

**KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 154**

*Tapio Sutela  
Pekka Hyvärinen  
Anssi Härkönen  
Ari Huusko*

**Istutettujen ja luonnonvaraisten kuhanpoikasten (0+)  
ravinnonkäyttö ja kasvu Oulujärvessä**

**Paltamo 1999**



**RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS**

*Julkaisija*

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

*Julkaisu-aika*

Toukokuu 1999

*Tekijä(t)*

Tapio Sutela, Pekka Hyvärinen, Anssi Härkönen ja Ari Huusko

*Julkaisun nimi***Istutettujen ja luonnonvaraisten kuhanpoikasten (0+) ravinnonkäyttö ja kasvu Oulujärvessä***Julkaisun laji*

Tutkimusraportti

*Toimeksiantaja**Toimeksiantopäivämäärä**Projektin nimi ja numero**Tiivistelmä*

Kuhanpoikasia istutettiin Oulujärveen varhaistettuna eränä elokuun alussa ja normaaliaikaisena eränä elokuun lopussa. Poikasia pyydystettiin istutuspaikan lähistöltä kurenuotalla. Varhaistetun istutuserän poikaset olivat istutushetkellä selvästi suurempia kuin Oulujärven luonnonvaraiset kuhanpoikaset. Kokoero vielä kasvoi elokuun aikana istutuspoikasten syödessä kuoreen poikasia ja luonnonpoikasten pitäytyessä pääosin eläinplanktonravinnossa. Luonnonpoikaset olivat valtaosin liian pienikokoisia kyetäkseen syömään kuoreenpoikasia. Elokuun lopussa kuhanpoikasten keskipaino oli varhaistetun istutuserän poikasilla 3,5 g, luonnonpoikasilla 0,6 g ja tuolloin vasta istutetun normaaliaikaisen istutuserän poikasilla 1,6 g. Muutamat vanhemmista lajitovereista olivat syöneet 0+ kuhanpoikasia.

*Asiasanat*

Kuha, varhaistettu istutus, Oulujärvi, ravinnonkäyttö

*Sarjan nimi ja numero*

Kala- ja riistaraportteja 154

*ISBN*

951-776-221-6

*ISSN*

1238-3325

*Sivumäärä*

19 s.

*Kieli*

Suomi

*Hinta**Luottamuksellisuus*

Julkinen

*Jakelu*

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely  
Manamansalontie 90  
88300 Paltamo  
Puh. 0205 751 640 Fax. 0205 751 649

*Kustantaja*

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
PL 6  
00721 Helsinki  
Puh. 0205 7511 Fax 0205 751201

# SISÄLTÖ

1. JOHDANTO .....	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	2
2.1. Kuhanpoikasten varhaistettu ja normaaliaikainen istutus .....	2
2.3. Kurenuottaus ja muu näytteenotto .....	2
2.4. Laboratoriotutkimukset.....	3
3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	4
3.1. Kurenuotta sopii kuhanpoikasten pyyntiin .....	4
3.2. Saaliissa myös luonnonvaraisia kuhanpoikasia .....	5
3.4. Kuoreen poikaset söivät eläinplanktonia .....	13
3.5. Vanhemmat lajitoverit saalistivat 0+ kuhanpoikasia.....	14
3.6. Voiko saaliskuhan alkuperän jäljittää takautuvan kasvun määrityksellä ?.....	14
4. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	16
5. KIITOKSET .....	17
6. KIRJALLISUUS.....	18

# 1. JOHDANTO

Oulujoen vesistöalueella kuha elää levinneisyysalueensa äärirajoilla. Siitä huolimatta kuha on menestynyt alueen järvissä joinakin aikoina hyvin. Esimerkiksi Oulujärven kuhasaaliit olivat 1950-luvulla enimmillään 100 000 - 150 000 kg vuodessa. 1960-lopulla kuhakannat kuitenkin heikkenivät nopeasti ja 1980-luvulla saalista ei enää juuri saatu joitakin sattumakaloja lukuunottamatta. 1980-luvun lopulla alkaneet istutukset ovat alkaneet tuottaa saalista 1990-luvulla ja saaliskehitys on edelleen kasvussa. Oulujoen vesistön kuhan historiaa, nykytilaa ja istutuksia on selvitetty tarkemmin Kalaja-riistaraporttien numeroissa 36 ja 113 (Sutela ym. 1995, Sutela ja Hyvärinen 1998).

Viime vuosina vesistöalueelle on istutettu noin 500 000 - 700 000 kuhanpoikasta vuodessa. Alueen suurimpaan järveen, Oulujärveen, on istutettu noin puolet kaikista vesistöalueen kuhaistutuksista. Kuha tulee Oulujoen vesistössä sukukypsäksi noin 5-6 vuoden ikäisenä. Koska järvessä on jo runsaasti lisääntymiskykyisiä kuhia, on tullut ajankohtaiseksi selvittää, onnistuuko luonnonvarainen lisääntyminen ja kuinka merkittävää se on. Tämä on tärkeä tieto istutusten oikean mitoittamisen kannalta tulevaisuudessa.

Oulujoen vesistössä kesänvanhat kuhanpoikaset on istutettu yleensä syyskuun aikana. Muualla tehdyissä tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että kuhanpoikasten suuri istutuskoko syksyllä vähentää seuraavan talven aikaista kuolleisuutta järvessä (Salminen ym. 1999). Koska kasvukauden pituus Oulujoen vesistön korkeudella on selvästi lyhyempi kuin Etelä-Suomessa, on poikasten kasvattaminen tavoiteltuihin pituuksiin luonnonravintolammikon olosuhteissa ollut ongelmallista. Pyrkimys mahdollisimman pitkään kasvukauteen ja istutuspiteuteen syksyllä on saattanut johtaa ravintopulaan lammikoissa ja tuloksena on voinut olla laihtuneita ja kunnoiltaan heikentyneitä istukkaita. Kirjallisuuden perusteella tiedetään, että kuha voi käyttää kalaravintoa jo hyvin pienenä, noin 2-3 cm pituisena, jos sopivia ravintokohteita on tarjolla (van Densen 1985, Korolev & Baranova 1998). Siksi tutkimuksen ja istuttajien taholla on herännyt kiinnostus selvittää, menestyisikö aikaisemmin istutettu pienempikokoinen kuhanpoikanen paremmin kuin nykyiset syyskuun istukkaat.

Tämän tutkimuksen yhtenä päätavoitteena oli tutkia, kuinka normaalia aikaisemmin (elokuun alussa) istutettu pienikokoinen kuhanpoikanen kasvaa Oulujärvessä verrattuna luonnonravintolammikkoon jätettyihin poikasiin ja mahdollisesti järvestä kiinnisaataviin luonnonpoikasiin. Samalla tarkoituksena oli selvittää, toimiiko pienikokoinen kurenuotta kuhanpoikasten näytteenottomenetelmänä, ja verrata kuhanpoikasten ravintokoostumusta järvessä tarjolla olevaan ravintoon. Pidemmällä aikavälillä tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mikä on taloudellisesti tuottoisin istutusajankohta, -koko ja -määrä sekä luontaisesta lisääntymisestä peräisin olevien kuhien osuus saalis-kuhista. Tavoitteeseen pääsemiseksi eri alkuperää olevat kuhat tulisi pystyä erottamaan toisistaan. Istutuskuhien merkintä on tarkoitukseen selkein menetelmä, mutta pienten kuhien merkintään ollaan vasta etsimässä sopivaa menetelmää. Toinen mahdollinen menetelmä, jota tarkastellaan tässä tutkimusraportissa, on suomuaineiston takautuvien määritysten käyttäminen saaliskalan alkuperän selvittämiseksi.

Tämän tutkimuksen kustannuksiin osallistui Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kainuun TE-keskus ja Paltamon työvoimatoimisto.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1. Kuhanpoikasten varhaistettu ja normaaliaikainen istutus

Oulujärven Mieslahteen istutettiin 4.-5.8. 1998 Koppelon luonnonravintolammikon 0+ kuhanpoikasia kahdessa jokseenkin samankokoisessa erässä yhteensä 46 728 kpl. Tämä ennen normaalia istutusajankohtaa tapahtunut varhaistettu istutus onnistui teknisesti hyvin, eikä kuljetustappioita esiintynyt. Kuljetusveden lämpötila oli 17,2 - 17,8 °C ja kuljetusaika 2h 50 min - 3h 30 min. Kuljetukseen käytettiin 800 litran säiliötä. Kuljetusveteen lisättiin n. 1 % suolaa ja lisäksi käytettiin happea 1 - 1,5 l / min. Istukkaiden keskipituus oli ensimmäisessä erässä 49 mm ja toisessa 51 mm. Keskipainot olivat vastaavasti 0,89 g ja 1,00 g.

Samaan paikkaan Oulujärven Mieslahdessa kuin varhaistettu istutuserä istutettiin 27.8. loput Koppelon luonnonravintolammikon kuhanpoikasista. Ajankohtana elokuun loppu on tavanomainen Oulujoen vesistöalueella käytetty kuhanpoikasten istutusaika, joten käytämme tästä erästä nimitystä normaaliaikainen istutus. Istutuserässä oli 18 500 kuhanpoikasta, joiden keskipituus oli 61 mm ja keskipaino 1,6 g.

### 2.3. Kurenuotto ja muu näytteenotto

Kuhanpoikasten pyydystämiseen käytettiin kurenuottoa, jonka pituus oli 92 m ja korkeus 5 metriä muualla paitsi loppupäässä 5 mm havaksen kohdalla 3 metriä (taulukko 1). Oulujärven Mieslahdella tehtiin 4.8. - 3.9. 1998 yhteensä 94 nuottausta. Nuottauspaikkojen etäisyys istutuspaikasta oli suurimmillaan 5,9 km ja keskimäärin 1,3 km. Pohjan epätasaisuuden takia nuotan veto ei onnistunut alueilla, joissa nuotta ylsi pohjaan. Siksi vetoja tehtiin yleensä yli 4,5 m syvyisillä alueilla. Keskimääräinen syvyys nuottauspaikalla oli 5,2 m ja maksimisyvyys 10 m. Kurenuotaukset tehtiin läpi koko tutkimusjakson iltaisin, yleensä klo 19 - 23. Nuotanveto suoritettiin käsivoimin ja se kesti noin 10 minuuttia. Nuotanvedon jälkeen kirjattiin kaavakkeeseen päivämäärä, kellonaika, vetonumero, veden syvyys, nuottauspaikka ja saalis kalalajeittain. Saadut kuhat laitettiin veneessä muovipusseissa jäihin ja pakastettiin heti maastosta tultua. Kuhanpoikasten ohella näytteeksi otettiin myös 0+ kuoreenpoikasia tiheäsilmaisella haavilla ennen nuotan perän nostamista vedestä. Noin 50 - 100 kuoreenpoikasta säilöttiin formaliiniin. Aikavälillä 10. 8. - 1.9. otettiin kuusi kuorenäytettä.

**Taulukko 1. Kurenuotassa käytetyt havaskoot ja niiden osuudet nuotan kokonaispituudesta.**

Solmuväli (mm)	40	30	20	10	8	5	yht.
Pituus (m)	24	18	12	12	16	10	92

Nuottausten yhteydessä otettiin myös eläinplanktonnäytteitä noin viikon välein yhteensä kuusi kertaa sellaisilta paikoilta, joista saatiin kuhanpoikasia. Eläinplanktonnäytteet otettiin kokoomanäytteenä 1 m välein pinnasta pohjaan, siivilöitiin 50 µm haavilla ja säilöttiin formaliniin.

Kuhanpoikasiin kohdistuvan kalapredaation selvittämiseksi pyydystettiin istutuspaikan lähistöltä 35 - 45 mm verkoilla näytekaloja ravintoanalyysiin. Saaliiksi saadut hauet, kuhat ja ahvenet mitattiin ja punnittiin ja suoli pakastettiin myöhemmää käsittelyä varten.

## 2.4. Laboratoriotutkimukset

Kuhan poikasten ravintotutkimuksissa tutkittiin mahalaukun sisältö. Ennen mahan avaamista poikaset mitattiin millimetrin tarkkuudella ja punnittiin 0,01 g:n tarkkuudella (tuorepaino). Mahan täyteisyys arvioitiin asteikolla 0-3. Mahalaukussa olleet kalanpoikaset määritettiin ja niiden lukumäärä laskettiin. Hyvin säilyneiden saaliskalojen pituus mitattiin millimetrin tarkkuudella. Eri ravintokohteiden osuus mahan sisällön kokonaistilavuudesta arvioitiin prosentteina. Eläinplanktontaksonit määritettiin laji- tai sukutasolle. Yhteensä 310 kuhanpoikasen mahansisältö tutkittiin. Laboratoriovaiheessa kuhanpoikasten alkuperä ei ollut vielä tiedossa - joko istutus- ja luonnonpoikasiin tehtiin aineiston käsittelyvaiheessa, mistä tarkemmin tulososassa.

Tutkimusalueelta pyydystettyjen petokalojen ravinnon koostumus selvitettiin tutkimalla mahojen sisällöt. Aineisto koostui yhteensä 13 ahvenen, 37 kuhan ja 6 hauen mahanäytteistä. Ennen mahan avaamista koko ruuansulatuselimistö ja sukurauhaset punnittiin. Syödyt kalat tunnistettiin lajilleen ja ne mitattiin millimetrin tarkkuudella, jos niiden hajoamisprosessi ei ollut edennyt liian pitkälle. Kunkin ravintokohteen kokonaismassa punnittiin 0,1 g:n tarkkuudella.

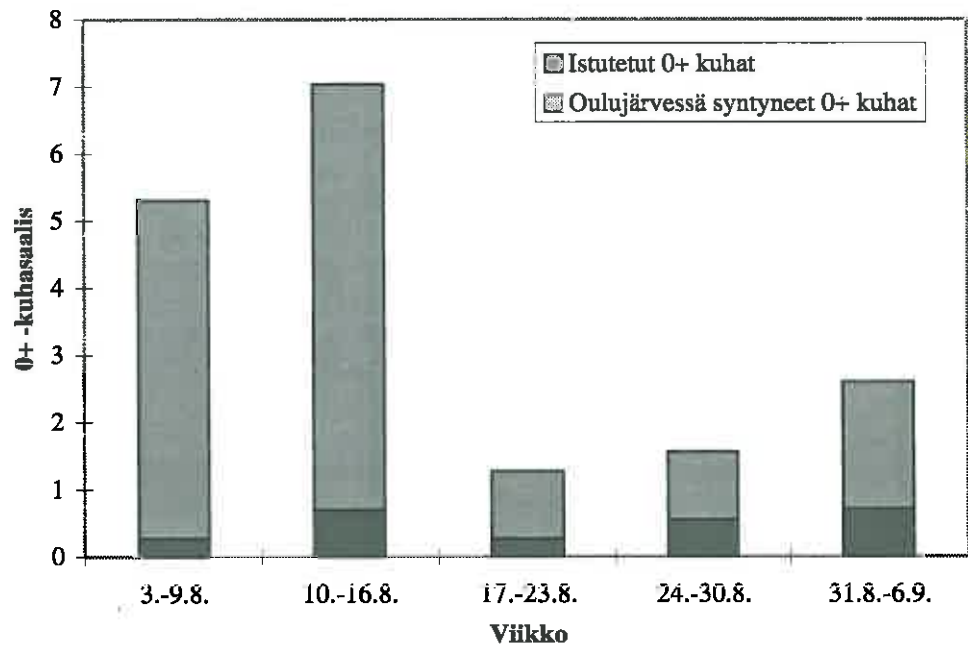
Kuoreen poikasten näyte-eristä valittiin satunnaisesti 20 poikasta, jotka mitattiin millimetrin tarkkuudella ja punnittiin 0,001 g:n tarkkuudella. Jokaisesta näyte-erästä kymmenen eli kaikkiaan 60 kuoreen poikasen ruuansulatuskanavan täyteisyys arvioitiin asteikolla 0-3 ja syödyn ravinnon koostumus tutkittiin analysoimalla ruuansulatuskanavan alkupuoliskon sisältö. Ruuansulatuskanavasta tavattu eläinplankton määritettiin laji- tai sukutasolle. Eläinplanktonnäytteistä määritettiin ja laskettiin vesikirput ja hankajalkaiset.

Oulujärven verkko-, rysä-, trooli- ja uistinsaaliista kerätystä kuhien suomuaineistosta vuosilta 1974-1998 (n= 1009) määritettiin kalojen ikä ja mitattiin vuosirenkaiden etäisyydet suomun keskipisteestä. Takautuvan kasvun määrittämisessä suomun muodostumisen katsottiin alkavan 44 millimetrin pituisella poikasella (Ruuhijärvi ym. 1996).

### 3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

#### 3.1. Kurenuotta sopii kuhanpoikasten pyyntiin

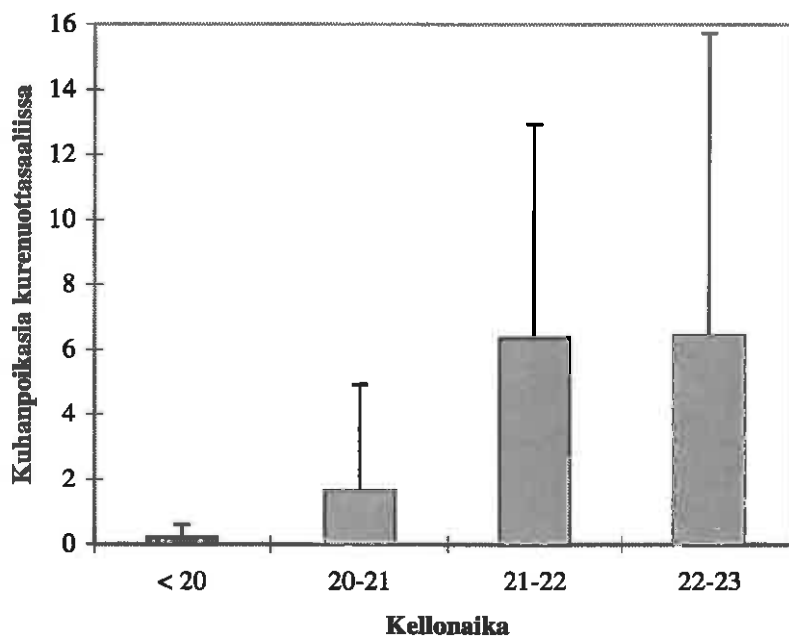
Kurenuottauksissa 4.8. - 5.9. 1998 saatiin saaliiksi yhteensä 386 kuhanpoikasta. Näistä valtaosa oli samana kesänä syntyneitä (0+) ja vain kaksi poikasta oli vanhempia (1+). Saaliit olivat suurimmillaan kahtena ensimmäisenä nuottausviikkona, keskimäärin 5-7 poikasta nuottausta kohti (kuva 1). Poikasten esiintyminen oli kuitenkin laikuttaista, jolloin tyhjiäkin vetoja sattui aika usein. Suurin saalis yhdessä nuottauksessa oli 31 kuhanpoikasta. Viimeisellä viikolla kuhasaaliit jälleen hieman kasvoivat, mihin ilmeisesti vaikutti 27.8. tehty istutus. Kurenuotan kattaman pinta-alan perusteella laskettuna keskimääräinen istutuspoikasten saalis 4,1 poikasta / nuottaus vastaa tiheyttä 60,3 poikasta / ha ja luonnonpoikasten saalis 0,4 poikasta / nuottaus vastaa tiheyttä 6,3 poikasta / ha. Ennen klo 20 tehdyt nuottaukset eivät tuottaneet juurikaan tulosta ja parhaat kuhasaaliit saatiin klo 21-23 (kuva 2). Noin 3 cm kokoisten ja sitä suurempien kuhanpoikasten on havaittu oleskelevan pohjalla iltahämärään asti, jolloin ne lähtevät saalistamaan avoimeen veteen (Kryzhanovsky ym. 1953). Klo 21 - 23 tehdyissä nuottauksissa saatu keskimääräinen saalis 6,4 kuhanpoikasta on tiheytenä 95,0 poikasta / ha. Nuottauspaikan syvyyden ei havaittu vaikuttavan kuhasaaliiseen. Sivusaaliina kurenuottauksissa saatiin myös mm. ahvenen, kuoreen, särjen ja siian poikasia.



Kuva 1. Kuhanpoikasten (0+) keskimääräinen saalis vilkoittain. Jako istutettuihin ja Oulujärvessä syntyneisiin poikasiin on tehty poikasten pituusjakauman perusteella.

Varhaistetun istutuserän poikaset levittäytyivät ensimmäisen viikon aikana noin kilometrin säteellä suoraan ulapalle päin ja kohti Mieslahden (Pitkälahden) perukkaa (kuva 3). Perukan suunnassa levittäytymisalue saattoi olla vielä laajempikin, mutta veden mataluus rajoitti nuottausalueen laajentamista tähän suuntaan. Toisella viikolla

tämän istutuserän poikasia tavattiin myös n. 2 km istutuspaikasta Paltaselän suuntaan. Kauimmaisat havainnot istutuserän poikasista saatiin neljännellä nuottausviikolla noin 2,6 kilometrin päästä istutuspaikasta. Tätä etäisyyttä kauempaa tehtiin kuitenkin vain kaksi nuotanvetoa.



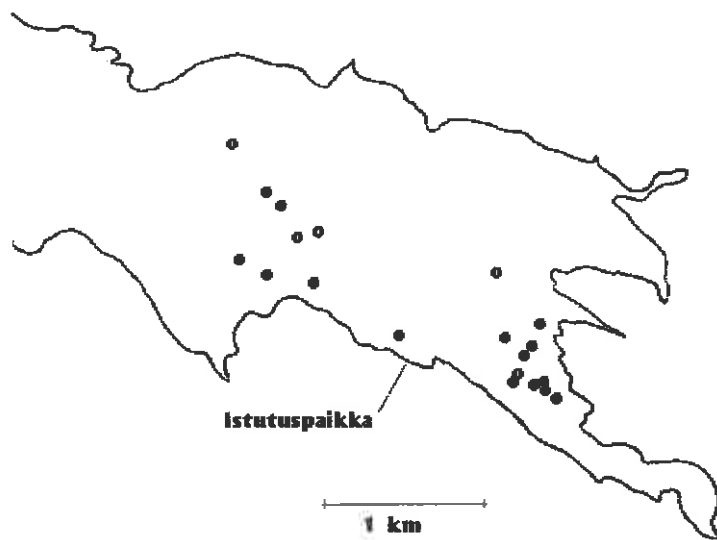
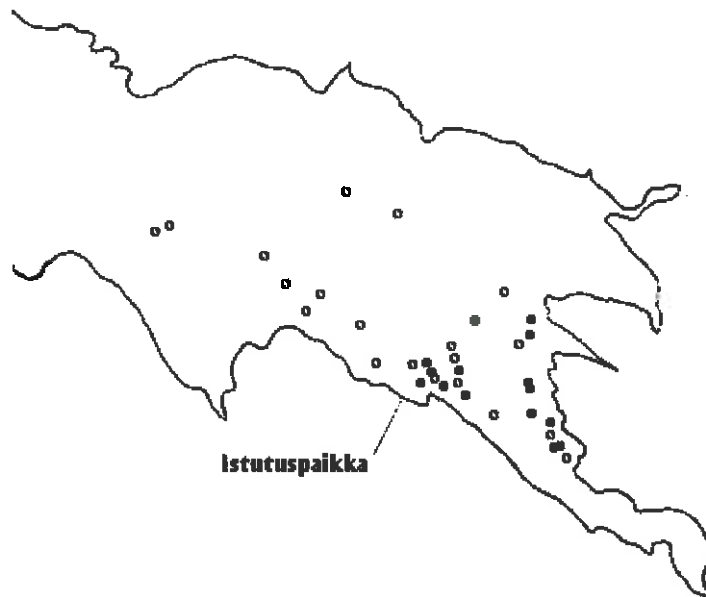
**Kuva 2. Kuhanpoikasten keskimääräinen saalis kurenuottauksissa (+SD) eri aikaan illasta (n = 15, 26, 35 ja 18 pylväissä vasemmalta oikealle).**

Kurenuottausta on aikaisemmin kokeiltu kuhanpoikasten pyynnissä Etelä-Suomen rehevillä järville suuremmalla nuotalla, johon on kuulunut koneellinen vetolaitteisto (Sammalkorpi & Turunen 1997). Tämä tutkimus osoitti kuhanpoikasten (0+) kurenuottauksen onnistuvan myös pienellä nuotalla ja kevyellä kalustolla.

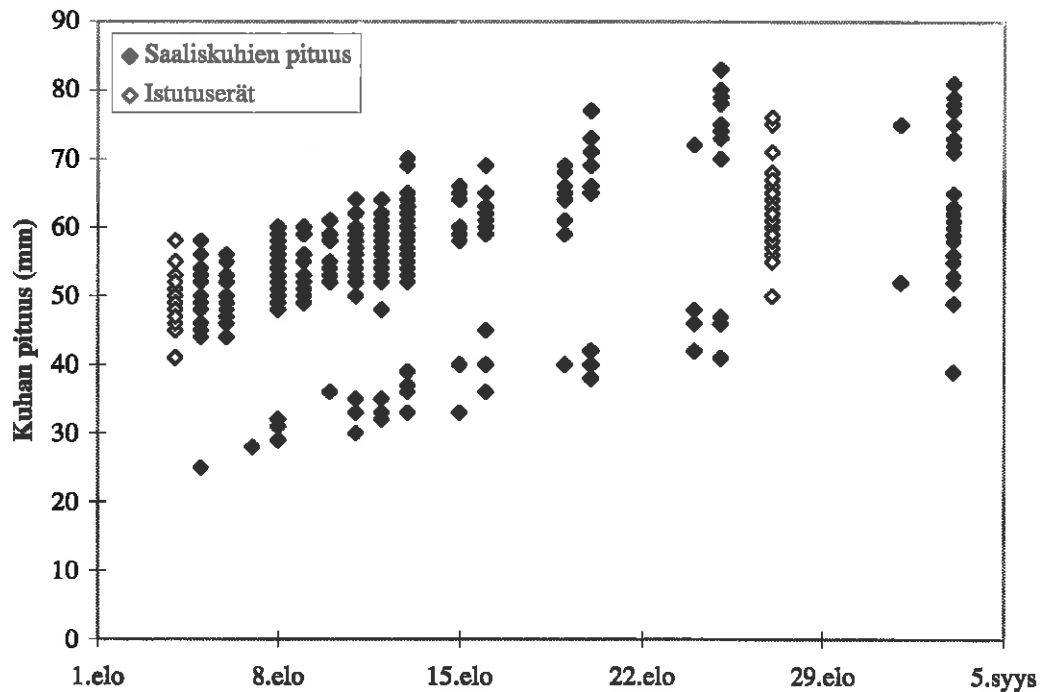
### 3.2. Saaliissa myös luonnonvaraisia kuhanpoikasia

Istutetut ja luonnonpoikaset pystyttiin erottamaan toisistaan koon perusteella. Poikasten kokojakauma oli selvästi kaksijakoinen: enemmistö saalispoikasista kuului suuriin osapopulaatioon ja vähemmistö pienikokoiseen (kuva 4). Suurikokoisen osapopulaation lähtötilanne 5.8. sopii täydellisesti varhaistun istutuserän poikasten kokojakaumaan, joten nämä poikaset tulkittiin istutuspoikasiksi. Pienempikokoisten poikasten pituus oli koko elokuun ajan 2-3 cm alemmalla tasolla. Niiden alkuperäksi pääteltiin luonnonvarainen lisääntyminen, sillä muita istutuksia ei Oulujärven elokuun alkupuolella tehty. Jako kahteen osapopulaatioon pysyi selkeänä 27.8. asti, jolloin tutkimusalueelle istutettiin normaaliaikainen istutuserä poikasilla, joiden kokojakauma osui kahden edellä mainitun osapopulaation välimaastoon (kuva 4). Syyskuussa nuotatuista poikasista oli jo vaikea päätellä, kuuluivatko ne luonnonpoikasiin vai jompaan kumpaan istutuseristä. Elokuussa nuotatuista kuhanpoikasista 12,3 % luokiteltiin luonnonvaraisiksi ja loput 86,7 % istutuspoikasiksi.





**Kuva 3. Varhaistetun istutuserän kuhanpoikasten esiintyminen kurenuottasaalissa ensimmäisen (yläkuva) ja toisen (alakuva) viikon kuluessa istutuksesta. Musta piste = kuhanpoikasia saaliissa, rengas = ei kuhanpoikasia saaliissa.**

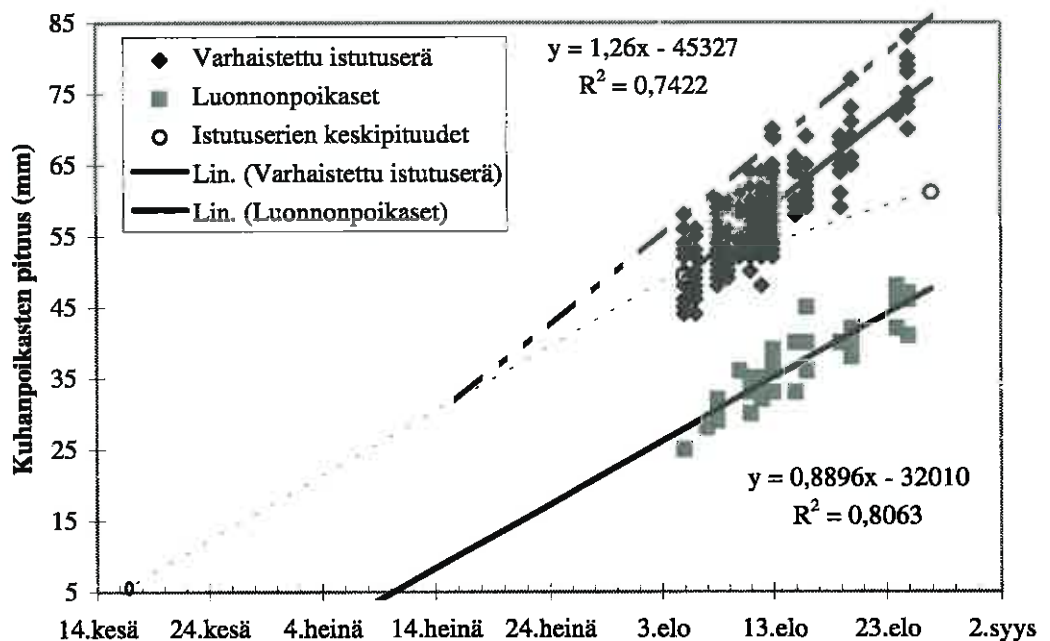


**Kuva 4. Kuhanpoikasten pituudet kahdessa istutuserässä (4.8. ja 27.8.) ja kurenuottaussaaliissa Oulujärven Mieslahdelta.**

Olettamalla poikasten pituuskasvu lineaariseksi ja ekstrapoloimalla kasvua ajassa taaksepäin voidaan saada karkea ennuste kuhan luonnonpoikasten kuoriutumisaikakohdasta. Jos poikasten syntymäkoko on 5 mm, niin luonnonvaraisten kuhanpoikasten kasvuosuora leikkaa aika-akselin 10. heinäkuuta (kuva 5). Oulujärven kuhan kutuajasta ei ole tarkkaa tietoa, mutta kutu tapahtuu kesäkuun loppupuolella tai heinäkuun alussa (Kirtelä 1943, Koli 1990). Leveyspiirin ja kuhan kutuajan yhteydestä kehitetyn lineaarisen yhtälön (Lappalainen ym. 1997) mukaan kutu alkaisi Oulujärven tasolla 10. kesäkuuta ja päättyisi 11. heinäkuuta. Kuhan mädin kehittyminen kuoriutumisvalmiiksi kestää 13 °C lämpötilassa noin 6 vuorokautta, mutta 20 °C lämpötilassa vain 2 vuorokautta (Salminen & Ruuhijärvi 1989). Ekstrapoloimalla saatu arvio kuhanpoikasten kuoriutumisaikakohdasta sopii siinä määrin hyvin kirjallisuustiedoista saatuun kutuaikaan, että se ei ainakaan kumoa arvioita kyseisten poikasten alkuperästä.

Varhaistettu ja normaaliaikainen kuhanpoikasten istutuserä olivat peräisin samasta Koppelolammen luonnonravintolammikosta, jonne noin 18. kesäkuuta kuoriutuneet poikaset oli siirretty 20. kesäkuuta. Oulujärven Mieslahden luonnonvaraisten poikasten kuoriutuminen tapahtui ehkä 2 viikkoa myöhemmin kuin istutuspoikasilla. Luonnonravintolammikon vesi lämpenee alkukesällä huomattavasti nopeammin kuin suuren vesimassan sisältävä Oulujärvi. Kuhanpoikasten kasvun varhaisvaiheessa veden lämpötilan vaikutus on keskeinen (esim. Ruuhijärvi 1988). Kun luonnonravintolammikkoa lisäksi lannoitetaan, ovat olosuhteet siellä hyvät eläinplanktonravintoon perustuvaan alkuvaiheen kasvuun. Nämäkin seikat vahvistavat tulkintaa kurenuottaussaaliin pienikokoisten kuhanpoikasten alkuperästä.

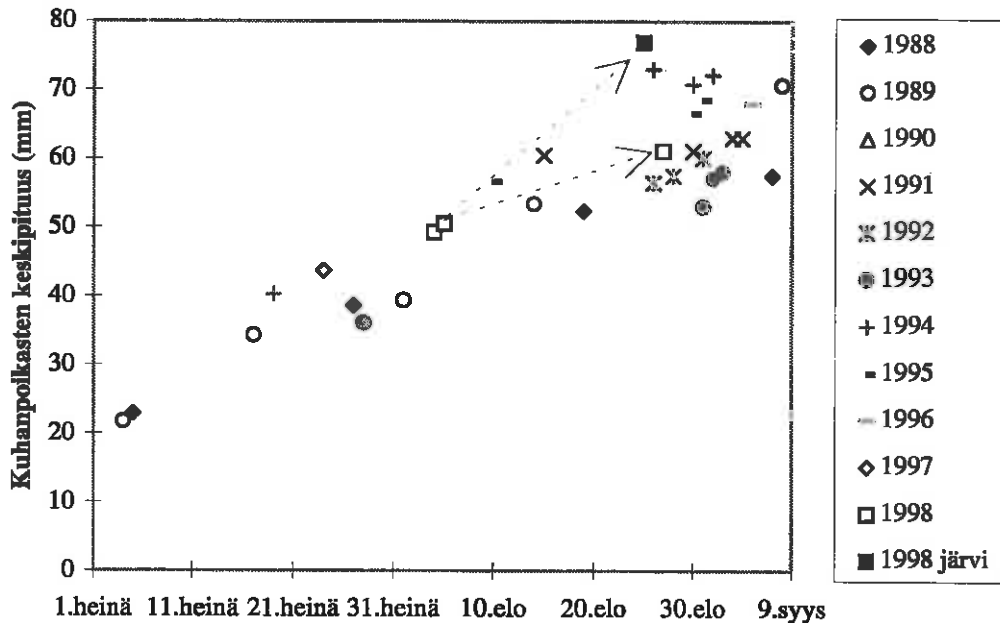
Ennen istuttamistaan kuhanpoikaset kasvoivat luonnonravintolammikossa kutakuinkin yhtä nopeasti kuin luonnonpoikaset elokuussa - olettaen pituuskasvu lineaarisesti lammikkovaiheenkin aikana (kuva 5). Luonnonravintolammikon poikaset ja Mieslahden luonnonvaraiset kuhanpoikaset käyttivät pääasiassa eläinplanktonia ravinnokseen. Istutuksen jälkeen poikaset kasvoivat selvästi nopeammin kuin lammikkovaiheen aikana, mihin saattoi olla syynä siirtyminen kalaravintoon. Useissa tutkimuksissa on havaittu 0+ kuhanpoikasten kasvunopeuden paranevan kalaravintoon siirtymisen jälkeen (Nagiec 1977, van Densen 1985, Frankiewicz ym. 1996) tai vastaavasti heikentyvän, jos 0+ kuhanpoikanen palaa kalaravinnosta takaisin eläinplanktonravintoon (Mehner ym. 1996). Jos varhaistettu istutus olisi tehty jo heinäkuun puolivälissä noin 3 cm pituisilla poikasilla, olisi poikasten pituus elokuun lopussa ollut lähes senttimetrin suurempi kuin nyt havaittu - edellyttäen että kuhanpoikaset olisivat heti päässeet syömään kuoreenpoikasia ja kasvamaan samalla nopeudella kuin varhaistettu istutuserä kasvoi elokuussa (vrt. kuva 5, paksunnettu katkoviiva).



**Kuva 5. Varhaistetun istutuserän ja luonnonpoikasten pituudet kurenuot-tasaaliissa ja molemmille ryhmille lasketut lineaariset kasvuyhtälöt. Luonnonpoikasten kasvusuuraa on jatkettu ajassa taaksepäin oletettuun kuoriutumishetkeen asti. Istutuspoikasten kuoriutusajankohta on kuvattu isolla ympyrällä ja pituuskasvu luonnonravintolammikossa ohuella katkoviivalla. Vahvennettu katkoviiva kuvaa kuhanpoikasten oletettua kasvua, jos istutus olisi tehty jo heinäkuun puolivälissä.**

Varhaistetun istutuserän keskipituus Mieslahdessa vajaa kuukausi istutuksen jälkeen (25.8.) oli 77 mm. Vuosina 1989-1996 elokuussa tehdyissä kuhaistutuksissa Oulujoen vesistöalueella lammikkopoikasten keskipituus ei ole kertaakaan ylittänyt 75 millimetriä (Sutela & Hyvärinen 1998). Kylmänä kesänä 1987 Koppelolammen kuhanpoikaset saavuttivat syyskuun puolivälissä 47 mm keskikoon (Pyykkönen & Pursiainen 1989). Myöhemmin vuosina tavanomaisilla istutustiheyksillä lannoitusta lisänä käyttäen Koppelolammen kuhanpoikasten keskipituus lammikkoa tyhjennettäessä on vaihdellut välillä 55-72 mm (n=9, keskiarvo 64,1 mm). Useimmissa kuhalammikoissa poikasten kasvu alkaa selvästi heiketä elokuun puoleenväliin mennessä (Salojärvi ym. 1985). Pääsyyinä kasvun heikkenemiseen lienee sopivan isokokaisen (kala)ravinnon puute ja

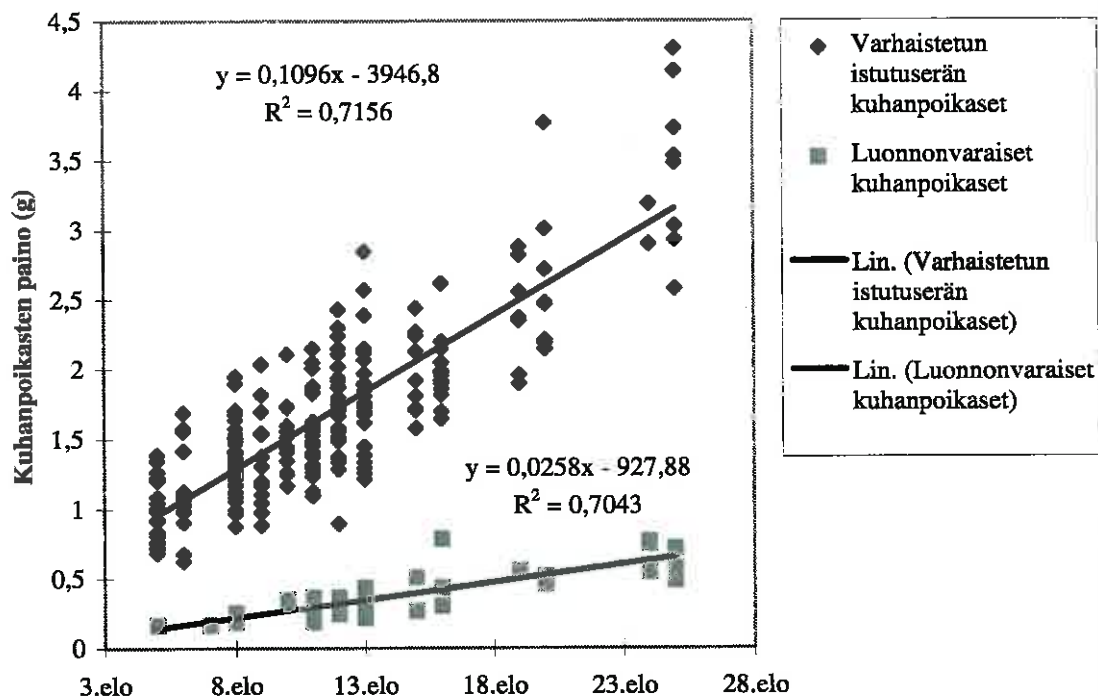
kalojen yksilökoon kasvun myötä voimakkaasti kasvanut kokonaisravinnontarve. Myös Koppelolammen kuhanpoikasten pituuskasvu ilmeisesti taittui elokuussa 1998, kuten on myös selvästi havaittavissa vuosina 1988 ja 1991 (kuva 6). Varhaistetussa istutuserässä Mieslahteen vapautetut poikaset kasvoivat selvästi nopeammin kuin Koppelolammen jätetyt poikaset. Istutuspoikaset saavuttivat elokuun 25. päivänä 1998 suuremman keskikoon, kuin mitä oli Koppelolammen poikasten loppupituus kertaakaan vuosina 1988-1998 (kuva 6). Loppukesällä ja alkusyksystä Oulujärven suuri lämmönvarastointikyky kääntyy eduksi verrattuna luonnonravintolammikoihin, jotka jäähtyvät suhteellisen nopeasti ilmojen kylmetessä.



**Kuva 6. Koppelolammen luonnonravintolammikon kuhanpoikasten keskipituuksia (n tavallisesti 30-50) vuosina 1988-1998. Poikasten kasvu elokuussa 1998 luonnonravintolammikossa ja Mieslahdessa merkitty nuolilla.**

Kuhanpoikasten varhaistetun istutuserän ja luonnonpoikasten kokoero korostuu entisestään, jos vertailussa käytetään keskipituuksien sijasta keskipainoja (kuva 7). Elokuun 25. päivänä Mieslahdelta nuotattujen varhaistetun istutuserän poikasten keskipaino oli jo 3,47 g (SD 0,60), mutta luonnonvaraisten poikasten vastaavasti vain 0,60 g (SD 0,12). Oulujärven tilanteesta poiketen Etelä-Suomen järvissä istutuspoikaset ovat yleensä olleet pienempiä kuin luonnonpoikaset (Salminen ym. 1999).

Normaaliaikaisen istutuserän poikasten kuntokerroin oli keskimäärin 0,65 (S.D. 0,03), kun Mieslahdesta elokuussa nuotattujen varhaistetun istutuserän poikasten kuntokerroin oli keskimäärin 0,85 (S.D. 0,07). Silmämääräisestikin laiha näköiset normaaliaikaisen istutuserän poikaset olivat ilmeisesti kärsineet ravinnon puutteesta luonnonravintolammikkokasvatuksen loppuvaiheessa. Kuhan luonnonpoikasten kuntokerroin oli keskimäärin 0,76 (S.D. 0,10) ja varhaistettujen istutuserien 0,75 ja 0,78 keskipituuksista ja keskipainoista laskettuna. Kalaravintoon siirtymisen on havaittu parantavan kuhanpoikasten kuntokerrointa (Buijse & Houthuijzen 1992). Hyvin kasvavilla kuhanpoikasilla on havaittu olevan korkea kuntokerroin (Biro 1972). Materiaalisamme kuhanpoikasten kuntokertoimien arvot heijastelivat havaittuja poikaserien kasvunopeuksia (vrt. kuva 4). Kuhanpoikasen kasvaessa sen muoto muuttuu niin, että kuntokertoimen arvo pyrkii jonkin verran laskemaan (Forsman ym. 1990). Havainnoissamme kuitenkin suurimmilla poikasilla oli paras kuntokerroin.

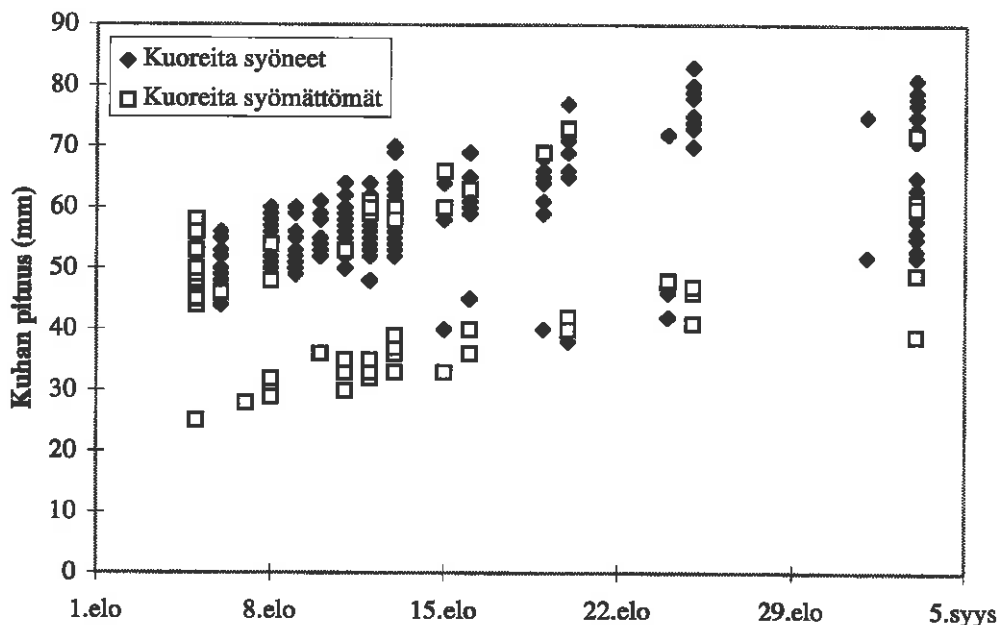


**Kuva 7. Kuhanpoikasten painon (g) kasvu varhaistetussa istutuserässä ja luonnonpoikasilla.**

Varhaistetun istutuksen kautta saavutettava suuri poikasten koko syksyllä on merkityksellinen asia, sikäli kun vallitseva käsitys poikasten voimakkaasti kokosidonnaisesta kuolleisuudesta ensimmäisen talven kuluessa on oikea. Lehtosen ja Colbyn (1994) mukaan alle 5-6 cm mittainen kuhanpoikanen tavallisesti karsiutuu talven aikana. RKTL:n Kainuun kalanviljelylaitoksella suoritettussa kokeessa alle 4,6 cm mittaisista kuhanpoikasista 79 % kuoli talven aikana, kun yli 7,5 cm mittaisilla poikasilla kuolleisuus oli vain 25 % (Eironen 1996). Lohjanjärveen istutettu isompien kuhanpoikasten (8,7 cm) istutuserä tuotti viisinkertaisen tuloksen verrattuna pienempien poikasten (7,3 cm) istutuserään (Salminen ym. 1999). Toisaalta keskimäärin 5,6 cm mittaisillakin kuhanpoikasilla on Ylä-Enonvedessä saatu hyvä istutustulos (Salminen ym. 1991).

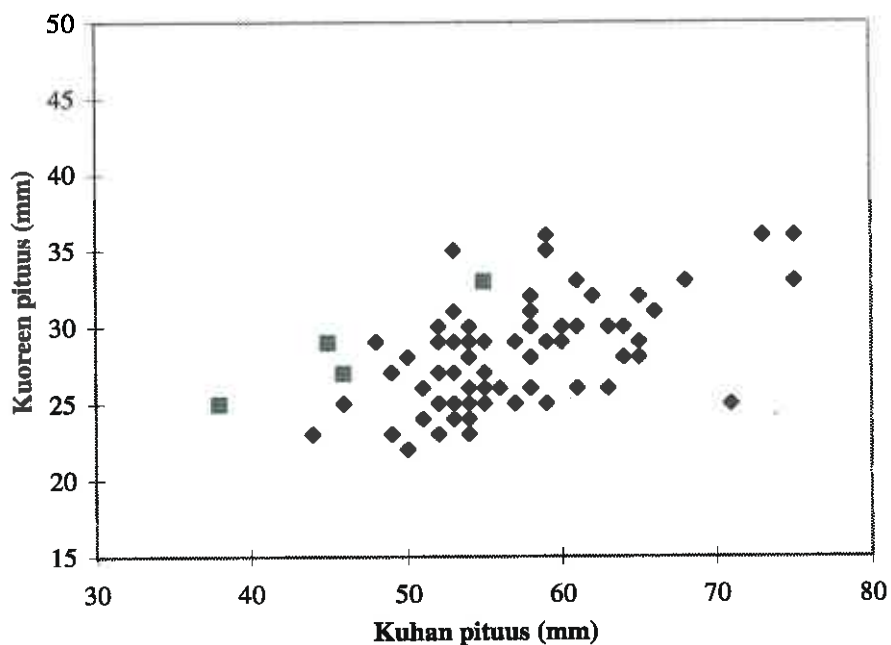
### 3.3. Kuhanpoikaset alkoivat syödä kuoreita heti istutuksen jälkeen

Valtaosa varhaistetun istutuserän kuhanpoikasista alkoi syödä kuoreenpoikasia (0+) hetimiten Oulujärveen päästyään (kuva 8). Noin 93 % näistä kuhanpoikaista oli syönyt kuoreenpoikasia 6.8. - 25.8., kun vastaavasti luonnonpoikasista vain 18 % oli syönyt kuoreenpoikasia samana ajanjaksona. Ensimmäinen kuoreen syönyt kuhan luonnonpoikanen tavattiin vasta 15. elokuuta. Pienin kuoreenpoikasan syönyt kuhanpoikanen oli pituudeltaan 38 mm, ja mahassa olleella kuoreella oli tällöin pituutta 25 mm. Kuoreita syöneet pienikokoiset kuhanpoikaset erotti selvästi jo päällepäin voimakkaasti pullottavasta vatsaosasta. Pienimmillä poikasilla mahoista tavattiin yleensä yksi kuoreen poikanen, suurimmilla saattoi olla 2-4 poikasan jäännökset mahassa. Kun kuhanpoikanen oli syönyt kuoretta, oli se tavallisesti ainut mahasta tavattu ravintokohde. Kuoretta syöneillä kuhanpoikasilla mahan täyteisyys oli keskimäärin 1,85, kuoretta syömättömillä vain 0,61 (asteikko 0-3).

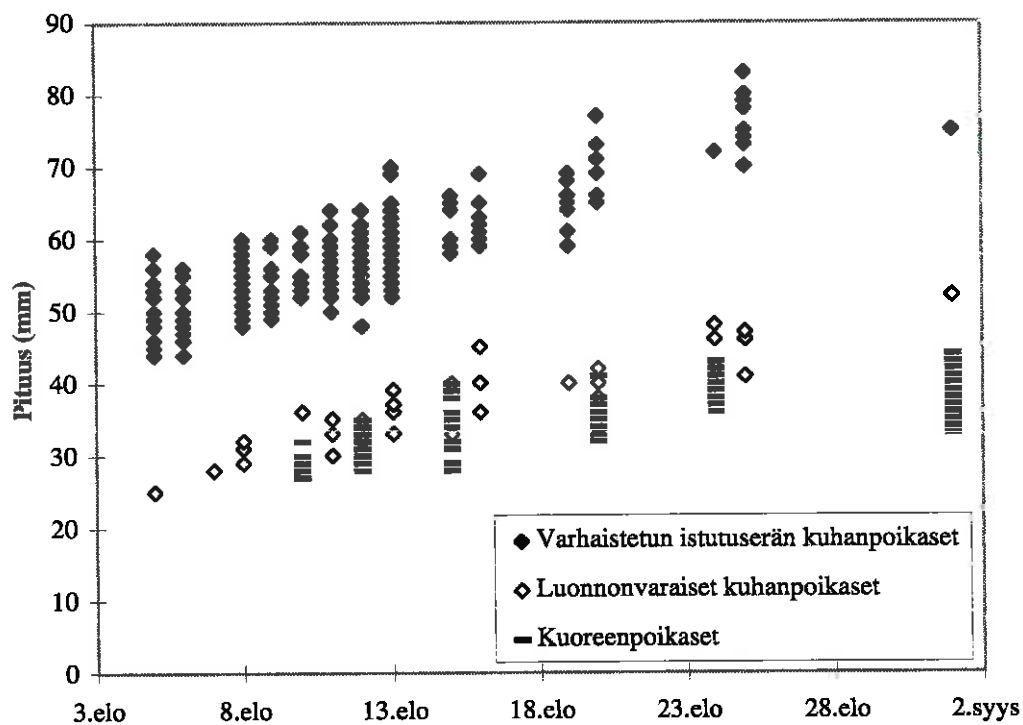


**Kuva 8. Kuoreen poikasla (0+) syönelden ja syömättömien kuhanpoikas-  
ten (0+) pituudet Mleslahden kurenuottasaallissa.**

Kuhanpoikanen voi syödä muita kalanpoikasia jo 10 - 25 mm:n koossa (Sonesten 1991). Puolalaisessa säännöstelyaltaassa kuhanpoikaset alkoivat syödä särjen poikasia noin 3 cm:n pituisena (Frankiewicz ym. 1996). Venäläisistä julkaisuista koottujen tulosten mukaan kuhanpoikasten siirtyminen kalaravintoon tapahtuu luonnonvesissä 3-3,5 cm koossa, jos sopivan kokoisia ravintokaloja on tarjolla (Korolev & Baranova 1998). Kolin (1990) mukaan kuhan siirtyminen kalaravintoon tapahtuu 5-15 cm:n koossa. van Densenin (1985) mukaan ensimmäistä kesää elävä kuhanpoikanen pystyy saalistamaan kuoreen poikasia, joiden pituus on reilut 50 % sen omasta pituudesta. Korolevin ja Baranovan (1998) aineistossa saaliskalojen pituus oli 46,7 - 67,9 % saalistajakuhan pituudesta. Buijsen ja Houthujzenin (1992) mukaan 0+ saalistajakuhan pitää olla vähintään 1,6 kertaa saaliskuoreensa pituinen, eli saaliskuoreen pituus saa olla korkeintaan 62,5 % kuhan pituudesta. Aineistossamme saaliskuoreen pituus oli keskimäärin noin 50 % ja maksimissaan 66 % sen syöneen kuhanpoikasen pituudesta. Niillä muutamilla kuhan luonnonpoikasilla, jotka olivat syöneet kuoreenpoikasia, tämä kokosuhde oli lähellä edellämainittua maksimiarvoa (kuva 9). Kurenuottauksissa saatujen kuoreenpoikasten keskipituus oli hyvin lähellä kuhan luonnonvaraisten poikasten keskipituutta (kuva 10). Näin ollen saalistuksen mahdollistava kokoero luonnonvaraisten kuhanpoikasen hyväksi syntyi vain harvoissa tapauksissa, toisin kuin varhaistetun istutuserän kuhanpoikasilla. Jos varhaistettu istutus olisi tehty viikko - kaksi aikaisemmin, olisivat kuhanpoikaset todennäköisesti alkaneet välittömästi syödä kuoreenpoikasia. Tjeukemeer -järvessä pienimmät kuoreenpoikasia syöneet kuhanpoikaset olivat 20 mm pituisia (van Densen 1985).



**Kuva 9.** Kuhanpoikasen pituus suhteessa sen syömän kuoreenpoikasen pituuteen. Vinoneliöt (n = 73) kuvaavat varhaistetun istutuserän poikasia ja neliöt (n = 4) luonnonvaraisia poikasia.

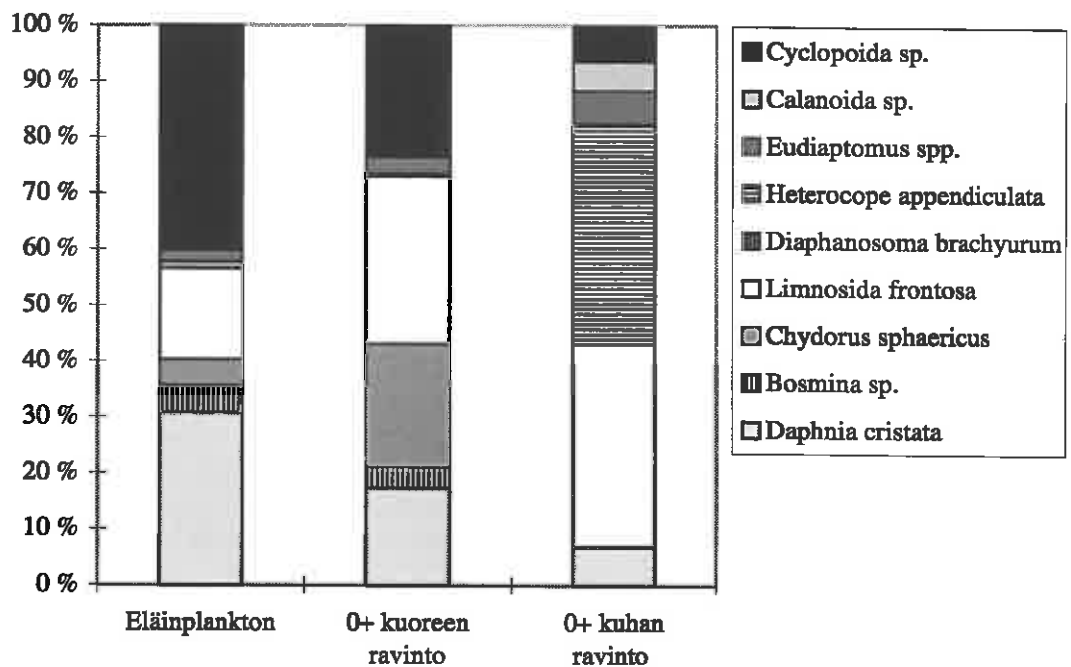


**Kuva 10.** Kurenuottauksessa saatujen kuhan ja kuoreen poikasten pituuksia.

Tulosten perusteella voidaan arvioida, että ainakin enemmistö normaaliaikaisenkin istutuserän poikasista oli riittävän isokokoisia syömään Mieslahden kuoreenpoikasista heti istutuksen jälkeen (vrt. kuvat 4 ja 8). Kuitenkin varhaistetun istutuserän poikaset olivat selvästi paremmassa asemassa suuremman kokonsa ansiosta elokuun lopun tilanteessa.

### 3.4. Kuoreen poikaset söivät eläinplanktonia

Kuoreen poikaset olivat syöneet pelkästään eläinplanktonia. Tärkeimmät ravintokohdet mahansisältöjen perusteella olivat vesikirpuista *Limnospida frontosa*, *Chydorus sphaericus* ja *Daphnia cristata* ja hankajalkaisista Cyclopoida sp. (kuva 11). Kuhan poikasten ravinnosta eläinplankton muodosti 12,8 %, jos mahan sisällön koostumuksen (tilavuusprosentteina) tulkitaan kuvaavan syödyn ravinnon koostumusta. Vastaa- vasti 2,1 % kuhanpoikasten ravinnosta oli Diptera-pupia ja planktisia Chironomidae- toukkia. Kuoreen poikasten ravinnon koostumus oli kohtalaisen lähellä Mieslahden eläinplanktonin koostumusta, joten voimakasta ravinnon valikointia ei tapahtunut. Samaten Karjalan Pyhäjärvässä ja Höytiäisessä 0+ kuoreen ravinto ei juuri poikennut tarjolla olevasta eläinplanktonravinnosta (Karjalainen ym. 1997). Sen sijaan Oulujär- ven kuhan poikaset valikoivat voimakkaasti muutamia ravintokohteita, kuten hanka- jalkaislajia *Heterocope appendiculata*. Kuhan ja kuoreen poikaset käyttivät osittain samoja ravintokohteita; esimerkiksi vesikirppu *Limnospida frontosa* oli tärkeä ravinto- kohde molemmille lajeille (kuva 11).



Kuva 11. Eläinplanktonryhmien keskimääräiset osuudet Mieslahden eläinplanktonissa, 0+ kuoreen ravinnossa ja 0+ kuhan syömässä eläinplanktonravinnossa tilavuusprosentteina. Eläinplanktonin osuus kuhanpoikasten ravinnossa oli maha-analyyysien perustella keskimäärin 12,8 %.



### 3.5. Vanhemmat lajitoverit saalistivat 0+ kuhanpoikasia

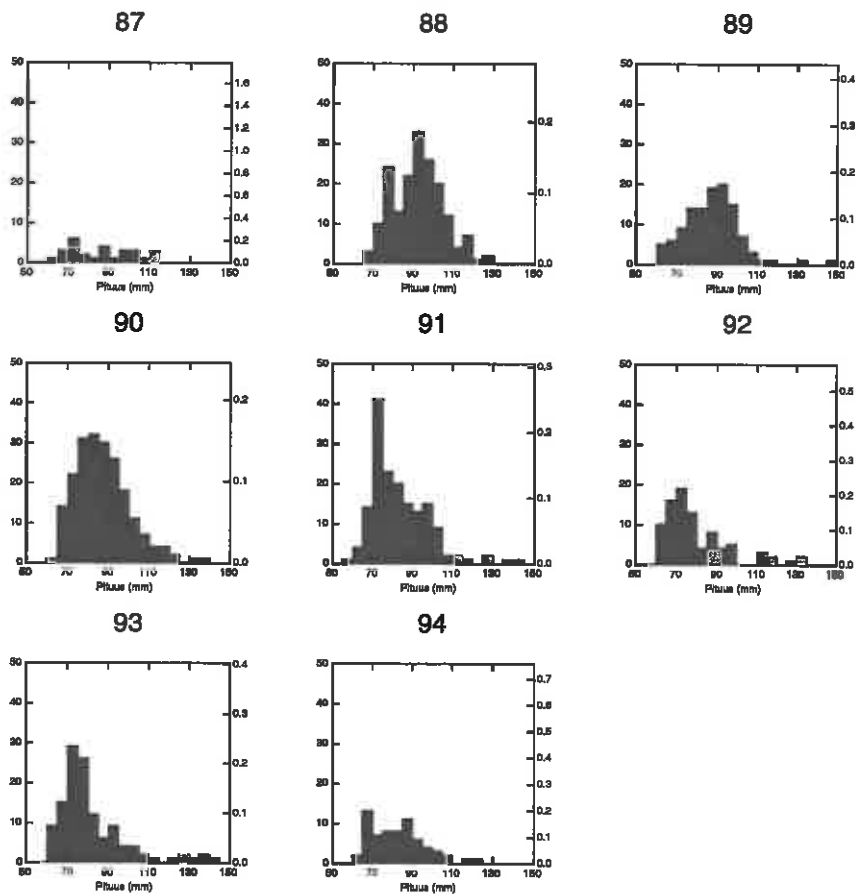
Tutkitut ahvenet (13) ja hauet (6) eivät olleet syöneet kuhanpoikasia, mutta 4 tutkituista 37 kuhasta (10,8 %) oli syönyt 0+ kuhanpoikasia. Kaikki kuhanpoikasia syöneet kuhat (pit. 32,5-36,5 cm) oli pyydystetty verkoilla Mieslahdelta. Yhteensä Mieslahden verkkokuhia oli 19 kpl. Loput kuhanäytteet oli pyydystetty uistelemalla Mieslahden suualueelta. Kuhanpoikasten lukumäärä mahoissa vaihteli välillä 1-9 ja yhteismassa vastaavasti 0,4 -8,9 g. Mahoista mitattujen poikasten pituuksien perusteella syödyksi tuli sekä istutettuja että luonnonvaraisia poikasia. Syötyjen kuhanpoikasten keskipituus oli 47 mm ja pituuden vaihteluväli 37-58 mm (n=10 mitattua kuhanpoikasta).

Aineisto osoitti, että kuha voi Oulujärvellä syödä oman lajinsa 0+ poikasia. Kalapredaation voimakkuuden arviointiin aineisto on liian pieni. Kuhan ohella ahvenen ja hauen on muutamissa tutkimuksissa havaittu syövän kuhanpoikasia, joskin kuhanpoikasten osuus ravinnossa on yleensä ollut pieni (Deelder & Willemsen 1964, Winkler 1989). Oulujärven kuhan syömän ravinnon koostumusta v. 1994-1996 selvittäneessä tutkimuksessa analysoiduista 451 kuhan mahasta (keskipaino 0,81 kg) ei tunnistettu yhtään kuhanpoikasta (Vehanen ym. 1998). Suomalaisessa kuhaa koskevassa kyselytutkimuksessa ilmeni havaintoja vastaistutettuihin kuhanpoikasiin kohdistuvasta hauen predaatiosta (Lappalainen ym. 1998).

Varhaistetun kuhaistutuksen kannattavuus on suuresti riippuvainen kuhanpoikasiin kohdistuvan predaation voimakkuudesta tai muusta syystä johtuvasta istutuksen jälkeisestä alkukuolevuudesta istutusjärvessä. Toisaalta predaatiota voi kalaravinnon puutteessa esiintyä myös luonnonravintolammikoissa kannibalismien muodossa (Ruuhijärvi 1988, Salojärvi ym. 1985). Myös Koppelolammen luonnonravintolammikossa on havaittu kannibalismia.

### 3.6. Voiko saaliskuhan alkuperän jäljittää takautuvan kasvun määrityksellä ?

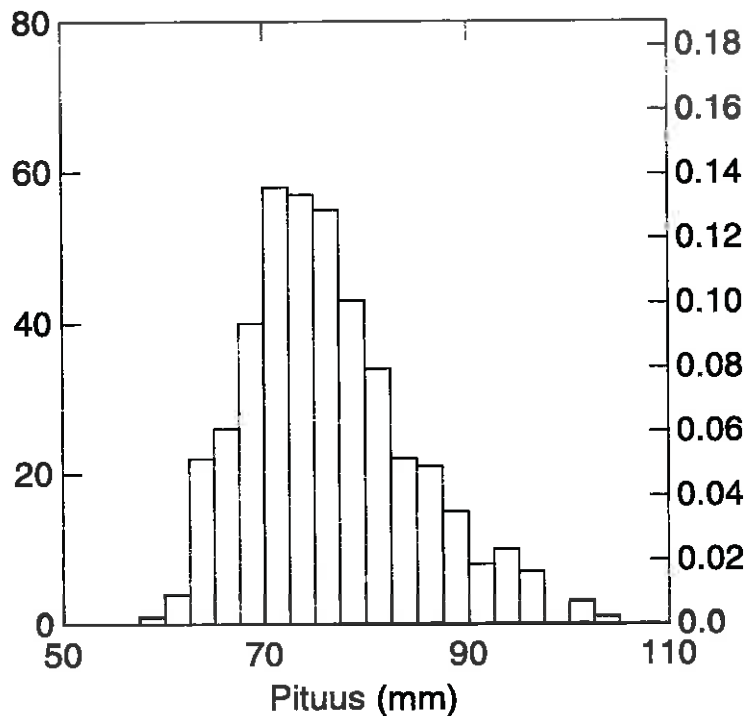
Kurenuottauksella kerätyn aineiston perusteella kummankin istutuserän kuhanpoikaset saavuttivat selvästi suuremman koon elokuun loppuun mennessä kuin luonnonvaraiset poikaset (kuva 4). Vuosina 1989-1996 istutuserissä kuhanpoikasten keskipituus elokuun loppupuolella oli noin 6,5 cm ja pienimmilläänkin noin 5,5 cm (Sutela & Hyvärinen 1998), kun luonnonpoikasilla vastaava keskipituus vuonna 1998 oli noin 4,5 cm. Jos luonnonvaraiset kuhanpoikaset ovat olleet toistuvasti pienempiä kuin istutuspoikaset, saattaisi tämä näkyä kaksihuippuisuutena yksivuotiaiden kuhanpoikasten pituuksissa. Ainoastaan vuonna 1988 syntyneiden kuhanpoikasten takautuvasti lasketuissa pituuksissa havaittiin lievää kaksihuippuisuutta (kuva 12). Siinä pienemmän osapopulaation keskipituus oli noin 7,8 cm ja suuremman noin 9,4 cm. On mahdollista, että poikkeuksellisen lämpimänä kesänä 1988 kuhan luonnonvarainen lisääntyminen tuotti riittävän isokokoisia poikasia selviytymään ensimmäisen talven yli, mutta muina kesinä ei. Aineisto on kuitenkin riittämätön varmoihin päätelmiin ja lievän kaksihuippuiden taustalla v. 1988 saattaa olla muita tekijöitä, esimerkiksi erilaistuminen ravinnonkäytössä (vrt. van Densen 1985, Frankiewicz ym. 1996).



**Kuva 12.** Takautuvan kasvun määrittämiseen perustuvat 1-vuotiaiden Oulujärven kuhien pituusjakaumat vuosina 1987-1994 (n=1009). Vasemmanpuoleisessa asteikossa kalojen lukumäärä ja oikeanpuoleisessa asteikossa havaintojen suhteellinen osuus.

Takautuvan kasvun määrittämiseen liittyy epävarmuustekijöitä, joten tuloksiin tulee suhtautua varauksella. Laskennassa käytetty kuhanpoikasen pituus suomun syntyessä (44 mm) saattaa olla liian korkea, jolloin saadut 1-vuotiaiden pituudet ovat kauttaaltaan liian suuria (Ruuhijärvi ym. 1996). Ensimmäisen vuosirenkaan tarkka paikka on toisinaan vaikeasti määritettävissä, joten yksivuotiaiden kuhanpoikasten todellinen kokojakauma saattaa olla suppeampi kuin takautuvalla kasvulla laskettu. Vuosien 1997 ja 1998 kuhan suomuaineiston analysoinnissa kiinnitettiin erityistä huomiota ensimmäisen vuosirenkaan oikean paikan tarkkaan määrittämiseen. Tätä kautta saatu kokojakauma oli suppeampi oikealta laidaltaan kuin aiempien vuosien aineistossa ja selvästi yksihuippuinen (kuva 13, vrt. kuva 12) ja vastasi kohtalaisen hyvin Oulujärven istutettujen kuhanpoikasten pituuksia, joskin keskipituudeksi saatiin noin 1 cm suurempi arvo kuin kuhaistukkailla (vrt. Sutela & Hyvärinen 1998). On mahdollista, että Oulujärveen elokuun loppupuolella istutetut kuhanpoikaset ovat kasvaneet jonkin verran ennen talven tuloa. Tässä tutkimuksessa pystyttiin seuraamaan Oulujärven kuhanpoikasten kasvua 25.8. asti, jolloin kasvun heikkenemistä ei ollut vielä havaittavista

sa. Lohjanjärvessä takautuvan kasvun menetelmällä lasketut 1-vuotiaiden kuhanpoikasten keskipituudet olivat vuosina 1991-1995 keskimäärin 7 mm suurempia verrattuna istutuspoikasiin (Salminen ym. 1999). Ylä-Enonveteen vuonna 1988 elokuussa istutetut kuhanpoikaset kasvoivat noin 20 mm syksyn kuluessa (Salminen ym. 1991).



**Kuva 13. Vuosina 1997 ja 1998 pyydystettyjen kuhien (n=472) suomista määritettyjen takautuvien kasvujen perusteella saatu 1-vuotiaiden kuhien pituusjakauma. Akselien selitykset samat kuin kuvassa 12.**

Takautuvan kasvuaineiston perusteella minimikoko poikasten selviytymiselle näyttäisi olevan noin 60 - 65 mm (kuvat 12 ja 13). Tämän perusteella Paltaselän vuoden 1998 luonnonpoikaset olisivat valtaosin kuolleet talven 1998-1999 aikana. Tässäkin tarkastelussa on muistettava takautuvan kasvun määritykseen liittyvät epävarmuustekijät. Vanajanselällä ja Averiällä takautuvasti lasketut yksivuotiaiden kuhanpoikasten pituudet vaihtelivat välillä 67-102 mm ja 63-90 mm (Ruuhijärvi ym. 1996). Toisaalta keskipituudeltaan 56 mm kuhaistukkailla on vuonna 1985 saavutettu Ylä-Enonvedessä kohtalaisen hyvä tulos (Salminen ym. 1991). Talven yli selviytyvien 0+ kuhanpoikasten minimikoon määrittäminen kaipaa vielä lisäselvityksiä.

## 4. JOHTOPÄÄTÖKSET

1. Varhaistettu istutus (4.-5. 8.) noin 5 cm pituisilla kuhanpoikasilla onnistui teknisesti yhtä hyvin kuin normaaliaikainenkin istutus. Lämpimästä vedestä ja istukkaiden pienestä koosta huolimatta ei kalojen kuljetuksen yhteydessä tai välittömästi istutuksen jälkeen havaittu kuolleita poikasia.

2. Kurenuottaus aikaisempia kokeiluja kevyemmällä kalustolla osoittautui toimivaksi pyyntikeinoksi istutetuille ja luonnonvaraisille 0+ kuhanpoikasille.
3. Kurenuottausten kuhasaalis oli paras iltahämärässä (klo 21-23) tehdyissä nuottauksissa.
4. Vuonna 1998 kuhan luonnonvarainen kutu ja poikastuotanto onnistui Oulujärvessä. Luonnonpoikaset olivat kuitenkin pienikokoisia ja niiden selviytymisestä seuraavan talven yli ei ole varmuutta.
5. Luonnonravintolammikossa pystyttiin kasvattamaan isompia kuhanpoikasia kuin mitä luontainen lisääntyminen tuotti. Isokokoisilla poikasilla on aikaisempien tutkimuksien perusteella paremmat mahdollisuudet selvitä seuraavan talven yli.
6. Elokuun alussa vuonna 1998 istutetut kuhanpoikaset pystyivät syömään 0+ ikäisiä kuoreen poikasia heti istutuksen jälkeen, ja ne kasvoivat loppukesän aikana paremmin kuin luonnonvaraiset poikaset ja saman istutuserän poikaset luonnonravintolammikossa. Varhaistettu istutus tuotti suurimman poikaskoon syksyllä. Luonnonvaraiset kuhanpoikaset eivät missään vaiheessa pystyneet kunnolla syömään 0+ kuoreen poikasia ja niiden keskimääräinen kasvu (g/vrk) oli selvästi hitaampaa kuin varhaistetun istutuserän poikasilla.
7. Varhaistettu istutus puolustaa paikkaansa ainakin järvissä, joissa on kuoretta. 0+ kuore on sopiva ravintokohde 0+ kuhalle, jos kuhanpoikaset saadaan istutettua riittävän isokokoisina suhteessa kuoreenpoikasten kokoon. Saaliskuoreen pituus voi olla korkeintaan noin 65 % kuhanpoikasen pituudesta. Kuoreravinnolla poikaset voivat saavuttaa ison koon ennen syksyä, mikä mahdollistaa hyvän selviytymisen ensimmäisestä talvesta.
8. Varhaistetun kuhaistutuksen kannattavuus voidaan arvioida luotettavasti vasta, kun pienetkin kuhanpoikaset pystytään merkitsemään siten, että eri istukasryhmien ja luonnonkalojen osuudet pystytään erottamaan vuoden järvessä olleista tai sitä vanhemmista saaliskuhista.
9. Muutamat vanhemmista lajitovereista olivat syöneet 0+ kuhanpoikasia. Kalapredaation voimakkuus vaikuttaa varhaistetun istutuksen kannattavuuteen. Kuhanpoikaasiin kohdistuva kalapredaation merkityksen selvittäminen kaipaa vielä lisätutkimuksia.
10. Oulujärven kuhan saalisnäytteistä tehdyn takautuvan kasvun määrittämisellä ei voitu luotettavasti tunnistaa kalan alkuperää istutus- tai luonnonpoikaseksi.

## 5. KIITOKSET

Tutkimuksen ideointiin ja suunnitteluun osallistui Pekka Korhonen sekä istutusten ja kenttätöiden toteutukseen Risto Kannel, Tapio Laaksonen, Arto Juntunen sekä Kai Makkonen Kainuun kalantutkimus ja vesiviljelystä. Tutkimuskalojen suomat on määrittänyt Olli van der Meer. Kainuun TE- keskuksen kalatalousyksikkö ja Paltamon työvoimatoimisto osallistuivat tutkimuksen rahoitukseen. Tutkimusraportin käsikirjoituksen ovat lukeneet ja hyödyllisiä kommentteja esittäneet Olli van der Meer, Jukka Ruuhijärvi ja Matti Salminen. Kaikille tutkimukseen osallistuneille esitämme lämpimän kiitoksen.

## 6. KIRJALLISUUS

Biro, P. 1972. First summer growth of pike-perch (*Lucioperca lucioperca* L.) in Lake Balaton. - *Annal. Biol. Tihany* 39: 101-113.

Buijse, A.D. & Houthuijzen, R.P. 1992. Piscivory, growth, and size-selective mortality of age 0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49, s. 894-902.

Deelder, C.L. & Willemsen, J. 1964. Synopsis of biological data on the pike-perch *Lucioperca lucioperca* (Linnaeus) 1758. - *FAO Fisheries Synopsis* 28.

Densen, W.L.T. van 1985. Piscivory and the development of bimodality in the size distribution of 0+ pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). - *Z. angew. Ichthyol.* 1(3): 119-131.

Eironen, K. 1996. Kuhanpoikasten (0+) (*Stizostedion lucioperca* (L.)) talviaikainen eloonjäänti koeolosuhteissa. - *Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto. Biologian laitos.*

Forsman, L., Salminen, M. & Virtanen, E. 1990. Physiological condition of one-summer-old pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.). - In: Berka, R. & Hilge, V. (eds.), *Production enhancement in still-water pond culture. Proceedings of FAO-EIFAC symposium on production enhancement in still-water pond culture. Prague, 15-18 May, 1990: 74-83.*

Frankiewicz, P., Dabrowski, K. & Zalewski, M. 1996. Mechanism of establishing bimodality in a size distribution of age-0 pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) in the Sulejow Reservoir, Central Poland. - *Ann. Zool. Fennici* 33: 321-327.

Karjalainen, J., Turunen, T., Helminen, H., Sarvala, J. & Huuskonen, H. 1997. Food selection and consumption of 0+ smelt (*Osmerus eperlanus* (L.)) in pelagial zone of Finnish lakes. - *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 49: 37-49.

Kirtelä, M. 1943. Eräitä huomioita Oulujärven kalojen kudusta ja vedenpinnan muutteluista. - *Suomen kalastuslehti* 50: 126-127.

Koli, L. 1990. *Suomen kalat. Porvoo.* 357 s.

Korolev, A.E. & Baranova, L.P. 1998. On the daily rhythm of feeding in fry *Stizostedion lucioperca* - *J. Ichthyol.* 38(9): 789-794.

Kryzhanovsky, S.G., Disler, N.N. & Smirnova, E.N. 1953. Ecological and Morphological Regularities in Development of Percoidei. - *Trudy Inst. Morfol. Zhivotnykh, AN SSSR*, 1953, no. 10: 3-138.

Lappalainen, J., Lehtonen, H., & Erm, V. 1997. Possible effects of climate warming on the timing of spawning, juvenile abundance and catches of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.). - *Boreal Environment Research* 2: 85-91.

Lappalainen, J., Lehtonen, H., Tammi, J. & Lappalainen, S. 1998. "Kuhakanta-kartoitus 1998" -kyselyn alustavia tuloksia. - *Suomen Kalastuslehti* 8: 6-10.

- Lehtonen, H. & Colby, P.J. 1994. Kalastettiin kuhat loppuun pohjoisen järvistä ? - Suomen Kalastuslehti 7: 12-14.
- Mehner, T., Schultz, H., Bauer, D., Herbst, R., Voigt, H. & Benndorf, J. 1996. Intra-guild predation and cannibalism in age-0 perch (*Perca fluviatilis*) and age-0 zander (*Stizostedion lucioperca*): Interactions with zooplankton succession, prey fish availability and temperature. - Ann. Zool. Fennici 33: 353-361.
- Nagiec, M. 1977. Pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in its natural habitats in Poland. - J. Fish. Res. Bd Can. 34: 1581-1585.
- Pyykkönen, A. & Pursiainen, M. 1989. Kuhan 1-kesäisten poikasten kasvatus ja kasvatulokset kainuussa kesällä 1987. Oulun Kalastuspiirin Kalastustoimisto. Tiedotus nro 4: 16-61.
- Ruuhijärvi, J. 1988. Ravinnon ja lämpötilan vaikutus kuhanpoikasten eloonjäämiseen ja kasvuun luonnonravintolammikoissa. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Eläintieteen laitos. 77 s.
- Ruuhijärvi, J., Salminen, M. & Nurmio, T. 1996. Releases of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) fingerlings in lakes with no established pikeperch stock. - Ann. Zool. Fennici 33: 553-567.
- Salminen, M. & Ruuhijärvi, J. 1989. Kuhan mädhankinnan ja -haudonnan uudet niksit. - Suomen kalastuslehti 4: 176-180.
- Salminen, M., Ruuhijärvi, J. & Nurmio, T. 1991. Ensihavaintoja kesänvanhojen kuhanpoikasten istutusten kannattavuudesta. - Suomen kalastuslehti 98(5): 200-203.
- Salminen, M., Ruuhijärvi, J. & Ilmarinen, P. 1999. Tuki-istutukset yli kaksinkertaistivat Lohjanjärven kuhasaaliin. - Suomen Kalastuslehti 1:35-38.
- Salojärvi, K., Salminen, M., Ruuhijärvi, J., Ahonen, M. & Nurmio, T. 1985. Kuhanviljely - Kalatalouden Keskusliiton julkaisu n:o 84, 20 s.
- Sammalkorpi, I. & Turunen, T. 1997. Kurenuottahavaintoja rehevien järvien kuhista ja ahvenista. - Suomen Kalastuslehti 6: 6-7.
- Sonesten, L. 1991. Gösens biologi - en litteratursammanställning. - Inf. Drottningholm 1991 (1). 89 s.
- Sutela, T., Huusko, A., Hyvärinen, P., & Pursiainen, M. 1995. Kuha Oulujoen vesistöalueella. - Kala- ja riistaraportteja 36. 26 s.
- Sutela, T. & Hyvärinen, P. 1998. Oulujoen vesistön kuhakantojen tila ja hoidon kehittämismahdollisuudet. - Kala- ja riistaraportteja 113. 18 s.
- Vehanen, T., Hyvärinen, P. & Huusko, A. 1998. Food consumption and prey orientation of piscivorous brown trout (*Salmo trutta*) and pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in a regulated lake. - J. Appl. Ichthyol. 14 (1998), 15-22.
- Winkler, H.M. 1989. The role of predators in fish communities in shallow coastal waters of the Southeast Baltic. - Rapports et Proces-Verbaux des Reunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer 190: 125-132.