

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 206

Mari Nykänen

Suomen harjuskantojen tila, hoitotoimet ja viljely

**Selvitys erityisesti istutuksin tehtävien hoitotoimenpiteiden
kehittämisen taustaksi**

Paltamo 2000



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Mari Nykänen

Suomen harjuskantojen tila, hoitotoimet ja viljely – selvitys erityisesti istutuksien tehtävien hoitotoimenpiteiden kehittämisen taustaksi

Kirjallisuusselvitys

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Harjussistutukset ja niiden onnistumisen edellytykset (202287)

Tässä kirjoituksessa on pyritty kokoamaan samoihin kansiin kaikki se nykytietämys, mikä tulisi huomioida suunniteltaessa harjuskantojen hoitoa tulevaisuudessa. Painopiste on istutuksissa mutta myös elinympäristökunnostuksia ja kalastuksen säätelyä sivutaan vaihtoehtoisina menetelminä. Toisin kuin monissa muissa Euroopan maissa, harjus ei ole lajina maassamme uhanalainen. Huomattavan suuri osa erillisistä harjuskannoista on kuitenkin heikentynyt tai jopa jo hävinnyt. Harjussistutukset ovat jatkuvasti lisääntyneet ja vuosina 1989-1998 jokiin, järviin ja merialueelle istutettiin yhteensä keskimäärin 2 miljoonaa poikasta vuosittain. Istutusten tuloksellisuuden seuranta on ollut kuitenkin vähäistä, eikä tuloksia selittäviä tekijöitä tunneta. Eri alueiden harjuskannat poikkeavat toisistaan geneettisiltä ominaisuuksiltaan ja elintavoiltaan. Tästä huolimatta harjussistutuksia tehdään jatkuvasti istutusalueen alkuperäisestä kannasta poikkeavalla materiaalilla, osin viljelyssä olevien kantojen rajallisen määrän vuoksi. Istutuksiin käytettävän kannan lisäksi poikasten kasvatustautalla (laitos vs. luonnonravintolammikko), kooilla ja istutusmenetelmällä on todettu olevan merkitystä istutusten tuloksellisuuteen. Selvitys on laadittu taustamateriaaliksi ja lähtökohdaksi harjussistutuksia ja niiden onnistumisen edellytyksiä käsittelevälle projektille, joka käynnistyi vuonna 2000.

Harjus, kantojen väliset erot, levinneisyys, viljely, istutukset, istutusten tuloksellisuus, kalastuksen säätely, elinympäristövaatimukset

Kala- ja riistaraportteja 206

951-776-305-0

1238-3325

39 s.

Suomi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely
Manamansalontie 90
88300 Paltamo
Puh. 0205 751 640 Faksi 0205 751 649

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Pukinmäenaukio 4, PL 6
00721 Helsinki

Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201

Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
2. KALAVIRANOMAISTEN LAUSUNTOJA HARJUKSESTA.....	2
3. HARJUKSEN KALASTUS.....	3
4. HARJUSKANNOISSA ON EROJA.....	4
4.1. Harjuskantojen perimässä ja elintavoissa havaitut erot.....	4
4.2. Eri kantojen ja sukupuolten väliset rakenteelliset erot.....	5
5. HARJUKSEN ELINYMPÄRISTÖVAATIMUKSET.....	7
5.1. Jokikutuinen harjus.....	7
5.1.1. Vedenlaatu.....	7
5.1.2. Ravinto.....	7
5.1.3. Kutu- ja poikashabitaatti.....	7
5.1.4. Aikuishabitaatti.....	8
5.1.5. Vaellukset ja talvehtiminen.....	8
5.1.6. Kilpailijat ja saalistajat.....	9
5.2. Järvikutuinen harjus.....	9
5.2.1. Vedenlaatu.....	9
5.2.2. Ravinto.....	9
5.2.3. Kutu- ja poikashabitaatti.....	10
5.2.4. Aikuishabitaatti.....	11
5.2.5. Vaellukset ja talvehtiminen.....	11
5.2.6. Kilpailijat ja saalistajat.....	12
5.3. Merialueen paikallinen ja vaeltava harjus.....	12
5.4. Järvestä jokeen kudulle vaeltava harjus.....	13
6. HARJUKSEN LEVINNEISYYS JA KANTOJEN TILA.....	14
7. HARJUSKANTOJEN HOITOKEINOT.....	16
7.1. Elinympäristöjen kunnostus.....	16
7.2. Kalastuksen säätely.....	17
7.3. Istutukset.....	17
7.3.1. Istutuksista yleisesti.....	17
7.3.2. Harjusistutusten historiaa ja nykypäivää.....	19
7.3.3. Hyviä tuloksia raportoitu eniten harjuksen kotiutusistutuksista.....	21
7.3.4. Istutustulosta selittäviä tekijöitä tutkittu vähän.....	22
7.3.5. Istutustulokseen vaikuttavia tekijöitä.....	23
7.3.5.1. Istutuspaikka ja -aika.....	23
7.3.5.2. Istutustiheys ja kalan koko.....	24
7.3.5.3. Istutuksiin käytetty kanta ja poikasten kasvatustausta.....	24
8. HARJUKSEN VILJELY.....	26
8.1. Laitoksissa olevat emokalastot.....	26
8.2. Poikasten laitoskasvatus.....	27
8.3. Luonnonravintolammikkoviljely.....	28

9. ISTUTUSTUTKIMUKSISSA KÄYTETTÄVISTÄ MERKINTÄ- JA PYYNTIMENETELMISTÄ HARJUKSEN KOHDALLA HUOMIOITAVAA	30
9.1. Kuonomerkintä vartenotettavin ryhmämerkintämenetelmä.....	30
9.2. Poikasten pyyntimenetelmät kaipaavat kehittelyä.....	31
KIITOKSET	32
KIRJALLISUUS	33

1. Johdanto

Vesiemme luonnontilaa muuttavat toimet kuten uittoperkaukset, teollisuuden ja asutuksen jätevedet, voimalaitokset patoineen ja säännöstelyineen, metsä- ja suo-ojitukset sekä järvien lasku ovat heikentäneet tai jopa tuhonneet maamme harjuskantoja. Myös liikakalastusta ja kantojen riittämätöntä hoitoa on pidetty osasyllisinä harjuksemme nykytilaan (Hurme 1966, Seppovaara 1982). Euroopassa harjus on joissakin maissa luokiteltu uhanalaiseksi tai silmällä pidettäväksi. Suomessa harjus ei ole lajina uhanalainen, mutta taantuneita ja harvinaistuneita kantoja on monin paikoin etenkin Etelä-Suomessa ja Keski-Pohjanmaalla (Kaukoranta ym. 1998).

Viimeisinä vuosikymmeninä kiinnostus olemassa olevien harjuskantojen hoitoa kohtaan on jatkuvasti kasvanut. Heikentyneen kalakannan tilaa on mahdollista kohentaa kunnostamalla lajin elinympäristöjä, säätelämällä kalastusta ja tekemällä istutuksia. Kunnostuksiin sovellettavaa tietoa harjuksen elinympäristövaatimuksista on ollut toistaiseksi saatavilla hyvin vähän. Uutta, Suomen olosuhteista peräisin olevaa, aineistoa hankitaan kuitenkin parhaillaan. Tähän asti suurin osa harjuskantojen elvyttämis- ja ylläpitotoimista on ollut istutuksia. Etenkin järviolueilla harjuksesta on haluttu uusi vetovoimainen laji virkistys- ja matkailukalastuksen kohteeksi. Harjuksen geneettinen erilaistuminen, käyttäytyminen ja istutusten tuloksellisuuteen vaikuttavat tekijät ovat kuitenkin puutteellisesti tunnettuja. Tämän seurauksena istutuksiin sisältyy nykyisellään melkoinen taloudellinen ja ekologinen riski.

Tämä katsaus on Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen hankkeen ”harjusistutukset ja niiden onnistumisen edellytykset” puitteissa tehty yhdistetty kirjallisuusselvitys ja kalatalousviranomaisten vapaamuotoinen haastattelu. Hankkeessa on tarkoitus tutkia voidaanko harjusistutuksilla lisätä saalista kannattavasti tai elvyttää luontaisesti lisääntyvä harjuskanta järvi- tai jokialueilla. Käsillä olevaan selvitykseen on koottu mahdollisimman kattavasti kaikki se harjuskantojen tilaa, hoitotoimia, harjuksen viljelyä, eri kantojen välisiä eroja, kalastusta ja harjuksen elinympäristövaatimuksia koskeva tieto, mikä jo on olemassa ja mikä tulisi huomioida tulevien (eli puuttuvien tai lisäselvitysten tarpeessa olevien) tutkimusten ja hoitotoimien suunnittelussa.

2. Kalaviranomaisten lausuntoja harjuksesta

Harjuskantojen hoidon nykytilaa kartoitettiin yhteensä 45:n kalatalouden tai tutkimuksen parissa työskentelevän henkilön kanssa käydyin vapaamuotoisin puhelin- ja sähköpostikeskusteluihin. Eri tahoista mukana olivat työvoima- ja elinkeinokeskusten (TE-keskukset) kalatalousyksiköt ja osa kalatalouskeskuksista, lukuisia riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) työntekijöitä sekä viljely- että tutkimuspuolelta, kaikki vesiensuojeluyhdistykset, muutama ympäristökeskus, Voimalohi OY, Metsähallituksen pohjoisia toimipisteitä, Grayling Society of Finland, Kalatalouden keskusliitto ja Suomen kalamiesten keskusliitto. Kotimaisten tietolähteiden lisäksi tietoja kysyttiin myös kahdelta harjustutkijalta Ruotsista ja Englannista. Lähes kaikilta haastatelluilta kysyttiin seuraavaa: 1) tietoja tehdyistä harjussistutuksista ja niiden tuloksellisuuden mahdollisesta seurannasta, 2) tietoja järviharjuksesta, sen esiintymisestä ja elinympäristövaatimuksista, 3) käsitystä oman toimialueen kalastuskuntien tai kalastajien asenteesta harjusta ja harjussistutuksia kohtaan, 4) tietoa harjusta koskevasta ”harmaasta kirjallisuudesta” eli yleisissä foorumeissa julkaisemattomasta aineistosta, 5) kiinnostuksesta yhteistyöhön mahdollisissa tulevilla tutkimushankkeissa (harjussistutuksia koskevissa), 6) havaittuja tarpeita harjustutkimuksille ja 7) vinkkejä muista henkilöistä, jotka harjuksesta jotakin saattaisivat tietää.

Kyselykierroksella ilmeni, että kiinnostus harjussistutuksiin on verrattain suurta ympäri maata. Istutusten lisääntymistä entisestään rajoittaa paikoin vain istukkaiden puute. Varsinaista istutusten tuloksellisuuden seurantaa tai tutkimusta ei ole kuitenkaan muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta tehty. Selvityksiä potentiaalisten istutusalueiden soveltuvuudesta järviharjussistutuksille on jonkin verran. Useisiin vesistöihin ollaan myös suunnittelemassa harjuksen kotiutusistutuksia. Lukuisat haastateltavat viittasivat Pekka Sundelliin Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskuksesta eniten järviharjuksesta tietävänä ja sitä tutkivana henkilönä. Suuri osa tähän selvitykseen kootuista järviharjusta koskevista tiedoista onkin juuri Sundellin selvityksistä peräisin. Myös Ruotsi on kiinnostunut järviharjuksen hyvinvoinnista, ja siellä on paraikaa valmisteilla suunnitelma maan järviharjuksen hoitotoimien kehittämiseksi. Yhteistyö Suomen kanssa aiheen tiimoilta kiinnosti kovasti (Mikael Carlstein, kirjallinen tiedonanto).

Haastateltujen mukaan harjussistutuksia tehdään yleensä ”perinteisellä” (esim. kuhalle ja taimenelle usein käytetyllä) menetelmällä, eli vapauttamalla kalat kuljetussäiliöstä tien läheisyydessä olevaan rantaveteen. Menetelmän soveltuvuus harjukselle kyseenalaistettiin, ja moni epäili istutusten epäonnistuvan juuri väärin valitun istutuspaikan vuoksi. Istukkaina käytetään mahdollisuuksien mukaan alueelle soveltuvaa joki- tai järvikantaa, mutta tarjonnan rajallisuuden tai hintakilpailun vuoksi istukkaiksi kelpuutetaan myös yksinkertaisesti helpoimmin tai halvimalla saatavilla olevaa kantaa. Istutettaessa harjusta uutena lajina jollekin alueelle tarvitaan istutukseen kyseisen alueen TE-keskuksen lupa. Mikäli kyseessä ei ole ollut kalatautiriskin vuoksi kielletty istutus (suoja-alueet), on lupa myönnetty lähes poikkeuksetta.

Tarkkoja ehdotuksia tuleviksi tutkimusaiheiksi, esim. käytännön kautta heränneitä kysymyksiä, ei juuri haastattelujen yhteydessä ilmennyt. Tutkimuksen tarve ja kiireellisyys kuitenkin tiedostettiin. Kiinnostus yhteistyöhön mahdollisissa tulevilla istutus-tutkimushankkeissa oli kiitettävää ja myös laitosten sisäisiä harjusta koskevia selvityksiä (harmaata kirjallisuutta) löytyi yllättävän paljon.

3. Harjuksen kalastus

Harjuksen kaupallinen merkitys on nykyisin hävinnyt ja laji on lähes yksinomaan kotitarve- ja virkistyskalastuksen kohde. Vuosisadan alussa harjuksen järvisaaliiden sanotaan olleen Saimaalla ja Laatokalla huikeita, kymmeniä kappaleita harjuslaudalla venekuntaa kohti vuorokaudessa, tai kymmeniä kiloja verkkoa kohden vuorokaudessa. Etenkin kutuaikana harjussaaliit kohosivat suuriksi. Harjusta oli helppo kalastaa laskemalla verkko kuturannoille karikon puhtaalle kohdalle muutaman kymmenen sentin syvyydestä vedestä alkaen kohtisuoraan rantaa vastaan. Harjusta on pyydetty Isolla-Saimaalla myös tuulastamalla ja nuotalla. Merellä harjusta on pyydetty verkoilla ja rannikon jokisuiissa ongella, lippoamalla ja rysillä. Erilaisilla vapavälineillä hankitut jokisaaliit ovat kuitenkin olleet aina järvi- ja merisaaliita tärkeämpiä (Seppovaara 1976a, 1982).

Vuonna 1975 harjuksen kokonaissaalis oli 132 000 kg (Seppovaara 1982) ja 1998 $329\,000 \pm 133\,000$ kg (95 % luottamusväli) (RKTL:n tilastoyksikkö 2000). Postikyselyllä tehdyn väestörekisteritietoihin pohjautuvan tutkimuksen mukaan koko maan vapaa-ajankalastajien harjussaaliista saatiin vuonna 1998 ylivoimaisesti suurin osa perhovavalla (167 tonnia, 52 % koko saaliista). Heittovavalla saadun saaliin osuus oli 23 % kokonaissaaliista, pilkinnän 12 %, verkkokalastuksen 11 % ja onginnan 2 %. Saaliista 259 tonnia saatiin Lapin läänistä, 57 tonnia Oulun läänistä ja loput (7 tonnia) Itä-Suomesta. Harjusta sai saaliiksi yhteensä 50 000 kotitaloutta. Kyselyn mukaan koko harjussaalis pyydettiin sisävesiltä. Merialueen harjussaalis oli olemattoman pieni tai sitä olivat saaneet vain niim harvat, ettei heistä yksikään osunut kyselyyn. Maamme harjussaaliin kokonaisarvo vuonna 1998 oli 4,0 miljoonaa markkaa (RKTL:n tilastoyksikkö 2000).

4. Harjuskannoissa on eroja

4.1. Harjuskantojen perimässä ja elintavoissa havaitut erot

Eliöiden monimuotoisuus ilmenee luonnossa paitsi lajirunsautena, myös eri lajien sisäisenä kantojen tai populaatioiden perinnöllisenä erilaisuutena ja sopeutuneisuutena erilaisiin ympäristöihin. Geenitason mittauksissa monimuotoisuus ilmenee sekä erilaisten geenimuotojen runsautena, erigeenisten yksilöiden runsautena että myös suuriina populaatioiden välisinä perinnöllisinä eroina. Mikäli erilaistuneita kantoja häviää tai niiden tila heikkenee, kaventuu lajin kokonaismuuntelu ja samalla sopeutumiskyky ja mahdollisesti myös levinneisyys (Kallio-Nyberg ja Koljonen 1990). Toistaiseksi harjuskantojen välisiin eroihin ja vieraila kannoilla tehtävien istutusten vaikutuksiin mm. alkuperäisten kantojen perimään on kiinnitetty käytännön hoitotyössä vain vähän huomiota. Koko maailmaa koskeva uhka biologisen monimuotoisuuden yhä kiihtyvää häviämistä on kuitenkin nostanut esiin tarpeen suojella vielä jäljellä olevia lajeja ja niiden eri muotoja. Myös lukuisat kansalliset ja kansainväliset säädökset kuten vuonna 1992 Rio de Janeirossa allekirjoitettu biodiversiteettisopimus sitovat meitä säilyttämään ja palauttamaan maamme kalaston monimuotoisuuden, myös saman lajin sisällä (Biodiversiteettityöryhmä, 1995).

Vuosina 1984–1986 Kalatalouden keskusliiton koeohjelman puitteissa kerättiin näytteitä 15:sta harjuskannasta kantojen välisten perinnöllisten erojen selvittämiseksi. Näytteet edustivat Lapväärtinjoen, Iijoen, Tornionjoen-Muonionjoen, Kemijoen, Paatsjoen, Koutajoen ja Vuoksen vesistöalueita sekä Selkämeren merialuetta. Kaloista otettiin maksa- ja lihaskudosnäytteet, joista tutkittiin elektroforeesimenetelmällä 11 entsyymiä. Alleelifrekvenssien perusteella todettiin, että harjuskantojen välillä on perinnöllisiä eroja. Aineisto pystyttiin jakamaan dendrogrammin avulla kuuteen ryhmään, jotka tutkimuksen mukaan muodostuvat perinnöllisesti samanlaisista kannoista. Ensimmäiseen ryhmään tulivat Ouran luonnonkanta, Vanhankylän kalanviljelylaitoksen kannasta otettu näyte, Tornion ja Lätäsenon kannat sekä Etelä-Saimaan kanta. Etelä-Saimaan kanta ryhmittyi lähelle ouralaista harjusta ja selvästi erilleen Puruveläisestä kannasta. Toisen ryhmän muodostivat Vanhankylän näyte, Pöyrysjoen kanta, Isojoen kanta, Nukkumajoen kanta ja toinen iijokelaista harjusta edustava näyte. Kolmannessa ryhmässä olivat toinen iijokelainen näyte, Kemijoen näyte ja kuusamolaiset näytteet (Kitkajoki, Kuusinkijoki ja Savinajoki), neljännessä Puruveden harjus, viidennessä Kirakkajoki ja kuudennessa Lieksanjokinen harjus (Koskiniemi ja Kilpinen 1987, Kilpinen 1988).

Lapväärtin-Isojoen harjuksen hoito- ja suojelutoimien perustaksi on tehty vuosina 1996–1997 selvitys, jossa tutkittiin perinnöllistä muuntelua, kasvunopeutta ja poikastuotantoa joen eri osissa. Joen sisäisiä eri kantojen puolesta puhuvia perinnöllisiä eroja ei löydetty. Joessa on aiemmin todettu paikallinen ja vaeltava harjuskanta, ns. Ouran kanta. Vaeltava kanta oli aiemmin runsas mutta on mahdollista, että vesistöarakentaminen on jo hävittänyt kannan kokonaan (Latvala ym. 1997). Lapväärtin-Isojoelle aiotaan tulevaisuudessa istuttaa ainoastaan joen omaa kantaa. Jos poikasia ei ole saatavilla, istutukset suositellaan jätettäväksi siltä vuodelta väliin (Latvala ym. 1997).

Muualla Euroopassa on tutkittu mm. Ranskan Rhône-joen ja sen sivujokien eri harjuspopulaatioiden allotsyymistä vaihtelua. Persat ja Eppe (1997) havaitsivat vaihtelun olevan suurta populaatioiden maantieteellisestä läheisyydestä huolimatta. Populaatioiden sisäisen vaihtelun epäiltiin olevan mahdollisesti istutuksista lähtöisin ja populaatioiden välillä olevat erot johtuisivat puolestaan eri alueiden erilaisista valintapaineista (Persat ja Eppe 1997).

Helsingin yliopistossa on äskettäin valmistunut ensimmäinen harjukselle tehty fylogeografinen tutkimus, jossa selvitettiin DNA-tekniikkaa apuna käyttäen kantojen evoluutiivista eriytyneisyyttä. Tarkastelun kohteena oli mitokondriaalinen DNA (mtDNA), joka periytyy naaraiden välityksellä. Tutkimustulosten mukaan Pohjois-Euroopassa on kaksi toisistaan huomattavasti eriytyntä linjaa. Eriäminen tapahtui todennäköisimmin yli 400 000 vuotta sitten. Keski- ja Etelä-Euroopan harjukset muodostavat kolmannen suuren linjan, joka lienee myös eriytynyt kahdesta muusta noin 400 000 vuotta sitten. Lisäksi havaittiin linjojen sisäistä muuntelua: esim. linja 1, johon Suomi kuuluu yhdessä Venäjän Karjalan ja Viron kanssa, sisältää 12 erilaista mtDNA-muotoa. Tutkimuksen mukaan on todennäköistä, että Suomen harjuskannat ovat saapuneet idästä. Suomalaisista harjuskannoista löydettiin yhdeksän erilaista mtDNA-muotoa. Mielenkiintoisin tilanne havaittiin Vuoksen vesistöalueen sisällä: Lieksanjoen harjuksessa esiintyi lähes yksinomaan muotoa, joka oli varsin erilainen verrattuna muihin Saimaan alueen populaatioissa esiintyviin muotoihin. Kyseinen DNA-tekniikka sopii suuren mittakaavan ja pitkien ajanjaksojen kuluessa syntyneiden erojen tutkimiseen. Pienemmän mittakaavan tutkimuksiin kannattaa käyttää esim. mikrosatelliitteja (Koskinen 2000).

Helsingin yliopiston tutkimusryhmä jatkaa työtään harjuksen parissa nyt erityisesti Vuoksen vesistöalueen harjuksilla. Mukana ovat mm. Lieksanjoen, Pielisen, Puruveden, Etelä-Saimaan ja Vuoksen kannat. Työ valmistunee vuonna 2000. Vuoksen kantojen suomuanalyysistä, ts. kasvu- ja ikämäärityksistä, on valmistumassa erikoistyo Paraisten kalatalousoppilaitoksessa. Meneillään on myös hanke, jossa selvitetään mm. harjuskantojen lisääntymisominaisuuksien ja geneettisen muuntelun yhteyksiä (Jorma Piironen/RKTL, kirjall. tiedonanto).

Vastikään on Helsingin yliopistossa valmistunut myös mikrosatelliittitekniikalla toteutettu RKTL:n emokalastojen geenikartoitus. Tietojen perusteella voidaan erotella eri kantoja ja kalastojen sisäistä vaihtelua (eli muuntelua sen eri tasoilla), sekä antaa suosituksia poikastuotantoon ja risteytykseen. Luonnon- ja laitoskantaa vertailemalla voidaan selvittää esim. istutusten tuloksellisuutta ja sitä, kuinka kattavasti kunkin kannan geneettistä materiaalia on saatu talteen laitokseen (Aho 2000).

Geenitason muuntelun lisäksi harjus voidaan ryhmitellä viiteen ekologiseen muotoon vaelluskäyttäytymisen ja elinympäristön perusteella: 1) paikallinen karikoilla kuteva järviharjus, 2) mereinen saaristoharjus, 3) paikallinen virtapaikoissa elävä jokiharjus sekä 4) järvestä tai 5) merestä jokeen kudulle vaeltava harjus. Samassa vesistössä voi elää useampia muotoja, esim. Inarijärvestä ja siihen laskevissa joissa elävät paikallinen joki- ja järviharjus sekä vaeltava, järvestä jokeen kudulle nouseva harjus (Seppovaara 1982, Kallio-Nyberg ja Koljonen 1990).

4.2. Eri kantojen ja sukupuolten väliset rakenteelliset erot

Lajin sisäisiä eroja voidaan tarkastella myös morfologisten eli rakenteellisten mittausten avulla. Myllylä (1982) tutki Koutajoen vesistöalueen eri osien (Oulankajoen ylä- ja alajuoksu, Kitkajoen ylä- ja alajuoksu, Kuusinkijoen ylä- ja alajuoksu, Naatikkajoki ja Rintajoki) harjusten mahdollista isoiloitumista ja erilaistumista mittaamalla eri alueilta pyydettyistä kaloista 24 erilaista muuttujaa (ruumiin eri osien mittoja sekä suomujen ja siivilähampaiden lukumääriä). Mitatuista muuttujista ainoastaan siivilähampaiden lukumäärä oli vakio (24 kpl). Muiden indeksiarvojen muuntelu oli sikäli voimakasta, että tutkittujen jokialueiden harjuspolaatioiden voidaan Myllylän (1982) mukaan sanoa olevan toisistaan rakenteellisesti eriytyneitä.

Sundell (1994) vertaili Etelä-Saimaan järvikutuisen ja Vuoksen virtakutuisen harjuksen biometrisiä ominaisuuksia (ruumiin mittasuhteita) erotteluanalyysissä apunaan käyttäen. Malleja oli kaksi. Mallissa I verrattiin alueiden koiraita ja naaraita keskenään. Koirailta selkävän korkeus yksin riitti sijoittamaan 95 % Vuoksen ja 100 % Saimaan

kaloista oikeisiin ryhmiinsä. Sundell arveli Vuoksen kaloista virheellisen tuloksen saaneen mahdollisesti vaeltaneen Saimaasta Vuokseen. Naaraiden mallissa selittäviä tekijöitä olivat 1) pyrstön varren korkeus pienimmillään, 2) pyrstön ruotojen määrä, 3) etäisyys kuonon kärjestä selkäevän etureunaan, 4) silmäkuoppien yläreunojen välinen etäisyys ja 5) yläleuan leveys. Saimaan naaraista oikeaan ryhmään saatiin tällä mallilla 100 % ja Vuoksen naaraista 90,5 %. Jälleen Sundell ehdotti, että kaksi Vuoksen naaraista oli ehkä Saimaasta vaeltaneita. Mallissa kaksi vertailtiin sekä sukupuolia että alueita. Mukaan tuli 25 muuttujaa. Malli sijoitti kalat oikeisiin ryhmiin (alue, sukupuoli) yli 80 %:sti. Eniten sekoittuivat Vuoksen naaraat Saimaan molempien sukupuolten kanssa (Sundell 1994).

Sukupuolten välisiä eroja on harjuksella tutkinut myös Eloranta (1985), jonka tulosten mukaan kalan sukupuolen voi määrittää kalan pituuden ja selkäevän korkeuden suhteesta. Koirailta selkäevä on suhteellisesti korkeampi. Selkäevän erojen lisäksi seksuaaliseen dimorfismiin kuuluvat kutukyhmyt, kutuasut ja evät (Eloranta 1985).

Suomessa kantojen välisiä morfologisia eroja on tarkasteltu lisäksi ainakin Isojoella. Paikallisten kalastajien mukaan Isojoen joessa kuteva harjus on solakampi kuin mereen kudulle vaeltava harjus. Lisäksi jälkimmäisen suomupeatte on edellistä karheampi (Kilpinen ym. 1986).

Surre ym. (1986) vertailivat Ranskan vuoristossa eläviä kolmea toisistaan eristynyttä harjuspopulaatiota tarkastelemalla niiden yksilöistä mitattujen 8 meristisen ja 10 morfometrisen muuttujan arvoja erotteluanalyysillä. Analyysi erotti populaatioiden yksilöt selvästi toisistaan. Kirjoittajat pohtivat tällaisen lähekkäisten jokien populaatioiden välillä havaittavan merkittävän vaihtelun tärkeyttä kalakantojen hoidolle ja erityisesti istutuksille ja tulivat seuraaviin johtopäätöksiin: 1) eri jokien harjuspopulaatioita tulee pitää ilman parempaa tietoa toisistaan poikkeavina ja 2) jo olemassa olevien kantojen vahvistukseksi tehtävät istutukset ovat mahdollisesti hyödyttömiä. Tutkittavien kantojen alueille oli istutettu vieraita kantoja menneinä vuosina, mutta kirjoittajien mukaan ryhmien väliset erot olivat niin selvät, ettei vieras geeniaines ilmeisesti ollut sekoittunut alkuperäiseen (Surre ym. 1986). Näin ollen täytyisi olla olemassa joitakin ekologisia tai etologisia (kalojen käyttäytymiseen liittyviä) seikkoja, jotka ovat niin voimakkaita, että vieras kanta ei pääse lisääntymään jos alueella on olemassa luontainen kanta (Surre ym. 1986).

5. Harjuksen elinympäristövaatimukset

5.1. Jokikutuinen harjus

5.1.1. Vedenlaatu

Seppovaaran (1982) mukaan yhteistä harjusvesille on tavallisesti kirkkaus, viileys, vähäravinteisuus ja runsashappisuus. Harjus saattaa hyvinkin kotiutua vesiin, joita voisi pitää aikaisemmin esitettyjen vaatimusten perusteella harjukselle soveltumattomina, jos esim. muuten matalan ja herkästi lämpiävän järven alueella on lähteitä, tai jos sameavetisellä alueella on voimakasvirtaisia kohtia, jotka pitävät sopivia kutualueita puhtaina (Seppovaara 1982).

Luontaisesti lisääntyviä harjuskantoja on kirkkaiden vesien lisäksi tummavetisissä ja hyvin ravinteikkaissa joissa mm. Pohjanmaalla (Sundell 1992a). Samoin harjus on kotiutunut ilmeisen onnistuneesti Vantaanjokeen, joka on rehevä ja sameavetinen, sekä eteläisen sijaintinsa vuoksi myös melko lämmin (Rinne ja Saura 1996). Englannissa harjus esiintyy luontaisesti alkalisisissa vesissä: kalkkipitoisissa puroissa alavilla mailla ja kivipohjaisten tulvajokien keskivaiheilla (Magee 1993). Lohikaloille laaditun suosituksen mukaan veden kiintoainepitoisuuden tulisi olla keskimäärin 25 mg/l tai vähemmän, jotta kalat viihtyisivät (Crisp 1996).

Harjus ei yleensä hyväksy elinpiirikseen kovin pieniä vesiä. Huonoimpia kasvualueita ovat rauta- ja humuspitoiset sivujoet, joiden pH pysyttelee selvästi alle 6:n (Seppovaara 1982). Veden pH-tason ollessa 5,0 happamuus ei ole akuutisti letaalia harjukselle. Alumiinin ja pH 5:n yhdistelmä sen sijaan on (Poléo ym. 1997). Veden humuspitoisuus vähentää happamuuden, alumiinin ja raudan haittavaikutuksia harjuksen poikaan (Vuorinen ym. 1998).

5.1.2. Ravinto

Harjuksen poikaset aloittavat ulkoisen ravinnon oton pian kuoriutumisen jälkeen jo ennen ruskuaispussin sisällön imeytymistä. Tässä vaiheessa kalojen koko on noin 15-19 mm (Scott 1985). Ensiravintoa ovat lähinnä surviaissääsken toukat ja pupa-vaiheet (Sempeski ym. 1995) sekä maalta pudonneet hyönteiset ja plankton (hankajalkaiset, vesikirput ja rataseläimet). Myös päiväkorenon, koskikorenon ja mäkärän toukat kuuluvat vastakuoriutuneiden ruokavalioon (Müller 1961, Peterson 1968, Sempeski ym. 1995). Vanhemmat harjukset ovat varsin kaikkiruokaisia ja syövät edellämäinnittujen toukkien lisäksi mm. vesiperhosten toukkia, harvasukamatoja, vesisiiroja, katkoja, juotikkaita, kotiloita, kovakuoriaisia, vesihämähäkkejä sekä erilaisia maalta putoavia hyönteisiä, kuten muurahaisia ja polttiaisia. Myös mätää (lohi, siika, taimen, harjus) ja kalanpoikasia (simput, kymmenpiikki, ahven, mutua ja kuore) on tavattu harjusten vatsaista (Müller 1961, Dahl 1962, Peterson 1968, Myllylä 1982, Sjöberg ja Henricson 1985).

5.1.3. Kutu- ja poikashabitaatti

Harjus kutee touko-kesäkuussa, Etelä-Suomessa jonkin verran aikaisemmin kuin pohjoisessa (Myllylä 1982, Seppovaara 1982, Eloranta 1985). Kutupesän pohjan laatu on

hiekan, soran ja pikkukivien sekoitusta, virrannopeus keskimäärin 50 cm/s (havaittu 23-92 cm/s) ja syvyys 15-60 cm (Fabricius ja Gustafson 1955, Gönczi 1989, Sempeski ja Gaudin 1995a). Kutureviirillä on oltava lisäksi piilopaikkoja naaraille (esim. veden ylle kaartuvia rantatörmii tai isoja kiviä) ja näkösuojaa viereisiin kutureviireihin (Fabricius ja Gustafson 1955).

Veden lämpötilasta riippuen poikaset kuoriutuvat 3-4 viikkoa kudun jälkeen (Müller 1961, Northcote 1995). Pysyteltyään muutaman päivän soran seassa ne siirtyvät yöaikaan virran mukana ajelehtimalla (Bardonnet ym. 1991, 1993) ensimmäiseen syönöshabitaattiinsa joen suvantomaiselle reuna-alueelle, missä poikaset pysyttelevät muutaman viikon ajan pieninä parvina pintavedessä usein alle metrin etäisyydellä rannasta (Scott 1985, Bardonnet ym. 1991). Virrannopeus on tavallisesti 0-20 cm/s ja pohjan laatu hiesua, hiekkaa tai soraa (Müller 1961, Bardonnet ym. 1991, Sempeski ja Gaudin 1995b, 1995c). Poikaset käyttävät vesikasveja ja kiviä suojautumiseen (Peterson 1968, Scott 1985).

Saavutettuaan noin 35 mm:n pituuden harjuksenpoikaset siirtyvät asteittaisesti kesemmäs uomaa ja nopeampaan virtaan. Nyt poikaset pysyttelevät lähellä pohjaa ja käyvät pinnassa vain ajoittain (mm. Müller 1961, Scott 1985, Bardonnet ym. 1991). Suurin osa 6 cm kaloista on jättänyt reuna-alueet jo kokonaan (Sempeski ja Gaudin 1995c). Tutkimuksissa todettu poikasten (koko 3,5-18 cm) käyttämä syvyys on ollut useimmiten välillä 20-90 cm, virrannopeus 20-80 cm/s ja pohjan laatu soraa ja kiviä (mm. Sempeski ja Gaudin 1995b, Greenberg ym. 1996). Habitaatinvaihdoksen yhteydessä ruokavalion painotus muuttuu ajeravinnosta pohjaeläimiin (mm. Scott 1985).

5.1.4. Aikuishabitaatti

Aikuisten harjusten vaatimuksia olinpaikkansa suhteen on tutkittu vähän ja tulokset ovat olleet vaihtelevia. Myllylän (1982) Koutajoen vesistöalueella tekemien havaintojen mukaan aikuiset yksilöt oleskelevat mitä erilaisemmissa virrannopeuksissa ja joenkohdissa, uoman keskellä ja reunamilla. Suurin osa kaloista oli Myllylän mukaan kuitenkin suhteellisen nopeassa virrassa (noin 50 cm/s). Myös Mallet ym. (2000) havaitsivat aikuisten yksilöiden suosivan voimakasvirtaisia (70-90 cm/s) alueita. Pohjois-Ruotsissa aikuisten harjusten on todettu suosivan hitaasti virtaavia (alle 10 cm/s) alueita ja 75-165 cm syvyyttä (Greenberg ym. 1996).

5.1.5. Vaellukset ja talvehtiminen

Harjukset vaeltavat kutu-, syönnös- ja talvehtimisalueiden välillä jopa kymmeniä kilometrejä. Vaelluskausien välillä harjus on melko paikallinen ja liikkuu vain lyhyitä matkoja lepo- ja syöntipaikkojen välillä (Peterson 1968, Zakharchenko 1973, Seppovaara 1982, Kännö ym. 1986, Nykänen ym., käsikirjoitus).

Harjukset siirtyvät syksyllä koskista hitaasti virtaavammille ja syvemmille alueille, joissa ne viettävät talven (Zakharchenko 1973, Seppovaara 1982, Nykänen ym., käsikirjoitus). Varsinaista syytä kalojen paikanvaihdokselle ei tiedetä, mutta eräänä syynä voi olla mm. talvisin avonaisina pysyville koskipaikoille helposti kehittyvä pohja- ja suppojaa, joka rajoittaa kalojen elintilaa ja voi aiheuttaa fysiologisia haittoja (Chisholm ym. 1987). Lisäksi ajeravinnon määrä vähenee vesien kylmentyessä ja kovassa virrassa pysyttelemisen tulee energiataloudellisesti epäedullisemmaksi (Brittain ja Eikeland 1988).

5.1.6. Kilpailijat ja saalistajat

Harjuksen pääasiallisiksi kilpailijoiksi on epäilty taimenta ja siikaa, ja saalistajiksi haukea, madetta ja ahventa (Seppovaara 1982, Greenberg ym. 1996). Terrestrisiä saalistajia ovat ihmisen lisäksi ainakin minkki, nauru- ja kalalokki sekä koskelo (Myllylä 1982, Northcote 1995). Greenberg (1999) tutki harjuksen habitaatinkäyttöä koeolosuhteissa hauen kanssa ja ilman, sekä taimenen kanssa ja yksin. Korkealla virtaamalla ilman haukea taimen aiheutti sen, että harjus käytti vähemmän suvantojen syviä osia ja enemmän uoman matalia reunoja. Harjuksella ei ollut yhtä voimakasta vaikutusta taimeneen, joka kuitenkin käytti enemmän suvantojen syviä osia korkealla virtaamalla, kun harjus oli läsnä. Hauen ollessa läsnä harjuksella ei ollut vaikutusta taimenen habitaatinkäyttöön, mutta taimen aiheutti harjuksen siirtymisen enemmän uoman reunoille. Kumpikaan lajeista ei muuttanut habitaatinkäyttöään, kun sen oman lajin tiheyttä muutettiin.

Vantaanjoella harjus ei kilpaile revieristä alueen taimenten ja lohien kanssa, koska se oleilee hieman heikommassa virrassa kuin ne (Rinne ja Saura 1996). Alueilla, joilla taimentiheydet ovat suuria, on viitteitä siitä, että harjukset "joutuvat kovan käsittelyn kohteeksi" ja ne "näyttävät nälkiintyneiltä". Tiheistä särkikalakannoista ei näytä olevan suurempaa haittaa harjukselle Vantaanjoella, mikä ei vastaa Nivan ja Sarajärven (1994) havaintoja Taivalkosken metsälammista.

Virtavesiharjuksen elinympäristövaatimuksia ja niitä koskevia tutkimuksia on kuvattu tarkemmin Kalatutkimuksia-sarjan numerossa 156 (Nykänen ja Huusko 1999).

5.2. Järvikutuinen harjus

5.2.1. Vedenlaatu

Järviharjuksen vaatimukset vedenlaadun suhteen lienevät paljolti samankaltaisia virtavesissä elävien harjusten kanssa. Sundellin (1992a) mukaan harjuksen esiintyminen Etelä-Saimaalla keskittyy alueen pohjoispuolelle. Eteläosaltaan järvi on osin rehevöitynyt. Harjuksen parhailla elinalueilla veden väri on keskimäärin noin 30 mg Pt/l ja näkösyvyys hieman yli kolme metriä. Puruvedellä, missä on tällä hetkellä todennäköisesti Vuoksen vesistöalueen paras järviharjuskanta, on veden väri keskimäärin noin 6 mg Pt/l ja näkösyvyys 8,1 m. Näkösyvyys vaikuttaa merkittävästi näkösaalistajan, jollainen myös harjus on, elinolosuhteisiin. Kirkkailla alueilla tuottava vesikerros ulottuu syvemmälle, jolloin myös pohjaeläinten määrä on suurempi laajemmalla alueella kuin tummissa vesissä (Sundell 1992a).

5.2.2. Ravinto

Kuten virtavesiharjus, on myös järviharjus varsin kaikkiruokainen ja kulloinkin vallitseva ravintokohderyhmä heijastuu ruokavalioon. Ilmaravintoakin runsaasti käyttävänä harjus asettuu Isolla-Saimaalla mielellään tiheitä tervalepikköjä ja männiköitä kasvavien niemien tuntumaan. Muutenkin harjukset suosivat metsäisiä avorantojen sijaan. Ilmaravinnon osuus pienenee syksyllä, jolloin tavallisinta ravintoa ovat koppamadot, katkat, simpukat ja jouhimadot (Seppovaara 1976b).

Kuoriutumisen jälkeen Saimaan harjukset oleilevat pohjalla ruskuaisen varassa noin viikon. Tämän jakson loppupuolella ne alkavat jo käyttää ulkoista ravintoa. Alkuvaiheessaan järviharjuksen poikaset syövät lähes yksinomaan eläinplanktonia. Pääkohteina ovat vesikirput *Polyphemus pediculus* ja *Bosmina coregoni* sp. Alkuvaiheen jäl-

keen niiden osuus vähenee nopeasti ja surviaissääskien toukka- ja kotelovaiheiden käyttö lisääntyy. Poikasten ollessa noin 46 mm pitkiä surviaissääskien eri kehitysvaiheiden osuus on jo noin 70 % kokonaisruokavaliosta (Sundell 1993). Yksivuotiaan harjuksen ravinnon koostumus on kesäkuun lopulla Etelä-Saimaalla seuraavanlainen: surviaiset 43 %, vesiperhoset 18 %, päivänkorennot 8 %, hyttyset 6 %, sekalaiset kaksisiipiset 6 %, sekalaiset sääsket 6 %, vesikirput 5 % ja muut 8 %. Kuten kesänvanhoilla poikasilla, ovat surviaiset edelleen tärkein ravintokohde yksivuotiailla harjuksilla (Sundell 1994).

Norjassa harjuksen ravinnonkäyttöä ovat tutkineet järvimaisella patoaltaalla Haugen ja Rygg (1996). Poikasten tärkein ravintokohde oli eläinplankton. Kesäkuussa vanhemmat harjukset söivät pääasiassa surviaissääskien toukkia ja heinäkuussa pohjan lähellä elävää *Eurycercus lamellatus*:ta.

5.2.3. Kutu- ja poikashabitaatti

Järviharjuksen kutu alkaa jäiden lähdettyä, veden lämpötilan ollessa noin +5 °C. Harjus kutee 0,5-1 m syvyyteen selkävesien luodoille ja saarten rantavesiin sekä laajojen ulappa-alueiden äärellä sijaitseville rannoille ja karikoille. Tällaisilla paikoilla vesi ei lämpene liikaa ja sen vaihtuvuus ja siten happipitoisuus on hyvä. Veden lämpötilan nousu yli 13,5 asteen lisää mädin kuolleisuutta nopeasti. Mädin hidas kehitys kylmässä vedessä varmistaa lisäksi sen, että poikasilla on tarpeeksi ruokaa kuoriutumisen jälkeen. Suojattomilla rannoilla aaltoliike korvaa virtauksen ja pitää soraikossa kehittyvän mädin ympärillä olevan veden hapekkaana (Sundell 1992b, Sundell 1997, Pulkkinen 1999). Kutu alkaa tavallisesti matalista vesistä, jossa vesi lämpenee ensimmäisenä ja etenee syvien selkävesien rannoille ja luodoille (Pulkkinen 1999).

Kutua on havaittu monentyypisillä kivikkorannoilla. Parhaimmilla puusto ulottuu melko lähelle vesirajaa. Rannan lähellä kivien koko vaihtelee alle viisisenttisestä kymmeniä senttejä halkaisijaltaan oleviin lohkarisiin. Kivien välissä on usein puhtaita soraikkoalueita (Savolainen 1937, Sundell 1997). Syvemmillä pohja on soraa, hiekkaa ja hiesua (Seppovaara 1982). Lisääntymisalueilta puuttuu keväällä ja alkukesällä kasvillisuus. Myöhemmin kesällä saattaa rantavesissä esiintyä harvoja pääasiassa järvikortteen, järviruon, nuottaruohon ja lahnuaruohon muodostamia kasvustoja (Seppovaara 1982).

Kutuhuipun ajankohta on vaihdellut Saimaalla noin kahdella viikolla, yleensä se osuu välille 4.-18.5. (havaittu vaihteluväli 2.5.-5.6.) (Seppovaara 1982). Näyttää siltä, että talven aikana tapahtuvan fysiologisen kypsymisen aikataulu on vuosittain suunnilleen sama. Jäidenlähdon ja kutuhuipun välinen aika on sitä pidempi, mitä aikaisemmin jäät järvestä lähtevät. Vastaavasti, mitä myöhemmin jäät lähtevät, sitä nopeammin kutu tapahtuu lähdon jälkeen. Kullakin alueella kutu tapahtuu pääasiassa 1-3 päivän aikana. Lämpiminä vuosina kutu menee ohi nopeasti (Sundell 1992). Vilkkainta harjusten kutturautuminen on järvissä yleensä klo 18-24, eli vuorokauden lämpimimpään aikaan (Seppovaara 1982).

Mädin hautoutuminen kestää noin kolme viikkoa. Kuoriutumisen jälkeen ruskuaispusipoikaset pysyttelevät pohjan tuntumassa muutamasta päivästä viikkoon. Ruskuaisten vähetessä 15-16 mm pituiset poikaset oleilevat lähellä rantaa matalassa vedessä ja pinnan tuntumassa. Noin 25-30 mm pituisena kalat siirtyvät syvemmälle ja ryhtyvät syömään pääasiassa pohjaeläimiä. Pohjalle siirtymisen jälkeen poikasten kasvu näyttäisi olevan melko nopeaa (Sundell 1992a, 1992b, 1995). Poikasilla on havaittu jonkin verran parveutumista, mikä voi johtua siitä, että poikaset keräytyvät alueille, joilla on paljon ravintoa. Pääasiassa poikaset kuitenkin vaikuttaisivat olevan melko hajallaan pitkin rantoja (Sundell 1992a).

Pielisellä tehdyissä poikasuottauksissa 0+-ikäisiä poikasia saatiin parhaiten järven länsiosan hiekka- ja sorapohjilta. Pohjoisosien kivikkorannoilla poikasia oli selvästi vähemmän (Turunen ja Halonen 1999).

5.2.4. Aikuishabitaatti

Harjukselle parhaita elinalueita ovat kirkasvetiset ja karut järviolueet, missä on avoimia selkävesiä sekä suojattomia ja puhtaita kivikko- ja soraikkorantoja (Hurme 1967a, Seppovaara 1982, Turunen ja Suuronen 1993). Välittömässä läheisyydessä on hyvä olla kylmävetisiä syvänteitä, minne harjukset voivat halutessaan siirtyä veden ollessa lämpimimmillään. Syitä siihen, miksi harjukset vaativat tällaisia alueita on useita. Etelä-Saimaan kokemusten valossa näyttää siltä, että harjus ei kestä kovin voimakasta mätäitiä ja poikasiin kohdistuvaa saalistusta. Monet lajit eivät viihdy eivätkä pysty kovin tehokkaasti lisääntymään suojattomilla kivikkorannoilla. Siksi niiden kannat ovat harjuksen elinalueilla yleensä heikot, mikä puolestaan mahdollistaa harjuksen selviytymisen. Lisäksi kivikkorannoilla on runsaasti tuottavaa pohjapintaa ja ravintokohteet ovat helposti havaittavissa (Sundell 1997). Eräitä parhaita oleskelupaikkoja harjukselle ovat saarten väliset vedenalaiset sora-kivikkoharjanteet. Sen sijaan harjus karttaa sivulahtia ja reunaselkiä, erityisesti paikkoja, jossa on runsas vesikasvillisuus ja viljeltyjä rantoja, tai liejuinen, savinen tai limoittunut pohja (Seppovaara 1982). Harjusten oleskeluhabitaatti lienee pitkälti sama kuin kutuhabitaatti, sillä kalojen on huomattu viihtyvän koko elinikänsä kutualueilla (Pulkkinen 1999).

Harjusta tavataan useimmiten rantavesissä, aivan matalasta noin 5 m syvyydelle. Laatokalla sanottiin aikanaan, että jos harjus saadaan 10 m syvyydestä, on erittäin huono ilma olevan puhkeamassa. Kudun jälkeen kesäkuussa on joskus havaittu olevan väli-aika, jolloin harjusta ei tavata. Heinäkuussa harjus löytyy luotojen rannoilta, kun taas syksyllä sitä tavataan taas vähemmän (Savolainen 1937).

Haugen ja Rygg (1996) havaitsivat vertaillen harjuksen ja taimenen habitaatin käyttöä patoaltaassa, että harjus ei ollut koskaan ulappa-alueen pintavedessä, missä tavattiin vain yli 18 cm pituisia taimenia. Molemmat lajit suosivat alle 8 m syvyyttä ranta-alueilla. Harjus oli syvemmällä kuin taimen elo- ja syyskuussa ja harjusta oli taimenta enemmän pehmeillä pohjilla. Viereisessä järvestä harjusta oli kuitenkin taimenta enemmän pintavesissä. Kyseisessä järvestä ravintokilpailu oli kirjoittajien mukaan kovaa ja he arvelivat, että siellä taimen oli syrjäyttänyt harjuksen rannoilta pakottaen sen epäsuotuisammalle ulapalle (Haugen ja Rygg 1996).

5.2.5. Vaellukset ja talvehtiminen

Suurten järvien selkävesien harjukset eivät ilmeisesti vaella pitkiä matkoja. Mikäli ravinto vähenee, etsivät harjukset lähistöltä uuden syönnösalueen (Seppovaara 1982, Sundell 1995). Keväällä jäiden lähdön ja kudun aikaan harjus kuitenkin liikkuu aktiivisesti ("nousee rantavesiin") ja sotkeutuu tällöin helposti verkkoihin (Turunen ja Suuronen 1993).

Harjuksen liikkeiden ja elinalueen koon tunteminen on tärkeää harjuskantojen hoitoa ja suojelua suunniteltaessa. Poikasmerkintöjen tulokset ovat jo aiemmin viitanneet siihen, että istukkaat pysyvät varsin hyvin istutuspaikalla (Sundell 1998a). Vuosina 1997 ja 1998 Sundell (1998a, 1999) tutki aikuisten harjusten liikkeitä ultraäänitelemetrian (ulkoinen kiinnitys) avulla touko-heinäkuun välisenä aikana. Vuonna 1997 merkittiin neljä luonnosta pyydettyä kalaa, jotka vapautettiin 20.5. jokainen kala eri paikkaan. Harjukset paikannettiin kahdesti päivässä 25.5. asti. Kaikki kalat olivat vapauttamisen jälkeen aktiivisia ja liikkuvat välillä varsin nopeastikin (yksi kala yli 1000 m 2,5 tunnissa heti vapauttamisen jälkeen). Kalojen keskimäärin havaintokertojen välillä liik-

kumat matkat olivat 95 m (suurin havaittu 300 m), 57 m (170 m), ja 418 m (1300 m). Kokonaisreviirin pituus oli 250-2000 m. Kaikki kalat pysyivät sen saaren rantavesissä, minne ne oli istutettu (Sundell 1998a). Vuonna 1998 merkittiin kuusi harjusta samalla menetelmällä kuin vuonna 1997. Kalat merkittiin 21.5. ja vapautettiin 22.5. viiden eri saaren tai luodon rantaan. Kaloja seurattiin heinäkuun lopulle asti. Yleisesti ottaen harjukset pysyivät jälleen varsin hyvin istutusalueella. Kalojen liikkumat matkat olivat jälleen keskimäärin 90-500 m havaintojen välillä (muutaman päivän välein) ja viimeinen havaintopaikka 80-300 m istutuspaikasta lukuun ottamatta yhtä kalaa, joka löydettiin 2300 m:n etäisyydeltä. Harjus näyttäisi Sundellin mukaan olevan sidoksissa ranta-vaivaan ja samoin istutusalueen laadulla on mahdollisesti merkitystä harjusten liikkeisiin (Sundell 1999).

Seppovaaran (1982) mukaan harjukset siirtyvät sydäntalveksi usein yli 10 m syvyyteen. Harjuksen pilkinnän yleisyydestä huolimatta ei tutkimustietoa järviharjuksen elinympäristönvalinnasta syksyllä ja talvella löytynyt.

5.2.6. Kilpailijat ja saalistajat

Etelä-Suomen syvissä ja laajoissa vesissä harjuksen esiintymistä rajoittavina muina lajeina pidetään haukea, ahventa ja simppua, sekä mahdollisesti lokkilinnustoa. Pohjoisessa elintilakamppailuun osallistunevat lähinnä taimen ja siika, joista jälkimmäistä on ravintokilpailun takia pidetty harjuksen vakavimpana uhkana (Seppovaara 1982). Harjuksen on kuitenkin havaittu menestyneen hyvin monissa järvissä yhdessä siian kanssa, mm. pohjoisen pikkujärvissä ja Englannissa Llyn Tegid-järvessä (Tapani Partanen, suul. tiedonanto, Duigan ym. 1998). Nivan ja Sarajärven (1994) mukaan runsaat särkikalakannat ja hauki vaikeuttavat harjuksen menestymistä Pohjois-Suomen lammissa. Saimaalla ja Pielisellä tyypillisen kutualueen karu pohja ei yleensä anna paljon suojaa kookkaille petokaloille, mutta siellä elää pieniä lajeja, kuten mutuja, simppuja, kiiskejä ja ahvenen poikasia, jotka saattavat syödä harjuksen mätää ja poikasia (Seppovaara 1982).

5.3. Merialueen paikallinen ja vaeltava harjus

Merialueella elää sekä paikallisia meressä kutevia että rannikon jokivesiin kudulle vaeltavia harjuskantoja. Suolapitoisuuden yläraja on harjukselle 4 ‰ (Enholm 1937, Hurme 1966). Molempien harjustyyppien kannat ovat voimakkaasti taantuneet viimeisten vuosikymmenien aikana, eikä niiden tilan kohentamiseksi ole tehty paljoakaan. Merialueen harjuksesta on makeanveden kantoihin verrattuna vähän perusbiologista tai elinympäristövaatimuksiin liittyvää tietoa.

Paikallinen harjus kutee Merenkurkussa toukokuun lopulla matalissa, voimakasvirtaisissa salmissa saarien välissä, kivikkorannoilla ja selkäkarikoilla, jossa kutupohja on paljasta kivikkoa tai soraa, eikä siinä ole useinkaan leväkasveja. Kutuajan ulkopuolella harjus oleskelee lähinnä kivipohjaisilla ulkorannoilla ja syvärinteisillä pauhamatalikoilla (Hurme 1966). Rannikon vähäsaarisen alueen vaellusharjus nousee kalastajien havaintojen mukaan heti jäänlähdön jälkeen jokisuihin, missä se kutee virtaavissa sorapohjaisissa vuolteissa tai koskien alivesissä. Pian kudun jälkeen kalat laskeutuvat takaisin mereen (Hurme 1966, 1967b, Seppovaara 1982). Müllerin ja Karlssonin (1983) mukaan Merenkurkussa sijaitsevan Ångerån-joen harjukset vaeltavat poikasina jo ensimmäisen kesänsä jälkeen joesta mereen ja palaavat takaisin neljän vuoden kuluttua aikuisina kuteakseen kotijoessaan. Kutumatkallaan kalat viiptyvät vain 4-8 päivää, monet jopa alle 12 tuntia. Kirjoittajat eivät havainneet yhdenkään aikuisen kalan jäävän jokeen kesäksi. Mereen laskevaa jokea voi käyttää sekä pysyvä jokikanta että merialu-

elle levittäytynyt kanta, joka käy joessa vain kutemassa (Peterson 1968, Latvala ym. 1997).

Merialueen paikallinen harjus on nimensä mukaisesti ilmeisen paikallinen. Hurme (1967b) merkitsi 70 kpl aikuisia harjuksia kutupyynnin yhteydessä Merikarvian Ouransearistossa. Merkkipalautuksia saatiin 7 kpl 3-13 kk vapautuksen jälkeen. Toisena vuonna merkittiin vastaavasti 30 harjusta, joista saatiin takaisin 6 kpl 2-13 kk vapautuksen jälkeen. Kaikki merkkipalautukset tulivat Merikarvialta.

5.4. Järvestä jokeen kudulle vaeltava harjus

Järviharjuksia on tutkittu Saimaan suuria järviä lukuun ottamatta niin vähän, että "puhtaiden" järviharjusten, eli järvessä myös kutevien harjusten, ja järvessä muuten elävien, mutta jokiin kutemaan vaeltavien kantojen suhteellista määrää, sijoittumista maantieteellisesti tai mahdollisen yhdessä esiintymisen yleisyyttä ei tunneta. Järvestä jokeen kudulle vaeltavia harjuksia on tutkittu kuitenkin ainakin Ruotsissa (Gustafson 1949, Kristiansen ja Døving 1996) ja vastaavasti käyttäytyviä pohjanharjuskantoja Pohjois-Amerikassa (Beauchamp 1990).

Jokialueen ulkopuolelta sinne kutemaan tulevat harjuksat viipyvät kutumatkallaan yleensä varsin lyhyen ajan, poistuen pian kudun jälkeen. Ruotsissa Storsjö-järven harjuksat vaeltavat kutemaan pieneen järveen laskevaan sivujokeen. Vaellushuippu on huhtikuun loppupuolella ja 80 % kaloista viipyy kutumatkallaan alle 20 vuorokautta. Jokisuulla kutua ennen tai kudun jälkeen merkityt kalat saatiin myöhemmin saaliiksi järviahueelta. Useimmat kaloista olivat 4 km:n säteellä jokisuusta ja vain kaksi kalaa pyydettiin kauempaa, 12 km:n päästä (Gustafson 1949).

Harjuksen vaelluksia tutkittiin Norjan Mjøsa-järvessä ja 13:sta siihen laskevassa joessa, joissa harjus kutee. Tutkimus osoitti, että harjuksat palaavat kutujoista takaisin järveen pian touko-kesäkuuhun ajoittuvan kudun jälkeen. Järvessä eri jokiin vaeltaneet kalat sekoittuivat ja vaelsivat aina 12 km etäisyydelle kutujokisuusta syksyyn mennessä, pysytellen rannan lähellä. Poikaset kuoriutuivat kesäkuussa. Ne pysyttelivät joessa syys-lokakuulle, milloin ne vaelsivat järveen talveksi. Järven kutukypsät kalat kutevat joka vuosi ja ne vaeltavat samaan jokeen kutemaan peräkkäisinä vuosina (tutkimuksessa 240 kalaa 284:stä takaisinsaadusta palasi samaan jokeen toistamiseen ja loput kaloista saatiin viereisistä joista). Kirjoittajat esittävätkin, että Mjøsa-järven harjuskanta koostuu useasta eri joissa kutemaan erikoistuneesta kannasta. On viitteitä siitä, että harjuskannat yleensäkin muodostavat erillisiä yksiköitä, joiden välinen sekoittuminen on rajallista (Kristiansen ja Døving 1996).

Inarin Ukonlahteen laskevaan Nukkumajokeen harjuksat suuntaavat kutuvaellukselle heti jokisuun sullettua. Vaellus ulottuu vain parisataa metriä ylöspäin ja kalat palaavat järveen heti kudun jälkeen ja myöhemmin kesällä ovat niiden poikasetkin kadonneet joesta. Osa Ukonlahden harjuksista kutee itse lahdessa, jossa on useita tunnettuja kutukareja. Inarin harjusta vaeltaa myös Laklemijärvestä Ruoholahden perään laskevaan pikkujokeen. Joen nopea lämpeneminen todennäköisesti houkuttelee kaloja jokiin. Myös Inarin pitäjän Kaitamo- ja Hammasjärvissä on jokiin kudulle vaeltavia harjuksia. Inarin itäpuolella Ellettijärven harjuksia nousee Joutsenpesähärvenojaan. Laatokan harjuksiakin on noussut kudulle suurehkoihin jokiin, kuten Tulema- ja Syskyjokeen (Seppovaara 1982).

6. Harjuksen levinneisyys ja kantojen tila

Harjuksen alkuperäinen levinneisyysalue maassamme oli Vuoksen vesistö, Pohjanlahden rannikko ja siihen laskevat joet sekä Kuusamo-Lappi-alue. Keski-Suomeen harjus kotiutettiin 1920-luvulla istuttamalla eräille koskialueille Laatokan kantaa olevaa harjusta (Koskiniemi ja Kilpinen 1987). Harjus puuttuu mm. Etelä-Suomen järvalueen matalista järvistä ja järvireittien osista, vaikka niiden veden ja pohjan laatu eivät estäisi sen viihtymistä. Syynä voi olla ajoittain liian korkea lämpötila ja rehevöityminen. Pohjois-Suomessa harjuksen leviämisen korkeusraja on noin 700 m (Seppovaara 1982). Harjus puuttuu merialueelta etelä- ja lounaisrannikolta. Ilmeisesti liian suolaiset vedet estävät harjuksen siirtymisen rannikkoa pitkin eteläosiin (Hurme 1967a).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos alkoi 80-luvun puolivälissä ylläpitää rekisteriä arvokalakannoista. Harjus oli mukana jo silloin. Hankkeen tarkoituksena oli saada yleiskuva alkuperäisten kantojen lukumäärästä, niiden tilasta ja uhkatekijöistä. Viimeisin selvitys harjuskantojen tilasta on tehty vuonna 1997. Sen mukaan harjus esiintyy alkuperäisenä 354:llä sisäveden osalla ja 10:llä rannikon osa-alueella. Sekoittunut kanta (alkuperäinen kanta ja istutettua harjusta) on 53:lla valuma- tai muulla alueella ja siirretty kanta 73:lla alueella. Harjusesiintymiä on 32:ssa eri vesistössä, joista 22:ssa alkuperäisenä ainakin osassa vesistöä. Kotiutettu kanta on seitsemällä vesistöalueella. Sisävesien esiintymien on luokiteltu taantuneen (30 esiintymää) tai harvinaistuneen (16 esiintymää) paikoitellen Etelä-Suomessa, mm. Saimaalla, Pielisessä ja Oulujoen vesistössä, pahiten kuitenkin Keski-Pohjanmaan joissa. Pohjoisessa tilanne on yleisesti ottaen hyvä. Merialueella harjusta tavataan Ouran, Merenkurkun, Rahjan ja Krunnien saarten alueilla. Näistä harjus on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi Korsnäsin ja Lapuanjokisuun välisellä alueella ja vaarantuneeksi Rahjan alueella. Merikarvian Ouran harjus on katsottu taantuneeksi. Perämeren Krunnien harjuksen uhanalaisuutta ei ole luokiteltu (Kaukoranta ym. 1998).

Harjuksen kutuvaellusta merestä jokeen esiintyy enää muutamassa paikassa. Vaeltavat kannat ovat tuhoutuneet kutualueiden likaantumisen, maannousun ja ruoppausten takia. Entisiä Pohjanmaan harjusjokia ovat Lapuanjoki, Perhonjoki, Piehinkijoki, Lestijoki (ehkä yhä harjusta), Pöntiön- ja Himankajoki. Kala- ja Pyhäjoki menettivät kantansa lähes kokonaan 60-luvulla vesistötöiden ja metsäojitusten yhteydessä; Siikajoesa, Tyrnävän- ja Ängeslevänjoessa oli ainakin 80-luvun alussa yhä harjusta, mutta Oulujoki oli menettänyt merkityksensä nousuharjuksen lisääntymisalueena (Seppovaara 1982, Kallio-Nyberg ja Koljonen 1990).

Vuonna 1990 silmällä pidettäviä taantuneita harjuskantoja oli 19, harvinaisia viisi, puutteellisesti tunnettuja 13 ja turvassa 14. Kolmentoista kannan tilasta ei ollut tietoa. Uhkatekijöinä kahdeksan kannan kohdalla oli vesien likaantuminen, 18:lla maankäyttö ja yhdeksällä rakentaminen (eli elinympäristössä tapahtuneet muutokset). Viisitoista harjuskantaa oli uhattuna kalastamisen vuoksi (Kallio-Nyberg ja Koljonen 1990).

Pohjoisen luonnontilaisissa vesistöissä, kuten Tenon, Utsjoen ja Paatsjoen alueella harjuskannat eivät ole uhattuna. Erittäin uhanalaisiksi sen sijaan luokiteltiin vuonna 1990 Isojoen, Kalajoen, Närpiön, Merenkurkun, Öjan saariston ja Lapuanjoen edustan saaristoharjus. Vaarantuneeksi luokiteltiin Siiponjoen vaeltava harjus. Yleisen käsitteen mukaan harjus on loitonnut huomattavan etäälle rannikolta merialueella. Sitä tavattiin ainakin vielä 80-luvun alussa Hailuodon vesillä ja Iin Krunneilla. Krunneilla on todennäköisesti paikallinen kanta (Seppovaara 1982, Kallio-Nyberg ja Koljonen 1990).

Järvikutuisia harjuskantoja on tai on ollut Etelä-Suomessa Vuoksen vesistöalueeseen kuuluvissa Pielisessä, Puruvedessä, Höytiäisessä, Pihlajavedessä ja Suur-Saimaassa sekä Kitkajärvessä, Inarijärvessä, Suvasvedessä ja Oulujärvessä. Laji on kotiutettu muutamiin muihin vesistöihin, kuten Rautalammen reitin Koliman-Keiteleen ja Kon-

neveden-Kynsiveden väylään. Oulujärvestä alkuperäinen, ainakin jokisuiissa ja paikoitellen rantavesissä elänyt kanta on hävinnyt, samoin Kallavedestä ja Haukivedestä. Saimaan alueella kannat olivat kaikkialla hyviä vielä 1930-luvulla. Jo 1940-luvulla voimakas pyynti verotti asutusten läheisiä kantoja huolestuttavasti. Pielisellä harjus oli tavallinen saaliskala vielä 1970-luvulla. 1980-luvulla kanta taantui niin, että vuosikymmenen lopussa harjusta ei juuri enää järven pohjoisosissa tavattu. Keski- ja eteläosissa on muutamissa paikoissa kohtalainen kanta. Syytä heikkenemiseen ei tiedetä mutta epäilyt kohdistuvat liikakalastukseen (Sundell 2000a). Myös Pihlajaveden harjuskanta on taantunut (Sundell 2000b). Venäjän puolella huomattavia harjusjärviä ovat (tai ovat olleet) Laatokka, Äänis-, Sees-, Kuitti-, Pää-, Tuoppa-, Yks-, Sun-, Uuksu-, Summa- ja Santalanjärvi. Lisäksi pieniä harjusjärviä on mm. Inarinjärven ympäristössä ja Itä-Suomessa (Hurme 1975, Seppovaara 1982, Kallio-Nyberg ja Koljonen 1990, Sundell 1995).

Eurooppalainen harjus on lajina niin laajalle levinnyt, että sen kuoleminen sukupuuttoon on epätodennäköistä. Kuitenkin, geneettiset ja morfometriset tutkimukset ovat osoittaneet, että kyseessä on itse asiassa verkko erillisiä toisistaan isoituneita populaatioita, joista monet ovat erittäin uhanalaisia tai jo tuhoutuneita (Persat 1996). Uhanalaiseksi ("vulnerable") harjus on luokiteltu ainakin Englannissa (Magee 1993), Tanskassa, Saksassa ("endangered" vuonna 1984) ja Ranskassa (luontaisissa ympäristöissä). Italiassa harjus on harvinainen, Alankomaista todennäköisesti kokonaan hävinnyt (yleinen vielä vuoteen 1885 asti) ja Ruotsissa harjuksen on todettu olevan "care demanding" eli silmälläpidettävä. Esim. Sveitsissä harjusta taas tavataan jokseenkin yleisesti järvissä ja puroissa (tietolähde: Internet-sivusto www.fishbase.org). Suomessa harjus on lajitasolla luokiteltu silmälläpidettäväksi.

7. Harjuskantojen hoitokeinot

7.1. Elinympäristöjen kunnostus

Elinympäristön tilan heikentyminen kattaa paitsi muutokset kalapopulaation fyysisessä ja kemiallisessa ympäristössä (esim. voimalaitosrakentaminen ja saastuminen) myös muutokset alueen luontaisessa lajikoostumuksessa (eli biologisessa ympäristössä) (Laikre ym. 1999). Elinympäristökunnostus erityisesti harjusta silmällä pitäen on ollut toistaiseksi vähäistä. Toteutetut kunnostukset ovat koskeneet yksinomaan fyysistä ympäristöä.

Saksassa Zeh ja Doenni (1994) tutkivat mahdollisuutta parantaa harjuksen ja taimenen lisääntymisedellytyksiä Ylä-Reininjoen patoalueella keinotekoisten kutusoraikkojen (laajuus 15 x 5 m, paksuus 20 cm) avulla. Harjuksenpoikasia löydettiin soraikoista kahtena vuonna kolmesta. Positiivisesta tuloksesta huolimatta kirjoittajat eivät suosittele keinotekoisten kutualueiden rakentamista, sillä soraikko tukkiutuu ajan myötä (johtaen soran sisäisen happipitoisuuden laskuun ja mätimunien tukehtumiseen), eikä ylläpito esim. soraa säännöllisesti puhdistamalla ole taloudellisesti kannattavaa.

Rovaniemen maalaiskunnassa sijaitsevien Raudanjoen ja Sattasjoen kunnostuksilla ei todettu olevan harjuksen pienpoikasmääriä nostavaa vaikutusta. Päinvastoin, verrattaessa poikasmääriä ennen ja jälkeen kunnostusten havaittiin harjusten poikasten vähenyneen Raudanjoella. Sattasjoella luotettavia tuloksia ei saatu, koska laji puuttui sähkökalastuksista useana vuonna. Taimenen poikasmäärät sen sijaan kasvoivat kunnostusten seurauksena, tosin vaihtelu vuosien ja jokien välillä oli suurta (Lappalainen 1997).

Oulujoen Laukan patoaltaalla on tutkittu pienimuotoisten kunnostustoimien vaikutusta virta-alueen laatuun harjuksen ja kirjolohen elinalueena (Yrjänä ym. 1999). Alueella oleva tekosaari muotoiltiin uudelleen neljäksi loivapiirteiseksi karikoksi ja ranta-alueelle kaivettiin kapeita sivu-uomia. Kunnostustöiden vaikutuksia arvioitiin tietokoneavusteisen elinympäristömallinnuksen avulla. Tarkastelun perusteella virtausolosuhteet olivat monipuolistuneet alueella jonkin verran, mutta olennaista lisäystä harjukselle soveltuvan elinalueen määrässä ei tapahtunut. Kirjoittajien mukaan kunnostustöissä kannattaa keskittyä rantaviivan pituuden lisäämiseen virtaavilla alueilla esim. tekemällä poukamia ja karikoita. Hitaasti virtaavilla alueilla tehdyillä kunnostuksilla ei ole niinkään merkitystä.

Alaskassa on eräässä purossa luotu keinotekoinen talvehtimisympäristö pohjanharjuksille avaamalla vesitie puron ja sen viereisen soranottomontun välille. Itse puro jäätyy talvisin lähes umpeen, eikä näin ollen tarjoa luontaisia talvehtimisalueita. Puroon istutetuista harjuksista (200 kpl) 32 % selvisi ensimmäisen talven yli ja 27 % kahden talven yli, eli kalat selvästi hyödynsivät keinotekoista talvehtimishabitaattia (Hemming 1997).

Kalojen liikkumismahdollisuuksia padotuilla jokialueilla voidaan yrittää parantaa rakentamalla patoihin kalateitä. Linløkken (1993) tutki harjuksen käyttäytymistä Norjan Glomma-jokisysteemissä, jossa on kahdeksan kalatietä. Kalateiden tehokkuus oli heikko, sillä vain alle prosentti tutkimusalueen harjuksista käytti niitä. Kalatie ei houkuttele harjuksia, jos sen virtaama on kovin alhainen verrattuna turbiinien läpi virtaavaan vesimäärään. Minimivirtaamatilanteessa koko juoksutettava vesimäärä tulisi ohjata kalaportaan kautta (Linløkken 1993).

Harjuksen on mahdollista menestyä myös säännöstellyissä virtavesissä ja patoaltaissa, jos minimivedenkorkeus pidetään suhteellisen korkeana ja alueella on kutualueiksi soveltuvia soraikkoja tai sivujokia (Slutrapport från FÅK 1986, Northcote 1995).

7.2. Kalastuksen säätely

Kalastuksen säätely yhdessä elinympäristökunnostusten kanssa voi olla täysin riittävä keino kalakannan tilan säilyttämiseksi tai kohentamiseksi. Idsjoströmmen Ruotsissa on esimerkki tapauksesta, jossa sata vuotta tukinuiton käytössä olleen joen lähes hävinnyt harjuskanta saatiin kunnostuksilla ja kalastuksen säätelyllä uuteen nousuun. Vuonna 1976 joukko alueen kalastajia ja kyläläisiä kunnosti talkoilla osan joesta palauttamalla siihen kiviä. Harjuskannat alkoivat virotta, mutta koska alamitta oli vain 25 cm eikä mitään kalastusrajoituksia ollut, selvisi kaloista vain harva kutuikäiseksi. Vuonna 1988 alamitta nostettiin 38 cm:iin ja osittainen pyydä-ja-päästä kalastus aloitettiin. Pariissa vuodessa harjuksen keskipituus nousi 35 cm:iin. 90-luvun alussa alamitta nostettiin 40 cm:iin ja saaliskiintiö määrättiin yhdeksi kalaksi kalastajaa kohti. Alamittaa nostettiin edelleen vuonna 1995 45 cm:iin. Vuonna 1996 saaliiksi saatiin jo 50-senttisiä harjuksia ja jopa joitakin 58-senttisiä (Procter 2000).

Suomessa harjuksen yleinen alamitta on 30 cm ja laji on rauhoitettu kalastukselta huh-tikuun alusta toukokuun loppuun vapa- ja uistinpyyntiä lukuun ottamatta. Koko maa-han soveltuvan alamitan asettaminen on kuitenkin vaikeaa, koska sukukypsyyskoko vaihtelee veden lämpötilan, kasvukauden pituuden sekä ravinnon määrän ja laadun mukaan välillä 27-39 cm (Seppovaara 1982). Sundell (1997) ehdottaa, että alamitaksi valittaisiin harjuksen keskimääräinen pituus alueella neljän vuoden iässä (Lappia lu-kuun ottamatta). Tällöin suurin osa kaloista ehtii lisääntyä edes kerran. Jos kanta on täysin istutusten varassa ja toiveita luontaisesta lisääntymisestä ei ole, voi alamitta olla pienempi kuin sukukypsäksitulopituus (Sundell 1997).

Kalastuksen säätelyssä voidaan hyödyntää harjuksen taipumusta ottaa erilaisiin viehei-siin eri ikäisenä. Perholitka pyytää Myllylän (1982) mukaan 85 %:sesti alamittaisia kaloja. Lusikkapyydyksellä alamittaisia saadaan vähiten. Järviharjuksen kohdalla eri-tyisesti kutuajan kalastuksen ja verkkokalastuksen säätelyllä on suuri merkitys, sillä kalat ovat helposti kalastettavissa niiden noustessa ranta-alueille kutemaan, eivätkä alamittaiset selviä hengissä verkosta irrottamisen jälkeen. Kutuajan ulkopuolellakin järvikutuinen harjus elää luotojen ympäristöissä ja saarten ranta-alueilla, jonne verk-kokalastuksen säätely voidaan rajata (Sundell 1995). Sundellin (1997) mukaan sopivia järviharjuksen kalastuksen säätelykeinoja olisivat seuraavat: 1) verkkopyynti tulisi kieltää toukokuussa eli kutuaikana ja solmuväliltään alle 55 mm verkkojen käyttöä olisi rajoitettava 100 m lähempänä rantaa, 2) harrilaudan ja sivuplaanarin käyttö tulisi kieltää 100 m lähempänä rantaa, 3) tuulastusta tulisi rajoittaa joillakin alueilla ja 4) harjuksen alamitta pitäisi nostaa 35 cm:iin kalastusalueen päätöksellä.

Turunen ja Suuronen (1996) ovat tutkineet perhoilla ja lipoilla pyydettyjen harjusten eloonjääntä 3 vrk ajan vieheestä irrottamisen jälkeen (sumpussa). Väsytyisaika, veden lämpötila, koukun tarttumiskohta ja kalan koko kirjattiin. Kaikki 60 tutkittua harjusta (keskikoko 26 cm) selvisivät hengissä. Tulokset tukevat pyydä ja päästä-kalastuksen mielekkyyttä harjuksen kohdalla (Turunen ja Suuronen 1996).

7.3. Istutukset

7.3.1. Istutuksista yleisesti

Istutukset voidaan jakaa karkeasti tuki-, elvytys- ja kotiutusistutuksiin. Tuki-istutuksilla tuetaan luontaisen kannan lisääntymistä ja kalastusta tilanteessa, jossa kannan tuottavuus on jostakin syystä pysyvästi alentunut (esim. voimalaitosrakenta-minen). Elvytysistutuksilla puolestaan edistetään kalakannan toipumista tilanteessa, jossa kannan kokoa rajoittava tekijä on poistettu tai sen vaikutus on pienentynyt (esim.

kunnostusten seurauksena). Kotiutusistutuksissa lajia istutetaan alueelle, jossa sitä ei luontaisesti esiinny (Cowx 1994).

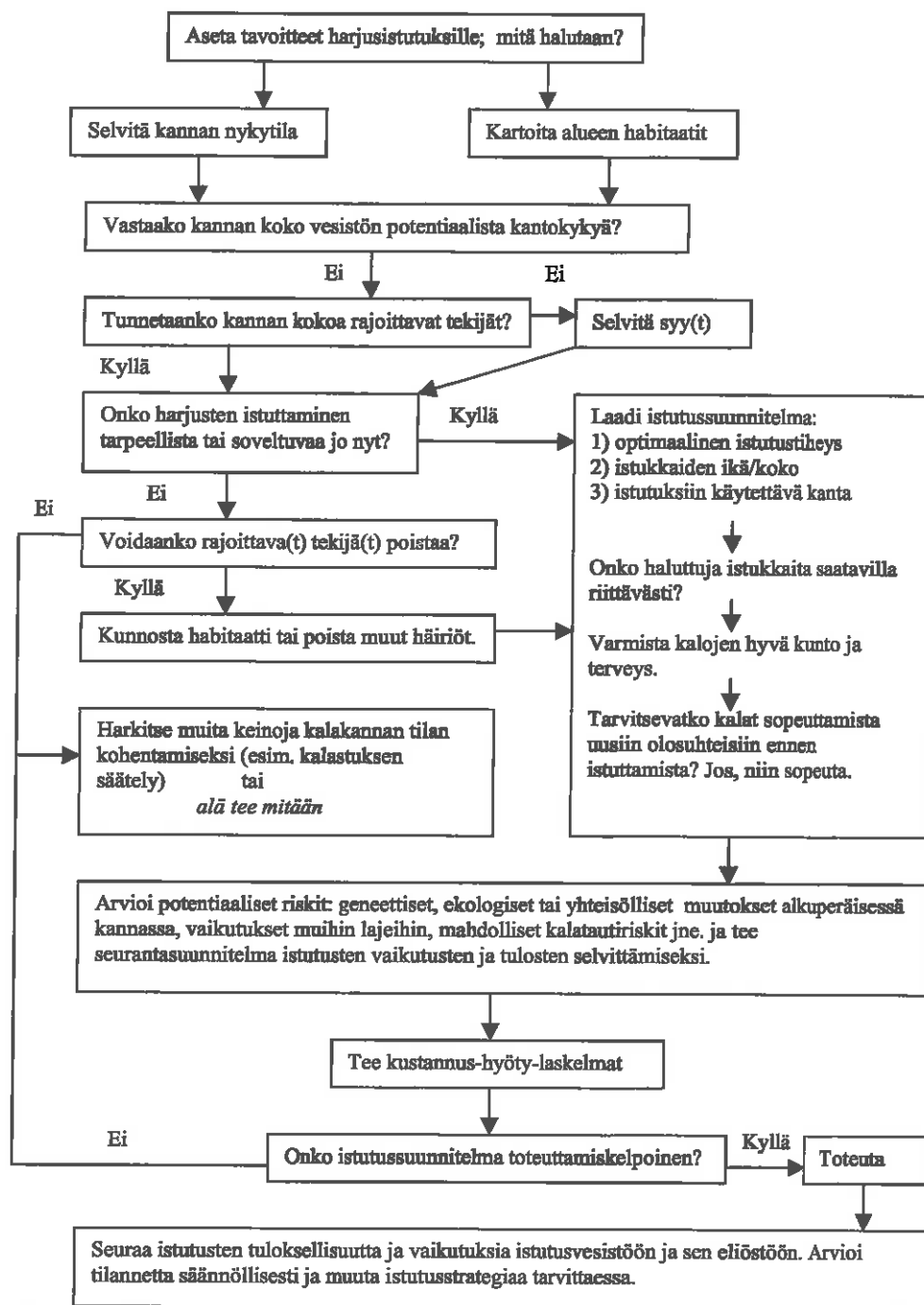
Istutuksia on yleisesti pidetty hyödyllisinä ja niiden tarkoituksena on auttaa kalakantaa kestämaan siihen kohdistuvat paineet. Istutukset voivat kuitenkin olla itse asiassa vahingollisia luonnonkannalle (Laikre et al. 1999). Ekologisten ja geneettisten vaikutusten seurauksena alkuperäisestä kannasta poikkeavalla materiaalilla (mukaan luettuna alkuperäisen kannan viljelyssä tuotetut poikaset, joiden geneettisen aines voi olla yksipuolistunutta tai valikoitunutta viljelyolosuhteisiin sopivaksi) tehdyt istutukset voivat 1) tuhota alkuperäisen kannan, 2) muuttaa alkuperäisen kannan kasvua ja eloonjääntä, 3) muuttaa alkuperäistä kantaa geneettisesti, 4) muuttaa kalayhteisön rakennetta, 5) aiheuttaa edellämainittujen yhdistelmiä, 6) voivat olla aiheuttamatta mitään havaittavia muutoksia (Krueger ja May 1991, Laikre ym. 1999).

Suomessa istutukset ovat merkittävästi lisänneet kalastusmahdollisuuksia ja kasvattaneet useiden lajien saaliita. Esimerkiksi suurin osa lohen ja meritaimenen sekä yli puolet mereisen vaellussiian saaliista arvioidaan olevan istutusperäistä (Salminen ja Hyvärinen 1998). Kaikilta osin istutukset eivät ole kuitenkaan vastanneet odotuksia. Kompensaatioistutuksia on tehty ottamatta huomioon vesien kantokykyä, kalakantojen vaihtelua, kalojen välisiä vuorovaikutuksia tai kalastajien muuttuvia tarpeita. Paikoin myös istukkaiden pyynti liian nuorina tai pieninä on tehnyt istutusponnistelut turhiksi. Liian usein istuttaminen onkin nähty kalastuksen säätelyn vaihtoehtona (Salminen ja Hyvärinen 1998).

Istutuksia tulisi edeltää huolellinen suunnittelutyö, jossa on paitsi määritelty istutuksen tavoitteet ja keinot myös kartoitettu mahdolliset riskit ja laadittu suunnitelma istutusten vaikutusten arvioimiseksi (Cowx 1994) (Kuva 1). Nykyisin on olemassa mm. useita geneettisiä menetelmiä, joiden avulla voidaan seurata istukkaiden geeniaineksen mahdollista sekoittumista alkuperäisen kannan geeniperimään. Tällöin näytteitä tulisi kerätä sekä ennen että jälkeen istutusten (Laikre ym. 1999). Istutuksiin tulisi ryhtyä lähinnä silloin, kun luonnonkanta on vakavasti uhattuna tai hävinnyt (Allendorf 1991). Istutuksiin tulisi käyttää mieluiten luonnonkannasta peräisin olevia poikasia esim. lypsämällä luonnosta pyydettyjä kaloja ja palauttamalla mädistä haudotetut poikaset luonnonveteen (Laikre ym. 1999).

Cowx (1994) on esittänyt suositukset istukkaiden alkuperän suhteen eri istutustilanteissa (vaihtoehdot suositeltavuusjärjestyksessä): A) kun kyseessä on istutus alueelle, josta kohdelaji on kokonaan hävinnyt, tulisi istukkaa hankkia 1) luovuttajakannasta, joka on biologisesti samankaltainen alkuperäisen kanssa, 2) samanlaisessa ympäristössä elävästä kannasta, 3) joko kohtien 1 tai 2 viljelystä kannasta, 4) mistä tahansa, mutta mieluiten useammasta eri lähteestä, jotta uuden kannan geneettinen lähtömateriaali on mahdollisimman laaja; B) tuki- ja elvytysistutuksissa 1) alueen kaloista tulee perustaa viljelykanta, josta saatuja poikasia sitten palautetaan alueelle, 2) uudelleensijoitetaan aikuisia yksilöitä alueen sisällä, 3) käytetään kantaa, joka on peräisin samankaltaisista olosuhteista; C) kotiutusistutuksissa istukkaa tulisi hankkia 1) viljelystä, todistetusti taudittomasta kannasta tai 2) samankaltaisesta ympäristöstä peräisin olevasta kannasta, joka on vapaa taudeista ja loisista.

Carlsteinin (1996) mukaan "put and take"-istutus vesiin suurilla, steriileillä (lisääntymiskyvyttömällä) kaloilla yhdessä virtavesiosuuksiin kohdistettujen kalastusrajoitusten kanssa on todennäköisesti taloudellisesti tehokkain ja biologisesti varmin tapa lisätä harjuksen virkistyskalastussaalista ilman negatiivisia vaikutuksia alueen luonnonkannalle. Tämän strategian toteuttaminen vaatisi kuitenkin steriilien kalojen tuottamiseen käytettävien menetelmien parantamista.



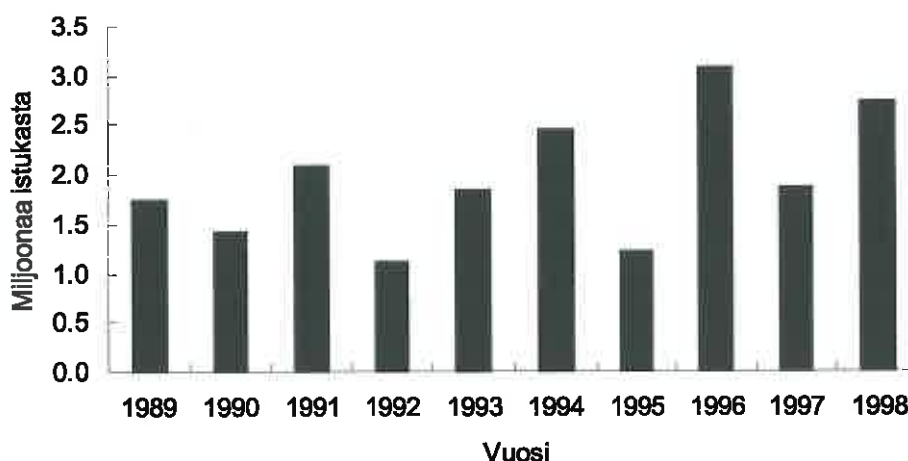
Kuva 1. Ennen istutusten toteuttamista läpikäytäväksi tarkoitettu ohjeellinen kaavio, jonka tarkoituksena on auttaa kalavesien hoitajia välttämään turhat istutukset ja siten mahdollinen rahallinen tai ympäristölle aiheutuva haitta (mukaeltu versio teoksesta Cowx 1994).

7.3.2. Harjussistutusten historiaa ja nykypäivää

Vanhimmat tunnetut harjussistutukset ovat olleet kalojen ja mädin siirtämistä uusiin vesiin. Vuosina 1820-1822 hedelmöitettyä mätää istutettiin ilmeisen onnistuneesti Utsjoen Säytsikoskeen. Myös Kuusamossa tuntemattomassa paikassa tehtiin kaksi siirtoistutusta 1900-luvun alussa (Seppovaara 1985). Vuosina 1922-1957 istutettiin yhteensä noin 3,8 milj. harjusta (keskimäärin 110 000 kpl/vuosi) ja siirrettiin mätää 11

litraa. Jonkin verran siirrettiin myös emokaloja (Seppovaara 1982). Vuosina 1958-1979 istutettiin yhteensä noin 12,9 milj. harjusta (keskimäärin 615 000/vuosi) (Seppovaara 1982).

Vuosina 1989-1998 harjuksen kokonaisistutusmäärä oli hieman alle 20 miljoonaa eli keskimäärin 2 milj. istukasta vuotta kohden (Kuva 2). Keskimäärin kaloja istutettiin noin 3000 kpl istutuskertaa kohden (rekisteröityjä istutustapahtumia 6000 kpl). Valtaosassa istutuksista käytettiin kesänvanhoja poikasia (keskipituus 94 mm, keskipaino 5,2 g) (Maa- ja metsätalousministeriö 2000).



Kuva 2. Harjuksen istutukset vuosina 1989-1998 (Maa- ja metsätalousministeriö 2000).

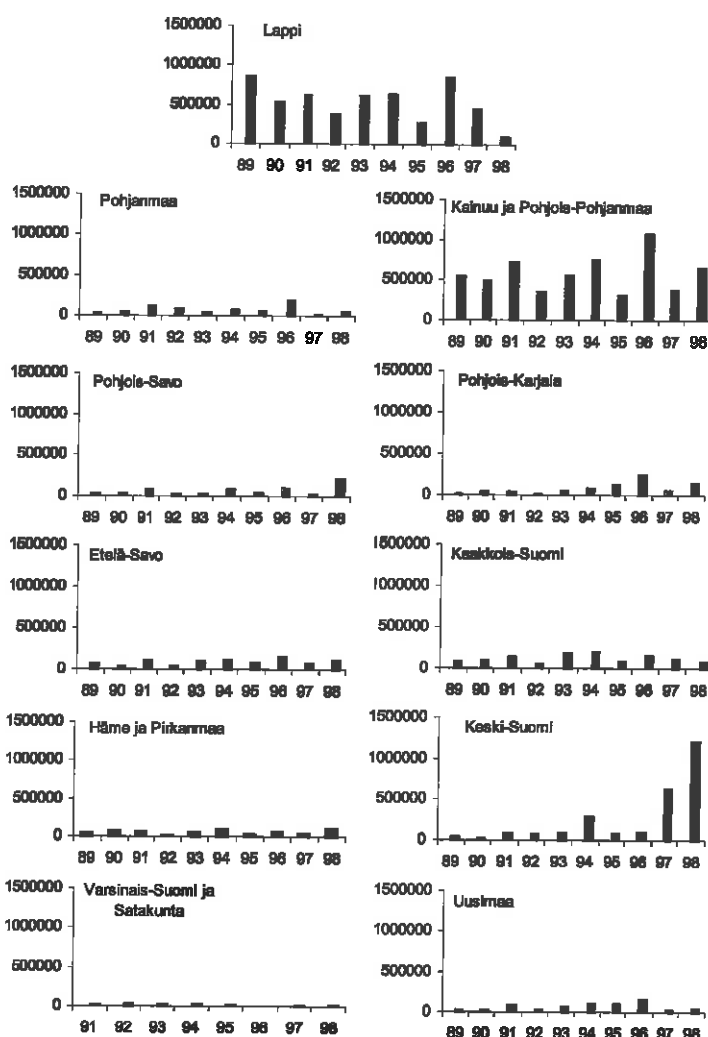
Määrällisesti harjusistutuksia tehdään selvästi eniten Oulun ja Lapin lääneissä, joissa vuosittaiset istutusmäärät Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Lapin TE-keskusten alueilla ovat olleet 0,5-1 milj. poikasta (Kuva 3). Tähän vaikuttanee paitsi harjukselle soveltuvien vesien runsaus Pohjois-Suomessa myös pohjoisen säännöstelltyjen jokien (esim. Oulujoki, Iijoki, Kemijoki) alueilla tehtävät laajat velvoiteistutukset. Eteläisemmässä Suomessa harjusistutuksia tehdään paljon Keski-Suomessa, jossa istutusmäärät ovat olleet erityisen voimakkaassa kasvussa. Muualla Suomessa vuosittaiset istutusmäärät jäävät TE-keskusten toimialueilla yleensä kymmeneen tai muutamaisiin satoihin tuhansiin poikasiin.

Merialueelle harjusta on istutettu vuosina 1989-1999 noin 30 kertaa, yhteensä 107 000 kesänvanhaa poikasta. Istutuksissa on käytetty Isojoen, Iijoen, Kemijoen ja Kitkajoen kantoja. Istutuksista suurin osa on tehty Perämerelle, jonkin verran myös Suomenlahdelle. Suurin osa (mahdollisesti kaikki) poikasista on istutettu jokisuihin, lahtiin tai rannoille (Maa- ja metsätalousministeriö 2000).

Harjusistukkaista puolet on rahoitettu kalastuskuntien ja metsähallituksen varoin. Velvoitevaroin istutuksista tehdään 16 %, kalastuksenhoitomaksuin 9 %, kalastusalueiden varoin 8 % ja valtion kalanviljelyvaroin 3 % (muut lähteet yht. 10 %) (Maa- ja metsätalousministeriö 2000).

Tällä hetkellä harjusistutuksia tehdään Suomen lisäksi ainakin Latviassa, Ruotsissa, Saksassa, Luxemburgissa ja Sloveniassa (Ingram, käsikirj.). Euroopan ulkopuolelle harjusta on istutettu ainakin Marokkoon, jonne yritettiin kotiuttaa ranskalaista harjusta vuosina 1926-1949, huonoin tuloksin. Hollantiin on istutettu saksalaista harjusta vuodesta 1975 alkaen, mutta vain satunnaisia kaloja on saatu saaliiksi. Ranskassa istutuksia on tehty maan sisällä 1960-luvulta asti täyttämään tyhjiä ekologisia lokeroita vesissä, joissa harjusta ei ole (www.fishbase.org). Ranskaan on istutettu myös suomalaista

harjusta (Persat 1996). Samoin Itävaltaan on toimitettu jo muutamien vuosien ajan suomalaisen harjuksen mätiä (V. Määttä, suul. tiedonanto). Entisessä Tsekkoslovakiassa ja Puolassa harjusta on istutettu vuodesta 1959 lähtien (Holcik 1991). Englannissa ja Walesissa suurin osa harjuskannoista on peräisin viimeisen 200 vuoden aikana tehdyistä istutuksista (Ingram, käsikirjoitus).



Kuva 3. Harjusistutukset (pystyaksellilla kpl istukkaita, kaikki kokoluokat) TE-keskuksittain vuosina 1989-1998 (vaaka-akseli) (Maa- ja metsätalousministeriö 2000).

7.3.3. Hyviä tuloksia raportoitu eniten harjuksen kotiutusistutuksista

Maassamme tehdyistä onnistuneista harjusistutuksista tunnetuin lienee alunperin Laatokan kantaa olevien järviharjusten kotiuttaminen Keski-Suomeen Rautalammin reitille 1920-luvulla. Istutusten ansiosta luotiin hyvä harjuskanta mm. Koliman-Keiteleen koskiväylään Kärnänkosken alapuolelle. Harjusta on runsaasti myös Konneveden-Kynsiveden koskiväylässä (Hurme 1967a). Suomen lisäksi onnistuneita harjuksen kotiutusistutuksia on tehty myös Englannissa, Skotlannissa ja Espanjassa. Erityisesti nuorten tai aikuisten kalojen istuttaminen kalattomiin järviin tai lampiin urheilukalastuskohteeksi tai emokalajärveksi on ollut tuloksellista (Carlstein 1996).

Keski-Suomeen kotiutettu harjus on suurelta osin täydennysistutusten varassa (vuosina 1922-1982 Keski-Suomeen istutettiin runsaat 1,3 miljoonaa harjasta), mutta luontaista lisääntymistä on etenkin Rautalammin reitin ja Koliman-Keiteleen reitin virtavesiosuuksissa. Kotiutetut kannat ovat hyvin paikallisia, koskissa eläviä ja vain poikkeuksellisesti läheisiin järvioltaisiin vaeltavia, huolimatta kannan järvisestä alkuperästä. Rautalammin reitin alaosan harjus on ensimmäistä elinvuottaan lukuun ottamatta Suomen nopeakasvuisin harjus ja myös eurooppalaisen mittapuun mukaan erittäin hyväkasvuinen. Sukukypsyyden kalat saavuttavat nelivuotiaana (Eloranta 1985).

Muualla maassa menestyneitä tuki- ja kotiutusistutuksia on tehty mm. Säskylän Pyhäjärveen, Ikaalisten Vääräjokeen, Lapin Särkijärvelle, Kutu- ja Muhosjokiin Oulun vesistöissä, Temmesjoen latvavesille, sekä Valkealan ja Rääselän reiteille Kymijoen vesistöissä. Montan kalanviljelylaitos on istuttanut menestyksellisesti harjasta voimaloiden alakanavien kivikkorannoille Oulujoella (Hurme 1967a, Seppovaara 1985). Eräs menestystarina lienee myös harjuksen kotiuttaminen "savisameaan" Vantaanjokeen, jossa istutukset pääasiassa Rautalammin reitin harjuksella alkoivat 1990-luvun alussa (Rinne ja Saura 1996). Tällä hetkellä harjasta esiintyy koko Vantaanjoen pääuoman alueella, vaikka istutukset ovat olleet pistemäisiä. Kasvu on nopeaa ja luontaista lisääntymistä on havaittu. Istukkaat ovat levittäytyneet joessa tehokkaasti istutuspaikan alapuolisille alueille. Sivujokiin ja -puroihin kalat ovat nousseet.

Heikentyneiden kantojen tuki-istutuksin on pelastettu sukupuutosta ainakin Isojoen kanta 1960-luvun lopussa, jolloin perustettiin emokalakanta Vanhakylän laitokselle (Seppovaara 1982). Myös Höytiäisen oma kanta hävisi tai ainakin väheni lähes olemattomiin viime vuosisadalla järven pinnan laskun seurauksena. Kanta on 1980-luvulla aloitettujen istutusten ansiosta saatu elvytettyä niin, että se on nyt yleinen koko järven alueella (Turunen ja Suuronen 1993).

Heikentynyttä järviharjuskantaa on onnistuneesti tuettu myös Puruvedellä (Pulkinen 1999) ja Etelä-Saimaalla (Sundell 1995), jossa emokaloja pyydetään vuosittain verkoilla kutupaikoilla, kalat lypsetään paikan päällä ja vapautetaan, mäti hedelmöitetään ja kuljetetaan laitoksiin haudottavaksi. Kuoriutuneet poikaset jatkokasvatetaan kesänvanhoiksi ja palautetaan sitten alkuperäveiteensä, usein nimenomaan kutupyypintipaikoille. Kutupyypintä on harjoitettu Puruvedellä ensimmäisen kerran vuonna 1936. Pyynti alkoi tauon jälkeen uudelleen 1961 ja sitä on jatkettu tähän päivään asti (Pulkinen 1999). Etelä-Saimaalla kutupyypintä on harjoitettu vuodesta 1986. Tarkoituksena on ylläpitää ja elvyttää alueen luontaista harjuskantaa (Sundell 1995). Kutupyypintä on myös Lapväärtin-Isojoen alueella (Latvala ym. 1997) sekä Pielisellä (Sundell 2000c).

7.3.4. Istutustulosta selittäviä tekijöitä tutkittu vähän

Eniten harjusistutusten tuloksellisuutta koskevaa tietoa on kerätty Alaskassa, pohjanharjuksen (*Thymallus arcticus*) istutuksista. Siellä istutusveden laatu on näyttänyt pitkälti ratkaisevan lopputuloksen. Huono veden happipitoisuus, muiden lajien vaikutus ja kutuhabitaatin puute on nimetty istutusten epäonnistumisen syyksi. Parhaimmat tulokset on saatu lammikossa yksikesäisiksi kasvatetuilla poikasilla. Vastakuoriutuneilla tehdyt istutukset eivät sen sijaan ole tuottaneet tulosta (Carlstein 1996).

Kännö ja Salonen (1989) tutkivat vuonna 1976 aloitettujen istutusten tuloksellisuutta Ylä-Kemijoella. Istukkaina oli käytetty Isojoen, Iijoen ja Inarin kantoja ja vasta 1986 joen omaa kantaa, vuosittain 12 000-185 000 kesänvanhaa harjasta. Harjusistutuksilla ei tutkimuksen mukaan saatu havaittavaa saaliin lisäystä. Kirjoittajien mukaan harjusistutukset ovat turhia joessa, jonka luontaiset poikastuotantomahdollisuudet ovat hyvät.

Niva ja Sarajärvi (1994) selvittivät metsälampiin (23 kpl) tehtyjen harjusistutusten tuloksellisuutta Metsähallituksen Taivalkosken hoitoalueella. Harjuksia (Iijoen kanta) oli istutettu lampiin 1989 lähtien tiheydellä 50-100 poikasta/ha. Lammissa ei ollut har-

justa ennen istutuksia. Monimuuttujamenetelmällä analysoitiin istutusten onnistumisen ja lampien ominaisuuksien yhteyttä. Selittävinä muuttujina olivat istutustiheys, veden syvyys, happamuus, puskurikyky, happipitoisuus ja trofiataso, muiden kalalajien tiheydet sekä harjusten syömän ravinnon määrä ja laatu. Selvää yhteyttä muuttujien välille ei kuitenkaan löydetty. Istutukset olivat joko epäonnistuneet täysin tai lähes täysin kaikissa lammissa. Särkikalojen esiintyminen ja korkea väriluku, veden mataluus, korkea sähkönjohtavuus, runsas kokonaisfosforin määrä sekä hauen esiintyminen tuntuivat ”varmistavan” harjusedistysten epäonnistumisen.

Nivan ja Sarajärven (1994) tutkimusta osin vastaava selvitys on tehty myös Inarissa (Ahonen 1994). Tutkimuskohteina oli yhdeksän kalastoltaan ja kooltaan erilaista järveä, joihin oli istutettu harjusia useana vuonna. Järvien pinta-ala oli 5-149 ha ja istutustiheydet 9-67 kpl/ha. Elokuussa tehdyissä koekalastuksissa saatiin neljässä järvistä huono, neljässä kohtalainen (mukana kaksi luontaista harjusia sisältävää järveä) ja yhdessä hyvä tulos. ”Huonon tuloksen järville” oli yhteistä hauen ja ahvenen suuret yksikkösaaliit. Ahonen (1994) esitti, että näiden lajien aiheuttama predaatio oli ainakin osin syynä huonoon istutustulokseen. Kaikki mukana olleet järvet olivat kirkasvetisiä, eikä särkikaloja mutua lukuun ottamatta ollut. Toinen huonoja tuloksia mahdollisesti selittävä tekijä oli järven mataluus ja pehmeäpohjaisuus.

Vuonna 1998 tehtiin tiedustelu harjusedistysten tuloksista Etelä- ja Keski-Suomessa. Tiedustelun kohteeksi valittiin 45 aluetta, joille oli istutettu harjusia vähintään kolmesti tai huomattava määrä. Tietoja kysyttiin kalastusalueiden isännöitsijöiltä tai puheenjohtajilta, joiden vastaukset perustuivat useimmiten paikallisten kalamiesten arvioihin. Vastauksia harjusedistysten tuloksista saatiin 24:stä järvestä, joista vain neljässä oli saatu hyvä tulos. Istutustiheydet olivat useimmiten pieniä, keskimäärin 4 kpl/ha. Joki-istutusten arvioitiin tuottaneen hyvän tuloksen seitsemässä kohteessa 11:sta ja kohtalaisen neljässä (Kolari ja Nurmio, julkaisematon).

7.3.5. Istutustulokseen vaikuttavia tekijöitä

7.3.5.1. Istutuspaikka ja -aika

Istutusten onnistumisen kannalta istutuspaikalla ja -ajalla on suuri merkitys. Ympäristön on sovelluttava istutettavien kalojen olinpaikaksi tai tällaisia alueita on oltava sopivalla etäisyydellä riippuen kalojen kyvystä etsiä niille. Lähistöllä on oltava lisäksi riittävästi soveltuvaa ravintoa. Saalistajien tai kilpailijoiden runsaus istutuspaikalla voi vuorostaan johtaa kuljetuksesta ja ympäristönvaihdoksesta stressaantuneiden istukkaiden pikaiseen menehtymiseen. Istutukset on hyvä ajoittaa hetkeen, jolloin esim. joen virtaama ja lämpötila ovat alhaisia. Tällöin kalojen ajautuminen ja stressi on pienin mahdollinen (Cowx 1994). Harjuksella on taimenta voimakkaampi taipumus vaeltaa alavirtaan heti jokeen istuttamisen jälkeen (Thorpe ja Carlstein 1998).

Keskeinen osa suurten järvien harjuskantojen hoidon ja suojelun suunnittelussa on sellaisten alueiden löytäminen, jotka tarjoavat harjukselle hyvät lisääntymis- ja elinmahdollisuudet (Sundell 2000b). Harjus tuntuu pysyvän hyvin istutusalueella tai sen välittömässä läheisyydessä olevilla ranta-alueilla, jos alue on sen elinvaatimusten mukainen. Tällöin istutuksista saadaan hyöty istutusalueelle. Huonoilta alueilta harjus vaeltaa pois, ellei se jo sitä ennen joudu petokalojen saaliiksi (Sundell 1997). Harjukselle soveltuvien elinalueiden kartoitus ja mahdollisesti myös niiden laadullinen luokittelu luo perustan, jonka varaan voidaan rakentaa mielekäs ja tulokellinen hoitostrategia pitkällä tähtäimellä (Sundell 2000b).

Sundell on kartoittanut harjukselle soveltuvia alueita mm. Etelä-Saimaalla ja Pihjälävedellä. Maastokartoitusta on tehty veneestä käsin, pinnan yläpuolelta katselemalla. Kartoituksissa on kiinnitetty huomio alueen sijaintiin (suojaisuus), lähialueiden syvyysuhteisiin (syvänteitä hyvä olla lähellä suojapaikoiksi ja viileämmän veden alu-

eiksi), veden laatuun ja virtauksiin, pohjan laatuun, rannan kaltevuuteen sekä kalastuspaineeseen (Sundell 1997). Vaihtelevankokoinen pohjakivikko tarjoaa harjuksille suojapaikkoja, rantapuusto lisää ilmaravinnon määrää ja veden laatu sekä rannan kaltevuus määräävät lisääntymis- ja syönnösalueena toimivan rannan laajuuden. Mitä paremmat olosuhteet ovat, sitä suurempi voi olla harjustiheys. Tämä parantaa saalisvarmuutta ja harjuskannan kykyä kestää kalastusta (Sundell 1997).

7.3.5.2. Istutustiheys ja kalan koko

Ravintokilpailun ja predaatoriskin takia poikaset tulee levittää kohdealueelle (Sundell 1998c). Istutustiheys on aina arvioitava aluekohtaisesti. Sundellin (1997) arvion mukaan Etelä-Saimaalla 0,5-5 poikasta rantametrille on sopiva istutustiheys. Laadultaan hyvilläkin alueilla istutustiheydeksi riittää useimmiten 2-3 poikasta rantametriä kohden. Matalikko- ja karikkoalueilla ei tiheyttä voi määrittää rantaviivan mukaan. Tällöin pinta-alayksikköä kohden lasketut istutustiheydet voivat olla 0,2-4 istukasta/100 m² (20-400 poikasta/ha) (Taulukko 1). Istutuksia ei ole läheskään aina tarpeen tehdä vuosittain ja luontaisen lisääntymisen määrä on otettava istutuksia suunniteltaessa huomioon (Sundell 1997).

Taulukko 1. Järviharjuksen istutustiheydelle esitetty suositus alueen soveltuvuuden ja poikasten koon mukaan (rm = rantametri) (Sundell 1997).

	Hyvä istutusalue		Kohtalainen alue		Tyydyttävä alue	
	kpl/rm	kpl/100 m ²	kpl/rm	kpl/100 m ²	kpl/rm	kpl/100 m ²
Yksikesäinen (8-10 cm)	2-5	2-4	1-2	1-2	0,3-1	0,2-1
Yksikesäinen (10-12 cm)	1,3-3,3	1,3-2,7	0,7-13	0,7-13	0,2-0,7	0,2-0,7
Vastakuoriutunut	10-20	16-32	5-10	8-16	1,5-5	2,4-8

Usein istukkaiden eloonjäänti on sitä parempi, mitä suurempia istukkaita käytetään (esim. Pope ym. 1996). Vuonna 1990 Sundell istutti Etelä-Saimaalle kahta eri kokoluokkaa olevia poikasia (eri lammikoissa kasvatettuja), keskipituuksiltaan 9,5 cm ja 11,4 cm. Istutuksista saatiin hyvä tulos: vuoden 1994 kutupyynnin saalis oli noin kolminkertainen aiempiin parhaisiin vuosiin verrattuna ja tehtyjen eväleikkausmerkintöjen mukaan saaliista noin puolet oli peräisin vuoden 1990 istutuksista. Sundellin (1997) mukaan tulos näytti olevan pääosin peräisin suurikokoisemmasta istutuserästä, vaikka niiden osuus istukkaiden kokonaismäärästä oli vain noin 20 prosenttia.

7.3.5.3. Istutuksiin käytetty kanta ja poikasten kasvatustausta

Istutuksiin käytettävällä harjuskannalla on todettu oleva merkitystä poikasten käyttäytymiseen ja selviytymiseen istutusalueella. Carlstein ja Eriksson (1996) tarkkailivat kahden järvi- ja yhden jokiharjuskannan poikasten (pituus 9-18 cm) käyttäytymistä jokeen istuttamisen jälkeen. Järvikantaa olevat poikaset suosivan hitaasti virtaavia joen osia, kun taas jokikantaa olevat kalat pysyttelivät enimmäkseen alueella, jossa oli nivoja ja koskiosuuksia. Kirjoittajien mukaan järvikantaa olevat harjukset saattavat olla alttiimpia saalistajille, koska niiden suosimat alueet ovat samoja, joissa hauki, made ja ahven yleensä oleilevat (tutkimuksessa harjusta löytyi 17 %:ssa hauen mahoista). Aivan alussa jokikantaa olevia kaloja huuhtoutui istutuspaikasta alavirtaan järvikantaa enemmän, mutta tilanne kääntyi päinvastaiseksi ajan kuluessa. Tulosten mukaan naaraat jäivät koiraita useammin istutuspaikan läheisyyteen, eli myös sukupuolella voi olla vaikutusta kalojen käyttäytymiseen. Kalan koolla ei sen sijaan ollut vaikutusta (Carlstein ja Eriksson 1996).

Myös samaa kantaa olevien, mutta erilaisissa olosuhteissa kasvatettujen istukkaiden välillä voi olla eroja niiden eloonjäännissä, liikkeissä ja kasvussa. Carlstein (1997) vertasi neljän eri kasvatustaustaa olevan harjuksenpoikasryhmän (esikesäisiä) menestystä istutuksen jälkeen 1) järvessä, jossa ei ollut ennestään ollenkaan kaloja, 2) järvessä, jossa oli ahventa ja 3) keinotekoisessa lammessa, jossa ei ollut kaloja. Eri kala-

ryhmien kasvatusta oli a) luonnonravintolammikko, b) verkkokassi, kuivarehu-ruokinta, c) allaskasvatus, kuivarehu, d) allaskasvatus, 16 vrk ennen istutusta ruokittu pakastetulla luonnonravinnolla. Kalattomassa järvessä selviytyivät ja söivät parhaiten lammikossa ja kassissa kasvatetut poikaset. Ahvenjärvessä taas parhaiten selviytyivät allaskalaryhmät, jotka olivat istutushetkellä a- ja b-ryhmiä suurikokoisempia (ahvenet valikoivat pienimpiä poikasia). Lammikko- ja kassikasvatettujen kalojen kuntokerroin oli allaskaloja parempi jo 22 vrk istutuksesta, huolimatta alun päinvastaisesta tilanteesta. Carlstein (1997) arveli, että kasvatustaustalla voi olla vaikutusta sekä kalojen kykyyn hyödyntää luonnonravintoa istutuksen jälkeen että kykyyn välttää terrestrisiä saalistajia, kuten lintuja. Molempien suhteen luonnonolosuhteissa kasvatetuilla poikasilla olisi etulyöntiasema.

Erityisesti seisovasta istutusvedestä virtavesiin istutettaessa voi kaloilla olla aluksi vaikeuksia pysytellä virrassa. Taimenella virtaavaan veteen totuttamisen on todettu lisäävän viljeltyjen kalojen pysyvyyttä istutusalueella. Cresswell ja Williams (1983) totesivat kahden viikon pituisen akklimoinnin 10 cm/s nopeudella virtaavassa vedessä (altaassa) johtavan korkeampaan takaisinsaantitulokseen kuin ei-akklimoiduilla kaloilla. Kahden päivän allasakklimointi sitä vastoin johti huonompaan takaisinsaantiin kuin kontrollikaloilla. Totuttaminen virtaan parantaa kalojen suorituskkyä ja hidastaa lihaskudoksessa olevan glykogeenin kulumista rasituksessa. On mahdollista, että kaksi päivää rasitusta tottumattomille kaloille sai vain aikaan glykogeenivarastojen kulumisen, eikä vielä riittänyt parantamaan kalojen suorituskkyä. Näin ollen ne olivat itse asiassa heikommin varustautuneita istutustapahtumaan kuin suoraan seisovasta allasvedestä jokeen siirretyt kalat (Cresswell ja Williams 1983).

Kaya ja Jeanes (1995) tutkivat yhden jokikutuista kantaa ja kahden järvikantaa olevan pohjanharjuspopulaation poikasten valumista istutuspaikalta alavirtaan. Sopeuttaminen (7-14 vrk) virtaavaan veteen istutuspaikalla ennen vapauttamista vähensi jokikantaa olevien poikasten ajautumista virran mukana merkittävästi. Järvikantaa oleviin poikasiin sopeuttamisella ei ollut niinkään vaikutusta, vaan ne pysyivät istutusalueella aina jokikantaa huonommin (Kaya ja Jeanes 1995). Kirjoittajien mukaan tulokset tukevat laboratoriahavaintoja, joiden mukaan jokikantaa olevilla harjuksilla on voimakkaampi taipumus pysytellä virtaa vastaan (positiivinen rheotaksis) kuin järviharjuksilla. Tämä ominaisuus voi muuttua, jos kannat risteytyvät (esim. istutettaessa jokialueelle luontaisen kannan joukkoon järviharjuskantaa olevia poikasia (Kaya 1989, 1991, Kaya ja Jeanes 1995).

8. Harjuksen viljely

8.1. Laitoksissa olevat emokalastot

Harjuksen viljely aloitettiin maassamme 1922 Kymijoen lauttausyhdistyksen Simunankosken laitoksella. Emokalasto oli peräisin Laatokasta ja tarkoitus oli kotiuttaa harjus Päijänteen vesistöön (Seppovaara 1982). Ruotsissa harjusta on kasvatettu vuosisadan alusta ja viime vuosikymmenen aikana harjuksen viljelyä on kehitetty siellä intensiiviviljelyn suuntaan (Carlstein 1996). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa on nykyisin viljelyssä tai säilytyksessä yhteensä 11 harjuskantaa, joista neljän luonnonkanta on uhanalaisuusluokituksestaan silmälläpidettävä, yhden vaarantunut ja yhden erittäin uhanalainen. Viljelyssä olevista kannoista kolme on järvikutuista (Makkonen ym. 2000) (Taulukko 2). Emokalastot perustetaan joko luonnosta pyydytyistä yksilöistä tai laitoksessa kasvatetuista poikasista (Makkonen ja Pursiainen, moniste, Määttä, suul.tiedonanto).

Taulukko 2. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen viljelyssä olevat emokalakannat ja kannan uhanalaisuus luonnossa (Makkonen ym. 2000).

Vesistöalue	Emokalapyyntialue	Viljelyynottovuosi	Laitos	Uhanalaisuus ja elinympäristö
Vuoksi	Etelä-Saimaa	1996	Saimaa	Silmälläpidettävä, puutteellisesti tunnettu; järvikutuinen
Vuoksi	Puruvesi	1984	Saimaa	Silmälläpidettävä; järvikutuinen
Vuoksi	Lieksanjoen yläosa	1987	Saimaa	Silmälläpidettävä; jokikutuinen
Iijoki	Ohtaoja	1968	Taivalkoski	Ei uhanalainen; jokikutuinen
Kemijoki	Kemijoki, Keminlatva	1983-1984	Taivalkoski	Ei uhanalainen; jokikutuinen
Koutajoki	Ylä-Kitka	1990-1992	Taivalkoski	Vaarantunut; järvikutuinen
Paatsjoki	Juutuanjoki	1989	Inari	Ei uhanalainen; jokikutuinen
Koutajoki	Kitkajoki	1986-1987	Kuusamo	Ei uhanalainen; jokikutuinen, Jyrävän yläpuolinen kanta
Oulujoki	Kajaaninjoki	1994	Kainuu	Silmälläpidettävä; jokikutuinen; emoparven perustaminen kesken
Perämeri	Maakrunni	1998	Lautiosaari	Erittäin uhanalainen; merikutuinen
Kymijoki	Rautalammen reitti	1920-luku	Laukaa	Ei uhanalainen; istutuksista alueelle kotiutunut kanta; kutee koskipaikoissa

Maa- ja metsätalousministeriön istutusrekisterin mukaan harjusistutuksiin on käytetty myös lukuisia muita kantoja kuin RKTL:n viljelyssä olevia. Istutusrekisterin tiedot on valitettavan usein kirjattu epäyhtenäisellä tyylillä, ts. sama kasvattaja tai kanta voi omata rekisterissä lukuisia eri nimiä, jolloin aineiston koostaminen ja luokittelu on

erittäin hankalaa. Niinpä onkin hieman epäselvää, kuinka monta harjuskantaa Suomessa on tällä hetkellä viljelyssä (Taulukko 3).

Taulukko 3. Maa- ja metsätalousministeriön (2000) rekisterissä mainitut istutuksiin käytetyt kannat, muut kuin RKTL:n viljelyssä olevat.

Ii-Isojoki	Kemihaara	Merikarvianjoki	Pyhäjärvi
Isojoki	Kemijoki-Iijoki	Merikarvianjoki/Oura	Sompio
Isojoki-Iijoki	Kiiminkijoki	Muhos	Sotkamo
Joortilojoki-Isojoki	Koitaajoki	Oulankajoki	Tornionjoki
Juutua-Kuivajärvi	Kuivajärvi-Juutua	Oulujoki	Vuoksen vesistö
Juutua-Iijärvi	Käsmänjoki	Oura	
Juutua-Vuontisjärvi	Laukaan risteytys	Pielinen	Vuontisjärvi

8.2. Poikasten laitoskasvatus

Vastakuoriutuneiden harjusten starttiruokinta ja laitoskasvatus kuivarehuilla on vakiintunut osaksi rutiiniviljelyä. Aina 1980-luvulle asti harjuksen poikaset startattiin mm. jauhetulla silakalla, maksalla, planktonilla ja sääsken toukilla (Seppovaara 1985, Carlstein 1996). Saimaalla kesänvanhojen laitospoikasten keskipaino on vaihdellut 3-12 g:n ja eloonjäänti 20-80 %:n välillä, mikä on sama tulos kuin Carlsteinin (1996) Ruotsissa havaitsema. Laitosviljelyllä saavutetaan nykyisin tuotossa yhtä hyviä tai parempia tuloksia kuin luonnonravintolammikkoviljelyllä. Rehujen merkitys on tuloksen kannalta tärkeä (Makkonen ja Pursiainen, moniste). Poikasten kasvatustiheydellä ei ole todettu olevan vaikutusta kasvuun ja eloonjääntiin välillä 5-50 kg kalaa/m³ vettä (Carlstein 1995).

Harjuksen starttiravinnon merkitystä poikasten kuolleisuuteen ja kasvuun on tutkittu sekä Suomessa että Ruotsissa. Makkonen ym. (1998) testasivat kolmea eri rehua (SSF, Tess ja Kyowa) starttiruokinnassa. Rehulla oli vaikutusta sekä poikasten kuolleisuuteen että kasvuun. Kasvu oli paras SSF-rehulla ja kuolleisuus suurin Tess-rehulla. Carlstein (1993) puolestaan vertaili vastakuoriutuneiden harjusten kasvua ja kuolleisuutta niiden ollessa elämänsä kahden ensimmäisen viikon ajan joko yhdellä neljästä erilaisesta kuivarehudieetistä tai kahdesta luonnon elävää ravintoa sisältävästä ruokavaliosta. Paras kasvu ja alhaisin kuolleisuus havaittiin Kyowa-rehulla (tämä rehu sisälsi testatuista rehuista selvästi eniten rasvaa ja vähiten vettä) ja seuraavaksi paras eläinplanktonilla. Paremmuusjärjestyksessä loput ruokavaliot olivat Aquastart, INRA, Tess ja viimeisenä vastakuoriutuneet Artemia-katkat. Tarjolla olevien ravintopartikkelien koolla on todennäköisesti merkitystä ravinnonkäyttöön ja siten kasvuun ja eloonjääntiin: Sumer (1994) havaitsi selvän riippuvuuden harjuksen poikasen nielun halkaisijan ja ravintopartikkelien koon välillä: 20-29 mm poikaset syövät keskimäärin 215 µ pitkiä surviaisen toukkia, kun taas 29-36 mm poikaset syövät keskimäärin 273 µ pituisia toukkia.

Harjuksen sukukypsäksi tulo vaihtelee vesistöjen välillä: Rautalammilla harjukset tulevat sukukypsäksi kolmevuotiaina (n. 30 cm), Pohjois-Lapissa vasta 5-6-vuotiaina. Vastalypsettyä mätää mahtuu litraan keskimäärin 13 500 kpl (vaihtelu 9750-19 860) (RKTL:n Enonkosken ja Laukaan parvet). Eteläisillä kannoilla on pohjoisia suuremmat mätijyvät. Mädin määrä kasvaa naaraan koon kasvaessa. Keskimäärin saadaan 8550 mätimunaa naaraskiloa kohti. Paras mädintuotto on 5-7-vuotiailla naarailla (Makkonen ja Pursiainen, moniste).

Harjuksen mädin haudonta-aika on maassamme 16-21 vrk (Seppovaara 1985). Haudontavaiheen lämpötilan tulisi olla mahdollisimman tasaista tai nousevaa noin 10 °C tienoilla. Mäti ei kestä nopeaa haudontaveden lämpötilan laskua (Kilpinen ym. 1986). Yleensä vastalypsetystä mädistä kuolee laitoksella silmäpisteasteeseen mennessä noin

30 %. Kantojen välillä ei ole suuria eroja (Makkonen ja Pursiainen, moniste). Syksyllä 1996 RKTL:n laitosten yhteenlaskettu emokalamäärä oli 17 130 kpl ja silmäpisteasemätiä on tuotettu viime vuosina 9-13 miljoonaa kappaletta (Makkonen ja Pursiainen, moniste). Korkea veden lämpötila ja taudit voivat johtaa äkilliseen ja suureen kuolleisuuteen, mikä tulee huomioida arvioitaessa poikastuotannon tarvetta (Carlstein 1996).

Suomessa ensimmäiset ASA-tautitapaukset todettiin vuonna 1982 ja ensimmäiset epätyypilliset *Aeromonas salmonicida*-kannan aiheuttamat kalojen sairastumiset havaittiin 1987. Ruotsissa ASA todettiin jo vuonna 1967. Laitoskaloistamme harjus ja nieriä ovat herkkiä taudille (Carlstein ym. 1996, Makkonen ja Pursiainen, moniste). ASA-tartunnan saaneet harjukset kuolevat yleensä varsin nopeasti ja tauti voi tuhota jopa koko parven päivissä. Tiheydellä ei ilmeisesti ole merkitystä kalojen tautialttiuteen. Sen sijaan normaalia vähäisempi tai korkeampi ruokinta lisää harjuksen kuolleisuutta ASA:aan (Pylkkö 1993).

Carlstein (1996) tiivistää kokemuksensa harjuksen laitoskasvatuksesta Ruotsissa seuraavasti: on varsin mahdollista kasvattaa harjus laitoksessa yksivuotiaaksi asti soveltamalla muille lohikaloille kehitettyjä tekniikoita. Läpivirtausaltaat ja pelkkä kuivarehu starttiruokinnasta ensimmäisen kesän kasvukauden loppuun soveltuvat poikasille hyvin. Kaksivuotiaaksi asti pelkkä rehukasvatus ei ehkä sovellu yhtä hyvin, sillä kuolleisuuden on todettu lisääntyvän toisella kasvukaudella huomattavasti alkaen kesän alusta. Poikaset ovat myös alttiita infektioille, tärkeimpänä ASA. Kaksi suurinta toisen kasvukauden kuolleisuuden aiheuttavaa tekijää lienevät 1) ravitsemuksellinen puutos-tila (rasvahapot) ja 2) käyttäytymismuutokset, joiden seurauksena harjuksista tulee aggressiivisempia ja territoriaalisempia, ja näin edelleen alttiimpia infektioille (Carlstein 1996). Suomessa laitospoikasten kuolleisuuden ei ole havaittu lisääntyvän ensimmäisen ikävuoden jälkeen (V. Määttä, RKTL Taivalkoski, suull. tiedonanto).

8.3. Luonnonravintolammikkoviljely

Harjuksen luonnonravintolammikkoviljely alkoi maassamme 1950-luvulla (Niemi 1988). Tällä hetkellä lähes kaikki Suomen harjusistukkaat tuotetaan lammikkoravintokasvatuksella. Normaalisti lammikkoihin laitetuista poikasista saadaan takaisin syksyllä 20-30 %, parhaimmillaan yli 70 %. Vaihtelu on suurta vuosien ja alueiden välillä. Lammikoiden tuotto on keskimäärin 12-13 kg/ha ja se on koko maassa sama. Kappalemääräisesti pohjoisen lammikoista saadaan kuitenkin enemmän poikasista niiden pienemmän koon vuoksi (etelässä poikaset ovat noin 1 cm ja 3 g kookkaampia). Lammikopoikasten keskipituus on syksyllä 8-14 cm ja keskipaino 4-18 g (RKTL:n lammikot) (Makkonen ja Pursiainen, moniste).

Harjuslammikot ovat yleensä matalia, jolloin nopea lämpeneminen ja siitä seurauksena oleva poikaskuolleisuus on ongelma. Suuri syvyys voi puolestaan vaikeuttaa altaan tyhjentämistä. Sundellin (1998b) mukaan harjus on kasvattajien mielestä mielenkiintoinen laji, hyvin kuljetusta kestävä ja helppo markkinoida, mutta hankala pois otettava altaasta, riskialtis olosuhteille ja ASA-herkkä. Hyvän harjusaltaan ominaisuudet ovat kasvattajien mukaan: 1) allas pystyttävä tyhjentämään täysin, 2) veden riittävä vaihtuvuus, 3) puhdas, kirkas vesi, pH lähellä neutraalia 4) kivennäispohja, 5) viileää vettä (optimi 15-20 °C), 6) riittävän syvä, jyrkkäpenkkainen ja pieni (alle 0,5 ha), 7) varjoisa, 8) muita: savipohja hyvä, mutapohja ei käy; pintakasvillisuutta sopivasti; paljon hyönteisiä; vanha lammikko uutta parempi; pellolle tehty hyvä; sopivasti ravinteita. Sopiva istutusajankohta on 3-5 pv kuoriutumisen jälkeen. Poikaset tulee levittää tasaisesti altaaseen. Yleinen suositus tiheydelle kasvatusta aloitettaessa on 15 000 poikasta/ha (Sundell 1998b).

Sundellin ja Hynysen (2000) mukaan lammikko on harjukselle luonnoton elinympäristö, sillä veden ja pohjan laatu poikkeavat yleensä luontaisista elinolosuhteista. Myöskään lammikoissa varsin runsaana esiintyviä petohyönteisiä (sudenkorennon toukat,

aikuiset sukeltajat ja niiden toukat, vesiluteet, juotikkaat sekä malluaiset) ei juuri esiinny harjuksen luontaisilla elinpaikoilla ja niiden poikasiin kohdistama predaatio saattaa olla osasyynä suureen kuolleisuuteen.

Harjuksen kassikasvatusta on kokeiltu ilmeisen hyvin tuloksin, ehkä osin siksi, että kasseissa veden lämpötila ei pääse niin helposti kohoamaan liian korkealle kassin sijaitessa suuressa vesimassassa (Sundell, suul. tiedonanto). Kehitystyön jälkeen kassikasvatus voi osoittautua varteenotettavaksi vaihtoehdoksi harjuksen lammikkokasvatukselle.

9. Istutustutkimuksissa käytettävistä merkintä- ja pyyntimenetelmistä harjuksen kohdalla huomioitavaa

9.1. Kuonomerkintä varten otettavien ryhmämerkintämenetelmä

Harjuksenpoikasia voidaan merkitä monin tavoin esim. ennen istutuksia, jolloin istutusten tuloksellisuuden seurantomahdollisuudet monipuolistuvat. Esimerkiksi eri alueille istutettuja tai eri kokoisina istutettuja kaloja voidaan merkitä toisistaan poikkeavalla tavalla, jolloin niiden mahdollisesti erilainen selviytyminen vuodesta toiseen tai leviäminen istutusalueelta voidaan selvittää pyynnin (kalanäytteiden keruun) yhteydessä. Merkintämenetelmät voidaan jakaa ryhmämerkkeihin ja yksilömerkkeihin, joista ensin mainitut soveltuvat nimensä mukaisesti suurten ryhmien erotteluun ja jälkimmäiset sen sijaan mahdollistavat tiedon keruun yksilötasolla. Erityisesti istutustutkimuksia ajatellen harjukselle soveltuvin merkintämenetelmä lienee kuonomerkintä, jossa kalan kuonoon asennetaan siihen suunnitellulla laitteella noin millimetrin pituinen koodattu teräslangan pätkä, joka voidaan myöhemmin paikantaa lukulaitteella. Merkin pysyvyys on erittäin hyvä, eikä sen ole todettu vaikuttavan kalojen kasvuun, kuolevuuteen tai käyttäytymiseen. Myös merkintäkustannukset ovat kohtuulliset (Carlstein 1996, Niva 1999).

Kuonomerkinnän lisäksi muita harjukselle kokeiltuja ryhmämerkintämenetelmiä ovat otoliittivärjäys alitsariinipunaisella ja tetrasykliinillä, radioaktiivinen merkintä vasta-kuoriutuneille poikasille, polttomerkintä, eväleikkaus ja ruiskuvärjäys. Otoliittivärjäyksen hyvänä puolena on merkinnän helppous ja edullisuus, mutta merkin paikantaminen on työlästä. Radioaktiivinen merkintä vaatii erityisosaamista ja soveltuu lisäksi ainoastaan aivan pienimmille poikasille. Merkin pysyvyys on vain joitakin kuuksia. Polttomerkintä on edullisen ja jokseenkin hyväksi todettu harjuksen merkintämenetelmä. Merkin pysyvyys on jopa viisi vuotta. Merkin havaitseminen voi kuitenkin olla vaikeaa ja merkintä saattaa aiheuttaa tulehduksia. Ruiskuvärjäys on suhteellisen edullinen menetelmä, mutta merkin pysyvyyttä harjuksella ole juuri tutkittu. Eväleikkausta on kokeillut ainakin Sundell (1994), jonka mukaan jopa 39 %:lla istukkaista rasvaevä kasvaa takaisin. Myös Carlin-merkintää (yksilöllinen tunnistusmahdollisuus) on käytetty harjukselle jonkin verran, ja se ilmeisesti toimii kohtuullisesti. Carlsteinin (1996) mukaan kyseinen menetelmä ei ole kuitenkaan suositeltava, koska se lisää kalojen alttiutta taudeille (esim. ASA). Lisätietoja tässä mainituista ja muista ryhmämerkintämenetelmistä saa mm. Hyvärisen ja Leinosen toimittamasta (1999) merkintätapoja koskevasta kirjallisuusselvityksestä.

Harjusten tunnistamisessa on käytetty Keski-Euroopassa myös ainakin sikäläisellä harjuksella kyljessä erottuvia tummempia pilkkuja, joiden määrä ja sijainti vaihtelevat yksilöiden välillä (Persat 1982). Tarvittaessa lisäapuna tunnistuksessa käytetään suumupeitteessä olevia muita eroja. Kalat valokuvataan ennen vapauttamista ja kuvien avulla yksilöt voidaan tunnistaa jälleen myöhemmin. Pysyvät pilkut ilmaantuvat kalan ollessa noin 9 cm pituinen. Persatin (1982) mukaan menetelmä on varsin luotettava. Ainoastaan tapauksissa, joissa kalalla on vain yksi tai ei ollenkaan pilkkuja, saattaa erottaminen muista vastaavanlaisista yksilöistä olla hankalaa. Työtä helpottamaan voi käyttää kuvantunnistusohjelmia.

9.2. Poikasten pyyntimenetelmät kaipaavat kehittelyä

Harjuksen pienpoikasia on pyydystetty melko yleisesti poikasnuotalla. Sundell on käyttänyt Saimaalla 30 m pitkää ja 1 m korkeaa nuotaa (1992a). Poikasilla on kuitenkin taipumusta karata nuotasta sen sivujen alta. Ongelman välttämiseksi Sundell (1991) on kokeillut sähkönuotaa, jossa 50 m pitkän ja 1,8 m korkean nuotan alapuoleen rakennettiin sähköä veteen johtava anturi kuoritusta sähköjohdosta. Sähkön tuottamisessa käytettiin aggregaattia ja tavallista sähkökalastusmuuntajaa. Tarkoitus oli, että sähkö karkottaa kalat irti pohjasta nuottaan. Nuotan teho ei kuitenkaan ollut aivan toivotunlainen, vaan kaloja karkasi nuotasta edelleen (Sundell 1993). Seppovaara (1982) totesi Saimaalla tekemissään poikasnuottauksissa, että pyynti ei onnistunut valoisana aikana, vaikka poikasten nähtiin hyppivän pintakalvolla hyönteisten perässä. Pimeällä harjuksia sen sijaan saatiin.

Virtavesitutkimuksissa yleinen sähkökalastusmenetelmä ei sovellu harjukselle kovin hyvin, sillä laji pakenee paikalta ennen sähkökenttään joutumistaan toisin kuin taimen, joka painautuu lähelle pohjaa (Bohlin ym. 1989, Persat 1991). Montanassa, Alaskassa ja Ranskassa on harjusta tosin pyydetty hyvin tuloksin veneestä (ei kahlaamalla kuten tavallisesti) sähkökalastamalla. Carlsteinin (1996) mukaan ei liene mitään syytä miksei tämä menetelmä toimisi myös meillä keskisuurissa joissa.

Sähkövirralla on todettu olevan kasvua heikentävä vaikutus pohjanharjuksen poikaasiin, mikä tulee huomioida myös eurooppalaisella harjuksella tehtävissä kasvu- ym. tutkimuksissa, joissa käytetään sähkökalastusta tutkimusmenetelmänä. Dwyer ja White (1997) altistivat pohjanharjuksenpoikasia 0,75 ja 1,5 V/cm sähkövirralla (tasainen tai 60 Hz-pulssitettu) 5 tai 10 sekunnin ajan. Poikasten kasvu hidastui pulssitetulla virralla pyynnin jälkeen selvästi verrattuna kontrolliin. Pituutta sähkötetyillä poikasilla oli 9,2-16,5 mm ja painoa 17,1-25,7 g vähemmän kuin kontrollikaloilla. Tasavirtakäsittelyt vähensivät kasvua myös, mutta vaikutus oli heikompi kuin pulssivirralla. Taimenella nämä vaikutukset olivat pohjanharjusta pienempiä. Hughes (1998) on havainnut sähkökalastuksen heikentävän myös vanhempien (3-9-vuotiaiden) pohjanharjusten kasvua.

Kiitokset

Pekka Hyvärinen, Teuvo Niva, Ari Huusko ja Vesa Määttä esittivät hyödyllisiä korjausehdotuksia tämän kirjoituksen aiempaan versioon.

Kirjallisuus

- Aho, T. 2000. Harjukset ja taimenet geenikartalle. Sivut 31-36 teoksessa: Veden satoa 2000. Toim. Makkonen, J. RKTL. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen XXIV vesiviljelypäivät. Kala- ja riistaraportteja 180.
- Ahonen, M. 1994. Harjusistutusten tulokset eräissä Inarin järvissä verkkokoekalastusten avulla arvioituna. Ylä-Lapin hoitoalue. Moniste. 8 s.
- Allendorf, F.W. 1991. Ecological and genetic effects of fish introductions: synthesis and recommendations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48:178-181.
- Bardonnet, A., Gaudin, P. and H. Persat. 1991. Microhabitats and diel downstream migration of young grayling (*Thymallus thymallus* L.). Freshwater Biology 26:365-376.
- Bardonnet, A., Gaudin, P. & J.E. Thorpe. 1993. Diel rhythm of emergence and of first displacement downstream in trout (*Salmo trutta*), Atlantic salmon (*S. salar*) and grayling (*Thymallus thymallus*). Journal of Fish Biology 43:755-762.
- Beauchamp, D.A. 1990. Movements, habitat use, and spawning strategies of Arctic grayling in a subalpine lake tributary. Northwest Science 64:195-207.
- Biodiversiteettityöryhmä. 1995. Biodiversiteetti ja kalantutkimus — Luonnonvarojen käyttöä koskevien uusien kansainvälisten sopimusten velvoitteet kalantutkimukselle. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. RKTL. Kalaraportteja 18. 24 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & S.J. Saltveit. 1989. Electrofishing—theory and practice with special emphasis on salmonids. Hydrobiologia 179:9-43.
- Brittain, J.E. & Eikeland, T.J. 1988. Invertebrate drift—a review. Hydrobiologia 166:77-93.
- Carlstein, M. 1993. Natural food and artificial, dry starter diets: effects on growth and survival in intensively reared European grayling. Aquaculture International 1:112-123.
- Carlstein, M. 1995. Growth and survival of European grayling reared at different stocking densities. Aquaculture International 3: 260-264.
- Carlstein, M. 1996. Feeding, growth and survival of European grayling in culture and after stocking. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Umeå. 155 s.
- Carlstein, M. 1997. Effects of rearing technique and fish size on post-stocking feeding, growth and survival of European grayling, *Thymallus thymallus* (L.). Fisheries Management and Ecology 4: 391-404.
- Carlstein, M. & Eriksson, L.-O. 1996. Post-stocking dispersal of European grayling, *Thymallus thymallus* (L.), in a semi-natural experimental stream. Fisheries management and Ecology 3:143-155.
- Carlstein, M., Jansson, E. & Ljungberg, O. 1996. Aeromonas salmonicida subsp. achromogenes infection in European grayling (*Thymallus thymallus*): Identification of aetiological agent and studies of mortality under rearing conditions. Teoksessa: Carlstein, M. Feeding, growth and survival of European grayling in culture and after stocking. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Umeå. 155 s.
- Chisholm, I.M., Hubert, W.A. & Wesche, T.A. 1987. Winter stream conditions and use of habitat by brook trout in high-elevation Wyoming streams. Transactions of the American Fisheries Society 116:176-184.

- Cowx, I.G. 1994. Stocking strategies. *Fisheries Management and Ecology* 1:15-30.
- Cresswell, R.C. & Williams, R. 1983. Post-stocking movements and recapture of hatchery-reared trout released into flowing waters-effect of prior acclimation to flow. *Journal of Fish Biology* 23:265-276.
- Crisp, D.T. 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects. *Hydrobiologia* 323:201-221.
- Duigan, C., Millband, H. & Gritten, R. 1998. The Llyn Tegid Symposium: The ecology, conservation and environmental history of the largest natural lake in Wales. *Freshwater Forum* 10:64-73.
- Dwyer, W.P. & White, R.G. 1997. Effect of electroshock on juvenile Arctic grayling and Yellowstone cutthroat trout growth, 100 days after treatment. *North American Journal of Fisheries Management* 17:174-177.
- Eloranta, A. 1985. Harjus (*Thymallus thymallus* (L.)) Rautalammin reitin alaosaassa. Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 34: 87-129.
- Enholm, G. 1937. En undersökning av skärgårdsharren, *Thymallus thymallus* (L.) i Kvarken. *Acta Soc. pro Fauna et Flora Fenn.* 60:454-475
- Fabricius, E. & Gustafson, K.-J. 1955. Observations on the spawning behaviour of the grayling (*Thymallus thymallus* L.) Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 36:75-103.
- Gönczi, A.P. 1989. A study of physical parameters at the spawning sites of the European grayling (*Thymallus thymallus* L.). *Regulated Rivers Research and Management* 3:221-224.
- Greenberg, L.A. 1999. Effects of predation and discharge on habitat use by brown trout, *Salmo trutta*, and grayling, *Thymallus thymallus*, in artificial streams. *Archive für Hydrobiologie* 145:433-446.
- Greenberg, L., Svendsen, P. & Harby, A. 1996. Availability of microhabitats and their use by brown trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in the River Vojmån, Sweden. *Regulated Rivers: Research & Management*, 12:287-303.
- Gustafson, K.-J. 1949. Movements and growth of grayling. Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 29:35-44.
- Haugen, T.O. & Rygg, T.A. 1996. Food- and habitat-segregation in sympatric grayling and brown trout. *Journal of Fish Biology* 49:301-318.
- Hemming, C.R. 1997. Experimental introduction of arctic grayling to a rehabilitated gravel extraction site, North Slope, Alaska. *American Fisheries Society Symposium* 19:208-213.
- Holcik, J. 1991. Fish introductions in Europe with particular reference to its central and eastern part. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48:12-23.
- Hughes, N.F. 1998. Reduction in growth due to electrofishing and tagging may change internannual movement behavior of stream salmonids: evidence from Arctic grayling in an interior Alaskan stream. *Transactions of the American Fisheries Society* 127:1072-1077.
- Hurme, S. 1966. Harjus Suomen merenrannikolla. *Suomen kalastuslehti* 73:185-188.
- Hurme, S. 1967a. Harjuksen siirtoistutus. *Kalataloudellisen tutkimustoimiston tiedonantoja* 4:17-22.
- Hurme, S. 1967b. Harjusmerkinnät Merikarvian Ouransaaristossa. *Kalataloudellisen tutkimustoimiston tiedonantoja* 4:23-27.
- Hurme, S. 1975. Harjus Keski-Suomen vesissä. *Urheilukalastus* 5:12-13.

- Hyvärinen, P. & Leinonen, T. (toim.) 1999. Ryhmämerkkien käyttö kalojen istutustutkimuksissa. Kirjallisuusselvitys. RKTL. Kala- ja riistaraportteja 163. 68 s.
- Ingram, A. Tuloste harjusta koskevan kirjan istutuksia koskevasta kappaleesta. Kirjoitus parhaillaan työn alla (Iso-Britannia).
- Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M.-L. 1990. Kalakantarekisteri: siika, muikku ja harjus. RKTL. Kalatutkimuksia 4. 55 s.
- Kännö, S., Pruuki, V., Anttinen, P., Ahvonen, A. & Harju, I. 1986. Ounasjoen kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Ounasjoen luonnontaloudellinen kehittäminen, osaselvitys. Vesihallitus, tiedotus 274. 228 s.
- Kännö, S. & Salonen, E. 1989. Kalastus, kalakannat ja istutusten vaikutukset Kemijoen rakentamattomassa latvaosassa Savukoskella vuosina 1979-1985. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 35. 85 s.
- Kaukoranta ym. 1998. Kala-atlas. Nahkiainen, pikkunahkiainen, lohi, taimen, nieriä, siika, muikku, toutain, vimpa, rantaneula ja kivisimppu-esiintymät ja kantojen tila. RKTL. Kalatutkimuksia 150.
- Kaya, C.M. 1989. Rheotaxis of young Arctic grayling from populations that spawn in inlet or outlet streams of a lake. Transactions of the American Fisheries Society 118:474-481.
- Kaya, C.M. 1991. Rheotactic differentiation between fluvial and lacustrine populations of Arctic grayling (*Thymallus arcticus*), and implications for the only remaining indigenous population of fluvial "Montana grayling". Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48: 53-59.
- Kaya, C.M. & Jeanes, E.D. 1995. Retention of adaptive rheotactic behaviour by F₁ fluvial Arctic grayling. Transactions of the American Fisheries Society 124:453-457.
- Kilpinen, K. 1988. Eräiden harjuskantojen entsyymigeneettinen selvitys. Kalatalouden keskusliitto. Moniste 3/1988.
- Kilpinen, K., Honkanen, M. & Kuoppala, O. 1986. Harjuksen viljely. Kalatalouden keskusliitto. Moniste 3/1986.
- Koskinen, M. 2000. Harjuskantojen erot ja leviämishistoria Pohjois-Euroopassa. Sivut 39-42 teoksessa: RKTL. Veden satoa 2000. Toim. Makkonen, J. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen XXIV vesiviljelypäivät. Kala- ja riistaraportteja 180.
- Koskiniemi, J. & Kilpinen, K. 1987. Harjuskantojen perinnöllisten erojen selvitys. Suomen kalastuslehti 94:424-427.
- Kristiansen, H. & Døving, K.B. 1996. The migration of spawning stocks of grayling *Thymallus thymallus*, in Lake Mjøsa, Norway. Environmental Biology of Fishes 47: 43-50.
- Krueger, C.C. & May, B. 1991. Ecological and genetic effects of salmonid introductions in north America. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48:66-77.
- Laikre, L., Antunes, A., Apostolidis, A., Berrebi, P., Duguid, A., Ferguson, A., Garcia-Marin, J.-L., Guyomard, R., Hansen, M.M., Hindar, K., Koljonen, M.-L., Largiadere, C., Martinez, P., Nielsen, E.E., Palm, S., Ruzzante, D.E., Ryman, N. & Triantaphyllidis, C. (1999) Conservation Genetic Management of Brown Trout (*Salmo trutta*) in Europe. Report by the Concerted action on identification, management and exploitation of genetic resources in the brown trout (*Salmo trutta*) ("TROUTCONCERT"; EU FAIR CT97-3882). 91 s.
- Lappalainen, S. 1997. Kunnostuksen vaikutukset taimenen ja harjuksen pienpoikasmääriin ja niiden kuntoon Raudanjoella ja Sattasjoella vuosina 1993-95. Pro gradu-tutkielma. Soveltava eläintiede. Kuopion yliopisto. 47 s.

- Latvala, J., Keskinen, T. & Koskiniemi, J. 1997. Harjus Lapväärtin-Isojoen alueella. Pohjanmaan työvoima- ja elinkeinokeskus. Kalatalousyksikkö. MMM, Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 29. 31 s.
- Linløkken, A. 1993. Efficiency of fishways and impact of dams on the migration of grayling and brown trout in the Glomma River system, South-Eastern Norway. *Regulated Rivers Research and Management* 8:145-153.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2000. Valtakunnallinen istutusrekisteri. Keski-Suomen Työvoima- ja elinkeinokeskus.
- Magee, L. 1993. A review of the grayling (*Thymallus thymallus* L.) in Yorkshire and some records of transfers of fish and ova. *Naturalist. Bradford*. 118:115-122.
- Makkonen, J. & Pursiainen, M. (?) Harjuksen viljely ja istutukset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely. Moniste. 13 s.
- Makkonen, J., Pursiainen, M. & Linna, V. 1998. Siian ja harjuksen starttirehuvertailu. RKTL. Kala- ja riistaraportteja 128. 14 s.
- Makkonen, J., Westman, K., Pursiainen, M., Heinimaa, P., Eskelinen, U., Pasanen, P. & Kumm, P. 2000. Viljelykantarekisteri. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelylaitoksissa ja maitipankissa säilytyksessä olevat kalalajit ja kannat. RKTL. Kala- ja Riistaraportteja 200. 48 s.
- Mallet, J.P., Lamouroux, N., Sagnes, P. & Persat, H. (2000). Habitat preferences of European grayling in a medium size stream, the Ain river, France. *Journal of Fish Biology* 56:1312-1326.
- Müller, K. 1961. Die Biologie der Äsche (*Thymallus thymallus*) im Lule älv (Swedish Lapland). *Zeitschr. für Fisher und deren Hilfswissensch.* 10:173-200.
- Müller, K. & Karlsson, L. 1983. The biology of the grayling, *Thymallus thymallus* L., in coastal areas of the Bothnian Sea. *Aq. Ser. Zool.* 22, p. 65-68. ISSN 0785-5621.
- Myllylä, M. 1982. Harjus *Thymallus thymallus* (L.) Kuusamon ylängöllä Koillis-Suomessa, Koutajoen vesistöalueella. Sivulaudatur-tutkielma. Oulun yliopisto. Eläintieteen laitos. 132 s.
- Niemi, M. 1988. Harjuksenpoikasten (*Thymallus thymallus*) ravinnosta ja kasvusta sekä ravintovaroista eräissä Koillismaan luonnonravintolammikoissa. Tutkielma. Eläintieteen laitos, Oulun yliopisto. 94 s.
- Niva, T. 1999. Kuonmerkintä. Sivut 36-39 teoksessa: Ryhmämerkkien käyttö kalojen istutustutkimuksissa. Kirjallisuusselvitys. Toim. Hyvärinen, P. & Leinonen, T. RKTL. Kala- ja riistaraportteja 163. 68 s.
- Niva, T. & Sarajärvi, K. 1994. Jäitä hattuun harjuksen istuttajille. *Suomen kalastuslehti* 1:30-31.
- Northcote, T.G. 1995. Comparative biology and management of Arctic and European grayling (Salmonidae, *Thymallus*). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 5:141-194.
- Nykänen, M. & Huusko, A. 1999. Harjuksen elinympäristövaatimukset virtavesissä. Kirjallisuusselvitys. RKTL. Kalatutkimuksia 156. 23 s.
- Nykänen, M., Huusko, A. & Mäki-Petäys, A. Seasonal changes in the habitat use and movements of adult European grayling in a large subarctic river. *Journal of Fish Biology* (painossa).
- Persat, H. 1982. Photographic identification of individual grayling, *Thymallus thymallus*, based on the disposition of black dots and scales. *Freshwater Ecology* 12:97-101.
- Persat, H. 1991. The efficiency of electric fishing in fish population studies: an experiment on grayling (*Thymallus thymallus*). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24:2432-2436.

- Persat, H. 1996. Threatened populations and conservation of the European grayling, *Thymallus thymallus* (L., 1758). Sivut 233-247 teoksessa: Conservation of endangered freshwater fish in Europe. Kirchhofer, A. & Hefti D. (toim.). Birkhäuser Verlag Basel/Switzerland.
- Persat, H. & Eppe, R. 1997. Alevinage, pollution et cloisonnement de l'espace fluvial dans les structures génétiques des populations de poisson: l'ombre commun, *Thymallus thymallus*, dans le Rhône au niveau de la Savoie. Bull. Fr. Pêche Piscic. 344/345:287-299.
- Peterson, H.H. 1968. The grayling, *Thymallus thymallus* (L.), of the Sundsvall Bay Area. Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 48:36-56.
- Poléo, A.B.S., Østbye, K., Øxnevald, S.A., Andersen, R.A., Heibo, E. & Vøllenstad, L.A. 1997. Toxicity of acid aluminium-rich water to seven freshwater fish species: a comparative laboratory study. Environmental pollution 96:129-139.
- Pope, K.L., Flammang, M.K. & Willis, D.W. 1996. Influence of size at stocking on survival of saugeye in a northern-latitude impoundment. Journal of Freshwater Ecology 4:447-450.
- Procter, P. 2000. Scandinavian grayling. The incredible Idjostrommen. The Journal of the Grayling Society. Spring: 48-51.
- Pulkkinen, V. 1999. Harjuksen kutupyynti Purvedellä. Suomen kalastuslehti 4:4-8.
- Pylkkö, P. 1993. Ruokinnan ja kasvatustiheyden vaikutus harjuksen ja nieriän ASA-tautiherkkyyteen. RKTL. Kalatutkimuksia 74. 19 s.
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tilastoyksikkö. 2000. Vapaa-ajan kalastus 1998. Saalisarvioita 95 %:n luottamusväleinen. Maa-, metsä- ja kalatalous 2000:1. 27 s.
- Rinne, J. & Saura, A. 1996. Harjus on kotiutunut savisameaan Vantaanjokeen. Suomen kalastuslehti 3:17-19.
- Salminen, M. & Hyvärinen, P. 1998. Istutustarpeiden määrittely ja istutusten vaikuttavuuden seuranta. Tutkimusohjelman yleissuunnitelma. RKTL. Helsinki. Moniste, 21 s.
- Savolainen, P. 1937. Laatokan harjus ja sen pyynnistä. Suomen kalastuslehti 44:125-128.
- Scott, A. 1985. Distribution, growth, and feeding of postemergent grayling *Thymallus thymallus* in an English river. Transactions of the American Fisheries Society 114:525-531.
- Sempeski, P. & Gaudin, P. 1995a. Habitat selection by grayling — I. Spawning habitats. Journal of Fish Biology 47:256-265.
- Sempeski, P. & Gaudin, P. 1995b. Habitat selection by grayling—II. Preliminary results on larval and juvenile daytime habitats. Journal of Fish Biology 47:345-349.
- Sempeski, P. & P. Gaudin. 1995c. Size-related changes in diel distribution of young grayling (*Thymallus thymallus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52:1842-1848.
- Sempeski, P. & Gaudin, P., Persat, H. & Grolet, O. 1995. Diet selection in early-life stages of grayling (*Thymallus thymallus*). Archiv für hydrobiologie 132:437-452.
- Seppovaara, O. 1976a. Iso-Saimaan harjuksen kalastus ja hoitotoimet. Metsästys ja kalastus 65(4): 24-27.
- Seppovaara, O. 1976b. Ison-Saimaan harjus. Metsästys ja kalastus 65(3): 22-25.

- Seppovaara, O. 1982. Harjuksen (*Thymallus thymallus* L.) levinneisyys, biologia, kalastus ja hoitotoimet Suomessa. RKTL. Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 5. 88 pp.
- Seppovaara, O. 1985. Harjuksen viljely ja harjusvesien hoito. Suomen kalastuslehti 92: 214-217.
- Sjöberg, G., & Henricson, J. 1985. Harrens födoval i reglerade älvar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 56 s.
- Slutrapport från FÅK. 1986. Fiskevård i älvmagasin., del I. Fiskeristyrelsens Sötvattenslaboratorium 170 11 Drottningholm, 115 s.
- Sumer, S. 1994. Natural and artificial nutrition for grayling (*Thymallus thymallus* (L.). 1758) fry. Polskie archiwum hydrobiologii 41(3):279-284.
- Sundell, P. 1991. Harjustutkimukset Etelä-Saimaalla vuonna 1990. Jyväskylän Yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus. Moniste. 8 s.
- Sundell, P. 1992a. Etelä-Saimaan harjus: yhteenveto tutkimuksista vuosilta 1985-1990. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus. Moniste. 34 s.
- Sundell, P. 1992b. Harjuksen (*Thymallus thymallus* L.) lisääntymisbiologia Etelä-Saimaalla. Sivut 297-305 teoksessa: Saimaa-seminaari 1992, tutkimus Saimaalla. Toim. Viljanen, M & Ollikainen, S. Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja.
- Sundell, P. 1993. Etelä-Saimaan ja Vuoksen harjustutkimukset vuonna 1992. Jyväskylän Yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus. Moniste. 13 s.
- Sundell, P. 1994. Etelä-Saimaan harjusprojekti. Yhteenveto tutkimuksista 1993. Jyväskylän Yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus. Moniste. 15 s.
- Sundell, P. 1995. Suomen kalastuslehti 6:12-15.
- Sundell, P. 1997. Harjuskannan hoitosuunnitelma Puumalan ja Suur-Saimaan kalastusalueille. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti no. 49.
- Sundell, P. 1998a. Etelä-Saimaan harjusprojekti. Toiminta ja tutkimukset vuonna 1997. Jyväskylän Yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti no. 84. 15 s.
- Sundell, P. 1998b. Harjuksen poikasen elinvaatimukset ja luonnonravintolammikko-viljelyn kehittäminen. Ympäristöntutkimuskeskus. Jyväskylän yliopisto. Tutkimusraportti 61. 58 s.
- Sundell, P. 1998c. Saimaan järvikutuisen harjuksen hoito ja suojele. Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 122: 160-163.
- Sundell, P. 1999. Etelä-Saimaan harjusprojekti. Toiminta ja tutkimukset vuonna 1998. Jyväskylän Yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus. Raportti 134. 13 s.
- Sundell, P. 2000a. Kalastuskuntien käsitykset harjuksesta ja harjuskannan tilasta Pielisellä. Jyväskylän Yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus. Raportti 18. 8 s.
- Sundell, P. 2000b. Pihlajaveden pohjois- ja länsiosa harjuksen elinalueena-alueen arviointi harjuskannan hoitosuunnitelmaa varten. Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Raportti 1. 14 s.
- Sundell, P. 2000c. Kalastuskuntien käsitykset harjuksesta ja harjuskannan tilasta Pielisellä. Jyväskylän Yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus. Raportti 18. 8 s.
- Sundell, P. & Hynynen, J. 2000. Harjusistukkaiden viljelyn kehittäminen. Petohyönteisten vaikutus luonnonravintolammikoiden harjustuotantoon. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus. Raportti 17/2000.

- Surre, C., Persat, H. & Gaillard, J.M. 1986. A biometric study of three populations of the European grayling, *Thymallus thymallus* (L.), from the French Jura Mountains. *Canadian Journal of Zoology* 64:2430-2438.
- Thorfve, S. & Carlstein, M. 1998. Post-stocking behaviour of hatchery-reared European grayling, *Thymallus thymallus* (L.), and brown trout, *Salmo trutta* (L.), in a semi-natural stream. *Fisheries Management and Ecology*:147-159.
- Turunen, T. & Halonen, J. 1999. Pielisen järviharjuskannan tila v. 1998. Pohjois-Karjalan TE-keskus. Kalatalousyksikkö. Joensuu. Moniste. 9 s.
- Turunen, T. & Suuronen, P. 1993. Järviharjuksen uusi tuleminen. Erä nro 10. 1 s.
- Turunen, T. & Suuronen, P. 1996. Hooking mortality of small brown trout and grayling in Finnish rivers catch and release fisheries. *Boreal Environmental Research* 1:59-64.
- Vuorinen, P.J., Keinänen, M., Peuranen, S. & Tigerstedt, C. 1998. Effects of iron, aluminium, dissolved humic material and acidity on grayling (*Thymallus thymallus*) in laboratory exposures, and a comparison of sensitivity with brown trout (*Salmo trutta*). *Boreal Environmental Research* 3: 405-419.
- Yrjänä, T., Lahti, M. & Kamula, R. 1999. Kunnostustoimien vaikutus virtakalojen elinalueeseen ja saaliiseen Oulujoen Laukassa. Oulun yliopiston vesi- ja ympäristötekniikan laboratorion julkaisuja A5. 39 s.
- Zakharchenko, G.M. 1973. Migrations of the grayling [*Thymallus thymallus* (L.)] in the upper reaches of the Pechora. *Journal of Ichthyology* 13(4):628-629.
- Zeh, M. & Doenni, W. 1994. Restoration of spawning grounds for trout and grayling in the river High-Rhine. *Aquatic Sciences* 56:59-69.