
RKTL:n työraportteja 4/2014

Toimivatko kalatiet? Oulujoen Merikosken kalatietutkimukset v. 2009–2012

Panu Orell, Mikko Jaukkuri, Olli van der Meer, Riina Huusko, Timo Kanninen, Antti Siira, Tapio Laaksonen, Aki Mäki-Petäys, Jaakko Erkinaro ja Anne Laine



Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki
2014



Julkaisija:
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2014

ISBN 978-952-303-094-7 (Verkojulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkojulkaisu)

RKTL 2014

Kuvailulehti

Tekijät Panu Orell, Mikko Jaukkuri, Olli van der Meer, Riina Huusko, Timo Kanninen, Antti Siira, Tapio Laaksonen, Aki Mäki-Petäys, Jaakko Erkinaro ja Anne Laine			
Nimeke Toimivatko kalatiet? Oulujoen Merikosken kalatietutkimukset v. 2009–2012			
Vuosi 2014	Sivumäärä 44	ISBN 978-952-303-094-7	ISSN ISSN 1799-4756 (PDF)
Yksikkö/tutkimusohjelma Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut/rakennettujen jokien tutkimusohjelma			
Hyväksynyt Nina Peuhkuri/tutkimus- ja asiantuntijapalvelut			
Tiivistelmä <p>Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli arvioida Oulujoen Merikosken kalatien toimivuutta ja tunnistaa joen vaelluskalakantojen hoitamisen ja kehittämisen kannalta merkittävimmät ongelmat. Tutkimuksessa selvitettiin merkittävien lohien ja taimenien hakeutumista Merikosken kalatiehen, kalatiehen hakeutuneiden lohien ja taimenien vaelluskäyttäytymistä, kalatien nousukalamääriä ja nousun ajoittumista sekä lohien koko- ja sukupuolijakaumia.</p> <p>Tutkimuksen perusteella keskeisiä Oulujoen vaelluskalakantojen hoidon ja toisaalta vaelluskalakantojen hyödyntämisen ongelmia ovat: vähäiset nousukalamäärät suhteessa lohi- ja taimenistutuksiin, lohien myöhäinen jokeen nousu ja pitkäkö viive kalatiehen hakeutumisessa, nousevan lohikannan vinoutunut koko- ja sukupuolijakauma (pääosin pieniä koiraslohia) sekä luonnonvaraisen poikastuotannon vähäisyys.</p> <p>Yllä mainittuja ongelmia voidaan pyrkiä vähentämään suunnitelmallisilla toimenpiteillä, mm. istutusten tuottavuuden parantamisella, Merikosken kalatien toimivuuden kehittämällä sekä luonnonvaraisen poikastuotannon käynnistämällä joen suistoalueen puroissa (ns. Hupisaarten purot).</p> <p>Oulujoen lohen ja taimenen istutushoidon kehittämisen toimenpiteitä voivat olla mm. laadukkaampien istutuspoikasten tuottaminen (ns. virikekasvatetut poikaset) ja istutuskäytäntöjen optimointi (mm. istutusajankohta). Merikosken kalatien toimivuutta voitaisiin todennäköisesti parantaa kalatien molempien sisäänkäyntien käyttämisellä sekä sisäänkäyntien lisävesityksellä. Myös istutusten laajempi suuntaaminen jokisuun merialueen sijasta itse jokeen, voisi edesauttaa kalatien kautta jokeen nousevien lohi- ja taimenmäärien kasvattamisessa.</p>			
Asiasanat Lohi, taimen, kalatie, Oulujoki, vaelluskalakantojen hoito, istutukset, seuranta, PIT-telemetry			
Julkaisun verkko-osoite http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/Merikosken_kalatietutkimukset_2009_2012.pdf			
Yhteydenotot Panu Orell, panu.orell@rktl.fi tai Mikko Jaukkuri, mikko.jaukkuri@rktl.fi			
Muita tietoja			

Sisällys

Kuvailulehti	3
1. Johdanto	5
2. Tutkimusalue	6
2.1. Oulujoki ja Oulujoen nykyiset vaelluskalakannat	6
2.2. Merikosken kalatie	7
2.3. Tutkimusvuosien ympäristöolosuhteet	11
3. Tutkimuskysymykset	14
4. Aineisto ja menetelmät	15
4.1. Kalojen rysä- ja verkkopyynti	15
4.2. Kalojen PIT- ja nuolimerkinnyt	18
4.3. PIT-seuranta	19
4.4. Kalatien VAKI- ja videoseuranta	20
5. Tulokset ja tulosten tarkastelu	21
5.1. Nousukalojen määrä ja nousun ajoittuminen	21
5.1.1. Varhaiskukukypsiä post-smoltteja	24
5.2. Nousukalojen koko- ja sukupuolijakaumat	25
5.3. Kalatiehen hakeutuvien lohien ja taimenien osuus	29
5.4. Kalatiehen hakeutumisen viive	31
5.5. Ympäristötekijöiden vaikutus kalatiehen hakeutumiseen	32
5.6. Käyttäytyminen kalatien sisällä: nousun kesto	33
6. Oulujoen vaelluskalakantojen hoidon kehittäminen	35
6.1. Istutusten tuottavuuden parantaminen	35
6.2. Merikosken kalatien kehittäminen	36
6.3. Luonnontuotannon hyödyntämismahdollisuudet	38
Kiitokset	38
Viitteet	39
Liitteet	42

1. Johdanto

Suurin osa Suomen virtavesiekosysteemeistä on nykyään voimakkaasti ihmisen muuttamia. Merkittävimmät haittavaikutukset virtavesien eliöstölle ovat aiheutuneet vesivoimalaitosten rakentamisesta, jokiuomien perkaamisesta ja valuma-alueiden maankäytön (mm. maatalous, turvetuotanto ja metsäojitus) muuttumisesta ja tehostumisesta.

Virtavesien ympäristömuutosten suurimpia kärsijöitä ovat Suomessa olleet vaelluskalat, joiden elinkierto edellyttää liikkumista syönnösalueiden (meri, järvi) ja lisääntymisalueiden (virtavedet) välillä. Vesivoimalaitosten rakentamisen seurauksena vaelluskalojen luontainen elinkierto on useimmiten estynyt, sillä vaellusyhteydet syönnösalueilta jokien lisääntymisalueille ovat katkenneet. Vaellusyhteyksien katkeaminen on tavallisesti johtanut luonnonvaraisten vaelluskalakantojen sukupuuttoon.

Vaelluskalojen luontainen elinkierto voidaan vesirakentamisesta huolimatta turvata, mikäli kalojen vaellusyhteydet pidetään avoinna. Rakennetuissa joissa vaelluskalojen kulkuyhteyksiä (ylävirtaan) avataan ja ylläpidetään tavallisesti kalateiden avulla. Ensimmäisiä merkittäviä kalatierakenteita lohelle on maailmalla rakennettu jo 1800-luvulla. Laajamittaiseksi toiminnaksi kalateiden suunnittelu ja rakentaminen kehittyivät 1900-luvulla, kun suuria vaelluskalajokia padottiin maailmanlaajuisesti. Suomessa kalateiden rakentaminen alkoi yleistyä vasta 1990-luvulla, vaikka merkittävimmät ja vaelluskalakannoiltaan tärkeimmät suurjokemme, kuten Kemi-, Ii-, Oulu- ja Kymijoki padottiin jo vuosikymmeniä aiemmin.

Aktiivisesta kalatierakentamisesta huolimatta tietoa kalateiden toimivuudesta ja niiden mahdollisista toimintaongelmista on kerätty verraten harvasta kalatiekohteesta (Gough ym. 2012, Noonan ym. 2012). Tiedonpuute korostuu Suomessa, sillä useimpien kalateidemme osalta tietoa ei ole lainkaan tai selvitykset ovat olleet hyvin suppeita, niin ajallisesti kuin sisällöllisesti.

Kalatiesuunnittelun, olemassa olevien kalateiden säätämisen ja vaelluskalakantojen palauttamisen onnistumiseksi on ensiarvoisen tärkeää selvittää kalateiden toimivuutta sekä tunnistaa mahdolliset ongelmat ja ongelmia aiheuttavat tekijät. Näiden tietojen avulla voidaan optimoida uusien kalateiden suunnittelua sekä parantaa jo rakennettujen kalateiden toimivuutta. Kalateiden toimivuuden optimointi on erityisen tärkeää vesistöissä, joissa on useita kalateiden avulla ohitettavia patorakennelmia. Tällaisissa olosuhteissa jo yksikin heikkotehoinen kalatie voi estää vaelluskalakantojen palauttamisen. Myös kumulatiiviset kalatietappiot voivat nousta huomattavan korkeiksi, vaikka yksittäiset kalatiet toimisivatkin kohtalaisen tehokkaasti (ks. liite 1).

Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli arvioida Oulujoen Merikosken kalatien toimivuutta ja tunnistaa joen vaelluskalakantojen hoitamisen ja elvyttämisen kannalta merkittävimmät ongelmat. Toimivuuden arviointia varten selvitettiin merkittyjen lohien ja taimenien hakeutumista Merikosken kalatiehen, kalatiehen hakeutuneiden lohien ja taimenien vaelluskäyttäytymistä sekä kalatien nousukalamääriä ja nousun ajoittumista.

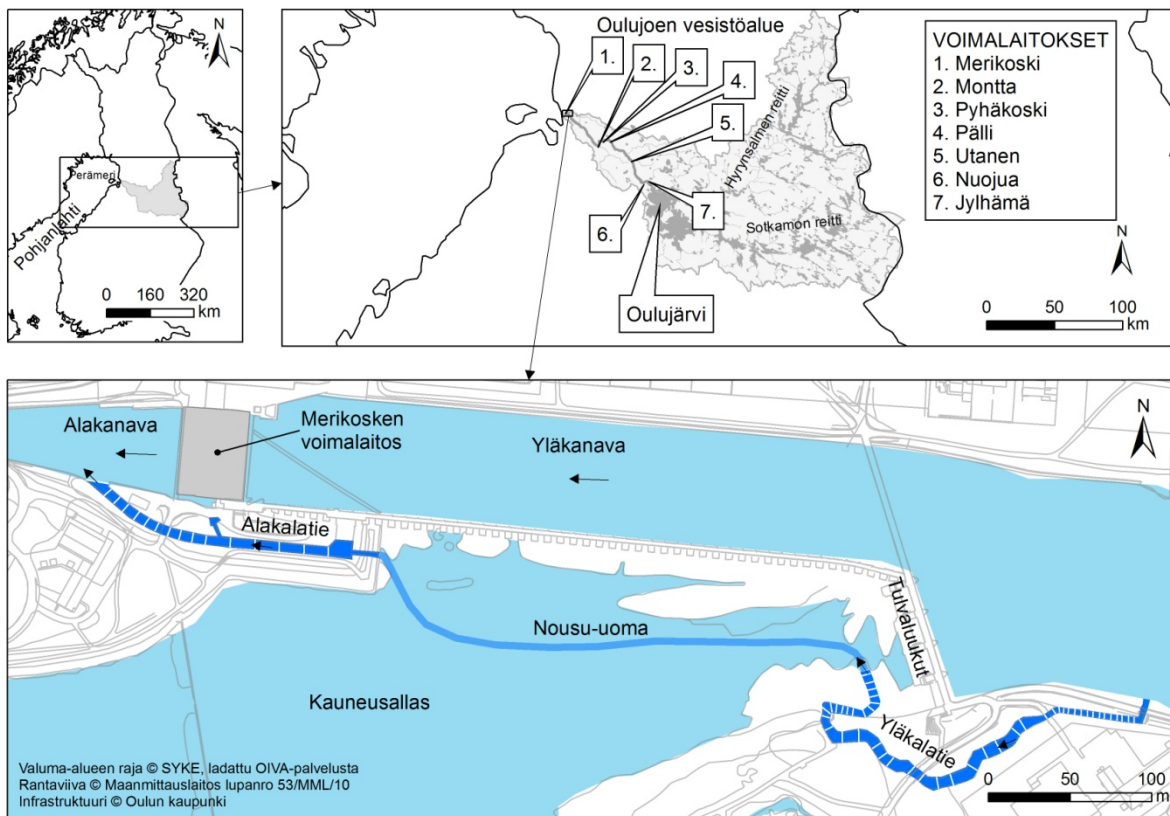
Tässä raportissa esitellään vuosina 2009–2012 toteutettujen Merikosken kalatietutkimusten keskeisimmät tulokset ja toimenpide-ehdotukset. Tutkimus toteutettiin osana RKTL:n ”Toimivatko kalatiet?” -hanketta, jonka päärahoittajana toimi maa- ja metsätalousministeriö.

2. Tutkimusalue

2.1. Oulujoki ja Oulujoen nykyiset vaelluskalakannat

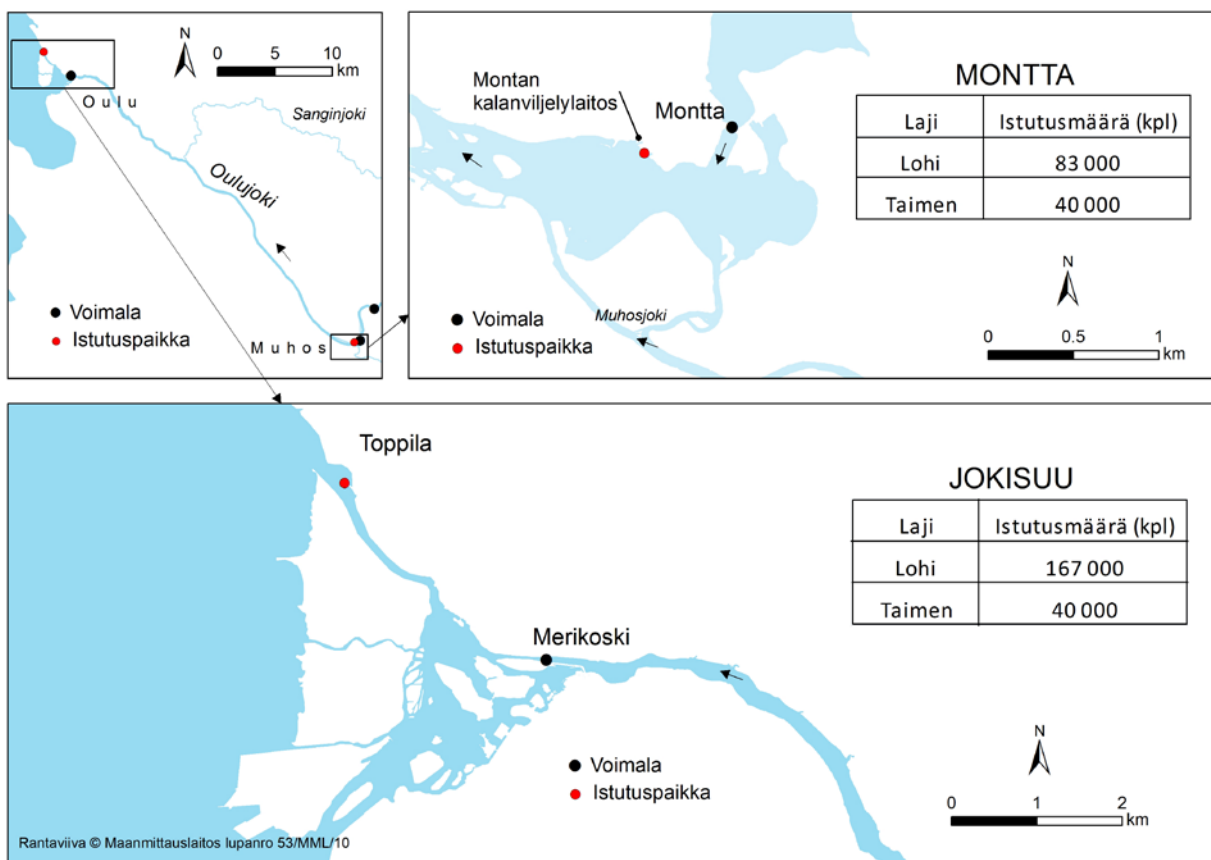
Oulujoki (valuma-alue 22 841 km²) oli ennen rakentamistaan yksi Suomen merkittävimmistä vaelluskalavesistöistä. Lohi nousi Oulujoen pääuoman lisäksi Oulujärveen laskevalle Hyrynsalmen reitille (kuva 1). Vesistön lohisaaliiden arvioidaan lähennelleen parhaimmillaan 100 tonnin vuositasoa ja vielä vesistön rakentamisen aikoihinkin 1940-luvun lopulla saatiin Merikosken voimalaitostyömaan alta reilun 20 tonnin lohisaalis v. 1947 (Anon. 1954). Oulujoen vesistön arvioidaan tuottaneen 350 000–600 000 lohien vaelluspoikasta vuosittain (Salojärvi ym. 1981). Lohen ohella Oulujoki oli merkittävä meritaimenen, vaellussiian ja nahkiaisen lisääntymisjoki.

Oulujoen vesistö rakennettiin vesivoimantuotantoa varten 1940- ja 1950-luvuilla, minkä seurauksena joen luonnonvaraisesti lisääntyvät vaelluskalakannat katosivat. Nykyään Oulujoen pääuomassa on seitsemän vesivoimalaitosta, joista Merikoski sijaitsee jokisuulla ja pääuoman ylin voimalaitos, Vaalan Jylhämä, siitä reilut 100 km ylävirtaan (kuva 1).



Kuva 1. Oulujoen valuma-alue ja pääuoman vesivoimalaitokset (yläkuva) sekä keskeinen tutkimusalue Oulujoen Merikoskella (alakuva). Kuvassa näkyvät alakalatie, Kauneusaltaaseen rakennettu nousu-uoma sekä yläkalatie.

Oulujoen nykyinen lohikanta perustuu jokeen ja jokisuulle tehtäviin velvoiteistutuksiin (ns. Montan sopimus ja Merikosken voimalaitoksen vesioikeusvelvoitteet). Velvoiteistutuksina vapautetaan vuosittain noin 250 000 lohen vaelluspoikasta, joista noin kolmannes istutetaan jokeen Montan voimalaitoksen alapuolelle ja loput kaksi kolmasosaa jokisuun merialueelle. Vastaavasti meritaimenen vaelluspoikasia istutetaan nykyisin noin 80 000 kpl vuosittain. Näistä noin puolet vapautetaan Montan voimalan alapuolelle ja loput jokisuulle (kuva 2). Lisäksi Oulun kaupunki istuttaa Oulujokeen sekä sen sivuhaaraan, Sanginjokeen, vuosittain noin 1150 kg pyyntikokoista taimenta (www.ouka.fi/oulu/ymparisto-ja-luonto/kalastuksen-lupaehdot). Myös Oulujärveen istutettavilla taimenilla on mahdollisuus vaeltaa alavirtaan voimalaitosten läpi aina Perämerelle asti, josta ne voivat myöhemmin palata Merikosken kalatietä pitkin ylävirtaan.

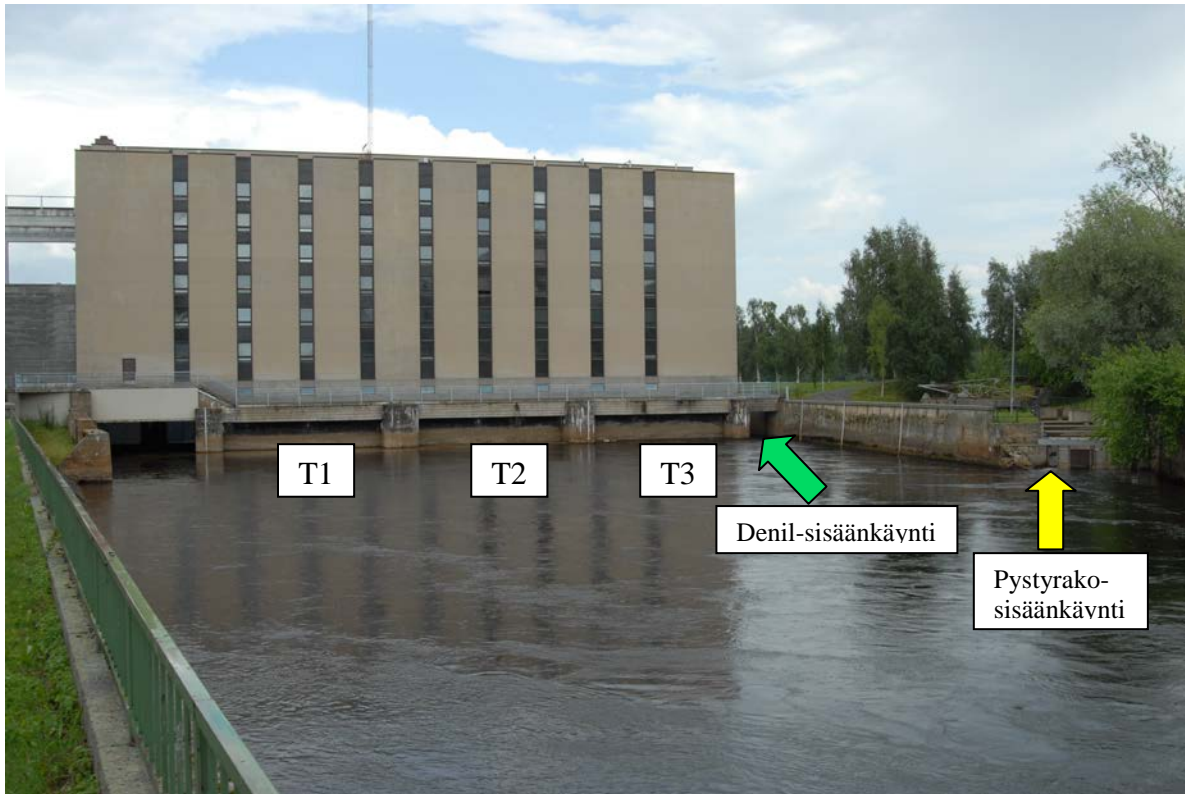


Kuva 2. Oulujoen velvoitehoidossa käytettävät istutuspaikat (punaiset pallot) sekä lohen ja taimenen vaelluspoikasten vuosittaiset istutusmäärät.

2.2. Merikosken kalatie

Oulujoen alimman voimalaitoksen, Merikosken, yhteyteen rakennettiin kalatie vuonna 2003. Kalatie koostuu kolmesta erillisestä osasta (kuva 1). Yläkalatien muodostaa Hupisaarten puiston osin puromaiseksi maisemoitu osuus, joka laskee ns. Kauneusaltaaseen. Kalatien keskimmäinen osa on entiseen koskiuomaan (nykyään Kauneusallas) ruopattu nousu-uoma. Alakalatie avautuu varsinaisen voimalaitoksen vieressä olevaan vanhaan nippu-uittokanavaan ja laskee n. 50 m voimalan alapuolella alakanavaan (kuvat 1 ja 3–6).

Merikosken kalatiessä on periaatteessa kaksi erillistä sisäänkäyntiä (kuva 3), joista tähän mennessä on käytetty lähinnä vain alimpaa sisäänkäyntiä (n. 50 m voimalan alapuolella). Tämä alempi sisäänkäynti on säädettävissä manuaalisesti joko pystyraoksi tai ylivirtausaukoksi. Kalatien toinen sisäänkäynti sijoittuu aivan voimalan viereen ja se laskee ns. apaturbiinikanavaan. Tämä sisäänkäynti on Denil-tyyppiä (ks. Jaukkuri ym. 2013).



Kuva 3. Merikosken voimalaitos, turbiinit T1-T3 sekä kalatien sisäänkäynnit. Aktiivisessa käytössä on vain alempi sisäänkäynti, joka toimii tavallisesti pystyrakoperiaatteella. Kuva: Panu Orell.

Kokonaisuudessaan Merikosken kalatie on n. 750 m pitkä, siinä on 64 porrasta ja putouskorkeutta 11 m. Merikosken kalatietä hallinnoi ja sen käytöstä vastaa Oulun Energia (https://www.oulunenergia.fi/ymparistovastuu/merikosken_kalatie).

Merikosken kalatien virtaama on pyritty säätämään vakioksi, yläkalatiessä noin $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ja alakalatiessä noin $2 \text{ m}^3/\text{s}$, vaikka juoksutukset voimalaitoksella vaihtelevat suuresti (Isomaa ym. 2006). Voimakkaat ohijuoksutukset voivat kuitenkin laskea voimalaitoksen yläpuolisen veden pintaa, jolloin myös yläkalatiehen johtuu selvästi vähäisempi virtaama kuin normaalijuoksutuksissa. Tällainen tilanne (virtaama $<0,3 \text{ m}^3/\text{s}$) oli mm. usean viikon ajan elokuussa 2012.

Merikosken kalatien vesitys avataan keväällä huhti-toukokuun vaihteessa ja kalatie suljetaan lokakuun loppupuolella lohien ja taimenen kutuajan jälkeen (taulukko 1).

Taulukko 1. Merikosken kalatien aukioloajat tutkimusvuosina 2009–2012.

Vuosi	Avattu	Suljettu
2009	4.5.	26.10.
2010	30.4.	25.10.
2011	29.4.	28.10.
2012	8.5.	22.10.



Kuva 4. Merikosken alakalatie (pystyrako-osuus, vain vasemman puoleiset pystyraot käytössä). Kuva: Panu Orell.



Kuva 5. Merikosken yläkalatien luonnonmukaisen kaltaiseksi rakennettu osuus. Kuva: Panu Orell.

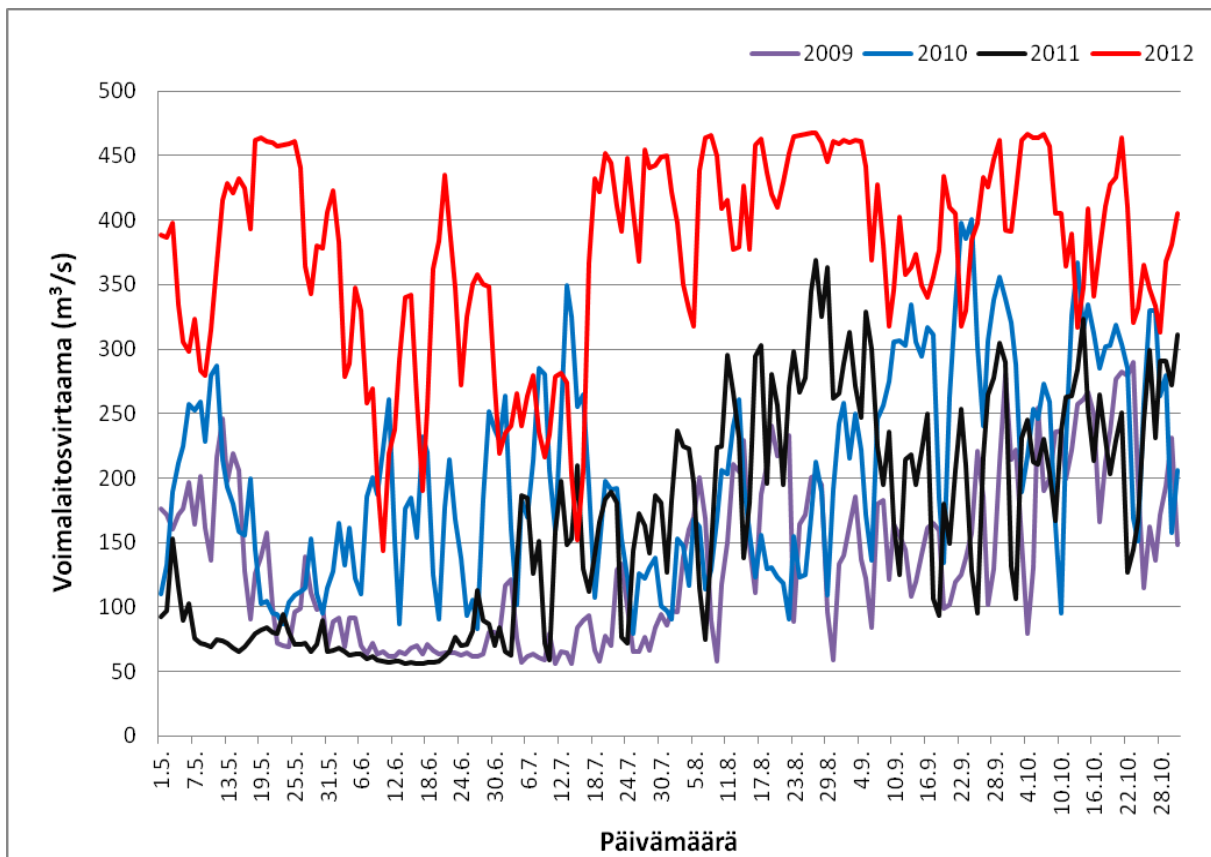


Kuva 6. Merikosken yläkalatien yläosan pystyrako-osuus. Kalatie yhtyy voimalaitoksen yläkanavaan kuvan vasemmassa yläreunassa näkyvän lyhtypylvään takaa. Kuva: Panu Orell.

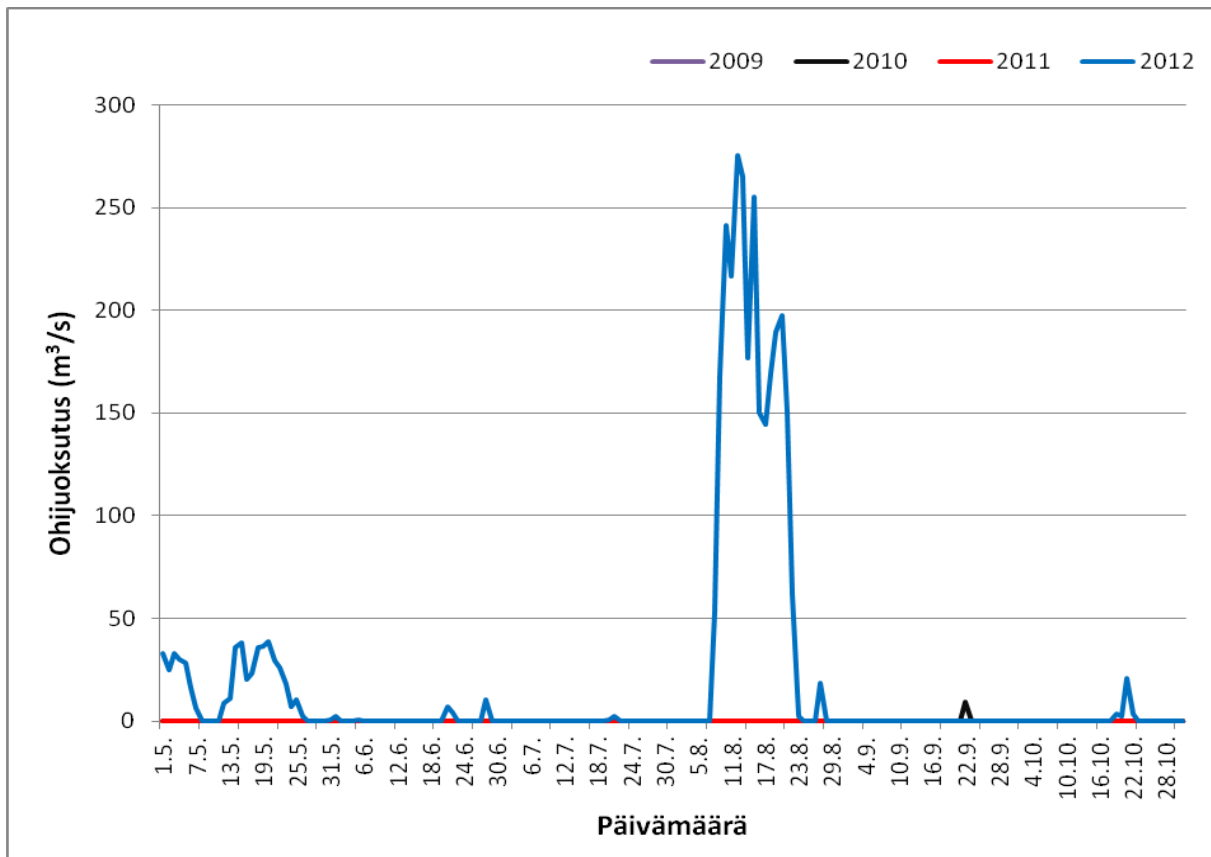
2.3. Tutkimusvuosien ympäristöolosuhteet

Tutkimusvuosien 2009–2012 ympäristöolosuhteet olivat varsin vaihtelevia. Muista tutkimusvuosista poikkesi etenkin vuosi 2012, jolloin kalatien käyttöaikana Merikosken voimalaitoksen koneistojuoksutukset olivat selvästi suuremmat kuin muina tutkimusvuosina (kuva 7). Lisäksi vuonna 2012 Merikoskella oli varsin voimakkaita ohijuoksutuksia, jotka keskittyivät elokuulle (kuva 8). Voimakkaat ohijuoksutukset vaikuttivat myös kalojen nousureitteihin Merikosken alueella sekä yläkalatietien johtuvaan vesimäärään (kuvat 9–10, ks. luku 2.2.).

Veden lämpötiloissa havaittiin myös eroja vuosien välillä. Kokonaisuudessaan tarkasteltuna vuorokautinen veden keskilämpötila oli kaudelle 2012 selvästi alhaisempi kuin muina tutkimusvuosina (kuva 11). Korkeimmat veden lämpötilat mitattiin kaudella 2011, jolloin veden lämpötila ylitti 20 asteen rajan jo kesäkuun alkupuolella ja pysyi syyskuussakin selvästi muita tutkimusvuosia korkeammalla tasolla (kuva 11).



Kuva 7. Merikosken voimalan koneistojuoksutukset (virtaamat) vuorokausikeskiarvoina toukokuun alusta loka-kuun loppuun vuosina 2009–2012. Lähde: Oulun Energia.



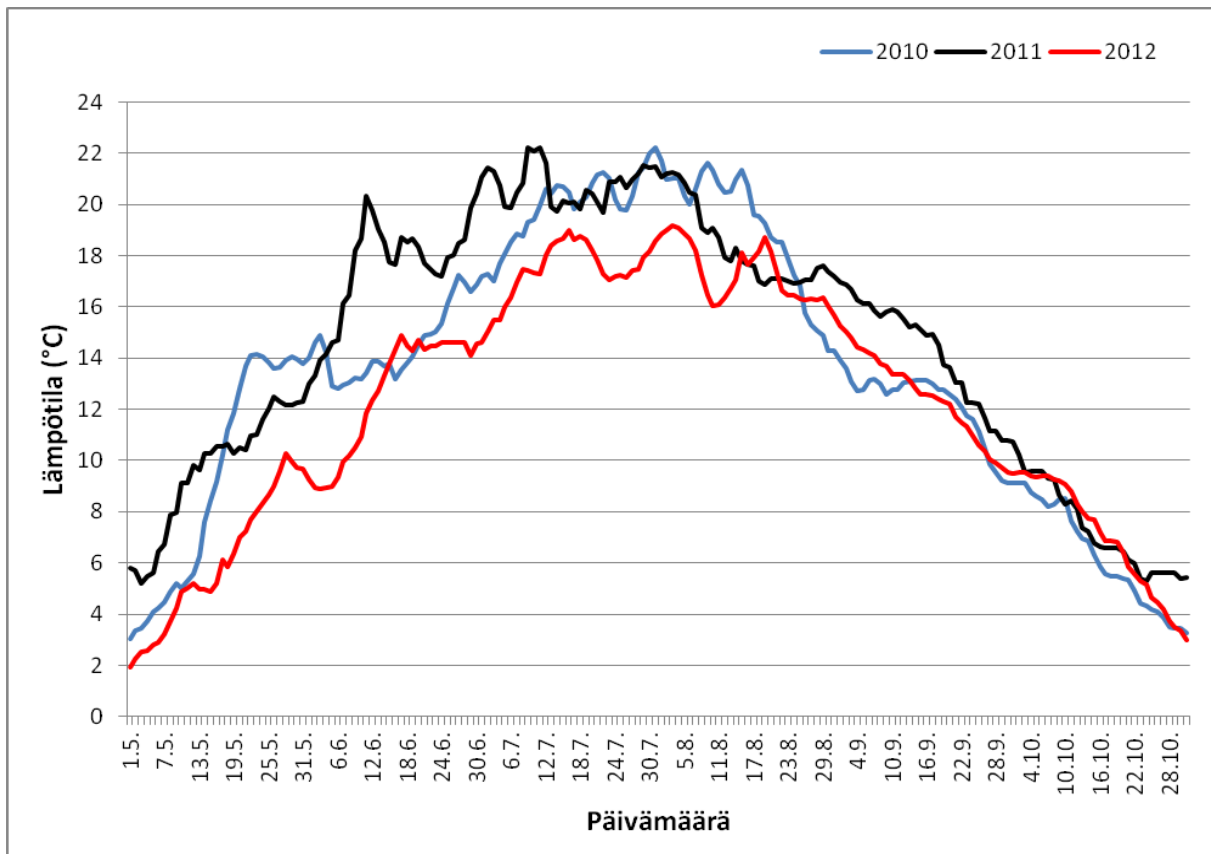
Kuva 8. Merikosken tulvajuoketusluukkujen kautta tehdyt ohjuoketusvirtaamat vuorokausikeskiarvoina toukokuun alusta lokakuun loppuun tutkimusvuosina 2009–2012. Lähde: Oulun Energia.



Kuva 9. Elokuussa 2012 runsaat sateet johtivat poikkeuksellisen suurin ohjuuksutuksiin Merikosken voimalaitoksella. Tällöin vaelluskaloilla oli mahdollisuus nousta yläkalatien alapuolelle (valkoinen nuoli) alakalatien (keltainen nuoli) ohella myös Oulujoen vanhaa uomaa myöten (vihreä nuoli). Kuva: Panu Orell.



Kuva 10. Runsaiden ohjuuksutusten vuoksi Merikosken voimalaitoksen yläveden pinta laski huomattavasti elokuussa 2012, jolloin myös yläkalatiehen johtuva virtaama ($<0,3 \text{ m}^3/\text{s}$) oli heikko. Kuva: Panu Orell.



Kuva 11. Oulujoen veden lämpötilat Merikosken voimalaitoksen kohdalla vuosina 2010–2012 toukokuun alusta lokakuun loppuun. Vuoden 2009 lämpötila-aineisto puuttuu.

3. Tutkimuskysymykset

Merikosken kalatien kautta kulkevien kalojen määriä on selvitetty jo vuodesta 2004 alkaen puoliau-tomaattisen VAKI-kalalaskurin avulla. Lisäksi kalatiellä on toteutettu pienimuotoisia kalatien toimi-vuuden arviointiin liittyviä pilottitutkimuksia ja selvityksiä, mm. lohien ja taimenien radiotelemetry-seurantaa (Karppinen ym. 2008). Näiden aiempien seurantojen tulosten perusteella havaittiin poten-tiaalisia kalatien toimintaongelmia (Laine & Laajala 2011), joihin tällä tutkimuksella haettiin katta-vampaa näkemystä ja ongelmien ratkaisumalleja.

Hankkeen keskeisiä tutkimuskysymyksiä olivat:

- Kuinka suuri osa alakanavaan nousevista lohista ja taimenista hakeutuu ja selvittää kalatien?
- Tapahtuuko kalatiehen hakeutuminen ilman merkittävää viivettä?
- Kuinka kauan kalatien läpi uiminen kestää?
- Hidastaako Kauneusallas kalatien läpi uimista?
- Milloin Merikosken kalatiehen hakeutuminen on aktiivista?
- Mitkä ympäristötekijät vaikuttavat kalatiehen hakeutumiseen?
- Onko Merikosken kalatie kokovalikoiva?
- Miten kalatien toimivuutta ja Oulujoen vaelluskalakantojen hoitoa voidaan kehittää?

4. Aineisto ja menetelmät

Merikosken kalatietutkimuksissa hyödynnettiin laajasti erilaisia tutkimusmenetelmiä. Keskeisimmät tutkimusmenetelmät olivat alakanavaan nousevien lohien ja taimenten PIT-merkintä (mikrosirumerkintä, Passive Integrated Transponder) ja -seuranta sekä kalatien nousukalamäärien seuranta VAKI-kalalaskurilla (VAKI Riverwatcher fish counter) ja vedenalaisella videokameralla. Lisäksi tutkimuksessa hyödynnettiin ympäristömuuttujista (mm. veden lämpötila ja meriveden korkeus) kerättyä tietoa sekä voimalaitoksen koneistajuoksutustietoja.

4.1. Kalojen rysä- ja verkkopyynti

PIT-merkintää varten pyydystettiin välittömästi Merikosken voimalaitoksen alapuolelta rysällä ja verkoilla aikuisia lohia ja taimenia vuosittain heinä-syyskuussa (taulukko 2, kuvat 12–15). PIT-merkinnällä luotiin kalatien sisäänkäynnin alapuolelle kooltaan tunnettu populaatio (merkityt kalat), jonka perusteella voitiin arvioida kuinka suuri osa merkityistä lohista ja taimenista hakeutuu kalatiehen. Lisäksi laskettiin Jolly-Seberin merkintä-takaisinpyyntimenetelmän (Jolly 1965, Krebs 1999) avulla estimaatti nousukalojen kokonaismäärästä alakanavassa kalatien sisäänkäynnin alapuolella. Estimaatin ja VAKI-laskurin (yhdessä videoseurannan) antamien nousukalamäärien avulla pystyttiin arviomaan kalatien toimintatehoa, eli sitä, kuinka suuri osuus Merikosken voimalaitoksen välittömään läheisyyteen nousseista kaloista selvitti tiensä voimalaitoksen yläpuoliselle jokiosuudelle.

Taulukko 2. Vuosittain heinä-syyskuussa Merikosken alapuolelta rysällä ja verkoilla elävänä pyydettyjen taimenten ja lohien yksilömäärät (vuonna 2010 myös lokakuussa). Tietoihin on otettu mukaan jokaisesta yksilöstä vain ensimmäinen pyyntikerta. Elokuussa 2012 pyynnissä oli poikkeuksellisen voimakkaita juoksutuksista johtuen taukoa aikavälillä 10.–31.8.2012.

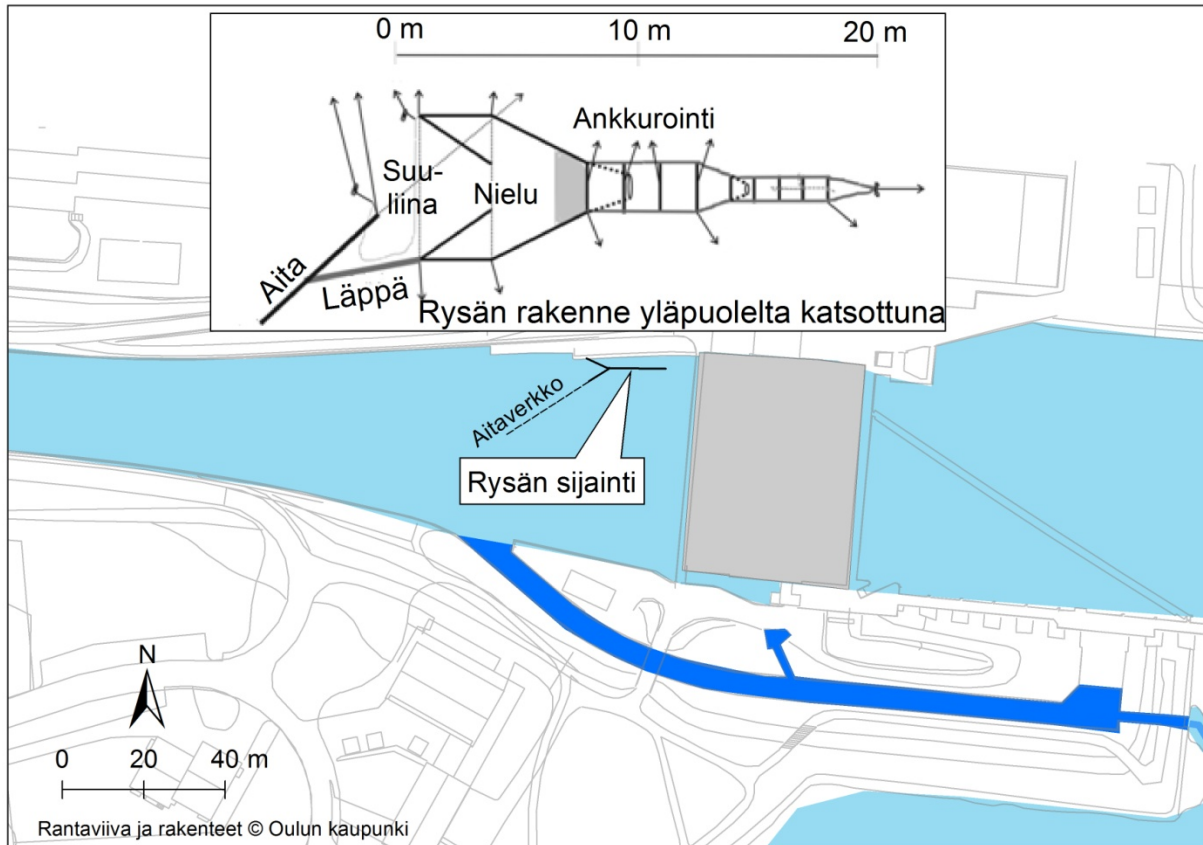
	Taimen				Lohi				
	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Yhteensä	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Yhteensä
2010	11	16	21	48	2	86	143	3	234
2011	58	5	30	93	12	252	301	0	565
2012	39	13	21	73	33	32	97	0	162

Ensimmäisenä tutkimusvuonna (2010) pyrittiin löytämään optimaalinen menetelmä Merikosken alakanavaan nousevien kalojen pyydystämiseksi. Menetelminä kokeiltiin verkko- ja rysäpyyntiä, joista rysäpyynti osoittautui tarkoituksenmukaisemmaksi ja tehokkaimmaksi pyyntikeinoksi. Verkkokalastuksen ongelmaksi muodostui kalojen kunnon nopea heikkeneminen niiden jäätyä verkon silmään. Vuonna 2010 tutkimusryssä pyydettiin pääasiassa niin, että rysän suuaukko oli alavirtaan päin ja nousukat pyrittiin ohjaamaan rysään noin 20 metrin mittaisella aitaverkolla (kuvat 12–13).

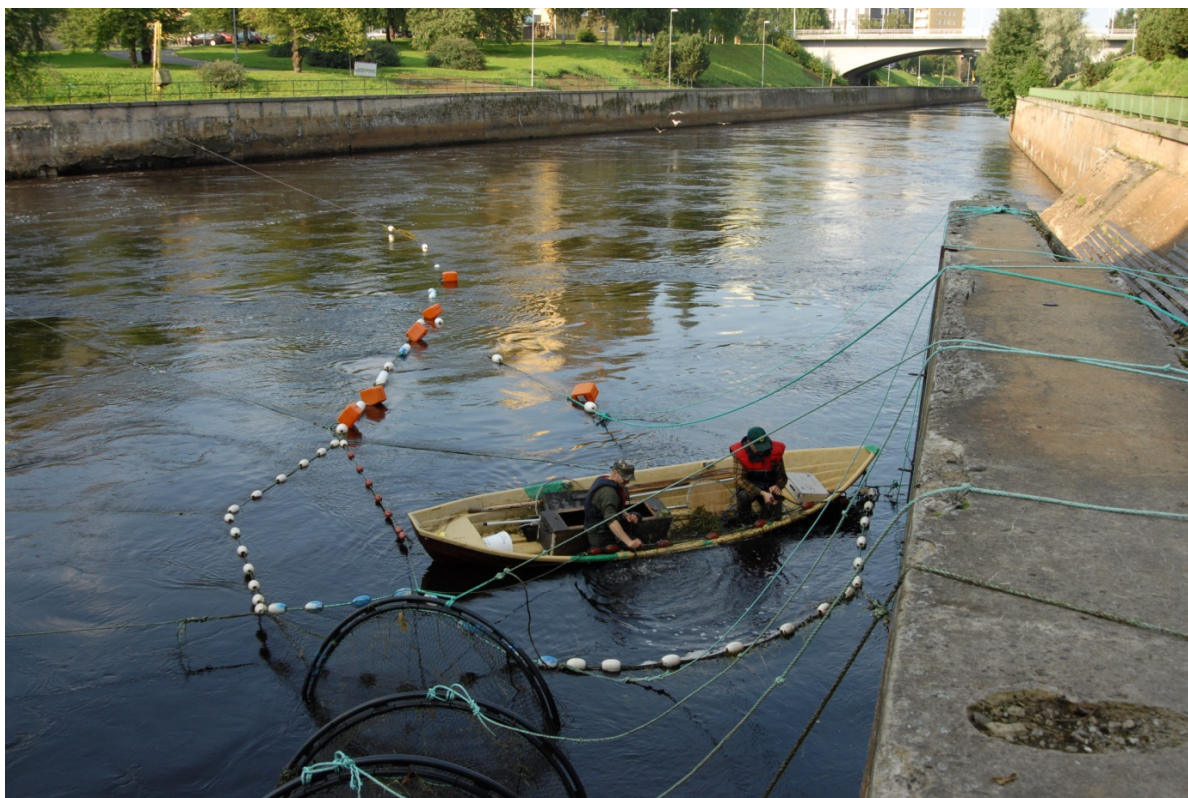
Suurilla koneistajuoksutuksilla rysän aitaverkkoa ei saatu kunnolla pysymään virrassa. Tämän ongelman ratkaisemiseksi päädyttiin syyskuun puolivälissä 2010 kokeilemaan rysän kääntämistä ja aitaverkosta luopumista (kuvat 14–15). Käännetyn, alavirtaan pyytävän rysän pyyntiteho todettiin erittäin hyväksi ja sen asentaminen sekä ylläpito teknisesti helpommaksi. Tästä syystä vuosina 2011–

2012 kaikki kalat pyydettiin pelkästään tällä tavalla käytetyllä rysällä ja verkkopyynnistä luovuttiin kokonaan.

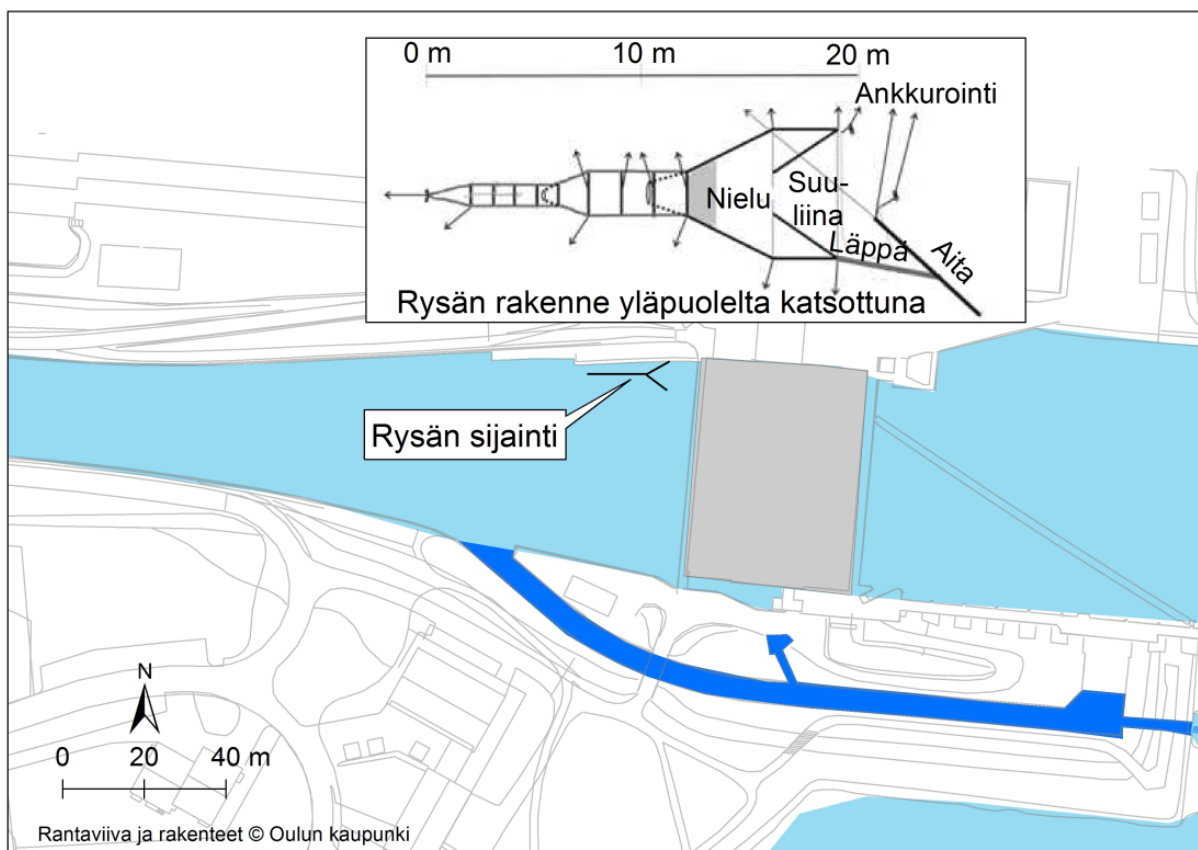
Rysäpyydyks koettiin 1–2 kertaa vuorokaudessa riippuen vallitsevista ympäristöolosuhteista (mm. veden lämpötila ja virtaama) ja rysään uineiden kalojen määrästä. Kaudella 2010 käytettyjä verkkopyydyksiä valvottiin jatkuvasti ja verkkoon uineet kalat irrotettiin muutaman minuutin sisällä. Sivusaaliina saatujen muiden kalalajien yksilöt vapautettiin välittömästi pyyntivälineitä koettaessa.



Kuva 12. Merikoskella käytettyyn rysän ensimmäinen ja pääasiallinen sijainti vuonna 2010.



Kuva 13. Merikosken rysän suuaukko oli ensimmäisenä tutkimusvuotena suunnattuna alavirtaan ja rysän pyyntitehon nostamiseksi käytettiin myös pitkää aitaverkkoa (oranssit kohot). Kuva: Panu Orell.



Kuva 14. Tutkimusrysä sijoittuminen vuosina 2011 ja 2012. Myös v. 2010 syyskuun puolenvälin jälkeen rysä oli pyynnissä tällä tavalla.



Kuva 15. Vuosina 2011–2012 Merikoskella käytetyn rysän pyyntisuunta vaihdettiin ja aitaverkosta luovuttiin. Rysän suuaukko avautui ylävirtaan ja se sijaitsi vain muutaman metrin voimalan alapuolella. Kuva: Panu Orell.

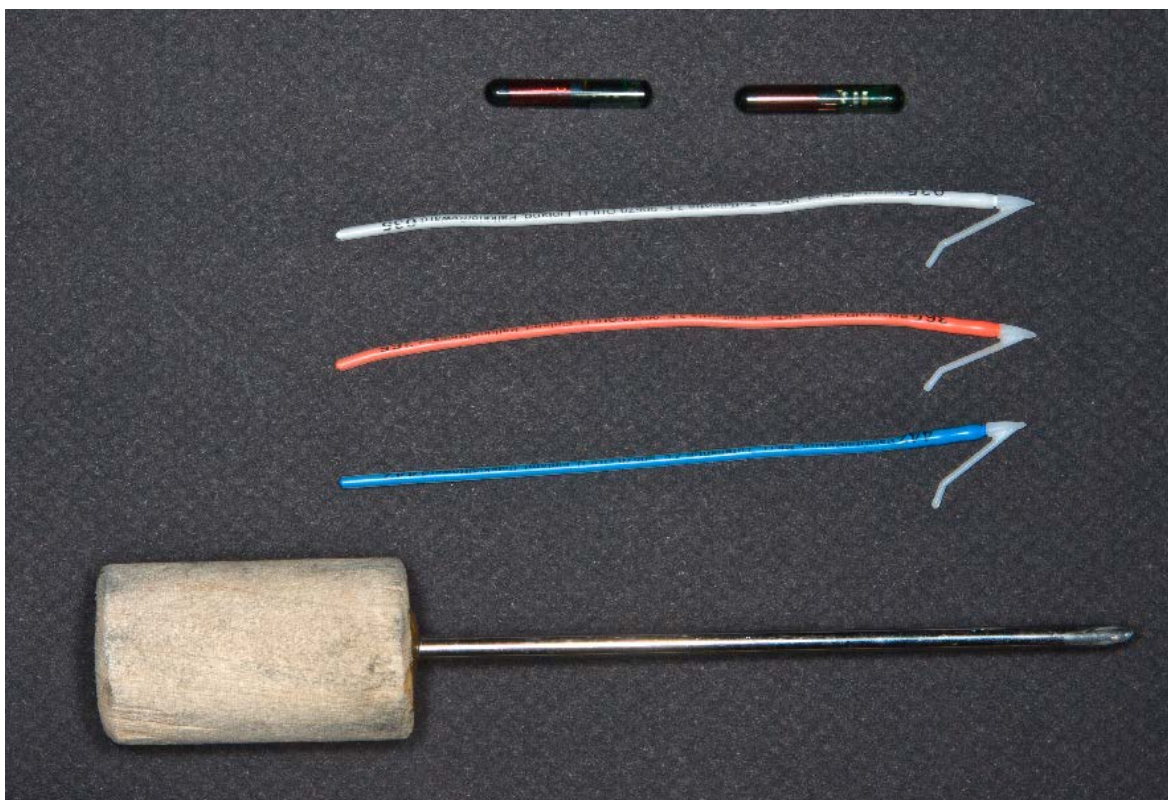
4.2. Kalojen PIT- ja nuolimerkinnät

PIT- ja nuolimerkintää varten lohet ja taimenet siirrettiin yksi kerrallaan veneen pohjalle, jossa oli hieman vettä ja märkä pehmeä pyyhe. Ennen merkintäkäsittelyä kalat rauhoitettiin peittämällä niiden silmät pyyhkeellä. Merkinnän jälkeen kalojen annettiin toipua sumpussa 5–30 min, jonka jälkeen ne vapautettiin pyyntipaikan tuntumaan, rysän alapuolelle.

Sekä lohet että taimenet merkittiin kahdella erilaisella yksilöllisellä merkillä: PIT-merkillä (v. 2010: Allflex 23 mm full duplex merkki, v. 2011–2012: Texas Instruments 23 mm half-duplex merkki) sekä nuolimerkillä (Hallprint Ltd, plastic tipped dart tag, malli PDL-1) (kuva 16). PIT-merkki asetettiin kalan vatsaonteloon vatsaevien taakse tehdyn pienen pistoviillon (3–4 mm) kautta. PIT-merkinnän avulla voitiin seurata kalojen yksilöllistä hakeutumista kalatiehen sekä käyttäytymistä kalatien sisällä.

Nuolimerkki asennettiin injektioneulan avulla nuoliväkäsestään kiinni kalan selkäeväruotojen väliin. Nuolimerkinnän avulla pyrittiin saamaan tietoa tutkimuskalojen myöhemmästä kohtalosta ja sijainnista merkkipalautusten kautta. Nuolimerkkiin oli kirjoitettu näkyville tieto palautusosoitteesta ja -palkkiosta (5 €) (kuva 16).

Merkinnän lisäksi kaloista otettiin suomunäyte ja määritettiin pituus, paino, sukupuoli sekä hartiakorkeus selkäevän etuosan kohdalta. Lisäksi arvioitiin silmämääräisesti kalojen ulkoista kuntoa ja jokeen nousun tai joessa (makeassa vedessä) oleskeluajan pituutta kalojen tummuuden (kirkas-tumma) ja kutuasun kehitysasteen perusteella. Taimenen osalta määritettiin myös evien kuntoa ja kehitysastetta kalojen alkuperän (poikasistukas/aikuisistukas) arvioimista varten.



Kuva 16. Kalojen merkinnässä käytettyä välineistöä: ylhäällä kaksi 23 mm:n PIT-merkkiä ja niiden alapuolella kolme eriväristä nuolimerkkiä (Hallprint, plastic tipped dart tag). Alimmaisena nuolimerkkien asentamisessa käytetty ontto teräväkärkinen injektioneula. Kuva: Alpo Huhmarniemi.

4.3. PIT-seuranta

PIT-merkittyjen lohien ja taimenten seurantaan varten Merikosken kalatiehen asennettiin vuosittain 2–6 kpl PIT-merkkien lukuun tarkoitettua antennijärjestelmää. Antennit kiinnitettiin kalatien pystyrakoihin ja ne ulottuivat kalatien pohjasta jonkun verran veden pinnan yläpuolelle (kuva 17). Pystyrakoihin asennetut antennit yhdistettiin PIT-lukijoihin, joiden havaitsemat yksilölliset PIT-merkkitiedot siirtyivät aineistoa jatkuvasti tallentavalle tietokoneelle.

Ensimmäisenä tutkimusvuotena PIT-merkkien (Allflex) lukujärjestelmää ei toistuvista yrityksistä huolimatta saatu toimimaan alakalatiellä, joten aineistoa kertyi vain kahdelta antennilta yläkalatien puolelta (liite 2). Vuodelle 2011 PIT-merkkijärjestelmää muutettiin (Texas Instruments) ja antennijärjestelmät saatiin toimimaan huomattavasti paremmin. Vuonna 2011 käytössä oli neljä antennia (liite 3) ja vuonna 2012 kuusi antennia (liite 4).

PIT-seurantatietojen avulla selvitettiin mm:

- Kalatiehen nousevien lohien ja taimenien osuutta kaikista merkityistä kaloista
- Kalatiehen nousun ajoittumista ja mahdollista nousuviivettä
- Kalatien eri osien läpi uimiseen kuluvaa aikaa (vaellusnopeus)
- Ympäristötekijöiden vaikutusta kalatiehen hakeutumiseen
- Yleistä vaelluskäyttäytymistä



Kuva 17. Merikosken yläkalatien alaosaan asennettu PIT-antennijärjestelmä. Varsinainen antenni on kiinnitetty vanerikehikkoon, joka on asennettu kalatien pystyrakoon. PIT-lukija on puulankun päässä oleva harmaa laatikko. Laatikolta lähtee kaapeli tallentavalle tietokoneelle. Kuva: Panu Orell.

4.4. Kalatien VAKI- ja videoseuranta

Merikosken kalatien kokonaiskalamäärän selvittämisessä hyödynnettiin Oulun Energian omistamaa islantilaista VAKI-kalalaskuria (kuva 18), joka oli sijoitettuna kalatien suuaukkoon yläkalatien yläosaan. VAKI-kalalaskurin aineiston validoinnissa hyödynnettiin lisäksi laskurin runkoon jälkikäteen asennettua jatkuvasti tallentavaa vedenalaista videokameraa (Lamberg Bio-Marin, 3.5 mm laajakulmaobjektiivi, Sanyo DSR-300P digitaalinen videonauhuri) (kuva 18).

Validoinnissa verrattiin VAKI-laskurin tuottamia kalojen siluettikuvia vastaavaan videoaineistoon. VAKI-laskurin ja videoseurannan yhdistämisellä saatiin selvitettyä kalojen laji (lohi/taimen), koko (pituus), sukupuoli (useimmiten) ja se oliko kala nuolimerkitty vai ei. Lisätietoa Oulujoella käytetystä VAKI-kalalaskurista ja sen luotettavuudesta löytyy Orellin ym. (2012) tutkimusraportista.



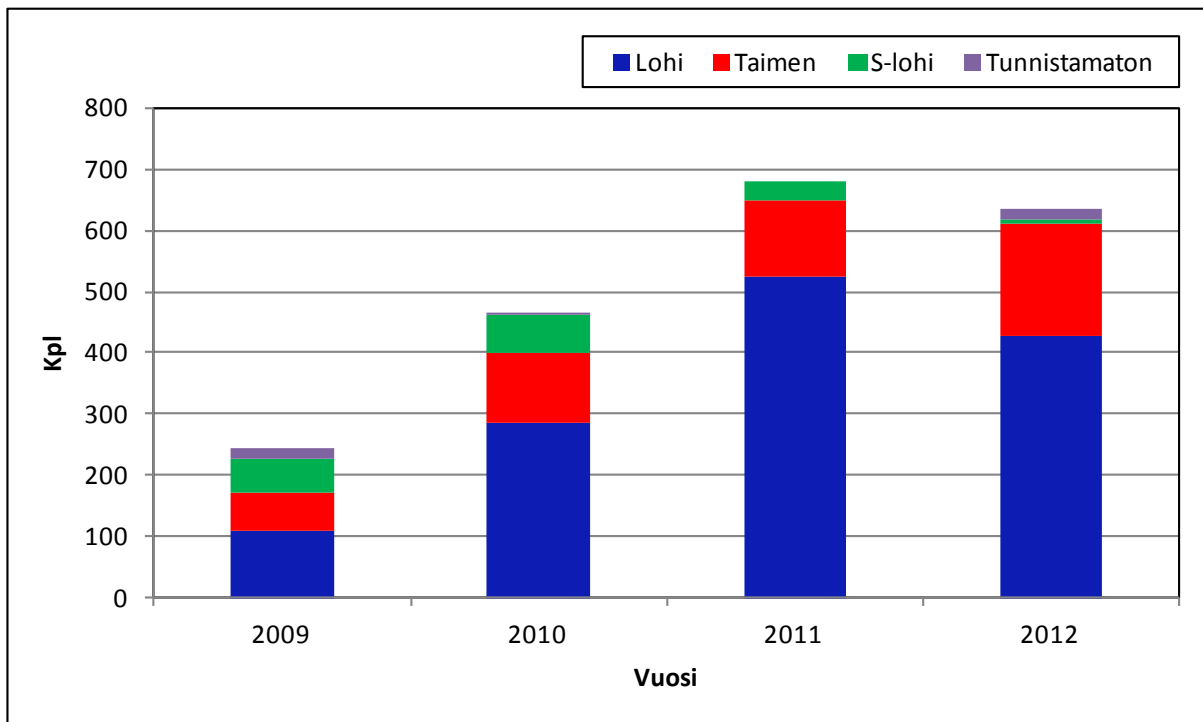
Kuva 18. Oulujoen Merikoskella käytetty VAKI-kalalaskurin vedenalaisyksikkö ja siihen kiinnitetty vedenalainen videokamera (alempi) ja halogeenivalo (ylempi). Kuva: Panu Orell.

5. Tulokset ja tulosten tarkastelu

5.1. Nousukalojen määrä ja nousun ajoittuminen

Merikosken kalatien kautta nousseiden taimenien ja erityisesti lohien määrä vaihteli suuresti vuosien välillä (kuva 19). Heikoimpana vuotena 2009 kalatietä käytti vain reilut 100 lohta, kun taas vuonna 2011 lohia vaelsi kalatiestä yli 500 kpl (kuva 19, liite 5). Lohen ohella myös taimenien määrä oli erittäin vähäinen kaudella 2009, mutta kasvoi selvästi vuosina 2010–2012 (kuva 19).

Merikosken kalatien nousulohi ja -taimenmäärät ovat sangen alhaiset, kun ne suhteutetaan jokeen ja jokisuulle tehtäviin vaelluspoikasistutuksiin (ks. luku 2.1.). Vaikka kalatien nousukalojen määrä suhteutettaisiin vain Montan voimalan alapuolelle tehtyihin istutuksiin, niin ”paluuprosentti” jää molemmilla lajeilla ja kaikkina neljänä vuotena välille 0,14–0,66 %. Mikäli paluuprosentin laskennassa huomioidaan myös Oulujokisuulle tehtävät istutukset, niin päädytään välille 0,04–0,23 %.



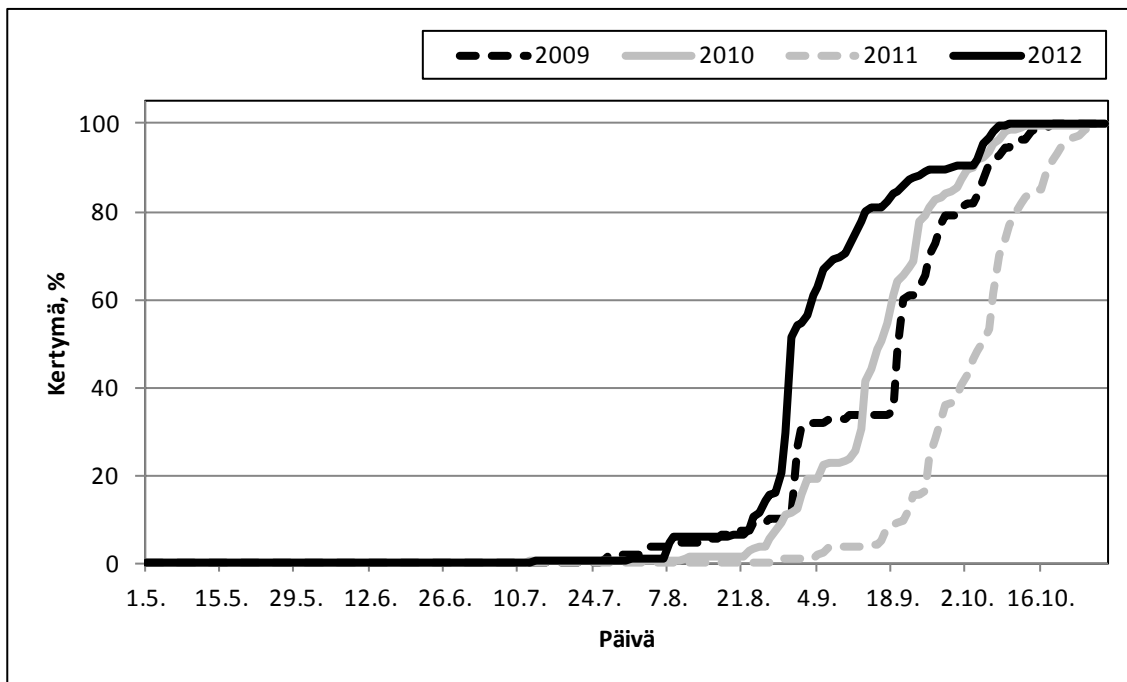
Kuva 19. Merikosken kalatien kautta vuosina 2009–2012 nousseiden lohien ja taimenten määrä Vaki-laskurin ja videotarkistuksen perusteella (S-lohi=varhaiskukuyksä n. 30–40 cm koiraslohi, jonka merivaellus on kestänyt vain muutamia kuukausia; tunnistamaton=lohi tai taimen, laji ei tunnistettavissa).

Merikosken kalatiellä lohien nousuvaellus ajoittuu huomattavan myöhään loppukesään-syksyyn (kuva 20). Oulujoen lohien nousun ajoittuminen poikkeaa jyrkästi esimerkiksi kahden Perämereen laskevan luonnonlohijoen (Tornion- ja Simojoki) nousun ajoittumisesta, joissa lohien päänousu tapahtuu vuosittain kesä-heinäkuussa (mm. Helle ym. 2011, Jaala ym. 2013). Vastaavasti historiallisten saalistietojen (Raattin lohipato, 1870–1919) perusteella isot lohet ovat luonnontilassa nousseet Oulujokeen pääosin kesä-heinäkuussa ja pienemmät lohet eli kossit heinäkuun puolivälistä alkaen (Isomaa 2008; A.Huusko, julkaisematon).

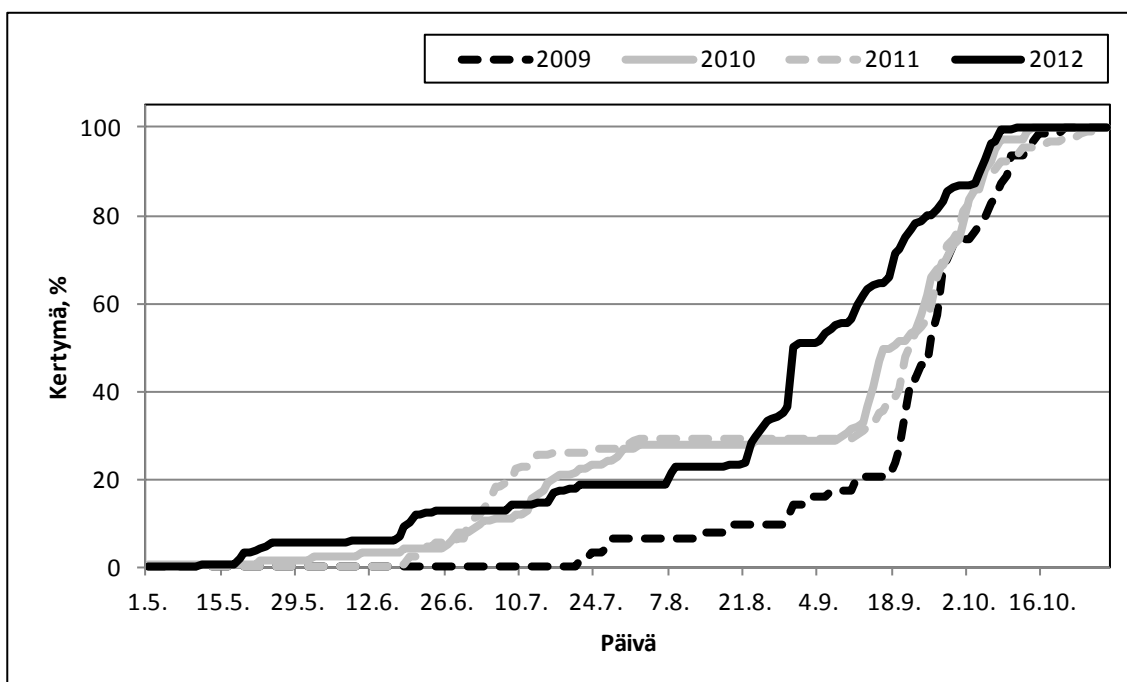
Seurantavuosien välillä havaittiin jonkin verran vaihtelua lohennousun ajoittumisessa. Esimerkiksi kaudella 2011 mediaaninousupäivä (=50 % lohista noussut kalatiestä) oli 5.10., kun taas vuonna 2012 mediaanipäivä oli jo 30.8. (ks. kuva 20). Kahtena muuna tutkimusvuotena mediaanipäivät ajoituivat näiden ääripäiden välille.

Lohesta poiketen joitakin taimenia nousee kalatien kautta jo alkukesästä lähtien, mutta päänousu ajoittuu lohien tavoin loppukauteen, syyskuulle (kuva 21). Tutkimusjaksolla taimenen mediaaninousupäivät vaihtelivat välillä 30.8.–25.9. (kuva 21).

Seurantatulosten perusteella vaikuttaa siltä, että Merikosken kalatien lohennousu aktivoituu vasta muutamia viikkoja ennen kutuaikaa, mahdollisesti kutukypsyyden ja -motivaation kehittymisen myötä (ks. Thorstad ym. 2008). Kutunousun aktivoituminen osuu samalla jaksoon, jolloin päivänpituus ja veden lämpötila laskevat voimakkaasti. Vuoden 2012 muita vuosia varhaisempaan lohennousun ajoittumiseen vaikutti todennäköisesti elokuulle kohdistuneet runsaat ohijuoksutukset, jotka houkuttelivat lohia nousemaan ohijuoksutuspäädän alle ja sieltä edelleen yläkalatiehen (ks. kuva 9). Vastaavanlainen aikainen lohennousu havaittiin kaudelle 2004, jolloin myös ohijuoksutukset olivat verraten voimakkaita (Isomaa 2008).



Kuva 20. Merikosken kalatien lohennousun kumulatiivinen ajoittuminen vuosina 2009–2012 (Vaki-laskuriaineisto).

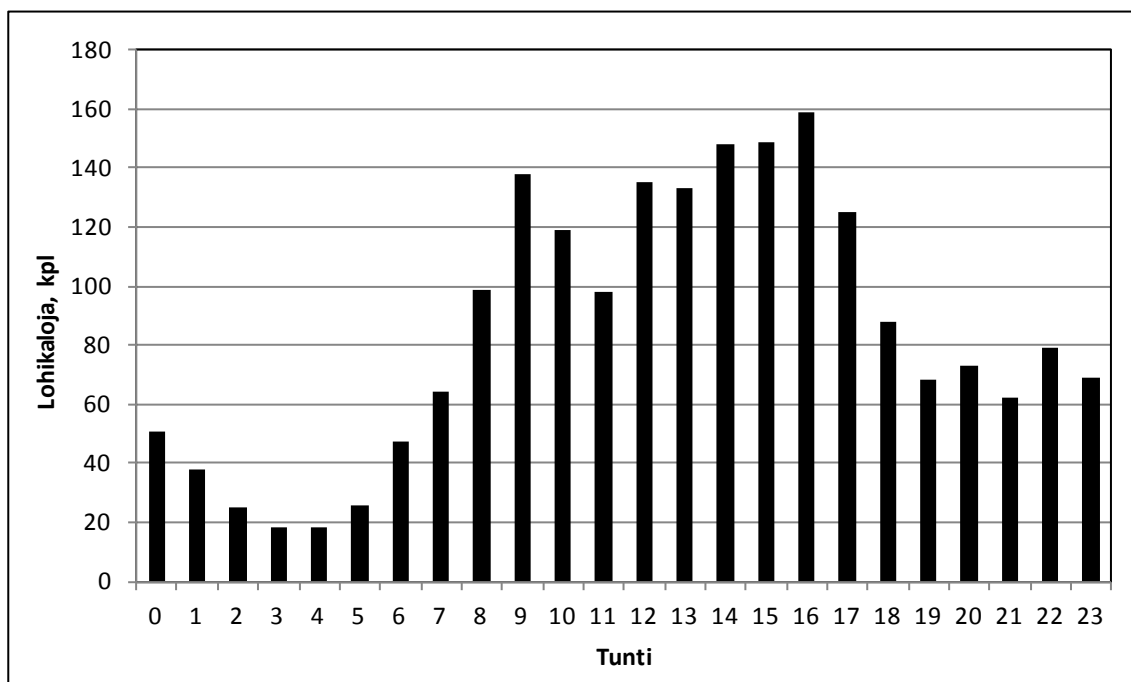


Kuva 21. Merikosken kalatien taimenen nousun kumulatiivinen ajoittuminen vuosina 2009–2012 (Vaki-laskuriaineisto).

Lohikalojen nousu kalatien yläosan kautta Oulujokeen keskittyy voimakkaasti päiväaikaan (kuva 22). Kello 07–19 välisenä aikajaksena kalatien Vaki-laskuri rekisteröi lähes 72 % lohikalalahavainnoista (kuva 22). Erityisen vähäistä vaellus oli yöllä klo 02–06. Vastaavia havaintoja on myös Kemijoen Isohaaran

kalatieltä (Laine, A. & Viitala, J., julkaisematon) sekä useista ulkomaisista kalatiekohteista (Chanseau ym. 1999, Gowans ym. 1999, Noonan ym. 2012).

Oulu- ja Kemijoella yksi mahdollinen syy siihen, etteivät lohet hakeudu kalatiehen yöaikaan, on näille joille tyypillinen voimakas vuorokausisäännöstely. Voimalaitoksen kautta tuleva virtaama laskee yöaikaan huomattavasti päiväaikaista virtaamaa pienemmäksi, minkä seurauksena lohet siirtyvät yöaikana tavallisesti alavirtaan pois kalatien sisäänkäynnin lähistöltä (mm. Rivinoja 2011, Huusko ym. 2012). Useissa tutkimuksissa on toisaalta todettu lohien tarvitsevan päivänvaloa hankalien virta-alueiden, kuten vesiputousten ja kalateiden selvittämiseen (Banks 1969, Gowans ym. 1999).



Kuva 22. Lohikalajien (lohi, taimen, s-lohi ja lohi/taimen) nousun ajoittuminen vuorokauden sisällä (00–24) Merikosken kalatien Vaki-laskurin tietojen perusteella vuosina 2009–2012 (n=2039). Vaki-laskuri oli sijoitettuna aivan kalatien yläosaan.

5.1.1. Varhaiskukuypsiä post-smoltteja

Merikosken kalatien kautta nousevien lohien joukossa havaittiin vuosittain jonkun verran pieniä n. 30–40 cm pitkiä lohikukuypsiä (kuvat 19 ja 23). Merikosken voimalan alapuolella tehtyjen näytepöytäperusteella todettiin näiden lohien olevan koiraspuolisia ja täysin kutuvalmiita (maiti valuvaa). Suomuanalyyysien ja Oulujoella tehtyjen lohimerkintöjen (=smoltti-istukkaiden PIT-merkintä) perusteella näiden pienten lohikukuypsiäiden merivaellus kestää maksimissaan vain joitakin kuukausia. Ne nousevat siis lisääntymään jo ns. post-smolttivaiheessa, samana vuonna kuin ne on istutettu.

Oulujoella tavattavia varhaiskukuypsiä post-smoltteja ei luontaisissa Itämeren lohikannoissa ole dokumentoitu lainkaan. Ilmiö viittaaakin vahvasti kalanviljely- ja istutustoiminnan kautta syntyneeseen uuteen ”lohimuotoon”. Yleisesti ottaen on havaittu, että viljelyperäiset lohet saavuttavat sukukypsyyden keskimäärin pienempänä kuin luonnon alkuperäisiä lohet (Kallio-Nyberg ym. 1997, Jutila ym. 2003), mutta post-smolttivaiheessa sukukypsyyden koiraiden nousu takaisin jokeen jo samana kesänä on ilmeisesti Oulujoella verraten uusi ilmiö. Jonsson ym. (1993) havaitsivat Norjassa 1990-luvun alussa, että jotkut vaelluspoikasina istutetut koiraslohet saavuttivat sukukypsyyden istu-

tuskesänä. Suurin osa näistä nousi istutusjokeensa, mutta osa myös muihin jokiin jopa satojen kilometrien päässä istutuspaikalta.

Otoliiteistä tehtyjen alitsariinialyysien perusteella Oulujoella havaitut varhaiskukuyksät post-smoltit eivät olleet peräisin ainakaan li- tai Kemijoelta, missä kaikki velvoiteistukkaat ovat alitsariinimerkittyjä. Toisaalta suomumääritysten perusteella kalat olivat istutusalkuperää ja tällöin niiden todennäköisin alkuperä oli Oulujoen istutukset, joita ei tuolloin ollut alitsariinimerkitty.

Kalanviljelylaitoksissa kaloja ruokitaan runsaasti ja energiapitoisella ravinnolla, jolloin sukukypsyyden saavuttaminen saattaa hyvän kasvunopeuden vuoksi tapahtua jo verraten aikaisin (Salminen ym. 2013 ja viitteet siinä). Koiraskalalle voi olla edullisempaa lisääntyä heti, kuin altistua syönnösvaeluksen aikaiselle kuolleisuudelle. Naaraspuolisilla lohilla kalan jälkeläistuotto on suoraan kytköksissä kokoon, joten naarailla pienikokoisena tapahtuva sukukypsytminen ei koiraisiin verrattuna ole kannattavaa (Fleming 1996).



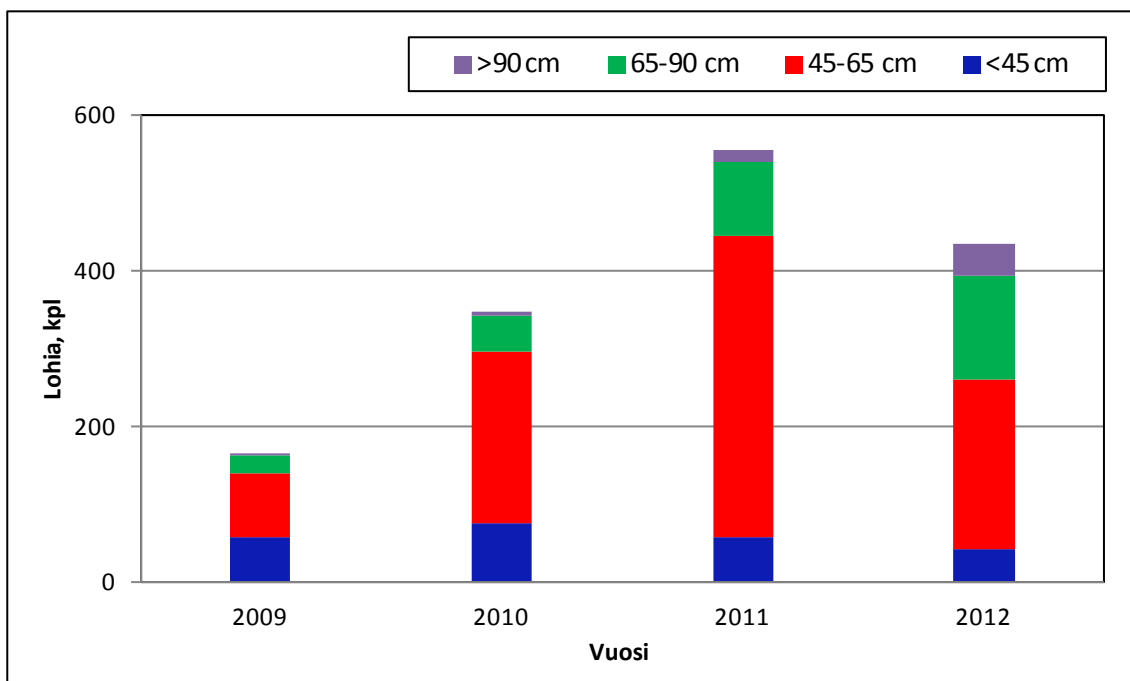
Kuva 23. Oulujoen alaosaasta pyydetty varhaiskukuyksä koiraspuolinen post-smoltti. Kalan paino 440 g ja pituus 35 cm. Kuva: Timo Kanniainen.

5.2. Nousukalojen koko- ja sukupuolijakaumat

Merikosken kalatien kautta nousevat lohet ovat pääosin (60–85 %) pieniä, alle 65 cm pitkiä yksilöitä (kuva 24). Näistä lohista suurin osa on kosseja, eli yhden merivuoden lohia. Pituusluokan 65–90 cm lohien osuus vaihteli 13–31 % välillä vuosina 2009–2012. Tämän ryhmän kaloista merkittävä osa on

kahden merivuoden lohikyksilöitä, joskin joukossa on myös hyvin kasvaneita yhden merivuoden lohia. Isoja, >90 cm lohia Merikosken kalatiestä nousee vuosittain erittäin vähän (kuva 24).

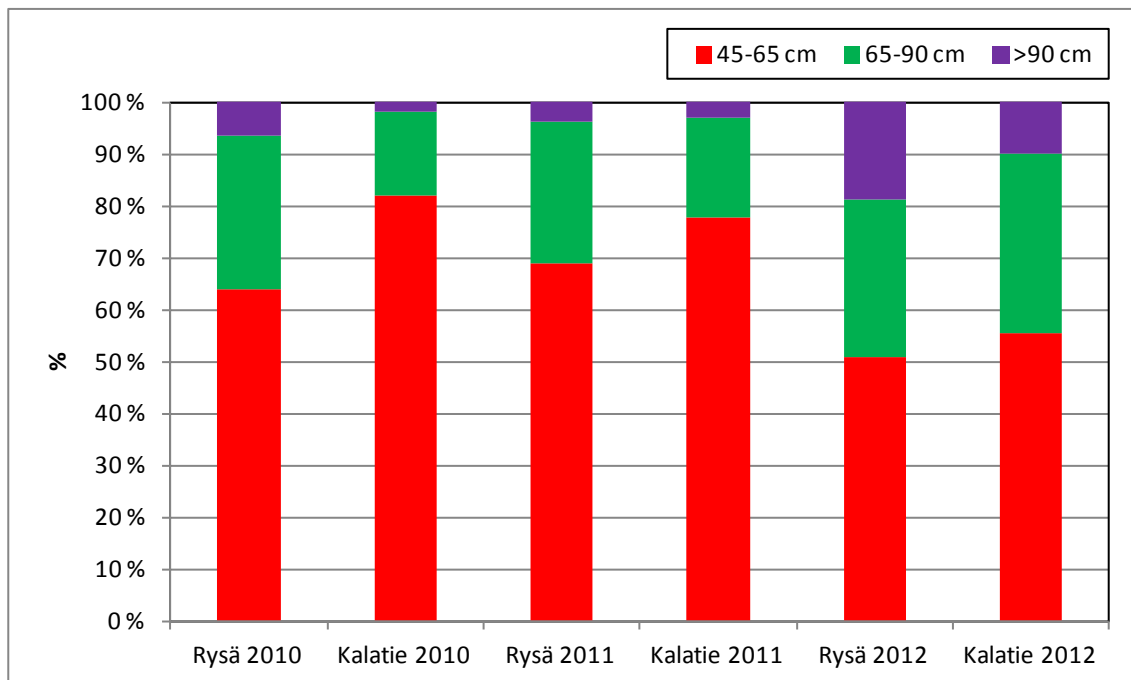
Eniten isoja lohia nousi kalatiestä kaudella 2012, jolloin sekä 65–90 cm että yli 90 cm lohien kappalemäärät ja suhteellinen osuus olivat suurimmillaan (kuva 24). Tämä isojen lohien määrän kasvu osui yhteen runsaiden ohijuoksutusten kanssa. Tavallista runsaammin isoja lohia nousi kalatietä pitkin edellisen kerran vuonna 2007, jolloin Merikoskella oli myös runsaat ohijuoksutukset (Isomaa 2008). Näiden havaintojen perusteella vaikuttaa siltä, että ohijuoksutukset houkuttelevat isoja lohikyksilöitä nousemaan Oulujoen vanhaa uomaa pitkin (ks. kuva 9) ohijuoksutuspadolle ja siitä ohijuoksutusten vähentyessä Merikosken yläkalatien kautta Oulujokeen. Ilmiö heijastaa virtamaan merkitystä vaelluskalojen ohjaamisessa ja houkuttelemisessa kalateihin, mikä olisi syytä ottaa huomioon mm. kalateiden sisäänkäyntien houkutusvirtaamien suunnittelussa.



Kuva 24. Merikosken kalatien kautta nousseiden lohien kokojakaumat (pituus, cm) vuosina 2009–2012. Kalojen koon määrittäminen perustui Vaki-laskurin tallentamiin tietoihin (Vaki pituuskerroin 5,3).

Verrattaessa Merikosken alakanavasta rysällä pyydettyjen lohien kokojakaumaa kalatien läpäisseiden lohien kokojakaumaan, havaitaan kalatien kautta kulkeneen vuosittain suhteellisesti enemmän pienikokoisia lohia (kuva 25). Erytisen selvästi suhteellinen ero kokojakaumissa näkyy isoimpien (>90 cm) lohien kokoryhmässä (kuva 25), joskin tässä ryhmässä kappalemäärät olivat sekä alakanavan rysäpyynnissä että kalatiessä varsin vähäisiä ja tulokset ovat siten alttiita sattuman vaikutukselle.

Suhteelliset erot kokojakaumissa viittaavat kuitenkin käyttäytymiseroon erikokoisten lohien haikutumisessa kalatiehen ja antavat lieviä viitteitä Merikosken kalatien kokovalikoivuudesta. Kalatie vaikuttaa toimivan tehokkaammin pienemmille lohikyksilöille kuin isommille yksilöille. Vastaavasta ilmiöstä on hajanaisia havaintoja myös muualta (mm. Saltveit 1993).

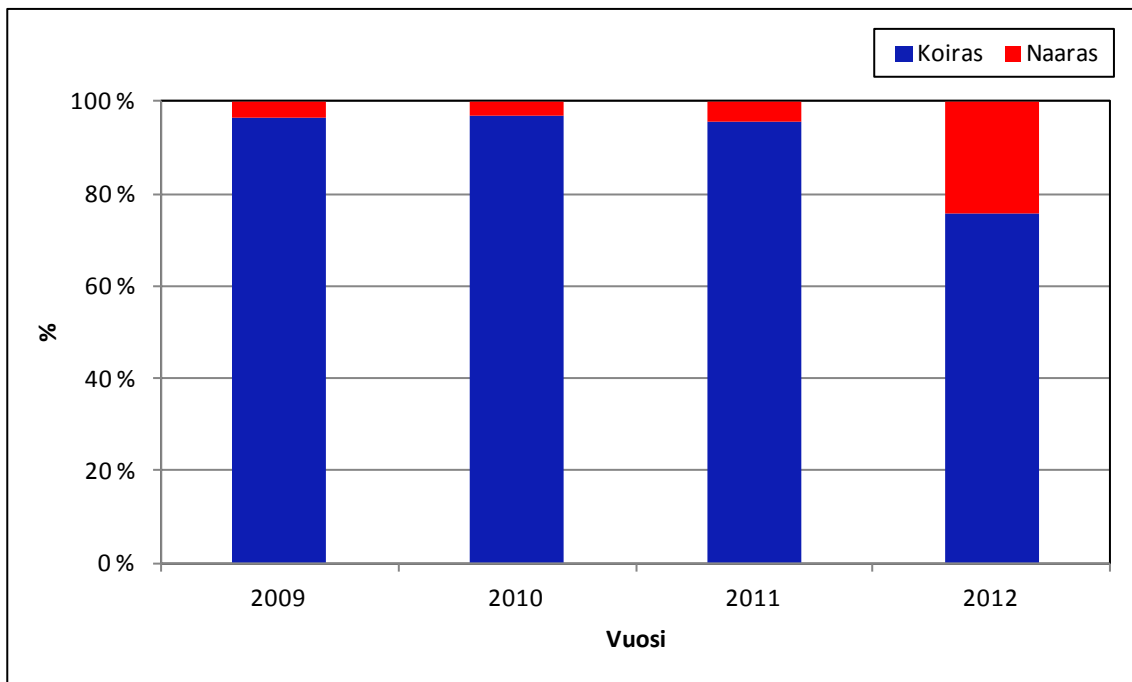


Kuva 25. Merikosken voimalaitoksen alakanavan rysäpyynnin ja kalatien läpäisseiden lohien kokojakaumat kolmeen pituusryhmään jaoteltuna vuosina 2010–2012. Pienimmät (<45 cm) lohet on jätetty pois tarkastelusta.

Merikosken kalatietä nousevien lohien sukupuolijakaumia arvioitiin Vaki-laskurin yhteyteen asennettuna videokameran avulla. Koska pääosa lohista nousee kalatiehen vasta syksyllä, hieman ennen kutuaikaa, oli sukupuolten erottaminen ulkoisten tuntomerkkien (lähinnä pään muoto) perusteella tavallisesti varsin helppoa.

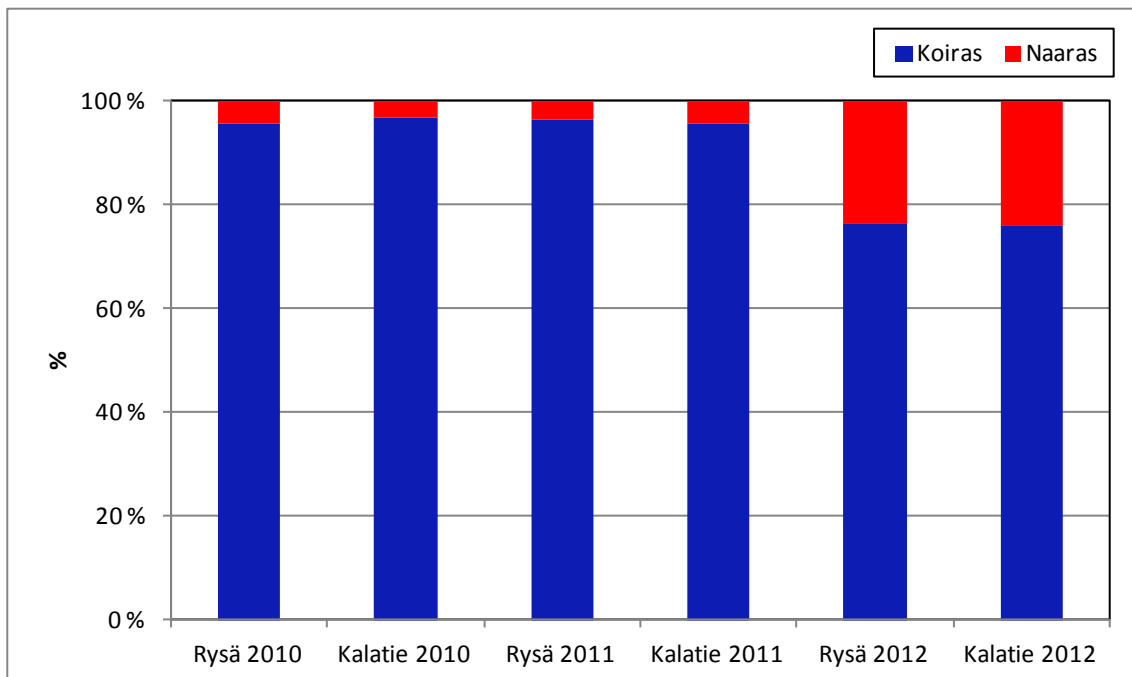
Kalatien lohien sukupuolijakaumat olivat jyrkästi koirasvoittoisia kaikkina tutkimusvuosina (kuva 26). Erytisen vähän naaraslochia kulki kalatien kautta vuosina 2009–2011, jolloin naaraiden osuus oli 3,1–4,4 %. Kaudella 2012 naaraslohioiden määrä ja suhteellinen osuus nousukannasta kasvoivat merkittävästi (kuva 26). Naaraiden määrän kasvu johtui pääasiassa isojen lohien määrän kasvusta vuonna 2012. Isoista, useamman merivuoden lohista merkittävä osa on naaraita, kun taas pienemmät yhden merivuoden lohet ovat Itämeren lohijoissa lähes yksinomaan koiraita (Kallio-Nyberg & Pruuki 1990). On mahdollista, että runsaat ohijuoksutukset v. 2012 houkuttelivat myös tavallista enemmän isoja lohia ohijuoksutuspadon alle ja yläkalatien kautta Oulujokeen. Vastaavasta ilmiöstä on Oulujoelta saatu heikkoja viitteitä jo aiemmin (Isomaa 2008)

Vähäinen naaraskalojen määrä ja osuus on havaittu myös aiemmissa Merikosken kalatiellä toteutetuissa seurannoissa vuosina 2004–2007 (Isomaa 2008). Tuolloin koiraslohioiden osuudeksi nousukannasta arvioitiin keskimäärin 89 % (Isomaa 2008). Oulujoella havaittu lohikannan suuri koirasvoittoisuus ei ole tyypillistä Itämeren alueen luonnonlohijoissa, vaan nousukannat ovat sukupuolisuhteiltaan huomattavasti tasapainoisempia (esim. Kallio-Nyberg & Pruuki 1990, Vähä ym. 2013).



Kuva 26. Koiras- ja naaraslochien osuudet (%) Merikosken kalatien Vaki-laskurilla videotarkistusten perusteella vuosina 2009–2012.

Merikosken voimalaitoksen alakanavasta rysällä pyydettyjen lohien sukupuolijakaumat olivat lähes identtiset kalatien läpäisseiden lohien sukupuolijakauman kanssa (kuva 27). Selvä naaraslochien osuuden kasvu havaittiin sekä rysäpyynnissä että kalatiessä vuonna 2012 (kuva 27).



Kuva 27. Koiras- ja naaraslochien osuudet Merikosken alakanavan rysäpyynnissä ja kalatien läpäisseissä kaloissa vuosina 2010–2012.

Merikosken kalatiehen nousevien lohien koirasvoittoisuus voisi teoriassa johtua vaelluspoikasistukkaiden vääristyneestä sukupuolijakaumasta. Tästä ilmiöstä ei kuitenkaan ole dokumentoitua näyttöä, vaan Montan smoltti-istukkaiden sukupuolijakauma vaikuttaa ainakin pienen otoksen (n=31) perusteella verraten tasaiselta (naaraita 42 %, koiraita 58 %). Vastaavasti Tornionjoella rysäpyynnissä saattujen villien ja viljeltyjen lohien vaelluspoikasten sukupuolijakaumat ovat olleet v. 2006–2013 varsin tasaisia, kuten myös Tornionjoen kantaa olevat kalanviljelylaitoksissa tuotetut poikaset (taulukko 3).

Taulukko 3. Lohien vaelluspoikasten sukupuolisuhteet Tornionjoen rysäpyynnissä (villit ja viljellyt poikaset) vuosina 2006–2013 sekä kahdessa kalanviljelylaitoksessa vuosina 2007–2008. Lähde: Ville Vähä, RKTL.

Vuosi	Tornionjoen rysäpyynti				Viljellyt laitoksissa			
	Villit poikaset		Viljellyt poikaset		RKTL, Muonion KVL		Vanttauskoski	
	koiras	naaras	koiras	naaras	koiras	naaras	koiras	naaras
2006	326	416	2	3				
2007	338	475	5	2	44	56	177	123
2008	364	458	1	1	48	52		
2009	139	225	36	39				
2010	71	83	5	5				
2011	249	345	8	11				
2012	140	195	52	58				
2013	88	96	28	32				
n	1715	2293	137	151	92	108	177	123
%-osuus	42,8 %	57,2 %	47,6 %	52,4 %	46,0 %	54,0 %	59,0 %	41,0 %

5.3. Kalatiehen hakeutuvien lohien ja taimenien osuus

PIT-seurantatietojen perusteella Merikosken kalatiehen hakeutui (havainto alakalalien PIT-antenneilta) vuodesta riippuen 29,2–44,0 % merkityistä taimenista ja 29,6–64,4 % merkityistä lohista (taulukko 4). Merkittävä osa kalatiessä havaituista kaloista ei kuitenkaan PIT-seurannan perusteella noussut koko kalatien läpi (ei havaintoa ylimmältä PIT-antennilta). Taimenista koko kalatien selvitti vuodesta riippuen 6,6–18,8 % ja lohista 16,4–25,5 % merkityistä yksilöistä.

Vuonna 2011 kalatien ylin PIT-antenni (ks. liite 3) ei toiminut koko aikaa moitteettomasti ja merkittävä osa sen ohi kulkeneista PIT-merkkikaloista jäi havaitsematta. Tästä syystä vuoden 2011 kalatien läpäisseiden kalojen määrää tarkasteltiin PIT-merkintätietojen lisäksi saman ajankohdan videoaineistojen sekä pelkän alakalalien PIT-aineistojen avulla. Kalatien uloskäynniltä kerätyn videoaineiston perusteella kalatien läpäisi v. 2011 yhteensä 232 merkittyä lohta, mikä vastaa n. 43 %:a alakanavassa merkityistä lohista. Tässä joukossa saattoi olla mukana joitakin muualla kuin alakanavassa merkittyjä lohia, mutta toisaalta osalta merkityistä kaloista oli nuolimerkki voinut irrota, joten videoaineisto antanee verraten tarkan kuvan kalatien läpäisystä v. 2011 osalta. Videoaineistosta saatua merkittyjen lohien määrää tukee myös tieto siitä, että alakalalien läpäisi vuonna 2011 yhteensä 283 (52,8 %) alakanavassa merkittyä lohta (taulukko 5) ja suuri osa näistä kaloista selvitti todennäköisesti myös

yläkalatien. Lohien tapaan myös taimenilla todellinen kalatien läpäisyprosentti vuonna 2011 oli todennäköisesti suurempi kuin taulukossa 4 on esitetty (ks. taulukot 4–5). Taimenen osalta alakalatien koko kalatietä alhaisempi läpäisyprosentti (12,7 % vs. 16,9 %) vuonna 2012 selittyy sillä, että kyseisenä vuotena osa kaloista pystyi voimakkaiden ohijuoksutusten vuoksi nousemaan Merikosken vanhaa luonnonuomaa pitkin yläkalatien alapuolelle, eikä kaloista siten tallentunut havaintoa alakalatien PIT-antenneille.

Taulukko 4. Merkittyjen taimenten ja lohien hakeutuminen Merikosken kalatiehen. Taulukossa on esitetty kuinka suuri osuus Merikosken alakanavassa merkityistä taimenista ja lohista havaittiin kalatiessä ja kuinka suuri osuus läpäisi **koko** kalatien vuosittain (=havainto ylimmältä PIT-antennilta). Tiedot perustuvat PIT-seurannan tuloksiin. Vuoden 2011 läpäisyprosentit ovat aliarvioita johtuen ylimmän PIT-antennin toimintaongelmista.

	2010		2011		2012		2010-2012	
	Taimen	Lohi	Taimen	Lohi	Taimen	Lohi	Taimen	Lohi
Havaittu (%)	29.2	32.4	44.0	64.4	39.4	29.6	39.0	53.3
Läpäissyt (%)	18.8	25.5	6.6	16.4	16.9	17.0	12.9	18.1
N	48	145	91	536	71	135	210	816

Taulukko 5. Merikosken **alakatien** läpäisseiden taimenten ja lohien prosenttiosuudet PIT-merkityistä yksilöistä vuosina 2011–2012. Vuonna 2010 alakalatiessä ei ollut toimivaa PIT-antennilaitteistoa.

	2011		2012		2011-2012	
	Taimen	Lohi	Taimen	Lohi	Taimen	Lohi
Läpäissyt (%)	26.4	52.8	12.7	25.2	20.4	47.2
N	91	536	71	135	162	671

Merikosken alakanavan lohipopulaation koko arvioitiin Jolly-Seberin merkintä-takaisinpyyntimenetelmällä vuosien 2010–2012 rysäpyynnin saalistietojen perusteella. Lohien määrä alakanavan alueella vaihteli vuodesta riippuen noin 1000 ja 3000 yksilön välillä (taulukko 6). Pyyntiaineisto oli tähän analyysiin melko pieni ja merkittyyä kaloja saatiin uudelleen rysästä saaliiksi verrattain vähän, joten estimaattien luottamusvälit kasvoivat suuriksi.

Vuosina 2010 ja 2011 kalatien läpäisi kalalaskuri- ja videoaineiston perusteella noin neljäsosa populaatioanalyysin perusteella arvioidusta kalatien alapuolisesta lohimäärästä (taulukko 6). Vuonna 2012 kalatien selvittäneiden lohien osuus oli tällä tavalla tarkasteltuna huomattavasti pienempi, vain noin 15 %. Tähän tulokseen kannattaa kuitenkin suhtautua varauksella, sillä rysäpyynnissä oli kesällä 2012 tulvan vuoksi useiden viikkojen tauko ja toisaalta myös olosuhteet kalatiessä olivat muista vuosista selvästi poikkeavat.

Taulukko 6. Merikosken alakanavan aikuisten lohien populaatiokokoestimaatti (Jolly-Seber), estimaatin 95%:n luottamusväli, kalatien selvittäneiden lohien määrä ja kalatien selvittäneiden lohien %-osuus suhteutettuna populaatiokokoon.

Vuosi	Populaatiokoko (suluissa 95%:n luottamusväli)	Kalatietä nousseet (yks.)	Kalatietä nousseet (%)
2010	1078 (521–1636)	286	26,5 (17,5–54,9)
2011	2040 (1045–3024)	524	25,7 (17,3–50,1)
2012	2921 (1060–8542)	426	14,6 (5,0–40,2)

5.4. Kalatiehen hakeutumisen viive

Merikosken kalatiehen hakeutumiseen kulunutta aikaa arvioitiin vertaamalla yksilöiden merkintä-ajankohtaa ja ensimmäistä PIT-antenneilta saatua havaintoa alakalatiestä. Keskimääräinen viive oli vuonna 2011 taimenilla 25 vrk ja lohilla 23 vrk. Vuonna 2012 vastaavat luvut olivat taimenilla 25 vrk ja lohilla 20 vrk (taulukot 7–8).

Kalatiehen hakeutumisen viiveessä oli selvä ero eri kuukausina merkityillä kaloilla (taulukot 7-8). Heinäkuussa merkityillä lohilla ja taimenilla viive oli pisin ja syyskuussa merkityillä lyhyin. Tämä osoittaa, että Oulujoella havaittu vaelluskalojen poikkeuksellisen myöhäinen nousun ajoittuminen johtuu ainakin osin niiden haluttomuudesta hakeutua kalatietä pitkin ylävirtaan kesäaikana. Lohien nousumotivaatio vaikuttaa lisääntyvän kutuajan lähestyessä syksyllä (ks. myös Thorstad ym. 2008).

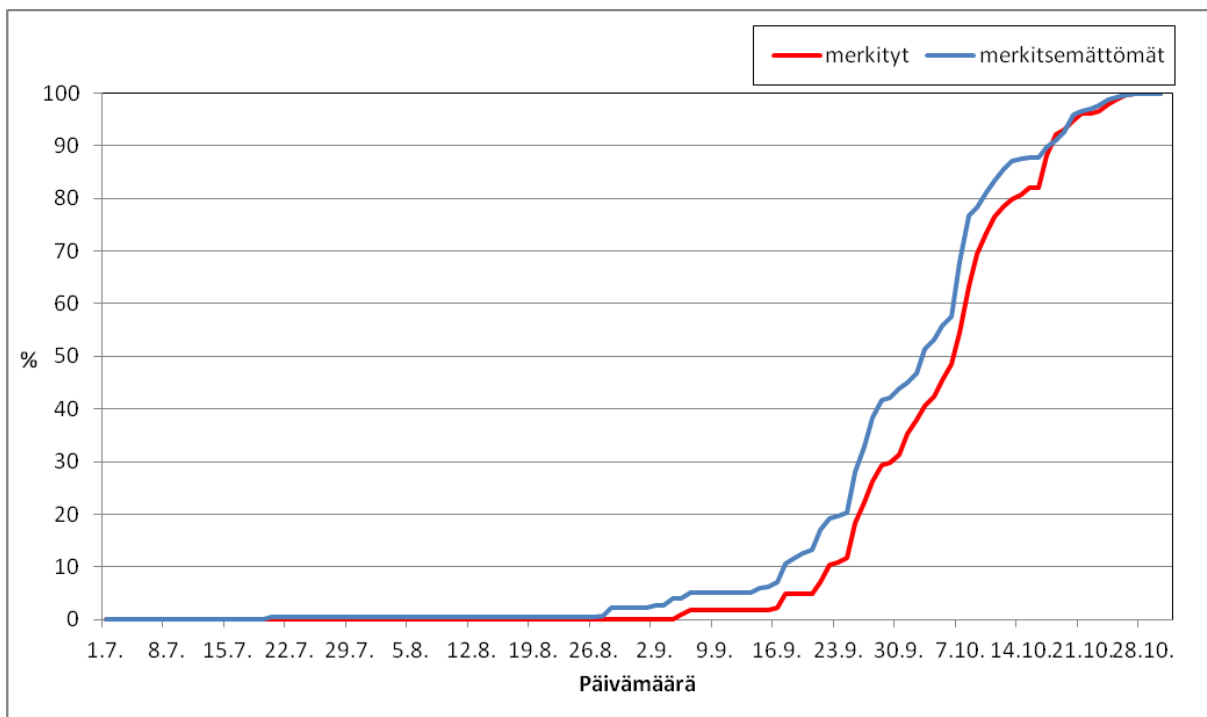
Merkittyjen (PIT- ja nuolimerkki) ja merkitsemättömien lohien nousun ajoittumisessa ei kalatien yläosan Vaki- ja videoseurannan perusteella ollut merkittävää eroa, eli kalojen merkintä ja siihen liittyvä käsittely ei vaikuttanut muuttavan niiden nousuvaelluskäyttäytymistä ratkaisevasti (kuva 28). Kalatiehen hakeutumisen viiveen voi näin ollen arvioida kuvaavan verraten hyvin todellista vaellusviivettä, eikä kalojen käsittelystä ja merkinnästä aiheutuvaa mahdollista ”käsittelyviivettä”.

Taulukko 7. Lohien kalatiehen hakeutumisen viive (vrk) vuosina 2011–2012. Taulukossa on esitetty kalan merkinnästä kulunut aika (keskiarvo, maksimi ja minimi) siihen, kun siitä on saatu ensimmäisen kerran havainto alakalatiestä. Lisäksi vastaavat ajat on laskettu erikseen eri kuukausina (heinä-, elo- ja syyskuu) merkityille yksilöille. Tulokset perustuvat PIT-seurannan tietoihin.

	2011				2012			
	Viive	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Viive	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
Keskiarvo	23.23	39.41	34.13	14.41	20.18	29.11	22.65	10.77
Maksimi	77.91	77.91	73.86	40.11	61.55	52.22	61.55	16.82
Minimi	1.90	5.85	3.98	1.90	5.19	7.98	6.96	5.19
N	348	6	148	194	32	8	13	11

Taulukko 8. Taimenten kalatiehen hakeutumisen viive (vrk) vuosina 2011–2012. Taulukossa on esitetty kalan merkinnästä kulunut aika (keskiarvo, maksimi ja minimi) siihen, kun siitä on saatu ensimmäisen kerran havainto alakalatiestä. Lisäksi vastaavat ajat on laskettu erikseen eri kuukausina (heinä-, elo- ja syyskuu) merkityille yksilöille. Tulokset perustuvat PIT-seurannan tietoihin.

	2011				2012			
	Viive	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Viive	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
Keskiarvo	25.01	40.57	36.37	9.07	24.72	34.16	17.36	14.59
Maksimi	92.93	92.93	40.94	24.08	80.28	80.28	38.96	27.50
Minimi	0.51	0.51	31.80	0.90	1.29	10.92	6.10	1.29
N	39	18	2	19	24	12	3	9



Kuva 28. Merkittyjen (PIT- ja nuolimerkki) ja merkitsemättömien lohien kalatien läpäisyn kumulatiivinen ajoittuminen Merikosken kalatiessä kaudella 2011. Aineisto perustuu Vaki-kalalaskurin ja vedenalaisen videoseurannan tietoihin.

5.5. Ympäristötekijöiden vaikutus kalatiehen hakeutumiseen

Kalatiehen hakeutuvien lohien ja taimenten määrään vaikuttavien ympäristötekijöiden merkitystä analysoitiin tilastollisesti vuosien 2011 ja 2012 aineistoja käyttäen. Tarkastelussa PIT-merkittyjen kalojen ensimmäisten kalatiehen nousukertojen vuorokautista määrää verrattiin vallinneisiin koneistojuoksutuksiin ja merivedenkorkeuteen.

Additiivisilla malleilla (GAM) tehdyissä analyyseissä havaittiin, että vuoden 2011 aineistossa kalatien puoleisen turbiinin (T3, ks. kuva 3) virtaaman kasvamisella vaikutti olevan negatiivinen vaikutus kalatiehen nousevien kalojen määrään. Samansuuntainen tulos saatiin myös aikaisemmin kalatien sisäänkäynnin edessä tehdyissä DIDSON-kaikuluotauksissa, joissa kalamäärän havaittiin lisääntyvän

kalatien puoleisella rannalla silloin, kun saman puolen (T3, ks. kuva 3) turbiinijuoksutuksia vähennettiin (Lilja 2011).

Kalatien sisäänkäynnistä katsottuna kauimmaisen voimalaitosturbiinin (T1, ks. kuva 3) virtaaman vaikutus vuoden 2011 aineistossa näyttäisi pienillä virtaamilla olevan negatiivinen, mutta virtaaman kasvaessa sillä on positiivinen vaikutus kalatiehen nousevien kalojen määrään. Vaste on kuitenkin heikko, joten tulokseen täytyy suhtautua osin varauksella. Vuoden 2012 aineistolla tehdyissä analyyseissä koneistovirtaamilla ei havaittu olevan vaikutusta kalatiehen nousevien kalojen määrään.

Merivedenkorkeuden ja kalatiehen nousevien kalojen määrän välillä ei havaittu tilastollista yhteyttä kumpanakaan tutkimusvuotena, joskin kaudella 2011 kalatiessä havaittiin kaksi suurta nousukapeliikka samanaikaisesti poikkeuksellisen korkealla nousseen merivedenpinnan kanssa.

5.6. Käyttäytyminen kalatien sisällä: nousun kesto

PIT-seuranta-aineistojen perusteella vaelluskalojen nousu Merikosken kalatiessä kestää sekä lohella että taimenella verraten pitkään. Lohilla keskimääräinen kalatien nousun kesto vuonna 2011 oli 67 tuntia ja vuonna 2012 reilut 240 tuntia (taulukko 9). Taimenilla kalatien läpiuimiseen kului huomattavasti pidempään, vuonna 2011 keskimäärin yli 100 tuntia ja vuonna 2012 peräti 573 tuntia (taulukko 10). Vuoden 2012 tulokset perustuvat melko vähäiseen merkittyjen kalojen määrään, jolloin yksittäisten pitkään kalatietä uineiden kalojen havainnot suurentavat huomattavasti keskimääräistä kalatien läpiuimiseen kulunutta aikaa.

Sekä lohilla että taimenilla vaikuttaa aikaa kuluvan erityisesti alakalatien selvittämiseen, kun taas Kauneusaltaan ja yläkalatien läpi kalat uivat huomattavasti nopeammin (taulukot 9–10). Aikaisempien tutkimusten perusteella nousu alakalatien ylimmästä altaasta Kauneusaltaan ja yläkalatien kautta jokeen kesti radiomerkityillä lohilla keskimäärin 44 tuntia (Karppinen ym. 2008). Kauneusaltaan ja yläkalatien läpäisyyn kului PIT-merkityillä lohilla vuonna 2011 aikaa keskimäärin 18 tuntia (vaihteluväli 1,6–260,9 h, n=49) ja 65 tuntia (vaihteluväli 14,9–226,4 h, n=8) vuonna 2012.

Taulukko 9. Merikosken kalatien läpiumiseen kulunut aika lohella vuosina 2011–2012. Taulukossa on esitetty kalatien eri osissa (alakalatie, Kauneusallas ja yläkalatie) kulutettu aika (keskiarvo, maksimi ja minimi) sekä koko kalatien selvittämiseen käytetty aika tunteina. Tulokset perustuvat PIT-seurannan tietoihin.

		Alakalatie	Kauneusallas	Yläkalatie	Koko kalatie
2011	Keskiarvo	76.28	9.84	11.25	67.17
	Maksimi	1538.65	661.05	113.76	735.98
	Minimi	0.42	0.23	0.94	2.08
	N	271	172	59	89
2012	Keskiarvo	130.42	37.95	16.72	242.94
	Maksimi	623.01	83.65	142.78	717.64
	Minimi	0.83	6.12	0.81	3.89
	N	19	9	21	21
2011–2012	Keskiarvo	79.83	11.24	12.69	100.73
	Maksimi	1538.65	661.05	142.78	735.98
	Minimi	0.42	0.23	0.81	2.08
	N	290	181	80	110

Taulukko 10. Merikosken kalatien läpiumiseen kulunut aika taimenella vuosina 2011–2012. Taulukossa on esitetty kalatien eri osissa (alakalatie, Kauneusallas ja yläkalatie) kulutettu aika (keskiarvo, maksimi ja minimi) sekä koko kalatien selvittämiseen käytetty aika tunteina. Tulokset perustuvat PIT-seurannan tietoihin.

		Alakalatie	Kauneusallas	Yläkalatie	Koko kalatie
2011	Keskiarvo	151.08	5.85	30.11	101.94
	Maksimi	1538.65	45.03	110.29	334.54
	Minimi	0.44	0.66	2.03	5.42
	N	17	12	5	5
2012	Keskiarvo	320.27	-	93.02	573.28
	Maksimi	859.33	-	597.67	1395.39
	Minimi	0.47	-	0.99	21.73
	N	8	0	7	8
2011–2012	Keskiarvo	205.22	5.85	66.81	392.00
	Maksimi	1538.65	45.03	110.29	1395.39
	Minimi	0.44	0.66	0.99	5.42
	N	25	12	12	13

6. Oulujoen vaelluskalakantojen hoidon kehittäminen

Sekä tämän että aiempien tutkimuksien tulosten perusteella Oulujoen nykyinen vaelluskalakantojen (lohi ja taimen) hoito-ohjelma ei tuota kaikilta osin tyydyttäviä tuloksia. Vastaavasti myös Merikosken kalatien tehokkuudessa on kehitettävää.

Keskeisiä Oulujoen vaelluskalakantojen hoidon ja toisaalta vaelluskalakantojen hyödyntämisen ongelmia ovat:

- Vähäiset nousukalamäärät suhteessa lohi- ja taimenistutuksiin
- Lohien myöhäinen jokeen nousu ja viivästynyt kalatiehen hakeutuminen
- Nousevan lohikannan vinoutunut koko- ja sukupuolijakauma
- Luonnonvaraisen poikastuotannon vähäisyys

Yllä mainituja ongelmia voidaan pyrkiä vähentämään suunnitelmallisilla toimenpiteillä, mm. istutusten tuottavuuden parantamisella, Merikosken kalatien toimivuuden kehittämisellä sekä luonnonvaraisen poikastuotannon käynnistämällä joen suistoalueen puroissa (ns. Hupisaarten purot).

6.1. Istutusten tuottavuuden parantaminen

Lohen ja taimenen vaelluspoikasistutusten tuotto on Suomessa merkittävästi laskenut viimeisten 20–30 vuoden aikana (ICES 2011, Salminen ym. 2013). Istutusten tuottavuuden lasku johtuu ainakin merivaelluksen aikaisen, ns. post-smolttikuoilleisuuden kasvusta (Helle ym. 2011, ICES 2011, Salminen ym. 2013). Toisaalta on arvioitu, että myös kalastajien halu palauttaa kalamerkkejä on heikentynyt, mikä voi osaltaan vaikuttaa istutusten tuottavuuden aliarviointiin (Salminen ym. 2013 ja viitteet siinä).

Oulujoen Merikosken kalatie antaa kuitenkin varsin luotettavan kuvan joen vaelluspoikasistutusten nykyisestä tuottavuudesta, sillä kalatiellä voidaan tarkasti laskea jokeen palaavat istutuksista peräisin olevat kutukat. Tällä hetkellä kalatien kautta Oulujokeen nousee kutukypsiä kaloja alle 0,3 % vaelluspoikasistutusten määrästä.

Mikäli Oulujoen lohi- ja taimenkantojen hoito perustuu tulevaisuudessakin pääosin istutushoitoon, on istutusten tuottavuuden kehittäminen tärkeä tavoite. Koska meriolosuhteille ei ainakaan lyhyellä aikavälillä voida tehdä esim. lohen selviytymistä parantavia toimenpiteitä, täytyy istutusten tuottavuuden parantamisessa keskittyä kalanviljely- ja istutuskäytäntöjen optimointiin. Tämä voi Oulujoen osalta tarkoittaa mm. istutuksiin käytettävien lohi- ja taimenkantojen vaihtamista tai perinnöllistä monipuolistamista, laadukkaampien istukkaiden tuottamista (esim. virikekasvatetut lohen ja taimenenpoikaset) sekä istutusajankohtien ja -menetelmien säätämistä.

Oulujoella on lohi-istutuksissa perinteisesti käytetty ns. Montan laitoskantaa, joka perinnöllisten tutkimusten perusteella sisältää geeniaineista useasta Perämeren alueen lohikannasta (Koljonen 1989). Kyseessä ei siis ole Oulujoen ”alkuperäinen” lohikanta. Oulujoen lohi-istutuksissa voitaisiin näin ollen testata myös muita Perämeren alueen lohikantoja (esim. Tornionjoen ja Iijoen kannat tai mahdollisesti jotain uutta sekakantaa) ja tutkimustulosten perusteella optimoida istutuksissa käytettävä lohikanta.

Lohi- ja taimenistukkaiden laatua ja soveltuvuutta vapauttavaksi luonnonolosuhteisiin voitaisiin nykytiedon perusteella parantaa viljelyolosuhteiden monipuolistamisella, esim. ns. virikekasva-

tuksella (Hyvärinen & Rodewald 2013). Virikekasvatuksella on viime aikoina saatu positiivisia tuloksia aikaan ja verratuna standardiviljelyyn sen on havaittu mm. parantavan kalojen uintikykyä, evien kuntoa ja saalistuksen välttämiskykyä sekä edesauttavan kalojen kykyä hyödyntää luonnonravintoa (Salminen ym. 2013 ja viitteet siinä). Virikekasvatusmenetelmä on suunniteltu varsin yksinkertaiseksi ja sitä voidaan hyödyntää tavanomaisissa kaupallisissa kalanviljelylaitoksissa. Erityisen hyvin virikekasvatus sopii juuri Oulujoen kaltaisiin tilanteisiin, joissa voimalaitosrakentamisen aiheuttamia kalataloushaittoja kompensoidaan laajamittaisilla vaelluspoikasistutuksilla, joiden odotetaan tuottavan jokisuulle ja jokiin palaavaa kalaa ja toisaalta kalastettavaa haitankärsijöille. Nykytilanteessa näiden velvoiteistutusten tuottavuus on varsin alhainen ja tuottoa olisikin perusteltua saada nostetuksi esimerkiksi laadukkaampien istutuspoikasten avulla. Virikekasvatettujen poikasten käyttö istutuksissa voitaisiin asettaa esim. voimayhtiöiden velvoitteiksi.

Varsinaisten istutuspoikasten tuottamiseen liittyvien kehitystoimien lisäksi olisi Oulujoella syytä kehittää myös istutuskäytäntöjä, mm. istutusten ajoittamista (ks. Salminen ym. 2013). Aiemmin Oulujoella tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että lohien velvoiteistutuksia on tehty erityisesti 2000-luvulla Montan kalanviljelylaitokselta liian aikaisin keväällä, kylmään veteen (Karppinen ym. 2013). Istutusajankohdasta johtuen poikasten selviytyminen jokivaelluksen aikana on ollut heikkoa ja sitä kautta istutusten tuottavuus on alentunut (Karppinen ym. 2013). Aikaisten istutusten heikosta tuottavuudesta on saatu näyttöä myös muualta, mm. nevanlohen carlin-merkintätutkimuksista (Kallio-Nyberg ym. 2009).

Vuodesta 2011 alkaen Oulujoen vaelluspoikasistutusten ajankohtaa on kalaviranomaisten vaatimuksesta myöhäistetty alkamaan aikaisintaan 10. päivä toukokuuta. Tämäkin istutusajankohta on varsin aikainen, jos sitä verrataan luonnonsmolttien vaelluksen ajoittumiseen esimerkiksi läheisillä Tornion- ja Simojoella, missä smolttivaelluksen huippu jokisuulla ajoittuu yleensä vasta kesäkuun ensimmäiselle puolikkaalle (mm. Vähä ym. 2013). Tulevaisuudessa Oulujoen velvoiteistutukset pitäisikin pyrkiä ajoittamaan niin, että vallitsevat ympäristöolosuhteet olisivat smolttien selviytymisen kannalta mahdollisimman otolliset. Käytännössä tämä tarkoittaisi istutusajankohdan myöhäistämistä. Yksi potentiaalinen mahdollisuus olisi käyttää Oulujoen istutusten ajoittamisesta kiinteän istutuspäivämäärän sijasta veden lämpötilarajaa. Tällaisessa mallissa istutuksien käynnistäminen voisi tapahtua vasta veden lämpötilan (vuorokautinen keskilämpötila) noustua yli 8 asteen. Vastaavasti kaikkia istutuksia ei todennäköisesti kannata vapauttaa aivan samanaikaisesti, vaan istutukset olisi hyödyllistä toteuttaa muutamissa erässä ja ajoittaa ne esimerkiksi kahden viikon jaksolle matkien luonnonpoikasten vaelluksen ajoittumista. Tällä menetelmällä varmistettaisiin maksimaalisen hyvät selviytymismahdollisuudet ainakin merkittäväälle osalle istukkaista.

6.2. Merikosken kalatien kehittäminen

Yksi mahdollinen syy Merikosken kautta nousevien lohien vähäisyyteen voi olla Oulujoen vallitseva istutuskäytäntö. Vain kolmasosa vaelluspoikasista vapautetaan Muhokselta Oulujokeen ja loput kaksi kolmasosaa jokisuulle Toppilansalmen edustalle (ks. kuva 2). Jokisuulle istutettujen yksilöiden vaellusvietti jokea ylävirtaan on todennäköisesti heikompi kuin Monttaan istutetuilla, sillä tutkimuksissa on todettu lohien smoltti-istukkaiden leimautuvan vapautuspaikkaansa (Saunders 1967, Harden Jones 1968, Nordeng 1977, Power & McCleave 1980, Heggberget ym. 1986, 1988). Tästä johtuen Merikosken alapuolelle istutetuilla lohiksiilöillä ei välttämättä ole riittävää motivaatiota nousta kalatiehen ja

sitä kautta jokea ylävirtaan. Vaelluspoikasistutusten painopistettä pitäisikin mahdollisesti siirtää enemmän jokialueelle, jotta sinne leimautuneiden lohien määrää saataisiin kasvatettua nykyisestä. Tästä asiasta saadaan lisätietoa Oulujoen osalta lähiaikoina, kun vuosina 2011-2012 toteutettujen laajojen (10 000 kpl/vuosi) vaelluspoikasmerkintöjen tulokset valmistuvat.

Lohien alkuperän ja istutuskäytäntöjen lisäksi osasyynä kalatien huonoon tehoon voi olla itse kalatie ja sen käyttö. Laine ja Laajala (2011) ovat raportissaan maininneet mahdollisiksi toimenpiteiksi Merikosken kalatien toiminnan tehostamiseksi kalatien vesimäärän lisäämisen, sisäänkäynnin rakenteen muuttamisen ja voimalaitoksen käytön yhteensovittamisen kalatien toiminnan kanssa. Merikosken kalatielle suunniteltu lisävesityskoe epäonnistui kovien ohijuoksutusten vuoksi kesällä 2012, eikä lisäveden johtamisen vaikutuksesta kalatien houkuttelevuuteen saatu luotettavaa tietoa. Kalatien vesimäärän lisäämisellä voisi olla positiivinen vaikutus kalojen hakeutumiseen kalatiehen ja alakalatiehen läpi uimiseen. Lisävesityskokeilu kannattaakin pyrkiä toteuttamaan normaaleissa kesäajan virtaamaolosuhteissa, jotta saataisiin tietoa siitä, saataisiinko erityisesti useamman merivuoden kookkaita lohia nousemaan kalatiehen nykyistä paremmin. Samassa yhteydessä olisi hyvä testata myös Merikosken kalatien vaihtoehtoista sisäänkäyntiä, eli ns. Denil-sisäänkäyntiä (ks. luku 2.2.). Tämän sisäänkäynnin avaaminen jatkuvaan tai ainakin säännölliseen käyttöön todennäköisesti edesauttaisi kalatiehen hakeutuvien kalamäärien kasvattamisessa. Näin lohet ja taimenet voisivat hakeutua kalatiehen kahta eri reittiä pitkin ja todennäköisyys kalatien sisäänkäynnin löytymiseen kasvaisi.

Myös erilaisia kokeiluja kalatien sisäänkäynnin muodon ja putouskorkeuden säätämiseksi olisi hyvä kokeilla jatkossa. Larinierin (1998) mukaan lohi vaatii voimakkaan houkutusvirtaaman noustakseen pystyrakoaukon kautta kalatiehen. Merikoskellakin pystyrakoaukkoa parempi ratkaisu voisi olla ns. ylivirtausaukko, jossa kalatiestä purkautuva vesi tulee leveästä, mutta suhteellisen matalasta aukosta, jolloin putouskorkeus ja sitä kautta kalatiestä tulevan veden virtausnopeutta saadaan kasvatettua lohia houkuttelevaksi. Ylivirtausaukon käytön ongelma on kuitenkin alakanavan vedenpinnan korkeuden vaihtelu. Vedenpinnan taso vaihtelee alakanavassa huomattavasti voimalaitosjuokсутuksen määrän ja meriveden korkeuden mukaan. Ylivirtausaukon saaminen toimivaksi kaikissa olosuhteissa edellyttäisikin kalatien sisäänkäynnin rakenteiden säätymistä automaattisesti alakanavan vedenpinnan tasoon sopivaksi.

Vaelluksen hidastumista ja pysähtymistä vaikuttaa Merikoskella esiintyvän erityisesti alakalatieissä. Lohet käyvät alakalatieissä ja palaavat takaisin alakanavaan useita kertoja ennen lopullista nousuaan koko kalatien läpi. Lisäksi kalat saattavat varsinaisen nousunsa aikana viettää pitkän aikaa alakalatieissä, todennäköisesti alakalatiehen yläpään altaissa lyhyen tunneliosuuden alapuolella, ennen kaukusaltaaseen siirtymistään. Osa alakalatieissä havaituista kaloista ei läpäise alakalatieitä ollenkaan. On mahdollista, että alakalatiehen yläosan ”pimeä” tunneliosuus viivästyttää kalojen nousua. Parannusratkaisu tähän voisi olla alakalatiehen tunneliosuuden poistaminen tai ainakin tunneliosuuden katon avaaminen esimerkiksi ritiläratkaisulla niin, että luonnonvalo pääsisi vapaammin kalatien tähän osaan.

Oulujoella voimayhtiön (Oulun Energia) velvoitteena on nahkiaisten pyynti (50 000 kpl/vuosi) ja ylisiirto Merikosken voimalaitoksen yläpuolelle. Nahkiaisten pyyntiä varten Merikoskella säädetään vuosittain elokuusta alkaen kalatien (osa vedestä Denil-sisäänkäyntiin) ja voimalaitosten (mm. apu-turbiinin käyttö) juokсутuksia nahkiaisten saannin maksimoimiseksi. Nahkiaisten pyynti osuu ajallisesti juuri samaan aikaan, kun valtaosa lohista on nousemassa Merikosken kalatiehen. Tämä toiminta vähentää varsinaisen kalatien sisäänkäynnin vesimäärää ja saattaa osaltaan ohjata lohia ja taimenia epäoptimaalisiin paikkoihin (mm. Denil-sisäänkäynnin tuntumaan, josta ei kuitenkaan pääsyt itse

kalatiehen) ja näin ollen vähentää kalatiehen hakeutuvien kalojen määrää. Nahkiaisten pyynnin järjestämisen ja kalatien toimivuuden turvaamisen yhteensovittamista olisi tulevaisuudessa syytä pohtia aiempaa perusteellisemmin.

6.3. Luonnontuotannon hyödyntämismahdollisuudet

Oulujoen korkeasta rakentamisasteesta johtuen lohen tai taimenen luonnonvaraiseen lisääntymiseen soveltuvia poikastuotantoalueita on luonnontilaan verrattuna erittäin vähän (Mäki-Petäys, ym. 2008). Lisäksi osa lisääntymiseen teoriassa soveltuvista alueista (mm. Sangin- ja Muhosjoki) on vedenlaadultaan liian heikossa tilassa vaelluskalojen poikastuotantoon.

Oulujoen suistoalueella Oulun kaupungin keskustassa on kuitenkin runsas määrä (n. 2 km) pieniä puroomia (Hupisaarten purot), jotka tutkimusten mukaan soveltuisivat hyvin vaelluskalojen poikastuotantoalueiksi, erityisesti taimenelle (Orell ym. 2010). Nykytietämyksen perustella luonnonvaraisen taimenkannan palauttaminen näihin puroihin olisi täysin mahdollista. Tämä edellyttäisi puroomien vesittämistä myös talviaikana ja puroomien pienimuotoista kunnostamista. Hupisaarten purojen talvivesityksestä on positiivisia kokemuksia kahdelta talvelta (Orell ym. 2010). Lisäksi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus on muutamia vuosia sitten laatinut purojen kunnostussuunnitelman kustannusarvioineen ja luovuttanut suunnitelman vesialueen omistajalle, Oulun kaupungille. Perusedellytykset luonnonvaraisen taimenkannan palauttamista varten ovat siis saavutettavissa varsin pienin toimenpitein ja kustannuksin.

Kiitokset

Tekijät kiittävät tasapuolisesti tutkimushankkeen kenttätöihin osallistuneita Helge Tuomivaaraa, Timo Siltakoskea, Miia Myllylahtea, Anni Mäkelää ja Lauri Kleemolaa sekä muutamia tilapäisapuna toimineita varamiehiä. Lisäksi kiitämme Oulun Energia Oy:tä ja erityisesti Ahti Sipolaa yhteistyöstä ja korvaamattomasta avusta tutkimuksen toteuttamisen aikana. Tutkimus toteutettiin osana maa- ja metsätalousministeriön rahoittamaa ”Toimivatko kalatiet” -hanketta, jota RCTL toteutti vuosina 2010–2013.

Viitteet

- Anonyymi. 1954. Entinen Oulujoki. Oulujoki Osakeyhtiö, Helsingin kauppakirjapaino.
- Banks, J.W. 1969. A review of the literature on the upstream migration of adult salmonids. *Journal of Fish Biology* 1: 85–136.
- Chanseau, M., Croze, O. & Larinier, M. 1999. Impact des aménagements sur la migration anadrome du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur le gave de Pau (France) (The impact of obstacles on the Pau River (France) on the upstream migration of returning adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)). *Bull. Fr. Pêche Piscic*, 353–354: 211–238.
- Fleming, I.A. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: 379–416.
- Gough, P., Philipson, P., Schollemma, P.P. & Wanningen, H. 2012. From sea to source; International guidance for the restoration of fish migration highways. 299 s.
- Gowans, A.R.D., Armstrong, J.D. & Priede, I.G. 1999. Movements of adult Atlantic salmon in relation to a hydroelectric dam and fish ladder. *Journal of Fish Biology* 54: 713–726.
- Harden Jones, F.R. 1968. Fish migration. Arnold Ltd., London. 325 s.
- Heggberget, T.G., Lund, R.A., Ryman, N. & Ståhl, G. 1986. Growth and genetic variation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from different sections of the River Alta, North Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43: 1828–1835.
- Heggberget, T.G., Hansen, L.P. & Naesje, T.F. 1988. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1691–1698.
- Helle, E., Erkinaro, J., Heinimaa, P., Ikonen, E., Lehtonen, H., Leskelä, A., Pakarinen, T., Rahkonen, R., Romakaniemi, A. & Söderkultalahri, P. 2011. Suomessa lisääntyvien Itämeren lohikantojen tila tieteellisen havaintoaineiston perusteella. RKTL:n työraportteja 12/2011. 77 s.
- Huusko, R., Orell, P., Jaukkuri, M., van der Meer, O. & Mäki-Petäys, A. 2012. Nousulohien radiotelemetriaseurannat lijoen vesivoimalaitosten alakanavissa v. 2011–2012. Lijoen kalatiet -hankkeen loppuraportti Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselle 20.12.2012. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Oulu. 42 s.
- Hyvärinen, P. & Rodewald, P. 2013. Enriched rearing improves survival of hatchery-reared Atlantic salmon smolts during migration in the River Tornionjoki. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70: 1386–1395.
- ICES, 2011. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 22–30 March 2011, Riga, Latvia. ICES 2011/ACOM:08. 297 s.
- Isomaa, M. 2008. Lohen (*Salmo salar* L.) ja meritaimenen (*Salmo trutta* L.) nousu Merikosken kalatiessä vuosina 2004–2007. Pro-Gradu-tutkielma. Oulun yliopisto. 65 s.
- Isomaa, M., Saraniemi, M., Karppinen, P., Vähä, V., Jørgensen, S., Mäki-petäys, A. & Erkinaro J. 2006. Kalojen nousu Merikosken kalatiessä vuosina 2004–2005. Teoksessa: Laajala, E., Yrjänä, T., Erkinaro, J. & Mäki-Petäys, A. (toim.) Vaelluskalojen lisääntymis- ja kalastusmahdollisuuksien parantaminen Oulujoen alaosalla. Alueelliset ympäristöjulkaisut 418, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. 71 s.
- Jaala, E., Lilja, J. & Vähä, V. 2013. Simojoen nousulohien kaiku-uotausseurannat vuosina 2008–2012. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen työraportteja 14/2013. 16 s.
- Jaukkuri, M., Orell, P., van der Meer, O., Rivinoja, P., Huusko, R. & Mäki-Petäys, A. 2013. Nousulohien käyttäytyminen voimalaitosten alakanavissa ja kalatietehen hakeutumiseen vaikuttavat tekijät: kirjallisuuskatsaus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen työraportteja 20/2013. 31 s.
- Jolly, G.M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both dead and immigration-stochastic models. *Biometrika* 55: 225–247.
- Jonsson, N., Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1993. Migratory behaviour and growth of hatchery-reared post-smolt Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Fish Biology* 42: 435–443.
- Jutila, E., Jokikokko, E., Kallio-Nyberg, I., Saloniemi, I. & Pasanen, P. 2003. Differences in sea migration between wild and reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the Baltic sea. *Fisheries research* 60: 333–343.
- Kallio-Nyberg, I. & Pruuki, V. 1990. Diversity in the salmon stock (*Salmo salar* L.) of the Tornionjoki River and the rehabilitation strategy. *Finnish Fisheries Research* 11: 45–52.

- Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M-L. 1997. The genetic consequence of hatchery-rearing on life-history traits of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): a comparative analysis of sea-ranched salmon with wild and reared parents. *Aquaculture* 153: 207–224.
- Kallio-Nyberg, I., Salminen, M., Saloniemi, I. & Kannala-Fisk, L. 2009. Marine survival of reared Atlantic salmon in the Baltic Sea: the effect of smolt traits and annual factors: *Fisheries Research* 96: 289–295.
- Karppinen, P., Jounela, P., Huusko, R. & Erkinaro, J. 2013. Effects of release timing on migration behaviour and survival of hatchery-reared Atlantic salmon smolts in a regulated river. *Ecology of Freshwater Fish*. Vol. 22, Issue 4. (doi: 10.1111/eff.12097).
- Karppinen, P., Marttila, M., Jaukkuri, M., Annala, M., Männistö-Vetoniemi, K., Heikkinen, S., Jørgensen, S., Vähä, V. & Erkinaro, J. 2008. Lohien ja haukien telemetriatutkimus Oulujoen alaosalla. Julkaisussa: Laine, A. (toim.) Palaako lohi Oulujokeen? Loppuraportti Oulu- ja Lososinkajoilla tehdyistä selvityksistä 2006–2007. *Suomen ympäristö* 5: 85–94.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman, Menglo Park, California. 624 s.
- Koljonen, M-L. 1989. Electrophoretically detectable genetic variation in natural and hatchery stocks of Atlantic salmon in Finland. *Hereditas* 110: 23–35.
- Laine, A. & Laajala, E. 2011. Merikosken kalatien toimivuuden tehostamistarpeet ja -mahdollisuudet. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Oulujoen kalateiden suunnittelu ja tukitoimenpiteet -hanke. 15 s.
- Larinier, M. 1998. Upstream and downstream fish passage experience in France. Teoksessa: Jungwirth, M., Shmutz, S. & Weiss, S. (toim.) *Fish migration and fish bypasses*. Fishing News Books, Oxford, s. 127–145.
- Lilja, J. 2011. Oulujoen kalateiden suunnittelu ja tukitoimenpiteet: DIDSON-kaikuluotaukset Merikosken kalatien suuaukolla syyskuussa 2009. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Työraportti 29.4.2011. 11 s.
- Mäki-Petäys, A., Marttila, m., van der Meer, O., Tertsunen, J., Isomaan, M., Louhi, P., Havumäki, M., Shirokov, V., Shurov, I. & Erkinaro, J. 2008. Lohen poikastuotantoalueet Oulujoen pääuomassa ja sivujoissa. Julkaisussa: Laine, A. (toim.) Palaako lohi Oulujokeen? Loppuraportti Oulu- ja Lososinkajoilla tehdyistä selvityksistä 2006–2007. *Suomen ympäristö* 5: 85–94.
- Noonan, M., Grant, J. & Jackson, C. 2012. A quantitative assessment of fish passage efficiency. *Fish and Fisheries* 13: 450–464.
- Nordeng, H. 1977. A pheromone hypothesis for homeward migration in anadromous salmonids. *Oikos* 28: 155–159.
- Orell, P., Jaukkuri, M., Huusko, R. & Mäki-Petäys, A. 2012. Vaki-kalalaskurin luotettavuus ja laskurin hyödyntämismahdollisuudet kalateiden seurannassa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Tutkimuksia ja selvityksiä 10/2012. 25s.
- Orell, P., Jaukkuri, M., van der Meer, O., Mäki-Petäys, A., Huusko, R. & Kanninen, T. 2010. Istutettujen lohienpoikasten menestyminen hupisaarten puroissa 2009–2010. Työraportti 19.11.2010. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 9 s.
- Power, J.H. & McCleave, J.D. 1980. Riverine movements of hatchery reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) upon returns as adult. *Environmental Biology of Fishes* 5: 3–13.
- Rivinoja, P. 2011. Aikuisten lohien käyttäytyminen Montan voimalaitoksen alakanavassa, Oulujoella - Tiivistelmä telemetriaseurannasta 2010. Englanninkielinen alkuperäisotsikko: Behaviour of adult salmon at the power-station outlet Montta in River Oulujoki, Finland - A summary of telemetry tracking in 2010.
- Saltveit, S.J. 1993. Abundance of juvenile Atlantic salmon and brown trout in relation to stocking and natural reproduction in the River Lærdalselva, Western Norway. *North American Journal of Fisheries Management* 13: 277–283.
- Salojärvi, K., Heikinheimo-Schmid, O. & Jutila, E. 1981. Oulujoen kala-, nahkiaiais- ja rapukannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston tiedonantoja 16: 1–76.
- Salminen, M., Heinimaa, P., Huusko, A., Hyvärinen, P., Kallio-Nyberg, I., Kolari, I., Lehtonen, E., Leskelä, A., Niiva, T., Piironen, J., Romakkaniemi, A & Vehanen, T. 2013. Paremmat istukkaat, parempi istutustulos. Istutustutkimusohjelman 2006–2012 tuloksia. RCTL:n työraportteja 19/2013. 86 s.
- Saunders, R.L. 1967. Seasonal pattern of return of Atlantic salmon in the Northwest Miramichi River, New Brunswick. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 24: 21–32.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Aarestrup, K. & Heggberget, T.G. 2008. Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 18: 345–371.

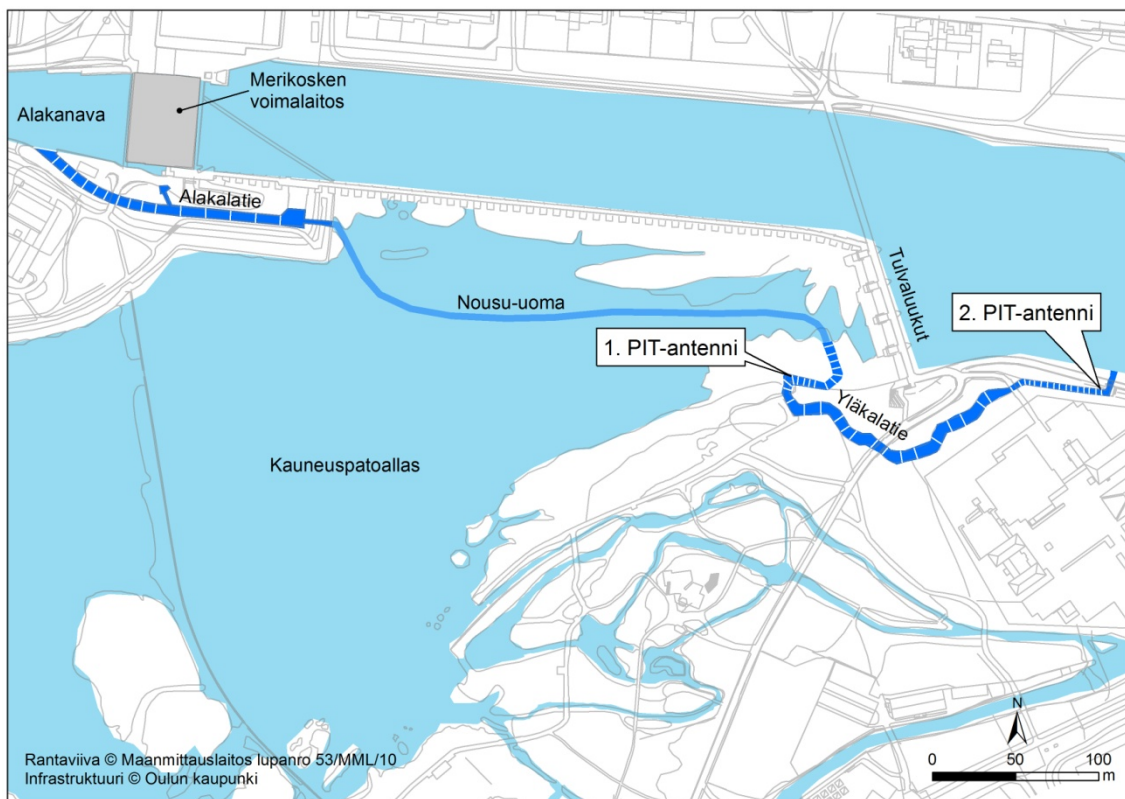
Vähä, V., Romakkaniemi, A., Ankkuriniemi, M., Pulkkinen, K., Keinänen, M., Lilja, J. & Leminen, M. 2013. Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoen vesistöissä vuosina 2011 ja 2012. Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä 2/2013. 41 s.

Liitteet

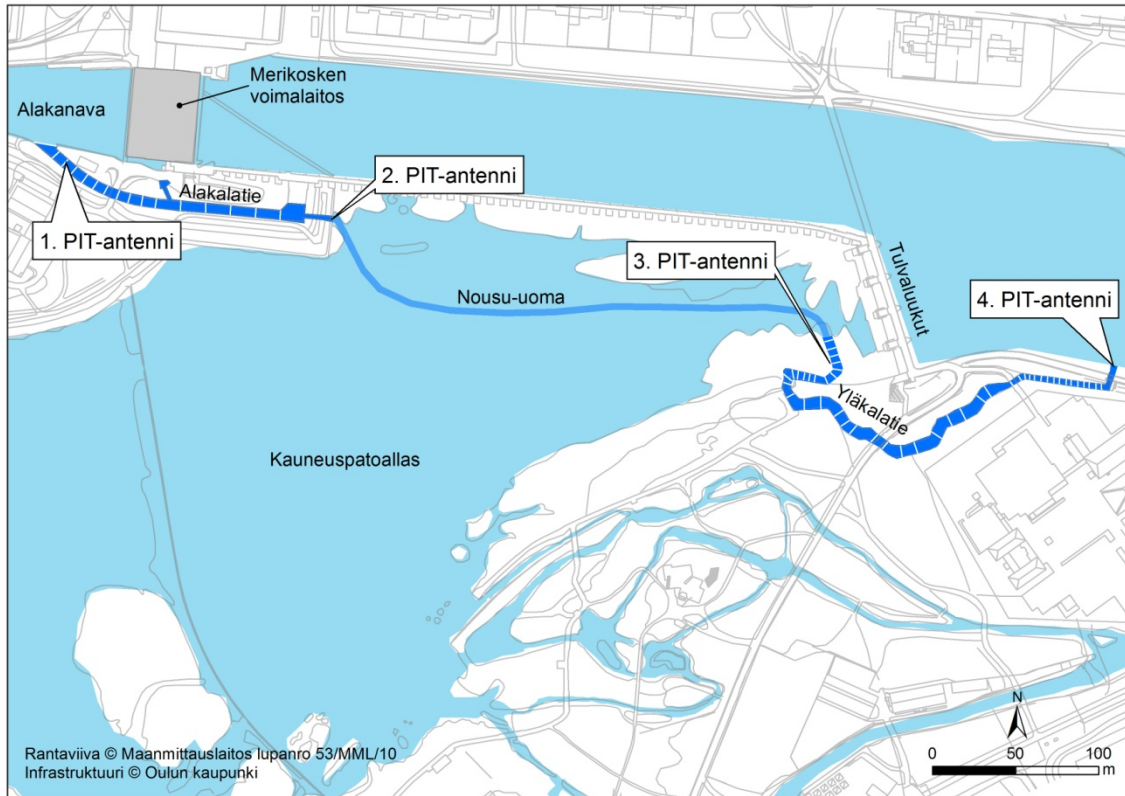
Liite 1. Kalateiden toimintatehon (= kalatien läpäisseiden kalojen määrä suhteessa kalatien alapuolelle saapuneiden kalojen määrään) ja peräkkäisten kalateiden lukumäärän vaikutus kumulatiivisen kalatietappioprosenttiin.

Kalatiestä nousevien kalojen osuus	Kumulatiivinen tappio ensimmäisen kalatien jälkeen	Kumulatiivinen tappio toisen kalatien jälkeen	Kumulatiivinen tappio kolmannen kalatien jälkeen	Kumulatiivinen tappio neljännen kalatien jälkeen	Kumulatiivinen tappio viidennen kalatien jälkeen
90 %	10 %	19 %	27 %	34 %	41 %
80 %	20 %	36 %	49 %	59 %	67 %
70 %	30 %	51 %	66 %	76 %	83 %
60 %	40 %	64 %	78 %	87 %	92 %
50 %	50 %	75 %	88 %	94 %	97 %

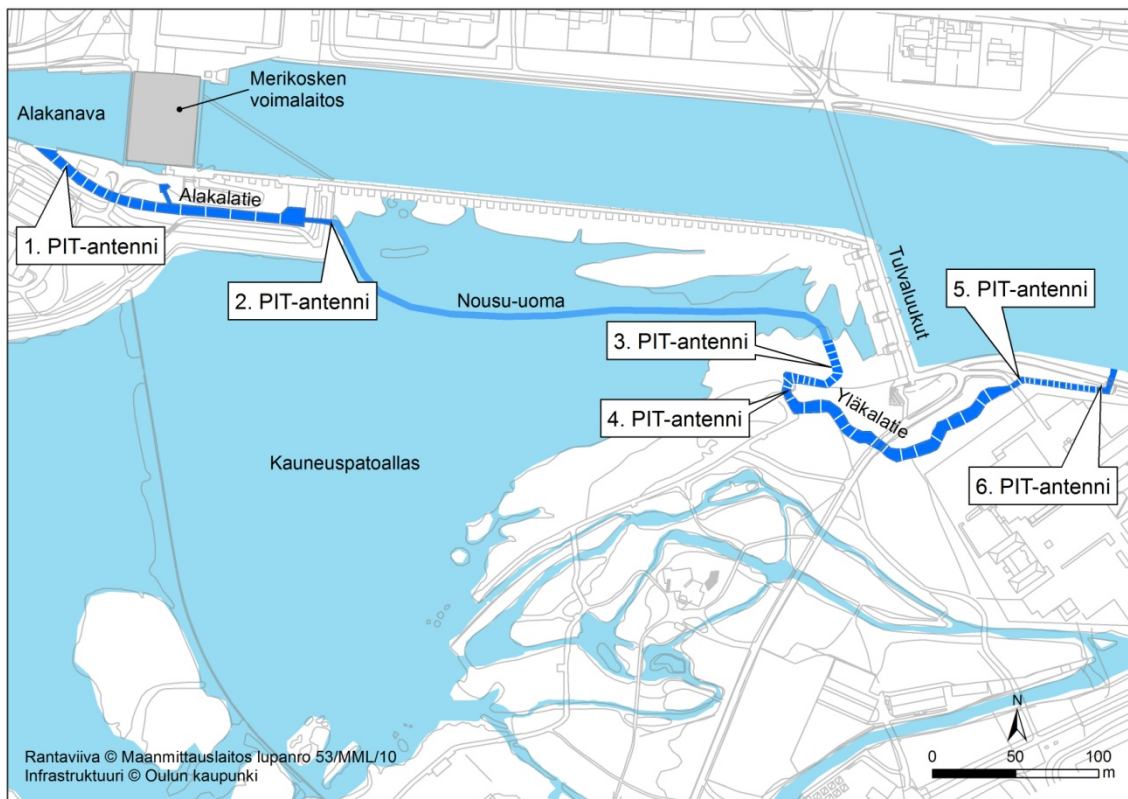
Liite 2. Merikosken kalatien PIT-antennien sijoittuminen vuonna 2010.



Liite 3. Merikosken kalatien PIT-antennien sijoittuminen vuonna 2011.



Liite 4. Merikosken kalatien PIT-antennien sijoittuminen vuonna 2012. Voimakkaat ohjuksutukset hajottivat antennin nro 3 elokuun 7. päivä.



Liite 5. Merikosken kalatien kautta vuosina 2009–2012 nousseiden lohien ja taimenten määrä VAKI-laskurin ja videotarkistuksen perusteella (S-lohi=varhaissukukypsä n. 30–40 cm koiraslohi, jonka merivaellus on kestänyt vain muutamia kuukausia; tunnistamaton=lohi/taimen, mutta ei tunnistettavissa lajilleen).

	2009	2010	2011	2012
Lohi	110	286	524	426
Taimen	63	115	126	184
S-lohi	53	60	31	7
Tunnistamaton	19	6	0	19