



Ahventen elohopeapitoisuus Uudenmaan järvillä 2016 – 2018

TOMMI MALINEN | JAANA MARTTILA



Ahventen elohopeapitoisuus Uudenmaan järvillä 2016 – 2018

TOMMI MALINEN
JAANA MARTTILA

RAPORTTEJA 53 | 2018

Ahventen elohopeapitoisuus Uudenmaan järvillä 2016 – 2018

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: KEHA-keskus

Kansikuva: Mika Kumpulainen

Muut kuvat: Esa Lehtinen & Jaana Marttila, Uudenmaan ELY-keskus

Kartta: Tiina Ahokas, Uudenmaan ELY-keskus

ISBN 978-952-314-732-4 (PDF)

ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-732-4

www.doria.fi/ely-keskus

Sisältö

1.	Elohopea vesien kemiallisen tilan seurannassa.....	2
2.	Ahvenaineisto	3
3.	Tutkimusmenetelmät.....	4
3.1	Elohopeamääritykset.....	4
3.2	Laskentamenetelmät	4
4.	Tulokset.....	5
4.1	Vähähumuksiset järvet.....	5
4.2	Humusjärvet.....	6
4.3	Runsasravinteiset järvet	8
4.4	Gennarbyviken.....	9
4.5	Yhteenveto järviyypeittäin	10
4.6	Ahvenen pituuden ja elohopeapitoisuuden välinen suhde.....	12
4.7	Esimerkki aineiston täydentämisestä	14
4.8	Tutkimusjärvien vedenlaatutuloksia	15
5.	Tulosten tarkastelu.....	16
	Lähteet.....	18
	Liitteet.....	19
	Liite 1. Tutkimuskohteet.....	19
	Liite 2. Vedenlaatutietoja.....	21

1. Elohopea vesien kemiallisen tilan seurannassa

Elohopea on metalli, jota esiintyy luontaisesti maaperässä ja vesissä vain hyvin pieniä määriä. Ihminen on toimillaan merkittävästi lisännyt ympäristön elohopeakuormaa. Elohopean teollisuuskäytön loppumisen jälkeen sen tärkeimmäksi päästölähteeksi on jäänyt fossiilisten polttoaineiden käyttö. Nykyään valtaosa elohopeakuormasta on peräisin ilmalaskeumasta, ja suurin osa elohopeasta kulkeutuu Suomen maaperään ja vesistöihin maamme rajojen ulkopuolelta. Vaikka elohopean ilmalaskeuma on pienentynyt viime vuosina, on se kuitenkin edelleen paljon luonnontilaista suurempi (Munthe ym. 2007). Lisäksi ihminen on lisännyt elohopean kulkeutumista vesistöihin monilla valuma-alueen toimenpiteillä, kuten metsänhakuilla ja maanmuokkauksella (Bishop ym. 2009). Erityisesti soilla ja järvissä osa elohopeasta muuttuu metyylielohopeaksi, joka on eliöihin kerääntyvä ja ravintoketjussa rikastuva ympäristömyrky. Sillä on merkittäviä haitallisia vaikutuksia sekä eliöille että ihmisille (Scheuhammer ym. 2009, EFSA 2012) ja se onkin kiistatta yksi vaarallisimmista Suomen vesistöissä esiintyvistä aineista. Veden metyylielohopeapitoisuus on lähes poikkeuksetta hyvin alhainen, mutta ravintoketjussa rikastuessaan sen pitoisuus voi kasvaa haitallisen korkeaksi erityisesti petokaloissa. Tämän takia vesistöjen elohopeatilannetta seurataan yleensä nimenomaan kaloista.

Vesistöjen kemiallinen tila luokitellaan vedessä tai eliöissä havaittujen prioriteettiaineiden perusteella. Prioriteettiaineet ovat esimerkiksi erilaisia kemikaaleja ja metalleja, jotka aiheuttavat haittaa tai vaaraa vesiympäristölle. Ahvenen elohopeapitoisuus on yksi tärkeä kemialliseen tilaan vaikuttava prioriteettiaine (Karvonen ym. 2012). Kemiallisella tilalla on kaksi tasoa, "hyvä" ja "hyvää huonompi". Vesistön kemiallinen tila luokitellaan hyvää huonommaksi, jos yhdenkin prioriteettiaineen pitoisuus ylittää sille määritetyn raja-arvon, ns. ympäristölaatusnormin. Elohopean suurin sallittu pitoisuus (taustapitoisuus + ympäristölaatusnormi) ahvenen lihaksessa tuorepinoa kohti on määritetty seuraavasti (Valtioneuvoston asetus 1022/2006 ja sen muutos 1090/2016, Verta ym. 2010a):

- 0,20 mg/kg vähähumuksisissa järvissä (veden väriluku < 30 mg/l Pt*), kangas- ja savimaiden joissa (väriluku < 90 mg/l Pt, soiden osuus valuma-alueesta < 25 %) sekä merialueella
- 0,22 mg/kg humuksisissa järvissä (veden väriluku 30 - 90 mg/l Pt*)
- 0,25 mg/kg runsashumuksisissa järvissä (väriluku > 90 mg/l Pt*) ja turvealueiden joissa (väriluku > 90 mg/l Pt*, soiden osuus valuma-alueesta > 25 %)

*Väriluku määritettynä komparatiivisesti, suodattamattomasta näytteestä.

Vuosina 2009-2016 tehtyjen selvitysten perusteella elohopean laatusnormi ylittyi monilla Uudenmaan järvillä (Malinen 2014 ja 2016, Marttila & Roikonen 2016). Sen sijaan merialueella ja joissa laatusnormin ylittyminen on selvästi harvinaisempaa. Vuonna 2014 tehdyssä vesistöjen kemiallisen tilan luokittelussa ahvenen elohopeamäärityksiä oli vain pienestä osasta luokiteltavia vesialueita (Marttila & Roikonen 2016), ja suurin osa vesialueista jouduttiin luokittelemaan pelkän vesialueen tyyppin perusteella. Kaikki vähähumuksiset järvet (Vh ja MVh) sekä humusjärvet (Ph, Mh ja MRh), joista elohopeamäärityksiä ei ollut, luokiteltiin kemialliselta tilaltaan hyvää huonommiksi (mahdollisen elohopeanormin ylityksen perusteella). Sen sijaan kaikki runsasravinteiset järvet (Rr), joilta määrityksiä ei ollut, luokiteltiin kemialliselta tilaltaan hyväksi (elleivät muiden haitallisten aineiden ympäristölaatusnormit ylittyneet). Kaikki merialueet ja suurin osa joista luokiteltiin elohopean perusteella kemialliselta tilaltaan hyväksi.

Koska oli ilmeistä, että vesien kemiallisen tilan luokittelu pelkän järvityypin perusteella aiheuttaa suurta epävarmuutta, kalojen elohopeatietoja päätettiin täydentää seuraavaa, vuonna 2019 tehtävää luokittelua varten. Tässä raportissa esitetään tulokset vuosina 2016-2018 tehdyistä elohopeamäärityksistä ja pohditaan aineiston perusteella nykyisen luokittelun ongelmakohtia. Tämä selvitys painottuu voimakkaasti järviin, koska Uudellamaalla elohopean laatusnormin ylityksistä valtaosa on havaittu järvissä, ja edellisellä kerralla

pelkän järvityypin perusteella (ilman mittaustuloksia) luokiteltiin lähes sadan järven kemiallinen tila ”hyvää huonommaksi”.



2. Ahvenaineisto

Vuosina 2016-2018 ahventen elohopeapitoisuuksia selvitettiin 42:lla järvellä ja Gennarbyvikenillä, joka on vuonna 1957 padottu merenlahti ja siten varsin järvimäinen allas (liite 1). Ahvenaineisto koostuu Helsingin yliopiston tutkimuskalastussaaliista sekä virkistys-, kotitarve- ja hoitokalastajien saaliista. Ahvenia pyydettiin monilla eri välineillä (pilkki, uistin, onki, katiska, nuotta, verkko) ympäri vuoden. Valtaosa kaloista on kuitenkin pyydetty joko talvella pilkillä tai kesällä uistimella. Tutkimusjärviin kuului 14 vähähumuksista järveä (Vh), neljä matalaa vähähumuksista järveä (MVh), 12 pientä humusjärveä (Ph), kolme matalaa humusjärveä (Mh), kolme matalaa runsashumuksista järveä (MRh) ja kuusi runsasravinteista järveä (Rr). Ainoastaan neljältä vesialueelta (Gennarbyviken, Karkkilan Pyhäjärvi, Saukonpää ja Tämäkohtu) oli elohopeatietoja edelliseltä selvitysjaksolta (2013-2014). Näillä järvillä vanhempaa aineistoa haluttiin täydentää pienen otoskoon ja kalojen välisten suurten pitoisuuserojen takia. Uusilla kohdejärvillä tavoitteena oli saada elohopeamäärityksiin vähintään kymmenen 15-20 cm:n pituisia ahventa. Myös tätä pienempien ja suurempien ahventen elohopeapitoisuuksia määritettiin, etenkin järvillä, joilta tavoitekokoisia kaloja saatiin vähemmän kuin kymmenen yksilöä.

3. Tutkimusmenetelmät

3.1 Elohopeamääritykset

Kalat säilytettiin pakastettuina, kunnes niistä otettiin elohopeanäyte (noin puolen gramman painoinen pala selkälihaksesta). Lisäksi kaloista määritettiin pituus, paino ja sukupuoli sekä otettiin ikänäytteet ja toinen lihasnäyte mahdollisia myöhempiä määrytyksiä varten. Elohopeanäyte jaettiin kahdeksi rinnakkaiseksi näytteeksi, jotka olivat painoltaan 0,1 - 0,2 g (tuorepaino).

Näytteiden kokonaiselohopeapitoisuus määritettiin atomiabsorptioon perustuvalla elohopea-analysaattorilla Helsingin yliopiston ympäristötieteiden laitoksella tai Suomen ympäristökeskuksen Oulun laboratoriossa. Analysaattorin toiminta varmistettiin määrittämällä jokaisen näyte-erän aluksi ja lopuksi standardimateriaalinäytteen elohopeapitoisuus. Kalamäärityksissä riittää käytännössä kokonaiselohopeapitoisuuden määrittäminen, koska kalojen sisältämä elohopea on tyypillisesti lähes pelkästään ihmisille ja eläimille haitallista metyylielohopeaa. Mikäli kaksi rinnakkaista määrytystä poikkesi huomattavasti toisistaan (yli 20 %), tehtiin kalasta kolmas määrytys. Rinnakkaisista määrytyksistä laskettiin kalakohtaiset keskiarvot, joista laskettiin järvi-kohtaiset keskiarvot.

3.2 Laskentamenetelmät

Ahventen elohopeapitoisuudelle laskettiin määrytystuloksista vesistökohtaisesti kaksi keskiarvoa; tavoitekoon (15-20 cm) ahventen ja kaikkien määritettyjen ahventen keskiarvot. Järvityyppikohtaisissa kuvissa ja alustavassa luokittelussa käytettiin tavoitekoon ahventen keskimääräistä elohopeapitoisuutta.

Kolmella järvellä, joista saatiin heikosti tavoitekokoisia ahvenia, arvioitiin ahvenen keskimääräinen elohopeapitoisuus myös vaihtoehoisella menetelmällä. Siinä määritettiin kaikista järven näyteahvenista regressiosuora kalan pituuden ja elohopeapitoisuuden välille. Sovitetulla suoralla laskettiin ennuste ahvenen elohopeapitoisuudelle tavoitekokoluokan puolivälissä, 17,5 cm:n pituudessa. Tämän ennusteen ja 15-20 cm pitkien kalojen elohopeapitoisuuden keskiarvon täsmällisyyttä vertailtiin 95 %:n luottamusvälien perusteella. Vertailun tavoitteena oli selvittää, tehostaako kaikenkokoisten ahvenien käyttäminen ja regressiosuoran sovittaminen seurantaa järvissä, joista tavoitekokoisia ahvenia on vaikea saada.



4. Tulokset

4.1 Vähähumuksiset järvet

Vähähumuksisten järvien (Vh) 15-20 cm pituisten näyteahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,19 mg/kg pienimmän järviokohtaisen keskiarvon ollessa 0,07 ja suurimman 0,44 mg/kg (taulukko 1). Matalien vähähumuksisten järvien (MVh) 15-20 cm pituisten näyteahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,28 mg/kg pienimmän järviokohtaisen keskiarvon ollessa 0,12 ja suurimman 0,72 mg/kg (taulukko 2). Matalien vähähumuksisten järvien pienen määrän takia on ehkä mielekkäämpää tarkastella kaikkia vähähumuksisia järviä yhtenä ryhmänä. Tällöin keskimääräinen elohopeapitoisuus 15-20 cm pitkissä ahvenissa oli 0,21 mg/kg. Ympäristölaatu normi (0,20 mg/kg) ylittyi kuudella järvellä 18:sta tutkitusta (kuva 1).

Korkeimmat elohopeapitoisuudet havaittiin Raaseporin Grabbskog Storträsketillä ja Vihdin Holma-Saarijärvellä. Korkeat pitoisuudet näillä järvilla selittyvät mitä todennäköisimmin sillä, että molemmat järvet ovat kärsineet aiemmin voimakkaasta happamoitumisesta. Näiden järvien ahventen pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin muilla, aiemmin tutkituilla Raaseporin ja Nuuksion happamoituneilla järvilla (Malinen 2014). Vähähumuksisissa järvissä ahvenen elohopeapitoisuuden järviokohtainen vaihtelu on erityisen suurta. Suurimmalla osalla järvistä pitoisuus jää paljon alle ympäristölaatu normin, mutta osalla laatu normi ylittyy selvästi.

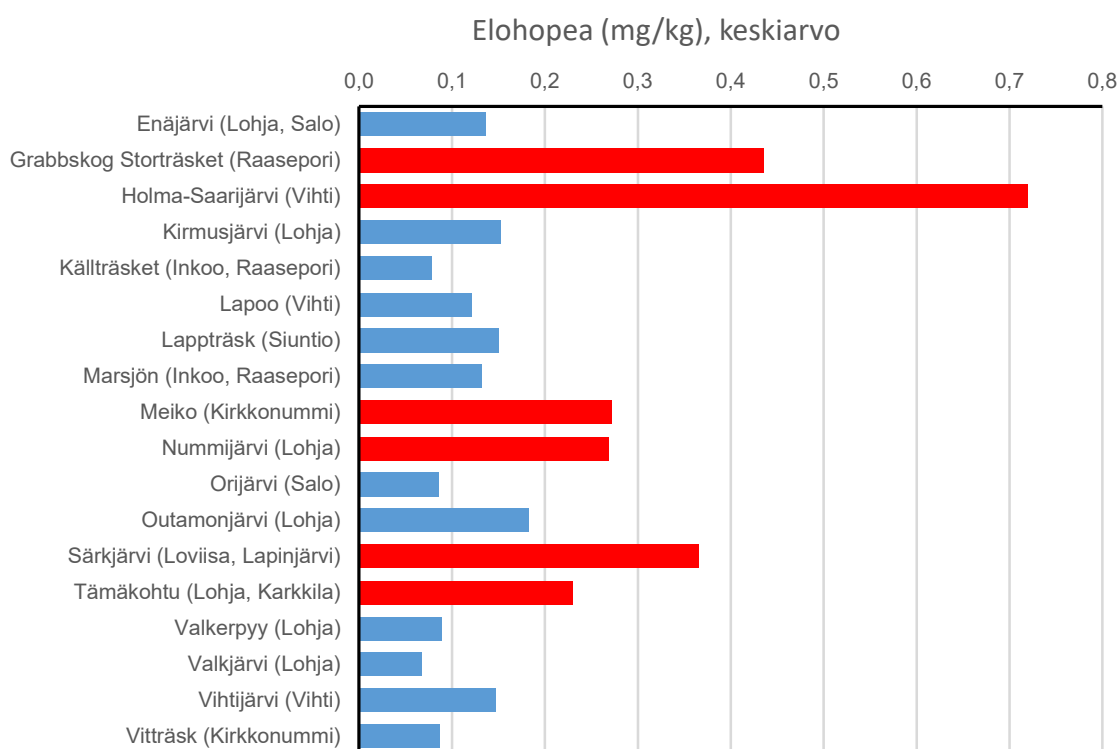
Taulukko 1. Vähähumuksisista järvistä vuosina 2016-2018 pyydyttyjen ahventen elohopeapitoisuuden keskiarvot sekä alimmat ja korkeimmat mitatut pitoisuudet. Ympäristölaatu normin (0,20 mg/kg) ylittävät keskimääräiset pitoisuudet on merkitty punaisella.

Järvi	Kunta	Ohjeen mukaiset ahvenet (15 20 cm)				Kaikki näyteahvenet			
		Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm	Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm
Enäjärvi	Lohja, Salo	0,14	0,09	0,19	9	0,14	0,09	0,19	10
Grabbskog Storträsket	Raasepori	0,44	0,16	0,65	5	0,38	0,14	0,93	22
Kirmusjärvi	Lohja	0,15	0,08	0,29	15	0,15	0,08	0,29	17
Källträsket	Inkoo, Raasepori	0,08	0,06	0,09	6	0,08	0,06	0,12	12
Meiko	Kirkkonummi	0,27	0,16	0,39	10	0,25	0,16	0,39	19
Nummijärvi	Lohja	0,27	0,19	0,35	2	0,28	0,18	0,42	9
Orijärvi	Salo	0,09	0,05	0,16	10	0,09	0,05	0,16	11
Outamonjärvi	Lohja	0,18	0,11	0,29	17	0,18	0,11	0,29	18
Särkjärvi	Loviisa, Lapinjärvi	0,37	0,18	0,59	9	0,32	0,16	0,59	12
Tämäkohtu *	Lohja, Karkkila	0,23	0,13	0,36	7	0,25	0,13	0,36	10
Valkerpyy	Lohja	0,09	0,07	0,12	10	0,09	0,07	0,12	13
Valkjärvi	Lohja	0,07	0,04	0,09	10	0,07	0,04	0,09	11
Vihtijärvi	Vihti	0,15	0,08	0,24	15	0,15	0,08	0,24	16
Vitträsk	Kirkkonummi	0,09	0,06	0,11	12	0,09	0,06	0,11	12

* Yhdistetty aineisto vuosilta 2013 ja 2017.

Taulukko 2. Matalista vähähumuksisista järvistä vuosina 2016-2018 pyydettyjen ahventen elohopeapitoisuuden keskiarvot sekä alimmat ja korkeimmat mitatut pitoisuudet. Ympäristölaatu normin (0,20 mg/kg) ylittävät keskimääräiset pitoisuudet on merkitty punaisella.

Järvi	Kunta	Ohjeen mukaiset ahvenet (15-20 cm)				Kaikki näyteahvenet			
		Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm	Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm
Holma-Saarijärvi	Vihti	0,72	0,43	1,31	10	0,72	0,43	1,31	10
Lapoo	Vihti	0,12	0,07	0,20	12	0,12	0,07	0,20	13
Lappträsk	Siuntio	0,15	0,10	0,23	8	0,16	0,10	0,23	9
Marsjön	Inkoo, Raasepori	0,13	0,10	0,20	9	0,12	0,10	0,20	13



Kuva 1. Näyteahventen (15-20 cm) keskimääräinen elohopeapitoisuus vähähumuksisissa järvissä (tyypit Vh ja MVh). Ympäristölaatu normin ylitykset on merkitty punaisella.

4.2 Humusjärvet

Pienten humusjärvien (Ph) 15-20 cm pituisten näyteahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,26 mg/kg pienimmän järviokohtaisen keskiarvon ollessa 0,18 ja suurimman 0,42 mg/kg (taulukko 3). Matalien humusjärvien (Mh) 15-20 cm pituisten näyteahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,44 mg/kg järviokohtaisen keskiarvon vaihdella 0,23 ja 0,60 mg/kg välillä (taulukko 4). Matalien runsashumuksisten järvien (MRh) 15-20 cm pituisten näyteahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,16 mg/kg pienimmän

järvikohtaisen keskiarvon ollessa 0,12 ja suurimman 0,22 mg/kg (taulukko 5). Järvityyppien Mh ja MRh pienen määrän takia humusjärviäkin on mielekkäämpää tarkastella yhtenä ryhmänä. Keskimääräinen elohopeapitoisuus 15-20 cm pitkällä ahvenilla oli kaikissa humusjärvissä 0,27 mg/kg. Ympäristölaatumormi (0,22-0,25 mg/kg) ylittyi yhdellätoista 18:sta tutkitusta humusjärvestä (kuva 2).

Korkeimmat elohopeapitoisuudet havaittiin Sipoon Pilvijärvellä, Lohjan Patamolla ja Karkkilan Pyhäjärvellä. Näiden järvien korkeat pitoisuudet selittyvät todennäköisesti järvikohtaisilla erityispiirteillä, koska järville ei löydy yhteistä selittäjää. Pilvijärvellä yksi selitys voi olla aikaisempi happamoituminen. Karkkilan Pyhäjärven valuma-alueella saattaa olla myös vanhoja pistemäisiä elohopeakuormituslähteitä. Humusjärvissäkin ahvenen elohopeapitoisuuden järvikohtainen vaihtelu on suurta, mutta kovin alhaisia pitoisuuksia ei näytä esiintyvän, toisin kuin vähähumuksisilla järvillä.

Taulukko 3. Pienistä humusjärvistä vuosina 2016-2018 pyydettyjen ahventen elohopeapitoisuuden keskiarvot sekä alimmat ja korkeimmat mitatut pitoisuudet. Ympäristölaatumormin (0,22 mg/kg) ylittävät keskimääräiset pitoisuudet on merkitty punaisella.

Järvi	Kunta	Ohjeen mukaiset ahvenet (15 20 cm)				Kaikki näyteahvenet			
		Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm	Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm
Anttainen	Lohja	0,25	0,14	0,39	7	0,26	0,14	0,39	10
Bruksträsket	Inkoo, Raasepori	0,26	0,13	0,69	14	0,26	0,13	0,69	14
Heinjärvi	Somero, Lohja	0,20	0,14	0,29	10	0,19	0,13	0,29	12
Jäljänjärvi	Lohja	0,22 *	0,14	0,30	2	0,30	0,14	0,48	4
Kullaanjärvi	Raasepori	0,32	0,20	0,45	7	0,31	0,14	0,45	10
Parsilanjärvi	Karkkila	0,19	0,15	0,27	14	0,19	0,14	0,27	15
Pyhäjärvi	Karkkila	0,42	0,25	0,54	10	0,42	0,25	0,54	10
Salovesi	Lohja	0,24	0,09	0,54	9	0,24	0,09	0,54	9
Saukonpää	Lohja	0,22	0,07	0,43	16	0,25	0,07	0,43	21
Suolijärvi	Hyvinkää, Riihimäki	0,34	0,20	0,67	10	0,34	0,20	0,67	11
Syväjärvi	Myrskylä	0,28	0,19	0,42	10	0,28	0,19	0,42	10
Ylimmäinen	Vihti	0,18	0,12	0,22	9	0,23	0,12	0,49	13

* Tarkka arvo hieman alle raja-arvon 0,22 mg/kg.

Taulukko 4. Matalista humusjärvistä (Mh) vuosina 2016-2018 pyydettyjen ahventen elohopeapitoisuuden keskiarvot sekä alimmat ja korkeimmat mitatut pitoisuudet. Ympäristölaatumormin (0,22 mg/kg) ylittävät keskimääräiset pitoisuudet on merkitty punaisella.

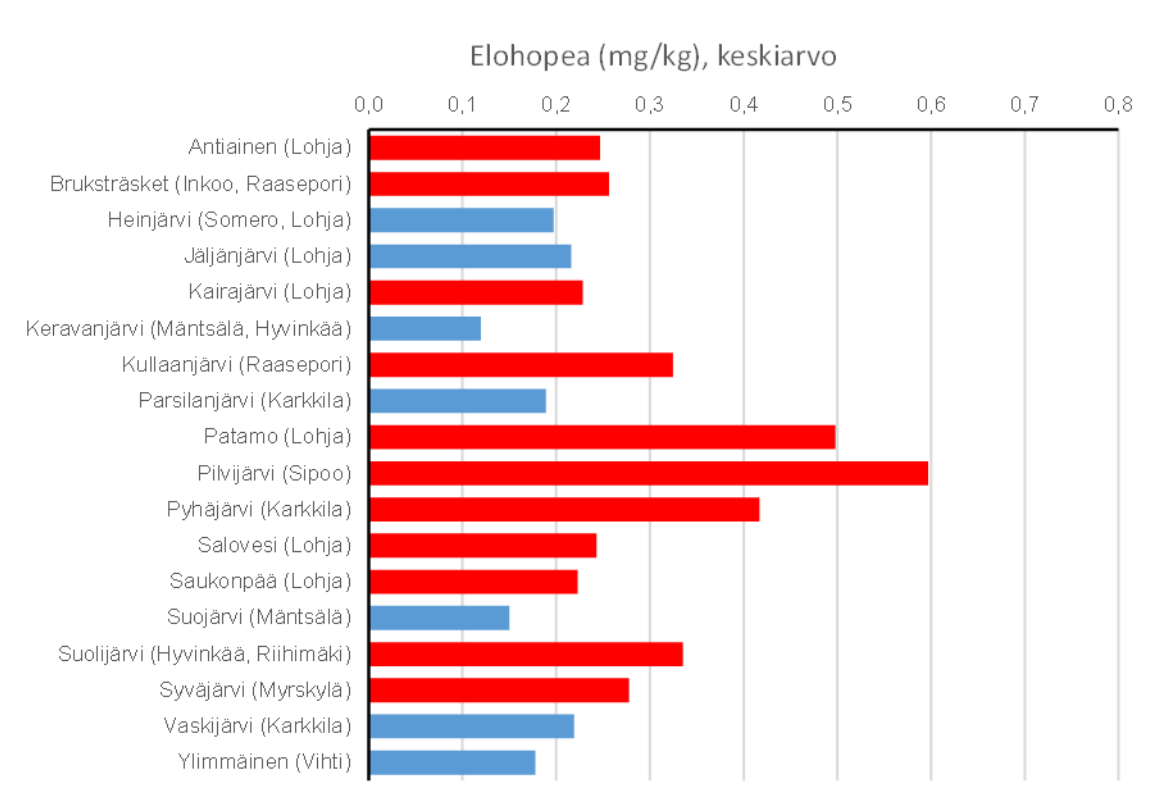
Järvi	Kunta	Ohjeen mukaiset ahvenet (15 20 cm)				Kaikki näyteahvenet			
		Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm	Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm
Kairajärvi	Lohja	0,23	0,07	0,56	8	0,22*	0,07	0,56	13
Patamo	Lohja	0,50	0,39	0,61	10	0,50	0,39	0,61	10
Pilvijärvi	Sipoo	0,60	0,08	1,36	5	0,45	0,08	1,36	26

* Tarkka arvo hieman yli raja-arvon 0,22 mg/kg.

Taulukko 5. Matalista runsashumuksisista järvistä vuosina 2016-2018 pyydettyjen ahventen elohopeapitoisuuden keskiarvot sekä alimmat ja korkeimmat mitatut pitoisuudet. Ympäristölaatunormin (0,25 mg/kg) ylittäviä keskimääräisiä pitoisuuksia ei näillä järvillä esiintynyt.

Järvi	Kunta	Ohjeen mukaiset ahvenet (15-20 cm)				Kaikki näyteahvenet			
		Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm	Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm
Keravanjärvi	Mäntsälä, Hyvinkää	0,12	0,08	0,22	10	0,12	0,08	0,22	12
Suojärvi	Mäntsälä	0,15	0,12	0,17	3	0,12	0,07	0,17	10
Vaskijärvi	Karkkila	0,22*	0,17	0,35	10	0,22*	0,17	0,35	10

* Tarkka arvo hieman alle raja-arvon 0,22 mg/kg.



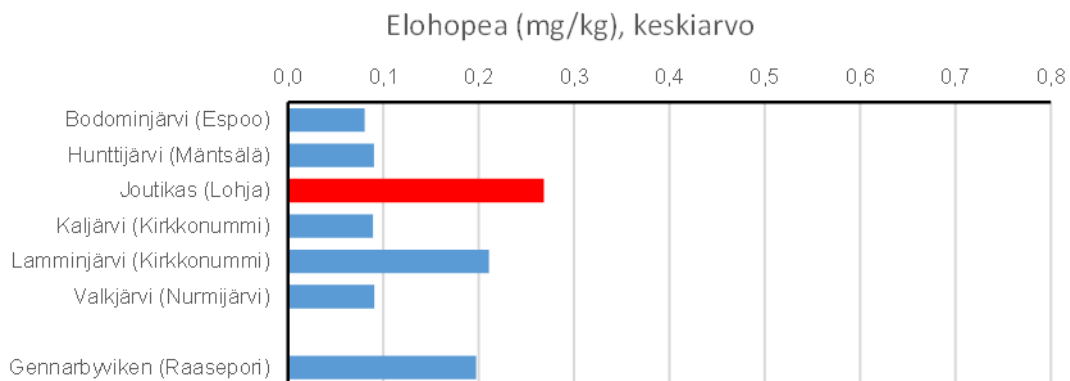
Kuva 2. Näyteahventen (15-20 cm) keskimääräinen elohopeapitoisuus humusjärvissä (tyypit Ph, Mh ja MRh). Ympäristölaatunormin ylitykset on merkitty punaisella.

4.3 Runsasravinteiset järvet

Runsasravinteisten järvien (Rr) 15-20 cm pituisten näyteahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,14 mg/kg järviokohtaisen keskiarvon vaihdella 0,08 ja 0,27 mg/kg välillä (taulukko 6). Rr-tyypin järvillä ympäristölaatunormi (0,22 mg/kg) ylittyi ainoastaan yhdellä järvellä, Lohjan Joutikkaalla (kuva 3). Joutikkaan ahvenotos oli kuitenkin pieni, minkä takia keskiarvo on melko epävarma. Myös Kirkkonummen Lamminjärven aineistoon olisi hyvä saada täydennystä pienen otoskoon ja lähellä laatunormia olevan pitoisuuden takia.

Taulukko 6. Runsasravinteisista järvistä (Rr) vuosina 2016-2018 pyydettyjen ahventen elohopeapitoisuuden keskiarvot sekä alimmat ja korkeimmat mitatut pitoisuudet. Ympäristölaatu normin (0,22 mg/kg) ylittävät keskimääräiset pitoisuudet on merkitty punaisella.

Järvi	Kunta	Ohjeen mukaiset ahvenet (15-20 cm)				Kaikki näyteahvenet			
		Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm	Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm
Bodominjärvi	Espoo	0,08	0,07	0,11	6	0,09	0,07	0,16	10
Hunttijärvi	Mäntsälä	0,09	0,06	0,12	10	0,09	0,06	0,12	10
Joutikas	Lohja	0,27	0,20	0,34	4	0,34	0,20	0,48	7
Kaljärvi	Kirkkonummi	0,09	0,07	0,16	8	0,11	0,07	0,26	11
Lamminjärvi	Kirkkonummi	0,21	0,19	0,23	4	0,23	0,19	0,29	10
Valkjärvi	Nurmijärvi	0,09	0,06	0,16	13	0,09	0,06	0,16	13



Kuva 3. Näyteahventen (15-20 cm) keskimääräinen elohopeapitoisuus runsasravinteisissä järvissä (tyyppi Rr) sekä Gennarbyvikenillä (padottu merenlahti). Ympäristölaatu normin ylitykset on merkitty punaisella.

4.4 Gennarbyviken

Gennarbyvikenä käsitellään tässä erikseen, koska se on padottu merenlahti ja siten varsin erityyppinen vesialue verrattuna muihin seurantakohteisiin. Gennarbyvikeniltä pyydettyjen 15-20 cm pituisten ahventen elohopeapitoisuus vaihteli 0,12 ja 0,28 mg/kg välillä keskiarvon ollessa 0,197 mg/kg. Gennarbyvikenin ahvenaineisto vaatisi ehdottomasti täydennystä pienen otoskoon ja aivan laatu normin tuntumassa olevan pitoisuuden takia. Gennarbyviken on myös varsin suuri vesialue – kalamäärä on todella pieni suhteessa vesistön kokoon.

Taulukko 7. Gennarbyvikenistä vuosina 2013-2018 pyydettyjen näyteahventen elohopeapitoisuuden keskiarvot sekä alimmat ja korkeimmat mitatut pitoisuudet.

Järvi	Kunta	Ohjeen mukaiset ahvenet (15-20 cm)				Kaikki näyteahvenet			
		Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm	Elohopea (mg/kg), keskiarvo	Alhaisin pitoisuus	Korkein pitoisuus	Kalojen lkm
Gennarbyviken *	Raasepori	0,20 **	0,12	0,28	8	0,16	0,07	0,31	24

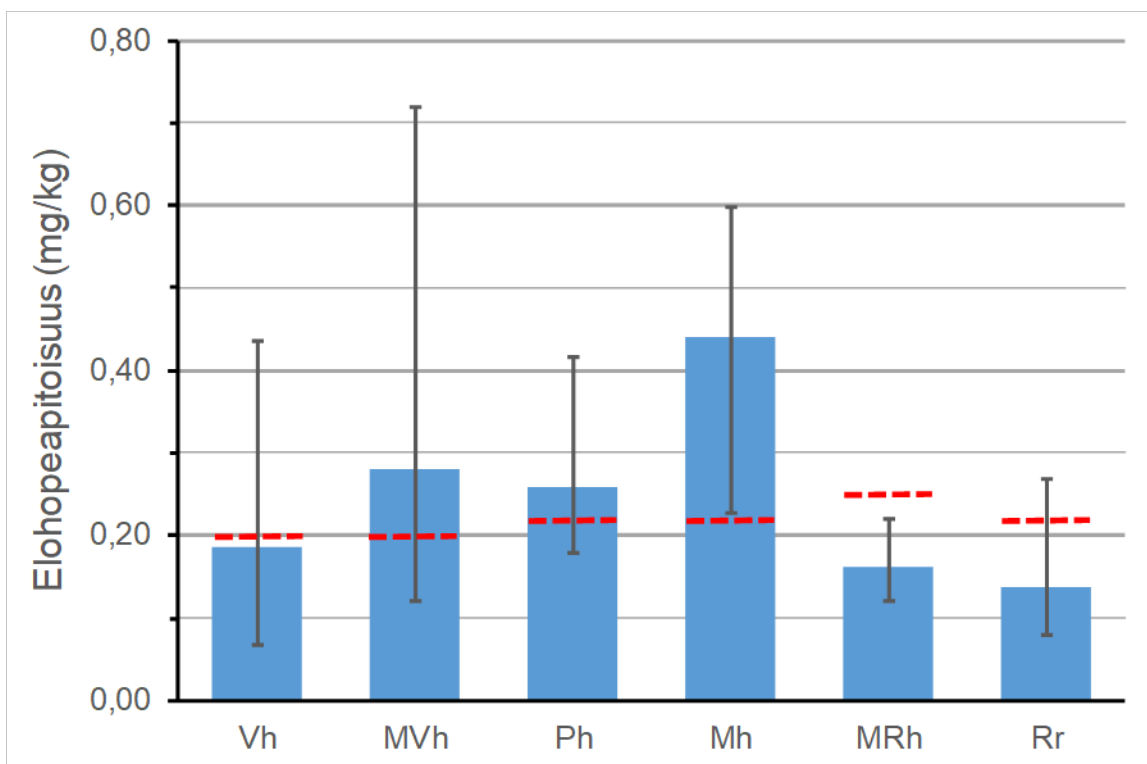
* Yhdistetty aineisto vuosilta 2013 ja 2017.

** Tarkka arvo hieman alle ympäristölaatu normin.

4.5 Yhteenveto järvityypeittäin

Tämän selvityksen perusteella ahvenen elohopeapitoisuuden vaihtelu järvityyppien sisällä on varsin suurta (kuva 4). Järvityypeissä matalat vähähumuksiset järvet (MVh), matalat humusjärvet (Mh) ja matalat runsashumuksiset järvet (MRh) on niin vähän järviä, että niistä on vaikea tehdä pidemmälle meneviä päätelmiä. Kaikkien kolmen matalan runsashumuksisen järven ahventen alhaiset elohopeapitoisuudet olivat kyllä yllättäviä, koska nimenomaan runsashumuksisissa järvissä pitoisuuksien oletettiin olevan korkeita (Verta ym. 2010a). Ahvenen elohopeapitoisuuden ennustaminen järvityypin perusteella näyttää erittäin vaikealta myös niissä järvityypeissä, joissa oli runsaasti järviä (vähähumuksiset järvet ja pienet humusjärvet). Näissä järvityypeissä ahvenen elohopeapitoisuuden keskiarvo on lähellä ympäristölaatumnormia ja järvien välinen vaihtelu suurta. Karkeasti arvioiden voidaan ehkä sanoa, että Uudellamaalla elohopean ympäristölaatumnormi ylittyy vähähumuksisissa järvissä hieman alle 50 % tapauksista ja humusjärvissä hieman yli 50 % tapauksista. Vaikka tämän selvityksen järvijoukko ei välttämättä ole täysin edustava ajatellen kaikkia Uudenmaan järviä, vaikuttaa ilmeiseltä, ettei pelkän järvityypin perusteella kannata yrittää ennustaa elohopeanormin ylittymistä tai alittumista.

Vuonna 2014 pelkän järvityypin perusteella luokiteltujen järvien luokka tulee tässä hankkeessa tehtyjen elohopeamäärittysten perusteella muuttumaan peräti 20 järvessä 39 tutkitusta (taulukko 8). Vähähumuksisilla järvillä luokka tulee muuttumaan kahdellatoista (17:sta tutkitusta), humusjärvillä seitsemällä (16:sta tutkitusta) ja runsasravinteisilla yhdellä (kuudesta tutkitusta).



Kuva 4. Keskimääräinen ahvenen elohopeapitoisuus (järvikohtaisten keskiarvojen keskiarvot) sekä pienimmät ja suurimmat järvikohtaiset keskiarvot järvityypeittäin. Järvityypin ympäristölaatumnormi on merkitty punaisella katkoviivalla. Vh = vähähumuksiset, MVh = matalat vähähumuksiset, Ph = pienet humusjärvet, Mh = matalat humusjärvet, MRh = matalat runsashumuksiset ja Rr = runsasravinteiset järvet.

Taulukko 8. Kohdejärvet, joiden kemiallisen tilan luokka tulee muuttumaan tässä selvityksessä tehtyjen elohopeamääritysten perusteella (ellei muiden prioriteettiaineiden laatu normi ylity).

Järvi	Järvityyppi	Kemiallisen tilan luokka v. 2014	Uusi luokka määritysten perusteella
Enäjärvi (Lohja, Salo)	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä
Heinjärvi	Ph	Hyvää huonompi	Hyvä
Joutikas	Rr	Hyvä	Hyvää huonompi
Jäljänjärvi	Ph	Hyvää huonompi	Hyvä
Keravanjärvi	MRh	Hyvää huonompi	Hyvä
Kirmusjärvi	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä
Källträsket	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä
Lapoo	MVh	Hyvää huonompi	Hyvä
Lappträsk	MVh	Hyvää huonompi	Hyvä
Marsjön	MVh	Hyvää huonompi	Hyvä
Orijärvi	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä *
Outamonjärvi	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä
Parsilanjärvi	Ph	Hyvää huonompi	Hyvä
Suojärvi	MRh	Hyvää huonompi	Hyvä
Valkerpyy	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä
Valkjärvi (Lohja)	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä
Vaskijärvi	MRh	Hyvää huonompi	Hyvä
Vihtijärvi	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä
Vitträsk	Vh	Hyvää huonompi	Hyvä
Ylimmäinen	Ph	Hyvää huonompi	Hyvä

* Muiden (vedestä mitattujen) raskasmetallien laatu normi saattaa ylittyä.



4.6 Ahvenen pituuden ja elohopeapitoisuuden välinen suhde

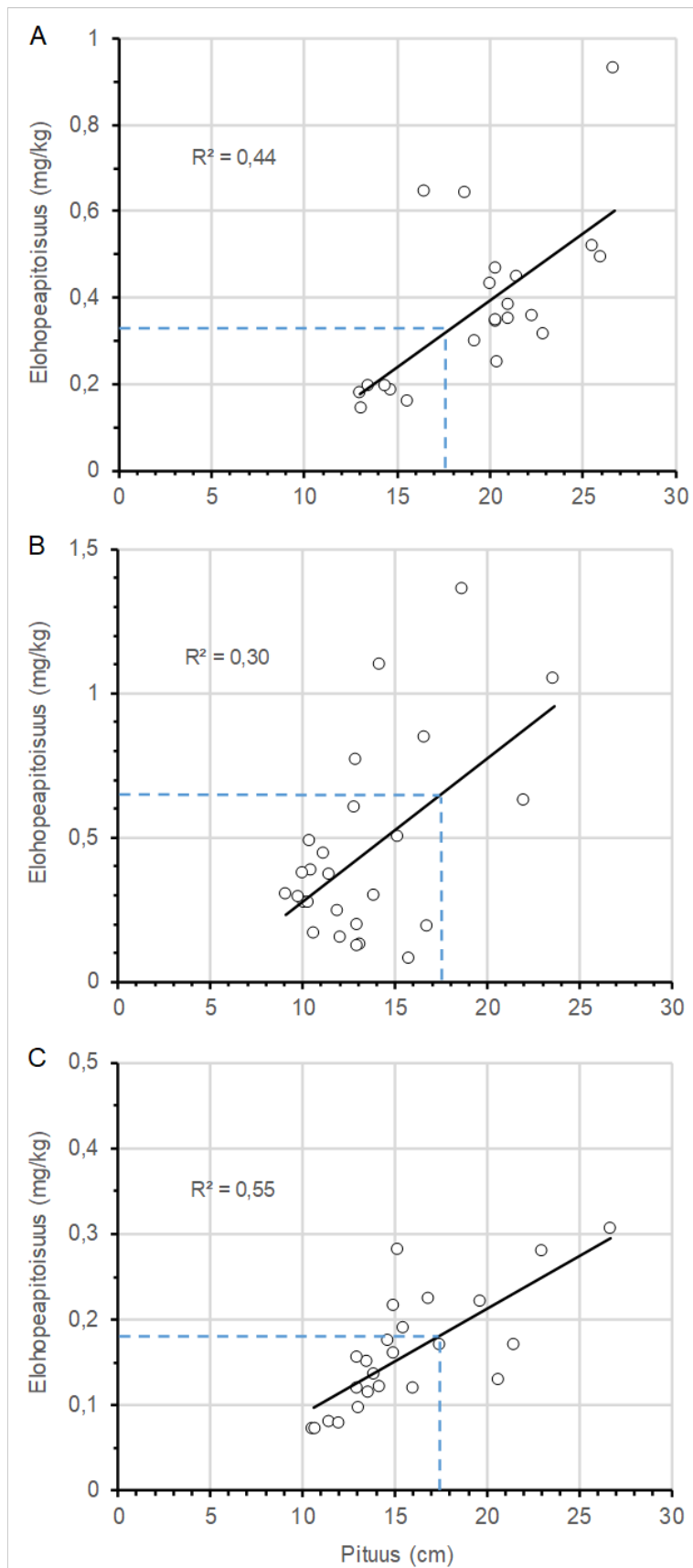
Joissakin järvissä ahvenen kokojakaumassa vallitsivat pienet yksilöt, ja tavoitekokoisten (15-20 cm pitkien) kalojen saaminen osoittautui niin vaikeaksi, että kymmenen tämän kokoisen ahvenen pyydystäminen olisi vaatinut kohtuuttoman paljon resursseja. Koska näiltä alueilta saatiin kuitenkin varsin monenkokoisia ahvenia, määritettiin koko aineistosta regressiosuora kalan pituuden ja elohopeapitoisuuden välille (kuva 5). Sovitetulla regressioyhtälöllä voitiin laskea ennuste kalan elohopeapitoisuudelle tavoitekokoluokan puolivälissä, 17,5 cm:n pituudessa. Koska ahvenyksilöiden välinen vaihtelu elohopeapitoisuudessa on suurta, on tämä ennuste parempi arvio tavoitekokoisten ahventen keskimääräiselle elohopeapitoisuudelle niissä tapauksissa, joissa tavoitekokoisia kaloja on vain muutamia yksilöitä.

Grabbskog Storträsketin aineistossa oli viiden tavoitekokoisen kalan joukossa sattumalta kaksi ahventa, joiden elohopeapitoisuus oli poikkeuksellisen korkea ($> 0,60$ mg/kg). Regressiosuoran perusteella laskettu ahventen elohopeapitoisuus oli selvästi pienempi kuin 15-20 cm pitkien ahventen mitattu pitoisuus. Lyhemmän luottamusvälin perusteella regressiosuoran mukaista arvoa voidaan pitää täsmällisempänä kuin mitattua pitoisuutta (taulukko 9). Pilvijärvellä eri menetelmillä saadut arviot olivat lähellä toisiaan, mutta regression perusteella laskettu arvo on luottamusvälien perusteella paljon täsmällisempi. Gennarbyvikenillä taas menetelmien välinen ero on pieni.

Kaikilla näillä esimerkkialueilla päädyttiin molemmilla laskentatavoilla samaan kemiallisen tilan luokkaan, mutta tulokset antavat aihetta pohdinnalle optimaalisesta näytteenotosta ja laskentamenetelmästä. Kannataisiko jatkossa kymmenen standardikokoisen ahvenen tavoittelun sijasta käyttää kaikenkokoisia saaliiksi saatavia ahvenia ja laskea elohopeapitoisuusarvio regressioyhtälöllä? Ainakin niissä tapauksissa, joissa tavoitekoon ahvenia on vaikea saada, regression käyttäminen tehostaisi seurantaa. Jos aineistossa on riittävästi 15-20 cm pitkiä ahvenia (ainakin 10 yksilöä), eikä aineisto ole kovin painottunut alarajan tai ylärajan tuntumassa oleviin kaloihin, eivätkä kalojen väliset erot elohopeapitoisuudessa ole huomattavia (kuten Grabbskog Storträsketillä), saattaa keskiarvon laskeminen olla luotettavampi vaihtoehto. Regressiomalli sisältää kuitenkin muutamia oletuksia (esim. pitoisuuden lineaarinen kasvu kalan pituuden kasvaessa ja tietynkokoisten kalojen elohopeapitoisuuden normaalijakautuneisuus), joiden täyttymisestä ei välttämättä ole takeita.

Taulukko 9. Ahvenen keskimääräinen elohopeapitoisuus (mg/kg) luottamusväleinen kolmella alueella laskettuna kahdella tavalla: tavoitekokoisten (15-20 cm) kalojen elohopeapitoisuuksien keskiarvot sekä regressioyhtälöllä saadut pitoisuusennusteet 17,5 cm pitkille ahvenille. Myös laskennassa hyödynnettävien kalojen lukumäärä on ilmoitettu.

Järvi	15 20 cm pitkät ahvenet		Kaikki näyteahvenet	
	Keskiarvo ja 95 %:n luottamusvälit	Ahventen lukumäärä laskennassa	Regressiolla laskettu pitoisuus 17,5 cm pitkälle kalalle ja 95 %:n luottamusvälit	Ahventen lukumäärä laskennassa
Grabbskog Storträsket	0,44 (0,25-0,62)	5	0,32 (0,25-0,40)	22
Pilvijärvi	0,60 (0,14-1,05)	5	0,65 (0,49-0,83)	26
Gennarbyviken	0,20 (0,17-0,22)	8	0,18 (0,17-0,20)	24

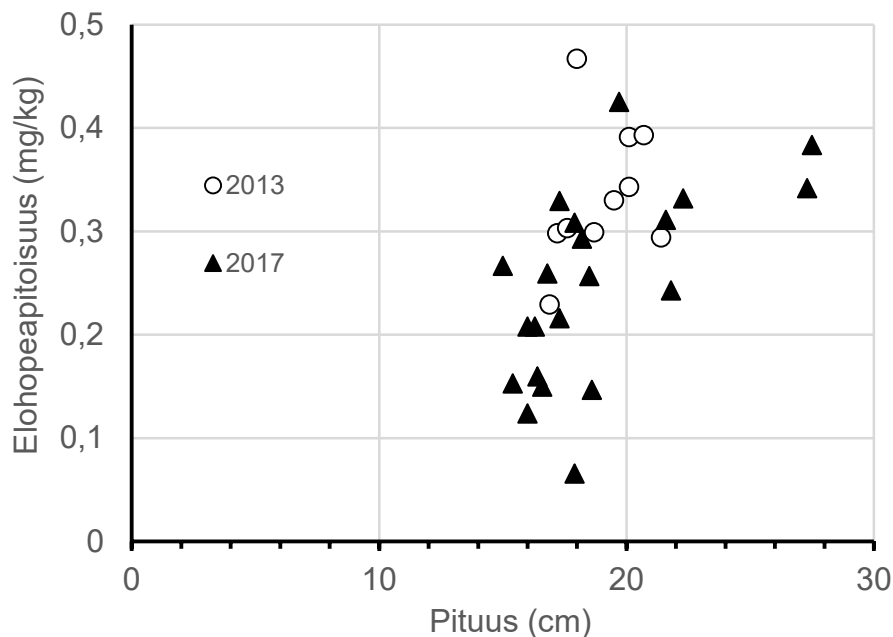


Kuva 5. Ahvenen pituuden ja elohoepitoisuuden suhde kolmella vesialueella: (A) Grabbskog Storträsketillä Raaseporissa, (B) Pilvijärvellä Sipoossa ja (C) Gennarbyvikenillä Raaseporissa. Kalan pituuden ja elohoepitoisuuden välille sovitettu regressiosuora on merkitty mustalla viivalla ja 17,5 cm pitkän ahvenen elohoepitoisuusennusteen määräytyminen on merkitty sinisellä katkoviivalla. Myös regressiosuoran selitysaste (R^2) on ilmoitettu. Huomaa erilaiset asteikot pystyakselilla.

4.7 Esimerkki aineiston täydentämisestä

Lohjalla sijaitsevalta Saukonpää-järveltä saatiin vuonna 2013 yhteensä kymmenen ahventa, joista kahdeksan oli tavoitekokoisia. Koska kalojen välinen elohopeapitoisuuden vaihtelu oli varsin suurta, määritettiin tässä selvityksessä Saukonpään ahventen elohopeapitoisuus uudestaan, tällä kertaa melko suuresta otoksesta (16 yksilöä, kuva 6). Kun tavoitekokoisten ahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus vuonna 2013 oli 0,33 mg/kg, oli se vuonna 2017 selvästi pienempi 0,22 mg/kg. Keskiarvon muutos on huomattavan suuri. On kuitenkin vaikea päätellä, johtuuko ero sattumasta ja alun perin pienestä otoksesta vai siitä, että Saukonpään elohopeatilanteessa on tapahtunut muutos. Lisäksi on mahdollista, että kyseinen muutos ei liity varsinaisesti elohopeapitoisuuteen vaan esimerkiksi ahvenen kasvunopeuteen ja/tai ravinnonkäyttöön. Joka tapauksessa Saukonpään tulokset viittaavat siihen, että 15-20 cm pitkien ahventen keskimääräisen elohopeapitoisuuden määrittämiseen liittyy melko suurta epävarmuutta. Siksi tuloksia olisi hyvä tarkastella huolellisesti järvi- tai vesialuekohtaisesti.

Ympäristölaatuonormin tuntumassa olevien järvien elohopeatilanteen kehitystä olisi hyvä seurata säännöllisin väliajoin, esimerkiksi viiden-kuuden vuoden välein. Tällöin tulisi kuitenkin pyrkiä huomattavasti miniä (10 yksilöä) suurempaan otokseen, koska monissa järvissä elohopeapitoisuuden vaihtelu kalayksilöiden välillä on todella suurta.



Kuva 6. Saukonpää-järveltä vuosina 2013 ja 2017 pyydettyjen ahventen elohopeapitoisuudet kalan pituuden suhteen. 15-20 cm pitkien ahventen elohopeapitoisuus vuonna 2013 oli keskimäärin 0,33 mg/kg (n=8 kpl) ja vuonna 2017 keskimäärin 0,22 mg/kg (n=16 kpl). Yhteensä kaloja tutkittiin 10 kpl vuonna 2013 ja 21 kpl vuonna 2017.

4.8 Tutkimusjärvien vedenlaatutuloksia

Sanotaan, että järvi on valuma-alueensa peili. Se heijastaa maa- ja kallioperän laatua, sademääriä ja valuma-alueen maankäyttöä. Mitä enemmän ja voimakkaammin järveä ympäröiviä alueita käytetään, sitä enemmän järveen kohdistuu kiintoaine-, humus- ja ravinnekuormitusta.

Jokainen järvi on yksilö: pinta-alan, syvyyden ja muodon sekä valuma-alueen koon ja maankäytön summa. Järvet voidaan jakaa erilaisiin tyyppeihin, esimerkiksi runsasravinteisiin tai vähähumuksisiin järviin. Kaikkiin järvityypit pitävät kuitenkin sisällään keskenään hyvin erilaisia järviä.

Tässä tutkimuksessa oli mukana 14 vähähumuksista järveä. Kirmusjärvi, Källträsket, Särkjärvi ja Lohjan Valkjärvi ovat varsin matalia, maksimisyvyys on alle 10 m. Orijärvi, Tämäkohtu ja Vitträsk ovat puolestaan melko syviä, suurin syvyys on yli 20 m. Vedenlaatutulosten perusteella lähes kaikki vähähumuksiset järvet kerrostuvat selvästi kesällä ja talvella, sillä esim. happi- ja ravinnepitoisuuksissa on pinnan ja pohjan välillä selvä ero (liite 2). Nummijärvellä, Valkerpyy-järvellä ja Outamonjärvellä alusveden keskimääräinen happipitoisuus on heikoin, alle 3 mg/l, ja mm. ravinnepitoisuuksissa pinnan ja pohjan välillä on selvä ero. Paras happitilanne on Orijärvellä ja Särkjärvellä. Korkeimmat elohopeapitoisuudet mitattiin Grabbskog Storträsketin, Meikon, Nummijärven, Särkjärven ja Tämäkohtu-järven ahvenista. Nummijärveä lukuun ottamatta näillä järvillä veden pH on varsin matala, 1 m:n syvyydelläkin alle 7, ja veden purkuriikyky kuvaava alkaliniteetti on hyvin pieni. Altistaako heikko puskuriikyky järvet elohopeapitoisuuksien nousulle? Entä miten valuma-alueen käyttö sekä yläpuolisten järvien vedenlaatu tai elohopeatilanne heijastuvat alaspäin vesistöketjussa? Vähähumuksisista järvistä esimerkiksi Lohjan Enäjärvi laskee Nummijärveen ja vaikuttaa sen vedenlaatuun ja veden vaihtuvuuteen.

Matalissa järvissä vesi ei yleensä kerrostu kovin voimakkaasti ja pitkäaikaisesti lämpötilan mukaan. Siksi merkittäviä happiongelmiaakaan ei yleensä esiinny pohjan lähellä. Tässä tutkimuksessa tyyppiltään matalia järviä (keskisyvyys alle 6 m) oli yhteensä kymmenen: neljä vähähumuksista, kolme runsashumuksista ja kolme humusjärveä. Suurimmat elohopeapitoisuudet havaittiin Holma-Saarijärven (MVh), Pilvijärven (Mh) ja Patamon (Mh) kaloissa. Vähähumuksisten järvien tavoin myös näissä järvissä alkaliniteetti on varsin matala. Toisaalta myös Keravanjärvessä (Mh) alkaliniteetti on pieni, mutta siellä ahventen elohopeapitoisuus ei ole kohonnut. Holma-Saarijärvässä veden pH on erityisen matala, alle 6, mutta myös Keravanjärven pH on varsin alhainen, keskimäärin vain 6,2. Pelkästään veden happamuus tai alkaliniteetti ei siis ilmeisesti selitä elohopeapitoisuuksia. Suojärven väriluku on kaikista tutkituista järvistä suurin, keskimäärin noin 250 mg/l Pt (liite 2). Väriluku on noussut huomattavasti lyhyessä ajassa: vielä 1990-luvun alussa väriluku oli noin 120 mg/l Pt (Hertta-tietokanta). Näin suuri väriluvun nousu viittaa valuma-alueelta tulevan kuormituksen kasvuun. Tämä ei kuitenkaan ilmeisesti ole nostanut Suojärven kalojen elohopeapitoisuuksia, ainakaan välittömästi.

Pieniä humusjärviä oli tässä tutkimuksessa yhteensä 12 (liite 2). Elohopean ympäristönlautunormi ylittyi valtaosalla järvistä. Laulunormin ylittävistä järvistä Salovedellä, Syväjärvellä ja Brukssträsketillä alusvedessä on ajoittaisia happiongelmia. Myös Parsilanjärvellä alusveden keskimääräinen happipitoisuus on matala, alle 2 mg/l, mutta kalojen elohopeapitoisuus on pysynyt matalana. Veden pH- ja alkaliniteettiarvot ovat useimmilla humusjärvillä varsin samankaltaisia, vaikka elohopeapitoisuus vaihtelee.

Runsasravinteisilla järvillä veden pH ja alkaliniteetti ovat yleisesti suurempia kuin humus- tai vähähumuksisilla järvillä. Veden sameudessa ja väriluvussa on suuria eroja eri järvien välillä. Suurimmat kalojen elohopeapitoisuudet havaittiin Joutikkaalla ja Lamminjärvellä, jotka ovat hyvin matalia järviä. Kaljärvi on yhtä matala ja lisäksi erittäin rehevä, mutta silti kalojen elohopeapitoisuus alittaa ympäristönlautunormin. Pelkät vedenlaatutulokset eivät näytä selittävän elohopeapitoisuuksien eroja runsasravinteisillakaan järvillä.

Gennarbyviken on hyvin pitkä ja kapea, melko syvä lahti. Vesi sekoittuu huonosti, ja pohjan lähellä onkin säännöllisesti happiongelmia. Happitilanne heijastuu myös muuhun vedenlaatuun: veden sameuteen, pH-arvoihin sekä ravinnepitoisuuksiin. Elohopeapitoisuuden vaihtelu Gennarbyvikenin kaloissa on suurta, ja kaloja olisikin hyvä tutkia jatkossa tarkemmin. Myös vedenlaatutiedot ovat melko vajavaisia, sillä esimerkiksi väriluvusta ei ole lainkaan tietoja koko 2000-luvulta.

5. Tulosten tarkastelu

Tämän selvityksen perusteella järven kemiallista tilaa ei voida luokitella pelkän järvityypin perusteella. Järvistä, joiden kemiallinen tila on arvioitu tyyppin perusteella, tulee luokitustulos muuttumaan 20:lla 39 tutkitusta elohopeamittausten perusteella. Noin puolet järvistä on siis aiemmin päätyneet elohopean osalta ”väärään” kemiallisen tilan luokkaan. Tulosten perusteella vaikuttaa ilmeiseltä, että järvityypit ovat aivan liian laajoja toimiakseen ahvenen elohopeapitoisuuden ennustajina. Esimerkiksi vähähumuksisiin järviin (Vh ja MVh) kuuluu hyvin monenlaisia järviä. Niissä on sekä aiemmin pahasti happamoituneita järviä, joissa elohopeaongelma on erityisen korostunut (Malinen 2014), että neutraaleja kirkkaita järviä, joissa ahventen elohopeapitoisuudet ovat kaikkein pienimpiä.

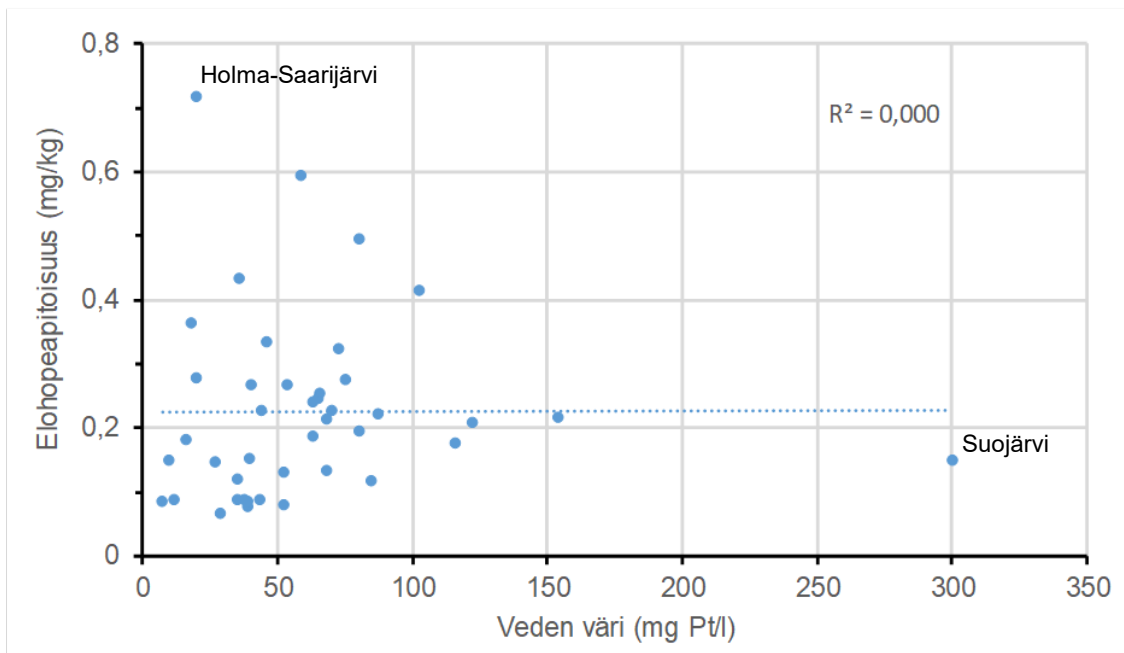
Myös humusjärvissä eli järvityypeihin pienet humusjärvet (Ph), matalat humusjärvet (Mh) ja matalat runsashumuksiset järvet (MRh) kuuluvissa järvissä on hyvin monenlaisia järviä. Vaikka humuspitoisuuden tiedetään yleensä korreloivan kalojen elohopeapitoisuuden kanssa (Verta ym. 2010a), muilla tekijöillä, kuten järven syvyysprofiililla ja valuma-alueen ominaisuuksilla on niin suuri merkitys, ettei humusjärvien voida automaattisesti olettaa kärsivän korkeista elohopeapitoisuuksista. Tämän selvityksen aineistossa kaikkien kolmen runsashumuksisen järven keskimääräiset ahvenen elohopeapitoisuudet olivat alle ympäristölaatonormin! Runsaravinteisissa järvissä elohopeanormin ylitykset ovat kaikkein harvinaisimpia, mutta niitäkin näyttää Uudellamaalla esiintyvän.

Jatkossa Uudenmaan järvien kemiallisen tilan luokittelua elohopean suhteen ei kannata enää tehdä pelkän järvityypin perusteella. Ensisijaisena luokitusmenetelmänä tulisi olla kyseisen järven ahvenista tehtävät elohopeamääritykset. Niillä järvillä, joista mittauksia ei ole tehty, voidaan mahdollisesti käyttää apuna vedenlaatutuloksia sekä järven ja valuma-alueen ominaisuuksia. Kovin helppoa ahvenen elohopeapitoisuuden ennustaminen näiden muuttujien perusteella ei kuitenkaan tule olemaan. Esimerkiksi humuspitoisuus (veden väriluvulla mitattuna), joka yleisesti korreloi positiivisesti kalojen elohopeapitoisuuden kanssa, ei yksittäisenä muuttujana selitä Uudenmaan järvillä ahvenen elohopeapitoisuutta lainkaan (kuva 7). Tämä saattaa osittain johtua siitä, että aineisto sisältää aiemmin happamoituneita järviä, joissa on havaittu korkeita elohopeapitoisuuksia alhaisesta veden väristä huolimatta. Kokonaan tämä ei kuitenkaan riippuvuuden puuttumista selitä, koska kaikissa runsashumuksissa järvissä elohopeapitoisuudet olivat yllättävän alhaisia. Ahvenen elohopeapitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä tulisivat tarkastella yhden tai kahden muuttujan sijaan sopivalla monimuuttuja-analyysillä, jossa otetaan huomioon myös muuttujien yhdysvaikutukset. Esimerkiksi järven syvyydellä ja humuspitoisuudella voi olla merkittävä yhdysvaikutus: humuspitoisuuden kasvaessa elohopean metyloituminen ravintoketjussa rikastuvaan muotoon kiihtyy, jos järvi on niin syvä, että alusvedessä esiintyy vähähappisuutta kesäkerrostuneisuuskaudella (Rask ym. 2010, Verta ym. 2010b). Tämän tyyppiset riippuvuudet ovat kuitenkin monimutkaisia, ja niiden löytäminen voi olla haastavaa kehittyneilläkin monimuuttujamenetelmillä. Joillakin järviryhmillä elohopeapitoisuuden ennustaminen saattaa onnistua paremmin kuin muilla, esimerkiksi Uudenmaan happamoitumishistorian omaavilla järvillä elohopean laatonormi näytti vuosien 2009-2013 aineistossa ylittyvän lähes poikkeuksetta (Malinen 2014).

Elohopeapitoisuutta selittävien muuttujien selvittämisen lisäksi Uudenmaan järvien ahventen elohopeapitoisuuksista tarvittaisiin edelleen lisää mittaustuloksia. Uusimaa näyttää olevan elohopean suhteen erityisen haastava alue, koska laatonormi ylittyy usein ja ylityksiä esiintyy hyvin monen tyyppisissä järvissä. Lisäksi vaikuttaa siltä, että valtakunnallisessa aineistossa havaittu veden humuspitoisuuden ja ahvenen elohopeapitoisuuden välinen riippuvuus (Verta ym. 2010a) ei pidä Uudenmaan järvissä paikkaansa.

Ahventen elohopeapitoisuuden seuranta kannattaa pyrkiä kehittämään. Laskennassa näyttäisi olevan mahdollista hyödyntää kaikenkokoisia kaloja ja regressiosuoraa, jos 15-20 cm:n pituisia kaloja on vaikea saada. Koska yksilöiden välisen pitoisuusvaihtelun voimakkuudessa on huomattavia eroja järvien välillä, vaihtelee myös riittävä otoskoko järvittäin. Alhaisen vaihtelun järvillä kymmenen yksilöä voi olla riittävä määrä täsmällisen elohopeapitoisuuden keskiarvon määrittämiseksi, mutta voimakkaan vaihtelun järvillä tulee otoskoon olla paljon suurempi. Myös sillä on suuri merkitys optimaalisen otoskoon kannalta, kuinka lähellä

ympäristölaatumormia keskimääräinen pitoisuus on. Jos keskimääräinen elohopeapitoisuus on lähellä ympäristölaatumormia, tarvitaan suurempi otoskoko kuin päinvastaisessa tapauksessa. Nämä seikat huomioon ottavan optimaalisen otoskoon selvittäminen tehostaisi seuranta huomattavasti.



Kuva 7. Veden väri ja 15-20 cm pitkien ahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus tämän selvityksen järvissä. Väriluku on laskettu pintaveden (syvyys 1 m) mittausten keskiarvona viideltä viime vuodelta (määrittäminen komparatiivisesti). Kuvassa on ilmoitettu myös lineaarisen regressioyhtälön selitysaste (R^2) ja kaksi poikkeavinta havaintoa (Suojärvi ja Holma-Saarijärvi).

Lähteet

- Bishop K., Allan C., Bringmark, L., Garcia, E., Hellsten, S., Högbom, L., Johansson, K., Lomander, A., Meili, M., Munthe, J., Nilsson, M., Porvari, P., Skyllberg, U., Sørensen, R., Zetterberg, T. & Åkerblom, S. 2009: The effects of forestry on Hg bioaccumulation in Nemoral/Boreal Waters and recommendations for good silvicultural practice. *Ambio* 38: 373-380.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) 2012; Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal* 10(12): 2985. 241 s.
- Hertta-tietokanta. Ympäristöhallinnon rekisteri vesivaroista, vesistöistä, pinta- ja pohjavesien tilasta, eliölajeista ja ympäristön kuormituksesta.
- Karvonen, A., Taina, T., Gustafsson, J., Mannio, J., Mehtonen, J., Nysten, T., Ruoppa, M., Sainio, P., Siimes, K., Silvo, K., Tuominen, S., Verta, M., Vuori, K.-M. & Åystö, L. 2012: Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen. Ympäristöministeriön raportteja 15/2012. 77 s.
- Malinen, T. 2014: Nuuksion ja Pohjan-Kiskon järviylänpölyjen happamoituneiden järvien kalojen elohopeapitoisuus vuosina 2009-2013. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 24 s.
- Malinen, T. 2016: Inkoon happamoituneiden järvien kalojen elohopeapitoisuus vuonna 2016. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 13 s.
- Marttila, J. & Roikonen, T. 2016: Ahventen elohopeapitoisuuden seuranta Uudellamaalla 2010-2014. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 79/2016. 11 s + liitteet.
- Munthe, J., Wängberg, I., Rognerud, S., Fjeld, E., Verta, M., Porvari, P. & Meili, M. 2007: Mercury in Nordic ecosystems. Swedish Environmental Research Institute. IVL Report B1761. 44 s.
- Rask, M., Verta, M., Korhonen, M., Salo, S., Forsius, M., Arvola, L., Jones, R. & Kiljunen, M. 2010: Does lake thermocline depth affect methyl mercury concentrations in fish? *Biogeochemistry* 101: 311-322.
- Scheuhammer, A. M., Meyer, M. W., Sandheinrich, M. B. & Murray, M. W. 2007: Effect of environmental methylmercury on the health of wild birds, mammals and fish. *Ambio* 36: 12-18.
- Valtioneuvosto 2006. Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista. 23.11.2006/1022. Ajantasainen lainsäädäntö, internet-osoite: www.finlex.fi.
- Valtioneuvosto 2016. Muutos valtioneuvoston asetukseen vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista. 8.12.2016/1090 Ajantasainen lainsäädäntö, internet-osoite: www.finlex.fi.
- Verta, M., Kauppila, T., Londesborough, S., Mannio, J., Porvari, P., Rask, M., Vuori, K.-M. & Vuorinen, P. 2010(a): Metallien taustapitoisuudet ja haitallisten aineiden seuranta Suomen pintavesissä – ehdotus laatunormidirektiivin toimeenpanosta. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12/2010. 45 s.
- Verta, M., Salo, S., Korhonen, M., Porvari, P., Paloheimo, A. & Munthe, J. 2010(b): Climate induced thermocline change has an effect on the methyl mercury cycle in small boreal lakes. *Sci. Total Environ.* 408: 3639-3647.

Liitteet

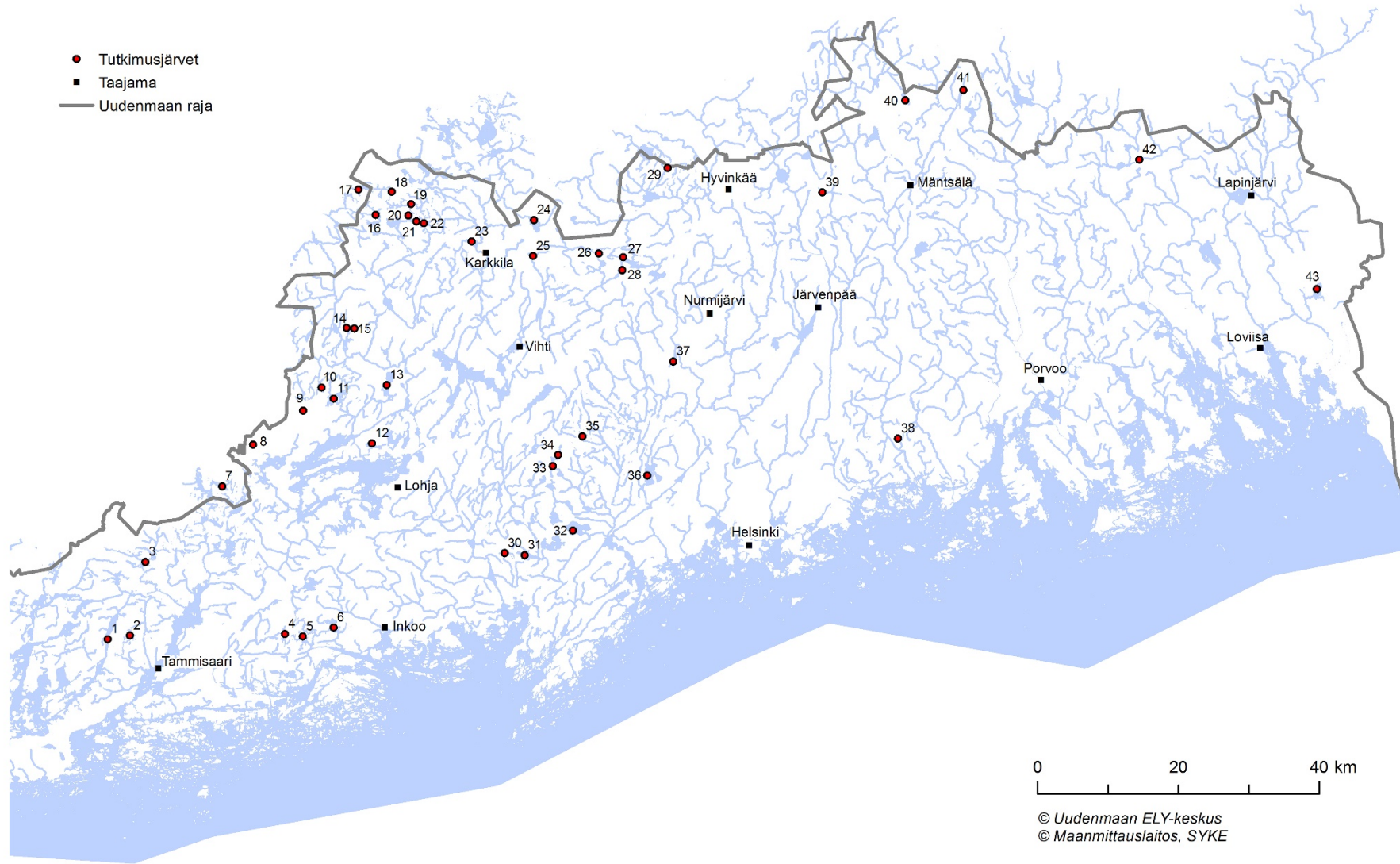
Liite 1. Tutkimuskohteet

Järvi /vesimuodostuma

1. Gennarbyviken
2. Grabbskog Storträsket
3. Kullaanjärvi
4. Källträsket
5. Bruksträsket
6. Marsjön
7. Orijärvi
8. Nummijärvi
9. Enäjärvi
10. Valkjärvi
11. Kimusjärvi
12. Outamonjärvi
13. Valkerpyy
14. Kairajärvi
15. Joutikas
16. Patamo
17. Heinjärvi
18. Salovesi
19. Jäljänjärvi
20. Saukonpää
21. Anttinen
22. Tämäkohtu
23. Pyhäjärvi
24. Vaskijärvi
25. Parsilanjärvi
26. Ylimmäinen
27. Vihtijärvi
28. Lapoo
29. Suolijärvi
30. Lappträsk
31. Meiko
32. Vitträsk
33. Kaljärvi
34. Lamminjärvi
35. Holma-Saarijärvi
36. Bodominjärvi
37. Valkjärvi
38. Pilvijärvi
39. Keravanjärvi
40. Suojärvi
41. Hunttijärvi
42. Syväjärvi
43. Särkjärvi

Kunta

- Raasepori
Raasepori
Raasepori
Raasepori, Inkoo
Raasepori, Inkoo
Raasepori, Inkoo
Salo
Lohja
Lohja, Salo
Lohja
Lohja
Lohja
Lohja
Lohja
Lohja
Lohja, Somero
Lohja
Lohja
Lohja
Lohja
Lohja, Karkkila
Karkkila
Karkkila
Karkkila
Vihti
Vihti
Vihti
Hyvinkää, Riihimäki
Siuntio
Kirkkonummi
Kirkkonummi
Kirkkonummi
Kirkkonummi
Vihti
Espoo
Nurmijärvi
Sipoo
Mäntsälä, Hyvinkää
Mäntsälä
Mäntsälä
Myrskylä
Loviisa, Lapinjärvi



Liite 2. Vedenlaatutietoja

Tutkimusjärvien vedenlaatutietoja. Happipitoisuus, sameus, väriluku (määritys komparatiivisesti), pH, alkaliniteetti sekä kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori (keskiarvo 2000-luvulla otetuista näytteistä). Näytesyvyyydet 1 m ja pohja - 1 m tai pohja - 0,5 m.

Järvi ja havaintopaikka, paikan syvyys (m)	Näyte syvyys	Happipit. mg/l	Sameus FNU	Väriluku mg/l Pt	pH	Alkalinit. mmol/l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l
Vähähumuksiset järvet (Vh)								
Enäjärvi Isosaari 5 /Kahdenselkä 4 10,9 m /8,8 m	1 m	9,2	3,3	82	7,2	0,347	1020	33
	P – 1 m	4,6	9,1	106	6,8	0,400	1140	52
Grabbskog Storträsket 1 11,7 m	1 m	10,2	1,5	35	6,6	0,077	360	7
	P – 1 m	3,3	9,9	106	6,1	0,144	590	16
Kirmusjärvi Luhdannokk.6 /syv. 10 6,5 m / 8,0 m	1 m	9,5	4,2	35	7,2	0,390	840	42
	P – 1 m	3,3	8,6	66	6,9	0,567	1150	158
Källträsket keskiosa 5 6,8 m	1 m	9,5	3,2	33	6,7	0,129	520	25
	P – 1 m	4,5	7,8	62	6,4	0,166	590	62
Meiko keskiosa 1 10,0 m	1 m	10,1	0,6	17	6,6	0,057	330	5
	P – 1 m	5,5	0,6	22	-	-	320	9
Nummijärvi keskiosa 3 /Äijänniemi 4 15,1 m /13,0 m	1 m	9,1	1,8	40	7,2	0,280	520	18
	P – 1 m	2,4	7,7	79	6,6	0,351	650	44
Orijärvi 21,0 m	1 m	10,4	1,1	35	7,1	0,256	550	7
	P – 1 m	8,1	1,4	37	6,7	0,263	600	10
Outamonjärvi 14 12,6 m	1 m	10,1	1,3	17	7,7	0,476	420	15
	P – 1 m	2,9	5,3	35	6,9	0,533	640	73
Särkjärvi keskiosa 4 /pohjoisosa 3 5,6 m /4,5 m	1 m	11,0	1,0	16	6,6	0,082	380	7
	P – 1 m	9,1	1,4	20	6,4	0,149	410	8
Tämäkohtu keskiosa 1 20,5 m	1 m	10,5	0,5	42	6,7	0,084	330	6
	P – 1 m	4,4	0,9	66	6,0	0,089	370	12
Valkerpyy Laukkam. 1 /Onkikallio 3 13 m /14,5 m	1 m	10,3	2,4	11	7,8	0,391	570	27
	P – 1 m	1,1	6,8	39	6,9	0,513	1060	324
Valkjärvi kesk. 1 /länsi 2 /pohj.osa 3 8,0 m /6,0 m /8,7 m	1 m	9,4	2,0	22	7,4	0,372	540	24
	P – 1 m	4,0	4,1	32	6,9	0,423	670	38
Vihtijärvi länsiosa 3 12,0m	1 m	10,4	1,1	25	7,5	0,388	400	9
	P – 1 m	4,6	3,8	41	6,9	0,454	700	13
Vitträsk keskiosa 1 22,0 m	1 m	11,2	1,5	9	7,4	0,220	390	17
	P – 1 m	3,7	3,4	26	6,8	0,328	690	190
Matalat vähähumuksiset järvet (MVh)								
Holma-Saarijärvi 1 6,0 m	1 m	8,8	1,0	16	5,8	0,007	320	7
	P – 1 m	5,4	1,0	27	5,5	0,013	330	12
Lapoo itäosa 1 3,1 m	1 m	9,7	3,7	39	7,3	0,410	720	23
	P – 1 m	7,8	3,9	33	7,2	0,432	720	26
Lappträsk Storholmen 1 5,0 m	1 m	10,0	1,7	20	6,6	0,067	360	10
	P – 1 m	8,6	1,5	21	6,5	0,070	370	11
Marsjön Barnholm 3 /syväne 4 6,9 m /9,1 m	1 m	9,2	3,6	44	6,8	0,139	500	21
	P – 1 m	3,4	13,4	88	6,4	0,198	570	38
Pienet humusjärvet (Ph)								
Antiainen itäosa 1 12,1 m	1 m	9,5	0,7	48	6,7	0,127	420	9
	P – 1 m	2,1	3,8	102	6,1	0,155	530	14
Bruksträsket keskiosa 1 15,5 m	1 m	9,9	3,0	59	7,0	0,227	650	25
	P – 1 m	1,4	21,9	197	6,4	0,359	1 140	132

Heinjärvi, länsiosa 1	1 m	10,6	1,0	56	6,8	0,131	450	11
10,2 m	P – 1 m	5,7	1,4	65	6,2	0,139	510	11
Jäljänjärvi keskiosa 2	1 m	9,8	0,8	69	6,5	0,107	430	10
16,8 m	P – 1 m	2,4	6,3	128	6,2	0,169	620	22
Kullaanjärvi keskiosa 1	1 m	10,0	1,0	73	6,7	0,117	580	10
22,5 m	P – 1 m	6,9	1,8	90	6,3	0,121	710	12
Parsilanjärvi keskiosa 1	1 m	8,8	1,1	66	7,0	0,459	700	14
14,5 m	P – 1 m	1,8	5,7	106	6,6	0,571	1 160	17
Pyhäjärvi Tuorila 4 /syväne 10	1 m	10,5	2,4	99	7,0	-	690	21
10,0 m /10,6 m	P – 1 m	5,6	5,5	127	6,6	-	890	27
Salovesi Isosaari 1	1 m	9,6	0,9	62	6,7	0,134	490	10
16,0 m	P – 1 m	2,1	3,5	102	6,1	0,165	600	15
Saukonpää keskiosa 1 /syväne 2	1 m	9,7	0,9	66	6,6	0,116	460	9
5,5 m /9,0 m	P – 1 m	3,7	5,0	130	6,1	0,153	630	14
Suolijärvi eteläpää 3 /Holma 1	1 m	10,5	1,1	46	7,2	0,296	640	10
7,0 m /16,0 m	P – 1 m	6,0	2,0	58	6,7	0,292	660	14
Syväjärvi eteläosa 2	1 m	9,1	1,9	53	7,0	0,263	620	19
7,4 m	P – 1 m	1,8	10,1	103	6,3	0,314	700	31
Ylimmäinen itäpää 2	1 m	9,3	2,1	122	7,1	0,376	1 310	19
10,7 m	P – 1 m	4,4	4,4	133	6,7	0,396	1 270	23
Matalat humusjärvet (Mh)								
Kairajärvi Leppälä 1	1 m	7,5	4,5	77	6,9	0,279	980	38
4,8 m	P – 1 m	2,7	5,4	71	6,3	0,295	910	35
Patamo keskiosa 1	1 m	9,1	2,4	69	6,5	0,114	440	11
5,7 m	P – 1 m	5,7	10,6	105	6,3	0,129	480	18
Pilvijärvi eteläosa 1	1 m	9,8	1,5	57	6,3	0,057	460	13
6,0 m	P – 1 m	4,5	2,4	76	5,8	0,065	520	19
Matalat runsashumuksiset järvet (MRh)								
Keravanjärvi keskiosa 1	1 m	8,1	2,9	76	6,2	0,090	750	27
2,5 m	P-0,5 m	6,4	-	-	-	-	-	-
Suojärvi keskiosa 1 /syväne 2	1 m	9,5	3,0	253	6,7	0,183	910	31
3,8 m /4,5 m	P – 1 m	7,7	3,4	-	6,7	0,220	730	30
Vaskijärvi keskiosa 1 /pohjoisosa 4	1 m	7,3	3,2	136	6,9	0,327	900	25
1,8 m /2,8 m	P-0,5 m	6,4	-	-	-	-	-	-
Runsasravinteiset järvet (Rr)								
Bodominjärvi keskiosa 2 /Lillören 3	1 m	10,6	10,1	42	7,5	0,479	680	33
11,6 m /13,7 m	P – 1 m	4,1	21,0	85	7,0	0,610	940	101
Hunttijärvi Takaranta 5	1 m	9,7	6,3	61	7,6	0,687	1120	36
13,3 m	P – 1 m	2,4	27,0	139	6,8	0,836	1480	124
Joutikas keskiosa 1	1 m	8,0	7,1	67	7,2	0,546	1360	63
3,8 m	P – 1 m	4,2	7,4	84	6,8	0,564	1360	81
Kalj järvi keskiosa 3	1 m	8,8	16,7	98	7,6	0,424	1340	70
3,7 m (näytteen 2,4 - 3 m:n alueelta)	P – 1 m	7,1	16,8	98	7,4	0,448	1330	72
Lamminjärvi keskiosa 1	1 m	8,0	7,0	119	7,0	0,325	890	44
4,0 m	P – 1 m	4,2	9,8	132	-	-	940	54
Valkjärvi keskiosa 2 (Nurmijärvi) *	1 m	10,0	3,8	16	7,8	0,638	490	25
12,3 m	P – 1 m	5,1	5,5	22	7,1	0,650	540	42
Merialue								
Gennarbyviken etelä 12 (21,0 m)	1 m	8,5	1,6	-	7,3	-	520	13
Norrjärden eteläosa 2 (34 m)	P – 1 m	1,2	33,7	-	6,7	-	960	39

* toissijainen tyyppi Vh

Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 53/2018				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Tommi Malinen Jaana Marttila		Julkaisuaika Marraskuu 2018		
		Kustantaja Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja toimeksiantaja		
Julkaisun nimi Ahventen elohopeapitoisuus Uudenmaan järvillä 2016 – 2018				
Tiivistelmä Ahvenen elohopeapitoisuus on tärkeässä roolissa vesien kemiallisen tilan luokittelussa. Uudellamaalla luokiteltavista järvistä yli 60 %:n on oletettu olevan ”hyvää huonommassa” kemiallisessa tilassa ympäristölaatu normia korkeamman ahvenen elohopeapitoisuuden takia. Kuitenkin vain alle 10 %:lla järvistä luokittelu on perustunut mittaustuloksiin. Loput järvet on toistaiseksi jouduttu luokittelemaan pelkän järviytyypin perusteella. Oletuksena on ollut, että vähähumuksisten ja toisaalta humusjärvien elohopeapitoisuudet ovat ympäristölaatu normia suurempia, ja että runsasravinteisten järvien pitoisuudet ovat laatu normia pienempiä. Tässä työssä selvitettiin ahvenen elohopeapitoisuudet 42 Uudellamaalla sijaitsevalla tai Uudellemaalle laskevalla järvellä sekä Gennarbyvikenillä, joka on padottu merenlahti. Elohopean ympäristölaatu normin (0,20-0,25 mg/kg) ylityksiä havaittiin monen tyyppisillä järvillä. Humusjärvillä laatu normi ylittyi hieman yli puolessa tapauksista ja vähähumuksisilla järvillä noin kolmasosalla tapauksista. Järvikohtaiset ahvenen (15-20 cm) elohopeapitoisuuden keskiarvot vaihtelivat 0,07 ja 0,72 mg/kg välillä. Vähähumuksisissa järvissä keskiarvo oli 0,21 mg/kg, humusjärvissä 0,27 mg/kg ja runsasravinteisissä järvissä 0,14 mg/kg. Erityisesti vähähumuksisten järvien välinen vaihtelu oli suurta: niiden joukosta löytyivät sekä kaikista korkeimmat että kaikista matalimmat elohopeapitoisuudet. Kaikilta järviltä ei saatu riittävää määrää tavoitekokoisia (luokitteluoheen mukaisia 15-20 cm pitkiä) ahvenia. Näillä järvillä hyödynnettiin kaikkien saatujen ahventen mittaustuloksia ja laskettiin vertailukelpoinen elohopeapitoisuus regressiosuoran avulla. Menetelmä tehostaa elohopeapitoisuuden arviointia, jos tavoitekokoisia ahvenia on vaikea saada. Elohopeapitoisuuden mittaukset tulevat muuttamaan järvien kemiallisen tilan luokittelutuloksia. Niillä vähähumuksisilla ja humusjärvillä, joiden kemiallinen tila on aiemmin arvioitu pelkän järviytyypin perusteella, tulee kemiallisen tilan luokka muuttumaan noin puolessa tapauksista. Myös runsasravinteisillä järvillä mittaukset voivat muuttaa kemiallisen tilan luokkaa. Jatkossa Uudenmaan järvien kemiallisen tilan luokittelua ei pitäisi tehdä pelkän järviytyypin perusteella. Ensisijaisena luokitteluperusteena tulisi olla kunkin järven ahvenista tehdyt elohopeamääritykset, tarvittaessa regressiosuoraa apuna käyttäen. Jos mittaustuloksia ei ole käytettävissä, voisi luokittelussa mahdollisesti hyödyntää tietoja järvien vedenlaadusta, syvyydestä ja valuma-alueen ominaisuuksista. Tietojen soveltaminen luokittelun tarkoituksiin vaatisi kuitenkin tarkempaa selvittämistä.				
Asiasanat (YSA:n mukaan) elohopea, ahven, haitalliset aineet, vesistöt, vesien tila, seuranta				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (painettu)	ISSN (verkkopainettu)
	978-952-314-732-4			2242-2854
www www.doria.fi/ely-keskus		URN URN:ISBN:978-952-314-732-	Kieli Suomi	Sivumäärä 24
Julkaisun myynti/jakaja				
Kustannuspaikka ja aika Helsinki 2018			Painotalo	

PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer Rapporter 53/2018				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Tommi Malinen Jaana Marttila		Publiceringsdatum November 2018		
		Utgivare Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
		Projektets finansör uppdragsgivare		
Publikationens titel Ahventen elohopeapitoisuus Uudenmaan järvillä 2016 – 2018				
<p>Sammandrag</p> <p>Abborrens kvicksilverhalt har en viktig roll då vattendragens kemiska status ska klassificeras. I de klassificerade sjöarna i Nyland antas den kemiska statusen i 60 procent vara "sämre än bra" på grund av högre kvicksilverhalt än miljö kvalitetsnormen i abborrar. Klassificeringen baseras på mätresultat i bara 10 procent av sjöarna. Resten av sjöarna har man hittills varit tvungen att klassificera utgående från sjötypen. Kvicksilverhalterna antas vara högre än miljö kvalitetsnormen i sjöar som har lite humus och å andra sidan i humussjöar samt att halterna är lägre än kvalitetsnormen i sjöar med mycket näringsämnen.</p> <p>I detta arbete utreddes abborrars kvicksilverhalt i 42 sjöar i Nyland eller sjöar som utmynnar i Nyland samt i Gennarbyviken, som är en havsvik med en damm. Överskridning av kvicksilvrets miljö kvalitetsnorm (0,20-0,25 mg/kg) upptäcktes i flera olika slags sjöar. I humussjöar överskreds kvalitetsnormen i någon mån i över hälften och i sjöar med bara lite humus i ungefär en tredjedel .</p> <p>Medelvärden för kvicksilverhalten i abborrar i sjöar (15–20 cm) varierade mellan 0,07 och 0,72 mg/kg. I sjöar med lite humus var medelvärdet 0,21 mg/kg, i humussjöar 0,27 mg/kg och i sjöar med mycket näringsämnen 0,14 mg/kg. Särskilt i sjöar med lite humus var variationen stor: i dessa hittades både de högsta och de lägsta kvicksilverhalterna.</p> <p>I alla sjöar fick vi inte tillräckligt många abborrar i önskad storlek (längden 15–20 cm i enlighet med klassificeringsanvisningen). Gällande dessa sjöar nyttjades mätresultaten från abborrar och en jämförbar kvicksilverhalt kalkylerades med hjälp av regressionslinje. Metoden effektiviserar bedömningen av kvicksilverhalten om det är svårt att få abborrar i rätt storlek.</p> <p>Mätningen av kvicksilverhalt kommer att ändra klassificeringsresultaten som gäller sjöars kemiska status. I sjöar med lite humus har den kemiska statusen tidigare bedömts enbart utifrån sjötypen och nu ska klassen på den kemiska statusen ändras för ungefär hälften. Också i sjöar med mycket näringsämnen kan mätningarna ändra den kemiska statusen.</p> <p>I fortsättningen borde inte den kemiska statusen för sjöar i Nyland klassificeras enbart utifrån sjötypen. Den primära klassificeringsgrunden borde vara kvicksilverbestämningar som gjorts på abborrar i respektive sjö, vid behov med hjälp av regressionslinje. Om mätresultat inte är tillgängliga, kan man vid klassificeringen eventuellt använda uppgifter om sjöars vattenkvalitet, djup och egenskaper i rinningsområde. För tillämpning av uppgifterna i klassificeringssyfte krävs dock ytterligare utredningar.</p>				
Nyckelord (enligt Allärs) kvicksilver, abborre, skadliga ämnen, vattendrag, vattendragens tillstånd, uppföljning				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF) 978-952-314-732-4	ISSN-L	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation) 2242-2854
WWW www.doria.fi/ely-keskus		URN URN:ISBN:978-952-314-732-4		Språk Finska
				Sidantal 24
Beställningar				
Förläggningsort och datum Helsingfors 2018			Tryckeri	

Ahventen elohopeapitoisuudesta Uudenmaan vesistöissä alettiin kerätä tietoja järjestelmällisesti vuonna 2013. Elohopea on tärkeä tekijä vesien kemiallisen tilan luokittelussa. Monilla Uudenmaan järvillä elohopeapitoisuus on oletettu niin suureksi, että se heikentää vesistöjen kemiallista tilaa. Tähän raporttiin on koottu elohopeatiedot 42 järveltä sekä Gennarbyvikeniltä, joka on padottu merenlahti. Vesistöjen välillä on suuria eroja elohopeapitoisuuksissa, erityisesti vähähumuksisilla järvillä. Myös yksittäisten kalojen väliset erot ovat joissakin vesistöissä suuria. Vain pieni osa Uudenmaan vesistöistä on aiemmin luokiteltu elohopean mittaustulosten perusteella. Vesistöt, joilla elohopeamittauksia ei ole tehty, on luokiteltu vesistötyypin perusteella. On oletettu, että humusjärvillä ja vähähumuksisilla järvillä elohopeapitoisuudet ylittävät luokittelussa käytettävän raja-arvon eli ympäristönlaitunormin. Runsasravinteisilla järvillä ja rannikolla elohopeapitoisuuksien on oletettu olevan raja-arvoa pienempiä. Oletukset elohopeapitoisuuden vaihtelusta vesistötyypeittäin eivät näytä pitävän paikkaansa Uudellamaalla. Siksi kemiallisen tilan luokittelussa tulisi jatkossa käyttää ensisijaisesti elohopean mittaustuloksia, ei pelkkää vesistötyyppejä.

RAPORTTEJA 53 | 2018
AHVENTEN ELOHOPEAPITOISUUS UUDENMAAN JÄRVILLÄ
2016 – 2018

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-732-4 (PDF)

ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)
URN:ISBN: 978-952-314-732-4

www.doria.fi/ely-keskus | www.ely-keskus.fi