



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Oulujoen pääuoman kalateiden suunnittelu ja tukitoimenpiteet

LOHEN VAELLUSPOIKASTUTKIMUKSET OULUJOELLA v. 2009–2010

TYÖRAPORTTI
25.2.2011

**Panu Orell, Riina Huusko, Olli van der Meer, Mikko Jaukkuri,
Timo Kanninen, Petri Karppinen ja Aki Mäki-Petäys**



Sisällysluettelo

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
2.1. Montan tutkimus	3
2.2. Oulujärven tutkimus	4
2.2.1. Vuoden 2009 seuranta	4
2.2.2. Vuoden 2010 seuranta	5
3. TULOKSET	7
3.1. Montan tutkimus	7
3.2. Oulujärven tutkimus 2009	9
3.3. Oulujärven tutkimus 2010	10
3.3.1. Vaelluksen käynnistyminen ja vaelluspoikasten selviytyminen	10
3.3.2. Vaelluspoikasten uintinopeus	11
4. TULOSTEN TARKASTELU	12
4.1. Montan tutkimus	12
4.2. Oulujärven tutkimus	13
4.2.1. Vaelluspoikasten vaellusaktiivisuus ja vaellusvalmius	13
4.2.2. Vaelluspoikasten kasvatushistorian vaikutus	14
4.2.3. Vaelluspoikasten selviytyminen ja merkkien häviäminen	14
4.2.4. Uuden radiotelemetriatekniikan rajoitteet	15
5. YHTEENVETO	15
6. LIITTEET	17

1. JOHDANTO

Oulujoki oli ennen rakentamistaan yksi Suomen merkittävimmistä vaelluskalajoista. Lohi nousi pääuoman lisäksi Oulujärveen laskeville Hyrynsalmen ja Sotkamon reiteille. Lohisaaliit olivat tavallisesti useita kymmeniä tonneja kaudessa ja vesistön arvioidaan tuottaneen satojatuhansia lohien vaelluspoikasia vuosittain.

Oulujoen vesistö (valuma-alue 22 841 km²) rakennettiin vesivoimantuotantoa varten 1940- ja 1950-luvuilla, minkä seurauksena joen luonnonvaraisesti lisääntyvä lohikanta katosi. Oulujoen nykyinen lohikanta perustuu jokeen ja jokisuulle tehtäviin velvoiteistutuksiin. Velvoiteistutuksina vapautetaan vuosittain noin 250 000 lohien vaelluspoikasta, joista noin kolmannes (~80 000 kpl) istutetaan jokeen Montan voimalaitoksen alapuolelle ja loput kaksi kolmasosaa jokisuun merialueelle.

Oulujoen vaelluskalakantojen elvyttämiseksi käynnistettiin vuoden 2009 alusta kaksivuotinen ”Oulujoen kalatiet ja tukitoimenpiteet”-hanke. Hankkeen tarkoituksena oli laatia lupahakemustasoiset kalatiesuunnitelmat Oulujoen kuuden vesivoimalaitoksen ohittamiseksi sekä selvittää vaelluskalakantojen elvyttämismahdollisuuksia. Hankkeeseen liittyvästä biologisesta selvitystä ja tutkimustoiminnasta vastasi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL).

Oulujoen kalatiet ja tukitoimenpiteet -hankkeen tutkimustoiminnan painopistealueeksi valittiin lohien vaelluspoikaset. Tavoitteena oli selvittää vaelluspoikasten vaelluskäyttäytymistä ja selviytymistä laskuvaelluksen aikana Oulujoen pääuomassa.

Tutkimus toteutettiin kahtena erillisenä osahankkeena. Ensimmäisellä osahankkeella (Montan tutkimus) tutkittiin velvoitteina istutettavien lohien vaelluspoikasten vaelluskäyttäytymistä ja selviytymistä Oulujoen alaosalla kevätkesällä 2009. Osahankkeen päätavoitteena oli selvittää istutusajankohdan vaikutusta vaelluspoikasten selviytymisessä istutuspaikalta, Montan kalanviljelylaitokselta, Oulujokisuulle. Vuoden 2009 tutkimuksella kerättiin lisäaineistoa jo vuosina 2007–2008 samalla alueella toteutettuun tutkimuskokonaisuuteen.

Toisessa osahankkeessa (Oulujärven tutkimus) selvitettiin Oulujoen pääuoman ylimmän vesivoimalaitoksen, Jylhämän, alueelle istutettujen lohien vaelluspoikasten laskuvaellukselle lähtöä, vaelluksen aktiivisuutta sekä poikasten selviytymistä Oulujoen pääuoman vesivoimalaitoksien läpi vuosina 2009–2010. Lisäksi osahankkeessa selvitettiin eri tavalla kasvatettujen vaelluspoikasten mahdollisia eroja yllä mainituissa muuttujissa.

Tässä työraportissa esitellään Oulujoen vaelluspoikastutkimuksien keskeisimmät tulokset.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Montan tutkimus

Tutkimuksessa merkittiin yhteensä 41 Montan kalanviljelylaitoksella kasvatettua lohien vaelluspoikasta eli smolttia sisäisillä radiolähettimillä (ATS, malli F1410, paino 1 g, toiminta-aika n. 30 vrk) (Liite 1). Nukutusliuoksessa nukutetun (puskuroitu MS-222 liuos, 100 mg/l) smoltin vatsaan tehtiin vatsa- ja rintaevien välille 13–15 mm pituinen pitkittäisviilto, josta radiolähetin asetettiin vastaonteloon. Radiolähettimen antennilanka johdettiin kalan ulkopuolelle ohuen injektioneulan avulla. Lähettimen asentamisen jälkeen leikkaushaava ommeltiin kiinni yhdellä

tikillä haavan keskikohdasta. Merkintätoimenpiteen ajan kala oli operointipöydällä merkintäkourussa. Toimenpide kesti keskimäärin noin kaksi minuuttia. Toimenpiteen jälkeen kalojen annettiin toipua noin vuorokauden ajan ennen vapautusta Oulujokeen.

Vaelluspoikasten merkintä ja vapautus tehtiin kahdessa erässä. Ensimmäinen 20 yksilön erä vapautettiin Montan kalanviljelylaitokselta yhdessä velvoiteistutuserän (~80 000 kpl) kanssa huhtikuun 29. päivänä, jolloin veden lämpötila oli 2,2 °C (Kuva 1). Toinen 21 yksilön vaelluspoikaserä vapautettiin Montan kalanviljelylaitokselta toukokuun 24. päivänä veden lämpötilan ollessa 9,5 °C. Toisen vaelluspoikaserän yhteydessä vapautettiin lisäksi noin 500 vaelluspoikasen suojararvi.

Vapautettujen smolttien seuranta varten Oulujoen varteen, Montan ja Merikosken voimalaitoksen väliselle alueelle, asennettiin yhteensä neljä automaattista radiovastaanotinta (ATS, malli R4500S), jotka vastaanottivat radiosignaalia kuusi tai neljä -elementtisten Yagi-antennien kautta. Antennien kuuluvuusalueella uivien kalojen yksilöllinen lähetinsignaali ja sen ajankohta tallentuivat vastaanottimen muistiin, josta tiedot siirrettiin tietokoneelle. Automaattiset vastaanottimet sijoitettiin Laitasaaren alapäähän (7,5 km vapautuspaikalta alavirtaan), Sanginjokisuuhun (23,6 km), Maikkulaan (29,0 km) ja Merikosken voimalaitokselle (jokisuulla, 36,5 km vapautuspaikalta) (Kuva 1).

Automaattisen seurannan lisäksi radiolähettimillä merkittyjä vaelluspoikasia seurattiin 2-3 kertaa viikossa manuaalisesti kannettavan radiovastaanottimen (ATS, malli R4000) avulla. Manuaalinen seuranta toteutettiin veneestä Montan ja Merikosken voimalaitoksen välisellä jokialueella.

2.2. Oulujärven tutkimus

2.2.1. Vuoden 2009 seuranta

Vuonna 2009 tutkimuksessa merkittiin yhteensä 150 Montan kantaa olevaa, joko RKTL:n Paltamon laitoksella kasvatettua tai Varisjoesta smolttirysällä pyydettyä lohen vaelluspoikasta (Liite 2). Tutkimuksessa merkittiin kolmessa ympäristöolosuhteiltaan erilaisessa ympäristössä kasvaneita vaelluspoikasia: 1) standardikasvatettuja (50 yksilöä), 2) dieettikasvatettuja (50 yksilöä) ja 3) Varisjoesta pyydettyjä smoltteja (50 yksilöä). Varisjoesta pyydetyt ”luonnonsmolttit” oli istutettu sinne kesänvanhoina jokipoikasina. Varisjoen smolttipyynnistä saatiin kuitenkin merkittäväksi vain 23 vaelluspoikasta, joten 27 puuttuvaa yksilöä korvattiin ns. uintitreenuilla, laitospoikasilla ja vaelluspoikasilla.

Standardikasvatetut poikaset oli kasvatettu noudattaen normaalia kalanviljelylaitosten käyttämää kasvatustapaa. Dieettikasvatettujen lohen poikasten kasvatustapa tapahtui muutoin samalla tavalla kuin standardikasvatetuilla, mutta niille tarjotun rehun määrä oli selvästi standardikasvatettuja kaloja alhaisempi istutusta edeltävän talven aikana (n. 15 % standardikalojen ruuasta). Uintitreenuilla kaloilla kasvatusaltaan virtausolosuhteet oli edellisiä ryhmiä suurempi.

Kaikki vaelluspoikaset merkittiin sisäisillä radiolähettimillä (Lotek, malli NTC-3-2, paino 1,1 g, toiminta-aika n. 45 vrk) Paltamon laitoksella vastaavalla tavalla kuin Montan kokeessa. Merkityt vaelluspoikaset vapautettiin kahdessa erässä. Ensimmäinen erä vapautettiin Jylhämän voimalaitoksen yläpuolelle toukokuun 28. päivänä, jolloin jokiveden lämpötila vapautuspaikalla oli 9,2 °C (Kuva 1). Vapautuserässä oli 25 standardikasvatettua, 25 dieettikasvatettua ja 22 Varisjoesta pyydystettyä vaelluspoikasta. Istutusryhmät vapautettiin erikseen muutaman minuutin välein ja

standardikasvatettujen sekä dieettikasvatettujen poikasten mukana vapautettiin 75 yksilön suojarparvet.

Toinen vaelluspoikaserä vapautettiin Jylhämän voimalaitoksen yläpuolelle toukokuun 31. päivänä veden lämpötilan ollessa 11,8 °C. Vapautuserässä oli jälleen 25 standardikasvatettua ja 25 dieettikasvatettua sekä lisäksi 27 uintitreennattua vaelluspoikasta. Yksi Varisjoesta pyydetty smoltti vapautettiin tämän istutuserän standardikalojen seassa. Kaikkien kolmen ryhmän mukana vapautettiin noin 75 yksilön suojarparvet.

Radiolähetinmerkittyjen smolttien vaellusta seurattiin Oulujoen pääuoman seitsemään voimalaitokseen perustetuilla automaattisilla kuunteluasemilla (Lotek, malli SRX-DL3), jotka vastaanottivat radiosignaalia kuusi tai neljä -elementtisten Yagi-antennien kautta. Yksi automaattiasema oli lisäksi Oulujärven suulla, Vaalankurkussa, istutuspaikalta ylävirtaan (Lotek, malli SRX-400) (Kuva 1).

Automaattivastaanottimien lisäksi vaelluspoikasia paikannettiin manuaalisesti, kannettavan radiovastaanottimen (Lotek, malli SRX-400) avulla. Manuaalisesti poikasia seurattiin 2-3 kertaa viikossa ja seuranta toteutettiin pääasiassa veneestä Jylhämän ja Oulujärven välisellä alueella sekä Jylhämän ja Nuojuan voimalaitosten välisellä jokialueella.

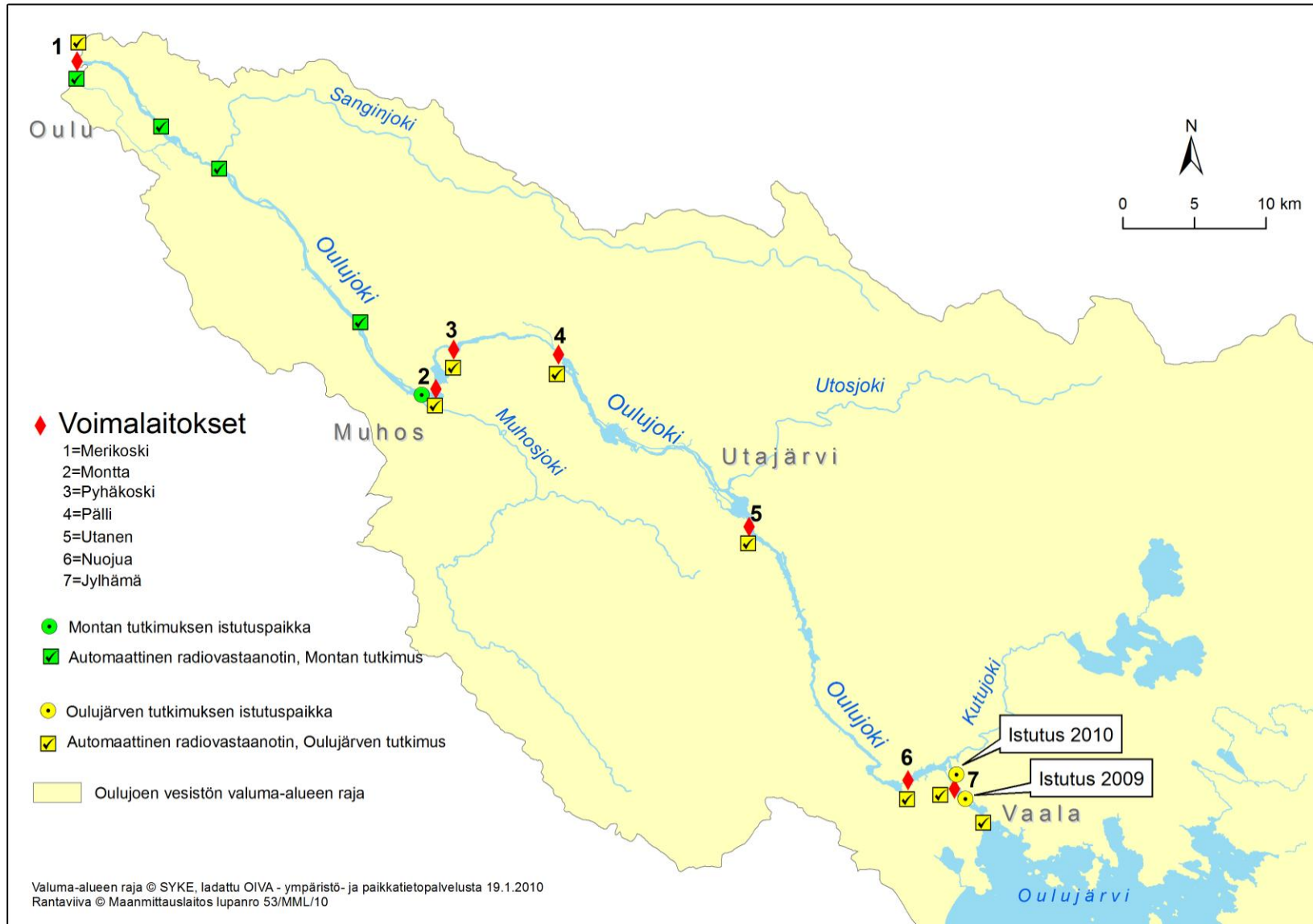
2.2.2. Vuoden 2010 seuranta

Vuonna 2010 Oulujärven tutkimuksessa merkittiin yhteensä 120 Paltamon laitoksella kasvatettua tai Varisjoesta pyydettyä lohen vaelluspoikasta (Liite 3). Merkinnoissa käytettiin kolmenlaisia vaelluspoikasia: 1) standardikasvatettuja (40 yksilöä), 2) dieettikasvatettuja (40 yksilöä) ja 3) Varisjoesta smolttiryssä pyydettyjä vaelluspoikasia (40 yksilöä). Vaelluspoikaset oli kasvatettu vastaavalla tavalla kuin vuonna 2009.

Kaikki vaelluspoikaset merkittiin sisäisillä radiolähettimillä (Lotek, malli NTC-3-2, paino 1,1 g, toiminta-aika n. 68 vrk) Paltamon laitoksella vastaavalla tavalla kuin vuonna 2009. Vaelluspoikasten istutus tapahtui edellisestä vuodesta poiketen Jylhämän voimalaitoksen alapuolelle (noin 1 km voimalaitoksesta alavirtaan, Kuva 1). Ensimmäinen vaelluspoikaserä vapautettiin toukokuun 26. päivänä, jolloin jokiveden lämpötila oli 11,5 °C. Vapautuserässä oli 20 standardikasvatettua, 20 dieettikasvatettua ja 20 Varisjoesta pyydettyä vaelluspoikasta.

Toinen vaelluspoikaserä vapautettiin samaan paikkaan toukokuun 27. päivänä, jolloin jokiveden lämpötila vapautuspaikalla oli 11,7 °C. Myös toisessa vapautuserässä oli 20 standardikasvatettua, 20 dieettikasvatettua ja 20 Varisjoesta pyydettyä vaelluspoikasta. Kummallakin vapautuskerralla merkittyjen vaelluspoikasten mukana vapautettiin noin 400 vaelluspoikasen suojarparvi.

Radiolähetinmerkittyjen smolttien vaelluksen seuranta toteutettiin vastaavalla tavalla kuin vuonna 2009, mutta Vaalankurkun automaattivastaanotinta ei asennettu. Manuaaliset paikannukset keskittyivät Jylhämän alapuolisille alueille, painottuen Nuojuan ja Utasen sekä Jylhämän ja Nuojuan voimalaitosten välille.



Kuva 1. Kartta Oulujoen tutkimusalueesta. Kartalle on merkitty Oulujoen pääuoman voimalaitokset (punaiset vinoneliöt), kalojen vapautuspaikat sekä automaattisten seuranta-asemien sijainnit (Montan tutkimus = vihreät symbolit, Oulujärven tutkimus = keltaiset symbolit).

3. TULOKSET

3.1. Montan tutkimus

Montan velvoiteistutus tehtiin 29.4.2009, jolloin jokiveden lämpötila oli noin 2 °C. Velvoiteistutuserän mukana istutetut radiolähettimin merkityt lohen vaelluspoikaset (n=20 kpl) selviytyivät heikosti laskuvaelluksestaan (Kuva 2). Kahdestakymmenestä yksilöstä vain kolme vaelsi (=selviytyi) Merikosken voimalaitoksen alapuolelle (Taulukko 1, Liite 1).

Heikon selviytymisen lisäksi myös kalojen vaellusnopeus oli hidasta, keskimäärin vain noin 1,8 km/vrk (Taulukko 1). Jokialueella tehdyssä seurannassa saatiin vahvoja viitteitä petokalapredaatiosta, merkkejä löytyi rantakaislikosta tai merkki liikkui matalassa rantavedessä edestakaisin. Velvoiteistutuserän kanssa vapautetuista kahdestakymmenestä vaelluspoikasesta petokalojen syömäksi arvioitiin joutuneen vähintään 11 (55 %) vaelluspoikasta.

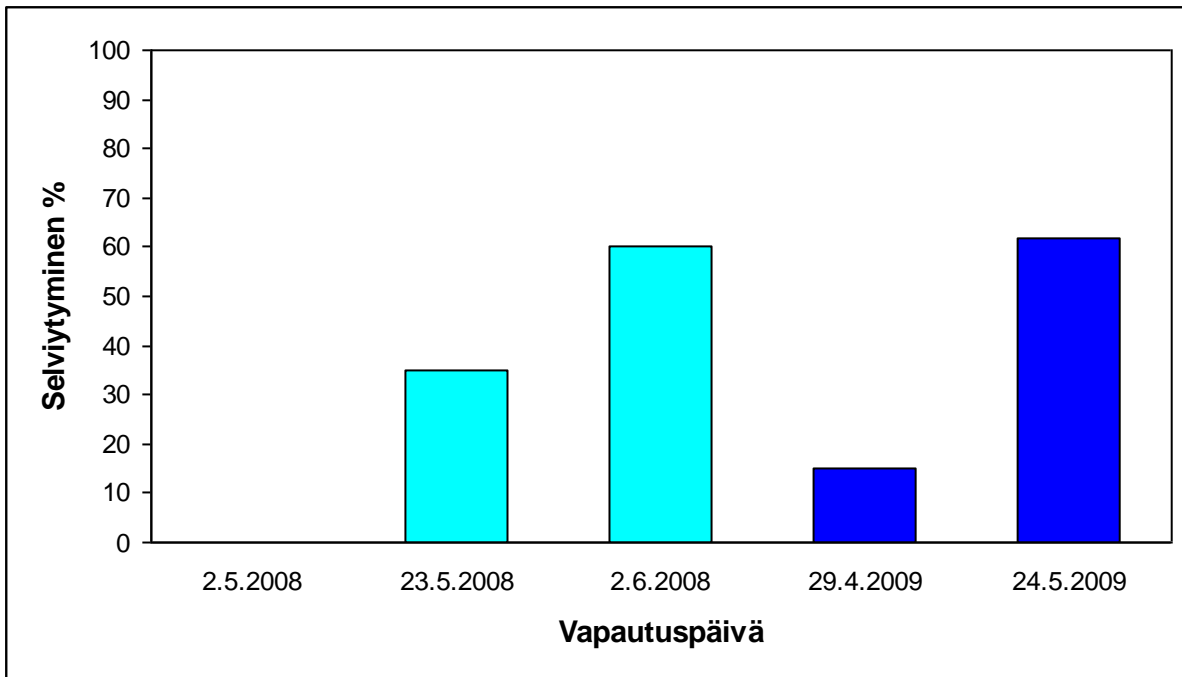
Taulukko 1. Monttaan vapautettujen radiomerkittyjen lohen vaelluspoikasten vaellusnopeudet (km/vrk) Montasta Sanginsuuhun (23,6 km) ja Montasta Merikoskelle (36,5 km) vuosina 2007-2009 eri vapautusajankohtina. Taulukkoon on merkitty jokiveden lämpötila istutushetkellä, eri vapautuserien uintinopeuksien (km/vrk) keskiarvot, minimi, maksimit ja yksilöiden määrät (n), joiden perusteella kyseiset arvot on laskettu. Merikosken data vuodelta 2007 on puutteellinen radiotelemetrialaitteiden teknisistä ongelmista johtuen.

	10.5.2007	18.5.2007	22.5.2007	2.5.2008	23.5.2008	2.6.2008	29.4.2009	24.5.2009
veden lämpötila °C	5,2	6,3	9,4	4,2	6	9,7	2,2	9,5
SANGINSUUHUN								
keskiarvo (km/vrk)	2,09	8,86	26,87	42,69	41,57	48,98	7,71	18,17
min (km/vrk)	1,51	2,47	6,17	42,69	4,19	7,62	1,25	3,61
max (km/vrk)	3,38	22,21	60,9	42,69	69,07	84,96	35,55	34,36
n	5	10	17	1	16	19	6	14
MERIKOSKELLE								
keskiarvo (km/vrk)		3,57	4,63		7,63	53,78	1,76	20,85
min (km/vrk)		3,57	4,63		5,76	32,74	1,60	6,77
max (km/vrk)		3,57	4,63		11,12	78,88	1,90	31,89
n	0	1	1	0	7	12	3	13

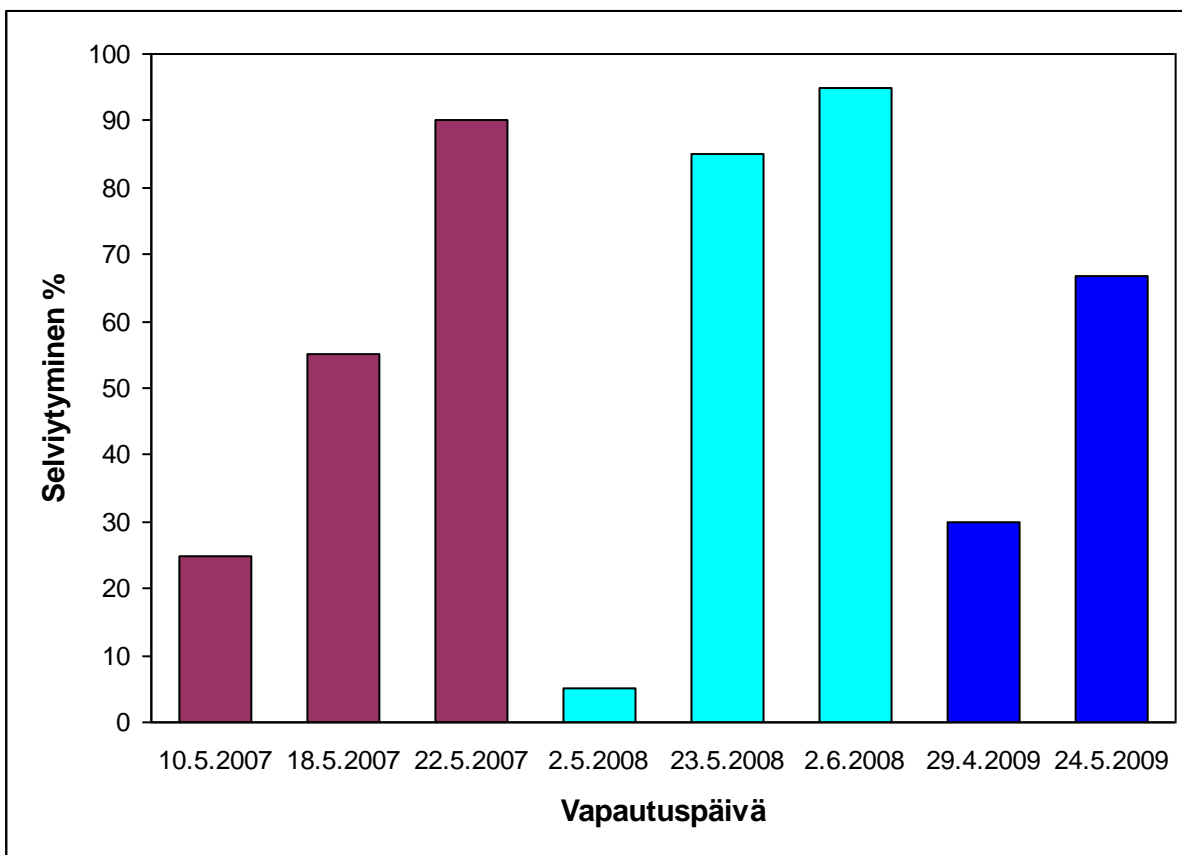
Toukokuun 24. päivä (9,5 °C) vapautetuilla vaelluspoikasilla selviytyminen ja vaellusnopeus olivat selvästi paremmat verrattuna ensimmäiseen, huhtikuun lopussa vapautettuun ryhmään (Kuva 2). Kahdestakymmenestä yhdestä vapautetusta smoltista 13 selviytyi jokisuuhun Merikoskelle ja vaellusnopeus vapautuspaikan ja Merikosken välillä oli keskimäärin 20,8 km/vrk (Taulukko 1, Liite 1).

Toisen vapautuserän smoltteihin kohdistunut petokalapredaatio arvioitiin huomattavasti vähäisemmäksi (24 %) kuin ensimmäisessä istutuserässä (55 %). Predaation lisäksi yhden vaelluspoikasen arvioitiin kuolleen Merikosken voimalaitoksen turbiiniin (turbiinikuolleisuus 8 %).

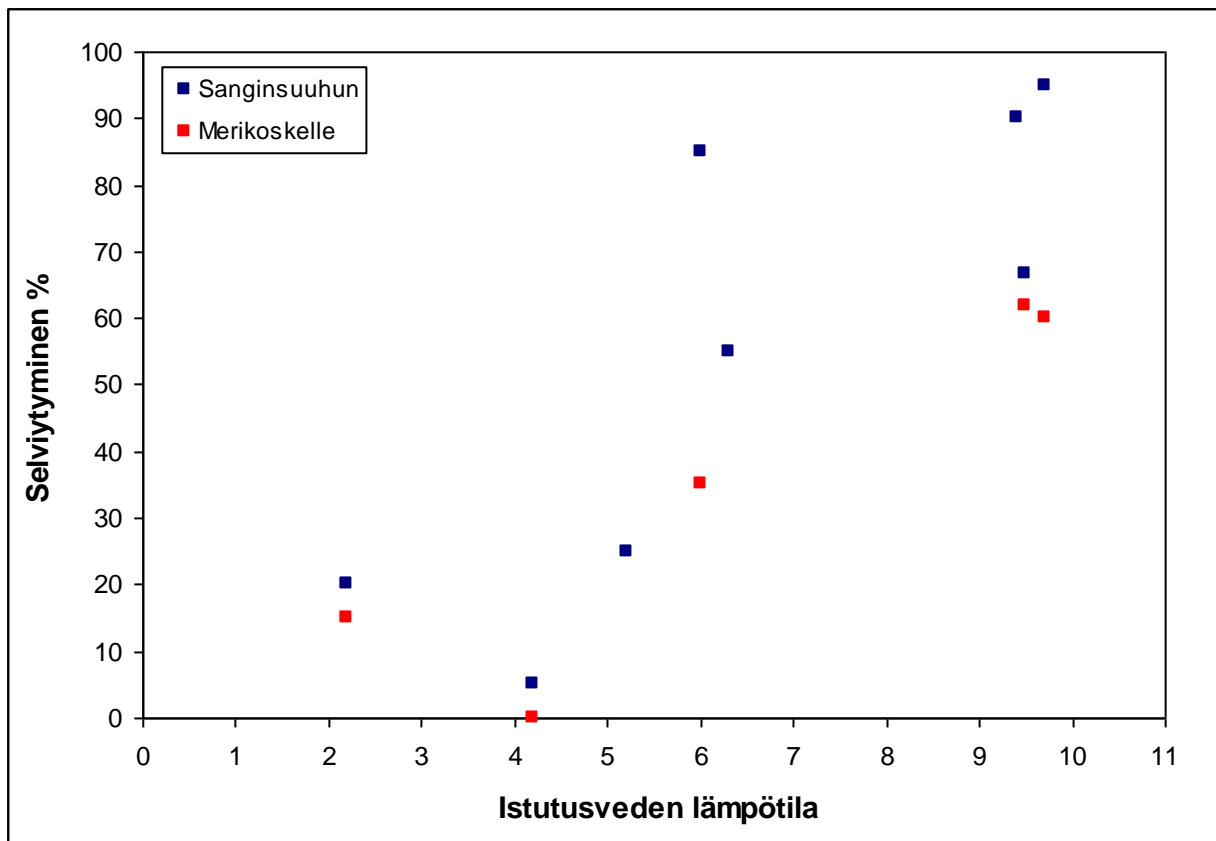
Vuoden 2009 seurannasta saadut tulokset vastaavat hyvin jo kahtena edellisenä vuotena joen alaosalla tehtyjen tutkimuksien tuloksia (Taulukko 1, Kuvat 2-4), joissa istutusajankohdalla ja veden lämpötilalla on todettu olevan selvä vaikutus vaelluspoikasten selviytymiseen ja uintinopeuteen jokivaelluksen aikana.



Kuva 2. Eri aikoihin Oulujokeen istutettujen radiomerkittyjen lohen vaelluspoikasten (n=100; 20 yksilöä/istutuserä) selviytyminen istutuspaikalta Montasta jokisuulle Merikoskelle (36,5 km alavirtaan). Istutusvuodet (2008–2009) on eroteltu eri väreillä.



Kuva 3. Eri aikoihin Oulujokeen istutettujen radiomerkittyjen lohen vaelluspoikasten (n=160; 20 yksilöä/istutuserä) selviytyminen istutuspaikalta Montasta Sanginjokisuuhun (23,6 km alavirtaan). Istutusvuodet (2007–2009) on eroteltu eri väreillä.



Kuva 4. Vuosien 2007–2009 eri vapautuserien vaelluspoikasten selviytymisprosentit Montasta Sanginsuuhun (23,6 km) ja Merikoskelle (36,5 km) suhteessa istutusveden lämpötilaan. Sanginsuun aineisto käsittää kaikki 8 istutuserää (n=160), mutta Merikosken aineisto vain 5 istutuserää (n=100), koska vuoden 2007 data Merikoskelta oli teknisistä ongelmista johtuen puutteellinen.

3.2. Oulujärven tutkimus 2009

Oulujoen pääuoman ylimmän voimalaitoksen, Jylhämän, yläpuolelle vapautetuista 150 lohen vaelluspoikasesta vain 18 (12 %) vaelsi Jylhämän voimalan alapuolelle. Näistä viisi oli standardikasvatettuja (5/50), kolme dieettikasvatettua (3/50), kolme uintitreenattua (3/27) ja seitsemän Varisjoesta pyydettyä (7/23) vaelluspoikasta. Nuojuan voimalaitoksen läpäisi vain yksi (0,7 %) vaelluspoikanen (Varisjoki), mutta sekään ei enää saavuttanut seuraavaa, Utasen, voimalaitosta.

Jylhämän läpäisseistä smolteista (n=18) yhden vaelluspoikasen arvioitiin kuolleen laskeutuessaan Jylhämän voimalan turbiinien läpi (6 %) ja kahdeksan smoltin (44 % Jylhämän läpäisseistä) arvioitiin jääneen petokalojen saaliiksi Jylhämän ja Nuojuan voimalaitosten välisellä jokialueella. Neljää (22 %) Jylhämän voimalasta alaskaletanutta poikasta ei löydetty käsipaikannuksin Jylhämän ja Nuojuan väliseltä alueelta.

Istutuspaikalta alaskaletukselle lähteneet smoltit uivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta Jylhämän voimalan läpi pian vapautuksen jälkeen. Yksitoista yksilöä ohitti voimalan jo ensimmäisen vuorokauden sisällä vapautuksesta, neljä yksilöä kahden ensimmäisen vuorokauden aikana, yksi kolmen vuorokauden kuluttua ja viimeiset kaksi yksilöä reilun kymmenen vuorokauden kuluttua vapautuksesta.

Vapautetuista smolteista suurin osa jäi Jylhämän voimalaitoksen yläpuolelle (n=132). Seurannan aikana näistä kaloista saatiin kuitenkin varsin vähän havaintoja ja kokonaan havaitsematta jäi

lopulta 11 yksilöä (8 %). Jylhämän voimalan ja Vaalankurkun välisellä alueella tehdyissä käsipaikannuksissa saatiin havainto yhteensä 38 (29 %) eri yksilöstä ja lopuista Jylhämän yläpuolelle jääneistä 83 (63 %) yksilöstä on havainto ainoastaan Vaalankurkun automaattivastaanottimelta. Koska smoltteja ei löydetty seurannan aikana Vaalankurkun alapuoliselta alueelta, on todennäköistä, että merkittävä osa näistä smolteista vaelsi ylävirtaan Oulujärvelle. Kesäkuun aikana Oulujärveltä saatiin kaksi merkkipalautusta smolteista noin 25 km päästä istutuspaikalta.

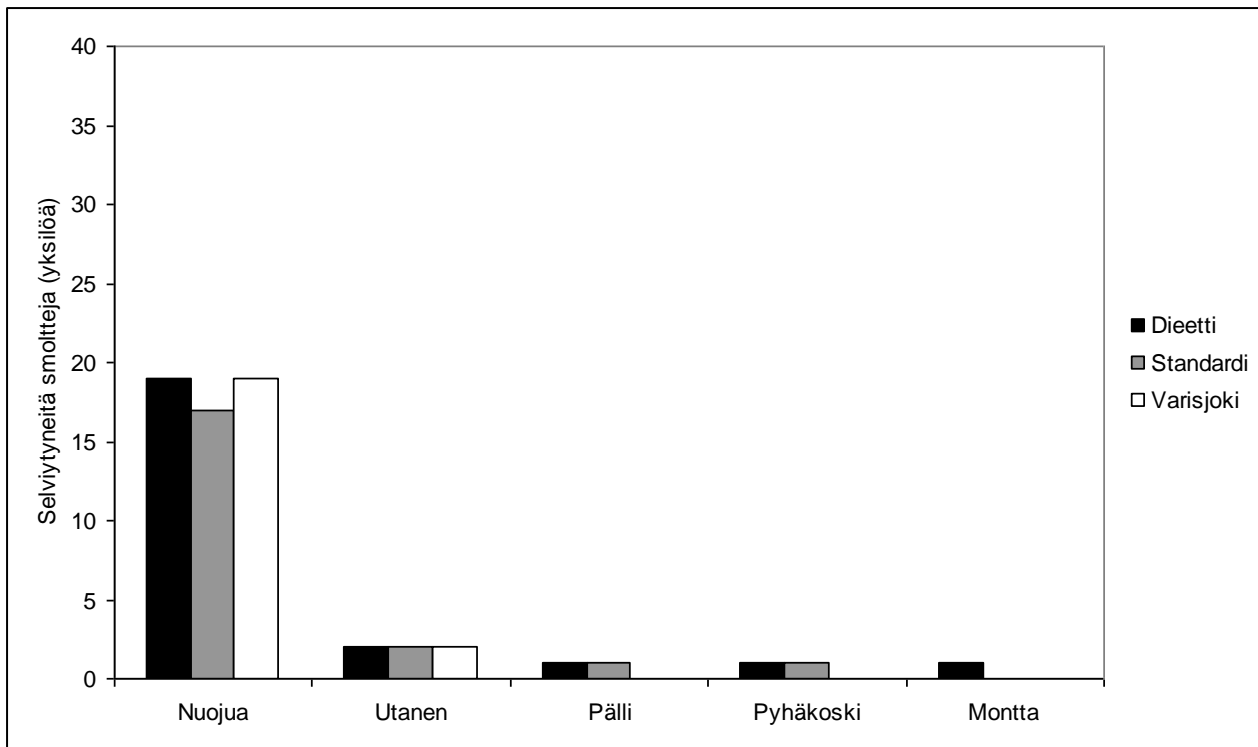
3.3. Oulujärven tutkimus 2010

3.3.1. Vaelluksen käynnistyminen ja vaelluspoikasten selviytyminen

Kesällä 2010 vapautetuista 120 lohen vaelluspoikasesta 55 (46 %) vaelsi alavirtaan Nuojuan voimalaitoksen turbiinien läpi. Näistä oli 19 dieettikasvatettua, 19 Varisjoesta pyydettyä ja 17 standardikasvatettua lohen vaelluspoikasta (Kuva 5). Seuraavasta Utasen voimalaitoksesta alas vaelsi enää kuusi (5 %) vaelluspoikasta (2 dieettikasvatettua, 2 standardikasvatettua ja 2 Varisjoesta pyydettyä). Pällin ja Pyhäkosken voimaloista alas vaelsi kummastakin kaksi smoltia (1,7 %), ja Montan voimalan läpäisi vain yksi (0,8 %) poikanen. Oulujokisuulle, Merikosken voimalaitoksen alapuolelle, ei selviytynyt yhtään vaelluspoikasta.

Nuojuan voimalaitoksen läpäisseistä poikasista 19 (16 % kaikista istutetuista ja 35 % Nuojuan läpäisseistä) arvioitiin kuolleen Nuojuan ja Utasen voimalan välisellä jokiosuudella. Petokalojen aiheuttaman kuolleisuuden osuuden arvioitiin olevan näiden voimaloiden välillä ainakin 13 (24 % Nuojuan läpäisseistä) vaelluspoikasta. Lisäksi kuusi (11 % Nuojuan läpäisseistä) vaelluspoikasta kuoli välittömästi Nuojuan voimalaitoksen alapuolelle (turbiinikuolleisuus/predaatio). Nuojuan voimalaitoksen läpäisseistä smolteista 10 (18 %) tallentui ainoastaan automaattivastaanottimelle, eikä niitä löydetty myöhemmin käsipaikannuksissa Nuojuan ja Utasen väliseltä alueelta. Lisäksi 18 (33 %) Nuojuan läpäissyttä ja seurannan alkupuolella käsipaikannuksissa Nuojuan ja Utasen väliltä löydettyä smoltia hävisi kesäkuun aikana näiden voimaloiden välille, eikä niitä löydetty enää seurannan aikana.

Nuojuan voimalaitoksen yläpuolelle jäi hieman yli puolet vapautetuista smolteista (65 kpl, 54 %), joista kuusi (8 %) jäi kokonaan havaitsematta seurannan aikana. Nuojuan voimalan yläpuolelle jääneistä smolteista 25 (38 %) arvioitiin kuolleen Jylhämän ja Nuojuan välisellä alueella. Näiden kuolleisuuden arvioitiin johtuvan predatiosta. Lisäksi Nuojuan voimalan yläpuoliselta alueelta hävisi 28 (43 %) seurannan alussa käsipaikannuksissa löydettyä vaelluspoikasta. Suurimmasta osasta (12/28) hävinneistä vaelluspoikasista viimeinen paikannus tehtiin aivan Nuojuan voimalan yläpuolelta.



Kuva 5. Jylhämän alapuolelle istutettujen smolttien selviytyminen istutuspaikalta Nuojuan (3,1 km alavirtaan), Utasen (27,6 km alavirtaan), Pällin (47,2 km alavirtaan), Pyhäkosken (55,6 km alavirtaan) ja Montan voimalaitoksen alapuolelle (59,7 km alavirtaan). Kasvatusmenetelmät on eroteltu eri väreillä.

3.3.2. Vaelluspoikasten uintinopeus

Jylhämän alapuolelle istutettujen smolttien vaellus oli varsin hidasta. Smoltit käyttivät keskimäärin vajaa neljä vuorokautta matkalla vapautuspaikalta Nuojuan voimalaitoksen alapuolelle (3,1 km). Nopein yksilö selviytyi matkasta noin 5 tunnissa, kun hitain yksilö käytti samaan matkaan yli 24 vuorokautta.

Ensimmäisen istutuspäivän smoltit vaelsivat Nuojuasta alas nopeammin kuin toisen istutuspäivän smoltit kaikissa kasvatuskäsittelyissä (Taulukko 2). Vaellusnopeus oli keskimäärin samanlaista dieetti- ja standardikasvatetuilla, joilla vaellus oli hieman nopeampaa kuin Varisjoesta pyydetyillä smolteilla (Taulukko 2).

Nuojuan ja Utasen voimalaitosten välillä vaellus oli nopeinta standardikasvatetuilla smolteilla ja hitainta vaellus oli Varisjoesta pyydetyillä smoltilla (Taulukko 2). Standardikasvatetulla smoltilla vaellusnopeus kuitenkin hidastui selvästi Utasen voimalaitoksen jälkeen. Kaikille voimalaitoksen läpäisseille smolteille ei voitu laskea uintinopeuksia, sillä muutamista smolteista ei ollut tallentunut havaintoa voimalaitoksien automaattivastaanottimille.

Taulukko 2. Jylhämän alapuolelle vapautettujen radiomerkittyjen lohen vaelluspoikasten uintinopeudet (km/vrk) istutuspaikalta Nuojuan voimalaitokselle (3,1 km), Nuojuasta Utaselle (24,5 km), Utaselta Pälliin (19,6 km), Pällistä Pyhäkoskelle (8,4 km) ja Pyhäkoskelta Monttaan (4,1 km). Taulukkoon on merkitty eri menetelmillä kasvatettujen vaelluspoikasten uintinopeuksien keskiarvot, minimi, maksimit ja yksilöiden määrät (n) sekä istutuserittäin että yhdistetysti kummatkin istutuserät. Istutukset tapahtuivat peräkkäisinä päivinä: 1.erä 26.5.2010 ja 2.erä 27.5.2010.

	Dieetti			Standardi			Varisjoesta pyydetty		
	1.erä	2.erä	kaikki	1.erä	2.erä	kaikki	1.erä	2.erä	kaikki
ISTUTUSPAIKKA-NUOJUUA									
keskiarvo (km/vrk)	3,12	2,24	2,63	2,63	1,87	2,32	1,73	1,43	1,58
min	0,74	0,52	0,52	0,07	0,06	0,06	0,11	0,30	0,11
max	7,87	4,53	7,87	14,54	3,87	14,54	7,63	4,50	7,63
n	8	10	18	10	7	17	9	9	18
NUOJUUA-UTANEN									
keskiarvo (km/vrk)	2,27	4,96	3,62	16,56	21,16	18,86		0,93	
n	1	1	2	1	1	2		1	
UTANEN-PÄLLI									
keskiarvo (km/vrk)				4,82					
n				1					
PÄLLI-PYHÄKOSKI									
keskiarvo (km/vrk)				1,22					
n				1					
PYHÄKOSKI-MONTTA									
keskiarvo (km/vrk)		8,32							
n		1							

4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1. Montan tutkimus

Kolmena vuonna toteutettu Montan vaelluspoikastutkimus antaa voimakkaita viitteitä siitä, että istutusajankohdalla ja veden lämpötilalla on suuri merkitys vaelluspoikasten selviytymiseen alasvaelluksen aikana. Aikaisin keväällä kylmään jokiveteen istutettujen poikasten vaellusnopeus on huomattavasti hitaampi kuin myöhemmin keväällä lämpimämpään veteen istutetuilla poikasilla. Pitkään kestävä jokivaellus altistaa poikaset joessa tapahtuvalle predaatiolle, minkä seurauksena todennäköisyys joutua petojen saalistuksen kohteeksi kasvaa. Havaintojen perusteella suurin yksittäinen lohen vaelluspoikasten predaation aiheuttaja Oulujoen alaosalla on todennäköisesti hauki.

Aikaisista istutuksista mereen selviävillä smolteilla on toukokuun alkupuolella edessään kylmä, jopa jääpeitteinen meri, jossa olosuhteet eivät todennäköisesti ole lohenpoikasten selviytymisen kannalta optimaalisimmat. Esimerkiksi Tornionjoella luonnonkudusta peräisin olevien poikasten vaellushuippu ajoittuu jokisuulla tavallisesti vasta kesäkuulle, jolloin jokiveden lämpötila on noin 10 °C tai enemmän (Liite 4). Vastaavanlainen smolttivaelluksen ajoittuminen on havaittu myös toisella merkittävällä luonnonlohijoellamme, Simojoella.

Kolmen vuoden tutkimustulokset Montan vaelluspoikasten telemetriaseurannoista ja toisaalta tiedot luonnonlohjokien smolttivaelluksen ajoittumisesta tukevat sitä oletusta, että Oulujoen velvoiteistutukset tehdään nykyään liian aikaisin keväällä (Liite 5). Velvoiteistutusten ajoittamisessa tulisi palata 1990-luvulla vallinneeseen käytäntöön, jolloin istutukset tehtiin aikaisintaan toukokuun puolenvälin jälkeen (Liite 5). Vieläkin myöhempiä istutusajankohtaa tukevat tässä tutkimuksessa saadut tulokset.

4.2. Oulujärven tutkimus

4.2.1. Vaelluspoikasten vaellusaktiivisuus ja vaellusvalmius

Oulujärven tutkimuksen tulokset olivat yllätyksellisiä verrattuna aiempiin Oulujoen vesistöissä tehtyihin vaelluspoikasseurantoihin. Suurin osa istutetuista vaelluspoikasista jäi istutuspaikan tuntumaan ja toisaalta alasvaellukselle lähteneiden poikasten vaellusaktiivisuus ja -vauhti oli heikkoa, vaikka jokiveden lämpötila oli istutusajankohtina noin 10 °C tai enemmän. Vuonna 2009 osa vaelluspoikasista vaelsi jopa väärään suuntaan eli lähti uimaan ylävirtaan kohti Oulujärveä.

Vuoden 2009 alasvaelluksen heikon käynnistymisen osatekijä saattoi olla Jylhämän vähäiset juoksutukset voimalaitoksessa tehtyjen korjaustöiden vuoksi. Virtaus voimalaitoksen yläpuolen istutuspaikalla oli niin heikko, että se ei ilmeisesti houkutellut tai ohjannut vaelluspoikasista aloittamaan alasvaellustaan. Tästä syystä istutuspaikkaa harkittiin uudestaan ja vuoden 2010 istutuspaikka siirrettiin Jylhämän voimalaitoksen alakanavan alaosaan, jossa virtausolosuhteet olivat paremmat. Tästä huolimatta istukkaiden vaellusaktiivisuus jäi verrattain heikoksi myös vuonna 2010.

Heikot virtausolosuhteet eivät kuitenkaan yksistään selitä smolttien vaelluksen käynnistymisen ongelmia. On mahdollista, että istutettujen poikasten fysiologinen tila tai vaellusvalmius ei ollut optimaalisella tasolla. Tosin ulkonäön perusteella kaikki merkityt vaelluspoikaset olivat smolttiutuneita (vaellusvalmiita) ja mm. luonnosta pyydetty smoltti oli saatu niiden vaeltaessa Varisjokea alaspäin kohti Oulujärveä. Näin ollen ainakin näiden poikasten voitiin olettaa olevan täysin smolttiutuneita.

Vaelluspoikasten käsittelystä ja merkinnästä aiheutuva stressi on voinut osaltaan heikentää smolttien vaellusaktiivisuutta. Toisaalta Oulujoen alaosalla ja Iijoella aiemmin tehdyissä tutkimuksissa vaelluspoikasista on käsitelty ja merkitty samoilla menetelmillä, eikä näissä tutkimuksissa ole havaittu vastaavia ongelmia alasvaelluksen käynnistymisessä.

Osaltaan heikkoon vaellusaktiivisuuteen voivat vaikuttaa myös Oulujoen voimalaitokset ja isot lähes järvimäiset patoaltaat. Kumpanakin vuonna Oulujärven tutkimuksessa ensimmäisestä voimalaitoksesta alas meni huomattavasti enemmän smoltteja kuin seuraavasta. Vuonna 2009 Jylhämän voimalaitoksen läpäisi 18 smolttia, mutta seuraavan, Nuojuan, voimalaitoksen vain yksi. Vuonna 2010 puolestaan Nuojuan voimalaitoksesta alas ui 55 smolttia ja seuraavan, Utasen, voimalaitoksen läpi ui enää kuusi poikasta. Vastaavanlaisia tuloksia saatiin myös Iijoella vuonna 2010 tehdyssä vaelluspoikasseurannassa, missä osa ensimmäisestä voimalaitoksen nopeasti läpäisseistä smolteista jäi seuraavan voimalaitoksen yläpuolelle. On mahdollista, että voimalaitoksen läpäisseet poikaset kärsivät stressistä, pelotevaikutuksesta tai vammoista, jotka heikentävät yksilöiden motivaatiota vaeltaa seuraavien voimalaitoksien ja patoaltaiden läpi.

4.2.2. Vaelluspoikasten kasvatushistorian vaikutus

Vuoden 2009 aineiston perusteella Varisjoesta pyydetty smoltit lähtivät alasvaellukselle muita ryhmiä aktiivisemmin. Tämä havainto tukee sitä oletusta, että laitoksessa kasvetujen ja luonnosta pyydystettyjen smolttien välillä on eroja, jotka vaikuttavat poikasten vaelluskäyttäytymiseen ja -aktiivisuuteen. Vuoden 2010 aineistossa ei toisaalta kasvatushistorialla havaittu olevan samanlaista vaikutusta vaellusaktiivisuuteen, sillä alasvaellukselle lähteneitä smoltteja oli lähes saman verran kaikissa kasvatusryhmissä.

Kokonaisuutena tarkastellen Oulujärven tutkimuksessa ei havaittu merkittäviä eroja vaellusaktiivisuudessa eri tavalla kasvatettujen poikasten välillä. Tutkimuksissa alasvaellukselle lähteneiden smolttien määrä oli kumpanakin vuonna kuitenkin niin vähäinen, ettei tulosten perusteella voi vetää voimakkaita tai lopullisia johtopäätöksiä. Vaelluspoikasten kasvatushistorian mahdollisen vaikutuksen selvittämiseksi Oulujärven kokeen kaltainen koasetelma tulisi toistaa.

4.2.3. Vaelluspoikasten selviytyminen ja merkkien häviäminen

Oulujärven tutkimuksessa yksikään vaelluspoikanen (n=270 kpl) ei selviytynyt istutuspaikalta jokisuulle. Seurannan aikana saatiin vahvoja viitteitä vaelluspoikasiin kohdistuvasta saalistuksesta. Merkittäviä saalistajia Oulujoen yläosalla ovat petokalat sekä mahdollisesti kalaa syövät linnut. Petokalojen aiheuttamasta predaatiosta antoivat viitteitä mm. paikoilleen jääneet radiolähettimet matalilla ranta-alueilla.

Voimalaitoksien turbiinien läpäisystä aiheutuva kuolleisuus oli melko vähäistä. Suurin turbiinikuolleisuuden arvioitiin olleen vuonna 2010 Nuojuassa, jossa 11 % Nuojuan voimalan läpi uineista smolteista kuoli voimalan alapuolelle. Tutkimusaineiston perusteella ei kuitenkaan voida osoittaa voimaloiden alapuolelle kuolleiden kalojen menehtyneen nimenomaan turbiineissa. On myös mahdollista, että turbiinien läpi uituaan kalat ovat tulleet saalistetuiksi välittömästi voimalan alapuolella. Tähän viittaavat mm. havainnot kesällä 2010 Jylhämän alle kuolleista vaelluspoikasista, jotka oli istutettu selvästi voimalan alapuolelle. Nämä kalat olivat siis uineet ylävirtaan voimalan alle ja tulleet nopeasti saalistetuiksi. Toisaalta on mahdollista, että vaelluspoikaset ovat voineet vammautua turbiinien läpi uidessaan ja ovat siten olleet alttiimpia saalistukselle. Näin turbiinit voivat kuitenkin epäsuorasti vaikuttaa vaelluspoikasten kuolleisuuteen.

Oulujärven tutkimuksissa molempina vuosina yli puolet vapautetuista smolteista hävisi ennen seurannan päättymistä, jolloin näiden yksilöiden lopullinen kohtalo jäi epäselväksi. Kumpanakin vuonna smolttien häviäminen tapahtui niin aikaisessa vaiheessa, ettei radiolähettimien paristojen loppumisella voida selittää häviämisiä.

Vuonna 2009 yksi todennäköinen syy smolttien häviämiseen oli niiden vaeltaminen istutuspaikalta Oulujärvelle. Tätä mahdollisuutta tukevat sekä Vaalankurkun automaattiseen radiovastaanottimeen tallentuneet havainnot että kahden smoltin merkkipalautus Oulujärveltä noin 25 km päästä istutuspaikalta.

Vuoden 2010 osalta yksilöiden katoamisen syytä on huomattavasti vaikeampi selittää, koska vaelluspoikaset katosivat voimalaitoksen välisiltä alueilta. On mahdollista, että ainakin osa lähetimistä liikkui saalistajien (linnut, pyydetty petokalat) mukana seuranta-alueen ulkopuolelle tai päätyi niin syväälle joen pohjaan, ettei radiosignaali enää kuulunut vesimassan pinnalle.

4.2.4. Uuden radiotelemetriatekniikan rajoitteet

Oulujärven kokeessa käytettiin kokonaan uutta radiotelemetriasta kalustoa, ns. koodattuja radiolähtimiä ja -vastaanottimia (valmistaja LOTEK). Seurannan aikana havaittiin, että tällä tekniikalla yksittäisten radiolähtimien manuaalinen paikantaminen on erittäin vaikeata tilanteessa, jossa useat radiolähtimet lähettävät signaalia pienellä alueella. Ongelmallinen alue paikannuksien kannalta oli mm. Jylhämän yläpuolen istutuspaikka, jossa manuaalipaikannuksessa 5.6.2009 havaittiin istutuspaikan tuntumasta 35 yksilöä, vaikka radiolähtimiä oli todennäköisesti alueella vähintäänkin kaksinkertainen määrä.

Ongelman aiheuttaa se, ettei tässä tutkimuksessa käytetyillä radiovastaanottimilla voi poistaa jo havaittua koodia kuunneltavien koodien joukosta. Näin ollen iso määrä radiolähtimiä lähettää koodia lähes samanaikaisesti samalla taajuudella, eikä vastaanotin pysty erottelemaan niitä toisistaan.

Automaattiset, voimalaitoksiin sijoitetut radiovastaanottimet toimivat pääosin moitteettomasti. Niidenkin toiminnan heikkous on parvessa uivat radiolähtimikalat, jolloin osa koodista voi jäädä tallentumatta. Oulujoella ei kuitenkaan havaittu viitteitä vaelluspoikasten liikkumisesta sellaisissa parvissa, että lähtimiä olisi sen takia jäänyt tallentumatta automaattisille vastaanottimille.

Suunniteltaessa uusia koodattua radiolähtimitekniikkaa hyödyntäviä telemetriatutkimuksia, on syytä huomioida tekniikan rajoitteet ja pyrkiä vähentämään näistä rajoitteista aiheutuvia ongelmia, mm, jakamalla vapautettavat kalat useisiin vapautuseriin.

5. YHTEENVETO

Montan tutkimuksessa, Oulujoen alaosalla, vertailtiin eri aikoina istutettujen lohen vaelluspoikasten liikkumista ja selviytymistä istutuspaikalta jokisuulle kevätkesällä 2009. Istutuspaikka sijaitsi noin 40 km Oulujokisuulta ylävirtaan, Montan vesivoimalaitoksen alapuolella.

Montan velvoiteistutuserän mukana kylmään veteen (29.huhtikuuta, 2°C) istutetuista kahdestakymmenestä radiolähtimimerkitystä lohen vaelluspoikasesta vain kolme selviytyi hengissä jokisuulle. Lisäksi näiden aikaisin istutettujen vaelluspoikasten vaellusvauhti oli hidasta, keskimäärin vain 1,8 km/vrk. Suurimman osan istutetuista vaelluspoikasista arvioitiin joutuneen saalistuksen kohteeksi.

Lämpimämpään veteen (24.toukokuuta, 10 °C) istutettujen vaelluspoikasten selviytyminen mereen oli selvästi parempaa (13/21) ja kalojen vaellusvauhti (20,8 km/vrk) oli huomattavasti suurempi. Vuoden 2009 vaelluspoikasseurannan tulokset ovat hyvin samankaltaiset Oulujoen alaosalta vuosina 2007–2008 saatujen tutkimustulosten kanssa: liian aikaisin kylmään veteen istutetut poikaset selviytyvät huonosti jokisuuhun.

Toisessa osahankkeessa (Oulujärven tutkimus, v. 2009-2010) selvitettiin Oulujoen pääuoman yläosalle (Jylhämä) istutettujen lohen vaelluspoikasten jokivaellukselle lähtöä, vaellusaktiivisuutta sekä poikasten selviytymistä Oulujoen pääuoman voimalaitosten läpi. Lisäksi osahankkeessa selvitettiin eri tavalla kasvatettujen vaelluspoikasten mahdollisia eroja näissä muuttujissa.

Oulujärven tutkimuksesta saadut tulokset poikkesivat Oulujoen alaosalla tehdyistä tutkimuksista siten, että vapautettujen smolttien vaellusaktiivisuus oli istutusajankohtaan nähden hyvin heikkoa. Vuonna 2009 vain 12 % vapautetuista vaelluspoikasista lähti alasvaellukselle (laskeutui vähintään

yhdestä voimalaitoksesta alas) ja vain yksi poikanen (0,7 %) laskeutui kahden voimalan läpi. Suurin osa istutetuista poikasista jäi joko istutuspaikan tuntumaan tai ne uivat ylävirtaan Oulujärvelle.

Vuonna 2010 alasvaellukselle lähti 46 % vapautetuista smolteista, mutta vain kuusi poikasta (5 %) laskeutui kahden voimalaitoksen läpi. Yksikään vaelluspoikanen ei selviytynyt Oulujokisuulle. Oulujoen yläosalle vapautettujen vaelluspoikasten heikkoon vaellusaktiivisuuteen saattoivat vaikuttaa erittäin vähäinen virtaus istutusalueella (v. 2009), poikasten heikko vaellusvalmius, radiolähetinmerkinnän ja kuljetuksen aiheuttama stressi ja/tai voimalaitoksien läpäisyn aiheuttama pelotevaikutus tai vamma.

Kasvatushistorian vaikutuksesta smolttien vaellusaktiivisuuteen tai selviytymiseen ei aineiston vähäisyydestä johtuen voitu tehdä vahvoja johtopäätöksiä.

6. LIITTEET

Liite 1. Montan kokeen merkintäpöytäkirja 2009 ja havainnot Laitasaaren, Sanginsuun, Maikkulan ja Merikosken automaattivastaanottimilta (X=vaelluspoikanen selviytyi kyseiselle kohdalle) .

Taajuus	Pituus (mm)	Merkintä pvm	Istutus pvm	Laitasaari	Sanginsuu	Maikkula	Merikoski
142.023	270	28.4.2009	29.4.2009	X	X	X	X
142.202	206	28.4.2009	29.4.2009				
142.381	227	28.4.2009	29.4.2009	X	X	X	X
142.402	220	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.151	237	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.291	213	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.390	217	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.043	198	28.4.2009	29.4.2009				
142.122	205	28.4.2009	29.4.2009				
142.131	215	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.061	214	28.4.2009	29.4.2009				
142.171	187	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.083	250	28.4.2009	29.4.2009	X	X	X	
142.070	201	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.052	217	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.351	193	28.4.2009	29.4.2009	X			
142.321	224	28.4.2009	29.4.2009	X	X		
142.001	199	28.4.2009	29.4.2009				
142.162	210	28.4.2009	29.4.2009	X	X		
142.012	228	28.4.2009	29.4.2009	X	X	X	X
142.181	174	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.191	211	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.112	236	22.5.2009	24.5.2009	X			
142.212	245	22.5.2009	24.5.2009	X			
142.032	206	22.5.2009	24.5.2009				
142.361	194	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.371	207	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.141	186	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.251	252	22.5.2009	24.5.2009	X			
142.312	192	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	
142.281	163	22.5.2009	24.5.2009	X			
142.272	181	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.231	228	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.301	217	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.091	206	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.104	220	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.241	199	22.5.2009	24.5.2009	X			
142.260	238	22.5.2009	24.5.2009				
142.342	220	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.221	210	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X
142.061	190	22.5.2009	24.5.2009	X	X	X	X

Liite 2. Oulujärven kokeen merkintäpöytäkirja 2009 (luonnonkala=Varisjoesta pyydetty vaelluspoikanen) ja havainnot Jylhämän ja Nuojuan voimaloiden automaattivastaanottimilta (X=vaelluspoikanen selviytyi kyseisen voimalaitoksen alapuolelle). Istutukset tapahtuivat kahdessa erässä: 1.erä 28.5.2010 ja 2.erä 31.5.2010.

Taajuus	Koodi	Pituus (mm)	Paino (g)	Merkintä pvm.	Kasvatus	Istutus-erä	Jylhäma	Nuojua
138.260	1	188	57,8	26.5.2009	standardi	1		
138.260	2	202	70,5	26.5.2009	standardi	1		
138.260	3	214	87,7	26.5.2009	standardi	1		
138.260	4	221	101,1	26.5.2009	standardi	1		
138.260	5	245	129,4	26.5.2009	standardi	1		
138.260	6	230	108,5	26.5.2009	standardi	1		
138.260	7	224	97,7	26.5.2009	standardi	1		
138.260	8	217	82,6	26.5.2009	standardi	1		
138.260	9	183	54,5	26.5.2009	standardi	1		
138.260	10	210	76,4	26.5.2009	standardi	1		
138.260	11	191	58,0	26.5.2009	standardi	1		
138.260	12	201	75,8	26.5.2009	standardi	1		
138.260	13	255	140,5	26.5.2009	standardi	1		
138.260	14	186	62,6	26.5.2009	standardi	1	X	
138.260	15	243	127,0	26.5.2009	standardi	1		
138.260	16	188	56,5	26.5.2009	standardi	1		
138.260	17	170	44,5	26.5.2009	standardi	1		
138.260	18	216	90,4	26.5.2009	standardi	1	X	
138.260	19	186	54,9	26.5.2009	standardi	1		
138.260	20	198	68,4	26.5.2009	standardi	1		
138.260	21	228	104,6	26.5.2009	standardi	1		
138.260	22	218	87,1	26.5.2009	standardi	1		
138.260	23	202	66,8	26.5.2009	standardi	1		
138.260	24	206	77,0	26.5.2009	standardi	1		
138.260	25	209	85,5	26.5.2009	standardi	1		
138.260	26	223	102,9	27.5.2009	standardi	2		
138.260	27	180	50,6	27.5.2009	standardi	2		
138.260	28	213	84,7	27.5.2009	standardi	2		
138.260	29	257	155,2	27.5.2009	standardi	2		
138.260	30	195	64,5	27.5.2009	standardi	2	X	
138.260	31	193	60,5	27.5.2009	standardi	2		
138.260	32	201	75,9	27.5.2009	standardi	2		
138.260	33	202	74,8	27.5.2009	standardi	2		
138.260	34	214	85,0	27.5.2009	standardi	2		
138.260	35	217	83,8	27.5.2009	standardi	2		
138.260	36	190	63,8	27.5.2009	standardi	2		
138.260	37	234	118,2	27.5.2009	standardi	2		
138.260	38	205	80,0	27.5.2009	standardi	2	X	
138.260	39	220	89,7	27.5.2009	standardi	2		
138.260	40	170	41,7	27.5.2009	standardi	2		
138.260	41	228	113,7	27.5.2009	standardi	2		
138.260	42	197	65,5	27.5.2009	standardi	2		
138.260	43	240	122,5	27.5.2009	standardi	2		
138.260	44	205	75,3	27.5.2009	standardi	2	X	
138.260	45	175	45,5	27.5.2009	standardi	2		
138.260	46	213	83,1	27.5.2009	standardi	2		
138.260	47	212	85,8	27.5.2009	standardi	2		
138.260	48	199	70,7	27.5.2009	standardi	2		
138.260	49	231	107,2	27.5.2009	standardi	2		

138.260	50	220	91,8	27.5.2009	standardi	2		
138.300	51	171	41,1	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	52	167	40,7	26.5.2009	luonnonp.	1	X	
138.300	53	171	37,1	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	54	180	51,3	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	55	175	37,1	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	56	171	46,2	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	57	169	40,5	26.5.2009	luonnonp.	1	X	
138.300	58	173	39,7	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	59	187	53,9	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	60	168	39,4	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	61	175	40,4	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	62	176	49,0	26.5.2009	luonnonp.	1	X	X
138.300	63	171	42,9	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	64	176	42,0	26.5.2009	luonnonp.	1	X	
138.300	65	177	42,9	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	66	170	40,7	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	67	180	49,1	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	68	172	43,7	26.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	69	167	40,9	27.5.2009	luonnonp.	1		
138.300	70	173	47,0	28.5.2009	luonnonp.	1	X	
138.300	71	157	30,2	28.5.2009	luonnonp.	1	X	
138.300	72	174	47,3	28.5.2009	luonnonp.	1	X	
138.300	73	167	39,7	30.5.2009	luonnonp.	2		
138.300	74	204	71,7	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	75	196	63,1	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	76	251	144,5	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	77	213	79,4	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	78	238	124,4	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	79	202	71,3	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	80	216	76,3	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	81	173	40,6	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	82	211	77,7	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	83	205	73,6	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	84	193	58,0	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	85	219	87,5	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	86	222	97,1	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	87	192	52,8	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	88	202	68,0	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	89	218	82,5	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	90	222	90,7	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	91	233	107,7	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	92	195	61,7	30.5.2009	uintitreeni	2	X	
138.300	93	180	57,9	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	94	215	81,9	30.5.2009	uintitreeni	2	X	
138.300	95	232	111,6	30.5.2009	uintitreeni	2	X	
138.300	96	195	61,6	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	97	195	63,7	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	98	258	142,4	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	99	243	117,9	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.300	100	209	76,6	30.5.2009	uintitreeni	2		
138.420	101	211	76,5	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	102	177	45,6	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	103	193	58,3	26.5.2009	dieetti	1		

138.420	104	177	40,4	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	105	199	61,3	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	106	219	82,3	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	107	177	42,0	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	108	186	48,5	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	109	197	65,2	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	110	203	66,3	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	111	192	59,1	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	112	208	70,5	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	113	198	68,1	26.5.2009	dieetti	1	X	
138.420	114	184	47,7	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	115	184	50,4	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	116	175	43,5	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	117	222	92,8	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	118	107	74,5	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	119	121	72,6	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	120	194	57,6	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	121	179	45,5	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	122	193	57,8	26.5.2009	dieetti	1	X	
138.420	123	196	59,4	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	124	178	46,2	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	125	196	62,8	26.5.2009	dieetti	1		
138.420	126	183	47,9	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	127	205	66,0	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	128	204	64,1	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	129	181	51,1	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	130	185	49,6	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	131	204	71,2	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	132	157	32,0	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	133	217	76,1	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	134	204	65,0	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	135	199	65,0	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	136	215	79,7	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	137	178	48,2	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	138	209	74,0	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	139	182	53,7	27.5.2009	dieetti	2	X	
138.420	140	170	41,1	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	141	191	53,6	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	142	196	62,1	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	143	193	57,7	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	144	198	67,7	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	145	188	54,8	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	146	203	74,3	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	147	203	68,6	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	148	192	52,6	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	149	186	53,7	27.5.2009	dieetti	2		
138.420	150	188	50,7	27.5.2009	dieetti	2		

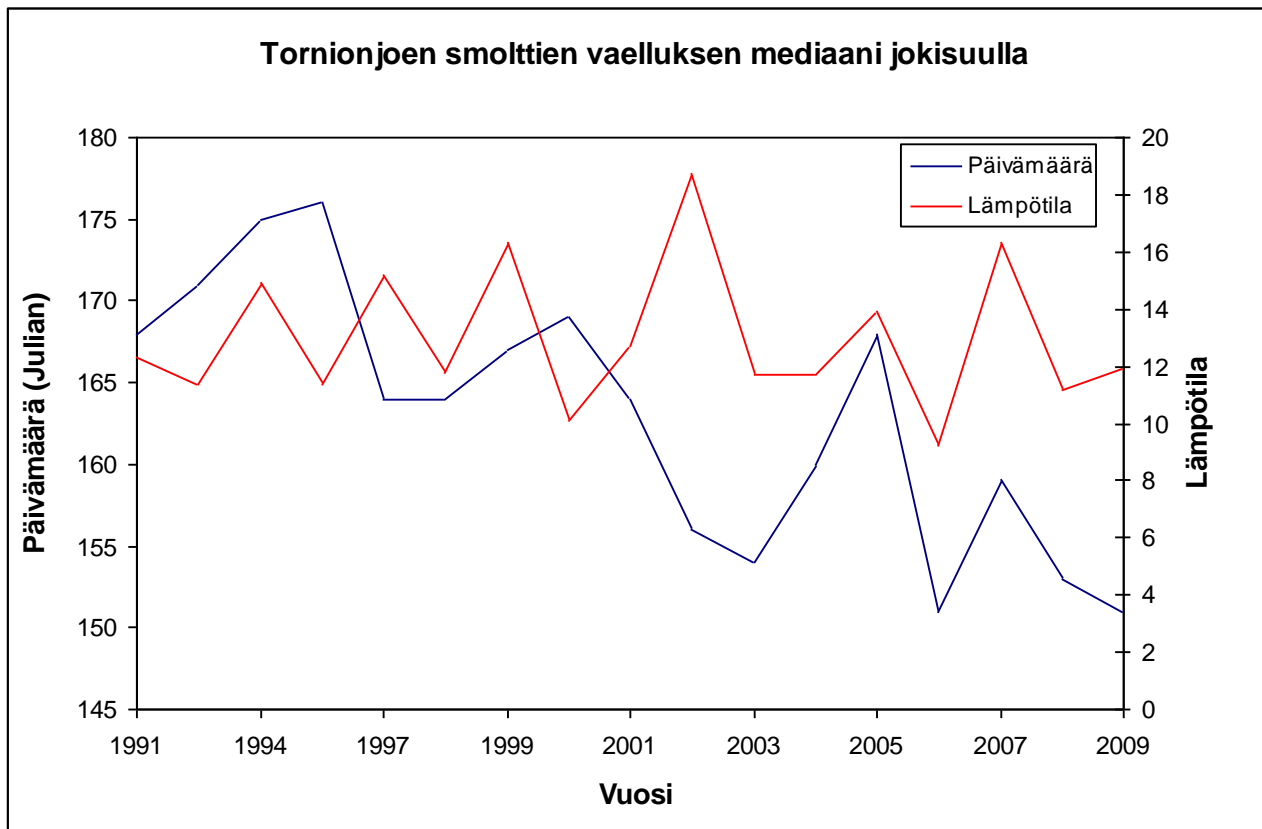
Liite 3. Oulujärven kokeen merkintäpöytäkirja 2010 (luonnonp.=Varisjoesta pyydetty vaelluspoikanen) ja havainnot eri automaattivastaanottimilta (X=vaelluspoikanen selviytyi kyseisen voimalaitoksen alapuolelle). Istutukset tapahtuivat peräkkäisinä päivinä: 1.erä 26.5.2010 ja 2.erä 27.5.2010.

Taajuus	Koodi	Pituus (mm)	Paino (g)	Merkintä pvm.	Kasvatus	Istutus-erä	Jylhä-mä	Nuojua	Utanen	Pälli	Pyhä-koski	Mont-ta
138.280	055	165	29,8	24.5.2010	dieetti	1		X				
138.280	056	164	31,2	24.5.2010	dieetti	1		X				
138.280	057	154	26,1	24.5.2010	dieetti	1						
138.280	058	152	25,2	24.5.2010	dieetti	1		X				
138.280	064	167	33,9	24.5.2010	dieetti	1	X					
138.280	061	158	25,3	24.5.2010	dieetti	1	X					
138.280	059	159	31,0	24.5.2010	dieetti	1						
138.280	060	163	30,4	24.5.2010	dieetti	1		X				
138.280	063	141	20,1	24.5.2010	dieetti	1		X	X			
138.280	062	157	22,5	24.5.2010	dieetti	1	X					
138.280	065	140	20,8	24.5.2010	dieetti	1		X				
138.280	066	138	20,0	24.5.2010	dieetti	1						
138.280	067	174	37,3	24.5.2010	dieetti	1		X				
138.280	068	154	28,0	24.5.2010	dieetti	1						
138.280	069	155	26,8	24.5.2010	dieetti	1						
138.280	071	166	30,1	24.5.2010	dieetti	1						
138.280	070	147	21,9	24.5.2010	dieetti	1		X				
138.280	072	149	24,2	24.5.2010	dieetti	1	X					
138.280	073	152	24,1	24.5.2010	dieetti	1						
138.280	074	166	32,1	24.5.2010	dieetti	1		X				
138.280	075	160	26,4	24.5.2010	dieetti	2						
138.280	076	152	25,6	24.5.2010	dieetti	2	X	X				
138.280	077	162	30,1	24.5.2010	dieetti	2	X					
138.280	078	146	19,7	24.5.2010	dieetti	2						
138.300	001	163	28,1	24.5.2010	dieetti	2						
138.300	002	165	31,6	24.5.2010	dieetti	2						
138.300	003	147	22,1	24.5.2010	dieetti	2		X				
138.300	004	171	34,3	24.5.2010	dieetti	2						
138.300	005	162	27,2	24.5.2010	dieetti	2		X				
138.300	006	152	26,4	24.5.2010	dieetti	2		X	X	X	X	X
138.300	007	141	20,1	24.5.2010	dieetti	2		X				
138.300	008	147	22,3	24.5.2010	dieetti	2		X				
138.300	009	140	22,1	24.5.2010	dieetti	2						
138.300	010	143	19,1	24.5.2010	dieetti	2		X				
138.300	011	146	23,7	24.5.2010	dieetti	2						
138.300	012	155	27,9	24.5.2010	dieetti	2		X				
138.300	013	157	23,9	24.5.2010	dieetti	2	X					
138.300	014	146	21,9	24.5.2010	dieetti	2		X				
138.300	015	150	21,7	24.5.2010	dieetti	2		X				
138.300	016	160	29,7	24.5.2010	dieetti	2						
138.300	017	181	46,8	24.5.2010	standardi	1						
138.300	018	176	44,9	24.5.2010	standardi	1	X					
138.300	019	193	50,8	24.5.2010	standardi	1	X					
138.300	020	191	51,1	24.5.2010	standardi	1	X	X				
138.300	021	162	32,8	24.5.2010	standardi	1		X				
138.300	022	166	33,9	24.5.2010	standardi	1		X				
138.300	023	194	53,8	24.5.2010	standardi	1						
138.300	024	181	43,1	24.5.2010	standardi	1	X					
138.320	109	171	37,9	24.5.2010	standardi	1		X				

138.320	110	199	57,5	24.5.2010	standardi	1		X				
138.320	111	182	45,5	24.5.2010	standardi	1	X					
138.320	112	176	43,4	24.5.2010	standardi	1						
138.320	113	182	45,6	24.5.2010	standardi	1		X				
138.320	114	162	33,0	24.5.2010	standardi	1		X				
138.320	115	165	32,9	24.5.2010	standardi	1		X				
138.320	116	176	41,3	24.5.2010	standardi	1		X				
138.320	117	162	35,2	24.5.2010	standardi	1						
138.320	118	205	64,1	24.5.2010	standardi	1		X	X	X	X	
138.320	119	194	56,0	24.5.2010	standardi	1						
138.320	120	208	66,4	24.5.2010	standardi	1	X					
138.320	121	172	39,8	24.5.2010	standardi	2	X					
138.320	122	180	46,9	24.5.2010	standardi	2	X					
138.320	123	172	39,4	24.5.2010	standardi	2	X	X				
138.320	124	167	37,5	24.5.2010	standardi	2	X					
138.320	125	167	38,0	24.5.2010	standardi	2		X				
138.320	126	181	50,3	24.5.2010	standardi	2		X				
138.320	127	177	41,6	24.5.2010	standardi	2						
138.320	128	178	43,6	24.5.2010	standardi	2						
138.320	129	172	39,4	24.5.2010	standardi	2		X				
138.320	130	176	41,7	24.5.2010	standardi	2	X	X	X			
138.320	131	174	39,9	24.5.2010	standardi	2		X				
138.320	132	179	44,0	24.5.2010	standardi	2						
138.340	163	154	27,1	24.5.2010	standardi	2						
138.340	164	156	32,0	24.5.2010	standardi	2						
138.340	165	187	46,8	24.5.2010	standardi	2	X					
138.340	166	190	50,2	24.5.2010	standardi	2	X					
138.340	167	180	49,1	24.5.2010	standardi	2						
138.340	168	192	56,0	24.5.2010	standardi	2		X				
138.340	169	171	37,0	24.5.2010	standardi	2						
138.340	170	193	52,9	24.5.2010	standardi	2	X					
138.340	171	191	60,9	25.5.2010	luonnop.	1		X				
138.340	172	149	25,1	25.5.2010	luonnop.	1						
138.340	173	142	19,2	25.5.2010	luonnop.	1	X					
138.340	174	132	19,3	25.5.2010	luonnop.	1		X				
138.340	175	152	26,2	25.5.2010	luonnop.	1	X	X				
138.340	176	160	30,0	25.5.2010	luonnop.	1						
138.340	177	215	83,5	25.5.2010	luonnop.	1	X					
138.340	178	155	28,6	25.5.2010	luonnop.	1						
138.340	179	141	22,2	25.5.2010	luonnop.	1						
138.340	180	140	20,8	25.5.2010	luonnop.	1		X				
138.340	181	140	21,5	25.5.2010	luonnop.	1						
138.340	182	141	22,5	25.5.2010	luonnop.	1	X					
138.340	183	135	18,7	25.5.2010	luonnop.	1		X				
138.340	184	141	21,8	25.5.2010	luonnop.	1		X				
138.340	185	136	18,9	25.5.2010	luonnop.	1		X				
138.340	186	136	18,7	25.5.2010	luonnop.	1		X				
138.360	005	145	22,4	25.5.2010	luonnop.	1	X					
138.360	006	147	22,1	25.5.2010	luonnop.	1						
138.360	007	143	20,1	25.5.2010	luonnop.	1						
138.360	008	138	20,2	25.5.2010	luonnop.	1		X				
138.360	009	151	24,4	25.5.2010	luonnop.	2		X				
138.360	010	136	18,8	25.5.2010	luonnop.	2		X				
138.360	011	148	28,2	25.5.2010	luonnop.	2		X				

138.360	012	132	16,9	25.5.2010	luonnonp.	2		X				
138.360	013	141	21,0	25.5.2010	luonnonp.	2	X					
138.360	014	144	23,9	25.5.2010	luonnonp.	2		X				
138.360	015	152	27,8	25.5.2010	luonnonp.	2						
138.360	016	137	19,1	25.5.2010	luonnonp.	2		X				
138.360	017	158	28,5	25.5.2010	luonnonp.	2						
138.360	018	147	25,3	25.5.2010	luonnonp.	2		X				
138.360	019	155	28,4	25.5.2010	luonnonp.	2	X					
138.360	020	142	20,1	25.5.2010	luonnonp.	2		X				
138.360	021	139	21,3	25.5.2010	luonnonp.	2						
138.360	022	137	18,2	25.5.2010	luonnonp.	2						
138.360	023	153	26,8	25.5.2010	luonnonp.	2	X					
138.360	024	138	20,4	25.5.2010	luonnonp.	2						
138.360	025	167	35,4	25.5.2010	luonnonp.	2						
138.360	026	149	27,1	25.5.2010	luonnonp.	2						
138.360	027	143	22,7	25.5.2010	luonnonp.	2		X	X			
138.360	028	167	32,4	25.5.2010	luonnonp.	2		X	X			

Liite 4. Tornionjoen smoltivaelluksen ajoittumisen mediaani eli hetki jolloin puolet smolteista on saapunut jokisuulle vuosina 1991-2009. Sininen viiva kertoo mediaanipäivämäärän ja punainen viiva jokiveden lämpötilan kyseisenä päivämääränä. Päivämäärät on esitetty juliaanisina päivämäärinä (esim. 152 = 1. kesäkuuta). Lähde: RKTL, Atso Romakkaniemi.



Liite 5. Oulujoen Monttaan tehtyjen velvoiteistutusten ajoittuminen vuosina 1989–2009. Aineistoon on sovitettu regressiosuora, jonka kaava näkyy oikeassa ylänurkassa. Lähde: Kainuun ELY-keskus, istutusrekisteri.

