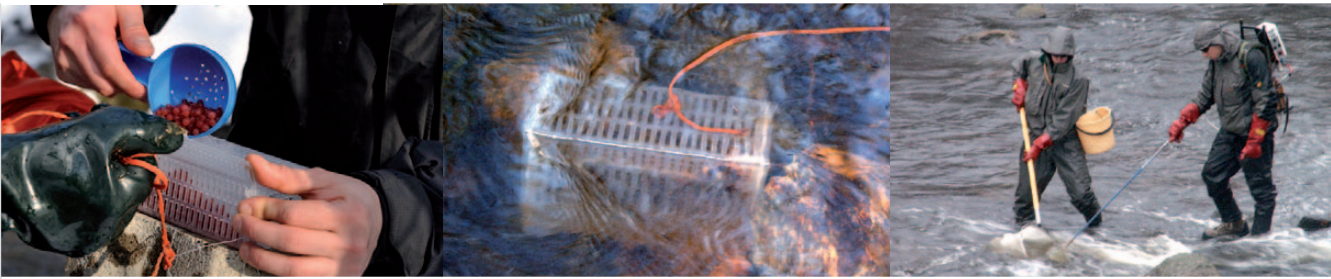


Taimenen mäti-istutus Järvi-Suomen koskissa – kasvaako poikastiheys?

Jukka T. Syrjänen, Timo Ruokonen, Tarmo Ketola, Kimmo Sivonen, Olli Sivonen, Veijo Honkanen, Alpo Huhmarniemi, Jouni Kivinen, Pekka Majuri, Mika Oraluoma, Miika Sarpakunnas, Ilkka Vesikko ja Pentti Valkeajärvi



RIISTA – JA KALATALOUS
TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ

11/2013

RIISTA- JA KALATALOUS

TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ

11 / 2013

Taimenen mäti-istutus Järvi-Suomen koskissa – kasvaako poikastiheys?

Jukka T. Syrjänen, Timo Ruokonen, Tarmo Ketola, Kimmo Sivonen,
Olli Sivonen, Veijo Honkanen, Alpo Huhmarniemi, Jouni Kivinen,
Pekka Majuri, Mika Oraluoma, Miika Sarpakunnas, Ilkka Vesikko ja
Pentti Valkeajärvi



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2007–2013



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus
www.ely-keskus.fi



Etelä-Savo
SAIMAAN
MAAKUNTA



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Julkaisija:

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2013

Kannen kuvat: Tapani Korhonen ja Jukka Syrjänen

Julkaisujen myynti:

www.rktl.fi/julkaisut

www.juvenes.fi/verkkokauppa

Pdf-julkaisu verkossa:

www.rktl.fi/julkaisut/

ISBN 978-952-303-054-1 (painettu)

ISBN 978-952-303-104-3 (verkkojulkaisu)

ISSN 1799-4764 (Painettu)

ISSN 1799-4748 (Verkkojulkaisu)

Sisällys

Tiivistelmä	4
Sammandrag	5
Abstract	6
1. Johdanto.....	7
2. Menetelmät.....	8
2.1 Tutkimusvesistöt.....	8
2.2 Luontaiset kalakannat tutkimusvesistöissä.....	9
2.3 Mädin istutusmenetelmät.....	9
2.4 Poikasaineiston keruu ja tilastoanalyysit	11
3. Tulokset	13
3.1 Poikastiheys istutus- ja vertailuvesistöissä.....	13
3.2 Istutusmätimäärän ja poikastiheyden yhteys Simunankoskella.....	14
3.3 Mäti-istukkaiden osuus ja säilyvyys.....	14
4. Pohdinta	15
Kiitokset.....	18
Viitteet.....	19

Tiivistelmä

Mäti-istutusta on käytetty laajalti virtakutuisten lohikalojen heikentyneiden kantojen hoitoon ja elvytykseen. Suomessa mäti-istutusta käytetään yleisesti järvi- ja meritaimenkantojen joki- ja vaelluspoikastuotannon lisäämiseen. Mädin istuttaminen voi olla joki- tai vaelluspoikasten istuttamista parempi vaihtoehto, koska mätinä istutettu kala käy elinkiertoinsa lähes kokonaan läpi luonnossa. Sekakannan perimä ja ilmiäisy voisivat näin pysyä mahdollisimman lähellä luonnonkannan tilaa.

Taimenen mäti-istutuksen vaikutusta kesänvanhojen poikasten runsauteen tutkittiin seitsemällätoista virtavesikohteella Järvi-Suomessa vuosina 1996–2011. Näistä yhdeksään kohteeseen istutettiin mätiä ja kahdeksan toimi vertailukohteina, joihin mätiä ei istutettu. Istutusmenetelminä käytettiin sekä istutusputkea että mätirasiaa. Taimen lisääntyy luontaisesti kaikissa kohteissa, mutta ei välttämättä joka vuosi. Koskiuomien rakenteen ja vedenlaadun puolesta taimenen luontaisen lisääntymisen edellytykset olivat kuitenkin pääosin hyvät.

Mäti-istutus ei lisännyt merkitsevästi villien poikasten ja mäti-istukkaiden kokonaistiheyttä. Kokonaispoikastiheys oli vain 3 yksilöä/100 m² suurempi istutuskohteissa istutusvuosina verrattuna vertailukohteisiin ja ei-istutusvuosiin. Laukaan Simunankosken neljäntoista vuoden poikasaineistossa ja kymmenen istutusvuoden aineistossa havaittiin heikko positiivinen korrelaatio poikastiheyden ja istutusmädin määrän välillä. Viideltä virtavesikohteelta otetuissa yhdeksässä näytteessä, jotka sisälsivät yhteensä 198 kesänvanhaa poikasta, mäti-istukkaiden osuus oli kuitenkin keskimäärin 40 prosenttia. Yhdellä kohteella yksi vuosiluokka olisi jopa jäänyt todennäköisesti kokonaan puuttumaan ilman istutusta. Parhaimmillaan mäti-istutus voi siten pitää pienen taimenkannan hengissä. Mäti-istukkaiden säilyvyys mädistä syksyiseksi jokipoikaseksi oli keskimäärin 1 prosentti.

Mäti-istutuksen heikkoon havaittuun vaikutukseen lienevät syynä suuri luontainen vaihtelu kokonaispoikastiheydessä, istutusmädin pieni määrä sekä mahdollisesti mätirasioiden ja -taskujen sijoittelu sopimattomaan mikroympäristöön. Suosittelemme mäti-istutusmenetelmien kehittämistä ja standardisointia maasto- ja keinoumatutkimuksilla sekä luontaisten kutukantojen seuranta esimerkiksi kutupesälaskennalla. Kalakantojen hoidon kokonaistavoitteita kannattaisi myös pohtia, sillä vuosikymmeniä tai vuosisatoja kestävä jatkuva mäti- tai kalais- tutustoiminta voi muuttaa luonnossa lisääntyvien kantojen perimää.

Asiasanat: Järvi-Suomi, mäti-istutus, mätirasia, poikastiheys, säilyvyys, taimen, virtavesi

Syrjänen, J.T., Ruokonen, T., Ketola, T., Sivonen, K., Sivonen, O., Honkanen, V., Huhmarniemi, A., Kivinen, J., Majuri, P., Oraluoma, M., Sarpakunnas, M., Vesikko, I. & Valkeajärvi, P. 2013. Taimenen mäti-istutus Järvi-Suomen koskissa – kasvaako poikastiheys? *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 11/2013. 20 s.

Sammandrag

Romutsättningar används som ett förvaltningsinstrument vid restaurering av försvagade älvle-
kande laxfiskar. I Finland utförs romutsättningar allmänt för att åstadkomma en ökad parr- och
smoltproduktion av både insjööring och havsöring. Utsättning av rom kan vara ett bättre alter-
nativ än utsättningar av parr eller smolt, eftersom fisk som härstammar från romutsättningar
tillbringar så gott som största delen av sin livscykel i naturlig miljö. På så sätt kan blandbestån-
dets arvs massa och fenotyp bevaras så nära det naturliga beståndet som möjligt.

Sambandet mellan romutsättning och tätheten av årsyngel hos öring undersöktes i sju-
ton vattendrag i det finska sjödistriktet under perioden 1996–2011. Rom sattes ut i nio av
vattendragen, medan åtta vattendrag utan romutsättningar fungerade som kontroller. Som ut-
sättningsmetoder användes både planteringsrör och romaskar. Det förekom naturlig öringre-
produktion i samtliga vattendrag, dock inte nödvändigtvis med kontinuerligt reproduktion
varje år. Vattendragens struktur och vattenkvalitet var dock tillräckligt god för att möjliggöra
naturlig reproduktion av öring.

Det skedde ingen generell signifikant ökning av yngeltätheten till följd av romutsättning-
arna, även om det förekom positiva effekter i enskilda fall. Den totala yngeltätheten var endast
3 individer/100 m² högre i utsättningsvattendragen under utsättningsåren jämfört med kontrol-
ler och de år då det inte skedde någon utsättning. På forssträckan Simunankoski i Laukas, där
romutsättningar skett under tio år och prover tagits under fjorton år, fanns det en svag positiv
korrelation mellan yngeltäthet och mängden utsatt rom. I nio yngelsamplings från fem vatten-
drag, omfattande totalt 198 yngel, låg andelen individer som härstammade från romutsättning-
ar på i genomsnitt 40 procent. I ett av vattendragen skulle en hel årsklass sannolikt ha saknats
helt utan romutsättningar. I bästa fall kan alltså romutsättningar hålla en liten öringpopulation
vid liv. Överlevnaden från rom till en-somriga yngel var i genomsnitt 1 procent.

Orsakerna till den relativt blygsamma positiva effekten av romutsättningarna berodde
troligen på stor naturlig variation i den totala yngeltätheten, den lilla mängden utsatt rom och
möjligen på ett ofördelaktigt val av både meso- och mikrohabitat för placering av romaskarna.
Vi rekommenderar därför vidare studier både i fält och i kontrollerad laboratoriemiljö för att
utveckla och standardisera romutsättningsmetoderna. Lekgropsinventering rekommenderas
för att följa upp naturliga populationer. Eftersom långvariga rom- eller fiskutsättningsprogram
under tiotals eller hundratals år kan leda till genetisk påverkan av naturliga populationer, bör
man även överväga en omformulering av målen inom den finländska fiskeförvaltningen.

Nyckelord: Finska sjödistriktet, romask, romutsättning, strömmande vatten, yngeltäthet,
öring, överlevnad

Syrjänen, J.T., Ruokonen, T., Ketola, T., Sivonen, K., Sivonen, O., Honkanen, V., Huhmarnie-
mi, A., Kivinen, J., Majuri, P., Oraluoma, M., Sarpakunnas, M., Vesikko, I. & Valkeajärvi, P.
2013. Utsättning av öringsrom i vattendrag inom det finska sjödistriktet – ökar yngeltätheten?
Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä 11/2013. 20 s.

Abstract

Egg stocking is widely used as a management measure for supporting degraded salmonid stocks in streams. In Finland, egg stocking is used to improve parr and smolt production among lake-migrating and sea-migrating brown trout stocks. Stocking of eggs instead of parr or smolts could keep the genotypes and phenotypes of mixed stocks as close to their natural state as possible.

Success in stocking brown trout eggs was assessed in a study of seventeen boreal forest streams situated in the Finnish Lake District, in the years 1996–2011. Nine streams were subject to egg stocking as a management practice, and eight were set aside as control sites. Stocking was performed with pipes or boxes. All of the streams contained some naturally spawning trout, while the channel structure and water quality were suitable for natural reproduction in all cases.

Stocking did not increase the total (wild and stocked) density of 0-year-old parr. The total mean density was only 3 individuals/100 m² higher in stocking streams during stocking years, compared to control streams and non-stocking years. In one stream, Simunankoski, monitored for fourteen years and stocked in ten years, only a weak positive correlation could be discerned between the total parr density and the number of eggs stocked. However, in nine samples taken from five streams, including 198 parr individuals, the mean proportion of individuals derived from stocked eggs was 40 percent. In one stream, an entire year class would have been missing without egg stocking. Thus, at best, egg stocking can maintain a small trout population. The mean survival rate of egg-stocked individuals to the first autumn parr was 1 percent.

The probable reasons for the low affectivity of egg-stocking are high natural annual variation in wild parr density, the low number of stocked eggs, and the fact that egg boxes and egg pockets may have been placed in unsuitable microhabitats. In conclusion, stocking methods should be improved and standardised based on field and laboratory experiments, while wild spawning stocks could be monitored more precisely through redd counting. The goals of fishery management may have to be reconsidered in Finland, as the stocking of eggs or fish could change the genotype of stocks in the long term, if the practice is continued for decades or centuries.

Keywords: Brown trout, egg box, egg stocking, microhabitat, parr density, stream, survival

Syrjänen, J.T., Ruokonen, T., Ketola, T., Sivonen, K., Sivonen, O., Honkanen, V., Huhmarniemi, A., Kivinen, J., Majuri, P., Oraluoma, M., Sarpakunnas, M., Vesikko, I. & Valkeajärvi, P. 2013. Stocking of brown trout eggs in Finnish Lake District streams – is parr density increased? *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 11/2013. 20 p.

1. Johdanto

Mädin tai vastakuoriutuneiden poikasten istutusta on käytetty heikentyneiden lohikalakantojen tukemiseen sekä virtavesillä (Prignon ym. 1999, Niva ym. 2012) että järvillä (Bronte ym. 2002). Menneinä vuosisatoina kaukomatkalaiset levittivät lohikalalajeja uusille mantereille todennäköisesti mätinä. Istutusmenetelminä on käytetty ainakin soraan työnnettävää putkea, mäতিরasioita sekä mädin levitystä suoraan pohjalle (Barlaup ja Moen 2001, Kirkland 2012, Niva ym. 2012). Mätiä on käytetty istutusmateriaalina pääosin halpuutensa, helpon kuljetettavuutensa ja luonnonmukaisuutensa takia. Mätinä istutetut yksilöt käyvät elinkiertoinsa läpi pääosin luonnossa eivätkä viljelylaitoksilla. Tämä voi auttaa istutuksilla tuettuja sekakantoja pysymään ilmiänsuhtaan ja perimältään mahdollisimman lähellä luonnonkantojen tilaa.

Taimenen ja lohen mäti-istutuksia on tehty maailmalla ainakin vuosisadan ajan (Kirkland 2012). Tiedämme kuitenkin hyvin vähän siitä, voiko mäti-istutuksella lisätä poikastiheyttä tai mikä istutusmenetelmä on tehokkain. Useimmissa julkaistuissa tutkimuksissa on käsitelty yhtä menetelmää ja yhtä jokea (Beall ym. 1994, Raddum ja Fjellheim 1995, Coghlan ja Ringler 2004). Barlaup ja Moen (2001) raportoivat yleiskatsauksessaan alkioiden ja poikasten säilyvyyttä kattavasti, mutta ainoastaan kuoriutumiseen ja sorastanousuun asti.

Järvi-Suomen vesistöihin istutetaan vuosittain taimenta kaikissa elinkiertoensa vaiheissa – mätinä, vastakuoriutuneina poikasina, uimaan ja syömään oppineina (startattuina) poikasina, kesänvanhoina poikasina, 1–3-vuotiaina poikasina, onkikokoisina kaloina ja joskus sukukypsinä emokaloina. Mätiä istutetaan luonnonkantojen tueksi tai lajin kotiuttamiseksi alueille, joilta se on aiemmin kadonnut. Kymijoen ja Vuoksen vesistöissä mätiä istutetaan vuosittain muutamaan tai muutamaan kymmeneen virtavesikohteeseen. Maan etelärannikolla meritaimenen mätiä istutetaan myös vuosittain muutamaan kymmeneen jokeen ja puroon. Kymijoen vesistössä istutukseen käytetään Rautalammin reitin järvitaimenen viljelykannan mätiä, ja tätä kantaa istutetaan vähän myös Kokemäenjoen vesistöön. Vuoksen vesistöön istutetaan Vuoksen järvitaimenen viljelykannan mätiä. Rautalammin reitin viljelykanta on tuottanut vuosina 2006–2011 vuosittain 40–60 litraa istutusmätiä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) Laukaan kalanviljelylaitoksella (Kannel, R. julkaisematon), ja mädin myyntihinta oli 307 euroa litralta vuonna 2011. Vuodesta 2008 lähtien RKTL:n tuottama taimenen mäti on värjätty alitsariinipunaisella, joka jättää kalan kuuloluihin, otoliitteihin, värimerkin. Kuuloluista on siten myöhemmin mahdollista tarkastaa, ovatko poikaset peräisin mäti-istutuksesta, tosin tutkittavat poikaset täytyy tässä yhteydessä tappaa.

Tässä työssä selvitettiin, lisääkö taimenen mäti-istutus poikastiheyttä Järvi-Suomen virtavesillä, joilla lajin luontainen lisääntyminen on heikkoa tai kohtalaista. Tutkimusasetelmassa oli seitsemäntoista koskea tai jokea, joista mätiä istutettiin yhdeksään. Simunankoskella tutkittiin tarkemmin, korreloiko istutusmädin määrä kokonaispoikastiheyden kanssa. Lisäksi viideltä istutuskohteelta kerättiin poikasnäytteitä, joista selvitettiin mäti-istukkaiden osuus. Samalla arvioitiin mäti-istukkaiden säilyvyys istutushetkestä syksyisiksi poikasiksi.

2. Menetelmät

2.1 Tutkimusvesistöt

Tutkimusalue kattaa Järvi-Suomessa taimenen luontaisten kantojen tärkeimmät elinalueet ja noin puolet tärkeimmistä vapaista koskireiteistä ja joista, joita laji käyttää lisääntymisalueinaan. Mukana oli seitsemäntoista virtavesikohdetta, joista neljätoista sijaitsee Kymijoen vesistössä, kaksi Kokemäenjoen vesistössä ja yksi Vuoksen vesistössä (taulukko 1). Osa koskista ja joista on samalla reitillä, mutta viisitoista kohteista sijaitsee vähintään kymmenen vesistökilometrin päässä kaikista muista kohteista. Taikinainen ja Karinkoski sijaitsevat lähellä toisiaan, mutta niiden välissä on 200 metrin pituinen suvanto. Kesänvanhojen taimenenpoikasten oletettiin siten pysyneen synnyinkoskissaan.

Taulukko 1. Tutkimusvirtavesien ominaisuudet. Analyysisarakkeessa 16 = 16 joen poikasteihyestutkimus, S = Simunankosken korrelaatioanalyysi ja o = otoliittinäytetutkimus. Jokiparia käytettiin muuttujana 16 kohteen tilastoanalyysissä. Vesistösarakkeessa K = Kymijoki, Ko = Kokemäenjoki ja V = Vuoksi, ja luusuusarakkeessa kosken sijainti luusuassa l = luusua, e = ei-luusua. Jokiluokka (stream order) tarkoittaa virtaveden kokoa Strahlerin numerolla ilmaistuna. Ohrajoen kohdalla on pääjoen, Pengerjoen, vedenlaatutiedot. Ohrajoen fosforipitoisuus voi olla siten pienempi ja pH-arvo hieman eriävä kuin ilmoitettu. Vedenlaatutiedot ovat peräisin ympäristöhallinnon Hertta-palvelusta.

Virtavesi	Analyysi	Joki- pari	Vesistö	Kunta	Luusua	Uoman leveys (m)	Joki- luokka	pH	Tot-P ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)
Istutuskohteet									
Kalkkistenkoski	16, o	1	K	Asikkala	l	105	6	7,2	7
Myllynkoski	16, o	2	K	Joutsa	l	15	4	7,0	8
Muuramenjoki	16, o	3	K	Muurame	l	19	4	6,9	9
Taikinainen	16	4	K	Konnevesi	l	90	4	6,9	6
Karinkoski	16	5	K	Konnevesi	e	90	4	6,9	6
Simunankoski	16, S, o	6	K	Laukaa	l	42	5	6,9	7
Virtalankoski	16	7	Ko	Keuruu	e	14	4	5,9	23
Vihovuonne	16	8	V	Heinävesi	l	85	5	6,9	6
Kontrollikohteet									
Läsäkoski	16	1	K	Kangasniemi	l	38	4	6,8	11
Arvajanjoki	16	2	K	Kuhmoinen	l	12	3	6,6	4
Saajoki	16	3	K	Jyväskylä	e	4	3	6,1	16
Koivujoki	16	4	K	Pielavesi	e	15	3	6,8	13
Ohrajoki	16	5	K	Petäjävesi	e	7	3	6,0	26
Huopanankoski	16	6	K	Viitasaari	l	20	4	6,9	12
Multianjoki	16	7	Ko	Multia	l	10	3	6,2	14
Puuskankoski	16	8	K	Mäntyharju	e	25	5	7,0	5
Lisäistutuskohde									
Sahankoski	o		K	Viitasaari	l	40	4	7,0	12

Tutkimusvirtavedet ovat varsin erikokoisia, sillä niiden keskivirtaama on 1–150 m³/s. Kaksitoista kohdetta on luusuakoskia ja viisi kohdetta sijaitsee 0,5–10 km alavirtaan järvestä. Kaikki tutkimuskohteet olivat patoamattomia. Kaikkien kohteiden uomat perattiin 1800- ja 1900-luvulla, mutta neljäljatoista niistä on kunnostettu vuosina 1980–2009. Tutkimusjakson aikana kunnostettiin Taikinaista ja Karinkoskea vuosina 2002 ja 2005, Läsäkoskea 2004, 2006 ja 2009 sekä Vihovuonnetta 2007 ja 2008. Kalkkistenkoski, Saajoki ja Ohrajoki olivat tutkimuksen aikana peratussa tilassaan.

Vedenlaatu on hyvä tai erinomainen kaikissa muissa kohteissa paitsi Virtalankoskessa. Taimenen yksi- ja kaksivuotiaita poikasia istutettiin osaan kohteista pieniä määriä, mutta nolavuotiaita ei istutettu kohteisiin tutkimusvuosina missään vaiheessa kesää tai syksyä.

2.2 Luontaiset kalakannat tutkimusvesistöissä

Taimen lisääntyy luontaisesti kaikissa tutkimusvirtavesissä, mutta ei tuota poikasia joka vuosi joka kohteella. Yksivuotiaiden ja vanhempien jokipoikasten tiheys oli keskimäärin 4,5 yksilöä/100 m² istutuskohteilla ja 6,0 yksilöä/100 m² vertailukohteilla. Yksivuotiaiden ja vanhempien jokipoikasten ei siksi arveltu vaikuttavan kesänvanhojen poikasten runsauteen. Kaikissa tutkimusvirtavesissä esiintyi taimenen lisäksi yleisenä ainakin yksi muu kalalaji. Muut kohteissa esiintyneet lajit olivat sähkökalastussaaliin runsausjärjestyksessä kivisimppu, made, kivenuoliainen, ahven, särki, hauki, salakka, harjus, kiiski ja kirjolohi.

2.3 Mädin istutusmenetelmät

Mäti oli hedelmöitetty viljelylaitoksilla syyskuussa tai lokakuussa. Rautalammin reitin järvitaimenen viljelykannan mäti oli tuotettu Laukaan kalanviljelylaitoksella ja sitä käytettiin Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöissä. Vuoksen järvitaimenen mäti oli tuotettu Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyn laitoksella Enonkoskella. Mäti-istutuksia tekivät viljelylaitosten työntekijät, kalastusseurojen aktiivit, tutkijat ja Jyväskylän yliopiston opiskelijat.

Vain muutamalla istuttajalla oli maastokokemusta taimenen kutupesälaskennasta ja siten pesien ja mädin elinympäristöstä. Mäti istutettiin yleensä maaliskuussa, kun mäti oli silmäpis-teasteella. Istutuksissa käytettiin kahta menetelmää, puuntaimien istutusputkea sekä muovisia Whitlock-Vibert©-mäti-istutusrasioita (kuva 1, taulukko 2). Istutusputkella mäti syötettiin soran sisään 5–10 senttimetrin syvyyteen ja putken tekemä aukko peiteltiin soralla. Putkimenetelmässä jokaiseen kohteeseen tehtiin muutamia kymmeniä mätitaskuja soran sisään, ja jokaiseen taskuun laskettiin 1–2 dl mätimunia. Mätirasiamenetelmässä rasioihin annosteltiin samoin 1–1,5 dl mätimunia, mutta ei yleensä soraa. Rasiat haudattiin osin soraan tai ympäröitiin 10–20 senttimetrin kivillä tai asetettiin suoraan pohjan päälle painon kanssa. Veden syvyys istutuskohdissa oli 15–50 senttimetriä molemmissa menetelmissä. Mätitaskut ja -rasiat sijoitettiin koskien yläosalle tai rantavirtaan.

Jokaiseen istutuskohteeseen istutettiin istutusvuotena 1–5 litraa mätiä eli noin 6 000–30 000 mätimunaa. Istutustiheydeksi muodostui 1–10 mätimunaa koskineliometriä kohti. Mädin määrä vastasi 4,4–22 kilogrammaa naarastaimenta mätipusseineen, sillä mädin massa on viljelyemoilla 15 % naaraan painosta, ja suurikokoisen viljelynaaraan mätimunanan paino on keskimäärin 0,11 grammaa (Turkka ja Arkko 2004). Naaraiden paino puolestaan vastaa



Kuva 1. Mäti-istutuksessa käytetyt kaksi menetelmää. a) ja b) Putki-istutus puuntaimen istutusputkella. c) Mätirasia, mäti kaadetaan rasian pienempään ylälokeroon. d) Rasiaistutusta Muuramenjoen Yläkoskella. e) Kaksi mätirasiaa joen pohjalla kiinnitettynä painona toimivaan tiileen, mutta ei vielä peitettynä soralla. f) Kesällä ylösnostettu ja avattu rasia, johon on jäänyt 15–20 kuollutta mätimunaa. Rasian pinnalla on yleensä enemmän levää kuin tässä kuvassa. Osakuvat c, d ja e Tapani Korhonen.

1–5 järvivaellukselta palaavaa naarasta keskikooltaan 4–5 kilogrammaa. Naaraat olivat tämänkokoisia Keski-Suomen koskilla emokalapyynneissä 1910–1940-luvuilla (Järvi 1936a, Järvi 1936b, Valkeajärvi, P. julkaisematon), osin samoilla koskilla kuin tässä työssä.

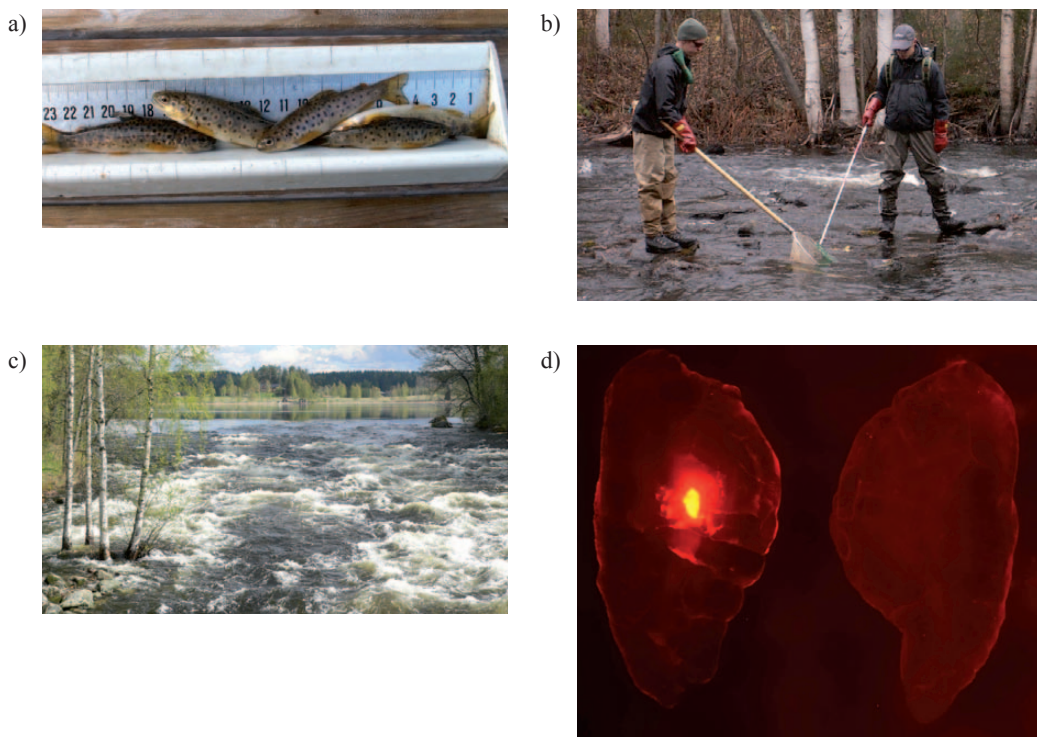
Rasiamenetelmässä rasiat nostettiin uomista touko-kesäkuussa ja kuolleiden mätimunien määrä tarkastettiin. Kuolleita munia oli rasioissa aina vähemmän kuin 20 kappaletta. Rasioista ei havaittu koskaan hienojakoista epäorgaanista ainesta, kuten hiekkaa. Muutaman kerran rasiaan oli jäänyt elämään yksi taimenenpoikanen, joka vapautettiin välittömästi.

2.4 Poikasaineiston keruu ja tilastoanalyysit

Kuudentoista virtavesikohteen aineistossa käytettiin tulosmuuttujana kesänvanhojen poikasten (kuva 2 a) kokonaistiheyttä. Kokonaistiheys sisälsi sekä luontaiset että mäti-istutetut poikaset. Tiheys määritettiin sähkökalastusmenetelmällä (kuva 2 b). Sähkökalastus tehtiin kolmen tai yhden poistopyynnin menetelmällä ja tiheys arvioitiin pyydystettävyydsarvon avulla. Välineinä käytettiin akkukäyttöisiä reppulaitteita Geomega FA4, Geomega FA3 ja Deka Lord 3000 sekä aggregaattikäyttöistä Lugab-muuttajaa. Samaa laitetta käytettiin tietyllä joella koko tutkimusajan. Jokaiselta kohteelta pyydettiin syys-lokakuussa kahdesta viiteen vakiokoealaa, kokonaisalaltaan 300–800 m². Noin 80 % istutusmätitaskuista ja mätirasioista sijaitsi sähkökalastusaloilla tai korkeintaan 20 metrin päässä niistä. Aineisto kerättiin vuosina 2000–2011, mutta aineistovuosia oli kohdetta kohti 4–12. Istutuskohteita oli kahdeksan ja vertailukohteita, joihin ei istutettu mätiä, myös kahdeksan. Istutuskohteiden havaintovuosista 2–10 vuotta oli istutusvuosia ja 2–10 ei-istutusvuosia. Poikastiheysaineisto kerättiin täsmälleen samoina vuosina sekä istutuskohteilta että vertailukohteilta.

Kuudentoista kohteen aineisto analysoitiin yleisellä lineaarisella mallilla (general linear model) suurimman jäännöstopennäköisyyden menetelmällä (restricted maximum likelihood) IBM SPSS statistics v20 -ohjelmalla. Selittäviä muuttujia kokeiltiin malliin useita: jokityyppi, vuosityyppi, jokipari, vuosi ja joki. Jokityyppi jaotteli kohteet istutuskohteisiin ja vertailukohteisiin. Vuosityyppi jaotteli havaintovuodet istutusvuosiin ja ei-istutusvuosiin ja oli pesiytetty jokityyppiin. Jokipari jaotteli joet kahdeksaan pariin, ja pari muodostui istutuskohteesta ja vertailukohteesta, joista oli poikastiheysaineisto saatavilla täsmälleen samoilta vuosilta. Jokiparit pyrittiin lisäksi luomaan niin, että parin kohteet sijaitsivat maantieteellisesti mahdollisimman lähellä toisiaan ja olivat mahdollisimman samankokoisia virtavesiä. Joki oli mallissa mukana satunnaismuuttujana. Näillä muuttujilla testattiin useita vaihtoehtoisia malleja, ja suurimman AIC-arvon (Akaike's information criteria) malli valittiin parhaaksi. Tämä malli sisälsi kaikki edellä mainitut tekijät.

Simunankosken aineistolla tutkittiin istutusmätimäärän ja kesänvanhojen poikasten kokonaistiheyden riippuvuutta Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella. Korrelaatioanalyysiin oli riittävä määrä mäti-istutusvuosia vain Simunankoskella (kuva 2 c), siksi analyysi tehtiin vain tällä yhdellä kohteella. Aineisto kerättiin vuosina 1996 ja 1999–2011. Istutusvuosia oli kymmenen ja ei-istutusvuosia neljä. Istutusmätin määrä oli 10 000–30 000 mätimunaa per istutusvuosi. Tämä vastaa 7,3–22 kilogrammaa tai 2–5 yksilöä järvitaimennoaraita.



Kuva 2. a) Kesänvanhoja eli nollavuotiaita taimenenpoikasia mittauskourussa. b) Taimenen kesänvanhojen poikasten runsaus selvitettiin sähkökalastusmenetelmällä. Samalla otettiin poikasnäytteitä kuuloluiden tarkastukseen. c) Laukaan Simunankoski toukokuussa, jolloin poikaset ovat kuorituneet, mutta elävät edelleen ruskuaispussinsa ravinnolla soraikon sisällä tai mäntirasiassa. d) Poikasten kuuloluista, otoliiteista, tarkastettiin väriainemerkki. Väri imeytettiin luihin tai luiden aihioihin kylvettämällä mätiä alitsariinipunainen S -väriaineella. Vasemmalta mäti-istutuksesta peräisin olevan poikasan kuuloluu ja oikealla villin poikasan kuuloluu.

Kesänvanhoilta poikasilta otettiin yhteensä yhdeksän otoliittinäytettä viideltä kohteelta vuosina 2009–2012. Otos sisälsi 5–30 kalaa per näyte, yhteensä 198 kalaa. Kuuloluut irrotettiin, puhdistettiin ja tarkastettiin ultraviolettivalon alla fluoresoivalla mikroskoopilla (kuva 2 d) ja värimerkittyjen poikasten osuus laskettiin. Mäti-istukkaiden säilyvyys mätimunasta syksyiseksi poikaseksi arvioitiin neljällä kohteella laskemalla säilyneiden osuus eli jakamalla poikasten lukumäärä mätimunien lukumäärällä. Kesänvanhoille poikasille soveltuvan ympäristön pinta-ala arvioitiin Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunalla (www.paikkatietoikkuna.fi). Kalkkistenkoski oli liian suuri ja rakenteellisesti monimutkainen arvioitavaksi. Alle metrin syvyinen koskialue katsottiin soveltuvaksi poikasympäristöksi, mutta veneväylät rajattiin alueesta pois. Poikasten kokonaismäärä laskettiin kertomalla sähkökalastuksen tiheysarvio soveltuvan alueen pinta-alalla.

3. Tulokset

3.1 Poikastiheys istutus- ja vertailuvesistöissä

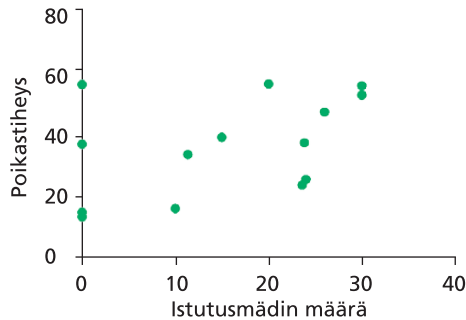
Kuudentoista kohteen aineistossa poikastiheyteen vaikutti selvästi vain yksi tekijä, vuosi. ($F_{[11, 94, 8]} = 1,924$, $P = 0,046$). Jokityyppi ei vaikuttanut tiheyteen ($F_{[1, 7, 76]} = 0,003$, $P = 0,958$). Kokonaispoikastiheys oli istutuskohteilla 11,5 yksilöä / 100 m² ja vertailukohteilla 11,2 yksilöä / 100 m². Mäti-istutus ei vaikuttanut poikastiheyteen ($F_{[1, 96, 9]} = 1,366$, $P = 0,245$). Poikastiheys oli 13,2 istutusvuosina ja 9,1 ei-istutusvuosina. Jokipari ei myöskään vaikuttanut poikastiheyteen ($F_{[7, 7, 99]} = 0,458$, $P = 0,840$), mutta joki vaikutti suuntaa-antavasti (varianssi 126,7, keskiarvon keskivirhe 74,6, yksisuuntaisen testin $P = 0,054$). Yhdysvaikutukset eivät parantaneet mallia, joten ne jätettiin mallista pois. Siten mäti-istutuksen vaikutus poikastiheyteen oli keskimäärin noin 3 yksilöä / 100 m², mutta kokonaispoikastiheyden vaihtelu kohteiden ja vuosien välillä oli suurta (taulukko 2).

Taulukko 2. Taimenen kesänvanhojen eli nollavuotiaiden poikasten kokonaistiheys (yksilöä / 100 m²) kuudellatoista virtavedellä. ka = keskiarvo, vaihtelu = vaihteluväli, n = havaintovuosien lukumäärä.

Virtavesi	Joki- pari	ka	Poikastiheys istutusvuosina vaihtelu	n	ka	Poikastiheys ei-istutusvuosi- na vaihtelu	n	Menetelmä
Istutuskohteet								
Kalkkistenkoski	1	9	3–14	2	15	15–16	2	rasia, putki
Myllynkoski	2	8	2–20	6	2	0–4	2	rasia, putki
Muuramenjoki	3	10	6–14	2	14	1–23	10	rasia
Taikinainen	4	7	6–8	2	2	0–4	2	rasia, putki
Karinkoski	5	10	2–19	2	13	7–19	2	rasia, putki
Simunankoski	6	38	16–58	9	22	14–38	3	putki, rasia
Virtalankoski	7	2	0–6	3	2	0–4	9	rasia
Vihovuonne	8	2	0–4	2	6	1–10	3	rasia, putki
Keskiarvo		11			9			
Vertailukohteet								
Läsäkoski	1	8	1–14	2	8	0–15	2	
Arvanjoki	2	17	2–30	6	20	16–24	2	
Saajoki	3	3	1–5	2	5	0–15	10	
Koivujoki	4	12	5–19	2	8	7–9	2	
Ohrajoki	5	12	0–24	2	10	6–14	2	
Huopanankoski	6	7	1–14	9	5	1–11	3	
Multianjoki	7	19	6–40	3	35	4–77	9	
Puuskankoski	8	3	0–5	2	2	0–3	3	
Keskiarvo		10			11			

3.2 Istutusmätimäärän ja poikastiheyden yhteys Simunankoskella

Simunankoskella istutusmätin määrän ja kokonaispoikastiheyden välillä oli positiivinen suuntaus (kuva 3), mutta riippuvuus ei ollut merkitsevä silloin, kun neljä ei-istutusvuotta oli mukana (Spearmanin $r = 0,434$, $P = 0,121$, $n = 14$), eikä silloin, kun ne oli jätetty pois ($r = 0,523$, $P = 0,121$, $n = 10$) (kuva 3).



Kuva 3 Laukaan Simunankosken kokonaispoikastiheyden (yksilöä/100 m²) ja istutettujen mätimunien lukumäärän (tuhansia kpl) yhteys vuosina 1996 ja 1999–2011.

3.3 Mäti-istukkaiden osuus ja säilyvyys

Otolitiinäytteissä mäti-istukkaiden osuus oli keskimäärin 39,9 %, vaihteluväli 0–100 % (taulukko 3). Kolmessa näytteessä osuus oli suuri, 77–100 %. Mäti-istukkaiden säilyvyys istutuksesta syys-lokakuiseksi jokipoikaseksi oli keskimäärin 1,0 %, vaihteluväli 0–2,6 %. Jos kaksi alle 20 kalan näytettä jätettiin pois, mäti-istukkaiden osuus oli keskimäärin 49,2 %, vaihteluväli 5,0–100 %, ja säilyvyys keskimäärin 1,2 %, vaihteluväli 0,3–2,6 %.

Taulukko 3. Mäti-istutuksesta peräisin olevien kesänvanhojen taimenenpoikasten osuus (M, %) näytteessä ja säilyvyys (S, %) maaliskuisesta mätimunasta syys-lokakuiseksi jokipoikaseksi yhdeksän otoksen perusteella. N = näytteeksi otettujen poikasten lukumäärä.

Virtavesi	Vuosi	N	M (%)	S (%)
Myllynkoski	2011	22	100	0,3
Muuramenjoki	2011	30	77	1,1
Muuramenjoki	2012	30	27	1,7
Sahankoski	2010	5	0	0,0
Sahankoski	2011	26	31	0,8
Simunankoski	2009	28	25	0,7
Simunankoski	2010	30	80	2,6
Kalkkistenkoski	2009	20	5	–
Kalkkistenkoski	2010	7	14	–
Keskiarvo			40	1,0

4. Pohdinta

Päätulos tutkimuksesta oli, että mäti-istutus oli valtaosin melko tehotonta. Vaikutus kokonaispoikastiheyteen oli pieni ja tilastollisesti ei-merkittävä, Simunankosken kokonaispoikastiheys ei korreloinut selvästi istutusmädin määrän kanssa, ja istukkaiden säilyvyys ensimmäiseen syksyyn oli pienehkö, 1 %. Toisaalta mäti-istukkaiden osuus poikasnäytteissä oli suurempi kuin muiden tulosten perusteella olisi voinut olettaa, keskimäärin 40–50 %. Taimenen ja lohen mäti-istutuksen vaikutuksesta syksyiseen poikastiheyteen on tehty vain joitakin tutkimuksia, joita voi käyttää vertailussa tähän työhön. Niva ym. (2012) selvittivät taimenen mäti-istutuksen vaikutusta poikastiheyteen Inarijärveen laskevissa joissa. Mäti-istutus lisäsi jonkin verran poikastiheyttä sellaisissa virtavesissä, joissa viljejä poikasia ei esiintynyt. Mäti istutettiin työssä levittämällä se suoraan pohjakivikon ja -soraikon päälle, joten kalat saattoivat syödä osan mädistä kohteissa, joissa taimenia tai muita lajeja esiintyi. Tutkimusasetelmassa ei kuitenkaan ollut mukana ei-istutusvuosia istutuskohteilta.

Muutamassa työssä on kuitenkin selvitetty mäti-istukkaiden säilyvyyttä kesään tai syksyyn. Coghlan ja Ringler (2004) arvioivat järvilohen mäti-istukkaiden säilyvyyden olleen nol-la säännöstellyllä Salmon River -joella. Johnson (2004) taas laskei lohen säilyvyudeksi 0,8 % Beaver Brook -joella. Egglisshaw ja Shackley (1980) arvioivat säilyvyudeksi 11–15 % skottilaisella joella, Einum ja Nislow (2005) 2–24 % Bjørnbettelva-joella, Raddum ja Fjellheim (1995) 10–20 % Ekso-joella ja Beall ym. (1994) 12 % ranskalaisella joella. Huomattavan osan näistä mäti-istutuksista, kenties kaikki, tekivät lohen lisääntymisekologiaan perehtyneet tutki-jat omilla tutkimustöissään, toisin kuin tässä raportissa.

Myös villin mädin säilyvyydestä kesänvanhaksi jokipoikaseksi on tehty muutama tutki-mus. Taimenen säilyvyys kahdentoista vuoden keskiarvona oli 0,7 % Joutsan Rutajoen Mat-kuksenkoskella ja 5,1 % saman joen Porraskoskella (Syrjänen, J. julkaisematon). Mädin määrä oli arvioitu laskennallisesti kutupesien lukumäärästä ja pituudesta. Elliott (1994) sai taimenen säilyvyudeksi keskimäärin 2–5 % Black Brows Beck -purossa ja 1–5 Wilfin Beck -purossa riippuen mädin määrästä. Bagliniere ym. (1994) arvioivat säilyvyudeksi 5 % Kernec Brook -joessa. Lohen säilyvyudeksi Gibson ym. (2009) laskivat 4 % Tobique River -joessa, ja Dumas ja Prouzet (2003) 1 % Nivelle-joessa. Sen sijaan Cunjak ja Therrien (1998) raportoivat lohen säilyvyudeksi heinäkuun ensimmäiseen päivään mennessä 31 % Catamaran Brook -joessa.

Istukkaiden ja villien yksilöiden säilyvyys mädistä kesänvanhaksi jokipoikaseksi näyttäisi olevan samaa tasoa, mutta molempien ryhmien vaihteluväli on suuri. Mäti-istutus voisi siten oikein toteutettuna periaatteessa toimia poikastiheyttä lisäävänä hoitotoimena.

Mädin säilyvyys talven aikana on yleensä suuri. Taimenen mädin säilyvyys lokakuusta kuoriutumiseen huhti-toukokuussa oli 83–98 % hautoutumiskokeessa Joutsan Rutajoella ja Kuhmoisten Arvajan reitillä (Syrjänen ym. 2008). Barlaup ja Moenin (2001) katsauksessa virtakutuisten lohikalojen, pääasiassa lohen ja taimenen, mädin säilyvyys kuoriutumiseen oli keskimäärin 67 %, vaihteluväli 6–98 % (tutkimusalueiden n = 31), ja sorastanousuun keskimäärin 57 %, vaihteluväli 5–98 % (n = 10). Tässä työssäkin säilyvyys lienee ollut suuri loppupalven aikana, sillä mätirasiat sisälsivät kesällä vain harvoja kuolleita mätimunua. Osa kuolleista mätimunista on tosin saattanut hajota ja kadota rasioista kevään aikana. Vähäistä säilyvyyttä tässä

työssä on saattanut aiheuttaa esimerkiksi rasioiden asettaminen epäluonnolliseen elinympäristöön, kuten pohjakivikon ja -soraikon päälle, tai mädin putki-istutus liian pienen virrannopeuden alueelle tai epäsojivaan pohjamateriaaliin, kuten hiekkaan. Rasioista suoraan pohjakivien pinnalle joutuvat poikaset saattavat altistua kalojen saalistukselle, ja liian hiekkaiseen pohjaan tehdyissä mätitaskuissa mäti ja poikaset eivät ehkä saa tarpeeksi happea, tai poikaset eivät pääse kaivautumaan ajallaan hiekan läpi veteen.

Tässä työssä ei ikävä kyllä pystytty vertailemaan putki- ja rasiaistutuksen onnistumisen eroja. Harshbarger ja Porter (1982) sen sijaan vertailivat putki- ja rasiaistutusta ja havaitsivat, että säilyvyys kesänvanhaksi jokipoikaseksi oli putkimenetelmällä 29 % ja rasiamenetelmällä 8 %. Hiekka tosin täytti rasiat osittain, ja mädin kuolevuus korreloi positiivisesti rasioissa olleen hiekan määrän kanssa.

Kutukannan ja rekryyttien määrän yhteyden tunteminen olisi oleellista mäti- ja poikasistutuksissa. Mäti- tai poikasistutus voi vahvistaa vuosiluokan runsautta vain, jos luontainen mätitiheys on huomattavasti pienempi kuin se tiheys, joka tuottaa suurimman poikastiheyden. Tämän tutkimuksen virtavesiltä kutukanta-rekryytti-suhteesta ei ole tietoa. Taimenen ja lohen kutukanta-rekryytti-käyriä on julkaistu kansainvälisestikin vain muutamia. Black Brows Beck -purossa taimenen poikastiheys oli suurimmillaan, kun mätitiheys oli 60 kpl/m² (Elliott 1994). Lohen vaelluspoikasten määrä taas oli suurimmillaan sekä mätitiheydellä 6 että 60 kpl/m² Imsa-joella (Jonsson ym. 1998) ja tiheydellä 3 kpl/m² Girnock Burn -joella (Buck ja Hay 1984). Lohen poikastiheys oli suurimmillaan mätitiheydellä 5 kpl/m² Nivelles-joen koskissa (Dumas ja Prouzet 2003). Optimaalisen mätitiheyden suuri vaihteluväli eri virtavesillä ja eri tutkimuksissa voi johtua erilaisista tutkimusmenetelmistä, erilaatuisesta poikasympäristöstä, erisuuruudesta ravinnontarjonnasta, erisuuruudesta smolttiutumisiästä ja siitä seuraavasta jokipoikaskannan erilaisesta ikärakenteesta tai erilaisista kalayhteisöistä. Kutukanta-rekryytti-suhdetta olisi syytä selvittää Suomessakin muutamilla virtavesillä seuraamalla luontaisen kutukannan kokoa ja poikastiheyttä vuosittain.

Taimenen mäti-istutuksen heikkoon tai keskinkertaiseen tulokseen Järvi-Suomessa lienee monta syytä. Ensinnäkin kokonaispoikastiheyden voimakas vaihtelu vuosien ja kohteiden välillä heikensi mahdollisuutta merkitsevään tulokseen kuudentoista kohteen tilastoanalyysissä. Mäti-istutuksen keskimääräinen positiivinen vaikutus, 3 poikasta/100 m², on joka tapauksessa taimenkantojen hoidon kannalta pieni. Toiseksi, istutetun mädin määrä oli vähäinen verrattuna virtavesien kokoon ja vastasi vain muutamaa järvitaimennaarasta. Kolmanneksi, istutusmädin säilyvyys kesänvanhoiksi poikasiksi oli keskimäärin vähäistä ja vaihtelu suurta, mikä on saattanut johtua mädin epäoptimaalisesta elinympäristöstä. Istutusmenetelmä ei ehkä ollut riittävän tarkasti standardoitu, ja istutushenkilöstön taidot saattoivat vaihdella. Kuitenkin joissakin kohteissa, kuten Joutsan Myllynkoskella (taulukko 3), yksi vuosiluokka olisi jäänyt todennäköisesti puuttumaan ilman istutusta. Parhaimmillaan mäti-istutus voi siten pitää pienen taimenkannan hengissä.

Villit järvitaimenkannat ovat heikot erityisesti Kymijoen vesistössä (Valkeajärvi ym. 2013), mutta tämän työn tulosten perusteella kantoja on vaikeaa elvyttää pelkällä mäti-istutuksella. Menetelmä saattaisi lisätä poikastiheyttä merkittävästi, jos mätiä voitaisiin istuttaa enemmän ja tarkemmin optimaaliseen mikroympäristöön. Kymmenien mätilitrojen istutus koskea kohden on kuitenkin yleensä taloudellisesti mahdotonta osakaskunnille tai kalastusseu-

roille, eikä viljelylaitosten kapasiteetti riitä tuottamaan niin suurta mätimäärää. Tulosten perusteella mäti-istutusta kannattaisi käyttää huolellisesti toteutettuna ehkä vain kotiuttamisessa kohteissa, joista kohdelaji on kadonnut kokonaan. Samoin mäti-istutus voisi lisätä poikastiheyttä kohtalaisesti pienissä joissa ja puroissa, joihin on mahdollista saada suurempi mätitiheys pienemmällä mätimäärällä kuin suurin reittikoskiin.

Suosittelimme mäti-istutusmenetelmien kehittämistä ja standardisointia maasto- ja keinouomatutkimuksilla. Maastotutkimuksissa olisi hyödyllistä esimerkiksi mitata istutuskohtien mikroympäristömuuttujat eli vedensyvyys, virrannopeus, pohjasoran raekoko ja istutusmädin päällä olevan sorakerroksen syvyys. Näiden muuttujien arvoja voisi sitten verrata oikeista kutupesistä samaan vuodenaikaan mitattuihin arvoihin. Samoin luontaisten kutukantojen seuranta esimerkiksi kutupesälaskennalla olisi tärkeää kutukanta-rekryytti-suhteen selvittämiseksi.

Jatkuva mädin, jokipoikasten tai vaelluspoikasten istuttaminen vesistöihin, joissa lohi- kalat voisivat helposti lisääntyä luontaisestikin, herättää kysymyksen kalakantojen hoidon tavoitteista. Vuosikymmenien ajan jatkuva istuttaminen saattaa muuttaa kantojen ja yksilöiden perimää ja elinkiertoa. Pitäisikö taimenkantojen hoidossa vapailla reittivesillä tavoitella kuitenkin ennemmin luontaisen lisääntymisen elvyttämistä kuin tehokkaita istutusmenetelmiä?

Kiitokset

Raportin julkaisutyön rahoitti Etelä-Savon ELY-keskuksen hallinnoima EU:n osarahoitteinen kestävä kalastuksen ja luontomatkailun kehittämishanke. Aineiston keräämistä ja analysointia tukivat taloudellisesti Maj ja Tor Nesslingin säätiö, Suomen Kulttuurirahaston Hämeen maakun-tarahasto ja Keski-Suomen maakuntarahasto, Koneen Säätiö, maa- ja metsätalousministeriö sekä Keski-Suomen ELY-keskus kalastuskorttivaroistaan. Jyväskylän yliopisto tarjosi kotiorganisaation edellä mainituille hankerahoituksille sekä työtilat ja -välineet. Metsä Group Maankäyttöpalvelut tuki seurantaa Simunankoskella. Työssä autoivat ammattimaisella ja tinkimättömällä asenteella Konneveden kalatutkimus ry, Kala- ja vesistötutkimus Vesi-Visio ja Itikkaperän Perhokalastajat ry sekä huomattava joukko Jyväskylän yliopiston opiskelijoita ja harjoittelijoita. Johnny Norrgård tarkasti ja korjasi ruotsinkielisen tiivistelmän. Kiitokset kaikille yhteistyötahoille!

Viitteet

- Bagliniere, J.L., Prevost, E. & Maisse, G. 1994. Comparison of population dynamics of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a small tributary of the River Scorff (Brittany, France). *Ecology of Freshwater Fish* 3(1): 25–34.
- Barlaup, B.T. & Moen, V. 2001. Planting of salmonid eggs for stock enhancement – a review of the most commonly used methods. *Nordic Journal of Freshwater Research* 75: 7–19.
- Beall, E., Dumas, J., Claireaux, D., Barriere, L. & Marty, C. 1994. Dispersal patterns and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) juveniles in a nursery stream. *ICES Journal of Marine Science* 51(1): 1–9.
- Bronte, C.R., Schram, S.T., Selgeby, J.H. & Swanson, B.L. 2002. Re-establishing a spawning population of lake trout in Lake Superior with fertilized eggs in artificial turf incubators. *North American Journal of Fisheries Management* 22(3): 796–805.
- Buck, R.J.G. & Hay, D.W. 1984. The relation between stock size and progeny of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a Scottish stream. *Journal of Fish Biology* 24(1): 1–11.
- Coghlan, S.M. & Ringler, N.H. 2004. A comparison of Atlantic salmon embryo and fry stocking in the Salmon River, New York. *North American Journal of Fisheries Management* 24(4): 1385–1397.
- Cunjak, R.A. & Therrien, J. 1998. Inter-stage survival of wild juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Fisheries Management and Ecology* 5(3): 209–223.
- Dumas, J. & Prouzet, P. 2003. Variability of demographic parameters and population dynamics of Atlantic salmon *Salmo salar* L. in a south-west French river. *ICES Journal of Marine Science* 60(2): 356–370.
- Egglishaw, H.J. & Shackley, P.E. 1980. Survival and growth of salmon, *Salmo salar* (L.), planted in a Scottish stream. *Journal of Fish Biology* 16(5): 565–584.
- Einum, S. & Nislow, K.H. 2005. Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon. *Oecologia* 143(2): 203–210.
- Elliott, J.M. 1994. *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford University Press, New York, USA. 286 s.
- Gibson, F., Jones, R.A., & Bowlby, H.D. 2009. Equilibrium analyses of a population's response to recovery activities: a case study with Atlantic salmon. *North American Journal of Fisheries Management* 29(4): 958–974.
- Harshbarger, T.J. & Porter, P.E. 1982. Embryo survival and fry emergence from two methods of planting brown trout eggs. *North American Journal of Fisheries Management* 2(1): 84–89.
- Johnson, J.H. 2004. Comparative survival and growth of Atlantic salmon from egg stocking and fry releases. *North American Journal of Fisheries Management* 24(4): 1409–1412.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology* 67(5): 751–762.
- Järvi, T.H. 1936a. Yhtä ja toista Huopanan ja Keiteleen järvilohista. *Suomen Kalastuslehti* 43: 200–206.
- Järvi, T.H. 1936b. Eräistä Puulaveden ja Läsäkosken järvilohista. *Suomen Kalastuslehti* 43: 207–212.
- Kirkland, D. 2012. A review of factors influencing artificial salmonid incubation success and a spate river-specific incubator design. *Fisheries Management and Ecology* 19(1): 1–9.
- Niva, T., Savikko, A., Raineva, S., Pukkila, H. & Vaajala, M. 2012. Järvitaimenen mäti-istutusten tuloksellisuus Ivalojoen ja Juutuanjoen sivujoissa vuosina 2008–2011. Riista- ja kalatalous – *Tutkimuksia ja selvityksiä*, 1/2012: 1–16. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/Tutkimukset/tutkimuksia_ja_selvityksia_1_2012.pdf.

- Prignon, C., Micha, J.C., Rimbaud, G. & Philippart, J.C. 1999. Rehabilitation efforts for Atlantic salmon in the Meuse basin area: Synthesis 1983–1998. *Hydrobiologia* 410: 69–77.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1995. Artificial deposition of eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a regulated Norwegian river: Hatching, dispersal and growth of the fry. *Regulated Rivers: Research & Management* 10(2–4): 169–180.
- Syrjänen, J., Kiljunen, M., Karjalainen, J., Eloranta, A. & Muotka, T. 2008. Survival and growth of brown trout *Salmo trutta* L. embryos and the timing of hatching and emergence in two boreal lake outlet streams. *Journal of Fish Biology* 72(4): 985–1000.
- Turkka, J.-P. & Arkko, P. 2004. Järvilohen ja järvitaimenen mädintuotannon ennustaminen. *Kala- ja riistaraaportteja* 328: 1–20. <http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/raportti328.pdf>.
- Valkeajärvi, P., Syrjänen, J., Sivonen, K., Sivonen, O. & Eloranta, A. 2013. Vieläkö on villejä järvitaimenia – Keski-Suomen taimenhanke 2012. *RKTL:n työraportteja* 9/2013: 1–20. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/keski_suomen_jarvitaimen_2012.pdf.



Itella Green

JULKAISIJA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Viikinkaari 4

PL 2

00791 Helsinki

Puh. 0295 301 000

www.rktl.fi