

Tiina Ripatti

KALOJEN CESIUM- JA
ELOHOPEAPITOISUUDET
KANGASALAN KUNNAN
YMPÄRISTÖ-
TERVEYDENHUOLLON ALUEELLA

Opinnäytetyö
Ympäristötekniologia


Tammikuu 2012




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 13.1.2012				
Tekijä(t) Tiina Ripatti	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristötekniologia				
Nimeke Kalojen cesium- ja elohopeapitoisuudet Kangasalan kunnan ympäristöterveydenhuollon alueella					
Tiivistelmä <p>Kangasalan kunnan ympäristöterveydenhuollon alueella Oriveden seutu oli yksi suurimpia cesiumin laskeuma-alueita 1986 tapahtuneen Tshernobylin onnettomuuden jälkeen. Tämä oli syy, miksi alueella toteutettiin tutkimus kalojen ¹³⁷Cs -pitoisuuksien nykytilanteen selvittämiseksi. Tutkimukseen oli luonnollista yhdistää toinen aine, elohopea, joka on sisävesien petokaloihin kertyvä raskasmetalli. Näytteitä saatiin 11 eri järvestä yhteensä 16 kalanäytettä. Näytteet olivat haukea ja kuhaa. Tulokset tukivat käsitystä siitä, että ¹³⁷Cs -pitoisuudet ovat palanneet lähes siihen mitä ne olivat ennen Tshernobylin onnettomuutta. Tämän suuntauksen ovat osoittaneet myös muulla tehdyt tutkimukset. Vain kahden kalanäytteen pitoisuus ylitti kaupanpidettävälle kalalle annetun ¹³⁷Cs raja-arvon 600 Bq/kg. Tuloksista voidaan kokonaisuutena kuitenkin todeta, että voimakkaimmilla laskeuma-alueilla säteilyn vaikutus oli silti havaittavissa. Tutkittujen kalanäytteiden elohopeapitoisuudet olivat yhtä näytettä lukuun ottamatta alle annettujen raja-arvojen. Sisävesien petokaloille on Eviran toimesta annettu elohopean suhteen syöntisuosituksia.</p> <p>Kalan positiiviset terveysvaikutukset ravinnossamme ovat kiistattomat ja siksi voidaankin todeta, että Kangasalan kunnan ympäristöterveydenhuollon toimialueella voidaan kalaa syödä ilman merkittävää terveysriskiä. Ainoastaan riskiryhmien, sisävesien petokaloja paljon syövien ihmisten ja raskaana olevien tai imettävien äitien tulee kiinnittää huomiota elohopean kokonaissaantiin.</p>					
Asiasanat (avainsanat) cesium, säteily, radioaktiivisuus, elohopea, raskasmetallit, petokalat, hauki, kuha					
Sivumäärä 33 s. + 18 s.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Kieli</td> <td style="width: 33%;">URN</td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	
Kieli	URN				
Suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä) Liitteitä 5 kpl					
Ohjaavan opettajan nimi Marjatta Lehesvaara	Opinnäytetyön toimeksiantaja -				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 13 January 2012
Author(s) Tiina Ripatti	Degree programme and option Environmental Engineering	
Name of the bachelor's thesis The concentrations of cesium and mercury in fishes within environmental healthcare area in Kangasala municipality		
Abstract <p>Fish is recommended food and consumption of fish should be increased. On the other hand fish can also contain harmful substances as radioactive cesium and heavy metal mercury. Kangasala region and Orivesi region were the areas where the radioactive fallout by the accident of Tsernobyls nuclear power plant in 1986 was very heavy. That was the reason why the ¹³⁷Cs levels by inland waters fish were enquired. Also the other substance mercury accumulates in food chain and that was the reason why it was enclosed in research.</p> <p>The 16 fish samples were predatory fish mainly pike and pikeperch, in the 11 different lakes. The research results vindicated presumptions that the cesium levels were reduced in most of the lakes below 600 Bq/kg. Only two samples were over the boundary value. The mercury levels were under boundary value apart from one sample. The conclusion of this research is that we can eat fish quite safely in Kangasala and Orivesi areas. Only the groups at risk, the people who eats a lot of inside waters predatory fish and pregnant and breastfeeding women's, should pay attention mainly the supply of mercury.</p>		
Subject headings, (keywords) cesium, radiation, radioactivity, mercury, heavy metal, predatory, pikeperch, pike		
Pages 33 s. + 18 s.	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices 5 appendices		
Tutor Marjatta Lehesvaara	Bachelor's thesis assigned by -	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	SÄTEILY	1
2.1	Luonnosta peräisin oleva säteily.....	2
2.2	Keinotekoinen radioaktiivinen säteily	2
3	CESIUM-137	2
3.1	Cesium elintarvikkeessa	3
3.2	Cesium vesistössä	4
4	ELOHOPEA.....	4
4.1	Elohopea ympäristössä	5
4.2	Elohopea elintarvikkeessa	5
5	TULOSTEN VERTAILUMATERIAALI	6
5.1	Sastamalan alueen selvitys kalojen ¹³⁷ Cs - ja elohopeapitoisuuksista	7
5.2	EVO - hanke 2010	7
5.3	Aikaisemmat ¹³⁷ Cs -tutkimukset Kangasalan ja Oriveden seudulla.....	8
5.3.1	Kangasalan seudun ¹³⁷ Cs -pitoisuudet	8
5.3.2	Oriveden seudun ¹³⁷ Cs -pitoisuudet	9
5.3.3	Elohopeatutkimukset Kangasalan seudun alueella	11
5.4	Syöntisuositukset ja raja-arvot.....	11
6	TUTKIMUKSEN PERUSTEET JA TUTKIMUSALUEEN KUVAUS.....	12
6.1	Laskeuma-alue	12
6.2	Kangasalan seutu ja Oriveden seudun alueiden kuvaus	13
6.3	Kalanäytteiden pyyntijärvien kuvaus	14
6.3.1	Vehkajärvi.....	14
6.3.2	Vesijärvi.....	15
6.3.3	Pajulanjärvi	15
6.3.4	Roine	16
6.3.5	Kirkkojärvi.....	17
6.3.6	Linnajärvi.....	17
6.3.7	Längelmävesi	18
6.3.8	Vinkiänjärvi	18
6.3.9	Mallasvesi	19

6.3.10 Pälkänevesi	19
6.3.11 Iso-Hanhijärvi	19
7 KALANÄYTTEET JA NIIDEN KÄSITTELY.....	20
8 TULOKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI	21
8.1 Cesiumpitoisuuksien arviointi	22
8.2 Elohopeapitoisuuksien arviointi	24
8.3 Kalan painon vaikutus elohopea- ja ¹³⁷ Cs -pitoisuuksiin.....	24
8.4 Vertailu elohopean raja-arvoihin ja syöntisuositukseen	26
8.5 Vertailu kaupanpidettävän kalan ¹³⁷ Cs -pitoisuudelle	27
8.6 Järven koon vaikutus elohopea- ja ¹³⁷ Cs -pitoisuuksiin.....	27
9 POHDINTA	29
10 YHTEENVETO	30
LÄHTEET	32

LIITTEET

Liite 1: Kartta näytteenottopaikoista (Pohjakartta©Maanmittauslaitos, 51/MML/11)

Liite 2: Cesiumpitoisuudet, Orivesi

Liite 3: Näytetulokset 2011

Liite 4: Cesiumpitoisuudet, Vesijärvi

Liite 5: Kartan julkaisulupa

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään kalojen cesiumpitoisuudet (^{137}Cs) ja elohopeapitoisuudet (Hg) Kangasalan seudun (Kangasalan kunta, Pälkäneen kunta) ja Oriveden seudun (Oriveden kaupunki, Juupajoen kunta) alueen järvikaloista vuonna 2011. Alueella, etenkin Oriveden seudulla, on tehty aikaisemmin ^{137}Cs -määrittämiä runsaasti, koska seutu oli 1986 tapahtuneen Tšernobylin onnettomuuden jälkeen yksi eniten laskeumasta kärsineistä alueista. (Säteilyturvakeskus 2001.)

Tutkimukseen otetut kalat on pyydystetty paikallisten kalastajien toimesta kevään ja kesän 2011 aikana. Kaloista saatuja tutkimustuloksia verrataan aikaisemmin Kangasalla ja Orivedellä tutkittuihin cesium- ja elohopeatuloksiin, sekä valtakunnallisiin tuloksiin. Kaupan olevien luonnontuotteiden ^{137}Cs -pitoisuuden enimmäisrajaksi on annettu 600 Bq/kg (2003/274/Euratom) ja tämän rajan ylittymistä haluttiin selvittää. Cesiuminpitoisuuksien määrittämisen ohella tuntui luonnolliselta liittää tutkittavaksi myös elohopea. Aiemmillä tutkimuksilla on osoitettu että sekä ^{137}Cs , että elohopea kertyvät petokaloihin. Elohopealle on annettu enimmäispitoisuusrajat (hauki 1 mg/kg, kotimaiset muut kalat 0,5 mg/kg), jotka ovat niin korkeat, että on ollut yleisesti tarve antaa syöntisuosituksia, ettei enimmäissaantisuositus 0,1 mg/viikko ylittyisi. Tulosten perusteella arvioidaan kertykö petokalaan tietyissä olosuhteissa suuria pitoisuuksia molempia aineita. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2010.)

Näytteiden hankinnan koordinointi tehtiin viranomaistyönä ympäristöterveydenhuollon elintarvikevalvonnan yksikössä, joten tutkimusprojektiin ei tarvittu erillistä rahoitusta. Tutkimustuloksia hyödynnetään mahdollisten jatkotutkimusten teossa sekä niistä tiedotetaan julkisesti paikallislehtien välityksellä.

2 SÄTEILY

Säteilyannoksella kuvataan haittaa, jota radioaktiiviset aineet aiheuttavat ihmiselle. Ulkoisella säteilyannoksella tarkoitetaan kehon ulkopuolelta olevasta säteilylähteestä aiheutuvaa säteilyannosta. Sisäisellä säteilyannoksella tarkoitetaan sellaista säteilyannosta, joka aiheutuu kehossa olevasta radioaktiivisesta aineesta. Efektiivinen annos lasketaan ottamalla huomioon eri elinten ja eri kudosten erilaiset säteilyherkkyydet

niille määritettyjen painotuskertoimien avulla. Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv). Suomalaisten eri säteilylähteistä saama keskimääräinen säteilyannos on noin 3,7 millisievertiä (mSv) vuodessa. (Korkeala 2007, 285.)

2.1 Luonnosta peräisin oleva säteily

Vuotuisesta säteilyannoksesta noin puolet 2,0 mSv on peräisin huoneilman radonista ja hieman yli neljäsosa 1,1 mSv aiheutuu luonnon taustasäteilystä. Luonnon taustasäteilyyn luetaan luonnolliset radioaktiiviset aineet, jotka joutuvat nielemisen ja hengittämisen mukana kehoon. Lisäksi luonnosta peräisin olevaan säteilyyn kuuluvat maaperästä, ja rakennusmateriaaleista johtuva ulkoinen säteily sekä avaruudesta peräisin oleva kosminen säteily. (Korkeala 2007, 285–286.)

2.2 Keinotekoinen radioaktiivinen säteily

Keinotekoisista radioaktiivisista aineista saatava annostus johtuu yleensä lääketieteellisestä käytöstä, Tšernobylin onnettomuudesta ja aikaisemmista ydinasekokeista. Lääketieteellinen käyttö aiheuttaa vuodessa noin 0,53 mSv keskimääräisen annoksen ja Tšernobylistä tai ydinasekokeiluista aiheutuva annos on noin 0,02 mSv. Suurin osa Tšernobylistä peräisin olevasta ulkoisesta ja sisäisestä annoksesta aiheutuu cesiumin isotoopista ^{137}Cs . Annoksesta neljäsosa tulee ruuan mukana nautitusta ^{137}Cs ja loput ulkoisesta säteilystä. (Korkeala 2007, 285–286.)

3 CESIUM-137

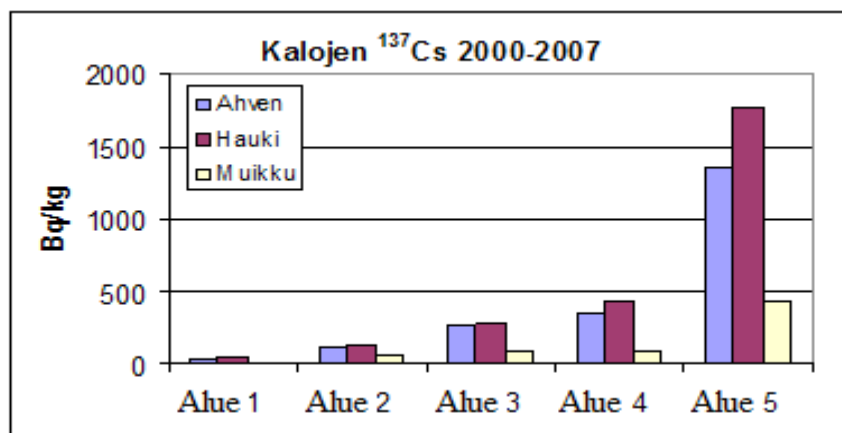
^{137}Cs on cesiumin radioaktiivinen isotooppi, joka muodostuu yleisimmin ytimen halkeamis- eli fissioreaktiossa. Sen fysikaalinen puoliintumisaika on 30 vuotta, mutta sen biologinen puoliintumisaika on vain 3 kuukautta. Luonnosta ^{137}Cs :n aktiivisuus vähenee noin 2,3 % vuodessa. Radioaktiiviset aineet poistuvat ihmisen elimistöstä yleensä nopeammin kuin kyseisen radionuklidin puoliintumisajan perusteella voisi päätellä. Radioaktiivisen aineen määrä elimistössä pienenee radioaktiivisen aineen hajotessa. Radioaktiivinen aine poistuu elimistöstä myös biologisten toimintojen vaikutuksesta. ^{137}Cs :n säteilyn yksikkö on Becquerel (Bq). Radioaktiivisen aineen ak-

tiivisuus on 1 Bq silloin, kun ainemäärässä hajoo keskimäärin yksi atomi sekunnissa. (Säteilyturvakeskus 2001.)

3.1 Cesium elintarvikkeessa

Elintarvikkeissa esiintyvistä keinotekoisista radioaktiivisista aineista ^{137}Cs on peräisin pääasiassa vuonna 1986 tapahtuneesta Tshernobylin ydinvoimalaitosonnettomuudesta sekä ilmakehässä 1950- ja 1960 -luvuilla tehdyistä ydinkokeista. Pitkällä aikavälillä säteilyaltistuksen kannalta merkittävin keinotekoinen radioaktiivinen aine on ^{137}Cs . Radioaktiiviset aineet kulkeutuvat maaperästä ja vesistöistä ravintoketjujen kautta elintarvikkeisiin ja niistä ihmisiin. Maatalouden ravinnekierrosta cesium väheni Tshernobylin onnettomuuden jälkeen nopeasti, mutta luonnon ravintoketjuista sen poistuminen vie vuosikymmeniä. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2010).

Luonnosta saatavissa elintarvikkeissa laskeumasta peräisin olevaa cesiumia esiintyy vielä melko korkeinakin pitoisuuksina. Luonnontuotteiden ^{137}Cs - pitoisuustaso vaihtelee lajeittain ja on suhteessa alueen laskeumaan. Laskeuma-alueita käsitellään kohdassa 6. Tutkimuksen perusteet ja tutkimusalueen kuvaus. Kaupanpidettäville tuotteille EU on suositellut raja-arvoa 600 Bq/kg, joka voi ylittyä niukkaravinteisten järvien petokaloissa (kuva 1) ja monissa sienilajeissa laskeuma-alueilla 4 – 5. Viljellyissä tuotteissa sekä maidossa ja lihassa keinotekoisien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ovat erittäin pienet. ^{137}Cs : n keskipitoisuus näissä on yleensä alle 1 Bq/kg, vaihtelevuutenkin korkeintaan 30 Bq/kg. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2010.)



KUVA 1. Kalojen cesium-pitoisuudet laskeuma-alueittain (Eviran julkaisu 15/2010)

Radioaktiivisen cesiumin ja strontiumin aiheuttama vuosittainen säteilyannos ravinnon kautta on alle 0,01 mSv. Runsaasti luonnontuotteita syövän henkilön säteilyannos elintarvikkeista voi olla yli kymmenkertainen keskivertokuluttajaan verrattuna. Radioaktiivisesta cesiumista aiheutuva annos on suurin laskeuma-alueiden 4 – 5 metsästäjillä ja kalastajilla, joiden ruokavalio sisältää runsaasti riistanlihaa, järvikalaa, sieniä ja metsämarjoja. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2010.)

Säteilylle altistuminen lisää todennäköisyyttä sairastua syöpään. Pienillä annoksilla riski on hyvin vähäinen. Riskinarvioinnin tekemistä vaikeuttaa se, että pienillä annoksilla säteilyn vaikutuksia on mahdotonta erottaa muiden tekijöiden aiheuttamista haitoista.

3.2 Cesium vesistöissä

Kalojen cesiumpitoisuuksissa on järvikohtaisia eroja. Järvikalojen¹³⁷ Cs -pitoisuudet ovat monin paikoin laskeneet jo Tšernobylin onnettomuutta edeltävälle tasolle. Merissä kalojen cesiumpitoisuudet ovat pienempi kuin järvissä, koska iso vesimäärä laimentaa pitoisuuksia ja suolapitoisuus vähentää kalojen cesiumin ottoa. Itämeren kaloissa¹³⁷ Cs -pitoisuus on alle 100 Bq/kg. Pitemmän ravintoketjun vuoksi petokalat saavuttivat korkeimmat cesiumpitoisuudet vasta pari vuotta Tšernobylin laskeuman jälkeen. Juomavedessä cesiumia esiintyy vain vähän. Vuonna 2001 pintavedestä tehdyn juomaveden cesiumpitoisuuden tutkimuksen mukaan pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,001 Bq/kg – 0,05Bq/kg. (Hänninen 2002.)

4 ELOHOPEA

Elohopea ja sen yhdisteet ovat toksisia ja niitä esiintyy kaikkialla luonnossa. Luonnossa se voi esiintyä metallisena, vesiliukoisena kloridina tai orgaanisissa yhdisteissä. Elohopea muuttuu vesistöön joutuessaan mikro-organismien vaikutuksesta vaaralliseksi metyylielohopeaksi (CH₃ Hg). Yhdiste ei liukene herkästi veteen mutta humuspitoisessa vedessä se voi kerääntyä vesieliöihin. Metyylielohopea rikastuu ravintoketjussa pysyvyytensä takia. Eritoten petakaloissa on todettu suuria pitoisuuksia elohopeaa verrattuna niiden ravintokaloihin.

Kokonaisaltistuminen elohopealle riippuu ratkaisevasti kalan, erityisesti sisävesikalan syönnistä. Järvikalalajeista erityisesti hauki kerää kudoksiinsa huomattavia elohopeapitoisuuksia. Suomessa sisäjärivistä pyydettyjen 1 kg painoisten haukien keskimääräiseksi elohopeapitoisuudeksi todettiin 0,5 mg/kg, ja 20 % järvistä suurien haukien pitoisuudet ylittivät raja- arvon 1,0 mg/kg. Suomalaiset keskimääräiseksi altistumistasoksi arvioitiin vuonna 1994 noin 7µg/vrk, mikä on neljäsosa WHO:n asettamasta enimmäissaantisuosituksesta. (Korkeala 2007, 271.)

4.1 Elohopea ympäristössä

Ilmakehässä elohopea saattaa kulkeutua kaasumaisessa muodossa ja partikkeleihin sitoutuneena pitkiä matkoja. Se päättyy lopulta maaperään ja vesistöihin. Suurin elohopeanlähde luonnossa on maankuoressa tapahtuva luonnollinen emissio. Suomalaisissa vesistöissä kohonneet elohopeapitoisuudet johtuvat aikaisemmin teollisuuden käyttämisestä menetelmistä esim. kloorin valmistuksesta elohopeakennoissa sekä elohopeayhdisteiden käyttämisestä paperiteollisuudessa. Vuoden 1991 jälkeen Suomessa ei ole käytetty elohopeapitoisia peittäusaineita ja selluloosan valkaisuun käytetty kloori on korvattu vetyperoksidilla.

Elohopeaa pääsee kuitenkin luontoon jätteiden ja fossiilisten polttoaineiden poltosta ja öljytuotteiden jalostuksesta. Ilmakehän elohopea sitoutuu tehokkaasti metsien humuskerrokseen ja kulkeutuu sieltä orgaanisen aineksen kautta vesistöihin. Sateiden mukana tuleva laskeutuva elohopea voi kulkeutua kaukaisiltakin päästöalueilta. Suomen oloissa tärkeä elohopean jakautumiseen vaikuttava lisätekijä ovat happosateet, jotka irrottavat elohopeaa suoperäisistä maista ja saavat sen siirtymään järviin. (Korkeala 2007, 271.)

4.2 Elohopea elintarvikkeessa

Elintarvikkeet ovat ihmisen ensisijainen elohopean saantilähde ja elintarvikkeista sitä eniten on kalassa. Lihassa pitoisuudet ovat yleensä pieniä, mutta sisäelimissä voidaan havaita korkeitakin pitoisuuksia. Ravinnon mukana tulleesta epäorgaanisesta elohopeasta imeytyy noin 7 %, mutta metyylielohopeasta yli 90 %. Metyylielohopea poistuminen esim. kaloista on hyvin hidasta, minkä vuoksi kalojen syönnille on asetettu syöntisuosituksia. Elohopealla ei ole mitään tehtävää ihmisen elimistössä, koska se ei kuulu hivenaineisiin. Elohopea kulkeutuu elimistössä verenkierron välityksellä. Eniten elohopeaa löytyy aivoista ja hermostoista. Epäorgaaninen elohopea vaurioittaa myös

munuaisia. Elohopea voi aiheuttaa ihmiselle myrkytyksen ja pitkäaikainen altistus voi aiheuttaa mm. aivovaurion. Riskiryhminä ovat raskaana olevat naiset ja sikiöt.

Elohopea kulkeutuu kaloihin joko suoraan vedestä tai ravinnon välityksellä. Epäorgaaninen ja orgaaninen elohopea kertyvät samalla tavalla, mutta orgaaninen elohopea erittyy huomattavasti hitaammin, jolloin sen osuus kalan kokonaiselohopeapitoisuudesta on huomattavan suuri. Kalojen elohopeapitoisuus nousee iän ja kalan koon mukaan. Edelleen hidaskasvuisuus korreloi elohopeapitoisuuden kanssa. Ravinnon merkitys elohopealähteenä on suurempi petokaloilla kuin pohja- tai planktonsyöjillä. Esimerkiksi hauen on sanottu saavan noin 60 % elohopeasta ravinnostaan. Korkealla ravintoketjussa olevan kalan suurempi elohopeapitoisuus johtuu siitä, että niiden saama orgaanisen elohopean määrä on suurempi. (Klein 1994.)

Kalan metyylielohopeapitoisuuteen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- matala pH vedessä
- karujärvi
- alhainen ionipitoisuus
- humuspitoisuus
- tumma väri
- suuri valuma-alue suhteessa järven pinta-alaan
- syvä järvi tai pieni tilavuus
- nuori tekojärvi, alhainen happipitoisuus
- kalapopulaatiossa vain haukia ja ahvenia

(Klein 1994.)

5 TULOSTEN VERTAILUMATERIAALI

Tämän tutkimuksen tulosten arvioinnissa käytettiin apuna aikaisempia tutkimuksia sekä selvityksiä. Tuloksia vertailtiin STUK:n (Säteilyturvakeskus) ja Eviran tekemään tutkimukseen Sastamalan perusturvakuntayhtymän alueelta 2005, aluehallintoviraston tekemään yhteenvetoon Eviran EVO-hankkeesta 2010 sekä Oriveden kaupungin ja Kangasalan kunnan alueilla aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin. Tuloksia verrattiin edellisten lisäksi myös annettuihin raja-arvoihin ja syöntisuosituksiin.

5.1 Sastamalan alueen selvitys kalojen ¹³⁷Cs - ja elohopeapitoisuuksista

Koska Tšernobylin laskeuma jakautui Suomen alueella epätasaisesti, pyrittiin selvittämään pitoisuuksia niillä alueilla, missä laskeumaa tuli eniten. Kesällä 2005 Elintarviketurvallisuusvirasto ja Säteilyturvakeskus toteuttivat yhdessä Sastamalan perusturvakuntayhtymän kanssa projektin, jossa määritettiin kalojen cesium ja elohopeapitoisuuksia alueella.

Näytelajit olivat ahven ja hauki. Kaikista järvistä pyrittiin saamaan näyte sekä isokokoisista, että pienikokoisista ahvenista ja hauista. Kunkin näytteen tuli muodostua vähintään kolmesta kalasta. Kalat luokiteltiin myös koon mukaan. Tutkimuksessa oli yhteensä 79 kalanäytettä, joista 56 oli ahvennäytteitä sekä 23 haukinäytteitä.

Tutkituista 31 järvestä 9:ssä esiintyi yli EU:n suositteleman myyntirajan 600 Bq/kg olevia ¹³⁷Cs -pitoisuuksia. Pitoisuusraja ylittyi 17 näytteessä, joista 12 oli ahventa ja 5 haukea. Kalojen cesiumpitoisuudet vaihtelivat välillä 5 Bq/kg – 1850 Bq/kg.

Hauelle määritetty elohopean enimmäispitoisuusraja 1 mg/kg ylittyi yhdessä haukinäytteessä. Muille kalalajeille määritetty elohopean enimmäispitoisuusraja 0,5 mg/kg ylittyi kuudessa ahvennäytteessä. Elohopeapitoisuudet vaihtelivat välillä 0,024 mg/kg – 1,30 mg /kg tp.

Tutkimukset johtopäätöksenä todettiin, että saadut tutkimustulokset tukivat Eviran olemassa olevaa kalan syöntisuositusta. Perusteluna todettiin, että vähentämällä isojen petokalojen syöntiä ja kun raskaana olevat naiset eivät syö haukea ollenkaan, pystytään asianmukaisesti vähentämään cesiumille ja elohopealle altistumista.

5.2 EVO - hanke 2010

Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston laatiman yhteenvedon mukaan alueen elintarvikevalvontayksiköistä 12 osallistui valtakunnalliseen EVO hankkeeseen ”Elintarvikkeiden radioaktiivisuusvalvonnan tehostaminen kunnissa”. Hankkeessa otettiin näytteitä ¹³⁷Cs -pitoisuuden selvittämiseksi luonnontuotteista kuten marjoista, sienistä, kaloista ja riistasta. Selvityksessä tutkittujen kalojen kokonaismäärä oli 13. Kalanäytteet jakautuivat seuraavasti:

- haukinäytteitä oli 7 kpl,
- ahvennäytteitä 4 kpl
- sulkavanäytteitä 1 kpl

Kalanäytteistä yhden näytteen ^{137}Cs -pitoisuus ylitti enimmäispitoisuussuosituksen ollen 1000 Bq/kg. Tämä näyte oli otettu Saarijärveltä. Kalanäytteiden ^{137}Cs -pitoisuudet vaihtelivat 11 Bq/ kg – 1000 Bq/ kg:ssa ollen pääsääntöisesti alle 200 Bq/ kg:ssa (8 kpl). Elohopeapitoisuuksia ei tässä selvityksessä tutkittu. (Aluehallintovirasto 2011.)

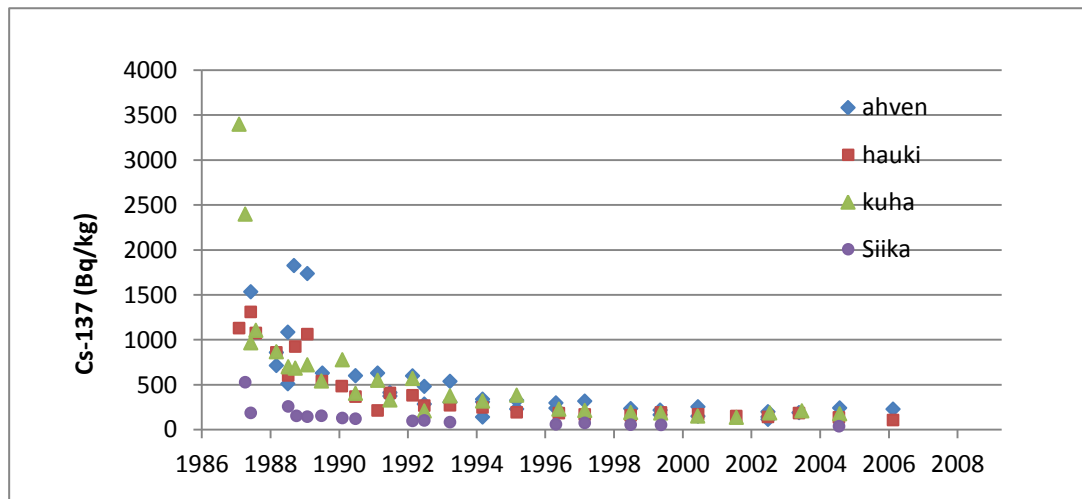
Tulosten tulokinnassa todettiin, että ^{137}Cs -pitoisuudet kalanäytteiden osalta olivat hyviä ja pitoisuudet olivat laskeneet aikaisempiin tutkimustuloksiin verrattuna. Lisätarvetta selvityksiin koettiin kuitenkin olevan, koska tässä tutkimuksessa kalojen näytemäärä (13 kpl) jäi sangen pieneksi hankkeen kokonaisnäytemäärään verrattuna (184 kpl).

5.3 Aikaisemmat ^{137}Cs -tutkimukset Kangasalan ja Oriveden seudulla

Kangasalan seudulla sekä Orivedin seudulla tutkittiin onnettomuuden jälkeen paljon kalojen ^{137}Cs - pitoisuuksia. Oriveden seudulta mitatut lukemat olivat suurimpia Suomessa koskaan mitattuja cesiumpitoisuuksia. Oriveden seudun ja Kangasalan seudun aikaisemmat cesiumtulokset on esitetty liitteissä 2 ja 4.

5.3.1 Kangasalan seudun ^{137}Cs -pitoisuudet

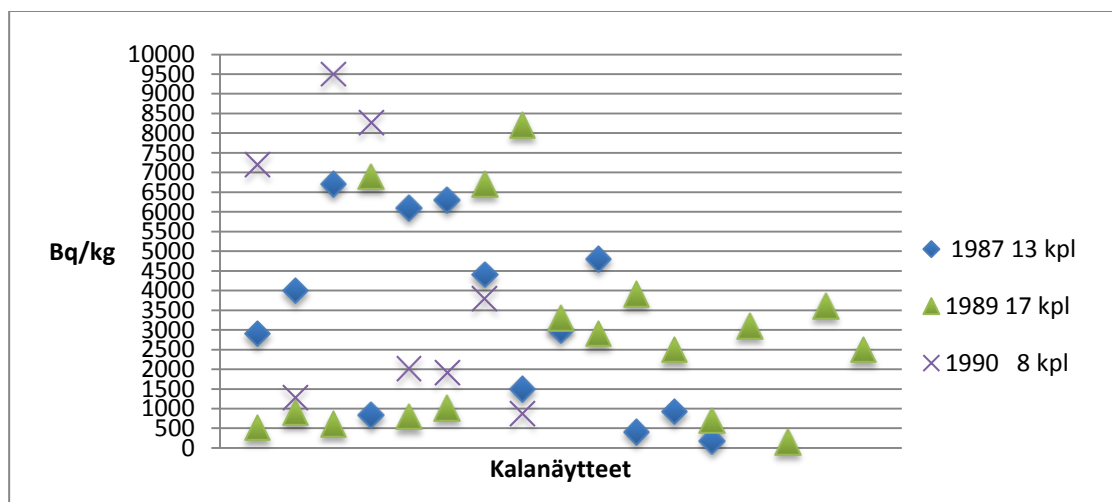
Kangasalla mittauksia tehtiin Vesijärven kaloista kunnan ympäristönsuojelun toimesta 1986 – 2006 välisenä aikana. Tutkimustulokset on esitelty kuvassa 2. Vesijärven petokaloissa (kuha, hauki, ahven), mitattiin selvästi kohonneita pitoisuuksia vuosina 1988 – 1992. Maksimipitoisuudet olivat 2500 Bq/ kg – 3500 Bq/ kg. Siian pitoisuudet pysyivät alle 600 Bq/kg kaikkina mittausajankohtina. Vuoden 1992 jälkeen pitoisuudet laskivat myös petokaloissa alle 600 Bq/kg:ssa.



KUVA 2. Kalojen ^{137}Cs -pitoisuuksia Kangasalan Vesijärvestä 1986 -2006

5.3.2 Oriveden seudun ^{137}Cs -pitoisuudet

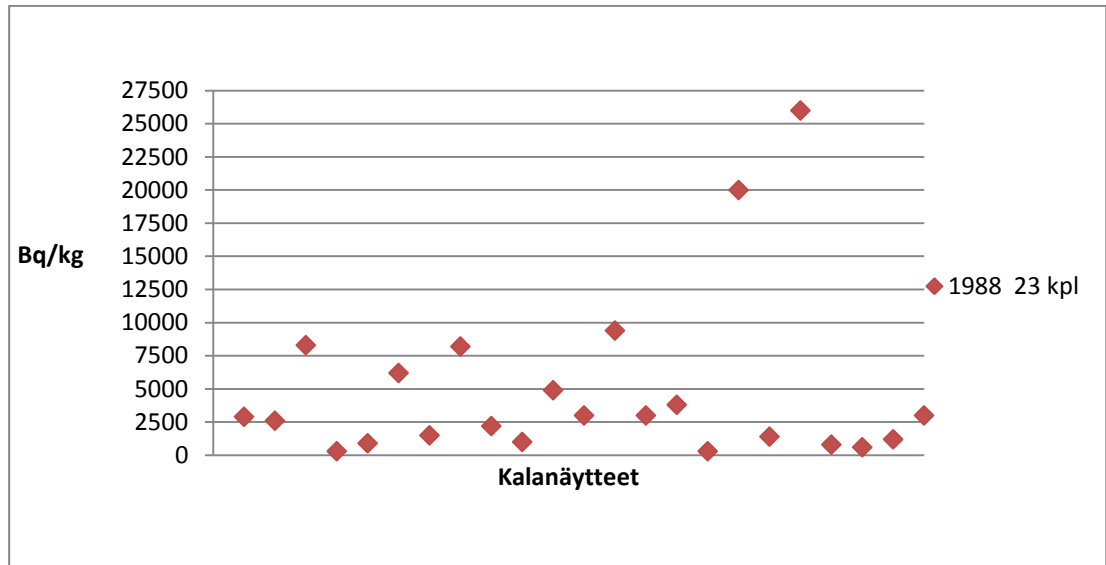
Oriveden seudulla tutkittiin kalanäytteitä alueen järvistä kattavasti. Tšernobylin kevään 1986 onnettomuuden aiheuttama laskeuma näkyi selvästi vuoden 1987 jälkeen (kuva 3). Maksimipitoisuus vuosina 1987, 1989 ja 1990 oli 9500 Bq/kg:ssa (Enojärvi 1990, hauki). Esimerkkinä laskeuman vaikutuksesta voidaan ottaa vuoden 1987 näytteet, joista 13 näytteestä vain 2 alitti 600 Bq/kg :ssa, maksimiarvon ollessa 6700 Bq/kg.



KUVA 3. Kalojen ^{137}Cs -pitoisuudet Oriveden Seudulla 1987, 1989, 1990

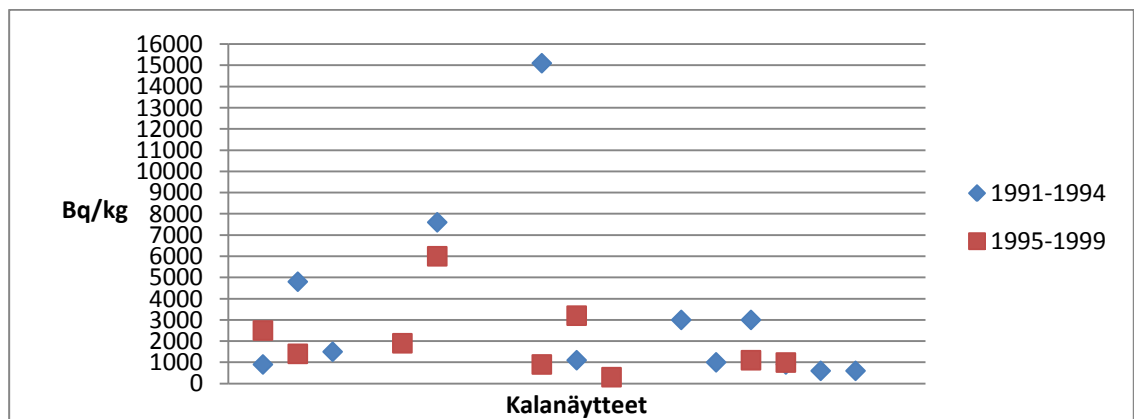
Vuonna 1988 laskeuman vaikutus kalojen cesiumpitoisuuksissa korostui merkittävästi, ja siksi vuoden 1988 cesiumpitoisuudet on esitelty erikseen kuvassa 4. Maksimiarvot

26 000 Bq/kg mitattiin Oriveden Saarijärveltä sekä 20 000 Bq/ kg Oriveden Valkeajärvestä. Näytteitä oli otettu 23 kpl ja vain 2 näytettä alitti 600 Bq/kg:ssa.



KUVA 4. Kalojen ¹³⁷Cs -pitoisuudet Oriveden seudulla 1988

Laskeuman voimakkuutta kuvastaa se, että pitoisuudet muissakin kalalajeissa kuin pelkästään petokaloissa olivat hyvin korkeita. Esimerkiksi 1987 Oriveden Ahtiasta pyydetyssä siassa oli 2900 Bq/kg ja Oriveden Pukalasta pyydetyssä muikussa 3000 Bq/kg. Oriveden Pukalajärvessä mitattiin myöhemminkin korkeita arvoja. Vuonna 1989 mateessa oli 8230 Bq/kg ja vielä vuonna 1997 mateessa 3200 Bq/kg ja muikussa 900 Bq/kg. Vuosien 1991–1999 pitoisuuksia on kuvattu kuvassa 5. Tuloksista voidaan todeta, että korkeita pitoisuuksia löytyy edelleen, mutta vuosina 1995 – 1999 otetut ¹³⁷Cs-pitoisuudet ovat jo selvästi pienempiä kuin 1991 – 1994 otettujen näytteiden pitoisuudet.



KUVA 5. Kalojen ¹³⁷Cs -pitoisuudet Oriveden seudulla 1991 – 1999

5.3.3 Elohopeatutkimukset Kangasalan seudun alueella

Aikaisempia elohoepitoisuuden tutkimustuloksia oli käytettävissä yllättävän vähän. Ehkä syynä oli se, että Tšernobylin onnettomuuden takia päähuomio keskittyi ¹³⁷Cs -pitoisuuksien tarkkailuun, eikä niinkään raskasmetallien kertymiseen kaloissa. Kuitenkin tuloksista voidaan todeta, ettei elohopea ole ollut merkittävä ongelma Kangasalan suurissa vesistöissä (Vesijärvi, Roine) eikä myöskään Kirkkojärvässä, jonne 1970 luvulla johdettiin jätevesiä. Elohoepitoisuustulokset on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Kalojen elohoepitoisuudet Kangasalan seudun alueella

PYYNTIPAIKKA	KALALAJI	PYYNTIAIKA	Hg mg/kg
Vesijärvi	Hauki (kokooma 5 kpl)	1993	0,2
Vesijärvi	Hauki (kokooma 5 kpl)	1993	0,2
Kirkkojärvi, Kangasala	Ahven (kokoomanäyte)	1998	0,02
Kirkkojärvi, Kangasala	Hauki (kokooma 6 kpl)	2004	0,07
Kirkkojärvi, Kangasala	Ahven (kokoomanäyte)	2007	0,07
Roine	Kuha	2009	0,15

5.4 Syöntisuositukset ja raja-arvot

Elohopean kertymisen vuoksi Eviran on antanut syöntisuosituksen, jonka mukaan raskaana olevien ja imettävien äitien ei pitäisi syödä lainkaan haukea ja muidenkin tulisi syödä haukea ainoastaan keskimäärin 1 – 2 kertaa kuukaudessa. Perusteluna on se, ettei enimmäissaantisuositus 0,1 mg/viikko/60 kg ylittyisi. EU:n raja-arvo elohoepitoisuudelle on 1 mg/kg hauessa ja ankeriaassa ja muissa kaloissa mg/kg. (Elin-
tarviketurvallisuusvirasto).

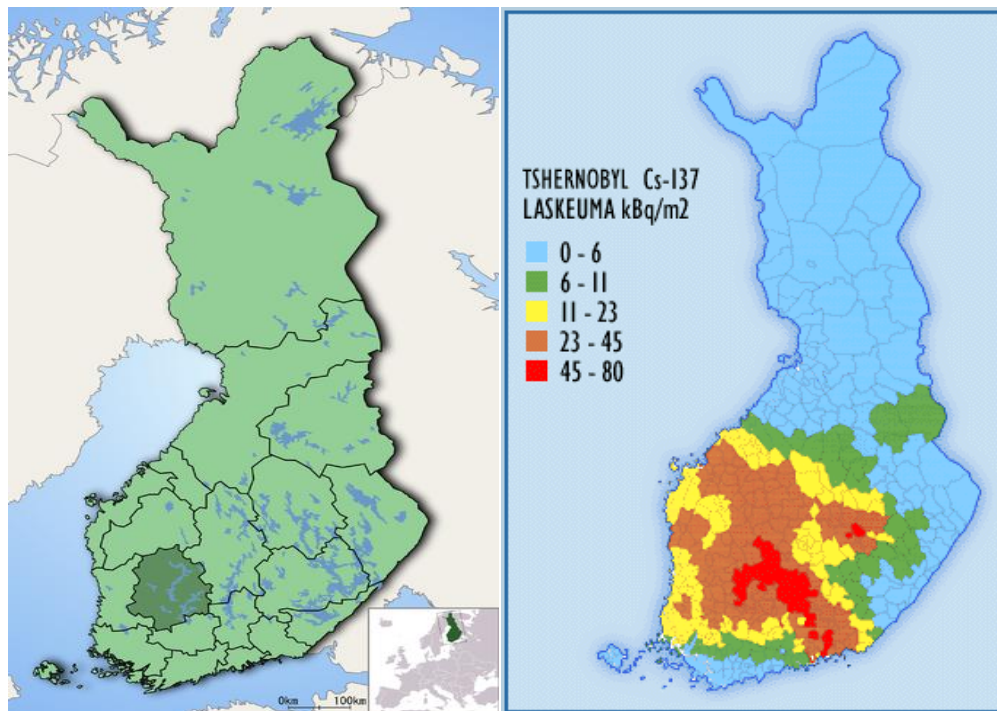
Kaupan olevien luonnontuotteiden ¹³⁷Cs -pitoisuuden enimmäisrajaksi on annettu 600 Bq/kg (2003/274/Euratom). Raja-arvo koskee kaikkia luonnontuotteita, kuten riistaa, sieniä ja marjoja.

6 TUTKIMUKSEN PERUSTEET JA TUTKIMUSALUEEN KUVAUS

Tutkimus päätettiin tehdä, koska cesiumpitoisuuksien muuttumisen seuranta haluttiin jatkaa ja koska Kangasalan ja etenkin Oriveden alueeseen oli kohdistunut voimakas laskeuma 1986 tapahtuneen Tšernobylin onnettomuuden jälkeen. Vierasainevalvon-
nassa keskityttiin elohopeapitoisuuden määrittämiseen. Seuraavassa luvussa kuvataan tarkemmin laskeuma-alueita, ympäristöterveydenhuollon toiminta-alueita sekä järviä, mistä kalanäytteet on pyydystetty.

6.1 Laskeuma-alue

Pirkanmaan kuuluvat Kangasalan seutu sekä Oriveden seutu olivat keväällä 1986 tapahtuneen Tšernobylin ydinvoimalaonnettomuuden aiheuttaman säteilyn laskeuma-
alueita. Etenkin Oriveden seudun järvistä mitattiin korkeita ^{137}Cs -pitoisuuksia. Tšernobylin-laskeuma levisi Suomeen erittäin epätasaisesti. Tämän takia Suomi onkin jaettu viiteen alueeseen ^{137}Cs -laskeuman mukaan. Alueella 1 on vähiten laskeumaa ja alueella 5 eniten laskeumaa. Pirkanmaa kuuluu tässä luokittelussa alueeseen 3 - 4. Tarkemmassa kuntakohtaisessa luokituksessa Kangasala kuuluu luokkaan 4 ja Orivesi luokkaan 5. Pirkanmaan sijainti sekä suurimmat laskeuma-alueet Suomessa on esitetty seuraavissa kartoissa (kuva 6). (Säteilyturvakeskus 2001.)



KUVA 6. Pirkanmaan sijainti Suomen kartalla ja ^{137}Cs :n laskeuma-alueet (Säteilyturvakeskus)

Säteiden määrä ja voimakkuus vaihtelivat eri puolilla Suomea runsaasti. Tästä syystä myös maaperään tulleiden radioaktiivisten aineiden määrä vaihteli. Laskeuman mukana tuli paljon melko lyhytikäisiä radioaktiivisia aineita, jotka hävisivät luonnosta jo muutamien päivien tai kuukausien kuluessa. Pitkällä aikavälillä säteilyannosten kannalta tärkeimmät aineet ovat cesiumin radioaktiiviset isotoopit eli cesium-137 ja cesium-134. Edellisen puoliintumisaika on 30 vuotta ja jälkimmäisen noin 2 vuotta. (Säteilyturvakeskus 2001.)

Tutkittavaksi haluttiin ottaa myös cesiumin lisäksi toinen kaloihin kertyvä aine. Tutkittavaksi aineeksi valittiin elohopea, koska elohopealle on annettu enimmäispitoisuusrajat sekä syöntisuositukset. Elohopean kertymisen vuoksi Evira (Elintarviketurvallisuusvirasto) on antanut syöntisuosituksen, jonka mukaan, raskaana olevien ja imettävien äitien ei pitäisi syödä lainkaan haukea ja muidenkin tulisi syödä haukea ainoastaan keskimäärin 1 – 2 kertaa kuukaudessa. EU:n antama raja-arvo kaupanpidettävän kalan elohopeapitoisuudelle on 1 mg/kg haussa ja ankeriaassa ja muissa kaloissa 0,5 mg/kg.

Elohopea tulee kaloihin lähinnä maaperästä ja vesistöjen pohjakerrostumista, mutta sitä tulee myös kaukokulkeumana ilman mukana. Ilmaan elohopeaa pääsee teollisuusprosesseista ja kivihiilen poltosta. Maaperän humuskerrokseen sitoutunut elohopea vapautuu vesistöihin avohakkuiden ja maankäsittelyn yhteydessä kuten esimerkiksi tekoaltailla. Vesistöissä pieneliöt metyloivat elohopean metyylielohopeaksi, joka kertyy ravinnon välityksellä erityisesti petokaloihin. Elohopea kertyy iän ja koon karttumisen myötä petokaloihin kuten haukeen, ahveneen, kuhaan ja mateeseen. Sisävesien isoista hauista on mitattu suurimmat elohopeapitoisuudet. (Riistan- ja kalantutkimus.)

6.2 Kangasalan seutu ja Oriveden seudun alueiden kuvaus

Kangasalan kunta toimii isäntäkuntana Oriveden seudun kanssa muodostetulla yhteistoiminta-alueella. Yhteistoiminta-alue on perustettu vuonna 2006. Tällä hetkellä alueeseen kuuluu Kangasalan, Pälkäneen ja Juupajoen kunta sekä Oriveden kaupunki. Seuraavat tiedot ovat poimittu kuntien kotisivuilta.

- Kangasalan kunnan asukasluku on n. 29 675. Pinta-ala on n. 870 km², josta n. 214 km² on vesistöjä. Kuntaliitoksen myötä Kangasalan kuntaan kuuluvat entiset Sahalahden ja Kuhmalahden kunnat. (Kangasalan kunta 2011.)

- Pälkäneen kunnan asukasluku on 7 012. Pinta-ala on n.738 km², josta n. 181 km² on vesistöjä. Pälkäneen kuntaan on kuntaliitoksen myötä liittynyt entinen Luopioisten kunta. (Pälkäneen kunta 2011.)
- Oriveden kaupungin asukasluku on 9 700. Pinta-ala on n. 764 km², josta n. 207 km² on vesistöjä. Oriveden kaupunkiin ovat liittyneet kuntaliitosten myötä entinen Eräjärven kunta sekä osa Längelmäen kuntaa. (Oriveden kaupunki 2011.)
- Juupajoen kunnan asukasluku on 2 116. Pinta-ala on n. 274 km², josta n. 16 km² on vesistöjä. Juupajoen kunta 2011.)

6.3 Kalanäytteiden pyyntijärvien kuvaus

Kalanäytteitä saatiin 16 kappaletta 11 eri järvestä. Järvien koot vaihtelivat pienestä metsälammesta suuriin vesistöihin. Järvet olivat pinta-aloiltaan 0,161 km² – 117 km² välillä.

6.3.1 Vehkajärvi

Vehkajärvi on Itä-Pirkanmaalla Päijät-Hämeen ja Keski-Suomen rajalla sijaitseva järvi. Sen pinta-ala on 26,41 km² ja korkeus 110 metriä merenpinnasta. Peruslaadultaan Vehkajärvi on kirkasvetinen, vähähumuksinen ja karu järvi. Humusleima on kemiallisen hapenkulutuksen perusteella vain heikko, ja vesi on siksi väritöntä. Veden happamuustaso on järvivesien normaalilla tasolla ja puskurikyky happamoitumista vastaan on tyydyttävä. Vehkajärven rehevyystaso on säilynyt karuille vesille ominaisena. Fosforipitoisuudet ovat pysyneet kesäaikaankin selvästi karujen vesien tasolla. Myös typipitoisuudet ovat erittäin pienet. Levää on todettu klorofyllipitoisuuden perusteella erittäin vähän. Vain harvoin on ylittynyt lievästi rehevien vesien raja-arvo. Vähähumuksisuuden ja alhaisen rehevyystason ansiosta hapen kuluminen on hidasta. (Kokemäenjoen...2011.)

Vehkajärvessä ei ole todettu happitalouden häiriöitä, sillä happitilanne on vaihdellut hyvästä erinomaiseen. Pintavedessä happipitoisuus on ollut hyvä, ja pohjan lähelläkin happivaje on jäänyt vähäiseksi. Vehkajärvi soveltuu virkistyskäyttöön erinomaisesti, sillä vesi on kirkasta, väritöntä ja vähähumuksista. Rehevyystaso on lisäksi karuille

vesille ominainen, eikä happitalouden häiriöitä ole todettu. Vehkajärveltä oli näytteenä hauki (1 kg). (Kokemäenjoen... 2011.)

6.3.2 Vesijärvi

Vesijärvi on Kokemäenjoen vesistöön ja Längelmäveden reittiin kuuluva järvi Pirkanmaan maakunnassa Kangasalan ja Oriveden kuntien alueella. Järven pituus on noin 18 km ja sen pinta-ala on noin 39,5 km². Vesijärven vesi on Pikonlinnan edustan syvänealueella kirkasta, väritöntä ja vähähumuksista. Humusleima on kemiallisen hapenkulutuksen perusteella heikko. Veden pH-taso on normaali ja puskurikyky on alkaliniteetin perusteella tyydyttävällä tai hyvällä tasolla. Happamoitumisen vaaraa ei ole. Sähkönjohtavuus on järvivesien normaalilla tasolla. (Kokemäenjoen...2011.)

Vesijärven rehevyystaso on varsin alhainen. Fosforipitoisuus vaihtelee karujen ja lievästi rehevien vesien raja-arvon (12µg/l) molemmin puolin. Levän määrä on vaihdellut klorofyllipitoisuuden perusteella voimakkaasti. Enimmillään levää on todettu erittäin reheville vesille ominaisesti. Pääosin levää on kuitenkin todettu selvästi vähemmän ja levän määrä on indikoinut vain lievää rehevyyttä. Vesijärven pohjoisosassa ravinnetaso on korkeampi kuin eteläosassa. (Kokemäenjoen...2011.)

Happitaloudessa todetaan lieviä häiriöitä, mutta kokonaisuutena happitilanne on vaihdellut hyvästä tyydyttävään. Vähähappisissa olosuhteissa on todettu sisäistä kuormitusta, sillä pohjan läheisen vesikerroksen rauta-, mangaani- ja ravinnepitoisuudet ovat olleet kohonneita pintaveteen nähden. Vesijärvi soveltuu virkistyskäyttöön erittäin hyvin. Vesi on kirkasta, väritöntä ja vähähumuksista. Vedenlaatua heikentävät syvänealueen pohjan läheisessä vesikerroksessa todetut lievät happitalouden häiriöt sekä vähän luonnontasosta kohonnut rehevyystaso. Kalanäytteistä toinen on Vesijärven Palosaaren edustalta hauki (3,15 kg) ja toinen on hauki Pikonselältä (2,6 kg). (Kokemäenjoen...2011.)

6.3.3 Pajulanjärvi

Pajulanjärvi on Kokemäen vesistöön kuuluva järvi, jonka pinta-ala on 6.85 km². Järvi sijaitsee entisen Kuhmalahden kunnan alueella (nykyisin Kangasala). Valuma-alue on järven tilavuuteen nähden melko pieni, ja veden vaihtuvuus on erittäin hidasta. Keski-

viipymä on laskennallisesti lähes 4 vuotta. Valuma-alue on osin karuakin metsämaastoa. Myös pienialaisia suoalueita on valuma-alueella. Järven lähivaluma-alueella on pienialaisia peltoja ja vähän haja-asutusta. Rannoilla on jonkin verran loma-asutusta. (Kokemäenjoen... 2011.)

Pajulanjärven vesi on peruslaadultaan kirkasta, väritöntä ja vähähumuksista. Veden hitaasta vaihtuvuudesta johtuen vedenlaatu vaihtelee vuodenajoin ja eri vuosien kesken vain vähän. Järveen valuma-alueelta kohdistuva kuormitus jää vähäiseksi. Pintaveden väriluku on vaihdellut 25 – 65 mg Pt/l. Humusleima on ollut pintavedessä kemiallisen hapenkulutuksen perusteella kohtalainen. Happamuustaso on järvivesien normaalilla tasolla. Puskurikyky happamoitumista vastaan on tyydyttävä tai välttävä. Talvisin ravinnetaso on ollut karuille vesille ominainen, mutta kesäaikaan fosforipitoisuudet ovat kohonneen lievästi reheville vesille ominaisiksi. Typpipitoisuus vastaa luonnontasoa. Valuma-alueelta ei näyttäisi kohdistuvan järveen erityisen voimakasta kuormitusta. Järven pitkästä viipymästä johtuen Pajulanjärvi kestää heikosti siihen kohdistuvaa kuormitusta ja siksi kuormitus tulisi minimoida. Pajulanjärven virkistyskäyttöarvo on erittäin hyvä. Vesi on kirkasta, väritöntä ja vähähumuksista. Kesäaikana rehevyystaso kohoaa lievästi reheville vesille ominaiseksi. Pajulanjärvestä on näytteenä hauki (1,5 kg). (Kokemäenjoen... 2011.)

6.3.4 Roine

Roineen pinta-ala on 51,73 km², ja sen keskisyvyys on 8,3 metriä. Pohjoisesta Roineeseen laskee Kaivannon kanavan kautta Längelmävesi ja etelästä Roine laskee Mallasveteen. Roineen valuma-alue on laaja, 2 332,32 km² ja sen lähivaluma-alueesta suurin osa on peltoa. Roineen vesi on kirkasta, väritöntä ja vähähumuksista. Veteen liuenneiden suolojen määrää kuvaava sähkönjohtavuus on normaalilla tasolla. Veden happamuustaso on lähellä neutraalia, eikä happamoitumista ole osoitettavissa. Puskurikyky happamoitumista vastaan on alkaliniteetin perusteella hyvä. (Kokemäenjoen...2011.)

Päällysveden fosforipitoisuus on vaihdellut eri vuosina ja vuodenaikoina ollen ajoittain karuille ja ajoittain lievästi reheville vesille ominainen. Talvisin fosforipitoisuus on ollut viime vuosina säännöllisesti karujen vesien raja-arvon (12 µg/l) alapuolella, mutta kesäisin fosforipitoisuus on kohonnut raja-arvon yläpuolelle. Pääsääntöisesti

ravinnetaso on ollut kuitenkin alhainen, eikä merkittävästä rehevöitymisestä voida puhua. Myös levää on todettu varsin vähän. Klorofyllipitoisuudenkin perusteella Roine voidaan luokitella ajoittain karuksi ja ajoittain lievästi reheväksi. Roine soveltuu virkistyskäyttöön erittäin hyvin. Erinomaisesta laatuluokasta Roineen erottaa lievästi luonnontasosta kohonnut ravinnetaso sekä pohjan läheisessä vesikerroksessa todetut happitalouden ongelmat. Happitalouden ongelmat rajoittuvat kuitenkin vain aivan syvimpään vesikerrokseen. Kaivannonselältä olivat näytteenä hauki (1,1 kg) ja kuha (2 x 0,8 kg) sekä Papinsaaresta läheisyydestä hauki (1,0 kg). (Kokemäenjoen...2011.)

6.3.5 Kirkkojärvi

Kirkkojärvi sijaitsee Kangasalan kunnan Sahalahden taajaman eteläpuolella. Kirkkojärvi laskee Hangaslahden kautta Myllyojaa pitkin Längelmäveden Isoniemenselkään. Valuma-alue on järven tilavuuteen nähden melko pieni ja veden vaihtuvuus on siten hidasta. Kirkkojärven valuma-alue on peltovaltaista ja myös haja-asutusta on melko paljon. Järven pinta-ala on 2,42 km² ja sen kokonaissyvyys on 20,0 m. Kirkkojärven vesi on peruslaadultaan lievästi sameaa, melko väritöntä ja vähähumuksista. Veden väriluku on vaihdellut värittömästä lievästi ruskeaan ja humusleima kemiallisen hapenkulutuksen perusteella heikosta kohtalaiseen. Veden happamuustaso on normaali ja puskurikyky happamoitumista vastaan on maatalousvaltaisille alueille ominaisesti hyvä, joten happamoitumisen vaaraa ei ole. Veden sähkönjohtavuus on luonnontasosta hiukan koholla valuma-alueelta tulevan hajakuormituksen seurauksena. Kirkkojärvestä on näytteenä hauki 1,1 kg. (Kokemäenjoen...2011.)

6.3.6 Linnajärvi

Linnajärvi sijaitsee Kangasalan kunnan Iharin kylän pohjoispuolella, Heposelän koillispuolella. Metsäisellä valuma-alueella on muutamia pienikokoisia järviä ja soita. Järven pohjoisosaan laskevan Kivikoskenojan varrella on jonkin verran peltoa. Asutusta valuma-alueella on vähän. Järven rannoilla sijaitsee kuitenkin loma-asutusta. Järven pinta-ala on 0,43 km² ja kokonaissyvyys on 15,8 m. Linnajärven vesi on peruslaadultaan kirkasta, mutta lievästi ruskeasävytteistä. Humusleima on vaihdellut kemiallisen hapenkulutuksen perusteella kohtalaisesta vahvaan. Happamuustaso on normaali ja puskurikyky happamoitumista vastaan on tyydyttävällä tasolla, joten happamoitumisen vaaraa ei ole. Veden sähkönjohtavuus on normaalilla tasolla. Linnajärvi

soveltuu virkistyskäyttöön hyvin. Erinomaisesta laatuluokasta Linnajärven erottaa lievästi luonnontasosta kohonnut ravinnetaso, runsashumuksisuus ja veden lievä ruskea sävy. Linnajärvestä on näytteenä kokoomanäyte hauesta (3x0,6 kg). (Kokemäenjoen...2011.)

6.3.7 Längelmävesi

Längelmävesi sijaitsee Kangasalan kunnan itäosassa ja laskee Kaivannon kanavan kautta Roineeseen. Järven pinta-ala on 177,41 km² ja sen kokonaissyvyys on 52,0 m. Längelmäveden lähivaluma-alueella on runsaasti peltoa ja rannoilla on runsaasti loma-asutusta. Vesi on talvisin pääsääntöisesti kirkasta, mutta kesäisin vesi on lievästi sameaa. (Kokemäenjoen...2011.)

Happamuustaso on normaali ja veden puskurikyky happamoitumista vastaan on hyvä. Madesaaren luoteispuoleisella syvänealueella on todettavissa melko voimakasta hapen kulumista pohjan läheisessä vesikerroksessa sekä kesäkerrosteisuuden että talvi-kerrosteisuuden lopulla. Syvin vesikerros on muodostunut vähähappiseksi, mutta ajoittain happi on kulunut kokonaan loppuun. Vähähappisissa ja hapettomissa olosuhteissa on ollut todettavissa sisäistä kuormitusta. Kesäisin ei ole todettu happitalouden ongelmia, koska vesimassa ei kerrostu syvänealueella erityisen vakaasti. Längelmävesi soveltuu virkistyskäyttöön hyvin. Vesi on kirkasta tai vain lievästi sameaa, väritöntä ja vähähumuksista. Vedenlaatua heikentää syvänealueiden pohjan läheisessä vesikerroksessa todetut happitalouden häiriöt sekä lievä rehevyys. Längelmäveden Isoniemenelältä on näytteenä hauki (3,45kg). (Kokemäenjoen...2011.)

6.3.8 Vinkiänjärvi

Vinkiänjärvi sijaitsee Oriveden kaupungin alueella. Sen pinta-ala on 0,161 km² ja se kuuluu Kokemäenjoen vesistöön. Vinkiänjärvi on kirkasvetinen ja vähäravinteinen järvi. Vesi on vain lievästi ruskeaa ja melko vähähumuksista. Kemiallisen hapenkulutuksen perusteella humusleima on kohtalainen. Valuma-alueen metsävaltaisuus näkyy lisäksi alhaisena sähkönjohtavuutena. Veden happamuustasoa voidaan pitää normaalina ja puskurikyky happamoitumista vastaan on tyydyttävä, joten happamoitumisen vaaraa ei ole. Vinkiänjärveltä on näytteenä hauki (1,5 kg). (Kokemäenjoen...2011.)

6.3.9 Mallasvesi

Mallasvesi sijaitsee Valkeakosken, Pälkäneen ja Hattulan kuntien alueella. Sen pinta-ala on 64 km². Mallasveden valuma-alue on laaja, sillä mm. Pälkäneveden ja Längelmäveden alueiden vedet laskevat Mallasveteen. Mallasveden vesi on kirkasta, lähes väritöntä ja vähähumuksista. Veteen liuenneiden suolojen määrää kuvaava sähkönjohtavuus on normaalilla tasolla. Veden happamuustaso on lähellä neutraalia, eikä minäänlaista happamoitumista ole osoitettavissa. Päälysveden fosforipitoisuus on vaihdellut eri vuosina ja vuodenaikoina ollen ajoittain karuille ja ajoittain lievästi reheville vesille ominainen. Ravinnetaso on ollut kuitenkin varsin alhainen, eikä merkittävästä rehevöitymisestä voida puhua. (Kokemäenjoen...2011.)

Hygieeninen vedenlaatu on ollut Selkäsaaren havaintopisteellä lähes moitteetonta. Veden hygieeninen laatu on ollut sosiaali- ja terveysministeriön uimavesiluokituksen mukaan hyvä. Mallasvesi soveltuu virkistyskäyttöön erittäin hyvin. Vesi on kirkasta ja vähähumuksista, eikä merkittäviä happitalouden häiriöitä ole esiintynyt. Vedenlaatua heikentää lievä rehevyys. Mallasvedestä oli tutkimuksessa kaksi haukinäytettä (2,3 kg ja 1,7 kg). (Kokemäenjoen...2011.)

6.3.10 Pälkänevesi

Pälkänevesi on Kokemäenjoen vesistöön kuuluva, pinta-alaltaan n. 46 km². Se laskee Kostianvirtaa pitkin Mallasveteen. Pieni osa Pälkänevedestä kuuluu Kangasalan kuntaan. Pälkäneveden itäinen osa on Jouttesselkä, ja sen erottaa muusta Pälkänevedestä kapea salmi. Vedenlaadultaan Pälkäneveden yleistila on hyvä. Koko Pälkänevesi kuuluu karuun vesityyppiin. Vesi on kirkasta ja koko järven virkistyskelpoisuutta voidaan pitää hyvänä, vaikka talvisin syvänteissä esiintyykin veden laadun häiriöitä. Pälkäneveden näytteet ovat Raukaanlahdelta (hauki 1,4 kg) ja Kukkolanselältä (1,4 kg). (Roineen-Mallasveden...)

6.3.11 Iso-Hanhijärvi

Iso-Hanhijärven pinta-ala on 0,30 km² ja se sijaitsee Oriveden ja Juupajoen rajalla Ruovedentien länsipuolella. Järven valuma-alue on valtaosaltaan ojitettua suota. Veden keskiviipymä on vähän yli vuosi. Järven vesi on ruskeasävytteistä ja melko hapan-

ta (pH 5,2 - 5,5). Järven rehevöityminen ei ole merkittävää, ja myös järven happitalous on hyvä. Iso-Hanhijärven virkistyskelpoisuus on tyydyttävä. Virkistysarvoa alentaa suuri humuksen määrä ja alentunut pH joka vaikuttaa kalakantaan. Iso-Hanhijärvestä näytteenä oli hauki (7 kg). (Kokemäenjoen...2011.)

7 KALANÄYTTEET JA NIIDEN KÄSITTELY

Kalanäytteitä saatiin tutkimusta varten 16 kpl. Kalat olivat pyydetty 11 eri järvestä. Näytteistä 13 oli haukea ja 3 kuhaa. Ahvennäytteitä tutkimukseen ei saatu. Kalastajille toimitettiin kirjallinen ohje näytteiden käsittelyä varten. Yhden kalanäytteen koon tuli olla 1 – 3 kg ja näytteeksi haluttiin haukea, kuhaa tai ahventa. Kalat suomustettiin ja suolistettiin. Pää poistettiin. Tämän jälkeen kalasta leikattiin n. 2 cm siivu erikseen (kuva 7), pieneen pussiin cesiumin määrittystä varten. Tämä pala sekä loput kalasta (elohopean määrittys) laitettiin isompaan muovipussiin, jonka jälkeen näyte laitettiin säilytykseen pakastimeen. Näyte sai koostua useammastakin pienemmästä kalasta (kokoomanäyte). Kalanäytteet haettiin kalastajilta sopimuksen mukaan Kangasalan kunnan ympäristöterveydenhuollon pakastimeen säilytettäväksi. Näytteet toimitettiin analysoitavaksi elokuussa 2011 Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen laboratorioihin Tampereelle ja Hämeenlinnaan.

Näytteisiin pyydettiin laittamaan seuraavat merkinnät:

- pyyntipaikka
- pyyntipäivämäärä
- kalalaji
- koko (näyte voi koostua useammastakin saman lajin kalasta, mutta silloin maininta näytekoosta esim. 3 x 0,6 kg)
- kalastajan yhteystiedot



KUVA 7. Ohjekuva kalan käsittelystä (Tiina Ripatti ja Satu Virtaranta)

Kaloista määritettiin laboratorioissa:

- elohopea sis.menetelmä LA82 (perustuu EPA7473)(TL25), Tampereella
- cesium RADEK MKGP-01(TL105), Hämeenlinnassa

Järvien ja näytteenottoaikkojen sijainnit on esitelty liitteessä 1.

8 TULOKSET JA TULOSTEN ARVIOINTI

Kalastajilta saatujen kalojen analyysitulokset valmistuivat syksyllä 2011. Tuloksista laadittiin yhteenveto, joka toimitettiin kalastajille. Paikallislehtiä informoitiin tehdystä tutkimuksesta. Kalanäytteiden koot sekä elohopea ja ¹³⁷Cs -pitoisuudet on esitelty taulukossa 2. Järvet ovat taulukossa pinta-alan mukaan pienimmästä suurimpaan. On otettava huomioon, että tutkimuksessa mukana ollut Kirkkojärvi ei ole sama, mihin viitattiin kohdassa 5.3.3. Kuntaliitoksen myötä Kangasalla on Kirkkojärvi niin Kangasalan taajamassa kuin Sahalahden taajamassa. Jäljennökset virallisista tutkimustuloksista on liitteenä 3.

TAULUKKO 2. Kalojen cesium- ja elohopeapitoisuus tulokset Kangasalan kunnan ympäristöterveydenhuollon alueella 2011

Pyyntipaikka	Kalalaji	Näytteen koko (kg)	Elohopea (mg/kg tp)	Cesium (Bq/kg)
1. Vinkiänjärvi, Orivesi	Hauki	1,5	0,53	440
2. Iso-Hanhijärvi, Juupajoki	Hauki	7	4,3	2000
3. Linnajärvi	Hauki (koko kooma 3X0,6 kg)	1,8	0,72	130
4. Kirkkojärvi, Sahalahti	Hauki	1,1	0,38	50
5. Pajulanjärvi	Hauki	1,5	0,4	300
6. Vehkajärvi	Hauki	1	0,2	1300
7. Vesijärvi, Palosaaren edusta	Hauki	3,15	0,2	110
8. Vesijärvi, Pikonselkä	Hauki	2,6	0,25	87
9. Pälkänevesi, Raukaanlahti	Hauki	1,4	0,31	50

(Jatkuu)

(Jatkuu)

10. Pälkänevesi, Kukkolanselkä	Kuha (kookooma 2X 0,7 kg)	1,4	0,13	53
11. Roine, Kaivannon selkä	Hauki	1,1	0,26	84
12. Roine, Kaivannon selkä	Kuha (kookooma 2X 0,8 kg)	1,6	0,14	80
13. Roine, Papinsaa-ri	Hauki	1	0,22	91
14. Mallasvesi	Hauki	1,7	0,29	94
15. Mallasvesi	Kuha	2,3	0,17	92
16. Längelmävesi, Isoniemenselkä	Hauki	3,45	0,36	50

Tulosten arviointi suoritettiin seuraavasti:

- vertaamalla vuonna 2011 saatuja ^{137}Cs -pitoisuuksia tulosten arviointiaineistoon
- vertaamalla vuoden 2011 elohopea pitoisuuksia tulosten arviointiaineistoon
- vertaamalla vuoden 2011 saatuja ^{137}Cs -pitoisuuksia, kalojen painoa ja elohopeapitoisuuksia toisiinsa
- arvioimalla voimassa olevia raja-arvoja sekä syöntisuosituksia vuoden 2011 tuloksiin vuoden 2011 tulosten perusteella
- arvioimalla järven koon vaikutusta elohopea- ja ^{137}Cs -pitoisuuksiin

8.1 Cesiumpitoisuuksien arviointi

Sastamalan perusturvakuntayhtymän järvistä tehdyn tutkimuksen loppuraportissa todetaan ^{137}Cs :n osalta, että kalojen pitoisuudet vaihtelivat lähellä toisiaan olevissa laskeumaltaan samantasoisissa järvissä runsaasti, vaihteluvälin ollessa 5 Bq/kg – 1850 Bq/kg. Suoran laskeuman lisäksi järven cesiumpitoisuuteen ja sen kertymään kohottavasti tai alentavasti vaikuttavat järven ominaispiirteet, esimerkiksi ravinnepitoisuus, happamuus, veden vaihtuvuus sekä kiintoaineen sedimentoitumisnopeus. Vastaavasti EVO-tutkimuksessa kalojen ^{137}Cs -pitoisuudet vaihtelivat välillä 11 Bq/kg – 1000 Bq/kg, ollen yhtä näytettä lukuun ottamatta alle 200 Bq/kg.

Tšernobylin onnettomuuden aiheuttaman laskeuman vaikutus näkyy vielä Kangasalan kunnan ympäristöterveydenhuollon toimialueella Juupajoen Iso-Hanhijärvellä ja entisen Kuhmalahden kunnan alueella olevasta Vehkajärvestä. Vehkajärven 1300 Bq/kg ja Iso-Hanhijärven 2000 Bq/kg ylittävät selvästi kaupanpidettävälle kalalle annetun raja-arvon 600 Bq/kg. Vehkajärvi (n. 26 km²) on pinta-alaltaan selvästi Iso-Hanhijärveä suurempi (0,3 km²), joten järven pienuus ei tässä tapauksessa ole Vehkajärven korkeaa pitoisuutta selittävä tekijä. Lisäksi Iso-Hanhijärvestä pyydetty hauki oli painoltaan 7 kg kun vastaavasti Vehkajärvestä pyydetty hauki oli painoltaan 1 kg. Kangasalan seudun järvistä muiden kalanäytteiden pitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoa vaihteluvälin ollessa 50 Bq/kg – 440 Bq/kg.

Laskeuman aiheuttaman pitoisuuden muuttumista voidaan myös tarkastella vertailemalla järvikalojen pitoisuuksien muuttumista pidemmällä aikavälillä (taulukko 3). Vertailuarvoja on poimittu Paul Kleinin (1994) julkaisusta ”Vierasaineet Hämeen kaloissa” sekä Kangasalan ja Oriveden seudulla tehdyistä aikaisemmista tutkimuksista.

TAULUKKO 3. Järvikalojen ¹³⁷Cs -pitoisuuksien vertailu 1986 – 2011

Järvi	1986	1988	1990	1992	2011
Längelmävesi	1000	-	420	380	50
Pälkänevesi	900	1000	290	270	50
Vesijärvi	-	800	490	270	110
Vehkajärvi	4200	14000	5800	3600	1300

Taulukosta voidaan todeta, että Vehkajärven vaikutusalueen laskeuma on ollut tulosten perusteella alun perin paljon voimakkaampi kuin muiden järvien osalta. Taulukon järvistä Vesijärvi, Pälkänevesi ja Längelmävesi ovat suurempia kuin Vehkajärvi.

Jos vertaillaan tulosten arvioinnissa käytettäviä tutkimuksia (EVO, Sastamala) ja nyt Kangasalan seudulla saatuja tuloksia 2011 toisiinsa, voidaan todeta johtopäätösten olevan samansuuntaisia. Cesiumpitoisuudet ovat laskeneet ajan myötä suurimmassa osassa järviä, mutta kuitenkin korkeiden pitoisuuksien järviä löytyy edelleen. Tästä syystä laajempien tutkimusten tekeminen olisi aiheellista ainakin niillä alueilla, missä kaloista löytyy kohonneita pitoisuuksia.

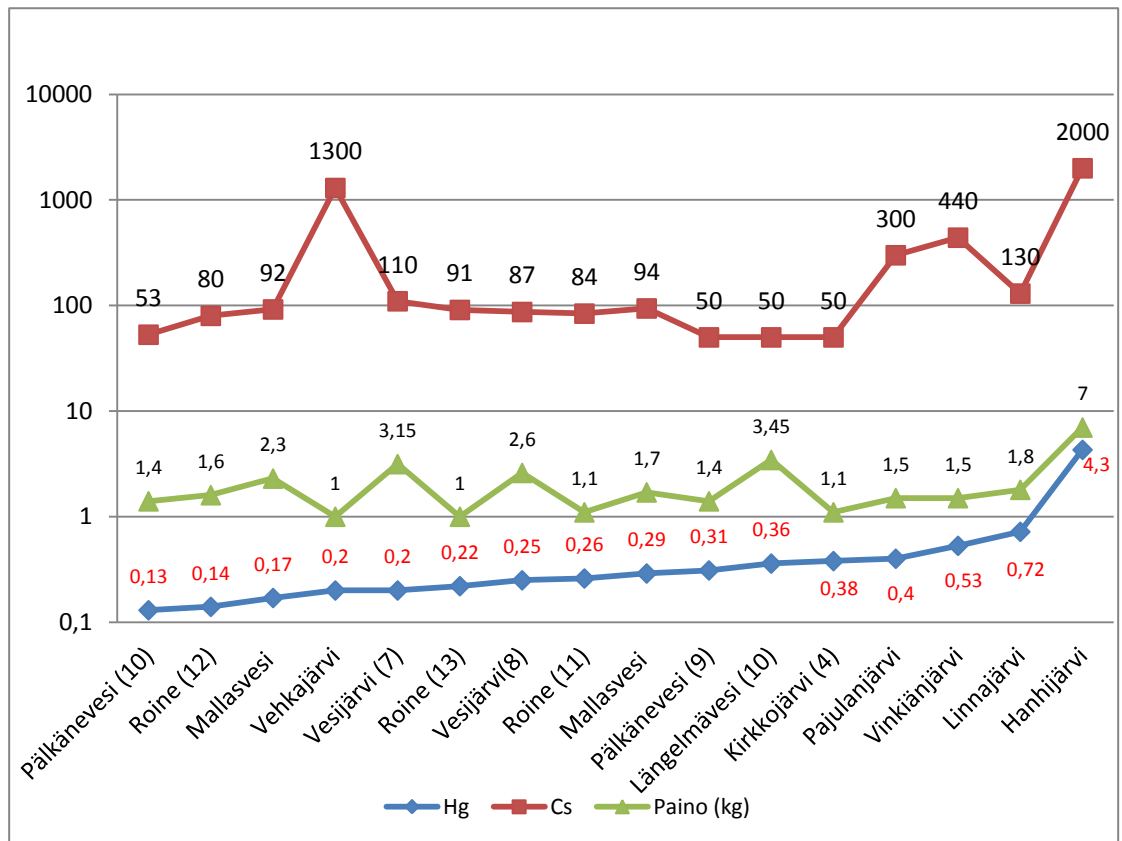
8.2 Elohopeapitoisuuksien arviointi

Kalanäytteiden elohopeapitoisuuksien vaihteluväli oli 0,13 mg/kg – 4,3 mg/kg. Jos tuloksista jätetään pois Iso-Hanhijärvestä pyydetty hauki (4,3 mg/kg), minkä pitoisuus selittyy järven pienuudella ja kalan suurella koolla, vaihteluväli on 12 hauen osalta 0,14 mg/kg – 0,72 mg/kg ja kolmen kuhanäytteen osalta 0,13 mg/kg – 0,17 mg/kg. Jos tuloksiin otetaan mukaan Kangasalla vuosina 1993 – 2009 tutkitut elohopeapitoisuudet, ei ylityksiä ole hauen (1,0 mg/kg) eikä muiden kalojen osalta (0,5 mg/kg).

Tutkimustulokset olivat samansuuntaisia Sastamalassa tehdyn tutkimuksen kanssa. Yksittäisiä elohopeapitoisuus ylityksiä löytyy petokalojen, lähinnä hauen osalta. Sastamalan tutkimuksessa ylityksiä oli myös ahvennäytteissä. Kangasalan tutkimuksessa ei ollut mukana ahvennäytteitä.

8.3 Kalan painon vaikutus elohopea- ja ¹³⁷Cs -pitoisuuksiin

Tuloksista tehtiin vertailu kalan painon sekä elohopea- ja ¹³⁷Cs -pitoisuuksien suhteesta toisiinsa, vaikka näytteiden määrä oli melko pieni. Kuvassa 8 on esitetty tulokset siten, että näytteiden elohopeapitoisuuden käyrä on esitetty pienimmästä arvosta suurimpaan ja niitä vastaavat kalan painot ja ¹³⁷Cs -pitoisuudet ovat luettavissa ylemmiltä käyriltä. Taulukko on esitetty logaritmisessa muodossa. Lukuarvo järven perässä tarkoittaa järven näytteenottoa. Näytteiden numerointi ja tarkennukset kalan pyyntipaikkoihin löytyvät kohdasta 8 taulukosta 2.



KUVA 8. Kalojen elohopeapitoisuuden perustella tehty vertailu kalojen painon ja ^{137}Cs -pitoisuuden suhteen

Kalan iän ja painon merkitystä ^{137}Cs -pitoisuuteen tukee Iso-Hanhijärveltä pyydetyn 7 kg hauen cesiumpitoisuus 2000 Bq/kg. Vanhempaan ja suurempaan kalaan pitoisuudet kertyvät ajan ja ravinnon myötä, mitä kuvasti myös hauen korkea elohopeapitoisuus 4,3 mg/kg. Iso-Hanhijärven kaloista olisi tarvittu näytteenotto-ohjeen mukainen 1 – 3 kg painoinen kalanäyte, jotta näytteen tulos olisi ollut vertailukelpoinen muiden näytteiden kanssa. Vehkajärvestä pyydetystä 1 kg:n painoisesta hauesta mitatun pitoisuuden (1300 Bq/kg) perusteella voidaan todeta, että siellä missä laskeuma on ollut suurinta ja ^{137}Cs :n kulkeutumiseen vaikuttavat tekijät ja olosuhteet ovat muutenkin suotuisat, voidaan kaloissa edelleen mitata korkeita pitoisuuksia. Muuten tutkimuksessa mukana olleiden kalanäytteiden painaessa 1 kg – 3,45 kg, vaihteli niiden ^{137}Cs -pitoisuus 50 Bq/kg – 440 Bq/kg välillä.

Elohopea- ja ^{137}Cs -pitoisuudet olivat korkeat usein mainitussa Iso-Hanhijärven näytteessä. Vehkajärven kalanäytteen elohopeapitoisuus oli pieni 0,2 mg/kg, vaikka ^{137}Cs -pitoisuus oli 1300 Bq/kg. Toiseksi suurin elohopeapitoisuus mitattiin Linnajärvestä 0,72 mg/kg ^{137}Cs -pitoisuuden ollessa 130 Bq/kg. Vaikka elohopean ja ^{137}Cs -

pitoisuuksien raja-arvoja ei ylitetty kuin Iso-Hanhijärven ja Vehkajärven osalta, voidaan kuitenkin tuloksista poimia Vinkiänjärvi (440 Bq/kg) ja Pajulanjärvi (300 Bq/kg). Näissä järvissä elohopeapitoisuudet olivat 0,53 mg/kg ja 0,4 mg/kg. Pajulanjärvi sijaitsee entisen Kuhmalahden kunnan alueella, kuten Vehkajärvikin. Vinkiänjärvi sijaitsee Orivedellä.

8.4 Vertailu elohopean raja-arvoihin ja syöntisuosituksiin

Elohopealle on annettu EU:n komission asetuksella (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutoksella (EY) N:o 629/2008 enimmäispitoisuusrajat haulle ja ankeriaalle 1 mg/kg ja muille kotimaisille kaloille 0,5 mg/kg. Ne ovat niin korkeat, että on ollut yleisesti tarve antaa kalalle syöntisuosituksia, ettei enimmäissaantisuositus 0,1 mg/viikko ylittyisi. Enimmäissaantisuosituksen perusteena on WHO:n suositus elohopean enimmäissaannille 0,1 mg/viikko/60 kg aikuinen, kun syötävä annoskoko on 100 g. Elohopean saannille altistuvat runsaasti elohopeaa kerääviä kalalajeja (hauki, kuha, ahven, made) syövät ihmiset, mutta varsinainen riskiryhmä ovat raskaana olevat naiset ja sitä kautta imeväisikäiset ja sikiöt. (Elintarviketurvallisuusvirasto 2010.)

Tutkimustulosten perustella hauen elohopeapitoisuuden vaihtelivat välillä 0,2 mg/kg – 4,3 mg/kg ja kuhan elohopeapitoisuudet 0,13 mg/kg – 0,17 mg/kg. Verrattaessa tutkimustuloksia annettuihin raja-arvoihin (0,5 mg/kg ja 1,0 mg/kg), voidaan todeta, että elohopeapitoisuudet ovat raja-arvojen alle kaikissa kalanäytteissä Iso-Hanhijärven haukea lukuun ottamatta. Roineesta, Mallasvedestä ja Pälkänevedestä oli näytteenä sekä kuhaa että haukea. Kuhan elohopeapitoisuus oli kaikissa näytteissä hauen elohopeapitoisuutta pienempi. Kangasalan Linnajärven haussa oli tutkimuksen toiseksi suurin elohopeapitoisuus 0,72 mg/kg. Linnajärven ympäristö ja ominaisuudet on kuvattu luvussa 6.3.6.

Jos vertailuun otetaan mukaan syöntisuosituksen raja-arvo (0,1 mg/viikko/60 kg), voivat sisävesien petokalaa, erityisesti haukea, ravintonaan runsaasti käyttävät henkilöt saada elohopeaa yli syöntisuositusarvon. Tähän voi vaikuttaa valitsemalla syötäväksi pienikokoisia kaloja, joihin kertymä on yleensä pienempi. Mikäli syö sisävesien petokalaa epäsäännöllisesti, kuten suurin osa väestöstä tekee, ei elohopean saanti näiden tulosten perusteella muodostu ongelmaksi. Useimmilla kesäajan runsas kalansyönti tasoittuu vuoden mittaan, jolloin myös elohopean saanti tasoittuu. On muistettava, että

elohopeaa saadaan ravinnon mukana elimistöön muistakin elintarvikkeista kuin kalasta, esimerkiksi sisäelimestä. Odottavien ja imettävien äitien tulee noudattaa Eviran antamaa syöntisuositusta.

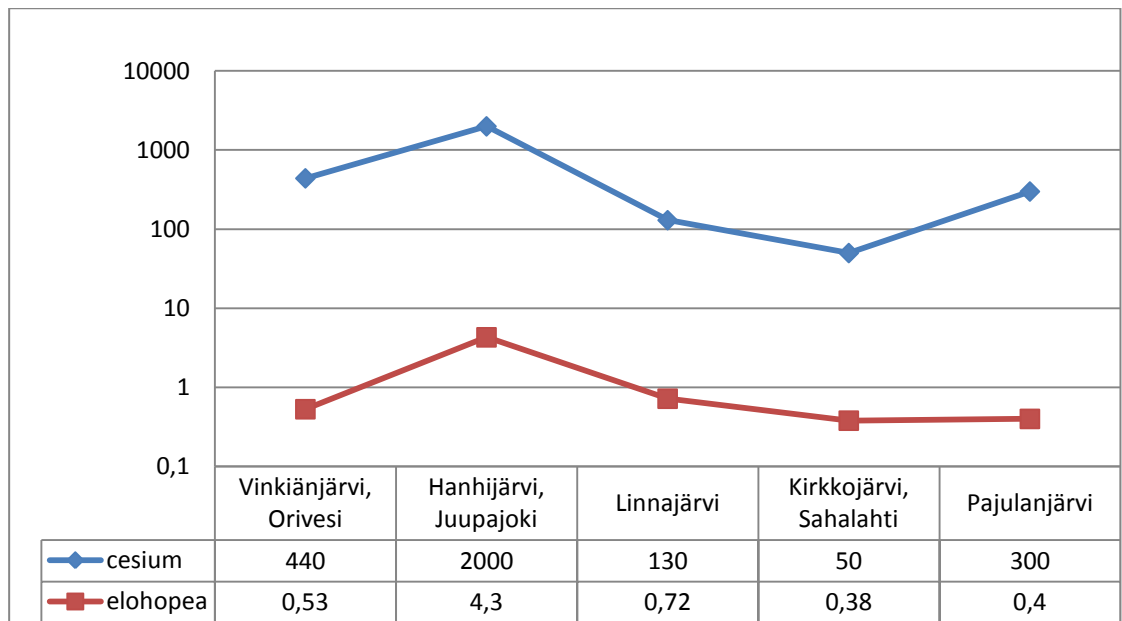
8.5 Vertailu kaupanpidettävän kalan ^{137}Cs -pitoisuudelle

Kaupan olevien luonnontuotteiden ^{137}Cs -pitoisuuden enimmäisrajaksi on annettu 600 Bq/kg (2003/274/Euratom). Saatujen tutkimustulosten perusteella Kangasalan ympäristöterveydenhuollon toimialueen tutkituissa järvissä ei pitoisuutta ylitetty kuin Vehkajärven ja Iso-Hanhijärven osalta. Iso-Hanhijärven hauki osoitti sen, että kalan ikä ja koko vaikuttavat sekä elohopea, että ^{137}Cs -pitoisuuteen. Vehkajärvestä pyydetty 1 kg painoinen hauki antaa viitteen siitä, että järven kaloissa on laskeuman vaikutusta edelleen, koska näytteen ^{137}Cs -pitoisuus oli 1300 Bq/kg. Tulos antaa aihetta järven kalojen tarkempaan tutkintaan, mikäli kaloja pyydetään myyntiin.

8.6 Järven koon vaikutus elohopea- ja ^{137}Cs -pitoisuuksiin

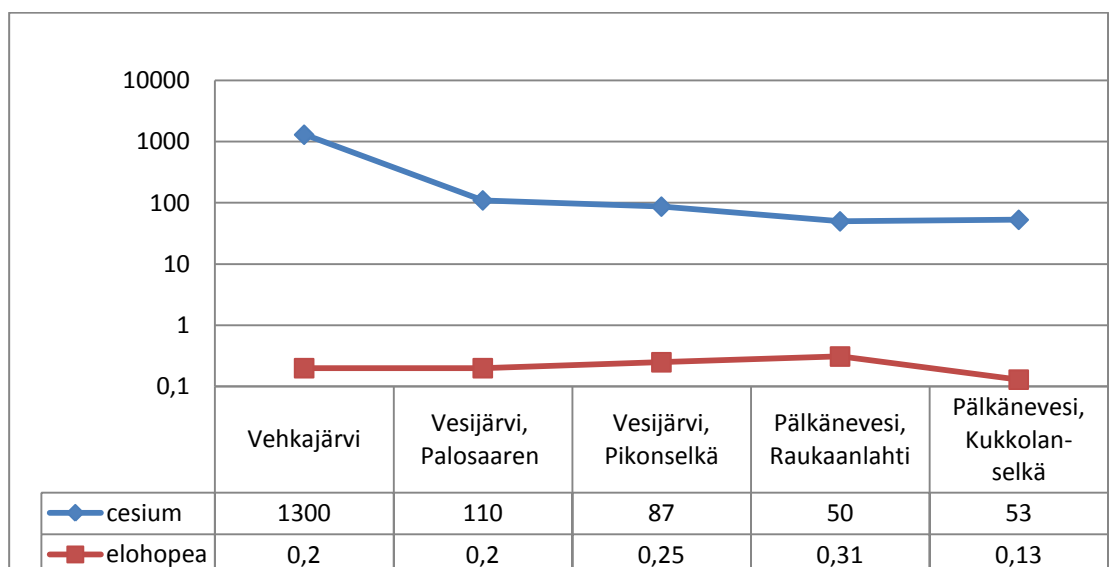
Järvet jaettiin koon mukaan kolmeen luokkaan alle 10 km², 10 km² – 50 km² ja yli 50 km². Jaon perusteena oli saada otannan pieniuudesta huolimatta, joka luokkaan vertailukelpoiset järvet. Luokittelun tulokset on esitetty seuraavassa kolmessa kuvassa 9, 10 ja 11. Järvien ominaisuudet on esitelty luvussa 2.2.

Kuvasta 9 voidaan todeta, että kalojen ^{137}Cs -pitoisuudella ja elohopeapitoisuudella, on korrelaatiota keskenään pienissä, alle 10 km² järvissä. ^{137}Cs - pitoisuuden vaihtelu oli 50 Bq/kg – 2000Bq/kg ja elohopean vaihteluväli oli 0,38 mg/kg – 4,3 mg /kg. Tämä vastaa käsitystä siitä, että pienissä järvissä vierasaineet ja radioaktiiviset aineet kertyvät helpommin kaloihin ja eliöstöön. Näytteiden korkeimmat ^{137}Cs arvot ovat Iso-Hanhijärvellä, Vinkiänjärvellä sekä Pajulanjärvellä. Ne kaikki kuuluvat alueeseen mihin laskeuma osui eniten.



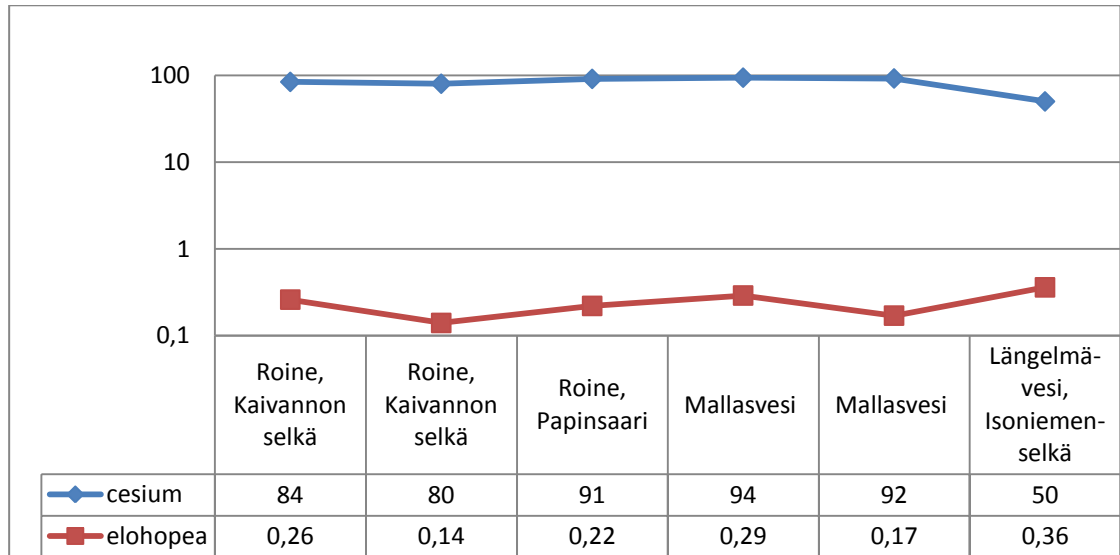
KUVA 9. Järvet alle 10 km², elohopeapitoisuudet (mg/kg) ja ¹³⁷Cs- pitoisuudet (Bq/kg)

Kokoluokan 10 km² – 50 km² järvistä voidaan kuvasta 10 todeta, että ¹³⁷Cs -pitoisuudet ovat alhaisempia kuin alle 10 km² järvissä. Pitoisuudet olivat 110 Bq/kg tai sen alle. Vehkajärven ¹³⁷Cs -pitoisuus on selvästi suurempi kuin muiden samassa kokoluokassa olevien järvien. Elohopeapitoisuudet osoittautuivat myös pienemmiksi kuin järvien kokoluokassa alle 10 km².



KUVA 10. Järvet 10 km² – 50 km², elohopeapitoisuudet (mg/kg) ja ¹³⁷Cs- pitoisuudet (Bq/kg)

Järvissä, yli 50 km², oli tutkimuksen perusteella ¹³⁷Cs -pitoisuudet tutkimuksen alhaisimpia, tulosten ollessa vaihteluvälillä 50 Bq/kg – 94 Bq/kg (kuva 11). Elohopeapitoisuudet olivat hieman suuremmat kuin edellisessä järvien kokoluokassa, mutta eroavuus ei ollut merkittävä.



KUVA 11. Järvet yli 50 km², elohopeapitoisuudet (mg/kg) ja ¹³⁷Cs- pitoisuudet (Bq/kg)

9 POHDINTA

Näytteiden määrä jäi arvioitua pienemmäksi. Tämä johtui siitä, että eniten kalastetuilta järviltä näytteitä olisi saatu runsaasti, mutta tiedon keruun kannalta, oli tarkoituksenmukaisempaa saada näytteitä kattavammin useilta eri järviltä. Tutkimuksen onnistumisen kannalta oli tärkeää, että paikalliset kalastajat suhtautuivat tutkimukseen positiivisesti. He halusivat myös saada tietoa järvien tämän hetkisestä tilanteesta ja kalastivat näytteitä mahdollisuuksiensa mukaan tutkimusta varten. Näytteeksi toimitetut kalat olivat pääosin haukea, joten muiden lajien kuten esimerkiksi ahvenen kohdalta tämä tutkimus ei antanut tietoja.

Tutkimuksen lopputulosta voidaan kuitenkin arvioida onnistuneeksi. Tutkimuksella saatujen tietojen perusteella voidaan paremmin opastaa ja ohjeistaa niitä ihmisiä, ketä ko. asiat kiinnostavat. Lisäksi tutkimus vahvisti käsitystä siitä, että isojen järvien (Roine, Vesijärvi, Längelmävesi, Mallasvesi ja Pälkänevesi) kaloissa Tšernobylin onnettomuuden aiheuttaman laskeuman vaikutus on vähentynyt tai jopa kokonaan

poistunut. Edellä mainittuja järviä käytetään sekä virkistyskalastukseen että ammattikalastukseen. Pahimmilla laskeumaseuduilla lähinnä Oriveden ja entisen Kuhmalahden kunnan suunnalla laskeuman vaikutus kaloihin on vielä nähtävillä.

Elohopean osalta tutkimus antoi kattavasti tietoa siitä, missä suuruusluokassa kalojen elohopeapitoisuudet ovat. Elohopeaa ei ole tutkittu läheskään yhtä paljon kuin esimerkiksi ^{137}Cs -pitoisuuksia. Tutkimustulosten perusteella järven ominaisuuksilla ja kalan iällä ja koolla on merkitys elohopeankertymään. Iso-Hanhijärvi on tyypillinen esimerkki järvestä missä sekä elohopea, että ^{137}Cs -pitoisuudet voivat olla suuria. Iso-Hanhijärven ominaisuuksia on kuvattu kohdassa 2.2.11.

Kalan käytön terveysvaikutuksia ei voi sivuuttaa. Kalan käytön terveyshyödyistä on näyttöä, mutta tutkimustietoa tarvitaan lisää erityisesti kalan sisältämien ympäristöstä peräisin olevien haitallisten aineiden vuoksi. Kala on erinomaista ravintoa, ja se on tärkeä omega-3-rasvahappojen ja D-vitamiinin lähde. Nykykäsityksen mukaan runsas kalan ja kalatuotteiden käyttö suojaa esimerkiksi sydän- ja verisuonisairauksilta sekä mahdollisesti joiltain syöpätaudeilta. Aikaisempien yksittäisten tutkimusten perusteella näyttää siltä, että kalan käytön terveyshyödyt ovat suurempia kuin mahdolliset terveyshaitat. Uuden tiedon avulla pystyttäisiin edistämään terveellisiä ruokatottumuksia ja vähentämään altistumista ympäristön haitallisille aineille. (Turunen & Vehkasalo 2005.)

10 YHTEENVETO

Tutkimus antoi tiedon siitä, että kalojen ^{137}Cs -pitoisuudet ovat alentuneet, niin kuin muuallakin tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet. Pahimmilla laskeuma-alueilla Tšernobylin onnettomuuden vaikutukset ovat edelleen havaittavissa, todennäköisesti vielä pitkään. Tutkimus antoi viitteen siitä, mille alueille seuraavat tutkimukset ovat syytä keskittää. Kangasalan kunnan Vehkajärven seutu ja Oriveden seutu ovat niitä alueita, mistä tarvitaan tarkempia tutkimuksia kalojen ^{137}Cs -pitoisuuksista. Edelleen tutkimuksiin tulisi liittää myös muita luonnontuotteita, kuten sienet, marjat ja mahdollisesti riista. Vaikka ^{137}Cs -pitoisuudet eivät enää aiheuta varsinaista terveysriskiä kalan käyttäjille, kertoo se kuitenkin, miten hitaasti luonto toipuu Tšernobylin kaltaisesta onnettomuudesta. Puoliintumisajan ollessa 30 vuotta, Tšernobylistä vapautuneen ce-

siumin aktiivisuudesta on vielä jäljellä 12,5 % 90 vuoden päästä onnettomuudesta. (Niemi, Rahkio ym. 2004).

Kalojen elohopeapitoisuudet alittivat yhtä näytettä lukuun ottamatta annetut raja-arvot. Elohopea muodostaa terveysriskin lähinnä petokaloja, kuten haukea, runsaasti syöville. Raskaana olevien ja imettävien äitien, on syytä välttää sisävesien petokalojen syöntiä syöntisuositusten mukaisesti. Polttoprosesseista vapautuva ja kaukokulkeumien kautta maaperään kertyvä elohopea liukenee vesistöihin. Vesistöjen elohopeapitoisuutta voidaan seurata, mutta nämä tutkimustulokset eivät anna tietoa siitä, missä pitoisuuksissa elintarvikkeena käytettävien kalojen pitoisuudet ovat. Tästä syystä kalojen elohopeapitoisuuksien säännöllinen seuranta Kangasalan kunnan ympäristöterveydenhuollon alueella tulisi sisältää riskinarviointiin perustuen elintarvikevalvontasuunnitelmaan. Näin pysyttäisiin välttämään aiheetonta pelkoa ja ennakkoluuloa sisävesien kaloja kohtaan ja antamaan jatkossakin oikeaa tietoa kalojen elohopeapitoisuuksista niin kuluttajille kuin kalastajille. Kala on kuitenkin terveysvaikutuksiltaan tervetullut lisä ravintoomme.

LÄHTEET

Aluehallintovirasto 2011. Yhteenveto. Eviran EVO-hanke 2010. Radioaktiivisuuden valvonnan tehostaminen kunnissa.

Elintarviketurvallisuusvirasto 2010. Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat. Eviran julkaisuja 15/2010.

Euroopan yhteisöjen komission asetus (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutos (EY) N:o 629/2008. Elohopean enimmäispitoisuusrajat.

Euroopan yhteisöjen komission suositus 2003. Kaupan olevien luonnontuotteiden ¹³⁷Cs -pitoisuuksien enimmäisarvot.2003/274/Euratom.

Hallikainen, Anja, Saxen, Ritva 2007. Evira-STUK –yhteishanke. Kalojen 137 Cs- ja elohopeapitoisuudet Sastamalan perusturvakuntayhtymän järvissä vuonna 2005.

Hänninen, Riitta 2002. Kehittyvä elintarvike. Julkaisu 5/2002.STUK.

Juupajoen kunta. Kotisivu.WWW-dokumentti.www.juupajoki.fi. Päivitetty11.1.2011. Luettu 10.10.2011.

Kangasalan kunta. Kotisivu. WWW-dokumentti. www.kangasala.fi/tietoa_kangasala. Päivitetty 11.1.2011.Luettu 10.10.2011.

Klein, Paul 1994. Vierasaineet Hämeen kaloissa. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 11/1994.

Kokemäen joen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. WWW-dokumentti. www.kvvy.fi/vedenlaatu /index.php?kunta. Päivitetty 11.1.2011. Luettu 20.10.2011.

Korkeala, Hannu 2007. Elintarvikehygieniä.WSOY.Oppimateriaalit 2007.

Niemi, Veli-Mikko, Rahkio, Marjatta, Siitonen, Anja 2004. Ruokaturvallisuuden käsikirja. WS Bookwell Oy 2004.

Oriveden kaupunki. Kotisivu. WWW-dokumentti. www.orivesi.fi. Päivitetty11.1.2011 Luettu 10.10.2011.

Oulun kaupungin ympäristöviraston raportti 4/2004. Kalojen raskasmetallipitoisuudet.

Pälkäneen kunta. Kotisivu.WWW-dokumentti.www.palkane.fi. Päivitetty 11.1.2011. Luettu 10.11.2011.

Riistan- ja kalantutkimus. Kalojen myrkyt. Ekotoksikologiset tutkimukset ja ympäristömyrkyt. WWW-dokumentti. www.rktl.fi/kala. Ei päivitystietoja. Luettu 15.10.2011.

Roineen-Mallasveden-Pälkäneveden kalastusalue.WWW-dokumentti. www.rmpkalastusalue.fi/palkanevesi. Ei päivitystietoja. Luettu 21.10.2011

Salminen, Reija, Uusitalo, Terhi 2004. Seminaariesitelmä. Raskasmetallit – päästöt ja pitoisuudet ilmassa/vesistöissä ja niiden vaikutukset ympäristöön Suomessa. Helsinki 19.3.2004.

Suomen ympäristökeskus 2009. Elohopean kertyminen kaloihin. WWW-dokumentti. www.ymparisto.fi. Päivitetty 11.4.2009. Luettu 17.10.2011.

Säteilyturvakeskus 2011Tsernobyli-laskeuma. WWW-dokumentti. www.stuk.fi/sateilytietoa/sateily_ymparistossa. Päivitetty 11.4.2011. Luettu 15.10.2011.

Säteilyturvakeskus 2009. Säteily ja ydinturvallisuus katsauksia 2009.STUK. Radioaktiivinen laskeuma ja ravinto.

Turunen, Anu, Verkasalo, Pia 2007. Artikkel. Kansanterveyslaitos. Ympäristöosasto. Kansanterveyslehti N:ro 5-6/2007. WWW-dokumentti. [www.ktl.fi/portal/suomi/julkaisut/kansanterveyslehti/lehdet/2007 N:ro 5 - 6](http://www.ktl.fi/portal/suomi/julkaisut/kansanterveyslehti/lehdet/2007_N:ro_5_-_6). Luettu 28.10.2011.

WHO 1990. Environmental Health Criteria 101. Methylmercury. Geneva. WWW-dokumentti. www.inchem.org/documents/ech/ech_101.html. Luettu 29.10.2011.

Kartta näytteenottopaikoista

© Maanmittauslaitos, lupa nro 51/MML/11
 Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa nro 51/MML/11



- = kalan pyydystysalue

Cesiumtulokset Orivesi

Cesium- pitoisuudet Oriveden seutu

Pyyntialue	Kalalaji	Pitoisuus (Bq/kg)
1987		
Vesijärvi, Orivesi	lahna	170
Ristinselkä, Orivesi	lahna	410
Koljonselkä, Orivesi	hauki	830
Ristinselkä, Orivesi	hauki	930
Pappilanselkä, Orivesi	ahven	1500
Aihtia, Orivesi	siika	2900
Pukala, Orivesi	muikku	3000
Enojärvi, Orivesi	hauki	4000
Murojärvi, Juupajoki	ahven	4400
Pukala, Orivesi	hauki	4800
Kuivajärvi, Juupajoki	hauki	6100
Kuivajärvi, Juupajoki	hauki	6300
Enojärvi, Orivesi	hauki	6700
1988		
Ristinselkä, Orivesi	lahna	300
Enonselkä, Orivesi	lahna	300
Väärä Kalkkujärvi, Längelmäki	lahna	600
Vesijärvi, Orivesi	hauki	800
Eräsjärvi, Längelmäki	ahven	900
Myllyvesi, Längelmäki	lahna	1000
Väärä Kalkkujärvi, Längelmäki	muikku	1200
Salonlahti, Längelmäki	hauki	1400
Hulminpohja, Längelmäki	kokooma (lahna+hauki)	1500
Myllyjärvi, Orivesi	hauki	2200
Enojärvi, Orivesi	lahna	2600
Alainen, Pitkäjärvi, Orivesi	ahven	2900
Pukala, Orivesi	muikku	3000
Äväntäjärvi, Längelmäki	hauki	3000
Pitkävesi, Längelmäki	hauki	3000
Rautalampi, Orivesi	ahven	3800
Myllyvesi, Längelmäki	hauki	4900
Haukijärvi, Orivesi	ahven	6200
Kuivajärvi, Juupajoki	hauki	8200
Enojärvi, Orivesi	hauki	8300
Pukala, Orivesi	hauki	9400
Saarijärvi, Orivesi	hauki	20000
Valkeajärvi, Orivesi	hauki	26000
1989		
Enojärvi, Orivesi	lahna	520
Pukala, Orivesi	muikku	900

LIITE 2(2).

Cesiumtulokset Orivesi

Pukala, Orivesi	muikku, särki, salakka	600
Myllyjärvi, Orivesi	hauki	6900
Valkeajärvi, Orivesi (Enokunta)	hauki	800
Sääksjärvi, Orivesi	ahven	1020
Rautalampi, Orivesi	ahven	6700

Alainen, Pitkäjärvi, Orivesi	ahven	8200
Särkijärvi, Orivesi	hauki	3300
Kuivajärvi, Juupajoki	hauki	2900
Murojärvi, Juupajoki	ahven	3900
Hulipas, Juupajoki	ahven	2500
Kopsamo, Juupajoki	ahven	700
Iso-Petääjärvi, Juupajoki	hauki	3100
Nikinlahti, Raidisto, L:mäki	ahven	150
Iso-Löytänejärvi, Längelmäki	ahven	3600
Ristijärvi, Längelmäki	hauki	2500

1990

Neejärvi, Orivesi	hauki	7200
Pukala, Orivesi	muikku, särki, salakka	1270
Pukala, Orivesi	hauki	9500
Pukala, Orivesi	made	8270
Kuivajärvi, Juupajoki	hauki	2020
Kopsamo, Juupajoki	ahven	1920
Kuusjärvi, Längelmäki	hauki	3800
Kirjaanselkä, Längelmäki	hauki	870

1991

Pajukanta, Längelmävesi	hauki	900
Enojärvi, Orivesi	hauki	4800
Äväntäjärvi, Längelmäki	hauki	1500

1992

Enojärvi, Orivesi	hauki	7600
-------------------	-------	------

1993

Pukala, Orivesi	hauki	15100
Kuivajärvi, Juupajoki	hauki	1100

1994

Enojärvi, Orivesi	hauki	3000
Pukala, Orivesi	muikku	1000
Pukala, Orivesi	hauki	3000
Kuivajärvi, Juupajoki	hauki	900
Äväntäjärvi, Längelmäki	hauki	600
Pitkävesi, Längelmäki	hauki	600

LIITE 2(3).
Cesiumtulokset Orivesi

	1995	
Neejärvi, Orivesi	hauki	2500
Ylä -Lylyjärvi	hauki	1400
	1996	
Enojärvi, Orivesi	hauki	1900
Valkeajärvi, Orivesi	hauki	6000
	1997	
Pukala, Orivesi	muikku	900
Pukala, Orivesi	made	3200
Koivistonselkä, Längelmävesi	hauki	300
	1999	
Enojärvi, Orivesi	hauki	1100
Muhujärvi, Juupajoki	hauki	990
	2001	
Valkeajärvi	hauki	460
	2003	
Isopetäjäjärvi	hauki	410
	2006	
Lahnajärvi	hauki	350
	2007	
Isö-Löytänejärvi	hauki	1110
	2008	
Äväntäjärvi	hauki	260

Näytetulokset 2011



TESTAUSSELOSTE
*Kala
19.8.2011

11-8430

#1 1 (2)

Kangasalan kunta
Ympäristöterveydenhuolto
Terveystarkastajat
Herttualantie 28
36200 KANGASALA



Tilausno 158145 (XS), saapunut 13.7.2011

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
19123 (14)	Hauki, 7 kg. 3.5.2011 Iso-Terijärvi Hauki/0/27

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittys	Yksikkö	19123
*Elohopea	mg/kg tp	4,3
Cesium	Bq/kg	2000

Merkintöjen selityksiä: P = määrittys kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, » = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
*-merkitty on akkreditoitu menetelmä.

Riikka Mattsson

Mattsson Riikka
Kemisti

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa.
Liiitteenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittäpäivätiedot. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Katuosoite
Hatanpäänkatu 3 B
33900 TAMPERE

Postiosoite
PL 265
33101 TAMPERE

Puhelin
*(03) 246 1111

Telekopio/Sähköposti
(03) 246 1200
riikka.mattsson@lvvy.fi

Alv.rek./enn.pid.rek.
Y 0214391-0

Näytetulokset 2011

 KOKEMÄENJOEN VESISTÖN
VESIENSUOJELUYHDISTYS ry
Laboratorio

TESTAUSSELOSTE
*Kala
19.8.2011

11-8430 2 (2)
#1

MENETELMÄTIEDOT

Määntys	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
*Elohopea Cesium	Sis. menetelmä LA82 (perustuu EPA 7473) (TL25) RADEK MKGB-01 (TL105)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL105 TL25	Kokemäenjoen vesistön vsy/Hml Kokemäenjoen vesistön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määntys	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittäminen
*Elohopea Cesium	2011/19123 2011/19123	±25 %	1.8.2011 18.8.2011

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testaustulokset pätevät ainoastaan testatulle näyteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Liitteenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittämisväitiedot. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Näytetulokset 2011



TESTAUSSELOSTE
*Kala
15.9.2011

11-9447 1 (2)
#1

Kangasalan kunta/Ympäristöterveydenhuolto
Virtaranta Satu
Herttualantie 28
36200 KANGASALA



Tilausno 159853 (XS), saapunut 19.8.2011

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
23443	Kuha (2kpl samassa näytteessä) Pälkänevesi, Kukkolanselkä, 30.5.2011 Timo Piekkari Kutojantie 2 36600 Pälkäne
23444	Hauki, 1,4 kg, Pälkänevesi, Raukaanlahti, 22.5.2011 Antti Rauas Iharintie 64 36600 Pälkäne

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	23443	23444
*Elohopea	mg/kg tp	0,13	0,31
Cesium	Bq/kg	53	<50

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin,
» = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
*-merkitty on akkreditoitu menetelmä.

Riikka Mattsson
Mattsson Riikka
Kemisti

Tässä tutkimusraportissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa.
Liitteenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittämissäädöt. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Katuosoite Hatanpääkatu 3 B 33900 TAMPERE	Postiosoite PL 265 33101 TAMPERE	Puhelin *(03) 246 1111	Telekopio/Sähköposti (03) 246 1200 riikka.mattsson@kvvy.fi	Alv.rek./enn.pid.rek. Y 0214391-0
---	--	---------------------------	--	--------------------------------------

Näytetulokset 2011



TESTAUSSELOSTE
*Kala
15.9.2011

11-9447
#1

MENETELMÄTIEDOT

Määrittäminen	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
*Elohopea Cesium	Sis.menetelmä LA82 (perustuu EPA 7473) (TL25) RADEK MKGB-01 (TL105)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL105 TL25	Kokemäenjoen vesistön vsy/Hml Kokemäenjoen vesistön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämissp.
*Elohopea	2011/23443	±25 %	26.8.2011
	2011/23444	±25 %	26.8.2011
Cesium	2011/23443		15.9.2011
	2011/23444	Määrittämissp. alitus	15.9.2011

Tässä tutkimusselosteessa esitellyt testatulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Liitteenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittämisspätiedot. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Näytetulokset 2011



TESTAUSSELOSTE
*Kala
23.8.2011

11-8601 1 (2)
#1

Kangasalankunta/Ympäristöterveydenhuolto
Virtaranta Satu
Herttualantie 28
36200 KANGASALA



Tilausno 158689 (XS), saapunut 29.7.2011, näytteet otettu 27.7.2011

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
20472	Kyösti Kettula, Hauki 1kg
20473	Matti Tiitola, Hauki 1,1kg
20474	Matti Tiitola, Kuha 2x0,8kg
20475	Jukka Vainio, Hauki 1,5kg
20476	Heikki Mattila, Hauki 3,150kg
20477	Risto Järvinen Hauki 1kg
20478	Erkki Palkee, Hauki 1,1kg
20479	Aki Hakkari, Hauki 2,6kg
20480	Kalevi Lehtinen, Hauki 3x0,6kg
20481	Otto Hölli, Hauki 3,450kg
20482	Tauno Kaskela, Hauki 1,5kg
20483	Matti Hippeläinen, Hauki 1,7kg
20484	Matti Hippeläinen, Kuha 2,3kg

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäjä	Yksikkö	20472	20473	20474	20475	20476	20477
*Elohopea	mg/kg tp	0,20	0,26	0,14	0,40	0,20	0,22
Cesium	Bq/kg	1300	84	80	300	110	91
Määrittäjä	Yksikkö	20478	20479	20480	20481	20482	20483
*Elohopea	mg/kg tp	0,38	0,25	0,72	0,36	0,53	0,29
Cesium	Bq/kg	<50	87	130	<50	440	94
Määrittäjä	Yksikkö	20484					
*Elohopea	mg/kg tp	0,17					
Cesium	Bq/kg	92					

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäjä kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, » = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
*-merkitty on akkreditoitu menetelmä.

Riikka Mattsson

Mattsson Riikka
Kemisti

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testalulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Liitteenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittäjäpäivätiedot. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Katuosoite
Hatanpääkatu 3 B
33900 TAMPERE

Postiosoite
PL 265
33101 TAMPERE

Puhelin
*(03) 246 1111

Telekopio/Sähköposti
(03) 246 1200
riikka.mattsson@kvvy.fi

Alv.rek./enn.pid.rek.
Y 0214391-0

Näytetulokset 2011

 KOKEMÄENJOEN VESISTÖN
VESIENSUOJELUYHDISTYS ry
Laboratorio

TESTAUSSELOSTE
*Kala
15.9.2011

11-9447
#1

MENETELMÄTIEDOT

Määrittäminen	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
*Elohopea Cesium	Sis. menetelmä LA82 (perustuu EPA 7473) (TL25) RADEK MKGB-01 (TL105)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL105 TL25	Kokemäenjoen vesistön vsy/Hml Kokemäenjoen vesistön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämissp.
*Elohopea	2011/23443	±25 %	26.8.2011
	2011/23444	±25 %	26.8.2011
Cesium	2011/23443		15.9.2011
	2011/23444	Määrittämissp. alitus	15.9.2011

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Liitteenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittämisspätiedot. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Näytetulokset 2011

 **KOKEMÄENJOEN VESISTÖN**
VESIENSUOJELUYHDISTYS ry
Laboratorio

TESTAUSSELOSTE
*Kala
15.9.2011

11-9447 1 (2)
#1

Kangasalan kunta/Ympäristöterveydenhuolto
Virtaranta Satu
Herttualantie 28
36200 KANGASALA



Tilausno 159853 (XS), saapunut 19.8.2011

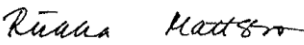
NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
23443	Kuha (2kpl samassa näytteessä) Pälkänevesi, Kukkolanselkä, 30.5.2011 Timo Piekkari Kutojantie 2 36600 Pälkäne
23444	Hauki, 1,4 kg, Pälkänevesi, Raukaanlahti, 22.5.2011 Antti Rauas Iharintie 64 36600 Pälkäne

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	23443	23444
*Elohopea	mg/kg tp	0,13	0,31
Cesium	Bq/kg	53	<50

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin,
> = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
* -merkintä on akkreditoitu menetelmä.


Mattsson Riikka
Kemisti

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testitulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa.
Liitteenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittämispäivä tiedot. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Katuosoite
Hatanpäänkatu 3 B
33900 TAMPERE

Postiosoite
PL 265
33101 TAMPERE

Puhelin
*(03) 246 1111

Telekopio/Sähköposti
(03) 246 1200
riikka.mattsson@kvvy.fi

Alv.rek./enn.pid.rek.
Y 0214391-0

Näytetulokset 2011



KOKEMÄENJOEN VESISTÖN
VESIENSUOJELUYHDISTYS ry
Laboratorio

TESTAUSSELOSTE
*Kala
15.9.2011

11-9447 2
#1

MENETELMÄTIEDOT

Määrittäminen	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
*Elohopea Cesium	Sis. menetelmä LA82 (perustuu EPA 7473) (TL25) RADEK MKGB-01 (TL105)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL105 TL25	Kokemäenjoen vesistön vsy/Hml Kokemäenjoen vesistön vsy/Tre

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämissp.
*Elohopea	2011/23443	±25 %	26.8.2011
	2011/23444	±25 %	26.8.2011
Cesium	2011/23443		15.9.2011
	2011/23444	Määrittämissp. alitus	15.9.2011

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Liitteenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittämisspätiedot. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

Näytetulokset Vesijärvi

Kangasalan Vesijärven tulokset:

Järvi	Kunta	Kalalaji	PVM	CS-137 (Bq/kg)
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	29.8.1987	1536,36
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	27.5.1988	716
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	27.5.1988	861
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	26.9.1988	513
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	26.9.1988	1087
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	30.11.1988	1828
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	21.4.1989	1739
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	28.9.1989	632
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.9.1990	603
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	8.5.1991	632
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	16.9.1991	376
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	16.9.1991	415
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	13.5.1992	601
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.9.1992	287
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.9.1992	484
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.6.1993	308
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.6.1993	540
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	27.5.1994	143
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	27.5.1994	312
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	27.5.1994	342
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	25.5.1995	232
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	25.5.1995	329
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.7.1996	242
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.7.1996	300
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	17.5.1997	320
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	17.9.1998	236,5
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	27.7.1999	168
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	27.7.1999	220
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	1.9.2000	152
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	1.9.2000	257
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.9.2002	117
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.9.2002	145
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	15.9.2002	202
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	11.8.2003	192
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	16.10.2004	244,2
VESIJÄRVI	KANGASALA	AHVEN	6.5.2006	230,9
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	27.4.1987	1132
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	29.8.1987	1312,16
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	22.10.1987	1078
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	27.5.1988	862
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	30.9.1988	606
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	14.12.1988	927

LIITE4 (2).

Näytetulokset Vesijärvi

VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	21.4.1989	1065
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	23.9.1989	542
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	22.4.1990	487
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	15.9.1990	370
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	8.5.1991	216
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	16.9.1991	411
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	13.5.1992	385
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	15.9.1992	270
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	15.6.1993	274
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	27.5.1994	250
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	25.5.1995	196
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	15.8.1996	186
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	17.5.1997	172
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	17.9.1998	162,5
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	5.8.1999	194
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	3.9.2000	174
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	13.10.2001	154
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	15.9.2002	144
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	11.8.2003	187
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	8.10.2004	139,1
VESIJÄRVI	KANGASALA	HAUKI	6.5.2006	109,5
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	27.4.1987	3400
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	1.7.1987	2400
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	29.8.1987	968,78
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	22.10.1987	1108,02
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	27.5.1988	869
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	30.9.1988	702
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	14.12.1988	687
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	21.4.1989	724
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	18.9.1989	544
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	28.4.1990	780
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	15.9.1990	407
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	8.5.1991	552
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	16.9.1991	333
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	13.5.1992	572
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	15.9.1992	211
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	15.6.1993	378
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	27.5.1994	321
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	25.5.1995	386
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	15.8.1996	231
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	17.5.1997	216
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	17.9.1998	193,4
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	2.8.1999	188
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	29.8.2000	154
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	14.10.2001	139,9
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	4.10.2002	189
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	10.9.2003	212
VESIJÄRVI	KANGASALA	KUHA	16.10.2004	179,3

LIITE4 (3).

Näytetulokset Vesijärvi

VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	27.4.1987	700
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	1.7.1987	330
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	27.5.1988	650
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	9.5.1989	171
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	23.9.1989	104
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	28.4.1990	184
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	15.9.1990	134
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	8.5.1991	109
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	16.9.1991	100
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	13.5.1992	127
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	15.6.1993	105
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	27.5.1994	56
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	25.5.1995	52
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	15.6.1996	64
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	17.5.1997	80
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	8.8.1999	47,9
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	20.6.2000	44,4
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	17.9.2003	35,97
VESIJÄRVI	KANGASALA	LAHNA	1.9.2004	30,39
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	22.10.1987	1167
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	30.9.1988	1151
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	18.12.1988	1079
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	21.4.1989	541
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	28.9.1989	460
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	26.4.1990	544
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	8.5.1991	772
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	13.5.1992	427
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	17.5.1997	227
VESIJÄRVI	KANGASALA	MADE	21.10.2001	244
VESIJÄRVI	KANGASALA	MUIKKU	6.7.1994	71
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	1.7.1987	530
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	29.8.1987	189
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	30.9.1988	261
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	27.12.1988	156
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	21.4.1989	147
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	18.9.1989	157
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	28.4.1990	132
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	15.9.1990	124
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	13.5.1992	100
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	15.9.1992	105
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	15.6.1993	86
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	15.7.1996	62
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	17.5.1997	77,5
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	17.9.1998	58,3
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	6.8.1999	55,6
VESIJÄRVI	KANGASALA	SIIKA	9.10.2004	40,54
VESIJÄRVI	KANGASALA	SÄRKI	26.9.1988	203
VESIJÄRVI	KANGASALA	SÄRKI	27.5.1994	82

LIITE4 (4).**Näytetulokset Vesijärvi**

VESIJÄRVI	KANGASALA	SÄRKI	25.5.1995	81
VESIJÄRVI	KANGASALA	SÄRKI	27.7.1999	43,8
VESIJÄRVI	KANGASALA	SÄRKI	26.7.2000	45,1
VESIJÄRVI	KANGASALA	SÄRKI	18.8.2004	34,14



MAANMITTAUSLAITOS

Päiväys 7.11.2011
Julkaisulupa nro 51/MML/11

MAANMITTAUSLAITOKSEN KARTTOJEN JULKAISU-/KOPIOINTILUPA

Maanmittauslaitos luovuttaa jäljempänä mainituin ehdoin oikeuden valmistamansa kartan ja/tai digitaalisen aineiston tai ilmakuvan kopioimiseen, painamiseen tai muulla näihin verrattavalla tavalla tapahtuvaan monistamiseen tai julkaisuun [www-sivulla/sivuilla](http://www.sivulla/sivuilla).

Luvan hakija

Nimi: Tiina Ripatti
Osoite: Kaninkuja 11
36200 KANGASALA
Ly-tunnus:
Yht.henk.: Tiina Ripatti
Puhelin: 0407470705
Faksi:

Aineisto

Maanmittauslaitoksen Karttapaikan peruskartta 1:400 000
Käytettävän kartta-aineiston 1: 400000
mittakaava:
Julkaisumittakaava: 1: 400000
Monistettava määrä: alle 10

Käyttö

Muu, mikä:
Lisäselvitys käytöstä: (esim. onko myytävä tuote, ilmaisjakelu, opinnäyte yms.)
Opinnäytetyö, noin 35 sivua liitteineen.

Tuotteen / julkaisun nimi: Kalojen cesium- ja elohopeapitoisuudet Kangasalan seudun ympäristöterveydenhuollon alueella

WWW-sivujen osoite: www.mamk.fi, sähköisenä MAMK:n Mikki-kirjastossa
Sama lupa oikeuttaa kartan julkaisemiseen oppilaitoksen internetsivuilla opinnäytetyön yhteydessä.

Lupa on voimassa yhden vuoden päiväspäivämäärästä.

Tekijänoikeus

Maanmittauslaitoksella on tekijänoikeus edellä mainittuihin karttoihin, ilmakuviin ja karttatulosteisiin. Maanmittauslaitoksen tekijänoikeutta suojaa tekijänoikeuslaki (404/61). Osoituksena Maanmittauslaitoksen tekijänoikeudesta jokaisessa kopiassa tai julkaisun alussa tulee olla:

© Maanmittauslaitos, lupa nro **51/MML/11**
Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 51/MML/11

Internet-käytössä lupanumero tulee laittaa sekä kartta-alueelle, että html-sivulle tekstinä. Lisäkopioiden valmistaminen edellä mainittuun tarkoitukseen on sallittu vain Maanmittauslaitoksen uudella luvalla. Kopioiden käyttö muuhun kuin edellä mainittuun tarkoitukseen ja kopiointioikeuden edelleenluovutus on ilman Maanmittauslaitoksen lupaa kielletty.

Lupaa koskevat erimielisyydet ratkaistaan ensisijaisesti sopijapuolten neuvotteluin. Riitatapauksissa ratkaisija on Helsingin käräjäoikeus.

Maanmittauslaitos
Yhteyshenkilö:
Maanmittauslaitos
Pirkanmaan-Satakunnan maanmittaustoimisto
Asiakaspalvelu
Elina Nikkilä
Yliopistonkatu 38, 33100 Tampere
puh. 020 690 641
faksi: 020 631 6140
sähköposti: elina.nikkila@maanmittauslaitos.fi