

Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 52/2015

Taimenen perinnöllinen erilaistuminen ja hoidon järjestäminen Isojoen vesistöissä

Eero Jutila, Marja-Liisa Koljonen ja Jarmo Koskiniemi

Taimenen perinnöllinen erilaistuminen ja hoidon järjestäminen Isojoen vesistöissä

Eero Jutila, Marja-Liisa Koljonen ja Jarmo Koskiniemi



ISBN: 978-952-326-104-4 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-105-1 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-105-1>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Eero Jutila, Marja-Liisa Koljonen ja Jarmo Koskiniemi

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2015

Julkaisuvuosi: 2015

Kannen kuva: Juuso Lievonen 2015

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Eero Jutila¹⁾, Marja-Liisa Koljonen¹⁾ ja Jarmo Koskiniemi²⁾

¹⁾ Luonnonvarakeskus, Viikinkaari 4, 00790 Helsinki

²⁾ Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos, Latokartanonkaari 5, 00014 Helsingin yliopisto

Lapväärtin-Isojoen vesistön (jatkossa Isojoen vesistö) pääuoman, sivujokien ja purojen eli luomien koskialueilta kerättiin sähkökalastamalla taimenen kudoksenäytteitä DNA-analyysiä varten vuosina 2002–2013, pääosa kuitenkin vuosina 2011 ja 2012. Tämän lisäksi näytteitä saatiin Vanhankylän ja Laukaan kalanviljelylaitosten Isojoen meritaimenen emokalaparvien jälkeläisistä. Yhteensä analysoitiin näytteet 1 218 taimenesta. Näytteistä analysoitiin 16 DNA:n mikrosatelliittilokuksen muuntelu. Populaatioiden sisäisen monimuotoisuuden määrää arvioitiin mm. havaittujen geenimuotojen eli alleelien määrän avulla. Yhteensä löydettiin 198 erilaista alleelia, eniten niitä oli Laukaan kalanviljelylaitoksen ja Tuimalankoskien näytteissä (145 kpl). Näytteiden kokonaisalleelirikkaus vaihteli välillä 42,9–99,8 ja oli keskimäärin 78,3. Korkea alleelirikkaus oli Laukaan, Isojoen pääuoman koskien, Heikkilänjoen Risukosken ja Pajuluoman alaosan näytteissä. Selvästi keskiarvon alapuolelle jäivät Idbäckenin, Kortesuoman, Kortesnevanojan, Näättäluoman, Lohiluoman ja Hanhiojan näytteet.

Pitkällä aikavälillä suositeltava vähintään 50 kutuparin populaatiokoko oli yksittäisistä koskista vain Tuimalankosken ja Kärkiluoman näytteissä. Kaikkien vesistön päähaarojen geneettisesti teholliset koot olivat kuitenkin tätä lukua suurempia. Suojeltavalle yksikölle suositeltava yli 50 perheen koko löytyi samoin joen kaikilta osa-alueilta paitsi Idbäckenin, Hanhiojan ja Pajuluoman latvan alueelta. Lievästi kohonnutta sukulaisuutta todettiin Pajuluoman latvoilla, Kortesnevanojan, Kortesuoman, Näättäluoman ja Idbäckenin näytteissä.

Kun samoilta koskialueilta kerätyt näytteet testausten jälkeen yhdistettiin perinnöllisen samankaltaisuuden perusteella, jäljelle jäi 21 eri koskialueiden näytettä sekä 2 viljelyperäistä näytettä, joiden perinnöllistä erilaisuutta mittaavat Fst-arvot erosivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Näistä osa oli kuitenkin edelleen keskenään hyvin samankaltaisia, kuten viljelykantojen näytteet keskenään sekä Tuimalankoskien ja Vanhankylänkoskien näytteet. Myös Karijoen ja Metsäjoen näytteiden kesken oli merkittävää samankaltaisuutta samoin kuin Lohiluoman ja Riitaluoman näytteiden välillä.

Isojoen vesistön taimenet ryhmiteltiin kuuluvaksi neljään pääryhmään: 1) Isojoen pääuoma, 2) Karijoki, 3) Heikkilänjoki ja 4) Isojoen latvat. Isojoen pääuoma edustaa vaeltavaa taimenta ja molemmat viljelykannat ryhmittyvät myös tähän pääryhmään. Laukaan näytteet sijoittuvat hyvin lähelle Tuimalankosken näytteitä ja Vanhankylän kalanviljelylaitoksen näytteet lähelle Vanhankylänkoskien näytteitä. Myös Risukosken ja Pajuluoman alaosan näytteet ryhmittyvät tähän haaraan. Karijoen, Heikkilänjoen alueen ja Isojoen yläosan näytteet muodostavat kukin oman tiiviin ja geneettisesti selkeän ryhmänsä. Tuohiluoma, Pajuluoman latva sekä Hanhioja ja Idbäcken ovat välittäviä muotoja pääryhmien populaatioiden välillä.

Geneettisen analyysin perusteella erillisenä säilytettäviä hoitoyksiköitä ovat 1) Isojoen päähaaran vaeltava taimen sekä 2) Karijoen, 3) Heikkilänjoen yläosan ja 4) Isojoen latvojen populaatiot. Taimenkantojen hoidon kannalta pienet populaatiot Idbäcken, Hanhioja ja Pajuluoman latva edellyttävät erillistä tarkastelua.

Isojoen vesistöalueelle laadittiin taimenen hoitosuositus. Hoidon tavoitteena on vesistön geneettisesti erilaistuneiden taimenpopulaatioiden säilyttäminen omassa elinympäristössään elinvoimaisina ja itse itsensä ylläpitävinä. Hoidon keskeisiä tehtäviä ovat taimenten elinympäristöstä huolehtiminen, vaellusmahdollisuuksien turvaaminen sekä kalastuksen järjestely meressä ja joessa täysimääräisen poikastuoton mahdollistavalla tavalla. Meritaimenen luontaisen poikastuotannon elvyttämisessä voidaan käyttää tuki-istutuksia väliaikaisesti, mutta tuotannon vakiinnuttua niitä tulisi tehdä vain tutkimustarkoituksiin.

Asiasanat: Meritaimen, purotaimen, perinnöllinen erilaistuminen, kalakantojen hoitoyksikkö

Sisällys

1. Johdanto	5
2.1. Taimennäytteet.....	6
2.2. Geneettiset menetelmät.....	8
2.2.2. Tilastolliset menetelmät.....	8
3. Tulokset	9
3.1. Taimennäytteiden sisäisen monimuotoisuuden määrä	9
3.1.1. Geneettisen monimuotoisuuden määrä	9
3.1.2. Populaatioiden tehollinen koko ja sukulaisuus.....	10
3.2. Taimennäytteiden välinen perinnöllinen erilaistuminen.....	12
3.2.1. Populaatioiden väliset perinnölliset erot	12
3.2.2. Sukupuurakenne	14
4. Tulosten tarkastelu.....	16
4.1. Populaatioiden erilaistuminen.....	16
4.2. Taimenpopulaatioiden monimuotoisuuden säilyttäminen	18
5. Isojoen taimenpopulaatioiden hoitosuositus.....	20
5.1. Hoidon tavoitteet.....	20
5.2. Valuma-alueen hoito ja uomakunnostukset.....	20
5.3. Kalastuksen ohjaaminen	20
5.4. Kalanviljely ja taimenen tuki-istutukset.....	21
6. Viitteet.....	23
7. Liite	24

1. Johdanto

Lapväärtin-Isojoen vesistö sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla ja se laskee Selkämereen Lapväärtissä noin 10 km Kristiinankaupungin keskustaaajaman eteläpuolella (Kuva 1). Koko vesistöalue on pinta-alaltaan 1 112 km² ja se sijaitsee pääosin Kristiinankaupungin, Karijoen ja Isojoen kunnissa. Vesistön pääuoma saa alkunsa Isojoen kunnasta Lauhanvuoren pohjavesialueelta ja on pituudeltaan 75 km. Vesistön eri osissa esiintyy lukuisia, ainakin osittain erilaistuneita taimenpopulaatioita eli osakantoja (Jutila ym. 1998). Etenkin vesistön latvapuroissa taimenet elävät koko elämänsä lähinnä paikallisina kaloina, kun taas pääjoessa ja suurimmissa sivujoissa pääosa taimenista tekee jokipoikasvaiheen jälkeen syönnösvaelluksen mereen ja palaa sukukypsyuden lähestyessä takaisin lisääntymisalueilleen jokeen. Merivaelteista osaa vesistön taimenista kutsutaan meritaimeniksi. Meritaimen nousee pääuomassa ainakin Villamoon saakka ja sivujoista Karijokeen ja Heikkilänjokeen. Vesistölle ovat tyypillisiä lukuisat purot eli luomat, joista monissa taimen lisääntyy edelleen luontaisesti. Joen suurin sivuhaara on Kärjenjoki, muita sivujokia ovat Karijoki ja Heikkilänjoki. Puroista ovat kooltaan suurimpia Idbäcken, Metsäjoki, Pajuluoma, Hukanluoma ja Kärkiluoma, pienempiä ovat mm. Sarviluoma, Riitaluoma ja Lohiluoma. Lapväärtin-Isojoen vesistöä kutsutaan joen ylä- ja keskiosalla Isojoeksi ja alaosalla Lapväärtinjoeksi. Koska pääosa niistä vesistön puroista ja jokivesistä, missä esiintyy taimenia, sijaitsee vesistön keski- ja yläosalla, joen ja vesistön nimenä käytetään seuraavassa Isojokea, vaikka mukana on myös vesistön alaosaa koskevia tietoja.

Suomen lajien uhanalaisuusluokituksessa vuonna 2010 rannikoittemme meritaimenkannat on arvioitu äärimmäisen uhanalaisiksi ja muut eteläisen Suomen taimenkannat erittäin uhanalaisiksi (Urho ym. 2010). Isojoen meritaimen on Suomen Selkämeren rannikolla ainoa jäljellä oleva, luonnonvarainen ja alkuperäiseksi arvioitu meritaimenkanta. Isojoen meritaimenkanta on kalatalouden kannalta poikkeuksellisen arvokas myös sen vuoksi, että se on eteläisen Suomen rannikolla eniten istutuksiin käytetty meritaimenen viljelykanta. Lapväärtin-Isojoen vesistöalue kuuluu kalataloudellisesti arvokkaan meritaimenkantansa takia UNESCO:n kansainvälisiin ns. Project Aqua vesiensuojelukohteisiin. Vesipuidedirektiivin mukaisesti Natura 2000-alueisiin kuuluu Lapväärtin-Isojoen vesistöalueella koko Lapväärtin-Isojoen pääuoma ja Heikkilänjoen sivu-uoma sivuhaaroinen jokihelmisimpukan ja meritaimenen perusteella.

Taimenen esiintymistä ja poikastuotantoa Isojoen vesistössä ovat tutkineet mm. Ryhänen (1957), Nissinen (1977), Ahvonen ym. (1993), Sivil & Latvala (2001a ja b), Kallio-Nyberg ym. (2002), Huovinen ym. (2005). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL) on tutkinut Isojoen meritaimenkannan tilaa ja taimenen poikastuotantoa sähkökalastamalla Isojoen koskialueilla 1970-luvulta lähtien. Vuosittainen sähkökalastusseuranta vakiokoaloilla aloitettiin 1990-luvun puolivälissä. Metsätalouden vesistövaikutuksiin liittyvän METVE-tutkimushankkeen yhteydessä RKTL kartoitti taimenen esiintymistä Isojoen vesistössä yhteensä 50 purossa, joista taimenia löydettiin 27 purosta (Jutila ym. 1998). Samassa yhteydessä tutkittiin myös taimenten geneettisiä ominaisuuksia vesistön eri osissa entsyymielektroforeesimenetelmällä. Viljelyssä olevan Isojoen meritaimenen laitoskannan (Laukaa, Vanhakylä) lisäksi Isojoen vesistön eri osissa todettiin esiintyvän vähintään viisi geneettisesti erilaistunutta taimenen osakantaa: joen alosaan laskevat purot, Pajuluoma, Isojoen latvapurot, Karijoki ja Heikkilänjoki (Jutila ym. 1998).

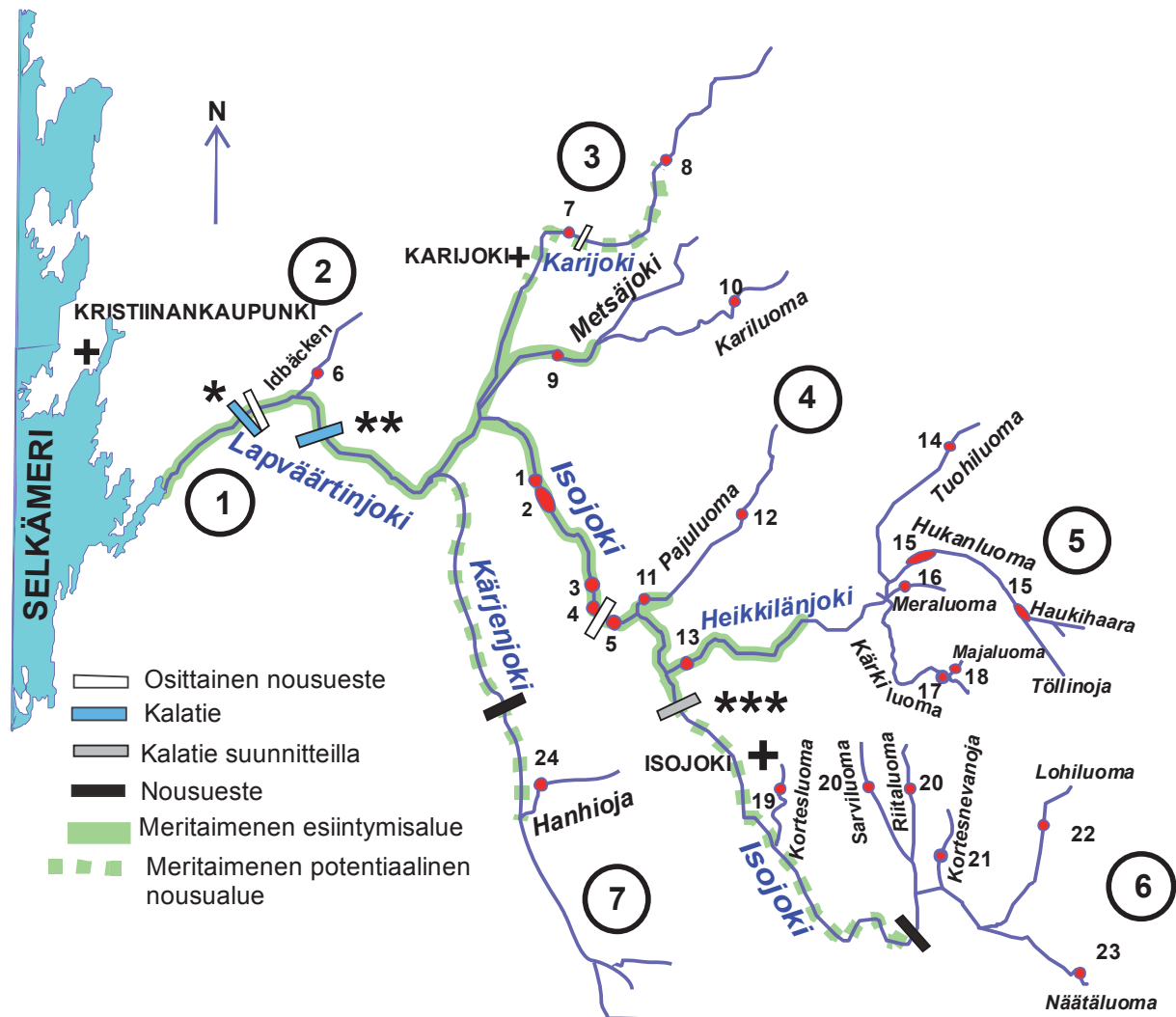
RKTL yhdistyi vuoden 2015 alussa perustettuun Luonnonvarakeskukseen (Luke). Tässä Luken raportissa tarkastellaan Isojoen vesistön taimenten perinnöllistä erilaistumista, sekä nykyistä esiintymistä vesistössä. Taimenen esiintymistä kartoitettiin sähkökalastamalla niissä sivujoissa ja puroissa, joista oli aiemmin METVE-tutkimuksen aikana löydetty taimenia. Kudosnäytteet vesistön purovesien taimenista kerättiin pääosin vuosina 2010–2012. Mukana on myös joen pääuoman koskien taimenista sähkökalastuksissa 2000-luvulla sekä Hanhiojan taimenista vuonna 2013 otettuja näytteitä. Tämä Isojoen vesistön taimenen geneettinen kartoitus tehtiin DNA:n mikrosatelliittimuunteluun perustuen (ks. kohta 2.2.). Pohjanmaan ELY-keskus rahoitti pääosan DNA-näytteiden analysointikustannuksista.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Isojoen vesistön eri alueiden taimenpopulaatioiden geneettinen rakenne, eri vaellusmuotojen esiintymisaluet ja perinnöllisen monimuotoisuuden määrä, sekä näiden tietojen perusteella ehdottaa Isojoen taimenen hoitosuunnitelmaan geneettisin perustein määritellyt taimenen hoitoyksiköt.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Taimennäytteet

Isojoen meritaimenen poikastuotannon seurantaan liittyen vesistön pääuomasta ja Heikkilänjoen alimmasta koskesta (Risukoski) kerättiin vuodesta 2002 lähtien noin kymmenen vuoden ajan sähkökalastusten yhteydessä taimenten kudoksenäytteitä DNA-tutkimusta varten (Kuva 1, Taulukko 1). Pääosa taimennäytteistä Isojoen sivujokien ja purojen alueelta kerättiin vuosina 2011 ja 2012. Näytteet Kärjenjokeen laskevan Hanhiojan taimenista kerättiin vuonna 2013.



Kuva 1. Taimennäytteiden keräyspaikat (punaiset pallot), meritaimenen esiintymisalue (vihreä varjostus) sekä taimenen vaelluksen kannalta merkittävät eriaisteiset noususteet Isojoen vesistössä. Tutkimuksessa käytetyt Isojoen vesistön osa-alueet on merkitty *ympyröidyin numeroin*: (1)= Lapväärtin-Isojoen pääuoma, (2)= Idbäcken, (3)=Karijoki, (4)=Pajuluoma, (5)= Heikkilänjoki, (6)= Isojoen yläosa, (7)= Kärjenjoki. Numeroidut taimennäytekosket olivat: 1= Tuimalankoski alaosa (Saarenväli), 2= Tuimalankoski yläosa ja Toivolankoski, 3= Vanhankylänkoski, 4= Penttilänkoski, 5= Talvitienkoski, 6= Idbäcken, 7= Karijoki Ylikoski, 8= Karijoki Rönnlund, 9= Metsäjoki Myllykoskenloukko, 10= Metsäjoki Kariluoma, 11= Pajuluoma alaosa, 12= Pajuluoma yläosa, 13= Risukoski, 14= Tuohiluoma, 15= Hukanluoma, Haukihaara ja Töllinoja, 16= Meraluoma, 17= Kärkiluoma Mäkisaalo, 18= Kärkiluoman Majaluoma 19= Korttesluoma, 20= Sarviluoma ja Riitaluoma, 21= Korttesnevanoja, 22= Lohiluoma, 23= Näättäluoma, 24=Hanhioja. * = Sandgrundfors, ** = Peruskoski, *** = Villamo.

Taulukko 1. Tutkitut Isojen taimenen näytteet: pyyntialue, kohdenumero (ks. Kuva 1.), kohteen nimi, näytteenottovuodet, otetut näytemäärät, DNA-tulosten näytemäärät ja Isojoen vesistön osa-alue, josta näyte on kerätty (Ks. Kuva 1).

Jokialue	Kohde nro	Koski/luoma	Vuodet	n otettu	n tulos	Aluejako
Isojoki keskiosa	1	Tuimala alaosa (Saarenväli)	2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011	170	161	1
	2	Tuimala yläosa (ylempi)	2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011	59	39	1
	2	Toivolankoski	2002, 2006, 2007, 2008	24	19	1
<i>Tuimala, Toivola yht.</i>				253	219	1
Isojoki keskiosa	3	Vanhankylänkoski	2005	10	10	1
	4	Penttilänkoski	2005, 2006	44	44	1
	5	Talvitienkoski	2005, 2006	27	22	1
<i>Vanhankylän kosket</i>				81	76	1
Idbäcken	6	Idbäcken Ormängen	2011	17	17	2
Karijoki	7	Ylikoski	2011	50	50	3
	8	Rönnlund	2011	31	30	3
	9	Metsäjoki, Myllykoskenloukko	2008	32	32	3
	10	Metsäjoki, Kariluoma	2011	40	40	3
<i>Karijoki kaikki yht.</i>				274	273	3
Pajuluoma	11	Pajuluoma alaosa (Hautamäki ja sähkölinja)	2012	33	32	4
	12	Pajuluoma, yläosa (Jouhuri)	2012	42	41	4
<i>Pajuluoma yht.</i>				75	73	4
Heikkilänjoki	13	Risukoski	2005, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011	121	121	5
	14	Tuohiluoma	2012	14	14	5
	15	Hukanluoma	2012	39	39	5
	16	Meraluoma	2011	32	31	5
	17	Kärkiluoma, Mäkisalo ja latvat	2011	73	70	5
	18	Kärkiluoma, Majaluoma	2011	19	18	5
<i>Heikkilänjoki yht.</i>				298	262	5
Isojoki yläosa	19	Kortesuoma	2011	50	50	6
	20	Riitaluoma ja Sarviluoma	2011, 2012	48	48	6
	21	Kortesnevanoja	2011	41	41	6
	22	Lohiluoma	2011	50	50	6
	23	Näätäluoma	2011	31	28	6
<i>Isojoen yläosa</i>				220	217	6
Kärjenjoki	24	Hanhioja	2013	23	20	7
<i>Yhteensä</i>				1128	1067	
Vanhankylän kalanviljelylaitos				80	80	
Laukaan kalanviljelylaitos				71	71	
KAIKKI YHT.				1279	1218	

Kaikkiaan tutkimuksessa oli mukana taimennäytteitä 24 koskialueelta Isojoen vesistön pääuomasta, sivujoista ja purovesistöistä. Jos yksittäisen kosken näytemäärät jäivät sähkökalastuksessa alle kymmeneen yksilöön, ne on yhdistetty jatkokäsittelyssä viereisten koskien kanssa, tai jos ne jäivät vain muutamaankin yksilöön, ne on jätetty kokonaan pois tuloksista. Tämän lisäksi sähkökalastuksia tehtiin myös useissa vesistön alaosan ja sivupurojen koskissa, joista taimenia ei saatu lainkaan. Tutkimuksessa on mukana myös näytteet Vanhankylän kalanviljelylaitoksen Isojoen meritaimenen vuosien 2002 ja 2003 emokalastojen jälkeläisistä ja RKTL:n Laukaan kalanviljelylaitoksen Isojoen meritaimenen vuosien 2006 ja 2007 emokalastojen jälkeläisistä (Taulukko 1).

2.2. Geneettiset menetelmät

2.2.1. Laboratoriomenetelmät

Taimenten kudoksenäytteet säilöttiin etanoliin. DNA eristettiin Qiagen DNEasy Tissue-eristyskitillä. Näytteistä analysoitiin 16 DNA-mikrosatelliittigeenilokuksen muuntelu. Käytetyt laboratoriomenetelmät olivat samat, joita on aiemmin käytetty taimentutkimuksessa LUKE:n (aiemmin RKTL:n) ja Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen genotyypityslaboratoriossa (Koljonen ym. 2014). Määritetyt DNA-mikrosatelliittigeenilokukset olivat BS131, SSosl311, SSosl417, SSosl438, Str15INRA, Str60INRA, Strutta58, OneU9, Ssa197, Ssa407, Ssa85, Str73INRA, Str85INRA, Ssa289, SSsp1605 ja SSsp2201. PCR-reaktiot analysoitiin genotyypityslaboratorion Abi-kapillaarielektroforeesilaitteella ja laitteistoon kuuluvalla GeneMapper-ohjelmistolla.

2.2.2. Tilastolliset menetelmät

Perinnöllisen muuntelun määrä kuvattiin keskimääräisenä diversiteettinä (heterotsygotian määränä), geenimuoto- eli alleelimäärinä populaatiossa, havaittuina keskimääräisinä lokuskohtaisina alleelimäärinä (tutkitun 16 lokuksen alleelimäärien keskiarvo) ja alleelirikkauteena (otoskoko standardoitu alleelimäärä). Alleelirikkaus on periaatteessa myös alleelimäärä, mutta se huomioi otoskoon vaikutuksen alleelimäärään redusoimalla isommat näytekoot pienimmän näytteen tasolle. Tässä pienin näyte oli Tuohiluoman 14 kalaa. Yleensä isommissa näytteissä havaitaan enemmän alleeleita kuin pienemmissä näytteissä, joten pelkkä toteutunut alleelimäärä voi kuvata paitsi kantojen alleelimäärän eroa niin myös pelkkää otoskokojen eroa.

Suhteellinen diversiteetti eli heterotsygotia-aste vaihtelee välillä 0–1. Tyypillinen arvo kaloilla on lajista riippuen n. 0,5–0,8. Muuntelun mitat laskettiin FSTAT-ohjelmalla (versio 2.9.3.2)(Goudet 1995, Goudet 2001) (<http://www2.unil.ch/popgen/softwares/fstat.htm>). Populaatioiden teholliset koot (Ne) ja täyssisarperheiden määrä laskettiin COLONY-ohjelmalla (Wang 2004, Wang & Santure 2009), ja populaatioiden sisäiset sukulaisuudet COANCESTRY-ohjelmalla (Wang 2007).

Populaatioiden välisiä eroja mittaavat Fst-arvot laskettiin FSTAT-ohjelmalla, samoin populaatioiden välisten erojen merkittävyys alleelifrekvensseissä testattiin FSTAT-ohjelmalla, sillä se sisältää Bonferroni-korjauksen useille testeille. Populaatioiden väliset perinnölliset etäisyydet (Nein DA-etäisyys, Nei ym. 1983, Takezaki 1998) laskettiin Populations 1.2.32 -ohjelmalla (<http://www.bioinformatics.org/~tryphon/populations/>). Sukupuurakenne (NJ-tree, Saitou & Nei 1987) piirrettiin Treeview-ohjelmalla (<http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/treeview.html>) (Page 2000).

3. Tulokset

3.1. Taimennäytteiden sisäisen monimuotoisuuden määrä

3.1.1. Geneettisen monimuotoisuuden määrä

Tutkittujen näytteiden otoskoot vaihtelivat varsin paljon (14–219), mikä vaikuttaa myös diversiteetti- ja tiestimaatteihin. Suuremmissa näytteissä on suurempi todennäköisyys olla myös enemmän erilaisia geenimuotoja. Vertailuja voidaan kuitenkin tehdä keskimääräisten diversiteettiarvioiden ja otoskoon huomioon ottavien alleelirikkausmittareiden avulla. Kaikki mittarit antavatkin hyvin samantyyppisen kuvan diversiteetin esiintymisestä.

Taulukko 2. Isojoen taimennäytteiden geneettinen diversiteetti. Taulukossa koskialue (Nro) kuvassa 1, otoskoko (N), keskimääräinen diversiteetti (DIV), alleelimäärä (N all), keskimääräinen alleelimäärä geenilokusta kohti (Ka. All.), kokonaisalleelirikkaus 14 yksilölle (All. Rikk. Yht.) ja keskimääräinen alleelirikkaus geenilokusta kohti (All. Rikk. Ka) sekä sukulaisuutta mittava Fis-arvo. Monimuotoisimmissa näytteissä harmaa varjostus. Alhaiset alleelirikkausarvot alleviivattu.

Nro	Populaatio	N	DIV	N All	Ka. All.	All. Rikk. Yht.	All. Rikk. Ka	Fis
	Vanhankylän KVL	80	0,62	94	5,9	73,6	4,6	-0,007
	Laukaan KVL	71	0,68	145	9,1	99,8	6,2	0,077
1-2	Tuimala, Toivola	219	0,67	145	9,1	94,0	5,9	0,054
3-5	Vanhankylän kosket	76	0,65	134	8,4	90,7	5,7	0,024
6	Idbäcken	17	0,51	43	2,7	<u>42,9</u>	2,7	-0,145
7	Metsäjoki	32	0,64	92	5,8	81,1	5,1	0,011
8	Kariluoma	40	0,62	97	6,1	80,4	5,0	0,023
9	Karijoki	80	0,62	117	7,3	83,3	5,2	0,016
10	Pajuluoma-latva	41	0,60	100	6,3	77,9	4,9	-0,026
11	Pajuluoma-alaosa	32	0,67	111	6,9	91,1	5,7	0,040
13	Risukoski	121	0,65	128	8,0	91,4	5,7	0,008
14	Tuohiluoma	14	0,62	81	5,1	81,0	5,1	0,037
15	Hukanluoma,Haukihaara	39	0,64	96	6,0	80,7	5,0	0,024
16	Meraluoma	31	0,57	86	5,4	75,5	4,7	0,006
17-18	Kärkiluoma, Majaluoma	88	0,64	111	6,9	85,1	5,3	0,006
19	Kortesuoma	50	0,53	83	5,2	<u>67,1</u>	4,2	-0,019
20	Riitaluoma, Sarviluoma	48	0,63	94	5,9	77,0	4,8	-0,012
21	Kortesnevanaja	41	0,58	83	5,2	<u>70,1</u>	4,4	-0,012
20	Lohiluoma	50	0,61	87	5,4	<u>71,5</u>	4,5	0,031
23	Näätälouma	28	0,60	64	4,0	<u>60,0</u>	3,8	-0,024
24	Hanhioja	20	0,58	74	4,6	<u>68,9</u>	4,3	-0,019
	Keskiarvo	58	0,62	98,3	6,1	78,3	4,9	
	Yhteensä	1218	-	198	12,4	97,1	6,1	
	Pääuoma (sis. Risukoski, Pajuluoma)	446	0,67	164,0	10,3	96,7	6,0	0,050
	Vaeltava taimen*	560	0,67	177,0	11,1	97,3	6,1	0,056
	Min	14	0,51	43	2,7	42,9	2,7	-0,145
	Max	219	0,68	145	9,1	99,8	6,2	0,077

*Sis. Tuimalan-, Toivolan- ja Vanhankylänkosket, Risukoski, Pajuluoma, Karijoki ja Metsäjoki (ei Kariluomaa).

Koko aineiston tutkimuksessa 16 geenilokuksessa oli yhteensä 198 erilaista geenimuotoa eli alleelia. Näytteissä oli keskimäärin 98,3 geenimuotoa (Taulukko 2). Suurimmat geenimuotomäärät, 145 kpl, olivat Laukaan kalanviljelylaitoksen näytteissä ja Tuimalankosken eri osuuksien näytteissä. Vähintään 100 erilaista geenimuotoa sisälsivät Vanhankylänkoskien, Risukosken, Karijoen, Pajuluoman ja Kärkiluoman näytteet (taulukossa harmaa varjostus).

Kokonaisalleelirikkaus vaihteli välillä 42,9–99,8, keskiarvo oli 78,3. Keskimääräistä korkeampi alleelirikkaus oli Laukaan kalanviljelylaitoksen, Tuimalankosken, Vanhankylänkosken, Risukosken ja Pajuluoman alaosan näytteissä. Selvästi keskiarvon alapuolelle jäivät Idbäckenin, Korttesluoman, Korttesnevanon, Näätälouman, Lohiluoman ja Hanhiojan taimennäytteiden alleelirikkaus (alleiviivattu taulukossa).

Pariutumisen satunnaisuutta mittaava Fis-arvo poikkesi selvästi nolasta Idbäckenin näytteessä (-0,145), mikä viittaa kohonneeseen sukulaisuuteen. Laukaan kalanviljelylaitoksen ja Tuimalankosken näytteiden kohonneet Fis-arvot ovat oletettavasti seurausta useiden näytteiden yhdistämisestä ja/tai populaatioiden sekoittumisesta näissä näytteissä. Tämän vuoksi myös näiden näytteiden diversiteettiarvot olivat korkeat. Vanhankylän kalanviljelylaitoksella samanlaista populaatioiden yhdistymistä ei näyttäisi tapahtuneen.

3.1.2. Populaatioiden tehollinen koko ja sukulaisuus

Populaatioiden sisäisestä diversiteettistä kertoo myös niiden sukulaisuuden aste, ja geneettisesti tehollinen koko sekä sen suhde otoskokoan. Sukulaisuuden astetta kuvaa arvioitu alueella elävien perheiden määrä sekä populaation yksilöparien keskimääräinen sukulaisuus (Taulukko 3).

Tehollisen koon arvio riippuu myös näytemäärästä. Jos näytteenotto on ollut kattavaa ja jos voidaan olettaa, että näytemäärät heijastavat myös luonnossa elävien populaatioiden kokoja, teholliset koot kertovat myös luonnossa elävän populaation tehollisesta koosta. Yksittäisen säilytettävän populaation tehollisen koon suositellaan olevan ainakin 50 yksilöä. Pienissä populaatioissa geenimuodot eivät säily yhtä hyvin.

N_e/N on tehollisen koon ja todellisen koon suhde. Jos populaation yksilöiden välinen sukulaisuus on suurta, eli populaatio muodostuu suurista yksittäisistä perheistä, tämä suhdeluku on pieni. Luonnonvaraisissa populaatioissa se on noin 0,5 eli tehollinen koko on vain puolet todellisesta koosta. Jos se on selvästi alle arvon 0,5 sen katsotaan ilmentävän lisääntyntä sukulaisuutta. Jos suhde on yli 0,5 se kertoo tehostuneesta risteytymisestä joko laitoksessa tai luonnossa. Korkea luku voi olla myös seurausta populaatioiden sekoittumisesta. Tämä estimaatti saa enimmillään arvon 2.

Isojoen vesistössä 50 yksilön tehollinen koko oli Laukaan kalanviljelylaitoksen Isojoen meritaimennäytteen lisäksi vain Tuimalankosken, Vanhankylänkoskien ja Kärkiluoman yksittäisissä näytteissä. Yhdistetyt näytteet eri osa-alueilta (jokihaaroista) olivat teholliselta kooltaan kuitenkin lähes aina yli 50 yksilöä (Taulukko 3). Idbäckenin, Hanhiojan ja Pajuluoman latva-alueen näytteet jäivät kuitenkin selvästi alle sen. Sekä Karijoen (0,63) että Heikkilänjoen (0,99) näytteiden tehollisen ja todellisen koon suhteen (N_e/N) arvot olivat korkeita ja viittaavat siten suurempiin populaatioihin kuin mihin näytemäärien perusteella voisi päätellä.

Lievästi kohonnutta sukulaisuutta oli useammassakin näytteessä, eniten Pajuluoman latvoilla, Korttesnevanon, Korttesluoman, Näätälouman ja Idbäckenin näytteissä. Tämä kertoo näiden populaatioiden eristyneisyydestä ja pienestä populaatiokoosta.

Perhemäärät ovat selkeitä populaation tehollista kokoa kuvaavia lukuja. Erillisenä suojeltavan yksikön olisi hyvä olla edes noin 50 perheen kokoluokkaa. Tässä suhteessa Isojoen vesistöä löytyy helposti useitakin mahdollisia yksikköjä. Pääuoman koskista löytyi yli 300 perhettä, Karijoesta sivuhaaroinen 122 ja Heikkilänjoesta 146 perhettä. Myös Isojoen latvoilta löytyy yhteensä 145 perhettä, mikä on riittävä elinkykyisten populaatioiden ylläpitoon. Ainoastaa Idbäcken ja Hanhioja yksinäisinä populaatioina jäävät tässä tutkimuksessa alle 20 perheen populaatiokoon. Pajuluoman latvoilta löytyi 25 perhettä.

Taulukko 3. Populaatioiden sukulaisuus sekä perheiden lukumäärä, missä N = otoskoko, Ne = tehollinen populaatiokoko ja 95 % CI sen luottamusväli sekä Ne/N = tehollisen ja todellisen otoskoon suhde. Lisäksi esitetään perheiden lukumäärä (kpl) ja populaation yksilöiden parittaisten sukulaisuuksien keskiarvo eli populaation keskimääräinen sukulaisuus (%) sekä sukulaisuusmittareiden suositetut viitearvot.

<i>Viitearvot</i>			>50	>0,5	>50	<0,04		
Nro	Joki	Populaatio	N	Ne	95 % CI	Ne/N	Perheitä	Sukul. %
<i>Viljellyt populaatiot</i>								
		Vanhankylän KVL	80	46	31-70	0,58	70	0,06
		Laukaan KVL	71	70	50-102	0,99	68	0,06
<i>Pääuoman vaeltava taimen</i>								
1-2		Tuimala, Toivola	219	71	51-100	0,32	157	0,04
3-5		Vanhankylän kosket, Penttilänkoski, Pajuluoman alaosa	108	50	33-74	0,46	80	0,03
13		Risukoski	121	34	22-56	0,28	73	0,05
<i>Yhteensä</i>			448	155		0,35	310	
<i>Karjajoki</i>								
7-8		Karjajoki Ylikoski, Rönnlund	80	43	28-68	0,54	67	0,04
9		Metsäjoki	32	21	12-42	0,66	23	0,05
10		Kariluoma	40	31	19-53	0,78	32	0,05
<i>Yhteensä</i>			152	95		0,63	122	
12		Pajuluoma-latva	41	17	9-34	0,41	25	0,09
<i>Heikkilänjoki-paikallinen taimen</i>								
14		Tuohiluoma	14	28	12-119	2,00	11	0,04
15		Hukanluoma	39	49	30-83	1,26	34	0,04
16		Meraluoma	31	26	15-48	0,84	20	0,05
17-18		Kärkiluoma	88	68	49-101	0,77	81	0,04
<i>Yhteensä</i>			172	171		0,99	146	
<i>Isojoen latvat, paikallinen taimen</i>								
14		Kortesuoma	50	14	7-30	0,28	29	0,09
15		Riitaluoma	48	43	27-68	0,90	46	0,04
16		Kortesnevanoja	41	19	10-38	0,46	25	0,07
17		Näätälouma	28	9	4-24	0,32	12	0,11
18		Lohiluoma	50	22	12-39	0,44	33	0,06
<i>Yhteensä</i>			217	107		0,47	145	
19		Idbäcken	17	13	7-30	0,76	13	0,10
20		Hanhioja	20	26	15-50	1,30	17	0,05
			1218					

3.2. Taimennäytteiden välinen perinnöllinen erilaistuminen

3.2.1. Populaatioiden väliset perinnölliset erot

Kalakantojen hoitosuunnitelmassa on olennaista tuntea myös populaatioiden välisten perinnöllisten erojen suuruus eli se, missä määrin osapopulaatiot eroavat toisistaan tai mitä osia vesistön lisääntymisalueista voidaan pitää itsenäisinä populaatioina tai lisääntymisyksikköinä. Tämä testataan tavallisesti näytteiden alleelifrekvenssien välisellä erilaisuudella eli Fst-arvolla, ja sen tilastollisella merkittävyydellä.

Alleelifrekvenssit eroavat pääsääntöisesti helposti toisistaan, joten havaittu samankaltaisuus voidaan usein tulkita selväksi geneettiseksi yhteydeksi populaatioiden välillä, jostain syystä. Nämä syyt voivat olla joko populaatioiden jatkuva, jonkinasteinen sekoittuminen ja lisääntyminen edes osittain keskenään tai kertaluontoinen, esimerkiksi istutuksen aiheuttama laajempi populaatioiden sekoittuminen. Jos samankaltaisuus on suurta, geenivirtaa populaatiosta toiseen on todennäköisesti kuitenkin olemassa tai ainakin ollut jossain vaiheessa. Varsin harvoin luonnonpopulaatiot ovat aivan samanlaisia aivan sattumalta. Sellaista voi kuitenkin laskennallisesti tapahtua, jos mitatuissa muuttujissa on hyvin vähän muuntelua ja erottelukyky siten huono. Taimenkantojen väliset erot ovat yleensä selvät ja tässä tutkituissa mikrostelliittimuuttujissa oli runsaasti muuntelua.

Näytteiden välisiä geneettisiä eroja testattiin tutkimuksen aikana useassa eri vaiheessa ja useita perinnöllisesti identtisiä näytteitä samoilta koskialueilta on yhdistetty tässä esittävään analyysiin (Taulukko 4) (Ks. myös Liite 1, jossa on esitetty tulokset kaikkien näytteiden välisestä erilaisuudesta ennen niiden yhdistämistä). Näin ollen kaikki tässä nyt erillisinä näkyvät näytteet eroavat toisistaan tilastollisesti merkittävästi alleelifrekvensseiltään. Erittäin pieniä eroja ja Fst-arvoja esiintyi kuitenkin vielä useiden samankaltaisten näyteparien välillä.

Hyvin samankaltaisia näytteitä keskenään (Fst alle 0,01, Taulukko 4 punainen väri) olivat sekä Vanhankylänkosken, Vanhankylän kalanviljelylaitoksen että Laukaan kalanviljelylaitoksen näytteet (Taulukko 4). Samoin Vanhankylänkosken, Talvitienkosken ja Penttilänkosken näytteet olivat erittäin samanlaiset. Myös Tuimalankoski ja Risukoski kuuluvat tähän ryhmään, vaikka ero onkin aavistuksen suurempi (Fst 0,01–0,02, oranssi väri taulukossa 4). Näytteet Kariluomasta ja Metsäjoesta olivat samankaltaisia, samoin Pajulouman alaosa ja Talvitienkoski. Kärkiluoman, Hukanluoman, Meraluoman ja Tuohiluoman välillä on merkittävää samankaltaisuutta, samoin Lohiluoman ja Riitaluoman välillä. Näiden ryhmittymien populaatiot sijaitsevat maantieteellisesti lähellä toisiaan, eikä vaellusesteitä niiden välillä ole, joten jonkinasteinen samankaltaisuus on hyvin ymmärrettävää. Muiden näytteiden välillä on jonkin verran suurempia eroja, joten ne ovat kukin enemmän omansa laisia.

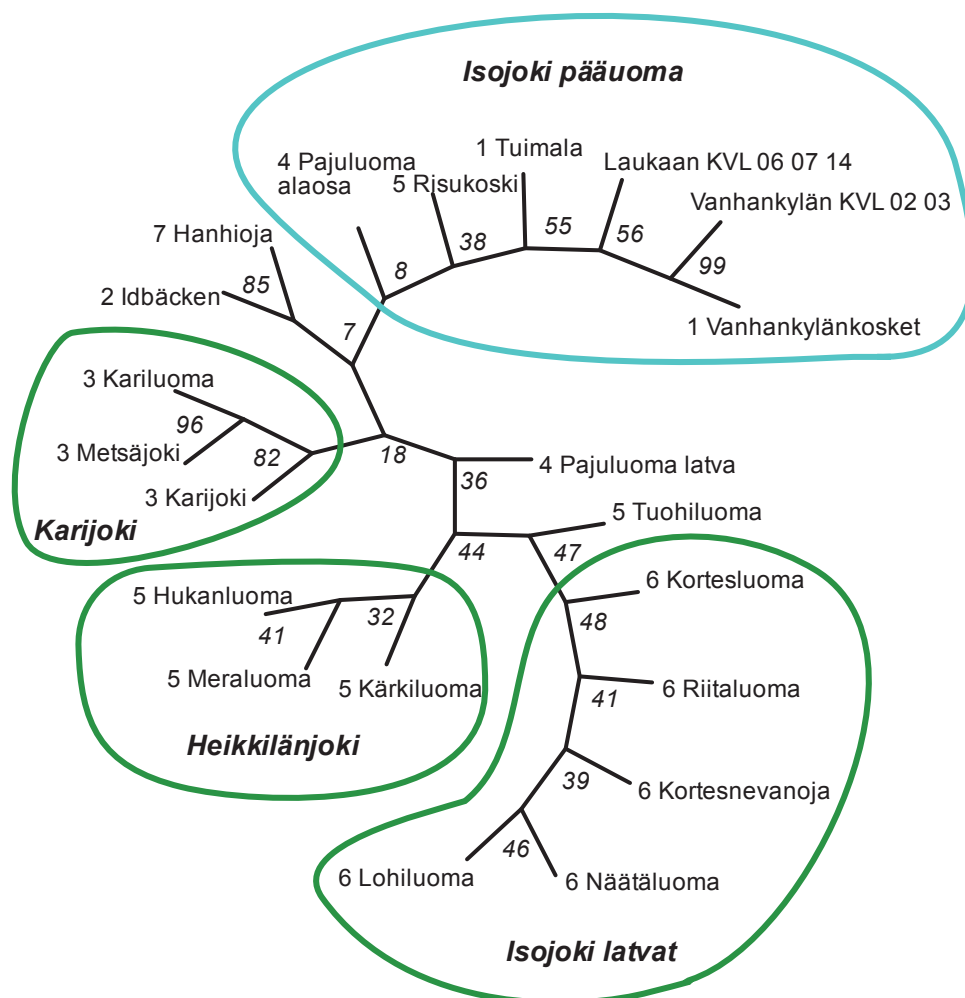
Taulukko 4. Taimennäytteiden väliset parittaiset Fst-estimaatit. Fst-arvot <0,01 punaisella, välillä 0,01–0,02 keltaisella ja välillä 0,02–0,03 vihreällä taustalla.

Populaatio	Vanhankylän KVL 02	Vanhankylän KVL 03	Laukaan KVL	Tuimala	Vanhankylänkoski	Penttilänkoski	Talvitienkoski	Risukoski	Idbäcken	Metsäjoki	Kariluoma	Karijoki	Pajuluoma-latva	Pajuluoma-alaosa	Kortesluoma	Kärkiluoma	Meraluoma	Hukanluoma	Tuohiluoma	Riitaluoma	Kortesnevanaja	Näätälouma	Lohiluoma	
Vanhankylän KVL 02	----																							
Vanhankylän KVL 03	0,024	----																						
Laukaan KVL	0,038	0,021	----																					
Tuimala	0,049	0,024	0,007	----																				
Vanhankylänkoski	0,013	0,009	0,004	0,011	----																			
Penttilänkoski	0,030	0,022	0,020	0,020	0,009	----																		
Talvitienkoski	0,041	0,014	0,008	0,013	0,003	0,013	----																	
Risukoski	0,061	0,045	0,020	0,022	0,035	0,033	0,022	----																
Idbäcken	0,180	0,184	0,130	0,123	0,161	0,147	0,152	0,155	----															
Metsäjoki	0,095	0,089	0,045	0,051	0,051	0,066	0,055	0,054	0,165	----														
Kariluoma	0,095	0,090	0,053	0,057	0,048	0,069	0,056	0,052	0,180	0,027	----													
Karijoki	0,091	0,070	0,037	0,043	0,043	0,052	0,046	0,043	0,163	0,038	0,034	----												
Pajuluoma-latva	0,096	0,072	0,054	0,046	0,063	0,076	0,066	0,041	0,195	0,085	0,067	0,061	----											
Pajuluoma-alaosa	0,077	0,046	0,031	0,033	0,036	0,042	0,029	0,039	0,158	0,068	0,052	0,057	0,050	----										
Kortesluoma	0,141	0,143	0,102	0,099	0,117	0,128	0,118	0,092	0,243	0,147	0,125	0,120	0,108	0,108	----									
Kärkiluoma	0,088	0,079	0,048	0,042	0,057	0,058	0,048	0,030	0,168	0,059	0,041	0,058	0,042	0,054	0,082	----								
Meraluoma	0,106	0,103	0,065	0,066	0,080	0,072	0,065	0,046	0,217	0,074	0,050	0,064	0,066	0,071	0,113	0,027	----							
Hukanluoma	0,106	0,082	0,049	0,047	0,068	0,065	0,039	0,037	0,187	0,063	0,042	0,055	0,057	0,049	0,103	0,015	0,031	----						
Tuohiluoma	0,078	0,082	0,042	0,048	0,047	0,064	0,035	0,042	0,196	0,063	0,056	0,067	0,063	0,072	0,085	0,029	0,056	0,034	----					
Riitaluoma	0,110	0,112	0,059	0,060	0,071	0,081	0,069	0,057	0,165	0,061	0,069	0,063	0,074	0,069	0,074	0,055	0,063	0,060	0,044	----				
Kortesnevanaja	0,136	0,123	0,073	0,071	0,098	0,090	0,076	0,072	0,165	0,093	0,111	0,093	0,094	0,078	0,102	0,075	0,096	0,087	0,067	0,036	----			
Näätälouma	0,138	0,137	0,083	0,079	0,101	0,107	0,095	0,075	0,178	0,091	0,095	0,093	0,088	0,079	0,102	0,075	0,082	0,083	0,087	0,037	0,051	----		
Lohiluoma	0,113	0,119	0,072	0,073	0,091	0,083	0,080	0,065	0,177	0,078	0,074	0,080	0,080	0,063	0,110	0,063	0,061	0,069	0,077	0,029	0,041	0,044	----	
Hanhioja	0,124	0,121	0,070	0,089	0,096	0,104	0,082	0,078	0,198	0,104	0,122	0,101	0,139	0,100	0,146	0,123	0,131	0,125	0,120	0,080	0,115	0,109	0,100	

3.2.2. Sukupuurakenne

Populaatioiden välistä perinnöllistä erilaistumista ja eri populaatioryhmien keskinäistä samankaltaisuutta kuvataan erilaisilla ryhmittelyanalyysillä ja sukupuurakenteilla. Näiden avulla voidaan havainnollistaa kaikkien näytteiden keskinäinen samankaltaisuus rakenne, esimerkiksi kaksitasoisena sukupuuna. Näitä rakenneanalyysyjä voidaan käyttää myös muodostettaessa perinnöllisesti samankaltaisten populaatioryhmien hoitoyksiköjä, kun lisäksi huomioidaan, että kunkin yksikön sisäinen perinnöllinen diversiteetti on riittävän suuri.

Isojoen vesistön taimenpopulaatioiden perinnöllisistä etäisyyksistä rakennettu sukupuu kuvastaa varsin hyvin myös joen populaatioiden maantieteellistä sijaintia sekä aiempaa tietoa taimenten vaelluskäytymisestä ja viljelyhistoriasta (Kuva 2).



Kuva 2. Isojoen vesistön taimenpopulaatioiden välisiä perinnöllisiä eroja kuvaava juureton sukupuu. Populaation nimen yhteydessä oleva numero viittaa vesistöalueen numeroon kuvassa 1. Puunhaarassa oleva numero kertoo haaran sijainnin varmuuden, bootstrap-arvon, eli kuinka monessa prosentissa toistoista kyseinen haara sijaitsi tässä kohtaa puuta.

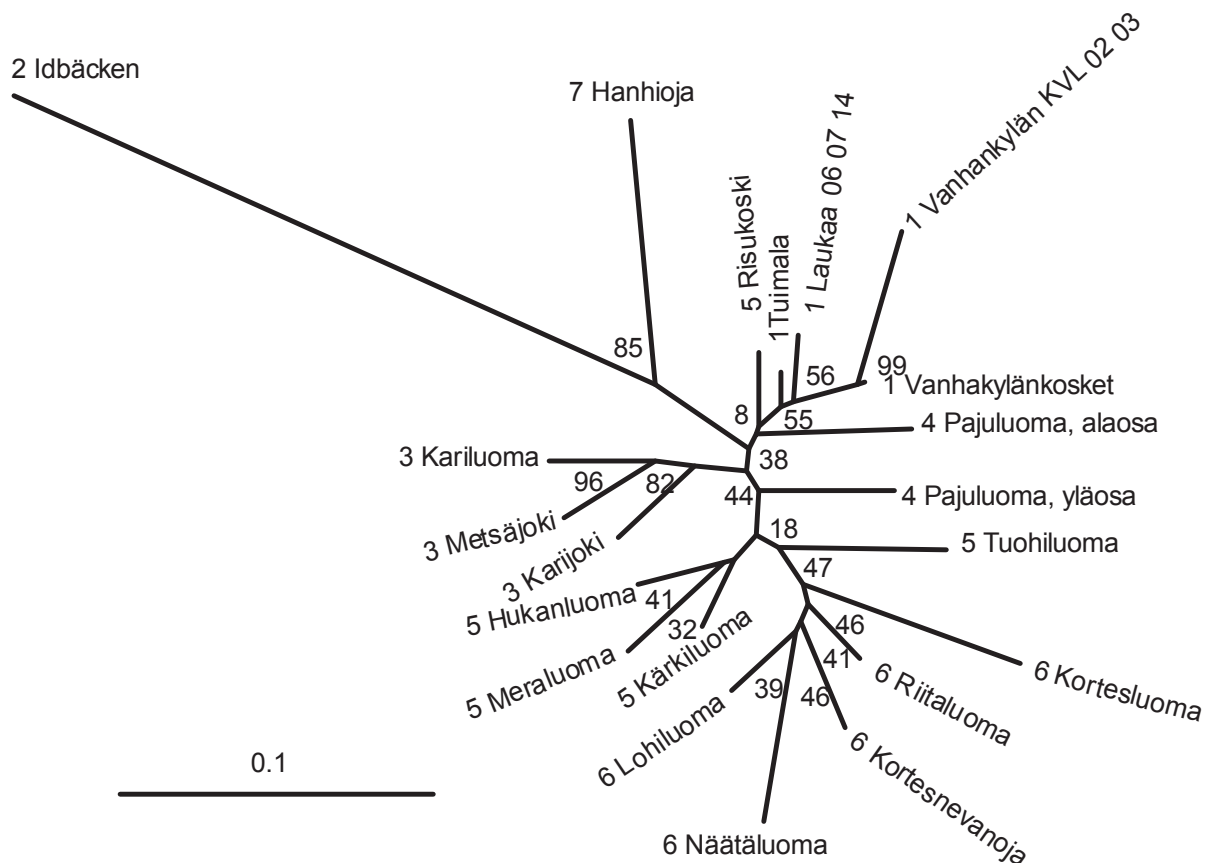
Perinnöllisten etäisyyksien perusteella Isojoen vesistön taimenet voidaan ryhmitellä neljään pääryhmään (Kuva 2): 1) Isojoen pääuoma, 2) Karijoki, 3) Heikkilänjoki ja 4) Isojoen latvat. Isojoen pääuoma edustaa vaeltavaa meritaimenta ja molemmat viljelykannat sekä Laukaalta että Vanhankylän kalanviljelylaitokselta ryhmittyvätkin samaan ryhmään. Laukaan kalanviljelylaitoksen näytteet sijoit-

tuvat hyvin lähelle Tuimalankosken näytteitä ja Vanhankylän kalanviljelylaitoksen näytteet ryhmittyvät lähelle Vanhankylänkoskien näytteitä. Nämä kaikki näytteet olivat kuitenkin myös keskenään erittäin samankaltaisia. Heikkilänjoen Risukosken ja Pajuluoman alaosan näytteet ryhmittyvät samaan haaraan kuin tämä vaeltava taimen, mutta hieman alemmaksi puussa ja pääuoman alaosan haarojen Idbäcken ja Hanhioja näytteet edelleen alemmaksi.

Karijoen näytteet Karijoki, Metsäjoki ja Kariluoma muodostavat oman tiiviin ryhmänsä. Heikkilänjoen Kärkiluoma, Meraluoma ja Hukanluoma samoin oman haaransa sukupuussa. Kuitenkin Heikkilänjoen alaosalla sijaitseva Risukoski kuuluu samaan ryhmään kuin Isojoen päähaaran valtavat populaatiot.

Isojoen latvoilla olevat populaatiot Lohiluoman, Näätäluoman, Korttesnevanojan, Riitaluoman ja Korttesluoman alueilla ovat oma maantieteellisesti ja geneettisesti samankaltainen ryhmä. Heikkilänjoen Tuohiluoman populaatio on lähellä muita Heikkilänjoen populaatiota, mutta ryhmittyä kuitenkin lähemmäksi Isojoen latvojen populaatioita. Tämä voi kuitenkin johtua tässä tapauksessa myös hyvin pienestä otoskoosta, joka oli vain 14 kalaa. Pajuluoman latvapopulaatio on välittävä muoto muiden paikallisten populaatioiden välillä.

Mikäli sukulaisuuksia kuvaava puu piirretään tähden muotoon siten, että populaatiohaarojen pituus kuvastaa perinnöllisen erilaistumisen astetta (Kuva 3), Idbäckenin ja Hanhiojan populaatiot erottuvat selvästi omien pitkien haarojensa päähän, mikä viittaa eriytymiseen ja pieneen populaatiokokoon tai jopa vain satunnaisiin paikalla kuteneisiin yksilöihin. Puunhaarojen ryhmittäminen ja rakenne on muutoin sama kuin aiemmassa rakennepuussa.



Kuva 3. Isojoen taimenpopulaatioiden välinen perinnöllinen etäisyys kuvattuna juurettoman tähtipuun avulla. Populaationnimen yhteydessä oleva numero viittaa vesistöalueen numeroon. Puunhaarassa oleva numero kertoo haaran sijainnin varmuuden, bootstrap-arvon, eli kuinka monessa prosentissa toistoista kyseinen haara sijaitsi tässä kohtaa puuta.

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Populaatioiden erilaistuminen

Kaikki tutkitut populaationäytteet ryhmittivät neljään pääryhmään: 1) Isojoen pääuoman meritaimen, sekä 2) Karijoen, 3) Heikkilänjoen ja 4) Isojoen latva-alueen taimen (Kuva 2). Näiden ryhmien sijainti vesistössä on esitetty kuvassa 4.

Vaeltavaa Isojoen meritaimenta edustivat selkeästi näytteet Tuimalan- ja Toivolankoskista sekä Vanhankylän- ja Penttilänkoscista, jotka kaikki ovatkin Isojoen pääuoman koskia. Näiden näytteiden väliset perinnölliset erot olivat myös hyvin pienet. Lisäksi geneettisten ominaisuuksien perusteella tähän pääryhmään kuuluivat myös Heikkilänjoen alaosan Risukoski ja Pajuluoman alaosan näytteet, jotka kumpikin muistuttivat enemmän tätä vaeltavaa muotoa kuin muuta oman jokihaaransa taimenta. Myös aiemmat tiedot meritaimenen esiintymisalueesta (mm. Ryhänen 1957, Ahvonen ym. 1993, Sivil ja Latvala 2001, Huovinen ja Latvala 2005) tukevat tätä näkemystä. Tämän perusteella näiden alueiden taimenen katsotaan olevan osa samaa mereen vaeltavaa taimenta. Pajuluoman yläosan taimen muodosti oman haaransa sukupuussa ja edustaa luultavasti paikallista taimenta, koska se erosi alajuoksun taimenesta. Näiden välillä ei ilmeisesti ole merkittävää sekoittumista.

Isojoen pääuoman alaosan sivuhaarojen Idbäckenin ja Hanhiojan populaatiot muistuttivat jossain määrin pääuoman vaeltavaa kantaa, mutta erosivat siitä kuitenkin selvästi. Kummassakin oli diversiteetin määrä lisäksi hyvin alhainen, mikä viittaa joko pieneen eriytyneeseen (paikalliseen) populaatioon tai yksittäisten vaeltavien yksilöiden jälkeläisiin. Vaellusestettä ei kummassakaan näistä pienistä haaroista ole. Huomattavaa on kuitenkin myös niiden keskinäinen samankaltaisuus maantieteellisestä etäisyydestä huolimatta.

Karijoen näytteet (Karijoki, Metsäjoki ja Kariluoma) muodostivat hyvin tiiviin ryhmään, joka erosi kuitenkin selvästi Isojoen pääuoman taimenkannasta. Ryhänen (1957) mukaan pieni osa Isojoen vesistön meritaimenista nousee kudulle Karijokeen. Myös Isojokeen nousevien meritaimenten radiotelemetriatutkimuksessa havaittiin meritaimenen hakeutuvan kudulle Karijokeen ja sen sivuhaaran Metsäjoen alaosaan (Huovinen ym. 2005). Aiemman tiedon perusteella on siis todennäköistä, että osa Karijoen alueen taimenista on merivaeltajia ja meritaimenen esiintymisalue ulottuu Karijoen suulta ainakin sen keskiosaan ja mahdollisesti ylemmäksikin. Myös Karijoen alueen populaatioiden suuri samankaltaisuus tukee tätä ajatusta, sillä vaeltavan taimenen populaatioiden välillä on usein enemmän geenivaihtoa kuin samalla etäisyydellä olevien paikallisten taimenpopulaatioiden välillä. Suoraa tietoa vaelluskäyttäytymisestä ei voi saada pelkän DNA-mikrosatelliittitutkimuksen perusteella. Karijoen haaran taimen kuitenkin muistutti hieman enemmän tunnettua vaeltavaa pääuoman taimenta kuin Isojoen latvojen taimenpopulaatiot tai Heikkilänjoen taimen.

Heikkilänjoen populaationäytteistä Kärkiluoman, Meraluoman ja Hukanluoman näytteet ryhmittivät Karijoen näytteitä löyhempään ryhmään. Ryhänen (1957) mukaan meritaimenet hakeutuvat Isojoessa Villamon padon nousuesteen takia kudulle Heikkilänjokeen, ja myös radiotelemetriaseurannassa Huovinen ja Latvala (2005) totesivat meritaimenien nousevan kudulle joen alaosalta Risukosken alueelle. Radiotelemetriahavaintoja tukee lisäksi syksyllä 1999 tehty kutukuoppakartoitus, jossa taimenen kutukuoppia löytyi Heikkilänjoen alaosassa Alakylän alapuoliselta alueelta ja Möykyn kylän yläpuolelta Komulankoskesta (Sivil ja Latvala 2001). Heikkilänjoen alaosan Risukosken taimenten oletetaan olevan osa merivaeltajista populaatiota ja ne erosivatkin selvästi joen yläosan latvopopulaatioista. Kauempana latvoilla sijaitsevan Tuohiluoman näyte erosi muista Heikkilänjoen latvopopulaatioista jonkin verran enemmän, todennäköisesti pienestä populaatiokoosta johtuen. Tuohiluoman näyte oli myös tutkimuksen pienin, vain 14 yksilöä, mikä myös selittää sen erilaisuutta ja erilaista tulosta. Oletettavasti Heikkilänjoen latvoilla on kuitenkin rypäs samantyyppisiä paikallisia taimenpopulaatioita, joiden välinen geenivirta on varsin vähäistä.

Isojoen pääuoman latvojen taimennäytteet, joihin kuuluivat Kortesuoma, Riitaluoma-Sarviluoma, Kortesuoma, Lohiluoma ja Näätsuoma erosivat hyvin selvästi alaosan vaeltavasta taimenesta. Nämä kaikki Isojoen latvopopulaatiot sijaitsevat Villamon padon muodostaman vaeltavien yläpuolella ja ovat siten ainakin nykyisin selvästi vaeltamatonta taimenta. Taimenia on viime vuosikymmeninä tavattu sähkökalastuksissa harvakseltaan Isojoen pääuomassa Villamon padon yläpuolella, eikä tältä alueelta ei ole olemassa genetiikkänäytteitä. Ryhänen (1957) kuitenkin mainitsee, että kookkaita taimenia on saatu Isojoen kirkonkylän kohdalta ennen kuin jokea tällä alueella perattiin ja Villamon pato sulki joen kokonaan. On hyvin todennäköistä, että Isojoen yläosa on alkujaan kuulunut meritaimenen levinneisyysalueeseen. Villamon patoon on suunnitteilla kalatie, jonka valmistuttua meritaimen pääsee nousemaan Isojoessa livarinkylään lähellä Riitaluoman liittymäkohtaa sijaitsevalle padolle saakka.

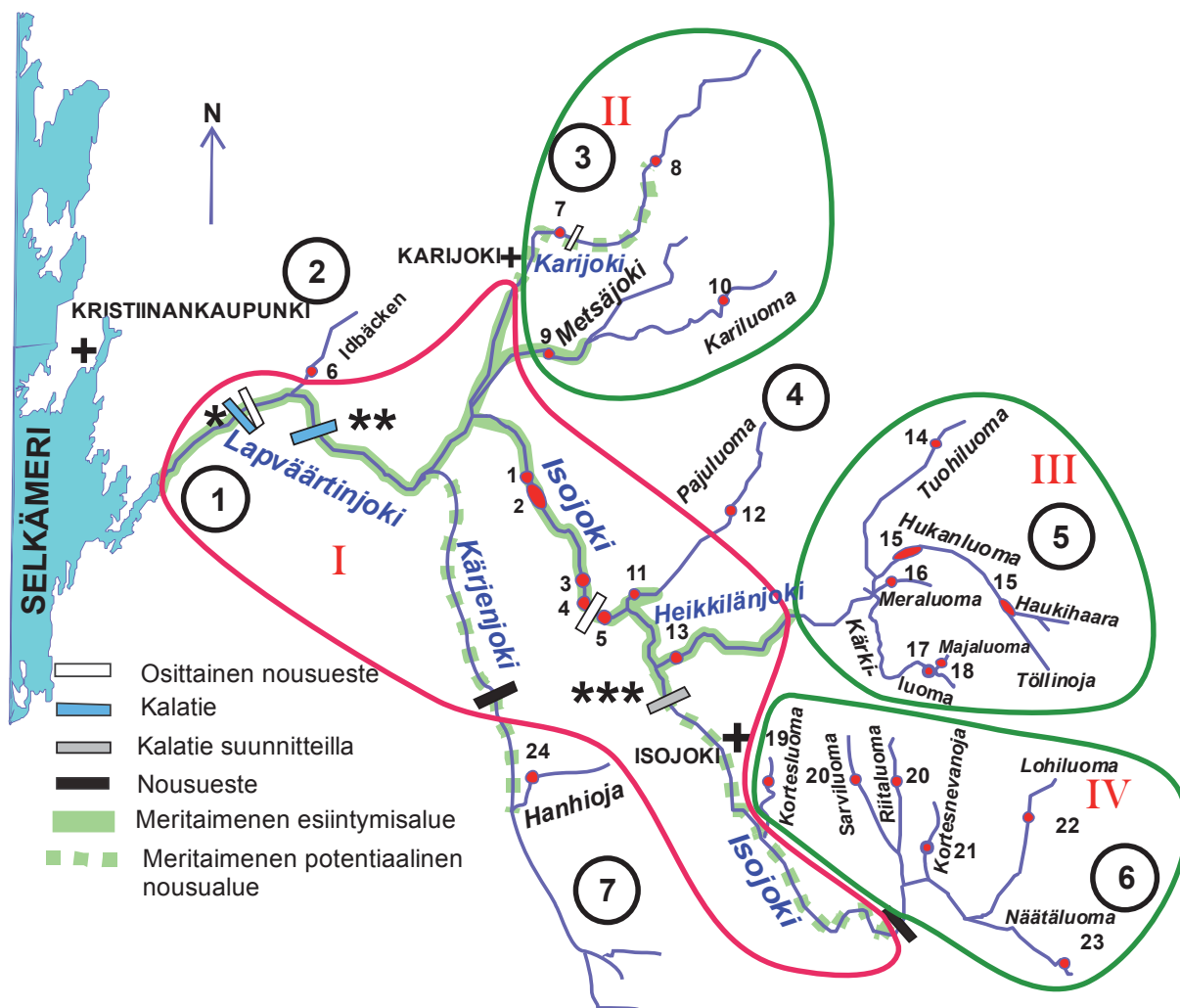
Lapväärtinjokeen etelästä laskeva Kärjenjoki ei ole kuulunut meritaimenen lisääntymisalueisiin (mm. Ryhänen 1957, Ahvonen ym. 1993). Jos kuitenkin sen veden laatua saadaan parannetuksi, perattuja koskia kunnostetuksi ja nousuesteet avatuiksi, niin myös se voisi tulevaisuudessa olla kotiusistutusten kohteena ja niiden onnistuessa potentiaalinen meritaimenen lisääntymisjoki.

Jo näytteitä kerätessä oli olemassa alustava käsitys siitä, mihin saakka vaeltava taimen nousee ja tulokset vastasivatkin varsin hyvin tätä käsitystä (Kuva 4). Yhtenäinen vaeltava taimenkanta nousee jokea Heikkilänjoen alajuoksulle Risukoskeen asti ja kutee myös Pajuluoman alaosan koskissa. Idbäckenin alue kuuluu mahdollisesti sen kutualueisiin myös. Hanhioja on todennäköisemmin pieni vaeltamattoman taimenen populaatio. Lisäksi Karijoessa elää vaeltavan taimenen ilmeisesti hieman erilaistunut osa. Paikallisia taimenia on Heikkilänjoen latvoilla ja Isojoen päähaaran latvoilla. Näiden perinnöllisesti erottuvien pääkomponenttien pitäminen erillään Isojoen taimenen hoito-ohjelmassa on perusteltua.

Geneettisin perustein muodostetut taimenen populaatioryhmät voidaan rajata myös maantieteellisesti vesistöön siten, että rajatut vesistöalueet vastaavat kuhunkin hoitoyksikköön kuuluvien taimenpopulaatioiden elinalueita. Näin voidaan varata kullekin hoitoyksikölle omat lisääntymisalueet ja varmistaa, että hoito- ja istutustoimilla ei sekoiteta näiden alueiden taimenia keskenään enempää kuin sitä luonnostaan tapahtuu. Näin voidaan suoraan määrittellä mille alueille tuki-istukset voidaan suunnata ja samalla varmistaa, että kaikilla alueilla on myös riittävästi lisääntymisalueita.

Perinnöllisten erojen perusteella muodostettujen taimenen hoitoyksiköiden maantieteellisten rajausten ehdotukset Isojoen vesistössä on esitetty kuvassa 4. Merivaeltavien taimenen alueeksi on rajattu kaikki alueet, joihin sen nyt katsotaan nousevan, sekä ne mihin se tulevaisuudessa potentiaalisesti voi nousta. Selkeästi paikallisten taimenten aluetta ovat Isojoen ja Heikkilänjoen latva-alueet. Myös Idbäcken, Hanhioja ja Pajuluoman latva ovat todennäköisesti paikallisten taimenen alueita, mutta niiden tarkempi asema jäi epäselväksi osittain niiden pienten näytemäärien takia. Idbäckenin ja Hanhiojan taimenet ovat keskenään verrattain samanlaisia ja ne sijaitsevat sukupuussa Isojoen pääuoman ja Karijoen vaeltavien taimenpopulaatioiden välissä (ks. Kuva 2). Tämä voi johtua siitä, että ne ovat alkujaankin olleet suhteellisen samanlaisia tai niihin on tullut myöhempää geenivirtaa vaeltavista taimenista luontaisesti tai istutuksista, joita ei tunneta. Tämän vuoksi ne voidaan mahdollisesti sisällyttää myös vaeltavien taimenteen hoitoyksikköön (Yksikkö I, Kuva 4). Kaiken kaikkiaan on mahdollista, että sekä Idbäcken että Hanhioja ovat muinoin kuuluneet Metsäjoen ja Isojoen Pääuoman tavoin ainakin osittain myös vaeltavan taimenen kutualueisiin.

Myös Metsäjoen tilanne on osin epäselvä, koska se on ainakin alaosaltaan selvästi vaeltavan taimenen lisääntymisaluetta, mutta eroaa silti myös pääuoman taimenesta. Onkin mahdollista, että siellä elää hieman erilainen vaeltava taimenmuoto, ja siksi istuksia pääuoman kannalla ei sinne suositella, vaikka se kuuluukin mereen vaeltavan taimenen lisääntymisalueisiin.



Kuva 4. Geneettisen analyysin perusteella muodostettujen taimenkantojen hoitoyksikköjen sijoittuminen Isojoen vesistöalueelle: Yksikkö I = Lapväärtin-Isojoen pääuoma ja sivujokien alaosat, II = Karijoki, III = Heikkilänjoen yläosa, IV = Isojoen latvat. Punainen rajaus = taimenet pääosin merivahteisilla, vihreä rajaus = taimenet pääosin paikallisia. * = Sandgrundfors, ** = Peruskoski, *** = Villamo. Muut numeroinnit ks. Kuva 1.

Näytteiden välistä ajallista vaihtelua tutkittiin vertailemalla vuosittain otettuja näytteitä eri alueilta ennen niiden yhdistämistä varsinaista selvitystä varten. Populaatioiden ajallinen vakaus oli varsin hyvä, ja vain poikkeustapauksissa yksittäiset vuodet erosivat muista saman alueen näytteistä (Ks. Liite 1). Osa eri vuosina kerätyistä näytteistä oli varsin pieniä, joten sen oletettiin selittävän vaihtelun. Yhdistämisten jälkeenkin osasta alueista näytemäärät olivat edelleen alle 50 yksilöä, joten yksityiskohtaisia vuosittaisen vaihtelun tutkimuksia ei esitetä tässä yhteydessä.

4.2. Taimenpopulaatioiden monimuotoisuuden säilyttäminen

Isojoen taimenen hoidon kannalta on olennaista huolehtia, että erillisinä pidettävissä hoitoyksiköissä on riittävä perinnöllisen monimuotoisuuden määrä jäljellä tulevaisuuden muutosten mahdollistamiseksi. Ylläpidettävien yksiköiden tehollisten kokojen tulee myös olla riittävän suuret tämän monimuotoisuuden säilymiselle, eikä sukulaisuus erillisissä yksiköissä saa nousta liian suureksi. Tarkkoja rajoja näihin ei voi asettaa eikä niitä käytännössä voi aina edes saavuttaa, mutta populaatioiden suojeleminen on tehtävä siitä huolimatta. Erillisinä hoidettavien yksiköiden tai populaatioryhmien määrittäminen voidaan kuitenkin tehdä niin, että niihin tulee riittävän suuret teholliset koot ja voimakas suku-

laisuusasteen lisääntyminen vältetään. Populaatioita yhdistämällä voidaan tarvittaessa kasvattaa tehollisia kokoja ja ehkäistä sukulaisuasteen kohoaminen.

Isojoen vesistön taimenpopulaatioiden diversiteettitasot vaihtelivat suuresti, ja suurin perinnöllisen monimuotoisuuden määrä oli ymmärrettävästi pääuoman vaeltavassa taimenkannassa. Siinä yhdistettyjen näytteiden tehollinen koko oli 155 yksilöä, mutta tehollisen koon ja näytemäärän suhde ei ollut kuitenkaan kovin korkea (0,35), ilmeisesti osin istutuksista johtuen. Kaikkiaan pääuoman kannassa oli perheitä yli 300, mikä on erinomaisen riittävä tulevaisuuden geenivarojen ylläpitämiseksi. Myös Karijoen haaran osakannan tehollinen koko vaikuttaa riittävältä ja siellä Ne/N suhde on yli 0,5 (0,63). Perheitä tutkituissa Karijoen haaran näytteissä oli yli 100, mikä on hyvin riittävä ylläpidettävälle yksikölle. Molemmissa Isojoen meritaimenen viljelykannoissa Laukaan ja Vanhankylän kalanviljelylaitoksissa perinnöllinen monimuotoisuus oli riittävä ja ne muistuttivat myös muuten perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan selvästi pääuoman vaeltavaa kantaa, mistä kumpikin oli perustettu.

Heikkilänjoen osapopulaatioista Kärkiluoman ja Hukanluoman näytteissä tehollinen koko olisi yksinäänkin riittänyt ylläpidettävälle populaatiolle, mutta Meraluomassa ja Tuohiluomassa populaatiokoko vaikutti alhaiselta. Kaikissa populaatioissa kuitenkin todellisen ja tehollisen koon suhde oli oikein hyvä, joten todelliset populaatiokoot ovat mahdollisesti korkeammat kuin näytemäärien perusteella lasketut arvot näyttävät.

Isojoen latvapopulaatioissa on ilmeisesti varsin pieniä erillisiä populaatioita, sillä kaikkien erillisten näytteiden teholliset koot olivat alle 50 yksilöä, ja myös Ne/N suhteet olivat alle 0,5 kaikissa Riitaluomaa lukuunottamatta. Isojoen latvapopulaatioissa oli myös selvästi havaittavissa kohonnutta sukulaisuutta, erityisesti Korttesluoman (0,09) ja Näätäluoman (0,11) näytteissä.

Selvästi pieniltä populaatioilta vaikuttivat Idbäckenin, Hanhiojan ja Pajuluoman latvaosan populaatiot. Populaatioiden hoidon kannalta on olennaista tietää, onko populaatioiden pieni koko todennäköisesti luonnollinen tila vai seurausta vaellusesteestä, vedenlaadun heikkenemisestä, purouman perkauksista tai muusta ihmisen aiheuttamasta populaatiokoon romahduksesta. Tällöin voidaan myös arvioida onko mahdollista, että populaatio elpyy omin voimin nykyisille kutualueille vai tarvitaanko muita ratkaisuja, kuten kutualueiden kunnostuksia tai tuki-istutuksia. Sekä Idbäcken että Hanhioja ovat myös alueita, joita vaeltava taimen saattaisi käyttää. Pajuluoman latvoillekaan ei ole nousuestettä ja vaeltava taimen kutee nykyiselläänkin Pajuluoman alaosassa.

Riittävä perinnöllinen monimuotoisuus Isojoen vesistössä erillisenä säilytettäväksi taimenen hoitoyksiköiksi oli Isojoen päähaaran vaeltavassa kannassa, Karijoen vaeltavassa kannassa, Heikkilänjoen paikallisessa taimenessa ja Isojoen latvojen paikallisessa populaatioryhmässä. Hoidon kannalta pienet populaatiot Idbäcken, Hanhioja ja Pajuluoman latva muodostavat haasteen, joka täytyy ratkaista kunkin kohdalla erikseen. Isojoen latvaosien populaatiot todennäköisesti hyötyisivät vaellusesteen poistamisesta, sillä siellä pienet populaatiokoot ilmeisesti jo ovat aiheuttaneet sukulaisuuden lisääntymistä. Idbäckenin ja Hanhiojan yhdistäminen voisi olla yksi mahdollisuus.

5. Isojoen taimenpopulaatioiden hoitosuositus

5.1. Hoidon tavoitteet

Isojoen vesistön eri osien taimenpopulaatiot eli osakannat muodostavat kokonaisuuden, ja ne yhdessä edustavat ja ylläpitävät Isojoen taimenen perinnöllistä monimuotoisuutta. Isojoen vesistön puroissa ja latvavesissä elävät taimenpopulaatiot ovat luonnonvalinnan seurauksena sopeutuneet kukin oman elinympäristönsä (pääuoma, eri sivujoet ja luomat) olosuhteisiin ja ne ovat erilaistuneet myös geneettisesti. Vesistön luonnonvaraiset taimenpopulaatiot ja myös viljelykäytössä oleva Isojoen meritaimenkanta ovat alueellisesti ja koko Suomeakin ajatellen poikkeuksellisen arvokkaita. Hoidon tavoitteena on vesistön geneettisesti erilaistuneiden populaatioiden säilyttäminen elinvoimaisina ja itsensä ylläpitävinä omassa elinympäristössään. Hoidon keskeisiä tehtäviä ovat taimenen elinympäristöstä huolehtiminen, vaellusmahdollisuuksien turvaaminen sekä kalastuksen järjestely ja hoito jokialueen täysimääräisen poikastuoton mahdollistavalla tavalla.

Isojoen vesistön taimenen hoidosta on annettu viime vuosikymmeninä useita suosituksia, mm. Lipkin & Setälä (1989) ja Kallio-Nyberg ym. (2002). 2010-luvulla hyväksytyjen kansallisen kalatiestrategian (Maa- ja metsätalousministeriö 2012) ja kansallisen lohi- ja meritaimenstrategian (Maa- ja metsätalousministeriö 2014) mukaan jokikohtaiset hoitosuunnitelmat tulee päivittää ajantasaiseksi.

5.2. Valuma-alueen hoito ja uomakunnostukset

Niissä Isojoen vesistön puroissa ja jokiuomissa, joita on perattu tai muuten muutettu, taimenen säilymistä voidaan varmistaa ja elpymistä edesauttaa uomakunnostuksilla taimenen kutu- ja poikasalueilla. Etenkin taimenen kutualueiden kunnostamiseen on tarvetta koko virtavesialueella, mutta varsinkin joen pääuoman koskissa Kärjenjoen liittymän alapuolisella jokiosuudella. Taimenen vaellus- ja poikastuotantomahdollisuuksien turvaaminen ja kannan elvyttäminen edellyttää, että jokiuomaa ja sivuvesistöjä jo tulisi lähivuosina kunnostaa, eikä minkäänlaisia jokiuoman lisäperkauksia tule enää tehdä. Perattujen koskien kunnostustoimia edellyttävät sekä meritaimenen nykyinen äärimmäisen uhanalainen tila että joen status Natura 2000-alueena ja Project Aqua-vesistöinä. Kunnostuksia varten tulee laatia koko vesistöaluetta koskeva yksityiskohtainen kunnostussuunnitelma. Taimenen elinympäristön suojelemiseksi on pyrittävä vähentämään ja estämään vesistön valuma-alueelta tulevaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta joen pääuomaan, sivujokiin ja puroihin. Yksityiskohtaisemmin asiaa käsitellään Isojoen-Teuvanjoen vesistöalueen vesienhoidon toimenpideohjelmassa (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2009). Ojitushankkeiden yhteydessä on tärkeää varmistaa, että pohjien hiekottumisen sekä humus- ja ravinnekuormituksen vähentämiseksi kuivatusojia ei ohjata suoraan puroon vaan ne johdetaan sinne ojakatkojen tai laskeutusaltaiden kautta. Taimenen vaellusmahdollisuuksien turvaamiseksi jokiuoman sulkeviin patorakenteisiin on rakennettava kalatie tai ne on poistettava kokonaan. Sandgrundforsin ja Peruskosken kalateiden ja myöhemmin myös Villamon padon kalatien valmistuttua niiden toimivuutta on seurattava ja tarvittaessa tehostettava. Myös muut jäljellä olevat vaellusesteet tulisi poistaa jokialueelta.

5.3. Kalastuksen ohjaaminen

Suomen lajien uhanalaisuusarviossa vuonna 2010 meritaimenkannat on arvioitu äärimmäisen uhanalaisiksi ja kaikki eteläisen Suomen taimenkannat erittäin uhanalaisiksi (Urho ym. 2010). Meritaimenen lisääntymistulos on vaarantunut ja epävakaa voimakkaan kalastuspaineen, vaellusesteiden ja virtaaman vaihteluiden takia.

RKTL:n (nykyisin Luken) merkintätulosten mukaan Isojokeen 2000-luvulla istutetuista meritaimenen vaelluspoikasista noin 96 % on pyydetty merestä ja vain noin 4 % joesta. Merellä puolet merkki-

palautuksista on saatu alle 30 kilometrin etäisyydellä jokisuusta. Merkkipalautusten mukaan yli 80 % saalistaimenista on kalastettu verkoilla lähinnä siian ja ahvenen pyynnin yhteydessä ja loput rysillä (8 %) ja viehekalastuksella (6 %). Saaliskaloista noin 60 % on ollut pituudeltaan alle 50 cm, runsas 20 % 51–59 cm ja vajaa 20 % yli 60 cm. Selkämerellä meritaimen saavuttaa alamittakoon 60 cm vasta kolmantena merikesänään, jonka jälkeen suurin osa naarastaimenista saavuttaa sukukypsyyden ja palaa kudulle kotijokeensa. Isojokeen kudulle palaavien nousukalojen määrä on jatkuvasti ollut riittämätön ylläpitämään joessa täyttä poikastuotantoa.

Kansainvälisen merentutkimusneuvoston (ICES) asettama Itämeren lohen ja meritaimenen arviontiryhmä (WGBAST) on suositellut Pohjanlahden ja Suomenlahden meritaimenkantojen hälyttävän heikon tilan takia sekä ajallisten että alueellisten kalastusrajoitusten käyttöä nuorten ja alamittaisten meritaimenten kalastuskuolevuuden vähentämiseksi sekä merellä että jokialueella. Lisäksi suositellaan kalastusrahoitusalueiden perustamista jokisualueille (ICES WGBAST REPORT 2015). Yksityiskohtaisemmin meritaimenen kalastuksen säätelyä on käsitelty kansallisella tasolla valtioneuvoston hyväksymässä kansallisessa kalatiestrategiassa (Maa- ja metsätalousministeriö 2012) sekä kansallisessa lohi- ja meritaimenstrategiassa Itämeren alueelle (Maa- ja metsätalousministeriö 2014).

Merikalastuksen lisäksi myös jokikalastus on verottanut jo ennestään vähäisiä vuotuisia kutukalojen määriä. Vaikka meritaimenen kalastuksen säätelyn tehostaminen merialueella on ensisijaisen tärkeää ja välttämätöntä, niin kannan nykyinen heikko ja epävakaa tila edellyttää myös joessa meritaimeneen kohdistuvan kalastuksen tehokasta säätelyä. Ehdottomasti nopein ja tehokkain elvyttämiskeino on taimenen täysrahoitus. Se on vuonna 2013 otettu käyttöön Tornionjoella, missä tärkeimpien sivujokien poikastuotannon on jo vuonna 2015 todettu kääntyneen selvään nousuun. Lievempiä ohjaavia toimenpiteitä ovat mm. kalastuksen rajoittaminen tai kieltäminen taimenen poikastuotannon kannalta tärkeillä koskialueilla, viikkorahoituksen käyttöönotto, saaliskiintiöt ja kalastuskauden lyhentäminen sekä vain istutusperäisten rasvaeväleikattujen taimenten kalastuksen salliminen. Viehekalastuksessa vapautettavien taimenten vaurioitumista voidaan vähentää sallimalla vieheissä vain enintään kolme väkäsetöntä koukkua (yksi kolmihaarakoukku tai kolme yksihaaraista koukkua) ja kieltämällä nostokoukun käyttäminen saaliskalan kiinniotossa. Lähes kaikkien Isojoen purojen taimenpopulaatiot ovat heikentyneet eivätkä nykyisellään kestä ollenkaan kalastusta. Vesistön eri osien luontaisten taimenpopulaatioiden suojelemiseksi ja elvyttämiseksi tulisi laatia koko vesistöä koskeva yksityiskohtainen Isojoen taimenen hoitosuunnitelma.

5.4. Kalanviljely ja taimenen tuki-istutukset

Isojoen meritaimenesta on olemassa valtion kalanviljelyssä Luonnonvarakeskuksen Laukaan kalanviljelylaitoksessa emokalastot. Myös Vanhankylän kalanviljelylaitoksella on ollut omat emokalastot, mutta viime vuosina se on käyttänyt Laukaan kalanviljelylaitoksen emokalastoista saatua mätiä. Isojoen meritaimenen emokalastot on uusittu ja täydennetty aika ajoin emokalapyynnillä saatujen emojen jälkeläisistä. Emokalapyynneissä emokalojen määrä on ainakin joinakin vuosina jäänyt varsin pieneksi, mikä lisää riskiä geneettisten ominaisuuksien säilymiselle. Uusien emokalaparvien kasvattamisessa olisi jatkossa suositeltavaa käyttää Isojoessa emokalapyynnin ohella tai sijasta myös jokipoikasten pyyntiä ja siirtoa Laukaan kalanviljelylaitokselle, kuten on menetelty mm. Ingarskilanjoen taimenen emokalastojen osalta.

Geneettisten erojen kartoituksen mukaan Isojoen vesistön eri osissa elää perinnöllisesti erillisiä taimenpopulaatioita, mutta viljelyyn niistä on otettu vain Isojoen meritaimen. Isojoen vesistön taimenen geneettisen monimuotoisuuden suojelemiseksi ja sekoittumisen välttämiseksi jokeen ei ehdottomasti saa istuttaa muiden vesistöjen taimenkantoja. Myös viljeltyjä Isojoen meritaimenia tulisi käyttää istutuksiin vain sillä jokialueella, joka kuuluu meritaimenen luontaiseen tai potentiaaliseen esiintymisalueeseen ja jonka rajaus on esitetty tässä raportissa (Kuva 4). Tämän kartoituksen perusteella meritaimenen luontaiseen esiintymisalueeseen kuuluvat:

- *Lapväärtinjoen pääuoma* Karijoen liittymän ja meren välillä.
- *Isojoen pääuoma* Villamon padon ja Karijoen liittymän välillä. Meritaimenen nousualue laajenee Villamon padon kalatien valmistuessa vuonna 2016, jolloin tämä alue ulottuu Isojoen pääuomassa livarinkylään Riitaluoman alapuolella sijaitsevalle padolle saakka. Villamon padon yläpuoliselta alueelta taimenia on saatu sähkökalastuksissa pienehköjä määriä, mutta niistä ei ole genetiikkanäytteitä.
- *Karijoen keski- ja alaosa* Karijoen kirkonkylän ja Isojoen liittymän välillä. Alueella on sähkökalastuksissa tavattu pieniä määriä taimenia, mutta genetiikkanäytteitä on vain Karijoen kirkonkylän yläpuoliselta alueelta. Vaikka osa Karijoen alueen taimenista vaeltaa mereen, niin DNA-analyyysien perusteella ne eroavat geneettisesti Isojoen pääuoman taimenista. Varovaisuusperiaatteen vuoksi Metsäjoelle ja Karijoen kirkonkylän yläpuoliselle alueelle Karijoessa ei suositella istutuksia Isojoen meritaimenella. Karijoen kirkonkylän yläpuolella taimenen luontainen lisääntyminen on onnistunut Karijoessa hyvin eikä tuki-istutuksille senkään vuoksi ole tarvetta.
- *Heikkilänjoen keski- ja alaosa* noin 2 km Kärkiluoman liittymästä Isojoen liittymään. Taimenen genetiikkanäytteitä on vain Heikkilänjoen alimmalta koskijaksolta Risukoskesta, missä taimenet kuuluivat merivaelteiseen ryhmään. Taimenen poikastiheydet Heikkilänjoen ylemmänä sijaitsevissa koskissa vaihtelevat huomattavasti vuodesta ja koskialueesta riippuen, joten joillakin koskialueilla saattaa olla tuki-istutusten tarvetta.

Varsinaisen meritaimenalueen lisäksi Isojoen vesistöissä on useita sellaisia jokialueita ja puroja, missä taimenta ei esiinny, mutta jotka ovat potentiaalisia meritaimenalueita. Tällaisia ovat ainakin

- *Kärjenjoen pääuoma*
- *Taimenettomat purot eli luomat hoitoyksikkö 1:n alueella (Lapväärtin-Isojoen pääuoma ja sivujokien alaosat)*

Meritaimenen luontaisen poikastuotannon elvyttämisessä voidaan käyttää tuki-istutuksia väliaikaisena hoitomuotona, mutta tuotannon vakiinnuttua istutuksia tulisi tehdä vain tutkimustarkoituksiin.

Kiitokset

Karl Sundman osallistui sähkökalastuksiin ja näytteenottoon, mikä oli maastotöiden onnistumisen kannalta ratkaisevan tärkeää. Teemu Tuovisen asiantuntemus oli suureksi avuksi kalastettavien taimenpurojen valinnassa. Ari Leskelä, Kyösti Nousiainen ja Eeva Ruotsalainen antoivat arvokkaita kommentteja raportin sisältöön. Isojoen vesistön osakaskunnat ja kalastusalue ovat suhtautuneet tutkimukseen myönteisesti. Haluamme esittää heille kaikille lämpimät kiitokset saamastamme avusta.

6. Viitteet

- Ahvonen, A., Jutila, E. & Koskiniemi J. 1993. Metsätalouden vaikutukset kalastoon Isojoen vesistön alueella: tutkimusalue ja kalaston perusselvitys. Teoksessa: A. Lappalainen ja M. Rask (toim.). Metsätalouden vaikutukset kaloihin ja kalatalouteen–Osahankkeiden raportit vuosien 1990-1992 tuloksista. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 69:61–101.
- Goudet, J. 1995. FSTAT (Version 1.2): A computer program to calculate F-statistics. *Journal of Heredity* 86, 485–486.
- Goudet, J. 2001. FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3).
- Huovinen, T., Tuhkanen, J. & Latvala J. 2005. Kalastus ja vaelluskalojen liikkuminen Lapväärtin-Isojoen suisto-alueella–kalastustiedustelun ja telemetriaseurannan tuloksia. Alueelliset ympäristöjulkaisut 371. 55 s. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Vaasa.
- Huovinen, T. & Latvala, J. 2005. Meritaimenen radiotelemetriaseuranta Lapväärtin Isojoella vuonna 1999. Alueelliset ympäristöjulkaisut 371:35–52. Länsi-Suomen ympäristökeskus, Vaasa.
- ICES WGBAST REPORT 2015. Report of the Baltic Salmon and Sea Trout Assessment Working Group (WGBAST). ICES ACOM Committee ICES CM 2015\ACOM:08. 362 p.
- Jutila, E., Ahvonen, A., Laamanen, M. & Koskiniemi, J., 1998. Adverse impact of forestry on fish and fisheries in stream environments of the Isojoki basin, western Finland. *Boreal Environ. Res.* 3: 395–404.
- Kallio-Nyberg, I., Jutila, E. & Saura, A. (toim.) 2002. Meritaimenen tila ja kalastus Pohjanlahden alueella. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 182. 69 s. Helsinki.
- Koljonen, M.-L., Gross, R. & Koskiniemi, J. 2014. Wild Estonian and Russian sea trout (*Salmo trutta*) in Finnish coastal sea trout catches: results of genetic mixed stock analysis. *Hereditas* 151: 277–195 DOI 10.1111/hrd2.00070
- Lipkin, T. & Setälä, J. 1989. Lapväärtinjoen suojelu- ja kehittämissuunnitelma. Vesi- ja ympäristöhallinnon monistesarja nro 267. 187 s. Vaasa.
- Länsi-Suomen ympäristökeskus 2009. Isojoen-Teuvanjoen vesistöalueiden vesienhoidon toimenpideohjelma vuoteen 2015. 119 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2012. Kansallinen kalatiestrategia. Valtioneuvoston päätös 8.3.2012.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2014. Kansallinen lohi- ja meritaimenstrategia 2020 Itämeren alueelle. Valtioneuvoston periaatepäätös 16.10.2014.
- Nei, M., Tajima, F. & Tatenno, Y. 1983. Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data.–*Journal of Molecular Evolution* 19: 153–170.
- Nissinen T. 1977. Isojoen meritaimen ja vaelluspoikastuotanto. *Suomen kalastuslehti* 84(2):32–37.
- Page, R.D.M. 2000. TreeView program. version 1.6.1. Available at <http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/treeview.html>
- Ryhänen, R. 1957. Havaintoja Isojoen taimenista. *Suomen kalastuslehti* 64:7–12, 42–44, 84–87.
- Saitou, N. & Nei, M. 1987. The neighbour joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular and Biological Evolution* 4: 406–425.
- Sivil, M. & Latvala, J. 2001. Taimenen lisääntyminen Lapväärtin-Isojoen yläosalla vuosina 1998–1999. Alueelliset ympäristöjulkaisut 211:37–74. Länsi-Suomen ympäristökeskus, Vaasa.
- Takezaki, N. 1998. NJBAFD: Neighbor-joining tree construction from allele frequency data. National Institute of Genetics, Misima, Sizuoka-ken, Japan. Available at <http://homes.bio.psu.edu/people/Faculty/Nei/Lab/software.htm>.
- Urho, L., Pennanen, J.T. & Koljonen, M.L. 2010. Fish. In: Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A., Mannerkoski, I. (eds.). The 2010 Red List of Finnish Species. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. p. 336–343.
- Wang, J. 2004. Sibship reconstruction from genetic data with typing errors. *Genetics* 166: 1963–1979.
- Wang, J. & Santure, AW. 2009. Parentage and sibship inference from multi-locus genotype data under polygamy. *Genetics* 181: 1579–1594.
- Wang, J. 2007. Triadic IBD coefficients and applications to estimating pairwise relatedness. *Genet. Res.* 89: 135–153.

7. Liite

Liite 1. Isojoen vesistön taimennäytteiden välisten perinnöllisten erojen testaus. Tilastollisesti merkityksettömät erot merkitty = NS (nonsignificant) ja * on merkitsevää 5 % riskitasolla. Nimet on lyhennetty.

Populaatio	TumaS02	TumaS05	TumaS06	TumaS07	TumaS08	TumaS09	TumaS10	TumaS11	TumaS12	TumaS13	TumaS14	TumaS15	TumaS16	TumaS17	TumaS18	TumaS19	TumaS20	TumaS21	TumaS22	TumaS23	TumaS24	TumaS25	TumaS26	TumaS27	TumaS28	TumaS29	TumaS30	TumaS31	TumaS32	TumaS33	TumaS34	TumaS35	TumaS36	TumaS37	TumaS38		
1 KlemPeru02	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
2 TuimaS02	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
3 TuimaS05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4 TuimaS06			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
5 TuimaS07		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6 TuimaS08					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7 TuimaS09						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8 TuimaS10							NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
9 TuimaS11							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10 TuimaS12																																					
11 TuimaS13																																					
12 Toivo2678							NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
13 Vanhak05																																					
14 Pentti05																																					
15 Pentti06																																					
16 Tah0506																																					
17 Risuko05																																					
18 Risuko06																																					
19 Risuko08																																					
20 Risuko09																																					
21 Risuko10																																					
22 Risuko11																																					
23 Idback11																																					
24 Metsaj08																																					
25 Karliu11																																					
26 Karjij11																																					
27 KarRo11																																					
28 PajuJouh12																																					
29 PajuHaSa12																																					
30 KorPih11																																					
31 KarMaj11																																					
32 KarY11																																					
33 Meralu11																																					
34 HukHau12																																					
35 Tuohi12																																					
36 Riit1112																																					
37 Korfoj11																																					
38 Naatai2011																																					



Luonnonvarakeskus
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000