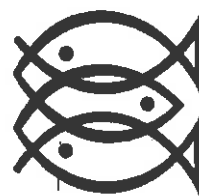
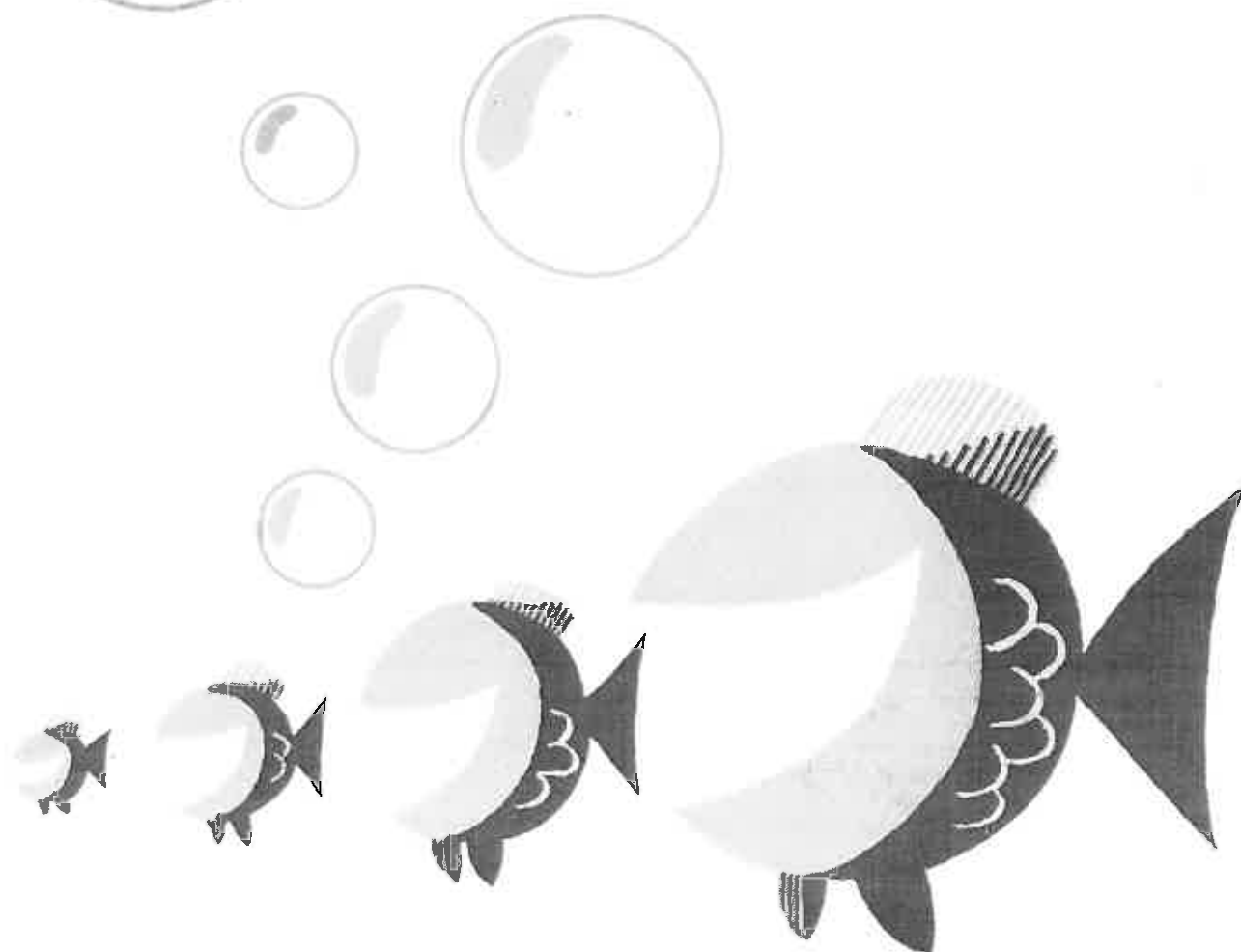


RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA- FISKUNDERSÖKNINGAR



10
1990



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
**KALATUTKIMUKSIA-
FISKUNDERSÖKNINGAR**



Vastaava toimittaja: Eero Aro

Toimittajat: Mikael Hildén, Aimo Järvinen, Marja-Liisa Koljonen, Finn Löf, Eija Nylander, Riitta Rahkonen, Petri Suuronen, Lauri Urho ja Aune Vihervuori

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Kalantutkimusosasto
Kalanviljelyosasto
PL 202
00151 Helsinki

puh. 90 - 624 211
telex 19101236 vdx sf
telefax 90 - 631 513
telebox tbx668

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar sarjassa julkaistaan kalatalouteen liittyviä tutkimuksia, suunnitelmia, raportteja, selvityksiä, lausuntoja, esitelmiä sekä tutkimusten aineistoja tai muita vastaavia kirjoituksia. Julkaisukieliä ovat pääsääntöisesti suomi ja ruotsi. Kirjoitusohjeita on saatavilla Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tietopalvelussa (PL 202, 00151 Helsinki).

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen. Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan tietopalveluun.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar on jatkoa sarjoille: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–97), "Tiedonantoja" (no:t 1–24) ja "Meddelanden" (no:t 1–21).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research" ja "Suomen Kalatalous".

Ansvarig redaktör: Eero Aro

Redaktörer: Mikael Hildén, Aimo Järvinen, Marja-Liisa Koljonen, Finn Löf, Eija Nylander, Riitta Rahkonen, Petri Suuronen, Lauri Urho ja Aune Vihervuori

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
Fiskeriforskningsavdelningen
Fiskodlingsavdelningen
PB 202
00151 Helsingfors

tel. 90 - 624 211
telex 19101236 vdx sf
telefax 90 - 631 513
telebox tbx668

I serien Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar publiceras undersökningar, planer, rapporter, utredningar, utlåtanden, föredrag samt forskningsmaterial eller motsvarande artiklar som behandlar fiskerihushållningen. Publikationsspråken är i huvudsak finska och svenska. Skrivinstruktioner kan erhållas från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets informationstjänst (PB 202, 00151 Helsingfors).

Publikationens distribueringsfastställes skilt för varje nummer. Förfrågningar angående tidskriften bör riktas till informationstjänsten.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar är en fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–97), "Tiedonantoja" (nr 1–24) och "Meddelanden" (nr 1–21).

Övriga publikationsserier från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets fiskeriforskningsavdelning och fiskodlingsavdelning är "Finnish Fisheries Research" och "Suomen Kalatalous".

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 10

1990

Tornion–Muonionjoen harjus ja harjuksen kalastus

Atso Romakkaniemi

Helsinki 1990

ISSN 0787-8478
Helsinki 1990
Yliopistopaino

Sisällysluettelo

	Sivu
1. Johdanto	i
2. Harjuksen ekologia ja harjuskantojen hoito	3
3. Tutkimusalue	6
3.1. Tutkimusalueen kuvaus	6
3.2. Harjuksen kalastusta koskevat säännöt	8
4. Aineisto ja menetelmät	11
4.1. Kalastustiedustelut	11
4.2. Kalastuksen voimakkuuden arviointi ja yksikkösaaliiden laskeminen	12
4.3. Kalakantanäytteet	13
4.3.1. Aineistojen keruu ja käsittely	13
4.3.2. Pyydysten selektiivisyyden tutkiminen	16
4.3.3. Kalakantaparametrien määrittäminen	16
4.4. Kalakanta-analyysit	19
4.4.1. Y/R-analyysi	19
4.4.2. Populaatioanalyysi	20
4.5. Harjuskantojen erottelu ja tutkimusmenetelmät	21
5. Tulokset	24
5.1. Koko tutkimusalue	24
5.1.1. Kalastus	24
5.1.2. Saaliit	28
5.1.3. Yksikkösaaliit	28
5.1.4. Mielipidetiedustelut	29
5.1.5. Pyydysten selektiivisyys	30
5.1.6. Kalakantaparametrit	32
5.1.7. Y/R-analyysi	35
5.1.8. Populaatioanalyysi	37
5.2. Osa-alueittaiset harjuskannat	40
5.2.1. Harjuskantojen erottelu	40
5.2.2. Kalastus	44
5.2.3. Saaliit	46
5.2.4. Yksikkösaaliit	47
5.2.5. Kalakantaparametrit	48
5.2.6. Y/R-analyysit	51
5.2.7. Populaatioanalyysit	54
6. Tulosten tarkastelu	58
6.1. Harjuskantojen erottelu	58
6.2. Kalastus	59
6.3. Saaliit	61
6.4. Yksikkösaaliit	63
6.5. Mielipidetiedustelut	64
6.6. Pyydysten selektiivisyys	64

6.7. Kalakantaparametrit	65
6.8. Y/R-analyysit	70
6.9. Populaatioanalyysit	72
6.10. Yhteenveto osa-alueittaisten harjuskantojen tuloksista	76
6.11. Tutkimusmenetelmien tarkastelu	79
6.11.1. Harjuskantojen erottelu	79
6.11.2. Kalastuksen voimakkuuden arviointi	81
6.11.3. Yksikkösaalistiedot	82
6.11.4. Kalakanta-analyysit	83
6.11.5. Rekrytointi-iän ja kalastuskuolevuuden arviointi	83
6.11.6. Luonnollisen kuolevuuden arviointi	85
6.11.7. Tulosten suhteuttaminen jokipinta-alaa kohti .	88
7. Johtopäätökset ja suositukset	89
7.1. Harjuksen elinympäristö	89
7.2. Harjusistutukset	89
7.3. Harjuksen kalastus	90
7.3.1. Suositusten lähtökohdat	90
7.3.2. Suositukset kalastusjärjestelyiksi	92
7.3.3. Käytännön mahdollisuudet alamitan nostamiseksi	95
7.3.4. Harjuksen kalastuksen kehittämismahdollisuudet	96
7.4. Jatkotutkimukset	97
8. Tiivistelmä	99
8.1. Tutkimusalue	99
8.2. Aineisto ja menetelmät	99
8.3. Tulokset ja tulosten tarkastelu	100
8.4. Johtopäätökset ja suositukset	101
9. Sammandrag	103
10. Kiitokset	104
Lähdeluettelo	105

1. Johdanto

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos aloitti vuonna 1972 Tornionjoen vesistön paikallisten kalakantojen jatkuvan seurannan. Tutkimuksen tarkoituksena on ollut hankkia tietoja kalakantojen tarkoituksenmukaista hyödyntämistä ja hoitoa varten. Vesistön paikallisten kalakantojen merkitys kalastukselle on korostunut vaelluskalakantojen heiketessä.

Vesistön jokialueiden kalastuksessa harjus on nykyisin yksi keskeisimmistä lajeista ja lisätietoja harjuksesta on kaivattu nimenomaan kalastuksellisista syistä. Harjus on ollut vähän tutkittu laji ja erityisesti kalakantamallien käyttö harjustutkimuksissa on ollut vähäistä. Julkaistuissa tutkimuksissa on yleensä keskitytty harjuksen esiintymisalueen, harjuskannan morfometrinen ominaisuuksien ja kalakantaparametrien esittämiseen. Sen sijaan harvoissa tutkimuksissa on syvennytty harjuksen kalastukseen, sen vaikutuksiin harjuskannassa ja harjuksen kalastuksen kehittämismahdollisuuksiin, mitkä olivat tämän tutkimuksen keskeisiä tutkimuskohteita.

Paikallisten kalakantojen seuranta Tornionjoen vesistössä on keskittynyt vesistön pääuomaan eli Tornion- Muonionjokeen. Aineistot ovat kattavia vain tällä alueella, joten harjustutkimuksen tutkimusalueeksi rajattiin Tornion- Muonionjoki.

Osaa tässä työssä käytetyistä kalakanta-aineistosta on käytetty Tuunaisen ym. (1984) perusselvityksessä vesistön kalastuksesta ja kalakannoista sekä Pruukin ym. (1985) Tornion- Muonionjoen vesistön kalataloustutkimuksessa. Kuitenkin kalakanta-aineiston pääosa koostuu aikaisemmin julkaisemattomista 1980-luvun kuluessa kerätyistä aineistoista. Pruuki ym. (1985) ja Nylander ja Pruuki (1989 a ja b) ovat julkaisseet vuosien 1982-1986 kalastustiedustelutuloksia. Könkämäenon virkistyskalastuksesta saa-

dut tiedot perustuvat Mutenian (1983, 1984, 1985, 1986, 1987 ja 1989) virkistyskalastustiedusteluihin. Pekka Tuunainen, Veijo Pruuki, Eija Nylander, Anna-Liisa Tuunainen, Anssi Ahvonen, Pertti Anttinen ja Atso Romakkaniemi ovat keränneet aikaisemmin julkaisemattomat harjusaineistot, jotka Veijo Pruuki Tornion-jokitutkimusten vetäjänä on luovuttanut käytettäväksi tässä tutkimuksessa.

2. Harjuksen ekologia ja harjuskantojen hoito

Thymallus- sukuun kuuluvien kalalajien levinneisyys on sirkumpolaarinen (mm. Lelek 1987). Eurooppalainen harjus (*Thymallus thymallus* L.), joka on ainoa Suomessa esiintyvä harjuslaji, esiintyy Keski- ja Pohjois-Euroopassa. Harjus on viilleän veden kala ja viihtyy runsashappisessa ja virtaavassa vedessä (Svårdson ym. 1968). Keski-Euroopassa harjusta esiintyy usein jokivesistöissä tietyllä korkeusvyöhykkeellä, ns. harjusvyöhykkeellä, mikä sijaitsee jokisysteemissä yläpuolisen taimenvyöhykkeen ja alapuolisen särkikalavyöhykkeen välissä (mm. Huet 1959). Jankovič (1964) mukaan Pohjois-Euroopassa harjuksen esiintymisalueita ei voi määritellä läheskään niin selkeästi kuin etelämpänä.

Suomessa harjus on yleisin maan itä- ja pohjoisosissa ja se elää hyvin erilaisissa ympäristöissä, mm. merenrannikolla, eri kokoisissa järvissä ja kaikenkokoisissa jokivesistöissä (Svårdson ym. 1968 ja Seppovaara 1982). Seppovaara (1982) mainitsee monia tekijöitä, jotka voivat rajoittaa harjuksen esiintymistä. Eräänä tekijänä hän mainitsee muiden lajien, varsinkin hauen, ahvenen, simpun, taimenen ja siian vaikutuksen harjuksen esiintymiseen. Yleisesti ottaen harjusta pidetään lähinnä sen ravinnon vaihtelevuuden vuoksi erilaisiin olosuhteisiin hyvin sopeutuvana lajina (mm. Schuman 1958, Dyk 1984, Henricson 1984 ja Kännö ja Anttinen 1989).

Harjus on kevätkutuisen lohikala, joka kutee, kun veden lämpötila on noin 4-10 °C (Fabricius ja Gustafson 1955, Jankovič 1964, Peterson 1968 ja Seppovaara 1982). Harjuksen lisääntymistä ja kutupaikkavaatimuksia ovat kuvanneet mm. Fabricius ja Gustafson (1955). Mäti kehittyy noin kolmessa viikossa (Peterson 1968) ja esimerkiksi Luulajanjoessa kutu tapahtuu toukokuun puolivälin ja kesäkuun puolivälin välillä ja poikaset kuoriu-

tuvat kesäkuun loppupuoliskolla (Müller 1961). Vastakuoriutunut poikanen on vähemmän kehittynyt kuin syyskutuisten lohikalojen poikaset (Witkowski ja Kokurewicz 1978). Nuoret harjukset syövät pääasiassa planktonia ja maahyönteisiä ja siirtyvät kahdesta kolmeen vuotta vanhoina syömään pääasiassa pohjaeläimiä ja vähäisessä määrin pikkukaloja (Peterson 1968 ja Sjöberg ja Henricson 1985). Eri ikäisten kalojen oleskelualueita, ravintoa ym. on tutkinut mm. Müller (1961) Luulajanjoessa.

Harjus on varsin vähän vaeltava laji, mutta useissa tutkimuksissa harjuksen on todettu vaeltavan lyhyehköjä matkoja kutu-, syönnös- ja talvehtimisalueiden välillä (mm. Gustafson 1949, Hurme 1967 a, Andersen 1968, Müller 1982 ja Kännö ym. 1986).

Merellä harjus on aiemmin esiintynyt yleisesti pitkin Pohjanlahden rannikkoa, mutta nykyisin sitä tavataan siellä melko vähäisiä määriä ja vain tietyillä alueilla (mm. Lumme 1976). Perämeren rannikkovesissä on aikoinaan tavattu runsaasti harjusta ja ainakin osa näistä harjuksista on noussut Tornionjoen ja muiden Perämeren jokien alajuoksuille kudulle (mm. Hurme 1966, Lumme 1976 ja Müller ja Karlsson 1983). Merta syönnösalueenaan käyttäneen harjuksen kutupyyntiä harjoitettiin joissa. Meressä harjuksen pyynti oli voimakasta ja jo 1950-luvulla harjuksen havaittiin vähenevän merellä (Heusala 1954). Millään alueella merta lukuun ottamatta kalastuksen ei ole katsottu suoranaisesti hävittäneen harjuskantaa, vaikkakin useimmilla alueilla kalastuksen on huomattu selvästi vaikuttaneen harjuskantojen rakenteeseen (Heusala 1954, Eloranta 1983, Myllylä 1984, Tuunainen ym. 1984, Pruuki ym. 1985, Kännö ym. 1986, Kännö ja Anttinen 1989 sekä Kännö ja Salonen 1989).

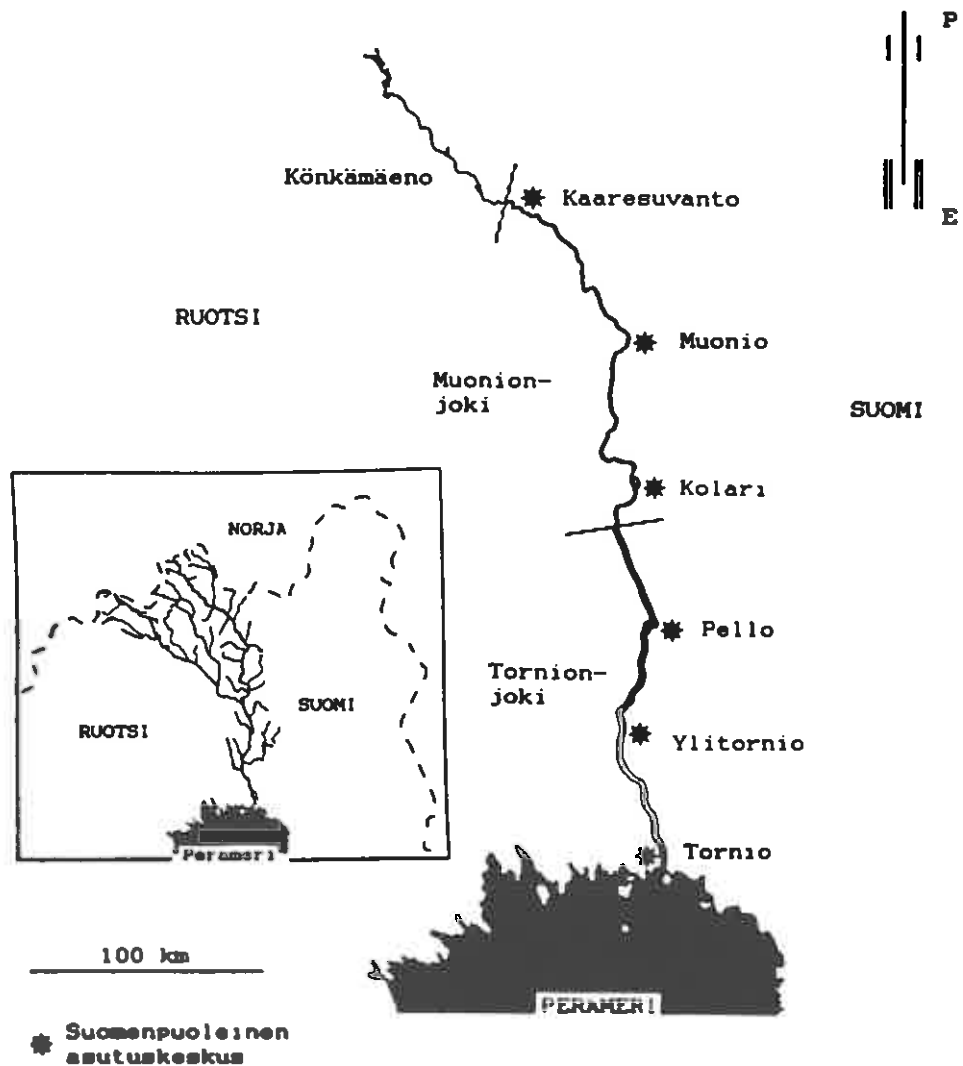
Harjuskantojen hoidossa eri puolilla Suomea on päädytty hyvin samankaltaisiin suosituksiin. Keskeisenä kalastusjärjestelynä on usein esitetty, ettei saaliiksi otettaisi pienikokoisia har-

juksia (Eloranta 1983, Myllylä 1984, Tuunainen ym. 1984, Pruuki ym. 1985, Kännö ym. 1986 ja Kännö ja Salonen 1989). Suomen kalastuslain määräämää 25 cm:n alamittaa on usein pidetty liian alhaisena harjuksen kutukypsyyskoon ja kasvupotentiaalin vuoksi (Eloranta 1983, Myllylä 1984 ja Riista ja kalatalouden tutkimuslaitos 1984). Kutuaikaista harjuksen rauhoittamista tai erityisten rauhoitusalueiden perustamista on esitetty liian voimakkaan pyynnin estämiseksi (Seppovaara 1982, Myllylä 1984 ja Tuunainen ym. 1984). Kalastusta ei kuitenkaan Pohjois-Suomen jokivesistöissä ole yleensä pidetty niin voimakkaana, että sitä tulisi rajoittaa harjuskannan suojelemiseksi (Pruuki ym. 1985, Kännö ym. 1986). Uittoja varten perattujen jokien kunnostamista on esitetty harjuksen elinympäristön parantamiseksi (Seppovaara 1982, Kännö ym. 1986 ja Kännö ja Salonen 1989). Istutuksia ei useinkaan ole suositeltu harjuskannan hoitokeinona, ellei kutualueet ole olleet suppeita tai ellei istutuksia ole suositeltu jokivesistön kunnostuksiin liittyen (Eloranta 1983, Tuunainen ym. 1984, Kännö ym. 1986, Kännö ja Anttinen 1989 sekä Kännö ja Salonen 1989). Harjuskantojen hoitoa käsitteleviä ulkomaisia tutkimuksia on suhteellisen vähän.

3. Tutkimusalue

3.1. Tutkimusalueen kuvaus

Tornionjoen vesistö sijaitsee Suomen ja Ruotsin valtioiden välisellä rajalla siten, että noin 1/3-osa vesistöalueesta kuuluu Suomelle ja noin 2/3-osaa Ruotsille (Vesihallitus 1980). Vesistöön kuuluvat Könkämäeno, Muonionjoki ja Tornionjoki muodostavat valtioiden välisen noin 500 km pitkän rajajoen, joka on tämän tutkimuksen tutkimusalueena (kuva 1 ja taulukko 1). Tutkimusalueesta käytetään nimitystä Tornion- Muonionjoki.



Kuva 1. Tornionjoen vesistön sijainti ja tutkimusalueena oleva Tornion-Muonionjoki.

Järvien jääpeitteen kestoajan pituus vuodessa on yli kuukauden pidempi tutkimusalueen pohjoisosassa kuin eteläosassa. Termisen kasvukauden pituus on tutkimusalueen pohjoisosassa 120 vuorokautta ja eteläosassa 140 vuorokautta. Suomessa termisen kasvukauden pituus vaihtelee 120:sta 180:een vuorokauteen. Alueen pohjoisosan jokien lähteet sijaitsevat metsättömillä tunturi-alueilla. Kilpisjärvi, josta Kōnkämäeno saa alkunsa, sijaitsee 473 m merenpinnan yläpuolella. Etelämpänä Tornion- Muonionjoen tulee vettä metsäisiltä ja soisilta alueilta. Vallitseva maalaji on moreeni (Suomen maantieteellinen seura, Helsingin yliopiston maantieteen laitos 1960).

Tornionjoen vesistö on vähäjärvinen ja Tornion- Muonionjoessa esiintyy erittäin suuria virtaamavaihteluita (Vesihallitus 1984). Vesihallituksen (1980) mukaan Tornion- Muonionjoen vesi on humuksen ja ajoittain suhteellisen korkean rautapitoisuuden vuoksi ruskehtavaa. Voimakkaasti ojitetuilla alueilla sijaitsevista sivuvesistöissä on havaittu keväisin korkeita rautapitoisuuksia, joilla voi olla vaikutusta esimerkiksi taimenen poikastuotantoon (Ikonen ym. 1986). Soiden ojitukset yhdessä yleisen happamoitumiskehityksen kanssa voivat tulevaisuudessa heikentää Tornion- Muonionjoen vedenlaatua kalakannoille kriittiseksi.

Veden ravinnepitoisuudet ovat suhteellisen alhaisia. Vesihallituksen (1984) yleisluokituksen mukaisesti Tornion- Muonionjoen vesi kuuluu laatuluokkiin I (erinomainen) ja II (hyvä). Tornion- Muonionjoen alajuoksulla Kukkolankoskella tehtyjen mittausten mukaan pintaveden keskimääräinen lämpötila on kesäkuussa 13,0 °C, heinäkuussa 16,6 °C, elokuussa 14,5 °C ja syyskuussa 8,1 °C (Vesi- ja ympäristöhallitus, Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos, Hydrologinen toimisto).

Taulukko 1. Tietoja tutkimusalueen joista (Vesihallitus 1980).

	Yläpuolisen vesistöalueen pinta-ala, km ²	Joen pituus Suomen ja Ruot- sin rajalla, km	Joen keskivirtaama, m ³
Könkämäeno	2775	90	38
Muonionjoki	14310	230	125
Tornionjoki	39820	180	381

Tutkimusalueen suomenpuoleisissa kunnissa asui vuoden 1986 lopulla 45 226 asukasta (Suomen tilastokeskus 1988). Asutus keskittyy tutkimusalueen eteläosaan ja alueen selvästi suurin väestökeskus on Tornion kaupunki. Ruotsinpuoleisella alueella on - kuten suomenpuoleisellakin - taajamat yleensä aivan rajan tuntumassa Tornion- Muonionjoen varrella ja suurimmat taajamat sijaitsevat alueen eteläosassa.

Tarkemman kuvauksen Tornionjoen vesistöalueesta ovat esittäneet mm. Pruuki ym. (1985).

3.2. Harjuksen kalastusta koskevat säännöt

Vuonna 1927 Suomen ja Ruotsin kesken laadittiin Tornionjoen kalastussääntö, jota on sittemmin uusittu vuosina 1971 ja 1987. Kalastussääntö on voimassa koko tutkimusalueella. Vuosien 1971 ja 1987 kalastussäännöt eivät harjuksen kalastuksen osalta juurikaan poikkea toisistaan. Vuoden 1971 kalastussääntöä ovat esitelleet mm. Pruuki ym. (1985).

Harjuksen kalastukseen vaikuttavat Tornion- Muonionjoella lähinnä seuraavat kalastussäännön määräykset (Suomen asetusköelman sopimussarja 1987:43):

- harjuksen alamitta on 25 cm
- kalastus harrilaudalla tai siihen verrattavalla muulla pyyntitavalla tai pyydyksellä on kielletty
- kalastus veto- tai heittosiimalla (esim. perholitkalla), jossa on enemmän kuin kolme erilaista koukkua (esim. perhoa) on kielletty
- muun kalan kuin lohien ja taimenen pyynnissä käytettävän verkon silmäkoon tulee olla enintään 80 mm
- kalastus on kielletty keinotekoiseen virtasuojaan asetetulla laiskalla eli kosteverkolla
- kalastaminen ajo- tai kulkuverkolla on kielletty muutoin kuin kalastukseen vuokratuilla lohien nuotta-apajilla.

Tornionjoen kalastussäännön pohjalta suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio on antanut vuoden tai kaksi kerrallaan voimassa olevia lisämääräyksiä. Harjuksen kalastukseen kohdistuva lisämääräys on ollut kutuaikaisen pyynnin kieltäminen seuraavasti: vuosina 1982 ja 1983 10.5.-10.6., vuonna 1984 23.5.-10.6., vuonna 1985 10.5.-10.6. sekä vuosina 1987-1989 1.5.-15.6.

Suurin osa Könkämäenosta kuuluu metsähallinnon virkistyskalastusalueeseen, johon myydään virkistyskalastuslupia ulkopaikkakuntalaisille ja matkailijoille. Virkistyskalastusluvalla kalastava henkilö saa viedä lupa-alueelta saaliinaan enintään 5 kg tai kaksi kappaletta lohensukuisia kaloja, vaikka ne yhteensä painaisivat enemmänkin (Metsähallitus 1988). Muuten virkistyskalastajien kalastussäännöt ovat samat, mitkä rajajokikomissio on säätänyt. Muita kuin Tornionjoen kalastussopimuksessa käsiteltyjä kalastusasioita koskee Suomen puolella vuoden 1983 alusta voimaan tullut kalastuslaki (nro 286/82) lukuunottamatta Enontekiötä, jossa vanha kalastuslaki (nro 503/51) on edelleen voimassa (Pruuki ym. 1985).

Ruotsinpuoleisilla jokialueilla Muonionjoen yläjuoksulla ja Kōnkämäenossa sijaitsee urheilukalastusalue, jonne Lantbruksnämnden myy kalastuslupia ulkopaikkakuntalaisille ja matkailijoille (Östen Karlström, Fiskeristyrelsen, utredningskontoret i Luleå, suullinen tiedonanto). Alueella on voimassa rajajokikommision kalastussäännöt.

4. Aineisto ja menetelmät

4.1. Kalastustiedustelut

Vuodesta 1982 eteenpäin paikallisten suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastajien saaliita arvioitiin Pruukin ym. (1985) ja Nylanderin ja Pruukin (1989 a ja b) esittelemällä kalastustiedustelumenetelmällä. Tuloksina saatiin paitsi koko tutkimusalueen suomenpuoleiset saalisarviot, myös jokiosuuksien saalisarviot, tietoja käytetyistä pyydyksistä, pyyntiajankohdista, pyyntiponnistuksista ja yksikkösaaliista sekä mielipiteitä kalastuksesta ja kalakannoista.

Ruotsin puolen paikallisten kalastajien kalastusta ja saaliita on selvitetty kokonaissaaliiden arvioimiseksi tarvittavalla tiedustelumenetelmällä vain vuodelta 1983 (Bergelin 1984).

Metsähallituksen (Mutenia 1983, 1984, 1985, 1986, 1987 ja 1989) kalastustiedusteluista käyvät ilmi metsähallinnon virkistyskalastusluvan lunastaneiden vuosittaiset harjussaaliit. Vuonna 1987 kalastustiedustelua ei kuitenkaan tehty. Virkistyskalastusluvan lupa-alueeseen on kuulunut mukaan myös Tornion- Muonionjoen sivuvesistöjä, joista saadut harjussaaliit poistettiin kokonaissaalisarvioista tiedusteluvastaukset uudelleen käsittelemällä. Tiedustelujen tuloksina saatiin saalisarvioiden lisäksi pyyntiponnistus- ja yksikkösaalistietoja.

Rajajokikomission luvalla kalastaneiden kalastus on selvitetty vuosittaisilla kalastustiedusteluilla (Pruuki ym. 1985 ja Nylander ja Pruuki 1989 a ja b) ja samaten tutkimusalueella vapaa-ajan asunnon omistavien kalastus vuodesta 1985 lähtien (Nylander ja Pruuki 1989 a ja b).

Ammattimaisen kalastuksen saaliit selvitettiin Suomen puolella Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tekemistä ammattikalastusselvityksistä.

Ruotsin puolen saalisosuus arvioitiin puuttuvilta osiltaan vertaamalla vuoden 1983 harjussaaliiden Suomen ja Ruotsin osuuksia toisiinsa ja olettamalla suhteen pysyneen samana vuodesta toiseen.

4.2. Kalastuksen voimakkuuden arviointi ja yksikkösaaliiden laskeminen

Pyyntiponnistus- ja yksikkösaalistietoja saatiin Suomen puolen kotitarve- ja virkistyskalastustiedustelulla vuodesta 1983 lähtien (Nylander ja Pruuki 1989 a ja b) ja niitä täydennettiin metsähallinnon virkistyskalastusluvan lunastaneille osoitetun tiedustelun tuloksilla vuosina 1983-1986 (Mutenia 1984, 1985, 1986 ja 1987). Oletuksena oli, että kyseisten tiedustelujen tulokset kuvaavat kaikkien Tornion- Muonionjoella harjusta kalastavien kalastusta.

Kotitarve- ja virkistyskalastustiedustelussa pyydyskohtainen pyyntiponnistus laskettiin yhtälöstä

$$\text{Pyyntiponnistus} = \text{pyydysten määrä} * \text{pyyntipäivien määrä}$$

Metsähallinnon virkistyskalastusluvan lunastaneiden pyyntiponnistus oli myytyjen lupien määrä kerrottuna keskimääräisellä pyyntipäivien määrällä. Pyyntiponnistustietoja käytettiin hyväksi yhdessä yksikkösaalistietojen kanssa populaatioanalyysin virittämisessä.

Kalastuspaine laskettiin yhtälöstä

$$\text{Kalastuspaine} = \sum_p \frac{\text{CPUE}_p}{\text{CPUE}_h} * E_p, \text{ jossa}$$

CPUE_p = pyydyksen p harjuksen yksikkösaalis

CPUE_h = heittovavan harjuksen yksikkösaalis

E_p = pyydyksen p kokonaispyyntiponnistus

Kalastuspaine oli siis pyydyskohtaisesti harjuksen yksikkösaaliilla painotettujen pyyntiponnistusten summa. Kalastuspaineen mittayksikön laatuna on pyyntipäivä, mutta laskentatavasta johtuen laatu on hieman harhaanjohtava, eikä sitä ei ole esitetty tuloksissa. Kalastuspainetta käytettiin kalakantanäytteistä laskettujen kokonaiskuolevuusarvioiden ja populaatioanalyysin tulostamien kalastuskuolevuusarvojen ohella kuvaamaan harjuksen kohdistuvan kalastuksen voimakkuutta tutkimusalueen eri osissa.

Yksikkösaaliit kullakin pyydyksellä laskettiin edellä olevien pyyntiponnistustietojen avulla ruokakunnan keskisaaliista, jolloin yksikkösaaliiksi saatiin saalis/pyyntipäivä. Koko Tornion-Muonionjoen aineistojen tuloksille laskettiin yksikkösaaliin variaatiokerroin (CV%), joka ilmaisee, montako prosenttia keskihajonta on yksikkösaalisotoksen keskiarvosta. Aineistosta ei ollut mahdollista laskea ikäryhmäkohtaisia yksikkösaaliita, koska yksikkösaaliin laskemisessa käytettyyn aineistoon ei liittynyt tietoja saaliin ikäkoostumuksesta.

4.3. Kalakantanäytteet

4.3.1. Aineistojen keruu ja käsittely

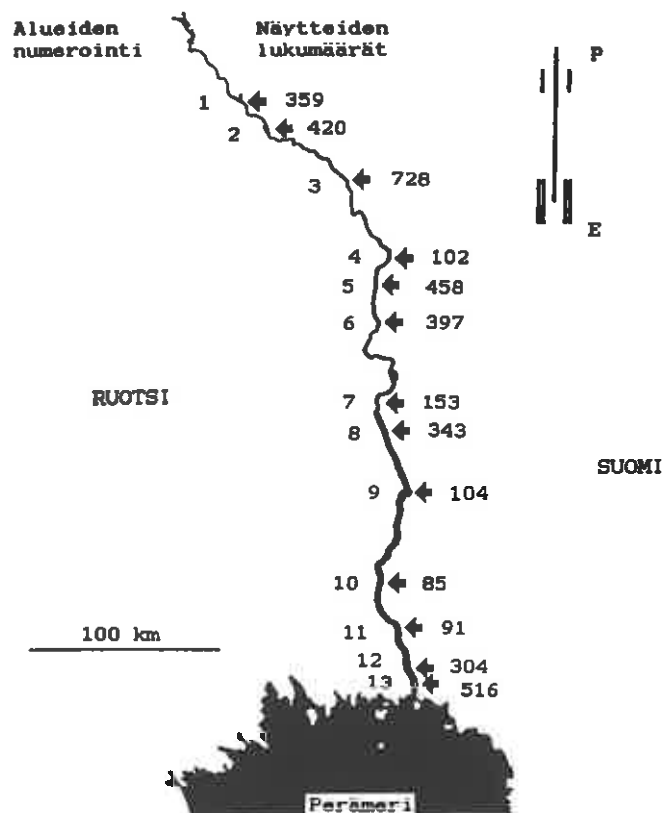
Kalakanta-aineisto (taulukko 2) on etupäässä paikallisten kalastajien omasta saaliistaan keräämää, mutta aineistoa on saatu

hieman myös koekalastuksilla (Tuunainen ym. 1984). Kalakanta-näytteiden keruutavasta johtuen näytteet saatiin varsin suppeilta erillisiltä alueilta. Näitä näytekeskittymiä oli kuitenkin useita ja ne sijaitsivat suhteellisen tasaisesti pitkin Tornion- Muonionjokivartta (kuva 2). Lisäksi kalakanta-näytteitä kerättiin hieman kuvassa 2 esitettyjen alueiden ulkopuoleltakin.

Paikalliset kalastajat ottivat näytekalloista suomunäytteet mahasta vatsaevien kohdalta. Suomupussiin pyydettiin kirjaamaan pyyntiaika, -paikka ja -kunta, kalan kokonaispituus 1 cm:n tarkkuudella, kokonaispaino grammoina tai perattu paino (mikäli kokonaispainoa ei voitu punnita), sukupuoli, sukukypsyys 'on', 'ei' tai 'ei tietoa' -jaolla, mädin tai maidin määrä prosentteina ruumiinontelon tilavuudesta, pyydys (verkoista solmuväli) sekä pyytäjän nimi ja osoite.

Näytesuomuista määritettiin harjuksen ikä Bagenalin ja Teschin (1978) esittämien kriteereiden perusteella mikrofилминlukulaitteella. Yleensä ikä määritettiin suoraan suomusta. Mikäli iänmääritys oli hankalaa esimerkiksi kalan korkean iän vuoksi, suomusta puristettiin 1 mm:n polykarbonaattilevylle korkokuvapreparaatti, josta ikä määritettiin. Yleensä suomut olivat selväpiirteisiä ja ikä oli helppo määrittää. Iänmääritystä ei tehty takautuvasti, koska näytemäärä oli suuri ja näytekalat pyydettiin etupäässä suhteellisen valikoimattomilla pyydyksillä.

Kalakanta-aineiston tilastollista käsittelyä varten verkoilla pyydetyt kalat jaoteltiin alle 27 mm:n, 27-36 mm:n, 37-45 mm:n, 46-55 mm:n ja yli 55 mm:n verkoilla pyydettyjen ryhmiin. Aineistoa käsiteltiin Jari Leskisen laatimalla kalakanta-aineiston käsittelyohjelmalla ja SAS-tilasto-ohjelman mikrotietokoneversiolla (SAS Institute Inc. 1987).



Kuva 2. Alueet, joista Tornion- Muonionjoen kalakantanäytteet pääosin kerättiin. Karttaan on merkitty näkyviin näiltä alueilta pyydettyjen kalakantanäytteiden määrät ja alueet on numeroitu juoksevasa järjestyksessä yläjuoksulta lähtien. Kyseistä numerointia on käytetty tuloksissa luvussa 5.2.1.

Taulukko 2. Tornion- Muonionjoen harjuksen kalakantanäyteaineisto vuosittain ja pyydyksittäin. Vuosien 1975-1978 aineistot ovat peräisin Tuunaisen ym. (1984) tutkimuksesta ja vuosien 1976-1981 aineistot ovat Pruukin ym. (1985) julkaisemia.

Pyydys	Vuosi														
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Yht.
Verkot	14	33	86	39	-	20	35	48	40	173	295	268	184	175	1410
Perho	-	96	54	53	61	137	26	124	75	306	314	227	145	137	1755
Heittokalastus-															
välineet	-	2	10	7	23	34	3	4	6	24	17	19	6	24	179
Onki	-	1	-	5	10	7	17	24	2	28	27	47	31	1	200
Lippo	-	3	-	3	23	-	25	16	17	7	12	8	4	12	130
Muut	-	1	-	-	26	-	-	-	-	1	-	3	2	-	33
El tietoa	-	119	47	71	47	7	106	88	111	53	60	86	11	38	844
Yhteensä	14	255	197	178	190	205	212	304	251	592	725	658	383	387	4551

4.3.2. Pyydysten selektiivisyyden tutkiminen

Tärkeimpien pyydysten (27-36 mm:n ja 37-45 mm:n solmuväliset verkot, uistin, onki ja perho) selektiivisyyttä tutkittiin pyydyskohtaisella populaatioanalyysillä saaduista hetkellisistä kalastuskuolevuusarvoista. Populaatioanalyysit tehtiin siten, että harjuksen vuosisaaliit pidettiin vakiona ja saaliin ikäjakaumaksi annettiin jokaiselle vuodelle koko ko. pyydyksellä pyydetyn kalakanta-aineiston ikäjakauma. Analyyseissä käytettiin jokaiselle ikäryhmälle luonnollisen kuolevuuden arviota $M=0,20$. Lisäksi laskettiin eri pyydysten saaliskalojen keski-ikä ja -pituus. Pyydysten saaliskalojen keski-ikä ja -pituuksia tutkittiin myös eri vuodenaikoina pyydetystä näytekalosta.

4.3.3. Kalakantaparametrien määrittäminen

Harjuksen kasvukäyrän piirtämistä varten oletettiin, että näytekalosta pyyntihetkellä mitattujen pituuksien ikäryhmäkohtaiset keskiarvot vastasivat kasvukauden puolivälin tilannetta. Eri vuosina pyydetty näytteet yhdistettiin, mutta sitä ennen tutkittiin, oliko näytteidenkeruuvuosien aikana harjuksen kasvussa havaittavissa muutoksia. Koiraiden ja naaraiden kasvueroja tutkittiin ja testattiin Wilcoxonin keskiarvotestillä (mm. SAS Institute Inc. 1987).

Koska näytteenoton yhteydessä näytekalojen punnitseminen oli todennäköisesti epätarkempaa kuin pituuden mittaaminen, laskettiin aineistosta harjuksen pituus-painosuhte ns. ennustavana regressiona käyttäen pituutta selittävänä ja painoa selitettävänä muuttujana. Ennustava regressio on sama kuin yksinkertainen lineaarinen regressio ja regressiion laskukaavat ja käyt-

tömahdollisuuksia on esittänyt mm. Jensen (1986). Pituus-painosuhte laskettiin sukupuolittain ja suhteesta saatuja ikäryhmäkohtaisia keskipainoja käytettiin hyväksi kalakanta-analyysissä, jotta todennäköiset punnitusvirheet eivät vaikuttaisi tuloksiin.

Harjuksen hetkellistä kokonaiskuolevuutta (Z) arvioitiin Chapmanin ja Robsonin (1960) sekä Robsonin ja Chapmanin (1961) esittämällä menetelmällä. Mikäli näytteessä oli kahdeksaa vuotta vanhempia kaloja, ne yhdistettiin ns. plus-ikäryhmäksi. Tämä oli perusteltua, koska yli kahdeksanvuotiaiden harjusten iänmäärittämisessä saattoi esiintyä virheitä, jotka puolestaan olisivat saattaneet aiheuttaa virheitä kokonaiskuolevuuden arvioinnissa. Hetkellisen kokonaiskuolevuusarvion tarkkuutta arvioitiin eloonjäämisasteen (S) varianssilla, joka laskettiin yhtälöstä

$$V(S) = S(1-S)^2 / (n(1-S)^{J+1}) \quad (\text{Seber 1982}), \text{ jossa}$$

$V(S)$ = eloonjäämisasteen varianssi

n = näytemäärä

J = viimeinen ikäryhmä ennen ns. plus-ikäryhmää

Kokonaiskuolevuus ja eloonjäämisaste ovat yhteydessä toisiinsa seuraavan yhtälön mukaisesti

$$Z = -\ln(S) \quad (\text{mm. Seber 1982})$$

Kokonaiskuolevuuden arviointiin parhaiten soveltuva pyydys tai pyydykset valittiin tekemällä pyydyskohtaisia populaatioanalyysijä, jolloin valikoimattomasti pyytävän pyydyksen aiheuttama kalastuskuolevuus kalakannassa oli suunnilleen vakio rekrytointi-ikää vanhemmissa ikäryhmissä.

Hetkellinen kalastuskuolevuus (F) laskettiin hetkellisestä kokonaiskuolevuudesta yhtälöllä

$$F = Z - M \quad (\text{mm. Gulland 1983})$$

Hetkellisen luonnollisen kuolevuuden (M) arvioinnissa käytettiin apuna kirjallisuustietoja vastaavankaltaisissa tilanteissa käytetyistä kuolevuusarvoista. Tuloksia laskettiin lisäksi kolmella toisistaan poikkeavalla luonnollisen kuolevuuden arvolla, jotta johtopäätösten herkkyyys tälle epävarmuustekijälle tulisi ilmi.

Hetkellinen kokonaiskuolevuusarvio laskettiin erikseen vuosien 1976-1979, vuosien 1980-1984 ja vuosien 1985-1988 näyteaineistosta, jotta kokonaiskuolevuuden mahdollista ajallista vaihtelua saataisiin esille. Myös sukupuolten välisiä kuolevuuseroja tutkittiin ja verrattiin kasvutietoihin ja sukupuolijakaumaan. Populaatioanalyysin tulostamia hetkellisiä kalastuskuolevuusarvoja ja rekrytoitumisikiä verrattiin hetkellisistä kokonaiskuolevuusarvioista laskettuihin kalastuskuolevuusarvioihin ja kuolevuuden laskemisessa saatuihin rekrytoitumisiin.

Paikalliset kalastajat määrittivät näytekaloiista sukukypsyyden ja määrittäksessä käytetty luokittelu oli karkea ('on', 'ei' tai 'ei tietoa'), joten määrittäksiä ei voitu pitää kovin luotettavina. Harjuksen sukukypsyyttä tutkittiin siten, että heinäelokuun vaihteen jälkeen pyydetyistä näytteistä tarkasteltiin 'on'-vastausten osuuden kasvamista 'ei'-vastauksiin nähden nuorista vanhempiin ikäryhmiin siirryttäessä. Määrittäsvastauksia tulkittiin siten, että sukukypsäksi määritetty kala olisi kuten seuraavana keväänä.

4.4. Kalakanta-analyysit

4.4.1. Y/R-analyysi

Kalastuksen ja kalakannan tasapainotilassa rekryyttiä kohti saatava saalis esitettiin isopleettikäyrästönä Bevertonin ja Holtin (1957) alunperin esittämää menetelmää soveltaen. Rekrytoitumisen kalastukseen oletettiin tässä mallissa tapahtuvan siten, että kalat tietyn iän saavuttaessaan rekrytoituvat täysin kalastukseen ja tätä ikää nuoremmat kalat eivät ole rekrytoituneet ollenkaan kalastukseen. Tällaisesta rekrytoitumisesta käytetään jatkossa nimitystä veitsenterärekrytoituminen. Y/R-analyysissä päädyttiin käyttämään veitsenterärekrytoitumista, koska ei ollut tietoa siitä, minkä asteisesti eri ikäiset kalat rekrytoituisivat kalastukseen, mikäli rekrytointi-ikää muutettaisiin vallitsevasta.

Isopleettikäyrästöt laadittiin kolmella toisistaan poikkeavilla luonnollisen kuolevuuden arvoilla, jotta analyysistä tehtyjen johtopäätösten luotettavuutta voitaisiin tältä osin arvioida. Hetkellisen luonnollisen kuolevuuden arvot olivat $M=0,15$, $M=0,20$ ja $M=0,25$. Nuorimpana rekrytoitumisikänä oli kaksivuotiaiden ikäryhmä ja saaliit laskettiin tuhatta kaksivuotiaasta rekryyttiä kohti. Luonnollista kuolevuutta pidettiin vakiona kaikilla kalastuskuolevuuden arvoilla ja kaikissa mallissa mukana olevissa ikäryhmissä. Luonnollisen kuolevuuden arvolla $M=0,20$ laskettiin myös, minkä verran kutukanta pienenee erilaisilla kalastuskuolevuuden ja rekrytoitumisiän yhdistelmillä verrattuna tilanteeseen, jossa kalastusta ei olisi ollenkaan. Näistä tuloksista piirrettiin vastaavanlainen isopleettikäyrästö kuin Y/R-analyysin tuloksista.

Nykytilannetta kuvaava kalastuskuolevuuden ja rekrytoitumisiän yhdistelmä esitettiin isopleettikäyrästössä rajattuna alueena

siten, että tarkasteltavaan alueeseen kuuluvista eri näytekeskittymistä (ks. luku 4.3.1., kuva 2) kokonaiskuolevuuksien avulla lasketut kalastuskuolevuuksien ja rekrytoitumisikien yhdistelmät sijaitsivat katkoviivalla rajatun alueen sisällä. Lisäksi tarkasteltavan alueen yhdistetystä aineistosta kokonaiskuolevuuden avulla laskettu ja populaatioanalyysin antama rekrytointi-ikä ja kalastuskuolevuuden yhdistelmä merkittiin näkyviin. Edellä kuvattu esitystapa valittiin siksi, että se toisi esille aineistossa havaittua rekrytointi-ikä ja kalastuskuolevuuden vaihtelua.

4.4.2. Populaatioanalyysi

Analyysi tehtiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa laaditulla mikrotietokoneohjelmalla Gullandin (1965) esittämää menetelmää käyttäen. Harjuksen vuosisaaliit jaettiin ikäryhmäkohtaisiksi yksilömääräisiksi saaliiksi kalakanta-aineiston vuosittaisten ikäjakaumien ja saaliskalojen keskipainojen avulla. Saaliin jakamiseksi ikäryhmäkohtaisesti kalakantanäytteiden vuosittaiset pyydysjakaumat muutettiin vastaamaan kalastustiedusteluista saatavia pyydysjakaumia koko Tornion- Muonionjoen harjuskannan analyysissä ja osa-alueittaisen harjuskantojen keskimääräistä rekrytoitumista analysoitaessa. Osa-alueittaisen harjuskantojen (ks. luku 4.5.) vuosittaiset näytemäärät olivat liian pieniä pyydysjakaumien korjaamiseksi. Vuosiluokan koko laskettiin taaksepäin kaksivuotiaiden ikäryhmään saakka, koska nuorempien kalojen osuus saaliissa oli merkityksettömän pieni ja hetkellinen luonnollinen kuolevuus on nuorimmissa ikäryhmissä todennäköisesti varsin korkea, mutta vaikeasti arvioitavissa (esim. Cushing 1975 ja Popova 1978). Luonnollinen kuolevuus oletettiin olevan $M=0,20$ kaikissa tarkasteltavissa ikäryhmissä ja eri kalastuskuolevuusarvoilla. Viimeinen analyysissä käytetty ikäryhmä oli koko Tornion- Muonionjoen harjus-

kannan populaatioanalyysissä 9+ ja osa-alueittaisissa populaatioanalyysissä 8+, koska analyysiin pyrittiin aineiston kattavuuden rajoissa saamaan mukaan mahdollisimman monta ikäryhmää. Analyysin viimeinen ikäryhmä oli niinsanottu plus -ikäryhmä.

Populaatioanalyysin virittämisessä käytettiin pyyntiponnistus- ja yksikkösaalistietoja Popen ja Shepherdin (1985) esittämillä periaatteilla. Osa-alueittaisten harjuskantojen populaatioanalyysijä ei kuitenkaan viritetty pyyntiponnistustietojen epätarkkuuden vuoksi. Kalakannan rekrytoituneeseen osaan kohdistuneen keskimääräisen kalastuskuolevuuden (F_c) laskemisessa käytettiin Shepherdin (1983) esittämää laskentamenetelmää. Näin saatujen vuosittaisten kalastuskuolevuusarvojen ja pyyntiponnistuksen vaihtelun välille haettiin yhteys, jonka avulla populaatioanalyysin lähtötietoina olleita kalastuskuolevuusarvoja tarkennettiin.

Populaatioanalyysillä saaduista kalastuskuolevuusarvoista laskettiin Shepherdin (1983) esittämät kalakannan yleistä hyödyntämisastetta kuvaava indeksi (F_p) ja ensimmäinen kalastukseen merkittävästi rekrytoitunut ikä (a). Kalastukseen rekrytoitumista kuvaavaa mallia varten populaatioanalyysi tehtiin siten, että vuosisaaliit asetettiin vakioiksi ja saaliin ikäjakaumaksi annettiin koko kalakanta-aineiston ikäjakauma. Tulokset esitettiin piirtämällä koordinaatistoon y-akselille analyysin tulostamat kalastuskuolevuusarvot ja x-akselille eri ikäryhmät.

4.5. Harjuskantojen erottelu ja tutkimusmenetelmät

Koska tutkimusalue on laaja ja harjuksen on todettu olevan hyvin vähän vaeltava laji (mm. Gustafson 1949, Andersen 1968, Myllylä 1985 ja Kännö ym. 1986), oletettiin, ettei Tornion- Muonionjoen harjus muodosta Cushingin (1968) kuvailemaa ideaalista kalakan-

taa. Tätä oletusta tukivat lisäksi alueen etelä- ja pohjoisosan ilmastojen erilaisuus ja se, että kenttähavaintojen, koekalastusten ja kalakanta-aineistojen perusteella harjus näyttää kutevan tutkimusalueella kaikkialla, missä virtaus- ja pohjanlaatuolosuhteet sen sallivat. Fabriciuksen ja Gustafsonin (1955) kuvaamat harjuksen lisääntymiseen soveltuvat virtaus- ja pohjanlaatuolosuhteet ovat yleisiä laajoilla alueilla pitkin Tornion-Muonionjokea. Nämä kaikki tekijät antoivat olettaa, että harjuksen kalakantaparametrit ja kalastus olisivat erilaisia eri osissa tutkimusaluetta.

Gullandin (1983) mukaan kalakannan valintaa ja rajaamista voidaan pitää pääasiallisesti operationaalisena toimenpiteenä, joka liittyy läheisesti käytettyyn kalakantamalliin. Jos rajataan liian suuri kalakanta, tärkeät kannan sisäiset erot voivat jäädä huomaamatta. Kalalajin esiintymisalueessa ei tarvitse olla epäjatkuvuutta, jotta eri kantoja voitaisiin rajata. Ellei sekoittuminen ole nopeaa kannan sisällä, kantaa voidaan pitää yhtenäisenä vain, jos kalastus on samanlaista koko kannan esiintymisalueella (Gulland 1983).

Tässä tutkimuksessa harjuskannat eroteltiin nimenomaan edellä esitettyjen Gullandin (1983) kalakannan rajaamiskriteerien pohjalta. Yhtenäisinä pidettäviä harjuskantoja etsittiin analysoimalla kalakanta-aineistoa ja tarkastelemalla kalastusta tutkimusalueen eri osissa. Lähtökohtana oli oletus, että kustakin kalakanta-aineiston näytekeskittymästä (ks. luku 3.2., kuva 2) kerätty aineisto koostui vain yhdestä harjuskannasta ja siten kunkin näytekeskittymän aineistossa havaittu vaihtelu kuvasi harjuskannan sisäistä vaihtelua. Harjuskantojen määrittäminen aloitettiin laskemalla kustakin näytekeskittymästä hetkellisen kokonaiskuolevuuden arvio, saaliskalojen keski-ikä ja kolme-, viisi- ja seitsemänvuotiaiden harjusten ikäryhmittäiset keskipituudet. Kotitarve- ja virkistyskalastustiedustelun (Pruuki

ym. 1985, Nylander ja Pruuki 1989 a ja b) ja metsähallinnon virkistyskalastustiedustelun (Mutenia 1983, 1984, 1985, 1986, 1987 ja 1989) tuloksista arvioitiin kunkin näytekeskittymän alueella verkkopyydyksillä pyydetyn saaliin osuus harjussaaliista. Saatuja tuloksia ryhmiteltiin cluster-analyysillä (SAS Institute Inc. 1987). Näytekeskittymistä laskettuja ikäryhmäkohtaisia keskipituuksia vertailtiin toisiinsa usean populaation keskiarvojen vertailuun soveltuvalla Duncanin vertailutestillä (SAS Institute Inc. 1987).

Tulosten pohjalta harjuskannat määritettiin siten, että kantojen lukumäärä oli mielekäs käytössä olevan aineiston ja tulosten käyttökelpoisuuden kannalta. Tornion- Muonionjoki jaettiin harjuskantojen esiintymisalueisiin ja kutakin harjuskantaa tutkittiin, kuten edellä aineisto ja menetelmät -luvussa on esitetty.

Tornion- Muonionjoen jokialueiden virtaustyyppistä, virtausnopeudesta, syvyydestä, pohjanlaadusta ja rantakasvillisuudesta on kerätty maastokartoituksella inventointiaineisto. Aineistoa käytettiin hyväksi lähinnä siten, että harjuksen elinympäristövaatimusten perusteella pyrittiin arvioimaan harjuksen esiintyminen tutkimusalueen sisällä. Oletuksena oli, että pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavat jokialueet vastasivat suunnilleen harjuksen elinympäristöksi soveltuvien alueiden määrää. Kalastuksen määrä, harjussaaliit ja harjuskantojen tiheys- ja biomassa-arviot esitettiin jokialueen kokonaispinta-alaa kohti ja pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavien jokialueiden pinta-alaa kohti laskettuna. Näin tehtiin etenkin osa-alueittaisten harjuskantojen tuloksia esitettäessä, jotta tulokset saatiin toisiinsa vertailukelpoisiksi.

5. Tulokset

Kuten aineisto ja menetelmät -luvussa on esitetty, suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastuksen kalastus- ja saalistiedot perustuvat vuodelta 1982 Pruukin ym. (1985), vuosilta 1983-1985 Nylanderin ja Pruukin (1989 a) ja vuodelta 1986 Nylanderin ja Pruukin (1989 b) tutkimuksiin. Vuoden 1986 jälkeiset kalastus- ja saalistiedot ovat julkaisemattomia. Könkämäenon virkistyskalastustiedustelujen aineistot ovat Mutenian (1983, 1984, 1985, 1986, 1987 ja 1989) keräämiä. Ruotsinpuoleisen vuoden 1983 kalastustiedustelutulokset ovat Bergelinin (1984) julkaisemia. Harjuksen kalakanta-aineistot ovat peräisin vuosilta 1975-1978 Tuunaisen ym. (1984) tutkimuksesta. Lisäksi Pruuki ym. (1985) ovat julkaisseet vuosien 1976-1981 kalakanta-aineistot. Vuosien 1982-1988 kalakanta-aineistoja ei ole aiemmin julkaistu.

Tulokset -luvussa ei esityksen yksinkertaistamisen vuoksi ole joka kerta viitattu edellä mainittuihin lähteisiin, kun niiden aineistoja on esitetty.

5.1. Koko tutkimusalue

5.1.1. Kalastus

Tutkimusalueen suomenpuoleisissa kunnissa myytyjen valtion ruokakuntakohtaisten kalastuskorttien ja metsähallinnon kyseisellä hoitoalueellaan myymien virkistyskalastuslupien määrät ovat kasvaneet huomattavasti viime vuosikymmeninä (taulukko 3). Kalastustiedustelujen perusteella tutkimusalueen suomenpuoleisissa kunnissa oli 4203 kalastavaa ruokakuntaa ja Tornionjoen vesistöalueen ruotsinpuoleisessa osassa oli 4100 kalastavaa ruokakuntaa vuonna 1983. Tornion- Muonionjoessa kalastaneiden paikallisten suomalaisten ruokakuntien määrä on ollut 1980-luvulla noin 1600-2000/vuosi (taulukko 4).

Taulukko 3. Tutkimusalueen suomenpuoleisissa kunnissa myytyjen valtion ruokakuntakohtaisten kalastuskorttien ja metsähallinnon kyseisellä hoitoalueellaan myymien virkistyskalastuslupien määriä viime vuosikymmeninä (Toivonen 1962, Tuunainen ym. 1984, Lapin läänin kalatoimisto, kirjeellinen tiedonanto (ref. Pruuki ym. 1985) ja Partanen, Metsähallinnon Perä- Pohjolan Piirikuntakonttori, suullinen tiedonanto).

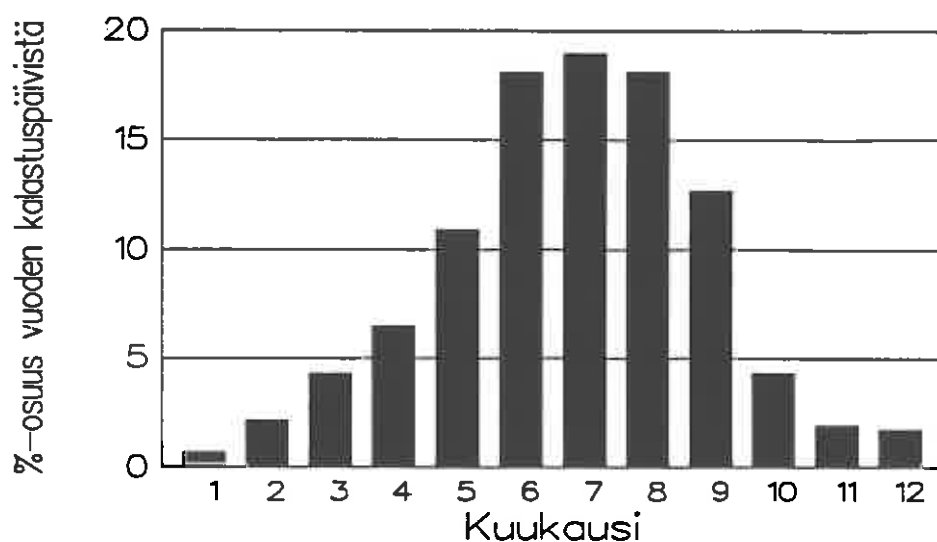
	Valtion kalastuskortteja, kpl/v	Metsähallituksen virkistyskalastuskortteja, kpl/v
1950- ja 1960-lukujen vaihde	3000-4000	1000
1960- ja 1970-lukujen vaihde	4500-4900	2500-3500
1980-luvun alku	yli 5000	4000

Taulukko 4. Tornion- Muonionjoessa kalastaneiden paikallisten suomalaisten ruokakuntien määrät 1982-1988.

Vuosi	Ruokakuntia, kpl
1982	2319
1983	1639
1984	1650
1985	1791
1986	1688
1987	2003
1988	1942

Kotitarve- ja virkistyskalastus painottuu vuoden sisällä selvästi kesäkuukausiin (kuva 3). Harjussaaliista yli 90 % on paikallisten kotitarve- ja virkistyskalastajien pyytämää (taulukko 5). Ruotsissa Tornionjoen vesistöalueella tehdyn kalastustiedustelun mukaan 97 % tiedusteluun vastanneista piti kalastustaan virkistys- tai kotitarvekalastuksena. Suomalaisten kalastajien pyyntiponnistus oli alhaisimmillaan vuonna 1985, jonka

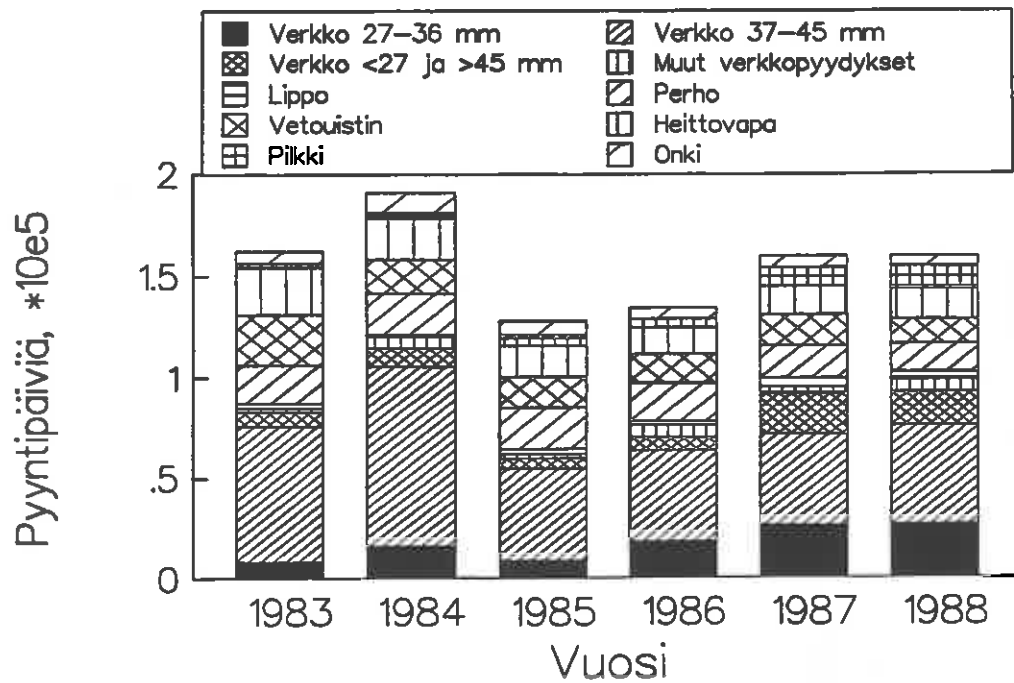
jälkeen se on ollut nousussa (kuva 4). Suomalaisten harjussaaliit on pyydetty lähinnä erityyppisillä koukkupyydyksillä (kuva 5). Ruotsalaisten Tornionjoen vesistön pääuomista vuonna 1983 pyytämästä harjussaaliista saatiin 73 % vapakalastuksella, 19 % verkkopyynnillä ja 8 % muilla pyydyksillä.



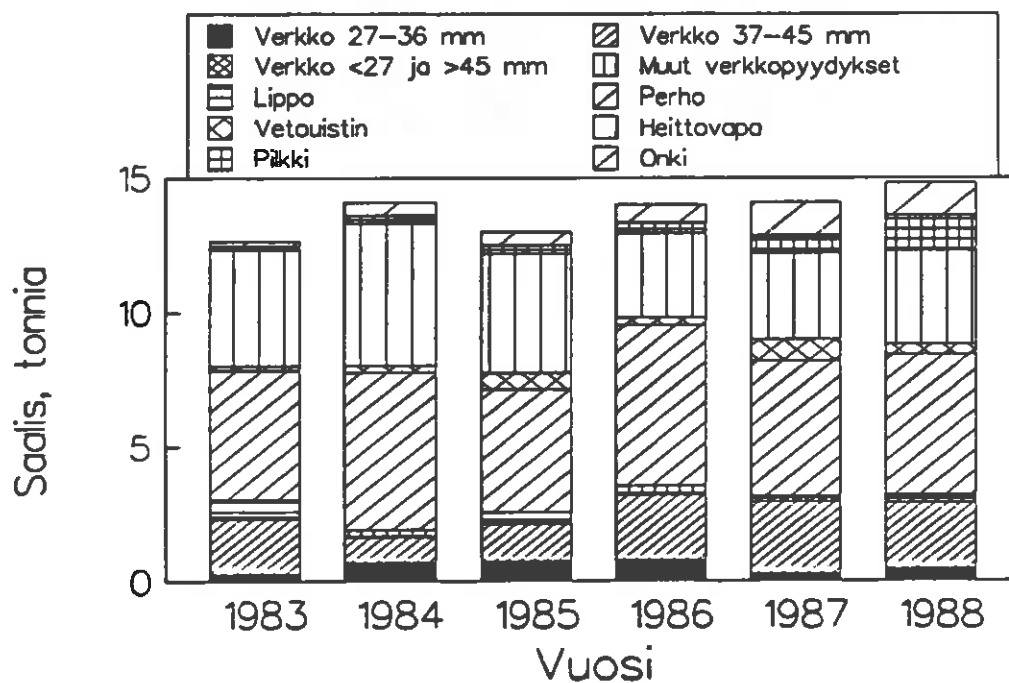
Kuva 3. Suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastuksen ajoittuminen vuoden 1982 sisällä Tornion- Muonionjoen vesistössä.

Taulukko 5. Suomalaisten Tornion- Muonionjoen harjussaaliin keskimääräinen jakautuminen eri kalastajaryhmien kesken vuosina 1985-1988.

Kalastajaryhmä	Harjussaalis, % harjukseen kokonaissaaliista
Paikalliset kotitarve- ja virkistyskalastajat	91
Metsähallituksen virkistyskalastusluvan lunastaneet kalastajat (sekä paikkakunt. että ulkop.)	7
Rajajokikomission urheilukalastusluvan lunastaneet ulkopaikkakuntalaiset kalastajat	1
Ulkopaikkakuntalaiset alueella vapaa-ajan asunnon omistavat kalastajat	1



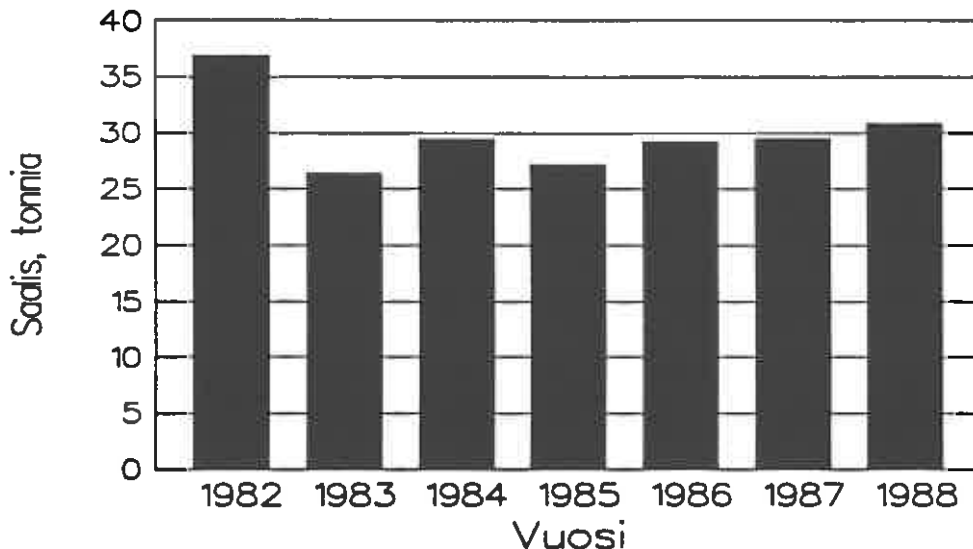
Kuva 4. Suomalaisten kalastajien pyyntiponnistukset Tornion-Muonionjoessa eri pyydyksillä vuosina 1983-1988.



Kuva 5. Suomalaisten kalastajien harjussaaliin jakautuminen eri pyydyksille vuosina 1983-1988.

5.1.2. Saaliit

Vuotuinen Tornion- Muonionjoen harjussaalis oli vuosina 1982-1988 keskimäärin noin 30 000 kg (kuva 6) ja vuotuinen keskimääräinen kokonaiskalansaalis oli noin 180 000 kg. Ruotsalaisten harjussaaliit arvioitiin olevan noin 10 % suomalaisten harjussaaliita suurempia. Harjussaaliin osuus joen kokonaiskalansaaliista on vaihdellut 10 %:sta 20 %:iin 1950-luvun lopusta lähtien (Toivonen 1962, Petersson 1975 ja Tuunainen 1984). Vuonna 1988 harjussaalis oli suomalaisten kalastajien lajikohtaisista saaliista kolmanneksi suurin siian ja hauen saaliiden jälkeen.



Kuva 6. Tornion- Muonionjoen arvioidut vuosittaiset harjussaaliit vuosina 1982-1988.

5.1.3. Yksikkösaaliit

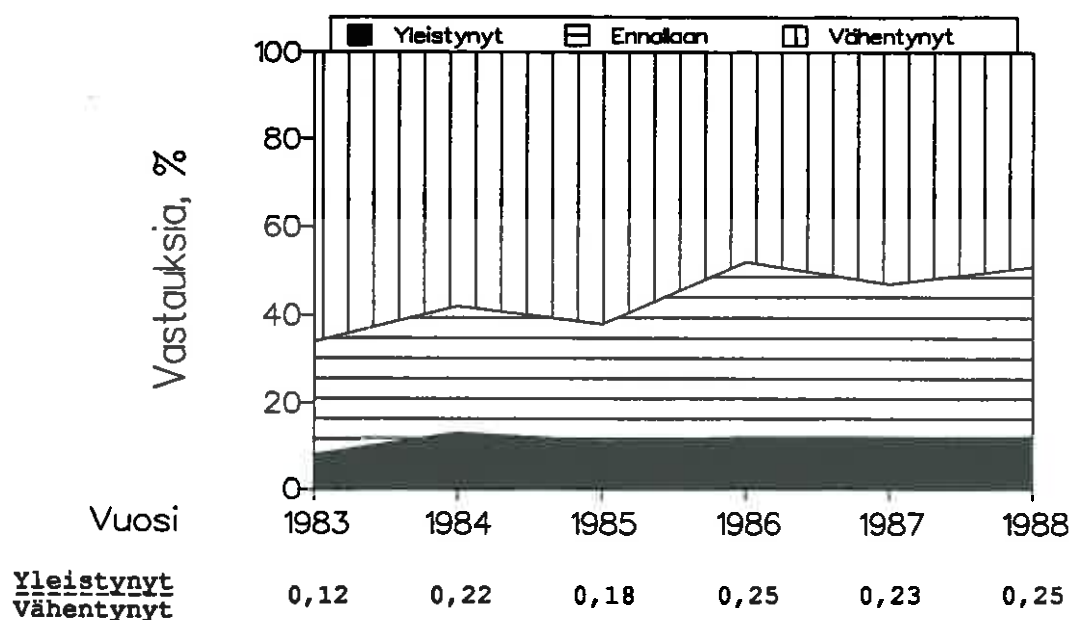
Suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastustiedustelujen tuloksista lasketut harjuksen yksikkösaaliit ovat vaihdelleet melko voimakkaasti vuodesta toiseen, mutta lievää yksikkösaaliiden noususuuntaa on havaittavissa useimmilla pyydyksillä (taulukko 6).

Taulukko 6. Suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastajien harjuksen yksikkösaaliit eri pyydyksillä vuosina 1983-1988. Yksikkösaaliit on laskettu kalastuspäivää kohti. Vuosien 1984-1988 yksikkösaaliiden perässä on sulkeissa ilmoitettu yksikkösaaliin variaatiokerroin prosentteina yksikkösaaliin lukuarvosta (CV%). Vuoden 1983 yksikkösaaliista ei ollut käytettävissä hajonnan tunnuslukuja.

Vuosi	Yksikkösaalis, g (CV%)									
	Verkko 27-36 mm		Verkko 37-45 mm		Perho		Heittovapa		Pilkki	
1983	13	..	40	..	273	..	126	..	91	..
1984	54	(52)	11	(45)	354	(15)	298	(43)	31	(81)
1985	96	(32)	33	(27)	291	(17)	330	(29)	68	(25)
1986	52	(52)	55	(56)	335	(18)	242	(26)	54	(33)
1987	12	(42)	70	(34)	386	(15)	218	(21)	71	(52)
1988	18	(39)	45	(36)	505	(27)	275	(29)	55	(55)

5.1.4. Mielipidetiedustelut

Kalastustiedusteluihin vastanneita pyydettiin vertaamaan kalalajin senhetkistä yleisyyttä edelliseen vuoteen nähden. Kotitarve- ja virkistyskalastajien näkemysten mukaan harjus vähentyi vuosi vuodelta, vaikkakin kasvava osuus kalastajista arvioi harjuksen joko yleistyneen tai säilyneen ennallaan tutkimusalueella (kuva 7). Kuvan alle on laskettu vuosittainen suhdeluku yleistynyt/vähentynyt -vastausten välille.



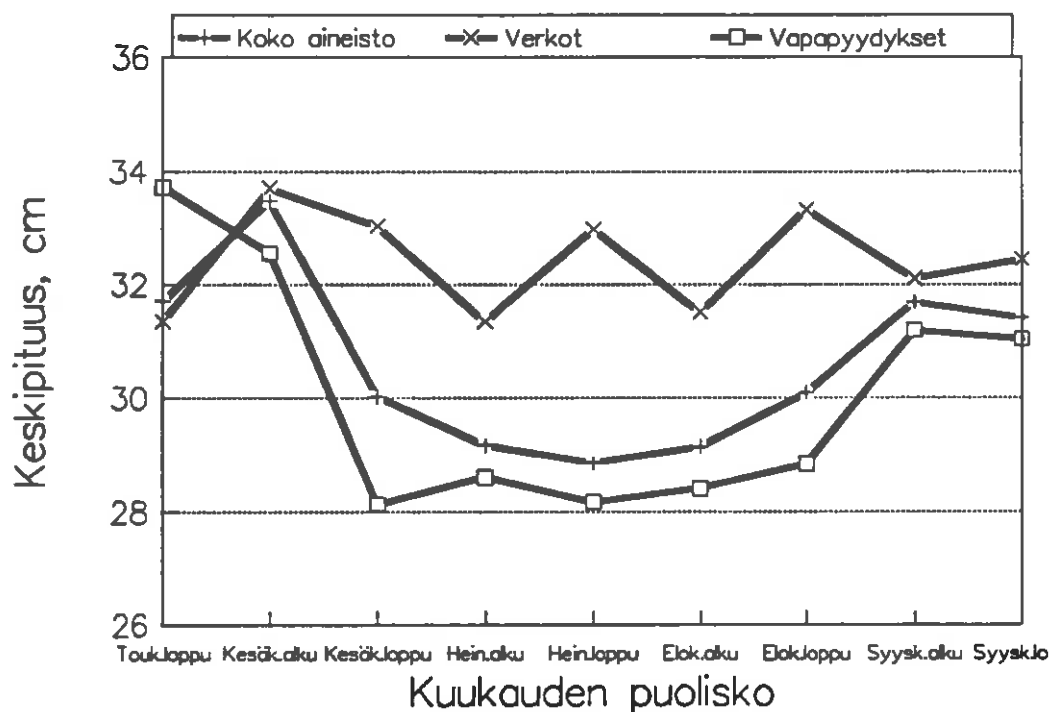
Kuva 7. Kotitarve- ja virkistyskalastajien näkemyksiä Tornion-Muonionjoen harjuskannoissa tapahtuneista muutoksista. Kuvan alla on esitetty vuosittainen suhdeluku taulukon yleistynyt/vähentynyt -vastausten välille.

5.1.6. Pyydysten selektiivisyys

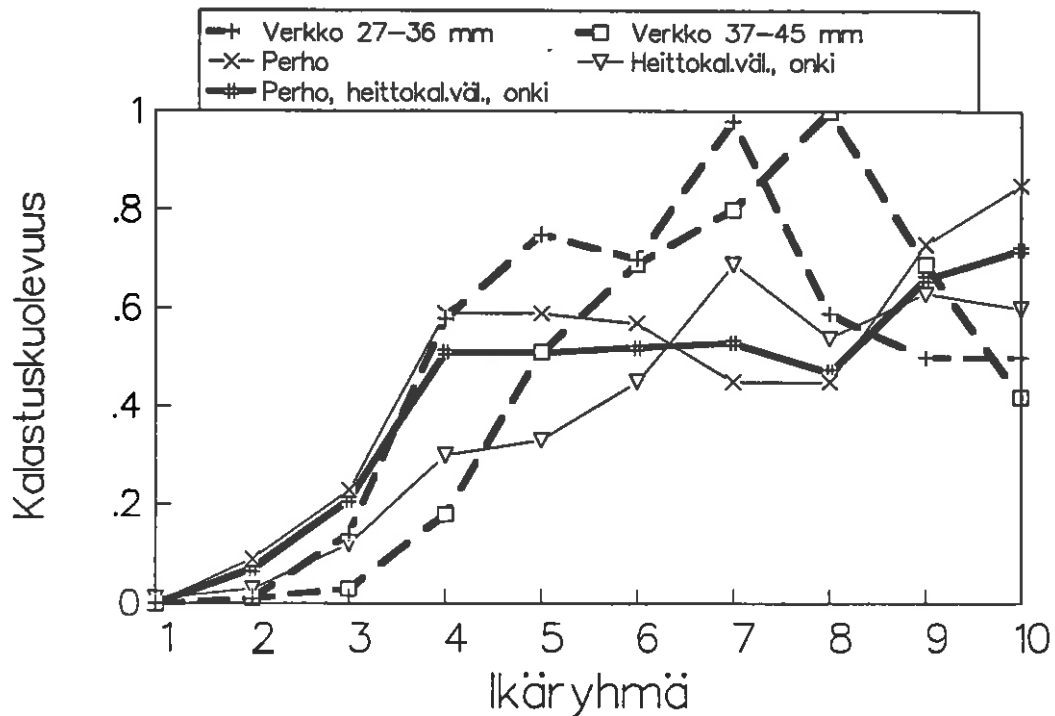
Saalisharjusten keski-ikä ja -pituus olivat tutkituista pyydyksistä suurimpia 37-45 mm verkoilla ja pienimpiä perholla (taulukko 7). Verkkojen saaliskalojen keskipituus pysyi samalla tasolla avovesikaudella, mutta vapapyydyksillä saaliskalojen keskipituus vaihteli ollen lyhin keskikesällä (kuva 8). Pyydyskohtaisten populaatioanalyysien tuloksissa voimakas kalastuskuolevuus keskittyi vain muutama ikäryhmään, kun taas vapapyydyksillä kalastuskuolevuus säilyi suhteellisen vakaana tiettyä ikäryhmää vanhemmilla kaloilla (kuva 9).

Taulukko 7. Keskeisimpien pyydysten saalisharjusten keski-ikä, -pituus ja keskiarvojen keskihajonnat.

Pyydys	Ikä, v		Pituus, cm	
	Keskiarvo	Keskihaj.	Keskiarvo	Keskihaj.
Verkot 27-36 mm	4,4	1,2	31,5	4,5
Verkot 37-45 mm	5,2	1,4	33,6	4,9
Perho	4,0	1,5	28,3	5,4
Heittokal.väl.	4,6	1,6	31,8	6,1
Onki	4,8	1,8	31,8	5,0



Kuva 8. Koko aineiston, 27-45 mm:n verkkojen ja vakalastusvälineiden (perho, heittokalastusvälineet, uistin ja onki) saaliskalojen keskipituudet eri aikoina avovesikautta.



Kuva 9. Pyydyskohtaisista populaatioanalyysistä tuloksina saadut keskimääräiset kalastuskuolevuusarvot ikäryhmittäin. Kuvassa on esitetty myös vapakalastusvälineiden (perho, heittokalastusvälineet, uistin ja onki) yhdistetystä aineistosta saadut kalastuskuolevuusarvot. Analyysissä käytettiin hetkellisen luonnollisen kuolevuuden arvoa $M=0,20$.

5.1.5. Kalakantaparametrit

Harjuskoiraille kasvu oli nopeampaa kuin naarailla varsinkin vanhoissa ikäryhmissä (kuvat 10 ja 11). Koiraiden ja naaraiden ikäryhmittäiset keskipituudet poikkesivat toisistaan erittäin merkitsevästi (yli 99 % todennäköisyydellä) kaksivuotiailla ja sitä vanhemmilla kaloilla.

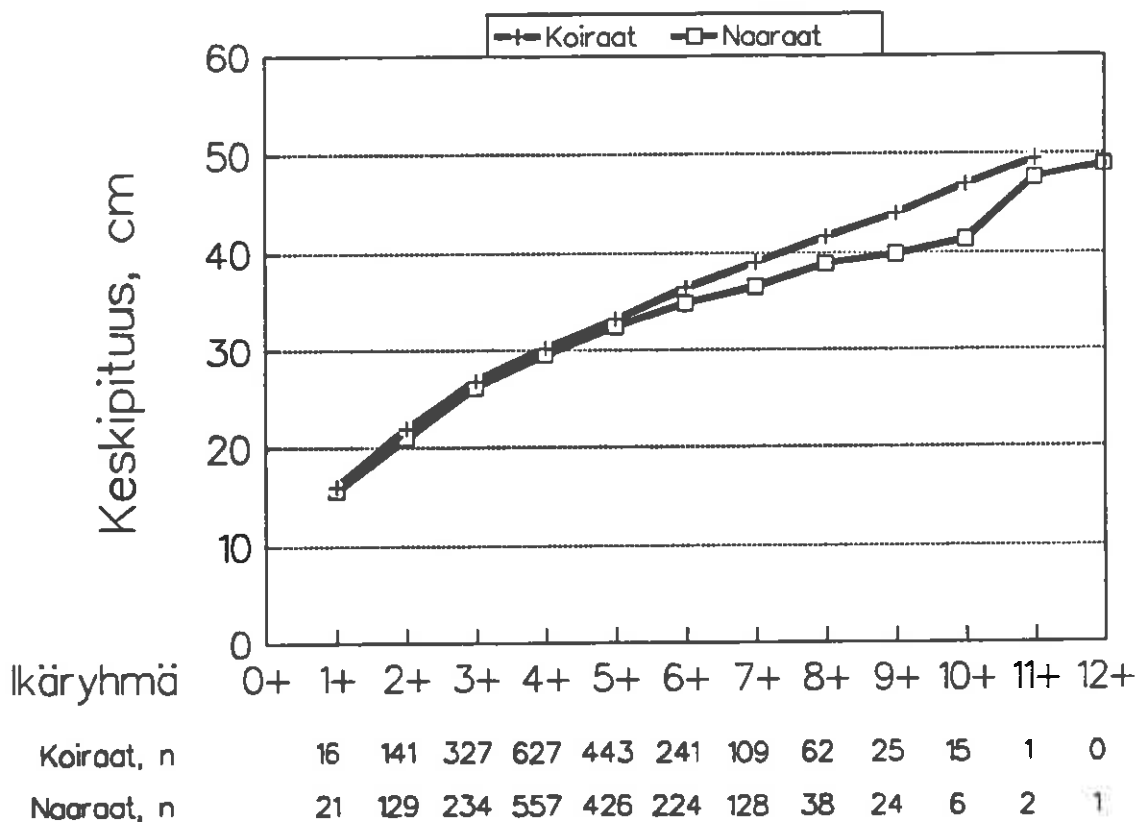
Kalakanta-aineiston sukupuolijakauma oli seuraava:

Koiraita	Naaraita
2092 kpl	1903 kpl
52,4 %	47,6 %

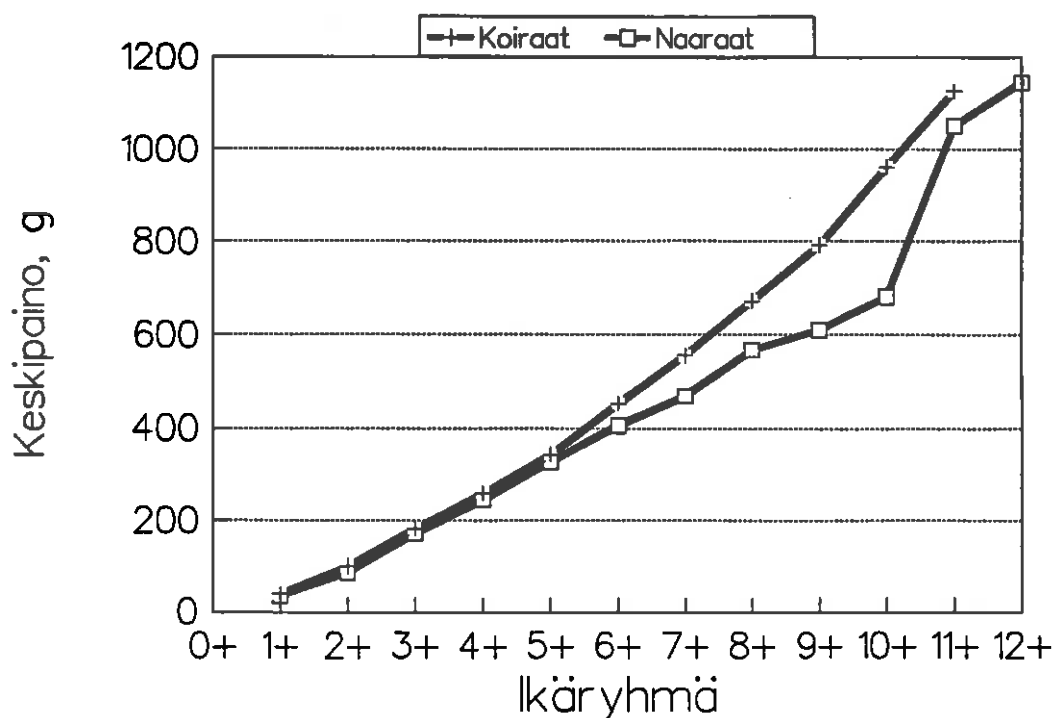
Pituus-paino -suhteeksi saatiin

Koiraille	Naaraille
$W = 0,0104 * L^{2,971}$	$W = 0,0082 * L^{3,044}$

Sukupuolittain tarkasteltuna kokonaiskuolevuus ei juurikaan vaihdellut, mutta ajanjaksottain se vaihteli 0,60:sta 0,98:aan (taulukko 8). Sukukypsiksi arvioitujen kalojen osuus kasvoi 0 %:sta lähes 100 %:iin 2-6 -vuotiaiden ikäryhmissä (kuva 12). Sukukypsyyden saavuttamisessa ei ollut eroja koiraiden ja naaraiden kesken.



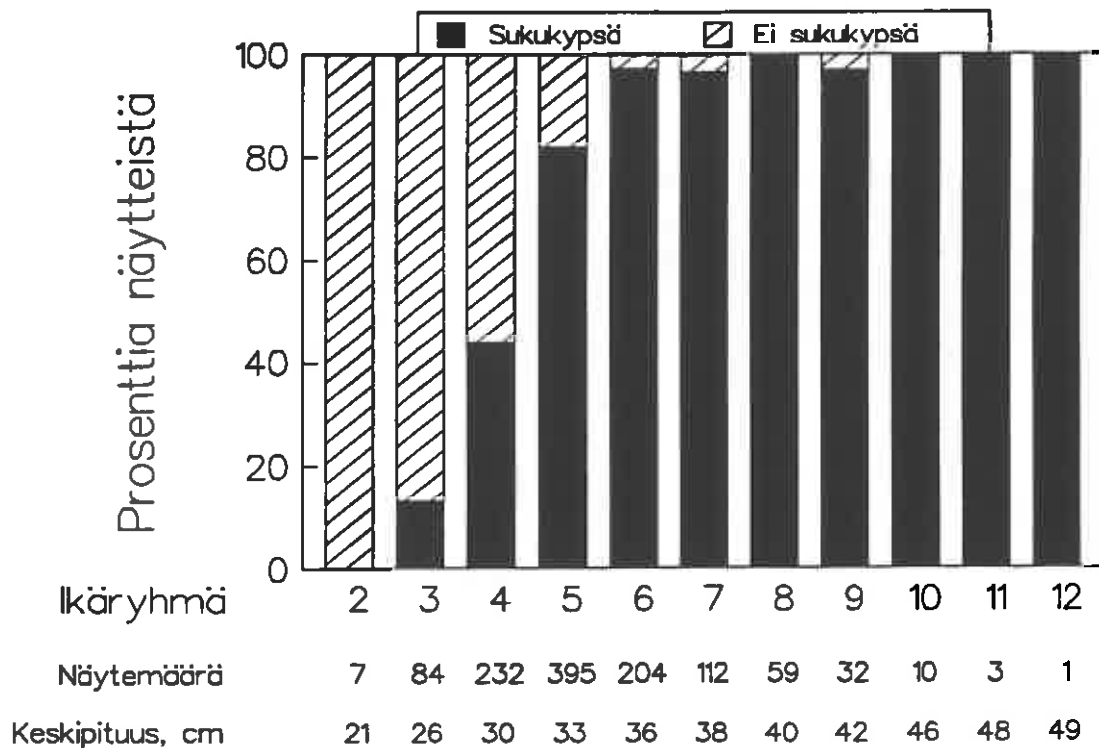
Kuva 10. Tornion- Muonionjoen harjusten sukupuolittaiset keskipituudet eri ikäryhmissä. X-akselin alla on kasvun määrittämiseen käytetyn aineiston ikäryhmäkohtaiset näytemäärät.



Kuva 11. Tornion- Muonionjoen harjusten sukupuolittaiset keskipainot eri ikäryhmissä. Keskipainot on laskettu keskipituuksista edellä esitetyillä pituus-painosuhteilla.

Taulukko 8. Perholla, heittokalastusvälineillä ja ongella saaduista näytekalloista lasketut hetkelliset kokonaiskuolevuusarviot koko aineistosta, kolmelle ajanjaksolle jaetusta aineistosta ja sukupuolittain jaetusta aineistosta laskettuna. Kuolevuusarvion lisäksi on esitetty eloonjäämisasteen varianssi ja ensimmäinen kalastukseen täysin rekrytoitunut ikäryhmä.

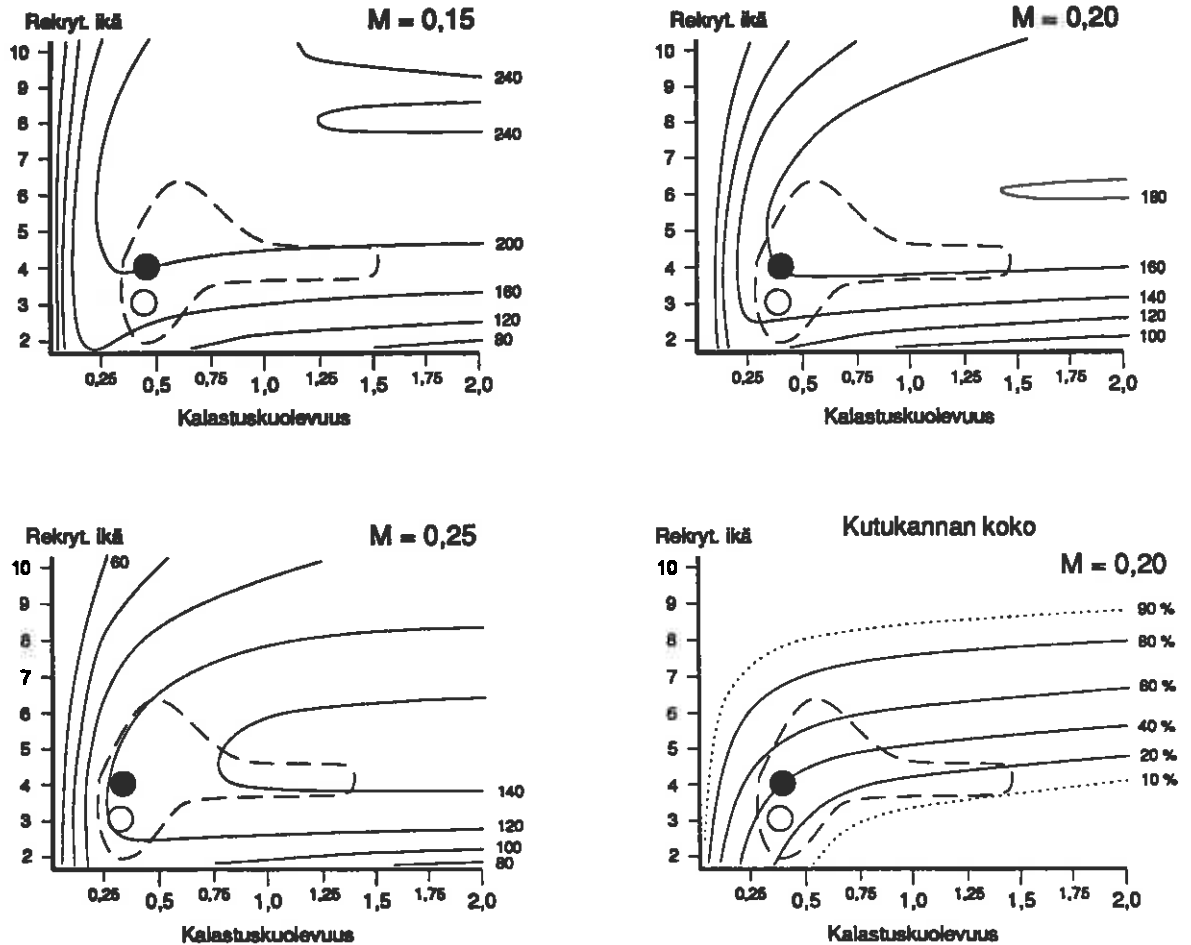
Aineisto, josta arvio on laskettu	n	Hetkellinen kokonaiskuo- levuus, Z	Eloonjää- misasteen varienssi	Rekrytoitu- misikä, v
Koko aineisto	2128	0,72	0,010	4
Koiraat	952	0,72	0,014	4
Naaraat	868	0,68	0,014	4
1976-1980	497	0,66	0,035	5
1981-1984	637	0,98	0,026	5
1985-1988	994	0,60	0,014	4



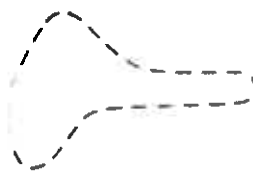
Kuva 12. Sukukypsiksi arvioitujen harjusten osuus ikäryhmittäin. Kunkin ikäryhmän alle on merkitty näkyviin ko. ikäryhmän näytemäärä ja kalojen keskipituus kasvukauden puolivälissä.

5.1.7. Y/R-analyysi

Vallinneella kalastuskuolevuuden ja rekrytointi-iän yhdistelmällä tuhatta kaksivuotiaasta rekryyttiä kohti saadaan saalista noin 120-200 kg laskentamenetelmästä ja luonnollisen kuolevuuden arviosta riippuen (kuva 13). Vastaavasti kutukannan koko oli analyysin mukaan noin 30-40 % kalastamattoman harjuskannan kutukannasta.



Kuva 13. Tornion- Muonionjoen harjuksen isopleettikäyrästöt tuhannesta 2-vuotiaasta rekryytistä luonnollisen kuolevuuden arvoilla $M=0,15$, $M=0,20$ ja $M=0,25$ laskettuina. Lisäksi on esitetty käyrästö tuhannesta kaksivuotiaasta rekryytistä sukukypsiksi (5-vuotiaiksi ja sitä vanhemmiksi) selviävien kalojen määrästä, kun luonnollinen kuolevuus on oletettu olevan $M=0,20$. Tämä käyrästö kuvaa kutukannan prosentuaalista kokoa verrattuna tilanteeseen, jossa kalastusta ei olisi ollenkaan eli kutukannan koko olisi 100 %. Nykytilannetta vastaava kalastuskuolevuuden ja rekrytoitumisiin yhdistelmä on arvioitu kalakantanäytteistä ja populaatioanalyysillä ja saadut arviot on merkitty kuvaan seuraavasti:



Näytekeskittymistä lasketut kalastuskuolevuudet ja rekrytoitumisiät



Näytekeskittymien yhdistetystä aineistosta laskettu kalastuskuolevuus ja rekrytoitumisikä



Populaatioanalyysin tuloksena saatu kalastuskuolevuus ja rekrytoitumisikä

5.1.8. Populaatioanalyysi

Populaatioanalyysin lähtötietoina käytettiin taulukon 9 mukaisia yksilömääräisiä ikäryhmäkohtaisia harjuksen vuosisaaliita. Keskimäärin noin puolet saaliista koostui 4- ja 5-vuotiaista harjuksista. Populaatioanalyysin mukaan ikäryhmäkohtaiset kalastuskuolevuudet vaihtelivat vuosittain ilman selkeää säännönmukaisuutta, vaikkakin keskimääräinen kalastuskuolevuus kasvoi tarkastelujakson loppua kohti (taulukko 10). Vähintään kaksivuotiaita harjuksia arvioitiin olevan keskimäärin noin puoli miljoonaa, joista hieman yli 100 000 yksilöä oli saavuttanut sukukypsyyden (taulukko 11 ja kuva 14). Selkeää rekrytoitumisikää ei ollut havaittavissa (kuva 15).

Taulukko 9. Kalakantanäytteiden ja saalistietojen pohjalta lasketut ikäryhmäkohtaiset saaliin yksilömäärät vuosittain. Taulukon toisessa sarakkeessa on saaliin keskimääräinen ikäjakauma prosentteina kokonaissaaliin yksilömäärästä.

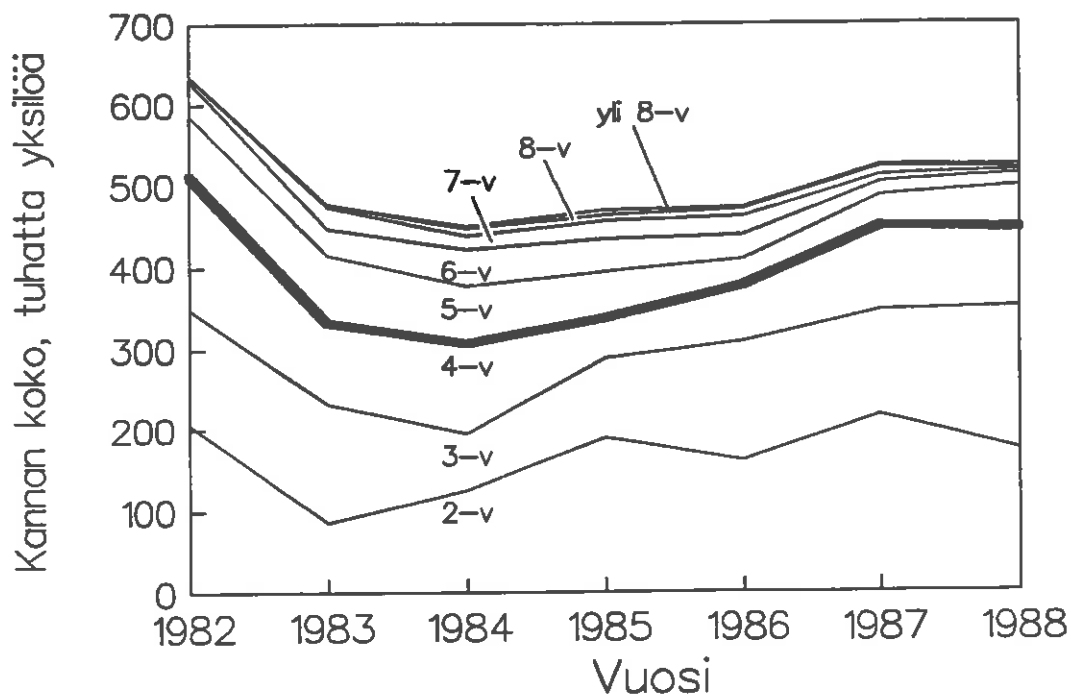
Ikä-ryhmä	Keskim. ikäkoostumus, %	Vuosittainen yksilömääräinen ikäkoostumus						
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
2	7,9	25152	1364	5336	7713	3183	439	10690
3	16,3	18354	8878	6871	14493	20214	13362	29333
4	30,0	56051	13475	38909	9530	19989	35685	31032
5	21,7	32250	24052	19471	18051	12432	17698	24122
6	12,6	10058	12316	17361	11689	17267	9972	7444
7	7,0	1525	12058	5908	11065	10151	4946	1916
8	2,4	390	740	2672	2883	3954	4318	1556
9 +	2,1	-	394	1285	4361	2605	2543	3039

Taulukko 10. Populaatioanalyysin tuloksena saadut hetkelliset kalastuskuolevuusarvot vuosittain ja ikäryhmittäin. Taulukon alaosassa on lisäksi kannan yleistä hyödyntämisastetta kuvaava indeksi (Fp), pyyntiponnistuksen kanssa korreloiva vuosittainen keskimääräinen kalastuskuolevuus (Fc) ja ensimmäinen kalastukseen merkittävästi rekrytoitunut ikä (a). Analyysissä käytetty hetkellisen luonnollisen kuolevuuden arvo oli $M=0,20$.

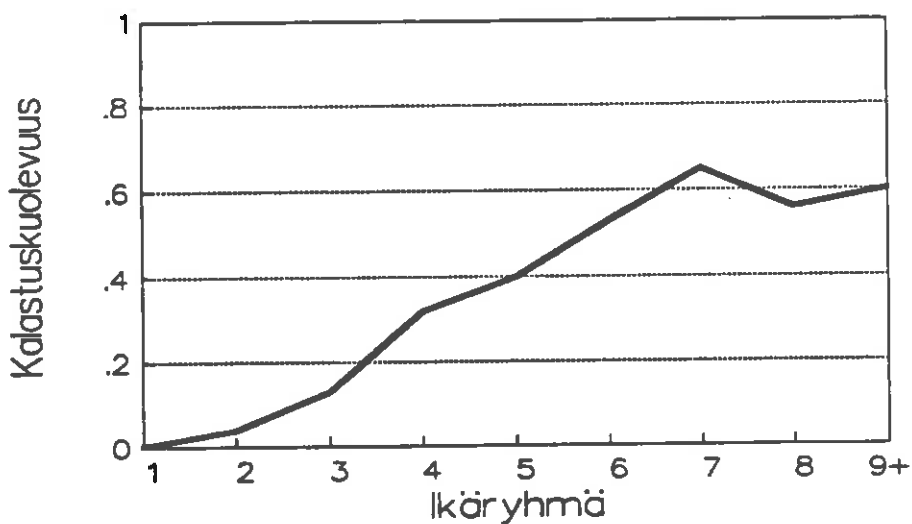
Ikäryhmä	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
2	0,14	0,02	0,05	0,05	0,02	0,00	0,07
3	0,15	0,07	0,12	0,18	0,16	0,12	0,20
4	0,47	0,16	0,48	0,23	0,39	0,48	0,45
5	0,64	0,38	0,36	0,43	0,54	0,73	0,70
6	0,30	0,54	0,53	0,38	0,99	1,20	0,80
7	0,38	0,71	0,55	0,78	0,67	0,89	0,80
8	0,50	0,32	0,33	0,57	0,73	0,69	0,80
9 +	0,54	0,53	0,54	0,50	0,70	0,70	0,75
Fp	0,26	0,16	0,21	0,20	0,22	0,23	0,26
Fc	0,37	0,36	0,37	0,33	0,48	0,61	0,46
a	2,82	4,03	3,30	3,20	3,49	3,74	3,07

Taulukko 11. Keskimääräinen harjuskannan yksilömäärä ja biomassassa yli yksivuotiailla kaloilla vuosina 1982-1988.

	Yksilömäärä, kpl	Biomassa, kg
Harjuskanta	508 000	110 000
Harjuskanta/jokialueen pinta-ala (ha)	34	7,3
Harjuskanta/pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavan jokialueen pinta-ala (ha)	94	21



Kuva 14. Tornion- Muonionjoen harjuskannan koko ikäryhmittäin vuosina 1982-1988. Kuvassa vahvimmin piirretyn käyrän yläpuolella sijaitsee sukkukypsyiden saavuttanut kannan osa.



Kuva 15. Tornion- Muonionjoen harjuksen keskimääräinen kalastuskuolevuus ikäryhmittäin. Keskimääräisen kalastuskuolevuuden laskemista varten populaatioanalyysi tehtiin siten, että vuosisaaliit asetettiin vakioiksi ja saaliin ikäjakaumaksi annettiin koko kalakanta-aineiston ikäjakauma.

5.2. Osa-alueittaiset harjuskannat

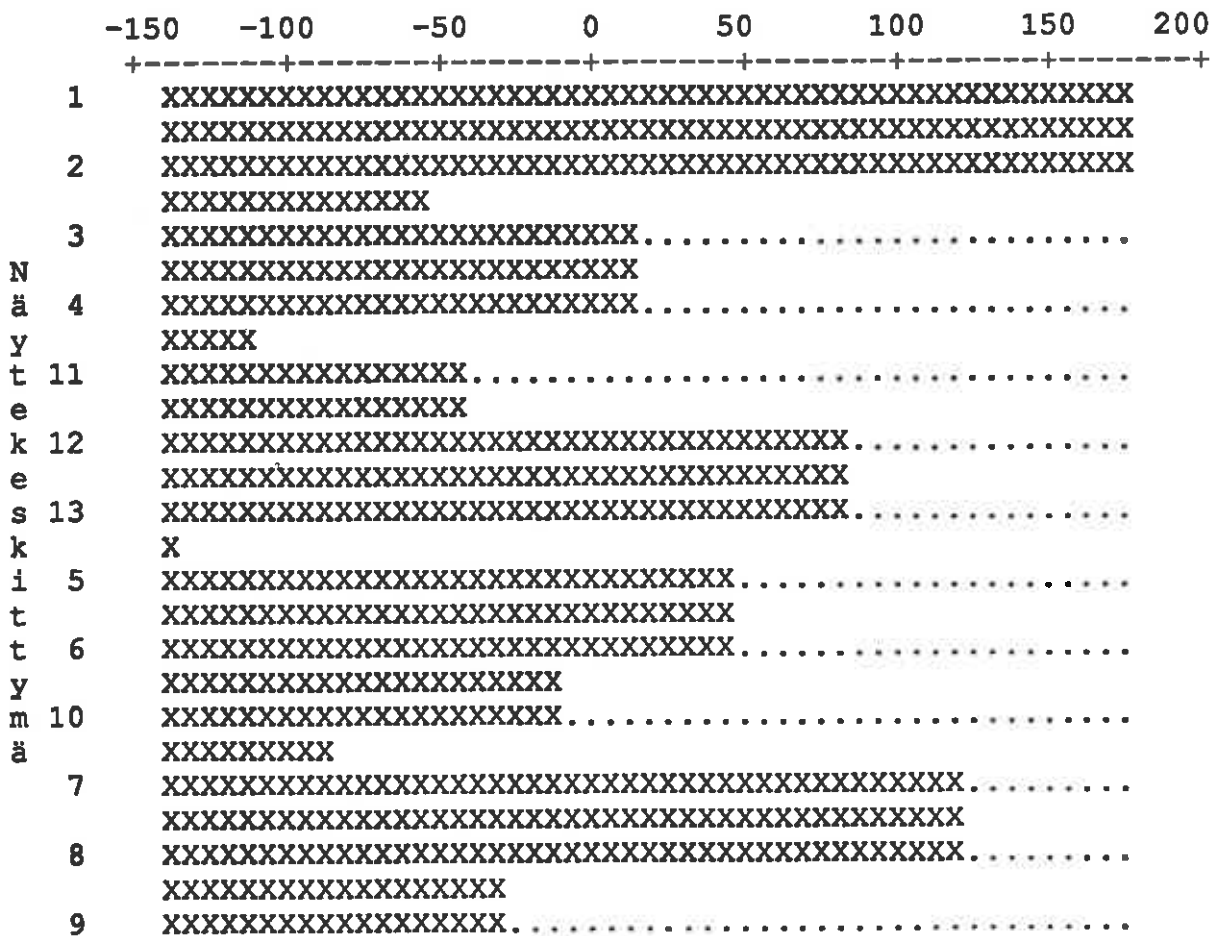
5.2.1. Harjuskantojen erottelu

Näytekeskittymistä valittujen muuttujien arvot muuttuivat usein liukuvasti näytekeskittymästä toiseen (taulukko 12). Harjuksen kasvussa oli kuitenkin nähtävissä varsin voimakasta portaittaista vaihtelua (taulukot 12 ja 13). Cluster-analyysin pseudo F- ja pseudo t^2 -arvojen pohjalta näytekeskittymät olisi tullut jakaa neljään ryhmään, joista ensimmäiseen olisivat sisältyneet näytekeskittymät 1-4, toiseen näytekeskittymät 11-13, kolmanteen näytekeskittymät 5,6 ja 10 sekä neljänteen näytekeskittymät 7-9 (kuva 16). Kolmas ja neljäs ryhmä erosivat toisistaan vähemmän kuin edelliset ryhmät ja lisäksi kolmas ryhmä sijaitsi tutkimusalueella neljännen ryhmän sisällä.

Taulukko 12. Cluster-analyysissä käytettyjen muuttujien arvot kussakin näytekeskittymässä. Näytekeskittymät on numeroitu juoksevasti tutkimusalueen yläjuoksulta lähtien ja niiden sijainti tutkimusalueella käy ilmi kuvasta 2.

Muuttuja	Näytekeskittymä												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Saaliskalojen keski-ikä, v	3,9	4,3	4,6	4,1	4,8	4,2	5,1	5,0	5,5	5,1	4,4	3,7	4,1
Kokonaiskuolevuus, %	1,9	1,8	1,1	1,1	0,7	1,1	0,6	0,9	0,6	0,5	0,9	0,8	0,5
Verkoilla pyydetty saalisosuus, %	33	33	35	25	24	24	9	13	9	21	16	3	3
3-vuotiaiden keskipit., mm	266	277	256	272	246	233	274	272	268	226	291	279	271
5-vuotiaiden keskipit., mm	337	344	338	331	319	311	324	309	289	302	341	344	338
7-vuotiaiden keskipit., mm	410	415	408	440	365	353	373	368	354	341	379	409	398

Logaritminen todennäköisyys samaan ryhmään kuulumiselle



Ryhmiä lukumäärä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pseudo F	-	8,8	9,3	10	9,4	8,7	8,5	9,1	10	12	11	12
Pseudo t^2	8,8	8,0	5,4	2,9	3,7	3,5	1,6	-	-	-	-	-

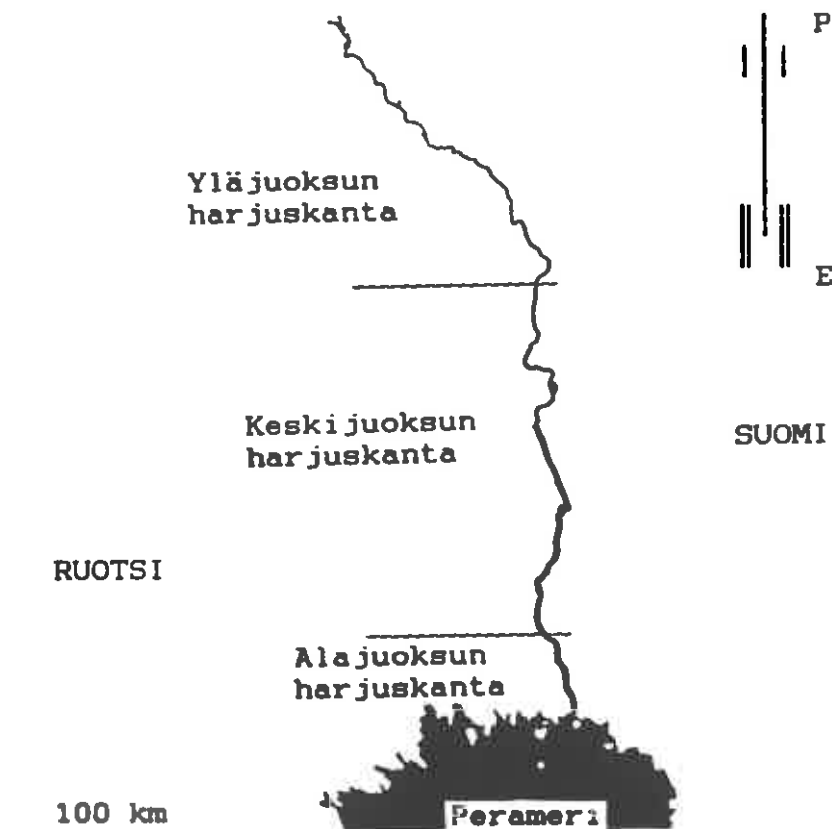
Kuva 16. Cluster-analyysin EML-menetelmän tuloksena saatu diagrammi ja ryhmittelyn kunkin vaiheen pseudo F- ja pseudo t^2 -arvot. Diagrammia luetaan vasemmalta oikealle siten, että näytekessittymät jakautuvat ensiksi kahteen sisäisesti mahdollisimman samankaltaiseen ryhmään siitä kohdasta, missä on lyhin pylväs (13:n ja 5:n välissä). Aineisto jakautuu kolmeen ryhmään seuraavan jakokohdan ollessa toiseksi lyhin pylväs (4:n ja 11:n väli) jne. Pseudo F- ja pseudo t^2 -arvoista voidaan päätellä analyysin suositttelema muodostettavien ryhmien lukumäärä.

Taulukko 13. Ikäryhmittäisten keskipituuksien vertailu Duncanin vertailutestillä. Samalla kirjaimella merkittyjen näytekeskittymien ko. ikäryhmän keskipituudet eivät poikkea toisistaan merkitsevästi. A-kirjaimella on merkitty suurimpien keskipituuksien muodostama ryhmä ja ikäryhmien keskipituudet pienenevät aakkosissa edettäessä. Mikäli näytekeskittymässä ei ole näytteitä jostakin ikäryhmästä, se ei ole merkitty kuuluvaksi mihinkään ryhmään.

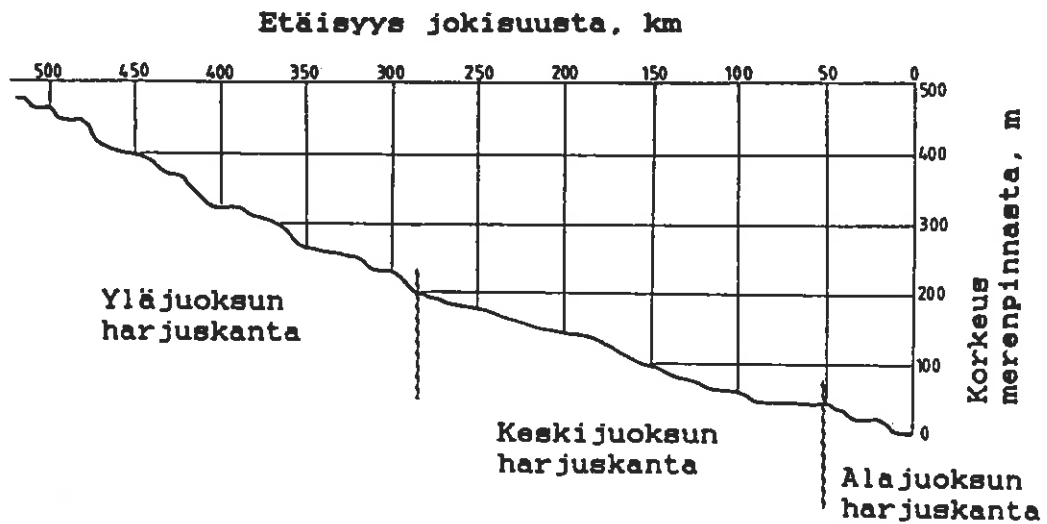
Vertailtava ikäryhmä	Näyte- määrä	Näytekeskittymä												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2-vuotiaat	310			a		a		a			a	a	a	a
3-vuotiaat	714	b	a	b		b	b	b				b	b	b
		b	b		b			b	b	b			b	b
		c		c	c			c	c	c				c
				d		d	e							
						e	f							
4-vuotiaat	1306	a	a								f		a	a
		b	b		b									b
		c		c	c			c						c
						d	d		d	d				
5-vuotiaat	875	a	a	a							e		a	a
		b		b	b								b	b
					c			c						
						d		d						
						e	e		e					
						f	f		f					
											f			
6-vuotiaat	450	a	a	a	a		b	b	b	b	b		a	a
												b		
7-vuotiaat	208	a	a	a	a						c		a	
		b	b	b									b	b
				c				c					c	c
						d		d	d				d	d
						e	e	e	e	e				
						f	f	f	f	f	f			
8-vuotiaat	98	a	a	a	a				a			a	a	a
		b	b	b				b	b			b	b	b
		c		c			c	c	c				c	c
		d				d	d	d	d		d		d	d
						e	e	e	e	e	e			e
9-vuotiaat	44	a		a										
						b		b	b	b	b		b	b
						c		c	c	c	c	c		c

Nuorissa ikäryhmissä harjuksen kasvu vaihteli näytekeskittymästä toiseen ilman selkeää alueellista yhdenmukaisuutta (taulukko 13). Neljävuotiaiden ikäryhmästä alkaen erottuivat ylä- ja alajuoksun nopeakasvuiset harjukset omaksi ryhmäkseen ja keskijuoksun hitaan kasvun alue omaksi ryhmäkseen. 7-9 -vuotiaiden ikäryhmissä yläjuoksun harjus erottui vielä omaksi ryhmäkseen kasvun pysyessä siellä hyvänä vanhoillakin kaloilla. Nopean ja hitaan kasvun rajoina pysyivät selkeästi 4. ja 5. sekä 10. ja 11. näytekeskittymien välit.

Tulosten perusteella harjukselle muodostettiin kolme yhtenäisenä pidettävää harjuskantaa (kuvat 17 ja 18 ja taulukko 14). Harjuskantoja nimitetään jatkossa yläjuoksun, keskijuoksun ja alajuoksun kannoiksi.



Kuva 17. Tornion- Muonionjoen harjuskantojen esiintymisalueet.



Kuva 18. Tornion- Muonionjoen pituusleikkaus ja harjuskantojen esiintymialueet.

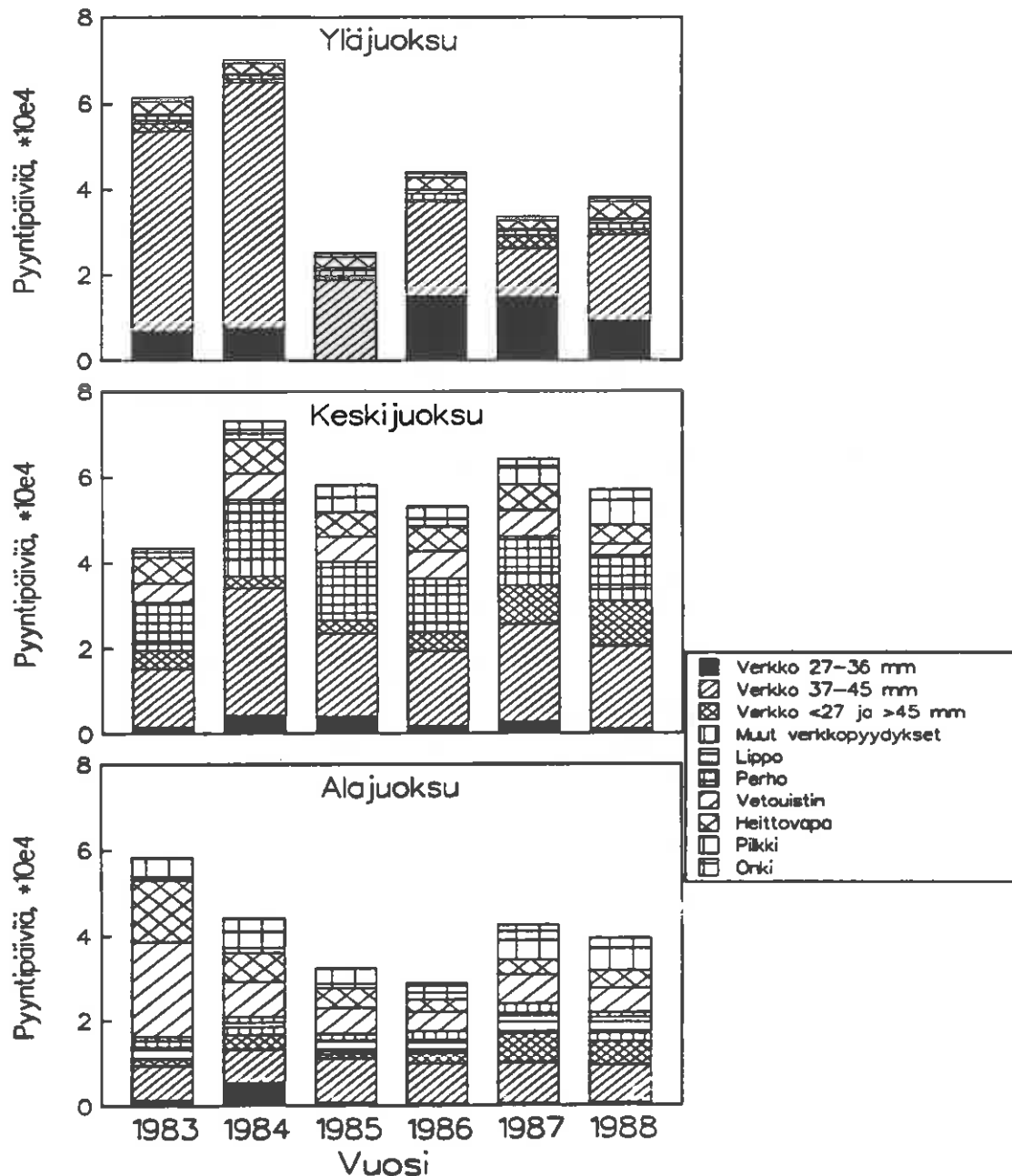
Taulukko 14. Tietoja harjuskantojen esiintymisalueista Tornion-Muonionjoen inventointiaineiston perusteella. Yläjuoksun alueen kokonaispinta-alaan ei ole laskettu kuuluvaksi Könkämäenon järviolueita mukaan.

Harjuskanta	Jokialueen pituus, km	Kokonaispin- ta-ala, ha	Pintavirtausnopeus yli 0,6 m/s, ha
Yläjuoksu	212	3923	895
Keskijuoksu	236	7918	3366
Alajuoksu	52	3194	952

5.2.1. Kalastus

Paikallisista Tornion- Muonionjoessa kalastavista suomalaisista ruokakunnista noin 11 % kalasti yläjuoksun, noin 46 % keskijuoksun ja noin 43 % alajuoksun harjuskannan esiintymisalueella. Vuosittainen pyyntiponnistus sellaisilla pyydyksillä, joilla voi

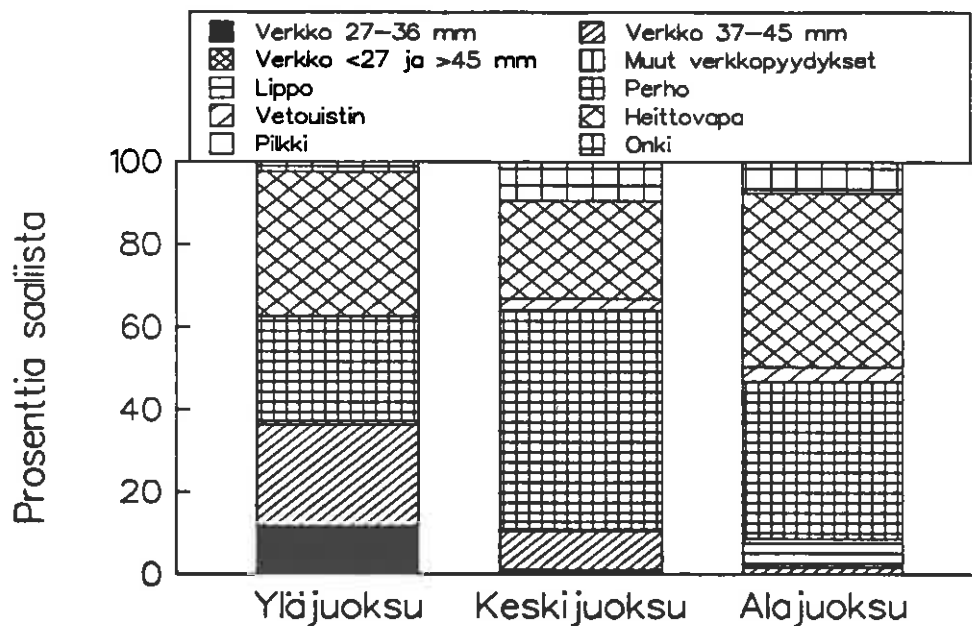
saada harjusta saaliiksi, laski hieman ylä- ja alajuoksulla, mutta pysyi keskijuoksulla samalla tasolla (kuva 19). Pyyntiponnistus painottui sitä enemmän verkkopyydyksiin, mitä ylemäs jokivartta siirryttiin ja samalla verkoilla pyydetyn harjussaaliin osuus kasvoi (kuvat 19 ja 20). Kalastuspaine oli korkein yläjuoksulla ja alhaisin keskijuoksulla (taulukko 15).



Kuva 19. Suomalaisen kalastajien pyyntiponnistukset pyydyksittäin eri harjuskantojen esiintymisalueilla vuosina 1983-1988.

Taulukko 15. Suomalaisten kalastajien harjuskantoihin kohdistama keskimääräinen kalastuspaine vuosina 1983-1988.

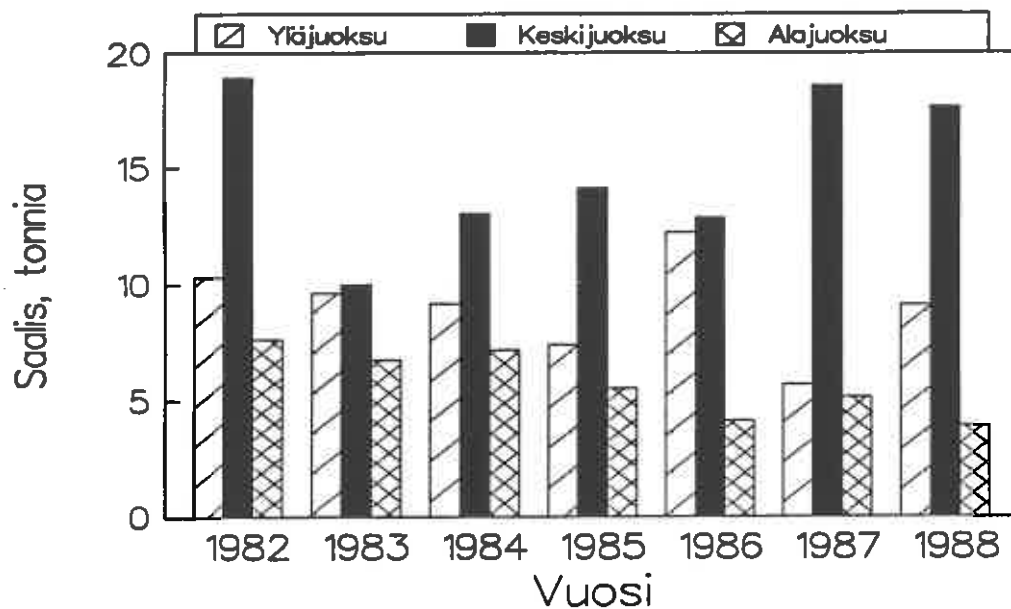
	Kalas- tuspaine	Kalastuspaine/ jokialueen pinta-ala, ha	Kalastuspaine/pintavir- tausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavan joki- alueen pinta-ala, ha
Yläjuoksu	14 504	3,8	17,7
Keskijuoksu	38 972	4,9	11,3
Alajuoksu	14 326	4,5	15,1



Kuva 20. Suomalaisten pyytämän harjussaaliin jakautuminen pyydöksittäin harjuskantojen esiintymisalueilla.

5.2.2. Saaliit

Suurimmat kilomääräiset harjussaaliit pyydettiin vuosittain keskijuoksun harjuskannan alueelta, mutta pinta-alaan suhteutettuna saaliit olivat runsaimmat yläjuoksun alueella (kuva 21 ja taulukko 16).



Kuva 21. Arviot harjuskantojen esiintymisalueilta vuosina 1982-1988 pyydetyistä harjussaaliista.

Taulukko 16. Keskimääräiset harjussaaliit jokipinta-alaa kohti harjuskantojen esiintymisalueilla.

	Keskimääräinen harjussaalis, kg/vuosi	Harjussaalis/ jokialueen pinta-ala, kg/ha*v	Harjussaalis/pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavan jokialueen pinta-ala, kg/ha*v
Yläjuoksu	9094	2,4	11,1
Keskijuoksu	15021	1,9	4,4
Alajuoksu	5779	1,8	6,1

5.2.3. Yksikkösaaliit

Keskijuoksulla harjuksen yksikkösaaliit paranivat varsin yhdenmukaisesti, mutta ylä- ja alajuoksulla yksikkösaaliit vaihtelivat voimakkaasti ilman selkeää muutossuuntaa (taulukko 17).

Taulukko 17. Suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastajien harjuksen yksikkösaaliit pyydyksittäin harjuskantojen esiintymisalueilla vuosina 1983-1988. Yksikkösaaliiden perässä on sulkeissa ilmoitettu yksikkösaaliin laskemisessa käytettyjen kalastustiedusteluvastausten määrä. Vuosien 1983 ja 1984 osalta tiedusteluvastausten määrästä ei ollut tietoja.

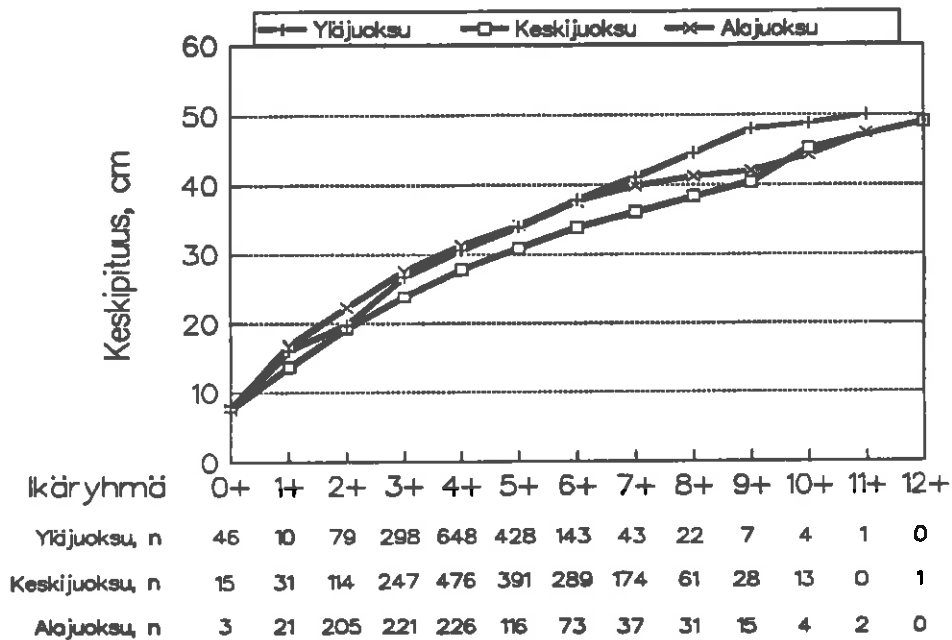
Pyydys	Yksikkösaalis, g (n)					
	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Yläjuoksu:						
Verkko 27-36 mm	22	70	.. (-)	41 (6)	29 (9)	43 (6)
Verkko 37-45 mm	52	20	74 (10)	123 (13)	60 (14)	54 (14)
Perho	233	565	887 (5)	1084 (6)	1769 (3)	844 (2)
Heittovapa	590	390	563 (12)	305 (8)	249 (8)	720 (11)
Pilkki	177	128	- (4)	113 (7)	120 (5)	576 (4)
Keskijuoksu:						
Verkko 27-36 mm	-	16	27 (4)	32 (7)	45 (10)	82 (6)
Verkko 37-45 mm	11	19	22 (43)	41 (35)	65 (39)	56 (27)
Perho	253	224	370 (47)	294 (32)	329 (35)	514 (25)
Heittovapa	31	180	194 (45)	203 (32)	232 (39)	142 (28)
Pilkki	69	190	69 (24)	67 (16)	184 (16)	54 (18)
Alajuoksu:						
Verkko 37-45 mm	6	7	1 (26)	4 (29)	4 (31)	3 (16)
Perho	433	913	461 (11)	508 (13)	394 (23)	976 (9)
Heittovapa	92	195	506 (32)	268 (26)	123 (34)	225 (27)
Pilkki	-	25	17 (11)	36 (12)	- (14)	8 (7)

5.2.4. Kalakantaparametrit

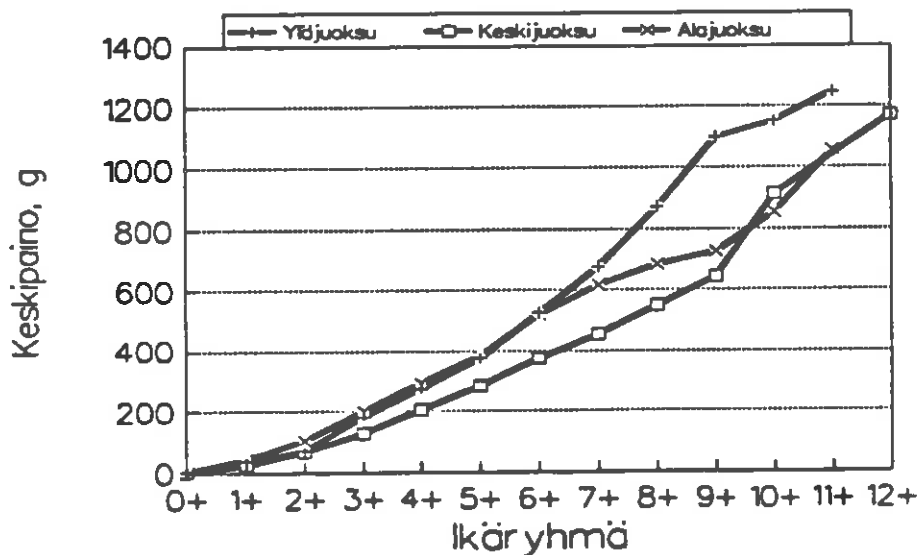
Harjuksen kasvu oli nopeinta yläjuoksulla ja hitainta keskijuoksulla (kuvat 22 ja 23). Kokonaiskuolevuus laski yläjuoksulta alajuoksua kohti ja eri ajanjaksoina kokonaiskuolevuus vaihteli harjuskannoittain 0,50:stä 1,22:een (taulukko 18). Keskimääräinen sukukypsyyden saavuttamisikä arvioitiin vanhimaksi yläjuoksulla ja nuorimmaksi alajuoksulla (kuva 24).

Harjuskantojen sukupuolijakauma oli seuraava:

	Näytemäärä	%	
		Koiraita	Naaraita
Yläjuoksu	1459	51	49
Keskijuoksu	1662	52	48
Alajuoksu	899	56	44



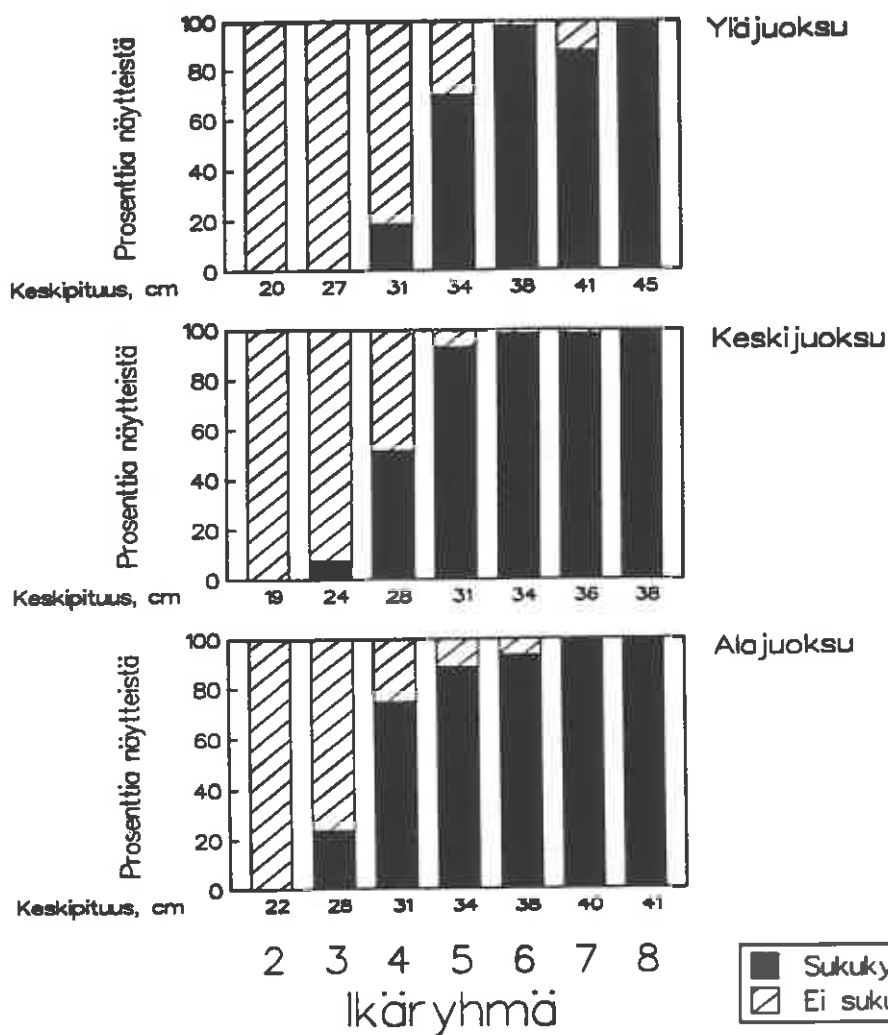
Kuva 22. Harjusten keskipituudet ikäryhmittäin eri harjuskannoilla. Sukupuolet on yhdistetty aineistossa. X-akselin alla on kasvun määrittämiseen käytetyn aineiston ikäryhmäkohtaiset näytemäärät.



Kuva 23. Harjusten keskipainot ikäryhmittäin eri harjuskannoilla. Keskipainot on laskettu keskipituuksista pituus-painosuhteen avulla ja sukupuolet on yhdistetty.

Taulukko 18. Perholla, heittokalastusvälineillä ja ongella pyydetystä aineistosta lasketut hetkellisen kokonaiskuolevuuden arviot harjuskannoittain. Tulokset on esitetty koko aineistolle ja kolmelle ajanjaksolle. Kuolevuusarvion lisäksi on esitetty eloonjäämisasteen varianssi ja ensimmäinen kalastukseen täysin rekrytoitunut ikäryhmä.

Aineisto, josta arvio on laskettu	n	Hetkellinen kokonaiskuole- vuus, Z	Eloonjäämis- asteen vari- anssi	Rekrytoitu- misikä, v
Koko aineisto:				
Yläjuoksu	474	1,19	0,024	4
Keskijuoksu	1203	0,70	0,016	5
Alajuoksu	451	0,57	0,038	5
Koiraat:				
Yläjuoksu	162	1,15	0,041	4
Keskijuoksu	549	0,66	0,017	4
Alajuoksu	241	0,79	0,037	4
Naaraat:				
Yläjuoksu	156	1,31	0,040	4
Keskijuoksu	536	0,70	0,023	5
Alajuoksu	176	0,55	0,028	3
1976-1980:				
Yläjuoksu	114	0,92	0,045	3
Keskijuoksu	196	0,95	0,031	4
Alajuoksu	187	0,50	0,066	6
1981-1984:				
Yläjuoksu	130	1,22	0,041	4
Keskijuoksu	392	0,91	0,029	5
Alajuoksu	115	0,89	0,055	4
1985-1988:				
Yläjuoksu	230	1,17	0,033	4
Keskijuoksu	615	0,59	0,021	5
Alajuoksu	149	0,62	0,036	3



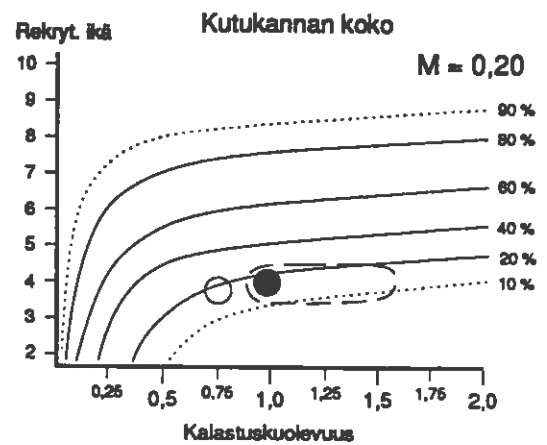
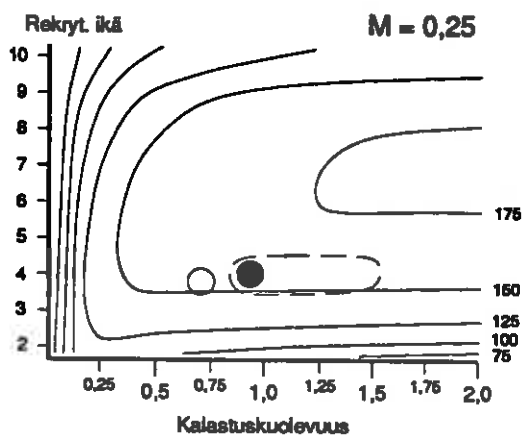
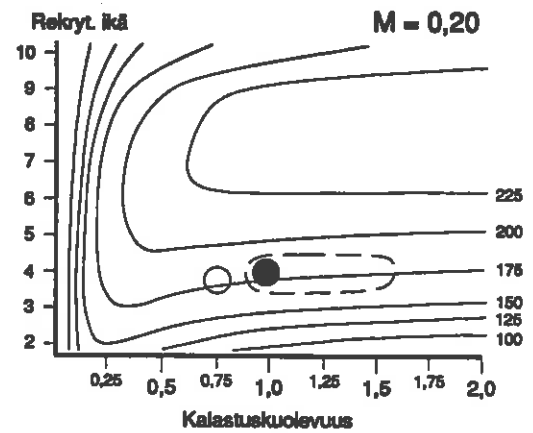
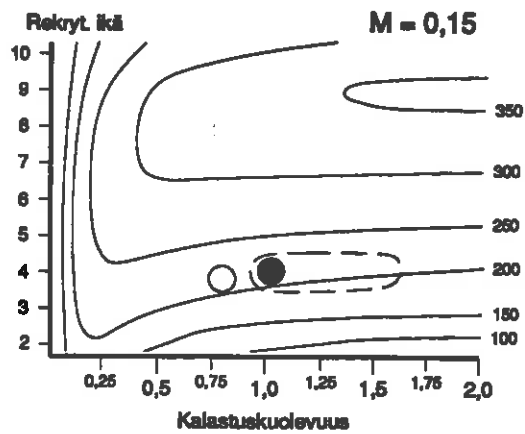
Kuva 24. Sukukypsiksi arvioitujen harjusten osuus ikäryhmittäin eri harjuskannoilla. Kunkin ikäryhmän alle on merkitty näkyviin ko. ikäryhmän kalojen keskipituus kyseisellä harjuskannalla. Sukukypsyyksiän määrittämisessä käytetyt näytemäärät olivat yläjuoksulla n=232, keskijuoksulla n=515 ja alajuoksulla n=443.

5.2.5. Y/R-analyysit

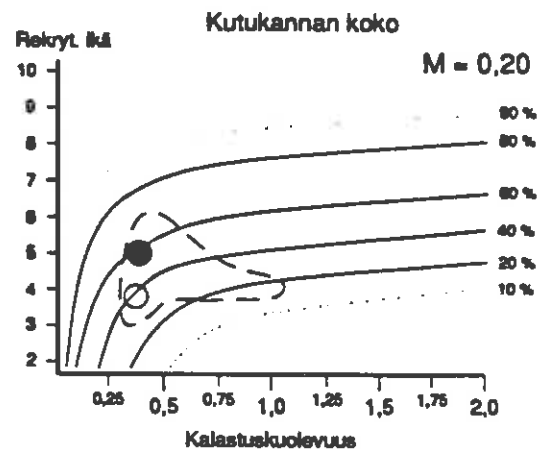
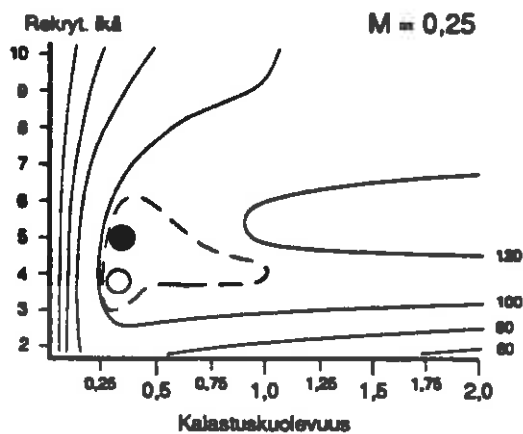
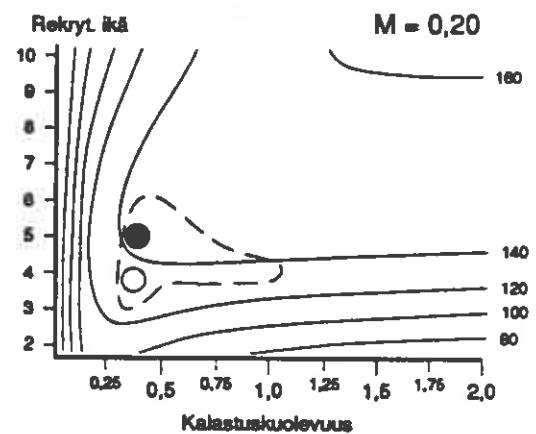
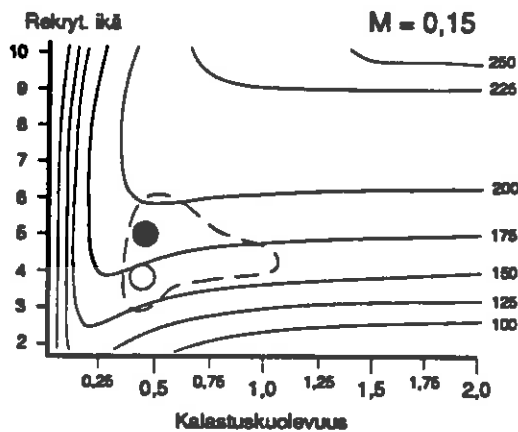
Vallinneella kalastuskuolevuuden ja rekrytointi-ikä yhdistelmällä arvioitu saalis tuhatta kaksivuotiaasta rekryyttiä kohti on yläjuoksulla noin 150-220 kg, keskijuoksulla noin 100-190 kg ja alajuoksulla noin 130-210 kg (kuva 25). Kutukanta oli analyysin mukaan pienentynyt kalastuksen vuoksi eniten yläjuoksulla ja vähiten keskijuoksulla.

YLÄJUOKSU

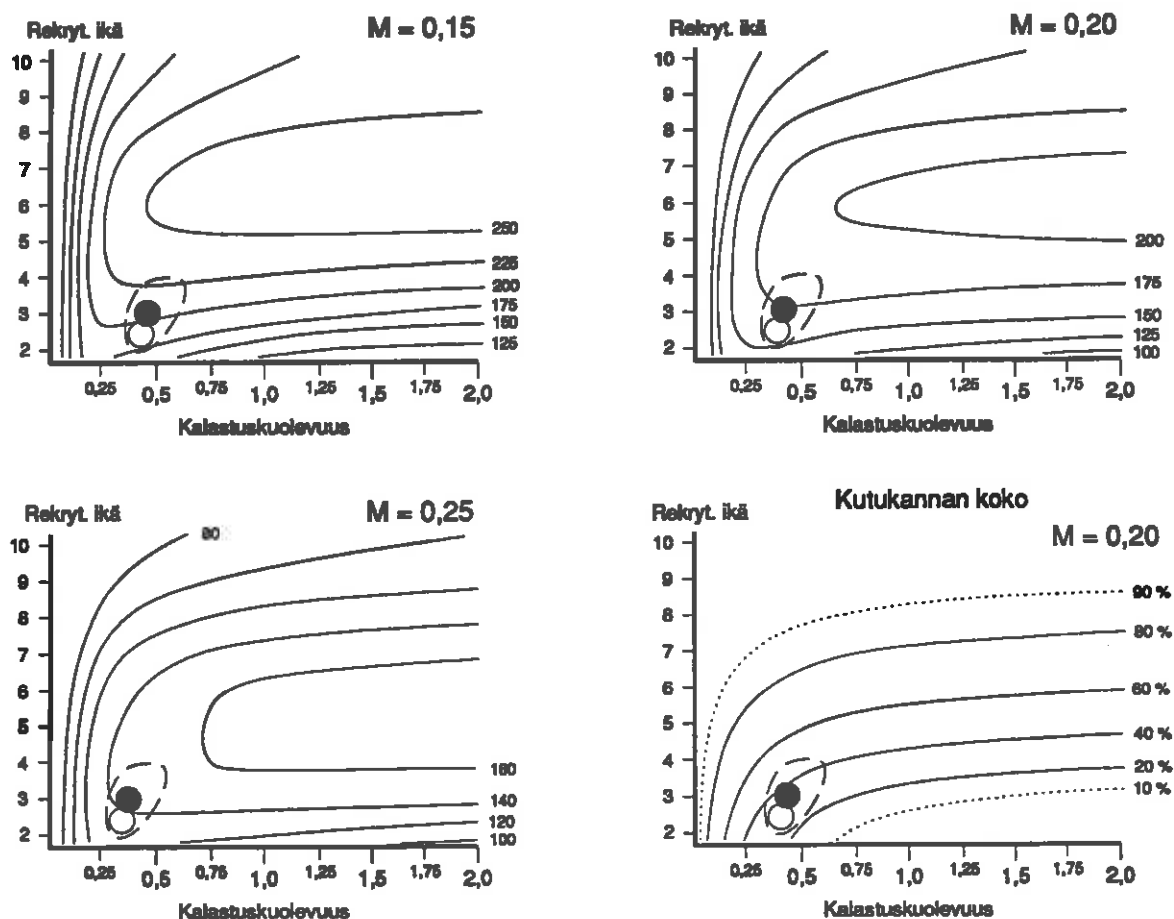
kuvateksti seuraavalla sivulla



KESKIJUOKSU



ALAJUOKSU



Kuva 25. Tornion- Muonionjoen harjuskantojen isopleetti-käyrästöt tuhannesta 2-vuotiaasta rekryytistä luonnollisen kuolevuuden arvoilla $M=0,15$, $M=0,20$ ja $M=0,25$ lasketuina. Lisäksi on esitetty käyrästöt tuhannesta kaksivuotiaasta rekryytistä sukukypsiksi selviävien kalojen määrästä, kun luonnollinen kuolevuus on oletettu olevan $M=0,20$. Tämä käyrästö kuvaa kutukannan prosentuaalista kokoa verrattuna tilanteeseen, jossa kalastusta ei olisi ollenkaan eli kutukannan koko olisi 100 %. Nykytilannetta vastaava kalastuskuolevuuden ja rekrytoitumisiin yhdistelmä on arvioitu kalakantanäytteistä ja populaatioanalyysillä ja saadut arviot on merkitty kuvaan seuraavasti:



Näytekeskittymistä lasketut kalastuskuolevuudet ja rekrytoitumisiät



Näytekeskittymien yhdistetystä aineistosta laskettu kalastuskuolevuus ja rekrytoitumisiät



Populaatioanalyysin tuloksena saatu kalastuskuolevuus ja rekrytoitumisiät

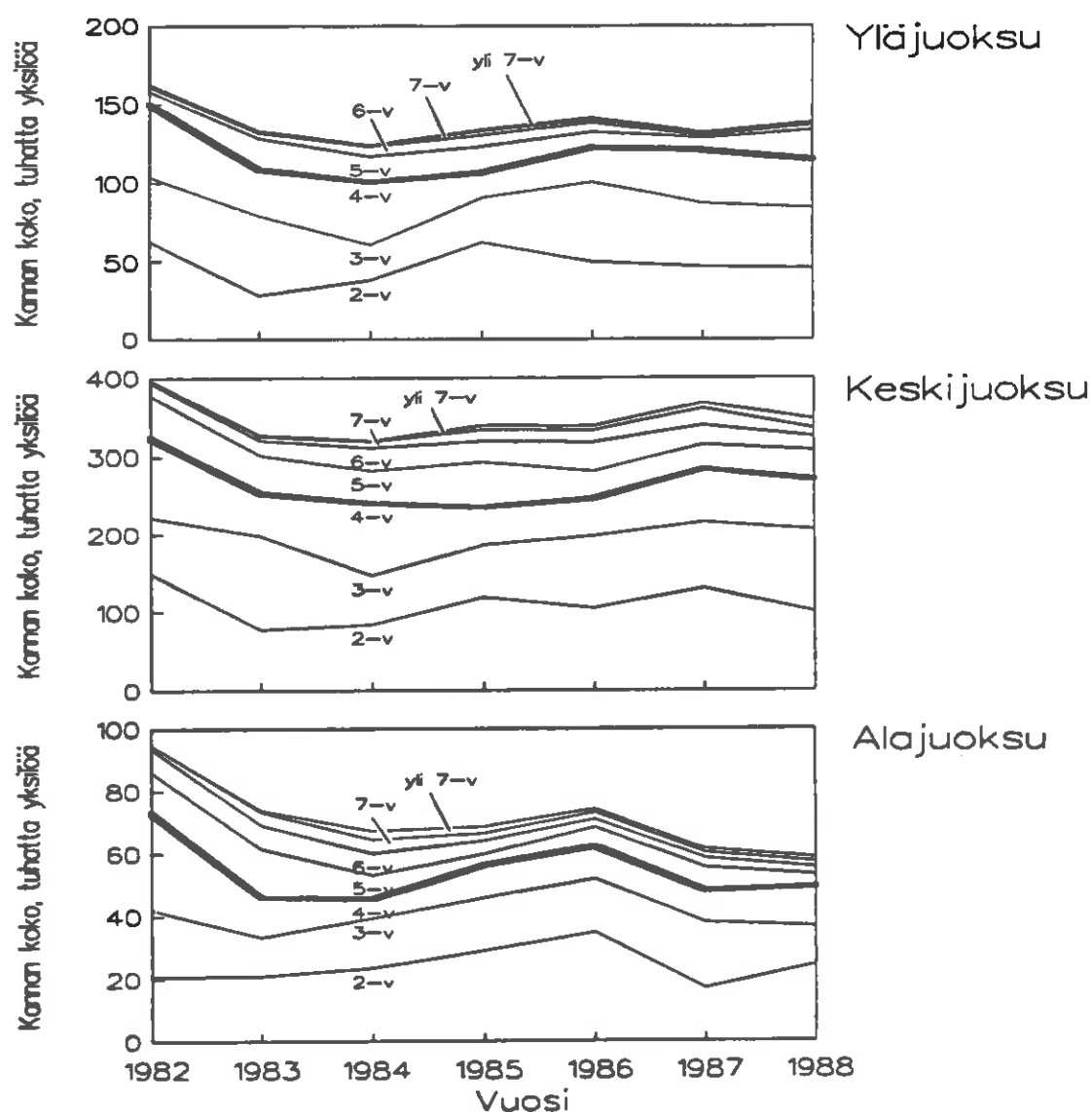
5.2.6. Populaatioanalyysit

Populaatioanalyysien lähtötietoina käytettiin taulukon 19 mukaisia arvioita harjuskantojen vuosittaisista ikäryhmäkohtaisista saaliista. Saaliin ikäjakauma keskittyi yläjuoksulla muita alueita enemmän 4- ja 5-vuotiaisiin harjuksiin. Alajuoksulla ikäjakauma oli nuorin ja keskijuoksulla vanhimmat ikäryhmät olivat runsaammin edustettuina kuin muualla.

Taulukko 19. Kalakantanäytteiden ja saalistietojen pohjalta lasketut ikäryhmäkohtaiset saaliin yksilömäärät vuosittain kullakin harjuskannalla. Taulukon toisessa sarakkeessa on saaliin keskimääräinen ikäjakauma prosentteina kokonaissaaliin yksilömäärästä.

Ikä-ryhmä	Keskim. ikäkoostumus, %	Vuosittainen yksilömääräinen ikäkoostumus						
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Yläjuoksu:								
2	2,5	721	-	2860	180	113	-	829
3	14,9	4327	2088	3541	1533	9282	2971	4833
4	42,8	20192	8978	17839	3787	11433	9549	10081
5	27,0	3966	11484	6945	8204	7358	3395	10219
6	8,8	2163	1879	2451	3967	3735	849	1795
7	2,1	-	418	272	1352	1358	495	138
8+	1,9	361	627	0	451	1019	425	828
Keskijuoksu:								
2	3,2	1806	402	1520	4215	650	558	2693
3	13,7	4815	6025	3421	8167	9583	6137	13463
4	29,4	37916	4016	21094	5137	8608	20642	12925
5	24,0	29490	12451	8932	12118	5197	10600	11309
6	15,2	7824	7230	9692	6981	10395	9484	5385
7	8,3	1806	3615	2280	7245	5360	6695	4308
8+	6,2	-	402	1520	3425	4385	5579	8078
Alajuoksu:								
2	21,4	5136	1331	2404	7651	8707	1985	-
3	22,2	5136	4437	3060	3953	4203	4964	2472
4	22,4	11005	3106	1748	2678	1201	4964	3803
5	15,7	3302	6655	2404	383	2102	3971	1141
6	8,6	2201	1775	3278	1275	600	993	761
7	4,1	367	887	1748	1020	600	-	570
8+	5,6	-	444	2186	1658	900	993	950

Ylä- ja keskijuoksujen harjuskantojen kehitys ja niihin kohdistunut kalastus olivat melko vakaita, mutta alajuoksun kanta pieneni analyysin mukaan, vaikka siihen kohdistunut kalastus säilyi ennallaan (kuva 26 ja taulukko 20). Harjuskanta oli tihein joko ylä- tai keskijuoksulla laskentatavasta riippuen (taulukot 21 ja 22). Yläjuoksun kanta rekrytoitui kalastukseen varsin selkeästi 4-vuotiaiden ikäryhmässä, mutta keski- ja alajuoksun kannoilla ei ollut havaittavissa tiettyä rekrytoitumisikää (kuva 27).



Kuva 26. Tornion- Muonionjoen harjuskantojen koot ikäryhmittäin vuosina 1982-1988. Kuvassa vahvimmin piirrettyjen käyrien yläpuolella sijaitsee sukukypsyyden saavuttanut kannan osa.

Taulukko 20. Populaatioanalyysien tuloksina saadut harjuskan-
takohtaiset hetkelliset kalastuskuolevuusarvot
vuosittain ja ikäryhmittäin. Lisäksi on esitetty
kannan yleistä hyödyntämisastetta kuvaava indeksi
(Fp), pyyntiponnistuksen kanssa korreloiva vuosit-
tainen keskimääräinen kalastuskuolevuus (Fc) ja
ensimmäinen kalastukseen merkittävästi rekrytoitu-
nut ikä (a). Analyyseissä käytettiin hetkellisen
luonnollisen kuolevuuden arvoa $M=0,20$.

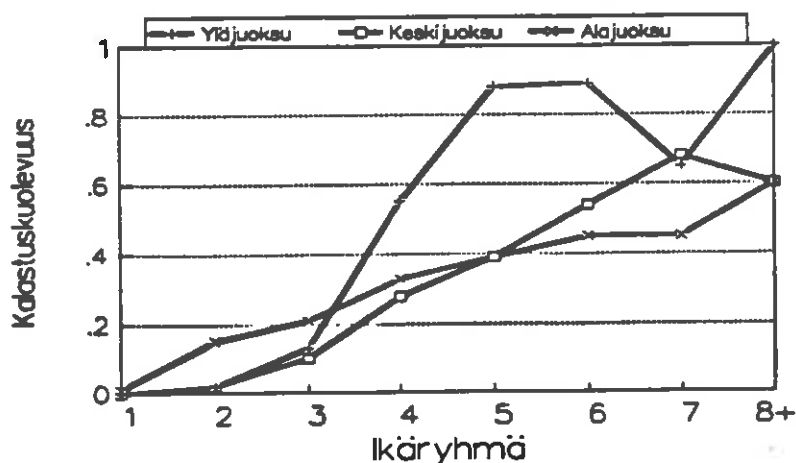
Ikäryhmä	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Yläjuoksu:							
2	0,01	-	0,09	-	-	-	0,02
3	0,12	0,05	0,18	0,06	0,22	0,08	0,15
4	0,64	0,41	0,68	0,31	0,84	0,38	0,45
5	0,74	0,96	0,64	0,78	1,77	0,65	0,90
6	1,70	1,01	0,55	0,99	1,06	1,18	0,90
7	-	12,58	0,37	0,69	1,21	0,37	0,60
8 +	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fp	0,24	0,22	0,28	0,20	0,30	0,20	0,24
Fc	0,72	1,40	0,49	0,61	0,93	0,59	0,57
a	3,75	4,56	3,05	4,07	3,60	3,96	3,54
Keskijuoksu:							
2	0,01	0,01	0,02	0,04	0,01	-	0,03
3	0,08	0,06	0,06	0,14	0,12	0,08	0,15
4	0,53	0,08	0,28	0,12	0,22	0,40	0,25
5	0,91	0,33	0,27	0,26	0,18	0,46	0,40
6	0,74	0,59	0,46	0,35	0,38	0,57	0,45
7	0,92	0,95	0,37	0,74	0,50	0,44	0,55
8 +	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Fp	0,23	0,15	0,16	0,17	0,16	0,19	0,19
Fc	0,62	0,46	0,31	0,31	0,28	0,41	0,32
a	3,77	4,55	3,78	3,67	3,71	3,78	3,31
Alajuoksu:							
2	0,31	0,07	0,12	0,34	0,32	0,14	-
3	0,31	0,49	0,24	0,29	0,32	0,30	0,25
4	0,49	0,31	0,37	0,34	0,14	0,77	0,40
5	0,33	0,63	0,42	0,13	0,48	0,87	0,40
6	0,39	0,30	0,76	0,41	0,30	0,45	0,40
7	0,44	0,27	0,54	0,57	0,34	-	0,50
8 +	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Fp	0,35	0,29	0,26	0,33	0,32	0,33	0,22
Fc	0,36	0,43	0,36	0,35	0,34	0,52	0,36
a	2,14	2,85	2,69	2,21	2,27	2,81	3,17

Taulukko 21. Populaatioanalyysien tuloksina saadut keskimääräiset harjuskantojen yksilömäärät yli yksivuotiailla kaloilla vuosina 1982-1988.

	Yläjuoksu	Keskijuoksu	Alajuoksu
Harjuskanta, kpl	140 000	350 000	70 000
Harjuskanta/jokialueen pinta-ala, kpl/ha	36	44	22
Harjuskanta/pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavan jokialueen pinta-ala, kpl/ha	168	101	75

Taulukko 22. Harjuskantakohtaisten populaatioanalyysien tuloksina saadut keskimääräiset harjuskantojen biomassat yli yksivuotiailla kaloilla vuosina 1982-1988.

	Yläjuoksu	Keskijuoksu	Alajuoksu
Harjuskanta, kg	28 000	62 000	18 000
Harjuskanta/jokialueen pinta-ala, kg/ha	7,2	7,7	5,6
Harjuskanta/pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavan jokialueen pinta-ala, kg/ha	34	18	19



Kuva 27. Tornion- Muonionjoen harjuskantojen keskimääräiset kalastuskuolevuudet ikäryhmittäin.

6. Tulosten tarkastelu

6.1. Harjuskantojen erottelu

Koskenniemen ja Kilpisen (1987) tutkimuksessa eri osista Tornionjoen vesistöä kerätty näyteharjukset eivät geneettisesti juurikaan poikenneet toisistaan, joten isolaatio ei ole ainaakaan niin voimakasta, että se olisi johtanut genettisiin eroavaisuuksiin vesistön sisällä. Yksittäisten näytekeskittymien aineistot viittasivat kuitenkin siihen, että tutkimusalueella harjus muodostaa todennäköisesti runsaasti toisiinsa enemmän tai vähemmän yhteydessä olevia populaatioita (taulukot 12 ja 13 sekä kuva 16). Populaatioiden sekoittuminen toisiinsa on mm. vaihtelevista kuolevuusarvoista päätellen hidasta. Siten esimerkiksi jossain tutkimusalueen osassa kalastus voisi vaarantaa harjuksen lisääntymisen, mikä ei kävisi ilmi tutkimusalueen harjusta yhtenäisenä kalakantana tutkittaessa. Lisäksi harjuksen vaihteleva kasvu edellyttää kalastuksen järjestämistä eri alueilla eri kokoisiin kaloihin kohdistuvaksi, mikäli pyritään mahdollisimman suuriin harjussaaliisiin. Jokaisen oletetun populaation erillinen tutkiminen ei tässä tapauksessa kuitenkaan olisi mielekästä eikä mahdollistakaan.

Tulosten pohjalta ylä- ja alajuoksun harjuskantojen rajaaminen oli ongelmatonta. Keskijuoksulla aineiston heikohko kattavuus tietyillä alueilla, harjuksen kasvun yhdenmukaisuus ja mm. kokonaiskuolevuuden epä johdonmukainen vaihtelu alueen sisällä johtivat siihen, että koko keskijuoksusta muodostettiin yksi tutkimuksen osa-alue.

Tornion- Muonionjoen pituusleikkauksesta (kuva 18) ja inventointiaineistosta (taulukko 14) voidaan havaita, että harjuskantojen esiintymisalueet poikkeavat jokiympäristöltään toisistaan. Kes-

kijuoksun harjuskannan esiintymisalue on tasaisesti ja vuolaasti virtaavaa (kuva 18). Alueen harjusten kasvu oli tutkimusalueen hitainta. Tämä viittaa osaltaan alueen heikkoon kalantuotantoon, mikä luultavasti johtuu ravintoeläinten vähäisyydestä. Petersson (1975) esitti Tornionjoen vesistön harjuksen kasvun olevan parasta suvantojen ja järvialueiden alapuolisilla jokialueilla. Hänen kasvumäärityksiin käyttämä aineisto oli varsin suppea eikä siksi antanut täyttä kuvaa tutkimusalueen harjuksen kasvusta. Tässäkin tutkimuksessa kaikkein nopeinta harjuksen kasvua havaittiin suvanto- ja järvialueiden luusuoissa, mutta keskeisempi kasvuun yhteydessä oleva tekijä oli jokialueen monimuotoisuus ainakin virtauksen suhteen, so. vaihtelevantyyppisten suvanto- ja virtapaikkojen pienimuotoinen vuorottelu. Niissä puitteissa, jotka harjuksen elinympäristö, lisääntymismahdollisuudet ja ravintovarot muodostavat, myös kalastuksella voi olla vaikutusta harjuksen kasvuun (ks. luku 5.6).

Andersen (1968) havaitsi Norjan Trysil-vesistössä yhteyden jokialueen pituusleikkauksen ja alueella esiintyvän harjuksen vaellusten voimakkuuden välillä. Hän esitti, että mikäli harjuskannalla on lähekkäin riittävästi lisääntymis-, syönnös- ja talvehtimisalueita, mikä voi näkyä joen pituusleikkauksen monimuotoisuutena, harjusten ei tarvitse vaeltaa paljon. Tasaisen vuolaasti virtaavalla jokiosuudella hän havaitsi pidempiä, pisimmillään noin 50 km pitkiä, vaelluksia. Näillä jokiosuuk-silla hän havaitsi kuitenkin myös vaeltamatonta harjusta.

Tornion- Muonionjoella ei ole tehty harjusmerkintöjä tai muita tutkimuksia, joilla harjuksen vaelluksia voitaisiin tutkia.

6.2. Kalastus

Myytyjen kalastuskorttien lukumäärien mukaan kalastus näyttäisi lisääntyneen tutkimusalueella viimeisten vuosikymmenien aikana

(taulukko 3). Kalastuskorttien lukumäärämuutokset eivät kuitenkaan ole välttämättä yhteydessä pyyntiponnistuksen määrään. Suomalaisten Tornion- Muonionjoessa kalastaneiden paikallisten ruokakuntien lukumäärissä ei vuosina 1982-1988 havaittu erityisen suuria vaihteluita tai selkeää muutossuuntaa (taulukko 4). Vuonna 1982 kalastaneiden ruokakuntien määrä lienee hieman yliarvioitu.

Ruokakuntakohtainen pyyntiponnistus vaihteli eri harjuskantojen esiintymisalueilla, joten kalastavien ruokakuntien lukumäärät eivät kertoneet kalastuksen määrää eri jokialueilla.

Keskimääräisten yksikkösaaliiden avulla lasketut harjuskantoihin kohdistuvat kalastuspaineet antavat erilaisen kuvan kalastuksesta kuin kalastaneiden ruokakuntien määrä tai kokonaispyyntiponnistus (taulukko 15). Pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavien jokialueiden pinta-alaa kohti suhteutettuna kalastuspaine kuvannee parhaiten eri jokialueiden harjuskantoihin kohdistuvaa kalastuksen määrää.

Suomalaiset kotitarve- ja virkistyskalastajat käyttivät kalastuksessaan eniten verkkoja, joista yleisin solmuväli oli 37-45 mm (kuva 4). Verkoilla pyydetyn harjussaaliin osuus harjuksen kokonaissaaliista kasvoi alajuoksun alle 5 %:sta lähes 40 %:iin yläjuoksulle siirryttäessä (kuva 20). Harjuksen pyyntivälineiden valikoima pieneni yläjuoksulle siirryttäessä. Harjussaaliista kalastettiin noin 75 % erilaisilla koukkupyydyksillä, joista tärkeimmät olivat perho ja heittovapa (kuva 5). Yläjuoksulla vapakalastus keskittyi Könkämäenon virkistyskalastusalueelle, jossa vapakalastussaaliin osuus harjuksen kokonaissaaliista oli suurempi kuin muualla yläjuoksulla. Perholla pyydetty harjussaalis oli noin 38 % vuotuisesta suomalaisten harjussaaliista. Perhokalastussaaliin osuus kokonaissaaliista oli suurin keskijuoksulla ja pienin yläjuoksulla.

Ounasjoella, missä kalastus oli kotitarve- ja virkistyskalastusta, harjussaaliin jakautuminen eri pyydyksille oli samanaista kuin Tornion- Muonionjoella (Kännö ym. 1986).

6.3. Saaliit

Tarkastelujakson aikana harjussaaliit pysyivät varsin vakaina (kuva 6). Vuoden 1982 saalis luultavasti yliarvioitiin johtuen suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastustiedustelun laskemisessa käytetyn kalastajamäärän yliarvioinnista ja tämän saaliin kertautumisesta ruotsalaisten harjussaalista arvioitaessa. Eri harjuskantojen esiintymisalueilta pyydetyissä harjussaaliissa ei myöskään ollut havaittavissa muutossuuntia muiden kuin alajuoksun harjuskannan alueella, missä harjussaaliit näyttivät pienentyneen (kuva 21).

Koska ruotsalaisten saalisosuus jouduttiin arvioimaan useiksi vuosiksi varsin vähäisten tietojen pohjalta, esitettyjä saalistietoja ei voida pitää tarkkana arviona todellisista saaliista. Lisäksi suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastustiedustelun saalisosuuden 95 %:n luottamusvälit olivat vuosittain keskimäärin ± 29 % arvioidun harjussaaliin suuruudesta. Tiedustelussa käytettiin usein kahtena peräkkäisenä vuonna samaa otantakehikkoa, mikä voi aiheuttaa kalastajien vastausstrategian muuttuessa vastauskatoharhan määrän ja suunnan muutoksia, kuten Leinonen (1989) on todennut tutkimuksessaan. Vuoden 1983 ruotsinpuoleisen saaliin 95 %:n luottamusväli oli $\pm 25-50$ % arvioidun saaliin suuruudesta (Bergelin 1984).

Estimaattorien ja estimaattien harhaisuuden välttämiseksi Leinonen (1989) suosittelee osa-aluekohtaisten laskentayksiköiden vähimmäismääräksi 30 kappaletta. Suomalaisten kotitarve- ja virkistyskalastustiedustelun aineistossa harjuskantakohtaisten

osa-alueiden laskentayksiköiden määrät olivat yläjuoksun osa-alueetta lukuunottamatta vuosittain yli 30 kappaletta. Yläjuoksulla laskentayksiköitä oli noin 20-30 kappaletta vuodessa.

Keskimääräinen hehtaaria kohti laskettu harjussaalis oli noin 2,0 kg/ha ja pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavien jokialueiden pinta-alaa kohti laskettuna noin 5,7 kg/ha. Ounasjoella keskimääräinen harjussaalis oli vuosina 1981-1984 2,8 kg/ha (Kännö ym. 1986) ja Ylä-Kemijoella vuosina 1979-1984 3,9 kg/ha (Kännö ja Salonen 1989). Näissä joissa harjuksen osuus kokonaiskalansaaliista oli suurempi kuin Tornion- Muonionjoella. Jokialueen kokonaispinta-alaa kohti laskettuna harjussaaliit laskivat yläjuoksulta alajuoksulle siirryttäessä, mutta pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavien jokialueiden pinta-alaa kohti laskettuna keskijuoksun saaliit olivat pienimpiä ja yläjuoksun saaliit selvästi suurimpia (taulukko 16).

Tornionjoen vesistön kalansaaliita on arvioitu eri tutkimusten yhteydessä jo ennen vuotta 1982 (Toivonen 1962, Petersson 1975 ja Tuunainen ym. 1984). Vuosina 1959 ja 1960 Tornion- Muonionjoen harjussaalis arvioitiin olevan keskimäärin noin 27 000 kg/vuosi (Toivonen 1962 ja Petersson 1975). Toivonen (1962) totesi kuitenkin, että suomenpuoleinen harjussaalis oli esitettyä suurempi, koska matkailijoiden harjoittaman urheilukalastuksen harjussaaliista ei ollut tietoa. Vuosina 1974-1980 Tornionjoen vesistön suomenpuoleisia kalansaaliita seurattiin haastattelu- ja postitiedusteluilla (Tuunainen ym. 1984). Kyseeseen osallistuneiden ruokakuntien harjussaaliit pysyivät suhteellisen vakaina vuodesta toiseen.

Yhteenvetona eri tutkimusten antamista saalistiedoista voidaan päätellä, että harjussaaliit näyttävät pysyneen suhteellisen vakaina ainakin viimeiset viisitoista vuotta. Harjussaaliin osuus tutkimusalueen kokonaiskalansaaliista näyttää myös pysyneen kyseisenä aikana suunnilleen samalla tasolla.

6.4. Yksikkösaaliit

Vuosittainen vaihtelu kotitarve- ja virkistyskalastustiedustelun pohjalta lasketuissa yksikkösaaliissa ei ollut selkeästi yhdenmukaista eri pyydyksillä (taulukko 6). Keskeisten harjuksen pyynnissä käytettyjen pyydysten - perhon, heittovavan ja 37-45 mm:n solmuvälisten verkkojen - yksikkösaaliit osoittivat lievää noususuuntaa, mutta muiden pyydysten yksikkösaaliissa ei ollut havaittavissa mitään muutossuuntaa.

Yksikkösaaliiden noususuunta vuosina 1983-1988 johtui täysin keskijuoksun yksikkösaaliista, jotka pilkin yksikkösaaliita lukuunottamatta paranivat varsin yhdenmukaisesti (taulukko 17). Aineistoa tutkittaessa havaittiin lisäksi yksikkösaaliiden olleen keskijuoksun yläosissa huomattavasti korkeampia kuin keskijuoksun alaosissa. Keskijuoksulla yksikkösaaliiden laskemisessa käytettyjen tiedusteluvastausten lukumäärät olivat huomattavasti suurempia kuin ylä- ja alajuoksulla. Lisäksi harjus muodosti keskijuoksulla suuremman saalisosuuden kokonaiskalansaaliista kuin muualla, joten siellä kalastus lienee enemmän suunnattu harjuksen kuin muualla ja tulokset ovat siten käyttökelpoisimpia harjuskannan tilaa arvioitaessa.

Alajuoksulla 37-45 mm:n solmuvälisten verkkojen ja heittovavan yksikkösaaliiden laskemisessa käytettyjen tiedusteluvastausten lukumäärät olivat suhteellisen suuria, mutta siellä kalastus kohdistui kyseisillä pyydyksillä usein muiden lajien kuin harjuksen pyyntiin. Perholla saadut yksikkösaaliit kuvannevatkin parhaiten alajuoksun harjuskannan tilaa, mutta tiedusteluvastausten lukumäärät olivat varsin pieniä. Yläjuoksulla tiedusteluvastausten määrät olivat kaikilla pyydyksillä pieniä, mistä johtuen vuosittaiset yksikkösaaliiden voimakkaat heilahtelut eivät kuvaa harjuskannassa tapahtuvia muutoksia.

Kalastuskirjanpitäjien yksikkösaaliit vaihtelivat vuosittain, alueittain ja pyydyksittäin ilman mitään yhdenmukaisuutta keskenään tai kalastustiedustelun yksikkösaalistietojen kanssa. Yksikkösaaliiden laskemisessa käytetyn pyyntiponnistuksen määrä oli epäilemättä liian pieni, jotta yksikkösaaliit olisivat kuvanneet harjuskannassa tapahtuvia muutoksia. Kalastuskirjanpidon yksikkösaaliita ei tämän vuoksi esitetty tuloksissa.

6.5. Mielipidetiedustelut

Suurin osa suomalaisista kotitarve- ja virkistyskalastajista arvioi Tornion- Muonionjoen harjuksen vähentyneen edelliseen vuoteen nähden (kuva 7). Samanlainen näkemys vallitsi tutkimusalueen kaikkien lohikalojen yleisyyttä arvioitaessa (Nylander ja Pruuki 1989 a), mikä epäilemättä kuvaa osaksi saalislajien arvostuksen määrää. Suhdeluku "yleistynyt"- ja "vähentynyt"-vastausten välillä noudatti hyvin harjussaaliin vuosittaista vaihtelua (kuva 7). Suhdeluku kohosi hieman jakson loppua kohti eli harjus arvioitiin jakson lopulla hieman jakson alkua useammin "yleistyneeksi" kuin "vähentyneeksi" lajiksi.

6.6. Pyydysten selektiivisyys

Pyydysten selektiivisyyttä tutkittaessa verkkojen selektiivisyydessä saatiin odotettavissa oleva tulos eli verkot kalastivat tarkastelluista pyydyksistä täsmällisimmin juuri tietyn kokoista kalaa (taulukko 8 ja kuvat 11 ja 12). Vapakalastusvälineiden valikoimattomuus on myös hyvin ilmeinen. Perho oli selkeästi valikoimattomin pyydys ja muut vapakalastusvälineet pyydystivät vanhoja yksilöitä suhteessa hieman enemmän kuin nuoria yksilöitä. Kännö ja Salonen (1989) saivat Ylä-Kemijoenlaella vastaavanlaisia tuloksia eri vapakalastusvälineiden saalishar-

justen keskipainoja tutkiessaan. Vapakalastusvälineiden yhdistetyssä aineistossa, missä perholla pyydettyjen kalojen osuus oli noin 80 %, pyydyskohtainen populaatioanalyysi osoitti hyvin vähäistä valikoivuutta rekrytointi-iän saavuttaneilla kaloilla. Tätä aineistoa käytettiin kokonaiskuolevuusarvioita tehtäessä.

Vapakalastusvälineillä saaliskalojen keskipituuksissa on jopa viiden senttimetrin eroja eri aikoina avovesikautta (kuva 11). Todennäköisinä syinä tähän ilmiöön ovat eri ikäisten kalojen erilainen aktiivisuus eri vuodenaikoina ja sitä kautta sekä esimerkiksi vedenkorkeuden vaihtelun aiheuttama pyydystettävyyden vaihtelu eri kokoisilla kaloilla.

6.7. Kalakantaparametrit

Harjuksen kasvu (kuvat 8 ja 9) oli Tornion- Muonionjoella huomattavasti nopeampaa kuin Kännö ym. (1986) ja Kännö ja Salonen (1989) ovat havainneet Kemijoen vesistön harjuksella. Luulajanjoella harjuksen kasvu näytti olevan suunnilleen yhtä nopeaa kuin Tornion- Muonionjoella (Müller 1961), vaikkakin kasvuvierailu oli hankalaa aineistojen erilaisista käsittelytavoista johtuen.

Tornion- Muonionjoen harjuksella ensimmäisten elinvuosien kasvu on hitaampaa kuin tutkimusaluetta eteläisemmällä harjuksen esiintymisalueilla on usein havaittu (mm. Woolland ja Jones 1975, Persat ja Pattee 1981, Ernst ja Nielsen 1982, Seppovaara 1982 ja Eloranta 1983). Kasvu pysyy kuitenkin varsin hyvänä myös vanhemmissa ikäryhmissä, joita esiintyy saaliissa runsaasti verrattuna eteläisempien alueiden nopeakasvuisiin harjuskantoihin. Nopeakasvuisimmissa harjuskannoissa ei yleensä ole tavattu yhtä vanhoja yksilöitä kuin hitaan, mutta tasaisen kasvun kannoissa. Mikäli nopeakasvuisissa kannoissa on kui-

tenkin tavattu suhteellisen vanhojakin yksilöitä, niiden kasvu on ollut lähes pyähtynyttä (esim. Jankovič 1964). Tuunainen (1978) havaitsi Vaijoen harjuksella kasvun säilyvän hyvänä vanhoissakin ikäryhmissä, vaikka se alkuun olikin hidasta. Hän tarkasteli harjuksen kasvukysymystä ja havaitsi tulosten viittaavan siihen, että yksilöt saavuttavat usein varsin korkean iän ja suuren maksimikoon hidaskasvuissa kannoissa, kun taas nopeakasvuisten kantojen yksilöt ovat yleensä huomattavasti lyhytikäisempiä. Tornion- Muonionjoen tutkimustulokset tukevat yllä esitettyä käsitystä. Tutkimusalueelta kerätyissä kalakan-
tanäytteissä suurimmat yksilöt olivat noin 50 cm pitkiä, painoivat 1,0-1,3 kg ja olivat 9-12 vuotta vanhoja.

Yläjuoksun harjuskannan kasvu oli ensimmäisinä ikävuosina samaa tasoa kuin muualla tutkimusalueella, mutta kasvu ei hidastunut vanhoissa ikäryhmissä. Keskijuoksulla kasvu oli kaikenikäisillä kaloilla hidasta ja aineistoa tutkittaessa huomattiin harjuksen kasvavan tutkimusalueella kaikkein hitaimmin keskijuoksun alaosissa. Alajuoksulla kasvu oli nuorilla kaloilla nopeaa, mutta kasvu hidastui hyvin voimakkaasti yli kuusivuotiailla kaloilla (kuvat 22 ja 23).

Harjuksen kasvu oli nopeinta voimakkaimmin kalastetussa harjuskannassa ja hitainta vähäisimmin kalastetussa kannassa. Tämä viittaa siihen, että harjuksen kasvu olisi kannan tiheydestä riippuvaa. Yhteyttä kalastuksen voimakkuuden ja kasvun välillä ei kuitenkaan ollut löydettävissä harjuskantojen sisällä, vaikka kalastuksen voimakkuus vaihteli suhteellisen paljon eri osissa kantojen esiintymisalueita. Lisäksi yläjuoksun ja keskijuoksun kantojen tietyillä alueilla kalastuksen voimakkuus oli lähes samansuuruista, mutta kasvussa oli silti huomattava ero. Näin ollen harjuksen kasvu ei ainakaan ensisijaisesti vaihdellut kalastuksen voimakkuuden mukaisesti, vaan todennäköisesti erilaiset ympäristötekijät vaikuttivat voimakkaimmin kasvunopeuteen (ks. luku 6.1.).

Vuosien 1976-1988 aineistossa ei havaittu mitään muutossuuntaa harjuksen kasvunopeudessa.

Sukupuolten välinen kasvuero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä kaikissa ikäryhmissä, joissa sukupuoli kyettiin määrittämään luotettavasti. Kasvuero suureni huomattasti yli viisivuotiailla kaloilla (kuvat 8 ja 9). Koiraitten hieman parempi kasvu naaraisiin verrattuna on havaittu useissa harjuskannoissa (mm. Jankovič 1964, Peterson 1968, Lusk 1975 ja Kännö ja Salonen 1989).

Vähintään kymmenenvuotiaiden harjusten näytemäärät olivat pieniä ($n = 1-13$ kpl/ikäryhmä/harjuskanta) ja näin vanhojen yksilöiden iänmäärittämisessä saattoi tulla virheitä, joten harjuskantakohtaiset kasvukäyrät olivat kolmessa viimeisessä ikäryhmässä epätarkkoja. Nuoremmilla kaloilla suomut olivat selväpiirteisiä ja iänmäärittäminen oli helppoa, kuten mm. Eloranta (1983) totesi Rautalammin reitin harjusten iänmäärittämisestä. Kasvun määrittämisessä käytettiin hyväksi ainoastaan pyyntihetkellä mitattuja kalojen pituuksia. Kasvun takautuvalla määrittämisellä ei tuloksia olisi luultavasti juurikaan tarkennettu. Anttinen (1986) ja Kännö ja Salonen (1989) totesivat harjuksella pyyntihetkellä mitattujen pituuksien ja takautuvasti määritettyjen pituuksien kasvukäyrien eroavan toisistaan varsin vähän. Kännö ja Salonen (1989) arvelivat tämän johtuvan siitä, että näyteaineisto saatiin pääasiassa vapapyyynnillä.

Kalakantanäytteiden sukupuolijakauma oli lähes 1:1, vaikkakin koiraita oli hieman naaraita runsaammin. Yleensä harjuskantojen tutkimuksissa havaittu sukupuolijakauma on ollut noin 1:1. Koiraiden osuus sukupuolijakaumassa kasvoi hieman alajuoksua kohti ja syytä tähän ilmiöön ei löydetty. Sukupuolijakaumassa havaitut muutokset saattoivat kuitenkin olla yhteydessä sukupuolten kokonaiskuolevuuteen eri osissa tutkimusaluetta (taulukko 18).

Näyteaineistosta laskettu Tornion- Muonionjoen harjuksen kokonaiskuolevuus oli 0,72 ja neljävuotiaat olivat ensimmäinen kalastukseen täysin rekrytoitunut ikäryhmä (taulukko 7). Harjuskantojen kokonaiskuolevuus pieneni yläjuoksulta alajuoksua kohti (taulukko 18). Naaraiden kokonaiskuolevuus oli yläjuoksulla suurempi kuin koiraiden, mutta ero pieneni keskijuoksulla ja alajuoksulla koiraiden kokonaiskuolevuus oli jo selvästi naaraiden kuolevuutta suurempi. Rekrytoitumisikä oli molemmilla sukupuolilla sama. Kokonaiskuolevuus oli kalakanta-aineiston mukaan suurimmillaan ajanjaksolla 1981-1984 ja huomattavasti pienempää ajanjaksoilla 1976-1980 ja 1985-1988. Ylä- ja alajuoksun harjuskantojen kokonaiskuolevuus oli suurimmillaan ajanjaksolla 1981-1984 ja pienimmillään ajanjaksolla 1976-1980. Keskijuoksun kannan kokonaiskuolevuus pieneni jatkuvasti. Viimeisellä ajanjaksolla (1985-1988) kokonaiskuolevuus oli yläjuoksulla noin 1,2 ja keski- ja alajuoksulla noin 0,6. Rekrytoitumisikä ei juurikaan vaihdellut eri ajanjaksoilla, mutta harjuskannoittain tarkasteltuna se laski alajuoksulle siirtyessä. Alajuoksun aineistossa havaittiin eniten vaihtelua ja epäluotettavuutta, mikä johtuu aineiston puutteellisuuksista ja mahdollisesti myös alajuoksun harjuskannan rekrytoitumisesta kalastukseen ilman selkeää rekrytoitumisikää.

Kirjallisuudesta on löydettävissä harjuskantojen kuolevuusarvioita hyvin vähän. Ounasjoen harjuskannan kokonaiskuolevuuden arvioitiin olevan 0,93 vuosina 1981-1984 (Kännö ym. 1986). Kännö ja Salonen (1989) arvioivat Ylä-Kemijoen harjuskannan kokonaiskuolevuudeksi 1,09 vuosina 1980-1984. Kanadan Mackenzie -joen vesistössä esiintyvän pohjanharjuksen (*Thymallus arcticus* L.) tutkituissa harjuskannoissa kokonaiskuolevuus vaihteli 0,40:stä 0,80:een (Falk ja Gillman 1980, Falk ym. 1980 (Ref. Falk ym. 1982) ja Falk ym. 1982). Todellisia kuolevuusarvoja alueen harjuskannoilla pidettiin mahdollisesti edellä esitettyjä alhaisempina, koska vähintään yhdeksänvuotiaiden kalojen iänmääri-

tys todettiin hankalaksi (Falk ym. 1982). Kyseisessä Mackenziejoen vesistön osassa harjoitettava kalastus oli suhteellisen tiukasti säädeltyä urheilukalastusta ja kotitarvekalastusta ja harjuksen kalastus pyrittiin suuntaamaan ainoastaan isokokoisiin yksilöihin (alamitta 356 mm) (Falk ja Gillman 1980).

Neljävuotiaista kaloista lähes puolet ja viisivuotiaista noin 4/5-osa määritettiin sukukypsiksi (kuva 10). Sukukypsyyismääritysten mahdollisesta epätarkkuudesta johtuen tuloksia voidaan tulkita siten, että harjus kutee tutkimusalueella keskimäärin ensimmäisen kerran noin viisivuotiaana ja noin 31-32 cm:n pituisena. Harjus näytti saavuttavan sukukypsyyden tutkimusalueen alajuoksulla nuorempaana kuin yläjuoksulla (kuva 24). Toisaalta alajuoksun harjuskannalla arvioitiin sukukypsyyden saavuttaneiden harjusten osuuden ikäryhmän harjuksista kasvavan hitaimmin. Tämä voi kuvata todellista tilannetta, mutta voi toisaalta johtua kalastajien erilaisista sukukypsyyssasteen arvioinneista. Harjuskantakohtaisista tuloksista voidaan arvioida, että harjus kutee ensimmäisen kerran yläjuoksun kannassa yleensä viisivuotiaana ja 32-33 cm:n pituisena, keskijuoksun kannassa 4-5 -vuotiaana ja 29-30 cm:n pituisena ja alajuoksun kannassa neljävuotiaana ja 29-30 cm:n pituisena.

Kännö ym. (1986) totesivat Ounasjoen harjuksen keskimääräiseksi sukukypsyyksiäksi viisi vuotta. Myös valtaosa Ylä-Kemijoen harjuksista saavutti sukukypsyyden viisivuotiaana (Kännö ja Salonen 1989). Suomen tutkituissa harjuskannoissa sukukypsyyksikään saavutettiin 3-6 -vuotiaiden ikäryhmissä ja sukukypsyyden saavutettiin pääsääntöisesti sitä vanhemmalla iällä, mitä pohjoisemmasta harjuskannasta oli kysymys. Joillakin Etelä-Skandinavian ja Keski-Euroopan harjuskannoilla on todettu sukukypsyyden saavuttamisien olevan jopa kaksi vuotta (mm. Gustafson 1949 ja Janković 1964).

6.8. Y/R-analyysit

Mikäli pyritään mahdollisimman suureen rekryyttikohtaiseen harjussaaliiseen, tutkimusalueen harjuksen keskimääräinen kalastuskuolevuus on sopivalla tasolla nykyiseen rekrytointi-ikään nähden (kuva 13). Nykyinen keskimääräinen rekrytointi-ikä on 4 vuotta, mutta suurin saalis rekryyttiä kohti saataisiin kuitenkin rekrytointi-ikä ollessa noin 5,5 vuotta ja rekrytointipituuden ollessa noin 34-35 cm. Nykyinen kutukannan koko on kuvan 12 mukaan noin 1/3-osa siitä, mikä se olisi ilman kalastusta. Mikäli rekrytointi-ikä nostettaisiin 5,5 vuoteen, kalastuskuolevuus voisi kasvaa hyvinkin suureksi kutukannan silti miljoonien pieneneväksi.

Yläjuoksulla nykyisellä rekrytointi-ikäällä rekryyttiä kohti saatava saalis nousisi, vaikkakin erittäin lievästi, kalastuskuolevuutta pienennettäessä (kuva 25). Parhaat saaliit rekryyttiä kohti saataisiin nykyisellä kalastuskuolevuudella nostamalla rekrytointi-ikää kolme vuotta (seitsemänvuotiaiden ikäryhmään), jolloin rekryyttiä kohti saatava saalis kasvaisi yli neljänneksellä. Kutukanta oli analyysin mukaan noin 1/5-osa kalastamattoman harjuskannan kutukannasta. Nostamalla rekrytointi-ikää seitsemänvuotiaiden ikäryhmään kutukanta nelinkertaistuisi. Yläjuoksun näytekokeskittymistä lasketut kokonaiskuolevuudet viittasivat siihen, ettei rekrytointi-ikä vaihdellut alueen sisällä, mutta kalastuskuolevuus vaihteli noin 0,9:n ja 1,6:n välillä. Kalastuskuolevuus oli korkein Könkämäenossa.

Keskijuoksulla kalastus ja rekrytointi-ikä olivat analyysin mukaan toistensa suhteen sopivalla tasolla, jotta rekryyttiä kohti saataisiin mahdollisimman suuri saalis (kuva 25). Rekrytointi-ikä ei ollut yksiselitteinen ikäryhmien asteittain tapahtuvan rekrytoitumisen vuoksi ja rekrytointi-ikä oli näytekokeskittymien kesken havaittavissa vaihtelua jopa kolme

vuotta. Kalastuskuolevuus ei sen sijaan vaihdellut voimakkaasti lukuunottamatta parin näytekeskittymän tuloksia, joissa kalastuskuolevuus oli noin 1,0. Kutukannan koko oli analyysin mukaan noin 40 % kalastamattoman kalakannan kutukannasta. Rekryyttiä kohti saatava saalis kasvaisi hieman mikäli rekrytointi-ikää nostettaisiin vuodella ja kalastuskuolevuutta samalla lisättäisiin.

Alajuoksun harjuskannalla kalastus ja rekrytointi-ikä olivat analyysin mukaan toistensa suhteen suunnilleen sopivalla tasolla, jotta rekryyttiä kohti saataisiin mahdollisimman suuri saalis (kuva 25). Rekryyttiä kohti saatava saalis kasvaisi kuitenkin noin 1/5-osalla, mikäli rekrytointi-ikää nostettaisiin 2-3 vuotta (viisivuotiaiden ikäryhmään) ja kalastukseen täysin rekrytoituneiden ikäryhmien kalastuskuolevuutta voitaisiin samanaikaisesti lisätä. Aineistossa havaittu vaihtelu oli lähinnä rekrytointi-ikä vaihtelua, koska harjusten kalastukseen rekrytoituminen vaikuttaa olevan alueella varsin asteittain tapahtuvaa ja analyysimenetelmä ei sellaisenaan kykene ottamaan huomioon kyseistä ilmiötä. Kutukannan koko oli analyysin mukaan noin 1/3-osa kalastamattoman harjuskannan kutukannasta.

Näytekeskittymien kokonaiskuolevuuslaskelmien kautta arvioidut kalastuskuolevuuden ja rekrytointi-ikä yhdistelmät vaihtelivat yleensä vain toisen muuttujan suhteen ja molempien muuttujien yhtäaikainen keskiarvosta poikkeaminen oli vähäistä. Ikäryhmien asteittainen kalastukseen rekrytoituminen lisäsi vaihtelua täysin rekrytoituneen ikäryhmän arvioihin ja tämä johtui lähinnä siitä, että näytteitä keränneet kalastajat suhtautuivat vaihtelevalla tavoin pienikokoisten harjusten saaliiksi ottamiseen. Tällaista kalastajasta riippuvuutta tuskin esiintyy kalastuskuolevuuden vaihtelussa, vaan kyse voi olla satunnaisvaihtelusta, pyydystettävyyden vaihtelusta eri ikäryhmien ja pyyntipaikkojen välillä tai todellisesta kalastuskuolevuuden vaihtelusta.

Osa-alueittaisten harjuskantojen tuloksista on selvästi todettavissa, että aineistossa havaittu kalastuskuolevuuden vaihtelu on suurimmalta osalta todellista kalastuksen aiheuttamaa kuolevuuden vaihtelua.

Luonnollisen kuolevuuden vaihteluväli 0,15-0,25 aiheutti Y/R-analyysistä saatuihin käytännön johtopäätöksiin suhteellisen vähän. Huomattavaa oli ainoastaan korkealla luonnollisen kuolevuuden arvolla lasketun rekryyttiä kohti saatavan saaliin nopeahko pieneneminen vanhimmissa ikäryhmissä.

6.9. Populaatioanalyysit

Vuosina 1982-1988 vähintään kaksivuotiaiden harjusten kokonaismäärä vaihteli Tornion- Muonionjoessa 450 000 :sta yli 600 000 :een (kuva 14). Tarkastelujakson alkuun sijoittui vuosina 1978-1980 syntyneiden vahvojen vuosiluokkien rekrytoituminen ja siten kannan ikärakenteen vanheneminen vuosina 1983-1985. Jakson lopulla kanta jälleen nuorentui lähinnä vuosina 1983 ja 1985 syntyneiden vahvojen vuosiluokkien vaikutuksesta. Kannan yleistä hyödyntämistä kuvaava indeksi (Fp) oli pienimmillään vuosina 1983-1985 (taulukko 10). Pyyntiponnistuksen kanssa korreloiva keskimääräinen kalastuskuolevuus (Fc) kasvoi tarkastelujakson aikana. Harjus rekrytoitui kalastukseen nuorimmillaan vuosina 1982 ja 1988 ja vanhimmillaan vuonna 1983. Havaintoja rekrytointi-ien vuosittaisesta vaihtelusta ei kuitenkaan voida pitää kovin luotettavana. Vähintään kaksivuotiaiden harjusten lukumäärästä kalastettiin vuosittain keskimäärin noin 20 % ja sukukypsien harjusten määrästä vastaavasti noin 40 %. Vähintään kaksivuotiaiden harjusten biomassasta kalastettiin vuosittain keskimäärin noin 27 %.

Yläjuoksulla kannan hyödyntämisaste (Fp) vaihteli 0,20:sta 0,30:een keskiarvon ollessa 0,24 (taulukko 20). Rekrytointi oli lähellä veitsenterärekrytointia (kuva 26). Kannan tiheys ja biomassa olivat pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavan jokialueen pinta-alaa kohti laskettuna Tornion- Muonionjoen suurimmat (taulukot 21 ja 22). Vähintään kaksivuotiaiden kalojen biomassasta kalastettiin noin 33 % ja kutukannan biomassasta noin 55 % vuosittain.

Keskijuoksun harjuskannan hyödyntämisaste (Fp) vaihteli vuosittain 0,15:n ja 0,23:n välillä keskiarvon ollessa 0,18 (taulukko 20). Kalastuskuolevuus kasvoi kaksivuotiaiden ikäryhmästä lähtien hyvin tasaisesti, joten rekrytoituminen kalastukseen tapahtui hitaasti asteittain (kuva 26). Harjuskannan vähintään kaksivuotiaiden yksilöiden tiheys oli pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavan jokialueen pinta-alaa kohti laskettuna tutkimusalueen alhaisin, vaikka kannan ikärakenne oli vanhin ja hyödyntämisaste alhaisin (taulukot 21 ja 22). Vähintään kaksivuotiaiden kannan biomassasta kalastettiin noin 24 % ja kutukannan biomassasta noin 37 % vuosittain.

Alajuoksun kannan yksilömäärän pieneneminen johtui lähinnä vuosina 1977-1979 syntyneistä vahvoista vuosiluokista, jotka poistuivat kannasta tarkastelujakson alussa (kuva 27). Toisena syynä analyysin tulostamalle kannan pienentymiselle oli vuosittaisten kokonaissaalisarvioiden pienentyminen. Saaliiden pienentymisen todenperäisyys oli kuitenkin epävarmaa kannan esiintymisalueen pienuuden ja ruotsinpuoleisten kalastustietojen epätarkkuuden vuoksi. Kannan hyödyntämisaste (Fp) vaihteli vuosittain 0,22:sta 0,35:een keskiarvon ollessa 0,31 (taulukko 20). Kalastuskuolevuus oli jo kaksivuotiaiden ikäryhmässä suhteellisen korkea ja kohosi hitaasti vanhempiin ikäryhmiin siirryttäessä (kuva 26). Harjuskannan vähintään kaksivuotiaiden harjusten yksilötiheys oli pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavan jokialueen pinta-

alaa kohti laskettuna tutkimusalueen alhaisin, mutta kannan biomassassa oli vastaavasti laskettuna hieman korkeampi kuin keskijuoksulla (taulukot 21 ja 22). Tämä johtuu alajuoksun harjuskannan paremmasta kasvusta suhteessa keskijuoksun harjuskantaan. Vähintään kaksivuotiaiden harjusten biomassasta kalastettiin noin 32 % ja kutukannan biomassasta noin 35 % vuosittain.

Henricson (1984) arvioi merkintä-takaisinpyyntimenetelmällä Indals -joen Gammelängen voimalaitospatoaltaalla tehdyillä tutkimuksilla vähintään kaksivuotiaiden harjusten tiheydeksi 110 kpl/ha ja biomassaksi 24,9 kg/ha harjuksen oleskelualueilla. Harjuskannan biomassasta arvioitiin kalastettavan vuosittain noin 42 % (Henricson 1984). Ylä-Kemijoen vähintään yksivuotiaiden harjusten tiheydeksi saatiin 125-188 kpl/ha ja biomassaksi 10,5-14,5 kg/ha (Kännö ja Salonen 1989). Mikäli harjuksen oleskelualueiksi oletetaan Tornion- Muonionjoella pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavat jokialueet, Tornion- Muonionjoen harjuskannan keskimääräinen yksilötiheys on varsin lähellä Indals -joella arvioitua kannantiheyttä (taulukko 13). Ylä-Kemijoen harjuskannan arvioitu yksilötiheys oli noin kolminkertainen, mutta biomassassa vain noin puolitoistakertainen verrattuna Tornion- Muonionjokeen. Ylä-Kemijoen suuremmat arviot voivat selittyä esimerkiksi alueiden erilaisella soveltuvuudella harjukselle tai lajikoostumuksen erilaisuudella. Ylä-Kemijoen harjuskannan suurempi yksilötiheys verrattuna biomassaan johtuu voimakkaasta kalastuksesta ja siten kannan nuoresta ikärakenteesta.

Vahvin tarkastelujakson vuosiluokka oli noin 2,5-kertainen suhteessa heikoimpaan vuosiluokkaan. Vuosiluokkien vaihtelu oli siten huomattavasti vähäisempää kuin Eloranta (1983) havaitsi Rautalammin reitin ja Kännö ja Salonen (1989) havaitsivat Kemijoen vesistön harjuskannoissa. Kännön ja Salosen (1989) tutkimuksessa Ylä-Kemijoen havaittu noin 20-kertainen vuosiluok-

kien vahvuusero johtui yhden kalastukseen vasta osittain rekrytoituneen vuosiluokan pienuudesta. Muuten kyseisessä tutkimuksessa havaittu vuosiluokkien vahvuudenvaihtelu oli suurimmillaan noin 2-3 -kertaista.

Tutkimusalueen harjuskannoissa vuosiluokkien voimakkuudet vaihtelivat varsin yhdenmukaisesti (kuvat 14 ja 27). Vuosina 1978, 1980 ja 1983 syntyneet vuosiluokat olivat vahvimpia ja vuoden 1981 vuosiluokka oli heikoin. Vertaailtaessa Ylä-Kemijoen (Kännö ja Salonen 1989), Ounasjoen (Kännö ym. 1986) ja Tornion- Muonionjoen harjuskantojen vuosiluokkien vaihtelua toisiinsa havaitaan, että näillä alueilla vuosiluokkien vaihtelu oli hyvin samankaltaista vuoden 1981 vuosiluokan ollessa kaikkialla heikoin. Kännö ja Salonen (1989) totesivat kesän 1981 olleen alueella sateisen ja kylmän ja samanlainen sää vallitsi myös Ounasjoella ja Tornion- Muonionjoella kyseisenä vuonna.

Tutkimusalueella keskimääräinen kalastuskuolevuus kohosi melko tasaisesti kaksivuotiaista seitsemänvuotiaiden ikäryhmään saakka (kuva 15). Ounasjoella keskimääräinen kalastuskuolevuus kohosi myös varsin tasaisesti kaksivuotiaista kuusivuotiaiden ikäryhmään asti (Kännö ym. 1986) ja Ylä-Kemijoella vastaavasti kaksivuotiaista viisivuotiaiden ikäryhmään saakka (Kännö ja Salonen 1989).

Osa-alueittaisten harjuskantojen populaatioanalyysien suurin epävarmuutta aiheuttava tekijä oli epävarmuus saalisarvioiden luotettavuudessa. Erityisesti saaliin vuosittainen vaihtelu ja muutossuunta tarkastelujaksolla oli epävarmaa, mutta myös arvioitu keskimääräinen saalistaso saattoi eri harjuskannoilla poiketa todellisuudesta. Saalisarvioiden luottamusrajoja ei kyetty arvioimaan johtuen menetelmästä, jolla saalisarviointi jouduttiin tekemään. Näistä syistä populaatioanalyysin tuloksia tarkasteltaessa ikäryhmäkohtaisissa vuosittaisissa kalastus-

kuolevuuksissa ja harjuskantojen vahvuudessa havaittuihin vaihteluihin sekä tarkkoihin yksilömääriin tulee suhtautua suurella varauksella. Sen sijaan arviot analyysissä useita vuosia mukana olleiden vuosiluokkien keskinäisestä vahvuudesta, kannan ikärakenteesta ja keskimääräisestä rekrytoitumisesta kalastukseen ovat todennäköisesti suhteellisen luotettavia. Keskijuoksun harjuskannan alueelta kerättiin vuosittain runsaimmin kalakantänäytteitä ja tämä näkyy myös populaatioanalyysin lähtötiedoissa (taulukko 19), jotka olivat epäilemättä luotettavimpia keskijuoksun osalta. Erityisesti alajuoksun kalakantänäytteitä oli joidenkin vuosien osalta varsin vähäisiä määriä, joten kyseisen populaatioanalyysin tulokset ovat epäluotettavimpia.

Tuloksissa on eniten epävarmuutta kaksi- ja kolmivuotiaiden rekrytoitumisasteessa. On mahdollista, että kyseiset ikäryhmät ovat todellisuudessa rekrytoituneet kalastukseen esitettyä voimakkaammin. Kenttähavaintojen ja kalastajien haastattelujen perusteella suunnilleen alamitan (25 cm, 2-3 -vuotiaita) kokoluokkaa olevien harjusten saaliiksi ottamiseen suhtaudutaan vaihtelevasti. Kyseisen kokoista harjusta voi saada runsaasti saaliiksi etenkin perholla kalastettaessa ja mikäli saalisnäytteiden kerääjät ottavat näitä kaloja näytteiksi erilaisia määriä kuin muut tutkimusalueella kalastavat, tutkimustulokset voivat poiketa tältä osin huomattavastikin todellisuudesta.

6.10. Yhteenveto osa-alueittaisten harjuskantojen tuloksista

Tornion- Muonionjoen harjuskantojen keskeiset tutkimustulokset on esitetty tiivistetyssä muodossa taulukossa 23. Taulukossa pyritään erityisesti vertailemaan kantojen ominaisuuksia toisiinsa.

Taulukko 23. Yhteenvedo osa-alueittaisten harjuskantojen tutkimustuloksista. Taulukossa on ilmaistu laatusanoilla tarkasteltavan kannan piirteet ja laatusanat on suhteutettu siten, että ne vertailevat tutkimusalueen harjuskantoja toisiinsa. Numeerista tietoa on esitetty sikäli, kun se on tulkittavissa yksiselitteisesti. Mikäli tarkasteltavan kannan jossain piirteessä havaittiin tarkasteluaikana selkeää muutossuunta, se on myös ilmaistu taulukossa.

	Yläjuoksu	Keskijuoksu	Alajuoksu
Kasvu	Nopeaa, pysyy vanhoillakin hyvänä	Hidasta kaikissa ikäryhmissä	Nopeaa nuorilla, hidastuu voimakkaasti vanhoilla
Sukukypsyys	Viisivuotiaana	Viisi- , osin neljävuotiaana	Neljävuotiaana
Kalastus	Voimakasta, valikoivaa, eniten verkkopyyntiä	Heikkoa, vähän valikoivaa	Melko voimakasta, luult. vähenevää, vähän valikoivaa
Rekrytointi-ikä, rekrytointimalli	Neljävuotiaat, lähes venterärekrytoituminen	Viisivuotiaat, asteittain rekrytoituminen	Kolmevuotiaat, jo 2-vuotiaana vahvasti rekrytoituneet, asteittain rekrytoituminen
Saalis/yli 0,6 m/s virtaava jokialue (pintavirtaus)	Runsas (11 kg/ha)	Alhainen, hieman kohoava suuntaus (4 kg/ha)	Melko alhainen, hieman aleneva suuntaus (6 kg/ha)
Yksikkösaalis (perho ja heitokal.väl.)	Korkea	Alhainen, kohoava suuntaus	Keskimääräinen
Saalis/rekryytti	Suuri, mutta eniten suurennettavissa	Pieni, vähiten suurennettavissa	Suuri, melko paljon suurennettavissa
Biomassa/yli 0,6 m/s virtaava jokialue (pintavirtaus)	Suuri (34 kg/ha)	Pieni (18 kg/ha)	Pieni (19 kg/ha)
Kutukanta/vähintään 2-vuot. kannan koko	Pieni	Suuri	Suuri

Yläjuoksun kannan hyödyntäminen oli voimakkainta ja koska kannan tiheys ja biomassa olivat siellä kalastuksesta huolimatta suurimmat, alueen harjuksen tuotanto on epäilemättä voimakkainta. Yläjuoksun kalayhteisö on vähälajisempi kuin alajuoksun, minkä johdosta yläjuoksun harjuskannan käytettävissä voi olla runsaasti ravintoa. Lisäksi yläjuoksulla ilmaravinto voi lisätä harjuksen tuotantoa muita alueita enemmän, koska rantaviivaa on jokipinta-alaa kohti eniten yläjuoksulla.

Keskijuoksulla harjus muodosti kalansaaliista huomattavan osan ja alueen koko jokipinta-alaan verrattuna harjuksen tuotanto oli voimakasta. Alueella oli kuitenkin runsaasti harjuksen elinympäristöä ja muiden lajien saaliit olivat alhaisia. Näyttääkin siltä, että keskijuoksun kalantuotanto on vähäisempää kuin muualla Tornion- Muonionjoessa, mutta alue soveltuu muita lajeja paremmin harjukselle.

Alajuoksun harjuskannan alueella virtaus on keskijuoksua monimuotoisempaa, mutta alueen harjuksen tuotanto vaikuttaa olevan samaa tasoa keskijuoksun tuotannon kanssa. Alajuoksulla muiden kalalajien runsaus suhteessa harjukseen on varsin suuri ja harjus joutuu jakamaan alueen ravintonvaroja useiden lajien kanssa.

Tuloksissa oli selvästi havaittavissa kalastuksen rakenteen muuttuminen enemmän vapakalastuspainotteiseksi alajuoksulle mentäessä. Samalla pyynti muuttui vähemmän valikoivaksi ja nuorimpiinkin ikäryhmiin kohdistui merkittävää kalastuskuolevuutta. Vapakalastus ei kuitenkaan yksinään nostanut ikäryhmäkohtaista kalastuskuolevuutta kovin korkealle tasolle, vaan kalastuskuolevuus oli voimakasta vain kumulatiivisesti moneen ikäryhmään kohdistuen.

Könkämäenon virkistyskalastusalue oli kalastuksellisesti poikkeuksellinen alue. Virkistyskalastusalueella oli paikkakuntalaisten kalastuksen lisäksi voimakasta vapakalastusta, jonka saaliista ei tässä tutkimuksessa ollut näyteaineistoa. Tämän vapakalastuksen vaikutus harjuskantoihin tuskin kuitenkaan poikkesi merkittävästi muualla tutkimusalueella harjoitetun vapakalastuksen vaikutuksista. Könkämäenon kalakanta-näytteistä lasketut kokonaiskuolevuusarviot olivat tutkimusalueen korkeimpia. Kun lisäksi vapakalastuksen vaikutuksesta kalastukseen osittain rekrytoituneissa alle neljävuotiaiden ikäryhmissä kalastuskuolevuus oli epäilemättä huomattavaa, Könkämäenon harjus on tutkimusalueella voimakkaimmin kalastuksen kohteena. Alueen harjus tulee sukukypsäksi vasta viisivuotiaana, joten kutukannan pienentyminen niin, että siitä mahdollisesti seuraisi lisääntymisen vähenemistä, on todennäköisintä juuri kyseisellä alueella. Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto ei ollut Könkämäenon osalta erityisen kattava, eikä kalastuksen mahdollisesti aiheuttama harjuskannan pienentyminen Könkämäenossa tullut esille.

6.11. Tutkimusmenetelmien tarkastelu

6.11.1. Harjuskantojen erottelu

Harjuskantojen erottelun lähtöoletuksena oli, että kunkin näytekeskittymän harjusaineistossa havaittu vaihtelu oli harjuskannan sisäistä vaihtelua. Oletus ei pidä paikkaansa, mikäli harjus vaeltaa kalastuskauden aikana siten, että samalta pyyntipaikalta voidaan pyytää eri harjuskantoihin kuuluvia yksilöitä. Vaikka oletus ei pitäisikään täysin paikkaansa, kantojen erottelussa käytetty tutkimusmenetelmä pysyisi silti tarkoitukseensa sopivana. Kantakäsité oli mielekästä määritellä niin väljästi, ettei suhteellisen hidas kantojen toisiinsa

sekoittuminen estänyt pitämästä ko. kalakantoja kalastuksen ja hoidon kannalta erillisinä, mikäli kantojen erillään pitoon löytyi perustelu. Lisäksi harjuskantojen esiintymisalueet olivat niin laajoja, ettei harjuksen merkintätutkimuksissa ole juurikaan todettu vaelluksia, jotka ulottuisivat esiintymisalueelta toiselle. Harjuskantojen esiintymisalueiden rajoilla vierekkäisten näytekeskittymien aineistot poikkesivat toisistaan niin huomattavasti, ettei ainakaan voimakas kantojen sekoittuminen ollut todennäköistä.

Ryhmittelyanalyysin tuloksiin vaikuttivat luonnollisesti valitut muuttujat, niiden määrät ja huomioon otettavien tekijöiden keskinäiset painotukset. Analyysiin valittiin kasvua ja kalastusta kuvaavia muuttujia suunnilleen yhtä paljon, koska molemmat tekijät nähtiin tärkeiksi, mutta kummankaan tekijän etusijalle laittoon ei löydetty perusteluja. Muita olennaisia tekijöitä tai muuttujia ei löydetty.

Analyysissä käytettiin EML-menetelmää, joka olettaa muuttujien olevan normaalijakautuneita ja keskenään korreloimattomia sekä havaintomatriisin muuttujien hajontojen olevan samat (SAS Institute Inc. 1987). Analyysiä varten muuttujat standardoitiin. Muuttujat korreloivat keskenään ja käytettävissä olevista menetelmistä ei löydetty sellaista, jossa korrelointi ei olisi ollut haitallista. Tästä syystä cluster-analyysi tehtiin usealla menetelmällä, jotta nähtäisiin, muuttuiko analyysitulokset merkittävästi eri menetelmillä. Muiden menetelmien tulokset olivat kuitenkin hyvin samankaltaisia EML-menetelmän tulosten kanssa. Muuttujien korreloinnin aiheuttaman haitan vuoksi muuttujille olisi mahdollisesti tullut muodostaa pääkomponentit, kuten Korhonen (1978) on todennut.

Korhosen (1978) mukaan ryhmittelyanalyysissä ei yleisesti ottaen ole menetelmää, jota käyttäen oikea muodostettavien

ryhmien lukumäärä kulloisessakin tilanteessa voitaisiin päätellä. Kasvun vertailu usean populaation vertailuun soveltuvalla keskiarvotestillä ei myöskään antanut suoraa vastausta muodostettavien harjuskantojen lukumäärästä. Näin ollen kantojen erottelu oli viime vaiheessa subjektiivista valintaa eri vaihtoehtojen kesken.

Harjuskantojen erottelu siten, kuin se tässä tutkimuksessa tehtiin, toi ilmi Tornion- Muonionjoen harjuksesta sellaista tietoa, joka olisi jäänyt suurelta osin huomaamatta käsiteltäessä tutkimusalueen harjusta yhtenä kalakantana tai jos tutkimusalue olisi jaettu summittaisesti osa-alueisiin. Mikäli tutkimusalueen harjuksen kalastus ja kalakantaominaisuudet olisivat muuttuneet tasaisesti johonkin suuntaan tutkimusalueen sisällä, summittainenkin osa-aluejako olisi tuonut muutokset riittävästi esille. Kuitenkin tietyt muutokset tapahtuivat tutkimusalueella varsin hyppäyksenomaisesti ja näiden muutoskohtien löytäminen tarkensi tutkimuksen tuloksia.

6.11.2. Kalastuksen voimakkuuden arviointi

Harjukseen kohdistuvan kalastuksen voimakkuutta eri osissa tutkimusaluetta pyrittiin selvittämään kalastuspaineen avulla. Kalastustiedusteluaineistosta oli selvästi havaittavissa, etteivät kalastaneiden määrät tai edes kokonaispyyntiponnistus soveltuneet tähän tarkoitukseen. Eräänä mahdollisuutena olisi ollut harjuksen kalastuksen keskeisimpien pyydysten pyyntiponnistuksen laskeminen. Pyydyksiä käytettiin tai ne soveltuivat eri tavoin harjuksen kalastukseen eri osissa tutkimusaluetta. Lisäksi pyydysten käyttö painottui eri pyydyksille eri alueilla, jolloin pyydyskohtaisesti vaihtelevat yksikkösaaliit olisivat jääneet ottamatta huomioon pyyntiponnistusten yhdistämisessä. Näin ollen yksikkösaalispainotteinen pyyntiponnistus oli

tässä tapauksessa paras pyynnin määrän arviointitapa. Kalastuspaineen luotettavuutta pyynnin määrän mittaustapana on vaikea arvioida. Kalastuspainetta vastaavaa yksikkösaalispainotteista pyyntiponnistusten summaa käytettiin tutkittaessa Ounasjoen kalastusta (Kännö ym. 1986).

6.11.3. Yksikkösaalistiedot

Harjuksen yksikkösaaliit eivät antaneet harjuskannoista paljonkaan lisätietoja johtuen yksikkösaalistutkimuksiin yleisesti liittyvistä ongelmista. Eräs yksikkösaalistietojen luotettavuutta parantava seikka olisi ollut yksikkösaaliin laskeminen ainoastaan erityisesti harjukseen kohdistuneesta kalastuksesta. Tässä tutkimuksessa varsinkin verkkojen, mutta myös heitokalastusvälineiden ja pilkin yksikkösaaliit kuvasivat lähinnä sitä, missä määrin kalastus kohdistui harjukseen - näin varsinkin, jos vertaillaan eri alueiden yksikkösaaliita toisiinsa. Nykyisestä aineistosta ei kyetty erottelamaan ainoastaan harjukseen kohdistunutta kalastusta. Perhon yksikkösaaliissa ei liene juurikaan yllä mainittua ongelmaa, mutta siinä kuten muissakin pyydyksissä tulee eteen pyydystettävyyden vaihtelun aiheuttama ongelma. Täsmälleen samalla alueella samanlaisissa olosuhteissa ja samaan vuodenaikaan harjoitettu kalastus luultavasti antaisi riittävän suurella aineistolla vertailukelpoisia yksikkösaalistietoja, kuten Hyvärinen (1989) on todennut Oulujärven yksikkösaalistutkimuksessa. Tällaisia kriteerejä täyttävää aineistoa ei ollut käytettävissä, joten todennäköiset pyydystettävyyden vaihtelun aiheuttamat vaihtelut yksikkösaaliissa lisäävät epävarmuutta tulosten luotettavuudesta. Lisäksi tulosten vertailua eri alueiden kesken ei kyetä suorittamaan ilman suurta varausta, koska kaikkien pyydysten pyydystettävyys todennäköisesti vaihteli eri jokialueiden mukaan.

6.11.4. Kalakanta-analyysit

Y/R-analyysin lähtöoletuksena pidetty luonnollisen kuolevuuden ja rekrytoitumisen pysyminen vakioina ovat epäilemättä liiallisia yksinkertaistuksia ja vähentävät analyysin käyttökelpoisuutta. Sama koskee myös kutukannan koon arviointia Y/R-analyysin periaatteella. Mikäli johtopäätöksiä tehtäessä ei mennä etäälle nykyisistä kalastuskuolevuuden ja rekrytointi-ikä arvoista, analyysi antaa oikeansuuntaista tietoa. Y/R-analyysi kuvasi heikosti keski- ja alajuoksun harjuskantojen nykyistä kalastusta, koska näissä kannoissa ei ollut havaittavissa selkeää harjuksen rekrytointi-ikää. Kantakohtaiset populaatioanalyysit toivat tältä osin tarpeellista lisätietoa.

Kettunen ja Hildén (1986) osoittivat, että populaatioanalyysin avulla arvioitu rekryyttien lukumäärä on verrattain luotettava, kun kalastuksen kohteena on monta ikäryhmää, luonnollinen kuolevuus on alle $M=0,3$ ja kun kalastuskuolevuus on yli $F=0,4$. Epätarkat analyysin lähtötiedot varsinkin saaliiden osalta aiheuttivat luultavasti paljon suurempia virheellisyyksiä kuin analyysin menetelmälliset virheet kannan koon arvioinnissa. Analyysin tuloksia onkin tässä tapauksessa syytä tulkita nimenomaan harjuskannan ja kalastuksen yleistä rakennetta ja dynamiikkaa selventävänä karkeana mallina, eikä tunnettujen luotettavuusrajojen puitteissa pysyvän numeerisen tiedon tuottajana.

Kalakanta-analyyysejä on tietyiltä osin tarkasteltu tutkimusmenetelminä myös kahdessa seuraavassa luvussa.

6.11.5. Rekrytointi-ikä ja kalastuskuolevuuden arviointi

Populaatioanalyysistä Shepherdin (1983) esittämällä tavalla laskettu rekrytointi-ikä (a) oli keskimäärin noin vuoden nuo-

rempi kuin pelkistä kalakantanäytteistä Chapmanin ja Robsonin (1960) sekä Robsonin ja Chapmanin (1961) esittämällä menetelmällä laskettuna. Shepherdin (1983) esittämällä tavalla laskettu rekrytointi-ikä on käyttökelpoisempi, koska se ottaa huomioon myös osittain, mutta kuitenkin varsin vahvasti kalastukseen rekrytoituneet ikäryhmät. Osa-aluekohtaisten harjuskantojen analyysituloksista on nähtävissä, miten nämä erilaiset rekrytointi-ikä laskentamenetelmät reagoivat rekrytoitumismallin muuttuessa. Veitseterärekrytoitumisessa eri tavoin lasketut rekrytoitumisiät olisivat samat (Shepherd 1983). Kalakanan yleistä hyödyntämistä kuvaava indeksi (Fp) toi selkeästi esiin sen, että ylä- ja alajuoksujen harjuskantojen hyödyntäminen oli itse asiassa suunnilleen yhtä voimakasta, vaikka kalakantanäytteistä lasketut kalastuskuolevuusarvot viittasivat siihen, että yläjuoksun harjuskantaa olisi hyödynnetty paljon voimakkaammin. Kalakantanäytteistä lasketun kalastuskuolevuuden harhaanjohtavuus aiheutui nimenomaan harjuskantojen erilaisista kalastukseen rekrytoitumisista. Samasta syystä kalastukseen rekrytoituneen kannan osan keskimääräinen kalastuskuolevuus (Fc) olisi ollut vaikeaa määrittää ilman Shepherdin (1983) esittämää menetelmää.

Kalakantanäytteistä kokonaiskuolevuuksien kautta arvioidut kalastuskuolevuudet olivat populaatioanalyysin avulla lasketujen keskimääräisten kalastuskuolevuuksien kanssa päinvas-
taisesti muuttuvia. Populaatioanalyysillä kyettiin ottamaan kalastuskuolevuuksia laskettaessa huomioon, että vuosien 1982-1984 saaliissa vähäisinä esiintyneitä vuosiluokkia saatiin saaliiksi runsaasti seuraavina vuosina. Näin ollen pelkästään kalakantanäytteistä arvioidut kalastuskuolevuudet antoivat väärän kuvan kalastuksesta. Syytä siihen, miksei valikoimattomina pidetyillä pyydyksillä saatu saaliiksi tiettyjä ikäryhmiä vuosina 1981-1984, on vaikea löytää.

6.11.6. Luonnollisen kuolevuuden arviointi

Kalakanta-analyyseissä lähtötietona tarvittava arvio luonnollisesta kuolevuudesta nojaa kirjallisuustietoihin. Harjuksen luonnollista kuolevuutta ei ole selvitetty millään tutkimuksilla eikä siihen ollut mahdollisuuksia tässäkään tutkimuksessa. Sikäli, kun harjuskantoja on tutkittu kalakanta-analyyseillä, tutkimuksissa on käytetty luonnollisen kuolevuuden arvoina $M=0,10-0,30$ (Kännö ym. 1986 ja Kännö ja Salonen 1989).

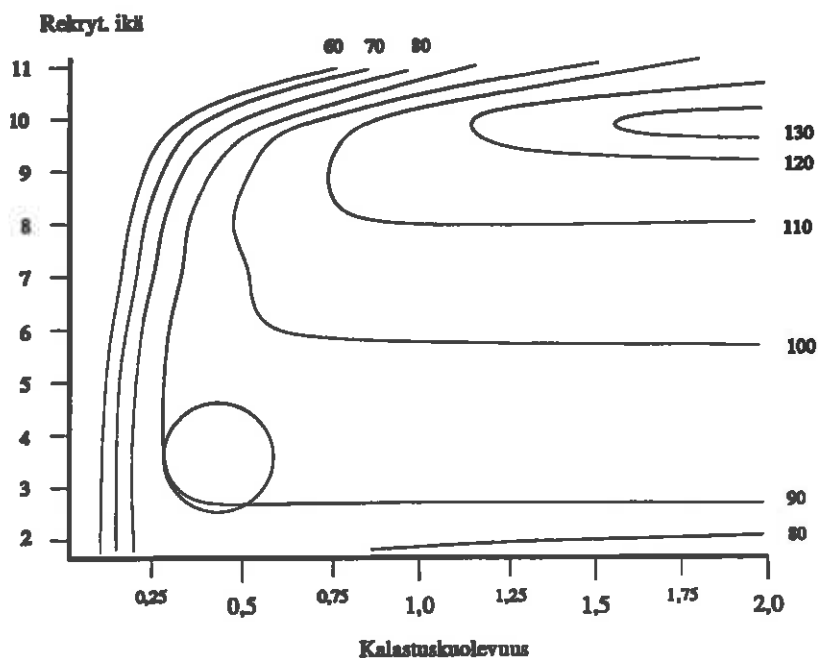
Pyydyskohtaisten populaatioanalyysien tuloksissa perhon aiheuttama kalastuskuolevuus pysyi kalastukseen täysin rekrytoituneissa ikäryhmissä suunnilleen samansuuruisena, kun luonnollinen kuolevuus oli vakio (kuva 9). Muutkin tutkimustulokset viittasivat siihen, että perho oli käytetyistä pyydyksistä valikoimattomin. Mikäli perho oletetaan täysin valikoimattomaksi pyydykseksi vähintään neljän vuoden ikäisillä harjuksilla, kalastuskuolevuus tulisi olla vakio kyseisissä ikäryhmissä. Pyydyskohtaisen populaatioanalyysin simuloinnilla on mahdollista etsiä ne ikäryhmäkohtaiset luonnollisen kuolevuuden arvot, joilla kalastuskuolevuus pysyy rekrytointi-ian jälkeen samansuuruisena. Taulukossa 24 ja on esitetty tällaisen simuloinnin tuloksena saadut ikäryhmäkohtaiset luonnollisen kuolevuuden arvot. Näillä kuolevuusarvoilla tehtiin kuvassa 28 esitetty Y/R-analyysi. Kalastukseen vasta osittain rekrytoituneille kaksi- ja kolmevuotiaiden ikäryhmille ei simuloinnilla saatu kuolevuusarvioita, joten ilman parempaa tietoa luonnollinen kuolevuus oletettiin kasvavaksi nuoria ikäryhmiä kohti siten, että kolmevuotiailla harjuksilla $M=0,4$ ja kaksivuotiailla $M=0,5$. Y/R-analyysin lähtötietona on käytetty Tornion- Muonionjoen harjuksen keskimääräistä kasvunopeutta, joten isopleettikäyrästä voidaan verrata luvun 5.1.7. isopleettikäyrästäisiin (kuva 13).

Simuloinnin tuloksena saadut luonnollisen kuolevuuden arvot noudattavat samoja linjoja, mitä on esitetty useiden muidenkin tutkimusten yhteydessä: kuolevuus pienenee kalan kasvaessa ja saavutettua sukukypsyysikänsä ja lähtee jälleen nousuun vanhimmissa ikäryhmissä (mm. Vetter 1988). Koska 5-9 -vuotiaiden ikäryhmissä on alhainen kuolevuus, Y/R-analyysin mukaan rekrytointi-ikää voitaisiin nostaa hyvinkin korkealle, mikäli pyrittäisiin mahdollisimman suureen rekryyttikohtaiseen saaliiseen. Ikäryhmäkohtaiset luonnollisen kuolevuuden arvot voivat muuttua, jos rekrytointi-ikä tai kalastuskuolevuutta muutetaan. Y/R-analyysin tulokset ovat silloin hyvin vahvasti sidoksissa kulloinkin vallitsevaan kalastukseen. Luonnollisen kuolevuuden ja kalastuskuolevuuden yhteyttä toisiinsa ovat pohtineet mm. Laevastu ja Larkins (1981).

Kokonaiskuolevuuden vaihtelu eri osissa tutkimusaluetta voi johtua kalastuskuolevuuden vaihtelun lisäksi myös luonnollisen kuolevuuden alueellisesta vaihtelusta. Luonnollinen kuolevuus tuskin voi yksinään aiheuttaa havaitun suuruista kokonaiskuolevuuden vaihtelua. Aineistosta ei kyetä kuitenkaan erottelemaan kokonaiskuolevuuteen vaikuttavien tekijöiden keskinäisiä osuuksia ja niiden mahdollista vaihtelua eri osissa aluetta.

Taulukko 24. Pyydyskohtaisen populaatioanalyysin simuloinnilla saadut luonnollisen kuolevuuden ikäryhmäkohtaiset arvot lähtöoletuksella, että perho on täysin valikoimaton pyydys vähintään neljävuotiailla harjuksilla.

	Ikäryhmä								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Luonn. kuol.	0,30	0,20	0,20	0,15	0,05	0,01	0,30	0,80	1,0



Kuva 28. Tornion- Muonionjoen harjuskannan isopleettikäyrästä tuhannesta 2-vuotiaasta rekryytistä laskettuna. 2-vuotiaiden ikäryhmässä $M=0,50$, 3-vuotiaiden ikäryhmässä $M=0,40$ ja muiden ikäryhmien luonnollisen kuolevuuden arvot on esitetty taulukossa 24. Luonnollinen kuolevuus oletetaan kalastuskuolevuudesta riippumattomaksi. Nykytilannetta suunnilleen vastaava kalastuskuolevuuden ja rekrytointi-ikä yhdistelmä on esitetty kuvassa ympyränä.

Y/R-analyysissä vakiona käytetyn luonnollisen kuolevuuden arvon muutos aiheuttaa yleensä suunnilleen yhtä suuren, mutta vastakkaisuuntaisen muutoksen suurimpaan rekryyttiä kohti saatavaan saaliiseen (mm. Pope ja Garrod 1973, ref. Vetter 1988). Ulltang (1977) havaitsi kalastuskuolevuuden muuttuvan $\pm 20\%$ muutettaessa vakiona käytettyä luonnollisen kuolevuuden arvoa $\pm 50\%$. Y/R-analyysissä kalastuskuolevuus vaihteli 0,4:stä 0,8:aan ja luonnollisen kuolevuuden lähtöarvo oli 0,2 eli kyseiset arvot olivat samaa suuruusluokkaa kuin Tornion- Muonionjoen harjuskanta-analyysissä. Luonnollisen kuolevuuden vaikutusta populaatioanalyysin tuloksiin on tutkinut mm. Ulltang (1977).

Vetter (1988) käsitteli laajasti luonnollisen kuolevuuden arviointimenetelmiä, tähänastisissa tutkimuksissa käytettyjen luonnollisen kuolevuuden arvojen vaihtelua ja mahdollisten virheellisten arvojen vaikutusta analyysien luotettavuuteen. Hänen keskeinen johtopäätöksensä oli, ettei luonnollista kuolevuutta tulisi pitää kalakannassa vakiona. Samalla hän kuitenkin totesi, ettei luonnollisen kuolevuuden arviointiin ole löytynyt hyviä menetelmiä.

6.11.7. Tulosten suhteuttaminen jokipinta-alaa kohti

Tässä tutkimuksessa harjuksen pääasialliseksi esiintymisalueeksi oletettiin pintavirtausnopeudeltaan yli 0,6 m/s virtaavat jokialueet. Harjusta tavataan vähän tai ei ollenkaan sellaisilta Tornion- Muonionjoen suvantoalueilta, jotka virtaavat hitaasti. Luultavasti tällaiset jokialueet ovat joko ravintokilpailun tai predaation vuoksi epäedullisia harjukselle. Tutkimusalueen pohjoisosissa harjus näyttää jossain määrin käyttävän suvantoalueita mm. syönnösalueina. Epäilemättä tutkimusalueen pohjois- ja eteläosien kalalajiston ja ilmaston erilaisuus vaikuttaa harjuksen elinympäristöön virtausolosuhteiden lisäksi. Harjuksen esiintymisestä erilaisissa jokiympäristöissä tiedetään myös esimerkiksi talvehtimisen osalta liian vähän, jotta harjuksen esiintyminen tutkimusalueen sisällä kyettäisiin määrittämään tarkkaan.

7. Johtopäätökset ja suositukset

7.1. Harjuksen elinympäristö

Harjuksen elinympäristönä Tornion- Muonionjoki on varsin hyvässä kunnossa, eikä nykyisessä vedenlaadussa, kalayhteisön rakenteessa tms. tullut esiin sellaista, mihin vaikuttamalla harjuskantoja voitaisiin juurikaan vahvistaa.

Yleinen happamoitumiskehitys yhdessä vesistöalueen suo-ojitusten kanssa voi tulevaisuudessa uhata harjuksen luontaista lisääntymistä. Harjus näyttää kuitenkin sietävän happamoitumista ja korkeita rautapitoisuuksia varsin hyvin, koska Tornion- Muonionjoen sivujokien sähkökoekalastusten yhteydessä harjuksen poikasia saatiin runsaasti saaliiksi niistä sivujoista, joissa esiintyy vesistön alhaisimpia pH-arvoja ja korkeimpia rautapitoisuuksia (Ikonen ym. 1986).

7.2. Harjusistutukset

Harjuksen täydennysistutuksilla ei ole havaittu olevan merkittäviä vaikutuksia sellaisiin harjuskantoihin, joiden luonnolliset lisääntymismahdollisuudet on säilytetty (Kännö ja Salonen 1989, Kännö ja Anttinen 1989). Sen sijaan kotiutusistutuksilla on aikaansaatu elinvoimaisia harjuskantoja (esim. Hurme 1967 b, Eloranta 1983 ja Lusk 1975) ja jokien kalataloudellisissa kunnostuksissa ja joissakin tapauksissa rakennettujen vesistöjen voimalaitospatoaltaissa istutuksilla on todennäköisesti harjuskantoja vahvistava vaikutus (Kännö 1987 ja FÄK 1986).

Tornion- Muonionjoella harjuksen lisääntyminen on vakaata ja harjuksen luontaiset lisääntymismahdollisuudet ovat hyvät.

Istutuksilla ei ole kyetty vahvistamaan vuosiluokkien voimakkuutta Tornion- Muonionjoen kanssa samankaltaisissa Kemijoen vesistön rakentamattomissa osissa (Kännö ym. 1986 ja Kännö ja Salonen 1989). Näin ollen harjusistutuksiin Tornion- Muonionjoella ei ole näillä näkymin mitään perusteita.

7.3. Harjuksen kalastus

7.3.1. Suositusten lähtökohdat

Nykyisenlainen kalastus ei mahdollisesti Könkämäenon aluetta lukuunottamatta tule vaarantamaan Tornion- Muonionjoen harjuskantoja, joten kalastuksen säilyessä ennallaan biologisia tarpeita kalastuksen uudelleenjärjestelyyn ei juurikaan ole. Harjuskantoja voidaan kuitenkin hyödyntää nykyistä järkevämmin ja nykyiset säädökset eivät turvaa harjuskantojen säilymistä, mikäli kalastus voimistuu.

Kalastuksen kehittämistä varten tulisi asettaa päämäärät, mihin harjuskantojen hyödyntämisellä pyritään. Vaihtoehtoisia päämääriä Tornion- Muonionjoen harjuksen kalastusjärjestelyissä voivat olla

- 1) Riittävän suuren harjuksen kutukannan turvaaminen kalastusjärjestelyillä lisääntymisen onnistumiseksi tulevaisuudessakin.
- 2) Mahdollisimman suuren kilomääräisen saaliin pyytäminen harjuskantoja vaarantamatta.
- 3) Saaliskalojen koon kasvattaminen mahdollisimman suureksi ilman, että kokonaissaalis kuitenkin pienenee ennen kalastusjärjestelyjen voimaansaatamista vallinneesta tasosta. Tätä vaihtoehtoa voidaan pitää saaliin virkistysarvon optimoimisena.

Päämäärien 2) ja 3) toteuttamiseksi tarvittavat kalastusjärjestelyt toteuttavat voimaansaatettaessa myös päämäärän 1).

Asetettuihin päämääriin pääseminen edellyttää tutkimusalueen tapauksessa kahden muuttujan - rekrytointi-ian ja kalastuksen voimakkuuden - sovittamista oikeiksi. Jatkossa on esitetty kulloiseenkin päämäärään tarvittava harjuksen alamittasäädös ja kalastuksen voimakkuuden muutos.

Suositetut alamitat on arvioitu melko suurella luonnollisen kuolevuuden arvolla ($M=0,25$). Näin on tehty, koska siiankalastuksessa on havaittu luonnollisen kuolevuuden olevan pienempi kalastetuissa ikäryhmissä kuin kalastuksen ulkopuolelle jäävissä ikäryhmissä (Salojärvi 1982). Mikäli alamittaa pienempien harjusten luonnollinen kuolevuus on erityisen voimakasta ($M>0,25$), suositeltava alamitta on esitettyä pienempi.

Harjuksen kasvun lievä hidastuminen alamitan noston seurauksena on mahdollista ja tämä on otettu suosituksissa huomioon.

Päämäärän 3) saavuttamiseksi suositettu alamitta on varsinkin yläjuoksun kannalla niin korkea, että käytännössä alamitan tarkistaminen hieman alaspäin suositellusta voi osoittautua tarpeelliseksi.

Kalastuksen voimakkuuden suosituksissa on kokonaissaalis pyritty saamaan mahdollisimman suureksi harjuskantaa vaarantamatta eli toteutettu kalastuksen osalta päämäärä 2) kullakin alamittasäädöksellä. Harjuskannan ei ole katsottu vaarantuvan, mikäli kutukantaa ei pienennetä kalastuksella vähäisemmäksi kuin yläjuoksun nykyinen harjuksen kutukanta. Mikäli kalastuskuolevuutta ei pienennetä hyvin alhaiseksi tai kasvateta niin suureksi, että lisääntyminen vaarantuu, kalastuksen voimakkuuden säätämällä on vähäisemmät vaikutukset saaliisiin kuin alamitan säätämällä. Myös käytännön ongelmien vuoksi kalastuksen voimakkuuden säätely on vähemmän mielekästä kuin alamitan säätely.

7.3.2. Suositukset kalastusjärjestelyiksi

Edellisessä luvussa esitettyihin päämääriin pääsemiseksi tarvittavat alamittasäädökset ovat koko tutkimusalueelle säädettyinä 30-36 cm ja kantakohtaisesti säädettyinä 28-42 cm päämäärästä ja harjuskannasta riippuen (taulukko 24). Harjuskantakohtaiset alamittasäädökset tulevat kyseeseen lähinnä siinä tapauksessa, mikäli harjuksen kalastusta halutaan kehittää eri jokiosuuksilla paikallisia tarpeita vastaavaksi (ks. luku 7.3.4.).

Voimassa olevalla alamittasäädöksellä kalastuksen voimakkuutta ei luultavasti Könkämäenon aluetta lukuunottamatta tarvitse rajoittaa nykyisestä tasostaan (taulukko 25). Korkeiden alamittojen yhteydessä suositeltu kalastuksen voimistaminen ei useimmiten juurikaan kasvata kokonaissaalista, mutta kalastuksen voimistaminen on mahdollista lisääntymisen vaarantumatta.

Harjuskantojen nykyistä järkevämmän hyödyntämisen, Könkämäenon harjuksen suojelemisen ja kalastuksessa mahdollisesti tapahtuvien muutosten haittojen välttämiseksi sukukypsyyskokoa pienempien harjusten pyynti tulisi estää. Tämä edellyttää edellä päämäärän 1) saavuttamiseksi tarvittavia kalastusjärjestelyjä, joten **ainakin päämäärään 1) tarvittavat kalastusjärjestelyt suositellaan toteutettaviksi.**

Suomen kalastuslain mukainen 25 cm:n alamitta harjuksella on useissa muissakin vesistöissä harjuksen sukukypsyyskokoa alhaisempi (Seppovaara 1982, Eloranta 1983 ja Myllylä 1984) ja kaikissa tutkimuksissa se on havaittu liian alhaiseksi harjuskannan järkevän hyödyntämisen kannalta. Kalastuslain alamittasäädös tulisikin korjata siten, että harjuksen alamitta säädettäisiin 28-30 cm:iin.

Taulukko 24. Edellisessä luvussa esitettyihin päämääriin pyrit-
täessä tarvittavat alamittasäädökset. Säädökset on
esitetty erikseen koko tutkimusalueelle ja erikseen
osa-alueittaisille harjuskannoille, joissa ala-
mittasäädökset voidaan sovittaa paremmin kantojen
ominaisuuksia huomioon ottaviksi.

Alue	Alamittasäädös, cm		
	Päämäärä 1)	Päämäärä 2)	Päämäärä 3)
Koko Tornion- Muonionjoki	30	33	35-36
Yläjuoksu	32	37	40-42
Keskijuoksu	28	31	34
Alajuoksu	30	33	36

Taulukko 25. Tutkimusalueella nykyisin voimassa olevalla ala-
mittasäädöksellä (25 cm) ja edellisessä luvussa
esitettyjen päämäärien alamittasäädöksillä suosi-
teltava kalastuksen voimakkuus verrattuna nykyiseen
kalastuksen voimakkuuteen. Suositukset on esitetty
samalla aluejaolla kuin taulukon 24 alamittasäa-
dökset.

Alue	Kalastuksen voimakkuus verrattuna nykytilanteeseen			
	Nykyinen alamitta	Päämäärän 1) alamitta	Päämäärän 2) alamitta	Päämäärän 3) alamitta
Koko Tornion- Muonionjoki	Ennallaan	Lievästi voi- mistettavissa	Voimistet- tavissa	Voimistet- tavissa
Yläjuoksu	Ennallaan, vä- hennettävä Könkämäenossa	Ennallaan, lie- västi vähenn. Könkämäenossa	Ennallaan	Ennallaan
Keskijuoksu	Ennallaan tai lievästi voi- mistettavissa	Lievästi voi- mistettavissa	Voimistet- tavissa	Voimistet- tavissa
Alajuoksu	Ennallaan	Ennallaan tai lievästi voi- mistettavissa	Voimistet- tavissa	Voimistet- tavissa

Alamittaa pienempien harjusten pyynnin välttämiseksi harjuksen verkkopyynnissä suositeltava alin silmäkoko on taulukossa 24 esitettyjen alamittasuositusten rajoissa liikuttaessa noin 35-45 mm:n solmuväli. Missään tapauksessa ei suositella käytettäväksi harjuksen pyynnissä alle 35 mm:n solmuvälisiä verkkoja.

Koukkupyydyksillä kalastettaessa perhon sijasta suositellaan käytettäväksi lippoja, uistimia ja pieniä vaappuja. Tästä huolimatta alamittaisia harjuksia saadaan koukkupyydyksillä saaliiksi, joten alamittaisten saaliskalojen vapauttamiseen tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota tiedottamisella ja valvonnalla.

Harjuksen kutuaikaisen pyyntikiellon tarpeellisuutta on vaikea arvioida tutkimusaineiston pohjalta. Pyyntikielto on luultavasti perusteltu nykyisen alamittasäädöksen ollessa voimassa. Mikäli harjuksen alamitta nostettaisiin taulukossa 24 esitetylle vähintään 30 cm:n tasolle ja kyseistä alamittaa myös noudatettaisiin tunnollisesti, kutupyyntikielto olisi todennäköisesti tarpeeton. Eräänä vaihtoehtona voisi olla kutupyyntikiellon rajaaminen koskemaan vain harjuksen verkkopyyntiä, mikäli alamittaa nostettaisiin nykyisestä. Nykyinen kutupyyntikiellon ajankohta näyttää tutkimusaineiston mukaan kattavan hyvin harjuksen kutuajan.

Harjuksen kalastuksessa haluttujen päämäärien saavuttaminen ei suurimmassa osassa tutkimusaluetta aiheuta merkittävää haittaa muiden lajien kalastukselle. Yläjuoksulla lähinnä Könkämäenon siiankalastuksessa tulisi tiheäsilmäisten verkkojen käyttö olla mahdollista, koska alueen siika kasvaa yleensä hitaasti verrattuna muuhun Tornion- Muonionjoen siikaan (Pruuki ym. 1985). Siikaa kalastetaan Könkämäenossa etupäässä järvimäisissä suvannoissa tai joen järvilaajentumissa ja siian verkkopyynnin yhteydessä saadaan siten sivusaaliina harjusta varsin vähäisiä määriä. Muualla tutkimusalueella siikaa saadaan lähinnä 37-45

mm:n solmuvälisillä verkoilla. Näin ollen siian ja harjuksen kalastuksen yhteensovittaminen onnistuisi.

7.3.3. Käytännön mahdollisuudet alamitan nostamiseksi

Tutkimusalueen harjuskantojen kalastuksessa on keskeisenä ongelmana, millä keinoilla kalastus saataisiin kohdistumaan ainoastaan riittävän suurikokoisiin kaloihin. Mikäli tarkastellaan harjuskantojen virkistysarvon kohottamista, rekrytointikokoa tulisi nostaa erityisen paljon.

Verkkokalastuksessa haluttu rekrytointikoko saadaan aikaan yksinkertaisesti verkon silmäsuuruutta säätelemällä. Tornionjoen vesistön lohen ja meritaimenen suojelu luo paineita verkkopyynnin vähentämiseksi. Samasta syystä nykyisen Tornion-Muonionjoen kalastussäännön mukaan harjuksen kalastuksessa ei saisi käyttää yli 40 mm:n solmuvälisiä verkkoja. Ratkaisuksi ongelmaan voidaan suositella esimerkiksi verkon hapaan langanpaksuuden säätämistä siten, että lohi ja meritaimen eivät jäisi kiinni harjuksen kalastuksessa käytettyihin verkkoihin. Tällöin yli 40 mm:n solmuväliset verkot voitaisiin sallia muidenkin lajien kuin lohen ja taimenen pyynnissä. Lohen ja meritaimenen suojelua tulee joka tapauksessa pitää ensisijaisen tärkeänä, koska näiden kalakantojen elpyessä niiden kalataloudellinen merkitys on tutkimusalueella paljon harjusta suurempi.

Vapakalastusvälineillä ja muilla koukkupyödyksillä voidaan hieman vaikuttaa saaliskalan keskikokoon pyyntivälineistön valinnalla. Esimerkiksi heittokalastusvälineillä saaliskalan keskikoko oli 3,5 cm suurempi kuin perholla (taulukko 8). Myös pyyntiajankohtaa säätelemällä vakalastusvälineiden saaliskalojen kokoon voitaisiin periaatteessa vaikuttaa (kuva 11). Kuitenkin vakalastusvälineillä saaliskalojen koon vaihtelu on voimakasta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että suositeltua

huomattavasti pienikokoisempia saaliskaloja tullaan joka tapauksessa saamaan saaliiksi runsaasti, joten sopiva alamittasäädös ja sen noudattamisen valvominen ovat vapakalastuksessa hyvin keskeisellä sijalla.

Pyydetyillä ja takaisin vesistöön vapautetuilla kaloilla havaitaan pyydyksessä olemisesta johtuen kuolleisuutta. Falk ja Gillman (1975) määrittivät vapakalastusvälineillä pyydettyjen ja vapautettujen pohjanharjusten lisäkuolleisuudeksi 10,1 % Kanadassa Suurella Orjajärvellä. Lisäkuolleisuutta voidaan tuskin pitää niin korkeana, etteikö pienikokoisia kaloja kannattaisi vapauttaa.

Alamittakysymyksessä kalastajien olisi tärkeää tiedostaa se, että alamitan noudattaminen on nimenomaan heidän etujensa mukaista kokonaissaaliiden, yksikkösaaliiden (kalastuksen määrän pysyessä suunnilleen ennallaan) ja saaliskalojen koon kasvamisen vuoksi.

7.3.4. Harjuksen kalastuksen kehittämismahdollisuudet

Koska harjus on vähän vaeltava laji, siihen kohdistuva kalastus voidaan hyvällä menestyksellä järjestellä paikallisia tarpeita vastaavaksi. Jopa muutamien kilometrien pituisille jokiosuuksille lienee mahdollista muodostaa halutuntyyppinen harjuskanta kalastusta järjestämällä. Parhaiten tämäntyyppinen järjestely soveltuu vähintään 5-10 km pitkälle jokiosuudelle, jossa on runsaasti harjukselle soveltuva elinympäristöä ja jota rajoittavat suhteellisen laajat suvantoalueet. Eduksi olisi jokiosuuden monimuotoisuus varsinkin virtausolosuhteiltaan, jotta harjuksen ei tarvitsisi missään vaiheessa vaeltaa jokialueen ulkopuolelle sopivia lisääntymis-, syönnös- ja talvehtimisalueita etsimään.

Harjuksen kalastuksen erikoisjärjestely tulee kyseeseen varsinkin kalastusmatkailun kehittämisessä, kun halutaan tarjota mahdollisuus kalastaa suurikokoisia harjuksia. Suurikokoiset harjukset ovat urheilukalastuksessa hyvin arvostettuja saalis-kaloja. Esimerkiksi Kanadassa kalastusmatkailua on kehitetty vastaavasti ja tietyillä alueilla nimenomaan harjus on keskeinen pyynnin kohde. Suurikokoisten harjusten esiintyminen on siellä turvattu suurella alamitalla, saaliiksi otettavien kalojen määrän rajoituksilla ja rajoitetulla lupien myynnillä (esim. Falk ja Gillman 1980). Tornion- Muonionjoen harjus olisi hyvä kalastusmatkailun kehittämiskohde varsinkin joen yläjuoksulla nopean kasvun ja runsaan esiintymisen vuoksi.

Kotitarvekalastusta voitaisiin vastaavasti pyrkiä kehittämään tietyillä jokialueilla. Voidaan myös olettaa, että eri kalastajaryhmien välille syntyy nykyistä vähemmän ristiriitoja ohjattaessa erityyppistä kalastusta omille alueilleen.

Ammattimaisen harjuksen kalastuksen kehittäminen tutkimusalueella ei ole mahdollista. Nykyisillä pyyntimenetelmillä harjuksen yksikkösaaliit jokivesistöissä ovat aivan liian alhaisia, jotta harjuksen ammattimainen kalastus olisi kannattavaa. Harjuksella ei ole havaittu tutkimusalueella merkittävää parvikäyt-
täytymistä tai vaellusta, joiden yhteydessä yksikkösaaliita voitaisiin parantaa.

7.4. Jatkotutkimukset

Tärkeänä tutkimuskohteena olisi selvittää, miten voimakasta kalastusta harjus kestää ja miten harjuskanta reagoi hyvin voimakkaaseen kalastukseen. Tornion- Muonionjoella tutkimuksen kohdealueena voisi olla Könkämäenon virkistyskalastusalue. Tällä alueella nykyinen kalastus voi mahdollisesti olla jo harjuskannan kestokyvyn rajoilla. Tässä tutkimuksessa Könkämäenon har-

juksesta ei ollut riittävästi kalakantanäytteitä varsinkaan virkistyskalastuksen osalta.

Alajuoksun harjuskannasta kerätyt aineistot olivat todennäköisesti melko epätarkkoja ja tutkimustuloksia voitaisiin tältä osin tarkentaa.

Mielenkiintoisena tutkimuskohteena olisi selvittää, missä määrin Tornionjoen harjus on vaelluksilla yhteydessä mereen. Jotkut paikalliset kalastajat arvelevat harjuksen vaellusta edelleen esiintyvän meren ja joen välillä. 1980-luvulla saalistilastojen mukaan Tornionjoen edustan merialueen harjussaaliit olivat keskimäärin vain noin sata kiloa vuodessa (Bergelin 1984, Pruuki ym. 1985 ja Nylander ja Pruuki 1989 a ja b). Todennäköisesti voimakas pyynti on vähentänyt Tornionjokisuun mereisen harjuksen lähes olemattomiin (vrt. Heusala 1954). Tämän tutkimuksen perusteella on mahdotonta arvioida, missä määrin Tornionjoen alajuoksun nykyinen harjuskanta on yhteydessä mereen ja missä määrin se kykenisi elvyttämään mereisen harjuksen esiintymistä. Harjuksen mahdollista vaellusta Tornion- Muonionjoen ja sen sivujokien välillä ei myöskään tunneta.

Harjuksen kalastuksen kehittäminen tulisi tapahtua yhteistyössä tutkimuksen kanssa. Suhteellisten pienten jokialueiden käyttäminen kalastuksen kehittämisessä luo hyvät toimintamahdollisuudet myös tutkimukselle, koska kalastusta voidaan seurata tarkkaan, kalakantanäytteiden keruu olisi vaivatonta ja luvan yhteyteen kuuluvalla saaliin raportointivelvollisuudella saalistiedot olisivat tarkkoja. Tutkimus vaatisi tällä tavoin varsin vähän resursseja, mutta siitä saatava tieto olisi arvokasta harjuksen kalastuksen kehittämismahdollisuuksia selvitetessä. Holling (1980) on esittänyt kalakannan erityyppisten hoito- ja hyödyntämismallien käyttöä kalakannasta saatavan tiedon lisäämiseksi.

8. Tiivistelmä

Tutkimuksessa koottiin yhteen vuonna 1972 aloitetussa Tornionjoen vesistön paikallisten kalakantojen seurannassa kerätty harjusaineisto. Harjus on ollut vähän tutkittu laji ja erityisesti kalakantamallien käyttö harjustutkimuksissa on ollut vähäistä. Tutkimuksessa keskityttiin harjuksen kalastukseen ja kalastuksen vaikutuksiin harjuskannassa. Osa tutkimusaineistosta on julkaistu aikaisemmissa Tornionjoen vesistön kalataloustutkimuksissa.

8.1. Tutkimusalue

Tornionjoen vesistöön kuuluvat Könkämäeno, Muonionjoki ja Tornionjoki muodostavat Suomen ja Ruotsin välisen noin 500 km pitkän rajajoen, joka oli tutkimuksen tutkimusalue. Tutkimusalueesta käytettiin nimitystä Tornion- Muonionjoki.

Tornion- Muonionjoen vedenlaatu on riittävän hyvä lohikalojen esiintymiselle. Muutamissa sivuvesistöissä on kuitenkin havaittu korkeita rautapitoisuuksia ja soiden ojitukset yhdessä yleisen happamoitumiskehityksen kanssa voivat heikentää vedenlaatua kalakannoille kriittiseksi.

Tornion- Muonionjoella ovat voimassa suomalais-ruotsalaisen rajajokikomission kalastussäännöt.

8.2. Aineisto ja menetelmät

Kalastusta ja harjussaaliita tutkittiin vuosina 1982-1988 suomenpuoleisten kalastustiedustelujen ja ruotsinpuoleisen vuoden 1983 kalastustiedustelun avulla.

Harjuksen kalakanta-aineisto oli lähinnä paikallisten kalastajien vuosina 1975-1988 omasta saaliistaan keräämä. Aineistosta selvitettiin harjuksen kasvu, kuolevuus, sukukypsyysikä ja pyydysten selektiivisyys. Aineistoa käytettiin hyväksi Y/R-analyysin ja populaatioanalyysin lähtötietojen laskemisessa.

Koska tutkimusalue oli laaja ja harjuksen on todettu vaeltavan vain lyhyitä matkoja, usean harjuskannan esiintymistä tutkimusalueella pidettiin todennäköisenä. Sitä, oliko Tornion- Muonionjoki syytä jakaa usean harjuskannan esiintymisalueeksi, selvitettiin lähinnä kalakanta-aineiston avulla. Harjuskannat eroteltiin cluster-analyysin ja harjuksen kasvussa havaitun vaihtelun pohjalta.

8.3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

Harjuksen kasvu, kuolevuus, kalastukseen rekrytoituminen ja kalastuksen rakenne vaihtelivat huomattavasti eri osissa tutkimusaluetta. Tulosten pohjalta Tornion- Muonionjoki jaettiin kolmen harjuskannan esiintymisalueiksi: yläjuoksun, keskijuoksun ja alajuoksun harjuskannoiksi. Harjuskantojen esiintymisalueet poikkesivat jokiympäristöltään toisistaan.

Vuosina 1982-1988 harjuksen kalastus ja harjussaaliit pysyivät vakaina. Tornion- Muonionjoen vuotuinen harjussaalis arvioitiin noin 30 tonniksi, mikä vastaa noin 2 kilon hehtaarisaaaliita. Koska ruotsalaisten saalisosuus jouduttiin arvioimaan useiksi vuosiksi vähäisten tietojen pohjalta, esitettyjä saalistietoja ei voida pitää tarkkana arviona todellisista harjussaaliista.

Harjuksen kalastus oli suurimmalta osaltaan paikallisten asukkaiden kotitarve- ja virkistyskalastusta ja noin 3/4-osa saaliista pyydystettiin koukkupyydyksillä. Verkoilla pyydetyn saaliin osuus kasvoi yläjuoksua kohti.

Vuosina 1983-1988 harjuksen yksikkösaaliit kasvoivat lievästi ja tämä johtui pelkästään keskijuoksun yksikkösaaliiden kasvusta.

Saalisharjusten keski-ikä oli nuorin perholla (4,0 vuotta) ja vanhin 37-45 mm:n verkoilla (5,2 vuotta). Koukkupyydyksillä saaliskalojen koko vaihteli voimakkaimmin. Saaliskalojen keskikoko oli pienimmillään heinä-elokuussa.

Tornion- Muonionjoen harjus kasvoi nopeasti verrattuna läheisten vesistöjen harjuskantoihin ja kasvu säilyi hyvänä myös vanhoissa ikäryhmissä. Kasvu oli hitainta keskijuoksulla ja nopeinta yläjuoksulla.

Harjuksen kokonaiskuolevuus oli vuosina 1985-1988 yläjuoksulla 1,2 ja keski- ja alajuoksulla 0,6. Ensimmäinen kalastukseen täysin rekrytoitunut ikäryhmä oli yläjuoksulla 4-vuotiaiden, keskijuoksulla 5-vuotiaiden ja alajuoksulla 3-vuotiaiden ikäryhmä.

Harjus saavutti sukukypsyyden yläjuoksulla 5-vuotiaana, keskijuoksulla 4-5 -vuotiaana ja alajuoksulla 4-vuotiaana.

Y/R-analyysin mukaan nykyisellä rekrytointi-ikäällä kalastuskuolevuus oli keskimäärin suurimman mahdollisen saaliin antavalla tasolla. Yläjuoksulla kalastuskuolevuus oli kuitenkin rekrytointi-ikään nähden liian korkea. Runsain rekryyttikohdainen saalis saataisiin nostamalla rekrytointi-ikää harjuskannasta riippuen 1-3 vuotta. Kutukannan koko oli analyysin mukaan noin 20-40 % kalastamattoman harjuskannan kutukannasta. Kutukanta oli kalastuksen vuoksi pienin yläjuoksulla.

Populaatioanalyysin mukaan harjuksen lisääntyminen oli vakaata ja harjuskantojen kehityksessä ei todettu varmuudella mitään merkittäviä muutoksia tapahtuneen. Vähintään kaksivuotiaiden harjusten keskimääräinen kannan tiheys oli 34 yksilöä (7,3 kg) hehtaaria kohti. Yläjuoksun harjuskanta oli tihein. Voimakkaaimman ja heikoimman vuosiluokan suuruusero oli noin 2,5-kertainen. Harjuskannan yleinen hyödyntämistä oli korkein alajuoksulla, lähes yhtä korkea yläjuoksulla ja alhaisin keskijuoksulla. Kannan rekrytoituminen kalastukseen oli eri harjuskannoissa hyvin erilainen. Yläjuoksun harjuskanta rekrytoitui hyvin nopeasti ja voimakkaasti 4-vuotiaiden ikäryhmässä ja sitä nuoremmassa ikäryhmissä kalastuskuolevuus oli varsin alhainen. Keskijuoksulla rekrytoituminen tapahtui tasaisen hitaasti kaksivuotiaiden ikäryhmästä lähtien ja kalastuskuolevuus oli kaikissa ikäryhmissä alhainen. Alajuoksun harjuskanta rekrytoitui kalastukseen suhteellisen voimakkaasti jo kaksivuotiaiden ikäryhmässä ja sitä vanhemmissa ikäryhmissä kalastuskuolevuus kohosi hyvin hitaasti, mutta tasaisesti.

8.4. Johtopäätökset ja suositukset

Harjuksen elinympäristönä Tornion- Muonionjoki on varsin hyvässä kunnossa, eikä nykyisessä vedenlaadussa, kalayhteisön rakenteessa tms. tullut esiin sellaista, mihin vaikuttamalla harjuskantoja voitaisiin juurikaan vahvistaa.

Koska harjuksen lisääntyminen oli vakaata ja harjuksen luonnolliset lisääntymismahdollisuudet ovat Tornion- Muoniojoella hyvät, harjusistutukset eivät näillä näkymin ole tarpeellisia.

Uudet kalastusjärjestelyt ovat tarpeen, jotta harjuskantoja hyödynnettäisiin nykyistä järkevämmiin ja jotta harjuskantojen säilyminen Tornion- Muonionjoella voitaisiin turvata tulevaisuudessakin. Harjuksen alamitta tulisi nostaa nykyisestä 25 cm:stä ainakin 30 cm:iin. Mikäli pyritään mahdollisimman suureen rekryyttikohtaiseen saaliiseen, alamitta tulisi säätää noin 33 cm:iin ja mikäli saaliin virkistysarvoa halutaan kohottaa, alamitta voitaisiin nostaa noin 35-36 cm:iin. Edellä mainitut alamittasuositukset ovat keskimääräisiä koko Tornion- Muonionjokea koskevia arvoja. Vastaavat suositukset vaihtelevat harjuskantakohtaisesti.

Kalastusta ei ole tarpeellista vähentää muualla kuin mahdollisesti Kõnkämäenossa, missä nykyinen kalastuskuolevuus ja rekrytointi-ikä voivat vaarantaa harjuksen lisääntymisen. Kõnkämäenon kalastusta ei kuitenkaan tarvitse vähentää, mikäli 30-33 cm:n alamittasäädöksellä rekrytointi-ikä saadaan nousemaan nykyisestä. Keskijuoksun kalastusta voitaisiin voimistaa nykyisestä.

Rektytointi-iän nostamiseksi verkkokalastuksessa suositellaan käytettäväksi vähintään 35 mm:n solmuvälisiä verkkoja ja koukupyödyksillä kalastettaessa perhon sijasta suositellaan käytettäväksi lippoja, uistimia ja pieniä vaappuja. Alamittaisten saaliskalojen vapauttamiseen tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota.

Nykyisellä alamittasäädöksellä harjuksen kutuaikainen pyyntikielto on tarpeen, mutta mikäli harjuksen alamitta nostetaan vähintään 30 cm:iin, kutupyyntikielto lienee tarpeeton.

Harjuksen kalastuksessa haluttujen päämäärien saavuttaminen ei suurimmassa osassa tutkimusaluetta aiheuta merkittävää haittaa muiden lajien kalastukselle.

Koska harjus on vähän vaeltava laji, siihen kohdistuva kalastus voidaan hyvällä menestyksellä järjestellä paikallisia tarpeita vastaavaksi. Erikoisjärjestelyt kalastuksessa tulevat kyseeseen varsinkin kalastusmatkailun kehittämisessä, kun halutaan tarjota mahdollisuus kalastaa suurikokoisia harjuksia. Tällöin suurikokoisten harjusten esiintyminen olisi turvattavissa suppeallakin jokialueella suurella alamitalla, saaliiksi otettavien kalojen määrän rajoituksilla, rajoitetulla lupamyynnillä ja saaliin raportointivelvollisuudella.

9. Sammandrag

Undersökningsområdet består av tre älvar, Könkämäeno, Muonio älv och Torne älv på gränsen mellan Finland och Sverige. Gränsälven är c. 500 km lång. I detta arbete undersöktes harrbeståndens tillstånd och fiskets inverkan.

Fisket och harrfångsterna utreddes under åren 1982-1988 med hjälp av enkäter. Harrrens tillväxt, mortalitet, könsmognad och olika fiskeredskaps selektivitet undersöktes genom prov som insamlats i samband med fisket. Materialet användes för att få fram utgångsdata för Y/R-analyser och populationsanalyser. Genom analys av materialet kunde man också särskilja de olika harrbestånden i undersökningsområdet.

Den årliga harrfångsten i undersökningsområdet uppskattades till 30 t, vilket motsvarar en fångst på 2 kg per ha. Tre fjärdedelar av fångsten togs med krokredskap. Undersökningsområdet indelades i tre delar, vattendragets övre lopp, mellersta del och nedre lopp, på basen av de tre olika harrbestånd som förekommer i undersökningsområdet. Olika bestånd utsattes för olika slag av fiske. Tillväxten var långsammast i undersökningsområdets mellersta del och snabbast i dess övre lopp. Mortaliteten (Z) var under åren 1985-1988 0,6-1,2, rekryteringsåldern 3-5 år och könsmognad uppnåddes vid 4-5 år beroende på beståndet. De fångade individens medelålder var lägst vid flugfiske och högst vid nätfångst med en maskstorlek på 37-45 mm. Y/R-analysen visar att fångsten skulle maximeras om rekryterinsåldern höjdes med 1-3 år, beroende på beståndet. Populationsanalysen visar en stabil förökning och man kunde inte heller konstatera några betydande förändringar i beståndsutvecklingen. Beståndstätheten för harrar på minst två år var 34 individ (7,3 kg) per ha. Rekryteringen till fiske varierade märkbart från ett bestånd till ett annat.

För att utnyttjandet av harrbestånden skall rationaliseras och bestånden fortleva i undersökningsområdet också i framtiden krävs förändringar i fiskeregleringen. Minimimåttet borde höjas från nuvarande 25 cm till åtminstone 30 cm. Om man strävar till en maximering av fångsten borde minimimåttet vara c. 33 cm, men för att öka rekreativsvärdet kunde det höjas till 35-36 cm. Rekommendationerna varierar också från ett bestånd till ett annat. Eftersom harren endast i låg utsträckning är en vandringsfisk kan fisket av den ordnas så att det motsvarar de lokala behoven.

10. Kiitokset

Tutkimus on tehty Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tutkimustyönä ja samalla tutkimus on opinnäytetyö. Haluan kiittää Tornionjokitutkimusten vetäjää ja opinnäytetyön ohjaajaa MMK Veijo Pruukia tutkimusaineiston luovuttamisesta käyttööni ja asiantuntevasta ohjauksesta tutkimuksen kaikissa vaiheissa. Vt. professori Hannu Lehtonen on tehnyt hyviä korjausehdotuksia käsikirjoitukseen. MML Mikael Hildén ja MMK Sakari Kuikka ovat antaneet runsaasti neuvoja etenkin kalakanta-analyysien toteuttamiseksi. FK Eija Nylander, MMK Anssi Ahvonen ja MMK Pertti Anttinen ovat myös monilla tavoin edesauttaneet tutkimuksen valmistumista. Lisäksi lähinnä kalakanta-aineiston keruuseen ja iänmäärittelyyn ovat osallistuneet monet ihmiset. Suuret kiitokset kaikille työhön tavalla tai toisella osallistuneille.

Lähdeluettelo

- Andersen, C. 1968. Vandring hos harr, *Thymallus thymallus* (L.) i Trysilvassdraget belyst ved merkingsforsok. Trondheim. 106 s.
- Anttinen, P. 1986. Kalastus ja kalakannat Ounasjoessa vuosina 1981-84. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, limnologian laitos. Helsinki. 66 s.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. 1978. Age and growth. In: T. Bagenal (ed.) Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No 3. 3rd edition. Oxford, Blackwell Scientific Publications Ltd. p. 101-136. ISBN 0-632-00125-9
- Bergelin, U. 1984. Enkät angående fisket och dess ekonomiska betydelse i Torne älvs vattensystem, år 1983. Fiskeriintendenten, övre norra distriktet. Meddelande nr 2/1984. 10 s.
- Beverton, R.J.H. & Holt, S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. H. M. Stationary Off. London. Fish. Invest. Ser. 2, 19. 533 p.
- Chapman, D.G. & Robson, D.S. 1960. The analysis of catch curve. Biometrics 16, p. 354-368.
- Cushing, D.H. 1968. Fisheries biology. A study in population dynamics. Madison. University of Wisconsin Press. 200 p. ISBN 0-299-08110-9
- Cushing, D.H. 1975. Marine ecology and fisheries. Cambridge. Cambridge University Press. 278 p. ISBN 0-521-09911-0
- Dyk, V. 1984. The characteristics of grayling biotopes. Acta Vet. Brno 53, p. 71-80.
- Eloranta, A. 1983. Harjus (*Thymallus thymallus* (L.)) Rautalammin reitin alaosassa. Jyväskylä. Jyväskylän yliopiston Biologian laitoksen tiedonantoja 34. s. 87-129. ISSN 0357-5535
- Ernst, M.E. & Nielsen, J. 1982. Alder og vækst hos stallingen (*Thymallus thymallus* (L.)) i Danmark. Silkeborg. Meddelelser fra Ferskvandsfiskerilaboratoriet 1/82. 24 s.
- Fabrizius, E. & Gustafson, K-J. 1955. Observations on the spawning behavior of the grayling. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 36. p. 75-103. ISSN 0082-0032

- Falk, M.R. & Gillman, D.V. 1975. Mortality data for angled Arctic grayling and northern pike from the Great Slave Lake area, Northwest Territories. Can. Fish. Mar. Serv. Data Rep. Ser. CEN/T-74-7. 21 p.
- Falk, M.R. & Gillman, D.V. 1980. Status of the Arctic grayling and northern pike sport fisheries in the Brabant Island - Beaver Lake area of the Mackenzie River, Northwest Territories. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1553. iii + 48 p. ISSN 0706-6473
- Falk, M.R., Low, G., Gillman, D.V. & Carder, G. 1980. Data from the Arctic grayling sport fishery on the Kakisa River, Northwest Territories, 1979. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 199. iv + 13 p. ISSN 0706-6465 (Ref. Falk ym. 1982)
- Falk, M.R., Roberge, M.M., Gillman, D.V. & Low, G. 1982. The Arctic grayling, *Thymallus arcticus* (Pallas), in Providence Creek, Northwest Territories, 1976-79. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1665. vi + 27 p. ISSN 0706-6473
- FÅK 1986. Fiskevård i älvmagasin. Slutrapport från FÅK, del I. Sundsvall. 115 s. ISBN 91-7810-546-3
- Gulland, J.A. 1965. Estimation of mortality rates. Annex to rep. Arctic Fish. Working Group. ICES C.M. 1965 (3). 9 p.
- Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment - a manual of basic methods. FAO /Wiley series on food and agriculture. Chichester, John Wiley & Sons. Vol. 1, 223 p. ISBN 0-471-90027-3
- Gustafson, K-J. 1949. Movements and growth of grayling. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 29. p. 35-44. ISSN 0082-0032
- Henricson, J. 1984. Harrbeståndets storlek i ett kraftverksmagasin i Indalsälven uppskattad med fångst-återfångstmetoder. Inf. från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr 6/1984. 36 s. ISSN 0346-7007
- Heusala, J. 1954. Harjuksen väheneminen meressä. Suomen kalastuslehti 61, s. 110-111.
- Holling, C.S. (ed.) 1980. Adaptive environmental assessment and management. Chichester, John Wiley & Sons. 377 p. ISBN 0-471-99632-7
- Huet, M. 1959. Profiles and biology of western European streams as related to fish management. Trans. Am. Fish. Soc. 88, p. 155-163.

- Hurme, S. 1966. Harjus Suomen merenrannikoilla. Suomen kalastuslehti 73, s. 185-188.
- Hurme, S. 1967 a. Harjusmerkinnät Merikarvian Ouransaari-
saaristossa. Helsinki. Kalataloud. tutkimustoim. tiedonantoja 4.
s. 23.
- Hurme, S. 1967 b. Harjuksen siirtoistutus. Helsinki. Kalataloud.
tutkimustoim. tiedonantoja 4. s. 17-22.
- Hyvärinen, P. 1989. Yksikkösaaliin vaihtelu ja siihen vaikut-
tavat tekijät Oulujärvellä. Pro gradu -tutkielma.
Helsingin yliopisto, limnologian laitos. Helsinki.
71 s.
- Ikonen, E., Jutila, E., Koljonen, M-L., Pruuki, V. & Romakkanie-
mi, A. 1986. Tornionjoen vesistön meritaimenkantojen
tila, geneettiset erot ja viljelytarpeet. Helsinki,
RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 57.
103 s. ISSN 0358-4623
- Jankovič, D. 1964. Synopsis of biological data on European
grayling *Thymallus thymallus* (Linnaeus) 1758. Rome.
FAO Fisheries Synopsis 24. p. 1-45.
- Jensen, A.L. 1986. Functional regression and correlation
analysis. Can. J. Fish. Aqu. Sc. 43 (9), p. 1742-1745.
- Kettunen, J. & Hildén, M. 1986. Populaatioanalyysi ja sen herk-
kyys parametrien muutoksille. Helsinki, RKTL kalantut-
kimusosasto. Monistettuja julkaisuja 56. 50 s.
ISSN 0358-4623
- Korhonen, P. 1978. Tilastollinen ryhmittelyanalyysi ja sen
suorittaminen HYLP-ohjelmistolla. Helsingin yliopiston
laskentakeskus. Opetusmonisteita N:o 4. 45 s.
ISBN 951-45-1778-4
- Koskeniemi, J. & Kilpinen, K. 1987. Harjuskantojen perinnöllis-
ten erojen selvitys. Suomen kalastuslehti 1987 (8),
s. 424-427.
- Kännö, S. & Anttinen, P. 1989. Kemijoen vesistön suurimpien
jokien kalataloudellinen tila 1980-luvun alkupuolella.
Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 35.
s. 87-199. ISSN 0783-327X
- Kännö, S., Pruuki, V., Anttinen, P., Ahvonen, A. & Harju, I.
1986. Ounasjoen kalataloudellinen käyttö- ja hoito-
suunnitelma. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallitus. Tiedotus 274.
237 s. ISSN 0355-0745

- Kännö, S. & Salonen, E. 1989. Kalastus, kalakannat ja istutusten vaikutukset Kemijoen rakentamattomassa latvaosassa Savukoskella vuosina 1979-1985. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 35. s. 3-85. ISSN 0783-327X
- Laevastu, T. & Larkins, H.A. 1981. Marine fisheries ecosystem: It's quantitative evaluation and management. Farnham, Fishing news books Ltd. 162 p. ISBN 0-85238-116-6
- Lausunto Pohjoisten kuntien kalastuslakitoimikunnan mietinnöstä II. Helsinki 2.11.1984. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. DNo. 304/42/84. 4 s.
- Leinonen, K. 1989. Vastaamattomuuden vaikutus kalastuskyselyjen luotettavuuteen. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 95. 78 s. ISSN 0358-4623
- Lelek, A. (ed.) 1987. The freshwater fishes of Europe. Threatened fishes of Europe. Wiesbaden, Aula-Verlag. Vol. 9, p. 96-96. ISBN 3-89104-048-2
- Lumme, T. 1976. Pohjanlahden harjuksen historiasta, kalataloudellisesta merkityksestä ja biologiasta. LuK -tutkielma. Oulun yliopisto, eläintieteen laitos. Oulu. 32 s.
- Lusk, S. 1975. Distribution and growth rate of grayling (*Thymallus thymallus*) in the drainage area of the Sviratka River. Zool. Listy 24 (4), p. 385-399.
- Metsähallitus 1988. Tervetuloa kalaan. Helsinki. Maanmittaushallituksen karttapaino. 73 s. + 4 karttaa.
- Mutenia, A. 1983, 1984, 1985, 1986, 1987 ja 1989. Virkistyskalastusselvitys metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikunnassa vuonna 1982, 1983, 1984, 1985, 1986 ja 1988. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. (Vuosittain tehtäviä julkaisemattomia monisteita)
- Myllylä, M. 1984. Vähimmäismitan vaikutus harjuskantoihin. Kalamies 1984 (8), s. 5.
- Myllylä, M. 1985. Harjus Koutajoen vesistöalueella Kuusamon ylängöllä. Suomen kalastuslehti 1985 (6), s. 227-231.
- Müller, K. 1961. Die Biologie der Äsche (*Thymallus thymallus* L.) im Lule Älv (Schwedisch Lappland). Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, Band X N. F., Heft 1-3, S. 173-201.

- 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
- Nagy, S. 1984. Alter, Wachstum und Nahrung der Äsche *Thymallus thymallus* (L.) im Fluss Belá. Práce Laborat. rybárstva 4. S. 301-326.
- Nylander, E. & Pruuki, V. 1989 a. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuosilta 1983-1985. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 89. s. 1-48.
ISSN 0358-4623
- Nylander, E. & Pruuki, V. 1989 b. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuodelta 1986. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 89. s. 49-79.
ISSN 0358-4623
- Persat, H. & Pattee, E. 1981. The growth rate of young grayling in some French rivers. Verh. Int. Ver. Limnol. 21, Part 2, p. 1270-1275.
- Peterson, H.H. 1968. The grayling *Thymallus thymallus* (L.) of Sundsvall Bay area. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 48. p. 36-56. ISSN 0082-0032
- Petersson, Å. 1975. Torneälven. Rapport över fiske, fiskeundersökningar mm. Fiskeriintendenten, övre norra distriktet. 23 bilagor. (duplic.)
- Pope, J.G. & Garrod, D.J. 1973. A contribution to the discussion of the effect of error on the action of catch quotas and effort quotas. Ann. Meet. Inst. Comm. Northwest Atl. C. Fish. 1973, Res. Doc. 119, Serial #3074. (Ref. Vetter 1988)
- Pope, J.G. & Shepherd, J.G. 1985. A comparison of the performance of the various methods for tuning VPAs using effort data. J. Cons. int. Explor. Mer. 42, no 2, p. 129-151.
- Popova, O.A. 1978. The role of predaceous fish in ecosystems. In: S.D. Gerking (ed.) Ecology of freshwater fish production. Oxford, Blackwell Scientific Publications. p. 215-249. ISBN 0-632-00256-5
- Pruuki, V., Anttinen, P. & Ahvonen, A. 1985. Tornion- Muonionjoen vesistön kalataloustutkimus. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 32. 238 s. ISSN 0358-4623

- Robson, D.S. & Chapman, D.G. 1961. Catch curves and mortality rates. Trans. Am. Fish. Soc. 90, p. 181-189.
- Salojärvi, K. 1982. Spawning ecology, larval food supplies and causes of larval mortality in the whitefish (*Coregonus lavaretus* L.). Pol. Arch. Hydrobiol. 29, p. 159-178.
- SAS Institute Inc. SAS/STATtm guide for personal computers, Version 6 edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1987. 1028 p. ISBN 1-55544-064-9
- Schuman, G.O. 1958. Beiträge zur Ökologie der Gattung *Thymallus*. Kiel. Dissertation. 90 S.
- Seber, G.A.F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. 2nd edition. London, Griffin. 654 p. ISBN 0-85264-262-8
- Seppovaara, O. 1982. Harjuksen (*Thymallus thymallus* L.) levinneisyys, biologia, kalastus ja hoitotoimet Suomessa. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 5. 88 s. ISSN 0358-4623
- Shepherd, J.G. 1983. Two measures of overall fishing mortality. J. Cons. int. Explor. Mer. 41, p. 76-80.
- Sjöberg, G. & Henricson, J. 1985. Harrens födval i reglerade älvar. Inf. från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr 9/1985. 44 s. ISSN 0346-7007
- Svärdson, G., Nilsson, N-A., Dahlström, H. & Tuunainen, P. 1968. Kalat, kalavesien hoito ja kalanviljely. Helsinki. Kirjayhtymä. 302 s.
- Suomen asetuskokoelman sopimussarja 1987:43. Ulkovaltain kanssa tehdyt sopimukset. Asetus Ruotsin kanssa tehdyn rajajokisopimuksen liitteen B muuttamista koskevan sopimuksen voimaansaattamisesta. Helsinki. Valtion painatuskeskus.
- Suomen maantieteellinen seura, Helsingin yliopiston maantieteen laitos 1960. Suomen kartasto. 5. laitos. Helsinki, kustannusyhtiö Otava. Vihkot 121, 124, 131, 132 ja 141. ISBN 951-46-2570-6
- Tilastokeskus 1988. Suomen tilastollinen vuosikirja 1988. Helsinki. Valtion painatuskeskus. 565 s. ISBN 951-47-2235-3
- Toivonen, J. 1962. Kalastus. Tornionjoki C 1:3. Imatran voima osakeyhtiö. 22 s.

- Tuunainen, P. 1978. Harjuksen, *Thymallus thymallus* (L.), kasvu, ravinto ja kannan ikärakenne Näämälänjoen vesistön latvaosissa. Suomen kalatalous 48. s. 5-20.
ISSN 0085-6940
- Tuunainen, P., Nylander, E., Alapassi, A., & Aikio, V. 1984. Kalastus ja kalakannat Tornionjoen vesistössä. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 25. 86 s. ISSN 0358-4623
- Tuunainen, P., Nylander, E., Kittti, J. & Valkeapää, L. 1976. Kalastus Inarissa, Utsjoella ja Enontekiöllä. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 27. s. 1-101. ISSN 0358-4623
- Ulltang, Ø. 1977. Sources of errors in and limitations of virtual population analysis (cohort analysis). J. Cons. int. Explor. Mer. 37, no 3, p. 249-260.
- Vesihallitus 1980. Lapin vesien käytön kokonaissuunnitelma. Helsinki. Tiedotus 186 (I-II). 150 + 285 s.
ISSN 0355-0745
- Vesihallitus 1984. Lapin vesien käytön kokonaissuunnitelma. Helsinki. Vesihallituksen julkaisuja 46. 88 s.
ISSN 0355-9297
- Vesi- ja ympäristöhallitus, Vesien- ja ympäristöntutkimuslaitos, Hydrologinen toimisto. Hydrologinen kuukausitiedote vuosilta 1981-1988.
- Vetter, E.F. 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. Fish. Bull. 86, No 1, p. 25-43.
- Witkowski, A. & Kokurewicz, B. 1978. The embryonal and postembryonal development of European grayling *Thymallus thymallus* (L.) from Dunajec river basin, Poland. Zool. Pol. 27, p. 5-27.
- Woolland, J.V. & Jones, J.W. 1975. Studies on grayling, *Thymallus thymallus* L., in Llyn Tegid and the upper River Dee, North Wales. I. Age and growth. J. Fish. Biol. 7, p. 749-773.



- No. 1. SARVALA, J.: Kalantutkimus puntarissa: Suomalainen kalantutkimus 1980-luvulla. (Fisheries research in Finland during the 1980s – an analysis based on published papers). s. 1–19.
VEHANEN, T. ja NIEMITALO, V.: Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen siianpoikasten viljelyyn käytettyjen luonnonravintolamnikoiden tuotosta ja tuottoon vaikuttavista tekijöistä. (Production of natural food rearing ponds and the factors affecting it in whitefish culture at the Fish Culture Station for Northern Finland). s. 21–99. Helsinki 1990.
- No. 2. HEIKINHEIMO-SCHMID, O., RAHKONEN, R., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P.: Country report of Finland for the interseasonal period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1988–1989. (Suomen kansallinen raportti Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) istuntojen väliseltä ajalta 1988–1989). 33 s. Helsinki 1990.
- No. 3. Status of crayfish stocks, fisheries, diseases and culture in Europe. Report of the FAO European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) Working Party on Crayfish. (Rapunkannat, ravustus, taudit ja viljely Euroopassa. Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) raputyöryhmän raportti). Edited by (toim.) Westman, K., Purainen, M. and Westman, P. 206 p. Helsinki 1990.
- No. 4. KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M.-L.: Kalakantarekisteri: siika, muikku ja harjus. (Summary: The Finnish fish stock register: whitefish, vendace and grayling). 54 s. Helsinki 1990.
- No. 5. ERKAMO, B.: Ravun (*Astacus astacus* L.) biologiasta, kannanarvioinnista ja istutuksen kannattavuudesta pienessä hapantvetisessä metsäjärvessä. (Summary: Crayfish, *Astacus astacus* L., in a small, acidic forest lake: Biology, stock assessment and profitability of stocking). 97 s. Helsinki 1990.
- No. 6. LEHTONEN, H.: Vuorikemian tehtaiden jätevesien kalataloudellisista vaikutuksista Porin edustan merialueella. (Summary: Effect of effluent from the Vuorikemia titanium dioxide factory on fish stocks and fisheries off Pori, the Bothnian Sea). s. 1–10.
PARMANNE, R. ja SALMI, J.: Silakoiden vaellukset Selkämerellä keuhkilla 1982 suoritettujen merkintöjen perusteella. (Migration of Baltic herring in the Bothnian Sea revealed by tagging experiments in spring 1982). s. 11–24.
PARMANNE, R. ja SALMI, J.: Silakan troolipyyntin kehittyminen Porin edustan merialueella syksyllä 1976–85 ja silakoiden kasvu, kuntokerroin ja poikasten määrä Selkämerellä. (Development of the Baltic herring trawl fishery off Pori in the autumn of 1976–1985 and the growth, condition factor and larval abundance of Baltic herring in the Bothnian Sea). s. 25–35.
LEHTONEN, H. ja JÄRVINEN, A.: Kalastajien havaintoja pyydyksissä tapahtuneista kalakuolemista Selkämerellä 1980-luvulla. (Observations of fishermen on fish deaths in fishing gear in the Bothnian Sea in the 1980s). s. 37–47.
JÄRVINEN, A. ja LEHTONEN, H.: Siian mädin sumputuskokeet Porin edustalla 1985. (Cage incubation experiments with whitefish eggs off Pori in 1985). s. 49–58.
JÄRVINEN, A., LEHTONEN, H. ja BYLUND, G.: Kalojen sumputuskokeet Porin edustalla 1985. (Fish cage experiments off Pori in 1985). s. 59–73.
OULASVIRTA, P. ja RISSANEN, J.: Vuorikemian tehtaiden jätevesien vaikutuksista silakan alkionkehitykseen ja poikasten elinkykyyn. (Effect of effluent from the Vuorikemia titanium dioxide factory on the embryonal development and larval fitness of Baltic herring). s. 75–108. Helsinki 1990.
- No. 7. MIKKOLA, J., SAURA, A., IKONEN, E. ja POIKOLA, K.: Kymijoen kalaportaiden rakentamiseen liittyvät kalataloudelliset selvitykset 1987–1988. (Fisheries investigation related to construction of fish ladders in the Kymijoki River in 1987–1988). Helsinki 1990. 37 s.
- No. 8. TUUNAINEN, P., VUORINEN, P.J., RASK, M., JÄRVENPÄÄ, T., VUORINEN, M. ja NIEMELÄ, E.: Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja rapuihin. Raportti vuodelta 1989. (Summary: Effects of acidic deposition on fish and crayfish. Report 1989). Helsinki 1990. 97 s.
- No. 9. HYVÄRINEN, P.: Yksikkösaaliiden vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Oulujärvellä. (The variation of catch per unit effort in Lake Oulujärvi and the factors influencing it). Helsinki 1990. 72 s.
- No. 10. ROMAKKANIEMI, A.: Tornion-Muonionjoen harjus ja harjuksen kalastus. (Grayling stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki). Helsinki 1990. 111 s.

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA -
FISKUNDERSÖKNINGAR**



SISÄLTÖ – INNEHÅLL – CONTENTS

ROMAKKANIEMI, A.: Tornion–Muonionjoen harjus ja harjuksen kalastus. (Sammandrag: Harr och harrfiske i Torne- och Muonioälv). (Grayling stocks and fisheries in the River Tornion–Muonionjoki). 111 s.

ISSN 0787-8478
Helsinki 1990
Yliopistopaino