

Kala- ja riistaraportteja nro 41

Taimenen poikastiheydet ja poikasten kasvu Luttojoen vesistöalueella vuosina 1988–1993

Jarmo Aalto, Markku Julkunen, Jaakko Erkinaro, Eero Niemelä

Utsjoki 1995



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Julkaisuaika

Joulukuu 1995

Tekijä(t)

Jarmo Aalto, Markku Julkunen, Jaakko Erkinaro, Eero Niemelä

Julkaisun nimi

Taimenen poikastiheydet ja poikasten kasvu Luttojoen vesistöalueella 1988–1993

Julkasun laji

Raportti (tulokset ja tulosten tarkastelu)

Toimeksiantaja

Kalakantojen ja kalavesien tutkimus

Toimeksiantopäivämäärä

Projektin nimi ja numero

Lutto- ja Nuorttjoen taimenkannan selvitys. Virtavesien kunnostuksen esiselvitys

202210

Tiivistelmä

Luttojoen taimenen (*Salmo trutta* L.) poikastiheyksiä ja poikasen kasvua seurattiin vuosina 1988-1993. Ikäryhmissä 0+ ja $\geq 1+$ verrattiin taimentiheyksiä yläjuoksun, alajuoksun ja sivujokialueiden kesken. Taannehtivia pituuksia samojen alueiden välillä verrattiin ikäluokissa 1+ ja 2+. Tilastollisesti merkittäviä eroja tiheyksissä oli sekä 0+ ja $\geq 1+$ ikäryhmissä; parhaimmat tiheydet havaittiin yläjuoksun alueelta sekä muutamilta sivupuroalueilta. Alajuoksun alueella taimenen poikastiheydet olivat erittäin alhaisia tai poikasia ei esiintynyt lainkaan. Tutkimusajanjakson aikana taimenen poikastiheydet pysyivät lähes samalla tasolla, muutoksia havaittiin vain sivupurojen alueella ikäryhmässä $\geq 1+$. Kasvuerot olivat pieniä eri jokialueiden välillä. Paras kasvu havaittiin ikäryhmässä 1+ sivupurojen alueella.

Asiasanat

Taimen, *Salmo trutta*, poikastiheydet, kasvu, Luttojoki, Pohjois-Eurooppa

Sarjan nimi ja numero

Kala- ja riistaraportteja 41

ISBN

951-776-028-0

ISSN

1238-3325

Sivumäärä

19

Kieli

Suomi

Hinta

Luottamuksellisuus

Julkinen

Myynti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Tenojoen tutkimusasema
99980 UTSJOKI

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 202
00151 Helsinki

Puh. (9697) 677341 Fax (9697) 677117

Puh. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
2. TUTKIMUSALUE	2
2.1 Yleistä	2
2.2 Sähkökoekalastukset ja aineiston käsittely	4
2.3 Tilastolliset analyysit	5
3. TULOKSET	6
3.1 Taimenen poikastiheydet	6
3.2 Kalastettavuus	11
3.3 Taimenen poikasten ikäjakauma ja kasvu Luttojoen alueella.....	11
4. POHDINTA	13
5. LOPPUSANAT	16
Kirjallisuus.....	17

1. JOHDANTO

Taimenen (*Salmo trutta*) pohjoisimmat esiintymisalueet ovat Skandinavian alueella noin 71°:lla pohjoista leveyttä (MacCrimmon & Marshall 1968). Luttojoen vesistöalueen vaeltava taimenkanta (*Salmo trutta m. lacustris* (L.)) on siten levinneisyysalueensa puolesta yksi maailman pohjoisimmista järvitaimenkannoista. Koska Luttojoen taimenkantaa ei ole muutettu esimerkiksi istutuksin, kanta on yhä alkuperäinen (Kallio-Nyberg & Koljonen 1991), mikä sinällään on ainutlaatuista.

Taimenkantojen on havaittu vähentyneen Luttojoen järvitaimenen kasvualueilla Nuortijärvessä (Popov 1993). Syitä vähentymiseen ei varmuudella tiedetä. Yhtenä vaikuttavana tekijänä saattaa olla taimeneen kohdistunut voimakkaampi kalastuspaine, sen jälkeen kun lohi voimatalousrakentamisen myötä katosi 1960-luvulla. Tutkimuksia aiheesta ei kuitenkaan ole. Myös Luttojoen taimenen poikastuotanto ja tuotantoalueiden laajuus ovat heikosti tutkittuja. Aikaisemmin ainoastaan Erkinaro ym. (1992a) ovat tehneet suomenpuoleisilla jokialueilla taimenen poikasselvityksiä. Samoin venäjänpuoleisilla jokialueilla taimenen poikastutkimus on ollut niukkaa (Popov 1993).

Luttojoen vesistöalueella tai sen läheisyydessä on tapahtunut viimeisinä vuosikymmeninä ympäristömuutoksia, jotka ovat saattaneet vaikuttaa taimenen poikasen selviytymiseen alueella. Suurimpia muutoksia ovat olleet suuret avohakkuut sekä Kuolan alueen kaivosteollisuus. Molemmilla lienee jonkinlainen vaikutus tai yhteisvaikutus vedenlaatuarvoihin. Hakkuualueilta tuleva pintavalunta lisää haitallisten metallien liukenemista ja kiintoaineksen kulkeutumista. Lisääntynyt alumiinin ja raudan liukeneminen nostaa varsinkin tulva-aikana niiden pitoisuuksia vesissä ja kiintoaines aiheuttaa pohjan liettymistä, mikä lienee taimenen kutualueilla haitallista. Kaivosteollisuus tuo kaukokulkeumina rikkidioksidilaskeumia, jotka aiheuttavat happamoitumista tai ainakin heikentävät vesistöjen puskurikykyä (Kinnunen 1990, 1992), mikä puolestaan lisää entisestään raudan ja alumiinin liukenemista. Alueen ympäristömuutosten ei ole toistaiseksi havaittu vaikuttaneen taimenen poikasiin tai ainakaan tehdyllä vähäisellä tutkimuksella ei ole pystytty havaitsemaan mahdollisia muutoksia (Erkinaro ym. 1992a).

Tutkimuksen vähäisyyden, alueella tapahtuneiden ja tapahtuvien ympäristömuutosten sekä heikentyneiden taimenkantojen vuoksi Luttojoen taimenen poikastuotantoon liittyvät kysymykset ovat aiheellisia. Tämän työn

päämääränä on selvittää taimenen eri ikäisten poikasten tiheyksiä ja kasvua Luttojoen eri osissa sekä pohtia niihin liittyviä syitä.

2. TUTKIMUSALUE

2.1 Yleistä

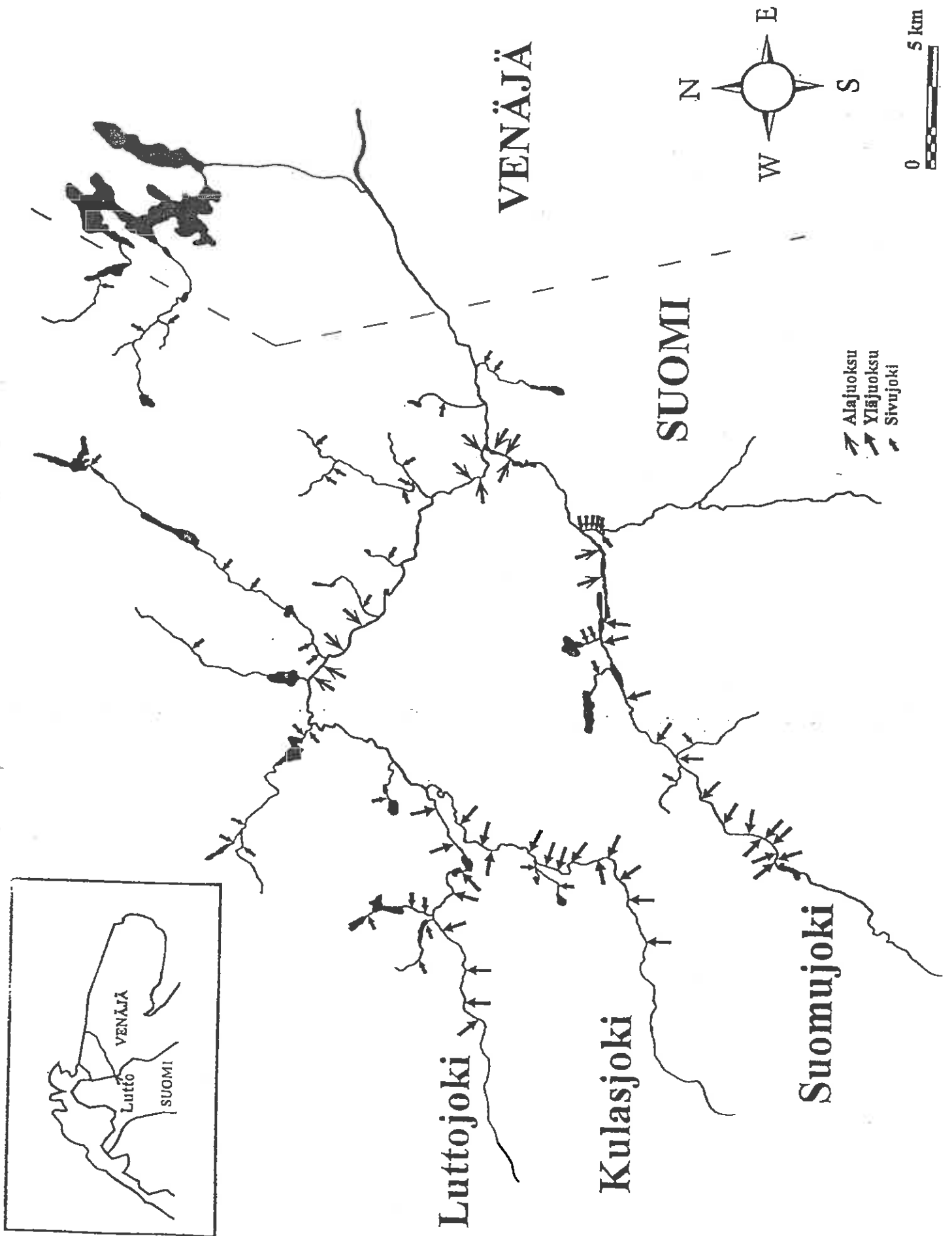
Luttojoen vesistöalue sijaitsee Koillis-Suomessa, pääosin Inarin ja Sodankylän kuntien alueella, ja laskee Venäjän puolelle nykyisin patojärvenä olevaan Nuorttijärveen, joka purkaa vetensä Tuulomajokea pitkin Barentsin mereen (kuva 1). Valuma-alueeltaan Luttojoki on 7640 km², josta 1682 km² on Suomen puolella (taulukko 1). Suomenpuoleisen pääuoman pituus on 67 km. Somu- ja Kulasjoki ovat Luton suurimmat sivujoet, myös Suomen sivujoki Muorravaarakka on huomattavan suuri. Muut sivujoet ovat valuma-aleiltaan jo selvästi pienempiä, tosin suuret järvisyydet joillakin puroilla lisäävät niiden kalataloudellista arvoa. Lutto ja sen suurin päähaara Suomujoki ovat keskenään, niiden yhtymäkohdasta ylävirtaan katsottuna, samaa kokoluokkaa.

Taulukko 1. Luttojoen ja sen suurimpien sivuhaarojen suomenpuoleiset valuma-alueet (F) ja järvisyydet (L). Jokialueet on sisennetty vesistöhierarkian mukaan (Ekholm 1992).

Vesistö- alue	F (km ²)	L (%)
Luttojoki (Suomen puoli)	1682	2,20*
Suomujoki	611	0,76
Muorravaarakka	216	0,21
Kulasjoki	158	0,47
Kolmosjoki	95	4,82
Kiertämäoja	128	1,08
Nohkimaoja	83	3,33
Hirvasjoki	76	3,22

*alarajana Kivijoki (Venäjän puolella)

Luttojoen vesistöalue on pääosin oligotrofinen ja vedenlaadultaan tällä hetkellä varsin hyvälaatuinen (Erkinaro ym. 1992a, Kinnunen 1992), joskin taimenen kasvualueella Nuorttijärvessä esiintyy syvänteissä talvisin matalia happipitoisuuksia (Popov 1993).



Kuva 1. Sähkökoekalastusalueiden sijainti (nuolet) Luttojoen vesistöalueella.

Jokialueella tavataan sekä vaeltavaa taimenkantaa, joka vaeltaa Nuorttijärveen kasvualueilleen ja nousee takaisin lisääntymään, että luultavasti myös paikallista taimenkantaa (*Salmo trutta m. fario* L.). Selvityksiä taimenen kannoista ei ole tehty. Muita yleisiä kalalajeja alueella ovat harjus (*Thymallus thymallus* (L.)), mutu (*Phoxinus phoxinus* (L.)), made (*Lota lota* (L.)), kymmenpiikki (*Pungitius pungitius* (L.)), kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus* L.) ja hauki (*Esox lucius* L.). Järviolueilla yleisiä lajeja ovat myös ahven (*Perca fluviatilis* (L.)), eri siikamuodot (*Coregonus* spp.) ja muikku (*C. albula* L.), harvinaisempina lajina on tavattu nieriää (*Salvelinus alpinus* (L.)) (Mutenia & Tuunainen 1984, Erkinaro ym. 1992a, Popov 1993).

Atlantin lohi (*Salmo salar* L.) ja luultavasti myös meritaimen (*Salmo trutta m. trutta* (L.)) esiintyivät alueella aikaisemmin yleisesti, mutta katosivat venäjänpuoleisen voimalaitosrakentamisen myötä – lohi 1960-luvulla, meritaimen luultavasti Ala-Tuuloman voimalaitoksen rakentamisen aikoihin jo 1930-luvulla, jolloin sitä systemaattisesti poistettiin kalatiestä (Ala-Louko 1972, Mattsson 1988, Popov 1993, Pautamo 1995). Viimeiset lohet (25 kpl) vaelsivat Ylä-Tuuloman voimalaitoksen kalaportaista vuonna 1969. Seuraavana vuonna kalatie suljettiin huonon toimivuuden vuoksi. Elinvoimaisia lohikantoja tavataan kuitenkin vielä Ylä-Tuuloman voimalaitoksen alapuolisissa vesissä (Popov 1993).

2.2 Sähkökoekalastukset ja aineiston käsittely

Tutkimusalueet sähkökoekalastettiin vuosina 1988–1993. Luttojoki ja sen sivupurot kalastettiin vuosina 1988–1993 ja Suomujoki sivupuroineen vuosina 1988, 1990 ja 1993. Luttojoen pääuomassa sähkökoekalastuspaikkoja oli 15, Suomujoessa 19, Kulasjoessa 12 sekä pienissä sivupuroissa 44, (yhteensä 90, kuva 1). Kalastettujen alueiden koko vaihteli 45 m²:stä 600 m²:iin (keskim. 145±35 m²). Kalastetut alueet valittiin satunnaisesti taimenen poikasille sopivilta habitaateilta. Kalastukset tapahtuivat matalimman veden aikaan heinä-syyskuussa.

Sähkökoekalastukset tehtiin 600-900 V:n jännitteellä sykkivää tasavirtaa tuottavilla Rapinojan tai Lugabin sähkökoekalastuslaitteilla, joissa virtalähteenä toimi Hondan (1000 W) tai Robinin (650 W) aggregaatti. Kalastusalueet pyrittiin kalastamaan kolmeen kertaan estimoidun tiheysarvon saamiseksi (Junge & Libosvasky 1965). Joissain tapauksissa, joko sääolojen tai laitevikojen vuoksi, kalastuksia tehtiin vain kahdesti ja estimaatti laskettiin Seber & Le Crenin (1967) mukaan. Mikäli kalatiheys oli kovin alhainen (alle viisi kalaa ensimmäisellä kalastuskerralla), alue

kalastettiin vain kertaalleen ja saatua saalista käytettiin populaatiokoon minimiarvona. Alueen kokonaissaalista käytettiin myös silloin, kun tiheystimointi kolmen tai kahden kalastuskerran alueilla ei onnistunut. Estimointi katsottiin epäonnistuneeksi silloin kun estimaatin keskivirhe (error Y) oli arvoltaan suurempi kuin itse estimaatti. Koska >1+ ikäluokkia esiintyi aineistossa vähän, on laskutoimitukset ja tilastollinen käsittely suoritettu 0+ ja ≥1+ -ikäryhmille.

Kalojen ikä määritettiin niiden suomuista mikrofilmin lukulaitteella 30 kertaista suurennosta käyttäen. Suomumittausten perusteella laskettiin lisäksi taannehtivat pituudet, joita varten mitattiin etäisyydet suomun keskustasta vuosirenkaisiin ja suomun ulkoreunaan. Mittauslinja oli suomun keskustasta lyhyemmän anterolateralisen sivun keskelle. Taannehtivien pituuksien avulla selvitettiin mahdollisia kasvueroja eri jokialueilla. Taannehtivat pituudet muodostettiin Monastyrskyn ei-lineaarilla metodilla (Bagenal & Tesch 1978). Kalan pituuden ja suomun pituuden suhde oli: $\text{pituus} = 1.240 * \text{suomun pituus}^{0.691}$.

Jokialue jaettiin laskutoimituksia varten kolmeen erilliseen alueeseen: yläjuoksuun, alajuoksuun ja pienten sivupurojen alueeseen. Yläjuoksun alueeseen laskettiin kuuluvaksi Suomujoesta järviolueen yläpuolinen osa ja Luttojoesta Kulasjoen yhtymäkohdan yläpuoleiset osat sekä Kulasjoki kokonaan. Alajuoksuun luettiin Suomu- ja Luttojoen pääuoman alajuoksu ja sivupuroiksi ryhmiteltiin pienemmät sivu-uomat (kuva 1).

2.3 Tilastolliset analyysit

Populaation tiheyksiä analysoitiin ikäryhmissä 0+ ja ≥1+ ja taannehtivia pituuksia ikäryhmissä 1+ ja 2+. Mahdollisia muutoksia tiheyksissä on kuvattu yksinkertaisella lineaarisella regressioanalyysillä. Jokien, jokien osa-alueiden ja vuosien välisiä eroja ja vaikutuksia muuttujiin on etsitty yksi- ja kaksisuuntaisella varianssianalyysillä (fixed effect models). Aineisto varianssianalyysiin on valittu sähkökoekalastusalueista ja -vuosista, jotka ovat olleet keskenään vertailukelpoisia – esimerkiksi vuosien välisessä vertailussa alueet, jotka on jokaisena testattavana vuonna kalastettu. Tiheyksiin liittyvissä varianssianalyyseissä aineistona on käytetty vuosien 1988, 1990 ja 1993 tiheystuloksia. Parittaisten otosten eroja on vertailtu Tukeyn post hoc -testillä.

Tiheysarvot on tilastollisissa analyyseissä muunnettu muotoon $\ln(\text{tiheys}+1)$, koska aineisto ei ollut normaalisti jakautunut. Varianssianalyysijä varten taannehtivien

pituuksien ja ln-muunnosten normaalijakaumaa ja yhteensopivuutta analysoitiin Kolmogorovin-Smirnovin testillä ja varianssien homogeenisuutta Bartlettin testillä. Ainakin yksi varianssianalyysin perusoletuksista täyttyi jokaisessa testissä.

Hypoteesiä kalojen pituuden eroamisesta jokialueiden välillä testattiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä 1+ -ikäisille kaloille (alue- ja vuosivaikutus) sekä yksisuuntaisella varianssianalyysillä 2+ -ikäisille kaloille (vain aluevaikutus). Vuosien ja vuodenaikojen välisiä eroja taannehtivissa pituuksissa huomioitiin valitsemalla kalat samasta ikäluokasta ja ajoittamalla taannehtivan pituuden laskeminen takautuvasti näytteenkeruuta edeltävän vuoden loppuun (vuodet 1987 ja 1988). Laskutoimitukset suoritettiin kaikissa analyyseissä SYSTAT -ohjelmistolla (Systat 1992a).

3. TULOKSET

3.1 Taimenen poikastiheydet

Lutto- ja Suomujoen alajuoksujen taimenpoikastiheydet olivat erittäin alhaisia (taulukko 2, kuva 2). Vaikka parhaimmat tiheydet tavattiin yläjuoksun ja sivupurojen alueella, niin poikastiheydet olivat sielläkin useilla näytepisteillä alhaiset. Korkeampia 0+ -tiheyksiä (yli 20 per 100 m²) löytyi yhdestä Luttojoen yläjuoksun ja kolmesta sivupurojen pisteestä. Myös vanhempien poikasten tiheydet olivat alhaisia koko jokialueella ja erityisesti alajuoksun alueella.

Taimenpoikastiheyksien eroja jokien ja jokialueiden välillä analysoitiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä. Vuosien 1988, 1990 ja 1993 aineiston perusteella ei Somu- ja Luttojoen välillä ollut merkittäviä tiheyseroja (taulukko 3), kuten ei myöskään Somujoen ylä- ja alajuoksun välillä. Sensijaan Luttojoen yläjuoksulla oli molemmilla vertailtavilla ikäryhmillä (0+ ja ≥1+) merkittävästi korkeammat tiheydet verrattuna Luton alaosaan ($p < 0.05$ Tukey post hoc -testi, taulukko 3). Vertailu pelkkien yläjuoksujen kesken osoitti tiheyksien olevan hieman korkeampia Lutolla kuin muilla yläjuoksun alueilla, vaikka tilastollisesti merkitseviä eroja ei havaittukaan (taulukko 4).

Taulukko 2. Keskimääräiset taimenpoikastiheydet (kpl/100 m²) Luttojoen vesistöalueen eri osissa tutkimusajanjaksona 1988–1993. n = kalastettujen alueiden lukumäärä.

Alue	Tiheys	S.D.	Tiheys	S.D.	Tiheys	S.D.	n
	0+	0+	≥1+	≥1+	Σ	Σ	
Lutto yläjuoksu	11.8	24.9	4.9	3.9	16.7	25.6	28
Lutto alajuoksu	0.0	0.1	0.7	1.0	0.7	1.0	25
Lutto sivupurot	4.7	15.9	5.9	7.3	8.6	21.3	83
Suomu yläjuoksu	1.1	3.8	2.0	2.1	3.1	4.1	26
Suomu alajuoksu	0.0	0.0	3.8	4.8	3.8	4.8	10
Suomu sivupurot	18.8	66.9	6.1	5.9	24.9	69.6	17
Kulas yläjuoksu	1.0	1.9	2.4	2.6	3.4	3.5	31
Kulas sivupurot	0.3	0.4	5.8	1.8	6.1	1.5	2
KESKIM./ YHT.	5.0	22.9	3.4	5.4	8.4	25.5	222

Taulukko 3. Taimenen poikasten keskitiheydet (yks./100 m²) Lutto- ja Suomujoen ylä- ja alajuoksulla sekä kaksisuuntaisen varianssianalyysin tulokset. Tukey post hoc -testin tulokset on esitetty pienin yläindeksikirjaimin a) ja b), jossa eri kirjaimet osoittavat tiheysarvojen tilastolliset erot (P<0.05). Analyyseissä on käytetty ln-muunnettuja tiheyksiä. Luttojoen yläosan tiheydet erosivat tilastollisesti joen alaosasta.

	IKÄRYHMÄ 0+				IKÄRYHMÄ ≥1+			
	ALAJUOKSU		YLÄJUOKSU		ALAJUOKSU		YLÄJUOKSU	
	Keski- tiheys	Koalojen määrä	Keski- tiheys	Koalojen määrä	Keski- tiheys	Koalojen määrä	Keski- tiheys	Koalojen määrä
Luttojoki	0.00 ^{a)}	12	15.87 ^{b)}	15	0.73 ^{a)}	12	6.04 ^{b)}	15
Suomujoki	0.22 ^{a)}	14	1.79 ^{a)}	14	2.98 ^{ab)}	14	2.45 ^{a)}	14
Varianssianalyysin tekijät:	Kaksisuuntainen Anova				Kaksisuuntainen Anova			
		F	p		F	p		
Joki (df=1, 51)		3.186	0.080		0.038	0.846		
Ylä/alaj. (df=1, 51)		9.606	0.003		14.974	0.000		
Joki * ylä/alaj. (df=1, 51)		4.653	0.036		10.968	0.002		

Alajuoksun alueen poikastiheydet erosivat merkittävästi sivupurojen tiheyksistä ikäryhmässä ≥1+ (taulukko 4). Varianssianalyysin lisäksi tiheyksien vertailu eri jokialueilla ikäryhmässä ≥1+ tehtiin Tukeyn parittaisten otosten testillä, joka (myös) osoitti alajuoksun eroavan yläjuoksusta ja sivupuroista (p< 0.05) sekä sivupurojen ja yläjuoksun olevan tiheyksiltään samanlaiset. Huolimatta suurista alueiden välisistä vaihteluista 0+ -tiheyksien keskiarvoissa ei tilastollista eroa alueiden välille löytynyt johtuen suurista hajontaluvuista ja nolla-arvojen paljoudesta.

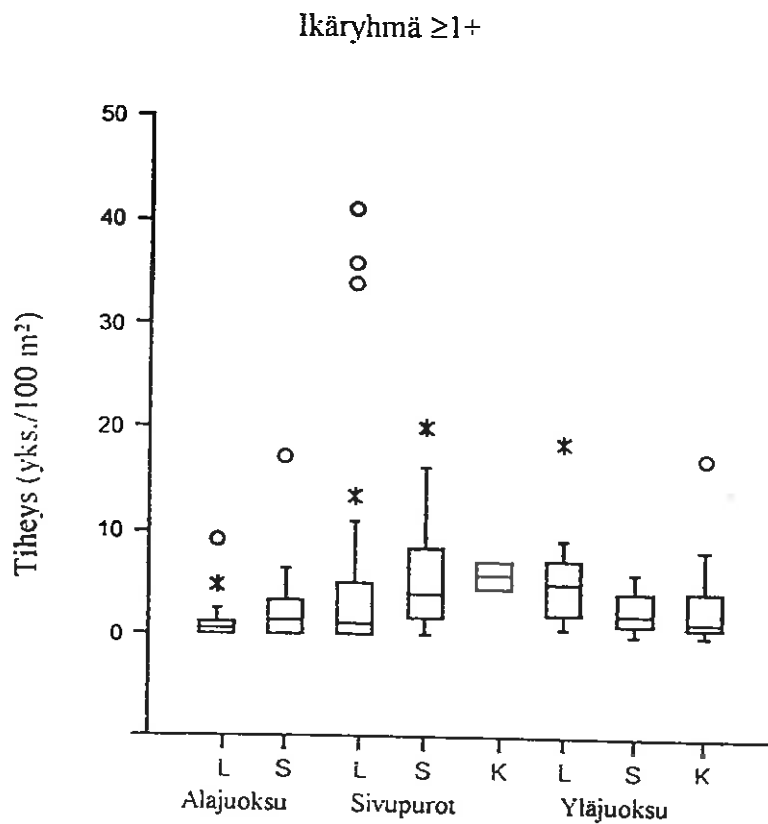
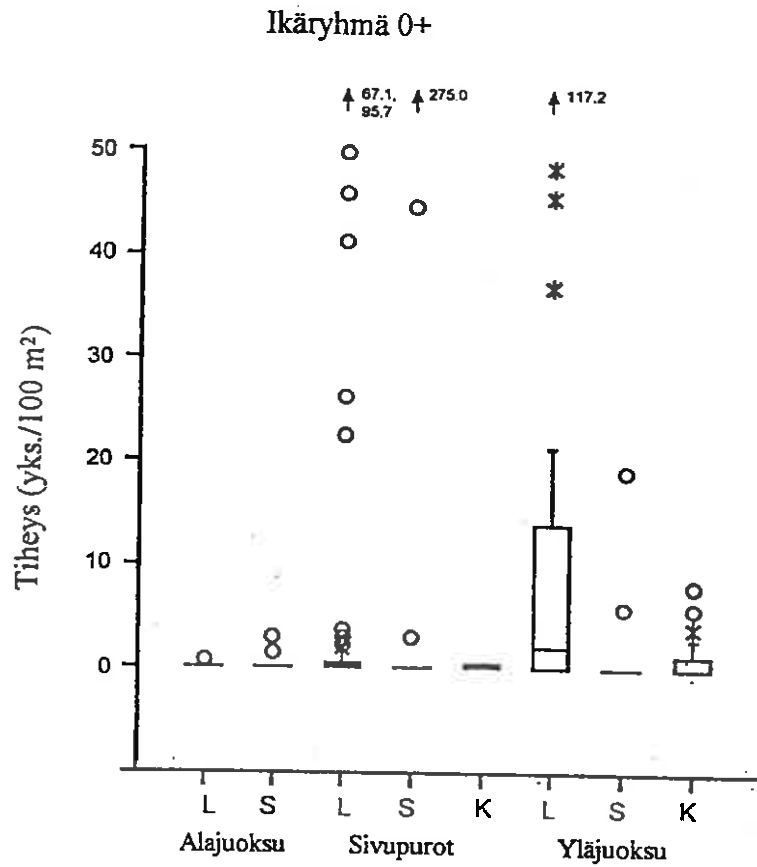
Taulukko 4. Taimenen poikasten keskitiheydet (yks./100 m²) eri osa-alueilla sekä kaksisuuntaisen varianssianalyysin tulokset. Analyyseissä on käytetty ln-muunnettuja tiheyksiä. Alajuoksun alue erosi tilastollisesti muista.

Alue	IKÄRYHMÄ 0+				IKÄRYHMÄ ≥1+			
	1990 Keski- tiheys	Koeal. määrä	1993 Keski- tiheys	Koeal. määrä	1990 Keski- tiheys	Koeal. määrä	1993 Keski- tiheys	Koeal. määrä
Alajuoksu	0.51	6	0.11	14	0.61	6	1.36	14
Yläjuoksu	10.57	14	3.27	15	3.72	14	3.25	15
Sivupurot	11.86	12	6.20	26	5.36	12	4.15	26
Varianssianalyysin tekijät:	Kaksisuunt. Anova				Kaksisuunt. Anova			
	F		p		F		p	
Alue (df=2, 81)	1.365		0.261		5.400		0.006	
Vuosi (df=1, 81)	1.323		0.253		0.250		0.622	
Alue * Vuosi (df=2, 81)	0.086		0.918		0.270		0.762	

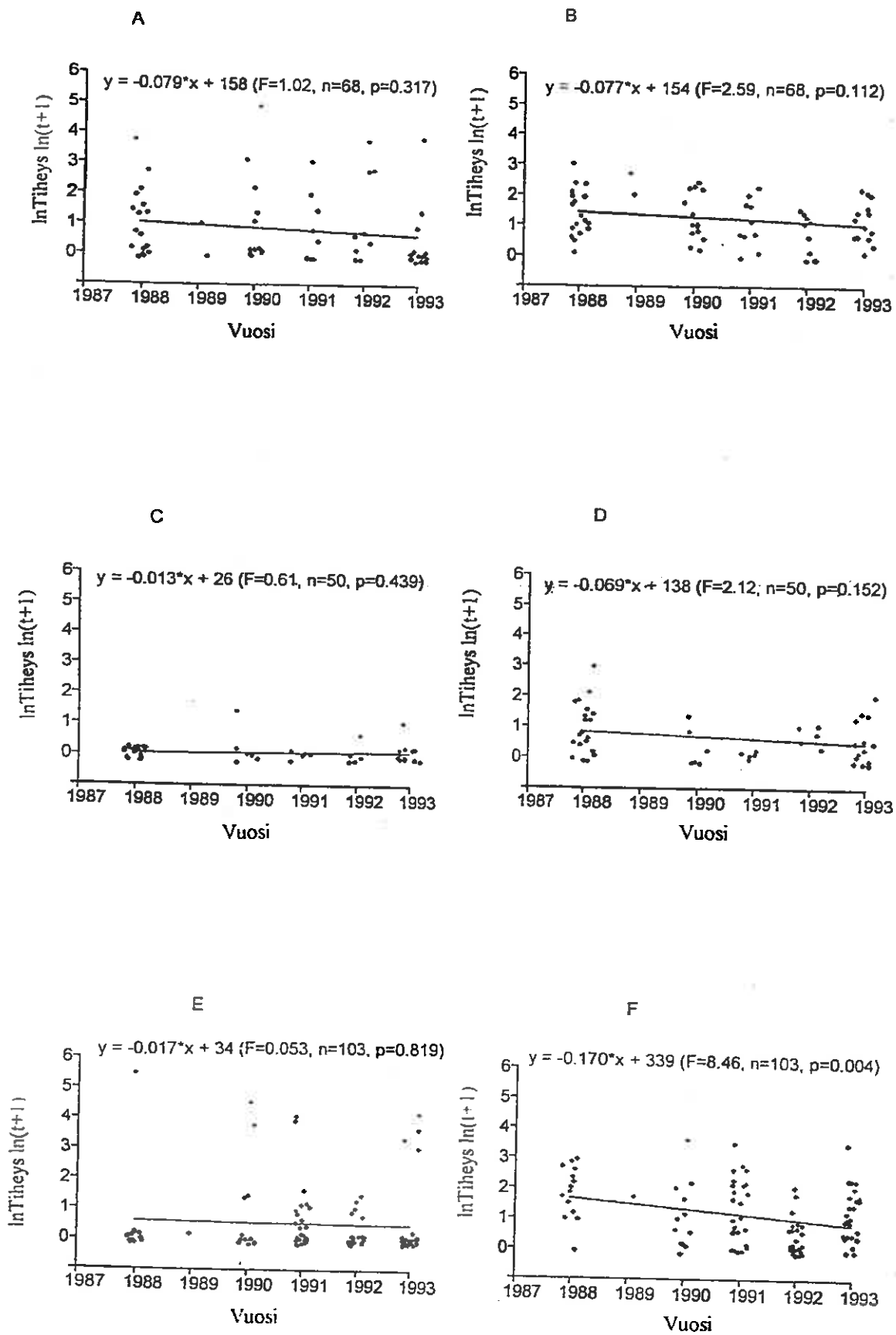
Eri vuosien välisessä vertailussa eivät tiheydet eronneet merkitsevästi toisistaan (taulukot 4 ja 5), joten tiheydet eivät todennäköisesti vaihtele kovin paljon ajallisesti tai eivät sitä tehneet ainakaan tutkimusaikana. Sama asia voidaan havaita kuvassa 2, jossa on esitetty koko aineisto vuosilta 1988–1993. Regressioanalyysi osoitti tilastollisesti laskevan trendin ainoastaan ikäryhmässä ≥1+ sivupurojen alueella, muutoin tiheydet olivat pysyneet vakaina (kuva 3).

Taulukko 5. Taimenen poikasten keskitiheydet (yks./100 m²) yläjuoksun alueella sekä kaksisuuntaisen varianssianalyysin tulokset. Analyyseissä on käytetty ln-muunnettuja tiheyksiä. Alueiden välillä ei ole tilastollisia eroja, vaikka Luttojoen tiheysarvot näyttävät suuremmilta.

	IKÄRYHMÄ 0+						IKÄRYHMÄ ≥1+					
	1988 Keski- tiheys	Koeal. määrä	1990 Keski- tiheys	Koeal. määrä	1993 Keski- tiheys	Koeal. määrä	1988 Keski- tiheys	Koeal. määrä	1990 Keski- tiheys	Koeal. määrä	1993 Keski- tiheys	Koeal. määrä
Luttojoki	13.56	5	24.24	5	9.81	5	6.93	5	5.25	5	5.94	5
Suomujoki	1.56	4	3.75	5	0.00	5	4.45	4	1.71	5	1.59	5
Kulasjoki	2.58	4	2.01	4	0.00	5	2.94	4	4.30	4	2.24	5
Var. analyysin tekijät:	Kaksisuunt. Anova						Kaksisuunt. Anova					
	F			p			F			p		
Joki (df=2, 33)	2.896			0.069			3.789			0.033		
Vuosi (df=2, 33)	1.034			0.367			0.557			0.578		
Joki * vuosi (df=4, 33)	0.107			0.979			0.814			0.525		



Kuva 2. Tiheysarvojen jakaantuminen eri jokialueilla ja eri ikäryhmissä esitettyinä laatikkokuvina, joissa laatikon sisäinen poikkiviiva kuvaa mediaania, laatikon päädyt kvartiileita ja pystyjanat interkvartiileita. Mediaanista etäiset, yksittäiset arvot on merkitty tähdellä (*) ja erittäin etäiset ympyrällä (o) (Systat 1992b). Kirjainkoodit L, S ja K = Lutto-, Suomu- ja Kulasjoki.



Kuva 3. Ln-muunnettujen tiheyksien regressioanalyysin tulokset Lutto-, Suomu- ja Kulasjoen alueella vuosina 1988-1991 ja 1993. Tiheysarvojen pisteet on hajautettu päällekkäisyyden estämiseksi. A = 0+, yläjuoksu; B = $\geq 1+$, yläjuoksu; C = 0+, alajuoksu; D = $\geq 1+$, alajuoksu; E = 0+, sivupurot; F = $\geq 1+$, sivupurot.

3.2 Kalastettavuus

Pohjaanjurova elintapa nostaa taimenen kalastettavuusarvoja muihin lajeihin nähden ja sähkökalastuksessa saatavat kalastettavuudet ovat taimenella yleensä hyviä (Bohlin ym. 1989, Toivonen 1978). Kalastettavuusarvoissa tapahtuviin vaihteluihin vaikuttavat kalan koon lisäksi pohjan morfologia, veden korkeus, käytetyt laitteet, veden lämpötila jne. (Karlström 1976, Bohlin 1984). Useiden virhelähteiden vuoksi vuosien välinen kalastettavuusarvojen vertailu on usein vaikeaa.

Luttojoen koekalastuksissa kalastettavuusarvojen vuosien välinen vaihtelu oli melko suurta. Erot vedenkorkeuksissa, koekalastaneiden henkilöiden kalastustavoissa sekä käytetyissä laitteistoissa eri vuosina olivat luultavasti suurin tai yksi suurimmista syistä kalastettavuusarvojen vaihteluun. 0+ -ikäisten kalastettavuusarvot olivat hieman heikompia kuin vanhemmilla poikasilla (taulukko 6), mikä tukee kirjallisuudesta saatuja käsityksiä poikasen koon vaikutuksesta kalastettavuusarvoihin (Karlström 1976).

Taulukko 6. Kalastettavuusarvot vuosina 1988–1993 Luttojoen vesistöalueella. Arvot on laskettu pääosin kolmen kalastuskerran perusteella, suluissa kokonaismäärään sisältyvä kahteen kertaan kalastettujen alueiden määrä.

Vuosi	Ikäryhmä 0+			Ikäryhmä ≥1+		
	Kalastettavuus	S.D.	Alueita	Kalastettavuus	S.D.	Alueita
1988	0.26	0.13	2	0.75	0.22	4
1989	-	-	-	0.64	0.10	2
1990	0.24	0.20	7	0.54	0.32	11
1991	0.54	0.31	6 (1)	0.51	0.25	8 (3)
1992	0.71	0.26	6 (2)	0.81	0.27	6 (2)
1993	0.52	0.32	7 (1)	0.42	0.34	10 (4)
Keskim./Yht.	0.47	0.31	28 (4)	0.57	0.31	41 (9)

3.3 Taimenen poikasten ikäjakauma ja kasvu Luttojoen alueella

Taimenen poikasten ikäjakauma vaihteli Luttojoen eri osa-alueiden välillä (taulukko 7). Luttojoen alajuoksun alueella kalat olivat selvästi vanhempia kuin muilla jokialueilla, joilla vallitseva ikäryhmä oli 1+. Nuorinta poikasikäluokkaa (0+) esiintyi muihin alueisiin verrattuna selvästi eniten yläjuoksun alueella. Vanhin taimen (6+) saatiin Luttojoen sivupurosta.

Taulukko 7. Saaliskalojen ikäjakauma ja kalojen määrä Luttojoen vesistöalueen eri osa-alueilla vuosina 1988-1993.

Ikä	ALAJUOKSU				YLÄJUOKSU						SIVUPUROT					
	Luttojoki		Suomujoki		Luttojoki		Suomujoki		Kulasjoki		Luttojoki		Suomujoki		Kulasjoki	
	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n
0+	2.8	1	5.6	3	34.8	95	31.0	18	18.7	26	5.0	20	4.8	4	4.8	1
1+	20.0	7	57.4	31	48.7	133	36.2	21	49.7	69	43.7	173	61.9	52	28.6	6
2+	62.9	22	22.2	12	13.2	36	19.0	11	20.1	28	33.8	134	17.9	15	42.8	9
3+	14.3	5	9.3	5	2.9	8	12.1	7	8.6	12	12.1	48	9.5	8	14.3	3
4+	-	-	3.7	2	0.4	1	1.7	1	2.2	3	4.6	18	4.7	4	9.5	2
5+	-	-	1.8	1	-	-	-	-	0.7	1	0.5	2	1.2	1	-	-
6+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	1	-	-	-	-
Yht.	100.0	35	100.0	54	100.0	273	100.0	58	100.0	139	100.0	396	100.0	84	100.0	21

Vanhempien kalojen vähäisyydestä johtuen taannehtivat pituudet määritettiin vain ikäryhmille 1+ ja 2+. Jokialueiden välillä ei ollut kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan kummassakaan ikäryhmässä kasvueroja, ainoastaan sivupurojen 1+ -ikäryhmä erosi merkitsevästi muista alueista (taulukko 8).

Taulukko 8. Taimenen poikasten taannehtivat pituudet Luttojoen vesistöalueen eri osissa sekä varianssianalyysin tulokset. Tukey post hoc -testin tulokset on esitetty pienin yläindeksikirjaimin a) ja b), jossa eri kirjaimet osoittavat tiheysarvojen tilastolliset erot ($p < 0.05$). Sivujokialue ikäryhmässä 1+ erosi tilastollisesti muista alueista.

Alue	IKÄRYHMÄ 1+				IKÄRYHMÄ 2+	
	1987	1988	1987	1988	1988	1988
	Keski-pituus	Koel.määrä	Keski-pituus	Koel.määrä	Keski-pituus	Koel.määrä
Alajuoksu	5.15 ^{ab}	46	5.11 ^{ab}	22	8.57	24
Sivupurot	5.39 ^a	37	5.15 ^a	74	9.08	37
Yläjuoksu	5.12 ^{ab}	35	4.7 ^b	71	9.02	35
Varianssianalyysin tekijä:	Kaksisuunt. Anova				Var.anal. muuttuja:	Yksisuunt. Anova
	F		p		F	
Alue (df=2, 257)	4.217		0.016		Alue (df=2, 93)	1.111
Vuosi (df=1, 257)	3.832		0.051			0.334
Alue * Vuosi (df=2, 257)	0.784		0.458			

4. POHDINTA

Taimenen poikastiheydet Lutto- ja Suomujoen alajuoksulla ovat alhaisia. Referenssiaineiston puutteen vuoksi on kuitenkin vaikea arvioida ovatko tiheydet pienentyneet aikaisemmasta vai onko tämänhetkinen tiheystaso esimerkiksi alueen luonteesta johtuvaa. Verrattuna muihin Itä-Lapin taimenjokiin Luton ja Suomun alajuoksun poikastiheydet ovat alhaiset. Esimerkiksi Tuulomajoen vesistöalueella sijaitsevan Nuorttijoan alajuoksulla oli vuonna 1993 paljon korkeammat taimentiheydet (0+ keskim. 6,8 kalaa/100 m² ja ≥1+ keskim. 4,8 kalaa/100 m², Aalto 1995a). Vastaavanlaisia tiheyksiä on myös useissa Paatsjoen alueen joissa (Erkinaro ym. 1992a). Etelämpänä, Kuusamossa sijaitsevassa, suunnilleen Luton kokoisessa Kuusinkijoessa tiheydet ovat olleet Huuskon ja Korhosen (1993) mukaan paljon korkeampia (0+ keskim. yli 70 kalaa/100 m² ja ≥1+ keskim. n. 20 kalaa/100 m²). Parhaimmillakin alueilla Luttojoessa on keskimäärin vain noin viidennes Kuusingin poikastiheyksistä. Toki on huomioitava, että Kuusamossa jokien taimenkantoja hoidetaan istutuksin.

Kun kalatiheydet ovat alhaiset tai kun sähkökalastetaan suurissa joissa, estimoitu populaation koko, erityisesti ikäryhmässä 0+ aliarvioituu todellisesta populaatiokoosta (Bohlin ym. 1989, Borgström ja Skaala 1993, Riley ym. 1993). Nämä tekijät voivat vaikuttaa Luton ja Suomun alajuoksujen populaatioestimaatteihin ja todellinen kalatiheys voi olla niitä korkeampi. Erittäin alhaiset, jopa nollatiheydet, eivät kuitenkaan selity pelkästään menetelmällisillä ongelmilla.

Kutukalojen vähäinen määrä voi olla yksi looginen selitys alhaisille poikastiheyksille. Viitteitä Luton kutukalojen vähäisyydestä on saatu vuosina 1988-1991 ja 1993 tehdystä nousevan taimenen rysäpyynnistä. Tuolloin nousevien emokalojen määrät olivat matalan veden aikaan (kesä-elokuussa) vain 100-200 yksilöä vuodessa (Aalto 1995b). Kutukalojen mahdollinen väheneminen Luttojoella saattaa johtua voimakkaasta kalastuksesta sekä kutualueilla Suomen puolella että vaellusreitillä Venäjän puolella. Aikaisemmin salakalastus on ollut alueella hyvin yleistä sekä Suomen että Venäjän puolella (Pautamo 1995), ja tämä voi yhä edelleen olla kaikkein eniten taimenkantoja rasittava tekijä. Salakalastuksen on todettu joissain tapauksissa vaikuttavan merkittävästi taimenpopulaatioihin (Gigliotti ja Taylor 1990). Salakalastuksen vaikutuksia Lutolla on kuitenkin vaikea arvioida. Kalastuspainetta Venäjän puolella on nykyisin (ei koske tutkimusvuosia) saattanut lisätä rajavyöhykkeen vuodesta 1993 alkanut asteittainen kapeneminen

100 km:stä 5 km:iin, jolloin aikaisemmin vain Venäjän rajavartioston hallitsema jokialue on tullut yleiseen hyötykäyttöön.

Kalastuslupan lunastaneen 600-1000 vapakalastajan vuosittainen taimensaalis Luttojoen alueella on vuosina 1977-1983 ollut 250 kg (Mutenia & Tuunainen 1984, Mutenia julkaisematon), mitä voidaan pitää heikkona verrattuna esimerkiksi Nuorttijoen vuosisaaliisiin, jotka ovat olleet kymmenkertaisia (2-3 tn per vuosi per n. 1000-1200 kalastajaa, Metsähallitus/Kemijärvi, suull. tiedonanto). Vapakalastuksen on yksinäänkin todettu aiheuttavan kalojen keskikoon pienentymistä ja taimenpopulaation ikärakenteen kaventumista (Braña ym. 1992), ja kalastuksen yhteydessä tapahtuvan kahlailun joessa tuhoavan huomattavia määriä mätiä ja vastakuoriutuneita poikasia (Roberts & White 1992). Suhteellisen vähäinen kalastajamäärä Luttojoella voi tuskin kuitenkaan yksinään aiheuttaa taimenkantojen vähentymistä. Ilmeisesti taimenkantojen vähenemisen seurauksena alueelle vuosittain myytyjen kalastuslupien määrä on vuosina 1989-1994 vähentynyt lähes 1200:sta alle 300:aan (Lakkala, Metsähallitus/ Ivalo, suullinen tiedonanto). Vertailun vuoksi esimerkiksi Oulankajoella myydään vuosittain 8000 lupaa ilman havaittavia haittavaikutuksia taimenkantoihin (Huusko ja Korhonen 1993).

Luton lohenkalastuksen loppuminen 1960-luvulla on lisännyt muiden lajien kalastamista (Popov 1993), mikä voi osaltaan vaikuttaa taimenkantojen heikkenemiseen. Aikaisemmin jokialueen alempia osia hyödyntäneen lohen (Mattsson 1988, Pautamo 1995, käsikirj.) katoaminen 1960-luvulla jätti myös Luttojoen vesistöalueen lohen lisääntymisalueet (Luttojoen pääuoma ja Suomujoki) tyhjiksi. Mattssonin (1988) tekemän pohjahabitaatti-inventoinnin mukaan Suomujoen alaosalla on runsaasti sorapohjaisia, lohelle sopivia kutualueita. Sorapohjien runsauden vuoksi, vaikka ne soveltuvatkin paremmin lohelle, ei kutuhabitaatin puute Suomun alajuoksulla luultavasti ole taimenenkaan lisääntymistä rajoittava tekijä. Luton alajuoksu on silmämääräisesti vastaavanlainen, tosin pohjainventointeja alueelta ei ole tehty.

Kutukalojen alhainen määrä ja siitä johtuva alhainen poikastiheys saattavat olla yhteydessä alueella tapahtuneisiin ympäristömuutoksiin. Kasvualueella Nuorttjärnessä vedenlaatu on ollut pääosin hyvä, mutta vähähappisia (1,1-3,3 mg/l) alueita on esiintynyt 30-40 metrin syvänteissä lähellä Ylä-Tuuloman voimalaitosta (Popov 1993). Järvi on voimataloudesta johtuen myös säännöstelyn alainen (amplitudi noin 4 metriä), mikä luultavasti aiheuttaa ekologisia häiriötekijöitä

ekosysteemissä (Alasaarela ym. 1989). Säännöstelystä johtuvan kevättulvan puuttumisen ja alkukesän hitaamman veden lämpenemisen on todettu vähentävän vesikirppujen ja lisäävän rataseläinten osuutta, ja siten muuttavan eläinplanktonin koostumusta (Huusko ym. 1989, Aalto 1991). Nuortijärvessä havaittu eläinplanktonin biomassan ja muikkukantojen 1970-luvulta alkanut väheneminen (Popov 1993) ovat mahdollisesti yhteydessä säännöstelyyn. Nämä muutokset ravintoketjujen olennaisissa osissa voivat olla myös taimenen säilymisen kannalta tärkeitä tekijöitä.

Venäjän kaivosteollisuuden ilmaitse kulkeutuva rikkidioksidi uhkaa alueen puskurikykyä ja siten myös happamoitumisen riski on olemassa (Kinnunen 1990, 1992). Avohakkuualueilta on vaarana raskasmetallien, raudan ja alumiinin liukeneminen vesistöihin sitä enemmän mitä enemmän alue happamoituu. Liuenneet metallit aiheuttanevat korkeina pitoisuuksina kuolevuutta nuorimmissa poikasvaiheissa. Bulgerin ym. (1993) mukaan monomeerinen epäorgaaninen alumiini ja alkaliniteetti ovat eniten taimenkannan tilaan vaikuttavia tekijöitä. Järvissä joista taimen oli kadonnut alumiinikonsentraatio oli keskimäärin 133 $\mu\text{g/l}$, alkaliniteetti -34 $\mu\text{eq/l}$ ja pH 4.8, kun taas järvissä joissa taimenkanta oli voimakas vastaavat luvut olivat 11 $\mu\text{g Al/l}$, +27 $\mu\text{eq/l}$ ja pH 6.0. Erkinaro ym. (1992a) mukaan alumiinikonsentraatio Luttojoen vesistöalueella vaihteli 11-77 $\mu\text{g/l}$ ja alkaliniteetti 127-294 $\mu\text{eq/l}$ välillä ja pH-arvot olivat pienimmillään 6.67, mikä ei osoita happamoitumista tapahtuneen alueella. Myöskään alueen pohjaeläinselvitysten perusteella happamoitumisen merkkejä ei ole havaittavissa (Erkinaro ym. 1992b). Edellämainitut selvitykset eivät kuitenkaan sulje pois lyhytaikaisia, esimerkiksi keväällä lumien sulamisen aikaan tapahtuvia alhaisia pH-piikkejä. Vaikka monia muita Lapin vesiä kuvaa pienenevä alkaliniteetti ja happamoitumisen uhka (Kinnunen 1990), ei Luttojoen vesistöalue kuitenkaan ole kaikkein happamoitumisherkimpiä alueita maaperän hyvän puskurikyvyn vuoksi (Lahermo 1991).

Korkeimmat 0+-poikastiheydet esiintyvät vuosi vuodelta muutamilla harvoilla yläjuoksun ja sivupurojen alueilla, joten luultavasti kutualueet sijaitsevat myös vain näillä alueilla tai niiden lähellä. Syy alhaisiin taimenpoikastiheksiin tällä alueella liittyy ainakin osittain, paitsi suoranaisesti joen morfologisesta rakenteesta johtuvaan sopimattomuuteen taimenen lisääntymiselle, myös taimenen sopeutumiseen lisääntyä jokialueen ylä- ja sivujokialueella. Vastaavanlainen taimenen lisääntymisalueiden sijainti ja vanhempien poikasten levittäytyminen myöhemmin alemmille jokiosuuksille on havaittu useilla joilla (Maise ja

Baglinière 1990, Bembo ym. 1993). Tutkimusalueella ei ole kantojen eriytymistä edistäviä nousuesteitä, joten osa kutevasta taimenkannasta on luultavasti paikallista, ei-vaeltavaa kantaa, jota Luttojoen venäjänpuoleisilla jokialueilla tavataan Popovin (1993) mukaan yleisesti.

Tutkimusaikana (1988–1993) ei havaittu tilastollisesti merkitseviä trendejä tiheyksissä lukuunottamatta ikäryhmää $\geq 1+$ sivupurojen alueella, jossa havaittiin lievää laskua. Se ovatko tutkimusajanjaksona tavatut tiheydet alueen normaalitasoa vai ovatko taimenkannat jo aikaisemmin heikentyneet jää ainakin toistaiseksi avoimeksi kysymykseksi.

1+ -ikäiset taimenet kasvoivat parhaiten sivupuroissa, mutta muuten taimenen kasvu näytti olevan koko jokialueella varsin samankaltaista. 1+ -ikäryhmän parempi kasvu sivupuroissa selittyy luultavimmin runsaammilla ravintovaroilla. Vastaavanlaista parempaa kasvua sivupuroissa ovat havainneet Albrecht ja Tesch (1961), jotka osoittivat selvän yhteyden lohikalojen paremman kasvun ja purojen runsaampaan ravintotarjonnan välille. Atlantin lohen parreilta vastaavan ovat osoittaneet Erkinaro ja Niemelä (1995).

5. LOPPUSANAT

Ainakin osalla Luttojoen jokialueesta taimenen poikastiheydet ovat huolestuttavan alhaisia. Luttojoen (ja koko Nuorttijärven vesistöalueen) vaeltavan taimenkannan säilyttäminen vahvana vaatii paitsi aktiivisia hoitotoimenpiteitä lähinnä kalastuksen säätelyn ja valvonnan avulla, myös yksityiskohtaisempaa tutkimusta koko Tuulomajoen vesistösystemin taimenkantojen populaatiodynamiikasta. Yksi tärkeä hoidon ja tutkimuksen kohde tulisi olla Nuorttijärvi, joka on kaikkien vesistöalueen vaeltavien taimenten kasvualue. Tärkeitä tutkimuskohteita ovat myös taimenen lisääntymisaluet, jotka Luttojoen osalta ovat lähes kokonaan Suomen puolella.

Lohen palauttaminen vesistöön lisäisi vesistön kalastuksellista arvoa rajan molemmin puolin. Lohen potentiaaliset lisääntymisaluet ovat säilyneet suomenpuoleisilla alueilla ennallaan. Lohenpalauttamisella joen tuottamattomat alueet saataisiin jälleen tuotantoon ja tuotanto moninkertaistuisi. Keskeisimpiä ongelmia lohenpalautuksessa lienevät taloudelliset seikat esim. Ylä-Tuuloman voimalaitoksen kalaportaiden rakentaminen, joka laitoksen suuren koon vuoksi on

kallis toimenpide. Lohen palautus ei luultavasti vaikuttaisi negatiivisesti taimenkantoihin, onhan joki entinen lohijoki ja taimen sopeutunut lohen läsnäoloon.

Kalakantoihin kohdistuvan tutkimuksen ja kalavesien hoidon järjestelyissä valtioiden välinen yhteistyö Luttojoella on ensiarvoisen tärkeää.

Kirjallisuus

- Aalto, J. 1991. Säännöstelyn vaikutukset kevätkutuisten kalojen poikasten (0+) ekologiaan. Oulun yliopisto. Eläintieteen laitos. Pro gradu, 35 s.
- Aalto, J. 1995a. Nuortijoen taimenen poikastiheydet ja poikasten kasvu vuonna 1993. Käsikirjoitus.
- Aalto, J. 1995b. Luttojoen taimenen vaellustutkimus vuosina 1988-1991 ja 1993. Käsikirjoitus.
- Ala-Louko, M. 1972. Järjestyksenpidosta Ylä-Tuuloman voimalaitostyömaalla. Tutkielma alipääällystökurssilla s/72. 16 s.
- Alasaarela, E., Hellsten, S., Huusko, A., & Tikkanen, P. 1989. Ekologiset näkökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien säännöstelyssä. Osa 5. Säännöstelykäytäntö ja ekologiset vaikutukset. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 989, 49 s.
- Albrecht, M.-E. & Tesch, F.W. 1961. Das Wachstum der Bachforelle (*Salmo trutta fario* L.) in der Polenz in Abhängigkeit von verschiedenen Umweltbedingungen. Z. Fisch. 4/ 253-273.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. 1978. Age and growth. P. 101-136. In: T.B. Bagenal (ed.) Methods of fish production in fresh waters, 3rd ed. Blackwell Sci. Pubc. Oxford.
- Bembo, D.G., Beverton, R.J.H., Weightman, A.J. & Cresswell, R.C. 1993. Distribution, growth and movement of River Usk brown trout (*Salmo trutta*). J. Fish Biol. 43/ 45-52.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids. Hydrobiologia 173: 9-43.
- Bohlin, T., 1984. Quantitative electrofishing for salmon and trout - views and recommendations. Inf. från Sötvattenlaboratoriet. No 4.
- Borgström, R. & Skaala, Ø. 1993. Size-Dependent Catchability of Brown trout and Atlantic Salmon Parr by Electrofishing in a low Conductivity Stream. Nordic J. Freshw. Res. 68: 14-21.
- Braña, F., Nicieza, A.G. & Toledo, M.M. 1992. Effects of angling on population

- structure of brown trout (*Salmo trutta* L.) in mountain streams of Northern Spain. *Hydrobiologia* 237/ 61-67.
- Bulger, A.J., Lien, L., Cosby, B.J. & Henriksen, A. 1993. Brown trout (*Salmo trutta*) Status and Chemistry from the Norwegian Thousand Lake Survey: Statistical analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50/ 575-585.
- Ekholm, M. 1992. Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – Sarja A 126. 163. p.
- Erkinaro, J., Niemelä, E. & Rask, M. 1992a. Lapin happamoitumistutkimus - taimenen poikastutkimukset Lutto- ja Paatsjoen vesistöalueilla. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 54/ 14-33.
- Erkinaro, J., Niemelä, E., Erkinaro, H. & Rask, M. 1992b. Monitoring of the possible effects of acidification on fish populations and zoobenthos of rivers and lakes in northeastern Finnish Lapland. p. 168-171. In Tikkanen, E., Varmola, M. & Katermaa, T. (eds.): Symposium on the state of the environment and environmental monitoring in northern Fennoscandia and the Kola Peninsula, Arctic Centre Publications 4.
- Erkinaro, J. & Niemelä, E. 1995. Growth differences between the Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, of nursery brooks and natal rivers in the River Teno watercourse in northern Finland. *Env. Biol. Fish.* 42/ 277-287.
- Gigliotti, L.M. & Taylor, W.W. 1990. The effect of illegal harvest on recreational fisheries. *N. Am. J. Fish. Manage.* 10/ 106-110.
- Huusko, A., Sutela, T., Karjalainen, J. Hellsten, S., & Hirvonen, A. 1989. Ekologiset näkökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien säännöstelyssä. Osa 4. Kalojen mädin ja poikasten selviytyminen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita 988/ 95 s.
- Huusko, A. & Korhonen, P. 1993. Population densities of young stages of the brown trout (*Salmo trutta* L.) in the Oulankajoki river system. Oulanka reports 12/ 125-127.
- Junge, C.O. & Libosvasky, J. 1965. Effects of size selectivity on population estimates based on successive removals with electrical fishing gear. *Zool. Listy.* 14/ 171-178.
- Kallio-Nyberg, I. & Koljonen M-L. 1991. Kalakantarekisteri: lohi, taimen ja nieriä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 26/ 15-108.
- Karlström, Ö. 1976. Quantitative methods in electrical fishings in Swedish salmon rivers. - *Zoon.* 4/ 53-63.
- Kinnunen, K. 1990. Acidification of waters in Finnish Lapland. Teoksessa: Kinnunen, K. and Varmola, M. (toim.): Effects of air pollutants and acidification in combination with climatic factors on forests, soils and waters in northern Fennoscandia. Nordic Council of Ministers, Nord 1990. 20/ 72-78.
- Kinnunen, K. 1992. Acidification of the waters in northern Fennoscandia and the Kola

- Peninsula 123-132.. Teoksessa: Tikkanen, E., Varmola, M. & Katermaa, T. (toim.): Symposium on the state of the environment and environmental monitoring in northern Fennoscandia and the Kola Peninsula, Arctic Centre Publications 4.
- Lahermo, P.W. 1991. Hydrogeochemistry and sensitivity to acidification of stream waters in crystalline areas in northern Fennoscandia, 111-130. Teoksessa: Pulkkinen, E. (toim.): Environmental geochemistry in northern Europe. Geological Survey of Finland, special paper 9.
- MacCrimmon, H.R., Marshall, T.L. 1968. World distribution of brown trout, *Salmo trutta*. J. Fish. Res. Bd. Canada, 25/ 2527-2548.
- Maise, G. & Baglinière, J.L. 1990. The biology of brown trout, *Salmo trutta* L., in the River Scorff, Brittany (France): A synthesis of studies from 1973 to 1984. Aquaculture and Fisheries Management 21/ 95-106.
- Mattsson, J. 1988. Lutton lohet. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Tenojoen tutkimusasema. Työraportti 35 p.
- Mutenia, A. & Tuunainen P. 1984. Virkistyskalastus selvitys Metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikunnassa vuonna 1979. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 27/ 185-220.
- Pautamo, J. 1995. Tuulomajoen latvavesien lohen historia. Käsikirjoitus.
- [Popov, N.G.] ПОПОВ Н.Г. 1993. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА РЕКИ ТУЛО МЫ [Ichthyological studies of the River Tuuloma watercourse]. Murmanrybdov. Murmansk. 25 p.
- Riley, S.C., Haedrich, R.L. & Gibson, R.J. 1993. Negative Bias in Removal Estimates of Atlantic Salmon Parr Relative to Stream Size. J. Freshw. Ecol. 8/ 97-101.
- Roberts, B.C. & White, R.G. 1992. Effects of angler wading on survival of trout eggs and pre-emergent fry. N. Am. J. Fish. Manage. 12/ 450-459.
- Seber, G.A. & LeCren, E.D. 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. J. Anim. Ecol. 36/ 631-643.
- Systat 1992a. SYSTAT for Windows: Statistics, Version 5 Edition. Evanston, IL: SYSTAT, Ink., 750 p.
- Systat 1992b. SYSTAT for Windows: Graphics, Version 5 Edition. Evanston, IL: SYSTAT, Ink., 636 p.
- Toivonen, J. 1978. Taimenen poikastiheyksistä Kuusinkijoessa, Kitkajoessa ja Oulankajoessa. - Acta Universitatis Ouluensis ser. A. no 68/ 176-182.