

*Jari Setälä
Jouni Vielma
Juha Koskela
Asmo Honkanen
Kaija Saarni
Teemu Jokelainen
Minna Suvanto
Markus Kankainen
Jarno Virtanen*

Ahvenanmaan kestävän kalankasvatuksen
kehittämisvaihtoehtoja

Turku 2007

Jari Setälä, Jouni Vielma Juha Koskela, Asmo Honkanen, Kaija Saarni, Teemu Jokelainen, Minna Suvanto ja Markus Kankainen

Ahvenanmaan kestävän kalankasvatuksen kehittämismuutokset

Ahvenanmaan maakunnan kestävän kalankasvatuksen toimintasuunnitelma (302129)

Ahvenanmaan maakuntahallitus hyväksyi syksyllä 2005 ympäristöohjelman, jonka mukaan Ahvenanmaan kalankasvatuksen ravinnekuormitusta on vähennettävä vuoteen 2011 mennessä 50 % ja vuoteen 2015 mennessä 80 %. Maakuntahallitus tilasi 9.11.2006 riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta Ahvenanmaan maakunnan kestävän kalankasvatuksen toimintasuunnitelman, jossa arvioitiin nykyisen tiedon pohjalta mahdollisuuksia kehittää Ahvenanmaan kalankasvatuserinkeinoja pitkällä tähtäimellä sosiaalisesti, taloudellisesti ja erityisesti ympäristön kannalta kestävästi.

Suunnitelma sisältää kuvauksen kalankasvatuksen toimintaympäristöstä ja Ahvenanmaan elinkeinon nykytilasta, analyysit perinteisen ja uuden tuotantotekniikan kehittämismahdollisuuksista ympäristökuormituksen vähentämiseksi sekä analyysin uusista mahdollisista lisäarvoa tuottavista viljelylajeista. Raportissa esitetään neljä kalankasvatuksen kehittämiskenaariota, jolla ympäristöohjelman kuormitustavoitteet saavutetaan asetetussa ajassa. Ensimmäisessä skenaariossa kalankasvatustuotantoa vähennetään kunnes tavoitteet täyttyvät. Toisessa skenaariossa vähennetään kassikasvatuksen kuormitusta mm. rehuja ja ruokintaa kehittämällä. Kolmannessa skenaariossa toisessa skenaariossa mainittujen ympäristötoimien lisäksi osa tuotannosta siirretään kiertovesilaitoksiin ja neljännessä skenaariossa kaikki kala tuotetaan kiertovesilaitoksissa.

Kahdessa ensimmäisessä skenaariossa Ahvenanmaan kalankasvatuksen kokonaistuotanto laskee nykyisestä 4,6 miljoonasta kilosta alle miljoonaan kiloon vuoteen 2015 mennessä. Näiden skenaarioiden sosiaaliset ja taloudelliset vaikutukset olisivat täten Ahvenanmaan saaristoalueille suuret. Kolmannessa skenaariossa oletettiin, että Ahvenanmaalla voitaisiin kannattavasti kasvattaa kiertovesilaitoksissa runsas 2 miljoonaa kiloa kalaa. Tässä skenaariossa voitaisiin vuonna 2015 verkkokasseissa ja kiertovesilaitoksissa yhteensä vajaa 3 miljoonaa kiloa kalaa. Elinkeinojen liikevaihto ja työllisyys olisivat nykyistä alhaisemmat. Skenaario edellyttää runsaan 10 miljoonan investoinnit ja taloudelliset riskit nousevat uusien tuotantomenetelmien ja kasvatustilajien vuoksi. Viimeisessä skenaariossa kalaa voitaisiin kasvattaa vuonna 2015 enemmän kuin nykyisin, mutta investoinnit nousisivat yli 30 miljoonan euron samalla kun tuotantoon ja markkinoihin liittyvät riskit edelleen kasvaisivat. Jos neljäs skenaario onnistuisi, elinkeinon liikevaihto kasvaisi, mutta alan työllisyys vähenisi nykyisestä.

Ahvenanmaan kalankasvatuksen ympäristöhaitat vähenisivät huomattavasti, jos laitokset ohjattaisiin kuormituksen ja haittojen kannalta optimaalisiin paikkoihin. Silakan käyttö kalankasvatuserinujen raaka-aineena vähentäisi merkittävästi Itämeren ulkopuolelta tulevaa ravinnekuormitusta.

Kalankasvatus, Ahvenanmaa, kestävä kehitys, ravinnekuormitus

Kala- ja riistaraportteja 412

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Viikinkaari 4, PL 2
00790 Helsinki
Puh. 0205 751 399 Faksi 0205 751 201
julkaisumyynti@rktl.fi
<http://www.rktl.fi/julkaisut/> (pdf)

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 2
00791 Helsinki
Puh. 0205 7511 Fksi 0205 751 201

Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
2. KALANKASVATUSELINKEINON TOIMINTAYMPÄRISTÖ JA NYKYTILA.....	3
2.1 Kalankasvatuksen toimintaympäristö.....	3
2.1.1 Globaalin toimintaympäristön kehitys.....	3
2.1.2 Toimintaympäristö Suomessa.....	4
2.1.3 Markkinoiden kehitys tulevaisuudessa.....	6
2.2. Kalankasvatus Ahvenanmaalla.....	7
3. KUORMITUKSEN VÄHENTÄMISMAHDOLLISUUDET.....	12
3.1 Kuormituksen vähentäminen nykyisessä kasvatuksessa.....	12
3.1.1 Verkkoallaskasvatuksen ruokintatekniikka.....	12
3.1.2 Rehujen kehittäminen.....	13
3.1.3 Sijainninohjaus.....	13
3.1.4 Avomerikasvatus.....	14
3.1.5 Muita ravinnekuormitukseen vaikuttavia tekijöitä.....	15
3.2 Kuormituksen vähentäminen uusien tekniikoin.....	16
3.2.1 Umpiiallastekniikka.....	16
3.2.2 Pumpatun meriveden käyttö maalla tapahtuvassa kasvatuksessa.....	17
3.2.3 Malliuomalaitos (modeldambruk).....	18
3.2.4 Kiertovesikasvatus.....	19
3.2.5 Ympäristökuormitusta vähentävien kasvatustekniikoiden kustannusvertailu.....	20
3.3. Lisäarvoa tuottavat uudet lajit.....	22
3.3.1 Kotimaiset lajit.....	22
3.3.2 Itämeren lajit.....	24
3.3.3 Eksoottiset lajit.....	25
3.3.4 Mahdollisuudet monipuolistaa kasvatusta.....	28
4. SKENAARIOT YMPÄRISTÖOHJELMAN TAVOITTEISIIN PÄÄSEMISEKSI.....	31
4.1 Skenaarioiden kuvaukset.....	32
4.1.1 Skenaario: Nykyiset toimintatavat ja tekniikka.....	32
4.1.2 Skenaario 2: Kehittynyt verkkoallaskasvatus.....	32
4.1.3 Skenaario 3: Kehittynyt verkkoallaskasvatus ja kierto-vesikasvatus.....	32
4.1.4 Skenaario 4: Kiertovesikasvatus.....	32
4.2 Skenaarioiden taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset.....	32
5. TULOSTEN TARKASTELU.....	34
5.1 Ahvenanmaan kalankasvatuksen nykytila.....	34
5.2 Skenaarioiden arviointi.....	34
5.3 Muut vaihtoehdot vähentää kalankasvatuksen kuormitusta ja haittoja.....	36
5.4 Kalankasvatuksen kehittämisen tietotarpeita.....	37
KIITOKSET.....	38
LIITE 1. AHVENANMAAN KALANKASVATUKSEN KERRANNAISVAIKUTUSKERTOIMET ...	39
LIITE 2. LAJIKUVAUKSET.....	41
LIITE 3. SKENAARIOIDEN VAIKUTUKSET.....	69

1. Johdanto

Ahvenanmaan maakuntahallitus on syksyllä 2005 hyväksynyt ympäristöohjelman, jonka mukaan Ahvenanmaan kalankasvatuksen ympäristökuormitusta on vuosien 2001-2003 keskiarvosta vähennettävä vuoteen 2011 mennessä 50 prosenttia ja vuoteen 2015 mennessä 80 prosenttia. Vuosien 2001-2003 keskiarvokuormitus oli 27 tonnia fosforia ja 218 tonnia typpeä. Kalankasvatuksen kuormituksen tulee siten vuonna 2011 olla korkeintaan 13 tonnia fosforia ja 109 tonnia typpeä ja vuonna 2015 korkeintaan 5 tonnia fosforia ja 44 tonnia typpeä.

Maakuntahallituksen tavoitteena on ympäristötavoitteiden rajoissa säilyttää kalankasvatuserinkeino mahdollisimman laajana saariston ja haja-asutusalueiden nykyisten työpaikkojen ja yhteiskunnallisten muiden hyötyjen (suorat ja epäsuorat tulot) turvaamiseksi tai lisäämiseksi. Kehittämisessä suositaan lisäarvoa tuottavia toimia kuten kasvatustuotannon jalostusasteen nostamista muun muassa erikoistumisen tai uusien kasvatuserinkeinojen kautta.

Ahvenanmaan maakuntahallitus tilasi 9.11.2006 riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta Ahvenanmaan maakunnan kestävän kalankasvatuksen toimintasuunnitelman. Maakuntahallitus oli tarjouspyynnössään määritellyt työtehtävät seuraavasti:

Toimintasuunnitelmaan tulee

- kerätä nykyinen tieto mahdollisuuksista kehittää ympäristöohjelman tavoitteiden mukaisesti Ahvenanmaan maakunnan kalankasvatuserinkeinoa pitkällä tähtäimellä sosiaalisesti, taloudellisesti ja erityisesti ympäristön kannalta kestävästi
- arvioida mitä konkreettisia investointeja ja rakenteellisia muutoksia tavoitteen saavuttaminen edellyttää

Tekijän tulee toteuttaa ja raportissaan esittää ainakin seuraavat asiat:

- Lyhyt kuvaus elinkeinon nykytilasta ja sen toimintaedellytyksistä
- Analyysi olemassa olevasta perinteisestä tuotantotekniikasta ja mahdollisuudet sen kehittämiseen ympäristökuormituksen ja ympäristövaikutusten minimoimiseksi sisältäen tuotantotekniikan, rehut ja ruokinnan, sijainninhajauksen, talouden ja kannattavuuden, vaihtoehtoiset viljelylajit ja lisäarvon
- Vaihtoehtoisten viljelymenetelmien ja tuotantotekniikoiden kuvaus, investoinnit ja käyttökustannukset, laitoksen sijaintitarpeet ja muut vaatimukset
- Olemassa olevan tiedon yhteenveto ja analyysi uusista mahdollisista viljelylajeista ja arvio siitä miten kalankasvatuserinkeinoa tulisi rakenteellisesti muuttaa (mitä tuotantomäärää voidaan ylläpitää), jotta tavoitteet saavutetaan asetussa ajassa

Projektin lopputuloksena syntyvässä loppuraportissa tulee selkeästi ja tarkoituksenmukaisesti kuvata projekti, sen tausta, tehtävä, menetelmät, tulokset ja tulosten pohdinta. Loppuraportin on oltava valmis 31.3.2007.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on toimeksiannon perusteella tehnyt tämän toimintasuunnitelman. Raportti on jaettu neljään osaan. Ensimmäinen osa sisältää kuvauksen kalankasvatuserinkeinon toimintaympäristöstä ja Ahvenanmaan kalankasvatuksen nykytilasta. Toimintaympäristökuvauksessa selostetaan kalankasvatuksen globaalin toimintaympäristön kehitystä ja sen vaikutusta Ahvenanmaalla kasvatetun kalan markkinoihin ja kilpailuympäristöön. Tässä yhteydessä arvioidaan myös kalamarkkinoiden kehitysnäkymiä. Lisäksi ensimmäisessä osassa kuvataan Ahvenanmaan kalan-

kasvatuksen kehitystä ja erityispiirteitä sekä elinkeinon sosiaalisia ja taloudellisia kerrannaisvaikutuksia.

Seuraavassa osassa arvioidaan mahdollisuuksia kehittää Ahvenanmaan kalankasvatusta kestävästi. Ensin tarkastellaan nykyisen verkkokassikasvatuksen kuormituksen vähentämistä. Sitten arvioidaan uusia kasvatustapojen menetelmiä. Perusteellisimmin esitetään avomerikasvatuksen, umpikassikasvatuksen, maa-altaissa tapahtuvan meriveden käytön ja puhdistuksen sekä sisähallissa tapahtuva kiertovesikasvatuksen mahdollisuudet. Tässä yhteydessä ei pyritä arvioimaan missä ravinnekuormitus tulisi tuottaa vesistövaikutusten minimoimiseksi. Tässä osassa arvioidaan myös tuotantobiologiset, tekniset ja markkinoiden antamat mahdollisuudet siirtyä uusien lajien kasvatukseen. Arvioidtavat lajit ovat siika, kuha, ahven, nieriä, sampi, piikkikampela, meriantura, haimonni, niilin tilapia, barramundi, oka-ahven, jättikonnamonni ja hopeatiikeriahven. Raportin liitteessä on tarkat lajikuvaukset kirjallisuusviitteineen.

Kolmannessa osassa tehdään aiemman analyysin perusteella neljä skenaariota, joilla ympäristöohjelman kuormituksen vähentämistavoitteet voidaan saavuttaa. Ensimmäisessä skenaariossa vähennetään nykyisen kasvatustapojen menetelmän tuotantomääriä niin paljon, että ympäristötavoitteet saavutetaan. Toisessa skenaariossa nykyistä kassikasvatusta kehitetään siten, että laitokset käyttävät nykyistä ympäristöystävällisempiä rehuja ja ruokintatekniikkaa. Kolmannessa skenaariossa edellä mainittujen ympäristötoimien lisäksi osa tuotannosta siirretään kiertovesikasvatukseen. Neljännessä skenaariossa kaikki kala tuotetaan kiertovesilaitoksissa, joilla ravinnekuormitusta voidaan vähentää tehokkaimmin. Jokaisen skenaarion investointitarpeet ja vaikutukset elinkeinon liikevaihtoon ja työllisyyteen arvioidaan kerrannaisvaikutuksineen.

Raportin neljännessä osassa arvioidaan skenaarioiden toteuttamismahdollisuuksia. Skenaarioiden lisäksi pohditaan myös muita vaihtoehtoja Ahvenanmaan kalankasvatuksen ympäristökuormituksen ja -vaikutusten vähentämiseksi. Lopuksi esitetään lyhyesti kehittämissvaihtoehtojen toteuttamisen edellyttämiä tietotarpeita.

2. Kalankasvatuselinkeino toimintaympäristö ja nykytila

2.1 Kalankasvatuksen toimintaympäristö

2.1.1 Globaalin toimintaympäristön kehitys

Kalan kasvatuksen kehitysnäkymät ovat hyvät, koska kalatuotteiden kysyntä lisääntyy. Kalan tarjonnan kasvu tulee jatkossa perustumaan vesiviljelyyn, koska useimmat kaupalliset kalakannat ovat ylikalastettuja. Maailman väestö kasvaa nopeasti ja kalalla voidaan tyydyttää kasvavaa eläinvalkuaisen tarvetta. Teollisuusmaissa terveellisten elintarvikkeiden kysyntä lisääntyy väestön ikääntyessä. Näissä maissa krooniset elintapataudit (liikalihavuus, sydän- ja verisuonitaudit, diabetes) yleistyvät nopeasti. Terveellisen ruokavalion avulla voidaan ehkäistä elintapatauteja, edistää ihmisten hyvinvointia ja säästää yhteiskunnan kustannuksia. Kala on terveellistä ruokaa, joka sopii siten hyvin niin ikääntyvän väestön kuin valveutuvan kuluttajan tarpeisiin.

Kalankasvatus on nopeimmin kasvava elintarviketuotannon ala¹. Perinteisten kasvatustilajien tuotanto lisääntyy samaan aikaan kun uusia lajeja tulee tuotantoon. Nopeinta kasvu on Aasiassa, Etelä-Amerikassa ja Afrikassa. Tällä hetkellä kalan runsaan 100 miljoonan tonnin kokonaistarjonnasta noin kolmannes on kasvatettua kalaa². Kalarehun raaka-aineen vähäisyys voi rajoittaa petokalojen kasvatusta tai ainakin nostaa tuotantokustannuksia. Rehuteollisuus korvaa kalaa mahdollisuuksien mukaan kasviperäisillä raaka-aineilla kuten soijalla. Kehittyvissä maissa kasvatetaan enemmän lajeja, jotka tulevat toimeen ilman teollisia rehuja ja vähemmällä eläinvalkuaisella.

Maailman elintarvikekauppa ja -teollisuus keskittyvät. Suuret vähittäiskauppaketjut ohjaavat voimakkaasti elintarviketeollisuuden toimintaa. Tasaisesti saatava kasvatettu kala sopii kalastettua kalaa paremmin vähittäiskaupan vaatimuksiin. Kasvatettu kala korvaa kalastettua kalaa ja erityisesti läntisissä teollisuusmaissa kasvatettujen lohikalajien kysyntä on lisääntynyt nopeasti. Kasvanut lohien tarjonta avaa markkinoita myös muille kasvatetuille lajeille. Kalakauppa on elintarvikkeiden kaupan kansainvälisintä osaa, jossa raaka-aineita ja tuotteita tuodaan ja viedään paljon. Kalasektorin kansainvälinen työnjako etenee edelleen nopeasti. Vesiviljelytuotanto laajenee ja monipuolistuu nopeasti kehittyvissä maissa, joista tuodaan uusia edullisia kasvatustilajia entistä enemmän muun muassa Pohjois-Amerikan ja Euroopan markkinoille. Kalanjalostusta siirtyy kehittyneistä teollisuusmaista halvemmän työvoiman alueille sinne missä on edullisen raaka-aineen lisäksi myös kasvavat markkinat.³

EU:ssa vanhojen jäsenmaiden elintarvikemarkkinat ovat kyllästyneet. Pitkälle jalostettujen puolivalmisteiden ja einesten kulutus kuitenkin kasvaa. Eurooppalaiset jalostusyrietykset siirtävät työvaiheita uusiin jäsenmaihin, Venäjälle ja Kiinaan, joissa halvan työvoiman lisäksi vielä markkinat kasvavat. Pakastetun kalaraaka-aineen käsitte-

¹ FAO. 2007. State of World Fisheries and Aquaculture 2006. <http://www.fao.org>

² Delgado, C., Rosegrant, M., Wada, N., Meijer, S. & M. Ahmed. 2002. Fish as food: Projections to 2020 under different scenarios. MSSD Discussion Papers no. 52. International Food and Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org>

³ Fish without frontiers. 2005. The Danish Seafood Industry's development opportunities in the global economy Confederation of Danish Industries: Focus on the future. 51 p.

lyä viedään Kiinaan kun taas tuoreen kalan jalostusta siirretään vanhoista jäsenvaltioista uusiin jäsenvaltioihin. Perinteisissä kalanjalostukseen erikoistuneissa maissa kuten Tanskassa keskitytään pitkälle jalostettujen osaamista vaativien asiakasräätelöityjä tuotteiden valmistukseen.³

Pitkälle kehittyneiden teollisuusmaissa perhekoko pienenee, kulutusrakenne pirstaloituu ja ruokatottumukset yksilöllistyvät. Ostovoiman lisääntyessä syödään useammin ulkona, käytetään enemmän erikoistuotteita ja ravinnon laadun merkitys kasvaa. Osa Euroopassa tuotetusta raaka-aineesta myydään huippulaatuisena tuorekalana lähimarkkinoille ja erityismarkkinasegmenteille. Tällaisia erityissegmenttejä voivat muun muassa olla luomutuotteet ja ympäristömerkityt elintarvikkeet. Erityistuotesegmenttienkin markkinat ovat kuitenkin nopeasti kansainvälistymässä ja muun muassa Kiinassa kasvatetun luomukalan tuotanto kansainvälisille kohdemarkkinoille lisääntyy.

2.1.2 Toimintaympäristö Suomessa

Ahvenanmaalla kasvatettu kala myydään pääasiassa Manner-Suomeen. Suomalaiset syövät väkilukuun nähden paljon kalaa⁴. Suomessa on hyvin kehittyneet kalan jakelujärjestelmät ja vähittäismyyntiverkostot. Tuoretta kalaa ja kalajalosteita saa ympäri Suomen monipuolisesti erilaisista elintarvikemyymälöistä. Myös kodin ulkopuolella syötyjen kala-aterioiden määrä on lisääntynyt⁵. Kuluttajat toivovat entistä pidemmälle jalostettuja laadukkaita ja terveellisiä elintarvikkeita.

Suomalaiset kalayritykset ovat perinteisesti olleet pieniä, tuotannoltaan joustavia ja kotimarkkinoihin keskittyneitä. Suomen elintarvikesektori on kuitenkin nopeasti kansainvälistynyt. Elinkeinot alkutuotannosta vähittäiskauppaan ovat nopeasti keskittyneet ja raaka-aineiden sekä elintarvikkeiden tuonti on voimakkaasti lisääntynyt. Vähittäiskauppa ja suurtaloudet painottavat hankinnoissaan monipuolisen valikoiman ja kilpailukykyisten hintojen lisäksi tasaista laatua ja kysynnän mukaista tarjontaa. Suurimmat kalatukut ja jalostusyrietykset ovat tuonnilla ja kalankasvatusyrityksiin integroitumalla varmistaneet raaka-aineen laatua ja saatavuutta.⁶ Keskeiset Suomessa toimivat kalanjalostajat ovat nykyisin kansainvälisiä yrityksiä, joiden kotimaisen tuotannon päämarkkinat ovat kaikilla edelleen Suomessa.

Kansainvälisen työnjaon muutokset heijastuvat Suomeen. Kansalliset ruoka- ja maku-tottumukset sekä markkinoiden etäisyys ovat tähän asti suojelleet kotimaista teollisuutta. Jatkossa kilpailu kohdistuu entistä enemmän valmiisiin tuotteisiin. Ulkomaiset kauppaketjut ja elintarvikeyritykset hakevat myös asemiaan Suomen markkinoilla. Kauppaketjut etsivät aktiivisesti uusia toimittajia parantaakseen neuvotteluvoimaansa toimittajiin nähden. Kauppa kilpailuttaa tuotemerkkien valmistuksen kotimaan ja kasvavassa määrin ulkomaan teollisuudessa. Myös ulkomaiset kauppaketjut tuovat omia tuotteitaan Suomen markkinoille. Halpamyymälöiden markkinaosuus kasvaa. Suomalaiset yritykset ovat kasvun, työnjaon tai erikoistumisen kautta sopeutumassa kiristyvään kilpailuun⁷.

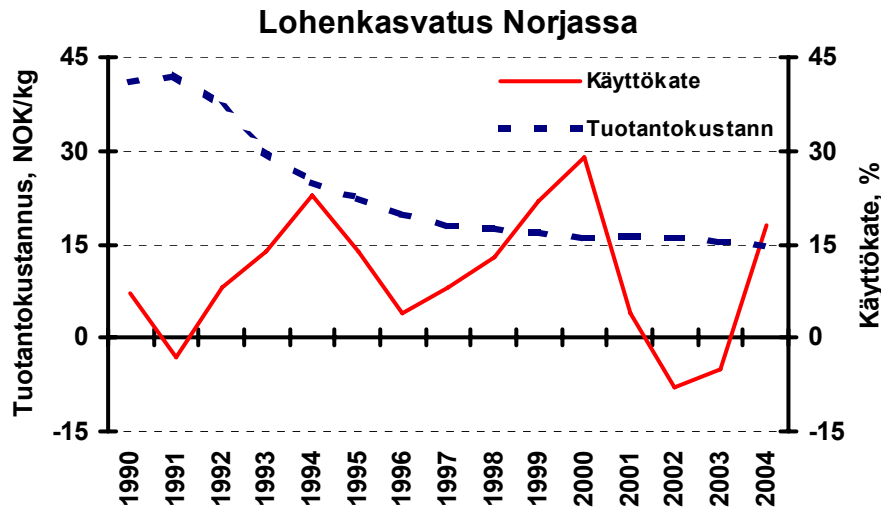
⁴ Setälä, J., Honkanen, A., Vihervuori, A., Nylander, E., Söderkultalahti, P. and Tuunainen, A-L. 1998. Review of the fish market in Finland. *Boreal Environment Research* 3: 361-370.

⁵ Saarni, K., Honkanen, A. ja Setälä, J. 2007. Suurtalouksien kalan ja ravun käyttö vuonna 2005. Kala- ja riistaraportteja nro 401. 31 s.

⁶ Setälä, J., Saarni, K., Honkanen, A. and Virtanen, J. (2003). SALMAR: Tuloksia eurooppalaisesta lohimarkkinatutkimuksesta. RKTL. Kala- ja riistaraportteja nro 273. 25 s

⁷ Korhonen, P., Nylander, E., Setälä, J., Söderkultalahti, P., Vihervuori, A., Ahvonen, A. and Honkanen, A. (2005). Elinkeinokalatalouden nykytila ja kehitys. RKTL. Kala- ja riistaraportteja nro 373.

Kiristyneessä kilpailussa tiukentuneet ympäristöluvut, kiintiöt ja tuotannon sääteily ovat hankaloittaneet alkutuotannon sopeutumista toimintaympäristön muutoksiin. Kasvatetut lohikalat kilpailevat kansainvälisillä markkinoilla, joten suomalaisten kirjolohen kasvattajien on täytynyt sopeutua maailmanmarkkinoiden suhdannevaihteluihin (kuva 1). Suomalainen kirjolohi kilpailee erityisesti norjalaisen kirjolohen ja lohen kanssa⁸. EU:n kauppapoliittiset säännökset suojaavat nykyisin EU:n kirjolohen tuottajia epäreilulta kilpailulta⁹.



Kuva 1. Norjan lohienkasvatuksen tuotantokustannuksen ja käyttökateen kehitys vuosina 1990-2004¹⁰.

Kalankasvatusyritykset ovat kilpailijamaissa kasvaneet pysyäkseen kansainvälistyneillä markkinoilla kilpailukykyisenä. Suomessa yritykset eivät ole tuotantorajoitusten vuoksi voineet kasvattaa tuotantoyksiköidensä kokoa vaan ovat laajentuneet yritysostojen kautta. Kasvaneiden yritysten tuotanto sijaitsee hajallaan olevissa yksiköissä, mutta mittakaavaedut on pystytty täysimääräisemmin hyödyntämään yrityksen muissa toiminnoissa kuten perkauksessa tai markkinoinnissa. Tuotantoa on siirretty myös merkittävästi Ruotsiin, jossa yritykset saavat lupia huomattavasti suuremmille yksiköille.

Suurimmat ahvenanmaalaiset yritykset ovat kasvaneet sekä yritysostoin että Ruotsin kasvatuksen kautta. Ne ovat pystyneet menestyksellä kilpailemaan norjalaisen kalan kanssa ja toimittaneet merkittävän osan Suomessa toimivien kalanjalostusyritysten raaka-aineesta. Ahvenanmaalta ostetun kirjolohen osuus on ollut noin puolet Suomessa käytetystä kirjolohesta. Pienten kasvatusyritysten kannattavuus on laskenut ja useat niistä ovat lopettaneet tai siirtyneet niin Ahvenanmaalla kuin Manner-Suomessakin isompien omistukseen⁷. Osa pienistä toimijoista kasvattaa laadukasta raaka-ainetta sopimustuotannolla jalostajalle tai jatkojalostaa omaa tuotantoaan.

Kalankasvattajat ovat myös etsineet uusia tuotteita, tuotantotapoja, ja markkina-kanavia. Siian kaupallinen tuotanto on useiden vuosien kehitystyön jälkeen yleistynyt

⁸ Setälä, J., Mickwitz, P., Virtanen, J. Honkanen, A. and Saarni, K. (2002). The Effect of Trade Liberation on the Salmon Market in Finland. Proceedings of the XIth Biennial conference of International Institute of Fisheries Economics and Trade, Wellington 19-22.8.2002.

⁹ Virtanen, J., Setälä, J., Saarni, K. and Honkanen, A. Finnish salmon trout – discriminated in the European Market. Marine Resources Economics. Volume 20. pp. 113-119., 2005.

¹⁰ Norsk fiskeridirektoratet.

ja kasvussa. Sitä kasvatetaan kirjolohen tapaan verkkokasseissa vajaa miljoona kiloa ja sen kasvatuksen uskotaan vielä kaksin- tai kolminkertaistuvan. Uudet viljelyteknologiat kuten kiertovesiviljely lisäävät kustannuksia, mutta mahdollistavat joidenkin arvokkaiden lajien markkinoiden kysynnän mukaisen tehokkaan ja hallitun tuotannon. Suomessa kasvatetaan lähinnä nieriää ja sampea kiertovesiteknikalla kolmessa laitoksessa. Nieriän tuotanto on noin 200 tonnia. Sampea kasvatetaan sekä lihan että arvokkaan mädin vuoksi. Kuhalle olisi lisäkysyntää ja sen kasvatusta tutkitaan Suomessa ja monissa muissakin maissa. Kuha sopii sekä verkkokasseihin että kiertovesiviljelyyn, mutta sen kasvatuksessa on vielä monenlaisia ongelmia^{11,12}.

Suomalaiset ovat kansainvälisen kilpailun kiristyessä menettäneet kasvatetun kalan vientimarkkinoita. Suomalaiset kasvattajat ovat aiemmin vieneet kirjolohta Keski-Eurooppaan ja Japaniin. Keski-Euroopan vienti tyrehtyi 1980-luvulla ja Japanin vienti väheni 1990-luvulla⁶. Myös mädin vienti Japaniin on lähes tyrehtynyt, mutta uusia markkinoita on viime aikoina avautunut Venäjällä¹³.

2.1.3 Markkinoiden kehitys tulevaisuudessa

Ahvenanmaalaisilla kalankasvattajilla on valmiit toimivat jakelukanavat Suomen markkinoille. Suomessa lohikalojen osuus on puolet kalamarkkinoista ja niiden kysyntä on jo pitkään kasvanut keskimäärin yhdeksän prosentin vuosivauhdilla¹⁴. Kotimaassa tai Ruotsissa tuotetun kirjolohen osuus oli vuonna 2005 yli puolet lohikalojen tarjonnasta ja loput oli norjalaista lohta¹⁵. Osuudet riippuvat maailmanmarkkinatilanteista. Jalostajat käyttävät mielellään kotimaista raaka-ainetta, jos sitä on kysynnän mukaan tarjolla kilpailukykyiseen hintaan.

Valkolihaisen kalan kysyntä on kasvanut, koska tuoreen lohikalan tasainen ja riittävä tarjonta on mahdollistanut jakelukanavien ja kattavan vähittäiskauppaverkoston kehittämisen¹⁶. Eniten kysyntää on kotimaassa tunnetuille lajeille kuten siialle, kuhalle, nieriälle ja ahvenelle^{17,18}. Kasvatetun siian kysynnän ennustetaan kasvavan kahteen kolmeen miljoonaan kiloon¹⁹ ja kuhan kysynnän arvellaan olevan samaa tasoa. Ahveneläkin olisi kysyntää, mutta hintataso on riippuvainen edellä mainittujen lajien tarjonnasta¹⁴. Nieriän kysynnän arvellaan nousevan noin miljoonaan kiloon.

¹¹ Koskela, J., Setälä, J., Saarni, K. ja M. Kankainen (2005). Esiselvitys kuhan kasvatuksen mahdollisuuksista. Kala- ja riistaraportteja nro 348.

¹² Koskela, J., Kankainen, M., Setälä, J., Naukkarinen, M. ja Vielma, J. 2007. Kuhan ruokakalakasvatuksen kannattavuus verkkoallaskasvatuksessa ja lämminvesiviljelyssä. Kala- ja riistaraportteja nro 403. 28 s.

¹³ Vihervuori ym. 2006. Kalan ulkomaankauppa 2005. SVT. Maa-, metsä- ja kalatalous. s. 1.

¹⁴ Kalan viljelytilastot 1981-2005, kalan tuontitilastot 1981-2005

¹⁵ Setälä, J., Virtanen, J., Saarni, K., Nielsen, M., Honkanen, A. ja Laitinen, J. Kalan hinnanmuodostus Suomessa. Julkaistaan kala- ja riistaraportteissa vuonna 2007.

¹⁶ Setälä, J., Saarni, K., Honkanen, A. and Virtanen, J. 2004. Suomukalojen kauppa ja markkinat seminaari. RKTL. Kala- ja riistaraportteja nro 343.

¹⁷ Koskela, J., Setälä, J. & Honkanen, A. 1998. Viljelyn monipuolistaminen uusien lajien avulla. Lajien taloudelliset ja tekniset mahdollisuudet ruokaviljelyyn. Kala- ja riistaraportteja nro 111.

¹⁸ Saarni, K., Setälä, J. & Honkanen, A. 1998. Kalakaupan ja jalostuksen odotukset kalanviljelyn monipuolistamiseksi. Kalatutkimuksia 143.

¹⁹ Setälä, julkaisematon aineisto kalatukuille ja kasvattajille tehdyistä kyselyistä vuonna 2004.

Uusien kasvatustajien kuten siian ja nieriän tuottajahinnat ovat Suomessa olleet korkeat, koska tarjonta on hiljalleen kehittynyt kysynnän mukaan. Kasvatetulla kalalla on täydennetty tuoreen kalastetun kalan tarjontaa silloin kun saaliit ovat olleet pienet. Uusien lajien korkea hintataso ja uusiin ympäristöystävällisiin kasvatustajien menetelmiin suunnatut investointituet ovat mahdollistaneet arvokkaimpien lajien kiertovesikasvatusta. Tarjonnan kasvaessa tuotteiden hinnat laskevat. Hintojen laskeessa kasvatettua raaka-ainetta voidaan käyttää myös jalostuksen raaka-aineena. Vientimahdollisuudet riippuvat kotimaisen kasvatuksen kansainvälisestä kilpailukykyvyydestä. Keski-Euroopassa on myös kapeita hyvin maksavia markkinasegmenttejä, joiden hyödyntäminen nykyisillä markkinakanavilla ja kaukana markkinoista on vaikeaa.

Suomen markkinoille tuodaan entistä enemmän suomalaisille kuluttajille eksoottisempia ulkomaisia kalalajeja. Nämä lähinnä monipuolistavat tarjontaa ja kiinnittävät asiakkaan huomion kalatiskoisiin²⁰. Osin ne myös täydentävät valkolinnaisen kalan tarjontaa ja voivat kilpailukykyisellä hinnallaan ja vähittäiskaupan markkinakampanjoiden avulla kasvattaa nopeastikin myyntiään. Näin on esimerkiksi haimonin (pangasiuksen) myynti lisääntynyt nopeasti niin Suomessa kuin muuallakin Euroopassa. Suomessa useat vähittäismyymälät markkinoivat sitä kuluttajille kuhan makuisena makean veden kalana. Useita muitakin kasvatettuja tuontilajeja on tarjolla, mutta niiden osuus kotimarkkinoilla on vähäinen ja ne ovat vielä kalatiskoisten erikoisuuksia.

2.2. Kalankasvatus Ahvenanmaalla

Kalankasvatus on tärkeä saaristo- ja haja-asutusalueen elinkeino Ahvenanmaalla. Tuotanto aloitettiin 1970-luvun lopulla ja kasvoi 1980-luvun loppuun mennessä noin 7 miljoonaa kiloon. Tuotanto on tämän jälkeen vaihdellut 3-6 miljoonan kilon välillä. Vuonna 2005 tuotettiin noin 4,6 miljoonaa kiloa kirjolohta. Myös siian kasvatusta on aloitettu. Sen osuus oli runsas 2 prosenttia kokonaistuotannosta vuonna 2005.²¹

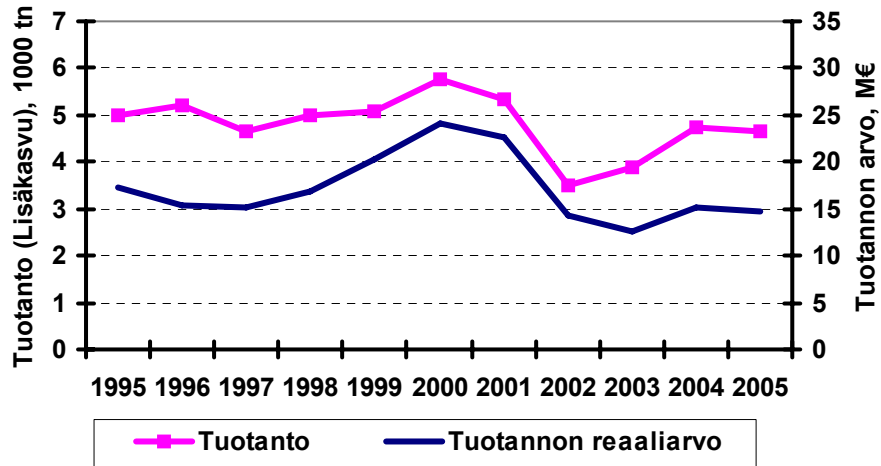
Kalankasvatustuotannon arvo ja toiminnan kannattavuus riippuvat paljon lohikalajien maailmanmarkkinoiden suhdanteista. Vuodet 1996-1997, 2002-2003 olivat laskukausia, jolloin kirjolohen hinnat olivat matalat ja useimpien yritysten kasvatusta ei ollut kannattavaa. Vuosina 1999-2000 sekä 2006 puolestaan kirjolohen hinnat ovat olleet korkeat. Kirjolohen vuosikeskihinta on Suomessa vaihdellut 2000-luvulla 2,5 –3,8 €/kg välillä.

Kirjolohen keskihinta oli Ahvenanmaalla noin 3,1 €/kg vuonna 2005. Ahvenanmaan kalankasvatustuotannon arvo oli tuolloin noin 15 miljoonaa euroa. Kalankasvatustajien kokonaisliikevaihto oli kuitenkin yli kaksinkertainen²², koska suurin ahvenanmaalainen kalankasvatustajien yritys tuottaa kirjolohta myös Ruotsin rannikolla ja perkaa sen Ahvenanmaalla.

²⁰ Suomen suurimpien tukkujen edustajien haastattelu syksyllä 2006.

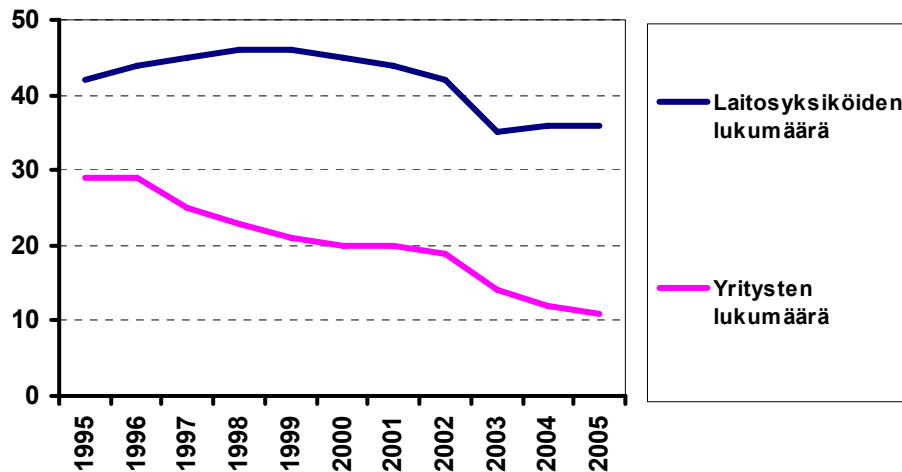
²¹ Ahvenanmaan maakuntahallituksen kalataloustoimisto

²² Suomen Asiakastieto: Voitto CD.



Kuva 2. Ahvenanmaan kalankasvatustuotanto (lisäkasvu) ja tuotannon arvo vuosina 1995-2005^{22, 23}.

Pienten yritysten määrä on laskusuhdanteiden seurauksena vähentynyt. Isoimmat kasvavat yritykset ovat pysyneet kannattavina, mutta useat pienet yritykset ovat velkaantuneet ja joutunut lopettamaan toimintansa tai myymään yrityksensä kasvaville yrityksille. Osa yksiköistä ei ole saanut uutta kasvatuslupaa. Ahvenanmaan kalankasvatus onkin viimeisen viidentoista vuoden aikana voimakkaasti keskittynyt. Kalankasvatuseritysten määrä on vuodesta 1995 vähentynyt kolmannekseen. Vuonna 2005 yrityksiä oli enää 11. Suurin yritys tuotti silloin noin 1 800 tonnia kalaa ja pienin vain 2 tonnia. Tuotantoyksiköiden määrä on vastaavana aikana vähentynyt neljänneksen. Niitä oli 34 vuonna 2005.



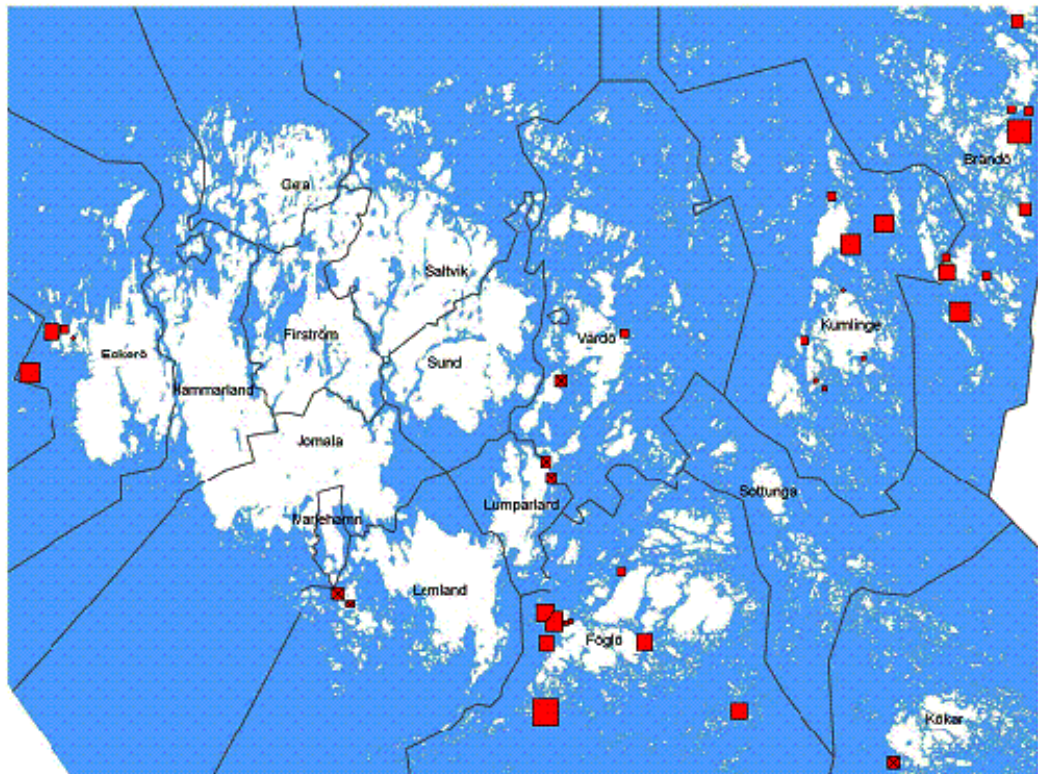
Kuva 3. Ahvenanmaan kalankasvatustuotanto (lisäkasvu) ja tuotannon arvo vuosina 1995-2005²²

Yksiköiden tuotantomäärät vaihtelevat 2-300 tonnin välillä. Ahvenanmaan tuotantoyksiköiden keskikoko on noin 130 tonnia, mikä on huomattavasti korkeampi kuin muualla Suomessa. Esimerkiksi Saaristomerellä keskikoko on noin 45 tonnia. Ahve-

²³ ÅSUB rapport 9:2004.

nanmaan tuotantoyksiköiden keskokoko on viimeisen vuosikymmenen aikana pysynyt suhteellisen muuttumattomana samalla kun yritysten keskituotantomäärä on kolminkertaistunut. Kaksi suurinta yritystä on laajentunut voimakkaasti, ja ne kasvattavat nykyisin yli kaksi kolmannesta Ahvenanmaan kokonaistuotannosta. Yli puolet Ahvenanmaan yksiköistä oli niiden omistuksessa vuonna 2005. Suurin yritys on 2000-luvulla kasvanut eniten Ruotsissa, jossa on nykyisin pääosa sen tuotannosta. Ruotsin rannikolle on saanut perustaa huomattavasti suurempia yksiköitä kuin Ahvenanmaalle, minkä vuoksi yritys onkin menestyksellä pystynyt kilpailemaan norjalaisen tuotannon kanssa. Viidellä ahvenanmaalaisella yrityksellä oli tuotantoa kahdessa yksikössä ja lopuilla on yksi kasvatuslaitos.

Kirjolohi tuotetaan verkkokassilaitoksissa, pääosin Föglössä, Brändössä ja Kumlingessa. Tuotantoyksiköt ovat hajallaan saaristossa. Useimmat laitokset ovat rannan välittömässä läheisyydessä. Muutama sijaitsee avoimella selällä tai avomerren läheisyydessä. Kahden isoimman yrityksen yksiköt sijaitsevat samassa osassa Ahvenanmaata, mutta saman yrityksen yksiköt ovat hajallaan toisistaan. Pienempien yritysten yksiköt ovat suhteellisen lähellä toisiaan.



Kuva 4. Ahvenanmaan kalankasvatusyksiköt vuonna 2005. Neliön koko kuvaa tuotannon määrää²⁴.

Elinkeino työllisti suoraan noin 90 henkilöä vuonna 2005. Pääosa oli vakituisia työntekijöitä. Suurimmat työllisyysvaikutukset ovat ulkosaariston kunnissa, joissa on vähän vaihtoehtoisia työmahdollisuuksia. Kalankasvatuksen kerrannaisvaikutukset ovat huomattavat (Liite 1). Kalankasvatus vaatii tuotantopanoksia ja muun muassa kalan

²⁴ Ahvenanmaan maakuntahallituksen ympäristötoimisto.

kuljetukset ja jalostus synnyttävät työpaikkoja ja taloudellista toimintaa. Ahvenanmaan kalankasvatus työllistää kerrannaisvaikutuksineen Suomessa vajaa 400 henkilöä, joista noin 200 Ahvenanmaalla. Ahvenanmaan kalankasvatuksen taloudellinen arvo oli vuonna 2005 kaikkine kerrannaisvaikutuksineen noin 70 miljoonaa euroa vuodessa, josta Ahvenanmaalle jäävä osuus on noin 30 miljoonaa euroa. Taloudelliset kerrannaisvaikutukset nousevat yli 100 miljoonaan euroon, jos huomioidaan myös Ruotsista tuotu raaka-aine.

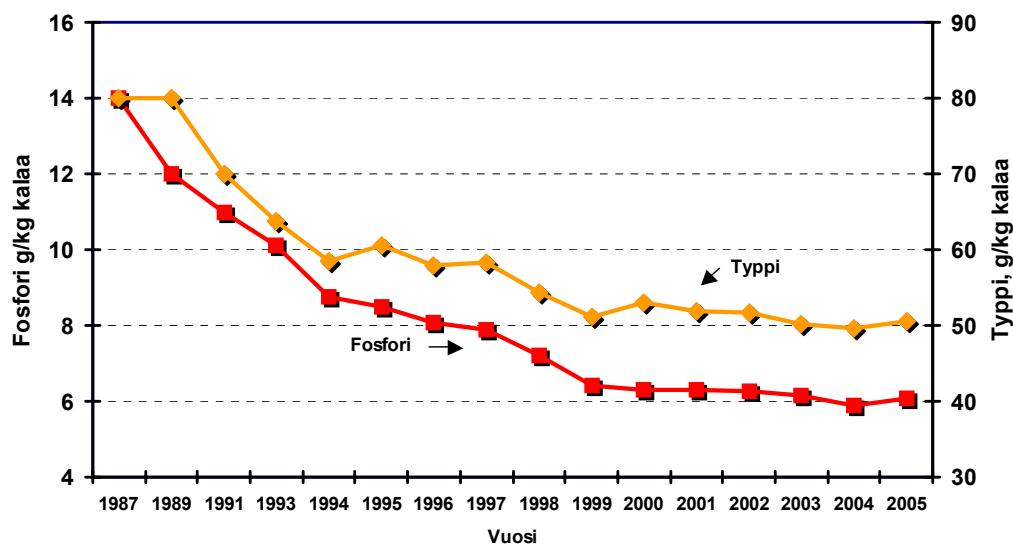
Ahvenanmaan tuotanto myydään pääosin Manner-Suomen markkinoille. Yksi Suomen suurimmista kalanjalostustehtaista sijaitsee Ahvenanmaalla. Noin neljännes maakunnan kalankasvatustuotannosta jalostetaan Ahvenanmaalla. Ahvenanmaalaisten yritysten kasvattaman kalan osuus raaka-aineesta on viime vuosina kasvanut. Vajaa kymmenen prosenttia tuotannosta viedään ulkomaille. Yhdeksän kalankasvatusyritystä otti talteen mätiä, yhteensä noin 120 tonnia vuonna 2005. Mädin arvo oli runsas miljoona euroa.

Vain yksi kalankasvatusyritys jatkojalosti tuotteitaan. Yhden kasvattajan tiloissa toimi rahtijalostajana pieni kalansavustusyritys. Ahvenanmaalaiset kalankasvattajat eivät koe kalanjalostusta merkittävänä mahdollisuutena täydentää toimeentuloaan. Pääosa yrittäjistä oli kokopäiväisiä kalankasvattajia. Neljä pientä yrittäjää harjoitti sivuelinkeinoja. Ahvenanmaan kalankasvattajien keski-ikä on yli 50 vuotta, ja heistä harvoilla on kiinnostusta muuttaa tuotantosuuntaansa merkittävästi.²⁵

Kalankasvatustoiminta on Ahvenanmaan lainsäädännön mukaisesti luvanvaraista. Ahvenanmaan ympäristölautakunta myöntää kalankasvatuksen ympäristöluvut yleensä viideksi vuodeksi kerrallaan. 22 yksiköllä on voimassa lupa, joka päättyy vuosina 2007-2015. Seitsemän yksikön lupa päättyy vuoden 2007 aikana. 11 luvasta oli valittu. Näistä viisi koski ympäristölautakunnan antamaa toiminnan lopettamispäätöstä. Lopettamispäätökset koskevat yksiköitä, joiden on katsottu sijaitsevan ympäristöhaittojen kannalta epäsuotuisissa paikoissa.

Toiminnan laajuutta säädellään lupaehdoilla, joissa muun muassa määritellään vuosittaisen rehunkäytön ja ravinnekuormituksen ylärajat. Ahvenanmaan kalankasvatuksen ravinnekuormitus on puolittunut 1980-luvun lopulta. 1990-luvulla fosforikuormitus oli keskimäärin 40 tonnia ja typpikuormitus 284 tonnia. Kuormitus oli alhaisimmillaan vuosina 2002-2003 noin 22 tonnia fosforia ja 188 tonnia typpeä. Vuonna 2005 kalankasvatuksen fosforikuormitus oli 27,5 tonnia ja typpikuormitus 228 tonnia. Rehukerros on 1990-luvun puolivälin 1,33 laskenut 1,17 vuoteen 2005 mennessä.

²⁵ Ålands Fiskodlarförening: Andreas Enqvistin ja Torbjörn Engmanin haastattelu 18.2.2007.



Kuva 5. Ahvenanmaan kalankasvatuksen ominaiskuormituksen kehitys vuosina 1987-2005.

Ahvenanmaan kalankasvatuksen ominaiskuormitus on viime vuosiin asti ollut pienempi kuin Saaristomeren kasvattamoiden²⁶. Nyt molempien alueiden ominaiskuormitus ja rehukerroin ovat samalla tasolla. Ahvenanmaan kalankasvatuksessa kalojen kuolleisuus on 2000-luvulla paikoin ollut hyvin korkea VHS-taudin vuoksi, mikä on vaikuttanut Ahvenanmaan kalankasvatuksen ominaiskuormitukseen ja kannattavuuteen. Myös hyljevahingot ovat viime vuosina Ahvenanmaalla lisääntyneet.

²⁶ Ahvenanmaan maakuntahallituksen ympäristötoimisto ja Lounais-Suomen Ympäristökeskuksen tilastot.

3. Kuormituksen vähentämismahdollisuudet

3.1 Kuormituksen vähentäminen nykyisessä kasvatuksessa

Tässä kappaleessa tarkastellaan mahdollisuuksia vähentää nykyisen verkkokassikasvatuksen ravinnekuormitusta muun muassa ruokintatekniikkaa, rehuja, sijainninohjausta tai verkkokassikasvatustekniikkaa kehittämällä. Lisäksi jokaisen menetelmän tekniset periaatteet, kaupallisen toiminnan laajuus ja investointitarpeet esitetään lyhyesti.

3.1.1 Verkkoallaskasvatuksen ruokintatekniikka

Tekniset periaatteet

Kalojen ruokinnalla voidaan vaikuttaa paljon verkkoallaskasvatuksen kuormittavuuteen. Tarkka ruokinta edellyttää kalojen ruokahalun ja vallitsevien olosuhteiden huomioimista. Taitava ruokkija pystyy arvioimaan kalojen ruokahalua niiden käyttäytymisen perusteella ja rajoittamaan tarvittaessa ruokintaa esimerkiksi korkean lämpötilan tai matalan happipitoisuuden aikana. Hyvällä käsiruokinnalla päästään parhaimmillaan hyvin pieneen rehukertoimeen. Käsiruokinta ei ole aina mahdollista mm. kaukana sijaitsevilla yksiköillä voimakkaan merenkäynnin aikana. Tällöin joudutaan käyttämään erilaisia ruokinta-automaatteja. Uudet älykkäät ruokinta-automaatit havaitsevat parven läpi vajoavan rehun ja ruokkivat kaloja havaintoihin perustuen²⁷.

Kaupallinen toiminta

Syömättä jäävän rehun määrää mittaavia ja kaloja sen perusteella ruokkivia järjestelmiä käytetään jo mm. lohikalojen ja Välimeren kalalajien verkkoallaskasvatuksessa. Suurissa tuottajamaissa järjestelmiä on käytössä runsaasti. Suomessa laitteistoja on vasta kokeiltu.

Kustannukset

RKTL:n julkaiseman raportin perusteella Akvasmart-ruokintalaitteisto olisi kannattava investointi keskikokoisella ahvenanmaalaisella verkkokassilaitoksella²⁸.

Ravinnekuormituksen vähenemä

Kalojen ruokahalua rekisteröivällä tekniikalla saatetaan päästä noin 10 % pienempään rehukertoimeen²⁸. Parhaiten ruokinnassa onnistuneilla yrityksillä yhtä suurta edistystä ei ole odotettavissa.

²⁷ Airaksinen S, Norrdahl O, Paassilta M, Riihimäki J, Ruohonen K, Setälä J, Vaajala M, 2003. Itseohjautuva ruokinta kirjoloheksen verkkoallasviljelyssä. Kala- ja riistaraportteja nro 288. 23 s.

3.1.2 Rehujen kehittäminen

Tekniset periaatteet

Rehujen kehitystyössä huomioidaan kalojen ravitsemusbiologia, rehujen valmistusteknologia, tuotetun kalan terveellisyys ja turvallisuus sekä raaka-aineiden saatavuus ja hinta. Valkuaisaineet ovat rehujen kallein osa. Valkuaisaineen käytön tehostaminen pienentää kustannuksia ja typpikuormitusta, koska valkuaisaineet ovat typpiyhdistettä. Valkuaisraaka-aineet vaikuttavat myös rehujen fosforipitoisuuteen. Perinteisessä kalajauhossa on runsaasti fosforia kun taas monissa vaihtoehtoisissa valkuaisraaka-aineissa on selvästi vähemmän fosforia. Merkittävimmät kuormittavuutta alentavat toimenpiteet liittyvät kalojen valkuaisainetarpeen tyydyttämiseen ja valkuaisraaka-aineiden valintaan. Kalojen rehuissa voidaan myös kierrättää saman ekosysteemin ravinteita.

Kaupallinen toiminta

Rehujen, rehun raaka-aineiden ja rehun lisäaineiden kehittämiseen panostetaan kansainvälisesti paljon, mutta vain melko pieni osa kehitystyöstä kohdistuu ravinnekuormituksen alentamiseen. Suomessa rehuteollisuus tekee verrattain paljon kuormituksen alentamiseen tähtäävää tutkimus- ja kehitystyötä

Kustannukset

Fosforikuormituksen alentaminen kasviperäisillä raaka-aineella ja rehuentsyymeillä voi lisätä rehukustannuksia, mutta toisaalta kalajauhon niukkuus voi tehdä vähäfosforista raaka-aineista jatkossa entistä kilpailukykyisempiä. Vähäfosforisen rehun käyttö on ainakin sisämaassa teknisiä kuormituksen vähentämiskeinoja kannattavampi tapa vähentää kalankasvatuksen kuormitusta²⁸.

Ravinnekuormituksen vähenemä

Rehujen tuotekehityksen avulla lohikalojen kasvatuksen typpikuormitusta voitaneen pienentää korkeintaan 5-10 % ja fosforikuormitusta korkeintaan 10-20 % nykyisestä. Suuremmat muutokset rehujen kuormittavuudessa vaarantavat kalojen hyvinvoinnin ja heikentävät rasvoittumisen vuoksi tuotetun kalan laatua. Kaikki suomalaisen kalankasvatus rehun ravinteet ovat nykyisin peräisin Itämeren ekosysteemin ulkopuolelta. Itämerestä pyydetyn kalan käyttö kalajauhon ja -öljyn raaka-aineena voisi pienentää Itämeren ulkopuolelta tulevaa ravinnekuormitusta jopa 70-80%.

3.1.3 Sijainninohjaus

Tekniset periaatteet

Kalankasvatustilat voidaan yritysten ja viranomaisten yhteistyönä ohjata vesistökuormituksen, haittavaikutusten ja yritystalouden kannalta optimaalisiin paikkoihin^{29,30,31}. Myös kalatautien leviämistä voidaan järkevällä sijainninohjauksella ehkäis-

²⁸ Vielma J, Kankainen M, Setälä J, Naukkarinen M, Koskela J 2006. Fosforikuormituksen alentamisen yritystaloudelliset vaikutukset kirjolohen kasvatuksessa sisävesialueella. Kala- ja riistaraportteja nro 394. 30 s.

²⁹ Varjopuro R., 2000. Tutkimus kalankasvatuksen ympäristöohjauksesta. Nykytila ja kehitysnäkymiä. Suomen ympäristö 439. 47 s.

tä. Kasvattamot sijoitetaan vesialueille, joissa on hyvät laimenemisolot ja pieni paikallisen rehevöitymisen uhka. Lisäksi laitosten tulisi sijaita siten, että kalan kasvatusta ja jatkokäsittelyä voidaan suorittaa kustannustehokkaasti. Alueen muut käyttäjät ja vesialueiden omistussuhteet on myös laitoksia sijoitettaessa otettava huomioon.

Kaupallinen toiminta

Kalankasvattamoiden sijoittumisesta on Suomessa tähän asti ohjattu pääasiassa lupien myöntöön yhteydessä. Pyhämaalla on meneillään kehittämishanke, jonka tarkoituksena on selvittää mahdollisuuksia keskittää kalankasvatustyöyrittäjien hajallaan olevia yksiköitä ympäristön ja yritystalouden kannalta sopivaan paikkaan³². Ahvenanmaalla yksi yritys on anonut lupaa keskittää epäedullisissa paikoissa sijainneita yksiköitä sopivampaan paikkaan³².

Kustannukset

Sijainninhjauksen taloudelliset vaikutukset riippuvat kasvatuspaikan sijainnista ja ne on arvioitava tapauskohtaisesti yhteistyössä yritysten kanssa. Laitoksia keskittämällä voidaan saavuttaa suurtuotannon etuja ja investoinnit tehokkaampaan ruokintatekniikkaan voivat tulla kannattaviksi. Pyhämaan tapauksessa yksiköiden keskittäminen olisi yritys- ja aluetaloudellisesti kannattavaa³³. Sijainninhjaus edellyttää kuitenkin monenlaista tietoa esimerkiksi veden virtausoloista, kuormituksen vaikutuksesta veden laatuun, vesialueen omistussuhteista ja vesistön käyttömuodoista. Sijainninhjauksen toteuttaminen vaatii alussa paljon selvitys- ja viranomaistyötä, joka kuitenkin jatkossa vähenee, kun yksiköiden määrä supistuu.

Ravinnekuormituksen vähenemä

Sijainninhjaus voi pienentää ominaiskuormitusta, sillä laitosten keskittäminen voi mahdollistaa investoinnit hyvään ruokintaan. Lisäksi virtaamiltaan hyvät vesialueet usein hapekkaina ja kesällä riittävän viileinä parantavat kalojen hyvinvointia ja rehun hyödyntämistä.

3.1.4 Avomerikasvatusta

Tekniset periaatteet

Avoimelle merialueelle soveltuvat yksiköt voidaan jakaa kelluviin, puoliuppoaviin ja uppoaviin järjestelmiin, joiden rakenteet voivat olla joustavia tai jäykkiä³⁴. Tutuimpia ratkaisuja ovat joustavat pyöreät polyetyleeniputkesta tehdyt kehät, tai nelikulmaiset teräksiset, tukevalla työskentelysilloilla varustetut kehikot. Kasvatusta siirryessä yhä avoimemmille merialueille käyttöön on otettu mm. mereen täysin upotettavia yksiköitä ja kehitteillä on tangoista rakennettavia kelluvia seittimäisiä kehikoita. Avomerikasvatusta vaatii kehikoiden lisäksi tavallista kasvatusta enemmän verkkokasseilta, ankuroinnilta, työveneiltä, ruokinnalta ja muulta tekniikalta. Järjestelmiä mitoitetaan

³⁰ www.abo.fi/fak/mnf/biol/huso/bevis/english.htm

³¹ Remes M. 2007. Oikea laitos oikeaan paikkaan. Suomen Kalankasvattaja 1/2007: 38-39.

³² Ålands fiskodlarförening, Andreas Enqvist, suullinen tieto.

³³ Kankainen M & Setälä J 2007. Julkaisematon analyysi Pyhämaan kalankasvatusta sijainninhjauksen taloudellisista vaikutuksista.

³⁴ Beveridge M, 2004. Cage aquaculture, 3. ed. 376 s.

kestämään jopa 8-10-metrisiä aaltoja eli periaatteessa kestämään kaikkia Itämerellä esiintyviä myrskyjä. Suurimmat käytössä olevat avomeriyksiköt ovat tilavuudeltaan noin 50 000 m³, jolloin yhden yksikön kalamassa voi olla lähes 1000 tonnia.

Kaupallinen toiminta

Lohenkasvatuksen nopea yleistyminen on tehnyt avomeritekniikan kehitystyöstä kiinnostavan kohteen mm. öljynporaustekniikan, merenkulun ja verkkomateriaalien valmistajille. Kaupallisia toimijoita on paljon ja tekniikkaa kehitetään ympäri maailman lukuisten kalalajien kasvatukseen.^{35,36} Uusin offshore-tekniikka yhdistetään usein arvokkaiden pelaagisten kalalajien kuten tonnikalan ja oka-ahvenen kasvatukseen.

Kustannukset

Avomeritekniikan käyttö lisää tuotantokustannuksia tavalliseen kassikasvatukseen verrattuna². Maailmalla runsaasti käytettyjen pyöreiden joustavien yksiköiden investointikustannus avomerioloissa on noin 20-30 €/m³. Puoliuppoavien yksiköiden investoinniksi on arvioitu noin 50 €/m³. Avomeriyksiköt voivat lisätä myös muita kustannuksia kuten työvenet ja ruokintalaitteet, mutta toisaalta useiden hajallaan olevien yksiköiden keskittämisestä voi syntyä kustannussäästöjä³⁴.

Ravinnekuormituksen vähenemä

Avomerikasvatus voi taata paremmat happiolosuhteet ja tasaisemman lämpötilan. Suuri yksikkökoko mahdollistaa pientä sisäsaaristolaitosta paremmin investoinnin kalojen ruokahalua automaattisesti tarkkailevaan ruokintaan.

3.1.5 Muita ravinnekuormitukseen vaikuttavia tekijöitä

Kalalaji

Jotkut trooppiset kalalajit kuten tilapia voivat hyödyntää rehun typen tehokkaammin kuin lohikalat. Ilman poistoveden puhdistusta tilapiakasvatuksen typpikuormitus olisi noin 70% kirjolohen kasvatuksen typpikuormituksesta. Trooppiset lajit eivät kuitenkaan pysty hyödyntämään rehun fosforia lohikalaja paremmin. Näiden lajien rehut sisältävät hieman lohirehujä vähemmän fosforia, mutta fosforin kokonaiskuormitus pysyy lohikalajien tasolla, koska trooppisten lajien rehukerroin on lohikalaja korkeampi.

Kalan tuotantokierto kirjolohen kasvatuksessa

Ravintoaineiden muuntotehokkuus heikkenee kalan kasvaessa. Siksi poikasvaiheessa saavutetaan matalampi rehukerroin kuin aikuisvaiheessa. Annoskokoisena 300-400 gramman kirjolohen rehukerroin on Tanskassa noin 0.85 kun taas ison kirjolohen rehukerroin Ahvenanmaalla on noin 1.15, eli annoskokoisena kirjolohen tuotannon ominaiskuormitus on siten vain 70 % Ahvenanmaan kasvatuksen ominaiskuormituksesta.

Valintajalostus

Kasvua nopeuttava valintajalostus parantaa myös rehun muuntotehokkuutta. Tämä on havaittu RKTL:n valintaohjelmaa tukevissa tutkimuksissa sekä kirjolohella että siialla.

³⁵ Konferenssi Offshore Mariculture 2006. 11.-12.10.2006, Corinthia San Gorg, Malta.

³⁶ Muir J., Basurco B., 2000. Mediterranean offshore mariculture Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2000. 215 s.

Rehukerroin on kirjolohen valintajalostuksessa pienentynyt neljässä sukupolvessa (12 vuodessa) 8-9 %³⁷.

3.2 Kuormituksen vähentäminen uusien tekniikoin

3.2.1 Umpiallastekniikka

Tekniset periaatteet

Umpikassit ovat meressä kehikoiden varassa kelluvia suljettuja joustavia pusseja, joiden pohjalla on lietevetä keräävä rakenne. Lietevesi käsitellään erillisissä yksiköissä jonkin vakiintuneen puhdistustekniikan avulla. Tulovesitys hoidetaan pumppaamalla ja kasvatusveteen lisätään happea. Kasvatuksen vaatiman tekniikan vuoksi altaiden turkirakenteet ovat joustavia kehikoita järeämpiä ja yksiköt on sijoitettava melko suojaisille alueille lähelle rantaa. Teknisistä ratkaisuista on vähän kokemusta eivätkä ne ole vakiintuneita.

Kaupallinen toiminta

Lohikalojen kasvatusta meressä kelluvissa umpialtaissa on kokeiltu 1980-luvulta alkaen. Teknologian kehittäminen ja alan investointitoiminta umpiallaskasvatuksessa on tällä hetkellä kansainvälisesti olematonta eikä ympäristövaikutusten vähentämisen lisäksi muuta tuotantotaloudellista syytä umpiallaskasvatukselle ole esitetty. Maailmalla umpiallaskasvatuksen ympäristöystävällisyyttä perustellaan ravinnekuormituksen pienentämistä voimakkaammin sillä, että karkaavien kalojen geneettinen uhka ja lohitaisten aiheuttama vaara luonnonkannoille olisi pienempi umpiallaskasvatuksessa kuin verkkoaltaissa. Kasvatusveden lämpötilaa voidaan jossain määrin säätää kalan kannalta otollisemmaksi pumppaamalla kassiin vettä syvältä.

Maailman suurimpiin lohenkasvattajiin lukeutuva Marine Harvest kokeili umpiallaskasvatusta Brittiläisessä Kolumbiassa kuudessa umpialtaassa tuottaen noin 400 tn merilohta³⁸. Suomessa kirjolohen umpiallaskasvatusta on kokeiltu Turun saaristossa 10-20 tonnin pilottilaitoksessa^{39,40}.

Kustannukset

Marine Harvestin kokeilun perusteella umpialtaassa kasvatetun kalan tuotantokustannus on 29 % suurempi kuin verkkoaltaassa kasvatetun kalan. Kustannus ei sisällä lieteveden poistoa tai lietteen jatkokäsittelyä. Insinööritoimisto Air-ixin raportin³⁷ tietojen perusteella laskettuna umpiallaskasvatuksessa investointi- ja energiakustannukset ovat noin 80 snt/kg korkeammat kuin verkkoallaskasvatuksessa (ks. erillinen laskel-

³⁷ Kiuru T, Kause A, Mäntysaari EA, Ritola O, Paananen T, Ruohonen K, 2006. Valintajalostus parantaa rehutehoa. Altaan reunalla 2006.

³⁸ Hatfield Consultants Ltd. 2002. Pilot project technology initiative: Future Sea closed containment units. Monitoring report draft: first production cycle. Saltspring Island, Marine Harvest Canada.

³⁹ Jokela P, 2004. Puhtaan hapen käyttö ja kustannukset kirjolohen umpiallaskasvatuksessa. 70 s. Air-Ix Suunnittelu Oy, Tampere.

⁴⁰ Helminen H, 2004. Umpikassitekniikka ei ratkaise kalankasvatuksen ympäristöongelmia. Vesitalous 4/2004: 34-39.

ma). Laskelma perustuu arvioihin, joissa tekniikkaa sovelletaan tuotantomittakaavassa 180 tonnin laitoksella. Pohjoismaisen ministerineuvoston asiantuntijatyö on todennut, että korkean kustannusvaikutuksen vuoksi umpikassikasvatus ei ole parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT)⁴¹.

Ravinnekuormituksen vähenemä

Tekniikalla voidaan enintään vähentää fosforikuormitusta noin 50 % ja typpikuormitusta noin 20 %. Typpikuormitusta ei voida vähentää näin paljon, jos ruokinta on muuten huolellista. Laitokset ovat alttiita virtauksille ja merenkäynnille, minkä vuoksi ne jouduttaisiin sijoittamaan suojaisille vyöhykkeille, jotka todennäköisesti kestävät kuormitusta huonommin kuin avoimemmat merialueet.

3.2.2 Pumpatun meriveden käyttö maalla tapahtuvassa kasvatuksessa

Tekniset periaatteet

Pumpattua merivettä hyödyntävä laitos voidaan toteuttaa teknisesti monella tavalla käyttäen yksinkertaisimmillaan jopa pengerrettyjä merenlahtia, tai sitten maapohjaisia ja betonisia uoma-altaita sekä pyöröaltaita. Pengerrettyssä luonnonympäristössä poistoveden puhdistusmahdollisuus olisi olematon. Teknisesti laitokset muistuttaisivat sisämaan virtavesilaitoksia sillä erotuksella, että kalojen tarvitsema vesi pitää liikuttaa pumppaamalla. Tämä vaatii pumppujen lisäksi luotettavan varavoiman sekä hapetus- ja/tai ilmastusjärjestelmän. Altaiden yhteyteen voidaan rakentaa poistoveden puhdistusta. Koska vettä ei kierrätetä, poistoveden määrät ovat suuria. Puhdistusratkaisut ja -tehot olisivat vastaavia kuin sisävesialueen läpivirtauskasvatuksessa⁴².

Kaupallinen toiminta

Pumpatun meriveden läpivirtauslaitoksia käytetään erityisesti merilajien intensiivisessä poikaskasvatuksessa. Kasvatusmuotoa ei ole kehitetty ravinnekuormituksen vähentämiseksi, vaan tuotantotaloudellisista syistä vaikeiden kalalajien kasvatuksen helpottamiseksi. Mitä suurempia biomassoja ylläpidetään, sitä todennäköisemmin järjestelmät sisältävät veden kierrätyksen pumppaus- ja lämmityskulujen säästämiseksi. Islannissa pumpattua merivettä lämmitetään geotermaalisella lämmöllä nieriän ja merilohen kasvattamiseksi. Australiassa on eri kriteereitä käyttäen kartoitettu sopivia paikkoja merivettä käyttäville pumppulaitoksille⁴³. Pohjois-Amerikan mantereella on ilmeisesti yksi pumpattua merivettä käyttävä lohenkasvatustila⁴⁴. Pumppulaitokset eivät ole toistaiseksi menestyneet lohenkasvatuksessa. Mm. kirjolohen kasvatuskokeilut Itämerestä pumpatulla vedellä epäonnistuivat noin 20 vuotta sitten Neuvostoliitossa.

Kustannukset

Aiemmassa raportissamme laskimme pyöröaltaisiin perustuvan edistynyttä vesiensuojelutekniikkaa käyttävän kasvatuksen nostavan perinteisestä uoma-allaskasvatuksesta

⁴¹ Beste tilgjengelige teknikker for fiskeoppdrett i Norden. TemaNord 2005:528. 143 s.

⁴² Vielma J, Kankainen M, Setälä J, Naukkarinen M, Koskela J 2006. Fosforikuormituksen alentamisen yritystaloudelliset vaikutukset kirjolohen kasvatuksessa sisävesialueella. Kala- ja riistaraportteja nro 394. 30 s.

⁴³ Anon. 2002. Site assessment for land-based, temperate marine aquaculture, from Shark Bay to South-Australian border, Western Australia. Fisheries Occasional Publication No. 3. 99 s.

⁴⁴ <http://www.agf.gov.bc.ca/fisheries/technology/agrimarine.htm>

kirjolojen tuotantokustannuksia noin 54 snt/kg⁴⁰. Tätä työtä varten laskimme kustannukset vastaavalle Ahvenanmaan oloihin soveltuvalle laitokselle, jossa veden pumpausmäärä on minimoitu veden voimakkaalla ilmastuksella ja hapetuksella. Laitostyyppin investointi- ja energiakustannukset ovat noin 44 snt/kg suuremmat kuin verkkoallaskasvatuksessa. Tekniikka lisää myös työvoimakustannuksia, joita emme tässä yhteydessä arvioineet.

Ravinnekuormituksen vähenemä

Hyvin toteutettuna tekniikalla voidaan pienentää fosfori-kuormitusta enintään noin 50 % ja typpikuormitusta noin 20 %. Etenkään typpikuormitusta ei voida pienentää näinkään paljon, jos ruokinta on muuten huolellista. Koska typpikuormitusta ei voi saada läpivirtauskasvatuksessa pienemmäksi, tätä tekniikkaa käyttävistä laitoksista tulisi pistemäisiä typpikuormittajia todennäköisesti verkkoallaskasvatusta epäsuotuisammille alueille. Myös kasvatuksen vaatimat rakenteet ovat verkkoallaslaitoksia pysyvämpiä.

3.2.3 Malliuomalaitos (modeldambruk)

Tekniset periaatteet

Malliuomalaitokset (modeldambruk) ovat pelkistettyjä makeaa lähdevettä käyttäviä kiertovesilaitoksia. Tämän laitostyyppin tekniikka on vastikään kehitetty Tanskassa laajan kansallisen kehityshankkeen avulla. Perinteisistä kiertovesilaitoksista poiketen niistä puuttuu mm. kasvatushalli sekä veden lämmitys ja desinfiointi. Altaat ovat peräkkäin kytkettyjä betonuomia, joissa vettä liikutetaan pääasiassa ilmapumppujen avulla. Biosuodatinratkaisut perustuvat veden nostokorkeuden minimointiin. Laitosten poistovettä puhdistetaan tavanomaisen tekniikan lisäksi rakennetuissa kosteikoissa, joita sovelletaan Suomessa muunlaisten jätevesien käsittelyssä⁴⁵. Modeldambruk-tekniikan soveltuminen sellaisenaan Suomeen ei ole kylmien talvien vuoksi varmaa⁴⁶. Tanskassa tekniikkaa tullaan kokeilemaan myös merilajien kasvatukseen pumpatulla merivedellä.

Kaupallinen toiminta

Vaikka laitokset perustuvat melko tavanomaiseen kiertovesikasvatustekniikkaan, vastaavanlaista kasvatusta ei ole Tanskan lisäksi toistaiseksi muualla. Konseptia käyttävät laitokset tuottavat tällä hetkellä noin 2 miljoonaa kiloa annoskokoista kirjolohta tuotannon ollessa vielä kasvamaan päin⁴⁷.

Kustannukset

Vuonna 2005 tanskalaiset modeldambruk-yritykset tuottivat 32 senttiä tappiota kun taas lammikkokasvatus- ja verkkoallasyritykset tuottivat 12-15 senttiä voittoa tuotettua kalakiloa kohden². Eroa taloudellisessa tuloksessa oli siten 44-47 senttiä perkaamaton-ta kalakiloa kohden. Oman laskentamme mukaan investointi- ja energiakustannukset olisivat ison kirjolojen kasvatuksessa lähes 40 snt/kg korkeammat kuin verkkoallas-kasvatuksessa.

⁴⁵ Lisätietoa esim. tekniikkaa tutkiva EU-projekti PRIMROSE <http://primrose.jordforsk.no/index.htm>

⁴⁶ Vielma J ja Tossavainen S 2007: Tanska modernisoi kalankasvatustaan. Suomen Kalankasvattaja 1/2007

⁴⁷ Regnskabsstatistik for Akvakultur 2005. Fødevareøkonomisk Institut. Serie H nr. 2.

Ravinnekuormituksen vähenemä

Laitosten puhdistusteho on ollut huomattavasti odotettua suurempi. Puhdistusjärjestelmien oletettiin poistavan 30 % typestä ja 60% fosforista, mutta toistaiseksi kolmen mitatun laitoksen puhdistustehot ovat olleet 50 % typestä ja 80% fosforista⁴⁸. Oletettua tehokkaamman puhdistuksen myötä laitokset ovat saaneet suuremmat rehukiintiöt, eli niiden tuotannon sallitaan kasvaa.

3.2.4 Kiertovesikasvatus

Tekniset periaatteet

Kiertovesijärjestelmien tekninen toteutus ja mitoitus riippuu olosuhteista ja kasvatuslajista, eikä teknologia ole yhtä vakiintunutta kuin muussa intensiivisessä eläintuotannossa kuten siipikarjan kasvatuksessa. Kiertovesikasvatus poistaa vedestä kiintoainetta ja hiilidioksidia, muuttaa kaloille haitalliset typpiyhdisteet haitattomaan muotoon ja lisää veteen happea vedenkäsittelytekniikan avulla, jotta osa vedestä voidaan johtaa kaloille uudelleen⁴⁹. Veden kierrättäminen mahdollistaa ympärivuotisen lämpötilan säädön, parantaa poistoveden puhdistettavuutta ja mahdollistaa kasvatuksen pienemmän raakavesilähteen varassa. Kasvatus tapahtuu yleensä hallissa. Tekniikka lisää kustannuksia ja kohottaa riskejä. Kiertovesikasvatus hyötyy teollisuuden, lämpövoimaloiden tai kaatopaikkojen hukkaenergiasta sekä teollisuus- ja taajamajätevesien puhdistamosta.

Kaupallinen toiminta

Kiertovesikasvatusta sovelletaan makeassa vedessä ja merivedessä kylmän ja lämpimän veden lajeille. Vaikka kierto-vesikasvatus on yleistymässä, sen osuus kokonaistuotannosta on vielä pientä. Euroopassa kasvatetaan noin 20 miljoonaa kiloa kalaa kiertovedessä⁵⁰. Lisäksi käynnistymässä on useita miljoonien kilojen hankkeita mm. tilapian ja kielikampelan kasvattamiseksi⁵¹. Kiertovesikasvatusta on viime aikoina kehitetty erityisesti Yhdysvalloissa, jossa kaupallinen toiminta on ehtinyt sekä menestyä että epäonnistua, hieman lajista, teknisistä ratkaisuista ja liiketoiminnan suunnittelusta riippuen⁵². Eniten kasvatetaan tilapiaa, mutta suuria hankkeita on käynnistymässä mm. oka-ahvenen ja juovabassin kasvattamiseksi⁵³. Kiertovesikasvatus on kaikkialla suuntautumassa suuriin tuotantoyksiköihin ja tuotteisiin, joista saadaan joko lajin tai erityistuotemarkkinoinnin vuoksi hyvä hinta. Suurimmissa tuotantohalleissa kasvatetaan vuodessa 2000-3000 tonnia kalaa⁵⁴. Lohikalojen kierto-vesikasvatus on keskittynyt joko lohien poikastuotantoon tai vähemmän tuotettuihin lajeihin kuten nieriään. Tans-

⁴⁸ Danmarks Fiskeriundersøgelser, DFU-rapport nr. 164-06, nr. 166-06, nr. 168-06

⁴⁹ Vielma J, Kankainen M, Setälä J, Naukkarinen M, Koskela J 2006. Fosforikuormituksen alentamisen yritystaloudelliset vaikutukset kirjolohen kasvatuksessa sisävesialueella. Kala- ja riistaraportteja nro 394. 30 s.

⁵⁰ Eding E ja Schneider O 2005. RAS layouts in Europe. Recirculating Aquaculture Technology. Workshop. Trondheim 9.-10.8.2005.

⁵¹ Lähteinä käytetty mm. IntraFish sekä alan eurooppalaiset konsultit.

⁵² Timmons

⁵³ Lähteinä mm. IntraFish ja Losordo TM 2005. Recirculation systems layout in the USA and Australia. Recirculating Aquaculture Technology. Workshop. Trondheim 9.-10.8.2005.

⁵⁴ Esim. Blue Ridge Aquaculture (USA), VitaFish (Belgia).

kassa tosin lienee suunnitteilla noin 3000 tonnin kiertovesilaitos annoskokoisen kirjolohen kasvattamiseksi.

Kustannukset

Kiertovesikasvatuksen kustannusrakenne riippuu voimakkaasti teknisen toteutuksen monimutkaisuudesta, johon vaikuttaa eniten kasvatettava kalalaji. Korkeissa tiheyksissä ja edullisilla rehuilla kasvatettavalla tilapiialla väitetään päästävän Yhdysvaltojen kustannustasossa 1000 tonnin yksiköissä jopa alle kahden euron tuotantokustannukseen⁵⁵. Oman laskelmamme mukaan kirjolohen tuotantokustannukset voisivat olla 300-100 tonnin yksiköissä noin 4,4-5,6 €/kg. Tässä raportissa esittämämme laskelman mukaan noin 600 tonnin laitoksen pääoma- ja energiakulut ovat kirjolohen kiertovesikasvatuksessa noin 0,7 €/kg suuremmat kuin verkkoallaskasvatuksen.

Ravinnekuormituksen vähenemä

Kiertovesitekniikan kuormittavuuteen vaikuttaa tuotannossa käytettävän uuden veden määrä. Jos veden vaihtuvuus pidetään suurena voidaan lohikalojen kasvatuksessa poistaa noin 80 % fosforista⁵⁶. Yli 50%:n typen poisto vaatii erillisen typenpoistoreaktorin. Tällä voidaan typen sekä fosforin puhdistusteho nostaa noin 90 %:iin. Teollisuuden tai taajamien puhdistamoita hyödyntävillä laitoksilla voidaan päästä vastaaviin tai jopa suurempiin puhdistustehoihin.

3.2.5 Ympäristökuormitusta vähentävien kasvatustekniikoiden kustannusvertailu

Laskentamenetelmät ja laskennan oletukset

Laskennassa verrattiin viiden laitostyyppin kustannusrakennetta isokokoisen kirjolohen kasvatuksessa. Vertailtavat laitokset olivat:

- kiertovesikasvatus hallissa, typen poisto denitrifikaatiolla
- kiertovesikasvatus ilman hallia malliuoma-altaissa (modeldambruk)
- läpivirtauskasvatus maa-altaissa merestä pumpattavalla vedellä
- umpiiallaskasvatus meressä
- ulkosaariston verkkoallaskasvatus

Laskennassa verrattiin laitosten investointi- ja energiakustannuksia, koska erityisesti nämä kustannukset muuttuvat, kun ravinnekuormitusta vähennetään teknisin keinoin. Jos mm. kalakilokohthaisten rehu-, poikas-, työ- ja hallintokulujen oletetaan olevan kaikissa tuotantovaihtoehdoissa yhtä suuret, investointien ja energian käytön tehokkuus ratkaisee menetelmien keskinäiset kannattavuuserot.

Tuotantomuotojen investoinnit arvioitiin kalankasvatusalan kotimaisten ja tanskalaisen suunnittelijoiden ja kalankasvattajien kanssa. Investointien poistoaikana pidettiin

⁵⁵ Timmons N, Timmons MB, Ebeling JM 2006. Recirculating aquaculture systems (RAS) technologies. Part 2. Aquaculture Magazine September/October 2006: 32-39.

⁵⁶ Arvio perustuu mm. kotimaisten kiertovesilaitosten suorittamiin mittauksiin sekä työpajan ”Recirculating Aquaculture Technology. Workshop. Trondheim 9.-10.8.2005”, esityksiin

investoinnista riippuen 8-15 vuotta. Maa-alueiden laskennallinen poistoaika oletettiin kuitenkin 30 vuodeksi. Laskennassa käytettiin 5 %:n vuosikorkoa.

Yksinkertaisuuden vuoksi valitsimme kasvatuskierroksi yhden ikäluokan kasvatuksen 400-grammaisesta kalasta perkauskokoon saman kasvukauden aikana. Luonnonlämpötilaa hyödyntävä kasvatus alkaa huhtikuun alussa. Kiertovesimenetelmissä ja maalla tapahtuvassa läpivirtauskasvatuksessa oletettiin otettavan 20 000 poikasta per allas. Kalaa poistetaan myytäväksi aina, kun kalatiheys saavuttaa 50 kg/m³, alkaen ilman lämmitystä tapahtuvassa kasvatuksessa elokuun lopussa noin 1.3 kilon painosta. Kalaa poistetaan 2-3 viikon välein, loput kalat perataan vuoden lopussa. Hallissa kasvatuslämpötila pidetään jatkuvasti 15 asteessa ja poikasia otetaan sisään kahdesti vuodessa. Umpiiallaskasvatuksen tuotanto on arvioitu Jokelan mukaan⁵⁷, ja verkkoallaskasvatuksen investointirakenne RKTL:n omien tutkimusten mukaan⁵⁸. Lämpötilana on käytetty Merentutkimuslaitoksen aineistoa Föglöstä. Kiertovesikasvatus ilman hallia (vaihtoehto 3) nostaa veden lämpötilaa sitä erikseen lämmittämättä 1.5 °C. Energiakustannukset laskettiin laitteistojen sähkönkulutuksen perusteella. Malliuoma-altaissa, maa-altaissa ja umpikasseissa energiaa ei käytetä tammi-maaliskuussa.

Kasvatusmuotojen investointi- ja energiakustannukset

Hallikasvatuksen tuotanto on selvästi suurin, sillä kasvu on nopeaa 15 asteessa kun taas luonnonlämpötiloissa kalat eivät kasva lähes neljään kuukauteen. Malliuoma-altaissa lämpenevä vesi lisää hieman tuotantoa.

Investointi- ja energiakustannukset ovat selvästi suurimmat hallissa tapahtuvassa kiertovesikasvatuksessa. Ilman hallia tapahtuvan modeldambruk-kasvatuksen ja pumpatun meriveden varassa olevan läpivirtauskasvatuksen kesken ei ole suurta eroa. Verkkoallaskasvatuksen investointi- ja energiakustannukset olivat selvästi pienimmät.

Taulukko 1. Kirjolohen kasvatuksen pääoma- ja energiakustannukset vaihtoehtoisilla kasvatustekniikoilla.

	Kiertovesi	Modeldambruk	Läpivirtaus	Umpiallas	Verkkoallas
Lähtötiedot					
Investointi, milj. €	3,41	1,84	1,72	1,36	1,00
Allastilavuus	4 000	4 000	4 000	3 600	32 000
Tuotanto, tn	630	360	330	180	380
Pääoma- ja energiakustannus, €/kg perattavaa kalaa					
Investointien kuoletus	0,52	0,44	0,49	0,70	0,21
Investointien korkokustannus	0,16	0,15	0,16	0,23	0,08
Energiakustannus	0,31	0,09	0,11	0,19	0,02
YHTEENSÄ	0,99	0,68	0,75	1,11	0,31
Erotus verkkoallaskasvatukseen	-0,68	-0,37	-0,44	-0,80	

Oheinen laskenta ei kerro millä tuotantotavoilla kasvatus on kannattavaa. Poistovesien puhdistus ja tekniikka lisää yleensä työ- ja huoltokustannuksia, mikä kasvattaa muiden kuin verkkokassikasvatuksen kustannuksia. Investoinnin tuottavuutta voidaan parantaa lisäämällä tuotantoa (kalatiheyden ja kalojen kasvunopeuden nosto), ajoittamalla tuotantoa markkinoiden kysynnän mukaan tai kasvattamalla arvokkaampia tuotteita. Näiden kolmen keskeisen muuttujan hallinta on helpointa hallissa tapahtuvassa kiertovesikasvatuksessa. Kaikissa muissa tuotantotavoissa kalan kasvatus on riippuvainen luonnon lämpötilasta, jossa tavallinen kassikasvatus on kannattavinta.

⁵⁷ Jokela P, 2004. Puhtaan hapen käyttö ja kustannukset kirjolohen umpiiallaskasvatuksessa. 70 s. Air-Ix Suunnittelu Oy, Tampere.

⁵⁸ Markus Kankainen, RKTL: julkaisematon aineisto sijainninhajauksesta.

Laitoksen tuotantomäärän kasvaessa tuotannon yksikkökustannukset laskevat. Tehokkaasti ravinteita poistavat laitokset voivat kuormitusperusteisia lupia käytettäessä kasvattaa tavanomaista laitosta enemmän kalaa.

Oheinen laskenta, aiempi raporttimme sisämaakasvatuksesta (Vielma ym. 2006) ja Tanskan kirjolohilaitosten tilinpäätöstiedot viittaavat siihen, että kehittyneen ympäristötekniikan soveltaminen kilpailukykyisesti kirjolohen kasvatukseen on vaikeaa.

Kirjolohta ja siikaa voidaan nykyään kasvattaa kannattavasti verkkokasseissa. Kaikki teknisesti edistyneemmät kasvatustekniikat lisäävät tuotantokustannuksia ja eivät ole ainakaan vielä perinteisen kassikasvatuksen kanssa kilpailukykyisiä vaihtoehtoja. Kiertovesikasvatus tarjoaa kuitenkin mahdollisuuden kompensoida lisääntyviä kustannuksia paremmilla tuotoilla. Kiertovesikasvatus edellyttäisi sellaisia kasvatuslajeja, joita voitaisiin tällä tekniikalla kasvattaa Ahvenanmaalla kannattavasti. Seuraavaksi analysoimmekin uusien kalalajien kasvatusmahdollisuuksia Ahvenanmaalla.

3.3. Lisäarvoa tuottavat uudet lajit

Kalat ovat hyvin runsaslajinen eläinryhmä, jossa on yli 20 000 lajia. Niistä viljelyssä on vasta noin 100 lajia. Kalojen viljely on myös keskittynyt muutamiin lajiryhmiin. Selvästi eniten kasvatetaan särkikaloja kuten karppeja ja niiden kokonaistuotanto oli noin 18 milj. tonnia/vuosi. Seuraavaksi suurimmat lajiryhmät ovat lohikalat ja kirjoahvenet (mm tilapiat) noin 2 miljoonan tonnin vuosituotannolla.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana ruokakalankasvatusta on pyritty monipuolistamaan uusien viljelylajien avulla. Erityisesti on kehitetty merilajien viljelyä, mutta myös makean veden lajien tuotanto on monipuolistunut. Toinen vallitseva suuntaus on tuotantomenetelmien teknistyminen. Erityisesti kiertovesikasvatus on mahdollistanut uusien lajien kasvatuksen alueilla, jossa ne eivät voisi muutoin luontaisesti menestyä.

Tarkastelemme nyt neljäntoista kalalajin kasvatedellytyksiä viljelybiologian, tuotantoteknisen osaamisen ja markkinoiden näkökulmasta. Valitsimme tarkasteluun lähimarkkinoilla tunnettuja tai hyvin viljelyyn soveltuvia makeanveden ja murtoveden kalalajeja. Lisäksi tarkastelemme muutamaa eksoottista kalalajia, joiden viljely on maailmalla laajentumassa tai käynnistymässä.

3.3.1 Kotimaiset lajit

Siika

Laji soveltuu hyvin viljeltäväksi Ahvenanmaan luonnonoloissa. Kasvu on nopeahkoa ja kasvatus myyntikokoon vie luonnonlämpötiloissa 1-2 vuotta kalan alkupainosta riippuen. Lämminvesikasvatuksessa vuotuinen kasvu on noin kolme kertaa suurempaa kuin luonnonlämpötilassa. Laji kestää kirjolohta paremmin VHS tautia. Siika vaatii kirjolohta enemmän kasvatustilaa ja on herkempi käsittelyille.

Emokalojen, poikasvaiheen ja jatkokasvatuksen kasvatusmenetelmät tunnetaan hyvin. Kasvatuksen tarvitsema alkumateriaali on saatavissa Suomesta ja lajin ruokakalaviljelyominaisuuksia parannetaan valintajalostuksen avulla. Kiertovesikasvatus voisi soveltua siian kasvatusmenetelmäksi. Kokemukset siian kiertovesikasvatuksesta ovat vielä vähäiset.

Nykyisin kasvatetun siian päämarkkinat ovat Suomessa ja kalan tuottajahinta on korkea. Siikamarkkinoiden koko on noin 2 500 tonnia, josta kolmannes on kasvatettua kalaa. Pelkästään kasvatetun kalan markkinoiden on arvioitu nousevan 3 000 tonniin.

Kotimarkkinoiden koko voi olla tulevaisuudessa kasvatuksen laajentumista hidastava tekijä. Kasvatetun siian tuottajahinta oli noin 5 €/kg vuonna 2006⁵⁹.

Kuha

Laji soveltuu melko hyvin viljeltäväksi Ahvenanmaan luonnonoloissa. Luonnonlämpötilat ovat lämpimässä vedessä viihtyvälle kuhalle viileitä, mikä hidastaa kasvua. Kasvatus 90 gramman poikasesta myyntikokoon vie luonnonlämpötiloissa kolme vuotta. Kasvu optimilämpötilassa on nopeaa ja lämminvesikasvatuksessa kuha kasvaa myyntikokoon vuodessa. Lajien tuotantobiologia tunnetaan vielä huonosti. Kannibalismi ja valoherkkyys voivat rajoittaa tuotantoa.

Mädintuotanto ja luonnonravintolammikkoviljelyyn perustuva poikaskasvatusmenetelmä tunnetaan hyvin. Poikasvaiheen ja jatkokasvatuksen intensiiviset kasvatusmenetelmät ovat kehitteillä. Kasvatuksen tarvitsema alkumateriaalia on jo osin saatavissa kaupallisesti Suomesta, mutta poikastuotanto vaatii edelleen kehittämistä. Kiertovesikasvatus soveltuu kuhan kasvatusmenetelmäksi, vaikkakin kokemukset menetelmän käytöstä ovat vähäisiä. Lajin intensiivisten tuotantomenetelmien kehittäminen on vielä kesken.

Suomessa käytetään kotimaasta pyydettyä ja Virosta tuotua kuhaa yli 1 000 tonnia. Kotimaan kysyntä saattaa nousta yhtä korkeaksi kuin siian. Kasvatetuin kuhan hinta saattaa jäädä kasvatetun siian hintaa matalammaksi, koska tuotu kuha täydentää jo tarjontaa. Kuhalla on myös vientimarkkinoita. Euroopan kokonaissaaliit ovat runsaat 7 000 tonnia ja kasvatusmäärä noin 300 tonnia. Pääosa kasvatetaan Ukrainassa ja Itä-Euroopassa. Kasvatetun kuhan keskituottajahinta oli 2,4 €/kg vuonna 2004⁶⁰. Länsi-Euroopan kasvatusmäärät ovat olleet vähäiset, mutta tuottajahinnat selvästi korkeammat (5-6 €/kg) kuin Itä-Euroopassa.

Ahven

Laji soveltuu melko hyvin viljeltäväksi Ahvenanmaan luonnonoloissa. Luonnonlämpötilat ovat lämpimässä vedessä viihtyvälle ahvenelle viileitä ja tämä hidastaa kasvua. Ahvenen herkkyys käsittelylle ja kalojen aikainen sukukypsytminen heikentävät kasvatustulosta.

Emokalojen, poikasvaiheen ja jatkokasvatuksen kasvatusmenetelmät tunnetaan ahvenella melko hyvin. Kasvatuksen tarvitsema alkumateriaali ei ole kaupallisesti tarjolla Suomessa, vaan se on hankittavissa luonnonkaloista. Luonnosta pyydettyjä ahvenia voidaan kasvattaa verkkokasseissa, mutta toiminnan kaupallinen kannattavuus on heikko⁶¹. Kiertovesikasvatus soveltuu ahvenen kasvatusmenetelmäksi.

Ahvenella on kysyntää niin kotimaassa kuin Euroopan markkinoilla. Kotimaassa ahven myydään fileinä ja vientikala voi olla pientä kokonaista kalaa tai fileitä. Ahvenen hinta on alhainen. Kotimaan kalastetun ahvenen hinta on ollut noin 1 €/kg. Ahventa on kasvatettu vuosina 2003-2004 vain Itä-Euroopassa. Kasvatetun ahvenen tuottajahinta on ollut 1,5-2 €/kg⁵⁸. Tuottajahinnat ovat olleet laskussa vuoden 2002 jälkeen.

⁵⁹ Suomen kalankasvattajaliitto 2005

⁶⁰ Aquamedia 2007. European € Values. www.aquamedia.org

⁶¹ Koskela, J., Setälä, J., Honkanen, A., Forsman, L. Ahvenen kasvatuksen kannattavuus - taloudellis-biologinen analyysi. RKTL: Kalatutkimuksia — Fiskundersökningar nro 151, 1998. 21 s.

Nieriä

Nieriä on viileässä vedessä viihtyvä laji, joka soveltuu melko hyvin viljeltäväksi Ahvenanmaan luonnonoloissa. Viljelyn riskitekijänä ovat ajoittain haitallisen korkeat veden lämpötilat ja mahdollisesti veden liian korkea suolapitoisuus talviaikana. Nieriä on suhteellisen nopeakasvuinen ja kasvatuksessa voidaan käyttää melko suuria kalatiheyksiä. Nieriä kasvaa poikasesta (1 g) kilon painoiseksi kahdessa vuodessa, jos kasvatuksessa käytetään ympäri vuoden 10 asteista vettä.

Emokalojen, poikasvaiheen ja jatkokasvatuksen kasvatuserämenetelmät tunnetaan nieriällä hyvin. Kasvatuksen tarvitsema alkumateriaali on saatavissa Suomesta. Kiertovesikasvatus soveltuu hyvin nieriän kasvatuserämenetelmäksi ja Suomessa lajia kasvatetaan kiertovesilaitoksissa.

Nieriä on erikoistuote, jota kasvatetaan maailmassa vain 3 000 tonnia. Päätuottajamaat ovat Norja ja Islanti. Tuottajahinta on ollut runsas 5 €/kg⁵⁸. Suomen kasvatuserä on noin 200 tonnia. Nieriää tuodaan myös Ruotsista ja muualta Euroopasta Suomen markkinoille. Kotimaisen kasvatetun nieriän tuottajahinta on toistaiseksi ollut hyvin korkea, runsas 7 €/kg. Lajin kotimarkkinakysyntä voi pitkällä tähtäimellä nousta noin miljoonaan kiloon.

3.3.2 Itämeren lajit

Turska

Turska on viileässä vedessä viihtyvä laji, joka soveltuu melko hyvin viljeltäväksi Ahvenanmaan luonnonoloissa. Viljelyn riskitekijänä ovat ajoittain haitallisen korkeat veden lämpötilat ja mahdollisesti veden liian matala suolapitoisuus. Turska kasvaa optimilämpötilassa melko nopeasti.

Poikasvaiheen kasvatus on vaikeaa, koska pienikokoinen vastakuoriutunut poikanen käyttää elävää ravintoa. Emokalojen ja jatkokasvatuksen kasvatuserämenetelmät tunnetaan turskalla melko hyvin. Lajia voidaan kasvattaa verkkoaltaissa tai kiertovesilaitoksissa. Kasvatuksen tarvitsema alkumateriaali ei ole kaupallisesti tarjolla Suomessa, vaan se on hankittava luonnonkaloista.

Turskan kasvatus on alkuvaiheessa ja tuotanto kasvaa lähivuosina Norjassa, Islannissa sekä Brittein saarilla. Kokonaistuotanto oli noin 7 000 tonnia vuonna 2005⁶². Tuotanto on monien ongelmien vuoksi tähän asti kasvanut odotettua hitaammin. Sen arvellaan kuitenkin lähivuosina nousevan runsaaseen 30 000 tonniin. Kysynnän arvioidaan kasvavan niin Norjan kotimarkkinoilla kuin perinteisissä turskan kuluttajamaissa⁶³. Norjalaisten kasvattajien keskihinta on ollut noin 4,5 €/kg. Norjan tuorekalamarkkinoilla hinnat ovat olleet korkeammat. Suomessa tuore valkoliuhainen turska voi täydentää punalihaisen lohikalan tarjontaa.

Piikkikampela

Piikkikampela on lämpimässä vedessä viihtyvä laji, joka soveltuu melko hyvin viljeltäväksi Ahvenanmaan luonnonoloissa. Kasvu on hidasta alle kymmenen asteen lämpötiloissa, mikä hidastaa luonnonlämpötilassa tapahtuvaa tuotantoa. Laji sietää melko

⁶² Norsk fiskeridirektoratet www.fiskeridir.no

⁶³ Solsletten, V. 2005. Farmed cod: Eagerly awaited in the market. Industry report, IntraFish Media

suuria kasvatustiheyksiä ja kasvu optimilämpötilassa on nopeahkoa. Poikasvaiheen kasvatusta on vaativaa johtuen vastakuoriutuneen poikasen pienestä koosta ja elävän ravinnon käytöstä.

Emokalojen ja jatkokasvatuksen kasvatustekniikat tunnetaan melko hyvin. Poikasvaiheen viljelytekniikkaa kehitetään edelleen. Kasvatukseen tarvitsema alkumateriaali ei ole kaupallisesti tarjolla Suomessa, vaan se on hankittava luonnonkaloista tai tuotava muualta Euroopasta. Kampelan viljelyssä käytetään läpivirtaus- ja kiertovesikasvatusta.

Piikkikampela sekä kasvatetaan että kalastetaan noin 6 000 tonnia. Päämarkkinat ovat Keski- ja Etelä-Euroopassa, jossa laji on arvostettu ja hinta korkea, vajaa 9 €/kg vuonna 2005. Kotimaan saaliissa laji on harvinaisuus, ja sen markkinat eivät ole tarjonnan puutteessa Suomessa kehittyneet. Isokokoiselle kalalle saattaisi olla jonkin verran kysyntää.

Meriantura eli kielikampela

Meriantura on lämpimässä vedessä viihtyvä laji, joka soveltuu huonosti Ahvenanmaan luonnonoloissa viljeltäväksi. Lajin tuotanto-ominaisuudet tunnetaan vielä huonosti, mutta mahdollisesti veden viileyys ja liian matala suolapitoisuus rajoittavat kasvatustehokkuuksia Ahvenanmaalla. Viljelyssä lajin kasvu on optimilämpötilassa hidasta ja se ei siedä korkeita tiheyksiä. Poikasvaiheen kasvatusta on vaativaa johtuen vastakuoriutuneen poikasen pienestä koosta ja elävän ravinnon käytöstä.

Emokalojen kasvatustekniikat tunnetaan melko hyvin. Poikasvaiheen ja jatkokasvatukseen viljelytekniikkaa kehitetään edelleen. Kasvatukseen tarvitsema alkumateriaali ei ole kaupallisesti tarjolla Suomessa, eikä laji esiinny luontaisesti Suomen alueella. Alkumateriaali on tuotava muualta Euroopasta. Kielikampelan viljelyssä käytetään läpivirtaus- ja kiertovesikasvatusta.

Kasvatusta on alkuvaiheessa ja kokonaistuotanto on alle 100 tonnia. Lajia tuotetaan Espanjassa ja Portugalissa. Laji on kallis (9-10 €/kg) ja arvostettu tuote Keski-Euroopan markkinoilla⁶⁴. Kielikampela tuodaan vähän Suomeen ja markkinoidaan erikoisravintoloihin.

3.3.3 Eksoottiset lajit

Siperian sampi

Siperian sampi on lämpimässä vedessä viihtyvä laji, joka soveltuu melko hyvin Ahvenanmaan luonnonoloissa viljeltäväksi. Laji ei kasva alle kahdeksan asteen lämpötiloissa, mikä hidastaa luonnonlämmössä tapahtuvaa tuotantoa. Optimilämpötilassa sampi kasvaa nopeasti. Laji kestää myös hyvin käsittelyä.

Emokalojen, poikasvaiheen ja jatkokasvatukseen viljelymenetelmät tunnetaan hyvin. Lajin kasvatusta on Suomessa alkuvaiheessa, mikä voi rajoittaa poikasten saantia. Sammen viljelyssä käytetään läpivirtaus- ja kiertovesikasvatusta.

Sampea on aiemmin kasvatettu vain vähän Venäjällä, mutta 2000-luvulla tarjonta on nopeasti kasvanut Kiinassa. Sampea kasvatetaan noin 16 000 tonnia ja Euroopassa alle 500 tonnia. Sammen tuottajahinta on kasvatusmäärien noustessa laskenut huomatta-

⁶⁴ Aquamedia 2007. European ex-farm prices for fish. www.aquamedia.org

vasti. Euroopan tuottajahinta oli noin 4 €/kg vuonna 2004⁶⁵. Sammen mäti on myös hyvin kysyttyä.

Niilin tilapia

Niilin tilapia on lämpimässä vedessä viihtyvä laji, joka ei sovellu ympärivuotiseen viljelyyn Ahvenanmaan luonnonoloissa. Lämpötilan lasku alle 12 asteen aiheuttaa kuolleisuutta. Lajin ominaisuudet soveltuvat erittäin hyvin lämminvesikasvatukseen; se on nopeakasvuinen, sietää hyvin käsittelyä, huonoa vedenlaatua ja suuria tiheyksiä. Lajia ruokitaan edullisilla kasviperäisillä ja niukasti valkuaista sisältävillä rehuilla.

Emokalojen, poikasvaiheen ja jatkokasvatuksen viljelymenetelmät tunnetaan hyvin. Viljelyn alkumateriaali ei ole tarjolla Suomessa vaan se on hankittava Euroopasta. Niilin tilapian viljelyssä käytetään läpivirtaus- ja kiertovesikasvatusta.

Maailmassa Niilin tilapiaa tuotetaan yli 1 500 000 tonnia. Kiina kasvattaa yli puolet tuotannosta. Euroopassa tuotanto on vielä vähäistä, mutta lajin kiertovesikasvatukseen on investoitu. Tuottajahinta on matala, alle 2 euroa⁶². Euroopan markkinat ovat kehittymättömät ja hinta reagoi nopeasti tarjonnan muutoksiin. Suurimmat markkinat ovat Brittein saarilla, Ranskassa, Belgiassa ja Saksassa. Haimonni on vienyt tilapian markkinoita.

Haimonni eli pangasius

Haimonni on lämpimässä vedessä viihtyvä aasialainen makean veden laji, joka soveltuu todennäköisesti huonosti viljeltäväksi Ahvenanmaan luonnonoloissa. Lajin tuotanto-ominaisuudet tunnetaan vielä huonosti, mutta sen tiedetään olevan nopeakasvuinen ja sietävän huonoa veden laatua.

Lajia kasvatetaan alkuvaiheessa luonnonravintolammikoissa ja myöhemmin verkkoaltaissa. Intensiiviset kasvatusmenetelmät ovat vasta kehitystyön alla. Kasvatuksen alkumateriaalia ei ole tiettävästi saatavilla Euroopassa.

Haimonnin tuotanto kasvaa nopeasti ja maailman tuotanto on noin 800 000 tonnia⁶⁶. Valtaosa tuotetaan Vietnamin. Lajia tuodaan Eurooppaan ja sen tuontihinta on hyvin matala, alle 2 euroa fileekilolta. Hintataso on ollut nousussa, mutta sen ennustetaan laskevan, kun Kiinan tuotanto kasvaa⁶⁷. Kysyntä on myös kasvanut Suomessa ja lajin tuonti voi hintatasosta riippuen nousta jopa 1 000 tonniin.

Jättikonnamonni

Jättikonnamonni on lämpimässä vedessä viihtyvä Afrikkalainen laji, joka ei sovellu ympärivuotiseen viljelyyn Ahvenanmaan luonnonoloissa. Lämpötilan lasku alle kuuden asteen aiheuttaa kuolleisuutta. Lajin ominaisuudet soveltuvat erittäin hyvin lämminvesikasvatukseen; se on nopeakasvuinen, sietää erittäin hyvin käsittelyä, huonoa vedenlaatua ja suuria tiheyksiä.

Emokalojen, poikasvaiheen ja jatkokasvatuksen viljelymenetelmät tunnetaan hyvin. Viljelyn alkumateriaalia ei ole tarjolla Suomessa vaan se on hankittava Euroopasta. Jättikonnamonnin viljelyssä käytetään läpivirtaus- ja kiertovesikasvatusta.

⁶⁵ Aquamedia 2007. European € Values. www.aquamedia.org

⁶⁶ Seafood International 2007. Supplies & Markets News. January 2007.

⁶⁷ Seafood International 2006. Supplies & Markets News. December 2006.

Jättikonnamonnin tuotanto maailmassa on noin 23 000 tonnia ja sitä tuotetaan pääasiassa Afrikassa. Hollannissa ja Unkarissa tuotetaan yhteensä vajaa 5 000 tonnia. Tuottajahinta oli noin 2,3 €/kg vuonna 2004⁶⁸.

Oka-ahven

Oka-ahven on lämpimässä vedessä viihtyvä Tyynen valtameren laji, joka ei sovellu ympärivuotiseen viljelyyn Ahvenanmaan luonnonoloissa. Poikasvaiheessa lämpötilan lasku alle 16 asteen tai veden suolapitoisuuden lasku alle 15 ‰ aiheuttaa kuolleisuutta. Lajin ominaisuudet tunnetaan vielä huonosti, mutta lämpimässä vedessä sen tiedetään olevan erittäin nopeakasvuinen. Laji sietää huonosti käsittelyä.

Poikaskasvatus tehdään suolaisen veden luonnonravintolammikoissa ja jatkokasvatus verkkoaltaissa. Intensiiviset allaskasvatusmenetelmät ovat kehitteillä. Viljelyn alkumateriaalia ei ole tarjolla Suomessa vaan se on hankittava Aasiasta tai Yhdysvalloista.

Oka-ahventa kasvatetaan pääasiassa Kiinassa ja Taiwanissa ja vähäisiä määriä Brasiliassa ja Yhdysvalloissa. Kokonaistuotanto on noin 20 000 tonnia. Kiinan tuotannon kasvaessa markkinahinta laski kolmannekseen tasolle 1,4 €/kg. Lajin markkinat Euroopassa vielä hyvin kapeat, mutta rasvaisena kalana tuottajat olettavat oka-ahvenen sopivan savustusteollisuuden raaka-aineeksi⁶⁹.

Barramundi

Barramundi on lämpimässä vedessä viihtyvä aasialainen laji, joka ei sovellu ympärivuotiseen viljelyyn Ahvenanmaan luonnonoloissa. Lämpimässä vedessä laji on nopeakasvuinen. Poikasvaiheessa ongelmana on kannibalismi.

Barramundille on kehitetty intensiiviset kasvatusmenetelmät. Poikaskasvatus tapahtuu suolaisessa vedessä elävän ravinnon avulla ja jatkokasvatus makeassa vedessä esimerkiksi kiertovesilaitoksessa. Viljelyn alkumateriaalia ei ole tarjolla Suomessa vaan se on hankittava esimerkiksi Australiasta.

Barramundia kasvatetaan pääasiassa Malesiassa, Thaimaassa ja Indonesiassa noin 30 000 tonnia sekä pieniä määriä Isossa Britanniassa. Tuottajahinta oli Aasiassa noin 2 €/kg vuonna 2004.

Hopeatiikeriahven

Hopeatiikeriahven on Australialainen lämpimässä vedessä viihtyvä laji, joka soveltuu melko hyvin viljeltäväksi Ahvenanmaan luonnonoloissa. Laji ei kasva alle 12 asteen lämpötiloissa ja kasvu hidastuu yli 5 ‰ suolapitoisuudessa. Lämminvesikasvatuksessa laji on melko nopeakasvuinen ja sietää heikkoa veden laatua.

Poikaskasvatus tapahtuu luonnonravintolammikoissa ja intensiiviset kasvatusmenetelmät ovat kehitteillä. Jatkokasvatus tapahtuu keinoaltaissa ja verkkoaltaissa. Viljelyn alkumateriaalia ei ole tarjolla Suomessa vaan se on hankittava Australiasta.

Lajia viljellään Australiassa ja tuotanto 2004 oli alle 300 tonnia. Tuottajahinta oli tällöin 5,4 €/kg⁷⁰

⁶⁸ FAO 2007. FishStat-tietokanta. www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp

⁶⁹ Seafood International 2006. Can you call it cobia? July 2006.

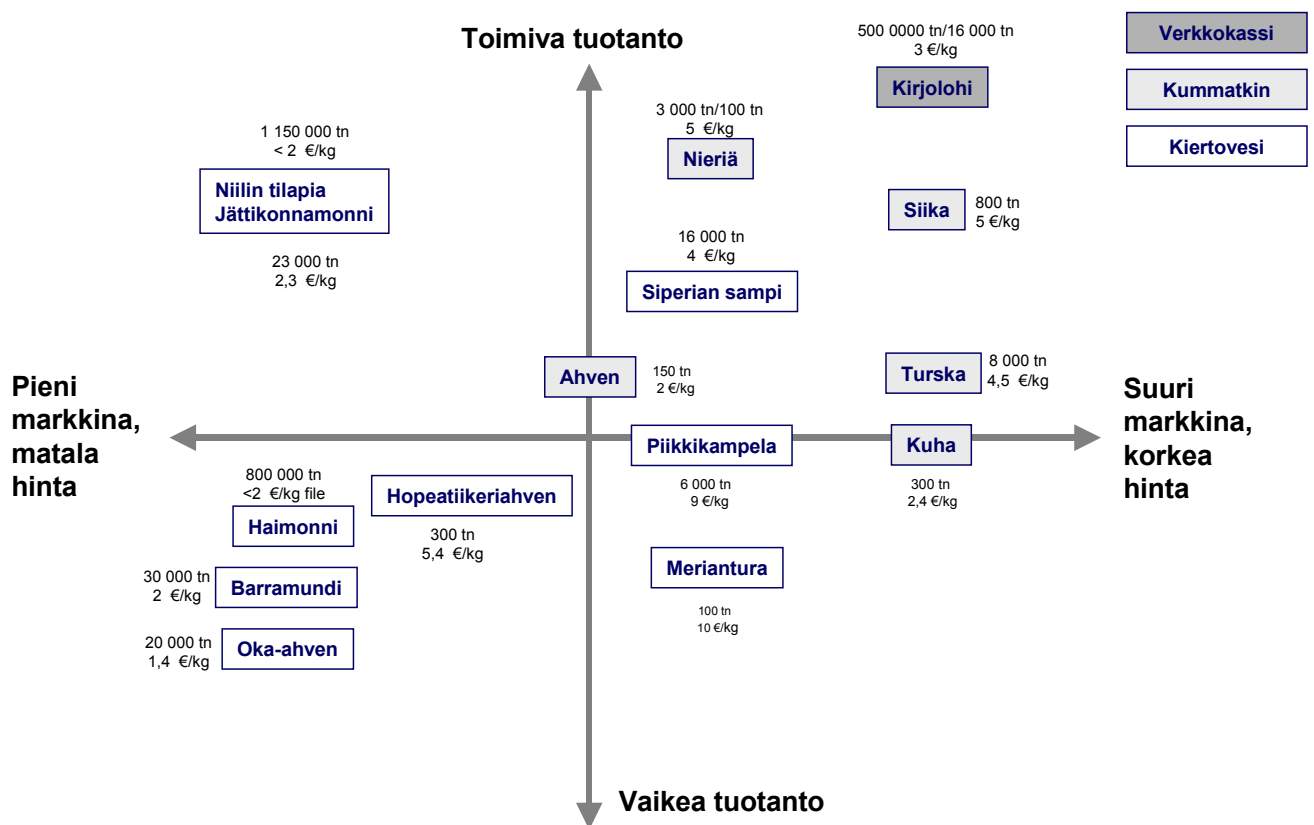
⁷⁰ FAO 2007. FishStat-tietokanta. www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp

3.3.4 Mahdollisuudet monipuolistaa kasvatusta

Uuden lajin viljelyn käynnistymiseen vaikuttavat lajin markkinamahdollisuudet sekä tuotannolliset valmiudet aloittaa kasvatusta. Nämä tekijät määrittelevät lajin tuotantokustannukset, tuotteesta saatavan hinnan sekä viljelyn kannattavuuden.

Käsitellyt lajit eroavat toisistaan markkina- ja tuotantomahdollisuuksien osalta (kuva 6). Parhaat edellytykset ovat kuvan oikeaan ylälaitaan sijoittuvilla lajeilla, nieriällä, siialla, Siperian-sammella ja turskalla. Oikeaan alakulmaan sijoittuvat lajit, joilla on markkinamahdollisuuksia, mutta tuotantoteknologia osataan vielä heikosti. Vasemmassa yläkulmassa Niilin tilapian ja jättikonnamonnin tuotantovalmiudet ovat hyvät, mutta matala markkinahinta tuo viljelyn kannattavuuteen epävarmuutta. Kuvan vasempaan alakulmaan sijoittuvat lajit, joita on vaikea tuottaa Ahvenanmaalla kannattavasti ja joiden markkinoihin liittyy suuria epävarmuuksia. Lajien välillä on eroja myös Ahvenanmaan luonnonoloissa tarvittavassa viljelytekniikassa. Lämpimässä vedessä viihtyvät lajit hyötyvät kiertovesikasvatuksesta.

Uusien lajien tuotanto- ja markkinamahdollisuudet

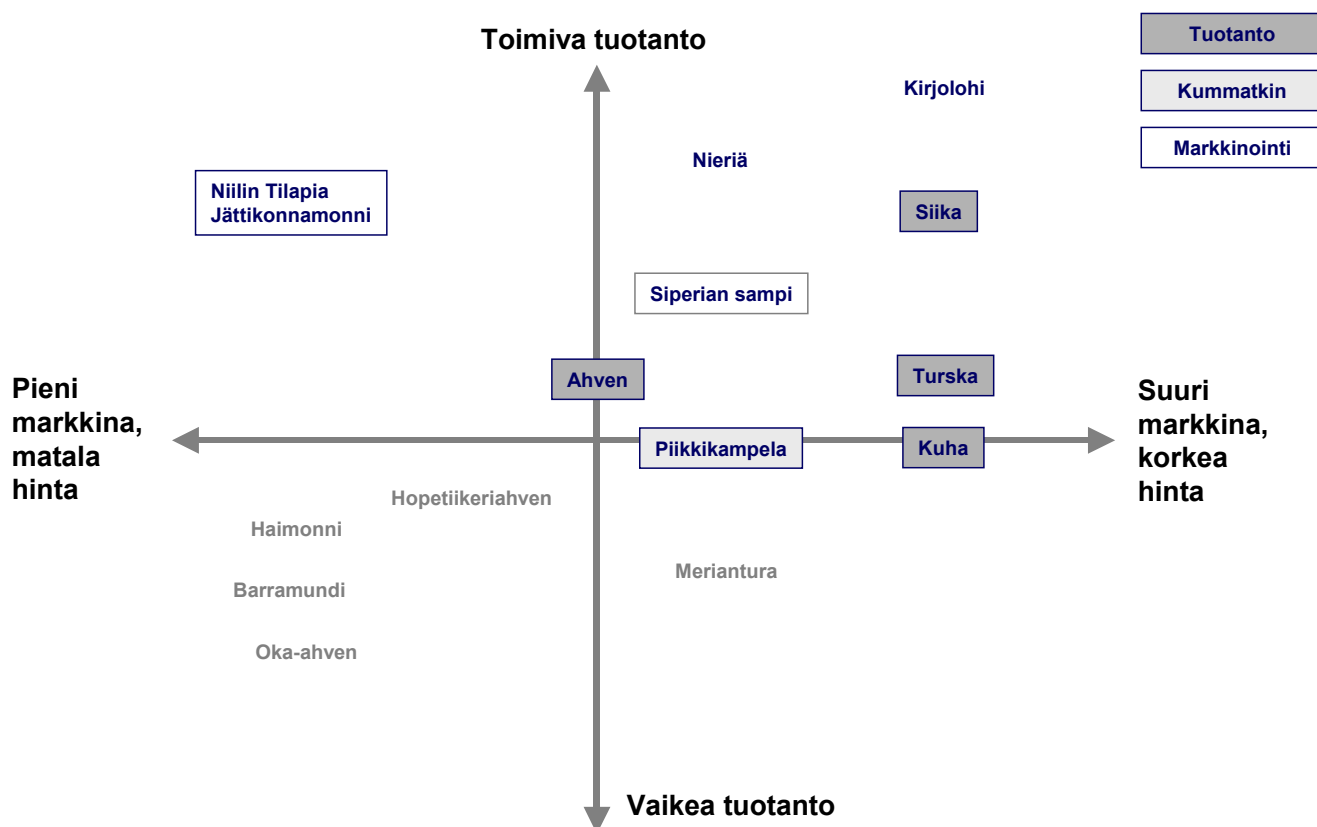


Kuva 6. Lajien viljely- ja markkinamahdollisuudet Ahvenanmaalla. Kunkin lajin kohdalle on merkitty nykyinen viljelymäärä maailmassa sekä kasvatetun tuotteen markkinahinta. Harmaan eri sävyillä on kuvattu lajin viljelymenetelmä.

Uuden lajin tuotannon käynnistämiseen liittyy paljon taloudellisia epävarmuuksia. Näitä epävarmuuksia voidaan vähentää kehittämistoimilla, jotka voivat kohdistua tuotantoteknologiaan ja markkinoihin (kuva 7). Nieriän kiertovesikasvatuksen käynnis-

täminen ei enää vaadi suuria kehittämispansoksia. Sitä vastoin siian, turskan ja kuhan kasvatusta kiertovesilaitoksissa täytyy kehittää. Ahvenen ja piikkikampelan kasvatusta edellyttäisi vielä sekä markkinoiden että tuotantoteknologian parantamista. Niilin tilapia ja jättikonnamonnin viljelyä ei kannata Ahvenanmaalla käynnistää, jollei tuotteille ole riittävän suuria kannattavia markkinoita.

Mitä tulisi kehittää?

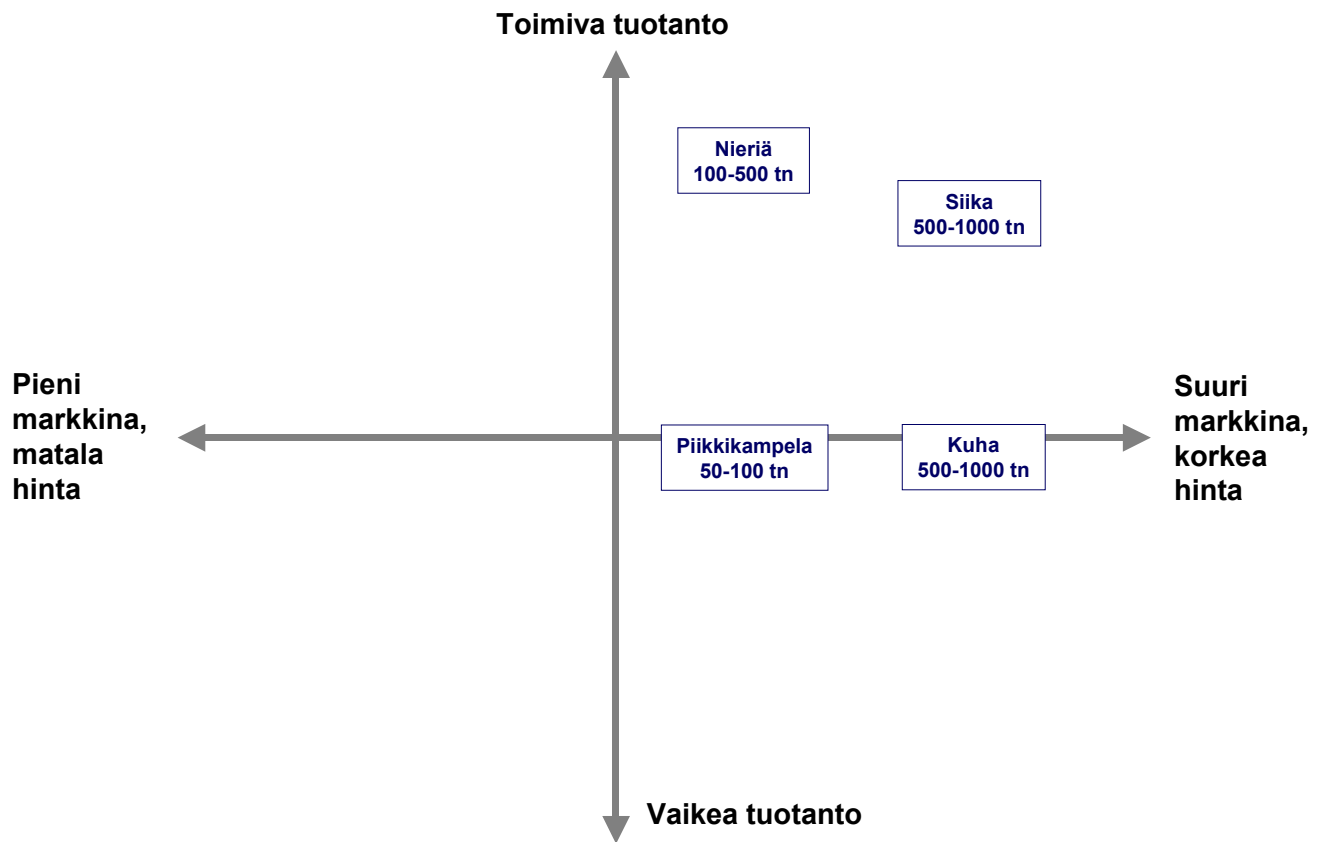


Kuva 7. Lajien tuotannon kehittämistarpeet. Ilman kehystä olevilla lajeilla ei ole kehittämistarvetta, koska niiden tuotanto ja markkinointi toimii jo nyt (nieriä ja kirjolohi) tai koska Ahvenanmaalla kehittämistoimienkaan avulla tuskin onnistuttaisiin saamaan aikaan kannattavaa tuotantoa.

Nykyisen tuotanto-osaamisen ja markkinoiden perusteella potentiaalisimmat kiertovedessä Ahvenanmaalla kasvatettavat uudet lajit ovat siika, nieriä, piikkikampela ja kuha (kuva 8). Näistä lajeista vain nieriää kasvatetaan nykyisin Suomessa kiertovedessä, joten muiden lajien kasvatusta edellyttää vielä tuotannon huomattavaa kehittämistä.

Esitettyjen lajien yhteenlaskettu kysyntä saattaisi todennäköisimmät markkinat huomioiden olla tarkastelukauden lopussa 1000 – 2500 tonnia. Turska ja sampi voisivat periaatteessa olla myös mahdollisia lajeja, mutta kasvava kilpaileva tuotanto syö näiden lajien kehitysmahdollisuuksia Ahvenanmaalla. Turskan viljely kasvaa nopeasti lähialueilla muun muassa Norjassa. Vastaavasti sampea tuotetaan jo Tanskassa ja muualla Suomessa. Tämän lisäksi edullisen sammen tuotanto kasvaa nopeasti Kiinassa.

Ahvenanmaalla kiertovesilaitoksissa kasvatetun kalan mahdollinen kysyntä



Kuva 8. Potentiaalisimmat Ahvenanmaalla kiertovedessä kasvatettavat lajit sekä mahdollisten markkinoiden suuruus⁷¹.

⁷¹ Arvio markkinoiden suuruudesta perustuu kalan tuotantotilastoihin ja hintoihin, aiempiin tutkimuksiin^{17,18} ja Suomen keskeisimpien kalatukkujen edustajien haastatteluihin.

4. Skenaariot ympäristöohjelman tavoitteisiin pääsemiseksi

Ahvenanmaan maakuntahallituksen ympäristöohjelman mukaan kalankasvatuksen ympäristökuormitusta on vuoteen 2011 mennessä vähennettävä vuosien 2001-2003 keskiarvosta 50 prosenttia ja vuoteen 2015 mennessä 80 prosenttia. Tällöin kalankasvatuksen kuormituksen tulee vuonna 2011 olla korkeintaan 13 tonnia fosforia ja 109 tonnia typpeä ja vuonna 2015 korkeintaan 5 tonnia fosforia ja 44 tonnia typpeä.

Maakuntahallituksen tavoitteena on ympäristötavoitteiden rajoissa säilyttää kalankasvatuserinkeino mahdollisimman laajana saariston ja haja-asutusalueiden nykyisten työpaikkojen ja yhteiskunnallisten muiden hyötyjen turvaamiseksi tai lisäämiseksi.

Maakuntahallituksen ympäristöohjelman tavoitteisiin voidaan päästä eri tavoin. Jos kasvatuksen ominaiskuormitus pysyy nykyisellään, kalankasvatuksen tuotantoa olisi ilman vesiensuojelutoimia leikattava vertailuvuosien tuotannosta 80%, jotta ympäristöohjelman kuormitustavoitteet saavutettaisiin vuonna 2015. Ominaiskuormituksen pienentäminen vähentää tuotannon leikkaamisen tarvetta. Ominaiskuormituksen vähentyminen yli 80 % antaa mahdollisuuden tuotannon kasvattamiseen.

Tässä osiossa esitämme neljä vaihtoehtoista skenaariota ympäristöohjelman tavoitteiden saavuttamiseksi. Ensimmäisessä skenaariossa nykyisenlaisia kalankasvatustuotantoa vähennetään niin paljon, että ympäristöohjelman tavoitteet saavutetaan. Toisessa skenaariossa kassikasvatuksen kuormitusta vähennetään ruokintaa ja rehuja parantamalla ja tuotantoa vähennetään sen jälkeen niin paljon, että kuormitustavoitteet täyttyvät. Kolmannessa skenaariossa edellä mainittujen toimien lisäksi osa tuotannosta siirretään kiertovesikasvatukseen. Neljännessä skenaariossa koko kasvatus siirretään asteittain kiertovesikasvatukseen.

Ensimmäinen ja viimeinen skenaario edustavat mahdollisuuksien ääripäitä: Ensimmäisessä skenaariossa ei toteuteta minkäänlaisia ympäristötoimia ja viimeisessä skenaariossa kaikki tuotanto siirretään tehokkaimpaan tunnettuun puhdistustekniikkaan. Viimeisen skenaarion avulla voi havainnollistaa uuden tekniikan mahdollisuuksia, jos se tulisi tulevaisuudessa kannattavaksi.

Jokaisesta skenaariosta lasketaan mahdollisen tuotannon määrä vuosina 2011 ja 2015. Lisäksi lasketaan minkälaisia investointeja skenaariot edellyttäisivät sekä minkälaiset vaikutukset skenaarioilla olisi suoraan ja kerrannaisvaikutuksineen Ahvenanmaan kalankasvatuksen liikevaihtoon ja työllisyyteen. Työllisyyttä ja taloutta koskevien arvioiden lähtökohdatietona käytetään vuotta 2005, jolloin Ahvenanmaan kalankasvatus-tuotannon arvo oli noin 15 miljoonaa euroa ja elinkeino työllisti noin 90 henkilöä.

Skenaarioiden liikevaihdot on laskettu tuotantomäärän ja tuotettujen lajien arvon mukaan. Uusien kasvatuserinkeinojen hintojen on tarkastelukauden aikana arvioitu laskevan kun tuotanto lisääntyy. Liitteessä 3 on esitetty myös liikevaihto nykyisin hinnoin ilman hintajoustoa. Rahan arvon muutoksia ei ole huomioitu. Työllistävyyslukuja laskettaessa on tuotantomäärän lisäksi otettu huomioon tuotantotapojen erot. Keskittynyt kassikasvatus (7 hlö/400 tonnin laitos) työllistää hieman vähemmän ja kiertovesikasvatus (5 hlö/400 tn) huomattavasti vähemmän kuin nykyinen kassikasvatus (8 hlö/400 tn). Kasvatusmenetelmien työvoimatarpeet perustuvat yritysten antamiin arvioihin. Kerrannaisvaikutukset on laskettu vain Ahvenanmaan maakuntatasolle. Investointitarpeet lasketaan tekniikkaosiossa esitettyjen tietojen pohjalta. Skenaarioiden kuormitusta ja taloudellisia arvoja koskevat yksityiskohtaiset tulokset ovat liitetaulukoissa.

4.1 Skenaarioiden kuvaukset

4.1.1 Skenaario: Nykyiset toimintatavat ja tekniikka

Tässä skenaariossa oletetaan, että nykyisen kaltaista tuotanto vähennetään tasaisesti siten, että vuosien 2011 ja 2015 kuormituksen vähentämistavoitteet toteutuvat. Kasvatuksen ominaiskuormitus pysyy vuoden 2005 tasolla, eikä ravinnekuormituksen pienentämiseen kohdistuvia investointeja tehdä. Lähes kaikki tuotanto on kirjolohta kuten nykyisinkin.

4.1.2 Skenaario 2: Kehittynyt verkkoallaskasvatus

Tässä skenaariossa oletetaan, että kasvatusta keskitetään, jolloin yritykset investoivat kehittyneimpään ruokintatekniikkaan (rehukerroin pienenee 5%). Lisäksi rehujen typpipitoisuutta on pystytty vähentämään 5 % ja fosforipitoisuutta 10 % rehun muuntotehokkuuden heikentymättä. Tuotannossa siirrytään siikaan, koska se kestää paremmin VHS-tautia ja antaa todennäköisesti korkeamman liikevaihdon. Vuonna 2011 tuotannosta puolet on siikaa ja puolet kirjolohta. Vuonna 2015 tuotetaan vain siikaa.

4.1.3 Skenaario 3: Kehittynyt verkkoallaskasvatus ja kiertovesikasvatus

Tässä skenaariossa laskettiin, että Ahvenanmaalla voitaisiin kasvattaa kiertovedessä 2000 tonnia kalaa: 700 tonnia siikaa, 700 tonnia kuhaa, 500 tonnia nieriää ja 100 tonnia piikkikampelaa (ks. kuva 8). Tämän lisäksi kiertovedessä kasvatetaan 200 tonnia poikasiala jäljelle jäävän kassituotannon tarpeisiin. Loppu ravinnekuormituksesta syntyy kehittyneessä (skenaario 2) verkkoallaskasvatuksessa.

4.1.4 Skenaario 4: Kiertovesikasvatus

Tässä skenaariossa Ahvenanmaan kalankasvatuksen oletetaan siirtyvän täysin kiertovesikasvatukseen. Tuotannon liikevaihto on laskettu skenaariossa 3 esitettyjen kiertovedessä kasvatettavien kalojen keskihinnalla.

4.2 Skenaarioiden taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset

Skenaariossa 1 kalankasvatuksen tuotanto vähenisi vuoden 2005 tuotannosta noin 80 prosenttia runsaaseen 800 tonniin vuoteen 2015 mennessä (Taulukko P). Elinkeinon työllistyvyys ja liikevaihto vähenevät samassa suhteessa. Elinkeino ei olisi enää merkittävä saaristoalueen taloudelle tai työllisyydelle. Vuoden 2015 lopussa Ahvenanmaalla toimisi seitsemän nykyisen keskikoon tuotantoyksikköä. Elinkeinon kokonaisliikevaihto olisi vuonna 2015 noin kolme miljoonaa euroa. Elinkeino menettäisi vuosien 2007-2015 aikana 68 miljoonan euron liikevaihdon, jos tuotannon arvo supistuisi tarkastelujakson aikana tasaisesti 15 miljoonasta eurosta 3 miljoonaan euroon. Skenaariossa ei tehdä ympäristöinvestointeja.

Skenaarion 2 vaikutukset ovat samaa tasoa kuin skenaariossa 1. Tuotanto, liikevaihto ja työllistyvyys olisivat hieman suuremmat kuin ensimmäisessä skenaariossa. Kassikasvatukseen kohdistuvat kuormituksen vähentämistoimet mahdollistaisivat kaksi nykyisen keskikoon lisätuotantoyksikköä skenaarion 1 verrattuna. Jos vuonna 2015 jat-

kavat yritykset investoisivat tehokkaampaan ruokintaan, investointien arvo olisi noin miljoona euroa.

Kolmannessa skenaariossa 2 200 tonnia kalaa tuotetaan kiertovesilaitoksessa. Runsaan 600 tonnin laitoksen investointien arvioitiin olevan 3,4 miljoonaa euroa (ks. taulukko 1). Skenaarion kiertovesituotannon aikaansaamiseksi kokonaisinvestoinnit nousisivat vuoteen 2015 mennessä noin 12 miljoonaan euroon. Kiertovesikasvatuksen lisäksi yhteensä noin 700 tonnia kirjolohta ja/tai siikaa voitaisiin kasvattaa verkkokassilaitoksissa. Kiertovesikasvatettujen kalalajien keskihinnan arvioitiin vuonna 2015 olevan nykyhintatasolla noin 5,6 €/kg ja mahdollisen hintajouaston kanssa noin 4,3 €/kg. Vuotuinen liikevaihto olisi tällöin hintajoustoista riippuen 12-18 miljoonaa euroa vuonna 2015 (Liite 3). Elinkeinon työllistäisi vuonna 2005 alle puolet nykyisestä.

Skenaariossa 4 kaikki tuotanto siirtyisi asteittain kiertovesikasvatukseen. Tämä edellyttäisi yli 30 miljoonan euron investointeja vuoteen 2015 mennessä. Kokonaistuotanto nousee, koska kiertovesilaitosten oletetaan poistavan yli 80 % ravinnekuormituksesta. Vuonna 2015, kun kaikki kassilaitokset on korvattu kiertovesilaitoksilla, kalaa voitaisiin tuottaa lähes kuusi miljoonaa kiloa. Skenaariossa 3 kasvatettiin nykytietämyksellä mahdollinen määrä potentiaalisimpia lajeja. Skenaario 4 edellyttäisi kuitenkin huomattavasti laajempaa tuotantoa osin lajeilla, joita ei ole vielä tiedossa. Jos tällaisia lajeja löytyisi, tuotannon arvo nousisi skenaariossa 3 esitettyjen lajien hinnoilla 25-32 miljoonaan euroon. Skenaariossa elinkeino työllistäisi neljänneksen vähemmän henkilöitä kuin nykyisin.

Taulukko 2. Skenaarioiden vaikutukset Ahvenanmaan kalankasvatuksen tuotantoon, liikevaihtoon ja työllisyyteen suoraan ja kerrannaisvaikutuksineen vuonna 2015. Liikevaihtoja laskettaessa on oletettu, että uusien kasvatustilajien hinnat laskevat tuotantomäärien kasvaessa. Liitteessä 3 esitetään vastaava arvio nykyisin markkinahinnoin.

	Tuotanto, tn	Investointitarve, milj. €	Liikevaihto, milj. €		Työllisyys, hlöä	
			Suora	Kerrannais- vaikutuksineen	Suora	Kerrannais- vaikutuksineen
Vuonna 2005	4 600		15	30	90	216
Vuonna 2015						
Skenaario 1	830	0	3	6	16	39
Skenaario 2	970	1	3	7	17	41
Skenaario 3	2886	12	12	24	40	95
Skenaario 4	5690	31	25	50	71	171
Muutos vuodesta 2005						
Skenaario 1	-3770	0	-12	-24	-74	-177
Skenaario 2	-3630	1	-12	-23	-73	-175
Skenaario 3	-1714	12	-3	-6	-50	-121
Skenaario 4	1090	31	10	20	-19	-45

5. Tulosten tarkastelu

5.1 Ahvenanmaan kalankasvatuksen nykytila

Ahvenanmaan luonnonolot sopivat hyvin kirjolohen kasvatukseen. Kalankasvatuksesta on tämän vuoksi kehittynyt Ahvenanmaalla hyvin merkittävä saaristolaiselinkeino. Ahvenanmaan kalankasvatuksen tuotanto on nykyisin noin 4,6 miljoonaa kiloa kirjolohta ja tuotannon arvo noin 15 miljoonaa kiloa. Elinkeino työllistää suoraan noin 90 henkilöä. Kerrannaisvaikutuksineen tuotannon arvo oli Ahvenanmaalla noin 30 miljoonaa euroa ja työllistävyys yli 200 henkilöä. Kerrannaisvaikutukset koko Suomen tasolla ovat Ahvenanmaan maakuntaa koskeviin lukuihin verrattuna kaksinkertaiset.

Ahvenanmaan tuotanto vastaa noin kolmannesta Suomen kalankasvatustuotannosta. Ahvenanmaan yritykset ovat markkinoiden kansainvälistyessäkin pystyneet menestyksellä kilpailemaan norjalaisen kalan kanssa. Ahvenanmaalainen kirjolohi on tärkein raaka-aine suomalaisille kalanjalostamoille. Yli puolet Suomessa käytetystä kirjolohesta ostetaan Ahvenanmaalta.

Seuraavassa kappaleessa pohdimme aiemmin esitettyjen skenaarioiden toteutettavuutta ja vaikutuksia kalankasvatuselinkeinoon tulevaisuuteen.

5.2 Skenaarioiden arviointi

Ensimmäisessä skenaariossa Ahvenanmaan kalankasvatuksen tuotantoa lasketaan niin paljon, että ympäristöohjelman tavoitteet toteutuvat. Skenaarion toteuttaminen ei vaadi investointeja. Skenaariossa elinkeino supistuu huomattavasti ja sen taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset erityisesti maakunnan saaristokuntiin ovat huomattavat.

Yrittäjille aiheutuu suurta epävarmuutta toiminnan jatkuvuudesta, minkä vuoksi moni luopuisi pian elinkeinosta tai ainakin toimintaa kehittävät investoinnit pysähtyisivät. Osa jatkavista yrityksistä siirtäisi todennäköisesti toimintaansa naapurimaihin. Myös suurten yritysten toimintojen siirtäminen kokonaan ulkomaille on mahdollista, jolloin skenaarion vaikutukset talouteen ja työllisyyteen ovat aiemmin esitettyä suuremmat (ks. liite 3).

Jäljelle jäävien yritysten tai yrityksen tuotanto jää niin pieneksi, että kalankasvatuksen harjoittaminen on ainakin ajoittain kansainvälisen kilpailun vuoksi vaikeaa. Paikallisten haittojen vähentämiseksi jäljelle jäävien laitosten tulisi sijaita sopivissa paikoissa.

Toisen skenaarion taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset ovat lähes yhtä suuret kuin ensimmäisen, koska kassikasvatuksen ominaiskuormitusta ei rehuja ja ruokintaa kehittämällä voida vähentää paljon. Skenaarion toteuttamiselle ei ole teknisiä esteitä, koska rehuihin ja ruokintaan liittyvät kuormituksen vähentämistavoitteet ovat nykytiedoin toteutettavissa. Ahvenanmaan kalankasvattajat tuntevat myös hyvin kasvatustekniikan, jota skenaariossa ollaan kehittämässä.

Skenaario edellyttäisi rehutehokkuuden tuotekehitysinvestointeja ja yrityksiltä investointeja laitteisiin ja rakenteisiin, joiden toteutuminen on tässä tulevaisuuden näkyvässä epävarmaa. Yritysten investoinnit edellyttäisivät selkeää tietoa siitä millä ehdoin ja mitkä yritykset saavat jatkaa kasvatusta. Investointeja voidaan tukitoimin edistää.

Pienimuotoisen siian tuotannonkaan kilpailukyky ei välttämättä pysy hyvänä, koska siian hinta tulee tarkastelukauden aikana laskemaan tuotannon kasvaessa. Skenaarios-

sa oletettiin, että kasvatetun siian kilohinta laskee noin 3,5 euroon vuoteen 2015 mennessä. Skenaarion avulla pystytään kalankasvatuksen ympäristöhaittoja vähentämään, jos jatkavat laitokset sijaitsevat sopivissa paikoissa⁷².

Kolmannen skenaarion toteutuminen edellyttää merkittäviä investointeja uuteen tekniikkaan. Ahvenanmaan kalankasvattajilla ei ole tekniikkaan liittyvää osaamista ja harvalla yrityksellä vaadittavaa pääomaa, vaikka investointeja tuettaisiin merkittävästi. Yrittäjien keski-ikä on myös korkea, mikä vähentää kasvattajien halukkuutta investoida uuteen tekniikkaan⁷³. Todennäköisesti kiertovesikasvattajat olisivat pääasiassa eri yrittäjiä kuin nykyiset kasvattajat.

Kiertovesilaitosinvestoinnin kannattavuus on monesta syystä hyvin epävarmaa. Suomessa ainoastaan nieriän kaupallista kiertovesikasvatusta on aiempaa kokemusta. Sitäkin on kasvatettu vasta niin pieniä määriä, ettei tuotannon kasvun vaikutuksesta markkinahintaan ole tietoa. Investointeihin on myös tähän asti saatu merkittävästi yhteiskunnan tukea. Uusien viljelylajien saaminen kannattavaan kaupalliseen kasvatukseen vie paljon aikaa. Tämä voi ympäristöohjelman aikataulussa olla vaikeaa. Kuhan kiertovesikasvatuksen menetelmät ovat kehittämättä ja kasvatusta on vielä kannattamattomaa⁷⁴. Siian ja piikkikampelan kiertovesikasvatuksen kannattavuudesta ei ole Suomessa tutkimustietoa. Kaikkien lajien kysynnästä ja hinnoista ei myöskään voi vielä tehdä kovin luotettavia arvioita.

Kiertovesilaitosten rakentamisessa kiinnitetään yhä enemmän huomiota laitosten kustannustehokkuuteen. Suomessa uudet laitokset sijoitetaan teollisuuden yhteyteen, mikä mahdollistaa tehokkaan logistiikan, teollisuuden hukkalämmön ja jäteveden puhdistuslaitosten hyödyntämisen. Myös ulkomailla useimmat laitokset hyödyntävät hukkalämpöä. Lisäksi uusien laitosten koot ovat kasvaneet huomattavan isoiksi, jotta laitosten rakentamisessa ja kasvatuksessa voidaan hyödyntää suurtuotannon etuja. Ahvenanmaalla on vähän teollisuutta tai hukkalämpöä tuottavia laitoksia, joiden yhteyteen kiertovesikasvatusta voisi sijoittaa. Maakunnasta tulisi löytää jokin selkeä kilpailuetu, joka puoltaisi kiertovesilaitoksen rakentamista Ahvenanmaalle. Kokonaisinvestoinnin arvo on niin suuri, että investointi edellyttäisi merkittävää ulkopuolista riskirahoitusta.

Tässäkin skenaariossa liikevaihto jäisi kalliimmista kalalajeista huolimatta todennäköisesti pienemmäksi kuin nykyisessä kalankasvatuksessa. Liikevaihto riippuisi toteutuvista markkinahinnoista. Suurista investoinneista huolimatta elinkeinon työllistyvyys puolittuisi. Skenaario mahdollistaisi noin 700 tonnin kassikasvatuksen, jolloin noin kolmannes rahavirroista ja työllisyysvaikutuksista kohdistuisi saaristokuntiin. Loput toteutuisivat kiertovesilaitosten sijaintipaikkakunnilla, todennäköisesti Maarianhaminassa. Kiertovesilaitosten kuormitus olisi pistekuormitusta siellä minne laitoksen puhdistetut jätevedet lasketaan.

Neljännessä skenaariossa investoinnit kolminkertaistuvat edellisestä skenaariosta ja riskit kasvaisivat entisestään. Kolmannessa skenaariossa esitettyjen kalalajien kiertovesikasvatustamäärät saattaisivat nykytietämyksellä olla todellisten mahdollisuuksien rajoissa. Neljäs skenaario edellyttäisi vielä lisäksi uusia kiertovedessä kasvatettavia lajeja tai uusia kannattavia markkinoita aiemmin esitetyille kalalajeille.

Neljännän skenaarion tuotantomäärät olisivat nykyistä suuremmat ja elinkeinon liikevaihto kasvaisi merkittävästi, jos kiertovesikasvatetusta kalasta saisi vuonna 2015 saman keskihinnan (4,3 €/kg) kuin kolmannessa skenaariossa. Liikevaihto ei kasva, jos kassikasvatuksen loppuminen johtaa siihen, että Ruotsissa kasvatetun kalan perkaus

⁷² BEVIS projekti. Johanna Mattila.

⁷³ Ahvenanmaan kalankasvattajayhdistyksen toimihenkilöiden haastattelu 18.2.2007.

⁷⁴ Koskela, J., Kankainen, M., Setälä, J., Naukkarinen, M. ja Vielma, J. Kuhan ruokakalakasvatuksen kannattavuus verkkoallaskasvatuksessa ja lämminvesiviljelyssä. RKTL: Helsinki. Kala- ja riistaraportteja nro 403. 28 s.

Ahvenanmaalla loppuu. Tällöin kalankasvatustyörytysten liikevaihto jäisi viisi miljoonaa pienemmäksi kuin nykyisin. Neljännessäkin skenaariossa elinkeinon työllistyvyys vähenee. Se olisi vuonna 2015 yli viidenneksen pienempi kuin kymmenen vuotta aiemmin.

Sekä kolmatta että neljättä skenaariota tarkasteltaessa on huomioitava, että kierto-vesikasvatuksella oletettiin otettavan talteen 90 % fosforista ja 85 % typestä. Puhdistusteholla on hyvin suuri vaikutus tuotantomäärään. Jos typestä saataisiinkin vain 80 % talteen, tuotanto laskisi neljännessä skenaariossa 4 300 tonniin. Vastaavasti tuotantoa voitaisiin kasvattaa jopa 8 500 tonniin kuormituksen muuttumatta, jos typestä saataisiinkin 90 % talteen. Kiertovesilaitosten kuormitus olisi pistekuormitusta siellä minne laitoksen puhdistetut jätevedet lasketaan.

5.3 Muut vaihtoehdot vähentää kalankasvatuksen kuormitusta ja haittoja

Yksikään esitetyistä skenaarioista ei ole kovin houkutteleva tulevaisuuden kuva, koska skenaarioiden taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset olisivat joko elinkeinon supistumisen tai investointien kautta hyvin kielteiset. Lisäksi joidenkin skenaarioiden toteuttaminen on hyvin riskialtista. Tässä raportissa on tähän asti tarkasteltu mahdollisuuksia vähentää kuormitusta siten, että ympäristöohjelman kuormitustavoitteet saavutetaan.

BEVIS-hankkeen tulosten perusteella kalankasvattamoiden kuormituksen vähentäminen 80 prosentilla ei vaikuttaisi merkittävästi Ahvenanmaan ravinnekuormitukseen, koska suuri osa kuormituksesta tulee virtaamien ja sisäisen kuormituksen kautta. Ahvenanmaan kalankasvatuksen kuormituksen näkyvimmit haittavaikutukset johtuvat muutamasta pienestä kasvatuslaitoksista, jotka sijaitsevat kuormituksen kannalta väärissä paikoissa. Kasvattamoiden sijainninhjaus olisi siten tehokas tapa vähentää kalankasvatuksen haittoja Ahvenanmaalla.

Sijainninhjaus yhdistettynä tuotannon keskittämiseen ja tehokkaampaan ruokintaan on kustannustehokas tapa vähentää kuormitusta ja haittoja. Tapa on myös yrityksen kannalta kannustava, jos tuotannon keskittäminen ja ruokinnan tehostaminen johtavat kustannussäästöihin ja tuotannon kannattavuuden parantumiseen⁷⁵. Tehokas sijainninhjaus edellyttäisi sitä, että yhteistyössä yritysten kanssa kartoitetaan kalankasvatustuotannon ja ympäristövaikutusten vähentämisen kannalta soveliaimmat kasvatuspaikat. Lupapolitiikalla voidaan tukea pitkäjänteistä vastuullista yritystoimintaa. Sijainninhjauksen ja ruokinnan tehostamisen kautta saatetaan ympäristöhaittoja voida merkittävästi vähentää ilman suuria taloudellisia menetyksiä.

Kalankasvatuksen kuormitusta voidaan Itämeressä vähentää myös **ravinteita kierrättämällä**. Tällä ajatusmallilla Itämeren kalaa käytettäisiin Ahvenanmaan kalankasvatuksen rehujen raaka-aineena. Nykyisin Suomessa käytetty kalarehun kalajauho tehdään Itämeren ulkopuolelta pyydetyistä kaloista. Jos rehussa käytettäisiin Itämeren kalaa, Itämeren ulkopuolelta tulevaa ravinnekuormitusta voitaisiin vähentää. Silakasta tehtyä rehua käytettiin 1990-luvun alussa kalankasvatuksessa^{76,77}. Silakan käytöstä luovuttiin ympäristömyrkkujen (dioksiini ja BCB) ja pehmeäraehujen teollisia rehuja suuremman paikalliskuormituksen vuoksi. Dioksiini voidaan nykytekniikoin pois-

⁷⁵ Kankainen ym. 2007. Julkaisematon raportti kalankasvatuksen sijainninhjauksesta.

⁷⁶ Ruohonen, K. ja Vielma, J. 1994: Kalojen pehmeäraehut - suunnittelu ja käyttö. RKTL, 88 s.

⁷⁷ Ruohonen, K. ja Vielma, J. 1992: Silakan käyttö kirjolohen rehuna puhdistaa Itämerä. Suomen Kalastuslehti 2/1992: 19-21.

taa, minkä vuoksi kotimainenkin rehuteollisuus on jälleen kiinnostunut silakasta kalarehujen raaka-aineena. Jos silakkaa käytettäisiin Ahvenanmaan kalarehuissa, kalankasvatuksen tuotantoa voitaisiin jopa nostaa Itämeren kokonaiskuormituksen kasvatta. Kun ravinteiden kierrätys yhdistettäisiin ruokinnan tehostamiseen ja kasvattamoiden ohjaamiseen kuormituksen kannalta oikeille paikoille, saattaisivat ympäristöhaitat vähetä, vaikka kalankasvatusta lisättäisiinkin.

5.4 Kalankasvatuksen kehittämisen tietotarpeita

Ahvenanmaan kalankasvatuksen kehittämisvaihtoehtoihin liittyy epävarmuuksia, joiden vähentämiseksi tarvitaan uutta tietoa. Vaihtoehdoissa, joissa kalankasvatuksen tuotantoa vähennetään huomattavasti, tarvitaan tietoa saaristoalueiden vaihtoehtoisten elinkeinojen kehittämiseksi. Kalankasvattamoiden uudelleen sijoittaminen edellyttää tietoa kalankasvattamoiden kuormituksen, ympäristöhaittojen ja yritystalouden kannalta parhaista sijoituspaikoista. Rehujen kuormittavuuden alentaminen ei onnistu ilman tuotekehitystä. Uusien lajien kasvatusta kiertovesitekniikalla edellyttää monipuolista ja luotettavaa tietoa kasvatustekniikasta ja markkinoista.

Kiitokset

Tekijät kiittävät projektin johtoryhmän jäseniä Ahvenanmaan elinkeinoministeri Jörgen Strandia, sosiaali- ja ympäristöministeri Harriet Lindemania, Ahvenanmaan maakuntahallituksen kalastustoimiston toimistopäällikkö Olof Karlssonia ja ympäristötoimiston toimistopäällikkö Helena Blomqvistia. Johtoryhmään kuuluivat myös tiista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksesta (RKTL) tutkimuspäällikkö Asmo Honkanen ja projektin vetäjänä tutkija Jari Setälä. Kiitämme Kalavesikonsultit Oy Martti Naukkarista, joka osallistui uusien tuotantotekniikoiden arviointiin. Kiitämme myös Andreas Enqvistiä ja Torbjörn Engmania Ahvenanmaan kalankasvattajayhdistyksestä Ahvenanmaan kalankasvatusta koskevista tiedoista. Kiitokset myös Timo Mäkiselle, Tapio Kiurulle ja Otso Järvisalolle RKTL:stä raportin käsikirjoitusta koskevista kommentteista ja Mikael Wennströmille maakuntahallituksen ympäristötoimistosta ja Eija Nylanderille RKTL:stä tilastoista ja muusta aineistoista. Työ rahoitettiin Ahvenanmaan kalatalouden vuosien 2000-2006 rakenneohjelman sekä kalastuksen kehitysrahaston ja Ahvenanmaan maakuntahallituksen varoin.

Liite 1. Ahvenanmaan kalankasvatuksen kerrannaisvaikutuskertoimet

Kalankasvatuksen taloudelliset ja työllisyyteen liittyvät kerrannaisvaikutuskertoimet lasketaan kansantalouden eri toimialojen riippuvuussuhteet sisältävän panos-tuotosmallin avulla. Suomessa kalankasvatuksen panos-tuotosmallinnuksia on tehty paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla. Alueelliset kerrannaisvaikutukset riippuvat alueen tuotantorakenteesta, mutta ne ovat yleisesti kansallisia kertoimia pienempiä, koska pienemmiltä alueilta kerrannaisvaikutukset vuotavat alueen ulkopuolelle. Toimialan tuotannon kerrannaisvaikutuksia voi tarkastella taaksepäin kysyntävetoisesti (backward multiplier) sekä tarjontavetoisesti eteenpäin (forward multiplier). Taaksepäin laskevat kertoimet kuvaavat kerrannaisvaikutuksia kalankasvatukselle panoksia tuottavien toimialojen kautta. Kalankasvatuksen eteenpäin vaikuttavia kerrannaisvaikutuksia tulee esimerkiksi kalan kuljetusten ja kalanjalostusteollisuuden kautta. Nämä vaikutukset ovat usein taaksepäin laskettuja vaikutuksia isompia. Tarkasteltaessa ainoastaan yhtä talouden sektoria halutaan selvittää toimialan kokonaisvaikutukset, jolloin katsotaan vaikutuksia sekä panos että välituotekäytön suhteen. Oheisessa taulukossa esitetään eri tutkimuksin saatuja kerrannaisvaikutuskertoimia.

Taulukko 1. Kalankasvatuksen tuotannon arvoon ja työllisyyteen liittyviä kerrannaiskertoimia.

	Kerrannaisvaikutuskertoimet			Huom!
	Taaksepäin	Eteenpäin	Kokonaisvaikutukset	
Tuotannon arvo				
Rymättylän kunta ⁷⁸	1.6			
Ahvenanmaa ⁷⁹	1.3			Sisältää kalastuksen ja kasvatuksen
Saaristomeri ⁸⁰	1,6			
Suomi ⁸¹	2.2	2.3	3.5	
Työllisyys				
Saaristomeri ²	1,7			
Suomi ³	2.9	2.5	4.3	

Saaristomerellä ja siellä Rymättylän kunnassa kalankasvatuksen tuotannon arvon kerrannaiskerroin on 1.6. Ahvenanmaan kerroin on alhaisemmalla tasolla kuin Saaristomeren kerroin. Ahvenanmaan luku sisältää kalastuksen, jonka kerroin on yleensä selvästi alhaisempi kuin kalankasvatuksen. Suomen valtakunnallinen kerrannaisvaiku-

⁷⁸ Anon 2000. Regional Socio-economic studies on employment and the levels of dependency on fishing: Finland. http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/structural_measures/socio_economic/study_2003/regions_en.htm

⁷⁹ ÅSUB 2004. Fiskerinäringens betydelse för samhällsekonomi på Åland. ÅSUB: Rapport 2004:9.s. 36.

⁸⁰ Salo, H., Storhammar, E. Ja Kustula, V. 2000. Kalankasvatuksen merkitys Saaristomeren alueella. – alueelliset ja paikalliset vaikutukset. Jyväskylän Yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Tiedonantoja 152. Jyväskylä. s. 16-18.

⁸¹ Virtanen, J., Setälä, J., Saarni, K. ja Honkanen, A.. 2003. Multiplicative effects of the Fisheries Industries in Finland: An Input-Output Approach. Proceedings of XV EAFE-conference. 15-1 May 2003. www.ifremer.fr/eafe/pdf/session_5.pdf.

tuskerroin kalastukselle on 1,6, kun se kalankasvatukselle on 2,2. Saaristomeren työllisyyskerroin oli 1,7.

Edellä mainittujen tutkimusten perusteella Ahvenanmaan maakunnallisten taloudellisten vaikutusten osalta voidaan käyttää kerrointa 1.5 ja työllisyysvaikutusten osalta kerrointa 1.7. Ahvenanmaalla on kalanjalostusteollisuutta, joka hyödyntää merkittävästi maakunnan omaa tuotantoa. Eteenpäin lasketut vaikutukset tulisi huomioida erityisesti silloin kun kalanjalostusteollisuudella ei ole mahdollisuutta hankkia korvaavaa raaka-ainetta tai raaka-ainetuotannolla on vaikutusta toimialan sijoittumisstrategiaan. Ahvenanmaan oman raaka-ainetuotannon voidaan katsoa vaikuttavan suoraan kalateollisuuden sijoittumiseen, koska päämarkkinat ovat maakunnan ulkopuolella. Jos eteenpäin laskevat kertoimet olisivat Ahvenanmaalla samaa tasoa kuin taaksepäin laskevat kertoimet, Ahvenanmaan kalankasvatuksen taloudellinen arvo kerrannaisvaikutuksineen olisi maakunnalle noin 30 miljoonaa euroa (Ruotsin tuotanto mukaan lukien noin 63 miljoonaa euroa) ja elinkeino työllistäisi kerrannaisvaikutuksineen Ahvenanmaalla yli 200 henkilöä. Valtakunnallisesti Ahvenanmaan tuotannon arvo olisi kaikkine kerrannaisvaikutuksineen noin 70 miljoonaa euroa ja työllistäisi yhteensä lähes 400 henkilöä.

Taulukko 2. Ahvenanmaan kalankasvatuksen taloudellinen arvo ja työllistyvyys kerrannaisvaikutuksineen Ahvenanmaalla ja Suomessa joko pelkästään Ahvenanmaan tai sekä Ahvenanmaan että Ahvenanmaalaisten yritysten Ruotsin tuotanto huomioiden.

	Kokonaisvaikutukset Ahvenanmaalla				Kokonaisvaikutukset koko maassa			
	Ahvenanmaan tuotanto		Ahvenanmaan ja Ruotsin tuotanto		Ahvenanmaan tuotanto		Ahvenanmaan ja Ruotsin tuotanto	
	Panos-toimialat	Kaikki toimialat	Panos-toimialat	Kaikki toimialat	Panos-toimialat	Kaikki toimialat	Panostoi-mialat	Kaikki toimi-alat
Arvo, Milj. €	23	30	47	63	33	70	69	107
Työllisyys, hlö	153	216			198	387		

Liite 2. Lajikuvaukset

Ordning: Salmoniformes (laxartade fiskar)

Familj: Salmonidae (laxfiskar)

Art: Coregonus lavaretus, sik

Siikoja esiintyy pohjoista napa-alueetta ympäröivillä alueilla Pohjois-Amerikassa, Euroopassa ja Aasiassa. Suomessa siikaa tavataan villinä koko maassa sisävesillä sekä merellä. Lajia viljellään Suomessa poikasistutuksiin ja ruokakalaksi. Vuonna 2005 siikaa viljeltiin ruokakalaksi Suomen merialueella 509 tonnia ja sisävesialueilla 96 tonnia (yht. 605t) kokonaistuotannon arvon ollessa 3 miljoonaa euroa [1].

Siian viljelymenetelmät tunnetaan Suomessa hyvin. Siit sukukypsyvät yleensä 3-5 vuoden ikäisinä, kutu ajoittuu syksyyn ja tapahtuu veden lämpötilan ollessa 2-4 °C [2]. Sukusolut lypsetään kuten muillakin lohikaloilla [2]. Hedelmöittynyttä mätää haudotaan luonnon lämpötilassa, mutta vettä voidaan myös lämmittää kuoriutumisen aikaistamiseksi silmäpistevaiheen jälkeen [2]. Luonnon lämpötiloissa haudonta kestää talven yli, sillä hedelmöittyneen mädin kehitys vaatii 100-300 päiväastetta [2]. Vastakuoriutuneet poikaset ovat toukkamaisia ja pituudeltaan n. 12-14mm (0,01g). Siian alkukasvatukseen soveltuvat lämpötilat, kasvatustiheys, ravinto ja ruokinta sekä ympäristö tunnetaan hyvin [1]. Alkukasvatus onnistuu luonnonravintolammikoissa kasvattamisen lisäksi intensiivisesti merikalaille tarkoitettuja kuivarehuja käyttäen [2]. Tämän jälkeen poikasille voidaan tarjota lohikaloille tarkoitettuja rehuja [2]. Siika viihtyy kirjolohta lämpimämmässä vedessä [2]. Kasvuoptimi 10g kaloilla on n. 18-20 °C lämpötilassa, 100-1000g kaloilla n. 17-20°C [2]. Kokeissa siikojen on havaittu sopeutuvan 25 % suolapitoisuuteen, mutta ei tätä suolaisempaan [3]. Yleensä siikoja kasvatetaan ensimmäisen kasvukauden ajan makeassa vedessä, jonka jälkeen ne voidaan siirtää merialueen murtoveteen kasvatettaviksi myyntikokoon. Luonnonlämpötiloissa kasvu myyntikoon vie kolme kasvukautta, mutta aikaistamalla kuoriutumista ja kiihdyttämällä poikasvaiheen kasvua lämpimällä vedellä myyntikoko (600g) saavutetaan kahden kasvukauden jälkeen [2]. Laadukkaita rehuja käyttämällä rehukerroin vaihtelee kalan koon ja lämpötilan mukaan 0,7-1,2 välillä [2]. Tuottajahinta vuonna 2004 oli 5,6€/kg [4].

Vahvuudet: Tunnettu markkinoilla ja hyvä viljelytekninen osaaminen.

Heikkoudet: Mahdollisesti pienet markkinat.

Alkumateriaali
Saatavuus: Emokalastoja Suomessa. Haudonta-aika: Talven yli alhaisessa lämpötilassa. 100-300 vrk° [2]. Kutuaajan säätely: Luonnollinen rytmi. Kutu syksyllä. Fekunditeetti: 30 000-60 000 mätimunaa/kg [5].
Alkukasvatus
Vastakuoriutunut poikanen: 12-14mm (n. 0,01g), toukkamainen . Alkukasvatusmenetelmä: Intensiivinen. Alkukasvatusravinto: Pienet merikaloiden kuivarehut. Erityistä: Alku- ja poikaskasvatus makeassa vedessä [2].
Jatkokasvatus
Kasvunopeus: vast.kuor. 0,6-1,0kg 2-3v. Kasvuoptimi: n. 17-20°C [2]. Opt. kasvatustiheys: Tuntematon. Suolapitoisuusvaatimus: <25‰ [3]. Kasvatusmenetelmät: Maa-altaat, keinoaltaat ja verkkoaltaat. Ravinto: Keskirasvaiset kuivarehut [2].

Kirjallisuusviitteet

[1] Savolainen, R. 2006. Vesiviljely 2005 - Vattenbruk 2005 - Aquaculture 2005. Suomen Virallinen Tilasto, SVT Maa-, metsä- ja kalatalous, 2006. 19 s. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/tilasto_vesiviljely_2006_verkko.pdf 14.2.2007.

- [2] Koskela, J., Määttä, V., Vielma, J., Rahkonen, R., Forsman, L., Setälä, J. & Honkanen, A. 2002. Siian kasvatusta ruokakalaksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 48 s.
- [3] Madsen, S.S., Larsen, B.K. & Jensen, F.B. 1996. Effects of freshwater to seawater transfer on osmoregulation, acid-base balance and respiration in river migrating whitefish (*Coregonus lavaretus*). *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology* 166:101-109.
- [4] Anonyymi 2007. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit. Collation, analysis and dissemination of global and regional fishery statistics. FAO, Rooma.
- [5] Heese, T. 1990. Gonad development and fecundity of whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) from the Pomeranian Bay. *Acta Ichthyol. Piscat.* 20 (1): 3-12. http://www.aiep.pl/abstract/pdf_1990/vol_20_1_a1.htm 14.2.2007.

Ordning: Perciformes (abborrartade fiskar)

Familj: Percidae (abborrfiskar)

Art: Sander lucioperca, gös

Kuhaa esiintyy laajalla alueella Itämereen, Kaspianmereen ja Mustaanmereen laskevissa vesistöissä [1]. Jäämereen laskevista vesistöistä lajia ei tavata. Suomen rannikkoalueella kuhaa esiintyy Suomenlahdessa, Saaristomerellä sekä Ahvenanmaan itäosissa ja Lumparnissa [1]. Laji on arvostettu ruokakala Euroopassa ja viimeisen 10 vuoden aikana kuhaa on kasvatettu mm. Ranskassa, Bulgariassa, Tunisiassa, Ukrainassa, Romaniassa, Tšekissä ja Unkarissa [2]. Kokonaistuotanto vuonna 2004 oli 313 tonnia [2]. Vuonna 2005 Suomessa kasvatettiin 11 miljoonaa kuhan poikasta istutettaviksi luonnonvesiin [3]. Suomessa kuhan viljely ruokakalaksi on vielä kokeiluvaiheessa.

Luonnossa koiraat tulevat sukukypsiksi yleensä neljä vuoden ikäisinä ja naaraat vuoden pari myöhemmin [4]. Kutuaika on kevät-kesällä vesien lämmentyä yli 10-asteiseksi [4]. Tarvittaessa kutu voidaan käynnistää hormonikäsittelyillä [5]. Pienet ja toukkamaiset poikaset kuoriutuvat vajaan neljän vuorokauden haudonnan jälkeen 15 °C vedessä [5]. Nykyvaiheessa kuhan alkutuotanto perustuu luonnonravintolammikoissa tuotettuihin kesän vanhoihin poikasiin, mutta intensiiviset alkukasvatusmenetelmät ovat kehitteillä. Intensiivisessä viljelyssä poikasten alkuravintona on käytetty eläinplanktonia, Artemia-äyriäisiä ja kuivarehuja, mutta poikasten kuolleisuus on ollut suuri ja kannibalismi sekä kehityshäiriöt ovat olleet ongelmina [6,7]. Kuhan poikasvaiheet eivät kestä yli 2,5-3 % suolapitoisuutta [8].

Laji vaatii yli 8 °C vettä kasvaakseen ja kasvuoptimi on 23-24 °C [9]. Tappava yläraja on 34,3-35 °C [10]. Laji sopeutuu murtoveteen hyvin ja suolapitoisuuden yläraja on 12 ‰ [11]. Kuhia voidaan jatkokasvattaa lammikoissa, verkkoaltaissa sekä keinoaltaissa. Jatkokasvatusmenetelmät sekä moni hyvinvointiin, ruokintaan sekä ravitsemukseen liittyvä tekijä tunnetaan vielä huonosti. Kasvu 10 grammaisesta poikasesta myyntikokoiseksi (600g) kestää lämminvesikasvatuksessa 16-22°C lämpötilassa arviolta 9-21 kuukautta [9]. Luonnonlämpötilassa kasvu 600g myyntikokoan kestää arviolta 3 kasvukautta, kun alkupaino on 63 grammaa tai 2 kasvukautta, kun alkupaino on 160 grammaa [9]. Laji on ilmeisen herkkä käsittelylle ja stressaantuu helposti. Kuhan ruokintaan soveltuvat korkea proteiiniset (42-50% proteiinia) ja vähärasvaiset (10-16% rasvoja) kuivarehut [12]. Tuottajahinta vuonna 2004 oli 2,4€/kg [13].

Vahvuudet: Tunnettu ja arvostettu laji markkinoilla.

Heikkoudet: Viljelytekniikka tunnetaan huonosti ja nopea kasvu vaatii lämmitettyä vettä.

Alkumateriaali	Saatavuus: Poikaskasvattajia Suomessa. Haudonta-aika: 82h (15°C), 66h (20°C) [5]. Kutuaajan säätely: Hormoni-injektiot [5]. Fekunditeetti: 150 000-400 000 mätimunaa/kg [14].
Alkukasvatus	Vastakuoriutunut poikanen: 4-6mm Alkukasvatusmenetelmä: Luonnonravintolammikot. Intensiiviset menetelmät kehitteillä. Alkukasvatusravinto: Elävä. Erityistä: Korkea kuolleisuus alkuvaiheessa.
Jatkokasvatus	Kasvunopeus: 10g?600g 9kk (22°C) tai 21kk (16°C)[9]. Kasvuoptimi: 23-24°C [9]. Opt. kasvatustiheys: Tuntematon. Suolapitoisuusvaatimus: <12‰ [11]. Kasvatusmenetelmät: Lammikot, verkkoaltaat ja keinoaltaat. Ravinto: Sopivassa rehussa korkea proteiinipitoisuus (42-50%) ja alhainen rasvapitoisuus (10-16%) [12].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Anonyymi 2007. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen verkkosivut. http://www.rktl.fi/kala/tietoa_kalalajeista/ 17.1. 2007.
- [2] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [3] Savolainen, R. 2006. Vesiviljely 2005 - Vattenbruk 2005 - Aquaculture 2005. Suomen Virallinen Tilasto, SVT Maa-, metsä- ja kalatalous, 2006. 19 s. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/tilasto_vesiviljely_2006_verkko.pdf 14.2.2007.
- [4] Anonyymi 2007. Kala-atlas. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen verkkosivut. http://www.rktl.fi/kala/tietoa_kalalajeista/ 17.1. 2007.
- [5] Steffens, W., Geldhauser, F., Gerstner, P. & Hilge, V. 1996: German experiences in the propagation and rearing of fingerling pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). Ann. Zool. Fennici 33: 627–634.
- [6] Ruuhijärvi, J., Virtanen, E., Salminen, M. & Muyunda, M. 1991. The growth and survival of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* L., larvae fed on formulated feeds. In: Larvi '91. Special Publication 15. Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E., Ollivier, F. (Eds). European Aquaculture Society, Gent, Belgium.
- [7] Hilge, V. & Steffens, W. 1996. Aquaculture of fry and fingerling of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) – a short review. Journal of Applied Ichthyology 12(3-4):167-170.
- [8] Lehtonen, H., Hansson, S. & Winkler, H. 1996. Biology and exploitation of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in the Baltic Sea area. Annales Zoologici Fennici 33: 525-535.
- [9] Koskela, J., Setälä, J., Saarni, K. & Kankainen, M. 2005. Esiselvitys kuhan kasvatuksen mahdollisuuksista. Kala- ja riistaraportteja nro. 348. 19 s. <http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/raportti348.pdf> 14.2.2007.
- [10] Hokanson, K.E.F. 1977. Temperature requirements of some percids and adaptations to the seasonal cycle. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 34(10): 1524-1550.
- [11] Craig, J.F. 2000. The percid Fishes. Systematics, Ecology and Exploitation. Fish and Aquatic Resources Series 3. Blackwell Science, Dunscore, Skotlanti. 352 s.
- [12] Nyina-wamwiza, L., Xu, X.L., Blanchard, G. & Kestemont, P. 2005. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch *Sander lucioperca* fingerlings. Aquaculture Research. 36: 486-492.
- [13] Anonyymi 2007. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit. Collation, analysis and dissemination of global and regional fishery statistics. FAO, Rooma.
- [14] Lappalainen, J., Dörner, H. & Wysujack, K. 2003. Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) – a review. Ecology of Freshwater Fish. 12: 95-106.

Ordning: Perciformes (abborrartade fiskar)

Familj: Percidae (abborrar)

Art: *Perca fluviatilis*, abborre

Ahven on hyvin yleinen ja laajalle pitkin Euraasian mannerta levinnyt makean veden kalalaji. Itämeren rannikkovesissä ahvenia esiintyy Perämereltä Saksan rannikolle asti [1]. Vuonna 2004 ruokakalaksi viljeltiin Euroopassa ahventa 152 tonnia [2].

Ahvenen viljelymenetelmät tunnetaan osittain hyvin. Itä-Euroopassa ahvenia kasvatetaan ekstensiivisesti lammikoissa ja usein karpin tai jonkun muun lajin kanssa rinnakkain. Intensiivisiä kasvatustekniikoita tutkitaan Euroopassa tarkoituksena viljellä ahventa lämmitetyssä vedessä kierto-vesilaitoksissa, mutta tällä hetkellä kasvatusta on vielä koeluonteista. Ahvenkoiraat tulevat sukukypsiksi 2-3 vuoden ikäisinä ja naaraat 3-5-vuotiaina [1]. Sopivissa oloissa ahvenet kutevat altaissa spontaanisti, mutta kuto voidaan käynnistää hormonikäsittelyillä [3]. Poikaset kuoriutuvat hedelmöitetystä mädistä 10 vuorokauden kuluttua 16 °C vedessä [3]. Vastakuoriutuneet poikaset ovat kooltaan 5-7 mm ja toukkamaisia [1,4]. Intensiivisessä alkukasvatuksessa alkuravintona käytetään *Artemia*-äyriäisiä ja ruokinnassa siirrytään asteittain kuivarehujen käyttöön [5]. Ongelmana alkukasvatuksessa ovat korkea kuolleisuus, kannibalismi ja kehityshäiriöt, kuten uimarakkojen täyttöongelmat [5]. Kasvatuksen aikana ahvenia voidaan lajitella kannibalismista ja isojen yksilöiden ruokailun dominoimisen ehkäisemiseksi [6]. Kasvun kannalta optimaalinen lämpötila on noin 23 °C ja alle 10 °C lämpötilassa ahven ei kasva [6]. Kasvu vastakuoriutuneesta poikasesta yleiseen myyntikokoon (80-100g) 20 °C vedessä kestää alle vuoden [5]. Yksilöiden väliset kasvuerot ovat suuret ja kasvunopeudessa on eroa myös sukupuolten välillä, sillä naaraat kasvavat koiraita nopeammin [6]. Viljelytuloksen parantamiseksi on kehitetty menetelmiä täysnaarasparvien tuottamiseksi [7,3]. Ahventen kasvu on nopeaa tiheissä parvissa, optimaalinen tiheys on 60 kg/m³ (23 °C) [8] ja laji sietää hyvin jopa 120 kg/m³ kasvatustiheyttä, kunhan vedenlaatu säilyy hyvänä [3]. Ahvenelle suolapitoisuuden yläraja on 10 ‰ [9].

Alkukasvatuksessa käytetään *Artemia*-äyriäisiä ja merikalojen poikasille tarkoitettuja rehuja ja jatkokasvatuksessa lohikalajien rehuja. Sopiva rehun rasvapitoisuus on 13-22 % [5]. Lajin tuotajahinta oli vuonna 2004 1,5-2€/kg [10].

Vahvuudet: Tunnettu markkinoilla

Heikkoudet: Hankala alkukasvatusta, pieni myyntikoko, hidas kasvu.

Alkumateriaali	Saatavuus: Mäti hankittava luonnonkaloilta. Haudonta-aika: 10vrk (16°C) [3]. Kutuaajan säätely: Valaistus, lämpötila ja hormonikäsittelyt [3]. Fekunditeetti: keskimäärin 10 000mätimunaa/naaras, yli 40cm kalassa 100 000 mätimunaa [1].
Alkukasvatusta	Vastakuoriutunut poikanen: 5-7mm Alkukasvatustekniikka: Intensiivinen. Alkukasvatusravinto: Elävä, <i>Artemia</i> -äyriäiset. Erityistä: Suuri kuolleisuus.
Jatkokasvatusta	Kasvunopeus: 0,5-1g (44vrk) ?130-150g, n. 1 vuosi (23°C) [6]. Kasvuoptimi: 23°C [6]. Opt. kasvatustiheys: 60kg/m ³ (23°C) [8]. Maksimi suolapitoisuus: 10‰ [9] Kasvatustekniikat: Ekstensiivisesti lammikoissa, intensiivisesti maa-, verkko- ja keinoaltaissa. Ravinto: Kuivarehut, korkea valkuaispitoisuus ja alhainen rasvapitoisuus [11].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Lehtonen, H. 2003. Iso kalakirja. WSOY, Porvoo. 280 s.
- [2] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [3] Craig, J.F. 2000. The percid Fishes. Systematics, Ecology and Exploitation. Fish and Aquatic Resources Series 3. Blackwell Science, Dunscore, Skotlanti. 352 s.
- [4] Froese, R. & Pauly, D. 2006. FishBase-verkkosivut. www.fishbase.org, versio 6/2006. 14.2.2007.
- [5] Paulsen, H., Overton, J.L. & Brünner, L. 2005. Udvikling af opdraet af aborre (*Perca fluviatilis*) en mulig alternativ art I ferskvandsopdraet. DFU-Rapport 149-05. Danmarks Fiskeriundersøgelser. Afdeling for Havøkologi og Akvakultur. Bornholms Lakseklækkeri.
- [6] Melard, C., Kestemont, P. & Grignard, C. 1996. Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*P. fluviatilis*): Effects of major biotic and abiotic factors on growth. *Journal of applied ichthyology* 12(3-4):175-180.
- [7] Rougeot, C., Jacobs, B., Kestemont, P. & Melard, C. 2002. Sex control and sex determinism study in Eurasian perch, *Perca fluviatilis*, by use of hormonally sex-reversed male breeders. *Aquaculture* 211:81-8.
- [8] Melard, C. & Kestemont, P. 1994. Diversification de la pisciculture en Région wallonne. Mise au point de l'élevage intensif de nouvelles espèces de consommation et de repeuplement – cyprinids et percidés. Rapport de recherches á la Région wallonne, ULG, FUNDP, maaliskuu 1994. Belgia. (s. 219, Percid fishes)
- [9] Lutz, P.L. 1972. Ionic and body compartment responses to increasing salinity in perch, *Perca fluviatilis*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 42a: 711-717.
- [10] Anonyymi 2007. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit. Collation, analysis and dissemination of global and regional fishery statistics. FAO, Rooma.
- [11] Webster, C.D. & Lim, C.E. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, 418 s.

Ordning: Salmoniformes (laxartade fiskar)

Familj: Salmonidae (laxfiskar)

Art: Salvelinus alpinus, röding

Nieriä on lohikaloihin kuuluva viileiden vesien kalalaji, joka on levinnyt kaikkialle Pohjoisen Jäämeren ympärille [1]. Vuonna 2004 nieriää tuotettiin ruokakalaksi yhteensä noin 1400 tonnia, josta suurin osa Islannissa [2]. Nieriää viljellään myös Suomessa lähinnä poikasistutuksiin sekä ruokakalaksi.

Nieriän intensiiviset viljelymenetelmät tunnetaan Suomessa koko tuotantokierron osalta hyvin. Nieriät sukukypsyvät 3-6 vuoden ikäisinä [3]. Kutuaika sijoittuu syksyyn ja tapahtuu luonnossa 0,5-7 °C lämpötiloissa [1]. Sukukypsien emokalojen sukusolut lypsetään ja hedelmöitetään kuten muidenkin lohikalojen viljelyssä [1]. Haudonta-lämpötila ei saa ylittää 7 °C ennen mädin silmäpistevaihetta ja sen jälkeen lämpötilan tulee olla alle 12 °C [1]. Haudonta kestää lämpötilasta riippuen 60-230 vuorokautta [1]. Vastakuoriutuneet poikaset ovat melko isokokoisia, noin 20 mm [1] pituisia. Alkuravintona viljelyssä käytetään kuivarehuja. Alkuruokinnan aikana veden lämpötilan tulee olla alle 10 °C. Nuorten nieriöiden kasvuoptimi on 14-15 °C lämpötilassa ja aikuisilla 14,7-17,2 °C lämpötilassa [1,4]. Viljelyyn suositellaan kuitenkin alle 15 °C lämpötilaa, koska nieriöiden kasvu on poikkeuksellisen hyvä kylmässäkin vedessä [1]. Lajille tappava veden lämpötila on 23-24 °C [5].

Ennen smolttitumisvaihetta viljelty nieriä voi kasvaa yhtä nopeasti kuin kirjolohi [6]. Aikuisena kasvunopeus hitaampi kuin lohella [6]. Nieriät kasvavat parhaiten tiheissä parvissa. Optimaalinen kasvatustiheys on 130-170 kg/m³, mutta käytännön ongelmien välttämiseksi suositeltu tiheys on 40-60 kg/m³ [1]. Nieriän viljelyssä suolapitoisuuden yläraja on 7 ‰ [1]. Yleinen loppukoko on ns. annoskoko, 250-300g, mutta nieriää kasvatetaan myös 1-2 kilon painoiseksi ja myydään perattuna ja fileinä [7].

Nieriää ruokitaan lohikalojen viljelyssä käytetyillä kuivarehuilla [7]. Rehuja voidaan antaa kalojen ruokahalun mukaisesti, mutta saatavilla on myös ruokintatäulukkoita esimerkiksi rehuvalmistajilla [8]. 2000-luvulla nieriän tuottajahinta on vaihdellut 5,3-5,1 €/kg [9].

Vahvuudet: Alkumateriaalin hyvä saatavuus, tunnettu tuotantoteknologia, sietää melko korkeita viljelytiheyksiä, markkinoilla arvostettu laji.

Heikkoudet: Sietää huonosti korkeita lämpötiloja, pienet markkinat

Alkumateriaali
Saatavuus: Viljellään Suomessa Haudonta-aika: 350-500 vrk° [7]. Kutuaajan säätely: Lämpötila ja tarvittaessa hormonit [7]. Fekunditeetti: Matala, muutama tuhat mätimunaa/kg [10,11].
Alkukasvatus
Vastakuoriutunut poikanen: n. 20mm [1]. Alkukasvatusmenetelmä: Intensiivinen. Alkukasvatusravinto: Kuivarehut. Erityistä: Starttiruokinta, makea vesi (<10°C) [1].
Jatkokasvatus
Kasvunopeus: 1?100g, 1 vuosi, 100?1000g, 1 vuosi (10°C). Kasvuoptimi: 14,4-17,2°C [4]. Opt. kasvatustiheys: 130-170kg/m ³ , suositus 40-60kg/m ³ [1]. Maksimi suolapitoisuus: <7‰ [1]. Kasvatusmenetelmät: Verkkoaltaat ja keinoaltaat. Ravinto: Lohikalojen kuivarehut [7].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Anonyymi 2007. Nieriäverkosto -verkkosivut. <http://www.charnnet.org/charnnet/template/page%2CViewPage.vm?id=4872> 11.2.2007.
- [2] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [3] Lehtonen, H. 2003. Iso kalakirja. WSOY, Porvoo. 280 s.
- [4] Larsson, S., Forseth, T., Berglund, I., Jensen, A.J., Näslund, I., Elliot, J.M & Jonsson, B. 2005. Thermal adaptation of Arctic charr: experimental studies on growth in eleven charr populations from Sweden, Norway and Britain. *Freshwater Biology* 50:353-368.
- [5] Lyytikäinen, T., Koskela, J. & Rissanen, I. 1997. Thermal resistance and upper lethal temperatures of underyearling Lake Inari Arctic charr. *Journal of Fish Biology* 51(3): 515-525.
- [6] Heasman, M.S. & Black, K.D. 1998. The potential of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) for mariculture. *Aquaculture Research* 29:67-76.
- [7] Jobling, M., Tveiten, H. & Hatlen, B. 1998. Cultivation of Arctic charr: an update. *Aquaculture International* 6:181-196.
- [8] Webster, C.D. & Lim, C.E. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, 418 s.
- [9] Anonyymi 2007. Euroopan Vesiviljelytuottajien Liitto (FEAP). Aquamedia-verkkosivut. www.aquamedia.org 11.2.2007.
- [10] Winnicki, A., Stańkowska-Radziun, M. 1993. Gonad maturity and individual fecundity of the arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) from Hornsund (Vest Spitsbergen). *Acta Ichthyol. Piscat.* 23: 83–91. http://www.aiep.pl/abstract/pdf_1993/vol_23_s_a8.htm 14.2.2007.
- [11] Jamet, J-L. 1995. Reproduction, condition and food of adult arctic charr (*Salvelinus alpinus*, L.) in Lake Pavin (Massif Central, France). *Hydrobiologia* 300/301: 279-288.

Ordning: Gadiformes (torskartade fiskar)

Familj: Gadidae (torskfiskar)

Art: *Gadus morhua*, torsk

Turskaa tavataan pohjoisella Atlantilla ja siihen liittyvillä merialueilla, kuten Pohjanmerellä, Barentsinmerellä, Vienanmerellä, Jäämerellä sekä Itämerellä. Itämerellä on kaksi turskakantaa – läntinen ja itäinen [1]. Läntisen kannan elinalueet rajoittuvat Tanskan salmista itään Bornholmin saaren länsipuolelle saakka. Itäisen kannan elinalueet sijaitsevat Bornholmin saaresta itään ja pohjoiseen aina Suomen merialueelle saakka [1]. Vuonna 2004 turskaa viljeltiin ruokakalaksi yhteensä 3800 tonnia, suurin osa Norjassa (3168t) [2]. Tuotanto kasvaa nopeasti ja vuonna 2005 Norjassa turskaa viljeltiin 7 400 tonnia [3]. Suomessa turskaa ei ole tiettävästi viljelty koskaan.

Turskat tulevat sukukypsiksi 2-7-vuotiaana ja suotuisissa olosuhteissa turskat kutevat myös altaissa luonnostaan [4]. Helpoin ja käytetyin keino alkutuotannossa onkin kudettaa turskaemot altaissa ja myöhemmin kerätä hedelmöittynyt kelluva mäti talteen haudontaa varten [5]. Itämeren turskan lisääntyminen epäonnistuu alle 10-11 % suolapitoisuudessa mädin vajotessa hapettomalle pohjalle [1]. Alkukasvatuksessa käytetään suolavesilammikoita, joissa turskan poikaset syövät alkuravintonaan eläinplanktonia [5]. Intensiivisessä alkukasvatuksessa ravintona käytetään levää, Rotifera-rataseläimiä sekä Artemia-äyriäisiä [5]. Alkukasvatuksessa eloonjääneiden poikasten osuus on yleensä 5-25% [4]. Poikasia kasvatetaan 10-14 °C lämpötilassa. Kuuden seitsemän kuukauden ikäisinä (25-50g) turskanpoikaset voidaan siirtää jatkokasvatukseen verkkoaltaisiin [4]. Tässä vaiheessa viljely helpottuu huomattavasti ja viljelyssä voidaan käyttää lohikalujen kasvatuksessa käytettyjä menetelmiä [4]. Kasvavia turskia täytyy lajitella kokoluokkiin kannibalismien ehkäisemiseksi [4]. Kasvun kannalta suotuisa lämpötila on 8-15 °C [6] ja yli 16°C lämpötilat voivat olla haitallisia ja aiheuttaa kuolleisuutta [4]. Turska on nopeakasvuinen ja kasvu vastaa hyvin paljon kirjolohen kasvua [4]. Kasvu luonnon lämpötiloissa 3-4 kiloiseksi vie 3 vuotta [7]. Jatkuessa 10 °C lämpötilassa 100 grammainen turska kasvaisi yli 2,3kg painoiseksi 12 kuukauden aikana [7,4]. Turskan viljelyssä ongelmallinen ennenaikainen sukukypsytminen ja heikentynyt kasvu voidaan ehkäistä käyttämällä kasvatuksessa jatkuvaa valaistusta [4,5]. Turskan viljelyssä käytettävät rehut ovat lohikalujen viljelyssä käytettyjä rehuja vähärasvaisempia ja niiden proteiinipitoisuus on korkeampi [4]. Rehukerroin vaihtelee 10 grammaisesta poikasesta 5 kiloiseen 0,7-1,0:1 välillä [4]. Norjalaisten kasvattajien saama keskihinta vuonna 2004 oli 4,45€/kg [8].

Vahvuudet: Laji kasvaa nopeasti ja on tunnettu laji markkinoilla.

Heikkoudet: Poikasten saatavuus, Ahvenanmaan luonnonlämpötilat soveltuvat huonosti, nopea kasvu vaatii kiertovesilaitosta.

Alkumateriaali
Saatavuus: Ei viljellä Suomessa. Haudonta-aika: 30vrk (6°C) [6], 90 pa (5-12°C) [5]. Kutuaajan säätely: Valojaksoa muuttaen [4]. Fekunditeetti: Korkea, 2,5-14,5 milj. mätimunaa/naaras [5].
Alkukasvatus
Vastakuoriutunut poikanen: n. 4mm Alkukasvatusmenetelmä: Luonnonravintolammikot ja intensiivinen allaskasvatus. Alkukasvatusravinto: Elävää, levät, Rotifera-rataseläimet ja Artemia-äyriäiset [5]. E erityistä: Intensiivisten menetelmien kehitys kesken.
Jatkokasvatus
Kasvunopeus: 0?100g, 11kk, 100g?2300g, 1 vuosi (10°C) [4]. Kasvuoptimi: 8-15°C, poikasilla 14°C [5]. Opt. kasvatustiheys: <40kg/m ³ [9], 20-25kg/m ³ [6]. Suolapitoisuusvaatimus: Lisääntyminen onnistuu >10-11‰ Kasvatusmenetelmät: Intensiivisesti verkko- ja keinoaltaissa. Ravinto: Vähärasvainen ja korkeaproteiininen rehu [4].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Anonyymi 2007. Kala-atlas. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen verkkosivut. http://www.rktl.fi/kala/tietoa_kalalajeista/ 17.1. 2007.
- [2] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [3] Sandberg, P. 2006. Key figures from the aquaculture industry. Norjan Kalastushallituksen verkkosivut. http://www.fiskeridir.no/fiskeridir/english/statistics/booklets/aquacultural_booklets 15.2.2007.
- [4] Bailey, J., Pickova, J. & Alanära, A. 2005. The prerequisites for, and potential of, cod farming in Sweden. Förutsättningar och potential för torskodling i Sverige. Fiskeriverket informerar. FINFO 2005:12, Fiskeriverket informerar. <http://www.fiskeriverket.se/service/publikationer/fiskeriverketinformerar/finfo2005/finfo200512.4.1490463310f1930632e80002639.html> 14.2.2007.
- [5] Moksness, E., Kjørsvik, E. & Olsen, Y. 2004. Culture of cold-water marine fish. Blackwell Publishing. 515 s.
- [6] Fernandez, B. & Rodríguez, X.L. 2003. European Fish Farming Guide. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos Xunta de Galicia.
- [7] Jobling, M. 1988. A review of the physiological and nutritional energetics of cod, *Gadus morhua* L., with particular reference to growth under farmed conditions. Aquaculture 70:1-19.
- [8] Anonyymi 2005. Intrafish. Vol. 06.
- [9] Lambert, Y. & Dutil, J-D. 2001. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. Aquaculture 192:233-247.

Ordning: Pleuronectiformes (plattfiskar / flatfiskar)

Familj: Scophthalmidae (varar)

Art: Psetta maxima, piggvar

Piikkikampela on Koillis-Atlantilla ja sen lahdissa elävä pohjien petokala, joka on myös levinnyt vähäsuolaiseen Itämereen. Pohjoisimmat ovat Porin korkeudella, idässä piikkikampela on harvalukuinen jo Porvoon itäpuolella [1]. Lajin kasvatusta on nousussa ja viljelytuotanto samansuuruisista saalismäärien kanssa [2]. Kasvatustilaa oli vuonna 2004 noin 6 100 tonnia [3]. Lajia viljellään poikasistutuksiin sekä ruokakalaksi. Vuonna 2004 viljeltyä piikkikampelaa tuottivat eniten Espanja, Ranska, Portugali sekä Iso-Britannia. Lajia viljellään pieniä määriä myös Tanskassa, Saksassa, Islannissa, Irlannissa, Italiassa ja Norjassa [2]. Piikkikampela on yksi Euroopan arvostetuimmista kampelalajeista hienostuneen makunsa johdosta [4].

Piikkikampelan intensiiviset viljelymenetelmät tunnetaan hyvin. Lajia viljellään yleensä rannikolla metallista valmistetuissa verkkoaltaissa tai betonisissa läpivirtausaltaissa, joihin merivettä pumpataan. Siellä missä meriveden lämpötila ei ole niin suotuisa piikkikampelaa viljellään kierto-vesilaitoksissa [5].

Itämeressä koiraat tulevat sukukypsiksi yleensä 3-vuotiaina ja naaraat vuotta myöhemmin [8]. Kokeissa lajin lisääntymisen on havaittu epäonnistuvan alle 7 % suolapitoisuudessa [10]. Itämeressä lajin lisääntyminen onnistuu Ahvenanmerelle saakka [9]. Viljelyssä emokaloista mätää saadaan ympäri vuoden manipuloimalla ympäristön lämpötilaa ja valaistusta [11]. Yleensä haudontalämpötilana käytetään 15 °C, jolloin haudonta-aika on 5 vuorokautta [12]. Keskimäärin hedelmöitetystä mädistä kuoriutuu n. 20 % [7]. Vastakuoriutuneet poikaset ovat pieniä n. 3mm pituisia, toukkamaisia ja muistuttavat muiden merikalojen poikasia. Noin sentin pituisina poikaset aloittavat muodonmuutoksen, joka johtaa kampeloille tyypilliseen litteään ulkomuotoon [13]. Piikkikampeloiden ensiravinnon tulee olla elävää, yleensä käytetään levää, Rotiferataseleläimiä sekä Artemia-äyriäisiä [14]. Kasvu vastakuoriutuneesta 5-10 grammaisiksi kestää noin kolme kuukautta. Elävästä ravinnosta pelkkään kuivarehuravintoon siirtyminen vie ensimmäiset 1-2 kuukautta [7]. Kuoriutuneista yleensä noin 20 % selviää elossa ja oppii syömään kuivarehuja [7]. Poikasten kasvu on nopeinta 17-20 °C lämpötilassa ja vanhempien kampeloiden 15-16 °C lämpötilassa [4]. Kasvua ei juuri tapahdu alle 11 °C eikä yli 23°C lämpötiloissa [12]. Nuoret 5-10g yksilöt kasvavat 80-100g kokoon 4-6 kuukaudessa ja tästä kasvu myyntikokoon 1,5-2kg painoiseksi vie 18-20 kuukautta (16-18°C) [12]. Piikkikampelalle sopiva kasvatustiheys on 50-75 kg/m³, mutta laji sietää hyvin myös yli 100 kg/m³ tiheyttä [11,2].

Jatkokasvatuksessa käytetään erityyppisiä rehuja ja joskus tuoretta kalaa [2]. Kampelalajien viljelyyn on kehitetty myös erityisiä pigmenttittömiä rehuja, joiden proteiinipitoisuus on korkea ja rasvapitoisuus alhainen [9].

Vahvuudet: Kaupallinen arvo korkea. Kasvatusta markkinat saaliiden pienentyessä. Sietää korkeaa kasvatustiheyttä.

Heikkoudet: Lajin alkukasvatusta ongelmallinen.

Alkumateriaali	
	Saatavuus: Ei viljellä Suomessa, emokaloja saatavilla luonnosta. Poikastuotantoa Ranskassa [6] ja Tanskassa [7] Haudonta-aika: 5vrk (14°C) [12]. Kutuaajan säätely: Valaistus ja lämpötila [4]. Fekunditeetti: Korkea, 10-15 milj. mätimunaa/naaras [4].
Alkukasvatusta	
	Vastakuoriutunut poikanen: n. 3mm, toukkamainen [12]. Alkukasvatusta menetelmä: Intensiivinen. Alkukasvatustarve: Elävä: Levä, Rataseläimet, Artemia-äyriäiset [4].

Jatkokasvatus

Kasvunopeus: vast.kuor.?80-100g, 7-9kk, 80-100g?1,5-2,0kg, 18-20kk (16-18°C) [12].
Kasvuoptimi: nuoret 17-20°C [14], vanhemmat 15-16°C [4].
Opt. kasvatustiheys: 50-75kg/m³ [11].
Suolapitoisuusvaatimus: lisääntyminen heikkoa <7‰ [10].
Kasvatusmenetelmät: Intensiivisesti altaissa tai tasapohjaisissa verkkoaltaissa [4,7].
Ravinto: Kampelajien kuivarehut [9].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Koli, L. 1990. Suomen kalat. Werner-Söderström Osakeyhtiö. 357 s.
- [2] Danancher, D. & Garcia-Vazquez, E. 2006. Turbot – *Scophthalmus maximus*. In: “Genetic effects of domestication, culture and breeding of fish and shellfish, and their impacts on wild populations.” Crosetti, D., Lapégué, S., Olesen I. & Svaasand, T. (eds). GENIMPACT project: Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native populations. A European network. WPI workshop “Genetics of domestication, breeding and enhancement of performance of fish and shellfish”. Viterbo, Italia, 12-17 kesäkuuta, 2006, 6 s. <http://genimpact.imr.no/>
- [3] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [4] Moksness, E., Kjørsvik, E. & Olsen. Y. 2004. Culture of cold-water marine fish. Blackwell Publishing. 515 s.
- [5] Fernandez, B. & Rodríguez, X.L. 2003. European Fish Farming Guide. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos Xunta de Galicia.
- [6] Anonyymi 2002. Kalastus Euroopassa nro. 12. Euroopan komissio, Kalastuksen pääosasto. http://ec.europa.eu/fisheries/publications/magaz/fishing/mag14_fi.pdf 14.2.2007.
- [7] Anonyymi 2004. Farming turbot – juliste. AquaTT, the European Network for Education and Training in Aquaculture. <http://www.piscestt.com/FileLibrary%5C12%5CTurbot2004.pdf> 11.2.2007.
- [8] Florin, A-B. 2005. Flatfishes in the Baltic – a review of biology and fishery with a focus on Swedish conditions. FINFO 2005:14, Fiskeriverket infomerar. http://www.fiskeriverket.se/service/publikationer/fiskeriverketinformerar/finfo2005/finfo2005_14.4.1490463310f1930632e80002863.html 11.2.2007.
- [9] Webster, C.D. & Lim, C.E. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, 418 s.
- [10] Nissling, A., Johansson, U. & Jacobson, M. 2006. Effects of salinity and temperature conditions on the reproductive success of turbot (*Scophthalmus maximus*) in the Baltic Sea. Fisheries Research 80: 230-238.
- [11] Brown, N. 2002. Flatfish Farming Systems in the Atlantic Region. Reviews In Fisheries Science 10(3-4):403-419.
- [12] Rodriguez, J.L. & Fernandez, B. 2007. Cultured Aquatic Species Information Programme - *Psetta maxima*. Cultured Aquatic Species Fact Sheets-verkkosivut. FAO, Rooma. http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=culturespecies&xml=Psetta_maxima.xml 14.2.2007.
- [13] Lehtonen, H. 2003. Iso kalakirja. WSOY, Porvoo. 280 s.
- [14] Burel, C., Person-Le Ruyet, J., Gaumet, F., Le Roux, A., Sévère, A. & Boeuf, G. 1996. Effects of temperature on growth and metabolism in juvenile turbot. Journal of Fish Biology 49(4):678-692.
- [15] Anonyymi 2007. Euroopan Vesiviljelytuottajien Liitto (FEAP). Aquamedia-verkkosivut. www.aquamedia.org 11.2.2007.

Ordning: Pleuronectiformes (plattfiskar / flatfiskar)

Familj: Soleidae (tungefiskar)

Art: Solea solea, tunga / sjötunga

Merianturaa eli kielikampela esiintyy Atlantin ja Välimeren rannikkoalueilla, Pohjanmeressä sekä Itämerellä Bornholmista länteen sijoittuvalla alueella [1]. Laji on hyvin arvostettu ruokakala Euroopassa ja sen viljelystä ollaan oltu kiinnostuneita jo pitkään. Vuonna 2004 merianturan kokonaistuotanto oli 62 tonnia, josta ylivoimaisesti suurimman osan tuotti Espanja [2]. Kokonaissaalismäärä vuonna 2004 oli yli 40 000 tonnia [3].

Merianturan viljely ruokakalaksi on vielä kokeiluvaiheessa. Jatkokasvatukseen liittyy monia ongelmia, joita ei ole vielä ratkaistu. Alkumateriaalin tuottaminen on kuitenkin suhteellisen helppoa. Merianturat tulevat sukukypsiksi 3-5-vuotiaina ja 25-30cm pituisina [4]. Viikkoja kestävä kutuaika voidaan siirtää haluttuun ajankohtaan valaistusta ja lämpötilaa muuttamalla [4]. Merianturat kutevat altaisiin spontaanisti ja hedelmöitetty mäti kerätään haudontaa varten talteen. Haudonta-aika on 5 vrk 12 °C vedessä [4]. Vastakuoriutuneet merianturat ovat kooltaan pieniä (3mm) ja toukkamaisia muistuttaen muiden merikalojen poikasia [5]. Ensimmäisten viikkojen aikana poikaset läpikäyvät muodonmuutoksen kampeloille tyypilliseen litteään ulkomuotoon. Alkuravintona käytetään Rotifera-rataseläimiä sekä Artemia-äyriäisiä ensimmäisen kuukauden ajan [4]. Siirtyminen elävästä ravinnosta kuivarehuihin on ongelmallista ja aiheuttaa merkittävää kuolleisuutta [4]. Lajin kasvuoptimi on 20 °C [4]. Merianturan selviytymistä luonnollisen esiintymisalueen (Bornholm >7,5‰) suolapitoisuutta alhaisemmassa suolapitoisuudessa ei tunneta. Jatkokasvatuksessa merianturat kasvavat hitaasti. Optimaalisissa oloissa kasvu 5 grammaisesta poikasesta 125 grammaiseksi vie arviolta hieman alle 300 vuorokautta, mutta kokeissa kasvunopeus on ollut tätäkin hitaampi [4]. Kalajauhoperäisillä rehuilla aikaansaatu huono kasvunopeus johtuu ilmeisesti merianturan luonnollisista ruokailutavoista. Laji elää pohjalla saalistaen yöllä ravinnokseen selkärangattomia pohjaeläimiä. Kalan vatsa on melko pieni ja laji on sopeutunut syömään usein, mutta vähän kerrallaan [4]. Optimaalista kasvatusihteyttä ei tunneta ja laji ei siedä korkeita tiheyksiä. Tiheyden kasvaessa kasvu hidastuu ja yksilöiden väliset kokoerot kasvavat [4]. Jatkokasvatuksen ongelmana on ollut myös viljeltyjen kalojen laatu, joka ei ole yltänyt luonnossa kasvaneiden tasolle [4].

Vahvuudet: Arvostettu laji markkinoilla.

Heikkoudet: Tuotantomenetelmät tunnetaan huonosti.

Alkumateriaali	Saatavuus: Ei viljellä Suomessa. Alkumateriaali luonnosta pyydytyistä emokaloista. Haudonta-aika: 5vrk (12°C) [4]. Kutuaajan säätely: Valaistusta ja lämpötilaa muuttamalla [4]. Fekunditeetti: 11 000 – 141 000 mätimunaa/kg [7].
Alkukasvatus	Vastakuoriutunut poikanen: 3mm [5]. Alkukasvatusmenetelmä: Intensiivinen [4]. Alkukasvatusravinto: Elävä (Rotifera-rataseläimet ja Artemia-äyriäiset) [4]. Erityistä: Korkea kuolleisuus elävästä ravinnosta siirtymässä kuivarehuihin [4].
Jatkokasvatus	Kasvunopeus: 5?125g <300vrk (20°C) [4]. Kasvuoptimi: 20°C [4]. Opt. kasvatusihteyden tuntematon. Ei siedä korkeita tiheyksiä [4]. Suolapitoisuusvaatimus: Tuntematon. Kasvatusmenetelmät: Tasapohjaiset verkkoaltaat ja keinoaltaat [4]. Ravinto: Heikosti tunnettu, kuivarehut kehitteillä [4].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Fernandez, B. & Rodríguez, X.L. 2003. European Fish Farming Guide. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos Xunta de Galicia.
- [2] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [3] Garibaldi, L. 2007. Global capture production 1950-2004. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI). Fishery Statistical Collections. FIGIS Data Collection. FAO, Rooma. <http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=collection&xml=global-capture-production.xml> 11.2.2007.
- [4] Moksness, E., Kjørsvik, E. & Olsen, Y. 2004. Culture of cold-water marine fish. Blackwell Publishing. 515 s.
- [5] Froese, R. & Pauly, D. 2006. FishBase-verkkosivut. www.fishbase.org, versio 6/2006. 14.2.2007.
- [6] Anonyymi 2007. Euroopan Vesiviljelytuottajien Liitto (FEAP). Aquamedia-verkkosivut. www.aquamedia.org 11.2.2007.
- [7] Baynes, S.M. Howell, B.R. & Beard, T.W. 1993. A review of egg production by captive sole, *Solea solea* (L.). Aquaculture Research Vol. 24, Nro. 2.

Ordning: Acipenseriformes (störartade fiskar)

Familj: Acipenseridae (störfiskar)

Art: Acipenser baerii, sibirisk stör

Siperiansammen luonnollinen levinneisyysalue on laaja käsittäen suurten jokien valuma-alueet Siperiasta Koillis-Aasiaan [1]. Monet sampilajit ovat uhanalaistuneet ylikalastuksen ja elinympäristöjen muuttumisen myötä ja niiden kauppaa on säädelty 1998 alkaen CITES-sopimuksella [2]. Siperiansammen viljely alkoi 1970-luvulla entisessä Neuvostoliitossa [1]. Vuonna 2003 viljeltyä siperiansampea tuotettiin yhteensä 1700 tonnia, josta Venäjällä 750t, Kiinassa 350t, Ranskassa 350t, Puolassa 180t, Saksassa 120t ja Italiassa 100t [1]. Siperiansammen lisäksi maailmalla tuotetaan runsaasti muita sampilajeja ja risteymiä, joiden saatavuutta ja soveltuvuutta viljelyyn pidetään siperiansampea heikompana [3]. Sampea pidetään arvokkaana kalalajina ennen kaikkea sen mädin (kaviaarin) ansiosta, mutta myös sen liha on hyvin arvostettua. Siperiansampea viljellään Suomessa kahdessa kiertovesilaitoksessa.

Siperiansammen alkukasvatusmenetelmät tunnetaan hyvin [1]. Kiertovesilaitoksella viljeltyt sampikoiraat voivat saavuttaa sukukypsyyden 5-6-vuotiaina ja naaraat 6-8-vuotiaina [4]. Siperiansampi ei yleensä kude peräkkäisinä vuosina [1] ja mädin kehittyminen vaatii useiden viikkojen talvehtimisjakson kylmässä vedessä [3]. Kutu voidaan käynnistää hormonikäsittelyjen avulla [1]. Naaraan painosta mätiä kehittyi yleensä 9-14 % [1]. Mädin haudonta kestää suotuisissa oloissa vajaan viikon ja poikasia ruokitaan Artemia-äyriäisillä tai kuivarehuilla [1]. Kasvu on nopeaa ja kuolleisuus alkukasvatuksen aikana vähäinen [1]. Nuorten siperiansampien on havaittu sietävän 10 % suolapitoisuutta ja sietokyvyn on havaittu lisääntyvän kalan koon myötä [5].

Sammen jatkokasvatukseen soveltuvat hyvin monet kalanviljelyssä käytetyt menetelmät, lammikoista kiertovesilaitoksiin [1]. Laji kykenee elämään hyvin vaihtelevissa lämpötiloissa, 1 °C:sta 25-26 °C:een [1]. Kasvu on nopeinta 20-24 °C lämpötiloissa [2]. Kasvatus 2-3-kiloisiksi kestää kahdesta kolmeen vuotta (16-25 °C) [2]. Lihaksi kasvatetut sammet myydään yleensä 1-4 kiloosina [2]. Kiertovesilaitoksissa optimilämpötilassa naaraat voivat saavuttaa kaviaarin tuotannossa yleisen 8-12kg painon viidessä vuodessa [2]. Lammikoissa sampia on kasvatettu 1-3 kg/m³ tiheyksissä [1], mutta suotuisissa olosuhteissa tiheys voi olla huomattavasti suurempi. Kiertovesilaitoksissa maksimi kasvatus tiheys on 100 kg/m³ [2]. Sampilajien ravintotarpeet tunnetaan huonosti [6]. Kasvatuksessa käytetään sammelle tai lohikaloille tarkoitettuja rehuja [1,6], jota sammet syövät myös altaiden pohjalta.

Vahvuudet: Lajin tuotantomenetelmät tunnettuja. Alkukasvatus onnistuu kuivarehuilla. Kestää hyvin käsittelyä. Tuote arvokas.

Heikkoudet: Korkea optimilämpötila. Markkinoiden pienuus.

Alkumateriaali	Saatavuus: Viljellään Suomessa. Haudonta-aika: 6vrk (13-14°C [1]). Kutuaajan säätely: hormonikäsittelyt [1,8]. Fekunditeetti: Korkea, mätiä 8-14% naaraan painosta [1].
Alkukasvatus	Vastakuoriutunut poikanen: 10-12mm. Alkukasvatusmenetelmä: Intensiivinen. Alkukasvatusravinto: Artemia tai kuivarehu [2,1]. Erityistä: -
Jatkokasvatus	Kasvunopeus: vast.kuor.?2-3kg, 2-3v, naaraat vast.kuor.?8-12kg, 5v (20-24°C) [2]. Kasvuoptimi: 20-24°C [2]. Maks.kasvatus tiheys: kiertovesilaitoksessa 100kg/m ³ [2]. Suolapitoisuusvaatimus: <10‰ (nuoret yksilöt) [5]. Kasvatusmenetelmät: Intensiivisesti monenlaisissa ympäristöissä lammikoista kiertovesilaitoksiin [1]. Ravinto: Käytetään lohikalojen rehuja. [1,6].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Williot, P., Bronzi, P., Benoit, P., Bonpunt, E., Chebanov, M., Domezain, A., Gessner, J., Gulyas, T., Kolman, R., Michaels, J., Sabeau, L. & Vizziano, D. 2006. Cultured Aquatic Species Information Programme - Acipenser baerii. Cultured Aquatic Species Fact Sheets-verkkosivut. FAO, Rooma. http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=culturespecies&xml=Acipenser_baerii.xml
- [2] Fernandez, B. & Rodríguez, X.L. 2003. European Fish Farming Guide. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos Xunta de Galicia.
- [3] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [4] Williot, P., Sabeau, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulyas, T. & Berni, P. 2001. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives. Aquatic Living Resources, 14:367-374.
- [5] Kuzmichev, S.A., Nokikov, G.G. & Pavlov, D.S. 2005. Some Features of Osmotic Regulation in Juveniles of Sturgeon Fishes. Journal of Ichthyology 45(9): 805-814.
- [6] Webster, C.D. & Lim, C.E. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, 418 s.
- [7] Anonyymi 2007. Euroopan Vesiviljelytuottajien Liitto (FEAP). Aquamedia-verkkosivut. www.aquamedia.org 11.2.2007.
- [8] Williot, P. & Ceapa, C. 2002. An analogue of GnRH is effective for induction of ovulation and spermiation in farmed Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt. Aquaculture Research 33: 735-737.

Ordning: Perciformes (abborrartade fiskar)

Familj: Cichlidae (cichlider)

Art: Oreochromis niloticus, niltilapia, munruvare

Niilintilapia kuuluu Afrikassa kehittyneeseen ja erittäin lajirikkaaseen kirjoahventen heimoon. Niilintilapia on makeanveden laji, joka suosii lämpimiä ja matalia vesistöjä [1]. Laji esiintyi alun perin Afrikassa, mutta on levinnyt viljelyn myötä useille mantereille ollen nykyään maailman laajimmalle levinnyt ja toiseksi yleisin viljelylaji[1]. Suurimpia tuottajia olivat Kiina, Egypti, Filippiinit, Thaimaa ja Indonesia [2]. Maailmalla viljellään runsaasti myös muita tilapia-lajeja, mutta niilintilapiaa tuotetaan eniten [2,1].

Niilintilapian viljelymenetelmät tunnetaan hyvin. Lammikoissa viljeltyt kalat tulevat sukukypsiksi 5-6 kuukauden ikäisinä [1]. Kutu alkaa spontaanisti, kun veden lämpötila ylittää 24 °C ja jatkuu tropiikissa ympäri vuoden, subtropiikissa lämpimän kauden ajan [1]. Mädin hedelmöityksen jälkeen naaraat poimivat mädin suuhunsa ja suojelevat kehittyvää mätiä ja vastakuoriutuneita poikasia ruskuaispussivaiheen loppuun saakka, 1-2 viikon ajan [1]. Intensiivisessä kasvatuksessa kalat kutevat altaaseen ja kuoriutuneet poikasparvet haavitaan talteen poikaskasvatusta varten.

Poikasten kasvu on nopeaa ja niiden paino lisääntyy noin 50 % kolmen vuorokauden välein. Poikasten alkuravintona käytetään kuivarehuja [3]. Koiraiden kasvu on noin kaksinkertainen naaraisiin verrattuna [1]. Yleinen myyntikoko on 300-600g, johon kokoon kasvattaminen vie noin 9 kuukautta [3]. Kasvuoptimi on 29-31 °C lämpötilassa. Lämpötilasta aiheutuvaa kuolleisuutta esiintyy alle 11-12 °C ja yli 42°C lämpötiloissa [1]. Niilintilapian lisääntyminen onnistuu korkeintaan 10 ‰ suolapitoisuudessa. Kasvun kannalta suolapitoisuuden yläraja on 15 ‰ [4]. Niilintilapia sietää korkeaa kasvatustiheyttä, joka kiertovesilaitoksessa voi olla jopa 160-185kg/m³. Laji sietää suhteellisen hyvin myös heikkolaatutuista vettä ja tauteja [1].

Niilintilapiat kasvavat nopeasti niukkaproteiinisella ravinnolla, sietävät rehussaan korkeampia hiilihydraattipitoisuuksia ja voivat hyödyntää monia kasviperäisiä proteiinilähteitä petokaloja paremmin [1]. Poikasille suositellaan rehuja, joiden proteiinipitoisuus on 32-36%. Isommille kaloille suositellaan kelluvia 28-32% proteiinia sisältäviä rehuja [3]. Laadukkailla rehuilla keskimääräinen rehukerroin 450 grammaisen kalan tuottamiseksi on ollut noin 1,5 [3]. Kierto-vesilaitoksissa allastuotanto on vaihdellut 60-120kg/m³ allastilavuutta kohden [1].

Vahvuudet: Nopea kasvu, kestää hyvin käsittelyä ja heikkoa veden laatua. Ravintona voidaan käyttää vähän proteiinia sisältäviä ja kasviperäisiä rehuja.

Heikkoudet: Ei kestä alle 12°C lämpötilaa.

Alkumateriaali	Saatavuus: Ei viljellä Suomessa. Viljellään Euroopassa. Jalostettuja kantoja saatavilla. Haudonta-aika: n. 5 vrk [1]. Kutuaajan säätely: Spontaanisti yli 24°C. Ei käytetä hormoneja [1]. Fekunditeetti: Alhainen. Alle 350 mätimunaa/naaras [6].
Alkukasvatus	Vastakuoriutunut poikanen: 6-8mm. Alkukasvatusmenetelmä: Intensiivinen. Alkukasvatusravinto: Kuivarehut [3]. Erityistä: Naaras hautoo ja suojelee mätiä ja vastakuoriutuneita poikasia suussa.
Jatkocasvatus	Kasvunopeus: 1?100g, 5kk. 100?450g 4kk [1]. Kasvuoptimi: 29-31°C [4]. Opt. kasvatustiheys: maksimi 160-185kg/m ³ [1]. Suolapitoisuusvaatimus: Kasvu alle 15‰, lisääntyminen alle 10‰ [4]. Kasvatusmenetelmät: Lammikot, verkkokassit ja altaat [1]. Ravinto: Halvat, kasviperäiset kuivarehut [1].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Rakocy, J. E. 2007. Cultured Aquatic Species Information Programme - Oreochromis niloticus. Cultured Aquatic Species Fact Sheets-verkkosivut. FAO, Rooma. http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=culturespecies&xml=Oreochromis_niloticus.xml 14.2.2007.
- [2] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [3] Rakocy, J.E. 1989. Tank culture of Tilapia. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No.282. <http://www.ca.uky.edu/wkrec/TilapiaTankCulture.pdf> 14.2.2007.
- [4] Popma, T. & Masser, M. 1999. Tilapia. Life History and Biology. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication No. 283. <http://www.ca.uky.edu/wkrec/TilapiaBiologyHistory.pdf> 14.2.2007.
- [5] Anonyymi 2007. Euroopan Vesiviljelytuottajien Liitto (FEAP). Aquamedia-verkkosivut. www.aquamedia.org 11.2.2007.
- [6] Coward, K. & Bromage, N.R. 2000. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10(1):1-25.

Ordning: Siluriformes (malartade fiskar)

Familj: Pangasiidae (hajmalar)

Art: Pangasius bocourti / hypophthalmus, hajmal, pangasius

Haimonnit ovat kaikkiruokaisia makean veden kaloja, jotka elävät kaakkois-Aasian suurissa joissa, kuten Mekongissa [1]. Haimonnia viljellään pääasiassa Vietnamissa ja Thaimaassa. Arvioiden mukaan vuonna 2006 Vietnamissa viljeltiin haimonneja noin 800 000 tonnia [2]. Thaimaassa vuonna 2004 haimonneja kasvatettiin 17 330 tonnia [3]. Haimonnia viljellään pääasiassa lammikoissa mm. Thaimaassa, Vietnamissa, Myanmarissa ja Intiassa [4], mutta viljely on mahdollista myös jokiin tai järviin sijoitetuissa verkkoaltaissa [4]. Keinomateriaalista tehdyissä altaissa haimonneja ei ole tiettävästi kasvatettu.

Haimonnit tulevat yleensä sukukypsäksi nelivuotiaina ja noin 7 kilon painoisina [5]. Emokalojen kutuvalmiutta ja sukusolujen kypsymistä voidaan edistää hormonikäsittelyiden avulla, jolloin sukusolut voidaan lypsää ja hedelmöittää keinotekoisesti [5]. Haudonta-aika on noin 23-25 tuntia 28-29 °C lämpötilassa [6]. Lajin alkukasvatus tapahtuu luonnonravintolammikoissa, mutta intensiiviset alkukasvatusmenetelmät ovat kehitteillä. Intensiivisessä alkukasvatuksessa on käytetty elävää ravintoa, kuten artemia-äyriäisiä [7]. Haimonnit kasvavat nopeasti - jopa 3 kiloiseksi ensimmäisen vuoden aikana [5]. Intensiivisissä kasvatuskokeissa haimonnit ovat kasvaneet hitaammin, viidessä kuukaudessa 6 grammaisesta noin 250 grammaiseksi [4]. Kasvun kannalta optimaalista lämpötilaa ei ole tutkittu, mutta veden lämpötila lammikoissa on yleensä ollut yli 25 °C. Yleensä järvissä ja joissa tapahtuvassa verkkoallaskasvatuksessa 75-100g kalat istutetaan 5-10 kg/m³ tiheydellä, ruokitaan roskakaloilla ja rehuilla, jolloin 8-12 kuukauden jälkeen korjattu tuotto on vaihdellut 35-65 kg/m³ välillä [1]. Lammikoissa viljeltyt haimonnit saavuttavat 8-12 kuukaudessa yleensä 1-1,5kg painon [1]. Haimonneja voidaan viljellä tiheässä, mutta optimaalista kasvatusstiheyttä ei tunneta [4].

Haimonnien ravintotarpeista on vähän tutkimustietoa. Ravintona käytetään kaupallisia sekä itse valmistettuja rehuja, joita valmistetaan Aasiassa paikallisista kasvi- ja eläinperäisistä sivutuotteista [1].

Vahvuudet: Nopea kasvu, sietää huonolaatuista vettä.

Heikkoudet: Alkumateriaalia ei saatavilla Euroopassa, intensiiviset kasvatusmenetelmät tuntemattomat, nopea kasvu vaatii lämmintä vettä.

Alkumateriaali
Saatavuus: Ei Euroopassa. Haudonta-aika: 23-25h (28-29°C) [6]. Kutuajan säätely: Hormonikäsittelyt [5]. Fekunditeetti: Tuntematon.
Alkukasvatus
Vastakuoriutunut poikanen: Alkukasvatusmenetelmä: Luonnonravintolammikot. Intensiiviset menetelmät kehitteillä. Alkukasvatusravinto: Elävä. Erityistä: Korkea kuolleisuus kokeissa.
Jatkokasvatus
Kasvunopeus: 1-1,5kg/8-12kk [2], jopa 1kg/3kk [5]. Kasvuoptimi: Tuntematon. Opt. kasvatusstiheys: Tuntematon. Maksimi suolapitoisuus: Tuntematon. Kasvatusmenetelmät: Lammikot, verkkokassit. Ravinto: Rehut, ei erityisvaatimuksia.

Kirjallisuusviitteet

- [1] Webster, C.D. & Lim, C.E. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, 418 s.
- [2] Josupeit, H. 2006. Pangasius market report – November 2006. Globefish-verkkosivut. <http://www.globefish.org/index.php?id=3392> 11.2.2007.
- [3] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery Statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. Rooma, Italia.
- [4] Rahman, M.M., Islam, S., Halder, G.C. & Tanaka, M. 2006. Cage culture of sutchi catfish, *Pangasius sutchi* (Fowler 1937): effects of stocking density on growth, survival, yield and farm profitability. *Aquaculture Research* 37: 33-39.
- [5] Chattopadhyay, N.R., Mazumber, B. & Mazumdar, D. 2002. Induced spawning of *Pangasius sutchi* with pituitary extract. *Aquaculture Asia* VII (1):43-44.
- [6] Delince, G.A., Campbell, D., Janssen, J.A.L. & Kutty, M.N. 1987. Seed Production. Lectures presented at ARAC for the senior aquaculturists course. ARAC/87/WP/13. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC182E/AC182E01.htm> 14.2.2007.
- [7] Hung L.T., Tuan N.A., Cacot P. & Lazard J. 2002. Larval rearing of the Asian Catfish, *Pangasius bocourti* (Siluroidei, Pangasiidae): alternative feeds and weaning time. *Aquaculture* 212: 115-127.
- [8] Anonyymi 2006. Seafood International. August 2006/21.

Ordning: Siluriformes (malartade fiskar)

Familj: Clariidae (ålmalar)

Art: Clarias gariepinus, Afrikansk vandrarmal

Jättikonnamonni on makeanveden kalalaji, jonka luonnollinen levinneisyysalue Afrikassa pohjois-etelä suunnassa on maailman makean veden kalalajeista laajin [1, 2]. Lajia viljellään mitä moninaisimmissa ympäristöissä, lammikoista kiertovesilaitoksiin. Euroopassa jättikonnamonnia kasvatetaan pääsääntöisesti kiertovesilaitoksissa mm. Hollannissa (v.2004: 3600t), Unkarissa (v.2005: 1844t [3]), Italiassa (v.2004: 253t) ja Belgiassa (v.2004: 250t) [4]. Ruokakalaksi viljellyn jättikonnamonnin maailman kokonaistuotanto vuonna 2004 oli noin 23 000 tonnia [4].

Jättikonnamonnia pidetään monien ominaisuuksien vuoksi ihanteellisena lajina vesiviljelyyn. Laji sietää äärimmäisiä olosuhteita, kuten korkeaa kasvatustiheyttä veden alhaista happipitoisuutta. Jättikonnamonnit voivat hengittää ilmaa erikoisen elimensä avulla veden happipitoisuuden ollessa riittämätön [1]. Lajin lisääntymiskierron säätelyssä voidaan käyttää hormonikäsittelyitä, joiden avulla kudettaminen onnistuu vuoden ympäri [1]. Hedelmöitetystä mädistä poikaset kuoriutuvat 16-18 tunnissa (26-28°C) [1]. Vastakuoriutuneet poikaset ovat noin 5mm pituisia ja toukkamaisia [5]. Jättikonnamonnin alkukasvatusmenetelmät ovat hyvin tunnettuja. Alkuravintona tarjotaan elävää Artemia-äyriäistä vähintään ensimmäiset 4-5 vuorokautta yhdessä kuivarehun kanssa [1]. Vastakuoriutuneita poikasia kasvatetaan hämärässä ja lajitellaan kannibalismiin vähentämiseksi [1]. Alkukasvatusvaiheessa kuolleisuus on yleensä pientä ja kuoriutuneista n. 80 % selviytyy elossa jatkokasvatukseen [6].

Optimaalinen kasvulämpötila on 24-28°C välillä [1,6,7]. Selviytymisen kannalta kriittinen yläraja on 50 °C ja alaraja 6 °C [1]. Veden suolapitoisuuden yläraja on 12 ‰ ja kalat kasvavat parhaiten 0-2,5 ‰ suolapitoisuudessa [1]. Viljellyt jättikonnamonnit kasvavat nopeasti. Optimaalisissa oloissa tuotanto 700-900g kokoiseksi kestää 7-9 kuukautta [6]. Kuoriturumisesta noin 4 gramman kokoon poikaset kasvavat 6-8 viikossa [1] ja edelleen kuudessa kuukaudessa yli 800 gramman painoisiksi [8]. Yleinen myyntikoko on 1-3kg. Intensiivisessä allaskasvatuksessa jättikonnamonnit kasvavat parhaiten, kun niitä kasvatetaan tiheässä. Optimaalinen kasvatustiheys on 250-400 kg/m³ ja kokeissa kalat ovat kasvaneet jopa 965 kg/m³ tiheydessä [1]. Mitä tiheämmässä kalat ovat, sitä nopeammin ne ovat reagoineet tarjottuun rehuun ja hyödyntäneet sen [1]. Sukukypsyyskoko vaihtelee paljon. Jättikonnamonnit sukukypsyvät yleensä 1-4-kiloisina (15-75cm) [1]. Optimaalisissa olosuhteissa korkeiden tiheyksien altaissa tuotto on ollut 450-850kg/m³ yhdeksässä kuukaudessa ja rehukerroin 0,95-1,3 [1].

Vahvuudet: Kasvu nopeaa, ei vaatelias veden laadun suhteen, voidaan käyttää suurta kasvatus-tiheyttä.

Heikkoudet: Kasvu vaatii lämpimän veden, ei tunnettu Suomen markkinoilla.

Alkumateriaali	Saatavuus: Ei viljellä Suomessa. Euroopassa tuonttavat: Hollanti, Unkari, Belgia ja Slovakia [4]. Haudonta-aika: 16-18h (26-28°C) [1]. Kutuajan säätely: hormonikäsittelyt[1]. Fekunditeetti: Tuntematon.
Alkukasvatus	Vastakuoriutunut poikanen: 5mm [5]. Alkukasvatusmenetelmä: Intensiivinen [1]. Alkukasvatusravinto: Elävä (vähintään ensimmäiset 4-5vrk) ja kuivarehu [1]. Erityistä: Ongelmana kannibalismi, kasvatus makeassa vedessä [1].
Jatkokasvatus	Kasvunopeus: 0?700-900g, 7-9kk (25-27°) [6]. Kasvuoptimi: 24-28°C [1,6, 7]. Opt. kasvatustiheys: 250-400kg/m ³ [1]. Suolapitoisuusvaatimus: <12‰ [1]. Kasvatusmenetelmät: Lammikot ja keinoaltaat [1]. Ravinto: Kuivarehut (proteiinipitoisuus 38-42%) [1].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Anonyymi 1997. The Biology and culture of the African catfish (*Clarias gariepinus*). Ichthyology CD, Rhodesin yliopiston verkkosivut. http://cdserver2.ru.ac.za/cd/011120_1/Aqua/Catfish%20CD/catfish/index.htm 30.7. 1997.
- [2] Anonyymi 2004. FAO Species Fact Sheet. A world overview of species of interest to fisheries. *Clarias gariepinus*. SIDP -Species Identification and Data Programme 2001. <http://www.fao.org/figis/servlet/FiRefServlet?ds=species&fid=2982> 14.2.2007.
- [3] Bardós, T., Szucs, I. & Tölg, L. 2006. Globefish-järjestön verkkosivut. The fishery sector in Hungary: Recent trends and future possibilities. Country profile. Eurofish magazine Nro. 6. <http://www.globefish.org/index.php?id=3494> 24.1.2007
- [4] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [5] Froese, R. and D. Pauly. 2006. FishBase-verkkosivut. www.fishbase.org, versio 6/2006. 14.2.2007.
- [6] Fernandez, B. & Rodríguez, X.L. 2003. European Fish Farming Guide. Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos Xunta de Galicia.
- [7] Eding, E. & Kamstra, A. 2001. Design and performance of recirc systems for European eel *Anguilla anguilla* and African catfish *Clarias gariepinus*. Aquaculture 2001: Book of Abstracts. 202 s.
- [8] Akinvole, A.O. & Faruroti, E.O. 2007. Biological performance of African Catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in recirculating system in Ibadan. Aquacultural Engineering 36:18-23.
- [9] Anonyymi 2007. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit. Collation, analysis and dissemination of global and regional fishery statistics. FAO, Rooma.

Ordning: Perciformes (abborrartade fiskar)

Familj: Rachycentridae

Art: Rachycentron canadum, cobia

Oka-ahven esiintyy maailmanlaajuisesti lämpimillä merialueilla, lukuun ottamatta Tyynen valtameren keski- ja itäosia [1]. Oka-ahvenet elävät vaeltaen yksin tai pienissä ryhmissä ja lajiin kohdistunut kaupallinen kalastus on vähäistä [1]. Lajin viljely alkoi 1990-luvun alkupuolella ja nykyisin tuotanto ylittää vuosittain 20 000 tonnia [2]. Suurimmat tuottajamaat ovat Kiina (vuonna 2004, 16 493 t) ja Taiwan (3 968 t) [2], lisäksi oka-ahventa viljellään mm. Brasiliassa sekä Floridassa Yhdysvalloissa, josta oka-ahvenen poikasia myydään myös ulkomaille [3]. Tiettävästi lajia ei viljellä Euroopassa.

Oka-ahven saadaan kutemaan haluttuun aikaan vuodesta veden lämpötilaa ja valaistusta muuttamalla tai hormonikäsittelyillä [1]. Haudonta kestää vuorokauden ja vastakuoriutuneet poikaset ovat hyvin pieniä ja toukkamaisia [3]. Poikaset kasvatetaan luonnonravintolammikoissa ja jatkokasvatus tapahtuu merelle verkkoaltaissa [1]. Intensiiviset elävään ravintoon perustuvat alkukasvatusmenetelmät ovat kehitteillä [4,1]. Nuoret oka-ahvenet ovat kannibaaleja ja viljelyssä kaloja on lajiteltava tasaisin väliajoin [1]. Poikasvaiheessa veden suolapitoisuuden tulee olla yli 15 ‰ ja jatkokasvatuksessa yli 5 ‰ [5, 6].

Lajin intensiiviset kiertoveteen perustuvat tuotantomenetelmät ovat kehitteillä [1]. Suotuisissa olosuhteissa oka-ahventen kasvu on erittäin nopeaa. Kasvu n. 2 kuukauden ikäisestä (30g) poikasesta 6-10kg loppukokoon vie vain 9-13 kuukautta [4]. Laji viihtyy lämpimässä vedessä. Nuorten yksilöiden kasvuoptymi on 27-29 °C lämpötilassa [7] ja alle 16 °C vedessä laji ei selviä [8]. Naaraat kasvavat koiraita nopeammin ja suuremmiksi. Koiraat sukukypsyvät yleensä 1-2v ikäisinä ja naaraat vuotta myöhemmin [1]. Optimaalista kasvatusaiheyttä ei tunneta. Nuorilla yksilöillä kasvu on ollut nopeaa 0,4 kg/m³ tiheydessä [9]. Merikasseissa jatkokasvatuksen kasvutulos on ollut hyvä, kun teurastusvaiheessa tiheys on ollut 14 kg/m³ [1]. Oka-ahvenia ruokitaan runsaasti proteiinia sisältävillä (42-45 %) rehuilla [8]. Rehukerroin on vaihdellut merikasvatuksen 1,5:stä [8] kokeellisten kiertovesilaitosten 1,1:een [1].

Oka-ahven on hyvin herkkä stressitekijöille ja taudeille [1,8]. Oka-ahven tarvitsee myös korkeaa happipitoisuutta ylläpitääkseen korkean aineenvaihduntansa [8]. Laji on herkkä käsittelylle ja kalojen siirrot aiheuttavat merkittävää kuolleisuutta [1,8].

Vahvuudet: Kasvu erittäin nopeaa.

Heikkoudet: Vaatii lämmitettyä vettä. Alkutuotanto ei onnistu makeassa tai murtovedessä. Lajiin Intensiiviset kasvatusmenetelmät ovat vasta kehitteillä ja laji on herkkä käsittelylle.

Alkumateriaali	Saatavuus: Ei viljellä Euroopassa. Poikasmyyntiä Floridassa [3]. Haudonta-aika: n. 30h (26°C) [3]. Kutuaajan säätely: hormoneilla tai lämpötilaa sekä valaistusta muuttamalla [1]. Fekunditeetti: Korkea, 400 000 - 2 milj. mätimunaa/kutukerta, kutevat kutuaikana noin kerran viikossa [11].
Alkukasvatus	Vastakuoriutunut poikanen: n. 3 mm, toukkamainen [3]. Alkukasvatusmenetelmä: Luonnonravintolammikot. Intensiiviset menetelmät kehitteillä. Alkukasvatusravinto: Luonnonravinto. Erytyistä: Alkukasvatus onnistuu vain suolaisessa (>15‰) vedessä ja luonnonravintolammikoissa [5].
Jatkokasvatus	Kasvunopeus: 0,6-10kg, n. 11-15kk [4]. Kasvuoptimi: 27-29 °C [7]. Maks. kasvatusaiheys: Tuntematon. Teurastusvaiheessa käytetty tiheys: 14 kg/m ³ [1]. Suolapitoisuusvaatimus: Viljelty 5‰ suolapitoisuudessa [6]. Kasvatusmenetelmät: Merellä verkkoaltaissa [1]. Allaskasvatusmenetelmät kehitteillä. Ravinto: Rehut kelluvia ja uppoavia (42-45% proteiinia, 16% rasvaa) [8].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Kaiser, J. & Holt, J. 2005. Species Profile. Cobia. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication No. 7202. <http://www.ca.uky.edu/wkrec/Cobia.pdf> 14.2.2007.
- [2] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [3] Anonyymi 2007. Aquaculture Center of the Florida Keys, Inc. –verkkosivut. <http://www.aquaculturecenter.com/cobia.html> 11.2.2007.
- [4] Svennevig, N. Farming of cobia or black kingfish (*Rachycentron canadum*). International Projects Department, SINTEF Fisheries & Aquaculture, Trondheim, Norja. [http://www.enaca.org/Grouper/E-Newsletter/Production%20of%20Cobia%20\(Rachycentron%20canadum\).pdf](http://www.enaca.org/Grouper/E-Newsletter/Production%20of%20Cobia%20(Rachycentron%20canadum).pdf) 14.2.2007.
- [5] Faulk, C.K & Holt, J. 2006. Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. *Aquaculture* 254: 275-283.
- [6] Resley, M., Webb, K. & Holt, J. 2006. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculation system. *Aquaculture* 253:398-407.
- [7] Sun, L. Chen, H. & Huang, L. 2006. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture* 261: 872-878.
- [8] Liao, C.I., Huang, T-S., Tsai, W-S., Hsueh, C-M., Chang, S-L. & Leano, E.M. 2004. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture* 237:155-165.
- [9] Webb Jr, K., Hitzfelder, G., Faulk, C. & Holt, J. 2006. Growth of juvenile Cobia, *Rachycentron canadum*, at three different densities in a recirculation system. *Aquaculture*. Hyväksytty käsikirjoitus.
- [10] Anonyymi 2006. Seafood International. July 2006/25.
- [11] Brown-Peterson, N., Overstreet, R., Lotz, J., Franks, J. & Burns, K. 2001. Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States. *Fishery Bulletin*. http://findarticles.com/p/articles/mi_m0FDG/is_1_99/ai_73023315 14.2.2007.

Ordning: Perciformes (abborrartade fiskar)

Familj: Centropomidae (robalot, nilabborrfiskar)

Art: Lates calcarifer, barramundi

Barramundi on suurikokoinen jokisuistojen petokala, jonka esiintymisalue ulottuu lännestä Persianlahdelta itään Kiinaan, Taiwaniin, Etelä-Japaniin sekä etelään Papua Uusi Guineaan ja Pohjois-Australiaan [1]. Barramundin viljely alkoi 1970-luvulla Thaimaassa [2] ja vuonna 2004 lajia viljeltiin ruokakalaksi yhteensä 30 000 tonnia [3]. Vastaavasti vuonna 2004 kokonaissaalis oli yhteensä 76 600 tonnia [4].

Lajin alkukasvatusmenetelmät tunnetaan hyvin. Poikasia tuotetaan ekstensiivisesti murto-vesilammikoissa sekä ns. Greenwater -menetelmällä intensiivisesti altaissa. Barramundit ovat hermafroditteja, kaikki yksilöt ovat ensin koiraita ja vaihtavat sukupuolensa naaraiksi noin 6-8-vuotiaina (85-100cm) [5]. Nuoret barramundit elävät jokien makeassa vedessä ja vaeltavat rannikolle sukukypsyyteen ja lisääntymään [5]. Viljeltävien barramundien sukusolujen kypsyminen ja kudun käynnistyminen vaatii suolaista (28-35 ‰) vettä ja lisäksi voi vaatia hormoni-käsittelyä [6]. Mädin haudonta-aika on 12-17 tuntia 27-30°C vedessä [6]. Kuoriutuessaan poikaset ovat hyvin pieniä (1,5mm) ja toukkamaisia. Lajin alkukasvatus onnistuu vain suolaisessa (22-40 ‰) vedessä [7]. Poikaset aloittavat ruokailun noin kahden vuorokauden kuluttua kuoriutumisesta. Intensiivisessä alkukasvatuksessa ravintona käytetään Rotifera-rataseläimiä sekä Artemia-äyriäisiä [6]. Poikasvaiheessa kalat lajitellaan viikoittain kannibalismien ehkäisemiseksi [6]. Elävästä ravinnosta vieroittamisen yhteydessä ilmenevä kannibalismi aiheuttaa usein jopa 90 % kuolleisuuden [7]. Suositellut lämpötilarajat barramundin viljelyssä ovat 20-38 °C, kasvuoptimi on 28 °C lämpötilassa [8]. Intensiivisessä jatkokasvatuksessa tiheytenä käytetään 15-50 kg/m³ [5,6,8].

Barramundit kasvavat nopeasti. Optimaalisissa oloissa kasvu vastakuoriutuneesta 375 grammaisiksi vie alle 6 kuukautta ja kasvu noin 3 kiloiseksi kaksi vuotta [8,6]. Kasvu on nopeampaa makeassa vedessä kuin suolaisessa [8]. Australiassa yleinen loppukoko on ns. annoskoko 330-600 g [8].

Barramundien kasvatuksessa käytetään kelluvia tai hitaasti uppoavia kuivarehuja, jotka sisältävät 50 % proteiineja ja 20% rasvaa [2].

Vahvuudet: Nopea kasvu, poikas- ja jatkokasvatusvaiheessa voidaan viljellä makeassa tai suolaisessa vedessä.

Heikkoudet: Vaikea alkukasvatusvaihe, laji ei ole tunnettu kotimaan markkinoilla.

Alkumateriaali
Saatavuus: Ei viljellä Suomessa. Viljelytoiminta käynnistynyt Euroopassa. Haudonta-aika: 12-17h (27-30°C) [6]. Kutuaajan säätely: Suolaisessa vedessä, tarvittaessa hormoni-injektiot [6]. Fekunditeetti: Korkea, jopa 2,3 milj. mätimunaa/kg [1].
Alkukasvatus
Vastakuoriutunut poikanen: 1,5mm [1]. Alkukasvatusmenetelmät: Intensiivinen. Alkukasvatusravinto: Elävä (Rotifera-rataseläimet ja Artemia-äyriäiset) [6]. Erityistä: Ongelmana kannibalismi.
Jatkokasvatus
Kasvunopeus: optimioloissa 0,5g ? 375g, 5kk [8]. Kasvuoptimi: 28,5°C [8]. Opt. kasvatustiheys: käytetty 15-50kg/m ³ [5,6,8]. Suolapitoisuusvaatimus: Voidaan kasvattaa makeassa vedessä. Kasvatusmenetelmät: Lammikot ja kierto-vesikasvatus [2,8]. Ravinto: Korkea proteiinipitoiset (50%) kuivarehut [2].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Froese, R. & Pauly, D. 2006. FishBase-verkkosivut. www.fishbase.org, versio 6/2006. 14.2.2007.
- [2] Webster, C.D. & Lim, C.E. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, 418 s.
- [3] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [4] Garibaldi, L. 2007. Global capture production 1950-2004. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit (FIDI). Fishery Statistical Collections. FIGIS Data Collection. FAO, Rooma. <http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=collection&xml=global-capture-production.xml> 11.2.2007.
- [5] Anonyymi. 2006. Aquaculture Prospects for Barramundi in New South Wales. NSW Department of Primary Industries, Australia. http://www.fisheries.nsw.gov.au/aquaculture/freshwater2/aquaculture_prospects_for_barramundi_in_new_south_wales 14.2.2007.
- [6] Rimmer, M.A. 2006. Cultured Aquatic Species Information Programme - Lates calcarifer. Cultured Aquatic Species Fact Sheets-verkkosivut. FAO, Rooma. http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=culturespecies&xml=Lates_calcarifer.xml 14.2.2007.
- [7] Anonyymi 2005. Farming Barramundi. Department of Fisheries, Government of Western Australia. <http://www.fish.wa.gov.au/docs/aqwa/Barramundi/index.php?0308> 14.2.2007.
- [8] Anonyymi. 1999. Barramundi Farming in South Australia. Aqua KE Government Documents 2004:8020150 Primary Industries and Resources SA, Australia. <http://govdocs.aquake.org/cgi/reprint/2004/802/8020150.pdf> 14.2.2007.
- [9] Anonyymi 2007. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit. Collation, analysis and dissemination of global and regional fishery statistics. FAO, Rooma.

Ordning: Perciformes (abborrartade fiskar)

Familj: Terapontidae

Art: *Bidyanus bidyanus*, silverterapon

Australiassa elävä hopeatiikeriahven on makeanveden laji, jonka luonnollisia elinympäristöjä ovat miltei kaikki makeat vesistöt [1]. Ulkonäöltään väritystä lukuun ottamatta hopeatiikeriahven muistuttaa paljon kotoista ahventa. Nykyisin lajia viljellään vain Australiassa (vuonna 2004, 287t) [2], mutta kiinnostus lajia kohtaan kasvanut mm. Kiinassa, Taiwanissa, Filippiineillä, Israelissa sekä Yhdysvalloissa [1]. Hopeatiikeriahventa ei tiettävästi viljellä Euroopassa.

Lajin viljelypotentiaalia pidetään hyvänä. Alkukasvatusmenetelmät hallitaan hyvin ja suurten poikasmäärien tuotanto on helppoa. Poikaset myös oppivat syömään kuivarehuja hyvin ja kuolleisuus on pientä [3]. Hopeatiikeriahventen kutu käynnistetään yleensä hormonikäsittelyillä. Pienet toukkamaiset poikaset kuoriutuvat lämpimässä vedessä vuorokauden haudonta-ajan jälkeen [3]. Intensiivistä alkukasvatusmenetelmää ei tunneta, vaan poikaset kasvatetaan alkuvaiheessa luonnonravintolammikoissa ja ne opetetaan myöhemmin syömään kuivarehuja [3]. Poikasvaiheen jälkeen noin kerran viikossa kaloja täytyy lajitella, jotta kasvu olisi nopeaa ja tasaista [3]. Hopeatiikeriahven sietää 2-38 °C lämpötiloja, mutta kasvun kannalta optimaalinen lämpötila on 22-28 °C [3]. Kasvua ei tapahdu alle 12 °C lämpötiloissa [4]. Lajin tiedetään sietävän 12 ‰ veden suolapitoisuutta, mutta kasvu hidastuu yli 5 ‰ suolapitoisuudessa [3]. Laji on sopeutunut elämään heikkolaatuisessa vedessä, happipitoisuuden alaraja on 2,2mg/l ja vesi voi olla emäksistä aina pH 10,2 asti [3]. Optimaalinen viljelytiheys erikokoisille kaloille on tuntematon, mutta kokeissa sopivaksi tiheydeksi n. 100g kaloille on havaittu 11-22 kg/m³ ja n. 450g kaloille 46-93 kg/m³ [1].

Kalat kasvatetaan vähän valkuaista sisältävillä rehuilla (28 % proteiinia), joissa proteiini lähteenä käytetään paikallisia maataloustuotteita (lampaan liha, palkokasvit, vehnä jne.) korvaamassa kalajauhoa [5]. Rehukerroin näillä rehuilla on ollut 1,6-1,7:1 [5]. Hopeatiikeriahven on arvostettu laji Australiassa, sen lihaa pidetään hyvän makuisena, kiinteänä ja vähäruotoisena [5].

Vahvuudet: Nopea kasvu, sietää heikkoa vedenlaatua.

Heikkoudet: Kasvatuksen alkumateriaalia ei tiettävästi tarjolla Euroopassa. Intensiivisiä alkukasvatusmenetelmiä ei ole kehitetty. Lajin markkinamahdollisuuksia Suomessa ja Euroopassa ei tunneta. Ahvenanmaalla murtovesi on kasvatuksen liian suolaista.

Alkumateriaali	Saatavuus: Ei viljellä Euroopassa. Haudonta-aika: 30h (26-27°C) [3]. Kutuajan säätely: hormonikäsittelyt [3]. Fekunditeetti: Korkea, 1,8 milj. mätimunaa/500g naaras [8].
Alkukasvatus	Vastakuoriutunut poikanen: 3,6mm [8]. Alkukasvatusmenetelmä: Luonnonravintolammikot. Alkukasvatusravinto: Luonnonravinto. Erityistä: Ei kannibalismia.
Jatkokasvatus	Kasvunopeus: hed.mäti?n. 500g, 15kk, 15g?500g, 10kk [7]. Kasvuoptimi: 22-28° [3]. Opt. kasvustiheys: Tuntematon. Kokeissa sopivaksi havaittu 112g kaloille 11-22kg/m ³ , 460g: 46-92kg/m ³ [1]. Suolapitoisuusvaatimus: <5‰ [3]. Kasvatusmenetelmät: Intensiivisesti lammikoissa, verkkokasseissa ja altaissa [7]. Ravinto: Halvat kasviperäiset kuivarehut [5].

Kirjallisuusviitteet

- [1] Rowland, S.J., Mifsud, C., Nixon, M. & Boyd, P. 2006. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. *Aquaculture* 253: 301-308.
- [2] Anonyymi 2006. FAO Yearbook. Fishery statistics – Aquaculture production. Vol. 98/2. 2004. Rooma, Italia.
- [3] Farming silver perch. *Aquaculture WA* No. 6. Department of fisheries, Government of Western Australia. <http://www.fish.wa.gov.au/docs/aqwa/SilverPerch/index.php?0300>
- [4] Anonyymi 2007. Sea-Ex - Seafood, Fishing, Aquaculture, Marine & Angling Portal – verkkosivut. <http://www.seaex.com.au/fishphotos/perch,2.htm> 13.2.2007.
- [5] Webster, C.D. & Lim, C.E. 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, 418 s.
- [6] Anonyymi 2007. FAO Fishery Information, Data and Statistics Unit. Collation, analysis and dissemination of global and regional fishery statistics. FAO, Rooma.
- [7] Rowland, S.J. 1998. Silver perch. In: Hyde, K.(Ed) *The New Rural Industries - A Handbook for Farmers and Investors*. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, pp 134-139. <http://www.rirdc.gov.au/pub/handbook/silverperch.pdf> 14.2.2007.
- [8] Froese, R. & Pauly, D. 2006. FishBase-verkkosivut. www.fishbase.org, versio 6/2006. 14.2.2007.

Liite 3. Skenaarioiden vaikutukset

Taulukko 1. Ahvenanmaan kalankasvatuksen tuotanto, investointitarpeet, suora ja kerrannaisvaikutukset sisältävä liikevaihto sekä suora ja kerrannaisvaikutukset sisältävä työllisyys skenaarioittain vuosina 2005, 2011 ja 2015. Luvut on laskettu vain kirjolohituotannolle (1. taulukko), monilajituotannolle nykyhinnoin (2. taulukko) ja monilajituotannolle hintajoustolla (3. taulukko).

Vain kirjolohta	Tuotanto,	Investointitarve,	Liikevaihto, milj. €		Työllisyys, hlöä	
	tn		milj. €	Kalankasvatus	Kerrannaisvaikutuksineen	Kalankasvatus
Vuonna 2005	4 600		15	30	90	216
Vuonna 2011						
Skenaario 1	2 070	0	7	13	41	97
Skenaario 2	2 430	1	8	16	43	102
Skenaario 3	3 681	7	12	24	59	141
Skenaario 4	5 083	27	17	33	75	179
Vuonna 2015						
Skenaario 1	830	0	3	5	16	39
Skenaario 2	970	1	3	6	17	41
Skenaario 3	2886	12	9	19	40	95
Skenaario 4	5690	31	19	37	71	171

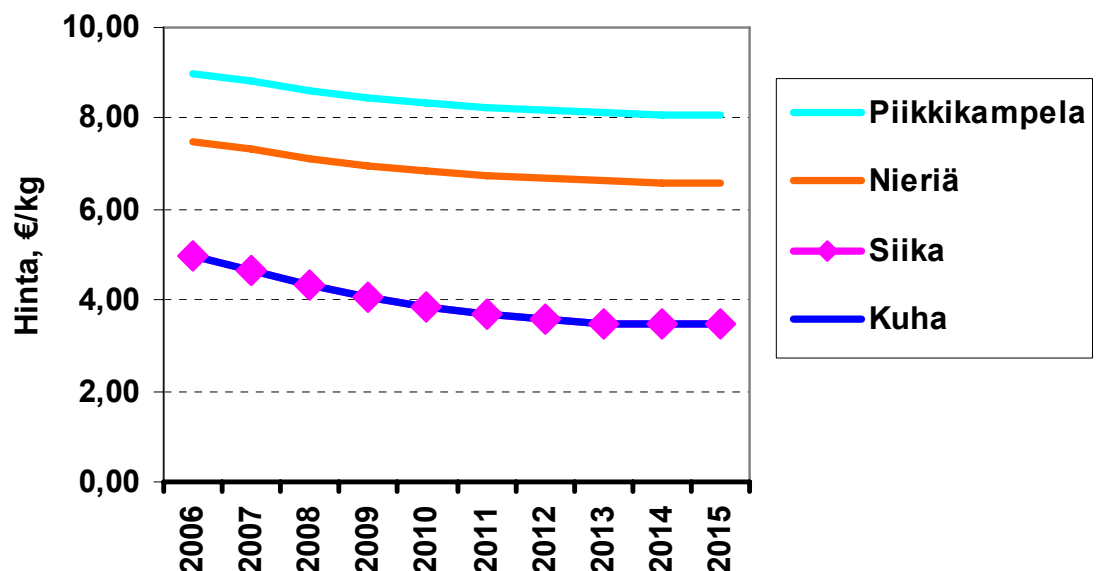
Nykyhinnoin	Tuotanto,	Investointitarve,	Liikevaihto, milj. €		Työllisyys, hlöä	
	tn		milj. €	Kalankasvatus	Kerrannaisvaikutuksineen	Kalankasvatus
Vuonna 2005	4 600		15	30	90	216
Vuonna 2011						
Skenaario 1	2070	0	9	17	41	97
Skenaario 2	2430	1	10	20	43	102
Skenaario 3	3681	7	17	34	59	141
Skenaario 4	5083	27	24	49	75	179
Vuonna 2015						
Skenaario 1	830	0	4	8	16	39
Skenaario 2	970	1	5	10	17	41
Skenaario 3	2886	12	16	32	40	95
Skenaario 4	5690	31	32	64	71	171

Hintajoustolla	Tuotanto,	Investointitarve,	Liikevaihto, milj. €		Työllisyys, hlöä	
	tn		milj. €	Kalankasvatus	Kerrannaisvaikutuksineen	Kalankasvatus
Vuonna 2005	4 600		15	30	90	216
Vuonna 2011						
Skenaario 1	2 070	0	7	14	41	97
Skenaario 2	2 430	1	9	17	43	102
Skenaario 3	3 681	7	14	28	59	141
Skenaario 4	5 083	27	20	40	75	179
Vuonna 2015						
Skenaario 1	830	0	3	6	16	39
Skenaario 2	970	1	3	7	17	41
Skenaario 3	2886	12	12	24	40	95
Skenaario 4	5690	31	25	50	71	171

Taulukko 2. Ahvenanmaan kalankasvatuksen tuotannon, investointitarpeiden, suoran ja kerrannaisvaikutukset sisältävän liikevaihdon sekä suoran ja kerrannaisvaikutukset sisältävän työllisyyden absoluuttiset (1. taulukko) ja prosentuaaliset (2. taulukko) muutokset vuodesta 2005 skenaarioittain vuosina 2011 ja 2015. Liikevaihtoluvut sisältävät hintajouaston. Kalalajittaiset hinnat ovat kuvassa taulukoiden alla.

Hintajoustolla	Tuotanto,	Investointitarve,	Liikevaihto, milj. €		Työllisyys, hlöä	
Milj. €	tn	milj. €	Kalankasvatus	Kerrannaisvaikutuksiin	Kalankasvatus	Kerrannaisvaikutuksiin
Vuonna 2005	4 600		15	30	90	216
Vuonna 2011						
Skenaario 1	-2 530	0	-8	-16	-50	-119
Skenaario 2	-2 170	1	-7	-13	-47	-114
Skenaario 3	-919	7	-1	-2	-31	-75
Skenaario 4	483	27	5	10	-15	-37
Vuonna 2015						
Skenaario 1	-3770	0	-12	-24	-74	-177
Skenaario 2	-3630	1	-12	-23	-73	-175
Skenaario 3	-1714	12	-3	-6	-50	-121
Skenaario 4	1090	31	10	20	-19	-45

Hintajoustolla	Tuotanto,	Investointitarve,	Liikevaihto, milj. €		Työllisyys, hlöä	
%	tn	milj. €	Kalankasvatus		Kalankasvatus	
Vuonna 2005	4 600		15		90	
Vuonna 2011						
Skenaario 1	-55 %	0	-52 %		-55 %	
Skenaario 2	-47 %	1	-43 %		-53 %	
Skenaario 3	-20 %	7	-7 %		-35 %	
Skenaario 4	10 %	27	34 %		-17 %	
Vuonna 2015						
Skenaario 1	-82 %	0	-81 %		-82 %	
Skenaario 2	-79 %	1	-77 %		-81 %	
Skenaario 3	-37 %	12	-20 %		-56 %	
Skenaario 4	24 %	31	66 %		-21 %	



Kuva 1. Laskennassa arvioitu piikkikampelan, nieriän, siian ja kuhan hintajousto. Kuhan ja siian hinnat ovat samat.