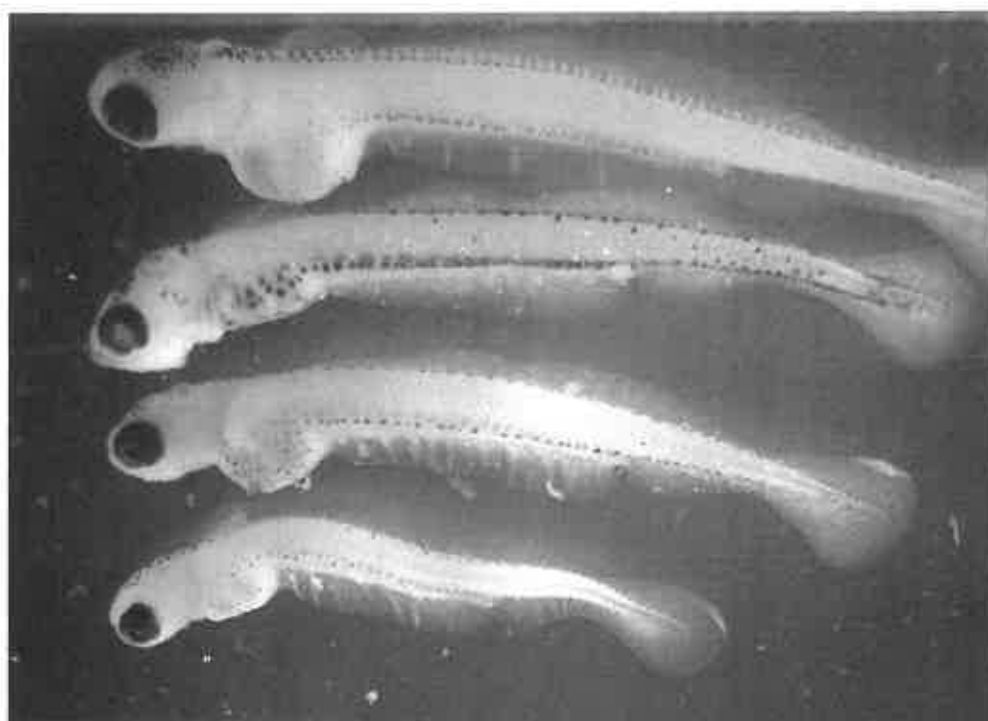


Erkki Jokikokko

Muikun ja siian lisääntymisedellytyksistä Perämerellä



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 120

1997

Muikun ja siian lisääntymisedellytyksistä Perämerellä

Erkki Jokikokko

Helsinki 1997

Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Kansi: Ruskuaispussivaiheessa olevia siian poikasia. (Kuva: Lauri Urho)

Kirjoittajat ovat vastuussa kirjoituksensa sisällöstä, eikä se välttämättä edusta Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen virallista kantaa.

ISBN 951-776-095-7

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1997

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Julkaisu-aika

Tammikuu 1997

Tekijä(t)

Erkki Jokikokko

*Julkaisun nimi***Muikun ja siian lisääntymisedellytyksistä Perämerellä***Julkasun laji*

Tutkimusraportti

Toimeksiantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

*Toimeksiantopäivämäärä**Projektin nimi ja numero*

Siikakantojen tila Pohjanlahdella (204031 PLAHTI)

Tiivistelmä

Perämeren kalantutkimusasema sumputti kolmena talvena (1992-1994) muikun mätiä Perämerellä Simon edustalla ja yhtenä talvena Haukiputaalla. Lisäksi siian mätiä sumputettiin yhtenä talvena. Mädin kuolleisuutta haluttiin selvittää, koska Suomen puoleisen Perämeren muikkusaaliit ovat vähentyneet noin kymmenenteen osaan 1970-luvulla saaduista saaliista, ja kalastajat ovat esittäneet vähentymisen erääksi syyksi meren pohjan likaantumisesta johtuvavan mädin kuolleisuuden. Muikun ja siian poikasten esiintymistä Haukiputaalta Ruotsin puolelle ulottuvalla rannikkoalueella kartoitettiin kolmena kesänä (1992-1994) tehdyin poikasnuottauksin. Nuottausten tarkoituksena oli selvittää parhaat nuottausalueet, mistä voitaisiin kerätä poikasaineistoja muodostuvien siika- ja muikkukantojen vahvuuden arvioimiseksi.

Muikun mädin kuolleisuudessa ei ollut mitään huomattavaa eroa eri sumputuspaikkojen välillä. Silmäpisteasteella merelle viedyn mädin kuolleisuus oli alle 10%, ennen silmäpisteastetta viedyllä mädillä 20-30%. Siian mäti menestyi selvästi huonommin kuin muikun mäti, ja suurin kuolleisuus oli lähinnä rannikkoa olevassa sumputuspaikassa. Mädin kuolleisuuden ja orgaanisen aineksen sedimentaation määrän, sumputuksen aikaisen lämpötilan nousun sekä mitattujen vedenlaatutekijöiden välillä ei todettu riippuvuutta. Poikasnuottausten saaliit paranivat vuosi vuodelta, osittain siksi, että pyynti keskitettiin parhaimmille alueille, osittain lisääntyneiden poikasmäärien vuoksi. Muikkuja oli noin neljännes-puolet coregonidien kokonaissaaliista. Ruotsin puolella muikun poikasten tiheydet olivat selvästi suuremmat kuin Suomen puolella. Siian poikasten tiheydet kummallakin puolella rajaa olivat jokseenkin yhtä suuret. Parhaimmat saaliit saatiin hiekkarannoilta.

*Asiasanat***muikku, siika, mäti-sumputus, poikasnuottaus, Perämeri***Sarjan nimi ja numero***Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 120***ISBN***951-776-095-7***ISSN***0787-8478***Sivumäärä***32***Kieli***Suomi***Hinta***50 mk***Luottamuksellisuus***Julkinen***Myynti*Edita-kirjakauppa
Annankatu 44
00100 Helsinki*Kustantaja*Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 202
00151 Helsinki

Puh. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Puh. (09) 228 811 Fax (09) 631 513

Utgivare
Vilt- och fiskeriforskningsinstitut

Utgivningsdatum
Januari 1997

Författare
Erkki Jokikokko

Publikationens namn
Förutsättningar för förökning av siklöja och sik i Bottenviken

Typ av publikation
Rapport

Uppdragsgivare

Datum för uppdragsgivandet

Projektnamn och -nummer
Sikbeståndets tillstånd i Bottniska viken (204 031)

Referat

Bottenvikens fiskeriforskningsstation utförde kläckningsförsök med befruktad siklöjerom under tre vintrar (1992-1994) i Bottenviken utanför Simo och under en vinter utanför Haukipudas.

Under en vinter utfördes dessutom kläckningsförsök med sikrom. Rommens mortalitet utreddes därför att siklöjefångsterna på den finländska sidan av bottenviken har minskat med ca 90% sedan 1970-talet och fiskarna misstänkt att orsaken är förhöjd romdödlighet till följd av dålig bottenkvalitet. Förekomsten av siklöje- och sikyngel i kustzonen från Haukipudas till svenska sidan utreddes genom yngelnotningar under tre somrar (1992-1994). Avsikten med notningarna var att hitta de bästa stränderna och där samla yngel för evaluering av de under utveckling varande sik- och siklöjebestånden.

Siklöjerommens mortalitet varierade inte så mycket mellan olika platser. Mortaliteten för den rom som fördes till havet på ögonfläcksstadium var under 10 %, och 20-30 % före detta stadium. Sikrommen klarade sig sämre än siklöjerommen. Mortaliteten var också störst nära stranden. Rommens mortalitet korrelerade inte alls med sedimentationen av organisk substans, stigande temperatur under inkubationen eller med uppmätta vattenkvalitetsfaktorer. Yngelnotningarnas fångst ökade år för år, dels därför att man fiskade på de bästa stränderna, dels därför att yngelmängderna var större. Mellan en fjärdedel och hälften av sikkfångsterna utgjordes av siklöja. Siktätheten var ungefär den samma på båda kusterna men siklöjetätheten var större på den svenska sidan. De största yngelfångsterna togs vid sandstränder.

Nyckelord

siklöja, sik, yngelnotning, Bottenviken

Seriens namn och nummer

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 120

ISBN

951-776-095-7

ISSN

0787-8478

Sidoantal

32

Språk

finska

Pris

50 mk

Sekretessgrad

Offentlig

Försäljning

Edita-bokhandel

Annegatan 44

00100 Helsingfors

Tel. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Förlag

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

PB 202

00151 Helsinki

Tel. (09) 228 811 Fax (09) 631 513

Published by
Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication
January 1997

Author(s)
Erkki Jokikokko

Title of Publication
The breeding potential of whitefish and vendace in Bothnian Bay

Type of Publication
Report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project
The state of whitefish stocks in the Gulf of Bothnia

Abstract

Vendace eggs were kept on the sea bottom of Bothnian Bay near Simo by the Perämeri Fisheries Research Station for three winters (1992-1994) and in Haukipudas through one winter. Over one winter whitefish eggs were also incubated. The mortality of eggs was studied because vendace catches Bothnian Bay have decreased 90% from the 1970s and fishermen blame the poor quality of the sea bottom for the increased mortality of eggs. The distribution of vendace and whitefish fry along the coast from Haukipudas to the Swedish side were examined over three summers (1992-1994) using a beach seine. The purpose of the seine nettings was to find the best beaches from which to collect fry could be in order to forecast vendace and whitefish year class strength.

The mortality of vendace eggs did not vary between locations. The mortality of the eyed ova was less than 10% and in eggs transported to the sea before the eyed stage, 20-30%. The mortality of whitefish eggs was higher than that of vendace eggs although it varied according to location and was highest near the shore. No correlation could be seen between the mortality of eggs and the sedimentation of organic matter, the rise in water temperature during incubation or water quality. Catches from seine nettings improved from year to year, partly because catch efforts were directed at the best areas, and partly due to an increased number of fry. From one third to half of the total number of coregonidae were vendace. The densities of vendace fry were higher on the Swedish coast than on the Finnish, while the densities of whitefish were similar. The best catches occurred along sandy beaches.

Key words

vendace, whitefish, egg incubation, beach seining, Bothnian Bay

Series (key title and no.)
Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar

ISBN
951-776-095-7

ISSN
0787-8478

Pages
32

Language
Finnish

Price
50FIM

Confidentiality
Public

Distributed by
Oy Edita Ab
Book-shop
Annankatu 44
FIN-00100 Helsinki, Finland
Phone +358 0 566 0566 Fax +358 0 566 0570

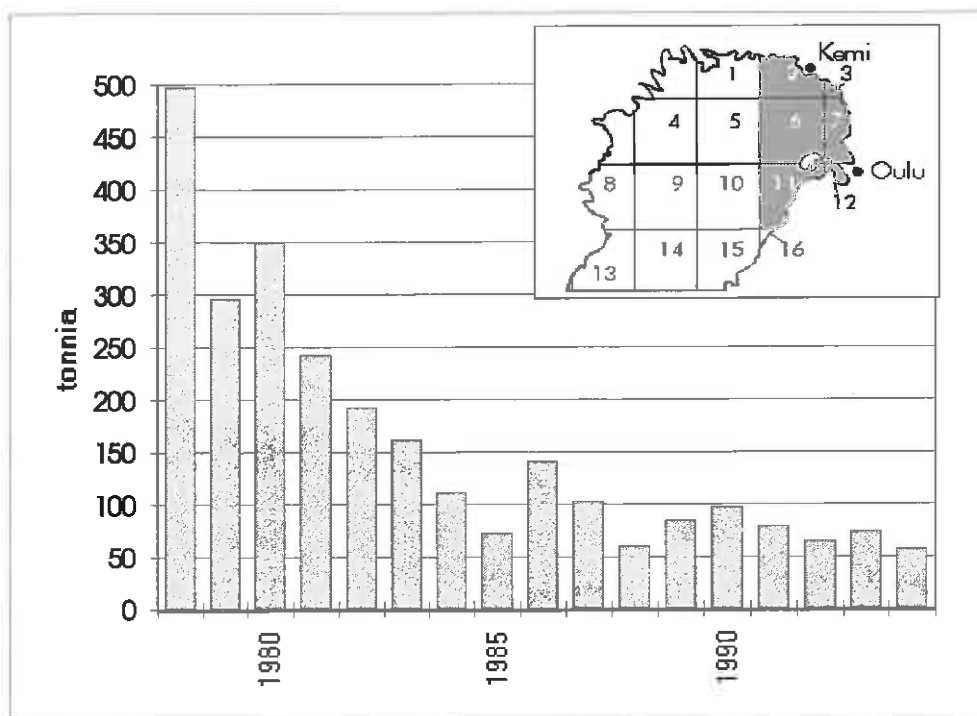
Publisher
Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 202
FIN-00151 Helsinki, Finland
Phone +358 0 228 811 Fax +358 0 631 513

Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
2.1. TUTKIMUSALUEENA PERÄMEREN RANNIKKO	3
2.2. MÄTIÄ MERELTÄ JA LAITOKSELTA	4
2.3. MÄTISUMPUT MERESSÄ YLI TALVEN.....	5
2.4. NUOTTAUKSILLA SUHTEELLISIA ARVIOITA POIKASMÄÄRISTÄ.....	5
2.5. VEDEN LAATUA TARKKAILTIIN SUMPUTUSPAIKOILLA	6
2.6. TILASTOLLISET MENETELMÄT	7
3. TULOKSET	8
3.1. MÄTISUMPUTUKSET	8
3.1.1. Veden laatu sumputuspaikoilla hyvä.....	8
3.1.2. Mädin kuolleisuudessa ei suuria alueellisia eroja.....	9
3.1.3. Siian mäti menestyi hieman muikun mätiä heikommin	10
3.1.4. Mätiä hävisi sumputusrasioista.....	11
3.1.5. Lämpötilan nousu nopeutti kuoriutumista.....	11
3.2. POIKASNUOTTAUKSET	14
3.2.1. Ruotsin puolella poikastiheydet suuremmat kuin Suomessa	14
3.2.2. Hiekkapohjilta eniten saalista	15
3.2.3. Poikastiheyksissä jyrkkä pudotus kesän edetessä.....	16
3.2.4. Poikasia saaliiksi vielä heinäkuussa.....	19
4. POHDINTA	21
4.1. MÄDIN KUOLEVUUS SAMAA TASOA KUIN MUUALLA	21
4.2. SUMPUTUSPAIKKOJEN FYSIKAALISET OMINAISUUDET SOPIVAT	22
4.3. VEDEN KEMIAALLISET OMINAISUUDET RIITTÄVÄT MÄDILLE	22
4.4. YMPÄRISTÖ EI RAJOITANE MÄDIN MENESTYMISTÄ	23
4.5. VAELLUS RANNASTA PIENENTÄÄ POIKASTIHEYKSIÄ	24
4.6. POIKASMÄÄRÄT MONEN TEKIJÄN SUMMA	24
4.7. POIKASNUOTTA SOVELTUU HIETIKKOPOHJILLE	26
5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUSTARPEET	27
6. YHTEENVETO	28
7. KIRJALLISUUS	30

1. JOHDANTO

Muikku oli hyvin tärkeä ammattimaisen kalastuksen saalislaji Suomen puoleisella Perämerellä 1970-luvulla, jolloin muikkua alettiin pyytää rysien lisäksi troolaamalla. Vuotuinen saalistaso oli tuolloin noin 600 tonnia. Muikkusaalis alkoi laskea 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa (Lehtonen 1981 ja 1983, Lehtonen & Böhling 1984), ja 1990-luvulle tultaessa ammattimaisen kalastuksen saalis oli Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tilastoinnin mukaan alle 100 tonnia (kuva 1). Varsinkin troolauksen yksikkösaalis on jäänyt niin pieneksi, ettei troolaus enää kannatta. Rysien yksikkösaalis on sen sijaan säilynyt lähes ennallaan (Lehtonen & Jokikokko 1993). Samaan aikaan Ruotsin puoleisen Perämeren muikkukannat ovat olleet vakaat, ja siellä troolaus on edelleenkin kannattavaa.



Kuva 1. Ammattikalastajien Perämereltä (ruudut 2,3,6,7,11 ja 12) vuosina 1978—1994 saama muikkusaalis.

Syynä saaliseroon on todettu olevan Ruotsin puolen ajallisesti tiukasti säädelty troolaus ja muikkujen vaelluskäyttäytyminen. Merkintöjen avulla osoitettiin, että osa Suomen rannikolta kesäisin pyydetyistä muikuista on syntynyt Ruotsin puolella (Lehtonen ja Enderlein 1984), ja nämä Suomen puolelle syönnökselle vaeltaneet muikut muodostivat huomattavan osan kalastajien saaliista. Muikun kutuaikaisen troolikalastuksen voimistumisen Ruotsissa uskotaan olevan pääsyyinä muikkusaaliiden laskuun Suomen puolella, koska pyynnin kohteeksi joutui pääosa Suomen puolelle vaeltavista yksilöistä (mm. Hilden ym. 1984). Ruotsin puolen voimistunut troolikalastus ei yksinomaan voi selittää suomalaisten muikkusaaliiden laskua, koska aiemmin Suomen rannikolla muikkua pyydettiin runsaasti myös kutuaikana, jolloin se ei voinut vaellusteorian mukaisesti uida Ruotsin puolelle kutemaan. Nykyisin tällaista kutupyyntiä ei juuri kannata harjoittaa heikkojen saaliiden vuoksi.

Huonontuneiden muikkusaaliiden myötä kalastajien keskuudessa heräsi epäily mm. meren pohjan likaantumisesta sellaiseen kuntoon, ettei muikun kutu onnistu. Perämeren hyvät karisiikakannat kuitenkin viitaisivat siihen, että huoli kutualueiden kelvottomuudesta on tarpeeton, koska karisiika kutee samoilla alueilla kuin muikku. Lisäksi Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimiston (1992) mukaan veden laatu on parantunut huomattavasti 1970-luvulta lähtien, joskin rehevyys on lisääntynyt. Muikkujen lisääntymiseen mahdollisesti liittyvien ongelmien selvittämiseksi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Perämeren tutkimusasema kartoitti muikun kutualueet Perämeren rannikolla haastattelemalla useita ammattikalastajia syksyllä 1991. Kutualueiksi määritettiin ne alueet, joilta muikkuja oli pyydetty tai pyydetään yhä runsaasti kutuaikana.

Mädin hautoutumisolojen selvittämiseksi Perämeren kalantutkimusasema aloitti muikun mädin sumputuskokeet Perämerellä talvella 1992, ja sumputukset toistettiin kahtena seuraavana talvena. Mukaan otettiin viimeisenä talvena myös siian mätiä. Sumputusalueet valittiin kalastajien antamiin kutupaikkatietoihin perustuen. Kokeiden tarkoituksena oli selvittää, olisiko mädin eloonjäännissä alueellisia eroja ja voisiko Suomen puolella todetun kannan heikentymisen syynä olla talviaikaiset mädin hautoutumisolosuhteet. Mädin sumputusta on yleisesti käytetty arvioitaessa esim. teollisuuden jätevesien tai vesistö-rakentamisen vaikutuksia muikun ja siian lisääntymiseen (Turunen & Viljanen 1989, Järvinen & Lehtonen 1990, Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1992). Aiemmin ei Perämerellä ole muikun mätiä sumputettu lukuunottamatta Timolan ja Valtosen (1976) sekä Enderleinin (1986) kokeita.

Keväällä 1992 aloitettiin Perämeren rannikolla muikunpoikasten nuottaukset niiden esiintymisen kartoittamiseksi ja lisääntymistuloksen arvioimiseksi. Samalla haluttiin selvittää, olisiko mädisumputusten tulosten ja kuoriutuneiden poikasten määrän välillä yhteyttä. Tarkoituksena oli lisäksi arvioida, voitaisiinko nuottausten perusteella ennustaa muodostuvan muikkuvuosiluokan vahvuutta ja siten tulevan saaliin määrä. Mm. Huhmarniemen (1989) mukaan näyttää mahdolliselta arvioida pyyntikokoisten siikojen vuosiluokkien kokoa poikasnuottausten avulla. Lyhytkiertoisena kalana muikku joutuu kalastuksen piiriin jo toisena kesänään, ja Perämerellä pääosan saaliista muodostaa 2–3 vuotiaat kalat (Lehtonen & Jokikokko 1993). Koska aika kuoriutumisesta pyyntikokoon on lyhyt, ennustamiseen liittyvät epävarmuustekijät olisivat vähäisemmät kuin siialla. Poikasnuottausten yhteydessä selvitettiin lisäksi muikun ja siian poikasten yksilömääriä ja suhteellisia osuuksia eri rantatyypeillä.

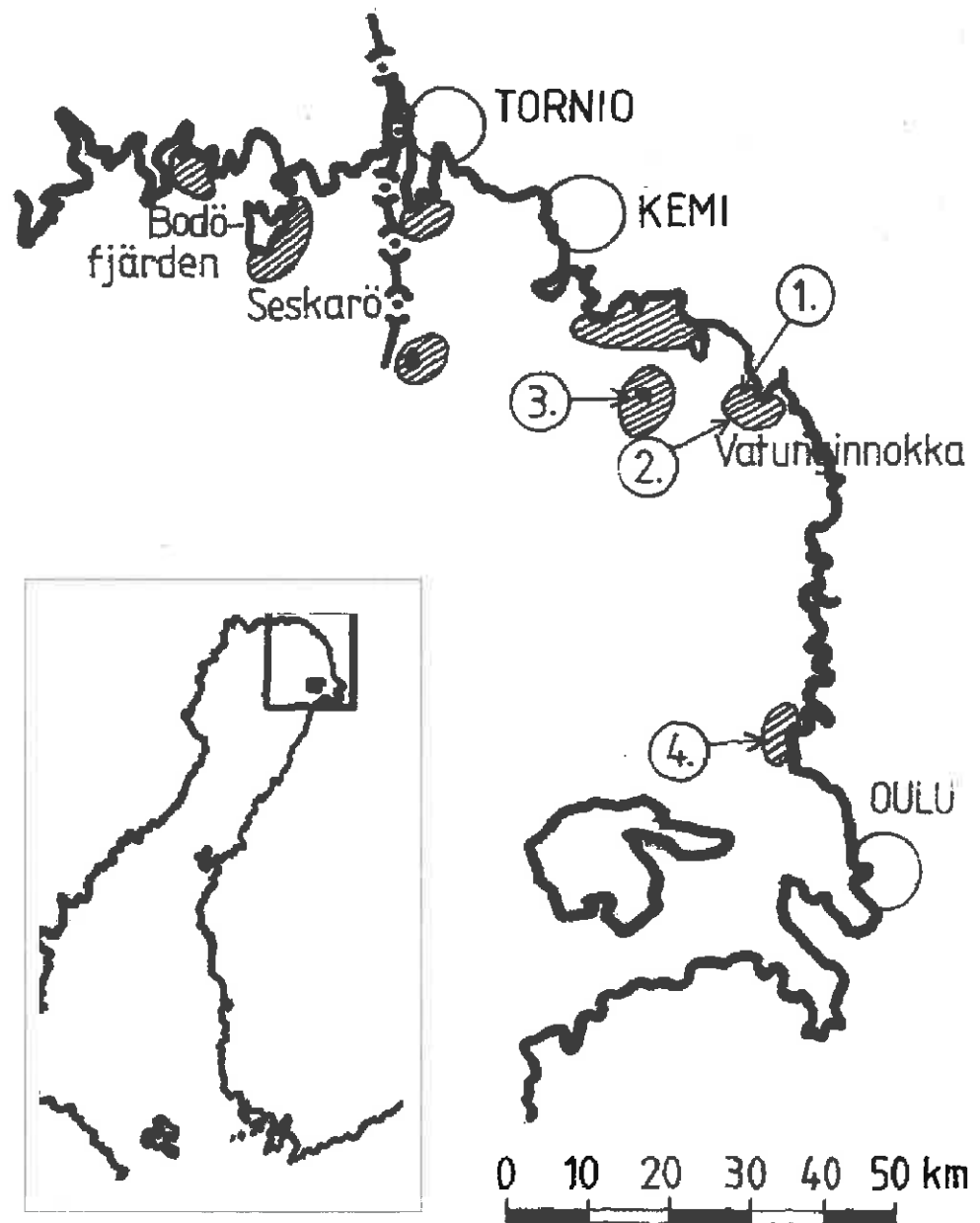
2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Tutkimusalueena Perämeren rannikko

Simon edustan merialueelta valittiin mädin sumputusta varten kolme aluetta niin, että ne sijoittuivat kalastajien osoittamille entisille ja nykyisille kutualueille eli paikoille, joista myöhäissyksyllä pyydetään tai on ennen pyydetty verkolla kutumuikkuja. Näistä kaksi oli vanhoja kutualueita, missä pyynti ei enää kannata, ja yksi alue, missä muikkuja vielä pyydetään. Simojokisuun edustan Nikinkari ja siitä noin kuusi kilometriä etelään sijaitseva Liipan saaren ulkomatala olivat vanhoja kutualueita. Nykyistä kutualuetta edusti noin kymmenen kilometriä Simojokisuusta lounaaseen olevan Tiurasenkrunnin saaren ulkolaita (kuva 2). Nämä koealueet pysyivät samana koko kolmevuotisen koejakson.

Talvella 1992—1993 tutkimusalueetta laajennettiin Haukiputaan edustan merialueelle, missä muikun rysäpyynti on edelleen voimakasta, ja missä muikku myös lisääntyy. Täältäkin valittiin kolme aluetta eri etäisyyksiltä rannikosta. Lähinnä mannerta oli Kropsun saaren rannasta valittu paikka, sitten Hiue ja kauimmaisena Kattilankallan pohjoispuolen alue. Sumputus kuitenkin epäonnistui kahdella uloimmalla paikalla. Kattilankallasta joulun seudun myrsky vei jäät, ja Hiue jäi laivaväylän taakse, joten sinne ei päässyt koko talvena. Ainoaksi paikaksi jäi siten Kropsu (kuva 2). Ruotsin puolelle oli myös tarkoitus viedä mätiä sumputettavaksi, mutta Ruotsin eläinlääkintäviranomaiset epäivät mädinsiirtoluvan tautivaaran takia huolimatta siitä, että sumputettava mäti oli pyydetty suhteellisen läheltä Ruotsin merialuetta. Talvella 1994 sumputus tehtiin pelkästään Simon edustalla. Sumputuspaikoilla veden syvyys oli viidestä kahdeksaan metriin. Nikinkarissa ja Tiurasenkrunnissa syvyys oli noin viisi metriä, Liipassa noin seitsemän metriä ja Kropsussa noin kahdeksan metriä. Pohjan laatu oli Nikinkarissa liejun peittämä sora, muualla soraa tai kivikkoa.

Poikasnuottoja tehtiin kolmena kesänä sekä Suomen että Ruotsin puoleisella Perämeren rannikolla. Kesällä 1992 nuotattiin laajalla alueella eri puolilla Perämerta sopivien paikkojen kartoittamiseksi. Eteläisin nuottoauspaikka oli Haukiputaalla, ja läntisin paikka oli Sangis Ruotsin puolella. Nuottoja tehtiin rannikon lisäksi uloimmilla saarilla kuten Härkäletossa ja Sarven saaristossa. Kuvassa 2 on viivoitettu tärkeimmät poikasnuottoalueet. Vuonna 1993 nuottoja tehtiin samoilla paikoilla kuin edellisessä ja erityisesti niillä alueilla, mistä muikkuja oli saatu. Kesällä 1994 nuottoja tehtiin selvästi edellisvuosia vähemmän, ja pyynti tapahtui vain muutamassa paikassa, joista tärkeimmät olivat Seskarö ja Bodöfjärden Ruotsin puolella ja Kuivaniemen Vatunginnokka Suomen puolella. Nämä olivat edellisvuosina osoittautuneet parhaimmiksi pyyntipaikoiksi, joten nuottoukset keskitettiin näille alueille.



Kuva 2. Muikun mädin sumputuspaikat ja poikasnuottausalueet Perämerellä vuonna 1992, 1993 ja 1994. Sumputuspaikat on numeroitu (n:o 1 = Nikinkari, n:o 2 = Liippa, n:o 3 = Tiurasenkrunni ja n:o 4 = Kropsu). Viivoitetuilla alueilla tehtiin suurin osa poikasnuottauksista. Tärkeimmät alueet, joilta nuotattiin useimmin ja joilta saatiin eniten siian ja muikun poikasia, on nimetty.

2.2. Mätää mereltä ja laitokselta

Muikun mäti lypsettiin syksyllä 1991 merellä Tiurasenkrunnin ulkopuolen matalikolta verkoista pyydytyistä muikuista. Mätää haudottiin Lautiosaaren kalanviljelylaitoksella silmäpisteasteelle, ennen kuin se tammikuussa 1992 vietiin sumputusalueille. Syksyllä 1992 muikun mäti lypsettiin merellä Maksniemen edustalta rysistä saaduista kutumui-

kuista. Mätierä säilytettiin satama-altaassa verkkopussissa yön yli ennen sen siirtoa Lautiosaaren kalanviljelylaitokselle. Mäti vietiin merelle jo joulukuun alkupuolella ennen sen silmäpisteasteelle tuleamista.

Lokakuussa 1993 muikun mäti lypsettiin Simoniemen kalasatamassa Tiurasenkrunnista verkoilla pyydetyistä muikuista, ja mäti jätettiin yön yli satama-altaaseen ennen sen siirtoa Lautiosaaren. Samanaikaisesti lypsettiin Ruotsista Sesjärön saaren länsipuolelta troolilla pyydetyistä muikuista mätiä, mikä vietiin välittömästi Lautiosaaren. Molemmat mätierät kuitenkin tuhoutuivat laitoksella ennen kuin niitä ehdittiin sumputtaa. Sumputuskokeiluun otettiin kuitenkin Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitokselta järvimuikun mätiä, mikä tuli Simoon happipakkauksessa mädin ollessa silmäpisteasteella tammikuun puolivälissä 1994. Mäti vietiin Simon edustan merialueelle paikkoihin, missä mätiä oli sumputettu kahtena edellisenä talvena. Tammikuun alussa oli Lautiosaaren kalanviljelylaitokselta viety sumputukseen silmäpisteasteella ollutta Tornionjoen vaellussiian mätiä samoihin paikkoihin kuin muikun mätiä kymmenen mätirasiaa paikkaansa. Jokaisessa rasiassa oli 20 mätijyvää eli yhteensä 200 mätijyvää paikassaan.

2.3. Mätisumput meressä yli talven

Mätisumput tehtiin Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimiston (1992) käyttämää mallia mukaillen. Läpinäkyvistä pleksirasioista (\varnothing 55 mm, korkeus 50 mm) leikattiin pohja ja kansi pois, ja tilalle laitettiin sääskiverkko. Verkon solmuväli oli 1,45 mm, mikä joissakin tapauksissa osoittautui liian suureksi. Mätijyväsä pääsi ilmeisesti verkon lävitse sumputuksen aikana, koska mätiä oli rasioista kadonnut ilman näkyvää syytä. Tosin selittämätöntä mädin katoamista on todettu muissakin sumputuskokeissa (Tiitinen 1982, Mäenpää 1992). Talveksi 1993—1994 sääskiverkko vaihdettiin valoverhokankaaseen, jolloin hävinneiden määrä pieneni selvästi, joskaan ei kokonaan. Tuloksia laskettaessa lähtölukemaksi otettiin se mätimäärä, mikä rasioissa oli ensimmäisellä tarkistuskerralla.

Avonaisissa, ilman verkkoa olevissa rasioissa ei sumputusta kannattanut tehdä, koska virtaukset ja predaatio olisivat nopeasti hävittäneet mätijyväsä (Turunen ja Viljanen 1989). Kuhunkin paikkaan laitettiin kymmenen rasiaa, jotka painoköyden avulla laskettiin pohjaan. Jokaiseen rasiaan laitettiin 20 mätijyvää. Suurempia määriä vältettiin, koska tällöin olisi ollut vaarana homeen nopea leviäminen kuolleista mätijyväsästä ja sen aiheuttama elävien jyvien tukehtuminen (mm. Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto 1992, Mäenpää 1992). Mätirasiat tarkistettiin kaksi-kolme kertaa talven aikana, jolloin elävät ja kuolleet mätijyväsä laskettiin ja kuolleet jyväsä poistettiin. Näin estettiin kuolleisiin mätijyväsäin kasvavan homeen tukehduttava vaikutus.

Talvella 1992—1993 sumputusaika oli Kropsussa 10.12.1992—30.4.1993 (141 vrk), Nikinkarissa 8.12.1992—28.4.1993 (141 vrk) ja Liipassa ja Tiurasenkrunnissa 8.12.1992—3.5.1993 (146 vrk). Talvella 1994 siian mädin sumputusaika oli 7.1.—30.4. (113 vrk) ja muikun mädin sumputusaika 21.1.—30.4. (100 vrk).

2.4. Nuottauksilla suhteellisia arvioita poikasmääristä

Poikasnuottaukset tehtiin nuotalla, missä siiven pituus oli 10 m ja korkeus yksi metri sekä perän pituus 2,5 metriä. Havaksen solmuväli oli siivissä 5 mm ja perässä 1 mm. Nuottaa vedettiin useimmiten pitkin rantaa kahlaamalla, joissakin paikoissa nuotta vietiin kahlaamalla ulommas ja vedettiin rantaan päin. Muutaman kerran kokeiltiin nuotan laskua ja nostoa veneestä, mutta kahlaus todettiin helpoimmin toteutettavaksi ja parhaimmat tulokset antavaksi menetelmäksi. Vetojen pituudet vaihtelivat 20 ja 150 metrin välil-

lä. Ulappa-alueella kokeiltiin myös vetohaavintaa, jolloin käytettiin muoviverkosta tehtyä, halkaisijaltaan 50 cm olevaa putkimaista haavia, mitä mm. Huusko ym. (1989) ovat käyttäneet sisävesien muikkututkimuksissa. Haavin sylinterimäisen osan pituus oli kaksi metriä ja verkon solmuväli 1 mm. Metrin mittaisen peräsuppilon solmuväli oli 0,5 mm. Vetoaavia vedettiin kymmenen kertaa veneen perässä 10 minuutin jaksoissa neljän kilometrin tuntinopeudella. Saalis oli kuitenkin niin heikko, vain muutama kolmipiikki, että menetelmästä luovuttiin. Sekä nuottaukset että haavinta tehtiin pääasiassa päivällä, jolloin saaliiden on yleensä todettu olleen parhaimmat (Huhmarniemi 1989). Muutamia koevetoja tehtiin yöllä sekä poikasnuotalla että vetoaavilla, mutta töiden järjestelyjen ja heikkojen saaliiden takia yöpöyryä ei jatkettu.

Nuottaukset aloitettiin toukokuun loppupuolella heti jäidenlähdon jälkeen, ja niitä jatkettiin heinäkuun puoliväliin saakka, ensimmäisenä kesänä elokuun alkupuolelle. Vuonna 1992 nuotattiin 70 kertaa, vuonna 1993 66 kertaa ja vuonna 1994 20 kertaa. Saadut poikaset säilöttiin etanoli-formaliiniseokseen myöhempää käsittelyä varten. Talven aikana tehtiin lajimääritykset ja poikasten pituusmittaukset. Lajin määrittäminen perustui pienimmillä poikasilla lihasjaokkeiden määrään ja pigmentoitumiseen. Nämä määrittäykset teki Tarja Wiik Merenkurkun tutkimusasemalla. Noin kolmen sentin pituiset ja sitä suuremmat poikaset erotettiin toisistaan ylä- ja alaleuan pituuden ja muodon perusteella.

Poikasten esiintymistä eri pohjatyypeillä tutkittiin jakamalla nuottausalueet pohjan laadun mukaan neljään ryhmään ja vertaamalla niiltä saatuja poikastiheyksiä. 1) Hiekka-pohja oli puhdasta hiekkaa tai hienoa soraa, 2) kivikkopohja nyrkinkokoista tai suurempaa kivikkoa, 3) hiekka-kivikkopohja hiekkaa ja kivikkoa sekä 4) liejupohja pehmeää liejua. Pääosa nuottausalueista oli hietikkoo tai kivikkoo, koska suurin osa tutkimusalueen rannoista edusti näitä pohjatyyppejä. Liejupohjia oli vähän, joten niitä myös nuotattiin vähän. Kasvipeitteisillä pohjilla ei nuotattu lainkaan, koska niiden määrä oli vähäinen ja ne olisivat edellyttäneet muuta pyyntimenetelmää kuin poikasnuottoa (Viljanen & Karjalainen 1992).

Poikasmäärien arviointi perustui olettamuksiin, että kullakin rantatyypillä poikaset ovat levinneet nuottausalueelle samalla tavoin ja poikasten pyydystettävyyden on samanlainen ja ne joutuvat nuottaan samalla tavoin koko vedon leveydeltä. Menetelmällä saadaan tällöin suhteellisia poikasmääräarvioita, mikäli nuottaukset tehdään samoilla alueilla ja samalla tavalla eri vuosina. Edelleen oletettiin, että koska eri pohjatyypeillä kalastettiin satunnaisesti järjestyksessä koko poikasten rantavaiheen ajan, olisi poikasten rantautumisesta ja myöhemmästä ulapalle poistumisesta johtuva tiheysvaihtelu suunnilleen samanlainen kaikilla pohjatyypeillä. Suhteellisen vähäisestä vetojen määrästä johtuen ei vertailuissa voitu käyttää jonkin tietyn lyhyen ajanjakson nuottaustuloksia, mikä olisi eliminoinut poikasten kasvusta johtuvat vaihtelut. Siksi laskelmissa käsiteltiin kaikkia vetoja saman arvoisina huolimatta siitä, että rantavaiheen alussa poikasten määrä oli selvästi suurempi kuin myöhemmin kesällä.

2.5. Veden laatua tarkkailtiin sumputuspaikoilla

Veden laatua eri sumputuspaikoilla tarkkailtiin talvella 1992-1993 ja 1994 ottamalla muutaman kerran Ruttner-noutimella vesinäytteet pohjan läheisestä vesikerroksesta. Näytteet määritettiin Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen laboratoriossa Ohta-ojalla. Näytteistä määritettiin pH, johtokyky, väri, alkaliniteetti, kiintoaine, kokonaisrauta, kokonaisfosfori ja NaCl. Veden lämpötila mitattiin elektronisella WTW LF-95 mittarilla. Talvella 1993 käytettiin myös muutaman kerran elektronista Oxyguard-happimittaria hapen pitoisuuden määrittämisessä.

Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella määritettiin myös talvella 1991—1992 ja 1992—1993 Simon edustan sumputuspaikoista kerätyt sedimenttinäytteet. Sedimentaation suuruuden selvittäminen katsottiin tarpeelliseksi, koska Timolan ja Valtosen (1976) mukaan sedimentoituneen aineksen määrä näyttäisi selittävän sumputuskokeissa todettua kuolleisuutta. Samoin Turusen ja Viljasen (1989) mukaan muikun mädin kuolleisuuteen näytti vaikuttavan orgaanisen sedimentin määrä. Keräilyssä käytettiin halkaisijaltaan 10,5 cm olevia, 50 cm korkeita muoviputkia, jotka upotettiin telineessä pohjaan kullekin sumputuspaikalle, yksi putki paikkaansa. Putket nostettiin ylös keväällä mätirasioiden poisoton yhteydessä. Putket suljettiin muovitulpalla ja laitettiin pystyasennossa jokainen omaan saaviinsa. Tutkimusasemalla putken sisältö tyhjennettiin sankoihin, ja sangot toimitettiin Ohtaojan vesilaboratorioon määritettäväksi. Sedimenttinäyte määritettiin SFS 3008-standardin mukaisesti eli siitä mitattiin kuiva-aine (g/l) ja hehkutusjäännös (g/l) sekä tehtiin puolen tunnin laskeutus (ml/l). Orgaanisen aineksen määrä laskettiin kuiva-aineen ja hehkutusjäännöksen erotuksena, ja sumputusaika ja putken suun pinta-ala huomioiden laskettiin vuorokautinen orgaanisen aineen sedimentaatio neliometriä kohden.

2.6. Tilastolliset menetelmät

Tilastollisten erojen löytämiseksi vuosien 1992—1993 ja 1994 mätikuolleisuuksia testattiin Kruskal-Wallisn yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Sumputuksen aikaisen veden lämpötilan muutoksen ja mädin kuolleisuuden välistä riippuvuutta tarkasteltiin Pearsonin korrelaatioanalyysillä. Kullakin sumppujen tarkastuskerralla mitatun pohjan läheisen vesikerroksen lämpötilan ja edelliskerralla mitatun lämpötilan välistä erotusta verrattiin tarkastuskertojen välillä todettuun kuolleisuuteen.

Vuoden 1992—1993 aineistosta jätettiin pois sumputuksen aloituksesta ensimmäiseen tarkastuskertaan mennessä tapahtunut lämpötilan muutos ja kuolleisuus. Tämä siksi, että mäti oli viety merelle ennen silmäpisteastetta, joten alun todettu korkea kuolleisuus johtui luultavasti enemmän mädin kehitysvaiheesta kuin lämpötilan muutoksesta (Luczynski 1985). Pearsonin korrelaatioanalyysillä vertailtiin myös orgaanisen aineksen sedimentaation ja mädin kuolleisuuden välistä riippuvuutta. Sedimentaatio- ja kuolleisuustietoihin on otettu mukaan Jokikokon (1993) julkaisemat luvut vuodelta 1991—1992. Kaikki testit tehtiin Systat-tilasto-ohjelmalla.

Poikasnuottausten tulosten perusteella arvioitiin, erosivatko muikun ja siian poikasten tiheydet eri pohjatyypeillä toisistaan. Menetelmänä käytettiin Kruskal-Wallisn varianssianalyysiä. Koska aiemmissa tutkimuksissa (mm. Huhmarniemi 1989 ja Leskelä ym. 1992) hiekkapohjat ovat olleet parhaita siianpoikasten pyyntipaikkoja, tehtiin tässä tutkimuksessa kaksi lähtöolettamusta, joiden paikkansapitävyyttä testattiin Mann-Whitneyn U-testiä käyttäen. Nollahypoteesin (H₀) mukaan siian ja muikun poikasten tiheydet hiekkapohjalla eivät eroa muilta pohjatyypeiltä saaduista tiheyksistä ja H₁:n mukaan tiheyksissä on eroa. Muilta kuin hiekkapohjilta saadut tiheydet yhdistettiin testausta varten.

3. TULOKSET

3.1. Mätisumputukset

3.1.1. Veden laatu sumputuspaikoilla hyvä

Mittausten perusteella veden johtokyky oli kaikissa sumputuspaikoissa selvästi suurempi pohjassa ja pohjan tuntumassa kuin pinnassa, minne mittausten mukaan kertyi makeaa vettä 1—2 m vahvuinen kerros. Keväällä 1993 mittaukset tehtiin maaliskuun alkupuolelta lähtien. Nikinkarissa johtokyky vaihteli pohjalla 4,07 ja 4,16 mS/cm:n välillä, Liipassa 4,60 ja 4,78 välillä, Tiurasenkrunnissa 4,54 ja 4,72 välillä ja Kropsussa 4,49 ja 5,20 mS/cm välillä. Talvella 1994 taso oli keskimäärin hivenen korkeampi Simon edustan havaintopaikoilla. Nikinkarissa johtokyky oli pienimmillään aivan keväällä, 4,15 mS/cm, ja suurimmillaan helmikuussa, 4,97 mS/cm. Liipassa pienin arvo oli helmikuussa, 4,70 mS/cm, ja suurin arvo maaliskuun lopulla, 5,32 mS/cm. Tiurasenkrunnissa johtokyky vaihteli välillä 3,58—4,96 mS/cm.

Kevättalvella 1993 sumputuspaikoilta mitatut happipitoisuudet olivat Nikinkaria lukuunottamatta erittäin hyvät. Nikinkarissa pohjalla olevan vesikerroksen happipitoisuus vaihteli kolmen eri mittauksen perusteella maaliskuun alusta huhti-toukokuun vaihteen välillä 5,0—9,8 mg/l. Liipassa vastaavana aikana happipitoisuus oli 10,9—12,1 mg/l ja Tiurasenkrunnissa 11,2—12,3 mg/l. Kropsussa kahden huhtikuun mittauksen arvot olivat 13,3 ja 13,7 mg/l. Muut vesianalyysitulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Eri sumputuspaikoilta pohjasta otettujen vesinäytteiden analyysitulokset vuosilta 1993 ja 1994.

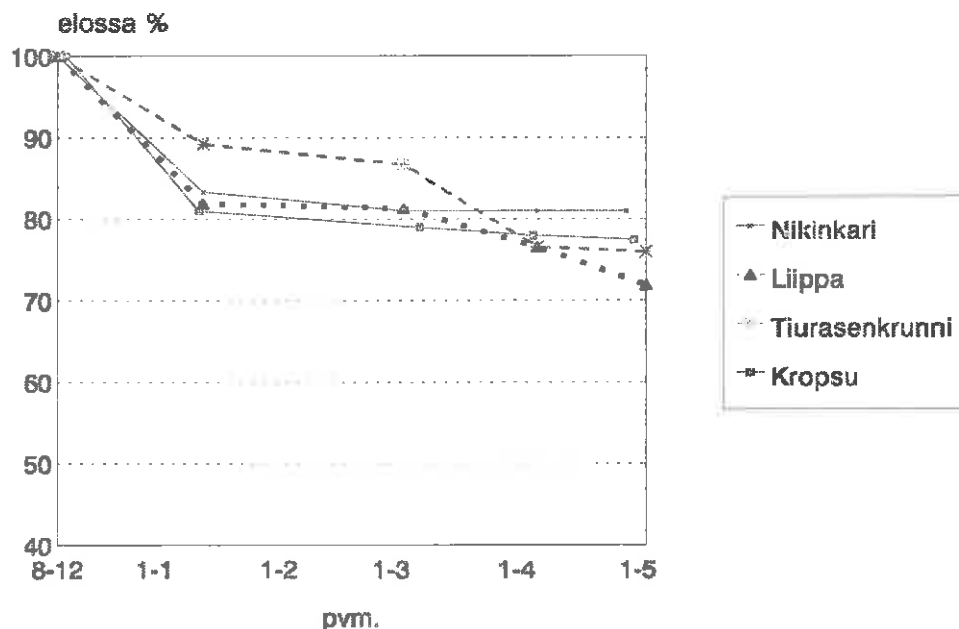
PAIKKA	PVM	pH	JOHTOK. mS/m	VÄRI mgPt/l	ALKAL. mmol/l	KIINTO A. mg/l	KOK Fe µg/l	KOK P µg/l	NaCl g/l
Kropsu	12.1.1993	6,94	586	25	0,75	4,8	212	20	2,67
Nikinkari	13.1.1993	6,88	462	40	0,62	2,2	226	13	2,11
Nikinkari	6.4.1993	6,65	282	75	0,50	0,6	13	20	-
Liippa	13.1.1993	6,84	520	40	0,67	5,2	218	11	2,34
Liippa	6.4.1993	6,69	455	40	0,65	0,7	18	11	-
Liippa	3.5.1993	6,52	499	40	0,63	1,2	190	8	2,31
Tiur.kr.	13.1.1993	6,94	578	40	0,70	4,0	214	12	2,64
Tiur.kr..	6.4.1993	6,52	533	30	0,69	0,7	271	10	-
Tiur.kr.	3.5.1993	6,69	398	50	0,54	1,3	425	11	1,35
Nikinkari	29.3.1994	6,82	539	25	0,69	0,6	172	13	2,44
Nikinkari	20.4.1994	6,85	470	45	0,65	-	457	16	2,05
Liippa	29.3.1994	6,72	600	25	0,74	1,8	54	9	2,75
Liippa	20.4.1994	6,82	572	25	0,71	-	77	7	2,58
Tiur.kr.	29.3.1994	6,80	555	25	0,72	0,4	89	9	2,48
Tiur.kr.	20.4.1994	6,88	471	40	0,65	-	206	8	2,03

3.1.2. Mädin kuolleisuudessa ei suuria alueellisia eroja

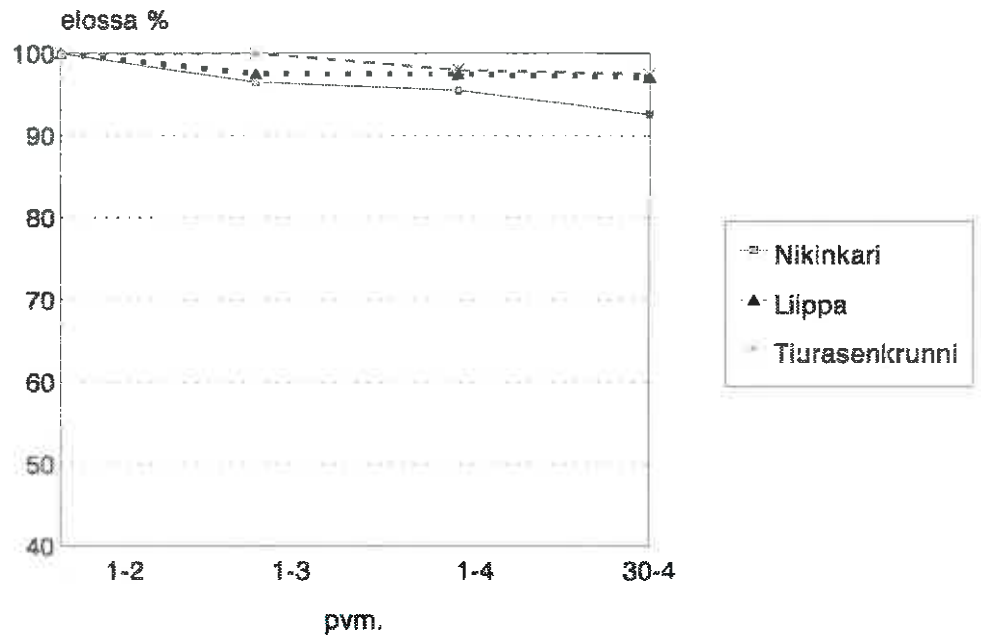
Talven 1991—1992 tulosten perusteella kuolleisuus oli suurin lähellä rannikkoa Nikinkarissa (45 %). Liipassa kuolleisuus oli 8,5 % ja Tiurasenkrunnissa vain 2,5 % (Jokikokko 1993). Talvella 1992—1993 tulokset poikkesivat edellisvuodesta selvästi. Nikinkarissa kuolleisuus oli 19,1 % (S.D.=6,0) eli yli puolet pienempi kuin edellistalvena. Sen sijaan kahdessa muussa paikassa kuolleisuus oli huomattavasti edellistalvea korkeampi. Liipassa se oli 28 % (S.D.=13,5) ja Tiurasenkrunnissa 24,1 % (S.D.=18,5). Kropsussa kuolleisuus oli 22,5 % (S.D.=18,3). Suuruusluokaltaan kuolleisuus oli siis kaikkialla sama, eikä tilastollista eroa eri paikkojen välillä voitu osoittaa (Kruskal-Wallis, $H=2,41$; $p=0,49$). Kuolleisuus oli suurinta kaikissa kohteissa heti sumputuskauden alussa (kuva 3).

Kuolleisuus vaihteli sumputuskauden alussa vajaasta kymmenestä prosentista pariin-kymmeneen prosenttiin. Se, että mäti ei ollut sumputuksen alkaessa vielä ehtinyt silmäpisteasteelle, lienee vaikuttanut paljon alkuvaiheen kuolleisuuteen. Tammikuun alkupuolella tehdyssä rasioiden tarkastuksessa mäti oli jo saavuttanut silmäpisteasteen. Tämän jälkeen kuolleisuus oli vain muutamia prosentteja Nikinkarissa ja Kropsussa. Liipassa ja Tiurasenkrunnissa kuolleisuus oli sumputuskauden loppuaikana kymmenisen prosenttia eli jokseenkin yhtä paljon kuin ensimmäisen kuukauden aikana.

Talvella 1994 sumputus aloitettiin tammikuun loppupuolella mädin ollessa silmäpisteasteella. Muikunmädin kuolleisuus jäi erittäin pieneksi kaikissa kolmessa paikassa (kuva 4), eikä tilastollisia eroja voitu juuri osoittaa (Kruskal-Wallis, $H=5,41$; $p=0,067$). Nikinkarissa kuolleisuus oli 7,5 % (S.D.=6,1), Liipassa 3 % (S.D.=4,6) ja Tiurasenkrunnissa 2,5 % (S.D.=6,4). Kuolleisuus oli jokseenkin samaa luokkaa kuin edellistalvena, jos se lasketaan samalta ajanjaksolta. Talven 1994 alhaisiin lukuihin vaikutti ennen silmäpisteastetta esiintyvän kuolleisuuden jääminen pois luvuista ja ehkä myös mädin poikkeava alkuperä.



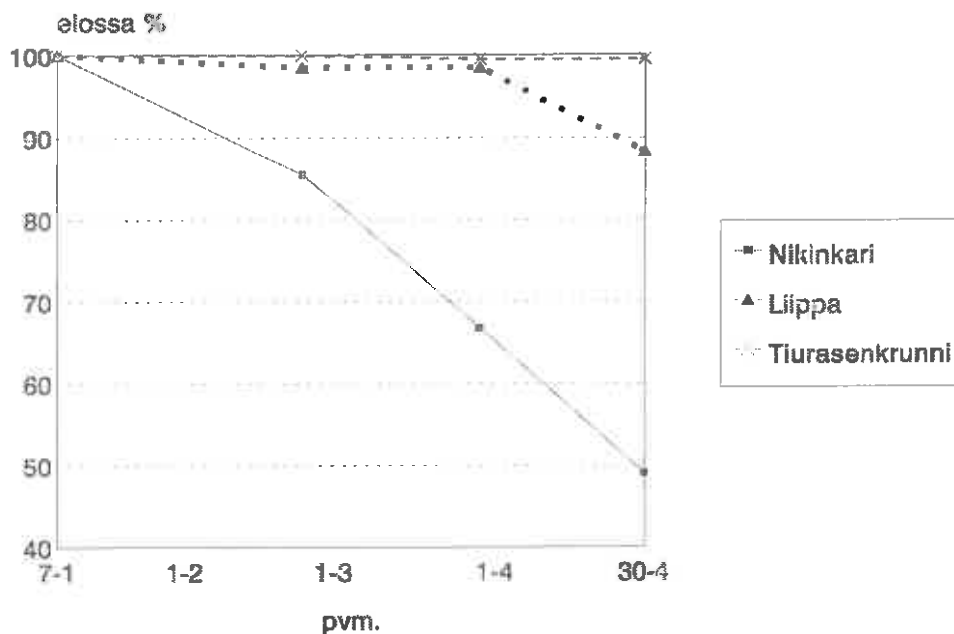
Kuva 3. Muikun mädin eloonjäänti eri sumputuspaikoissa talvella 1992—1993.



Kuva 4. Muikun mädin eloonjäänti eri sumputuspaikoissa talvella 1994.

3.1.3. Siian mäti menestyi hieman muikun mätiä heikommin

Siian mädin kuolleisuus oli suurempi kuin muikun mädin varsinkin Nikinkarissa, missä ero muikun mätiin oli tilastollisesti merkitsevä ($U=15$; $p=0,008$). Muissa paikoissa ei siian ja muikun mädin kuolleisuuden välillä ollut tilastollista eroa. Nikinkarissa siian mädin kuolleisuus oli 51 % (S.D.=33,7), Liipassa 11,7 % (S.D.=23,0) ja Tiurasenkrunnissa vain 0,5 % (S.D.=1,6). Tilastollisesti erot siian mädin kuolleisuudessa eri paikkojen välillä olivat erittäin merkitseviä (Kruskal-Wallis, $H=15,40$; $p<0,001$). Muikun mädistä poiketen siian mädin kuolleisuus suureni kevättä kohden (kuva 5). Ensimmäisessä sumputuskokeessa samoissa paikoissa talvella 1992 muikun mädin kuolleisuus suureni samalla tavoin sumputuksen edistyessä, ja kuolleisuusprosentitkin olivat tuolloin jokseenkin samat (Jokikokko 1993).



Kuva 5. Siian mädin eloonjäänti eri sumputuspaikoissa talvella 1994.

3.1.4. Mätiä hävisi sumputusrasioista

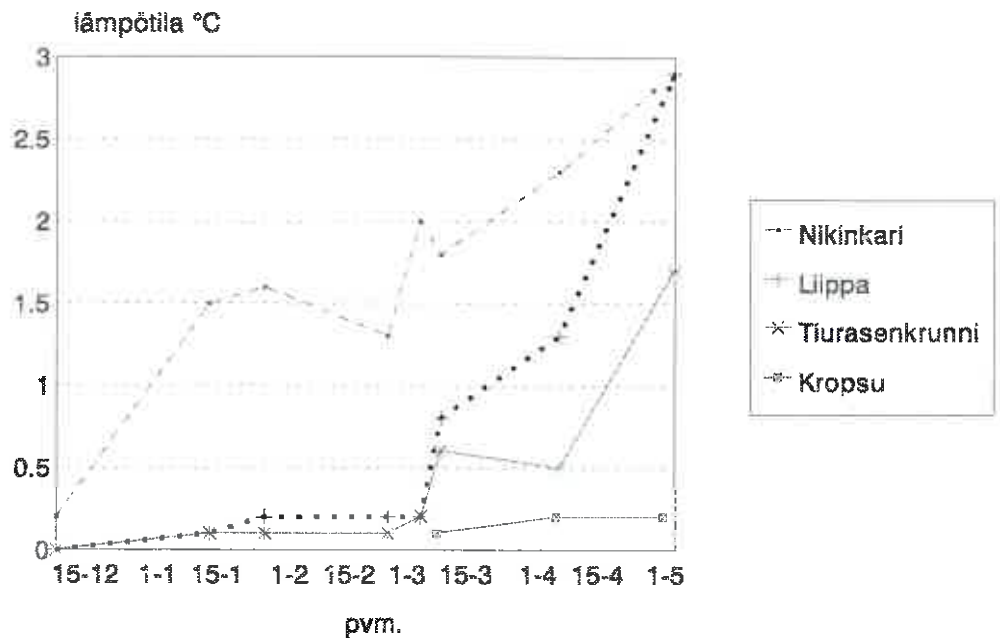
Mätirasioista katosi mätiä ilman selkeää syytä erityisesti talvella 1992—1993, jolloin osassa rasioita käytetty sääskiverkko näytti olleen liian harvaa muikun mädille. Tähän viittaisi se, että suurin hävikki todettiin ensimmäisellä tarkastuskerralla. Nikinkarissa mätijyvistä katosi 21,3 %, Liipassa 17,0 % ja Tiurasenkrunnissa 21,0 % mutta Kropsussa vain 0,5 %. Talvella 1993—1994 käytetyn valoverhokankaan ansiosta hävinneiden mätijyvien määrä pieneni selvästi. Nikinkarissa ja Liipassa ei muikun mätiä kadonnut lainkaan. Tiurasenkrunnissa mätiä katosi vain yhdestä rasiasta kerralla 14 jyvää, mikä aiheutti kokonaishävikiksi 7 %. Mädin häviäminen otettiin huomioon kuolleisuuksia laskehtaessa siten, että lähtötilanteeksi otettiin ensimmäisellä tarkastuskerralla todettujen elävien ja kuolleiden mätijyvien lukumäärä.

Myös siian mätiä katosi jonkin verran, vaikka mätijyvät olivat huomattavasti suurempia kuin muikulla. Nikinkarissa mätijyviä katosi 7 kpl, Liipassa 4 kpl ja Tiurasenkrunnissa 1 kpl. Kaikki mätirasiat tarkistettiin joka kerta huolellisesti, joten esim. rasioissa ei voinut olla sellaisia reikiä, mistä mätijyväset olisivat päässeet pois. Useissa rasioissa todettiin pieniä Gammaruksia, mitkä olivat mahtuneet verkon silmien läpi. Kadonneet mätijyväset eivät todennäköisesti ole myöskään kuolleet ja hajoaneet, koska Zuromskan (1982) mukaan homeen tartuttaman mätijyväsien hajoaminen kestää parisen kuukautta, ja nyt rasioiden tarkastukset tehtiin lyhyemmin väliajoin.

3.1.5. Lämpötilan nousu nopeutti kuoriotumista

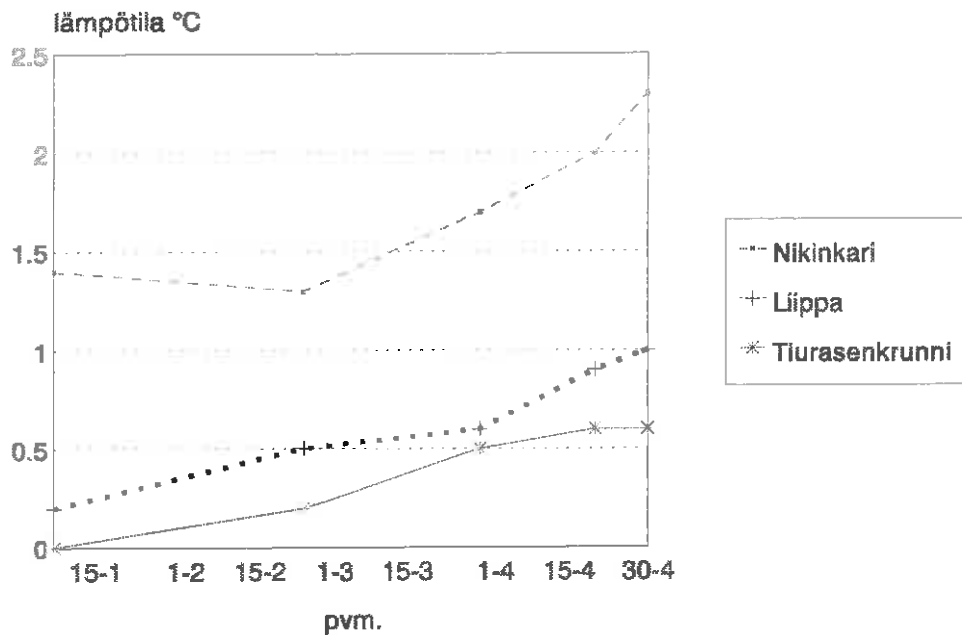
Pohjassa veden lämpötila oli alkutalvesta sumputuksen alkaessa lähellä nollaa kaikissa paikoissa, mutta lämpötila nousi kevään kuluessa selvästi kumpanakin vuonna. Nikinkarissa lämpötila nousi nopeammin kuin muualla. Tammikuussa 1993 lämpötila oli Nikin-

karissa noussut jo noin 1,5 °C:een, kun Liipassa ja Tiurasenkrunnissa lämpötila oli vain noin kymmenyksen nollan yläpuolella. Tiurasenkrunnissa vesi lämveni hitaimmin, ja enimmillään se oli 1,7 °C (kuva 6). Keväällä 1994 lämpötila ei noussut yhtä korkealle kuin edelliskeväänä (kuva 7). Sumputuksen aikaisen lämpötilan muutoksen ja mädin kuolleisuuden välillä ei todettu riippuvuutta ($r=0,207$; $p=0,382$).



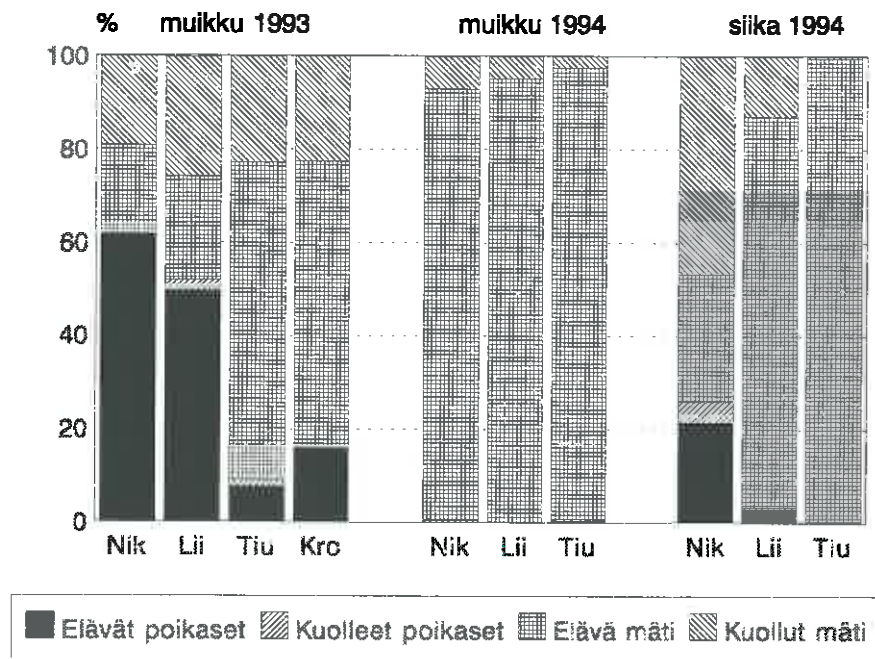
Kuva 6. Veden lämpötilan kehitys meren pohjalla eri mätisumputuspaikoilla talvella 1992—1993.

Nikinkarissa veden lämpiämisen vaikutuksen huomasi poikasten kuoriutumisen aikais-
tumisena. Vuonna 1993 ensimmäiset kuoriutuneet poikaset todettiin jo huhtikuun alussa
tehdyssä tarkastuksessa, ja sumputuksen loppuun mennessä kuoriutuneiden osuus koko
mätimäärästä oli Nikinkarissa 68 %, Liipassa 59 %, Tiurasenkrunnissa 28 % ja Krop-
sussa 16 %. Talvella 1992 luvut olivat vastaavanlaiset, joskaan kuoriutuneiden määrä ei
ollut aivan yhtä suuri (Jokikokko 1993). Talvella 1994 kuoriutuneiden määrä oli erittäin
alhainen ja esim. Liipassa ei kuoriutunut yhtään poikasta sumputusjakson aikana. Tämä
johtuu osittain siitä, että vesi ei lämminnyt keväällä 1994 yhtä paljon kuin 1993, ja osit-
tain ehkä mädin alkuperästä. Siihen mätii sen sijaan kuoriutui selvästi enemmän ja samal-
la tavalla kuin muikun mätii aikaisempina vuosina eli Tiurasenkrunnissa vähiten ja Ni-
kinkarissa eniten (kuva 8).



Kuva 7. Veden lämpötilan kehitys meren pohjalla eri mätisumputuspaikoilla talvella 1994.

Orgaanisen aineksen sedimentaatio Simon edustan merialueella talvella 1993 oli lähes samansuuruinen eri paikoissa. Nikinkarissa se oli $2,447 \text{ g/m}^2/\text{vrk}$, Liipassa $2,295 \text{ g/m}^2/\text{vrk}$ ja Tiurasenkrunnissa $2,603 \text{ g/m}^2/\text{vrk}$. Tiurasenkrunnissa lukuunottamatta luvut ovat selvästi suuremmat kuin edellistalvena todetut sedimentaatiomäärät (Jokikokko 1993). Tämä on saattanut vaikuttaa kuolleisuuteen, joka oli talvella 1993 suurempi kuin talvella 1992 Nikinkaria lukuunottamatta. Muikun mädin kuolleisuuden ja orgaanisen aineksen sedimentaation välinen lievä negatiivinen korrelaatio ($r=-0,439$) ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0,387$).



**Kuva 8. Kuoriutuneen ja kuoriutumattoman muikun ja siian mädin osuudet eri sumpu-
tuspaikeissa kokeen lopussa talvella 1993 ja 1994 (Nik = Nikinkari, Lii = Liippa, Tiu =
Tiurasenkrunni, Kro = Kropsu).**

3.2. Poikasnuottaukset

3.2.1. Ruotsin puolella poikastiheydet suuremmat kuin Suomessa

Siian- ja muikunpoikasten määrä vaihteli huomattavasti eri nuottauspaikoilla. Saatujen poikasten yksilömäärä oli vuonna 1993 suurempi kuin vuonna 1992, ja poikasmäärät kasvoivat edelleen vuonna 1994. Samoin coregonidien suhteellinen osuus kasvoi kokonaissaaliissa (taulukko 2). Muikunpoikasten osuus coregonidisaaliissa oli 27,8 % vuonna 1992, 22,6 % vuonna 1993 ja 54,7 % vuonna 1994.

Kaikkina vuosina muikkujen keskimääräinen vetokohtainen tiheys oli paljon suurempi Ruotsin puolella (2,2 yksilöä/100 m² vuonna 1992, 15,4 yksilöä/100 m² vuonna 1993 ja 1813 yksilöä/100 m² vuonna 1994) kuin Suomen puolella (0,03, 0,6 ja 37,0 yksilöä/100 m²). Ruotsin puolella siikatiheydet (0,5, 24,1 ja 1176 yksilöä/100 m² 1992, 1993 ja 1994) olivat samaa suuruusluokkaa kuin vastaavan ajanjakson muikkutiheydet. Suomen puoleisella rannikolla siianpoikasten tiheydet (1,6, 9,4 ja 130,3 yksilöä/100 m²) olivat paljon suuremmat kuin muikulla.

Taulukko 2. Perämerellä tehdyissä poikasnuottauksissa saatujen kalalajien yksilömäärät ja %-osuudet (suluissa) kokonaissaaliista vuosina 1992, 1993 ja 1994. Muikut ja siiat ovat keväällä kuoriutuneita poikasiasia.

	muikku	siika	3-piikki	10-piikki	mutu	ahven	kiiski	särki- kalat	muut	yht. %
1992	225 (4,3)	584 (11,1)	2783 (52,9)	978 (18,6)	291 (5,5)	29 (0,6)	82 (1,6)	276 (5,3)	14 (0,2)	100,0
1993	1142 (19,8)	3918 (67,8)	581 (10,1)	31 (0,5)	55 (1,0)	6 (0,1)	17 (0,3)	20 (0,4)	6 (0,1)	100,0
1994	37109 (54,2)	30684(4 4,8)	50 (0,1)	10 (+)	434 (0,6)	15 (+)	45 (+)	68 (0,1)	32 (+)	100,0

Muista lajeista runsaimmin saaliissa esiintyi piikkikalaja ja mutuja. Lisäksi saatiin muiden särkikalajien sekä kiisken ja ahvenen poikasiasia. Muita harvoin tavattuja lajeja olivat harjus, kuore, salakka, seipi, silakka, simppe, hauki, tuulenkala ja hietatokko. Muikkujen ja siikojen kokonaissaalis kasvoi ja piikkikalajien saalis pieneni selvästi tutkimuksen aikana, muiden lajien saalismäärissä ei tapahtunut kovin suuria muutoksia vuodesta 1992 vuoteen 1994.

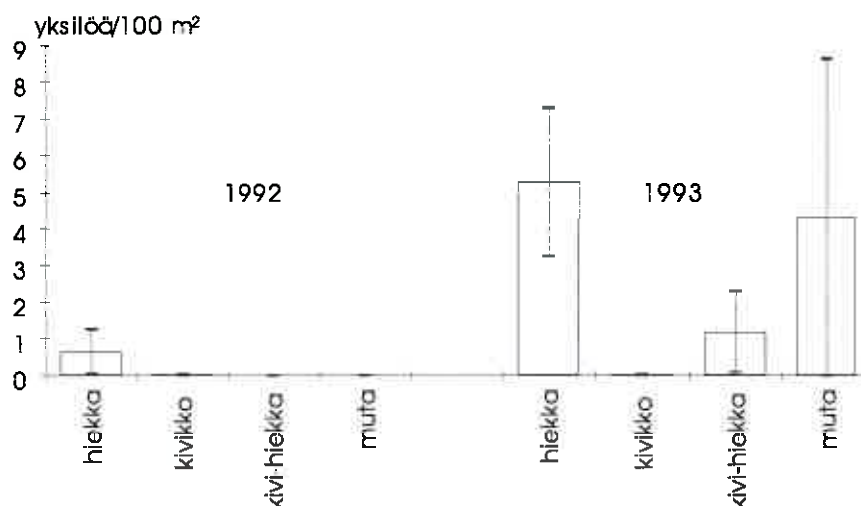
Taulukko 3. Poikasnuotalla eri pohjatyypeiltä saadut siian ja muikun poikasten kokonaismäärät kesällä 1992, 1993 ja 1994. Mukana on myös tehtyjen vetojen määrä sekä tyhjien vetojen (=ei coregonidien poikasiasia) määrä.

		Muikkuja kpl	Siikoja kpl	Vetojen määrä kpl (tyhjiä kpl)	Muikkuja/ veto (S.D.)	Siikoja/veto (S.D.)
1992	Hiekka	223	527	35 (21)	6,4 (35,6)	15,1 (42,7)
	Kivikko	2	32	19 (15)	0,1 (0,32)	1,8 (4,5)
	Kivikko- Hiekka	0	12	13 (11)	0	0,9 (2,6)
	Lieju	0	13	3 (1)	0	4,3 (5,1)
1993	Hiekka	1103	3806	37 (7)	29,8 (74,1)	102,9 (215,6)
	Kivikko	1	63	21 (10)	0,1 (0,2)	3,2 (6,1)
	Kivikko- Hiekka	9	33	6 (3)	1,3 (3,0)	4,7 (7,1)
	Lieju	29	16	2 (0)	14,5 (20,5)	8,0 (5,7)
1994	Hiekka	37108	29859	15 (1)	2474 (8633)	1990 (5734)
	Kivikko- Hiekka	1	825	5 (2)	0,2 (0,5)	165 (355)

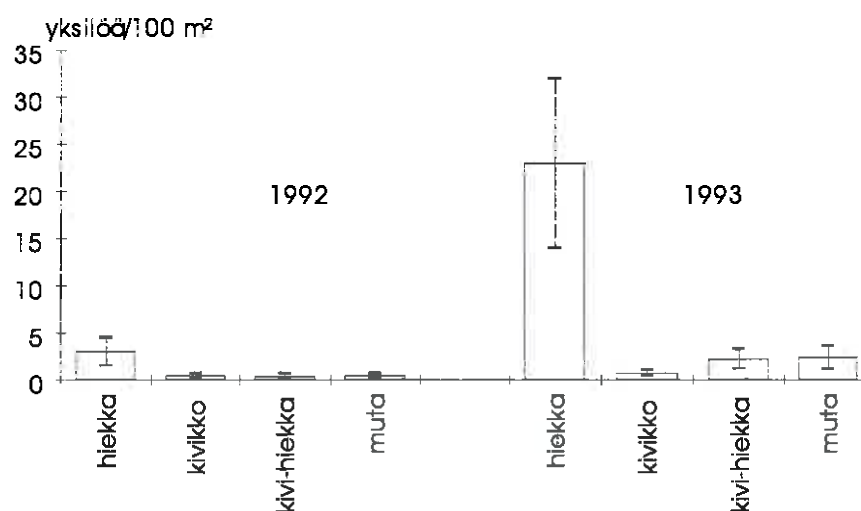
3.2.2. Hiekkapohjilta eniten saalista

Muikun ja siian poikasten keskimääräiset vetokohtaiset tiheydet kasvoivat vuodesta 1992 vuoteen 1993 ja edelleen vuoteen 1994. Siian osalta ero oli tilastollisesti jokseenkin merkitsevä (Kruskal-Wallis $H=6,64$; $p=0,036$), mutta muikulla ero ei ollut merkitsevä ($H=3,53$; $p=0,172$). Taulukossa 3 on esitetty vuosittain eri pohjatyypeiltä saatujen muikun ja siian poikasten määrät. Erityisesti hiekkapohjilta vuonna 1994 saadut saaliit kasvoivat molemmilla lajeilla aiempiin vuosiin verrattuna. Sen sijaan eri pohjatyypeiltä saadut poikastiheydet eivät poikenneet suuresti toisistaan. Vuonna 1992 Mann-Whitney tes-

tisuureen arvo Z oli muikulla 664,0; $p=0,090$ ja siialla $Z=691,5$; $p=0,167$. Vuonna 1993 ei muikunpoikasten tiheyksissä ollut eroa eri pohjatyypeillä ($Z=707,5$; $p=0,007$), mutta siian poikastiheyksissä oli tilastollisesti merkittävä ero hiekka- ja muiden pohjatyyppeiden välillä (Mann-Whitney $Z=798,0$; $p=0,001$). Muiden pohjatyyppeiden osalta nollahypoteesi pysyi voimassa eli eroa eri pohjatyyppeiden välillä ei ollut. Vuonna 1994 pohjatyyppeiden välillä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa poikastiheyksissä (muikulla $Z=58,0$; $p=0,108$ ja siialla $Z=48,0$; $p=0,358$).



Kuva 9. Poikasnuottausten perusteella lasketut muikun poikasten tiheydet ja niiden keskihajonnat eri pohjatyypeillä vuosina 1992 ja 1993.

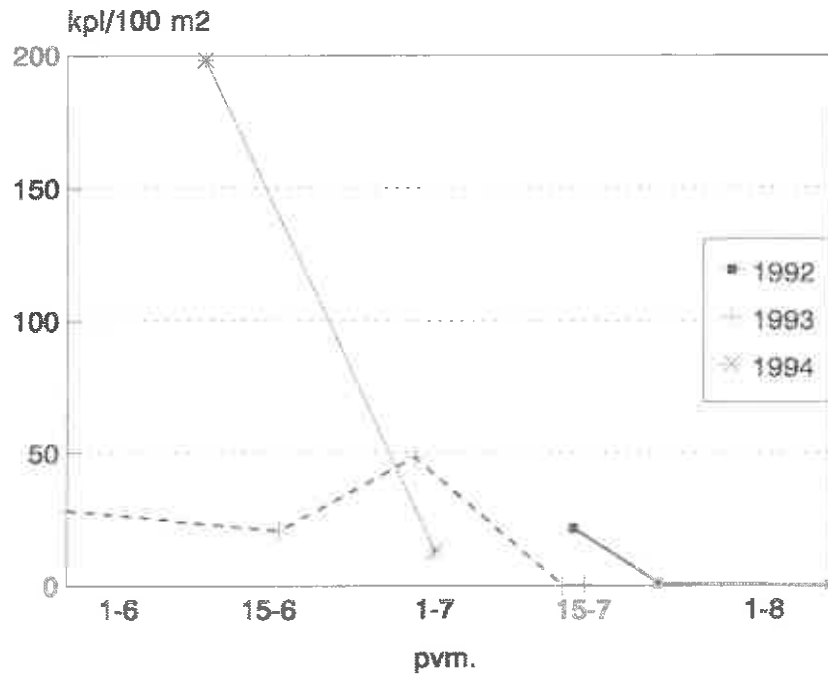


Kuva 10. Poikasnuottauksissa saadut siian poikasten tiheydet sekä niiden keskihajonnat eri pohjatyypeillä vuosina 1992 ja 1993.

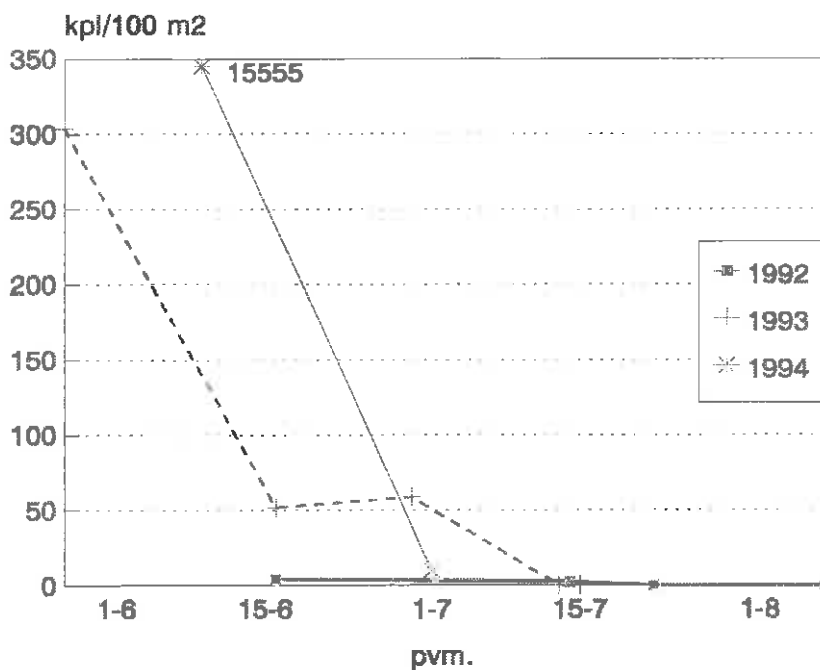
3.2.3. Poikastiheyksissä jyrkkä pudotus kesän edetessä

Sekä siian että muikun poikasia saatiin nuotalla vielä heinäkuun puolivälissä, mutta ei enää elokuun alussa. Veden lämpiämisestä huolimatta saalista saatiin pitkin kesää, joskin alkukesää vähemmän. Kuvissa 11, 12 ja 13 on esitetty poikastiheyksien kehitys kesän

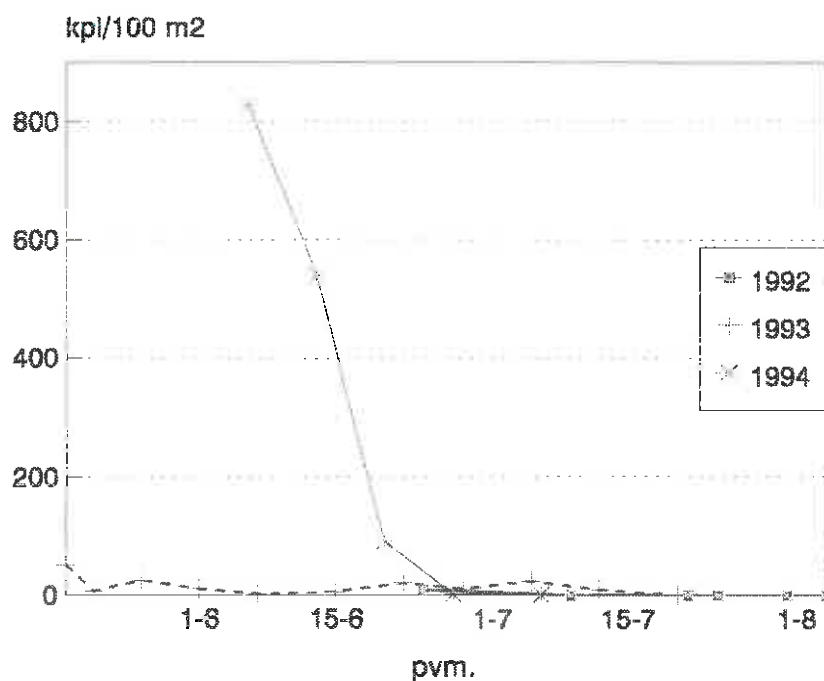
edistyessä Bodöfjärdenissä, Seskarössä ja Vatunginnokassa, mistä on käytettävissä pisimmät sarjat nuottaustuloksia ja mitkä olivat keskeiset pyyntipaikat koko tutkimuksen ajan. Muikun ja siianpoikasten tiheydet on yhdistetty pienten yksilömäärien vuoksi.



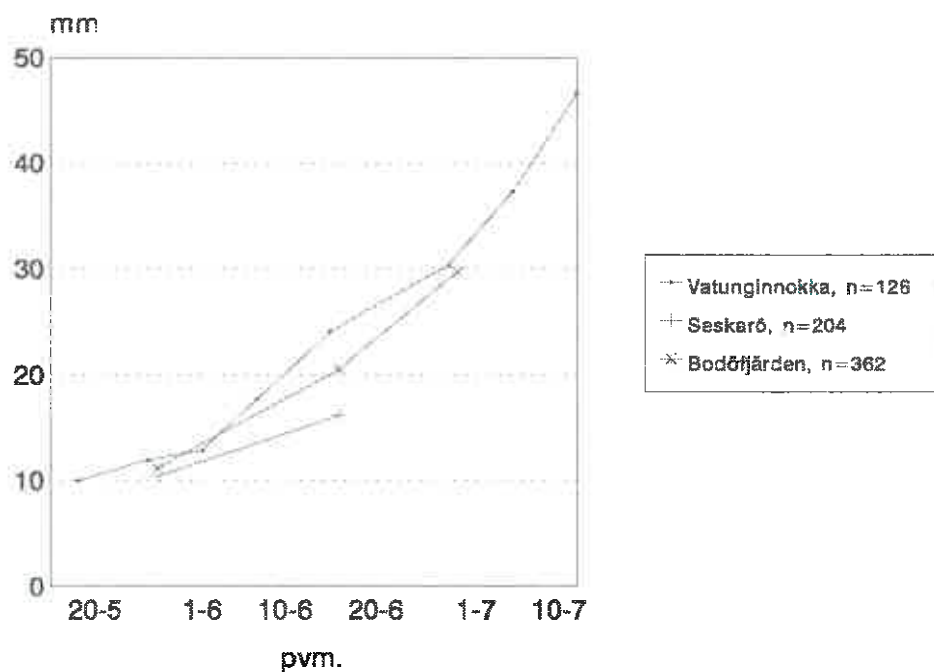
Kuva 11. Coregonidien polkastihetydet Ruotsin Bodöfjärdenissä eri nuottauserroilla kesällä 1992, 1993 ja 1994.



Kuva 12. Coregonidien poikastihetydet Ruotsin Seskarössa eri nuottauserroilla kesällä 1992 ja 1993.



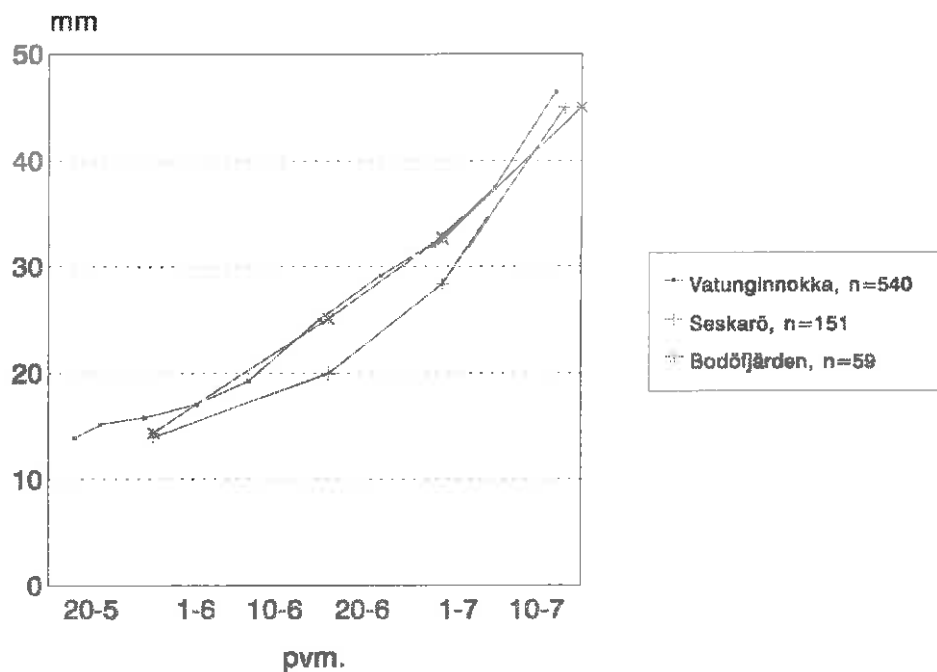
Kuva 13. Coregonidien polkastiheydet Kuivaniemen Vatunginnokassa eri nuottauskerroilla kesällä 1992, 1993 ja 1994.



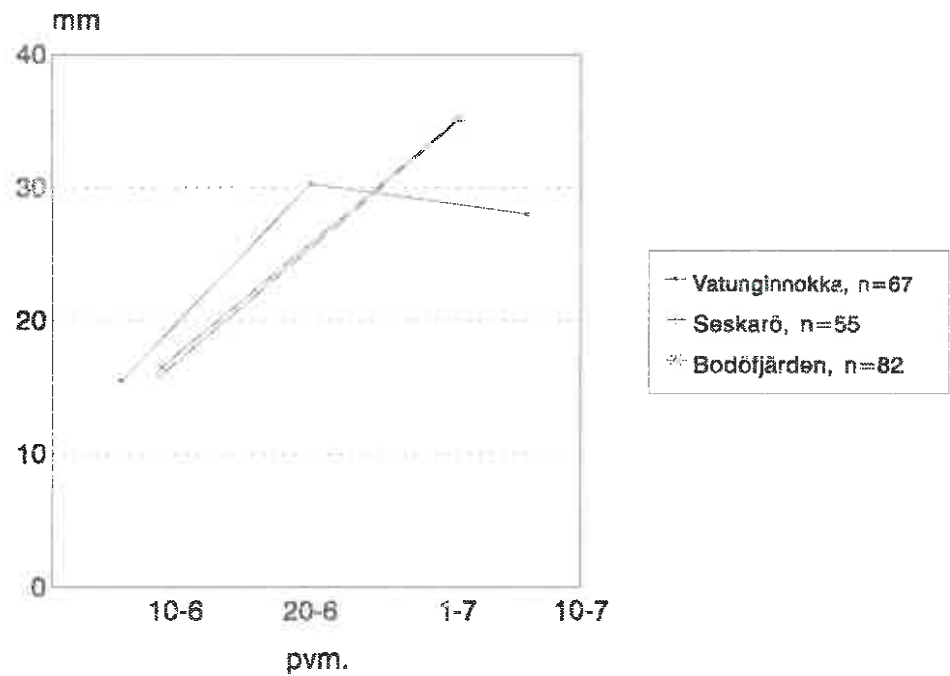
Kuva 14. Muikun poikasten pituuden kehitys tärkeimmillä nuottauspaikoilla kesällä 1993 (n = mitattujen poikasten määrä).

3.2.4. Poikasia saaliiksi vielä heinäkuussa

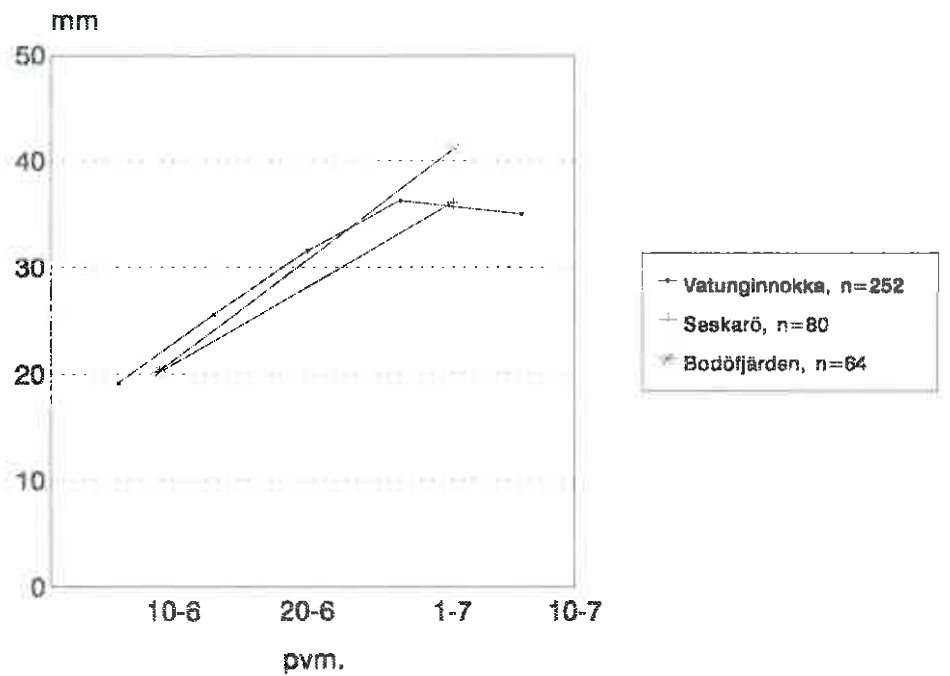
Lämpötila rantavedessä oli nuottausten aikana enimmäkseen noin 20 °C, ja vielä tuolloin saatiin coregonidien poikasia. Esimerkiksi Vatunginnokassa oli veden lämpötila 5.7.1993 20,3 °C, ja saalis oli 56 muikkua ja 51 siikaa. Sen sijaan paikoissa, missä poikastiheydet olivat pienet, saalista ei enää heinäkuun alkupuoliskolla saatu minään vuonna. Kuvissa 14—17 on esitetty vuoden 1993 ja 1994 nuottauksissa saaliiksi saatujen muikun ja siian poikasten pituuden kehittyminen kesän edistyessä Vatunginnokassa, Seskarössa ja Bodöfjärdenissä. Pituuden lisäys ei suoranaisesti tarkoita kalojen kasvua, koska poikaset vaeltavat pois rantavyöhykkeeltä kasvaessaan, mikä vaikuttaa jäljelle jääneiden keskipituuksiin. Samoin kokoon sidoksissa oleva kuolevuus ja vuosittain erilainen lämpötila rantavaiheen alussa vaikuttavat kasvuun (Auvinen 1988), joten ne on otettava huomioon vuosien välistä kasvua vertailtaessa.



Kuva 15. Siian poikasten pituuden kehitys tärkeimmillä nuottauspaikoilla kesällä 1993 (n = mitattujen poikasten määrä).



Kuva 16. Muikun poikasten pituuden kehitys keskeisillä nuottauspaikoilla kesällä 1994 (n = mitattujen poikasten määrä).



Kuva 17. Silian poikasten pituuden kehitys keskeisillä nuottauspaikoilla kesällä 1994 (n = mitattujen poikasten määrä).

4. POHDINTA

4.1. Mädin kuolevuus samaa tasoa kuin muualla

Mädin sumputuskokeiden odotettiin osoittavan, voisiko muikun kutu onnistua entisillä kutualueilla lähellä rannikkoa ja missä määrin siellä olevan mädin kuolevuus poikkeaisi nykyisen kutualueen vastaavasta. Kokeiden odotettiin myös tuovan valaistusta siihen, miksi lähellä rannikkoa olevilla entisillä kutualueilla muikku ei enää kude ja miksi kaukana rannasta sijaitsevalla matalikolla kutee. Kuolevuus eri sumputuspaikoissa vaihteli kuitenkin satunnaisesti vuosittain. Kaikkinainen vaihtelu tuloksissa onkin tyyppillistä eri puolella Suomea tehdyille sumputuskokeille. Tämä näkyy mm. taulukossa 4, mihin on kerätty useiden sumputuskokeiden tuloksia. Keskimääräisiä kuolleen mädin osuuksia on vaikea ilmoittaa erittäin suuren vaihtelun takia. Jokaisessa kokeessa sumputuksia on yleensä tehty useassa paikassa, ja mädin kuolleisuus on saattanut vaihdella 0—100 % paitsi eri paikkojen välillä myös paikan sisällä eri mätisumpuissa.

Perämereltä saadut sumputustulokset ovat yhdenmukaiset Mäenpään (1992) tulosten kanssa siinä, että siian mätiä kuoli enemmän kuin muikun mätiä. Mäenpään kokeessa muikun mädin kuolleisuus oli keskimäärin 29 % ja siian mädin 48 %. Timola ja Valtonen (1976) eivät todenneet eroa muikun, vaellussiian ja karissiian mädin menestymisessä. PSV:n (1992) selvityksissä vaellussiian mädin kuolleisuus vaihteli huomattavasti eri sumputuspaikoissa. Esimerkiksi vuonna 1992 mädistä kuoli enimmillään 67 % ja vähimmillään 7 %. Samassa sumputuspaikassakin saattoi olla huomattavaa vaihtelua mätirasioiden välillä. Osasta rasioista kuoli kaikki mäti, ja osasta kuoli vain yksittäisiä mätijyviä. Shemeikan ym. (1978) mukaan siian mädistä kuoli akvaariossa vain 22 %, mikä oli yli kolme kertaa vähemmän kuin muikun mädillä. Tosin luonnossa siian mädin kuolleisuus oli 84 %, mutta sekin oli yli 10 % vähemmän kuin muikun mädillä. Myös Turunen ja Viljasen (1989) havaintojen mukaan muikun mäti oli hieman herkempää kuolemaan kuin siian mäti.

Taulukko 4. Eri puolella Suomea tehtyjen siian ja muikun mädin sumputuskokeiden tuloksia.

Tutkimus	Paikka	Laji	Kuollut %
Nissinen 1972	Puruvesi	Muikku	65
	Oulujärvi	Muikku	70-80
Timola ja Valtonen 1976	Perämeri, Oulu	Muikku	vajaat 20
Shemeikka ym. 1978	Akvaario	Muikku	keskim. 75
	Kallavesi	Muikku	keskim. 96,5
	Akvaario	Siika	keskim. 22
	Kallavesi	Siika	keskim. 84
Lahti ym. 1979	Tallusjärvi	Muikku	85-100
	Kallavesi	Muikku	100
	Suvasvesi	Muikku	31-67
Turunen ja Viljanen 1989	Orivesi	Muikku	3,3-100, keskim. n. 80
		Siika	0-100, keskim. n. 70

Turunen ym. 1989	Pyhäselkä	Muikku Siika	0-100, keskim. n. 35 0-100, keskim. n. 20
PSV 1992	Perämeri, Tornio	Siika	7-67
Mäenpää 1992	Päijänne	Muikku Siika	keskim. 29 keskim. 48

Mädin sumputus ei kerro mädin todellista kokonaiskuolevuutta, koska kuolleisuus on yleensä suurinta hedelmöitymisestä silmäpisteasteelle kestäväenä ajanjaksona (Luczynski 1985). Tästä saatiin viitteitä myös tässä tutkimuksessa talven 1992—1993 haudonnassa, jolloin mäti vietiin merelle ennen silmäpisteastetta. Kuolleisuus oli tuolloin suurinta juuri kokeen alkuvaiheessa. Kudun jälkeinen kausi jää yleensä pois sumputuskokeissa, koska meri tai järvi ei ole vielä tuolloin jäässä, ja avoveteen vietyjä mätisumppuja on vaikea löytää talvella jään alta. Perämerellä on sumputettu muikun mätiä heti kudun jälkeen (Enderlein 1986), mutta vaikeutena oli löytää mäti keväällä meren pohjasta. Talviaikainen mädin tarkistus ei ollut mahdollista, ei myöskään kuolleisuuden ajoittumisen seuraaminen. Toisaalta tuolloin on voitu paremmin arvioida kudun todellista onnistumista ja kuoriutuvia poikasmääriä.

4.2. Sumputuspaikkojen fysikaaliset ominaisuudet sopivat

Kaikki sumputuspaikat olivat 4—10 metrin syvyydellä, missä pohja oli kivikkoa tai jonkin verran liejua sisältävää hiekkaa. Myös muut kalastajien osoittamat muikun kutualueet ovat jokseenkin samalla syvyysvyöhykkeellä olevia alueita. Sisävesissä muikun kutualueet vaihtelevat eri tutkimusten mukaan huomattavastikin. Mm. Tiitisen (1982) ja Tikkasen ja Hellstenin (1987) mukaan muikun kutualueet sijaitsevat muutamasta metristä yli kymmeneen metriin eli ne ovat jokseenkin samalla syvyydellä kuin Perämerellä. Merellä ei kuitenkaan ole selkeitä syvänteiden rinteillä olevia kutualueita kuten esimerkiksi Puruvedellä (Nissinen 1972). Varmuudella tällaista mahdollisuutta ei voi poissulkea, koska kutua on voinut ja voi tapahtua syvälläkin, mutta tällaisilta paikoilta ei verkoilla ole kannattanut pyytää. Aiempina vuosina, jolloin muikkuja oli runsaasti, niitä on Perämerellä pyydetty kutuaikana troolilla syvänteiden rinteiltä hieman syvemmältä kuin verkoilla. Se on johtunut lähinnä siitä, ettei troolia voinut vetää varsinaisilla kutumatalikoilla kivikkopohjien takia (Pertti Pudas, suul. ilm.). Kovin syvältä muikkua ei sen sijaan kannattanut kalastaa, koska siellä niitä ei ollut.

Turusen ja Viljasen (1989) sekä Mäenpään (1992) kokeissa mädin kuolleisuus kasvoi syvyyden lisääntyessä. Lahden ym. (1979) mukaan on kuitenkin ilmeistä, että mäti säilyy hengissä missä syvyydessä tahansa, mikäli pohjan laatu, happipitoisuus, lämpötila ja pH ovat sopivia. Esimerkiksi hiekka- ja kivikkopohjalla mädin eloonjäänti oli parempi kuin mutapohjalla, missä mäti on vaarassa hautautua lietteen sisään ja tukehtua hapen puutteeseen. Perämeren sumputuskokeessa ainostaan Nikinkarista Ekman-Birge-noutimella otetussa pohjanäytteessä oli jonkin verran liejua pääosan materiaalista ollessa hiekkaa. Liejun sisään hautautuminen ei siten uhannut millään koepaikalla luonnonkutua puhumattakaan mätirasioita.

4.3. Veden kemialliset ominaisuudet riittävät mädille

Talvella vallitseva lämpötila ei liene ongelma Perämeren alueella, vaikka se on selvästi alhaisempi kuin joissakin Puolassa tehdyissä muikun mädin haudontakokeissa todettu 4,9 °C:n optimi (Luczynski 1985) ja eräässä toisessa kokeessa saatu 2—3 °C:n optimilämpötila (Zuromska 1982). Päinvastoin lämpimässä vedessä mäti saattaa kuoriutua liian

aikaisin, mistä oli viitteitä mm. Nikinkarin sumputuspaikalta. Vuonna 1993 ensimmäisiä kuoriutuneita poikasia löydettiin täältä jo huhtikuun alussa, kun muilla paikoilla niitä todettiin vasta huhti-toukokuun vaihteessa. Liian aikainen kuoriutuminen saattaa johtaa poikasten kuolemaan, koska ruskuaispussin loputtua poikaset voivat menehtyä ravinnon puutteeseen, mikäli ulkoista ravintoa ei ole vielä tarjolla (Taylor & Freeberg 1984, Valkeajärvi 1988). Tämä tapahtuu tavallisesti 10–15 vuorokautta ravinnonoton aloittamisen jälkeen, mutta lämpötilan ollessa alhainen poikanen säilyy hengissä selvästi pitempään. Jossain määrin lämpötila vaikuttaa veden happipitoisuuteen, ja sen merkitys mädin menestymiselle on suuri. Esim. Zuromskan (1982) mukaan lämpötilan noustessa happipitoisuus saattaa laskea mädin kannalta kriittiseksi.

Sumputuspaikoilta mitatut hapen määrät olivat kaikissa muissa paikoissa paitsi Nikinkarissa niin hyvät, ettei ongelmia pitäisi olla. Tiitisen (1982) sekä Turusen ja Viljasen (1989) mukaan muikun mädin hapen tarve on 3–5 mg/l, joten Nikinkarissakin lienee riittävästi happea mädin kehittymistä varten (alimmillaan 5 mg/l). Nikinkarin muita sumputuspaikkoja heikompi veden happipitoisuus saattoi johtua korkeammasta lämpötilasta sekä rannan suojaavasta vaikutuksesta ja alueen tasavyvyydestä, jolloin siellä ei ollut sellaisia veden vaaka- ja pystyvirtauksia, mitkä pohjan happipitoisuudelle ovat Nissisen (1972) mukaan tärkeitä. Mäenpään (1992) tutkimuksessa 2,6 mg happea litrasa aiheutti huomattavaa muikun mädin kuolleisuutta.

Yhdessä happipitoisuuden kanssa vaikuttavaa hapetus-pelkistys-(redox-) potentiaalia ei tässä tutkimuksessa mitattu. Happi ja redox-potentiaali vaikuttavat yhdessä myrkyllisten aineiden liukenemiseen pohjalietteestä, joten tätä kautta muutoin riittävä happipitoisuus saattaa koitua kohtalokkaaksi. Veden pH oli kaikilla sumputuspaikoilla hyvä mädin kehityksen kannalta (alin mitattu arvo 6,39), sillä muikun mädille ilmoitettu kriittinen pH-arvo on alle 5 (Almer 1977). Tosin Mäenpään (1992) sumputuskokeidensa perusteella laatimissa malleissa pH (>6) oli tilastollisesti erittäin merkitsevä kuolleisuuden vaikuttava tekijä, mutta happamuuden todellinen merkitys jäi kuitenkin avoimeksi. Rautapitoisuus, mikä yhdessä alhaisen pH:n kanssa saattaa olla kriittinen tekijä erityisesti vasta-kuoriutuneille kalanpoikasille, oli Perämerellä niin alhainen (alle 0,5 mg/l), ettei sillä liene ollut vaikutusta mädin kuolleisuuteen. Esim. Järvisen ja Lehtosen (1990) mukaan 2 mg rautaa litrassa ei sellaisenaan aiheuttanut ongelmia siian mädille.

4.4. Ympäristö ei rajoittane mädin menestymistä

Mitään selvää yhteyttä muikun mädin kuolevuuden ja mitattujen fyysisten tekijöiden välillä ei tässä tutkimuksessa voitu osoittaa. Missä määrin nyt mitatut vedenlaatuarvot kuvastavat todellista tilannetta pohjan pinnalla, on vaikea arvioida. Esim. happipitoisuus voi muuttua huomattavastikin muutaman kymmenen sentin matkalla pohjan yläpuolella (Tikkanen ja Hellsten 1987). Pohjan olosuhteiden merkitys on Mäenpään (1992) mukaan selvästi suurempi kuin vesistön yleisten vedenlaatuarvojen. Orgaanisen aineksen sedimentaatiolla ja mädin kuolleisuudella on eräissä tutkimuksissa todettu olevan yhteyttä (Turunen ja Viljanen 1989, Mäenpää 1992). Tässä tutkimuksessa ei sedimentaatiossa ollut suuria eroja eri paikkojen välillä, joten sedimentaation ja kuolleisuuden välistä riippuvuutta ei voitu todeta. Myöskään mätisumppujen likaisuudessa ei ollut eroja, minkä perusteella olisi voitu päätellä sedimentaation aiheuttaneen kuolleisuutta. Timolan ja Valtosen (1976) mukaan sedimentaatio aiheutti mädin kuolleisuutta tukkimalla verkon silmät mätisumppuissa, jolloin mätiiä kuoli hapen puutteeseen. Luonnossa vähäinen sedimentaatio ja sen aiheuttama roskaantuminen saattaa olla jopa eduksikin, koska se suojaa mätiiä predaatiolta (mm. Zuromska 1982).

Eri tekijöiden tarkastelu näyttäisi osoittavan sen, etteivät fysikaalis-kemialliset olosuhteet sumputuspaikoilla ole niin huonot, että ne selittäisivät Perämeren suomenpuoleisen rannikon muikkukadon. Myös alueella tehdyt poikasnuottaukset osoittavat, että muikun ja siian lisääntyminen onnistuu ja tuottaa poikasia.

4.5. Vaellus rannasta pienentää poikastiheyksiä

Poikasnuottausten perusteella muikun ja siian poikasten määrä oli hyvin alhainen vuosina 1992 ja 1993. Sen sijaan vuonna 1994 sekä muikun että siian poikasmäärät olivat suuret. Sumputustulosten perusteella talviaikaiset olosuhteet meren pohjalla eivät ole muuttuneet niin paljoa, että se voisi selittää poikasmäärien vaihtelun. Kutevan kannan koossa ja siten kudetun mädin määrässäkään ei saalistietojen valossa liene ollut sellaista kasvua kuin kevään 1994 suurien poikastiheyksien perusteella voisi olettaa. Esim. Viljasen (1988) mukaan kuoriutuvien poikasten määrä on riippuvainen kutevan kannan koosta. Muikun ja siian välinen runsaussuhde on poikasnuottauksissa ollut samankaltainen kuin ammattikalastajien pohjoiselta Perämereltä (ruudut 2, 3, 6 ja 7) saamassa siika- ja muikkusaaliissa vuosina 1991, 1992 ja 1993 eli niinä vuosina, minkä kudusta nuotatut poikaset ovat peräisin. Noina vuosina muikun osuus ammattikalastajien saaliissa oli RKTL:n tilastoinnin mukaan 26,7, 30,1 ja 35,0 %. Siikojen suhteellinen osuus on siten hieman suurempi kuin poikasnuottausten perusteella laskettuna. Tähän saattavat vaikuttaa syksyllä tehtävät suuret kesänvanhojen vaellussiikojen istutukset, mitkä eivät näy poikasnuottauksissa, mutta lisäävät myöhemmin aikuisten kalojen määrää ja kasvattavat siten siikojen osuutta muikkuihin verrattuna.

Viljasen ja Karjalaisen (1992) mukaan saaliiden väheneminen kesän edetessä johtuu osittain pyyntimenetelmästä sekä osittain poikasten kuolevuudesta ja vaelluksesta ulappa-alueelle. Koon lisääntyessä poikaset uivat nopeammin ja välttivät helpommin erilaisia pyydyksiä. Perämerellä poikasia saatiin muutamia yksilöitä vielä heinäkuun loppupuolella, jolloin muikun poikaset olivat pituudeltaan noin 50 mm ja siian poikaset 70 mm. Kesällä 1994 todetut poikasten pituudet olivat hieman suuremmat kuin kesällä 1993, jolloin rantavaiheen alun tiheydet olivat selvästi pienemmät. Poikasten pituus ja viipymä rannassa näyttäisi olevan samanlainen kuin etelämpänä Perämerellä Kalajoella (Huhmarniemi 1989). Sen sijaan järvissä poikasnuotalla vielä kiinnisaatujen muikunpoikasten pituus on ollut rantavaiheen lopussa eli kesäkuun puolivälissä noin 15–20 mm (Huusko ym. 1989, Auvinen 1988a). Tämän jälkeen poikasia ei rannasta ole enää saatu, vaan niitä oli pyydetävä ulappa-alueilta.

Huhmarniemen (1989) mukaan rantavaiheen pituus riippuu huomattavasti veden lämpötilasta. Lämpötilan noustessa lähelle 20 °C:ta poikaset lähtivät rannasta. Auvisen (1988a) mukaan muikun poikaset siirtyivät pois rannasta yleensä silloin, kun poikasten pituus oli noin 20 mm, veden lämpötila rannassa saavutti 18 °C:een ja lämpötilaero rannan ja ulapan välillä alkoi hävitä. Huusko ja Karttunen (1987) eivät saaneet poikasnuotalla muikun poikasia Kemijärvestä rantaveden lämpötilan kohotessa yli 15 °C:een. Verrattaessa merestä mitattuja lämpötiloja järvien lämpötiloihin (esim. Huusko ym. 1989) vesi näyttäisi lämpiävän järvissä selvästi nopeammin kuin meressä. Tämä saattaa olla eräs syy, miksi poikaset lähtevät järvien rannoilta aiemmin ja pienempinä kuin meressä.

4.6. Poikasmäärät monen tekijän summa

Vaikka tässä tutkimuksessa poikasmääräarviot perustuvat suhteellisen harvoihin nuottauksiin, vuoden 1994 siian- ja muikunpoikastiheydet näyttivät olleen kolmella vakiopai-

kalla suuremmat kuin vuonna 1992 ja 1993. Kuoriutumisen jälkeiset suuret tiheydet putosivat kuitenkin parissa kolmessa viikossa alhaiselle tasolle poikasten vaelluksen ja kuolevuuden takia. Poikaset olivat tuolloin 20—30 mm pitkiä. Kesäkuun puolenvälin jälkeen ei eri vuosien poikastiheyksissä ollut havaittavissa eroa. Yli 30 mm poikasia saatiin hyvin vähän yhtenäkkään vuonna. Tuossa koossa poikasten ulapalle vaeltaminen alkoi vaikuttaa tiheyksiin. Poikastiheysarvioita on käytetty hyväksi laadittaessa ennusteita muodostuvan kannan koosta, ja mm. Viljanen (1988) ja Huhmarniemi (1989) ovat todenneet selkeän riippuvuuden poikastiheyksien ja rekrytoituvien kalojen määrän välillä. Ennusteita laadittaessa on ajankohdan ja poikasten koon huomioiminen tärkeää. Viljasen (1988) mukaan suurin korrelaatio saatiin muikulla 2—3 viikon ikäisillä poikasilla. Karisiiialle on tehty saalisennusteita, missä arvioiden pohjana on käytetty 20—30 mm pituisien poikasten tiheyksiä (Ådjers 1995). Tämän tutkimuksen perusteella näyttäisi siltä, että 20—30 mm koko on tarkoitukseen sopiva, koska alkukuolevuus on silloin pääosin ohi, ja ulapalle vaeltamisen vaikutus on suhteellisen vähäinen.

Syitä muikun poikasten määrän vaihteluille on etsitty monista tekijöistä. Kutuajan ja heti sen jälkeen vallinneet olosuhteet saattaisivat selittää vuosiluokkien voimakkuuksia. Mm. muikun kutuajana vallinneen auringon paisteen määrän ja kuoriutumisen jälkeisen kuolevuuden välillä on havaittu voimakas riippuvuus (Bobyrev ja Kriksunov 1994). Jäiden lähdön jälkeiset lämpötilaosuhteet eivät näyttäisi selittävän eroa kuoriutumisen jälkeen todetuissa tiheyksissä, vaikka esimerkiksi Huhmarniemen (1989) mukaan kevään sääolosuhteet ovat merkityksellisiä karisiiialle heikkojen vuosiluokkien syntymisessä. Tämä johtunee kevään lämpötilasta ja sen vaikutuksesta poikasten ravinnon määrään ja levinneisyyteen (Auvinen 1988b). Vuonna 1994 todettu poikasmäärien nopea lasku voi johtua juuri ravinnon niukkuudesta, koska suuret poikastiheydet saattavat johtaa voimakkaaseen ravintokilpailuun ja poikasten menehtymiseen (Auvinen 1988b). Toisaalta Viljasen (1988) mukaan poikasten alkuvaiheen kuolleisuus on tiheydestä riippumatonta. Perämerellä siian poikaset kasvoivat nopeammin vuonna 1994 kuin vuonna 1993 huolimatta suurista tiheyksistä, joten ainakaan rantavaiheen alun mahdollisella ravintokilpailulla ei ollut siten selvää vaikutusta poikasten kasvuun.

Siian ja muikun poikasten puuttuminen lukuisista vedoista on saattanut johtua paitsi poikasten vähäisestä määrästä myös niiden parvikäyttäytymisestä (mm. Auvinen 1988a, Sarvala ym. 1988, Huhmarniemi 1989, Leskelä ym. 1992), joten ne eivät välttämättä osuneet nuottausalueelle. Parvien joutuminen saaliiksi edellyttäisi useita rinnakkaisia vetoja tai yhtä riittävän laajaa vetoa. Huuskon ym. (1989) mukaan laaja nuottausalue voi johtaa pieniin poikastiheyksiin, erityisesti silloin, kun poikaset ovat lähellä rantaviivaa ja veto ulottuu rantaviivasta pitkästi ulapalle päin. Muikun poikastiheydet saattavat olla 100 ja 200 metrin etäisyydellä rannasta vain murto-osa siitä, mitä ne ovat rantaviivan tuntumassa (Auvinen 1988a).

Predaation merkitystä ei tässä tutkimuksessa selvitetty. Huusko ym. (1989) totesivat, ettei siian tai ahvenen aiheuttama predaatio ollut tärkeää sisävesillä ainakaan päiväsaikaan. Sillä ei liene ollut nytkään vaikutusta muikun ja siian poikasten määriin, koska potentiaalisia petolajeja saatiin nuottauksissa hyvin vähän, ja ne olivat pääasiassa poikastavaiheessa olevia yksilöitä. Yöllä petoja saattaa olla rannassa enemmän, mutta coregonidien poikasmäärien on ainakin merialueella todettu tuolloin olevan pienet (Huhmarniemi 1989). Verrattaessa kolmipiikin ja coregonidien poikasten kokonaismääriä näyttäisi niillä olevan selvä yhteys. Vuoden 1992 nuottauksissa piikkikaloja tuli runsaasti, mutta seuraavina vuosina määrät laskivat vuosittain. Sen sijaan siian ja muikun poikasten määrät kasvoivat. Fränden ym. (1993) tulokset kolmipiikin ravinnonkäytöstä viittaavat kuitenkin siihen, ettei kolmipiikki ole ainakaan siian poikasten määrää rajoittava laji.

4.7. Poikasnuotta soveltuu hietikkopohjille

Sekä siian että muikun osalta poikasnuottausten saaliit olivat paremmat vuonna 1993 kuin vuonna 1992, jolloin nuottaukset aloitettiin. Poikasmäärien kasvuun vaikutti se, ettei tutkimusalueelta ollut aiempaa tietoa sopivista nuottauspaikoista. Monenlaisilla rannoilla ja eri alueilla tehtyjen nuottausten ansiosta löytyi paikkoja, missä muikun poikasia esiintyi. Nuottaukset keskitettiin vuonna 1993 näille alueille jo aivan kauden alussa. Tällöin poikasmäärät ovat yleensä suurimmillaan (mm. Viljanen 1988, Huhmarniemi 1989, Viljanen ja Karjalainen 1992). Samoin vuonna 1994 keskityttiin lähes yksinomaan näille rannoille. Poikasmäärien huipun ajoittuminen vaihtelee vuosien välillä riippuen veden lämpötilasta (Huusko ym. 1989). Vuonna 1993 poikasia on voinut kuoriutua enemmän kuin 1992, koska saaliit paranivat kaikilla pohjatyypeillä. Kerätyn aineiston määrä on kuitenkin niin pieni ja käytetyt menetelmät ovat sellaiset, että tulokset soveltuvat lähinnä vain hiekka- ja kivikkopohjien vertailuun.

Tällä hetkellä ei tarkasti tiedetä, mitkä tekijät vaikuttavat siian ja muikun poikasten liikkumiseen ja leviämiseen kuoriutumisen jälkeen. On otaksuttu, että valo, veden lämpötila ja veden virtaukset ohjaisivat poikasia rantavyöhykkeelle (kts. Huusko ym. 1989). Tarjolla olevan ravinnon määrää ja laatua eri pohjatyypeillä pitäisi tutkia, koska se säätelee muikun poikasten kasvua ja eloonjäämistä (Karjalainen 1992). Hudd ym. (1992) totesivat siian poikasten muuttavan merialueella ravintoaan koon kasvaessa, joten sopivien planktonlajien puuttuminen voi johtaa poikasten nälkiintymiseen tms. Vaikkei näitä poikasten liikkumiseen vaikuttavia syitä tarkasti tiedetäkään, näyttäisi siltä, että parhaimmat muikun ja siian poikasten saaliit saataisiin Perämeren oloissa hiekkarannoilta ainakin silloin, kun pyyntivälineenä käytetään poikasnuottaa.

Yleensä muikun ja siian poikaset oleskelivat samoilla alueilla. Aiemmin ei ole juurikaan selvitetty, millaisilla pohjatyypeillä coregonidien poikaset elävät kuoriutumisen jälkeen. Kemijärvellä Huusko ja Karttunen (1987) totesivat hyvyysindeksillä mitaten muikunpoikasia eniten avoimilla, paljailla hiekka- ($h=0,65$) ja kivikkopohjilla ($h=0,56$) sekä suojaisilla, paljailla hiekkapohjilla ($h=0,55$). Useimmiten muikun ja siian poikasia on kerätty avoimilta hiekkarannoilta lähinnä sen takia, että niillä on helpointa käyttää poikasnuottaa (Huhmarniemi 1989). Se näyttäisi tämänkin tutkimuksen valossa oikealta valinnalta, ja sitä tukevat myös Leskelän ym. (1992) tulokset Pohjanlahden alueelta. Toisaalta Huusko ym. (1989) saivat Kuhmon järviltä parhaat tulokset kivikko- tai kivikkoisilta mutapohjilta, vaikka nuottauksia tehtiin myös hiekkapohjilla.

Pohjan laadun on todettu vaikuttavan huomattavasti (Pierce ym. 1990) poikasnuotan pyyntitehokkuuteen. Nuotan takertuminen pohjaan tai alapaulan kohoaminen pohjasta esim. kivien ylityksessä vähentää pyytävyyttä, mikä on saattanut jossain määrin vaikuttaa saaliseroihin kivikko- ja hiekkapohjan välillä. Leskelä ym. (1992) totesivat rehevöitymisen rajoittaneen paikoitellen siian poikasten esiintymistä Pohjanlahden keski- ja eteläosissa. Tällaista ei selkeästi todettu Perämeren poikasnuottauksissa, mutta kiinteällä kivikkopohjalla oli paikoitellen runsaasti pohjakasvillisuutta kuten levää, mitä taas hiekkapohjalla ei ollut. Silläkin on saattanut olla vaikutusta hiekkapohjalta saatuihin suurempiin poikastiheyksiin.

Kaiken kaikkiaan Perämereltä saadut poikastiheydet olivat selvästi pienempiä kuin järvissä (esim. Auvinen 1988a, Huusko ym. 1989). Nuottaustulokset kuvastavat siika- ja muikkukannan tilaa meressä. Perämeren vahvat karisiikakannat yhdessä jokikutuisen vaellussiian kanssa tuottavat poikasia niin paljon, että niitä riittää useimmille tarjolla oleville rannoille. Muikun vähäiseen määrään syynä näyttäisi olevan kannan heikko tila, mikä on todettu sekä tutkimuksissa (mm. Lehtonen ja Jokikokko 1993) että RKTL:n saalistilastoinnilla.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUSTARPEET

Sumputuskokeiden perusteella muikun ja siian mäti menestyy Perämerellä kohtuullisesti verrattuna esim. sisävesiltä saatuihin vastaavien kokeiden tuloksiin. Pohjan olosuhteet eivät näyttäisi rajoittavan lajien lisääntymistä. Tämän vahvisti epäsuorasti myös kuoriutuvien poikasten suuri määrä yhtenä tutkimusvuotena.

Yhtä tutkimustavoitetta eli syytä muikkumäärien huomattavaan eroon Suomen ja Ruotsin rannikon välillä, ei tässä tutkimuksessa tehdyillä mädin sumputuksilla saavutettu. Sen selvittäminen vaatisi yhtäaikaista sumputuksia sekä Suomen että Ruotsin puolella. Hauonnassa pitäisi käyttää sekä Suomen että Ruotsin puolelta lypettyä mätiä emokaloissa mahdollisesti olevien erojen toteamiseksi.

Poikasnuottauksissa löydettiin sopivia rantoja, joilla muikkujen ja siikojen vuotuista poikasseurantaa voitiin tehdä. Parhaat saaliit saatiin hiekkapohjilta, mihin yhtenä syynä saattoivat olla menetelmälliset syyt. Nuottaus soveltui paremmin tasaiselle hiekkapohjalle kuin epätasaiselle kivikolle. Toisaalta esim. ravintotekijät saattavat olla hiekkapohjilla poikasten kannalta edullisimmat, mikä vaikuttaa poikasten alueen valintaan.

Syitä poikasmäärien suuriin vaihteluihin ei tässä yhteydessä selvitetty. Näyttäisi siltä, että niitä olisi etsittävä ainakin kutuajan sekä mädin kuoriutumisen ja sen jälkeisen ajan olosuhteista, mm. lämpötila- ja ravintotekijöistä. Sen sijaan talviaikaiset olosuhteet lienevät suhteellisen vakiot vuodesta toiseen, joten ne eivät ainakaan tämän kokeen perusteella selitä eroja poikasmäärissä.

Nyt tehtyjen poikasnuottausten perusteella ei muodostuvan kannan koon ennustamista pystytä tekemään, koska kolmen vuoden seurantajakso on siihen liian lyhyt. Nuottaus-saaliiden perusteella ennustaminen on muutenkin erittäin vaikeaa, koska poikasten määrä saattaa vähentyä muutamassa viikossa murto-osaan kuoriutuneiden määrästä. Vuotuiset suuret erot kuoriutuneiden poikasten määrässä häviävät lähes tyystin lyhyessä ajassa. Osittain tämä johtuu poikasten siirtymisestä ulommas rannasta, mutta sen seuranta vaatisi eri menetelmää kuin poikasnuottaus. Jos poikasmääriä on tarkoitus käyttää muodostuvan kannan koon arviointiin, nuottaukset tulisi keskittää ajankohtaan, jolloin poikaset ovat 20—30 mm pitkiä.

6. YHTEENVETO

Suomen puoleisen Perämeren rannikon muikkukantojen heikentyminen ja saaliiden vähentyminen on huolestuttanut sekä kalastajia että tutkijoita, ja ongelmaa on tutkittu useissa yhteyksissä. Perämeren tutkimusasema sumputti kolmena talvena muikun mätiä Simon edustan merialueella ja yhtenä talvena Haukiputaalla. Myös siian mätiä sumputtiin yhtenä talvena. Sumputusten tarkoituksena oli selvittää, olisiko meren pohjan olosuhteet sellaiset, ettei muikun mäti jostain syystä selviytyisikään kuoriutumiseen saakka. Sumputuspaikoiksi valittiin kalastajien ilmoituksen perusteella sekä entisiä että nykyisiä muikun kutualueita. Mädin sumputuksen lisäksi muikun poikasten esiintymistä Perämerellä kartoitettiin kolmena kesänä tehdyin poikasnuottauksin. Nuottauksia tehtiin Haukiputaalta Ruotsin puolelle ulottuvalla rannikkoalueella. Aiempaa tietoa poikasten esiintymisalueista ei juurikaan ollut, joten monenlaisia rantatyyppisiä kalastettiin poikasten löytämiseksi. Nuottausten tavoitteena oli selvittää, onko poikasten määrissä eroa eri rantatyypeillä, jolloin jatkossa voitaisiin poikasnuottaukset keskittää tietyille alueille. Osittain poikasnuottauksilla oli tarkoitus kerätä aineistoa tulevan muikkukannan vahvuuden arviointia varten.

Muikun mädin sumputukset eivät paljastaneet mitään huomattavaa eroa eri sumputuspaikkojen välillä. Mädin kuolleisuus näytti olevan suurinta ennen silmäpisteastetta, mikä jälkeen kuolleisuus pieneni huomattavasti. Ilmeisesti tästä syystä vuonna 1992—1993, jolloin mäti ei ollut vielä silmäpisteasteella ennen merelle vientiä, kuolleisuus oli eri paikoissa 20—30 %. Tilastollista eroa paikkojen välillä ei ollut. Talvella 1994, jolloin mäti vietiin sumputukseen silmäpisteasteella, kuolleisuus oli vain 2,5—7,5 %. Suurin ero oli uloimman ja lähinnä rannikkoa olleen paikan välillä, joskaan kovin selkeää tilastollista eroa ei tällöinkään ollut. Siian mäti menestyi selvästi huonommin kuin muikun mäti. Suurin kuolleisuus oli lähinnä rannikkoa olevassa sumputuspaikassa ja pienin kauimpana rannikosta olevassa sumputuspaikassa. Tilastollisesti erot olivat merkittävät. Tulokset olivat lähes samanlaiset kuin muikun mädin osalta talven 1991—1992 sumputuksissa.

Mädin kuolleisuuden ja orgaanisen aineksen sedimentaation välillä ei todettu korrelaatiota, eikä myöskään sumputuksen aikaisen veden lämpötilan nousun ja kuolleisuuden välillä. Veden laatu ei tehtyjen mittausten mukaan näyttäisi olevan mädin menestymistä rajoittava tekijä millään alueella, joskin Nikinkarin happitilanne oli ajoittain selvästi muita paikkoja huonompi.

Poikasnuotalla saaliit paranivat vuosi vuodelta, osittain siksi, että pyyntiä keskitettiin niille rannoille, mistä edellisvuosina oli saalista saatu parhaiten, osittain ilmeisesti suurempien poikasmäärien vuoksi. Coregonidien poikasista muikkujen osuus oli vuonna 1992 27,8 %, vuonna 1993 22,6 % ja vuonna 1994 54,7 %. Ruotsin puolella muikun poikasten tiheys oli paljon suurempi kuin Suomen puolella. Siian poikasten tiheydet olivat kummallakin puolella jokseenkin yhtä suuret ja samaa luokkaa kuin Ruotsin puolen muikkutiheydet.

Poikasnuottausten suurimmat muikun- ja siianpoikastiheydet saatiin hiekkapohjilta. Vuonna 1992 ei tilastollista eroa kuitenkaan ollut eri pohjatyypin välillä. Vuonna 1993 sekä muikun että siian poikasten tiheydet olivat hiekkapohjilla tilastollisesti merkittävästi suuremmat kuin kivikkopohjilla. Muiden pohjatyypin välillä ei ollut tilastollista eroa.

Pohjatyypin hyvyysindeksit olivat parhaimmat hiekkapohjilla kummankin lajin osalta. Sekä muikun että siian poikasia saatiin nuotalla vielä heinäkuun loppupuolella. Pituudeltaan poikaset olivat tuolloin 50—70 mm.

7. KIRJALLISUUS

- Almer, B. 1977. Försumningens inverkan på fiskbeståndet i västkustsjöar. Inf. Inst. Freshw. Drottningholm 12.
- Auvinen, H. 1988a. Distribution and food of vendace (*Coregonus albula*(L.)) larvae in Lake Pyhäjärvi (Karelia, SE Finland). Finnish Fish. Res. 9: 107-115.
- Auvinen, H. 1988b. Factors affecting the year-class strength of vendace (*Coregonus albula* (L.)) in Lake Pyhäjärvi (Karelia, SE Finland). Finnish Fish. Res. 9: 235-243.
- Bobyrev, A.E. & Kriksunov, E.A. 1994. Climatic influences on recruitment dynamics of coregonids from Petchora river (käsikirjoitus 20 s.).
- Enderlein, O. 1986. Siklöjan (*Coregonus albula* (L.)) i Bottenviken (English summary: The cisco (*Coregonus albula*(L.)) in the Bothnian Bay). - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 130 p.
- Frände, C., Kjellman, J., Leskelä, A. & Hudd, R. 1993. The food of three-spined stickleback on a whitefish nursery area in the Bay of Bothnia. *Aqua Fennica* 23,1: 85-87.
- Hildén, M., Lehtonen, H. & Böhling, P. 1984. The decline of the Finnish vendace, *Coregonus albula* (L.), in catch and the dynamics of the fishery in the Bothnian Bay. *Aqua Fennica* 14: 33-47.
- Hudd, R., Lehtonen, H. & Kurttila, I. 1988. Growth and abundance of fry: factors which influence the year-class strength of whitefish (*Coregonus widegreni*) in the southern Bothnian Bay (Baltic). Finnish Fish. Res. 9: 213-220.
- Hudd, R., Leskelä, A., Wiik, T. & Lehtonen, H. 1992. Food of European whitefish (*Coregonus lavaretus widegreni*) larvae and fry in the Southern Bothnian Bay (Baltic). In: Todd, T.N. and M. Luczynski (eds) *Biology and management of Coregonid fishes*, Pol. Arch. Hydrobiol. 39(3,4): 319-324.
- Huhmarniemi, A. 1989. Karisiian (*Coregonus acronius widegreni* Malmgren sensu Svårdson) poikasten kasvusta ja populaatioiden ennustettavuudesta poikastiheyksien perusteella. Pro gradu-tutkielma. Oulu. Oulun yliopisto, eläintieteen laitos. 44 s.
- Huusko, A. & Karttunen, V. 1987. Kalanpoikasten esiintymisestä Kemijärvessä vuonna 1985. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 68: 175-194.
- Huusko, A., Sutela, T., Karjalainen, J., Hellsten, S. & Hirvonen, A. 1989. Ekologiset näkökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien säännöstelyssä. Osa 4. Kalojen mädin ja poikasten selviytyminen. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 988, 95 s.
- Jokikokko, E. 1993. The mortality of vendace (*Coregonus albula* L.) eggs incubated in the sea area off Simo in the northern Bothnian Bay. *Aqua Fennica* 23,1: 63-67.
- Järvinen, A. & Lehtonen, H. 1990. Siian mädin sumputuskokeet Porin edustalla 1985. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Kalatutkimuksia-fiskundersökningar 6: 49-58.
- Karjalainen, J. 1992. Density-dependent feeding, growth and survival of vendace (*Coregonus albula* (L.)) larvae. PhD thesis, University of Joensuu. 29 p.
- Lahti, E., Oksman, H. & Shemeikka, P. 1979. On the survival of vendace *Coregonus albula*) eggs in different lake types. - *Aqua Fennica* 9: 62-67.

- Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. Finnish Fish. Res. 3: 31-83.
- Lehtonen, H. 1983. Scientific basis for fisheries management of vendace, *Coregonus albula* L., in the Bothnian Bay. *Aquilo Ser. Zool.* 22: 77-82.
- Lehtonen, H. & Böhling, P. 1984. Förändringarna i Bottenvikens siklöjebestånd efter medlet av 1970-talet. *Fiskeritidskrift för Finland* n:o 1/1984: 17-20.
- Lehtonen, H. & Enderlein, O. 1984. Siklöjan (*Coregonus albula* L.) i Bottenviken - deras eller vår. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 24 p.
- Lehtonen, H. & Jokikokko, E. 1993. Changes in the heavily exploited vendace, (*Coregonus albula* L.), stock in the northern Bothnian Bay. *Arch. Hydrob. (painossa)*.
- Leskelä, A., Hudd, R., Lehtonen, H. & Huhmarniemi, A. 1991. Habitats of whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) larvae in the Gulf of Bothnia. *Aqua Fennica* 21,2: 145-151.
- Mikkola, H., Oksman, H. & Shemeikka, P. 1979. Experimental study of mortality in vendace and whitefish eggs through predation by bottom fauna and fish. - *Aqua Fennica* 9: 68-72.
- Mäenpää, E. 1992. Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden vaikutus muikun (*Coregonus albula* L.) ja järvisiian (*Coregonus oxyrhynchus* L.) mädin myöhäiskehitykseen. Jyväskylän yliopisto. Ympäristötutkimuskeskuksen tiedonantoja nro 138. 61 s. + 11 liitettä.
- Nissinen, T. 1972. Mätitiheys ja mädin eloonjääminen muikun (*Coregonus albula* L.) kutu-paikoilla Puruvedessä ja Oulujärvessä (English summary: The egg density and the survival of eggs on the spawning grounds of the vendace (*Coregonus albula* L.) in lakes Puruvesi and Oulujärvi). - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Tiedonantoja I(1): 1-114.
- Pierce, C. L., Rasmussen, J. C. & Legget, W. C. 1990. Sampling littoral fish with a seine: corrections for variable capture efficiency. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 1004-1010.
- Pohjois-Suomen Vesitutkimustoimisto. 1992. Tornion edustan velvoitetarkkailu v. 1989-1991. Osa II: Kalataloustarkkailu. 33 s. + 44 liitettä.
- Sarvala, J., Rajasilta, M., Hangelin, Ch., Hirvonen, A., Kiiskilä, M. & Saarikari, V. 1988. Spring abundance, growth and food of 0+ vendace (*Coregonus albula* L.) and whitefish (*C. lavaretus* L. s.l.) in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. *Finnish Fish. Res.* 9: 221-233.
- Shemeikka, P., Oksman, H. & Mikkola, H. 1978. Muikun ja siian mädin hautoutumiseen vaikuttavista tekijöistä ja muikun kannanvaihtelun syistä. - *Savon Luonto* 10: 23-39.
- Taylor, W.W. & Freeberg, M.H. 1984. Effect of food abundance on larval lake whitefish *Coregonus clupeaformis* Mitchill, growth and survival. - *J. Fish. Biol.* 25, s. 733-741.
- Tiitinen, J. 1982. Muikkukantojen runsauden vaihtelut Lappajärvessä sen mätitkimusten ja saalistietojen perusteella (Effects of spawning and catches on the annual stock-size of the vendace in lake Lappajärvi). - *Vesihallituksen tiedotus* 220. 78 p. Helsinki.
- Tikkanen, P. & Hellsten, S. 1987. Muikun kutualueista ja mädin selviytymisestä Kemi-järvessä vuosina 1982-1985. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. - *Monistettuja julkaisuja* 68: 149-173.
- Timola, O. & Valtonen, T. 1976. Experimental studies on the mortality of the eggs of autumn-spawning fish in the sea-area off Oulu. - *Acta Univ. Oul. A.* 42. 1976. Biol. 3.: 49-54.

Turunen, T. & Viljanen, M. 1989. Puhoksen syväväylän ruoppaustöiden vaikutukset muikun ja siian mädin hautoutumiseen . - Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja 89: 169-1989.

Turunen, T., Karjalainen, A. & Viljanen, M. 1991. Pyhäselän kalasto ja kalatalous vuosina 1982-1989. - Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslaitoksen monisteita 1/1991. 118 s.

Valkeajärvi, P. 1988. Stock fluctuations in the vendace (*Coregonu albula* L.) in relation to water temperature at egg incubation time. - Finnish Fish. Res. 9: 255-265.

Viljanen, M. 1987. Evaluation of modified seine and Bongo nets for quantitative sampling of vendace (*Coregonus albula* L.) larvae. Aqua Fennica 17,2: 179-191.

Viljanen, M. 1988. Relations between egg and larval abundance, spawning stock and recruitment in vendace (*Coregonus albula* L.). Finnish Fish. Res. 9: 271-289.

Viljanen, M. & Karjalainen, J. 1992. Comparison of sampling techniques for vendace (*Coregonus albula*) and European white fish (*Coregonus lavaretus*) larvae in large Finnish lakes. In: Todd, T.N. & Luczynski, M. (eds.). Biology and management of Coregonid fishes, Pol. Arch. Hydrobiol. 39(3,4): 361-369.

Ådjers, K. 1995. Suomen ahvensaaliit laskevat, karisiikasaaliit ovat ennallaan ja turskasaaliit pysyvät pieninä. Kalastaja 19(3): 12-13.

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

75. NYLANDER, E. ja PRUUKI, V.:

Tornionjoen vesistön kalastustilastot vuosilta 1991 ja 1992.

(Fiskestatistik för Torne älvs vattensystem, åren 1991–1992.) (The Fishery Statistics of the Tornionjoki River Basin in 1991 and 1992). 26 s. + 10 liites. Helsinki 1994.

76. AALTO, J. ja RAHKONEN, R.:

Gyrodactylus salaris -loisen esiintyminen, haitallisuus ja torjunta.

(Förekomst, skadlighet och bekämpning av parasiten (*Gyrodactylus salaris*.) (The Distribution, Adverse Effects and Prevention of the Parasite (*Gyrodactylus salaris*)). 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.

77. VEHANEN, T.:

Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Pohjois-Suomessa.

(Resultat av utplantering av insjööring i norra Finland.) (Importance of Environment and Stocking Density for the Efficiency of Brown Trout Stocking in Northern Finland.) 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.

78. TAMMI, J. ja KUIKKA, S.:

Hauen ravinnonkäytön ajallinen ja alueellinen vaihtelu kutuaikana.

(Gäddans näringsanvändning -temporära och spatiella variationer under lektiden) (The Spatial and Temporal Variation in the Food and Food Consumption of Northern Pike (*Esox lucius* L.) during the Spawning Period). 43 s. Helsinki 1994.

79. KEMPPAINEN, S.:

Kiiminkijoen vapakalastuksen kehitys vuosina 1989–1992.

(Utvecklandet av spöfisket i Kimminge älv åren 1989–1992.) (The Development of Rod Fishing in the River Kiiminkijoki from 1989–1992). 39 s. + 7 liitettä. Helsinki 1994.

80. MÄKI-PETÄYS, A., MUOTKA, T., TIKKANEN, P., HUUSKO, A., KREIVI, P. ja KUUSELA, K.:

Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä.

(Förellyngels utnyttjande av mikrohabitat: skillnader mellan olika storleksklasser.) (Size-Class Differences in Microhabitat Use by Juvenile Brown Trout.) 38 s. + 6 liitettä. Helsinki 1994.

81. HUUSKO, A., VEHANEN, T. ja KORHONEN, P.:

Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kuusamon alueella vuosina 1972–1988 Carlin- merkkipalautuksiin perustuen.

(Resultaten av utplanteringar med insjööring i Kuusamo med hjälp av Carlin-märkningar åren 1972–1988.) (Results of Stocking with Carlin-Tagged Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in the Kuusamo Area in 1972–1988.) 41 s. Helsinki 1994.

82. SALMI, P., JUVONEN, L., LAAMANEN, K., PIIPPONEN, M. ja PITKÄNEN, M.:

Kenen ehdoilla kalavaroja hyödynnetään? Onkamojärven kalastuskiistan taustoja.

(På vars villkor utnyttjas fiskresurserna? Bakgrundsfaktorer angående fiskekonflikten kring sjön Onkamojärvi.) (On whose terms will the fish resources be harvested? Some background of the Lake Onkamo fishery conflict.) 33 s. Helsinki 1994.

83. SALMI, J., SALMI, P. ja SETÄLÄ, J.:

Ammattikalastajien kalan markkinointi. Ongelmat ja kehittämisedellytykset Pohjois-Satakunnan rannikolla.

(Yrkesfiskarnas marknadsföring av fisk. Problem och utvecklingsförutsättningar längs kusten i norra Satakunda.) (The marketing of fish products by professional fishermen. Problems and advancement in the Bothnian Sea.) 96 s. Helsinki 1994.

84. MIKKOLA, J. ja SAURA, A.:

Viemäristä lohijokeksi –Vantaanjoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1987–1993.

(Från kloak till laxälv –Vandringsfiskundersökningar i Vanda åren 1987–1993) (From sewer to salmon river – studies on migratory fish in the River Vantaanjoki from 1987–1993). 103 s. Helsinki 1994.

85. Valtion kalanviljelyn XVIII neuvottelupäivät.

(Statens XVIII fiskodlingskonferens) (State fish culture conference, No. XVIII). Yrjö Lankinen ja Juhani Pirhonen (toim.). 102 s. Helsinki 1994.

86. LAAMANEN, M., AHVONEN, A. ja JUTILA, E.:

Metsätalouden toimenpiteiden vaikutus Isojoen vesistön kalastukseen ja vesistön tilaan – tiedustelututkimus.

(Effekter av skogsbruksåtgärder på fisket och på vattendragets tillstånd i Isojoki-Lappjärds å — Gallupundersökning) (Effects of forestry on fish and fishing in the river Isojoki watercourse – questionnaire survey). 49 s. + liite. Helsinki 1994.

87. JUTILA, E., KARTTUNEN, V. ja NIEMITALO, V.:

Parempi kivi koskessa kuin kymmenen rannalla — Erialaisten kunnostusmenetelmien vaikutus taimenen poikasmääriin Iijoen sivujokien koskissa.

(Bättre en sten i forsen än tio på stranden — Olika restaureringsmetoders inverkan på öringsyngel i forsarna i Ijo älvs biflöden) (Better one stone in the rapid than ten on the bank — Influence of various restoring methods on the parr densities of brown trout in the rapids of the tributaries flowing into the Iijoki River). 29 s. + liite. 29 s. Helsinki 1994.

88. MAKKONEN, J., TOIVONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M. JA MÄKINEN, K.:

Järvilohen (*Salmo salar* m. sebago Girard) säilyttäminen ja kalastus Vuoksen vesistössä Carlin-merkintöjen perusteella.

(Bevarande och fiske av insjölox (*Salmo salar* m. *sebago* Girard) i Vuoksens insjösystem, undersökning med hjälp av Carlin-märkning) (Maintenance and fishing of landlocked salmon (*Salmo salar* m. *sebago* Girard) on the basis of Carlin-tagging in the Vuoksi watercourse) 65 s. + liit. Helsinki 1995.

89. NYLANDER, E. JA ROMA-KANIEMI, A.:

Tornionjoen meritaimen ja sen kalastus

(Havsöringen i Torne älv och havsöringsfisket) (Sea trout and fishing in the Tornionjoki River) 63 s. + liit. Helsinki 1995.

90. URHO, L., KAUKORANTA, M., KOLJONEN, M.-L., LEHTONEN, H., LEINONEN, K., PASANEN, P., RAHKONEN, R. JA TOLONEN, J.:

Uusien kalalajien ja -kantojen tuonnin mahdollisuudet

import av nya fiskarter och -bestånd) (Possibilities for importing new fish species and stocks) 74 s. He(Möjligheter tillsinki 1995.

91. VEHANEN, T.:

Rakennettujen jokien kalataloudelliset edellytykset.

I. Kalakannat ja kalastus. II. Kehittämistiedustelut (Fiskeriekonomiska förutsättningar i utbyggda älvar. I. Fiskbestånd och fiske. II. Utvecklingsgallupar) (Fish stocks and fisheries in large regulated rivers in northern Finland. I. The current state and fish stocks and fisheries. II: Development enquiries) 39 s. + liit. + 28 s. + liit. Helsinki 1995.

92. SALMI, P., HUUSKO, A.:

Muikun talvinuottoaus ja muikkukannat Kuusamossa

(Vintertofångst av siklöja (*Coregonus albula* L.) och siklöjebestånden i Kuusamo) (Winter seine fishing of the vendace (*Coregonus albula* L.) in the Kuusamo area, northern Finland with implications on stock dynamics) 42 s. + liite. Helsinki 1995.

93. URHO, L.:

Kalatait kalojen terveystoriskinä.

(Fisklus som hälsorisk för fisken). Fish lice as a health risk for fish). 19 s. Helsinki 1995.

94. RAHKONEN, R. KILPELÄ S.-S., PASTERNAK, M.:

Lohikalajien paisetauti ja sen torjunta. Kirjallisuuskatsaus

(Furunkulos hos laxfisker och bekämpning av den. Litteratöröversikt). (Furunculosis of salmonids and its prevention. A review of the literature). 47 s. Helsinki 1995.

95. KEMPPAINEN, S., NIEMITALO, V., LEHTINEN, E., PASANEN, P.:

Lohen ja meritaimenen istutustutkimukset Kiiminkijoen

(Utplanteringsforskning gällande lax och havsöring i Kiiminge älv). (Stocking research on salmon and sea trout in the River Kiiminkijoki). 36 s. + 10 liit. Helsinki 1995.

96. Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät.

Toim. Petri Heinimaa ja Keijo Juntunen. (Statens XIX fiskodlingskonferens) (State fish culture conference, No. XIX). 40 s. Helsinki 1995.

97. KREIVI, P., MUOTKA, T., TIKKANEN P., HUUSKO, A., MÄKI-PETÄYS, A., KUUSELA, K.:

Taimenen poikasten ravinnonkäyttö Kuusamon Kuusinkijoen

(Öringsyngelns födoutnyttjande i Kuusinkijoki i Kuusamo) (Diet composition and prey preferences of juvenile brown trout in the river Kuusinkijoki). 32 s. + 3 liit. Helsinki 1995.

98. TURUNEN, J.-P.:

Ympäristöpoliittisten ristiriitojen sovittelumenettely. Esimerkkitaipauksena lohenkalastuksen järjestyminen.

(Medling i miljöpoltiska konflikter med laxfisket som exempel) (Environmental dispute resolution procedure for conflicts. A case study: the management of salmon fishing) 46 s. Helsinki 1995.

99. MUTENIA, A., JANTUNEN, P., SALMINEN, A.:

Avoperärysäpyynnin soveltuvuus siian kalastukseen Lokan ja Porttipahdan tekojärvellä.

(Ryssjor med öppen botten som fångstredskap i de konstgjorda sjöarna Lokka och Porttipahta) Fishing of whitefish with open-end trap nets in the reservoirs of Lokka and Porttipahta Reservoirs). s. 1-12 + liitt.

SALMINEN, A., MUTENIA, A.:

Ammatti- ja luontaiselinkeinokalastuksen kannattavuus Lokan tekojärvellä vuosina 1989-1991.

(Yrkes- och naturnäringens lönsamhet i Lokka konstgjorda sjö åren 1989-91) (Profitability of commercial and traditional fisheries in the Lokka reservoir from 1989-1991) s. 19-34. Helsinki 1995.

100. Luonnontilan muutokset Konnevedessä - 25 vuotta vesiluonnon tutkimusta.

(Förändringar i sjön Konnevesis naturtillstånd - 25 års studier av insjönaturen) (Changes in the Natural State of Lake Konnevesi: Aquatic Research over Twenty-Five Years). Toim. Pentti Valkeajärvi. 167 s. Helsinki 1995.

**101. Neutraloinnin vaikutukset happamoituneen metsäjärven ekosysteemiin. Iso Valkjärven kalkitus-
kokeen tuloksia vuosilta 1990-1993**

(Effekterna av neutralisering på ekosystemet i en försurad sjö Resultat av kalkningsförsöken i sjön Iso Valkjärvi under åren 1990-1993) Martti Rask ja Marko Järvinen (toim.). 84 s. Helsinki 1995.

102. KIRJAVAINEN, E.:

Haudontalämpötilan vaikutus ravun poikastuottoon ja poikasten laatuun

(Kläckningstemperaturens inverkan på kräftans yngelproduktion och yngelkvalitet) (The Effects of Incubation Temperature on the Fry Production of Crayfish and the Quality of Fry). 27 s. Helsinki 1995.

103. TAMMI, J.:

Rehevöitymisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen –kirjallisuuskatsaus

(Eutrofieringens effekter på fisk, fiskbestånd och fiske – litteraturoversikt) (The Effects of Eutrophication on Fishes, Fish Stocks and Fisheries – A Literature Review). 66 s. Helsinki 1996.

104. SAURA, A., MIKKOLA, J.:

Henkiin herätetty lohijoki — Kymijoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1992—1994

(En laxälv som återuppstätt — Vandringsfiskundersökningar i Kymmene älv å 1992—1994) (Revived salmon river — Studies on migratory fish in the River Kymijoki from 1992—1994). 100 s. Helsinki 1996.

105. RAITANIEMI, J., HEIKINHEIMO, O., MIKKOLA, J.:

Vaellussiika — Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala

(Vandringsfiken — resultatrik utplantering längs den nyländska kusten) (Whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) — Successful Stocking on the Coast of the Province of Uusimaa). 28 s. Helsinki 1996.

106. KORHONEN, P., KOSKINIEMI, J., TOLONEN, K.:

Taimenen ja kotitutetun puronierjän tila Ylä-Kemijoella vuosina 1993 — 1994

(Öringens och den införda bäckrödingens situation i Kemi älvs övre lopp åren 1993 — 1994) (The State of Brown and Stocked Brook Trout Populations in the Upper Part of the Kemijoki River between 1993 and 1994). 42 s. + 8 liitt. Helsinki 1996.

107. LAPPALAINEN, A., PÖNNI, J.:

Suomenlahti kalastajan silmin — Tutkimus Suomenlahden likaantumisen ja vapaa-
ajankalastuksesta

(Finska viken ur fiskarens synpunkt — En undersökning av föroreningen av Finska viken och fritidsfisket) (The Gulf of Finland in the Fisherman's eyes — Pollution and Recreational Fishery in the Gulf on Finland). Helsinki 1996.

108. MAKKONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M., TOIVONEN, J., KOLARI, I.:

Pyyntitavat heikentävät järvitaimenen istutustulosta — Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979 —
1992 tehtyjen Carlin-merkintöjen tulokset

(Utplanteringsresultatet för insjööring försämras av fångstmetoderna — Resultat av Carlin-märkning i Vuoksi insjösystem åren 1979 — 1992) (Fishing methods decrease the impact of stocking brown trout — Results of Carlin tagging experiments in the Vuoksi watercourse from 1979 — 1992). 105 s. + liite. Helsinki 1996.

109. PYLKKÖ, P., POHJANVIRTA, T., PURSIAINEN, M.

Nieriän (*Salvelinus alpinus*) silmäsamentumat

(Grumling av ögat hos röding (*Salvelinus alpinus*)) (Cataract of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*)). 21 s. Helsinki 1996

110. Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi, Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät

(Utplanterade yngels livscykel - från romkorn till fångst, Statens fiskodlings XX diskussionsdagar) (Fish stocking - lifecycle eggs to catch, State Fish Culture Conference, No. XX). Jarmo Makkonen ja Markku Pursiainen (toim.), 103 s. + 4 liitt. Helsinki 1996.

111. RAHKONEN, R., PASTERNAK, M., POHJANVIRTA, T., PYLKKÖ, P., LINDÉN, J.:

Kokeita Apoject 1-Fural paisetautirokotteella 1993-1995

(Försök med Apoject 1-Fural furunkulosvaccin 1993-1995) (Experiments with Apoject 1-Fural Furunculosis Vaccine, 1993 - 1995). 24 s. Helsinki 1996.

112. SOMPPI, K., RAITANIEMI, J., RASK, M.:

Kalkituksen vaikutukset särki- ja ahvenkantoihin Etelä-Suomen happamoituneissa pikkujärvissä
(Kalkningens effekter på mört- och abborrbestånd in södra Finlands försurade sjöar) (The Effects of Liming on Roach and Perch Populations of Small Acidified Lakes in Southern Finland). 41 s. + 9 liitettä. Helsinki 1996.

113. Inarijärven pohjasiika — Istutusten merkitys. (Storsiken i Enare träsk - utplanteringsgarnas betydelse) (Sparsely-raked Whitefish from Lake Inari: Results from Stocking). Erno Salonen (toim.), 90 s. Helsinki 1996

114. SALMINEN, M.:

Istutusiän ja -koon merkitys merilohen vaelluspoikasten istutuksissa
(Utplanteringsålderns och -storlekens betydelse vid utplantering av smolt av havlax) (The Influence of Stocking Age and Size on the Results of Salmon Smolt Stocking). 59 s. Helsinki 1996.

115. PARMANNE, R., SETÄLÄ, J.:

Silakan rehukalastuksen taloudellinen merkitys ja vaikutus silakkakantoihin
27+18 s. Helsinki 1996.

116. SALMI, J., HONKANEN, A. JUHA JURVELIUS, PENTTI MOILANEN, PEKKA SALMI JA KARI MIKKO VESALA Haastatteluja Hangosta Utsjoelle. Ammattikalastuksen profiilitutkimuksen metodiikkaa

(Intervjuer från Hangö till Utsjoki, metodik för profilundersökningar av yrkesfisket Interviewing Commercial Fishermen in Finland: The Methodology of the Study. 26 s. Helsinki 1996.

117. Mädin desinfiointi - laadun hallintaa käytännössä

(Romdesinfektion i avsikt att kontrollera romproduktionens kvalitet) (The Disinfection of Fish Eggs: Quality Control in Practice). Päivi Eskelinen (toim.), 69 s. Helsinki 1996

118. VEITOLA, K., MÄKINEN, T.

Kalankasvatuksen ympäristöpolitiikka- Tavoitteiden ja tosiasiatietojen yhdistelmä
(Fiskodlingens miljöpolitik - en kombination av målsättningar och fakta) (The Environmental Politics of Fish Farming: A Combination of Goals and Facts). 52 s. Helsinki 1996

119. HYVÄRINEN, P., VIRTANEN, K., VEHANEN, T., KOSKINIEMI, J., KANNEL, R. JA PURSIAINEN, M.

Viihtyykö vieras kala Oulujärvessä? Taimenkantojen ja järvilohen soveltuvuus Oulujärven hoitokalaksi.

(Trivs främmande fiskar i Ule träsk? Jämförelse av olika utplanterade bestånd av öring och insjölox) (Does the strange fish stocks succeed in lake Oulujärvi? Results of stocking four brown trout stocks and land locked salmon in Lake Oulujärvi). 39 s. Helsinki 1996.