

Siuntionjoen taimenkannan nykytila, geneettinen rakenne ja alkuperä sekä hoitosuositus



Marja-Liisa Koljonen
Juha-Pekka Vähä
Jarmo Koskiniemi
Jorma Valjus



Länsi-Uudenmaan
VESI ja YMPÄRISTÖ ry
Västra Nylands vatten och miljö rf

Julkaisu
263/2016

LÄNSI-UUDENMAAN VESI JA YMPÄRISTÖ RY
JULKAISU 263/2016

Siuntionjoen taimenkannan nykytila, geneettinen rakenne ja alkuperä sekä hoitosuositus

Marja-Liisa Koljonen
Juha-Pekka Vähä
Jarmo Koskiniemi
Jorma Valjus

Laatija: Marja-Liisa Koljonen¹⁾, Juha-Pekka Vähä²⁾, Jarmo Koskiniemi³⁾ ja Jorma Valjus²⁾
Tarkastaja: Jaana Pönni
Hyväksyjä: Jaana Pönni

¹⁾ Luonnonvarakeskus (Luke)
Vihreä teknologia
Viikinkaari 4
00791 Helsinki
Puh. 0295 327 315
marja-liisa.koljonen@luke.fi

²⁾ Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry
Länsi-Louhenkatu 37
08100 Lohja
juha-pekka.vaha@vesiensuojelu.fi

³⁾ Helsingin yliopisto
Maataloustieteiden laitos
Latokartanonkaari 5-7
PL 27
00014 Helsingin yliopisto

LÄNSI-UUDENMAAN VESI JA YMPÄRISTÖ RY, JULKAISU 263/2016

Kansikuva ja kuva s. 27: Henrik Kettunen, Kuva s. 6: Juha-Pekka Vähä

Taitto: Sirpa Heikkinen

Harriprint Tmi Karkkila 2016

ISBN 978-952-250-148-6 (nid.)
ISBN 978-952-250-149-3 (PDF)
ISSN-L 0789-9084
ISSN 0789-9084 (painettu)
ISSN 1798-2677 (verkkojulkaisu)

Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.luvy.fi/julkaisut

Kuvailulehti

<i>Julkaisija</i>	Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry PL 51, 08101 LOHJA Puh. 019 323 623 Sähköposti: vesi.ymparisto@vesiensuojelu.fi www.luvy.fi	<i>Julkaisu-aika</i> 4/2016
		<i>Julkaisun kieli</i> Suomi
		<i>Sivuja</i> 29
<i>Tekijä(t)</i>	Marja-Liisa Koljonen (Luke), Juha-Pekka Vähä (LUVY), Jarmo Koskieniemi (HY) ja Jorma Valjus (LUVY)	
<i>Julkaisun nimi</i>	Siuntionjoen taimenkannan nykytila, geneettinen rakenne ja alkuperä sekä hoitosuositus	
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Julkaisu 263/2016	
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Siuntionjoki on yksi luonnontilaisimpana säilyneistä jokivesistöistä Uudella- maalla ja yksi harvoista Suomen puolella Suomenlahden laskevista joista, jossa vielä tavataan erittäin uhanalaista meritaimenta. Viimeisten vuosikymmenien kuluessa Siuntionjoen meritaimenen elinmahdollisuudet ovat kuitenkin merkittävästi heikentyneet johtaen taimenkannan voimakkaaseen taantumiseen. Luonnonvaraisesti lisääntyvä taimenkanta on Siuntionjoessa kuitenkin säilynyt, mutta sen nykytilasta ja geneettisestä rakenteesta tiedetään varsin vähän.</p> <p>Epätietoisuus joessa lisääntyvän taimenkannan elinvoimaisuudesta ja geneettisestä alkuperästä ovat varovaisuusperiaatteeseen nojaten olleet Siuntionjoen taimenkannan hoidon ja tuki-istutuksien esteenä.</p> <p>Tämän tutkimuksen keskeisenä tavoitteena oli selvittää Siuntionjoen pääuomassa luonnonvaraisesti lisääntyvän taimenkannan nykytila, geneettinen rakenne ja alkuperä.</p> <p>Tutkimuksen perusteella taimen lisääntyy Siuntionjoen pääuomassa vain Purnuksen ja Passilankosken alueella. Ylempänä pääuomassa taimenia esiintyi hyvin vähän tai ei ollenkaan, vaikka aiempina vuosikymmeninä nämä ovat olleet erinomaisia poikastuotantoalueita. Siuntionjoen pääuoman populaatiokooksi arvioitiin noin 420 taimenta ja kutukannan koon havaittiin vaihtelevan vuosittain 20–40 yksilön välillä. Lempansån taimenkannan arvioitiin olevan suurempi kuin pääuoman.</p> <p>Siuntionjoen pääuoman taimenpopulaation perinnöllinen monimuotoisuus oli keskimääräistä tasoa verrattuna muihin Suomenlahden taimenkantoihin. Sen geneettistä monimuotoisuutta ylläpitää geenivirta Lempansåsta sekä vähäisessä määrin myös Siuntionjoen ulkopuolelta. Lempansån taimenkanta oli selvästi geneettisesti homogeenisempi, vaikkakaan ei merkittävästi pienempi.</p> <p>Siuntionjoen taimenen todettiin olevan geneettisesti omaleimainen. Se on Ingarskilanjoki-tyyppin taimenista lähimpänä Uskelanjoen taimenta. Lisäksi havaittiin samankaltaisuutta Vantaanjoen latvaosien taimenien kanssa, mikä on mahdollista Vantaanjoen latvojen istutusvaikutusta.</p> <p>Hoitotoimenpiteeksi suositellaan vedenlaadun parantamisen ja elinaluekunnostusten lisäksi ensisijaisesti siirtoistutuksia tyhjille elinalueille pääuoman latvaosiin.</p>	
<i>Asiasanat</i>	Siuntionjoki, taimen, nykytila, perinnöllinen monimuotoisuus, geneettinen alkuperä, sähkökalastus, hoitosuositus, populaatiokoko	
<i>Toimeksiantaja</i>	Varsinais-suomen ELY keskus, kalastuksenhoitomaksuvarat	

Sisältö

1 Johdanto	5
2 Aineisto ja menetelmät	6
2.1 Taimennäytteet	6
2.2 Sähkökoekalastukset	8
2.3 Laboratoriomenetelmät	9
2.4 Tilastolliset menetelmät	9
3 Tulokset	11
3.1 Taimenen levinneisyys	11
3.2 Koealojen sähkökoekalastustulokset	12
3.3 Taimenten pyydystettävyys ja kokonaismäärä	14
3.4 Siuntionjoen taimenen geneettiset analyysit	14
3.4.1 Geneettisen monimuotoisuuden määrä	14
3.4.2 Populaatioiden tehollinen koko ja sukulaisuus	15
3.4.3 Siuntionjoen taimenien geneettinen rakenne yksilötasolla tarkasteltuna	16
3.5 Taimennäytteiden välinen geneettinen erilaistuminen	18
3.5.1 Populaatioiden väliset perinnölliset erot	18
3.5.2 Sukupuurakenne	19
3.5.3 Siuntionjoen taimenen alkuperä	21
4 Tulosten tarkastelu	24
4.1 Siuntionjoen pääuoman taimenpopulaation nykytila	24
4.2 Siuntionjoen taimenen geneettinen rakenne ja alkuperä	25
5 Siuntionjoen taimenpopulaatioiden hoitosuositus	26
5.1 Tunnistettuja mahdollisia tukitoimenpiteitä	26
5.2 Siuntionjoen taimenkannan elvyttämisen kolme päävaihtoehtoa	26
5.2.1 Vaihtoehto A: Taimenkannalle ei tehdä mitään - Luotetaan kannan elpymiseen sellaisenaan. .	26
5.2.2 Vaihtoehto B: Perustetaan virallinen Siuntionjoen taimenen hoitoyksikkö	27
5.2.3 Vaihtoehto C: Tuki-istutukset Ingarskilajoen taimenkannalla	27
5.3 Vaihtoehtojen suositeltavuus	28
6 Kiitokset	29
Kirjallisuuslähteet	29

1 Johdanto

Siuntionjoen vesistö sijaitsee läntisellä Uudellamaalla, pääosin Siuntion ja Vihdin kuntien sekä Lohjan kaupungin alueella. Siuntionjoki saa alkunsa Vihdin Enäjärvestä ja se laskee Suomenlahden Pikkalanlahteen. Pituutta tälle joen ns. pääuomalle kertyy noin 48 km. Siuntionjoen merkittävin sivuhaara on Kirkkojoki–Lempansån, jolle pituutta kertyy noin 27 km.

Siuntionjoki on yksi luonnontilaisimpana säilyneistä jokivesistöistä Uudellamaalla. Siuntionjoki kuuluu Suomen NATURA 2000 kohteisiin ja osa siitä onkin luokiteltu kuuluvan luontotyyppiltään Fennoskandian luonnontilaisiin jokireitteihin. Se on myös ainoa ympäristöministeriön ehdottama erityissuojeltava vesistö Uudenmaan alueella. Myös Siuntionjokilaakso on maisemallisesti merkittävä kuuluen valtioneuvoston määrittelemiin valtakunnallisesti arvokkaisiin maisema-alueisiin.

Siuntionjoki on luontotyyppien lisäksi erittäin tärkeä alue myös lajien suojelun kannalta. Se on yksi harvoista Suomen puolella Suomenlahteen laskevista joista, jossa vielä tavataan erittäin uhanalaista meritaimenta. Alkuperäinen meritaimen katsotaan nykyisin olevan vielä myös Ingarskilanjoen, Mankinjoen, Espoonjoen, Siipoonjoen, Virojoen, Urpalkanjoen ja Mustajoen vesistöissä Suomen alueella. Vielä 1930-luvulla Siuntionjoessa harjoitettiin sekä ammatti- että urheilukalastusta (Marttinen ja Wessman 1987), mutta sittemmin vesistöissä suoritettujen mittavien vesirakennustöiden sekä joen kiintoaines- ja jätevesikuormituksen vuoksi Siuntionjoen meritaimenen elinmahdollisuudet ovat merkittävästi heikentyneet.

Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksen sekä ympäristökeskuksen (nykyisin Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, ELY) laatimassa Suomenlahden meritaimenkantojen suojelu- ja käyttösuunnitelmassa (Lempinen 2001) keskeiseksi tavoitteeksi on asetettu luontaisesti lisääntyvien taimenkantojen palauttaminen ja vahvistaminen. Tavoitteena on, että taimenkannat lisääntyisivät luonnollisesti ja kestäisivät kalastusta.

Viime vuosien aikana Siuntionjoen vesistöissä onkin käynnistetty ja tehty erilaisia kalataloudellisia virtavesi- ja järvikunnostushankkeita tavoitteena mm. parantaa meritaimenen elinmahdollisuuksia. Merkittävin yksittäinen kunnostushanke on ollut Sångarsforsin vanhan vesivoimalaitospadon purkaminen ja kalatien rakentaminen 2007. Kunnostushankkeen johdosta meritaimenille avautui runsaasti poikastuotantoaluetta yläpuolisesta vesistöistä. Elinalueen laajenemisesta huolimatta Siuntionjoen meritaimenkannan ei ole havaittu vahvistuneen.

Suomenlahden meritaimenkantojen suojelu- ja käyttösuunnitelmassa todetaan, että mikäli luonnonpoikastuotanto ei pysty hyödyntämään kaikkea joen tuotantokapasiteettia, voidaan joen poikastuotantoa ja meritaimenkantaa vahvistaa tuki-istutuksin. Taimenkannan tuki-istutuksia suunniteltaessa ja tehtäessä on kuitenkin tärkeää tuntee luonnossa lisääntyvän taimenkannan perinnöllinen rakenne ja sukulaisuus suhteessa muihin alueen taimenkantoihin sekä viljeltyihin kantoihin; tuki-istutukset eivät saa vaarantaa luonnonvaraisesti lisääntyvän alkuperäisen taimenkannan perimää.

Nykyisten Siuntionjoen taimenkannan tuki-istutuksien esteenä on ollut epätietoisuus nykyisesti luonnonvaraisesti joessa lisääntyvän taimenkannan geneettisestä alkuperästä ja sen ainutlaatuisuudesta suhteessa muihin taimenkantoihin, sekä geneettisen materiaalin riittävydestä kannan pysyvään itsenäiseen olemassaoloon jatkossa. Tämän vuoksi RKTL (LUKE) on 9.8.2005 antamassaan lausunnossa Uudenmaan TE-keskukselle (ELY-uusimaa) kehottanut pidättäytymään Siuntionjoen taimenen tuki-istutuksista muilla kuin Siuntionjoen oletettua omaa kantaa olevilla yksilöillä (Dnro RKTL 353/401/2005, ELY 1905/5702/05). Siuntionjoen päähaaran taimenpopulaation alkuperää ja geneettistä monimuotoisuutta ei saatu selville myöskään koko Suomenlahden alueen taimenkantojen geneettisessä kartoituksessa (Koljonen ym. 2013), sillä Siuntionjokea edusti pääasiassa näyte nykyisin vaeltamattomasta taimenesta Lempansån alueelta.

Siuntionjoen taimenen levinneisyyttä, historiaa ja kannan tilan muutoksia on aiemmin kuvattu useissa raporteissa (Marttinen and Wessman 1987, Heino 1997). Segerstrålen mukaan (1947a, b), vuodesta 1938 vuoteen 1940, Fiskodlingens Vänner -yhdistys pyysi kutevia taimenia Siuntion koskista, ja haudonnan jälkeen vastakuoriutuneita poikasia istutettiin takaisin jokeen. Tiedetään myös, että samassa yhteydessä erä poikasia (noin 9 000 kpl) Vantaanjoen Kylmäojalta siirrettiin keväällä 1939 Siuntionjoen vesistöön, joten täysin alkuperäistä Siuntionjoen meritaimenta ei ehkä enää ole olemassa.

Tämän projektin keskeisenä tavoitteena on selvittää nykyisen Siuntionjoen pääuomassa luonnonvaraisesti lisääntyvän taimenkannan runsaus ja nykyinen geneettinen tila. Projektissa pyrittiin selvittämään Siuntionjoen taimenkannan alkuperäisyys, erilaistuminen suhteessa muihin alueen taimenkantoihin ja mahdolliset istutusvaikutukset. Lisäksi selvitettiin taimenkannan perinnöllisen diversiteetin määrää ja arvioitiin populaatioiden perinnöllisesti teholliset koot ja perhemäärät erikseen Siuntionjoen pääuomassa ja Kirkkojoessa, Siuntionjoen taimenkannan kokonaistilan arvioimiseksi. Lisäksi projektissa selvitettiin Siuntionjoen pääuoman taimenkannan poikastuotantoon osallistuvien yksilöiden määrää ja kartoitettiin parhaat lisääntymisalueet sekä niiden poikastiheyksiä, ja arvioitiin joen nykyisen poikastuotannon määrää kokonaisuudessaan.

Vuonna 2015 Siuntionjoen Koskitaimen Oy laati ehdotuksen Siuntionjoen meritaimenkannan kehittämissuunnitelmaksi. Tämä projekti on kehittämissuunnitelman ensimmäinen vaihe ja tulosten perusteella kehittämissuunnitelmaa päivitetään. Projektin on rahoittanut Varsinais-Suomen ELY-keskus kalataloudellisiin edistämishankkeisiin osoitetuista kalastuksenhoitomaksuvaroista.



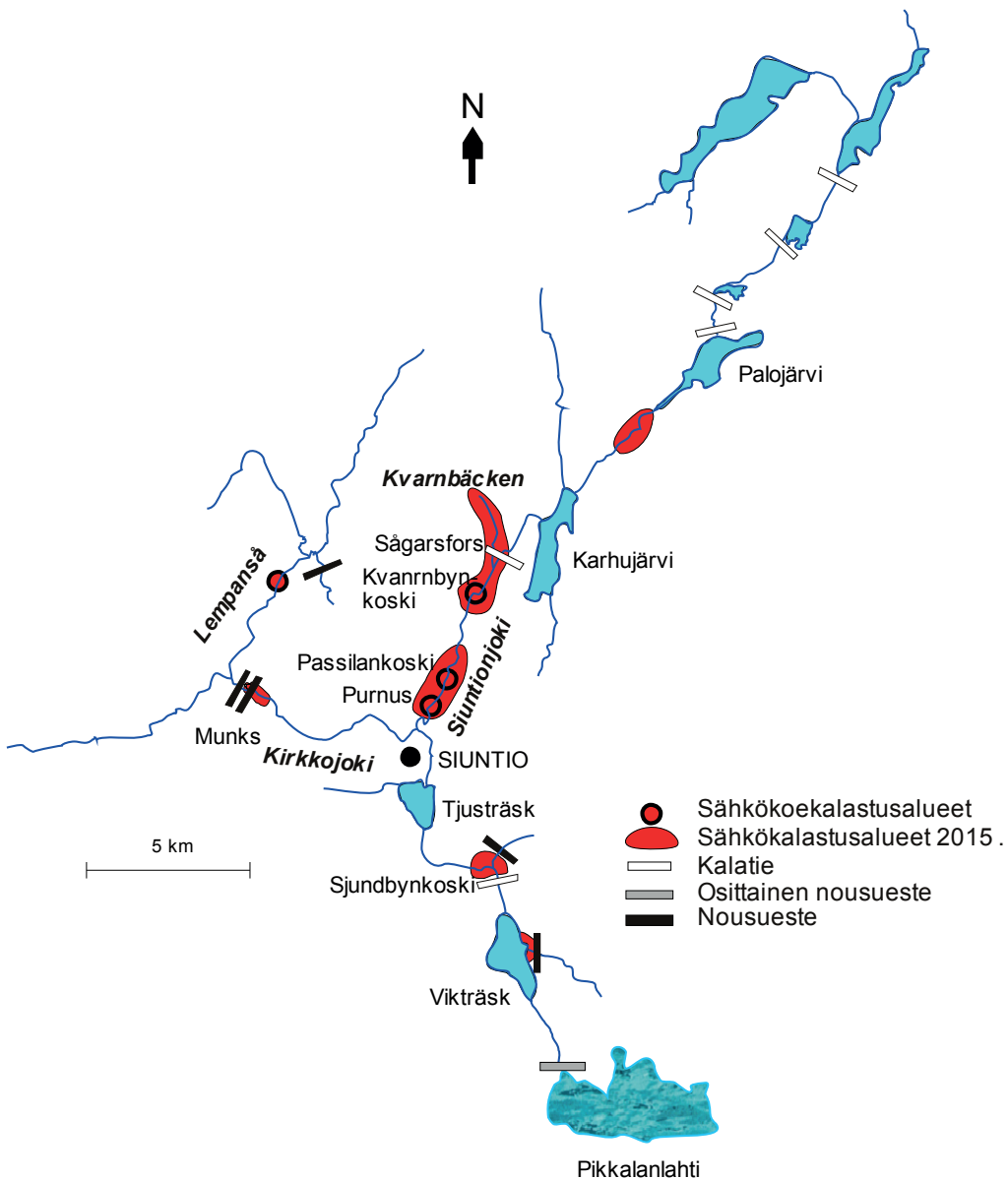
2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Taimennäytteet

Koko Siuntionjoen vesistön taimennäytteet kerättiin useasta lähteestä, yhteensä 360 kappaletta (taulukko 1). Vuonna 2015 tehtiin laajat sähkökalastukset Siuntionjoen pääuoman alueella ja näistä saatiin kerättyä yhteensä 232 taimennäytettä. Kuvassa 1 on esitetty kartoitetut ja sähkökoekalastetut alueet vuonna 2015. Tietoja Siuntionjoen vesistön taimenista on aiemmin julkaistu HEALFISH-hankkeen raportin yhteydessä (Koljonen ym. 2013, Koljonen ym. 2014), jolloin oli käytettävissä vuonna 2010 kerättyjä näytteitä Siuntionjoen pääuoman Passilankoskesta (N= 16) ja sivujoesta Kirkkojoen Lempansån koskesta (N= 54). Lisäksi tässä työssä oli käytettävissä vesistöistä aiemmin Siuntionjoen yhteistarkkailun sähkökoekalastuksien yhteydessä kerättyjä suomunäytteitä vuosilta 2008–2014. Näytteitä oli sekä pääuomasta että Kirkkojoen Munksin alueelta sekä Lempansån koskesta (taulukko 1, kuva 1).

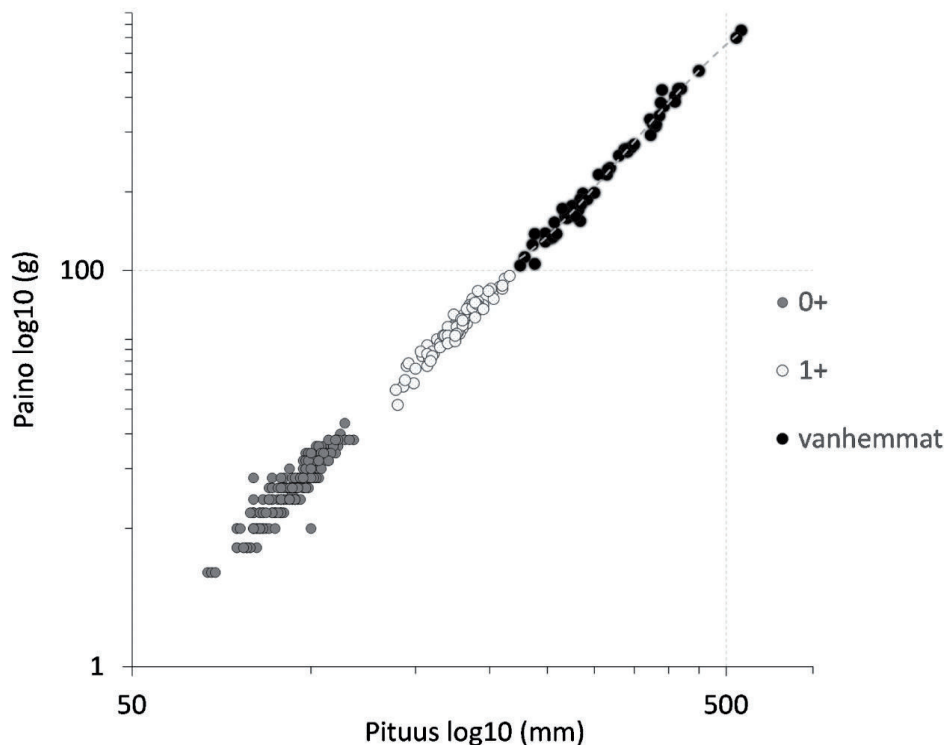
Taulukko 1. Tutkimukseen käytettävissä olleet Siuntionjoen vesistön taimennäytteet.

Siuntionjoki	paikka	vuosi	yhteensä	0+	1+	>1+	projekti/toimija
Pääuoma	Passilankoski	2008	10		4	6	Velvoitetarkkailu/LUVY ry.
	Passilankoski	2010	16	1	10	5	HEALFISH/Luke
	Passilankoski	2013	8		8		Velvoitetarkkailu/LUVY ry.
	Passilankoski	2014	8	4	1	3	Velvoitetarkkailu/LUVY ry.
	Siuntionjoki	2015	227	158	34	35	Var-ELY projekti/LUVY ry.
Kirkkojoki	Munksinalue	2008	1	1			Velvoitetarkkailu/LUVY ry.
	Munksinalue	2012	1			1	Velvoitetarkkailu/LUVY ry.
	Munksinalue	2015	5		2	3	Var-ELY projekti/LUVY ry.
	Lempansån	2008	19	5	11	3	Velvoitetarkkailu/LUVY ry.
	Lempansån	2010	54	29	22	3	HEALFISH/Luke
	Lempansån	2012	2			2	Velvoitetarkkailu/LUVY ry.
	Lempansån	2014	9	3	5	1	Velvoitetarkkailu/LUVY ry.



Kuva 1. Siuntionjoen vesistö ja merkittävimmät kalojen kulkuun vaikuttavat rakennelmat. Karttaan on merkitty projektissa sähkökalastetut jokiosuudet (punaisella) sekä sähkökoekalastuspaikat (musta ympyrä).

Näytteiksi saaduista taimenista otettiin kudosnäytteen lisäksi myös pituus, paino ja suomunäyte ikämäärityksiä varten. Ikää ei määritetty kaikista näytteistä, vaan vain siltä osin kuin se katsottiin tarpeelliseksi erotella taimenet kuuluvaksi ikäluokkiin 0+, 1+ ja vanhemmat (kuva 2, taulukko 1).



Kuva 2. Siuntionjoen taimennäytteiden pituuden ja painon suhde. Ikäluokkiin 0+ ja 1+ kuuluvat yksilöt erottuvat selvästi omina ryhminään.

2.2 Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastuksia kahden peräkkäisen poistopyynnin menetelmällä (Seber & LeCren 1967) tehtiin kolmella koealalla; alueella 1 (Purnus), alueella 6 (Passilankoski) ja alueella 11 (Kvarnbynkoski) (kuvat 1 ja 4).

Purnuksen sähkökalastusalan leveys oli keskimäärin 6 metriä ja pituus 40 metriä. Alueen pohja koostuu sorasta ja pienestä kivistä, mutta seassa on myös isompaa kiveä ja hienoa hiekkaa. Orgaanista ainesta havaittiin vain vähän. Vuoden 2015 koekalastuksen aikaan sää oli aurinkoinen ja veden lämpötila 17 astetta. Alueen keskimääräinen syvyysluokka oli 41–60 cm ja virtausnopeus 0,2–0,7 m/s. Velvoitetarkkailun puitteissa Purnuksella ei ole aiemmin kalastettu.

Passilankosken koealan pohja on hiekkaa, soraa ja erikokoista kiveä. Kalastusalue on kaksijakoinen. Alemmassa, nopeammin virtaavassa osuudessa on runsaammin suurempia kiviä ja suojapaikkoja kuin ylempänä, missä pohja on tasaisempi ja virtaus heikompi. Vuoden 2015 koekalastuksen aikaan uoman leveys oli noin 6 metriä, syvyysluokka 41–60 cm ja virtausnopeus keskimääräinen 0,2–0,7 m/s. Veden lämpötila oli 17,5 astetta. Passilankosken koeala oli sama kuin mitä velvoitetarkkailun puitteissa on seurattu.

Kvarnbynkosken sähkökalastusalan leveys oli keskimäärin 6 metriä ja pituus 60 metriä. Koeala on luonnontilainen. Pohjan karheus on pääosin pientä lohketta ja isoja kiviä. Koealan syvyysluokka oli koekalastusaikaan 21–40 cm ja virtausnopeus keskimääräinen 0,2–0,7 m/s. Vedenlämpötila oli 19 astetta. Myös Kvarnbynkoskella on tehty velvoitetarkkailun puitteissa koekalastuksia aiempina vuosina.

Muita sekä velvoitetarkkailussa että vuoden 2015 sähkökalastuksessa kalastettuja alueita ovat Munksinkoski, Kvarnbäcken ja Palokoski. Munksinkoskelta taimenia on saatu yhteistarkkailun useimmilla koekalastuskerroilla, mutta vain yksittäisiä kappaleita, joten vuoden 2015 sähkökalastuksissa Munksinkoskelta poistopyyntiä ei suoritettu.

2.3 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 LUKEn (aiemmin RKT: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.

2.4 Tilastolliset menetelmät

Perinnöllisen muuntelun määrää populaatiossa kuvasivat keskimääräinen diversiteetti (heterotsygotian määrä), havaittu geenimuoto- eli alleelimäärä ja otoskoko standardoitu alleelimäärä eli alleelirikkaus. Alleelirikkaus huomioi otoskoon vaikutuksen alleelimäärään redusoimalla isommat näytekoot pienimmän näytteen tasolle, joka tässä vertailussa oli 15 yksilöä (Purilanjoki). Suoraan havaittuun alleelimäärään vaikuttaa aina myös otoskoko.

Perinnöllisen muuntelun mittarit laskettiin FSTAT-ohjelmalla (versio 2.9.3.2)(Goudet 1995, Goudet 2001). Populaatioiden teholliset koot (N_e) ja täyysisarperheiden määrä laskettiin COLONY-ohjelmalla (Wang 2004, Wang ja 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.

Taimenpopulaatioiden sekoittumisanalyysit tehtiin Bayesilaiseen todennäköisyyslaskentaan perustuvalla STRUCTURE (versio 2.3.4, heinäkuu 2012) ohjelmalla (Pritchard ym. 2000, Falush ym. 2003, Pritchard ja Wen 2004). Ohjelma jakaa jokaisen yksilön perimän kuulumaan yhteen tai useampaan geneettiseen alkuperään, ns. admixture-mallin perusteella, jossa populaatioiden risteytyminen on sallittu. Näin voidaan tutkia populaatioiden alkuperää, myös silloin kun sekoittuminen on tapahtunut jo aikaisemmissa sukupolvissa, ja nykyinen sukupolvi on useamman populaation risteytymisen, eikä vain sekoittumisen tulosta.

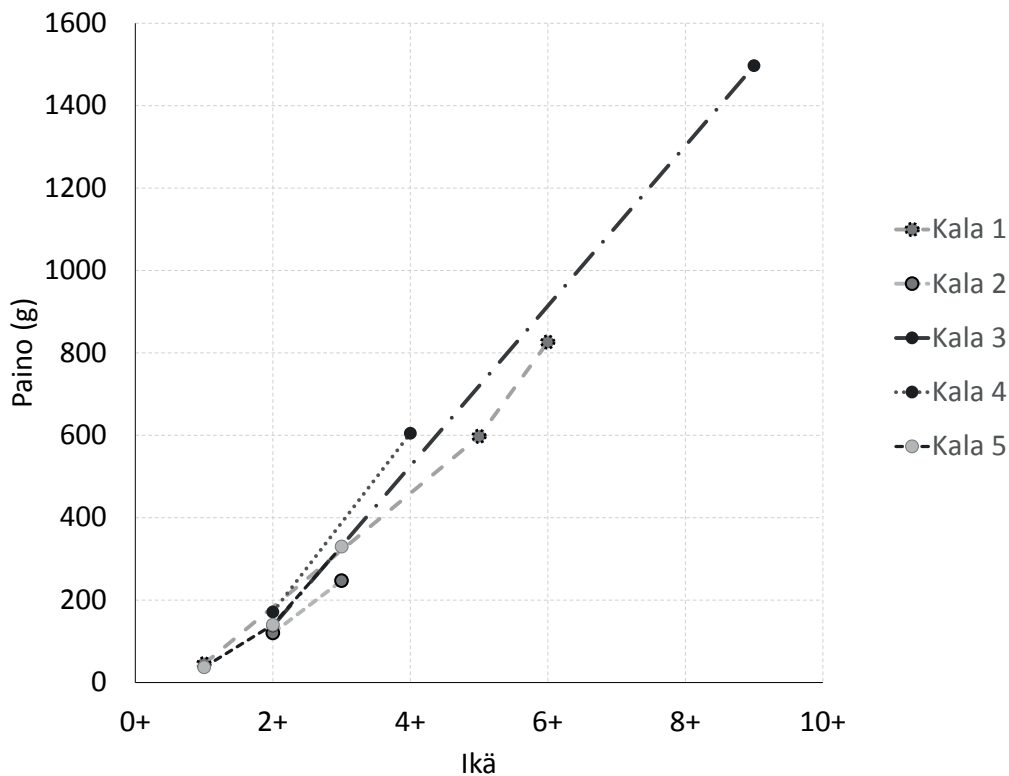
Koko aineiston analyysissä mahdollisesti osallistuvien alkuperäpopulaatioiden määrän annettiin vaihdella välillä $K=7-14$ ja annettiin ohjelman laskea todennäköisin ratkaisu. STRUCTUREn avulla laskettiin sekä Munksin padon 7 kalan alkuperä, että koko rannikon aineiston avulla Siuntionjoen pääuoman ja Lempansån näytteiden alkuperä.

Koko rannikon analyysi tehtiin sekä 14 populaation, että 11 mahdollisesti osallistuvan populaation vaihtoehdoilla. Koska laajemmassa, 14 populaation analyysissä Paimionjoen, Purilanjoen ja Sipoonjoen taimenet eivät esiintyneet Siuntionjoen vesistön näytteissä, ne jätettiin laskennan yksinkertaistamiseksi pois lopullisesta analyysistä. Myöskään Munksin alueen seitsemän kalaa eivät ole mukana laajassa alkuperä-analyysissä.

Koko aineistoa tarkasteltaessa huomattiin DNA-tiedon perusteella, että viisi taimenyksilöä esiintyi aineistossa useampaan kertaan (taulukko 2). Jokaisella pyyntikerralla yksilö oli tullut punnituksi, mitatuksi ja siitä oli otettu suomunäyte iän määrittämistä ja DNA-näytettä varten. Pyynnin jälkeen yksilö oli palautettu jokeen. Näistä neljä taimenyksilöä pyydettiin viimeisimmän kerran vuonna 2015 ja yksi vuonna 2010. Mittaustulosten perusteella voitiin tarkastella yksilöllisesti taimenen kasvua Siuntionjoessa (kuva 3). Useamman kerran aineistossa esiintyvistä näytteistä lopulliseen aineistoon jätettiin vain kunkin yksilön viimeisin kerätty näyte, eli yhteensä 7 näytettä poistettiin lopullisesta aineistosta.

Taulukko 2. Useamman kerran näytteeksi saatujen taimenyksilöiden näytetiedot.

Yksilö	Pyyntipaikka	Pyyntiaika	Pituus (mm)	Paino (g)	Ikä
Kala 1	Passilankoski	30.9.2010	170	45	1+
	Passilankoski	12.9.2014	375	597	5+
	Alue 7	24.8.2015	415	826	6+
Kala 2	Passilankoski	12.9.2014	237	120	2+
	Alue 6	27.8.2015	300	247	3+
Kala 3	Passilankoski	3.9.2008	250	137	2+
	Alue 7	24.8.2015	520	1497	9+
Kala 4	Passilankoski	3.9.2008	255	171	2+
	Passilankoski	30.9.2010	386	605	4+
Kala 5	Passilankoski	29.8.2013	156	37	1+
	Passilankoski	12.9.2014	240	140	2+
	Alue 6	27.8.2015	319	330	3+



Kuva 3. Useamman kerran näytteeksi saatujen taimenyksilöiden kasvukäyriä näytetietojen perusteella.

Vuoden 2015 näytteissä 0+ ja 1+ ikäisten kalojen sukulaisuus oli varsin suurta, ja useita kaloja oli peräisin samoista perheistä (ks. kappale 3.4.2.). Näistä ikäluokista tehtiin uudet näytteet populaatiotason tarkasteluja varten poistamalla satunnaisesti sisaruksia siten, että vain 2 kalaa edusti yhtä perhettä lopullisessa analyysissä. Ikäluokan 1+ poikasista poistettiin 10 kalaa, ja 0+ 75 kalaa tällä perusteella (taulukko 3). Tämä korjaus pienentää näytteiden varsin suurta sisäistä sukulaisuutta. Toisaalta Siuntionjoen pääuomassa pyynnin intensiteetti oli todennäköisesti suurempi kuin muista näytteistä pyydettyessä. Sukulaisuuden vertaaminen ei kuitenkaan ole näin ollen aivan täysin vertailukelpoista, koska muista populaationäytteistä ei sisaruksia ole siivottu pois.

Taulukko 3. DNA-analysoidut Siuntionjoen vesistön taimenyksilöt. Suluissa on merkitty populaatiotason geneettisissä tarkasteluissa aineistosta poistettujen näytteiden määrä.

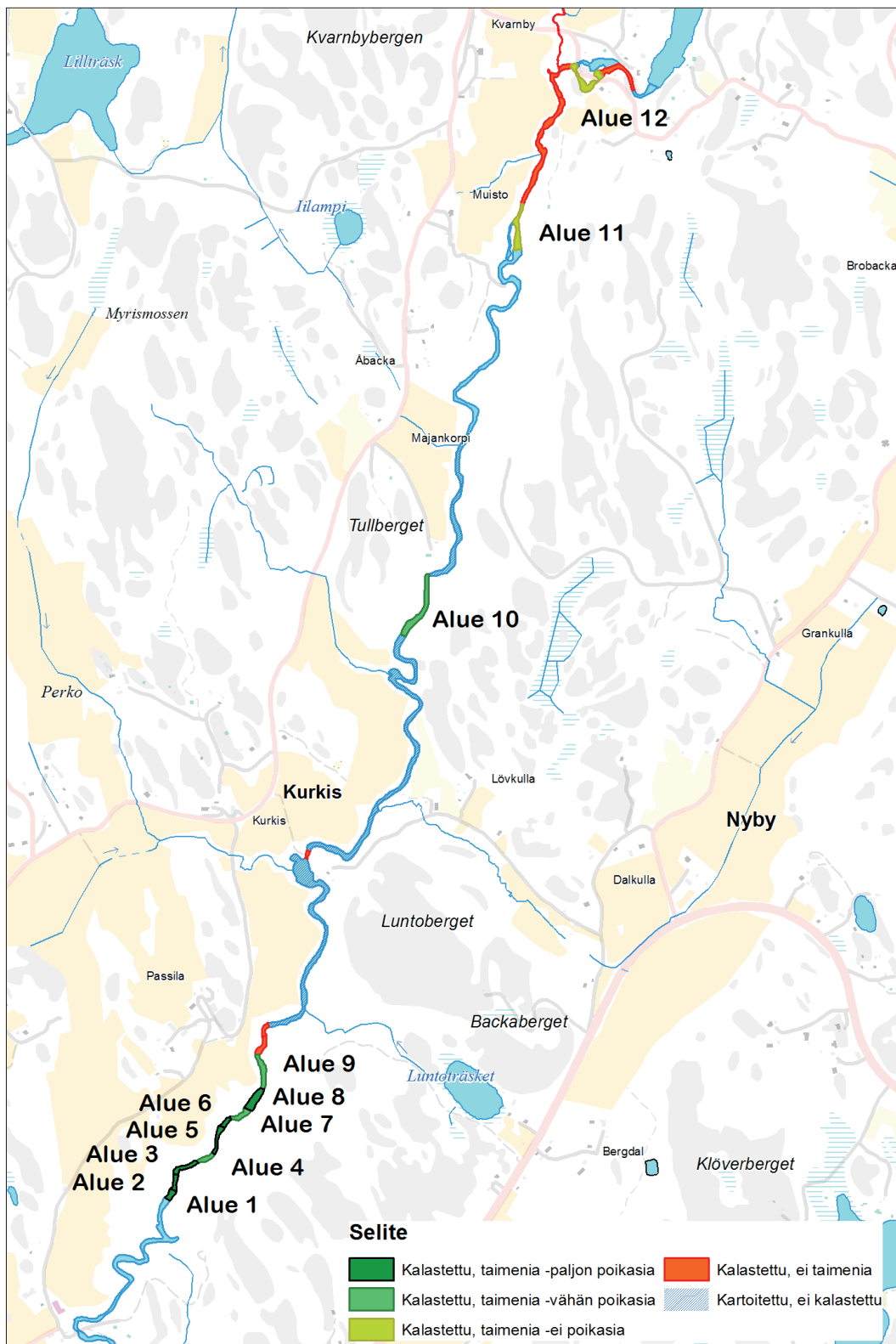
Alue/ikä	Vuosi						Kaikki yhteensä
	2008	2010	2012	2013	2014	2015	
Munksin alue	1		1			5	7
0+	1						1
1+						2	2
vanhempi			1			3	4
Kirkkojoki-Lempanså	19	54	2		9		84
0+	5	29			3		37
1+	11	22			5		38
vanhempi	3	3	2		1		9
Siuntionjoki	9	14		7	5	142	177
0+		1			4	83 (-75)	88
1+	4	9 (-1)		7 (-1)	1	24 (-10)	45
vanhempi	5 (-1)	4 (-1)			0 (-3)	35	44
Kaikki yhteensä	29	68	3	7	14	232	268

3 Tulokset

3.1 Taimenen levinneisyys

Vuonna 2015 tehtiin laajat sähkökalastukset Siuntionjoen pääuoman alueella ja näistä saatiin kerättyä yhteensä 232 taimennäytettä. Kuvassa 4 on esitetty pääuoman tärkeimmät kartoitetut ja sähkökoekalastetut alueet vuonna 2015. Kuvaan on merkitty saatujen taimennäytteiden perusteella taimenesiintymien ja poikastuotantoalueiden sijainnit.

Vuoden 2015 sähkökalastuksissa Kvarnbäckeniltä taimenia ei saatu. Puro oli matala ja sen pohja-aines koostui pääosin melko hienojakoisesta hiekasta, jossa oli runsaasti kiintoainesta. Palokoskelta (alue ei kuvassa 4) on viimeksi saatu yksi taimen vuonna 1991 eikä vuoden 2015 kalastuksissakaan tehty lajihavaintoa. Munksin alueelta saatiin viisi taimenta yhdellä kalastuskerralla (alue 13, ei kuvassa 4).



kuva 4. Siuntionjoen pääuoma ja vuoden 2015 sähkökalastusalueet.

3.2 Koealojen sähkökoekalastustulokset

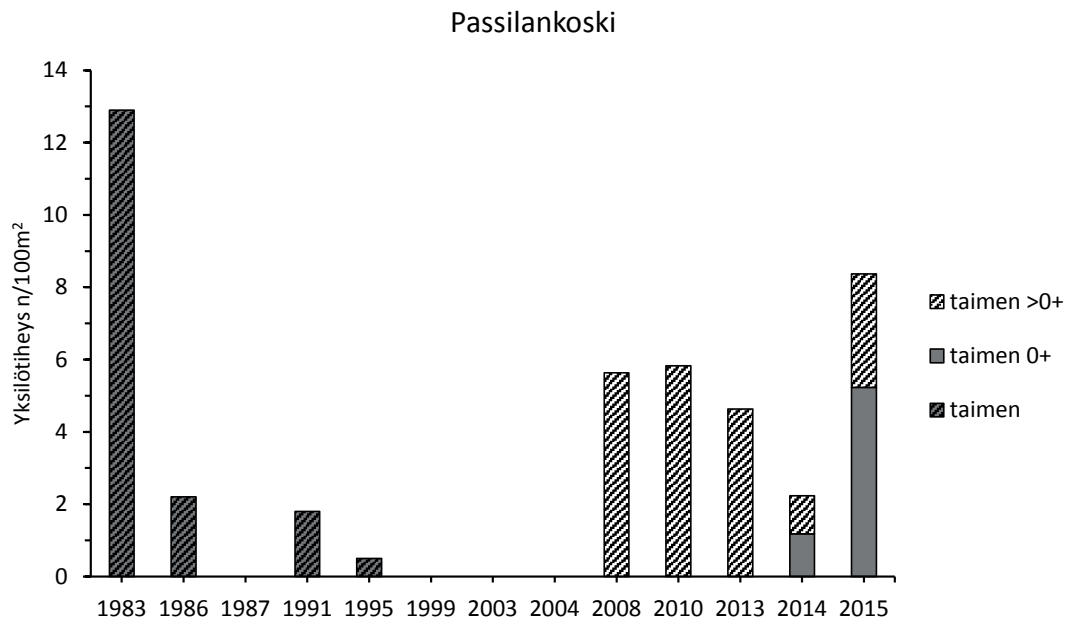
Sähkökoekalastuksia kahden peräkkäisen poistopyynnin menetelmällä tehtiin 3 koealalla; Passilankoskella, Purnuksella ja Kvarnbykoskella (taulukko 4). Erityisesti Purnuksen alueella todettiin olevan runsaasti kohtalaisen hyvässä kunnossa olevaa lisääntymisaluetta. Vuonna 2015 alueen kesän vanhojen taimenien yksilötiheys olikin siellä hyvä, noin 18 kpl/100 m². Myös Passilankoskella havaittiin runsaasti taimenia, mutta kalastusalueen ollessa laajempi kuin Purnuksen, yksilötiheysarvot olivat merkittävästi pienempiä. Erityi-

sesti Kvarnbynkoskella taimentiheydet olivat merkittävästi pienempiä kuin Purnuksessa tai Passilankoskella. Kvarnbynkoskella ei havaittu kesänvanhoja poikasia eikä siten voitu todentaa syksyn 2014 lisääntymisen onnistuneen.

Taulukko 4. vuoden 2015 koekalastusten tulokset. Taimenet on jaettu ikäluokkiin 0+ ja tätä vanhemmat.

Alue	pyyntikerta		ikä	Koeala m ²	Saalis/ koeala	Saalis/ 100 m ²	N/100m ²	SE(N)/ 100 m ²	CI 95 % N/100 m ²	p	SE (p)
	1.	2.									
Purnus	30	9	0+	240	39	16,25	17,86	1,59	3,12	0,70	0,11
Purnus	1	1	>0+	240	2	0,83					
Passilankoski	16	4	0+	408	20	4,90	5,23	0,49	0,95	0,75	0,14
Passilankoski	8	3	>0+	408	11	2,70	3,14	0,78	1,53	0,63	0,25
Kvarnbynkoski	3	1	>0+	360	4	1,11	1,25	0,42	0,82	0,67	0,38

Velvoitetarkkailussa koekalastuksia on tehty Passilankoskella vuodesta 1983 lähtien 1–4 vuoden välein (Mettinen ja Valjus 2014). Vielä 1980-luvun alkupuolella Passilankosken taimenkanta oli nykytilaa parempi (kuva 5). Jo 1980-luvun lopulla yksilötiheys kuitenkin putosi ja 2000-luvun alun kalastuksissa taimenia ei havaittu. Vuodesta 2008 lähtien taimenia on jälleen saatu pieniä määriä jokaisella kalastuskerralla ja viime vuonna 0+ -ikäisten poikasten määrä on ollut kasvussa. Taimenien yksilötiheys Passilankoskella vuonna 2015 oli 8,4 kpl/100 m².



Kuva 5. Passilankosken taimentiheys vuosina 1983–2015. Vuosien 1983–1995 tuloksissa (saalis/100m²) eri ikäluokkien kaloja ei ole eritelty. Vuodesta 2008 lähtien tulokset on esitetty yksilötiheytenä/100 m².

Vielä 1990-luvun alkupuolella Siuntionjoen taimenkanta oli selvästi nykytilaa parempi myös Kvarnbynkoskessa, missä taimenen poikastiheys oli vuonna 1989 yli 80 yksilöä/100 m² ja vuonna 1995 vielä 22 yksilöä/100 m² (Saura 2001). Vuonna 1999 koskesta saatiin viisi taimenta ja vuoden 2003 sähkökalastuksissa tehtiin vielä näköhavainto kahdesta taimenesta, mutta tämän jälkeen taimenia ei ole Kvarnbynkosken koealalta saatu. Kesällä 2013 tehtiin jälleen näköhavainto taimenesta koekalastusalueen ulkopuolelta ja vuoden 2015 sähkökalastuksissa alueelta saatiin neljä taimenta kahdella kalastuskerralla.

Kvarnbäckenistä saatiin vuonna 1988 31 taimenta (Marttinen ja Koljonen 1989), ja puron on arvioitu olleen aikaisemmin yksi merkittävimmistä taimenen poikastuotantoalueista Siuntionjoen vesistöissä. Yhteistarkkailun koekalastusalueelta taimenia ei ole kuitenkaan saatu. Kvarnbäckenillä on koekalastettu myös Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimesta vuonna 2011 noin puoli kilometriä yhteistarkkailun koeaseman alapuolella. Tällöinkään taimenia ei havaittu (www.ymparisto.fi/oiva, 28.10.2013). Vuoden 2015 sähkökalastuksissa Kvarnbäckeniltä taimenia ei saatu. Puro oli matala ja sen pohja-aines koostui pääosin melko hienojakoisesta hiekasta, jossa oli runsaasti kiintoainesta.

Palokoskelta on viimeksi saatu yksi taimen vuonna 1991 eikä vuoden 2015 kalastuksissakaan tehty lajihavaintoa.

3.3 Taimenten pyydystettävyys ja kokonaismäärä

Pyydystettävyys laskettiin taimenien ikäluokille 0+ ja 1+. Vanhemmille taimenille pyydystettävyttä ei voitu laskea pienen yksilömäärän takia ja niille käytetään ympäristöhallinnon koekalastusrekisterin taulukosta saatua pyydystettävyysarvoa $p=0,4$. Koekalastusalueiden yhdistetty pyydystettävyys oli 0+ -ikäisillä taimenilla 0,72 ja 1+ -ikäisillä taimenilla 0,83. Pyydystettyyden ja yhden kalastuskerran perusteella näytteeksi saatu- jen kalojen määrien perusteella voitiin arvioida taimenien kokonaismäärää koekalastusalueella.

Pyydystettävyys huomioiden koko kalastetulla alueella arvioitiin olleen noin 330 taimenta (taulukko 5). Kun kalastetun alan arvioitiin olevan noin 75 % koko Siuntionjoen pääuoman poikastuotantoalueesta, koko pääuomassa arvioitiin olleen noin 414 taimenta.

Taulukko 5. Koekalastuskertojen saaliiden perusteella lasketun pyydystettyyden avulla arvioidut taimenien kokonaismäärät Siuntionjoen pääuomassa. Kalastusalueet vastaavat kuvassa 4 esitetyjä alueita. Kalamäärät laskettu yhden pyyntikerran perusteella myös koekalastusalueilla (1, 6 ja 11).

Ikäluokka	Arvioitu kalamäärä		
	0+	1+	>1+
Pyydystettävyys	0,72	0,83	0,4
Kalastusalue			
alue 1 (Purnus)	42	1	0
alue 2	32	0	3
alue 3	33	5	8
alue 4	7	1	8
alue 5	18	8	18
alue 6 (Passilankoski)	22	7	5
alue 7	3	1	8
alue 8	35	5	8
alue 9	8	8	13
alue 10	1	1	3
alue 11 (Kvarnbykoski)		1	8
alue 12		0	3
alue 13		2	8
yhteensä ikäluokittain	201	42	88
taimemia yhteensä		331	

3.4 Siuntionjoen taimenen geneettiset analyysit

3.4.1 Geneettisen monimuotoisuuden määrä

Diversiteettiarvot ja alleelimäärät laskettiin sekä Siuntionjoen näytteille että vertailun vuoksi myös muiden meritaimenjokien populaatiolle. Siuntionjoen näytteiden diversiteettiarvot olivat suhteellisen hyvät (0,67 ja 0,68) (taulukko 6), jopa yli keskiarvon 0,62. Siuntionjoen 0+ ja 1+ -näytteissä sisaruksia on kuitenkin poistettu, mikä hieman nostaa pääuoman diversiteettiarviota. Kaikkiaan vertailluissa populaatioissa löytyi 226 erilaista geenimuotoa (alleelia), joista 120 (53 %) löytyi myös Siuntionjoen vesistön yhdistetystä näytteestä (ei taulukossa). Alleelirikkaus oli Siuntionjoen pääuomassa keskimääräistä tasoa (4,8), joskin selvästi alhaisempi kuin suurilla taimenkannoilla, Aurajoella, Fiskarsinjoella, Vantaanjoella ja Kymijoella, joissa populaatioiden sekoittuminen istutuksien johdosta on kuitenkin todennäköisesti lisännyt diversiteettiä. Pääuoman ja Kirkkojoen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa geneettisen diversiteetin määrässä, mutta alleelirikkaus oli Lempansåssa (4,3) hieman Siuntionjoen pääuomaa pienempi.

Taulukko 6. Meritaimennäytteiden geneettinen diversiteetti. Taulukossa otoskoko (N), keskimääräinen diversiteetti (DIV), alleelimäärä (N all), kokonaisalleelirikkaus 15 yksilölle (All. Rikk. Yht.) ja keskimääräinen alleelirikkaus geenilokusta kohti (All. Rikk. Ka) sekä sukulaisuutta mittaava Fis-arvo.

Populaatio	N	DIV	N All	Rikk	KaRikk	Fis
1 Aurajoki	37	0,68	121	93,7	5,9	0,025
2 Paimionjoki	22	0,59	79	69,2	4,3	-0,097
3 Purilanjoki	15	0,22	27	26,7	1,7	-0,166
4 Uskelanjoki	57	0,50	109	69,0	4,3	0,068
5 Fiskarsinjoki	50	0,72	133	95,5	6,0	0,033
6 Ingarskilanjoki	192	0,64	97	71,9	4,5	0,043
7 Siuntionjoki, Pääuoma	177	0,68	114	76,0	4,8	0,055
8 Siuntionjoki, Kirkkojoki-Lempanså	84	0,67	91	69,1	4,3	-0,012
9 Mankinjoki	133	0,69	121	83,9	5,2	0,018
10 Espoonjoki	72	0,64	95	77,1	4,8	-0,009
11 Vantaanjoki	119	0,71	156	94,0	5,9	0,061
12 Sipoonjoki	46	0,55	59	48,0	3,0	-0,274
13 Koskenkylänjoki	31	0,62	80	66,6	4,2	-0,005
14 Kymijoki	26	0,70	121	94,6	5,9	0,038
15 Summanjoki	46	0,70	122	90,5	5,7	0,078
16 Isojoki	98	0,68	143	92,2	5,8	0,061
Yhteensä	1213	0,62	226	102,7	6,4	
Keskiarvo	75,8	0,62	104,3	76,1	4,8	-0,01
Minimi	15	0,22	27	26,7	1,7	-0,274
Maksimi	192	0,72	156	95,5	6,0	0,078

3.4.2 Populaatioiden tehollinen koko ja sukulaisuus

Tehollinen populaatiokoko on populaation kannalta erittäin merkityksellinen parametri sillä se kertoo kuinka hyvin populaatiossa säilyy geneettinen monimuotoisuus. Tehollisen populaatiokoon arvo on aina pienempi kuin lisääntyvien yksilöiden määrä. Tehollista populaatiokokoa laskee erityisesti yksilöiden välinen suuri vaihtelu jälkeläisten määrässä. Pienessä populaatiossa sattuman vaikutus on suurempi, sukulaisuusaste kasvaa ja geneettinen monimuotoisuus vähenee. Yleisesti, kun $Ne > 50$, populaation ajatellaan olevan riittävän suuri minimoidakseen sukulaisuuden kohoamisen ja säilyäkseen lyhyellä aikavälillä.

Siuntionjoen taimenen populaatiokokoa arvioitiin hyödyntämällä tietoa saman ikäisten yksilöiden välisistä sukulaisuussuhteista sekä niiden vanhemmista. Populaatiokoon arvioinnit tehtiin pääuoman 2015 ja Lempansån 2010 kerätyille näytteille 0+ ja 1+ -ikäisille kaloille erikseen ja vuosiluokille yhdessä. Muiden vuosien näytemäärät eivät olleet riittäviä.

Tässä tutkimuksessa tehollinen populaatiokoko määritettiin kullekin vuosiluokalle erikseen ja se antaa näin ollen tietoa kutukannan eli emokalojen tehollisesta populaatiokoosta. Tällä lailla estimaatti on kuitenkin pienempi, kuin koko populaatiolle ja kaikille ikäluokille yhteensä laskettuna. Taimenella on päällekkäiset sukupolvet (overlapping generations), joten eri vuosiluokat kutevat samaan aikaan ja kokonaistehollinen koko voi siis olla suurempi kuin yhden ikäluokan tehollinen koko. Taulukossa 7 on esitetty sukulaisuussuhdeanalyysin päätulokset 0+ ja 1+ -ikäluokille.

Taulukko 7. Sukulaisuusanalyysi Siuntionjoen pääuoman ja Kirkkojoen taimenpopulaatioiden 0+ ja 1+ -ikäluokille erikseen.

Populaatio	Vuosi	Ikäluokka	N	Kutukannan koko	N tunnistettuja vanhempia	N perheet	perhekoko ka. (min-max)	family evennes	Tehollinen populaatiokoko
Pääuoma	2015	0+	158	37	18	57	2,8 (1-22)	0,88	17 (10-34)
		1+	38	19	11	18	2,1 (1-10)	0,87	10 (5-23)
Lempanså	2010	0+	29	23	2	23	1,3(1-4)	0,97	21 (12-42)
		1+	22	19	1	18	1,2(1-3)	0,97	19 (10-40)

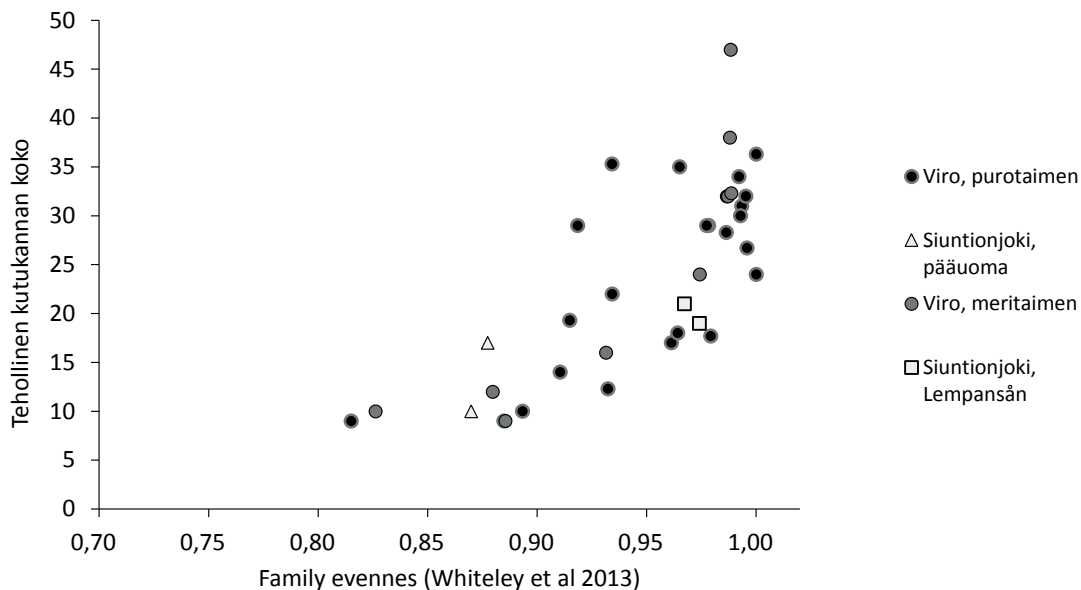
Pääuomassa täyssisarperheiden koko oli keskimäärin kaksi kertaa suurempi kuin Lempansåssa. Suurimmassa täyssisarperheessä oli 22 sisarusta. Lempansåssa perheiden koko oli tasaisemmin jakautunut, eikä suuria perheitä havaittu. Perheiden epätasaiset koot heijastuivat tehollisen kutukannan koko -arvoon. Pääuoman kutukannan tehollinen populaatiokoko oli 10 yksilöä vuonna 2013 ja 17 yksilöä vuonna 2014. Lempansån kutukannan tehollinen populaatiokoko arvioitiin hieman suuremmaksi 19 ja 21, vuosina 2008 ja 2009. Sekä Siuntionjoen pääuoman, että Kirkkojoen populaatioiden teholliset koot olivat siis varsin pieniä ja jäivät mo-lemmat selvästi alle minimisuosituksen, $N_e=50$.

Vuonna 2015 elossa olevien ja näytteiksi saatujen 0+ -ikäluokan poikasten perusteella pääuoman kutukan- nan kooksi syksyllä 2014 arvioitiin 37 taimenta. Vuoden 2013 kutukannan kokoarvioksi 1+ -ikäluokan perusteella saatiin sitä vastoin vain 19 emokalaa. Poikasten emokaloista 18 yksilöä saatiin näytteiksi ja todettiin paikalliseksi taimeneksi. Vain viidellä yksilöllä oli jälkeläisiä sekä vuoden 2013 että 2014 kudusta. Tunnista- mattomiksi jääneet 19 taimenta voivat olla joko paikallisia tai vaeltavia merestä nousseita ja sinne palanneita taimenia.

Arvioidut emokalojen määrät Lempansån näytteistä olivat pienempiä kuin pääuoman näytteistä. Vuoden 2009 kutukannan kooksi arvioitiin 23 emokalaa ja vuoden 2008 kutukannan kooksi 19 emokalaa. On kuitenkin syytä muistaa että Lempansån koekalastusalue oli merkittävästi pienempi kuin vuonna 2015 kalastettu alue pääuomassa. Lempansån näytteenotto ei myöskään ollut aivan yhtä intensiivinen, mikä myös voi vai- kuttaa tulokseen.

Tehollisen kutukannan kokoarviot olivat suurempia Lempansåssa kuin pääuomassa, mikä viittaa suurempaan lisääntyvien yksilöiden määrään. Lempansåltä kerätyt näytteet eivät siten riitä koko kutukannan emokalojen määrän arviointiin.

Kun verrataan Siuntionjoen populaatioiden tehollista kokoa ja vaihtelua perheiden koossa (family evenness) Suomenlahden etelärannan jokien taimenkantoihin (kuva 5), voidaan todeta Siuntionjoen pääuoman po- pulaation olevan yksi pienimmistä vertailussa mukana olleista (ks. Ozerov ym. 2014). Lempansån vastaavat arvot ovat keskimääräisiä. Myös aiemmissa tutkimuksissa on havaittu ja tiedetään, että Viron taimenkannat ovat yleisesti ottaen huomattavasti elinvoimaisempia, kuin suomalaiset taimenkannat (Koljonen ym. 2013).



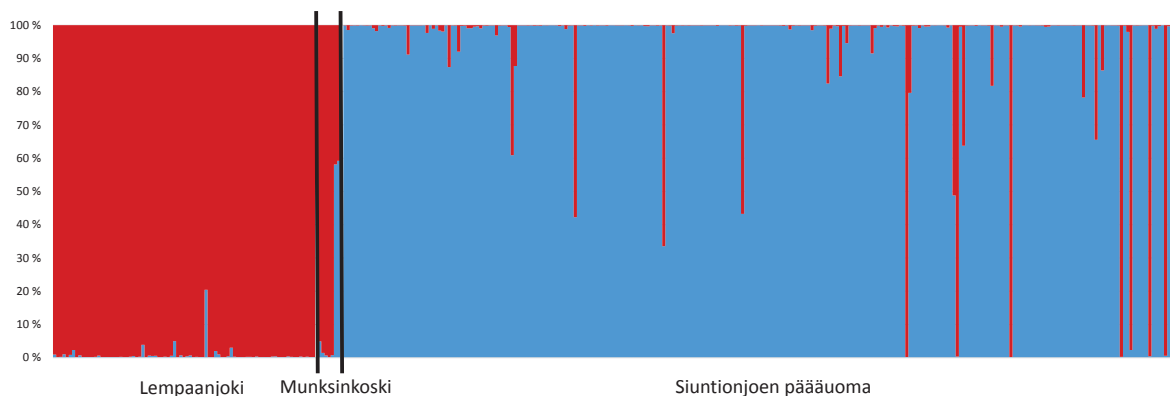
Kuva 6. Tehollisen kutukannan koon ja perheiden jälkeläisten määrän tasaisuutta ilmaisevan arvon suhde Suomenlahden taimenpopulaatioissa.

3.4.3 Siuntionjoen taimenien geneettinen rakenne yksilötasolla tarkasteltuna

Yksilötason geneettisen rakenteen tarkastelussa STRUCTURE-menetelmällä havaittiin Lempansån ja pääuo- man taimenien eroavan selvästi toisistaan (kuva 7). Kuvassa kukin pylväs kuvaa yksilöä ja pylvään väri ker- too geneettisen ryhmän (pääuoma, Lempansån) tai osuuden tutkituista merkkigeeneistä jotka kuuluvat em. ryhmään. Mikäli Lempansån taimen lisääntyy Siuntionjoen kantaa olevien taimenten kanssa, ensimmäisen sukupolven risteymät havaitaan ~ 50 % sini-punaisina (Vähä ja Primmer 2006). Myöhempien risteymien tun- nistamiseen liittyy paljon epävarmuutta, vaikka käytössä oli 16 mikrosatelliitti lokusta.

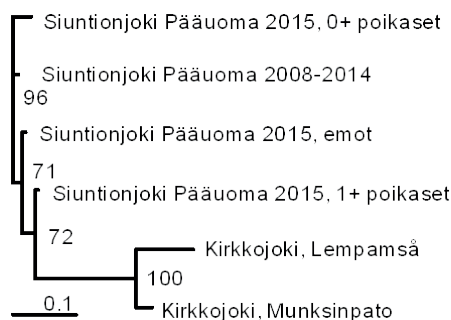
Siuntionjoen pääuomassa havaittiin muutamia yksilöitä, jotka vastasivat genotyypiltään Lempansån taimenia. Lempansån taimenet olivat geneettiseltä alkuperältään keskenään hyvin samankaltaisia, eikä Siuntionjoen pääuoman kaltaisia yksilöitä havaittu. Munksinkosken alueelta pyydetty yksilöt olivat joko Lempansån taimenien kaltaisia tai Lempansån ja pääuoman taimenien ensimmäisen sukupolven risteymiä (~50 % siniä/punaisia).

Siuntionjoen pääuomasta tavatut, Lempansån taimenten kaltaiset yksilöt olivat, joko Lempansåsta vaeltaneita taimenia (~100 % punainen) tai niiden jälkeläisiä. Pääuomassa havaittiin lisäksi Lempansån ja Siuntionjoen pääuoman kantaa olevien risteymiä (0–50 % punaisia). Tämä yksisuuntainen migraatio ja geenivirta Lempansåsta pääuomaan selittyy Munksin padon vaellusesteellä, mistä kalat pääsevät vain alavirtaan, mutta eivät ylävirtaan takaisin Lempansån alueelle. Lempansån taimenet voivat siirtyä pääuomaan joko jokipoikasina, tai merivaellukselle lähteneet taimenet voivat palatessaan etsiä lisääntymään pääuoman haaraan, koska Munksissa on pato. Geenivirta ylläpitää ja lisää pääuoman populaation geneettistä monimuotoisuutta. Pääuoman populaatio osoittautuikin geneettisesti monimuotoisemmaksi kuin Lempansån populaatio huolimatta sen pienemmästä tehollisesta populaatiokoosta.



Kuva 7. Yksilöiden geneettisen rakenteen vertailun tulokset. Kuvassa jokainen sarake kuvaa yhtä yksilöä ja väri sen geneettistä samankaltaisuutta Lempansån ja pääuoman populaatioihin.

Siuntionjoen vesistön näytteiden keskinäistä sukulaisuutta voidaan kuvata myös sukupuun avulla. Lempansån ja Munksin padon näyte ryhmittyvät yhteen ja ne ovat samankaltaisimmat, kaikki pääuoman näytteet liittyvät sitten tähän haaraan (kuva 8).



Kuva 8. Siuntionjoen vesistön taimennäytteiden väliset perinnölliset erot juurellisen sukupuun avulla kuvattuna. Puunhaarojen numerot kertovat bootstrap arvot prosentteina, eli haarojen todennäköisyyden 1000 toiston perusteella. (Nein DA-distance, NJ-tree).

Lempansån näyte erosi tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0.001$) kaikista pääuoman näytteistä, mutta vain merkitsevästi Munksin padon näytteestä ($p < 0.01$). Sekä yksilötason, että näytetason tarkastelun tulokset viittaavat siis siihen, että vaikka Munksin taimennäytteet ovat padon alta, ne ovat osin samaa alkuperää kuin Lempansån kalat.

Pääuoman näytteistä kolmen välillä ei ollut minkäänlaista eroa, eli ne olivat identtisiä (NS, non significant). Aikaisempi näyte vuosilta 2008–2014, vuoden 2015 vanhemmat kuin 1+, eli potentiaaliset emot, ja 1+ -näytteet olivat aivan samanlaisia. Vuoden 2015 0+ -poikaset erosivat kuitenkin jonkin verran kaikista muista pääuoman näytteistä.

Näiden näytteiden perusteella vuosien välinen vaihtelu pääuoman taimenkannan perinnöllisessä rakenteessa ei ole merkitsevän suurta. Tämän tuloksen pohjalta yhdistettiin 4 pääuoman näytettä Siuntionjoki-näytteeksi ja Lempansån ja Munksin padon näytteet Kirkkojoki-näytteeksi. Näitä analysoitiin jatkossa erikseen suhteessa muihin taimenkantoihin.

3.5 Taimennäytteiden välinen geneettinen erilaistuminen

3.5.1 Populaatioiden väliset perinnölliset erot

Kalakantojen hoitosuunnitelmassa on olennaista tuntee 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 mitataan tavallisesti näytteiden alleelifrekvenssien välisellä erilaisuudella eli F_{st} -arvolla, ja testataan näiden erojen tilastollisella merkitsevyydellä. Tarkasteltaessa taimenpopulaatioiden geneettisiä etäisyyksiä havaitaan, että erittäin pieniä etäisyyksiä ($D_A < 10$, taulukko 8), löytyy populaatioiden väliltä, jotka jo tiedetään hyvin samankaltaisiksi aiempienkin tutkimusten perusteella (Koljonen ym. 2013, Koljonen ym. 2014). Näitä samankaltaisten populaatioiden ryhmiä ovat Aurajoki ja Fiskarsinjoki pari ($D_A = 0,05$; taulukko 8), ja Ingarskilanjoki yhdessä Mankinjoen, Vantaanjoen ja Koskenkylänjoen kanssa ($D_A = 0,03 - 0,08$), ja Isojoki yhdessä Kymijoen ja Summajoen kanssa ($D_A = 0,05 - 0,08$).

Taulukko 8. Taimenpopulaatioiden perinnölliset etäisyydet (Nei D_A). Korostettuna arvot joihin viitataan tekstissä.

Populaatio	Aurajoki	Paimionjoki	Purilanjoki	Uskelanjoki	Fiskarsinjoki	Ingarskilanjoki	Siuntionj._Pääuoma	Siuntionj._Kirkkojoki	Mankinjoki	Espoonjoki	Vantaanjoki	Sipoonjoki	Koskenkylänjoki	Kymijoki	Summanjoki	Isojoki
Aurajoki	----	0,24	0,49	0,25	0,05	0,27	0,26	0,37	0,20	0,18	0,13	0,36	0,30	0,13	0,14	0,12
Paimionjoki	0,24	----	0,36	0,24	0,26	0,24	0,25	0,40	0,24	0,26	0,20	0,37	0,26	0,25	0,25	0,23
Purilanjoki	0,49	0,36	----	0,40	0,50	0,42	0,42	0,54	0,40	0,49	0,43	0,51	0,43	0,49	0,49	0,47
Uskelanjoki	0,25	0,24	0,40	----	0,29	0,34	0,29	0,38	0,32	0,34	0,28	0,47	0,35	0,31	0,32	0,30
Fiskarsinjoki	0,05	0,26	0,50	0,29	----	0,21	0,21	0,35	0,14	0,15	0,09	0,30	0,24	0,13	0,14	0,11
Ingarskilanjoki	0,27	0,24	0,42	0,34	0,21	----	0,14	0,38	0,08	0,18	0,07	0,21	0,03	0,26	0,26	0,22
Siunt. Pääuoma	0,26	0,25	0,42	0,29	0,21	0,14	----	0,26	0,15	0,24	0,14	0,30	0,15	0,29	0,28	0,25
Siunt. Kirkkojoki	0,37	0,40	0,54	0,38	0,35	0,38	0,26	----	0,33	0,39	0,35	0,45	0,39	0,35	0,37	0,34
Mankinjoki	0,20	0,24	0,40	0,32	0,14	0,08	0,15	0,33	----	0,14	0,07	0,23	0,11	0,16	0,17	0,14
Espoonjoki	0,18	0,26	0,49	0,34	0,15	0,18	0,24	0,39	0,14	----	0,10	0,27	0,21	0,14	0,14	0,10
Vantaanjoki	0,13	0,20	0,43	0,28	0,09	0,07	0,14	0,35	0,07	0,10	----	0,21	0,09	0,14	0,15	0,10
Sipoonjoki	0,36	0,37	0,51	0,47	0,30	0,21	0,30	0,45	0,23	0,27	0,21	----	0,20	0,30	0,31	0,29
Koskenkylänjoki	0,30	0,26	0,43	0,35	0,24	0,03	0,15	0,39	0,11	0,21	0,09	0,20	----	0,28	0,28	0,24
Kymijoki	0,13	0,25	0,49	0,31	0,13	0,26	0,29	0,35	0,16	0,14	0,14	0,30	0,28	----	0,08	0,05
Summanjoki	0,14	0,25	0,49	0,32	0,14	0,26	0,28	0,37	0,17	0,14	0,15	0,31	0,28	0,08	----	0,07
Isojoki	0,12	0,23	0,47	0,30	0,11	0,22	0,25	0,34	0,14	0,10	0,10	0,29	0,24	0,05	0,07	----

Siuntionjoen pääuoma ei ollut erityisen samankaltainen minkään muun populaation kanssa. Pienimmät perinnölliset etäisyydet Siuntionjoen pääuoman taimenkantaan olivat Ingarskilanjoen, Mankinjoen, Vantaanjoen ja Koskenkylänjoen kannoilla. ($D_A = 0,14 - 0,15$; taulukko 8). Todettakoon että, Koskenkylänjoen taimenkanta on Ingarskilanjoen taimenen alkuperää. Siuntionjoen Kirkkojoen haara erosi merkittävästi enemmän kaikista vertailussa mukana olleista taimenkannoista. Pienin etäisyys oli kuitenkin Siuntionjoen pääuomaan ($D_A = 0,26$). Tässä tarkastelussa Siuntionjoen pääuoman näyte muistutti siis enemmän muita meritaimenia kuin Kirkkojoen taimenkannan näytettä.

Taimenpopulaatioiden väliset F_{st} -arvot antavat hyvin samanlaisen kuvan Siuntionjoen taimenkantojen perinnöllisestä samankaltaisuudesta (taulukko 9), kuin perinnölliset etäisyydetkin. Pienimmät erot ovat nyt kuitenkin Vantaanjoen populaatioihin, joskin Mankinjoen, Ingarskilan ja Fiskarsinjoen populaatioihin erot ovat melkein yhtä pienet. Siuntionjoen populaatioissa ei näy Isojoen kannan istutusvaikutusta (ei taulukossa).

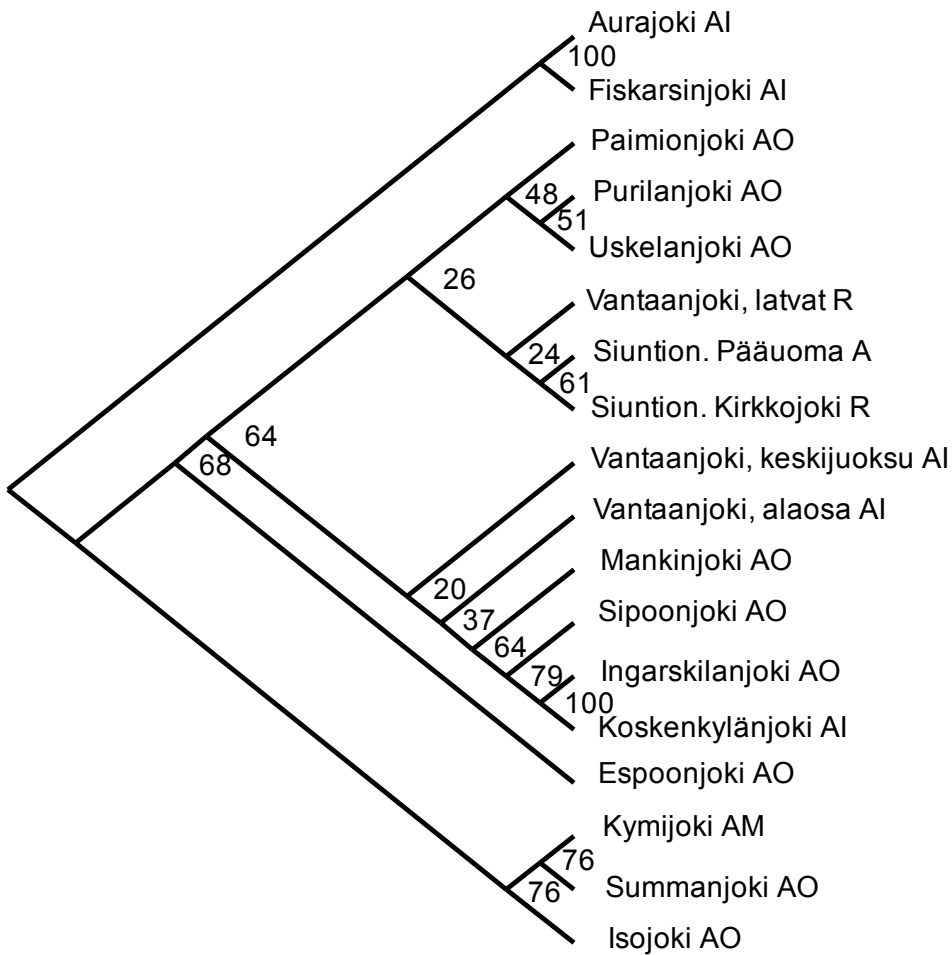
Taulukko 9. Taimenpopulaatioiden väliset Fst-arvot.

populaatio	Uskelanjoki	Fiskarsinjoki	Ingarskilanjoki	Siuntionjoki, pääuoma	Siuntionjoki, Lempansä	Mankinjoki	Espoonjoki	Vantaanjoki, alaosa	Vantaanjoki, keskiosa	Vantaanjoki, latvat
Uskelanjoki	----	0,19	0,23	0,19	0,22	0,20	0,24	0,18	0,18	0,14
Fiskarsinjoki	0,19	----	0,11	0,07	0,15	0,06	0,05	0,04	0,04	0,06
Ingarskilanjoki	0,23	0,11	----	0,07	0,20	0,04	0,11	0,03	0,05	0,11
Siuntionjoki, pääuoma	0,19	0,07	0,07	----	0,15	0,06	0,11	0,05	0,05	0,08
Siuntionjoki, Lempansä	0,22	0,15	0,20	0,15	----	0,15	0,18	0,15	0,14	0,12
Mankinjoki	0,20	0,06	0,04	0,06	0,15	----	0,07	0,02	0,03	0,07
Espoonjoki	0,24	0,05	0,11	0,11	0,18	0,07	----	0,04	0,06	0,09
Vantaanjoki, alaosa	0,18	0,04	0,03	0,05	0,15	0,02	0,04	----	0,02	0,06
Vantaanjoki, keskiosa	0,18	0,04	0,05	0,05	0,14	0,03	0,06	0,02	----	0,05
Vantaanjoki, latvat	0,14	0,06	0,11	0,08	0,12	0,07	0,09	0,06	0,05	----

3.5.2 Sukupuurakenne

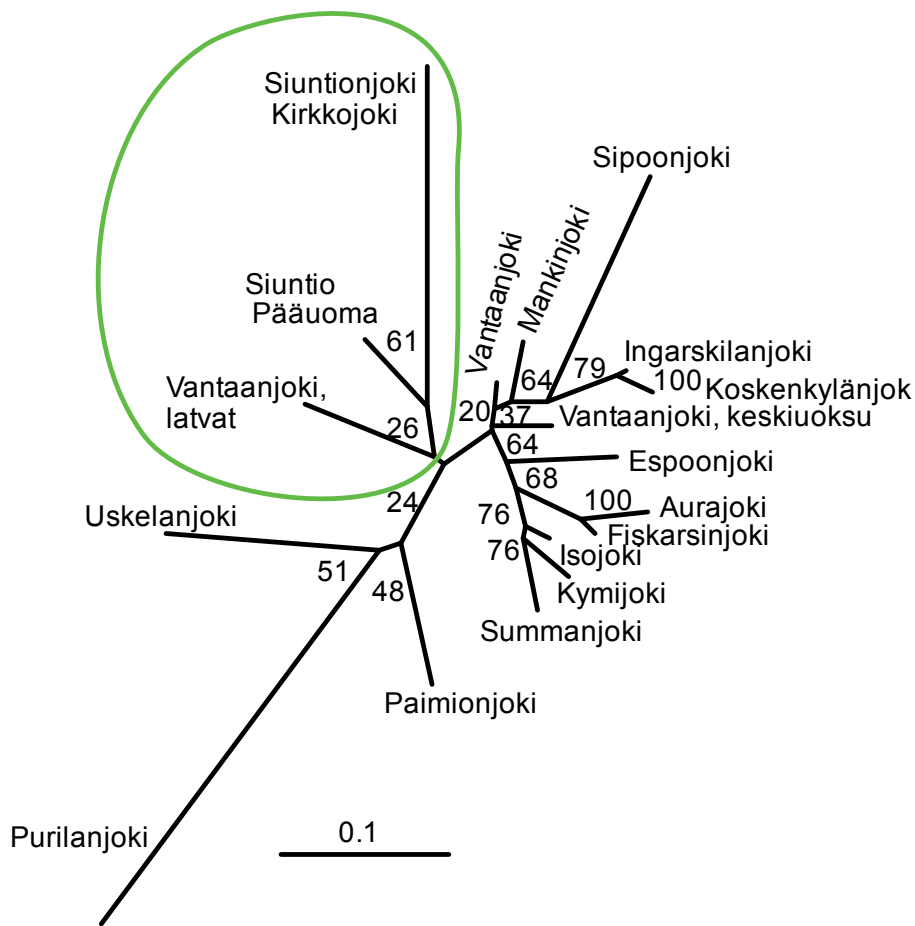
Populaatioiden välistä perinnöllistä erilaistumista ja eri populaatioryhmien keskinäistä samankaltaisuutta kuvataan erilaisilla ryhmittelyanalyysillä ja sukupuurakenteilla (kuva 9). Näiden avulla voidaan havainnollistaa kaikkien näytteiden keskinäinen samankaltaisuus rakenne, esimerkiksi kaksitasoisena sukupuuna. Näitä rakenneanalyysijä voidaan käyttää myös muodostettaessa perinnöllisesti samankaltaisten populaatioryhmien hoitoyksiköjä, kun lisäksi huomioidaan, että kunkin yksikön sisäinen perinnöllinen diversiteetti on riittävän suuri.

Kun Siuntionjoen näytteitä verrattiin naapurivesistöjen taimenpopulaatioihin, ne ryhmittivät keskenään yhteen ja sitten myös Vantaanjoen latvapopulaatioon ja Varsinaissuomalaiseen, Saaristomeren puolelle laskevan Uskelanjoen taimenpopulaatioryhmän (Uskelanjoki, Paimionjoki ja Purilanjoki) kanssa yhteen. Suomenlahteen laskevat Vantaanjoen, Ingarskilanjoen ja Mankinjoen taimenpopulaatiot ryhmittivät yhdeksi ryhmäksi. Aurajoen ja Fiskarsinjoen populaatiot ovat samaa alkuperää ja keskenään hyvin samanlaiset, samoin Ingarskilanjoki ja Koskenkylänjoki ja ns. Isojoki-ryhmä, geneettisten etäisyydestimaattien mukaisesti. Hieman yllättäen Siuntionjoen molemmat populaatiot näyttävät kuitenkin ryhmittyvän Uskelanjoen suuntaan, pikemminkin kuin Ingarskilanjoen suuntaan ja yhteys Vantaanjoen latvapopulaatioihin näyttää selvemmältä kuin etäisyystaulukoiden perusteella.



Kuva 9. Siuntionjoen vesistön näytteiden sukulaisuus muihin suomalaisiin alkuperäisiin (O, original), sekottuneisiin (M, mixed) ja siirrettyihin (I, introduced) anadromisiin (A) taimenpopulaatioihin juurellisen sukupuun avulla kuvattuna, sekä viljeltyyn Isojoen mertaimeneeseen ja paikalliseen Vantaanjoen latvapopulaatioon (R, resident)

Sukulaisuutta voidaan kuvata myös ns. juurettoman sukupuun avulla, jossa yksittäisten populaatioiden erityisyys näkyy selkeämmin. Kunkin yksittäisen populaation haaran pituus kuvaa sen erilaistumisen astetta, joten erityisesti paikalliset, eristyneet usein vaeltamattomat taimenet näkyvät pitkän haaran päässä. Tällaisia ovat esim. Purilanjoki, Sipoonjoki ja samoin Siuntionjoen Kirkkojoen-Lempansån populaatio (Kuva 10). Tässä juurettomassa puussa Siuntionjoen populaatiot näyttävät pikemminkin ensisijaisesti liittyvän Vantaanjoen latvapopulaatioon ja vasta sitten Uskelanjoen ryhmään.



Kuva 10. Siuntionjoen-vesistön taimenpopulaatioiden ja naapurivesistöjen populaatioiden väliset geneettiset etäisyydet juurettoman sukuun avulla kuvattuna.

3.5.3 Siuntionjoen taimenen alkuperä

Koska Siuntionjoen taimenpopulaatiot eivät yksiselitteisesti ryhmittyneet varsinaissuomalaiseen Uskelanjoen, tai uusmaalaiseen Ingarskilajoen ryhmään, ja lisäksi oli sekä aiempaa kirjallista tietoa, että viitteitä myös samankaltaisuudesta Vantaanjoen latvapopulaatioiden kanssa tehtiin myös mahdollista populaation sekoittumista analysoiva STRUCTURE-analyysi.

Tämän analyysin tuloksena (taulukko 10) oli, että kaikkiaan todennäköisin ratkaisu oli aineiston jakautuminen seitsemään erilaiseen alkuperätyyppiin, jotka esiintyivät tutkittujen jokien taimenissa erilaisissa suhteissa. Uskelanjoen, Fiskarsinjoen ja Ingarskilanjoen populaatiot edustivat enimmäkseen niiden oman tyyppin taimenta, samoin kuin Isojoen kannan viljelynäytekin. Muiden jokien taimenkanta oli sekoitus näitä ja mahdollista oman tyyppin taimenta jossain suhteissa.

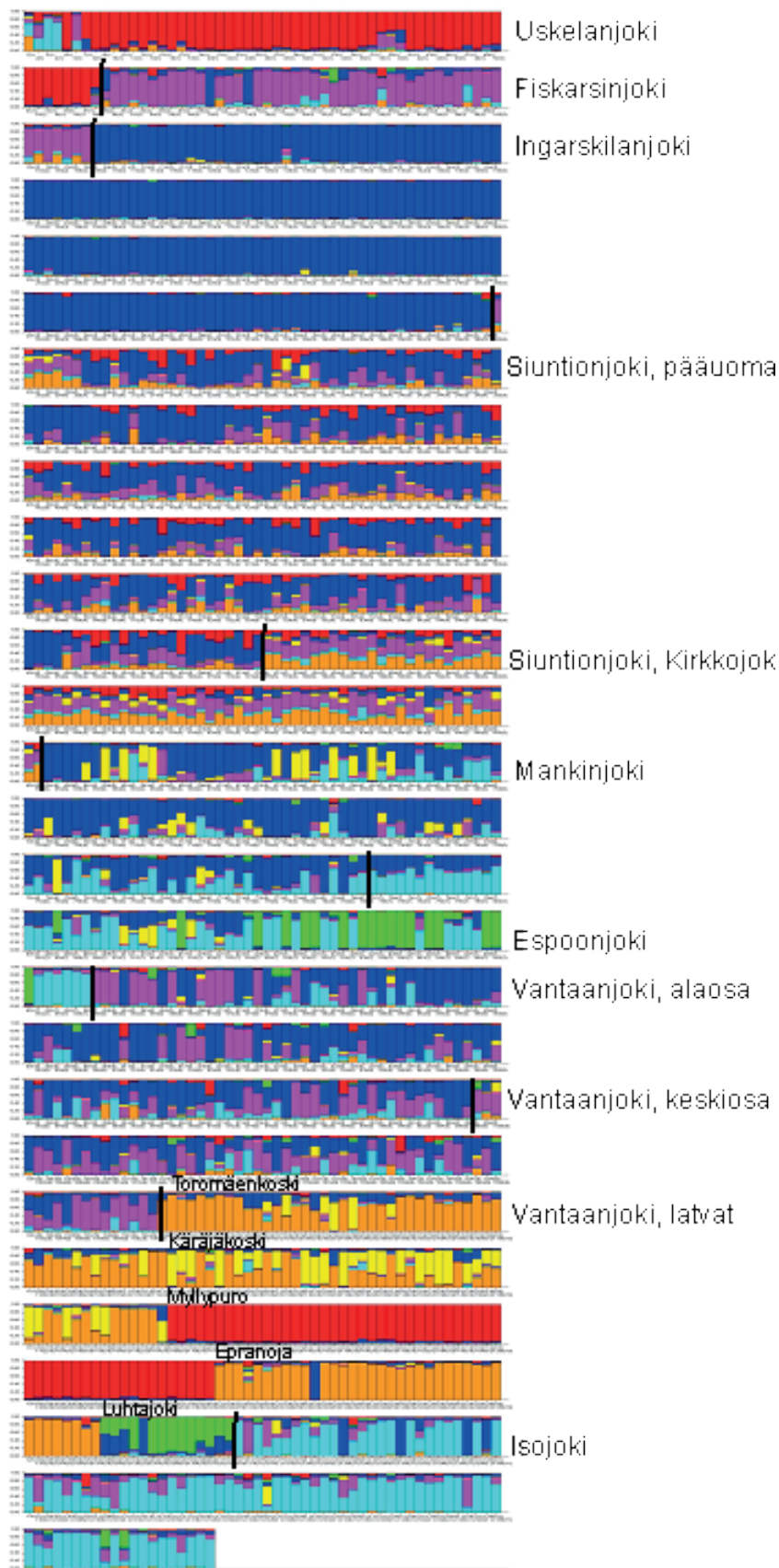
Siuntionjoen pääuoman taimenesta lähes 60 % oli Ingarskila-tyyppistä taimenta, noin 10 % Uskelanjoen taimenen tyyppistä kalaa, saman verran, 11 %, Vantaanjoen latvojen kalan kaltaista kalaa ja noin 16 % samanlaista, kuin nykyisessä Fiskarsinjoessa. Siuntionjoen Lempansån taimenpopulaatio oli selvästi erityyppinen, siellä oli vain runsas 12 % Ingarskila-tyyppistä kalaa, noin kolmannes Vantaanjoen latvapopulaatioiden kaltaista kalaa ja samoin noin kolmannes Fiskarsinjoen taimenen kaltaista kalaa (taulukko 10, kuva 11).

Mankinjoen taimen on tyyppiltään myös hyvin Ingarskilamainen (59 %), Espoonjoessa sen sijaan on ilmeisesti Isojoen taimenen istutusvaikutusta (46 %), mitä ei Siuntionjoen taimenesta näy juuri lainkaan (3–7 %). Vantaanjoen alaosan (59 %) ja keskijuoksun taimen (39 %) koostuu suurelta osin juuri Ingarskilan taimenesta, ja se onkin istutusperäistä. Vantaanjoen latvoilla, sitä ei kuitenkaan juurikaan ole, vaan nämä populaatiot ovat oman tyyppisiään pääosin (43 %).

Uudenmaan alueen taimenkannat voivat olla Ingarskilajoen taimenen tyyppisiä jo aivan alun perinkin, koska tämän alueen meritaimenkannat ovat todennäköisesti muistuttaneet sitä. Lisäksi merestä on voinut jonkin verran nousta, joko istutettua tai viime aikoina jo luontaisesti lisääntyntä Ingarskilajoen taimenta myös Mankinjokeen ja Siuntionjokeenkin.

Taulukko 10. Taimen populaationäytteiden jakautuminen seitsemään erilaiseen geneettiseen alkuperätyyppiin.

Populaatio	1 Uskela- tyyppi	2 Fiskars- tyyppi	3 Ingarskila- tyyppi	4 Manki- tyyppi	5 Espoo- tyyppi	6 Isojoki- tyyppi	7 Ylä- Vantaa	N	
Uskelanjoki	1	0,81	0,05	0,05	0,01	0,00	0,05	57	
Fiskarsinjoki	2	0,04	0,69	0,12	0,01	0,02	0,07	50	
Ingarskilanjoki	3	0,01	0,02	0,92	0,01	0,01	0,02	192	
Siuntionj., pääuoma	4	0,11	0,16	0,57	0,02	0,01	0,03	0,10	276
Siuntionj., Kirkkoj.	5	0,11	0,32	0,12	0,07	0,01	0,07	0,30	77
Mankinjoki	6	0,02	0,08	0,59	0,12	0,02	0,16	0,02	133
Espoonjoki	7	0,01	0,04	0,19	0,04	0,24	0,46	0,01	72
Vantaanjoki, alaosa	8	0,03	0,25	0,55	0,02	0,02	0,10	0,03	119
Vantaanjoki, keskij.	9	0,04	0,39	0,39	0,02	0,02	0,11	0,04	88
Vantaanjoki, latvat	10	0,26	0,02	0,09	0,13	0,05	0,02	0,43	208
Isojoki	11	0,03	0,14	0,09	0,02	0,03	0,67	0,02	98



Kuva 11. Taimenkantojen alkuperäanalyysi. Yksi väri edustaa aina yhtä geneettistä alkuperää. Yhteensä 11 taimennäytettä, joista 9 oli tunnettua alkuperää, Siuntionjoki, pääuoma ja Kirkkojoki olivat tuntemattomia. Näytteet ryhmittivät seitsemään (K=7) geneettiseen pääryhmään.

4 Tulosten tarkastelu

Tämän selvityksen tarkoitus oli geneettisen tiedon pohjalta tehdä suositus Siuntionjoen vesistön taimenkannan hoitamiseksi. Tärkeimpiä selvitettäviä asioita olivat pääuoman populaation nykyinen koko, levinneisyys ja elinvoimaisuus, sekä selvittää nykyisten populaatioiden alkuperäisyyden ja ainutlaatuisuuden aste suhteessa muihin Suomenlahden meritaimenkantoihin. Tulosten perusteella oli tavoitteena tarkastella taimenkannan mahdollisia hoitotoimenpiteitä.

4.1 Siuntionjoen pääuoman taimenpopulaation nykytila

Siuntionjoen pääuoman populaatiokooksi vuonna 2015 arvioitiin noin 420 taimenta. Vaikka pääuomasta saatiin vuonna 2015 varsin hyvin taimenia, lisääntymisessä onnistuneiden taimenien määrä l. realisoitunut kutukannan koko vaihtelee Siuntionjoen pääuomassa vuosittain 20–40 yksilön välillä. Vastaavasti myös lisääntyvien perheiden määrä vaihtelee vuosittain. Vuonna 2015 jälkeläisiä havaittiin olevan 57 perheestä, kun perheiden määrä vuonna 2014 oli vain 18. Siten, yksilöiden sukulaisuus on suurta ja näytteissä olikin useita suuria perheitä. Tuotanto siis perustui pääosin muutamien perheiden jälkeläisiin. Ainakin puolet onnistuneesti jälkeläisiä jättäneistä yksilöistä todettiin olevan ns. paikallisia taimenia. Tunnistamattomiksi jääneet taimenet voivat olla joko paikallisia tai meritaimenia. Varsin suuren perheiden välisen jälkeläisten määrän vaihtelun ja läheisten sukulaisuussuhteiden vuoksi Siuntionjoen pääuoman tehollinen kutukannan koko on myös erittäin pieni, vaihdellen 10–20 välillä.

Lempansån taimenpopulaatio vaikuttaisi olevan suurempi kuin pääuoman. Lempansån populaation kutukannan tehollinen koko osoittautui hieman suuremmaksi kuin pääuoman siitäkin huolimatta että tutkimus perustui Lempansån osalta muista tutkimuksista saatavilla olleisiin näytteisiin, eikä näytteenotto siten ollut yhtä intensiivistä ja kattavaa kuin pääuomassa.

Alueellisesti tarkasteltuna Siuntionjoen pääuoman taimenen nykytila on kaksijakoinen. Purnuksen ja Pasilankosken alueella taimenia esiintyi runsaasti ja lisääntyminen oli onnistunut hyvin. Toisaalta ylempänä pääuomassa Kvarnbynkosken, Kvarnbybäckenin ja Palokosken alueella taimenia esiintyi hyvin vähän tai ei ollenkaan, vaikka aiempina vuosikymmeninä nämä ovat olleet erinomaisia poikastuotantoalueita (Marttinen ja Koljonen 1989). Kesän vanhoja poikasia ei siellä havaittu, mikä viittaa siihen että siellä lisääntyminen on erittäin heikkoa nykyään. Myöskään Munksin alueella ei todettu kesän vanhoja poikasia ollenkaan vuonna 2015, vaan sieltä näytteeksi saadut taimenet olivat pääosin padon yläpuolelta Lempansåsta vaeltaneita yksilöitä.

Pieni populaatiokoko ja varsin rajoittunut levinneisyysalue tekee Siuntionjoen taimenpopulaatiosta erittäin haavoittuvaisen jo pelkästään sattumalta tapahtuvalle populaation häviämislle. Sen tehollinen populaatiokoko on selvästi alle riskirajana pidetyn $N_e = 50$ ja mikäli Siuntionjoen pääuoman taimenpopulaatioon ei tulisi geenivirtaa ulkopuolelta, se menettäisi hyvin nopeasti perinnöllistä monimuotoisuutta ja sen yksilöiden välinen keskinäinen sukulaisuus kasvaisi merkittävästi hetken siitä vieläkin haavoittuvaisemman.

Tehtyjen geneettisten analyysien perusteella Siuntionjoen pääuoman taimenpopulaatio on kuitenkin vielä perinnöllisesti monimuotoinen. Taimenpopulaation perinnöllistä rakennetta ja sen monimuotoisuutta ylläpitävät Siuntionjoessa sekä sisäiset että ulkoiset tekijät.

Populaation sisäisenä tekijänä toimii paikallisten taimenien pitkäikäisyys. Vanhin saaliiksi saatu kala oli 9 vuotta vanha. Useana vuonna lisääntyvät taimenet ylläpitävät eri geenimuotojen esiintymistä populaatiossa, vaikka lisääntyminen jonakin vuonna olisikin heikkoa. Näin ollen sukupolvet ovat voimakkaasti päällekkäiset, koska eri ikäluokat lisääntyvät säännöllisesti keskenään. Tehollinen koko on siten selvästi suurempi kuin yksi lisääntyvä ikäluokka. Samojen yksilöiden lisääntyminen useampana vuonna lisää perinnöllistä vakautta selittäen geneettisen rakenteen varsin vähäistä muutosta vuosien välillä. Huomattavaa kuitenkin oli että suuretkaan taimenyksilöt eivät lisääntyneet tai onnistuneet jättämään jälkeläisiä perättäisinä vuosina.

Ulkoisena tekijänä pääuoman taimenpopulaation geneettisen monimuotoisuuden ylläpitämisessä on geenivirta Lempansåsta sekä vähäisessä määrin myös Siuntionjoen ulkopuolelta. Sekä Munksin padon alapuolisella alueella, että itse pääuomassa havaittiin sekä Lempansån alkuperää olevia taimenyksilöitä, että pääuoman ja Lempansån yksilöiden välisiä risteymiä. Risteymistä osa oli selvästi ensimmäisen polven risteymiä ja osa myöhemmän polven risteymiä. Lempansån taimenkanta oli selvästi geneettisesti homogeenisempi. Ja vaikka siellä populaatiokoko oli suurempi kuin pääuomassa, oli sen geneettinen monimuotoisuus pienempi, joskaan ei merkittävästi. Yleisesti ottaen, kummankin Siuntionjoen taimenpopulaation perinnöllisen diversiteetin määrä on suhteellisen hyvä suhteessa Suomenlahden Suomen puoleisten jokien muihin taimenkantoihin. Pääuoman populaatio ei ainakaan vielä vaikuttaisi kärsivän alentuneesta geneettisestä diversiteetistä.

4.2 Siuntionjoen taimenen geneettinen rakenne ja alkuperä

Siuntionjoen vesistön taimenkanta muodostuu kahdesta populaatiosta, ainakin osin mereen vaeltavasta pääuoman taimenesta ja Munksin padon yläpuolella Kirkkojoen Lempansånssa olevasta nykyisin paikallisten taimenten lisääntymiseen perustuvasta populaatiosta.

Nykyiset Siuntionjoen populaatiot ovat eriytyneet geneettisesti toisistaan. Lempansån voimakas erilaistumisen aste, geneettinen homogeenisuus ja alhaisempi diversiteetti viittaavat kuitenkin ns. pullonkaula populaatioon, missä erilaistuminen on seurausta satunnaisesta geenimuotojen osuuksien muutoksesta pienessä populaatiossa, pikemminkin kuin varsinaisesta evolutiivisesta muutoksesta. Lempansånhan ei tule geenivirtaa, joten sen diversiteetti ei voi kasvaa ja sen säilyminen on siten riippuvainen populaation sisäisistä tekijöistä ja sattumasta. Pääosin erilaistuminen johtuu siis lähinnä Munksin padon aiheuttamasta Lempansån eristymisestä muista populaatiosta. Munksin-Störsbyn myllypaikka on tiedossa jo 1400-luvun loppupuolelta, mutta geenivirta Lempansån populaatioon estyi lopullisesti vuoden 1879 tienoilla, jolloin alueelle rakennettiin uusi mylly ja siihen liittyvä korkea kivipato (Harri Aulaskari, ELY-keskus).

Tulos Siuntionjoen taimenpopulaatioiden alkuperäanalyysistä ei ollut aivan yksiselitteinen, koska se sukupuuanalyyseissä liittyy selvästi Uskelanjoen haaraan, vaikka laskennallisesti perinnöllinen etäisyys Ingarskilanjokeen ja Vantaanjokeen on pienempi. Ilmeisesti Siuntionjoen populaatiossa on perinnöllisiä piirteitä useista naapurijokien populaatiosta, mikä osin on luontaista samankaltaisuutta maantieteellisesti läheisten populaatioiden kanssa (Uskelanjoki - Ingarskilanjoki), eikä sitä tällöin voida erottaa mahdollisesta myöhemmästä samaan suuntaan viittaavasta istutusvaikutuksesta (Ingarskilanjoki). Uskelanjoen taimenta Siuntionjokeen ei tiedetä istutetun. Näiden naapurivesistön samankaltaisuuden lisäksi havaittiin kuitenkin mahdollista Vantaanjoen latvojen istutusvaikutusta.

STRUCTURE-analyyseiden perusteella Siuntionjoen taimenpopulaatiossa oli selvää samankaltaisuutta Ingarskilajoen taimenen kanssa. Erityisesti pääuoman taimenpopulaatiossa esiintyi Ingarskilatyyppin taimenta (57 %, Taulukko 10), kun se Lempansån paikallisessa taimenpopulaatiossa oli selvästi vähäisempää (12 %). Tulosten perusteella ei kuitenkaan voida sanoa kuinka paljon tästä Ingarskilamaisuudesta on alkuperäistä ja kuinka paljon uudempaa, Munksin padon rakentamisen jälkeistä merestä nousseen kalan vaikutusta. Siuntionjoen taimenen tilanne voi olla osin sama kuin Mankinjoen taimenen. Mankinjokeen ei tiedetä istutetun Ingarskilajoen taimenta, mutta se silti hyvin voimakkaasti muistuttaa Ingarskilanjoki-tyyppin taimenta. Mankinjoen samankaltaisuus Ingarskilajoen kanssa katsotaan olevan alkuperäistä, maantieteellisesti läheisen joen taimenen samanlaisuutta.

Siuntionjoen taimenessa voi siis olla sekä alkuperäistä Ingarskilanjoen-tyyppistä meritaimenen genomia, mutta myös uudempaa migraation tuomaa Ingarskila-tyyppistä geenistöä. Ingarskilanjoen taimenkanta on viimevuosina elpynyt hyvin, ja se tuottaa jo luonnonvaraisesti lisääntyneitä poikasia myös merivaellukselle. Lisäksi merialueelle myös istutetaan Ingarskilanjoen taimenta, josta ne voivat nousta myös Siuntionjokeen.

Siuntionjoen taimen ei kuitenkaan ole täysin puhdas Ingarskilatyyppin taimen. Kaikissa sukupuu analyyseissä Siuntionjoen taimen ryhmittyi varsin lähelle Uskelanjoen taimenta ja noin 10 % kummastakin Siuntionjoen populaatiosta edusti tätä varsinais-suomalaista tyyppiä. Ingarskilanjoen taimenessa ei Uskelanjoen vaikutusta esiinny lainkaan, eikä myöskään Mankinjoessa, tai Vantaanjoen keski- tai alaosassa, jotka ovat pääosin Ingarskilatyyppistä kalaa. Tulosten perusteella onkin mahdollista, että Siuntionjoen taimen on alun perin ollut Ingarskilanjoki-tyyppisistä taimenista lähimpänä Uskelanjoen taimenta.

Siuntionjoen taimenkannan historiasta on kirjallista tietoa, että alueelle on jo suomalaisen kalanviljelyn alkuaikoina istutettu varsin huomattava määrä taimenia Vantaanjoen Kylmäojalta saatujen emojen jälkeläisiä (Segerstråle 1947a,b). Tämän vuoksi Vantaanjoen latva-alueita edustavat näytteet sisällytettiin tähän analyysiin. Vaikka Vantaanjoen Kylmäojalta näytettä ei ollut, eivätkä Vantaanjoen latvapopulaatiot muodosta mitään yhtenäistä geenipoolia, sukupuu ja STRUCTURE -analyyseiden perusteella selvää samankaltaisuutta näihin populaatioihin kuitenkin löytyi. Erityisesti Lempansån populaatiossa havaittiin merkkejä Vantaanjoen vaikutuksesta mikä osaltaan saattaa myös selittää populaatioiden nykyistä erilaisuutta. Nykyisin varsin runsaasti istutettua Isojoen taimenta ei Siuntionjoessa ole, toisin kuin Vantaanjoessa (46 %).

Siuntionjoen taimenet erosivat erittäin merkittävästi muista Suomenlahden taimenpopulaatioista. Huolimatta Siuntionjoen populaatioiden tilastollisesti merkittävästä geneettisestä erilaistumisesta toisistaan, populaatiot ryhmittivät kaikissa sukupuutarkasteluissa tiiviisti toistensa kanssa, ennen ryhmittymistä muihin. Tämä tukee vahvasti sitä, että myös Siuntionjoen pääuoman populaatio on säilyttänyt Siuntionjoen taimenen omaleimaisuuden huolimatta mahdollisesta ulkopuolelta tulleesta geenivirrasta.

Mikäli Siuntionjoen pääuomaan tulee merkittävässä määrin ns. harhailijoita (eksykkejä) muuta alkuperää olevista populaatioista, voi sellaisten yksilöiden vaikutus Siuntionjoen pääuoman kaltaisen erittäin pienen populaation geneettiselle rakenteelle ja monimuotoisuudelle olla suuri. Pienellä populaatiolla ei ole ns. pus-

kurikykyä ja jälkeläistuoltaan suuret meritaimenyksilöt voivat vaikuttaa pääuoman geneettiseen rakenteeseen huomattavastikin. Toisaalta, vähäinen geenivirta ulkopuolelta ylläpitää geneettistä monimuotoisuutta ja on siten eduksi populaation säilymiselle vähentäen sukusiittoisuutta. Siuntionjoen pääuoman taimenpopulaatio on tästä hyvä esimerkki, koska sen kohdalla on ilmeisesti käynyt juuri niin.

5 Siuntionjoen taimenpopulaatioiden hoitosuositus

5.1 Tunnistettuja mahdollisia tukitoimenpiteitä

Tässä projektissa oli tavoitteena tarkastella Siuntionjoen taimenkannan elvyttämiseksi mahdollisesti tehtävien erilaisten elvytys- ja tuki-istutusvaihtoehtojen perusteita. Kuitenkin myös nämä vaativat erilaisia tukitoimenpiteitä vesistöalueella onnistuakseen ja ollakseen kannattavia pitkällä aikavälillä. Tukitoimenpiteitä tarvitaan, jotta taimenkannan elinolosuhteet vesistössä ovat riittävän hyvät, elinvoimaisen kannan ylläpitämiseksi. Vesistössä täytyy olla riittävän laajat ja laadukkaat kutualueet ja poikastuotantoalueet ja riittävän hyvä veden laatu, jotta säännöllinen lisääntyminen onnistuu. Lisäksi merestä täytyy olla esteetön vaellusyhteys ja kalastuksen täytyy olla sellaisella tasolla, että kutupopulaatio säilyy riittävän suurena. Elleivät elinympäristövaatimukset ole kunnossa, joudutaan pysyvään istutuskierteeseen, vaikka elvyttäminen päätettäisiin tehdä tuki-istutuksien avulla. Projektin kuluessa tunnistettiin seuraavia mahdollisia taimenkannan elinolosuhteita parantavia toimenpiteitä Siuntionjoen pääuoman taimenkannan elvyttämiseksi:

1. Elinaluekunnostukset
 - a. Lisääntymisalueiden parantaminen ja lisääminen
 - i. Soraistukset, puuaineksen lisääminen,
 - ii. Kutusoraikkojen hoito,
 - b. Poikasalueiden parantaminen ja lisääminen
 - i. Kiveäminen, puuaineksen lisääminen
2. Vedenlaadun parantaminen
 - a. Valuma-aluekunnostukset,
 - i. Ravinteiden ja kiintoaineen hallinta kosteikkojen avulla,
 - ii. Suojakaistat ja vyöhykkeet
 - b. Uomaerosion vähentäminen
 - i. Luonnonmukainen peruskuivatus,
 - ii. Tulvasanteiden rakentaminen,
 - iii. Kiveäminen
3. Vaellusesteettömyyden edistäminen
 - a. Munksin padon poisto tai kalatien rakentaminen
 - b. Selvitettävä Pikkalan padon vaikutus taimenen vaellukseen
 - c. Pienempien purojen vaellusesteiden poisto
4. Kalastuksen järjestäminen
 - a. Vesialueiden omistajien järjestäytyminen osakaskunnaksi
 - b. Siuntionjoen käyttö- ja hoitosuunnitelman laatiminen
 - c. Verkkokalastuksen rajoittaminen vesistön järvilaajentumisissa
 - d. Verkko- ja rysäkalastusrajoitusten noudattaminen Pikkalanlahdella ja jokisuussa
 - i. Kalastuskielto 15.8.–31.10.

5.2 Siuntionjoen taimenkannan elvyttämisen kolme päävaihtoehtoa

Käytännössä Siuntionjoen vesistön taimenkannan elvyttämiseksi tunnistettiin kolme päävaihtoehtoa joista jokaisen hyvät ja huonot puolet sekä mahdollisuudet käsitellään seuraavassa erikseen. Nämä vaihtoehdot kohdistuvat suoraan taimenkantaan. Vaihtoehdosta riippumatta näiden elvytystoimien lisäksi on edistettävä aiemmin kohdassa 5.1. esitettyjä taimenen elinympäristöön kohdistuvia kunnostustoimenpiteitä.

5.2.1 Vaihtoehto A: Taimenkannalle ei tehdä mitään - Luotetaan kannan elpymiseen sellaisenaan.

Oletetaan Munksin padon poiston lisäävän riittävästi geenivirtaa Siuntionjoen haarojen välillä ja yhdessä nostavan populaatioiden tehollista kokoa sekä geneettistä diversiteettiä suojelun ja hyödyntämisen kannalta

riittävälle tasolle. Katsotaan, että muinoin vaeltava meritaimen on asuttanut molempia jokihaaroja ja populaatio ajan kanssa palautuu itseksensä riittävälle tasolle ja sellaiseen geneettiseen rakenteeseen, että populaatiokoko itsessään riittää ylläpitämään elinvoimaisen meritaimenkannan Siuntionjoessa.

Tämä vaihtoehto on edullinen toteuttaa, eikä taimenkantojen geneettiseen rakenteeseen suoraan vaikuteta ihmisen toimesta. Taimenkanta on kuitenkin pääuomassa erittäin pieni ja riski sen edelleen pienenemiseen on todellinen. Taimenkannan nykyinen geneettisesti tehollinen koko on alle pitkänaikavälin suositusarvojen, ja vaikka populaation todellinen koko voidaan saada nousemaan nykyisen geenipoolin turvin, sen tehollinen koko ei nouse välttämättä juuri lainkaan, ja sukulaisuus säilyy korkeana, ilman ulkopuolelta tulevia geenejä. Lisäksi, vaikka taimenkannan geneettiseen rakenteeseen ei suoraan vaikuteta, siihen kohdistuu merkittävää epäsuoraa vaikutusta ja geenivirtaa sekä Lempansån populaatiosta, että Siuntionjoen ulkopuolelta. Tulevaisuudessa näiden vaikutuspaine tulee kasvamaan entisestään Munksin padon purun sekä Suomenlahden taimenkantojen elpymisen ja merialueen istutusten myötä. Näin ollen jonkin verran ulkopuolista geenivirtaa tulee väistämättä myös Siuntionjoen pääuoman taimenpopulaatioon, ja ilmeisesti, sitä on jo jonkin verran tullutkin. Tämä geenivirta toisaalta vähentää sukulaisuutta, mutta toisaalta vähentää pääuoman populaation perinnöllistä eriytymistä.

Mikäli luotetaan pelkkiin elinympäristötukitoimenpiteisiin, niiden vaikutukset tulevat näkyviin ja realisoituvat taimenkannan elpymiseksi oletettavasti erittäin hitaasti, mikä edelleen ylläpitää riskiä populaation pienenemisestä edelleen. Lisäksi, taimenta esiintyy nyt varsin rajallisella alueella ja uusien kutualueiden tehokas käyttöönotto ei helposti onnistu ilman tuki-istutuksia. Elinalueen laajeneminen ja joen tuotantopotentiaalin täysimittainen hyödyntäminen pelkän luontaisen populaation kasvun kautta vie vuosikymmeniä, mikäli edes onnistuu.

5.2.2 Vaihtoehto B: Perustetaan virallinen Siuntionjoen taimenen hoitoyksikkö

Toinen vaihtoehto on, että perustetaan virallinen Siuntionjoen taimenen hoitoyksikkö (management unit), ja katsotaan, että Siuntionjoen vesistössä nykyisin elävä taimen sisältää edelleen riittävästi Ingarskila-tyyppistä alkuperäistä meritaimenen geenistöä, jotta sitä voidaan kutsua alkuperäiseksi meritaimeneksi jatkossakin. Pyritään pitämään se edelleen erillisenä muista Suomenlahden meritaimenista, mutta lisätään geenivirtaa vesistön sisällä eri jokihaarojen taimenkantojen välillä, ja pyritään yhteisesti saavuttamaan riittävän suuri tehollinen koko vesistössä.

Munksin padon avaaminen vaelluskaloille lisää luontaista geenivirtaa Lempansåsta pääuomaan ja pääuoman populaatiokoon myöhemmin kasvaessa myös vastakkainen geenivirta tulee lisääntymään. Populaatiot säilyvät omina Siuntionjoen ala-populaatioina, ovat geneettisesti samankaltaisia ja yhdessä kuitenkin riittävän suuria säilyttääkseen geneettisen omaleimaisuutensa ulkopuolelta tulevaa geenivirtaa vastaan.

Pääuoman elinaluetta voidaan laajentaa siirtoistuttamalla pääuoman yläjuoksun kunnostetuille lisääntymisalueille taimenia sekä Lempansåsta että Purnuksen alueelta. Oletettavasti osa siirtoistutetuista taimenista jää paikallisesti lisääntyviksi yksilöiksi ja lisääntyvät uusilla alueilla. Taimenen elinalue laajenee ja Siuntionjoen poikastuotanto kasvaa.

Siirto-istutusvaihtoehdossa istutettavien kalojen kasvatus on ilmaista, hankinta ja istutuskustannukset edullisia, mutta siirto-istutettavien kalojen määrä on varsin rajallinen, ehkä muutamia kymmeniä–satoja vuodessa. Kustannuksia kasvattaa seuranta, sillä siirtoistutusten onnistumista ja tehoa, sekä Lempansån ja Purnuksen alueen lähdepopulaatiot vaativat perusteellista tarkkailua. Myös kutevien kalojen keinollinen hoidelmöittäminen ja mätirasioiden siirtäminen uusille alueille on yksi vaihtoehto. Resurssien salliessa voidaan Siuntionjoen taimenkanta ottaa myös viljelyyn ja laitoksessa kasvatettuja poikasia istuttaa takaisin luontoon, jolloin yksilömääriä saadaan tehokkaasti nostettua.

5.2.3 Vaihtoehto C: Tuki-istutukset Ingarskilajoen taimenkannalla

Kolmannessa vaihtoehdossa katsotaan, että Siuntionjoen pääuoman meritaimen, vaikkakin edelleen suuressa määrin alkuperäinen, muistuttaa siinä määrin Ingarskilajoen taimenta, ettei sen erillisenä pitäminen ole perusteltua. Näin varsinkin, kun Siuntionjoen taimenen tehollinen koko on varsin pieni ja todennäköisesti riittämätön, pitkän aikavälin suojelutavoitteisiin. Aloitetaan tuki-istutukset Ingarskilajoen taimenella pääuomaan, taimenista tyhjille, kunnostetuille elinalueille. Tällöinkään Purnuksen ja Passilankosken alueelle ei kuitenkaan tehdä tuki-istutuksia.

Tuki-istutuksia Ingarskilajoen kannalla pääuomaan voidaan perustella sen ollessa geneettisesti lähin meritaimenkanta tämän alkuperäselvityksen mukaan. On hyvin luultavaa, että Siuntionjokeen nousee joka tapauksessa mereltä Ingarskilajoen taimenta, ja näin on ilmeisesti jo jossain määrin käynytkin, eikä Siuntionjoen pääuoman pieni populaatio todennäköisesti kykene säilyttämään omaleimaisuuttaan.

Toisaalta, Munksin padon avaaminen vaelluskaloille lisää luontaista geenivirtaa Lempansåsta pääuomaan mikä osaltaan puskuroi tuki-istutuksien geneettisiä vaikutuksia. Voimalliset tuki-istutukset suhteessa pääuoman pieneen alkuperäiseen populaation muokkaavat kuitenkin sen geneettistä rakennetta nopeasti. Munksin vaellusesteen poistumisen myötä geenivirta myös Lempansån populaatioon sekä ulkopuolelta, että geneettisesti muuttuneesta pääuomasta tulee lisääntymään, ja näin ollen Siuntionjoen taimenkantojen geneettinen omaleimaisuus menetetään lopullisesti ja siitä tulee osa Ingarskilanjoen taimenen kutualueita.

Elvytyksen tukitoimenpidetarkastelussa kohdassa 5.1. mainitut tukitoimenpiteet oletetaan tehdyiksi. Kolmannessa vaihtoehdossa katsotaan, että Siuntionjoen pääuoman meritaimen, vaikkakin edelleen suuressa määrin alkuperäinen, muistuttaa siinä määrin Ingarskilanjoen taimenta, ettei sen erillisenä pitäminen ole perusteltua. Näin varsinkin, kun Siuntionjoen taimenen tehollinen koko on varsin pieni ja todennäköisesti riittämätön, pitkän aikavälin suojelutavoitteisiin. Aloitetaan tuki-istutukset Ingarskilanjoen taimenella pääuomaan, taimenista tyhjille, kunnostetuille elinalueille. Tällöinkään Purnuksen ja Passilankosken alueelle ei kuitenkaan tehdä tuki-istutuksia.

Tuki-istutuksia Ingarskilanjoen kannalla pääuomaan voidaan perustella sen ollessa geneettisesti lähin meritaimenkanta tämän alkuperäselvityksen mukaan. On hyvin luultavaa, että Siuntionjokeen nousee joka tapauksessa mereltä Ingarskilanjoen taimenta, ja näin on ilmeisesti jo jossain määrin käynytkin, eikä Siuntionjoen pääuoman pieni populaatio todennäköisesti kykene säilyttämään omaleimaisuuttaan.

Toisaalta, Munksin padon avaaminen vaelluskaloille lisää luontaista geenivirtaa Lempansåsta pääuomaan mikä osaltaan puskuroi tuki-istutuksien geneettisiä vaikutuksia. Voimalliset tuki-istutukset suhteessa pääuoman pieneen alkuperäiseen populaation muokkaavat kuitenkin sen geneettistä rakennetta nopeasti. Munksin vaellusesteen poistumisen myötä geenivirta myös Lempansån populaatioon sekä ulkopuolelta, että geneettisesti muuttuneesta pääuomasta tulee lisääntymään, ja näin ollen Siuntionjoen taimenkantojen geneettinen omaleimaisuus menetetään lopullisesti ja siitä tulee osa Ingarskilanjoen taimenen kutualueita.

5.3 Vaihtoehtojen suositeltavuus

Vaihtoehto A: Siuntionjoen taimenkannan geneettisten resurssien pelastamiseksi ja kannan tehokkaaksi elvyttämiseksi nykyisestä tilastaan, tarvitaan mielestämme myös muita toimenpiteitä, kuin elinympäristökunnostuksia ja kalastuksen säätelyä. Siuntionjoen taimenkannan jättämistä populaatiossa satunnaisesti tapahtuville muutoksille ja häviämishuolle ei suositella.

Vaihtoehto B: Tämä on suositeltava vaihtoehto Siuntionjoen taimenkannan hoidoksi. Tämän vaihtoehdon turvin saadaan Siuntionjoen tehollista kokoa kasvatettua, kutualueet tehokkaampaan käyttöön ja Siuntionjoen taimenen perinnöllinen omaleimaisuus silti toistaiseksi turvattua.

Vaihtoehto C: Tätä vaihtoehtoa ei nähdäksemme tarvitse ottaa vielä käyttöön. Tämä on suositeltava vaihtoehto Siuntionjoen taimenkannan hoidoksi siinä tapauksessa, että Lempansån ja pääuoman omat luonnolliset poikastuotannot eivät riitä tulosta tuottaviin siirtoistutuksiin, tai elpyminen kannan omin voimin ei jostain muusta syystä enää onnistu.



Sähkökalastajat Siuntionjoella. Jorma Valjus, Rosa Degerman ja Juha-Pekka Vähä.

6 Kiitokset

Kiitämme Rosa Degermania sekä ammattiopisto LIVIAN opiskelijoita ja henkilökuntaa merkittävästä avusta sähkökalastuksessa. Kiitämme myös ohjausryhmän työskentelyyn osallistuneita henkilöitä: Jaana Pönni (LUVVY), Mikko Koivurinta (ELY), Markku Marttinen (ELY), Ari Saura (LUKE), Janne Sullström (Kirkkonummi-Siuntion kalastusalue) sekä Heta Tenno (Siuntion kunta). Erityiset kiitokset Siuntion Koskitaimen Oy:n Pekka Laitiselle ja Erkki Nikoskelaiselle projektin alkuperäisestä ideasta sekä osallistumisesta ohjausryhmän työskentelyyn.

Kirjallisuuslähteet

- Whiteley, R., Coombs, J.A., Cembrola, M., O'Donnel, M.J., Hudy, M., Nislow, K.H. ja Letcher, B. 2015. Effective number of breeders provides a link between interannual variation in stream flow and individual reproductive contribution in a stream salmonid. *Molecular Ecology* 24: 3585-3602
- 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).
- Heino, J. 1997: Savivellistä taimenvirraksi? – Siuntionjoki. *Perhokalastus* 4/1997: 48 – 50.
- Koljonen, M.-L., Gross, R. ja 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
- Koljonen, M-L., Janatuinen, A., Saura, A. ja Koskiniemi, J. 2013. Genetic structure of Finnish and Russian sea trout populations in the Gulf of Finland area. *Working papers of the Finnish Game and Fisheries Institute* 25/2013, 100 pp.
- Lempinen, P. 2001. Suomenlahden meritaimenkantojen suojele- ja käyttösuunnitelma. Uudenmaan työvoima- ja elinkeinokeskuksen kalatalousyksikkö. *Kala- ja riistahallinnon julkaisuja* 52/2001. 142 s.
- Marttinen M. ja Wessman H. 1987. Siuntionjoen vesistöalueen kalatalousselvitys. Uudenmaan kalastuspiirin kalastustoimisto, tiedotus nro 3. Helsinki. Moniste, 92 s.
- Marttinen, M. ja Koljonen, M-L. 1989. Uudenmaan meritaimenkantojen inventointi ja geneettinen tutkimus. Uudenmaan Kalastuspiirin Kalastustoimiston tiedotus. No. 4. 141 s.
- Mettinen A. ja Valjus J. 2014. Siuntionjoen vesistön yhteistarkkailut 2009–2012: veden laatu, pohjaeläimet ja kalat. *Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö, julkaisu* 246. 193 s.
- Ozerov, M., Jurgenstein, T., Aykanat, T. ja Vasemägi, A. 2015. Use of sibling relationship reconstruction to complement traditional monitoring in fisheries management and conservation of brown trout. *Conservation Biology*. 29: 1164-1175
- Pritchard, J.K., Stephens, M. ja Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. - *Genetics* 155: 945-959.
- Pritchard, J.K., ja Wen, W. 2004. Documentation for Structure Software: Ver 2.2.3 Department of Human Genetics, University of Chicago, Chicago, Illinois, USA
- Saura A. 2001. Taimenkantojen tila Suomenlahden pohjoisrannikon joissa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar nro 175. 48 s.
- Seber, G.A.F., ja LeCren E.D. 1967. Estimating Population Parameters From Catches Large Relative to the Population. *Journal of Animal Ecology* 36: 631-643
- Segerstråle, C. 1947a. Från Fiskodlingens Vänners r.f. verksamhet 1939 – 1946. teoksessa: Fiskodling och fiskevård. Fiskodlingens Vänners r.f., Helsingfors. s. 25 – 57.
- Segerstråle, C. 1947b. Fångst och märkning av havsforell 1938 och 1939 vid Sjunby. teoksessa: Fiskodling och fiskevård. Fiskodlingens vänners rf, Helsinki. s. 140 - 145.
- Wang, J. ja Santure, AW. 2009. Parentage and sibship inference from multi-locus genotype data under polygamy. *Genetics* 181: 1579-1594.
- Wang, J. 2004. Sibship reconstruction from genetic data with typing errors. *Genetics* 166: 1963-1979.
- Wang, J. 2007. Triadic IBD coefficients and applications to estimating pairwise relatedness. *Genet. Res.* 89: 135–153.
- Vähä, J.-P. ja Primmer, C.R. 2006. The efficiency of model-based Bayesian methods for detecting hybrid individuals under different hybridization scenarios and with different numbers of loci. *Molecular Ecology*, 15: 63–72



Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry
Västra Nylands vatten och miljö rf

PL 51, 08101 Lohja
Puh. 019 323 623
vesi.ymparisto@vesiensuojelu.fi
www.luvy.fi

ISBN 978-952-250-148-6 (nid.)
ISBN 978-952-250-149-3 (PDF)
ISSN-L 0789-9084
ISSN 0789-9084 (painettu)
ISSN 1798-2677 (verkkajulkaisu)