

Länsirannikon jokisuistojen sedimenttien metallipitoisuudet ja myrkyllisyys valobakteeritestin avulla arvioituna

Eija Schultz, Kari-Matti Vuori ja Jaana Wallin
Suomen ympäristökeskus

CATERMASS LIFE+-projektin osahankkessa 2 (Pintavesiin ja kalakantoihin kohdistuvien vaikutusten arviointi: www.ymparisto.fi/syke/catermass) yhtenä tehtävänä on ollut kartoittaa jokisuistojen sedimenttien metallipitoisuuksia ja mahdollista myrkyllisyyttä. Happamilta sulfaattimailta huuhtoutuvat metallit kulkeutuvat jokien kautta mereen, missä ne saostuvat ja kiintoaineeseen sitoutuneina varastoituvat pohjan sedimenttikerrokseen. Jokisuistojen ja rannikkoalueen metallipitoisuuksista ja sedimenttien haitallisuudesta on niukasti aiempaa tutkimustietoa.

Sedimenttinäytteitä otettiin 14 paikalta Pohjanmaan jokisuista ja rannikkoalueelta 28.6.- 29.9.2010 välisenä aikana. Jokaiselta näytteenottopaikalta otettiin kolme rinnakkaisnäytettä. Ne säilytettiin pakastettuina ja kylmäkuivattiin ennen analyysyä. Kuiva-aine (kuivaus 105 °C:ssa 1 vrk) ja hehkutushäviö (hehkus 800 °C:ssa 1 tunti) määritettiin Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laboratoriossa. Näytepaikat ja hehkutushäviötulokset on esitetty taulukossa 1. Hehkutushäviö kuvaa orgaanisen aineksen osuutta kuivan sedimentin massasta. Keskiarvo kaikkien näytteiden hehkutushäviöistä oli noin 15 %. Orgaanisen aineksen määrä oli suurimmassa osassa näytteitä 10 - 24 %, kolmea näytettä lukuun ottamatta, joissa se oli alle 10 %.

Kuivatusta sedimenteistä määritettiin ICP-MS-tekniikalla (induktiivisesti kytketty plasma - massaspektrometri) metallipitoisuudet Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ja Zn. Metallipitoisuudet (mg/kg) on esitetty taulukossa 2.

Sedimenttinäytteiden myrkyllisyys tutkittiin valobakteeritestä käyttäen. Testi tehtiin standardin ISO 21338 mukaisesti [ISO 21338: Kinetic determination of the inhibitory effects of sediments, other solids and coloured samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (kinetic luminescent bacteria test)].

Valobakteeri on yleinen meriympäristön bakteeri, joka on aineenvaihdunnaltaan ja käyttäytymiseltään muiden ympäristön heterotrofisten (toisenvaraisten) bakteerien kaltainen, mutta se tuottaa aineenvaihduntansa osana valoa näkyvällä aallonpituudella. Valobakteeritesti perustuu valontuoton vähenemiseen, kun bakteeri altistuu haitallisille aineille. Valontuoton väheneminen kertoo vakavasta häiriöstä bakteerin välttämättömässä aineenvaihdunnassa.

Tässä menetelmässä kuivattu sedimenttinäyte uutetaan ensin NaCl-liuoksella siten, että käytetään 1 g näytettä ja 5 ml suolaliuosta. Uutteesta tehdään laimennussarja, ja laimennokset testataan

valobakteeritestillä. Poikkeuksena standardiin nähden uuttoliuokseen lisättiin NaHCO₃-liuosta pH:n pitämiseksi vakiona uuton aikana. Suurin mahdollinen pitoisuus, joka voidaan tutkia, on 50% edellä mainittua uuttoliuosta. Kustakin sedimentinäytteestä tehtiin kaksi rinnakkaisuuttoa, joista kummastakin valmistettiin laimennussarja, yleensä 8 pitoisuutta, ja jokaisesta pitoisuudesta tehtiin valobakteeritesti kahtena rinnakkaismäärityksenä. Uutteen pitoisuudet testiolosuhteissa vaihtelivat välillä 50 % - 0,0977 %. Mittaustuloksia verrattiin kontrollinäytteen tuloksiin ja laskettiin näytteiden aiheuttama prosentuaalinen valontuoton väheneminen eli inhibitioprosentti.

Taulukko 1. Sedimentinäytteenoton paikat ja näytteiden keskimääräinen orgaanisen aineksen osuus (hehikutushäviö)

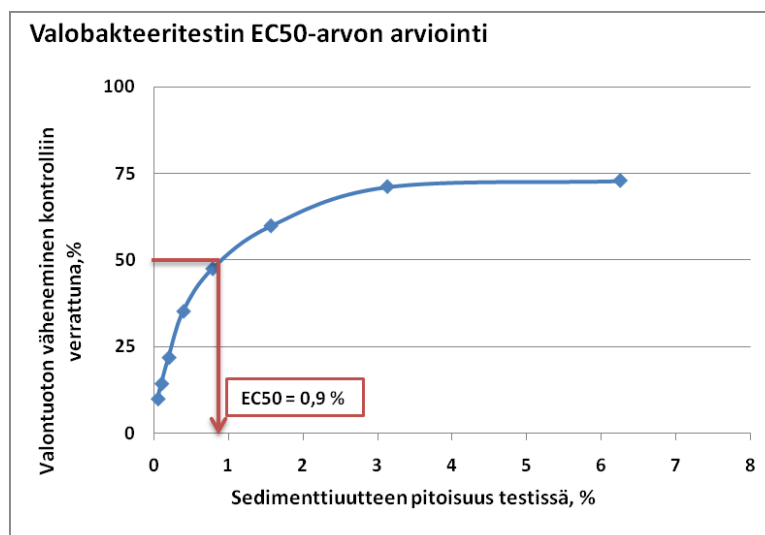
Näytteenotto- paikka	Jokisuisto	Etäisyys jokisuusta	Hehikutushäviö %, keskiarvo ± keskihajonta
Himangan edusta	Lestijoki		4,5 ± 0,2
Trullöfjärden	Perhonjoki		7,0 ± 1,8
Luodonjärvi Adm.	Ähtävänjoki		18,3 ± 0,3
Uusik. pyy edusta	Lapuanjoki		17,5 ± 0,8
Vöyrinjokisuu	Vöyrinjoki		22,3 ± 2,4
Vassor M1	Kyrönjoki	1	7,3 ± 0,4
Peuskofjärden	Kyrönjoki	2	12,0 ± 0,6
Pudimofjärden	Kyrönjoki	3	14,7 ± 0,2
Et. Kau. Selkä 1	Laihianjoki		18,3 ± 0,2
Äminne	Maalahdenjoki	1	18,2 ± 0,6
Stensk. Linjen 3	Maalahdenjoki	2	10,7 ± 2,0
Svartöhålet	Maalahdenjoki	3	19,6 ± 0,1
Närpiönjokisuu	Närpiönjoki		24,0 ± 0,4
Lapväärtinjokisuu	Lapväärtinjoki		15,5 ± 0,6

Etäisyys jokisuusta: 1 = lähin näytteenotto- paikka, 3 = etäisin näytteenotto- paikka

Taulukko 2. Näytteenotto- paikkojen sedimentinäytteiden metallipitoisuudet.

Näytteenotto- paikka	Jokisuisto	Etäisyys jokisuusta	pitoisuus, mg/kg ka.										
			Al	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Himangan edusta	Lestijoki		9572	10	0,23	8	21	9	20364	252	11	5	71
Trullöfjärden	Perhonjoki		9656	10	0,35	11	82	12	23615	330	12	7	101
Luodonjärvi Adm.	Ähtävänjoki		26571	15	0,76	44	40	24	52574	1492	43	17	230
Uusik. pyy edusta	Lapuanjoki		25986	12	0,46	18	36	26	38116	507	28	10	147
Vöyrinjokisuu	Vöyrinjoki		43872	8	0,59	23	40	50	34293	885	46	11	173
Vassor M1	Kyrönjoki	1	25586	8	0,27	23	49	20	34950	444	36	10	146
Peuskofjärden	Kyrönjoki	2	30605	9	0,66	31	49	35	35967	596	53	11	210
Pudimofjärden	Kyrönjoki	3	35552	27	0,72	59	53	36	41133	4193	64	14	315
Et. Kau. Selkä 1	Laihianjoki		59900	10	0,92	74	47	63	38355	788	130	14	461
Äminne	Maalahdenjoki	1	30526	5	0,48	15	39	37	28015	302	38	10	123
Stensk. Linjen 3	Maalahdenjoki	2	18284	4	0,36	11	27	22	17855	472	24	7	78
Svartöhålet	Maalahdenjoki	3	40189	14	1,67	122	44	44	38360	4008	126	17	500
Närpiönjokisuu	Närpiönjoki		46827	10	0,94	34	62	59	38619	546	81	16	248
Lapväärtinjokisuu	Lapväärtinjoki		30480	7	0,96	34	52	27	35934	533	51	15	235

Etäisyys jokisuusta: 1 = lähin näytteenotto- paikka, 3 = etäisin näytteenotto- paikka



Inhibitiotulosten ja käytettyjen uutepitoisuuksien avulla laskettiin näytteen EC50-arvo, joka tässä tapauksessa ilmoittaa sen uutepitoisuuden testissä (pitoisuus %), joka aiheuttaa valontuoton vähenemisen 50%:lla. Yllä olevassa kaaviossa on havainnollistettu EC50-arvon arviointia. Silloin kun näyte on valobakteerille myrkyllinen, valontuotto vähenee näytepitoisuuden kasvaessa. Mitä myrkyllisempi näyte on, sitä alempi EC50-arvo saadaan. Kullekin näytteenotto paikalle laskettiin keskimääräinen EC50-arvo. Oheisessa taulukossa on esitetty näytteenotto paikoittain EC50-arvojen keskiarvo, keskihajonta ja vaihteluväli.

Taulukko 3. Tutkittujen sedimenttinäytteiden vaikuttavat pitoisuudet (EC50) sedimenttiuutteiden pitoisuusprosentteina.

Näytteenotto- paikka	Jokisuisto	Etäisyys jokisuusta	EC50 (%)		
			keskiarvo	keskihajonta	vaihteluväli
Himangan edusta	Lestijoki		9,34	1,27	8,07 - 10,61
Trullöfjärden	Perhonjoki		0,52	0,34	0,20 - 1,19
Luodonjärvi Adm.	Ähtävänjoki		0,03	0	0,02 - 0,04
Uusik. pyy edusta	Lapuanjoki		5,54	9,41	0,02 - 16,4
Vöyrinjokisuu	Vöyrinjoki		1,97	3,22	0,09 - 7,82
Vassor M1	Kyrönjoki	1	0,13	0,04	0,08 - 0,19
Peuskofjärden	Kyrönjoki	2	0,22	0,21	0,04 - 0,72
Pudimofjärden	Kyrönjoki	3	7,97	3,27	5,10 - 10,26
Et. Kau. Selkä 1	Laihianjoki		0,15	0,16	0,04 - 0,39
Äminne	Maalahdenjoki	1	2,36	2,6	0,67 - 5,6
Stensk. Linjen 3	Maalahdenjoki	2	5,84	1,74	4,02 - NT
Svartöhålet	Maalahdenjoki	3	2,26	1,84	0,44 - 4,30
Närpiönjokisuu	Närpiönjoki		0,29	0,26	0,11 - 0,68
Lapväärtinjokisuu	Lapväärtinjoki		0,71	0,52	0,11 - 1,29

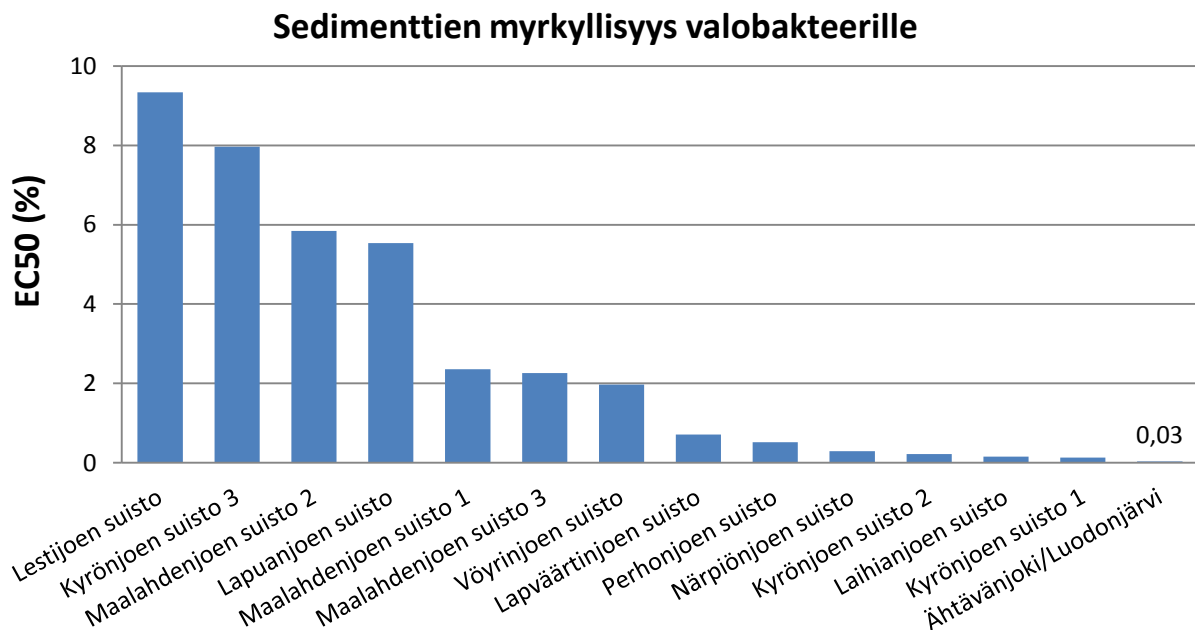
NT= ei myrkyllinen

Etäisyys jokisuusta: 1 = lähin näytteenotto paikka, 3 = etäisin näytteenotto paikka

Kuten taulukon luvuista nähdään, rinnakkaisuutteiden tulokset vaihtelivat huomattavasti. Tällainen vaihtelu on tyypillistä hankalille näytetyypeille kuten juuri sedimenteille. Haitta-aineet voivat olla

sedimenttipartikkeleissa epätasaisesti jakautuneina, vaikka tämän tutkimuksen näytteet olivat hienojakoista ja silmämääräisesti arvioituna tasalaatuista materiaalia.

Tulosten havainnollistamiseksi EC50-arvot on järjestetty alla olevaan pylväskaavioon myrkyllisyyden mukaan siten, että myrkyllisyys kasvaa vasemmalta oikealle.



1, 2, 3 = Näytteenottoaikan etäisyys jokisuusta

Tuloksista voidaan todeta, että näytteet olivat kaiken kaikkiaan varsin myrkyllisiä, koska kaikkien näytepaikkojen keskimääräiset EC50-arvot olivat alle 10 %. Noin puolet näytteistä oli niin myrkyllisiä, että EC50-arvo oli alle 1 % (kaaviossa kaikki Vöyrinjokisuun oikealla puolella olevat tulokset).

Selitystä sedimenttien myrkyllisyydelle voidaan etsiä orgaanisista haitta-aineista, metalleista tai monen eri aineen (mahdollisesti muutkin kuin HS-maiden metallit) yhteisvaikutuksista. Metallipitoisuuksien ja myrkyllisyyden välille ei tässä tutkimuksessa voitu löytää kovin selvää yhteyttä, vaikka EC50-arvojen ja eräiden metallien pitoisuuksien välillä olikin merkitsevä korrelaatio (mm. rauta, sinkki, kupari). Orgaanisen aineen kokonaismäärän (hehikutushäviö) ja myrkyllisyyden välillä ei myöskään voitu osoittaa riippuvuutta. Haitta-aineiden yhteisvaikutukset lienevät paras selitys. Yksittäisten aineiden osuus myrkyllisyyden aiheuttajana vaatisi laajempia tutkimuksia. Kun näytteiden myrkyllisyys on selvästi osoitettu, ei ole välttämättä edes tarpeen selvittää, mikä tai mitkä aineet sen ovat aiheuttaneet.