

8/2005



HELSINGIN KAUPUNGIN

YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA

Sedimenttien haitta-ainekartoitus Helsingin vesialueella vuonna 2005



Sauli Vatanen

Helsinki 2005

Kannen kuva: Sedimenttinäyte / Sauli Vatanen

Painettu Pohjoismaisen ympäristömerkin saaneelle paperille.

Sauli Vatanen

Kala- ja Vesitutkimus Oy

**SEDIMENTTIEN HAITTA-AINEKARTOITUS
HELSINGIN VESIALUEELLA VUONNA 2005**

ISSN 1235-9718
ISBN 952-473-596-2
ISBN (URL:www.hel.fi/ymk/julkaisut/julkaisut.html) 952-473-597-0
Painopaikka: Helsingin kaupungin hankintakeskus
Helsinki 2005

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	2
SAMMANDRAG	3
SUMMARY	4
1 JOHDANTO	5
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	6
2.1 TUTKIMUSALUE.....	6
2.2 NÄYTTEIDEN OTTO JA ANALYSOINTI.....	10
2.3 TUTKIMUSALUEELLA TEHDYT AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET.....	12
3 TULOKSET	15
3.1 ORGAANISET TINAYHDISTEET.....	15
3.2 PCB-YHDISTEET.....	17
3.3 RASKASMETALLIT	18
4 TULOSTEN TARKASTELU	19
4.1 ORGAANISET TINAYHDISTEET (TBT JA TPT).....	20
4.2 PCB.....	21
4.3 RASKASMETALLIT	22
4.4 EPÄVARMUUSTEKIJÄT	22
4.5 JOHTOPÄÄTÖKSET	23
5 VIITTEET	23

Liite 1: Sedimenttinäytteiden savi- ja hienosavipitoisuudet.

Liite 2: TBT:n normalisoidut pitoisuudet linjalla 1.

Liite 3: TPT-pitoisuudet linjalla 1.

Liite 4: TBT:n normalisoidut pitoisuudet linjalla 2.

Liite 5: TPT-pitoisuudet linjalla 2.

Liite 6: TBT:n normalisoidut pitoisuudet linjalla 3.

Liite 7: TPT-pitoisuudet linjalla 3.

Tiivistelmä

Helsingin vesialueen sedimenttien pintakerroksen (0–5 cm ja 10–20 cm) haitta-ainepitoisuuksia kartoitettiin kolmen lahtialueelta ulkomerelle ulottuvan näytelinjaston avulla. Linja 1: Laajalahden pohjukasta Seurasaarenselän kautta Katajaluodon lounaispuolelle, linja 2: Vanhankaupunginlahdelta Sörnäisten sataman ja Laajasalon öljysataman ohi Kuivasaareen sekä linja 3: Vartiokylänlahdelta Jollaksen ja Villingin välistä Isosaaren itäpuolelle. Yhteensä sedimenttinäytteitä otettiin 31:stä havaintopaikasta elokuun 2005 aikana. Kaikista näytteistä (n=43) määritettiin orgaaniset tinayhdisteet (tributyylitina, TBT, ja trifenyylitina, TPT). Lisäksi 12:sta erikseen valitusta pisteestä määritettiin PCB-yhdisteet ja raskasmetallit.

Haitta-ainepitoisuuksia tarkasteltiin sekä absoluuttisina, määritettyinä pitoisuuksina että standardisedimentiksi normalisoituina. Tulosten perusteella orgaaniset tinayhdisteet (TBT ja TPT) aiheuttavat haitta-aineista suurimman ongelman. Kohonneita pitoisuuksia esiintyi koko Helsingin vesialueella ulkomerialueita lukuun ottamatta. Erityisen korkeita pitoisuuksia havaittiin mm. Länsisataman edustalla (TBT-pitoisuus normalisoituna 580 µg/kg), Kruunuvuorenselällä (TBT-pitoisuus normalisoituna 223 µg/kg) ja Vartiokylänlahden edustalla (TBT-pitoisuus normalisoituna 220 µg/kg). Laajoilla alueilla Helsingin saaristossa normalisoidut TBT-pitoisuudet olivat tasolla 20–100 µg/kg. Linjan Melkki–Vallisaari–Santahamina TBT-pitoisuudet olivat pääosin alle määrittäysrajan.

TPT-pitoisuudet olivat erittäin korkeat Sörnäisten sataman vierellä sekä Vartiokylänlahden edustalla. PCB:n osalta pitoisuudet olivat laajoilla alueilla melko korkeita. Raskasmetalleja esiintyi eniten Laajalahden perukassa, Vantaanjoen suulla sekä Länsisataman ja Sörnäisten sataman vieressä.

Orgaanisten tinayhdisteiden pääasiallinen lähde on veneiden ja alusten pohjissa käytetyt eliöiden estomaalit. Päästölähteet ovat vähentyneet vuodesta 1991 lähtien, ja TBT-maalien täyskielto tulee voimaan vuonna 2008.

Sammandrag

Halterna av skadliga ämnen i sedimentets ytskikt (0-5 cm och 10-20 cm) på Helsingfors' vattenområde kartlagdes med hjälp av tre provtagningslinjer som sträckte sig från vikområdena ut till öppna havet. Linje 1: Från Bredvikens innersta del via Fölisöfjärden ut till sydväst om Enskär, linje 2: från Gammelstadsviken förbi Sörnäs hamn och Degerö oljehamn ut till Torra Mjölö, linje 3: från Botbyviken mellan Jollas och Villinge till öster om Mjölö. Sammanlagt togs det sedimentprover från 31 olika provtagningsstationer i augusti 2005. Ur alla prover (n=43) analyserades mängderna av organiska tennföreningar (tributyltenn, TBT, och trifenyiltenn, TPT). Därtill analyserades mängden PCB-föreningar och tungmetaller från 12 separat utvalda provtagningsstationer.

Halterna av skadliga ämnen granskades både som absoluta analyserade halter och normaliserade till standardsedimenthalter. Resultaten visar att de organiska tennföreningarna (TBT och TPT) är de skadliga ämnen som förorsakar mest problem. Förhöjda halter förekom på hela Helsingfors' havsområde med undantag för det öppna havet. Speciellt höga halter påträffades bl.a. utanför Västra hamnen (normaliserad TBT-halt 580 µg/kg), på Kronobergsfjärden (normaliserad TBT-halt 223 µg/kg), och utanför Botbyviken (normaliserad TBT-halt 220 µg/kg). Inom stora områden i Helsingfors' skärgård var de normaliserade TBT-halterna på nivån 20-100 µg/kg. Utanför linjen Melkö–Skanslandet–Sandhamn var TBT-halterna i huvudsak lägre än den analytiska gränsen.

TPT-halterna var mycket höga bredvid Sörnäs hamn samt utanför Botbyviken. PCB-halterna var rätt höga på vidsträckta områden. Tungmetaller förekom mest i Bredvikens innersta del, vid Vanda ås mynning samt bredvid Västra hamnen och Sörnäs hamn.

De organiska tennföreningarna härstammar främst från de giftiga bottenfärger som används på båtar och fartyg för att förhindra växt av växter och djur därpå. Dessa källor har minskat sedan år 1991, och totalförbud för bruk av TBT-färger träder i kraft år 2008.

Summary

The concentrations of hazardous substances in the surface sediment (0-5 cm and 10-20 cm) in the Helsinki marine area were investigated using three sampling lines stretching from the inner bays to the outer sea zone. Line 1: From the innermost part of Laajalahti Bay via Seurasaarenselkä Bay to a point south-west of Katajaluoto, line 2: from Vanhankaupunginlahti Bay via Sörnäinen Harbour and Laajasalo Oil Harbour to Kuivasaari, line 3: from Vartionkylänlahti Bay between Jollas and Villinki to a point east of Isosaari. Sediment samples were taken from altogether 31 sampling stations during August 2005. Organotin compounds (tributyltin, TBT, and triphenyltin, TPT) were analysed from all (n=43) the samples. In addition, PCB-compounds and heavy metals were analysed from 12, separately chosen stations.

The concentrations of hazardous substances were investigated both as absolute, measured concentrations and normalized to a standard sediment. The results indicate that organotin compounds (TBT and TPT) constitute the biggest problem among the hazardous substances. Raised concentrations were observed everywhere in the marine area of Helsinki except in the outer sea zone. Especially high concentrations were observed e.g. outside West Harbour (normalized TBT concentration 580 µg/kg), in Kruununvuorenselkä (normalized TBT concentration 223 µg/kg), and outside Vartionkylänlahti Bay (normalized TBT concentration 220 µg/kg). In large parts of the Helsinki archipelago, the normalized concentrations of TBT were on the level 20-100 µg/kg. Outside a line drawn through the islands Melkki, Vallisaari and Santahamina the TBT concentrations were mostly below the detection limit.

The concentrations of TPT were very high next to Sörnäinen Harbour and outside Vartionkylänlahti Bay. The PCB concentrations were fairly high in large areas. Heavy metals were detected mainly in the inner part of Laajalahti Bay, near the mouth of River Vantaanjoki, and next to West and Sörnäinen Harbours.

Organotin compounds mostly originate from toxic anti-fouling paints used on the hulls of boats and ships. These sources of the compounds have diminished since 1991, and in 2008 a total ban on TBT-paints will be implemented.

1 Johdanto

Sedimentissä esiintyvien orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuuksia on selvitetty viime vuosina lähinnä satamien ja väylien ruoppaustöihin liittyen. Tehdyissä selvityksissä on kuitenkin paljastunut, että ongelma on laaja ja vaatii lisäselvityksiä. Ongelman laajuutta kuvastaa hyvin Helsingin kaupungin selvitys Helsingin telakoiden ja venesatamien edustoilta, jossa kohonneita TBT-pitoisuuksia havaittiin kaikilta näytteenottoaikoilta (Autio 2004). Syntyneen epä tietoisuuden ja mediasa esiintyneiden ristiriitaisten väitteiden takia on käynnistymässä tai käynnistynyt useita tutkimus- ja selvityshankkeita koskien orgaanisia tinayhdisteitä. Nyt tehdyn työn tilaajana ja työsuunnitelman laatijana toimi Liisa Autio Helsingin kaupungin ympäristökeskuksesta.

Orgaanisista tinayhdisteistä on julkaistu lukuisia tieteellisiä artikkeleita, joissa käsitellään mm. aineiden esiintymistä, hajoamista, biokertymistä ja vaikutuksia eri eliöryhmiin mukaan lukien ihmisen. Kirjallisuuskatsauksia ovat julkaisseet mm. Champ (2000), Hoch (2001) ja Euroopan elintarvikkeiden turvallisuutta valvova viranomais EFSA (EC 2004). Lyhyt katsaus suomen kielellä on luettavissa myös vuoden 2004 Vuosaaren satamahankkeen vesistö- ja kalataloustarkkailuraportista (Vatanen & Niinimäki 2005).

Orgaanisten tinayhdisteiden (tributyylitina, TBT, ja trifenyylitina, TPT) pääasiallisina lähteinä ovat veneiden ja laivojen pohjissa sekä vedenalaisissa rakenteissa käytetyt eliöidenestomaalit (antifouling). Lisäksi orgaanisia tinayhdisteitä on käytetty mm. puunsuojauksessa sekä jäähdytys- ja jätevesijärjestelmissä. Maatalouden torjunta-aineina niitä ei ole Suomessa käytetty (Pajukallio 2004).

TBT:n käyttö on Suomessa vähentynyt vuodesta 1991 lähtien, jolloin orgaanisia tinayhdisteitä sisältävien antifouling-maalien käyttö alle 25 metrin aluksissa sekä teollisuuden jäähdytys-, prosessi- ja jätevesijärjestelmissä kiellettiin. Vuoden 2003 alusta tuli Suomessa voimaan orgaanisten tinayhdisteiden käyttökielto. Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) hyväksymän sopimuksen mukaan TBT-maalien täyskielto tulee voimaan vuonna 2008. Siten tälläkin hetkellä Helsingin satamissa voi vieraila aluksia, joiden pohjat on maalattu TBT-maalilla. On esitetty, että perinteinen valtamerirahtilaiva päästää tributyylitinaa noin 200 grammaa vuorokaudessa (Eranti 2005).

Vuosaaren sataman ympäristötarkkailun yhteydessä on havaittu, että sedimenttien TBT-pitoisuudet ovat laskusuunnassa (Vatanen & Niinimäki 2005).

2 Aineisto ja menetelmät

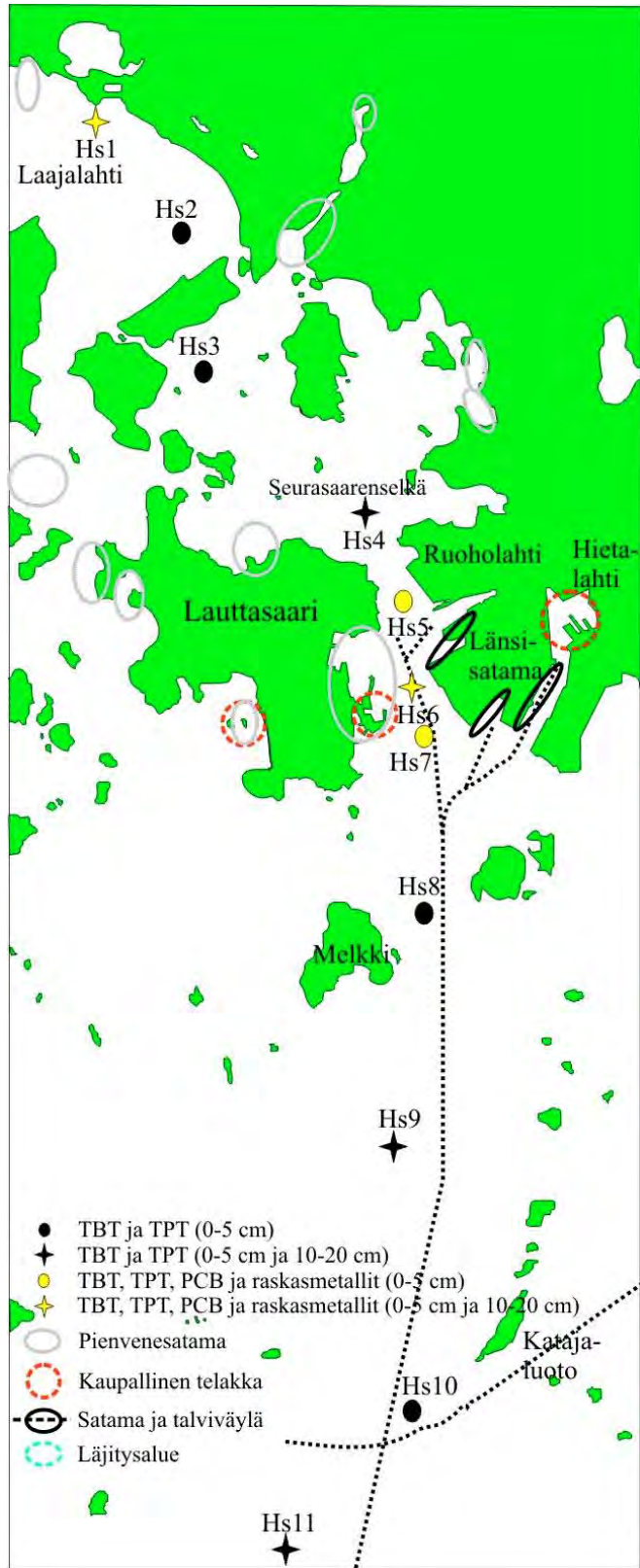
2.1 Tutkimusalue

Sedimentin pintakerroksen haitta-ainepitoisuuksia kartoitettiin kolmella Helsingin vesialueelle sijoitetulla linjastolla. Linjastot ulottuivat lahtialueilta ulkomerelle.

Linja 1 (11 pistettä)

Linja ulottuu Laajalahden pohjukasta Seurasaarenselän kautta aina Katajaluodon lounaispuolelle (kuva 1).

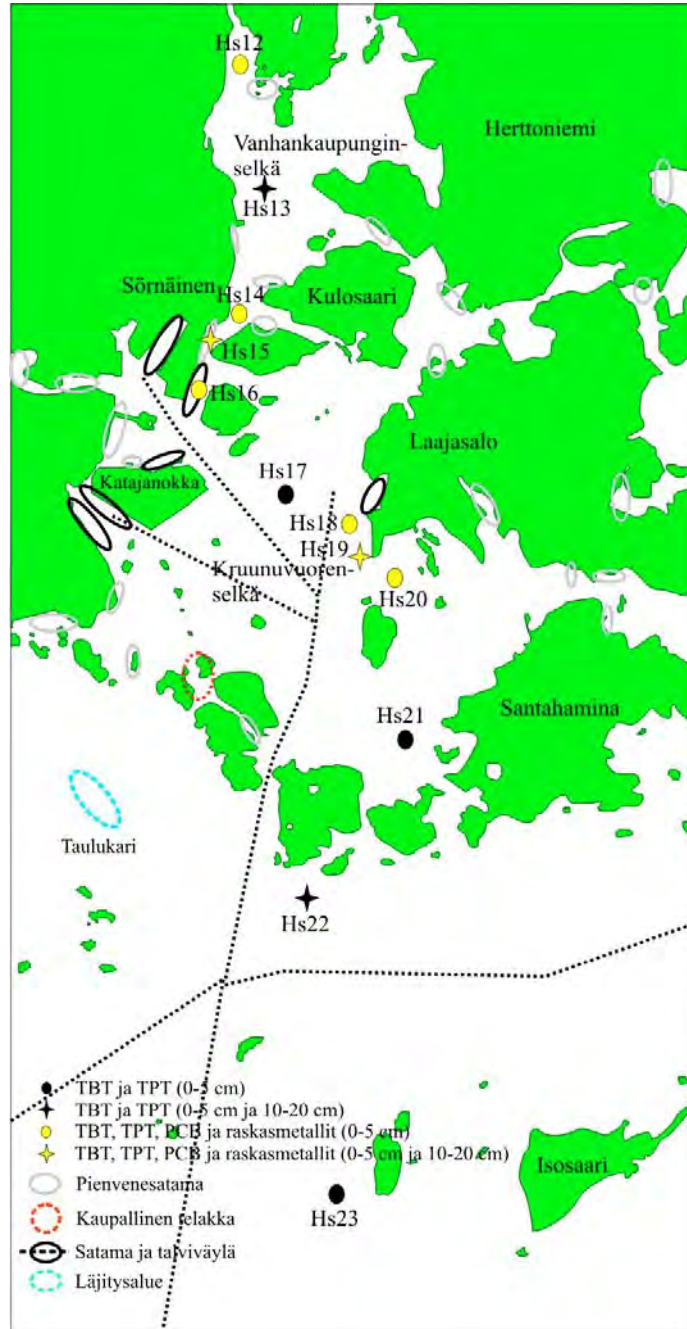
Mahdollisia orgaanisten tinayhdisteiden päästölähteitä ovat Iso-Huopalahden kaatopaikka, pienvenesatamat (Airola 2003), Länsisatama, Hietalahden telakka ja Katajaluodon eteläpuolella sijaitseva puhdistettujen jätevesien purkupaikka.



Kuva 1. Sedimenttinäytepisteet ja mahdolliset orgaanisten tinayhdisteiden pää-
 tölähteet näytteenottolinjalla 1.

Linja 2 (12 pistettä)

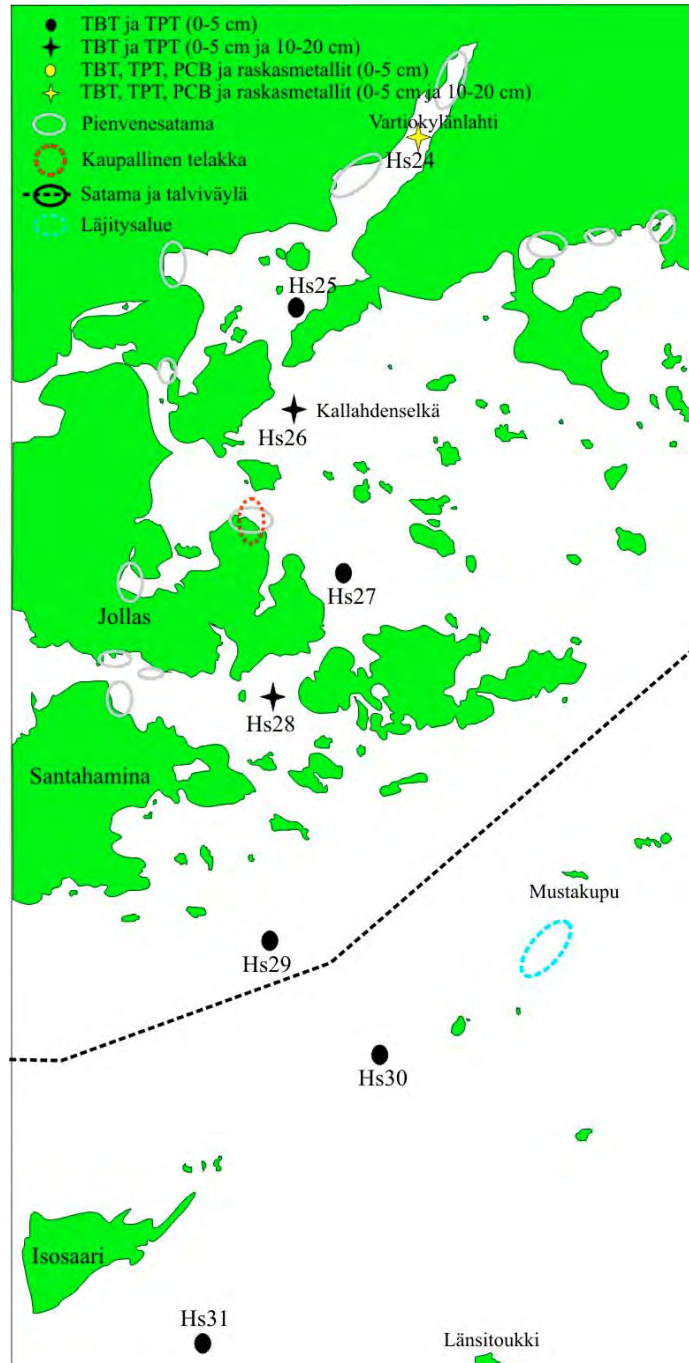
Linja alkaa Vantaanjoen suulta Vanhankaupunginlahdelta jatkuen kalasataman ja Laajasalon öljysataman ohi Vallisaareen ja Kuivasaareen (kuva 2). Mahdollisia orgaanisten tinayhdisteiden päästölähteitä ovat Vantaanjoki, Sörnäisten satama, Laajasalon öljysatama, pienvenesatamat ja alueen vilkas laivaliikenne.



Kuva 2. Sedimenttinäytepisteet ja mahdolliset orgaanisten tinayhdisteiden päästölähteet näytteenottolinjalla 2.

Linja 3 (8 pistettä)

Linja ulottuu Vartiokylänlahdelta jatkuen Jollaksen ja Villingin välistä Isosaaren itäpuolelle (kuva 3). Mahdollisia orgaanisten tinayhdisteiden lähteitä ovat pienvenesatamat, -telakka ja Mustakuvun läjitysalue.



Kuva 3. Sedimenttinäytepisteet ja mahdolliset orgaanisten tinayhdisteiden pää-
tölähteet näytteenottolinjalla 3.

2.2 Näytteiden otto ja analysointi

Sedimenttinäytteitä (31 havaintopaikkaa) otettiin Limnos-sedimenttinäytteenottimella sekä tutkimusalus R/V Muikun Niemistö-tyyppisellä nk. ”tykki” sedimenttinäytteenottimella 15.–16.8 sekä 23.–24.8.2005. Sedimenttinäytteistä viipaloitiin talteen 0–5 cm:n pintakerros sekä erikseen valituista 12 näytteestä myös 10–20 cm:n kerros.

Taulukko 1. Näytteenottoapaikkojen (linja 1) syvyys, koordinaatit ja sedimentin laatu.

Paikka	Syvyys m	Koordinaatit WGS84	Sedimentin laatu ja väri
HS1	2,2	60°12,027N 24°50,752E	Lieju, harmaa 0–40 cm
HS2	3,2	60°11,536N 24°51,343E	Lieju, harmaa 0–40 cm
HS3	5,1	60°10,814N 24°51,992E	Hienodetritus, ruskea 0–4 cm Lieju, harmaa 4–20 cm
HS4	9,7	60°10,085N 24°53,683E	Hienodetritus, ruskea 0–2 cm Lieju, tumma 4–50 cm
HS5	11	60°09,355N 24°53,930E	Hienodetritus, harmaa 0–1 cm Savi, harmaa 1–30 cm
HS6	11	60°09,173N 24°54,085E	Hienodetritus, ruskea 0–2 cm Savi, harmaa 2–26 cm
HS7	12	60°08,950N 24°54,226E	Savi (hiekkaa seassa), harmaa 0–5 cm Savi, harmaa 5–35 cm
HS8	14	60°08,042N 24°54,155E	Hienodetritus, ruskea 0–3 cm Savilieju (pinnassa hiekkaa), tumma 3–35 cm
HS9	22	60°06,868N 24°53,950E	Hienodetritus, ruskea 0–3 cm Savi, harmaa 3–35 cm
HS10	29	60°05,709N 24°54,114E	Hienodetritus, ruskea 0–3 cm Savi, harmaa 3–40 cm
HS11	28	60°04,826N 24°52,575E	Hienodetritus/rauta–mangaanikonkreetio, ruskea 0–3 cm Savi, harmaa 3–35 cm

Taulukko 2. Näytteenottopaikkojen (linja 2) syvyys, koordinaatit ja sedimentin laatu.

Paikka	Syvyys m	Koordinaatit WGS84	Sedimentin laatu ja väri
HS12	1,5	60°12,550N 24°59,137E	Hiesu, tumma 0–20 cm
HS13	1,9	60°11,783N 24°59,407E	Lieju, tumman ruskea 0–40 cm
HS14	8	60°11,150N 24°59,076E	Lieju, tumman ruskea 0–30 cm
HS15	7,5	60°11,008N 24°59,078E	Lieju, tumman ruskea 0–30 cm
HS16	6,5	60°10,648N 24°58,732E	Lieju, tumman ruskea 0–25 cm
HS17	13	60°10,068N 24°59,712E	Hienodetritus, ruskea 0–3 cm Savi, harmaa (sulfidi raitoja) 3–50 cm
HS18	12	60°09,821N 25°00,361E	Hienodetritus, ruskea 0–3 cm Savi, harmaa (sulfidi raitoja) 3–40 cm
HS19	14	60°09,623N 25°00,573E	Hienodetritus, ruskea 0–2 cm Sulfidilieju, musta 2–55 cm
HS20	9	60°09,535N 25°00,920E	Hienodetritus, ruskea 0–2 cm Savilieju, tumma 2–40 cm
HS21	13	60°08,620N 25°00,993E	Hienodetritus, ruskea 0–2 cm Savilieju, tumma 2–55 cm
HS22	24	60°07,625N 24°59,842E	Hiekka, ruskea 0–2 cm Savi, harmaa 2–25 cm
HS23	29	60°05,886N 25°00,217E	Hienodetritus, ruskea 0–2 cm, Savi, harmaa 2–40 cm

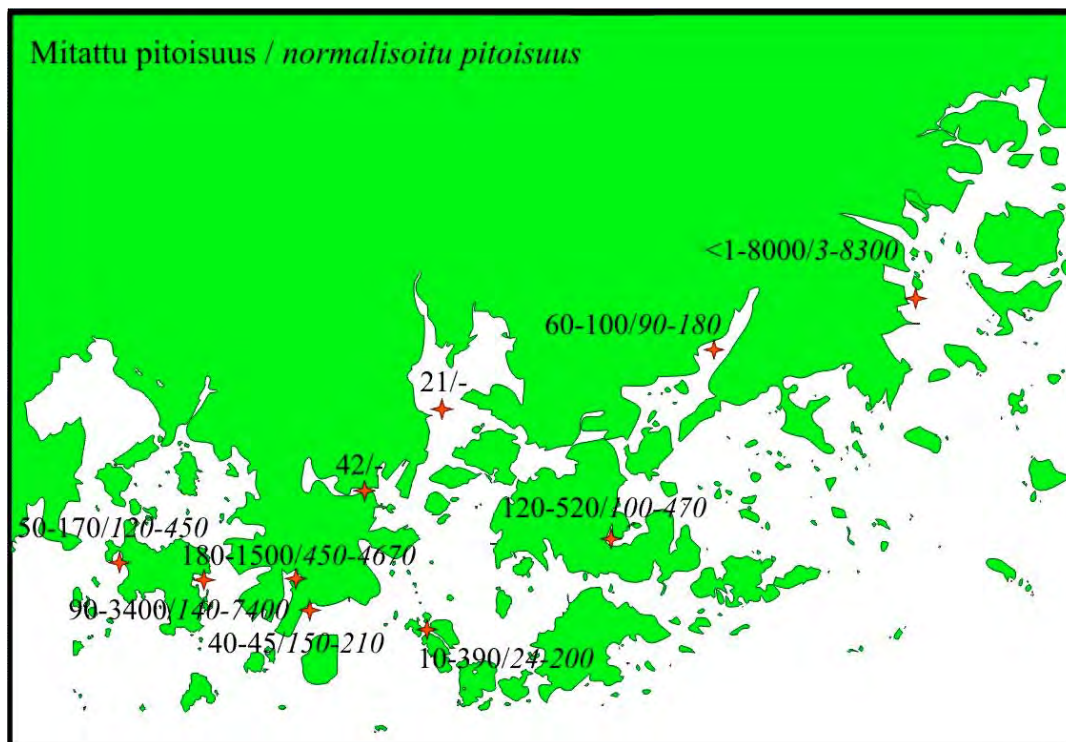
Taulukko 3. Näytteenottoaikojen (linja 3) syvyys, koordinaatit ja sedimentin laatu.

Paikka	Syvyys m	Koordinaatit WGS84	Sedimentin laatu ja väri
HS24	1,8	60°12,502N 25°06,709E	Savilieju, harmaa 0–24 cm
HS25	4,5	60°11,621N 25°05,505E	Lieju (sulfidiraitoja), tumma 0–35 cm
HS26	10	60°10,907N 25°05,380E	Hienodetritus, ruskea 0–2 cm Savi (sulfidiraitoja), harmaa 2–45 cm
HS27	11	60°10,050N 25°06,100E	Savilieju, tumma (rikkivedyn haju) 0–50 cm
HS28	15	60°09,254N 25°05,307E	Savilieju, tumma (rikkivedyn haju) 0–55 cm
HS29	25	60°07,773N 25°05,030E	Hiekka, ruskea 0–2 cm Savi, harmaa 2–23 cm
HS30	29	60°07,177N 25°05,929E	Hiekka, ruskea 0–5 cm Savi, harmaa 5–50 cm
HS31	33	60°05,398N 25°04,893E	Hiekka/rauta–mangaanikonkreetio, ruskea 0–3,5 cm Savi, harmaa 3,5–30 cm

Sedimentinäytteistä määritettiin Helsingin kaupungin ympäristölaboratoriossa TBT- ja TPT-yhdisteet (nestekromatografi-massaspektrometrisesti) sekä kuiva-aine ja hehkutushäviö. Erikseen karttoihin keltaisella merkityistä pisteistä (kuvat 1–3) määritettiin TBT:n ja TPT:n lisäksi myös PCB-yhdisteet (summa-PCB, kongeneerit 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180) sekä arseeni (As) ja raskasmetallit (Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Sn, Ni, Zn, V, Hg) 0–5 cm:n pintakerroksesta. PCB-analyysit (GC/MS 16) tehtiin kylmäkuivatusta näytteistä. Raskasmetallit määritettiin ICP-MS-analysointilaitteella lukuun ottamatta elohopeaa (Hg), jonka määrittämiseen käytettiin AMA 254-analysointilaitetta. Samoista pisteistä määritettiin myös saven osuus normalisointia varten. Saven osuus määritettiin laskeuttamismenetelmällä Analy-Cen-laboratoriossa.

2.3 Tutkimusalueella tehdyt aikaisemmat tutkimukset

Helsingin vesialueella on tehty useita selvityksiä liittyen orgaanisiin tinayhdisteisiin (mm. Autio 2004, Kajander & Miettinen 2004, Niinimäki ym. 2004, Piispanen 2004, Vatanen & Niinimäki 2005, SYKE VESKA-projekti, julkaisematon). Lähes kaikki näistä selvityksistä on tehty potentiaalisesti likaantuneilla alueilla, kuten esimerkiksi pienvenesatamien ja telakoiden läheisyydestä. Näissä selvityksissä orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet ovatkin olleet yleisesti ottaen huomattavan korkeita (kuva 4).

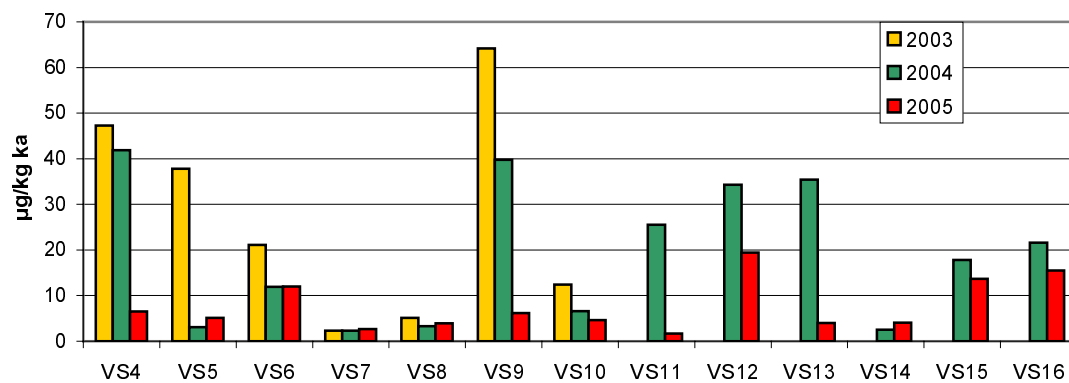


Kuva 4. Tutkimusalueella tehtyjä aikaisempia TBT-selvityksiä (µg/kg).

Vuosaaren satamahankkeen ympäristöseurantaan kuuluvana on vuosina 2003-2005 otettu näytteitä myös satama-alueen ympäristöstä (kuva 5). Tarkkailun yhteydessä on havaittu, että korkeat TBT-pitoisuudet ovat hyvin paikallisia. Vuonna 2005 Vuosaaren sataman ympäristössä sijaitsevien sedimenttipisteiden TBT-pitoisuus oli 1,7–19,4 µg/kg. Vuosien 2003 ja 2004 näytteenottoon verrattaessa voidaan havaita TBT-pitoisuuksien laskeneen (kuva 6).



Kuva 5. Vuosaaren satamahankkeen ympäristöseurantaan kuuluvat näyttepi-
teet (VS4 - VS16).



Kuva 6. Sedimentin pintakerroksen tributyyliinapitoisuus Vuosaaren sataman
ympäristöseurannan näytteenottopisteissä vuosina 2003-2005 (Kala- ja vesitutki-
mus Oy).

3 Tulokset

Tulokset on ilmoitettu sekä absoluuttisina (mitattuina) että normalisoituina pitoisuuksina. Normalisoinnissa mitatut pitoisuudet korjataan pitoisuuksien vertailua varten standardisedimentiksi, jossa savea on 25 % (epäorgaaniset yhdisteet) ja orgaanista ainesta 10 %. Korjaaminen tehdään käyttäen muunnoskaavoja (Ympäristöministeriö 2004). Normalisointimenettelyyn liittyy epävarmuustekijöitä (katso kpl 4.4). Tässä aineistossa – varsinkin suurien TBT-pitoisuuksien ollessa kyseessä – heikutushäviöt (orgaaninen aines) olivat 10 %:n läheisyydessä. Siten voidaan katsoa, että normalisoidut tulokset vastaavat pitkälti absoluuttisia pitoisuuksia.

3.1 Orgaaniset tinayhdisteet

Taulukko 4. Linjan 1 sedimenttinäytteiden absoluuttiset TBT- ja TPT-pitoisuudet sekä TBT:n normalisoitu pitoisuus. Tason 1 ylittävät pitoisuudet on kursivoitu ja tason 2 ylittävät tummennettu. Pitoisuudet, joissa rinnakkaismääritykset ovat eronneet toisistaan enemmän kuin mittausepävarmuus sallii, on alleviivattu.

Piste	Pvm	Syvyys cm	Kuiva-aine %	Hehk.häviö %	TBT µg/kg k.a.	TPT µg/kg k.a.	TBT (norm.) µg/kg k.a.
HS1	24.8.	0–5	23	8,7	24,0	<10	27,6
	24.8.	10–20	37	5,4	4,3	<10	8,0
HS2	24.8.	0–5	18	9,9	32,0	<10	32,3
HS3	24.8.	0–5	24	7,8	64,0	12,0	82,1
HS4	24.8.	0–5	23	8,7	73,0	17,0	83,9
	24.8.	10–20	31	7,6	192,0	11,0	252,6
HS5	16.8.	0–5	49	3,1	<3	<10	<3
HS6	16.8.	0–5	49	2,9	<u>4,3</u>	<10	<u>14,8</u>
	16.8.	10–20	52	3,4	<3	<10	<3
HS7	16.8.	0–5	69	11,0	<u>642,0</u>	<u>26,0</u>	583,6
HS8	16.8.	0–5	41	4,3	38,0	<10	88,4
HS9	16.8.	0–5	59	2,3	6,2	<10	27,0
	16.8.	10–20	50	3,5	<3	<10	<3
HS10	16.8.	0–5	58	2,3	4,1	<10	17,8
HS11	16.8.	0–5	61	1,8	<3	<10	<3
	16.8.	10–20	49	3,0	<3	<10	<3
Ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasot							
TASO 1							3
TASO 2							200

Taulukko 5. Linjan 2 sedimenttinäytteiden absoluuttiset TBT- ja TPT-pitoisuudet sekä TBT:n normalisoitu pitoisuus. Tason 1 ylittävät pitoisuudet on kursivoitu ja tason 2 ylittävät tummennettu. Pitoisuudet, joissa rinnakkaismääritykset ovat eronneet toisistaan enemmän kuin mittausepävarmuus sallii, on alleviivattu.

Piste	Pvm	Syvyys cm	Kuiva-aine %	Hehk.häviö %	TBT µg/kg k.a.	TPT µg/kg k.a.	TBT (norm.) µg/kg k.a.
HS12	24.8.	0–5	56	3,9	16,0	<10	41,0
HS13	24.8.	0–5	35	7,8	14,0	<10	17,9
	24.8.	10–20	39	7,5	36,0	<10	48,0
HS14	24.8.	0–5	29	8,5	<u>48,0</u>	<u>33,0</u>	<u>56,5</u>
HS15	24.8.	0–5	33	7,5	<u>73,0</u>	<u>97,0</u>	<u>97,3</u>
	24.8.	10–20	45	6,7	<u>131,0</u>	<u>141,0</u>	<u>195,5</u>
HS16	24.8.	0–5	37	6,0	94,0	16,0	156,7
HS17	24.8.	0–5	25	8,9	107,0	10,0	120,2
HS18	24.8.	0–5	28	9,7	135,0	<10	139,2
HS19	24.8.	0–5	24	10,0	223,0	20,0	223,0
	24.8.	10–20	29	9,1	205,0	26,0	225,3
HS20	24.8.	0–5	31	8,2	121,0	29,0	147,6
HS21	16.8.	0–5	26	8,8	<u>99,0</u>	<u>195,0</u>	<u>112,5</u>
HS22	16.8.	0–5	55	2,4	<3	<10	<3
	16.8.	10–20	52	3,2	<3	<10	<3
HS23	16.8.	0–5	52	2,6	<3	<10	<3
Ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasot							
TASO 1							3
TASO 2							200

Taulukko 6. Linjan 3 sedimenttinäytteiden absoluuttiset TBT- ja TPT-pitoisuudet sekä TBT:n normalisoitu pitoisuus. Tason 1 ylittävät pitoisuudet on kursivoitu ja tason 2 ylittävät tummennettu. Pitoisuudet, joissa rinnakkaismääritykset ovat eronneet toisistaan enemmän kuin mittausepävarmuus sallii on alleviivattu.

Piste	Pvm	Syvyys	Kuiva-aine	Hehk.häviö	TBT	TPT	TBT (norm.)	
		cm	%	%	µg/kg k.a.	µg/kg k.a.	µg/kg k.a.	
HS24	24.8.	0–5	32	7,9	<u>54,0</u>	<u>114,0</u>	<u>68,4</u>	
	24.8.	10–20	32	10,0	<3	<10	<3	
HS25	24.8.	0–5	22	9,1	<u>202,0</u>	<u>365,0</u>	<u>222,0</u>	
HS26	24.8.	0–5	24	6,9	<u>40,0</u>	<u>20,0</u>	<u>58,0</u>	
	24.8.	10–20	35	7,0	<3	<10	<3	
HS27	24.8.	0–5	17	12,0	60,0	<10	50,0	
HS28	16.8.	0–5	18	10,0	44,0	<10	44,0	
	16.8.	10–20	26	8,8	16,0	<10	18,2	
HS29	16.8.	0–5	53	3,0	<3	<10	<3	
HS30	16.8.	0–5	67	1,6	<3	<10	<3	
HS31	16.8.	0–5	61	2,1	<3	<10	<3	
Ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasot								
TASO 1								3
TASO 2								200

3.2 PCB-yhdisteet

Taulukko 7. Sedimenttinäytteiden pintakerroksen (0-5 cm) määritetyt PCB-pitoisuudet.

Piste	Syvyys cm	Hehk.häviö %	Summa PCB mg/kg k.a.	PCB 28 mg/kg k.a.	PCB 52 mg/kg k.a.	PCB 101 mg/kg k.a.	PCB 118 mg/kg k.a.	PCB 138 mg/kg k.a.	PCB 153 mg/kg k.a.	PCB 180 mg/kg k.a.
HS1	0–5	8,7	0,110	<0,001	0,002	<0,003	<0,003	0,011	0,010	0,008
HS5	0–5	3,1	<0,015	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
HS6	0–5	2,9	<0,015	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
HS7	0–5	11	0,100	0,005	0,003	0,004	<0,003	0,006	0,005	0,003
HS12	0–5	3,9	0,110	<0,001	0,001	0,005	<0,003	0,010	0,009	0,007
HS14	0–5	8,5	0,030	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	0,004	0,003	0,003
HS15	0–5	7,5	0,050	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	0,006	0,005	0,004
HS16	0–5	6,0	0,030	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	0,004	0,003	<0,003
HS18	0–5	9,7	0,020	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
HS19	0–5	10	0,020	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
HS20	0–5	8,2	0,060	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	0,007	0,006	0,005
HS24	0–5	7,9	<0,015	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003

Taulukko 8. Normalisoidut PCB-pitoisuudet. Tason 1 ylittävät pitoisuudet on kursivoitu ja tason 2 ylittävät tummennettu.

Piste	Syvyys cm	Hehk.häviö %	PCB 28 mg/kg k.a.	PCB 52 mg/kg k.a.	PCB 101 mg/kg k.a.	PCB 118 mg/kg k.a.	PCB 138 mg/kg k.a.	PCB 153 mg/kg k.a.	PCB 180 mg/kg k.a.
HS1	0–5	8,7	<0,001	<i>0,002</i>	<0,003	<0,003	<i>0,013</i>	<i>0,011</i>	<i>0,009</i>
HS5	0–5	3,1	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
HS6	0–5	2,9	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
HS7	0–5	11	<i>0,005</i>	<i>0,003</i>	<i>0,004</i>	<0,003	<i>0,005</i>	<i>0,005</i>	0,003
HS12	0–5	3,9	<0,001	<i>0,003</i>	<i>0,013</i>	<0,003	<i>0,026</i>	<i>0,023</i>	<i>0,018</i>
HS14	0–5	8,5	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<i>0,005</i>	<i>0,004</i>	<i>0,004</i>
HS15	0–5	7,5	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<i>0,008</i>	<i>0,007</i>	<i>0,005</i>
HS16	0–5	6,0	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<i>0,007</i>	<i>0,005</i>	<0,003
HS18	0–5	9,7	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
HS19	0–5	10	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
HS20	0–5	8,2	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<i>0,009</i>	<i>0,007</i>	<i>0,006</i>
HS24	0–5	7,9	<0,001	<0,001	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasot									
TASO 1			<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>0,004</i>	<i>0,004</i>	<i>0,004</i>	<i>0,004</i>	<i>0,004</i>
TASO 2			0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

3.3 Raskasmetallit

Taulukko 9. Sedimentinäytteiden pintakerroksen (0-5 cm) määritetyt raskasmetallipitoisuudet

Piste	Syvyys cm	Hehk.häviö %	As mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Sn mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	V mg/kg	Hg mg/kg
HS1	0–5	8,7	8	1,8	15	78	84	35	4,6	39	220	81	0,32
HS5	0–5	3,1	5,5	0,2	17	82	36	15	2,6	39	98	100	<0,1
HS6	0–5	2,9	5,5	0,16	18	86	36	16	2,6	41	100	110	<0,1
HS7	0–5	11	2,9	0,18	4,7	23	25	18	<2	12	50	27	0,14
HS12	0–5	3,9	3,6	0,37	11	38	24	110	22	19	180	39	<0,1
HS14	0–5	8,5	9,1	0,42	19	90	54	48	3,9	42	210	99	0,14
HS15	0–5	7,5	8	0,48	18	91	53	54	3,8	39	190	91	0,22
HS16	0–5	6,0	7,2	0,59	14	70	47	48	3,7	33	160	78	0,22
HS18	0–5	9,7	12	0,36	18	82	48	44	7,2	42	160	93	0,19
HS19	0–5	10	9,7	0,57	15	76	44	46	3,7	38	190	85	0,2
HS20	0–5	8,2	11	0,65	14	77	54	58	4	37	180	84	0,26
HS24	0–5	7,9	10	0,17	9,7	46	33	13	<2	25	92	53	<0,1

Taulukko 10. Normalisoidut raskasmetallipitoisuudet. Tason 1 ylittävät pitoisuudet on kursivoitu ja tason 2 ylittävät tummennettu.

Piste	Syvyys cm	Savipit. %	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg
HS1	0–5	27	7,9	1,8	75,0	83,0	34,7	36,9	213,8	0,3
HS5	0–5	45	4,7	0,2	58,6	29,5	13,0	24,8	72,3	<0,1
HS6	0–5	39	5,0	0,2	67,2	32,3	14,8	29,3	81,7	<0,1
HS7	0–5	11	3,5	0,2	31,9	31,9	21,3	20,0	70,4	0,2
HS12	0–5	12	4,9	0,5	51,4	35,2	141,9	30,2	274,4	<0,1
HS14	0–5	38	7,9	0,4	71,4	45,3	42,3	30,6	166,3	0,1
HS15	0–5	35	7,3	0,5	75,8	47,1	49,6	30,3	160,0	0,2
HS16	0–5	34	6,7	0,6	59,3	43,4	45,3	26,3	139,1	0,2
HS18	0–5	40	10,0	0,3	63,1	38,6	37,5	29,4	121,4	0,2
HS19	0–5	39	8,1	0,5	59,4	35,7	39,5	27,1	146,2	0,2
HS20	0–5	37	9,6	0,6	62,1	46,2	51,8	27,6	145,4	0,2
HS24	0–5	21	10,9	0,2	50,0	36,7	14,0	28,2	103,2	<0,1
Ympäristöministeriön ruoppaus- ja läjitysohjeen vertailutasot										
TASO 1			15	0,5	65	50	40	45	170	0,1
TASO 2			60	2,5	270	90	200	60	500	1

4 Tulosten tarkastelu

Ruoppausmassojen läjityskelpoisuutta arvioitaessa käytetään ympäristöministeriön esittämiä haitta-ainetasoja normalisoiduille sedimenteille. Laatuksiteerien perusteella ruoppausmassan läjityskelpoisuus luokitellaan seuraavasti (Ympäristöministeriö 2004):

- Haitaton ruoppausmassa eli haitta-ainepitoisuuksiltaan alemman tason (taso 1) alittava ruoppausmassa, josta aiheutuvia haittoja voidaan yleisesti pitää kemiallisen laadun puolesta meriympäristölle merkityksettöminä. Ruoppausmassa on mereen läjityskelpoista.
- Mahdollisesti pilaantunut ruoppausmassa, jonka haitta-ainepitoisuudet asettuvat tasojen 1 ja 2 väliin (ns. ”harmaalle alueelle”). Mahdollisesti pilaantuneen sedimentin läjityskelpoisuus on arvioitava tapauskohtaisesti.
- Pilaantunut ruoppausmassa eli haitta-ainepitoisuuksiltaan ylemmän tason (taso 2) ylittävä ruoppausmassa, jota pidetään haitallisuuden takia pääsääntöisesti mereen läjityskelvottomana (voidaan sijoittaa mereen, jos maalle sijoittamisen vaihtoehto on ympäristön kannalta huonompi ratkaisu).

4.1 Orgaaniset tinayhdisteet (TBT ja TPT)

Ympäristöministeriö on asettanut tributyyliinalle (TBT) haitta-ainetasot normalisoidussa sedimentissä: *taso 1* = 3 µg/kg ja **taso 2 = 200 µg/kg**. Trifenyylitinan (TPT) osalta vaikutuksia koskevat tiedot ovat vielä osin ristiriitaisia ja liian epävarmoja ohjearvon antamiseksi (Pajukallio 2004).

Linjakohtaisessa tarkastelussa esitetyt tributyyliinapitoisuudet ovat normalisoituja pitoisuuksia ja trifenyylitinanapitoisuudet absoluuttisia pitoisuuksia.

Linja 1

Tributyyliinana esiintyi sedimentin pintakerroksessa (0–5 cm) tason 1 ylittäviä pitoisuuksia lähes kaikissa näytteissä (liite 2). Ainoastaan pisteissä Hs5 ja Hs11 TBT-pitoisuus oli alle määrittäysrajan. Taso 2 ylittyi reilusti pisteellä Hs7, jossa pitoisuus oli 583,6 µg/kg. Piste Hs7 sijaitsee lähellä Länsisataman karikoita, josta otettiin sedimentinäytteitä (6 kpl) tammikuussa 2005 Helsingin Sataman toimesta (Niinimäki 2005). Tällöin havaittiin, että alueella on suuria pitoisuuksia tributyyliinana. Pitoisuudet olivat suurimmillaan sedimentin pintakerroksessa (0-10 cm) 739 µg/kg ja 10-20 cm:n profiilinäytteessä 1017 µg/kg (Niinimäki 2005). Lähi-alueella sijaitsee myös Hietalahden telakka, jonka sedimentti todettiin vuonna 2003 pahoin orgaanisilla tinayhdisteillä pilaantuneeksi (Autio 2004). Pisteiden Hs5-Hs7 TBT-pitoisuudet osoittavat, että kontaminaatio on hyvin paikallista ja pitoisuudet saattavat vaihdella huomattavastikin lyhyellä välimatkalla.

Syvemmissä näytteissä (10-20 cm) TBT-pitoisuus oli alle määrittäysrajan pisteissä Hs6, Hs9 ja Hs11. Pisteessä Hs1 (8 µg/kg) ylittyi taso 1 hieman. Seurasaaarenselän pisteessä Hs4 TBT-pitoisuus oli kuitenkin 252,6 µg/kg ylittäen tason 2.

Trifenyylitinanapitoisuudet olivat pääsääntöisesti alle määrittäysrajan (liite 3). Ainoastaan pisteissä Hs3 (12 µg/kg), Hs4 (17 µg/kg) ja Hs7 (26 µg/kg) esiintyi trifenyylitinaa. Pisteessä Hs4 syvemmissä näytteessä (10–20 cm) TPT-pitoisuus oli edelleen 12 µg/kg.

Linja 2

Sedimentin pintakerroksessa (0–5 cm) TBT-pitoisuus ylitti tason 1 Vanhankaupunginlahden ja Kruunuvuorenselän alueella (liite 4). Tason 1 ylitykset olivat todella selviä pisteissä Hs16 (156,7 µg/kg), Hs17 (120,2 µg/kg), Hs18 (139,2 µg/kg) ja Hs20 (147,6 µg/kg). Taso 2 ylittyi pisteessä Hs19 (223 µg/kg). Uloimmissa pisteissä (Hs22 ja Hs23) TBT-pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan. Tulosten perusteella on mahdotonta sanoa, ovatko Vanhankaupunginlahden TBT-pitoisuudet peräisin Vantaanjoesta. Joka tapauksessa pitoisuustaso on selvästi alhaisempi kuin Kruunuvuorenselällä, jota kuormittaa vilkas laivaliikenne ja sata-matoiminta.

Syvemmissä näytteissä (10–20 cm) TBT-pitoisuudet olivat hieman korkeampia kuin sedimentin pintakerroksessa. Taso 1 ylittyi pisteissä Hs13 (48,0 µg/kg) ja

Hs15 (195,5 µg/kg). Pisteessä Hs19 (225,3 µg/kg) taso 2 ylittyi myös syvemmissä näytteessä.

Trifenyylitinaa ei esiintynyt Vanhankaupunginlahden pisteissä määritettäviä pitoisuuksia (liite 5). Sen sijaan pisteissä Hs14–Hs21 (pois lukien piste Hs18) trifenyylitinaa esiintyi, paikoitellen hyvinkin runsaasti. Erityisen korkeita TPT-pitoisuudet olivat pisteissä Hs15 (0–5 cm, 97,0 µg/kg; 10–20 cm, 141,0 µg/kg) ja Hs21 (195,0 µg/kg).

Linja 3

Sedimentin pintakerroksessa (0–5 cm) TBT-pitoisuus oli koholla Vartiokylänlahdelta aina Santahaminan koillispuolelle asti (liite 6). Taso 1 ylittyi pisteissä Hs24 (68,4 µg/kg), Hs26 (58 µg/kg), Hs27 (50 µg/kg) ja Hs28 (44 µg/kg). Ramsinniemen länsipuolella pisteessä Hs25 (222 µg/kg) ylittyi taso 2. Linjan 3 välittömässä läheisyydessä ovat Puotilan ja Sarvaston pienvenesatamat, joiden edustojen sedimentissä havaittiin vuonna 2003 kohonneita pitoisuuksia tributyyli- ja trifenyylitinaa (Autio 2004). VTT:n tutkijoiden mukaan orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet piensatamien pohjamudissa ovat suhteellisesti jopa suuremmat kuin suursatamissa ja telakoilla. Tämä johtuu pienveneiden pitkistä seisonta-ajoista rannikkovesissä ja jokavuotisista veneiden pohjamaalien kunnostustöistä (VTT Syke 2/2005).

Syvemmissä näytteissä (10–20 cm) TBT-pitoisuudet olivat alhaisempia kuin sedimentin pintakerroksessa, pääosin alle määritysrajan. Ainoastaan pisteessä Hs28 esiintyi tason 1 ylittävä pitoisuus (18,2 µg/kg) tributyylitinaa.

Trifenyylitinaa esiintyi runsaasti Vartiokylänlahdella pisteessä Hs24 (114 µg/kg) ja varsinkin Ramsinniemen länsipuolella pisteessä Hs25 (365 µg/kg) (liite 7). Pisteessä Hs26 pitoisuus oli vielä 20 µg/kg. Muualla pitoisuus oli alle määritysrajan. Sedimentin pintakerroksen TPT-pitoisuuksista huolimatta syvemmissä näytteissä (10–20 cm) pitoisuudet jäivät alle määritysrajan. Tämä saattaisi viitata siihen, että alueella on edelleen tunnistamatonta TPT-kuormitusta.

4.2 PCB

Ympäristöministeriö ei ole asettanut haitta-ainetasoja summa-PCB -pitoisuuksille. Kongeneerien 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180 tasot 1 ja 2 on esitetty taulukossa 8.

PCB-pitoisuus ei ylittänyt normalisoituna tasoa 2 yhdessäkään pisteessä. Taso 1 ylittyi kuitenkin monin paikoin useiden PCB-kongeneerien osalta. Suurimmat summa-PCB -pitoisuudet olivat Laajalahdella pisteessä Hs1 (0,110 mg/kg), Länsisataman lounaispuolella pisteessä Hs7 (0,100 mg/kg), Vanhankaupunginlahdella pisteessä Hs12 (0,110 mg/kg).

4.3 Raskasmetallit

Ympäristöministeriö ei ole asettanut haitta-ainetasoja koboltille (Co), tinalle (Sn) ja vanadiinille (V). Muiden raskasmetallien tasot 1 ja 2 on esitetty taulukossa 10.

Raskasmetallien pitoisuudet eivät ylittäneet normalisoituina tasoa 2 yhdessäkään pisteessä. Taso 1 ylittyi kadmiumin, kromin, kuparin, lyijyn, sinkin ja elohopean osalta. Raskasmetalleja esiintyi erityisesti Laajalahdella pisteessä Hs1 sekä Vanhankaupunginlahdella Kruunuvuorenselänalueelle, pisteissä Hs12, Hs14, Hs15, Hs16 ja Hs20.

4.4 Epävarmuustekijät

1. Orgaanisten tinayhdisteiden laboratoriomäärittelyissä usean näytteen rinnakkaismäärittelykset erosivat toisistaan enemmän kuin mittausepävarmuus sallii. Tämä saattaa viitata niin sanottuun ”hippuefektiin”, jonka aiheuttaa sedimenttinäytteessä oleva maalihiukkanen/-lastu.
2. Orgaanisten tinayhdisteiden laikuittainen esiintyminen aiheuttaa sen, että näytteenottoaikalla on suuri merkitys lopputulokseen.
3. Ympäristöministeriön (2004) ohjeiden mukainen normalisointi. Helsingin Satama (2004) esitti ympäristöministeriölle 19.3.2004 osoittamassaan lausunnossa kritiikkiä normalisointimenettelyyn liittyviä ongelmia kohtaan:

"Normalisointikaava perustuu oletukseen, että kyseiset aineet esiintyvät sedimentissä 100 %:sesti orgaaniseen ainekseen sitoutuneena. Esimerkiksi TBT, PCB:t ja PCDD/F-yhdisteet sitoutuvat kuitenkin myös mineraaliainekseen, lähinnä savipartikkeleihin. Vähän orgaanista ainesta sisältävässä sedimentissä normalisointi häivyttää yhteyden todelliseen absoluuttiseen haitta-ainepitoisuuteen ja -määrään ja sen todellisiin ekosysteemivaikutuksiin.

Normalisointimenettelyyn liittyvä useimmiten käytetty orgaanisen aineen pitoisuuden määrittäminen (hehketushäviö prosentteina kuiva-aineesta) sisältää lukuisia punnituksia ja eksikkaattorissa tapahtuvia jäädytyksiä, jotka kaikki heikentävät kumulatiivisesti menetelmän tarkkuutta ja toistettavuutta. Nämä mittausepävarmuudet heijastuvat luonnollisesti kaikkiin hehketushäviöstä johdettaviin las-kutoimituksiin. Normalisoituja pitoisuusarvoja ei voida käyttää esim. ruoppausmassojen sisältämän haitta-aineen kokonaismäärän arvioinnissa.

Helsingin Satama katsoo, että orgaanisten haitta-aineiden normalisointimenettely toimisi olosuhteissamme luotettavammin, mikäli or-

gaanisen aineksen referenssipitoisuutena (ohjeluonnoksen kaavassa 10 %) käytettäisiin Suomen rannikkoalueen sedimentin keskimääräistä orgaanisen aineksen pitoisuutta lähempänä olevaa arvoa, esim. 5%."

4.5 Johtopäätökset

Tulosten perusteella lähes koko Helsingin edustan sedimentin TBT-pitoisuudet – ulkokerialuetta lukuun ottamatta – ylittävät normalisoituna ympäristöministeriön (2004) asettaman haitattoman ruoppausmassan (<3 µg/kg) pitoisuuden. Valtaosa sedimenttinäytteistä sijoittuu TBT-pitoisuuden perusteella tasojen 1 ja 2 välille, eli kuuluvat niin sanottuun harmaaseen alueeseen. Harmaalle alueelle sijoittuvien ruoppausmassojen läjityskelpoisuus arvioidaan tapauskohtaisesti. Yleensä tarvitaan lisätutkimuksia ja on mahdollista, ettei lupaa mereen läjittämiseen myönnetä lisätutkimusten jälkeenkään.

Tutkimustulosten perusteella on perusteltua, että ennen ruoppaamista Helsingin merialueella on ruopattavan sedimentin TBT- ja TPT-pitoisuudet aina selvitettävä.

5 Viitteet

Airola, H. 2003. Veneiden talvisäilytysselvitys. Helsingin kaupunki, liikuntaviraston julkaisuja B33. 72 s. + 16 liitettä.

Autio, L. 2004. TBT- ja raskasmetallikartoitus telakoiden ja venesatamien edustoilta Helsingissä vuonna 2003. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Ympäristönsuojelu- ja tutkimusyksikkö. 8 s.

Champ, M. 2000. A review of organotin regulatory strategies, pending actions, related costs and benefits. *The Science of the Total Environment* 258: 21-71.

EC (European Commission) 2004. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission to assess the health risks to consumers associated with exposure to organotins in foodstuffs. *The EFSA Journal* (2004) 102:1-119.

Eranti, E. 2005. Raahan sataman ja väylän ruoppaushanke – ruoppaus- ja läjitysratkaisuja koskevat selvitykset ja riskiarviot. Eranti Engineering Oy. 12 s.

Helsingin Satama. 2004. Lausunto sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeluonnoksesta 2.3.2004/ Ympäristöministeriö. 39 s.

Hoch, M. 2001. Organotin compounds in the environment - an overview. *Applied Geochemistry* 16:719-743.

Kajander, S. & Miettinen, O. 2004. Lohiapajanlahti ja merenkulkuoppilaitoksen laituri-alue, ympäristötekni- ninen tutkimus. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy, rap- ortti. 5 s. + 3 liitettä.

Niinimäki, J. 2005. Länsisataman karikkojen sedimenttinäytetutkimus. Kala- ja vesitutkimus Oy. Raportti. 13 s.

Niinimäki, J., Paasivirta, L., Heitto, A., Oulasvirta, P. & Vatanen, S. 2004. Vuo- saaren satamahankkeen vesistö- ja kalatalousseuranta 2003. Vuosaaren satama- hankkeen julkaisuja 1/2004. 122 s. + liitteet.

Pajukallio, A-M. 2004. TBT – usein esitettyjä kysymyksiä. Moniste, ympäristö- ministeriö. 3 s.

Piispanen, A. 2004. Meriveden johtaminen Töölönlahteen. Vedenottoaikan ruoppausalueen täydennetty ja päivitetty sedimenttitutkimusraportti. Ramboll Finland Oy, raportti. 4 s. + 3 liitettä.

Vatanen, S. & Niinimäki, J. (toim.) 2005. Vuosaaren satamahankkeen vesistö- ja kalatalousseuranta 2005. Vuosaaren satamahankkeen julkaisuja 1/2005. 81 s. + 16 liitettä.

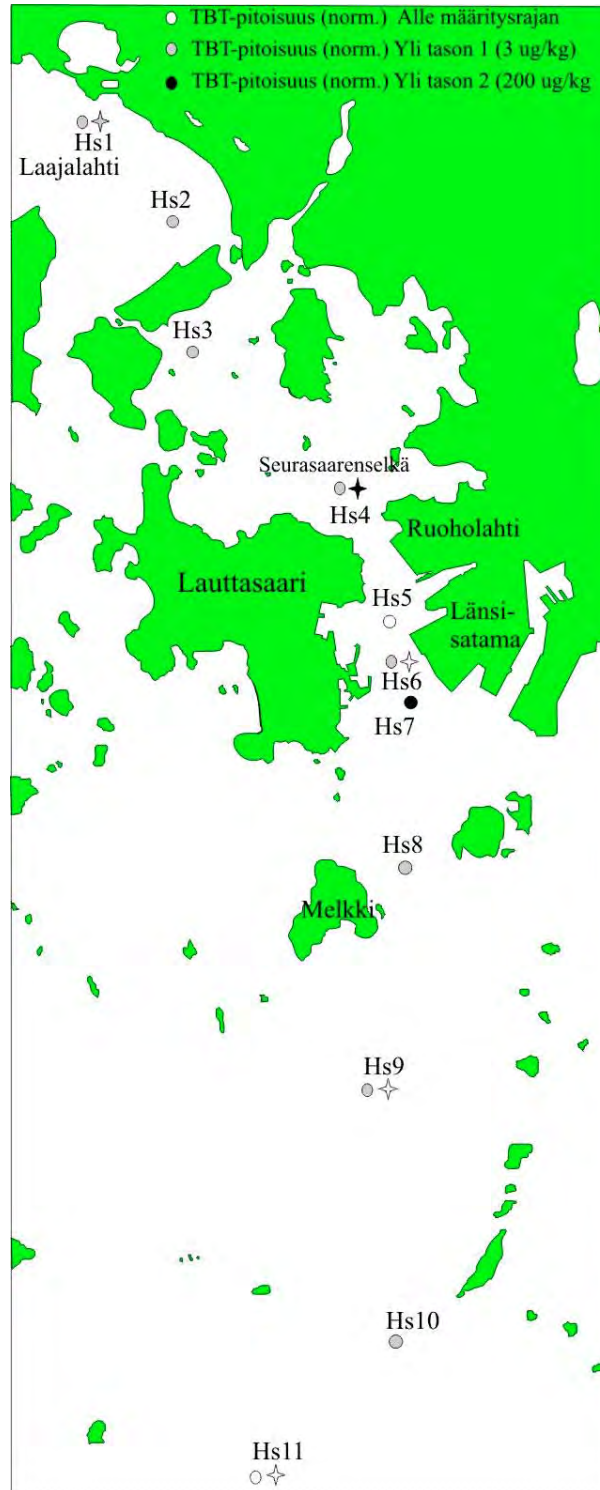
VTT Syke 2/2005. Satamavesien pohjamutien käsittelyyn tulossa ohjeistus. s. 12.

Ympäristöministeriö 2004. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristön- suojeleuohje 19.5. 2004. 63 s.

Liite 1. Sedimenttinäytteiden savi- ja hienosavipitoisuus.

Piste	Savipit.	Hienosavipit.
	%	%
HS1	27	34
HS5	45	53
HS6	39	47
HS7	11	12
HS12	12	14
HS14	38	46
HS15	35	42
HS16	34	40
HS18	40	49
HS19	39	47
HS20	37	44
HS24	21	26

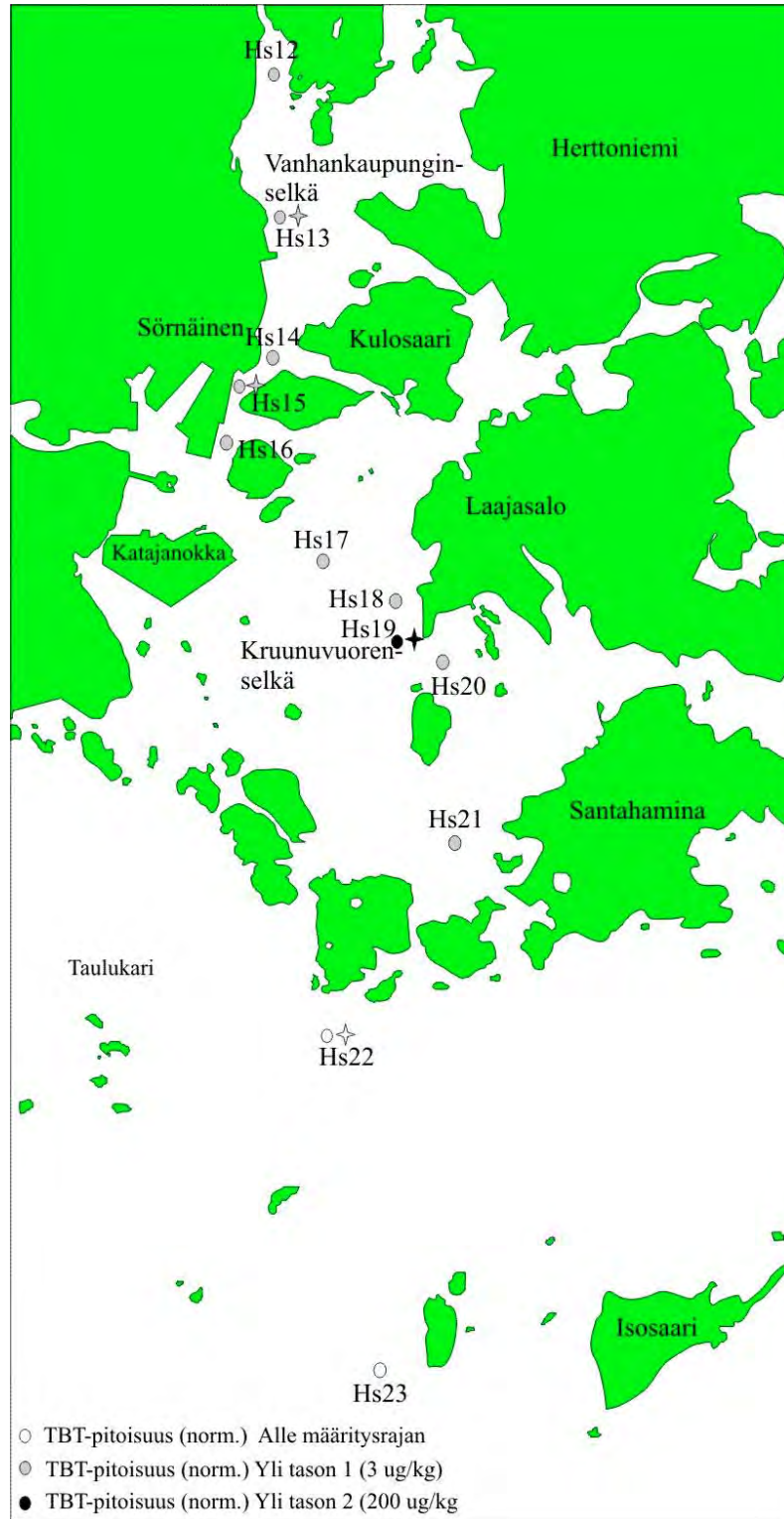
Liite 2. TBT:n normalisoidut pitoisuudet linjalla 1. Ympyrällä merkitty 0–5 cm:n näytteet, tähdellä 10–20 cm:n näytteet.



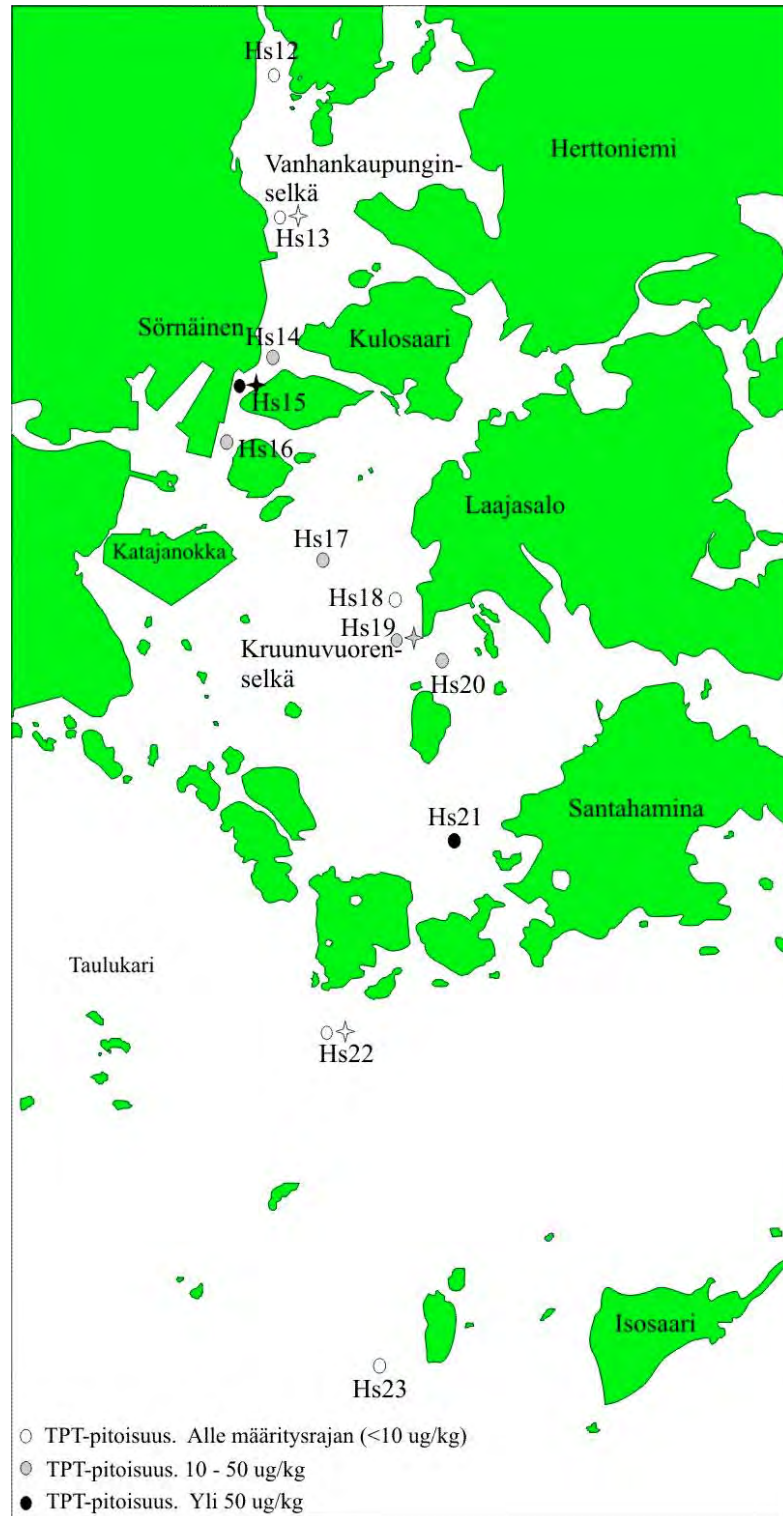
Liite 3. TPT-pitoisuudet linjalla 1. Ympyrällä merkitty 0–5 cm:n näytteet, tähdellä 10–20 cm:n näytteet.



Liite 4. TBT:n normalisoidut pitoisuudet linjalla 2. Ympyrällä merkitty 0–5 cm:n näytteet, tähdellä 10–20 cm:n näytteet.



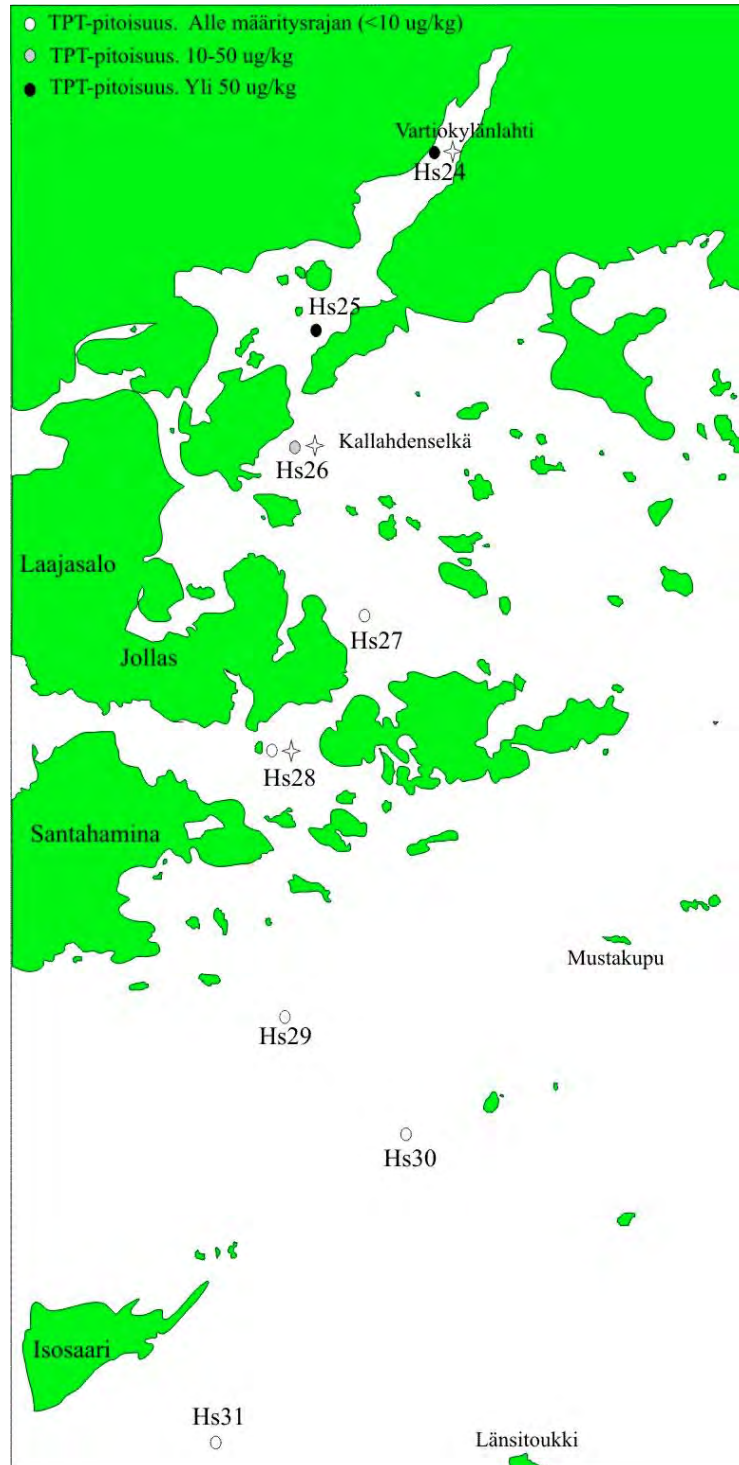
Liite 5. TPT-pitoisuudet linjalla 2. Ympyrällä merkitty 0–5 cm:n näytteet, tähdellä 10–20 cm:n näytteet.



Liite 6. TBT:n normalisoidut pitoisuudet linjalla 3. Ympyrällä merkitty 0–5 cm:n näytteet, tähdellä 10–20 cm:n näytteet.



Liite 7. TPT-pitoisuudet linjalla 3. Ympyrällä merkitty 0–5 cm:n näytteet, tähdellä 10–20 cm:n näytteet.



KUVAILULEHTI / PRESENTATIONSBLAD / DOCUMENTATION PAGE**Tekijä(t)/Författare/Author(s)**

Sauli Vatanen

Julkaisun nimi/Publikationens titel/Title of publication

*SEDIMENTTIEN HAITTA-AINEKARTOITUS HELSINGIN VESIALUEELLA VUONNA 2005
KARTLÄGGNING AV SKADLIGA ÄMNEN I SEDIMENTET PÅ HELSINGFORS' HAVSOMRÅDEN ÅR 2005
MAPPING OF HAZARDOUS SUBSTANCES IN SEDIMENTS FROM THE HELSINKI SEA AREA IN 2005*

Julkaisija/Utgivare/Publisher

*Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsingfors stads miljöcentral
City of Helsinki Environment Centre*

Julkaisuaika/Utgivningstid/

Publication time
2005

Sarja /Serie /Series

*Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja
Helsingfors stads miljöcentralens publikationer
Publications by City of Helsinki Environment Centre*

Numero/Nummer/No.

8/2005

ISSN

1235-9718

ISBN

952-473-596-2

ISBN (URL: www.hel.fi/ymk/julkaisut/julkaisut.html)

952-473-597-0

Kieli/Språk/Language

<i>Koko teos/Hela verket/The work in full</i>	<i>fin</i>
<i>Yhteenveto/Sammandrag/Summary</i>	<i>fin, sve, eng</i>
<i>Taulukot/Tabeller/Tables</i>	<i>fin</i>
<i>Kuvatestit/Bildtexter/Captions</i>	<i>fin</i>

Asiasanat/Nyckelord/Keywords

*TBT, TPT, ORGAANISET TINAYHDISTEET, PCB, RASKASMETALLIT, SEDIMENTTI,
HELSINGIN MERIALUE
TBT, TPT, ORGANISKA TENNFÖRENINGAR, PCB, TUNGMETALLER, SEDIMENT, HELSINGFORS'
HAVSOMRÅDE
TBT, TPT, ORGANOTIN COMPOUNDS, PCB, HEAVY METALS, SEDIMENT, HELSINKI SEA AREA*

Lisätietoja/Närmare upplysningar/Further information

*Liisa Autio, puh/fn 09 7312 2939, liisa.h.autio@hel.fi
Helsingin kaupungin ympäristökeskus, PL 500, 00099 Helsingin kaupunki
<http://www.hel.fi/ymk>*

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 2002

1. **Vuoli V, Blomqvist R, Kultanen L.** Ravitsemisliikkeiden keittiöiden puhtaus Helsingissä
2. **Fraktman L.** Bromatut palonestoaineet ympäristössä
3. **Lammi E.** Viikin-Vanhankaupunginlahden Natura-alueen vesikasvillisuus
4. **Vuittasalo I, Hyytiäinen U-M, Pekuri S, Saarnio S-P, Toppinen H.** Rantavyöhykkeen uposkasvillisuuden tila Helsingin ja Espoon merialueilla vuosina 1998-99
5. **Hokkanen P, Kalso S, Aminoff I, Pönkä A.** Jauhelihan laatu helsinkiläisissä vähittäismyymälöissä
6. **Risco N, Pellikka K.** Piilevyhteisöt Helsingin purojen veden laadun kuvaajana
7. **Tuominen M-L, Tikkanen P.** Värit makeisissa, virvoitusjuomissa ja irtojätelöissä
8. **Fraktman L.** Torjunta-aineiden esiintyminen ja käyttäytyminen kauppapuutarhojen maaperässä

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 2003

1. **Yrjölä R, Koivula M.** Vuosaaren satamahankkeen linnustonseuranta 2002
2. **Järvinen A.** Helsingin Keskuspuiston sienten vierasaineet vuonna 1999
3. **Ritvanen A, Gissler M, Pönkä A.** Myllypuron kaatopaikka-alueella asuneiden henkilöiden hedelmällisyys, jälkeläisten epämuodostumariski ja vastasyntyneiden terveys
4. **Räsänen M, Rapala J, Kultanen L.** Sinilevät ja levämyrkyt Helsingin uimarannoilla ja merialueella kesällä 2002
5. **Pukkala E, Pönkä A.** Syöpä Myllypuron entisen kaatopaikan alueella asuneilla - jatkotutkimus
6. **Ikäheimo M.** Helsinkiläisten asuntojen ilmanvaihto-ongelmista
7. **Saarinen A, Vartiainen T, Viinikka M.** Asukkaiden vaikutus sisäilman VOC- ja NH₃-pitoisuuksiin
8. **Yrjölä R.** Vuosaaren satamahankkeen linnustonseuranta 2003
9. **Autio L, Kajaste I, Pellikka K, Pesonen L, Räsänen M.** Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1995–2001
10. **Laine A, Pesonen L, Myllynen K, Norha T.** Veden laadun muutosten vaikutus Helsingin ja Espoon edustan pohjaeläimistöön vuosina 1973–2001
11. **Pönkä A.** Päiväkotihenkilöstön hygieniakäyttäytyminen ja kertaluontoisen koulutuksen vaikutus siihen Helsingissä vuonna 2002
12. **Pönkä A, Ekman A, Partanen M.** Lävistyskorujen nikkelipitoisuudet – analyysituloksia ja kirjallisuuskatsaus lävistysten terveyshaittoihin
13. **Kajaste I.** Töölönlahden kunnostushanke ja veden laatu ennen toimenpiteitä

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 2004

1. **Pönkä A, Laine K, Kalso S.** Patogeeniset bakteerit marinoidussa kotimaisessa broilerin ja kalkkunan lihassa
2. **Airaksinen, T, Paavola T.** Pienet vähittäismyymälät ensisaapumispaikkoina Helsingissä
3. **Siivonen, Y.** Helsingin lepakkolajisto ja tärkeät lepakkoalueet vuonna 2003
4. **Kajaste, I.** Vartiokylänlahden tila. Vartiokylänlahden veden laatu vuosina 2000-2001
5. **Kultanen L, Leskelä T, Ilomäki T.** Näytteiden kuljetuslämpötila Helsingin elintarvikevalvonnassa
6. **Salla, A.** Kallioperän ja maaperän arvokkaat luontokohteet Helsingissä

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 2005

1. **Helsingin ekologisen kestävyuden ohjelma. Ympäristönsuojelun painopisteet vuosille 2005–2008**
2. **Munne, P., Autio, L.** Ravinteiden vapautuminen Laajalahden ja Seuraasaarenselän sedimentistä
3. **Kolju, N., Autio, J.** Pääkaupunkiseudun ympäristölupaselvitys 2002–2004
4. **Pönkä, A., Kalso, S.** Pehmeäjätelön mikrobiologinen laatu Helsingissä vuosina 2001–2004
5. **Yrjölä, R., Luostarinen, M., Tanskanen, A.** Vuosaaren satamahankkeen linnustonseuranta 2004. Linnustomuutokset vuosina 2002–2004
6. **Laine, L.J., Yrjölä, R.** Kirjokertun, pikkulepinkäisen, ruisrääkän ja luhtahuitin habitaattikartoitus Mustavuoren lehdon ja Östersundomin lintuvesien Natura-alueella.
7. **Tarvainen, V., Koho, E., Kouki, A.-M., Salo, A.** Helsingin purot. Millaista vettä kaupungissamme virtaa?
8. **Vatanen, S.** Sedimenttien haitta-ainekartoitus Helsingin vesialueella vuonna 2005

Julkaisuluettelo: <http://www.hel.fi/y mk/julkaisut/julkaisut.html>

Julkaisujen tilaus: Helsingin kaupungin ympäristökeskus, neuvonta, PL 500, 00099 Helsingin kaupunki
puh. (09) 7312 2730, faksi (09) 7312 2235, sähköposti y mk@hel.fi, <http://www.hel.fi/y mk>
