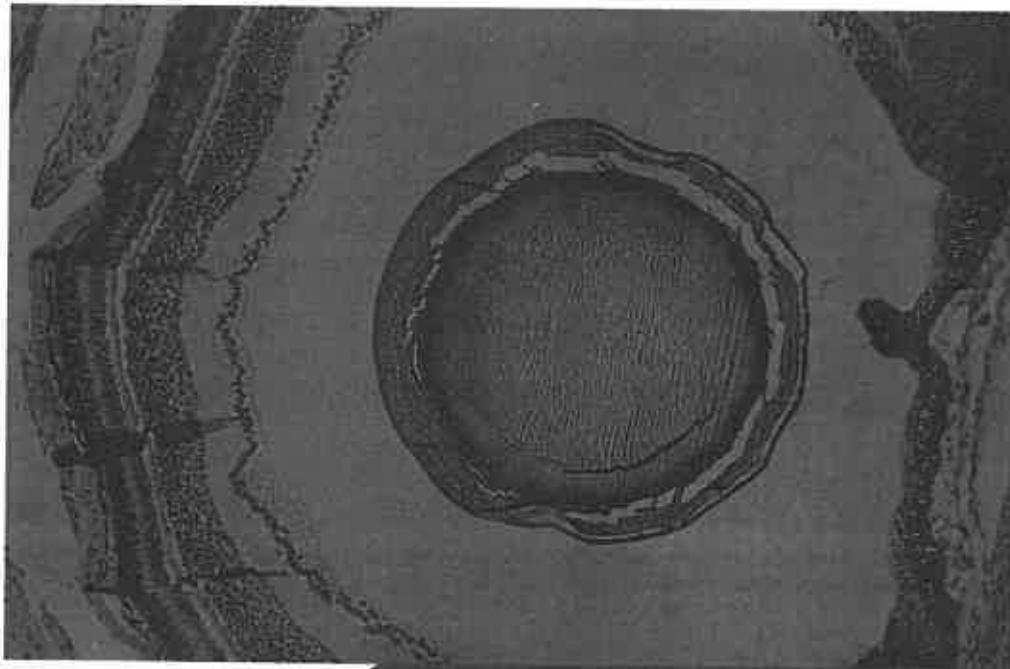


*Päivi Pylkkö  
Tarja Pohjanvirta  
Markku Pursiainen*

Nieriän (*Salvelinus alpinus*) silmäsegmentumit



24.9.1996

Hyvä Julkaisun Vastaanottaja

Tämä Kalatutkimuksia No. 109 -vihko korvaa aikaisemman ladontavirheisen kappaleen.

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 109

1996

Nieriän (*Salvelinus alpinus*) silmäsamentumat

Päivi Pyökkö, Tarja Pohjanvirta ja Markku Pursiainen

Helsinki 1996

Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Kansi: Nieriän silmän histologinen rakenne. (Kuva: Päivi Pyökkö).

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

ISBN 951-776-067-1

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1996

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Julkaisu-aika

elokuu 1996

Tekijä(t)

Päivi Pylkkö, Tarja Pohjanvirta ja Markku Pursiainen

Julkaisun nimi

**Nieriän (*Salvelinus alpinus*) silmäsamentumat**

Julkasun laji

Toimeksiantaja

Toimeksiantopäivämäärä

Tutkimusraportti

Projektin nimi ja numero

Tiivistelmä

Saimaassa ja Kuolimossa esiintyvää nieriää on viljelty Saimaan vesiviljelyssä vuodesta 1983 mädintuotantoa ja istukaspoikastuotantoa varten. Istutusmerkkintöjen yhteydessä havaittu nieriän mykiön samentumien esiintyminen on viime vuosina runsastunut. Samentuman syy, rakenne ja esiintymistiheys eri laitoksilla on ollut epäselvä. Harmaakaihin runsastuminen voi olla seurausta perintötekijöistä ja liittyä Saimaassa esiintyvän nieriän perinnöllisen monimuotoisuuden kapenemiseen kannan huolestuttavan harvenemisen seurauksena.

Tässä työssä tutkittiin kaihin suhteellista osuutta 1992 ja 1993 kuoriutuneissa nieriöissä sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen omilla kalanviljely- että sopimusviljelylaitoksilla. Saimaassa esiintyvän nieriän (*S. alpinus*) kaihin esiintymistä verrattiin Inarissa esiintyvän nieriän ja Hornavan nieriän (*S. alpinus*), sekä puro- (*S. fontinalis*) ja harmaanieriän (*S. namaycush*) silmäsamentumien esiintymiseen. Loiskaihin aiheuttajan *Diplostomum* sp. -imumadon esiintymistiheys tutkittiin samanaikaisesti. Nieriän silmistä tehtiin histologiset leikkeet mykiön kudosuutosten laajuuden ja tyyppin selvittämiseksi. Keväällä 1994 aloitettiin heti poikasten kuoriutumisen jälkeen seuranta, jonka avulla selvitettiin missä vaiheessa ensimmäiset muutokset poikasen mykiössä ilmenevät ja minkälainen kudosuutos on. Kaihin merkitystä istukaspoikasille selvitettiin merkitsemällä rinnakkain sekä kaihin vaivamia että tervesilmäisiä nieriöitä Puruveteen.

Kaikilta tutkituilta laitoksilta tavattiin eriasteisia silmäsamentumia nieriöiden silmistä. Histologisten tarkastelujen perusteella silmävaurio diagnosoitiin harmaakaihiksi. Laitosten sisällä havaittiin selviä eroja kaihin esiintymistiheydessä eri nieriäkantojen välillä. Myös eri laitosten välinen ero kaihin esiintymistiheydessä oli merkittävä. *Diplostomum* sp. -imumadon esiintyminen alhaisena yksilömääränä alensi harmaakaihin esiintymistä. Kalojen kunto ei vaikuttanut merkittävästi harmaakaihin esiintymiseen. Varhaisimmat histologiset muutokset näkyivät jo noin 2,5 kuukauden kuluttua kuoriutumisesta. Ensimmäisenä pyyntivuotena Puruveden nieriäsaaliista tervesilmäisiä oli merkittävästi enemmän kuin kaihin vaivamia poikasia. Seuranta silmäsamentumien vaikutuksesta istutukseen jatkuvat.

Asiasanat

nieriä, histologinen rakenne, harmaakaihi, loiskaihi, *Diplostomum* sp., istutukset

Sarjan nimi ja numero

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 109

ISBN

951-776-067-1

ISSN

0787-8478

Sivumäärä

21 s.

Kieli

Suomi

Hinta

50 mk

Luottamuksellisuus

Julkinen

Myynti

Edita-kirjakauppa

Annankatu 44

00100 Helsinki

Puh. (90) 566 0566 Fax (90) 566 0570

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

PL 202

00151 Helsinki

Puh. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

## PRESENTATIONSBLAD

*Utgivare*

Vilt- och fiskeriforskningsinstitut

*Utgivningsdatum*

Augusti 1996

*Författare*

Päivi Pyykkö, Tarja Pohjanvirta ja Markku Pursiainen

*Publikationens namn*

**Grumling av ögat hos röding (*Salvelinus alpinus*)**

*Typ av publikation*

Rapport

*Uppdragsgivare*

*Datum för uppdragsgivandet*

*Projektnamn och -nummer*

*Referat*

Den röding som förekommer i Saimen och Kuolimo har odlats vid Saimaan vesiviljely sedan 1983 för produktion av rom och utplanteringsyngel. Vid märkningar i samband med utplanteringen har man under senare år allt oftare observerat grumling av linsen hos dessa öringar. Orsakerna till grumlingen, dess struktur och vanlighet i olika fiskodlingar har inte varit kända. En ökning av förekomsten av grå starr kan bero på genetiska orsaker och hänföra sig till minskningen av Saimenrödningens genetiska diversitet på grund av den oroande nedgången i beståndet.

I detta arbete undersöktes den relativa andelen starrsjuka bland rödingar som kläckts åren 1992 och 1993, i dels Vilt- och fiskeriforskningsanstaltens egna odlingar, och dels i odlingar som levererar yngel enligt avtal. Starrförekomsten hos Saimenrödningen (*S. alpinus*) jämfördes med förekomsten av grumlade ögon hos röding i Enare träsk och sjön Homava (*S. alpinus*), samt hos bäckrödning (*S. fontinalis*) och grårödning (*S. namaycush*). Förekomsten av parasiten *Diplostomum* sp. som förorsakar starr undersöktes samtidigt. Rödningögon undersöktes histologiskt för att utreda omfattningen och typen av vävnadsförändringar i linsen. Genast efter att ynglen kläckts våren 1994 inleddes övervakning för att se när de första linsförändringarna uppträdde och hurdana vävnadsförändringar som uppstod. Starrrens betydelse för ynglen utreddes genom att man märkte både friska och sjuka yngel som sedan utplanterades i Puruvesi.

Olika stadier av grumlade ögon upptäcktes i samtliga undersökta odlingar. Ögonskadorna diagnostiserades som grå starr på basen av de histologiska undersökningarna. Inom odlingarna noterades klara skillnader mellan olika bestånd. Också mellan de olika odlingarna upptäcktes signifikanta skillnader. En liten förekomst av *Diplostomum* sp. korrelerade med låg starrfrekvens. Fiskens kondition påverkade inte starrförekomsten signifikant. De första histologiska förändringarna upptäcktes redan ca 2,5 månader efter kläckningen. Under det första fångståret fångades signifikant flera friska än starrsjuka rödingar i Puruvesi. Övervakningen av starrrens inverkan på utplanterarna fortsätter.

*Nyckelord*

Röding, histologisk struktur, gråstarr, parasitstarr, *Diplostomum* sp., utplanteringar

*Seriens namn och nummer*

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar

*ISBN*

951-776-067-1

*ISSN*

0787-8478

*Sidoantal*

21 s.

*Språk*

finska

*Pris*

50 mk

*Sekretessgrad*

Offentlig

*Försäljning*

Edita-bokhandel

Annegatan 44

00100 Helsingfors

Tel. (90) 566 0566 Fax (90) 566 0570

*Förlag*

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

PB 202

00151 Helsinki

Tel. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

DOCUMENTATION PAGE

Published by  
Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication  
August 1996

Author(s)  
Päivi Pylkkö, Tarja Pohjanvirta ja Markku Pursiainen

Title of Publication  
**Cataract of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*)**

Type of Publication  
Commissioned by  
Date of Research Contract

Title and Number of Project

Abstract

Arctic char (*Salvelinus alpinus*) has been under rearing conditions since 1983 for brood fish production and also for restocking purposes. In Finland Arctic char mainly inhabit Lakes Saimaa, the Kuolimo area, and Inari. In recent years, the frequency of opaque lenses has increased dramatically. Not known were the relative frequency of opaque lenses in Arctic char stocks, histological structure nor the cause. One of the putative causes might be the relatively narrow genetic background of farmed char in Finland, especially from lake Saimaa.

The relative incidence of opaque lenses in char hatched in 1992 and 1993 in governmental fish stations and in a few privately owned farms was studied. Fish species used in this survey were Lake Saimaa Arctic char (*Salvelinus alpinus*), and as a reference species Arctic char from lakes Hornava and Inari (*S. alpinus*), brook trout (*S. fontinalis*) and lake trout (*S. namaycush*). The distribution of *Diplostomum* sp. was studied simultaneously. The histological structure of lenses was also examined as well as the condition factor of fish. In the spring of 1994, soon after hatching, lenses from fingerlings were studied histologically to observe the critical time at which damage started to occur. The consequence of opaque lenses for stocked char was studied with Carlin tagging. Char with opaque lenses and healthy eyes were tagged simultaneously and after tagging the fish were released to Lake Saimaa in the Puruvesi area.

Char with lenses having different degrees of opaqueness were found at all the fish farms studied. According to histological studies, the lense changes were diagnosed as cataracts. Char originating in different lakes and hatched and reared at the same farm had differences in the relative frequency and severity of cataracts. The relative incidence of cataracts also varied significantly between the farms. *Diplostomum* sp. and cataracts had a significant negative correlation, but in this study the parasite was small in number, with less than ten found per lens. The condition factor of fish was not significantly correlated to cataracts. The first histological changes were seen in fingerlings about two months after hatching. Soon after stocking, during the first summer, the number of healthy eyed fish recaptured was significantly greater than that of fish with opaque lenses. The study will be continued.

Key words

Arctic charr, *Salvelinus* sp., histology, cataract, *Diplostomum* sp., stocking

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 109

ISBN

951-776-067-1

ISSN

0787-8478

Pages

21 p.

Language

Finnish

Price

50 FIM

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.....	2
2.1. Silmäsegmenttien esiintymistiheys .....	2
2.2. Histologiset näytteet.....	3
2.3. Kaihin kehittymisen seuranta kuoriutumisen jälkeen .....	3
2.4. Kaihin vaikutus istutustulokseen.....	4
3. Tulokset.....	5
3.1. Silmävaurioiden esiintymisrunsaus eri kalanviljelylaitoksilla.....	5
3.2. <i>Diplostomum</i> sp. -inumadon esiintyminen nieriän silmissä.....	7
3.3. Nieriän silmien rakennetarkastelu .....	8
3.3.1. Makroskooppinen tarkastelu .....	8
3.3.2. Histologinen tarkastelu.....	10
3.4. Silmän kehityksen histologinen seuranta poikasvaiheessa .....	12
3.5. Harmaakaihiseuranta istutusvuonna.....	13
4. Tulosten tarkastelu .....	14
4.1. Laitoksen ja viljelyolosuhteiden merkitys nieriän harmaakaihissa.....	14
4.2. Loiskaihin ja harmaakaihin yhteys.....	15
4.3. Histologiset muutokset ja iän merkitys kaihissa .....	16
4.4. Kaihin merkitys istukaspoikasille .....	16
5. Yhteenveto ja suositus jatkotoimenpiteiksi .....	18
6. Kiitokset .....	19
7. Kirjallisuus .....	20



# 1. Johdanto

Lohensukuisten kalojen viljelyn lisääntymisen myötä on kaihin esiintyminen runsastunut, mikä on Suomessa selvimmin havaittu Kuolimossa ja Saimaassa esiintyvän nieriän (*Salvelinus alpinus* L.) viljelyssä. Viljelyssä Atlantin lohiparvissa Skotlannissa kaihin esiintymistiheys lisääntyi 40 % vuodesta 1984 vuoteen 1989. Vuonna 1989 molemminpuolista kaihia esiintyi 60 %:lla lohista. Luonnosta pyydetyillä atlantinlohilla kaihia ei ole havaittu (Fraser et al. 1989). Kaihin esiintymisestä luonnollaisella saimaannieriällä ei toistaiseksi ole tietoa.

Saimaannieriää on viljelty Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) Saimaan vesiviljelyssä vuodesta 1983. Laitoksen vanhimmat emokalot ovat vuodelta 1985. Uhanalaisia nieriöitä viljellään toistaiseksi pääasiassa istukaspoikastuotantoa varten, minkä avulla pyritään säilyttämään nieriäkanta Saimaalla ja siihen yhteydessä olevalla Kuolimolla. Istutusmerkintöjen yhteydessä havaittiin muutamia vuosia sitten poikasten silmissä vaaleita samentumia. Samentumat ovat yleistyneet jatkuvasti. Aluksi poikkeavuuden epäiltiin aiheutuvan *Diplostomum* sp. -imumadon runsaasta esiintymisestä kalan silmässä, mutta lähempien tarkastelujen perusteella tämä luulo osoittautui vääräksi.

Kirjallisuudessa ei ole esitetty yksiselitteistä syytä samentuman aiheuttajasta paitsi *Diplostomum* sp. -imumadon aiheuttaman loiskaihin osalta. Silmävaurion syntyyn vaikuttavat tekijät voidaan jakaa seuraaviin pääryhmiin: tasapainoton tai puutteellinen ravinto, ultraviolettisäteily, altistuminen myrkyllisille aineille, silmään kohdistuvat mekaaniset vammat ja bakteeri- tai loistartunnan jälkitila (Dukes 1975, Barash et al. 1982, Roberts 1989, Hargis 1991, Kincaid & Elrod 1991, Krise & Smith 1993, Bruno & Raynard 1994).

Viljeltyjen nieriöäemokalojen mädintuotannossa on jatkuvasti ollut ongelmia. Martojen naaraiden määrä sukukypsissä parvissa on suuri ja naaraskohtainen mädin laatu vaihtelee. Lisäksi ovuloitumisen pitkittyminen venyttää lypsyjakson pitkäksi. Syyt muihin lajeihin nähden poikkeuksellisen alhaiseen mädintuotantoon ovat toistaiseksi selvittämättä. Valo vaikuttaa kalan hormonaaliseen säätelyyn, joten voidaan olettaa emoparvien sokeutumisen olevan syy-yhteys ainakin pitkittyneeseen ovuloitumiseen, mutta ehkä välillisesti myös mädin alhaiseen hedelmöittymiseen ja martojen kalojen suureen osuuteen parvessa.

Tässä työssä tutkittiin kaihin osuutta 1992 ja 1993 kuoriutuneissa nieriöissä. Vertailulajeina olivat inarin-, hornavannieriä (*S. alpinus*), sekä puro- (*S. fontinalis*) ja harmaanieriä (*S. namaycush*). Tutkimusta tehtiin sekä RKTL:n omilla kalanviljely- että sopimusviljelylaitoksilla. Nieriän silmistä tehtiin histologiset leikkeet mykiön kudosten laajuuden ja tyyppien selvittämiseksi. Keväällä 1994 aloitettiin välittömästi poikasten kuoriutumisen jälkeen seuranta, jonka avulla selvitettiin missä vaiheessa ensimmäiset muutokset poikasen mykiössä ilmenevät ja minkälainen kudostenmuutos on. Kaihin merkitystä istukaspoikasille selvitettiin istuttamalla Carlin-merkittyjä kaksivuotiaita kaihin vaivaamia ja tervesilmäisiä nieriöitä Puruveteen.

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1. Silmäamentumien esiintymistiheys

Silmäamentumien suhteellinen osuus selvitettiin kolmelta RKTL:n kalanviljelylaitokselta ja kolmelta sopimuskasvatuslaitokselta. Samentumien esiintymistiheys tarkastettiin 1992 ja 1993 kuoriutuneista nieriöistä, jotka siirrettiin silmäpisteasteella Saimaan vesiviljelystä sopimuskasvatuslaitoksille. Silmävaurioiden esiintymistiheyden kartoitus tehtiin helmi - huhtikuussa 1994 ja kahdella laitoksella maaliskuussa 1995. Samanaikaisesti mykiön silmämääräisen tarkastuksen yhteydessä otettiin myös histologiset näytteet. Kalat punnittiin ja mitattiin. Vaurion esiintymistiheys laskettiin ja aineisto käsiteltiin tilastollisesti.

Pituus- ja painotietojen avulla määritettiin kalojen kunto. Tilastollisesti määritettiin pituuden ja painon välistä suhdetta parhaiten kuvaava eksponentiaaliyhtälö, jonka residuaaleja käytettiin kalan kunnan mittareina (Ranta 1995, suul. tieto).

Aineiston tilastollisessa käsittelyssä avustivat FT Esa Ranta ja FT Hannu Rita Helsingin yliopiston Ekologian ja Systematiikan laitokselta. Analyysi suoritettiin STATISTIX 4.1. -ohjelman logistisella regressionanalyysillä.

Merkintäeriin tarkoitetut nieriät tutkittiin ennen merkintää. Kaihin esiintymistiheys otoksesta kartoitettiin silmämääräisesti pistemäisen valolähteen alla (lamppu 12V/100W) ja suurennuslasin (4x/12d) avulla. Pienimmätkin vaaleat samentuma-alueet tulkittiin kaihiksi ja *Diplostomum* sp. -loisen esiintyminen silmässä kirjattiin erikseen. Silmämääräistä tarkastelua varten laadittiin neljänumeroinen luokitusjärjestelmä kaihiasteen selvittämiseksi (Taulukko 1.). Eriasteiset mykiövauriot valokuvattiin.

**Taulukko 1. Nierlän (*Salvelinus alpinus* L.) silmäsementumien luokittelu silmämääräisesti suurennuslasin avulla ja pistemäisen valolähteen alla mustaa taustaa vasten.**

	<b>havainto</b>	<b>koodi</b>
<b>Terve silmä</b>	ei silminhavaittavia muutoksia	ei merkintää
<b>Samentuman tyyppi/mykiö</b>		
kuorikerros	pistemäinen, tarkkarajainen	11
kuorikerros	tähtimäinen tai rajoiltaan epäselvä	12
kuorikerros	maitomainen samentuma	13
ydinkerros	rengasmaisen samentuma	22
ydinkerros	valkoinen	23
pohjaosa	levymäinen samentuma	24
mykiö puuttuu	värikalvo täyttää mykiön aukkoa	30
<b>Samentuman tyyppi/sarveiskalvo</b>		
sarveiskalvo	harmahtava, homemainen samentuma tai "reikä" sarveiskalvossa	40
<b>Samentuman laajuus mykiön tilavuudesta</b>		
	1-25 %	1
	26-50 %	2
	51-100 %	3
<b>Diplomstomum sp.</b>		
	0 kpl/mykiö	0
	1-3 kpl/mykiö	1
	4-9 kpl/mykiö	2
	yli 10 kpl/mykiö	3

Esim.1. Koodi: 11 1 0= Mykiössä pistemäinen, tarkkarajainen samentuma, joka täyttää mykiön tilavuudesta 1-25%. *Diplostomum* sp. -loista ei ole havaittu.

## 2.2. Histologiset näytteet

Mykiön histologiset näytteet otettiin vaurioituneista ja terveistä silmistä. Näytteet säilöttiin 10 %:seen puskuroituun formaliiniliuokseen (250 ml kaupall. formaliini (n.37 %); 2250 ml tislattu vesi; 10 g NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O (Merck 6346); 16,25 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (Merck 6586), pH 7) histologista käsittelyä varten. Näytteet jatkokäsiteltiin Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksen (EELA) Kuopion aluelaboratoriossa. Mykiöt valettiin parafiiniin ja leikattiin anteriorisesti 4µm paksuisiksi leikkeiksi. Leikkeet värjättiin hematoksyliini ja eosini -värjäyksellä (H&E). Mykiön histologiset muutokset valokuvattiin.

## 2.3. Kaihin kehittymisen seuranta kuoriutumisen jälkeen

Tutkitut kalat olivat nierlän Kuolimimon kantaa, vuoden 1994 Saimaan vesiviljelyn laitospoikasia ja syksyn 1993 luonnonmädhankinnasta Kuolimosta peräisin olevia poi-

kasia. Laitospoikasten mäti haudottiin muuttamatta haudontaveden lämpötilaa ja luonnonpoikaset siirrettiin lämpöhaudontaan 14.1.1994. Luonnonmädin kuoriutuminen alkoi viikolla 11 ja laitosmädin viikolla 14-15 1994. Ensimmäiset histologiset näytteet otettiin molemmista ryhmistä kahden viikon kuluttua kuoriutumisen aloituksesta. Lokakuuhun 1994 asti näytteet otettiin kuukausittain molemmista kalaryhmistä.

## 2.4. Kaihin vaikutus istutustulokseen

Yhdellä sopimusviljelylaitoksella merkittiin 25.-29.4.1994 Carlin-merkillä 499 kaihin vaivaamaa ja 998 terveysilmäistä 2-vuotiasta nieriää. Kaihiluokituksen perusteella n. 50 % mykiön samentumista kuului joko luokkaan 1210 tai 1220 (ks. taulukko 1). Muita kaihiasteita löytyi vähemmän. Kaihikalojen keskipaino oli 89,1 g ja keskipituus 23,1 cm, ja terveysilmäisten vastaavasti 92,2 g ja 23,4 cm. Kalat istutettiin Puruveen Saimaaseen 17.5.1994. Koekalastukset jaksotettiin yhden viikon mittaiseen kalastusjaksoon ja kahden viikon taukoon. Koekalastukset kestivät toukokuusta lokakuun 1994 loppuun. Merkintäistutukset ja koekalastukset liittyvät RCTL:n ohjelmaan "Nieriän istutusmenetelmien kehittäminen Vuoksen vesistössä" (I. Kolari). Terve- ja sairassilmäisten Carlin-merkittyjen nieriöiden saalisosuudet suhteutettiin niiden osuuksiin istutettaessa.

## 3. Tulokset

### 3.1. Silmävaurioiden esiintymisrunsaus eri kalanviljelylaitoksilla

Silmämääräiseen tarkastukseen perustuvat kaihin esiintyminen kuudella RKTL:n kalanviljely- ja sopimusviljelylaitoksella, ja eri nieriäkantojen välillä on esitetty taulukossa 2. Laitoksilla A ja D kaihin esiintyminen kaksivuotiailla nieriöillä (Kuolimo) oli lähes 100 %. Vastaava luku oli laitoksella B vain 12 % ja laitoksella E noin 50 %.

Laitoksella A myös yksivuotiaista nieriöistä (Kuolimo) lähes kaikki olivat kaihin vaurioita. Laitoksilla D ja F kaihi näkyi tässä ikäryhmässä yli puolella kaloista. Laitoksella E puolestaan kaihia esiintyi vain noin 15 %:lla yksivuotiailla nieriöillä. Yksivuotiaista nieriäkannoista hornavan- ja puronieria olivat muita terveysilmäisempiä (Taulukko 2).

Taulukossa 3 on esitetty kaihin esiintymistiheys kolmessa eri laitoksessa nieriän vuosiluokkien 1992 ja -93 välillä. Taulukossa on myös esitetty kaihiluokituksen mukainen kaihiaste, mikäli luokittelu on laitokselta tehty. Laitoksilla, joilla kalojen koon mukainen lajittelu oli tehty ennen kaihiseurantaa, on ala- ja ylälajitteet tutkittu erikseen.

**Taulukko 2. Silmäamentumien esiintymistiheys (%) tutkittu keväällä 1994, jolloin -92 ikäluokka on kaksivuotias ja -93 ikäluokka yksivuotias, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljely- ja sopimusviljelylaitoksilla eri nieriäkannoissa ja ikäluokissa. Silmäamentumien esiintyminen on ilmoitettu vasemmassa ja oikeassa silmässä. NN-KUO= Kuolimon nieriä (*Salvelinus alpinus*); NN-HOR=Hornavan nieriä (*Salvelinus alpinus*); NN-INA=Inarin nieriä (*Salvelinus alpinus*); HN=harmaanieria (*Salvelinus namaycush*); PN=puronieria (*Salvelinus fontinalis*). Numero koodin jäljessä ilmaisee kuoriutumivuoden.**

Laitos	2v		1 v		1 v		1 v		1 v		1 v	
	NN-KUO-		NN-KUO-		NN-HOR-		NN-INA-93		HN-93		PN-93	
	92	92	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
	vas	oik	vas	oik	vas	oik	vas	oik	vas	oik	vas	oik
A	100	100	89	85								
B	12	12										
C			32	32	3	3	31	31	24	24	2	2
D	95	100	58	51	20	9						
E	45	58	15	17								
F			59	55								

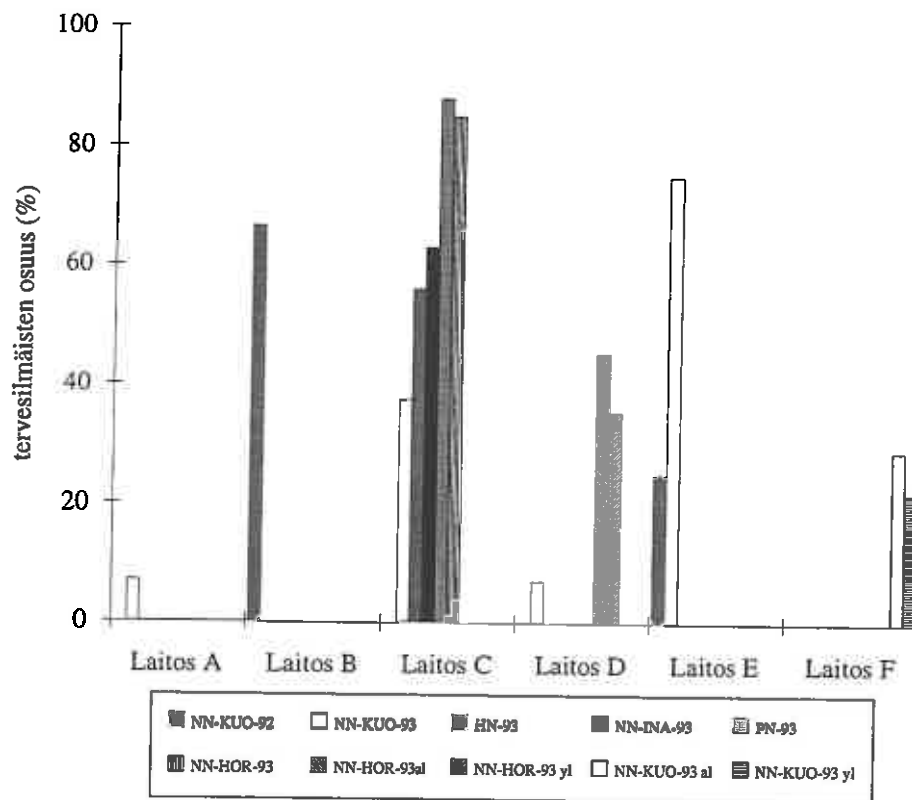
**Taulukko 3. Kaksi- (NN-KUO-92) ja yksivuotiaiden (NN-KUO-93) Kuolimon nieriöiden (*Salvelinus alpinus*) silmämääräisesti tutkittujen yksilöiden määrä (n kpl) neljällä eri kalanviljelylaitoksella. Kaihin esiintymistiheys vasemmassa ja oikeassa silmässä (vas % ja oik %), kaihin osalta terveisilmäisten osuus (terv %), ja tyypillisimmin kullakin laitoksella esiintynyt kaihin aste (vrt. taulukko 1.). Laitoksilla A ja F kaihiluokitusta ei tehty.**

Laitos	2 v NN-KUO-92					1 v NN-KUO-93				
	n kpl	vas%	oik%	terv%	aste	n kpl	vas%	oik%	terv%	aste
A	200	100	100	0		200	89	85	7	
D	96	95	100	0	231	230	58	51	7	121
E	295	45	58	25	122	596	15	17	75	111
F ylä- lajite						400	62	56	22	
F ala- lajite						200	56	54	29	

Yhden kasvatusvuoden aikana kaihin esiintymistiheys parvessa näyttää kasvavan 15-50 %. Kevättalvella 1995 toistettiin laitoksilla B ja E kaihin esiintymistiheyskartoitusta vuotta aikaisemmin tutkituista nieriöistä. Laitoksella B tutkittujen nieriöiden kaihin esiintymistiheys oli lisääntynyt vuodesta 1994 vuoteen 1995 noin 30 prosenttiyksikköä ja vastaava tulos laitoksella E oli noin 47 prosenttiyksikköä.

Yksittäisen laitoksen vaikutus kaihin esiintymistiheyteen testattiin tilastollisesti nieriällä vuosiluokkien NN-KUO-92 ja NN-KUO-93 välillä. Testiä varten vertailukelpoiset aineistot saatiin laitoksilta A ja D. Laitoksen vaikutus kaihin esiintymistiheyteen oli erittäin merkitsevä ( $P < 0,001$ ). Kalojen kunnolla puolestaan ei ollut vaikutusta ( $P > 0,1$ ) laitoksilla A ja D esiintyvään kaihiin.

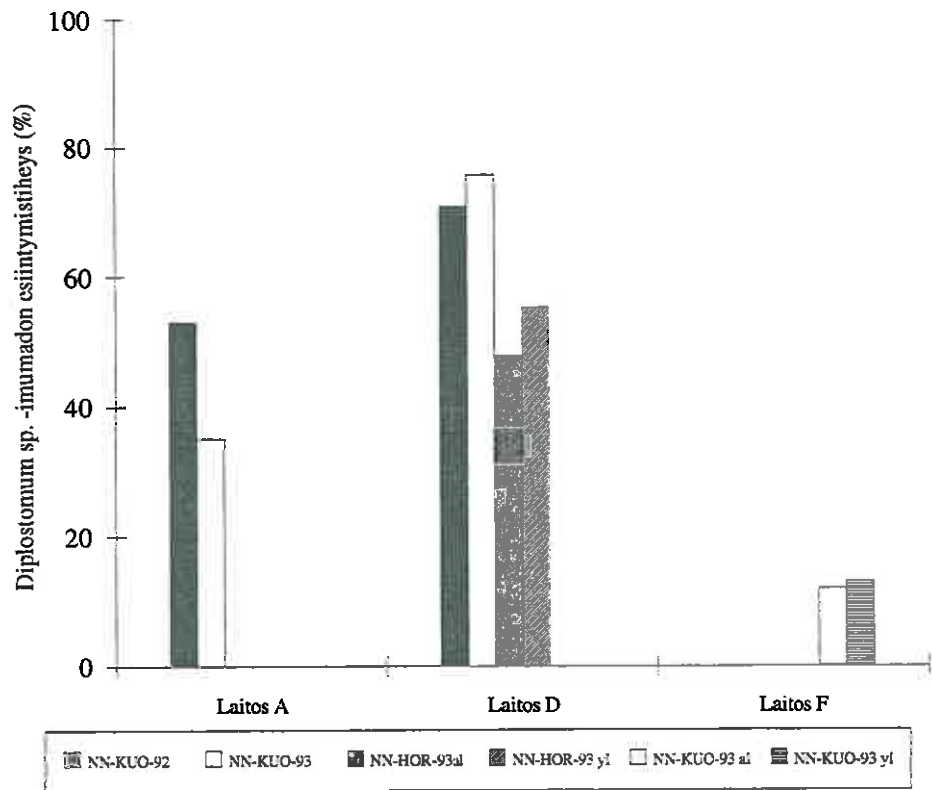
Terveisilmäisten kalojen osuus, ts. silmässä ei ole ollut *Diplostomum* sp. -inumatoa eikä kaihia, eri nieriäkannoissa ja -ryhmissä kuudella kalanviljelylaitoksella on esitetty kuvassa 1. Laitoksen D Hornavan nieriäparvissa terveisilmäisten osuus on suurempi kuin samanikäisillä saimaannieriöillä.



Kuva 1. Terveilmäisten nieriöiden suhteellinen osuus kuudella tutkitulla kalanviljelylaitoksella (ts. silmässä ei havaittu *Diplostomum* sp. -imumatoa eikä kaihia). n = 86-596 kpl. NN-KUO= Kuolimon nieriä (*Salvelinus alpinus*); NN-HOR=Hornavan nieriä (*Salvelinus alpinus*); NN-INA=Inarin nieriä (*Salvelinus alpinus*); HN=harmaanieriä (*Salvelinus namaycush*); PN=puronieriä (*Salvelinus fontinalis*). al = alalajite, yl = ylälajite.

### 3.2. *Diplostomum* sp. -imumadon esiintyminen nieriän silmissä

Loiskaihia havaittiin silmämääräisessä tarkastelussa kolmella kuudesta laitoksesta. Loiskaihia aiheuttavan *Diplostomum* sp. -imumadon esiintyminen kolmen eri laitoksen nieriöissä on esitetty kuvassa 2. Laitoksen D nieriöistä joko toinen tai molemmat silmistä oli loisittuja yli 50 %:lla yksilöistä, kuten myös laitoksen A kaksivuotiailla nieriöillä yli puolet oli loisittuja. Laitoksella F imumatoa esiintyi selvästi alle 20 %:lla nieriöitä. Loisia oli mykiötä kohden lähes aina alle 10 kpl/mykiö.



Kuva 2. *Diplostomum* sp. -imudon esiintymistiheys nieriän silmissä (%) kolmella kalanviljelylaitoksella. n = 86-596 kpl. NN-KUO= Kuolimon nieriä (*Salvelinus alpinus*); NN-HOR=Hornavan nieriä (*Salvelinus alpinus*). Kalat tutkittiin keväällä 1994. al = alalajite ja yl = ylälajite. Numero koodin jäljessä ilmaisee kuoriutumivuoden.

Tilastollista testausta varten vertailukelpoinen aineisto saatiin laitoksilta A ja D 1 ja 2 vuotiaista Kuolimon nieriöistä. Tilastollisen analyysin perusteella harmaakaihia oli vähemmän ( $P < 0,001$ ) loiskaihin vaivaamilla kaloilla. Loisen esiintymiseen vaikuttaa puolestaan erittäin merkittävästi laitos ( $P < 0,001$ ). Parempikuntoisen kalan mykiöstä loista tavattiin useammin kuin huonompikuntoisen kalan silmässä ( $P < 0,05$ ). Samoin loiskaihi yleistyi selvästi kalojen vanhetessa, sillä vuosiluokassa 1992 loiskaihia oli enemmän ( $P < 0,01$ ) kuin vuosiluokassa 1993.

### 3.3. Nieriän silmien rakennetarkastelu

#### 3.3.1. Makroskooppinen tarkastelu

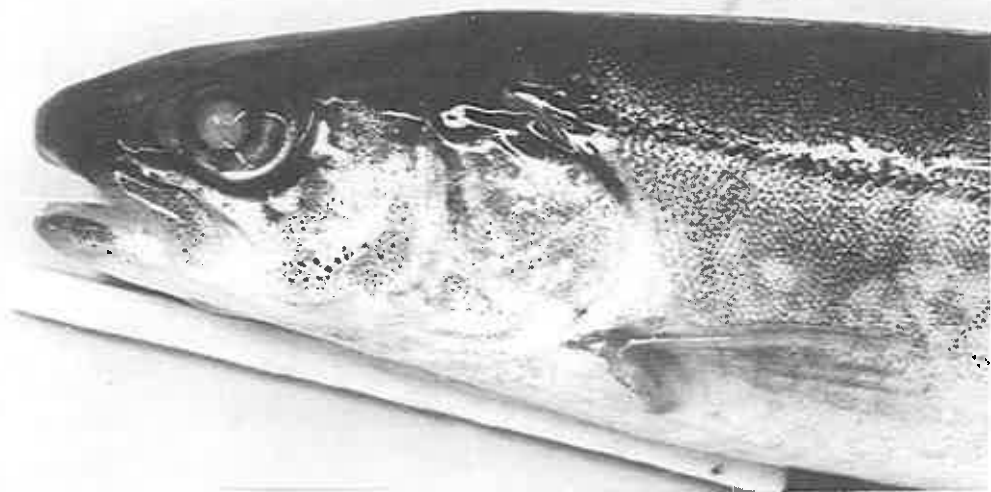
Makroskooppisesti tarkasteltuna nieriän silmävauriot voidaan karkeasti jakaa kolmeen eri asteeseen samentuman laajuuden ja muodon mukaan (taulukko 1). Kaihin kehityksen alkuvaiheessa silmässä näkyy joko tähtimäinen mykiön keskiosa keskittynyt (kuva 3) tai mykiön eri osissa epämääräinen, levymäinen, vaalea alue.





**Kuva 3. Kaksikesäisen Kuolimon nieriän mykiön tähtimäinen samentuma mykiön keskellä.**

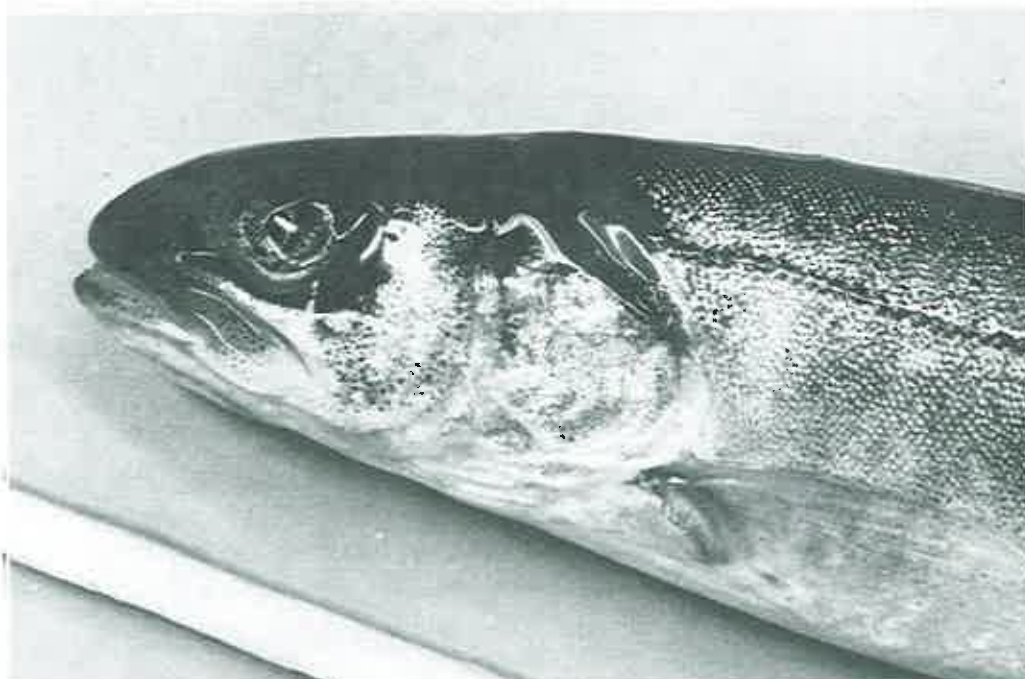
Kaihin edetessä koko mykiö vaalenee lopulta maitomaiseksi ja läpinäkymättömäksi (kuva 4). Iris peittää mykiön aukon vähitellen kokonaan (kuva 5). Silmää avattaessa mykiötä ei enää joko löydy tai se on surkastunut hyvin pieneksi eikä se kestä käsitteilyä. Vaurioitunut silmä saattaa puhjeta jo nostettaessa kala altaasta.



**Kuva 4. Koko mykiön alueella vaalea läpinäkymätön samentuma kaksivuotiaan Kuolimon nieriän silmässä.**

Laitosten välillä oli eroja 2 vuotiaiden nieriöiden kaihiasteessa (taulukko 3). Jokaisella laitoksella oli selvästi yksi hallitseva kaihiaste, ja alku- ja loppuvaiheen kaihiyyppejä esiintyi vähemmän. Kaihia esiintyi enemmän ja lisäksi kaihiaste muuttui vaikeammaksi iän myötä.

Samoin imumadon suhteellinen esiintymistajuus vaihteli. Laitoksella E loista ei havaittu tarkastellussa kalaryhmässä ollenkaan ja vastaavasti laitoksella D loisittuja silmiä oli lähes 80 %. Kuitenkin loisten määrä kaikilla laitoksilla oli silmissä alle 10 kpl/mykiö.



Kuva 5. Kaksikesäisen nieriän (NN-KUO-92) mykiön aukko lähes kokonaan värikalvon peitossa.

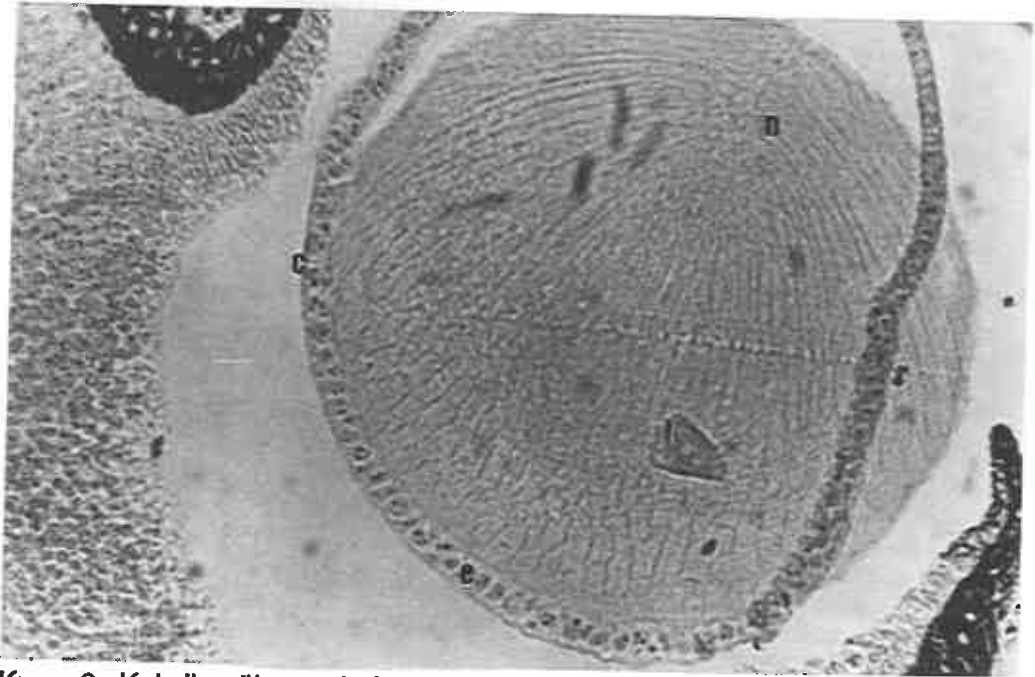
### 3.3.2. Histologinen tarkastelu

Normaalia mykiötä ympäröi uloinna elastinen kapseli, jonka sen alapuolinen kuutioepiteeli tuottaa ympärilleen. Linssin epiteelisolut levittäytyvät keskiosiin siirryttäessä ekvatoriaalisesti ja kuroutuvat mykiön ytimeen. Täysin kehittyneet, pidentyneet kuutioepiteelisolut muodostavat mykiön ytimen sipulimaisesti kerrostuneet säikeet. Ne liittyvät toisiinsa erilaisten liitosten avulla. Pidentyneissä säikeissä ei ole tumaa ja vain harvoja soluorganelleja (kuva 6).

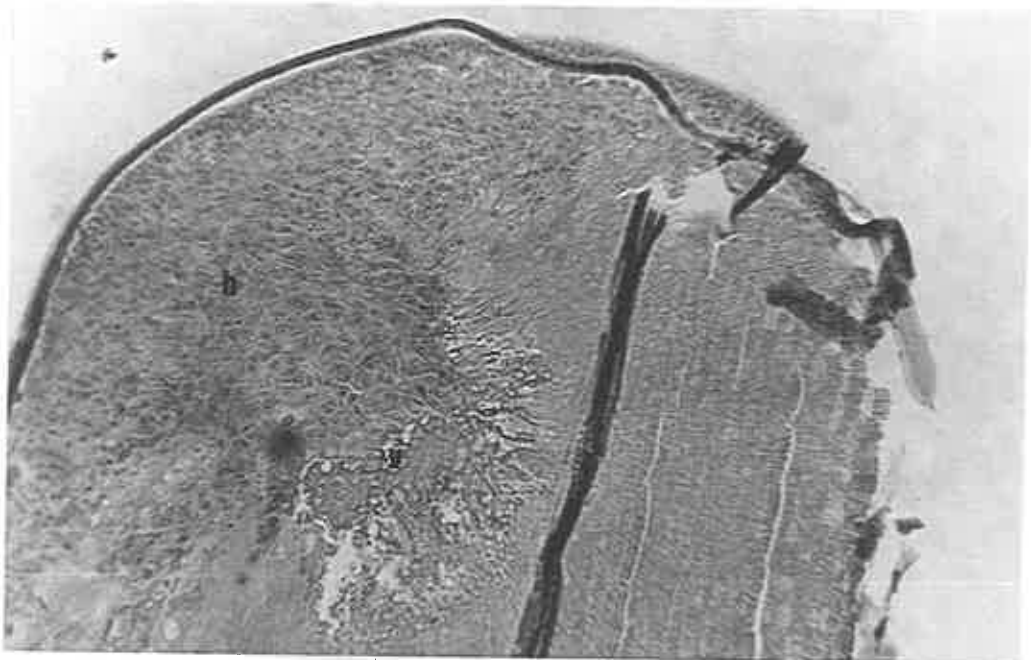
Silmämääräisessä tarkastelussa joko pistemäisenä tai tähtimäisenä havaittavan samentuman solumuutokset näkyvät histologisessa tarkastelussa kuvan 7 mukaisina.

Läpinäkymättömäksi, valkeaksi samentuneen mykiön histologinen rakenne on esitetty kuvassa 8.

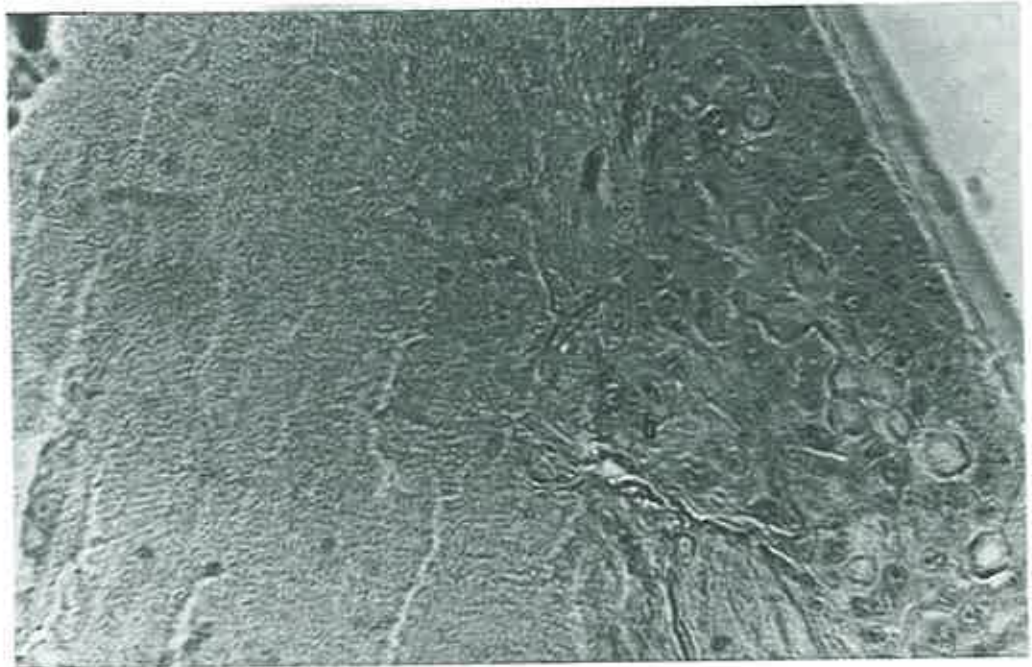
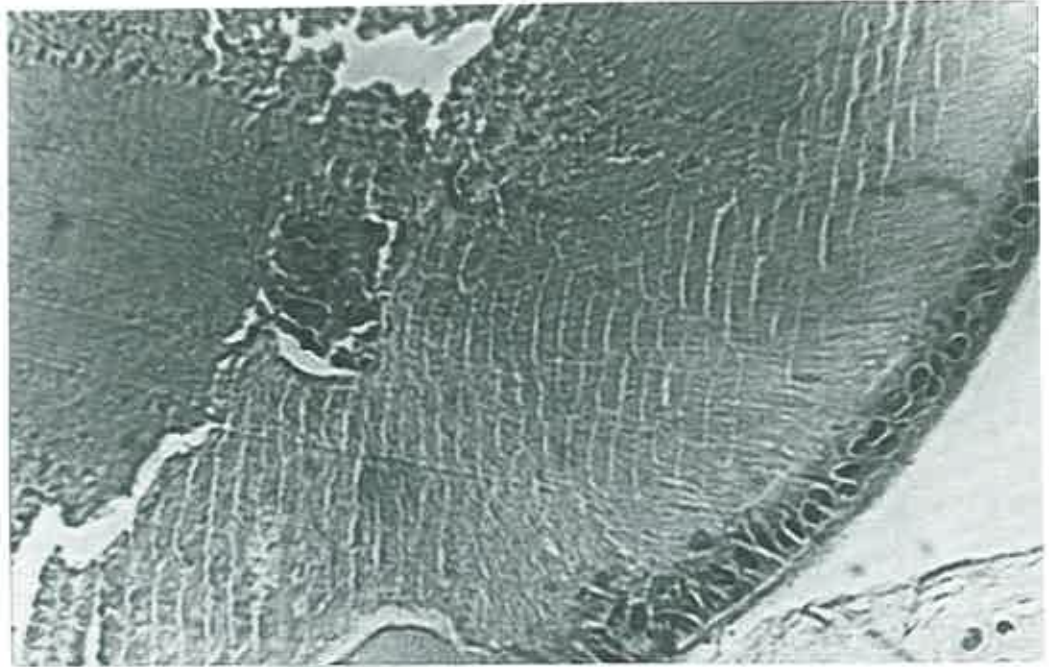
Nieriän silmäamentumat ovat histologisten muutosten perusteella harmaakaihia.



Kuva 6. Kaksikesäisen nieriän mykiön vaurioitumaton histologinen rakenne (H&E-värjäys, suur 250X). c = elastinen kapseli, e = kuutioepiteelisolukko, n = sipulimaisesti kerrostunut, erilaistunut kuutioepiteelisolukko.



Kuva 8. Kaksikesäisen nieriän pitkälle edennyt kaihi. Epiteelihyperplasia (h) täyttää suuren osan mykiötä. Säikeinen rakenne on osin hajonnut ja mykiön ytimessä on suuria vakuolisoituneita soluja (v) (H&E -värjäys, 100X).



Kuva 7. Kaksikesäisen nieriän mykiön vaurioitumisen alkuvaiheen histologisia muutoksia. Kuutioepiteelisolujen hyperplasiaa ja mykiön sisäosassa epiteelisolujen kasautuma (a) (H&E -värjäys, suur. 250X) (ylempi kuva). Mykiön kuutioepiteelisolujen liikakasvu ja epiteelisolujen voimakas työntyminen kohti mykiön keskustaa (b) (H&E -värjäys 400X) (alempi kuva).

### 3.4. Silmän kehityksen histologinen seuranta poikasvaiheessa

Kaksi viikkoa kuoriutumisen jälkeen nieriän linssin rakenne vastaa aikaisemmin kuvattua terveen silmän rakennetta (kuva 6.). Vuotta vanhempien, vuonna 1993 kuoriutuneiden poikasten silmissä tämä rakenne on selvästi rikkoutunut. Histologisesti muutos näkyy ensimmäiseksi kuutioepiteelin liikakasvuna (vrt. kuva 7 ja 8).

Kuolimon laitosemujen mädistä peräisin olevien poikasten varhaisimmat muutokset voidaan havaita jo noin 10 viikkoa kuoriutumisen jälkeen. Histologisesti kaihin aste on jo edennyt vaiheeseen, jossa mykiön anteriorinen alue on pinnasta kokonaan epiteelisolukon peitossa ja erilaistuneita, sipulimaisesti kerrostuneita säikeitä ei ole. Luonnonmädistä haudottujen poikasten ensimmäiset muutokset näkyvät noin 19 viikkoa kuoriutumisen jälkeen. Muutokset näkyvät silmämääräisessä tarkastelussa pistemäisenä samettumana mykiön etuosassa ja histologisissa leikkeissä näkyy epiteelisolukon liikakasvua.

### 3.5. Harmaakaihiseuranta istutusvuonna

Lokakuun 1994 loppuun mennessä oli koekalastusten yhteydessä saatu saaliiksi merkittäessä kaihin vaivaamia nieriän poikasia 83 kpl ja merkittäessä terveysilmäisiä 213 kpl. Merkintämääriin nähden suhteutettuna kaihin vaivaamien kalojen osuus oli 16,6 % ja terveiden 21,3 %. Pyydettyjen kalojen keskipaino oli edellämaitussa järjestyksessä 141g ja 172 g.

Terveiden osuus koekalastussaaliista oli istutusmääriin suhteutettuna suurempi ( $P < 0,05$ ) kuin kaihin vaivaamien poikasten osuus.

## 4. Tulosten tarkastelu

Mykiö on kalan silmässä tärkein valoa taivava elin ja se rakentuu kahdesta toisistaan poikkeavasta kerroksesta: kotelon ympäröimästä, säikeisestä kuoriosasta ja pääosin proteiineista koostuvasta ytimeästä (Fernald 1985). Toisin kuin nisäkäs, kala ei kykene muuttamaan mykiön muotoa, vaan katseen tarkennus tapahtuu silmän polttoväliä muuttamalla. Silmän erotuskyvyn tehokkuuteen vaikuttavat kuvan koko ja silmän optiset ominaisuudet: fotoreseptorien pituus ja poikkileikkauspinta-ala, sekä fotoreseptorien sijoittuminen verkkokalvolle (Van Duijin 1967, Fernald 1985, Wilcock & Duker 1989, Hargis 1991).

Luonnossa ravintokohteen havaitsemisessa ja pyydystämisessä näköaistilla on kalalle merkitystä (Confer et al. 1978), mutta puolustautumis- ja pakoreaktioissa näkökyvyn merkitys on suurempi kuin saalistuksessa (Kincaid ja Elrod 1991). Kincaidin ja Elrodin (1991) mukaan kaihin vaivaama poikanen joutuu terveysilmäisiä helpommin saaliiksi ensimmäisinä istutusta seuraavina kuukausina. Silmällä aistittava valo säätelee lisäksi kalojen vuosi- ja päivärytmiä. Valorytmi, valon määrä ja lämpötila ovat tärkeimmät kalojen kutuajankohdan ja kutusyklin säätelytekijät.

### 4.1. Laitoksen ja viljelyolosuhteiden merkitys nieriän harmaakaihis- sa

Kincaidin ja Elrodin (1991) mukaan perimä ja ympäristötekijöiden aiheuttama rasitus yhdessä vaikuttavat taudin puhkeamiseen. Myös Hargis (1991) päätyy artikkelissaan siihen, että kaikkiin silmänsairauksiin, harmaakaihi mukaanlukien, liittyy läheisesti perimä.

Tässä työssä nieriän yhden vuosiluokan mäti, joka silmäpisteasteella siirrettiin Saimaan vesiviljelystä muille laitoksille, käsiteltiin ja hoidettiin siirtoon asti samalla tavalla. Kuitenkin yksivuotiaiden nieriöiden harmaakaihin esiintyminen erosi merkittävästi laitosten A ja D välillä. Ilmeistä siis on, että harmaakaihin kehittymistä edistävä tekijä tai tekijät löytyvät laitos- tai viljelyoloista.

Kaikilta tutkituilta laitoksilta tavattiin kuitenkin eriasteisia samentumia nieriöiden silmistä. Ilmeisesti nieriällä on voimakas perinnöllinen alttius sairastua harmaakaihiin. Perimän merkitys näkyi samalla laitoksella tehtyjen eri nieriäkantojen vertailussa. Laitoksella C yksikesäisillä Kuolimon ja Inarin nieriöillä kaihia esiintyi noin 30 %:lla poikasista ja Hornavan nieriöillä vain 3 %:lla. Poikaset oli kasvatettu sisällä ja samoissa olosuhteissa tarkastukseen asti.

McCandless et al. (1969) totesivat, että näkyvän valon aallonpituusalueella erityisesti kalan irksessä tapahtui valokemiallisia reaktioita. Näiden reaktioiden haitallinen vaikutus ulottui entsyymaattisten toimintojen häiriytymisen kautta mykiöön. Laitoksilla A ja D yksikesäiset nieriät olivat olleet tarkasteluhetkeen asti sisällä, mikä sulkee pois UV-säteilyn vaikutuksen kalan mykiöön.

Mykiö saa aineenvaihdunnassa tarvitsemansa ravinteet ja hapen lasiaisnesteen kautta. Tyynenmeren lohen smolttiutuminen saattaa aiheuttaa veri-plasmassa muutoksia proteiinien ja rasvojen koostumuksessa, mikä puolestaan aiheuttaa mykiön kuivumista ja estää säikeisen rakenteen muodostumisen mykiöön. Myös smolttiutumisen vaiheen häi-

riöt ravinteiden kuljetuksessa tai huonosti toimiva aineenvaihdunta saattavat edistää harmaakaihin kehittymistä (Iwata et al. 1987). Puutteellisesti riboflaviinia, sinkkiä tai metioniinia sisältävän rehun syöttö aiheutti muutoksia mykiön proteiinikoostumuksessa (Barash et al. 1982). Barash et al. (1982) totesivat, että yleisiltä ominaisuuksiltaan harmaanieriän, atlantinlohen ja kirjolohen mykiön liukoisten proteiinien koostumus oli samankaltainen, mutta jokaisella lajilla näissä proteiineissa oli myös yksilöllisiä eroja. Puutteellisen tai tasapainottoman rehun vuoksi nierian mykiön proteiinien rakenne saattaa vaurioitua herkemmin kuin esim järvitaimenen. Nieriöille tarjotun rehun koostumuserot ja viljelyolosuhteet saattavat selittää osan harmaakaihin esiintymistiheyseroista eri laitosten välillä.

Krisen ja Smithin (1993) mukaan typen tai hapen ylikyllästys ei lisännyt harmaakaihin esiintymistä, mutta sitävastoin muut silmävauriot lisääntyivät. Laitoskohtaisten erojen selvittämisessä veden laadun merkityksestä harmaakaihin liittyvissä jatkokutkimuksissa huomio tulisi kiinnittää tuloveden happamuuteen, kovuuteen, ionitasapainoon ja raskasmetallien ja muiden kaloille haitallisten yhdisteiden määrään.

## 4.2. Loiskaihin ja harmaakaihin yhteys

Loiskaihin yhteydessä harmaakaihi katsotaan yleensä toissijaiseksi vaurioksi. Tässä työssä saatu tilastollisesti merkitsevä negatiivinen riippuvuussuhde kaihin ja *Diplostomum* sp. -imumadon välillä on ristiriidassa kaikkien tiedossamme olevien aihetta käsittelevien tutkimusten kanssa (Van Duijin 1967, Bylund 1972, Dukes 1975, Bylund & Sumari 1981, Hargis 1991). Bylund ja Sumari (1981) ovat löytäneet kirjolohesta jopa 85-220 hyvin kehittyntä *Diplostomum spathaceum* -metakerkariatoukkaa mykiötä kohti. Myös muissa edellä mainituissa töissä loisten lukumäärä silmää kohti oli suurempi kuin tässä työssä tutkittujen nieröiden *Diplostomum* sp. -tartunta, joka oli pääosin alle 10 kpl/mykiö.

Kun loinen on saavuttanut kalan silmän, niin diplostomatoosi on kroonisessa vaiheessa. Tässä vaiheessa Bylundin (1972) mukaan taudin vaikutukset kalassa kohdistuvat vain silmään ja vaurioiden laajuus silmässä on suoraan verrannollinen tartunnan voimakkuuteen. Loisen metakerkariatoukan kasvettua silmässä elinkiertoonsa nähden tartuntakelpoiseen kokoon eli noin 0,5 mm:n pituiseksi, toukan aineenvaihdunta hidastuu ja mykiön kudoksen uudiskasvu korjaa loisen aiheuttamia vaurioita.

Tässä työssä silmien tarkastus tehtiin kevättalvella veden lämpötilan ollessa lähellä 0° C:ta, minkä vuoksi silmissä näkyneet toukat olivat aineenvaihdunnallisessa lepotilassa. Loisen aiheuttamat vauriot olivat saattaneet korjautua mykiön uudiskasvulla. Mahdollisesti myös loinen "korjaa" tai estää aineenvaihduntatuotteillaan vaurion syntyä edistävän tekijän vaikutusta, mikäli metakerkarioiden yksilömäärä mykiötä kohti ei kasva useisiin kymmeneen.

Loistuissa mykiöissä harmaakaihia esiintyi vähemmän. Histologisissa tarkasteluissa loistuissa mykiöissä ei näkynyt kudosuutoksia. Toisaalta täysin valkoisen mykiön histologisissa leikkeissä ei ollut jälkiä *Diplostomum* sp. -loisesta.

Tässä selvityksessä määritellyllä tavalla hyväkuntoisiksi luokiteltujen kalojen silmistä löytyy selvästi enemmän *Diplostomum* sp. -loisia kuin huonokuntoisten kalojen. Sitä vastoin kalojen kunto ei vaikuttanut merkitsevästi harmaakaihin esiintymiseen.

### 4.3. Histologiset muutokset ja iän merkitys kaihissa

Mykiön energiatuotanto on lähes täydellisesti anaerobisen glykolyysin varassa. Mykiövaurioiden morfologiset reaktiot ovat rajoittuneita, koska linssin rakenne ja fysiologia ovat yksinkertaisia. Verisuonisto puuttuu mykiöstä kokonaan.

Histologiset kudomuutokset nieriän mykiössä muistuttavat toisiaan eri laitoksilla. Tyypillistä kaikille kaihin vaivaamille silmille on kapselin alaisen kuutioepiteelin liikakasvu. Pitkälle edenneessä kaihissa koko mykiö on epiteelikudoksen täyttämä. Mykiön hajoaminen alkaa epiteelikudoksen vakuolisoitumisena ja säikeisen rakenteen häviämisenä. Lopulta mykiö tuhoutuu kokonaan. Silmä joko puhkeaa ja arpeutuu, tai värikalvo täyttää sarveiskalvon alaisen osan.

Samankaltaisia histologisia muutoksia kuin nieriällä - kuorikerroksen epiteelisolujen liikakasvua ja epiteelisolujen tunkeutumista mykiön keskiosiin ja mykiön säikeisen rakenteen liukenemista - on havaittu myös harmaakaihin vaivaamilla Tyynenmeren lohilla (Matsusato & Kanazawa 1975, Watanabe & Yamada 1980).

Kalan vanhetessa harmaakaihia esiintyi enemmän. Histologisten muutosten lisääntyminen nieriän silmissä iän myötä merkitsee myös sitä, että nieriän kaihimuutokset ovat pysyviä ja sairaus etenee vuosi vuodelta. Nieriän kohdalla ei kuitenkaan voida puhua vanhuuden aiheuttamasta harmaakaihista, sillä varhaisimmat histologiset muutokset näkyvät jo noin 2,5 kk kuoriutumuksesta.

### 4.4. Kaihin merkitys istukaspoikasille

Luonnossa nieriän on säilyttävä hengissä useita vuosia ennen ensimmäistä kutua. Pakoreaktioissa näkökyky on tärkeä kalalle niin kauan kunnes se saavuttaa koon, joka tekee siitä liian suuren muiden petokalojen saaliiksi. Nieriän harmaakaihi kehittyy laitosoloissa nopeasti ja johtaa näkökyvyn heikkenemiseen. Pahimmassa tapauksessa kala sokeutuu parissa vuodessa.

Tärkeintä istutuspoikasen kyvyssä näkemällä havainnoida ympäristöään ei todennäköisesti olekaan ravinnon hankinta vaan kyky paeta saalistajia. Petojen saalistustekniikka on yleensä niin kehittynyt, että saalistettava tarvitsee kaikki aistinsa paetakseen tai välttääkseen petoja.

Kincaidin ja Elrodin (1991) mukaan kohta istutusten jälkeen pyydetyistä harmaanieriän poikasista kaihin vaivaamia oli vähemmän ensimmäisten 2-14 istutusten jälkeisten kuukausien saaliissa kuin terveysilmäisiä. Kaihisilmäisten osuus lisääntyi istutuksen jälkeisten vuosien koekalastuksissa. Ilmiön selitykseksi he esittivät kaihin esiintymistiheyden kasvua terveysilmäisten istukkaiden joukossa, eikä suinkaan kaihin vaivaamien poikasten parempaa selviämistä. Meritaimenen smolteilla muista syistä kuin osmoregulaatiosta aiheutuva harmaakaihin kehittyminen meressä kestää noin kaksi kuukautta (Fraser et al. 1989). Meritaimenen harmaakaihin kehittyminen on Fraserin et al. 1989 mukaan yhteydessä ympäristömyrkyihin.

Ensimmäisenä pyyntivuotena myös Puruveden nieriäsaaliista terveysilmäisiä oli merkittävästi enemmän kuin kaihin vaivaamia poikasasia. Keskipaino oli verkkoon jääneillä nieriän kaihipoikasilla alhaisempi kuin terveysilmäisillä, kuten istutettaessakin, mutta ero oli kasvanut kolmesta 18 prosenttiyksikköön. Kincaidin ja Elrodin (1991) tutkimuksessa toistamiseen pyydetyissä harmaanieriöissä kaihin vaivaamien ja terveysilmäisten pituus ja paino ei eronnut merkittävästi toisistaan.



Tässä raportissa on mahdollista käsitellä vasta ensimmäisen istutuksen jälkeisen vuoden koekalastustietoja. Selvitystä kuitenkin jatketaan tulevina vuosina sekä koekalastusten että uusien kaihtujen vs. terveysilmäisten istukaspoikasien merkitsemisellä.

## 5. Yhteenveto ja suositus jatkotoimenpiteiksi

Laitoksen tai yleisemmin kasvatusolosuhteiden merkitys nierian harmaakaihin synnyssä on erittäin selvä. Eri laitosten välillä samanikäisillä ja samaa alkuperää olevilla kaloilla havaitun harmaakaihin frekvenssit vaihtelivat noin 2 %:sta 100 %:iin. Tämän mukaan on selvää, että jatkotutkimuksia tulee suunnata viljelyolosuhteiden vaikutusmekanismien selvittämiseen. Ensimmäisessä vaiheessa tulisi kokeellisen tutkimuksen avulla selvittää myös veden laadun, erityisesti happamuuden, kovuuden ja ionitasapainon, merkitystä suhteessa harmaakaihin puhkeamiseen ja yleisyyteen.

Kirjallisuustietojen mukaan ravinnon koostumuksella on selvä yhteys kalojen harmaakaihin runsauteen. Tässä selvityksessä yhteyttä eri rehujen ja kaihin välille ei nieriällä tutkittu. Kuitenkin tiedetään, että hivenaineiden suhteen puutteellinen ravinto aiheuttaa mykiössä muutoksia ja sen vuoksi tulee nieriärehujen koostumukseen ja niiden kehittämiseen kiinnittää jatkossa enemmän huomiota. Rappeutumisherkkyiden tunnistamisen ja hyväksymisen jälkeen on kaikin keinoin pyrittävä hidastamaan ilmiön alkamista laitosolosuhteissa mahdollisimman pitkään.

Lähitulevaisuudessa tulisi aloittaa tutkimukset myös perimässä mahdollisesti esiintyvän, harmaakaihille altistavan ominaisuuden karsimisesta pois nierian viljelypopulaatioista. Tämä voitaisiin selvittää perinteisen valintajalostuksen käyttämin menetelmin. Perimään liittyvien selvitysten tulee kuitenkin olla niin perusteellisia, että kaihialettiutta karsittaessa ei samalla hävitetä muita tärkeitä nierian perinnöllisiä ominaisuuksia.

Tässä työssä osoitettiin loiskaihin ja harmaakaihin välillä erikoinen yhteys; vain muutaman *Diplostomum* sp. -metakerkariatoukan esiintyessä mykiössä harmaakaihia tavattiin vähemmän. Myös kalojen kunnolla näytti olevan vaikutusta tässä niin, että mitä paremmassa kunnossa oleva kala, sitä enemmän loiskaihia. Kunnolla ei sensijaan ollut vaikutusta harmaakaihin esiintymiseen, tai ainakaan sitä ei saatu laitosvaihteluista johtuen esille. Näiden tulosten tarkempi tulkinta edellyttääkin lisätutkimuksia itse mykiön aineenvaihdunnasta ja loisen vaikutuksesta mykiön aineenvaihduntaan.

Nierian harmaakaihin vaikutusta istutustuloksiin ei tässä vaiheessa voitu saada kuin alustavia tuloksia. Seuranta merkintäerien avulla tulee jatkumaan ainakin 3-4 seuraavaa vuotta. Alustavien, ensimmäistä järvi vuotta koskevien tulosten mukaan näyttää kuitenkin siltä, että kaihittuja kaloja jää saaliiksi vähemmän suhteessa terveysilmäisiin kaloihin. Kaihikaloiden kasvunopeus näyttää olevan terveysilmäisiä hitaampaa. Toistaiseksi ei voida tehdä johtopäätöksiä siitä, runsastuuko kaihi istutusvesistöissä iän myötä samassa suhteessa kuin laitosolosuhteissa, mutta tämäkin selvinnee jatkotutkimuksissa.

Harmaakaihin aiheuttama näkökyvyn heikkeneminen tai mahdollinen täydellinen sokeutuminen voi aiheuttaa sekä laitosolosuhteissa että myös luonnossa monia ennalta arvaamattomia vaikutuksia mm. valo, hormonitoiminnan kautta, on merkityksellinen ovuloitusajankohdan säätelijä. Puuttuu myös tieto siitä, miten sokeutuneet kalat käyttäytyvät luonnossa kutupaikan ja parin valinnan suhteen. Sokeutumisella voi olla tässä mielessä jopa merkitystä itse kannan säilymisessä.

## 6. Kiitokset

Kiitoksemme Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksen, Kuopion aluelaboratorion henkilökunnan työlle histologisten leikkeiden käsittelystä.

Fil. tri. Esa Rannalle ja fil.tri. Hannu Ridalle kiitoksemme tämän työn aineiston tilastollisesta käsittelystä. Ilman heidän tekemäänsä tilastollista erittelyä tutkimuksen tulokset olisivat jääneet puutteellisiksi.

Saimaan vesiviljelyn ja kalantutkimuksen henkilökunnan osallistuminen käytännön työhön on tehnyt mahdolliseksi laajan aineiston hankkimisen. Esa Hirvosen osuus hankkeen toteuttamisessa on ollut merkittävä. Kiitokset myös RKTL:n Taivalkosken ja Kainuun vesiviljelyille ja muille tähän selvitykseen osallistuneille laitoksille.

## 7. Kirjallisuus

- Barash H., Poston H.A. & Rumsey G.L. 1982. Differentiation of soluble proteins in cataracts caused by deficiencies of methionine, riboflavin or zinc in diets fed to Atlantic salmon, *Salmo salar*, Rainbow trout, *Salmo gairdneri*, and lake trout, *Salvelinus namaycush*. *Cornell Vet.* 72, p.361-371.
- Bruno D.W. & Raynard R.S. 1994. The effect of water temperature on eye opacity in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 14(3), p. 86-88.
- Bylund G. 1972. Kalojen Diplostomatoosi. *Tiedoksianto - Information* 13, p. 27-38.
- Bylund G. & Sumari O. 1981. Laboratory tests with Droncit against diplostomiasis in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Diseases* 4, p.259-264.
- Confer J.C., Howick G.L., Corzette M.H., Kramer S.L., Fitzgibbon S. & Landsberg R. 1978. Visual predation by planktivores. *OIKOS* 31,p.27-37.
- Dukes, T.W. 1975. Ophthalmic pathology of fishes. In Ribelin W.W. & Migaki G. (eds.), *The pathology of fishes*, Univ. of Wisconsin. Press, Madison, Wisc. p.383-398.
- Fernald, R.D. 1985. Growth of the teleost eye: novel solution to complex constraints. *Environmental Biology of Fishes* 2(13), p.113-123.
- Fraser, P.J., Duncan G. & Tomlinson J. 1989. Effects of a cholinesterase inhibitor on Salmonid lens: a possible cause for increased incidence of cataract in *Salmo salar* (L.). *Exp. Eye Res.* 49, p.293-298.
- Hargis, J.H. Jr. 1991. Disorder of the eye in finfish. *Annual Rev. of Fish Diseases* 1991, p.95-117.
- Iwata M., Shichiko K., Collie N.L., Nishioka R.S. & Bern H.A. 1987. Ocular cataract and seawater adaptation in salmonids. *Aquaculture* 66, p.315-327.
- Kincaid H.L. & Elrod J.H. 1991. Growth and survival of stocked lake trout with nuclear cataracts in Lake Ontario. *North American Journal of Fisheries Management* 11, 429-434.
- Krise W.F. & Smith R.A. 1993. Eye abnormalities of lake trout exposed to gas supersaturation. *The Progressive fish-culturist* 55, 177-179.
- Matsumoto, T. & Kanazawa, Y. 1975. Studies on the cataract of the cultured amago, *Oncorhynchus rhodurus* f. *macrostomus* (Günter)-II. *Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab.* 8. p.113-124.
- McCandless R.L., Hoffert J.R. & Fromm P.O. 1969. Light transmission by corneas, aqueous humor and crystalline lenses of fishes. *Vision res.* 9, p. 223-232.
- Roberts, R.J. 1989. The pathophysiology and systemic pathology of teleosts. In Roberts, R.J. (ed.), *Fish pathology*, 2nd ed. Great Britain.
- Van Duijin, C. Jr. 1967. Diseases of the eye. In Van Duijin C.Jr. (ed.), *Diseases of the fishes*, 3rd. ed. Ilthe Books. P.212-225.
- Watanabe Y. & Yamada J. 1980. Histological characteristics of cataractous eye lenses in cultured Masu salmon. *Bull. Fac. Fish Hokkaido Univ.* 31(4), p. 290-296.

Watanabe Y. & Yamada J. 1980. Water, electrolytes and soluble proteins in cataractous eye lenses of Masu salmon. Bull. Fac. Fish Hokkaido Univ. 31(4), p. 297-305.

Wilcock, B.P. & Dukes, T.W. 1989. The eye. In Ferguson, H.W. (ed.), Systemic pathology of fish, 1st ed. Iowa State Univ. Press. p.168-194.

# 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 Kiminge 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.

(Forellungens 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-merkki-palautuksiin perustuen.

(Resultaten av utplanteringar med insjööring i Kuusamo med hjälp av Carlin-märkningarna 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 vems 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 lohijoeksi –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-Lappfjärds 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 vesistöissä Carlin-merkintöjen perusteella.

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

**89. NYLANDER, E. JA ROMAkkANIEMI, A.:**

Tornionjoen meritaimen ja sen kalastus

(Havsöringen i Torne älv och havsöringsfisket) (Sea trout and fishing in the Tornionjoki River) 63 s. + liitt. 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. + liitt. + 28 s. + liitt. Helsinki 1995.

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

Muikun talvinuottaus ja muikkukannat Kuusamossa

(Vinternotfångst 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 terveystriskinä.

(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.:**

Lohikalojen paisetauti ja sen torjunta. Kirjallisuuskatsaus

(Furunkulos hos laxfiskar och bekämpning av den. Litteraturoversikt). (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 Kiiminkijoella

(Utplanteringsforskning gällande lax och havsöring i Kiminge älv). (Stocking research on salmon and sea trout in the River Kiiminkijoki). 36 s. + 10 liitt. 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 Kuusinkijoessa.

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

**98. TURUNEN, J.-P.:**

Ympäristöpoliittisten ristiriitojen sovittelumenettely. Esimerkkitaupuksena lohenkalastuksen järjestäminen.

(Medling i miljöpolitiska 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 tekojärvillä.**

(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 naturmäringsfiskets 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 kalkituskokeen 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.:**

**Rehevoitymisen 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 återuppstått — 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**

(Vandringssiken — 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 kotiutetun puronieriän 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 of 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 försämrats av fångstmetoderna — Resultat av Carlin-märkningarna 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.