 4. Lisäksi kuvassa 2 on esitetty karttapohjalla ruoppausmassojen läjityskelpoisuuden laatukriteerien ylitykset. Kaikki tutkitut pitoisuudet jäivät selvästi tason 2 raja-arvon alle, mutta tason 1 ylityksiä oli kaikilla näyteasemilla ja useilla asemilla useamman raskasmetallin osalta. Elohopeapitoisuus (normalisoidut pitoisuudet) ylitti tason 1 raja-arvon lähinnä Kymijoen vaikutusalueella Pyhtään ja Kotkan edustalla. Kadmiumin osalta tason 1 raja-arvo ylittyi lähes kaikilla näyteasemilla, ja korkeimmat pitoisuudet olivat ulompana olevilla asemilla. Lyijyn tason 1 raja-arvo ylittyi vain 2 itäisellä näyteasemalla. Sinkin tason 1 raja-arvo ylittyi yhteensä 6 asemalla, mutta korkeimmat pitoisuudet olivat uloimmilla asemilla. Elohopea- ja kadmiumpitoisuuksien ylitykset johtuvat sekä tiukoista raja-arvoista että näiden metallien korkeista pitoisuuksista tarkkailualueella ja yleensäkin itäisellä Suomenlahdella (Leivuori 1998, Vallius & Leivuori 1999, HELCOM 2010). Itämeren sedimenttien raskasmetallipitoisuudet ja erityisesti itäisen Suomenlahden Hg- ja Cd-pitoisuudet ovat korkeita johtuen mm. teollisuuden päästöistä (HELCOM 2010). Pääsääntöisesti sedimenttien metallipitoisuudet alenevat siirryttäessä Suomenlahdella idästä länteen (Leivuori 1998). Kadmium, lyijy ja elohopea ovat ympäristölle erittäin haitallisia metalleja, joten niiden pitoisuuksien seuranta on tärkeää (HELCOM 2010). Sinkki puolestaan on tarpeellinen metalli biologisissa prosesseissa, mutta suurina pitoisuuksina myös sillä voi olla myrkyllisiä vaikutuksia eliöihin.

Taulukko 4. Sedimenttinäytteistä määritetyt raskasmetallien normalisoidut pitoisuusarvot (mg/kg ka). Tason 1 raja-arvo ylittyi tutkimusalueella yleisesti. Em. raja-arvot ovat tiukkoja, mutta tulokset kertovat myös siitä, että näiden metallien pitoisuudet ovat tutkimusalueella ja koko itäisellä Suomenlahdella normaalia suurempia johtuen mm. teollisuuden päästöistä.

piste	Raskasmetallit, normalisoidut arvot			
	Hg mg/kg ka	Pb mg/kg ka	Zn mg/kg ka	Cd mg/kg ka
S1	0,2	18	159	<0.5
S2	<0.10	25	142	0,9
S3	0,2	29	160	0,6
S4	0,2	32	148	0,7
S5	<0.10	20	224	1,4
S6	<0.10	38	198	1,8
S7	0,4	30	149	0,7
S8	<0.10	41	172	0,4
S9	<0.10	50	165	1,2
S12	<0.10	27	143	0,8
S13	<0.10	16	142	0,9
S14	0,2	28	282	1,3
S15	0,4	37	182	1,0
HS2	0,3	31	190	0,6
MS	0,2	32	150	0,6
TASO 1	0,1	40	170	0,5
TASO 2	1	200	500	2,5

Sedimentin raskasmetallit ovat olleet tutkimuskohteena jo aiemmissakin yhteistarkkailun haitallisten aineiden tutkimuksissa merialueella (Anttila-Huhtinen & Heitto 1998, Pallonen 2001, Pallonen 2004). Yleistään voidaan todeta, että vuonna 2009 tutkittujen neljän raskasmetallin pitoisuudet ovat pienentyneet tutkimusalueella viimeisten 10-15 vuoden aikana. Tutkituista raskasmetalleista voimakkaimmin ovat pienentyneet sedimentin elohopeapitoisuudet ja vähiten muutosta on tapahtunut sinkin pitoisuuksissa.



Kuva 2. Ruoppausmassan laatuksien mukaan mahdollisesti pilaantuneet sedimentit (= tason 1 raja-arvo ylittyy) koskien raskasmetalleja elohopea, lyijy, sinkki ja kadmium. Erityisesti elohopea ja kadmium – pitoisuudet ovat tutkimusalueella kuten koko itäisellä Suomenlahdella normaalia taustatasoa suurempia.

4 TUTKIMUKSEN JATKAMINEN

Varsinaista yhteistarkkailuun sisältyvää haitallisten aineiden tarkkailuohjelmaa täsmennetään tulevina vuosina. Ohjelman laatimisessa käytetään hyväksi tässäkin tutkimuksessa saatuja tuloksia ja vasta ilmestynyttä haitallisten aineiden tarkkailua käsittelevää opasta (Vuoristo ym. 2010). Yhdistys on myös mukana hankkeissa, joiden tuloksia voitaneen hyödyntää tulevassa tarkkailuohjelmassa (Mäntynen ym. 2010, Vuori ym. 2011). Ohjelman laatimisessa tulee huomioida alueen erityispiirteet.

VIITTEET

Anttila-Huhtinen, M. 2010. Pohjaeläintutkimukset merialueella Pyhtää – Kotka - Hamina vuosina 2006-2009 ja vertailua aikaisempiin tuloksiin. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 192/2010, 35 s + liitteet.

Anttila-Huhtinen, M. 2010. Kymijoen alaosan pohjaeläintarkkailu (pehmeät pohjat) vuonna 2008. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 204/2010, 25 s.

Anttila-Huhtinen, M. 2011. Kotkan Satama Oy:n vesistö tarkkailu vuosina 2009-2010. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 142/2011, 15 s + liitteet.

Anttila-Huhtinen, M. & Heitto, L. 1998. Haitalliset aineet Kymijoella ja sen edustan merialueella, tuloksia vuoden 1994 tutkimuksista. – Kymijoen vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu 75/1998, 83 s + liitteet

HELCOM, 2010. Hazardous substances in the Baltic Sea an integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea. – Balt. Sea Environ. Proc. No 120B.

Kettunen, I., Mäkelä, A. & Heinonen, P. 2008. Vesistö tietoa näytteenottajille. – Ympäristökeskus, Suomen ympäristökeskus, 78 s.

Kymijoen vesi ja ympäristö ry 2011. Kymijoen alaosan ja merialueen Pyhtää – Kotka – Hamina tila vuosina 2000-2009. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 208/2011. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 208/2011, 102 s.

Leivuori, M. 1998. Heavy metal contamination in surface sediments in the Gulf of Finland and comparison with the Gulf of Bothnia. – Chemosphere 36(98):43-59.

Mattila, J. & Raunio, J. 2010. Haminan sataman vesistö- ja kalataloustarkkailut vuonna 2009. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 124/2010, 30 s.

Mäkelä, A., Antikainen, S., Mäkinen, I., Kivinen, J. & Leppänen, T. 1992. Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. – Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja B no 10, 87 s.

Mäntynen, H. & Anttila-Huhtinen, M. 2010. Pyhtää – Kotka – Hamina merialueen vedenlaadun yhteistarkkailun yhteenveto vuodelta 2009. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 201/2010, 40 s + liitteet.

Mäntynen, H., Lehtonen, K. & Mattila, J. 2010. Itäisen Suomenlahden mahdollisten suojasatama-aluiden biomarkeritutkimukset vuonna 2010. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 135/2010.

Pallonen, R. 2001. Haitalliset aineet Kymijoen edustan merialueen sedimenteissä syksyllä 2000. – Kymijoen vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu 93/2001, 21 s + liitteet.

- Pallonen, R. 2004. Haitalliset aineet Kymijoen edustan merialueen sedimenteissä kesällä 2003. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 112/2004, 24 s.
- Port of Helsinki, 2004. TBT tributyyliä, Tributyyliä poistaminen Vuosaaren sataman pohjasta. – Vuosaaren satamahankkeen julkaisuja.
- Vallius, H. & Leivuori, M. 1999. The distribution of heavy metals and arsenic in recent sediments in the Gulf of Finland. – Boreal Environment Research 4(99):19-29.
- Vatanen, S. 2005. Sedimenttien haitta-ainekartoitus Helsingin vesialueella vuonna 2005. – helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 8/2005, 24 s.
- Vuori, K-M., Meissner, K., Hämäläinen, H. & Tirronen, V. 2011. Zoobenthos-ICT, Pohjaeläinmittausten uudet ICT-sovellukset kemikaalien riskinarvioinnissa. – Projektisuunnitelma vuosille 2011-14, luonnos 17.2.2011.
- Vuoristo, H., Gustafsson, J., Helminen, H., Jokela, S., Londesborough, S., Mannio, J., Mehtonen, J., Mononen, P., Nakari, T., Ojanen, P., Ruoppa, M., Silvo, K. & Sainio, P. 2010. Haitallisten aineiden tarkkailu. – Ympäristöhallinnon ohjeita 3, 90 s + liitteet.
- Ympäristöministeriö, 2004. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. – Ympäristöopas no 117, Helsinki.
- Åkerberg, A. 2011. Kymijoen alaosan vedenlaadun yhteistarkkailu vuonna 2010. – Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 210/2011, 27 s + liitteet.

