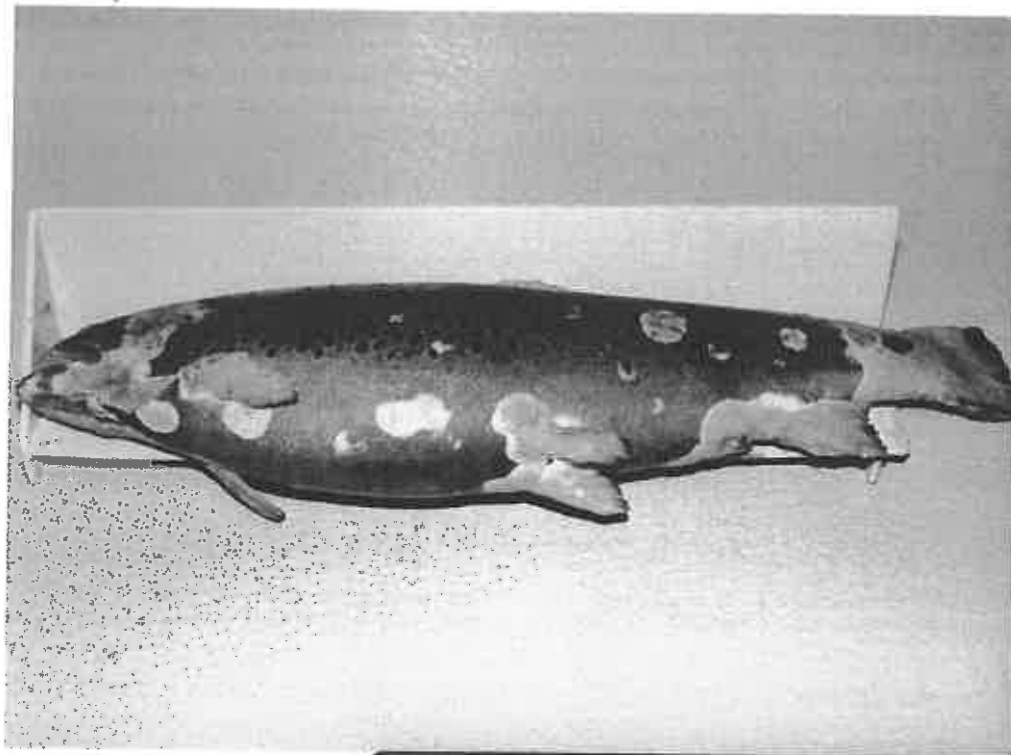


*Taina Leinonen  
Pasi Korhonen  
Silja Säkki*

Altaiden kattamisen ja vedenlaadun vaikutus  
vesihomeen esiintymiseen ja kalojen kuolleisuuteen



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS  
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 142

1998

**Altaiden kattamisen ja vedenlaadun vaikutus  
vesihomeen esiintymiseen ja kalojen kuolleisuuteen**

Taina Leinonen<sup>1</sup>, Pasi Korhonen ja Silja Säkki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos,

Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely

<sup>2</sup> Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos

Oulun aluelaboratorio

Helsinki 1998

Vastaava toimittaja: Raimo Parmanne

Kansi: Vesihomeeseen kuollut meritaimen (Kuva: Pasi Korhonen)

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

ISBN 951-776-163-5

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1998

# Sisältö

<b>1. JOHDANTO</b> .....	1
<b>2. TUTKIMUKSEN TAUSTA</b> .....	2
2.1. Vesihome .....	2
2.1.1. Taudin esiintyminen .....	2
2.1.2. Taudinkuva .....	2
2.1.3. Taudin torjunta ja hoito .....	3
2.2. Vesihome RKT:n Kainuun kalantutkimus ja vesiviljelyssä 1995-1996 .....	3
2.2.1. Taudin esiintyminen ja kuolleisuus eri vuosina .....	3
2.2.2. Vesihomekannan tutkimukset EELA:ssa .....	4
2.2.3. Hoitotoimenpiteet .....	4
<b>3. MATERIAALI JA MENETELMÄT</b> .....	6
3.1. Vesihomeseurannan kalasto ja hoito 1997 .....	6
3.2. Koealtaat .....	7
3.3. Tutkimusmenetelmät .....	7
3.3.1. Vedenlaadun arviointi .....	7
3.3.2. Leväkasvumääritykset .....	8
3.3.3. Vesihomenäytteet .....	9
3.3.4. Verinäytteenotto ja plasman kortisolipitoisuus .....	10
3.3.5. Homeen levinneisyys kaloissa .....	10
<b>4. TULOKSET</b> .....	11
4.1. Vedenlaatu .....	11
4.1.1. Lämpötila .....	11
4.1.2. pH .....	11
4.1.3. Happipitoisuus .....	11
4.1.4. Virtausnopeus .....	12
4.1.5. Vertailuvesinäytteet .....	12
4.2. Ilman lämpötila ja valoisuus .....	12
4.3. Leväkasvu .....	12
4.4. Vesihomeen määrä tulo- ja poistovedessä .....	13
4.5. Plasman kortisolipitoisuus .....	13
4.6. Kuolleisuus ja homeen levinneisyys kaloissa .....	14
4.6.1. Kuolleisuus seuranta-altaissa .....	14
4.6.2. Homeen levinneisyys kuolleissa kaloissa .....	15
<b>5. TULOSTEN TARKASTELU</b> .....	19
5.1. Vedenlaatu .....	19

5.2. Kuolleisuus .....	19
5.3. Homeen levinneisyys kaloissa.....	20
5.4. Vesihomeen määrä tulo- ja poistovedessä.....	20
5.5. Altaiden kattamisen vaikutus.....	20
<b>6. YHTEENVETO .....</b>	<b>22</b>
<b>KIITOKSET .....</b>	<b>23</b>
<b>KIRJALLISUUS.....</b>	<b>24</b>

# 1. Johdanto

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) Kainuun kalantutkimus ja vesiviljelyn emokaloissa alkoi esiintyä satunnaisesti *Saprolegnia*-vesihometta heinäkuun alussa 1995. Syksyä kohti vesihome ja kuolleisuus lisääntyivät. Hoitona käytettiin formaliini- ja malakiittivihreäkylvetyksiä, mutta varsinkin syksyllä kutuajan lähestyessä ja veden lämpötilan pysyessä vuodenaikaan nähden korkeana, hoidoista koitua hyöty jäi vähäiseksi. Suurinta kuolleisuus oli järvitaimenen ja järvilohen emoparvissa, mutta oireita ilmeni myös järvitaimenen, järvilohen ja meritaimenen smolttiparvissa, joissa vesihome vaivasi sukukypsiä koiraita. Vuonna 1996 ongelma laajeni siikoihin ja alkukesästä lypsettyihin kirjolohiin. Pahiten vesihomeesta kärsivät sukukypsät kalat.

Toukokuussa 1997 aloitettiin seuranta, jonka tavoitteena oli selvittää, voidaanko altaiden kattamisella vähentää vesihomeesta aiheutuvaa kuolleisuutta. Lisäksi pyrittiin arvioimaan valittujen seurantamuuttujien (veden lämpötila, pH ja happipitoisuus, ilman lämpötila, valoisuus, tuloveden virtaama, leväkasvu, vesihomeen määrä vedessä) vaikutusta vesihomeen esiintymiseen. Seurannan työmenetelmät sovittiin yhteistyössä RKTL:n Kainuun toimipaikan ja Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksen (EELA) Oulun aluelaboratorion kanssa.

## 2. Tutkimuksen tausta

### 2.1. Vesihome

#### 2.1.1. Taudin esiintyminen

Suomessa useimpien kaloilla havaittujen sienitautien aiheuttajat kuuluvat *Saprolegnia*-sukuun. *Saprolegnia* eli vesihometta esiintyy kaikkialla vedessä, ja sitä kasvaa kuolleiden kasvien ja eläinten pinnalla. *Saprolegnia*-lajeja on useita, ja niiden patogeeniset ominaisuudet vaihtelevat kalalajista toiseen. *Saprolegnia* ei ole juuri koskaan ensisijainen kalataudin aiheuttaja, vaan sitä pidetään sekundaarisena eli toissijaisena tautina (Bylund ja Fagerholm 1986). Esimerkiksi syksyllä 1976 kuoli suuri määrä vesihometartunnan saaneita kaloja Laukaan keskuskalanviljelylaitoksessa. Tällöin ensisijaiseksi taudiksi epäiltiin UDN:ää (Ulcerative Dermal Necrosis). UDN-asiantuntija tohtori Ronald J. Robertsin (Stirlingin yliopisto) mukaan kyseinen tauti ei ollut tyypillinen UDN, vaikka muistuttikin sitä hyvin paljon (Janatuinen 1977).

*Saprolegnia*-tartuntoja voi esiintyä kaikkina vuodenaikoina ja kaikissa lämpötiloissa. Epidemioita kehittyy kalanviljelylaitoksilla tavallisimmin kylminä ajanjaksoina. Vesihometta esiintyy tyypillisesti kaloilla, joiden iho tai kidukset ovat aikaisemmin vaurioituneet mekaanisesti, tai jotka jo kärsivät esimerkiksi lois-, bakteeri- tai virus-tartunnoista. Myös smolttiutumisen ja kudun aiheuttamat rakenteelliset ja fysiologiset muutokset joillakin kaloilla, kuten lohikaloilla, altistavat vesihometartunnalle. Emokalan iho limakerroksineen vahingoittuu usein lypsämisen yhteydessä, ja kala saa helposti sienitartunnan. Muita vesihomeen esiintymistä lisääviä tekijöitä ovat huono vedenlaatu, vajaaravitsemus sekä nopeat veden lämpötilan vaihtelut (Bylund ja Fagerholm 1986, Cross ja Willoughby 1989, Carballo *et al.* 1995).

#### 2.1.2. Taudinkuva

*Saprolegnia*-sieni rakentuu ohuista, vaaleista rihmoista, jotka kasvavat sisälle ihoon ja sen alla oleviin kudoksiin. Tartuntakohdastaan sieni leviää säteittäisesti, varhaisvaiheelle ovat tunnusomaisia sienen muodostamat pyöreähköt pumpulimaiset läiskät. Tartuntakohdan määrää sienitartunnan ensisijainen syy. Liian tiheissä kalakannoissa sientä esiintyy usein vaurioituneissa evien reunoissa ja kiduksissa, ja emokalan lypsämisen jälkeen sientä saattaa esiintyä laajoilla alueilla kalan kyljissä. Vesihomeen on todettu leviävän jopa kalanpoikasten sisäelimiin. *Saprolegnia*-tartunta saattaa johtaa huomattavaan kuolleisuuteen. Kalat kuolevat ilmeisesti tartunnan vaurioittamien alueiden kautta tapahtuvaan osmoottiseen vuotoon. Tauti tarttuu haudonnan aikana helposti kuolleisiin mätijyviin. Ellei niitä poisteta, sienirihmat leviävät nopeasti elävään mätiiin (Bylund ja Fagerholm 1996, Noga 1993).

### 2.1.3. Taudin torjunta ja hoito

Vesihome iskee helposti kalan ihovaurioihin. Parhaiten ihovaurioilta vältytään pitämällä kalaparvet sopivan kokoisina, kalojen elinympäristö puhtaana ja käsittelemällä kaloja varovasti lajitteluissa ja lypsyjen aikana.

Tartunnan hoitoon on käytetty kylvetyksiä eri kemikaaleilla. Käytetyistä aineista tehokkain on ollut malakiittivihreä, mutta kylvetyksiä on tehty myös formaliinilla, kuparisulfaatilla, kaliumpermanganaatilla ja ruokasuolalla. Malakiittivihreän on havaittu olevan perinnöllisiä muutoksia aiheuttavaa, ja sitä epäillään myös karsinogeeniseksi aineeksi (Alderman 1991). Tutkimuksia on tehty korvaavan aineen löytämiseksi ja lupaavimmalta näyttää tällä hetkellä vetyperoksidi (Li *et al.* 1996, Schreier *et al.* 1996). Tutkimuksissa on selvitetty myös mm. bakteerien ja lahoavien ohranolkien tehoa eri *Saprolegnia*-lajien kasvun estäjinä (Bly *et al.* 1997, Cooper *et al.* 1997).

## 2.2. Vesihome RKTL:n Kainuun kalantutkimus ja vesiviljelyssä 1995-1996

### 2.2.1. Taudin esiintyminen ja kuolleisuus eri vuosina

Emokalaviljely Kainuun kalantutkimus ja vesiviljelyn nykyisillä ulkoaltilloilla aloitettiin vuonna 1992. Heinäkuussa 1995 havaittiin ensimmäiset merkit poikkeuksellisen voimakkaasta vesihomeinfektiosta. Muutamat järvitaimen- ja järvilohiparvet alkoivat käyttäytyä rauhattomasti ja kuolleisuutta esiintyi. Joissakin parvissa esiintyi loppukestästä kalatäitä sekä elokuussa myös *Apiosoma*-alkueläinloisia.

Yksittäiset kylvetykset helpottivat aluksi tilannetta, mutta syksyllä kutuajan lähestyessä ja veden lämpötilan pysyessä vuodenaikaan nähden korkeana (4-13 °C; vesi oli syyskuussa 1-2 °C ja lokakuussa 2-4,5 °C lämpimämpää kuin kahtena edellisena vuonna) tilanne paheni, ja vesihome levisi myös muihin järvitaimenen ja järvilohen emoparviin. Alussa kuolleisuus oli suurinta koiraiden joukossa, vain joka 20:s kuolleista kaloista oli naaras. Lisäksi oireita ja kuolleisuutta ilmeni myös järvitaimenen, meritaimenen ja järvilohen smolttiparvissa, joissa homeesta kärsivät sukukypsät koiraat.

Lypsyaikana loka-marraskuussa 1995 mäti oli kaikesta huolimatta hyvälaatuista. Lypsyjen yhteydessä homeisimmat emot poistettiin, ja lievän tartunnan saaneet penslattiin malakiittivihreällä (67 mg/l).

Alkuvuodesta 1996 emokalat eivät olleet täysin parantuneet kudun aiheuttamasta rasituksesta, ja vesihometta oli hiukan kaikissa parvissa järvi- ja meritaimenessa, järvi-, meri- ja kirjolohessa sekä vaellus- ja planktonsiassa. Eniten hometta oli nuorissa järvilohissa. Veden lämpötilan noustessa 2-7 asteeseen toukokuussa vesihome ja kuolleisuus lisääntyi nopeasti. Kesäkuussa tilanne tasaantui, ja heinä-elokuussa vesihometta oli vähemmän kuin alkukesällä, ja kuolleisuus oli selvästi pienempi. Syyskuussa veden lämpötilan laskettua alle 10 asteen vesihomeen määrä jälleen lisääntyi. Lokakuussa lypsyjen alettua kuolleisuus kasvoi veden lämpötilan ollessa 2-8 astetta. Huomiota herätti vesihomeesta kärsivien parvien huono mädin laatu. Marrot kalat sekä nuoret kalat, jotka eivät olleet vielä sukukypsiä, olivat terveitä ja hyväkuntoisia.



## 2.2.2. Vesihomekannan tutkimukset EELA:ssa

Kalakuolemien ja vesihomeen aiheuttajaksi diagnostisoitiin *Saprolegnia*-sukuun kuuluva sieni. Sienen tunnistus varmistettiin sukutasolle Ruotsissa (Instituteten för fyziologisk botanik, Uppsala Universitet).

Vesihomeen yleensä sekundaarisena pidetyn taudinaiheuttamiskyvyn vuoksi näytteiksi lähetettyjä kaloja tutkittiin myös kalatauteja aiheuttavien bakteerien ja virusten varalta (mm. paisetauti, bakteeriperäinen munuaistauti, VHS, IPN). Esimerkiksi vuonna 1997 tutkittiin 200 kalaa virologisesti ja noin 220 kalaa bakteeriperäisen munuaistaudin varalta. Mitään taustalla olevaa, piilevää sairautta ei todettu.

Eri kylvetyksaineiden tehoa vesihomeviljelmään (*Saprolegnia sp.*) tutkittiin kolmeen otteeseen laboratorio-olosuhteissa, eli viljelyalustalla kasvatettuun sieneen. Laitokselta eristetty vesihomekanta viljeltiin maljoille, kasvustosta leikattiin pieniä palasia, joita kylvetettiin eri aineilla haluttu aika, minkä jälkeen palasista pestiin desinfektioaine pois ja ne asetettiin kasvamaan sienimaljoille. Kasvua seurattiin viikon ajan, ja kylvetyksaineiden vaikutus sienen kasvutapaan ja -nopeuteen kirjattiin.

Lokakuussa 1995 kokeiltiin seuraavien kylvetysten tehoa:

- kloramiini: 4 mg/l, 8 mg/l, 12 mg/l ja 14 mg/l 20 minuutin, 30 min. ja 40 min. ajan
- malakiittivihreä: 0,3 mg/l ja 3 mg/l tunnin ajan sekä 67 mg/l 15 sekunnin ajan
- enilkonatsoli (eläimille rekisteröity sienilääke, kaupp nimi Imaverol) 0,05 % liuoksena 1-3 tunnin sekä 0,1 % ja 0,2 % liuoksena ½-3 tunnin ajan
- Teepol 0,04 % liuoksena 5 sekunnin ja 15 sekunnin ajan.

Malakiittivihreä 3 mg/l tunnin ja 67 mg/l 15 sekunnin ajan sekä enilkonatsoli kaikilla kokeiluilla konsentraatioilla estivät sienen kasvua.

Marraskuussa 1997 määriteltiin vielä homekasvua estävä vetyperoksidikonsentraatio. Alhaisin pitoisuus, millä homekasvu estyi kokonaan oli 0,2 %, kylvetyksaikana oli 30 minuuttia.

Vesihomeelle suotuisaa kasvulämpötilaa selvitettiin viljelemällä sientä eri lämpötiloissa 0,1 % peptonivedessä, johon oli lisätty 0,9 % NaCl. Ensin vesihomeviljelmässä tuotettiin parveilutiöitä, joista tehtiin laimennussarja  $10^{-1}$ - $10^{-10}$  kasvatusliemeen. Viljelmiä inkuboitiin 0, 5, 10, 15, 20, 25 ja 30 °C:ssa kahden viikon ajan. Vesihomeen kasvun voimakkuutta (putken sameus) ja nopeutta (sameuden ilmestymispäivä) seurattiin päivittäin. Laitokselta eristetyn vesihomekannan lämpötilaoptimiksi todettiin kasvatuskokeissa 15-25 °C (liitteet 1/1 ja 1/2). Alhaisemmissa lämpötiloissa home kasvoi hitaammin, 0 °C:ssa vasta 14 päivän kuluttua viljelystä, ja vähäisempänä kasvustona (liite 1/2).

Valon vaikutusta homeen kasvuun kokeiltiin kasvattamalla kaksi laimennussarjaa 25 °C:ssa, toinen ikkunalla ja toinen mustan muovipussin sisällä. Näiden välillä ei todettu merkittäviä eroavaisuuksia.

Emokalojen pelastamiseksi koetettiin myös löytää uusia lääkitsemistapoja. Erään lihakseen injisoitavan sienilääkkeen, amfoterisiini B:n, vaikutusta vesihomeen sairastuttamiin kaloihin tutkittiin EELA:ssa. Lääkittyjen kalojen ja kontrolliryhmän kalojen välillä ei vesihomeen määrässä ollut havaittavissa eroa. Ainakaan tällä hetkellä ei ole tiedossa kalojen lihaksensisäiseen lääkintään soveltuvia lääkkeitä.

## 2.2.3. Hoitotoimenpiteet

Vesihomeen alettua levitä kesällä 1995 hoitona käytettiin formaliini- (1:5000 30 min.) ja malakiittivihreäkylvetyksiä (sijat noin 0,21 mg/l, taimenet noin 0,43 mg/l). Kylvyt annettiin kastelukannalla altaiden tuloveteen täyteen altaaseen, jolloin kylve-

tysajaksi tuli noin kolme tuntia. Syksyllä tilanteen pahentuessa vesihomeesta kärsiville parville aloitettiin säännölliset kylvetykset seuraavasti:

1. päivä formalini
2. päivä välipäivä
3. päivä malakiittivihreä
4. päivä välipäivä
5. päivä malakiittivihreä jne.

Kylvetykset eivät kuitenkaan helpottaneet tilannetta.

Kylvetyksiä jatkettiin myös kesällä 1996. Toukokuussa homeen lisääntyessä malakiittivihreäkylvetyksiä tehtiin kolmena peräkkäisenä päivänä seuraavasti: siiolle noin 0,21 mg/l ja taimenille noin 0,43 mg/l (kylvetysten kesto noin kolme tuntia). Tällä ei ollut huomattavaa vaikutusta. Kesäkuussa jatkettiin 10 vuorokauden kuurilla samoilla malakiittivihreäpitoisuuksilla. Lisäksi annettiin vahingossa 11.-13. kesäkuuta kylvyt, joissa malakiittivihreäpitoisuus oli siiolle kuusinkertainen (1,28 mg/l) ja taimenille 4,5-kertainen (1,92 mg/l) normaaliin verrattuna (kylvetysten kesto sama kuin normaalipitoisuuksilla tehdyillä kylvetyksillä). Tämä aiheutti suurta kuolleisuutta siiolla. Heinäkuussa annettiin pahiten vesihomeesta kärsiville siika- ja taimenparville jälleen 10 vuorokauden malakiittivihreäkuuri. Myös yksittäisiä malakiitti/formaliini- ja kloramiinikylvetyksiä tehtiin, mutta niillä ei ollut vesihomeeseen havaittavaa vaikutusta. Nieriäparviin ilmestyivät ensimmäiset lievästi homehtuneet kalat heinäkuussa 1996, mutta niissä home ei levinnyt ongelmaksi asti. Syyskuussa jatkettiin 3-10 vuorokauden malakiittivihreäkuureja samoilla pitoisuuksilla kuin kesälläkin, mutta home lisääntyi voimakkaasti niistä huolimatta. Lypsyjen jälkeen jatkettiin jälkihoitona vastaavia kylvetyksiä.

### 3. Materiaali ja menetelmät

#### 3.1. Vesihomeseurannan kalasto ja hoito 1997

Vesihomeseurantaan valittu kalasto oli otos laitokselle tärkeistä viljelylajeista ja kannoista. Mukaan valittiin:

- järvilohi - Vuoksen vesistön kanta 1995 (JL-VUV-95)
- meritaimen - Lestijoen kanta 1992 (MT-LES-92)
- planktonsiika - Sotkamon reitin kanta 1990-1991 (MS-SOT-90/91).

Siiioista vuoden 1990 kalat merkittiin panjet-mustemerkillä peräevään tunnistamisen helpottamiseksi. Kukin parvi jaettiin kahteen osaan, ja puolet kaloista sijoitettiin kattettuun altaaseen, toinen puoli kattamattomaan altaaseen. Kalat siirrettiin seuranta-altaisiin huhti-toukokuun vaihteessa, ja varsinainen seuranta aloitettiin 14.05.97.

Kalojen hoito oli laitoksen normaalin viljelykäytännön mukaista, ts. vaikka altaat olivatkin intensiivisessä seurannassa, niiden hoito ei joitakin tutkimukseen liittyviä töitä (leväkasvun seurannassa käytetyt kelluvat telineet, verinäytteenotto) poikennut laitoksen muiden ulkoaltaiden hoidosta. Kaikki seuranta-altaat puhdistettiin heinäkuussa kahdesti harjaamalla (kuukauden puolivälissä sekä lopussa). Siika-altaat harjattiin kerran myös syyskuussa. Leväkasvun ollessa suurimmillaan kesäkuun lopulta elokuun alkuun altaiden poistovesisihdit harjattiin puhtaiksi noin viikon välein. Seuranta-altaiden ruokinnan hoiti automaatti. Ruokinta jaksotettiin vuorokauden valoisan ajan pituuden mukaan. Kummallekin järvilohiparvelle annettiin formaliinikylvetyt toukokuun lopulla (kattamaton allas 21.05.97, katettu allas 26.05.97), millä yritettiin hillitä nopeasti leviävää vesihometta, mutta kylvetyksillä ei ollut havaittavaa vaikutusta. Taulukkoon 1 on koottu tiedot seurantaan otetuista kaloista ja parvien jakautumisesta eri altaisiin 14.05.97.

**Taulukko 1. Vesihomeseurannan kalasto altaittain seurannan alkaessa.**

Allas	Laji / kanta	Määrä (kpl)	Keskipaino (g)
803 kattamaton	JL-VUV-95	1003	113
817 katettu	JL-VUV-95	1061	
805 kattamaton	MT-LES-92	233	1214
819 katettu	MT-LES-92	230	
807 kattamaton	MS-SOT-90/91	164 (48/116)	1586
821 katettu	MS-SOT-90/91	161 (45/116)	

## 3.2. Koealtaat

Vesihomeseurannan koealtaina olivat laitoksen ulkoallasalueella sijaitsevat betonirakenteiset pyöröaltaat. Altaiden pohjapinta-ala on 75 m<sup>2</sup>, ja veden määrä altaassa vaihtelee virtaaman säädöistä riippuen välillä 87-90 m<sup>3</sup>. Altaita rakennettaessa käytetty betoni on vesitiivistä ja pakkasenkestävää (betonilaatu K 35-2). Viljelyaltaiden itsepuhdistuvuuden ja hygienian parantamiseksi betonin pinta on rakennusvaiheessa käsitelty Nanten® BL - betonilakalla. Altaat pestään painepesurilla, mikä on kuluttanut lakkauksen pois altaan sisäpinnalta. Altaiden tulovesiputkisto on valmistettu polyeteenimuovista ja poistovesiputkisto ruostumattomasta teräksestä.

Puolet jokaisen seurantarparven kaloista sijoitettiin katettuihin altaisiin. Kate on valmistettu 850 g/m<sup>2</sup> painavasta, UV-suojatusta PVC-kankaasta, jonka pakkasenkesto on -30 °C. Ulkopinnaltaan kiiltäväksi lakattu kangas on pingotettu teräskehikon päälle. Katteen keskus (Ø 2,0 m) on valkoista, muut osat tummanvihreää kangasta. Katteessa on yksi suurempi ja kaksi pienempää luukkuja erilaisia hoito- ja huoltotöitä varten. Kaloja voi tarkkailla altaan reunan ja katteen tukirakenteen varaan asennetulta metalliselta aputasolta.

Altaiden vesitystä voidaan säätää allaskohtaisesti. Allasryhmittäin voidaan käyttää tarvittaessa happivesitystä. Poistovesi johdetaan altaan keskellä olevan lattasihdin lävitse edelleenkäsitelyyn jätevedenpuhdistamolle. Altaat on ryhmitelty neljän altaan ryhmiin, joilla on yhteinen poistomunkki. Se toimii myös laskeutuskaivona, jonka pohjalle kertynyt liete tyhjennetään sykäyksittäin erillisviemäröinnin kautta. Kukin allas voidaan tyhjentää erikseen esim. kalojen ottoa tai hoitotoimenpiteitä varten. Allasalueella on käytössä automaattinen ITU Salmo ruokinta-, mittaus-, säätö- ja hälytysjärjestelmä (versio 2.0, valmistaja Hortimic Oy, Jyskä, Suomi).

## 3.3. Tutkimusmenetelmät

### 3.3.1. Vedenlaadun arviointi

Altaiden vedenlaadun seuraamiseksi mitattiin kolme kertaa viikossa (maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantaisin) seuraavat suureet: veden pH, lämpötila (°C) sekä allas- ja poistoveden happipitoisuus (mg/l). Mittauspaikka sijaitsi tulovesiputken takapuolella aivan veden pintakerroksessa. Lisäksi mitattiin valoisuus (lx) ja ilman lämpötila (°C) sekä merkittiin muistiin altaaseen tulevan rehun määrä (kg/vrk) ja altaan tuloveden virtaama (l/s). Mittaukset tehtiin 11.30 - 13.30 välisenä aikana. Muutamina päivinä (< 10 kertaa) mittausajankohtaa jouduttiin siirtämään muiden töiden vuoksi.

Allasveden lämpötila mitattiin tavallisella sauvalämpömittarilla. Katettujen altaiden ilman lämpötilan seuraamista varten yhteen altaista ripustettiin sauvalämpömittari, jonka antama lukema merkittiin kaikkien katettujen altaiden ilman lämpötilaksi. Ulkoilman lämpötilatiedot kerättiin ITU Salmo - järjestelmän kautta, samoin kuin tiedot rehun kulutuksesta.

pH-lukema ja veden happipitoisuus mitattiin kannettavilla käsimittareilla (pH: WTW pH 96-B / SET-1 sekä OxyGuard® Handy pH; happi: WTW OXI96 sekä OxyGuard® Handy Mk II. Mittareiden valmistajat: WTW: Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Weilheim, Saksa sekä OxyGuard International A/S, Birkerød, Tanska). pH-lukema mitattiin altaasta nostetusta vesinäytteestä, happilukema suoraan altaasta. pH-mittauksissa oli heinäkuun alusta lähtien noin kuukauden tauko mittarin rikkouduttua. Altaan poistoveden happipitoisuus mitattiin aluksi kaikista altaista

poistovesiputkesta tulevasta vedestä. Poistoputkesta tulevan veden virtaama on kuitenkin suuri, joten mittarin antama lukema oli hieman todellista suurempi. Tämän takia katettujen altaiden poistoveden hapen mittauspaiikka muutettiin heinäkuun alussa altaan keskelle poistosihdin yläpuolelle.

Altaisiin tulevan veden virtausnopeus mitattiin veden tuloa säätelevän venttiilinkaran eri kierrosmäärillä. Näin saadulta käyrältä luettiin altaan virtaama, kun tiedettiin, montako kierrosta venttiiliä oli aukaistu.

Valoisuus mitattiin altaan reunalta tulovesiputken kohdalta Lutron LX-101 -mittarilla (Stelzner GmbH, Nürnberg, Saksa). Mittaukset päättyivät kesäkuun alkupuolella mittarin mentyä epäkuntoon.

Koska vesihometta on esiintynyt vain ulkoallasalueella, haluttiin verrata ulkoallasalueen ja poikashallin vedenlaatua. Viikon välein lähetettiin kolme kertaa (14.07. - 28.07.) vesinäytteet analysoitaviksi Kajaanin kaupungin elintarvike- ja ympäristölaboratorioon. Taulukossa 2 on lueteltu määritetyt pitoisuudet ja käytetyt menetelmät. Yhden litran vesinäyte otettiin ulkoallasalueelta kattamattomasta seuranta-altaasta 807 (MS-SOT-90/91) sekä poikashallista lasikuitualtaasta H412 (MS-SOT-96).

**Taulukko 2. Ulkoallasalueen ja poikashallin veden laadun vertailussa määritetyt suuret.**

Mitattu suure	Tuloksen yksikkö	Käytetty menetelmä
ammonium, NH <sub>4</sub>	mg/l	SFS 3032
kokonaiskovuus	mmol/l	SFS 3003
nitraatti, NO <sub>3</sub>	mg/l	ETS 1969
nitriitti, NO <sub>2</sub>	mg/l	SFS 3029
pH		SFS 3021
sähkönjohtavuus (25 °C)	mS/m	SFS-EN 27888
rauta, Fe	mg/l	SFS 3028

### 3.3.2. Leväkasvumääritykset

Leväkasvumääritysten päätarkoituksena oli verrata katettuihin ja kattamattomiin altaisiin kasvavan levän määrää. Leväkasvun seuranta alkoi keväällä muun seurannan alkaessa ja päättyi syksyllä jäiden tuloon.

Jokaiseen seuranta-altaaseen laitettiin kellumaan vanerista ja styroksista valmistettu lautta (koko noin 20x70 cm). Lautan metalliseen tukirankaan kiinnitettiin muovilevyt, joille kasvavan levän määrää seurattiin. Lautat kiinnitettiin noin neljän metrin mittaisella narulla altaan reunaan, muuten ne kelluivat vedessä vapaasti. Lautat saatiin lainaksi Kainuun ympäristökeskuksen laboratoriosta, jossa samanlaisia perifytonlevyjä on käytetty luonnonvesissä kasvavan levän määrän mittauksissa. 10x15 cm:n kokoiset muovilevyt olivat kahden millimetrin vahvuista polykarbonaattia. Kuhunkin telineseen kiinnitettiin kolme levyä, joten seurattava kasvupinta-ala allasta kohti oli 900 cm<sup>2</sup>. Levyt pestiin ennen käyttöä laimealla suolahappoliuoksella levyihin suojamuovista mahdollisesti jääneiden liimajäämien poistamiseksi.

Yhden tarkkailujakson pituus oli 14 vuorokautta, minkä jälkeen levyt nostettiin altaasta, kelluva teline harjattiin puhtaaksi siihen kasvaneesta levästä ja kiinnitettiin uudet levyt seuraavaa määrittystä varten. Levyille kasvanut levä kaavittiin noin 400

ml:aan tislattua vettä. Tästä määritettiin levän määrä kuiva-aineena. Levä erotettiin vedestä suodattamalla. Suodattimet (lasikuitusuodatin, halkaisija 47 mm, huokoskoko 8 µm, Sartorius GmbH, Göttingen, Saksa) kuivattiin lämpökaapissa, minkä jälkeen ne punnittiin. Tästä voitiin laskea suodattimella olevan levän määrä, kun tiedettiin suodattimen paino. Suodattimien esikäsittely sekä kuivausajat ja -lämpötilat olivat samat kuin standardissa SFS 3037 (Veden kiintoaineen määrittäminen).

### 3.3.3. Vesihomenäytteet

Vesihomemäärittysten tarkoituksena oli selvittää, edeltääkö kalojen sairastumista vesihomeen määrän lisääntyminen tulovedessä, miten ja milloin homeen määrä lisääntyy tulo- ja allasvedessä sekä vaikuttaako lämpötila veden homepitoisuuteen ja kalojen sairastumiseen. Käytetyn menetelmän ja välineistön esitestaus, valinta sekä soveltuvuuden kokeilu tehtiin EELA:ssa.

Eri suodatinmembraaneja vertailtiin keskenään niiden sterilointimahdollisuuksien, huokoskokojen soveltuvuuden, sienipesäkkeiden erottuvuuden ja hinnan suhteen. Tutkimusta varten oli löydettävä membraani, joka kestäisi sterilointilämpötilan (121 °C) ja jonka huokoskoko olisi riittävän pieni pidättämään parveiluitiöt membraanilla ja kuitenkin läpäisemään riittävällä nopeudella näytevesiä. Esitestauksen jälkeen päädyttiin lasikuitumembraaniin, jonka huokoskoko oli 2,7 µm ja halkaisija 90 mm (GF/D, Whatman, Maidstone, Englanti).

Suodatuskokeiluja tehtiin altaista sekä kalojen kuljetusvesistä otetuilla vesinäytteillä suodatusmenetelmän toimivuuden sekä kokeen toistettavuuden testaamiseksi. Allasvedestä tehdyissä laimennussarjoissa vesihomakasvun todettiin laimenevan asianmukaisesti. Rinnakkaisnäytteiden sienimäärät olivat niin yhteneväiset, että varsinaisessa tutkimuksessa niistä luovuttiin. Suodatettava näytevesimäärä määriteltiin siten, että suodatinkalvolla kasvaisi luettavissa oleva määrä pesäkkeitä eli maljalla keskimäärin alle 50 pesäkettä. Kasvatusalustana käytettiin NPB-agar (nutrient poor basal medium), jonka koostumus on: 5 g D-glukoosia, 5 g bakteriologista peptonia, 15 g agaria, 1000 ml tislattua vettä ja kloramfenikolia 0,005 % konsentraationa (Aho 1988).

Vesinäytteet otettiin kerran viikossa laitokselle tulevasta vedestä (syväne-, pinta- ja rantavesi) sekä jokaisen seuranta-altaan tulo- ja poistovedestä. Suodatettavat vesimäärät olivat 100 ml ja 1000 ml seurannan alussa ja lopussa, jolloin vesi oli kylmää ja sienikasvu vähäistä. Kesäaikana, jolloin sienikasvu oli runsaampaa, suodatetut vesimäärät olivat 10 ml ja 100 ml. Ennen suodatusta 10 ml:n näyte laimennettiin steriilillä vedellä 100 ml:ksi. Kukin näyte käsiteltiin omilla, steriloiduilla välineillään. Membraanit siirrettiin suodatuksen jälkeen kasvatusalustalle (NPB-agar). Alustat varastoitettiin viileässä (15-20 °C) ja lähetettiin jatkotutkimuksiin EELA:n Oulun alue-laboratorioon.

EELA:n laboratoriossa maljat säilytettiin 20 asteen lämpökaapissa ja luettiin 2 ja 7 päivän ikäisinä. Pesäkemäärä (pesäkettä / 100 ml näytevettä) ilmoitettiin 7. päivän pesäkelukumäärän perusteella. Aluksi kaikki vesihomeelta näyttävät pesäkkeet viljeltiin puhtaaksi NPB-agarille. Mikäli puhtasviljelmän ulkonäkö viittasi vesihomeeseen, tehtiin mikroskooppipreparaatti, josta katsottiin hyyfin paksuus, mahdollisten sporangiumien muoto ja väliseinien olemassaolo (vesihomeella hyyfin paksuus on noin 7-10 µm, väliseiniä ei ole). Mikäli näiden perusteella näyte vaikutti vesihomeelta, tehtiin vielä itiöimiskoe, jolla saatiin selville tuottaako näytekanta parveiluitiöitä. Mikäli parveiluitiöitä muodostui ja sporangiumit olivat lajille tyypillisiä, tehtiin diagnoosi vesihome. Myöhemmin tunnistukseen käytettiin lähinnä pesäkkeen ulkonäköä, hyyfin paksuutta ja väliseinättömyyttä sekä tyypillisiä sporangiumeja. Tarvittaessa tehtiin myös itiöimiskoe.

### 3.3.4. Verinäytteenotto ja plasman kortisolipitoisuus

Kalojen mahdollisen stressaantuneisuuden osuutta vesihomeongelmaan oli tarkoitus selvittää seuraamalla veren plasman kortisolipitoisuutta. Kalan veren normaali kortisolipitoisuus on 10-50 µg/l, kohonneet arvot kertovat kalojen stressaantuneen. Verinäytteitä seurannassa olevista kaloista otettiin 12.06. ja 03.07.97. Näytteenottoa oli tarkoitus jatkaa kolmen viikon välein seurannan loppuun saakka. Se täytyi kuitenkin keskeyttää, koska näytteenottoon liittyvä kalojen käsittelyn aiheuttama stressi lisäsi jo alunperin pienien emoparvien kuolleisuutta.

Näytteenottoon liittyvän käsittelystressin vakioimiseksi tutkittavat kalat (12 kpl / allas) sijoitettiin kaksi vuorokautta ennen näytteenottoa yksilösumppuihin (verkkopäätyiset muoviputket, järvilohilla putken pituus noin 35 cm ja halkaisija 10 cm; meritaimenilla ja sioilla noin 70 cm ja Ø 20 cm). Verinäyte pyrittiin ottamaan 10 kalasta / allas. Näytekalat valittiin sattumanvaraisesti. Pienessä osassa näytekaloja oli vesihometta (määrää ei kirjattu).

Näytteenottohetkellä kalat nukutettiin MS-222:lla (Argent Chemical Laboratories, Redmont, USA), ja veri imettiin pyrstösuonesta heparinoituun ruiskuun. Plasma erotettiin sentrifugoimalla ja plasmanäytteet säilytettiin -20 °C:ssa kortisolin määrittystä varten. Näytteenoton jälkeen kalat vapautettiin takaisin omaan parveensa. Näytteet lähetettiin RKTL:n Helsingin toimipaikkaan kortisolimäärittystä varten.

Kortisolin määrittämisessä käytettiin kaupallista kortisolikittiä (Diagnostic Products Corporation, TKCO1). Määrittämenetelmä perustuu kortisolin sitoutumiseen vastaaineeseen, joka on mittauksessa käytettävien putkien seinämissä. Putkeen lisätään vakiomäärä radioaktiivisella jodilla leimattua kortisolia sekä mitattava näyte. Mitä enemmän näyte sisältää kortisolia, sitä vähemmän leimattua kortisolia sitoutuu vastaaineeseen. Tietyn inkubointiajan kuluttua putket tyhjenetään ja niiden radioaktiivisuus mitataan. Näytteen sisältämän kortisolin määrä luetaan standardisuoralta, joka on tehty kaupallisten standardien perusteella.

### 3.3.5. Homeen levinneisyys kaloissa

Kuolleista yksilöistä kerättiin tietoja ajalla 03.06. - 29.09.97. Tarkoituksena oli seurata, kuinka home leviää kalassa, ja miten laajalle sen täytyy levitä ennenkuin kala kuolee. Pyrittiin selvittämään myös, onko kuolleisuudessa eroja sukupuolten välillä tai vaikuttaako kalojen koko kuolleisuuteen.

Kuolleet kalat kerättiin altaista aamuisin jokaisena työpäivänä, minkä jälkeen niistä kirjattiin pituus, paino, sukupuoli ja homeen levinneisyys kalan pinnalla. Homeen levinneisyyden arviointiin käytettiin kaavaketta, jossa kala oli jaettu 12 alueeseen. Homeen katsottiin esiintyvän jollakin alueella, jos homekasvusto oli silmin havaittavissa.

Kaloja käsiteltäessä niistä pyrittiin löytämään myös mahdolliset viitteet muihin kalatauteihin tai loisiin. Myös muut kaloissa ilmenneet vauriot tai poikkeavuudet kirjattiin.

## 4. Tulokset

### 4.1. Vedenlaatu

#### 4.1.1. Lämpötila

Veden lämpötilaerot kattamattomien ja katettujen altaiden välillä olivat pieniä (liite 2/1). Pilvisinä ja sateisina päivinä veden lämpötila oli molemmissa allastyypeissä sama. Kesällä taivaan ollessa pilvetön auringonvalo pääsi lämmittämään kattamattoman altaan vettä, jolloin lämpötilaeroa syntyi. Suurimmillaan ero oli 1,4 °C. Loppusyksystä ilman lämpötilan pudotessa nollan alapuolelle tilanne kääntyi päinvastaiseksi: kirkkailla selkeillä pakkasilmoilla kattamattomien altaiden vesi oli hiukan kylmempää kuin katettujen.

#### 4.1.2. pH

Mittaustuloksista ei ilmennyt mitään selvää suuntaa niin, että pH-lukemat olisivat olleet jatkuvasti korkeampia katetuissa altaissa kuin kattamattomissa altaissa tai päinvastoin (liite 2/2). Samoin pH-lukemat olivat suuria tai pieniä riippumatta vedessä olevasta vesihomemäärästä tai siitä, oliko kaloissa vesihometta vai ei. Huomiota kiinnittää lähinnä pH-arvojen suuri vaihtelu lyhyillä aikaväleillä. Suurin mitattu pH-arvo oli 7,82 ja pienin 5,83. Suurinta vaihtelu oli keväällä ja syksyllä. Keväällä käytössä ollut pH-mittari rikkoutui lopullisesti heinäkuun alussa ja jo aikaisemmin sen kalibroinnissa oli ongelmia, mikä saattoi vaikuttaa kevään mittaustulosten vaihtelun suuruuteen. pH-mittauksissa oli tauko 02.07. - 05.08.97.

#### 4.1.3. Happipitoisuus

Veden happipitoisuus mitattiin sekä altaasta että altaan poistovedestä. Poistoveden hapen mittaaminen oli hieman ongelmallista, sillä poistoputkesta tulevan veden virtausnopeus oli suuri, jolloin mittari antoi todellista suuremman lukeman.

Erot allas- ja poistovesien happipitoisuuksissa olivat pieniä kaikissa altaissa (liitteet 2/3 ja 2/4). Samoin erot pysyivät pieninä katettu/kattamaton-pareja tarkasteltaessa kaikkien seurantarvien kohdalla. Yleensä kuitenkin katetuissa altaissa sekä allas- että poistoveden happipitoisuus oli hieman pienempi kuin kattamattomissa. Kesäkuun helteisten ja tynien säiden aikana laitokselle tulevan veden happipitoisuus pieneni. Tämän vuoksi altaisiin tulevan veden lisähapetus oli käytössä 21.07. - 21.08.97. Happipitoisuuden ollessa alhaisimmillaan lopetettiin rehun syöttö altaisiin. Ruokintaa jatkettiin normaalisti, kun lisähapetus oli otettu käyttöön (liite 2/5). Kovat tuulet aiheuttivat laitoksen yläpuolisen järven veden täydellisen sekoittumisen 15. - 20.08., mikä näkyy veden happipitoisuuden äkillisenä kohoamisena mittaustuloksissa.



#### 4.1.4. Virtausnopeus

Seurannan alkuviikkoina veden virtausnopeus oli pieni (6,5 l/s) ja veden viipymä altaassa pitkä (noin 3:50 tuntia). Kesäkuussa virtausnopeutta nostettiin (8 l/s, veden viipymä altaassa noin 3 tuntia), ja suurimmillaan se oli kesäkuun lopusta syyskuun puoliväliin (9,5 l/s, viipymä noin 2:30 tuntia). Syksyn kuluessa virtaamaa pienennettiin, ja seurannan kolmen viimeisen viikon aikana se oli enää 5 l/s, jolloin veden viipymä oli noin 5 tuntia (kuva 1). Virtaaman muutokset tehtiin kaikissa seuranta-altaissa samanaikaisesti.

#### 4.1.5. Vertailuvesinäytteet

Vertailuvesinäytteiden avulla haluttiin verrata ulkoallasalueen betonialtaiden ja poikashallin lasikuitualtaiden vedenlaatua. Määritettyjen pitoisuuksien osalta erot vesien laadussa olivat vähäisiä (liite 3/1).

### 4.2. Ilman lämpötila ja valoisuus

Pilvisinä ja sateisina päivinä ilman lämpötila oli suurinpiirtein sama molemmissa allastyypeissä, auringon paistaessa katetun altaan ilma oli lämpimämpää (liite 2/6). Keskikesän helteillä lämpötilojen ero oli suurimmillaan, usein 8-10 °C. Helteisillä säillä katettujen altaiden ilma oli myös erittäin kosteaa. Talven tullessa lämpötilojen erot pienenevät, katettujen altaiden ilma oli yleensä hiukan lämpimämpää kuin muun ulkoallasalueen.

Valomäärää pystyttiin mittaamaan vain ajalla 14.05. - 11.06.97, mutta jo näistä mittauksista on helposti havaittavissa suuri (noin tuhatkertainen) ero katettujen ja kattamattomien altaiden valon määrässä. Kattamattomien altaiden valomäärä vaihteli välillä 13 270 - 102200 lx ja katettujen välillä 12 -120 lx, sään aurinkoisuudesta riippuen (liite 3/2).

### 4.3. Leväkasvu

Leväkasvumääritys tehtiin järvilohialtaissa kolme kertaa. Muissa altaissa leväkasvua seurattiin syksyllä jäiden tuloon saakka, yhteensä 12 kertaa (liite 3/3). Leväkasvu voimistui veden lämmitessä ja päivän valoisan ajan pidetessä. Varsinkin keskikesällä levän kasvu oli runsasta. Levän määrä oli suurin heinäkuun loppupuolella. Altaat puhdistettiin harjaamalla 30.-31.07., mikä näkyi pienempänä leväkasvuna koelevyillä. Katetuissa altaissa kasvanut vähäinen levämäärä oli helppo puhdistaa käsin harjaamalla, kun taas kattamattomia altaita on vaikea saada puhtaiksi edes painepesurin avulla.

Katetuissa altaissa, joissa valon määrä on pieni muuhun ulkoallasalueeseen verrattuna, levän määrä pysyi koko seurantajakson ajan pienenä, alle 1 g/m<sup>2</sup>/määrityskerta yhtä poikkeusta lukuunottamatta. Kattamattomissa altaissa levää kasvoi useita kymmeniä (10-60) kertoja enemmän. Lyhyen päivän ja kylmän veden aikaan ero oli pienempi, keskikesällä suurimmillaan. Katetuissa meritaimen- ja siika-altaissa levän määrä oli samaa suuruusluokkaa. Kattamattomassa siika-altaassa levää kasvoi jonkin verran runsaammin kuin kattamattomassa meritaimenaltaassa. Kattamattoman siika-altaan kahden viimeisen määrityskerran tulosta kasvatti levyillä kasvanut paksulehti-

nen levä, jota ei esiintynyt muissa altaissa, eikä tässäkään muilla määrityskerroilla. Muuten leväkasvu tässäkin altaassa oli loppusyksyllä vähäisempää kuin kesällä.

#### 4.4. Vesihomeen määrä tulo- ja poistovedessä

Vesihomenäytteitä otettiin laitoksen tulovedestä sekä seuranta-aitaiden tulo- ja poistovedestä viikoilla 21-48 (20.05. - 26.11.97), yhteensä 329 kappaletta (liite 4). Laitoksen ja seuranta-aitaiden tulovesissä homeetta esiintyi vain vähäisessä määrin, ja kaikista näytteistä löytyi runsas sekasienikasvusto. Myös aitaiden poistovesinäytteissä oli sekasienikasvua, jos näyte ei sisältänyt vesihometta tai sitä oli vain muutama pesäke. Useissa tapauksissa tuloveden sekasienikasvu oli kuitenkin muuttunut altaassa vesihomeen puhdaskasvuksi, jolloin muuta sekasienikasvua ei esiintynyt.

Laitokselle tulevasta vedestä otetuista 81 näytteestä vain viidestä löytyi vesihometta. Näistäkin 4 kappaletta oli rantavesinäytteitä (yhdessä vesihomeen määrä oli poikkeavan suuri: >20 pesäkkettä/100 ml vettä (viikko 23); näyte otettiin ja käsiteltiin samoin kuin muutkin näytteet), millä ei emokalaston kannalta ole merkitystä, koska rantavettä käytetään vain poikashallissa ja hautomossa. Ulkoallasalueelle tulevasta vedestä löytyi *Saprolegnia* siis vain yhdestä näytteestä yksi pesäke.

Aitaiden tulovedestä otetuista näytteistä (124 kpl) vesihometta oli 15:ssä (12,1 %). Enimmilläänkin homepesäkkeitä kasvoi vain neljä kappaletta, kymmenessä tapauksessa vain yksi. Aitaiden poistovesinäytteistä (124 kpl) vesihometta löytyi 104:stä (83,9 %). Monessa tapauksessa vesihomeen kasvu oli niin voimakasta, ettei pesäkkeitten tarkkaa lukumäärää pystytty laskemaan. Poistovesinäytteissä vesihome oli puhdaskasvuna 43:ssa (34,7 %).

Järvilohialtaissa kattamattoman altaan tulovedet olivat puhtaita vesihomeen osalta, katetusta altaasta otetuista näytteistä löytyi yhdestä yksi homepesäke. Poistovesissä vesihometta oli kaikissa näytteissä. Kahdeksassa tapauksessa 13:sta oli kyse vesihomeen puhdaskasvusta.

Meritaimen- ja planktonsiika-aitaiden tulovesistä otetuista 111 näytteestä löytyi vesihometta sekä kattamattomien että katettujen aitaiden näytteistä seitsemästä eli yhteensä 14:stä (12,6 %). Suurimmillaankin homepesäkkeiden lukumäärä oli neljä, yhdeksässä tapauksessa pesäkkeitä kasvoi vain yksi. Aitaiden 111 poistovesinäytteestä vesihometta löytyi 91:stä (82,0 %), joista puhdaskasvuna 35 tapauksessa. Kattamattomien aitaiden poistovesinäytteissä vesihometta oli 46:ssa, katettujen 45:ssä. Järvilohi- ja meritaimenaitaiden näytteissä vesihomepesäkkeitten lukumäärä oli hieinan pienempi kattamattomissa altaissa, planktonsiika-altaissa tilanne oli päinvastainen.

Viimeisten vesinäytteiden oton yhteydessä otettiin tulo- ja poistovesinäyte myös pestystä, kalattomasta ulkoaltaasta. Altaan tulovedestä ei löytynyt vesihometta, mutta poistovedestä 0,7 pesäkkettä/100 ml vettä. Sekasienikasvua oli tulovedessä kaksi, poistovedessä viisi pesäkkettä.

#### 4.5. Plasman kortisolipitoisuus

Verinäytteet kortisolin määrittämistä varten otettiin kaksi kertaa (liite 3/4). Kortisolin osalta seuranta-aika oli niin lyhyt, ettei tulosten perusteella voi päätellä kovin paljon. Järvilohien tilanne oli kaikkein huonoin. Kortisolipitoisuudet olivat moninkertaisia normaaliarvoon (10-50 µg/l, suullinen tiedonanto, Marja Pasternack) verrattuna. Ka-

tetusta altaasta näytteet otettiin myös heinäkuun alussa, ja kortisolipitoisuudet olivat jonkin verran pienempiä kuin kesäkuussa.

Kun kesäkuun näytteet otettiin, meritaimenet ja siiat olivat terveitä. Heinäkuun näytteet otettiin aikana, jolloin kesän kuolleisuus oli alkanut ja paheni koko ajan vesihomeen levitessä. Kesäkuussa meritaimenilta otettujen verinäytteiden kortisolipitoisuuksien keskiarvo oli normaali sekä katetussa (17,5 µg/l) että kattamattomassa (26,7 µg/l) altaassa. Heinäkuussa kattamattoman altaan meritaimenilla kortisoliarvot olivat kohonneet hieman ensimmäisen näytteenottokerran jälkeen (35,7 µg/l). Katetussa altaassa kortisolipitoisuudet olivat selvästi suuremmat (54,8 µg/l) kuin kesäkuussa. Siikojen tilanne oli kesäkuussa huonompi kuin meritaimenien, mutta kortisolipitoisuudet olivat vielä normaalitasolla (katetussa altaassa 43,5 µg/l, kattamattomassa 48,0 µg/l). Heinäkuussa siikojen kortisoliarvot olivat kohonneet normaalin yläpuolelle (katetussa altaassa 63,2 µg/l, kattamattomassa 78,0 µg/l). Siioilla kortisolipitoisuudet olivat molemmilla näytteenottokerroilla pienemmät katetussa altaassa. Meritaimenilla katetun altaan pitoisuudet olivat pienemmät kesäkuussa, mutta heinäkuussa tilanne oli kääntynyt päinvastaiseksi.

## 4.6. Kuolleisuus ja homeen levinneisyys kaloissa

### 4.6.1. Kuolleisuus seuranta-altaissa

Seuranta-aldaiden kalasto seurannan päättyessä on esitetty taulukossa 3. Osa kuolleista kaloista on jäänyt merkitsemättä kirjanpitoon, mistä johtuu ero kirjanpidon ja todellisen tilanteen välillä. Kattamattomista altaista linnut ovat vieneet kuolleita kaloja, mikä on kasvattanut kirjanpitovirhettä. Kuolleisuusprosentit on laskettu todellisen tilanteen mukaan.

**Taulukko 3. Seuranta-aldaiden kalasto seurannan päättyessä 17.11.97.** Meritaimenien ja planktonsiikojen keskipainot mitattiin syksyn lypsyjen yhteydessä, järvilohien keskipaino on laskettu viimeisen 50 kuolleiden kalan painosta.

Allas	Kanta	Kalojen määrä				Keskipaino	Kuolleisuus
		Seurannan alkaessa 14.05.97	Lopussa kirjanpidon mukaan	Kadonnut	Lopussa laskettu määrä		
		kpl	kpl	kpl	kpl	g	%
803 ei katetta	JL-VUV-95 <sup>1</sup>	1003	333	318	15	162	98,5
805 ei katetta	MT-LES-92	233	86	28	58	1550	75,1
807 ei katetta	MS-SOT-90/91	164	121	21	100	2443	39,0
817 katettu	JL-VUV-95 <sup>2)</sup>	1061	121	91	30	162	97,2
819 katettu	MT-LES-92	230	87	8	79	1782	65,7
821 katettu	MS-SOT-90/91	161	43	19	24	2067	85,1

<sup>1)</sup> Seuranta päättyi 24.06.97.

<sup>2)</sup> Seuranta päättyi 04.07.97.

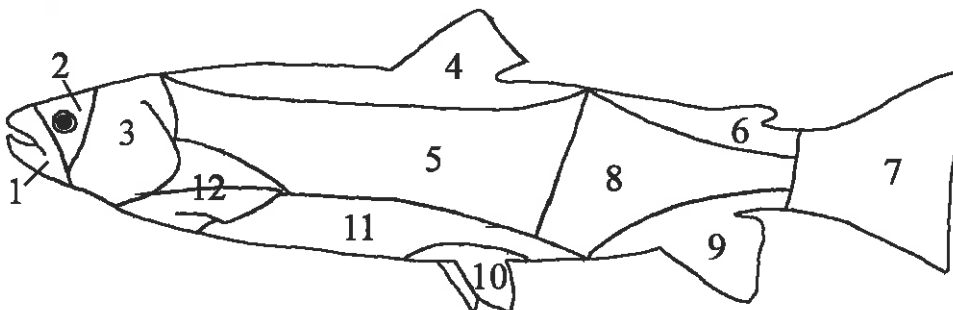
Järvilohilla kuolleisuutta esiintyi jatkuvasti seurannan alusta lähtien. Kaloja kuoli päivittäin. Toukokuussa kuolleiden kalojen päivittäinen määrä oli 5-20 kalaa / allas, kesäkuussa noin 20-40 kalaa / allas. Maanantaisin viikonlopun jälkeen kuolleitten järvilohien määrä saattoi nousta noin 100 kpl:een / allas. Seuranta päättyi näiden parvien osalta kesä-heinäkuun vaihteessa kuolleisuuden ollessa lähes sata prosenttia (kuva 1).

Meritaimenia kuoli noin kuukauden ajan kesäkuun lopusta lähtien veden lämmentyä yli kymmenen asteen, sekä veden jäähtyttyä alle kymmenasteiseksi syyskuun loppupuolella ja lokakuussa lypsyjen aikana (kuva 1). Syksyllä vesihomeeseen kuolleiden kalojen lukumäärä oli suurempi kuin kesällä, kalojen stressiä lisäsivät lypsyihin liittyvät käsittelyt. Kuolleisuusprosentti seurannan lopussa kattamattomassa altaassa oli 75,1 % ja katetussa altaassa 65,7 %.

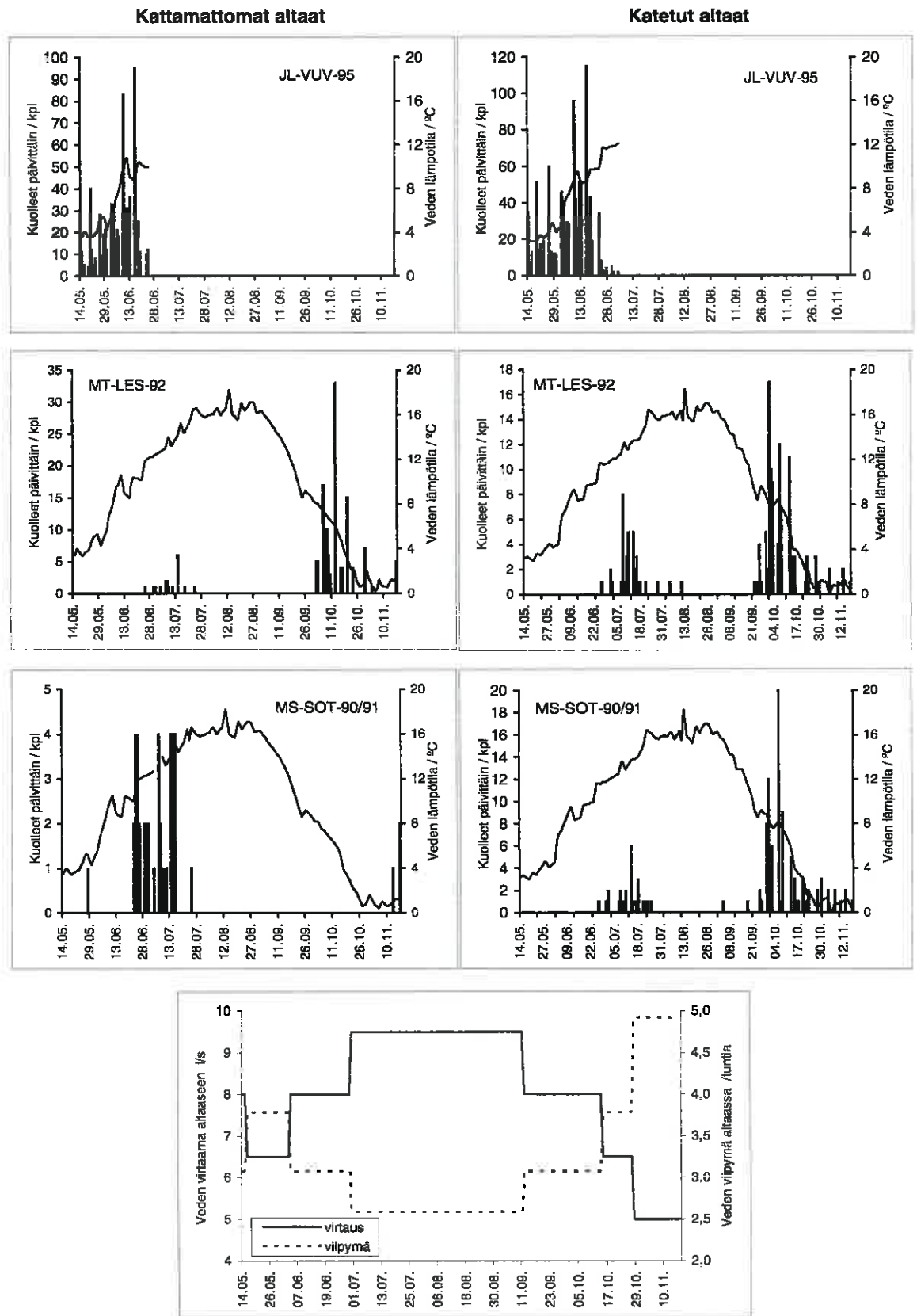
Myös molemmissa siikaparvissa oli kuolleisuutta noin kuukauden ajan kesäkuun lopulta lähtien, kattamattomassa altaassa kaloja kuoli hieman enemmän kuin katetussa (kuva 1). Katetussa altaassa kuolleisuus alkoi jälleen syyskuun lopulla ja jatkui seurannan loppuun saakka. Kattamattomassa altaassa siikojen kuolleisuutta ei esiintynyt lukuunottamatta kolmea kalaa aivan seurannan viime päivinä. Tämän altaan kaloissa oli loppukesän ja syksyn aikana erittäin vähän vesihometta. Siikojen lypsyt alkoivat seurannan päättyessä. Kuolleisuusprosentti seurannan lopussa oli kattamattomassa altaassa 39,0 % ja katetussa altaassa 85,1 %. Sekä siiioista että meritaimenista saatu mätimäärä oli pieni.

#### 4.6.2. Homeen levinneisyys kuolleissa kaloissa

Vesihomeen levinneisyyden määrittämistä varten kala jaettiin kahteentoista alueeseen (kuva 2). Tutkittuja kaloja oli yhteensä 1189 kappaletta (taulukko 4). Yleensä vesihomeen leviäminen alkoi kohdista 1, 4, 7, 10 tai 12. Eviin home ilmestyi ensin niiden etureunoihin. Kylkiin vesihome levisi vasta taudin edetessä. Pahimmillaan home oli ehtinyt levitä niin, että kalalla oli yhtenäinen, pumpulimainen homepeite. Kalat näyttivät kuitenkin kestäväen pienen määrän hometta. Niinä kuukausina, jolloin vesihomeen aiheuttamaa kuolleisuutta ei esiintynyt, altaissa oli silti muutamia kaloja, joissa oli 1-3 homeläiskää, ja joiden tilanne pysyi samana viikkojen ajan. Home ei myöskään levinnyt parven muihin kaloihin. Kun vesihomeen leviäminen oli pahimmillaan, tartunnan saanut kala kuoli muutamassa päivässä.



**Kuva 2.** Kalan jako 12 alueeseen homeen levinneisyyden määrittämistä varten.



Kuva 1. Kuolleisuus (mustat pylväät) sekä veden lämpötila ja virtausnopeus seuranta-altaissa.

Katetussa altaassa olleissa järvilohissa hometta oli silmämääräisesti arvioiden hieman vähemmän kuin kattamattoman altaan kaloissa (kuva 3). Homeettomia kuolleissa ei ollut yhtään, täysin homeisia (hometta kohdissa 1-12) kaloja oli kattamattomassa altaassa 61 (13,8 %) ja katetussa 90 (14,6 %) kappaletta. Keskimäärin hometta oli 8,6 (kattamaton allas) ja 8,5 (katettu allas) kohdassa. Kummankin sukupuolen kaloissa hometta oli yhtä monessa kohdassa. Yli 90 %:lla kaloista hometta löytyi kohdista 1, 4, 7, 10 ja 11.

Meritaimenilla kalojen kylkiin ilmestyi homeen levitessä pieniä, pyöreitä home-laikkuja, jotka edelleen laajenivat peittäen pahimmassa tapauksessa koko kalan. Katetun altaan kalat olivat silmämääräisesti arvioiden hieman pahemmin homeessa kuin kattamattoman (kuva 3). Kattamattomassa altaassa naaraissa oli jonkin verran vähemmän homeisia kohtia kuin koiraisissa, mutta tutkittujen kalojen määrä oli pieni, vain 18 kappaletta. Katetun altaan kaloista tutkittiin 41 kappaletta ja eroa sukupuolten välillä oli hyvin vähän. Kattamattomassa altaassa kuolleita naaraita oli yli kaksinkertainen määrä koiraisiin verrattuna. Keskimäärin homeisia kohtia oli kattamattoman altaan kaloissa 9,1 ja katetussa 10,1. Tutkituista kaloista kokonaan homeisia oli kattamattomassa altaassa 8 kappaletta (44,4 %) ja katetussa 22 kappaletta (53,7 %).

Tutkituissa planktonsiioissa hometta oli vähemmän kuin järvilohissa tai meritaimenissa. Lähinnä hometta löytyi kohdista 1 ja 7 sekä evistä ja niiden ympäriltä, kyljistä tuskin lainkaan. Kokonaan homeisia kaloja löytyi vain yksi (kattamaton allas). Keskimäärin hometta löytyi 6,2 (kattamaton allas) ja 5,0 (katettu allas) kohdasta. Sukupuolten välillä ei homeisuudessa näyttänyt olevan eroa. Kattamattomassa altaassa kuolleita koiraita oli kaksinkertainen määrä naaraisiin verrattuna. 30 %:ssa kattamattoman ja lähes 20 %:ssa katetun altaan siioista oli pyöreitä, verisiä haavaumia.

**Taulukko 4. Kesä-syyskuussa seuranta-altaissa kuolleet kalat, joista tutkittiin sukupuoli, pituus, paino sekä vesihomeen levinneisyys. (Muutamat kaloista olivat helteessä pehmenneet niin pahoin, ettei sukupuolta voinut tunnistaa.)**

Allas	Parvi	Tutkittuja kaloja			
		Yhteensä kpl	Naaraita kpl	Koiraita kpl	Ei tunnistettu kpl
803 ei katetta	JL-VUV-95	443	182 (41 %)	234 (53 %)	27 (6 %)
805 ei katetta	MT-LES-92	18	11 (61 %)	5 (28 %)	2 (11 %)
807 ei katetta	MS-SOT-90/91	37	14 (38 %)	23 (62 %)	0 (0 %)
817 katettu	JL-VUV-95	617	286 (46 %)	296 (48 %)	35 (6 %)
819 katettu	MT-LES-92	41	22 (54 %)	17 (41 %)	2 (5 %)
821 katettu	MS-SOT-90/91	33	16 (48 %)	17 (52 %)	0 (0 %)

**KATTAMATTOMAT ALTAAT**

**KATETUT ALTAAT**

JL-VUV-95



JL-VUV-95



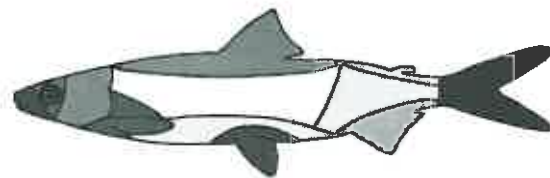
MT-LES-92



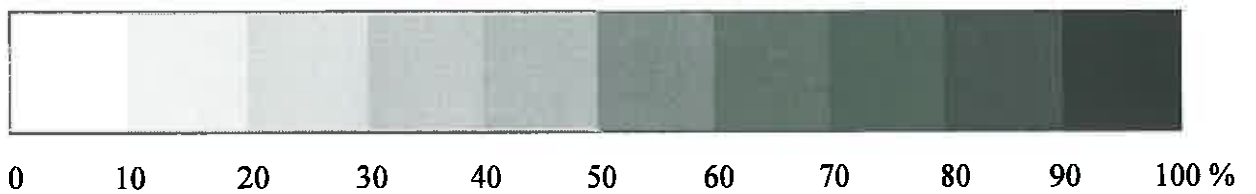
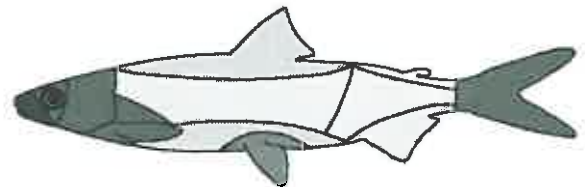
MT-LES-92



MS-SOT-90/91



MS-SOT-90/91



**Kuva 3. Homeen levinneisyys seuranta-altaissa kuolleissa kaloissa. Mitä tummempi väri, sitä useammassa kalassa oli hometta kussakin kohdassa.**

## 5. Tulosten tarkastelu

### 5.1. Vedenlaatu

Vesihomeseurannan aikana mitatuista suureista veden pH:lla ja happipitoisuudella ei vaikuttanut olevan yhteyttä vesihomeen esiintymiseen vedessä tai kaloissa. pH-arvot vaihtelivat läpi koko seurantajakson. Happitilanne oli hyvä sekä keväällä että syksyllä, jolloin vesihomeen aiheuttama kuolleisuus oli pahimmillaan. Happipitoisuus laski alhaiseksi vain keskikesällä, jolloin vesihome ei aiheuttanut suurempia ongelmia. Vesihomeesta puhtaan poikashallin ja ulkoallasalueen vertailuvesinäytteissä oli vain vähäisiä eroja, joten vaikuttaisi siltä, ettei vesihomeen esiintymisen syy löydy ainakaan mitattujen suureiden osalta veden kemiallisesta koostumuksesta.

Vesihomeen leviäminen kaloissa, ja sen aiheuttama kuolleisuus, olivat pahimmillaan allasveden lämpenemisen ja jäähtymisen aikana, kuten kahtena edellisenäkin vuonna. Järvilohiparvissa vesihomeen leviäminen ja kuolleisuus alkoi heti veden lämpötilan lähdettyä nousuun talven jälkeen. Muissa seurantaparvissa kalojen kuolleisuus ja homeisuus olivat pahimmillaan kesällä veden lämpötilan ollessa 11-16 °C, sekä syksyllä lämpötilan laskiessa alle kymmenen asteen. Ainoana poikkeuksena oli kattamaton siika-allas, jossa ei heinäkuun jälkeen ollut kuolleisuutta ja vesihometakin vain vähäisessä määrin syksyllä veden jäähtymisen aikaan.

Samaan aikaan veden lämpenemisen ja jäähtymisen kanssa myös veden virtausnopeus oli pieni ja viipymä altaassa pitkä. Heinä-elokuussa altaiden poistoveden homeitiöpitoisuus pysyi suurena, mutta vesihomeen silmin havaittavat merkit hävisivät kaloista lähes kokonaan. Tällöin veden lämpötila oli tasaantunut ja veden virtausnopeus oli suurimmillaan (9,5 l/s).

### 5.2. Kuolleisuus

Vesihomeesta johtuva kuolleisuus ei ollut samanlaista kaikissa seurantaparvissa. Järvilohiparvissa vesihomeen aiheuttamaa kuolleisuutta esiintyi jo seurannan alkaessa. Parvien tilanne pysyi huonona, eikä toukokuun lopulla annetuilla formaliinikylvetyksillä ollut havaittavaa vaikutusta vesihomeeseen. Seuranta päättyi järvilohien osalta kesä-heinäkuun vaihteessa parvien tuhouduttua lähes täysin.

Meritaimenparvet voivat keväällä hyvin. Vesihome levisi parvissa vasta kesäkuun lopulla. Kuolleisuutta esiintyi noin kuukauden ajan, minkä jälkeen tilanne rauhoittui. Rauhallisen jakson jälkeen vesihome levisi jälleen syyskuun loppupuolella ja kuolleisuutta esiintyi seurannan loppuun saakka. Syksyllä kaloja kuoli enemmän kuin kesällä. Lypsyihin liittyvät käsittelyt edesauttoivat homeen leviämistä.

Myös siikaparvet voivat keväällä hyvin. Vesihometta ja kuolleisuutta esiintyi noin kuukauden ajan kesäkuun lopulta lähtien. Katetussa siika-altaassa vesihome levisi uudelleen syyskuun loppupuolella ja kaloja kuoli enemmän kuin kesällä. Kattamattomassa altaassa siikojen tilanne pysyi hyvänä koko syksyn ajan eikä kuolleisuutta



esiintynyt ennenkuin seurannan viime päivinä. Syytä tämän parven muita seurannan parvia parempaan tilanteeseen ei pystytty löytämään.

### 5.3. Homeen levinneisyys kaloissa

Vesihomeen leviäminen kalassa alkoi yleensä kuonosta, pyrstöstä tai selkä-, vatsa- ja rintaevien etureunoista. Kylkiin home levisi vasta taudin edettyä pidemmälle. Tutkituista kuolleista kaloista eniten hometta oli meritaimenissa, vähiten sioissa. Sioissa home ei ollut juurikaan ehtinyt levitä kalojen kylkiin ennen kuolemaa. Järvilohet ja meritaimenet näyttävät kestävän vesihometta pitempään kuin siiat. Homeen levinneisyys kussakin seurannan kolmesta parvesta oli suurinpiirtein samanlaista sekä katetussa että kattamattomassa altaassa. Yleensä sukupuolet olivat yhtä pahasti homeessa, vain kattamattomassa altaassa olleen meritaimenparven koiraisissa vaikutti olevan enemmän hometta kuin naaraissa.

### 5.4. Vesihomeen määrä tulo- ja poistovedessä

Laitokselle ja altaisiin tulevassa vedessä vesihometta oli hyvin vähän koko seurannan ajan, vain sekasienikasvun määrä vaihteli. Tuloveden vesihomemäärissä ei havaittu nousua ennen kalojen sairastumista.

Järvilohissa oli vesihometta seurannan alusta saakka, ja kaikista poistovesinäytteistä löytyi vesihometta, yleensä erittäin runsaasti.

Meritaimen- ja planktonsiika-altaiden poistovesistä vesihometta löytyi yksittäisiä pesäkkeitä suurempia määriä vasta homeen levittyä kaloihin kesäkuun lopulla. Vaikka näiden altaiden kalojen tilanne parani, ja näkyvät merkit vesihomeesta katosivat lähes kokonaan, altaiden poistovesien vesihomepitoisuus pysyi suurena. Useissa poistovesinäytteissä vesihome kasvoi puhtaana eikä muuta sekasienikasvua ollut. Homepitoisuudet laskivat hieman alkusyksyllä kalojen ollessa terveitä, mutta kohosivat jälleen heinäkuun tasolle kalojen sairastuttua uudestaan syyskuussa. Seurannan viimeisinä viikkoina poistovesien homemäärät laskivat jälleen veden lämpötilan tasaannuttua. Myös kattamattoman siika-altaan poistovedestä löytyi jatkuvasti vesihometta, vaikka kaloissa sitä ei ollut.

### 5.5. Altaiden kattamisen vaikutus

Suurin vaikutus altaiden kattamisella oli valon määrään altailla. Erot katettujen ja kattamattomien altaiden valoisuudessa olivat suuria, mikä vaikutti eniten altaissa kasvavan levän määrään. Katetuissa altaissa levän määrä oli jatkuvasti vähäinen, kattamattomissa altaissa sitä kasvoi runsaasti. Suurimmillaan levän määrä oli heinäelokuussa, jolloin vesi oli lämmintä ja valoa oli runsaasti. Kaloille päivittäin annetun rehun määrä kasvoi syyskuun alkupuolelle saakka. Osa rehusta jäi syömättä, ja tästä rehusta veteen lienneet ravinteet lisäsivät leväkasvua. Kuolleisuuteen ja vesihomeen levinneisyyteen kaloissa levän määrällä ei näyttänyt olevan vaikutusta. Kun levän määrä altaissa oli kesällä runsaimmillaan, vesihomeen määrä kaloissa oli vähäinen. Vesihomeen määrä vedessä pysyi korkeana myös sen jälkeen, kun altaat harjattiin puhtaaksi levästä. Kuolleisuutta oli paljon sekä katetuissa että kattamattomissa altaissa, vaikka erot valoisuudessa ja leväkasvussa olivat suuria.

Vesihomeen esiintyminen kaloissa oli suunnilleen samanlaista kattamattomissa ja katetuissa altaissa järvilohissa ja meritaimenissa sekä sijoissa kesällä. Syksyllä vesihome vaivasi vain katetun altaan siikoja.

Molempien järvilohiparvienv kuolleisuusprosentti oli samansuuruinen. Meritaimenia kuoli katetussa altaassa noin kymmenen prosenttia vähemmän kuin kattamattomassa. Planktonsiikojen tilanne oli päinvastainen ja ero suurempi: katetussa altaassa kaloja kuoli yli kaksi kertaa enemmän kuin kattamattomassa. Kattamisella ei näyttäisi olevan vaikutusta kuolleisuuteen.

Katettujen altaiden poistovesinäytteissä homepesäkkeitä kasvoi hieman vähemmän kuin kattamattomien altaiden, poikkeuksena siikaparvien syksyn tilanne (katetun siika-altaan vedessä enemmän hometta kuin kattamattoman).

Kalojen veren plasman kortisolipitoisuuksissa ei ollut suuria eroja katettujen ja kattamattomien altaiden välillä. Pitoisuudet olivat yleensä hieman pienempiä katetuissa altaissa. Tutkimuksessa, jossa selvitettiin muutamien kaloille myrkyllisten kemikaalien vaikutusta kirjolohen stressaantumiseen ja sairastumiseen vesihomeeseen, havaittiin, että kaikki kalat, joiden plasman kortisolipitoisuus oli suurempi kuin  $370 \mu\text{g/l}$  sairastuivat, kun ne altistettiin vesihomeelle. Kaloista, joilla kortisolipitoisuus oli tätä pienempi, sairastui vain neljäsosa (Carballo *et al.* 1995). Seurannan kalaparvista vain järvilohien plasman kortisolipitoisuudet olivat edellämainitun raja-arvon suuruusluokkaa. Verinäytteiden ottoajankohtana vesihome oli kuitenkin vaivannut niitä jo pitkän aikaa. Muissa kalaparvissa arvot pari viikkoa ennen sairastumista olivat normaaleja, ja kohosivat hieman vesihomeen levitessä parvissa. Tämän perusteella vaikuttaisikin siltä, että kortisolipitoisuuksien kohoaminen seurannan kaloissa johtui sairauden aiheuttamasta stressistä, eli stressaantuminen ei olisi vesihomeeseen sairastumisen syy vaan sen seuraus.

## 6. Yhteenveto

Vesihomeesta johtuva kuolleisuus puoli vuotta kestäneen seurannan aikana kuudessa seurantarparvessa vaihteli neljästäkymmenestä lähes sataan prosenttiin.

Vedenlaadun seurannan tulosten perusteella vain veden lämpötilan vaihtelulla ja al- lasveden virtausnopeudella näyttäisi olevan yhteys vesihomeen esiintymiseen. Vesi- hometta oli kaloissa eniten keväällä ja syksyllä, jolloin kalat kärsivät veden lämpötil- lan nopean muuttumisen ja alhaisen virtausnopeuden yhteisvaikutuksesta. Kesällä ja alkusyksyllä, jolloin veden virtausnopeus oli suurimmillaan sekä veden lämpötilan vaihtelut pieniä, kalat voivat hyvin. Talvisin, jolloin veden lämpötila on alempi kuin 2 °C, hometta on esiintynyt vain pieniä määriä.

Laitokselle ja altaisiin tulevan veden homemäärät olivat koko seurantajakson ajan pieniä. Altaiden poistovesien homemäärät olivat suuria aina, kun kaloissa oli vesi- hometta. Poistovesien homemäärät pysyivät kuitenkin suurina myös loppukesän ja al- kusyksyn aikana, jolloin seurantarparvien kaloissa oli hometta vain vähän. Syksyn kuolleisuuden aikana poistovesien homepitoisuudet olivat yhtä suuria kuin kesällä pa- himpaan aikaan, ja alkoivat pienentyä vasta veden lämpötilan laskettua alle kahden asteen.

Kalojen koko tai sukupuoli ei näyttänyt vaikuttavan homeen leviämiseen. Tutkituissa kuolleissa kaloissa vesihome oli levinnyt järvilohissa ja meritaimenissa laajemmalle kuin planktonsiioissa. Eri sukupuolta olevia kaloja kuoli seuranta-altaissa vaihtelevia määriä.

Altaiden kattaminen vaikutti eniten valoisuuteen ja sitä kautta altaissa kasvavan levän määrään. Katetuissa altaissa levää kasvoi vain vähän, kattamattomissa altaissa varsin- kin kesällä runsaasti. Katetut altaat oli helppo puhdistaa käsin harjaamalla, kun taas kattamattomia altaita on vaikea saada puhtaaksi edes painepesurin avulla. Vesi- homeen leviäminen kaloissa, sekä kalojen kuolleisuus, oli samanlaista molemmissa allastyypeissä. Poikkeuksena oli kattamattomassa altaassa ollut planktonsiikaparvi, jonka kaloissa vesihometta ja kuolleisuutta esiintyi syksyn aikana vähän. Katettujen altaiden poistovesinäytteistä vesihometta löytyi hieman vähemmän kuin kattamatto- mien altaiden.

Koska tehdyn seurantatutkimuksen perusteella ei vesihomeen esiintymiseen löydetty selviä syy-seurausyhteyksiä mitattujen tekijöiden osalta, on tutkimusta ongelman sel- vittämiseksi syytä jatkaa.

## Kiitokset

Tutkimuksen suunnitteluun ja ohjaukseen osallistuivat RKTL:sta tutkija Pekka Hyvärinen, tuotantopäällikkö Risto Kannel, kalastusmestari Tapio Laaksonen ja laitosjohtaja Pentti Pasanen sekä EELA:sta ELL Varpu Hirvelä-Koski ja laboratoriomestari Marja Moisiomäki.

Kiitämme Kainuun kalantutkimus ja vesiviljelyn henkilökuntaa, joka avusti käytännön koejärjestelyissä. Laitoksella siviilipalvelustaan suorittanut Simo Lämsä osallistui myös mittausten tekemiseen. EELA:n Oulun aluelaboratorio vastasi homemaljojen analysoinnista. Kainuun ympäristökeskuksen laboratoriosta saimme lainaksi levämäärityksissä käytetyt telineet.

Tutkija Marja Pasternack (RKTL) järjesti kortisolipitoisuuksien määrityksen. Hänelle, samoin kuin tutkija Pekka Hyväriselle, kalastusmestari Tapio Laaksoille sekä tuotantopäällikkö Risto Kanteleelle kiitokset tekstin lukemisesta sekä aiheellisista kysymyksistä, kommentaista ja muutosehdotuksista.

## Kirjallisuus

- Aho, R. 1988. Studies on zoophilic dermatophytes and contaminant fungi of the skin with special reference to mycological characterization. Academic dissertation, College of Veterinary Medicine, Helsinki. s. 29-30.
- Alderman, D.J. 1991. Malachite green and alternatives as therapeutic agents. *Aquaculture and the Environment* 1991, p. 235-244.
- Bly, J.E., Quiniou, S.M.-A., Lawson, L.A. & Clem, L.W. 1997. Inhibition of *Saprolegnia* pathogenic for fish by *Pseudomonas fluorescens*. *J. Fish Dis.* 20, p. 35-40.
- Bylund, G. & Fagerholm, H.P. 1986. Kalataudit. Valtion painatuskeskus, Helsinki. s. 72-73.
- Carballo, M., Muñoz, M.J. & Tarazona, J.V. 1995. Effects of waterborne copper, cyanide, ammonia, and nitrite on stress parameters and changes in susceptibility to saprolegniosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Applied and Environmental Microbiology* 61, p. 2108-2112.
- Cooper, J.A., Pillinger, J.M. & Ridge, I. 1997. Barley straw inhibits growth of some aquatic saprolegniaceous fungi. *Aquaculture* 156, p. 157-163.
- Cross, M.L. & Willoughby, L.G. 1989. Enhanced vulnerability of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to *Saprolegnia* infection, following treatment of the fish with an androgen. *Mycol. Res.* 93, p. 379-383.
- Janatuinen, J. 1977. UDN-kalasairus levinnyt meillemkin? *Suomen Kalastuslehti* 4, s. 86-89.
- Li, M.H., Wise, D.J. & Robinson, E.H. 1996. Chemical prevention and treatment of winter saprolegniosis ("winter kill") in channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 27, p. 1-6.
- Noga, E.J. 1993. Water mold infections of freshwater fish: recent advances. *Annual Rev. of Fish Diseases* 1993, p. 291-304.
- Schreier, T.M., Rach, J.J. & Howe, G.E. 1996. Efficacy of formalin, hydrogen peroxide, and sodium chloride on fungal-infected rainbow trout eggs. *Aquaculture* 140, p. 323-331.

**Vesihomesien kasvu eri lämpötiloissa.**

Liite 1/1.

- ei kasvua
- + vähäinen kasvu (esim. yksi sienipesäke)
- ++ selvä kasvu
- +++ runsas kasvu

Lämpötila °C	Valo	Laimennos				
		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
1	-	+	-	-	-	-
5	-	+++	++	++	-	-
10	-	+++	+++	++	++	-
15	-	+++	+++	++	-	-
20	-	+++	+++	+++	+++	-
25	-	+++	+++	+++	+++	-
25	+	+++	++	++	++	-
30	-	+++	-	-	-	-

**Vesihomeen ilmaantuminen eri lämpötiloissa**

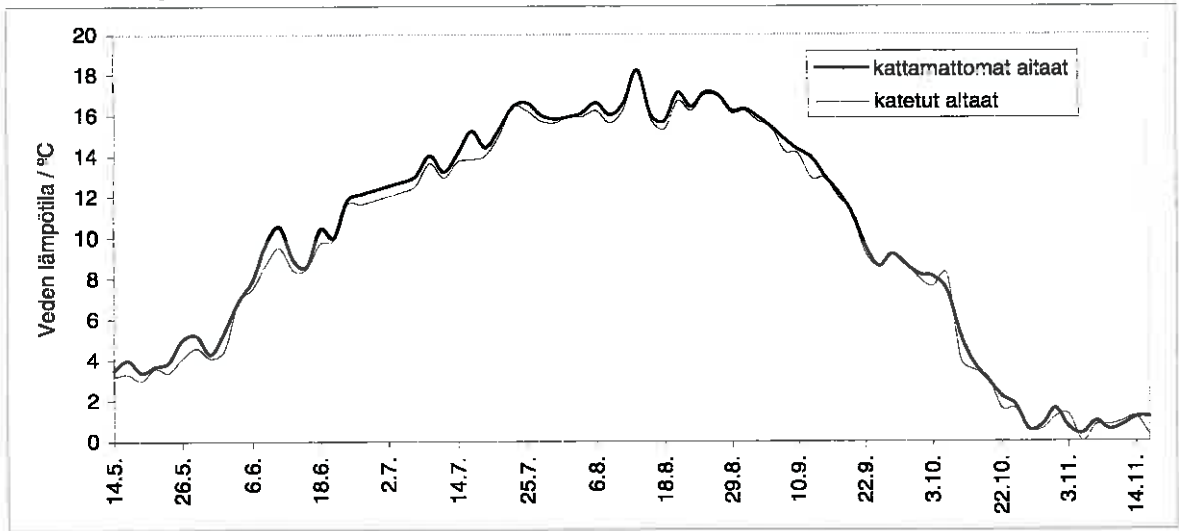
Liite 1/2.

- ei kasvua
- + vähäinen kasvu
- ++ selvä kasvu
- +++ runsas kasvu

Lämpötila °C	Valo	Aika (vrk)				
		2	3	6	10	14
1	-	-	-	-	-	++
5	-	-	-	+	+++	+++
10	-	+	++	+++	+++	+++
15	-	+++	+++	+++	+++	+++
20	-	+++	+++	+++	+++	+++
25	-	+++	+++	+++	+++	+++
25	+	+++	+++	+++	+++	+++
30	-	++	+++	+++	+++	+++

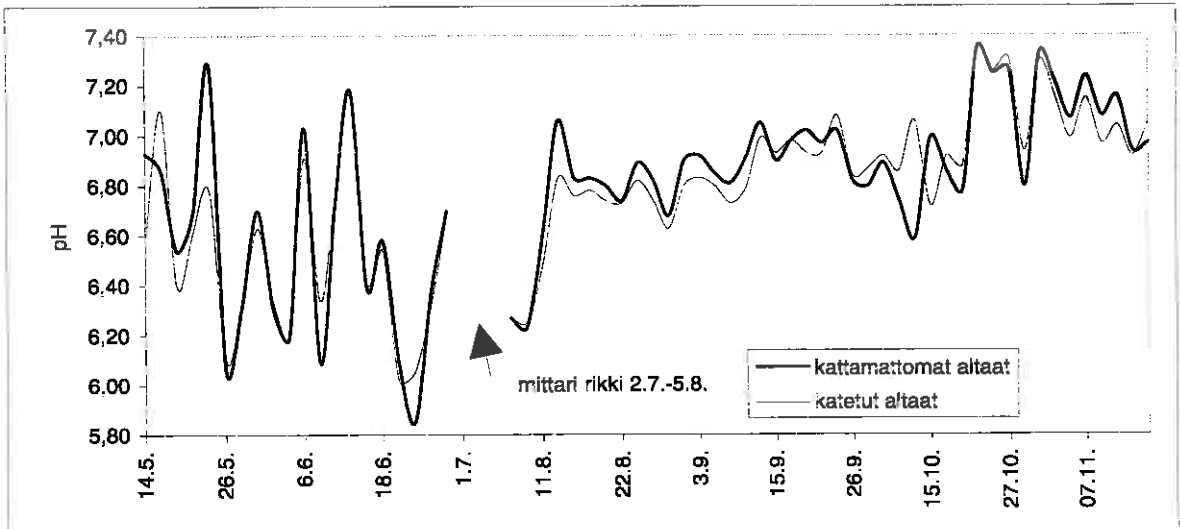
**Veden lämpötilan vaihtelu seuranta-altailla.**

Liite 2/1.



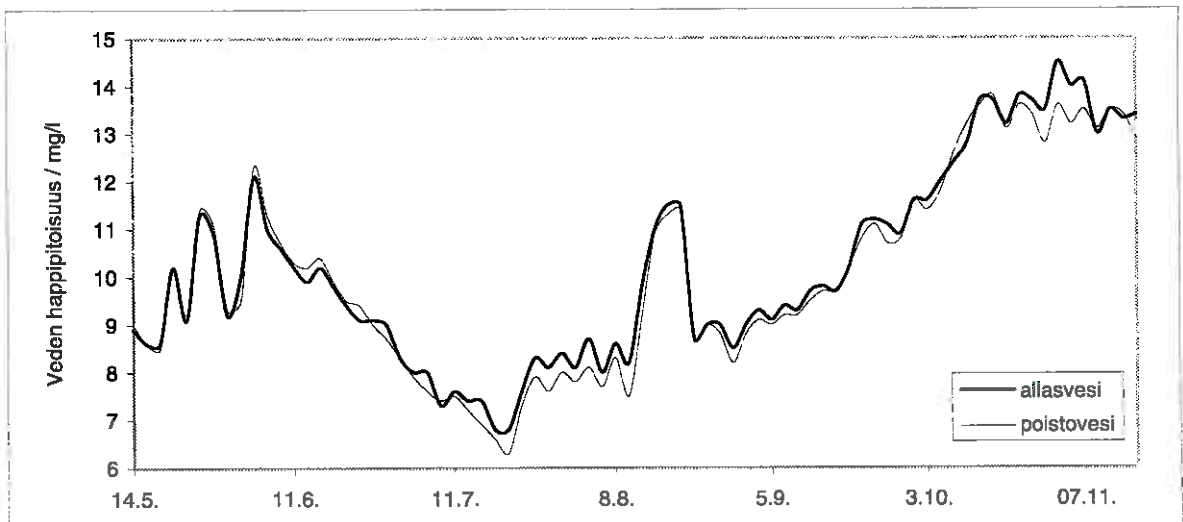
**pH:n vaihtelu seuranta-altaissa.**

Liite 2/2.



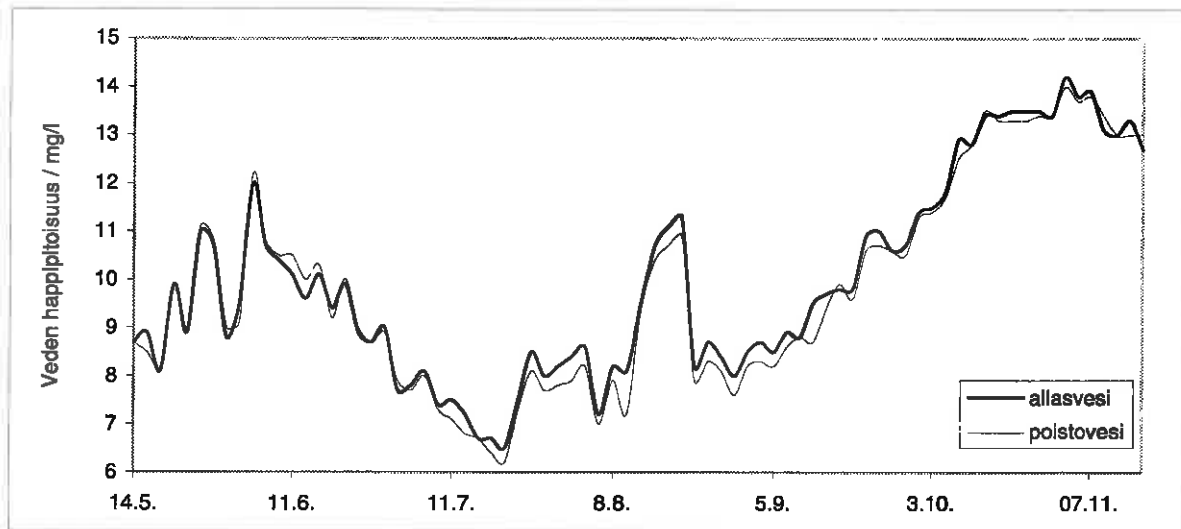
**Kattamattomien seuranta-altaiden veden happipitoisuus.**

Liite 2/3.



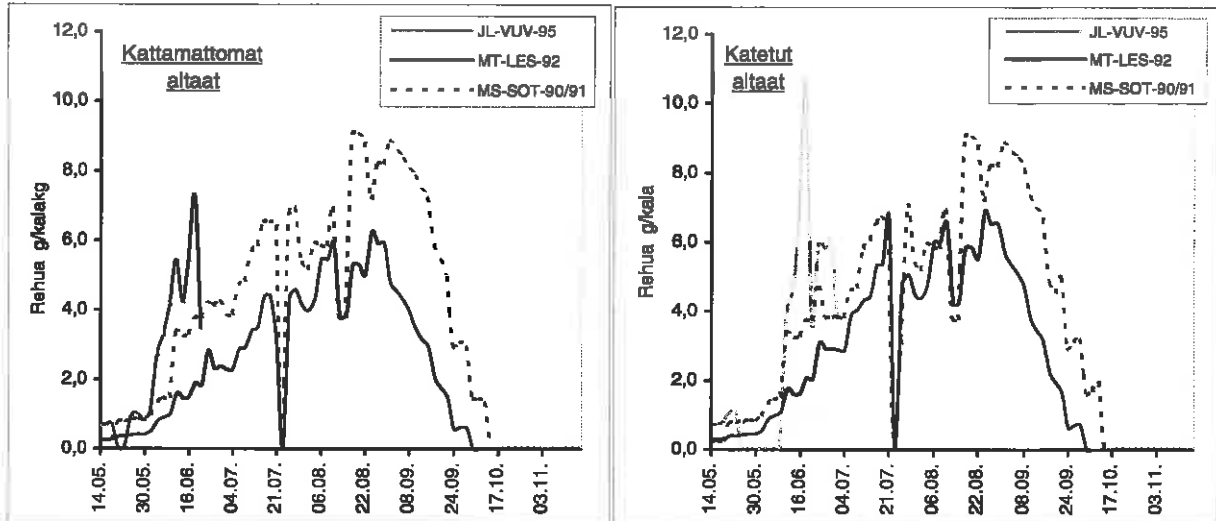
## Katettujen seuranta-altaiden veden happipitoisuus.

Liite 2/4.



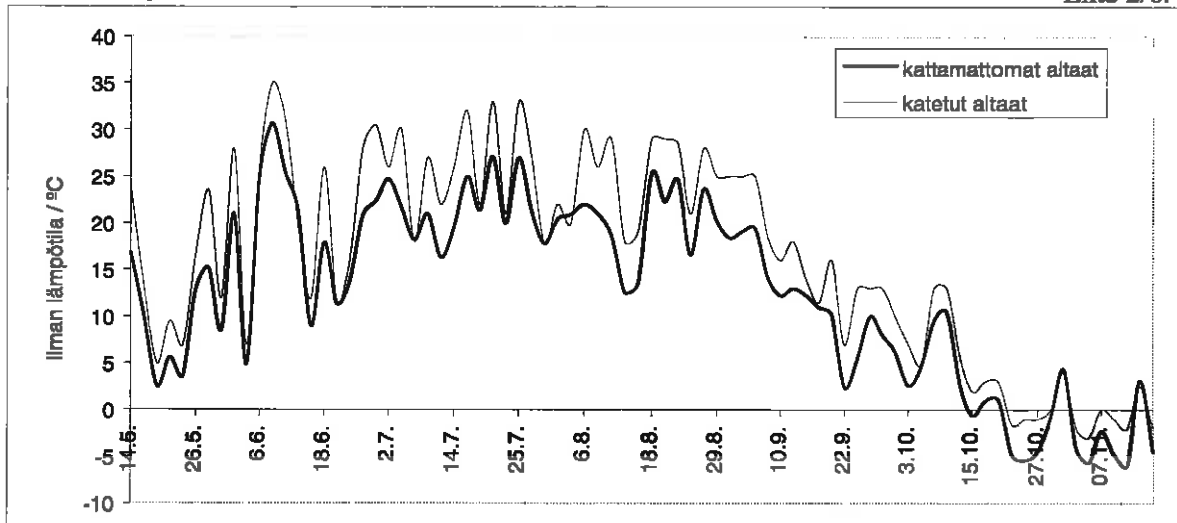
## Seuranta-aitaisiin syötetyn rehun määrä.

Liite 2/5.



## Ilman lämpötilan vaihtelu seuranta-aitailla.

Liite 2/6.





**Vertailuvesinäytteiden analyysitulokset.**

Liite 3/1.

Allas K807: ulkoallasalue, kattamaton betoniasiallas, MS-SOT-90/91.

Allas H412: poikashalli, lasikuituasiallas, MS-SOT-96.

Tutkimus	H412			K807		
	14.07.	21.07.	28.07.	14.07.	21.07.	28.07.
ammonium, NH <sub>4</sub> (mg/l)	0,03	0,09	0,03	0,07	0,07	0,06
kokonaiskovuus (mmol/l)	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
nitraatti, NO <sub>3</sub> (mg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<0,01
nitriitti, NO <sub>2</sub> (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<1
pH (25 °C)	6,2	5,8	6,1	6,2	5,8	6,1
sähkönjohtavuus (25 °C) (mS/m)	3,1	3,3	3,1	3,1	3,2	3,2
rauta, Fe (mg/l)	0,37	0,36	0,35	0,39	0,36	0,36

**Valoisuus seuranta-aitailla.**

Liite 3/2.

pvm	Kattamattomat altaat valoisuus / lx			Katetut altaat valoisuus / lx		
	803	805	807	817	819	821
	JL-VUV-95	MT-LES-92	MS-SOT-90/91	JL-VUV-95	MT-LES-92	MS-SOT-90/91
14.05.	45000	62000	77800	42	84	83
16.05.	81400	87300	47100	96	91	80
19.05.	39700	39200	41600	32	30	45
21.05.	27300	28200	27400	47	52	72
23.05.	13270	14280	17660	37	36	35
26.05.	66800	72700	71600	41	73	12
28.05.	59300	91300	55400	83	103	86
30.05.	41900	23800	28200	46	43	30
02.06.	78800	86400	80400	100	90	80
04.06.	21300	21200	19100	27	28	24
06.06.	65100	42100	62100	53	85	83
09.06.	82400	85100	82100	81	79	60
11.06.	102200	65000	72000	120	83	31

## Leväkasvun määrä seuranta-altaissa.

Liite 3/3.

pvm	Levyille kasvaneen levän määrä g/m <sup>2</sup> (kuiva-ainetta)					
	JL-VUV-95		MT-LES-92		MS-SOT-90/91	
	ei katetta	katettu	ei katetta	katettu	ei katetta	katettu
29.05.	0,13	0,012	0,014	0,019	0,034	0,004
12.06.	0,58	0,062	0,29	0,034	0,42	0,020
26.06.	4,6	0,46	1,8	0,16	2,0	0,10
10.07.			2,6	0,16	9,3	0,18
24.07.			17	0,48	18	0,34
07.08.			3,7	0,17	3,2	0,080
21.08.			2,7	1,4	5,2	0,39
04.09.			1,3	0,53	5,7	0,19
18.09.			1,9	0,13	2,0	0,13
02.10.			0,71	0,031	9,4	0,024
16.10.			0,17	0,010	5,0	0,087
30.10.			3,1	0,31	19	0,53

## Vesihomeseurannan kalaparvien veren plasman kortisolipitoisuus kesäkuussa ja heinäkuussa.

Liite 3/4.

Kala	Kattamattomat altaat (kortisoli µg/l)						Katetut altaat (kortisoli µg/l)					
	803		805		807		817		819		821	
	JL-VUV-95		MT-LES-92		MS-SOT-90/91		JL-VUV-95		MT-LES-92		MS-SOT-90/91	
	12.06.	03.07.	12.06.	03.07.	12.06.	03.07.	12.06.	03.07.	12.06.	03.07.	12.06.	03.07.
1	300		21	29	48	63	530	102	23	97	53	24
2	380		86	19	63	74	240	120	19	74	20	63
3	820		15	57	77	67	300	190	14	40	11	97
4	740		9,1	15	48	38	380	36	15	63	38	59
5	530		59	28	53	70	350	190	24	86	11	53
6	740		24	48	57	70	200	67	13	50	74	48
7	260		8,4	36	35	112	260	9,1	77	86	86	
8	410		21	63	28	59	300	8,4	15	77	36	
9	170		7,6	38	21	77	128	4,3	28	21	48	
10			16	24	50	150	86	15	18	44	118	
11									48			
Keski-arvo	483		26,7	35,7	48,0	78	333	148	17,5	55	43,5	63

## Homekasvu viikottaisissa vesinäytteissä.

Vesihomeen määrä pesäkettä / 100 ml				Ei katetta						Katetut altaat					
				803		805		807		817		819		821	
viikko	Laitoks. tuleva vesi			JL-VUV-95		MT-LES-92		MS-SOT-90/91		JL-VUV-95		MT-LES-92		MS-SOT-90/91	
	syväne	pinta	ranta	tul.	läht.	tul.	läht.	tul.	läht.	tul.	läht.	tul.	läht.	tul.	läht.
21				0	>20	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
19.-22.5.															
22	0	0	0	0	>20	0	0	0	0,1	0	11	0	0	0	0
26.-26.5.															
23	0	0	>20	0	>30	0	0	0	0	0	>10	0	0	0	0
2.-5.6.															
24	0	0	0	0	150	0	0	0	0	0	17	0	2	0	0
9.-12.6.															
25	0	0	0	0	>20	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0
16.-18.6.															
26	0	0	0	0	>20	0	0	0	20	0	14	0	0	0	6
23.-26.6.															
27	0	0	2			0	7	0	25	0	10	0	5	3	8
30.6.-3.7.															
28	0	0	1			0	27	0	20			0	>20	0	>20
7.-9.7.															
29	0	0	0			0	>20	0	>20			0	5	0	>20
14.-16.7.															
30	0	0	0			0	>20	1	7			1	5	0	>20
21.-23.7.															
31	0	0	0			0	>20	0	7			0	6	1	10
28.-30.7.															
32	0	0	0			0	>20	0	>20			0	14	0	0
4.-6.8.															
33	0	0	1			0	>20	1	6			0	>20	0	>20
11.-13.8.															
34	0	1	0			1	>20	0	>20			0	14	0	5
18.-20.8.															
35	0	0	0			1	>20	0	>20			0	3	0	>20
25.-27.8.															
36	0	0	0			1	>15	0	>20			0	>20	0	7
1.-3.9.															
37	0	0	0			0	3	0	>20			2	5	1	>15
8.-10.9.															
38	0	0	0			0	3	2	2			0	3	0	3
15.-17.9.															
39	0	0	0			0	5	0	>20			0	>20	0	>20
22.-24.9.															
40	0	0	0			0	>20	1	9			0	>25	0	>25
29.9.-1.10.															
41	0	0	0			0	>20	0	4			0	>20	0	>20
6.-7.10.															
42	0	0	0			0	>20	0	4			4	3	0	>20
15.-17.10.															
43	0	0	0			0	18	0	1			0	6	0	14
20.-22.10.															
44	0	0	0			0	17	0	5			0	0,7	4	>20
27.-30.10.															
45	0	0	0			0	5	0	2			0	6	0	14
3.-5.11.															
46	0	0	0			0	18	0	9			0	0,9	0	13
10.-12.11.															
47	0	0	0			0	1	0	4			0	1	0	4
17.-19.11.															
48	0	0	0			0		0	8			0	0,3	0	0,4
24.-26.11.															

Vesihome kasvoi puhtaana (ei sekasienikasvua)

Taina Leinonen, Pasi Korhonen ja Silja Säkki

**Altaiden kattamisen ja vedenlaadun vaikutus vesihomeen esiintymiseen ja kalojen kuolleisuuteen**

Tutkimusraportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

RKTL:n Kainuun kalantutkimus ja vesiviljelyssä on kaloja vaivannut *Saprolegnia*-sukuun kuuluva vesihome heinäkuusta 1995 alkaen. Homeesta johtuva kuolleisuus on ollut poikkeuksellisen suurta. Eniten siitä ovat kärsineet emokalal. Hoitona on käytetty formalini-, malakiittivihreä- ja kloramiinikylvetyksiä, mutta niillä ei ole ollut havaittavaa parantavaa vaikutusta.

Toukokuussa 1997 aloitettiin puoli vuotta kestänyt seuranta, jonka tavoitteena oli selvittää, voidaanko altaiden kattamisella vähentää vesihomeesta aiheutuvaa kuolleisuutta. Lisäksi pyrittiin arvioimaan valittujen seurantamuuttujien vaikutusta vesihomeen esiintymiseen. Seurantaan valitut kolme emokalaparvea jaettiin kahteen samanlaiseen osaan, joista toinen sijoitettiin katettuun ja toinen kattamattomaan altaaseen. Seurannan aikana tarkkailtiin vedenlaatua, levämäärää sekä tulo- ja poistoveden homepitoisuutta. Veren plasman kortisolipitoisuutta seuraamalla pyrittiin selvittämään kalojen mahdollisen stressaantuneisuuden osuutta vesihomeongelmaan. Kuolleista kaloista kirjattiin koko, sukupuoli ja homeen levinneisyys.

Seurannan tulosten perusteella mitatuista suureista vain veden lämpötilalla ja virtausnopeudella näytti olevan vaikutusta vesihomeen esiintymiseen. Vesihomeinfektio ja kuolleisuus olivat pahimmillaan keväällä ja syksyllä, jolloin kalat kärsivät veden lämpötilan muuttumisen ja alhaisen virtausnopeuden yhteisvaikutuksesta. Laitokselle ja altaisiin tulevassa vedessä vesihometta oli vain pieniä määriä. Altaiden poistoveden homepitoisuus oli suuri aina, kun kaloissa oli hometta. Kesällä poistoveden homepitoisuus pysyi suurena myös silloin, kun kalat olivat terveitä. Kattaminen vaikutti eniten altaissa kasvavan levän määrään: kattamattomissa altaissa levää kasvoi runsaasti, katetuissa tuskin lainkaan. Kuolleisuuteen ja homeen esiintymiseen kaloissa kattamisella ei ollut vaikutusta.

vesihome, järvilohi, meritaimen, planktonsiika, kuolleisuus

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 142

951-776-163-5

0787-8478

26 s. + liitteet

Suomi

50 mk

Julkinen

Edita-kirjakauppa  
Annankatu 44  
00100 Helsinki

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
PL 202  
00151 Helsinki

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

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

## Effekten av bassängtäckning och vattenkvalitet på förekomst av vattenmögel och på fiskens dödlighet

I VFFI:s enhet för fiskforskning och akvakultur i Kajanalands län har fisken sedan juli 1995 besvärats av ett vattenmögel av släktet *Saprolegnia*. Möglet har givit upphov till en exceptionellt stor dödlighet och särskilt drabbat moderfiskarna. Man har försökt behandla sjukdomen med bad innehållande formalin, malakitgrönt och kloramin utan nämnvärda resultat.

I maj 1997 inleddes en undersökning som pågick i sex månader med ändamålet att utreda om man med hjälp av att täcka bassängerna kan minska dödligheten på grund av vattenmöglet. Dessutom strävade man efter att uppskatta vissa utvalda parametrars effekter på förekomsten av vattenmöglet. Tre utvalda moderfiskstim delades jämnt i två stim av vilka det ena placerade i en täckt och det andra i en otäckt bassäng. Genom hela undersökningen följde man med vattenkvalitet, algmängd samt mögelhalten i ingångs- och utgångsvattnet. För döda fiskar antecknades storlek, kön och möglets utbredning.

Resultaten tyder på att vattnets temperatur och strömningshastighet är de enda faktorer som påverkar möglet. Mögelinfektionen och dödligheten var värst under vår och höst då fiskarna led av den sammanlagda effekten av temperaturförändringar och låg strömhastighet. Det vatten som kom in till fiskodlingen och bassängerna innehöll endast små mängder mögel. Utgångsvattnet innehöll däremot höga halter då fiskarna var infekterade av mögel. På sommaren förblev mögelhalten hög också då fiskarna var friska. Täckningen av bassängerna påverkade endast algmängderna: i de öppna bassängerna var algförekomsten riklig medan de täckta nästan helt saknade alger. Täckningen hade däremot ingen effekt på dödligheten och förekomsten av mögel hos fisken.

vattenmögel, insjölox, havsöring, aspsik, dödlighet

Kalattutkimuksia – Fiskundersökningar 142

951-776-163-5

0787-8478

26 s. + appendix

Finska

50 mk

Offentlig

Edita-bokhandel  
Annegatan 44  
00100 Helsingfors

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet  
PB 6  
00721 Helsinki

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

Tel. 0205 7511 Fax 0205 751201

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

May 1998

Author(s)

Taina Leinonen, Pasi Korhonen and Silja Säkki

Title of Publication

**The effect of water quality and the covering of ponds on the fish mortality rate and the appearance of aquatic fungi**

Type of Publication

Research Report

Commissioned by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Abstract

An aquatic fungi belonging to the *Saprolegnia*-group has appeared at The Kainuu Fisheries Research and Aquaculture Institute since July 1995. Deaths resulting from the fungi have been quite high. Brood fish have suffered the most. Formaline, malachite green and chloramine have been used for treatment but with no visible effect.

A follow-up study was started in May 1997, in which the aim was to find out if covering the ponds would reduce the mortality rate caused by the fungi. Also assessed were certain changes and their effects on the appearance of the fungi. The three schools of chosen brood fish were divided into two parts of equal size, with one placed into a covered pond, and the other into an uncovered pond. Water quality, algae amount and amount of fungi in the incoming-outgoing water was examined throughout the study. The cortisol content in the blood plasma of the fish was recorded to deduce any connection between the fungi and fish disturbance. Size, sex and spread of the fungi was recorded from dead fish.

According to the results only water temperature and its rate of flow had any effect on the appearance of the fungi. The fungi and mortality rate was worse during spring and autumn, when the fish suffered from water temperature changes coupled with a low rate of flow. The water coming into the ponds contained only small amounts of fungi. The proportion of fungi in the outgoing water of the ponds was always high when fish were infected. In summer, the proportion of fungi in the outgoing water was high even when the fish were healthy. Covering the ponds mainly affected the growth of algae: it grew in abundance in the uncovered ponds, but hardly at all in the covered. Covering the ponds had no effect on the mortality rate and the appearance of fungi.

Key words

aquatic fungi, land-locked salmon, brown trout, whitefish, mortality

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 142

ISBN

951-776-163-5

ISSN

0787-8478

Pages

26 p. + appendix

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

# KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

## Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

### 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 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 puronierän 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-märkningar 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.

Nierian (*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 liitettä. Helsinki 1996.

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

Kokeita Apoject 1-Fural päisetautirokotteella 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 - utplanteringarnas betydelse) (Sparsely-rakered

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 upplantering 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**

(Foderfiskets effekter på strömmingsbestånden) (The effect of fodder fishing on Baltic herring stocks) 27+18 s. Helsinki 1996.

**116. SALMI, J., HONKANEN, A., JURVELIUS, J., MOILANEN, P., SALMI, P. JA VESALA, K. M.**

**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.

**120. JOKIKOKKO, E.**

**Muikun ja siian lisääntymisedellytyksistä Perämerellä.**

(Förutsättningar för förökning av siklöja och sik i Bottenviken) (The breeding potential of whitefish and vendace in Bothnian Bay). 32 s. Helsinki 1997.

**121. RAITANIEMI, J.**

**Rannikon siikojen iänmäärittämyksen luotettavuus.**

(Hur pålitlig är åldersbestämningen av kustsakar?) (The reliability of the ageing of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) on the Finnish Baltic coast). Helsinki 1997.

**122. Lähikuvia ammattikalastuksesta - Kalastusammatin rakenne, joustavuus ja mahdollisuudet.**

(Yrkesfisket i närbygd. Fiskaryrkets struktur, flexibilitet och möjligheter) (Close-ups on the Commercial Fishery; Structure, Flexibility and Opportunities of the Fishing Trade). Juhani Salmi ja Pekka Salmi (toim.). 125 s. Helsinki 1997.

**123. TOIVONEN A.-L.**

**Toistuvan jäätyksen ja sulamisen vaikutus kalanpyydysten havasmateriaaleihin.**

(Inverkan av upprepad infrysning och upptining på redskapsmaterial) (The Effects of Freeze-thaw Cycling on Fishing Gear Materials). 30 s. Helsinki 1997.

**124. FRIMAN, T., KOLARI, I. JA TOIVONEN, J.**

**Merkitsekö menetelmä? Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaina istutetuilla järvitaimenilla.**

(Spelar metoden någon roll? Felkällor vid Carlin-märkning av insjööringar utplanterade som två- och treåringar) (The errors caused by Carlin-tagging in the estimation of stocking results of two- and three-year-old brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*)). 27 s. Helsinki 1997.

**125. SUTELA, T. JA HUUSKO, A.**

**Virkistyskalastus Kuusinki-, Kitka- ja Oulankajoella.**

(Fritidsfisket i älvarna Kuusinki-, Kitka- och Oulankajoki) (Recreational fishery in rivers Kuusinkijoki, Kitkajoki and Oulankajoki). 24 s. Helsinki 1997.

**126. Kalastuskiistat haasteena hallinnolle - näkökulmia sisävesien paikallisiin ristiriitoihin**

(Fiskekonflikter som en utmaning för förvaltningen - synpunkter på lokala konflikter i insjöområdet) (Perspectives on Fishery Conflicts in Finnish Lakes). Pekka Salmi (toim.). 71 s. Helsinki 1997.

**127. SALONEN, E., MUTENIA, A., KOTAJÄRVI, M.**

**Lokan ja Porttipahdan peledsiika. Tekojärvien siikakantojen vaihtelu vuosina 1987-1996.**



(Peledsiken i Lokka och Porttipahta. Sikbeståndens variation i konstgjorda sjöar 1987 - 1996) (Peled in the Lokka and Porttipahta Reservoirs. The Variations in the Stocks from 1987 - 1996). 34 s. Helsinki 1997.

**128. HYVÄRINEN, P.**

Erikokoisten järvitaimenistukkaiden kannattavuusvertailu Oulujärvellä.

(Lönsamhetsjämförelse vid utplantering av olika stora öringsyngel i Ule träsk) (Comparison of the Profitability of the Stocking of Different-Sized Brown Trout in Lake Oulujärvi). 26 s. Helsinki 1997.

**129. LEHTONEN, H., VUORIMIES, O., BÖHLING, P., AUVINEN, H.**

Kalakantojen vuosiluokkavaihteluiden mekanismit - Kirjallisuuskatsaus.

(Mekanismerna bakom fiskbeståndens årsklassvariationer - Litteraturoversikt) (The Mechanisms of Year-class Fluctuations in Fishes - A Literature Review). 44 s. Helsinki 1997.

**130. LAUKKANEN, M.**

Itämeren lohenkalastuksen bioekonominen analyysi.

(Bioekonomisk analys av laxfisket i Östersjön) (A Bioeconomic Analysis of the Baltic Salmon Fishery). 35 s. Helsinki 1997.

**131. KÄYHKÖ, A., SETÄLÄ, J., SALMI, P.**

Vajaakäyttöisen järvikalan jalostuksen ongelmat ja kehittäminen.

(Förädling av svagt utnyttjad insjöfisk i Finland) (Processing of under-utilized freshwater fishes in Finland). 31 s. Helsinki 1997.

**132. TAMMI, J., LAPPALAINEN, A., MANNIO, J., RASK, M., VUORENMAA, J.**

Järvien rehevöityminen ja kalasto Suomessa. Otantaan perustuva järvikartoitus.

(Insjöeutrofiering och fiskbestånd i Finland. Sjöinventering baserad på sampling) (Eutrophication and Fishes in Finnish Lakes: A Survey Based on Random Sampling). 35 s. Helsinki 1997

**133. Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen.**

(Saimen rödingen, en hotad djupvattensart) (Saimaa Arctic char, the threatened deep water fish). Makkonen, J. (toim.). 129 s. Helsinki 1997.

**134. VALKEAJÄRVI, P., TAKKUNEN, T., ESKELINEN, P., KOVANEN, J.**

Rautalammin reitin taimen tulee takaisin - menetelminä monipuoliset istutukset ja kalastuksen säätely.

(Öringen från Rautalampi stråten kommer tillbaka - tack vare fiskereglering och mångsidiga utplanteringar) (The brown trout stock of Rautalampi watercourse comes back - by the means of fishing regulation and many-sided stockings). 28 s. Helsinki 1997.

**135. Sähkökalastus ja sen luotettavuus Tenon lohen poikastiheyksien seurannassa.**

(Användning av elfiske vid bedömningen av yngeltätheter i Tana älv) (Electrofishing as a method of density estimation of salmon juveniles in the River Teno). Julkunen, M. Niemelä, E. (Toim.). 56 s. Helsinki 1997.

**136. SETÄLÄ, J.**

Parantaako silakan tehokas jäähditys troolikalastuksen kannattavuutta?

(Förbättrar effektiv kylning av strömming trålfiskets lönsamhet?) (Does effective chilling increase the profitability of trawl fisheries?) 36 s. Helsinki 1998.

**137. KEMPPAINEN, S., MÄÄTTÄ, V., PASANEN, P., MÄÄTTÄ, E.**

Nieriälajit vertailussa - Elämänkaari poikasesta fileeksi

(Jämförelse mellan olika arter av röding - Livscykel från yngel till filé) (Comparison Between Salvelinus species: Lifespan from Fry to Fillet) 23 s. + liitteet. Helsinki 1998.

**138. AALTO, J., NIEMELÄ, E., JULKUNEN, M., ERKINARO, J.**

Taimenen poikastiheydet, kasvu ja vaellukset Lutto- ja Nuorttijoessa.

(Yngeltätheter, tillväxt och vandringer hos öring i Lutto- och Nuorttijoki) (Juvenile densities, growth and migration of brown trout (*Salmo trutta* L.) in the Rivers Luttojoki and Nuorttjoki, northern Finland). 38 s. Helsinki 1998

**139. MIINALAINEN, M., HEIKINHEIMO, O.**

Siikamuotojen ravintokilpailu Vuokalanjärvessä.

(Födokonkurrens mellan olika sikformer i Vuokalanjärvi) (Food segregation between five whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) stocks in Lake Vuokalanjärvi). 39 s. Helsinki 1998.

**140. HEIKINHEIMO, O., VALKEAJÄRVI, P.**

Taimenen ja siian kalastuksen säätely Päijänteellä - Päätösanalyysitarkastelu

(Reglering av örings- och sikfisket i Päijänne - Granskning av beslutsanalys) (Management of the brown trout (*Salmo trutta* m. *Lacustris*) and whitefish (*Coregonus lavaretus*) fishery in Lake Päijänne: A decision analysis approach). 40 s. Helsinki 1998.

**141. HONKANEN, A., EEROLA, E., SETÄLÄ, J.**

**Kalan käyttö eri väestöryhmissä - kotitalouksien haastattelututkimuksen satoa.**

(Fiskkonsumtionen i olika befolkningsgrupper - resultat av en intervjuundersökning i hushållen) (Behavioural Patterns Related to Finnish Fish Consumption: An Analysis of Demographic Characteristics). 38 s. + liitteet. Helsinki 1998.