

---

RKTL:n työraportteja 17/2012

# Rapurutto hallintaan II

Satu Viljamaa-Dirks, Hannu Torssonen ja Sirpa Heinikainen (Evira)  
Markku Pursiainen, Joonas Rajala ja Jaakko Mattila (RKTL)  
Mika Laakkonen, Tapani Partanen, Kari Sarajärvi, Pasi Korhonen (MH)

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki  
2012

---



Julkaisija:  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Helsinki 2012

ISBN 978-951-776-921-1 (Verkojulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkojulkaisu)

RKTL 2012

# Kuvailulehti

<b>Tekijät</b> Satu Viljamaa-Dirks, Hannu Torssonen, Sirpa Heinikainen, Markku Pursiainen, Joonas Rajala, Jaakko Mattila, Mika Laakkonen, Tapani Partanen, Kari Sarajärvi ja Pasi Korhonen			
<b>Nimeke</b> Rapurutto Hallintaan II			
<b>Vuosi</b> 2012	<b>Sivumäärä</b> 31	<b>ISBN</b> 978-951-776-921-1	<b>ISSN</b> ISSN 1799-4756 (PDF)
<b>Yksikkö/tutkimusohjelma</b> Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut/Raputalousohjelma			
<b>Hyväksynyt</b> Sinikka Pelkonen (Evira), Riitta Rahkonen (RKTL)			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Hankkeen tavoitteena oli luoda edellytyksiä jokiravussa esiintyvän rapuruton hallintaan, edistää jokirapupopulaatioiden kestäväää käyttöä ja ehkäistä rapuruton leviämistä. Hankkeessa tutkittiin kymmenen jokirapupopulaatiota, jotka alustavasti jaettiin taustatietojen perusteella neljään luokkaan: 1) erityisesti suojeltavat ja valvottavat populaatiot (ei ruttohistoriaa); 2) huolellista ruttokontrollia vaativat populaatiot (ruttoriski suuri); 3) tehokkaasti hyödynnettävät populaatiot (rapukuolema joskus todettu, rutto ei varmennettu); 4) suunnitelmallisesti hyödynnettävät populaatiot (rapurutto todettu).</p> <p>Populaatioista kartoitettiin niiden luonnehtimiseksi kantojen tiheyttä ja rakennetta koskevat tiedot. Jokaisesta ryhmästä tutkittiin reaaliaikaisella PCR-menetelmällä rapuruton varalta noin kuudenkymmenen ravun otantanäyte, tai joissakin kohteissa kaikki saalisravut. Useimmista populaatioista näytteet otettiin kahtena vuonna tulosten varmistamiseksi tai rapuruttoepidemian kehittymisen seuraamiseksi.</p> <p>Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Metsähallitus vastasivat rapupopulaatioiden valinnasta, näytteiden hankinnasta ja populaatioiden analyysistä. Evira vastasi näyterapujen rapuruttostatuksen selvittämisestä.</p> <p>Valituista populaatioista tutkittiin yli tuhat rapua ja analysoitiin PCR- menetelmällä yhteensä 925. Tutkitut populaatiot sijoituivat rapuruttoanalyysin perusteella lähes kaikissa tapauksissa alustavasti määriteltyihin luokkiin. PCR -analyysien perusteella määriteltiin jokiraputyypin rutan esiintyvyydeksi infektion alkuvaiheessa noin 5 % satunnaisnäytteestä. Tämä edellyttää suurien näytemäärien analysointia, mikäli menetelmä ei ole 100 % luotettava. Kohdentamalla näyterapujen valintaa kuorivauriollisiin rapuihin on mahdollista määrittää populaation rapuruttostatusta riittävän luotettavasti myös pienemmistä näytemääristä. Kroonisessa rapuruttojärnessä esiintyvyyttä oli yllättävän suuri, 22 % tutkituista ravuista.</p> <p>Kerättyä tietoa voidaan käyttää suunniteltaessa kartoitustutkimuksia rapuruton varalta, määriteltäessä näytemääriä rapujen rutottomuuden varmistamiseksi sekä ohjeistettaessa rapukantojen hyödyntämistä myös silloin, kun niissä on todettu rapuruttoa. Siirtoistutusten mukana leviävän rapuruton ehkäisemiseksi on välttämätöntä tarkistaa sekä lähtö- että tulovesistön tilanne rapuruton suhteen, mieluiten kahtena peräkkäisenä vuotena. Hankkeessa saatua tietoa rapuruton esiintyvyydestä voidaan heti soveltaa Eviran rapurutodiagnostiikassa siten, että kohtuullisin kustannuksin saadaan riittävän luotettava tulos. On kuitenkin ilmeistä, että rapuruton esiintymistiheys on sidoksissa rapukannan kokoon ja ympäristöolosuhteisiin, ja kartoitustyötä jokirapupopulaatioissa on edelleen jatkettava.</p>			
<b>Asiasanat</b> jokirapu, rapurutto, PCR-menetelmä			
<b>Julkaisun verkko-osoite</b> <a href="http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/rapurutto.pdf">http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/rapurutto.pdf</a>			
<b>Yhteydenotot</b> Satu Viljamaa-Dirks, <a href="mailto:satu.viljamaa-dirks@evira.fi">satu.viljamaa-dirks@evira.fi</a> tai Markku Pursiainen <a href="mailto:markku.pursiainen@rktl.fi">markku.pursiainen@rktl.fi</a>			
<b>Muita tietoja</b> Hanketta tuki MMM yhteistutkimusvaroista osoittamallaan määrärahalta			

# Sisällys

<b>Kuvailulehti</b>	<b>3</b>
<b>1. Johdanto</b>	<b>5</b>
1.1. Rapurutosta ja sen tutkimisesta	6
1.2. Rapujen ekologian ja biologian tutkimuksen kehitysnäkymiä	7
<b>2. Hankkeen tausta ja tavoitteet</b>	<b>7</b>
<b>3. Tutkittavat jokirapupopulaatiot ja näytteiden hankinta</b>	<b>8</b>
3.1. Näytteenottovesistöjen valinta	8
3.2. Ravustusmenetelmät ja saaliin käsittely	10
3.2.1. Näytteenotto vuonna 2010	10
3.2.2. Näytteenotto vuonna 2011	10
<b>4. Näytepaikkojen jokirapukannat ja ruttohistoria</b>	<b>11</b>
4.1. Iijoen latvat, Irninjoki	11
4.2. Mikitänjärvi	12
4.3. Kemijoki	12
4.4. Oulujärven Kankarinlahti	13
4.5. Tengeliönjoen vesistö, Lankojärvi, Miekojärvi ja niiden välijoki	13
4.6. Simojoki, Ruonankoski – Hosionkoski	14
4.7. Lamujoki	14
4.8. Pieksämäen Pyhäjärvi	15
4.9. Palvajärvi, Jyväskylän/Laukaa	16
<b>5. Rapupopulaatioiden luonnehdinta</b>	<b>17</b>
<b>6. Näyterapujen analysointi</b>	<b>18</b>
6.1. Tutkimusmenetelmä	18
6.2. Rapunäytteiden käsittely	19
<b>7. PCR-analysien tulokset</b>	<b>20</b>
7.1. Vuosi 2010	20
7.2. Vuosi 2011	20
<b>8. Rapuruttoisuus ja kohteiden ennakkoluokittelu</b>	<b>21</b>
8.1. Erityisesti suojeltavat ja valvottavat populaatiot	21
8.1.1. Irninjoki	21
8.1.2. Mikitänjärvi	22
8.2. Huolellista ruttokontrollia edellyttävät populaatiot	22
8.2.1. Kemijoki, Vanntauskosken allas	22
8.2.2. Oulujärvi	22
8.3. Tehokkaasti hyödynnettävät populaatiot	23
8.3.1. Tengeliönjoen vesistön Lanko- ja Miekojärvi välijokineen	23
8.3.2. Palvajärvi	23
8.4. Suunnitelmallisesti hyödynnettävät populaatiot	23
8.4.1. Kemijoki, Jokela	23
8.4.2. Simojoki	24
8.4.3. Lamujoki	24
8.4.4. Pyhäjärvi	25
<b>9. Johtopäätökset ja suositukset</b>	<b>25</b>
9.1. PCR- menetelmän luotettavuus	25
9.2. Rapuruton esiintyminen populaatiossa	26
9.3. Ravun koon ja sukupuolen vaikutus rapuruton löytymiseen	27
9.4. Kuorivaurioiden suhde rapuruttoanalyysin tulokseen	27
9.5. Näytteenottoajankohdan vaikutus rapuruttoanalyysin tulokseen	28
9.6. Päätelmät käytetystä menetelmästä ja näytemääristä	28
<b>10. Yhteenveto</b>	<b>29</b>
<b>Viitteet</b>	<b>30</b>

## 1. Johdanto

Suomen raputalouden kehitys rapuruton saavuttua Suomeen on kiteytettävissä alla lueteltuihin pääkohtiin (Järvi 1910, Westman 1973, Kirjavainen 1989, Westman 1991, TE-keskusten työryhmä 2000, Erkamo ym. 2011, Erkamo ja Rajala 2012, Pursiainen 2012, Savolainen ym. 2012).

Ennen täplärapua (1800-luku – 1980-luvun loppu):

- Rapurutto tuli Eurooppaan 1859, Suomeen Karjalan kannakselle ja Saimaan eteläosiin 1893, Kokemäenjoen vesistöön suurta tuhoa aiheuttaen 1906
- 1896 – 1906: Suomen jokirapusaalis oli keskimäärin 17 milj. rapua vuodessa
- 1900-luvun alkuvuosikymmenien kuluessa rapurutto hävitti pysyvästi kaikki suurten vesien jokirapukannat lajin luontaisella Etelä-Suomen kattaneella levinneisyysalueella, palautusistutukset eivät tuottaneet kestäviä tuloksia
- Aina vuodesta 1906 nykypäivään saakka rapuruttoa (rapukuolemia) esiintyi kaikkialla jokiravun alkuperäisellä ja kotiutuksin laajennetulla levinneisyysalueella; maan eteläosissa pienehköissä vesissä ja virtavesissä kannat elpyivät tai elvytettiin, mutta hyvin usein ruttoepisodit uusiutuivat
- Jokirapu kotiutettiin 1900-luvun puoliväliin mennessä siirtoistutuksin aina napapiirille saakka, mutta suurissa järvissä kannat eivät muodostuneet vahvoiksi kuin joissakin lahdissa ja salmissa, ja niissäkin rutto useimmiten hävitti kannat – useimpien suurjärvien populaatiot ovat ajan myötä hävinneet
- 1950-luvulta alkanut jokirakentaminen, säännöstely, perkaukset ym. ja rapurutto yhdessä merkitsivät Pohjanmaan jokien raputuotannon tason alenemista
- Rapusaalis vakiintui 1970-luvun lopulta alkaen noin 3 miljoonan (vaihtelu  $\pm 1,5$  milj.) jokiravun tasolle
- Täpläravun ensimmäiset koeistutukset tehtiin muutamiin pieniin suljettuihin vesiin 1967
- Rapusaaliisiin, rapuruton esiintymiseen tai rapulajien väliseen kilpailuun täpläravulla ei ollut vaikutuksia vielä 1980-luvullakaan, niin harvoissa vesistöissä lajia esiintyi

Täplärapuaika (1980-luvun jälkipuoliskolta alkaen):

- Rapujen istukaspoikasten viljelytekniikan kehityksen myötä täpläravun istutuksia laajennettiin 1980-luvulla kalatalousviranomaisen tukemana
- Luonnon rapustrategiaksi valmistui 1989, ja Kalataloushallinnon rapustrategia 2000
- 1989 – 2011 jokirapuistutuksia rekisteröitiin 1 339 vesialueelle (istukkaita 2,2 milj. yksilöä) ja täplärapuja vastaavasti 413 vesialueelle (2,0 milj. yksilöä) – runsaimmillaan istutukset olivat 1990-luvulla
- Istutusten yleinen onnistuminen (pyyntivahvan kannan muodostuminen) on ollut jokiravulla tasolla 30 % ja täpläravulla 80 %
- Jokirapuistutukset ovat onnistuneet paremmin pienvesissä, täplärapuistutukset taas ovat tuottoisimpia suurissa järvissä
- Täplärapu ilmaantui saaliisiin vähäisessä määrin jo 1990-luvulla, mutta kasvu alkoi varsinaisesti kuitenkin 2000-luvun alussa
- 1996 alkaen Evira on pystynyt tunnistamaan rapuruttotyypit (vanha jokiraputyypin rutto ja täpläraputyypin rutto)

- KOR-rahoituksen tuella toteutetussa Rapurutto hallintaan – hankkeessa vuosina 2006–2008 saatiin aikaan merkittävää kehitystä erityisesti rapuruton diagnostiikassa
- Rapusaalis oli 2001–2005 keskimäärin 2,8 milj. yksilöä vuodessa (jokirapu 51 %, täplärapu 49 %) ja 2006–2010 vastaavasti 6,6 miljoonaa yksilöä (22 % / 78 %)
- Makeavesirapujen kulutus Suomessa vuosina 2006–2010 oli noin 9,9, milj. rapuyksilöä (435 tonnia)

## 1.1. Rapurutosta ja sen tutkimisesta

Rapuruton aiheuttaa munasieniin (Oomycetes), Saprolegniales - luokkaan kuuluva *Aphanomyces astaci*. Alkujaan Pohjois-Amerikasta lähtöisin oleva rapuruton aiheuttaja on katsottu Suomen kansallisessa vieraslajistrategiassa yhdeksi viidestä erityisen haitallisesta vieraslajista (Niemi-Laitinen 2012). Rutto-organismien kasvunopeus ja siten myös taudin kehittyminen riippuu lämpötilasta. Ainakin yksittäisen ravun kohdalla myös tartunnan aiheuttavien itiöiden määrä vaikuttaa taudin kulkuun lämpötilan ohella. Lämpötilalla ja itiömäärällä on myös suora keskinäinen suhde, sillä itiöiden muodostumisen tehokkuus riippuu lämpötilasta, ja muodostuvien itiöiden määrä ravussa olevan rihmaston määrästä. Rapupopulaation rakenteella ja kasvukauden pituudellakin voi olla merkitystä.

Molekyyli-genetiikkaan perustuvien menetelmien kehittäminen on tuonut uutta tietoa *A. astaci* -lajista, sen levinneisyydestä ja lajin sisäisestä perinnöllisestä monimuotoisuudesta. Pitkällä aikavälillä eristettyjen kantojen perimän vertailussa havaittiin selvä ero vanhemmissa, jo todennäköisesti 1800-luvulla Eurooppaan tulleissa rapuruttokannoissa verrattuna 1960-luvulla kotiutetuista täplärapuista ja eräistä muista Pohjois-Amerikasta peräisin olevista rapuista eristettyihin kantoihin. Rapuruttoa on todettu olevan ainakin viittä eri tyyppiä.

Eviran Kuopion toimipaikassa on selvitetty RAPD-PCR -menetelmällä Suomessa eristettyjen rapuruttokantojen tyyppiä, joita on toistaiseksi löytynyt vain kaksi. Jokiravuissa esiintyvää, vanhempaa tyyppiä (jokiraputyyppi, As) edustavat kannat ovat peräisin Itä- ja Keski-Suomen alueelta, Pohjanmaalta ja Kainuusta sekä Etelä-Lapista, kun taas täplärapujen istutusalueella Etelä-Suomessa rapuruttotapaukset ovat pääosin täplärapuissa esiintyvän täpläraputyyppin (Ps1) aiheuttamia. Täplärapun runsastuttua Ps1-tyyppin ruttoa tavataan kuitenkin nyt jo yhä laajemmalla alueella, mikä lienee seurausta luvattomista siirtoistutuksista ja täplärapujen harkitsemattomista sumputuksista jokirapuvesissä. Täplärapuista on löytynyt toistaiseksi vain täpläraputyyppin rapuruttokantoja, ei koskaan As-tyyppin ruttoa. Rapuruton eri tyypeillä on todettu olevan eroja myös taudinaiheutuskyvyssä. Jokiraputyyppin rapuruttoa on tavattu piilevänä tartuntana, kun taas täplärapuissa esiintyvän tyyppin tartunta on jokiravussa aina aiheuttanut akuutin, tartunnan saaneen yksilön nopeaan kuolemaan johtavan taudin.

Rapurutto on perinteisesti todettu eristämällä sen aiheuttaja ravusta viljelymenetelmällä. Viljelymenetelmä on vaativa, hidas ja työläs. Nykyaikaiset molekyylibiologiset menetelmät ovat helpottaneet lopulliseen diagnoosiin pääsemistä. Vuonna 2009 julkaistua (Vrålstadt ym. 2009) norjalaista semikvantitatiivista, reaaliaikaista PCR- menetelmää on käytetty Evirassa kesästä 2008 lähtien erityisesti tapauksissa, joissa rapuruton eristäminen näytteestä ei onnistu esimerkiksi näytteen pilaantumisen tai pakastamisen vuoksi. Reaaliaikainen PCR- menetelmä soveltuu luonteensa vuoksi myös herkkyyttä vaativaan kantajadiagnostiikkaan. Luotettavuuden ja

tutkimustavan määrittämiseksi tarvitaan kuitenkin lisää tietoa rapuruton esiintymistiheyksistä sellaisissa populaatioissa, joissa ruttoa tiedetään esiintyvän.

## 1.2. Rapujen ekologian ja biologian tutkimuksen kehitysnäkymiä

RKTL:n Raputalousohjelman yhtenä päämääränä on selvittää täpläravun levinneisyyden rajoja ja toisaalta kehittää keinoja alkuperäisen jokiravun säilyttämiseksi jatkuvasti hyödynnettävänä lajina. Viimeaikaiset tulokset ovat osoittaneet, että jokirapu menestyy selvästi kylmemmissä oloissa kuin täplärapu. Vähitellen onkin vahvistumassa käsitys, että jokiravulle jää levinneisyysalueensa pohjoisiin osiin täpläravun suhteen luonnollinen suoja-alue, jolla rapuruton hallinta on avaintekijä kestävän ja taloudellisesti kannattavan raputalouden kannalta.

Jokiravun vahvuus suhteessa täplärapuun ilmenee parhaiten syksyisin nopeasti jäähtyvissä pienehköissä jokivesissä, joissa ei ole lämpötilakehitystä tasaavia järviä erityisesti Pohjois-Pohjanmaan, Koillismaan sekä Etelä-Lapin alueilla. On viitteitä myös siitä, että jopa eteläisintä Suomea myöten pienet virtavedet ja pikkujärvet soveltuvat täpläravulle huonommin kuin jokiravulle. Näillä alueilla ja olosuhteissa jokirapu on, mikäli rapurutto vain saadaan hallintaan, taloudellisesti ylivoimaisesti merkittävien sisävesikalatalouden osa.

## 2. Hankkeen tausta ja tavoitteet

Jokirapukantojen hoidon periaatteet voidaan edellä kuvatusta johdettuna suunnitella seuraavasti:

- Olemassa olevien runsaimpien ja tuottoisien jokirapukantojen rapuruttostatus erityisesti levinneisyyden reuna-alueilla ja joki- sekä latvavesissä muuallakin tulee tuntea ja vesistöt luokitella jokirapukannan tilanteen mukaan.
- Sellaiset vesistöt ja niiden osat, joilla on veden laadun, pohjan ominaisuuksien ja vesien hallinnan suhteen jokirapujen menestymismahdollisuudet, mutta ei rapukantaa, ovat potentiaalisia jokirapujen kotiutusvesistöjä ja uusia ravustuskohteita.
- Täydellisesti tuhoutuneiden jokirapukantojen tilalle voidaan palauttaa jokirapukanta palautusistutuksella. Ruttoepisodin jälkeen jäänyt harva jokirapukanta voi olla merkki piilevän rutan läsnäolosta, mikä tekisi palautusistutusyrityksistä turhia.
- Ruton häviäminen kokonaan on mahdollista varsinkin, jos jokirapukanta on sitä kohdanneen täpläraputyypin rutan seurauksena tyystin kadonnut, ja täplärapuja ei vesialueelta ole tavattu.
- Kotiutus- ja palautusistutus edellyttää varmistetusti rutottomia istukkaita, eli siirtoistutuksissa kantapopulaation erittäin huolellista valintaa ja riittävään näytemäärään perustuvaa ruttodiagnoosia, tai tautitarkkailun avulla varmistettuja viljeltyjä poikasia.

RKTL:n raputalousohjelma, Eviran rapuruttoasiantuntemus ja pääosin Metsähallituksen hallinnoimat vesialueet rapukantoinen Etelä-Lapin – Kainuun alueilla muodostivat kehikon, jonka puitteissa edellä olevia kantojen hoidon periaatteita oli mahdollisuus tutkia. Useat Etelä-Lapin kalastusalueet ja raputalouden toimijat olivat myös kiinnostuneita yhteistyöstä. Tutkimus keskitettiin taustoiltaan tunnettuihin jokirapukantoihin ja vielä niin, että useimmissa tapauksissa niitä oli rutan varalta viime aikoina aktiivisesti seurattu. Jokiravun levinneisyysalueen pohjoisosien lisäksi kohteiksi valittiin myös etelämpänä olevia kontrolli- ja vertailualueita.

RKTL koordinoi vuosina 2006 - 2007 Kalatalouden ohjauksen rahoitusvälineen (KOR) tukemana hanketta nimeltä ”RAPURUTTO HALLINTAAN – epidemiologian ja diagnostiikan verkostohanke”. Hankkeen loppuraportin epidemiologiaa koskevassa osassa todetaan mm:

*Heikosti tautia aiheuttavien rapuruttokantojen käyttäytymistä luonnonkannoissa on selvitettävä tunnettujen kroonista rapuruttotartuntaa kantavien jokirapupopulaatioiden seurannalla. Rapuruton todellisen levinneisyyden selvittämiseksi tarvittaisiin laajaa kartoitustyötä, jonka tulisi kohdistua erityisesti niihin vesistöihin, joissa toistuvia rapuruttoepidemioita on kuvattu.*

Tämä hanke oli jatkoa em. tutkimushankkeelle ja pyrki toteuttamaan suunniteltua epidemiologista tutkimusta ja edellisen hankkeen aikana testatun PCR - menetelmän jatkovalidointia.

Tiivistettynä hankkeen merkittävimmät tavoitteet ja hyödyt voidaan jaotella seuraavasti:

1. Tutkimusmenetelmät: Elintarviketurvallisuusviraston (Eviran) soveltamia rapuruton diagnosoimismenetelmiä ja jokirapukantojen populaatiotasosta näytteenottomenettelyä testataan ja ohjeistetaan (syntyy standardi jokirapukannan ruttostatuksen tutkimiselle/määrittelylle).
2. Jokirapuvesien luokittelu: Rapuruttostatuksen mukaan maamme jokirapuvesiä ja niiden käyttöä pystytään halutussa mittakaavassa luokittelemaan niin erityissuojelukohteiksi kuin kaupallisesti, mutta kestävästi hyödynnettäviin kohteisiin.
3. Kotiutus- ja palautusistutukset: Jokiravun kotiutus- ja palautusistutuksissa voidaan ryhtyä toteuttamaan aidosti ja tutkimustietoon perustuen nyt istutuslupapäätöksiin yleensä kirjattua tautivapauden vaatimusta.
4. Krooninen rapuruttovesistö: Ruton jälkeen jääneen harvan jokirapupopulaation ruton tunnistamisen tuleminen mahdolliseksi merkitsee monen turhan kotiutusistutusyrityksen välttämistä ja toisaalta toimenpiteiden ohjaamista tuottoisimpiin kohteisiin.
5. Ruton häviäminen vesistöstä: Jokiraputyypin ruton häviäminen vesistöstä täpläraputyypin ruton hävitettyä jokiravut voidaan osoittaa, jolloin jokiravun palautusistutus tulee mahdolliseksi ja taloudellisesti kannattavaksi.
6. Jokiravun suojelualueiden edellytykset: Jokirapu menettää jatkuvasti elintilaansa täpläravulle, ja muutamassa vuosikymmenessä saatetaan tulla tilanteeseen, jossa tarvitaan erityisiä lajin turvaamiseksi varattavia alueita. Mahdollisten suurempien suojelualueiden luomiseksi tarvitaan lisätietoa rapurutto-jokirapu suhteesta ja työvälineitä tautitilanteen hallintaan.

### 3. Tutkittavat jokirapupopulaatiot ja näytteiden hankinta

#### 3.1. Näytteenottovesistöjen valinta

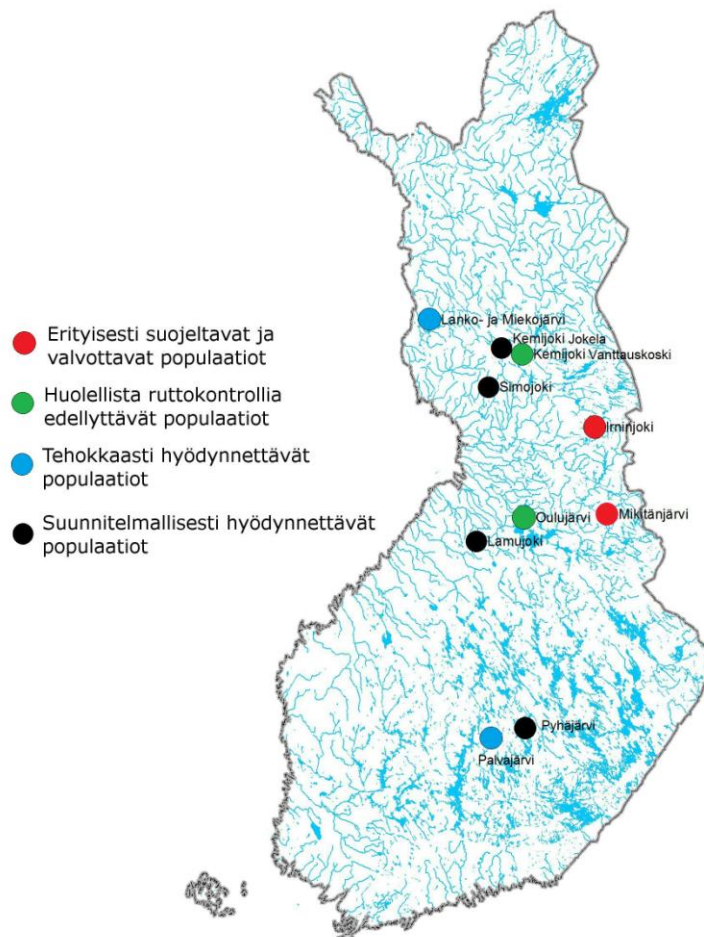
Hankesuunnitelmassa linjattiin, millaisista rapuruttostatukseltaan erityyppisistä rapupopulaatioista jokirapuja pyrittäisiin tutkimaan. Lähtökohtana luokittelulle pidettiin tässä vaiheessa kantojen hyödyntämistä ja siihen liittyvää rapuruttoriskiä. Käytännön havaintojen, kokemusten ja tiedossa olevan rapuhistorian perusteella vesistöt jaettiin alkuasetelmassa neljään ryhmään:

1. **Erityisesti suojeltavat ja valjottavat populaatiot**: Alkuperäisiä tai vanhoja jokirapukantoja, joissa ei ole raportoituja rapukuolemia ja joita erottaa alapuolisesta vesistöstä vaelluseste.



2. **Huolellista ruttokontrollia edellyttävät populaatiot:** Nämä edustavat melko hiljakkoin siirtoistutettuja jokirapukantoja, joissa ei ole raportoitu rapuruttoa.
3. **Tehokkaasti hyödynnettävät populaatiot:** Edustavat jokirapukantoja, joissa tai joiden välitömmässä läheisyydessä on ollut tunnistamattomia raputuhoja ja ruttoepäilyjä. Kantoja kannattaa hyödyntää tehokkaasti.
4. **Suunnitelmallisesti hyödynnettävät populaatiot:** Edustavat jokirapukantoja, joissa rapuruttoa on lähiaikoina diagnosoitu ja ruttoriski on ilmeinen.

Näihin kategorioihin valikoituneiden vesialueiden sijainti on esitetty kartassa (kuva 1) ja rapunäytteisiin liittyvät näytetiedot ym. taulukossa (taulukko 1). Tutkimus- ja vesistökehityksen muodostivat pääosin Metsähallituksen hallinnoimat vesialueet Etelä-Lapissa ja Kainuussa sekä Koillismaalla. Näytteenottokohteiksi valittiin myös eräitä muita vesiä, joiden raputilanne sopi hankkeen tavoitteisiin. Kohteiden valinnassa otettiin huomioon paikan rapukannan alkuperä, ravustus ja rapuruton esiintyminen sekä nykyinen ravustuskäyttö ja rapujen esiintyminen.



**Kuva 1.** Rapurutto hallintaan 2, näytteenottovesistöt rapuruttotatuksensa mukaisesti.

Rapunäytteet eri vesistöistä hankittiin pääsääntöisesti paikallisten ravustajien toimesta, mutta myös omin koepyynein. Ravustajille ja näytteiden oton valmistelijoille oli ennalta toimitettu yksityiskohtaiset ohjeet pyynnin, säilytyksen ja näytteenoton toteutuksesta.

## 3.2. Ravustusmenetelmät ja saaliin käsittely

Ravustusmenetelmät eri pyyntipaikoilla vaihtelivat, sillä kukin ravustaja pyysi omin välinein ja pyyntitavoin. Eniten tässä suhteessa vaikuttava tekijä on mertatyyppi, joka voi olla rapujen koon suhteen valikoiva. Tällöin kokojakauma ei kuvaa populaation todellista rakennetta, mikä on huomioitava sitä kuvattaessa.

Saaliin käsittely vaihteli myös vesistöittäin ja ravustajittain ennen varsinaista näytteenottoa. Joistakin paikoista saaliiksi saatujen rapujen käsittely oli täysin yksilöllinen merrasta aina tutkittavaksi otetuksi näytteeksi ja laboratorioon saakka (yksilönäytteet, ks. taulukko 1). Joistakin paikoista saalisravut koottiin yhdestä pyynnistä, näytteet valittiin ja kuljetettiin saman tien tutkimuksiin, mutta mikäli saalis ei ollut näytetavoitteeseen nähden riittävän suuri, täydennettiin otosta ravustajan aikaisemmin pyytämistä sumpuissa olleista tai muuten viileässä ja kosteassa tilassa säilytetyistä ravuista. Muutamat näyte-erät olivat yksinomaan sumpuista. Säilytysmenetelmä voi vaikuttaa mm. rapujen kuorissa havaittavien vaurioiden määrään (ks. lähemmin taulukko 3).

### 3.2.1. Näytteenotto vuonna 2010

Hanke ja myös rapunäytteiden hankinta päästiin käynnistämään vasta rahoituspäätöksen tultua, jolloin kesän 2010 ravustuskausi oli jo pitkällä. Tästä johtuen näytteenottosuunnitelma jouduttiin päivittämään ja näytteet keräämään hyvin nopealla aikataululla elo-syyskuun vaihteessa ennen rapujen aktiivisuuden hiipumista vesien jäähtyessä. Ravustuskaudella 2010 ilmi tulleita rapuruttotapauksia hyödynnettiin, mutta toisaalta alkujaan yhdessä suunnitellussa näytteenottovesistössä puhjennut rapurutto aiheutti suunnitelman päivyststarpeen. Näytteisiin pyrittiin saamaan mahdollisimman hyvin paikallista rapukantaa edustava vähintään 60 ravun ryhmänäyte (taulukko 1). Mikäli saalis oli 60 yksilöä pienempi, näytteeksi otettiin kaikki ravut.

### 3.2.2. Näytteenotto vuonna 2011

Vuoden 2011 näytteet kerättiin pääosin samoilta paikoilta kuin edellisvuonna (taulukko 1). Näytteenotto valmisteltiin edellisvuotta huolellisemmin ja myös kasvukauden aikaisia tapahtumia selvitettiin. Lisäksi näytteiden käsittelyä ja kuljetusta ym. varioitiin hieman kunkin näytteenottopaikan ruttostatuksen mukaisesti.

Kemijoen Jokelassa Vanttauskosken padon alapuolella selvitettiin rapuruton esiintyvyyttä myös kasvukauden alussa kesäkuun puolivälissä ja kuorenvaihtojen jälkeen elokuun alussa. Pyyntiä tehtiin useampana päivänä, mutta rapunäytteet pakattiin heti pyynnin yhteydessä yksilöllisesti vältellen kaikkia kontaminaatiomahdollisuuksia ja pakastettiin odottamaan käsittelyä.

Kemijoen Vanttauskosken padon yläpuolisen altaan näyteravut pyydettiin kasvukauden lopulla syyskuun alussa. Näyteyksilöt valittiin tässä tapauksessa yhden ravustuspäivän (koentakerran) kokonaissaalista siten, että näytteeseen pyrittiin saamaan yksilöt joilla oli mahdollisia ruttoon viittaavia muutoksia, puuttuvia tai nivelen kohdalta katkenneita raajoja, tummentumia kuoressa tai pyrstöosissa tai vatsapuolella.

Oulujärven Kankarinlahdella, Taivalkosken Irninjoella ja Hyrynsalmen Mikitänjärvellä rapuja kerättiin elokuun alkupuolella sumpuihin. Näytteiksi otettavat yksilöt valittiin kaikista sumpuissa olleista ravuista samoilla periaatteilla kuin Vanttauskoskella.

Uusia kohteita vuodelle 2011 olivat Jyväskylän ja Laukaan rajalla sijaitseva Palvajärvi sekä Pieksämäellä sijaitseva Pyhäjärvi. Molemmissa oli esiintynyt rapukuolemia joiden jälkeen kanta on

elpynyt. Pieksämäen Pyhäjärvellä näyterapuja pyydettiin eri puolilta järveä sumpuihin ja näytteiksi otettiin kaikki saadut yksilöt. Palvajärven runsaasta saaliista valittiin näyteravut samoin kuin Kemijoen Vanttauskoskella.

**Taulukko 1.** Jokirapujen näytteenottoaikat ja näytetiedot 2010 ja 2011.

Luokitus	Näytekohde	Ajankohta	Näytekoke	Näytetyyppi	Koordinaatit (kkj yht.)	
Erityisesti suojeltavat ja valvottavat populaatiot	Irninjoki	1.-30.8.2010	50	ryhmänäyte	7269946	3587806
		10.8.2011	60	valikoitu ryhmänäyte	7269946	3587806
	Mikitänjärvi	1.-8.9.2010	62	ryhmänäyte	7162896	3604222
		11.8.2011	63	valikoitu yksilönäyte	7162896	3604222
Huolellista ruttokontrollia edellyttävät populaatiot	Kemijoki, Vanttauskoski	25.8.2010	60	ryhmänäyte	7358886	3499179
		8.9.2011	61	valikoitu ryhmänäyte	7358886	3499179
	Oulujärvi, Kankarinlahti	4.-8.9.2010	60	ryhmänäyte	7158665	3501948
		1.-9.8.2011	60	valikoitu ryhmänäyte	7158665	3501948
Tehokkaasti hyödynnettävät populaatiot	Lanko- ja Miekajärvi	1.-30.8.2010	60	ryhmänäyte	7401587	3385563
	Palvajärvi	23.8.2011	60	valikoitu ryhmänäyte	6904289	3449038
Suunnitelmallisesti hyödynnettävät populaatiot	Kemijoki, Jokela	19.8.2010	62	ryhmänäyte	7366683	3473831
		13.-20.6.2011	67	koko saalis yksilöittäin	7366683	3473831
		12.8.2011	93	koko saalis yksilöittäin	7366683	3473831
	Simojoki	25.8.2010	50	ryhmänäyte	7318657	3457638
		15.8.2011	9	koko saalis yksilöittäin	7318657	3457638
	Lamujoki	7.9.2010	16	ryhmänäyte	7129564	3442960
	Pyhäjärvi	17.-21.8.2011	58	ryhmänäyte	6909178	3488575

## 4. Näytepaikkojen jokirapukannat ja ruttohistoria

### 4.1. Iijoen latvat, Irninjoki

Iijoki laskee Pohjanlahteen Oulun pohjoispuolella. Joen keskivirtaama jokisuulla on 176 m<sup>3</sup>/s. Irninjoki sijaitsee Taivalkoskella Iijoen vesistön latvoilla. Joki alkaa Irninjärvestä säännöstelypadolta ja laskee noin 10 km matkan Turpeisenjärveen, josta vesistö jatkuu Murhijokena Murhiperän ja Jokijärven kautta varsinaiseen Iijokeen. Irnijärven valuma-alue on 1 182 km<sup>2</sup> ja järvisyys 4,7 %. Keskivirtaama Irnin padolla on noin 13 m<sup>3</sup>/s.

Iijoen jokirapukanta perustuu istutuksiin, kuten muutkin Pohjois-Suomen jokirapukannat. Suullisen tiedon mukaan Severi Lamminmäki toi ensimmäiset ravut Iijokeen vuonna 1922 Pesiönsuvantoon Taivalkosken kirkonkylän yläpuolelle. Iijoki oli maamme parhaita rapujokia ennen 1980- ja 1990-luvuilla tapahtuneita rapuruton aiheuttamia tuhoja. Vuosisaalis oli näytteenoton yhteydessä kerättyjen suullisten arvioiden mukaan 140 000 – 220 000 jokirapua ja mertoja oli käytössä esim. v. 1981 n. 14 000 kpl.

Suullisen tiedon mukaan (Jukka Pekkala) ensimmäiset ravun siirtoistutukset Irninjoelle tehtiin Iijoen sivuhaarasta Korpijoelta 1970-luvulla. Iijoen puhjennut rapurutto ei levinnyt Irninjoelle, eikä Raputautirekisterissä (Mannonen ym. 2006) ole merkintöjä rapukuolemista Irninjoelta eikä myöskään yläpuoliselta vesistöalueelta. Iijoen pääuomasta Taivalkosken alueelta raputautirekisterissä on merkintöjä rapukuolemista vuosilta 1965, 1985 ja 1990. Iijoen Jokijärven seudulla v. 2004 todettu ruttotapaus ei ole tietyvästi levinnyt laajemmalle, mikä voi selittyä sillä, että kohdetta ympäröi ravuton tai heikkojen rapukantojen alue.

Irninjoelta on ravustustietoja paikalliselta ravustajalta heinäkuulta ja ruttokartoitusnäytteestä elokuulta 2011. Joen rapukanta on erittäin tiheä, yksikkösaalis on ollut keskimäärin 16 rapua/merta

(taulukko 2). Yli 10 cm osuus saaliista oli noin 40 % ja keskimääräinen pituus 97 mm. Koiras/naarassuhde oli 40/60. Kokojakauma on esitetty kuvassa 2.

## 4.2. Mikitänjärvi

Mikitänjärvi sijaitsee itäisessä Kainuussa Hyrynsalmen kunnassa. Järven pinta-ala on 915 ha ja keskisyyvyys 5,8 m. Mikitänjärvi kuuluu Oulujoen vesistöalueeseen ja tarkemmin Luvanjoen valuma-alueeseen Hyrynsalmen (Emäjoen) reitillä.

Suullisen tiedon mukaan Mikitänjärven jokirapukanta on muodostunut siirtoistutuksista, joita on tehty Emäjoen pääreitillä kuuluvasta Hyrynjärvestä 1960-luvulla. Istutuksia on tehty ainakin Mikitänjärveen ja siitä laskevaan Mikitänjokeen. Istutuksilla on saatu luotua pyyntivahva rapukanta, jonka hyödyntäminen on alkanut Mikitänjoessa 1970-luvulla ja Mikitänjärvellä 1980-luvun loppupuolella. Järven rapukanta on ollut koko pyyntihistorian ajan tasaisen vahva, eikä raputautirekisterissä ole merkintöjä rapukuolemista Mikitänjärvessä tai sen välittömällä lähialueella. Sen sijaan Emäjoen pääreitillä mm. Hyrynjärvestä jokirapukanta on hävinnyt rapuruton seurauksena vuonna 1982.

Mikitänjärveltä on rapusaalistietoja paikalliselta ravustajalta heinäkuulta 2011 ja ruttonäytteestä elokuulta 2011. Saalis on ollut kohtalainen, keskimäärin 2,3 rapua/mertayö. Yli 10 cm rapujen osuus oli noin 37 % ja keskipituus 95 mm (kuva 2). Koiras/naarassuhde oli 57/43.

## 4.3. Kemijoki

Kemijoki laskee Kemijärven ja Rovaniemen kautta Pohjanlahteen Kemin ja Keminmaan rajalla. Itse Kemijoki on pituudeltaan 550 km pitkä, siihen laskee useita sivujokia, ja sen valuma-alue on 53 915 km<sup>2</sup> kattaen siten merkittävän osan Lapin maakuntaa. Kemijoen keskivirtaama jokisuulla on noin 556 m<sup>3</sup> sekunnissa. Kemijoen pääuomassa on vuosikymmeniä ollut hyvä rapukanta, joka on perimätiedon mukaan kotiutettu jo rautatien rakentamisen myötä 1930-luvulla. Rovaniemen tasalta alkavan alisen Kemijoen rapusaalis on ollut ennen rapuruton ilmaantumista noin 100 000 – 200 000 jokirapua vuodessa (Viljamaa-Dirks ym. 2008). Parhaat pyyntipaikat sijaitsivat Tervolan kohdalla. Rovaniemen alueelta vuosittain pyydettyjen rapujen määrän arvellaan olleen noin 15 000-30 000 kpl. Rovaniemellä ravustukseen on osallistunut reilut 100 ravustajaa Rovaniemen ja Korkalon jakokuntien myytyjen ravustuslupien tilastotietojen mukaan. Kemijoen alaosaan kehittyntä vahvaa rapukantaa on vuosikymmenien ajan käytetty siirtoistutusten kantapopulaationa, josta rapuja on viety pääasiassa Kemijoen ylävirran suuntaan ja sivujokiin.

Tervolan kohdalla noin 40 km jokisuusta Kemijoen pääuomassa havaittiin ensimmäinen rapuruttokuolema vuonna 2005. Taivalkosken altaalta noin 15 km Tervolasta alavirtaan jokiraputyypin rutto diagnosoitiin vuonna 2006, mutta alueelta löytyi edelleen rapuja, joskin saalis oli jo romahtanut. Vuonna 2007 kartoitettiin rapujen tautitilannetta Kemijoen alajuoksulla osalla sumputuskokein. Rapuruttoa tavattiin sumputusnäytteistä Rovaniemelle saakka 90 km Taivalkosken altaalta ylävirran suuntaan, vaikka varsinaisia rapukuolemia ei Tervolan yläpuolisilta joen osilta oltu vielä raportoitu. Rapuruttoepidemia näyttäisi siten Kemijoen olosuhteissa nousevan jokea ylöspäin varsin hitaasti. Vuonna 2009 rapuruttoa tavattiin kuitenkin jo 15 km Rovaniemen yläpuolelta. Rapuruttonäytteitä kerättiin Jokelassa vuonna 2011 sekä kesäkuussa että elokuussa. Yksikkösaalis kesä- ja elokuun ajalta oli rutosta huolimatta pysynyt kohtalaisena,

keskimäärin 2 rapua/mertayö. Yli 10 cm rapujen osuus oli 34 %, keskipituus 94 mm ja koiras-naarassuhde 51/49. Kuvassa 2 on esitetty saaliin kokojakauma. Jokelasta on n. 15 kilometriä ylävirran suuntaan Vanttauskosken voimalaitospatoon.

Vanttauskosken padon yläpuolisen alueen näyteravut pyydettiin molempina tutkimusvuosina noin 13-14 km Vanttauskosken padolta ylävirtaan, jossa RKTL:n seurannan ja koepyyntien mukaan oli elinvoimainen ravustettava kanta. Pyyntialueelta seuraavaan nousuesteeseen Pirttikosken voimalalle on matkaa vielä 7-8 km. Alempana Vanttauskosken altaalla, noin 1-4 km padolta ylävirtaan, rapujen yksikkösaalis oli vuonna 2011 vain 15 % edellisvuodesta, noin 0,5 rapua/merta. Mitään ilmeistä syytä alenemiseen ei ole tiedossa. Näytteenottoalueen rapukantaa voi kuvata kohtalaisen vahvaksi, keskimääräinen yksikkösaalis elo-syyskuun aikana oli 3,2 rapua/merta. Jokiravut olivat myös varsin kookkaita, yli 10 cm rapujen osuus saaliista oli 57 % ja keskimäärin ravut olivat 10,3 cm mittaisia (taulukko 2, kuva 2). Koiras/naarassuhde oli 57/43.

#### 4.4. Oulujärven Kankarinlahti

Oulujärven pinta-ala on 928 km<sup>2</sup> ja keskisyyvyys 7 metriä, järvi on vähäsaarinen ja se jakaantuu kolmeen erilliseen selkälueeseen, lännessä Niskanselkä, keskellä Ärjänselkä ja idässä Paltaselkä. Kankarinlahti sijaitsee Niskanselän pohjoisrannalla Vaalassa. Oulujärveen laskee kaksi valuma-alueeltaan laajaa ja virtaamaltaan suurta jokea, Sotkamon reitiltä Kajaaninjoki ja Hyrynsalmen reitiltä Kiehimänjoki (Emäjoki). Oulujärven vedet virtaavat Oulujoen kautta Perämereen.

Oulujärvessä on tai on tiettävästi ollut useita erillisiä rapuesiintymiä, joiden tausta ja ikä vaihtelevat. Esiintymät sijoittuvat lahtivesiin tai salmiin ja kapeikkoihin. Näytteenottoalueen (Kankarinlahti) läheisyyteen on tehty pienehkö rapuistutus v. 1993, mutta tiedossa on, että istutuksia on tehty epäluokainen määrä eri osiin laajaa järveä.

Oulujärvestä ei ole varmennettuja rapuruttohavaintoja, mutta rapukuolemasta on tieto vuodelta 1981 Vaalasta (Mannonen ym. 2006). Yläpuolisista vesistä Hyrynsalmen reitillä (Emäjoki) on raportoitu raputuhosta 1982, samoin Kivesjärvestä, jossa rapukuolemia on tavattu 1980-luvun alussa ja uudelleen 2006. Viimemainittu on varmistettu jokiraputyypin (As) rutoksi. Sotkamon reitillä jokiraputyypiksi määritettyä rapuruttoa tavattiin ensi kerran 2009 ja uudelleen 2010.

Paikallisen ravustajan yksikkösaalis elokuun alkupuolella oli noin 5,3 rapua/mertayö (taulukko 2). Samaan aikaan otetussa ruttonäytteessä yli 10 cm rapujen osuus oli 52 %, keskipituus 9,9 cm ja koiras-naarassuhde 58/42. Ruttonäytteen kokojakauma on esitetty kuvassa 2.

#### 4.5. Tengeliönjoen vesistö, Lankojärvi, Miekojärvi ja niiden välijoki

Tornionjokeen Ylitorniossa laskevan Tengeliönjoen vesistön valuma-alue on noin 3 118 km<sup>2</sup> ja järvisyys 8,7 %. Rapunäytteet pyydettiin Pellossa sijaitsevista Lankojärvestä (463 ha) ja Miekojärvestä (5 334 ha) sekä niiden välisestä 700 m pitkästä joesta.

Tengeliönjoen jokirapukanta on kotiutettu todennäköisesti samoihin aikoihin (1930-luvulla) kuin Kemijoenkin kanta. Rapukanta oli kohtuullinen jo 1950-luvulla, mutta parhaimmillaan 1960-luvulla, jolloin rapusaaliin arvo oli merkittävä. Ravustavia talouksia oli vähintään 20 Sirkan osakaskunnan lupamynttilaston mukaan.

Tengeliönjoen rapukanta tuhoutui ilmeisesti rapuruton tai mahdollisesti jonkin muun syyn vuoksi 1970-luvun alussa. Rapukanta oli tuhon jälkeen heikko koko 1970-luvun ajan, mutta alkoi 1980-luvun

alkupuolella joko siirtoistutusten ansiosta tai itseksensä elpyä, jolloin ravustus aloitettiin uudelleen. Kantojen vahvuus kuitenkin vaihteli vesistön eri osissa. Vesistön alaosan rapusaaliit pysyivät 1980-luvulta lähtien heikkoina verrattuna 1960-luvun saaliisiin. Syyt, miksi jokirapukanta ei elpynyt entiselleen, ovat tuntemattomia.

Tengeliönjoen rapukanta on tuhoutunut osittain uudelleen vuosina 2003–2004 muun muassa joen alajuoksulla, mahdollisesti rapuruttoon, mutta myös vesistöitä on pidetty yhtenä syynä. Vesistön yläosan eli Lankojärven – Miekojärven alueen jokirapukanta on tähän saakka ainakin käytettävissä olevien tietojen mukaan välttynyt raputuhoilta. Vuosittain alueelta pyydetään yli 10 cm rapuja noin 3 500 – 6 000 kpl. Yksikkösaaliit ovat olleet noin 4,5-5 rapua/merta.

Rapunäytteiden hankinnasta vastasi paikallinen ravustaja ja populaatorakennetta ei sen vuoksi tarkemmin selvitetty näytteenoton yhteydessä.

#### 4.6. Simojoki, Ruonankoski – Hosionkoski

Simojoki saa alkunsa Ranuan Simojärvestä, josta on Perämereen 193 km. Simojoen vesistöalue sijaitsee Lapin läänin eteläosassa, pääasiassa Ranuan ja Simon kuntien alueella. Valuma-alue kattaa noin 3 160 km<sup>2</sup>. Luonteenomaista vesistöalueelle on vähäjärvisyys ja järvien sijoittuminen alueen yläosaan.

Kemijoen tapaan Simojoen jokirapukanta on kotiutettu muualta tuoduilla istukkailla, mahdollisesti samoihin aikoihin (1930-luvulla) Kemijoen rapujen kanssa. Näytteenottoaluetta edustavalle Ruonankosken ja alapuolella olevan Hosionkosken n. 10 km pitkälle joenosalle (noin 70 km jokisuusta ylävirtaan) kanta on rapunäytteet hankkineen paikallisen ravustajan mukaan kotiutettu Simojoen latvavesiltä noin 30 vuotta sitten.

Simojolta on raportoitu useita havaintoja epänormaalisti käyttäytyvistä ravuista 1960-luvun loppupuolella. Syyksi tähän on epäilty rapuruttoa vuonna 1968 (Mannonen ym. 2006). Rapurutto on Simojosta määritetty sumputuskokeen perusteella vuonna 1994.

Rapujen häviämisen (häviämisten) jälkeen jokeen tehtiin todennäköisesti useiden vuosien aikana lukuisia palautusistutuksia ja kanta elpyi.

Paikallisen ravustajan mukaan Simojossa havaittiin kuitenkin jälleen kuolleita ja huonokuntoisia rapuja 2000-luvun alkuvuosina. Rapupopulaatio on siitä lähtien ollut hyvin harvalukuinen. Ruonankosken ja Hosionkosken aktiivinen ravustus loppui vuosina 2003–2004 ja siitä lähtien alueella on tehty pelkästään koeravustuksia. Simojoen jokiravuista koottu kartoitusnäyte vuonna 2008 oli positiivinen rapuruton suhteen (Viljamaa-Dirks ym. 2009)

Vuonna 2010 rapuja saatiin koepyyntöissä 50 ravun näytteeksi otettu erä. Vuoden 2011 elokuun rapurutonäytteeseen ei kuitenkaan saatu kuin yhdeksän rapua. Koeravustuksen yksikkösaalis oli vain 0,9 rapua/merta (taulukko 2). Koiraita saaliissa oli 2 ja naaraita 7. Näyterapujen keskipituus oli 83 mm.

#### 4.7. Lamujoki

Lamujoki on Perämereen laskevan Siikajoen suurin sivujoki. Joki alkaa Pyhännän Iso Lamujärvestä ja virtaa Kortteisen tekojärven sekä Siikalatvan kunnan Piippolan ja Pulkkilan kirkonkylien läpi ja yhtyy Siikajokeen Uljuan altaan purkukohdassa Sipolassa. Lamujoen valuma-alueen pinta-ala on 979 km<sup>2</sup> ja järvisyys 3,7 %.



Siikajoen rapukanta on perustettu siirtoistutuksin 1900-luvun alkupuolella. Kanta kehittyi yhdeksi maan parhaista ja ravustus oli 1950- ja 1960-luvuilla erittäin tuottoisaa. Rapukanta kuitenkin tuhoutui samoihin aikoihin kun Uljuan tekojärvi rakennettiin. Raputuhon syy lienee kuitenkin ollut rapurutto, koska kanta hävisi myös joen yläosista mm. Kestilästä. 1970- ja 1980-lukujen taitteessa jokirapuja tavattiin pyyntivahvoina kantoina Siikajoessa Kestilässä ja myös Lamujoessa (Pursiainen ym. 1981, Pursiainen ja Westman 1984). Tietoja raputuhosta tuon jälkeen ei ole rekisteröity. Lamujokeen on istutusrekisterin mukaan istutettu vuosien 90–97 välillä 6 868 jokirapua. Paikallisen tiedon mukaan istutukset on tehty Lamujoen omalla kannalla ja siirrot joen ravuttomiin yläosiin.

Vesistön rapukantaa on seurattu velvoitetarkkailun puitteissa ja Lamujoki on ollut RKTL:n Raputalousohjelman seurantakohteena vuodesta 2008. Ravustuskauden 2010 alkaessa seuranta-alueella tavattiin kuolleita rapuja, ja rapukuoleman syyksi diagnosoitiin jokiraputyypin (As) rapurutto. Myös Siikajoen yläosalla Kestilässä todettiin rapurutto v. 2010.

Lamujoen yksikkösaaliit vuonna 2010 heinäkuussa ja elokuun alussa olivat keskimäärin 4,8 rapua/merta, mutta rapuruton edetessä saaliit tipahtivat elokuun alun jälkeen noin 1 rapuun/merta. Heinäkuussa yli 10 cm rapujen osuus saaliissa oli 29 % ja rapujen keskipituus 96 mm (taulukko 2, kuva 2). Koiras/naarassuhde oli 60/40.

Vuonna 2011 rapukannan seurantaa jatkettiin ruttoaluetta ylempää. Tällöin ei kuitenkaan kerätty näytteitä rapuruton varalta. Ruttonäytteen kokoamisalueelta muutamia kilometrejä ylävirtaan yksikkösaalis ravustuskauden aikana oli 1,2 rapua/merta ja rapujen keskipituus 96 mm.

#### 4.8. Pieksämäen Pyhäjärvi

Pieksämäen Pyhäjärvi kuuluu Kymijoen vesistöalueen Mäntyharjun reitin latvalle ja tarkemmin Nykälänjoen-Naarajoen alueeseen. Pyhäjärvi on jokirapujärveksi suhteellisen kookas, pinta-ala on 1 135 ha, keskisyvyys 4,62 m ja suurin syvyys 16,95 m. Rapukanta on ollut hyvä Pyhäjärvässä 50-luvun loppupuolelta 80-luvulle asti. 80-luvulla pyynti oli kannattavaa ja saaliit hyviä, parhaimmillaan noin 20 rapua/mertayö.

Rapuruttoa (rapukuolemia) esiintyi Pyhäjärvässä vuosina 1984 ja 1987 (Mannonen ym. 2006). Nykälänjoen-Naarajoen alueella rapuruttoa on esiintynyt jo 50- ja 60-luvuilla, mutta Pyhäjärvi on ilmeisesti silloin säästynyt koska sijaitsee noin 10 kilometriä ylävirran puolella. Myös vuonna 1997 Pyhäjärveltä oli tullut rapunäytteitä, mutta rapuruttoa ei saatu todennettua. Nykytiedon mukaan näytteet kuitenkin viittasivat As-typin ruttoon. Rapuruton jälkeen kanta ei ole istutuksista huolimatta saatu pyyntivahvaksi. Osakaskunnan puheenjohtajan mukaan viimeisimmän rapuruton jälkeen järvi oli tyhjä ravuista vuosia ennen kuin siirtoistutuksia tehtiin.

Vuosien 1989–2009 istutustietojen mukaan Pyhäjärveen on istutettu yhteensä 8 283 aikuista jokirapua. Viimeinen virallinen istutus on vuodelta 1994. Pyhäjärven osakaskunnan puheenjohtajan mukaan siirtoistukkaat olivat Mäntyharjun Korpijärveltä. Kanta on pysynyt heikkona, eikä alueella ole ollut ravustusta, lukuun ottamatta osakaskunnan koeravustuksia. Koeravustukset, kuten myös ruttonäytteen ravustus, on tehty pääasiassa evo-tyyppisillä havasmerroilla.

Rapuruttonäytettä varten eri puolilla Pyhäjärveä tehtiin ravustuksia elokuun puolivälissä 2011 useamman paikallisen henkilön voimin. Kanta oli harva; yksikkösaalis oli keskimäärin 0,5 rapua/merta, yli 10 cm rapujen osuus saaliista oli 49 % ja keskipituus 99 mm, koiras/naarassuhde oli 63/37 (taulukko 2). Rapuruttonäytteen pituusjakauma on esitetty kuvassa 2.

#### 4.9. Palvajärvi, Jyväskylä/Laukaa

Palvajärvi sijaitsee Jyväskylän ja Laukaan rajalla noin seitsemän kilometriä Lievestuoreelta Jyväskylään päin. Valuma-alue kuuluu Kymijoen vesistöalueen Leppäveden – Kynsiveden alueeseen ja laskee vetensä Leppävedeen, josta Vaajakosken kautta Päijänteeseen. Järven keskisyvyys on 4,11 m ja suurin syvyys 15 m. Pinta-alaa Palvajärvellä on 144 ha.

Palvajärvessä on esiintynyt rapuruttota Raputautirekisterin (Mannonen ym. 2006) mukaan vuonna 1963. Osakaskunnan puheenjohtajan ja paikallisen ravustajan mukaan 1980-luvun lopulla on ollut kaksi peräkkäistä ruttotapausta (rapukuolemaa) 1-2 vuoden välein. Puheiden mukaan ensimmäisestä ruttotapauksesta toimitettiin näytteet määrittämiseen ilmeisesti jonkun yliopiston laitokselle, mutta mikä oli tulos, ei selvinnyt. Rapuruton aikaan kuolleita rapuja ja maalle nousseita rapuja on ollut paljon. Kanta oli tämän jälkeen romahtanut järven suuremmalta puolelta täysin. Ravustus järvessä kiellettiin viimeisimmän ruton jälkeen 2-3 vuodeksi. Tämän jälkeen 1990-luvulla järvessä on ollut jo ravustettava kanta.

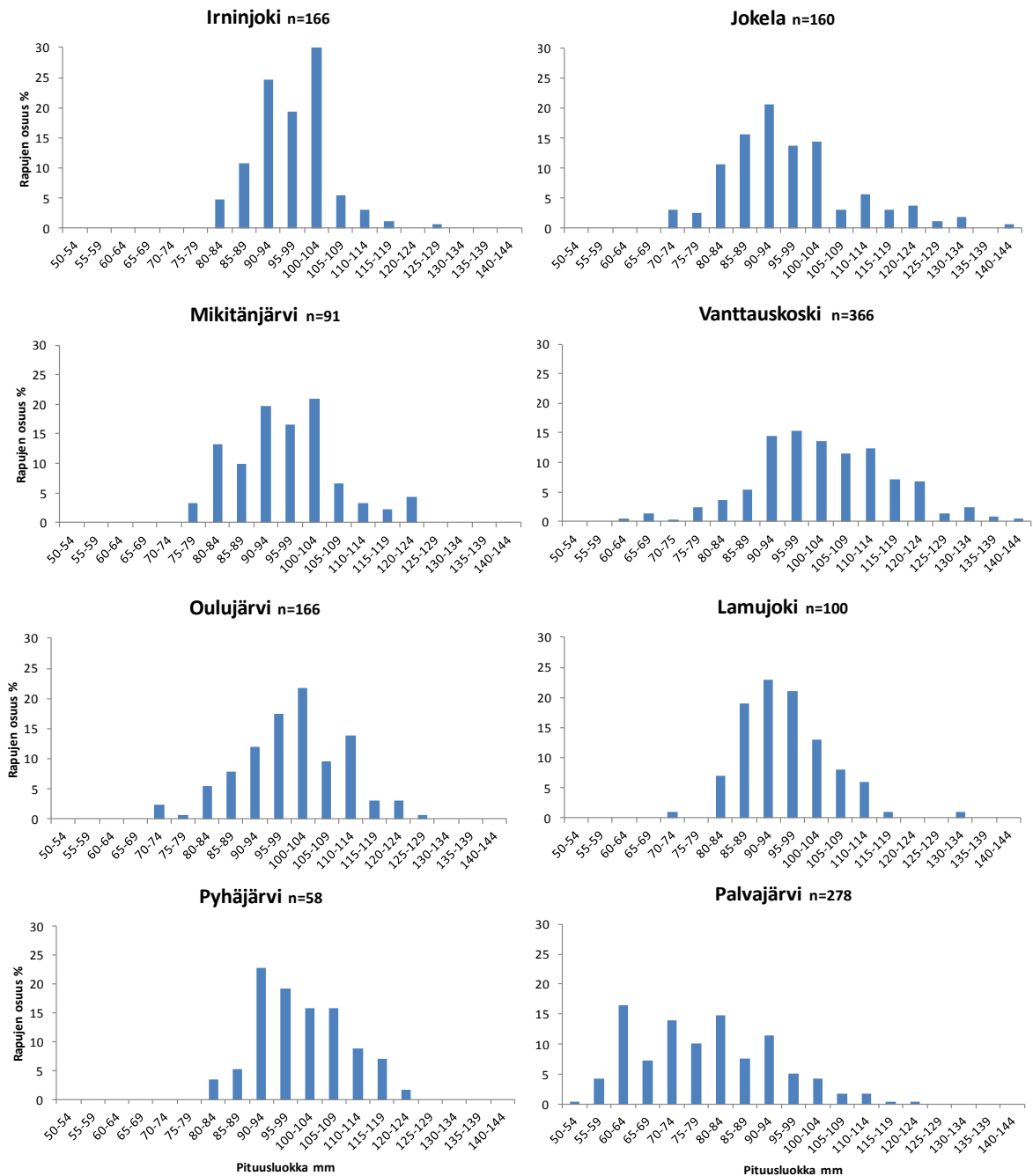
Palvajärven poikki kulkee rautatiepenger, joten se on saattanut vaikuttaa kannan elpymiseen jättämällä suojaan osan rapukannasta – tosin veden virtaussuunta on tämän pienemmän järven osan kautta Leppävedeen. Yksikkösaaliit ovat viime vuosina olleet harvinaisen suuria, mutta rapujen koko on ollut varsin pieni. Palvajärvellä on kokeiltu myös kolmen vuoden täysrauhoitusta, jonka jälkeen saaliit olivat hyviä ja ravut suurempia. Rapujen koko on kuitenkin jälleen pienentynyt. Ravustus Palvajärvellä on tällä hetkellä aktiivista ja vuotuinen lupamäärä on 250 merta.

Palvajärven nykyisestä rapukannan tilasta on hyvät tiedot, koska se kuuluu RKTL:n Raputalousohjelman seurantavesiin. Yksikkösaaliit ovat olleet heinä-syyskuun aikana keskimäärin 10 rapua/merta. Rapusaalis on laskenut tasaisesti koko pyyntikauden ajan. Yli 10 cm rapujen osuus saaliista on ollut noin 9 % ja keskipituus 79 mm (taulukko 2, kuva 2).

**Taulukko 2.** Ruttonäytekohteiden rapupopulaatioiden tietoja. Tiedot on laskettu vuoden 2011 näytteistä/saaliista lukuun ottamatta Lamujokea, jonka tiedot ovat vuodelta 2010.

	Yksikkösaalis	≥10 cm %	Ka. Pituus mm	Koiras/naaras
Irninjoki	15,5	40	96,7	40/60
Mikitänjärvi	2,3	37	95,3	57/43
Kemijoki, Vanttauskoski	3,2	57	102,7	57/43
Oulujärvi, Kankarinlahti	5,3	52	99,4	58/42
Palvajärvi	10	9	78,8	53/47
Kemijoki, Jokela	2,1	34	94,3	51/49
Simojoki	0,9	0	83,4	28/78
Lamujoki	3,7	29	95,6	60/40
Pyhäjärvi	0,5	49	98,5	63/37





Kuva 2. Ruttonäytekohteiden rapukantojen kokojakauma 5 mm:n pituusluokittain.

## 5. Rapupopulaatioiden luonnehdinta

Jokirapupopulaation rakenne antaa yksikkösaaliin ohella viitteitä myös kannan tiheydestä, mutta siitä voidaan tulkita myös populaation tilaa ja arvioida myös ravustuksen vaikutusta populaatioon. Piilevän rapuruton vaikutusta jokirapupopulaation rakenteeseen ei kuitenkaan tunneta. Tässä tutkimuksessa ravustusta tehtiin erilaisilla mertatyypeillä, mikä vaikuttaa ennen muuta saaliin kokojakaumaan. Mikäli yksikkösaalis on hyvä ja koostuu enimmäkseen suurista yksilöistä, voidaan

ainakin osan pienistä ravuista olettaa päässeen karkuun ennen mertojen koentaa. Myös ympäristötekijät vaikuttavat suuresti sekä jokirapukannan tiheyteen että populaation rakenteeseen.

Saaliin koiras-naarassuhde kuvastaa lähinnä sitä, missä vaiheessa rapujen kuorenvaihto- ja lisääntymiskiertoa näyte on kerätty. Yleensä populaatiot ovat lievästi koirasvoittoisia. Taivalkosken Irninjoen poikkeuksellisen korkea naarasosuus (60 %) kertonee siitä, että naaraiden kuorenvaihdon jälkeinen ravinnonoton aktiivikausi oli käynnissä. Sen sijaan Simojoessa, jossa 2011 saatiin vain muutamia rapuja (9), naarasvoittoisuus voi olla sattuma.

Suuri yksikkösaalis (rapuja mertayötä kohti) kuvastaa joko tiheää tai toisaalta vähän ravustettua kantaa. Suurimmat yksikkösaaliit saatiin Taivalkosken Irninjoesta (15,5) ja toisaalta Laukaan Palvajärvestä (10,0). Irninjoen rapujen keskipituus (96,7 mm) ja suuri (40 %) yli 10 cm rapujen osuus kuvastavat melko vähäistä ravustusta verrattuna Palvajärveen (78,8 mm / 9 %). Palvajärven pieni keskimitta viittaa jopa kannan ylitiheyteen. Irninjoen jokirapujen kokojakauma-alue on kuitenkin kapea ja suuria yksilöitä oli vähän, mikä kertoo pyynnin vaikutuksesta. Kokojakauma puoltaa maltillisen ravustuksen jatkoa. Mikäli ruttoa ei esiinny, kanta voisi toimia erittäin hyvänä perustajana emorapuviljelyyn. Palvajärnessä kokojakauma on puolestaan pikkurapujen suuntaan pitkä, mikä vahvistaa oletusta ylitiheydestä.

Jokirapujen pyynnissä 2-5 ravun yksikkösaalis on tavanomainen, ja siihen ryhmään kuuluvat useimmat muut tutkimuksessa mukana olevat kohdevesistöt. Kemijoen Vanttauskosken ja Oulujärven Kankarinlahden suuri keskipituus (102,7 ja 99,4 mm), korkea yli 10 cm rapujen osuus (57 ja 52 %) ja laaja kokojakauma kuvastavat hyviä ja maltillisesti hyödynnettyjä populaatioita. Rapujen elinolosuhteet ovat kokojakaumasta päätellen myös hyvät. Hyrynsalmen Mikitänjärven ja Kemijoen Jokelan jokirapupopulaatiot ovat rakenteeltaan samanlaisia ja saaliitkin vastaavat toisiaan. Molemmat populaatiot ovat kokojakauman mukaan myös tasapainoisia ja kohtuullisen voimakkaasti hyödynnettyjä, koska yli 10 cm rapujen osuus on alentunut. Lamujoessa vuonna 2010 todettu rutto ei näytä edenneen ylävirran suuntaan ainakaan vuoden 2011 koepyyntialueelle saakka. Populaation rakenne sekä 2010 että 2011 oli hyödynnettävälle jokirapukannalle normaali ja muistutti Jokelan sekä Mikitänjärven populaatioita.

Simojoki ja Pieksämäen Pyhäjärvi tiedettiin ennalta ruttovesiksi, joissa jokirapuja kuitenkin kantana edelleen tavataan. Yksikkösaalis tukee tätä käsitystä, kanta on heikko. Simojoen pieni näytemäärä ei anna edellytyksiä arvioida populaation tilaa sen rakenteen perusteella. Merkille pantavaa on saaliiden romahdus 2011, mihin ovat saattaneet vaikuttaa myös paikalliset olosuhteet. Pyhäjärvi edustaa kokojakaumaltaan populaatiota, jota ei juurikaan ravusteta, koska jakauma painottuu selvästi isojen rapujen suuntaan.

## 6. Näyterapujen analysointi

### 6.1. Tutkimusmenetelmä

Rapuruttoanalytiikassa käytettiin Evirassa käytössä olevaa diagnostista menetelmää, joka perustuu rapurutolle ominaisen DNA:n toteamiseen suoraan ravun kuoresta (Vrålstad ym. 2009). Menetelmä on kehitetty Norjassa ja siinä monistetaan rapuruton DNA:n pientä osaa, johon kiinnittyvän koettimen irtoaminen monistumisprosessissa lähettää valosignaalin (MGB TaqMan® Real Time PCR). Signaalin voimakkuutta voidaan mitata ja näin arvioida alkuperäisen näytteen olleen DNA:n määrää

vertaamalla tunnettuun standardiin eli kyseessä on kvantitatiivinen PCR-menetelmä. Syntyvän DNA:n määrää voidaan seurata monistumissykli kerrallaan, jonka takia menetelmää nimitetään reaaliaikaiseksi PCR-menetelmäksi. Mittaustulos saadaan eksponentiaalisesti nousevan käyrän muodossa, ja reaktiolle määritetään standardisuoran avulla kynnyisarvo. Monistuskierros, jossa kynnyisarvo ylittyy (kynnyssykli eli Cycle threshold, Ct) on suhteessa näytteen alkuperäisen DNA:n määrään, sillä mitä enemmän DNA:ta on lähtötilanteessa, sitä nopeammin käyrä ylittää kynnyisarvon.

Menetelmä on osoittautunut hyvin herkäksi ja se löytää periaatteessa yhdenkin itiön, mikäli sellainen vain näytteeseen osuu. Päivittäisessä käytössä herkkyys voi olla myös ongelma, sillä pienikin määrä positiivista materiaalia laboratorioympäristöstä saattaa kontaminoida näytteen. Kontaminaation mahdollisuutta pyritään kartoittamaan runsaalla määrällä negatiivisia kontrollinäytteitä.

Ravusta näytteeksi valitut kuorenosat pakastettiin ensin vähintään vuorokaudeksi (-20 °C) kuoren rikkoutumisen helpottamiseksi. Sen jälkeen niistä eristettiin DNA käyttäen kuoren hajottamiseen ravistelua putkessa metallihelmien kanssa ja Quiagen DNeasy Plant Mini Kit-valmismenetelmää. Negatiivisena eristyskontrollina käytettiin pakastettua katkaravun kuorta.

PCR-reaktion toimivuus varmistettiin osasta näytteitä tekemällä eristetystä DNA:sta ravun omaa DNA:ta monistava PCR-analyysi (OIE Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, 2009, Chapter 2.2.5).

## 6.2. Rapunäytteiden käsittely

Vuoden 2010 näyteravut toimitettiin tutkittavaksi Kuopion Eviraan elo-syyskuun aikana. Osaa ravuista oli pidetty pyyntivesistössä sumpuissa 1-4 viikkoa tai säilytetty lyhyt aika kellarissa ennen lähettämistä. Evirassa ravut pidettiin 4-12 °C:ssa muovialtaissa, joissa pohjalla oli hiukan vettä kosteuden säilyttämiseksi. Rapuja säilytettiin ryhmittäin ja tarkastettiin päivittäin kuolleiden varalta. Kuolleista kirjattiin koko ja makroskooppiset muutokset sekä tarvittaessa tarkastettiin myös mikroskoopilla. PCR -analyysiä varten otettiin talteen vatsakilven takaosa (A-näyte, keskimäärin kaksi jaoketta), sekä muuttuneita osia, jos niitä todettiin (B-näyte). Näytteet ja loput ravusta pakastettiin odottamaan käsittelyä.

Vuoden 2011 näyteravut toimitettiin Kuopioon elokuun aikana. Tällä kertaa osa näytteistä toimitettiin pakastettuina (Kemijoen ja Simojoen näytteet) ja osa yksilöpakattuina, mutta elävänä (Mikitänjärvi). Pakastetut ravut ja Evirassa ryhmäsäilytyksen aikana kuolleet säilytettiin -20 °C:ssa käsittelyyn saakka. Mikitänjärven yksilöpakatut näyteravut käsiteltiin saapumista seuraavana päivänä. Mikitänjärven ravuista otettiin oman näytteenottotavan lisäksi ylimääräiset vertailunäytteet. Vertailunäytteet tehtiin kolmena toisiaan vastaavana näytteenä seuraavasti: rapujen kaikki uimalevyt eli uropodit jaettiin kolmeen osaan, ja jokaisesta osa sisällytettiin rinnakkaisnäytteeseen. Lisäksi näytteeksi otettiin paloja 2-4 nivelestä. Uropodit ja nivelet ovat osoittautuneet parhaimman tuloksen antaviksi tutkittaessa rapuruttoa kantavia täplärapuja (Vrålstad ym. 2011). Rinnakkaisnäytteet toimitettiin tutkittavaksi Eviran lisäksi Itä-Suomen yliopistoon ja Norjan Eläinlääketieteelliseen instituuttiin.

Täpläravuista saadut tulokset ovat näyttäneet suurempia prevalenssilukuja alkukesästä ennen kuorenvaihtoa otetuissa näytteissä (Matasová ym. 2011). Kuorenvaihdon yhteydessä osa rapurutosta voi hävitä, ja ainakin silmin havaittava määrä vähenee. Näytevalinnan optimoimiselle

näytteenottoajankohdallakin voi siis olla merkitystä. Jokiravulla tästä ei ole tietoa, joten asiaa tutkittiin ottamalla Kemijoen Jokelasta kahdet näytteet.

Kaikki vuoden 2011 näyteravut tarkastettiin myös mikroskooppisesti rapuruttorihmaston varalta. Muuten käsittely oli kuten vuonna 2010.

Näytteet tunnetuista rapuruttoisista populaatioista käsiteltiin toisella näytteenottokerralla (2011) rapukohtaisesti erillään. Käytännössä ravut pakastettiin yksitellen heti pyydystämisen jälkeen (Kemijoen Jokela ja Simojoki). Mikitänjärveltä oli Itä-Suomen yliopisto saanut käyttämällään menetelmällä esiin rapuruttoa ja siksi haluttiin varmistusnäyte myös rinnakkaismäärittelyä varten, joten ravut toimitettiin Eviraan yksilöpakattuina (Mikitänjärvi). Kohteissa, joissa tartunta on mahdollinen, mutta ei vielä todettu, ryhmäsäilytys voi auttaa diagnoosiin pääsemisessä. Näin toimitettiin muiden ryhmien osalta.

Noin kuudenkymmenen ravun näyte-erän perusteella esiintyvyys on alle 5 %, jos tartunnan saaneita ei löydy (95 % luotettavuustasolla, Ossiander ja Wedemeyer 1973). Esiintyvyys voi olla suurempi, mikäli diagnoosimenetelmä ei ole sataprosenttisen luotettava (kuten tässä tapauksessa). Alhaisempaa esiintyvyyttä voidaan hakea näytemäärää nostamalla, mikä kuitenkin lisää laboratorio-analyysejä ja -kustannuksia. Tämän vuoksi toisella näytteenottokerralla tarkastettiin kentällä mahdollisimman suuri määrä rapuja ja näytteiksi poimittiin kuorivauriolliset yksilöt (kohdennettu näytteenotto). Tätä lähestymistapaa käytettiin niissä kohteissa, joissa pyrittiin kehittämään rutiineja populaation rutottomuuden varmistamisesta.

## **7. PCR-analyysejä tulokset**

### **7.1. Vuosi 2010**

Näyterapuja oli yhteensä 406, ja näistä kuorivaurioita esiintyi 112 ravulla. Kuorivauriollisista tutkittiin sekä vakioitu A-näyte vatsakilven takaosasta että kuorivauriokohdista otettu B-näyte. Kemijoen Vanttauskosken, Mikitänjärven ja Tengeliönjoen vesistön rapunäytteissä ei todettu positiivisia PCR-tuloksia eikä rapuruttoon viittaavia muutoksia. Kemijoen Jokelan sekä Simojoen näyteryhmissä oli kummassakin pienessä osassa rapuja rapuruttotartunta. Lamujoen näytteessä miltei kaikki ravut olivat positiivisia rapuruton suhteen. Oulujärven ja Irninjoen näytteet jäivät epävarmoiksi, sillä rapuruttoon viittaavista mikroskopialöydöksistä huolimatta PCR-tulokset olivat negatiivisia. Tulosten vetäminen on taulukossa 3.

### **7.2. Vuosi 2011**

Näyterapuja oli yhteensä 528, joista tutkittiin 519. Kuorivaurioita esiintyi 150 ravulla. Mikroskopoinnin perusteella otettiin vielä ylimääräinen näyte osasta rapuja vatsakilven sellaisesta osasta, joka ei tullut A-näytteeseen.

Mikitänjärven, Irninjoen, Oulujärven ja Palvajärven näytteissä ei todettu rapuruttoa eikä myöskään rapuruttoon viittaavia muutoksia. Simojoen näyte-erä oli pieni ja jäi myös negatiiviseksi. Kemijoen näytteissä todettiin rapuruttoa sekä alkukesästä että ravustuskauden aikana. Yksi positiivinen PCR-tulos saatiin myös Kemijoen Vanttauskosken ryhmästä. Pyhäjärven näyteravuuksissa todettiin runsaasti rapuruttoa kantavia rapuja ja myös kaksi oireellista yksilöä. Tulosten vetäminen on taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Rapunäytteiden keräysajankohdat ja kuorivauriollisten rapujen osuus, verrattuna PCR-analyysin tulokseen ja saaliin käsittelyyn. Kemijoen Jokelaa lukuun ottamatta pyrittiin vuoden 2011 näytteenotossa valitsemaan kuorivauriollisia rapuja, mikä näkyy niiden suhteellisen määrän lisääntymisenä silloin kun ravut on otettu suoraan merroista.

Näytekohde	Ajankohta	Näyte- määrä	Oireet- tomat	PCR-pos.	Kuorivau- riolliset	PCR-pos.	Yht. pcr- pos.	Saaliin käsittely
Irninjoki	1.-30.8.2010	58	31	0	27 (47 %)	0	0	Sumpusta
	10.8.2011	60	44	0	16 (27 %)	0	0	Suoraan merroista, osa kylmäsäil.
Mikitänjärvi	1.-8.9.2010	43	27	0	16 (37 %)	0	0	Sumpusta
	11.8.2011	51	51	0	15 (29 %)	0	0	Osa merroista, 20 kpl sumpusta
Kemijoki, Vanttauskoski	25.8.2010	53	48	0	5 (9 %)	0	0	Suoraan merroista
	8.9.2011	61	44	1(2%)	17 (28 %)	0	1(2%)	Suoraan merroista
Oulujärvi, Kankarinlahti	4.-8.9.2010	68	62	0	6 (9 %)	0	0	Sumpusta
	1.-9.8.2011	60	40	0	20 (33 %)	0	0	Osa merroista, osa sumpusta
Lanko- ja Miekajärvi	1.-30.8.2010	62	27	0	35 (56 %)	0	0	Sumpusta
Palvajärvi	23.8.2011	60	38	0	22 (37 %)	0	0	Suoraan merroista
Kemijoki, Jokela	19.8.2010	55	49	0	6 (11 %)	2(33%)	2(4%)	Kylmäsäilytys ryhmässä n. 1 vk.
	13.-20.6.2011	67	53	2(4%)	14 (21 %)	1(7%)	3(4%)	Suoraan merroista
	12.8.2011	93	60	5(8%)	33 (35 %)	7(21%)	12(13%)	Suoraan merroista
Simojoki	25.8.2010	52	41	2(5%)	11 (21 %)	5(45%)	7(13%)	Suoraan merroista
	15.8.2011	9	6	0	3 (33 %)	0	0	Suoraan merroista
Lamujoki	7.9.2010	15	9	8(89%)	6 (40 %)	6(100%)	14(93%)	Suoraan merroista
Pyhäjärvi	17.-21.8.2011	58	48	4(8%)	10 (17 %)	9(90%)	13(22%)	Sumpusta

## 8. Rapuruttostatus ja kohteiden ennakkoluokittelu

### 8.1. Erityisesti suojeltavat ja valvottavat populaatiot

Tässä tutkimussuunnitelmaa valmisteltaessa luonnehditussa ryhmässä oli kaksi kohdevesistöä, joista molempien tulos oli odotettu.

#### 8.1.1. Irninjoki

Näyterapuja tutkittiin 58 kpl vuonna 2010 ja 60 kpl vuonna 2011. Ensimmäisenä kesänä ulkoisesti oireettomia oli 31 kpl, joista kaikki olivat PCR- negatiivisia. Kuorivauriollisia oli 27 kpl (47 %), ja myös kaikki nämä olivat PCR- negatiivisia. Kuudessa ravussa todettiin kuitenkin rapuruttoon viittaavia muutoksia, lähinnä rapuruton tyyppistä rihmastokasvua vatsakilvessä. Tulos jäi siten Irninjoen kohdalla vuoden 2010 osalta epävarmaksi.

Seuraavana vuonna näytteenotto tehtiin valikoiden, eli pyrittiin saamaan näytteeseen mahdollisimman paljon kuorivauriollisia rapuja. Näiden määrä jäi kuitenkin matalammaksi kuin edellisenä vuonna, kuorimuutoksia tavattiin vain 16 yksilöllä (27 %). Vuonna 2010 pitkä sumputusaika ja rapujen jatkuvat keskinäiset kontaktit on todennäköisesti lisännyt kuorivaurioiden määrää.

Kaikki vuoden 2011 näytteet olivat PCR-analyysissä negatiivisia, eikä mikroskooppisestikaan todettu rapuruttoon viittaavaa. Koska edellisen vuoden kaltaisia rihmastoja ei ravuissa todettu, ei mahdollisten muiden oomykeettien viljelyä yritetty kuin yhdestä ravusta. Oomykeettejä ei eristetty. Yhdestä ravusta todettiin valkopyrstötauti (*Thelohania contejeani*).

Irninjoen ennalta arvioitu luokitus erityiskohteena voidaan edelleen säilyttää.

### 8.1.2. Mikitänjärvi

Näyterapuja tutkittiin vuonna 2010 43 kpl. Näistä 27 oli silmämääräisesti ehjiä, eikä PCR-positiivisia näytteitä löytynyt. Kuorivaurioita todettiin 16 yksilöllä (37 %), mutta rapuruttoon viittaavia muutoksia ei löytynyt, ja myös näistä PCR-tulokset olivat negatiivisia.

Vuonna 2011 tutkittiin 51 rapua. Näyterapuja oli 61, joista kymmenen jätettiin varanäytteiksi ja säilöttiin 70 % etanoliin mahdollisia myöhempiä tutkimustarpeita varten.

Näyteravuista 31 oli valikoitu etsien merkkejä rapuruttoinfektiosta suoraan päiväsaaliista, mutta 30 jouduttiin valitsemaan ravustajan sumpuista. Kuorivauriollisia rapuja oli 15 (29 %), joka oli edellisvuotta alhaisempi. Kummassakaan ryhmässä ei todettu ruton suhteen PCR-positiivisia rapuja. Tässä voidaan vielä todeta, Mikitänjärven rapunäytteissä todettiin runsaasti *Psorospermium haeckeli* -loista.

Koska Itä-Suomen yliopiston tutkimuksissa oli Mikitänjärvestä saatu PCR-positiivisia tuloksia (Jussila ym. 2011), päätettiin projektinäytteiden lisäksi ottaa rinnakkaiset vertailunäytteet, jotka tutkittiin sekä Itä-Suomen yliopistolla että Norjan Eläinlääketieteellisessä Instituutissa. Yliopiston ja Eviran tutkimat näytteet olivat kaikki negatiivisia. Norjassa oli yksi 1:10 laimennettu näyte positiivinen matalalla tasolla. Tämä näyte oli oireettomasta ravusta. Norjalaisen laboratorion tulkinta näyte-erästä oli, että yksi positiivinen tulos oli epätodennäköinen ja johtui todennäköisesti näytteen kontaminoitumisesta jossakin vaiheessa prosessia.

Mikitänjärven jokirapukantaa voidaan tulosten mukaan edelleen pitää erityisesti suojeltavana ja valvottavana populaationa.

## 8.2. Huolellista ruttokontrollia edellyttävät populaatiot

Tämän ennakkoluokittelun perusteena oli rapurutto lähietäisyydellä, mutta kuitenkin sellaisen matkan tai vaellusesteen takana, että ainakaan ravut itse eivät levitä tautia populaatiosta toiseen, mutta muut leviämistiet tai piilevän ruton läsnäolo ovat populaation taustan perusteella mahdollisia.

### 8.2.1. Kemijoki , Vanttauskosken allas

Vuonna 2010 näyterapuja tutkittiin 53. Näistä 48 oli silmämääräisesti ehjiä, ja PCR analyysi oli negatiivinen. Kuorivauriollisia oli 5 (9 %), mutta rapuruttoon viittaavia muutoksia ei todettu. Kaikki PCR-tulokset olivat negatiivisia.

Vuoden 2011 näytteenä oli 61 suurehkosta päiväsaaliserästä silmämääräisesti valikoitua rapua. Suurin osa saaliista oli hyväkuntoisia, joten kuorimuutoksia havaittiin vähän. Oireettomia, ehjiä rapuja näyte-erässä oli 44, kuorivauriollisia 17 (28 %). Rapuruttoon viittaavia muutoksia ei todettu. Kuorivauriollisten joukossa ei todettu rapuruttopositiivisia rapuja. Oireettomista ravuista saatiin kuitenkin yksi heikosti positiivinen tulos. Rapuruton mahdollisuus on siten olemassa ja tilanteesta on syytä varmistua uudella näytteenotolla. Jokirapukanta on kuitenkin vahva ja hyödyntäminen voi jatkua. Luokittelu huolellista ruttokontrollia vaativaksi jokirapuvesialueeksi on siten perusteltu ja mikäli rutosta ei uusintänäytteillä saada vahvistusta, rapukanta soveltuu saman valuma-alueen kotiutusistutuksien kantapopulaatioksi.

### 8.2.2. Oulujärvi

Vuonna 2010 näyterapuja tutkittiin 68 kpl. Näistä oireettomia oli 62, kuorivauriollisia 6 (9 %). Kummatkin ryhmät olivat PCR-analyysissä negatiivisia. Kuorivauriollisissa oli kuitenkin kaksi rapua,

joilla todettiin rapuruton tyyppistä rihmastoä mikrokooppisesti. Tulos jäi siten epävarmaksi, ja vastaa Irninjoen ravustajan sumpuista koottuja näytteitä vuodelta 2010.

Vuonna 2011 tutkittiin silmämääräisesti valikoitu 60 näyterapua, joista oireettomia oli 40 ja kuorivauriollisia 20 (33 %). Molemmat ryhmät olivat PCR-analyysissä negatiivisia, eikä rapuruttoon viittaavia muutoksia todettu. Muutamasta ravusta, joissa nähtiin epätyypillisiä sienirihmoja mikrokooppisesti, tehtiin sieniviljelmä, mutta rapuruttoa muistuttavia oomykettejä ei eristetty. Oulujärvessä ja lähialueella todetut rapukuolemat ja varmennetut ruttodiagnoosit merkitsevät sitä, että populaatiota ei pidä käyttää siirtoistutuksissa kuin korkeintaan järven sisäisesti.

### **8.3. Tehokkaasti hyödynnettävät populaatiot**

Tämän ennalta luokitellun ryhmän kohteissa on jossakin vaiheessa todettu rapukuolema tai useampiakin, mutta kannat ovat elpyneet tai elvyttäminen onnistunut. Piilevän rutan varalta tämän tyyppisiä populaatioita tulisi näissä tilanteissa tutkia ja varmistua rutottomuudesta.

#### **8.3.1. Tengeliönjoen vesistön Lanko- ja Miekojärvi välajokineen**

Vuonna 2010 näyterapuja oli 62 yksilöä, joista 27 silmämääräisesti ehjiä. PCR-tutkimuksessa ei löydetty rutan suhteen positiivisia tapauksia. Kuorivauriollisia oli 35, ja näistäkään ei löytynyt PCR-positiivisia. Kuorivauriollisissa ravuissa ei todettu rapuruttoon viittaavia muutoksia. Kuorivauriollisten määrä oli korkea, 56 %, mikä todennäköisesti johtui pitkästä sumputusajasta ennen tutkimusta.

Alueen rapuja ei tutkittu vuonna 2011. Ennalta päätelty luokitus voidaan kuitenkin vahvistaa muistaen että Tengeliönjoen vesistössä esiintyvien heikkojen erilliskantojen syy on epäselvä.

#### **8.3.2. Palvajärvi**

Palvajärvestä tutkittiin suurehkosta päiväsaaliista silmämääräisesti valikoitu näyte-erä vuonna 2011. Kuudestakymmenestä ravusta 22 (37 %) oli kuorivauriollisia. Rapuruttoa ei todettu PCR-analyysissä. Myöskään rapuruttoon viittaavia muutoksia ei todettu ravuissa. Tilanne olisi hyvä varmentaa ja jopa korottaa kategoria huolellista kontrollia edellyttäväksi, koska rapukannan rakenne ja korkeat mertasaaliit puoltaisivat käyttöä siirtoistutusten kantapopulaationa.

### **8.4. Suunnitelmallisesti hyödynnettävät populaatiot**

Tilanteissa, joissa rapurutto on melko varmasti läsnä, rapukannan hyödyntämisen tulisi olla erityisen kontrolloitua, mutta sitä ei kannata kieltää. Rutan leviämiskaava saalisrapujen mukana ja välillä on ilmeinen. Tässä tutkimuksessa erityisen kiinnostuksen kohde oli paitsi osoittaa rutan läsnäolo, myös selvittää taudin esiintymisfrekvenssi populaatiossa.

#### **8.4.1. Kemijoki, Jokela**

Vuonna 2010 näyterapuja tutkittiin 55, joista 49 oli silmämääräisesti ehjiä ja niistä tehty PCR -analyysi oli negatiivinen. Kuorivauriollisia rapuja oli 6 (11 %), näistä kahdella muutos oli rapuruttoon viittaava. Toinen näistä jäi kuitenkin PCR-analyysissä negatiiviseksi, vaikka tyyppillistä rihmastoä todettiin vaurioalueella, toinen oli positiivinen. Yhdellä kuorivauriollisista näytteeksi poimittu melanisaatioläikkä uimalevyssä antoi PCR-positiivisen tuloksen, mutta vakioitu vatsakilven A-näyte jäi negatiiviseksi. Rapuruton esiintyvyys näyteryhmässä oli siis 2/55 eli noin 4 %.

Vuonna 2011 tutkittiin Jokelasta kaksi näyte-erää. Ensimmäinen kerättiin ennen ravustuskauden alkua kesäkuussa, ja toinen ravustuskaudella. Ensimmäisessä näyte-erässä oli 67 rapua, joista kuorivaurioita havaittiin 14 yksilöllä (21 %). Oireettomista 53 ravusta kaksi oli PCR-positiivisia, kuorivauriollisista yksi. Tällä yhdellä ravulla todettiin myös rapuruttoon viittaavat muutokset.

Toisessa näyte-erässä oli 93 rapua. Näistä 60 oli oireettomia ja 33 ravulla oli kuoreissa vaurioita (35 %). Oireettomien ryhmässä todettiin viisi PCR-positiivista kantajaa. Kuorivauriollisten ryhmässä positiivisia oli seitsemän. Näistä kahdella oli myös rapuruton oireet.

Alkukesän näytteessä rapuruton esiintyvyys oli siis 4 %, sama kuin edellisen vuoden näyteryhmässä, mutta kesän aikana tartunta oli edennyt ja rapuja ei enää samalta paikalta löytynyt. Joitakin satoja metrejä ylävirtaan rapuja vielä oli, mutta ruttoa löytyi jo 13 % ravuista. Tartunta oli näin ollen edelleen etenemässä ylävirtaan päin.

#### **8.4.2. Simojoki**

Vuonna 2010 näyterapuja oli 52. Näistä 41 oli silmämääräisesti oireettomia. Oireettomista 39 antoi negatiivisen PCR-tuloksen, mutta kaksi oli PCR-positiivisia. Kuorivaurioita oli 11 kpl (21 %), näistä 5 kpl luokiteltiin rapuruttoisiksi makroskooppisten ja/tai mikroskooppisten löydösten perusteella. Kaikki nämä olivat PCR-positiivisia, loput kuusi kuorivaurioista olivat PCR-negatiivisia. Rapuruttoa todettiin siis yhteensä seitsemästä ravusta, esiintyvyys vähintään 14 %.

Vuonna 2011 koepyyneissä saatiin vain yhdeksän näyterapua, joista kolme oli kuorivauriollisia (33 %). Kummassakaan ryhmässä ei todettu PCR-positiivisia rapuja. Kuorivauriollisissa ei nähty myöskään selkeitä merkkejä rapuruttotartunnasta. Näytemäärä on liian pieni, että rapuruttotilannetta voisi luotettavasti arvioida, mutta todennäköistä on että sitä jollakin tasolla populaatiossa vielä esiintyy. Avoimeksi jäävä kysymys on, oliko tartunnan saaneiden rapujen kuolevuus näytteenotto-vuosien välillä suuri, mutta jostakin syystä rutto ei ollut tartuttanut yhtäkään vuonna 2011 näytteeksi saaduista ravuista.

Suunnitelmallinen ja rapuruton läsnäolon tiedostava rapukannan hyödyntäminen, mikäli kanta on riittävän vahva, on Simojokella perusteltua ja siten ennakoiva luokitus oikea. Kannan mahdollisesti kasvaessa ruttokartoitus olisi syytä uusida.

#### **8.4.3. Lamujoki**

Vuonna 2010 näyterapuja oli yksi Anttosenskoskesta ja 15 kpl Niemenkoskesta. Anttosenskosken rapu oli todetulta ruttopaikalta, saapui tutkittavaksi kuolleena ja siinä oli selkeä akuutti ruttotartunta. Rapua ei otettu sen tähden mukaan ryhmän tarkasteluun.

Niemenkosken ryhmässä oli 9 silmämääräisesti ehjää rapua. Näistä 8 yksilöä oli kuitenkin positiivisia PCR -analyysissä. Kuudesta kuorivauriollisesta neljällä oli myös rapuruttoon viittaavia muutoksia. Kuorivauriollisista kaikki olivat PCR-positiivisia.

Näyteravut toimitettiin Eviraan pyyntiä seuraavana päivänä. Seitsemän rapua kuoli noin kolmen viikon kuluttua, ja loput tästä noin viikon sisällä. Ravuissa oli akuutti ruttotartunta, joka jatkoi etenemistään säilytyksen aikana, joten esiintyvyyttä ei voi arvioida tässä ryhmässä. Kuorivaurioita oli etupäässä ensimmäiseksi kuolleilla. Näillä rapuruton määrä kuoreissa oli myös korkeampi.

Vuonna 2011 Lamujoelta ei tutkittu näytteitä, mutta ravustus jatkui edelleen ruttoalueen yläpuolella, eikä kuolleisuudesta tullut tietoja. Suunnitelmallinen ja ruton mahdollisen läsnäolon tiedostava ravustus voi jatkua.



#### 8.4.4. Pyhäjärvi

Pyhäjärvestä oli tehty jo kesäkuun 2011 alussa huonokuntoisena löydetystä ravusta rapuruttolöydös. Pyhäjärvestä tutkimusta varten kerätty näyte-erä tutkittiin 2011. Näytemäärä oli 58 rapua, joista 48 oireettomia ja 10 (17 %) kuorivauriollisia. Oireettomista neljällä ravulla todettiin ruttotartunta ja kuorivauriollisista yhdeksällä kymmenestä. Näistä kahdella oli myös rapuruttoon viittaavat makroskooppiset ja/tai mikroskooppiset muutokset.

Pyhäjärvestä ei ollut aikaisemmilta vuosilta rapurutodiagnoosia, joskin rapukuolemista oli tietoa, eikä rapuruttoa saatu eristettyä tyyppitystä varten. Kokeellisella menetelmällä (Heinikainen & Viljamaa-Dirks 2010) tehty tyyppitys suoraan kuoresta osoitti rapuruton tyyppiä jokiravuisissa esiintyvän rutan (As).

Nykyinen harvalukuinen populaatio ei todennäköisesti edistä ravustusta. Kannan mahdollisesti kasvaessa ruttokartoitus olisi syytä uusida.

## 9. Johtopäätökset ja suositukset

### 9.1. PCR- menetelmän luotettavuus

PCR-menetelmällä haetaan näytteestä rapurutolle ominaista DNA:ta monistamalla geenisekvenssiä havaittavissa olevalle tasolle. Virheelliset negatiiviset tulokset ovat mahdollisia, esimerkiksi jos näytteessä on jotakin reaktiota estävää ainetta tai näytteeseen ei ole onnistuttu valitsemaan oikeaa kohtaa ravun kuoresta. Myös virheelliset positiiviset tulokset ovat mahdollisia, erityisesti laboratorionkontaminaation seurauksena. Tällaisten hyvin herkkien menetelmien testaaminen luotettavuuden numeeriseksi arvioimiseksi ei yleensä ole mahdollista, sillä vastaavaa herkkää menetelmää, joka antaisi ”oikean” tuloksen ei yleensä ole käytettävissä.

Tutkimuksessa, jossa tässä tutkimuksessa käytettyä reaaliaikaista PCR-menetelmää verrattiin toisentyypiseen PCR- menetelmään, saatiin reaaliaikaisella menetelmällä täpläravuista noin 10 % enemmän positiivisia tuloksia (Kozubíková ym. 2011). Positiivista tulosta voidaan varmentaa sekvensoimalla lopputuote, mutta DNA:n eritysvaiheessa tapahtunutta näytteen kontaminoitumista ei silläkään tavalla voida sulkea pois.

Paitsi itse PCR-reaktio, lopputulokseen vaikuttavat myös näytteiden valinta kentällä, näytteiden säilytys, kohdekudoksen valinta ja määrä, DNA:n eristysprosessi ja tuloksen tulkinta. Prosessin standardointi on sen vuoksi hyvin hankalaa.

Ongelmallisia tuloksia saatiin ensimmäisenä vuonna sekä Oulujärven että Irninjoen ryhmästä, joissa molemmissa useasta ravusta todettiin mikroskooppisesti rapuruttoa muistuttavaa rihmastoaa, mutta PCR jäi negatiiviseksi. Yksi tällainen näyte oli myös Jokelan ryhmässä. Vuoden 2011 näytteissä ei tällaisia rapuja enää havaittu. Merkittävin tiedossa oleva ero näytteenotossa oli sumputusaika pyyntialueella. Vuonna 2011 sumputusta pyrittiin mahdollisuuksien mukaan minimoimaan, mikä vähentää kuorivaurioiden syntymistä. Todennäköisesti vuonna 2010 kyseessä olikin joku toissijainen sieni-infektio ravun kuoren vauriokohdassa.

Tulkinnanvaraisin tulos on silloin, kun rapurutodiagnoosi on pelkän PCR-tuloksen varassa. Reaaliaikainen PCR-menetelmä on osoittautunut niin herkäksi, että pienikin määrä näytteeseen eksynyttä rapurutosta peräisin olevaa kontaminaatiota antaa positiivisen tuloksen. Kontaminaatio voi tulla näytteiden oton ja kuljetuksen yhteydessä, mikäli samanaikaisesti toimitaan useampien popu-

laatioiden parissa. Myös laboratoriokontaminaation vaara on ilmeinen. Norjan Eläinlääketieteellisessä Instituutissa Mikitänjärven näytteestä saatu yksi positiivinen tulos tulkittiin tällaiseksi, koska sekä näyterapu että tutkittava populaatio olivat oireettomia, suuri määrä muita näytteitä - myös rinnakkaisia - jäi negatiiviseksi ja DNA:n havaittu taso oli alhainen. Toisaalta Kemijoen Vanttauskoskelta saatu positiivinen voisi olla myös oikea diagnoosi. Vaikka itse positiivisen PCR-tuloksen tuottanut näyterapu olisi oireeton ja muut ryhmän ravut jäivät negatiiviseksi, juuri saatu tartunta voisi antaa vastaavanlaisen tuloksen. Vanttauskosken rapusaalis voimalaitospadon lähialueella jäi edellisvuotta alhaisemmaksi, mikä voisi olla merkki jostakin ongelmasta rapupopulaatiossa.

Tulosten tulkinnanvaraisuuden vuoksi varsinkin luonnonkantoja tutkittaessa on suositeltavaa toistaa tilannekartoitus ainakin kahtena peräkkäisenä vuotena.

## 9.2. Rapuruton esiintyminen populaatiossa

Näytepopulaatioista Kemijoen Jokelan ja Pieksämäen Pyhäjärven ravut edustivat populaatioita, joissa rapuruttoa esiintyi pidempiaikaisena tartuntana. Jokelan kohdalla kyse oli hyvin hitaasti etenevästä infektiosta, Pyhäjärvellä todennäköisesti pitkään jatkuneesta kroonisesta tartunnasta. Jokelan rapuja oli tutkittu muussa yhteydessä jo syksyllä 2009, ja silloin 55 tutkitusta ravusta kahdessa todettiin rapurutto (4 %). Projektin ensimmäisenä näytteenottovuonna tartunnan todettu prevalenssi oli edelleen 4 %. Seuraavana vuonna alkukesän näytteet kertoivat tartunnan olevan samalla tasolla, mutta loppukesästä tartunta eteni huomattavasti. Rapuja ei saatu enää samasta kohdasta jokea, joten siinä tartunta oli luultavasti tuhonnut koko populaation. Pyyntialueen yläosassa, josta rapuja vielä saatiin, tartunta oli kuitenkin jo 13 % ravuista.

Pyhäjärvessä rapuruttoa todettiin 22 % ravuista. Tartunnan kehityssuuntaa on vaikea arvioida, sillä näytteitä otettiin vain yhtenä vuonna ja rapuja oli koottu sumpuihin, jolloin kontaminaatiot ravusta toiseen ovat olleet mahdollisia. Järven jo vuosien ajan harvalukuiseksi luonnehditussa populaatiossa rapuruton määrä todennäköisesti muuttuu vain hitaasti, ja pääsee runsastumaan nopeasti vain jos rapukanta tihenee luontaisesti tai istutusten seurauksena.

Rapuruttotartunnan saaneiden rapujen osuus populaatiosta vaihtelee siis voimakkaasti taudin kehitysvaiheen mukaisesti. Akuutissa tartunnassa ruttoisia rapuja voi olla 90-100 % (vrt. Lamujoki), mutta tätä vaihetta voi edeltää latenssvaihe, jossa rapuruttoa kantaa vain pieni osa ravuista, kuten Kemijoen Jokelassa (4 %). Taudin kroonisessa vaiheessa, harvassa populaatiossa rapuruton kantajia voi olla yli 20 % ravuista, ilman että havaitaan merkkejä akuutista kuolleisuudesta (Pyhäjärvi). Tällaisten populaatioiden ongelma se, että ravustus on kannattamatonta, mutta rapurutto on silti aina läsnä ja voi levitä eri tavoin toisiin vesiin.

Haasteellisinta tilannetta edustaa diagnostiikan ja tulkinnan kannalta näyte, josta löytyy positiivinen PCR-löydös muuten oireettomasta ravusta ja populaatiosta. Todennäköisin syy on laboratoriossa sattunut näytteen kontaminoituminen, mutta alkavan ruttoinfektion mahdollisuutta ei voida sulkea pois. Näissä tapauksissa on viisainta uusia näytteenotto tai seurata mahdollista oireiden kehittymistä rapuihin esimerkiksi sumputtamalla. Sumputtamista ei kuitenkaan voi suositella pyyntivesistöissä, koska sumpuissa voi rutto rapujen kokeman stressin vuoksi akutisoitua, jolloin rapuruton parveiluitiöitä leviää suuria määriä ympäristöön ja koko populaatio saa tartunnan seurauksena joukkokuolema.

### 9.3. Ravun koon ja sukupuolen vaikutus rapuruton löytymiseen

Rapujen koko ei vaikuttanut merkittävästi rapuruton esiintymiseen. Vain Pyhäjärven näyteravuissa rapuruttoa löytyi hiukan enemmän suuremmista (keskipituus 100 mm) ravuista verrattuna koko ryhmään (keskipituus 98,5 mm). Tulos ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkittävä. Muissa ryhmissä ero oli vielä pienempi. Tutkimuksessa käytettiin kuitenkin pyyntimuotona mertapyyntiä, ja niin ollen pienimmät ravut eivät tule lainkaan mukaan näytteisiin. Niiden osalta rapuruton esiintyvyys jäi selvittämättä.

Näyteryhmien koiras-naarasjakautuma oli odotetun mukainen ja siitä päätellen populaatioista saatiin tasapuolinen kuva ja ruttotutkimuksiin otetut näytteet olivat siltä osin edustavia. Täplärapujen kartoituksessa on todettu esiintyvyys suurimmaksi isokokoisilla naarailla (Vrålstad ym. 2011) Nyt tutkituissa jokirapupopulaatioissa, joissa esiintyi rapuruttoa, naaraiden osuus tutkituista näytteistä vaihteli välillä 37-71 %. Rapuruton tartuttamista ravuista enemmistö oli naaraita, osuus vaihteli ryhmäkohtaisesti välillä 40-100 %. Näytemäärät olivat kuitenkin niin pieniä, että merkittäviä tilastollisia eroja ei syntynyt. Rapunaarailla lisääntyminen kysyy energiaa ja voi olla muutenkin stressitekijä, mikä olisi luonteva selitys sille, että rapurutto on naarailla koiraita yleisempää.

### 9.4. Kuorivaurioiden suhde rapuruttoanalyysin tulokseen

Rapurutto aiheuttaa isäntäeläimessä puolustusreaktiona melaniinipigmentin kertymistä rapurutto-organismien ympärille, joten ennen pitkää etenevä infektio on silmin havaittavissa. Poikkeuksena on akuutti tauti, jossa rutto etenee niin nopeasti, että melaniinia ei ehdi muodostua. Pigmenttiä kertyy myös muista syistä aiheutuneisiin kuorivaurioihin, koska melaniinin muodostumisreaktio kuuluu rapujen normaaliin suojautumismekanismiin.

Verrattaessa rapuruton löytymistä oireiden eli melanisaatioläikkien perusteella, kuorivaurioista ravuista saatiin selkeästi parempi tulos kuin oireettomista. Ensimmäisen vuoden Jokelan ryhmässä PCR -positiivisia oli 33 % kuorivauriollisista verrattuna oireettomien nollatulokseen. Simojoella luvut olivat 45 % ja 5 %. Toisena näytteenottovuonna Jokelan ravuista kuorivauriollisista oli kesäkuun näytteenotossa 7 % ja loppukesän näytteenotossa 21 % positiivisia, verrattuna vastaaviin oireettomien tuloksiin 4 % ja 8 %. Myös Pyhäjärvestä kuorivauriolliset ravut olivat selkeästi parempi näytteenottokohde, peräti 90 % kuorivauriollisista oli PCR -positiivisia, oireettomista vain 8 %.

Pelkkä kuorivaurioiden esiintyminen ei kuitenkaan kerro rapuruttotartunnasta. Suurin kuorivauriollisten osuus (56 %) löytyi Tengeliön 2010 ryhmästä, jossa ei kuitenkaan ollut merkkejä ruttotartunnasta. Ilmeisesti suurikokoisten rapujen pitkä sumputus oli syynä kuoren vaurioitumiseen ja melanisoitumisiin. Näyteravuista tutkittiin yhteensä noin 250 vauriokohdista otettua B-näytettä. Näistä vain 23 eli vajaa 10 % oli rapuruton aiheuttamia. Luvussa on myös mukana samasta ravusta otettuja erillisiä B-näytteitä, esimerkiksi näytteet melanisoituneesta nivelestä ja vatsakilven vaurioalueelta.

Kuorivauriollisten osuus näytteessä ei ollut eri ryhmien välillä vertailukelpoinen, sillä vuonna 2011 pyrittiin valitsemaan näytteeseen nimenomaan yksilöitä, joilla silmämääräisesti kentällä havaittiin kuorimuutoksia tai -vaurioita Kemijoen Jokelaa lukuun ottamatta. Pyhäjärvestä ja Simojoesta rapuja ei saatu niin paljoa, että valintaa olisi voitu tehdä. Kuorivauriollisten osuudet sekä näytteiden keräystapadot on koottu taulukkoon 3.

Kun verrataan eroa standardinäytteen (A) ja valitun vauriokohdan (B) välillä, niistä 15 näytteestä, joissa molemmat olivat positiivisia, B-näytteiden rapuruttopitoisuus oli suurempi 12 näytteessä.

Kaikkien niiden positiivisten A-näytteiden, joissa näytekohdassa ei ollut todettu kuorivauriota (24 näytettä), DNA- määrityksen kynnyssyklin (Ct) keskiarvo oli 36,55. Positiivisten B-näytteiden keskiarvo oli Ct 28,72 (17 näytettä). Jos A-näytteessä oli todettu kuorivaurio, niiden keskiarvo Ct 28,21 oli B-näytteisiin verrattavissa (7 näytettä).

Näissä luvuissa ei huomioitu Lamujoen ryhmää, jossa myös A-näytteiden taso oli suhteellisen korkea (keskiarvo Ct 33). Akuutissa taudissa kynnyssyklin arvo on lähellä rapuruton puhdaskasvusta saatavaa tulosta, yleensä Ct 18-25. Tällaisia arvoja saatiinkin Lamujoen B-näytteistä.

A-näyte oli negatiivinen kuudessa näytteessä, joissa B-näyte oli positiivinen. Jos näistä ravuista olisi valittu vain standardinäyte, olemassa oleva rapurutto olisi jäänyt toteamatta. Useissa tapauksissa positiivisia tuloksia saatiin kuitenkin A-näytteestä, vaikka ravuissa ei todettu kuorivaurioita, ja B-näytettä ei siis oltu otettu. PCR- menetelmällä pystytään toteamaan rapuruttotartunta jo ennen kuin se aiheuttaa näkyviä tai mikroskooppisia muutoksia. Tämä on aiemmissakin tutkimuksissa todettu olevan tilanne ainakin täpläravun kohdalla (Kozubíková ym. 2011).

Näytteenotossa on havaitun mukaan perusteltua valita näytekohta ravusta standardipalan ottamisen sijaan, mikäli kuorimuutoksia havaitaan. Rapuruton löytymisen todennäköisyyttä lisätään kohdentamalla otantaa kuorivauriollisiin rapuihin, sen sijaan että rapuja tutkittaisiin vain satunnaisotannalla. Pitkän sumputusjakson seurauksena syntyvien muutosten vuoksi näyteravut tulisi saada suoraan pyynnistä.

## 9.5. Näytteenottoajankohdan vaikutus rapuruttoanalyysin tulokseen

Jokelan alkukesän näytteessä rapuruttoa löytyi 4 % näytteistä, kun taas loppukesän näytteessä positiivisia oli 13 %. Oletuksena oli, että alkukesästä hitaasti etenevä rapurutto voisi olla helpommin havaittavissa, sillä kuoren vauriot olisivat todennäköisesti kerinneet kehittyä pidemmälle kuin kuorenvaihtokauden jälkeen otetussa näytteessä. Jokelan näytteet osoittivat, että tartunta näytti alkukesästä olevan samalla tasolla kuin edellisen vuoden syksyllä, lisääntyen kuorenvaihtokauden jälkeen. Rapuruton oletetaan siirtyvän helpommin isännästä toiseen kuorenvaihdon yhteydessä, mitä tämä tulos tukee. Ainakaan Kemijoen tapaisen hitaasti etenevän epidemian kohdalla ei näyttäisi olevan etua näytteenoton ajoittamisesta alkukesään. Vertailu olisi kuitenkin syytä toistaa kroonisesta tartunnasta kärsivän populaation osalta.

## 9.6. Päätelmät käytetystä menetelmästä ja näytemääristä

Suunniteltaessa näytteenottoa rapuruton esiintymisen kartoituksia varten, on tunnettava useita tulokseen vaikuttavia tekijöitä, joista rapuruton ja jokiravun suhteessa on vielä nyt tehtyjen havaintojen ja päätelmien jälkeenkin paljon epäselvyyttä.

Tutkimuksessa käytetty reaaliaikainen PCR- menetelmä on osoittautunut luotettavaksi siinä suhteessa, että sen ei ole todettu sitoutuvan muihin rapuruttoa geneettisesti lähellä oleviin organismeihin. Menetelmän tarkkuus on hyvä, mutta vääriä positiivisia tuloksia saatetaan silti saada sen vuoksi, että menetelmän herkkyys altistaa sen laboratoriokontaminaatiolle ja tuo toisaalta esiin myös näytteiden säilytyksen, kuljetuksen tai käsittelyn aikana vieraasta populaatiosta peräisin olevan

tartunnan. Edelleen, vaikka PCR toteaa hyvin herkästi näytteessä olevan rapuruton DNA:n, rapurutto itse ei ole tasaisesti jakautuneena ravussa, jolloin analyysiin voikin osua kuoresta täysin puhdas osa. Siksi menetelmän kokonaisherkkyttä ei voida pitää sataprosenttisena.

Kun tarkoituksena on osoittaa, että rapuruttoa ei esiinny jossakin populaatiossa, on tunnettava käytetyn tutkimusmenetelmän ominaisuudet, todennäköinen tautiprevalenssi kyseisessä tilanteessa ja populaation koko. Tällöin voitaisiin laskea tarvittava näytemäärä esimerkiksi FreeCalc-ohjelmalla (Cameron & Baldock, 1998a ja 1998b). Mitään näistä tekijöistä ei kuitenkaan tiedetä tarkasti, ja joudutaan käyttämään arvioita. Kun rapuruton latenssvaiheessa prevalenssi ainakin Kemijoen olosuhteissa näyttäisi olevan 4-5 %, ja määritettäisiin menetelmän herkkyys ja tarkkuus molemmat sataprosenttiseksi, 5000 yksilön populaatiosta pitäisi 95 % luotettavuustason saavuttamiseksi ottaa 73 näyteyksilöä negatiivisen tuloksen varmistamiseksi. Näytemäärä muuttuu huomattavasti suuremmaksi, mikäli arviota testin tarkkuudesta (väärin positiivisten mahdollisuus) vähennetään vaikkapa yhdellä prosenttiyksiköllä. Silloin näytteitä tarvitaan jo 182, ja vääriä positiivisia voi joukossa olla 4, vaikka tautia ei esiintyisikään.

Vaikka tässä projektissa jokainen rapu tutkittiin erikseen, useat vieläpä monena näytteenä, käytännössä PCR-menetelmä on liian kallis toteutettavaksi satunnaisesti poimittujen näyteyksilöiden tutkimiseksi vastaavalla tavalla. Näytteenottoa on siksi kohdennettava satunnaisnäytteen sijaan. Tutkituissa positiivisissa ryhmissä kuorivauriollisista vähintään 20 % oli positiivisia. Näin laskettuna tarvittaisiin edellä olevasta 5000 ravun populaatiosta vain 13 määritystä, jos menetelmä oletettaisiin sataprosenttiseksi. Jos tarkkuusoletusta laskettaisiin prosentilla, näytemäärä olisi 20 rapua. Kaksikymmentäkin määritystä on kallis ratkaisu, joten jatkossa olisi tutkittava mahdollisuutta yhdistää eri rapujen näytteitä luotettavuuden silti kärsimättä liikaa. Ruton suurempi määrä kuorivaurioissa verrattuna satunnaisnäytteeseen mahdollistaisi todennäköisesti yhdistämisen.

## 10. Yhteenveto

Rapurutto hallintaan II- hankkeen aikana tutkittiin kymmentä taustaltaan eroavaa rapupopulaatiota. Rapuja tutkittiin yli tuhat, näistä 925 käyttäen herkkää PCR-menetelmää. Ennako-odotukset populaatioiden rapuruttotilanteen suhteen pitivät paikkansa, ja siten niiden arvioidut luokitukset ja käyttötavat vahvistuivat. Luokittelua ja luokkien kuvausta kannattaakin kehittää edelleen niin, että ne olisivat mahdollisimman käyttökelpoisia mm. kalastusalueiden (kalatalousalueiden) käyttö- ja hoitosuunnitelmien rapukantoja koskeissa osissa. Tutkimuksessa mukana olleista populaatioista, joissa rapuruttoa todettiin, saatiin arvokasta tietoa tartunnan esiintymisestä ja etenemisestä, sekä soveltuvasta kartoitusmenetelmästä.

Lähtöleveysuutta voidaan arvioida lyhyesti niin, että täplärapu laajentaa esiintymisaluettaan ja sen tuotanto kasvaa – ravustuksen tehosta ja markkinoista johtuu sitten se, miten suuri osa tuotannosta hyödynnetään ja millaiseksi maamme kokonaisrapusaalis kehittyä. Täpläravun jokirapukantoihin kohdistama paine kasvaa, mikä yhdessä rapuruton kanssa johtaa alkuperäisen rapulajimme rajautumiseen pien- ja latvavesiin sekä levinneisyysalueensa reunaosiin, joilla täplärapu ei nykytiedon mukaan kovin hyvin menesty.

Rapuruttotutkimuksessa ja rutan luonteen ymmärtämisessä on viime vuosina saavutettu merkittävää edistystä, ja nyt ollaan lähestymässä tilannetta, jossa uusin menetelmin voidaan rapuruttoa aidosti hallita. Tämän hankkeen tavoitteena oli osaltaan turvata jokiravun säilyttäminen

lajina pitkälle tulevaisuuteen ja pitää se maamme sisävesikalataloudessa hyödynnettävänä ja samalla taloudellisesti yksikköhinnaltaan arvokkaimpana lajina.

Tässä projektissa hankitun tiedon avulla voidaan aikaisempaa paremmin arvioida rapuruttomäärittysten luotettavuutta, mutta paljon lisätietoa on vielä kerättävä. Useissa projektin kohdepopulaatioissa rapuruttilanteen kehittymisen seuranta on syytä jatkaa, sillä siten saadaan kokemusta taudin esiintymisestä sen eri vaiheissa. Aiemmin luultu rapuruton nopea eteneminen ja rapukannan täydellinen häviäminen on osoittautunut myytiksi. Rapukantojen hoidon suunnittelussa tarvitaan edelleen lisää tietoa rapuruton todellisesta esiintymisestä, erityisesti erilaisissa ympäristöissä ja eri isäntälajeissa.

## Viitteet

- Cameron, A. & Baldock, F. 1998a. A new probability formula for surveys to substantiate freedom from disease. *Prev Vet Med* 34(1): 1–17
- Cameron, A. & Baldock, F. 1998b. Two-stage sampling in surveys to substantiate freedom from disease. *Prev Vet Med* 34(1): 19–30
- Erkamo, E. & Rajala, J. 2012. Raputalouden elinkeinopotentialit Etelä-Savossa. *RKTL:n työraportteja* 6/2012. 48 s.
- Erkamo, E., Rajala, J. & Mattila, J. 2011. Etelä-Savon jokirapustutusten tuloksia. Teoksessa: Pursiainen, M. & Rajala, J. (toim.) 2011. Raputalouskatsaus 2010. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 6/2011: 31–43.
- Heinikainen, S. & Viljamaa-Dirks, S. 2010. PCR method for differentiation of two *Aphanomyces*. *Autumn school in biodiversity of Saprolegnia (oomycetes)* 1.–4.11.2010 Madrid, Spain. Conference abstract.
- Jussila, J., Makkonen, J., Vainikka, A., Kortet, R. & Kokko, H. 2011. Latent crayfish plague (*Aphanomyces astaci*) infection in a robust wild noble crayfish (*Astacus astacus*) population. *Aquaculture* 321: 17–20.
- Järvi, T.H. 1910. Über den Krebs (*Astacus fluviatilis* Rond.) und die Krebsepidemien in Finland. *Acta Societas pro Fauna et Flora Fennica* 33(3): 1–41.
- Kirjavainen, J. 1989. Täplärapu 2000 – Ehdotus Suomen täplärapustrategiaksi. *Keski-Suomen kalastuspiirin tiedotus* 6: 4–23.
- Kozubíková, E., Vráłstad, T., Filipová, L. & Petrusek, A. 2011. Re-examination of the prevalence of *Aphanomyces astaci* in North American crayfish populations in Central Europe by TaqMan MGB real-time PCR. *Diseases of Aquatic Organisms* 97: 113–125.
- Mannonen, A., Halonen, T., Nylund, V., Westman, K. & Westman, P. 2006. Raputautirekisteri. Raputautien esiintyminen Suomessa vuosina 1893–2000. Maa- ja metsätalousministeriö. 39s.
- Matasová, K., Kozubíková, E., Svoboda, J., Jarošik, V. & Petrusek, A. 2011. Temporal variation in the prevalence of the crayfish plague pathogen, *Aphanomyces astaci*, in three Czech spiny-cheek crayfish populations. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 401: art 14.
- Niemivuo-Lahti, Johanna (toim.) 2012. Kansallinen vieraslajistrategia. Maa- ja metsätalousministeriö 2012. 126 s.
- Ossiander, F. & Wedemeyer, G. 1973. Computer program for sample size required to determine disease incidence in fish populations. *Journal of Fisheries Research Board Canada* 30: 1383–1384
- TE-keskusten työryhmä 2000. Kalataloushallinnon rapustrategia. *Kala- ja riistahallinnon julkaisuja* nro 47. 44 s.
- Pursiainen, M., Westman, K. & Louhimo, J. 1981. Ravun elinmahdollisuudet Siikajoessa ja rapukantojen hoitosuunnitelma. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Moniste, 26 s + liitt.
- Pursiainen, M. & Westman, K. 1984. The restoration of crayfish (*Astacus astacus*) in river Siikajoki, Finland. – *EIFAC/CECPI/T42* 2: 412–421.
- Pursiainen, M. 2012. Joki- ja täplärapun levinneisyys. Teoksessa: Pursiainen, M. & Mattila, J. (toim.) 2012. Rapujen levinneisyys ja tuotanto Suomessa 2010. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 8/2012: 7–20.
- Savolainen, R., Moilanen, P. & Vihervuori, A. 2012. Rapujen tuotanto ja kulutus Suomessa. Teoksessa: Pursiainen, M. & Mattila, J. (toim.) 2012. Rapujen levinneisyys ja tuotanto Suomessa 2010. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 8/2012: 21–37.

- Viljamaa-Dirks, S., Ruokonen, T. & Pursiainen, M. 2008. Rapuruton esiintyminen 2007. Teoksessa: Pursiainen, M. & Ruokonen, T. (toim.), Raputalouskatsaus 2007. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 3/2008: 38–43.
- Viljamaa-Dirks, S., Pursiainen, M. & Tulonen, J. 2009. Rapuruttohavainnot 2008. Teoksessa: Pursiainen, M. & Rajala, J. (toim.), Raputalouskatsaus 2008. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 5/2009: 22–26.
- Vrålstad, T., Johnsen, S.I., Fristad, R.F., Edsman, L. & Strand, D. 2011. Potent infection reservoir of crayfish plague now permanently established in Norway. *Diseases of Aquatic Organisms* 97: 75–83.
- Vrålstad, T., Knutsen, A.K., Tengs, T. & Holst-Jensen, A. 2009. A quantitative TaqMan<sup>®</sup> MGB real-time polymerase chain reaction based assay for detection of the causative agent of crayfish plague *Aphanomyces astaci*. *Veterinary Microbiology* 137: 146–155.
- Westman, K. 1973. The population of the crayfish *Astacus astacus* in Finland and the introduction of the American crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana. *Freshwater Crayfish* 1: 41–55.
- Westman, K. 1991. The crayfish fishery in Finland – its past, present and future. *Finnish Fisheries Research* 12: 187–216.