

**Elintarvikeviraston julkaisuja 1/2004**

**Kotimaisen järvi- ja merikalan  
dioksiinien, furaanien,  
dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden ja  
polybromattujen difenyyliettereiden  
pitoisuudet**

**EU-KALAT**



**ELINTARVIKEVIRASTO**

**A. Hallikainen**



**H. Kiviranta  
P. Isosaari  
T. Vartiainen**



**RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS**

**R. Parmanne  
P. J. Vuorinen**

**Helsinki 2004**



## Kuvailulehti

Julkaisija	Elintarvikevirasto	Julkaisu-aika	Helmikuu 2004	
Tekijä(t)	A. Hallikainen, H. Kiviranta, P. Isosaari, T. Vartiainen, R. Parmanne, P.J. Vuorinen			
Julkaisun nimi	Kotimaisen järvi- ja merikalan dioksiinien, furaanien, dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden ja polybromattujen difenyyliettereiden pitoisuudet			
Tiivistelmä	<p>EU-kalat -projekti toteutettiin, koska haluttiin saada tietoa kotimaisen kalan sisältämistä ympäristömyrkkypitoisuuksista. Tietoa päätettiin hankkia sekä Itämeren kalan että sisävesikalojen tärkeimmistä ympäristömyrkyistä: dioksiineista, joille oli asetettu EU:ssa enimmäispitoisuusraja, PCB-yhdisteistä, joiden sääntelyä EU:ssa osattiin odottaa, bro-ma-tuista difenyyliettereistä, joiden tiedettiin kertyvän kalaan sekä myös raskasmetalleista (julkaistaan erillisenä julkaisuna), joiden sääntelyä EU:ssa oli tarve tarkistaa.</p> <p>Suomen oli täytettävä myös ne edellytykset, jotka EU oli asettanut antaessaan Suomelle ja Ruotsille erityiskohtelun dioksiineja koskevassa lainsäädännössä. Lisäksi oli kiinnitettävä huomiota myös kotimaisen kalan sisältämien epäpuhtauksien aiheuttamiin seurauksiin kalastajille ja kalanjalostusteollisuudelle.</p> <p>Tutkimuksesta ilmeni, että dioksiinien ja PCB-yhdisteiden kertyminen kalaan on ennen kaikkea kalalajin ominaisuus. Ongelmakaloiksi jäivät lohi ja suurikokoinen silakka tässä järjestyksessä. Molemmista analysoitiin moninkertaisia pitoisuuksia dioksiineja enimmäispitoisuuteen (4 pg TEQ/g tuorepainoa) verrattuna. Sekä silakalla että lohella dioksiinipitoisuudet korreloivat iän mukana; mitä vanhempi kala sitä enemmän dioksiineja.</p> <p>Kaikki muut kotimaiset kalat paria poikkeuksellista tutkimustulosta lukuun ottamatta alit-tavat dioksiinille asetetun enimmäispitoisuusrajan. Myös kasvatetun kalan dioksiinipi-toisuudet jäävät selvästi alle enimmäispitoisuusrajan.</p>			
Asiasanat	Järvikala, merikala, dioksiini, furaani, PCB			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Elintarvikeviraston julkaisuja 1/2004			
Julkaisun teema				
	ISSN (nid.)	1458-168X	ISBN (nid.)	951-732-205-4
	ISSN (pdf)	1459-0212	ISBN (pdf)	951-732-206-2
	Sivuja	47 + liitt.	Kieli	Suomi
	Luottamuksellisuus	Julkinen		
Julkaisun myynti / jakaja	Elintarvikevirasto, puh. (09) 3931 530, 3931 526, fax (09) 3931 592 info@elintarvikevirasto.fi, www.elintarvikevirasto.fi			
Julkaisun kustantaja	Elintarvikevirasto			
Painopaikka ja -aika	Edita Express, Pasila, Helsinki 2004			

## Presentationsblad

Utgivare	Livsmedelsverket	Utgivningsdatum	Februari 2004	
Författare	A. Hallikainen, H. Kiviranta, P. Isosaari, T. Vartiainen, R. Parmanne, P.J. Vuorinen			
Publikationens titel	Halten av dioxiner, furaner, dioxinliknande PCB-föreningar och polybromerade difenyletrar i inhemsk insjö- och havsfisk			
Sammandrag	<p>Projektet EU-fisk genomfördes på grund av att man ville få information om halterna miljögifter i inhemsk fisk. Man beslöt skaffa information om de viktigaste miljögifterna i såväl Östersjöfisk som insjöfisk: om dioxiner, för vilka EU uppställt en gräns för den tillåtna maximala halten, om PCB-föreningar, om vilka man visste att EU kommer att införa regleringar, om bromerade difenyletrar, om vilka man visste att de ackumuleras i fisk och också om tungmetaller (publiceras i en separat publikation). Finland måste också uppfylla de förutsättningar som EU uppställt då man gav Finland och Sverige särbehandling i fråga om lagstiftningen om dioxiner. Man ville också fästa uppmärksamhet vid de konsekvenser som föroreningar i inhemsk fisk medför fiskare och fiskförädlingsindustrin. Av undersökningen framgick att ackumuleringen av dioxiner och PCB-föreningar i fisk först och främst är en egenskap hos den aktuella fiskarten. Lax och stor strömming visade sig vara problemfisk och just i denna ordningsföljd. I bägge fiskarterna konstaterades mångfaldiga dioxinhalter i förhållande till den tillåtna maximala halten (4 pg TEQ/g färsk vikt). Hos såväl strömming som lax korrelerade dioxinhalterna med åldern; ju äldre fisk desto mer dioxiner. All annan inhemsk fisk ett par exceptionella analysresultat undantagna understeg den tillåtna maximala halten dioxin. Dioxinhalterna i odlad fisk stannar också klart under den tillåtna maximala halten.</p>			
Nyckelord	insjöfisk, havsfisk, dioxin, furan, PCB			
Publikationsseriens namn och nummer:	Livsmedelsverkets publikationer 1/2004			
Publikationens tema				
	ISSN (nid.)	1458-168X	ISBN (nid.)	951-732-205-4
	ISSN (pdf)	1459-0212	ISBN (pdf)	951-732-206-2
	Antal sidor	47 + bil.	Språk	Finska
	Offentlighet	Offentlig handling		
Beställningar	Livsmedelsverket, tel. (09) 3931 530, 3931 526, fax (09) 3931 592 info@elintarvikevirasto.fi, www.elintarvikevirasto.fi			
Förläggare	Livsmedelsverket			
Tryckeri	Edita Express, Böle, Helsingfors 2004			

## Description

Publisher	National Food Agency of Finland	Publication date	February 2004
Authors	A. Hallikainen, H. Kiviranta, P. Isosaari, T. Vartiainen, R. Parmanne, P.J. Vuorinen		
Title	Concentration of dioxins, furans, dioxin-like PCB compounds and polybrominated diphenyl ethers in domestic fresh water and salt water fish		
Abstract	<p>EU Fish project was carried out to obtain information about the concentrations of environmental toxins in domestic fish. The project was decided to be focused on the most important environmental toxins in both Baltic Sea fish and fresh water fish: dioxins, for which EU has specified maximum concentration limit; PCB compounds, for which it was known that regulations would be enforced by EU; brominated diphenyl ethers, which are known to accumulate in fish; as well as heavy metals (to be published separately) for which there was a need to adjust EU regulations. In addition, Finland had to meet the requirements set by EU when Finland and Sweden were granted special status with regard to legislation concerning dioxins. Also, attention needed to be paid to the consequences that fishers and the fish processing industry face because of the impurities contained in domestic fish. The study showed that the accumulation of dioxins and PCB compounds in fish depends most of all on the fish species concerned. The problem species were salmon and large-sized herring, in this order. In both of these species the concentration of dioxins was found to exceed the maximum limit (4 pg TEQ/g fresh weight) many times. In both salmon and herring the concentration of dioxins correlated with age; the older the fish, the higher the dioxin concentration. All other domestic fish species, with the exception of a couple of deviating study results fell under the maximum dioxin concentration limit. The dioxin concentration of farmed fish was also clearly under the maximum limit.</p>		
Key words	fresh water fish, salt water fish, dioxin, furan, PCB		
Name and number of publication	National Food Agency publications 1/2004		
Theme			
	ISSN (nid.)	1458-168X	ISBN (nid.) 951-732-205-4
	ISSN (pdf)	1459-0212	ISBN (pdf) 951-732-206-2
	Pages	47 + app.	Language Finnish
	Confidentiality	Public	
Distributor	National Food Agency, Tel. (09) 3931 530, 3931 526, Fax (09) 3931 592 info@nfa.fi, www.nfa.fi		
Publisher	National Food Agency		
Printed in	Edita Express, Pasila, Helsinki 2004		

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>TAUSTAA TUTKIMUKSELLE .....</b>	<b>7</b>
<b>TAUSTATIETOA PCDD/F-, PCB- ja PBDE-YHDISTEISTÄ .....</b>	<b>7</b>
<b>Elintarvikkeiden sisältämät dioksiinit ja PCB-yhdisteet .....</b>	<b>8</b>
<b>Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden saanti .....</b>	<b>9</b>
<b>Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden kertyminen elintarvikkeisiin .....</b>	<b>10</b>
<b>Elintarvikkeiden dioksiinien ja PCB-yhdisteiden aikatrendi .....</b>	<b>11</b>
<b>Itämeren kalastajat ja dioksiinit .....</b>	<b>11</b>
<b>Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden riskinarviointi .....</b>	<b>11</b>
<b>TUTKIMUKSEN TARKOITUS .....</b>	<b>12</b>
<b>TUTKIMUSHYPOTEEESIT .....</b>	<b>13</b>
<b>TUTKIMUSAINEISTO .....</b>	<b>13</b>
<b>ANALYYSIMENETELMÄT</b>	
<b>Iänmääritykset .....</b>	<b>14</b>
<b>Pitoisuusmääritykset .....</b>	<b>14</b>
<b>TULOKSET JA TARKASTELU .....</b>	<b>16</b>
<b>Lohi .....</b>	<b>17</b>
<b>Silakka .....</b>	<b>19</b>
<b>Siika .....</b>	<b>27</b>
<b>Kilohaili .....</b>	<b>28</b>
<b>Ahven .....</b>	<b>29</b>
<b>Kampela .....</b>	<b>30</b>
<b>Kuha .....</b>	<b>31</b>
<b>Lahna .....</b>	<b>32</b>
<b>Hauki .....</b>	<b>33</b>
<b>Muikku .....</b>	<b>34</b>
<b>Nieriä .....</b>	<b>35</b>
<b>Made .....</b>	<b>36</b>
<b>Dioksiinitulosten koonta .....</b>	<b>37</b>
<b>PCB- ja PBDE-tulosten koonta .....</b>	<b>38</b>
<b>POHDINTA JA PÄÄTELMÄT.....</b>	<b>41</b>
<b>KIITOKSET.....</b>	<b>42</b>
<b>KIRJALLISUUTTA .....</b>	<b>43</b>
<b>LIITTEET</b>	
<b>Liite 1 .....</b>	<b>47</b>
<b>Liite 2 .....</b>	<b>53</b>
<b>Liite 3 .....</b>	<b>54</b>

## **TAUSTAA TUTKIMUKSELLE**

Mahdollisesti elintarvikkeissa pieninä pitoisuuksina esiintyviä ympäristömyrkyjä on lukuisia, mutta suurin huomio kohdistuu pysyviin, ravintoketjun huipulle kertyviin yhdisteisiin. Tässä tutkimuksessa keskityttiin näistä tärkeimpiin ja ajankohtaisimpiin: polykloorattuihin dibentso-*p*-dioksiineihin ja dibentsofuraaneihin (dioksiinit, PCDD/F), polykloorattuihin bifenyyleihin (PCB), polybromattuihin difenyylieettereihin (PBDE) ja raskasmetalleihin.

Vaikka Suomen valvontaviranomaiset eivät ole löytäneet hälyttävän suuria ympäristömyrkkypitoisuuksia muualta kuin Itämeren rasvaisista kaloista, aiheuttavat ympäristömyrkyt pelkoa väestössä mahdollisten terveyshaittojen takia. Varsinkin odottavat ja pienten lasten äidit ovat herkkiä reagoimaan elintarvikkeiden ympäristömyrkyepäilyihin. Huolta kannetaan syöpäriskistä, epämuodostumariskistä sekä hormonaalisista ja hermostovaikutuksista.

Elintarvikkeiden ympäristömyrkyt nousivat Euroopan maissa otsikoihin Belgian dioksiiniskandaalin yhteydessä. Tämän sekä muutaman muun tapauksen takia, jotka lähinnä koskivat rehujen kohonneita dioksiinipitoisuuksia, EU on toiminut aktiivisesti pienentääkseen alueensa väestön altistumista dioksiineille. EU:ssa on mm. asetettu elintarvikkeiden dioksiineille sallitut enimmäispitoisuusrajat (EY/2375/2001). Kalan ja kalatuotteiden dioksiinien enimmäispitoisuus on 4 pg WHO-TEQ/g tuorepainoa. Tästä asetuksesta Suomi ja Ruotsi ovat saaneet poikkeuksen vuoden 2006 loppuun asti. Suomelta odotetaan kuitenkin toimia, joilla estetään enimmäispitoisuusrajan ylittävien kalojen pääsy EU-markkinoille. Samalla Suomen on myös huolehdittava kuluttajien informoinnista ja ohjattava kalan kulutusta, jotta dioksiinien siedettävä viikkosaanti 14 pg WHO-TEQ/ruumiinpainokilo (kg r.p.) (SCF, 2001) ei ylittyisi.

EU:ssa säännellään myös kalojen raskasmetallipitoisuuksia, joista lyijylle ja kadmiumille sekä elohopealle on jo asetettu raja-arvot. Niitä tarkistetaan parhaillaan. Lisäksi arseenille suunnitellaan enimmäispitoisuusrajoja. Tieteellisessä yhteistyössä (SCOOP) on Italian ja Ruotsin koordinoimana kerätty tietoa kyseisistä raskasmetalleista elintarvikkeissa ja arvioitu niiden saantia jäsenmaissa lainsäädännön pohjaksi.

Tässä maa- ja metsätalousministeriön kala- ja riistaosaston ja EU:n rahoittamassa sekä Elintarvikeviraston koordinoimassa tutkimushankeessa, jossa näytteet keräsi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja analysoi PCDD/F-, PCB- ja PBDE-yhdisteiden osalta Kansanterveyslaitos, saatiin lisätietoa em. yhdisteiden pitoisuuksista niissä Itämerestä ja sisävesistä pyydetyissä kalalajeissa, joita suomalaiset pääsääntöisesti käyttävät ravinnokseen. Samalla Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos määrittä raskasmetallit kaloista kansallisen vierasainevalvontaohjelman puitteissa.

## **TAUSTATIETOA PCDD/F-, PCB- JA PBDE-YHDISTEISTÄ**

Dioksiineihin kuuluu 210 erilaista yhdistettä eli kongeneeria, joista 17 on ns. myrkyllisiä. PCB-yhdisteitä on 209, joista neljä on samankaltaisia kuin dioksiinit, kahdeksan vähemmän dioksiinien kaltaisia ja loput terveysvaikutusmekanismeiltaan erilaisia kuin dioksiinit. Useimmiten kalan dioksiini- ja PCB-pitoisuudet kulkevat käsi kädessä siten, että

PCB-yhdisteitä on noin 1 000 kertaa enemmän kuin dioksiineja (taulukko 1). PCB-yhdisteitä on käytetty teollisessa tarkoituksessa palonestoaineena ja lämmönjohtonesteinä hyvin runsaasti, muuntajista saumalaasteihin. Dioksiineja ei ole tehty tarkoituksellisesti, mutta niitä syntyy monissa klooraus- ja polttoprosesseissa. Suomessa suurimmat määrät dioksiineja on syntynyt kloorifenolien valmistuksessa, jonka seurauksena sadoilla sahoilla ja Kymijoen sedimentissä on edelleenkin kymmeniä kilogrammoja dioksiineja. Polttoprosesseista ilmaan ja sitä kautta ympäristöön tapahtuva leviäminen on havaittu dioksiinien ja PCB-yhdisteiden tärkeimmäksi kulkeutumisreitiksi ravintoketjuihin.

Dioksiineista vain yhtä, 2,3,7,8-tetraklooridibentso-*p*-dioksiinia (TCDD) on tutkittu perusteellisesti. Muille 16 toksiselle dioksiini- ja 12 PCB-kongeneerille on arvioitu vertailukeroin (TEF) TCDD:hen nähden. Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan usein yhtenä lukuna, joka on saatu laskemalla yhteen kaikkien toksisten dioksiinikongeneerien pitoisuudet kerrottuna yhdisteen toksisuuskertoimella (TEF). Tätä kutsutaan TCDD ekvivalenttiarvoksi (TEQ). Tähän TEQ-arvoon perustuvat mm. eri syöntisuositukset sekä EU:n asettamat maksimipitoisuusarvot elintarvikkeille.

Dioksiinit ovat koe-eläimillä akuutisti hyvin myrkyllisiä, mistä johtuu niiden saama nimitys supermyrky. Lisäksi ne ovat pitkäaikaisessa altistuksessa karsinogeenisiä (syöpää aiheuttavia) ja teratogeenisiä (epämuodostuvia aiheuttavia) koe-eläimillä. TCDD aiheuttaa koe-eläimille suulakihalkion ja vesimunuaisen jo pieninä pitoisuuksina. Pohjanvirta ja Tuomisto ovat kirjoittaneet perusteellisen katsausartikkelin TCDD:n terveysvaikutuksista koe-eläimille (Pohjanvirta ja Tuomisto 1994).

Kansainvälinen syöpäinstituutti IARC (IARC 1997) on arvioinut TCDD:n syöpävaaralliseksi ihmiselle. Epäiltyjä syöpälajeja ovat pehmytkudossarkooma, lymfoomat ja mm. keuhkosyöpä. Suomalaiset tutkijat eivät aivan tuoreissa väestötason tutkimuksissa pystyneet osoittamaan dioksiineja pehmytkudossarkooman riskitekijäksi (Tuomisto ym. 2003), mutta ovat osoittaneet äidin suurten dioksiinipitoisuuksien pitkäaikaiseen imetykseen liittyneenä aiheuttavan lapsille kiilleaurioita ensimmäisiin pysyviin hampaisiin (Alaluusua ym. 1999). PCB-yhdisteiden on epäilty aiheuttavan lapselle kehityshäiriöitä (Jacobson ja Jacobson 1997), ja huolenaiheena ovat näiden yhdisteiden mahdolliset immunotoksiset, psykosomaattiset ja hormonaaliset vaikutukset (IPCS 1993). Seveson onnettomuudessa lapsena tai teini-iässä TCDD:lle altistuneille pojille näyttäisi aikuisena syntyneen merkittävästi enemmän tyttölapsia kuin poikia (Mocarelli ym. 2000).

PBDE-yhdisteiden terveysvaikutuksista ei ole juurikaan tietoa. Niiden epäillään olevan myrkyllisiä sikiölle sekä aiheuttavan käyttäytymishäiriöitä ja oppimisvaikeuksia. Eläinkokeissa ne ovat aiheuttaneet muutoksia maksassa ja munuaisissa (IPCS 1994).

### **Elintarvikkeiden sisältämät dioksiinit ja PCB-yhdisteet**

Dioksiineja ja PCB-yhdisteitä tavataan mitattavia määriä kaikista rasvapitoisista elintarvikkeista myös Suomessa. Varsinkin maito ja maitotuotteet sekä liha sisältävät niitä. Lypsylehmät erittävät keräämänsä dioksiinit ja PCB-yhdisteet pääasiassa maitoon. Kaloissa sen sijaan on suuria alueellisia eroja. Itämeren kalat, tärkeimpinä lajeina lohi ja silakka, ovat saastuneet, kun taas valtameren silli sisältää näitä myrkyjä vain murto-osan Itäme-



ren silakkaan verrattuna. Suomen sisävesien kalat ovat nykyään melko puhtaita näistä ympäristömyrkyistä (taulukko 1) - samoin suomalaiset vihannekset ja marjat (taulukko 2). Elintarvikevirasto aloitti dioksiinien tutkimukset peruselintarvikkeista vuonna 1991. Ensimmäiset silakkanäytteet otettiin keväällä 1993 Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) asiantuntemuksella Itämerestä viideltä eri pyyntialueelta. Näytteet jaettiin sukupuolittain erikseen, eri-ikäisiin ja -kokoisiin yksilöihin (Vartiainen ym. 1997b, Kiviranta ym. 2003). Myös silakan ja kuivarehun käyttöä kirjolohen rehuna ja niiden vaikutuksia kasvatetun kirjolohen ympäristömyrkkypitoisuuksiin on tutkittu (Vuorinen ym. 1993, Vartiainen ja Hallikainen, 1995, Isosaari ym. 2002a). Uusimmat dioksiinitutkimukset Elintarvikevirasto on teettänyt seitsemän eri pyyntialueen silakoista, joista otettiin näytteeksi kahdenkokoisia silakoita, pieniä torimyyntiin meneviä ja isompia, jotka menevät fileoitaviksi (Hallikainen, 2001, Elintarvikevalvonta 3/2001, Kiviranta ym. 2003). Muiden elintarvikkeiden ympäristömyrkkypitoisuuksia julkaistiin vuonna 1994 (Vartiainen ja Hallikainen, 1994) ja Vuorinen ym. (2002) vertasivat silakan, kilohailin ja lohen dioksiini- ja PCB-pitoisuuksia.

**Taulukko 1.** Ennen tätä tutkimusta Itämerestä ja sisävesistä pyydettyjen kalojen lihasten rasvaprosentit ja keskimääräiset PCB- ja dioksiinipitoisuudet (Summa PCB = 37 kongeneerin pitoisuus µg/kg ja **PCB TEQ = toksisuusekvivalenttisuuma 12:sta kongeneerista ng TEQ/kg**, (Summa PCDD/F = 17 kongeneerin pitoisuus ng/kg ja **PCDD/F TEQ = toksisuusekvivalenttisuuma ng TEQ/kg**) (Kiviranta ym. 2000b, Vartiainen ym. 2001).

Kalalaji	Pyyntipaikka	Rasva-%	Summa PCB µg/kg	PCB TEQ ng/kg	Summa PCDD/F ng/kg	PCDD/F TEQ ng/kg
Lohi	Meri	7,6	220	<b>13</b>	23	<b>7,7</b>
Silakka	Meri	3,2	65	<b>3,5</b>	14	<b>4,7</b>
Kirjolohi	Meri	8,3	21	<b>1,5</b>	3,1	<b>0,74</b>
Lahna	Meri	0,43	28	<b>1,4</b>	3,5	<b>0,73</b>
Hauki	Meri	0,17	9,4	<b>0,54</b>	1,3	<b>0,33</b>
	Sisävesi	0,12	1,2	<b>0,09</b>	0,38	<b>0,07</b>
Ahven	Meri	0,48	24	<b>1,3</b>	1,8	<b>0,54</b>
	Sisävesi	0,53	5,6	<b>0,22</b>	2,5	<b>0,23</b>
Kuha	Meri	0,31	14	<b>0,67</b>	0,92	<b>0,25</b>
Muikku	Sisävesi	1,2	5,0	<b>0,37</b>	1,6	<b>0,28</b>
Nierä	Sisävesi	4,7	6,2	<b>0,48</b>	1,5	<b>0,25</b>

### Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden saanti

Keski-Euroopassa lehmän maito ja liha ovat merkittävimmät dioksiinien ja PCB-yhdisteiden saantilähteet, kun taas Suomen tilanne on selvästi erilainen. Meillä saanti keskittyy kalaan ja kalatuotteisiin. Eräiden tavallisimpien elintarvikkeiden dioksiinipitoisuudet näkyvät taulukosta 2. Ensimmäinen dioksiinien saantilaskelma Suomessa julkaistiin 1995 (Hallikainen ym. 1995, Hallikainen ja Vartiainen, 1997). Saantilaskelman tarkistus tehtiin vuonna 1998, jolloin EU:n tieteellinen yhteistyö dioksiinin saannin laskemiseksi käynnistyi (SCOOP, 2000, Kiviranta ym. 2001). Tällöin oli käytettävissä uusia tutkimustuloksia jauhojen, kasvisten, maidon ja kasvatetun kirjolohen dioksiinipitoisuuksista. Suomalaisten päivittäisestä dioksiinien saannista (61 pg TEQ) 63 % tulee kalasta.

Kongeneerispesifiset tiedot PCB-pitoisuuksista suomalaisissa elintarvikkeissa ovat vielä tällä hetkellä melko puutteelliset eikä PCB- toksisuusekvivalenttisaantia pystytä luotettavasti arvioimaan. Nykyisellä tietämyksellä kala vastaa 85 %:sta PCB-yhdisteiden saannista. PCB-yhdisteiden vuorokausisaanti on tällä hetkellä Suomessa noin 51 pg TEQ:a. Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden keskimääräinen päivittäinen kokonaissaanti on siis yhteensä 112 pg TEQ:ta, joka ruumiinpainokiloa kohti vastaa 1,45 pg TEQ:ta (suomalaisten keskimääräinen paino 77,1 kg (Finriski 2002)).

### Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden kertyminen elintarvikkeisiin

Dioksiinit ja PCB-yhdisteet kertyvät niin kaloihin kuin ihmiseenkin iän mukana. Ihmisellä dioksiinien puoliintumisaika eri kongeneereilla on hyvinkin erilainen, puolesta vuodesta aina 70 vuoteen. Kaloilla puoliintumisajat vaihtelevat yhdestä kahdeksaan kuukauteen (Muir ym. 1988, Fisk ym. 1998, Jones ym. 2001). Tärkeän ruokakalan, silakan osalta dioksiinipitoisuudet nousevat iän mukana siten, että aivan pienessä 1-vuotiaassa silakassa on 1 ng TEQ/kg tuorepainossa kun isohkossa 10-vuotiaassa on noin 10 ng/kg tuorepainossa (Vartiainen ym. 1997b, Kiviranta ym. 2003). Fileoitu silakka on 3-10-vuotiasta, mutta silakka saattaa elää 20-vuotiaaksi, jolloin pitoisuus voi olla jopa 30 ng/kg. Pieni nuori kala on siis puhtaampaa kuin suuri vanha kala.

**Taulukko 2.** Keskimäärin eri elintarvikkeiden kulutus (g/päivä), dioksiinien pitoisuus (ng TEQ/kg) ja saanti toksisuusekvivalentteina (pg TEQ/päivä) ja prosentteina (Hallikainen ja Kiviranta 2000, Vartiainen ym. 2001) Suomessa.

Elintarvike	Kulutus g/vrk	PCDD/F pitoisuus ng TEQ/kg	PCDD/F saanti pg TEQ/ vrk	PCDD/F saanti %
Kirjolohi	6,5	0,74	4,8	7,9
Silakka	3	8,0	24	39
Muu kala	19	0,5	9,5	16
<b>Kala yhteensä</b>			<b>38</b>	<b>63</b>
Maito ja maitorasvat	270	0,34*	10	17
Nauta	23	0,018*	0,04	0,07
Sika	33	0,29*	1,5	2,4
Munat	19	1,6*	2,6	4,4
Makkarat	62	0,15*	2,0	3,4
<b>Maito-, liha- ja muna- tuotteet yhteensä</b>			<b>16</b>	<b>27</b>
Jauhot	160	0,015	2,4	3,9
Peruna ja porkkana	130	0,015	1,9	3,1
Muut vihannekset	99	0,037	1,6	2,6
Hedelmämehu ja mar- jat	83	0,007	0,57	0,93
<b>Jauhot, vihannekset ja hedelmät yhteensä</b>			<b>6,4</b>	<b>11</b>
<b>Saanti yhteensä</b>			<b>61</b>	<b>100</b>

\* rasvaa kohden laskettuna

### **Elintarvikkeiden dioksiinien ja PCB-yhdisteiden aikatrendit**

Kaikissa Euroopan maissa on todettu elintarvikkeiden puhdistumista dioksiineista ja PCB-yhdisteistä. Tähän on syynä PCB-yhdisteiden käyttökielto kaikissa Euroopan maissa, sekä varsinkin teollisuuden savukaasujen päästörajoitukset. Elintarvikkeista on kuitenkin niukasti pitkäaikaisseurantoja. USA:ssa analysoitiin armeijan vanhoja säilykeruokia 1900-luvulta alkaen. Aina 1940-luvulle asti rasvaa kohti lasketut dioksiinipitoisuudet olivat alle 0,5 ng TEQ/kg, sitten ne alkoivat nousta ja huippu saavutettiin noin 1970, jolloin TEQ-pitoisuudet olivat eri eläinrasvoissa (nauta, sika, kana, maito) lähes 4 ng/kg. Tällä hetkellä USA:n TEQ-pitoisuudet ovat välillä 0,8 ja 1,5 ng/kg rasvassa. PCB-trendit ovat hyvin samankaltaiset (Winters ym. 1998). Altistuksen aikatrendeistä saa hyvän käsityksen, kun analysoi ikäajoitettuja, historiallisia sedimenttikerrostumia. Sekä Suomenlahdelta että Lapin järvistä analysoidut näytteet osoittivat hyvin samantapaisen päästö-tendenssin kuin USA:ssa, vaikkakaan meillä ei ole todettu yhtä jyrkkää dioksiinien alenemaa (Isosaari ym. 2000, Vartiainen ym. 1997a). Suomenlahden pintasedimenttien dioksiinipitoisuudet olivat 1990-luvun lopussa noin 34-76 % pienemmät kuin 1960-1970-luvuilla. Vastaava alenema PCB-pitoisuuksissa oli noin 31-87 % (Isosaari ym. 2002b). Silakoiden PCB-pitoisuudet alenivat ruotsalaisten tekemien mittausten mukaan aikavälillä 1978-1995, mutta lasku on viime vuosikymmenellä pysähtynyt (Bignert ym. 1998). Dioksiinipitoisuuksien aleneva aikatrendi on kuvattu silakkaa syövien vesilintujen munia analysoimalla ja alenema vastaa silakoissa havaittua PCB-yhdisteiden alenemaa (Odsjö ym. 1997, Schramm ym. 1997)

### **Itämeren kalastajat ja dioksiinit**

Suomessa on ryhmä ihmisiä, jotka ovat huomattavasti altistuneet dioksiineille ja PCB-yhdisteille elintarvikkeiden kautta ja joiden elimistössä dioksiini- ja PCB-pitoisuudet ovat lähes yhtä suuret kuin Seveson onnettomuudessa altistuneilla TEQ:ssa mitaten. Ammattikseen kalastavat tai erittäin innokkaat harrastajakalastajat, jotka syövät pyytämäänsä kalaa säännöllisesti kaksi kertaa viikossa tai useammin, ovat keränneet vuosikymmenien varrella elimistönsä erittäin suuria dioksiinipitoisuuksia, aina 450 ng TEQ/kg rasvassa saakka (Kiviranta ym. 2000a). Tavanomaiset suomalaisten dioksiinipitoisuudet ovat huomattavasti alle 100 ng/kg rasvassa. Tutkimuksen kalastajat olivat verrattain iäkkäitä, mutta muutoin terveitä. Kalastajien syöpäriskejä on tutkittu Suomessa aikaisemmin, ja kalastajat ovat osoittautuneet jopa muuta väestöä terveemmiksi (Andersen ym. 1999). Ruotsalaisten kalastajien epidemiologisissa syöpätutkimuksissa kalastajat ovat olleet varsin terve ammattiryhmä ja he ovat myös muita pitkäikäisempiä (Hagmar ym. 1992). Suomessa on parhailtaan meneillään laaja epidemiologinen kalastajien tutkimus, jossa selvitetään syöpäriskin ja kuolleisuuden lisäksi lasten sukupuolijakauma ja mahdolliset epämuodostumat.

### **Dioksiinien ja PCB:n riskinarviointi**

Aikaisemmat dioksiinien ja PCB-yhdisteiden riskinarvioinnit ovat johtaneet hyvin erilaisiin johtopäätöksiin eri maissa (taulukko 3). TDI-arvot (tolerable daily intake, siedettävä vuorokausiannos) vaihtelevat yhdestä kymmeneen pikogrammaan ruumiinpainokiloa kohti vuorokaudessa. WHO:n tulkinta on, että 4 pg/kg r.p./vrk on TDI-arvon yläraja, ja lopullinen päämäärä on saada altistus laskemaan arvoon 1 pg/kg r.p./vrk. Pohjoismaiden

asiantuntijaryhmä kokoontui vuonna 1999 käsittelemään kantaansa TDI-arvoon ja totesi, että uudet tiedot eivät anna aiheutta muuttoa edellistä arviota, 5 pg/kg r.p./vrk.

EU:n elintarvikkeiden tiedekomitean (SCF, 2001) uusin arvio, 14 pg TEQ/kg r.p./viikko, on tiukempi. Myös JECFA (WHO/FAO, 2001) on arvioinut siedettäväksi kuukausittaiseksi saanniksi 70 pg/kg r.p. eli päivittäiseksi siedettäväksi saanniksi 2,3 pg/kg r.p.

Ongelmia syntyy siitä, että dioksiineja ei voida kieltää, koska niitä ei ole koskaan tarkoituksellisesti käytettykään. Sen sijaan PCB-yhdisteiden käyttö on jo kielletty 1980-luvulla Euroopassa. Elintarvikkeen sisältämälle ympäristömyrkylle voidaan asettaa enimmäispiitoisuusraja, jos se on käytännössä mahdollista. Muussa tapauksessa kuluttajalle voidaan antaa kalan syöntisuosituksia.

Elintarvikeviraston Kalaa, kiitos-esitteessä vuodelta 1995 kehoitetaan kuluttajaa syömään kalaa vaihdellen eri pyyntilähteistä, eri kalalajeja kuten sisävesikalaa, kasvatettua kalaa ja merikalaa. Kuluttajaa ohjataan myös syömään pientä alle 3-vuotiasta ja alle 17 cm:n silakkaa, koska siihen on ehtinyt kertyä vähemmän ympäristömyrkkyyttä.

**Taulukko 3.** Suurimmat suositeltavat dioksiinien TEQ-saantimäärät (TDI-arvot) vuorokaudessa. Pääsääntöisesti lukuihin sisältyvät sekä dioksiinit että dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet.

Maa/Organisaatio	TDI-arvo (pg/kg ruumiinpaino/vrk)
EU:n tiedekomitea (SCF)	2
JECFA	2,3
USA/EPA	0,006
Saksa	1,0 <sup>a</sup> , 1-10 <sup>b</sup> , 10 <sup>c</sup>
Kanada	10
Pohjoismaat	5
WHO	1-4

<sup>a)</sup> turvallisin arvio, terveysriskit suurella todennäköisyydellä poissuljettuja

<sup>b)</sup> terveysriskit epätodennäköisiä, mutta turvamarginaalia ei ole

<sup>c)</sup> arvo, johon on puututtava, mikäli saanti on päivittäin tällä tasolla pysyvästi

Perustietoa näistä yhdisteistä voi hakea esim. internetistä KTL:n kotisivuilta ([www.ktl.fi/dioxin](http://www.ktl.fi/dioxin)) tai Elintarvikeviraston kotisivuilta ([www.elintarvikevirasto.fi/](http://www.elintarvikevirasto.fi/)).

### TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Hankkeessa tutkittiin yleisimpien kotimaisten kauppakalojen dioksiini-, furaani-, PCB- ja PBDE-pitoisuudet, jotta Suomi täyttäisi ne edellytykset, jotka EU on asettanut Suomelle dioksiineja koskevassa lainsäädännössä, sekä jotta annettaisiin tietoutta suomalaisille kalastajille ja kalanjalostusteollisuudelle kotimaisen kalan sisältämien epäpuhtauksien määrästä. Lisäksi tutkimuksessa saatiin näytteet kansallisessa vierasainevalvonnassa tehtäviin raskasmetallimäärityksiin.

## TUTKIMUSHYPOTEESIT

Tutkimuksen alkaessa tutkimusryhmällä oli alla esitettyjä olettamuksia ympäristömyrkköjen kerääntymisestä kalaan. Monet oletukset muuttuivat tutkimuksen edistyessä.

*Eri kalajit keräävät ympäristömyrkköjä eri tavalla.* Oletuksena oli, että petokalat keräävät enemmän ympäristömyrkköjä kuin muut. Lisäksi oletuksena oli, että niillä kalalajeilla, jotka muuttuvat vanhemmiten plankton-syöjistä petokaloiksi, ympäristömyrkköjen kerääntyminen on voimakkaampaa kuin muilla kalalajeilla. Toisaalta oletuksena oli, että pohjan sedimentistä ravintonsa hankkivat lajit keräävät enemmän ympäristömyrkköjä kuin muut.

*Eri-ikäiset kalat ovat keränneet ympäristömyrkköjä eri määrän.* Oletuksena oli, että kaikilla kalalajeilla nuoret yksilöt ovat puhtaampia ympäristömyrkyistä kuin vanhat.

*Eri alueilla Itämeren kala sisältää eri määrät ympäristömyrkköjä.* Oletuksena oli, että Selkämeren alueella ja Itämeren eteläosissa kaloilla on suuremmat ympäristömyrkkypitoisuudet kuin muualla. Toisaalta, muutaman sadan kilometrin alueella ei oleteta tapahtuvan suuria muutoksia.

*Sisävesikala sisältää vähemmän dioksiineja ja PCB-yhdisteitä kuin Itämeren kala.* Oletuksena oli, että orgaanisten klooriyhdisteiden päästöt sisävesiin ovat pienemmät kuin Itämereen.

*Raskasmetallien kerääntymisillä on myös eroja eri kalojen ja pyyntialueiden välillä.* Oletuksena oli, että ainakin kadmiumin pitoisuudet voivat joissakin kalalajeissa olla suuria. Lyijyn ja arseenin pitoisuuksia ei tunneta. Elohopeapitoisuus on suurempi sisäjärvisissä kuin Itämeressä.

## TUTKIMUSAINEISTO

Kaikkiaan kerättiin vuosina 2001-2002 ammattikalastuksen saaliista eri alueilta, sisävesistä ja Itämerestä yli 2 000 kalaa dioksiinien, dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden, PBDE-yhdisteiden ja raskasmetallien analyysijä varten. Sisävesikalat kerättiin Päijänteeltä, Oulujärveltä ja Puruvedeltä (Enonvedeltä), joiden oletettiin olevan/olleen dioksiinikuormitukseltaan erilaisia (oletettu dioksiinikuormitus pienenisi järjestyksessä: Päijänne, Oulujärvi ja Puruvesi/Enonvesi). Keruualueet Itämerellä olivat eteläinen Itämeri (silakka ja lohi), Saaristomeri, Porin edusta, Oulun seutu, Hangon edusta ja itäisellä Suomenlahdella Loviisan-Kotkan alue. Liitteessä 1 on suunniteltu ja toteutunut näytteiden keruu KTL:n ympäristömyrkköanalyysijä varten. Kaksi kampelanäytettä lisättiin suunnitelmaan tutkimuksen jo ollessa käynnissä, ja kun kuusi silakkanäytettä jäi syksyn 2002 keräyksestä saamatta niin päätettiin, että kesällä 2003 näytteenottoa täydennetään neljällä lohinäytteellä, jotta alkuperäinen näytemäärä saatiin täytetyksi (liite 1 (6)).

Tutkittaviksi kaloiksi valittiin yleisimmin kaupan pidettäviä kalalajeja, joiden pitoisuuksista haluttiin lisätietoja tai joiden pitoisuuksista ei ollut aikaisempaa tietoutta. Tutkittavat lajit olivat sisävesiltä: hauki, muikku, siika, lahna, made, ahven, kuha ja kasvatettu nieriä ja merialueilta: silakka, kilohaili, hauki, lohi, siika, made, ahven, kuha, kampela ja kas-

vatettu siika. Näytteenotto pyrittiin keskittämään ajankohtiin, jolloin kunkin lajin saaliit ja myös tarjonta kuluttajille ovat suurimmillaan, eli usein kutuaikoihin. Joidenkin lajien näytteenottoa jouduttiin aikaistamaan, jotta ensimmäisiä tuloksia olisi käytettävissä jo kesällä 2002, jolloin komissiolle annettiin ensimmäiset tutkimustulokset (Parmanne ja Vuorinen, 2002).

Näytteistä 140 kpl oli 3-10 kalan yhdistelmänäytteitä eli puuleja, ja puulaus perustui kalan ikään kaikilla muilla lajeilla paitsi silakalla, jolla puulaus perustui kokoon. Näytteitä käsiteltiin analyysiä varten kuten aiempinakin vuosina tutkittuja kaloja, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Pienimpien kalojen näytteen koko (10 kalaa) oli alle kilon eikä siten ollut täysin dioksiinin näytteenottoa koskevan direktiiviluonnoksen mukainen. Näytteisiin otettiin mukaan myös nahka ja vatsarasva, joiden merkitys dioksiinipitoisuuden on huomattava, ja täten tuloksia on pidettävä tämän osalta pahimpana mahdollisena tilanteena. Tältä osin näytteenottodirektiivi (2002/69/EC) ei ole yksiselitteinen.

Yksittäisiä silakoita tutkittiin 90 kappaletta, jotta saataisiin käsitys pitoisuuksien yksilökohtaisesta vaihtelusta. Luonnonkalojen lisäksi tutkittiin myös Selkämeren silakasta valmistettuja kalatuotteita: nahattomia silakkafileitä, paistettuja ja marinoituja silakoita sekä savusilakoita.

## **ANALYYSIMENETELMÄT**

### **Iänmääritykset**

Kalojen iänmääritys voidaan lajista riippuen tehdä esimerkiksi suomusta, sisäkorvan tasapainokivistä eli otoliiteista, tai luista. Vaihtolämpöisenä eläimenä kalan kasvunopeus riippuu lämpötilasta. Loppukesällä lämpimässä vedessä kalat kasvavat nopeasti, kun taas useimpien lajien kasvu pysähtyy talvella. Vuotuinen kasvunopeuden vaihtelu aiheuttaa kalan luutumisiin samankeskisiä kehii. Niiden lukumäärä voidaan laskea mikroskoopin avulla vastaavalla tavalla kuin puun ikä määritetään kannon vuosirenkaista. Kalojen iänmääritys edellyttää kokemusta kyseisestä lajista. Silti varsinkin vanhojen yksilöiden määrittäminen on usein vaikeaa. Tulevaisuudessa parannetut näytteiden valmistustekniikat tuovat helpotusta tähän (Parmanne ja Vuorinen, 2002).

### **Pitoisuusmääritykset**

Näytteiden käsittely ja dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja PBDE-yhdisteiden pitoisuusmääritykset tehtiin Isosaaren ja Kivirannan mukaan (2003).

### **Homogenisointi**

Puuliin valituista kaloista punnittiin yhtä suuri määrä näytettä ja kalapalat jauhettiin tehosekoittajan tapaisella laitteella (homogenisaattorilla) tasaiseksi massaksi. Massa sisälsi sekä lihasta, nahkaa että ruotoja. Puulin painoksi tuli yleensä 40-50 g tuorepainoa.

### **Uutto ja puhdistus**

Näytteet kuivattiin kylmäkuivurissa ja rasva uutettiin Soxhlet-uuttolaitteessa tolueenilla, vähintään 18 tunnin ajan. Tolueeni haihdutettiin ja näyte liuotettiin heksaaniin, josta määritettiin näytteen rasvaprosentti. Näytteeseen lisättiin myös sisäiset standardit (17 kpl PCDD/F, 18 kpl PCB sekä 6 kpl PBDE), jotka ovat <sup>13</sup>C -isotooppileimattuja mitattavien

yhdisteiden täydellisiä rakenneanalogeja. Ensimmäinen vaihe näytteiden puhdistamisessa oli rasvan poisto näytteestä. Se suoritettiin silikapylvässä, joka sisältää neutraalia ja rikkihappopitoista silikajauhetta. Seuraava vaihe analyysissä oli fraktiointi, jossa dioksiinit erotetaan PCB- ja PBDE-yhdisteistä. Tähän käytettiin aktiivihilteä. Dioksiinit sisältävä näytefraktio oli valmis massaspektrometrillä tehtävään analyysiin, kun sitä oli vielä puhdistettu alumiinioksidipylväällä. Toinen näytefraktio vaati co-planaaristen, eli eniten dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden erottamisen muista PCB- sekä PBDE-yhdisteistä, joka tehtiin toisella aktiivihilteipylväällä.

#### Pitoisuuksien mittaaminen

Eri näytefraktioiden eli osanäytteiden sisältämät dioksiinit (17 kpl), tasomaiset dioksiininkaltaiset PCB-yhdisteet (co-PCB-yhdisteet, 4 kpl), muut PCB-yhdisteet (33 kpl) sekä PBDE-yhdisteet (15 kpl) erotettiin toisistaan kaasukromatografisesti 60 metriä pitkällä lasikapillaarikolonilla. Yhdisteet mitattiin korkean resoluution massaspektrometrillä.

#### Tulosten laskeminen

Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ja toksiset ekvivalentit (WHO-TEQ) laskettiin direktiivin 2375/2001 vaatimissa lower bound, medium bound ja upper bound -muodoissa. Lower bound -tuloksissa kaikki ne yhdisteet, joiden pitoisuus oli alemmääritysrajan (LOQ), käsiteltiin nollassa, kun taas upper bound -tapauksessa näiden yhdisteiden pitoisuudeksi merkittiin määritysrajanpitoisuus.

#### Laadun varmistus

Näytteiden rinnalla analyysisarjoissa oli aina mukana ainakin kaksi laboratorion taustapitoisuutta mittaavaa nollanäytettä, joille suoritettiin samat toimenpiteet kuin näytteillekin. Lisäksi sarjoissa oli mukana laboratorion laadunvarmennukseen käyttämä kontrollikalnanäyte, josta tulee saada joka analyysikerralla sama tulos. Kansanterveyslaitoksen kemian laboratorio on saanut WHO:n hyväksynnän näille analyyseille yhdessä noin 10 muun Euroopan laboratorion kanssa. Laboratorio on ottanut osaa kaikkiin merkittäviin PCDD/F- ja PCB-interkalibrointeihin menestyksellisesti. Laboratorio on lisäksi akkreditoitunut myös tälle alueelle (T77, ISO/IEC 17025).

Koska Ruotsin Elintarvikevirastolla oli käynnissä hyvin samankaltainen tutkimus ([www.slv.se](http://www.slv.se)) kalojen ympäristömyrkkypitoisuuksista, päätettiin heidän kanssaan tehdä tutkimusten välinen pitoisuuksien vertailumittaus. Tätä varten kumpikin maa toimitti yhden analysoimansa silakka- ja lohinäytteen toisen maan dioksiinilaboratorioon analysoitavaksi. Tämän raportin liitteessä 2 on dioksiinitulokset tästä vertailumittauksesta. Raportin valmistumiseen mennessä Ruotsista ei ollut saatu PCB- ja PBDE-tuloksia.

## **TULOKSET JA TARKASTELU**

Ns. Upper bound -tulokset ovat kalalajikohtaisesti taulukoissa ja niissä on näytteiden perustietojen (kalojen ikä, paino, pituus ja rasvaprosentti sekä kalojen määrä puulissa) lisäksi dioksiinien, PCB-yhdisteiden ja PBDE-yhdisteiden (jos analysoitu) summapitoisuudet, dioksiinien toksiset ekvivalentit ( $WHO_{PCDD/F-TEQ}$ ) sekä PCB-yhdisteiden toksiset ekvivalentit ( $WHO_{PCB-TEQ}$ ) tuorepainoa kohden. Kuvissa on graafisesti ekvivalenttipitoisuudet kaloissa, kalojen ikä sekä yhdessä dioksiini-TEQ:n kanssa EU:n kaloille ja kalatuotteille asettama raja-arvo. Kesällä 2003 kaikki tulokset on raportoitu EU:n komissiolle pyydettyssä muodossa (kongeneerispesifinen tieto). Dioksiinipitoisuudet ovat nähtävissä myös Elintarvikeviraston kotisivulla [www.elintarvikevirasto.fi](http://www.elintarvikevirasto.fi).

Tuloksia verrataan EU:n raja-arvoon ja lisäksi tarkastellaan, kuinka saadut tulokset täyttävät tutkimushypoteesit.

Tuloksista on raportoitu EU:n komission lisäksi kahdesti tutkimuksen seurantaryhmälle, jossa on ollut edustus Elintarvikevirastosta, MMM:stä, KTM:stä, STM:stä, YM:stä, KTL:stä, SYKE:stä, RKTL:stä, kalastajien etujärjestöistä ja kaupan etujärjestöistä sekä kuluttajajärjestöistä. Tulokset julkaistaan tämän raportin lisäksi tieteellisinä julkaisuina, jotka laaditaan Elintarvikeviraston ja tutkimuksen suorittaneiden laitosten yhteistyönä. Tieteellinen julkaisutoiminta alkoi kesällä 2003 Bostonin DIOXIN2003 konferenssin yhteydessä (Isosaari ym. 2003).

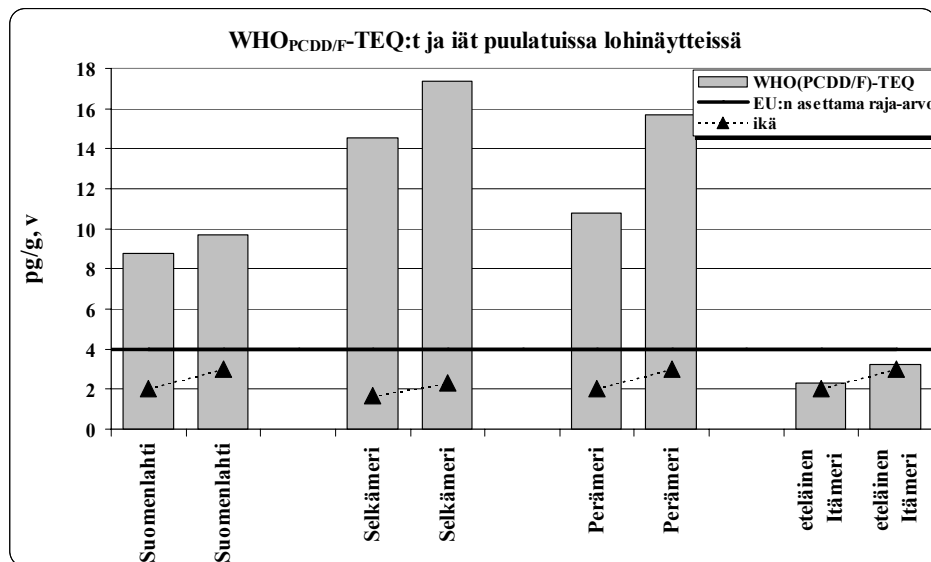
Raskasmetallitulokset julkaistaan erillisenä raporttina.



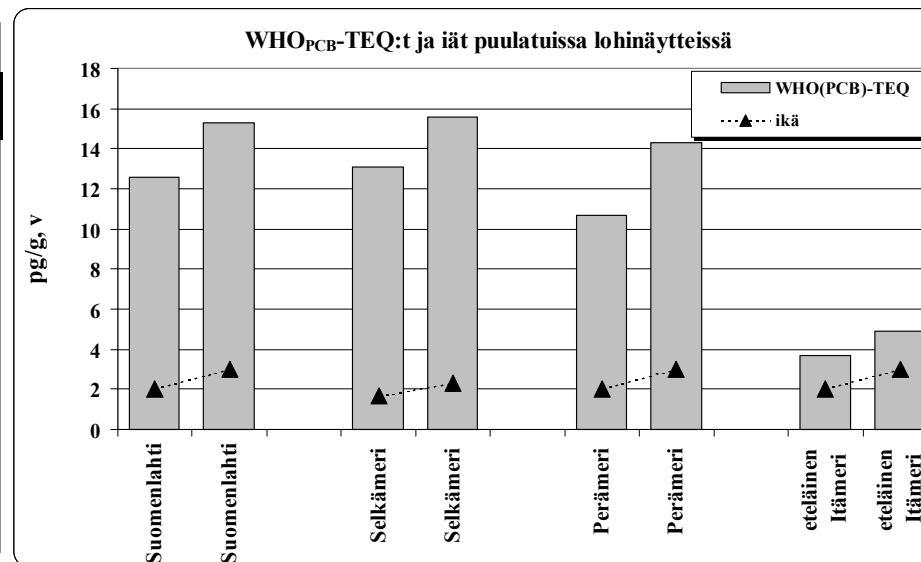
## LOHI

Taulukko 4. Lohien pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Suomenlahti	6-7/2002	2	4 057	77	11,6	<b>8,77</b>	12,6	25,8	197	
	6-7/2002	3	11 965	102	13,3	<b>9,70</b>	15,3	30,5	206	
Selkämeri	6/2002	1,7	6 593	81	19,1	<b>14,6</b>	13,1	41,2	242	
	6/2002	2,3	11 077	97	16,9	<b>17,4</b>	15,6	46,3	289	
Perämeri	6/2002	2	5 480	80	17,4	<b>10,8</b>	10,7	31,7	190	5,63
	6/2002	3	11 367	100	16,7	<b>15,7</b>	14,3	42,2	292	7,99
Eteläinen	3/2002	2	2 533	71	5,3	<b>2,32</b>	3,71	7,65	59,2	
Itämeri	3/2002	3	9 633	98	7,7	<b>3,21</b>	4,90	10,5	80,7	



Kuva 1. Lohinäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja lohien iät.



Kuva 2. Lohinäytteiden WHO<sub>PCB</sub>-TEQ:t ja lohien iät.

## LOHI

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Kaikki lohinäytteet Suomen lähialueilta ylittivät EU:n raja-arvon. Eteläiseltä Itämereltä pyydetyissä lohissa pitoisuudet jäivät alle raja-arvon.

Lohi petokalana kerää ympäristömyrkyjä tehokkaasti, ja kaikissa näytteissä oli nähtävissä pitoisuuksien ikäkorrelaatio. Suomen lähialueilta pyydettyjen lohien pitoisuudet viittaavat siihen, että saaliiksi saatiin sellaisia lohia, jotka eivät ole vaeltaneet eteläiselle Itämerelle, vaan ovat jääneet pohjoisemmaksi ja näin altistuneet suuremmille dioksiinipitoisuuksille ravinnon kautta.

### LOHI, vuoden 2002 tutkimusta täydentävä näytteenotto kesällä 2003

Taulukko 5. Lohien pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/DF</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g
Saaristomeri	5-6/2003	3	5 120	80	17,6	<b>9,27</b>	14,2	26,6	208
Nahallinen	5-6/2003	4	12 400	101	20,7	<b>9,11</b>	13,6	27,1	190
Saaristomeri	5-6/2003	3	5 120	80	16,8	<b>8,13</b>	13,5	24,2	196
Nahaton	5-6/2003	4	12 400	101	16,7	<b>7,25</b>	11,0	22,1	155

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja lisänäytteenoton tulos:

Kummatkin lohinäytteet ylittivät EU:n maksimi raja-arvon. Pitoisuuksien ikäkorrelaatiota ei kuitenkaan ollut näillä näytteillä.

Lohen lisänäytteenoton tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon nylkeminen vaikuttaa lohen tuorepaino pitoisuuteen. Kummastakin lohesta analysoitiin toinen puoli nahallisena ja toinen ilman nahkaa (fileoituna).

Nahan poisto pienensi lohien tuorepainopitoisuutta 5-20 %, joka on selvästi pienempi alenema, kuin mitä ruotsalaiset ovat raportoineet (Aune ym. 2003). Erona Suomen ja Ruotsin nahan poistolla oli se, että Ruotsissa on vielä fileen pinnasta raaputettu rasva pois ennen analyysiä ja se selittää suuremman pitoisuuksien laskun tuorepainoa kohden.

## SILAKKA –puulit

Taulukko 6. Silakoiden pyyntipaikka ja –aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

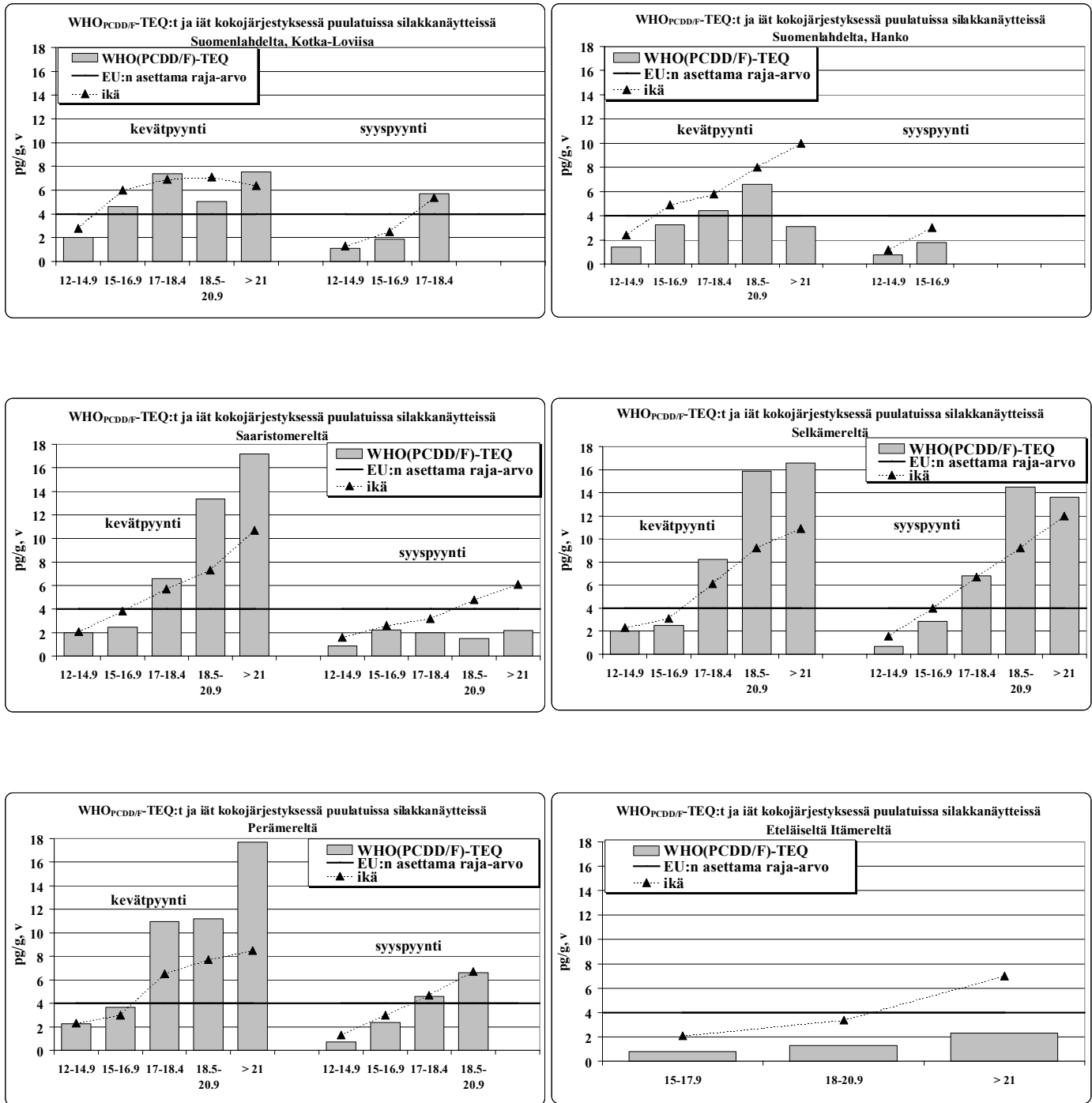
Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituusluokka cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/DF</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g
Suomenlahti	4/2002	3	15,8	12-14,9	5,27	<b>2,02</b>	1,83	9,02	29,5
Loviisa-Kotka	4/2002	6	22	15-16,9	3,02	<b>4,60</b>	3,11	13,8	65,9
kevät	4/2002	7	29	17-18,4	4,40	<b>7,40</b>	3,85	22,1	81,4
	4/2002	7	47	18,5-20,9	3,67	<b>5,03</b>	2,78	14,7	61,6
	4/2002	6	144	> 21	10,8	<b>7,52</b>	5,98	23,5	131
Suomenlahti	10/2002	1	19	12-14,9	8,78	<b>1,13</b>	1,05	5,19	17,8
Loviisa-Kotka	10/2002	3	25	15-16,9	8,68	<b>1,86</b>	1,54	7,93	28,3
syksy	10/2002	5	36	17-18,4	8,72	<b>5,70</b>	3,70	18,0	72,7
	Ei saatu			18,5-20,9					
	Ei saatu			> 21					
Suomenlahti	3/2002	2	13	12-14,9	4,72	<b>1,42</b>	1,05	5,03	14,8
Hanko	3/2002	5	22	15-16,9	4,38	<b>3,25</b>	2,29	9,33	33,7
kevät	3/2002	6	32	17-18,4	6,20	<b>4,44</b>	3,23	13,9	47,1
	3/2002	8	45	18,5-20,9	4,94	<b>6,58</b>	3,76	18,0	59,4
	3/2002	10	106	> 21	4,86	<b>3,13</b>	3,11	8,92	74,3
Suomenlahti	10/2002	1	17	12-14,9	7,79	<b>0,768</b>	0,728	3,18	10,3
Hanko	10/2002	3	24	15-16,9	8,66	<b>1,79</b>	1,54	6,03	23,9
syksy	Ei saatu			17-18,4					
	Ei saatu			18,5-20,9					
	Ei saatu			> 21					
Eteläinen	3/2002	2	24	15-17,9	1,65	<b>0,782</b>	0,908	3,00	15,4
Itämeri	3/2002	3	48	18-20,9	3,39	<b>1,29</b>	1,39	4,35	29,2
kevät	3/2002	7	196	> 21	13,6	<b>2,31</b>	1,94	8,70	38,5

## SILAKKA –puulit

Taulukko 7. Silakoiden pyyntipaikka ja –aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

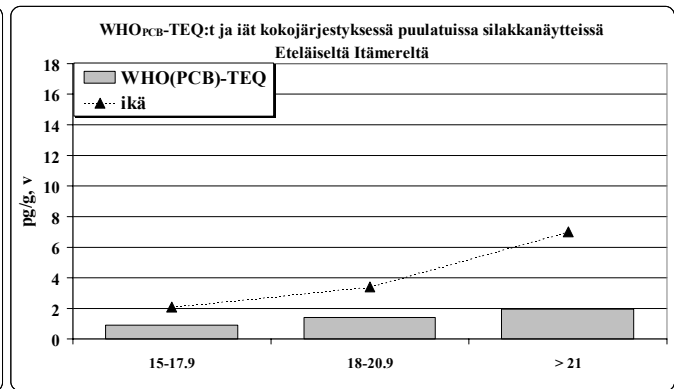
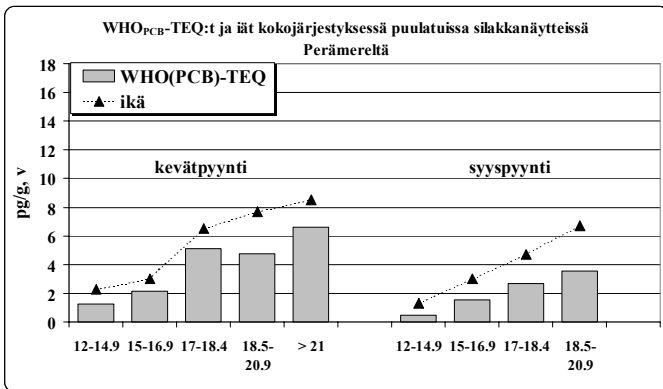
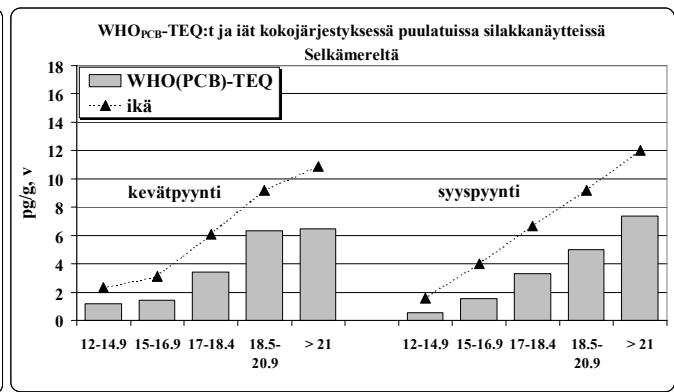
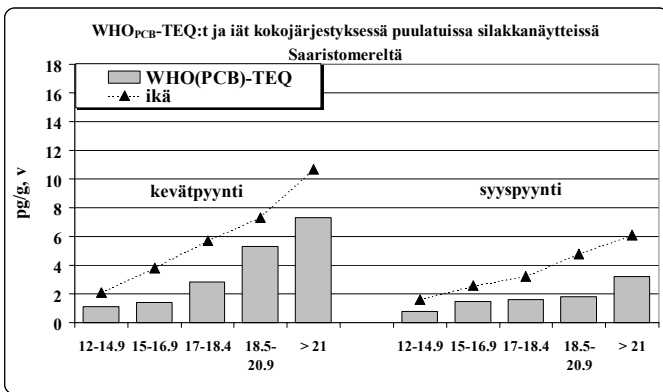
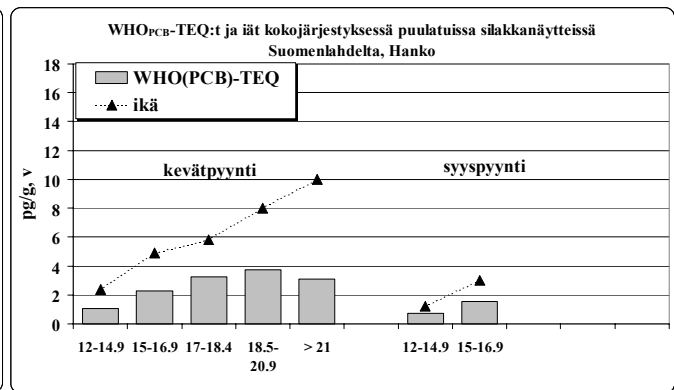
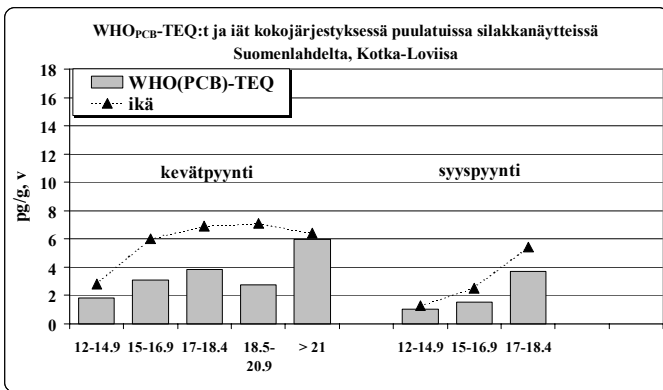
Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituusluokka cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/DF</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Saaristomeri kevät	5/2002	2	15	12-14,9	4,04	<b>1,96</b>	1,10	7,23	16,7	
	5/2002	4	23	15-16,9	2,50	<b>2,49</b>	1,40	7,65	22,5	
	5/2002	6	31	17-18,4	3,45	<b>6,58</b>	2,85	18,9	45,8	
	5/2002	7	43	18,5-20,9	5,49	<b>13,4</b>	5,33	35,5	103	
	5/2002	11	71,7	> 21	5,85	<b>17,2</b>	7,31	43,9	142	
Saaristomeri syksy	10/2002	2	17,6	12-14,9	7,70	<b>0,876</b>	0,780	3,34	12,2	
	10/2002	3	25,2	15-16,9	8,64	<b>2,22</b>	1,47	6,99	23,4	
	10/2002	3	34,1	17-18,4	7,39	<b>1,99</b>	1,63	6,54	27,8	
	10/2002	5	54	18,5-20,9	6,06	<b>1,50</b>	1,80	4,73	38,0	
	10/2002	6	137	> 21	9,12	<b>2,18</b>	3,20	6,70	78,4	
Selkämeri kevät	2-3/2002	2	18	12-14,9	6,22	<b>2,00</b>	1,20	9,19	15,5	
	2-3/2002	3	24	15-16,9	5,84	<b>2,52</b>	1,45	9,35	21,0	
	2-3/2002	6	33	17-18,4	7,38	<b>8,23</b>	3,43	27,6	51,8	
	2-3/2002	9	52	18,5-20,9	9,24	<b>15,9</b>	6,32	44,2	116	
	2-3/2002	11	64	> 21	7,07	<b>16,6</b>	6,47	45,6	131	
Selkämeri syksy	9/2002	2	16,3	12-14,9	6,44	<b>0,704</b>	0,523	2,50	7,49	0,381
	9/2002	4	23,6	15-16,9	5,96	<b>2,84</b>	1,52	8,88	23,3	0,696
	9/2002	7	34	17-18,4	9,14	<b>6,79</b>	3,32	19,7	52,6	1,37
	9/2002	9	45	18,5-20,9	8,02	<b>14,5</b>	5,00	39,1	102	2,41
	9/2002	12	65	> 21	9,66	<b>13,6</b>	7,36	35,7	144	3,30
Perämeri kevät	5/2002	2	17	12-14,9	5,19	<b>2,29</b>	1,27	7,72	15,7	
	5/2002	3	24	15-16,9	4,42	<b>3,67</b>	2,14	12,1	25,4	
	5/2002	7	33	17-18,4	4,67	<b>10,9</b>	5,13	29,7	75,5	
	5/2002	8	42,9	18,5-20,9	2,73	<b>11,2</b>	4,76	27,1	83,6	
	5/2002	9	55	> 21	2,39	<b>17,7</b>	6,61	41,6	131	
Perämeri syksy	9-10/2002	1	15,3	12-14,9	6,10	<b>0,733</b>	0,481	2,74	6,94	
	9-10/2002	3	23,5	15-16,9	6,27	<b>2,35</b>	1,56	7,42	22,3	
	9-10/2002	5	30	17-18,4	5,52	<b>4,59</b>	2,66	12,6	41,7	
	9-10/2002	7	41	18,5-20,9	5,98	<b>6,59</b>	3,58	16,9	58,1	
	Ei saatu			> 21						

## SILAKKA –puulit



Kuva 3. Silakkanäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

## SILAKKA –puulit



Kuva 4. Silakkanäytteiden WHO<sub>PCB</sub>-TEQ:t ja iät.

## **SILAKKA –puulit**

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Puulattujen silakkanäytteiden perusteella alle 17 cm:n silakat jäivät alle EU:n raja-arvon.

Silakoista mitatut pitoisuudet ikäkorreloivat valtaosassa näytteitä. Saaristomeren syyspyynnissä saaduissa silakoissa dioksiinipitoisuudet jäivät kaikissa kokoluokissa alle EU:n raja-arvon ja pitoisuuksien ikäkorrelaatio puuttui. Syytä tähän ei tunneta.

Selkä- ja Perämeren silakoissa oli suuremmat pitoisuudet kuin Suomenlahden silakoissa. Yli 17 cm:n silakoilla pitoisuudet kasvoivat voimakkaasti Selkä- ja Perämerellä ja tämä johtuu todennäköisesti siitä, että ainakin osa näistä silakoista siirtyy käyttämään korkeammalla trofiatasolla olevaa ravintoa eli muuttuu enemmän petokaloiksi.

Yleisesti voidaan todeta, että samankokoisissa silakoissa oli keväällä suuremmat pitoisuudet kuin syksyllä.

Eteläisellä Itämerellä silakoiden dioksiiniekvivalenttipitoisuudet eivät ylittäneet EU:n raja-arvoa edes kaikkein isoimpien ja vanhimpien silakoiden osalta.

### SILAKKA –yksilönäytteet

Taulukko 8. Selkämeren silakoiden yksilönäytteiden mediaanit ja vaihteluvälit suluissa painosta (g), pituudesta (cm), rasvaprosentista, dioksiini- ja PCB-TEQ:sta (pg/g), dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuuksista tuorepainossa ikäryhmittäin. Analysoitujen yksilöiden lukumäärä (n).

Ikä v (n)	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/DF</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g
2 (6)	19 (15-21)	14,5 (13,4-14,7)	6,9 (4,9-8,5)	0,967 (0,757-1,32)	0,614 (0,549-1,15)	3,41 (2,63-4,91)	10,1 (8,61-12,8)
3 (14)	22 (12-28)	14,9 (13,8-16,5)	7,2 (2,8-11)	2,63 (1,31-3,62)	1,35 (0,901-2,14)	8,65 (4,46-11,8)	22,8 (15,9-31,4)
4 (12)	26 (19-53)	15,8 (14,4-17,2)	5,9 (2,3-11)	2,65 (1,75-4,68)	1,55 (0,809-2,42)	8,4 (5,34-13,7)	25,8 (16,1-45,5)
5 (14)	29 (20-40)	16,8 (14,5-19)	6,6 (4,6-13)	4,69 (3,02-18,7)	2,46 (1,67-8,2)	14,6 (9,11-49,4)	41,7 (28,1-157)
6 (4)	30 (23-37)	17,8 (16,5-17,9)	3,5 (0,8-12)	6,11 (5,48-12,3)	3,13 (1,03-3,89)	17,1 (16,3-31,2)	52,9 (37,5-85,2)
7 (10)	36 (24-45)	18,2 (16,1-19)	7,2 (2,7-11)	11,3 (5,01-20,1)	4,55 (2,2-7,2)	31,5 (13,1-58,4)	89,9 (57,4-124)
8 (4)	44 (37-48)	18,5 (17,7-19,9)	10,5 (7,5-15)	14,7 (8,33-16,9)	5,34 (4,15-5,88)	40,9 (24,3-48,5)	97,6 (73,3-116)
9 (12)	43 (18-65)	19,5 (14,9-32,1)	7,4 (3,7-11)	11,4 (4,54-22,9)	5,0 (1,24-9,15)	30,0 (11,4-59,5)	102 (27,4-194)
>10 (14)	62 (33-232)	22,1 (17,8-32,1)	9,5 (4,1-15)	19,4 (12,2-34,4)	8,63 (5,33-13,0)	49,6 (30,1-82,5)	156 (115-303)

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Selkämeren yksilönäytteiden pituuden perusteella:

korkeintaan 15 cm:n silakoista 85 % jäi alle raja-arvon

korkeintaan 16 cm:n silakoista 86 % jäi alle raja-arvon

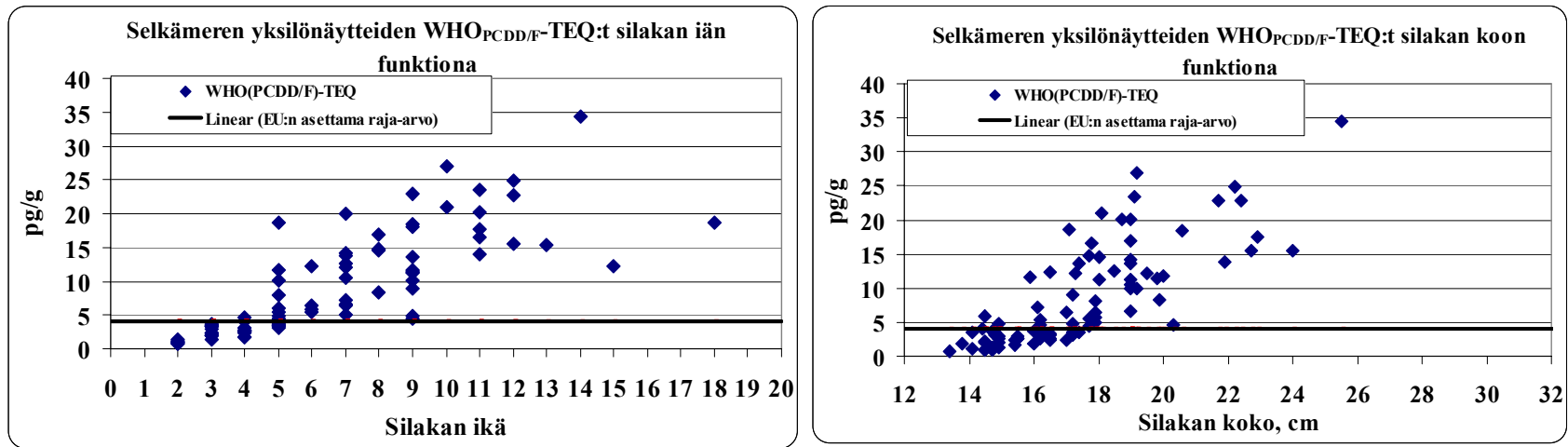
korkeintaan 17 cm:n silakoista 79 % jäi alle raja-arvon

korkeintaan 18 cm:n silakoista 60 % jäi alle raja-arvon, ja toisaalta jos pituus oli enemmän kuin 17 cm, niin 6 % silakoista jäi alle raja-arvon.

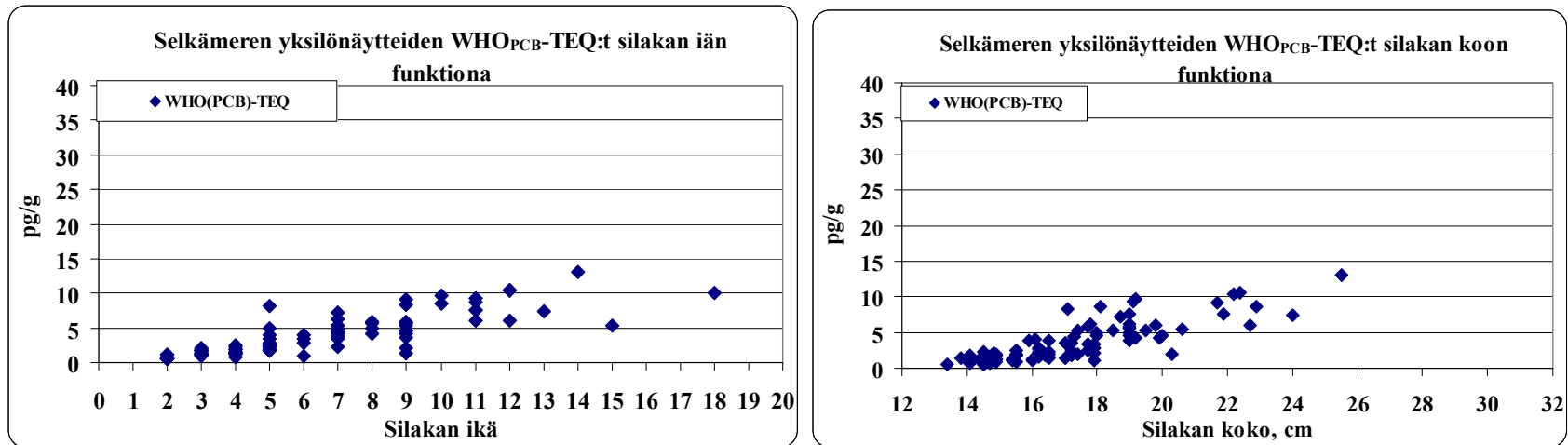
Yksilösilakoista mitatut pitoisuudet ikäkorreloivat selvästi. Yli 17 cm:n silakoilla / viisivuotiailla ja sitä vanhemmilla, pitoisuudet kasvoivat voimakkaasti. Tämä todennäköisesti johtuu siitä, että osa Selkämeren silakoista siirtyy käyttämään korkeammalla trofiatasolla olevaa ravintoa (esim. pohjanläheisiä äyriäisiä (mysidejä) ja/tai pienempiä silakoita); eli muuttuu enemmän petokaloiksi.



## SILAKKA –yksilönäytteet



Kuva 5. Silakan yksilönäytteiden WHO<sub>PCB</sub>-TEQ:t iän ja koon funktiona.



Kuva 6. Silakan yksilönäytteiden WHO<sub>PCB</sub>-TEQ:t iän ja koon funktiona.

## SILAKKA –tuotteet

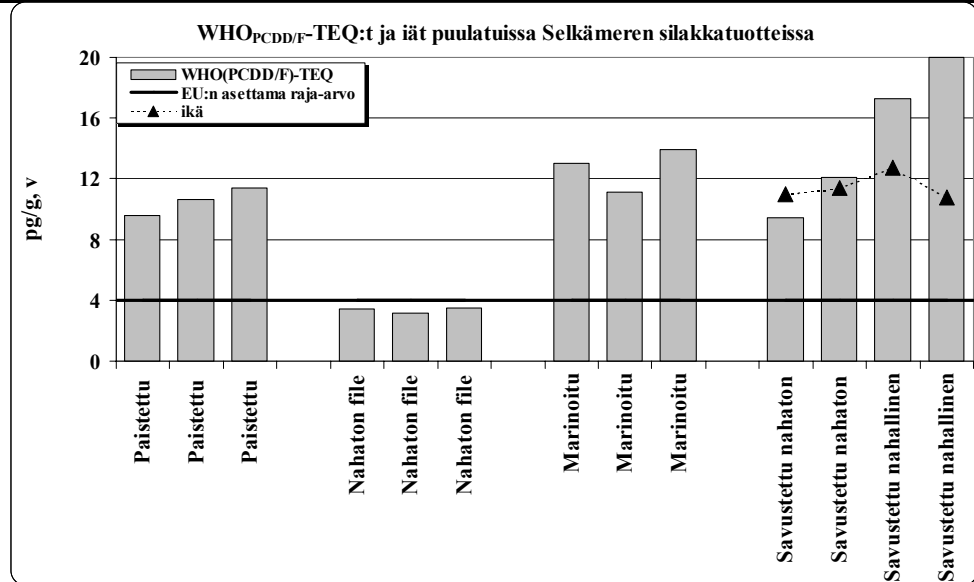
Taulukko 9. Selkämeren silakkatuotepuulien pyyntiaika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g) ja PCB-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka Selkämeri	Pyyntiaika	Ikä v	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g
Paistettu	Syky/2002			24,7	<b>9,60</b>	4,46	25,2	93,0
	Syky/2002			25,0	<b>10,6</b>	5,02	28,5	105
	Syky/2002			26,6	<b>11,4</b>	5,34	31,0	107
Nahaton file	8/2002			5,97	<b>3,43</b>	1,82	49,0	29,7
	8/2002			6,70	<b>3,12</b>	1,74	43,7	28,1
	8/2002			5,98	<b>3,50</b>	1,80	51,1	31,5
Marinoitu	8/2002			10,8	<b>13,0</b>	6,11	35,2	122
	8/2002			9,41	<b>11,1</b>	5,21	29,3	94,4
	8/2002			10,7	<b>13,9</b>	6,59	37,7	128
Savustettu nahaton	8/2002	11,0	16,9-21,4	8,15	<b>9,46</b>	4,73	24,6	91,1
	8/2002	11,4	21,4-22,7	8,01	<b>12,1</b>	6,20	30,1	133
Savustettu nahallinen	8/2002	12,7	19,4-21,1	11,0	<b>17,3</b>	8,18	43,2	185
	8/2002	10,8	21,2-23,3	11,5	<b>20,0</b>	9,53	50,1	214

Tulokset vs. EU:n raja-arvo:

Tuoteryhmä, joka alitti EU:n raja-arvon, oli nahattomat fileet. Tämä vahvistaa ruotsalaisten tutkimusta, jossa silakan pitoisuudet tuorepainoa kohden pienenevät 50 %, jos silakan nahka poistetaan (Aune ym. 2003).

Savustetulla silakalla nahkan poistolla saavutettiin 35-45 %:n pudotus tuorepainopitoisuuksiin, mutta pitoisuudet ylittivät edelleen raja-arvon.



Kuva 7. Silakkatuotteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

## SIIKA, myös kasvatettu

Taulukko 10. Siikojen pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

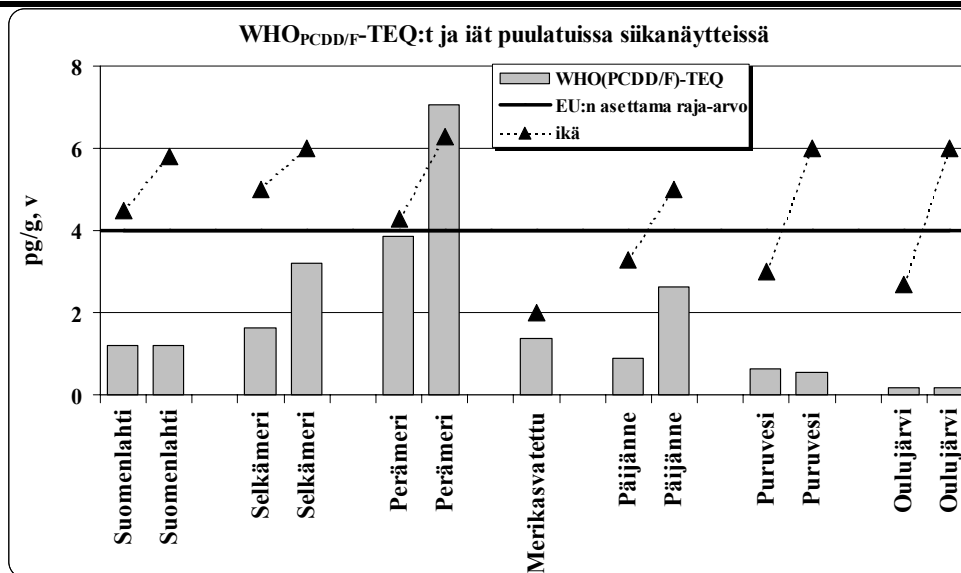
Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Suomenlahti	9/2002	4,5	387	35,8	2,06	<b>1,20</b>	1,35	4,62	22,2	
	9/2002	5,8	810	44,4	3,55	<b>1,20</b>	1,49	4,14	21,8	
Selkämeri	5/2002	5	366	36	2,40	<b>1,62</b>	1,79	5,03	42,6	
	5/2002	6	634	41	5,0	<b>3,21</b>	2,63	9,76	60,8	
Perämeri	10/2002	4	122	27	4,30	<b>3,84</b>	2,39	14,3	26,8	1,49
	10/2002	6	113	26	2,60	<b>7,07</b>	3,75	19,9	69,8	2,50
Kasvatettu (Uusikaupunki)	5/2002	2	603	37	22	<b>1,39</b>	2,52	5,95	32,4	
Päijänne	talvi/2002	3,3	122	24,8	2,71	<b>0,877</b>	0,796	3,98	12,2	1,17
	talvi/2002	5	351	32,7	4,32	<b>2,63</b>	2,07	11,3	24,5	2,39
Puruvesi	11/2001	3	121	26	1,70	<b>0,615</b>	1,32	3,07	10,3	
	11/2001	6	199	29	2,20	<b>0,552</b>	1,21	3,00	8,27	
Oulujärvi	10/2002	2,7	79	21,6	0,730	<b>0,168</b>	0,172	0,738	2,76	
	10/2002	6	225	29,1	0,850	<b>0,164</b>	0,199	0,794	3,24	

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Yksi siikanäyte ylitti EU:n raja-arvon. Syy tähän voi olla se, että kyseessä oli ns. karisiika, joka jää huomattavasti pienemmäksi kuin vaellussiika. Sisävesissä kaikki siikanäytteet jäivät alle raja-arvon, kuten myös kasvatettu siika.

Pitoisuuksien ikäkorrelaatio oli nähtävissä joissakin näytteissä.

Selkämerellä ja Perämerellä mitattiin suuremmat pitoisuudet kuin Suomenlahdella, mutta tätä voi selittää kari-/vaellussiikakysymys. Sisävesillä pitoisuudet olivat pääasiassa pienempiä kuin merialueilla, mutta poikkeuksena oli Päijänne, missä pitoisuudet vastasivat merialueilla mitattuja.



## KILOHAILI

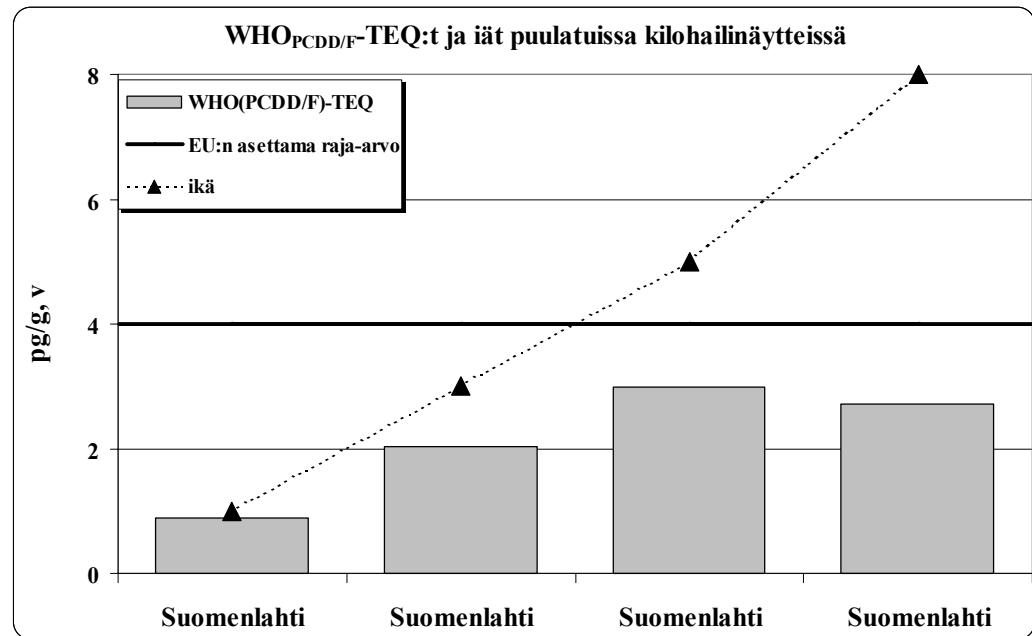
Taulukko 11. Kilohailien pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä	Paino	Pituus	Rasva	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ	Summa PCDD/F	Summa PCB	Summa PBDE
		v	g	cm	%	pg/g	pg/g	pg/g	ng/g	ng/g
Suomenlahti	2/2002	1	3,7	8,9	8,4	<b>0,882</b>	0,965	4,26	15,0	
	2/2002	3	9,0	12	14	<b>2,04</b>	1,92	8,25	23,4	0,67
	2/2002	5	8,7	12	9,5	<b>2,98</b>	3,08	10,6	45,8	
	2/2002	8	9,0	12	9,6	<b>2,72</b>	2,83	9,38	49,1	

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Kaikki kilohailinäytteet alittivat EU:n raja-arvon.

Pitoisuuksien ikäkorrelaatio oli nähtävissä kilohailinäytteissä, lukuun ottamatta vanhinta ikäluokkaa. Syy tähän, sattuman lisäksi, voi olla, että kilohaili ei juuri kasva suuremmaksi kuin mitä tässä tutkimuksessa saadut isoimmat kilohailit ovat, eikä se siirry ravinnossaan korkeammalla trofia-  
tasolla olevaan ravintoon, kuten silakka tekee. Kilohaili käyttää ravinnokseen eläinplanktonia kalan iästä ja koosta riippumatta.



Kuva 9. Kilohailinäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

## AHVEN

Taulukko 12. Ahvenien pyyntipaikka ja –aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä	Paino	Pituus	Rasva	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ	Summa PCDD/F	Summa PCB	Summa PBDE
		v	g	cm	%	pg/g	pg/g	pg/g	ng/g	ng/g
Suomenlahti	5-6/2002	5	216	25	3,2	<b>2,74</b>	3,02	7,49	52,9	
	5-6/2002	11	302	28	2,7	<b>4,23</b>	4,30	10,5	76,1	
Saaristomeri	5-6/2002	5	161	24	1,2	<b>1,85</b>	2,04	4,72	24,4	0,565
	5-6/2002	6	184	25	1,1	<b>1,51</b>	1,90	3,94	21,6	0,474
Selkämeri	5-6/2002	6	168	24	0,81	<b>0,529</b>	0,690	1,78	12,2	
	5-6/2002	10	343	30	2,6	<b>5,23</b>	5,0	12,7	97,0	
Perämeri	5-6/2002	4	174	24	1,3	<b>1,28</b>	1,25	4,93	17,3	
	5-6/2002	7	270	27	1,3	<b>1,18</b>	1,12	3,21	21,4	
Päijänne	6/2002	6	74	19,9	0,68	<b>0,219</b>	0,303	0,996	4,10	0,461
	6/2002	9,7	152	23,7	1,33	<b>0,324</b>	0,707	1,41	12,3	1,40
Puruvesi	6/2002	6	86,7	20,6	1,13	<b>0,324</b>	0,727	1,20	5,70	
	6/2002	8	158	25,7	1,47	<b>0,441</b>	0,888	1,60	6,22	
Oulujärvi	5/2002	3	18,5	12,5	0,96	<b>0,116</b>	0,155	0,356	2,07	
	5/2002	5,3	82	19,7	1,01	<b>0,077</b>	0,155	0,325	2,24	

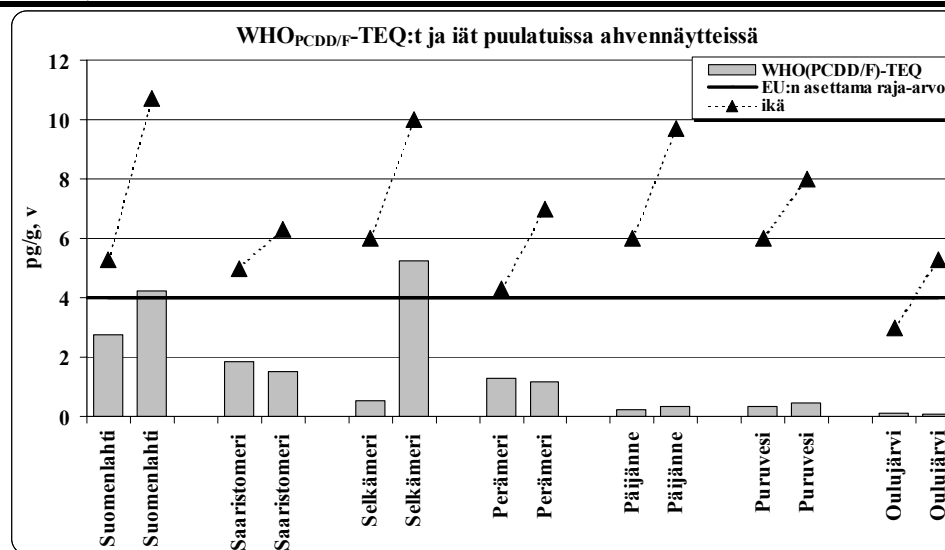
Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Kaksi ahvennäytettä merialueelta ylitti EU:n raja-arvon. Syy tähän on ahventen vanhuus ja petokalan ravinto. Sisävesissä kaikki ahvennäytteet jäivät alle raja-arvon.

Pitoisuuksien ikäkorrelaatio oli nähtävissä joissakin näytteissä.

Eri merialueilla ei pitoisuuksissa ollut eroja.

Sisävesillä pitoisuudet olivat pienempiä kuin merialueilla.



Kuva 10. Ahvennäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

## KAMPELA

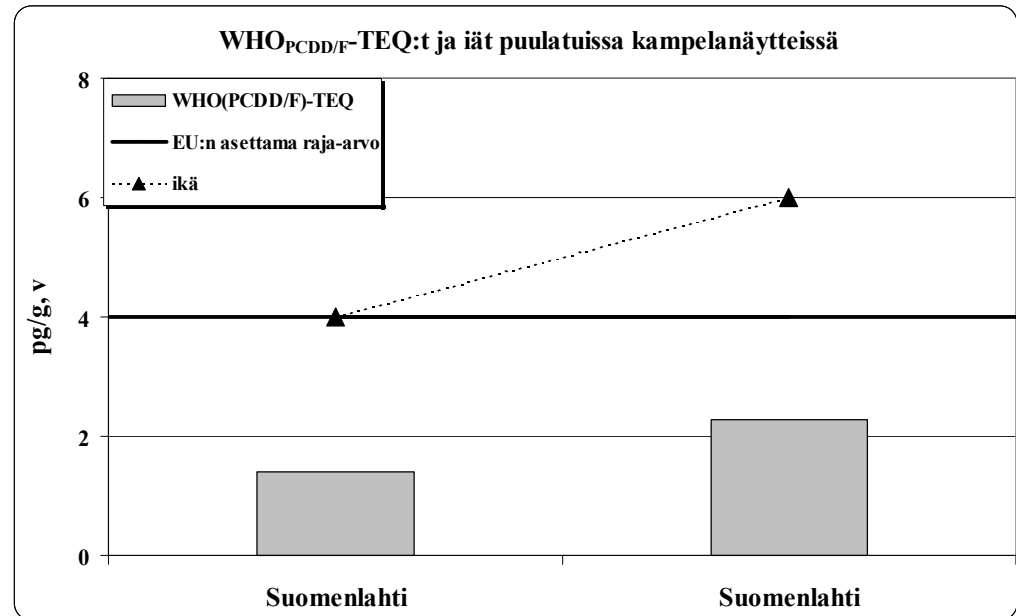
Taulukko 13. Kampeloiden pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Suomenlahti	8/2002	4	234	26,8	9,8	1,40	1,78	6,20	22,6	
	8/2002	6	379	30,5	10,3	2,29	4,04	10,3	52,8	1,20

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Kampelan pitoisuudet alittivat EU:n raja-arvon.

Pitoisuuksissa oli ikäkorrelaatio, eikä ainakaan näiden näytteiden perusteella voida osoittaa, että pohjasta ravintonsa (varsinkin simpukoita) hankkiva kala olisi mitenkään erityisesti altistunut kontaminanteille. Tosin näytemäärä on hyvin pieni ja vain yhdeltä alueelta, joten mitään yleistystä näistä tuloksista ei voitu tehdä.



Kuva 11. Kampelanäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

## KUHA

Taulukko 14. Kuhien pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Suomenlahti	5/2002	5	663	41	1,7	<b>2,04</b>	1,99	6,32	35,9	
	5/2002	7	1 083	49	1,4	<b>1,66</b>	1,75	5,08	31,1	
Saaristomeri	5/2002	5	454	39	1,0	<b>0,721</b>	0,843	2,12	15,5	0,484
	5/2002	7	647	43	0,94	<b>0,777</b>	1,36	2,21	28,6	0,720
Päijänne	6/2002	4,7	592	40	1,6	<b>0,814</b>	1,27	2,71	20,0	
	6/2002	5	709	43	1,4	<b>0,744</b>	1,13	2,45	17,6	
Enonvesi	6/2002	5	339	35	0,9	<b>0,273</b>	0,513	1,11	9,04	
	6/2002	8	670	45	0,78	<b>0,319</b>	0,587	1,30	8,95	
Oulujärvi	6/2002	5	633	41	1,8	<b>0,147</b>	0,210	0,770	3,09	0,403
	6/2002	8	1 689	53	3,3	<b>0,276</b>	0,445	1,33	7,24	0,857

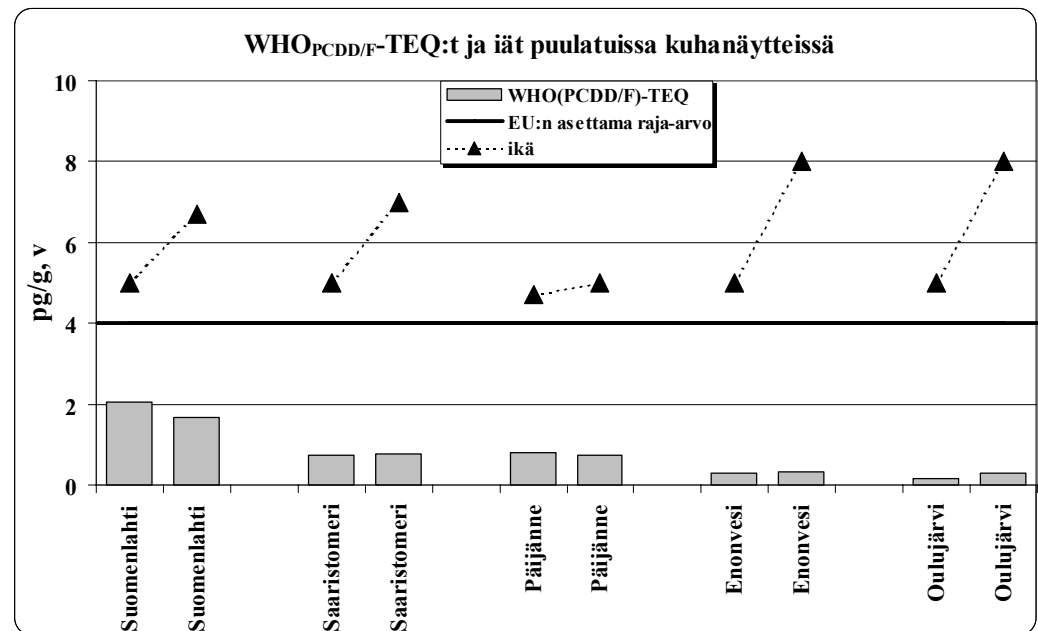
Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Kaikki kuhanäytteet mereltä ja sisävesiltä alittivat EU:n raja-arvon.

Pitoisuuksien ikäkorrelaatio oli heikko kaikissa näytteissä.

Selkämeren ja Perämeren pitoisuuksia ei määritetty, mutta Suomenlahdella oli Saaristomerta suuremmat pitoisuudet.

Sisävesillä pitoisuudet olivat pääasiassa pienempiä kuin merialueilla, poikkeuksena Päijänne, missä pitoisuudet vastasivat Saaristomerellä mitattuja.



Kuva 12. Kuhanäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

## LAHNA

Taulukko 15. Lahnojen pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Päijänne	3-4/2002	13	797	43	3,8	<b>3,37</b>	1,62	12,0	25,7	
	3-4/2002	16	968	44	3,2	<b>4,58</b>	2,66	15,7	45,1	
Puruvesi	5/2002	8	1 146	45	6,1	<b>0,99</b>	0,767	3,90	7,45	0,376
	5/2002	14	1 587	50	7,5	<b>1,68</b>	1,46	6,61	10,7	0,488
Oulujärvi	5/2002	7,7	693	37	7,1	<b>0,386</b>	0,279	1,89	3,72	
	5/2002	14,7	1 654	48	9,1	<b>1,05</b>	0,833	4,76	12,6	

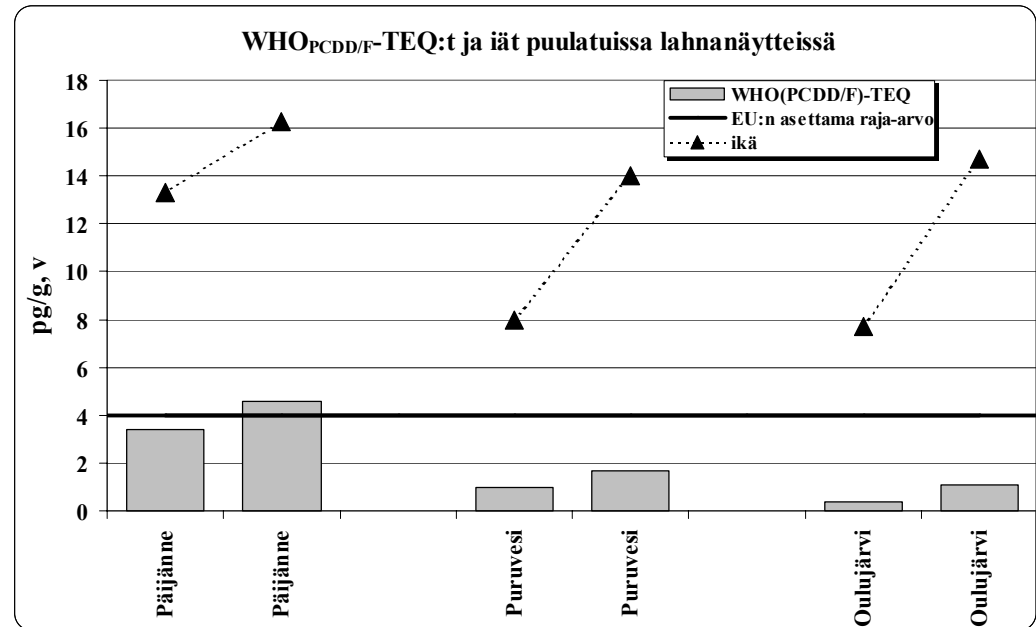
Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Yksi Päijänteen lahnanäyte ylitti EU:n raja-arvon. Ylitys johtui lahnojen vanhuudesta sekä siitä, että lahna käyttää pohjasedimenttien eliöitä ravinnokseen ja saattaa näin ollen altistua sedimentteihin kertyneille kontaminanteille.

Pitoisuuksissa todettiin ikäkorrelaatio.

Merialueilta lahnojen pitoisuuksia ei määritetty.

Päijänteellä lahnan pitoisuudet olivat selvästi suurempia kuin Puruvedellä ja Oulujärvellä.



Kuva 13. Lahnanäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.



## HAUKI

Taulukko 16. Haukien pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Suomenlahti	7/2002	4	2 218	70	0,51	<b>0,945</b>	1,12	2,95	17,9	0,333
	7/2002	8	1 965	65	0,35	<b>0,447</b>	0,471	1,67	6,38	0,176
Selkämeri	5/2002	4	1 233	57	0,65	<b>1,39</b>	1,37	4,11	25,8	
	5/2002	8	2 267	70	0,50	<b>1,31</b>	1,67	4,14	26,4	
Perämeri	5-6/2002	4	1 279	58	0,70	<b>0,617</b>	0,780	2,14	15,6	
	5-6/2002	8	2 998	76	0,39	<b>0,710</b>	0,907	2,44	14,2	
Päijänne	6/2002	7	807	54	0,23	<b>0,202</b>	0,260	0,882	3,41	
	6/2002	9	1 599	68	0,65	<b>1,60</b>	1,86	5,58	19,7	
Puruvesi	6/2002	3,7	189	34	0,15	<b>0,07</b>	0,108	0,37	1,75	0,135
	6/2002	7	1 549	64	0,55	<b>0,379</b>	0,589	1,57	6,26	0,830
Oulujärvi	5/2002	7,3	1 198	55	0,4	<b>0,140</b>	0,225	0,772	3,66	
	5/2002	9,7	2 033	67	0,62	<b>0,218</b>	0,328	1,08	5,55	

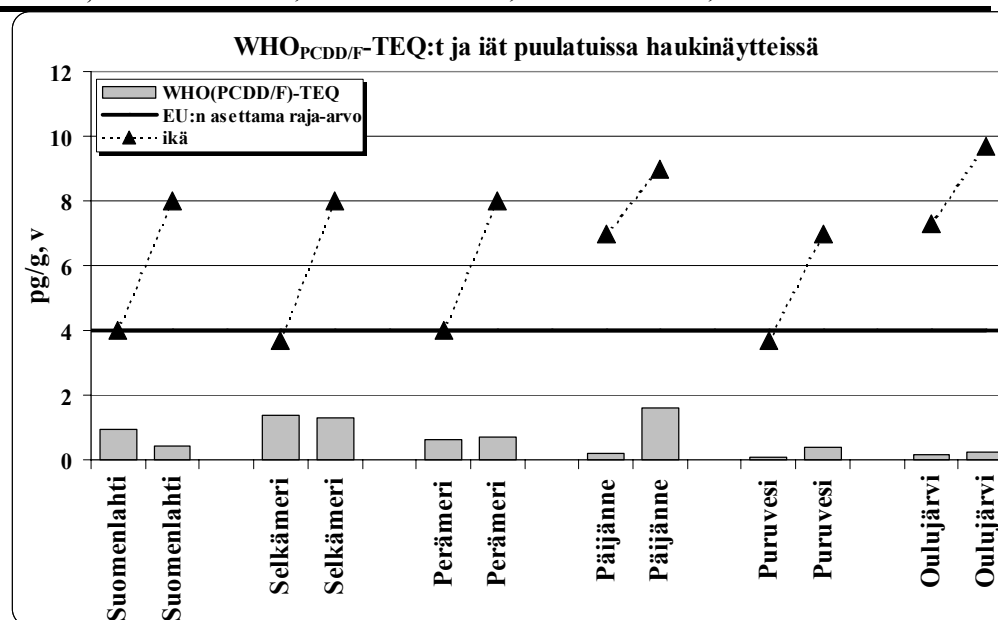
Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Kaikki haukinäytteet mereltä ja sisävesiltä alittivat EU:n raja-arvon.

Pitoisuuksien ikäkorrelaatio oli heikko lähes kaikissa näytteissä.

Eri merialueiden välillä ei ollut suuria eroja pitoisuuksissa.

Sisävesillä haukien dioksiinipitoisuudet olivat pääasiassa pienempiä kuin merialueilla, poikkeuksena Päijänne, missä pitoisuudet vastasivat merellä mitattuja.



Kuva 14. Haukinäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

## MUIKKU

Taulukko 17. Muikkujen pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainsa.

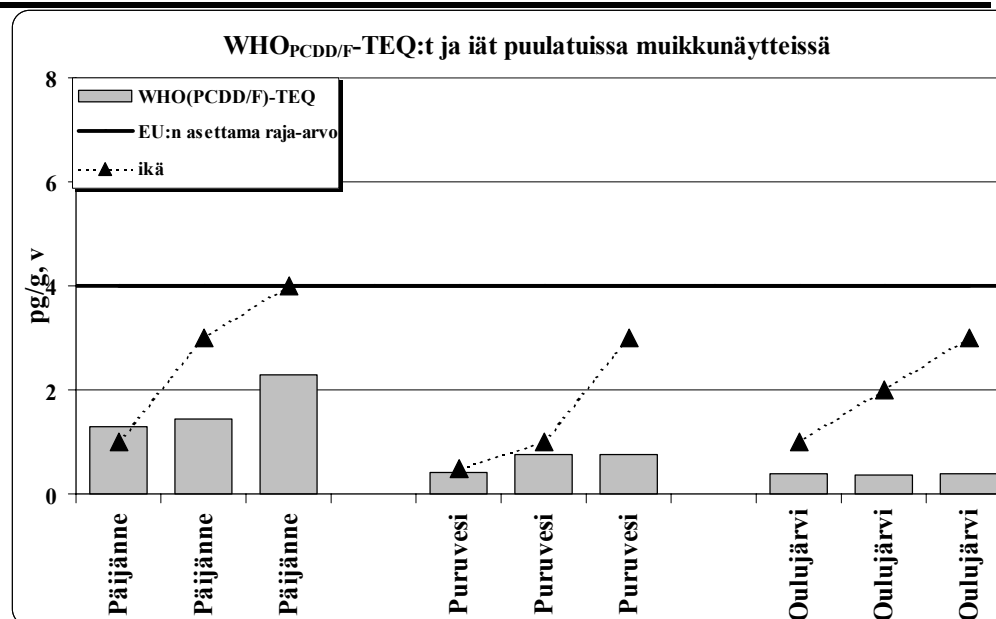
Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Päijänne	11/2001	1	46	19	3,1	1,29	0,849	6,76	11,4	1,52
	11/2001	3	61	20	3,1	1,44	1,03	7,60	13,1	1,65
	11/2001	4	50	19	4,9	2,30	1,78	11,5	24,3	2,90
Puruvesi	11-12/2001	0,5	14	13	2,8	0,417	0,584	2,59	5,12	
	11-12/2001	1	33	18	1,4	0,747	1,22	3,64	8,56	
	11-12/2001	3	56	21	0,83	0,756	1,30	3,83	9,39	
Oulujärvi	10/2001	1	13	13	2,8	0,390	0,372	2,16	4,67	
	10/2001	2	17	14	2,3	0,364	0,399	1,78	5,43	
	10/2001	3	21	15	1,9	0,391	0,403	1,98	5,29	

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Kaikki muikkunäytteet alittivat EU:n raja-arvon.

Osassa näytteistä pitoisuuksissa oli ikäkorrelaatiota.

Päijänteellä muikun pitoisuudet olivat selvästi suurempia kuin Puruvedellä ja Oulujärvellä.



Kuva 15. Muikkunäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

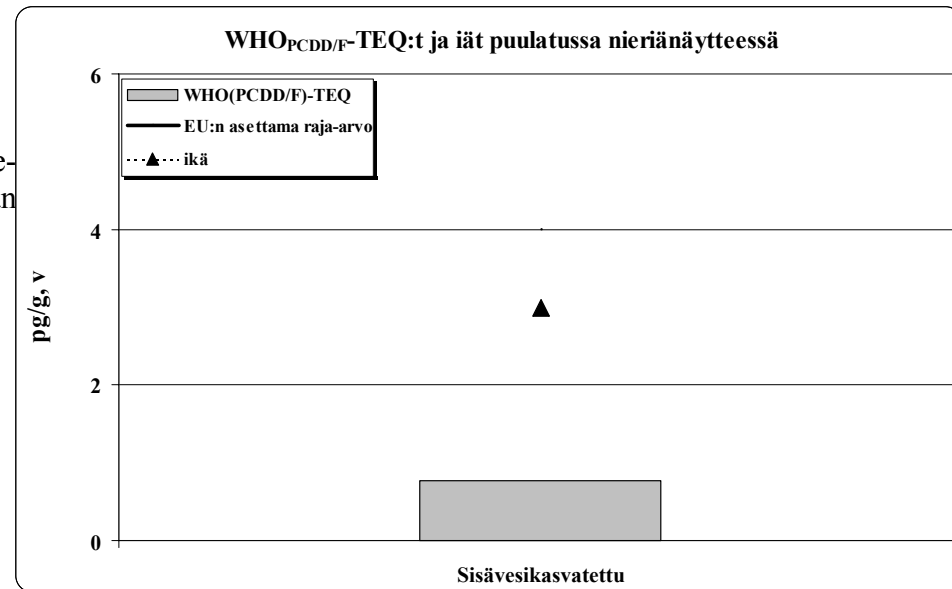
### NIERIÄ, kasvatettu

Taulukko 18. Nieriöiden pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

Paikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g
Kasvatettu (Oulujärven vesistöalue, Paltamo)	4-5/2002	3	695	38	6,0	0,772	1,94	3,23	28,2

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Nieriänäyte alitti EU:n raja-arvon. Tulos osoittaa, että nieriän kasvatuksessa käytetään dioksiinien suhteen riittävän puhdasta rehua.



Kuva 15. Nieriänäytteen WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ ja ikä.

## MADE

Taulukko 19. Mateiden pyyntipaikka ja -aika, puulin kalojen keskimääräinen ikä (v), paino (g), pituus (cm) ja rasvaprosentti. Dioksiini- ja PCB-TEQ:t (pg/g) sekä dioksiinien (pg/g), PCB-yhdisteiden (ng/g) sekä PBDE-yhdisteiden (ng/g) kokonaispitoisuus tuorepainossa.

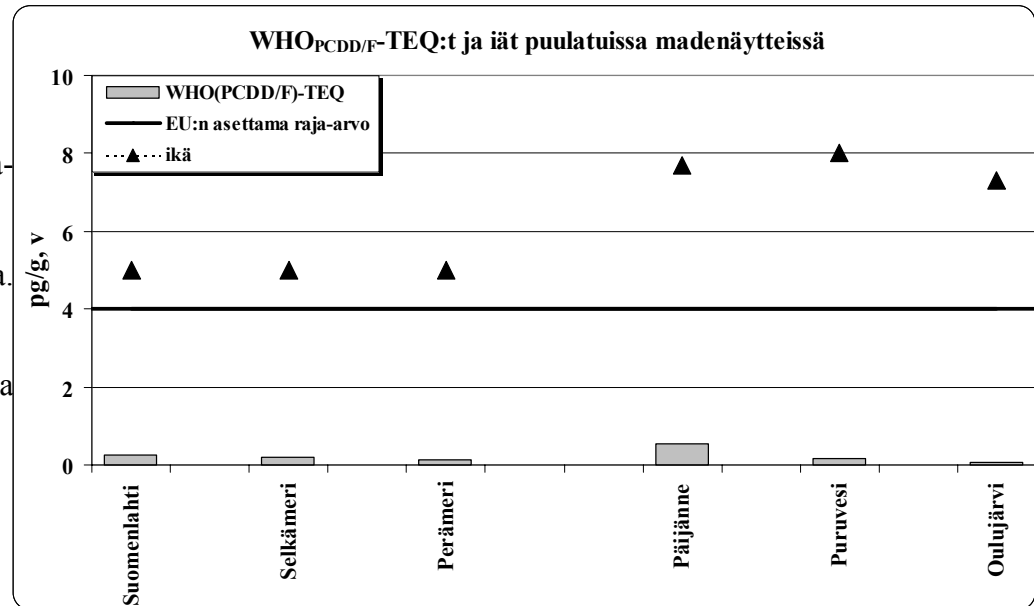
Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Ikä v	Paino g	Pituus cm	Rasva %	WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ pg/g	WHO <sub>PCB</sub> -TEQ pg/g	Summa PCDD/F pg/g	Summa PCB ng/g	Summa PBDE ng/g
Suomenlahti	2/2002	5	787	49	0,45	<b>0,262</b>	0,257	1,27	2,63	0,126
Selkämeri	2/2002	5	1 240	55	0,38	<b>0,178</b>	0,129	0,874	2,35	
Perämeri	2/2002	5	712	47	0,32	<b>0,132</b>	0,0749	0,597	1,15	
Päijänne	2/2002	8	669	47	0,35	<b>0,533</b>	0,307	2,43	5,06	
Puruvesi	2/2002	8	494	42	0,44	<b>0,167</b>	0,298	0,794	2,75	0,127
Oulujärvi	2/2002	7	532	41	0,35	<b>0,061</b>	0,051	0,347	1,17	

Tulokset vs. EU:n raja-arvo ja hypoteesit:

Kaikki madenäytteet mereltä ja sisävesiltä alittivat EU:n raja-arvon.

Eri merialueiden välillä ei ollut suuria eroja pitoisuuksissa. Perämerellä mitattiin pienimmät pitoisuudet.

Sisävesillä pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa tai jopa suurempia kuin merialueilla, varsinkin Päijänteellä.



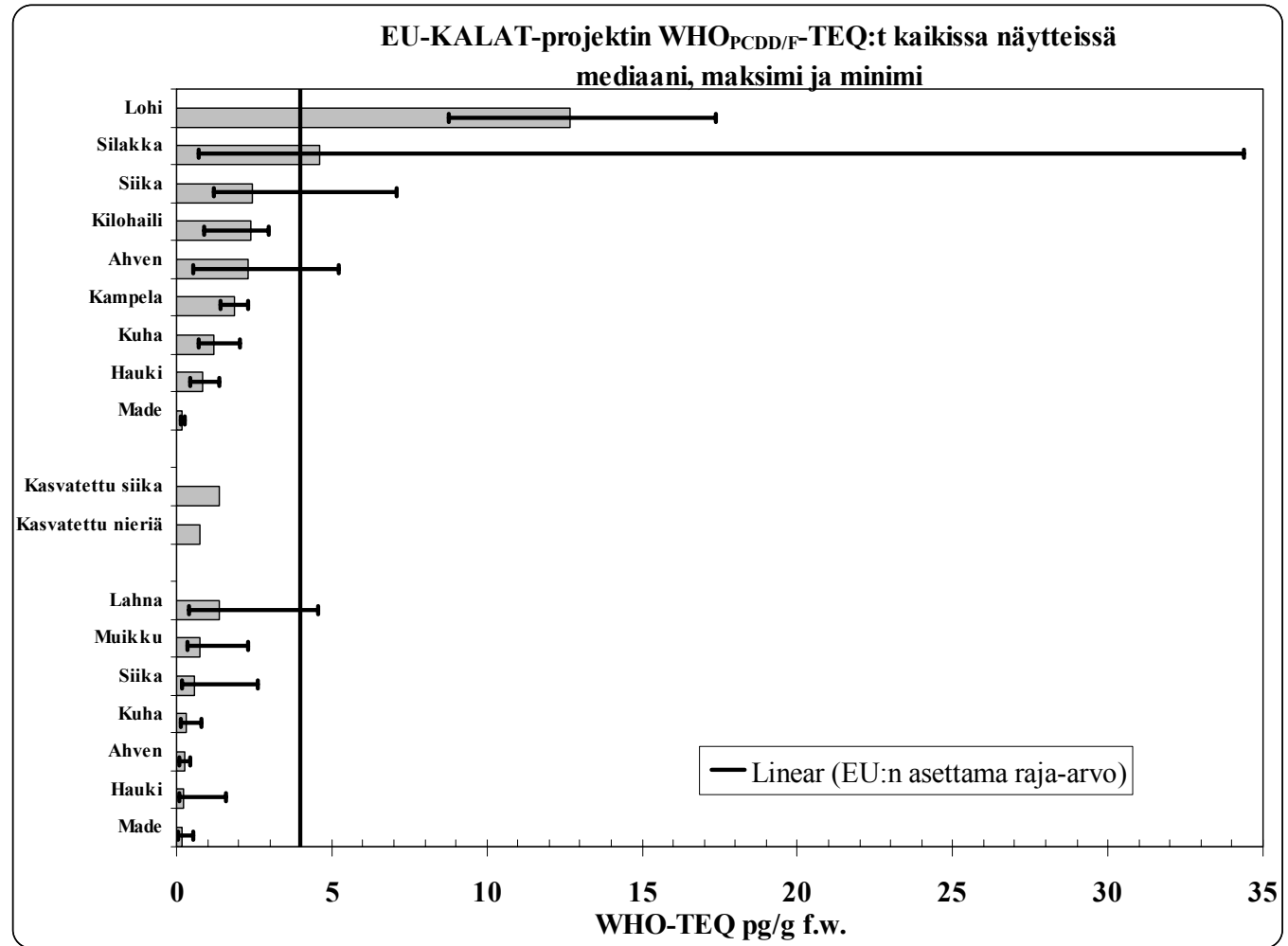
Kuva 17. Madenäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t ja iät.

### Dioksiinitulosten koonta

Kaikkien näytteiden dioksiinitulokset ja EU:n raja-arvo kaloille sekä kalatuotteille on esitetty kuvassa 18. Näytteet on jaoteltu kolmeen ryhmään niin, että ylin ryhmä on mereltä pyydetyt, keskimäinen ryhmä kasvatetut ja alin ryhmä sisävesiltä pyydetyt kalat. Pylväs vastaa mediaanidioksiinipitoisuutta ja janan päät minimi- ja maksimipitoisuuksia.

Voidaan todeta, että lohella ja silakalla mediaani ylitti raja-arvon ja muilla kalalajeilla muutamia yksittäisiä poikkeuksia lukuunottamatta pitoisuudet jäivät alle EU:n raja-arvon.

Silakan dioksiinipitoisuuksien vaihteluväli oli suuri, koska aineistoon saatiin paljon ikäryhmiä ja yksilöitä.



Kuva 18. EU-KALAT –projektin kaikkien kalanäytteiden WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ:t.

### **PCB- JA PBDE-tulosten koonta**

EU-KALAT -projektissa analysoitiin dioksiinien lisäksi myös PCB- ja PBDE-yhdisteitä. Mielenkiinto kohdistui lähinnä ns. dioksiinien kaltaisiin PCB-yhdisteisiin (12 kpl), joille on tulostaulukoissa laskettu WHO<sub>PCB</sub>-TEQ -pitoisuus. Koska nämä TEQ:t eivät toistaiseksi sisälly EU:n raja-arvoihin, niitä ei, lohta ja silakkaa lukuunottamatta, ole kuvattu kalalajeittain graafisesti. Kootusti kaikkien näytteiden PCB-TEQ -tulokset ovat kuvassa 19.

EU:ssa on mielenkiintoa rajoittaa myös muiden kuin dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden sekä PBDE-yhdisteiden esiintymistä ruoka-aineissa, ja sen takia tässä projektissa kerättiin pohjatietoa Suomesta näitä pyrkimyksiä silmällä pitäen. Alla käsitellään lyhyesti PCB- ja PBDE-tuloksia.

### **PCB**

Vertailtaessa PCB-yhdisteiden suhdetta dioksiineihin TEQ:n perusteella todettiin, että PCB-yhdisteiden suhde dioksiineihin merialueiden kaloissa oli 0,34 - 1,76 ja sisävesillä 0,48 - 2,24. PCB-yhdisteiden suhde verrattuna dioksiineihin riippui kalalajista ja pyyntipaikasta, mutta muutamia yleisiä trendejä oli havaittavissa:

1. PCB-pitoisuudet korreloivat näytteissä hyvin dioksiinipitoisuuksien kanssa.
2. Merialueen kaloissa PCB-yhdisteiden suhde dioksiineihin pieneni siirryttäessä kohti pohjoista Selkä- ja Perämerelle.
3. Sisämaan kalanäytteissä PCB-yhdisteiden suhde dioksiineihin kasvoi siirryttäessä Päijänteeltä vähemmän kuormittuneille Puruvedelle ja Oulujärvelle.
4. Verrattaessa samoja kalalajeja merellä ja järvillä havaittiin, että PCB-yhdisteiden suhde dioksiineihin oli järvillä suurempi kuin merellä.

Erot PCB-yhdisteiden suhteellisissa osuuksissa johtuvat sekä lajikohtaisista eroista ravinnossa ja metaboliassa että myös eri pyyntipaikoilla kalojen saamasta erilaisesta altistuksesta.

### **PBDE**

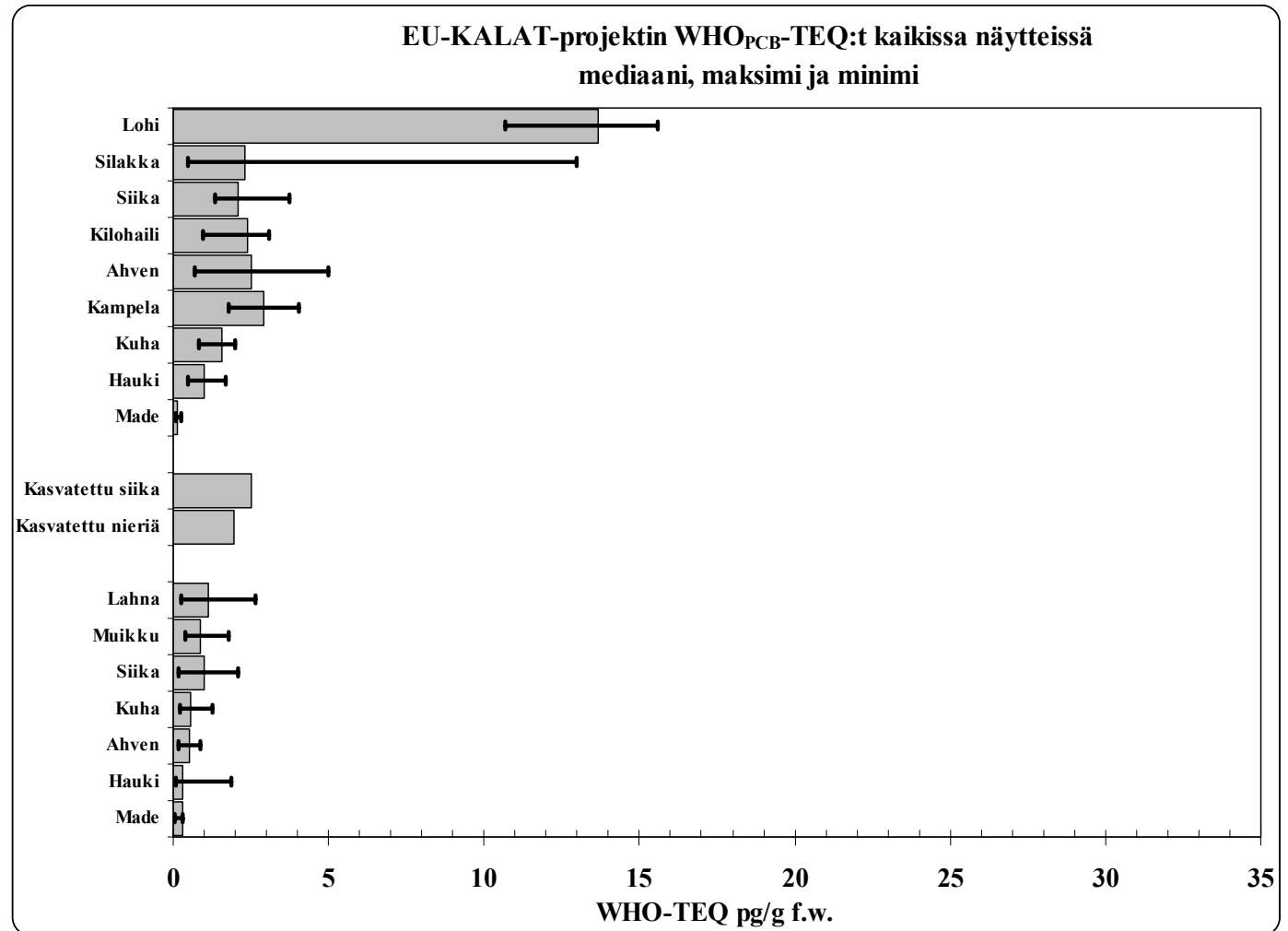
Näitä yhdisteitä mitattiin 32 näytteestä ja tulokset ovat graafisesti kuvassa 20. Tulokset on esitetty myös kunkin kalalajin kohdalla taulukoissa 4-19. Kuvassa 20 pitoisuudet eri kalalajeissa ovat pyyntialueeryhmittäin vasemmalta oikealle seuraavassa järjestyksessä: Suomenlahti, Saaristomeri, Selkämeri, Perämeri, Päijänne, Puruvesi ja Oulujärvi. Huomattavaa tuloksissa on mm.:

1. PBDE-pitoisuuksien ikäkorrelaatio näkyi erityisen selvästi Selkämeren silakkasarjasta, jossa silakoiden ikä kasvaa vasemmalta oikealle. Ikäkorrelaatio viittasi voimakkaasti siihen, että PBDE-yhdisteet ovat selkeästi biokonsentroituvia ainakin ryhmänä.
2. Kun tarkasteltiin kalalajeja, joita analysoitiin sekä mereltä että sisävesiltä havaittiin, että pitoisuuksissa ei ollut suuria eroja. Tämä viittaa siihen, että PBDE-altistus tulee nykypäivänä pääasiassa ilmasta, eikä esim. Itämerellä ole suuria yksittäisiä pistelähteitä.

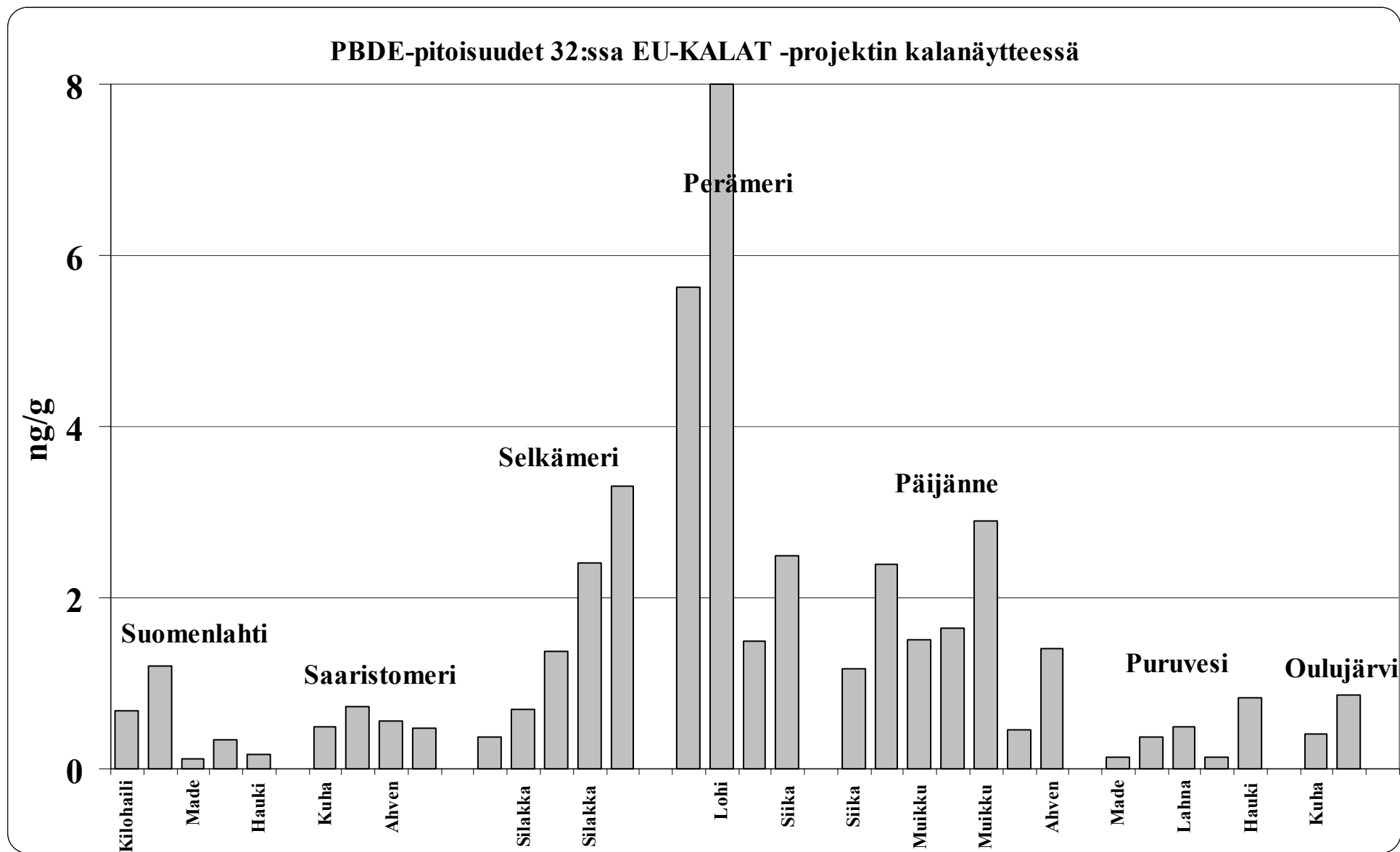
PBDE-yhdisteiden summapitoisuus oli noin yksi tai kaksi kertaluokkaa pienempi kuin PCB-yhdisteiden summapitoisuus, mutta yleensä kaksi kertaluokkaa suurempi kuin dioksiinien summapitoisuus.

Kaikkien näytteiden PCB-TEQ-tulokset on esitetty kuvassa 19. Näytteet on jaoteltu kolmeen ryhmään niin, että ylin ryhmä on mereltä pyydetyt, keskimääräinen ryhmä kasvatetut ja alin ryhmä sisävesiltä pyydetyt kalat. Pylväs vastaa mediaanidioksiinipitoisuutta ja janan päät minimi- ja maksimipitoisuuksia.

Silakan PCB-TEQ-pitoisuuksien vaihteluväli oli suuri, koska aineistoon saatiin paljon ikäryhmiä ja yksilöitä.



Kuva 19. EU-KALAT –projektin kaikkien kalanäytteiden WHO<sub>PCB</sub>-TEQ:t.



Kuva 20. EU-KALAT -projektin kalojen PBDE-pitoisuudet 32 näytteestä eri pyyntipaikoilta.



## POHDINTA JA PÄÄTELMÄT

Tämä EU-kalat tutkimusprojekti vahvisti aikaisempia Elintarvikeviraston teettämiä tutkimustuloksia ja antoi paljon uutta tietoa kotimaisen kalan ympäristömyrkkypitoisuuksista.

Jo 1990-luvun puolivälissä ilmestyneessä Elintarvikeviraston Kalaa, kiitos-esitteessä kerrottiin, että dioksiinit kerääntyvät silakkaan iän mukana, ja että alle 3 vuotiasta ja alle 17 cm:n silakkaa tulisi suosia ravintona, koska se sisältää vähän dioksiineja. Lisäksi tiedettiin myös, että Itämeren lohi sisältää ainakin yhtä paljon dioksiineja kuin silakka. Ja erityisesti lohen ominaisuudet, suuri petokala ja rasvainen kala, luovat edellytykset lohen merkittävälle ympäristömyrkkujen kuormittumiselle. Nämä aikaisemmin tehdyt johtopäätökset saivat tukea EU-kalat projektista, ja epäily, että lohi saattaa kerätä vielä enemmän dioksiineja kuin silakka, osoittautui oikeaksi.

Selvät pitoisuuserot Itämeren ja Suomen sisävesien kalojen myrkkypitoisuuksissa sekä paikallinen jakautuminen kalojen myrkkujen, dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden määrissä pohjois-etelä-suunnassa olivat uutta tietoa. Yleinen trendi kalalajeittain dioksiinipitoisuuksissa oli, että ne vähenivät kaloissa etelään päin mentäessä ja PCB-pitoisuudet kasvoivat, kun merikaloista oli kyse. Kalojen liikkumisesta Itämerellä heräsi kysymyksiä näitä tutkimustuloksia tulkittaessa, joissa esimerkiksi Saaristomeren silakoiden dioksiinipitoisuudet suuresti vaihtelivat eri pyyntiajankohtina; pienet pitoisuudet syksyllä ja Selkämerta vastaavat suuret pitoisuudet keväällä. Kaiken kaikkiaan sisävesissä ympäristömyrkkujen pitoisuudet olivat pieniä. Oletetusti dioksiinikuormittuneimmalla järvellä, Päijänteellä, mitattiin suurimmat ympäristömyrkkypitoisuudet lähes kaikissa kalalajeissa.

Etelä-Itämerestä tutkittujen silakan ja lohen dioksiinipitoisuudet olivat asetetun enimmäispitoisuuden, 4 pg WHO-TEQ/g tuorepaino, alapuolella. Eteläisellä Itämerellä kolme-vuotias silakka kasvaa lähes kaksi kertaa niin suureksi kuin Suomenlahden tai Pohjanlahden samanikäinen silakka ja sisältää huomattavasti vähemmän dioksiineja. Pohjanlahden silakan pitoisuudet kohosivat iän mukana moninkertaisiksi verrattuna asetettuun raja-arvoon. Suomenlahden silakka oli puhtaampaa kuin Pohjanlahden silakka. Selkä- ja Perämereltä mitattiin suurimmat silakan dioksiinipitoisuudet. Syksyllä silakan pitoisuudet olivat pienemmät kuin keväällä.

EU-kalat tutkimuksessa saatiin myös ennen julkaisematonta tietoa 90 yksittäisen eri ikäisen silakan myrkkujen kerääntymisestä. Tutkimus tuki käsitystä, että eri ikäisten ja kokoisten silakoiden dioksiini- ja dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden pitoisuudet voidaan melko hyvin arvioida silakan koon ja iän perusteella joistakin tutkimuksessa nähdystä vaihteluista huolimatta. Nämä 90 yksittäistä silakkaa kerättiin keväällä Selkämereltä, joten voidaan hyvin olettaa niiden kuvaavan nykyhetken pahimman mahdollisen tilanteen silakoiden ympäristömyrkkypitoisuuksista.

Tutkimuksesta ilmeni, että dioksiinien ja PCB-yhdisteiden kertyminen kalaan on ennen kaikkea kalalajin ominaisuus. Ongelmakaloiksi jäivät lohi ja silakka tässä järjestyksessä. Kaikki muut kotimaiset kalat paria poikkeuksellista tutkimustulosta (ahven meressä ja Päijänteen lahna) lukuunottamatta alittavat dioksiinille asetetun enimmäispitoisuusrajan. Myös kasvatettu kala on dioksiinien osalta ongelmaton. Samalla voidaan sanoa, että kalan kasvatuksessa käytetty rehu on ollut riittävän puhdasta tutkituille kalalajeille eli nieriälle ja siialle. Vähärasvainen luonnon petokala haukikin sisälsi vain vähän dioksiineja ja PCB:itä sekä meressä että järvessä. Mielenkiintoista oli, että kampela ei kerännyt oletettua määrää myrkkyä, vaikka asustaa pohjassa eli lähellä saastunutta sedimenttiä.

Vastaavaa ikäkorrelaatiota kuin silakalla ei havaittu kaikilla kaloilla, tai se oli epämääräisempi johtuen pienestä näytemäärästä. Hauen ikäkorrelaatio oli olematon. Muista kaloista vain lohella ja lahnalla nähtiin selkeä ikäkorrelaatio.

Järvikalojen dioksiini- ja PCB-pitoisuudet olivat pieniä, lähes tausta-arvoja merikalaan verrattuna. Oletukset järvien dioksiinisaastuneisuudesta eivät pitäneet paikkansa. Puruveden oletettiin olevain puhtain järvistä. Kuitenkin Oulunjärven kalojen (siika, ahven, kuha, lahna, muikku ja made) dioksiinipitoisuudet olivat pienempiä kuin muiden tutkittujen järvien vastaavien kalojen pitoisuudet. PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat myös pienimmät Oulujärvellä kaikissa muissa kalalajeissa paitsi ahvenessa ja mateessa, joissa PCB-yhdisteiden määrä kasvoi Päijänteeltä Puruvedelle.

Tutkimus vahvisti aikaisempia havaintoja, joiden mukaan dioksiinien ja PCB-yhdisteiden suhde eri kalalajeissa on erilainen. Esimerkiksi lohessa PCB-yhdisteiden pitoisuus on yleensä suurempi kuin dioksiinien ja silakassa päinvastoin.

EU-kalat projekti antoi myös tietoa kalavalmisteiden ympäristömyrkkypitoisuuksista. Nahan poistaminen näyttää vähentävän myrkkypitoisuutta muutamasta prosentista kymmeneen prosentteihin, koska nahan alla on rasvaa, joka nyljettäessä lähtee pois. Aluksi oletettiin, että prosessoitu kalatuote, esimerkiksi savustettu kala saattaisi sisältää vähemmän dioksiineja kuin savustamaton, koska tippuvan rasvan mukana saattaisi osa dioksiineista poistua. Tutkimustulos osoitti kuitenkin silakavalmisteiden dioksiinipitoisuudet enimmäispitoisuusrajan ylittäviksi poikkeuksena nyljetyt silakkafileet, joissa pitoisuudet jäivät alle enimmäispitoisuusrajan. Yksi syy tähän on ainakin se, että teollisesti käytetään suurta kalaa, jonka dioksiinipitoisuudet ovat moninkertaisia raja-arvoon verrattuna.

EU-kalat tutkimustulosten perusteella on MMM:n asetuksella 15/EEO/2002 28.8.2002 ns. positiivilistaan (liite 3) lisätty kerran tutkimuksen kuluessa lajeja, joita voidaan vapaasti markkinoida ja joiden pakkaukseen voidaan laittaa soikio -merkki osoitukseksi pienestä dioksiinipitoisuudesta. Lisätyt 5 uutta kalalajia olivat seuraavat: viljeltyihin kalalajeihin nieriä ja siika sekä merialueilta peräisin oleviin kalalajeihin kilohaili, made ja siika.

Silakka ja lohi puuttuvat positiivilistasta. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella vain pientä alle 17 cm:n ja korkeintaan nelivuotiaista silakkaa voitaisiin pitää kaupan nykyisen enimmäispitoisuusrajan voimassa ollessa ilman EU:n poikkeuslupaa. Lisäksi silakan tai lohen nahan nylkeminen saattaa vähentää dioksiinipitoisuutta muutamasta prosentista kymmeneen prosentteihin. Silti Itämeren lohi näyttää muodostuvan ongelmaksi sekä nahan kanssa että ilman nahkaa. Riskinhallinnan keinona suojella kuluttajan terveyttä on tällä hetkellä Itämeren lohen syönnin rajoittaminen.

Silakan ja lohen kelpoisuus elintarvikkeeksi on vielä ongelmallisempaa vuonna 2006, jolloin EU:ssa on suunnitteilla tarkistaa dioksiinien sallittuja enimmäispitoisuuksia vieläkin pienemmiksi.

## **KIITOKSET**

Kalanäytteiden keräämiseen, käsittelyyn ja analysointiin on osallistunut suuri joukko Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja Kansanterveyslaitoksen henkilöstöä. Raportin kirjoittajat haluavat kiittää heitä kaikkia tärkeästä työstä.

## KIRJALLISUUTTA

Alaluusua S, Lukinmaa P-L, Torppa J, Tuomisto J, Vartiainen T. Developing teeth as biomarker of dioxin exposure. *Lancet* 1999; 353: 206.

Andersen A, Barlow L, Engeland A, Kjærheim K, Lynge E, Pukkala E. Work-related cancer in the Nordic countries. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25 (suppl 2): 40.

Andersson Ö, Blomqvist G. Polybrominated aromatic pollutants found in fish in Sweden. *Chemosphere* 1981; 10: 1051-1061.

Aune M, Bjerselius R, Atuma S, Larsson L, Bergh A, Darnerud PO, Andersson A, Arrhenius F, Bergek S, Tysklind M, Glynn A. Large differences in dioxin and PCB levels in herring and salmon depending on tissue analysed. *Organohalogen Compounds* 2003; 64: 378-381.

Bignert A, Olsson M, Persson W, Jensen S, Zakrisson S, Litzén K, Eriksson U, Häggberg L, Alsborg T. Temporal trends of organochlorines in Northern Europe, 1967-1995. Relation to global fractionation, leakage from sediments and international measures. *Environmental Pollution* 1998; 99: 177-198.

Darnerud PO, Atuma S, Aune M, Cnattingius S, Wernroth M-L, Wicklund-Glynn A. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in breast milk from primiparous women in Uppsala county, Sweden. *Organohalogen Compounds* 1998; 35: 411-414.

Darnerud PO, Atuma S, Aune M, Becker A, Petterson-Grawe K. Data presented at Eurotox 2000, London 17-20 Sept. 2000.

Fisk AT, Norstrom RJ, Cymbalisty CD, Muir DCG. Dietary accumulation and depuration of hydrophobic organochlorines: Bioaccumulation parameters and their relationship with the octanol/water partition coefficient. *Environ. Toxicol. Chem.* 1998; 17: 951-961.

Laatikainen T, Tapanainen H, Alfthan G, Salminen I, Sundvall J, Leiviskä J, Harald K, Jousilahti P, Salomaa V, Vartiainen E. FINRISKI 2002: Tutkimus kroonisten kansantautien riskitekijöistä, niihin liittyvistä elintavoista, oireista, psykososiaalisista tekijöistä ja terveystalvelujen käytöstä. *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 7 /2003*.

Hagmar L, Linden K, Nilsson A, Norrving B, Åkesson B, Schutz A, Möller T. Cancer incidence and mortality among Swedish Baltic Sea fishermen. *Scand J Work Environ Health* 1992; 18: 217-224.

Hallikainen A, Mustaniemi A, Vartiainen T. Dioksiinien saanti ravinnosta. *Elintarvikeviraston tutkimuksia* 1/1995 pp. 25.

Hallikainen A, Vartiainen T. Food control surveys of polychlorinated dibenzo- p-dioxins and dibenzofurans and intake estimates. *Food Additives and Contaminants* 1997; 14 (4): 355-366.

Hallikainen A, Kiviranta H. Dioksiinien saanti meillä ja muualla. *Ympäristö ja terveys* 2000; 3: 61-64.

Hietaniemi V, Ovaskainen M-L, Hallikainen A. PAH-yhdisteet ja niiden saanti markkinoilla olevista elintarvikkeista. Elintarvikevirasto, tutkimuksia 6/1999.

IARC. 1997. Polychlorinated dibenzo-*para*-dioxins and polychlorinated dibenzofurans. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 69: 1-666.

Isosaari P, Kohonen T, Kiviranta H, Tuomisto J, Vartiainen T. Assessment of levels, distribution, and risks of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans in the vicinity of a vinyl chloride monomer production plant. Environ Sci Technol 2000; 34: 2684-2689.

Isosaari P, Vartiainen T, Hallikainen A, Ruohonen K. Feeding trial on rainbow trout: comparison of dry fish feed and Baltic herring as a source of PCDD/Fs and PCBs. Chemosphere 2002a; 48:795-804.

Isosaari P, Kankaanpää H, Mattila J, Kiviranta H, Verta M, Salo S, Vartiainen T. Spatial distribution and temporal accumulation of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, dibenzofurans, and biphenyls in the Gulf of Finland. Environ Sci Technol 2002b; 36:2560-2565.

Isosaari P, Kiviranta H. Monivaiheinen analytiikka löytää kalojen ympäristömyrkyt. Kaari; 1/2003: 33-35.

Isosaari P, Kiviranta H, Hallikainen A, Parmanne R, Vuorinen PJ, Vartiainen T. Dioxin levels in fish caught from the Baltic Sea. Organohalogen Compounds 2003; 62: 41-44.

IPCS 1993, Polychlorinated diphenyls and terphenyls, Env. HealthCriteria 140, WHO, Geneva.

IPCS, 1994, Brominated diphenyl ethers, Env. Health Criteria 162, WHO, Geneva.

Jacobson JL, Jacobson SW. Evidence for PCBs as neurodevelopmental toxicants in humans. Neurotoxicology 1997; 18 (2): 415-424.

Jones PD, Kannan K, Newsted JL, Tillitt DE, Williams LL, Giesy JP. Accumulation of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin by rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) at environmentally relevant dietary concentrations. Environ. Toxicol. Chem. 2001; 20: 344-350.

Kiviranta H, Vartiainen T, Verta M, Tuomisto JT, Tuomisto J. High fish-specific dioxin concentrations in Finland. Lancet 2000a; 355: 1883-1885.

Kiviranta H, Korhonen M, Hallikainen A, Vartiainen T. Kalojen dioksiinien ja PCB-yhdisteiden kulkeutuminen ihmiseen. Ympäristö ja Terveys 2000b; 3: 65-69.

Kiviranta H, Hallikainen A, Ovaskainen M-L, Kumpulainen J, Vartiainen T. Dietary intakes of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in Finland. Food Additives and Contaminants 2001; 18 (11): 945-953.

- Kiviranta H, Vartiainen T, Parmanne R, Hallikainen A, Koistinen J. PCDD/Fs and PCBs in Baltic herring during 1990's. *Chemosphere* 2003; 50: 1201-1216.
- Kryger C. Polybrominated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers – detection and quantitation in selected foods. Thesis, University of Munster, 1988.
- Mocarelli P, Gerthoux PM, Ferrari E, Patterson Jr DG, Kieszak SM, Brambilla P, Vincoli N, Signori S, Tramacere P, Carreri V, Sampson EJ, Turner WE. Paternal concentrations of dioxin and sex ratio of offspring. *Lancet* 2000; 355: 1858-1863.
- Muir DCG, Yarechewski AL. Dietary accumulation of four chlorinated dioxin congeners by rainbow trout and fathead minnows. *Environ. Toxicol. Chem.* 1988; 7: 227-236.
- Odsjö T, Bignert A, Olsson M, Asplund L, Eriksson U, Häggberg L, Litzén K, de Wit C, Rappe C, Åslund K. The Swedish environmental specimen bank - application in trend monitoring of mercury and some organohalogenated compounds. *Chemosphere* 1997; 34 (9/10): 2059-2066.
- Parmanne R, Vuorinen P. Kotimaisten kalojen ympäristömyrkyt tutkitaan kattavasti. *Kaari*; 4/2002: 15-17.
- Pohjanvirta R, Tuomisto J. Short-term toxicity of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin in laboratory animals: effects, mechanisms, and animal models. *Pharmacol Rev* 1994; 46 (4): 483-549.
- SCF (2001). Update of the "Risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food" based on new scientific information available since the adoption of the SCF opinion of 22<sup>nd</sup> November 2000; Opinion of the Scientific Committee on Food, adopted on 30 May 2001. European Commission Health and Consumer Protection Directorate-General.
- Schramm K-W, Oxynos K, Schmitzer J, Marth P, Kettrup A. PCDD/F and other chlorinated hydrocarbons in matrices of the federal environmental specimen bank. *Chemosphere* 1997; 34 (9/10): 2153-2158.
- SCOOP: Scientific co-operation on questions relating to food "assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of EU member states" Task 3.2.5- Final report- 7 June 2000.
- Sellström U, Jansson B, Kierkegaard A, de Witt C. Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) in biological samples from the Swedish environment. *Chemosphere* 1993; 26: 1703-1718.
- Sellström U, Kierkegaard A, de Witt C, Jansson B. Polybrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane in sediment and fish from a Swedish river. *Environ Toxicol Chem* 1998; 17: 1065-1072.
- Strandman T, Koistinen J, Vartiainen T. Bromatut bifenyylieetterit kalassa. *Ympäristö ja Terveys* 2000; 3: 70-73.

Tuomisto JT, Pekkanen J, Kiviranta H, Tukiainen E, Vartiainen T, Tuomisto J. Soft tissue sarcoma and dioxin – A case-control study. In press, International Journal of Cancer 2003.

Vartiainen T, Hallikainen A. Polychlorodibenzo-*p*-dioxin and polychlorodibenzofuran (PCDD/F) levels in cow milk samples, egg samples and meat in Finland. Fresenius J of Analytical Chemistry 1994; 348: 150-153.

Vartiainen T, Hallikainen A. Polyklooridibentso-*p*-dioksiinien ja -dibentsofuraanien (PCDD/F) sekä PCB-yhdisteiden kertyminen kirjoloheen käytettäessä silakkaa tai kuivarehua ravintona. Elintarvikeviraston tutkimuksia 1/1995 pp. 33.

Vartiainen T, Mannio J, Korhonen K, Kinnunen K, Strandman T. Levels of PCDDs, PCDFs, and PCBs in dated lake sediments in subarctic Finland. Chemosphere 1997; 34: 1341-1350.

Vartiainen T, Parmanne R, Hallikainen A. Ympäristömyrkköjen kertyminen silakkaan. Ympäristö ja Terveys 1997b; 7-8: 18-22.

Vartiainen T, Kiviranta H, Hallikainen A, Strandman T. Elintarvikkeiden orgaaniset ympäristömyrkyt ja niiden siirtyminen ihmiseen. Duodecim 1:2001: 91-97.

Vuorinen PJ, Paasivirta J, Vuorinen M, Peuranen S, Hoikka J. Lohen ja meritaimenen ympäristömyrkkypitoisuudet ja lohen alkio- ja poikaskuolleisuus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 1993; No. 65, 71 s.

Vuorinen PJ, Parmanne R, Vartiainen T, Keinänen M, Kiviranta H, Kotovuori O, Halling F. PCDD, PCDF, PCB and thiamine in Baltic herring (*Clupea harengus* L.) and sprat (*Sprattus sprattus* (L.)) as a background to the M74 syndrome of Baltic salmon (*Salmo salar* L.). ICES J. Mar. Sci. 2002; 59: 480-496.

WHO/FAO 2001. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Fifty-seventh meeting Rome, 5-14 June 2001.

Winters DL, Anderson S, Lorber M, Ferrario J, Byrne C. Trends in dioxin and PCB concentrations in meat samples from several decades of the 20<sup>th</sup> century. Organohalogen Compounds 1998; 38: 75-77.

Merialueen suunniteltu näytteenotto, analyysit ja KTL:ään toimitetut näytteet									
Laji	Kuukausi	Merialue	Kerättävät kalat		Analysoitavat kalat		Analyysit, kpl		Näytteet saapuneet KTL:ään
			pituus, cm	yks.	ikä, v	yks.	DIOX ja PCB	PBDE	
<b>Made</b>	1-2	Selkämeri, Porin seutu	40-50	6	8	3	1		21.2.2002, 6 kpl
		Perämeri, Oulun seutu	40-50	6	8	3	1		20.2.2002, 6 kpl
		Suomenlahti, Loviisa-Kotka	40-50	6	8	3	1	1	27.2.2002, 6kpl
<b>Silakka</b>	3-5	Saaristomeri	12-14,9	10	1-2	10	1		4.6.02, 50 kpl
		Pyyntiruudut 47, 50, 51	15-16,9	10	2-3	10	1		
			17-18,4	10	4-6	10	1		
			18,5-20,9	10	7-9	10	1		
			21-	10	10-	10	1		
	2-3	Selkämeri, Porin seutu	12-14,9	10	1-2	10	1		19.03.2002
		Pyyntiruudut 31,36,41,46	15-16,9	10	2-3	10	1		yht. 50 kpl
			17-18,4	10	4-6	10	1		
			18,5-20,9	10	7-9	10	1		
			21-	10	10-	10	1		
	3-5	Perämeri, Oulun seutu	12-14,9	10	1-2	10	1		30.05.2002
		Pyyntiruudut 6,15	15-16,9	10	2-3	10	1		yht. 49 kpl
			17-18,4	10	4-6	10	1		
			18,5-20,9	10	7-9	10	1		
			21-	10	10-	10	1		
	3-5	Suomenlahti, Hanko	12-14,9	10	1-2	10	1		26.3.2002
		Pyyntiruudut 61,62,63	15-16,9	10	2-3	10	1		yht. 50 kpl
			17-18,4	10	4-6	10	1		
			18,5-20,9	10	7-9	10	1		
			21-	10	10-	10	1		
	3-5	Suomenlahti, Loviisa-Kotka	12-14,9	10	1-2	10	1		16.4.2002
Pyyntiruudut 55		15-16,9	10	2-3	10	1		yht. 50 kpl	
		17-18,4	10	4-6	10	1			
		18,5-20,9	10	7-9	10	1			
		21-	10	10-	10	1			
2-3	Etelä-Itämeri, Tanskaan tai Ruotsiin purettavat	15-17,9	10		10	1		20.03.2002	
		18-20,9	10		10	1		yht. 30 kpl	
		21-	10		10	1			

## Liite 1(2)

Laji	Kuukausi	Merialue	Kerättävät kalat		Analysoitavat kalat		Analyysit, kpl		Näytteet saapuneet KTL:ään
			pituus, cm	yks.	ikä, v	yks.	DIOX ja PCB	PBDE	
<b>Kilohaili</b>	2-3	Suomenlahti	7,5-8,9	14	1-2	10	1		26.02.2002
		Pyyntiruudut 61-63	9,0-10,4	14	1-3	10	1	1	yht. 62 kpl
			10,5-11,9	16	4-6	10	1		
			12,0-	18	7-9	10	1		
<b>Kuha</b>	5	Saaristomeri	37-39	4	6	3	1	1	4.6.02
			40-43	6	9	3	1	1	yht. 10 kpl
	5	Suomenlahti, Loviisa-Kotka	37-39	4	5	3	1		31.5.02
			45-	6	8	3	1		yht. 10 kpl
<b>Lohi</b>	5-6	Selkämeri, Porin seutu	60-90	4	2	3	1		4.7.02
			91-141	5	3	3	1		yht.9 kpl
	5-6	Perämeri, Oulun seutu	60-90	4	2	3	1	1	26.6.02
			91-141	5	3	3	1	1	yht. 9 kpl
	5-6	Suomenlahti, Loviisa-Kotka	60-90	4	2	3	1		20.8.02
			90-141	5	3	3	1		yht.9kpl.
	2-3	Etelä-Itämeri, Tanska/Ruotsi Pyyntiruudut 97-116	60-90	4	2	3	1		20.03.2002
			91-141	5	3	3	1		yht. 10 kpl
<b>Ahven</b>	5-6	Selkämeri, Porin seutu	18-23	4	5	3	1		21.5.02
			24-32	6	8	3	1		yht. 10 kpl
	5-6	Perämeri, Oulun seutu	18-23	4	5	3	1		12.6.02
			24-32	6	8	3	1		yht. 13 kpl
	5-6	Suomenlahti, Loviisa-Kotka	18-23	4	5	3	1		25.6.02
			24-32	6	8	3	1		yht. 10 kpl
	5-6	Saaristomeri	18-23	4	5	3	1	1	4.6.02
			24-32	6	8	3	1	1	yht. 10 kpl
<b>Hauki</b>	5-6	Selkämeri, Porin seutu	50-65	4	4	3	1		21.5.02
			66-88	6	7	3	1		yht. 10 kpl
	5-6	Perämeri, Oulun seutu	50-65	4	4	3	1		12.6.02
			66-88	6	7	3	1		yht. 9 kpl
	5-6	Suomenlahti, Loviisa-Kotka	50-65	4	4	3	1	1	21.8.02 yht. 7 kpl
			66-88	6	7	3	1	1	
<b>Kampela</b>	8-9	Suomenlahti, Hanko	25-27	6	5	3	1		5.11.02 yht;12kpl
		Pyyntiruudut 61, 62	30-33	6	8	3	1	1	yht;12kpl



## Liite 1(3)

Laji	Kuukausi	Merialue	Kerättävät kalat		Analysoitavat kalat		Analyysit, kpl		Näytteet
			pituus, cm	yks.	ikä, v	yks.	DIOX ja PCB	PBDE	Saapuneet KTL:ään
<b>Silakka</b>	9-10	Saaristomeri Pyyntiruudut 47, 50, 51	12-14,9	10	1-2	10	1		13.11.02
			15-16,9	10	2-3	10	1		yht. 50 kpl
			17-18,4	10	4-6	10	1		
			18,5-20,9	10	7-9	10	1		
			21-	10	10-	10	1		
	9-10	Selkämeri, Porin seutu Pyyntiruudut 31,36,41,46	12-14,9	10	1-2	10	1	1	25.9.02
			15-16,9	10	2-3	10	1	1	yht. 50 kpl
			17-18,4	10	4-6	10	1	1	
			18,5-20,9	10	7-9	10	1	1	
			21-	10	10-	10	1	1	
	9-10	Perämeri, Oulun seutu Pyyntiruudut 6, 15	12-14,9	10	1-2	10	1		31.10.02
			15-16,9	10	2-3	10	1		yht. 49 kpl
			17-18,4	10	4-6	10	1		
			18,5-20,9	10	7-9	10	1		
			21-	10	10-	10	1		Ei saatu!
	9-10	Suomenlahti, Hanko Pyyntiruudut 61,62,63	12-14,9	10	1-2	10	1		5.11.02
			15-16,9	10	2-3	10	1		yht. 40 kpl
			17-18,4	10	4-6	10	1		Ei saatu!
			18,5-20,9	10	7-9	10	1		Ei saatu!
			21-	10	10-	10	1		Ei saatu!
	9-10	Suomenlahti, Loviisa-Kotka Pyyntiruudut 55	12-14,9	10	1-2	10	1		5.11.02
			15-16,9	10	2-3	10	1		Yht. 50kpl
			17-18,4	10	4-6	10	1		
			18,5-20,9	10	7-9	10	1		Ei saatu!
			21-	10	10-	10	1		Ei saatu!
<b>Siika</b>	4-5	Selkämeri, Pori	27-37	4	3	3	1		14.5.02 12 kpl
			38-50	6	6	3	1		
	9-10	Perämeri, Oulun seutu	16-21	4	3	3	1	1	31.10.02
			25-30	6	6	3	1	1	yht. 10 kpl
	9-10	Suomenlahti, Loviisa-Kotka	31-44	4	3	3	1		9.10.02 10 kpl
			45-54	6	6	3	1		
<b>Kasvatettu siika</b>	4-5	Saaristomeri	myyntikoko	3		3	1		4.6.2002, 3 kpl
<b>Merialue yhteensä</b>				<b>781</b>		<b>684</b>	<b>95</b>	<b>18</b>	

Silakoiden yksilönäytteiden suunniteltu näytteenotto ja KTL:ään toimitetut näytteet PCDD/F ja PCB –analyysihin						
Alue	Näyteruudut	Kokoluokat	Koiraat	Naaraat	Yhteensä	Näytteet saapuneet KTL:ään
Selkämeri	31,36,41,46	12-14,5	10	10	20	4.7.02
		15-16,5cm	10	10	20	90 kpl
		17-18cm	10	10	20	
		18,5-21cm	10	10	20	
		>21,5m	5	5	10	
<b>yhteensä</b>			<b>45</b>	<b>45</b>	<b>90</b>	

Silakkatuotteiden suunniteltu näytteenotto ja KTL:ään toimitetut näytteet PCDD/F ja PCB –analyysihin			
Tuote	kpl/pooli	näytteitä	Näytteet saapuneet KTL:ään
Paistettu	10	3	5.11.02 30 kpl
Nahaton file	10	3	21.8.02 30 kpl
Marinoitu	10	3	21.8.02 30 kpl
Nahaton savukala	10	2	21.8.02 20 kpl
Nahallinen savukala	10	2	21.8.02 20 kpl
<b>Yhteensä</b>		<b>13</b>	

Sisävesialueen suunniteltu näytteenotto, analyysit ja KTL:ään toimitetut näytteet									
Laji	Kuukausi	Sisävedet	Kerättävät kalat pituus, cm	yks.	Analysoitavat kalat ikä, v.	yks.	Analyytit, kpl DIOX ja PCB	Analyytit, kpl PBDE	Näytteet saapuneet KTL:ään
<b>Made</b>	1-2	Päijänne, Tehinselkä	40-45	6	8	3	1		16.4.02 6 kpl
	1-2	Puruvesi	40-45	6	8	3	1	1	7.3.2002 6 kpl
	1-2	Oulujärvi	40-45	6	8	3	1		27.2.2002 6 kpl
<b>Lahna</b>	2-3	Päijänne, Tehinselkä	40-45	4	10	3	1		16.4.02
			45-55	6	14	3	1		yht. 9 kpl
	4-5	Puruvesi	35-45	4	10	3	1	1	4.7.02
			45-55	6	14	3	1	1	yht. 10 kpl
	4-5	Oulujärvi	35-43	4	10	3	1		30.5.02
			40-50	6	14	3	1		yht. 10 kpl
<b>Kuha</b>	5-6	Päijänne, Tehinselkä	31-38	4	5	3	1		26.6.02
			40-48	6	8	3	1		yht. 10 kpl
	5-6	Enonvesi	31-38	4	5	3	1		4.7.02
			44-51	6	8	3	1		yht. 10 kpl
	5-6	Oulujärvi	33-40	4	5	3	1	1	26.6.02
			47-57	6	8	3	1	1	yht. 10 kpl
<b>Ahven</b>	5-6	Päijänne, Tehinselkä	15-18	4	5	3	1	1	26.6.02
			20-25	6	8	3	1	1	yht.10 kpl
	5-6	Puruvesi	17-21	4	5	3	1		4.7.02
			22-28	6	8	3	1		yht.10 kpl
	5-6	Oulujärvi	12-15	4	5	3	1		30.5.02
			18-22	6	8	3	1		yht. 10 kpl
<b>Hauki</b>	5-6	Päijänne, Tehinselkä	28-35	4	5	3	1		26.6.02
			47-57	6	8	3	1		yht.10 kpl
	5-6	Enonvesi	33-45	4	5	3	1	1	4.7.02
			60-70	6	8	3	1	1	yht. 11 kpl
	5-6	Oulujärvi	40-50	4	5	3	1		30.5.02
			65-80	6	8	3	1		yht. 10 kpl

## Liite 1(6)

Laji	Kuukausi	Sisävedet	Kerättävät kalat		Analysoitavat kalat		Analyysit, kpl		Näytteet saapuneet KTL:ään
			pituus, cm	yks.	ikä, v.	yks.	DIOX ja PCB	PBDE	
<b>Muikku</b>	9-10	Päijänne, Tehinselkä	18-20	12	1	10	1	1	5.12.01, yht. 21 kpl
			21-23	15	2	10	1	1	
			>24	18	3	10	1	1	
	9-10	Puruvesi	12-15	12	0	10	1		7.3.2002,yht 38 kpl 07.03.02 07.03.02
			16-21	15	1	10	1		
			>22	18	2	10	1		
	9-10	Oulujärvi	11-13	12	1	10	1		12.2001, yht. 32 kpl 12.2001 12.2001
			14-16	15	2	10	1		
			>17	18	3	10	1		
<b>Siika</b>	9-10	Päijänne, Tehinselkä	23-26	4	3	3	1	1	26.6.02 yht. 5 kpl
			40-45	6	6	3	1	1	
	9-10	Puruvesi	20-26	4	3	3	1		7.3.2002 yht. 10 kpl 07/03/02
			20-26	6	6	3	1		
	9-10	Oulujärvi	21-28	4	3	3	1		24.10.02 yht. 10 kpl
			25-33	6	6	3	1		
<b>Kasvatettu nieriä</b>	<u>4-5</u>	Oulujärvi	myyntikoko	3	3	3	1		15.5.2002, 3 kpl
<b>Sisävedet yhteensä</b>				<b>306</b>		<b>192</b>	<b>43</b>	<b>14</b>	

**Merialueen suunniteltu lisänäytteenotto 2003, analyysit ja KTL:ään toimitetut näytteet**

Laji	Kuukausi	Merialue	Kerättävät kalat		Analysoitavat kalat		Analyysit, kpl		Näytteet saapuneet KTL:ään
			pituus, cm	yks.	ikä, v	yks.	DIOX ja PCB	PBDE	
<b>Lohi</b>	5-6	Saaristomeri	60-90	2	3	2	2		11.6.2002, 2 kpl 11.6.2002, 2 kpl
			90-120	2	3	2	2		
<b>Yhteensä</b>				<b>4</b>		<b>4</b>	<b>4</b>		

Ruotsin Elintarvikeviraston (SLV) kanssa tehdyn dioksiinipitoisuuksien vertailumittauksen tulokset sekä tulosten tulkinta. Vertailumittauksessa KTL sai SLV:ltä kaksi näytettä, silakan ja lohen, ja lähetti SLV:hen kaksi itse analysoimaansa näytettä silakan ja lohen. Taulukoissa on rasvaprosentit, WHO<sub>PCDD/F</sub>-TEQ- ja Summa PCDD/F -pitoisuudet kummankin laboratorion analysoimina.

Taulukko a. Ruotsista Suomeen saapuneiden silakka- ja lohivertailunäytteiden dioksiini- ja rasvaprosenttitulokset kummassakin maassa.

	Suomen tulos		Ruotsin tulos	
	Tuorepainossa	Rasvassa	Tuorepainossa	Rasvassa
<b>Silakka</b>				
WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ, pg/g	18.5	163	19.0	168
Summa PCDD/F, pg/g	45.9	405	46.2	410
Rasva %	11.3		11.3	
<b>Lohi</b>				
WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ, pg/g	3.1	143	3.7	133
Summa PCDD/F, pg/g	10.2	474	12.2	436
Rasva %	2.2		2.8	

Taulukko b. Suomesta Ruotsiin lähetettyjen silakka- ja lohivertailunäytteiden dioksiini- ja rasvaprosenttitulokset kummassakin maassa.

	Suomen tulos		Ruotsin tulos	
	Tuorepainossa	Rasvassa	Tuorepainossa	Rasvassa
<b>Silakka</b>				
WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ, pg/g	5.0	137	6.0	133
Summa PCDD/F, pg/g	14.7	401	16.6	369
Rasva %	3.7		4.5	
<b>Lohi</b>				
WHO <sub>PCDD/F</sub> -TEQ, pg/g	3.2	42	3.6	44
Summa PCDD/F, pg/g	10.5	137	11.9	144
Rasva %	7.7		8.2	

Dioksiinipitoisuudet erosivat yleensä alle 10 % toisistaan oli kyse tuorepainoa tai rasvaa kohden lasketuista pitoisuuksista. Suurimmillaan ero laboratorioden välillä oli 17 %:n luokkaa tuorepainossa johtuen eroista rasvan uutossa. Tuloksia voidaan pitää hyvin vertailukelpoisina, joten suomalaisten ja ruotsalaisten mittaamia kalojen ympäristömyrkkypitoisuuksia voidaan verrata toisiinsa edellyttäen, että näytteiden käsittely on tehty yhteneväisesti.

Heinäkuun alussa astui voimaan kalahygienia-asetuksen muutos (5/EEO/2002), joka velvoittaa kala-alan laitokset merkitsemään kalastustuotteet ja niistä saatavat raakavalmisteet ja jalosteet niiden dioksiinipitoisuuden mukaan joko soikion tai suorakaiteen muotoisella tunnustusmerkillä. Soikiomerkkiä saa käyttää sellaisissa tuotteissa, jotka sisältävät vain kaloja, joiden dioksiinipitoisuuden on todettu alittavan neuvoston asetuksessa (EY) n:o 2375/2001 asetetun dioksiinin enimmäismäärän.

Kalahygienia-asetuksen liitteessä 5 on luettelo (”positiiviluettelo”) sellaisista kalastustuotteista, joiden dioksiinipitoisuuden on mittauksin todettu alittavan dioksiinille asetetun enimmäismäärän, ja jotka siten saa merkitä soikiomerkillä. Tässä tutkimuksessa saatujen tutkimustulosten perusteella on positiivi-luetteloon voitu MMM:n asetuksella 15/EEO/2002 28.8.2002 lisätä 5 uutta kalalajia: viljeltyihin kalalajeihin nieriä ja siika sekä merialueilta peräisin oleviin kalalajeihin kilohaili, made ja siika.

Kyseinen luettelo sisältää seuraavat kalalajit:

1. Viljeltyt kalat
  - kirjolohi
  - nieriä
  - siika
2. Luonnonvaraiset kalat
  - a) Sisävesialueilta peräisin olevat kalat
    - ahven
    - hauki
    - made
    - muikku
    - nieriä
    - siika
    - Tenojoen lohi
  - b) Merialueilta peräisin olevat kalat
    - ahven
    - hauki
    - kilohaili
    - kuha
    - made
- 3.- siika
  - turska

Positiiviluetteloä päivitetään edelleen tarvittaessa uusien tutkimustulosten myötä.