

**KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 117**

*Teuvo Niva*

**Muikun kannanvaihtelujen vaikutus  
järvitaimenistutusten tuloksellisuuteen**

**Loppuraportti**

**Helsinki 1998**



**RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS**

Teuvo Niva

**Muikun kannanvaihtelujen vaikutus järvitaimenistutusten tuloksellisuuteen: loppuraportti**

Tutkimusraportti

Muikun kannanvaihtelujen vaikutus järvitaimenistutusten tuloksellisuuteen (202040)

**Tiivistelmä**

Muikkukannan tiheys ja kokorakenne vaikuttivat ratkaisevasti istukkaiden ravinnonvalintaan, siten, että kun tarjolla oli runsaasti <4 g painoisia muikkuja istukkaat söivät niitä lähes ainoana ravintonaan. Kasvu oli silloin erinomaista ja kuolevuus alhaista, koska istukkaat pystyivät lisäämään myös vararavinnon määrää. Myös muut pienikokoiset runsaina pelagiaalissa esiintyvät ravintokalat, kuten kymmenpiikki ja 0+ ahven tarjosivat muikkuja vastaavan ravintoresurssin. On huomattavaa, että mikään em. lajeista ei ollut sidoksissa mihinkään tiettyyn tutkimusjärveen, vaan runsaslukuiset lajit vaihtelivat järvittäin ja vuosittain. Jos istutusjärvessä ei ollut tarjolla pienikokoista ja runsasta kalaravintoa, istukkaat söivät enimmäkseen hyönteisravintoa. Tällöin niiden kasvu oli 2-3 kertaa huonompaa kuin hyvässä tilanteessa. Tätäkin tärkeämpää oli se, että istukkaat käyttivät kaiken kalanviljelylaitoksessa kertyneen vararavinnon loppuun ensimmäisenä kasvukautenaan (jolloin kasvu oli erittäin heikkoa). Toisin sanoen hyönteisravinnosta saatu energia ei riittänyt edes perusaineenvaihdunnan ylläpitämiseen. Tästä oli taasen seurauksena istukkaiden hyvin korkeaa kuolevuutta: 90 - 99 % istukkaista kuoli nälkään tai muuhun aliravitsemuksesta johtuvaan syyhyn. Yli 200 grammaa painavien istukkaiden käyttö ei ole kannattavaa jos mittarina käytetään nettotuottoa ja näyttää siltä, että tulos on sitä huonompi mitä suurempi istukas on. Paras tulos saavutetaan 100 - 200 gramman istukkaalla silloin kun istutuskohteessa on runsaasti pienikokoista kalaravintoa.

**Asiasanat**

järvitaimen, merkintä, istutus, ravinto, muikku, kausivaihtelu, energia-allokaatio, tuotto, kuolevuus

Kala- ja riistaraportteja

951-776-161-9

1238-3325

25 s.

suomi

julkinen

**Jakelu****Kustantaja**

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Taivalkosken kalantutkimus ja vesiviljely  
93400 Taivalkoski

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Pukimäenaukio 4, PL 6  
00721 Helsinki

Puh. 0205 751 550

Fax: 0205 751 559

Puh. 0205 7511

Fax: 0205 751 201

# Sisällys

1. Yleistä	1
2. Teoreettinen tausta, kysymyksenasettelu ja tavoitteet	2
3. Menetelmät	4
3.1. Koeasetelma ja -järvet	4
3.2. Istukkaiden koko, merkinnät ja istutustiheydet	4
3.3. Ei-kokeellinen aineisto	5
3.4. Taimennäytteiden keruu ja määrä, ravinto-, rasva- ja kasvumittaukset	6
3.5. Kalastustiedustelut, kuolevuus- ja tuottolaskelmat	6
3.6. Kaikuluotaukset	7
4. Tulokset	8
4.1. Järvien kalasto saaliiden perusteella	8
4.2. Yleistä taimenten ravinnonotosta	8
4.3. Vaikuttiko tarjolla olevien saaliskalojen koko taimenten ravinnonvalintaan?	11
4.4. Mikä rooli oli muikun koolla eri kokoisten järvitaimenistukkaiden ravinnonvalintaan?	12
4.5. Luonnonravinnosta saadun energian käyttö perusaineenvaihduntaan, kasvuun ja vararavintoon	12
4.6. Kuinka suuri vaikutus tarjolla olevalla ravinnon määrällä oli kasvuun?	14
4.7. Millaista oli istukkaiden kuolevuus?	15
4.7.1. Saaliskiloja usein vähemmän kuin istutuskiloja	16
4.8. Kalastuksen rooli	18
5. Tulosten tarkastelu	22
5.1. Millaisia vastauksia saatiin esitettyihin kysymyksiin?	22
5.2. Miten tästä eteenpäin?	22
5.2.1. Miten saatuja tuloksia voitaisiin hyödyntää paikallisella tasolla?	23
Kiitokset	25

# 1. Yleistä

Tämän tutkimuksen suunnittelu käynnistettiin syystalvesta 1990 Oulun Vihiluodossa pidetyn järvitaimenistutusten tuloksellisuutta käsittelevän seminaarin jälkeen. Seuraavan kevään aikana suunnitelma valmistui ja tutkimuksen rahoituksesta päästiin sopimukseen kesäkuussa 1991, jolloin tutkimus myös käynnistyi. Yhteistutkimussopimuksessa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen, Nokia Oy:n, metsähallituksen, Iijoen Voima Oy:n, Kuusamon, Taivalkosken ja Posion kuntien, Kuusamon kalastusalueen ja Virrankylän kalastuskunnan kesken oli sovittu rahoituksesta vuosille 1991—1994, jonka jälkeisestä rahoituksesta oli tarkoitus neuvotella myöhemmin. Tutkimuksen alustavat tulokset olivat niin mielenkiintoisia, että tämän kirjoittaja haki ja pääsi Suomen kalabiologian ja kalatalouden tutkijakoulutusohjelmaan vuoden 1995 alusta, ja pääosa rahoituksesta on tullut sen jälkeen opetusministeriöstä.

Tämä tutkimus on hyvin laaja-alainen, katsoipa sitä mistä näkökulmasta tahansa. Biologisesti se käsittelee tai sivuaa useita keskeisiä ekologian haaroja: peto-saalis -suhteita, juveniilista kasvua ja siihen kytkettyä kuolevuutta. Kalatalouden ja kalavesien hoidon näkökulmasta tutkimustuloksilla on mahdollista optimoida sisävesiemme tärkeän istukaslajin, järvitaimenen, istutuskäytäntöjä. Tutkimuksen laajuus ja kesto ja kerätty aineisto ovat niin mittavia, että tulosten yleistettävyys ei ole kyseenalaista.

Olen pyrkinyt kirjoittamaan tämän loppuraportin siten, että tutkimustulosten käytännöllinen arvo on etusijalla. Se on varmasti eniten alkuperäisiä rahoittajia kiinnostava näkökulma. Loppuraportin ensimmäinen versio lähetettiin rahoittajille joulukuussa 1997, ja Kari Sarajärvi (metsähallitus) ja Markku Juola (Voimalohi Oy) tekivät korjausehdotuksia, jotka olen lähes kokonaisuudessaan lisännyt tähän lopulliseen versioon. Tutkimuksen puhtaasti tieteellinen puoli on julkaistu tai tullaan julkaisemaan useissa erillisissä kansainvälisissä artikkeleissa.

## 2. Teoreettinen tausta, kysymyksenasettelu ja tavoitteet

Peto-saalis -ketjussa (esim. kasviplankton-eläinplankton-muikku-järvitaimen) tapahtuvien vuorovaikutusten dynamiikka säätelee usein merkittäväällä tavalla koko vesiekosysteemin toimintaa. Tunkeutumatta sen syvällisemmin peto-saalis -suhteiden teoriaan, yleisesti voidaan todeta, että saaliseläimet ovat petojen elinehto. Tietenkin saaliseläimet itsekin syövät jotakin, joten useimmat eliöt ovat sekä pedon että saaliin rooleissa. Esimerkiksi muikku syö eläinplanktonia ja samalla se itse on ravintona varsinaisille petokaloille, kuten järvitaimenelle. Tällaisen ravintoketjun perustan muodostaa kasviplankton, jota eläinplankton syö.

Ravintoketjun populaatioissa voi tapahtua äkillisiä uusien sukupolvien yksilömäärien runsastumisia (esim. muikun kannanvaihtelu) tai vähenemisiä, joiden syynä saattavat olla vaikkapa muutokset säätilassa tai ihmisen toiminta. Tällaisen muutoksen seuraukset ovat moninaisia. Voimme esimerkiksi kuvitella, että suuri määrä järvitaimenia istutetaan muikkujärveen: mitä silloin ravintoketjussa tapahtuu? Järvitaimenet syövät muikkuja, joten niiden määrä vähenee. Tällöin eläinplanktonin määrä kasvaa koska muikkujen määrä vähenee. Kasviplanktonin määrä vähenee koska eläinplanktonin määrä kasvaa. Lisäksi muikkujen kasvu paranee siksi, että kalaa kohden eläinplanktonin määrä lisääntyy sitä nopeammin mitä enemmän taimenet muikkuja syövät. Kohta taimenten mielenkiinto muikkuihin hiipuukin juuri siksi, että niistä on tullut liian suuria helposti pyydetäviksi ja nieltäviksi. Tämän kaltaiset eläinten kokoon liittyvät takaisinkytkennät estävät petoja syömästä ravintoaan loppuun. Kuviteltu esimerkki on realistinen ja siinä kuvatut mekanismit ovat perustavia koko vesiekosysteemin toiminnalle.

Ravintovarojen määrä sekä siihen liittyvät saalis- ja saalistajaeläinten koosta riippuvat tekijät, joita edellä kuvasin, eivät ole aikaisemmissa istutustutkimuksissa saaneet juuri minkäänlaista sijaa. Selityksiä istutustulosten vaihteluun on etsitty useimmiten istukkaiden kannasta, koosta ja istutusajankohdasta. Vaihtelu saatavilla olevassa ravinnon määrässä ja laadussa on kuitenkin ylivoimaisesti tärkein kalojen kasvuun vaikuttava tekijä. Juveniilinen (=nuorempi kuin sukukypsä) kasvunopeus on puolestaan hyvin keskeinen elinkierto- ja elinvoimaisuus tekijä; se vaikuttaa sukukypsyyskokoon, fekunditeettiin ja kuolevuuteen. Toisin sanoen kalalle tarjolla olevista ravintovaroista on suora yhteys, kasvun kautta, kalan kelpoisuuteen (fitnessiin).

Kannattaa tässä mainita, että kalan kasvu on paljon muutakin kuin sen massan lisääntymistä tai vähenemistä. Ravinnosta saatu energia käytetään ensisijaisesti perusaineenvaihduntaan ja jos energiaa on sen yli, se voidaan käyttää kasvuun, mutta se voi myös muuntua vararavinnoksi, lohikaloilla suolen ympärille muodostuvaksi rasvakuokseksi. Mitä äärevämpi on se ympäristö, jossa kalalaji joutuu elämään, sitä tärkeämpää sille on vararavinto. Vararavinnon avulla kala voi selviytyä 'huonojen aikojen' yli. Ympäristön äärevyys voi tarkoittaa esimerkiksi vaihtelua ravinnon määrässä, tai suurta vaihtelua veden lämpötilassa. Pohjoisilla leveyspiireillä voimakas vuodenaikavaihtelu on hyvin tärkeä kalojen energiavarojen ohjaaja.

Tämän tutkimuksen kysymyksenasettelu pohjautui molempiin edellä kuvattuihin ekologisiin teorioihin, sekä seuraaviin lajispesifisiin tietoihin: oli tunnettu tosiasia, että taimenten kasvunopeus paranee kun ne siirtyvät hyönteisravinnosta kalaravintoon. Samoin oli yleisesti tiedossa, että Suomessa muikku on tärkeä ravintoeläin jär-

vitaimenelle ja että muikkukannat vaihtelevat voimakkaasti. Ensimmäinen tärkeä tutkimukselle asetettu kysymys oli: mikä rooli on saaliseliöiden (muikun) koolla eri kokoisten järvitaimenistukkaiden ravinnonvalintaan? Tämä kysymys muotoiltiin seuraaviksi testattaviksi hypoteeseiksi: mitä pienempää muikku on (runsas uusi muikun vuosiluokka) sitä pienemmät taimenet niitä syövät; ja kääntäen: mitä suurempaa muikku on (iäkkäät muikut vallitsevia) sitä suurempia täytyy istutettavien taimenten olla, jotta ne voisivat muikkuja syödä. Toinen tärkeä kysymys oli: kuinka paljon ravinnon kokoon ja sen suosituimmuuteen (preferenssiin) liittyvät tekijät vaikuttavat taimenten kasvuun ja kuolevuuteen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa sellaista tieteellistä tietoa, että järvitaimenistutuksista saataisiin vastaisuudessa suurin mahdollinen hyöty. Jo tutkimuksen varhaisessa (väliraportit) vaiheessa näytti siltä, että istutusympäristö merkittävästi määrää istukkaiden kohtaloa, ja tämä loppuraportti vahvistaa käsityksen. On helppo ymmärtää, että tästä seuraa suuria haasteita koko istutussektorille, kalanviljely mukaan luettuna. Epäennustettavat luonnonilmiöt (ravintoresurssit) pitäisi jotenkin kyetä ottaa huomioon pitkäjänteisessä kalanviljelyssä. Toisin sanoen tämän tutkimuksen tulosten soveltaminen käytäntöön ei ole helppoa, mutta mahdotonta se ei ole.

## 3. Menetelmät

### 3.1. Koeasetelma ja -järvet

Tutkimuksen koeasetelmassa pyrittiin minimoimaan istukkaiden alkuperästä johtuva ei-kiinnostava vaihtelu, jotta kiinnostava vaihtelu istutusympäristön ravintoresurssissa olisi saatu selvästi näkyviin. Koeasetelma oli seuraava:

(A) kolmeen mahdollisimman samankaltaiseen pieneen järveen istutettiin neljänä peräkkäisenä vuotena samoilla tiheyksillä geneettiseltä ja viljelytaustaltaan sekä iältään ja kooltaan identtisiä merkittyjä järvitaimenia;

(B) annettiin järvien luontaisten muikkusykiä aiheuttava vaihtelu muikkukantojen tiheyteen ja kokorakenteeseen niin vuosien kuin järvienkin välille ja

(C) tutkittiin taimenistukkaiden ravinnonvalintaa, ravinnosta saadun energian jakautumista perusaineenvaihduntaan, kasvuun ja vararavitukseen sekä istukkaiden kuolevuutta erilaisissa ravintoympäristöissä.

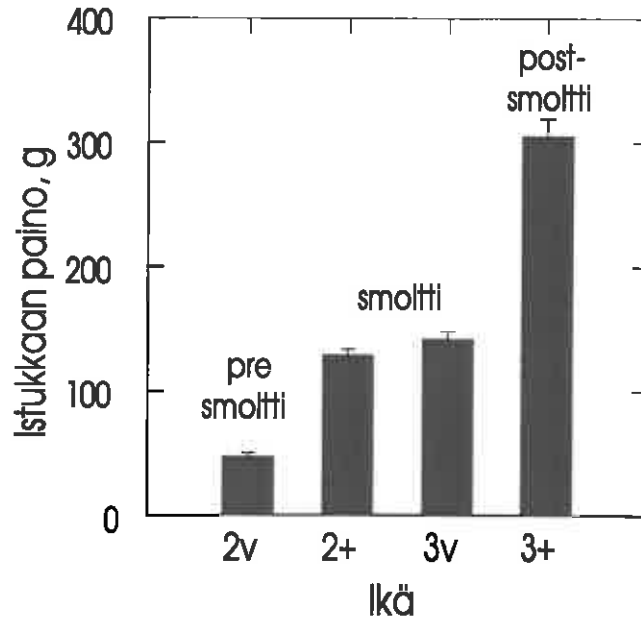
Kaikissa valituissa koejärvissä on ollut voimakkaita muikun vuosiluokkia. Ne ovat vesistöjensä latvajärviä ja muutenkin veden laadultaan ja morfologialtaan (Taulukko 1) suuresti muistuttavat Kitkajärviä(jokea). Siksi istukkaina käytettiin Kitkajoen Jyrävän yläpuolista järvitaimenkantaa, jonka käänteinen vaellustyyppi on sopeutuma kutualueiden vähäisyyteen syönnösalueen yläpuolella: smoltit vaeltavat ylävirtaan syönnökselle ja matuurit kalat laskeutuvat kudulle.

**Taulukko 1. Koejärvien ominaisuuksia.**

JÄRVI	Sijainti	Pinta-ala, ha	Keskisyv. m	Max. syv., m	pH, kesä	Fosfori, µg/l	Happi-%, talvi
Kylmäluoma	Taivalkoski	373	n. 10	27	6.5 - 7.1	7 - 10	64 - 83
Iso Porontima	Kuusamo	345	9.5	41	6.8 - 7.4	6 - 12	64 - 85
Ylioudonjärvi	Taivalkoski	232	n. 7	19	6.3 - 7.1	7 - 10	60 - 85

### 3.2. Istukkaiden koko, merkinnät ja istutustiheydet

Koska istukkaiden koolla ajateltiin olevan suurta vaikutusta niiden mahdollisuuksiin syödä eri kokoisia muikkuja, tutkimuksessa käytettiin eri ikäisiä taimenia (Kuva 1). Pienimmät istukkaat olivat 2-vuotiaita ja niiden keskipaino oli 47 grammaa ja ne istutettiin keväisin. 3-kesäiset istukkaat painoivat keskimäärin 129 g ja ne istutettiin syksyisin. 3-vuotiaat istukkaat painoivat keskimäärin 141 grammaa ja ne istutettiin keväisin. Suurimmat istukkaat olivat 4-kesäisiä, niiden keskipaino oli 305 grammaa ja ne istutettiin syksyisin. Istutustiheydet olivat ikäryhmittäin seuraavat: 2-vuotiaita ja 3-kesäisiä (2+) istukkaita 2 kpl/ha; 3-vuotiaita ja 4-kesäisiä (3+) 1 kpl/ha. Lisäksi vuonna 1995 Iso-Porontimaan istutettiin 2- ja 3-vuotiaita taimenia, molempia 3 kpl/ha.



**Kuva 1. Käytettyjen eri ikäisten istukkaiden keskipainot. Presmoltti tarkoittaa kokoa/ikää ennen smolttlutumista ja postsmoltti tarkoittaa smoltti-  
iän ohittanutta istukasta.**

Istukkaat kasvatettiin Kuusamon (Käylän) kalanviljelylaitoksella normaalilla viljelytekniikalla, ja ne olivat kaikki vuonna 1981 Kitkajoesta pyydettyjen 1 naaraan ja 8 koiraan F2-polven jälkeläisiä. Tämä takasi sen, että istukkaiden geneettinen vaihtelu oli suhteellisen pientä yli koko tutkimusjakson.

Kaikki istukkaat olivat merkittyjä ja vertailtavat merkintäerät muodostettiin aina samasta alkuperäisparvesta. Merkintämenetelminä käytettiin kuonumerkintää (2v, 2+), joka on sisäinen ryhmämerkki ja soveltuu hyvin pieniin istukkaisiin sekä VI-merkintää (3v, 3+), joka on uusi sisäinen yksilömerkki. Käytetyt merkintämenetelmät eivät vaikuta istukkaiden biologiaan. Merkintäeriä oli yhteensä 50 kappaletta; kaiken kaikkiaan merkittiin noin 25 000 järvitaimenta. Ennen istutusta merkkien pysyvyys kontrolloitiin käymällä läpi jokainen kala, jossa yhteydessä kalat myös mitattiin uudelleen. Koska molemmat merkit ovat käytännössä näkymättömiä, oli niiden keruu järjestettävä aktiivisesti. Merkintöjen rooli oli tässä tutkimuksessa hyvin keskeinen. Koska kussakin järvessä eli useita eri ikäisiä ja eri vuosina istutettuja taimenia sekaisin, ilman merkintöjä ei olisi voitu tietää, mikä oli kunkin pyydetyn kalan alkuperäinen istutusikä, -aika ja -paino.

### 3.3. Ei-kokeellinen aineisto

Tämän kokeellisen osan lisäksi kerättiin taimennäytteitä Posion Suolijärvistä, Kitkajärvistä, Kostonjärvestä, Livo- ja Muojärvestä. Nämä järvet ovat alueellisesti tärkeitä taimenistutusvesiä, ja Suolijärvissä ja Kostonjärvessä sovelletaan velvoiteistutuksia. Suurten istutusmäärien takia ei näihin järviin tehty merkintöjä, joten aineiston laatu jäi väistämättä huonommaksi kuin pienvesistä kerätyssä aineistossa. Kuitenkin ravintoaineiston perusteella olen pyrkinyt soveltamaan kokeellisen aineiston tuloksia myös näihin isompiin järviin.



### 3.4. Taimennäytteiden keruu ja määrä, ravinto-, rasva- ja kasvumittaukset

Näytteiden kerääjiksi kullekin järvelle oli värvätty paikallisia kalastajia, jotka varustettiin kunnollisilla mittausvälineillä ja muulla tarpeellisella varustuksella. Heidät koulutettiin tehtäväänsä. Näytteet kerättiin 1—2 kertaa vuodessa, ja sen yhteydessä kerääjiä koulutettiin lisää mikäli se oli tarpeellista. Kustakin merkitystä näytteestä maksettiin 10 mk palkkio. Lisäksi Kylmäluomalla ja Ylioudonjärvellä harjoitettiin vuosina 1992—1994 omatoimista näytteiden pyyntiä, ja se tapahtui työllisyysvaroin. Näyte käsitti taimenen pyydys- ja pyyntipäivätiedon, pään ja suoliston, sekä pituuden 1 mm ja painon 1 g tarkkuudella. Näytteet säilytettiin kotipakastimissa. Niiden kokonaislukumäärä oli 2455 kappaletta, joista merkittyjä taimenia oli 1541 kappaletta (Taulukko 2). Taimenistukkaiden kasvu laskettiin painonlisäyksenä päivää kohden.

**Taulukko 2. Taimenaineiston jakautuminen järvittäin ja merkintätavoitain, kappaleissa. CW = kuonumerkki; VI = kuultomerkki.**

Järvi	Merkitön CW	VI	Yhteensä
Kitkajärvet	399		399
Kostonjärvi	63		63
Livojärvi	30		30
Muojärvi	15		15
Suolijärvet	191		191
Kylmäluoma	56*	137	305
Ylioudonjärvi	24*	143	287
Iso-Porontima	136*	567	972
Yhteensä	912	847	2455

\* suuri osa merkittömistä taimenista oli peräisin tutkimusta edeltäneistä istutuksista

Laboratoriossa taimenen päästä etsittiin merkki. Taimenten sukupuoli määritettiin ja sukurauhasten tuorepaino punnittiin. Suussa, ruokatorvessa ja mahalaukussa olleet ravintotaksonit määritettiin kalojen osalta lajilleen ja hyönteisravinto ryhmätasolle ja ravinnon tuorepaino punnittiin 0,01 gramman tarkkuudella taksoneittain. Syötyjen kalojen kappalemäärä laskettiin lajeittain ja lisäksi syötyjen muikkujen keskipituus mitattiin 0,5 cm tarkkuudella. Koska mahojen täyteisyyttä ei arvioitu, se laskettiin suhteuttamalla syödyn ravinnon massa kalan omaan massaansa. Mahalaukun vetoisuus suhteessa kalan kokoon on pienillä kaloilla suurempi kuin isoilla kaloilla, ja tämä otettiin huomioon laskelmassa. Syötyjen kalojen keskipaino laskettiin lajeittain.

Suolistorasvojen määrä määritettiin koko suolistosta, syöty ravinto ja sukurauhaset pois lukien, käyttäen kloroformi-metanoli -uutosmenetelmää. Suolistorasvojen mitaysikkö oli rasvan osuus prosentissa suoliston kuivapainosta ja se ilmensi vararavinnon määrää.

### 3.5. Kalastustiedustelut, kuolevuus- ja tuottolaskelmat

Kalastustiedustelut tehtiin postitse kolmeen kertaan vuosina 1991—1996 kaikille kalastusluvan lunastaneille tai manttaalin perusteella kalastusoikeuden haltijoille kustakin kolmesta koejärvestä. Tiedusteluissa kysyttiin pyyntiponnistuksen määrää pyydyksittäin sekä saalista lajeittain ja pyydyksittäin. Tiedustelujen perustella laskettiin kokonaissaalis lajeittain ja pyydyksittäin sekä hehtaari- ja yksikkösaaliit lajeittain.

Näitä tuloksia käytettiin sekä muikkukantojen tilan seurantaan, että kokonaistaimensaaliiden arviointiin. Tiedustelujen palautusprosentti oli 78—98 %.

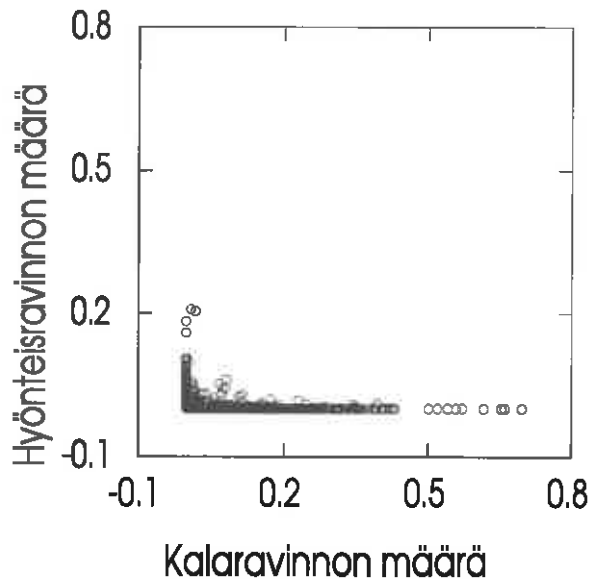
Kunkin merkintäerän kalastuskuolevuuden laskenta perustui tunnettuun otantaan (näytteidenkerääjien saalis, kg) tunnetusta kokonaissaaliista (kalastustiedustelu, kg). Näytteidenkerääjien saalis oli vuotta 1991 lukuunottamatta > 20 % kokonaistaimensaaliista. Kunakin vuonna oletettiin, että tiedustelujen perusteella arvioitu taimenten kokonaissaalis jakautui näytteidenkerääjien saalissa olleiden merkintäerien kilomääräisissä suhteissa. Kun sen lisäksi tunnettiin kustakin merkintäerästä saatujen näytteiden kappalemäärä, voitiin laskea montako taimenta kustakin merkintäerästä vuosittain saatiin. Niiden summana saatiin kustakin merkintäerästä saatujen taimenten kokonaislukumäärä, jonka perusteella voitiin laskea kalastuskuolevuus. Mikäli se oli < 1, täytyy muun kuolevuuden koostua luonnollisesta kuolevuudesta tai kalojen vaeltamisesta pois järvestä. On huomattava, että kuolevuusarvioita ei voitu tehdä vuosittain, vaan ainoastaan koko sille ajalle, josta näytteitä saatiin. Toisin sanoen kuolevuuden ajoittumista on tarkasteltu taimenten energiataseesta käsin, ei kuolevuus-estimaattien perusteella. Merkintäerän saalistuotto laskettiin vastaavalla tavalla kunkin merkintäerän kilomääräisenä saaliina, joka suhteutettiin kuviteltuun 1000 istukkaan istutusmäärään. Tämän lisäksi laskettiin tuoton nettoarvo, jolloin saalistuotosta vähennettiin istukaserän istutuspaino. Positiivinen nettotuotto tarkoittaa, että merkintäerästä saatiin kilomääräisesti suurempi saalis kuin mitä istukaserän paino oli.

Kullekin merkintäerälle laskettiin järvestä pyydetyn saaliin kilohinta. Eri kokoisille istukaille laskettiin ensin kuvitellun 1000 istukkaan arvo käyttäen RKTL:n vuoden 1995 ohjeintoja. Sitten tämä arvo jaettiin saalistuottoarviolla.

### 3.6. Kaikuluotaukset

Tämän lisäksi pienjärvillä tehtiin kaikuluotauksia, joiden alkuperäinen tarkoitus oli mitata eri kokoisten ravintokalojen tiheyksiä. Valitettavasti nauhoituslaitteiston toiminnassa oli sellaisia häiriöitä, että kalatiheyksiä ei voitu laskea ohjelmallisesti. Kuitenkin luotauksista saadut visuaaliset tulosteet kuvastavat varsin hyvin järvien kalaston tilaa, ja muutamia niistä on esitetty tässä raportissa.

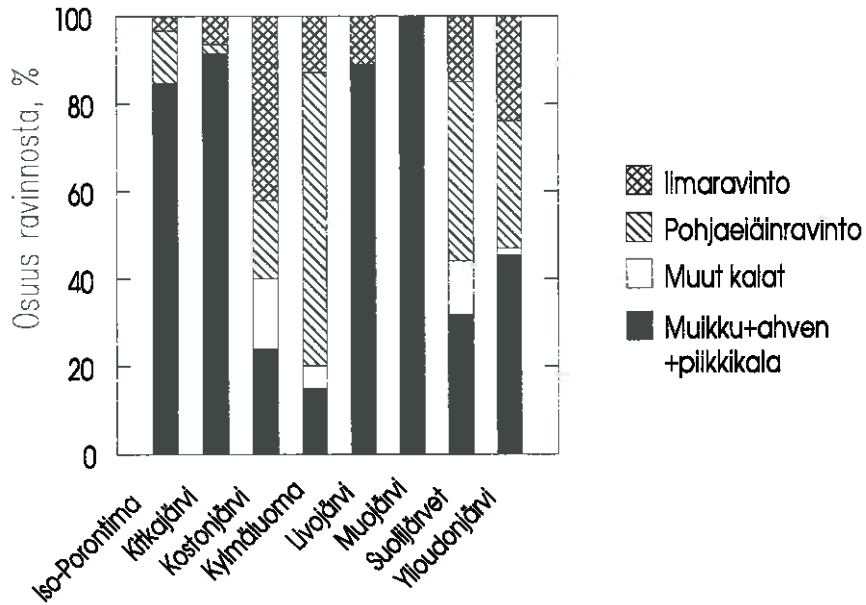




**Kuva 3. Kala- ja hyönteisravinnon määrä yksittäisillä taimenilla (n=2025). Huomaa, että lähes kaikki pisteet sijaitsevat joko x- tai y-akselien tuntumassa, mikä tarkoittaa, että taimenet harvoin syövät yhtä suurta määrää kala- ja hyönteisravintoa, vaan keskittyvät jompaan kumpaan ravintoryhmään.**

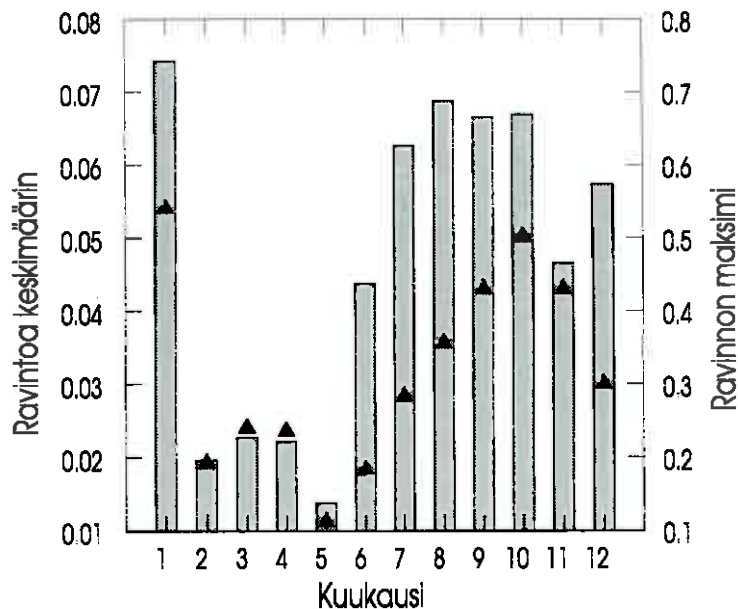
Istukkaiden syömä selkärangattomien ravintoeläinten maksimimäärä oli korkeintaan kolmasosa kalaravinnon maksimimäärästä (Kuva 3). Runsaasti kaloja syöneillä taimenilla vatsalaukun seinämä oli ohentunut niin läpikuultavaksi, että mahassa olevien kalojen lajin pystyi usein määrittämään ennen mahan aukaisua. Vaikka mahalaukku oli tällaisessa tapauksessa aivan täynnä kaloja, arviolta noin kolmannes syödyistä yksilöistä löytyi ruokatorvesta ja taimenen suusta. Kaloja oli tällöin syöty useita kymmeniä kappaleita. Ääriesimerkkinä voidaan mainita Ylioudonjärvestä syksyllä 1995 pyydetty 1,5 kilon taimen, joka oli syönyt 109 pientä ahventa.

Järvittäin tarkasteltuna ravinnonkäytössä oli suuria eroja. Iso-Porontimassa, Kitkajärvissä, Muo- ja Livojärvisä ylivoimaisesti suurin osa ravinnosta koostui muikuista (sekä Iso-Porontimassa kymmenpiikistä). Sen sijaan Kostojärvellä, Kylmäluomalla, Suolijärvillä ja Ylioudonjärvellä selkärangattomat olivat tärkein ravintoryhmä (Kuva 4).



**Kuva 4. Eri ravintokohteiden suhteellinen esiintyminen tutkittujen järvi-  
en taimenten mahoissa.**

Järvitaimenen ruokailukäyttäytymisessä oli selvää vuodenaikaisvaihtelua (Kuva 5). Syksy ja syystalvi olivat tärkeintä syönnösaikaa. Kevättalvella ja alkukesällä taimenten mahoista löytyi selvästi vähemmän ravintoa. Taimenet siis söivät aktiivisesti myös jään alla, joului-tammikuulle saakka. Kevätistukkaat alkoivat syödä varsin nopeasti istutuksen jälkeen, mutta syysistukkaat eivät juuri syöneet ensimmäisenä talvena vaan vasta seuraavana kesänä.

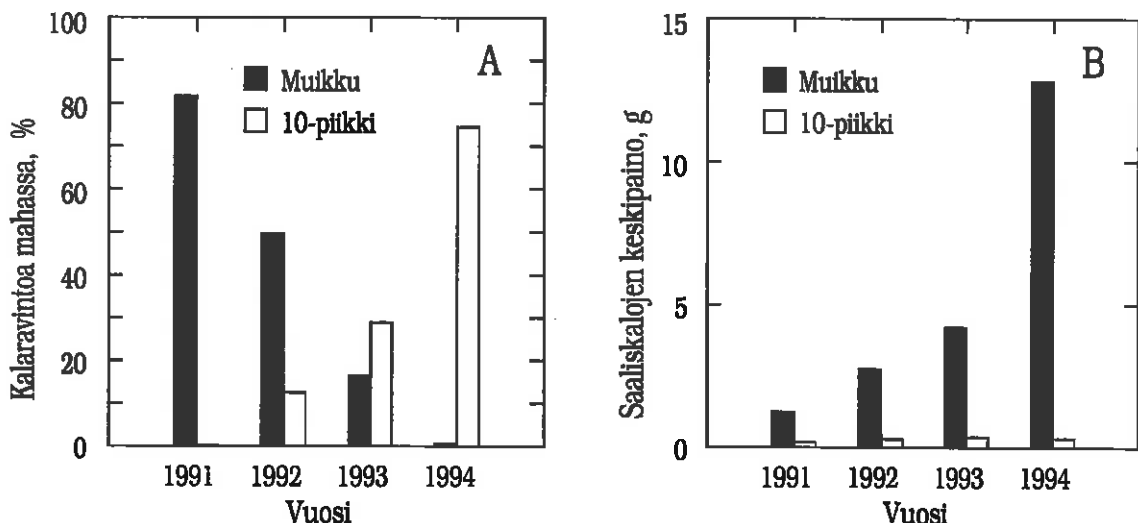


**Kuva 5. Taimenten syönnön määrä (pylväät keskimäärin ja kolmiot maksimi) eri kuukausina. Huomaa, että ravinnonoton maksimin asteikko on 10-kertainen keskiarvoasteikkoon verrattuna.**

### 4.3. Vaikuttiko tarjolla olevien saaliskalojen koko taimenten ravinnonvalintaan?

Tutkimuksen tärkeimpiä tuloksia oli se, että järvessä syönnöstävä juveniili järvitaimen suosii hyvin pienikokoisia saaliskaloja: aina kun niitä oli tarjolla, niitä myös syötiin runsaasti. Sen sijaan saaliskalalajien kesken ei havaittu mitään erityistä suosituimmuusjärjestystä (eli preferenssiä): sekä muikkuja, kymmenpiikkejä että ahvenia oli syöty suuria määriä, mutta vain silloin kuin saaliskalojen koko oli hyvin pieni. Isot yli 1,5 kilon taimenet söivät kuitenkin hyvin monen kokoista kalaravintoa.

Iso-Porontimalla havaittiin hyvin selvä ravintokohteen vaihto muikusta kymmenpiikkiin. Järveen vuonna 1991 syntynyt hyvin voimakas muikun vuosiluokka dominoi muikkukantaa vuoteen 1994 saakka. Muikun kasvu oli hyvin hidasta ja taimenet söivät näitä hyvin pienikokoisia muikkuja lähes ainoana ravintonaan vuonna 1991. Seuraavina vuosina muikkujen osuus ravinnossa väheni sitä mukaa kuin niiden koko kasvoi (Kuva 6). Vastaavasti kymmenpiikin osuus ravinnosta nousi tänä aikana, ja vuodesta 1994 eteenpäin taimenet söivät lähes yksinomaan kymmenpiikkejä.



**Kuva 6. Muikun ja kymmenpiikin suhteelliset osuudet (A) sekä niiden keskipainot (B) Iso-Porontiman järvitaimenten ravinnossa vuosina 1991–1994. Pylväiden päällä on numeroin ilmoitettu monestako taimenesta ravintokohde määritettiin.**

Ylioudonjärveen syntyi vuonna 1995 erittäin runsas ahvenen vuosiluokka. Tätä ennen taimenet söivät pääasiassa selkärangattomia, mutta vuonna 1995 yksinomaan pientä ahventa. Esimerkiksi syksyllä 1992 istutetut 120 gramman painoiset taimenet söivät kaksi ensimmäistä vuotta lähes yksinomaan selkärangattomia, ja niiden paino syksyllä 1994 oli ainoastaan 600 g. Vuonna 1995 ne söivät runsaasti pientä ahventa ja niiden kasvu oli erittäin nopeaa: joulukuussa 1995 ne painoivat 2000 g.

Yhteistä näille Iso-Porontiman ja Ylioudonjärven tapauksille oli saaliskalojen hyvin pieni koko. Keskimääräinen syötyjen muikkujen paino Iso-Porontimalla vuonna 1991 oli 1,2 grammaa; syötyjen kymmenpiikkien ja ahventen keskipaino oli vielä pienempi: 0,45 grammaa. Vertailun vuoksi voidaan mainita, että Kitkajärven hottamuikku on juuri saman kokoista (1–2 g), mitä Iso-Porontimalla oli. Noin 0,5 gramman painoiset kymmenpiikit ja ahvenet ovat pituudeltaan vain 2–3 cm, kun hottamuikun pituus on noin 5–7 cm.

#### 4.4. Mikä rooli oli muikun koolla eri kokoisten järvitaimenistukkaiden ravinnonvalintaan?

Tämä tutkimukselle asetettu kysymys oli hyvin keskeinen jos ajatellaan nykyistä suuntausta suosia yhä suurempikokoisia istukkaita. Palaamme jälleen Iso-Porontiman tilanteeseen: vuoden 1991 muikun vuosiluokka oli runsas vuoteen 1993 saakka ja se kasvoi hitaasti saavuttaen 6,9 gramman keskipainon vuonna 1993. Toisin sanoen järvessä oli kolmen vuoden ajan tarjolla runsaasti muikkuja, ja joka vuosi sinne istutettiin eri kokoisia taimenia. Oletuksena oli, että muikkujen koon kasvaessa suuremmat istukkaat pystyvät syömään tehokkaammin isoja muikkuja kuin pienemmät istukkaat. Kuinka kävi? Pienimmät 2-vuotiaat istukkaat siirtyivät hyvin nopeasti muikusta kymmenpiikkiin: muikun osuus ravinnosta oli enää 34 % vuonna 1992. Smolttikokoiset istukkaat (2+ ja 3v) hyödynsivät suurempaa kokoaan 2-vuotiaisiin verrattuna, ja ne söivät muikkuja aktiivisesti (58—60 %) vuoteen 1992 saakka, jonka jälkeen nekin ryhtyivät syömään kymmenpiikkejä. Suurimmat 3+ -istukkaat eivät hyötäneet suuremmasta koostaan vuosina 1992 ja 1993: pienemmällä istukkailla havaittua hyvin selvää muikun koosta riippuvaa ravintokohteen vaihtoa ei havaittu (Taulukko 3). Tämä tulos oli yllättävä ja se viittaisi siihen, että isokokoisten istukkaiden kyky syödä luonnonravintoa olisi huonompi kuin pienempien. Toisin sanoen smolttikokoisilla ja sitä pienemmällä istukkailla ravintokalojen koolla ja taimenten koolla oli teorian mukainen yhteys, mutta ei enää smolttikoon ylittäneillä taimenilla.

**Taulukko 3. Muikun (M) ja kymmenpiikin (K) osuus (%) eri ikäisten taimenten ravinnosta vuosina 1991—1994 Iso-Porontimalla.**

Vuosi	Ikäryhmä							
	2v		2+		3v		3+	
	M	K	M	K	M	K	M	K
1991	99	0	-	-	90	1	21	0
1992	34	10	60	12	58	15	33	9
1993	8	35	18	23	22	31	33	14
1994	0	88	2	76	0	73	0	10

#### 4.5. Luonnonravinnosta saadun energian käyttö perusaineenvaihduntaan, kasvuun ja vararavintoon

Järvitaimenet lähtivät Kuusamon kalanviljelylaitokselta istutukseen energiavarastot täynnä. Kaikilla istukkailla suolistorasvojen määrä oli 30—80 % suoliston kuivapainosta, ja suurimmat arvot mitattiin 4-kesäisiltä syysistukkailta. Istutuksen jälkeen kalan kasvun ja vararavinnon määrän muutosten perusteella voidaan päätellä saivatko istukkaat järvessä tarjolla olevasta ravinnosta niin paljon energiaa, että sen määrä ylitti perusaineenvaihdunnan tason. Mikäli kasvu oli heikkoa ja vararavinnon määrä aleni, voidaan päätellä, että istukkaan järvessä saama ravintoenergia oli pienempi kuin perusaineenvaihdunnan vaatima määrä. Toisin sanoen istukkaat käyttivät kalanviljelylaitoksessa kerättyä vararavintoa siihen, että ne ylipäänsä pysyisivät uimaan ja etsimään ravintoa.

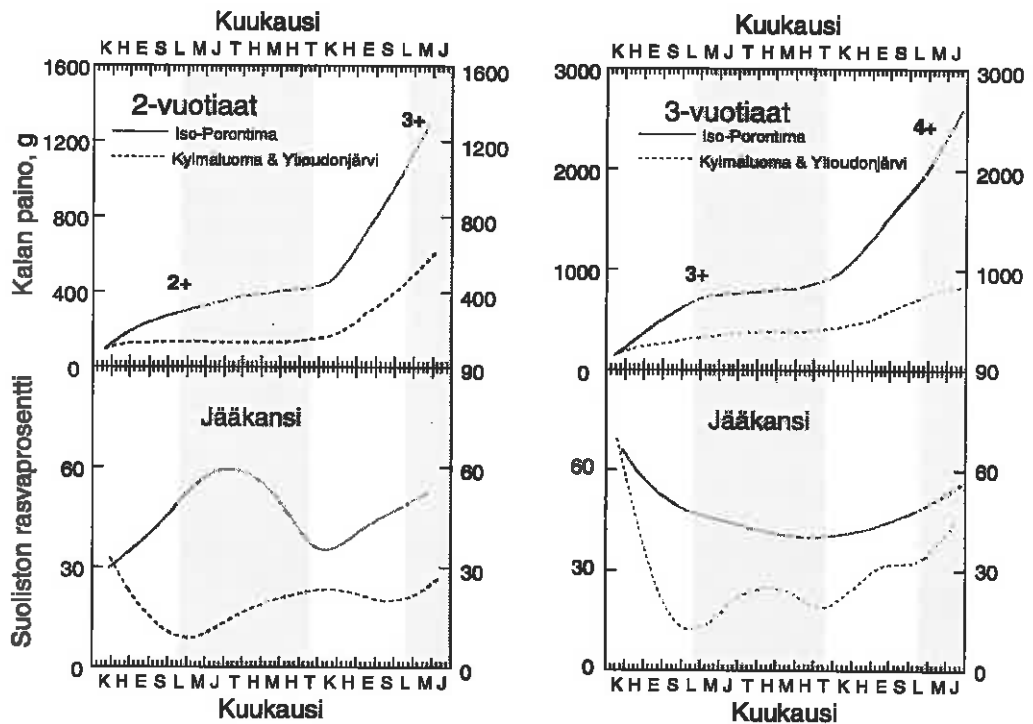
Tämä olikin yleinen tilanne Kylmäluomalla ja Ylioudonjärvellä. Erityisesti kevätsistukkailla suolistorasvojen määrän aleneminen oli ensimmäisen kesän aikana erittäin voimakasta ja kalojen kasvu oli silloin olematonta. 2-vuotiailla suolistorasvojen määrä laski n. 30:sta 10 prosenttiin ja 3-vuotiailla >60 prosentista 10:een (Kuva 7). On varsin selvää, että näillä järvillä mitatut hyvin korkeat istukaserien kuolevuusarvot (katso

luku 4) ajoittuvat tähän 'kriittiseen ensimmäiseen kesään'. Toisena kasvukautena hengissä selvinneet yksilöt kasvoivat paremmin ja myös niiden vararavinnon määrä nousi jonkin verran, joten on varsin luultavaa, ettei silloin esiintynyt enää kuolevuutta kovin paljon.

Iso-Porontimalla tilanne oli täysin päinvastainen: taimenistukkaat pystyivät lisäämään sekä painoaan että vararavinnon määrää. On kuitenkin erittäin mielenkiintoinen havainto, että pienimmät 2-vuotiaat istukkaat suuntasivat ylijäämäenergiaa enemmän vararavintoon kuin kasvuun ensimmäisenä kasvukautenaan verrattuna 3-vuotiaisiin istukkaisiin, joilla kasvu oli nopeaa mutta vararavinnon määrä laski jonkin verran (Kuva 7). Seuraavan kasvukauden aikana molemmat ikäryhmät lisäsivät painoaan hyvin nopeasti mutta myös suolistorasvojen määrä nousi.

3-kesäisillä syysistukkailla edellä kuvatut prosessit olivat samankaltaisia, mutta ne käynnistyivät vasta seuraavan kesän alussa. Taimenten kasvu oli olematonta istutusta seuraavana talvena, eikä myöskään suolistorasvojen määrä olennaisesti alentunut silloin. Istutusta seuraavana kesänä ja syksynä toistuivat samat muutokset kuin 3-vuotiailla kevätistukkailla (Kuva 8).

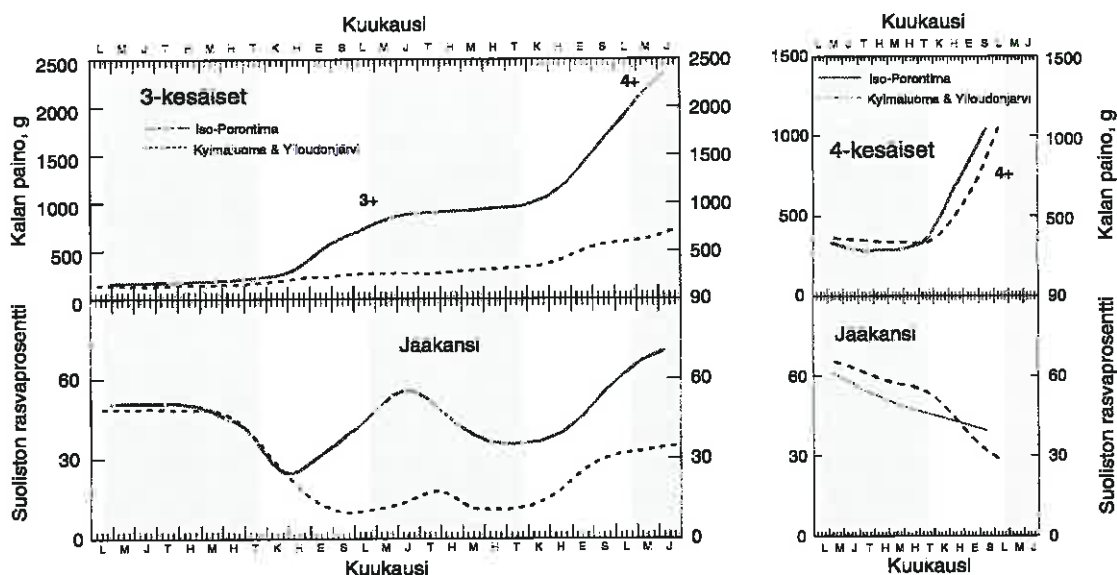
## KEVÄTISTUKKAAT



Kuva 7. Keväällä istutettujen 2- ja 3-vuotiaiden taimenten kasvu- ja vararavintokäyrät huonossa (Kylmäluoma ja Ylioudonjärvi) ja hyvässä ravintoympäristössä (Iso-Porontima). Kuvien aikajakso on istutushetkestä (kesäkuu) seuraavan kasvukauden loppuun. Jääpelteen kesto on kuvattu harmalla vyöhykellä.



## SYYSISTUKKAAT



**Kuva 8. Syksyllä istutettujen 3- ja 4-kesäisten taimenten kasvu- ja vararavintoikäyrät huonossa (Kylmäluoma ja Ylioudonjärvi) ja hyvässä ravintoympäristössä (Iso-Porontima). Kuvien aikajakso on 3-kesäisillä istutushetkestä (lokakuu) toisen kasvukauden loppuun, ja 4-kesäisillä ensimmäisen kasvukauden loppuun. Jääpeitteen kesto on kuvattu harmailla vyöhykkeillä.**

4-kesäisillä syysistukkailla kasvu ja vararavinnon määrän muutokset poikkesivat kaikesta edellä kuvatusta. Ensinnäkin kasvu oli jokseenkin samanlaista kaikissa tutkituissa järvissä, ja se oli huonompaa kuin nuoremmilla istukkailla. Toiseksi suolistorasvojen määrä istutushetkellä oli hyvin suuri näillä istukkailla. 4-kesäiset istukkaat laihtuivat jonkin verran ensimmäisenä talvena ja suolistorasvojen määrä laski tasaisesti talven yli. Seuraavana kesänä kalojen kasvu parani mutta suolistorasvojen määrä laski jatkuvasti, eikä 3-kesäisillä havaittua nousua seuraavana syksynä esiintynyt (Kuvat 7 ja 8).

### 4.6. Kuinka suuri vaikutus tarjolla olevalla ravinnon määrällä oli kasvuun?

Kaikki Kylmäluoman ja useimmat Ylioudonjärven istukaserät joutuivat selvästi huonompaan ravintoympäristöön kuin Iso-Porontimaan istutetut taimenet.

Iso-Porontimassa taimenten kasvu oli erittäin nopeaa. 2-vuotiaat istukkaat olivat kahden kasvukauden jälkeen noin 1200 g painoisia; smolttikoiset istukkaat (2+ ja 3v) olivat kahden kasvukauden jälkeen noin 2500 gramman painoisia. Sen sijaan suurimpien (3+) istukkiaden kasvu oli huonompaa: ne saavuttivat vain noin 1000 g painon ensimmäisen kasvukauden jälkeen (Taulukko 4). Kylmäluomalla ja Ylioudonjärvellä kasvu oli karkeasti ottaen 2–3 kertaa huonompaa kuin Iso-Porontimalla. Selvästi oli myös havaittavissa, että mitä nuorempa istukas oli istutettu, sen parempaa niiden kasvu oli kun verrataan samassa iässä järvestä pyydettyjä kaloja keskenään (eli taulukon 4 sarakearvoja keskenään).

**Taulukko 4. Eri ikäisinä istutettujen järvitaimenten paino kasvukausien lopussa huonossa (Kylmäluoma ja Ylioudonjärvi) ja hyvässä (Iso-Porontima) ravintoympäristössä.**

Istutus ikä	Paino, g	Huono			Hyvä		
		2+	3+	4+	2+	3+	4+
2v	47	150	600		300	1200	
2+	129		400	600		900	2500
3v	141		350	900		700	2500
3+	305			900			1000

#### 4.7. Millaista oli istukkaiden kuolevuus?

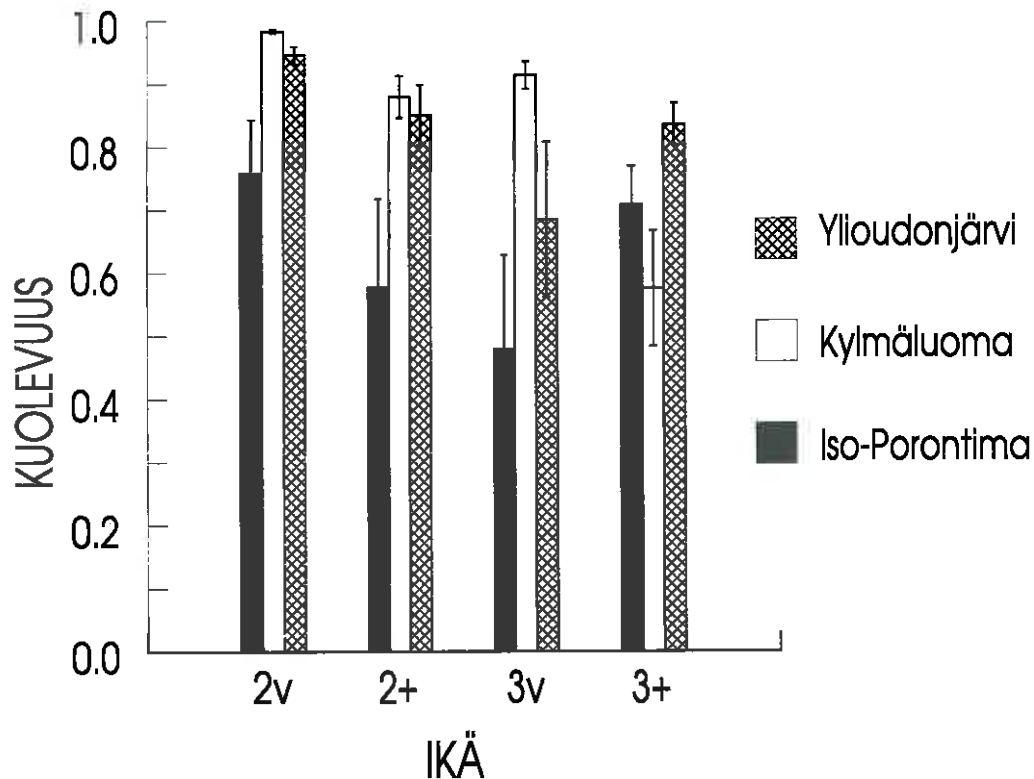
Kalojen kuolevuuden mittaaminen tai edes sen arviointi on kalabiologisissa tutkimuksissa harvinaista, koska se yleensä on hyvin vaikeaa. Suurin ongelma on siinä, että kuolleista kaloista on lähes mahdotonta saada näytteitä. Siksi kuolevuutta joudutaan arvioimaan hengissä selvinneiden kalojen lukumäärien perusteella. Tässä tutkimuksessa laskettiin kunkin merkintäerän kokonaiskalastuskuolevuus, eli kuinka monta kalayksilöä kustakin erästä saatiin saaliiksi. Muiden oletettiin kuolleen luonnollisen kuoleman. Laskelmien luotettavuus on yhtä hyvä kuin tehtyjen kalastustiedustelujen luotettavuus. Tiedusteluissa saavutettiin varsin korkeita palautusprosentteja, ja sillä perusteella uskon, että laskelmien virhemarginaali oli suhteellisen alhainen.

Korkea poikasvaiheen kuolevuus on hyvin yleistä eliökunnassa, ja yleensä jälkeläismäärä varsin suoraan kertoo kuolevuuden tasosta: mitä enemmän jälkeläisiä sitä suurempi kuolevuus. Toinen hyvin yleinen ja erityisesti lohikaloihin liittyvä totuus on se, että mitä suurempaa on poikasvaiheen kuolevuusriski, sitä tärkeämpää lajille on pystyä kutemaan useammin kuin kerran. Toinen vastaava sopeutuma on vaihtelu vaelluspoikasiässä ja sukukypsien kalojen iässä. Järvitaimenen elinkierrossa ilmenee monia piirteitä, jotka kertovat lajin sopeutuneen korkeaan poikaskuolevuuteen: sukukypsällä taimenella on 2000 mätimunaa kalakiloa kohden; laji kutee useita kertoja; jokipoikasvaiheen kestossa on vaihtelua; kaikki poikaset eivät vaella järviin; ensimmäistä kertaa kutevien kalojen iässä on vaihtelua. Kaikki tämä tarkoittaa sitä, että järvitaimenen on ollut pakko sopeutua evoluutiohistoriansa aikana vaihtelevaan ja epäennustettavaan poikasvaiheen ympäristöön.

Kuitenkin varsin yleinen harhakäsitys on se, että kuvitellaan istutettujen taimenenpoikasten selviävän enimmäkseen hengissä istutusvesistössä. Tosiasiassa taimenen kuolevuusriski on suuri koko jokivaiheensa aikana ja erityisesti silloin kun se siirtyy syönnöstämään järviältäisiin. Siksi tässä tutkimuksessa esitettävät yli 90 % kuolevuudet eivät suinkaan ole tavattomia jos tarkastellaan eliökuntaa yleisemmin. Pikemminkin olisi ihmeellistä jos kuolevuus olisi ollut hyvin alhaista.

Luonnollinen kuolevuus oli keskimäärin korkeinta Kylmäluomalla (84 %) ja Ylioudonjärvellä (83 %) kun se oli 63 % Iso-Porontimalla. Kuolevuus oli sitä suurempaa, mitä nuorempi istukas oli: 2-vuotiaiden keskimääräinen kuolevuus oli 90 %, 3-kesäisillä 77 %, 3-vuotiailla 70 % ja 4-kesäisillä 71 %. Sekä Iso-Porontimalla että Ylioudonjärvellä kuolevuuden riippuvuus istukkaan iästä oli samanlainen: kuolevuus oli laskeva istukkaan iän kasvaessa 3 vuoteen, mutta 4-kesäisillä kuolevuus taasen nousi (Kuva 9). Kylmäluomalla 3-vuotiaiden ja sitä nuorempien istukkaiden kuolevuus oli hyvin korkeaa, mutta selvästi alempaa 4-kesäisillä istukkailla (Kuva 9). On varsin luultavaa, että Iso-Porontimalla ja Ylioudonjärvellä suurimpien istukkaiden kohonnut kuolevuus johtui siitä, että ne vaelsivat järveltä pois jokialueille. Kylmäluomalla jokisuulla oleva yksityinen kalankasvattamo esti alasvaelluksen. Ylipäänsäkin

isot 4-kesäiset istukkaat pyydettiin hyvin nopeasti pois järviolueelta, mikä aiheutti verraten korkean kalastuskuolevuuden.



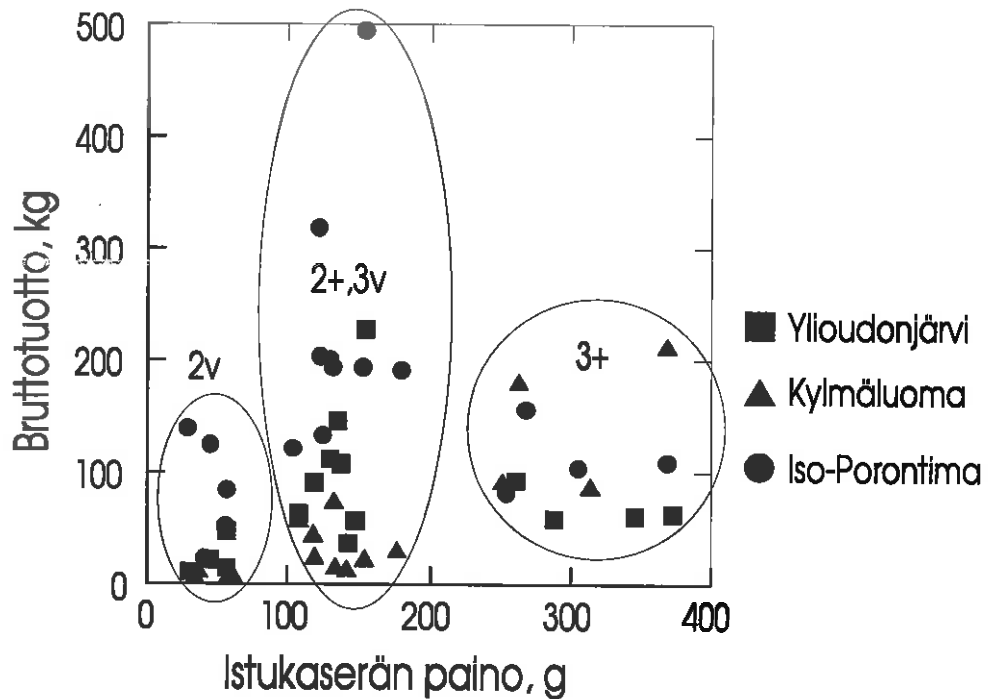
**Kuva 9.** Eri ikäisten järvitalmenistukkaiden keskimääräinen luonnollinen kuolevuus eri järvissä. Esimerkiksi arvo 0.6 tarkoittaa, että 60 % istukkaista kuoli luonnollisesti ja 40 % niistä saatiin saaliiksi. Janat pylväiden päällä tarkoittavat hajonnan määrää: mitä pitempi jana sitä suurempi vaihtelu kuolevuusarvoissa. Esimerkiksi Kylmäluoman 2-vuotiailla istukkailla kuolevuus oli 98 ( $\pm 1$ ) %.

Kun suhteutetaan eri ikäisillä todetut vararavinnon määrän muutokset kuolevuusarvoihin, voidaan todeta, että hyvässä ravintoympäristössä 3-vuotiaat istukkaat olivat ainoa ryhmä, jotka eivät lisänneet vararavinnon määrää ensimmäisenä kasvukautenaan (Kuva 7). Sen sijaan nuoremmat istukkaat (erityisesti 2-vuotiaat) suuntasivat ravintoenergiaa vararavintoon. Nämä havainnot ovat sopusoinnussa kuolevuusarvojen kanssa: 3-vuotiailla kuolevuus oli alhaisinta. Yleisesti voidaan todeta, että istukkaat pyrkivät maksimoimaan elossa pysymisen, ja se tapahtui joko käyttämällä laitoksessa kertynyt vararavinto perusaineenvaihduntaan (huono ympäristö) tai sitten lisäämällä vararavinnon määrää (hyvä ympäristö). Toisen kasvukauden aikana tai sen jälkeen kaikki istukkaat lisäsivät sekä kasvuaan että vararavinnon määrää. Vararavinnon määrän lisääminen tällöin ei todennäköisesti enää ollut varautumista kuolevuusriskiin vaan istukkaat keräsivät vararavintoa tulevaa sukusolujen muodostamista varten.

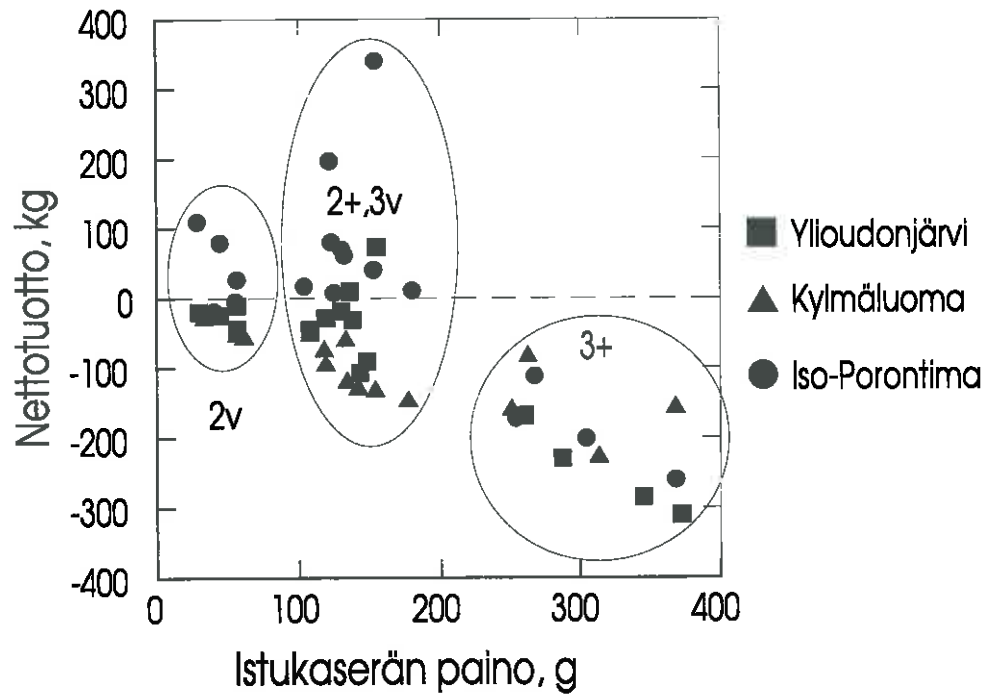
#### 4.7.1. Saaliskiloja usein vähemmän kuin istutuskiloja

Istutusten kannattavuutta voidaan kuvata (brutto)tuottoarviolla: paljonko kuviteltu 1000 istukkaan erä antaa saalista kiloissa (Kuva 10). Tuottoon vaikuttavia tekijöitä on etsitty aikaisemmissa tutkimuksissa istukkaan koosta ja istutusajankohdasta. On it-

sestään selvää, että bruttotuotto kasvaa istukkaan painon noustessa. Esimerkiksi jos 1 kilon painoisista istukkaista saadaan puolet saaliiksi (olettaen että ne eivät kasva ol- lenkaan) sadaan tuotoksi 500 kiloa; 100 g istukkaalla vastaava luku olisi 50 kiloa. Asiaa voidaan tarkastella myös nettotuotolla, joka tarkoittaa istutuserän saalistuottoa vähennettynä erän istutushetken painolla. Äskeisessä esimerkissä tuottoluvut olisivat -500 kiloa 1 kilon painoiselle istukkaalle ja -50 kiloa 100 g istukkaalle. Negatiivinen tuotto tarkoittaa sitä, että merkintäerästä saatiin vähemmän saalista kuin mitä järveen pantiin. Korkea nettotuotto voi syntyä vain silloin kun istukkaiden kuolevuus on suhteellisen alhaista ja kasvu hyvää. Mikä rooli tässä on istukkaan koolla? Onko iso istukas parempi vai huonompi kuin pieni? Tämän tutkimuksen tulos on yksiselitteinen: järvestä riippumatta suurin 4-kesäinen istukas antoi heikoimman nettotuoton, keskimäärin -197 kiloa, ja tulos oli sitä huonompi mitä suurempaa istukas oli (Kuva 11). Myös pienemmillä istukkailla nettotuoton ja istukkaan koon välillä oli negatiivinen riippuvuus, mutta vain Kylmäluomalla ja Ylioudonjärvellä. Iso-Porontimalla saatiin lähes kaikista 3-vuotiaista ja sitä nuoremmista istukkaista positiivinen nettotuotto. Näyttäisi siltä, että smolttikokoisella (2+ ja 3v) saadaan korkein tuotto kun istutusve- sistön ravintotilanne on hyvä.



Kuva 10. Istukaserän keskipainon ja bruttotuoton välinen riippuvuus eri järvissä.



**Kuva 11.** Istukaserän keskipainon ja nettotuoton välinen riippuvuus eri järvissä. Poikkittaisen katkoviivan yläpuolella ovat positiiviset ja alapuolella negatiiviset nettotuotot.

Kun tarkastellaan istukkaiden järvestä pyydetyn kalan kilohintoja, ovat erot järvien ja ikäryhmien välillä suuria (Taulukko 5). Ylivoimaisesti kalleinta istukasta tällä mittarilla laskettuna oli Kylmäluoman 2-vuotias kala, jolle saatiin yli 1200 markan kilohinta. Halvinta saalistaimenet olivat Iso-Porontimalla, missä smolttikoisilla istukkailla kilohinta jäi hieman alle 50 markan; sekä Ylioudonjärven 3-vuotiailla, joilla keskimääräinen kilohinta oli 78 markkaa. Näyttäisi siltä, että mitä huonompi ravintotilanne järvestä oli, sitä edullisemmaksi tuli suurimman (3+) istukkaan suhteellinen kilohinta. On kuitenkin huomattava, että tällöinkin kilohinnaksi tuli reilusti yli 100 markkaa.

**Taulukko 5.** Järvestä pyydettyjen taimenten keskimääräinen kilohinta (mk) järvittäin ja ikäryhmittäin.

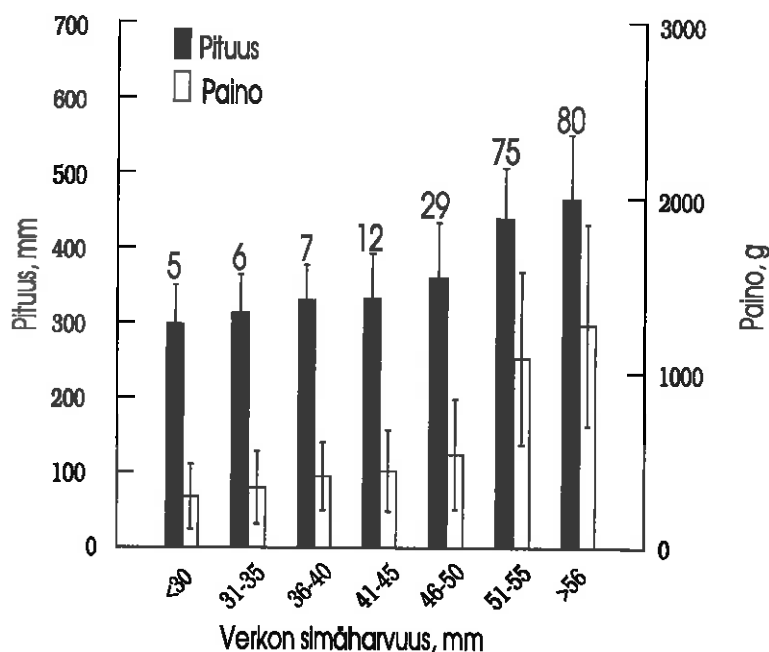
Järvi	Ikä			
	2v	2+	3v	3+
Iso-Porontima	105	49	48	153
Kylmäluoma	1239	375	446	133
Ylioudonjärvi	333	161	78	260

#### 4.8. Kalastuksen rooli

Noin 95 % tämän tutkimuksen taimenista pyydettiin verkoilla. Verkko on kokovalikoiva pyydys, eli tietty silmäkoko pyytää parhaiten tietyn kokoista kalaa. Esimerkiksi 40 mm silmäharvuinen verkko pyytää tehokkaasti noin 30—40 cm pituisia ja 300—700 g painoista taimenta. Kalayksilöiden välillä on eroja kasvunopeudessa. Tämä taasen vaikuttaa siihen kuinka nopeasti saavutetaan pyyntikoko: nopeimmin kasvavat yksilöt tulevat verkkopyynnin kohteeksi ensimmäisenä ja hitaimmin kasva-

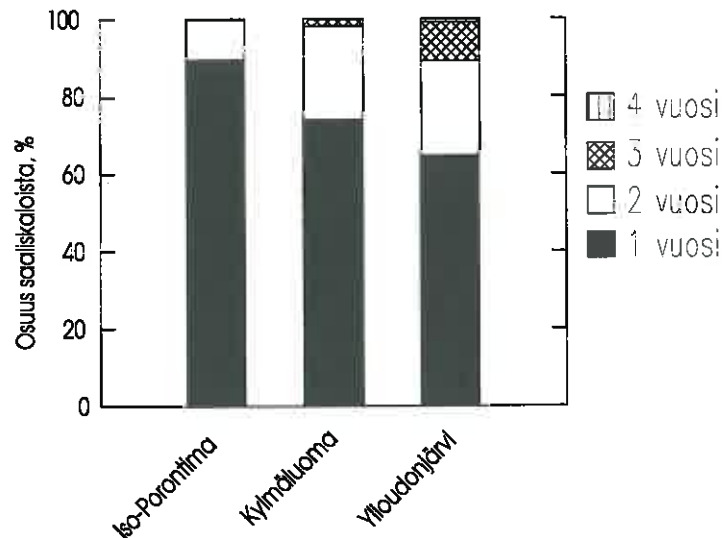
vat viimeisenä. Mitä vaikutuksia verkkopyynnin valikoivuudesta on järvitaimenistuksille?

Ensimmäinen ja tärkein on se, että mitä tiheämpiä verkkoja pyynnissä käytetään sitä pienempiä ovat saaliskalat (Kuva 12). Toisaalta myös verkkojen määrällä on merkitystä: mitä enemmän verkkoja on pyynnissä sitä tehokkaammin ne poistavat kalapopulaatiosta tietyn kokoiset kalat. Yleisesti ottaen verkkopyynnin tehokkuus oli tutkimusjärvillä suurta. Toisin sanoen vallitsevat verkot pyydystivät kaikki istukkaat, ja pääosin ensimmäisen istutusta seuraavana vuonna (Kuva 13).



**Kuva 12. Erilaisilla verkoilla saaliiksi saatujen järvitaimenten keskipituuDET ja -painot 8 koillismaalaisella järvellä (n=1445). Pylväiden päällä olevat luvut kertovat >40 cm taimenten osuuden (%) saaliista.**

Silmäkorajoituksilla voitiin jonkun verran vaikuttaa saaliin ajalliseen jakautumiseen. On kuitenkin huomattava, että myös Yliuodonjärvellä 65 % istukkaista pyydetiin ensimmäisen vuoden aikana vaikka järvellä oli jatkuva alle 50 mm verkkojen käyttökielto. Kun verkkojen määrä on riittävän suuri, ei rajoituksillakaan voida saavuttaa kovin merkittäviä tuloksia.



**Kuva 13. Saalistaimenten prosentuaalinen jakautuminen istutuksen jälkeisille vuosille eri järvillä. Iso-Porontimalla ei ollut mitään verkkorajoituksia; Kylmäluomalla alle 50 mm verkot olivat kiellettyjä kesä-elokuulla; Ylioudonjärvellä olivat alle 50 mm verkot kiellettyjä aina.**

Toinen tärkeä verkkojen kokovalikoivuuden seuraus on se, että verkot poistavat kalapopulaatiosta nopeimmin kasvavat yksilöt, ja jäljelle jäävät — jos jäävät — hitaimmin kasvavat yksilöt, suvunjatkajiksi. Toisin sanoen verkkopyynti on negatiivista rodunjalostusta: se suosii hitaasti kasvavia yksilöitä. Käytännössä tällä ei ole merkitystä järvitaimenen osalta koska kaikki kalat pyydetään ennen sukukypsyyssikää. Järvitaimenkannat ovat Suomessa lähes kokonaan viljelyn varassa: kunnollisia luontaisesti lisääntyviä järvitaimenpopulaatioita ei löydy oikeastaan muualta kuin Kuusamon Venäjän puolelle laskevista Oulanka-, Kitka- ja Kuusinkijoista. Tämä taasen johtuu yksinomaan siitä, että Venäjän puoleisilla syönnösalueilla ei ole ollut käytännössä minkäänlaista verkkopyyntiä.

On selvää, että verkkojen silmäkokoa harventamalla saalistaimenten koko kasvaa, ja samalla kasvaa myös istutusten tuotto. Jos Iso-Porontimalla, missä kasvu oli parasta ja kuolevuus alhaisinta, olisi 40 mm verkkojen sijaan pyydetty esimerkiksi 65 mm verkoilla, olisi monista istutuseristä saatu yli 1000 kilon tuottoja. Jos verkkojen lukumäärä olisi pysynyt samana, yhtään sukukypsää naarastaimenta ei vielääkään olisi selvinnyt hengissä, koska 65 mm verkko pyytää tehokkaimmin 1,5—2,0 kilon taimenta. Jos istutusten tavoitteena on luoda tai tukea luontaisesti lisääntyviä kantoja, tulisi silmäkokorajoitusten lisäksi pystyä säätämään myös verkkojen määrä sellaiselle tasolle, että riittävä osa populaatiosta selviytyy sukukypsyyssikään. Oma käsitykseni on se, että hallitsematon verkkokalastus on nykyisin ylivoimaisesti tärkein suomalaisia järvitaimenkantoja uhkaava tekijä. Mitkään poikastuotantoalueiden kunnostukset tai tehtävät istutukset eivät tule tuottamaan juuri mitään tulosta ennen kuin verkkokalastus järvi-alueilla saadaan järkeville urille. Riittävän voimakas sekä verkkojen silmäkokoa että määrää rajoittava säätely saattaa tuottaa hyvän tuloksen. Oma havaintoni on ollut, että kalastusoikeuden haltijoilla on ollut mahdotonta tehdä riittävän voimakkaita rajoituksia sellaisissakin järvissä, joissa esimerkiksi siian kalastus ei ole merkittävässä roolissa. Yksi suuri käytännön ongelma on siinä, että jonakin vuonna sopiva rajoitus voi olla huono toisena vuonna, ja jatkuva kalastussäännön muuttelu ei voi onnistua, koska kalastajilla on yleensä vain rajoitettu arsenaali verkkoja. Vallitsevista silmäkokorajoituksista on vaikea siirtyä toisiin ilman pitkiä yli 3 vuoden siirtymäjaksosia, koska muutoin olemassa olevaa verkkokalustoa ei ehditä käyttää loppuun. Nämä seikat ja

yleiset ennakkoluuloiset asenteet sekä valvonnan vaikeus tekevät verkkojen silmäkosäätelystä mielestäni epärealistisen vaihtoehdon taimenkantojen suojelulle.



## 5. Tulosten tarkastelu

### 5.1. Millaisia vastauksia saatiin esitettyihin kysymyksiin?

Palatkaamme tutkimuksen peruskysymykseen: miten istutusjärven muikkukannan tiheys ja kokorakenne vaikuttavat eri kokoisina istutettujen järvitaimenten ravinnonvalintaan ja sitä kautta niiden kasvuun ja kuolleisuuteen? Käsillä olevien tulosten perusteella vaikutus on ratkaiseva: pienikokoinen ja runsas muikkukanta tarjoaa ravintoresurssin, jonka turvin taimenet kasvavat hyvin ja energiaa jää myös varastoon. Silloin istukkaiden kuolevuus jää suhteellisen alhaiseksi, joka ratkaisevasti parantaa istutuksen tuottoa. Kymmenpiikki, ahven tai joku muu pienikokoinen ravintokalaa, kuten kuore, voi kompensoida muikun puuttumista tai sen liian suurta kokoa.

Pystyykö iso istukas pieniä tehokkaammin syömään muikkuja silloin kun ne ovat isokokoisia? Ei näytä pystyvän, sillä Iso-Porontimalla vuoden 1991 muikun vuosiluokka kasvoi pyyntikokoiseksi kolmen kesän aikana eivätkä 4-kesäiset istukkaat tänä aikana pystyneet parantamaan asemiaan pienempiin istukkaisiin verrattuna.

Miten järvitaimen pystyy sopeutumaan muunlaisen ravinnon hyväksikäyttöön, silloin kun muikkukannat ovat heikkoja? Huonosti: jos sopiva kalaravinto puuttuu, taimen joutuu syömään hyönteisravintoa. Tällöin istukkaiden luonnonravinnosta saama energia ei riitä edes perusaineenvaihduntaan ja yli 90 % istukkaista kuolee nälkään tai muuhun aliravitsemuksesta johtuvaan syyhyn hyvin nopeasti istutuksen jälkeen. Lisäksi taimenten kasvu on heikkoa ja niiden vaellushalukkuus ilmeisesti kasvaa.

Mikä rooli oli istukkaan koolla tuottoon? Yli 200 grammaa painavien istukkaiden käyttö ei ole kannattavaa jos mittarina käytetään nettotuottoa ja näyttää siltä, että tulos on sitä huonompi mitä suurempi istukas on. Paras tulos saavutetaan 100 - 200 gramman istukkaalla silloin kun istutuskohteessa on runsaasti pienikokoista kalaravintoa. Kymmenpiikin kotiuttaminen pieniin mutta syviin oligotrofisiin vesiin saattaa olla kokeilemisen arvoista. Jos laji kotiutuu järveen, on odotettavissa erinomaisia tuloksia järvitaimenistutuksista ja tällöin voidaan käyttää hyvin pieniä alle 100 gramman istukkaita.

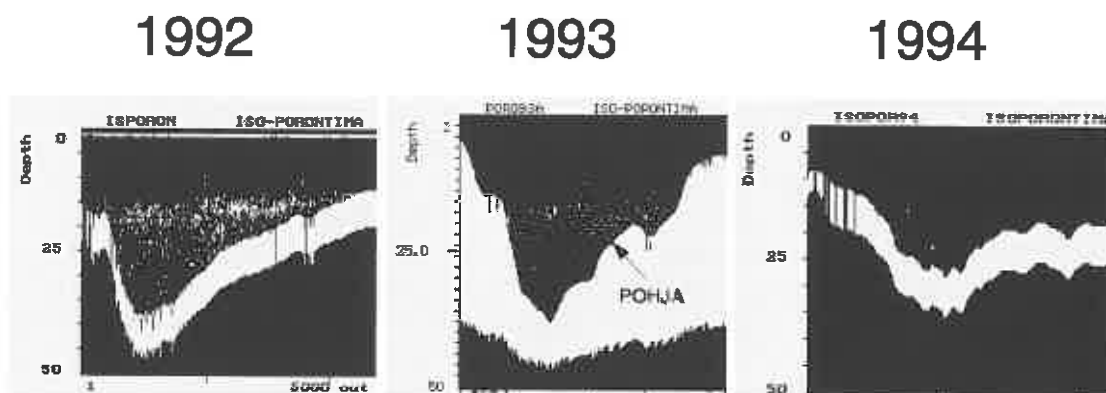
### 5.2. Miten tästä eteenpäin?

Viime vuosina on yhä enemmän alettu ottaa huomioon istutusveden ravintoresurssija kun on yritetty parantaa järvitaimenistutusten kannattavuutta. Istutusajankohdan, istukkaan koon ja kannan merkitystä ei enää korosteta niin paljon kuin aikaisemmin. Tämä tutkimus vahvistaa, että kehityssuunta on terve ja perusteltu.

Miten saatuja tuloksia voidaan soveltaa käytäntöön? Istuttajalla tulisi olla jonkinlainen käsitys istutusjärven ravintotilanteesta ennen istutuspäätöstä. On selvää, ettei kovin monella istuttajalla ole mahdollisuuksia tehdä esimerkiksi muikun poikasuottauksia ja siten arvioida syntyneen muikkukannan voimakkuutta. Keinojen täytyy olla huomattavasti yksinkertaisempia ja halvempia. Nykyaikainen kaikuluotaustekniikka voisi olla erittäin varteenotettava tapa arvioida järven ravintoresurssija. Tässä

tutkimuksessa toteutettujen kaikuluotausten tulokset vastaavat täysin saalistiedustelujen perusteella tai taimenten syömän ravinnon perusteella muodostunutta kuvaa järvien kalaston tilasta. Esimerkiksi Iso-Porontimalla vuoden 1991 muikun vuosiluokka näkyy vuoden 1992 luotauksessa paksuna ja tiheänä vyöhykkeenä välivedessä (Kuva 14). Seuraavana vuonna muikkukanta oli jo jonkin verran harventunut kalastuksen seurauksena, mutta edelleen on havaittavissa selvä kalojen keskittymä välivedessä. Vuonna 1994 muikun vuosiluokasta oli enää rippeet jäljellä, ja tämä näkyy myös luotauksuvassa muutamina satunnaisina kalapisteinä (Kuva 14).

Jos järvellä on ammattikalastajia, tulisi heidän ammattitaitoaan pystyä hyödyntämään kalavarojen arvioinnissa. Heillä on paljon kokemusta kaikuluotauksuvien tulkinnasta ja myös kaikuluotaukskaluston laatu on heillä huomattavasti parempi kuin esimerkiksi uisteliijoilla. Kannattaa vielä huomauttaa, että ravintovarojen arvioinnissa voidaan toimia myös hyvin karkealla tasolla: muikkukadon vallitessa istutustiheyttä lasketaan voimakkaasti tai niistä pidättydytään kokonaan. Tämäkin saattaa säästää huomattavista hukkainvestoinneista.



**Kuva 14. Kaikuluotaukuvat Iso-Porontimalta vuosina 1992—1994 heinäelokuun vaihteessa. Depth = syvyys. Valkoisten vyöhykkeiden yläreuna on pohja ja sen yläpuolella oleva musta on vesipatsas. Valkoiset pisteet vesipatsaassa ovat kaloja.**

### 5.2.1. Miten saatuja tuloksia voitaisiin hyödyntää paikallisella tasolla?

Iso-Porontimasta saadut tutkimustulokset ovat sovellettavissa Kitkajärviin ja Kylmäluomasta saadut tulokset ovat rinnastettavissa Posion Suolijärviin järviparien samantyyppisten ravintoresurssien perusteella.

Kitkajärvillä ja -joella on kaikki biologiset edellytykset kehittyä maan johtavaksi taimenenkalastuskohteeksi. Kitkajoen Jyrävän yläpuolinen järvitaimenkanta on lisäksi maailmanlaajuisestikin harvinainen. Kanta on kuitenkin hyvin uhanalainen koska 1960-luvun lopulta lähtien jokeen ei juuri ole tullut kutevia emokaloja. Asiantilaa yritettiin kohentaa 1980-luvun lopulla, jolloin toteutettiin mittava taimenistutusohjelma. Istutuksia tehtiin sekä 1-vuotiailla jokipoikasilla että 3-vuotiailla järvi-istukkailla. Tuloksena oli se, että taimensaalis 10-kertaistui järviolueella, mutta edelleenkin ei saatu jokeen kutevia emoja, koska kalat pyydettiin. Sen lisäksi, että pelkästään istuttamalla ei kokemusten mukaan voida saada aikaan kutukalastoja, on se myös varsin kallista toimintaa. Nykyaikana luontaisesti lisääntyvien taimenkantojen arvo on voimakkaasti kasvamassa matkailukalastuksessa. Pelkästään alueelliset imagokysymykset puoltaisivat Kitkajoen alkuperäisen kudulle laskeutuvan järvitaimen-

kannan suojelua. Näin Kitkajärvillä ja -joella yhdistyvät sekä luonnonsuojelulliset että taloudelliset paineet verkkokalastuksen vähentämiseksi tai jopa lopettamiseksi. On helppoa ennustaa, että sekä järvi- että jokialueella taimenenkalastukseen perustuva matkailukalastus lisääntyisi voimakkaasti jos verkkokalastuksesta luovuttaisiin. Myös istutuskustannukset vähentyisivät tai jopa loppuisivat näin toimittaessa.

Miten saatuja tuloksia voitaisiin hyödyntää velvoiteistutuksissa, kuten Suolijärvillä? Tämä kysymys on hyvin vaikea koska velvoitekäytännön takana on oikeuden päätös. Kuitenkin tässä on olemassa mahdollisuus erilaisiin joustoihin: eri kalalajien suhteellisia istutusmääriä voidaan esimerkiksi muutella vuosittain. Näin onkin toimittu Suolijärvillä. Inarinjärvellä on viime vuosina ryhdytty tekemään osa petokalojen velvoiteistutuksista alueen sivuveisiin koska järven muikkukanta on heikko. Tämä käytäntö voisi olla harkitsemisen arvoinen myös muualla. Velvoiteistutusten arvo on useasti hyvin suuri, puhutaan satojen tuhansien markkojen vuosisummista. Jos velvoiteistutusten arvosta voitaisiin käyttää osa järven kalataloudellinen kunnostaminen esimerkiksi vähäarvoisten kalojen tehopyynnillä, saattaisi siitä olla huomattavaa hyötyä kyseisen järven kalataloudelle. Lisäksi pitkien muikkukatojen syynä saattavat olla ylitiheät taimenistutukset. Joka tapauksessa niiden hyöty on hyvin kyseenalainen muikkukadon vallitessa, koska istukkaiden kuolevuus on valtavaa.

Koillismaalla, kuten muuallakin Suomessa, tulisi nykyistä tarkemmin harkita järvi-taimenistutusten määrää. Kalastuskunnat ja metsähallitus voivat vapaasti päättää sekä istutuksista että kalastuksen järjestämisestä. Heidän tulisi (yhteistyössä) käyttää kaikkea saatavilla olevaa tietämystä kussakin yksittäistapauksessa ennen istutuspäätöstä. Samalla tulisi pystyä päättämään kuinka istukkaat kalastetaan. Istutuksissa ja kalastuksen järjestämisessä ei tulisi vierastaa radikaaleja kokeiluja, koska nykyiseen käytäntöön on helppo palata. Yksi vaihtoehto, jota ei ole tähän mennessä tuotu keskustelun kohteeksi, on lopettaa verkoilla pyynti kokonaan. Verkkokalastuksen saalisosuus on sisävesissämme hyvin merkittävä, joten on selvää, että vaihtoehtoisten kalastustapojen tulisi olla helposti omaksuttavissa ja kustannuksiltaan kohtuullisia. Muutos olisi niin suuri, että voitaisiin puhua koko kalastuskulttuurin muutoksesta. Luontaisesti lisääntyvien lohikalakantojen merkitystä on voimakkaasti aliarvioitu esimerkiksi matkailukalastuksessa, ja koko Suomi-kuvan muodostumisessa. Biodiversiteetin ylläpitäminen on yleismaailmallinen arvo, ja lukuisat esimerkit metsäteollisuuden puolelta osoittavat, että kenelläkään ei ole enää varaa unohtaa tätä tosiasiaa. Valitettavasti meillä ei ole minkäänlaista käytännön kokemusta, mitä verkkokalastuksen lopettaminen ja korvaaminen muilla ei-valikoivilla pyydyksillä tarkoittaisi. Mitä muutoksia tapahtuisi kalalajien suhteissa ja kokorakenteessa? Miten kalastajat kokisivat muutokset? Mitä uusia intressiristiriitoja syntyisi? Tämä aihepiiri on käsitykseni mukaan ensiarvoisen tärkeä tulevissa kalataloustutkimuksissa maassamme.

## Kiitokset

Tämän tutkimuksen takana on varovaisestikin arvioiden yli 100 ihmisen työpanos. Yritän listata tärkeimpiä henkilöitä ja tahoja. Edesmenneen Kalervo Salojärven tuki ja ekologinen näkemys oli tärkeää tutkimuksen suunnittelussa. Hän myös seurasi tutkimuksen etenemistä käymällä säännöllisesti Taivalkoskella. Tutkimuksen rahoittajista muodostettu ohjausryhmä antoi monia hyviä ehdotuksia tutkimuksen eri vaiheissa, ja heidän edustamansa tahot huolehtivat tutkimuksen taloudellisista edellytyksistä. Johtaja Pentti Pasanen huolehti, että kaikki käytännölliset puitteet tehdä tutkimusta olivat kunnossa. Kuusamon kalanviljelylaitoksen koko henkilökunnan kanssa oli ilo tehdä töitä. Laborantti Anita Väisänen teki mittavan työrupeaman rasvanmäärityksissä. Tutkimusmestari Rauno Hokki vastasi kuonomerkinnoista. Jari Leskisen tekemiä ohjelmia käytettiin kalastustiedustelujen postituksessa ja tietojen käsittelyssä. Juha Jurvelius ja Timo Marjomäki avustivat kaikuluotaustöissä. Taimennäytteiden keruuseen osallistui noin 50 koillismaalaista henkilöä. Mainitsen heistä tärkeimpiä: P. Virkkula, E. Virkkula, M. Haataja, T. Mustonen, J. Virkkula ja A. Virkkula (Iso-Porontima); H. Hulkkonen, K. Keskitalo, S. Neulikko, T. Kuusela (Ylioudonjärvi); V. Taivalkoski, A. Räisänen, S. Räisänen (Kylmäluoma); M. Määttä, K. Oikarainen, J. Pesonen, A. Määttä, K. Tyvitalo, R. Määttä, T. Posio, M. Loukusa (Kitka & Livo); V. Naumanen, E. Inget, R. Tasala, E. Laitala (Kostonjärvi); K. Määttä, P. Ruokamo, V. Lehtiniemi, T. Lahtela (Suolijärvet).