

Taimenistukkaiden tuotto, kalastus ja vaellukset Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa reittivesissä vuosina 1990–2005

Jukka Syrjänen, Pentti Valkeajärvi ja Sirkka Heinimaa



RIISTA - JA KALATALOUS — TUTKIMUKSIA

1/2010

RIISTA- JA KALATALOUS

TUTKIMUKSIA

1 / 2 0 1 0

Taimenistukkaiden tuotto, kalastus ja vaellukset Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa reittivesissä vuosina 1990–2005

Jukka Syrjänen, Pentti Valkeajärvi ja Sirkka Heinimaa



Julkaisija:
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2010

Kannet kuvat: Pentti Valkeajärvi ja Jukka Syrjänen

Julkaisujen myynti:
www.rktl.fi/julkaisut
www.juvenes.fi/verkkokauppa

Pdf-julkaisu verkossa:
www.rktl.fi/julkaisut

ISBN 978-951-776-751-4 (painettu)
ISBN 978-951-776-752-1 (verkkójulkaisu)

ISSN 1796-8860 (painettu)
ISSN 1796-8879 (verkkójulkaisu)

Painopaikka: Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print, Tampere 2010

Sisältö

Tiivistelmä	4
Sammandrag	5
Abstract.....	6
1. Johdanto.....	7
2. Tutkimusalue	7
3. Aineiston käsittely	9
3.1. Merkintäerät ja istutus.....	9
3.2. Merkkipalautusaineiston käsittely	11
4. Tulokset	12
4.1. Merkkien palautusosuus	12
4.2. Istukaserien tuotto saaliina.....	15
4.3. Istukkaiden kasvu	19
4.4. Istukkaiden pyyntialueet	20
4.5. Pyyntivälineet	21
5. Tulosten tarkastelu	22
6. Suosituksia istutuksiin ja istutusten seurantaan	26
Kiitokset.....	27
Viitteet.....	27
Liitteet.....	29

Tiivistelmä

Taimenistutusten tuottoa sekä istukkaiden kasvua ja vaelluksia tutkittiin Carlin-merkkien palautusaineiston avulla vuosina 1990–2005 tehdyistä istutuksista Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa reittivesissä. Merkkien palautusosuus koko aineistossa oli 14 %. Kaksivuotiaiden istukkaiden merkeistä palautettiin 12 % vuosina 1990–1999 ja 2 % vuosina 2000–2005. Vastaavat osuudet kolmevuotiaille olivat 22 % ja 12 %. Järvi-istutukset tuottivat suuremman palautusosuuden kuin virtavesi-istutukset erityisesti kaksivuotiailla istukkailla. Palautusosuus oli suurin Äänekosken–Vaajakosken reitillä ja pienin Kivijärven alueella ja Saarijärven reitillä. Kaksivuotiaiden palautuksista saatiin istutuskalenterivuotena 44 % ja seuraavana kalenterivuotena 39 %. Kolmevuotiaiden palautuksista tuli istutusvuotena 80 % ja neljävuotiaiden palautuksista 88 %.

Kaikkien merkintäerien korjaamaton tuotto oli keskimäärin 136 kg tuhatta istukasta kohden. Tuottoon vaikutti merkittävästi istutusalue, istutusvuosikymmen, istukkaan ikä ja vesistön tyyppi. Parhaiten tuottivat Äänekosken–Vaajakosken reitti sekä Rautalammin reitti, ensin mainittu lähinnä kookkaitten istukkaitten ja tehokkaan kalastuksen vuoksi ja jälkimmäinen vahvan muikkukannan ansiosta. Kaksivuotiaiden tuotto pieneni 2000-luvulla alle neljäsosaan 1990-luvun tuotosta. Istukkaiden kasvu ei eronnut istutusvesistöjen välillä. Kasvu oli nopeinta kaksivuotiailla taimenilla. Merkintäerien suhteellinen tuotto eli saaliin painon ja istukaserien painon (korjaamaton) suhde oli molempina vuosikymmeninä selvästi alle yhden: 1990-luvulla se oli 0,43 ja 2000-luvulla 0,16. Konnevedelle 1980-luvulla arvioitua palauttamattomuudesta johtuvaa korjauskerrointa 3,5 käyttäen Rautalammin reitin istutuksista 81 % olisi 1990-luvulla tuottanut enemmän saalista kuin mitä istukkaiden paino oli, mutta 2000-luvulla vain 10 %. Muilla alueilla tilanne oli huonompi.

Istukkaat pysyivät pääosin istutusvedessä varsinkin 1990-luvun puolivälistä eteenpäin muikkukantojen vahvistuttua. Kaksivuotiaista taimenista saatiin istutusvedestä 55 % ja kolmevuotiaista 70 %. Merkityistä taimenista pyydettiin järvistä 74 % ja virtavesistä 26 %. Verkoilla pyydettyjä oli 58 % ja vapavälineillä 37 %.

Merkipalautusten perusteella on arveluttavaa tehdä päätelmiä istutusten todellisesta tuotosta. Joka tapauksessa istukkaat pyydetään edelleen liian aikaisin. Suuren kalastuskuolevuuden takia myös uhanalaisen villin järvitaimenen tulevaisuus on erittäin epävarma, ja myös viljelykantojen uudistaminen on vaikeaa.

Asiasanat: Carlin-merkintä, istutusten tuotto, Keski-Suomi, taimen, vaellukset

Syrjänen, J., Valkeajärvi, P. & Heinimaa, S. Taimenistukkaiden tuotto, kalastus ja vaellukset Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa reittivesissä vuosina 1990–2005. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia* 1/2010. 30 s.

Sammandrag

Med hjälp av material från återfångade Carlin-märkta öringar undersöktes avkastningen av öringsutsättningarna samt tillväxt och vandringar av öringar som satts ut åren 1990–2005 i de vattendrag som rinner till Päijänne från norr. Andelen returnerade märken var i hela materialet 14 %. Av den tvååriga sättfiskens märken returnerades 12 % åren 1990–1999 och 2 % åren 2000–2005. Motsvarande andelar för treårig sättfisk var 22 % respektive 12 %. Utsättning i sjöar producerade en större återfångstprocent jämfört med strömmande vatten särskilt med tvåårig sättfisk. Andelen återfångade var störst i Äänekoski–Vaajakoskistråten och minst i området runt Kivijärvi och i Saarijärvisråten. 44 % av återfångsten av tvååringar gjordes under samma kalenderår som utsättningen och 39 % under det följande kalenderåret. Av de återfångade treåringarna togs 80 % under utsättningsåret och av fyraåringarna 88 %

Den okorrigerade avkastningen av samtliga märkesomgångar var i genomsnitt 136 kg per ettusen sättfiskar. En betydande inverkan på avkastningen hade området där fisken satts ut, decenniet för utsättning, sättfiskens ålder och typen av vattendrag. Bäst avkastning gav Äänekoski–Vaajakoskistråten samt Rautalampistråten, den förstnämnda närmast på grund av stor sättfisk och effektivt fiske och den senare tack vare en stark stam av siklöja. Avkastningen av tvååringar minskade på 2000-talet till mindre än en fjärdedel av 1990-talets avkastning. Sättfiskens tillväxt skiljde sig inte mellan utsättningslokalerna. De tvååriga öringarna hade den snabbaste tillväxten. De olika märkningsomgångarnas relativa avkastning, d.v.s. förhållandet mellan fångstens vikt och de utsatta fiskarnas vikt (okorrigerad), var bägge decennier klart under ett: på 1990-talet var den 0,43 och på 2000-talet 0,16. Om man tillämpar den korrektionsfaktor på 3,5 som är härledd från den uppskattade mängden uteblivna märkesreturneringar i Konnevesi på 1980-talet på utsättningarna i Rautalampistråten, producerade 81 % av utsättningarna på 1990-talet mer fångst än sättfiskens vikt, på 2000-talet endast 10 %. I andra området var läget sämre.

Sättfisken uppehöll sig huvudsakligen i det vatten de satts ut i, särskilt från mitten av 1990-talet och framåt efter att siklöjebestånden ökat. Sammanlagt 55% av de fångade tvååriga öringarna togs i det vatten där de satts ut, för treåringar var siffran 70 %. Av märkta öringar fångades 74 % i sjöar och 26 % i rinnande vatten. 58% fångades i nät och 37% med spö.

Det är tveksamt om man kan dra slutsatser om utsättningarnas verkliga avkastning på basen av returnerade märken. Klart är i alla fall att sättfisken fortsättningsvis fångas alltför tidigt. På grund av den höga fiskedödligheten är också den hotade vilda insjööringens framtid mycket osäker och det är svårt att förnya odlingsstammarna.

Nyckelord: avkastning av utsättningar, Carlin-märkning, Mellersta Finland, vandringar, öring

Syrjänen, J., Valkeajärvi, P. & Heinimaa, S. Avkastning, fiske och vandringar av utplanterade öringar år 1990–2005 i vattendragen som strömmar till Päijänne från norr. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia* 1/2010. 30 s.

Abstract

Yield, fishing and movements of brown trout introduced in 1990–2005 in watercourses flowing from the north into Lake Päijänne were studied using Carlin-tag returns.

The total average tag return rate was 14%. Trout introduced at 2 years old in 1990–1999 produced a return rate of 12%, but in 2000–2005 only 2%. The corresponding return rates for trout introduced at 3 years old were 22% and 12%. In all five water systems the return rates were higher for 3-year-old fish than for 2-year-old. Stockings in lakes rather than streams produced a higher return rate, as much as twice as high in the case of 2-year-old fish. The Äänekoski-Vaajakoski watercourse produced the highest, with the lowest in the Kivijärvi area and in the Saarijärvi watercourse. For 2-year-old fish, 44% of returns arrived during the first lake year (stocking year), and 39% during the second year. For 3-year-old fish, the proportion of first-year returns was 80%, with 88% for 4-year-old fish.

Total average yield was 136 kg per thousand fish. The factors significantly affecting yield were water system, decade, fish age and type of stocking site. The highest yield was detected in the Äänekoski-Vaajakoski and Rautalampi watercourses, the former perhaps due to the preponderance of 3-year-old fish and effective fishing on the narrow watercourse, while the abundant vendace stock probably favoured the latter. The yield for 2-year-old trout dropped to less than one fourth in 2000–2005 compared to 1990–1999. Yield was higher for fish introduced in lakes rather than in streams. Growth was fastest in 2-year-old fish, although no difference was detected between water systems in this respect. Pure relative yield, i.e. yield mass vs. stocking mass, was less than one in both decades: 0.43 in 1990–1999 and 0.16 in 2000–2005. With regard to the Rautalampi-watercourse, correcting the figures using the coefficient of 3.5 – estimated for unreturned tags for Lake Konnevesi in the 1980s – reveals that stocking was productive in 81% of marked groups in 1990–1999, but only in 10% of groups in 2000–2005. Profitability was lower in other water systems.

Stocked trout stayed mainly in the waters in which they were introduced, especially in the latter half of the 1990s and beyond, probably owing to recovered vendace stocks. Of 2-year-old fish, 55% were taken in the same water in which they were introduced, compared with 70% of 3-year-old fish. Most, individuals, 74%, were harvested in lakes and 26% in streams, while 58% were taken with gillnets and 37% with rod.

Making conclusions about real stocking profitability using estimations based purely on tag returns carries a certain amount of risk. However, in terms of yield potential it is clear that stocked trout are caught all too early, presaging an alarming future for endangered wild lake-migrating brown trout.

Keywords: Brown trout, Carlin-tagging, Central-Finland, movements, yield of stockings

Syrjänen, J., Valkeajärvi, P. & Heinimaa, S. Yield, fishing and movements of introduced brown trout in watercourses north of Lake Päijänne in 1990–2005. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia* 1/2010. 30 p.

1. Johdanto

Taimen on viime vuosina ollut kuhan ja siian jälkeen kolmanneksi suosituin istukaslaji Suomen sisävesillä. Vuoden 2004 istutustilaston mukaan sisävesiin istutettiin noin 750 000 vähintään 2-vuotiasta taimenta (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006). Istukkaiden määrä on ollut 2000-luvulla selvästi pienempi kuin 1990-luvulla. Vuonna 2004 Keski-Suomen maakunnan alueella istutettiin lähes 68 000 vähintään 2-vuotiasta taimenta keskimäärän ollessa 2000-luvulla noin 45 000 taimenta vuodessa. Istutukset ovat olleet kalavesien keskeinen hoitomuoto. Sen vuoksi istukkaiden menestymistä on aika-ajoin pyritty seuraamaan merkintöjen avulla.

Merkkipalautuksista laskettu taimenistutusten tuotto on vaihdellut voimakkaasti 1970–1980-luvuilla Kymijoen vesistössä ja muuallakin Järvi-Suomessa. Palautusosuuden keskiarvot ovat eri tutkimuksissa olleet 7–23 % järvi-istukkaille ja 7–12 % joki-istukkaille (Ahonen 1993, Valkeajärvi 1993a, Huusko ym. 1994, Makkonen ym. 1996). Palautusosuuden pienentymisestä on oltu huolissaan 2000-luvulla niin sisävesillä kuin merialueellakin (Kallio-Nyberg ym. 2002, Oinonen ja Saura 2002, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2010). Merkkipalautuksista laskettu tuotto näyttää jääneen 2000-luvun istutuksissa yleensä pieneksi, vaikka palautusosuutta korjattaisiin kertoimilla. Syiksi on epäilty petokalojen ja lintujen lisääntyntä predaatiota, istukkaiden laadun heikkenemistä ja kalastajien merkkipalautusaktiivisuuden vähentymistä (mm. Juntunen ja Muje 1991, Hyvärinen ym. 2003). Näiden tekijöiden mahdollisista ajallisista muutoksista ei ole kuitenkaan tutkimuksia.

Merkinnöillä pyritään selvittämään istukkaiden tuottoa, kasvua, vaelluksia sekä pyyntiin käytettyjä välineitä. Merkintöjen suuresta määrästä huolimatta tuloksia on varsin niukasti analysoitu, minkä vuoksi istuttajia ei ole voitu riittävästi ohjeistaa. Tämän tutkimuksen tarkoitus on paikata osaltaan tätä puutetta järvitaimenen keskeisillä elinalueilla, eniten istutetun Rautalammin reitin taimenkannan synnyinvesillä. Tutkimuksessa tarkastellaan vuosina 1990–2005 tehtyjen istutusten tuloksia merkkipalautusten avulla. Lisäksi annetaan suosituksia istutusten toteuttamiseksi ja tulosten seurannan järjestämiseksi.

2. Tutkimusalue

Tutkimusalue käsitti Päijänteeseen pohjoisesta Vaajakosken kautta laskevat vesireitit, jotka jaettiin tilastollista tarkastelua varten viiteen osa-alueeseen eli istutusalueeseen. Tutkimuksen kohteina olivat ne istukaserät, jotka oli istutettu näille osa-alueille riippumatta siitä, mistä istukkaat oli pyydetty. Päijännettä ei tässä yhteydessä sisällytetty tarkasteluun istutusalueena, vaan sen tulokset on esitetty hyvin suppeasti. Tilastollisen tarkastelun aluejako on seuraava (kuva 1):

1. Äänekosken–Vaajakosken reitti; ylärajana Äänekosken pato ja Mämmensalmi Kuhnamo-järvellä ja alarajana Vaajavirta (Vaajakoski), kartassa violetin värinen
2. Rautalammin reitti; alarajana Tarvaalankoski, sininen
3. Viitasaaren reitti; käsittää Keiteleen, Kärnän reitin sekä Kivijärven reitin Vuosjärvestä alaspäin, vihreä
4. Kivijärven alue; pääaltaan lisäksi Jäppjärvi ja Myllyjoki, keltainen
5. Saarijärven reitti; alarajana Hietamankosken pato, harmaa.

Viisi osa-aluetta eroavat toisistaan vedenlaadun, vaellusreittien esteettömyyden ja ravintokalavarojen suhteen. Äänekosken–Vaajakosken reitti kokoaa kaikkien muiden reittien vedet yhteen ja laskee ne Päijänteeseen. Äänekoskella, Kuhankoskella ja Vaajakoskella on toimivat kalatiet, joten kalojen edestakainen liikkuminen on periaatteessa mahdollista. Puunjalostusteollisuuden aiemmin pilaama vesireitti on vedenlaadultaan nykyään lohikalaille kelvollisessa tilassa, mistä kertovat sekä kohtuulliset taimenen poikastiheydet että elinvoimainen kalastusmatkailu (Airaksinen ym. 2006).

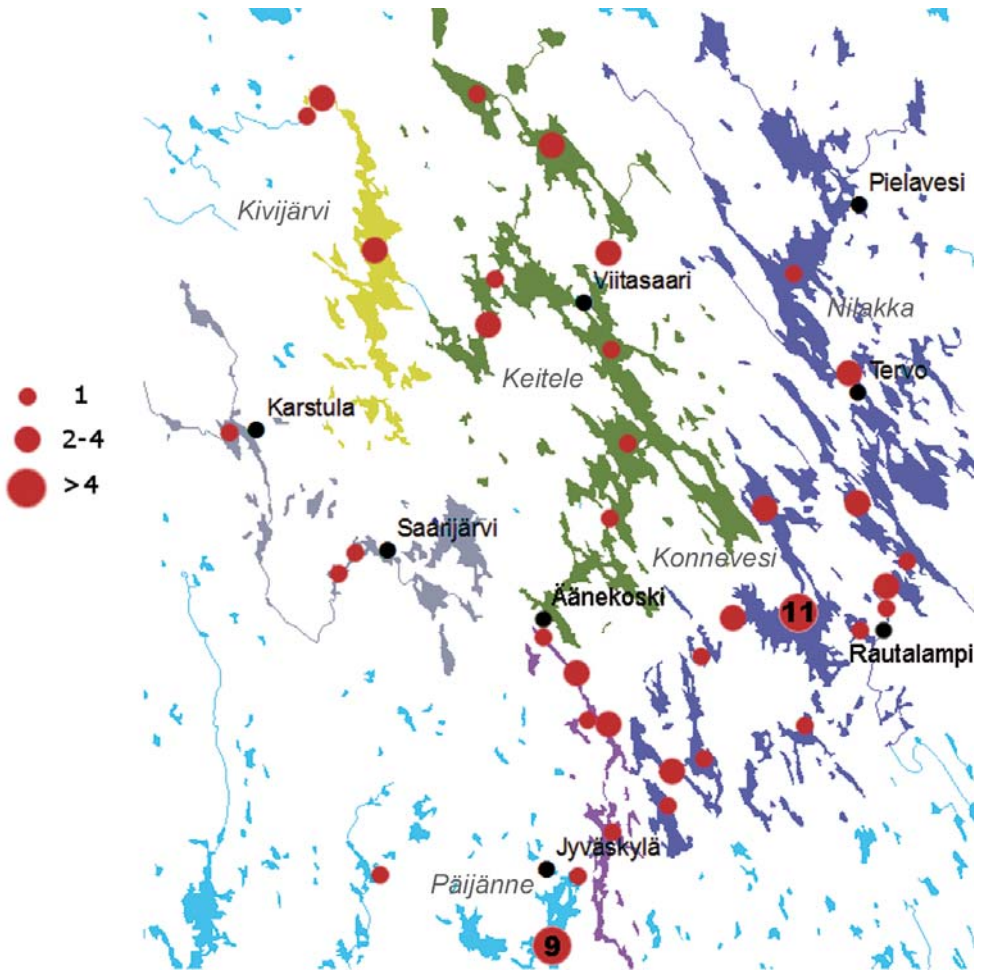
Rautalammin reitti ja Viitasaaren reitti ovat vedenlaadultaan pääosin melko kirkasvetisiä ja karuja. Reittien ekologinen tila on ympäristöhallinnon asteikolla hyvä tai erinomainen. Kummallakaan reitillä ei ole mainitun rajauksen alueella vaellusesteitä.

Kivijärven alueen ekologinen tila on tyydyttävä. Kivijärven luusua on padottu, mutta siinä on toimiva denil-tyyppinen kalatie. Valtaosa vedestä kulkee kuitenkin eri paikassa olevan Hilmon voimalan kautta, jossa ei ole kalatietä.

Saarijärven reitin pääuoman vedet ovat voimakkaasti humuksen värjäämiä ja varsin ravinteikkaita suo- ja metsäojitusten takia. Saarijärven reitin alaosassa on kaksi kalatietöntä voimalapatoa, Leuhunkoski ja Hietamankoski.

Taimenen tärkeimmän saalislajin, muikun, kannat ovat olleet keskinkertaisia tai vahvoja 1990-luvun loppupuolelta lähtien Rautalammin reitin useimmissa järvissä ja myös Viitasaaren reitillä (mm. Valkeajärvi ym. 2009a). Kivijärven muikkukanta on ollut vastaavaan aikaan enintään keskinkertainen, ja Saarijärven reitin sekä Äänekosken–Vaajakosken reitin järvissä muikkuja on ollut niukasti.

Merkkipalautusaineistoon vaikuttaa luonnollisesti alueellinen pyyntiponnistus. Rautalammin ja Viitasaaren reitin sekä Pohjois-Päijänteen välillä ei liene suuria eroja pyyntiponnistuksessa, sillä tärkeimmän pyydyksen, verkon, pyyntiponnistus on näillä alueilla suuruusluokkaa 10–20 verkko-vrk/ha/vuosi. Keski-Keiteleellä ja Etelä-Päijänteellä verkkovuorokausia on hehtaarilla vuodessa 2–5 (Valkeajärvi 1993a, Salo ja Valkeajärvi 2006, Valkeajärvi, julkaisematon aineisto).



Kuva 1. Tutkimusalueen kartta, johon on merkitty osa-alueet eri väreillä (ks. teksti) ja Carlin-merkintäerien istutuspaikat vuosina 1990–2005. Ympyrän koko kuvaa merkintäerien lukumäärää. Konneveden (11) ja Päijänteen (9) istutuserien lukumäärät on merkitty ympyrän sisälle.

3. Aineiston käsittely

3.1 Merkintäerät ja istutus

Tutkimusyksikkönä käytettiin merkintäerää, jossa oli keskimäärin 475 kalaa (vaihteluväli 50–1 196). Päijänteeseen ja siihen laskeviin pohjoisiin vesiin on istutettu yhteensä 75 merkintäerää vuosina 1990–2005 (liite 1). Merkintäeriä oli tilastollisissa analyyseissä mukana 60, joista käytettiin eri määriä eri tulosuuttujille. Tulosuuttujia olivat erien palautusosuus ja tuotto, saaliin jakautuminen järviin (kalenterivuosiin), istukkaiden vaellukset, eri pyyntivälineiden osuus pyynnissä sekä istukkaiden kasvu. Merkkipalautuksia oli yhteensä noin 4 000. Mer-

kintäerät jaoteltiin viiden taustamuuttujan perusteella, ja jokaisella taustamuuttujalla oli 2–5 luokkaa (tasoja) (taulukko 1). Taustamuuttujia olivat istutuskuukausi, istutusvuosikymmen, istutusalue, istutusvesistön tyyppi (järvi vs. virtavesi) ja istukkaan ikä.

Kaikki istukkaat olivat Rautalammin reitin viljelykantaa. Kantaa uudistettiin luonnosta pyydettyjen järvivaelluksen tehneiden emojen mädillä 1970-luvulle asti, mutta 1980-luvulla kutupyynti ei enää tuottanut tulosta. 1990-luvulla useiden laitosten emokantoja risteyttämällä tehtiin uusi yhdistelmäkantaa (Eskelinen ja Koskiniemi 1998). 2000-luvulla perimää on laajennettu kasvattamalla luonnosta pyydettyjä kesänvanhoja jokipoikasia emokaloiksi.

Istukkaat oli kasvatettu pääosin kolmella viljelylaitoksella: RKTL Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely (20 erää), Savon Taimen Oy (18 erää) ja Taimen Oy:n Korholankosken kalanviljelylaitos (7 erää). Istukaseristä oli 2-vuotiaita 30 erää, 3-vuotiaita 25 erää ja 4-vuotiaita 5 erää.

Taulukko 1. Taimenen merkintäerien lukumäärät (N) eri tulosmuuttujilla taustamuuttujien suhteen Päijänteeseen Vaajakosken kautta laskevissa vesissä.

Taustamuuttuja	Luokat	N	N	N
		Palautusosuus Tuotto	Järvivuodet Vaellus Pyyntivälineet	Kasvu
Istutuskuukausi	Maalis–huhtikuu	8	8	7
	Toukokuu	41	29	26
	Kesä–heinäkuu	9	9	7
	Lokakuu	2	2	1
Istutusvuosikymmen	Vuodet 1990–1999	39	36	31
	Vuodet 2000–2005	21	12	10
Istutusalue	Äänekoski–Vaajakoski	11	11	11
	Rautalammin reitti	27	25	22
	Viitasaaren reitti	12	7	7
	Kivijärven alue	5	3	1
	Saarijärven reitti	5	2	
Istutusvesistön tyyppi	Järvi	33	28	24
	Virtavesi	27	20	17
Istukkaan ikä	2 v	30	21	20
	3 v	25	22	18
	4 v	5	5	3
Yhteensä		60	48	41

Istukkaiden pituutta ja painoa merkintähetkellä testattiin ikäryhmäkohtaisesti varianssi-analyysillä, mutta eroja ei ilmennyt minkään viiden taustamuuttujan suhteen. Kaksivuotiaat olivat mittaushetkellä kooltaan keskimäärin 246 mm (90 %:n luottamusväli 221–261) ja 167 g (123–219) ja kolmevuotiaat 370 mm (296–430) ja 611 g (311–859) ja neljävuotiaat 458 mm ja 1 191 g.

Istukkaat merkittiin Carlin-merkeillä viljelylaitoksilla yleensä korkeintaan sata vuorokautta ennen istutusta. Merkitseminen tehtiin keskimäärin 29. huhtikuuta. Istutuspäivän kes-

kiarvo oli 21. toukokuuta ja vaihteluväli 20. maaliskuuta – 4. heinäkuuta. Tämän lisäksi kaksi erää istutettiin 28. lokakuuta. Kalat tainnutettiin merkintää varten MS222-nukutusaineella tai bentsokaiinilla.

Useimmat merkintäerät istutettiin selkävesien tai virtapaikkojen rannoille. Viime vuosina on suurilla järvillä ollut usein tapana levittää kalat moottoriveneellä ulapalle. Koska istutustahtumista on kuitenkin puutteelliset kirjaukset, istutusmenetelmän vaikutusta ei voitu tilastollisesti arvioida tästä aineistosta.

3.2 Merkkipalautusaineiston käsittely

Aineisto koostuu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokseen 10.2.2009 mennessä tulleista merkkipalautuksista. Tiedoista on käytetty sellaisenaan eräkohtaista merkkipalautusosuutta (palautusprosentti), istukaserien tuottoa ja saaliskalojen keskikokoa. Selvästi virheelliset tiedot kuitenkin korjattiin tai poistettiin. Sen sijaan yksilökohtaisesta pyyntipaikka- ja pyyntivälineaineistosta laskettiin Excel-ohjelmalla eräkohtaiset tunnusluvut kahdelle tulosmuuttujalle, istukkaiden vaelluksille ja pyyntivälineiden osuudelle. Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS 15 -ohjelmalla.

Vaellusosiossa tarkasteltiin istukkaiden pyyntivettä suhteessa istutusveteen. Istutusvetenä pidettiin sitä järveä tai virtavettä, johon erä oli vapautettu sekä tähän suoraan yhteydessä olevia viereisiä virtavesiä tai järviä. Esimerkiksi Konnevesi-järveen istutetun erän istutusvesi oli Konnekoski–Konnevesi–Siikakoski.

Muuttujille tehtiin muunnoksia jakauman normalisoimiseksi ja hajonnan vakauttamiseksi. Merkkien palautusosuus, palautusosuudet vesistöjen eri osissa (vaellusaineisto) sekä palautusosuudet eri pyydystyypeillä muunnettiin arcsin-neliöjuurimuunnoksella. Suhteellinen tuotto (kg saalista / kg istukkaita) muunnettiin neliöjuurimuunnoksella. Saaliskalojen pituudelle käytettiin tarvittaessa ln-muunnosta.

Palautusosuuden, tuoton, pyyntialueiden (istukkaiden vaellusten) ja pyyntivälineiden analyyseissä käytettiin usean selittävän muuttujan (faktorin) varianssianalyysejä. Aineisto käsitti kaikki 60 merkintäerää tai ne 48 erää, joista on saatu vähintään kymmenen merkkipalautusta. Kaikki istutuserät olivat mukana samanarvoisina riippumatta erän koosta (istukkaiden määrästä). Erien keskiarvona käytettiin aritmeettista keskiarvoa. Selittäviä muuttujia eli taustamuuttujia oli viisi (taulukko 1). Aineisto jakautui epätasaisesti selittävien muuttujien suhteen, ja tyhjiä soluja jäi viisiulotteiseen matriisiin paljon. Aineistossa oli vähintään kaksi istutuserää Rautalammin reitillä molempina vuosikymmeninä sekä kaksi- että kolmevuotiailla istukkailla, Äänekosken–Vaajakosken reitillä ja Viitasaaren reitillä vuosina 1990–1999 sekä kaksi- että kolmevuotiailla istukkailla ja Viitasaaren reitillä molempina vuosikymmeninä kaksivuotiailla istukkailla. Analyysien tuloksia ohjasivat siten ne muuttujien ryhmät, joissa oli havaintoja ylipäänsä ja joissa oli paljon havaintoja. Tällaisia ryhmiä olivat istutuskukauden suhteen toukokuu, istutusalueen suhteen Rautalammin reitti sekä istukkaiden iän suhteen kaksi- ja kolmevuotiaiden ikäryhmät. Tämä otettiin huomioon tulosten tarkastelussa.

Aineiston koko ei luonnollisesti sallinut kaikkien yhteisvaikutusten samanaikaista testaamista, mutta oleellimmat neljän ja kolmen tekijän yhteisvaikutukset testattiin 1–3 tekijän ryhmissä päävaikutusten kanssa. Neljän tai kolmen tekijän yhteisvaikutukset eivät olleet merkitseviä. Kahden tekijän yhteisvaikutukset analysoitiin testaamalla suurin mahdollinen jouk-

ko yhteisvaikutustekijöitä päävaikutusten kanssa sekä vaihtamalla vähiten merkitsevät tekijät toisiin tekijöihin. Kahden tekijän ei-merkitsevät yhteisvaikutukset poistettiin lopullisesta mallista, johon jäivät siten päävaikutukset sekä mahdollinen merkitsevä yhteisvaikutus. Kahden tekijän yhteisvaikutuksia jäi malleihin yhdessä analyysissä kaksi ja muissa analyyseissä ei yhtään. Merkitsevien päävaikutusten luokkia tarkasteltiin vielä pareittaisella vertailulla Tukeyn testillä, jotta toisistaan eroavat ryhmät saatiin selville. Tilastollisen merkitsevyyden todennäköisyystasona käytettiin kaikissa analyyseissä α -tasoa 0,05. Palautusosuuden ja tuoton vaihtelua ikäryhmien välillä selvitettiin myös kuvailevasti tunnusluvuilla.

Tuotto laskettiin kilomääräisenä saaliina tuhatta istukasta kohti ja suhteellinen tuotto laskettiin kilomääräisenä saaliina suhteessa istukaserän painoon (kg/kg). Jos suhteellisen tuoton arvo on alle 1, saalista on saatu vähemmän kuin mitä istukkaiden yhteispaino on ollut. Sekä tuotto että suhteellinen tuotto laskettiin erikseen sekä kaikkien järvi vuosien summana että 2.–6. järvi vuoden summana. Jälkimmäinen summa kuvaa karkeasti tuottoa ilman alamittaisia alle 40 cm:n pituisia saalistaimenia.

Istukkaiden pituuskasvua tutkittiin toistomittausten varianssianalyysillä ja samoilla viidellä selittävällä muuttujalla (taulukko 1). Mukaan otettiin erät, joiden havainnot koostuivat vähintään kolmesta taimenyksilöstä (merkkipalautuksesta) joka kalenterivuosi. Analyysejä tehtiin kaksi. Ensimmäisessä analyysissä oli neljä havaintoajankohtaa: istutus (merkintähetki viljelylaitoksella), ensimmäinen järvi vuosi (istutusvuosi), toinen järvi vuosi ja kolmas järvi vuosi. Koska havaintoja oli kolmannelta järvi vuodelta vähän ($N = 19$), analyysi tehtiin myös kolmella havaintoajankohdalla ($N = 41$) alkaen istutuksesta ja loppuen toiseen järvi vuoteen.

Yhden solmuväliluokan (50–59 mm) verkkojen saalistaimenten pituusjakaumaa selvitettiin myös kuvailevasti, jotta nähtäisiin, miten kapeasti tai laajasti yksi solmuväliluokka pyytää taimenen eri kokoluokkia. Kysymyksellä on huomattava merkitys verkkojen solmuvälisäätelyssä.

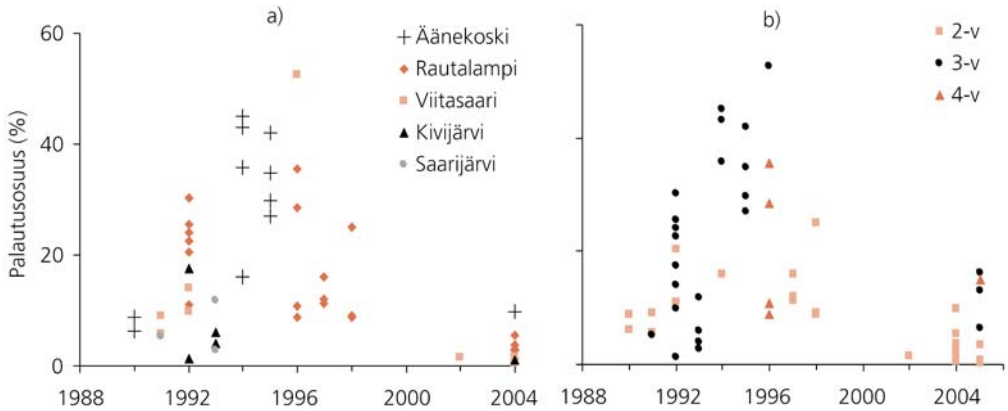
Päijänteen merkintäeriä ei käsitelty tilastollisesti tässä työssä, mutta niistä annetaan keskeisimpien tulosten keskiarvot.

4. Tulokset

4.1 Merkkien palautusosuus

Merkkien palautusosuus koko aineistossa istutusvuosilta 1990–2005 oli 13,6 % (90 %:n luottamusväli 0,6–43,0). Palautusosuuteen vaikutti merkitsevästi neljä tekijää: istutusalue, istukkaan ikä, istutusvuosikymmen ja istutusvesistön tyyppi (taulukko 2). Istutusalueiden pareittaisissa vertailuissa Äänekosken–Vaajakosken reitti, jossa palautusosuus oli keskimäärin suurin (27,1 %), erosi kaikista muista alueista. Rautalammin reitti, jossa palautusosuus oli toiseksi suurin, erosi Viitasaaren ja Saarijärven reiteistä. Kivijärven alueella ja Saarijärven reitillä palautusosuudet olivat pienimpiä (< 6,0 %). Iän suhteen kolme- ja neljävuotiaiden palautusosuudet olivat jokseenkin samat Rautalammin reitillä. Molemmat erosivat kaksivuotiaiden ikäryhmästä, joka tuotti keskimäärin pienemmän palautusosuuden.

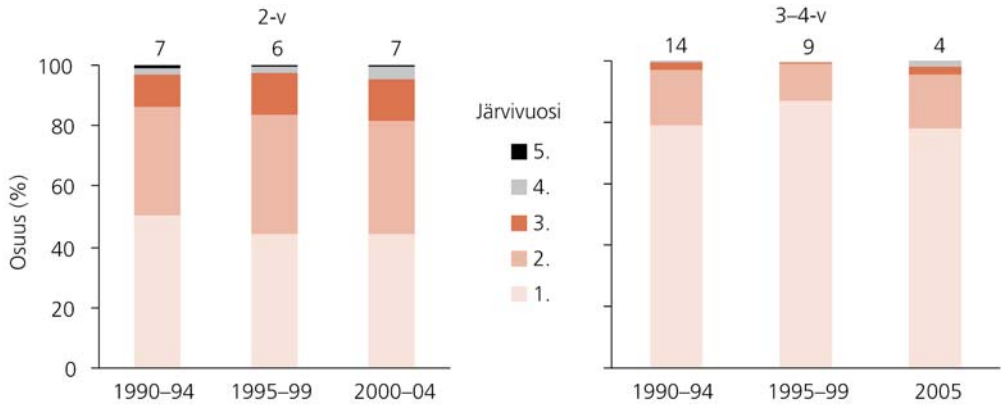
Vuosina 1990–1999 merkkien palautusosuus oli kaikissa ikäryhmissä keskimäärin 18,7 %, mutta vuosina 2000–2005 vain 4,3 % (kuva 2). Järviin istutetuilla merkintäerillä oli suurempi palautusosuus kuin virtavesiin istutetuilla erillä. Istutuskuukaudella ei ollut vaikutusta.



Kuva 2. Merkkien palautusosuus (a) eri istutusvesistöissä ja (b) eri ikäryhmissä istutusvuoden mukaan.

Ikäryhmäkohtaisen kuvailevan tarkastelun perusteella toukokuu oli heikko istutuskuukausi kaksivuotiaille, mutta hyvä 3-vuotiaille istukkailla (taulukko 2). Palautusosuus pieneni erityisesti kaksivuotiaiden ikäryhmässä vuosista 1990–1999 (12,2 %) vuosiin 2000–2005 (2,3 %). Aluekohtaisesti palautusosuus oli suurin Äänekosken–Vaajakosken reitillä sekä kaksivuotiailla että kolmevuotiailla. Viitasaaren reitillä kolmevuotiaat istukkaat tuottivat huomattavasti suuremman palautusosuuden kuin kaksivuotiaat (25,5 % vs. 2,4 %), joskin kolmevuotiaiden erää oli vain kolme. Virtavesierien palautusosuus oli pienempi kuin järvierien erityisesti kaksivuotiaiden ikäryhmässä. Rautalammin reitin Niiniveteen 28.10.1996 istutetusta kahdesta nelivuotiaiden erästä saatiin paljon palautuksia, mutta näiden erien kaloista 84–94 % pyydettiin heti loka-marraskuussa samana syksynä.

Palautusten osuus istutusvuotena kaikista palautuksista oli erää kohti keskimäärin 65 % (26–99) niissä erissä (N = 48), joista oli vähintään kymmenen merkkipalautusta. Osuus oli 70 % vuosina 1990–1999 ja 52 % vuosina 2000–2005. Palautusten jakautumista eri järvivuosiin tutkittiin kuvailevasti viisivuotijaksoissa kaksivuotiaiden ja kolme–nelivuotiaiden ikäryhmissä (kuva 3). Vähintään kolmannen järvivuoden saaliskalojen yhteenlaskettu keskimääräinen osuus oli lievästi suurempi 2000-luvulla, mutta se oli silti kaksivuotiailla istukkaillakin vain 18 %. Kolme–nelivuotiailla istukkailla tämä osuus oli marginaalinen, ja kaloista pyydettiin pois jo istutusvuonna noin 80 %.



Kuva 3. Merkkipalautusten jakautuminen eri järvi-ikäluokille kaksivuotiailla ja kolme–nelivuotiailla istukkailla viisivuotisjaksojen keskiarvoina. Merkintäerien lukumäärät pylväiden päällä.

4.2 Istukaserien tuotto saaliina

Vuosina 1990–2005 merkintäerät tuottivat keskimäärin 136 kg (90 %:n luottamusväli 8–402) saalista tuhatta istukasta kohti. Tuotto oli 184 kg vuosina 1990–1999 ja 47 kg vuosina 2000–2005. Ero selittyy osin sillä, että vuosina 1990–1999 istutettiin eniten 3-vuotiaita ja vuosina 2000–2005 pääosin 2-vuotiaita taimenia. Tuottoon vaikutti merkittävästi neljä tekijää: istutus-alue, istutusvuosikymmen, istukkaan ikä ja istutusvesistön tyyppi (taulukko 3). Äänekosken–Vaajakosken reitillä tuotto oli suurin (240 kg) ja Rautalammin reitillä toiseksi suurin. Nämä kaksi aluetta erosivat pareittaisissa vertailuissa muista kolmesta alueesta. Saarijärven reitillä tuotto oli pieni (32 kg). Vanhemmat istukkaat eli kolme–neljävuotiaat tuottivat 3–4-kertaisesti saalista kaksivuotiaisiin verrattuna. Järviin istutettujen erien tuotto oli suurempi kuin virtavesiin istutettujen. Merkintäerien välillä oli suuria eroja. Äänekosken–Vaajakosken reitin suurin tuotto 2-vuotiailla istukkailla oli 115 kg ja pienin 27 kg. Rautalammin reitillä vastaavat ääriarvot olivat 317 kg ja 9 kg ja Viitasaaren reitillä 79 kg ja 0 kg. Viitasaaren reitillä suurin tuotto 3-vuotiailla istukkailla oli 668 kg ja pienin 78 kg ja Kivijärven alueella 191 kg ja 9 kg.

Jos ensimmäinen järvi-ikä (istutusvuosi) jätetään saaliista pois ja tuottoon otetaan 2.–6. järvi-ikä, kaikkien erien keskimääräinen tuotto oli 49 kg (0–178) tuhatta istukasta kohti.

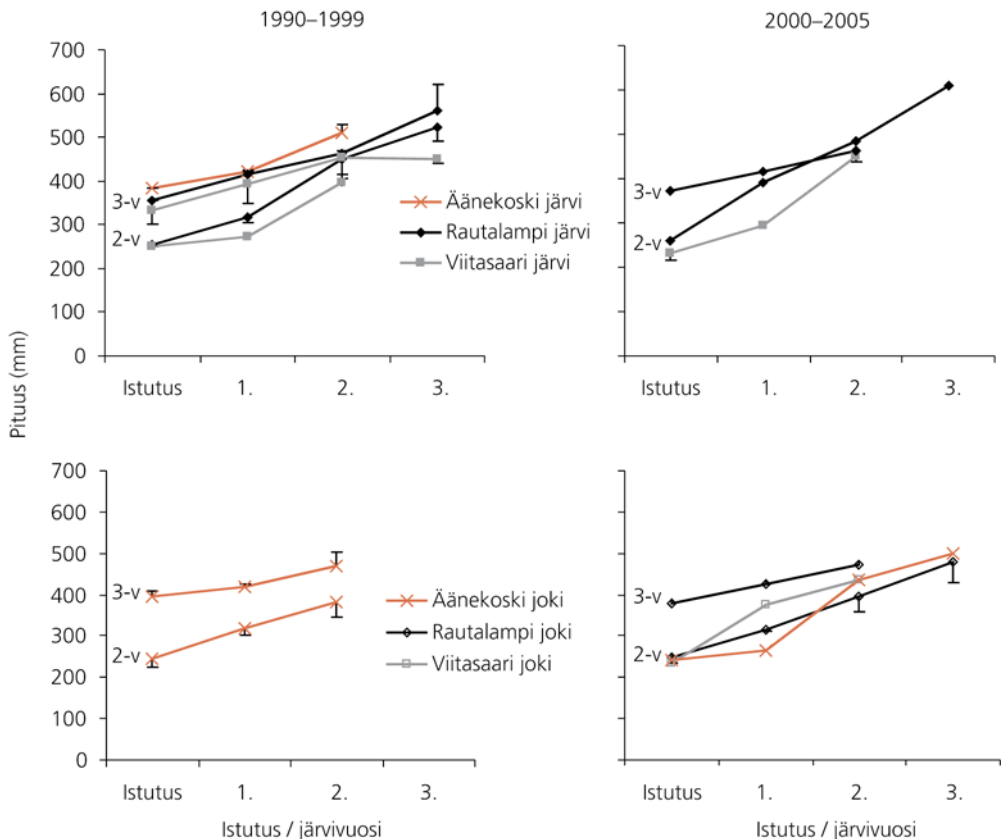
Ikäryhmäkohtaisessa tarkastelussa kaksivuotiaiden keskimääräinen tuotto pieneni vuosina 2000–2005 alle neljäsosaan vuosien 1990–1999 tuotosta (25 vs. 110 kg) (taulukko 3). Alueista eniten tuottoa antoi kaksivuotiaista istukkaista Rautalammin reitti ja kolmevuotiaista istukkaista Äänekosken–Vaajakosken reitti. Parhaiten tuottaneista järivistä alueillaan mainittakoon Rautalammin reitillä Konnevesi, Viitasaaren reitillä Keitele Koivuselkä, Kivijärven alueella itse Kivijärvi ja Saarijärven reitillä päävirtauksesta sivussa oleva Pyhäjärvi. Äänekoski–Vaajakoski-välillä paras tuotto saatiin Leppävedestä, joskin myös virtavesiin tehdyt istutukset tuottivat lähes saman tuloksen (liite 1). Koivuselän, Pyhäjärven ja Leppäveden tiedot perustuvat kuitenkin yhteen merkintäerään järveä kohti. Päijänteellä kolmevuotiaiden keskimääräinen tuotto oli suurehko (300 kg) verrattuna muun aineiston vastaavaan keskiarvoon (202 kg), mutta kaksivuotiaiden tuotto (60 kg) oli jokseenkin sama kuin muilla alueilla keskimäärin (liite 1).

Suhteellinen tuotto eli kilomääräinen saalis suhteessa istukaserän painoon (kg/kg) oli keskimäärin 0,34 (0,02–1,12), eli istutuksista saadun saaliin kokonaispaino oli 34 % istukkaiden yhteispainosta. Merkitseviä suhteelliseen tuottoon vaikuttavia tekijöitä olivat istutusvuosikymmen, istutusalue ja istutusvesistön tyyppi (taulukko 4). Vuosina 1990–1999 tuotto oli suurempi kuin vuosina 2000–2005. Pareittaisissa vertailuissa Äänekosken–Vaajakosken reitti ja Rautalammin reitti erosivat muista kolmesta alueesta oman suuremman tuoton. Järvierät tuottivat lähes kaksinkertaisesti virtavesieriin nähden. Suhteellinen tuotto näytti lievästi sitä suuremmalta, mitä nuorempi istukas oli ja mitä myöhäisempi oli istutuskautaus. Suhteellinen tuotto 2.–6. järvi vuodelta oli 0,19.

Ikäryhmäkohtaisessa tarkastelussa näyttää siltä, että 2-vuotiaiden suhteellinen tuotto pieneni voimakkaasti vuosina 2000–2005 verrattuna aikaisempaan vuosikymmeneen (0,16 vs. 0,65) (taulukko 4). Viitasaaren reitti poikkosi muista alueista siten, että 3-vuotiaiden kilomääräinen tuotto oli siellä paljon suurempi kuin 2-vuotiaiden tuotto. Kaikista alueen merkintäistutuksista (N = 75, liite 1) vain neljä (5,3 %) tuotti kilomääräistä saalista yhtä paljon tai enemmän kuin istukaserän paino oli ollut.

4.3 Istukkaiden kasvu

Istukkaiden kasvuun istutushetkestä sekä toiseen että kolmanteen järvi vuoteen vaikutti merkitsevästi istukkaan ikä ($F = 14,2$ ja $F = 14,6$, $P < 0,001$ molemmissa). Istutusvesistön tyyppi vaikutti kasvuun toiseen ja mahdollisesti kolmanteen järvi vuoteen asti ($F = 6,3$ ja $F = 2,7$, $P = 0,003$ ja $P = 0,095$). Lisäksi vuosikymmen vaikutti kasvuun kolmanteen järvi vuoteen asti ($F = 4,6$, $P = 0,026$). Kasvu oli ikäryhmistä nopeinta kaksivuotiailla istukkailla, istutusvesistötyypin suhteen järvi-istukkailla ja ajallisesti vuosina 2000–2005 (kuva 4). Kaksivuotiaat istukkaat olivat kooltaan lähellä kolmevuotiaita toisena järvi vuonna ja olisivat saattaneet olla samankokoisia kolmantena järvi vuonna, jos kolmevuotiaita kaloja olisi elänyt niin pitkään. Istutusalue ei ollut merkitsevä tekijä, mutta kasvu näyttäisi olleen Rautalammin reitillä nopeahkoa.



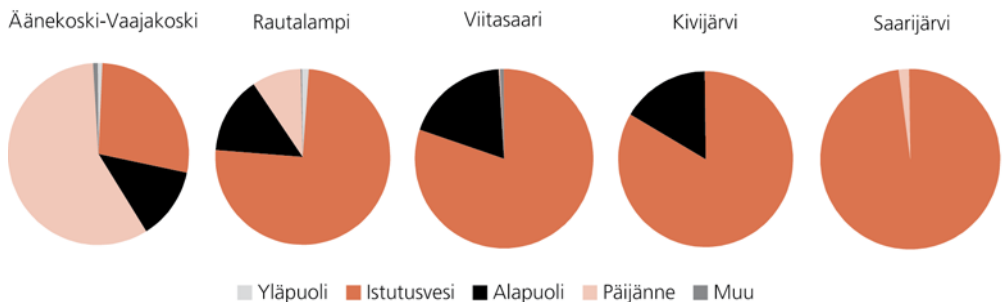
Kuva 4. Istukkaiden pituuskasvu istutushetkestä kolmanteen järvi vuoteen merkintäerien keskiarvona vuosina 1990–1999 ja 2000–2005. Ylemmässä paneelissa järvi-istukkaat ja alemmassa virtavesi-istukkaat. Kuvissa kaksivuotiaat istutushetkellä alempana ja kolmevuotiaat ylempänä. Virhepalkit kuvaavat erien välistä keskihajontaa. Vuosina 2000–2005 Rautalammin reitillä järvi-istukkaita on molemmissa ikäryhmissä vain yksi merkintäeri kuten myös Äänekosken ja Viitasaaren joki-istukkaita.

Kaksivuotiaat järvi-istukkaat saavuttivat toisena järvi-istukkaat ja virtavesi-istukkaat toisena tai kolmantena järvi-istukkaat keskimäärin vähintään 40 cm pituuden. 3-vuotiaat istukkaat saavuttivat tämän pituuden ensimmäisenä järvi-istukkaat. Kaksi- ja kolmevuotiaat järvi-istukkaat saavuttivat vähintään 50 cm:n pituuden keskimäärin kolmantena järvi-istukkaat (kuva 4). Niissä erissä, joista oli vähintään kolme merkkipalautusta ko. kalenterivuotena, kaksivuotiaiden istukkaiden keskipituus ja -paino olivat 1.–3. järvi-istukkaat keskimäärin 319 mm (90 %:n luottamusväli 265–388), 425 mm (351–509) ja 499 mm (370–610) sekä 469 g (298–769), 991 g (541–1 619) ja 1 742 g (619–3 230). Kolmevuotiaiden keskipituus ja -paino olivat 1.–2. järvi-istukkaat keskimäärin 409 mm (332–457) ja 474 mm (422–530) sekä 809 g (388–1 209) ja 1 292 g (829–1 786).

4.4 Istukkaiden pyyntialueet

Suurin osa merkityistä istukkaista, 66 % (90 %:n luottamusväli 1–100), saatiin istutusvedestä. Kaksivuotiaista kalastettiin istutusvedestä keskimäärin 55 %, kolmevuotiaista 70 % ja neljävuotiaista 96 %. Pois vaeltaneista lähes kaikki siirtyivät alavirtaan. Pysyvyydessä istutusvedessä ilmeni voimakas iän ja istutusvesistön tyyppin yhteisvaikutus ($F = 20,7$, $P < 0,001$) sekä myös istutusvuosikymmenen ja istutuskuukauden yhteisvaikutus ($F = 3,4$, $P = 0,047$). Kaksivuotiaiden pysyvyyteen istutusvedessään vaikutti merkitsevästi istutusvesistön tyyppi ($F = 37,8$, $P < 0,001$) ja istutusvuosikymmen ($F = 9,1$, $P = 0,009$). Istutusvedestä pyydettiin kaksivuotiaista järvi-istukkaista keskimäärin 83 %; osuus oli 79 % vuosina 1990–1999 ja 100 % vuosina 2000–2005. Virtavesi-istukkaista pyydettiin istutusvedestä keskimäärin 19 %, mutta osuus oli 0 % vuosina 1990–1999 ja 28 % vuosina 2000–2005. Kolmevuotiaiden pysyvyyteen vaikutti istutusalue ($F = 5,5$, $P = 0,007$) siten, että pysyvyys oli Saarijärven ja Viitasaaren reiteillä suurempi kuin Äänekosken–Vaajakosken reitillä (98 % ja 91 % vs. 41 %).

Pysyvyydessä oli suuria eroja istukaserien välillä. Äänekosken–Vaajakosken reitille istutetuista 11 erästä 5 erän palautuksista 75–100 % saatiin Päijänteeltä. Vastaavaa suurta vaeltamista esiintyi Rautalammin reitin alaosan Simunankoskeen istutetuissa kahdessa kaksivuotiaiden erässä. Muilta kolmelta reitiltä ja ylempää Rautalammin reitiltä istukkaat eivät vaeltaneet Päijänteeseen asti (kuva 5).



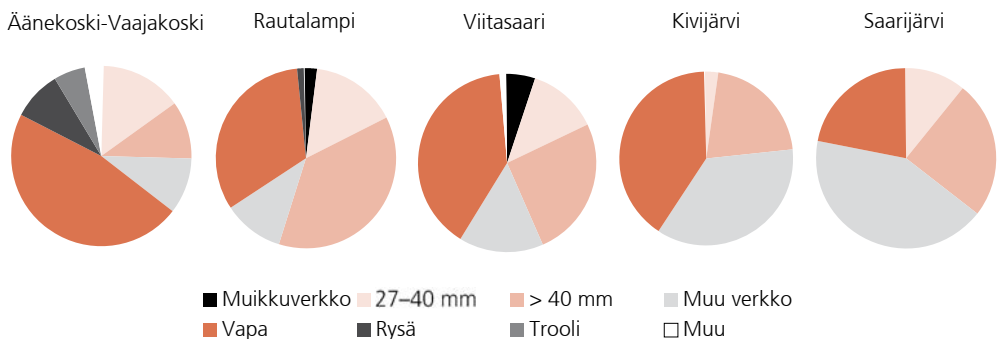
Kuva 5. Merkittyjen taimenten (kaikki ikäryhmät) pyyntipaikat istutusalueittain. Yläpuoli/alapuoli = pyyntipaikka istutusveden yläpuolella/alapuolella samalla istutusalueella.

Istukkaista saatiin järvistä keskimäärin 74 % (12–100). Järviin istutetuista taimenista pyydettiin takaisin järvistä 88 % ja virtavesiin istutetuista 54 % järvistä. Vuosina 1990–1999 järvistä pyydettiin keskimäärin 76 % kaikista istukkaista ja vuosina 2000–2005 keskimäärin 68 %.

4.5 Pyyntivälineet

Pyydystyyppi oli ilmoitettu 80 %:ssa (90 %:n luottamusväli 39–100) palautuksista. Tärkein pyydystyyppi oli verkko, jolla saatiin 58 % (9–91) taimenista. Verkon osuuteen vaikutti voimakkaimmin istutusalueen tyyppi ($F = 18,4$, $P < 0,001$) ja ikä ($F = 10,2$, $P < 0,001$), mutta myös istutusalue ($F = 3,6$, $P = 0,015$). Järvi-istukkailla verkon osuus oli suurempi kuin virtavesi-istukkailla (71 % vs. 39 %). Kaksivuotiaina istutettuja pyydettiin verkolla enemmän kuin kolme- ja neljävuotiaina istutettuja (71 % vs. 47 % ja 48 %). Rautalammin, Saarijärven ja Viitasaaren reiteillä verkko pyysi suuremman osuuden kuin Äänekosken–Vaajakosken reitillä (66 %, 78 % ja 58 % vs. 36 %).

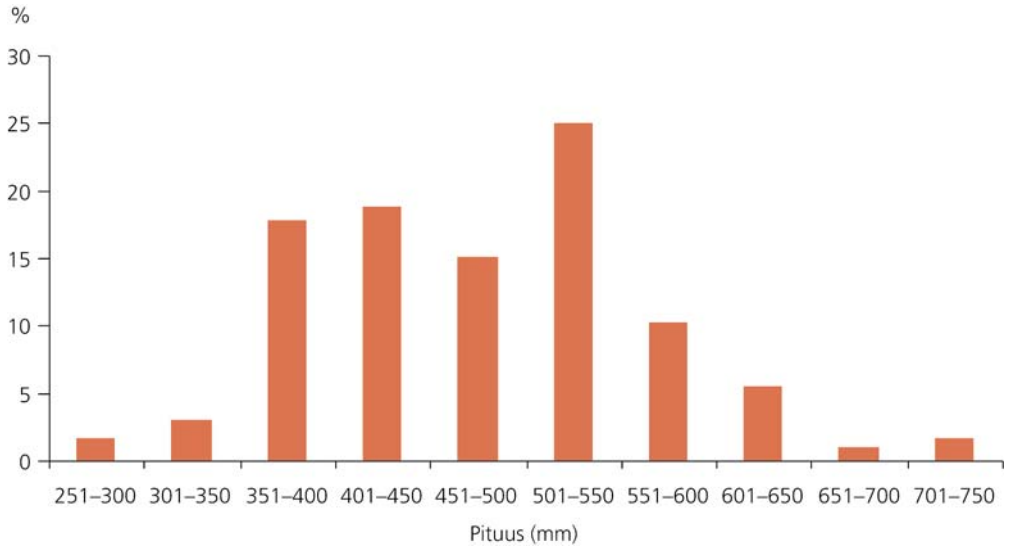
Verkkotyypeistä eniten saalista antoivat solmuväliltään yli 40 mm:n verkot. Niillä saatiin 28 % niistä istukkaista, joiden kohdalla verkon solmuväli oli mainittu. Vapavälineillä pyydystettiin 37 % (5–90) istukkaista, rysällä saatiin 3 % ja troolilla 1 % yksilöistä (kuva 6).



Kuva 6. Saalistaimenten pyyntivälineet istutusalueittain. Kaikki ikäryhmät ovat mukana kuvassa.

Rautalammin reitiltä solmuväliltään 50–59 mm:n verkoilla pyydetyjen istukkaiden pituusjakauma oli leveä (kuva 7). Tämän solmuvälin verkot pyysivät eniten pituusluokan 501–550 mm taimenia, mutta jokaisen pituusluokan osuus välillä 351–600 mm oli vähintään 10 %.

Pyydetyistä istukkaista vapautettiin merkkipalautustietojen perusteella 7 % (0–38). Vapautettujen osuus oli 6 % vuosina 1990–1999 ja 11 % vuosina 2000–2005. Alueellisesti suurin vapautettujen osuus oli Viitasaaren reitillä (14 %). Kivijärven alueella sekä Saarijärven reitillä taimenia ei ilmoitettu vapautetun. Verkkotaimenista ilmoitettiin vapautetuiksi 1 %, vavalla pyydetyistä 7 %, rysällä pyydetyistä 12 % ja troolilla pyydetyistä 27 %.



Kuva 7. Rautalammin reitiltä solmuväliltään 50–59 mm verkoilla pyydettyjen taimenten (n = 292) pituusjakauma vuosina 1990–2005 istutettujen erien merkkipalautusten mukaan.

5. Tulosten tarkastelu

Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa reittivesissä merkittyjen istukkaiden keskimääräinen tuotto (136 kg/1000 istukasta) oli samaa suuruusluokkaa kuin Vuoksen vesistössä 1980-luvulla (158 kg/1000 istukasta, Makkonen ym. 1996). Kuusamossa vuosina 1972–1988 tuotto oli eri kannoilla keskimäärin 36–65 kg/1000 istukasta (Huusko ym. 1994) ja Juutuan yläpuolisissa vesissä vuosina 1971–1989 keskimäärin noin 90 kg/1000 istukasta (Ahonen 1993). Käytetyn yksikön (kg/1000 istukasta) arvoihin tosin vaikuttaa voimakkaasti istukkaiden koko (ikä). Tuotto eri istutusalueilla seurasi luonnollisesti merkkien palautusosuuden alueellista vaihtelua, kuten muissakin tutkimuksissa on todettu.

Taimenistukkaitten Carlin-merkinnät aloitettiin Keski-Suomessa ja Rautalammin reitillä 1960-luvun puolivälissä. Ensimmäisinä vuosikymmeninä (1960–1980) merkeistä palautettiin keskimäärin 10–12 % (Valkeajärvi 1993a). Palautusten osuus pieneni Rautalammin reitillä 1990-luvun lopussa 9 %:iin ja oli vuoden 2004 istutuksissa enää 5,5 %. Merkkien palautusosuus oli Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa vesissä yleisemminkin 1990-luvulla vielä kohtuullisen suuri, mutta romahti 2000-luvulla. Vastaava heikkeneminen on havaittu myös Puulavedellä, jossa palautusosuus oli vuonna 1992 istutetulla erällä 14 % (Marjomäki 2009) ja toukokuussa 2008 istutetulla erällä 2 % marraskuuhun 2009 mennessä (Timo J. Marjomäki, julkaisematon). Suomenlahdella meritaimenen istutusten tuloksellisuus on heikentynyt jo pitkään (Oinonen ja Saura 2002).

Mahdollisia tekijöitä vähentyneisiin merkkipalautuksiin voivat olla lisääntynyt predaatio, istukkaiden suurempi kuolevuus (istukkaiden heikompi laatu), kalastajien vähentynyt halu palauttaa merkkejä ja mahdollisesti vähentynyt kalastus. Onko näiden tekijöiden kohdalla tapahtunut muutoksia parinkymmenen viime vuoden aikana?

Petokalojen, lähinnä hauen, merkittävää lisääntymistä ei liene laajemmin havaittu eikä Konneveden 30-vuotinen verkkojen yksikkösaaliin aikasarjakaan osoita selvää trendiä (Valkeajärvi ja Marjomäki 2009). Verkkokalastus on saattanut talvella vähentyä, mutta muutos lie-nee kokonaisuudessaan vähäinen. Koskikalastus sitä vastoin on saanut lisää harrastajia. Miksi kalastajien halukkuus palauttaa merkkejä olisi vähentynyt? Näyttää siltä, että merkintöjen tulos on heikentynyt yhtäläillä vesissä, joihin on istutettu paljon merkintäeriä (Konnevesi) tai hyvin vähän (Puula).

Istukkaiden laadun mahdollinen heikkeneminen voisi johtua kalojen laadun muutoksesta viljelylaitoksilla ja istukkaiden käsittelyn yhteydessä. Huolimattomuus merkinnässä tai istutuksessa kostautuu helposti huonoina tuottolukuina. Nämäkin vaihtoehdot ovat kuitenkin lähinnä spekulatiivisia mahdollisuuksia, jotka kaipaavat selvitystä.

Istutusten tuloksellisuus ei ehkä ole kuitenkaan heikentynyt niin voimakkaasti kuin mitä merkkipalautusaineistot näyttävät. Ainakin Konnevedessä taimenen istutusten ja yksikkösaaliin välillä on vahva positiivinen korrelaatio runsaan muikkukannan aikana vuosina 1992–2008 (Valkeajärvi ja Marjomäki 2009).

Merkkien palauttamattomuudesta johtuva virhe on tuottanut päänvaivaa tutkijoille ja istuttajille. Suora merkkipalautustulos käy kyllä indeksiksi ja minimisaalisarvioksi, mutta se ei kerro todellista saalista istutuksista. Konnevedellä päädyttiin 1990-luvulla virheen korjaamiseksi kertoimeen 3,5 (Valkeajärvi 1993a,b). Kitkajärvellä Niva ja Juntunen (1993) havaitsivat kuonomerkittyjen taimenten tuoton 3,1-kertaiseksi Carlin-merkittyihin nähden ja jokioiloissa peräti 8,8-kertaiseksi. Vastaavalla menetelmällä Puruvedellä tehdyssä tutkimuksessa Friman ym. (1997) saivat korjauskertoimeksi kaksivuotiaille taimenille 2,9 ja kolmevuotiaille 1,8. Jonkun korjauskertoimen yleistäminen on varsin karkea tapa oikaista merkkien palauttamattomuudesta johtuvaa virhettä, sillä virheen suuruus voi hyvinkin vaihdella vesistökohtaisesti ja vuosien välillä. Korjauskertoimella päästään kuitenkin lähemmäksi totuutta kuin korjaamattomalla minimiarviolla.

Konneveden kertoimella ja suhteellisella tuotolla arvioituna Rautalammin reitin istutus-eristä olisi ollut 1990-luvulla kannattavia 81 %, mutta 2000-luvulla enää 10 %. Kannattavuus tarkoittaa tässä sitä, että saaliin paino ylitti istukaserän painon. Viitasaaren reitillä vastaavat arvot olisivat olleet 60 % ja 0 %. Edelleen samaa kerrointa käyttäen Äänekosken–Vaajakosken reitin istutuksista olisi ollut 1990-luvulla kannattavia 80 %, kun taas Kivijärven alueella ja Saarijärven reitillä kaikki erät olisivat jääneet kannattamattomiksi (ks. liite 1). Konneveden kerroin voi kuitenkin olla liian suuri pienehkölle ja tehokkaasti kalastetulle Äänekosken–Vaajakosken reitille. Nyt 2000-luvulla saalistaimenella täytyisi olla huomattava virkistysarvo, ”virkistyskerroin”, jotta toiminta olisi istutusten maksajille ja kalastajille kannattavaa.

Alueellisesti palautusosuus ja siitä laskettu istutusten tuotto oli suurin Äänekosken–Vaajakosken reitillä. Tämä johtunee tehokkaasta pyynnistä kapeilla läpivirtausjärvillä sekä suosituilla koskikalastuskohteilla. Lisäksi istukkaissa oli Rautalammin ja Viitasaaren reittä

suurempi osuus 3-vuotiaita kaloja. Koskiin istutetut kookkaat istukkaat ovat pysyneet istutusalueella paremmin kuin reitin järviin istutetut, joiden tuotto on myös Paanasen (1996) mukaan hyödyttänyt lähinnä alapuolisen vesialueen kalastajia. Toisaalta Kivijärven alueella ja Saarijärven reitillä istutukset tuottivat hyvin heikosti, vaikka 3-vuotiaita oli eristä 80 %. Merkkipalautusten perusteella Kivijärven alue ja Saarijärven reitin runko-osa soveltuvat huonosti istukastaimenen elinalueiksi, ehkä heikohkon vedenlaadun ja heikompien ravintokalavarojen takia.

Vanhemmat istutusikäryhmät tuottivat selvästi enemmän merkkipalautuksia koko aineistossa kuin kaksivuotiaat ja siten myös selvästi suuremman tuoton tuhatta istukasta kohti. Sen sijaan kolme- ja neljävuotiaiden suhteellinen tuotto (kg/kg) oli pienempi kuin kaksivuotiaiden tuotto. Tämä johtuu siitä, että vanhempien ikäryhmien yksilöt eivät ehdi kasvaa istutuksen jälkeen juuri lainkaan, kun taas pyydytyistä kaksivuotiaista vajaa puolet elää vähintään toiselle järviavuodelle kasvaen samankokoisiksi kuin kolmevuotiaat ovat istutushetkellä.

Nykyisellä kalastuskulttuurilla merkkipalautuksista laskettuun istutusten tuottoon vaikuttaa voimakkaimmin merkkien palautusosuus erityisesti ensimmäisen järviavuoden aikana. Istukkaiden kasvu vaikuttaa vähemmän istutusten tuottoon, sillä istukkaat eivät ehdi kasvaa paljoakaan ennen pyyntiä.

Taimenistutusten tuottopotentiaali Järvi-Suomen muikkujärvillä voisi olla suuruudeltaan 500–1 500 kg tuhatta istukasta kohti ja suhteellisen tuoton potentiaali 2–5-kertainen istutuspainoon verrattuna, jos istukkaita pyydetäisiin pääosin vasta kolmannella tai neljännellä järviavuodella. Tähän päästäisiin, jos istutusten tuotto maksimoitaisiin oikealla kalastuksen säätelyllä, jolloin istukkaat ehtisivät kasvaa. Huusko (1990) on arvioinut, että Kuusinkijoen villin järvi-taimenen kalastus tuottaa saalista 800–1 000 kg tuhatta vaelluspoikasta kohti. Istukkaitten saaliskokoa on saatu hiukan kasvatettua Konnevedessä osittain verkkokalastuksen säätelyn avulla (Valkeajärvi, julkaisematon), mutta säätely on vielä riittämätöntä edes kohtuullisen tuoton saavuttamiseksi.

Kasvunopeus oli kaksivuotiailla istukkailta suurempi kuin 3–4-vuotiailla. Vastaava tilanne näyttää olleen Vuoksen vesistössä 1980-luvulla (Makkonen ym. 1996). Kaksivuotiaat istukkaat kenties oppivat nopeammin käyttämään luonnon ravintoa. Järvi-istukkaat kasvoivat virtaan istutettuja nopeammin todennäköisesti tarjolla olevien runsaamman ravinnon vuoksi. Rautalammin ja Viitasaaren reitin järvissä on istukkaille ollut yleensä riittävästi tarjolla muikkua ja kuoretta. Virtavesi-istutusten kohteina taas ovat olleet pääosin suuret luusuakosket, joissa on toki yleensä runsaasti pohjaeläimiä ja ajoittain myös pikkukaloja. Virtavesien pohjaeläinbiomassan minimitaso ajoittuu kuitenkin kesään ja syksyyn eli juuri yleisimmän istutuskuukauden, toukokuun, jälkeiseen aikaan (Haapala ja Muotka 1998). Lisäksi virtavesissä kalat eivät voi valita oleskelulämpötilaansa optimaaliseksi.

Istukkaiden kasvun nopeutuminen 2000-luvulla johtunee vahvistuneista muikkukannoista. 1990-luvun loppupuolelta alkaen muikkukannat ovat olleet Keski-Suomen muikkujärvissä vahvoja lukuun ottamatta Päijännettä, jonka muikkukanta kuitenkin taantui nopeasti 2000-luvun alussa (Valkeajärvi ym. 2009a). Merkitseviä kasvueroja ei havaittu osa-alueiden välillä, joskin Rautalammin reitillä kasvu vaikutti nopeahkolta. Reitien järvissä ja varsinkin Konnevedessä muikkukanta on ollut 2000-luvulla ennätysmäisen vahva (O. Urpanen, julkaisematon).

Istukkaiden kasvunopeus vaikutti vastaavalta tai hieman hitaammalta kuin Järvi-Suomessa 1970–1990-luvuilla. Kaksivuotiaiden taimenistukkaiden pyyntipituus toisena järviuotenaan oli tässä tutkimuksessa keskimäärin 37–45 cm, kun se oli 1980-luvulla Suur-Saimaan altailla, Pielisellä ja Höytiäisellä keskimäärin 40–45 cm (Makkonen ym. 1996). Puulavedellä taimenen kasvu lienee poikkeuksellisen nopeaa, sillä toisena järviuotena pyydytetyt kaksivuotiaat istukkaat olivat vuonna 1993 keskimäärin noin 55 cm pitkiä (Marjomäki 2009). Kolmevuotiaiden istukkaiden kasvu oli Keski-Suomessa hitaampaa kuin Saimaan vesistössä, sillä kolmevuotiaat saavuttivat Päijänteen yläpuolisissa vesissä toisena järviuotena keskimäärin 45–50 cm:n pituuden ja Suur-Saimaalla 50–55 cm:n pituuden (Makkonen ym. 1996). Pohjoisempana kasvu on hitaampaa. Kuusamossa (Huusko ym. 1994) ja Inarjärven vesistössä (Ahonen 1993) 2–4-vuotiaat järvi-istukkaat saavuttavat noin 40 cm:n pituuden keskimäärin kolmantena järviuotena.

Istukkaiden vaellusherkkyyteen on arveltu vaikuttavan istutusveden ravintotilanteen sekä istutusajankohdan. Pirhonen ym. (2003) istuttivat smolttiutumisen eri vaiheessa olevia kaksivuotiaita taimenia Konnevedeen 1990-luvun lopulla. Vaellusvaiheen päättymisen jälkeen heinäkuun alussa istutetuista taimenista lähes kaikki pysyivät istutusjärvessä ja tuotto oli yli kaksinkertainen huhtikuun ja toukokuun (huonoin kuukausi) istutuksiin verrattuna.

Muikkukannan vahvuuden havaittiin vaikuttavan Konnevedessä jo 1990-luvun tutkimuksissa taimenen vaellusherkkyyteen (Valkeajärvi 1993a). Kun istukkaista 1970-luvulla vahvan muikkukannan aikana pysyi yli 80 % istutusjärvessä, niin 1980-luvulla heikon muikkukannan aikana osuus oli vain 58 % ja istukkaista 15 % vaelsi Päijänteeseen asti (70–150 km). Tämä käsitys on saanut tukea nykyisestä tutkimuksesta. Erityisen vaellusherkkiä olivat Äänekosken–Vaajakosken reitin ja Rautalammin reitin alaosan istukkaat. Istutusalueiden alapuolella ei ole hyviä muikkujärviä tai ne ovat liian pieniä pysäyttämään vaeltavia taimenia toisin kuin Rautalammin reitin yläosalla ja Viitasaaren reitillä.

Äänekosken–Vaajakosken reitin voimalaturbiineista näyttävät selviävän varsin hyvin kookkaat 35–40 cm:n pituiset kalatkin, ehkä jopa pienellä kuolevuudella. Sitä vastoin Kivijärven luusuassa olevan Hilmon voimalan alapuolelta ei ole lainkaan merkkipalautuksia. Jokseenkin sama tilanne on Saarijärven reitin kahden voimalan alapuolella. On mahdollista, että Kivijärven alueen ja Saarijärven reitin pienemmät turbiinit aiheuttavat istukkaille suurempaa kuolevuutta, joka ilmenee merkkien pienenä palautusosuutena ja istutusten heikkona tuottona.

Verkkojen käyttö ratkaisee paljon siitä, milloin ja missä koossa taimenistukkaat pyydetään. Tietyn solmuvälin verkko ei näyttäisi valikoivan taimenen kokoluokkia kovin tehokkaasti, joskaan varsinaista valintaa ei määritetty, sillä kokoluokkien osuus vesistössä oli tuntematon. Solmuväliltään 50–59 mm:n verkko pyysi yleisesti 35–60 cm pitkiä taimenia. Tämän perusteella lievä solmuvälisäätely ei vaikuta paljoa verkkotaimenten kokojakaumaan eikä kalastuskuolevuuteen. Lisäksi verkolla saatuja saalistaimenia vapautetaan vain vähän muihin pyydystyyppeihin verrattuna. Vapapyyntissäkin vapautetuksi ilmoitettujen merkittyjen kalojen osuus oli vain 7 %. Villien luonnontaimenten kohdalla sitä vastoin on tapahtunut kehitystä lukuisissa Keski-Suomen koskikalastuskohteissa luonnossa syntyneiden taimenten vapauttamispakon seurauksena. Istukkaat tunnistaa leikatusta rasvaevästä.

6. Suosituksia istutuksiin ja istutusten seurantaan

Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa vesissä istutukset tuottavat parhaiten Äänekosken–Vaajakosken, Rautalammin ja Viitasaaren reiteillä. Sen sijaan Kivijärven alueella ja Saarijärven reitillä istutuksiin sijoitettuja varoja tuskin saadaan takaisin, vaikka merkintätulos ei välttämättä kerro totuutta istutusten tuloksellisuudesta. Yksittäisissä kohteissa tuotto voi parhaimmillaan olla kohtuullinen, kuten tehokkaasti kalastetuissa koskikalastuskohteissa sekä Saarijärven Pyhäjärvestä. Tällä hetkellä istutuksilla tuntuisi kuitenkin olevan perin vaikeaa saada positiivista tuottoa millään Päijänteen yläpuolisilla vesillä merkkipalautustietojen perusteella ja arvioituja korjauskertoimia käyttämällä.

Ruokakaloiksi kasvamaan tarkoitettuja taimenia kannattaisi istuttaa mieluummin järviin kuin virtavesiin. Istukkaitten levittämistä selkävesille on myös suositeltu, mutta levittämisen ja rantaistutusten onnistumista ei ole vertailtu käyttökelpoisella aineistolla.

Järvi-istutukset on jo pitkään suositeltu sovitettavan muikkukantojen vahvuuden mukaan. Tätä ohjetta on tuskin aihetta muuttaa, vaikka merkintäerien tulokset heikkenivätkin 2000-luvulla vahvoista muikkukannoista huolimatta.

Virtavesillä olisi suositeltavaa käyttää kutukannan elvytykseen sopivia istukkaita, kuten mätiä tai pienpoikasia. Mäti-istutukset lisäävät onnistuessaan jokipoikasten ja vaelluspoikasten määriä. Kokemukset mäti-istutuksista ovat olleet vaihtelevia Kymijoen vesistöissä, mutta onnistuessaan ne ovat lisänneet poikastiheyttä kymmeniä prosentteja (Valkeajärvi ym. 2009b). Villien vaeltavien järvitaimenkantojen vahvistaminen helpottaisi merkittävästi myös viljelykantojen luonnonperimän uudistamista.

Carlin- ja ankkurimerkinnät soveltuvat parhaiten vaellusten selvittämiseen. Niiden rinnalle tarvitaan niistä riippumaton seurantamenetelmä istutusten todellisen tuoton arviointiin. Taimenen istutusten ja kokonaissaaliin seuranta yhdessä kalastuskirjanpidon kanssa tuottaisi haluttua tietoa. Lisävaroja kalakantojen ja hoitotoimien seurantaan olisi mahdollista saada yleensä pieniä järvikalastuslupamaksuja korottamalla.

Carlin- ja ankkurimerkintöjä varten voisi olla aiheellista suunnitella Kymijoen yläosan kattava merkintäohjelma. Jos haluttaisiin selvittää esimerkiksi merkkien palautusosuuden ja istutusten tuoton eroa istutusalueiden välillä, muut taustamuuttujat vakioitaisiin. Merkintäeriä vapautettaisiin yhtä paljon kaikille alueille samoina vuosina tiettyinä kuukautena, istukkaat olisivat yhtä ikäryhmää ja istutukset tehtäisiin esimerkiksi vain järviin. Tärkeimmille taustamuuttujille saataisiin silloin tasapainoinen aineisto, analyysien tilastollinen voima kasvaisi ja tulokset olisivat toivottavasti yksiselitteisiä.

Nykyisen kalastuskulttuurin vallitessa on syytä tarkoin harkita smolttikokoisten ja suurempien taimenten istutuksien jatkamista nykyisessä laajuudessa. Hyödyllistä olisi tutkia Carlin- tai ankkurimerkillä merkittyjen istukkaiden liikkumista ja hengissä pysymistä radio- tai ultraäänilähettimillä, jotta merkkien vähäiseen palautusosuuteen löydetäisiin syyt.

Huolellisuutta merkinnässä ja istutuksessa on edelleen syytä korostaa. Kalojen käsittelyssä merkkejä irtoaa helposti ja kaloja vahingoittuu. Merkittyjä kaloja ei tulisi merkinnän jälkeen enää käsitellä haaveilla, joihin merkki voi tarttua.

Istukkaista kalastetaan jo istutusvuonna nykyään noin puolet, vaikka nopein kasvu on juuri alkamassa. Ongelmasta on raportoitu jo kymmenien vuosien ajan, mutta kehitys kalastus-

kulttuurissa ja päätöksenteossa niin omistajatasolla kuin virkamiesportaassakin on ollut hidasta. On tyydytty heikkoon tuottoon, vaikka se olisi helposti esimerkiksi kaksinkertaistettavissa. Istutusten tuoton parantamiseen on tiedossa yksinkertaiset lääkkeet; kalastuksen asianmukainen ohjaus koskilla, järvillä ja vaellusreittien kapeikoilla sekä alamitan suurentaminen. Riittävässä laajuudessa näihin toimenpiteisiin ei ole ryhdytty vielä juuri missään.

Merkintäistutusten heikko tulos viestii osaltaan myös siitä, että harvalukuisilla villeillä järvitaimenilla menee huonosti. Myös ne pyydetään liian varhain, jo ennen ensimmäistä kutua. Vanhojen tietojen mukaan villi järvitaimen on elänyt järvillä 2–5 vuotta ennen ensimmäistä kutuaan, palannut kudun jälkeen järveen ja kutenut toistamiseen, parhaimmillaan neljäkin kertaa (Järvi 1936). Nykyään järvitaimenen on lähes mahdotonta ylläpitää elinkiertoaan Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa reittivesissä. Poikastiheydet ovat pieniä ja kutukannat olemattomia. Suuri kalastuskuolevuus järvillä onkin todennäköisin syy villin järvitaimenen uhanalaisuuteen Järvi-Suomessa (Syrjänen ym. 2007, 2009, Valkeajärvi ja Syrjänen 2008).

Kiitokset

Kiitämme Keski-Suomen ja Pohjois-Savon ELY-keskusta hankkeen rahoittamisesta, RKTL:n väkeä aineiston toimittamisesta hankkeen käyttöön, Timo J. Marjomäkeä ja Petri Heinimaata merkittävistä kommentista, Harri Högmanderia ja Kristian Meissneria neuvoista tilastoanalyysseissa, Joonas Rajalaa kuvankäsittelystä, merkinnät kustantaneita kalavesien omistajia ja muita tahoja sekä satoja kalastajia, jotka ovat palauttaneet merkkejä tutkimuslaitokseen. Samoin kiitokset Konneveden kalatutkimus ry:lle ja VesiSirikka Oy:lle yhteistyöstä.

Viitteet

- Ahonen, M. 1993. Inarijärveen laskevien vesien järvitaimenen vuosien 1971–1989 Carlin-merkintöjen tulokset. *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 61: 31–58.
- Airaksinen, M., Valkeajärvi, P., Honkanen, V. & Syrjänen, J. 2006. Järvitaimen Keski-Suomessa – elämyksestä elinkeinoksi. *Kala- ja riistaraportteja* nro 386. 57 s.
- Eskelinen, P. & Koskiniemi, J. 1998. Rautalammin reitin taimeneen säilyttäminen eri viljelykantoja yhdistämällä. *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 147. 16 s.
- Friman, T., Kolari, I. & Toivonen, J. 2007. Merkitseekö meneteelmä? Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaina istutetuilla järvitaimenilla. *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 124. 28 s.
- Haapala, A. & Muotka, T. 1998. Seasonal dynamics of detritus and associated macroinvertebrates in a channelized boreal stream. *Archiv für Hydrobiologie* 142(2): 171–189.
- Huusko, A. 1990. Kuusinkijoen vesistöalueen kalatalous selvitys. *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 14. 238 s.
- Huusko, A., Vehanen, T. & Korhonen, P. 1994. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kuusamon alueella vuosina 1972–1988 Carlin-merkkipalautuksiin perustuen. *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 81. 41 s.

- Hyvärinen, P., Vehanen, T., Laaksonen, T. & Johansson, K. 2003. Hauen saalistus ja taimenen istutuskoko: radiolähettimellä merkittyjen kalojen seurantalulokset. *Kala- ja riistaraportteja* 267. 11 s.
- Juntunen, K. & Muje, P. 1991. Isokoskeloiden (*Mergus merganser*) saalistuksen vaikutus Inarin Juutuanjoen taimenistutusten tuloksellisuuteen. *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 32. 58 s.
- Järvi, T.H. 1936. Yhtä ja toista Keiteleen ja Huopanan järvilohista. *Suomen Kalastuslehti* 43: 200–206.
- Kallio-Nyberg, I., Jutila, E. & Saura, A. 2002. Meritaimenen tila ja kalastus Pohjanlahden alueella. *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 182. 69 s.
- Makkonen, J., Piironen, J., Pursiainen, M., Toivonen, J. & Kolari, I. 1996. Pyyntitavat heikentävät järvitaimenen istutustulosta: Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979–1992 tehtyjen Carlin-merkintöjen tulokset. Riista ja kalatalouden tutkimuslaitos, *Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar* 108. 65 s.
- Marjomäki, T.J. 2009. Puulaveden taimenmerkintä 1992 – tiivistelmä tuloksista. Jyväskylän yliopisto. 5 s. <http://users.jyu.fi/~tmarjoma/PuulanTaimenmerkinta1992.doc>
- Niva, T. & Juntunen, K. 1993. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kitkajoen Jyrävän yläpuolisella joki- ja järviolueella vuosina 1986–1990 Carlin- ja kuonumerkintämenetelmillä arvioituna. *Suomen Kalatalous* 59: 85–101.
- Oinonen, T. & Saura, A. 2002. Vantaanjokisuuhun istutettujen meritaimenten kalastus 1990-luvulla Carlin-merkintöjen perusteella. *Kala- ja riistaraportteja* nro 259. 29 s.
- Paananen, V.-M. 1996. Järvitaimenen vaellus, kasvu ja kalastus Keitele–Päijänne-kanavareitillä Carlin-merkintöjen perusteella. Keski-Suomen maaseutuelinkeinopiiri. Kalatalouden vastuualue. Moniste 53. 26 s.
- Pirhonen, J., Valkeajärvi, P., Soivio, A. & Thorpe, J.E. 2003. Istutusajankohdan vaikutus järvi- ja meritaimenen istutustulokseen. *Suomen Kalastuslehti* 110(4): 18–22.
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006. *Kala- ja rapuistutukset 2004. SVT. Maa-, metsä- ja kalatalous*. 26 s.
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2010. Meritaimen – meri. http://www.rktl.fi/kala/kalavarat/itameren_lohi_taimen/meritaimen_meri.html (Luettu 15.1.2010).
- Salo, H. & Valkeajärvi, P. 2006. Kalastus Keiteleellä, Vuosjärvellä, Muuruejärvellä ja Koliman eteläosassa vuosina 2003–2004. RKTTL. Jyväskylän riistan- ja kalantutkimus. Raportti. 25 s.
- Syrjänen, J., Marjomäki, T.J. & Karjalainen, J. 2007. Päijänteen luonnonvarainen taimen – tuntematon nykytila ja turvaton tulevaisuus. Jyväskylän yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. Yhteistutkimushankkeen loppuraportti. 12 s.
- Syrjänen, J., Aronta, M., Kivinen, J., Kotakorpi, M., Sarpakunnas, M., Sivonen, K. & Sivonen, O. 2009. Mäntyharjun reitin villi taimen – toimiiko elinkierro? Hankkeen toimintakertomus vuodelta 2009. Raportti, Konneveden kalatutkimus ry. 8 s.
- Valkeajärvi, P. 1993a. Taimenistutusten tuloksellisuus sekä istukkaitten vaellukset ja kasvu Rautalammin reitillä. *Suomen Kalatalous* 59: 57–71.
- Valkeajärvi, P. 1993b. Carlin-merkkien palauttamattomuudesta johtuva virhe ja sen korjaaminen. *Suomen Kalastuslehti* 100(1): 18–20.
- Valkeajärvi, P. & Marjomäki, T.J. 2009. Kalastuskirjanpito – Konneveden kalakantojen seurannan kulmakivi. Konnevesi-seminaari 2009. (<http://www.konnevedenkalatutkimus.fi/Valkeajarvi-kirjanpito.pdf>).
- Valkeajärvi, P. & Syrjänen, J. 2008. Villit järvitaimenet vähissä Rautalammin reitillä. *Suomen Kalastuslehti* 115(8): 8–11.
- Valkeajärvi, P., Riikonen, R. & Auvinen, H. 2009a. Muikkukannoissa riittää kalastettavaa. *Suomen Kalastuslehti* 116(5): 20–22.
- Valkeajärvi, P., Järvisalo, O., Kannel, R., Tornainen, J., Sivonen, K. & Vesikko, I. 2009b. Laukaan Simunan kosken taimenkannan hoito 2009. RKTTL. Jyväskylän riistan- ja kalantutkimus. Raportti. 12 s.

Liitteet

Liite 1. Päijänteeseen ja sen yläpuolisiin vesiin vuosina 1990–2005 istutettujen merkintäerien tärkeimmät tuottoa kuvaavat tunnusluvut.

Istutus- vuosi	Istutusalue	Istutusvesi	Istukkaan ikä (v)	Merkittyjen istukkaiden lukumäärä	Palautus-%	Tuotto (kg/1000 istukasta)	Suhteellinen tuotto (kg saalis/ kg istukas)	Ei mukana tilastollisessa analyysissä
1991	Rautalammin reitti	Nilakka	1	500	3,8	24	0,34	x
1992		Konnevesi, Vahvalahti	3	500	22,6	213	0,42	
1992		Konnevesi, Vahvalahti	2	1 000	11,0	72	0,38	
1992		Pohjois-Konnevesi, Kartturanta	2	500	20,4	163	1,00	
1992		Pohjois-Konnevesi, Kartturanta	3	500	30,2	293	0,56	
1992		Konnevesi, Mäkäräniemi	3	500	25,4	244	0,47	
1996		Koskivesi	4	260	8,9	110	0,10	
1996		Koskivesi	4	431	10,7	119	0,11	
1996		Niinivesi	4	109	28,4	377	0,28	
1996		Niinivesi	4	242	35,5	458	0,35	
1997		Konnevesi, Mäkäräniemi	2	796	11,9	117	0,67	
1997		Konnevesi, Mäkäräniemi	2	797	11,2	89	0,51	
1997		Konnevesi, Mäkäräniemi	2	799	15,9	189	1,13	
1998		Konnevesi, Mäkäräniemi	2	1 196	8,8	88	0,52	
1998		Konnevesi, Mäkäräniemi	2	1 195	9,0	92	0,52	
1998		Konnevesi, Mäkäräniemi	2	1 145	24,9	317	1,71	
2004		Tyyrinvirta	2	500	2,8	34	0,27	
2004		Konnevesi, Mäkäräniemi	2	800	5,5	74	0,34	
2004		Siikakoski	2	300	1,3	10	0,05	
2005		Vaajasalmi, Nokisenkoski	3	500	16,2	144	0,21	
2005		Kattilavirta	3	300	6,3	68	0,11	
2005		Hankavesi	3	300	13,0	143	0,23	
2005		Siikakoski	2	500	0,6	9	0,05	
1992		Yläisenkoski	3	50	24,0	304	0,47	
2004		Simunankoski	2	350	3,7	42	0,26	
2004		Taikinainen	2	400	3,0	35	0,16	
2005		Simunankoski	4	100	15,0	206	0,19	
2005		Simunankoski	2	349	3,4	37	0,23	
1992		Lievestuoreenjärvi	3	469	24,1	162	0,48	x
2004		Armisvesi	1	100	1,0	18	0,17	x
1991	Viitasaaren reitti	Kolima	2	491	5,7	42	0,27	
1991		Kellanjärvi	2	499	9,0	79	0,51	
1992		Kolima	3	488	13,9	106	0,30	
1992		Kellanjärvi	3	479	9,8	78	0,22	
1996		Keitele, Koivuselkä	3	249	52,6	668	1,20	
2002		Kolima	2	500	1,4	21	0,16	
2004		Huopanankoski	2	700	1,4	13	0,10	
2004		Keitele, Matilanvirta	2	750	1,5	9	0,07	
2004		Keihärinkoski	2	500	1,6	18	0,15	
2004		Kolima	2	500	0,4	3	0,02	

Liite 1. Jatkuu...

Liite 1. Jatkuu...

Istutus- vuosi	Istutusalue	Istutusvesi	Istukka- ikä (v)	Merkittyjen istukkaiden lukumäärä	Palautus-%	Tuotto (kg/1000 istukasta)	Suhteellinen tuotto (kg saalis/ kg istukas)	Ei mukana tilastollisessa analyysissä
2005		Huopanankoski	2	700	0,7	8	0,04	
2005		Alvajärvi	2	500	0,2	0	0,00	
1992	Kivijärven alue	Myllyjoki	3	500	1,2	9	0,01	
1992		Kivijärvi	3	500	17,4	191	0,22	
1993		Myllyjoki	3	250	6,0	39	0,08	
1993		Jäppäjärv	3	250	4,0	35	0,07	
2004		Kivijärvi	2	800	1,0	9	0,07	
1991	Saarijärven reitti	Saarijärvi	3	499	5,2	21	0,07	
1993		Muittarinkoski	3	250	2,8	18	0,03	
1993		Pyhäjärvi	3	498	11,9	94	0,19	
1993		Riekonkoski	3	250	2,8	17	0,03	
2005		Pääjärvi	2	700	0,6	8	0,05	
1990	Äki-Vki -reitti	Peurunkajoki	2	489	6,1	27	0,14	
1990		Kuhankoski	2	499	8,8	41	0,19	
1994		Kapeenkoski	3	244	45,1	372	0,47	
1994		Kuusaankoski	3	246	43,1	378	0,48	
1994		Kuhankoski	3	249	35,7	319	0,41	
1994		Kuusaankoski	2	100	16,0	115	0,90	
1995		Kuhnamo	3	249	29,7	282	0,39	
1995		Kapeenkoski	3	249	26,9	262	0,36	
1995		Saravesi	3	250	34,8	344	0,47	
1995		Leppävesi	3	250	42,0	403	0,56	
2004		Kapeenkoski	2	398	9,8	102	0,65	
1994	Päijänne	Vaajanvirta	3	250	47,2	433	0,53	x
1990		Poronselkä	3	499	15,6	79	0,33	x
1990		Lehesselkä	2	999	7,6	35	0,26	x
1991		Lehesselkä	2	962	9,4	45	0,32	x
1992		Tehinselkä, Päijätsalo	3	500	26,4	202	0,37	x
1992		Ristinselkä	3	498	30,7	238	0,38	x
1994		Judinsalonselkä, Haukkasalo	4	248	48,8	523	0,57	x
1995		Lehtiselkä-Tiirinselkä	3	499	46,3	549	0,76	x
2001		Tiirinselkä	2	500	5,6	54	0,34	x
2001		Ristinselkä	2	500	8,8	107	0,91	x
1995	Jämsän reitti	Karikkonselkä	3	250	42,0	391	0,59	x
1995		Luomenkoski	3	250	38,0	375	0,57	x
Keski- arvo				474	15,7	152	0,36	



JULKAISIJA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Viikinkaari 4

PL 2

00791 Helsinki

Puh. 0205 7511, faksi 0205 751 201

www.rktl.fi