

Opinnäytetyö (AMK)

Kala- ja ympäristötalous

2014

Markus Jansson

HOPEARUUTANAN  
(*CARASSIUS AURATUS*  
*GIBELIO*) KASVU SALON  
ENTISESSÄ  
JÄTEVESIALTAASSA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kala- ja ympäristötalous | Iktyonomi

2014 | 32 sivua

Ohjaaja: Raisa Kääriä

Markus Jansson

# HOPEARUUTANAN (*CARASSIUS AURATUS GIBELIO*) KASVU SALON ENTISESSÄ JÄTEVESIALTAASSA

Suomessa hopearuutana (*Carassius auratus gibelio*) on vieraslaji, joka levittäytyi Suomen rannikkovesiin Virosta vuosituhannen vaihteen tienoilla. Hopearuutanan sitkeys, tehokas lisääntymiskyky, hyvä kilpailukyky ja pyrkimys levittäytyä yhä uusille alueille ovat uhka alkuperäislajeille. Lähes koko eteläisen rannikon lisäksi hopearuutanaa tavataan myös jo sisävesissä. Salon entisille jätevesialtaille ensimmäinen suuri hopearuutanoiden vuosiluokka oli ilmestynyt vuonna 2003. Kalabiomassan kasvusta aiheutuneiden haittojen vuoksi alueella suoritettiin poistokalastus vuonna 2010. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia uuden tulokaslajin kasvua ja poistokalastuksen vaikutusta siihen.

Työ toteutettiin yhteistyössä RKTL:n HAVINA-hankkeen (vieraslajit Suomessa) kanssa. Tutkimusalueena toimi Salon entisen jätevedenpuhdistamon kolmas allas. Tutkimusaineisto koostui tutkimusalueelta vuosina 2006–2013 pyydetyistä hopearuutanoista. Kalojen ikä- ja takautuva kasvunmääritys tehtiin suomunäytteistä. Koska lajin kasvua ei ollut aiemmin Suomessa juuri tutkittu, jouduttiin vertailupohja aineistolle etsimään pääasiassa Virosta.

Tutkimus osoitti, että poistopyynnin vaikutus kalojen kasvuun oli merkittävä. Ennen poistopyyntiä hopearuutanat kasvoivat suhteellisen hitaasti, ja kalat saavuttivat 15 cm mitan keskimäärin viidennellä kasvukaudellaan. Poistopyynnin jälkeen hopearuutanan kasvuvauhti odotetusti muuttui. Kilpailun poistuttua kalat kasvoivat huimaa vauhtia, ja saavuttivat 20 cm pituuden keskimäärin kaksivuotiaina. Nuorten kalojen kokojakaumat osoittivat hopearuutanan kutevan useammassa jaksossa myös Salossa. Tutkimusalueen erityisyyden vuoksi tuloksista ei voida vetää suoraa johtopäätöksiä hopearuutanan kasvuun muualla, mutta se antaa hyvän kuvan lajin huimasta kasvupotentiaalista.

## ASIASANAT:

Hopearuutana, vieraslaji, entinen jätevesiallas, poistopyynti, iänmääritys, takautuva kasvunmääritys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fisheries and Environmental Care | Ictyonome

2014 | 32 pages

Instructor: Raisa Kääriä

Markus Jansson

## THE GROWTH OF GIBEL CARP (*CARASSIUS AURATUS GIBELIO*) IN A FORMER SEWAGE WATER BASIN IN SALO

In Finland, gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) is an alien species which spread to the Finnish coastal waters from Estonia at the beginning of the millennium. Gibel carp's tenacity, effective reproduction, good competitiveness and natural effort to invade to new water bodies are a threat to native species. In addition to nearly the entire southern coast, by now gibel carp can be found also in some of Finnish freshwaters. In Salo, the first massive year class of gibel carp appeared in former sewage pools in 2003. Growth of the fish biomass had several harmful effects which led to removal fishing accomplished in 2010. The thesis aimed at studying the growth of this new alien species before and after the mass removal.

The thesis was produced in co-operation with project HAVINA (alien species in Finland) at the Finnish Game and Fisheries Research Institute. The study material consisted of gibel carps caught in 2006–2013 from basin III, in former sewage water treatment area in Salo. Ageing of fish and back-calculation of growth was made using scale samples. Comparative data had to be searched primarily from Estonia, for there are barely any previous gibel carp growth research from Finland.

The current study showed that the influence of removal fishing on fish growth was effective. Before the removal fishing, the growth of gibel carp was quite slow and the fish reached 15 cm on their fifth growing season on average. After the removal fishing, the speed of gibel carp growth changed as expected. As soon as there was no more competition, gibel carps grew very fast reaching 20 cm at the age of two. The distributions of juvenile fish proved that gibel carp spawns in several periods also in Salo. Due to the special nature of the study area, definite conclusions cannot be drawn about the growth of gibel carp somewhere else, but the study gives a good picture of the great growing potential the species has.

### KEYWORDS:

Gibel carp, alien species, former sewage water basin, removal fishing, age determination, back-calculation of growth

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 HOPEARUUTANA</b>	<b>8</b>
2.1 Ulkonäkö ja tuntomerkit	8
2.2 Elinympäristö	10
2.3 Ravinto	10
2.4 Lisääntyminen	11
2.5 Kasvu	12
2.6 Levinneisyys	12
<b>3 AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	<b>14</b>
3.1 Tutkimusalue	14
3.1.1 Erityispiirteet	15
3.1.2 Kalasto	15
3.1.3 Poistopyynnin syyt ja tavoitteet	16
3.2 Näytteiden pyyntimenetelmät ja poistopyynti	16
3.3 Näytteiden käsittely	17
3.4 Ikä- ja takautuva kasvunmääritys	19
3.5 Iänmäärityksen ongelmat	21
<b>4 TULOKSET</b>	<b>25</b>
4.1 Kasvu vuosiluokittain	25
4.2 Juveniilien pituudet	26
<b>5 TULOSTEN TARKASTELU</b>	<b>28</b>
<b>6 KIITOKSET</b>	<b>31</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>32</b>

## KUVAT

Kuva 1. Salon entisiltä jätevesialttilta pyydettyjä hopearuutanoita.	8
Kuva 2. Hopearuutanan ruumiinontelo (musta kalvo).	9
Kuva 3. Nuori hopearuutana ja ruutana (poikastäplä).	10
Kuva 4. Hopearuutanaohavainnot vuoteen 2013 mennessä. Kuva: RKTL.	13
Kuva 5. Tutkimusalue. Salon kolmas jätevesiallas ympyröity punaisella.	14
Kuva 6. Salon entiset jätevesialtaat. Kuva: Liikelaitos Salon vesi.	15
Kuva 7. Poistopyyntisaaliina saatuja hopearuutanoita ja ruutanoita. Kuva: Lauri Urho.	17
Kuva 8. Kohta, josta suomunäyte otettiin.	18
Kuva 9. Epämääräinen suomupeite.	18
Kuva 10. Takautuvassa kasvunmäärityksessä käytetty mittauslinja	19
Kuva 11. Hopearuutanan suomu (ikä 1+, pituus 126 mm).	22
Kuva 12. Valerenkaallinen suomu (Kasvurenkaiden leikkauslinja puuttuu).	23
Kuva 13. 18.9.2012 pyydetyn hopearuutanan suomu (ikä 9+, pituus 268 mm).	24
Kuva 14. 31.8.2011 pyydetyn hopearuutanan suomu (ikä 0+, pituus 121 mm).	29

## KUVIOT

Kuvio 1. Suomun säteistä ja hopearuutanoiden kokonaispituuksista muodostettu hajontakaavio (n=54).	21
Kuvio 2. Hopearuutanan kasvu vuosiluokittain. Vuosiluokka 2003 (n=94), 2010 (n=39), 2011 (n=11) ja 2012 (n=20).	25
Kuvio 3. Hopearuutanoiden painon ja pituuden suhde. Ennen poistoa (n=326) ja poiston jälkeen (n=347).	26
Kuvio 4. Juveniilien pituusjakauma 1.9.2010 (n=122).	27
Kuvio 5. Juveniilien pituusjakauma 8.8.2012 (n=219) ja 18.9.2012 (n=41).	27

# 1 JOHDANTO

Suomessa hopearuutana (*Carassius gibelio*, *Carassius auratus gibelio*) on vieraslaji. Ensimmäinen varmistettu havainto merialueellamme tehtiin vuonna 2005, jonka jälkeen laji on levittäytynyt muutamassa vuodessa lähes koko eteläiselle rannikolle. Poikkeuksellisen tehokkaan lisääntymiskyvyn sekä hyvän kilpailu- ja selviytymiskyvynsä ansiosta se saattaa olla uhka kotoisille lajeillemme (Urho 2011, 98). Talouskalaksi hopearuutanasta ei ole, ja sen leviäminen tulisi mahdollisuuksien mukaan estää. Viime aikoina lajia on kuitenkin tavattu jo joissakin mereen yhteydessä olevissa sisävesissä. Hyvä esimerkki lajin leviämiskyvystä löytyy Halikonlahden pohjukasta, Salon entisiltä jätevesialtailta. Vuonna 2008 toisen altaan kalasto koostui pelkästään ruutanoista, mutta kaksi vuotta myöhemmin altaassa oli jo lähes yhtä paljon hopearuutanaa (Ylönen 2010).

Meriniityn altaat, eli Salon entiset jätevesialtaat kuuluvat Natura 2000 -alueeseen kansainvälisesti arvokkaiden lintuvesiensä vuoksi (Perkonoja & Salmi 2014, 13). Todennäköisesti hopearuutanen leviäminen ja sen myötä kalabiomassan kasvu kuitenkin karkotti linnut altailta. Vuonna 2010 kolmannella altaalla suoritettiin poistokalastus, jonka tarkoituksena oli parantaa vedenlaatua ja palauttaa linnuston elinolosuhteet entiselleen. Allas on hyvin matala, eutrofinen ja nopeasti lämpenevä lammikko – ihanteellinen elinympäristö hopearuutanalle. Työn tarkoituksena onkin tutkia uuden tulokaslajimme kasvua ja poistokalastuksen vaikutusta siihen. Millaista muutenkin nopeakasvuisen lajin kasvu voi olla optimaalisissa olosuhteissa? Tutkimusalueen erityisyyden vuoksi tuloksista ei voida vetää suoraa johtopäätöksiä hopearuutanen kasvuun muualla, mutta se antaa hyvän kuvan lajin huimasta kasvupotentiaalista.

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen HAVINA-hankkeen (vieraslajit Suomessa) kanssa. Työhön saatiin merkittävää apua RKTL:n tutkija Jussi Pennaselta, jonka kanssa tutkimme vuosina 2010–2013 pyydetyt pakastetut hopearuutanänäytteet. Tämän lisäksi sain käyttööni

aineistoa jo aiemmin tutkituista, vuosina 2006–2009 pyydetyistä hopearuutanoista.

## 2 HOPEARUUTANA

### 2.1 Ulkonäkö ja tuntomerkit

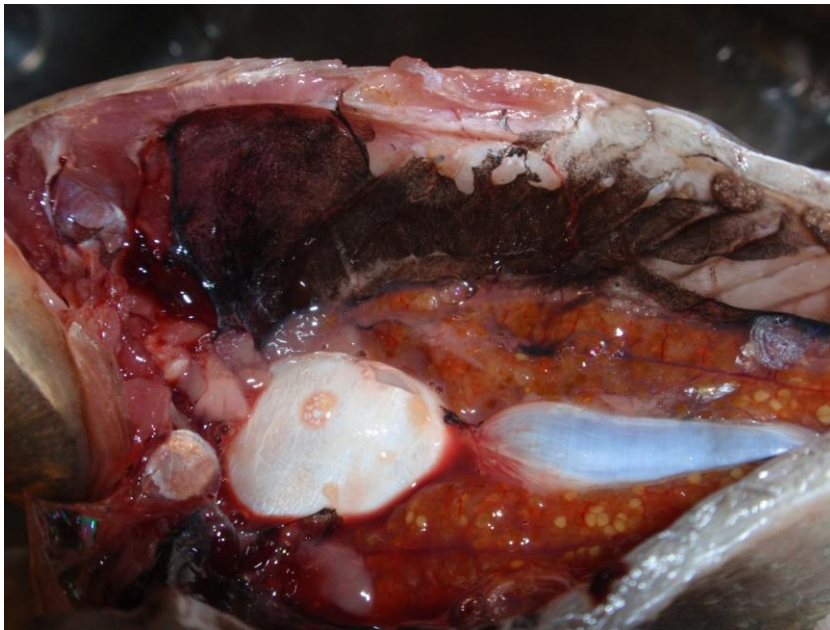
Tuntomerkeiltään hopearuutana on samanlainen kuin kultakalan (*Carassius auratus*) villi muoto. Henselin (1971) mukaan hopearuutana ja kultakala eivät ole itse asiassa edes morfologisesti erotettavissa toisistaan, ja Lelek (1987) kuvailee hopearuutanaa kultakalan maantieteelliseksi muunnokseksi (ks. Holopainen, Tonn & Paszkowski 1996, 4). Täten kirjallisuudessa *Carassius auratus* -sista puhuttaessa saatetaan tarkoittaa myös hopearuutanaa (em. 3). Tämänhetkisen tiedon perusteella hopearuutanalla on silti itsenäisen lajin status (Penanen & Urho 2005). Kotoisten vesiemme lajeista hopearuutana muistuttaa läheisesti ruutanaa (*Carassius carassius*), joksi se usein erehdyksessä sekoitetaan.



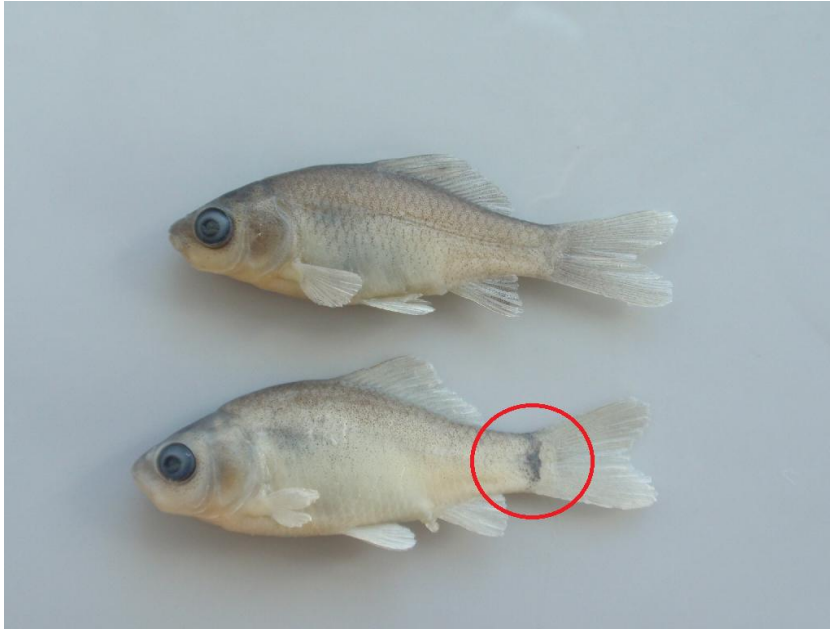
Kuva 1. Salon entisiltä jätevesialtailta pyydettyjä hopearuutanoita.



Hopearuutan erottaa ruutanasta parhaiten ruumiinontelonkalvosta, joka on ruutanalla vaalea ja hopearuutanalla musta (kuva 2). Suomut ovat hopearuutanalla jonkin verran suuremmat ja väritys vaaleampi: selkä on tavallisesti vihertävän harmaa, kyljet ja vatsa hopeisen vaaleat (kuva 1). Myös silmän värikehää voidaan käyttää apuna tunnistuksessa – se kun on hopearuutanalla valkea, ruutanalla ruskeanoranssi. Hopearuutan selkä- ja peräevä ovat usein kuperia (ruutanalla koveria) ja pyrstöevän lovi on ruutanaa syvempi. Peräevän pehmeitä ruotoja hopearuutanalla on 5, ruutanalla 6, ja evän ensimmäisen ruodon sahalaita on ruutanalla hopearuutanaa sileämpi (Urho 2011, 78). Lajimääritys voidaan varmistaa laskemalla siivilähampaat ensimmäisestä kiduskaaresta, joita hopearuutanalla on 39–54 ja ruutanalla 23–34 (Saura & Varjo 2009, 90–91). Poikasvaiheessa lajit voidaan erottaa toisistaan pyrstöevän juurella olevasta tummasta täplästä, jollaista hopearuutanalla ei ole (kuva 3).



Kuva 2. Hopearuutan ruumiinontelo (musta kalvo).



Kuva 3. Nuori hopearuutana ja ruutana (poikastäplä).

## 2.2 Elinympäristö

Hopearuutana hyötynee ilmaston lämpenemisestä (Urho 2011, 78). Se ei ole elinympäristönsä suhteen kovin vaativa, mutta viihtyy parhaiten lämpimissä ja rehevissä vesissä (Saura & Varjo 2009, 91). Hopearuutana sietää vähähappisia oloja jokseenkin yhtä hyvin kuin ruutana, ja mm. Virossa sitä tavataankin useissa matalissa, mutapohjaisissa ”ruutana-järvissä”. Hopearuutana on pohjakala, jonka ekolokero löytyy kuitenkin hieman ruutanaa ylempää pohjasta (Pihu, Saat & Turovski 2003, 232.)

## 2.3 Ravinto

Muiden särkikalojen tavoin myös hopearuutanalta puuttuvat hampaat ja mahalaukku. Sillä on kuitenkin pitkä suoli ja vahvat nieluhampaat, joilla se jauhaa ravintonsa pieneksi. (Holopainen ym. 1996, 7.) Eläin- ja kasviplanktonravinnon ottamiseen hopearuutanalla on siihen hyvin soveltuvat pitkät ja tiheät siivilä-

hampaat (Urho 2011, 78). Mehikoorma-järvellä Virossa hopearuutanan poikaset syövät aluksi pelkästään eläinplanktonia. Tämän jälkeen ne alkavat syömään myös surviaissääsken toukkia, joiden osuus ruokavaliossa lisääntyy kalan kasvaessa. Jossain vaiheessa mukaan tulevat myös muiden vesihyönteisten toukat ja makrofytytit. (Pihu ym. 2003, 233.) Kasvien ravinnollisesta arvosta kaloille ei kuitenkaan ole tietoa (Holopainen ym. 1996, 7). Unkarin Balaton järvellä suurten hopearuutanoiden ravinto koostui pääosin detrituksesta ja kasviplanktonista, avovedessä lähinnä eläinplanktonista (Specziár, Tölg & Bíró 1997, 1117). Hopearuutana ei siis ole ravintonsa suhteen kovinkaan vaativa. J. Pennasen (henkilökohtainen tiedonanto 9.4.2014) mukaan sille saattavat kelvata ravinnoksi jopa kalan poikaset (havainnot Salon entisiltä jätevesialtailta), kun taas Viikin lammessa kalojen suolet täyttyivät detrituksesta.

## 2.4 Lisääntyminen

Hopearuutana kutee katkoittain (Pihu ym. 2003, 233). Esimerkiksi Amur-joella se laskee ensimmäisen mätilastinsa toukokuun lopulla – kesäkuun alussa, toinen kutu tapahtuu heinäkuun alkupuolella ja viimeinen kuun lopussa (Demina 1981, 98). Suomessa hopearuutana kutee ensimmäisen kerran niin ikään toukokuussa veden lämmentyä 16–18 asteeseen (Urho 2011, 77).

Hopearuutanasta on olemassa kaksi morfologisesti hyvin samantyyppistä biotyyppiä. Diploidissa muodossa populaatiossa esiintyy tavalliseen tapaan sekä koiras- että naaraskaloja, triploidissa biotyypissä ainoastaan naaraita. (Pihu ym. 2003, 232.) Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, ettei hopearuutana tarvitse lisääntymiseen välttämättä oman lajinsa koiraita, vaan alkion aktivoimiseen riittää jonkin muun särkikalan maiti. Tällöin jälkeläiset saavat ainoastaan emokalansa perimän ja ovat geneettisesti toistensa klooneja. (Saura & Varjo 2009, 91.) Virossa hopearuutana käyttää tähän gynogeneesiseen lisääntymistapaan yleisimmin ruutanan maitia (Pihu ym. 2003, 232). Hopearuutana on tehokas lisääntyjä, ja uuteen elinympäristöön päässeet kalat tuottavat runsaasti jälkeläisiä. Esimerkiksi Salon entisen jätevedenpuhdistamon toisesta altaasta saatiin vuo-

den 2008 koekalastuksessa pelkästään ruutanaa, mutta kaksi vuotta myöhemmin hopearuutanoita oli altaassa jo yhtä paljon (Ylönen 2010). Altaalla ei ole meriyhteyttä, joten lammikkoon tavalla tai toisella päässyt hopearuutana (tai useampi yksilö) on lisääntynyt altaassa hämmästyttävän tehokkaasti.

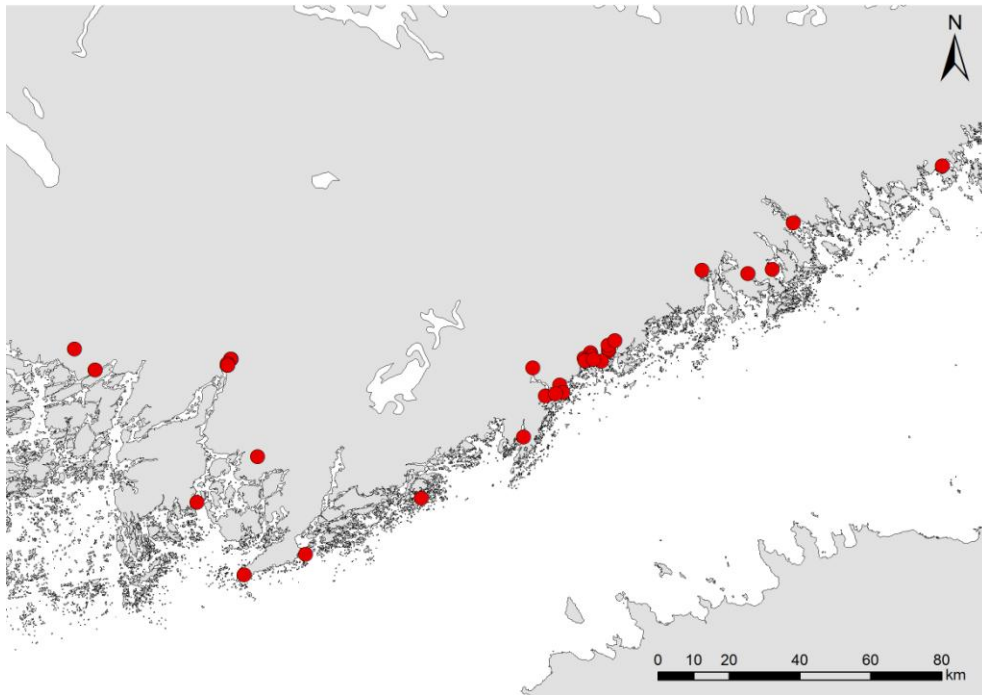
## 2.5 Kasvu

Hopearuutana on vasta rantautunut Suomeen, joten sen kasvua ei ole vielä maassamme juuri tutkittu. Useat tutkimukset muualta maailmasta sen sijaan osoittavat, että hopearuutana on leveyspiiristä riippumatta varsin nopeakasvuinen laji. Etenkin ensimmäisinä elinvuosinaan sen kasvuvauhti on nopeaa. Balaton järvellä Unkarissa 2+-ikäinen hopearuutana oli keskimäärin 4–5 cm pidempi kuin muut tutkimuksen kohteena olleet särkikalat (lahna, särki ja pasuri) (Specziár ym. 1997, 1114). Myös Virossa hopearuutana kasvaa nopeammin kuin suurin osa muista särkikaloista, ja 5-vuotiaan hopearuutanan koko vaihtelee 22 cm:n ja 32 cm:n välillä (Pihu ym. 2003, 234). Suurimmalla Suomesta saadulla hopearuutanalla oli pituutta 50 cm ja painoa 3,497 kg (Vantaanjokisuu) (Kalatalouden keskusliitto 2014).

## 2.6 Levinneisyys

Hopearuutana on kotoisin Itä-Aasiasta, josta se tuotiin Baltiaan 1940-luvun lopulla (Saura & Varjo 2009, 90). Virossa hopearuutanaa istutettiin muutamaa lampen vuonna 1948. Tämän jälkeen istutuksia tehtiin myös monessa järvesä, joista se todennäköisesti levisi mereen. (Pihu ym. 2003, 231.) Ensimmäinen havainto Itämereltä tehtiin Riianlahdella vuonna 1985 (Vetemaa 2006, 30). 2000-luvun vaihteessa hopearuutanoiden määrä Viron rannikolla kasvoi räjähdysmäisesti (em. 30), ja uuden tulokkaan rantautuminen Suomeen varmistettiin viimein vuonna 2005. Todennäköistä kuitenkin on, että hopearuutana on tullut vesillemme jo vuosituhannen vaihteessa. Vuoteen 2013 mennessä lajia on tavattu jo lähes koko Eteläisellä rannikkoalueella aina Kotkasta Turkuun asti (kuva 4). Hopearuutana käyttää uusiin paikkoihin levittäytymiseen jokien lisäksi

todennäköisesti myös oja, ja lajihavainnot on tehty jo useissa sisävesissäkin (Urho 2011, 98–99).



Kuva 4. Hopearuutanahavainnot vuoteen 2013 mennessä. Kuva: RKTL.



### 3.1.1 Erityispiirteet

Tutkimusalue on eutrofinen, ja vesi on hyvin sameaa ja ruskeaa (Perkonaja & Salmi 2014, 27). Altaan syvin kohta on noin 1,5 metriä, mutta pääosin vettä on alle metri. Pohja on saviliejuja, johon on kertynyt runsaasti fosforia ja typpeä sisältävää lietettä. Jätevesien vuoksi altaalla on havaittu edelleen lievää saastumista mm. boorin, kadmiumin, vanadiinin, sinkin ja kuparin osalta (em. 26–27.) Pohjakasvillisuutta hallitsee runsasravinteisuudesta hyötyvä karvalehti (*Ceratophyllum demersum*) ja rantoja koristaa runsaana kasvava järviruoko (*Phragmites australis*). Runsaimmat lajit niukkalajisessa pohjaeläimistössä ovat survi-  
aissääsken toukka (*Chironomidae*) ja harvasukasmato (*Oligochaeta*) (Perkonaja & Salmi 2014, 28–29).



Kuva 6. Salon entiset jätevesialtaat. Kuva: Liikelaitos Salon vesi.

### 3.1.2 Kalasto

Ennen vuoden 2010 poistokalastusta altaalla on suoritettu koekalastuksia vuosina 2008 ja 2010 (Ylönen 2010). Kesäkuussa 2008 tehdyssä NORDIC-koeverkko-kalastuksessa saaliiksi saatiin 8 eri lajia: ruutana, hopearuutana, suutari, pasuri, salakka, ahven, särki ja kymmenpiikki. Hopearuutanaa oli altaassa

biomassaltaan kolmanneksi eniten ruutanan ja suutarin jälkeen (Toivonen 2008). Elokuussa 2010 suoritettu koekalastus toteutettiin samalla kaavalla. Tällä kertaa altaan kalasto koostui lähes sataprosenttisesti ruutanasta ja hopearuutanasta. Niiden lisäksi altaasta saatiin vain 4 muuta lajia: särki, salakka, pasuri ja hauki (Ylönen 2010). Koekalastukset osoittivat, että altaan kalabiomassa oli huomattavan suuri.

### 3.1.3 Poistopyynnin syyt ja tavoitteet

Viurilanlahti entisine jätevesialtaineen kuuluu Natura 2000 -alueeseen EU:n lintudirektiivin perusteella (Perkonaja & Salmi 2014, 13). Vesilinnut kuitenkin hävisivät altailta, ja syyksi epäiltiin alueen suurta kalabiomassaa. Särkikalat kilpailevat lintujen kanssa samasta ravinnosta. Ravintoa etsiessään kalat tonkivat pohjasedimenttiä ja vapauttavat sedimenttiin sitoutuneita ravinteita takaisin veteen. Levät lisääntyvät ja vesi samenee, mikä vaikeuttaa lintujen ravinnonsaantimahdollisuuksia entisestään. (Perkonaja & Salmi 2014, 54.) Vuonna 2010 kolmannella altaalla suoritettiin poistokalastus, jonka ensisijaisena tavoitteena olikin palauttaa linnuston elinolosuhteet ja alueen virkistyskäyttöarvo.

### 3.2 Näytteiden pyyntimenetelmät ja poistopyynti

Hopearuutanat pyydettiin vuosien 2006 ja 2013 välillä käyttäen eri pyyntitekniikoita. Vuoden 2006 (34 kpl), 2007 (244 kpl) ja 2009 (1 kpl) näytteet pyydettiin ongella Jussi Pennasen ja Lauri Urhon toimesta. Vuoden 2010 näytteet (199 kpl) olivat peräisin poistokalastuksesta, jonka suoritti kalastusmestari Matti Huttunen matalille lintuvesille tarkoitetuilla rysillä. Syyskuussa toteutetun poistopyynnin aikana altaasta poistettiin noin 7 tonnia kalaa, joista 6 tonnia oli hopearuutanaa (83 %) ja käytännössä loput ruutanaa (kuva 7). Kappalemäärässä mitattuna hopearuutanoita oli yli 90 prosenttia saaliista (Urho 2011, 98.) Vuonna 2011 näytekalojen (22 kpl) pyyntiin käytettiin katiskaa, onkea ja verkkoa, ja vuonna 2012 (301 kpl) avoperäryssä, nuottaa, onkea ja katiskaa. Näytteitä pyydettiin onkimalla myös vuonna 2013 (38 kpl).



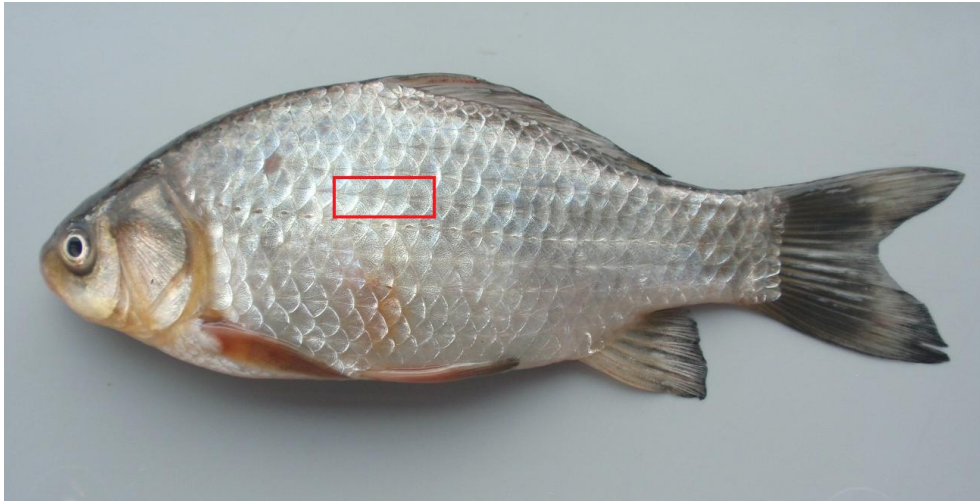


Kuva 7. Poistopyyntisaaliina saatuja hopearuutanoita ja ruutanoita. Kuva: Lauri Urho.

### 3.3 Näytteiden käsittely

Hopearuutanat oli pakastettu pyynnin jälkeen. Näytekalat sulatettiin ottamalla ne pois pakkasesta pari tuntia ennen tutkimista. Hitaammin sulaneiden näytteiden sulattamiseen käytettiin kylmää vettä. Poikasnäytteet oli säilötty ensin formaliiniin ja sen jälkeen 70–80-prosenttiseen etanoliin. Tutkituista kaloista mitattiin kokonaispituus ja paino, sekä otettiin suomunäyte. Kokonaispituus mitattiin millimetrin tarkkuudella kalan kuonosta pyrstön kärkeen. Paino mitattiin gramman tarkkuudella. Suomunäytteet tulisi ottaa siitä kohdasta, johon ne kasvavat kalalle ensimmäisenä (Bagenal & Tesch 1978, 104). Kaikki suomunäytteet otettiinkin samasta paikasta selkäevän etureunan ja kylkiviivan välistä, kalan viidenneltä suomuriviltä (kuva 8). Hopearuutanan suomut ovat suuria, joten ne irrotettiin yksitellen pinseteillä. Tämän jälkeen suomut puhdistettiin vedellä ja kuivattiin kevyesti talouspaperiin. Menetelmä vie aikaa, mutta helpottaa vuosienkaiden havaitsemista ja iän määrittämistä (Pennanen, henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2013). Pyrkimyksenä oli ottaa jokaiselta kalalta viisi valikoitua

suomua. Tähän ei kuitenkaan aina pystytty, sillä näytteiden joukossa oli kaloja, joiden suomut olivat lähes kokonaan regeneroituneita. Osalla kaloista suomut olivat myös merkillisesti ”väärinpäin”, eikä niitä käytetty iän määrittämiseen (kuva 9). Valikoidut suomut laitettiin suomupussiin ja pussi kevyen painon alle käpristymisen estämiseksi. Hopearuutanänäytteitä oli yhteensä 842 kappaletta, joista osa oli RKTL:n aiemmin tutkimia. Kaikki näytekalat olivat naaraita.



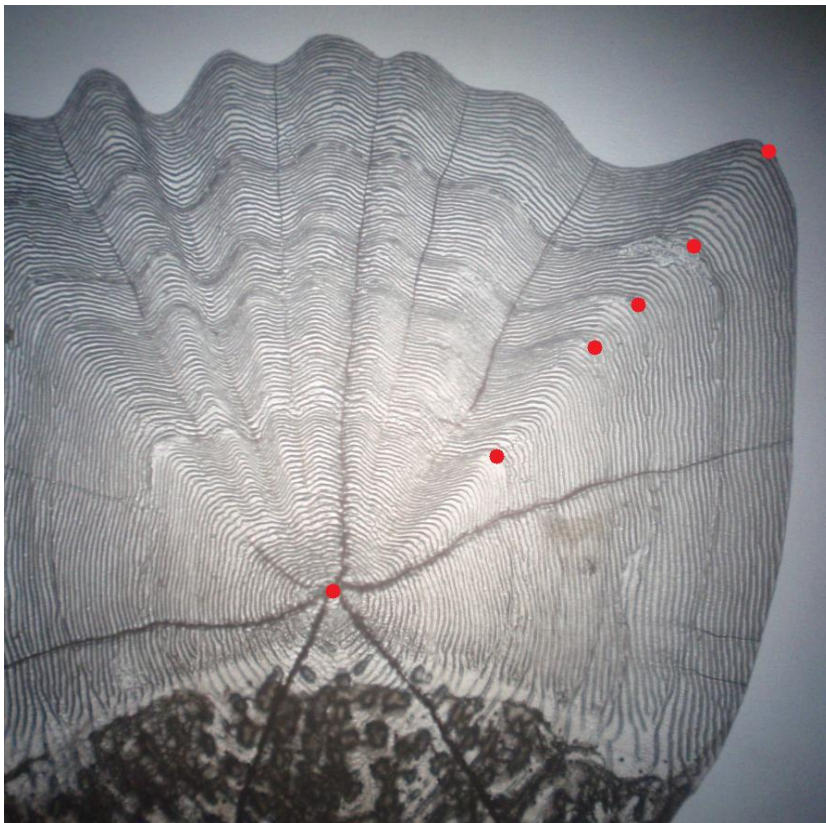
Kuva 8. Kohta, josta suomunäyte otettiin.



Kuva 9. Epämääräinen suomupeite.

### 3.4 Ikä- ja takautuva kasvunmääritys

Kalojen iänmääritys tehtiin suomuista mikrokortinlukulaitteen avulla 38-kertaisella suurennuksella. Jotta takautuvan kasvunmäärityksen menetelmää voidaan käyttää, on suomunäytteitä oltava monenkokoisista yksilöistä (Raitaniemi, Nyberg & Torvi 2000, 107). Otos sisälsi 54 hopearuutanaa, jotka edustivat tasaisesti eri kokoluokkia 33 millimetristä aina 223 millimetriin asti. Jokaisesta suomusta mitattiin vuosirenkaiden etäisyydet suomun keskuksesta, eli fokuksesta. Tämän lisäksi näytekalan neljästä suomusta mitattiin kokonaissäde (S), ja säteistä saatu keskiarvo kirjattiin ylös. Takautuvan kasvunmäärityksen suomunmittauslinja ei ole vakiintunut, ja se vaihtelee eri tutkimuslaitoksissa (Raitaniemi ym. 2000, 95). Mittauksessa käytettiinkin samaa anterolateraalista linjaa suomun fokuksesta oikeaan yläreunaan, jota myös RKTL oli käyttänyt jo aiemmin tutkituissa näytteissä (kuva 10).



Kuva 10. Takautuvassa kasvunmäärityksessä käytetty mittauslinja

Suomun säteistä ja kalojen kokonaispituuksista muodostettiin hajontakaavio. Pistejoukkoon sovitettu suora oli lineaarinen ja leikkasi y-akselin (kokonaispituus, mm) 22,5 kohdalta (kuvio 1). Hopearuutanan suomut alkavat kasvaa kalan ollessa noin 17 millimetrin mittainen (Laurila & Holopainen 1990), joten takautuvan kasvun määrittämisessä oli perusteltua käyttää Fraserin (1916) ja Leen (1920) kaavaa, joka tarkoittaa määrittämisestä verrattuna origosta alkavaan suoraan.

Fraserin ja Leen yhtälön malli:

$$L_i = S_i / S (L - c) + 22,5,$$

jossa

$L$  = kalan pituus

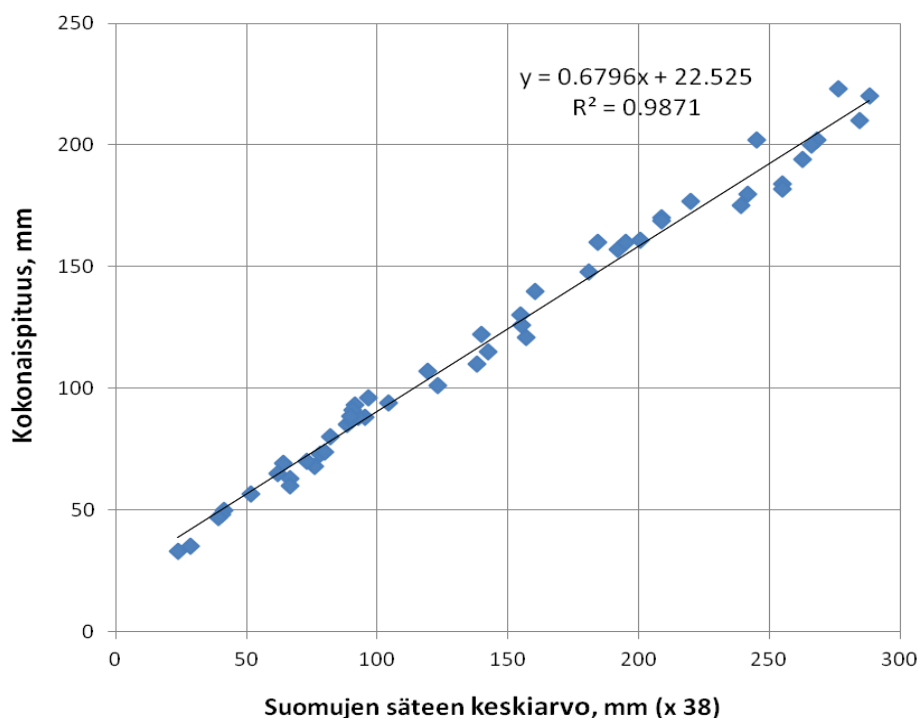
$L_i$  = kalan pituus iässä  $i$

$S$  = suomun säde

$S_i$  = suomunsäde iässä  $i$

22,5 = vakio.

Jotta virhemahdollisuus pituuden takautuvassa määrittämisessä olisi mahdollisimman pieni, tulisi mallin selitysvahvuuden ( $r^2$ ) olla riittävän suuri, mielellään yli 0,95 (Raitaniemi ym. 2000, 114). Hajontakaaviosta saatu selitysvahvuus 0,9871 oli siis hyvä, mikä vähensi eroja eri lähtökohdista laskettujen takautuvien pituuksien välillä. Takautuva kasvu määritettiin yhteensä 163:lta hopearuutanayksilöltä.

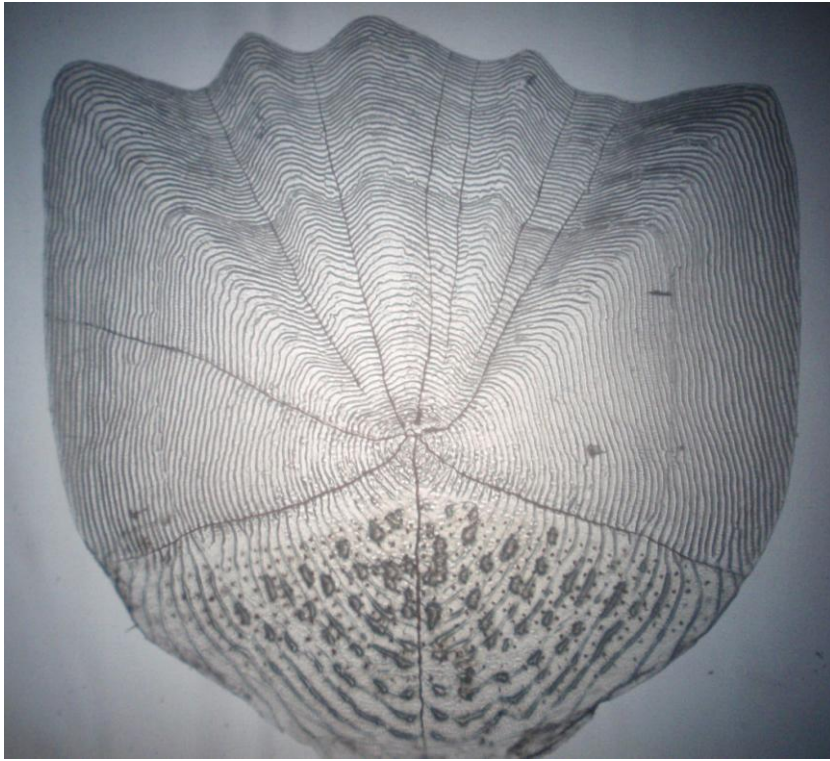


Kuvio 1. Suomun säteistä ja hopearuutanoiden kokonaispituuksista muodostettu hajontakaavio (n=54).

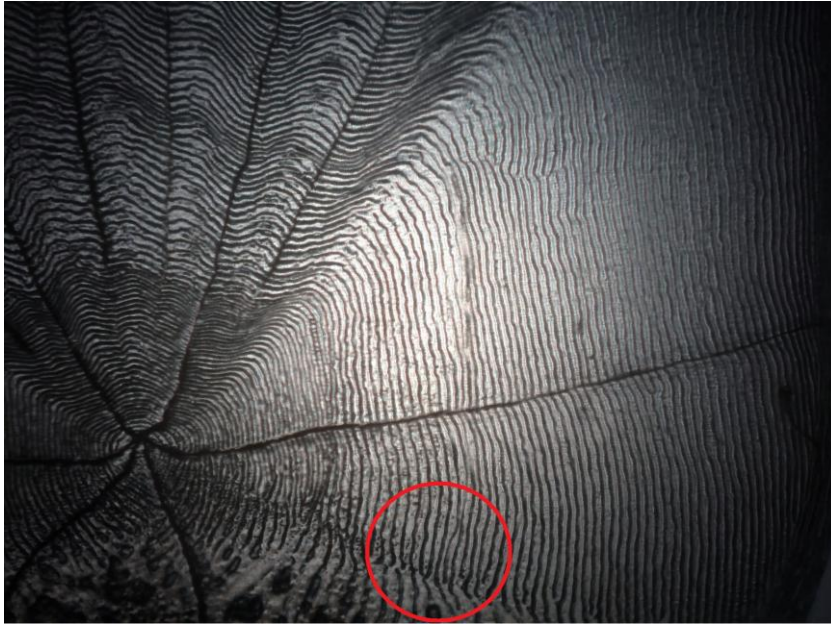
### 3.5 Iänmäärityksen ongelmat

”Kun kalakannan aikaisempaa kasvuhistoriaa ei tunneta, yksilöiden kasvussa saattaa olla erityispiirteitä, jotka vaikeuttavat iänmääritystä” (Raitaniemi ym. 2000, 91). Ongelmia ilmaantuikin erityisesti 2010 syntyneiden hopearuutanoiden kohdalla. Kyseisen vuosiluokan suomunäytteille oli tyypillistä ensimmäisen vuoden kasvukeskuksen jälkeen muodostunut valerengas. Kun aidot vuosirenkaatkin olivat usein hyvin vaatimattomia (kuva 11), syntyi valerenkaiden kohdalla aluksi virhetulkintoja. Pian havaittiin, että valerengas löytyi samasta kohtaa lähes jokaiselta 2010 vuosiluokan yksilöltä, jolloin iänmääritys selkeytyi ratkaisevasti. Vuosirenkään erotti valerenkaasta lopulta parhaiten kasvurenkaiden leikkauslinjasta suomun takakulmassa (kuva 12). Suomut tutkittiin uudelleen ja

palat loksativat kohdilleen, kun ainoiksi 2009 vuosiluokan edustajiksi tulkitut näytteet kuuluivatkin vahvaan 2010 vuosiluokkaan.



Kuva 11. Hopearuutanan somu (ikä 1+, pituus 126 mm).



Kuva 12. Valerenkaallinen suomu (Kasvurenkaiden leikkauslinja puuttuu).

länmäärityksessä oli paikoin ongelmia myös suurten ja vanhojen kalojen suomenäytteiden kohdalla. Suurten hopearuutanoiden suomut olivat niin isoja, etteivät ne tahtoneet mahtua mikrokortinlukulaitteen ruudulle. Toisaalta vanhojen kalojen annulusten sijainnista ei saanut usein sataprosenttista varmuutta. Tällöin näyte jätettiin aineistosta virheiden välttämiseksi kokonaan pois.



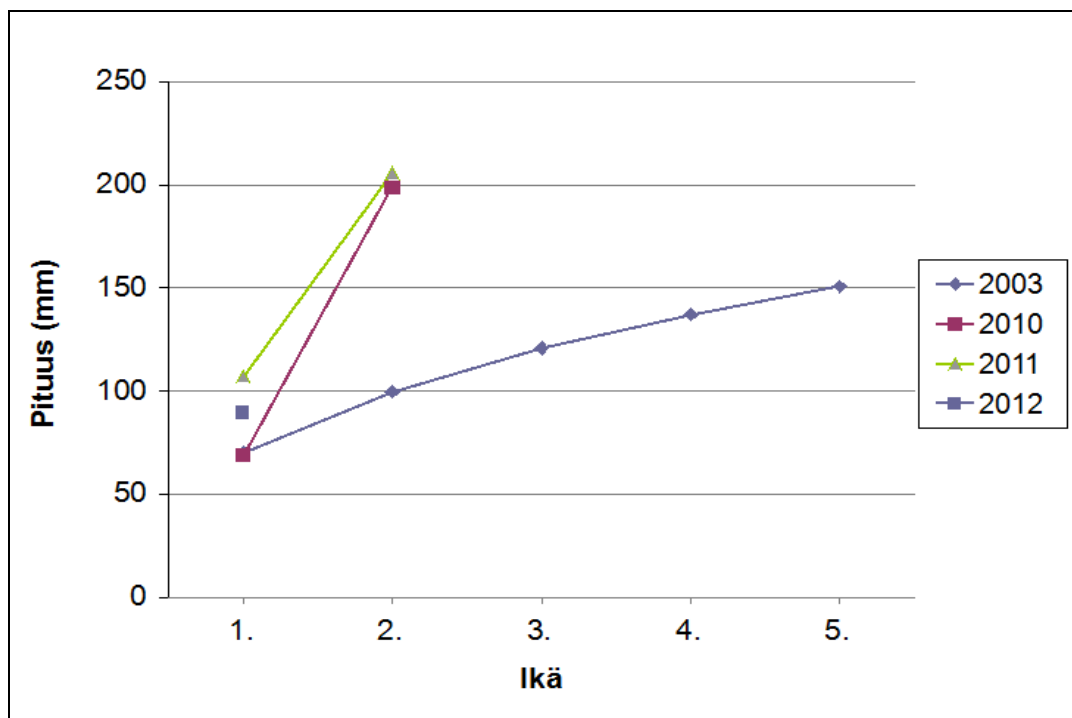
Kuva 13. 18.9.2012 pyydetyyn hopearuutanan suomu (ikä 9+, pituus 268 mm).



## 4 TULOKSET

### 4.1 Kasvu vuosiluokittain

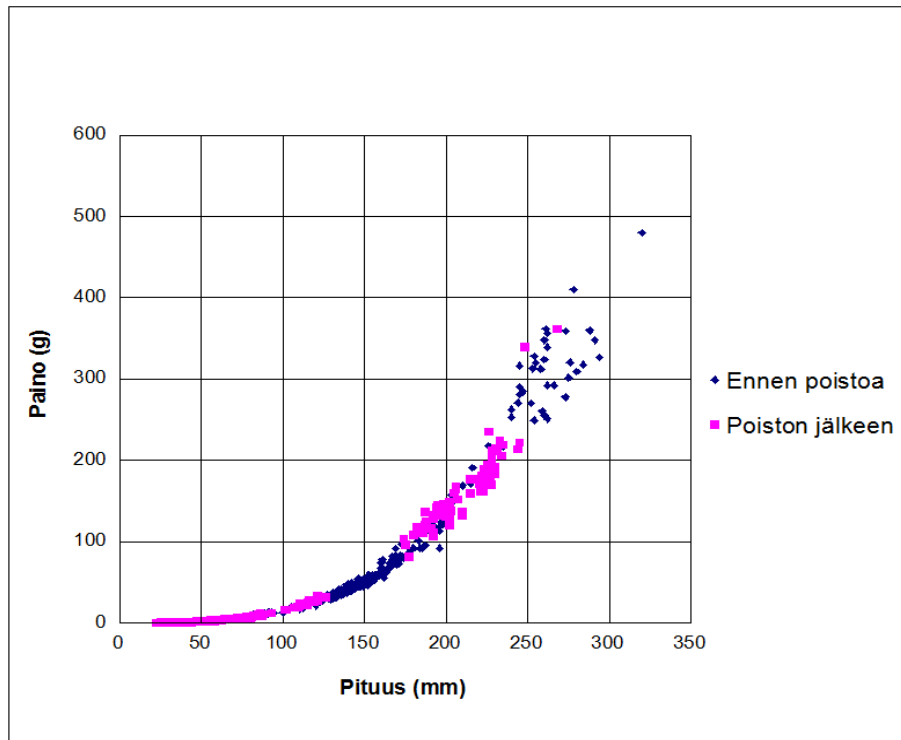
Vuosiluokkien kasvua kuvaavasta diagrammista (kuvio 2) ilmenee, että ennen poistopyyntiä (vuosiluokat 2003 ja 2010) hopearuutanat olivat yhden vuoden ikäisinä keskimäärin 7 senttimetrin pituisia. Poistopyyntiä seuraavan vuoden 2011 vuosiluokan keskipituus oli ensimmäisen kasvukauden jälkeen vajaat 11 cm, ja vuosiluokan 2012 noin 9 cm. Vuosiluokan 2003 kasvu jatkui ensimmäisen vuoden jälkeen hitaana, mutta poistopyynnin jälkeisinä vuosina eläneiden vuosiluokkien (2010 ja 2011) yksilöt olivat kahden vuoden iässä keskimäärin 20 senttimetrin pituisia. Vuosiluokan 2012 näytekalat pyydettiin heinäkuussa 2013, joten takautuva kasvu voitiin määrittää vain ensimmäiselle vuodelle.



Kuvio 2. Hopearuutanan kasvu vuosiluokittain. Vuosiluokka 2003 (n=94), 2010 (n=39), 2011 (n=11) ja 2012 (n=20).

#### 4.2 Painon ja pituuden suhde

Hopearuutanoiden painon ja pituuden suhteessa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia ennen ja jälkeen poistopyynnin. Kalat saavuttivat 20 g:n painon noin 12 cm:n pituisina. 200 g:n raja meni rikki kalojen ollessa noin 22,5 cm, minkä jälkeen pituuden ja painon suhteessa on enemmän hajontaa (kuvio 3).

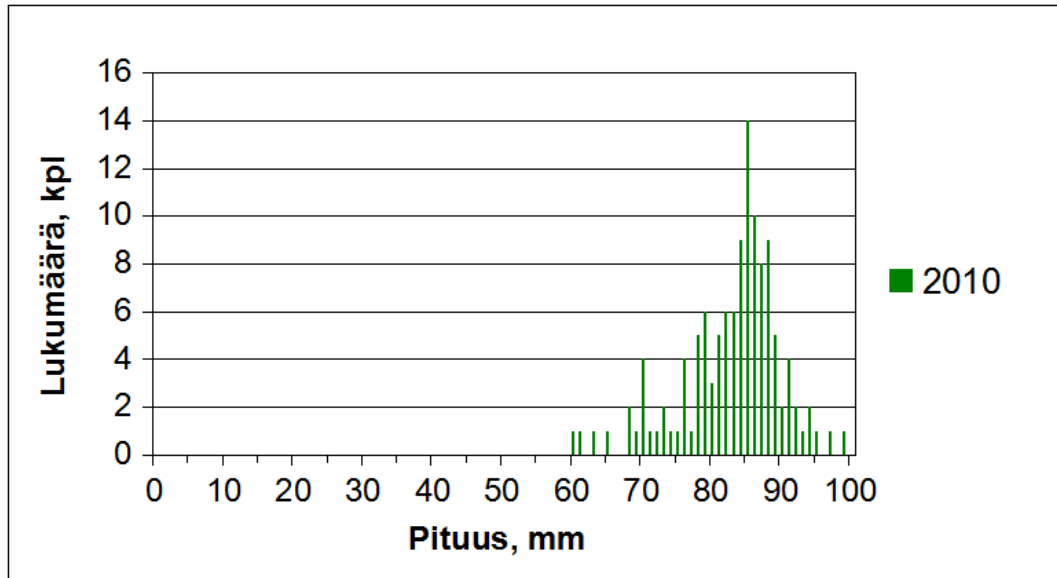


Kuvio 3. Hopearuutanoiden painon ja pituuden suhde. Ennen poistoa (n=326) ja poiston jälkeen (n=347).

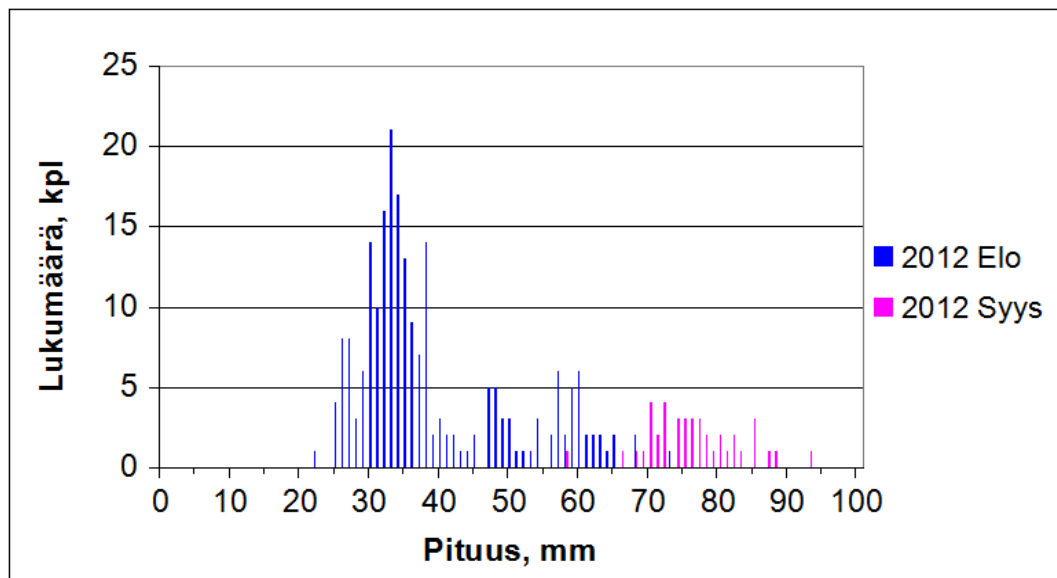
#### 4.2 Juveniilien pituudet

Vuosina 2010 ja 2012 altaasta pyydettyjen juveniilien, eli nuorten kalojen pituusjakaumat koostuivat yhteensä 382 näytekalasta. Suurin osa vuoden 2010 juveniileista oli 70–99 mm:n mittaisia (kuvio 4). Eniten otos sisälsi 85 mm:n kaloja, joita oli 14 kappaletta. Vuonna 2012 hajonta oli huomattavasti suurempaa. Juveniileja löytyi 25 mm:stä lähtien lähes jokaiselle millimetriasteikolle, aina 88

mm:iin asti (kuvio 5). Selkeä piikki pituusjakaumassa oli ainoastaan 30–38 mm:n kalojen kohdalla. Syyskuussa 2012 pyydetyt juveniilit olivat elokuun näytelaloja pidempiä, keskimäärin 70–85 mm:n mittaisia.



Kuvio 4. Juveniilien pituusjakauma 1.9.2010 (n=122).



Kuvio 5. Juveniilien pituusjakauma 8.8.2012 (n=219) ja 18.9.2012 (n=41).

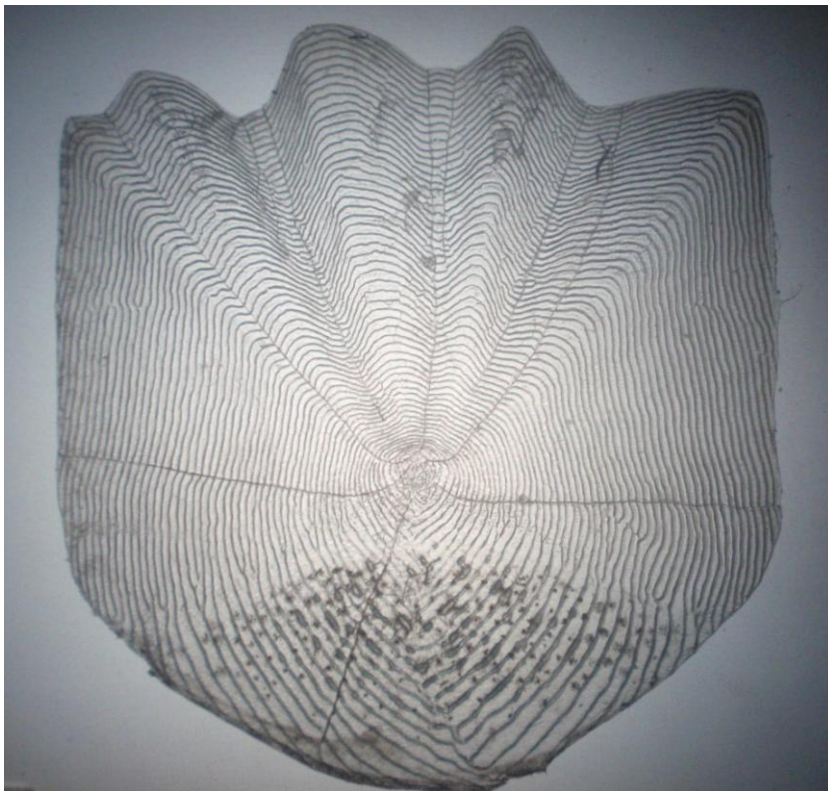
## 5 TULOSTEN TARKASTELU

Ennen poistopyyntiä tutkimusalueelta saatiin näytteeksi muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta vain vuonna 2003 syntyneitä hopearuutanoita. Näille kaloille oli kertynyt pituutta viidennen kasvukauden jälkeen keskimäärin reilut viisitoista senttiä. Suomessa hopearuutanan kasvua ei ole juuri tutkittu, joten vertailupohja aineistolle jouduttiin etsimään muualta. Virossa hopearuutanan kasvussa oli merkittäviä eroja tutkimuskohteiden välillä, mutta kalat saavuttivat viidentoista senttimetrin pituuden keskimäärin kolmannella kasvukaudellaan. Viiteen ikävuoteen ehtineet kalat olivat tutkimuskohteesta riippuen 22–32 cm:n mittaisia. (Pihu ym. 2003, 234.) Vuosina 2006 ja 2007 Salon altaasta saatiin yhteensä kuusi näytekaloa, jotka olivat syntyneet varmuudella ennen vahvan 2003-vuosiluokan syntyä. Näiden kalojen kasvu oli samansuuntaista Viron tulosten kanssa, kun iänmäärittämisessä keskimäärin 5+ ikäisiksi arvioidut kalat olivat keskimäärin 28 cm:n mittaisia. Hopearuutanan poistokalastusta edeltävää kasvua voidaan täten pitää tutkimusalueella suhteellisen hitaana. Koekalastukset sekä poistokalastus osoittivat, että altaan kalabiomassa oli huomattavan suuri, ja syy hopearuutanan hitaaseen kasvuun löytyikin juuri suuren kalamäärän aiheuttamasta ravintokilpailusta.

Poistokalastuksen jälkeen hopearuutanan kasvuvauhti odotetusti muuttui. Kalabiomassan romahtaminen lisäsi erityisesti *Daphnia pulex* -vesikirppujen määrää altaassa (Pennanen 2014). Ravinnon lisääntyminen ja ennätyslämmin kesä (Ilmatieteenlaitos 2014a) loivat edellytykset huippukasvulle, jota hopearuutanat eivät jättäneet käyttämättä. Kilpailun poistuttua varsinkin vuosina 2010 ja 2011 syntyneet ikäluokat kasvoivat huimaa vauhtia. Molempien ikäluokkien kalat saavuttivat 20 cm:n pituuden keskimäärin toisen kasvukauden jälkeen; Vuosiluokalla 2010 koon lisäys oli vuoden aikana huimat 65 prosenttia. Nopeasta kasvuvauhdin muutoksesta huolimatta hopearuutanoilla ei kuitenkaan ilmennyt eroja painon ja pituuden suhteessa ennen poistopyyntiä ja sen jälkeen.

Poistokalastuksen yhteydessä vuonna 2010 pyydetyt juveniilit kalat olivat yllättäen kookkaampia kuin vuosiluokan 2012 yksilöt. 2010-vuosiluokka oli ensimmä-

mäinen vahva sukupolvi vuoden 2003 jälkeen, joten suuresta kalabiomassasta huolimatta pientä eläinplanktonia on ollut altaassa ilmeisen runsaasti saatavilla. Kokoero selittynee myös lämpötilaeroilla: kesä 2010 oli poikkeuksellisen lämmin, kun taas vuonna 2012 hellepäivät olivat kortilla (Ilmatieteenlaitos 2014b). Juveniilien pituusjakaumia tarkasteltaessa huomio kiinnittyy erityisesti vuoden 2012 kaloihin ja juveniilien laajaan kokojakaumaan, mikä kielii kalojen useammasta kutujaksosta myös Salon tutkimusalueella. Vuonna 2011 poikasnuottuksia ei tehty, mutta kaksi elokuun lopussa katiskalla pyydettyä juveniilia olivat molemmat noin 12 cm pitkiä. Jotain poistokalastuksen vaikutuksesta hopearuu-tanan kasvuun kertoo osaltaan se, että ennen poistopyyntiä tällaisia pituuksia alkoi löytyä kaloilta yleisesti vasta kolmannella kasvukaudella – nyt ensimmäinen kasvukausi ei ollut vielä edes päättynyt.



Kuva 14. 31.8.2011 pyydetyn hopearuu-tanan suomu (ikä 0+, pituus 121 mm).

Tutkimusalueen erityisyyden vuoksi hopearuutanan kasvusta Meriniityn kolmannella altaalla ei voida vetää suoraa johtopäätöksiä lajin kasvuun muualla. Poistokalastussaalit sisälsi käytännössä vain hopearuutanaa ja ruutanaa. Hopearuutanan kyky sietää hapettomia oloja on lähes vastaava kuin ruutanalla, joten kalaston yksipuolisuudesta voidaan päätellä altaan kärsivän happikatoista. Todennäköisesti happikatoja esiintyy matalalla altaalla lähinnä talvisin orgaanisen aineen hajoamisen seurauksena. Altaan meriyhteys on rajallinen, eivätkä kalat pääse liikkumaan altaan ja meren välillä vapaasti; vanha purkupuutkimahdollistaa liikkumisen ainoastaan korkean veden aikaan. Pidempiaikaista kilpailua hopearuutanan ja heikommin vähähappisia olosuhteita sietävien lajien välille ei siis pääse syntymään. Vuosi poistopyynnin jälkeen (2011) tehdyssä koekalastuksessa hopearuutanoita oli altaassa vasta neljänneksi eniten särjen, lahnan ja ahvenen jälkeen (J. Pennanen, henkilökohtainen tiedonanto 12.2.2014). Viimeistään seuraava happikato kuitenkin palauttaa asiat poistopyyntiä edeltäneeseen tilanteeseen, jossa tutkimusalueen kalastoa dominoi hopearuutana, ja kasvun rajoittavaksi tekijäksi muodostuu ainoastaan lajinsisäinen kilpailu.

## 6 KIITOKSET

Tämän opinnäytteen tekeminen oli pitkä ja opettavainen prosessi. Haluankin mainita kiitokset RKTL:n tutkija Jussi Pennaselle avun ja tietotaidon jakamisesta, jotka ovat olleet erityisen arvokkaita työn valmistumisen kannalta. Lämmin kiitos myös ohjaajalleni Raisa Kääriälle tuesta ja neuvoista.

## LÄHTEET

Bagenal, T. B. & Tesch, F. W. 1978. Age and Growth. Teoksessa Bagenal, T. (toim.) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters (3rd Ed.) IBP Handbook No 3.

Demina, A. G. 1981. Features of Growth and Sclerite Formation During the First Year of the Life of the Wild Goldfish, *Carassius auratus gibelio*, in the Amur River. Scripta Publishing Co.

Holopainen, I. J.; Tonn, W. M. & Paszkowski, C. A. 1996. Tales of two fish: the dichotomous biology of crucian carp (*Carassius carassius* (L.)) in northern Europe. Ann. Zool. Fennici 34:1-22. Finnish Zoological and Botanical Publishing Board 1997, Helsinki.

Ilmatieteenlaitos 2014a. Kesän 2011 sää. Viitattu 9.4.2014. Saatavissa <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2011>

Ilmatieteenlaitos 2014b. Kesän 2012 sää. Viitattu 13.4.2014. Saatavissa <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2012>

Kalatalouden keskusliitto 2014. 2000-luvun Suomen ennätyskalat ja Suomen ennätyskalarekisteriin hyväksytyt suurkalat. Viitattu 30.3.2014. Saatavissa <http://www.ahven.net/ennatyskalat>

Laurila, S. & Holopainen, I. J. 1990. Features of embryonic and larval development of crucian carp, *Carassius carassius* (L.) with a note of species identification. Ann. Zool. Fennici 27:361-367. Finnish Zoological Publishing Board, Helsinki.

Pennanen, J. & Urho, L. 2005. Hopearuutana rantautunut Helsinkiin – uusi kalalaji Suomessa. Viitattu 21.3.2014. Saatavissa [http://www.rktl.fi/tiedotteet/uusi\\_kalalaji\\_suomessa.html](http://www.rktl.fi/tiedotteet/uusi_kalalaji_suomessa.html)

Perkonoja, M. & Salmi, P. 2014. Viurilanlahden Natura 2000 alueen hoito- ja käyttösuunnitelma. Raportteja 5/2014. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Jyväskylä: Kopiajyvä Oy.

Pihu, E.; Saat, T. & Turovski, A. 2003. Gibel carp, *Carassius gibelio* (Bloch). Teoksessa Ojaveer, E., Pihu, E. & Saat, T. Fishes of Estonia. Tallinn: Estonian Academy Publishers.

Raitaniemi, J.; Nyberg, K. & Torvi, I. 2000. Kalojen iän ja kasvun määrittäminen. Riistan- ja kalantutkimus. Helsinki: F.G. Lönnberg Oy.

Saura, A. & Varjo, M. 2009. Kalat Suomen luonnossa. Helsinki: Otava.

Toivonen, O. 2008. Salon jätevedenpuhdistamon altaiden 2 ja 3 koeverkkokalastus. Koekalastusraportti.

Urho, L. 2011. Kalasto-, kalakantamuutokset ja vieraslajit ilmaston muuttuessa. RKT:n työraportteja 6/2011. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Vetemaa, M. 2006. Invasion history and population structure of the alien gibel carp *Carassius gibelio* in Estonian marine waters. Teoksessa Ojaveer, H. & Kotta, J. (toim.) Alien invasive species in the north-eastern Baltic Sea: population dynamics and ecological impacts. Estonian Marine Institute Report Series No. 14, Tallinn.

Ylönen, O. 2010. Salon jätevedenpuhdistamon altaiden 2 ja 3 verkkokalastus vuonna 2010. Koekalastusraportti. Lounais-Suomen kalastusalue.