



Itä-Suomen järvisedimentit

Haikka-aineekartoitus

Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Pohjois-Karjalan ELY-keskukset



FCG•

Arto Itkonen
MUTKU-päivät 21.3.2013

Arto Itkonen

- Tausta ja tavoitteet;
- Tehdyt tutkimukset;
- Tulokset;
- Johtopäätökset.



FCG•

9.1.2013 Page 2

TAUSTA JA TAVOITTEET

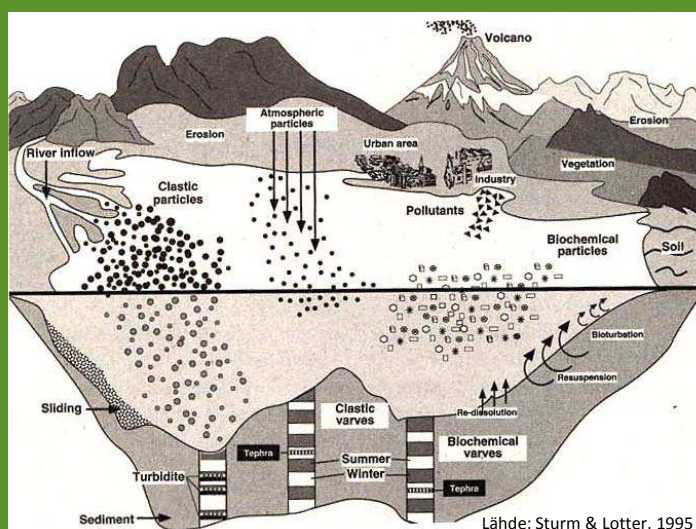


FCG•

9.1.2013 Page 3

Haitta-aineiden kulkeutuminen sedimenttiin

Arto Itkonen



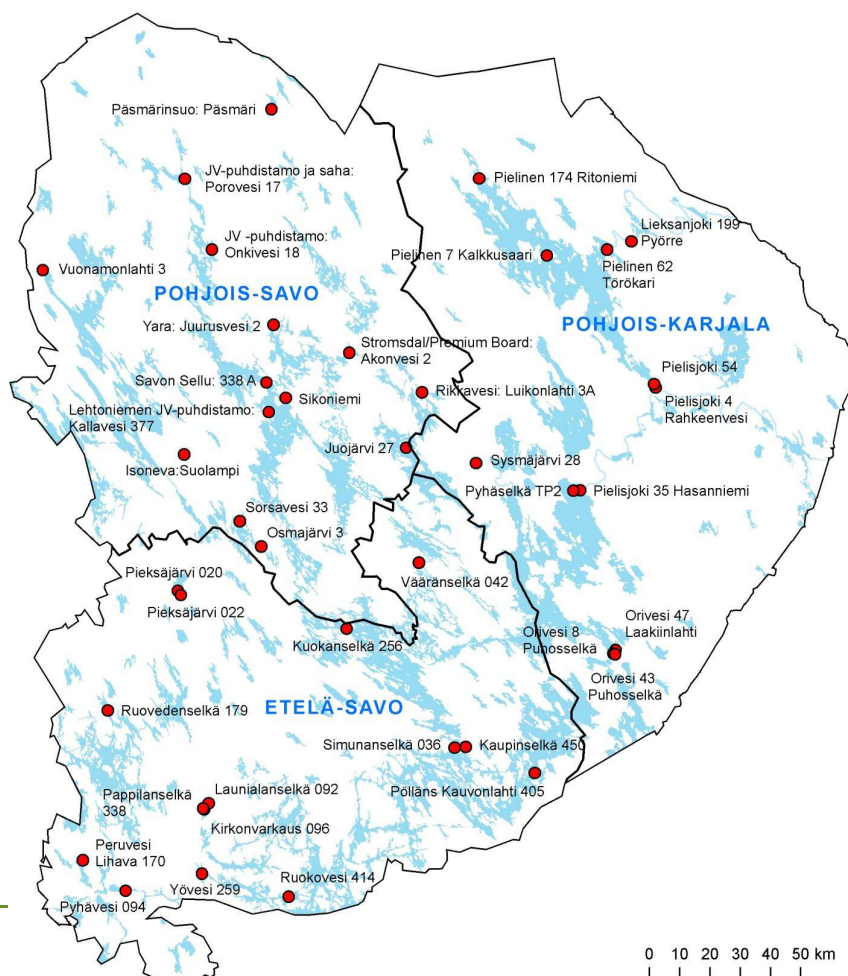
- Ilmalaskeumana
- Veden mukana valuma-alueelta
 - Eroosion johdosta partikkeleihin sitoutuneena
 - Liuenneena pintaveden mukana
 - Liuenneena suotautuvan pohjaveden mukana
- Fokusoituminen akkumulaatio-alueille
 - Tuuli-aalto –kuljetuksen avulla
 - Muiden virtausten avulla
 - Rinneprosessien avulla
- Syvännesedimentin pitoisuudet ovat ”keskiarvo” ympäristön kuormituksesta

Tausta



- Etelä-Savon, Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan ELY-keskusten yhteishanke;
- Ohjausryhmä Esa Rouvinen, Antti Haapala, Jorma Lappalainen, Jussi-Pekka Järvinen, Petri Naumanen ja Hannu Luotonen;
- Pilottihanke vastaaville kartoituksille;
- 38 ELY-keskusten asiantuntijoiden valitsemaa kuormitettua aluetta ja 4 oletettavasti puhdasta referenssialuetta;
- Kuormittajana metalliteollisuus (6), puunjalostusteollisuus (20), kemianteollisuus (4), jätevedenpuhdistamot (23), kaivosteollisuus (3), kasvi-, puutarha- ja taimitarhat (5), kaatopaikat (12), turvetuotantoalueet (2) ja pima-kohteet (11 aluetta).

Näytepisteet



Tavoitteet



- Sedimentin perustilan määrittäminen;
- Uusien keinojen kehittäminen vesien käytön alueelliseen ohjaukseen ja vesienhoidon toteuttamiseen;
- BAT-menettelyjen määrittäminen sedimentin velvoitetarkkailuun;
- Kriteerien käyttökelpoisuuden testaus;
- Perustiedon hankkiminen haitta-aineiden käyttäytymisestä ja pohjaeläimistä.

TEHDYT TUTKIMUKSET

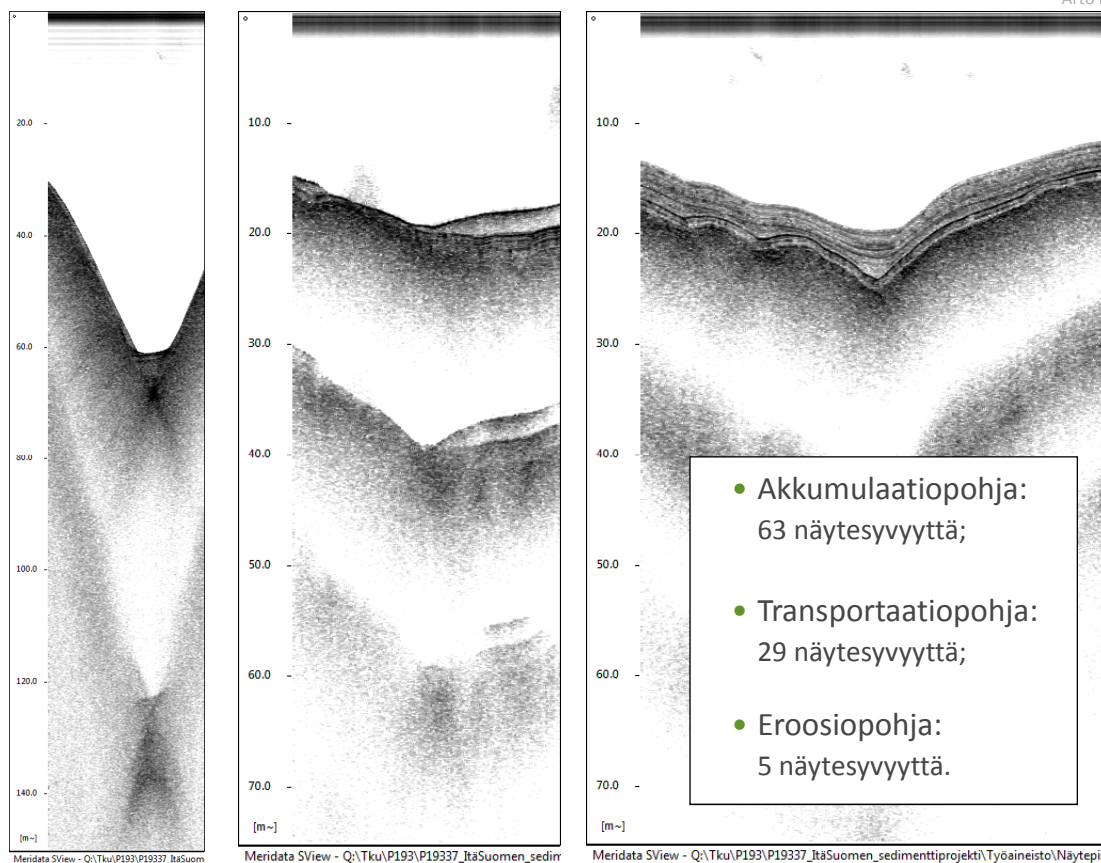
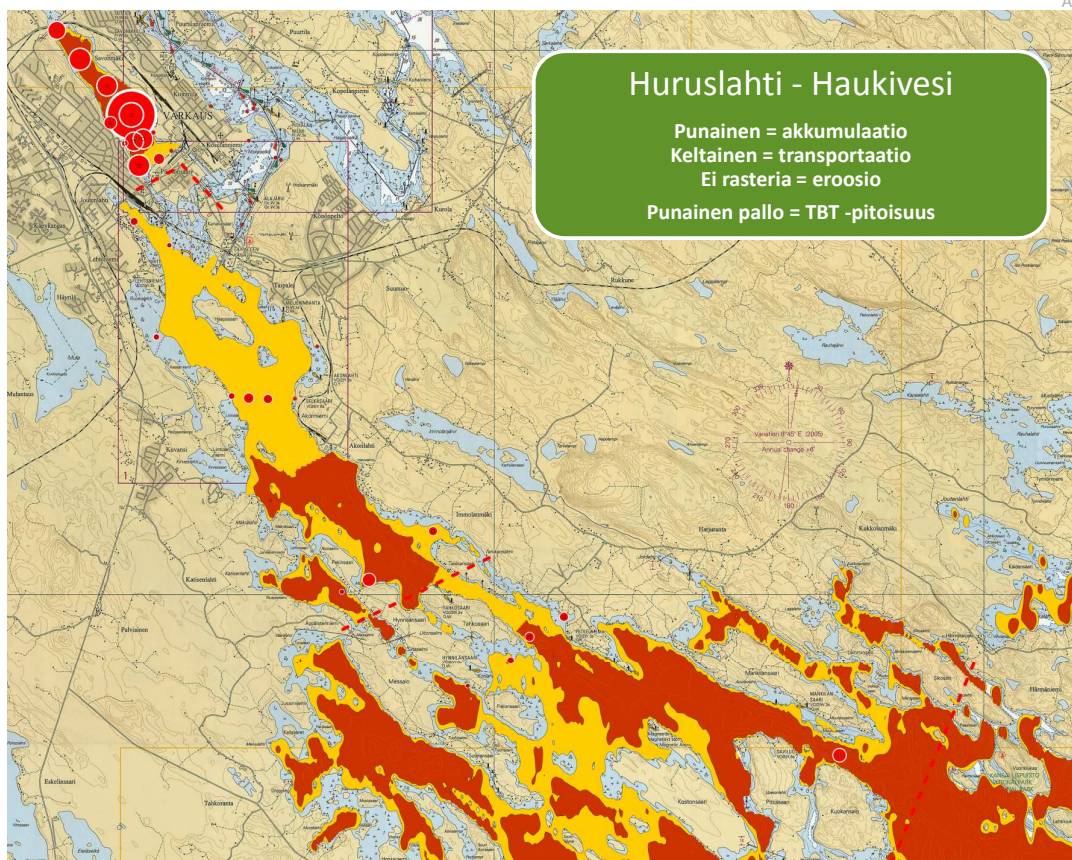


Kalusto



- Mittausvene Pooki + miehistö (1 + 1 hlö);
- Kaikuluotausyksikkö MD 300;
- Ohjailuohjelmisto;
- RTK-GPS vastaanotin Javad Sigma / VRS-RTK;
- Tiedonkeruuohjelmisto;
- Van Veen grab –näytteenotin pohjaeläimille;
- Limnos sedimenttinäytteenotin;
- Matalataajuusluotain MD DSS 10 kHz...20 kHz;
- Lisäksi pienempiä paikallisia veneitä.







9.1.2013 Page 13

Arto Itkonen

Näytteenottokampanja numeroina



- Näytteenotto 25.9. – 1.10.2012;
- Ilman lämpötila +1 – +15 °C;
- Sademäärä 0 – 12 mm/d;
- Tuuli alle 10 m/s; enimmäkseen alle 5 m/s;
- Valoisan ajan pituus n. 10 h/d;
- Veden syvyys näytepisteissä 1,3 – 60 m;
- Näytesyvyudet sedimentistä 0-5 cm ja 5-20 cm;
- Haitta-ainenäytteitä 167 kpl 97 syvyydestä;
- Pohjaeläinnäytteitä 222 kpl 42 näyteasemalta;
- Siirtymisiä maitse noin 3 500 km;
- Siirtymisiä vesitse noin 200 km.

Tehdyt analyysit



Määrittys ja analyysitekniikka	Kpl	Laboratorio
Terratest™ Useita menetelmiä	57	Eurofins Scientific Finland Oy
Orgaaniset tinayhdisteet (TBT, TPhT, MTB ja DBT), SVOC	57	SGS Inspection Services Oy
PCDD/F-yhdisteet HRGC/HRMS Belgia	3	SGS Inspection Services Oy
VNa 214/2007 metallit ICP-AES/MS	7	SGS Inspection Services Oy
Kloorifenolit GC-MS/ECD	1	SGS Inspection Services Oy
Öljyhiilivetyjakeet C₁₀-C₄₀ SVOC	2	SGS Inspection Services Oy
PAH-yhdisteet SVOC	2	SGS Inspection Services Oy
PCB-yhdisteet SVOC	1	SGS Inspection Services Oy

Pohjaeläinanalyysit



- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy (Vesa Saarikari ja Kari Lehtonen);
- Näytteenotto ja määritykset ympäristöhallinnon ohjeistuksen mukaisesti;
- Pohjaeläinten biomassa, lajisto ja suuosaepämuodostumat;
- Yhteensä 19 näyteasemalta.

TULOKSET



Vertailu Vna 214/2007, metallit

Haitta-aine	Ana-lyysit kpl	KYA mg/kg	> kpl	AOA mg/kg	> kpl	YOA mg/kg	> kpl	ONG mg/kg	> kpl	K.A. mg/kg	MAX mg/kg
Antimoni (Sb)	57	2	2	10	0	50	0	2500	0	0,1	4,2
Arseeni (As)	64	5	40	50	5	100	1	1000	0	15	150
Elohopea (Hg)	64	0,5	2	2	0	5	0	1000	0	0,12	0,76
Kadmium (Cd)	64	1	11	10	0	20	0	100	0	0,71	1,60
Koboltti (Co)	57	20	22	100	2	250	0	1000	0	30	230
Kromi (Cr)	64	100	2	200	2	300	2	1000	2	126	3100
Kupari (Cu)	64	100	1	150	0	200	0	2500	0	36	110
Lyijy (Pb)	64	60	7	200	0	750	0	2500	0	32	95
Nikkeli (Ni)	64	50	13	100	4	150	3	1000	0	44	210
Vanadiini (V)	57	100	0	150	0	250	0	10000	0	62	100
Sinkki (Zn)	64	200	23	250	14	400	8	2500	0	273	1937

- Selvästi kohonneina pitoisuuksina paikoin As, Co, Cr, Ni ja Zn;
- Näytepisteessä 37 Osmajärvi 3 jopa vaarallisen jätteen kriteerit ylittyivät kromin osalta.

Vertailu Vna 214/2007, orgaaniset

Haitta-aine	Ana-lyysit kpl	KYA mg/kg	> kpl	AOA mg/kg	> kpl	YOA mg/kg	> kpl	ONG mg/kg	> kpl	K.A. mg/kg	MAX mg/kg
Hiilivetyjakeet C ₁₀ -C ₂₁	56	300	3	300	0	1000	0	10 000	0	14	282
Hiilivetyjakeet C ₂₁ -C ₄₀	56			600	0	2000	0			76	593
Bentseeni	61	0,02	4	0,2	1	1	0	1000	0	0,03	1,0
Tolueeni	57	-	-	5	0	25	0	10 000	0	0,14	0,7
Etylibentseeni	57	-	-	10	0	50	0	-	-	0,00	0,00
Ksyleenit	57	-	-	10	0	50	0	125 000	0	0,01	0,20
Antraseeni	59	1	1	5	1	15	0	1000	0	0,12	6,9
B(a)antraseeni	59	1	1	5	1	15	0	1000	0	0,27	14
B(a)pyreeni	59	0,2	3	2	1	15	0	100	0	0,22	11
B(k)fluoranteeni	59	1	1	5	1	15	0	1000	0	0,12	5,2
Fenantreeni	59	1	2	5	1	15	1	1000	0	0,74	39
Fluoranteeni	59	1	1	5	1	15	1	1000	0	0,67	32
Naftaleeni	59	1	1	5	0	15	0	2500	0	0,08	2,1
PAH-yhd. sum	59	15	1	30	1	100	1	1000	0	3,9	180
PCB-yhd. sum	58	0,1	2	0,5	0	5	0	50	0	0,015	0,42
PCDD/F/PCB WHO-TEQ	3	0,00001	2	0,0001	1	0,0015	0	0,015	0	0,00008	0,00015
TBT-TPT	57	0,1	0	1	0	2	0	2500	0	0,003	0,096
DDT-DDD-DDE	57	0,1	0	1	0	2	0	-	-	0,000	0,004

Orgaaniset haitta-aineet



- PAH-, PCB- ja PCDD/F –yhdisteet ylittivät monin paikoin Vna:n 214/2007 alemmat ja ylemmät ohjearvot;
- Paikoin todettiin merkkejä myös kohonneista BTEX –yhdisteiden (yksi näyte), fenolien, kloorifenolien (kaksi näytettä), orgaanisten tinayhdisteiden, öljyhiilivetyjen, pestisidien, bifenyylin, dibentsofuraanin ja ftalaattien pitoisuuksista.

Vertailu läjityskriteereihin, metallit

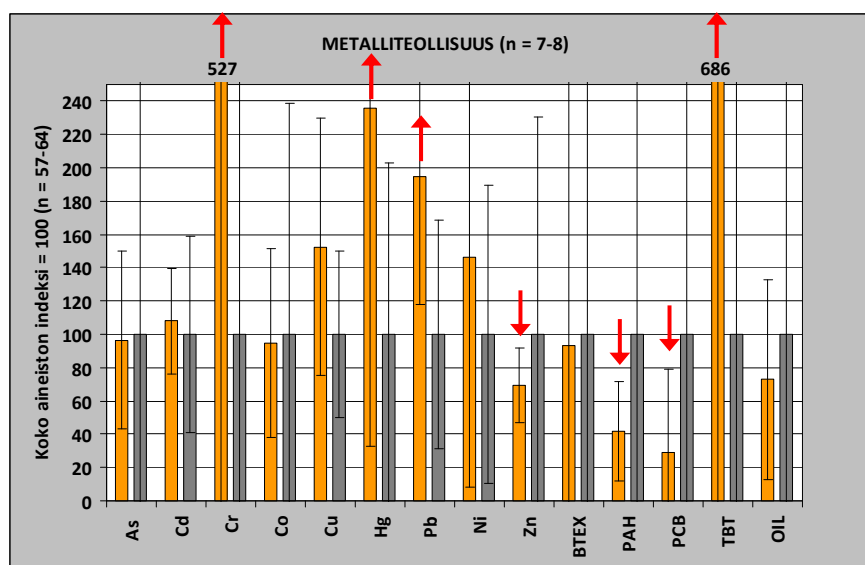
Haitta-aine	Ana-lyysit kpl	TAUSTA mg/kg	> kpl	TASO 1 mg/kg	> kpl	TASO 2 mg/kg	> kpl	K.A. mg/kg	MAX mg/kg
Arseeni (As)	64	15	14	15	14	60	4	13	135
Elohopea (Hg)	64	0,039	53	0,1	28	1	0	0,108	0,574
Kadmium (Cd)	64	0,33	56	0,5	42	2,5	0	0,62	1,49
Kromi (Cr)	64	44	45	65	13	270	2	134	3348
Kupari (Cu)	64	32	29	50	8	90	1	34	107
Lyijy (Pb)	64	25	32	40	14	200	0	30	91
Nikkeli (Ni)	64	30	41	45	22	60	14	50	235
Sinkki (Zn)	64	115	46	170	25	500	7	260	1639

Vertailu läjityskriteereihin, orgaaniset

Haitta-aine	Ana-lyysit kpl	MÄÄRITYSRAJA mg/kg	> kpl	TASO 1 mg/kg	> kpl	TASO 2 mg/kg	> kpl	K.A. mg/kg	MAX mg/kg
Naftaleeni	59	kts. liite 8	20	0,01	20	0,1	9	0,08	2,1
Fenantreeni	59	kts. liite 8	32	0,05	15	0,5	2	0,72	39
Antraseeni	59	kts. liite 8	7	0,01	7	0,1	2	0,12	6,8
Fluoranteeni	59	kts. liite 8	46	0,3	6	3	1	0,6	32
Bentso(a)antraseeni	59	kts. liite 8	35	0,03	16	0,4	1	0,26	14
Kryseeni	59	kts. liite 8	45	1,1	1	11	1	0,3	12
Bentso(k)fluoranteeni	59	kts. liite 8	47	0,2	1	2	1	0,1	5,1
Bentso(a)pyreeni	59	kts. liite 8	34	0,3	1	3	1	0,2	11
Bentso(ghi)peryleeni	59	kts. liite 8	40	0,8	1	8	0	0,1	5,4
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	59	kts. liite 8	44	0,6	1	6	1	0,2	6,8
PCB #28	58	kts. liite 8	3	0,001	3	0,03	3	0,007	0,270
PCB #52	58	kts. liite 8	4	0,001	3	0,03	1	0,008	0,410
PCB #101	58	kts. liite 8	5	0,004	2	0,03	0	0,000	0,011
PCB #118	58	kts. liite 8	2	0,004	2	0,03	0	0,000	0,010
PCB #138	58	kts. liite 8	3	0,004	3	0,03	0	0,000	0,008
PCB #153	58	kts. liite 8	5	0,004	3	0,03	0	0,000	0,010
PCB #180	58	kts. liite 8	5	0,004	2	0,03	0	0,000	0,005
PCDD/F WHO-TEQ	3	kts. liite 8	3	0,00002	2	0,0005	0	0,00005	0,00007
TBT	57	kts. liite 8	-12	0,003	4	0,2	0	0,002	0,094
C ₁₀ -C ₄₀ summa	59	kts. liite 8	28	50	21	1500	0	85	822
DDT-DDD-DDE	57	kts. liite 8	1	0,001	1	0,003	0	0,000	0,001

Keski-
pitoisuudet
ja -hajonnat

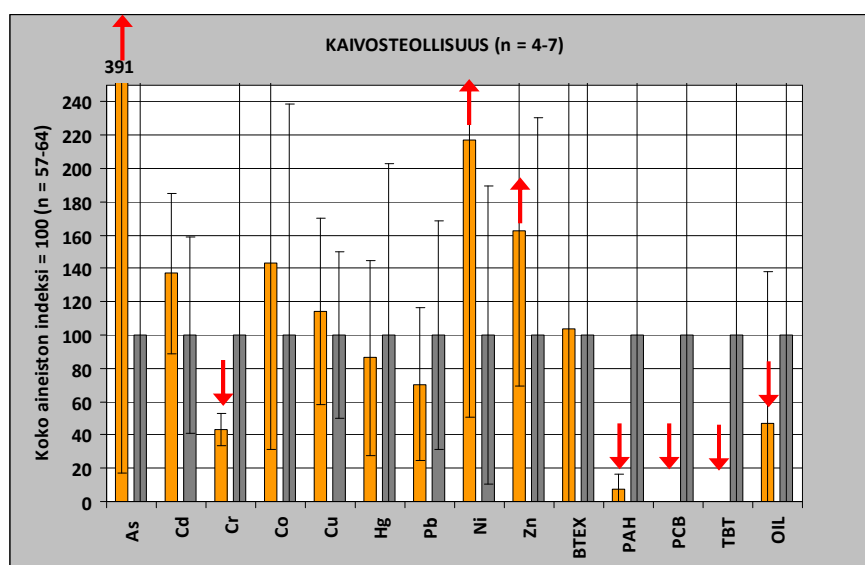
Metalliteollisuus



↑ = Mahdollisesti merkitsevä ero
(merkitsevyystasoa ei testattu)

Keski-
pitoisuudet
ja -hajonnat

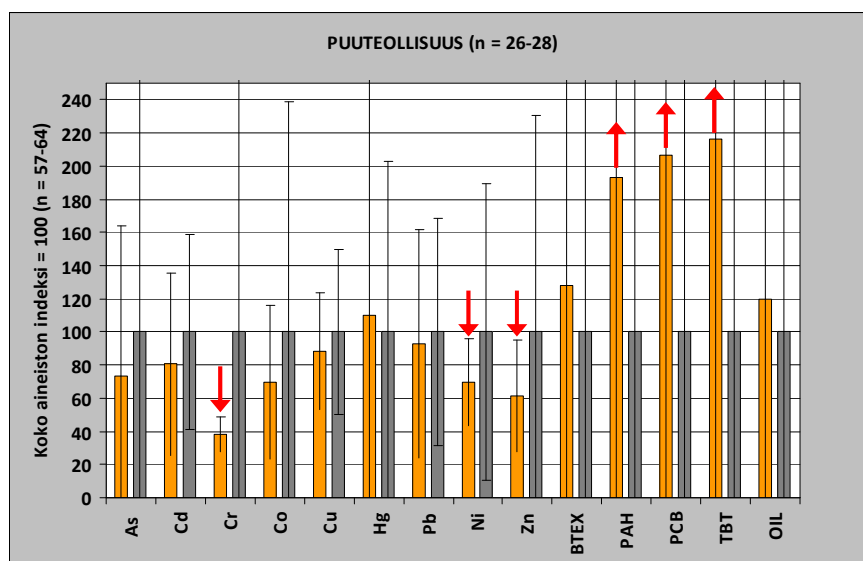
Kaivosteollisuus



↑ = Mahdollisesti merkitsevä ero
(merkitsevyystasoa ei testattu)

Keski-
pitoisuudet
ja -hajonnat

Puuteollisuus



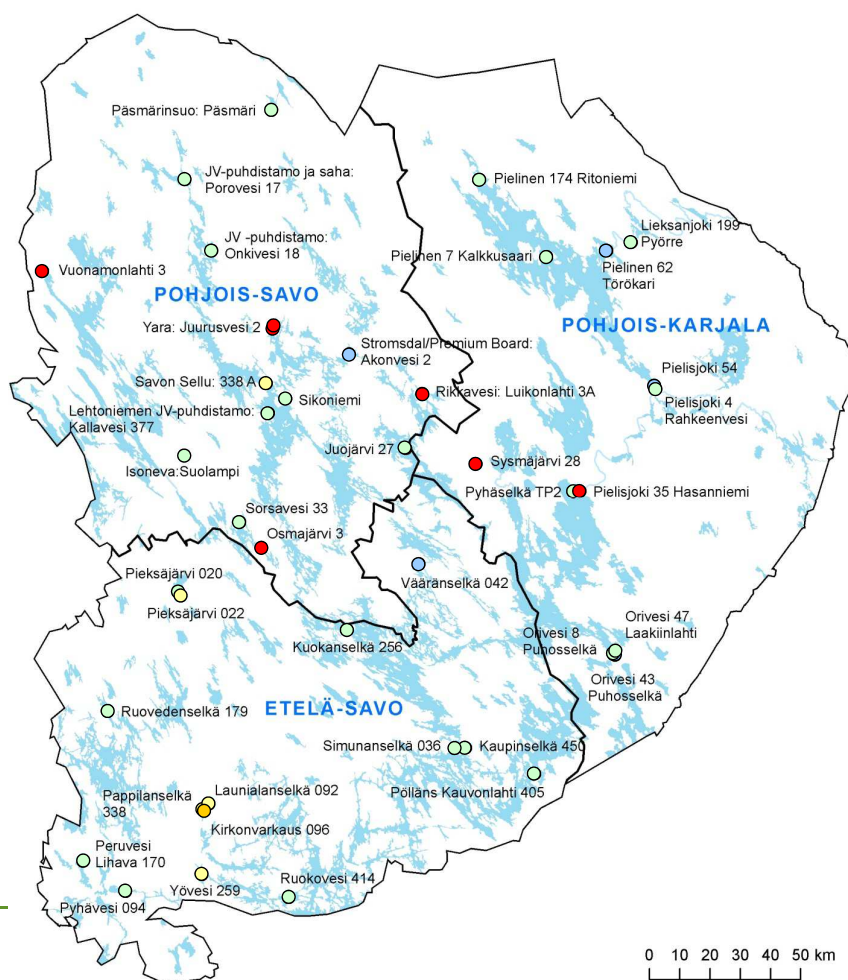
↑ = Mahdollisesti merkitsevä ero
(merkitsevyystasoa ei testattu)

Vertailu GTK:n aiempiin tutkimuksiin, metallit

Parametri	GTK, Itä-Suomi 1973-1984 n = 3450-7326	GTK, Siilinjärven koealue 1980 n = 37	GTK, Siilinjärven koealue 1980 n = 37	Tämä tutkimus, koko aineisto 2012 n = 57-64
Arseeni, mg/kg	-	5,62	4,73	15
Barium, mg/kg	-	155,0	243,0	190
Koboltti, mg/kg	18,5	12,1	18,5	30
Kromi, mg/kg	49,0	37,9	47,5	126
Kupari, mg/kg	44,4	17,4	25,5	36
Nikkeli, mg/kg	38,2	24,1	29,8	44
Lyijy, mg/kg	21,1	8,59	15,9	32
Molybdeeni, mg/kg	4,9	-	-	3,0
Sinkki, mg/kg	162,1	87,8	128,0	273
Hehkutushäviö, % / DW	43,9	18,1	25,3	15,1

- Nyt tehdyssä tutkimuksessa enemmän suuria järviä;
- Ei kiistatonta ajallista muutosta metallipitoisuuksissa aiempiin tutkimuksiin nähden.

Haitta-aineet Vna 214/2007
Erinomainen
Hyvä
Tyydyttävä
Välttävä
Huono
Muu tai ei arvioitu



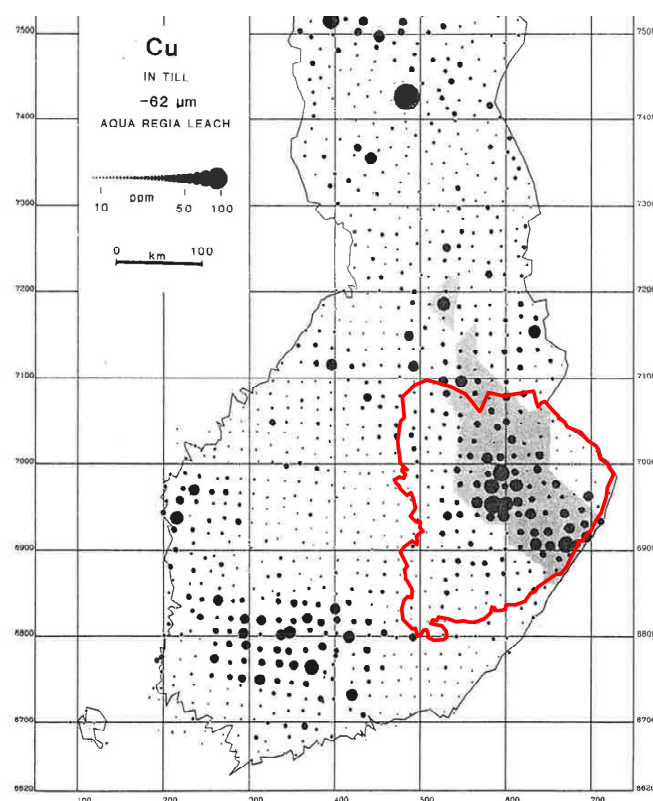
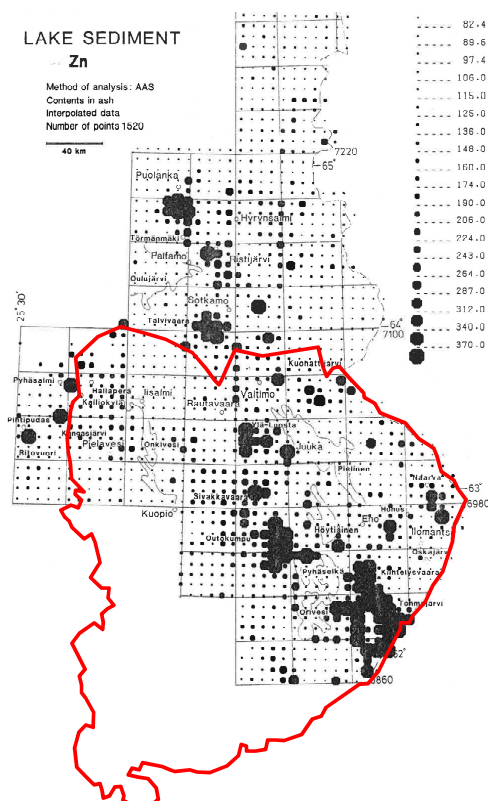
FCG

0 10 20 30 40 50 km

9.1.2013 Page 27

Luontaiset metallianomaliat

Arto Itkonen

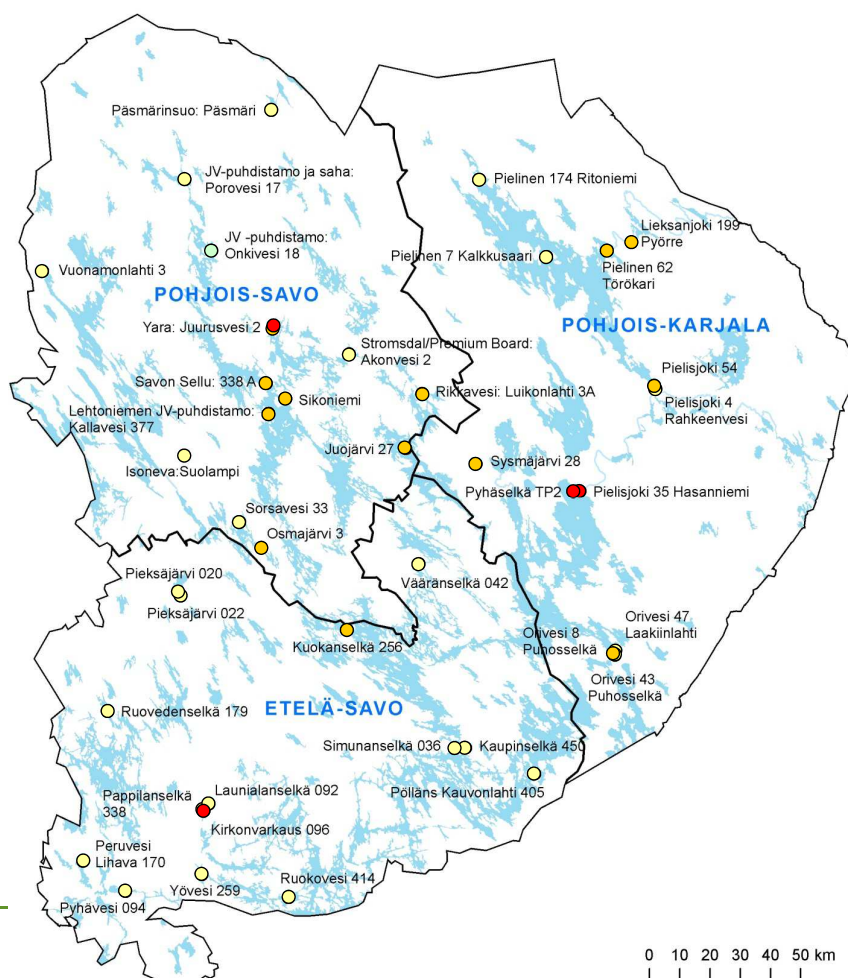


FCG

Lähde: Tenhola, 1988

9.1.2013 Page 28

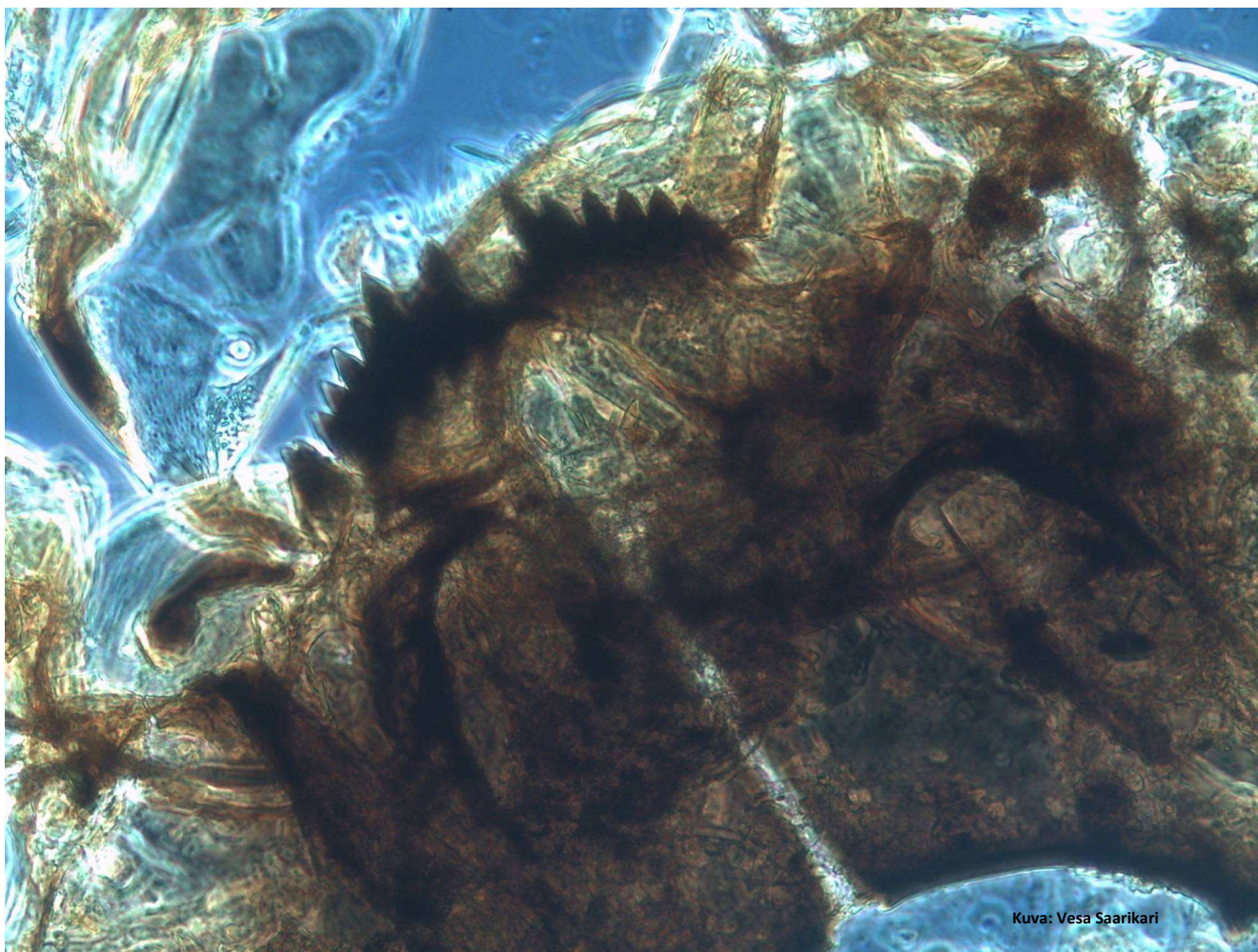
Haitta-aineet Läjitys- kriteerit	
Erinomainen	
Hyvä	
Tyydyttävä	
Välttävä	
Huono	
Muu tai ei arvioitu	



Haitta-aineanalyysien tulokset



- Haitta-ainepitoisuudet enimmäkseen vähäisiä;
- Syvänneseimentin perusteella "nuhraantuminen" kuitenkin yleistä;
- Kohonneet pitoisuudet johtuvat monin paikoin teollisuuden vaikutuksista;
- Metallien osalta myös alueiden geokemialliset erot vaikuttanevat tuloksiin;
- Suurimmat pitoisuudet suhteessa kuiva-aineeseen 0-5 cm pintakerroksessa.



Pohjaeläinanalyyysien tulokset

Arto Itkonen

Näytepiste	Syvyys	Tilaluokan arvo	Tilaluokka	Epämuodostumat kpl	Epämuod. frekv. DI %
3 Kirkonvarkaus 096	21,5		Ei ravinteinen		
4 Launialanselkä 092	18,5	0,59	T	Ei todettu	
7 Pyhävesi 094	21,8	0,56	T	Ei todettu	
8 Kauvonlahti 405	17,0	0,73	H	1	33,3
9 Simunanselkä 038	31		Ei ravinteinen		
10 Kaupinselkä 450	7,8		Ei ravinteinen		
11 Ruovedenselkä 179	16,0	0,27	V	2	8,0
15 Ruokovesi 414	29		Niukkaravinteinen		
19 Pyhäselkä TP2	12,3	0,82	E	1	4,2
20 Sysmäjärvi 2	5,0		Ei ravinteinen		
22 Orivesi 8 Puhosselkä	4,9	0,76	E	Ei todettu	
25 Lieksanjoki 199 Pyörre	5,0	0,18	V	8	28,6
26 Pielinen 62 Törökari	17		Ei ravinteinen		
33 Kallavesi 338 A	30,5	0,47	T	2	14,3
35 Rikkavesi Luikonlahti 3A	18,0	0,63	H	Ei todettu	
36 Vuonamonlahti 3	8,0	0,27	V	2	14,3
37 Osmajärvi 3	7,0	3,00	E		
38 Juurusvesi 2	22,0	0,84	E		
41 Juojärvi 2	44		Niukkaravinteinen		
42 Juurusvesi 2A	19,5	0,60	T		

Pohjaeläintulokset



- 13 järvestä neljä arvioitiin pohjaeläinten perusteella erinomaiseen, kaksi hyvään, neljä tyydyttävään ja kolme välttävään tilaluokkaan;
- Yksilömäärät olivat vähäisiä;
- Pohjaeläinten epämuodostumafrekvenssit olivat aiemmin saatuihin tuloksiin nähden suuria;
- Ainakin näytepisteen 25 Lieksanjoki 199 Pyörre epämuodostumafrekvenssi oli poikkeuksellisen suuri;
- Pohjaeläinten arvioidaankin reagoivan haitta-aineita voimakkaammin sellaisiin tekijöihin kuin ravinnekuormitus ja siihen liittyvät happikadot, minerogeenisen aineksen osuus sedimentissä, altaan koko ja erityisesti sen syvyys.

Tulosten luokitusperusteet

Arviointimenetelmä	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono	Muu tai ei arvioitu
1. Pintaveden ekologinen luokka	Luokittelutiedot ELY-keskukset ja SYKE, perustuu useaan todistelinjaan					
2. Tilaluokka pohjaeläinten perusteella ¹	>75 % vertailuarv.	60-75 % vertailuarv.	30-60 % vertailuarv.	10-30 % vertailuarv.	<10 % vertailuarv.	-
3. pohjaeläinten epämuodostumien frekvenssi % ¹	<2 %	2-5 %	5-10 %	10-20 %	>20 %	-
4. Aistinvarainen sedimentin tilan arviointi	Luokka 0 ²	Luokka 1 ²	Luokka 1-2 ²	Luokka 2 ²	Luokka 3 ²	-
5. Sedimentin pilaantuneisuus, Vna 214/2007 ³	Ei kynnysarvon ylityksiä	Ei AO:n ylityksiä	Enint. yksi yhd. ryhmä ylittää AO:n	Ei YO:n ylityksiä	Pitoisuudet yli YO:n	-
6. Sedimentin pilaantuneisuus, läjityskriteerit ³	Ei taustapit. ylityksiä	Ei LK1:n ylityksiä	Ei LK2:n ylityksiä	Enint. yksi yhd. ryhmä ylitt. LK2:n	Useampi yhd. ryhmä ylitt. LK2:n	-

Tulosten vertailu

Tutkimusjärvi	Pintaveden ekologinen luokka	Tilaluokka pohjajaeläinten perusteella	Pohjajaeläinten epämuod. frekvenssi %	Aistinv. sed. tilan arviointi	Sedimentin pilaantuneisuus , vertailu asetukseen Vna 214/2007 ¹	Sedimentin pilaantuneisuus , vertailu ruoppausmassojen läjityskriteereihin ¹	Kuormituslähteet ² ja muuta
1 Pieksjärvi 020	H	-	-	1	<	Cd, Hg, Pb	1, 2, 6, 8
2 Pieksjärvi 022	H	-	-	1	Zn	Cd, Hg, Pb, Zn, PAH	1, 8
3 Kirkonvarkaus 096	T	-	-	2	Zn, BTEX	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn, PAH, PCDD/F, OIL	2, 3, 5, 6 Pohjajel. perusteella ei ravinteikas
4 Launialanselkä 092	T	T	-	1	Zn	Cd, Zn, PAH, PCB, DDT	3, 6 Ei todet. epämuod.
5 Pappilanselkä 338	T	-	-	1-2	PCDD/F	Cd, Cr, Ni, Zn, PAH, OIL	2, 3, 6, 8
6 Peruvesi Lihava 170	T	-	-	1-2	<	OIL	5
7 Pyhävesi 094	E	T	-	0	<	As, Cd, Hg, Pb, OIL	2, 3 Ei todet. epämuod.
8 Kauvonlahti 405	E	H	33,3	0-1	<	As	2, 3, 5
9 Simunanselkä 036	E	-	-	1-2	<	As, PAH, TBT, OIL	1, 2, 3, 5, 8
10 Kaupinselkä 450	E	-	-	0-1	<	As, Cd, Hg, Pb, Ni, Zn, PAH, PCB, TBT, OIL	1, 2, 3, 5, 8 Pohjajel. perusteella ei ravinteikas
11 Ruovedenselkä 179	H	V	8,0	1	<	Cd, OIL	3
12 Yövesi 259	E	-	-	1	As	As, Cd, Ni, OIL	2, 3
13 Vääränselkä 042	T	-	-	1-2	<	Cd, Hg, Ni, Zn	3
14 Kuokanselkä 256	T	-	-	1	<	Cd, Hg, Zn, PAH, TBT	1, 2, 3, 6
15 Ruokovesi 414	E	-	-	0	<	As, Cd, Pb	Referenssi Pohjajel. perust. niukkaravinteinen
16 Pielisjoki 4 Rahkeenvesi	V	-	-	1	<	PAH	2 (saha), 3, 6, 8
17 Pielisjoki 54 Rahkeenvesi	V	-	-	1	<	PAH, OIL	2 (saha), 3, 6, 8
18 Pielisjoki 35 Hasanniemi	V	-	-	2	PAH	As, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, PAH, OIL	2, 3, 6, 8 Eroosiopohja
19 Pyhäselkä TP2	H	E	4,2	1	<	Cd, Cr, Ni, PAH, OIL	2, 3, 6, 8
20 Sysmäjärvi 28	-	-	-	2	As, Ni, Zn	As, Cd, Cu, Ni, Zn, OIL	3, 4, 6, 8 Pohjajel. perusteella ei ravinteikas
21 Orivesi 47 Laakiniemi	H...V	-	-	1-2	<	Cd, PAH, OIL	2 (saha)
22 Orivesi 8 Puhosselkä	H...V	E	-	1-2	<	Cd, Cr, Ni, Zn	6, 9 (liimatehdas) Ei todet. epämuod.

9.1.2013 Page 35

FCG

Arto Itkonen

Tulosten vertailu

Tutkimusjärvi	Pintaveden ekologinen luokka	Tilaluokka pohjajaeläinten perusteella	Pohjajaeläinten epämuod. frekvenssi %	Aistinv. sed. tilan arviointi	Sedimentin pilaantuneisuus , vertailu asetukseen Vna 214/2007 ¹	Sedimentin pilaantuneisuus , vertailu ruoppausmassojen läjityskriteereihin ¹	Kuormituslähteet ² ja muuta
23 Orivesi 43 Puhosselkä	H...V	-	-	1-2	<	Cd, OIL	2, 6, 9 (liimatehdas)
24 Pielinen 174 Ritoniemi	H	-	-	1	<	Cr	2 (saha), 3
25 Lieksanjoki 199 Pyörre	V	V	28,6	2	<	Hg, PCB, TBT, OIL	2
26 Pielinen 62 Törökari	H	-	-	1	<	Cd, Cr, Hg, Ni, PAH	2, 3, 8, 10 Pohjajel. perusteella ei ravinteikas
27 Pielinen 7 Kalkkusaari	H	-	-	1	<	Cr	Referenssi Eroosiopohja
28 Suolampi	H	-	-	0-1	<	Hg, OIL	7
29 Päämäri	H	-	-	0-1	<	Cd, Hg, Pb, Zn	7
30 Kallavesi 377	H	-	-	1-2	<	As, Cd, Hg, Pb, Zn, PAH	3
31 Porovesi 17	T	-	-	1-2	<	Hg, PAH	3
32 Onkivesi 18	T	-	-	1	<	<	3
33 Kallavesi 338A	H	T	14,3	2	Zn	Cd, Hg, PAH, OIL	2 (sellu / kartonki)
34 Akonvesi 2	T	-	-	0-1	<	Hg, PAH	2 (kartonki)
35 Rikkavesi Luikonlahti 3A	H	H	-	1-2	As, Ni	As, Cd, Cr, Hg, Pb, Ni, Zn	4 Ei todet. epämuod.
36 Vuonamonlahti 3	T	V	14,3	0-1	Zn	Cd, Hg, Zn	4
37 Osmajärvi 3	H	E	-	2-3	Cr, Ni	Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, PAH, OIL	1
38 Juurusvesi 2	H	E	-	1-2	Co, Zn	Cd, Cu, Hg, Ni, Zn, PAH, PCB	9
39 Kallavesi Sikoniemi	H	-	-	2	<	Ni	8
40 Sorsavesi 33	H	-	-	0	<	Cd, Hg, Pb	Referenssi
41 Juojärvi 27	H	-	-	0	<	As, Cd, Pb, Ni	Referenssi Pohjajel. perust. niukkaravinteinen
42 Juurusvesi 2A	H	T	-	1-2	Co, Zn	Cd, Cu, Hg, Zn	9

9.1.2013 Page 36

FCG

Faktori-analyysi

Correlation matrix (Pearson (n)):

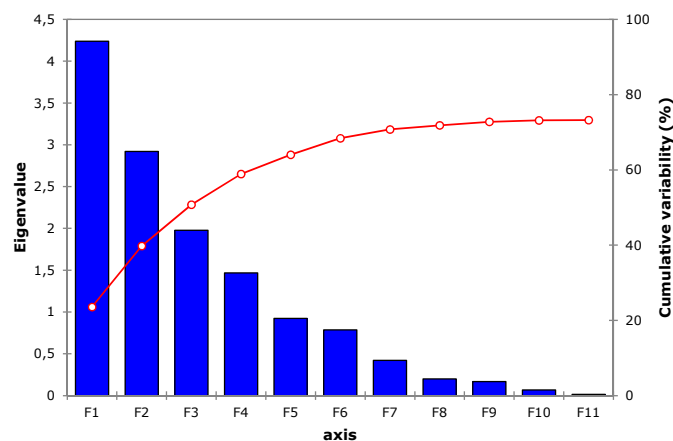
Variables	Vesip.	Tihey.	Hehk.	Saves	As	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	BTEX	PAH	PCB	OT	OIL
Vesip.	1	-0,994	0,500	0,522	0,190	0,577	0,000	0,084	0,038	0,492	0,354	0,107	0,122	0,338	-0,677	0,111	0,002	-0,320
Tihey.	-0,994	1	-0,481	-0,493	-0,158	-0,562	-0,014	-0,083	-0,024	-0,473	-0,314	-0,119	-0,117	-0,312	0,732	-0,120	0,000	0,373
Hehk.	0,500	-0,481	1	0,393	0,065	0,173	-0,041	-0,190	-0,134	0,399	0,198	-0,120	-0,136	0,296	-0,084	0,277	-0,010	0,284
Saves	0,522	-0,493	0,393	1	0,013	0,286	-0,057	0,154	0,084	0,344	0,078	-0,064	0,147	-0,033	-0,302	-0,060	-0,087	-0,129
As	0,190	-0,158	0,065	0,013	1	0,176	-0,042	0,131	0,313	0,064	0,221	0,583	0,123	0,159	0,025	-0,098	0,004	0,056
Cd	0,577	-0,562	0,173	0,286	0,176	1	-0,046	0,486	0,236	0,385	0,518	0,085	0,548	0,045	-0,261	-0,081	-0,110	-0,195
Cr	0,000	-0,014	-0,041	-0,057	-0,042	-0,046	1	-0,027	0,630	0,071	0,360	0,594	-0,053	-0,119	-0,021	-0,031	-0,045	0,087
Co	0,084	-0,083	-0,190	0,154	0,131	0,486	-0,027	1	0,551	0,136	-0,043	0,281	0,945	-0,052	-0,086	-0,101	-0,092	-0,182
Cu	0,038	-0,024	-0,134	0,084	0,313	0,236	0,630	0,551	1	0,181	0,375	0,701	0,493	-0,106	0,107	-0,045	0,005	0,113
Hg	0,492	-0,473	0,399	0,344	0,064	0,385	0,071	0,136	0,181	1	0,341	0,042	0,119	0,298	-0,196	0,271	0,114	-0,134
Pb	0,354	-0,314	0,198	0,078	0,221	0,518	0,360	-0,043	0,375	0,341	1	0,231	-0,025	0,011	0,039	-0,089	-0,026	0,141
Ni	0,107	-0,119	-0,120	-0,064	0,583	0,085	0,594	0,281	0,701	0,042	0,231	1	0,204	0,003	-0,091	-0,160	-0,099	-0,051
Zn	0,122	-0,117	-0,136	0,147	0,123	0,548	-0,053	0,945	0,493	0,119	-0,025	0,204	1	-0,110	-0,066	-0,068	-0,091	-0,115
BTEX	0,338	-0,312	0,296	-0,033	0,159	0,045	-0,119	-0,052	-0,106	0,298	0,011	0,003	-0,110	1	-0,116	0,153	-0,026	0,048
PAH	-0,677	0,732	-0,084	-0,302	0,025	-0,261	-0,021	-0,086	0,107	-0,196	0,039	-0,091	-0,066	-0,116	1	-0,028	0,050	0,734
PCB	0,111	-0,120	0,277	-0,060	-0,098	-0,081	-0,031	-0,101	-0,045	0,271	-0,089	-0,160	-0,068	0,153	-0,028	1	0,242	0,163
OT	0,002	0,000	-0,010	-0,087	0,004	-0,110	-0,045	-0,092	0,005	0,114	-0,026	-0,099	-0,091	-0,026	0,050	0,242	1	0,097
OIL	-0,320	0,373	0,284	-0,129	0,056	-0,195	0,087	-0,182	0,113	-0,134	0,141	-0,051	-0,115	0,048	0,734	0,163	0,097	1

Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0,05

1. Korrelaatiomatriisi

Faktori-analyysi

Scree plot



2. Ominaisarvot ja selittävyys

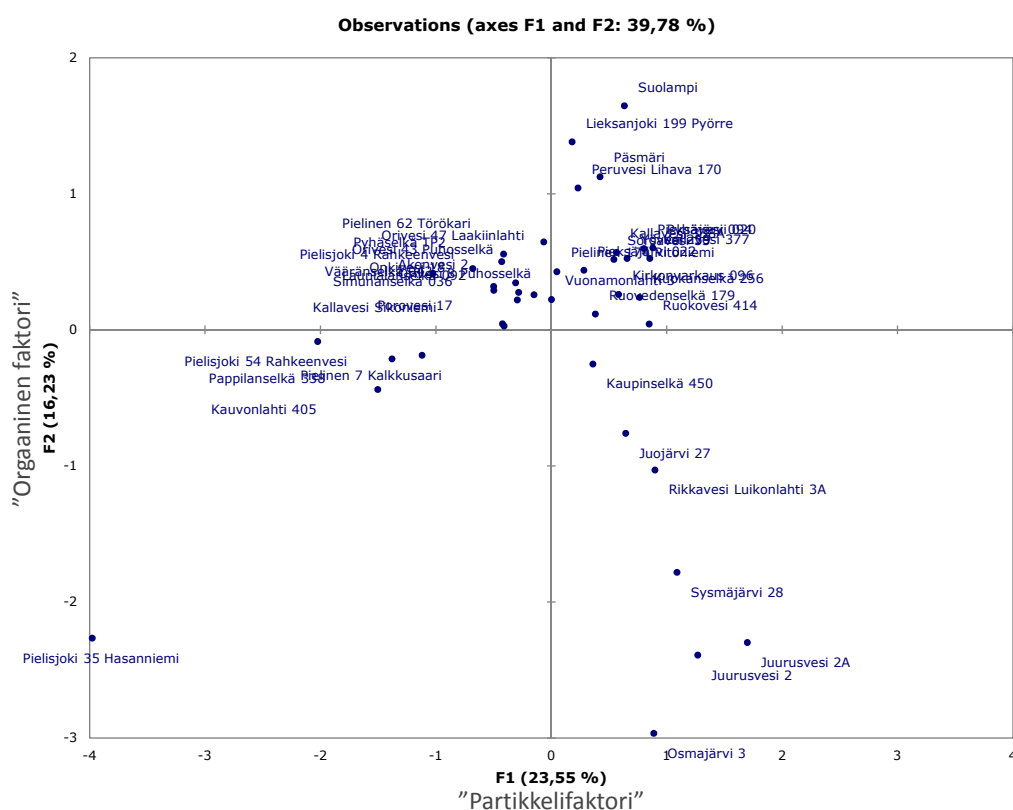
Faktori-analyysi

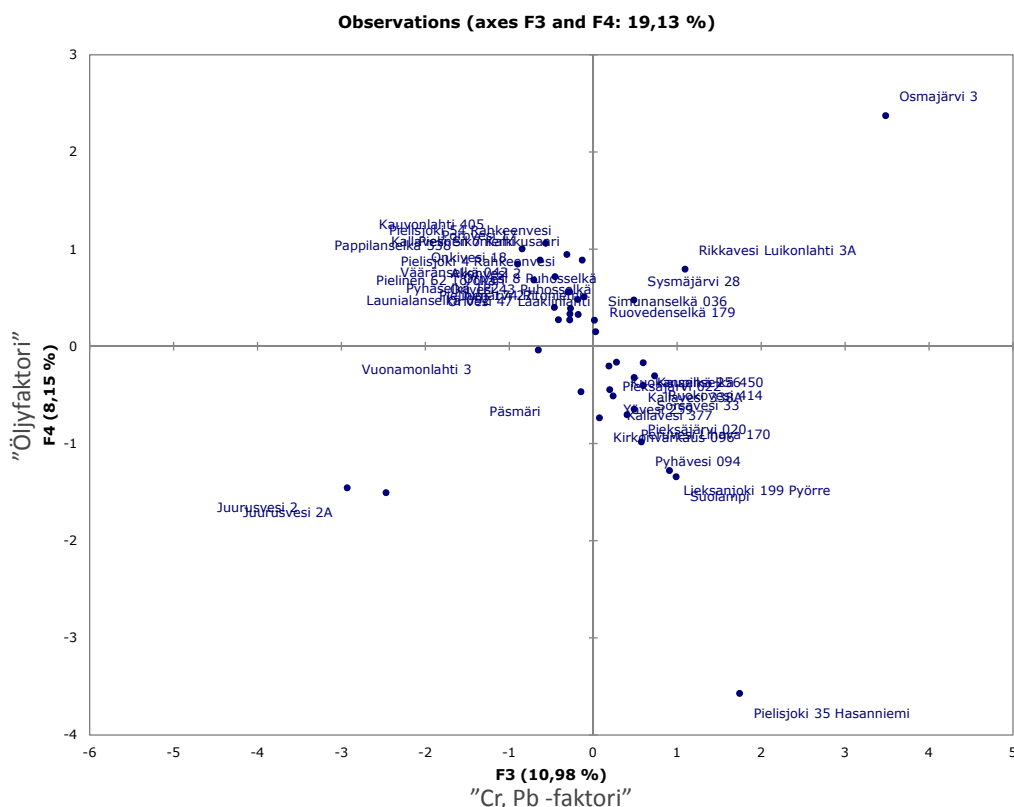
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Initial communal ty	Final communal ty	Specific variance
Vesip.	0,904	0,381	0,104	0,027	0,047	0,009	0,997	0,977	0,023
Tiheys	-0,898	-0,390	-0,070	-0,092	-0,026	-0,037	0,997	0,975	0,025
Hehk.	0,357	0,409	0,376	-0,366	0,030	0,177	0,626	0,603	0,397
Saves	0,464	0,179	-0,045	-0,104	-0,088	0,028	0,536	0,269	0,731
As	0,285	-0,298	0,233	0,002	0,684	-0,108	0,711	0,704	0,296
Cd	0,727	-0,117	-0,159	-0,290	-0,102	-0,381	0,785	0,807	0,193
Cr	0,139	-0,474	0,533	0,379	-0,445	0,148	0,818	0,892	0,108
Co	0,430	-0,611	-0,572	-0,255	-0,009	0,166	0,942	0,979	0,021
Cu	0,359	-0,806	0,229	0,000	-0,130	0,168	0,874	0,876	0,124
Hg	0,536	0,139	0,174	-0,215	-0,108	0,154	0,520	0,419	0,581
Pb	0,428	-0,170	0,505	-0,139	-0,200	-0,477	0,715	0,753	0,247
Ni	0,335	-0,673	0,336	0,402	0,319	0,111	0,842	0,954	0,046
Zn	0,431	-0,558	-0,556	-0,329	-0,036	0,109	0,931	0,927	0,073
BTEX	0,213	0,241	0,155	-0,105	0,235	0,162	0,434	0,221	0,779
PAH	-0,619	-0,354	0,281	-0,558	0,044	-0,106	0,851	0,913	0,087
PCB	0,033	0,221	0,148	-0,205	-0,060	0,413	0,341	0,288	0,712
OT	-0,060	0,076	0,086	-0,076	-0,010	0,168	0,191	0,051	0,949
OIL	-0,356	-0,152	0,484	-0,561	0,037	0,083	0,748	0,707	0,293

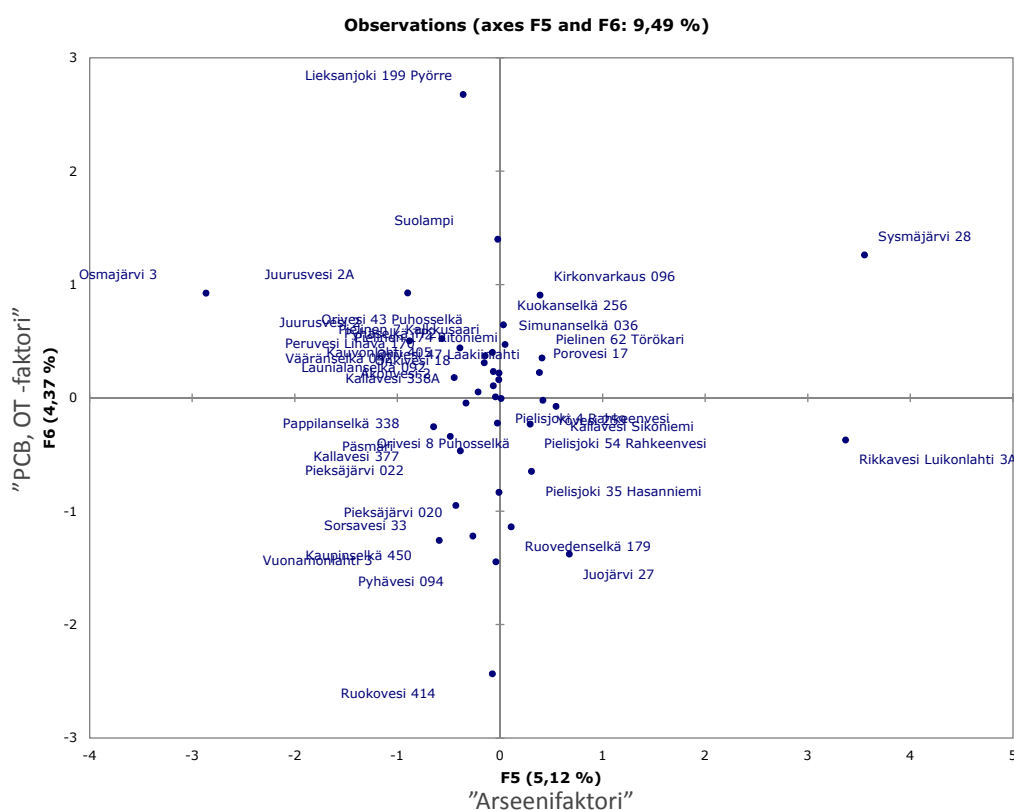
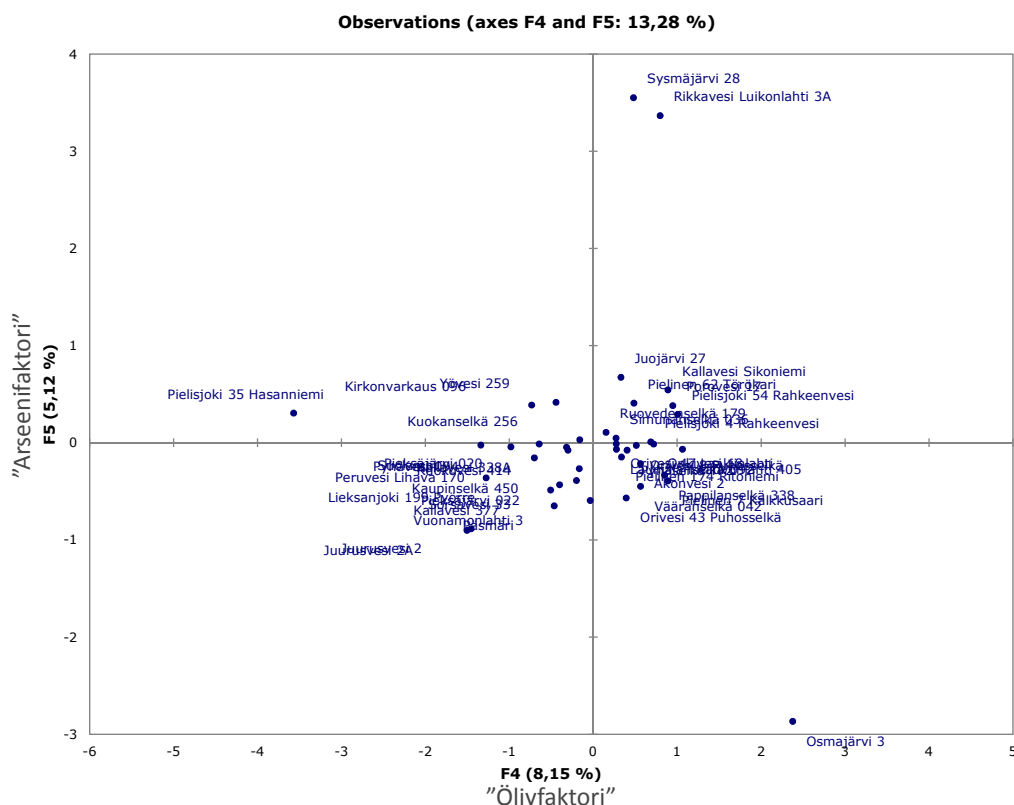
Values in bold correspond for each variable to the factor for which the squared cosine is the largest

- Faktori 1: Vesipit., tiheys, saves, Cd, Hg, PAH -> partikkelifaktori
- Faktori 2: Hehkutushäviö, Co, Cu, Ni, Zn, BTEX -> orgaaninen faktori
- Faktori 3: Cr, Pb -faktori
- Faktori 4: Öljyfaktori
- Faktori 5: Arseenifaktori
- Faktori 6: PCB, OT -faktori

3. Faktorilataukset muuttujille







JOHTOPÄÄTÖKSET



Yhteenveto



- Ensimmäisiä alueellisia haitta-ainekartoituksia ja ensimmäisiä töitä Suomessa jossa on tutkittu myös pohjaeläinten epämuodostumia;
- Tutkimusmenetelmät pääosin hyvin toimivia, Terratest -analyysit soveltuvat tällaiseen työhön;
- Kehitystavoitteet saavutettiin melko hyvin;
- Monimuuttuja-analyysi on tehokas työkalu datan "jälkikäsittelyyn".

Jatkotoimenpiteiden tarve



- Syvänneseimentin kohonneet pitoisuudet saattavat merkitä huomattavasti korkeampia pitoisuuksia lähempänä kuormituslähdettä -> syy tulisi selvittää;
- Lisäksi paikoin voimakkaasti kohonneita pitoisuuksia litoraaliaueilla (Pappilanselkä ja Osmajärvi) -> jatkotutkimustarve;
- Näytepisteen Lieksanjoki 199 Pyörre pohjaeläinten epämuodostumafrekvenssi oli poikkeuksellisen suuri -> selvitystarve alavirtaan?;
- Kartoitus tulisi toistaa 5-10 vuoden välein tai sisällyttää sedimenttinäytteenotto velvoitetarkkailuun.

Onnistumisia

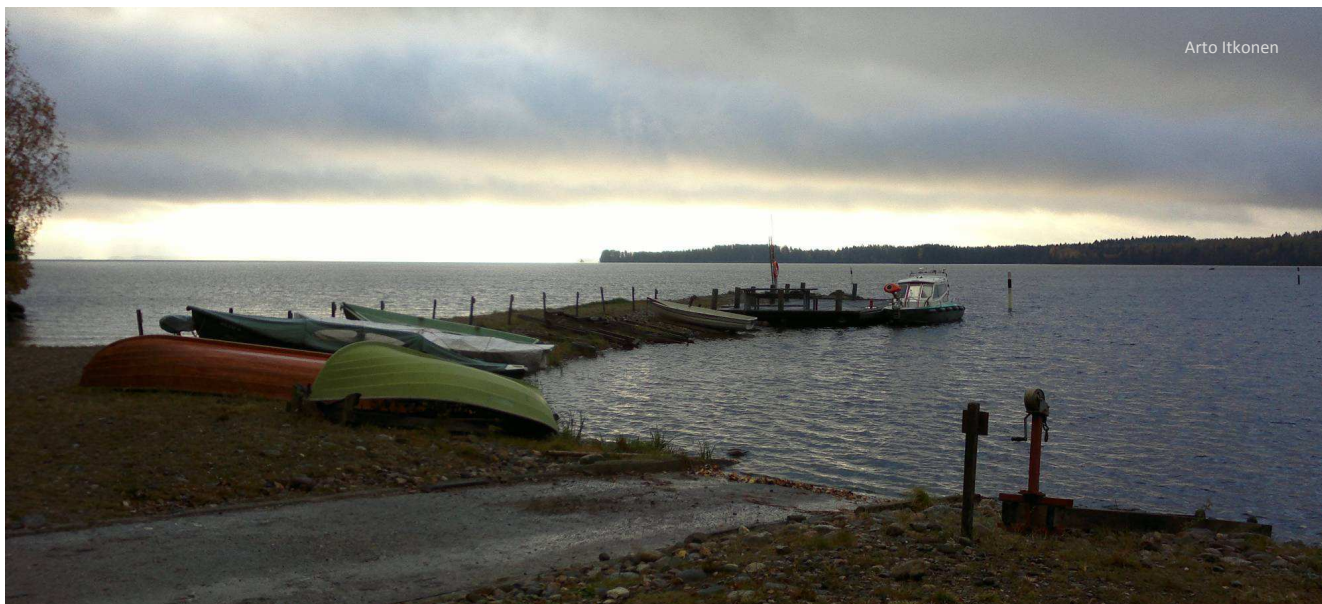


- Tilaajan ja konsultin yhteistyö;
- ”Riittävä” kalusto ja tietotaito;
- Matalataajuusluotaukset ja pohjadynamiikan huomioiminen;
- Rinnakkaisnäytteet, toistot ja referenssijärvet;
- Terratest –analyysipaketti;
- Usean todistelinjan yhtäaikainen käyttö (kertovat eri asioista).

Parannettavaa



- Pohjaeläinten näytemäärän lisääminen / piste;
- Ekman –näytteenottimen käyttö Van Veenin sijaan?;
- Tulosten vertailtavuuden ja näytteenoton tehon parantaminen erottamalla selkävesinäytteenotto sekä pienet järvet / joet toisistaan?;
- Sedimentin tarkkailun toisto määrävälein / lisääminen velvoitetarkkailuohjelmiin;
- 5 cm:n pintakerroksen näytteenotto ehkä riittää jatkossa?;
- Tutkittavien kemikaalien valikoiman lisääminen, mm. palontorjunta-aineet, lääkeaineet ja makeutusaineet?;
- Julkaisu tekeillä tuloksista.



- Kiitos!