

---

RKTL:n työraportteja 41/2014

# M74-oireyhtymän seuranta Itämeren lohikannoissa

Pekka J. Vuorinen, Marja Keinänen, Petri Heinimaa, Juha Iivari, Esa-Pekka Juntunen, Risto Kannel, Tapani Pakarinen ja Atso Romakkaniemi



Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki  
2014

---



Julkaisija:  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Helsinki 2014

Kannen kuva: Pekka J. Vuorinen

ISBN 978-952-303-190-6 (Verkkójulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkkójulkaisu)

RKTL 2014

# Kuvailulehti

<b>Tekijät</b> Pekka J. Vuorinen, Marja Keinänen, Petri Heinimaa, Juha Iivari, Esa-Pekka Juntunen, Risto Kannel, Tapani Pakarinen, Atso Romakkaniemi			
<b>Nimeke</b> M74-oireyhtymän seuranta Itämeren lohikannoissa			
<b>Vuosi</b> 2014	<b>Sivumäärä</b> 24	<b>ISBN</b> 978-952-303-190-6	<b>ISSN</b> ISSN 1799-4756 (PDF)
<b>Yksikkö/tutkimusohjelma</b> TUPA/Itämeri ja sinisen kasvun mahdollisuudet			
<b>Hyväksynyt</b> Antti Lappalainen			
<b>Tiivistelmä</b> Tässä raportissa kuvataan, miten M74-oireyhtymän esiintymistä ja voimakkuutta on Itämeren lohikannoissa seurattu vuoteen 2014 saakka. Lisäksi esitetään suunnitelma seurannan jatkamisesta vuodesta 2014 alkaen. Suomessa on emokohtaisesta laboratoriohaudonnasta tiedot Simojoen lohista jo lisääntymiskaudesta 1985/1986 (kutu-/kuoriutumivuosi) alkaen, jolloin ryhdyttiin selvittämään ympäristömyrkköjen mahdollista yhteyttä luonnonlohien haudonnassa havaittuihin poikkeavan suuriin kuolleisuuksiin. M74-seurantamenetelmän kehittämiseksi ja oireyhtymän syyn selvittämiseksi tehtiin M74-oireiden havainnointia laboratorioissa lisääntymiskausina 1993/1994–2009/2010. Tiimiinipitoisuuden analysointi mädistä aloitettiin kutuvuodesta 1994 lähtien, koska M74-kuolleisuus voidaan erottaa muusta kuolleisuudesta paitsi havainnoimalla M74-oireita myös mittaamalla tiimiinin pitoisuutta mädistä. Simojoen lohista M74:ää on monitoroitu vuosittain ja Tornionjoen lohista muutamaa vuotta lukuun ottamatta; Kymijoen lohista M74-kuolleisuustiedot on usealta ja Kemijoen suulle nousseista lohista muutamalta vuodelta. Suomen M74-seurannassa raportoidaan jokikohtaiset tiedot kolmena eri lukuna: ruskuaispussipoikasten keskimääräinen kuolleisuusprosentti, M74-poikasien tuottavien emojen osuus ja niiden emojen osuus, joiden kaikki poikaset kuolevat oireyhtymään. Keskimääräisen kuolleisuusprosentin ja M74-emojen osuuden välinen ero voi olla suuri silloin, kun M74 on useimmissa jälkeläisryhmissä lievää ja ainoastaan osa poikasista kuolee. Ruotsissa on seurattu kompensatioistutuksia varten haudottujen, jokiin kudulle nousseiden lohien jälkeläisten kuolleisuutta ja raportoitu niiden lohien osuus, joiden jälkeläisissä esiintyy tavanomaisista suurempaa kuolleisuutta. Ruotsissa kuolleisuutta ei ole varmennettu M74-kuolleisuudeksi, vaikka suuri kuolleisuus voi johtua myös haudontaoloista. Tietoa M74:n vuosittaisesta voimakkuudesta tarvitaan luonnonlohikantojen tilan arvioinnissa ja lohien kalastuksen suunnittelussa ja säätelyssä sekä vesiviljelyssä emokalaparvien perustamista ja vaelluspoikasten tuottamista varten. Koska mädin liian pieni tiimiinipitoisuus aiheuttaa M74-kuolleisuuden, luotettavin tapa seurata M74:n voimakkuutta on mitata mädin tiimiinipitoisuus seurantalohien mädistä ja lisäksi haudonta mätä poikasiksi kuolleisuusprosentin määrittämiseksi. Tiimiinialyysi M74:n biomarkkerina on välttämätön ja voi korvata M74-oireiden havainnoimisen ruskuaispussipoikasista. M74-oireyhtymän voimakkuutta on tarpeen seurata vuosittain, koska se voi vaihdella paljon peräkkäisinä vuosina.			
<b>Asiasanat</b> Haudonta, Itämeren lohi, kuolleisuus, M74-oireyhtymä, ruskuaispussipoikanen, tiamiini,			
<b>Julkaisun verkko-osoite</b> <a href="http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/m74-oireyhtymän_seuranta">http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/m74-oireyhtymän_seuranta</a>			
<b>Yhteydenotot</b> Pekka J. Vuorinen, etunimi.sukunimi@luke.fi			
<b>Muita tietoja</b>			

## Sisällys

<b>Kuvailulehti</b>	<b>3</b>
<b>1. Johdanto</b>	<b>5</b>
<b>2. M74-seuranta Suomessa vuoteen 2014 saakka</b>	<b>7</b>
2.1. M74-seuranta jokikohtaisesti	7
2.1.1. Simojoen lohet	7
2.1.2. Tornionjoen lohet	9
2.1.3. Kemijoen lohet	9
2.1.4. Iijoen ja Oulujoen lohet	9
2.1.5. Kymijoen lohet	10
2.2. Emokalal ja näytteet	10
2.3. M74-oireiden ja kuolleisuuden havainnointi	11
2.4. Koehaudontajärjestelyt	15
2.5. M74:n voimakkuuden raportointi	17
<b>3. Ruotsin M74-seuranta</b>	<b>18</b>
<b>4. M74-seuranta vuodesta 2014 alkaen</b>	<b>19</b>
4.1. M74-seurannan järjestäminen vuosittain – vuosirutiini	20
4.1.1. Simojoki	20
4.2. M74-vuosiseurannan tehostaminen	21
4.2.1. Tornionjoki	21
4.2.2. Iijoki	21
4.2.3. Kemijoki	21
4.2.4. Kymijoki	21
4.3. Näytteiden ja tietojen keruu, käsittely ja säilytys	22
<b>5. Loppusanat</b>	<b>23</b>
<b>Viitteet</b>	<b>24</b>

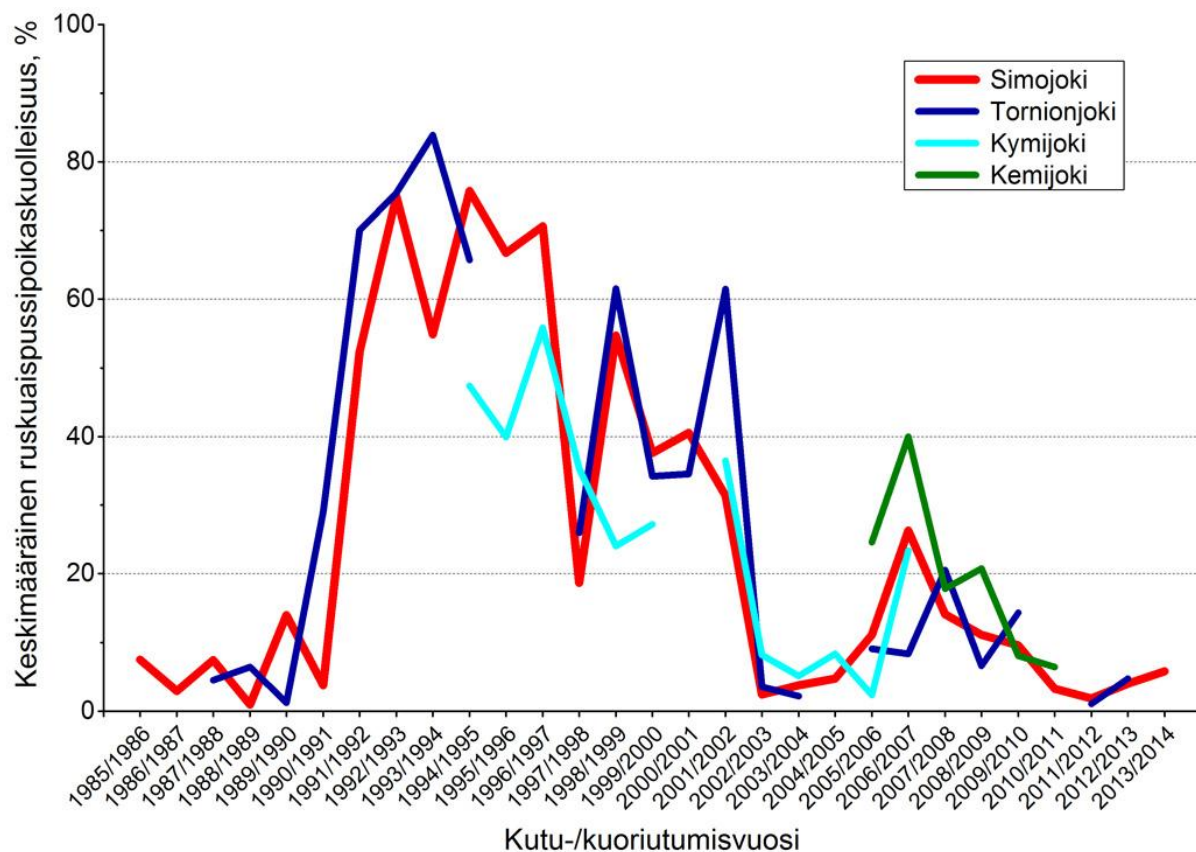
## 1. Johdanto

Itämeren lohikantoja ajoittain tuhoisasti vaivanneen M74-oireyhtymän esiintymisestä ja syistä sekä seurantamenetelmän kehittämistä on koottu tiedot julkaisuun Keinänen ym. (2014). Julkaisussa esitetään, miten M74 on yhteydessä Itämeren turskakannan taantumiseen ja kilohailin äkilliseen runsastumiseen sekä mekanismi, miten mätiin ja edelleen ruskuaiseen tulee niin vähän tiamiinia, että ruskuaispussipoikasille kehittyy tiamiinin puutos. M74 ilmenee erilaisina oireina jo emokaloissa ja mädissä mutta etenkin ruskuaispussipoikasissa aiheuttaen niiden kuoleminen. Oireita on kuvailtu julkaisussa Keinänen ym. (2000). M74:n seurantatulokset Suomen eri joissa keväeseen 2007 saakka on esitetty julkaisussa Keinänen ym. (2008). Lisäksi Tornionjoen lohien M74-kuolleisuus on esitetty lähes vuosittaisissa raporteissa (esim. Vähä ym. 2014).

Tässä raportissa kuvaillaan yksityiskohtaisesti, miten M74-seurantaa on tehty vuoteen 2014 saakka. Seurantamenetelmää on kehitetty yhä luotettavammaksi laboratorioseurannassa M74-tutkimuksen ohella. Tavoitteena on ollut kustannustehokkuus luotettavuuden oleellisesti kärsimättä. Lisäksi raportissa esitetään tutkimustiedon sekä seurantakokemusten ja -tulosten perusteella laadittu suunnitelma, miten M74-oireyhtymää tulee monitoroida vuodesta 2014 alkaen. Yksityiskohtaisemat perustelut suunnitelman mukaiselle M74-seurannalle, M74-kuolleisuuden ja sen vaihtelun sekä M74-tutkimuksen lisäksi, on esitetty julkaisussa Keinänen ym. (2014).

Vaikka kalakantojen yhteydessä yleensä käytetään termiä vuosiluokka, sen käyttäminen M74-seurannan yhteydessä ei välttämättä ilmaise selkeästi yhteyttä tietyn vuoden näytteisiin tai jälkeläisryhmiin eikä sitä, tarkoitetaanko emolohia vai jälkeläisiä. Sen vuoksi M74-oireyhtymän seurannan yhteydessä käytetään yleensä termiä lisääntymiskausi ja sen yhteyteen liitetään kaksi kauttaviivalla erotettua vuosilukua: emo- eli kutuvuosi/poikasten kuoriutumivuosi, koska lohi kutee syksyllä ja poikaset kuoriutuvat seuraavan vuoden keväällä. Joissakin yhteyksissä käytetään myös erikseen termejä emo- tai kutuvuosi ja kuoriutumivuosi.

M74-kuolleisuus on vaihdellut peräkkäisissä vuosiluokissa koko seuranta-aikana enimmillään lähes 60 prosenttiyksikköä (kuva 1). Suurimmat muutokset ruskuaispussipoikasten kuolleisuudessa ovat olleet 1990-luvun alussa M74:n puhjetessa, sen heikennyttyä huomattavasti lisääntymiskaudeksi 1997/1998, mutta voimistuttua jälleen seuraavana lisääntymiskautena sekä laannuttua kausiksi 2002/2003–2004/2005. Lisääntymiskausina 2011/2012–2013/2014 oireyhtymää ei ole esiintynyt. Vaikka M74 liittyy Itämeren turska- ja kilohailikannan vaihteluihin, niiden perusteella ei M74:n voimakkuutta voida arvioida. M74-kuolevuutta voidaan ennustaa vain kutuvuosiluokka kerrallaan mitaamalla hedelmöittämättömän mädin tiamiinipitoisuutta (Keinänen ym. 2014). Koska M74:n oireyhtymä voi voimistua äkillisesti koska tahansa kutuvuosiluokkien välillä, on seuranta järjestettävä vuosittain.



Kuva 1. Neljän joen lohien ruskuaispussipoikasten keskimääräinen kuolleisuus.

## 2. M74-seuranta Suomessa vuoteen 2014 saakka

Simojoen ja Tornionjoen lohien lisäksi M74-seurannassa on ollut myös täysin istutusten varassa olleita lohikantoja (Romakkaniemi ym. 2014) lyhempiä jaksoja tai satunnaisesti, eli Perämeren joista Kemijokeen, Iijokeen ja Oulujokeen kudulle nousseita lohia. Kokemäenjokeen nousseita lohia oli lisääntymiskaudelta 1996/1997. Lisäksi muutamana aikaisempana vuonna (1994/1995 ja 1996/1997–1998/1999) vertailuaineistona oli Tenojoen lohia. Suomenlahden Kymijokeen nousseita Nevan kantaa olevia lohia on seurannassa ollut useampana vuonna.

### 2.1. M74-seuranta jokikohtaisesti

#### 2.1.1. Simojoen lohet

Simojoen lohista on emokohtaiset tiedot ruskuaispussipoikasten kuolleisuudesta jokaiselta lisääntymiskaudelta 1985/1986 lähtien (Keinänen ym. 2008, 2014). Emot on aina pyydystetty loukulla Simojoen edustalta (Lintukka, regale-paikka) (kuva 2) ja ne on säilytetty lypsyy asti Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) Lautiosaaren ja vuodesta 2009 alkaen Keminmaan kalanviljelylaitoksessa. Lohet on laitokselle tuotaessa mitattu ja punnittu sekä merkitty Carlin-merkillä; samalla niistä on otettu suumuja iänmääritykseen (kuva 3). Ennen käsittelyä lohet on nukutettu yleensä natriumbikarbonaatilla puskuroidulla MS-222:lla ilmastetussa vesihauteessa (kuva 3). RKTL:n vesiviljelyn henkilöstö on hoitanut pyydystämisen, kuljetukset ja säilytyksen mädin lypsyy asti sekä lypsämisen ja näytteiden oton. Lohet on punnittu vielä ennen ja jälkeen lypsyn ja mitattu pituus sekä saatu mätimäärä rekisteröity.



**Kuva 2.** Simojoen lohet on pyydetty Lintukan regale-paikasta loukulla. Ne haavitaan veneen sumppuun, jossa on hapetus. Kuvat Erkki Jokikokko.





**Kuva 3.** Pyydetyt lohet kuljetetaan Keminmaan kalanviljelylaitokselle, jossa ne nukutetaan käsittelyn ajaksi. Lohet punnitaan, mitataan, Carlin-merkitään yksilöllisesti ja niistä otetaan suomuja iänmäärittämiseksi. Kuvat Erkki Jokikokko.

Mäti on haudottu emokohtaisesti Lautiosaaren ja vuodesta 2009 alkaen Keminmaan kalanviljelylaitoksessa. Pari viikkoa ennen odotettua poikasten kuoriutumista mätiä siirrettiin keväällä vuosina 1994–2010 ruskuaispussivaiheen seurantaan RKTL:n Helsingin koetilaan M74-oireiden ja kuolleisuuden yhteyden havainnoimiseksi tutkimusta ja seurantamenetelmän kehittämistä varten. Haudonta tehtiin vertailuksi ja varmistukseksi myös kalanviljelylaitoksessa, jossa on rekisteröity vain kuolleisuus.

Vuonna 2011 koeluonteinen seuranta järjestettiin lisäksi Kainuun tutkimusasemalla Paltamossa. Kokeilun perusteella kevästä 2012 lähtien seuranta päädyttiin jälleen tekemään ainoastaan Keminmaan kalanviljelylaitoksessa.

Syksyllä 2014 seurantaan saatiin mäti 26 emosta, jotka oli pyydetty Lintukasta Simojoen edustalta. Vuonna 2014 Simojokeen nousi arviolta 3 800 lohta.



### 2.1.2. Tornionjoen lohet

Lisäntymiskausilta 1987/1988–1992/1993 Tornionjoen lohista on kuolleisuustiedot vain tavanomaisesta viljelyhaudonnasta, joka ei ole emokohtaista haudontaa. Lisäntymiskaudesta 1993/1994 lähtien myös Tornionjoen lohien M74-kuolleisuutta on havainnointu emokohtaisesti. Lisäntymiskausina 1997/1998–2009/2010 mätii oli lisäksi laboratorioseurannassa Helsingin koetilassa, jossa havainnointiin päivittäin M74-oireita ja kuolleisuutta. Tornionjoen lohien M74-seurantatulokset on raportoitu paitsi vuosittain ICES WGBAST -työryhmälle, myös lähes vuosittain ilmestyneissä raporteissa ”Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoessa” (esim. Vähä ym. 2014).

Tornionjokeen nousevista lohista seurantaemojen pyyntipaikka ja -tapa ovat vaihdelleet. Kutuvuoteen eli syksyyn 2001 asti ei ole tarkempaa tietoa kuin, että emot on pyydystetty Muonionjoesta. Vuosina 2002 ja 2003 emot pyydystettiin Muonionjoesta Reponiemen–Harrinivan alueelta verkoilla. Vuonna 2005 pyyntipaikat olivat: Tornionjoessa Lempeä ja Jarhoinen sekä Muonionjoessa Harriniva, pyyntitapana olivat verkot ja vapavälineet. Vuonna 2006 emot pyydystettiin vapavälinein Lempeästä ja Jarhoisista. Vuosina 2007–2009 emot pyydystettiin Tornion Röytän merialueelta (regale-paikka) rysällä. Tällöin kaikki emot eivät kuitenkaan olleet Tornionjoen lohia, vaan joukossa on suomuanalyysin perusteella (Raitaniemi ym. 2000) ollut myös muita, istutettuja lohia. Vuosina 2011–2013 emot pyydystettiin vapavälinein Tornionjoesta Lempeästä ja Jarhoisista. Syksyllä 2013 jokivesi oli lämmintä ja ilmeisesti siksi vapapyynti ja kuljetus rasittivat lohia niin, että kaikki emot saivat säilytyksen aikana pahan vesihomeinfektion ja menehtyivät ennen lypsä. Kun emot on pyydystetty Tornionjoesta tai Muonionjoesta, niitä on ensin sumputettu, mutta ne on haettu mahdollisimman pian pyynnin jälkeen Lautiosaaren/Keminmaan kalanviljelylaitokselle, jossa ne on säilytetty mädin lypsyy asti. Laitokselle tuotua lohet on mitattu ja punnittu sekä merkitty yksilöllisesti Carlin-merkillä, ja samalla on otettu suomut iänmääritykseen. Mädin lypsyn yhteydessä lohien pituus on mitattu, lohet on punnittu ennen ja jälkeen lypsyn ja saadun mädin määrä on rekisteröity.

Syksyllä 1995 ja 1996 lohia ei saatu seurantaan, mutta syytä ei ole kirjattu. Paha tulva esti seurantalohien pyynnin vuonna 2004. Vuonna 2010 ei saatu emoja, kun kalastuskunnan lupa jäi väärinkäsityksen vuoksi saamatta ajoissa. Suunnitelman mukaisesti syksyllä 2014 emoja ei hankittu Tornionjoesta (ks. luku 4). Vesiviljely on hoitanut lupamenettelyt.

### 2.1.3. Kemijoen lohet

Seurannassa on ollut mukana Kemijokeen nousseita lohia lisäntymiskausina 1996/1997 (muutaman emon mätii) ja 2005/2006–2010/2011. Emot on pyydystetty nuotalla Isohaaran padon alapuolelta. Poikkeuslupa on tarvittu, kun kalastetaan lähellä voimalaitosta sen alavirrassa (100 m). Keminmaan kalanviljelylaitos on hoitanut pyynnin, emojen säilytyksen sekä mädin lypsyn ja näytteenoton. Varsinaisesti ensimmäisen kerran emoja otettiin syksyllä 2005, mutta syksyllä 2012 emoja ei saatu alueella tehtyjen rakennustöiden vuoksi. Syksyllä 2013 emoja ei voitu ottaa Keminmaan laitoksen allastilapulan takia, kun sinne siirrettiin lakkautetun Muonion kalanviljelylaitoksen emokalastoja.

### 2.1.4. Iijoen ja Oulujoen lohet

Istutettuja Iijokeen kudulle nousseita lohia on ollut seurannassa lisäntymiskausina 1996/1997 ja 2008/2009–2009/2010 sekä Oulujokeen nousseita 2009/2010.

### 2.1.5. Kymijoen lohet

Kuoriutumivuosilta 1992 ja 1993 on viljelystä (Laukaan kalanviljelylaitos) jälkikäteen saatuja kuolleisuustietoja, jotka eivät ole emokohtaisia. Kuoriutumivuodesta 1995 alkaen kuoriutumivuoteen 2007 asti Kymijoen lohen M74-seurantatiedot ovat Helsingin koetilassa tehdystä emokohtaisesta laboratoriohaudonnasta (Keinänen ym. 2008). Kotkan Kalamiehet ry. on järjestänyt emolohien pyynnin syksystä 1994 syksyyn 2006 lähes keskeytyksettä. Emot on pyydystänyt paikallinen kalastaja syksyllä juuri ennen kutuaikaa jokisuusta rysällä tai loukulla. Vuosina 1994–2006 emoja säilytettiin joko kalastajan sumpussa, josta ne haettiin lypsettäviksi Langinkosken hautomoon, tai hautomon alapuoliossa joessa sumpuissa. Mädit haudottiin emokohtaisesti Langinkosken hautomossa, josta mätiä siirrettiin pari viikkoa ennen oletettua kuoriutumista Helsingin koetilaan tarkempaan seurantaan.

Koska Kymijoen lohie mot on pyydystetty juuri ennen kutua, ne on mitattu ja punnittu mädin talteenoton yhteydessä ja samalla niistä on otettu suomunäytteet. Syksystä 2007 alkaen Laukaan kalanviljelylaitos on järjestänyt emojen pyynnin, mutta viljely ei tarvitse mätiä joka vuosi. Emojen säilytyksen epäonnistumisten vuoksi mätiä ei ole saatu haudontaan syksyinä 2007–2009. Esimerkiksi vuonna 2007 kalat karkasivat veden noustua äkillisesti Kymijossa ja tulvaveden viedessä kutuvalmiit emokalat. Syksyllä 2010 saatiin mätiä yhdeksästä emosta haudontaan, mutta M74-näytteitä ei toimitettu. Syksyllä 2013 saatiin viidestä emosta mätinäytteet, joista määritettiin tiamiinipitoisuus, mutta ruska-aispuusivaiheen seuranta ei kyetty järjestämään. Kaikkien emojen mädissä tiamiinia oli riittävästi eli enemmän kuin M74:n kynnyspitoisuus. Syksyllä 2014 emopyyntiä ei järjestetty emokalastojen uusimiseksi (ks. luku 4).

## 2.2. Emokalat ja näytteet

Perämeren jokien lohien mäti on lypsetty lävikölle ylimääräisen ovaarionesteen poistamiseksi. Läviköllä olevasta hedelmöittämättömästä mädistä on otettu biokemiallisiin analyyseihin desilitran verran mätiä, joka on suljettu Minigrip-pussiin ja pakastettu levymäisenä (kuva 4). Mätinäytteet on mahdollisimman pian siirretty pakastimeen -80 °C:seen ja säilytetty tässä lämpötilassa. Lypsyn yhteydessä naarasemoista on otettu myös reilun 100 gramman lihasnäyte vasemmasta kyljestä selkäevän kohdalta kylkiviivan yläpuolelta niin, että mukaan ei tule nahkaa eikä sen alla olevaa punaista lihasta. Aiemmin lihasnäytteet käärittiin alumiinifolioon ja suljettiin muovipussiin, mutta viime vuosina lihasnäytteet on suljettu Minigrip-pussiin ja pakastettu -20 °C:ssa näytepankkiin (luku 4.3).



**Kuva 4.** Tiamiinin määrittämistä varten mäti lypsetään lävikölle, jotta ovaarioneste ei aiheuta virhettä pitoisuuteen. Näytteet pakastetaan levymäisinä. Kuvat Erkki Jokikokko.

Koehaudontaan tulevaan mätiin on lypsetty maitia, ja hedelmöitetty mäti on huuhdeltuna saanut turvota puhtaassa vedessä pesuastioissa nelisen tuntia ennen haudonta-aseteille laittamista (kuva 5). Emo- ja haudontatietojen rekisteröinti ja säilytys on kuvattu luvussa 4.3.

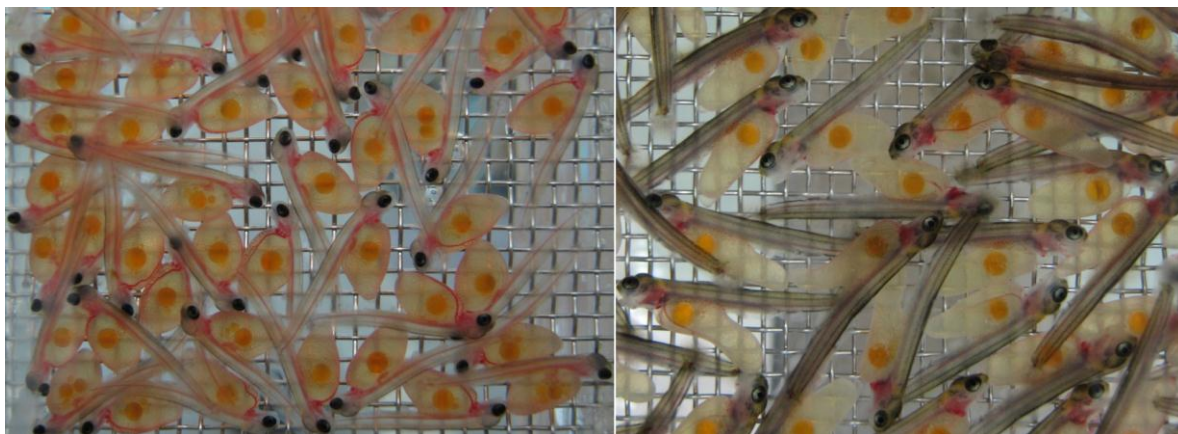
### 2.3. M74-oireiden ja kuolleisuuden havainnointi

Kuoriutumisvuosina 1994–2010 RKTL:n Helsingin koetiloissa on järjestetty M74-oireyhtymän laboratorioseuranta, jonka yhteydessä on tutkittu M74-oireyhtymän syytä ja kehitetty M74-seurantamennettelmää (Keinänen ym. 2014). Laboratorioseurannassa on havainnointi päivittäin ruskuaispussipoikasista (kuva 6) kuolleisuuden lisäksi M74-oireita (Keinänen ym. 2000). Käyttätymisen ja poikasissa silmämääräisesti tai mikroskoopilla havaittavien muiden oireiden perusteella on voitu varmistaa kuolleisuuden liittyminen M74-oireyhtymään (kuva 7). Esimerkiksi kuoriutumisvuosina 2003 ja 2004 Tornionjoen lohien useassa jälkeläisryhmässä oli suurta kuolleisuutta, joka ei ollut M74-oireyhtymää vaan haudontaoloista johtuvaa. Lisääntymiskaudesta 1994/1995 lähtien on kaikkien M74-seurannassa olleiden emojen mädistä analysoitu M74:n tunnistajana (Keinänen ym. 2014) tiamiinikomponenttien ja karotenoidien kokonaispitoisuudet.

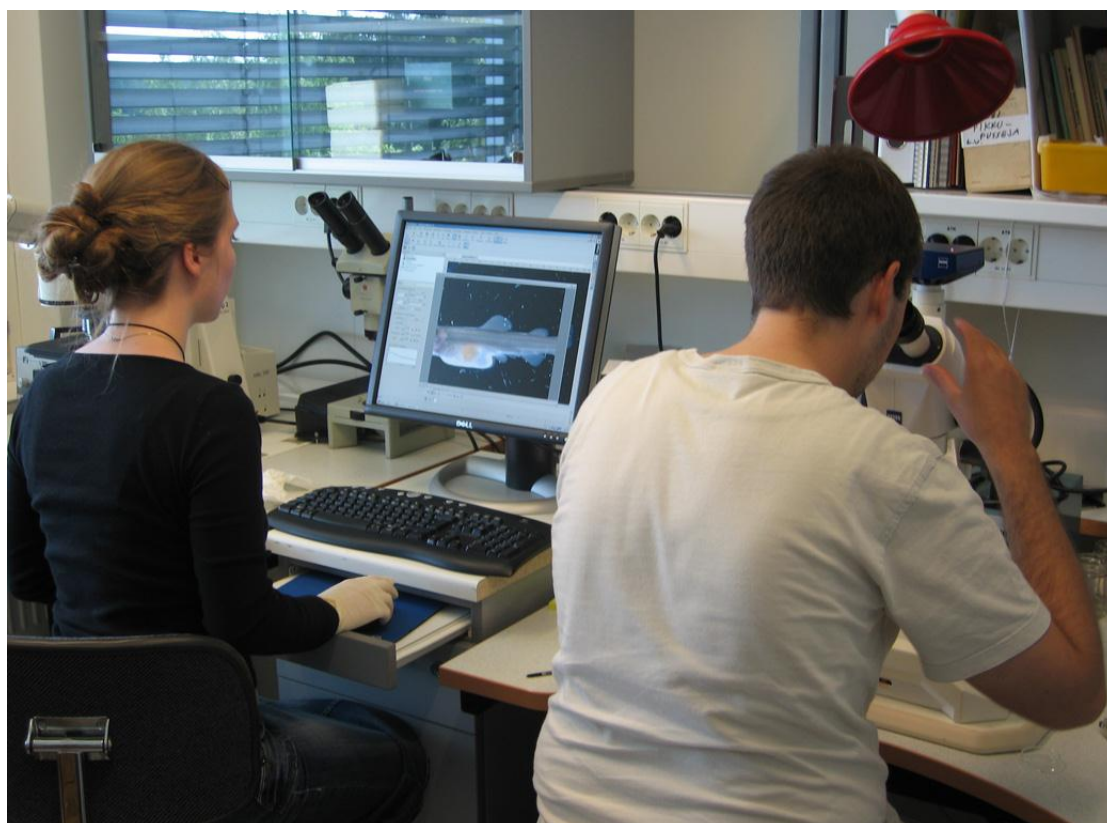


**Kuva 5.** Haudontaa varten lypsetään yhden naaraan mäti ja sen sekaan maitia kolmesta koiraasta mädin hedelmöittämiseksi. Huuhdeltu hedelmöitetty mäti saa turvota nelisen tuntia puhtaassa vedessä ennen aseteille siirtämistä. Kuvat Erkki Jokikokko.





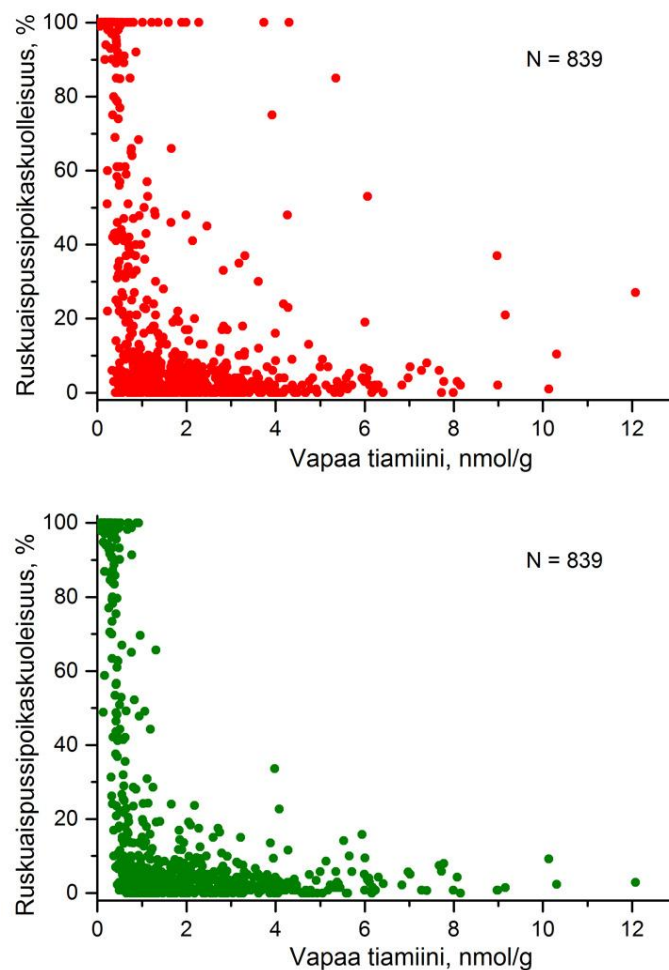
**Kuva 6.** Vastakuoriutuneita (vasemmalla) ja vähän vanhempia lohien ruskuaispussipoikasia laboratoriohaudonta-asettien pohjaverkolla (haponkestävää ruostumatonta terästä). Kuvat Pekka J. Vuorinen.



**Kuva 7.** Ruskuaispussipoikasten havainnointia mikroskoopin ja kuvankäsittelyohjelma Axiovisionin (Carl Zeiss Oy) avulla. Käsittelyjä varten poikaset huumataan natriumbikarbonaatilla puskuroidulla MS-222:lla. Kuva Pekka J. Vuorinen.

Ennen kuoriutumivuotta 1994 ja kuoriutumivuodesta 2011 alkaen Pohjanlahden jokien lohien mädin ja ruskuaispussipoikasten haudonta on tehty pelkästään Lautiosaaren/Keminmaan kalanviljelylaitoksessa, jossa rekisteröidään ainoastaan tietyn mätimäärän kuolleisuus viljelyrutiinien mukaisesti, mutta kuitenkin emokohtaisesti. Näin saadaan ruskuaispussipoikasten emokohtainen kuolleisuusprosentti. Koska laitoksessa ei tarkkailla M74-oireita, niin mädin tiamiinipitoisuuksien perusteella päätellään, johtuuko kuolleisuus M74-oireyhtymästä vai jostain muusta syystä.

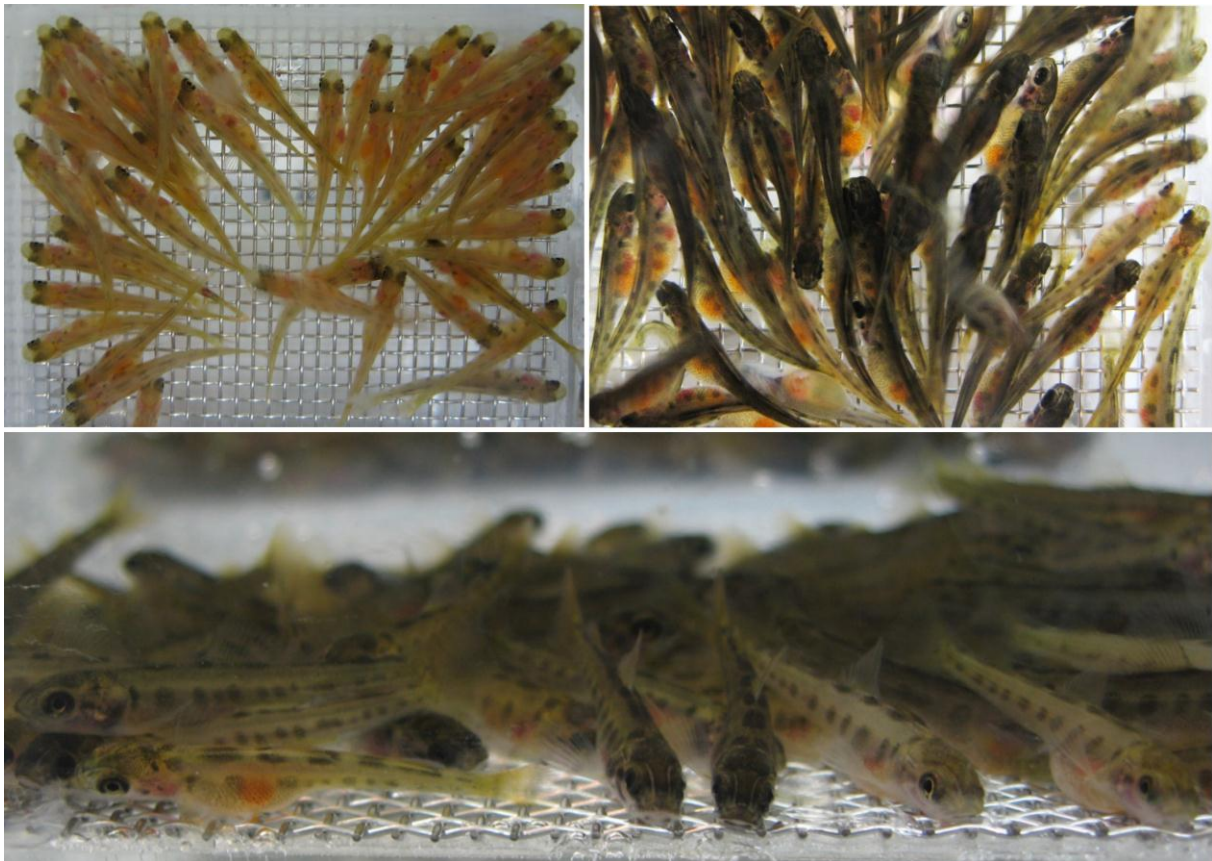
Koska Perämeren jokien seurantalohien mätieriä on ollut useana vuonna haudonnassa sekä Keiminmaan hautomossa että Helsingin koetilassa, on voitu verrata, miten luotettavaa M74:n seuranta on pelkkien ruskuaispussipoikasten kuolleisuustietojen perusteella. Esimerkiksi kuoriutumivuonna 2008 Tornionjoen lohien kolmessa jälkeläisryhmässä esiintyi huomattavaa kuolleisuutta, joka ei aiheutunut tiamiinin vähyydestä eikä haudontaoloista. Kuolleisuus oli samaa suuruusluokkaa sekä laboratorioissa että laitoshautomossa, mutta M74-oireita ei ruskuaispussipoikasissa ollut ja mädin tiamiinipitoisuudet olivat riittävät. Pääosin molempien seurantojen tulokset ovat olleet yhteneväiset, mutta kalanviljelylaitoksen seurannoissa on todettu joissain jälkeläisryhmissä huomattavasti suurempaa kuolleisuutta kuin laboratorioseurannassa (kuva 8). Poikaset olivat tällöin kuoriutuneet mätimunista, joiden tiamiinipitoisuus oli selvästi suurempi kuin kuolleisuuteen johtava kynnyspitoisuus (Keinänen ym. 2014). Pelkästään kuolleisuusprosentista ei voikaan päätellä M74-kuolleisuutta, sillä kuolleisuus voi johtua myös haudontaoloista. Kuolleisuusprosentin ja M74-oireiden sekä tiamiinipitoisuuden avulla varmennetun M74-kuolleisuuden ero on ollut 30 prosenttiyksikköä tai jopa enemmänkin. Luotettavinta on havainnoida M74-oireet kuolleisuuden seurannan lisäksi ja analysoida mädin tiamiinipitoisuus. Kuitenkin kustannukset huomioon ottaen seurantaan riittävänä on pidettävä kalanviljelylaitoksessa havainnointi kuolleisuus ja tieto mädin tiamiinipitoisuudesta. Tiamiinipitoisuuden määrittäminen on välttämätöntä.



**Kuva 8.** Yksittäisten samojen emojen ruskuaispussipoikasten kuolleisuus kalanviljelylaitoksessa (yllä) ja laboratorioseurannassa (alla) lisääntymiskausina 1994/1995–2009/2010 suhteessa hedelmöittämättömän mädin vapaan tiamiinin pitoisuuteen.

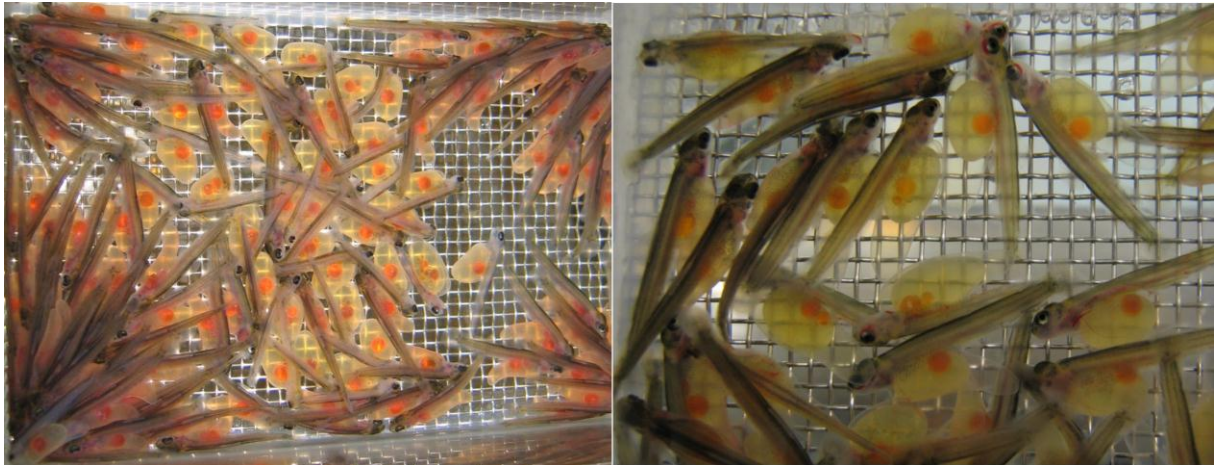


Joinakin vuosina on haudonnassa ollut muutama jälkeläiserä, jossa osan tai lähes kaikkien poikasten ruskuaisen imeytyminen on häiriintynyt, niin että imeytymätön ruskuainen jää pallomaiseksi ruskuaispussin sisälle (kuva 9). Vaikka kuolleisuus on ollut suurta näissä ryhmissä, tämä vaiva ei ole liittynyt tiamiinin puutokseen. Myös Ruotsin Daljoen lohien mädissä, jota haudottiin interkalibroinnin (Laxforskningsinstitutet ja RKTL; 15 mätierää) vuoksi keväällä 1998 myös RKTL:n Helsingin laboratoriossa (Keinänen ym. 2000), havaittiin vastaavaa ruskuaisen imeytymishäiriötä joissakin ryhmissä, mutta niistä mätieristä ei mitattu tiamiinia. Kaikki kuolleisuus ei liene ollut M74-kuolleisuutta.



**Kuva 9.** Joidenkin emojen poikasissa ruskuainen jää osin imeytymättä tuntemattomasta syystä. Kuvat Pekka J. Vuorinen.

Lisäksi liki joka seurantavuosi on joistakin Kymijoen lohien mätieristä kuoriutunut poikasia, joilla on ollut nestekertymää ruskuaispussissa (kuva 10) ja muita niin sanotulle ”blue sac disease” -oireyhtymälle tyypillisiä oireita. Kyseinen oireyhtymä on yhdistetty dioksiineille ja nimenomaan tetraklooridiibentsodioksiinille (TCDD) emon välityksellä altistumiseen (Cook ym. 2003).



**Kuva 10.** Kymijoen lohien poikasia, joiden ruskuaispussissa on nestekertymää ja muitakin dioksiini TCDD:n aiheuttaman ”blue sac disease” -oireyhtymän kaltaisia oireita. Kuvat Pekka J. Vuorinen.

## 2.4. Koehaudontajärjestelyt

Laboratoriohaudonnassa Helsingissä on ollut käytössä sitä varten suunnitellut haudonta-asetit ja vesitysjärjestelmät (kuva 11) (Keinänen ym. 2000, 2008). Haudontavesi on kierrätetty osittain lisäämällä jatkuvasti noin kolmannes uutta vettä. Vesi on Helsingin vesijohtovettä, joka on johdettu aktiivihiihlyvään läpi, joten siinä ei ole ollut haitallisia yhdisteitä, humusta, kiintoainetta tai taudinaiheuttajia. Kiertovesitysjärjestelmässä on ollut myös UV-desinfiointi. Ilmastettu vesi on johdettu takakourusta asettien pohjalle, sieltä mätikerroksen läpi ja yläkautta etuverkon läpi viemärikouruun ja edelleen pumppualtaaseen. Myöskään haudontajärjestelmän materiaaleista ei ole liuennut haitallisia aineita, sillä siinä on käytetty akryylilevyä, haponkestävää ruostumatonta terästä, silikoniletkuja sekä akvaariosilikonია. Asettien rakenne mahdollistaa, paitsi mätierien pitämisen erillään, myös kuoriutuvien poikasten siirtämisen päivittäin omaan osastoonsa ja siten myös kuoriutumisaikojen tarkan rekisteröimisen. Munia on laskettu aseteille tietty määrä; se on hieman vaihdellut eri vuosina (120–160 munaa per asetti). Kuoriutuneet on siirretty, M74-oireet havainnoitu ja kuolleet poistettu päivittäin, myös viikonloppuisin ja juhlapyhinä. Veden lämpötila on rekisteröity kahdesti päivässä ja lisäksi dataloggereilla jälkikäteen luettavaksi.

Keminmaan kalanviljelylaitoksessa käytetään tarkoitusta varten tehtyjä asetteja, jotka asetellaan tavanomaisesti lohien haudontakaukaloihin ja joissa veden virtaus kulkee mäti/poikaskerroksen läpi (kuva 12). Aseteille on laskulevyn avulla laitettu 200 lohien mätimunaa, mutta kuoriutuvat poikaset jäävät samalle asetille haudonnan loppuun asti. Asetit on tarkistettu päivittäin ja kuolleet poistettu tarvittaessa. Vesi tulee haudonta-aseteille, kuten muuallekin kalanviljelylaitokseen, Kemijoesta.

Lisääntymiskautena 2010/2011 haudottiin koeluonteisesti mätiä Keminmaan lisäksi Paltamossa. Siellä oli käytössä lieriömäiset, altaassa vapaasti kelluvat asetit. Niitä oli aiemmin käytetty menestyksellä lohien mädin haudontaan, mutta haudonta oli lopetettu ennen kuoriutumista. Ne eivät olleet M74-seurantaan soveltuvia; vastakuoriutuneet lohien poikaset pystyvät tunkeutumaan yllättävän pieniin rakoihin, joten niitä pääsi karkuun. Lisäksi kuolleiden ruskuaispussi-poikasten laskeminen ja poistaminen kelluvilta aseteilta oli hankalaa, sillä asetit jouduttiin sitä varten nostamaan pois altaasta. Myös tämä lisäsi virhettä.





**Kuva 11.** Laboratoriohaudonnan koejärjestelyssä tulovesi suodatetaan aktiivihilipylvään (teräslieriö) läpi ja vesi kierrätetään magneettiventtiilipumpun avulla UV-valolähteen (valkoiset lieriökotelot ylhäällä) kautta kierto-veden desinfiointiseksi. Lähikuvassa on viiden mätierän haudonta-asetteja, joissa kullekin mätierälle on oma kolmilokeroinen osastonsa (rajattu sinisellä). Vesi virtaa aseteille takakourusta alakautta munakerroksen läpi, poistuu etuverkon läpi viemärikouruun ja valuu edelleen pumppualtaaseen. Kuvat Pekka J. Vuorinen.

## 2.5. M74:n voimakkuuden raportointi

Eri jokien lohikantojen M74-kuolleisuus on Suomessa raportoitu seurannasta saatujen kolmen vuosittaisen lukuarvon perusteella: 1) kuolleisuusprosentti eli keskiarvo kaikkien emojen ruskuaispussipoikasten kuolleisuudesta, 2) M74-emojen/jälkeläisryhmien osuus, eli ne, joiden jälkeläisissä on esiintynyt M74-oireita ja 3) niiden emojen osuus, joiden kaikki jälkeläiset menehtyvät M74-oireyhtymään eli 100 %:n M74-emot. M74-seurantatulokset vuoteen 2007 asti on raportoitu kootusti: "Itämeren lohien M74-oireyhtymä. Suomen jokien seurantatulokset kevääseen 2007 asti" (Keinänen ym. 2008). Kansainvälisen merentutkimusneuvoston Itämeren lohi- ja meritaimentyöryhmän (ICES WGBAST) vuosittaisissa raporteissa "Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST)" (esim. ICES 2014) on Perämeren jokien Suomen M74-seurannoista taulukoituna seurantavuosilta myös nämä kolme M74-oireyhtymän kuvaavaa suuretta. Suomesta saatuja ruskuaispussipoikasten M74-kuolleisuustietoja ICES WGBAST on käyttänyt myös Ruotsin M74-seurantajokien M74-kuolleisuuden arviointiin. Ruotsin ja Suomen M74-datoja yhdessä esitettäessä on käytettävä M74-emojen osuutta, koska Ruotsin M74-seurannoista on raportoitu vain se. Keskimääräisen kuolleisuusprosentin ja M74-emojen osuuden välinen ero voi olla yli 20 % erityisesti silloin, kun M74 on useimmissa jälkeläisryhmissä lievää ja ainoastaan osa poikasista kuolee (Keinänen ym. 2008).



**Kuva 12.** M74-seurannan haudonta-asetteja Keminmaan kalanviljelylaitoksessa. Kuvat Erkki Jokikokko.

### 3. Ruotsin M74-seuranta

Ruotsissa on seurattu eri jokien lohikannoista kompensatioistutuksia varten haudontaan otetuista mätieristä kuoriutuneiden ruskuaispussipoikasten kuolleisuutta. Kuoriutumivuosina 1985–2013 haudonnanaikaisia kuolleisuustuloksia oli seuraavista joista: Uumajanjoki, Indaljoki ja Daljoki; vuodesta 1991 tai 1992 lähtien: Luulajanjoki, Skelleftejoki, Ångermanjoki ja Ljusnanjoki. Lisäksi Mörrum-joesta on kuolleisuustiedot vuosilta 1985–1997 ja Ljunganjoesta 1992–2003 ja joitakin kuolleisuustietoja on 1970-luvulta (ICES 2014).

Jokisuuhautoimoissa kirjataan, kuinka monen emon jälkeläisissä on tavanomaista enemmän kuolleisuutta ja nämä emot kirjataan M74-emoiksi. Ruotsissa saadaan siten tiedot vain niiden mätierien (eli emojen) osuudesta, joissa esiintyy suurentunutta kuolleisuutta mistä tahansa syystä. Yksittäisistä mätieristä ei sen sijaan ole ollut saatavissa jälkeläisten kuolleisuusprosenttia. Myöskään tiamiinia lohien mädistä ei Ruotsissa ole mitattu. Tällöin ei ole mahdollista saada emokohtaisia eikä keskimääräisiä kuolleisuusprosentteja eikä tiedetä, mistä syystä kuolleisuutta esiintyy. Poikasten M74-kuolleisuus voi olla saman kutuvuosiluokan emolohissa vähäistä tai suurta, niin että emokohtaiset M74-kuolleisuusprosentit vaihtelevat lähes nollostasataan. Suomen M74-seurantatulosten mukaan M74-emojen osuuden ja ruskuaispussipoikaskuolleisuuden ero on ollut enimmillään 23 prosenttiyksikköä (Keinänen ym. 2008); M74-emojen osuus on yleensä suurempi silloin, kun M74 on useimmissa jälkeläisryhmissä lievää, mutta se voi olla myös pienempi.

Tällä hetkellä Ruotsista ei saada luotettavia M74-tietoja, eivätkä entisetkään tiedot ole sellaisia. Vuosina, jolloin Suomen tulosten mukaan M74-kuolleisuus on ollut vähäistä tai sitä ei ole ollut, Ruotsin seurantatulosten epäluotettavuus on ilmennyt suurena jokikohtaisena vaihteluna ja suurena kuolleisuutena joissakin joissa, vaikka kaikkien Pohjanlahden jokien lohet syönnöstävät samoilla alueilla (vrt. Keinänen ym. 2014). Esimerkiksi keväällä 2013 Ruotsin tulosten mukaan ”M74-kuolleisuutta” oli yhdessä joessa 22 % ja toisessa yli 8 %. Tulos ei ole uskottava verrattaessa sitä Suomen M74-seurannan tuloksiin, joiden mukaan M74-kuolleisuutta ei ollut (kuolleisuus alle 5 %) ja mätierien tiamiinipitoisuudet olivat selvästi suurempia kuin M74-kuolleisuuteen johtava kynnyspitoisuus. Myös Ruotsin M74-vuosiraportin tehnyt epäili tuloksiin vaikuttaneen teknisten syiden tai lämpötilan muutosten, sillä lämpötila nousi jopa 18 asteeseen ruskuaispussivaiheen lopulla. Hän esittää raportissaan (Börjeson 2013), ja huomauttaa esittäneensä jo aiemmin, että Ruotsissakin pitäisi ainakin yhden joen lohien mädistä mitata tiamiinia, jotta kuolleisuuden syy tiedetään. Ruotsissa ei ole tähän asti ollut tiamiinin määritysmenetelmä käytössä. Suomessa menetelmä on otettu käyttöön RKTL:n ja Pohjois-Amerikan Suurten järvien tiamiinipuutostutkijoiden yhteistyönä ja edelleen siirretty RKTL:sta Eviraan (Keinänen ym. 2014). Suomessa voitaisiin analysoida ruotsalaisten näytteiden tiamiinit, jos heillä ei ole menetelmä vielä luotettavalla tavalla käytössä. Näytteiden käsittely yhdessä laboratoriossa myös varmistaisi tulosten vertailtavuuden.

Ruotsissa haudontakuolleisuustietojen (”M74-seuranta”) kokoamisesta päävastuu on tällä hetkellä Älvkarlebyn kalantutkimusasemalla. Aiempina vuosina M74-seurantaa on hoitanut Kalantutkimuslaitos (Fiskeriforskningsinstitutet).



## 4. M74-seuranta vuodesta 2014 alkaen

### Perustelut M74-seurantasuunnitelmalle

M74-kuolleisuus on ollut hyvin samanlaista niissä Perämeren jokien lohikannoissa, joiden pääasiallinen syönnösalue on Itämeren pääallas. Siksi Perämeren jokien M74-seurantatulokset voidaan esittää yhtenä lukuna eli kaikkien jokien keskiarvona. Kymijoen lohet syönnöstävät pääasiassa Suomenlahdessa ja osa pääaltaalla, joten niiden M74-kuolleisuus on yleensä ollut jonkin verran pienempää kuin Pohjanlahden jokien lohien M74-kuolleisuus, ja lienee seurausta erilaisesta vaelluskäyttäytymisestä. Kuitenkin lisääntymiskautena (1997/1998), jota edeltävinä vuosina Suomenlahdesta on pyydystetty poikkeuksellisen paljon lohta, tilanne oli päinvastainen eli Kymijoen lohilla jälkeläisten kuolleisuus oli suurempaa kuin Perämeren jokien lohilla, mikä lienee yhteydessä Suomenlahden ja pääaltaan ravinto-oloihin, ja siihen, että osa Pohjanlahden jokien lohistakin vaeltaa kudulle Suomenlahden kautta (Keinänen ym. 2014).

Simojoen lohien ruskuaispussipoikasten kuolleisuudesta on pisin ja katkeamaton aikasarja lisääntymiskaudesta 1985/1986 alkaen, jolloin emokohtaiset koehaudonnat aloitettiin ympäristömyrkkytutkimusta varten. Tornionjoen lohien emokohtaiset haudonnat aloitettiin myöhemmin, eikä lohia ole kaikkina vuosina saatu näytteeksi eri syistä. Simojokeen kudulle pyrkiviä lohia voidaan pyydystää vesiviljelyn omana työnä. Tällöin kaloista ei tarvitse maksaa, kun sen sijaan näytelohet Tornionjokeen nousevista lohista joudutaan ostamaan kalastajilta. Simojoen lohet ovat muutoinkin helpommin saatavissa laitokselle säilytettäväksi kuin Tornionjoen lohet. Kuitenkin Perämeren lohikannoista Tornionjoen (luonnonkanta) ja Iijoen (laitoskanta) lohia vesiviljelykin tarvitsee emokalastojen uusimiseksi; eri jokien emokalastojen uusiminen pyritään tekemään vuorovuosin.

Kymijoen lohia (Nevan kanta, myös luonnonlisääntymistä) on myös ollut M74-seurannassa mahdollisuuksien mukaan. Myös Kymijoen lohien emokalasto on viljelyssä, ja vesiviljely uusii sitä säännöllisin välein.

### Suunnitelma M74-seurannan toteutuksesta

Kustannusten säästämiseksi Suomessa M74:ää seurataan vuosittain vain Simojokeen kudulle pyrkivistä lohista, koska emokaloista ei tarvitse maksaa. Lisäksi myös Tornionjoen, Iijoen ja Kymijoen lohia otetaan seurantaan silloin, kun (3–5 vuoden välein) vesiviljely perustaa uusia emolohiparvia, jolloin M74-seurannasta ei juuri tule lisäkustannuksia. Jos M74 pääsee vallalle, otetaan tarvittaessa vuosittaiseen seurantaan myös Tornionjoki. Näin käy, jos pääaltaan turskakanta jälleen pienenee niin, että syntyy paljon kilohailin nuoria vuosiluokkia ja kilohailikanta pääsee runsastumaan ylen määrin. Kemi-jokeen nousevista lohista ei ole tarvetta seurata M74-oireyhtymää, mutta niitä voidaan käyttää seurannassa siinä tapauksessa, että luonnonlohijokien emolohia ei olisi käytettävissä.

Jotta M74-seurannan kustannukset jakaantuisivat Ruotsin ja Suomen kesken, myös Ruotsissa pitäisi M74-kuolleisuutta seurata vuosittain ainakin yhden joen lohista, joiden mädistä mitataan tiamiinipitoisuus ja kuolleisuusprosentit havainnoidaan emokohtaisesti koehaudonnassa samalla tavalla kuin Suomessa. Tällöin saadaan Ruotsissakin suoraan keskimääräiset M74-kuolleisuusprosentit. Seurantaan sopiva lohikanta olisi Uumaja-Vindeljoki (Ume/Vindelälven), jossa on lohien luontaista lisääntymistä ja velvoiteistutuksia. Ruotsin M74-seurannan tiamiinin analysointi voitaisiin esittää ICES WGBAST -työryhmän asialistalle.

Tilastollisesti kohtuullisen luotettavan datan saamiseksi seurantaan tarvitaan 30–40 mätierää; minimi on 20 mätierää per lohikanta ja ihanteellinen määrä 50–60 mätierää. Sen vuoksi naarasemoja

pitää pyytää 40–60 per joki per vuosi, koska pyydystäminen, kuljetukset ja säilytys voivat rasittaa lohia, jolloin osa niistä saattaa menehtyä mädin talteenottoon mennessä. Toistaiseksi M74:n esiintymistä ei kyetä ennustamaan kuin ovuloituneen, hedelmöittämättömän mädin tiamiinipitoisuuden perusteella. Koska M74:n oireyhtymä voi voimistua äkillisesti milloin tahansa, on seuranta järjestettävä vuosittain.

Seurannassa on kaksi vaihetta/syvyyttä:

**(A)**

Pyydystetään vuosittain emot ja säilytetään ne altaissa kutuaikaan asti, jolloin mätinäytteet voidaan ottaa tiamiinin pitoisuuden määrittämiseksi. Tällä tavalla on mahdollista arvioida ainoastaan, onko M74-oireyhtymää odotettavissa ja arvioida tietyllä luotettavuudella myös M74-emojen osuus. Tiamiinimäärityksestä saadaan myös tieto siitä, pitääkö ruskuaispussipoikasia kylvettää tiamiinilla ja varmistetaan aiheutuuko mahdollinen kuolleisuus M74-oireista tai muista syistä. (Toistaiseksi Suomessa samasta näytteestä määritetään myös karotenoidien kokonaispitoisuus, jotta voidaan arvioida sen vaikutusta tiamiinipitoisuuden kuolleisuutta aiheuttavaan kynnyspitoisuuteen.)

**(AB)**

A-kohdan toimien lisäksi hedelmöitetystä mädistä tehdään emokohtainen ruskuaispussivaiheen loppuun asti kestävä koehaudonta. Tällöin saadaan määritetyksi ruskuaispussipoikasten emokohtainen kuolleisuus-% (lisäksi saadaan M74-emojen osuus sekä sellaisten emojen osuus, joiden kaikki poikaset kuolevat oireyhtymään). Tiamiinimäärityksellä varmistetaan kuolleisuuden aiheutuminen M74-oireista tai muista syistä.

## **4.1. M74-seurannan järjestäminen vuosittain – vuosirutiini**

### **4.1.1. Simojoki**

Seuranta toteutetaan syvyydellä **AB**. Simojoen lohet, 40–60 naarasta, hankitaan pyydystämällä rysällä jokeen kudulle pyrkiviä lohia. Esimerkiksi vuonna 2014 Simojokeen laskettiin nousseen noin 3 800 lohta. Rysäpaikka on Lintukka. Vesiviljely hoitaa pyynnin, emojen säilytyksen, lypsyn sekä mäti- ja lihasnäytteiden oton ja mädin haudonnan Keminmaan kalanviljelylaitoksessa. Mädin tiamiini- ja karotenoidit analysoidaan nykyisellään Evirassa, ja jatkossa tarvittaneen vain tiamiinianalyysi. Silloin lisäkuluja tulee lähinnä emolohien säilytykseen tarvittavista hoitokemikaaleista ja rahtikuluja näytteiden toimittamisesta. Emolohien hankkimiseen liittyvät kustannukset (polttoaineet ym. matkakulut) sisältyvät toimipaikan budjettiin. Simojoen lohien mädille ei ole pysyvää kysyntää tällä hetkellä, mutta sille on ollut satunnaista käyttöä tutkimushankkeissa.

Simojoen lohista otetaan näytteitä myös muita tutkimustarpeita varten: säilötään osanäyte mädistä ja selkäliahasta näytepankkiin (mm. ympäristömyrkkypitoisuuksien seurannan tarpeisiin ja geneettisiin analyyseihin).

## 4.2. M74-vuosiseurannan tehostaminen

Edellä luvussa (4.1.1.) kuvatun Simojoen lohilla tehtävän vuosittaisen rutiiniseurannan lisäksi emolohia otetaan M74-seurantaan niistä joista, joista vesiviljely ottaa lohia emokalastojen täydentämiseen. Lisäksi, jos M74-oireyhtymä taas voimistuu, voidaan näytekaloja ottaa välivuosinakin Tornionjokeen kudulle pyrkivistä lohista. Näytteet ja haudonta järjestetään edellä kuvatun mukaisesti ja seuraavassa kuvattujen jokikohtaisten ohjeiden mukaisesti.

### 4.2.1. Tornionjoki

Seuranta toteutetaan syvyydellä **AB**. Tornionjoen lohet hankitaan rysäpyynnistä jokisuulta, ja rysäpaikka on Kuusiluoto (valtion regale-paikka), tai vaihtoehtoisesti kullepyynti ylempänä joessa. Lohet joudutaan ostamaan kalastajilta. Pyynnin jälkeen lohia pidetään sumpussa, josta ne kuljetetaan mahdollisimman pian Keminmaan kalanviljelylaitokselle, jossa vesiviljely hoitaa emojen säilytyksen, lypsyn sekä mätinäytteiden oton ja mädin haudonnan. Kuitenkin Kuusiluodon ollessa pyyntipaikkana on otettava huomioon, että joinakin vuosina pyynnissä saattaa tulla mukaan runsaasti, jopa kolmannes, muidenkin kantojen lohia. Siksi naarasemoja joudutaan ottamaan enemmän, 50–70 emoa. Jos tulevaisuudessa kaikki istutetut lohet merkitään leikkaamalla rasvaevä, tämä ongelma on vähäisempi.

### 4.2.2. Iijoki

Seuranta toteutetaan syvyydellä **AB**. Iijoen emokalastoja uusitaan syönnösvaelluksen tehneistä istutetuista lohista. Iijoen lohet pyydystetään jokisuusta ja siirretään Keminmaan kalanviljelylaitokselle, jossa vesiviljely hoitaa emojen säilytyksen, lypsyn sekä mätinäytteiden oton ja mädin haudonnan.

### 4.2.3. Kemijoki

Isohaaran padon alapuolelta pyydystetään Kemijoen lohet. Kemijoen lohien ei ole tarpeen olla M74-seurannassa, jollei ilmene tarvetta seurata niistä M74:n voimakkuutta luonnonlohikantojen sijaan.

### 4.2.4. Kymijoki

Seuranta toteutetaan syvyydellä **A** (mahdollisuuksien mukaan **AB**). Kymijoen emokalastoja uusitaan 2–4 vuoden välein, jolloin lohista otetaan samalla näytteet ainakin tiamiinianalyysiin ja mahdollisuuksien mukaan järjestetään mädin haudonta ja ruskuaispussipoikasten kuolleisuuden seuranta.

### 4.3. Näytteiden ja tietojen keruu, käsittely ja säilytys

Simojoen emolohista otetaan kokotiedot heti pyynnin jälkeen ja vielä lypsyn yhteydessä. Suomunäyte otetaan pyynnin jälkeen lohien mittausten yhteydessä. Tornionjoen, lijoen (mahdollisesti Kemi-joen) ja Kymijoen lohien pituudet ja painot rekisteröidään lypsyn yhteydessä, jolloin myös suomunäytteet otetaan. Lohien iän ja alkuperän (viljelty/luonnonlohi) määrittää suomusta (Raitaniemi ym. 2000) siihen erikoistunut henkilö. Hänellä suometiedot ovat Excel-tiedostoina, ja samat tiedostot toimitetaan M74-tiimille, samoin kuin suomut määrittämisen jälkeen. Suomet säilytetään samassa paikassa (tutkijan työhuoneessa). Suomunäytteistä voidaan tarvittaessa tehdä esimerkiksi kasvumittauksia ja geneettisiä tutkimuksia.

Kaikista M74-seurannan lohista otetaan lypsyn yhteydessä hedelmöittämätöntä mätiä desilitran verran puolen litran Minigrip-pussiin (pakastetaan levymäisenä) tiamiinianalyysiä varten. Näytteet merkitään emon (Carlin-)koodilla ja pakastetaan heti (-20 °C). Mahdollisimman pian näytteet siirretään Helsinkiin säilytettäväksi syväjäähäpakastimessa (-80 °C) biokemiallisiin analyyseihin asti. Mätinäytteistä pilkotaan osanäytteet ja ne toimitetaan mahdollisimman pian analysoitavaksi. Analyysitulokset käsitellään niin, että vesiviljelyssä tiedetään järjestää tarvittaessa vastakuoriutuneiden poikasten tiamiinikylvetykset poikastappioiden välttämiseksi M74:n uhatessa ja lohityöryhmälle (ICES WGBAST) voidaan toimittaa ennen kevättä ennuste kyseisen vuoden M74:n esiintymisestä.

Simojoen lohista otetaan lisäksi vasemmasta kyljestä selkäevän kohdalta, kylkiviivan yläpuolelta (epaksiaalinen) noin 100 g:n lihaspala Minigrip-pussiin. Lihasnäytteet ja loput mätinäytteistä arkistoidaan Helsingin Tukutorilta vuokrattuun pakastekomeroon ja niistä pidetään Excel-taulukkoa.

Kaikki eri vuosien emo- ja haudontatiedot sekä biokemiallisten analyysien (tiamiini, karotenoidit ja astaksantiini) ja varhaisempien vuosien värimääritysten (mäti, ruskuaisen öljypisara) tulokset ovat Excel-tiedostona (M74-perusdata.xls), joka on tallennettu ryhmähakemistoon, jossa samassa M74-hakemistossa (pääsy M74-tiimin tutkijoilla) on kaikki aiheeseen kuuluva materiaali: alkuperäiset vuosittaiset emo- ja haudontalomakkeet Excel-tiedostoina, ikätiedostot, kuvat jne. Graafit on laadittu Origin-grafiikkaohjelmistolla (versio 9). Tiedostossa on lisääntymiskauden 2012/2013 lohet mukaan lukien tiedot 1670 M74-seurantalohesta (edellä kohdat 2.1.1.–2.1.5.). Vuosittain lohityöryhmälle (ICES WGBAST) toimitetaan edellisen kevään M74-kuolleisuustiedoilla päivitetty taulukko. Mädin tiamiinituloksista laaditaan lohityöryhmälle ennuste kevään M74:n voimakkuudesta. Päivitetään myös aikasarjat ja aikasarjakuvat sekä nettisivut ja raportoidaan sekä tiedotetaan M74-tuloksista tarpeen mukaan. Perämeren jokien lohien vuosittainen M74-tilanne voidaan ilmoittaa kaikkien seurannassa olevien jälkeläisryhmien keskiarvona.

## 5. Loppusanat

Jos M74-oireyhtymä pääsisi yllättäen pahaksi, se voisi vaarantaa lohen luontaisen poikastuotannon, kuten kävi 1990-luvun puolivälissä. Silloin jouduttiin, paitsi tiukkoihin ylimääräisiin kalastusrajoitukseen vuosina 1996–1998, istuttamaan suuret määrät lohen luonnonkantojen eri-ikäisiä poikasia (Keinänen ym. 2014). Ruskuaispussipoikasten suuri kuolleisuus hautomoissa voi johtua muustakin kuin M74-oireyhtymästä. Sen vuoksi pelkällä emokohtaisellakaan koehaudonnalla, jossa seurataan ainoastaan ruskuaispussipoikasten kuolleisuutta, ei saada luotettavia tietoja M74-oireyhtymän esiintyvyydestä ja voimakkuudesta. Tämä on ilmennyt viime vuosina Ruotsin seurannoissa; siellä on raportoitu suurtakin kuolleisuutta, vaikka Suomen seurantojen mukaan M74:ää ei ole ollut. Kyseinen kuolleisuus lienee johtunut liian suurista lämpötilamuutoksista. Koska ruskuaispussipoikasten kuolleisuus voi johtua myös haudontaoloista, se pitää varmistaa M74-kuolleisuudeksi. Luotettavinta on havainnoida M74-oireet ja lisäksi määrittää mädin tiamiinipitoisuus (Keinänen ym. 2014). M74-oireiden havainnointi koko ruskuaispussipoikasten kehittymisen ajan tai niiden kuolemiseen asti on kuitenkin työläs ja paljon kokemusta vaativa keino. Koska M74-kuolleisuus johtuu tiamiinin puutteesta, tiamiinipitoisuuden analysointi mädistä on luotettava keino varmistaa kuolleisuuden syy M74:ksi tai rajata se pois kuolinsyynä. Ilman tiamiinimittausta (tai laboratoriohavainnointia) vuosittaisissa joki-kohtaisissa M74-kuolleisuuksissa olisi tullut virhettä jopa kymmeniä prosenttiyksiköitä.



## Viitteet

- Börjeson, H. 2013. Redovisning av M74-förekomsten i svenska kompensationsodlade laxstammar från Östersjön för 2013. Ruotsin vuoden 2013 M74-seurantaraportti ICES WGBAST -työryhmälle. 4 s.
- Cook, P. M., Robbins, J. A., Endicott, D. D., Lodge, K. B., Guiney, P. D., Walker, M. K., Zabel, E. W. & Peterson, R. E. 2003. Effects of aryl hydrocarbon receptor-mediated early life stage toxicity on lake trout populations in Lake Ontario during the 20th century. *Environmental Science & Technology* 37: 3864–3877.
- ICES 2014. Report of the Baltic salmon and trout assessment working group (WGBAST), 26 March – 2 April 2014, Aarhus, Denmark. *ICES Advisory Committee on Fishery Management* ICES CM 2014/ACOM:08. 347 s.
- Keinänen, M., Tolonen, T., Ikonen, E., Parmanne, R., Tigerstedt, C., Ryttilähti, J., Soivio, A. & Vuorinen, P. J. 2000. Itämeren lohen lisääntymishäiriö – M74. Östersjöloxens reproduktionsstörning – M74. Reproduction disorder of Baltic salmon – M74. *Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 165. 38 s.
- Keinänen, M., Uddström, A., Mikkonen, J., Ryttilähti, J., Juntunen, E.-P., Nikonen, S. & Vuorinen, P. J. 2008. Itämeren lohen M74-oireyhtymä: Suomen jokien seurantatulokset kevääseen 2007 saakka. Östersjöloxens M74-syndrom: uppföljningsresultat från de finländska älvarna fram till våren 2007. The M74 syndrome of Baltic salmon: the monitoring results from Finnish rivers up until 2007. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 4/2008. 21 s.
- Keinänen, M., Iivari, J., Juntunen, E.-P., Kannel, R., Heinimaa, P., Nikonen, S., Pakarinen, T., Romakkaniemi, A. & Vuorinen, P. J. 2014. Lohen tiamiinin puutos M74 on estettävissä. Tiaminbristsyndromet M74 hos lax kan motverkas. Thiamine deficiency M74 of salmon can be prevented. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 14/2014. 41 s.
- Raitaniemi, J., Nyberg, K. & Torvi, I. 2000. *Kalojen iän ja kasvun määrittäminen*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki. 232 s.
- Romakkaniemi, A., Jutila, E., Pakarinen, T., Saura, A., Ahola, M., Erkinaro, J., Heinimaa, P., Karjalainen, T. P., Keinänen, M., Oinonen, S., Moilanen, P., Pulkkinen, H., Rahkonen, R., Setälä, J. & Söderkultalahti, P. 2014. Lohistrategian taustaselvitykset. *Kala- ja riistahallinnon julkaisuja* 91 (1/2014). 58 s.
- Vähä, V., Romakkaniemi, A., Pulkkinen, K., Ankkuriniemi, M., Keinänen, M., Lilja, J. & Leminen, M. 2014. Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoen vesistöissä vuonna 2013. Monitoring of the salmon and trout stocks in the Tornionjoki river system in 2013. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 2/2014. 28 s.