

## LIITE 2

### VUOSAAREN TRIBUTYYLITINAKYSYMYKSEN HAHMOTTAMINEN

## **LIITE 2: VUOSAAREN TRIBUTYYLITINAKYSYMYKSEN HAHMOTTAMINEN**

### **Perusasioita tributyylitinasta**

Tributyylitinaa käytettiin ennen yleisesti laivojen ja veneiden pohjamaaleissa. Maali estää eliöstön kiinnittymisen ja kasvuston muodostumisen erittämällä myrkyllistä tinaa. Aluksen kulkuominaisuudet pysyvät hyvinä, polttoainetta säästyy ja tarpeettomilta pakokaasupäästöiltä vältytään.

Suomessa tributyylitinan käytöstä on luovuttu niin pienveneissä kuin ulkomaankaupan aluksissakin jo vuosia sitten. Trooppisissa vesissä liikennöivissä aluksissa ongelma on hankalampi. Hyvien korvaavien ratkaisujen puutteen vuoksi tributyylitinaa on käytetty pitempään. Vuonna 2003 on tullut voimaan myös isoja aluksia koskeva käyttökielto. Vuoden 2008 alkuun mennessä orgaaniset tinayhdisteet tulee joko poistaa rungoista tai ylimaalata.

Kun tributyylitina irtoaa laivan pohjasta, se kiinnittyy vedessä leijuviin kiintoainespartikkeleihin. Hollannissa on ihmetelty ristiriitaa laboratoriotutkimuksissa mitatun tributyylitinan toksisuuden ja luonnossa havaittujen vaikutusten välillä. On huomattu, että sedimenttipartikkeleihin kiinnittyneenä se ei ole kovin bioaktiivista. Toksisuus on pari kertaluokkaa pienempi kuin liuenneessa muodossa.

Tributyylitina hajoaa vesiympäristössä puoliintumisajan vaihdellessa normaalisti veden kahdesta viikosta sedimentin puoleen vuoteen. Anaerobisissa sedimenttikerroksissa hajoaminen hidastuu kuitenkin merkittävästi puoliintumisajan ollessa 5 – 20 vuotta /57/.

Pohjasedimenttien laatua arvioitaessa puhutaan usein haitta-aineen pitoisuuden raja-arvosta tai ympäristölle vaarallisesta tasosta. Tällä haetaan haitta-ainetasoa, jonka vaikutus ekosysteemiin on 5 prosenttia. Jos siis järven pohja on kokonaan tällaisen sedimentin peittämä, 95 prosenttia järven ekosysteemistä on turvassa. Hollannissa on vuonna 2002 käytetty orgaanisten tinayhdisteiden summapitoisuuden raja-arvona 250 mikrogrammaa tinaa/kg k.a. Tributyylitina on meriliikenneinfrastruktuurin piirissä yleensä dominoiva organotinakomponentti sedimentissä, joten tämä vastaa noin 600 mikrogrammaa tributyylitinaa/kg k.a..

### **Tributyylitina Vuosaaren sedimenteissä**

Vuosaassa pintasedimenttien (10 cm) organotinapitoisuus ylittää saksalaisen ja hollantilaisen raja-arvon vuoden 2003 mittausten perusteella parinkymmenen hehtaarin alueella, mutta koko ruoppausmassan keskimääräinen pitoisuus jää muutamaan kymmeneen mikrogrammaan/kg/k.a. Etäämpänä telakasta Vuosaaren selällä pintasedimenttien tributyylitinapitoisuudet ovat olleet luokkaa 50 mikrogramma TBT/kg k.a. kohti.

Sedimentit ovat likaantuneet syvemmältä uivan telakan kuopan kohdalla muutaman hehtaarin alueelta korkeimpien pitoisuuksien ollessa kertaluokkaa raja-arvoa korkeammat. Tällä alueella ruoppauskerroksen (noin metri) keskipitoisuus ylittää hollantilaisen raja-arvon.

Valtaosa tributyylitinasta on alueella, jolla on 70- ja 80-luvuilla toiminut 100 metriä pitkä ja 40 metriä leveä korjaustelakka. Telakkaa varten on kaivettu noin 2 hehtaaria laaja syväne, jossa sedimentoituminen on luontaisesti nopeaa. Sittemmin alueella on toiminut pienempi

uiva telakka. Telakka on purkanut hiekkapuhallettuja maalihiukkasia mereen molemmista päistään telakointien yhteydessä.

Pitoisuusarvot ovat tyypillisiä tämän kaltaiselle ympäristölle. Maailman satamissa sedimenttien tributyylitinapitoisuudet ovat olleet välillä 10 – 2000 mikrogrammaa TBT/kg k.a. /57/. Telakka-alueilla ja pienvenesatamissa on esiintynyt paikallisesti huomattavasti korkeampiakin pitoisuuksia. Sedimenttien pitoisuudet vilkkaasti liikennöityjen väylien ympäristössä ovat olleet myös koholla. Esimerkiksi Pohjois-Airistolla tyypillinen pintasedimenttien taso on ollut luokkaa 50 - 100 mikrogrammaa TBT/kg k.a. /9/.

Kaiken kaikkiaan Vuosaaren sedimenteissä on Helsingin sataman arvion mukaan noin 100 kg tributyylitinaa. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että Hollannin telakoilta pääsi tributyylitinaa 90-luvun alun arvion mukaan 5 600 kg vuodessa. Meriliikenteen tributyylitinapäästöksi arvioitiin Hollannin aluevesillä 17 800 kg:ksi vuodessa samassa yhteydessä /14/. Veden mukana Rotterdamin satamasta valuneen tributyylitinan määräksi on arvioitu 1097 kg/vuosi ja ruoppausmassan mukana mereen on viety arviolta 451 kg tributyylitinaa vuodessa /57/.

Edellä esitetyn perusteella pintasedimenttien tributyylitinapitoisuus voi olla paikallinen ongelma Vuosaaren telakan edustalla. Kovin vakavasta ongelmasta tuskin on kuitenkaan kyse, koska ongelmaa ei havaittu telakan aktiiviaikoina, jolloin tributyylitinan ympäristövaikutus oli Vuosaaren telakka-alueella nykyistä paljon voimakkaampi.

### **Mitä tapahtuu merenpohjalle tavanomaisen ruoppaus- ja läjitysoperaation seurauksena?**

Ruoppaus on maansiirtotyötä meriympäristössä. Jos merenpohja on paikallisesti likaantunutta, hyvän työkäytännön mukaisesti ruopataan likaantuneet pintasedimentit ensin ja peitetään ne syvemmältä ruopattavalla neutraalisella pohjamateriaalilla. Normaalisti ruoppausmassa sijoitetaan mereen luontaisella sedimentaatioalueelle tai satamatäytön alaosiin. Raskaasti saastuneita sedimenttejä on sijoitettu myös maalle tarkoitusta varten varatulle kaatopaikalle.

Lopputulokset on kaikissa tapauksissa sama. Pohja puhdistuu ruopattavalta alueelta. Myös läjitysalueen biologisesti aktiivinen pintakerros uudistuu ja puhdistuu. Tributyylitina saa rauhassa hajota läjitysalueen uumenissa. Ruoppausoperaation seurauksena Vuosaaren telakan edustan ympäristöongelma siis eliminoidaan.

Ruoppaus ja läjitysoperaatioihin liittyy aina myös suspensiota. Vuosaaren hankkeen yhteydessä on julkisuudessa puhuttu myrkkypilvestä. Ruoppauksen tai läjityksen yhteydessä ylempiin vesikerroksiin suspendoituvat kiintoainepartikkelit leijuvat tyypillisesti noin vuorokauden vesimassassa kulkeutuen virtausten mukana ja sedimentoituen lähialueille. Pohjan tuntumassa suspendoituva osa laskeutuu nopeammin ja jää valtaosin kohteen välittömään läheisyyteen.

Normaalissa kauha- tai kahmariruoppauksessa noin 5 % massan hienojakoisesta kiintoaineksestä suspendoituu pohjaa häiritäessä ja sedimenttiä nostettaessa. Kun ruoppausmassa pudotetaan läjitysalueella proomusta pohjaan, vesimassaan suspendoituvan kiintoaineksen määrä on pehmeän sedimentin tapauksessa noin 5 % kokonaismäärästä.

Tavanomaisen ruoppausoperaation seurauksena Vuosaaren sedimenteissä olevasta noin 100 kilogramman tributyyliinamäärästä leviäisi meriympäristöön suspension mukana yhteensä noin 10 kg. Tästäkin valtaosa jäisi lopulta satamakentän alle tai läjitysalueelle.

Koska ruopattavaa massaa on yhteensä noin 5 miljoonaa m<sup>3</sup>, ympäristöön sedimentoituvan kiintoaineksen keskimääräinen tributyyliinapitoisuus jäisi sekä ruopattavan että todennäköisesti myös läjitysalueen ulkopuolella aiempaa pintasedimentin taustapitoisuutta alhaisemmaksi. Koska pinta ruopattaisiin ensin, tributyyliinainaa sisältävä sedimentaatio peittyisi puhtaalla niin ruoppausalueen kuin läjitysalueenkin ympäristössä.

### **Suspension ympäristövaikutus meriliikenteen päästöön verrattuna**

Seuraavassa yritetään ensin panna suspensio-ongelman mittasuhteet perspektiiviin. Suorimmat vertailukohdat saadaan Hollannin meriliikenteestä.

Lähteessä /57/ käytetään tributyyliinain päästönä 0.04 g päivää ja tinamaalilla maalattua laivan pohjaneliometriä kohti. Tästä tulee tyypillisen meriliikenteen rahtilaivan tributyyliinainpäästöksi 200 grammaa päivässä. Meriliikenteen tributyyliinainpäästöksi arvioitiin Hollannin aluevesillä vuonna 1990 17.8 tonnia /14/. Hollannin satamissa kävi tuona vuonna 45 000 meriliikennealusta. Nämä luvut antavat keskimääräiseksi tributyyliinainpäästöksi 0.4 kg yhtä meriliikennealuskäyntiä kohti.

Ajatellaan, että tributyyliinainapitoiset sedimentit ruopataan ja läjitetään aivan tavanomaisella tavalla 6 kuukauden aikana. Operaation yhteydessä suspendoituu sedimentin mukana keskimäärin 0.4 kg tributyyliinainaa viikossa. Määrä vastaa 25 valtamerirahtilaivan satamakäynnin päästöä, siis yhtä satamakäyntiä viikossa ruoppausoperaation ajan.

Suomen satamissa kävi muutama vuosikymmen takaperin 300 – 400 ulkomailta tullutta alusta viikossa. Helsingin sataman liikenne oli 60 – 70 alusta viikossa. Valtaosa näistä aluksista käytti tributyyliinainapitoisia pohjamaaleja. Viimeisen kymmenen vuoden aikana alusliikenne on kasvanut, mutta tributyyliinainain käyttö erityisesti Itämeren liikenteessä vähentynyt.

### **Myrkkypilvi**

Suurin osa Vuosaaren tributyyliinainasta on korjaustelakan kuopassa ja sen reunoilla. Minkälainen myrkkypilvi tämän sedimentin ruoppauksesta syntyy? Ajatellaan, että sedimentti ruopattaisiin ja läjitettäisiin tavanomaisin menetelmin siten, että tahti olisi 10 kg tributyyliinainaa viikossa.

Esimerkiksi Elbe-joen suistossa Hampurin alueella ja siitä alaspäin on noin 400 km<sup>2</sup>:n alue, jossa vesimassassa leijuvan kiintoaineksen pitoisuus on 50 mg/l. Freiburgin-Gluckstadin alueella veden kiintoainepitoisuus voi olla turbulenssista johtuen kertaluokkaa korkeampi /33/. Elbe-joen suistossa leijuvan kiintoaineksen keskimääräinen organotinapitoisuus on vuosikymmenet ollut luokkaa 600 mikrogrammaa/kg /9/.

Vuosaaren ruoppausmassan keskimääräiset organotinapitoisuudet ovat korjaustelakan alueella korkeimmillaan kertaluokkaa tätä korkeampia. Ruoppaus- ja läjitysalueella veden kiintoainepitoisuus putoaa alle 50 mg/l muutaman sadan metrin etäisyydellä

toimintakohteesta. Veden laatu vastaisi siis pahimmillaan Freiburgin-Gluckstadin alueen vettä kuukauden ajan noin 10 hehtaarin alueella.

Erityisistä terveysongelmista tai ekokatastrofeista ei Elbe-joelta ole kantautunut tietoja, joskin tributyyliinina on yhtenä saasteena luonnollisesti vaikuttanut joen ekosysteemiin.

Myrkkypilveä voi verrata myös valtamerirahtilaivan päästöön. Ympäristöön leviäisi tämän ruoppaus- ja läjitysoperaation saastaisimman vaiheen yhteydessä suspension mukana yhteensä noin 1 kg tributyyliininaa viikossa. Samansuuruiseen päästöön päädytään, jos Vuosaaren selälle ankkuroitaisiin tämän vaiheen ajaksi yksi pienempi 90-luvun valtamerirahtilaiva.

### **Tributyyliininan vaikutukset ihmisten terveyteen**

Vuosaaren kaloissa on ollut organotinoja keskimäärin 20 – 50 mikrogrammaa/kg. European Food Safety Authority (EFSA) on arvioinut, että ihminen voi saada ilman terveysriskiä organotinoja keskimäärin 0.25 mikrogrammaa päivässä painokiloa kohti. Tällä perusteella 60 kiloinen henkilö voisi syödä riskittä noin 400 grammaa Vuosaaren kalaa päivässä. Kalaa syödään Suomessa keskimäärin 30 grammaa päivässä henkeä kohti. Varmuuskertoimena kyseistä suositusta laadittaessa on käytetty sataa /46/.

Maksimialkoholimäärä on 60 kiloiselle henkilölle ilman terveysriskiä on keskimäärin 2 12 cl:n lasia viiniä päivässä. Tähän määrään ei sisälly varmuuskerrointa. Jos esimerkiksi kalastajan vaimo söisi Vuosaaren kalaa keskimäärin 400 grammaa päivässä, vaikutus olisi varmuuskerroin huomioon ottaen pienempi kuin nautittaessa lasi viiniä kerran kuukaudessa.

Kalojen tributyyliinapitoisuuksien voidaan olettaa putoavan nopeasti laivojen päästön eliminoitumisen myötä. Jos kalojen tributyyliinapitoisuuksista haluttaisiin päästä heti eroon, pitäisi satamia ja telakoita ympäröivillä sedimentaatioalueilla aloittaa laajat ruoppausyöt. Vuosaaren ruoppausoperaatio on tähän suuntaan vaikuttava toimenpide.

### **Helsingin sataman ratkaisu**

Helsingin satama on ympäristöhallinnon tulkintojen ohjaamana päätynyt suunnitelmissaan ruoppaamaan satama-altaan tributyyliinapitoiset massat maavallien ja ruoppausverhon suojassa. Nämä massat läjitetään tilapäisesti maalle kallioon louhittuun avovarastoon. Loppusijoituspaikka on Niinilahdessa satamakentän alla.

Ratkaisu detaljeineen eliminoi tributyyliininan leviämisen meriympäristöön lähes tyystin. Sen lisähinta on tavanomaiseen toteutukseen verrattuna sataman ilmoituksen mukaan 10 miljoonaa euroa.