

SIIIOISTA, ERITYISESTI VAELLUSSIIASTA (Coregonus lavaretus L.
s. str.)

Jyväskylän yliopisto

Biologian laitos

Harjoituskirjoitus

06.05.1982

Hannu Metso

SISÄLLYSLUETTELO

| | s. |
|---|----|
| 1. JOHDANTO..... | 1 |
| 2. KEHITYSHISTORIA..... | 2 |
| 2.1 Polveutuminen..... | 2 |
| 2.2 Lajiutumisaikakohta ja leviäminen..... | 4 |
| 2.3 Lajiutumismekanismit..... | 4 |
| 3. SYSTEMATIikka..... | 8 |
| 3.1 <u>Coregonus</u> -suku..... | 8 |
| 3.2 <u>Lavaretus</u> -ryhmä..... | 8 |
| 3.3 Luokitteluperusteet..... | 11 |
| 4. VAELLUSIIKA, <u>Coregonus lavaretus</u> L. s. str..... | 13 |
| 4.1 Levinneisyys ja runsaus..... | 13 |
| 4.2 Tunnistaminen..... | 13 |
| 4.3 Vaellukset..... | 16 |
| 4.3.1 Merkintäkokeet..... | 16 |
| 4.3.2 Kasvualueille suuntautuvat vaellukset. | 17 |
| 4.3.3 Paluu kudulle..... | 18 |
| 4.3.4 Kasvualueet..... | 22 |
| 5. TIIVISTELMÄ..... | 27 |
| KIRJALLISUUS..... | 29 |
| LIITTEET (4 kpl) | |

1. JOHDANTO

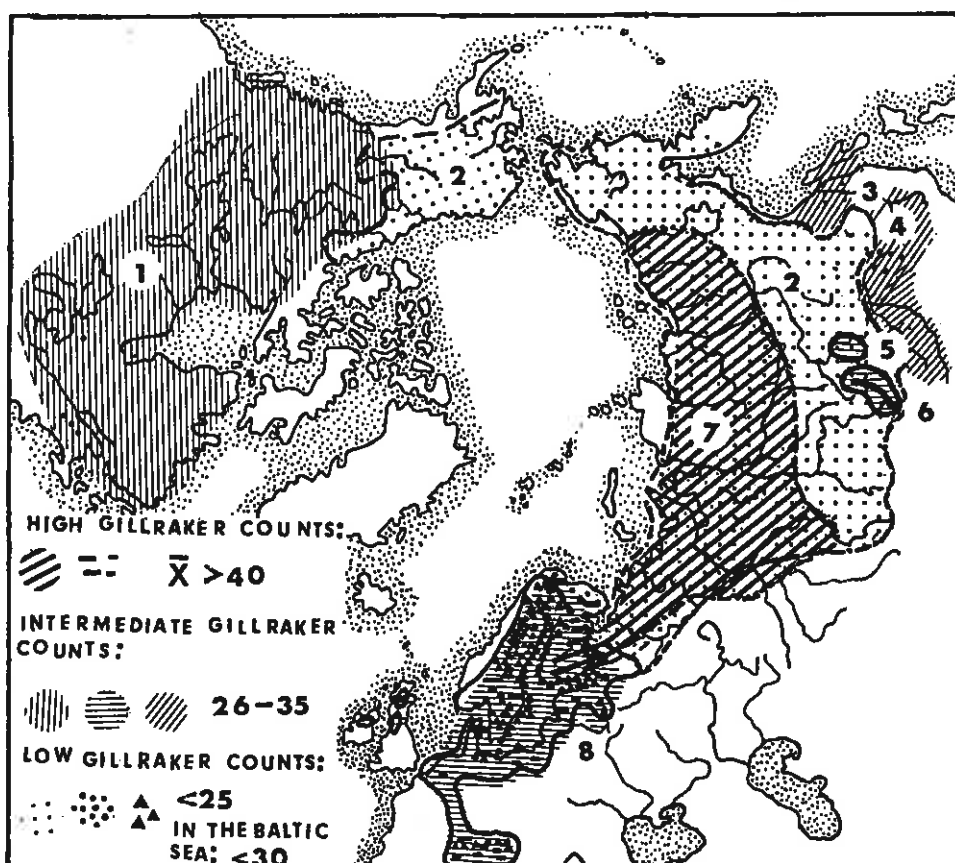
Eurooppalaisia siikoja on tutkittu jo yli 200 vuoden ajan (Himberg 1972). Erityisen mielenkiintoisen tutkimuskohteen ne ovat tarjonneet taksonomisteille. Nykyään tutkijat lukevat länsieurooppalaiset siikamuodot jokseenkin yhtenäisesti lavaretus-ryhmään. Tämän ryhmän sisällä taksonomia on kuitenkin edelleen varsin sekava. Tutkijat ovat laatineet lukuisia luokituksia eri perustein ja siikamuodoille on annettu toisistaan paljon poikkeavat taksonomiset arvot. Himbergin (1970) mukaan tämä on pääosin seurausta siikojen erinomaisesta sopeutumiskyvystä. Sympatrisista muodoista tavataan paljon erilaisia välimuototyyppisiä. Lisäksi ne kykenevät risteytymään ja saamaan lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä. Tämä jo yksistään estää biologisen lajikäsitteen käytön, mikäli sitä tulkitaan ahtaasti. Fennoskandian siikojen taksonomiaa ovat tutkineet erityisesti Järvi (1943), Svärdson (1957, 1979) ja Himberg (1970, 1972). Itämeren alueella Svärdson erottaa kaksi sympatrista siikamuotoa: jokikutuisen vaellussiian (Coregonus lavaretus L. s. str.) ja merikutuisen karisiian (Coregonus nasus Pallas sensu Svärdson). Karisiian tieteelliselle nimelle käytetään myös synonyymiä Coregonus widegreni Malmgren. Nämä kaksi siikamuotoa ovat taloudellisesti tärkeä luonnonvara. Itämeren alueella niiden yhteenlaskettu vuotuinen saalis on 3000 tonnia ja tästä lähes 2/3 saadaan Suomen rannikolta. Vuonna 1979 Suomen saalis oli n. 1994 tonnia ja sen arvo oli 18.8 miljoonaa markkaa (Lehtonen 1981). Viimevuosikymmenien aikana näiden siikamuotojen biologiaa ja kalastusta ovat Suomessa tutkineet mm. Wikgren (1962), Valtonen (1970, 1976), Lind & Kaukoranta (1974) ja Lehtonen (1981).

2. KEHITYSHISTORIA

Johtavat siikatutkijat ovat varsin yksimielisiä siitä, että eurooppalainen siika on alunperin lähtöisin Siperiasta (mm. Svärdson 1950, Kosswig 1961 ja Himberg 1972). Sensijaan kantamuotojen lukumäärästä, nykyisten muotojen syntyajankohdasta ja -paikasta tutkijoiden näkemykset poikkeavat huomattavasti toisistaan.

2.1 Polveutuminen

Neuvostoliittolaiset Drjagin, Pirozhnikov ja Pokrovsky (1969) ovat ehdottaneet kanta-alalajiksi Coregonus lavaretus pidschiania. Myös Segerstråle (1957) oletti polveutumisen tapahtuneen yhdestä kantamuodosta. Svärdson (1979) on todennut, että kantamuotoja on ollut kaksi tai useampia. Kosswig (1963) ja Himberg (1972) tulivat siihen tulokseen, että nykyinen tilanne selittyisi parhaiten, jos kantamuotoja olisi ollut kaksi. Useampien kantamuotojen vaihtoehtoa Himberg pitää epätodennäköisenä ja vaikeasti selitettävänä. Yhden kantamuodon hypoteesin hän sulkee pois siikamuotojen nykyisen levinneisyyden ja olettamiensa lajiutumismekanismien perusteella (Kuva 1). Kosswigin mukaan toinen eurooppaan vaeltanut kantamuoto on ollut harvasiivilähampainen pohjaeläinsyöjä ja toinen tiheäsiivilähampainen planktonsyöjä. Sen paremmin hän ei niitä identifioinut. Himberg sensijaan nimesi ne Coregonus pidschianiksi ja Coregonus muksuniksi vertailemalla Länsi- ja Pohjois-Siperiassa esiintyvien samannimisten siikamuotojen ja eurooppalaisten siikojen ääripopulaatioiden (siivilähampaiden keskimääräinen lukumäärä) yleisiä morfologisia ja ekologisia ominaisuuksia.



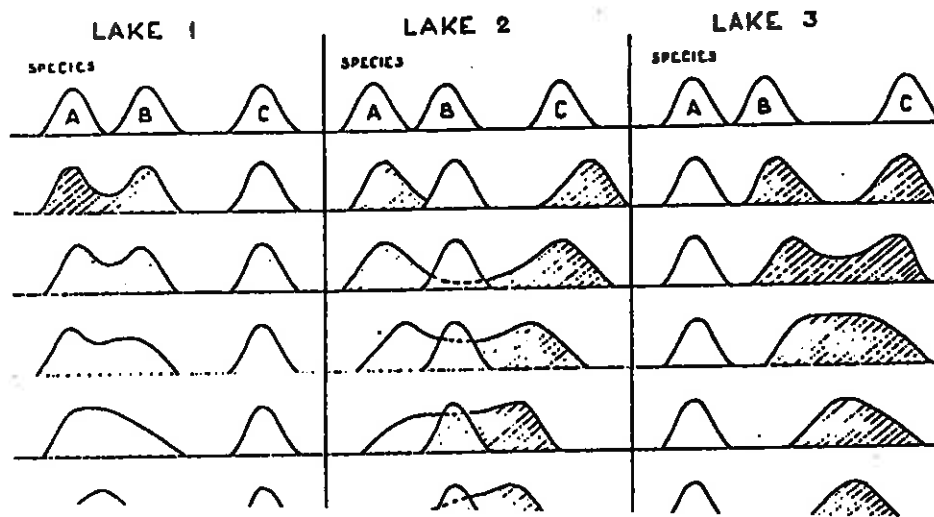
Kuva 1. Lavaretus-ryhmän siikalajien maantietellinen levinneisyys. Nimistö Bergin (1948) mukaan. 1. C. clupeaformis, 2. C. l. pidschian, 3. C. chadary, 4. C. ussuriensis, 5. C. l. baunti (Anpilova, 1956), 6. C. l. baicalensis, 7. C. muksun, 8. C. lavaretus sensu str. (Himberg 1970).

2.2 Lajiutumisajankohta ja leviäminen

Segerstrålen (1957) mukaan lajiutuminen nykyisiksi muodoiksi on tapahtunut viimeksi kuluneiden 100 000 vuoden aikana, kuitenkin ennen postglasiaalista aikaa (alkoi n. 15 000- 10 000 v sitten). Myös Svärdson (1957) olettaa lajiutumisen tapahtuneen huomattavan kauan sitten, jääkausien välisinä aikoina ja myöhäisjääkaudisella ajalla. Lisäksi hän esitti, että vaellussiika (Coregonus lavaretus L. s. str.) ja karisiika (C. nasus Pallas sensu Svärdson) saapuivat Pohjois-Eurooppaan suhteellisen myöhään, Litorina-kaudella. Hänen nimeämänsä muut Skandinavian siikamuodot (-"lajit") (C. peled, C. oxyrhyncus ja C. pidschian) elivät jo Baltian jääjärnessä. Kosswig (1963) ja Himberg (1972) sitävastoin olettavat nykyisten muotojen syntyneen Euroopassa postglasiaalisella ajalla lähtien aikaisemmin mainituista kahdesta kantalajista. Siten esimerkiksi vaellussiika on näiden kahden auktorin mukaan varsin nuori siikamuoto.

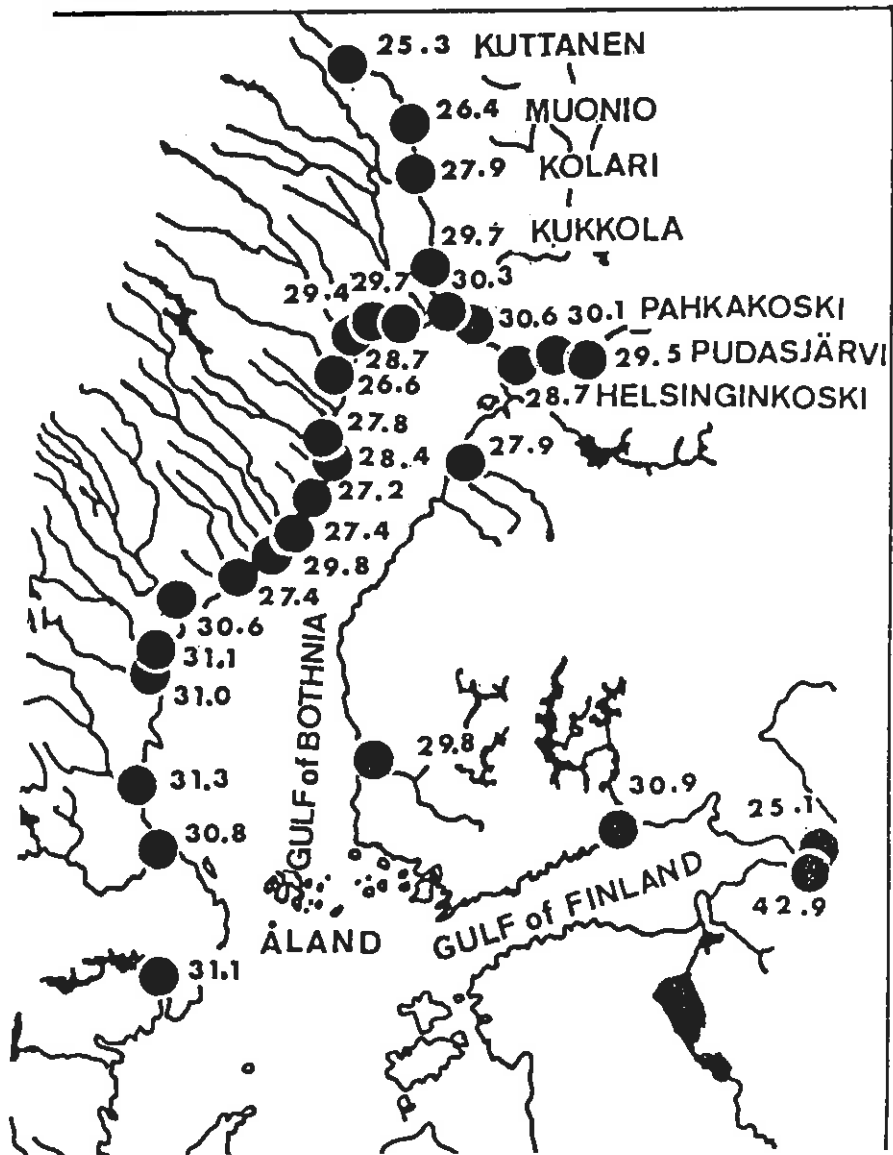
2.3 Lajiutumismekanismit

Neuvostoliittolaisten tutkijoiden mukaan eurooppalaiset siikamuodot ovat syntyneet yhden lajin adaptiivisen radiaation tuloksena. Himbergin (1972) mukaan se on eräs lajiutumismekanismi ja voi osittain selittää nykyistä tilannetta. Mutta hän ei pidä sen ja valinnan osuutta kovinkaan merkittävänä tai edes todennäköisenä. Himberg (1972) sensijaan, samoinkuin Svärdson (1970 ja 1979), painottaa hybridisaation ja introgression (risteytyminen ja risteytyminen & sulautuminen) osuutta yhdessä maantieteellisen isolaation kanssa. Kuva 2 on hypoteettinen esitys introgressiosta.

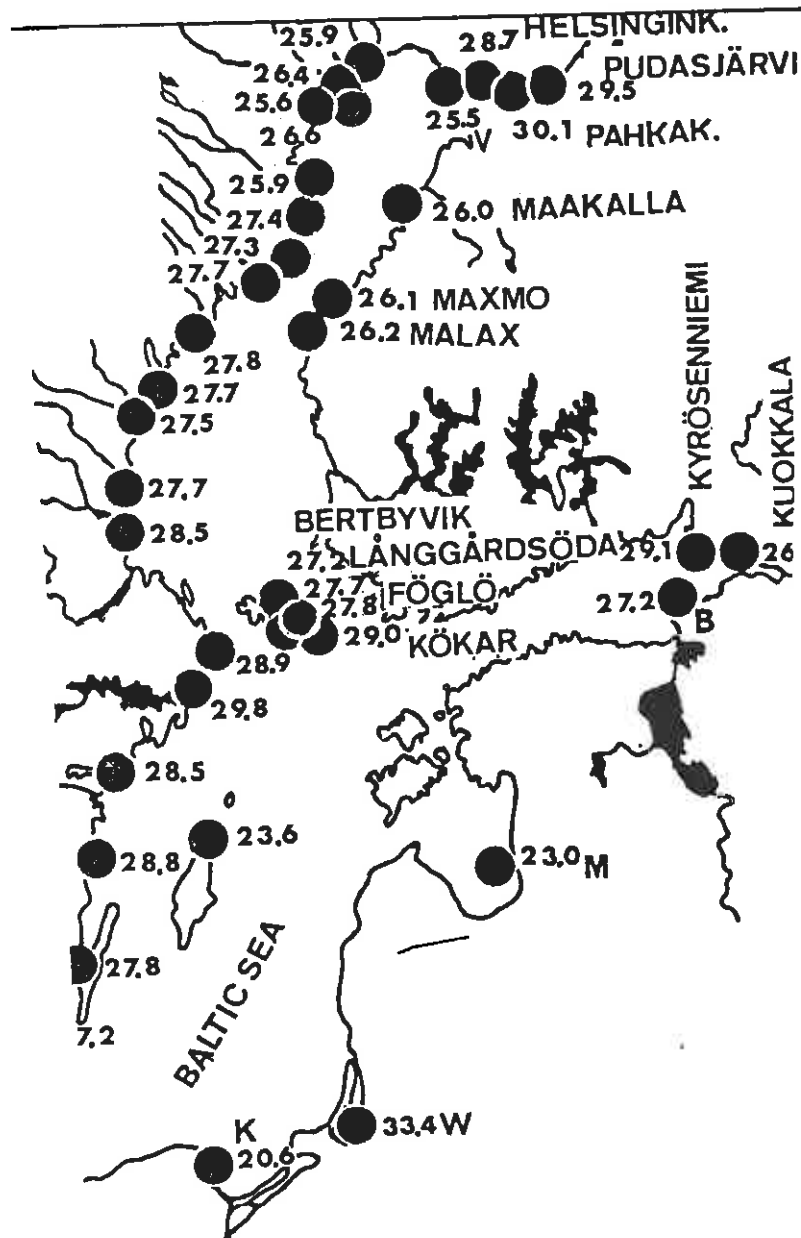


Kuva 2. Hypoteettinen esitys uusien siikamuotojen synnystä. Kantamuotojen isolaatio päättyy, ne risteytyvät, risteytyvät sulautuvat kantamuotoihin ja tämän jälkeen tapahtuu uudelleen isoiloituminen (Svårdson 1970).

Himbergin (1972) mukaan on ilmeistä, että vaellussiika ja karisiika ovat syntyneet C. pidschian kantalajista introgression avulla. Alunperin vaellussiika on ollut hybridi, mutta on kuitenkin myöhemmin monin paikoin sekoittunut. Kuvat 3 ja 4 esittävät vaellussiian ja karisiian siivilähampaiden maantieteellisen vaihtelun Itämeren alueella.



Kuva 3. Vaellussiian, Coregonus lavaretus L., siivilähampaiden maantieteellinen vaihtelu Itämeren alueella. Himbergin mukaan on kysymys genokliineistä, mutta lämpötila ja suolapitoisuus voivat myös hivenen vaikuttaa (Himberg 1970).



Kuva 4 Karisiian, Coregonus nasus Pallas sensu Svärdson, siivilähampaiden maantieteellinen vaihtelu Itämeren alueella. Himbergin mukaan on kysymys genokliineistä, mutta lämpötila ja suolapitoisuus voivat myös hivenen vaikuttaa (Himberg 1970).

3. SYSTEMATIikka

3.1 Coregonus-suku

Koko Coregonus-suvun systematiikka on pitkään ollut hyvin sekava. Nykyisin sovelletaan Gasowskan (1960) esittämää jakoa. Siinä hän jakaa suvun 4 ryhmään: paralavaretus-, lavaretus-, leucichtys- ja albula- ryhmiin. Erotteluperusteina hän käytti maksillarien ja supramaksillarien suhteita ja muotoa. Himbergin (1970) mukaan sekundaarisista ominaisuuksista siivilähampaiden, umpisuolten ja nikamien määrää voidaan myös käyttää erotteluperusteina.

3.2 Lavaretus-ryhmä

Sukutasoakin hankalammaksi systemaattiseksi ongelmaksi on osoittautunut lavaretus-ryhmä. Himbergin (1972) mukaan tämä on seurausta vakiintumattomasta terminologiasta, siitä että luokitukset on laadittu suhteellisen suppeilta alueilta ja ennenkaikkea siitä että tutkijat ovat painottaneet eri menetelmiä. Viime vuosikymmeninä on sovellettu eniten jakoja, jotka perustuvat siivilähampaiden lukumääriin ensimmäisellä kiduskaarella.

Tutkijat antavat lavaretus-ryhmän siioille erilaisen taksonomisen arvon. Ne on nimetty lajeiksi, alalajeiksi, sisarlajeiksi, roduiksi, ekotyypeiksi ja paikallisiksi muodoiksi. Esimerkiksi Svärdsön (1957) käytti luokittelemistaan Skandinavian siioista nimitystä sisarlaji. Monet tutkijat kuitenkin pitävät niitä eko-

tyyppeinä (mm. Himberg 1972 ja Gasowska 1960). Eniten Himberg (1972) arvostaa Järven (1928) luokitusta, jossa siiat on jaettu kolmeen lajiin. Hänen mukaan se kuvaa parhaiten eurooppalaisten siikojen evolutionääristä tilaa. Omassa luokituksessaan Himberg on päätenyt hyvin lähelle Järven jakoa. Siinä hän luokittelee eurooppalaiset siiat kolmeen taksonomiseen ryhmään, joista hän käyttää tyyppi-käsitettä. Ne ovat: Coregonus pidschian- tyyppi (siivilähampaita keskimäärin 18-25), C. lavaretus- tyyppi (sh. keskim. 30-35) ja C. muksun- tyyppi (sh. keskim. 40-56). Himbergin mukaan nämä edustavat erilaisia evolutiivisia linjoja. Ilmeisesti niiden taksonomiseen statukseen viitaten hän käyttää ryhmistään nimitystä "hämärät lajit".

Svårdson (1979) luokitteli Skandinavian siiat uudelleen. Tässä luokituksessa on hänen aikaisempaan (1957) luokitukseensa verrattuna yksi siikamuoto enemmän. Uuden jaon myötä myös nimistö on muuttunut lähes täydellisesti. Svårdson pitää kuvaamiaan siikamuotoja puolilajeina, mutta haluaa lähinnä käytännön syistä käyttää laji-käsitettä. Taulukossa 1 ovat tärkeimmät lavaretus-siikojen luokitukset.

Meressä elävän jokikutuisen vaellussiian (C. lavaretus L.) siivilähampaitten keskimääräinen lukumäärä vaihtelee eri kantojen välillä selvästi (Kuva 2). Pelkästään siivilähampaiden perusteella luokiteltaessa tämän vaihtelun huomioi parhaiten Järven luokitus. Himbergin luokituksessa vaellussiika sijoittuisi kahteen tyyppiin: C. pidschian- tyyppiin ja C. lavaretus- tyyppiin. Svårdsonin vanhemman luokituksen keskimääräinen vaihtelu on suppeampi kuin Järven luokituksessa, uudemmassa ei ole esitetty keskimääräisiä vaihtelun rajoja.

Taulukko 1. Tärkeimmät lavaretus-siikojen luokitukset (Himberg 1970 ja Svärdson 1979). X = siivilähampaita keskimäärin, R = kokonaisvaihtelu.

| THIENEMANN 1921 | JÄRVI 1928 | STEINMANN 1950, 1951 |
|---|-------------------------------------|--|
| Fera-holsätus X 19-25 R 15-28 | C. pidschian X 19-25 R 14-29 | profundis X 19-20 litoralis X 22-29 |
| Lavaretus X 29-32 R 25-36 | C. lavaretus X 29-32 R 22-39 | primigenius X 24-34 |
| Generosus- Wartmanni X 35-54 R 35-56 | C. lavaretus F. järvi X 33-38 | pelagicus X 31-36 nensus X 28-40 |
| | C. muksun X 42-56 | |
| SVÄRDSON 1957 | DOTTRENS 1959 | SVÄRDSON 1979 |
| C. pidschian X 19-20 | C. acronius X 20-22 | C. fera X 19-20 |
| C. nensus X 23-24 | C. fera X 24-25 | C. acronius X 22 |
| C. lavaretus X 33-34 | C. lavaretus X 29-30 | C. lavaretus X 30 |
| C. oxyrhynchus X 38-41 | C. wartmanni X 35-36 | C. wartmanni X 30-35 |
| C. peled X 45-50 | C. macrophthalmus X 40 | C. nilssoni X 45 C. pallasi X 45-60 |
| HIMBERG 1972 | | |
| C. pidschian X 18-25 | | |
| C. lavaretus X 30-35 | | |
| C. muksun X 40-56 | | |

3.3 Luokitteluperusteet

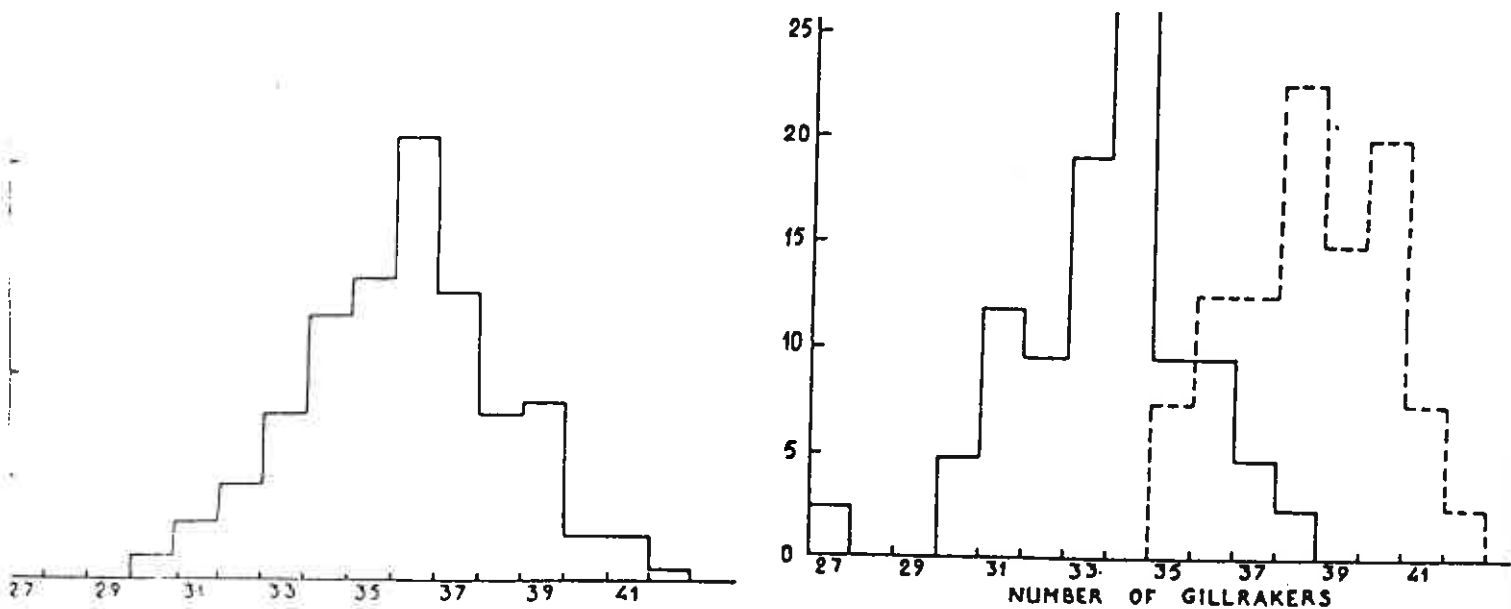
Lavaretus-ryhmän luokitteluperusteina on käytetty morfologisia, fysiologisia ja ekologisia ominaisuuksia. Viimevuosikymmenten aikana systemaattisten ongelmien ratkomiseen on sovellettu solubiologian menetelmiä (Himberg 1970, Svärdson 1979).

Yleisimmin luokittelussa käytetty morfologinen ominaisuus on siivilähampaiden lukumäärä uloimmalla kiduskaarella. Ja tavallisesti ne lasketaan vasemmalta puolen kalaa takaapäin katsottaessa (Himberg 1972). Svärdson (1957, 1965) on tutkinut siivilähampaiden muodostumista, pysyvyyttä ja geneettistä taustaa. Hänen mukaan siiat saavuttavat tyypillisen siivilähampaslukumäärän yleensä 10- 12 cm pituisina, mutta niiden lukumäärä voi kasvaa iän ja koon myötä (1.0-1.5 yksikköä). Ne ovat useiden geenien kontrolloimia ja periytyvät risteytymille intermediaarisesti. Moniin muihin morfologisiin ominaisuuksiin verrattuna ne ovat hyvin stabiileja, kuitenkin vahva valinta voi muuttaa populaation keskimääräistä siivilähampaslukumäärää (Kuva 5). Svärdsonin mukaan tällainen tilanne on kuitenkin luonnossa harvinaisen.

Siivilähampaiden lisäksi myös monia muita morfologisia ominaisuuksia on käytetty siikamuotojen erottamiseen. Itämeren alueella esimerkiksi on käytetty seuraavia kriteereitä: sukukypsien kalojen koko, maksillareluiden pituuksien suhde, pään ja evien kokoerot ja evien sijainti (Lehtonen 1981).

Fysiologisista ja ekologisista ominaisuuksista on kriteereinä käytetty mm. kasvunopeutta, ravinnon laatua, kutuaikaa ja -paikaa (Valtonen 1976).

Svårdson (1950, 1951, 1953, 1957 ja 1965) on kokeellisesti osoittanut, että ympäristötekijät vaikuttavat useisiin fysiologisiin ja morfologisiin ominaisuuksiin. Esimerkiksi pieni koko on useiden seurausta ylitiheästä populaatiosta ja ravinnon vähyydestä. Suomujen määrä lateraalilinjalla on kytkeytynyt lämpötilaan, vanhempien ja mätijyvän kokoon, erilaiset pään ja ruumiin mittasuhteet vaihtelevat kasvun, lämpötilan ja ravinnon mukaan. Siten näiltä ominaisuuksilta puuttuu systemaattisilta kriteereiltä vaadittava stabiilisuus.



Kuva 5. Valinnan vaikutus populaation keskimääräiseen siivilähammaslukumäärään. Kantapopulaatio vasemmalla ja jälkeläispopulaatiot oikealla (Svårdson 1952).

4. VAELLUSIIKA, Coregonus lavaretus L. s. str.

4.1 Levinneisyys ja runsaus

Vaellussiika, C. lavaretus L. s.str., esiintyy koko Itämeren alueella lukuunottamatta Gotlannin ympäristöä ja Ruotsin rannikkoa Tukholmasta etelään (Svärdson 1979). Lehtosen (1981) mukaan siiat ovat harvalukuisia Itämeren eteläosissa ja esiintyminen on lähes satunnaista. Kaikkein runsaimmat vaellussiikakannat ovat olleet Pohjanlahdessa ja erityisesti Merenkurkun ja Perämeren alueilla (huomattava osa vaellussiian kutujoista laskee Perämereen). Jokien rakentamisen ja likaantumisen seurauksena kannat ovat kuitenkin taantuneet ja joidenkin jokien vaellussiika on ilmeisesti kuollut sukupuuttoon (Hurme 1970). Tämän vuosisadan puolella vaellussiikaa on istutettu Ruotsissa ja Suomessa sisävesiin laajoille alueille. Tämä on ollut seurausta keinollisen hedelmöityksen yleistymisestä ja vaellussiian mädin helposta saatavuudesta (Svärdson 1979).

4.2 Tunnistaminen

Suomenlahdessa elää kolme siikamuotoa: harva-, tiheä- ja intermediäärinen muoto (Pirozchnikov 1971). Pohjanlahdessa vaellussiian rinnalla elää karisiika -niminen siikamuoto, jota kutsutaan myös lehti- tai pikkusiikaksi (Valtonen 1970). Meressä eläessään nämä muodostavat sekapopulaatioita. Suomenlahden ja Pohjanlahden kannat ovat suhteellisen hyvin isoiloituneita (Lind & Kaukoranta 1974). Sen lisäksi, että nämä siikamuodot meressä eläessään muodostavat sekapopulaatioita, niiden tunnistamista vaikeuttaa morfologisissa ominaisuuksissa havaittavat maantie-

teelliset kliinit. Itämeren keski- ja eteläosissa ja Pohjanlahden pohjoisosassa vaellussiian ja karisiian siivilähampaiden keskimääräiset lukumäärät eroavat selvästi. Pohjoisen Itämeren alueella ne kuitenkin ovat hyvin lähellä toisiaan (Himberg 1972). Karisiian kasvu paranee Perämereltä Pohjanlahden eteläosaa kohden ja se on seurausta parantuneesta ravintotilanteesta (Valtonen 1970). Dahr (1947) on todennut, että em. alueella vaellussiian ja karisiian erottaminen morfologisin ja fyysiologisin perustein voi olla vaikeaa, jopa mahdotonta.

Salojärvi & Auvinen (1980) ovat kehittäneet tietokoneohjelman sympatristen siikamuotojen erottamiseksi. Ohjelma perustuu siivilähampaitten lukumääriin ja kasvunopeuksiin. Eri muotojen kasvunopeuksien on kuitenkin erottava selvästi. Lehtonen (1981) kuvaa menetelmää seuraavan esimerkin avulla. Porin edustalta pyydystetyt 113 siikaa ryhmiteltiin aluksi siivilähampaiden perusteella. Siikat, joiden siivilähampaslukumäärä oli ≤ 24 luokiteltiin karisiioiksi, ja ne joiden siivilähampaslukumäärä oli ≥ 32 vaellussiioiksi. Väliin 25-31 sijoittuneet jaettiin ikäryhmiin ja niistä tutkittiin pituusjakautuma. Siikat, jotka ikäryhmässä 3 olivat alle 31.5 cm, luokiteltiin karisiioiksi ja yli 31.5 cm pituiset vaellussiioiksi. Muissa ikäryhmissä kriittinen pituus oli: 4 v 34.5 cm, 5 v 38.5 cm, 6 v 40.0 cm, 7 v 44.0 cm, 8 v 48.0 cm ja 10 v 50.0 cm. Lehtosen mukaan tämä menetelmä soveltuu suurimmalla osalla Suomen rannikkoa. Avenanmaan alueella on tyydyttävä siivilähampaslukumääriin ja Suomenlahdella kasvunopeuseroihin.

Valtonen (1976) on kehittänyt Perämeren alueelle menetelmän karisiian ja vaellussiian erottamiseksi. Menetelmän aineisto hankittiin näiden siikamuotojen kutupopulaatioista. Valtosen mukaan sukukypsyys on yleensä riittävä kriteeri alle 25 cm kaloille. Kutevat vaellussiiat ovat lähes poikkeuksetta yli 30 cm pituisia. Karisiika saavuttaa sukukypsyyden Perämeren pohjoisosissa n. 20 cm pituisena ja eteläosissa 20- 25 cm mittaisena. Yleensä lisäkriteerit ovat kuitenkin tarpeen. Menetelmän tarkkuus paranee, kun tutkitaan ravinnon laatua ja todetaan Achantoccephala -loisinfektio tai sen puuttuminen. Vaellussiika elää litoraalivyöhykkeessä ja käyttää pääasiallisesti ravinnokseen kotiloita. Karisiian dieetti koostuu suurimmaksi osaksi Pontoporeia affiniksesta. Voimakas Achantoccephala -loistartunta, yli 10 yksilöä kalaa kohti, on tyypillistä karisiialle. Pontoporeia affinis on loisen väli-isäntä. Nämä lisäkriteerit pätevät hyvin yli 20 cm mittaisille kaloille. Ensimmäisen elinvuotensa aikana kari- ja vaellussiika käyttävät samanlaista ravintoa (eläinplankton), joten menetelmä ei niiden osalta toimi. 0 -vuotiaiden kohdalla joudutaan turvautumaan siivilähampaisiin. Perämeren alueen vaellussiikakantojen siivilähampaiden keskimääräinen lukumäärä on lähellä 30 ja karisiialla 26. Luokittelu muodostuu ongelmalliseksi päällekkäin menevien siivilähampaiden kohdalla (27-29). Valtosen mukaan nämä voidaan jakaa kari- ja vaellussiikoihin samassa suhteessa, kuin muukin osa näytettä. Tällöin ei kuitenkaan päästä yksilötasolle. Valtosen mukaan Gasowskan (1960) esittämä maksillareluiden pituuksien suhde on ongelman ratkaisu. Koska menetelmä on kehitetty lähinnä käytännön kalataloutta varten ja siinä pyritään nopeuteen, niin sellaisissa yhteyksissä maksillare -luiden pituuksien suhteen laskeminen on liian hidas toimenpide.

Parhaaseen tulokseen kari- ja vaellussiikapopulaatioiden tunnistamisessa päästään tutkimalla kutupopulaatioita eri ominaisuuksien yhdistelmällä. Vaellussiika nousee jokiin kudulle läpi kasvukauden vaihtelevan etäisyyden päähän suistoista ja kutee Pohjanlahden pohjoisosissa yleensä lokakuussa (Hurme 1970) Pohjanlahden eteläosissa kutu tapahtuu lokakuun lopussa- marraskuun alussa (Lehtonen 1981). Karisiika kutee nimensä mukaisesti meren matalikoille ilmeisesti vaellussiikaa aikaisemmin, lehtisiika -nimitys viittaisi tähän. Aina eivät edes erot ekologisis- sa ominaisuuksissa ole täysin luotettavia. On olemassa havaintoja (Olofsson 1915) karisiian noususta jokeen ja todennäköisesti se on myös kutunut siellä (Tornionjoki). Vaellussiika on Selkämeren alueella jokien likaantumisen ja rakentamisen seurauksena kutunut meressä (Salminen 1947, Hurme 1970). Näiden siikamuotojen sekaantumiseen viittaa myös Iijoen vaellussiian normaalia alhaisempi siivilähammaslukumäärä (Sormunen & al. 1963). Mahdollisesti näiden siikamuotojen normaalia elämänkiertoa häiritsevän ihmistoiminnan kasvun seurauksena introgressio kasvaa ja identifiointientisestään vaikeutuu.

4.3 Vaellukset

4.3.1 Merkintäkokeet

Vaellussiian vaelluksia on tutkittu merkintäkokeitten avulla (mm. Lindroth 1957, Andersson 1964, Peters^Sson 1966, Sormunen 1969, Hurme 1970, Gaygalas 1972, Lind & Kaukoranta 1974, Olsson 1978, Ikonen 1980 ja Lehtonen 1981). Dahrin (1947) Keski-Ruotsin rannikolla merkitsemät siiat ilmeisesti olivat nimestään, Coregonus lavaretus L., huolimatta karisiikoja, koska ne kutivat meressä

ja olivat vaelluksissaan suhteellisen paikallisia. Samoin Wikgrenin (1957 ja 1962) Ahvenanmaalla ja Luviolla merkitsemistä siioista pääosa oli karisiikoja. Pitkälle vaeltaneet tulkittiin vaellussiioiksi. Wikgren on esittänyt kuitenkin hypoteesin, jonka mukaan myös karisiika kykenisi vaeltamaan pitkiäkin matkoja vaellussiikojen mukana.

4.3.2 Kasvualueille suuntautuvat vaellukset

Lind & Kaukorannan (1974) mukaan Oulujoen vaellussiika laskeutuu mereen kohta kudun jälkeen ja talvehtii suiston ja Hailuodon välisellä merialueella. Syönnösalueille suuntautuva vaellus alkaa aikaisin keväällä, on aluksi hidasta, mutta nopeutuu myöhemmin. Merkkipalautusten perusteella vaellus olisi vilkkainta touko-kesäkuussa. Tosin myös kalastusintensiteetti on voimakas samaan aikaan (Liite 1). Heinä- elokuussa siiat ovat jo levittäytyneet pitkin Pohjanlahden Suomenpuoleista rannikkoa. Osa Oulujoen vaellussiioista aloittaa vaelluksen syksyllä.

Iijoella merkityistä siioista saatiin suurin osa takaisin seuraavan talven aikana joesta yläjuoksulta (Sormunen 1963 ja 1969). Osa Kokemäenjoen siioista talvehtii keski- ja yläjuoksulla (Hurme 1970).

Todennäköisesti eri jokien siiat aloittavat vaellukset kasvualueille pääasiallisesti vasta keväällä.

Oulujoen siian vaellusreitti on suhteellisen matalassa (alle 10 m) vedessä lähellä Suomen rannikkoa. Ruotsin jokien kannat etenevät Pohjanlahden länsirannikkoa seuraten. Siten niiden

syönnösalueille suuntautuva vaellus tapahtuu myötävirtaan (Lind & Kaukoranta 1974). Peterssonin (1966) tutkimusten mukaan Tornionjoen siika vaeltaa pääasiallisesti Suomen rannikolla. Koska osa merkkipalautuksista on tullut Ruotsin rannikolta Merenkurkun pohjois- ja eteläpuolelta ja päävirtaus kääntyy Perämeren pohjukassa, niin on mahdollista, että osa Tornionjoen vaellussiioista etenee myötävirtaan. Toinen mahdollinen selitys on, että aluksi vaellus tapahtuu normaaliin tapaan päävirtausta vasten ja vasta Merenkurkun alueella osa populaatiosta harhautuu Ruotsin alueelle.

Lind & Kaukoranta (1974) ovat laskeneet vaellussiikojen uintinopeudeksi 1.3- 3.6 km/vrk. Oulujoelta kerätyn aineiston mukaan uintinopeuden, kalojen kunnan ja veden lämpötilan välillä vallitsee positiivinen korrelaatio. Suomen rannikolla syönnösalueille suuntautuvan vaelluksen nopeuteen saattaa hidastavasti vaikuttaa myös se, että vaellus tapahtuu vasten päävirtausta.

4.3.3 Paluu kudulle

Tornionjokeen siika nousee vähäisessä määrin kesäkuun alkupäivistä lähtien. Kalastajien antamien tietojen mukaan nousu voi alkaa vuodesta riippuen jo toukokuun puolella. Nousuhuippu ajoittuu vuodesta toiseen heinä-elokuun vaihteeseen (Lovikka 1977). Kalastusteknikko Puhakan (suull. tiedonanto) mukaan Tornionjoella tapahtuu nousun voimistumista myös syyskuussa. Kokemäenjokeen siika nousee heinäkuun puolenvälin jälkeen lokakuun alkuun asti. Saaliiden perusteella arvioitu nousuhuippu on elo-syyskuussa (Hurme 1970). Iijokeen siika nousee koko kesän ajan, mutta heinäkuun 20. päivän maissa nousu alkaa vilkastua, ja tärkein^{nousu} tapahtuu elokuun ja syyskuun puolivälien aikana. Syyskuun 20. päi-

vän tienoilla alkaa viimeisin, varsin voimakas nousu, mikä vaikuttaa saaliissa lähinnä vain joen alajuoksulla ja jokisuulla. Viimemainitut ovat huomattavasti kookkaampia, kuin aikaisemmin saapuvat (Liite 2, Sormunen & al. 1963).

Nousuhuippujen suhteellisen täsmällinen ajoittuminen vuodesta toiseen ilmeisesti selittyisi parhaiten päivänpituudella. Nikolskyn (1963) mukaan kalojen kutuvaelluksien alkamisajankohdat määräytyvät päivänpituudessa tapahtuvan muutoksen ja sen aiheuttamien neurohumoraalisten reaktioiden perusteella. Valon määrän kasvu aiheuttaa hormonaaliset muutokset, mitkä puolestaan laukaisevat vaellusvietin. Lämpötila ja vedenkorkeus todennäköisesti selittävät vain nousuhuippujen ajoittumisessa havaittavia vuosien välisiä eroja. Vuosien väliset erot saattavat olla näennäisiä. Vedenpinnan korkeuden vaihtelu ilmeisesti vaikuttaa kalastustavasta (lippokalastus) johtuen enemmän kalastukseen ja saaliisiin, kuin todelliseen nousuun (Lovikka 1977).

Alkukesästä ja pitkin kesää nousuhuippuihin asti jokiin nousevat siiat voisivat olla peräisin suistojen läheisiltä merialueilta. Todennäköisesti ne ovat nuoria ja etupäässä koiraita (Liitteet 2 ja 4). Varsinaisten nousuhuippujen kalat Tornionjoella ja Iijoenjoella ovat ilmeisesti laajemmalta alalta Perämeren ja Selkämeren pohjoisosista. Viimeisimmän nousuhuipun siiat voisivat olla eteläisemmiltä merialueilta. Edellä esitetyt käsitykset perustuvat siihen oletukseen, että kutuvaellus alkaa suurinpiirtein sinä ajankohtana, jolloin vuorokautinen valon määrä on maksimissaan. Ja Lind & Kaukorannan (1974), Sormunen & al. (1963) ja Lovikan (1977) esittämiin tietoihin. Niiden mukaan koiraat ovat vaelluksissa ~~naara~~ ^{naara} ita huomattavasti paikallisempia, samanikäisistä kaloista naaraat ovat koiraita kook-

kaampia, koiraat ovat jokeen nousevissa populaatioissa alkuvaiheessa lumääräisesti enemmistönä, saaliskalojen keskipaino kasvaa syksyä kohti. Lisäksi oletetaan, että nuret vuosiluokat ovat vaelluksissaan paikallisempia, kuin vanhat vuosiluokat (tähän viittaa Lehtosen (1981) merkintäkoe 0 -vuotiailla poikasilla Kokemäenjoella), ja että pohjoisten jokien vaellussiikojen eteläisille merialueille suuntautuvat vaellukset tapahtuvat alunperin vuodon omaisesti eteläisten jokien kantoihin Merenkurkun alueella ja Selkämeren Pohjoisosissa liittymällä. Näistäkin lukumääräinen enemmistö on ilmeisesti naaraita, koska ne ovat Lind & Kaukorannan (1974) mukaan huomattavasti koiraita liikkuvampia. Asioiden varmistamiseksi kirjallisuudessa esitetyt tiedot eivät ole riittäviä ja siten yksityiskohtaiset tutkimukset olisivat paikallaan.

Indalsälven-, Oulu- ja Kokemäenjoella merkityistä siioista läheskään kaikki eivät palanneet kudulle merkintävuotta seuranneen kasvukauden kasvukauden jälkeen. Todennäköisesti ne viettivät syönnösalueillaan kaksi kasvukautta (Lindroth 1957, Hurme 1970 ja Lind & Kaukoranta 1974). Nikolskyn (1963) mukaan kalojen heikko kunto (lähinnä liian alhainen rasvapitoisuus) voi ehkäistä kutuvaelluksen.

Lind & Kaukorannan (1974) mukaan vaellussiika käyttää paluuvaelluksellaan samoja reittejä, kuin vaelluksellaan syönnösalueille. Merkintöjen ja palautusten välisen ajan ja etäisyyden^{perusteelle} he ovat laskeneet paluunopeudeksi 4.1- 15.0 km/vrk. Kutuvaellus tapahtuu siten huomattavasti nopeammin, kuin vaellus syönnösalueille. Tosin vaellusnopeuksien laskentaperusteita ei voida pitää täysin luotettavina.

Orientoitumisen Lind & Kaukoranta olettavat perustuvan vedenalaisiin maamerkkeihin tai aurinkokompassimekanismiin. Kemiallisiin aineisiin se ei voi heidän mukaan perustua, koska vaellus tapahtuu myötävirtaan. Erilaiset ainegradientit ovat kuitenkin mahdollisia virtaussuunnasta huolimatta. Lähisuunnistautuminen ja kutujoen tunnistaminen saattaa perustua kemialliseen aistiin.

Oulujoella ja muualla tehtyjen merkintäkokeitten perusteella Lind & Kaukoranta esittivät, että eri jokien vaellussiikakannat ovat kutupaikkojen ^{suhteen} erittäin hyvin isoituneet. Oulujoella kuden loppupuolella merkityistä siioista ei yhtäkään tavattu vuoden kuluttua syys-lokakuussa muista joista. Osa merkityistä siioista saatiin takaisin vieraiden jokien suistoista ja edustalta merestä (Taulukko 2). Ehdottoman varmasti vaellussiikat tuskin palaavat syntymäjokiinsa. Peterssonin (1966) mukaan yksi Lule älv-joella merkityistä siioista on saatu takaisin Tornionjoesta. Lisäksi on huomattava, että merkintäkokeet on tehty aikuisilla kaloilla. Niistä saadut tulokset eivät välttämättä ole yleistettävissä koskemaan poikasten ja nuorten kalojen syntymäjokiuskollisuutta (Lindroth 1957).

Taulukko 2. Oulujoella merkittyjen siikojen tapaamispaikat syys-lokakuussa vuoden kuluttua merkinnästä (Lind & Kaukoranta 1974).

| | Kalojen lkm. | % |
|---------------|--------------|------|
| Kalajoki | 1 | 2.2 |
| Siikajoki | 1 | 2.2 |
| Oulujoki | 41 | 91.2 |
| Kiiminginjoki | 1 | 2.2 |
| Iijoki | 1 | 2.2 |

4.3.4 Kasvualueet

Pohjanlahden, Suomenlahden ja Itämereen laskevien jokien vaellussiikakannat ovat suhteellisen hyvin isoiloituneet. Ahvenanmaan saaristo muodostaa tehokkaan vaellusesteen. Näiden merialueiden välillä tapahtuu kuitenkin vähäistä populaatioiden sekoittumista ravintovaellusten muodossa. Pirozchnikovin (1971) mukaan Suomenlahdella merkittyjä siikoja on tavattu Gotlannista. Dahrin (1947) Keski-Ruotsin rannikolla, Mangrundissa, merkittävistä siioista yksi vaelsi Suomen puolelle, Iijoelle.

Pohjanlahteen laskevien jokien vaellussiikakannat käyttävät kasvualueinaan osin samoja, osin eri merialueita (Kuva 6). Pohjanlahden keski- ja pohjoisosissa Suomen ja Ruotsin jokien kannat ovat merkkipalautusten perusteella suhteellisen hyvin erillään. Tornionjoella ja Suomen puolella merkittyjä siikoja on vähäisessä määrin saatu Selkämeren pohjoisosista ja Merenkurkun alueelta Ruotsin puolelta (Kuva 6 ja Taulukko 5). Mahdollisesti Merenkurkun alue toimii jonkinlaisena populaatioiden sekoittumisen tienä. Pohjanlahden eteläosissa, Ahvenanmaan saariston alueella, Ruotsin ja Suomen jokien vaellussiikat muodostavat sekapopulaatioita. Wikgrenin (1962) Ahvenanmaalla merkittävät siikat vaelsivat eripituisia matkoja (Taulukko 3). Osa niistä vaelsi pohjoiseen suuntaan ja niitä saatiin takaisin pitkin Pohjanlahden rannikkoa Suomen ja Ruotsin puolelta Perämeren perukkaa myöten (Taulukko 4

Taulukko 3. Ahvenanmaalla merkittyjen siikojen vaellusmatkat (Wikgren 1962).

Kalojen lkm.

Etäisyys (km)

155

0- 10

| | |
|----|---------|
| 79 | 10- 50 |
| 7 | 50-100 |
| 20 | 100-200 |
| 20 | 200-300 |
| 7 | 300-400 |
| 9 | 400-500 |
| 11 | 500-600 |
| 15 | 600-700 |

Taulukko 4. Ahvenanmaalla merkittyjen siikojen takaisinpyynti-ajat ja -paikat eri joista ja jokisuilta (Wikgren 1962).

| Pyyntiaika | Pyyntipaikka |
|------------|----------------------------|
| 08.09.1957 | Oulujoki/Merikoski |
| 16.09.1957 | Råneälv -joki (Ruotsi) |
| 24.10.1958 | Siikajoki (2 km) |
| 14.08.1958 | Siikajoki/kukkokoski |
| 26.08.1958 | Tornionjoki/Kukkolankoski |
| 29.08.1958 | Indalsälven -joki (Ruotsi) |
| 28.09.1958 | Iijoki (70 km) |
| 15.10.1958 | Iijoki/Ruodinkoski |
| 26.10.1958 | Kokemäenjoki (25 km) |
| 30.05.1959 | Iijoki (90 km) |
| 16.10.1959 | Oulujoki/Merikoski |

Suurin osa Perämereen laskevien jokien vaellussiikamerkintöjen palautuksista on saatu Perämeren ja Merenkurkun alueilta. Selkämereltä tulleet palautukset painottuvat sen pohjoisosaan. Muutamia merkittäviä siikoja on tavattu Saaristomeren alueelta (Taulukko 5).

Taulukko 5. Oulujoella (vv. 1969-1971) ja Iijoenjoella (vv. 1960-1964) merkittyjen siikojen merialueilta ja jokien edustoilta saatujen palautusten alueellinen jakautuma (Lind & Kaukorannan 1974 ja Sormusen 1969 perusteella).

Oulujoen vaellussiika:

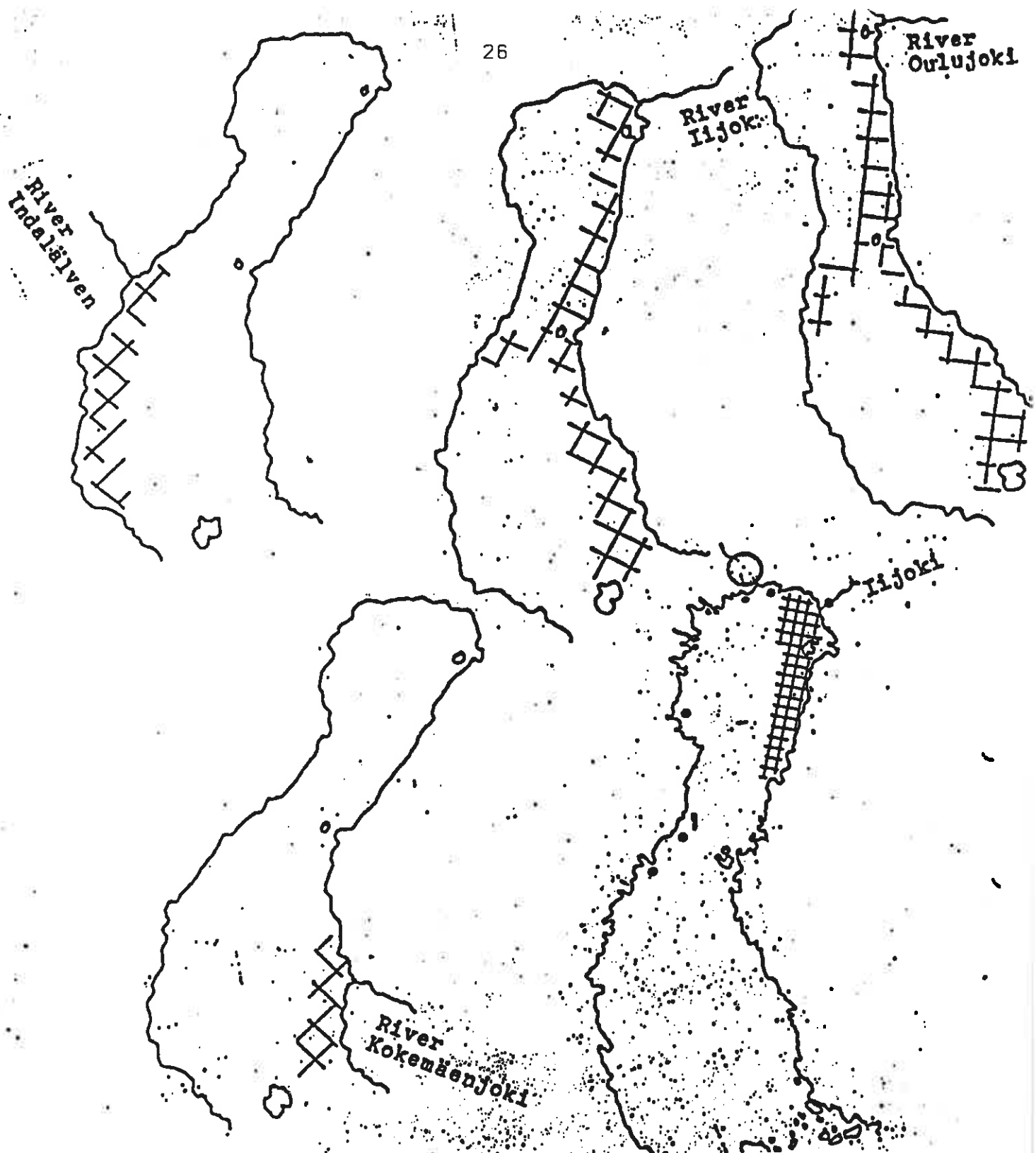
| Takaisinsaantipaikka | Kalojen lkm. | % |
|----------------------|--------------|----|
| Oulujoen edusta | 59 | 63 |
| Perämeri | 11 | 12 |
| Merenkurkku | 9 | 10 |
| Selkämeri | 14 | 15 |

Iijoen vaellussiika:

| | | |
|-------------------------------|----|----|
| Perämeri | 38 | 56 |
| Merenkurkku | 8 | 12 |
| Selkämeren pohjoisosa | 9 | 13 |
| Selkämeren keski- ja eteläosa | 5 | 7 |
| Saaristomeri | 5 | 7 |
| Ruotsi | 3 | 5 |

Taulukon 5 perusteella voitaneen todeta, että kuvassa 6 esitetyt Ii- ja Oulujokien vaellussiikojen syönnösalueet edustavat populaatioiden laajimpia syönnösalueita. Huomattava osa populaatioista liikkuu suppeammalla alueella (erityisesti nuoret vuosiluokat, vrt. sivu 20). Pienialaisempiin syönnösalueisiin viittaavat myös Perämeren kantojen alhaiset keskipainot (Tornionjoki 0.5 kg, Iijoki 0.6 kg ja Oulujoki 0.9 kg). Kokemäenjoen siikojen koko ja paino on Hurmeen (1970) mukaan huomattavasti suurempi, liitteessä 2 esitettyjen tietojen perusteella lähes 1.5 kg. Tämäkin luku ilmeisesti perustuu suurelta osin koiraisiin (Hurme 1970). Valtosen (1970) esittämien tietojen perusteella Perämeri on kalojen ravinnon tuotannon suhteen niukka- tuottoisempi kuin monet oligotrofiset järvet.

Siiankalastus on voimakkainta Perämeren, Merenkurkun ja Selkämeren pohjoisosan alueilla, joten merkkipalautusten alueellinen jakautuma selittyy osittain sen perusteella (Liite 1). Perämeren vaellussiikojen alhainen keskimääräinen yksilöpaino lipposaa- liissa saattaa olla seurausta koko rannikon mitalla tapahtuvasta voimakkaasta kalastuksesta (suurikokoisimmat pyydystetään pois ennen jokeen nousua) ja selitystä voi hakea myös jokipyynnin ajoittumisesta.



Kuva 6. Indalsälven -joen, Iijoen, Oulujoen ja Kokemäenjoen vaellussiikojen vaellusreitit ja -alueet merkkipalautusten perusteella. Oikealla alhaalla Tornionjoen siian palautusten alueellinen jakautuma. Mustat pisteet ovat 1.8 % ja ruudutettu alue 6.2 % merkittyjen määrästä (Lind & Kaukoranta 1974, Petersson 1966).

Lind & Kaukoranta (1974) ovat tutkineet sukupuolten välisiä eroja vaelluksissa. Taulukon 6 mukaan koiraat ovat naaraisiin verrattuna huomattavasti paikallisempia. Yli 2/3 takaisin-saaduista pyydettiin alle 100 km säteeltä merkintäpaikasta.

Taulukko 6. Lähempänä kuin 100 km ja kauempana kuin 100 km merkintäpaikalta tavattujen naaraiden ja koiraiden määrät (%). Merkittynä tavattujen kokonaismäärä oli 84. Lukuihin eivät sisälly Oulujoesta ja sen suistosta tavatut yksilöt (Lind & Kaukoranta 1974).

| Etäisyys | Koiraat | Naaraat |
|----------|---------|---------|
| < 100 km | 73.2 | 42.9 |
| > 100 km | 26.8 | 57.1 |

5. TIIVISTELMÄ

Yleisen käsityksen mukaan eurooppalainen siika on peräisin Si-periasta. Kantamuotojen lukumäärästä, siikamuotojen syntyajan-kohdasta ja -paikasta tutkijoiden käsitykset poikkeavat. Neuvostoliittolaiset tutkijat ovat ehdottaneet kantamuodoksi Coregonus lavaretus pidschiana. Svärdsonin mukaan niitä on ollut kaksi tai useampia. Himberg ja Kosswig sensijaan ovat kahden kanta-muodon kannalla. Himberg käyttää niistä nimiä C. pidschian ja C. muksun. Svärdsonin mukaan lajiutuminen nykyisiksi muodoiksi on tapahtunut jääkausien välisinä aikoina ja myöhäisjäähäytisellä ajalla. Himberg ja Kosswig sitävastoin olettavat niiden syntyneen Euroopassa postglasiaalisella ajalla. Lajiutumismekanismien Svärdson ja Himberg korostavat hybridisaatiota ja introgressiota

yhdessä maantietellisen isolaation kanssa. Siikojen kehityshistorian kiistanalaisuus näkyy niiden systematiikassa. Koko Co-regonus-suku on pitkään ollut hyvin sekava. Eniten arvostetaan Gasowskan esittämää jakoa. Siinä suku jaetaan 4 ryhmään: paralavaretus-, lavaretus-, leucichtys- ja albula-ryhmiin. Sukutasoakin hankalamman ongelman on muodostanut lavaretus-ryhmä. Muotoja on kuvattu suppeilta alueilta ja eri tutkijat ovat painottaneet eri kriteereitä. Nykyään sovelletaan eniten jakoja, jotka perustuvat siivilähampaiden lukumääriin ensimmäisellä kiduskaarella. Gasowskan mukaan maksillareluiden pituuksien suhdetta voidaan käyttää luokittelukriteerinä. Parhaaseen tulokseen kuitenkin päästään eri menetelmien yhdistelmällä.

Vaellussiika on Himbergin mukaan varsin nuori siikamuoto ja karisiian läheinen sukulainen. Alunperin se on ilmeisesti ollut hybridi, mutta myöhemmin se on eriasteisesti sulautunut introgression avulla toiseen kantalajiin, josta hän käytti nimeä C. pidschian. Siten vaellussiian ja karisiian voidaan katsoa syntyneen C. pidschian kantalajista introgression avulla. Pohjanlahden eteläosissa näiden siikamuotojen siivilähampaiden lukumäärät voimakkaasti leikkaavat toisiaan. Monet muut taksonomiassa käytetyt morfologiset ja fysiologiset ominaisuudet ovat Svärdsenin mukaan vahvasti ympäristötekijöistä riippuvia. Valtonen on kehittänyt Perämerelle menetelmän, mikä perustuu sukukypsyyteen, ravinnon laatuun ja loisinfektion tarkasteluun. Nuorimpien vuosiluokkien tunnistaminen tapahtuu siivilähampaiden tai maksillareluiden pituussuhteen perusteella. Salojärvi ja Auvinen ovat kehittäneet tietokoneohjelman sympatristen siikamuotojen erottamiseksi.

KIRJALLISUUS

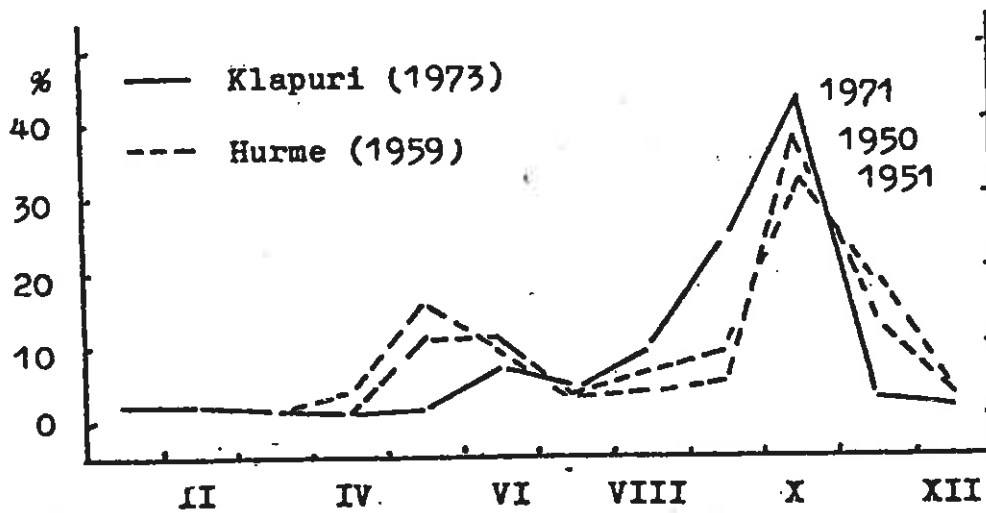
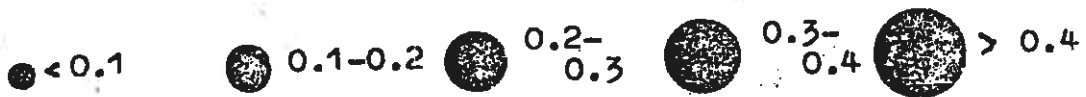
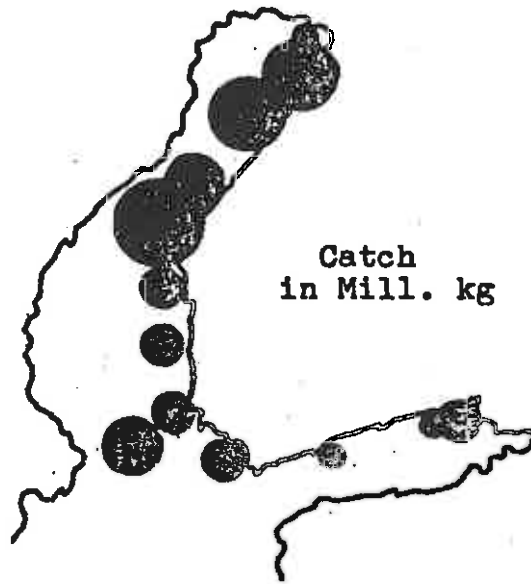
- Andersson, G. 1964: Sikmärkningar i nedre Ångermanälven.-
Svensk Fiskeritidskr. 73: 40-42.
- Dahr, E. 1947: Biologiska studier över siken, *Coregonus lavaretus* Linnè, vid mellansvenska Östersjökusten. -
Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 28: 1-79.
- Drjagin, P.A., Pirozhnikov, P.L. & Pokrovsky, V.V. 1969: Polymorphism among whitefishes and its biological and practical significance. - J. Ichtyol. 9: 14-25.
- Gasowska, M. 1960: Genus *Coregonus* L. discussed in connection with a new feature: that of the shape and proportion of os maxillare and os supramaxillare. - Ann. Zool. 18: 471-513. (ref. Himberg 1972).
- 1970: Osteological analyses of the species *Coregonus lavaretus* L. from Poland and their relationships to forms from other places. - In: Lindsey, C.C. & Woods, C.S. (eds.), Biology of coregonid fishes: 209- 218. Winnipeg.
- Gaygalas, K.S. 1972: Morphological and ecological characteristics, population structure and the state of the stocks of the European whitefish (*Coregonus lavaretus lavaretus* (L.)) in the Kurshuy-Mares (Kurisches Haff) and some aspects of fishery regulation. - J. Ichtyol. 12: 953-961.
- Heikkinen, J. 1960: Suomen kalansaalistilasto vuodelta 1959. - Maataloushall. kalataloud. tutk.tston monist. julk. 11: 1-110.
- Himberg, K-J.M 1970: A systematic and zoogeographic study of some North European coregonids. - In: Lindsey, C.C. & Woods, C.S. (eds.), Biology of coregonid fishes: 219-250. Winnipeg.

- Himberg, K.-J.M. 1972: I. Om sikarterna och inom siktaksonomin utnyttjade artkriterier. II. En systematisk och zoogeografisk undersökning av släktet *Coregonus*, med särskilt beaktande av lavaretus-gruppen. - 198 ss. Pro-gradu -tutkielma, Åbo Akademi.
- Hurme, S. 1970: Tietoja siikataloudesta Selkämeren Suomen puoleisella rannikolla. - Maataloushall. kalataloud. tutk. tston monist. julk. 39: 1-39.
- Ikonen, E. 1980: Migration of river-spawning whitefish in the Gulf of Finland. - ICES, C. M. 1980/M: 13. Anadromous and catadromous fish committee. 11 pp.
- Järvi, T.H. 1928: Über die Arten und Formen der Coregonen in Finnland. - Acta Zool. Fennica 5: 1-259.
- Klapuri, K.J. 1973: Kalan markkinoinnin kehittämisestä Oulun läänissä. - Oulun lääninhallitus, suunn. jaosto 12: 1-62.
- Kosswig, C. 1963: Ways of speciation in fishes. - Copeia 2: 238-244. (ref. Himberg 1972).
- Lehtonen, H. 1981: Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. - Finn. Fish. Res. 3: 31-83.
- Lind, E.A. & Kaukoranta, E. 1974: Characteristics, population structure and migration of the whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), in the Oulujoki river. - Ichtyol. Fennia Borealis 4: 160-217.
- Lindroth, A. 1957: A study the whitefish (*Coregonus*) of the Sundsvall bay district. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 38: 70-108.
- Lovikka, T. 1977: Tornionjoen vaellussiian, *Coregonus lavaretus* (L.), biologiasta ja kalastuksesta. - 30 ss. Luk -työ. Oulun yliopisto.
- Nikolsky, G.V. 1963: The ecology of fishes. - 352 pp. London, New York.

- Olofsson, O. 1915: Bidrag till kännedom om de ekonomiskt viktiga fiskarternas utbredning, fiske etc. inom södra delen av Arjeplogs socken. - Medd. K. Lantbr. Styr. 195: 1-8.
- Olsson, G. 1978: Sikvandringar i nedre delen av Ångermanälven och närliggande kustområden. - Inf. sötvattenlab. Drottningholm 8: 1-15.
- Pirozhnikov, P.L. 1971: Distribution and food of the Baltic whitefish, *Coregonus lavaretus* L., in the Gulf of Finland. - J. Ichtyol. 11: 872-879.
- Petersson, Å. 1966: Resultat av sikmärkningar i Norbotten. - Svensk Fiskeritidskr. 75: 6-8.
- Salminen, A. 1947: Satakunnan rannikon kalastus. - Suomen Kalastuslehti 54: 18-19.
- Salojärvi, K. & Auvinen, H. 1980: A computer program for classifying sympatric whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) stocks. - Finn. Fish. Res. 3: 23-28.
- Seggerstråle, S. 1957: On the immigration of glacial relicts of northern Europe, with remark on their prehistory. - Comment Soc. Scient. Fenn. Biol. 14: 1-117. (ref. Himberg 1972).
- Sormunen, T. Dahlström, H. & Korhonen, M. 1963: Iijokilausunto I - Kalataloussäätöön monistettuja julkaisuja.
- Sormunen, T. 1969: Siikamerkintöjä Iijoen alueella. - Suomen Kalastuslehti 76: 177-178.
- Svärdson, G. 1950: The coregonid problem II. Morfology of two coregonid species in different environments. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 31: 151-162.
- 1951: The coregonid problem III. Whitefish from the Baltic, succesfully introduced into freshwaters in the north of the Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 32: 79-125.

- 1952: The coregonid problem IV. The significance of scales gillrakers. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 33: 204-232.
- 1953: The coregonid problem V. Sympatric whitefish species of the lakes Idsjön, Storsjön and Hornavan. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 34: 141-166.
- 1957: The coregonid problem VI. The palearctic species and their intergrades. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 38: 267-356.
- 1965: The coregonid problem VII. The isolating mechanisms in sympatric species. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 46: 95-123.
- 1970: Significance of introgression in coregonid evolution. - In: Lindsey, C.C. & Woods, C.S. (eds.), Biology of coregonid fishes: 33-59. Winnipeg.
- 1979: Speciation of Scandinavian coregonus. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 57: 1-95.
- Valtonen, T. 1976: Identification of whitefish specimens in the Bothnian bay. - Acta Univ. Oul. A. 42: 113-119.
- 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: 347-362. Winnipeg.
- Wikgren, B.-J. 1957: Sismärkningar. - Fisk. Tidskr. Finland 1: 22-25.
- 1962: Resultaten av sismärkningar inom Åland och vid Luvia. - Husö Biol. Stat. Medd. 3: 1-26.

Liite 1. Siikasaaliin alueellinen jakautuma Heikkisen (1960) mukaan, merialueen saalis oli 2.24 milj. kg v. 1959. Alhalla siikasaaliin vuodenaikainen jakautuma Hurmeen (1970) ja Klapurin (1973) mukaan (Lind & Kaukoranta 1974).



Liite 2. Iijoen siikanäytteet vuosilta 1960 ja 1961 (Sormunen & al. 1963).

Eri ikäluokkien keskimääräiset pituudet ja painot.

| Paikka | Aika | kpl. | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
|------------|--------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | | pit. | paino | pit. | paino | pit. | paino | pit. | paino | pit. | paino |
| Pahkakoski | toukok. 1961 | 56 | 29.5 | - | 35.5 | - | 40.5 | - | 42.5 | - | | |

| Paikka | Aika | kpl. | 4+ | | 5+ | | 6+ | | 7+ | | 8+ | |
|------------|---------------------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | | pit. | paino | pit. | paino | pit. | paino | pit. | paino | pit. | paino |
| Pahkakoski | heinäk. 1961 | 285 | 34.0 | - | 37.0 | 425 | 41.0 | 650 | 46.0 | 950 | 49.5 | 1200 |
| - " - | elok. 1961 | 167 | 31.5 | - | 38.0 | - | 42.0 | 650 | 47.0 | - | | |
| - " - | syysk. 1961 | 220 | 34.5 | 325 | 37.5 | 400 | 41.5 | 550 | 47.0 | 850 | | |
| - " - | lokak. 1961 | 91 | 34.0 | 400 | 38.0 | 475 | 41.5 | 625 | 49.5 | 975 | | |
| Pudasjärvi | syysk. 1960 | 51 | 34.0 | - | 36.0 | - | 39.5 | - | | | | |
| Kollaja | syysk. 1960 | 18 | | | 38.0 | 575 | | | | | | |
| Sotkajärvi | elo-syysk. vaihde 1960 | 13 | | | 38.0 | - | 39.0 | - | | | | |
| Iin Hamina | syysk. lokak. vaihde 1960 | 248 | 38.0 | 425 | 41.0 | 625 | 46.5 | 950 | 52.5 | 1350 | | |

Yht. kpl. 1149

Liite 3. Kokemäenjoen Harjavaltaan syksyllä 1968 kudulle
 palanneet siiat. Merkitty Harjavallassa marraskuussa 1967
 (Hurme 1970).

| N:o | Saantipäivä | Paino, g | |
|--------|-------------|--------------|-----------|
| | | merkittäessä | saataessa |
| 194896 | 26.10.1968 | 1500 | 750 |
| 194802 | 27.10.1968 | 1000 | 1285 |
| 194868 | 28.10.1968 | 1500 | 2200 |
| 194828 | 6.11.1968 | 1600 | 1655 |
| 194820 | 10.11.1968 | 850 | 1150 |
| 194822 | - " - | 1050 | 2050 |
| 194830 | - " - | 1350 | 1605 |
| 194836 | - " - | 1600 | 950 |
| 194843 | - " - | 1100 | 1428 |
| 194846 | - " - | 1560 | 1550 |
| 194873 | - " - | 1350 | 1350 |
| 194876 | - " - | 1120 | 1220 |
| 194888 | - " - | 820 | 1700 |

Yht. 13 kpl. 13 % merkityistä (100 kpl.)

Liite 4. Saaliskalojen keskimääräinen paino päivittäisten saalistietojen perusteella Kukkolankoskella (ylhäällä) ja Matkakoskella (alhaalla) vuosina 1974 ja 1975 (Lovikka 1977).

