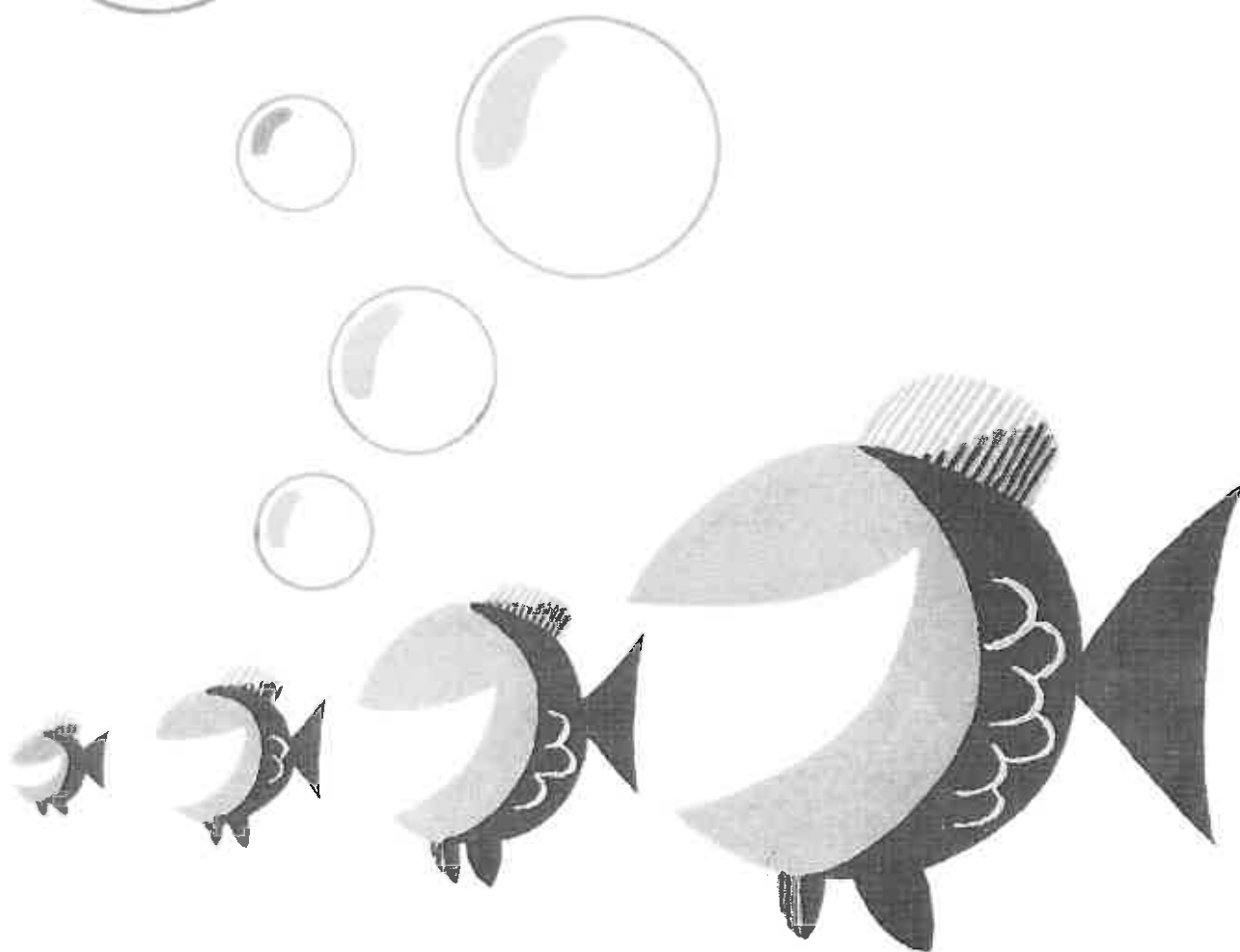


RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO



MONISTETTUJA JULKAISUJA

71
1987





RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUA JULKAISUJA

Toimittaja: Viljo Nylund. Toimitussihteerit: Marja-Liisa Koljonen, Petri Suuronen.

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen.

Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston kirjastolle, PL 202, 00151 Helsinki.

Monistettuja julkaisuja on jatkoa sarjalle: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Kalantutkimusosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" ja "Meddelanden".

Redaktör: Viljo Nylund. Redaktionssekreterare: Marja-Liisa Koljonen, Petri Suuronen.

Publikationens distribuering fastställles skilt för varje nummer.

Förfrågningar angående tidskriften riktas till bibliotekarien, Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, fiskeriforskningsavdelningen, PB 193, 00131 Helsingfors 13.

Tidskriften är fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Övriga publikationsserier från fiskeriforskningsavdelningen är "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" och "Meddelanden".

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS, KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUJA JULKAISUJA

No 71

1987

UITTOPERKAUKSET JA PERATTUJEN JOKIEN KUNNOSTUS
KALATALOUDEN KANNALTA
KIRJALLISUUSKATSAUS

LIISA HONKASALO JA ERKKI JOKIKOKKO

LOHENPOIKASTUOTANNON JA KALANSAALIIDEN KEHITYS SIMOJOESSA
KOSKIEN KUNNOSTUKSEN JÄLKEEN VUOSINA 1982 - 1985

EERO JUTILA

KALAKANNAN KEHITYS ROVANIEMEN MAALAIKUNNAN KUOHUNKIJOESSA
KOSKIEN KUNNOSTUKSEN JÄLKEEN

SAKARI KÄNNÖ

TAIMENMÄÄRÄT SUOMUSSALMEN PIISPA- JA MUSTAJOEN
KUNNOSTETUISSA KOSKISSA VUOSINA 1978 - 1985

ERKKI JOKIKOKKO

TAIMENEN POIKASTUOTANTO, KALASTUS JA SAALIIT MÄNTYHARJUN
REITIN PUUSKANKOSKESSA KUNNOSTUKSEN JÄLKEEN
VUOSINA 1978 - 1985

EERO JUTILA

RAPUKANNAN KOTIUTTAMINEN KUNNOSTETTUUN
TIILIKANJOKKEEN

MARKKU PURSIAINEN
EERO KUITTINEN
RISTO KANNEL
JARMO LOUHIMO

HELSINKI 1987

ISBN 951-8914-00-1
ISSN 0358-4623
Helsinki 1987
Yliopistopaino

ALKULAUSE

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos käynnisti v. 1982 maa- ja metsätalousministeriön pyynnöstä kolmivuotisen tutkimuksen uittoväylien entistämisen tuloksellisuudesta erilaisissa jokivesistöissä. Myöhemmin tutkimuksen kesto on jatkettu aineiston täydentämistä ja tulosten julkaisemista varten.

Tutkimuksessa ovat olleet mukana meritaimenvesistöistä Tornionjoen sivujoet, harjus- ja purotaimenvaltaisista joista Kuohunkijoki Rovaniemen maalaiskunnassa, lohijoista Simojoki, ja järvitaimenvaltaisista joista Piispa- ja Mustajoki Kiantajärven alueelta, sekä Puuskankoski Mäntyharjun reitiltä. Rapu-joista tutkimuksessa oli mukana Tiilikanjoki Nilsiä reitiltä.

Tornionjoen sivujoilla tutkimuksen rahoituksesta vastasi Suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio ja Kuohunkijoella Lapin vesi- ja ympäristöpiiri. Muissa kohteissa tutkimukset tehtiin osaksi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen omiin tutkimusohjelmiin liittyen, osaksi maa- ja metsätalousministeriön rahoituksella.

Tutkimuksessa olivat mukana vastuullisina tutkijoina Tornionjoen sivujoilla FK Erkki Ikonen, Kuohunkijoella FK Sakari Kännö Lapin vesi- ja ympäristöpiiristä, Piispa- ja Mustajoella FK Erkki Jokikokko sekä Simujoella ja Puuskankoskella MMK Eero Jutila. Kyseiset henkilöt ovat myös laatineet tutkimusraportin omasta osuudestaan. Kirjallisuuskatsauksen uittoperkausten ja kunnostuksen vaikutuksista ovat tehneet FK Liisa Honkasalo ja FK Erkki Jokikokko. Tutkimukseen on osallistunut myös lukuisia muita henkilöitä, jotka on mainittu kunkin työn kohdalla erikseen.

Aiheeseen liittyen on aikaisemmin julkaistu tutkimus Evon Luutajoen taimenkannasta sekä Vaikkojoen, Vieksinjoen ja Hosanjoen kalataloudellista kunnostusta koskevat selvitykset RKTL:n kalantutkimusosaston Monistetussa julkaisussa no 45 (1986) sekä Tornionjoen meritaimenkantaa koskeva tutkimus Monistetussa julkaisussa no 57 (1986).

UITTOPERKAUKSET JA PERATTUJEN JOKIEN KUNNOSTUS
KALATALOUDEN KANNALTA
KIRJALLISUUSKATSAUS

LIISA HONKASALO JA ERKKI JOKIKOKKO

Sisällysluettelo

	Sivu
1. Uiton historiaa.....	3
2. Uiton aiheuttamat kalataloudelliset haitat.....	5
3. Koskikalojen ympäristövaatimukset ja perkaus- ten ja kunnostusten vaikutukset biotooppeihin..	6
3.1 Taimen ja lohi.....	10
3.1.1 Pohjan rakenne.....	10
3.1.2 Virtausnopeus.....	12
3.1.3 Veden syvyys.....	13
3.1.4 Talviolosuhteet.....	14
3.1.5 Populaatioiden tiheyksiä peratuissa ja perkaamattomissa joissa.....	17
3.2 Harjus.....	19
3.3 Siika.....	20
3.4 Säyne.....	21
3.5 Rapu.....	21
4. Uittoväylien kunnostus.....	22
5. Kunnostustöiden kalataloudelliset tulokset.....	31
5.1 Istutusten tulokset.....	31
5.1.1 Istutustiheys.....	32
5.1.2 Istutusaika.....	35
6. Kiitokset.....	37
7. Kirjallisuus.....	37

1 Uiton historiaa

Kahden viime vuosisadan aikana ovat voimalat, teollisuus- ja asutusjätevedet ja uitto aiheuttaneet huomattavia kalataloudellisia haittoja. Vesivoiman käyttö on vuosisatoja vanhaa, mutta kalatalouden kannalta tuhoisin, koko joet sulkeva voimalaitosrakentaminen alkoi vasta tällä vuosisadalla. Kalataloudellisesti merkittäviä Pohjois-Suomen suuria vaelluskalajokia alettiin rakentaa vasta 1940-luvulla. Puunjalostusteollisuus alkoi kehittyä 1800-luvulta lähtien, samoin tekstiili-, nahka- ja metalliteollisuus. Teollisuuslaitosten jätevedet ovat aiheuttaneet kalataloudellisia haittoja 1800-luvulta alkaen (Kalastuskomitea 1898). 1900-luvulla ovat myös mm. elintarvike- ja kemianteollisuuden jätevedet alkaneet vaikuttaa vesistöihin ja kalakantoihin.

Uitto alkoi 1800-luvun alkupuolella, ensin sahojen ja vuosisadan loppupuolella puunjalostusteollisuuden tarpeisiin. Uitettu puumäärä kasvoi tasaisesti metsäteollisuuden kasvun myötä aina 1940-luvulle asti. Sen jälkeen autokuljetukset lisääntyivät niin paljon, että vuosittain uitettava puumäärä pysyi sillä tasolla, minkä se 1930-luvulla saavutti. Tästä määrästä uitto on vähentynyt 15-30 % parinkymmenen viime vuoden aikana. 1970-luvulla uitettu puumäärä oli karkeasti ottaen noin kolmannes teollisuuden käyttämästä puusta (Lammassaari 1979). Vuonna 1980 uitettu puumäärä oli 9,0 milj. m³ eli 20 % tehtaille tuodusta puumäärästä (Vesistöörakentamisen tarvetoimikunta 1982).

Jokia alettiin perata Etelä-Suomessa jo 1750-luvulla, pääasiallisina syinä tulvien vähentäminen pelloilta ja veneväylien parantaminen. Vuonna 1799 perustettiin Kuninkaallinen Suomen Koskenperkausjohtokunta, jonka alaisuudessa perattiin jokia valtion varoin ja satojen miesten voimin.

1800-luvun lopulla alettiin perata jokia uitonkin tarpeisiin. Lisäksi rakennettiin patoja vedenjuoksun säännöstelemiseksi

ja uittokouruja puiden ohjaamiseksi. Käytännöllisesti katsoen jokaista uittokelpoista jokea ja puroa on joskus käytetty puun kuljettamiseen. Uittoväylästä on suurimmillaan ollut noin 40 000 km (Lamassaari 1978). Useimpia jokia ja puroja on perattu miesvoimin 1900-luvun alkupuoliskolla.

Teollisuus kehittyi ja laajeni toisen maailmansodan jälkeen niin, että se kykeni tuottamaan perkauksissa tarvittavan konekaluston, toisaalta teollisuuden kasvava puuntarve johti valtavaan hakkuiden lisäämiseen. Tuolloin ryhdyttiin ensi kertaa hakkaamaan kaukana asutuskeskuksista olevia Pohjois-Suomen metsiä. Monia uittoväyliä perattiin etenkin Itä- ja Pohjois-Suomessa 1950- ja 1960-luvuilla puskutraktoreilla, yhteensä noin 10 000 km. Perkaustöihin käytettiin 1950-luvulla erityistä elvyttämisrahaa, ns. Pohjois-Suomen miljardia, vuoden 1983 rahassa n. 59 miljoonaa markkaa.

Perkauksella pyrittiin keskittämään veden virtaus ja rakentamaan suisteet koskipaikoille. Raivauksissa poistettiin suuri määrä kiviä, mikä vaikutti haitallisesti ympäröivään maisemaan ja etenkin kalastukseen. Koneilla tehdyt perkaustyöt ovat useimmilla joilla olleet laajempia kuin voimassa olleiden uittosääntöjen mukaan olisi ollut luvallista tai ne on tehty kokonaan ennen uittosääntöjen vahvistamista (Lamassaari 1986).

Näin ollen laittomista perkauksista aiheutuneet kalataloudelliset haitat ovat yleensä jääneet korvaamatta. Nyt perkauksista on kulunut jo niin kauan, että korvausten kannalta ne ovat vanhentuneet. 1970-luvun alkupuolelta lähtien on pyritty saattamaan uittosäännöstöä ajan tasalle. Suuren osan tästä työstä on muodostanut niiden kuntoonpanotoimien kirjaaminen, joita 1950- ja 1960-luvuilla tehtiin, jotta säännöt saadaan nykyajan tarpeita vastaaviksi tai tarpeettomina lakkautetuiksi ja tarvittavat kunnostustoimet arvioiduiksi (Lamassaari 1986).

Alkuun uitto oli yksinomaan irtouittoa. Irtouitto on runsaasti miestyövoimaa vaativaa ja siksi se tuli vähitellen taloudellisesti kannattamattomaksi huolimatta uiton helpottamiseksi tehdyistä perkauksista. Autokuljetuskalusto ja tiestö paranivat niin paljon, että vesistöjen latvaosien alueilla tuli kannattavamaksi kuljettaa puuta maitse sen sijaan, että olisi uitettu pikkujoissa ja puroissa. Irtouittoa harjoitetaan enää Kemi- ja Iijoella. Lieksanjoella irtouitto päättyi vuonna 1983, jolloin koko maan uittosuoritteesta oli 20% irtouittoa. Käytössä olevaa uittoväylästä, pääasiassa nippuhinausväyliä, on enää noin 9 000 km merihinausväylät mukaan lukien (Vesirakentamistöiden tarvetoimikunta 1982).

2 Uiton aiheuttamat kalataloudelliset haitat

Uiton aiheuttamat kalataloudelliset haitat voidaan jakaa kolmeen ryhmään: kalastoa haittaavat vaikutukset, kalastusta haittaavat vaikutukset ja vettä ja vesistön pohjaa likaavat vaikutukset (Kalastuskomitea 1898).

Uittomelu ja liikkuvat tukit karkottavat kaloja kutu- ja poikastuotantoalueilta ja vastuupuomit ja sumat pysäyttävät kalan kulun (Brofeldt 1949). Säyne on erityisen arka kala, siksi sen kutuaikaan osuva uitto on estänyt sitä kutemasta ja ilmeisesti monella joella tuhonnut koko säynekannan (Kalastuskomitea 1898). Uitto osuu yleensä harjuksenkin kudun aikoihin, mistä syystä harjuskannat ovat heikenneet uittoon käytetyillä joilla. Lohi ja siikakin keskeyttävät nousunsa, kun joessa uitetaan suuria määriä puuta (Kalastuskomitea 1898). Puut saattavat lisäksi vaurioittaa mätiä ja poikasia mekaanisesti (Järvinen 1979). Toisaalta tukkisumien ja -lauttojen väliin ja alle haakeutuu kaloja syömään tukkien pinnalla olevia eläimiä (Seppövaara 1982).

Uitto haittaa monesti pahimmin kalastusta: uittoväylillä ei voi käyttää minkäänlaisia seisovia pyydyksiä. Uiton jälkeenkään vedessä on niin paljon kaarnaa ym. kuorijätettä, että pyydykset

roskaantuvat pyytämättömiksi. Uittoväylille uponneet puut vaikeuttavat verkkopyyntiä uiton päätyttyäkin ja tekevät nuottauksen mahdottomaksi. Traktorivyörytyksessä veteen joutuu niin paljon maa-aineksia, että ne likaavat pyydyksiä (Brofeldt 1949, Järvinen 1979).

Puista irtoaa uitettaessa kuorta ja nilaa, joka sedimentoituu joen suvantoihin samoin kuin rannoilta vyörynyt maa-aineksin. Orgaanisen aineksen hajoaminen kuluttaa happea, mutta virtaavassa vedessä hapenkulutus ei liene määrältään joen happitaloudelle merkittävää. Sen sijaan kuoriaines peittää hitaaseen virtaan kutevien kalojen, säyneen ja harjuksen kutualueita. Lisäksi kuoriaineksen sedimentoituminen hävittää vesikasvillisuuden ja muuttaa joen pohjaeläimistöä kaloille epäedulliseen suuntaan: ravinnoksi huonosti kelpaavien harvasukamatojen määrä pohjaeläimistössä kasvaa, vesiperhosten, päivänkorentojen ja surviaissääsken toukkien määrät laskevat (Brofeldt 1949, Järvinen 1979).

Puista liukenevien parkkiaineiden myrkyllisyydestä ja kaloja karkottavasta hajusta vedessä on esitetty väitteitä viime vuosisadalta lähtien (Fiskar och... 1884, Kalastuskomiteat 1898 ja 1910, Levander 1915). Haitallisia vaikutuksia on kuitenkin ollut vaikea osoittaa.

Välillisesti uitto on saattanut myös jossain määrin suojata lohia liikakalastukselta joen alaosalla, missä verkkopyynti on estynyt uiton ajaksi.

3 Koskikalujen ympäristövaatimukset ja perkausten ja kunnostusten vaikutukset biotooppeihin

Koskia perattaessa pyrittiin keskittämään veden virtaus uomassa ja poistamaan puiden kulkua haittaavat esteet. Kivet työnnettiin joko kauas rannoille tai suisteiksi kosken reunoille ohjaamaan veden ja puiden kulkua.

Uittoperkauksista on aiheutunut seuraavanlaisia muutoksia jokiympäristössä (Brofeldt 1949, Salojärvi ym. 1981, Jutila 1982)

- Koskien pinta-ala on pienentynyt osan aiemmasta koskialueesta jäädessä kuiville tai suisteiden alle.
- Kutusomerikot ovat hävinneet laajoiltakin alueilta kun uomaa on kaivettu syvemmäksi uittoa varten.
- Veden virtausnopeus on kasvanut joen keskiosalla.
- Vedenkorkeuden vaihtelut ovat kasvaneet ja tulva-ajat lyhentyneet veden kulkua hidastavien esteiden poistamisen jälkeen.
- Kasvanut virtausnopeus on lisännyt eroosiota, mikä puolestaan on lisännyt veden samentumista.
- Eroosio on vienyt koskialueilta hienoimmat ainekset ja liettänyt ne suvantokohtiin, sora- ja hiekkapohjat ovat paikoin hävinneet kokonaan koskialueilta.
- Perattujen koskien yläpuolisten suvantojen ja järvien veden pinta on paikoin alentunut ja vesipinta-ala pienentynyt.
- Aiemmin kivikkoisten koskien vedenkorkeus on alentunut.
- Rantapuusto ja -pensaikko on tuhoutunut tai vähentynyt, minkä vuoksi varjostus on vähentynyt.
- Peratuissa koskissa entistä tasaisemmin virtaava vesi lämpenee keväällä hitaammin ja siihen liukenee happea niukemmin kuin kuohuvassa koskessa.
- Jääkannen muodostuminen on hitaampaa peratussa koskessa kuin luonnontilaisessa. Vesi jäähtyy ennen pinnan jäätymistä kylmemmäksi, minkä vuoksi syntyy hyydettä ja pohjajäätä enemmän kuin perkaamattomassa koskessa.
- Vesistön kutualueet ovat pienentyneet, kun koskipinta-alat ovat pienenneet, eroosio on syönyt soraikot ja hietikot ja suvantojen tulvarannat ovat vähenneet.
- Kalan- ja ravunpoikasten suojapaikat kivien alla ja takana sekä rantakasvillisuudessa ovat hävinneet tai vähenneet.
- Poikasten ravintotilanne on heikennyt, kun ranta- ja pohjikasvillisuus sekä rantapuusto on vähentynyt: pohjaeläimistö ja kasvillisuuden pinnalla elävä eläimistö ovat köyhtyneet ja ilmaravinnon määrä vähentynyt. Samalla tavoin myös su-

- vantojen liettyminen on vähentänyt poikasten käytettävissä olevan ravinnon määrää.
- Kevätkutuisten kalojen mädin kuolleisuus on lisääntynyt, kun keväiset vedenkorkeuden vaihtelut ovat kasvaneet ja nopeutuneet.
 - Lohen- ja taimenenpoikasten talvisin suosimat suojaa-antavat kivikot jäätyvät hyydön ja supon vuoksi pohjaa myöten.
 - Kalojen talvehtimisolosuhteet ovat huonontuneet koskissa ja niiden alapuolisissa suvannoissa olleiden syvien kuoppien häviämisen takia. Samasta syystä kookkaiden kalojen oleskelu koskialueilla on vaikeutunut kesäaikaanakin.

Koskien kalastoon kuuluvat lohikaloista lohi, taimen, vaellussiika, planktonsiika, pohjasiika ja harjus, särkikaloista säyne, turpa, salakka, mutu ja törö sekä kivenuoliainen, made ja kivisimppu. Lohi, taimen, siiat, harjus ja turpa tarvitsevat lisääntymisalueikseen koski- ja virtapaikkoja, harjus elää monissa vesistöissä koko elämänsä koski- ja virta-alueilla. Säyne suosii kutualueinaan näitä alueita, mutta sen lisääntyminen ei ole riippuvaista koski- ja virtapaikoista, vaan se kutee myös järvien ja meren rantavesiin. Salakka, mutu, törö, kivenuoliainen, made ja kivisimppu elävät jokien lisäksi myös rantavesissä, monissa joissa niillä on paikalliset kantansa. Lisäksi nahkiainen kutee koskialueilla ja sen toukat elävät ensimmäisen kesänsä koskien alaosan hietikoissa.

Uittoperkauksista eniten kärsineitä lajeja ovat lohi, taimen, virtakutuiset siiat, harjus ja säynävä. Kuhmon jokitutkimuksissa todettiin lohikaloiden määrän vähentyneen, simppujen määrän pysyneen ennallaan ja mateiden lisääntyneen huomattavasti koskien perkauksen jälkeen (Myllylä ym. 1985). Koskikalastosta lohi, taimen, harjus ja simput kilpailevat keskenään ravinnosta. Lohikaloiden pikkupoikasten petoja ovat ahven, hauki, harjus, taimen, lohi, turpa, kiiski, mutu ja särki, isompia poikasia saalistavat made, hauki, isot ahvenet,

isot taimenenpoikaset, lokit, koskelot ja minkki (Review of Baltic... 1979).

Karlströmin (1977a) esittämien tulosten mukaan simppujen ja taimenen poikasten lukumäärät ovat riippuvaisia toisistaan: mitä enemmän simppuja, sitä vähemmän taimenen ja lohen poikasia. Hyytisen (1984) mukaan asia on samoin Kitkajärveen laskevissa joissa. Kirjoeväsimppu näyttää olevan vähemmistönä siellä, missä pieniä taimenia on runsaasti. Biotooppivaati-mukset virrassa elävillä simpuilla ja taimenilla vastaavat paljolti toisiaan. Andreasson (1971) on todennut päällekkäisyyttä kivisimppujen ja taimenten ravinnon valinnassa, mikä merkitsee ravintokilpailua. Sen sijaan kivisimppu ei ole Andreassonin (1980) mukaan kovinkaan tehokas taimenen predattori. Kilpailu elintilastakaan ei ole kovin todennäköistä, sillä lajien välistä aggressiivisuutta ei juuri esiinny muulloin kuin simppujen kutuaikana talvella. Edelleen on havaittu, että taimen ja simput elävät eri syvyystasoilla. Simput elävät pohjalla ja kivien alla, ja taimen niiden yläpuolella.

Taimenistutusten yhteydessä saatujen havaintojen perusteella on ilmeistä, että made on taimenen poikasten predattori (Kantola & Juntunen 1977b, Huovila 1982). Huovilan (1982) tutkimuksen mukaan 21%:lla tutkituista mateista oli yksi tai useampia taimenenpoikasia mahassaan. Toisaalta taas Nilsson (1957) ei havainnut tutkimuksessaan mateiden syöneen yhtään taimenta. Osittain hänen tulokseensa vaikuttaa se, että kaikki mateet olivat pieniä, alle 16 cm pitkiä. Nilsson ei pitänyt madetta taimenen ravintokilpailijanakaan, koska made on keskittynyt yksinomaan pohjaravintoon, kun taimen käyttää lisäksi virran mukana ajautuvaa ravintoa. Mudun merkitys taimenen poikasille lienee vähäinen, koska pienikokoisena se ei ole petokala, eikä se toisaalta ole taimenen ravintokohde, sillä pienikokoiset taimenet syövät muuta kuin kalaravintoa (mm. Jokikokko 1983).

Taimen on ilmeisesti hyvä kilpailija, sillä esimerkiksi Kantolan ja Juntusen (1977a) mukaan eräillä Kiiminkijoen latvapuroilla oli heidän mukaansa yksikesäisiä taimenen poikasia yli 10 000 kpl/ha huolimatta lukuisista mateista. Samansuuntaisia havaintoja on myös Hyytisellä (1984) Kitkajärveen laskevasta Rintajoesta, missä joen alajuoksun koskessa oli elokuussa vuonna 1981 keväällä tehdyn taimenistutuksen jälkeen runsaasti mutuja, mateita ja kirjoeväsimpluja. Vuotta myöhemmin muu kalasto oli saanut väistyä taimenen tieltä.

Virtaavien vesien kaloille tärkeitä ympäristötekijöitä ovat pohjan rakenne, veden virtausnopeus, ravinteiden saanti ja veden laatu. Näillä on merkitystä kaikille ikäluokille. Joen pohjan rakenne ja veden virtausnopeus säätelevät kalaston laji- ja ikäryhmäkoostumusta. Samat tekijät vaikuttavat myös kalaston ravinnonsaantimahdollisuuksiin ja siten kalaston runsauteen. Peratuissa joissa elää harvempien hyönteislajien toukkia kuin luonnontilaisessa joessa, joka on elinympäristönä vaihtelevampi. Köyhtynyt hyönteislajisto ei ylläpidä yhtä tasaista ravinnon tarjontaa kuin luonnontilaisen joen monipuolinen lajisto, jossa on jatkuvasti jonkin lajin hyönteisiä runsaasti kuoriutumassa tai munimassa veden pinnalla eli helpoimmin kalojen saavutettavissa (Karlström 1985). Suuri virtausnopeus pitää mm. hauen poissa koskialueilta, mikä pienentää lohikalojen poikasten kuolevuutta.

3.1 Taimen ja lohi

3.1.1 Pohjan rakenne

Pohjan rakenne on tärkeä reviirin muodostavalle kalalle. Saman lajin eri ikäluokkien vaatimukset voivat olla erilaisia: mitä vanhempi kala, sitä karkeampaa pohja-ainesta se yleensä suosii. Lohen ja taimenen poikaset voivat kerääntyä talveksi alueille, joilla pohja-aines on erityisen lohikareista. Siellä

ne oleskelevat kivien ja liekojen alla ja välissä olevien kolojen suojassa (Karlström 1985).

Taimenenpoikaset tarvitsevat virrassa suojapaikkoja enemmän kuin lohet. Karlström (1977a) totesi taimenenpoikasten, etenkin vuotta vanhempien, esiintyvän pääasiassa sellaisilla paikoilla, missä pohja oli kivikkoista, kivien läpimitta useimmiten vähintään 20 cm. Uittoperkauksissa on raivattu nimenomaan tällaisia koskikivikkoja ja niistä poistettu etenkin suuret lohkat.

Kivien antaman suojan taimenenpoikasille voi joskus korvata myös vesikasvillisuus, jolla on todettu olevan merkitystä varsinkin kalan ensimmäisten elinkausien aikana (Karlström 1977a, Mortensen 1977, Louhimo ja Honkasalo 1986), mutta sen kehittymiselle ei ole mahdollisuuksia peratessa, erodoituneessa koskessa. Taimenenpoikaset näyttävät viihtyvän paremmin sellaisissa koskissa, joita varjostaa rannan puusto ja pensaikko, kuin aivan avoimissa paikoissa (Karlström 1977b). Kasvillisuus jokiuoman yläpuolella lisää taimenenpoikasten suosimansa ilmaravinnon eli lentävien hyönteisten ym. terrestristen organismien määrää (Lindroth 1955). Uittosuisteet kuitenkin estävät monin paikoin puuston kehittymisen joen varteen.

Lohenpoikaset viihtyvät sellaisissa koskissa, missä kivet ovat pienehköjä, läpimitaltaan pari - parikymmentä senttimetriä. Ne suosivat voimakkaampaa virtaa kuin taimenenpoikaset.

Useiden tutkimusten mukaan (mm. Karlström 1977a, 1977b, Louhimo ja Honkasalo 1986) taimenen poikaset suosivat karkeita lohkatrepohjia. Taimenen suhtautuminen valoon selittää Karlströmin (1977b) mukaan taimenen viihtymisen lohkatrepohjilla ja rantavyöhykkeellä, sillä varjoisina alueina ne suojaavat kaloja predaatiolta paremmin kuin hienorakeiset ja avoimet pohjat. Osasyynä voivat olla myös ravintotekijät, sillä mm.

Pennak & van Gerpen (1947) totesivat, että lohikarepohjalla benthisten vesiselkärangattomien tuotto on suurempi kuin hienorakeisilla pohjilla. Karkea materiaali on tukeva alusta hyönteisille ym. eliöille, ja se antaa paremman suojan virran voimaa vastaan.

Suojapaikkojen merkityksen lohikalojen viihtyvyydelle voi havaita monista tutkimuksista, missä on verrattu luonnontilaisten ja perattujen koskien kalamääriä toisiinsa (mm. Boussu 1954, Saunders & Smith 1962, Hunt 1976, de Vore & White 1978). Elserin (1968) tutkimuksissa taimenia oli 78 % enemmän luonnontilaisilla jokiosuuksilla kuin raivatuissa koskissa, joissa oli noin 80% vähemmän suojaa.

Perkauksista kärsivät erityisesti vuotta vanhemmat poikaset, jotka viihtyvät kivikkoisimmissa koskissa (Karlström 1977c).

3.1.2 Virtausnopeus

Virtausnopeus on toinen tärkeä tekijä reviirin muodostamisen ja kannan tiheyden kannalta. Jos nopeus laskee alle tiettyjen kriittisten arvojen, kala jättää reviirin (Lindroth 1955). Eri lajien välillä on selviä eroja, samoin lajin sisällä eri kokoluokkien välillä. Lohi näyttää olevan kaikkein voimakkainta virtaa suosiva laji (Karlström 1985). Se on morfologialtaan sopeutunein elämään voimakkaassa virrassa aivan pohjan tuntumassa: se on virtaviivainen, rintaevät ovat suuret ja voimakkaat ja uimarakko on pienempi kuin taimenenpoikasella (Review of Baltic... 1979).

Taimenenpoikasia esiintyy pääasiassa sellaisissa koskissa, joissa virrannopeus on alle 0,5 m/s ja jopa alle 0,1 m/s (Karlström 1977a). Veden virtauksen keskittäminen joen tai puron keskiosalle on monissa perkauksissa suurentanut virtausnopeuden taimenenpoikasille epäsuotuisan suureksi. Tai-

menet tarvitsevat talvehtimispaikoiksi sekä isojen poikasten suojapaikoiksi koskialueille syviä kuoppia, jollaiset ovat monissa joissa hävinneet perkauksen seurauksena.

Lohenpoikasia esiintyy harvoin virrassa, jonka nopeus on alle 0,1 m/s, runsaimmin niitä on yli 0,5 m/s virtausnopeudessa. Vuotta vanhempia lohenpoikasia oli Karlströmin (1977a) tutkimuksen mukaan runsaimmin yli 1 m/s virtausnopeudessa. Lohenpoikasten asuttamat kosket ovat usein valoisampia, puusto ja pensaikko varjostaa niitä vähemmän kuin taimenenpoikasten suosimia koskia (Karlström 1977a).

Taimenenpoikaset ovat selvästi aggressiivisempia reviiriensä puolustajia kuin lohet (Lindroth 1955, Kalleberg 1958). Ne pysyvät reviirillään hiljaisemmässakin virrassa kuin lohenpoikaset. Siksi ne kykenevät valtaamaan reviirinsä ravinnonsaannin ja suojapaikkojen kannalta edulliselta joen reuna-alueelta. Reuna-alueiden suhteellinen osuus on suurempi pienillä joilla kuin suurilla, siksi pienet joet ovat taimenvaltaisia tai useimmiten niissä on vain taimenta. Suurilla joilla taas avoimen ja voimakasvirtaisen alueen osuus on suurempi ja siksi ne ovat lohivaltaisia ja taimenenpoikasia on vain reuna-alueilla ja sivujoissa (Review of Baltic... 1979).

3.1.3 Veden syvyys

Veden syvyyden merkitys taimenen poikasille on hyvin suuri. Lindrothin (1955) mukaan meritaimenen poikaset asettuivat koskissa alle 30 cm:n syvyyteen ja kalat siirtyivät elinalueillaan jatkuvasti ylä- ja alavirtaan pitkin matalaa rantavyöhykettä sen mukaan, miten vedenkorkeus päivittäin muuttui säännöstelyn seurauksena. Symons & Heland (1978) totesivat kokeissaan, että merilohien iän lisääntyessä veden syvyysvaatimus kasvoi. Gardinerin (1984) mukaan kesänvanhat taimenet olivat yleensä matalassa, hitaasti virtaavassa vedessä lähellä törmää, ja vanhemmat kalat syvemässä, nopeammin virtaavassa

vedessä tai suvannoissa. Veden syvyyden merkityksen taimenen populaatiotiheyden kannalta on osoittanut myös Schuck (1943a,b).

Louhimo ja Honkasalo (1986) havaitsivat Evon Luutajoella pu-rotaimenen nuorimpien ikäluokkien suosivan matalaa vettä, heidän mukaansa se johtui lähinnä matalikoilla vallitsevasta sopivasta virtausnopeudesta. Egglisshaw & Shackley (1982) totesivat veden syvyyden tai jonkin siihen liittyvän tekijän määräävän elinympäristön sopivuuden lohen ja meritaimenen poikasille. Pienessä virran nopeudessa poikasten on helpompi säilyttää asemansa, ja energiankulutus on vähäisempää kuin voimakkaassa virrassa.

Taimenen poikaset viihtyvät matalassa rantavedessä myös Karlströmin (1977a) ja Bohlinin (1977) tutkimusten mukaan. Tämä kesänvanhojen taimenen poikasten esiintyminen matalassa rantavyöhykkeessä johtuu Bohlinin (1977) osittain kesänvanhojen ja 2-kesäisten välisestä kilpailusta. Kesänvanhat taimenet heikompina joutuvat väistymään niille muutoin sovelialta syvemmillä biotoopeilta ja niiden on pakko siirtyä kaikkein matalimmille rannan osille, missä kuiville joutumisen vaara on ilmeisin.

3.1.4 Talviolosuhteet

Jään muodostuminen joessa voi tapahtua kolmella eri tavalla (Maciolek & Needham 1952). Pintajää alkaa muodostua uoman ja kivien reunamilta kohti sulaa keskustaa, kunnes yhtenäinen kerros on muodostunut, ja jää vahvistuu altapäin kiteytymällä. Jäätyminen voi tapahtua, vaikka vesimassan lämpötila olisi selvästi 0°C:n yläpuolella. Kun veden lämpötila laskee asteen murto-osia alle 0°C:n kuten koskipaikoissa voi sattua, jäätä alkaa muodostua vesimassan sisään ja syntyy hyydettä. Pienten jääkiteiden muodostuessa vesi hyhmääntyy jään ulottuessa vel-

limäisenä, pehmeänä ja läpikuultavana massana koko vesipatjan paksuudelta. Joen pohjalle voi muodostua suppoa, jos veden pinta ei ole jäässä. Selkeinä, kylminä öinä joen pohjalta pääsee tällöin säteilemään lämpöä, jolloin pohjan lämpötila laskee hivenen 0°C:n alapuolelle. Veteen joen pohjalle muodostuu jääkiteitä, jotka kiinnittyvät alijäähtyneeseen joen pohjaan. Usein päivisin jääkerros irtoaa pohjasta lämpötilan noustessa.

Jääkannen muodostuminen antaa suojaa taimenille muuten avoimilla rannoilla, ja kalat käyttävät sitä hyväkseen (Maciolek & Needham 1952, Logan 1963). Pinnan alapuolisen jään merkitys on kuitenkin paljon suurempi, sillä sen on havaittu tukkivan uomia aiheuttaen tulvimista tai toisaalta kalojen tukehtumista kuiville jäävissä uomissa (Maciolek & Needham 1952) sekä irrottavan pohjasta kasvillisuutta, eläimistöä ja pohjamateriaalia (Maciolek & Needham 1952, Benson 1955). Yleensä otaksutaan taimenten olevan talvella vähemmän aktiivisia kuin kesällä, jolloin kalat syövät runsaasti ja valtaavat itselleen reviirin. Talvella kalojen aineenvaihdunta on hidasta, joskin taimenten on todettu olevan aktiivisia myös kylmässä vedessä ja syövän säännöllisesti läpi talven (Maciolek & Needham 1952, Lindroth 1955, Reimers 1957, 1963, Needham & Jones 1959).

Reimersin (1957) mukaan kalojen käytettävissä on talvella kuitenkin vähän ravintoa, sillä taimenilta ja kirjolohilta on talvella tavattu huomattavasti vähemmän ravintoa kuin kesällä huolimatta kalojen aktiivisesta ravinnon etsimisestä. Esim. tutkituista 66 taimenen mahasta vain kaksi oli täysin tyhjää, mutta loput eivät olleet edes puoliksi täynnä, ja tästäkin ravintomäärästä suuri osa saattoi olla sulamatonta materiaalia, detritusta, mikä viittaa ajoittaiseen ravinnon vähyyteen - kalat näyttävät syöneen sitä, mitä olivat saaneet. Reimersin (1957) mukaan käytettävissä olevan ravinnon vähyyksi ei yksin selitä talviaikaista kuolleisuutta, sillä koeolosuh-

teissa kalat ovat paastonneet talven yli hyvinkin pienin tappioin. Tärkeimpänä syynä talvikuolevuuteen ovat fysikaaliset tekijät: jää, hyhmä, sortuvat lumivallit ja virtausten suuri vaihtelu, jotka aiheuttavat tukehtumista ja väsymistä. Reimers (1963) totesi kirjolohilla voimakkaan kuntokertoimen laskun talven kuluessa, ja alhaisimmillaan kuntokertoimet olivat keväällä. Tällöin kuolevuus oli myös suurinta, mikä johtui kalojen yleiskunnon heikkoudesta, jolloin ne eivät pystyneet enää käyttämään hyväkseen päivän pitenemistä, veden lämpenemistä ja käytettävissä olevan ravinnon määrän lisääntymistä. Lämenneessä vedessä kalojen aktiivisuus ja hapen kulutus lisääntyivät yli kalojen senhetkisen sietokyvyn aiheuttaen kuoleman.

Varsinkin ensimmäistä talveaan viettäviä poikasia talviset olosuhteet karsivat voimakkaasti. Jos populaatio on liian tiheä, kaikille kesänvanhoille poikasille ei ole riittävän hyvää talvehtimiseen sopivaa suojapaikkaa. Reuna-alueille joutuneita poikasia talvi rasittaa nopeasti, eivätkä niiden voimat yleensä riitä keväiseen kuntoutumiseen. Allenin (1969) selvitysten mukaan lohikalojen reviirit muodostavat usein vain 2-20 % kosken pohja-alasta, mikä osoittaa, että vain pienessä osassa kosken pohja-alasta vallitsevat kelvolliset elinolosuhteet.

Jään ja lumen vuoksi kalojen elintila on talvella pienempi kuin kesällä. Kalat minimoivat talven rasituksia siirtymällä hidasvirtaiseen ympäristöön, sillä Karlström (1977b) totesi lohen poikasten viihtyvän syksyllä heikommassa virrassa kuin kesällä. Lohen ja taimenen poikasten on kuitenkin havaittu jäävän talveksi koskeen (Lindroth 1955, Karlström 1977b, Myllylä ym. 1985). Tällöin poikaset välttävät talven ankaruutta hakemalla suojaa pohjasta, ja poikasten reviirit ovat kesäisiä pienemmät ja aggressiivisuus on vähäisempää (Hartman 1963).

Taimenet oleskelevat suurimmaksi osaksi suojapaikassaan siirtyen vain lyhyitä matkoja. Aurinkoisina, lämpiminä päivinä taimenet voivat liikkua jopa pienissä parvissa (Maciolek & Needham 1952, Olkio, suull. ilmoitus, ref. Massala 1985). Muuttaman lämpöasteen lisäys ilmassa ja vedessä tai tilapäisten tulvavirtaamien on lisäksi havaittu aktivoineen taimenten ravinnonottoa (Maciolek & Needham 1952, Needham & Jones 1959).

3.1.5 Populaatioiden tiheyksiä peratuissa ja perkaamattomissa joissa

Karlström (1977b ja c) on arvioinut sähkökalastusmenetelmällä taimenen poikastiheyksiä Skelleftejoen peratuilla ja perkaamattomilla koskilla. Luonnontilaisilla koskilla poikastiheys oli keskimäärin 5,5 kpl/100 m² ja peratuilla vain 0,9 kpl/100 m². Ängesjoella, missä taimenen lisäksi kutee myös lohi, taimenen poikastiheys oli perkaamattomilla koskilla keskimäärin 0,6 kpl/100 m² ja peratuilla koskilla vain 0,1 kpl/100 m². Luutajoella Lammilla taimentiheys oli 10,6 kpl/100 m² luonnontilaisilla koskialueilla ja 4,9 kpl/100 m² peratuilla koskialueilla (Louhimo ja Honkasalo 1986). Kiantajärveen laskevissa joissa on sähkökalastuksella todettu taimenen poikastiheyksien vaihtelevan koneella peratuilla koskilla 0-2,5 kpl/100 m² ja luonnontilaisilla koskilla 2,5-42,8 kpl/100 m² (Salojärvi ym. 1981).

Sotkamon reitillä Oulujoen vesistössä on järvitaimenen poikastuotannon arvioitu alenneen uiton vuoksi 9 500 kpl/v (32,4 %) luonnontilaisesta 29 300 kpl/v poikastuotannosta yhteensä 94 ha:n poikastuotantoalueilla (Salojärvi ym. 1983b). Kiantajärven alueella on arvioitu uittoperkausten aiheuttamaksi poikastuotannon alenemaksi yhteensä 18 ha:n poikastuotantoalueilla 4200 kpl/v eli kaksi kolmannesta luonnontilaisesta (Salojärvi ym. 1983a).

Karlström (1977b ja c) on selvittänyt sähkökalastuksella lohenpoikastiheyksiä Ängesjoen perkaamattomilla ja peratuilla koskialueilla. Luonnontilaisilla koskilla poikastiheys oli keskimäärin 3,2 kpl/100 m² ja peratuilla alueilla keskimäärin 1,4 kpl/100 m². Simojoella lohenpoikasia oli 5-10 kpl/100 m² luonnontilaisilla koskilla ja 1-4 kpl/100 m² peratuilla koskilla (Toivonen ja Jutila 1982). Perkaus on siten vähentänyt joen smolttituotantoa noin kolmanneksella, ts. noin 10 000 - 20 000 smolttia vuodessa, mikä vastaa 10 000 - 20 000 kg:n saaliin menetyksiä (Jutila 1985).

Lewis (1969) totesi kuudesta mittaamastaan fysikaalisesta tekijästä suojan tärkeimmäksi taimenen kannalta ennen muita tekijöitä, esim. virran nopeutta. Yhdessä nämä selittivät 66 % taimenen määrän muutoksista tutkitulla alueella. Binns ja Eiserman (1979) mittasivat seuraavia tekijöitä arvioidessaan eri jokien soveltuvuutta taimenen elinympäristöksi: loppukesän virtaama (oltava riittävän suuri), vuotuinen virtaama (ei saa vaihdella lainkaan tai vain hyvin vähän), veden maksimilämpötila kesällä (12,6 - 18,6°C, nitraattitypen määrä (0,15 - 0,25 mg/l), kaloille tarjolla olevan ravinnon määrä (yli 500 kpl/0,1 m²), ravinnon diversiteetti (oltava suuri), suojan määrä (yli 55 % pinta-alasta), vyöryvien ja murenevien penkkojen osuus (ei saa olla suurempi kuin 0,9 % rannan pituudesta), pohjakasvillisuuden määrä (oltava runsaasti), virtausnopeus (45,6 - 76 cm/s) ja virran leveys (5,4 - 6,6 m). Suoluissa olevat luvut ovat kunkin laatutekijän optimiarvoja taimenten kannalta. Binns ja Eiserman (1979) totesivat, että mittaamalla ja luokittelemalla kyseiset tekijät voitiin suurimpien jokien taimenmäärät laskea näin usein nopeammin, helpommin ja halvemmalla kuin perinteisellä sähkökalastusmenetelmällä.

3.2 Harjus

Harjuksenpoikaset suosivat samantyyppisiä vesiä kuin taimenpoikaset, ne eivät viihdy niin kovassa virrassa kuin lohenpoikaset ja hyötyvät kosken kivikon antamasta suojasta. Harjus voi kuitenkin usein olla huomattavasti hienorakeisemmalla pohjalla kuin taimen tai lohi, jopa hiekkapohjalla (Karlström 1985). Harjuksenpoikaset eivät näytä kärsivän perkauksista yhtä pahasti kuin taimenet: monessa peratussa vesistöissä, mistä taimenkannat ovat kadonneet kokonaan, harjuskanta on säilynyt lisääntymiskykyisenä.

Peratuista koskista erodoituneen aineksen sedimentoituminen suvantoihin ja sen seurauksena suvantojen mataloituminen on ilmeisesti vähentänyt harjukselle sopivia elinympäristöjä. Harjus kutee vain puhtailla kivikko- ja soraikkopohjilla (Seppovaara 1982).

Harjus kutee keväällä jäiden lähdön jälkeen. Tulvan nopea nousu ja lasku peratussa joessa saattaa heikentää lisääntymisen onnistumista (Järvinen 1979).

Harjus ei varaa kutureviirejä kuten lohi ja taimen, siksi kutualueiden pieneneminen ei vähennä sen lisääntymistä yhtä paljon kuin lohen ja taimenen lisääntymistä (Seppovaara 1982).

Oulujoen vesistön Hyrynsalmen reitillä uittoperkausten on arvioitu tuhonneen harjuskannan useissa Emäjoen sivuvesistöissä, samoin osassa Vuokki- ja Kiantajärveen laskevia jokia. Koko Hyrynsalmen reitin harjuskannoille aiheutettujen vahinkojen kompensointiin tarvittavista 396 000 0-vuotiaan harjuksenpoikasen istutuksista on uiton osuudeksi arvioitu 170 500 kpl (Salojärvi ym. 1983a).

Oulujoen vesistön Sotkamon reitillä uittoperkausten on arvioitu tuhonneen harjuskannan useista sivuvesistöistä ja reitin yläosasta. Harjuskantojen heikkenemisen kompensointiin tarvittavista noin 400 000 0-vuotiaan harjuksenpoikasen istutuksista uiton osuudeksi on arvioitu 144000 kpl (Salojärvi ym. 1983b). Sähkökalastuksissa Oulujoen vesistön latvoilla Salojärvi ym. (1981) eivät saaneet koneellisesti peratuista koskista lainkaan harjuksia.

3.3 Siika

Plankton- ja vaellussiian kutualueet ovat sijainneet jokien virta- ja koskialueilla. Koskien perkauksen vuoksi siikojen kutualueet ovat supistuneet huomattavasti. Jäljelle jääneillä kutualueilla mädin kuolevuus on lisääntynyt mm. syystalven hyydönmuodostuksen vuoksi (Salojärvi ym. 1981). Sormusen ja Dahlströmin (1967) arvion mukaan siika pystyy lohikaloista parhaiten säilyttämään kutualueensa peratussa koskessa, koska se nousee vain kutuajaksi virtaan ja poikaset laskeutuvat vastakuoriutuneina pois eivätkä tarvitse suoja- ja levähdyspaikkoja.

Oulujoen vesistön Hyrynsalmen reitillä ovat jokikutuiset siikakannat taantuneet pahasti voimalaitosrakentamisen ja uittoperkausten vuoksi. Kiantajärvessä on ollut oma virtakutuinen siikakantansa, jonka kutupaikat ovat olleet järven pohjoisosaan laskevissa joissa. Uittoperkausten jälkeen siian lisääntyminen on vaikeutunut, perkauksista johtuvan saaliin aleneman arvioidaan olevan 8 300 kg/v. Vahingon kompensoimiseen arvioidaan tarvittavan 750 000 kesänvanhan planktonsiianpoikasen istuttaminen vuosittain (Salojärvi 1983a).

Oulujoen vesistön Sotkamon reitillä on uittoperkausten aiheuttamaksi jokikutuisten siikasaaliiden alenemaksi arvioitu 11 900 kg/v. Vahinkojen kompensointiin arvioidaan tarvittavan

595 000 kesänvanhan planktonsiianpoikasen istutus vuosittain (Salojärvi ym. 1983b).

3.4 Säyne

Säyne on kevätkutuinen kala, se kutee pari viikkoa jäiden lähdön jälkeen, kun veden lämpötila on kohonnut 5-7°C:een (Cala 1970, Segerstråle 1983). Säyne kutee matalaan veteen: Lokan säyneet noin metrin syvyyteen (Mutenia 1978) ja Suomenlahden rannikolla puolen metrin syvyyteen, usein jopa matalampaan (Segerstråle 1983). Kutupaikat ovat hyvin rajalliset, kivikko- tai somerikkopohjia tai kasvillisuusrantoja, missä vesi virtaa ja happea on runsaasti. Mäti on voimakkaasti takertuvaa. Mädin kehitys kestää lämpötilasta riippuen 2-4 viikkoa (Hurme 1967). Uittoperkaukset ovat ilmeisesti monin paikoin tuhonneet säyneen kutupaikkoja, ja vedenkorkeuden vaihtelut ovat kasvaneet perkausten seurauksena niin suuriksi, että matalassa vedessä oleva mäti jää kuiville. Säyne kutee hiljaisempaan virtaan kuin lohikalat, joten perkausten seurauksena voimistunut virta on myös saattanut vähentää kutu-alueita.

Oulujoen vesistöissä Sotkamon reitillä on arvioitu, että säyne-kantojen häviäminen lähes olemattomiin reitin yläosassa johtuu uittoperkauksista, suurilla säännöstelyillä järvillä säännöstely on tuhonnut kannat. Uittoperkausten aiheuttaman saaliin aleneman arvioidaan olevan 5 000 kg/v, säännöstelyn aiheuttama alenema lienee noin 10 000 kg (Salojärvi 1983b).

3.5 Rapu

Parhaita ravun elinalueita ovat kivikkoiset, virtaavat vedet. Kivenkolot antavat suojaa rapuille ja niiden poikasille, rapuille sopivaa ravintoa on runsaasti ja veden pyörteisyys ja virtaus pitävät veden happipitoisuuden hyvänä.

Perkaustyöt ovat rapukannoille tuhoisia. Varsinaiselta toimenpidealueelta ravut häviävät yleensä kokonaan. Pohjan ja rantapenkereiden kaivaminen tuhoaa rapujen suojapaikkoinaan käyttämät kolot ja hävittää suojaa ja ravintoa tarjoavan kasvillisuuden. Samalla veteen joutuu suuria määriä kiintoaineita, joiden haittavaikutukset ulottuvat kauas alavirtaan. Pahimmillaan kiintoaine aiheuttaa rapujen tukehtumisen tukkimalla niiden kidukset. Lisäksi virrassa kulkeutuva kiintoaines liettää umpeen rapujen suojakolot ja peittää niiden laitumet. Kevät- ja syystulvien aikana veteen joutuu perkauksen jälkeen usean vuoden ajan suuria määriä liettävää irtainta maa-ainesta (Westman 1981, Pursiainen ja Westman 1982).

Niemi (1982) totesi rapukannan pienentyneen Pyhäjoella 80-90% välittömästi perkausten jälkeen. Kolmen seuraavan vuodenkaan kuluessa ei rapukanta elpynyt.

Liettyminen vähetessä ja jokiuoman luonnonmukaistuessa rapukanta voi elpyä vähitellen perkaamattomilla alueilla ja sivupuroissa säilyneistä kannoista. Kanta ei kuitenkaan palaudu entisen vahvuiseksi, koska virtausesteitä raivattaessa on hävitetty suurin osa rapujen suojapaikoista, ja avoimeksi uomaksi raivatun joen pohjapinta-ala on huomattavasti luonnontilaisista pienempi (Niemi 1982). Peratussa uomassa vedenkorkeuden vaihtelut ovat voimakkaammat kuin luonnontilaisessa, mikä on tuhoisaa etenkin pikkupoikasvaiheessa matalassa rantavyöhykkeessä elävälle ravulle (Hamrin 1979, Pursiainen ja Westman 1982).

4 Uittoväylien kunnostus

Irtouiton lakattua ovat uittosäännöt käyneet tarpeettomiksi. Käytöstä pois jääneitä uittoväyliä on lähes 400 kpl (Porttikivi 1984). Uittosääntöjen kumoamisen yhteydessä on vesistön käyttöä haittaavat ja vaarantavat rakennelmat ja laitteet

poistettava. Koskien perkausta ei aiemmin katsottu vesistön käyttöä haittaavaksi tai vaarantavaksi uittoa varten tehdyksi rakenteeksi. Niinpä uittosäntöjen kumoamisen yhteydessä ei koskia yleensä määrätty kunnostettavaksi kalataloutta varten joitakin vähäisiä kiveämisiä lukuun ottamatta. Korkein hallinto-oikeus otti tähän kuitenkin kantaa Vaalan Kutujoen vesistön uittosäännön ja siihen vahvistettujen muutosten kumoamista koskevassa päätöksessään 13.1.1977. KHO:n päätöksen mukaan "joen uomassa suoritettut koskien perkaukset ovat vesistön kuntoonpanoa uittoa varten tehtyjä vesilain 5. luvun 30 :n 3. momentissa tarkoitettuja rakenteita, joista voi aiheutua haittaa vesistöä käytettäessä ja joita uiton vesistössä lakattua on mainitun lainkohdan mukaan muutettava, jos se on haitan torjumiseksi tarpeellista". Koska koskien perkauksista on aiheutunut kalataloudellista haittaa, on KHO:n kannanoton perusteella uittosäntöjen kumoamisiin liitettävä koskien kalataloudellinen kunnostaminen (Salojärvi ym. 1981). Vesirakentamistöiden tarvetoimikunnan (1982) kanta oli myös se, että uittosäntöjä kumottaessa vesistö tulee aina, mikäli luontaisia edellytyksiä on, kunnostaa myös kalataloudelliseen käyttöön.

1970-luvun loppupuolelta alkaen on uittosäntöjen kumoamis- päätöksiin liitetty koskien kunnostamisvelvoitteita. Suurin kunnostamistyö on tehty Simojoella, josta vesioikeuden päätös on annettu vuonna 1975. Kunnostuksia on tehty lisäksi Kainuussa, Pohjois-Savossa ja Lapissa.

Vesirakentamistöiden tarvetoimikunnan (1982) suunnitelman mukaisesti vuosina 1983-1986 on tarkoitus kumota 149 uittosäntöä. Osa näistä väylistä sekä niistä, joilta uittosäntö on jo aiemmin kumottu, voidaan ja on syytä kunnostaa kalataloudellisesti.

Perkaustöiden yhteydessä on siirrettävistä kivimassoista usein rakennettu puiden kulkua ohjaavia suisteita. Isoilla joilla, missä suisterakenteet ovat selvät, suisteisiin on vesioikeuspäätöksissä määrätty avattavaksi aukkoja, joiden leveydet vaihtelevat 5-10 m. Virtaan nähden poikittaissuuntaisiin suisteisiin on tehty useampia pieniä aukkoja ja virran suuntaisiin suisteisiin pitempiä aukkoja harvempaan. Aukot on pyritty sijoittamaan siten, että suisteen taakse tulisi aikaisempaa luonnonmukaista tilaa vastaava virtaama. Tästä syystä aukot on tehty pääasiassa rannan puoleiseen yläpäähän ja jos suisteen alapää on lähellä rantaa, on suistetta hajotettu myös sieltä.

Suisteisiin tehtävillä pienillä aukkoilla on arvioitu saavutettavan seuraavia etuja:

- aukkojen väliin jäävät suisteen osat muodostavat suojapaikkoja kaloille
- virtaus jakautuu tasaisesti suisteen alapuolisessa, nykyisin kuivana olevassa vesistön osassa, jolloin koko alapuoliseen kivikkoon muodostuu poikastuotannolle sopivaa aluetta
- yhdestä aukosta tuleva virtaus suuntautuisi kapealle alueelle
- rannan ja pohjan syöpymisen vaara vähenee

Suisteisiin tehtävistä aukoista saatavat suuret kivet on pyritty sijoittamaan kaloille suojakiviksi ja eräissä tapauksissa ohjaamaan virtausta aukkoihin. Pienemmät kivet ja maa-massat on sijoitettu aukon ylä- ja alapuolelle tekokosken muotoon.

Tällä tavoin on pyritty lähinnä ohjaamaan vettä suisteiden takana oleville koskialueille, tämä ei paranna ratkaisevasti peratun keskiosan pohjan rakennetta tai virtausoloja. Kuivina

kausina pääosa vedestä virtaa keskiuoman kautta, jolloin reuna-alueet jäävät kuiville.

Pienillä joilla suisterakenteet eivät ole selviä, joten kunnostustyöt käsittävät rannoille koottujen kivivallien hajottamista koskiin. Koskien kiveämisessä on tärkeää saada paras mahdollinen pohjarakenne yhdistetyksi hyvään veden virtausnopeuteen, jolloin työskentelyä säätelevät seuraavat periaatteet (Karlström 1985)

- kivet ja lohkareet sijoitetaan sattumanvaraisesti vesistöön, usein järjestyksessä oleviin ryhmiin
- kivistä ja lohkareista muodostetaan kynnyksiä, jolloin kynnysten väliin luodaan syvempiä onkaloita
- virtauksen keskittäjiä sijoitetaan virtauksen ohjaamiseksi sopivan syvyyden ja virtausnopeuden aikaansaamiseksi

Perkausten seurauksena on koskien yläpuolisissa suvannoissa veden pinta laskenut. Tällaisissa tapauksissa on siirrettävä rannoilta ja suisteista suurimpia kiviä koko kosken niskan alueelle ja niin leveälle alueelle, että kivet eivät pääse siirtymään jäiden ja tulvaveden vaikutuksesta.

Uittoväylään sijoitetut padot ja muut tukkeja ohjaavat rakenteet on tehty joko puusta ja kivistä tai yksinomaan kivistä. Padoilla on suljettu uiton kannalta hankalia putaita. Niiden ulkopuolelle jääneillä alueilla veden virtaus on vähäinen ja vesisyvyys niin pieni, ettei niissä kala pysty elämään. Padot on purettava siten, ettei niiden yläpuolella oleva vesipinta pääse laskemaan haitallisesti, minkä vuoksi jotkin padot on purettava vain osittain. Hajoitettavien osien kivet on levitetty väylään tekokosken muotoon. Padoilla voi olla myös hyödyllinen merkitys, jos niillä voidaan ylläpitää kohtuullista virtaamaa myös normaalisti vähävetisinä kausina (Karlström 1985). Tämä edellyttää yläpuolisten vesien lievää säännöstylymahdollisuutta.

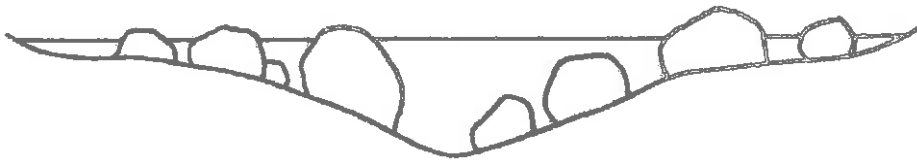
Pienissä vesissä koskien kunnostamisen ongelmana on usein liian vähäinen syvyys ja veden vähyys vähävetisinä vuodenaikoina. Jos tällaiseen jokeen sijoitetaan paljon kiviä liian sattumanvaraisesti, saattaa veden virtausnopeus pienentyä, jolloin on riskinä hauen tuleminen alueelle ja se, että suurimmille kaloille ei ole tarpeeksi syviä alueita (Karlström 1985). Kynnyksien rakentamisella saadaan koskeen vaihteleva virran nopeus sekä talvehtimiseen ja isoille poikasille soveltuvia suojapaikkoja. Lisäksi kivivallit edistävät suojaavan jääkannen muodostumista, jolloin koski ei jäädy pohjamyöten (Porttikivi 1985).

Kunnostustyöt tehdään pääasiassa kaivinkoneilla. Koneet on pyrittävä siirtämään uomaa myöten, jotta rantapenkereille aiheutuisi mahdollisimman vähän vaurioita. Työssä on pyrittävä välttämään rakenteiden kaavamaisuutta. Kunnostustyöt on aloitettava jokien latvoilta päin ja edettävä alajuoksulle, jolloin minimoidaan eroosio-, samentumis- ja liettymishaitat. Lyhytaikainen veden samentuminen on edullistakin, koska se karkottaa koskesta lähes kaikki kalat, mm. simput ja mateet, jolloin seuraavana keväänä tehtävät lohikalojen pikkupoikasistutukset tuottavat paremman tuloksen (Myllylä ym. 1985). Koskiin sijoitettujen kivien takaa on poistettava kaivinkoneen kauhallinen maata kalojen oleskelusyvänteiden muodostamiseksi. Näin saadaan mataliin koskiin 50-80 cm:n, mielellään yli metrinkin, syvyisiä kuoppia ja altaita.

Vesioikeuksien päätöksissä on kunnostushankkeiden suunnittelussa otettu huomioon kalatalouden edun lisäksi myös veneilyn ja melonnan tarpeet sekä ns. kriisiaikojen uittoväylien tarve. Näiden vuoksi jokiuomiin on kunnostettaessa jätetty 3-5 m:n levyinen avoin väylä keskelle. Tästä syystä kunnostustöillä ei ole saavutettu jokien luonnontilan mukaista kalataloudellista arvoa. Avoin väylä ei ole luonnontilaisen kosken veroista kutu- ja poikastuotantoaluetta ja toisaalta rantakivikkoi-

hin ei ole kaikkialla riittänyt poikastuotannon kannalta riittävää veden virtaamaa. Vesirakentamistöiden tarvetoimikunnan (1982) kannan mukaan kriisiajan uittomahdollisuuksiin ei tarvitse varautua muuten kuin niissä vesistöissä, joissa vielä nykyisin harjoitetaan uittoa, koska kriisiajan uittomahdollisuuteen varautuminen aiheuttaa kunnostuksessa vaikeuksia ja lisäkustannuksia.

Kriisiajan uittoväylän ei kuitenkaan välttämättä tarvitse merkitä kiveämistöiden epäonnistumista, sillä tärkein tekijä lienee pohjan poikkileikkausprofiili, mikä viime kädessä määrää veden jakautumisen koskeen. Kuvassa 1 on selvä keskiuoma, joka on syntynyt aikoinaan ruoppauksen yhteydessä tai se on jätetty kiveämättä koskea kunnostettaessa, ja rannat ovat matalat.



Kuva 1. Poikkileikkaus entisöidystä koskesta, jossa on syvä keskiuoma.

Tällaisessa koskessa on reunaosissa sopivia alueita pikku-poikasille, ja syvässä vedessä on elintilaa vanhemmille poikasille, joskin keskiuoma rajoittaa jossain määrin vaelluskokoisten taimenten elinmahdollisuuksia. Kuivina kausina reunaosat jäävät kuitenkin ilman vettä, jolloin pikkupoikasten elinmahdollisuudet kaventuvat merkittävästi. Lisäksi talvella matalat rannat voivat jäätyä pohjaa myöten veden virratessa keskiuomassa, joten poikaset joutuvat kovan karsinnan alaiseksi.

Kuvassa 2 uoma on tasasyvyinen koko leveydeltään, jolloin vettä riittää reunoille asti kuivanakin kautena. Koski ei kuitenkaan välttämättä sovellu hyvin kesänvanhoille poikasille, jotka suosivat matalaa rantavyöhykettä. Sen sijaan vanhemmille poikasille sopivia elinalueita on rannasta alkaen.



Kuva 2. Poikkileikkaus tasasyvyisestä koskesta.

Kuvassa 3 uoma syvenee loivasti, jolloin sopivaa elinympäristöä on kaiken kokoisille poikasille, eivätkä veden korkeuden muutokset rajoita paljon kesänvanhojen poikasten menestymistä, sillä niille on kaiken aikaa tarjolla sopivia matalikkoja. Vanhemmille kaloille on puolestaan tarjolla riittävän syviä kiven kosteita, joten tällainen koski on erinomainen taimenen poikasten menestymisen kannalta.



Kuva 3. Loivasti syvenevän koskiuoman poikkileikkaus.

Toistaiseksi tehdyissä kunnostustöistä vain harvassa on pyritty tekemään lohikaloille kutualustoja. Perkausten jälkeen eroosio on kuitenkin monin paikoin vienyt aiemmat kutuhietikot ja -soraikot, jolloin pelkällä kiveämisellä ei saavuteta tyydyttävää tulosta. Korkein hallinto-oikeus määräsi ensimmäisen kerran Änättijärven ja Ontojärven välisen Kuhmon reitin pääväylän uittosäännön kumoamista koskevassa päätöksessään 23.12.1986, että kivettäviin koskiin on tehtävä kutusoraikkoja sijoittamalla tarpeen mukaan kutualustaksi sopivaa soraa laikuittain erityisesti koskien niskoille ja alaosiin.

Kutupaikkoja rakennettaessa on muistettava, että veden virtaama pienenee usein talven aikana siitä, mitä se on syksyllä kutuaikaan. Tästä syystä kutupaikkojen alapuolelle on usein rakennettava kivistä kynnyks, joka estää veden korkeuden laskemisen kevättalvella niin alas, että mäti jää kuiville ja jäätyy (Juntunen 1973). Kutupaikat sijoitetaan sellaisten alueiden yläpuolelle, joilla on pikkupoikasille soveltuvia suojapaikkoja.

Kunnostamisen yhteydessä sopiville kutualueille pitäisi Järvisalon ym. (1984) mukaan muodostaa vähintään 15 cm paksuinen sorakerros. Minimiraekoon tulisi olla vähintään 2 mm, ja raekoon geometrisen keskiarvon vähintään 15 mm. Soraa lisättäessä on otettava huomioon se, että taimenen kaivauksessa kutukuoppaa sora kulkeutuu virran mukana, ja seuraavilla kerroilla paikan käyttöä voi rajoittaa sopivan soran puute.

Witzel ja MacCrimmon (1983) totesivat taimenen jossain määrin valitsevan käytettyjä kutupaikkoja ja kutevan niihin huolimatta siitä, että tarjolla olisi ollut ilmeisen sopivaa koskemattonta pohjaa. Aiemmin käytettyjen kutupaikkojen suosio perustuu siihen, että kertaalleen kaivettua soraa kalan on helpompi kaivaa kuin koskemattonta tiivistä ja kiinteää aluetta. Tutkijoiden mielestä tätä havaintoa voi soveltaa käytäntöön tekemäl-

lä keinotekoisia kutupaikkoja, joihin käytettävän soran koostumus voitaisiin valita kuteville taimenille sopivaksi. Järvisalon ym. (1984) saamien tulosten mukaan taimen kutee kunnostetulle alueelle, jos olosuhteet vastaavat likimain kutupaikalle asetettavia vaatimuksia, ja kudun voidaan olettaa tuottavan myös poikasia. Näiden tutkijoiden mukaan luontaisen lisääntymisen edellytykset voidaan palauttaa kunnostettuihin koskiin oikein tehdyllä sorastuksella.

Kunnostushankkeissa ei Suomessa ole toistaiseksi kiinnitetty huomiota jokea varjostavaan puustoon muutoin kuin varomalla olemassaolevan kasvillisuuden vahingoittamista. Sen merkitys varjostajana sekä lohikalojen poikasten ravinnon monipuolisuutta edistävänä tekijänä lienee kuitenkin huomattava. Siksi kasvillisuuden hoidon ja istutusten sisällyttäminen kunnostushankkeisiin olisi syytä harkita (Kuusela 1985, Porttikivi 1985). Ruotsissa Emjoella on varjostusta pyritty lisäämään mm. taivuttamalla nuoria puita joen päälle (Bodafors fiskevårdsällskap 1986).

Yhdysvalloissa ja Kanadassa on monilla joilla, missä aiemmin on ollut arvokkaita vaelluskalakantoja, ryhdytty laajempiin kalantuotannon elvyttämistoimiin kuin jokien entistämispäämääristä syntyneisiin koskien kunnostuksiin. Lohikaloille rakennetaan keinotekoisia kutualueita ja hautoutumisalustoja, joilla pystytään kontrolloimaan mm. virran nopeutta ja estämään predaatiota (Stream Enhancement... 1980, O'Connell et al. 1983, Pepper 1984). Lisäksi rakennetaan kalateitä luonnollistenkin nousuesteiden ohi, raivataan uppotukkeja ja muuta uiton jäljiltä jäänyttä puuta pois joista, kivetään tai muuten muutetaan nousuesteinä toimivia koskia kalojen nousun kannalta paremmiksi ym. (Stream Enhancement... 1980).

5 Kunnostustöiden kalataloudelliset tulokset

Kunnostustöiden tuloksellisuudesta on sangen niukasti julkaistua tietoa. Myllylä ym. (1985) ovat tutkineet perattujen koskien kiveämisen vaikutusta koskien kalastoon Kuhmon joilla. Koskien perkauksista osa oli hyvinkin vanhoja, yli 100 vuotta sitten tehtyjä.

Kosket kivettiin syyskesällä, jolloin kiintoainesamennus karkotti kalat koskialueelta koko talveksi. Vuoden kuluttua kiveämisestä jokiin oli ilman istutuksiakin palautunut kalasto: 40 % madetta, 26 % simppeja ja 30 % muita. Kalaston kokonaisbiomassa oli 45 kg/ha.

Salojärvi ym. (1983a) toteavat, että paikallisten kalastajien mukaan Hyrynsalmen reitin Lietejoessa tehdyt perattujen koskien kiveämiset ovat elvyttäneet harjuskantoja. Harjuskannat ovat elpyneet Salojärven ym. (1983b) mukaan myös em. Kuhmon kunnostetuilla koskilla.

Karlström (1977c) on tutkinut koskien kunnostuksen vaikutusta Skelleftejoen taimentiheyteen. Perkaamattomilla alueilla keskimääräinen taimentiheys oli 5,5 poikasta/100m² ja peratuilla alueilla 0,9 poikasta/100 m². Jokien louhikkoisilla laidoilla poikasia oli 9,3 kpl/100 m². Kunnostetuilla alueilla taimenia oli 10,2 kpl/100 m². Isojen poikasten osuus oli kunnostetuilla alueilla huomattavasti suurempi kuin peratuilla alueilla, mikä osoittaa erityisesti niiden kärsivän perkauksista.

5.1 Istutusten tulokset

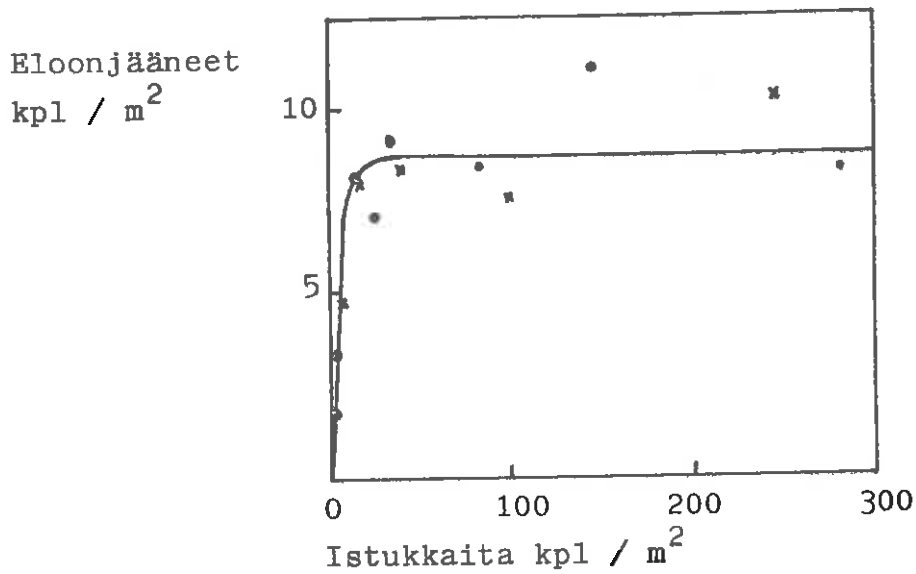
Kuhmon Saunajoen Niskankoskeen istutettiin kiveämistä seuraavana keväänä vastakuoriutuneita taimenia. Elokuussa niitä oli 400 kpl/ha (keskipaino 3,3 g). Kosken kokonaiskalabiomas-

sa oli 68 kg/ha, josta oli 2 % taimenta, 86 % madetta ja 12 % ahventa. Petokalojen suuresta määrästä huolimatta taimenen poikaset olivat menestyneet hyvin.

Kuhmon Kalliojoella koskien kalaston biomassassa oli viiden vuoden kuluttua kiveämisestä 219 kg/ha, josta lohikalojen osuus oli 21 %, mateen 29 % ja simpun 34 %. Koskiin oli tehty taimenistutuksia. Kuusamon luonnontilaisilla koskilla lohikalojen osuus kalaston biomassasta on jopa noin 60 %. Lohikalojen menestymisen kannalta on tärkeää, että niiden eri ikäluokkia istutetaan heti kunnostusta seuraavana keväänä koskiin, ennen kuin mateet ja simput valtaavat kunnostuksen tuloksena syntyneet uudet suojapaikat.

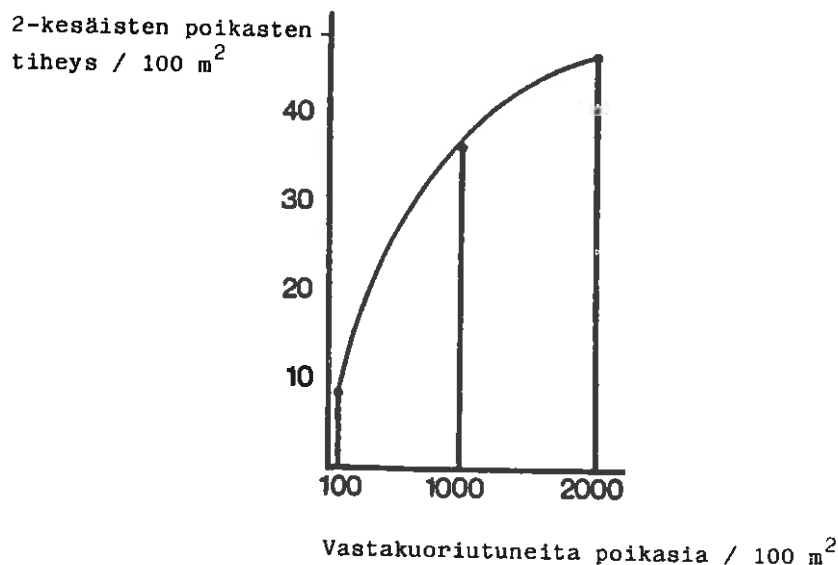
5.1.1 Istutustiheys

LeCren (1961, 1965) tutki vastakuoriutuneilla taimenen poikasilla istutustiheyden vaikutusta poikasten menestymiseen ensimmäisen kesän aikana. Syyskuussa poikasia oli tavallisesti 7-10 kpl/m² riippumatta siitä, kuinka paljon poikasia istutettiin (kuva 4). Pääosa kuolleisuudesta sattui 20. ja 40. päivän välille siitä, kun poikaset alkoivat syödä. Näistä useimmat nääntyivät ravinnon puutteeseen, sillä ne painoivat vähemmän kuin juuri syömään oppineet poikaset, eikä niillä ollut ravintoa mahalaukussaan.



Kuva 4. Eloojääneiden taimenten määrä eri istutustiheyksillä ensimmäisen kesän jälkeen (LeCren 1961).

Saura & Ikonen (1985) tutkivat Vantaanjoella vastakuoriutuneiden taimenenpoikasten menestymistä eri istutustiheyksissä (kuva 5). Säilyvyys kaksikesäiseksi riippuu heidän mukaansa istutustiheydestä. 100 - 1 000 vastakuoriutunutta aarille on sopiva istutusmäärä, sillä tiheämpien istutusten kannattavuus on selvästi huonompi.



Kuva 5. Kaksikesäisten taimenen poikasten tiheyden riippuvuus vastakuoriutuneiden poikasten istutustiheydestä (Saura & Ikonen 1985).

Egglishaw & Shackley (1980) totesivat lohenpoikasten reviirikäyttäytymisen estävän liian tiheiden populaatioiden muodostumisen istutuksen jälkeen. Ylimääräiset poikaset kuolevat, joskin vaellusta alavirtaan ja joskus ylävirtaankin tapahtuu. Predaation merkitys on vähäistä. Tämä johtuu lähinnä eri ikäisten poikasten erilaisista elinympäristövaatimuksista (Gardiner 1984).

Stuart (1953), Kalleberg (1958) ja Chapman (1966) olettavat, että ärsyke aggressiiviseen reviirikäyttäytymiseen olisi visuaalinen. Stuartin (1953) ja Mortensenin (1977) mielestä pohjan rakenteella on tärkeä merkitys taimenen poikasmääriin tietyllä alueella sen takia, että vaihteleva ja monipuolinen ympäristö tarjoaa runsaasti näkösuojaa ja siten mahdollisuuden useampiin reviireihin ja suurempaan poikastiheyteen. Egglishaw & Shackley (1982) painottavat lohelle ja taimenelle sopivien habitaattien merkitystä poikasten menestymiseen. Suhteellisen heikollakin poikastuotannolla on mahdollista saavuttaa hyvä kalakanta, mikäli sopivia reviirejä on tarjolla riittävästi.

Istutettaessa vastakuoriutuneita taimenen poikasia on todettu 3-5 poikasta neliometriä kohti sopivaksi istutustiheydeksi, jolla on Kiiminkijoen latvapuroilla saatujen tulosten perusteella päästy tiheyteen 1 kpl/m² kesänvanhoja poikasia. Suuremman istutustiheyden ei ole todettu lisäävän yksilötiheyttä kesänvanhana (Kantola & Juntunen 1977a, Huovila 1982). Myös Needham & Slater (1944) ovat todenneet, että istutusten määrä on valittava joen tuottokyvyn ja kalakannan vahvuuden mukaan, sillä ylitieheit istutukset ovat kannattamattomia. He istuttivat kokeissaan 0,37-2 vastakuoriutunutta taimenen poikasta neliometriä kohti, ja he totesivat sen riittäväksi määräksi koskissa, missä oli jo ennestään luonnonkaloja.

5.1.2 Istutusaika

Kennedyn (1967) tutkimuksissa puroon istutettujen kirjolohien hengissä säilyminen oli enemmän riippuvaista kalojen fyysisestä kunnosta istutushetkellä kuin elinympäristön suotuisuudesta. Sopivan istutusajankohdan selvittämiseen vastakuoriutuneilla olisi aihetta, sillä suurimmat lukumääräiset tappiot sattuvat ensimmäisten elinviikkojen aikana. Mahdollisuudet ns. esikesäisten poikasten käyttöön istutuksissa olisi tutkittava, sillä niiden viljely olisi suhteellisen helppoa ja kriittinen syömään oppimisen vaihe voitaisiin hoitaa kontrolloiduissa viljelyoloissa.

Puolangalta Kiiminkijoen Kalliuskoskelta saatujen alustavien tulosten mukaan (Jokikokko, julkaisematon) esikesäisten poikasten istuttaminen antaa lupaavia tuloksia. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos istutti 15.7.1985 22 500 kpl esikesäisiksi ehtineitä meritaimenen poikasia Kalliuskosken yläosaan noin 300 metrin matkalle. 15.8.1985 tehdyn sähkökalastuksen perusteella kesänvanhojen taimenten populaatiokooksi laskettiin saaliin perusteella 81 yksilöä aarilla. Esikesäisten istutuksella saatiin siten yli puolta suurempi poikasti-

heys kuin normaalilla vastakuoriutuneiden poikasten istutuksella. Vanhempien kuin kesänvanhojen taimenten ja muiden kalalajien määrät olivat molemmilla koealoilla jokseenkin samansuuruiset.

Kesäistutuksen onnistuminen kevätistutusta paremmin saattoi johtua paitsi istukkaiden suuremmasta koosta myös mm. joen alhaisesta vedenkorkeudesta. Poikaset oli mahdollista levittää koskessa laajalle alueelle sopiviin suojapaikkoihin, joten poikasia ei tarvinnut levittää voimakkaan virran vietäviksi, kuten kevättulvan aikana tehtävissä istutuksissa usein käy. Vastakuoriutuneiden poikasten levittäminen tasaisesti koko istutusalueelle on Kantolan ja Juntusen (1977b) mukaan tärkeää onnistuneen tuloksen saamiseksi, sillä pienten poikasten vaelluksilla ei näytä olevan sanottavaa merkitystä istutusalueen ulkopuolisille alueille ensimmäisen kasvukauden aikana.

Eräs mahdollisuus istutustulosten parantamiseksi saattaisi olla istutusten tekeminen useassa peräkkäisessä erässä. Egglisshaw & Shackley (1980) saivat hyviä tuloksia tekemällä kaksi peräkkäistä istutusta vastakuoriutuneilla lohien poikasilla (yhteensä 13,9 poikasta/m²). Vaikka istutusten väli oli kaksi viikkoa, istutuksiin käytetyt poikaset olivat samassa kehitysvaiheessa (ruskuaispussia hieman jäljellä), sillä poikaset olivat peräisin eri mätierästä. Kontrolli-istutukset tehtiin yhdessä erässä puolta pienemmällä tiheydellä (6,8 poikasta/m²). Peräkkäin istutettujen lohien keskipituus oli syksyllä hieman pienempi ja koko vaihteli enemmän kuin kontrolliryhmien kaloilla, mutta populaatiotiheys oli edellisessä ryhmässä noin kahdeksan kertaa niin suuri kuin jälkimmäisessä (2,82-3,1 poikasta/m² verrattuna 0,29-0,38 poikaseen/m²). Egglisshaw & Shackley (1980) katsovat peräkkäin tehtyjen istutusten aiheuttavan lohien poikasilla suuremman koon vaihtelun kuin normaalisti. Eri kokoiset poikaset pystyvät käyttämään

kosken suojapaikat ja ravintoresurssit tehokkaasti hyväkseen, joten populaatiotiheydet muodostuvat suuriksi.

Entistetyissä koskissa lohikalojen istutukset tulisi aloittaa eri kokoisilla poikasilla heti entistämistöiden päätyttyä, etteivät muut kalat ehtisi vallata syntyneitä suojapaikkoja (Jutila 1982, Myllylä ym. 1985). Myllylän ym. (1985) mukaan peratuissa Kuhmon koskissa on havaittavissa selvästi, että mateen poikaset asuttavat nopeasti rännimäisen uoman, ja ajan kuluessa niiden määrä lisääntyy. Perkauksen yhteydessä kosken kalabiomassa voi jopa lisääntyä, mutta made muodostaa kala-biomassasta valtaosan. Esim. vuonna 1984 tehdyissä Lentuan-koskien ja Pajakkakosken sähkökalastuksissa saatiin näiden koskien keskimääräiseksi kalabiomassaksi 483 kg/ha, mistä mateen osuus oli 456 kg/ha eli 94 %.

6 Kiitokset

Parhaat kiitokset tutkija Eero Jutilalle ja tutkija Teuvo Järvenpäälle arvokkaista neuvoista ja käsikirjoituksen parannusehdotuksista.

7 Kirjallisuus

- Allen, K. R. 1969. Limitations on production on salmonid populations in streams. In: Symposium on salmon and trout in streams. Vancouver, B. C., University of British Columbia. p. 3-18. (H. R. MacMillan Lectures in Fisheries)
- Andreasson, S. 1971. Feeding habits of a sculpin (*Cottus gobio* L.) population. Stockholm, Institute of Freshwater Research. Report 51. p. 5-30.
- Andreasson, S. 1980. Stensimpa som predator om öringsyngel. Stockholm. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 1980(4). 11 s.

- Benson, N. G. 1955. Observations of anchor ice in a Michigan trout stream. *Ecology* 36. p. 529-530.
- Binns, N. A. & Eiserman, F. M. 1979. Quantification of fluvial trout habitat in Wyoming. *Trans. Am. Fish. Soc.* 108. p. 215-228.
- Bodafors fiskevårdsällskap. 1986. Presentation av vår verksamhet. Nässjö, Nässjö kommun. 17 s.
- Bohlin, T. 1977. Habitat selection and intercohort competition of juvenile sea-trout *Salmo trutta* L. *Oikos* 29. 112-117.
- Boussu, M. F. 1954. Relationship between trout populations and cover on a small stream. *J. Wildl. Mgmt.* 18. p. 229-239.
- Brofeldt, P. 1949. Selostus vesivoimalaitoksien ja uiton kalastukselle tuottamasta vahingosta ja tämän torjumisesta. Helsinki, Suomen vesivoimayhdistys. 82 s.
- Cala, P. 1970. On the ecology of the ide *Idus idus* (L.) in the River Kävlingeån, south Sweden. Stockholm, Institute of Freshwater Research, Drottningholm. Report 50. p. 45-99.
- Chapman, D. W. 1966. Food and space as regulators of salmonid populations in streams. *Am. Nat.* 100. p. 345-357.
- Egglshaw, H. J. & Shackley, P. E. 1980. Survival and growth of salmon, *Salmo salar* (L.), planted on a Scottish stream. *J. Fish. Biol.* 16. p. 565-584.
- Egglshaw, H. J. & Shackley, P. E. 1982. Influence of water depth on dispersion of juvenile salmonids, *Salmo salar* and *Salmo trutta*, in a Scottish stream. *J. Fish. Biol.* 21. p. 141-155.
- Elser, A. A. 1968. Fish populations of a trout stream in relation to major habitat zones and channel alterations. *Trans Amer. Fish. Soc.* 97. p. 389-397.
- Fiskar och fiskodling. Helsingfors, G.W.Edlunds förlag. 1884. 104 s.

- Gardiner, W. R. 1984. Estimating population densities of salmonids in deep water in streams. *J. Fish. Biol.* 24. p. 41-49.
- Hamrin, S. 1979. The vertical distribution of young crayfish (*Astacus astacus*) in the litoral zone of Lake Ivosjön (South Sweden). The second Scandinavian symposium on freshwater crayfish, Lammi 1979. 7 p. (Mimeogr.)
- Hartman, G. F. 1963. Observation on behavior of juvenile brown trout in a stream aquarium during winter and spring. *J. Fish. Res. Bd Canada* 20. p. 769-787.
- Hunt, R. L. 1976. A long-term evaluation of trout habitat development and its relation to improving management-related research. *Trans. Am. Fish. Soc.* 105. p. 361-365.
- Huovila, J. 1982. Vastakuoriutuneina istutettujen meritaimenpoikasten menestymisestä Kiiminkijoen latvavesillä. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, eläintieteen laitos, Oulu. 77 s.
- Hurme, S. 1967. Säynäs pyynti-, talous- ja hoitokalana. *Erämies* 21(3-4). s. 36-39.
- Hyytinen, L. 1984. Kitkajärviin laskevien jokien taimentutkimukset vuosina 1981-1983 ja ehdotus hoitosuunnitelmaksi. Oulu, Oulun yliopiston Oulangan biologisen aseman monisteita. 6. 40 s.
- Jokikokko, E. 1983. Kahden puron tammukoiden ravinnosta ja loisista Pudasjärvellä. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, Eläintieteen laitos. Oulu. 80 s.
- Juntunen, M. 1973. Jokien entisöinnin perusteita kalatalouden kannalta. *Suomen kalastuslehti* 80(3). s. 78-80.
- Jutila, E. 1982. Jokien entistäminen. Teoksessa Vesistöjen rakentaminen ja kalatalous. Toim. E. Jutila & M. Hildn. Helsinki, Vesi- ja kalatalousalan ammattijärjestö VKA ry. s. 125-133.

- Jutila, E. 1985. Dredging of rapids for timber floating in Finland and its effects of river spawning fish stocks. In: Habitat modification and freshwater fisheries. Proceedings of a symposium of the European Inland Fisheries Advisory Commission, Aarhus, Denmark, 1984. Ed. J.S. Alabaster. London, Butterworths. p. 102-108.
- Järvinen, P. 1979. Uiton kalataloudellinen vaikutus. Metsä ja puu 1979(5). 4 s.
- Järvisalo, O., Heikkilä, T. & Kärkkäinen, P. 1984. Järvi- tai -menen kutuympäristö kunnostetussa Äyskoskessa. Helsinki. Vesihallituksen moniste 255. 18 s. + liitt.
- Kalastuskomitea 1898. Keisarilliselle Majesteetille Kalastuskomitealta alamaissimmasti. Helsinki. Komiteanmietintö 4. 221 s.
- Kalastuskomitean mietintö ja ehdotukset. Helsinki 1911. Komiteanmietintö 1910:17. 247 s.
- Kalleberg, H. 1958. Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *Salmo trutta* L.). Stockholm, Institute of Freshwater Research, Drottningholm. Report 39. p. 55-98.
- Kantola, R. & Juntunen, M. 1977a. Kiiminkijoen hoitokokeilu vastakuoriutuneilla meritaimenilla. Kalamies 1977(3). s. 3-4.
- Kantola, R. & Juntunen, M. 1977b. Tuloksia pikkupurojen hoitokokeilusta 0-vuotiailla taimenilla. Suomen Kalastuslehti 84. s. 92-97.
- Karlström, Ö. 1977a. Biotopval och besättningstäthet hos lax- och öringungar i svenska vattendrag. Stockholm. Information från Sötvattenslaboratoriet Drottningholm 1977(6). 72 s.
- Karlström, Ö. 1977b. Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar*) and trout (*Salmo trutta*) parr in Swedish rivers with some reference to human activities. Uppsala. Acta Universitatis Upsaliensis 404. 12 p. (Ph.D. thesis)

- Karlström, Ö. 1977c. Effects of human activities on the population densities of salmon and trout parr in Swedish Rivers. University of Uppsala, Institute of Zoology. 7 p. (Mimeogr.)
- Karlström, Ö. 1985. Uittoväylien entisöinti Pohjois-Ruotsissa. Teoksessa Jokien kalataloudellinen kunnostus. Oulun vesistötutkimuspäivä 16.4.1985. Helsinki. Vesihallituksen monistesarja 342. s. 7-14.
- Kennedy, H. D. 1967. Seasonal abundance of aquatic invertebrates and their utilization by hatchery reared rainbow trout. Washington, United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife. Technical paper 12. 41 p.
- Kuusela, K. 1985. Kunnostuksen biologiset edellytykset. Katsaus koskikalaston ekologisiin vaatimuksiin ja niiden huomioonottaminen kunnostuksessa. Teoksessa Jokien kalataloudellinen kunnostus. Oulun vesistötutkimuspäivä 16.4.1985. Helsinki. Vesihallituksen monistesarja 342. s. 15-19.
- Lamassaari, V. 1978. Uitto ja kalatalous. Kalamies 1978(8). s. 4-5.
- Lamassaari, V. 1979. Uiton suhde muihin vesistöjen käyttömuotoihin. Metsä ja puu 1979(9). 5 s.
- Lamassaari, V. 1986. Hylättyjen uittoväylien kunnostus Suomessa ja sen vaikutus kriisiaikojen uittomahdollisuu-teen. Oulu, Oulun yliopisto, Vesitekniikan laboratorio. Sarja A, Julkaisu 23. 144s.
- LeCren, E.D. 1961. How many fish will survive? River Bds. Ass. Yearbook 1961(9). p. 57-64.
- LeCren, E.D. 1965. Some factors regulating the size of populations of freshwater fish. Mitt. Int. Verein. Limnol. 13. p. 23-33.
- Levander, K.M. 1915. Tutkimuksia kuorimattomien ja kuorittujen puitten lauttauksen vaikutuksesta kalastukseen. 1. Kemijoki. Helsinki. Kalastusentarkastajan julkaisu- ja 7. 66 s.

- Lewis, S.L. 1969. Physical factors influencing fish populations in pools of a trout stream. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 98. p. 14-19.
- Lindroth, A. 1955. Distribution, territorial behaviour and movements of sea trout fry in the River Indalsälven. Stockholm, Institute of Freshwater Research, Drottningholm. Report 36. p. 104-119.
- Logan, S.M. 1963. Winter observations on bottom organisms and trout in Bridger Creek, Montana. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 92. p. 140-145.
- Louhimo, J. & Honkasalo, L. 1986. Taimenkanta ja taimenen ympäristövaatimukset Evon Luutajoessa. Helsinki. RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 45. 74 s.
- Maciolek, J.A. & Needham, P.R. 1952. Ecological effects of winter conditions and trout food in Convict Creek, California, 1951. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 81. p. 202-217.
- Massala, J. 1985. Taimenten takia pakkasessa. *Erä* 1985(2). s. 7.
- Mortensen, E. 1977. Density dependent mortality of trout fry (*Salmo trutta* L.) and its relationship to management of small streams. *J. Fish. Biol.* 11. p. 613-617.
- Mutenia, A. 1978. Säyneen biologiasta Lokan tekoaltaassa. *Luonnon tutkija* 82. s. 135-137.
- Myllylä, M., Torssonen, M., Pulliainen, E. & Kuusela, K. 1985. Uittoperkausten ja koskien entisöinnin vaikutuksista kalastoon. Teoksessa Jokien kalataloudellinen kunnotus. Oulun vesistötutkimuspäivä 16.4.1985. Helsinki. Vesihallituksen monistesarja 342. s. 21-30.
- Needham, P.R. & Jones, A.C. 1959. Flow, temperature, solar radiation and ice in relation to activities of fishes in Sagehen Creek, California. *Ecology* 40. p. 465-474.
- Needham, P.R. & Slater, D.W. 1944. Survival of hatchery reared brown and rainbow trout as affected by wild trout populations. *Wildl. Mgmt.* 8. p. 22-36.

- Niemi, A. 1982. Vesistötoiden vaikutuksista rapukantaan Pyhäjoella. Suomen kalastuslehti 89(5). s. 131-135.
- Nilsson, N.-A. 1957. On the feeding habits of trout in a stream of Northern Sweden. Stockholm, Institute of Freshwater Research, Drottningholm. Report 38. p. 154-166.
- O'Connell, M.F., Davis, J.P. & Scott, D.C. 1983. An assessment of the stocking of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) fry in the tributaries of the Middle Exploits River, Newfoundland. St. John's, Newfoundland, Department of Fisheries and Oceans, Fisheries Research Branch. Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences 1225. 142 p.
- Pennak, R.W. & van Gerpen, E.O. 1947. Bottom fauna production and physical nature of the substrate in a northern Colorado trout stream. Ecology 28. p. 42-48.
- Pepper, V.A. 1984. Deep-substrate incubators. A field guide for Atlantic Salmon Enhancement. Ottawa, Department of Fisheries and Oceans. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences 71. 25 p.
- Porttikivi, R. 1984. Vesien luonnontalouteen perustuvan käytön kehittäminen - hyödyntämisenäkökulma. Helsinki. Vesihallituksen monistesarja 276. s. 64-72.
- Porttikivi, R. 1985. Kunnostuksen tekninen toteutus. Teoksessa Jokien kalataloudellinen kunnostus. Oulun vesistö tutkimuspäivä 16.4.1985. Helsinki. Vesihallituksen monistesarja 342. s. 31-40.
- Pursiainen, M. & Westman, K. 1982. Rakennettujen jokien raputaloudellinen hyödyntäminen. Teoksessa Vesistöjen rakentaminen ja kalatalous. Toim. E. Jutila & M. Hildn. Helsinki, Vesi- ja kalatalousalan ammattijärjestö VKA ry. s. 135-145.
- Reimers, N. 1957. Some aspects of the relation between stream foods and trout survival. Calif. Fish and Game 43. p. 43-69.

- Reimers, N. 1963. Body condition, water temperature and overwinter survival of hatchery-reared trout in Convict Creek, California. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 92. p. 39-46.
- Review of Baltic Salmon research. Ed. O. Christensen & P.O. Larsson. Copenhagen, ICES, Baltic Salmon Working Group, 1979. Cooperative research report 89. 124 p.
- Salojärvi, K., Auvinen, H. & Ikonen, E. 1981. Oulujoen vesistön kalatalouden hoitosuunnitelma. Helsinki. RKTL Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 1. 277 s.
- Salojärvi, K., Heikinheimo-Schmid, O. & Jutila, E. 1983a. Hyrynsalmen reitin kala- ja rapukannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi. Helsinki. RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 10. 96 s.
- Salojärvi, K., Heikinheimo-Schmid, O. & Vihervuori, A. 1983b. Sotkamon reitin kala- ja rapukannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi. Helsinki. RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 11. 99 s.
- Saunders, J.W. & Smith, M.W. 1962. Physical alteration of stream habitat to improve brook trout production. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 91. p. 185-188.
- Saura, A. & Ikonen, E. 1985. Parr densities and growth rate of sea trout (*Salmo trutta m. trutta*) in the River Vantaanjoki. Copenhagen, ICES Anadromous and Catadromous Fish Committee. C.M. 1985/M:20. 13 p. (Mimeogr.)
- Schuck, H.A. 1943a. Survival, population density, growth and movement of the wild brown trout in Crestal Creek. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 73. p. 209-230.
- Schuck, H.A. 1943b. Population density of brown trout in Chrystal Creek, New York, 1939-41. *J. Wildl. Mgmt.* 7. p. 18-23.
- Segerstråle, C. 1983. Iden i de östnyländska vattnen. Helsingfors. VFFI fiskeriforskningsavdelningen. Meddelanden 17. s. 75-98.

- Seppovaara, O. 1982. Harjuksen (*Thymallus thymallus* L.) levinneisyys, biologia, kalastus ja hoitotoimet Suomessa. Helsinki. RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 5. 88 s.
- Sormunen, T. & Dahlström, H. 1967. Alustava lausunto ns. Iijokisuunnitelman toteuttamisen vaikutuksesta Iijoen vesistön kalatalouteen. Helsinki. Kalataloussäätiön monistettuja julkaisuja 18. 42 s.
- Stream enhancement guide. Vancouver, British Columbia, Government of Canada, Fisheries and Oceans, and Province of British Columbia, Ministry of Environment, 1980. 82 p.
- Stuart, T.A. 1953. Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (*Salmo trutta* L.) Edinburgh, Scottish Home Department. Freshwater and Salmon Fisheries Research 5. 39 p.
- Symons, P.E.K. & Heland, M. 1978. Stream habits and behavioural interactions of underyearling and yearling Atlantic Salmon (*Salmo salar*). J. Fish. Res. Bd. Canada 35. p. 174-183.
- Toivonen, J. & Jutila, E. 1982. Report on parr population densities, tagging experiments and river catches of the salmon stock of the River Simojoki in 1972-1980. Copenhagen, ICES Anadromic and catadromic fish committee. C.M. 1982/M:40. 16 s.
- Vesirakentamistöiden tarvetoimikunnan mietintö. Helsinki 1982. Komiteamietintö 1982:56. 130 s.
- de Vore, P.W. & White, R.J. 1978. Daytime responses of brown trout (*Salmo trutta*) to cover stimuli in stream channels. Trans. Amer. Fish. Soc. 107. p. 762-771.
- Westman, K. 1981. Ravun elinympäristö tuhoutuu. Teoksessa Tuottavat vedet. Toim. T. Suominen & K. Miettinen. Suomen Luonto 40(5-6) Vuosikirja. s. 71-72.
- Witzel, L.D. & MacCrimmon, H.R. 1983. Reddsite selection by brook trout and brown trout in southwestern Ontario streams. Trans. Amer. Fish. Soc. 112. p. 760-771.

**RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS,
KALANTUTKIMUSOSASTO**

MONISTETTUJA JULKAISUJA

- No 57. IKONEN, E., JUTILA, E., KOLJONEN, M-L., PRUUKI, V. ja ROMAKKANIEMI, A.: Tornionjoen vesistön meritaimenkantojen tila, geneettiset erot ja viljelytarpeet. Helsinki 1986. 103 s.
- No 58. SALOJÄRVI, K. ja HUUSKO, A.: Sotkamon reitin velvoitehoidon tulokset v. 1981—1985, tuloksiin vaikuttavat tekijät ja suositukset hoidon kehittämiseksi. Helsinki 1987. 311 s.
- No 59. HEINONEN, M.: Suur-Saimaan siikojen taksonomia ja geneettinen muuntelu. Helsinki 1987. 88 s.
- No 60. PENNANEN, J.T.: Kokemäenjoen vesistön toutaimen hoito- ja suojeleuohjelma. Helsinki 1987. 56 s.
- No 61. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1987. Helsinki 1987. 184 s.
- No 62. IKONEN, E., AHLFORS, P., MIKKOLA, J. ja SAURA, A.: Meritaimenen ja lohen elvyttäminen Vantaanjoen vesistössä. Helsinki 1987. 106 s.
- No 63. WESTMAN, K., SOIVIO, A., AUTTI, M., JUOLA, M., ARO, M., NENONEN, O. ja TUUNAINEN, P.: Kemi- ja Iijoen lohivelvoitteen hoito. Helsinki 1987. 81 s.
- No 64. JUNTUNEN, K.: Kromosomimääritys apuna siikojen taksonomisten ongelmien ratkaisemisessa. Helsinki 1987. 77 s.
- No 65. PARTANEN, H.: Kalan markkinoinnin nykytila ja kehittäminen Inarin kunnan alueella. Helsinki 1987. 110 s.
- No 66. SARJAMO, H. ja HONKASALO, L.: Kirakkajoen vesistön säännöstelyn vaikutukset Rahajärven, Hammasjärven ja Ukonjärven kalakantoihin sekä kalakantojen hoitosuunnitelma. Helsinki 1987. 70 s.
- No 67. TUUNAINEN, P., VUORINEN, P.J., RASK, M., JÄRVENPÄÄ, T. ja VUORINEN, M.: Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin. Raportti vuodelta 1986. English summary: Effects of acidic deposition on fish, Report 1986. Helsinki 1987. 72 s.
- No 68. HEIKINHEIMO-SCHMID, O., NENONEN, M., LIEKONEN, E. ja HUUSKO, A.: Kalastus Kemijärvessä vuonna 1980. s. 1—42.
HEIKINHEIMO-SCHMID, O.: Kalastus Kemijärvessä vuonna 1982. s. 43—82.
PARTANEN, H.: Selvitys Kemijärven kalan markkinoinnista. s. 83—111.
NENONEN, M.: Selvitys Kemijärven kaloissa esiintyvistä haju- ja makuvirheistä. s. 113—147.
TIKKANEN, P. ja HELLSTEN, S.: Muikun kutualueista ja mädän selviytymisestä Kemijärvessä vuosina 1982—1985. s. 149—173.
HUUSKO, A. ja KARTTUNEN, V.: Kalanpoikasten esiintymisestä Kemijärvessä vuonna 1985. s. 175—194.
HUUSKO, A.: Siian ja ahvenen ravinnosta Kemijärvessä. s. 195—222.
HEIKINHEIMO-SCHMID, O. ja HUUSKO, A.: Kalojen vaellus Kemijärvestä alavirtaan. s. 223—251. Helsinki 1987.
- No 69. HEIKINHEIMO-SCHMID, O. ja HUUSKO, A.: Kemijärven kalatalouden nykytila ja ehdotukset kalakantojen hoitotoimenpiteiksi. Helsinki 1987. 212 s.
- No 70. AHLFORS, P., KUMMU, P. ja WESTMAN, K.: Karppi Suomessa — Katsaus viljely- ja istutustoimintaan 1951—1981. s. 1—22.
AHONEN, M.: Kalkituksen, lannoituksen ja istutustiheyden vaikutukset Inarin luonnonravintolammikoiden siianpoikastuottoon vuosina 1976—1983. s. 23—45.
KALLIO-NYBERG, I. ja PRUUKI, V.: Tornionjoen lohikannan kutunousu ja monimuotoisuus. s. 47—74.
SARJAMO, H.: Jerisjärven kalastus ja siikakannat vuosina 1978—1982. s. 75—104. Helsinki 1987.

SISÄLTÖ

HONKASALO, L. ja JOKIKOKKO, E.: Uittoperkaukset ja perattujen jokien kunnostus kalatalouden kannalta	1—45
JUTILA, E.: Lohenpoikastuotannon ja kalansaaliiden kehitys Simojoessa koskien kunnostuksen jälkeen vuosina 1982—1985	47—96
KÄNNÖ, S.: Kalakannan kehitys Rovaniemen maalaiskunnan Kuohunkijoessa koskien kunnostuksen jälkeen	97—132
JOKIKOKKO, E.: Taimenmäärät Suomussalmen Piispa- ja Mustajoen kunnostetuissa koskissa vuosina 1978—1985	133—166
JUTILA, E.: Taimenen poikastuotanto, kalastus ja saaliit Mäntyharjun reitin Puuskankoskessa kunnostuksen jälkeen vuosina 1978—1985	167—206
PURSIAINEN, M., KUITTINEN, E., KANNEL, R. ja LOUHIMO, J.: Rapukannan kotiuttaminen kunnostettuun Tiilikanjokeen	207—234