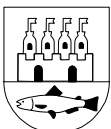


# KAUPAN PIDETTÄVIEN KALOJEN RASKASMETALLIPITOISUUDET



# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>RASKASMETALLIT .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1.</b>	<b>Yleistä raskasmetalleista .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2.</b>	<b>Elohopea (Hg).....</b>	<b>2</b>
2.2.1.	Yleistä elohopeasta .....	2
2.2.2.	Elohopea luonnossa .....	2
2.2.3.	Elohopea ja ravinto.....	2
2.2.4.	Elohopean vaikutus ihmiseen.....	3
2.2.5.	Elohopea ja elintarvikelainsäädäntö .....	3
<b>2.3.</b>	<b>Lyijy (Pb).....</b>	<b>4</b>
2.3.1.	Yleistä lyijystä .....	4
2.3.2.	Lyijy luonnossa .....	4
2.3.3.	Lyijy ja ravinto.....	4
2.3.4.	Lyijyn vaikutus ihmiseen.....	5
2.3.5.	Lyijy ja elintarvikelainsäädäntö .....	5
<b>2.4.</b>	<b>Kadmium (Cd) .....</b>	<b>5</b>
2.4.1.	Yleistä Kadmiumista .....	5
2.4.2.	Kadmium luonnossa .....	5
2.4.3.	Kadmium ja ravinto.....	5
2.4.4.	Kadmiumin vaikutus ihmiseen .....	6
2.4.5.	Kadmium ja elintarvikelainsäädäntö .....	6
<b>3.</b>	<b>NÄYTTEET JA NIIDEN KÄSITTELY .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>TUTKIMUSTULOKSET.....</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>7</b>
<b>6.</b>	<b>TIIVISTELMÄ .....</b>	<b>8</b>
<b>7.</b>	<b>LÄHDELUETTELO .....</b>	<b>10</b>

**LIITE 1** Oulun ympäristöstä pyydettyjen tai myynnissä olevien kalojen raskasmetallipitoisuudet

## 1. JOHDANTO

Oulun kaupungin ympäristö- ja elintarvikelaboratorio on seurannut Oulussa kaupan pidettyjen ja Oulun ympäristöstä pyydettyjen kalojen kokonaiselohopeapitoisuuksia vuodesta 1969 lähtien. Aikaisempina vuosina kalat on otettu näytteeksi pääasiassa Oulun edustalta pyydetyistä ja Kauppahallissa myynnissä olleista kaloista. Vuonna 1988 tutkimusta laajennettiin siten, että myös ympäristökunnat toivat alueeltaan pyydettyjä kaloja tutkittavaksi. Vuonna 2002 aloitettiin projekti Oulussa ja ympäristökunnissa kaupan pidettävien kalojen raskasmetallipitoisuuksista, mutta koska näytteitä tuli vähän projektia jatkettiin vielä vuonna 2003.

Näytteitä oli 13 kappaletta, joista yhdeksän oli kaupan olevaa kalaa ja neljä oli muuten kuntien alueelta pyydettyjä ja tutkittavaksi tuotuja kaloja. Kalojen pyyntipaikat olivat Rantsila, Hailuoto, Taivalkoski, Oulunsalo, Liminka, Selkämeri, lin edusta ja Perämeren eteläosa. Näytteinä oli ahvenia (2 kpl), haukia (7 kpl), siikoja (2 kpl) ja silakoita (2 kpl). Kaikista näytteistä tutkittiin elohopea-, kadmium- ja lyijypitoisuudet.

Projektiin osallistuivat Oulun lisäksi Hailuodon, Limingan, Muhoksen, Oulunsalon ja Rantsilan kunnat. Näytteenotosta vastasivat kunnan terveystarkastajat ja näytteet analysoitiin Oulun kaupungin elintarvike- ja ympäristölaboratoriossa. Tutkimuksesta on vastannut ja raportin on laatinut vs. kemisti Päivi Kiiskilä.

## 2. RASKASMETALLIT

### 2.1. Yleistä raskasmetalleista

Teollistuneissa maissa on alettu kiinnittää yhä enemmän huomiota haitallisiin aineisiin ympäristössä. Niiden pitoisuuksia on tutkittu myös elintarvikkeissa. Erityisen haitallisia aineita eläville organismeille ovat raskasmetallit.

Metalli luokitellaan raskasmetalliksi, jos sen tiheys on suurempi kuin  $5 \text{ g/cm}^3$ . Raskasmetalleista ympäristön kannalta ongelmallisimpia ovat elohopea, lyijy ja kadmium. Vaikka monet raskasmetallit ovat myrkköjä, niin pieninä pitoisuuksina monet niistä toimivat välttämättöminä hivenaineina (esim. rauta, sinkki, kupari, mangaani, molybdeeni, seleeni, kromi ja koboltti).

Ympäristömyrkyt ovat elintarvikkeisiin tahattomasti joutuneita tai niihin jääneitä kemiallisia aineita tai yhdisteitä, jotka voivat tehdä elintarvikkeen ihmisen terveydelle vahingolliseksi. Ympäristömyrkköjä kertyy elintarvikkeeseen kasvukauden aikana maaperästä, vedestä ja ilmansaasteista. Ne hajoavat luonnossa hitaasti ja voivat rikastua ravintoketjussa. Raskasmetallin päästyä luontoon, se pysyy siellä, vaikka se voikin esiintyä eri yhdisteinä. Luontoon joutuvat raskasmetallit ovat pääosin peräisin teollisuudesta, hiilivoimaloista, liikenteestä sekä lannoitteiden epäpuhtauksista.

Raskasmetallien päästöt ovat vähentyneet Suomessa 1990-luvulla merkittävästi teollisuustuotannon kasvusta huolimatta. Merkittävämpien raskasmetalleja

ilmaan päästävien energiatuotantolaitosten pölypäästöjen arvioidaan vähentyneen kolmanteen osaan 1990-luvun alun päästömääristä. Kadmiumin kokonaispäästöt Suomessa ovat laskeneet noin 80 % vuodesta 1990 (6300 kg) vuoteen 1997 (1100 kg), elohopeapäästöt vähentyivät 45 % vuodesta 1990 (1140 kg) vuoteen 1997 (620 kg) ja lyijypäästöt vähentyivät vuosien 1990 (326100 kg) ja 1997 (18500 kg) välillä jopa 95 %.

## 2.2. Elohopea (Hg)

### 2.2.1. Yleistä elohopeasta

Elohopea ja sen yhdisteet ovat toksisia. Elohopeaa on kaikkialla luonnossa. Se voi esiintyä luonnossa metallisena, vesiliukoisena kloridina ja orgaanisissa yhdisteissä. Vesistöön joutuessaan elohopea muuttuu mikro-organismien vaikutuksesta vaaralliseksi metyylielohopeaksi,  $\text{CH}_3\text{Hg}$ . Se ei liukene helposti puhtaaseen veteen, mutta humuspitoisesta vedestä se kerääntyy vesieliöihin. Pysyvyytensä takia metyylielohopea rikastuu ravintoketjussa: kasviplankton → eläinplankton → särkikalat → petokalat → vesilinnut. Petokaloissa kuten hauissa, on havaittu yli kymmenkertaisia metyylielohopeapitoisuuksia verrattuna niiden ravintokaloihin.

### 2.2.2. Elohopea luonnossa

Ilmakehässä elohopea saattaa kulkeutua kaasumaisessa muodossa ja partikkeleihin sitoutuneena pitkiäkin matkoja päätyen lopulta maaperään ja vesistöihin. Elohopean suurin lähde on maankuoressa tapahtuva luonnollinen emissio. Suomalaisten vesistöjen elohopea on peräisin kloorin tuotannosta elohopeakennoissa sekä elohopeayhdisteitä paperikoneiden limanestoon käyttävästä metsäteollisuudesta. 1960-luvulla Suomen vesistöihin joutui yli 10 tonnia elohopeaa vuodessa, 1980-luvun lopussa määrä oli pudonnut vajaaseen neljään tonniin vuodessa. Vuoden 1991 jälkeen Suomessa ei ole käytetty elohopeapitoisia peittäusaineita. Selluloosan valkaisuun käytetty kloori on korvattu suurelta osin vetyperoksidilla. Elohopeaa pääsee ympäristöön lisäksi mm. jätteiden ja fossiilisten polttoaineiden poltosta ja öljytuotteiden jalostuksesta.

Ilmakehän elohopea sitoutuu tehokkaasti metsämaiden humuskerrokseen ja kulkeutuu lopulta orgaanisen aineen mukana vesistöihin. Sateiden mukana maahan laskeutuva elohopea on usein peräisin kaukaisilta päästöalueilta. Ilmakuormituksen lisäksi myös metsä- ja suo-ojitukset ovat voineet paikallisesti lisätä järviin tulevaa elohopeakuormitusta.

### 2.2.3. Elohopea ja ravinto

Ihminen saa elohopeansa ensisijaisesti elintarvikkeista. Pääosa päivittäisestä ravinnosta saatavasta elohopeasta on peräisin kalasta (71 %). Maidon ja maitovalmisteiden elohopeapitoisuudet ovat hyvin alhaisia. Lihan pitoisuudet ovat myös pieniä, mutta sisäelimissä, varsinkin munuaisissa, voi olla korkeahkoja elohopeapitoisuuksia. Ravinnon mukana tulleesta epäorgaanisesta elohopeasta imeytyy noin 7 %, mutta metyylielohopeasta yli 90 %. Kalan sisältämästä elohopeasta on keskimäärin 90 % metyylielohopean muodossa. Metyylielohopea poistuu kalojen elimistöstä erittäin hitaasti. Sen puoliintumisajaksi on arvioitu noin kaksi vuotta, minkä vuoksi elohopeapitoisuus

nousee kalan iän ja samalla koon myötä. Vuonna 1994 julkaistun tutkimuksen mukaan suomalaiset saavat ravinnostaan elohopeaa keskimäärin 6,8 µg/henkilö/vrk. Kalasta saatavan metyylielohopean määrä on keskimäärin 4,3 µg/henkilö/vrk.

Suomessa valtaosa ravinnosta saatavasta elohopeasta on peräisin järvikaloista; elohopeaa on löytynyt myös pienten metsäjärvien ja tekoaltaiden hauista. Haukeen, kuhaan ja ahveneen voi kerääntyä elohopeaa niin paljon, että näiden kalojen syönti on syytä rajoittaa muutamaan kertaan viikossa.

#### 2.2.4. Elohopean vaikutus ihmiseen

Elohopealla ei ole mitään tehtävää ihmisen elimistössä, se ei kuulu hivenaineisiin. Elohopea kulkeutuu ympäri kehoa verenkierron välityksellä. Kymmenisen prosenttia elimistön metyylielohopeasta on aivoissa. Toiseksi eniten elohopeaa on muussa hermostossa. Epäorgaaninen elohopea vaurioittaa munuaisia. Elohopeamyrkytyksen oireet ovat keskushermostoperäisiä: käsien vapina, keskittymiskyvyn häiriöt, kuulohäiriöt, tuntohäiriöt, pahoinvointi ja näköhäiriöt. Pitkäaikainen altistuminen elohopealle voi aiheuttaa mm. aivovaurioita. Se voi myös vahingoittaa paksusuolta ja munuaisia. Raskaana olevat naiset ja sikiöt kuuluvat riskiryhmään, koska elohopea pystyy läpäisemään istukan ja kulkeutumaan sikiön aivoihin.

#### 2.2.5. Elohopea ja elintarvikelainsäädäntö

Maailman terveysjärjestö (WHO 1990) on suosittanut aikuisten elohopean viikkoannosrajaksi 0,2 mg metyylielohopeaa (0,3 mg kokonaiselohopeana). Taulukossa 1 on esitetty laskelma elohopean saannista kalan elohopeapitoisuuden ja viikoittaisten syöntikertojen perusteella.

Pitkäkestoisessa altistuksessa enimmäisviikkoannoksen ylittäminen jatkuvana kymmenkertaisesti aiheuttaa 5 %:lla herkimmistä aikuisista kliinisesti havaittavia myrkytysoireita (WHO 1990). WHO on antanut raskaana oleville ja imettäville naisille erillisen suosituksen enimmäissaannista, joka on lähes viisi kertaa tiukempi kuin em. raja-arvo. Komission asetuksessa (EY) 466/2001 on ravinnoksi kelpoille Suomessa esiintyville kaloille annettu enimmäismääräksi 0,5 mg/märkä painokilogramma, lukuun ottamatta haukea, jonka enimmäismääräksi on annettu 1,0 mg/märkä painokilogramma.

**Taulukko 1.** Elohopean saanti viikossa (mg) kalan elohopeapitoisuuden ja syöntikertojen perusteella tarkasteltuna. WHO:n viikkoannosrajat ylittävät arvot on lihavoitu.

Kalan Hg-pit. (mg/kg)	Elohopean saanti viikossa (kala-annoksen koko 200 g)				
	1 syöntikerta	2 syöntikertaa	3 syöntikertaa	4 syöntikertaa	7 syöntikertaa
0,25	0,05	0,10	0,15	0,20	<b>0,35</b>
0,50	0,10	0,20	<b>0,30</b>	<b>0,40</b>	<b>0,70</b>
0,75	0,15	<b>0,30</b>	<b>0,45</b>	<b>0,60</b>	<b>1,05</b>
1,00	0,20	<b>0,40</b>	<b>0,60</b>	<b>0,80</b>	<b>1,40</b>

Sisävesien petokaloista, etenkin hauesta, mutta myös meressä elävästä hauesta voi saada tavanomaista suurempia määriä metyylielohopeaa. Mitä iäkkäämpi kala, sitä enemmän se on ehtinyt kerätä vierasaineita. Näistä syistä

28.4.2004 elintarvikevirasto on antanut seuraavat erityissuosituksukset lapsille, nuorille ja hedelmällisessä iässä oleville: Isoa silakkaa, perkaamattomana yli 17 sentin mittaista silakkaa, voi syödä 1-2 kertaa kuussa tai isolle silakalle vaihtoehtona Itämerestä pyydettyä lohta voi syödä 1-2 kertaa kuussa. Merestä tai järvestä pyydettyä haukea voi syödä 1-2 kertaa kuussa.

Edellä olevien suositusten lisäksi sisävesialueiden kalaa lähes päivittäin syöville suositellaan myös seuraavien elohopeaa keräävien petokalojen käytön vähentämistä ravinnossa: isokokoiset ahvenet, kuhat ja mateet. Lisäksi raskaana oleville ja imettäville äideille ei suositella hauen syömistä elohopean vuoksi.

## **2.3. Lyijy (Pb)**

### **2.3.1. Yleistä lyijystä**

Lyijyä sisältävät vanhat maalit, painovärit, vesiputkistot, kristalliastiat, lyijyllä lasitetut astiat, lyijyllä juotetut tölkit, akut ja paristot. Ihmisen pääasiallinen lyijyn altistuslähde on ravinto, mutta lyijylle altistutaan myös hengitysilman kautta.

### **2.3.2. Lyijy luonnossa**

Lyijy on raskasmetalli, jota pääsee ympäristöön liikenteestä ja teollisuudesta, lähinnä metallisulatoista ja akkuteollisuudesta sekä saastuneilta alueilta, ampumaradoilta ja kaatopaikoilta jätteiden käsittelyn seurauksena. Elintarvikkeiden lyijy on pääosin peräisin ilmasta, lyijypitoisesta pölystä, joka aiheuttaa maanpäällisten kasvinosien saastumisen. Lyijy kulkeutuu maahan ja saastuttaa maan lähellä olevia kasvien osia ja juurikasveja. Lyijypitoisuudet ovat vähäisempiä karkeissa kivennäis- ja hietamaissa kuin savimaissa.

Lyijyä oli aikaisemmin runsaasti kaupunki-ilmassa ja suurten teiden läheisyydessä, koska bensiinin lisäaineena käytettiin orgaanisia lyijy-yhdisteitä.

1980-luvulla lyijypäästöt vähenivät alle puoleen entisestä, kun bensiinin lyijypitoisuutta vähennettiin. Vuonna 1993 lyijyllisen bensiinin käyttö tieliikenteessä lopetettiin, joten ilman lyijypäästöt vähenivät vuoden 1990 alusta vuoteen 1997 noin 95 %. Lyijy on korvattu bensiinissä vähemmänhaitallisilla lisäaineilla. Myös metalliteollisuuden lyijypäästöt ovat vähentyneet yli 90 % 1990-luvulla tehostuneiden erotinlaitteiden ja polttotekniikoiden sekä prosessien hallinnan parantumisella. Lyijyhaalien kieltäminen 1990-luvulla metsästyksessä on vähentänyt erityisesti vesistöjen lyijykuormitusta.

### **2.3.3. Lyijy ja ravinto**

Lyijyn tärkeimpiä saantilähteitä ovat kala ja kalasäilykkeet (23 %), juurekset, kasvikset, hedelmät ja marjat (17 %), vilja ja viljatuotteet (15 %) ja mehut ja muut juomat (12 %). Korkeimpia lyijypitoisuuksia on mitattu vanhanaikaisista lyijyllä saumattujen säilyketölkkien säilykkeistä ja mehuista, saastuneelta alueelta kasvaneista sienistä, vanhoista viineistä, sisäelimistä sekä pesemättömistä lehtivihanneksista.

### 2.3.4. Lyijyn vaikutus ihmiseen

Lyijy ja sen yhdisteet ovat myrkyllisiä, koska ne kasautuvat elimistöön. Suurin osa ihmisen kehoon joutuvasta lyijystä on peräisin elintarvikkeista. Elimistöön lyijyä voi joutua myös keuhkojen välityksellä. Elimistöön kertyessään lyijyn haittavaikutukset kohdistuvat keskushermostoon ja luuytimeen, jossa muodostuvien punasolujen kehittyminen häiriintyy. Aikuisella ihmisellä 90 % elimistön lyijystä on sitoutuneena luustoon. Lyijy on toksista myös esimerkiksi siksi, että se tekee jotkut entsyymit toimintakyvyttömiksi. Ensimmäisiä lyijymyrkytyksen oireita on anemia. Lyijy haittaa lisäksi keskushermoston toimintaa ja solun sisäisiä reaktioita. Lyijyn on todettu aiheuttavan lapsissa älyllisen kehityksen jälkeenyäneisyyttä ja sairaaloista ylienergisyyttä. Pitkäaikaisesta altistumisesta lyijylle voi olla seurauksena psyykkisiä ja neurologisia häiriöitä, kuten ärtyneisyyttä, unettomuutta, muistihäiriöitä, huimausta ja vapinaa.

### 2.3.5. Lyijy ja elintarvikelainsäädäntö

FAO/WHO:n (1993) määrittelemä lyijyn väliaikaisen siedettävän viikkosaannin (PTWI) raja on 25 µg/kg ruumiinpainoa. Tämä vastaa 1,5 mg:n viikkoannosta 60 kg painoiselle henkilölle. Komission asetuksen (EY) 466/2001 mukaan lyijyn enimmäismäärä Suomessa pyydetäville kaloille on 0,2 mg / märkä painokilogramma.

## 2.4. Kadmium (Cd)

### 2.4.1. Yleistä kadmiumista

Kadmium on elimistölle mutageeninen ja karsinogeeninen aine, jolla ei tunneta olevan elimistölle fysiologisia tehtäviä. Kadmiumin toksiset yhdisteet ovat suoloja ja oksideja. Ihmiselle kadmiumin suurin altistus tulee yleensä ravinnosta.

### 2.4.2. Kadmium luonnossa

Ympäristöön saasteena kulkeutunut kadmium on peräisin lähinnä kaivostoiminnasta, jätteiden poltosta sekä öljyn ja kivihiilen käytöstä energian tuotannossa. Kadmiumia käytetään mm. metallien päällystämisen, akuissa sekä muovien valmistusprosesseissa.

Kadmium kerääntyy myös kasveihin muita raskasmetalleja tehokkaammin. Kasveihin kerääntyvä kadmium on maaperän pitoisuuksista peräisin. Viljeltyjen vihannesten kadmium on peräisin suurelta osin fosfaattilannoitteista, joissa kadmium esiintyy pieninä määrinä epäpuhtautena. Maaperässämme kadmiumia on keskimäärin kymmenesosa moniin teollistuneisiin Keski-Euroopan maihin verrattuna.

### 2.4.3. Kadmium ja ravinto

Ravinnon kautta saatavasta kadmiumista yli puolet tulee viljatuotteista (57 %), joka johtuu niiden suuresta kulutuksesta, seuraavaksi eniten elintarvikkeiden kadmiumista saadaan vihanneksista, hedelmistä ja marjoista (23 %), kalasta (5

%) ja sisäelimistä (4 %). Suurimmat kadmiumpitoisuudet ovat riistaeläinten sisäelimissä, naudan ja sian maksassa ja munuaisissa, katkaravuissa ja simpukoissa, joissakin sienilajeissa, kaakaossa, vehnässä sekä pellavan ja auringonkukan siemenissä. Tupakointi on myös merkittävä kadmiumin lähde.

Kadmiumin liukeneminen on hyvin vaihtelevaa. Ravinnosta saatavasta kadmiumista vain noin viisi prosenttia imeytyy ruoansulatuskanavassa elimistöön. Kalsiumin tai raudan puute kuitenkin lisäävät kadmiumin imeytymistä.

#### **2.4.4. Kadmiumin vaikutus ihmiseen**

Kadmium on elimistölle mutageeninen ja karsinogeeninen aine, jolla ei tunneta olevan elimistölle fysiologisia tehtäviä. Kadmiumin altistumisen kannalta riskiryhmiä ovat tupakoitsijat sekä sisäelinten, katkarapujen, siementen ja sienten suurkuluttajat. Kadmiumin haittavaikutukset kohdistuvat elimistössä lähinnä munuaisiin. Aineen imeytymiskyky on voimakkaampaa altistuttaessa aineelle hengityksen kautta. Hengitysilman pitoisuudesta jopa 15 – 50 prosenttia sitoutuu veren punasoluihin ja edelleen kerääntyy maksaan ja munuaisiin. Näin saatuna voi aiheutua kadmiummyrkytys, jonka oireita ovat ärsytys, yskä ja hengenahdistus. Altistuminen voi johtaa myös ääritapauksessa kuolemaan.

Määrällinen altistuminen on keskimäärin noin 10 – 40 mikrogrammaa vuorokaudessa. Kriittisen altistumisen rajana pidetään 160 – 260 mikrogrammaa vuorokaudessa. Elimistössä kadmiumin ongelmallisuus perustuu sen erittäin voimakkaaseen kertymiseen maksaan ja munuaisiin. Kadmiumin puoliintumisaika elimistössä on jopa 20 – 40 vuotta. Kadmiumin poistumisreittiä kehosta ei varmuudella tunneta.

#### **2.4.5. Kadmium ja elintarvikelainsäädäntö**

Maailman terveysjärjestö on määritellyt kadmiumin väliaikaiseksi siedettäväksi viikkosaanniksi (PTWI) 7 µg/kg ruumiinpainoa kohden (FAO/WHO 1993). Tällöin 60 kiloa painavan ihmisen siedettävä viikkoannos olisi 420 µg. Komission asetuksen (EY) 466/2001 mukaan kadmiumin enimmäismäärä Suomessa pyydetäville kaloille on 0,05 mg / märkä painokilogramma.

### **3. NÄYTTEET JA NIIDEN KÄSITTELY**

Kalat toimitettiin laboratorioon pääasiassa kokonaisina, mutta myös perattuja kaloja ja kalafilee oli projektissa mukana. Laboratoriossa kalat punnittiin ja mitattiin pituus (mikäli kaloilla oli päät). Pienistä kaloista (silakat) tehtiin kokoomänäytteet homogenisoimalla kalat. Osänäytteet otettiin kalan selkälihan paksuimmasta kohdasta, kun nahka oli ensin leikattu irti lihasta. Näytteiden paino oli noin 2 grammaa. Näytteet saatettiin analysoitavaan muotoon märkäpolttamalla mikroaaltouunissa. Kadmium- ja lyijypitoisuudet määritettiin atomiabsorptiospektrometrisesti grafiittiuunimenetelmää käyttäen. Elohopeapitoisuus määritettiin kylmähöyryatomiabsorptiometrisesti.

## 4. TUTKIMUSTULOKSET

Tutkittujen kalojen raskasmetallipitoisuudet on esitetty **liitteessä 1**.

**Elohopeapitoisuuden** osalta yksi näyte ylitti sallitun enimmäispitoisuuden (sallittu enimmäispitoisuus haulle 1,0 mg/kg ja muille tutkimuksessa esiintyville kaloille 0,5 mg/kg; Komission asetus (EY) 466/2001). Korkein elohopeapitoisuus (1,5 mg/kg) todettiin Selkämereltä pyydetystä haulesta (filee, paino 572 g). Lisäksi Perämeren eteläosasta pyydetystä ahvenesta (pituus 28 cm, paino perattuna 235 g) todettiin enimmäispitoisuuden tuntumassa oleva elohopeapitoisuus, mutta laajennetun mittausepävarmuuden (15 %, >0,10 mg/kg) huomioiden tulos on vielä hyväksyttävä.

Haukien (7 kpl) elohopeapitoisuudet vaihtelivat välillä 0,09 – 1,5 mg/kg (keskiarvo 0,44 mg/kg), ahvenien (2 kpl) elohopeapitoisuudet olivat 0,18 ja 0,58 mg/kg (keskiarvo 0,38 mg/kg). Näytteinä olleiden siikojen (2 kpl) ja silakoiden (2 kpl) elohopeapitoisuudet jäivät alle menetelmän määritysrajan eli 0,05 mg/kg.

**Kadmiumpitoisuudet** eivät yhdessäkään näytteessä ylittäneet Komission asetuksen (EY) 466/2001 määrittämää enimmäismäärää (0,05 mg/kg). Useimmissa näytteissä (85 %) kadmiumpitoisuudet olivat alle menetelmän määritysrajan (0,003 mg/kg). Näytteet, joiden kadmiumpitoisuudet olivat yli määritysrajan, olivat Hailuodosta ja Oulunsalon edustalta pyydettyjä silakoita (2 kpl). Silakoiden kadmiumpitoisuudet olivat 0,030 mg/kg.

**Lyijypitoisuudet** olivat kaikissa tutkituissa näytteissä pieniä eli alle käytetyn menetelmän määritysrajan (0,06 mg/kg). Lyijypitoisuuden sallittu enimmäispitoisuus tutkimuksessa oleville kaloille on 0,2 mg/kg (Komission asetus (EY) 466/2001).

## 5. YHTEENVETO

Oulun kaupungin elintarvike- ja ympäristölaboratorio on seurannut Oulussa kaupan pidettyjen ja Oulun ympäristöstä pyydettyjen kalojen raskasmetallipitoisuuksia kokonaiselohopeapitoisuuden osalta vuodesta 1969 lähtien. Aikaisempina vuosina kalat on otettu näytteeksi pääasiassa Oulun edustalta pyydetystä ja kauppahallissa myynnissä olleista kaloista. Vuonna 1988 tutkimusta laajennettiin koskemaan myös ympäristökuntien alueelta pyydettyjä kaloja. Tämänkertainen tutkimus koski kaupan pidettävien kalojen raskasmetallipitoisuuksia (elohopea-, kadmium- ja lyijypitoisuuksia) Oulussa ja Oulun ympäristökuntien (Hailuoto, Liminka, Muhos, Oulunsalo ja Rantsila) alueella.

Näytteitä oli yhteensä 13 kappaletta, joista yhdeksän oli kaupan olevaa kalaa ja neljä oli muuten ympäristökuntien alueelta tutkittavaksi tuotuja kaloja. Kalojen pyyntialueet olivat Hailuoto, lin edusta, Liminka, Oulunsalo, Perämeren eteläosa, Rantsila, Selkämeri ja Taivalkoski. Näytteinä oli neljää eri kalalajia: ahvenia (2 kpl), haukia (7 kpl), siikoja (2 kpl) ja silakoita (2 kpl).

Komitean asetuksen (EY) N:o 466/2001 mukaan vieraista aineista elintarvikkeissa on raskasmetallien osalta kaloille asetettu seuraavat

enimmäismäärät: lyijy (Pb) 0,2 mg/märkä painokilogramma, kadmium (Cd) 0,05 mg/märkä painokilogramma ja elohopea (Hg) 0,5 mg/märkä painokilogramma kaikille muille projektissa olleille kaloille, paitsi haulle 1,0 mg/märkä painokilogramma.

Tutkituista näytteistä yhden hauen raskasmetallipitoisuus ylitti elohopeapitoisuuden osalta säädetyn enimmäispitoisuusrajan. Hauki oli pyydetty Selkämereltä (kaupan oleva filee, paino 572 g). Lisäksi Perämeren eteläosasta pyydetyn ahvenen (pituus 28 cm, paino perattuna 235 g) elohopeapitoisuus oli lähellä enimmäispitoisuusrajaa, mutta laajennetun mittausepävarmuuden (15 %) huomioiden elohopeapitoisuus oli vielä hyväksyttävä.

Oulun ja lähialueiden (Hailuoto, lin edusta, Oulunsalo, Temmesjokisuu) keskimääräinen kalojen elohopeapitoisuus oli alle 0,12 mg/kg, kadmiumpitoisuus oli alle 0,009 mg/kg ja lyijypitoisuus alle 0,06 mg/kg.

Tutkituista kaloista kaikkein vähiten raskasmetalleja sisältäneet kalat olivat molemmat siikoja (pyyntialueet lin ja Hailuodon edusta). Näiden kalojen raskasmetallipitoisuudet jäivät alle menetelmien määrittämissä rajojen.

## 6. TIIVISTELMÄ

Aikaisemmat tutkimukset Oulun edustan merialueelta ovat raskasmetallipitoisuuksista käsittäneet ainoastaan elohopean määrittämisen. Tässä tutkimuksessa elohopeapitoisuuden lisäksi määritettiin kadmium- ja lyijypitoisuudet.

Elohopeapitoisuudessa on tapahtunut kymmenien vuosien kuluessa merkittävää vähenemistä. Selvimmin parantunut tilanne näkyy yli 1 mg/kg elohopeaa sisältävien kalojen lukumäärän vähenemisenä. Vuosina 1969-72 noin puolessa näytteeksi tuoduista kaloista elohopeapitoisuus oli yli 1 mg/kg. Vuosina 1985-96 ylityksiä oli enää vain noin 1 %:ssa näytteistä. Vuosina 1995-96 tutkituissa kaloissa ei ollut lainkaan 1 mg/kg ylittäviä elohopeapitoisuuksia. Myöskään tässä tutkimuksessa ei todettu Oulun edustan merialueelta pyydetyissä kaloissa yli 1 mg/kg elohopeapitoisuuksia.

Oulun ympäristön petokalojen elohopeapitoisuuksien keskiarvoissa ei ole tapahtunut viimeisen kymmenen vuoden aikana oleellisia muutoksia. Ihmisravinnoksi kelpaamattomia petokaloja saattaa esiintyä satunnaisesti. Tällöin kyseessä ovat yleensä suurikokoiset ja iäkkäät petokalat esimerkiksi yli kilogramman painoiset haulat ja yli 200 gramman painoiset ahvenet.

Tässä tutkimuksessa ainoastaan yksi kala 13:sta (8 %) ylitti Komission asetuksen (EY) 466/2001 määrittämän enimmäispitoisuusrajan elohopean osalta. Kala oli Selkämereltä pyydetty hauki, joka toimitettiin laboratorioon tutkittavaksi fileenä. Fileen paino oli lähes 600 grammaa, joten voidaan olettaa hauen olleen suurikokoinen ja iäkäs.

Suomalaiset syövät suhteellisen vähän kalaa, kaksi kolmesta suomalaisista syö kalaa kerran viikossa tai harvemmin. Nykyisellä kulutustasolla kalan raskasmetallipitoisuuksista ei ole tavalliselle väestölle vaaraa ja mahdolliset haitat rajoittuvat runsaasti kaloja käyttäviin henkilöihin; aktiivisiin kotitarvekalastajiin.

Kalan hyvien ravitsemuksellisten ominaisuuksien perusteella kalan käyttöä on syytä paremminkin lisätä kuin rajoittaa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tilastojen mukaan kotimaista kalaa kulutettiin vuonna 2002 noin 6 kg/vuosi (fileepainona) ja tuontikalaa noin 8 kg/vuosi (tuotepainona). Kansanterveyslaitoksen Finravinto2002-tutkimuksen mukaan miehet söivät kalaa (raaka-aineeksi laskettuna) noin 240 g viikossa ja naiset vastaavasti noin 150 g viikossa. Kotimaisista kaloista suosituimpia ovat kasvatettu kirjolohi, silakka, hauki, ahven ja muikku. Tuontikaloista tutuimpia ovat kasvatettu lohi, tonnikala, pakastekalat (esim. sei) sekä silli- ja silakkasäilykkeet.

Kala on lihan ohella ravintomme keskeinen proteiinin lähde (proteiinipitoisuus on 11-26 prosenttia lajista riippuen). Lisäksi kala sisältää monipuolisesti ja runsaasti B-ryhmän vitamiineja, ja erityisesti rasvaisissa kaloissa on merkittäviä määriä rasvaliukoista A-, D- ja E-vitamiineja. Vuonna 2002 noin puolet ravinnon D-vitamiinista saatiin kalasta. Kala turvaa B<sub>12</sub> -vitamiinin saannin silloin, kun ruokavalioon sisältyy muita eläinkunnan tuotteita vain vähän. Kala on myös hyvä seleenin lähde. Useimmat kalat ovat vähärasvaisia, rasvapitoisuuden vaihdeltaessa 0,4 ja 25 %:n välillä kalalajista riippuen. Kalan rasva poikkeaa huomattavasti lihan rasvasta, sillä se sisältää runsaasti pehmeitä, öljymäisiä, monitydyttymättömiä, pitkäketjuisia n-3 -sarjan rasvahappoja. Näistä tärkeimmät ovat eikosapentaeenihappo (EPA) ja dokosahekaeenihappo (DHA) (yht. n. 0,2-2 g/100g kalaa). Kalan rasva on siis hyvänlaatuista. Kalan kolesterolipitoisuus on samaa luokkaa kuin lihan. Näyttöä kalan ja kalarasvojen sydän- ja verisuonitautikuoleman riskiä pienentävästä vaikutuksesta pidetään nykyään vakuuttavana. Kohtuullisen kalan tai kalarasvojen käytön on todettu olevan yhteydessä erityisesti pienentyneeseen äkkikuoleman riskiin. Suojaavina tekijöinä pidetään kalarasvoille tyypillisiä n-3 -sarjan rasvahappoja. Vaikutusten oletetaan välittyvän useiden mekanismien kautta. Näistä kalarasvojen mahdollisia rytmihäiriöitä estävää vaikutusta pidetään nykyään yhtenä kiinnostavimmista. Lisäksi on saatu viitteitä kalarasvojen reuman oireita lievittävästä vaikutuksesta sekä kalan käytön yhteydestä pienentyneeseen paksusuolisyövän riskiin.

Kalasta saatava raskasmetallimäärä on riippuvainen kalankulutuksen ohella ravintokalan lajista ja alkuperästä. Valtion ravitsemusneuvottelukunnan suositus on syödä kalaa ainakin 2 kertaa viikossa eri kalalajeja vaihdellen. Kun syödään vaihtelevasti eri sisävesien kalaa, merikalaa ja viljeltyä kalaa, pystytään raskasmetalli altistumista vähentämään. Hyvin suurten petokalojen jatkuvaa syöntiä kannattaa välttää.

## 7. LÄHDELUETTELO

Elintarvikevirasto (2002) Riskiraportti Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat. – Valvontaopas-sarja 2 /2002, Helsinki 2002.

Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos (EELA), Maa- ja metsätalousministeriö, elintarvike- ja terveysosasto (MMMELO) ja Elintarvikevirasto (EVI) Eläimistä saatavien elintarvikkeiden vierasainetutkimukset 2000. – Results of residue examinations of products of animal origin in Finland 2000, Helsinki 2001.

Oy Valitut palat – Reader's Digest Ab, Terveyttä vai sairautta ruoasta?, Milanostampa Spa, Farigliano, Italia 1997. ISBN 951-584-172-0

Edita Publishing Oy, Elintarvikevirasto Elintarvikelainsäädäntö (kappale 5.7.1). Helsinki 2003, ISBN 951-37-2363-1

Oulun kaupunki, Ympäristövirasto, Julkaisu 1/1997: Oulun ympäristön vesistöjen kalojen elohopeapitoisuuden seuranta vuosina 1995-96 ja yhteenveto Oulun ympäristöstä pyydettyjen ja Oulussa kaupan pidettyjen petokalojen elohopeapitoisuuksista vuosina 1985-96

Elintarvikeviraston tiedote 28.4.2004: Uudistetut kalan syöntisuositukset EU-kalat tutkimushankkeen seurauksena

E-R.Venäläinen, A. Hallikainen, R. Parmanne, P.J. Vuorinen: Kotimaisen järvi- ja merikalan raskasmetallipitoisuudet, Elintarvikeviraston julkaisuja 3/2004

Männistö S, Ovaskainen M-L ja Valsta L (toim.). Finravinto2002 –tutkimus. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B3/2003. Helsinki 2003.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos / Aune Vihervuori: Kalan kulutus. [www.rktl.fi](http://www.rktl.fi) (27.11.2003).

World Health Organization (WHO). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916. Geneva, 2003.

OULUN YMPÄRISTÖSTÄ PYYDETTYJEN TAI MYYNNISSÄ OLEVIEN KALOJEN RASKASMETALLIPITOISUUDET

Näyte nro	Kala	Mitat	Perkaamaton/ perattu	Pyyntialue	Elohopeapitoisuus (mg/kg)	Kadmiumpitoisuus (mg/kg)	Lyijypitoisuus (mg/kg)
1	silakka	-	perkaamaton (homogenaatti)	Hailuoto	< 0,05	0,030	< 0,06
2	hauki	pituus 53 cm, paino 680 g	perkaamaton	Temmesjokisuu	0,13	< 0,003	< 0,06
3	ahven	pituus 28 cm, paino 235 g	perattu	Perämeren eteläosa	0,58	< 0,003	< 0,06
4	siika	pituus 38 cm, paino 454 g	perattu	lin edusta	< 0,05	< 0,003	< 0,06
5	siika	pituus 36 cm, paino 420 g	perattu	Hailuodon edusta	< 0,05	< 0,003	< 0,06
6	hauki	pituus 63 cm, paino 1671 g	perkaamaton	lin edustan merialue	0,14	< 0,003	< 0,06
7	hauki	-/paino 572 g	filee	Selkämeri	1,5	< 0,003	< 0,06
8	hauki	pituus 77 cm, paino 3300 g	perkaamaton	Temmesjokisuu	0,34	< 0,003	< 0,06
9	silakka	keskimitta: pituus 14,5 cm, paino 23,4 g	- homogenaatti	Oulunsalon edusta	< 0,05	0,030	< 0,06
10	hauki	pituus 71 cm, paino 2410 g	perkaamaton	Taivalkosken Kortetjärvi	0,57	< 0,003	< 0,06
11	ahven	pituus 26 cm, paino 218 g	perattu	Hailuoto, Oulun edusta	0,18	< 0,003	< 0,06
12	hauki	pituus 48 cm, paino 475 g	perkaamaton	Hailuoto, Oulun edusta	0,09	< 0,003	< 0,06
13	hauki	pituus 70 cm, paino 1970 g	perkaamaton	Rantsila, Kurun lintujärvi	0,30	< 0,003	< 0,06

---

## Oulun kaupungin ympäristöviraston raportteja:

---

- 1/1992 Elintarvikkeiden myymäläkohtainen hygieeninen tasoselvitys.  
2/1992 Savustettujen ja hiillostettujen kalojen laatu vähittäismyymälöissä, kesä -92.  
3/1992 Jauhelihan laatu, kesä -92.  
4/1992 Leipomoiden leipien ruokasuola vuonna 1992.  
5/1992 Kalojen elohopeapitoisuus vuonna 1992.  
6/1992 Pizza täytteet ja salaattit/Pizzeriat kevät -92.  
7/1992 Elintarvike kuljetusautojen ilman lämpömittaukset kesällä 1992.  
8/1992 Elintarvike myymälöiden pakastehuoneiden ilman lämpötilamittaukset kesällä 1992.  
9/1992 Kasvisten ja vihannesten raskasmetallit 1992.  
10/1992 Päiväkotien ja koulujen pakastelaitteiden lämpötilamittaukset syksyllä 1992.  
1/1993 Rottasota, syksy 1993.  
2/1993 Elintarvikkeiden lämpötilavalvonta.  
3/1993 Lenkki-, nakki- ja leikkelemakkarojen lisäaineet sekä myyntipäällysmarkkinat 1993.  
4/1993 Kinkkujen lisäainetutkimus 1993.  
5/1993 Suurtalouksien keittojen ja kastikkeiden sekä pakattujen ruokaleipien ja kalavalmisteiden ruokasuolatutkimus 1993.  
6/1993 Tuoteturvallisuusprojektit 1993.  
7/1993 Pakkausmerkinnät.  
1/1994 Oulun uhanalaiset lajit. Putkilokasvit.  
2/1994 Ruokasuola- ja rasvapitoisuus oululaisten koulujen ym. vastaavien laitoskeittiöiden laatikkoruoassa.  
3/1994 Nikkelin esiintyminen Oulun kaupungin ala- ja yläasteiden oppilaiden koroissa ym. käyttöesineissä 1994.  
1/1995 Muovin käyttö keskustan ravintoloissa ja ruokapaikoissa Oulussa 1995.  
1/1996 Jätehuoltotarkastukset kesällä 1996.  
2/1996 Ympäristöasioiden hoito auto- ja korjaamoalalla Oulussa 1996.  
3/1996 Ympäristöasioiden hoito rakennusalalla Oulussa 1996.  
4/1996 Otsonimittaukset Nokelassa kesällä 1996.  
5/1996 Hammashoidossa syntyvien ongelmajätteiden kartoitus Oulussa 1996.  
1/1997 Ympäristöviraston kestävä kehityksen ohjelma 1997.  
2/1997 Rengaskierrätys Oulussa 1996. Selvitys.  
3/1997 Ympäristöasioiden hoito elektroniikka-alalla Oulussa 1997. Selvitys..  
4/1997 Biojätteen erilliskeräyksen toteutuminen elintarvikemyymälöissä ja ravintoloissa Oulussa 1997  
5/1997 Graafisen alan valokuvauskemikaalijätteet Oulussa 1997.  
6/1997 Raportti lihaa käsittelevien elintarvikemyymälöiden hygieniatasosta ja omavalvonnan toteutumisesta Oulussa 1997.  
1/1998 Oulun kaupunkilintuatlas. Välituloksia laskentakaudelta 1997.  
2/1998 Tuoteturvallisuuskartoitus 1998.  
3/1998 Toimintolaskenta Oulun kaupungin elintarvike- ja ympäristölaboratoriossa.  
4/1998 Solariumien käyttöpaikkatarkastus Oulun kaupungin alueella.  
5/1998 Pizzojen suolapitoisuustutkimus ja pizzaraaka-aineiden mikrobiologinen laatu.  
6/1998 Markkinavalvontaprojekti 1998. Leikkikentät.  
7/1998 Kalaprojekti 1998.  
1/1999 Yhteenveto kestävä kehityksen toimintaohjelman toteutumisesta Oulun kaupunkioiranisaatiossa 1998.  
2/1999 Biojätteen erilliskeräyksen toteutuminen Oulun alueella 1999. Selvitys.  
3/1999 Ympäristöasioiden hoito metalli- ja konepaja-alalla Oulussa 1999. Selvitys.  
4/1999 Peltiseen päällykseen pakattujen säilykkeiden laatu vuonna 1998.  
5/1999 Kasvisten raskasmetallit 1999.  
6/1999 Yhteenveto koulujen kestävä kehityksen tuloksista. Kevät 1999.

---

## Oulun kaupungin ympäristöviraston raportteja:

---

1/2000	Jäätelöprojekti 1999.
2/2000	Oululaisten elintarvikemyymälöiden myyntilämpötilojen valvonta heinäkuussa 1999.
3/2000	Uimahallien puhtausnäyteprojekti 1999.
4/2000	Jauhelihaprojekti 1999.
5/2000	Vaarallisten kemikaalien vähäinen teollinen käsittely ja varastointi Oulussa 2000.
6/2000	Käytettyjen uppopaistorasvojen laatu vuonna 1999.
7/2000	Kalaprojekti 2000.
8/2000	Pizzerioiden oma valvonta ja jauhelihan laatu.
9/2000	Listeria monocytogenes -bakteerin esiintyminen salaateissa ja salaattienhygieeninen laatu.
1/2001	Oulujoen suiston arvokkaat luontokohteet.
2/2001	Myyvälöiden jätehuolto Oulussa 2000. Selvitys.
3/2001	Asuinkiinteistöjen jätehuolto Oulussa 2001. Kartoitus.
4/2001	Keittiöhygieniä ravintoloissa ja työpaikkaruokaloissa.
5/2001	Selvitys ravintoloissa ja ruokaloissa tarjottujen ruokien suolapitoisuudesta vuonna 2000.
6/2001	Jäätelön ja mansikan laatu kesällä 2001.
7/2001	Uppopaistorasvaprojekti 2001.
8/2001	Ruoantarjoilu ulkomyynnissä 2001.
1/2002	Konditoriatuotteiden hygieeninen laatu 2001.
2/2002	Listeria monocytogenes elintarvikehuoneistojen pintapuhtausnäytteissä 2001.
3/2002	Leipien suolapitoisuudet Oululaisissa leipomoissa 2002.
4/2002	Uimahallien puhtausnäyteprojekti 2002.
5/2002	Oulun vesistöjen käyttökelpoisuusluokitus.
1/2003	Ruoantarjoilu ulkomyynnissä 2002.
2/2003	Ravintosisältö peruskoulun 1.- 6. luokkalaisten oppilaiden kouluruoassa 2002.
3/2003	Raakasalaattien hygieeninen laatu 2002.
4/2003	Keittiöhygieniä ravintoloissa ja henkilöstöruokaloissa v. 2002.
5/2003	Ravintolaruoan mikrobiologinen laatu 2002.
6/2003	Ympäristökartoitus hevostalleilla Oulussa 2003.
7/2003	Ympäristöasioiden toteutus auto- ja korjaamoalan yrityksissä Oulussa 2003. Selvitys.
8/2003	Suurtalouskeittiöiden jätehuolto Oulussa 2003.
9/2003	Ympäristöasioiden hoito rakennusallalla Oulussa 2003.
10/2003	Ruoantarjoilu ulkomyynnissä 2003.
11/2003	Oulun satamien avomaalinnuston kartoitus vuonna 2003.
1/2004	Perunan laatu 2003.
2/2004	Ruokasienten raskasmetallipitoisuudet.
3/2004	Apteekkien, oppilaitosten, terveyden- ja eläinlääkintähuollon ympäristökartoitus 2004.
4/2004	Kaupan pidettävien kalojen raskasmetallipitoisuudet.