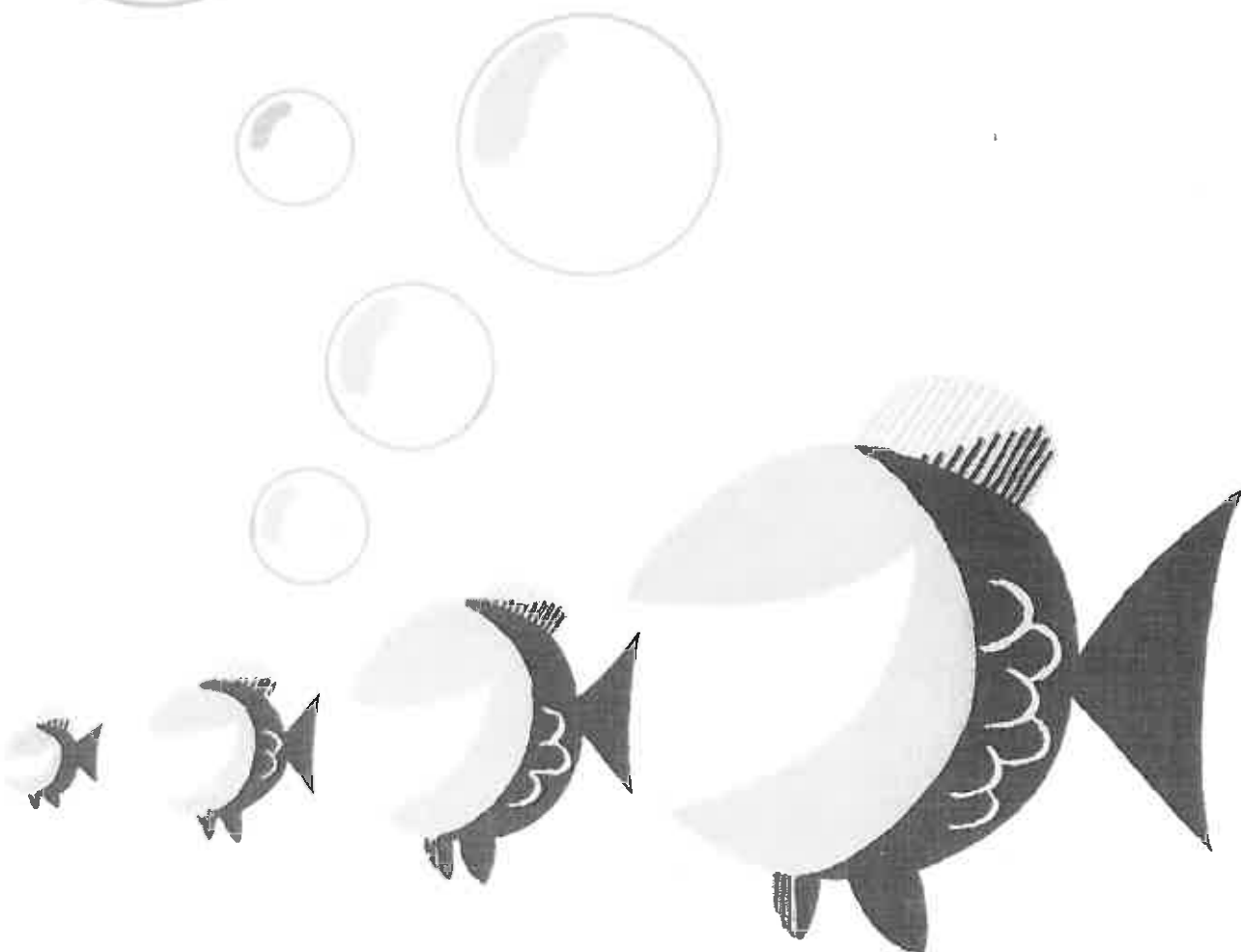


RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA-
FISKUNDERSÖKNINGAR**



28
1991



RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA -
FISKUNDERSÖKNINGAR**



Vastaava toimittaja: Riitta Rahkonen

Toimittajat: Aimo Järvinen, Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Atso Romakkaniemi, Petri Suuronen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti, 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: Riitta Rahkonen

Redaktörer: Aimo Järvinen, Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Atso Romakkaniemi, Petri Suuronen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti, Lauri Urho och 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. Publikationsspråket är i huvudsak finska och svenska. Skrivinstruktioner kan erhållas från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets informationstjänst (PB 202, 00151 Helsingfors).

Publikationens distribuering fastställs 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 28

1991

Tornion-Muonionjoen siika ja siian kalastus

Vesa Karttunen

RKTL, kalantutkimusosasto

Helsinki 1991

ISSN 0787-8478

Helsinki 1991

Yliopistopaino

Sisällysluettelo

	Sivu
1. Johdanto	1
2. Siian taksonomia ja ekologia	1
3. Tutkimusalue	
3.1. Tutkimusalueen kuvaus	4
3.2. Siian kalastuksen säätely	6
3.3. Siikaistutukset	7
4. Aineisto ja menetelmät	
4.1. Siian kalastus ja siikasaaliit	10
4.2. Saalisnäytteet	
4.2.1. Aineiston kerääminen ja käsittely	11
4.2.2. Pyydysten selektiivisyys	13
4.3. Siikamuotojen ja siikakantojen erottelu	13
4.4. Kalakantaparametrit	15
4.5. Siikakantojen tilan arviointi	
4.5.1. Yksikkösaaliit	17
4.5.2. Populaatioanalyysi	17
4.5.3. Y/R -analyysi	18
4.5.4. Mielipidetiedustelut	18
4.6. Siikasaaliisiin vaikuttavat tekijät	19
4.7. Vaellussiian ekologia	
4.7.1. Emokannan ja rekryyttien suhde	19
4.7.2. Vaellusrytmiikka	20
5. Tulokset ja tulosten tarkastelu	
5.1. Siian kalastus ja siikasaaliit	21
5.2. Saalisnäytteet	
5.2.1. Iänmäärityksen tarkistaminen	25
5.2.2. Pyydysten selektiivisyys	26
5.3. Siikamuotojen ja siikakantojen erottelu	28
5.5. Kalakantaparametrit	34
5.6. Siikakantojen tilan arviointi	
5.6.1. Yksikkösaaliit	43
5.6.2. Populaatioanalyysi	47
5.6.3. Y/R -analyysi	50
5.6.4. Mielipidetiedustelut	52
5.7. Siikasaaliisiin vaikuttavat tekijät	
5.7.1. Istutukset, puutavaran uitto, kalastussääntö ...	53
5.7.2. Vedenkorkeus ja merisaaliit	56
5.8. Vaellussiian ekologia	
5.8.1. Emokannan ja rekryyttien suhde	58
5.8.2. Vaellusrytmiikka	59
6. Johtopäätökset	62
7. Suositukset	63
8. Tiivistelmä	64
9. Sammandrag	66
10. Kiitokset	67
11. Kirjallisuus	67

1. Johdanto

Suomenlahteen ja Pohjanlahteen laskevien jokien patoaminen voimatalouskäyttöön 1930-1960 -luvulla on romahduttanut luonnonvaraisten vaelluskalakantojen poikastuotannon. Patoamista edeltävistä 35:sta Itämereen laskevasta vaellussiikajoesta vain 13:ssa on enää alkuperäinen vaellussiikakanta (Ikonen 1984, Kallio-Nyberg 1990). Vesistön rakentamisen lisäksi siikakantoja uhkaavat maankäyttöön liittyvät ympäristömuutokset, vesistön likaantumisen, liikakalastus ja vesistöjen säännöstely.

Perus- ja seurantatutkimusten avulla voidaan arvioida kalakantojen tilaa, tilan muutoksia ja hoitotoimenpiteiden tarvetta. Tutkimuksilla on siksi suuri merkitys jäljellä olevien erilaistuneiden siikakantojen säilyttämisessä. Tämän tutkimuksen kohteina olivat voimatalouskäytöltä säästyneiden Tornionjoen, Muonionjoen ja Könkämäenon siiat, siian kalastus ja siian istutukset. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko tutkimusalueella havaita toisistaan erottuvia siikakantoja, miten kalastus kohdistuu eri kantoihin ja miten alueen siiankalastus ja siikakantojen hoito olisi tarkoituksenmukaista järjestää. Lisäksi tutkittiin tutkimusalueen taloudellisesti tärkeimmän siikakannan - Tornionjoen vaellussiian - ekologiaa ja eri tekijöiden vaikutusta vaellussiikasaaliisiin.

Tutkimuksessa kootaan yhteen Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Tornionjokitutkimuksissa kertynyt siika-aineisto. Tämän aineiston ovat vuosina 1976-1990 keränneet Pekka Tuunainen, Veijo Pruuki, Eija Nylander, Anssi Ahvonen, Atso Romakkaniemi, Anna-Liisa Tuunainen ja Vesa Karttunen. Osaa käytetystä aineistosta on käsitelty aikaisemmin Tuunaisen ym. (1984), Pruukin ym. (1985) ja Romakkaniemen (1990) tutkimuksissa.

2. Siian taksonomia ja ekologia

Siikojen suku *Coregonus* kuuluu luukalojen (*Osteichthyes*) luokkaan, lohikalalojen (*Salmoniformes*) lahkoon ja lohien (*Salmonidae*) heimoon (mm. Varjo 1981). Siikojen lajinimityksissä ei ole olemassa yhtä yleismaailmallisesti hyväksyttyä käytäntöä, vaan käy-

tetyt tieteelliset nimet ovat olleet uusien teorioiden myötä jatkuvassa muutosprosessissa.

Tässä tutkimuksessa elinkierron tai morfologisten piirteiden erilaisuuden perusteella toisistaan eroavia siikoja nimitetään muodoiksi ja maantieteelliseen paikkaan sidottuja siikaryhmiä kannoiksi. Eri siikamuodot eivät täytä erillisille biologisille lajeille asetettuja ehtoja, sillä ne pystyvät lisääntymään keskenään ja tuottamaan lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä. Eri siikamuotojen nimistönä käytettiin Svärdsonin (1979) esittämää nimistöä.

Tutkimusalueella esiintyvät siiat voidaan elinkiertonsa perusteella jakaa kolmeksi erilaiseksi muodoksi: koko ikänsä meressä viettävä siika, joessa kuteva ja mereen syönnösvaelluksen tekevä siika ja koko ikänsä sisävesissä elävä siika (Toivonen 1962). Vaellussiian ollessa syönnösvaelluksella elävät vaellussiika ja karisiika rinnakkain samoilla alueilla meressä (Lehtonen 1981). Sisävesissäkin samalla vesialueella voidaan paikoitellen havaita useampia erillisiä siikamuotoja, jotka eroavat toisistaan rakennepiirteiden, kutuajan tai kutupaikan mukaan (Svärdson 1957, Curry-Lindahl 1985, Koli 1990). Svärdsonin (1957) teorian mukaan siikamuotojen väliset erot ovat kehittyneet maantieteellisen eristymisen aikana ja jääkauden loppuvaiheessa eri siikamuodot ovat levittäytyneet nykyisille, osittain tai kokonaan päällekkäin meneville esiintymisalueilleen. Kosswig (1963) ei hyväksynyt Svärdsonin teoriaa, vaan oletti eri siikamuotojen olevan jääkauden jälkeen erilaisiin elinympäristöihin syntyneitä sopeumia. Himbergin (1970) teorian mukaan Eurooppaan vaelsi jääkauden jälkeen yksi harva- ja yksi tiheäsiivilähampainen siikamuoto ja nykyiset muodot ovat niiden risteymiä.

Karisiika (*C. acronius widegreni*) on paikallinen merikutuinen siikamuoto, jonka vaellukset ovat lyhyitä rannan ja ulapan välisiä syvyyssuuntaisia siirtymiä (Wikgren 1962, Valtonen 1970, 1972). Karisiian syönnösalueet ja kutualueet ovat lähellä toisiaan, joten merkintätietojen perusteella ei voida sanoa pitävätkö karisiat vaellussiian tapaan lisääntymisessään välivuotia (Lehtonen 1981).

Perämeren karisiikakoiraat tulevat sukukypsiksi tavallisesti 4-vuotiaina ja naaraat 5-vuotiaina (Valtonen 1972). Karisiian kutu tapahtuu loka-marraskuussa matalassa vedessä kivi- tai sorapohjalla.

Tornionjoen vaellussiian (*C. lavaretus* (L.)) elinkierto alkaa keväällä siianpoikasten kuoriutuessa joessa. Kohta kuoriutumisen jälkeen veden virtaus kuljettaa vastakuoriutuneet poikaset mereen (Lindroth 1957, Rasmussen 1979). Perämeren saalisnäytteissä on ollut vaellussiian kaikkien ikäryhmien edustajia, joten voidaan olettaa, että kaikki poikaset eivät lähde syönnösvaellukselle (Lehtonen 1981, Lehtonen ja Böhling 1988). Oletettavasti kuitenkin valtaosa poikasista vaeltaa syönnösalueelle (Lehtonen ja Himberg 1991). Aikuisille kaloille tehdyt merkintäkokeet osoittavat, että Perämereen laskevien jokien vaellussiikojen syönnösvaellus ulottuu Ahvenanmerelle asti (Wikgren 1962, Lind ja Kaukoranta 1974). Peterssonin (1966) merkintätietojen mukaan Tornionjoen vaellussiian syönnösvaellus ulottuu Suomen puolella Ahvenanmerelle ja Ruotsin puolella Merenkurkkuun asti.

Saavutettuaan sukukypsyyden vaellussiiat lähtevät kutuvaellukselle. Ensimmäiset koirassiit tulevat sukukypsiksi 3-4 -vuotiaina ja ensimmäiset naarassiit 4-5 -vuotiaina (Lehtonen ja Himberg 1991). Sukukypsien yksilöiden kanssa kutuvaellukselle saattaa lähteä myös ei-sukukypsiä yksilöitä, jotka eivät kuitenkaan nouse jokiin asti (mm. Huusko ja Grotnes 1988). Saalistilastojen perusteella kutuvaellus tapahtuu pääasiassa heinä-syyskuussa, vaikka osa vaellussiioista voikin aloittaa vaelluksensa jo toukokuussa (Lindroth 1957). Kutuvaelluksella olevat vaellussiiat nousevat merkintätulosten perusteella lähes poikkeuksetta omiin kotijokiinsa kutemaan (Lindroth 1957, Petersson 1966, Lind ja Kaukoranta 1974).

Vaellussiiat nousevat Tornionjokeen kesä-syyskuussa ja voimakaimmillaan nousu on heinä-elokuun vaihteessa (Lovikka 1977). Vaellussiian katsotaan yleensä nousevan Tornionjoessa Juokseenkiin asti, mutta on mahdollista, että vaellussiika nousee aina Muonioon saakka (Toivonen 1962). Vaellussiian kutu alkaa, kun

vesi on jäähtynyt 2-5 -asteiseksi, eli tavallisesti lokakuun alkupuolella (Lehtonen 1990). Kutu tapahtuu hitaasti virtaavassa vedessä sora-, hiekka- tai kivipohjalla (Wikgren 1961, Koli 1983). Kudun jälkeen osa vaellussiioista palaa välittömästi mereen lähteäkseen taas syönnösvaellukselle ja osa jää jokeen talvehtimaan (Lehtonen ja Himberg 1991).

Pohjanlahden eteläisten vaellussiikapopulaatioiden yksilöiden on havaittu kutevan joka vuosi, kun taas pohjoisten populaatioiden yksilöille on yleisempää, että lisääntyminen tapahtuu vain joka toinen vuosi. Tämän ovat havainneet mm. Lind ja Kaukoranta (1974) ja Lehtonen (1981).

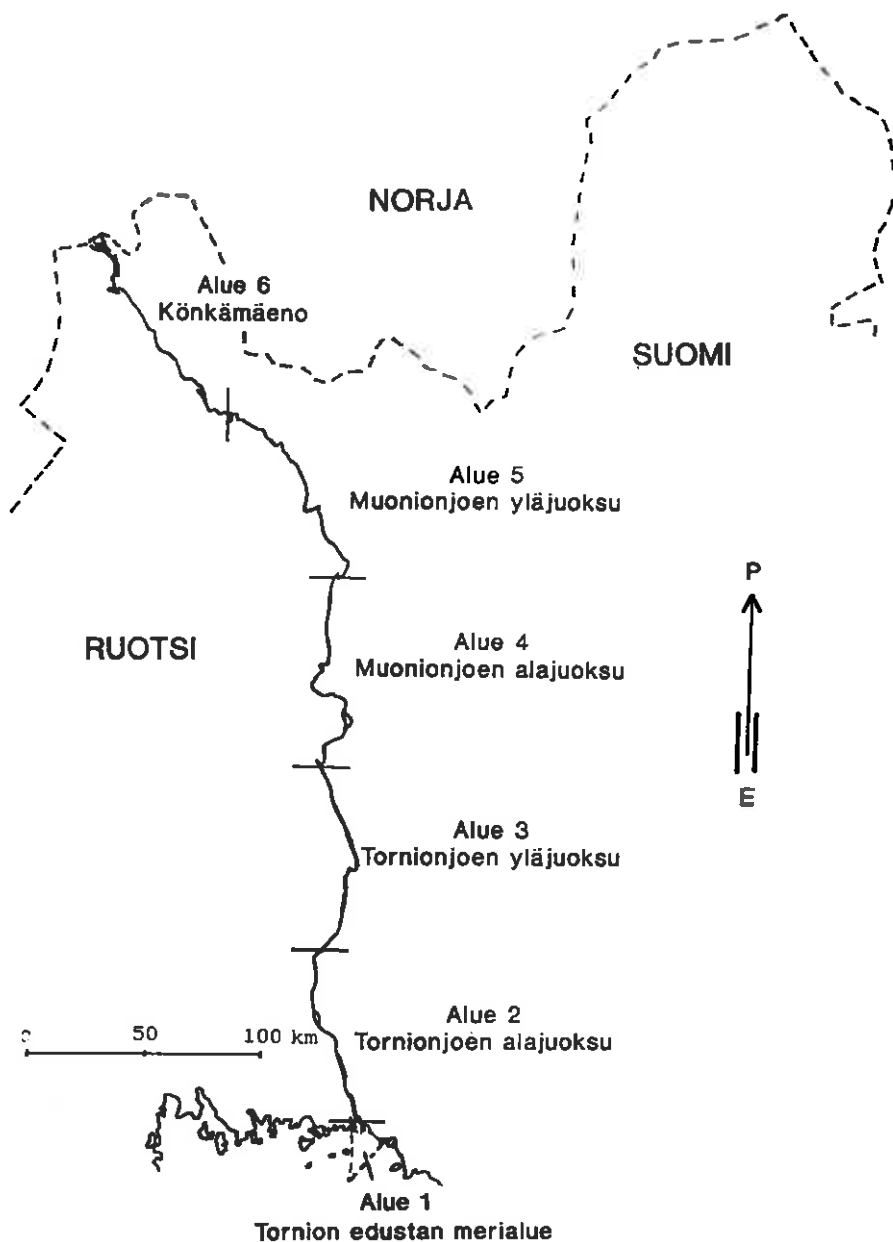
Tuunaisen ym. (1984) mukaan ylempänä Tornion-Muonionjoessa tava-taan useita paikallisia siikakantoja, esimerkiksi Kilpisjärvessä havaitut kaksi kasvunopeuden perusteella eroavaa siikakantaa. Tornion-Muonionjoen paikallisista siikakannoista on vain vähän tutkimustietoa, mutta näiden ekologia lienee melko samanlainen muiden pohjoisten järvien ja jokien siikojen ekologian kanssa.

Tornion-Muonionjoen paikallisten kalakantojen yksilöt tulevat todennäköisesti sukukypsiksi 3-5 -vuotiaina, koiraat ennen naa-raita ja hidaskasvuiset nopeakasvuisia myöhemmin. Kutu tapahtuu vesien nopeammasta jäähtymisestä johtuen aikaisemmin kuin ete-lässä, tärkein kutukuukausi lienee lokakuu (Lehtonen 1990). Ku-tupaikkana ovat joessa hitaasti virtaavat kohdat ja järvissä karien ja saarien väliset alueet tai niemien kärjet, joissa ve-si tavallisesti virtaa nopeammin kuin järven ulapalla (Wikgren 1961).

3. Tutkimusalue

3.1. Tutkimusalueen kuvaus

Tutkimusalueen muodostivat Tornion edustan merialue, suomenpuo-leinen Tornionjoki, Muonionjoki ja Könkämäeno (kuva 1). Koko tutkimusalueesta käytetään jatkossa nimitystä Tornion-Muonion-joki.



Kuva 1. Tutkimusalueena ollut Tornion-Muonionjoki ja tutkimuksessa käytetty osa-aluejako.

Tutkimusalue jaettiin tutkimusta varten kuuteen eri osaan. Alueen 1 rajoina olivat Tornion kaupungin vesialueen rajat. Alueen 2 pohjoisimmat saalisnäytteet olivat Aavasaksasta ja alueen 3 eteläisimmät näytteet Turtolasta. Kuvassa 1 alueiden 2 ja 3 välinen raja on piirretty Ylitorniossa sijaitsevaan Juoksenkiin, jonne asti Toivonen (1962) arveli vaellussiian nousevan. Alueiden 4 ja 5 väliseksi rajaksi valittiin Muoniossa sijaitseva Karsikkoniemi, joka jakaa Muonionjoen karkeasti kahteen osaan.

Tornionjoki, Muonionjoki ja Könkämäeno muodostavat noin 500 km pitkän Suomen ja Ruotsin välisen rajajoen. Tutkimusalueen pohjoispää, Kilpisjärvi, on 473 metriä meren pinnan yläpuolella (Hjorth 1971). Suomen puolella jokeen rajoittuvia kuntia ovat etelästä pohjoiseen päin Tornio, Ylitornio, Pello, Kolari, Muonio ja Enontekiö, joissa asui vuoden 1987 lopulla 44 995 asukasta (Tilastokeskus 1989).

Tornionjoen vesistöalueen suomenpuoleisen osan pinta-ala on 14 654 km² eli 37% koko vesistöalueen pinta-alasta. Suomen puolen järvisyys on vain 4,0 %, mistä johtuen Tornionjoen virtaamavaihtelut ovat suuria (Vesihallitus 1980b). Keskivirtaamat Tornionjoessa, Muonionjoessa ja Könkämäenossa ovat 381 m³/s, 125 m³/s ja 38 m³/s.

Tutkimusalueen pohjois- ja eteläpään ilmasto-olot poikkeavat toisistaan huomattavasti. Vuoden keskilämpötila on Tornionjoen vesistöalueen eteläosassa 2-3 °C pohjoisosaa korkeampi, etelän vuotuinen sademäärä on 38 % pohjoista sademäärää enemmän ja etelässä järvet ovat jäässä keskimäärin 34 päivää vähemmän kuin pohjoisessa (Suomen maantieteellinen seura ja Helsingin yliopiston maantieteen laitos 1960).

Tutkimusaluetta ovat tarkemmin esitelleet Tuunainen ym. (1984).

3.2. Siian kalastuksen säätely

Tutkimusalueella Enontekiön kuntaa lukuunottamatta on voimassa vuoden 1983 kalastuslaki (nro 286/82). Enontekiössä on voimassa nykyistä edeltävä, vuoden 1951 kalastuslaki (nro 503/51). Vuoden 1983 kalastuslakiin perustuvan kalastusasetuksen ainoa yksinomaan siikaan kohdistuva määräys on merestä pyydettävän siian minimikoko 25 cm. Vuoden 1951 kalastuslaissa ei ole Enontekiötä koskevia yksinomaan siiankalastukseen kohdistuvia määräyksiä.

Suomen ja Ruotsin välille solmittiin vuonna 1927 Tornionjokea koskeva kalastussopimus, jota on uusittu myöhemmin vuosina 1971 ja 1987. Kalastussopimus koskee koko tutkimusaluetta ja sen

liitteenä olleen Tornionjoen kalastusalueen kalastussäännön tärkeimmät siian kalastukseen kohdistuvat määräykset ovat seuraavat (Suomen asetuskokoelman sopimussarja 1987:43):

- Aikarajoitukset:

- Muun kuin lohen ja taimenen kalastus jokialueella Kilpisjärveä lukuunottamatta on kielletty syyskuun 15 päivän alusta marraskuun 15 päivän loppuun. Könkämäenossa Kilpisjärvestä Lätäsenon yhtymäkohtaan kiello on kuitenkin voimassa vain lokakuun 20 päivän loppuun.

- Pyydysrajoitukset:

- Isorysällä kalastaminen jokialueella on kielletty.
- Ajo- tai kulkuverkolla kalastaminen jokialueella muualla kuin lohen kalastukseen vuokratuilla lohen nuotta-apajilla on kielletty.
- Jokialueella muun kuin lohen ja taimenen pyyntiin tarkoitettussa padossa, rysässä, merrassa ja muussa lanassa kuin nahkiaispyydyksessä silmäkoon oltava vähintään 60 mm ja nuotassa ja verkossa enintään 80 mm.
- Merialueella tulee muun kuin silakan ja muikun pyytämiseen käytettävän kiinteän pyydyksen ja nuotan silmäkoko olla vähintään 66 mm ja muun kuin silakan, muikun tai syöttikalan pyyntiin käytettävän verkon silmäkoko vähintään 60 mm.

Sopimustekstissä mainitulla silmäkoolla tarkoitetaan verkon haapaan pituussuuntaan vedetyn silmän pituutta. Tämä eroaa puhekielen silmäkoko -käsitteestä, jolla itse asiassa tarkoitetaan verkon solmuväliä.

Rajajokisopimuksen soveltamista varten perustettiin suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio, jolle on annettu valtuudet myöntää tarpeen vaatiessa poikkeuksia kalastussäännön määräyksistä ja antaa lisämääräyksiä.

3.3. Siikaistutukset

Tutkimusalueelle istutetut siiat olivat lähes poikkeuksetta Särkijärven kalanviljelylaitoksen tai Lapin maatalouskeskuksen kalatoimiston kasvattamia. Istutustilastot kerättiin molempien

toimintakertomuksista. Istutustilastoissa erotettiin Tornionjoki ja sen sivuvesistöt (taulukko 1). Muonionjokeen tehtyjen siikaistutusten vähäisyyden vuoksi käsiteltiin Muonionjokeen ja Muonionjoen sivuvesistöihin tehtyjä siikaistutuksia yhtenä kokonaisuutena. Könkämäenoa käsiteltiin omana istutusalueenaan (taulukko 2).

Vaellussiikaistutuksilla Kemijoen suulle ja Kaakamojokeen (taulukko 3) saattaa olla myös vaikutusta tutkimusalueen kalansaa-liisiin. Tiedot Kemijoen suulle vuosina 1980-82 sopimusviljelyvaroin istutetuista poikasista ja vuodesta 1983 alkaen tehdyistä velvoiteistutuksista saatiin Voimalohi Oy:stä. Tornionjoen ja Kemijoen välissä olevan Kaakamojoen vaellussiikaistutuksista saatiin tiedot Lapin maatalouskeskuksen kalatoimistosta. Ruotsi ei ole istuttanut siikoja Tornion-Muonionjokeen tutkimusaikana.

Taulukko 1. Siikaistutukset Tornionjokeen ja Tornionjoen sivuvesistöihin. Tähdellä merkityt istukkaat olivat vastakuoriutuneita, muut yksikesäisiä.

Vuosi	Tornionjoki	Tornionjoen sivuvesistöt			
	C.lavaretus	C.lavaretus	C.fera	C.pallasi	C.peled
1973	909 000	-	-	-	-
1974	*1 000 000	-	-	-	-
1975	1 296 000	-	-	-	-
1976	1 000 000	-	-	-	-
1977	1 000 000	-	-	-	-
1978	1 946 000	-	-	-	-
1979	2 375 000	218 000	-	-	-
1980	2 680 000	96 000	-	-	-
1981	261 000	337 000	-	-	-
1982	316 000	206 000	-	437 000	5 000
1983	1 970 000	30 000	-	233 000	79 000
1984	1 060 000	122 000	163 000	14 000	4 000
1985	1 126 000	6 000	68 000	59 000	400
1986	650 000	96 000	2 000	139 000	108 000
1987	394 000	792 000	6 000	93 000	3 000
1988	187 000	1 000	12 000	129 000	-
1989	261 000	5 000	36 000	81 000	-

Taulukko 2. Siikaistutukset Muonionjokeen ja Muonionjoen sivuvesistöihin (aineistot yhdistetty) ja Könkämäenoön. Tähdellä merkityt istukkaat olivat vastakuoriutuneita, muut yksikesäisiä.

Vuosi	Muonionjoki ja Muonionjoen sivuvesistöt					Könkämäeno
	C.lavaretus	C.fera	C.pallasi	C.peled	C.nilssoni	C.lavaretus
1979	450 000	49 000	147 000	162 000	-	*400 000
1980	386 000	398 000	15 000	-	-	-
1981	337 000	92 000	35 000	28 000	-	-
1982	145 000	313 000	40 000	-	-	*350 000
1983	444 000	431 000	-	-	188 000	-
1984	692 000	449 000	12 000	-	-	-
*3	050 000	-	*238 000	-	-	-
1985	1 121 000	150 000	43 000	-	-	-
*3	436 000	-	*200 000	-	-	-
1986	534 000	307 000	-	-	-	-
1987	200 000	164 000	-	-	-	-
1988	389 000	312 000	27 000	24 000	-	-
1989	612 000	325 000	14 000	-	-	-

Taulukko 3. Vaellussiikaistutukset Kemijoen suulle (Kaakamoniemi) ja Kaakamojokeen. Kaikki istukkaat olivat yksikesäisiä.

Vuosi	Kemijoen suu (Kaakamoniemi)	Kaakamojoki
	C.lavaretus	
1980	700 000	-
1981	1 003 000	-
1982	2 196 000	30 000
1983	2 525 000	75 000
1984	2 985 000	36 000
1985	3 322 000	-
1986	4 312 000	50 000
1987	2 115 000	5 000
1988	3 008 000	7 000
1989	3 782 000	5 000

4. Aineisto ja menetelmät

4.1. Siian kalastus ja siikasaaliit

Tutkimusalueen nykyistä kotitarve- ja virkistyskalastusta on selvitetty Pruukin ym. (1985), Nylanderin ja Pruukin (1989 a ja b) ja Nylanderin ym. (1990) esittämällä kalastustiedustelumenetelmällä vuodesta 1982 alkaen. Tiedustelut tehtiin paikallisille asukkaille 1982-89, rajajokikomission urheilukalastusluvilla kalastaville ulkopaikkakuntalaisille 1983-87 ja ulkopaikkakuntalaisille vapaa-ajanasunnon omistajille 1985-89. Kahden jälkimmäisen ryhmän Tornion-Muonionjoesta saamat siikasaaliit ovat niin vähäisiä, että niitä ei ole otettu huomioon tässä tutkimuksessa. Tiedustelumenetelmiä on tarkemmin selostettu edellä mainituissa julkaisuissa. Tutkimustekstin luettavuuden parantamiseksi kalastustiedusteluihin ei viitata joka kerralla niistä kertynyttä aineistoa käsiteltäessä.

Kalastustiedustelun yhteydessä kysyttiin kalastaneilta ruokakunnilta näiden mahdollista saaliin myyntiä. Vuosien 1983-86 tiedusteluissa ammattimaisiksi kalastajiksi laskettiin ruokakunnat, jotka olivat myyneet osan saalistaan ansiotarkoituksessa. Vuosien 1987-89 tiedusteluissa ammattimaisiksi kalastajiksi laskettiin ruokakunnat, jotka yleensä olivat myyneet osan saaliistaan riippumatta siitä oliko kyseessä ansiotarkoitus tai ei.

Ammattimaisen kalastuksen saaliita Tornion edustan merialueelta on arvioitu RKTL:n ammattikalastusselvityksistä tilastoruutu kahden alueelta. Koska tilastoruutu kaksi kattaa Tornion lisäksi myös Kemin ja Simon edustojen merialueet, tehtiin alueella tarkempi jako kalastajien kotikunnan perusteella. RKTL:n ammattikalastusselvityksistä saatiin myös koko Pohjanlahden ammattikalastajien siikasaaliit, joita käytettiin Tornionjoen vaellussiikaa tarkasteltaessa.

Käytössä olivat myös Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän saalistiedot. Vuosilta 1943-1989 tiedossa oli vuoden kokonaissaalis ja vuosilta 1984-89 lisäksi kalastuskirjanpitäjän keräämät päivittäiset saalistiedot.

Ruotsin puolen kokonaiskalansaaliista on Tornionjoen vesistöalueelta tietoja vain vuodelta 1983 (Bergelin 1984). Näitä tietoja hyödynnettiin arvioitaessa Tornion-Muonionjoen vuosittaisia kokonaissiikasaaliita.

4.2. Saalisnäytteet

4.2.1. Aineiston kerääminen ja käsittely

Paikalliset kalastajat ovat keränneet suomunäytteitä yhtäjaksoisesti vuodesta 1976 alkaen (taulukko 4). Siivilähammasmäärien selvittämiseksi siioista on kerätty myös päänäytteitä vuodesta 1986 alkaen.

Taulukko 4. Tutkimusalueella näytteitä keränneiden kalastajien, siikojen suomunäytteiden ja päänäytteiden määrä vuosittain.

Vuosi	Näytteiden kerääjiä	Suomunäytteitä	Päänäytteitä
1976	9	408	-
1977	7	304	26
1978	8	409	-
1979	9	471	-
1980	7	596	-
1981	9	724	-
1982	9	761	-
1983	8	733	-
1984	21	522	-
1985	24	584	-
1986	21	564	109
1987	18	607	79
1988	15	772	58
1989	15	556	54
1990	13	680	309
	summa	8691	635

Kalastajia oli pyydetty ottamaan suomunäytteet siian vatsaevien välistä ja takaa. Iät määritettiin suomunäytteistä Bagenalin ja Teschin (1978) esittämien periaatteiden mukaan mikrokortin lukulaitteen avulla.

Ikiä on vuosien mittaan määrittänyt kahdeksan eri henkilöä. Määritystulosten yhdenmukaisuuden varmistamiseksi tutkimuksen teki-

jä otti satunnaisotoksen jokaisen aiemman iänmäärittäjän määrittämistä suomuista ja määrittä niistä iät uudelleen aikaisempaa iänmäärittäystulosta katsomatta.

Iänmäärittäjien eroja tarkasteltiin tutkimalla, eroavatko aiempien määrittäjien tulokset keskenään poikkeavasti suhteessa uudelleenmäärittäytksen tuloksiin. Eroja tutkittiin Kruskal-Wallis ja Tukeyn testien avulla (mm. SAS Institute Inc. 1987).

Siivilähampaat laskettiin siikojen vasemman puolen ensimmäisestä kiduskaaresta binokulaaria apuna käyttäen.

Siikanäytteiden pyynnissä käytettiin monia erilaisia, kullekin osa-alueelle tyypillisiä pyydyksiä. Alueella 1 näytteet kalastettiin kuitenkin ainoastaan isorysällä. Alueella 2 käytetyin pyydys oli lippo, minkä lisäksi käytettyjä pyydyksiä olivat 37-45 mm verkko, kulle ja ajoverkko. Alueilla 3-6 siiat kalastettiin seisovilla verkoilla. Alueilla 3-5 tärkein silmäkoko oli 37-45 mm ja alueella 6 27-36 mm.

Eri vuosien siikanäyteaineistot yhdistämällä laskettiin näytteiden kuukausittaiset jakaumat alueittain. Siikanäytteiden keräämisen ja muun siiankalastuksen ajoittuminen eivät todennäköisesti täysin vastaa toisiaan, mutta koska näytteitä keräsivät paikalliset kalastajat oman kalastuksensa yhteydessä ja näytteiden kerääjiä oli useita joka alueella, kuvaa siikanäytteiden kuukausijakauma paikallisen kalastuksen kuukausijakaumaa pääpiirteittäin.

Aineiston tilastollinen käsittely tehtiin SAS -tilasto-ohjelman mikrotietokoneversiolla (SAS Institute Inc. 1987). Monet tilastolliset testit olettavat populaatioissa olevan vaihtelun noudattavan normaalijakaumaa. Testit ovat kuitenkin usein vakaita, eli vaikka mallin jakaumaoletukset eivät olisikaan täysin voimassa, poikkeamalla ei ole olennaista vaikutusta testien voimakkuuteen ja riskitasoihin (Ranta ym. 1989). Analyysissä käytetyt testit valittiin jakaumille tehtyjen normaalisuustestien ja muiden jakaumien ominaisuuksien, esim. jatkuvuuden tutkimisen pohjalta.

4.2.2. Pyydysten selektiivisyys

Pyydysten selektiivisyyttä selvitettiin laskemalla tutkimusalueen tärkeimmillä pyydyksillä kerätyille aineistoille erilliset populaatioanalyysit Gullandin (1965) esittämän periaatteen mukaan. Gullandin menetelmä perustuu Bevertonin ja Holtin (1957) esittämiin kaavoihin kannan ja saaliin koosta. Pyydykskohtaisen populaatioanalyysin lähtötiedot laskettiin olettamalla vuosisaaliit vakioiksi ja käyttämällä ikäjakaumana kullakin pyydyksellä saadun saaliin ikäjakaumaa (Romakkaniemi 1990). Analyysit tehtiin yleisesti käytetyllä luonnollisen kuolevuuden arvolla $M=0,2$ (mm. Anttinen 1986, Huusko ja Grotnes 1988). Analyysin tuloksena saatiin pyydys- ja ikäryhmäkohtaiset kalastuskuolevuusarvot.

Lisäksi laskettiin siikojen pituuden keskiarvo ja keskihajonta pyydyksittäin koko aineistolle. Pituuden keskiarvon ja keskihajonnan oletettiin tällöin kuvaavan kyseisillä pyydyksillä koko tutkimusalueella keskimäärin saatavan siian kokoa.

4.3. Siikamuotojen ja siikakantojen erottelu

Siikamuotojen erottelemiseksi toisistaan on siian tutkimushistorian aikana käytetty lukuisia eri menetelmiä. Hilen (1938) mukaan kasvuun, sukukypsyyteen ja morfometrisiin suhteisiin perustuvat menetelmät eivät ole luotettavia, sillä ne riippuvat liian paljon siikojen elinympäristöstä ja siikapopulaation tiheydestä. Samanlaisia havaintoja ovat tehneet mm. Svärdson (1950) ja Lindsey (1962). Svärdsonin (1957, 1979) mukaan ainoa erilaisissa olosuhteissa pysyväksi osoittautunut geneettinen ero eri siikamuodoilla on ollut siivilähampaiden lukumäärä. Järven (1940) mukaan siivilähampaiden lukumäärä saavuttaa lopullisen määränsä siian ensimmäisen elinvuoden aikana. On kuitenkin osoitettu, että lukumäärä voi kasvaa myös ensimmäisen elinvuoden jälkeen (Pravdin 1929).

Tässä tutkimuksessa siikamuotojen erottelun lähtökohtana oli jo aikaisemmin tunnettu kolmijako merikutuiseen karisiikaan, jokikutuiseen meressä kasvavaan vaellussiikaan ja paikalliseen jo-

kisiikaan. Tornion edustan merialueella esiintyvien kari- ja vaellussiikojen erottelemisessä käytettiin Salojärven ja Auvisen (1980) esittämiä ja Lehtosen (1981) soveltamia periaatteita. Näiden mukaan karisiikojen siivilähammasmäärä on 24 tai vähemmän ja vaellussiikojen siivilähammasmäärä on 32 tai enemmän. Siiat, joiden siivilähammasmäärä oli 25-31, eroteltiin kari- ja vaellussiikojen erilaiseen kasvunopeuteen perustuen siten, että kusakin ikäryhmässä kriittistä pituutta lyhyemmät laskettiin karisiioiksi ja pidemmät vaellussiioiksi.

Kriittisiksi pituuksiksi laskettiin keskiarvot Kemin edustan karisiian (Lehtonen 1981) ja Tornionjoen alajuoksulta pyydetyn vaellussiian ikäryhmäkohtaisista keskipituuksista. Kriittisiksi pituuksiksi tuli tällöin 3-vuotiaille 24 cm, 4-vuotiaille 27 cm, 5-vuotiaille 28,5 cm, 6-vuotiaille 30 cm, 7-vuotiaille 31,5 cm, 8-vuotiaille 32,5 cm ja 9-vuotiaille 33,5 cm.

Alueilla 2-6 siikojen siivilähammasjakaumien erojen merkitsevyyttä tarkasteltiin Kruskal-Wallisin ja Tukeyn testin avulla (SAS Institute Inc. 1987). Näin pyrittiin selvittämään onko merestä kutemaan nousevan vaellussiian ja paikallisen jokisiian esiintymisalueiden välillä selvää rajaa ja voiko jokisiikakantaa jakaa siivilähammasmäärän perusteella pienempiin ryhmiin. Eri alueiden siioille laskettiin lisäksi siivilähammasmäärien keskiarvo ja keskihajonta.

Tutkimusalueen sisäisten kasvuerojen tilastollinen merkitsevyys selvitettiin vertaamalla Tukeyn testillä ikäryhmittäisiä pituusjakaumia eri alueilla. Kasvutiedot laskettiin takautuvasti pyydysten selektiivisyyden vaikutuksen vähentämiseksi ja nuorista ikäryhmistä olevien havaintojen määrän kasvattamiseksi. Alueen 1 kasvuerovertailu muihin alueisiin tehtiin suoraan aineistosta laskettujen ikäryhmittäisten keskipituuksien perusteella, koska alueelle 1 ei oltu tehty takautuvaa kasvunmäärittystä. Alueen 1 siikanäytteistä suurin osa oli pyydetty Tornion Pauhasta, missä todennäköisesti huomattava osa siikasaaliista on peräisin Kemi-joen suulle tehdyistä vaellussiikaistutuksista (taulukko 24).

Takautuvassa kasvunmäärityksessä kokeiltiin Dahl-Lean (Lea 1910) Fraser-Leen (Fraser 1916, Lee 1920), Hilen (1941) ja Whitneyyn ja Carlanderin (1956) esittämiä menetelmiä. Vertaamalla eri menetelmillä määritettyjä takautuvia kasvuja ja suoraan aineistosta laskettuja kasvutietoja arvioitiin Whitneyyn ja Carlanderin menetelmän soveltuvan parhaiten tämän aineiston kuvaamiseen.

Könkämäenossa tiedettiin aiempien tutkimusten (mm. Tuunainen ym. 1984) ja paikallisten kalastajien kertoman mukaan olevan kasvunopeudeltaan erilaisia siikakantoja. Siksi Könkämäenon siikojen kasvua tarkasteltiin Kruskal-Wallisin ja Tukeyn testeillä (mm. SAS Institute Inc. 1987) pienempinä osina kalastuspaikoittain. Kasvutietoina käytettiin ikäryhmittäisiä keskipituuksia, koska takautuvaa kasvunmääritystä ei oltu tehty kaikkien Könkämäenosta näytteitä keränneiden kalastajien siioista.

4.4. Kalakantaparametrit

Kalakantaparametreilla tarkoitettiin siikakantojen sisäistä rakennetta ja keskimääräisen siikayksilön kasvua ja kuolevuutta kuvaavia muuttujia. Näistä laskettiin ensin näyteaineiston vuosittaiset ikäjakaumat, jotka antavat karkean kuvan siikakantojen ikärakenteesta ja sen muuttumisesta tutkimusaikana. Tarkastelussa erotettiin toisistaan alueet 2, 3-5 ja 6. Ikäjakaumien lisäksi saman aluejaon mukaan laskettiin siikojen keski-ikä eri vuosina.

Siikojen sukupuolijakaumat laskettiin alueittain. Tuloksen oletettiin tällöin kuvaavan kullakin alueella saadun siikasaaliin keskimääräistä sukupuolijakaumaa.

Siikojen kasvun tutkiminen aloitettiin selvittämällä alueittain onko koiras- ja naarassiikojen välillä merkittäviä kasvueroja, vai voidaanko molempien sukupuolten aineistot yhdistää. Testaus tehtiin Mannin-Whitneyyn U-testillä (SAS Institute Inc. 1987).

Koska aineistoa oli kerätty pitkänä ajanjaksona, tutkittiin onko alueittaisissa siikojen kasvuissa havaittavissa muutoksia vuosien välillä. Aineisto jaettiin alueittain tarkastelua varten kah-

teen osaan: vuosiin 1976-82 ja 1983-89. Alueiden 3-5 aineistossa molempia sukupuolia käsiteltiin yhdessä ja alueiden 2 ja 6 aineistossa erikseen. Testaus tehtiin U-testillä.

Kasvukäyrät tehtiin laskemalla aineistosta suoraan ikäryhmittäiset keskipituudet. Kasvukäyrä kuvaa tällöin kalastajan todellisuutta, eli ilmoittaa minkä pituisina kunkin ikäryhmän kalat keskimäärin pyydetään. Kunkin ikäryhmän saaliskalojen pituudelle laskettiin lisäksi keskihajonta.

Iänmäärittäjät kirjasivat ikiä määrittäessään myös onko vuotuisen lisäkasvu alkanut vai ei. Lisäkasvun alkamisajankohta selvitettiin on- ja ei ole- vastausten prosenttiosuuksien muuttumisesta ajan funktiona.

Siikojen painot otettiin mukaan tarkasteluun laskemalla alueittain pituus-paino -suhde kaavalla $W = a \cdot l^b$ (esim. Bagenal ja Tesch 1978), missä W = siikojen keskipaino ikäryhmässä, l = siikojen keskipituus ikäryhmässä, a ja b ovat vakioita. Pituus-paino -suhteen avulla laskettiin siikojen painot eri alueilla standardipituuksilla 20, 30 ja 40 cm.

Näytteitä keränneet kalastajat jakoivat siikojen sukukypsyyden kahteen luokkaan: on tai ei ole. Sukukypsyyden saavuttamisikää tutkittiin selvittämällä alueittain ja ikäryhmittäin on- ja ei ole- vastausten prosenttiosuudet. Perusoletuksena jaottelussa oli, että siiat, jotka oli merkitty sukukypsiksi, kutivat samana vuonna.

Alueittaiset kokonaiskuolevuudet ja ensimmäinen täysin rekrytoitunut ikäryhmä arvioitiin alueittain Chapmanin ja Robsonin (1960) ja Robsonin ja Chapmanin (1961) esittämällä menetelmällä. Alueella 2 ja 6 arviot tehtiin erikseen vuosien 1976-82 ja 1983-89 aineistoille. Kalakanta-analyyseissä käytettävät luonnollisen kuolevuuden arvot arvioitiin aiemmissä tutkimuksissa vastaavilla alueilla käytettyjen arvojen pohjalta. Lisäksi analyyseissä käytettiin useita luonnollisen kuolevuuden arvoja analyysien herkkyyden selvittämiseksi.

4.5. Siikakantojen tilan arviointi

4.5.1. Yksikkösaaliit

Yksikkösaaliiden laskemisessa käytettiin vuosien 1983-89 kalastustiedustelujen tietoja niiden vastanneiden osalta, jotka olivat täyttäneet pyyntiponnistus- ja saalistaulukot.

Yksikkösaalistarkastelussa tutkimusalue jaettiin kolmeen osaan: Tornionjoki (alueet 2 ja 3), Muonionjoki (alueet 4 ja 5) ja Könkämäeno (alue 6). Kullakin alueella yksikkösaaliit laskettiin tärkeimpien alueella käytettyjen pyydysten osalta. Yksikkönä oli saalis/pyydysyksikkö/pyyntivuorokausi (g). Tornionjoen vertailuaineistona käytettiin Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän saalis-kirjanpidosta laskettuja (Ahvonen 1991) yksikkösaaliita.

4.5.2. Populaatioanalyysi

Tornionjoen yläjuoksun ja Muonionjoen jokisiian (alueet 3-5) yhdistetystä aineistosta tehtiin populaatioanalyysi Gullandin (1965) esittämän periaatteen mukaan. Vaellussialle (alue 2) ei tehty populaatioanalyysiä meripyyntin aiheuttaman kalastuskuolevuuden arvioinnin mahdollisuuden takia. Könkämäenon siioille ei tehty populaatioanalyysiä, koska Könkämäenossa on useita erillisiä siikakantoja (kappale 5.3), joiden analysointi erikseen olisi vaatinut alueelta laajemmat ja tarkemmat aineistot.

Lähtötietoina analyysissä käytetyt saaliin kappalemäärät laskettiin jakamalla vuosittaiset saalismäärät vuosittaisilla siikojen keskipainoilla ja kertomalla saadut kunkin vuoden kappalemääräiset kokonaissaaliit näyteaineiston ikäryhmien suhteellisilla osuuksilla. Viimeinen ikäryhmä on ns. plus-ikäryhmä, eli siihen on yhdistetty kaikki ikäryhmään 9 ja sitä vanhempiin ikäryhmiin kuuluvat havainnot. Ruotsin siikasaaliin arvioinnin epävarmuuden takia saalismäärinä käytettiin suomenpuoleisia saaliita, jolloin populaatioanalyysin tuloksena saatava populaation koko ei vastaa koko jokiosuuden populaation kokoa. Mikäli samanlaisia pyydyksiä käytetään sekä Suomen että Ruotsin puolella, ovat populaatioanalyysistä saatavat ikäryhmittäiset kalastuskuolevuudet ja

ikäryhmien koon suhteelliset osuudet kuitenkin oikeita ja populaatioanalyysin teko perusteltua.

Koska näyteaineiston ja kalastustiedustelun pyydysjakaumat eroavat toisistaan ja alueella käytetyt pyydykset ovat selektiivisiä verkkoja, ei näyteaineiston ikärakenne vastaa sitä ikärakennetta, mikä kalakannassa on kalastustiedustelun perusteella. Lähtötietoja korjattiin laskemalla pyydysten suhteellisten osuuksien eroista kertoimet näyteaineiston pyydyskohtaisille ikäryhmäjakauksille. Vuosina 1983 ja 1989 alueiden 3-5 siikanäytteiden pyynnissä ei muista vuosista poiketen käytetty 27-36 mm verkkoja, mistä johtuen saaliissa ei ollut yhtään ikäryhmän 3 edustajaa. Ikäryhmän 3 lähtötiedoksi vuosille 1983 ja 1989 laskettiin siksi keskiarvo aikaisempien vuosien arvoista.

Analyysi tehtiin luonnollisen kuolevuuden arvoilla $M=0,15$, $M=0,20$ ja $M=0,25$. Vuoden 1989 ikäryhmäkohtaiset kalastuskuolevuusarvot saatiin iteroimalla. Ikäryhmän 9+ kalastuskuolevuusarvojen arvioinnissa käytettiin apuna pyydyskohtaisesta populaatioanalyysistä saatuja kalastuskuolevuusarvoja. Tuloksena saaduista ikäryhmittäisistä kalastuskuolevuuksista laskettiin kalakannan hyödyntämistä kuvaava muuttuja (F_p), keskimääräinen kalastuskuolevuus (F_c) ja ensimmäinen merkittävästi rekrytoitunut ikäryhmä (a) Shepherdin (1983) esittämillä menetelmillä.

4.5.3. Y/R -analyysi

Siikasaalis tuhatta rekryyttiä kohti laskettiin alueiden 3-5 yhdistetylle aineistolle isopleetteinä Bevertonin ja Holtin (1957) esittämää menetelmää soveltaen. Muille alueille analyysiä ei tehty samoista syistä kuin populaatioanalyysin kohdalla.

Analyysi tehtiin erikseen luonnollisen kuolevuuden arvoilla $M=0,20$ ja $M=0,25$ menetelmän herkkyyden selvittämiseksi.

4.5.4. Mielipidetiedustelut

Kalastustiedusteluissa (Pruuki ym. 1985, Nylander ja Pruuki 1989 a ja b), Nylander ym. 1990) on paikallisilta asukkailta tiedus-

teltu tärkeimpien kalalajien osalta heidän mielipidettään siitä, ovatko nämä lajit edelliseen vuoteen verrattuna yleistyneet, vähentyneet vai pysyneet ennallaan. Tässä tutkimuksessa esitetään eri vuosilta kerätyt, koko tutkimusaluetta koskevat mielipiteet siikakantojen kehityksestä.

4.6. Siikasaaliisiin vaikuttavat tekijät

Siikaistutusten vaikutuksia arvioitiin vaellussiian osalta tarkastelemalla yleisesti istutus- ja saalismäärien kehitystä ja tutkimalla regressioanalyysin avulla (SAS Institute Inc. 1987), selittääkö tietyn vuoden vaellussiikaistukkaiden määrän vaihtelu saman vuoden vuosiluokasta saatavan saaliin vaihtelun. Saalistietoina käytettiin Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän saaliskirjanpitoa. Ikäryhmien suhteelliset koot eri vuosina saatiin näyteaineistosta.

Vedenkorkeuden ja merisaaliin vaikutusta Tornionjoen vaellussiikasaaliisiin tutkittiin regressioanalyysin (SAS Institute Inc. 1987) avulla. Vedenkorkeustietoina käytettiin vesi- ja ympäristöhallituksen hydrologian toimistosta saatuja Tornionjoen Matkakoskesta mitattuja elokuun keskimääräisiä vedenkorkeuksia vuosilta 1975-89. Elokuu on lipposaaliiden kuukausijakauman perusteella tärkein kalastuskuukausi, ja elokuun vedenkorkeus kuvaa hyvin koko kalastuskauden keskimääräistä vedenkorkeutta. Merisaaliina käytettiin ammattikalastajien Pohjanlahdesta kuukausina 1-9 vuosina 1979-89 saamia siikasaaliita. Tällöin oletettiin, että valtaosa vaellussiioista on noussut jokeen syyskuun loppuun mennessä ja loppuvuoden siiankalastus meressä olisi pääasiassa karisiian kutukalastusta. Saalistietoina käytettiin Kukkolankosken siinpyyntiyhtymän vuosittaisia saaliita.

4.7. Vaellussiian ekologia

4.7.1. Emokannan ja rekryyttien suhde

Yleensä emokannan ja rekryyttien välistä suhdetta mallitetaan joko Rickerin (1954) yhtälöllä $R = C \cdot S \cdot \exp(-D \cdot S)$ tai Bevertonin ja Holtin (1957) yhtälöllä $R = S / (A + B \cdot S)$, joissa A, B, C ja D ovat vakioita, R on rekrytointi ja S on kutevan kannan koko.

Emokannan koon ja rekryyttien määrän todellisia arvoja pystyttiin arvioimaan vain alueilla 3-5 populaatioanalyysin avulla, mutta rekrytointi-ikänsä korkeuden ja aikasarjan lyhyden takia havaintojen määrä supistui liian pieneksi johtopäätösten tekoa varten.

Vaellussiian kohdalla ei emokannan koon ja rekryyttien määrän todellisia arvoja pystytty selvittämään, mutta näiden välistä suhdetta selvitettiin Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän saalis-kirjanpidon ja näyteaineiston ikäjakaumien avulla tekemällä regressioanalyysi (SAS Institute Inc. 1987) tiettyinä vuosina saatavan lipposaaliin ja seuraavana vuonna syntyvästä vuosiluokasta saatavan saaliin välille. Tietyn vuoden lipposaaliin oletettiin tällöin kuvaavan emokannan kokoa ja seuraavana vuonna syntyvästä vuosiluokasta saadun saaliin rekryyttien määrää.

4.7.2. Vaellusrytmiikka

Lisääntymisvaelluksella olevan vaellussiian nousurytmiä tutkittiin Kukkolankoskelta vuosilta 1984-89 peräisin olevan saalis-kirjanpidon perusteella. Vaellussiikoja tarkasteltiin nousuajan-kohdan mukaan kuukausittain kesäkuusta syyskuuhun. Vaellussiiko- ja saattaa nousta Tornionjokeen vielä lokakuussa, mutta saalis-tiedot päättyvät rauhoituksesta johtuen syyskuun puoleenväliin.

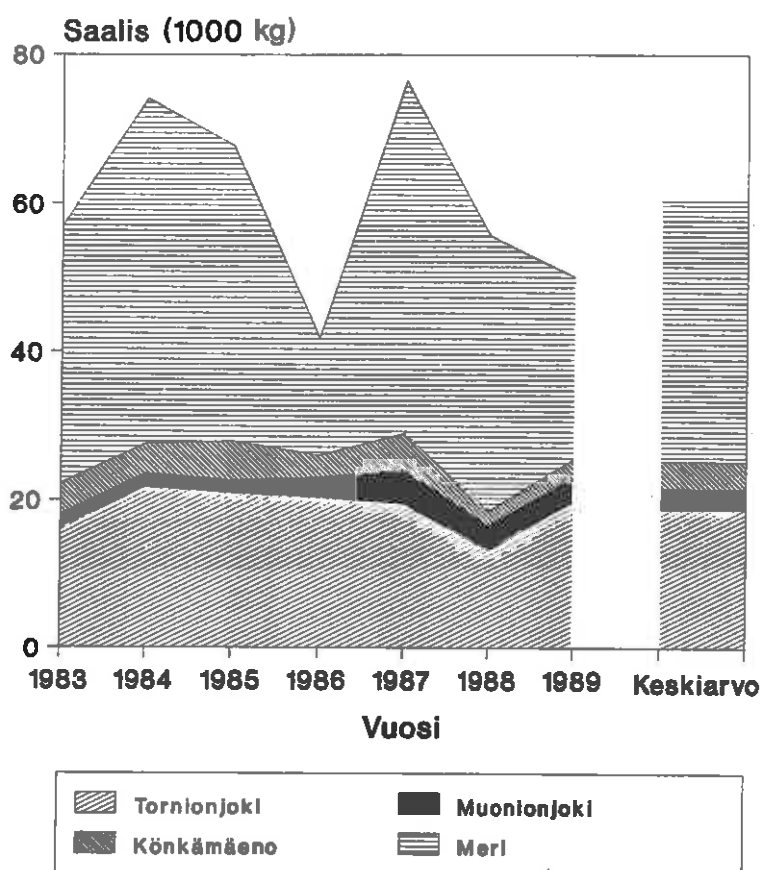
Eri kuukausina Tornionjokeen nousevien vaellussiikojen välisiä kasvueroja tutkittiin vertaamalla alueelta 2 lipolla ja ajoverkolla pyydettyjen siikojen kuukausittaisia pituus- ja painoja-kaumia. Pituus- ja painoerojen tilastollinen testaus tehtiin U-testillä (SAS Institute Inc. 1987).

Lisäkasvun vaikutuksen poistamiseksi verrattiin myös eri kuukausina pyydettyjen vaellussiikojen takautuvan kasvunmäärityksen avulla saatuja ikäryhmittäisiä pituusjakaumia. Tilastollinen kasvuerotestaus tehtiin Tukeyn testillä (SAS Institute Inc. 1987).

5. Tulokset ja tulosten tarkastelu

5.1. Siian kalastus ja siikasaaliit

Tornion-Muonionjoen vuotuisen siian kokonaissaaliin arvioitiin olleen tutkimusaikana keskimäärin 60 000 kg, mistä 25 000 kg on peräisin jokialueelta ja 35 000 kg Tornion edustan merialueelta (kuva 2). Jokialueen saaliista Tornionjoen osuus oli keskimäärin 75 %, Muonionjoen 11 % ja Könkämäenon 14 %.



Kuva 2. Tornion-Muonionjoen siian kokonaissaaliit vuosina 1983-89.

Kotitarve- ja virkistyskalastuksen osuus Tornion-Muonionjoen kokonaissiikasaaliista oli keskimäärin 40 % (taulukot 5 ja 6). Ammatikseen kalastavia on tutkimusalueella vain Tornion edustan merialueella (alue 1) ja Tornionjoen alajuoksulla (alue 2).

Taulukko 5. Tornion-Muonionjoen suomenpuoleisen kotitarve- ja virkistyskalastuksen siikasaaliit (kg) vuosina 1983-1989. Saaliille on laskettu vuotta 1983 lukuunottamatta 95 %:n luottamusvälit.

Vuosi	Alue 1	Alueet 2+3	Alueet 4+5	Alue 6
1983	2600	8700	1800	4100
1984	9600 ± 7000	9600 ± 6400	1800 ± 1300	4000 ± 3400
1985	8000 ± 6100	12000 ± 3400	1800 ± 400	5200 ± 3600
1986	3900 ± 2300	14000 ± 4700	2700 ± 1700	2900 ± 3400
1987	5300 ± 2500	14900 ± 4700	4600 ± 2132	4900 ± 5100
1988	3500 ± 1800	10700 ± 4100	3400 ± 1500	1900 ± 1400
1989	3400 ± 1600	12900 ± 4200	3100 ± 1200	2600 ± 2600

Taulukko 6. Tornion-Muonionjoen suomenpuoleisen ammattikalastuksen siikasaaliit (kg) vuosina 1983-1989.

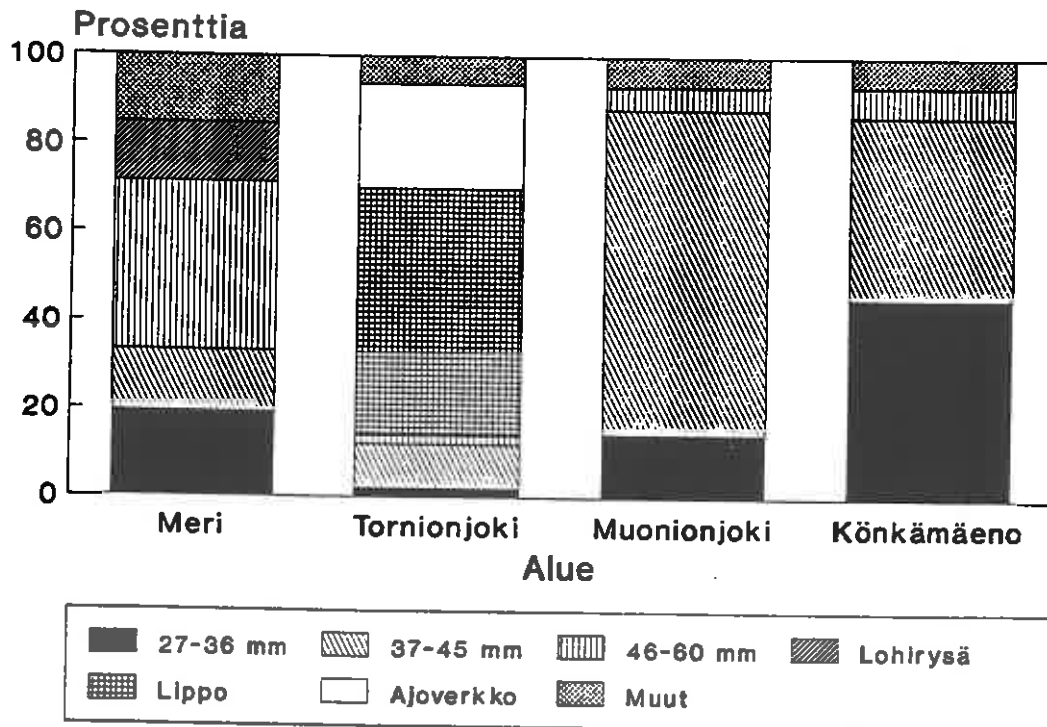
Vuosi	Alue 1	Alue 2
1983	32100	7600
1984	36900	12200
1985	31900	9100
1986	11900	6500
1987	42200	4800
1988	33600	2500
1989	21000	7000

Tornion-Muonionjoen Ruotsin puolen siikasaaliiden arvioitiin olevan vuonna 1983 Tornionjoessa 45 200 kg, Muonionjoessa 2 400 kg ja Kōnkämäenossa 1 100 kg (Bergelin 1984). Vuonna 1983 jokialueen kokonaissiikasaalis oli siis 70 900 kg, mistä Suomen osuus oli 31 %. Mikäli Suomen ja Ruotsin siikasaaliiden suhde on likimain vakio eri vuosina, Tornion-Muonionjoen siian kokonaissaaliit ovat vaihdelleet tutkimusaikana välillä 50 000-75 000 kg.

Jos ammattikalastuksen ja virkistys- ja kotitarvekalastuksen saaliit lasketaan yhteen, kaikista Suomen puolen jokialueelta (alueet 2-6) pyydettävistä kalalajeista siikasaaliit ovat suurimmat, keskimäärin noin 30 % kokonaissaaliista. Kaksi muuta

jokialueen valtalajia ovat saalismäärien perusteella hauki (*Esox lucius* (L.)) ja harjus (*Thymallus thymallus* (L.)). Tornion edustan merialueella (alue 1) siika on myös ollut tutkimusaikana pyydytyin kalalaji. Eri kalalajeista toiseksi suurimmat saaliit saatiin lohesta (*Salmo salar* (L.)). Lohisaaliit olivat alueella 1 tutkimusaikana keskimäärin alle puolet siikasaaliista.

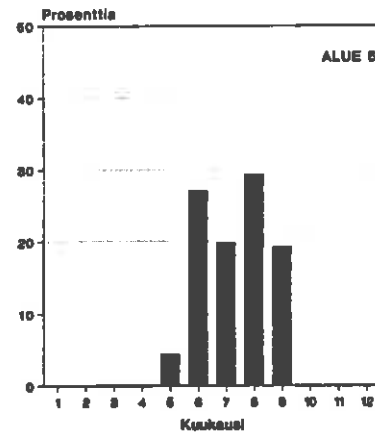
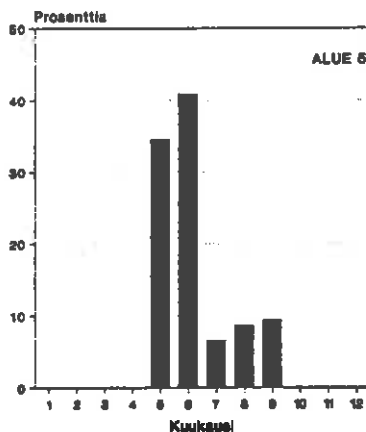
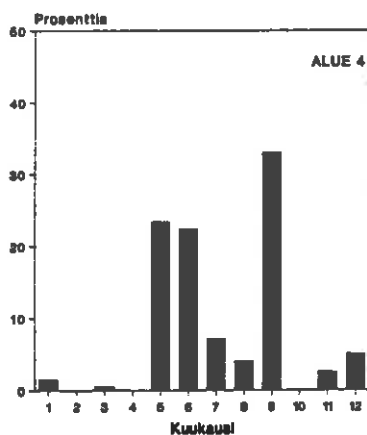
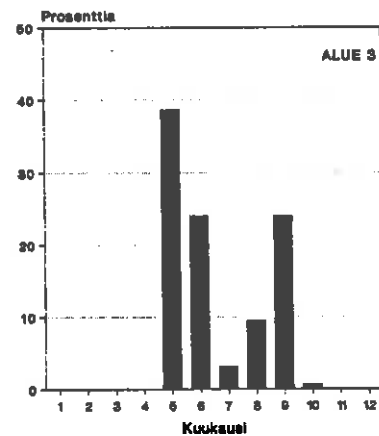
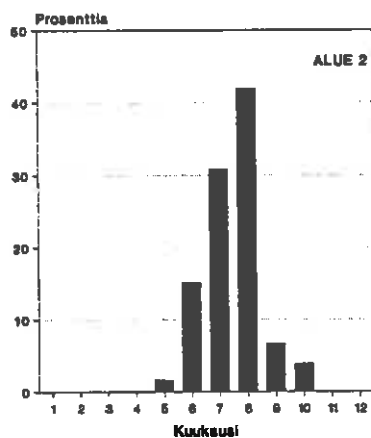
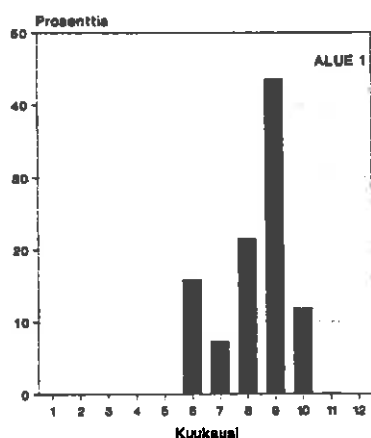
Yleisin siianpyyntiväline Tornion-Muonionjoella on tavallinen seisova verkko (kuva 3). Muonionjoella ja Könkämäenossa seisovilla verkoilla saadaan yli 90 prosenttia siikasaaliista. Muita alueilla 4-6 tutkimusaikana käytettyjä pyydyksiä ovat nuotta, laiska, kulleverkko, pato, katiska, perho, heitto- ja pilkkivaipa. Tornionjoen alajuoksulla kalastetaan edellisten lisäksi liipolla ja ajoverkolla, joilla saadaan yli 80 prosenttia Tornionjoen siikasaaliista. Tornion edustan merialueella siikoja pyydetään seisovien verkkojen lisäksi lähinnä lohirysällä ja troolilla.



Kuva 3. Tornion-Muonionjoen siikasaaliiden keskimääräinen jakautuminen pyydyksittäin.

Taloudellisesti tärkein siian kalastustapa Tornion-Muonionjoella on lippoaminen, jota harjoitetaan Tornionjoen alajuoksulla Iso-närässä, Kukkolankoskella, Matkakoskella ja Vuennonkoskella.

Kalastuksen kuukausittainen jakautuminen eri osa-alueilla vaihtelee siikanäytteiden kuukausijakaumien perusteella huomattavasti (kuvat 4-9). Alueilla yksi ja kaksi kalansaaliit ovat selvästi suurimmillaan syksyllä elo-syyskuussa. Alueilla kolme, neljä ja viisi kalansaaliissa on kaksi huippua, yksi keväällä tai alkukesällä ja toinen syksyllä. Alueen 6 siikanäytteet kalastettiin melko tasaisesti kesän ja syksyn aikana.



Kuvat 4-9. Siikanäytteiden jakautuminen kuukausittain eri alueilla.

5.2. Saalisnäytteet

5.2.1. Iänmäärityksen tarkistaminen

Kruskal-Wallis testin perusteella aikaisempien iänmääritysten välinen tilastollinen ero suhteessa uudelleenmäärityksiin oli erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). Tukeyn testin perusteella ensimmäisen ja seitsemännen iänmäärittäjän tulokset poikkesivat yli 95 %:n todennäköisyydellä muiden määrittäjien tuloksista (taulukko 7).

Taulukko 7. Uudelleen ikämäärätettyjen suomujen määrä, keskimääräinen ero uudelleenmäärätettyihin ja määrityserojen keskinäinen tilastollinen vertailu.

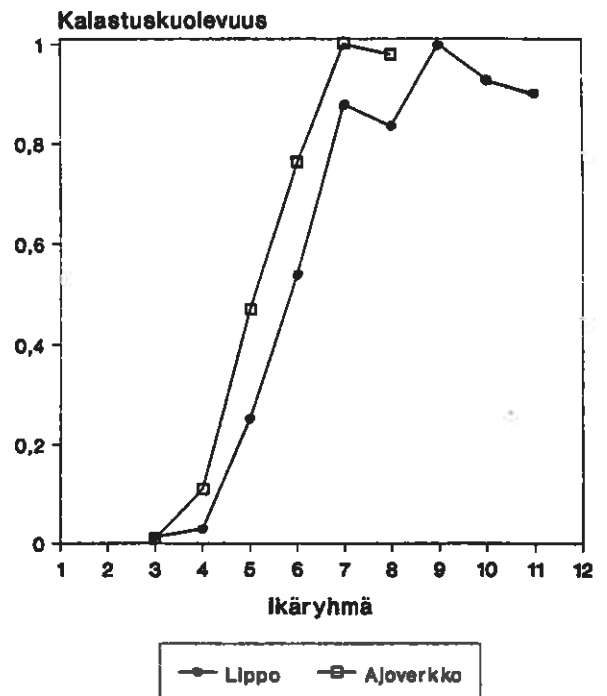
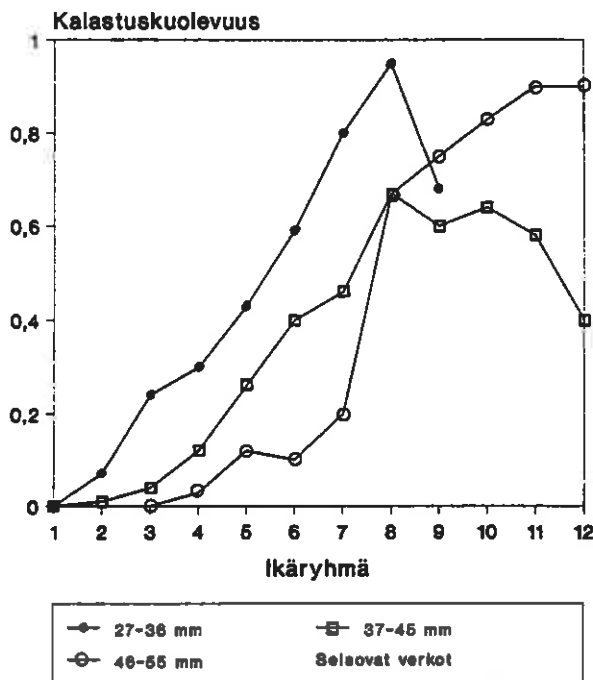
Aiempi määrittäjä	Määritys vuosi	Uud.määrit. lukumäärä	Keskim. määr.ero	Eroaa yli 95%:n tod.näk
1	-76	43	-0,28	kyllä
2	-77	40	0,13	ei
3	-78-81	46	0,15	ei
4	-82	49	-0,02	ei
5	-83	49	-0,12	ei
6	-84	61	0,05	ei
7	-85-87	47	0,28	kyllä
8	-87-89	60	-0,05	ei

summa 395

Aikaisempien iänmääritysten ero uudelleenmäärityksiin vaihteli välillä $-0,28$ - $+0,28$. Suurimmillaan ero tarkoittaa sitä, että noin joka neljäs vanha iänmääritys eroaa uudesta määrityksestä vuodella ylös- tai alaspäin. Vaikka ero on tilastollisesti merkitsevä, sillä ei välttämättä ole käytännön merkitystä. Mikäli esimerkiksi kasvukäyriä laadittaessa käsitellään eri vuosien yhdistettyä aineistoa, kumoavat määrityserot toisensa ja lopputulos lienee tältä osin melko lähellä totuutta. Vuosien välisessä kasvuerotarkastelussakaan ei synny virhettä, jos aineisto jaetaan kahtia vuosiin 1976-1982 ja 1983-1989. Tällöin iänmäärityserot ovat aineiston molemmissa puoliskoissa likipitään yhtä suuret. Iänmäärityserojen vaikutusta populaatioanalyysiin tarkasteltiin analyysin yhteydessä (luku 5.6.2).

5.2.2. Pyydysten selektiivisyys

Pyydyskohtaisesta populaatioanalyysistä ikäryhmittäin saadut kalastuskuolevuudet osoittavat selvästi eri silmäkoon verkkojen selektiivisyyserot (kuva 10). Tornion-Muonionjoella 46-55 mm verkkojen kalastuskuolevuus kohdistuu voimakkaasti 8-vuotiaisiin ja sitä vanhempiin siikojä ja saavuttaa huippunsa vasta 11- ja 12-vuotiaissa siioissa. 37-45 mm verkkojen kalastuskuolevuus nousee tasaisesti 3-vuotiaista 8-vuotiaisiin siikoihin ja laskee hitaasti vanhemmissa ikäryhmissä. 27-36 mm verkoilla kalastuskuolevuuden tasainen kasvu alkaa jo 1-vuotiaista. 27-36 mm verkkojen kalastuskuolevuuden kasvun jatkuminen 8-vuotiaisiin siikoihin saakka johtuu siitä, että siikanäytteet näistä silmäkoista olivat peräisin Könkämäenosta (alue 6), missä siiat ovat selvästi tutkimusalueen hidaskasvuisimpia (kuva 18).



Kuvat 10 ja 11. Tornion-Muonionjoen siian kalastuskuolevuudet eri ikäryhmissä tutkimusalueen tärkeimmillä pyydyksillä.

Lipon kalastuskuolevuuskäyrä nousee voimakkaasti 4-7 -vuotiaissa siioissa yhä suuremman osuuden ikäryhmästä tullessa sukukypsäksi ja joutuessa jokipyynnin kohteeksi (kuva 11). 7-vuotiaiden ja sitä vanhempien, täysin jokikalastukseen rekrytoituneiden vaellussiikojen kohdalla kalastuskuolevuus on ollut melko samalla tasolla, mikä vahvistaa käsityksiä siitä, että lippokalastus ei valikoi saalistaan koon suhteen.

Ajoverkkokalastus kohdistuu lippokalastuksen kanssa samaan kuldelle nousevaan vaellussiikakantaan. Ajoverkon ja lipon kalastuskuolevuuskäyrien samankaltaisuudesta päätellen ajoverkkokaan ei Tornionjoen vaellussiian osalta ole selektiivinen pyydys. Ajoverkon korkeammat kalastuskuolevuusarvot ja yli 8-vuotiaiden vaellussiikojen puuttuminen ajoverkon näyteaineistosta johtui siitä, että ajoverkolla pyydetyt näytteet oli pyydetty tutkimusajan viimeisinä vuosina, jolloin vaellussiian kalastuskuolevuus oli suurempi kuin tutkimusajan alussa ja yli 8-vuotiaiden osuus vaellussiikakannasta oli hyvin vähäinen (taulukko 18, kuva 19).

Seisovien verkkojen kokoselektiivisyys näkyy selvästi myös eri silmäkokojen verkkojen saaliin keskipituuksissa (taulukko 8). Baranovin (1948) esittämän nyrkkisäännön mukaan seisovilla verkoilla saadaan hyvin vähän kaloja, joiden pituus eroaa kunkin verkon silmäkoon optimista enemmän kuin 20 prosenttia.

Taulukko 8. Eri pyydystyypeillä saatujen siikanäytteiden määrä (n), siikojen keskipituus ja keskihajonta.

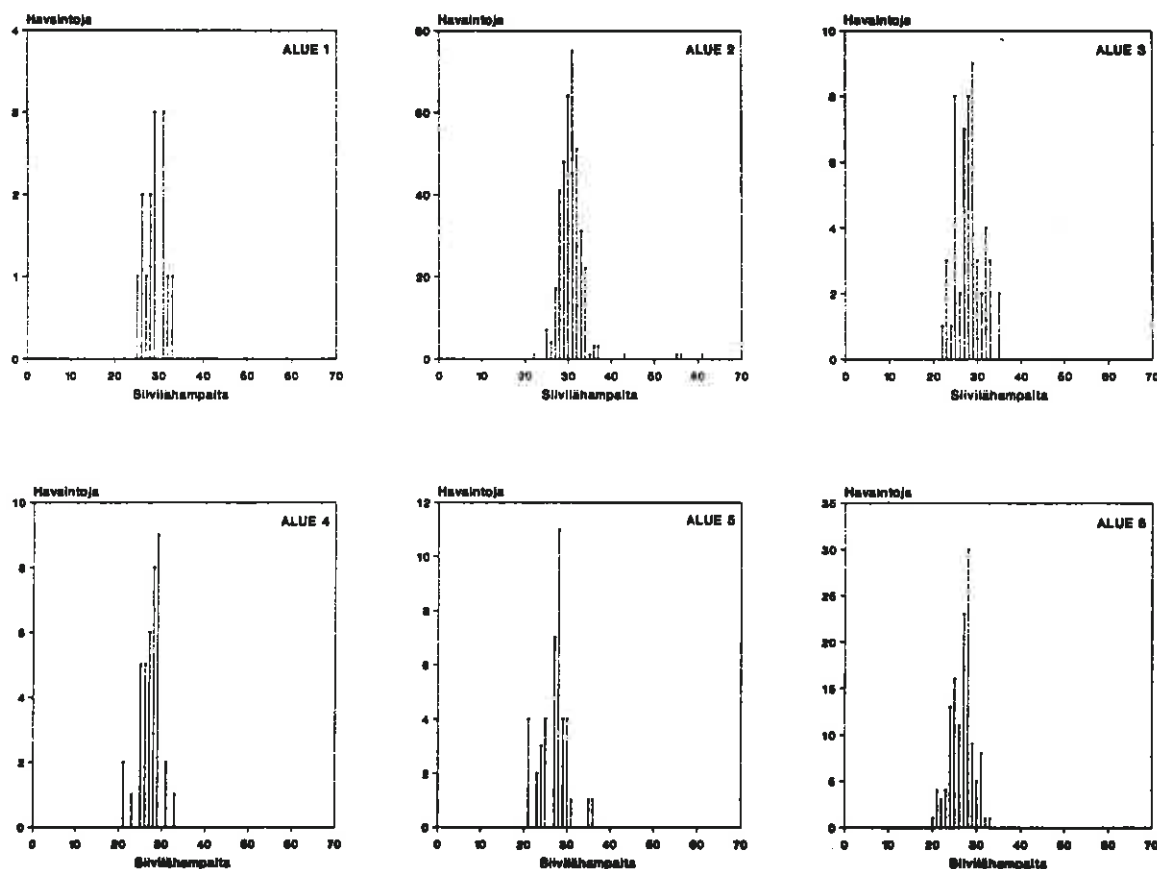
Pyydys	n	Keskipituus (cm)	Keskihajonta
Verkko 27-36 mm	1578	30,6	4,3
Verkko 37-45 mm	1766	35,1	7,1
Verkko 46-55 mm	119	45,2	6,0
Lippo	2110	38,0	4,4
Ajoverkko	216	38,4	3,4
Kulle	273	36,0	3,5
Isorysä	1449	36,8	6,3
Nuotta	26	32,3	6,2
Onki	16	21,5	3,8
Muut	8	34,8	4,6

Koska verkoilla kalastettaessa kalojen pyyntivälineestä johtuva pyydystettävyys on suurimmillaan kunkin silmäkoon optimissa, saadaan nuorista kaloista tehokkaimmin saaliiksi nopeakasvuiset ja vanhoista kaloista hidaskasvuiset yksilöt. Verkkosaaliin perusteella selvitetty populaation kalojen kasvu, kokojakauma ja ikäjakauma voivat siis erota huomattavasti populaation todellisista arvoista.

Lipposaaliin ja ajo verkkosaaliin keskipituudet ovat lähellä toisiaan, mikä vahvistaa kalastuskuolevuusarvoista saatua käsitystä siitä, että ajo verkko ei ole tässä tapauksessa selektiivinen pyydys. Tornion edustan merialueen siikanäytteiden kalastuksessa käytettyä isorysää pidetään myös melko valikoimattomana kalojen koon suhteen (Hyvärinen 1990).

5.3. Siikamuotojen ja siikakantojen erottelu

Siivilähammasjakaumat olivat yksihiippuisia ja muutamia yksittäisiä havaintoja lukuunottamatta myös jatkuvia (kuvat 12-17).



Kuvat 12-17. Alueiden 1-6 siikanäytteiden siivilähammasjakaumat.

Taulukko 9. Alueiden 1-6 siikanäytteiden siivilähammasmäärien keskiarvo ja keskihajonta. Alueen 2 suluissa olevat arvot on saatu jättämällä laskuista pois yksittäiset havainnot tiheistä ja harvoista siivilähampaista.

Alue	Keskiarvo	Keskihajonta
1	29,9	2,4
2	30,7 (30,5)	3,3 (2,2)
3	28,1	3,1
4	27,2	2,4
5	27,1	3,3
6	26,7	2,5

Tutkimusaluetta kokonaisuutena tarkastelemalla havaitaan, että siivilähammasmäärän keskiarvo laskee jokialueella pohjoiseen päin mentäessä (taulukko 9). Saman havainnon on tehnyt Himberg (1970).

Alueella 1 tiedettiin esiintyvän kaksi erilaista siikamuotoa: paikallinen merikutuinen karisiika (*C. acronius widegreni*) ja joessa kuteva, mereen syönnösvaelluksen tekevä vaellussiika (*C. lavaretus* (L.)). Svärdsonin (1957) mukaan karisiian keskimääräinen siivilähammaslukumäärä on 23-25 ja vaellussiian 30-31. Lehtosen (1981) mukaan Perämereltä pyydettyjen karisiikojen keskimääräinen siivilähammaslukumäärä on noin 26 ja vaellussiian 29-30.

Lehtosen ja Böhlingin (1988) mukaan vaellussiian osuus Pohjanlahden siikasaaliista vaihteli vuosina 1981-85 pyydyksestä riippuen 33 ja 100 prosentin välillä. Lehtosen (1981) tutkimuksessa karisiian prosenttiosuus siikasaaliista Kemian edustalla vaihteli välillä 60-80%. Leskelän (1989) tutkimuksessa karisiian prosenttiosuus siikasaaliista RKTL:n tilastoruutu kahden alueella, joka käsittää Tornionjoen ja Kemijoen edustat, oli keskimäärin 50%.

Alueen 1 siioista oli yhteensä vain 14 siivilähammasnäytettä, joista viisi voitiin siivilähammasmääränsä perusteella määrittää suoraan vaellussiioiksi. Ikäryhmittäisen pituustarkastelun perusteella myös loput yhdeksän näytettä oli otettu vaellussiiois-

ta. Kari- ja vaellussiian välistä runsaussuhdetta Tornion edustan merialueella ei tämän siivilähammasaineiston perusteella pystytty arvioimaan.

Jokialueella siikojen alueittaisten siivilähammasjakaumien välillä oli Kruskal-Wallis testin perusteella eroja yli 99 prosentin todennäköisyydellä. Verrattaessa Tukeyn testillä alueittaisia siivilähammasjakaumia yksittäin toisiinsa huomattiin, että alueen 2 siivilähammasjakauma erosi tilastollisesti merkitsevästi kaikista muista alueista (taulukko 10). Vierekkäisistä alueista tilastollisesti merkitseviä eroja oli vain alueiden 2 ja 3 välillä.

Taulukko 10. Alueiden 2-6 siivilähammasjakaumien välinen tilastollinen tarkastelu. 95%:n todennäköisyydellä merkitsevät erot on merkitty tähdellä. Viiva tarkoittaa, että alueiden välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja.

	3	*			
Alue	4	*	-		
	5	*	-	-	
	6	*	*	-	-
		2	3	4	5

Tornionjoen alajuoksun siivilähammasmääriä ovat tutkineet mm. Svärdson (1957), Petersson (1971) ja Lovikka (1977). Svärdson sai siivilähampaiden keskimääräiseksi lukumääräksi Kukkolassa 30,3 ja Petersson samassa paikassa 30,2. Lovikan Matkakoskelta kerätyssä aineistossa siivilähampaiden keskimääräinen lukumäärä oli 28,8.

Mikäli yksittäiset havainnot tiheistä ja harvoista siivilähampaista jätetään pois, alueen 2 siivilähammasmäärän keskihajonta on kaikista alueista pienin (taulukko 9). Tornionjoen alajuoksulta saatava siikasaalis koostuukin lähes yksistään merestä nousevasta vaellussiasta. Pelkästään Kukkolankoskesta saatujen siivilähammasnäytteiden keskiarvo oli 30,3, mikä vastaa hyvin aiemmin saatuja arvoja. Yksittäiset havainnot harvemmistä ja tiheimmistä siivilähammasmäärästä olivat todennäköisesti peräi-

sin Tornionjoen sivuvesistöihin tehdyistä pohjasiikojen (C. fera) ja planktonsiikojen (C. pallasi) istutuksista (taulukko 1).

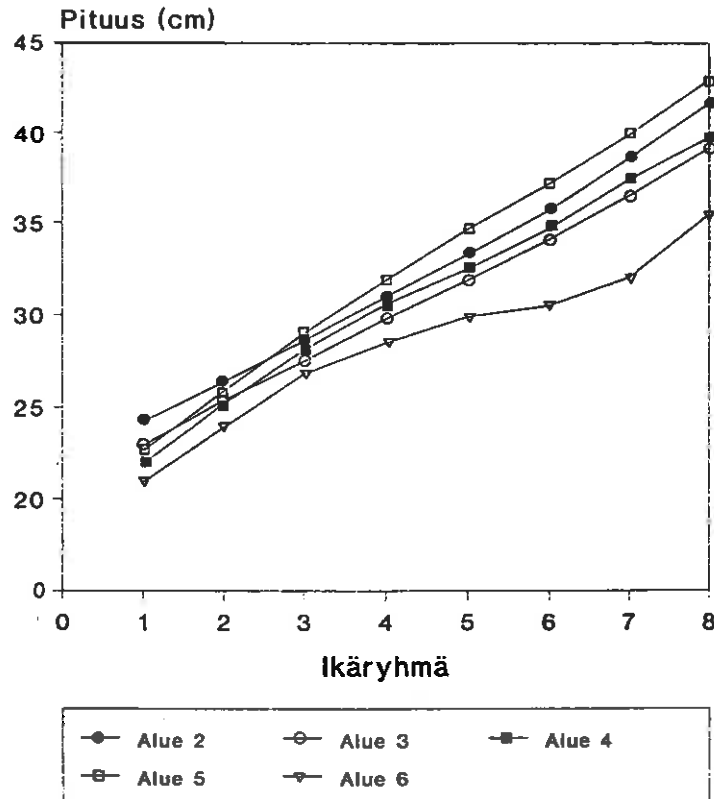
Mikäli alueella 2 elää paikallisia, mereen vaeltamattomia siikoja, ei näiden siivilähammasjakauma erotu vaellussiian jakauman alta. RKTL:n kalastuskirjanpitäjien mukaan alueelta 2 voi saada joskus saaliiksi laihoja siikoja ennen vaellussiian kutunousua. Nämä voivat olla edellä mainittuja paikallisia siikoja, rajajokeen talveksi jääneitä vaellussiikoja tai sivuvesistöistä vaeltavia siikoja.

Toivosen (1962) ja Peterssonin (1966,1975) mukaan vaellussiikannousee Tornion-Muonionjokeen kutemaan noin 40 kilometrin matkalle, mutta poikkeustapauksissa ylemmäs, mahdollisesti Muonioon saakka. Alueiden 2 ja 3 siikanäytteiden kuukausittaisten jakaumien ja siivilähammasjakaumien eroista päätellen merestä nouseva vaellussiika ei nouse merkittävässä määrin alueelle kolme asti (kuvat 5 ja 6, taulukot 9 ja 10). Merestä nousevat vaellussiikat saattavat kuitenkin nostaa hieman alueen 3 paikallisten jokisiikojen siivilähammasmäärän keskiarvoa.

Kaikista kuudesta alueesta alueiden 4 ja 5 siivilähammasmäärien keskiarvot ovat lähimpänä toisiaan (taulukko 9). Molemmilla alueilla erottuu siivilähammasjakaumasta siivilähammasmäärä 21. Nämä havainnot saattavat olla peräisin Muonionjoen sivuvesistöihin tehdyistä suurista pohjasiikaistutuksista (taulukko 2).

Alueiden 3 ja 6 siivilähammasjakaumien välinen tilastollisesti merkitsevä ero johtui siivilähammasmäärän liukuvasta laskusta pohjoiseen päin mentäessä. Alueet 3-6 muodostavat kuitenkin siivilähammasmäärien perusteella yhtenäisen jokisiikakannan, jolla on todennäköisesti ollut yksi yhteinen jääkauden jälkeinen kantamuoto.

Takautuvan kasvunmäärityksen tulosten perusteella alueiden 3-5 jokisiian kasvu nopeutuu pohjoiseen päin mentäessä (kuva 18). Alueen 2 vaellussiian kasvu vastaa keskimääräistä alueiden 3-5 jokisiian kasvua, kun taas alueen alueen kuusi siikat ovat selvästi tutkimusalueen hidaskasvuisimpia.



Kuva 18. Takautuvasti määritetty kasvu alueilla 2-6.

Kruskal-Wallis testin perusteella alueiden väliset kasvuerot ovat yli 99 % todennäköisyydellä tilastollisesti merkitseviä. Verrattaessa eri alueiden siikojen kasvua yksitellen havaittiin, että alueiden 1 ja 2 välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä kasvueroja neljää vanhemmissa ikäryhmissä (taulukko 11). Koska kari- ja vaellussiian välillä on selvä kasviero (mm. Lehtonen 1981), ovat alueen yksi isorysällä pyydetyt näytesiat lähes yksinomaan vaellussiikoja. Koska alueen 1 karisiikakannasta ei ole näytteitä ja vaellussiikanäytteistäkin todennäköisesti huomattava osa on peräisin Kemijoen siikaistutuksista, ei alueen 1 aineistoa käsitelty kalakantatarkastelujen yhteydessä.

Alueiden 2 ja 3 siikojen kasvut eroavat kaikissa kahdeksatta ikäryhmää nuoremmissa sioissa. Tulos tukee siivilähämäsja-kaumien perusteella tehtyä johtopäätöstä siitä, että alueiden 3-6 siiat ovat valtaosin paikallisia jokisiikoja.

Alueen 5 siiat kasvavat alueiden 3 ja 4 siikoja tilastollisesti merkitsevästi nopeammin ikäryhmissä 4-6. Koska alueiden 3-5 sii-

kojen kasvu kuitenkin paranee liukuvasti pohjoiseen päin mentäessä, näitä alueita ei erotettu toisistaan kalakantatarkasteluja varten. Siikanäytteiden alueittainen määrä ei myöskään tukenut erillistarkastelua.

Taulukko 11. Alueiden välinen kasvuerotarkastelu ikäryhmittäin Tukeyn testillä. 95%:n todennäköisyydellä merkitsevät kasvuerot on merkitty tähdellä. Viiva tarkoittaa, että alueiden välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää kasvueroa.

Ikäryhmä: 1.		2.	3.	4.
Alue	3 *	3 *	2 -	2 *
	4 * *	4 * -	3 - *	3 - *
	5 * - -	5 - - -	4 - - -	4 - - -
	6 * * * *	6 * * * *	5 - - * -	5 - * * *
	2 3 4 5	2 3 4 5	6 * * - * *	6 * * * * *
		1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
Ikäryhmä: 5.		6.	7.	8.
Alue	2 -	2 -	2 -	2 -
	3 * *	3 * *	3 * *	3 - -
	4 * - -	4 * - -	4 * - -	4 - - -
	5 * * * *	5 - * * *	5 - - * -	5 - - - -
	6 * * * * *	6 - * * * *	6 * * * * *	6 * * - - *
1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	

Alueen 6 siikojen kasvu eroaa muiden alueiden siikojen kasvuista lähes kaikissa ikäryhmissä. Alueen 6 kasvukäyrän muista alueista poikkeava muoto johtuu siitä, että Könkämäenon alueella on useita kasvunopeudeltaan erilaisia siikakantoja ja eri siikakannoista olevien näytteiden suhteellinen osuus aineistossa on erilainen eri ikäryhmissä.

Alueen 6 kalastuspaikoittain laskettujen ikäryhmittäisten pituusjakaumien väliset erot olivat Kruskal-Wallis testin mukaan yli 99 prosentin todennäköisyydellä tilastollisesti merkitseviä. Könkämäenon alajuoksulta ja Kelottijärvestä pyydetyt siiat ovat alueen 6 sioista nopeakasvuisimpia. Könkämäenon keski- ja yläjuoksulta, Naimakka-, Pousu- ja Muckajärvestä pyydetyt siiat ovat tilastollisesti merkitsevästi hidaskasvuisempia (taulukko 12, kuva 25).

Taulukko 12. Könkämäenon siikojen kasvun kalastuspaikoittainen tilastollinen vertailu. 95 %:n todennäköisyydellä merkitsevät kasvuerot on merkitty tähdellä. Viiva tarkoittaa, että alueiden välillä ei ole kasvueroa. Pyyntivälineenä oli 27-36 mm verkko.

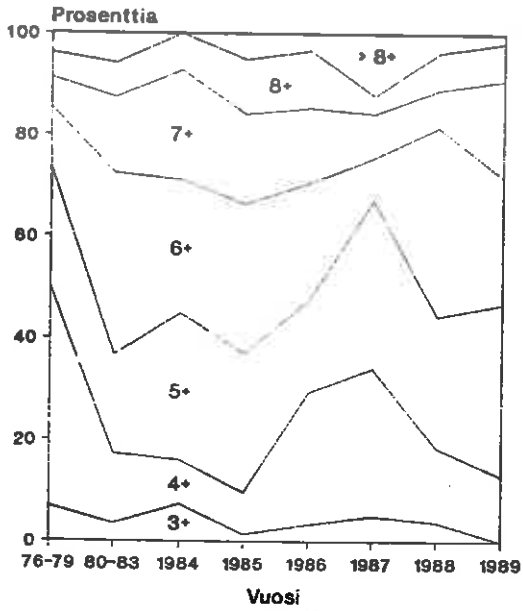
Ikäryhmä	3.	4.	5.	6.
	B *	B *	B *	B *
Alue	C * *	C * -	C * -	C * -
	A B	A B	A B	A B

Alue A: Könkämäenon alajuoksu, Kelottijärvi
 Alue B: Könkämäenon keskijuoksu, Naimakkajärvi
 Alue C: Könkämäenon yläjuoksu, Pousujärvi, Mukkajärvi

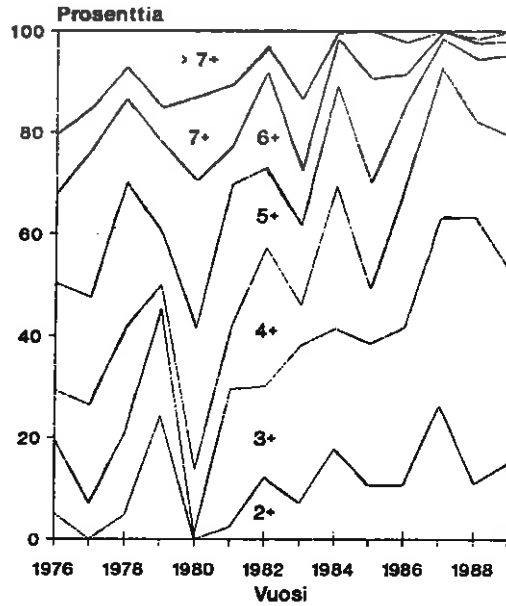
Aiempien tutkimustulosten mukaan (Tuunainen ym. 1984) Kilpisjärvessä elää ainakin kaksi kasvunopeudeltaan erilaista siikakan-
 taa. Paikallisten kalastajien mukaan Kelottijärvessä on sama ti-
 lanne. Alueen kuusi siioille ei tehty populaatioanalyysiä eikä
 Y/R-analyysiä, koska useista erillisistä siikakannoista johtuen
 yhdistetystä aineistosta tehtyjen analyysien arvo olisi vähin-
 tään kyseenalainen. Käytössä olevan aineiston tarkkuuden ja laa-
 juuden puitteissa kalastuspaikoittaisetkaan analyysit eivät ol-
 leet mahdollisia. Kalakantaparametrien tarkastelua varten (luku
 5.5) alue 6 jaettiin kahteen osaan, jotka nimettiin alajuoksuksi
 ja keski- ja yläjuoksuksi.

5.5. Kalakantaparametrit

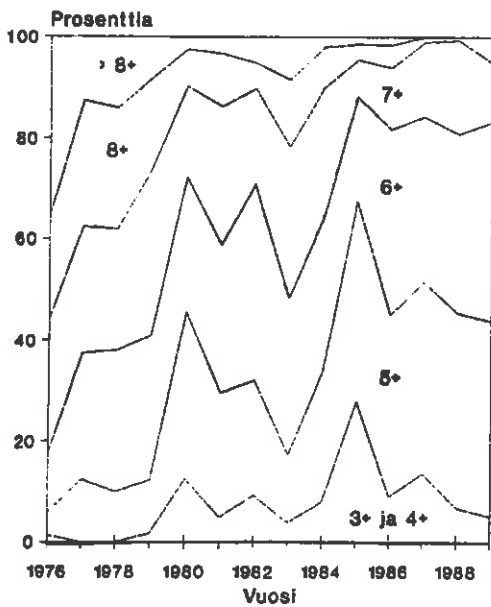
Näyteaineiston vuosittaisten ikäjakaumien ja keski-ikien perus-
 teella selviä muutoksia kalakannan ikärakenteessa on tutkimusai-
 kana tapahtunut alueilla 2 ja 6 (kuvat 19-22).



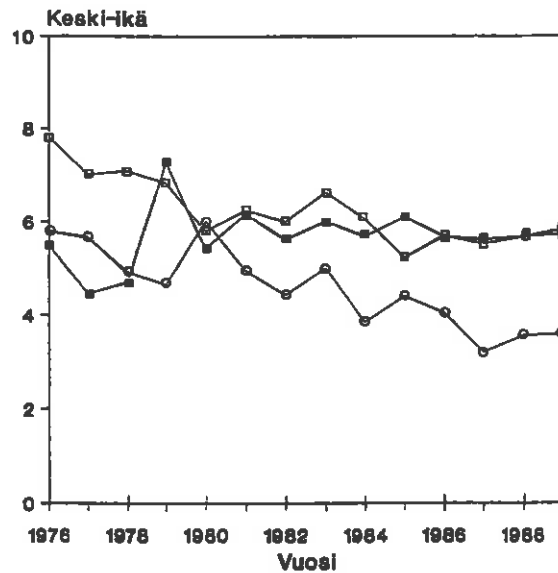
a)



b)



c)



d)

Kuvat 19-22. Siikasaaliin ikäjakaumat alueella 2 (a), alueilla 3-5 (b) ja alueella 6 (c). Keski-ikä eri alueilla tutkimusaikana (d). Alueiden 3-5 ikäjakaumassa vuodet 1976-1979 ja 1980-1983 on yhdistetty havaintojen määrän kasvattamiseksi.

Alueella 2 7-vuotiaiden ja sitä vanhempien siikojen kappalemääräinen osuus lipposaaliista romahti vuosina 1976-1985 yhteen neljäsosaansa (kuva 19). Vuodesta 1985 alkaen näiden ikäryhmien osuus on ollut melko vakaa 20 %. 3- ja 4-vuotiaiden siikojen osuus on vaihdellut vuosien välillä melko paljon, mutta selviä kehityssuuntia ei näiden ensimmäistä kertaa kutemaan tulevien vaellussiikojen määrässä voi havaita. Valtaosan (75-80 %) lipposaaliista muodostavat nykyään ikäryhmiin 5- ja 6-vuotiaat siikat. Lipposiikojen keski-ikä laski tutkimusaikana 7,8 vuodesta nykyiselle noin 5,5 vuoden tasolle (kuva 22).

Alueilla 3-5 siikasaaliin ikäjakaumassa ja keski-iässä ei ole havaittavissa selviä trendejä (kuvat 20 ja 22). 4-, 5- ja 6-vuotiaiden siikojen osuus alueiden 3-5 siikasaaliista on ollut melko vakaa 70 %. Siikanäytteiden keski-ikä koko tutkimusaikana oli 5,7 vuotta.

Alueen 6 saaliissa havaittiin selvä ikärakenteen nuortuminen (kuvat 21 ja 22). 6-vuotiaiden ja sitä vanhempien siikojen osuus on laskenut kymmenesosaansa vuosina 1976-1987, kun 2-, 3- ja 4-vuotiaiden siikojen osuus samanaikaisesti yli kaksinkertaistui. Könkämäenon siikojen keski-ikä laski tutkimusajan alun 5,8 vuodesta vuosien 1988 ja 1989 3,5 vuoteen.

Sukupuolijakaumissa näkyvät siivilähammastarkastelusta ja kasvuerotarkastelusta tutut erot alueiden välillä. Alueiden 2 ja 3 välillä on selvä ero, alueet 3, 4 ja 5 kuuluvat yhteen ja alue 6 on oma kokonaisuutensa (taulukko 13).

Taulukko 13. Siian näyteaineiston alueittaiset sukupuolijakaumat prosentteina.

Alue	Koiraita	:	Naaraita	(%)
Alue 2	62	:	38	
Alue 3	53	:	47	
Alue 4	51	:	49	
Alue 5	51	:	49	
Alue 6	46	:	54	

Vaellussiikasaaliin sukupuolijakauman koirasvoittoisuuden ovat aiemmin havainneet Oulujoella Lind ja Kaukoranta (1974) ja Tornionjoella Lovikka (1977) ja Pruuki ym. (1985). Vaellussiialla koiraiden ja naaraiden suhteellisten osuuksien ero johtuu eri sukupuolten erilaisesta vaellusaikataulusta. Segerstrålen (1938) ja Lindrothin (1957) mukaan koiraat saapuvat kutualueelle naaraita ennen, jolloin kutukauden alkuun ajoittuvassa kalastuksessa koiraiden osuus on naaraita suurempi. Alueilla 3-5 siikasaa- liista saadaan huomattava osa keväällä ja alkukesällä (kuvat 6-8), jolloin kalastus nähtävästi kohdistuu molempiin sukupuoliin samalla tavoin ja tästä johtuen eri sukupuolten osuudet ovat lähempänä toisiaan kuin alueella 2 (taulukko 13). Alueen 6 siikanäytteiden lievän naarasenemmistön syitä ei tunneta.

Sukupuolten välisiä tilastollisesti merkitseviä kasvueroja havaittiin alueilla 2 ja 6 (taulukko 14).

Taulukko 14. Siian sukupuolten välisen kasvuerotarkastelun tulokset. Tilastollisesti 95 %:n varmuudella merkitsevät kasvuerot on merkitty tähdellä. Viiva tarkoittaa, että sukupuolten välillä ei kyseisessä ikäryhmässä ole kasvueroa.

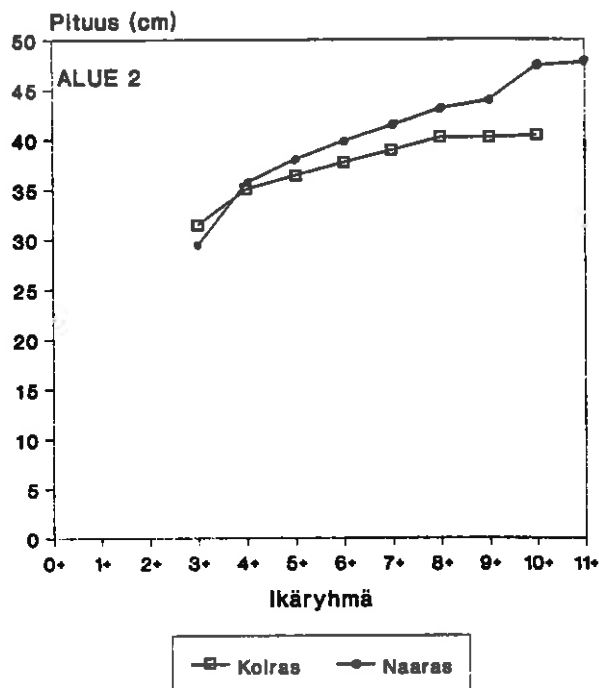
Ikäryhmä	Alue 2	Alueet 3-5	Alue 6
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	*	-	*
6	*	-	*
7	*	-	*
8	*	-	*
9	*	-	-
10	*	-	-

Lehtosen (1981) Pohjanlahden kari- ja vaellussiikaa käsitelleessä tutkimuksessa aineistoa käsiteltiin yhtenäisenä, koska sukupuolten välillä ei havaittu kasvueroa. Huusko ja Grotnes (1988) havaitsivat, että Kiiminkijoen vaellussiian naarasyksilöt kasvavat koiraita nopeammin. Kasvuero oli selvä varsinkin vanhemmilla ikäryhmillä.

Myös Tornion-Muonionjoen vaellussiian naarasyksilöt kasvavat koiraita nopeammin (taulukko 14). Ero on alueella 2 tilastollisesti merkitsevä ikäryhmässä 5 ja sitä vanhemmissa ikäryhmissä. Alueiden 3-6 jokisiioilla sukupuolten välisiä tilastollisesti merkitseviä kasvueroja oli vain alueella 6 ikäryhmissä 5-8.

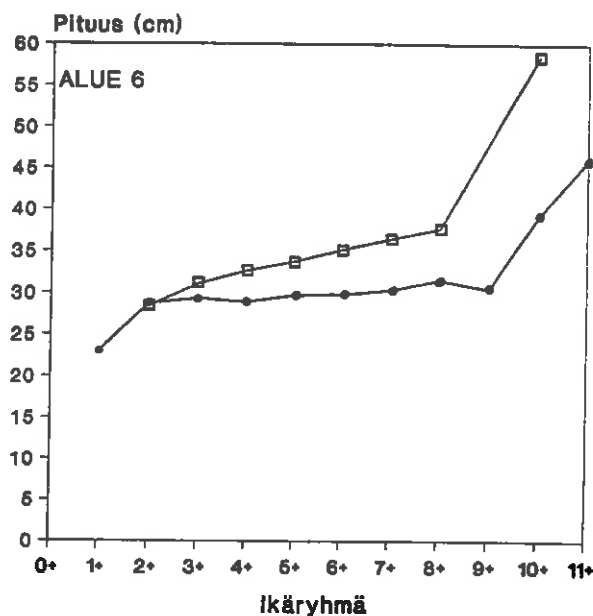
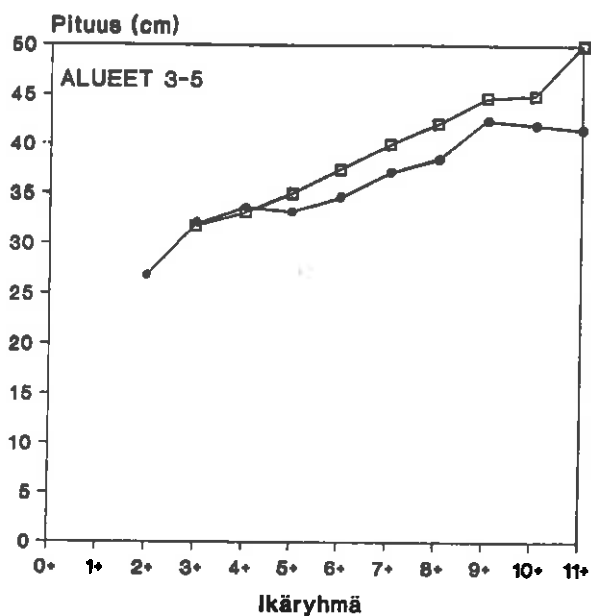
Vuosien 1976-1982 ja 1983-1989 ikäryhmittäisiä keskipituuksia vertaamalla havaittiin alueen 2 siikojen kohdalla tilastollisesti merkitseviä kasvueroja molemmilla sukupuolilla. Ikäryhmiin 3-7 kuuluvilla siioilla, jotka muodostavat 95 % alueen 2 siikasaa- liista kasvuoero oli kuitenkin suurimmillaan alle 1 cm, eli kasvun muuttumisella ei ole käytännön merkitystä. Alueiden 3-6 jokisiikojen kasvussa ei havaittu vuosien välistä vaihtelua.

Alueen 2 vaellussiikakoiraiden pituuskasvu on sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen naaraita hitaampaa (kuva 23, taulukko 15). Koiraiden pituuskasvu lähes loppuu ikäryhmässä 8+, jolloin koiraiden keskimääräinen pituus on noin 40 cm ja paino pituuden ja painon suhteen (taulukko 16) perusteella 550 g. Naaraille pituuskasvua jatkuu pidempään ikäryhmiin 10+ ja 11+ asti, jolloin naaraiden keskimääräinen pituus on 47-48 cm ja paino noin 1000 g.



Kuva 23. Sukupuolittain suoraan aineistosta määritetyt siian kasvukäyrät alueella kaksi.

Pohjanlahdessa vaellussiian kasvun on havaittu heikkenevän pohjoiseen päin mentäessä (Lehtonen 1981). Alueen 2 vaellussiikojen ikäryhmittäiset keskipituudet olivatkin hieman pienempiä kuin Lehtosen ilmoittamat Simojoen vaellussiikojen keskipituudet.



Kuvat 24 ja 25. Suoraan aineistosta määritetyt kasvukäyrät alueille 3-6. Alueet 3 ja 4 on yhdistetty. Alue 6 on jaettu alajuoksuun ja keski- ja yläjuoksuun.

Taulukko 15. Alueiden 2, 3-5 ja 6 siikojen kasvukäyrien teossa käytetyt ikäryhmittäiset keskipituudet (\bar{x}), pituushavaintojen määrät (n), ja keskihajonnat.

Alue 2	Ikäryhmä	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+
Koiras	\bar{x}	-	-	31,5	35,1	36,4	37,7	38,9	40,2	40,2	40,4	-
	N	-	-	23	190	652	569	283	100	35	8	-
	K.haj	-	-	3,5	3,6	3,2	3,5	3,8	4,6	4,0	4,3	-
Naaras	\bar{x}	-	-	29,5	35,7	38,0	39,8	41,4	43,1	43,9	47,4	47,7
	N	-	-	5	37	184	351	306	154	58	26	6
	K.haj	-	-	2,6	3,3	4,0	4,1	4,0	5,1	6,0	6,7	8,7
Alueet 3+4	\bar{x}	-	26,8	31,7	33,2	33,0	34,5	36,9	38,5	42,4	42,0	41,5
	N	-	1	10	64	74	90	62	29	9	3	2
	K.haj	-	-	4,6	3,2	3,1	3,1	3,8	4,2	8,6	6,1	9,2
Alue 5	\bar{x}	-	-	31,7	33,1	35,1	37,5	40,0	42,1	44,7	45,0	50,0
	N	-	-	14	69	110	75	39	24	9	5	3
	K.haj	-	-	2,5	3,1	3,2	3,2	4,6	3,7	5,1	2,7	2,6
Alue 6	\bar{x}	-	28,4	31,0	32,6	33,7	35,1	36,4	37,7	-	58,0	-
	N	-	109	301	157	75	21	7	3	-	3	-
	K.haj	-	1,9	2,5	3,3	4,2	4,8	5,6	5,6	-	4,0	-
Keski- ja yläj.	\bar{x}	23,0	28,7	29,3	28,9	29,7	29,8	30,3	31,5	30,5	39,2	46,0
	N	2	57	126	170	201	161	95	39	10	3	1
	K.haj	1,4	2,5	3,4	3,2	3,4	3,6	4,5	6,6	4,3	16,3	-

Alueiden 3-5 jokisiikojen kasvunopeus säilyy tasaisena 9-vuotiaaksi saakka, minkä ikäisenä siikojen keskimääräinen pituus ja paino alueilla 3+4 on noin 42 cm ja 630 g ja alueella 5 45 cm ja 800 g (kuva 24, taulukot 15 ja 16). Verrattuna Ounasjoen siikaan (Anttinen 1986) alueiden 3-5 siikojen keskipituudet ovat kaikissa ikäryhmissä yli 6 cm suurempia. Pituuden ja painon suhteen (taulukko 16) avulla alueille 3-5 lasketut ikäryhmittäiset keskipainot ovat 150-250 grammaa suurempia, eli keskimäärin kaksinkertaisia Ounasjoen siian vastaaviin arvoihin verrattuna. Kasvuero alueiden välille syntyy pääasiassa kahden ensimmäisen kasvukauden aikana, sillä ikäryhmästä 2+ eteenpäin siikojen pituudet ja painot kasvoivat molemmilla alueilla samaa tahtia.

Könkämäenon (alue 6) keski- ja yläjuoksun siikojen pituuskasvu loppuu lähes täysin ikäryhmässä 2+, jolloin paikallisten siikojen pituus on noin 30 cm ja paino 225 g (kuva 25, taulukot 15 ja 16). Alajuoksun siikojen kasvu on alueiden 3-5 siikojen kasvun tapaan tasaista vanhoihin ikäryhmiin saakka. Sekä alajuoksulta että keski- ja yläjuoksulta oli havaintoja 10-vuotiaista ja vanhemmista, nopeasti kasvaneista siioista. Nämä havainnot saattavat olla peräisin saman kalakannan erityisen nopeakasvuista yksilöistä tai jostain sivujärvestä.

Vuotuinen lisäkasvu alkaa koko tutkimusalueella kesäkuun alkupuolella. Kesä-heinäkuun vaihteessa lisäkasvua havaittiin yli 90 prosentilla siioista.

Pituuden ja painon suhteen alueittaisessa tarkastelussa havaittiin, että alueen 2 vaellussiikakoiraat ovat ennen sukukypsyyden saavuttamista naaraita lihavampia (taulukko 16). Sukukypsyyden myötä naaraiden paino saavuttaa koiraiden painon ja 40 cm pitkistä vaellussiioista naaraat ovat jo painavampia.

Alueiden 3-6 jokisiialla paino standardipituuksissa kasvaa pohjoista kohti niin, että tutkimusalueen lihavimmat siiat saadaan alueen 6 alajuoksulta. Alueen 6 keski- ja yläjuoksun siioille ei laskettu painoa 40 cm standardipituudelle, koska alueen siiat eivät keskimäärin koskaan saavuta kyseistä pituutta.

Taulukko 16. Tornion-Muonionjoen siikojen pituuden ja painon suhteen ($W=a \cdot L^b$) vakiot ja standardipituuksia vastaavat painot. W=kalan keskipaino (g), L=kalan keskipituus (cm), a ja b =vakioita.

Alue	Pituuden ja painon suhteen vakiot		Standardipituuksia vastaavat painot, g		
	a	b	20 cm	30 cm	40 cm
Alue 2					
koiras	0,0123	2,8944	72	231	533
naaras	0,0024	3,3546	56	216	568
Alueet 3+4	0,0134	2,8763	74	238	543
Alue 5	0,0116	2,9292	75	246	571
Alue 6					
alajuoksu	0,0162	2,8796	90	290	665
keski- ja yläjuoksu	0,0031	3,2918	59	226	-

Alueilla yksi ja kaksi siian kalastus on pääasiassa kutukalastusta, eli saaliiksi saadut siiat ovat lähes poikkeuksetta sukukypsiä. Alueiden 3-5 ja alueen kuusi sukukypsyysselvityksen tulokset on esitetty taulukossa 17.

Taulukko 17. Ikäryhmät, jolloin 50% ja 90% siioista on sukukypsiä alueilla 3-5 ja alueella kuusi. Tulokset ovat sukupuolittain.

Sukukypsien osuus	Alueet 3-5		Alue 6	
	koiras	naaras	koiras	naaras
>50%	3	3	3	4
>90%	6	6	6	7

Jotta siikakanta voisi säilyä, siian minimi-ikä ja minimikoko tulisi asettaa sellaisiksi, että ainakin osa siioista ehtii kutea ennen pyydystämistä. Mikäli halutaan, että alueiden 3-6 siioista vähintään 50 % ehtisi kutea, tulisi pyynti aloittaa 4-vuo-

tiaista, tai alueen 6 siikanaaraita ajatellen 5-vuotiaista siioista (taulukko 17). Selektiivisyys- ja kasvutietojen (kuvat 10,24,25) perusteella sopiva verkon silmäkoko olisi tällöin alueilla 3-5 ja alueen 6 alajuoksulla 37-45 mm. Mikäli siikojen kalastus 27-36 mm verkoilla lopetettaisiin, voitaisiin näillä alueilla pyyntiponnistusta 37-45 mm verkoilla todennäköisesti vastaavasti lisätä ilman, että siikojen lisääntyminen vaarantuisi. Alueen 6 keski- ja yläjuoksulla siikojen kasvu kuitenkin likimain pysähtyy ikäryhmässä 2+ (kuva 25), joten mikäli yleensä halutaan saalista näiltä alueilta, pitää 27-36 mm verkkojen käyttö sallia edelleen. Lisääntymisen varmistaminen alueen 6 keski- ja yläjuoksulla tulee tapahtua säätämällä kantaan kohdistuvaa kalastuskuolevuutta siten, että riittävän suuri osa kannasta elää sukukypsyyssikään asti.

Alueiden 2 ja 6 siikakantojen kokonaiskuolevuudet ovat kasvaneet tutkimusaikana (taulukko 18). Mikäli oletetaan luonnollisen kuolevuuden pysyneen entisellään, kertoo muutos kalastuskuolevuuden voimistumisesta näillä alueilla. Alueilla 3-6 siikojen kokonaiskuolevuus oli selvästi pienempi kuin alueella 2. Alueen 5 alueita 3+4 pienempi rekrytointi-ikä johtuu todennäköisesti alueen 5 siikojen paremmista elinolosuhteista johtuvasta nopeammasta kasvusta pyyntikokoon.

Taulukko 18. Chapmanin ja Robsonin (1960) ja Robsonin ja Chapmanin (1961) esittämän menetelmän mukaan laskettu hetkellinen kokonaiskuolevuusarvo (Z) ja 1. täysin kalastukseen rekrytoitunut ikäryhmä alueittain. Alueiden 2 ja 6 aineistot jaettiin ajallisesti vuosiin 1976-82 ja 1983-89.

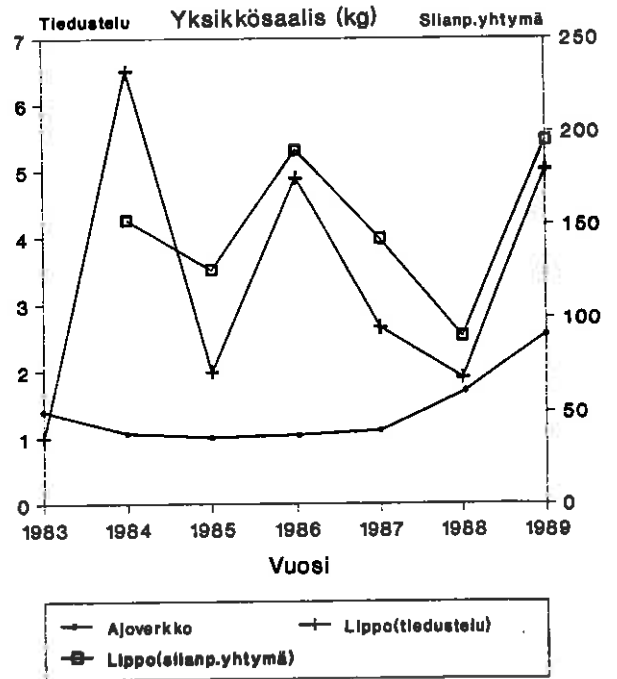
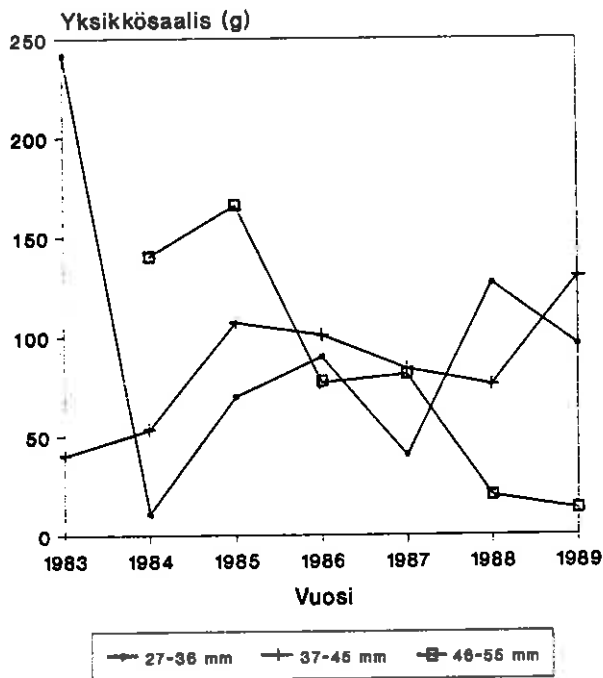
Alue	Z	Rekrytointi-ikä
Alue 2 1976-82	1,0	8
1983-89	1,2	7
Alueet 3+4	1,0	7
Alue 5	0,7	6
Alueet 3-5	0,8	7
Alue 6 1976-82	0,7	6
1983-89	0,8	5

Vaellussiian kalastuskuolevuus voidaan jakaa meri- ja jokipyynnin aiheuttamiin kalastuskuolevuuksiin. Huusko ja Grotnes (1988) arvioivat merkintöjen perusteella Kiiminkijoen vaellussiian kalastuskuolevuudeksi meripyynnissä 0,19 ja jokipyynnissä 0,45. Kokonaiskuolevuudeksi Huusko ja Grotnes saivat näyteaineiston ikärakenteen perusteella 0,73 ja merkintöjen perusteella 0,85. Koska Tornionjoki ja Kiiminkijoki ovat melko lähekkäin ja molempiin jokiin nousevat vaellussiat ovat joutuneet uimaan tärkeimmän siianpyyntialueen Merenkurkun ohi, meripyynnin aiheuttama kalastuskuolevuus lienee lähes samanlainen molempien jokien vaellussiioille. Tornionjoen vaellussiian kokonaiskuolevuus (taulukko 18) oli neljännestä suurempi kuin Kiiminkijoen vaellussiialla, mikä viittaa siihen, että Tornionjoella jokipyynnin aiheuttama kalastuskuolevuus on suurempi. Meripyynnin ja jokipyynnin Tornionjoen vaellussiialle aiheuttamien kalastuskuolevuuksien erottamisen vaikeuden takia ei voida kuitenkaan varmuudella sanoa kumman kasvu on aiheuttanut havaitun kokonaiskuolevuuden kasvun.

5.6. Siikakantojen tilan arviointi

5.6.1. Yksikkösaaliit

Tornionjoella 46-55 mm verkkojen yksikkösaaliit ovat pudonneet romahdusmaisesti 1980-luvun loppupuolella (kuva 26). Samanaikaisesti 27-36 mm ja 37-45 mm verkkojen yksikkösaaliit ovat kasvaneet. Selektiivisyystietojen ja kasvutietojen (kuvat 10 ja 23) perusteella 46-55 mm verkot pyytävät tehokkaimmin 8-vuotiaita ja sitä vanhempia naarassiikoja, joiden lukumäärä on yksikkösaalitulosten perusteella vähentynyt merkittävästi. 27-36 mm ja 37-45 mm verkkojen yksikkösaaliiden kasvusta voidaan päätellä, että 3-6 -vuotiaiden vaellussiikojen määrä on samanaikaisesti kasvanut. Eri ikäryhmien suhteellisten osuuksien muuttuminen alueen 2 siikanäytteissä tukee näitä käsityksiä (kuva 19).



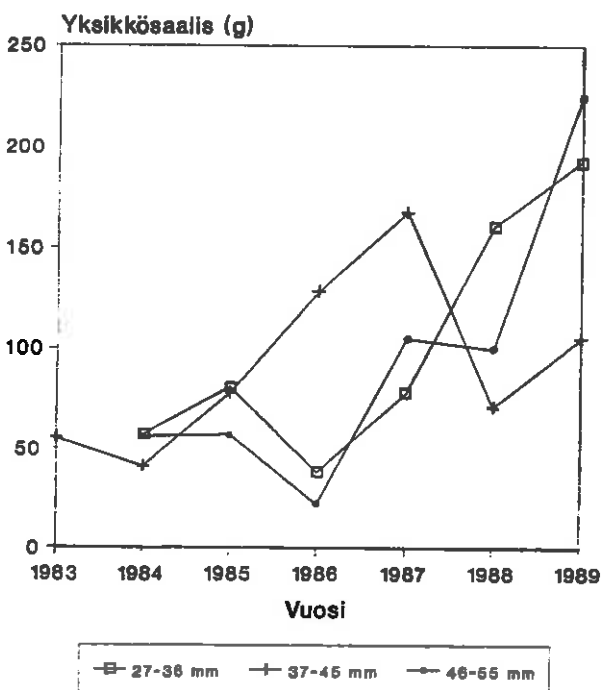
Kuvat 26 ja 27. Siian yksikkösaaliit paikallisten kotitarve- ja virkistyskalastajien saaliissa tärkeimmillä pyydöksillä Tornionjoessa vuosina 1983-1989.

Lippokalastuksen yksikkösaaliissa on suurta vuosien välistä vaihtelua, mutta selvää trendiä ei ole havaittavissa (kuva 27). Vaihtelu on todellista, koska samaan lopputulokseen päädyttiin kahden eri tavalla hankitun aineiston perusteella. Ajoverkon ja seisovien verkkojen yksikkösaaliiden vaihtelu erosi kuitenkin huomattavasti lipon yksikkösaaliiden vaihtelusta, mikä viittaa siihen, että jokeen nousevien vaellussiikojen määrän lisäksi myös muiden tekijöiden vaikutus lipposaaliisiin on suuri. Näistä tutkittiin vedenkorkeuden vaihtelun vaikutusta (luku 5.7.2).

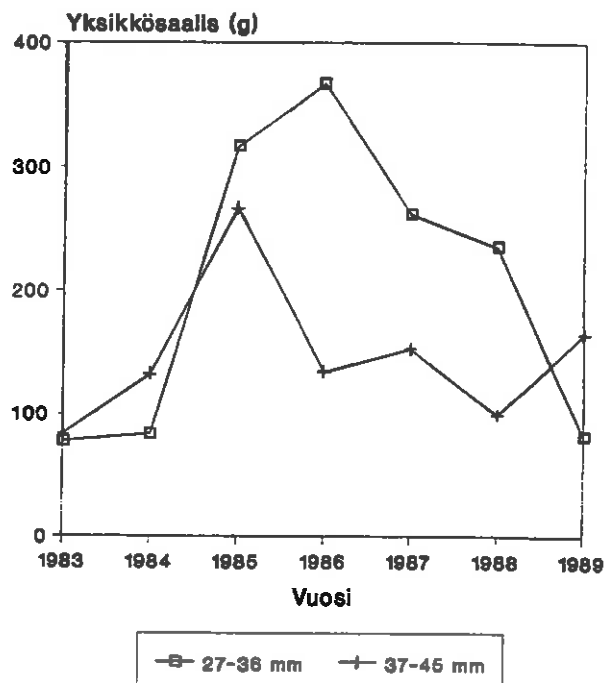
Ajoverkon yksikkösaaliit ovat olleet melko tasaisia vuosina 1983-1987 ja kohonneet selvästi vuoden 1987 jälkeen (kuva 27). Koska ajoverkko ei selektiivisyystarkastelun perusteella juuri valikoi saalistaan koon suhteen, jokeen nousseiden vaellussiikojen kokonaismäärä on kasvanut vuoden 1987 jälkeen. 27-36 mm ja 37-45 mm verkkojen yksikkösaaliiden ja siikanäytteiden ikäkaumien kehityksestä päätellen kasvu johtui 3-6 -vuotiaiden vaellussiikojen kasvaneesta määrästä (kuvat 19 ja 26).

Yksikkösaalistulokset viittaavat siihen, että nykyinen kalastus ei muodosta välitöntä uhkaa Tornionjoen vaellussiikakannalle. Kasvanut kalastuskuolevuus on kuitenkin aiheuttanut vaellussiian ikärakenteen nuortumisen ja kalastus kohdistuu harvempiin ikäryhmiin kuin aikaisemmin (taulukko 18, kuva 19). Vaellussiikanta on samalla tullut herkemmäksi vuosiluokan koon vaihtelulle. Jos vaellussiikaan kohdistuva kalastuskuolevuus kasvaa jatkossakin, on todennäköistä, että vaellussiian rekrytointi kärsii ja kannan romahtaminen on mahdollinen. Riittävän emokannan koon turvaamiseksi tehokkain keino olisi todennäköisesti merestä karisiian kalastuksen sivusaaliina saatavien ei-sukukypsien vaellussiikojen saalismäärien pienentäminen. Tähän pyrkiviä suosituksia antoivat Lehtonen ja Böhling (1988).

Muonionjoella kaikkien eri silmäkokojen verkkojen yksikkösaaliit olivat vuonna 1989 korkeammalla tasolla kuin vuosina 1983-1984, eli Muonionjoen jokisiian yksilömäärät ovat tulosten perusteella kasvaneet kaikissa ikäryhmissä tutkimusaikana (kuva 28).



a)



b)

Kuvat 28 ja 29. Siian yksikkösaaliit paikallisten kotitarve- ja virkistyskalastajien saaliissa tärkeimmillä pyydyksillä Muonionjoessa (a) ja Könkämäenossa (b) vuosina 1983-1989.

Muonionjoen tärkeimmän pyydyksen, 37-45 mm verkon yksikkösaaliiden vaihtelun perusteella siikakannan pyynnin kohteena olevan osan koko pieneni vuodesta 1987 vuoteen 1988, mutta pienenemistä ei jatkunut enää vuonna 1989. Yksikkösaalistulosten perusteella Muonionjoen kalakanta onkin varsin vakaassa tilassa ja kestää hyvin nykyisen pyyntiponnistuksen määrän.

Könkämäenon yksikkösaaliit olivat vuonna 1989 samaa suuruusluokkaa vuoden 1983 tason kanssa, minkä perusteella siikakannan koossa ei ole tapahtunut pysyviä muutoksia. Suurta yksikkösaaliiden vaihtelua selittää Könkämäenon siiankalastuksen keskittyminen ikäryhmiin 2-4 (kuva 21). Kalastuksen keskittyminen vain muutamaa nuoreen ikäryhmään tekee siikakannan pyynnin kohteena olevan osan koon ja yksikkösaaliit herkiksi vuosiluokan koon vaihteluille. Könkämäenon useiden erillisten siikakantojen olemassaolo vähentää lisäksi yhdistetyn yksikkösaalisaineiston arvoa kalakannan tilan arvioinnissa.

Tornionjoen yksikkösaaliiden variaatiokertoimet vaihtelivat välillä 21-99, eli yksikkösaaliiden keskihajonnat olivat 21-99 % otoskeskiarvosta (taulukko 19). Pienet havaintojen määrät ja suuret variaatiokertoimet vähentävät Tornionjoen 27-36 mm verkon yksikkösaaliista tehtyjen päätelmien luotettavuutta ja selittävät osaltaan yksikkösaaliin suuria vuosien välisiä vaihteluja tässä silmäkoossa. Muilla Tornionjoen pyydyksillä variaatiokertoimet olivat selvästi alemmalla tasolla ja yksikkösaalistulokset vastaavasti luotettavampia.

Muonionjoen ja Könkämäenon yksikkösaaliiden variaatiokertoimet olivat Muonionjoen 46-55 mm verkkoa lukuunottamatta keskenään ja Tornionjoen pyydysten kanssa samalla tasolla ja yksikkösaaliit olivat tältä osin yhtä luotettavia koko tutkimusalueella.

Taulukko 19. Niiden pyyntiponnistus- ja saalistaulukot täyttäneiden määrä, joiden tiedoista yksikkösaaliit on laskettu (n). Yksikkösaaliiden variaatiokerroin prosentteina (CV%).

Pyydys	Tornionjoki						
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
				n;CV%			
27-36 mm	7;-	6;77	6;99	7;73	9;65	7;80	12;68
37-45 mm	27;-	20;55	58;22	52;29	55;18	31;45	47;22
46-55 mm	-;-	7;60	11;65	11;47	13;43	6;45	12;23
Ajoverkko	-;-	6;78	22;21	16;21	14;28	6;41	20;35
Lippo	5;-	3;46	11;44	14;32	15;43	14;32	11;61

Muonionjoki							
27-36 mm	1;-	2;14	3;53	6;53	7;54	6;25	5;20
37-45 mm	13;-	5;56	18;29	19;46	24;15	19;31	25;21
46-55 mm	1;-	1; -	3;100	3;86	7;41	1; -	2;16

Könkämäeno							
27-36 mm	2,-	2;52	1;-	3;36	7;36	4;11	3;18
37-45 mm	4,-	4; 8	2;76	3;21	6;28	6;27	3;84

5.6.2. Populaatioanalyysi

Tornionjoen yläjuoksun ja Muonionjoen populaatioanalyysin lähtötiedoista havaittiin vuosina 1982-1984 syntyneiden vuosiluokkien olleen keskimääräistä vuosiluokan kokoa suurempia (taulukko 20).

Taulukko 20. Alueiden 3-5 populaatioanalyysissä lähtötietoina käytetyt ikäryhmäkohtaiset kappalemääräiset siika-saaliit.

Ikäryhmä	Vuosi						
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
3	258	225	48	187	542	289	258
4	524	274	389	1622	3255	1123	997
5	507	921	1291	1120	3611	1895	2678
6	2639	963	1298	1420	884	2405	2171
7	429	834	796	925	867	446	1676
8	496	229	520	746	430	501	561
9+	0	0	253	184	978	234	187

Populaatioanalyysin lähtötietoina käytettiin vain suomenpuoleisia saalistietoja, joten analyysin tuloksena saatava kannan koko on vain noin yksi kolmasosa todellisesta kannan koosta.

Vuosittaisista kalastuskuolevuusarvoista havaitaan, että keskimääräinen kalastuskuolevuus ja kalakannan hyödyntämistä olivat korkeimmillaan vuonna 1987 (taulukko 21). Tuloksen vahvistavat Muonionjoen 37-45 mm verkon yksikkösaalistiedot (kuva 28). Vuosien väliset keskimääräisen kalastuskuolevuuden erot ovat kuitenkin melko pieniä.

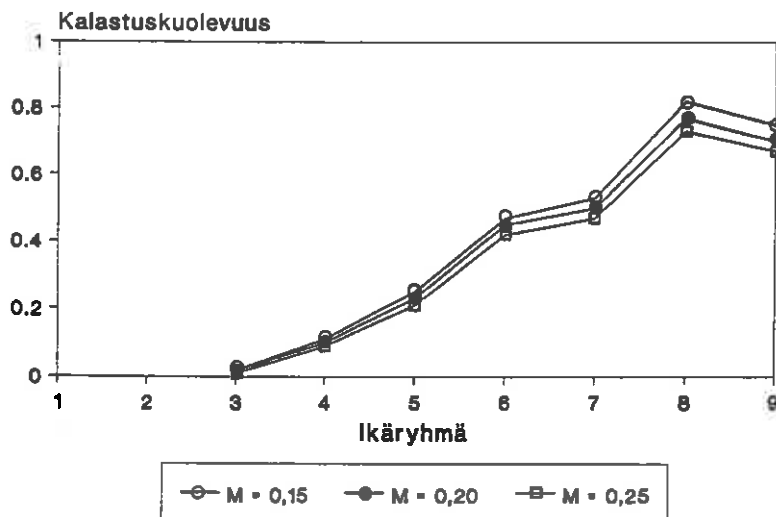
Taulukko 21. Populaatioanalyysistä saadut vuosittaiset ja ikäryhmittäiset kalastuskuolevuusarvot luonnollisen kuolevuuden arvolla $M=0,2$, kalakannan hyödyntämistä kuvaava muuttuja (Fp), keskimääräinen kalastuskuolevuus (Fc) ja ensimmäinen merkittävästi rekrytoitunut ikäryhmä (a).

Ikäryhmä	Vuosi						
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
3	0,03	0,03	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02
4	0,08	0,04	0,07	0,10	0,25	0,07	0,10
5	0,08	0,19	0,26	0,27	0,33	0,23	0,23
6	0,79	0,21	0,45	0,50	0,35	0,38	0,45
7	0,47	0,63	0,27	0,69	0,66	0,30	0,50
8	12,68	0,49	1,08	0,43	0,82	1,05	0,77
9+	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fp	0,14	0,16	0,16	0,20	0,25	0,17	0,20
Fc	0,41	0,37	0,41	0,43	0,45	0,38	0,42
a	6,00	4,34	4,90	4,39	4,21	4,46	4,42

Ensimmäinen merkittävästi kalastukseen rekrytoitunut ikäryhmä vaihteli vuotta 1983 lukuunottamatta välillä 4,2 - 4,9 -vuotiaat, eli yli puolet sijoista ehti kutea ainakin kerran ennen joutumistaan pyydystetyksi (taulukko 17, taulukko 21). Vuoden 1983 muita vuosia suurempi a:n arvo johtui pienestä siikanäytteiden määrästä.

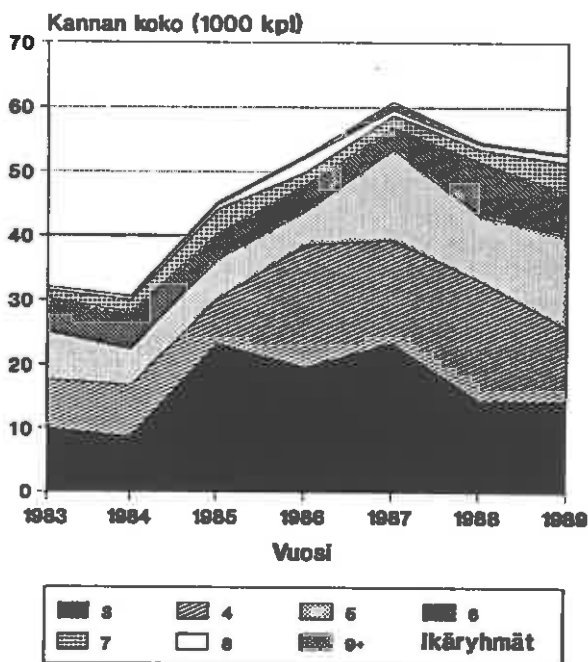
Alueilla 3-5 nuorin ikäryhmä, johon kohdistuu kalastuskuolevuutta ovat 3-vuotiaat (kuva 30). Kalastuskuolevuus kasvaa vanhemmissa ikäryhmissä 8-vuotiaisiin saakka, minkä jälkeen kalastuskuolevuus kääntyy laskuun. Tulos on sama kuin koko tutkimusalu-

een 37-45 mm verkon populaatioanalyysissä (kuva 10). Luonnollisen kuolevuuden arvon muuttaminen ei vaikuta tehtäviin päätelmiin.



Kuva 30. Populaatioanalyysistä saatujen kalastuskuolevuuksien ikäryhmittäiset keskiarvot luonnollisen kuolevuuden eri arvoilla.

Populaatioanalyysin tulosten perusteella alueiden 3-5 siikakannan koko on tutkimusaikana lähes kaksinkertaistunut (kuva 31). Siikakannan koon vaihtelun takana lienee suurelta osin jo analyysin lähtötiedoissa (taulukko 20) havaittu todellinen vuosiluokkien koon vaihtelu.



Kuva 31. Alueiden 3-5 siikakannan koko ikäryhmittäin vuosina 1983-1989 populaatioanalyysin perusteella.

Muonionjoen 27-36 mm verkon yksikkösaalistuloksissa on jossain määrin ristiriitoja populaatioanalyysistä saadun kannan koon kanssa. 27-36 mm verkkojen yksikkösaaliit kasvoivat vuosina 1988 ja 1989 (kuva 28), mutta 3-vuotiaiden siikojen määrä laski kuitenkin samaan aikaan populaatioanalyysin perusteella (kuva 31).

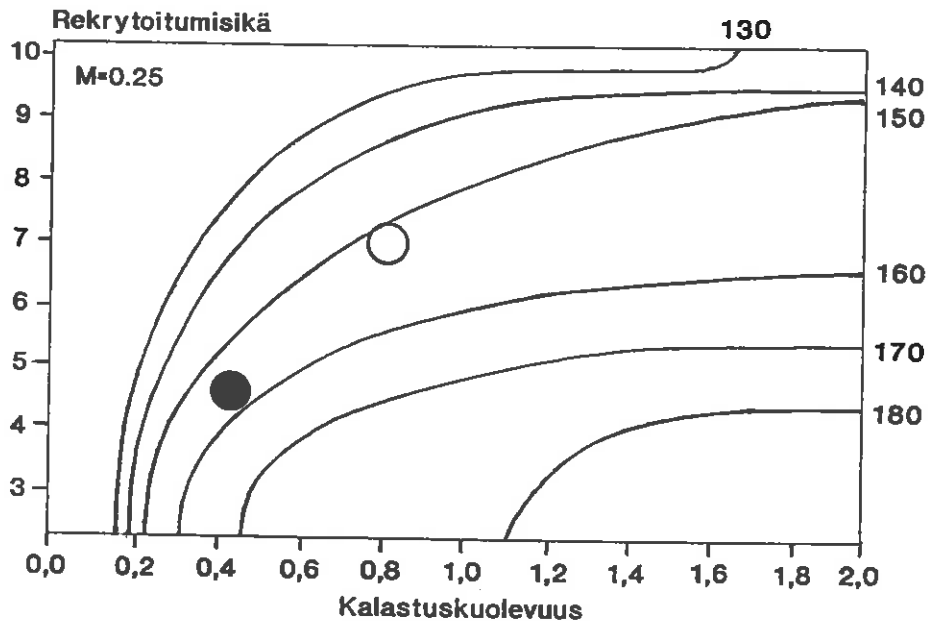
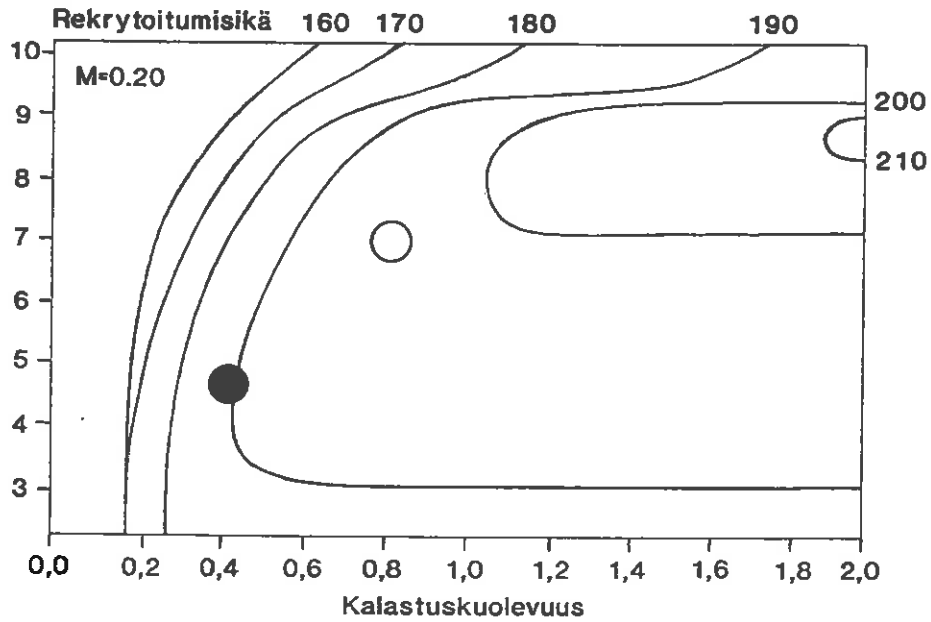
27-36 mm verkon yksikkösaaliiden ero populaatioanalyysin tuloksiin johtunee siitä, että 27-36 mm verkolla pyydettyjen, suurelta osin 3-vuotiaiden siikojen osuus alueiden 3-5 siikanäytteistä oli hyvin pieni eikä ikäryhmien osuuksien muuttaminen populaatioanalyysin lähtötietoihin alueiden 3-5 pyydysjakautamaa vastaavaksi nähtävästi onnistunut erityisen hyvin.

37-45 mm ja 46-55 mm verkkojen yksikkösaaliiden kehitys (kuva 28) vastasi melko hyvin populaatioanalyysistä saadun kannan koon kehitystä (kuva 31), eli alueiden 3-5 siikakannan kasvu 80-luvun loppupuoliskolla on todellinen ja johtuu vuosien 1982-1984 vahvoista vuosiluokista. Mikäli haluttaisiin tietoa vuosiluokkien koon vaihtelun säännöllisyydestä tai säännöttömyydestä tulisi aineistoa olla pidemmältä ajanjaksolta.

Populaatioanalyysin teko luonnollisen kuolevuuden eri arvoilla ei muuttanut tehtyjä päätelmiä. Iänmäärityseroillakaan (taulukko 7) ei nähtävästi ole vaikutusta, koska mahdolliset pienet iänmäärityseroista johtuvat ikärakenteen muutokset häviävät täysin vuosiluokan koon vaihtelun vaikutusten alle.

5.6.3. Y/R-analyysi

Isopleettitarkastelun perusteella tehtävät johtopäätökset riippuvat täysin analyysissä käytetyistä luonnollisen kuolevuuden arvoista. Usein käytetyllä siian luonnollisen kuolevuuden arvolla $M = 0,20$ suurimmat saaliit tuhatta rekryyttiä kohti saataisiin, mikäli kalastus aloitettaisiin suurella kalastuskuolevuudella vasta 9-vuotiaista siioista (kuva 32). Nykyisestä tilanteesta rekrytointi-ikää tulisi nostaa ja kalastuskuolevuutta lisätä. $M:n$ arvolla $0,25$ riittäisi selvästi pienempi kalastuskuolevuuden lisäys, mutta kalastus tulisi aloittaa jo alle 3-vuotiaista siioista, eli rekrytointi-ikää tulisi laskea (kuva 33).



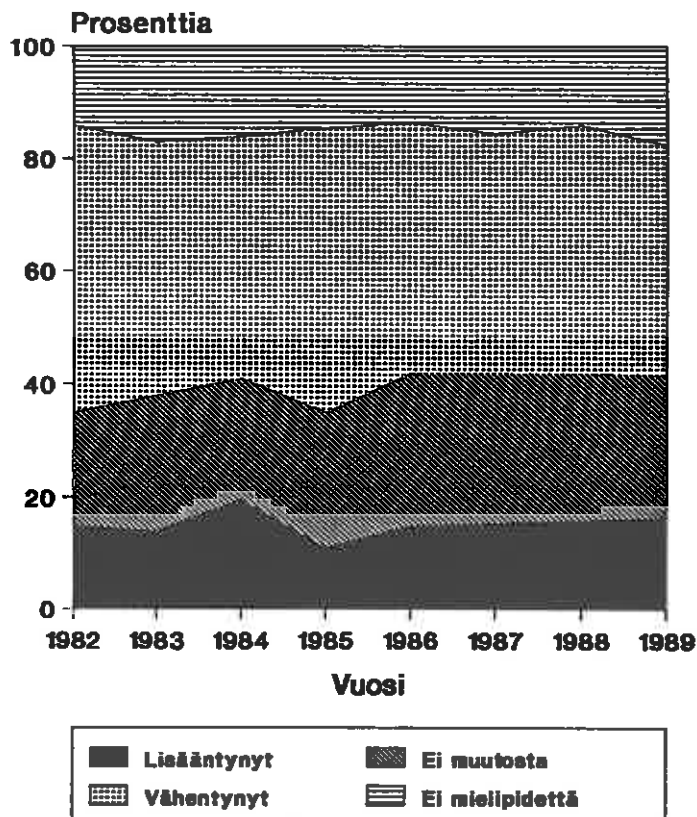
Kuvat 32 ja 33. Alueiden 3-5 siikakannan saalis/1000 rekryyttiä isopleettikäyrästä luonnollisen kuolevuuden arvoilla $M = 0,20$ ja $M = 0,25$. Tutkimusajan keskimääräinen kalastuskuolevuus ja rekrytointi-ikä on merkitty kuvioon seuraavasti:

- Kalastuskuolevuus ja ensimmäinen merkittävästi rekrytoitunut ikäryhmä populaatioanalyysin perusteella laskettuna.
- Kalastuskuolevuus ja ensimmäinen kalastukseen täysin rekrytoitunut ikäryhmä ikäjakauman perusteella laskettuna.

Analyysin herkkyyden luonnolliselle kuolevuudelle aiheuttaa alueiden 3-5 siikojen pituuden ja painon lähes lineaarinen suhde (taulukko 16). Kun luonnollisen kuolevuuden arvoa kasvatetaan analyysissä arvosta 0,20, tullaan tilanteeseen, jossa luonnollisen kuolevuuden aiheuttama kannan pieneneminen voittaa vuotuisesta lisäkasvusta tulevan kannan biomassan kasvun ja optimi rekrytointi-ikä pienenee nopeasti. Luonnollisen kuolevuuden arvioinnin epävarmuudesta johtuen analyysillä ei ole nykyisellään arvoa kalastuksen säätelyn kannalta, jolloin ainoaksi säätelyperustaksi jää lisääntymisen turvaaminen siikojen pyyntikokoa säätelemällä (luku 5.5.).

5.6.4. Mielipidetiedustelut

Paikallisten kotitarve- ja virkistyskalastajien arvion mukaan Tornion-Muonionjoen siikakannat ovat pysyneet koko tutkimusajan keskimäärin ennallaan (kuva 34).



Kuva 34. Paikallisten kotitarve- ja virkistyskalastajien vuosina 1982-1989 esittämät arviot Tornion-Muonionjoen siikakannoissa tapahtuneista muutoksista kyselyvuotta edeltäneeseen vuoteen verrattuna.

Suurimmat muutokset mielipiteissä oli vuosien 1984 ja 1985 välillä, jolloin siikojen vähenemiseen uskovien määrä kasvoi ja lisääntymiseen uskovien määrä pieneni. Tornion-Muonionjoen saalismäärissä (kuva 2) ei kuitenkaan tapahtunut poikkeuksellisen suurta laskua kyseisenä vuonna, joten mielipidemuutoksen takana saattaa olla esimerkiksi tilastollinen virhe.

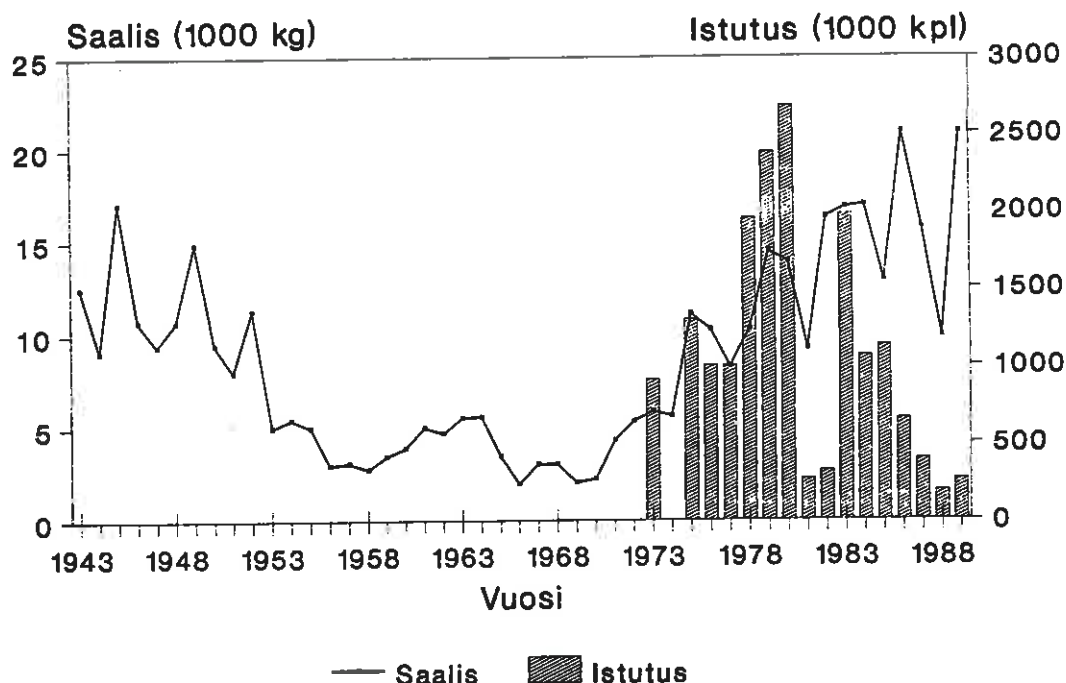
5.7. Siikasaaliisiin vaikuttavat tekijät

5.7.1. Istutukset, puutavaran uitto, kalastussääntö

Muonionjokeen ja Könkämäenoon istutetut siikamäärät ovat niin pieniä, että niiden vaikutusta ei voida erottaa luonnollisen saalisvaihtelun alta (kuva 2, taulukko 5). Sivuvesistöihin istutetuista pohjasiiioista (*C. fera*) mahdollisesti peräisin olevat havainnot muodostivat siivilähammahavainnoista seitsemän prosenttia, mikä saalismäärissä merkitsisi vuosittain 100 - 300 kg. Muonionjoen sivuvesistöihin samanaikaisesti istutetuista planktonisiiioista (*C. pallasi*) ei kuitenkaan tullut yhtään siivilähammasnäytettä.

Vaellussiian vähäinen kalastus sotavuosina 1939-1944 näkyi Kukkolankoskella suurina sodan jälkeisinä lipposaaliina (kuva 35). 1950-luvun puolivälistä 1960-luvun loppuun saaliit olivat melko pieniä, minkä jälkeen saalismäärissä on ollut kasvava trendi suurin vuosien välisin vaihteluin.

Istutukset kesänvanhoilla siianpoikasilla alkoivat vuonna 1973. Vuonna 1974 istutettujen miljoonan vastakuoriutuneen siianpoikaisen vaikutus arvioitiin niin pieneksi, että niitä ei otettu tarkastelussa huomioon. Koska vaellussiikaistutukset voivat vaikuttaa istutusjoen saaliisiin vasta kun siiat ovat tulleet sukukypsiksi ja nousseet kutuvaelluksellaan jokeen, vuonna 1973 istutettujen kesänvanhojen siianpoikasten vaikutus Tornionjoen siikasaaliisiin oli mahdollista havaita aikaisintaan vuonna 1977, todennäköisemmin vuosina 1978 tai 1979. Saalismäärät nousivat siis keskimääräisestä 1950-luvun puolenvälin - 1960-luvun lopun tasosta yli kaksinkertaiseksi ilman istutusten vaikutusta.



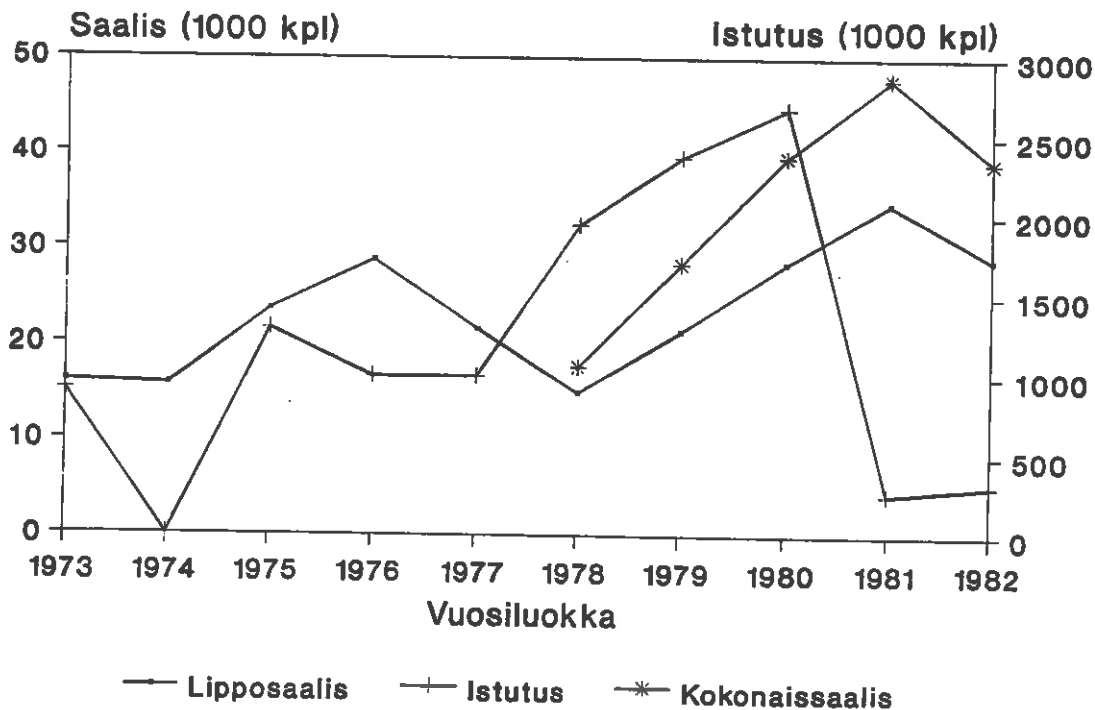
Kuva 35. Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän vuosittaiset kokonaissaaliit ja istutukset kesänvanhoilla siianpoikailla vuosina 1943-89.

Saalismäärien kasvuun mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä on useita. Kukkolankosken lippokalastuksen pyyntiponnistuksen vaihtelut eivät selitä saaliistason kasvua, sillä Kukkolankoskella kalastuspaikat, kalastustapa ja kalastuksen määrä perustuvat vuosisataiseen perinteeseen eikä näissä ole tapahtunut ratkaisevia muutoksia. Merisaaliiden määrä on toinen mahdollinen vaikuttava tekijä, sillä Pohjanlahden siikasaaliit ratkaisevat sen, kuinka paljon vaellussiikoja riittää jokeen asti. Pohjanlahden siikasaaliit kasvoivat kuitenkin 1960-luvulta 1970-luvulle samanaikaisesti lipposaaliiden kanssa (Lehtonen ja Böhling 1988) ja siksi voidaan olettaa, että muut tekijät ovat aiheuttaneet lipposaaliiden kaksinkertaistumisen.

Lipposaaliiden tason nousun kanssa samanaikaisia tapahtumia Tornionjoella olivat puutavaran uiton loppuminen vuonna 1972 (Husa 1978) ja Tornionjoen kalastusalueen kalastussäännön uusiminen

vuonna 1971. Varhain keväällä alkavan puutavaran uiton yhteydessä puista irtoava aines voi pohjaan kerääntyessään ja veden laadua huonontaessaan lisätä mätimunien kuolevuutta ja siten pienentää syntyvää vuosiluokkaa. Mikäli uitetun puutavaran määrä väheni jo ennen vuotta 1972, sopii uiton loppuminen hyvin ajallisesti yhteen lipposaaliiden kasvun kanssa. Kalastussäännön uusimisen myötä jokisuun pyynti oletettavasti väheni ja enemmän vaellussiikoja pääsi nousemaan Tornionjokeen, mikä vaikutti välittömästi Kukkolankosken saalistason. Sekä uiton loppuminen ja uusi kalastussääntö lienevätkin molemmat omalta osaltaan olleet vaikuttamassa vaellussiian jokisaaliiden tason nousuun.

Istutusten saalisvaikutusten selvittämiseksi tehdyssä regressioanalyysissä tiettyyn vuosiluokkaan kuuluvien istukkaiden määrä selitti vain yhden prosentin samasta vuosiluokasta saatujen lipposaaliiden vaihtelusta.



Kuva 36. Eri vuosiluokista saadut vaellussiikasaaliit ja samana vuonna istutettujen kesänvanhojen vaellussiian poikasten istutusmäärät. Vuosiluokista saadut saaliit laskeettiin erikseen Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän lipposaaliista ja kalastustiedusteluista saaduista alueen 2 kokonaissaaliista.

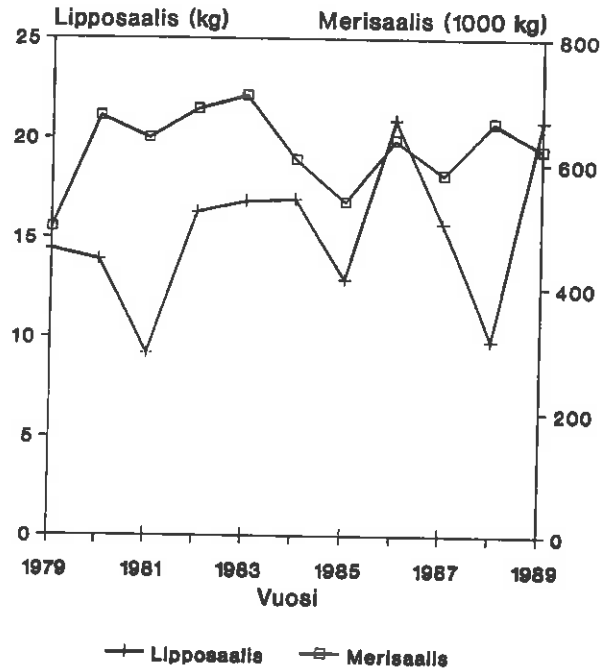
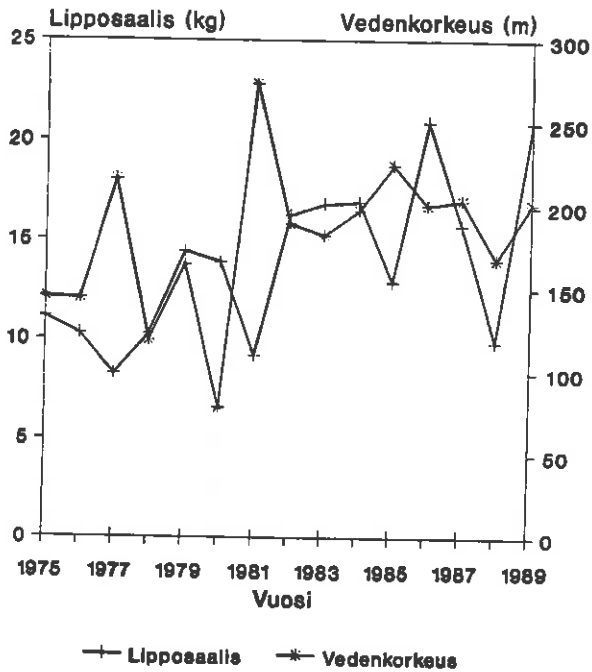
Istukkaiden määrän ja vuosiluokasta saatujen lipposaaliiden kehitys poikkesivat selvästi toisistaan vuosina 1974, 1978, 1981 ja 1982 (kuva 36). Erityisen selvä ero oli vuosina 1980-1981, jolloin istutusmäärät putosivat yhteen kymmenesosaan, mutta vuosiluokasta saadut lipposaaaliit jatkoivat nousuaan. Alueen 2 arvioidusta kokonaissaaliista lasketuista vuosiluokan saaliista voitiin tehdä sama havainto.

Istukkaiden määrän ja vuosiluokasta saatavien saaliiden eroille on useita selityksiä. Syntyvän vuosiluokan koossa voi olla niin suuria ympäristötekijöistä johtuvia vaihteluja, että istutusmäärien vaihtelujen vaikutus häviää niiden alle. Istutusten tulokset saattavat olla niin huonoja, että istutettuja siikoja ei juuri saada saaliiksi. Vaellussiian meripyyynnin aiheuttama kalastuskuolevuus saattaa olla huomattavasti suurempi kuin Huuskon ja Grotnesin (1988) esittämä 0,19, jolloin istutusmäärien vaihtelun vaikutus jokisaaliisiin häviää meripyyynnin vaihtelun alle.

Mereen laskevien jokien vaellussiikaistutusten tuloksia on selvitetty hyvin vähän. Pohjois-Suomen sisävesiin istutetuista kesänvanhoista poikasista on saatu saalista 2-187 kg tuhatta istukasta kohti, keskiarvon ollessa 76 kg (Salojärvi 1986). Jos Tornionjoen vaellussiikaistutusten tulokset olisivat tätä luokkaa ja meripyyynnin kalastuskuolevuus olisi lähellä Huuskon ja Grotnesin esittämää arvoa, istutusten pitäisi näkyä Tornionjoen saalistilastoissa.

5.7.2. Vedenkorkeus ja merisaaliit

Regressioanalyysin mukaan sekä vedenkorkeus että merisaalis selittävät kumpikin lipposaaliiden vaihtelusta alle 1 %. Vedenkorkeudella ei ole saaliisiin vaikutusta niin kauan kuin korkeuslukemat pysyvät keskimääräisinä tai keskimääräistä pienempinä, mutta tulvavuodet 1977, 1981 ja 1985 vähensivät lipposaaaliita (kuva 37). Merisaaliiden ja lipposaaaliiden välillä ei havaittu mitään loogista yhteyttä (kuva 38).



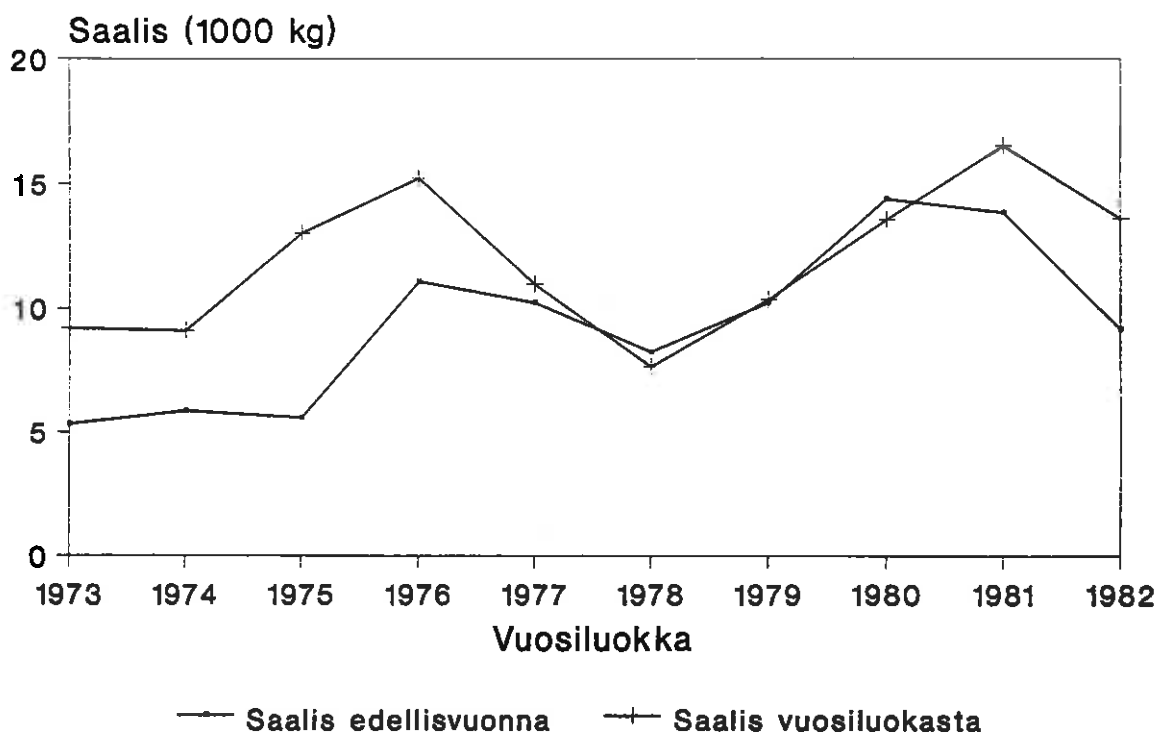
Kuvat 37 ja 38. Vuosittainen Kukkolankosken siianpyynti-tyhtymän lipposaalit ja elokuun vedenkorkeus Matkakoskessa sekä Pohjanlahden ammattikalastuksen siikasaalis vuoden 9 ensimmäisenä kuukautena.

Koska merisaaliiden ei havaittu vaikuttavan Kukkolankosken lipposaalisiin ja vedenkorkeudessa vain 4-5 vuoden välein olevilla tulvavuosilla on vaikutusta, muiden saaliisiin vaikuttavien tekijöiden, kuten ympäristötekijöiden, istutusten ja jokisuun vaellussiikasaaliiden muutokset voivat olla lipposaalien vuosittain heilahtelujen takana. Merisaaliiden vaikutus saattaa kuitenkin olla huomattavasti havaittua suurempi, sillä muiden Pohjanlahteen laskevien jokien vaellussiikannoissa ja kari- ja vaellussiian saalisosuuksissa tapahtuva vaihtelu voivat heikentää analyysin selitystä.

5.8. Vaellussiian ekologia

5.8.1. Emokannan ja rekryyttien suhde

Regressioanalyysin mukaan tietyn vuoden lipposaaalis selittää 40 prosenttia seuraavana vuonna syntyvästä vuosiluokasta saatavan saaliin vaihtelusta (kuva 39). Tornionjoen vaellussiian todellinen emokannan ja rekryyttien välinen suhde lienee vieläkin selvempi, koska mm. vaellussiian merisaaliin, istutusmäärien ja lippokalastuksen saalisosuuden vuosittaiset vaihtelut voivat aiheuttaa muuttujissa selitysastetta pienentävää vaihtelua.



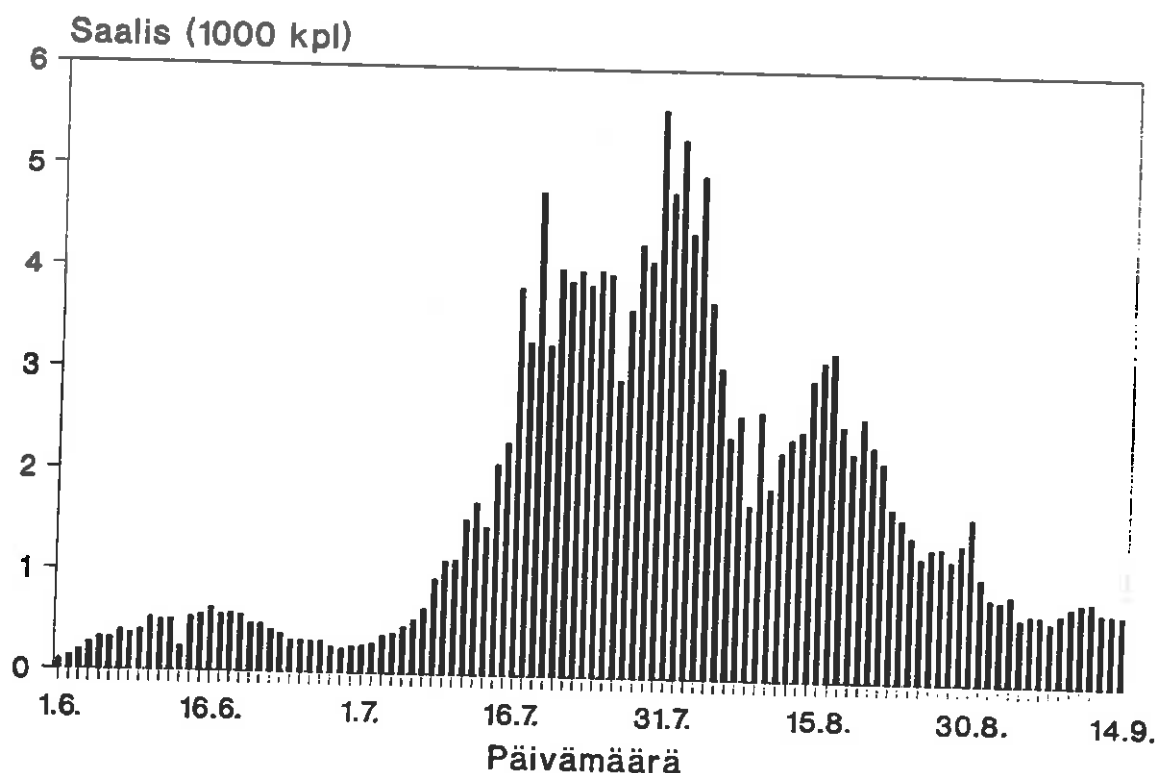
Kuva 39. Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän tiettyinä vuonna saama lipposaaalis ja seuraavana vuonna syntyvästä vuosiluokasta lipolla saatu kokonaissaalis.

Kirjallisuudesta ei löytynyt aikaisempia selvityksiä vaellussiian emokanta-rekryyttisuhteesta, mikä johtuu varmaan suurelta osin vaellussiian emokannan koon ja rekryyttien määrän todellisten arvojen arvioinnin vaikeudesta.

Tornionjoella suuretkaan lipposaaliit eivät vaikuttaneet vähentävästi seuraavasta vuosiluokasta saataviin saaliisiin (kuva 39). Emokannan ja rekryyttien suhde on tuloksen perusteella emokanta-rekryyttikäyrän nousevalla osalla, eli nykyisellä emokannan koolla osa poikastuotantomahdollisuuksista jää käyttämättä. Tämän tarkastelun perusteella ei kuitenkaan pystytä sanoamaan, kuinka paljon jälkeläismäärää olisi mahdollista lisätä emokannan kokoa kasvattamalla.

5.8.2. Vaellussiian vaellusrytmiikka

Vuosina 1984-1989 vuoden ensimmäiset vaellussiikasaaliit saatiin kalastuskirjanpidon mukaan kesäkuun alussa ja nousu jatkui melko vähäisenä kesäkuun ajan (kuva 40). Kesäkuun puolivälissä havaittava maksimi johtuu lähes yksinomaan vuoden 1985 saaliista, josta saatiin kesäkuussa 18,4 prosenttia. Heinäkuun alussa vaellussiian nousuvauhti alkoi kiihtyä ja nousumaksimi ajoittui heinäelokuun vaihteeseen. Elokuun puolessa välissä oli useampana vuotena vielä pienempi nousun huippukohta.



Kuva 40. Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän päivittäiset keskiarvosaaliit (kpl). Kuvaan on yhdistetty vuosien 1984-1989 aineistot.

Lovikan (1977) mukaan vaellussiian nousu Tornionjokeen alkaa tavallisesti kesäkuun alkupäivinä, mutta vuodesta riippuen siikoja voidaan saada saaliiksi jonkin verran jo toukokuun puolella. Lovikan tutkimuksessa vaellussiian nousumaksimi ajoittui vuosina 1974-75 heinäkuun loppuun ja elokuun alkuun.

Vuosien 1976-89 näyteaineisto vahvisti Lovikan tiedot siitä, että joinakin vuosina vaellussiika voi alkaa nousunsa jo toukokuussa, vaikka kalastuskirjanpidon (kuva 40) perusteella vaellussiian nousu Tornionjokeen alkaakin vasta kesäkuun alussa. Vaellussiikojen keskipituus ja keskipaino nousevat kalastuskauden edetessä niin, että syyskuussa pyydettyt siikat ovat keskimäärin 1,7 cm kesäkuussa pyydettyjä pidempiä ja 80 g painavampia (taulukko 22). Kesä- ja syyskuun väliset pituus- ja painoerot ovat U-testin mukaan 95 prosentin todennäköisyydellä tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 22. Alueen 2 lipolla ja ajoverkolla pyydettyjen vaellussiikanäytteiden määrä (n), keskipituudet ja keskipainot kuukausittain.

Kuukausi	n	Keskipituus (cm)	Keskipaino (g)
Kesäkuu	446	37,3	458,8
Heinäkuu	785	38,5	537,2
Elokuu	892	37,8	501,3
Syyskuu	143	39,0	539,0

Vaellussiikojen keskipituuden ja keskipainon kasvamisen kalastuskauden edetessä havaitsi myös Lovikka (1977). Näyteaineistossa havaitun keskipainon ja keskipituuden laskeminen heinäkuusta elokuuhun johtuu siitä, että elokuussa pyydettyjä saalisnäytteitä oli heinäkuun saalisnäytteisiin verrattuna enemmän tutkimusjakson loppupuolella, jolloin saaliiksi saatujen siikojen keskipaino oli pienempi kuin 1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa. Kesä- ja syyskuun saalisnäytteiden osuudet eivät muuttuneet tutkimusaikana.

Verrattaessa Tukeyn testillä kuukausittain vaellussiikojen ikäryhmittäisiä takautuvasti määritettyjä pituustietoja, ei tilas-

tollisesti merkitseviä eroja löydetty. Eri kuukausina jokeen nousevat vaellussiiat eivät siis eroa kasvunopeudeltaan ja heinä-syyskuussa jokeen nousevien vaellussiikojen kesäkuussa nousevia suurempi koko johtuu yksin pyyntivuoden pidemmästä oleskelusta syönnösalueella. Vaellussiian jokeen nousemisen ajankohdan geneettistä periytymistä ei siis tässä tapauksessa pystytä todistamaan kasvuerojen perusteella. Jokeen nousemisen ajankohdan periytyvyys pitäisikin jatkossa selvittää eri aikoina nousevien vaellussiikojen geneettisiä eroja tutkimalla. Tornionjoen lohikannasta ei ole löydetty geneettisesti eikä jokeen nousun ajankohdan perusteella eroavia osakantoja (Koljonen 1989, Kallio-Nyberg ja Pruuki 1990).

Jokeen nousemisen ajankohdan suurin merkitys lienee nousumatkassa. Mikäli aikaisin jokeen nousevat vaellussiiat lohien tapaan vaeltavat joessa ylemmäs kuin myöhään nousijat, pitäisi aikaisin nousevien siikojen suhteellista osuutta vaellussiikakannasta pyrkiä kasvattamaan nykyisestä. Tällöin kaikki vaellussiialle soveliaat lisääntymisalueet tulisivat hyödynnetyiksi ja myös ylemmän jokivarren asukkailla olisi mahdollisuus kalastaa merestä nousevia siikoja.

On otaksuttu, että aikainen jokeen nouseminen on ollut aiemmin yleisempää ja että aikaisin nousevien siikojen tehokas lippokalastus ja myöhemmin nousevien siikojen suosiminen istutuksissa olisivat johtaneet aikaisin nousevan kannan osan taantumiseen (mm. Lehtonen ja Himberg 1991). Mikäli Tornionjoen vaellussiian aikaisin nouseviin yksilöihin kohdistuu joessa myöhään nousevia suurempi kalastuskuolevuus, se johtuu ainoastaan aikaisin nousevien pidemmästä oleskelusta jokipyynnin kohteena. Kukkolankosken siianpyyntiyhtymältä saatujen tietojen mukaan pyyntiponnistus on nousun alussa noin 30 prosenttia pienempi kuin nousumaksimin aikaan, mikä itse asiassa tukee aikaisin nousevaa kannan osaa.

Tornionjokeen istutetut siianpoikaset ovat vuoteen 1989 asti olleet peräisin Tornionjoen alajuoksulta lokakuussa kudun yhteydessä pyydetyistä emokaloista. Mikäli aiemmin jokeen nousseet vaellussiiat ovat vaeltaneet ylemmäs kutemaan, ovat istutukset tukeneet vain myöhään nousevaa kannan osaa. Vuonna 1990 istutet-

tujen siianpoikasten emokaloista osa olikin asiantilan korjaamiseksi pyydetty Kukkolasta kesänousun yhteydessä.

Tarkkailujaksona vuodet 1984-89 olivat liian lyhyt aika vaellussiian nousussa tapahtuneiden muutosten selvittämiseksi. Kesäkuussa saaliiksi saatujen siikojen lukumääräinen osuus koko vuoden lipposaalista vaihteli vuoden 1984 3,7 prosentista vuoden 1985 18,4 prosenttiin eikä mitään trendejä ollut havaittavissa.

6. Johtopäätökset

Tutkimusaikana siika on ollut saalismääriensä perusteella Tornion-Muonionjoen tärkein kalalaji. Tutkimusalueen kolmesta erilaisesta siikamuodosta vaellussiika on taloudellisesti tärkein. Tornionjoessa vaellussiian kutunousun pohjoisraja on Aavasaksan ja Turtolan välissä. Tornionjoen yläjuoksun, Muonionjoen ja Könkämäenon siiat ovat paikallisia jokisiikoja. Könkämäenossa jokisiioilla on paikallisia, kasvunopeudeltaan erilaisia siikakantoja.

Vaellussiikakannan kokonaiskuolevuus on kasvanut tutkimusaikana, mikä johtuu kasvaneesta kalastuskuolevuudesta. Vanhojen ikäryhmien häviämisen myötä vaellussiikasaaliit ovat tulleet herkemäksi vuosiluokan koon vaihtelulle. 1980-luvulla saatiin suuria vaellussiikasaaliita, eikä kalastus aiheuttanut välitöntä uhkaa vaellussiikakannalle. Mikäli kuitenkin jatkossa samanaikaisesti pyyntiponnistus kasvaa ja vaellussiian vuosiluokat ovat pieniä, kannan romahtaminen on mahdollinen.

Tornionjoen yläjuoksulla ja Muonionjoella siikasaaliiden vaihteluiden tärkein syy on vuosiluokkien koon vaihtelu. Yksikkösaaliiden tutkimusaikaisesta noususta päätellen alueiden 3-5 siikakannat kestävät hyvin kalastuksen nykyisen voimakkuuden.

Könkämäenon siikojen kokonaiskuolevuus on kasvanut hieman tutkimusaikana. Alueella 6 kalastus kohdistuu pääasiassa ikäryhmiin 2-4 ja huomattava osa saaliiksi saaduista siioista ei ole vielä sukukypsiä. Jos pyyntiponnistus pienisilmäisillä verkoilla kasvaa jatkossa, on alueella 6 vaarana rekrytoinnin ylikalastus ja

siikakannan romahtaminen. Könkämäenon sisällä tilanne voi kuitenkin vaihdella huomattavasti erillisistä siikakannoista johdun.

Tutkimusalueelle tehtyjen siikaistutusten ja merisaaliiden ei havaittu vaikuttavan siikasaaliisiin. Vedenkorkeuden vaikutus vaellussiikasaaliisiin havaittiin vain tulvavuosina. Useiden eri tekijöiden yhteisvaikutukset voivat kuitenkin vaikeuttaa yksittäisen tekijän saalisvaikutuksen erottamista.

Vaellussiialla havaitun emokannan ja rekryyttien välisen suhteen perusteella nykyinen emokanta ei hyödynnä kaikkia Tornionjoen kutupaikkoja ja vuosiluokan kokoa olisi mahdollista kasvattaa emokantaa kasvattamalla. Eri kuukausina Tornionjokeen nousevien siikojen kasvunopeudet eivät eronneet toisistaan, mikä viittaa siihen, että jokeen nousemisen ajankohta ei mahdollisesti ole geneettisesti periytyvä ominaisuus.

7. Suositukset

Vaellussiian kalastuksen säätelyn tärkein tehtävä on vähentää merialueella karisiian sivusaaliina saatavien ei-sukukypsien vaellussiikojen saalismäärää. Tähän voidaan pyrkiä Lehtosen ja Böhlingin (1988) esittämällä verkon silmäkoon minimiarvoilla ja trooli-, muikkurysä- ja silakkarysäkalastuksen ajallisilla ja paikallisilla rajoituksilla.

Alueilla 3-5 ja alueen 6 alajuoksulla 27-36 mm verkko pyytää tehokkaasti ikäryhmiä, joissa huomattava osa sioista ei ole sukukypsiä. Tämän perusteella näiden silmäkokojen verkoilla kalastaminen pitäisi lopettaa. Lohen ja meritaimenen suojelemiseksi säädetyn jokialueen verkkopyynnin maksimisilmäkoon mukaan käyttöön jäisivät kuitenkin tällöin enää silmäkoot 38-40 mm. Ratkaisuna voisi olla Romakkaniemen (1990) esittämä suurempien silmäkokojen salliminen verkon hapaan langanpaksuutta säätelemällä. Alueiden 3-5 siikakanta ei kuitenkaan ole uhanalainen, mikäli nykyiset kalastussäädökset jäävät voimaan.

Alueen 6 keski- ja yläjuoksun siikojen hitaan kasvun vuoksi myös kalastus 27-36 mm verkoilla tulee sallia näillä alueilla. Kalastuksen säätelyllä tulee tällöin pyrkiä säätämään kantaan kohdistuvaa kalastuskuolevuutta siten, että riittävän suuri osa kannasta elää sukukypsyyksiin asti. Kalastuksen nykyisellä voimakkuudella alueen 6 siikakannat eivät kuitenkaan liene uhanalaisia.

Tutkimuksilla pitäisi jatkossa pyrkiä selvittämään tarkemmin eri tekijöiden vaikutus Tornionjoen vaellussiikakantaan. Selvitettäviä asioita ovat tärkeimmät vaellussiian vuosiluokan kokoon vaikuttavat tekijät, vaellussiian kuolevuusarvot meressä ja joessa ja istutettujen vaellussiikojen osuus siikasaaliista. Istutuksista tulevan hyödyn jakautumisen selvittämiseksi olisi myös hyvä tietää, ovatko laitoksissa kuoriutuneet ja sisävesissä kasvaneet istukkaat yhtä uskollisia kotijoelleen kuin joessa kuoriutuneet poikaset. Paljon tutkimuksiin tarvittavaa aineistoa on jo olemassa. Useista ympäristötekijöistä on olemassa pitkiä havaintosarjoja. Kuolevuusarvoista voitaisiin saada lisää tietoa käsittelemällä kaikkien Perämerelle tehtyjen vaellussiikamerkin- töjen tuloksia kootusti. Olemassaolevien aineistojen lisäksi istutusten tuloksia olisi suhteellisen helppo selvittää leikkaamalla rasvaevät Tornionjokeen yhtenä vuotena istutettavilta vaellussiian poikasilta ja seuraamalla eväleikattujen siikojen osuutta esimerkiksi Kukkolankosken siianpyyntiyhtymän saaliissa.

8. Tiivistelmä

Tutkimusalueen muodostivat Tornion edustan merialue, suomenpuoleinen Tornionjoki, Muonionjoki ja Könkämäno. Tutkimuksen kohteina olivat tutkimusalueella esiintyvät siiat ja siian kalastus. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko tutkimusalueella havaita toisistaan erottuvia siikamuotoja tai siikakantoja, miten kalastus kohdistuu niihin ja miten alueen siiankalastus ja siikakantojen hoito olisi tarkoituksenmukaista järjestää. Lisäksi tutkittiin Tornionjoen vaellussiian ekologiaa ja eri tekijöiden vaikutusta vaellussiikasaaliisiin.

Tutkimus perustuu pääosin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Tornionjokitutkimusten yhteydessä kerättyihin siian suomu- ja siivilähammasnäytteisiin ja paikallisille asukkaille tehtyjen kalastustiedustelujen tuloksiin.

Tutkimuksessa siikamuodot ja kannat eroteltiin alueellisten siivilähammasmäärien ja takautuvasti määritetyn kasvun erojen avulla. Pyydysten selektiivisyyttä tutkittiin pyydyskohtaisilla populaatioanalyysillä. Siikakantojen sisäisistä muuttujista tutkittiin ikä- ja sukupuolijakaumia, kasvua, pituuden ja painon suhdetta, sukukypsyyden saavuttamista ja kokonaiskuolevuutta. Siikakantojen tilaa arvioitiin yksikkösaaliiden, populaatioanalyysin ja mielipidetiedustelujen tulosten avulla. Vaellussiian osalta tutkittiin lisäksi istutusten, vedenkorkeuden ja merisaaliiden vaikutusta saaliisiin, emokannan ja rekryyttien suhdetta ja vaellusrytmiikkaa.

Tornion-Muonionjoen Suomen puolen siikasaaliit olivat tutkimusajana keskimäärin 60 tonnia, josta 40 % pyydettiin jokialueelta ja 60 % Tornion edustan merialueelta. Suurin osa siikasaaliista pyydetään seisovilla verkoilla. Siika oli tutkimusajana saalis­määriensä perusteella tutkimusalueen tärkein kalalaji.

Siikamuotojen erottelun perusteella vaellussiikojen kutunousu loppuu Aavasaksan ja Turtolan välille ja pohjoisempaan pyydetävät siiat ovat paikallisia jokisiikoja. Könkämäenossa havaittiin kasvunopeudeltaan erilaisia paikallisia siikakantoja. Tutkimusalueella siikojen pituuskasvu oli nopeinta Muonionjoen yläjuoksulla. Lihavimmat siiat saatiin Könkämäenon alajuoksulta.

Kaikkien tutkittujen siikakantojen arvioitiin kestävän 1980-luvun lopun tasoisen kalastuksen. Vaellussiikakannan ja Könkämäenon siikakantojen romahtaminen on mahdollinen, mikäli pyyntiponnistus kasvaa. Könkämäenon keski- ja yläjuoksua lukuunottamatta 27-36 mm verkkojen havaittiin pyytävän sukukypsyydellä nähden liian nuoria siikoja. Istutusten ja merisaaliiden ei havaittu vaikuttavan vaellussiikasaaliisiin. Vedenkorkeudella oli saalisvaikutuksia vain tulvavuosina. Vaellussiian vuosiluokan koon havaittiin olevan suoraan verrannollinen emokannan kokoon.

9. Sammandrag

Undersökningsområdet bestod av havsområdet utanför staden Torne, Finska sidan av Torneälv, Muonioälv och Könkämäenö. I detta arbete undersöktes om det finns olika sikformer eller sikbebestånd inom undersökningområdet, deras tillstånd och fiskets inverkan på dem. Ytterligare undersöktes vandringsvikens ekologi och olika faktorernas inverkan på vandringsvikfångsterna.

Undersökningen grundar sig i huvudsaken på Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets sikprov från Torne-Muonioälv och på enkäter, som har sänts till lokala invånare. Med hjälp av enkäterna utreddes fisket och sikfångsterna. Med hjälp av sikproven särskiljdes olika sikformer och sikbestånd. Dessutom undersöktes vikens ålders- och könsstrukturer, tillväxt, relation mellan längd och vikt, könsmognad och mortalitet. Sikbeståndenas tillstånd undersöktes med hjälp av enhetsfångster, populationsanalys och enkäternas resultat.

På Finska sidan av Torne-Muonioälv var sikfångsterna under undersökningstiden i medeltal 60 ton. 40 % av den fångades i älven och 60 % i havet. De viktigaste fiskeredskapen var stående nät. Av alla Torne-Muonio älvs fiskarter var sikfångsterna de största.

Gränsen mellan vandringsvikar och lokala älvsikar ligger mellan Aavasaksa och Turtola. I Könkämäeno finns det sikbestånd, som skiljer sig från varandra i fråga om tillväxtthastighet. De snabbast växande sikarna finns i Muonioälvs övre lopp.

Alla sikbestånd i undersökningsområdet uppskattades att tåla det nuvarande fisket. Vandringsvikbeståndet och sikbeståndet i Könkämäeno kan minska brant i framtiden, om fisket ökar från nivån i slutet av 1980-talet. Jämfört med könsmognadsålder är de med 27-36 mm nät fångade sikarna för unga. Planteringarnas och havsfångsternas inverkan på vandringsvikfångsterna kunde inte observeras. Vattenhöjdens inverkan märktes bara vid flodår. Antalet av rekryter var direkt proportionellt mot antalet lekande vandringsvikar.

10. Kiitokset

Kiitokset Tornionjokitutkimusten johtajalle Veijo Pruukille tutkimuksen, joka on samalla opinnäytetyöni, ohjauksesta ja tutkimuksessa käytetyn aineiston luovuttamisesta käyttööni. Tutkija Atso Romakkaniemelle kiitokset arvokkaista kommenteista tutkimuksen eri vaiheissa. Lisäksi tahdon kiittää kaikkia muita tutkimuksen valmistumiseen vaikuttaneita henkilöitä.

11. Kirjallisuus

- Ahvonen, A. 1991. Kalastuskirjanpidon käyttökelpoisuus Tornion -Muonionjoen kalakantojen seurannassa. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. (Käsikirjoitus).
- 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: Bagenal, T. (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
- Baranov, F.I. 1948. Theory and assessment of fishing gear. Pishcheprompizdat, Moscow. 45 p. (Ref.) Hamley 1975.
- 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.
- Curry-Lindahl, K. 1985. Våra fiskar. Stockholm. s. 285-292. ISBN 91-1-844202-1
- Francis, R.I.C.C. 1990. Fish length back-calculation - a critical review. J. Fish Biol. 36, p. 883-902.
- Fraser, C.McL. 1916. Growth of the spring salmon. Trans. Pasif. Fish Soc. 1915, p. 29-39. (Ref.) Francis 1990.
- 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
- Hamley, J.M. 1975. Review of gillnet selectivity. J. Fish. Res. Board Can. 32, p. 1943-1969.
- Hile, R. 1938. Morphometry of the cisco, *Leucichthys artedi* (Le Sueur), in the lakes of the Northeastern Highlands, Wisconsin. Intern. Rev. 36, p. 57-130.
- Hile, R. 1941. Age and growth of the rock bass, *Ambloplites rupestris* (Rafinesque), in Nebish Lake, Wisconsin. Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett. 33, p. 189-337. (Ref.) Francis 1990.
- Himberg, M.K-J. 1970. A systematic and zoogeographic study of some North European Coregonids. In: Lindsey, C. C. & Woods C. S. 1970. Biology of Coregonid Fishes. Winnipeg. p. 219-250.
- Hjorth, S. 1971. Torne och Kalix älvar. Ungi rapport 12. Uppsala universitet, Naturgeografiska institutionen. Uppsala. 149 s.
- Husa, H. 1978. Lohi ja taimen halutaan säilyttää Tornionjoessa. Artikkelele sanomalehti Kalevassa 1.5. 1978. (Ref.) Tuunainen ym. 1984.
- Huusko, O., Grotnes, P. 1988. Population dynamics of the anadromous whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), of the river Kiiminkijoki, Finland. Finn. Fish. Res. 9, p. 245-254.
- Hyvärinen, P. 1990. Yksikkösaaliin vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Oulujärvellä. Helsinki, RKTL kalantutkimuosasto. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 9. 72 s.
- Ikonen, E. 1984. Migratory fish stocks and fishery management in regulated Finnish rivers flowing into the Baltic sea. In: Lillehammer, A & Saltveit, S. J. (eds.) 1984. Regulated Rivers. p. 437-451. ISBN 82-00-07315-7
- Järvi, T.H. 1940. Pyhäjärven siikakanta. Maataloushallituksen tiedonantoja 269. Suomen kalatalous 14, s. 1-93.
- Kallio-Nyberg, I. & Pruuki, V. 1990. Diversity in the salmon stock (*Salmo salar* L.) of the Tornionjoki River and the rehabilitation strategy. Finn. Fish. Res. 11. p. 45-52.
- Koli, L. 1983. Retkeilijän kalaopas. Helsinki. 5. painos. 165 s. ISBN 951-1-07293-5

- Koli, L. 1990. Suomen kalat. Helsinki. s. 104-109. ISBN 951-0-16337-6
- Koljonen, M.-L. 1989. Electrophoretically detectable genetic variation in natural and hatchery stocks of Atlantic salmon in Finland. *Hereditas* 110, p. 23-35.
- Kosswig, C. 1963. Ways of speciation in fishes. *Copeia* 1963 (2), p. 238-244.
- Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations. *Publs. Circost. Cons. Perm. Int. Explor. Mer* 53. (Ref.) Francis 1990.
- Lee, R.M. 1920. A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. *Fishery Invest. Lond. Ser. 2. 4* (2). 32 p. (Ref.) Francis 1990.
- Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. *Finn. Fish. Res.* 3, p. 31-83.
- Lehtonen, H. 1990. Siika. Teoksessa: Kalamiehen tietokirja, osa 3. Helsinki. s. 227-236. ISBN 951-0-15716-3
- Lehtonen, H. & Böhling, P. 1988. Management of the whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l) fishery in the Gulf of Bothnia. *Finn. Fish. Res.* 9, p. 373-387.
- Lehtonen, H. & Himberg, M.K.-J. 1991. Migration of the anadromous whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) s.str., and the sea spawning whitefish *Coregonus lavaretus widegreni* Malmgren in the Baltic sea. *Proc. Int. Symp. on Biology and Management of Coregonid Fishes, Quebec City 1990.*
- Leskelä, A. 1989. Perämeren troolikalastuksen sivusaaliiden vaikutus siiangkalastukseen. Pro-gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, limnologian laitos. 72 s.
- Lind, E.A. & Kaukoranta, E. 1974. Characteristics, population structure and migration of the whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) in the Oulujoki river. *Ichthyol. Fenn. Borealis* 1974 (4), p.160-217.
- Lindroth, A. 1957. A study of the whitefish (*Coregonus*) of the Sundsvall Bay district. *Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 38, p.70-108.
- Lindsey, C.C. 1962. Distinction between the broad whitefish *Coregonus nasus* and other North American whitefishes. *J. Fish. Res. Board Can.* 19(4), p. 687-714.
- Lovikka, T. 1977. Tornionjoen vaellussiian, *Coregonus lavaretus* (L.) biologiasta ja kalastuksesta. LUK-tutkielma. Oulun yliopisto. 30 s.

- Luukko, A. 1954. Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin keskiaika ja 1500-luku. Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin historia II. Oulu. 845 s.
- Nylander, E., Ahvonen, A. & Pruuki, V. 1990. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuosilta 1987-1989. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Moniste. 45 s.
- Nylander, E. & Pruuki, V. 1989 a. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuosilta 1983-85. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 89, s. 1-48.
- Nylander, E. & Pruuki, V. 1989 b. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuodelta 1986. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 89, s. 49-79.
- Olofsson, O. 1915. Bidrag till kännedom om de ekonomiskt viktiga fiskarternas utbredning, fiske etc. inom södra delen av Arjeplogs socken. Medd. K. Lantbruk. Styr. 195(2), s. 1-8.
- Petersson, Å. 1966. Resultat av sikmärkningar i Norrbotten. Svensk Fisk. Tidskr. 75, p. 6-8.
- Petersson, Å. 1971. The Cestoda fauna of the genus *Coregonus* in Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 51, p. 124-183.
- Petersson, Å. 1975. Torneälven. Rapport över fiske, fiskeundersökningar mm. Fiskeriintendenten, Övre norra distriktet. 23 bilagor. (duplic.)
- Pravdin, I.F. 1929. Sunskii sigi, *Coregonus lavaretus lavaretoides* Poljakow natio sunensis nova. Sistematika. Izv. Otdela prikladnoi Ikhtiol. 10(1), s. 166-235. (Ref.) Himberg 1970.
- Pruuki, V., Anttinen, P. & Ahvonen, A. 1985. Tornion-Muonionjoen vesistön kalataloustutkimus. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 32, 238 s.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. Biometria. 569 s. ISBN 951-570-056-6
- Rasmussen, K. 1979. Distribution and feeding biology of the brackish water whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) in the Nussum Fjord. Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser. Medd. Ferskvand. Lab. 1, p. 1-18.
- Ricker, W.E. 1954. Stock and recruitment. J. Fish. Res. Board Can. 11(5), p. 559-623.
- Robson, D.S. & Chapman, D.G. 1961. Catch curves and mortality rates. Trans. Am. Fish. Soc. 90, p. 181-189.

- Romakkaniemi, A. 1990. Tornion-Muonionjoen harjus ja harjuksen kalastus. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 10. 111 s.
- Salojärvi, K. & Auvinen, H. 1980. A computer program for classifying sympatric whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) stocks. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Fin. Fish. Res. 3, s. 23-28.
- 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
- Segerståle, C. 1938. Fiskeribiologiska undersökningar rörande sik (*Coregonus lavaretus* L.) och gös (*Lucioperca sandra* Cuv.). Manuskript. RKTL kalantutkimusosasto.
- Shepherd, J.G. 1983. Two measures of overall fishing mortality. J. Cons. Int. Explor. Mer. 41, p.76-80.
- Suomen asetuskokoelman sopimussarja 1987:43. Ulkovaikuttamisen kanssa tehdyt sopimukset. Asetus Ruotsin kanssa tehdyn raja jokisopimuksen liitteen B muuttamista koskevan sopimuksen voimaansaattamisesta. Helsinki. Valtion painatuskeskus.
- Suomen maantieteellinen seura & Helsingin yliopiston maantieteiden laitos 1960. Suomen kartasto. 5. laitos. Helsinki, kustannusyhtiö Otava. Vihkot 121, 124, 131, 132 ja 141. ISBN 951-46-2570-6.
- Svärdson, G. 1950. The Coregonid problem. II. Morphology of two Coregonid species in different environments. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 31, p. 151-162.
- Svärdson, G. 1957. The Coregonid problem. VI. The palearctic species and their intergrades. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 38, p. 267-356.
- Svärdson, G. 1979. Speciation of Scandinavian Coregonus. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 57, p. 1-95.
- Tilastokeskus 1989. Suomen tilastollinen vuosikirja 1989. Helsinki. Valtion painatuskeskus. 563 s. ISBN 951-46-2570-6
- Toivonen, J. 1962. Kalastus. Tornionjoki C 1:3. Imatran voimaosakeyhtiö. 22 s.
- Tuunainen, P., Nylander, E., Alapassi, T., Aikio, V. 1984. Kalastus ja kalakannat Tornionjoen vesistöissä. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 25. 86 s.

- Valtonen, T. 1970. The selected temperature of *Coregonus nasus* (Pallas) sensu Svärdson, in natural waters compared with some other fish. In: Lindsey, C. C. & Woods, C. S. (eds.). *Biology of Coregonid fishes*. Univ. Manitoba Press. Winnipeg. p. 347-362.
- Valtonen, T. 1972. The maturity and gonad development of *Coregonus nasus* (Pallas) sensu Svärdson, in the Bay of Bothnia. *Aquilo Ser. Zool.* 13, p. 109-114.
- Varjo, M. 1981. Kalanimiluettelo. Luonnon Tutkija 85. Lisäniide. 60 s.
- Vesihallitus 1980. Lapin vesien käytön kokonaissuunnitelma. Helsinki. Tiedotus 186 (I-II). 150+285 s. ISSN 0355-9297
- Whitney, R.R. & Carlander, K.D. 1956. Interpretation of body-scale regression for computing body length of fish. *J. Wildl. Mgmt* 20, p. 21-27. (Ref) Francis 1990.
- Wikgren, B.-J. 1961. Siika. Teoksessa: Pitkänen, H. 1961. Suuri kalakirja. Helsinki. s. 104-117.
- Wikgren, B.-J. 1962. Resultaten av sikmärkningarna inom Åland och vid Luvia. *Husö Biol. Stat. Medd.* 3, p. 1-26.
- Vilkuna, K. 1940. Siian lippoamisesta Tornionjoella. *Kotiseutu* 1940. s. 62-87.
- Vilkuna, K. 1966. Hyvänä lohikesänä (1946) nähtyä ja kuultua. *Tornionjokilaakson vuosikirja* 1966. s. 11-15.
- Virrankoski, P. 1973. Pohjois-Pohjanmaa ja Lappi 1600-luvulla. *Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin historia III*. Oulu. 842 s.



- No. 18. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1990. (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990). s. 1–39.
 Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1990. (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990). s. 41–65. Helsinki 1991.
- No. 19. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1991. (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). s. 1–43.
 Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1991. (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). s. 45–78. Helsinki 1991.
- No. 20. SALMI, P., SIKANEN, A. ja TOIVONEN, P.: Ammattikalastus Vuoksen vesistön eteläosissa vuonna 1988. (Professional fishing in the southern parts of the Vuoksi lake area in 1988). Helsinki 1991. 36 s.
- No. 21. HONKASALO, L., PENNANEN, J. ja LAPPALAINEN, A.: Kalakannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi Kokemäenjoen vesistössä Nokian alapuolella. (Damage caused to the fish stocks and its compensation in the Kokemäenjoki watercourse downstream of the town of Nokia). Helsinki 1991. 125 s.
- No. 22. MUTENIA, A. ja SALONEN, E.: Järvi- ja järvilohien velvoiteistutukset, kalastus ja saaliit sekä istutustulokset Inarijärven vuosina 1976–1988. (Brown trout (*Salmo trutta m. lacustris* (L.)) and landlocked salmon (*Salmo salar* L.) in Lake Inari, northern Finland: statutory stocking, its results, and the fishery and catches in 1976–1988. s. 1–70.
 MUTENIA, A. ja AHVONEN, A.: Inarijärven verkkosarjakoekalastukset vuosina 1968–1986. (Test fishing with gill net series in Lake Inari, northern Finland, in 1968–1986). s. 71–98. Helsinki 1991.
- No. 23. HONKANEN, A., KUMMUNSAALO, J., PARTANEN, H. ja HILDÉN, M.: Kotitalouksien ja suurtalouksien kalankäyttö vuonna 1988. (Fish consumption in private households and in institutes, restaurants, etc., in Finland in 1988). Helsinki 1991. 32 s.
- No. 24. Inarijärvi-symposium: alkusanat ja ohjelma (Symposium on Lake Inari: Foreword and programme)
 TUUNAINEN, P.: Inarijärvi-symposiumin avaus: Säännöstelyä 50 vuotta, hoitoa 15 vuotta (Opening of the symposium on Lake Inari: 50 years of water level regulation, 15 years of management), 1–2
 JÄRVINEN, E.: Inarijärven säännöstelystä (Water level regulation in Lake Inari), 3–10
 HEINIMAA, P.: Inarin alueen velvoitekalanviljely (Statutory fish culture and releases in the Lake Inari area), 11–19
 PASANEN, P.: Inarin ja Sarnijärven kalanviljelylaitosten toiminta (Activities of Inari and Sarnijärvi fish culture stations), 20–26
 NIEMITALO, V.: Inarin luonnonravintolammikoiden hoito ja vesistövaikutukset (Natural-food ponds in Inari: management and effects on watercourses), 27–44
 MUTENIA, A.: Inarijärven kalastuksen ja kalansaaliiden kehittyminen (Development of fisheries and catches in Lake Inari), 45–55
 SALOJÄRVI, K. & MUTENIA, A.: Inarijärven pohjasiikakannoista ja istutusten tuloksellisuudesta (*Coregonus pidschian* in Lake Inari: Stocks and stocking results), 56–75
 SALONEN, E.: Järvi- ja järvilohi-istutusten tuloksellisuus Inarijärven (Results of stocking with brown trout (*Salmo trutta m. lacustris*) and landlocked salmon (*Salmo salar*) in Lake Inari), 76–87
 AHONEN, M. & JÄÄSKÖ, O.: Nierian ja harmaanierian Carlin-merkintätulokset Inarijärven (Results of Carlin tagging experiments with arctic char (*Salvelinus alpinus*) and lake trout (*Salvelinus namaycush*) in Lake Inari), 88–98
 MUTENIA, A. & SALONEN, E.: Muikku, uusi laji Inarijärven kalayhteisössä ja saaliissa (Vendace (*Coregonus albula*), a new species in the fish community and catches in Lake Inari), 99–115
 AHONEN, M.: Kalastustekniikan kehitys Inarijärven (Development of fisheries technology in Lake Inari), 116–123
 SOIVIO, A., FORSMAN, L., KAUTTU, A., KAUTTU, J. & MUONA, M.: Taimenen selviytyminen troolauksesta (Survival of trawl-caught trout (*Salmo trutta m. lacustris*)), 124–136
 SALMINEN, A. & MUTENIA, M.: Inarijärven ammattikalastuksen kannattavuus (Profitability of professional fishery in Lake Inari), 137–148
 TUUNAINEN, O.: Inarijärven kalan keräily ja kuljetus (Collection and transport of fish caught in Lake Inari), 149–153
 AHVONEN, A.: Inarin sivuvesistöjen käyttö ja hoito (Use and management of the tributaries of Lake Inari), 154–158. Helsinki 1991.
- No. 25. KANGASPUNTA, M.: Valtion kalanistutusten kannattavuuden arviointi (Evaluation of the profitability of the state fish stocking). Helsinki 1991. 106 s.
- No. 26. WESTMAN, K.: Kalakantarekisteri ja uhanalaisten arvokalakantojen säilyttäminen (The Finnish fish stock register and the conservation of valuable and threatened fish stocks), 1–14
 KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M.-L.: Kalakantarekisteri: lohi, taimen ja nierä (The Finnish fish stock register: salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and char (*Salvelinus alpinus*)), 15–115. Helsinki 1991.
- No. 27. TOIVONEN, A.-L., HUDD, R. ja HEIKKILÄ, P.: Siika- ja lohiloukkurakenteet eteläisen Perämeren alueella (Construction of trap nets for whitefish (*Coregonus lavaretus*) and salmon (*Salmo salar*) in the southern Bothnian Bay). Helsinki 1991. 43 s.
- No. 28. KARTTUNEN, V.: Tornion-Muonionjoen siika ja siian kalastus (Whitefish stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki). Helsinki 1991. 72 s.

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA -
FISKUNDERSÖKNINGAR**



SISÄLTÖ – INNEHÅLL – CONTENTS

KARTTUNEN, V.: Tornion-Muonionjoen siika ja siian kalastus (Whitefish stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki) (Sammandrag: Sik och sikfiske i Torne-Muonioälv). 72 s.

ISSN 0787-8478
Helsinki 1991
Yliopistopaino