

# MITÄ POHJASTASI IRTOAA – VENEIDEN POHJAPESUPAIKAN YMPÄRISTÖHYÖTYJEN SELVITYS



PIDÄ SAARISTO SIISTINÄ RY  
HANNA HAAKSI  
JENNY GUSTAFSSON



## Sisällysluettelo

Johdanto .....	3
Antifouling-maalit.....	3
Maalien käyttö ja niiden historia.....	3
Antifouling-maalien aiheuttamat ongelmat.....	4
Ympäristönlaitunormi (VNa 1022/2006).....	7
Venetelakan kriittiset haitalliset aineet.....	7
Epäorgaaniset aineet.....	8
Orgaaniset yhdisteet .....	11
Pesupaikka.....	12
Tausta .....	12
Näytteiden tulokset.....	13
Tärkeät löydökset .....	15
Jatkoehdotukset .....	15
Yleiset ehdotukset: .....	15
Pienvenesatamiin sekä pienvenetelakoihin kohdistuvat ehdotukset:.....	16
Lähteet.....	17
TAULUKOT .....	20
Taulukko 1 .....	20
Taulukko 2 .....	21
Taulukko 3 .....	22

## Johdanto

Veneilykauden päättyessä vene nostetaan ylös ja veneen pohja pestään. Useimmiten vesiä ei johdeta erilliseen puhdistusjärjestelmään vaan ne joko imeytyvät maaperään, menevät asfaltoidulta kentältä viemäriin sellaisinaan tai päätyvät vesistöön. Koska tietoa siitä, mitä pesuvedet oikeasti sisältävät ei ollut, haluttiin se selvittää ja tulosten myötä antaa suositus siitä millaiset toimenpiteet ovat riittävät veneiden pesuvesien käsittelyssä.

Raportin tarkoituksena on valottaa veneiden antifouling-maalien aiheuttamia ongelmia sekä erityisesti nostaa esiin veneiden pohjien pesusta aiheutuvien vesien problematiikkaa. Aihetta tarkastellaan Turkuun rakennetun veneiden pohjapesupaikan vesinäyteanalyysien kautta.

Raportin on rahoittanut Saaristomeren Suojelurahasto, Turku Energia sekä Pidä Saaristo Siistinä ry.

## Antifouling-maalit

### Maalien käyttö ja niiden historia

Veneiden huoltotoimenpiteisiin kuuluu keväisin pohjamaalien tarkastus, niiden paikkamaalaus tai kokonaan uuden maalikerroksen levittäminen. Yksi veneen pohjaa suojaavista aineista on kiinnittymisenestomaali eli antifouling-maali, jonka tarkoituksena on estää kasvustoa ja siten myös merirokkoa kiinnittymästä veneen pohjaan. Pohjaan kiinnittynyt merirokko paitsi lisää syyshuoltotoimenpiteitä, hidastaa se myös veneen vauhtia ja lisää polttoaineen kulutusta.

Antifouling-maalien teho ja toiminta perustuvat kemiallisiin tai biologisiin ominaisuuksiin, jotka estävät mikrobien ja kehittyneempien kasvi- ja eläinlajien muodostaman kasvuston tarttumista veneiden pohjiin. Aluksia on jo pitkään suojattu erilaisilta kasvustoilta ja jo 400-luvulla e.a.a. arseenia ja rikkiä sekoitettiin pintakäsittelyaineiden joukkoon parantamaan käsittelyä. 1800-luvulla antifouling-maalien tehoaineina käytettiin arseenia ja kuparia, jota käytetään edelleen.<sup>1</sup>

1900-luvun alkupuolella antifouling-maalien kehitys meni eteenpäin. Erityistä huomiota kiinnitettiin tehoaineiden liukenemisnopeuteen. Tuolloin epäorgaanisina tehoaineina käytettiin kuparia ja elohopeaa. 1970-luvun alussa kehitettiin maalityyppi jonka tehoaineena käytettiin orgaanisia tinayhdisteitä, eli tributyylitinaa (TBT) ja trifenyylitinaa (TPT).<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Pitkäranta (ref. WHOI. 1952) 2008, 20

<sup>2</sup> Pitkäranta (ref. WHOI 1952; Yeabra et al. 2004) 2008, 21–22

Nykyisin Suomessa käytettävät antifouling-maalit, joiden teho perustuu kemiallisen ominaisuuteen, tulee hyväksyttäväksi Turvallisuus- ja kemikaalivirastossa (Tukes). Ilman Tukesin hyväksymismenettelyä ja lupaa ei maaleja saa myydä tai markkinoida Suomessa. Kupari ja sinkki ovat yhdessä ja erikseen yleisimmät tehoaineet Suomessa käytettävissä antifouling-maaleissa nykyään.

## Antifouling-maalien aiheuttamat ongelmat

### *Itämeri*

Nykyisissä maaleissa käytettävät sinkki ja kupari ovat suurissa määrin ihmiselle vaarallisia, mutta jo pienissä pitoisuuksissa ne ovat haitallisia Itämeren eliöstölle ja erityisesti muutamalle avaineliölle ja sitä myöden myös koko Itämeren ekosysteemille.

Itämeren ekosysteemi on erittäin herkkä. Herkkyyden selittäviä tekijöitä ovat muun muassa Itämeren nuori ikä, vähäinen lajimäärä sekä hidas veden vaihtuvuus. Koko Itämeren veden vaihtuminen vie noin kolmekymmentä vuotta. Itämerellä on vain muutama niin sanottu avainlaji, joista monen muun lajin hyvinvointi ja olemassaolo riippuu. Tällaisia avainlajeja ovat rakkolevä sekä sinisimpukat.

Rakkolevä on monivuotinen kasvi ja sen kasvustot ovat elintärkeitä monelle lajille. Sen pinnassa sekä koko kasvustossa kasvaa erilaisia leviä, simpukoita, katkoja, siiroja, kotiloita ja matoja. Rakkoleväkasvusto, joka alkaa vedenpinnan alapuolelta ja ulottuu kirkkaassa vedessä 7 metrin syvyyteen asti, tarjoaa kalanpoikasille suojaosan ja ruokapitoisen kasvuympäristön ensimmäisenä kesänä. Rakkolevän olemassaolo on koko Itämeren eliöstölle ja sen hyvinvoinnille ratkaiseva.

Sinisimpukka elää muutaman metrin syvyydestä aina 30 metrin syvyyteen asti. Sinisimpukat ovat monelle Itämeren lajille elintärkeitä ja ne ovat merkittävä osa rannikkoekosysteemiä. Monet kalat, pohjaeläimet ja linnut käyttävät niitä ravintona. Sinisimpukat suodattavat ravintonsa merivedestä ja niihin kertyy helposti ympäristömyrkyjä. Ympäristömyrkyt vaikuttavat näin sekä sinisimpukoissa että ravintoketjussa.

Huviveneiden antifouling-maaleissa käytettävät tehoaineet, sinkki ja kupari, ovat haitallisia näille molemmille lajeille vahingoittaen niiden lisääntymiskykyä. Erittäin haitalliseksi huviveneiden myrkkymaalaamisen tekee se, että veneet liikkuvat runsaasti alueilla, joissa vesi on matalahkoa ja rakkoleväpitoista.

Haittavaikutusten voimakkuutta kasvattaa entisestään se, että päästöt ovat suurimmillaan keväällä, useiden vesieliöiden parhaimpaan lisääntymisaikaan, kun veneet lasketaan veteen uudessa maalissa. Huviveneet ovat myös satamissa paikallaan pitkiä aikoja, jolloin haitallinen pistevaikutus muodostuu erittäin suureksi.

## *Maaperä*

Pilaantunut alue on alue, jolla on ihmisen toiminnan seurauksena haitallisia aineita siinä määrin, että niistä aiheutuu haittaa tai merkittävä riski ympäristölle tai terveydelle, viihtyisyyden vähentymistä tai muuta niihin verrattavissa olevaa haittaa.

Haitallisia aineita voi joutua maaperään erilaisten onnettomuuksien, vahinkojen tai pitkän ajan kuluessa tapahtuneiden vähittäisten päästöjen seurauksena, kuten venetelakoilla huoltotoimenpiteiden seurauksena. Joskus syynä on aiempi käytäntö haudata jätteitä maahan.

Aineet voivat kulkeutua maaperässä pohjaveteen, vesistöön tai levitä ympäröiville alueille. Ympäristö- ja terveysvaikutukset saatetaan havaita vuosikymmenien jälkeen, toiminnan jo päättyttyä.<sup>3</sup> Venetelakoilla ja satamissa riski maaperän pilaantumiseen on todellinen ja todennäköistä, sillä veneiden huoltotoimenpiteissä käytetään monia eri tuotteita, joissa on laaja kirjo erilaisia kemikaaleja, joista osa sisältää kriittisiä haitta-aineita. Pilaantumista voi ennaltaehkäistä suorittamalla kaikki huoltotoimenpiteet katetun maan päällä, kuten asfaltoidulla kentällä tai väliaikaisesti esimerkiksi muovipeitteen päällä. Näiltä päällysteiltä kaikki jätteet tulee toimittaa asianmukaiseen loppukäsittelyyn, sekä pesuvedet asianmukaiseen puhdistukseen.

Maaperän pilaantumisesta on ohje-arvot, jotka on määritelty Valtioneuvoston asetuksessa VNa 2144/2007.

**Kynnysarvo:** Kuvaa sellaista maa-aineksessa olevaa haitallisen aineen pitoisuutta, jonka aiheuttamia ympäristö- ja terveysriskejä voidaan pitää merkityksettömän pieninä. Mikäli kynnysarvopitoisuus ylittyy yhden tai useamman haitallisen aineen osalta, johtaa tämä valtioneuvoston asetuksen VNa 214/2007 mukaiseen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointimenettelyyn.

**Alempi ohjearvo:** Kuvaa suurinta yleisesti hyväksyttävää riskiä tavanomaisessa maankäytössä. Mikäli yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus ylittää alemman ohjearvon pidetään maa-ainesta pilaantuneena.

---

<sup>3</sup> Pilaantuneet maa-alueet. 2014

**Ylempi ohjearvo:** Kuvaa suurinta hyväksyttävää riskiä tavanomaista vähemmän herkässä maankäytössä, kuten teollisuus-, varasto-, tai liikennealueella. Mikäli yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus ylittää ylempien ohjearvojen, voidaan maaperää pitää pilaantuneena.

**Taustapitoisuus:** On haitallisen aineen luontaisesti tavanomainen pitoisuus maaperässä tai sellainen kohonnut pitoisuus, joka esiintyy pintamaassa laajalla alueella pilaantuneeksi epäillyn alueen ympäristössä.<sup>4</sup>

Aine (symboli)	Luontainen pitoisuus <sup>1</sup> mg/kg	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi ohjearvo mg/kg
<i>Metallit ja puolimetallit<sup>2</sup></i>				
Antimoni (Sb) (p)	0,02 (0,01-0,2)	2	10 (t)	50 (e)
Arseni (As) (p)	1 (0,1-25)	5	50 (e)	100 (e)
Elohopea (Hg)	0,005 (< 0,005-0,05)	0,5	2 (e)	5 (e)
Kadmium (Cd)	0,03 (0,01-0,15)	1	10 (e)	20 (e)
Koboltti (Co) (p)	8 (1-30)	20	100 (e)	250 (e)
Kromi (Cr)	31 (6-170)	100	200 (e)	300 (e)
Kupari (Cu)	22 (5-110)	100	150 (e)	200 (e)
Lyijy (Pb)	5 (0,1-5)	60	200 (t)	750 (e)
Nikkeli (Ni)	17 (3-100)	50	100 (e)	150 (e)
Sinkki (Zn)	31 (8-110)	200	250 (e)	400 (e)
Vanadiini (V)	38 (10-115)	100	150 (e)	250 (e)
<i>Muut epäorgaaniset</i>				
Syanidi (CN)		1	10	50
<i>Aromaattiset hiilivedyt</i>				
Bentseeni (p)		0,02	0,2 (t)	1 (t)
Tolueni (p)			5 (t)	25 (t)
Etyylibentseeni (p)			10 (t)	50 (t)
Ksyleeni <sup>3</sup> (p)			10 (t)	50 (t)
TEX <sup>4</sup>		1		
<i>Polyaromaattiset hiilivedyt</i>				
Antraseeni		1	5 (e)	15 (e)
Bentso(a)antraseeni		1	5 (e)	15 (e)
Bentso(a)pyreeni		0,2	2 (t)	15 (e)
Bentso(k)fluoranteeni		1	5 (e)	15 (e)
Fenantreeni		1	5 (e)	15 (e)
Fluoranteeni		1	5 (e)	15 (e)
Naftaleeni		1	5 (e)	15 (e)
PAH <sup>5</sup>		15	30 (e)	100 (e)
<i>Polyklooratut bifenyylit (PCB) sekä polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)</i>				
PCB <sup>6</sup>		0,1	0,5 (t)	5 (e)
PCDD-PCDF-PCB <sup>7</sup>		0,00001	0,0001 (t)	0,0015 (e)

Taulukko 1 Taulukossa on kuvattuna valtioneuvoston asettamat raja-arvot eri aineiden pitoisuuksille maaperässä kokonaispitoisuutena kuiva-ainetta kohti.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Pitkäranta (ref. Reinikainen 2007) 2008, 35

<sup>5</sup> Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 1.3.2007/214

## Ympäristölaatonormi (VNa 1022/2006)

Valtioneuvoston asetuksessa 1022/2006 määritellään tietyille vaarallisille ja haitallisille aineille ympäristölaatonormeja. Mikäli harjoittaa ympäristöluvan varaista toimintaa on tarkkailtava pintavettä johon päästetään tai johon huuhtoutuu vesiympäristölle vaarallisia tai haitallisia aineita. Tätä pintavettä tulee tarkkailla pitoisuutena vedessä, sedimentissä tai eliöstössä.<sup>6</sup> Vaikka venetelakoiden ja pienvenesatamien pitäminen ei ole ympäristöluvan piirissä, on syytä kuitenkin tarkastella muutamia arvoja, joita ympäristölaatonormissa asetetaan.

Veneilyn kannalta, ja erityisesti antifouling-maalien ja tämän selvityksen osalta mielenkiintoisia lukuja ovat seuraavat:

<b>VN asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006</b>		
<b>µg/l</b>	<b>Merivedet ja muut pintavedet</b>	
	<b>Vuosikeskiarvo</b>	<b>Sallittu enimmäispitoisuus</b>
<b>TBT</b>	0,0002	0,0015
<b>Lyijy</b>	1,3 (0,0013 mg/l)	14 (0,014 mg/l)

*Taulukko 2 Taulukossa on kuvattuna valtioneuvoston asettamat vesipuitedirektiivin mukaiset raja-arvot vaarallisille aineille vesistössä.*

## Venetelakan kriittiset haitalliset aineet

Venetelakoilla käytetään huoltotoimenpiteissä runsaasti erilaisia kemikaaleja. Osa käytetyistä kemikaaleista sisältää kriittisiä haitta-aineita. Kriittinen haitta-aine määritellään aineeksi, jota on merkittäviä määriä toiminnassa käytetyssä kemikaalituotteessa. Haitta-aineen ominaisuudet (toksisuus, kertyvyys, pysyvyys ja kulkeutuvuus) tekevät siitä ympäristölle ja/tai terveydelle haitallista. Ympäristö myös vaikuttaa aineen haitallisuuteen, sillä kemikaalit voivat käyttäytyä eri tavalla maaperässä, ilmassa ja vedessä. Haitta-aineet jaetaan epäorgaanisiin ja orgaanisiin yhdisteisiin. Veneiden pohjan käsittelyyn liittyviä ja venetelakoilta löytyviä epäorgaanisia aineita ovat kupari, sinkki, lyijy, ja arseeni. Orgaanisia ovat tributyyliitina (TBT), trifenyylitina (TPT).<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 23.11.2006/1022

<sup>7</sup> Pitkäranta 2008, 26–27

## Epäorgaaniset aineet

### Kupari

Kupari (Cu) kuuluu metalleihin ja sitä esiintyy maaperässä luonnostaan. Maaperän kuparipitoisuudet vaihtelevat riippuen maaperälajeista. Hienojakoiset, emäksiset ja neutraalit, runsaasti humuspitoiset maaperät sisältävät enemmän kuparia kuin karkeajakoiset ja happamat maaperät.<sup>8</sup>

Kasvi- ja eläinkunnalle kupari on elintärkeä hivenaine, jonka puutos aiheuttaa oireita mm. kasvien fysiologisissa prosesseissa. Ihminen tarvitsee kuparia mm. aineenvaihdunnan entsyymien rakenneosana.<sup>9</sup> Ihmistoiminnasta peräisin olevista lähteistä kupari on liukoisemmassa ja haitallisemmassa muodossa kasveille kuin maaperästä lähtöisin oleva. Maaleista kupariyhdisteet liukenevat kupari-ioneina (Cu<sup>2+</sup>), jotka ovat jo hyvin pieninä pitoisuuksina myrkyllisiä niin vesi- kuin maaympäristön kasvi- ja eliölajeille<sup>10</sup>. Kuparin biokertyvyys on erittäin korkea. Suurina määrinä kupari on myrkyllistä kasveille, eläimille ja ihmisille. Suurten pitoisuuksien lisäksi haitallisuuteen vaikuttaa kuparin kyky estää muiden hivenaineiden sitoutumista, ja se voi lisätä yhteisvaikutuksena toisten metallien, esimerkiksi nikkelin haitallisuutta.<sup>11</sup> Kupari kertyy eliöihin, mutta ei rikastu ravintoketjussa, koska se vaatii hapetonta olosuhdetta rikastuakseen.<sup>12</sup>

Ihminen altistuu kuparille hengitysteitse (kuparihuuru) tai ruoansulatuskanavan kautta. Kupari kertyy ihmisellä maksaan. Kuparimyrkytys voi syntyä äkillisesti tai pitkäaikaisesti. Äkillisen myrkytyksen oireita ovat oksentelu, ripuli ja vatsakivut. Kuparihuurut voivat aiheuttaa myös metallikuumeen. Pitkäaikaisessa myrkytyksessä esiintyy mm. iho- ja hengitysteiden limakalvojen muutoksia.<sup>13</sup> Kuparin kertyminen elimistöön aiheuttaa enemmän haittaa vanhemmalle väestölle kuin nuoremmalle. Se edistää muun muassa valtimokovettumataudin ja Alzheimerin taudin kehittymistä. Hermostorapheetumataudit, diabetes ja kognitiivisten kykyjen heikentyminen on myös yhdistetty suureen kuparipitoisuuden elimistöön.<sup>14</sup>

### Sinkki

Sinkkiä (Zn) esiintyy myös luontaisesti maaperässä ja se luokitellaan metalleihin. Maaperämääriin vaikuttavat maalaji, alue ja ihmistoiminnan aiheuttamat päästölähteet.<sup>15</sup> Kuparin tavoin sinkkikin on elintärkeä hivenaine ja sen liian vähäinen saanti aiheuttaa puutosoireita niin kasveilla, eläimillä kuin

---

<sup>8</sup> Heikkinen 2000, 27–28

<sup>9</sup> Heikkinen 2000, 29

<sup>10</sup> Pitkäranta (ref Suomen ympäristökeskus. 2007.) 2008, 28

<sup>11</sup> Heikkinen 2000, 29

<sup>12</sup> Leinikki 2016

<sup>13</sup> Suvisaari 2013

<sup>14</sup> Lautala 2010.

<sup>15</sup> Heikkinen 2000, 36



ihmisillä. Sinkki osallistuu esimerkiksi kasvien aineenvaihduntaan ja se tehostaa kasvien vastustuskykyä ääriolosuhteita sekä bakteeri- ja sienitauteja vastaan.<sup>16</sup>

Suurina määrinä sinkki on haitallinen ihmisille ja eliöille. Liian suuret määrät sinkkiä aiheuttaa kasveille muun muassa heikentynyttä kasvua ja vähentää muiden tärkeiden ravinteiden ottoa.<sup>17</sup>

Sinkki kertyy leviin ja sedimentin eliöihin ja se on haitallista erityisesti joillekin kaloille ja äyriäisille<sup>18</sup>.

Ihmiselle sinkki on karsinogeeninen, eli syöpää aiheuttava.<sup>19</sup> Sinkin yliannostukseen altistutaan tyypillisesti hengitysteiden kautta tai nielemällä sinkkiä sisältäviä esineitä. Sinkille voi altistua äkillisesti tai pitkäaikaisesti. Äkillisen sinkkimyrkytyksen oireita ovat metallin maku suussa, pahoinvointi ja vatsakivut. Pitkäaikaisessa liikasaannissa sinkki häiritsee muun muassa elimistön kuparin hyväksikäyttöä.<sup>20</sup>

### Lyijy

Lyijyä (Pb) tavataan luonnossa malmimineraalina. Lyijyseoksia hyödynnetään monissa eri tuotteissa, ja sitä käytetään mm. väriaineena ja pehmikkeenä maaleissa (lyijyoksidi, lyijykromaatti ja lyijyftelaatti) ja korroosionestoaineena.<sup>21</sup>

Epäorgaaninen lyijy (lyijyhöyryt, -huurut ja -pöly) imeytyy hengitysteitse ihmisen elimistöön. Lyijyä imeytyy myös vähäisesti ruoansulatuskanavan kautta. Orgaaniset alkaalilyijy-yhdisteet imeytyvät tehokkaasti ihon läpi, kun epäorgaaninen lyijy imeytyy vain vähäisesti ihon kautta. Lyijy sitoutuu verenkierrossa pääosin punasoluihin ja se seuraa aineenvaihdunnassa kalsiumia verestä luustoon. Lyijyn poistumisen puoliintumisaika luustossa on yli 10 vuotta. Lyijy ja sen epäorgaaniset yhdisteet aiheuttavat vaaraa myös raskaudelle, sikiölle ja lisääntymiselle. Äkilliseen lyijymyrkytyksen oireina ovat vatsakivut, oksentelu ja maksa- ja munuaisvauriot. Pitkäaikainen lyijymyrkytys aiheuttaa ääreis- ja keskushermoston toimintahäiriöitä, anemiaa, verenpaineen kohoamista ja vakavissa tapauksissa aivo- ja munuaisvaurioita. Työterveyslaitoksen mukaan Suomessa ei nykyään todeta oireellisia lyijymyrkytyksiä työperäisen altistumisen seurauksena.<sup>22</sup>

---

<sup>16</sup> Heikkinen 2000, 37

<sup>17</sup> Heikkinen 2000, 36

<sup>18</sup> Kiinnittymisenestovalmisteet ja yliannostus 2012.

<sup>19</sup> Heikkinen 2000, 37

<sup>20</sup> Sinkin yliannostus 2016; Aro 2009

<sup>21</sup> Lyijy 2016

<sup>22</sup> Lyijy 2016

Lyijy vaikuttaa vesieliöstöön eri ravintoketjutasoilla. Jotkin levät ovat erityisen herkkiä lyijyn vaikutuksille. Lyijy kiinnittyy helposti hiukkasiin.<sup>23</sup>

### Arseeni

Arseeni (As) luokitellaan puolimetalleihin. Arseenia esiintyy vesiympäristössä ja maaperässä. Arseeni esiintyy niin epäorgaanisina kuin orgaanisina yhdisteinä, ja sen myrkyllisyys ympäristössä riippuu sen esiintymismuodosta.<sup>24</sup>

Monet arseenin yhdisteet ovat myrkyllisiä ja karsinogeenisia. Epäorgaaniset yhdisteet ovat haitallisempia kuin orgaaniset yhdisteet. Epäorgaaninen arseeni muuntuu useissa kehon biologisissa aineenvaihduntaprosesseissa vähemmän myrkylliseksi orgaaniseksi yhdisteiksi vähentäen näin myrkyllisyyttä eläimille ja ihmisille. Arseeni ei kerry merkittävästi ihmisen elimistöön<sup>25</sup>. Pitkäaikaisen altistumisen seurauksena sitä kertyy kuitenkin ihoon, hiuksiin ja kynsiin.<sup>26</sup>

Suurimmaksi osaksi ihmiset altistuvat arseenille suun kautta, ravinnon tai tahattoman maan syönnin mukana. Pölyhiukkaset voivat kuljettaa arseenia elimistöön hengitysteitse.<sup>27</sup> Alle 5 µm:n hiukkaset pääsevät keuhkorakkuloihin asti ja jäävät osittain sinne: vain noin 20–40 % arseenihiukkasista poistuu uloshengitysilman mukana. Suuremmat hiukkaset jäävät hengitysteiden ylempiin osiin, joista ne voivat siirtyä limakalvojen puhdistuman seurauksena mahasuolikanavaan<sup>28</sup>.

Imeytynyt epäorgaaninen arseeni jakaantuu veren mukana laajalle elimistöön. Äkillisen altistumisen jälkeen korkeimmat arseenipitoisuudet löytyvät maksasta, munuaisista, keuhkoista ja suolen lima-kalvoilta. Pitkäaikaisen altistumisen seurauksena arseenia kertyy ihoon, hiuksiin ja kynsiin.<sup>29</sup>

Arseenin vaarallisuuteen vaikuttavat altistuksen määrä ja kestoaika sekä altistujan henkilökohtaiset ominaisuudet (ikä, sukupuoli, aineenvaihdunta ja elintavat). Arseenin vaikutusta ihmisten terveyteen tutkitaan edelleen eikä suurimmasta siedettävästä arseenin saannin määrästä ole päästy kansainvälisesti yksimielisyyteen.<sup>30</sup>

<sup>23</sup> Metallit ja orgaaniset haitta-aineet 2009, 225

<sup>24</sup> Pitkäranta 2008, 29

<sup>25</sup> Arseenin terveys- ja ympäristövaikutukset 2016.

<sup>26</sup> Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet 2016

<sup>27</sup> Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet 2016

<sup>28</sup> Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet 2016

<sup>29</sup> Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet 2016

<sup>30</sup> Arseenin myrkyllisyydestä ja ihmisten altistumisesta 2016

Vesielioille hyvin pienetkin pitoisuudet arseenia ovat hyvin myrkyllisiä. Kasvien itävyys voi häiriintyä ja kasvu estyä. Eliöille arseni vaikuttaa yleiseen elinkyvyn heikkenemiseen ja lisääntymiskykyyn. Lierot ja simpukat sisältävät enemmän arseenia kuin elinympäristönsä, jos ne nielevät tai suodattavat runsaasti.<sup>31</sup>

## Orgaaniset yhdisteet

### *Tributyylitina (TBT) ja trifenyylitina (TPT)*

Tributyylitina (TBT) ja trifenyylitina (TPT) ovat orgaanisia tinayhdisteitä ja tinayhdisteiden myrkyllisimpiä muotoja<sup>32</sup>. Molempia muotoja on käytetty antifouling-maalien tehoaineina 1950-luvulta lähtien aina vuoteen 1991. Orgaanisten tinayhdisteiden käyttö antifouling-maaleissa kiellettiin alle 25 metriä pitkissä aluksissa vuonna 1991 ja vasta vuonna 2003 näiden yhdisteiden käyttö kiellettiin kaikissa aluksissa.<sup>33</sup>

Tributyyl- ja trifenyyliyhdisteiden on todettu aiheuttavan vesieliöissä lisääntymisen ja kasvun heikentymistä, muutoksia kalojen käyttäytymisessä sekä häiriöitä sukupuolen kehityksessä, häiriöitä joidenkin vesieliöiden toukkien liikkumiskyvyssä sekä niin sanottua imposex-ilmiötä (naaraalle kehittyä koiraan sukupuolielimet).<sup>34</sup>

Orgaaniset tinayhdisteet päätyvät vesistöihin laivojen pohjamaaleista ja jätevesien kautta. Ne liukenevat huonosti veteen ja siksi ne kiinnittyvät nopeasti veden partikkeleihin ja sedimentoituvat. Sedimentissä orgaaniset tinayhdisteet ovat huomattavasti pysyvämpiä.

TBT ja TPT rikastuvat ravintoketjussa pohjaeläinten kautta kaloihin. Satama- ja telakka-alueilla, joiden sedimentteihin on kertynyt näitä yhdisteitä laivojen pohjamaaleista, on havaittu kalan pitoisuuksien olevan suurempia kuin avomerialueilla, ja tämän vuoksi runsasta ja yksipuolista tällaisilta alueilta pyydetyn kalan syöntiä tulisi välttää.<sup>35</sup>

---

<sup>31</sup> Arseenin haitallisuus eliöille 2016

<sup>32</sup> Pitkäranta (ref. Hoch 2001) 2008, 30

<sup>33</sup> Vahanne ym. 2007, 13

<sup>34</sup> Pitkäranta (ref. Shimasaki ym. 2004 ja Hoch 2001.) 2008, 30

<sup>35</sup> Orgaaniset tinayhdisteet 2014

## Pesupaikka

### Tausta

Pidä Saaristo Siistinä ry:llä oli vuosina 2008–2010 Telakka-hanke, joka rahoitettiin Varsinais-Suomen liiton myöntämästä Maakunnan kehittämisrahasta. Telakka-hankkeen lopputulos oli konkreettinen pesupaikkasuunnitelma.



*Kartta 1 Pesupaikka on merkitty keltaisella merkillä. Ilmakuva näkyy Turun keskusta lähiseutuineen (kuvakaappaus Google Earth 2016).*

Pesupaikan rakentamiseksi valikoitui pitkän etsinnän jälkeen Venetelakka Ramstedt Turussa. Rakennustyöt valmistuivat vuonna 2014 ja ensimmäiset pesut saatiin suoritettua saman vuoden syksyllä.

Vene pestään betonisella alustalla, josta vesi johdetaan ensin hiekanerottimeen. Rakenteensa ansiosta hiekanerotin erottelee kiintoaineet hyvin tehokkaasti pidentäen siten suodatinlaitteiston huoltoväliä. Hiekanerotuksen jälkeen vesi johdetaan öljynerotuskaivoon ja siitä edelleen pumppukaivoon, josta vesi pumpataan monivaiheiseen suodatuslaitteistoon, jonka viimeisenä vaiheena ovat aktiivihiilisuodattimet, joiden läpi pesuvesi pumpataan useita kertoja ennen kuin se lasketaan jätevesiverkostoon.



*Kartta 2 Pesupaikka on merkitty keltaisella merkillä. Ilmakuva näkyy pohjapesupaikan läheinen alue (kuvakaappaus Google Earth 2016).*

## Näytteiden tulokset

Pesuvesinäytteitä otettiin yhteensä kolme kertaa, kaksi kertaa vuonna 2014 ja kerran vuonna 2015.

Näytteet otti ja tulokset analysoi Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.

Seuraavalla sivulla on koonti näytteiden tuloksista (taulukko 3). Ensimmäisessä sarakkeessa on arvo (mg/l) puhdistamattomasta vedestä ja viimeisessä sarakkeessa on arvo koko puhdistusjärjestelmän läpikäyneestä vedestä. TBT ja TPT arvot on ilmoitettu µg/l.

	Käsittelemätön pesuvesi (mg/l)	Puhdistettu pesuvesi, lähtevä (mg/l)
<b>Kokonaisfosfori</b>		
30.9.2014	1,1	0,38
30.10.2014	2,6	0,16
14.10.2015	1,3	0,05
<b>Kiintoaine</b>		
30.9.2014	440	3,3
30.10.2014	1600	15
14.10.2015	760	3
<b>Kokonaistyyppi</b>		
30.9.2014	7,4	< 1
30.10.2014	18	1,1
14.10.2015	8,9	1,9
<b>Kupari</b>		
30.9.2014	17	0,042
30.10.2014	230	0,31
14.10.2015	29	0,021
<b>Lyijy</b>		
30.9.2014	0,32	0,0012
30.10.2014	0,53	0,013
14.10.2015	0,25	0,00078
<b>Tina</b>		
30.9.2014	N/A	N/A
30.10.2014	1,2	0,0018
14.10.2015	0,38	< 0,0002
<b>Sinkki</b>		
30.9.2014	4,4	0,061
30.10.2014	26	1,1
14.10.2015	32	0,58
<b>TBT</b>	<b>Käsittelemätön pesuvesi (µg/l)</b>	<b>Puhdistettu pesuvesi, lähtevä (µg/l)</b>
30.9.2014	0,023	0,0079
30.10.2014	N/A	N/A
14.10.2015	0,75	0,0036
<b>TPT</b>		
30.9.2014	0,085	0,002
30.10.2014	N/A	N/A
14.10.2015	1,4	0,016

Taulukko 3 Taulukossa on kuvattuna veneiden pesupaikan pesuvesinäytteiden tulokset kolmelta näytteenotokerralta. TBT ja TPT arvot on merkitty µg/l.

## Tärkeät löydökset

- TBT:tä sekä TPT:tä löytyy edelleen veneiden pohjista, vaikka kyseiset aineet ovat olleet kiellettyjä pitkään.
- Pesuvesissä saavutetaan huomattavan tehokas puhdistuminen projektin mukaisen puhdistusjärjestelmän avulla lähes kaikissa mitatuissa aineissa.
- Järjestelmä on kuitenkin riittämätön muutamien aineiden osalta, sillä ympäristölaatunormi (VNa 1022/2006) ei TBT:n osalta täyty.
- Kuparipitoisuus käsittelemättömissä pesuvesissä on huomattava, joka viittaa hyvin kuparipitoisten maalien yleiseen käyttöön.
- Lyijypitoisuus käsittelemättömissä pesuvesissä on huomattava. Tämä viittaa siihen, että sellaisia maaleja joissa käytetään lyijyä pehmikkeenä tai väriaineena käytetään veneilyssä, sekä siihen, että niitä irtoaa huomattava määrä pohjia pestessä. Lyijypitoisuus saatiin kuitenkin laskemaan ympäristölaatunormin vaatimalle tasolle puhdistusjärjestelmän avulla.

## Jatkoehdotukset

### Yleiset ehdotukset:

- Veneiden pohjien pesussa syntyviä pesuvesiä ei saa päästää ympäristöön (maahan tai veteen) käsittelemättöminä.
- Suomessa sallittujen antifouling-maalien kuparipitoisuutta tulisi laskea huomattavasti.
- Muiden veneilyssä käytettävien maalien lyijypitoisuuksiin tulee kiinnittää huomiota, sekä tarvittaessa rajoittaa lyijypitoisuuksia.
- Veneilijöiden, venetelakka- ja satamayrittäjien sekä veneteollisuuden tulisi yhdessä pohtia, millä toimenpiteillä ja keinoilla pohjamaalien ympäristövaikutuksia voisi vähentää tai estää, jotta telakka- ja venesatamatoiminta ei joutuisi esim. ympäristöluvan vaativaksi toiminnaksi.

### Pienvenesatamiin sekä pienvenetelakoihin kohdistuvat ehdotukset:

Kun satamaa (koti tai vieras) tai veneiden säilytysaluetta suunnitellaan, rakennetaan, muutetaan, kunnostetaan tai muuten tehdään toimenpiteitä, tulisi niissä tehdä seuraavanlaisia toimenpiteitä:

- mitata maaperän pilaantuneisuus ja asettaa niin sanottu nolla-arvo
- nolla-arvolla tarkoitetaan sitä, että venesataman pitäjä on vastuussa maaperän pilaantumisesta, joka tapahtuu nolla-arvon asettamisen jälkeen, niin sanottu historiallinen taakka annetaan anteeksi
- Veneiden pohjien kunnostaminen, hiominen, maalaaminen ja muu siihen verrattava toimenpide on suoritettava sellaisessa paikassa, jossa maaperä sekä vesistö ovat suojassa altistumiselta myrkyllisille aineille.
- Veneiden pesu on suoritettava sitä varten erikseen rakennetulla paikalla, josta vedet johdetaan asianmukaiseen ja tehokkaaseen puhdistusjärjestelmään.



## Lähteet

Aro, Antti. Vitamiinit ja kivennäisaineet. 19.1.2009. Kustannus Oy Duodecim. 2015. viitattu 27.1.2016

[http://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=seh00151](http://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=seh00151)

Arseenin haitallisuus eliöille. Ohjeistus. Arseenin terveys- ja ympäristövaikutukset. ASROCKS-hanke. viitattu 27.1.2016

[http://projects.gtk.fi/ASROCKS/ohjeistus/vaikutukset/Arseenin\\_haitallisuus\\_eliöille/](http://projects.gtk.fi/ASROCKS/ohjeistus/vaikutukset/Arseenin_haitallisuus_eliöille/)

Arseenin myrkyllisyydestä ja ihmisten altistumisesta. Ohjeistus. Arseenin terveys- ja ympäristövaikutukset. ASROCKS-hanke. viitattu 27.1.2016

[http://projects.gtk.fi/ASROCKS/ohjeistus/vaikutukset/Arseenin\\_myrkyllisyydesta\\_ja\\_ihmisten\\_altistumisesta/](http://projects.gtk.fi/ASROCKS/ohjeistus/vaikutukset/Arseenin_myrkyllisyydesta_ja_ihmisten_altistumisesta/)

Arseeni ja sen epäorgaaniset yhdisteet. Perustelumuistio virtsan arseenin toimenpiderajaksi. Työterveyslaitos.

Helsinki. viitattu 27.1.2016 [http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-](http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/Arseeni.pdf)

[tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/Arseeni.pdf](http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/Arseeni.pdf)

Arseenin terveys- ja ympäristövaikutukset. Ohjeistus. Arseenin terveys- ja ympäristövaikutukset. ASROCKS-hanke.

viitattu 27.1.2016 <http://projects.gtk.fi/ASROCKS/ohjeistus/vaikutukset/>

Heikkinen, P. Haitta-aineiden sitoutuminen ja kulkeutuminen maaperässä. 2000. Turun yliopisto. Geologian tutkimuskeskus. Vammalan Kirjapaino Oy. Vammala 2001. s. 26-29, ISBN 951-690-767-9

[http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr\\_150.pdf](http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_150.pdf)

Hoch, M. 2001. Organotin compounds in the environment – an overview. Applied Geochemistry 16(7-8):719-743.S

Intovuori, H. Orgaaniset tinayhdisteet (TBT, TPT) sedimenteissä. 2011. Suomen kalatalous- ja ympäristöinstituutti.

Kiinnittymisenestovalmisteet ja vesiympäristö. Tukes. Kiinnittymisenestovalmisteiden ympäristövaikutukset. Toimialat.

Kemikaalit, biosidit ja kasvinsuojeluaineet. Kemikaalit ja ympäristö. 9.5.2012. viitattu 26.1.2016

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kemikaalit-ja-ymparisto/Kiinnittymisenestovalmisteet-ja-vesiymparisto/Kiinnittymisenestovalmisteiden-ymparistovaikutukset/>

Lautala, T. Ikääntyvien kupari- ja rauta-altistusta tulisi vähentää. 8.4.2010. Suomen Lääkärilehti. Lääkärilehden uutisia.

viitattu 26.1.2016. [http://www.laakarilehti.fi/uutinen.html?opcode=show/news\\_id=8809/type=1](http://www.laakarilehti.fi/uutinen.html?opcode=show/news_id=8809/type=1)

Leinikki, S., Leinikki, M., Oulasvirta, P., Backer, H., Dernjatin, M., Kuresoo, R., Ruuskanen, A. Aaltojen alla. Itämeri ja ihminen. Ihmisen arki ja Itämeri. Myrkyt. Viitattu 26.1.2016 [http://www.aaltojenalla.fi/cgi-](http://www.aaltojenalla.fi/cgi-bin/bsbw/search.cgi?loc=1&11=11&lang=fin&file=Ihminen&mark=&tm=universal_1&tm_d=content_1&menu=menu4)

[bin/bsbw/search.cgi?loc=1&11=11&lang=fin&file=Ihminen&mark=&tm=universal\\_1&tm\\_d=content\\_1&menu=menu4](http://www.aaltojenalla.fi/cgi-bin/bsbw/search.cgi?loc=1&11=11&lang=fin&file=Ihminen&mark=&tm=universal_1&tm_d=content_1&menu=menu4)

Lyijy. Perustelumuistio epäorgaanisen lyijyn biologisen altistumisindikaattorin raja-arvon uusimiselle. Työterveyslaitos. Helsinki. viitattu 27.1.2016. <http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/biomonitorointi/Documents/Lyijy.pdf>

Metallit ja orgaaniset haitta-aineet. Nord Stream. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Itämeren poikki kulkeva maakaasuputkilinja Ympäristövaikutusten arviointi Suomen talousvyöhykkeellä arviointiselostus. Luku 5 Nykytilanne hankealueella. 5.3 Fysikaalinen ja kemiallinen ympäristö. s.255. Nord Stream. Helmikuu 2009. suomen-kansallinen-yva-selostus-5-nykytilanne-hankealueella-osa-ii\_20090201\_1 -PDF <https://nord-stream.com/download/document/109/?language=fi>

Orgaaniset tinayhdisteet. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Ympäristömyrkyt. 29.12.2014. Viitattu 28.1.2016. <https://www.thl.fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/tarkempaa-tietoa-ymparistomyrkyista/orgaaniset-tinayhdisteet>

Pitkäranta, P. Venetelakkatoiminnan vaikutukset maaperään ja sedimenttiin. SUOMEN YMPÄRISTÖ 16. Uudenmaan ympäristökeskus. Edit Prima Oy. Helsinki. 2008. ISBN 978-952-11-3094-6 [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38355/SY\\_16\\_2008\\_venetelakkatoiminnan\\_vaikutukset\\_maaperaan\\_ja\\_sedimenttiin.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38355/SY_16_2008_venetelakkatoiminnan_vaikutukset_maaperaan_ja_sedimenttiin.pdf?sequence=1)

Reinikainen, J. 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 23. 164 s. ISBN 978-952-11-2731-1.

Shimasaki, Y., Kitano, T., Inoue, S., Imada, N., & Honjo, T. 2003. Tributyltin causes masculinization in fish. *Environmental Toxicology and Chemistry* 22(1): 141-144.

Sinkin yliannostus. Sinkki.com. Tietoa sinkistä. Viitattu 26.1.2016. <http://www.sinkki.com/sinkin-yliannostus> 26.1.2016

Suvisaari, J. Kupari, plasmasta. 2170 P -Cu. Tutkimusohjekirja. 18.10.2013. HUSLAB-liikelaitos. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Viitattu 27.1.2016 <http://huslab.fi/ohjekirja/2170.html>

Pilaantuneet maa-alueet. Ymparisto.fi. Kulutus ja tuotanto. Pilaantuneet maa-alueet. 20.11.2014. Viitattu 22.1.2016. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Pilaantuneet\\_maaalueet](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet)

Vahanne, P., Vestola, E., Mroueh, U-M., Wahlström, M., Laine-Ylijoki, J., Kaartinen, T., Eskola, P., Arnold, M., Huhta, Sassi, J., H., Holm, K., Nikulainen, V., Mäenpää, M., Kultamaa, A., Marjamäki, T. Organotinayhdisteillä pilaantuneiden sedimenttien ympäristövaikutukset ja niiden hallinta (TBT-BATman) taustaraportti. VTT. 2007.

Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 1.3.2007/214

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 23.11.2006/1022

WHOI 1952. Marine fouling and its prevention, prepared for Bureau of Ships, Navy department by Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts. United States Naval Institute, Annapolis. 388 s.

Yebra, D.M., Kiil, S. & Johansen-Dam, K. 2004. Review: Antifouling technology – past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings. Progress in Organic Coatings 50(2): 75-104.

# TAULUKOT

## Taulukko 1

Aine (symboli)	Luontainen pitoisuus <sup>1</sup> mg/kg	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi ohjearvo mg/kg
<i>Metallit ja puolimetallit<sup>2</sup></i>				
Antimoni (Sb) (p)	0,02 (0,01-0,2)	2	10 (t)	50 (e)
Arseeni (As) (p)	1 (0,1-25)	5	50 (e)	100 (e)
Elohopea (Hg)	0,005 (< 0,005-0,05)	0,5	2 (e)	5 (e)
Kadmium (Cd)	0,03 (0,01-0,15)	1	10 (e)	20 (e)
Koboltti (Co) (p)	8 (1-30)	20	100 (e)	250 (e)
Kromi (Cr)	31 (6-170)	100	200 (e)	300 (e)
Kupari (Cu)	22 (5-110)	100	150 (e)	200 (e)
Lyijy (Pb)	5 (0,1-5)	60	200 (t)	750 (e)
Nikkeli (Ni)	17 (3-100)	50	100 (e)	150 (e)
Sinkki (Zn)	31 (8-110)	200	250 (e)	400 (e)
Vanadiini (V)	38 (10-115)	100	150 (e)	250 (e)
<i>Muut epäorgaaniset</i>				
Syanidi (CN)		1	10	50
<i>Aromaattiset hiilivedyt</i>				
Bentseeni (p)		0,02	0,2 (t)	1 (t)
Tolueneeni (p)			5 (t)	25 (t)
Etyylibentseeni (p)			10 (t)	50 (t)
Ksyleeni <sup>3</sup> (p)			10 (t)	50 (t)
TEX <sup>4</sup>		1		
<i>Polyaromaattiset hiilivedyt</i>				
Antraseeni		1	5 (e)	15 (e)
Bentso(a)antraseeni		1	5 (e)	15 (e)
Bentso(a)pyreeni		0,2	2 (t)	15 (e)
Bentso(k)fluoranteeni		1	5 (e)	15 (e)
Fenantreeni		1	5 (e)	15 (e)
Fluoranteeni		1	5 (e)	15 (e)
Naftaleeni		1	5 (e)	15 (e)
PAH <sup>5</sup>		15	30 (e)	100 (e)
<i>Polyklooratut bifenyylit (PCB) sekä polyklooratut dibentso-p-dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)</i>				
PCB <sup>6</sup>		0,1	0,5 (t)	5 (e)
PCDD-PCDF-PCB <sup>7</sup>		0,00001	0,0001 (t)	0,0015 (e)

Taulukko 1. Taulukossa on kuvattuna valtioneuvoston asettamat raja-arvot eri aineiden pitoisuuksille maaperässä kokonaispitoisuutena kuiva-ainetta kohti.

## Taulukko 2

<b>VN asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006</b>		
<b>µg/l</b>	<b>Merivedet ja muut pintavedet</b>	
	<b>Vuosikeskiarvo</b>	<b>Sallittu enimmäispitoisuus</b>
<b>TBT</b>	0,0002	0,0015
<b>Lyijy</b>	1,3 (0,0013 mg/l)	14 (0,014 mg/l)

Taulukko 2. Taulukossa on kuvattuna valtioneuvoston asettamat vesipuitedirektiivin mukaiset raja-arvot vaarallisille aineille vesistössä.

**Taulukko 3**

<b>Käsittelemätön pesuvesi (mg/l)</b>		<b>Puhdistettu pesuvesi, lähtevä (mg/l)</b>
<b>Kokonaisfosfori</b>		
30.9.2014	1,1	0,38
30.10.2014	2,6	0,16
14.10.2015	1,3	0,05
<b>Kiintoaine</b>		
30.9.2014	440	3,3
30.10.2014	1600	15
14.10.2015	760	3
<b>Kokonaistyyppi</b>		
30.9.2014	7,4	< 1
30.10.2014	18	1,1
14.10.2015	8,9	1,9
<b>Kupari</b>		
30.9.2014	17	0,042
30.10.2014	230	0,31
14.10.2015	29	0,021
<b>Lyijy</b>		
30.9.2014	0,32	0,0012
30.10.2014	0,53	0,013
14.10.2015	0,25	0,00078
<b>Tina</b>		
30.9.2014	N/A	N/A
30.10.2014	1,2	0,0018
14.10.2015	0,38	< 0,0002
<b>Sinkki</b>		
30.9.2014	4,4	0,061
30.10.2014	26	1,1
14.10.2015	32	0,58
<b>TBT</b>	<b>Käsittelemätön pesuvesi (µg/l)</b>	<b>Puhdistettu pesuvesi, lähtevä (µg/l)</b>
30.9.2014	0,023	0,0079

30.10.2014	N/A	N/A
14.10.2015	0,75	0,0036
<b>TPT</b>		
30.9.2014	0,085	0,002
30.10.2014	N/A	N/A
14.10.2015	1,4	0,016

Taulukko 3. Taulukossa on kuvattuna veneiden pesupaikan pesuvesinäytteiden tulokset kolmelta näytteenotokerralta.