

KALA-JA RIISTARAPORTTEJA nro171

*Teuvo Niva
Juha Iivari
Ari Savikko
Pentti Pasanen*

**Hauen ja mateen ravinto Tornionjoen
ylä- ja alajuoksulla lohen smoltivaelluksen aikana
vuosina 1994 - 1999**

Muonio 1999



Teuvo Niva, Juha Iivari, Ari Savikko ja Pentti Pasanen

Hauen ja mateen ravinto Tornionjoen ylä- ja alajuoksulla lohien smolttivaelluksen aikana vuosina 1994–1999

Tutkimusraportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Vesiviljely

Koska lohien vaelluspoikasiin kohdistuva predaatio saattaa olla merkittävä poikastuotantoa alentava tekijä, kerättiin Tornionjoen ala- ja yläjuoksulta ruotsalaisen Fiskeriverketin ja RKTL:n vesiviljelyn toimesta 1302 hauen ja 14 mateen ravintonäytteitä vuosina 1994 ja 1997–1999. Valtaosa näytteistä oli kerätty kesäkuussa, jolloin smoltit vaeltavat. Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida kuinka suuri osa pedoista käyttää lohienpoikasia ravintonaan.

Tyhjiä mahoja oli 526 (40 %). Ravintoa sisältäneistä 395 (50 %) sisälsi tunnistettavaa kalaravintoa. Kaikkiaan 75 (5,7 % kaikista näytekalloista; 9,5 % ravintoa sisältäneistä) haukea mutta ei yhtään madetta oli syönyt yhteensä 117 lohikalaa (keskimäärin 1,6 per maha), joista 105 oli smoltteja, parreja 9 ja 3 taimenen poikasta. Alajuoksulta vuonna 1998 ja 1999 pyydytyillä hauilla oli selvästi enemmän (16–18 %) lohia mahoissaan kuin vuonna 1994 (1,4 %) alajuoksulla tai yläjuoksulla (1,9–3,8 %).

Hauen ja mateen alhaisen predaatiofrekvenssin perusteella niiden aiheuttama kuolevuus Tornionjoen lohien smoltteihin saattaa olla alempi kuin yleensä kirjallisuudessa on arvioitu. Näytteiden alueellinen edustavuus ei kuitenkaan ollut kovin hyvä. Lisäksi smoltit joutuvat kulkemaan Tornionjoella hyvin pitkän matkan (100–500 km) ennen ne kuin pääsevät Perämerelle, josta syystä alhainenkin predaatiofrekvenssi voi aiheuttaa korkean kokonaiskuolevuuden. Tuntemalla Tornionjoessa elävien haukien määrä, voitaisiin em. kuolevuutta arvioida.

Tornionjoki, hauki, made, lohi, vaelluspoikaset, predaatio

Kala- ja riistaraportteja 171

951-776-249-6

1238-3325

16 s.

suomi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Oulun riistan- ja kalantutkimus
Tutkijantie 2 90570 Oulu
Puh. 0205 751 870 Fax 0205 751 879

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Pukinmäenaukio 4, PL 6
00721 Helsinki
Puh. 0205 7511 Fax 0205 751 201

Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
2. SMOLTTIPREDAATIO: LYHYT KIRJALLISUUSKATSAUS	2
3. MENETELMÄT JA AINEISTO.....	4
3.1. Näytteiden pyynti	4
<i>Karunkijärvi</i>	4
<i>Kelottijärvi ja Lätäseno</i>	4
3.2. Ravintoanalyysi	5
3.3. Petokalojen syömät Carlin-merkityt lohenpoikaset.....	5
4. TULOKSET	6
4.1. Saalis	6
<i>Karunkijärvi</i>	6
<i>Kelottijärvi ja Lätäseno</i>	6
4.2. Kelottijärven ja Lätäsenon haukien ja mateiden sukupuoli- ja ikärakenne sekä kasvu	7
4.3. Haukien ja mateiden ravinto.....	8
<i>Karunkijärvi</i>	8
<i>Kelottijärvi ja Lätäseno</i>	8
4.4. Lohismolttien predaatio.....	10
5. TULOSTEN TARKASTELU	11
KIITOKSET	12
KIRJALLISUUS	13

1. Johdanto

Salmo- ja *Oncorhynchus*-sukujen smolttien kuolevuuteen vaikuttaa moni tekijä, joiden keskinäisistä suhteista ei tiedetä kovin paljon (Saunders 1981). On esitetty, että smolttivaelluksen ajoittumisessa on tietty optimi (Bilton et al. 1982, Hansen & Jonsson 1989, Bohlin et al. 1993), joka määräytyy ympäristötekijöiden mukaan siten, että liian aikaisin tai liian myöhään vaeltavilla yksilöillä kuolevuus nousee (McCormick et al. 1998). Tärkeimpinä kuolevuuteen vaikuttavina ympäristötekijöinä pidetään post-smolteille tarjolla olevan ravinnon määrää ja laatua (Bilton et al. 1982, Fisher & Pearcy 1987, Green & Macdonald 1987, Holtby et al. 1990, Brodeur et al. 1992, Unwin 1997, Niva 1999) ja smolteihin kohdistuvaa predaatiota (Mather 1998). Lohenpoikaset ovat erityisen alttiina predaatiolle juuri smolttivaelluksen aikana, koska silloin ne eivät voi käyttää jokipoikasvaiheessa opittuja piilopaikkoja, vaan niiden on uitava tulvavirran mukana. Saapuessaan merelle smoltit stressaantuvat fysiologisesti, mikä edelleen altistaa niitä predaatiolle (Handeland et al. 1996, McCormick et al. 1998).

Koska lohen vaelluspoikasten predaatio saattaa olla merkittävä poikastuotantoa alentava tekijä, Tornionjoesta kerättiin petojen, lähinnä hauen, ravintonäytteitä 1990 luvulla sekä ruotsalaisten että suomalaisten toimesta. Valtaosa näytteistä kerättiin kesäkuussa, jolloin smoltit vaeltavat. Tutkimusten tarkoituksena oli arvioida kuinka suuri osa pedoista käyttää lohenpoikasia ravintonaan. Lisäksi RKTL:n ylläpitämästä Carlin-merkkietokannasta poimittiin sellaisten Tornionjokeen istutettujen lohismolttien istutus- ja palautustiedot, jotka oli löydetty joesta pyydettyjen petokalojen mahoista. Vaikka smoltteja syövien petokalakantojen vahvuutta ei arvioitu, voidaan tehtyjen ravintoanalyysien ja vastaavien aikaisempien tutkimusten perusteella arvioida yleisellä tasolla petojen roolia Tornionjoen smolttituotantoon vaikuttavana tekijänä. Siksi tämän raportin aluksi, ennen tavanomaisia tutkimustuloksia, referoidaan lohikalojen poikasten predaatiota käsittelevää kirjallisuutta.

2. Smolttipredaatio: lyhyt kirjallisuuskatsaus

Käyttäytymispiirteet, joilla kalat välttävät kontaktin predaattoriin ovat laji- tai jopa fenotyyppispesifisiä (Webb 1982, Reist 1983). Esimerkiksi yksivuotiaat 15–20 cm mittaiset hopealohet söivät verkkokasseissa merellä mieluummin kyttyrä- kuin koiralohen poikasia. Vaikka koiralohia oli tarjolla kyttyrälohia enemmän, hopealohet preferoivat jälkimmäisiä (Hargreaves & LeBrasseur 1985). Yleensä arvellaan, että alkuperältään villit smoltit olisivat vähemmän alttiina predaatiolle kuin viljeltyt (Olla et al. 1994). Kuitenkin Hvidsten ja Lund (1988) arvioivat, että Orkla-joen suistossa turskat söivät sekä villoista että viljellyistä smolteista noin 20 %. Kun viljeltyjä lohien smoltteja on 'koulutettu', niiden kyky välttää petoja on parantunut (Wood & Hand 1985, Järvi & Uglem 1993). Laboratoriokokeissa osa sekä kuningas- että hopealohen parreista ei ollut koskaan kohdannut predaattoria (naïve fish) ja osa oli (experienced fish). Naivit hopealohen poikaset olivat merkittävästi alttiimpia predaatiolle kuin kuningaslohen naivit poikaset. Kun kaloja oli kouluttu niin vastaavaa eroa ei havaittu, eli hopealohen poikaset hyötyivät tai oppivat aikaisemmasta pedon kohtaamisesta enemmän kuin kuningaslohen poikaset (Healey & Reinhart 1995, myös Olla et al. 1994). Nämä tulokset viittaavat siihen, että saman lajin villien ja viljeltyjen kalojen käyttäytymiserot suhteessa predaatioon olisivat enemmän fenotyyppisiä kuin genotyyppisiä. Viljeltyjen kalojen käsittelystressin on todettu heikentävän *Oncorhynchus*- sukuun kuuluvien lohien kykyä välttää petoja (Mesa 1994, Olla et al. 1995), ja myös kalojen vaurioituminen tai pökertyminen niiden kulkiessa voimalaitostenksi (Petersen et al. 1994).

Larsson (1985) arvioi, että villien smolttien kuolevuus oli eteläruotsalaisissa Mörrum-joessa 35 % 8 kilometrin matkalla ja Emjoessa (Emå) 50 % 22 kilometrin matkalla. Pohjoisruotsalaisessa säännöstellyssä Luulajajoessa on tutkittu 1970-luvulla sinne vuosittain istutettujen n. 600 tuhannen lohismoltin kuolevuutta. Istutukset tehtiin Bodenin kaupungissa (noin 30 km jokisuulta ylöspäin) sijaitsevan voimalaitoksen alapuolelle. Larsson & Larsson (1975) analysoivat 1224 mateen mahaa ja arvioivat, että mateet olisivat syöneet n. 30 % istutetuista smolteista. Mateet kerääntyivät istutuspaikoille syömään smoltteja. 1970-luvun lopulla Larsson (1985) arvioi merkintöihin perustuen mateen ja hauen kantojen vahvuutta Luulajajoessa. Niiden ja ravintoanalyysien perusteella hän arvioi, että petojen aiheuttama kuolevuus oli 50–70 % istutetuille lohien smolteille. Hvidsten ja Møkkelgjerd (1987) arvioivat, että Surnajoen suistossa elävät turskat söivät n. 25 % jokeen istutetuista smolteista. Pohjoiswalesilaisessa Llyn Dwythwch-järvessä 38 % taimenista söi keskimäärin 2,9 cm pituisia lohienpoikasia heti niiden istuttamisen jälkeen (Pedley & Jones 1978). USA:n itäirannikolla padotussa Merrimack-joessa 9 % juovabasseista oli syönyt Atlantin lohien smoltteja (Blackwell & Juanes 1998).

Yhdysvaltojen länsirannikolla sijaitsevalla Kolumbiajoella *Oncorhynchus*-lohi-smolttien tärkein predaattori on sikäläinen petosärki (engl. 'squawfish' nykyään 'pikeminnow') (*Ptychocheilus oregonensis*), jotka kerääntyvät voimalaitospatojen alapuolelle syömään kuolleita tai pökertyneitä smoltteja (Gadomski & Hall-Griswold 1992) kuten myös lohienpoikasten istutuspaikoille (Collis et al. 1995, Shively et al. 1996). Tabor et al. (1993) arvioiden mukaan 65 % basseista ja 29 % petosärjistä söi lohienpoikasia smolttivaelluksen aikana Kolumbiajoessa. On arvioitu, että *Ptychocheilus* syö noin 8–11 % koko Kolumbiajoen smolttituotannosta (Rieman et al. 1991, Beamesderfer et al. 1996). Lisäksi on osoitettu, että predaatiopaineen

alueellinen vaihtelu ainakin yhdessä Kolumbiajoen patoaltaassa oli hyvin suurta (Petersen 1994). Beauchamp et al. (1995) arvioivat, että 17 % punakurkkulohista (*O. clarki*) oli syönyt järvessä (Lake Ozette, Washington D.C.) syönnöstäviä punalohen (*O. nerka*) poikasista ja alaskalaisessa järvessä punakurkkulohet söivät peräti 34–100 % sinne kotiutetuista punalohen poikasista (Cartwright et al. 1998). *O. nerka* joki-poikasten tärkeimpinä petoina olivat villit kirjolohet (*O. mykiss*) (Beauchamp 1995).

Tyynessä Valtameressä Vancouverin saaren ja Kanadan välissä sijaitsevan Georgian salmeen laskevien (kymmenien) lohijokien smolttituotannoksi arvioitiin vuonna 1979 300–500 miljoonaa smolttia, josta Frasier-joen merinahkiaiset (*Lampetra ayresii*) söivät arviolta 8–13 % (Beamish & Youston 1987). Myöhemmin 1990-luvun alussa Beamish ja Neville (1995) arvioivat merinahkiaisen syövän noin 65 % hopealohen ja 25 % kuningaslohen viljellyistä ja villeistä poikasista Kanadan alueella. Edellä mainitussa Georgian salmessa eli 1980-luvulla arviolta 35 miljoonan keskipainoltaan 1,7 kilon piikkihain (*Scualus acanthias*) populaatio (Fargo & Tyler 1989). Piikkihai on omnivori, mutta kun hopea- ja kuningaslohen istutettuja smoltteja vaelsi mereen, piikkihait kerääntyivät samoille alueille (Beamish et al. 1992). Vaikka vain 1–7 % piikkihaista oli syönyt lohensmoltteja, Beamishin ryhmän tutkimusalueella olleen 1–1,4 miljoonan piikkihain populaatio oli syönyt arviolta 1–8 miljoonaa smolttia yhden kuukauden aikana. Vuosittainen istutusmäärä alueella oli 6,8–7,2 miljoonaa smolttia, joten piikkihaiden predaatio oli Beamishin et al. (1992) mukaan hyvin tärkeä lohikannan koon säätelijä tällä alueella.

Koskelot söivät arviolta 24–65 % villeistä jokipoikasista mutta vain 10 % vaeltavista smolteista kolmella lohijoella Vancouverin saarella (Wood 1987a,b). Hopealohen smolteilla ruokailevien koskeloiden määrä lisääntyi viikossa kolminkertaiseksi alueella minne oli istutettu smoltteja (Wood 1985). Skotlannissa 84 % isokoskeloiden ravinnon painosta oli lohen parreja ja smoltteja huhtikuussa, toukokuussa 53 % mutta kesäkuussa vain 30 %, jolloin roskakalat olivat koskeloiden vallitsevaa ravintoa. Parrien osuus koskeloiden ravinnosta oli selvästi suurempi (62–86 %) kuin smolttien (14–38 %). Lohien osuus koskeloiden ravinnosta ei juuri vaihdellut vuosittain. Kuitenkin smolttien osuus kaikista lohenpoikasista vaihteli vuosittain huomattavasti, ja tämä vaihtelu oli riippumatonta arvioidusta vuosittaisesta jokien smolttituotannosta (Feltham 1990, Feltham 1995). Koskeloiden tärkein ravinto keväällä skotlantilaisessa North Esk -joessa olivat lohen poikaset mutta koskeloiden määrä eri osissa jokea ei ollut riippuvainen siellä eläneiden lohenpoikasten tiheydestä (Marquiss & Duncan 1993). Inarin Juutuanjoella koskelot söivät 1980-luvun lopulla noin 8 % jokeen istutetuista 3-vuotiasta järvitäimenen poikasista (Juntunen & Muje 1991). Merimetsot söivät sekä villejä että viljeltyjä lohen poikasista, riippuen niiden tiheyksistä eri osissa jokea (Kennedy & Green 1988). Koskelot erikoistuvat syömään Carlin-merkittyjä lohen poikasista, jonka takia koskeloiden mahoista löytyvien merkkien perusteella on hyvin vaikeaa arvioida paljonko koskelot kaikkiaan olivat syöneet lohen poikasista (Feltham & MacLean 1996). Toisaalta Carlin-merkkejä hajoaa kappaleiksi koskeloiden lihasmahoissa, mikä vaikeuttaa em. arvioiden tekemistä entisestään (Juntunen & Muje 1991). Myös ulkoisilla radiotelemetrisillä merkeillä merkittyjä *Oncorhynchus* -suvun lohen poikasista syötiin enemmän kuin merkitsemättömiä (Adams et al. 1998).

Pienissä puroissa minkit ja saukot saattavat syödä suuria määriä lohen ja taimenen poikasista (Heggenes & Borgstrøm 1988, Dolloff 1993).

3. Menetelmät ja aineisto

3.1. Näytteiden pyynti

Karunkijärvi

Tornion Kalamiehet ry ja Haparanda Sportfiskeklubb ovat järjestäneet uistelukilpailuja Tornionjoen Karunkijärvellä vuodesta 1991 lähtien. Karunkijärvi sijaitsee noin 20 kilometriä Tornioista ylöspäin, ja kilpailualue on noin 12 kilometriä pitkä. Vuoteen 1996 asti kilpailut järjestettiin 2.–5. päivinä kesäkuuta, mutta vuodesta 1997 lähtien 12.–14. päivinä kesäkuuta. Vuosina 1996–1999 järjestettyjen uistelukilpailujen saaliista oli käytettävissä seuraavat tiedot: saalista punnitukseen tuoneiden joukkueiden lukumäärä, kunkin joukkueen saaliin kilo- ja kappalemäärä, sekä kunkin kilpailun 10 suurimman hauen paino grammoissa. Vuosina 1994, 1997, 1998 ja 1999 kerättiin hauen mahanäytteitä uistelukilpailujen saaliista. Keruusta vastasi ruotsalainen Fiskeriverket (www.fiskeriverket.se). Näytehaukien pituuksia tai painoja ei mitattu yksilöllisesti. Vuoden 1994 maha-aineisto kerättiin noin viikkoa ennen smolttivaelluksen huippua.

Kelottijärvi ja Lätäseno

Vuosina 1998 ja 1999 kalastettiin 40, 45, 50, 55, 60 ja 65 mm (solmuväli) 1,5–1,8 m korkeilla monofiiliverkoilla Könkämäenon Kelottijärvellä ja vuonna 1999 Kelottijärven lisäksi Lätäsennon alajuoksulla. Kelottijärvi sijaitsee n. 20 kilometriä Kaaresuvannon kylästä Kilpisjärvelle päin. Kalastus tapahtui järven pohjoispäässä, Hillaniemen ja Suomen puoleisen mantereen välisessä useiden saarten muodostamassa hidasvirtaisessa 'suihosta'. Lätäsennossa kalastettiin E 78 -tien (valtatie 21) sillan ylä- ja alapuolisella suvantoalueella. Vuonna 1998 kalastus alkoi 12.6. ja loppui 15. heinäkuuta. Vuonna 1999 kalastus alkoi 9.6. ja loppui 14. heinäkuuta. Veden lämpötila oli kalastuksen alkaessa noin 6 °C ja lopetettaessa noin 15 °C. Vuonna 1998 kalastettiin Kelottijärvellä päivittäin 20 verkolla ja vuonna 1999 kummallakin paikalla 20 verkolla. Verkot laskettiin 1–3 verkon jadoissa rannalta ulospäin, kunkin paikan virtauksista riippuen. Verkot koettiin ja laskettiin saaliin irrotuksen jälkeen pyyntiin, joten ne olivat pyynnissä noin 22 tuntia vuorokaudessa. Vuonna 1999 verkot koettiin ensin aamupäivällä Kelottijärvellä ja sen jälkeen iltapäivällä Lätäsennolla. Kalastajat pitivät kirjaa kalastuspaikoista ja -päivistä, sekä eri kokoisilla verkoilla saadusta saaliista, kalalajeittain. Saadut hauet ja mateet jätettiin ja pakastettiin kokonaisena. Kelottijärven ja Lätäsennon näytepyynnin järjesti RKTL:n vesiviljelyn Muonion yksikkö.

3.2. Ravintoanalyysi

Karunkijärven näytteistä mahojen sisältö luokiteltiin silmämääräisesti täyteisyyden mukaan tyhjiin, melkein tyhjiin, puolitäysiin ja täysiin. Lisäksi laskettiin kalaravintoa sisältäneiden mahojen lukumäärä, ja lohen tai taimenen poikasia sisältäneiden mahojen lukumäärä, sekä lohien ja taimenten kappalemäärä kussakin mahassa, jos mahdollista.

Kelottijärveltä ja Lätäsenolta pyydytyt hauet ja mateet sulatettiin, jonka jälkeen mitattiin kunkin kalan pituus metrimitalla (± 5 mm) ja paino Sartorius vaa'alla (± 1 g). Kalojen ruumiinontelo avattiin ja sukupuoli määritettiin silmämääräisesti. Yhdestä hauesta ja kahdesta mateesta sukupuolen määrittäminen oli vaikeaa. Hauista irrotettiin vasen cleithrum ja mateista otoliitit ikämääritystä varten. Sen jälkeen avattiin maha ja ruokatorvi, ja kaavittiin siellä ollut ravinto esille. Syödyt kalat määritettiin lajilleen mikäli mahdollista, niiden kappalemäärä laskettiin ja yhteispaino punnittiin ($\pm 0,1$ g), kalalajeittain. Pohjaeläinravinto punnittiin omana ryhmänään. Kelottijärven ja Lätäsenon näyteaineisto luokiteltiin mahan täyteisyyden suhteen vastaaviin luokkiin kuin Karunkijärvellä. Tätä varten laskettiin mahassa olleen ravinnon kokonaismassan prosentiosuus kalan painosta. Osuudelle tehtiin logaritmuunnos, jonka jälkeen muuttujalle laskettiin 25 ja 75 % fraktiilit. Maha, jossa oli ravintoa < 25 % fraktiilin arvo, luokiteltiin melkein tyhjäksi, 25–75 % fraktiilien välissä ja raja-arvoissa olleet mahat luokiteltiin puolitäysiksi, ja mahat joissa ravintoa oli > 75 % fraktiilin arvo luokiteltiin täysiksi.

3.3. Petokalojen syömät Carlin-merkkityt lohenpoikaset

RKTL:n ylläpitämässä Carlin-merkkietokannassa oli 1751 palautusta lohi-istukkaista, jotka petokalat, linnut tai muut pedot olivat syöneet. Tähän aineistoon lisättiin yksi Lätäsenosta ja neljä Karunkijärvestä vuonna 1999 näytteidenkeruun yhteydessä saatua Carlin-merkkipalautusta. Kaikkiaan 39 palautusta oli peräisin Tornionjokeen tehdyistä istukkaista, joista puolestaan 28 oli sellaista, että Carlin-merkki oli löytynyt Tornionjoesta tai jokisuulta saadun petokalan suusta tai mahalaukusta.

4. Tulokset

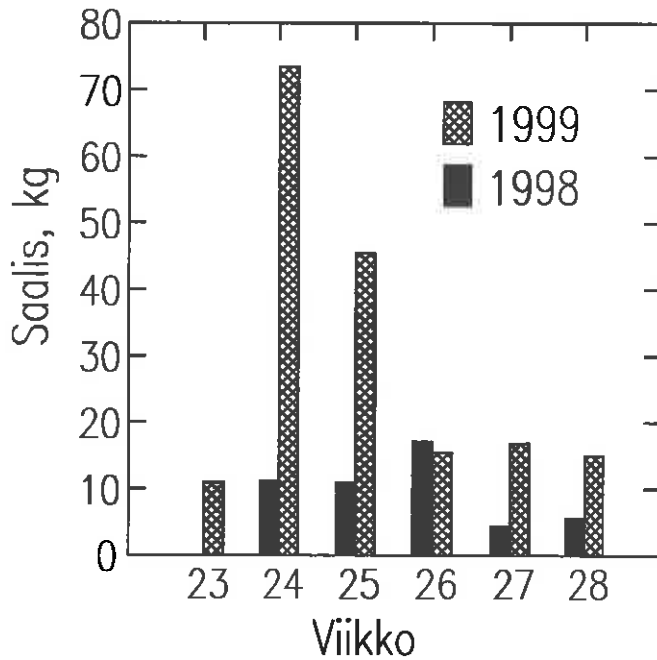
4.1. Saalis

Karunkijärvi

Karunkijärven uistelukilpailuissa vuosina 1996–1999 punnitukseen toi saalista keskimäärin 74 (S.D. ± 6) joukkuetta. Kilpailun keskimääräinen saalis oli 602 (S.D. ± 253) haukea, joiden keskipaino oli 800 (S.D. ± 120) grammaa. Joukkuetta kohden keskimääräinen saalis oli 8,2 (S.D. $\pm 3,2$) haukea. Kilpailun kolmen suurimman hauen paino oli keskimäärin 6356 (S.D. ± 2244) grammaa.

Kelottijärvi ja Lätäseno

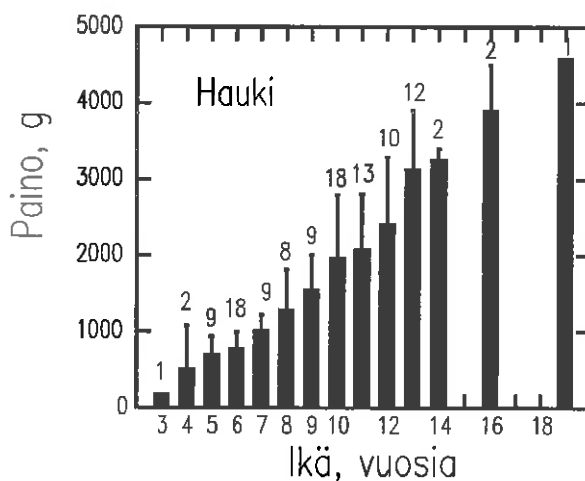
Yhtä ahventa lukuun ottamatta Kelottijärven ja Lätäsenon verkkosaalis koostui pelkästään hauista ja mateista. Vuonna 1998 saatiin Kelottijärvestä 26 haukea. Vuonna 1999 saatiin Kelottijärvestä 45 haukea ja 4 madetta, ja Lätäsenosta vastaavasti 44 haukea ja 10 madetta. Viikoittainen kalansaalis oli vuonna 1998 10–20 kiloa, mutta vuonna 1999 saatiin viikolla 24 yli 70 kilon ja viikolla 25 yli 40 kilon saalis (Kuva 1).



Kuva 1. Vuosina 1998 ja 1999 Konkämäenon Kelottijärvellä ja Lätäsenon alajuoksulla petokalapyynnissä (40–65 mm verkot) viikoittain saadun kokonaiseaallin paino.

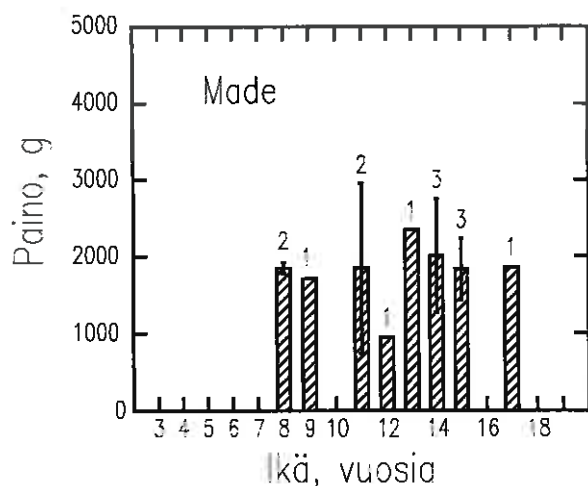
4.2. Kelottijärven ja Lätäsenon haukien ja mateiden sukupuoli- ja ikärakenne sekä kasvu

Hauista oli naaraita 71 kappaletta (62 %). Haukien keski-ikä oli 9,2 vuotta ja keskipaino 1739 (S.D. \pm 1054) grammaa. Keskimäärin haukien paino lisääntyi 279 (S.D. \pm 165) grammaa vuodessa. Painon lisäys oli vähäisintä (87 g) 5 ja 6 vuoden välillä ja suurimmillaan (718 g) se oli ikävuosien 12 ja 13 välillä (Kuva 2).



Kuva 2. Vuosina 1998 ja 1999 Tornionjoen yläjuoksulta pyydettyjen haukien ikäryhmäkohtainen keskipaino (\pm S.D.). Numerot janojen päällä ilmoittavat haukien määrän kappaleissa.

Mateista oli naaraita viisi kappaletta (42 %). Mateiden keski-ikä oli 12,6 vuotta ja keskipaino 1840 (S.D. \pm 421) grammaa. Mateiden massa ei lisääntynyt iän karttuessa (Kuva 3).



Kuva 3. Vuonna 1999 Tornionjoen yläjuoksulta pyydettyjen mateiden ikäryhmäkohtainen keskipaino (\pm S.D.). Numerot janojen päällä ilmoittavat mateiden määrän kappaleissa.

4.3. Haukien ja mateiden ravinto

Karunkijärvi

Karunkijärvestä vuosina 1994–1999 pyydetystä 1187 hauen mahasta oli tyhjiä 472 (40 %). Tyhjät mahat poislukien, 362 (51 %) sisälsi jotakin tunnistettavaa kalaravintoa. Melkein tyhjiä mahoja oli Karunkijärven aineistossa 212 (18 %), 273 oli puolitäysiä (23 %) ja 230 (19 %) oli luokiteltu täydeksi (Taulukko 1).

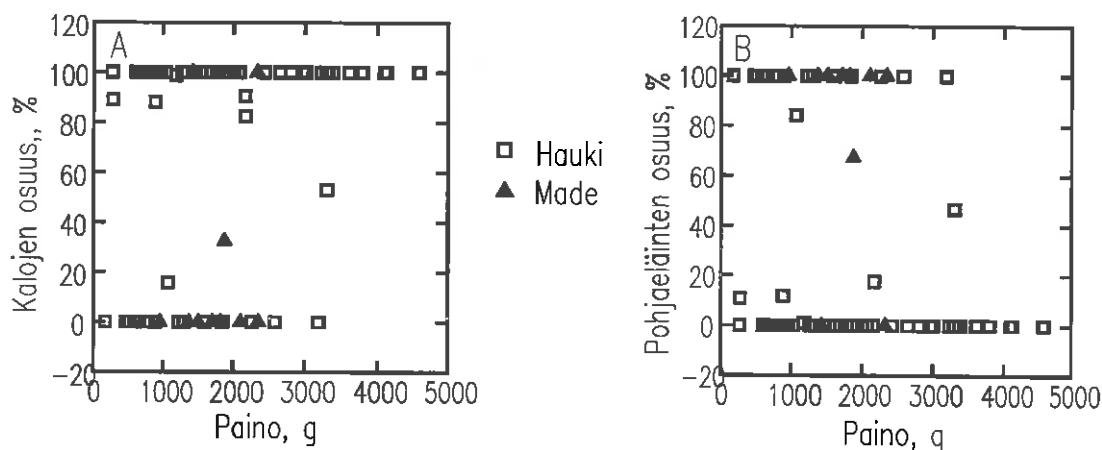
Kelottijärvi ja Lätäseno

Haukien mahoista 50 (43 %) ja mateiden mahoista 4 (29 %) oli tyhjiä (Taulukko 1). Tyhjät mahat poislukien, 42 (65 %) haukien mahoista sisälsi pelkästään kalaravintoa ja 17 (26 %) pelkästään pohjaeläimiä ja 6 (9 %) sisälsi sekä kalaa että pohjaeläimiä. Mateilla vastaavasti 2 (20 %) sisälsi ainoastaan kalaravintoa, 7 (70 %) ainoastaan pohjaeläimiä ja 1 (10 %) mahasta löytyi molempia ravintokohteita. Sekä haukien että mateiden pohjaeläinravinto koostui enimmäkseen vesisiirroista ja sudenkorenon toukista. Mateilla kalaravinto oli pelkästään tunnistamattomaksi sulanutta kalaa. Kelottijärvestä ja Lätäsenossa haukien syömästä kaloravinnosta tunnistetut lajit olivat tärkeysjärjestyksessä simpukat (17 %), toiset hauet (17 %), mateet (11 %), särjet (6 %), kiisket (5 %), ahvenet (3 %), lohet (3 %) ja pikkunahkiaiset (2 %). Yksi hauki oli syönyt pienen jyräjän, jonka sulanut raato painoi 9,3 grammaa. Melkein tyhjiä mahoja oli Kelottijärven ja Lätäsenon aineistossa 19 (15 %), 37 oli puolitäysiä (29 %) ja 19 (15 %) oli luokiteltu täydeksi.

Taulukko 1. Tornionjoen Karunkijärvestä ja Könkämäenon Kelottijärvestä ja Lätäsenon alajuoksulta vuosina 1994–1999 pyydettyjen haukien ja mateiden määrät (N) jaoteltuna tyhjien (0), melkein tyhjien (1), puolitäysien (2), täysien (3), tunnistettavaa kalaa sisältäneiden (Kalaa), lohta tai taimenta syöneiden kalojen (Salmo) kappalemäärin, sekä lohikaloja syöneiden prosenttiosuuksin kaikista kaloista (Sal%).

Vuosi	Alue	Laji	N	Täytteisyys				Kalaa	Salmo	Sal %
				0	1	2	3			
1994	Karunki	Hauki	736	263	154	174	145	205	10	1,4
1997	Karunki	Hauki	116	59	16	15	26	29	5	4,3
1998	Karunki	Hauki	168	63	37	38	30	59	27	16,1
1999	Karunki	Hauki	167	87	5	46	29	69	30	18,0
1998	Kelotti	Hauki	26	9	5	8	4	9	1	3,8
1999	Kelo/Lätä	Hauki	89	41	13	21	14	24	2	2,2
1999	Kelo/Lätä	Made	14	4	1	8	1	0	0	0,0
Yht.			1316	526	231	310	249	395	75	5,7

Kaikkiaan 115 analysoidun hauen kokojakauma oli varsin laaja (172–4595 grammaa), mutta hauen koolla ei ollut suurta vaikutusta kalaravinnon tai pohjaeläinravinnon suhteelliseen osuuteen kokonaisravinnon määrästä. Kuitenkin > 3 kiloilla hauilla ei havaittu yksilöitä, jotka olivat syöneet pelkästään pohjaeläinravintoa (Kuva 4). Sama voidaan todeta mateista, joskin analysoitujen mateiden lukumäärä oli varsin pieni (n=14) ja niiden kokojakauma oli haukiin verrattuna suppea (955–2358 grammaa).



Kuva 4. Kalaravinnon (A, vasemmalla) ja pohjaeläinravinnon (B, oikealla) osuuden (% kokonaisravinnon määrästä, y-akseli) suhde Könkämäenon Kelottijärvestä sekä Lätäsenon alajuoksulta vuosina 1998 ja 1999 pyydettyjen haukien ja mateiden painoon (x-akseli).

4.4. Lohismolttien predaatio

Koko näyteaineistosta 75 haukea (5,7 % kaikista mahoista, 9,5 % jotakin ravintoa sisältäneistä) oli syönyt yhteensä 117 lohikalaa (keskimäärin 1,6 per maha), joista lohen smoltteja oli 105, parreja 9 ja taimenia 3 kappaletta. Kuitenkin vuosina 1998 ja 1999 Karunkijärven hauilla predaatioprosentti oli 16–18 (Taulukko 1).

Carlin-merkintä -aineiston 28 smoltista 26 oli joutunut pedon syömäksi istutusvuotena, yksi seuraavana ja yksi neljäntenä istutusta seuraavana vuotena. Istutusvuotena keskimääräinen aika istutuksesta palautukseen oli 7 (S.D. ± 6) vuorokautta ja 25 smolttia löytyi hauen mahasta ja yhden oli syönyt harjus. Petokalojen mahoista löytyneiden smolttien yksilöllinen istutuspituus oli keskimäärin 159 (S.D. ± 18 , n=28) millimetriä, joka oli sama kuin vastaavien istukaserien keskipituuksien keskiarvo (159 mm, S.D. ± 16 , n=11).

Kelottijärvessä ja Lätäsenossa kolme haukea oli syönyt kaikkiaan neljä lohen poikasta, joista yhdellä oli leikattu rasvaevä ja yksi oli Carlin-merkitty. Vuonna 1998 645 mm pitkä ja 2005 grammaa painava naarashauki pyydystettiin Kelottijärvestä 12. päivänä kesäkuuta, ja sen mahasta löytyi 2 lohenpoikasta, yhteispainoltaan 55 grammaa. Lätäsenosta E78-sillan läheisyydestä pyydystettiin 18. päivänä kesäkuuta 1999 765 mm pitkä ja 2470 grammaa painava haukinaaras, jonka mahasta löytyi pelkkä Carlin-merkki. Merkki oli kiinnitetty Muoniossa kasvatettuun lohenpoikaseen, joka oli ollut mittaushetkellä 146 mm pitkä, ja kala oli istutettu 10. kesäkuuta 1999 Lätäsenon Markkinaan eli samalle alueelle, mistä poikasen syönyt hauki pyydettiin. Rasvaeväleikattu lohenpoikanen, joka oli 125 mm pitkä ja painoi 18 grammaa, löytyi Lätäsenosta 1. heinäkuuta vuonna 1999 pyydystetyn koirashauen mahasta. Kala oli aineiston toiseksi pienin: pituus 330 mm ja paino 278 grammaa.

5. Tulosten tarkastelu

Mather (1998) analysoi 45 tutkimusta, joissa oli pyritty suoraan arvioimaan petojen smolteille aiheuttamaa kuolevuutta, ja 80 % tutkimuksista piti predaatiota tärkeänä lohikannan säätelijänä, erityisesti joki- ja suistoalueilla. Toisaalta tietomme peto- ja saaliskantojen runsaudesta eivät välttämättä ole riittävän tarkkoja, jotta niiden perusteella voitaisiin tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Esimerkiksi skotlantilaisilla lohijoilla on kerätty 1990-luvulla perusteellisia aineistoja koskeloiden ja merimetsojen runsaudesta, niiden syömästä ravinnosta sekä lohenpoikasten tiheyksistä samoilla alueilla (Marquiss et al. 1998). Aineistojen pohjalta laadittujen bioenergeettisten mallien perusteella on laskettu, että petolinnut voisivat syödä kaikki joissa elävät lohenpoikaset kahdessa kuukaudessa. Koska näin ei todellisudessa suinkaan ole tapahtunut, ovat Marquissin ryhmän (1998) mukaan joko petojen ravinnonkulutus- tai lohenpoikasten runsaustimaatit virheellisiä. Tämä epävarmuus luultavasti koskee kaikkia kirjallisuudessa esitettyjä arvioita petojen merkityksestä lohikantojen säätelijänä.

Luulajajokeen istutettiin 1970-luvulla vuosittain 500–600 tuhatta smoltia (Larsson 1985). Tornionjokeen on istutettu 1990-luvulla vuosittain n. 600 tuhatta 1-vuotiasta jokipoikasta sekä n. 60 tuhatta smoltia, joiden lisäksi luonnonsmolttituotanto on ollut noin 100 tuhatta smoltia vuodessa (Haikonen & Romakkaniemi 1999). Larssonin (1985) keräämässä aineistossa 9 % mateista (n=400) ja 52 % (n=163) hauista oli syönyt lohen smoltteja (3,9 smoltia per maha). Larsson arvioi myös petokantojen vahvuutta ja laski, että hauet ja mateet ja muut pedot olisivat syöneet 50–70 % Luulajajokeen istutetuista smolteista. Tässä tutkimuksessa vajaat 6 % tutkituista petokaloista oli syönyt lohikalojen poikasia (1,6 per maha). Näytteiden alueellinen edustavuus ei kuitenkaan ollut kovin hyvä. Lisäksi smoltit joutuvat kulkemaan Tornionjoella hyvin pitkän matkan (100–500 km) ennen ne kuin pääsevät Perämerelle, josta syystä alhainenkin predaatiofrekvenssi voi aiheuttaa korkean kokonaiskuolevuuden (vrt. Beamish et al. 1992). Vuonna 1998 Carlin-merkittyjä smoltteja istutettiin 45, 105, 425 ja 453 kilometrin päähän Tornionjoen jokisuusta (Haikonen & Romakkaniemi 1999). Jokisuulla sijaitsevasta smolttirysästä saatiin takaisin 4,5–6,2 % kahdesta alimmasta istutuserästä mutta kahdesta ylimmästä vain 0,0–0,4 %, mikä viittaa siihen, että kuolevuus joen yläjuoksulla olisi ollut huomattavasti suurempi kuin alajuoksulla. Tässä tutkimuksessa kuitenkin havaittiin selvästi intensiivisempää predaatiota joen ala- kuin yläjuoksulla, joskin on huomattava, että ravintoaineistoja oli vain kahdelta lyhyeltä jokijaksolta. On mahdollista, että joen yläjuoksulla haukitiheys olisi keskimäärin suurempi kuin joen alajuoksulla. Joka tapauksessa tämän tutkimuksen mukaan em. petojen aiheuttama kuolevuus Tornionjoen lohen smoltteihin olisi huomattavasti alempi kuin esimerkiksi Luulajajoella. On mahdollista, että Tornionjoen voimakkaat kevättulvat tarjoavat lohenpoikasille suhteellisen turvallisen kyydin mereen verrattuna säännösteltyjen jokien hitaasti virtaaviin patoaltaisiin. Tätä tukee myös RKTL:n Tornion-, Kemi- ja Lijoella 1970- ja 1980-luvulla tekemät tutkimukset, joissa Carlin-merkittyjä lohismoltteja istutettiin jokien ylä-, keski- ja alajuoksulle (Vehanen & Pasanen 1992). Kemi- ja Lijoella (5) patoaltaan yläpuolelle istutetut smoltit antoivat huomattavasti heikomman tuloksen kuin jokisuun istutukset. Sen sijaan Tornionjoella parhaat tulokset saatiin joen keskijuoksulle tehdyistä istutuksista. Kemi-, Ii- ja Oulujoen kaikkiaan 14 patoaltaan kokonaissaaliista oli keskimäärin 39 % haukea ja madetta

(Vehanen 1997) kun niiden vastaava osuus pohjoissuomalaisilla järvillä oli 6–13 % 1990-luvulla (Vehanen 1995, Niva 1999). Toisin sanoen em. patoaltaissa hauen ja mateen kannat ovat tiheydeltään luultavasti monikertaisia verrattuna tavanomaisiin järvihabitaaatteihin. Yhteenvetona voidaan todeta, että Luulaja-, Kemi-, Ii- ja Oulujoen kaltaisissa hidaskalajoissa patoallasjoissa haukien ja mateiden predaatio lohenoikasiin voi olla hyvin suurta. Tätä seikkaa on aliarvioitu viimeaikaisissa selvityksissä (Hooli et al. 1998, Kemppainen et al. 1998, Viitala & Laine 1999).

Tornionjoen poikastuotanto on elpymässä niin voimakkaasti (A. Romakkaniemi, suull.), että lähivuosina Tornionjoesta saattaa lähteä suunnilleen sama määrä luonnonsmolteja kuin Luulajajokeen on istutettu. Tästä syystä Tornionjoella tulisi ravintoanalyysien lisäksi arvioida esim. merkintä-takaisinpyynti -menetelmällä montako haukea joessa elää. Hauen ravinnonkulutusta on arvioitu tällä vuosikymmenellä Pohjois-Suomen oloihin räätälöidyllä bioenergeettisellä mallilla (Heikinheimo & Korhonen 1996). Tuntemalla haukien määrä ja laskemalla em. mallien avulla kunkin hauen vuosittain syövä lohenoikasten määrä, voitaisiin arvioida haukien osuutta Tornionjoen lohikannan säätelijänä, ja tarvittaessa ryhtyä toimenpiteisiin haukikannan vähentämiseksi.

Kiitokset

Lämpimät kiitokset Ingemar Perälle (Fiskeriverket, Luulaja), joka toimitti Karunkijärven maha-analyysien tulokset käytettäväksi tähän raporttiin. Reino Lehtonen (Tornion kalamiehet ry) ystävällisesti etsi, keräsi ja toimitti kaikki Karunkijärven uistelukilpailuista säilyneet dokumentit. Kiitokset myös Mikko Liukkoselle ja Atso Romakkaniemelle tiedoista, joiden avulla pääsimme käsiksi em. aineistoihin.

Kirjallisuus

- Adams, N.S., Rondorf, D.W., Evans, S.D., Kelly, J.E. & Perry, R.W. 1998. Effects of surgically and gastrically implanted radio transmitters on swimming performance and predator avoidance of juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 781–787.
- Beamesderfer, R.C.P., Ward, D.L. & Nigro, A.A. 1996. Evaluation of the biological basis for a predator control program on northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*) in the Columbia and Snake rivers. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 2898–2908.
- Beamish, R.J. & Youson, J.H. 1987. Life history and abundance of young adult *Lampetra ayresi* in the Fraser River and their possible impact on salmon and herring stocks in the Strait of Georgia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 525–537.
- Beamish, R.J., Thomson, B.L. & McFarlane, G.A. 1992. Spiny dogfish predation on chinook and coho salmon and the potential effects on hatchery-produced salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 121: 444–455.
- Beamish, R.J. & Neville, C.M. 1995. Pacific salmon and Pacific herring mortalities in the Fraser River plume caused by river lamprey (*Lampetra ayresi*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 644–650.
- Beauchamp, D.A. 1995. Riverine predation on sockeye salmon fry migrating to Lake Washington. *N. Am. J. Fish. Mgmt.* 15: 358–365.
- Beauchamp, D.A., LaRiviere, M.G. & Thomas, G.L. 1995. Evaluation of competition and predation as limits to juvenile kokanee and sockeye salmon production in Lake Ozette, Washington. *N. Am. J. Fish. Mgmt.* 15: 193–207.
- Bilton, H.T., Alderdice, D.F. & Schnute, J.T. 1982. Influence of time and size at release of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) on returns at maturity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 426–447.
- Blackwell, B.F. & Juanes, F. 1998. Predation on Atlantic salmon smolts by striped bass after dam passage. *N. Am. J. Fish. Mgmt.* 18: 936–939.
- Bohlin, T., Dellefors, C. & Faremo, U. 1993. Optimal time and size for smolt migration in wild sea run trout (*Salmo trutta*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 224–232.
- Brodeur, R.D., Francis, R.C. & Percy, W.G. 1992. Food consumption of juvenile coho (*Oncorhynchus kisutch*) and chinook salmon (*O. tshawytscha*) on the continental shelf off Washington and Oregon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1670–1685.
- Cartwright, M.A., Beauchamp, D.A. & Bryant, M.D. 1998. Quantifying cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) predation on sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) fry using a bioenergetics approach. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1285–1295.
- Collis, K., Beaty, R.E. & Crain, B.R. 1995. Changes in catch rate and diet of northern squawfish associated with the release of hatchery-reared juvenile salmonids in a Columbia River reservoir. *N. Am. J. Fish. Mgmt.* 15: 346–357.

- Dolloff, C.A. 1993. Predation by river otters (*Lutra canadensis*) on juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and Dolly Varden (*Salvelinus malma*) in Southeast Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 312–315.
- Fargo, J. & Tyler, A.V. 1989. Groundfish stock assessment for the west coast of Canada in 1988 and recommended yield options for 1989. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1646.
- Feltham, M.J. 1990. The diet of red-breasted mergansers (*Mergus serrator*) during the smolt run in N.E. Scotland: The importance of salmon (*Salmo salar*) smolts and parr. *J. Zool.* 222: 285–292.
- Feltham, M.J. 1995. Predation of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts and parr by red-breasted mergansers, *Mergus serrator* L., on two Scottish rivers. *Fish. Mgmt. Ecol.* 2: 289–298.
- Feltham, M.J. & MacLean, J.C. 1996. Carlin tag recoveries as an indicator of predation on salmon smolts by goosanders and red-breasted mergansers. *J. Fish Biol.* 48: 270–282.
- Fisher, J. P. & Pearcy, W. G. 1988. Growth of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) off Oregon and Washington, USA, in years of differing coastal upwelling. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1036–1044.
- Gadomski, D.M. & Hall-Griswold, J.A. 1992. Predation by northern squawfish on live and dead juvenile chinook salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 12: 680–685.
- Green, P.E.J. & Macdonald, P.D.M. 1987. Analysis of mark-recapture data from hatchery-raised salmon using log-linear models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 316–326.
- Haikonen, A. & Romakkaniemi, A. 1999. Lohi- ja meritaimenkantojen poikastutkimukset Tornionjoessa vuonna 1998. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja 145.
- Handeland, S.O., Järvi, T., Fernoe, A. & Stefansson, S.O. 1996. Osmotic stress, antipredator behaviour, and mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 2673–2680.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa: effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. *Aquaculture* 82: 367–373.
- Hargreaves, N.B. & LeBrasseur, R.J. 1985. Species selective predation on juvenile pink (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*O. keta*) by coho salmon (*O. kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 659–668.
- Healey, M.C. & Reinhardt, U. 1995. Predator avoidance in naive and experienced juvenile chinook and coho salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 614–622.
- Heikinheimo, O. & Korhonen, A.P. 1996. Food consumption of northern pike (*Esox lucius* L.), estimated with a bioenergetics model. *Ecol. Freshw. Fish* 5: 37–47.
- Holtby, L.B., Andersen, B.C. & Kadowaki, R.K. 1990. Importance of smolt size and early ocean growth to interannual variability in marine survival of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 2181–2194.
- Hooli, J., Kamula, R., Laine, A., Pohjamo, T. & Alatalo, H. 1998. Kalojen kulku- mahdollisuuksien palauttaminen Iijoella. Ijoen hoito-ohjelmaan liittyvä yleis- suunnitelma. Oulun yliopisto, moniste, 29 s.
- Hvidsten, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1987. Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., smolts in the estuary of the River Surna, Norway. *J. Fish Biol.* 30: 273–280.

- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. *J. Fish Biol.* 33: 121–126.
- Juntunen, K. & Muje, P. 1991. Isokoskeloiden (*Mergus merganser*) saalistuksen vaikutus Inarin Juutuanjoen taimenistutusten tuloksellisuuteen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia No 32, 52 s.
- Järvi, T. & Uglem, I. 1993. Predator training improves the anti-predator behaviour of hatchery reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt. *Nor. J. Freshw. Res.* 68: 63–71.
- Kemppainen, S., Korhonen, P. & Huusko, A. 1998. Kalataloudelliset perusteet mereisen vaelluskalan tuotannolle Iijoella. Kalatieselvityksen biologinen osaraportti. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely. Moniste, 25 s. + 1 liite.
- Kennedy, G.J.A. & Greer, J.E. 1988. Predation by cormorants, *Phalacrocorax carbo* (L.), on the salmonid populations of an Irish river. *Aquac. Fish. Mgmt.* 19: 159–170.
- Larsson, H-O. & Larsson, P.-O. 1975. Predation på nyutsatt odlad smolt i Luleälven 1974. *Swedish Salmon Res. Inst. Rep.* No. 9.
- Larsson, P.-O. 1985. Predation on migrating smolt as a regulating factor in Baltic salmon, *Salmo salar* L., populations. *J. Fish Biol.* 26: 391–397.
- Marquiss, M. & Duncan, K. 1993. Variation in the abundance of red-breasted mergansers *Mergus serrator* on a Scottish river in relation to season, year, river hydrography, salmon density and spring culling. *Ibis* 135: 33–41.
- Marquiss, M., Carss, D.N., Armstrong, J.D. & Gardiner, R. 1998. Fish-eating birds and salmonids in Scotland. Report on fish-eating birds research (1990–97), to The Scottish Office Agriculture, Environment and Fisheries Department. 100 pp.
- Mather, M.E. 1998. The role of context-specific predation in understanding patterns exhibited by anadromous salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55(Suppl.): 232–246.
- Mesa, M.G. 1994. Effects of multiple acute stressors on the predator avoidance ability and physiology of juvenile chinook salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.* 123: 786–793.
- McCormick, S.D., Hansen, L.P., Quinn, T.P. & Saunders, R.L. 1988. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55(Suppl.): 77–92.
- Niva, T. 1999. Relations between diet, growth, visceral fat content and yield of stocked brown trout in three small lakes in northern Finland. *Ann. Zool. Fenn.* 36: 103–120.
- Olla, B.L., Davis, M.W., Ryer, C.H. 1994. Behavioural deficits in hatchery-reared fish: potential effects on survival following release. *Aquacul. Fish. Mgmt.* 25: 19–34.
- Olla, B.L., Davis, M.W. & Schreck, C.B. 1995. Stress-induced impairment of predator evasion and non-predator mortality in Pacific salmon. *Aquacult. Res.* 26: 393–398.
- Pedley, R.B. & Jones, J.W. 1978. Growth and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Llyn Dwythwch, North Wales. *Freshw. Biol.* 8: 423–431.
- Petersen, J.H. 1994. Importance of spatial pattern in estimating predation on juvenile salmonids in the Columbia River. *Trans. Am. Fish. Soc.* 123: 924–930.
- Petersen, J.H., Gadomski, D.M. & Poe, T.P. 1994. Differential predation by northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*) on live and dead juvenile salmonids in the Bonneville Dam tailrace (Columbia River) *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 1197–1204.

- Reist, J.D. 1983. Behavioral variation in pelvic phenotypes of brook stickleback, *Culaea inconstans*, in response to predation by northern pike, *Esox lucius*. *Environ. Biol. Fish.* 8: 255–267.
- Rieman, B.E., Beamesderfer, R.C., Vigg, S. & Poe, T.P. 1991. Estimated loss of juvenile salmonids to predation by northern squawfish, walleyes, and smallmouth bass in John Day Reservoir, Columbia River. *Trans. Am. Fish. Soc.* 120: 448–458.
- Saunders, R.L. 1981. Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks and management in the Canadian Provinces and New England, U.S.A. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 12: 1612–1625.
- Shively, R.S., Poe, T.P. & Sauter, S.T. 1996. Feeding response by northern squawfish to a hatchery release of juvenile salmonids in the Clearwater River, Idaho. *Trans. Am. Fish. Soc.* 125: 230–236.
- Tabor, R.A., Shively, R.S. & Poe, T.P. 1993. Predation on juvenile salmonids by smallmouth bass and northern squawfish in the Columbia River near Richland, Washington. *N. Am. J. Fish. Mgmt.* 13: 831–838.
- Unwin, M.J. 1997. Fry-to-adult survival of natural and hatchery-produced chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) from a common origin. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 1246–1254.
- Webb, P.W. 1982. Avoidance responses of fathead minnow to strikes by four teleost predators. *J. Comp. Physiol.* 147: 371–378.
- Vehanen, T. 1995. Factors influencing the yield of brown trout, *Salmo trutta m. lacustris* L., in northern Finnish lakes. *Fish. Mgmt. Ecol.* 2: 121–134.
- Vehanen, T. 1997. Fish and fisheries in large regulated peaking-power river reservoirs in northern Finland, with special reference to the efficiency of brown trout and rainbow trout stocking. *Regulated Rivers* 13:1–11.
- Vehanen, T. & Pasanen, P. 1992. Istutuspaikka vaikuttaa lohi-istutusten onnistumiseen. *Suomen kalastuslehti* 1/1992: 16–19.
- Viitala, J. & Laine, A. 1999. Vaelluskalojen elvyttämismahdollisuudet Kemijoessa. *Kala- ja riistahallinnon julkaisu* 37/1999, 60 s.
- Wood, C.C. 1985. Food-searching behaviour of the common merganser (*Mergus merganser*). 2. Choice of foraging location. *Can. J. Zool.* 63: 1271–1279.
- Wood, C.C. & Hand, C.M. 1985. Food-searching behaviour of the common merganser (*Mergus merganser*). 1. Functional responses to prey and predator density. *Can. J. Zool.* 63: 1260–1270.
- Wood, C.C. 1987a. Predation of juvenile Pacific salmon by the common merganser (*Mergus merganser*) on eastern Vancouver Island. 1: Predation during the seaward migration. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 941–949.
- Wood, C.C. 1987b. Predation of juvenile Pacific salmon by the common merganser (*Mergus merganser*) on eastern Vancouver Island. 2. Predation of stream-resident juvenile salmon by merganser broods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 950–959.