PYHÄJÄRVI INSTITUUTTI

RAPU

Pyhäjärven kala- ja raputalouden ekologiset ja ekonomiset haasteet muuttuvassa ilmastossa

Anne-Mari Ventelä, Teija Kirkkala, Tero Forsman, Marko Jori & Päivi Laine (toim.)

"This page is intentionally left blank"

RAPU

Pyhäjärven kala- ja raputalouden ekologiset ja ekonomiset haasteet muuttuvassa ilmastossa

Satakunta – Innovation and research network in changing climate – case crayfish -hankkeen 2011–2015 loppuraportti

Anne-Mari Ventelä, Teija Kirkkala, Tero Forsman, Marko Jori & Päivi Laine (toim.)

Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa EU:lta 2007–2013

Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja
Sarja B nro 27
Kannen kuva: Tero Forsman
ISBN 978-952-9682-71-3 (pdf)
ISSN 0789-922X

EURA 2015

"This page is intentionally left blank"

RAPU - Pyhäjärven kala- ja raputalouden ekologiset ja ekonomiset haasteet muuttuvassa ilmastossa

Sisällys:

1 Johdanto 7
1.1 Hankkeen tausta ja tavoitteet 7
1.2 Kansainvälisen toimijaverkoston vahvistaminen 9

2 Hankkeen kohdealueen kuvaus 11
2.1 Pyhäjärven vedenlaadun kehitys ja suojelutyö 13
2.2 Pyhäjärven kalasto, rapukanta ja kalastus 15

3 Täpläravun ekologiset vaikutukset suurissa järvissä 22
3.1 Täpläravun vaikutukset pohjaeläimiin ja pohjaleviin 23
3.2 Täplärapu–kala-vuorovaikutukset 24
3.3 Täpläravun epäsuorat vaikutukset 25
3.4 Täpläravun vaikutukset järvien energia- ja ainevirtoihin 25
3.5 Täpläravun vaikutukset Pyhäjärven muikku- ja siikakantoihin 27

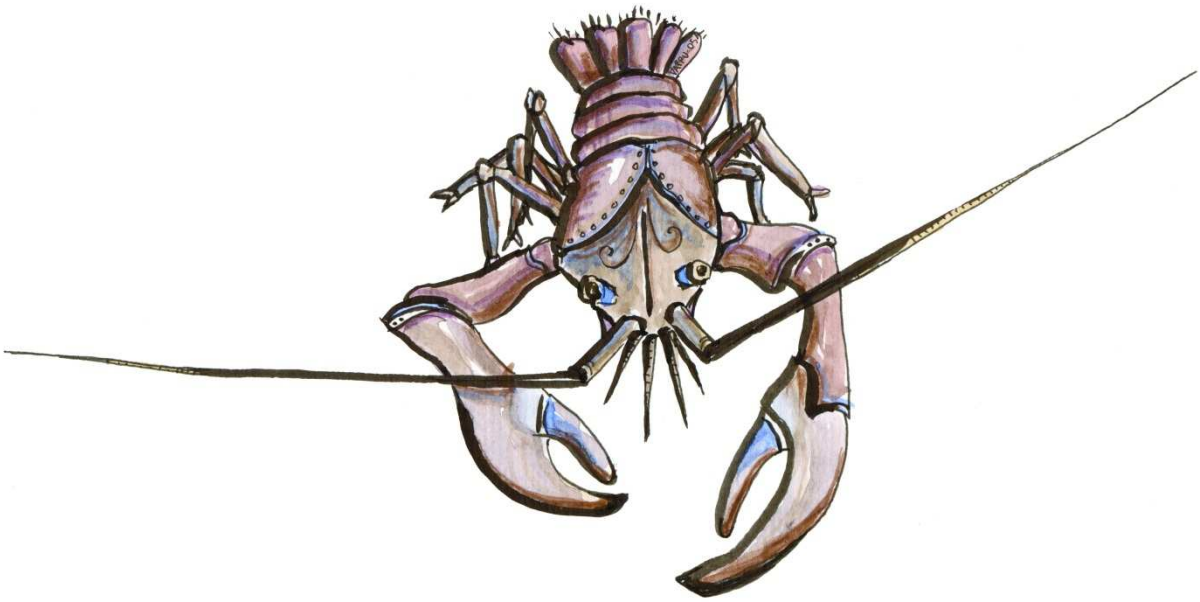
4 Säkylän Pyhäjärven täplärapu- ja kalatuotantopotentiaali tulevaisuudessa 31
4.1 Taustaa 31
4.2 Täplärapu 31
4.3 Muikku 32
4.4 Ahven 33
4.5 Kuha 35
4.6 Päätelmät ja suositukset 35

5 Pyhäjärven kalatalouden taloudellinen kannattavuus tulevaisuudessa 37
5.1 Kustannus-hyötyanalyysi menetelmänä 37
5.2 Malli ja data 38
5.3 Tarkasteltavat skenaariot ja parametriarvot 40
5.4 Tulokset 42
5.5 Johtopäätökset 44
5.6 Kirjallisuus 46

6 Rapu- ja kalatalouden aluetalousvaikutukset ilmastonmuutoksen oloissa 47
6.1 Johdanto 47
6.2 Kirjallisuuskatsaus vastaavista selvityksistä 47
6.3 Pyhäjärven rapu- ja kalatalouden tulevaisuuden skenaarioiden kuvaukset 48
6.4 Pyhäjärven rapu- ja kalatalouden aluetaloudelliset vaikutukset Rauman seutukunnassa 49
6.5 Tulosten analysointi 56
6.6 Yhteenveto ja johtopäätökset 57
6.7 Liite: Laskelmien herkkyysanalyysi ja perusvuosien vertailu 60

7 Rapuyrittäjien näkökulmia 63
7.1 Ravun arvoketjukysely 63
7.2 Kalatalouden tulevaisuuden arviointihaastattelut 65

8 Yhteenveto - tulevaisuus 70



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa EU:lta 2007–2013

HELSINGIN YLIOPISTO
RURALIA-INSTITUUTTI

SATAKUNTALIITTO

PYHÄJÄRVI INSTITUUTTI

1 JOHDANTO

Anne-Mari Ventelä & Päivi Laine, Pyhäjärvi-instituutti

Tämä julkaisu on koottu Pyhäjärvi-instituutissa "Satakunta – Innovation and research network in changing climate – case crayfish" -hankkeen, tuttavallisemmin RAPU-hankkeen, loppuraporttina. Hankkeen keskeisenä tehtävänä oli Satakunnan tutkimuksellisen vetovoimaisuuden lisääminen, jo luotujen kansainvälisten tutkimusyhteistyöverkostojen vahvistaminen ja uusien luominen, erityisesti raputalouden uhkien ja mahdollisuuksien selvittämiseksi. Hankkeen aikana on aktiivisesti syvennetty asiantuntijayhteistyötä erilaisissa seminaareissa ja työpajoissa. Toimintatapoihin ovat kuuluneet asiantuntijatyöpajat, toimijahaastattelut, kansainväliset konferenssit ja tutkijavierailut ja tutkimusaineistojen vertailu.

Pyhäjärven rapua koskevan osuuden tavoitteena on ollut saavuttaa parempi ymmärrys täpläravun ekologisesta ja ekonomisesta roolista Pyhäjärvessä. Rapuelinkeino on esimerkki elinkeinosta, jolla on Satakunnassa paljon potentiaalia ja kasvumahdollisuuksia. Hankkeessa on selvitetty täpläravun ekologista roolia kokeellisilla tutkimuksilla ja mallinnuksella. Kalataloudellista roolia ja sen aluetaloudellista merkitystä on arvioitu haastatteluilla ja mallinnuksella. Ilmastomuutoksen vaikutus on jo monin tavoin selvästi nähtävissä Pyhäjärvellä ja siksi on ollut tarpeen selvittää ilmastonmuutoksen vaikutuksia järviekosysteemiin ja kalastuselinkeinoon.

Innovation and research network in changing climate – case crayfish -hanke (2011–2015) on saanut osarahoituksen EAKR-ohjelmasta Satakuntaliiton kautta. Muina rahoittajina ovat toimineet Euran ja Säkylän kunnat, Jyväskylän seutu, Pyhäjärven kalastusalue, Pyhäjärvi-instituutti ja Pyhäjärven suojeluohjelma. Hankkeen päätoteuttajana on ollut Pyhäjärvi-instituutti ja osatoteuttajina Helsingin yliopiston taloustieteen laitos ja Ruralia-instituutti sekä Jyväskylän yliopisto. Yhteistyökumppaneina ovat olleet myös Säkylän Pyhäjärven kalastusalue, Varsinais-Suomen ELY-keskus, Pyhäjärven alueen raputalousyrittäjät, Turun yliopisto, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Suomen ympäristökeskus (SYKE), Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL, 1.1.2015 alkaen Luonnonvarakeskus LUKE), Wisconsinin yliopiston limnologian laitos (USA), Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (Saksa) sekä Jöngköpingin lääninhallituksen yhteydessä toimiva Vätternin suojeluohjelma (Ruotsi). Raportin kirjoittajina on Pyhäjärvi-instituutin asiantuntijoiden lisäksi asiantuntijoita yhteistyöorganisaatioista.

1.1 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Hankkeessa tutkimuskohteena oleva täplärapu (*Pacifastacus leniusculus*) on istutusten myötä lisääntynyt voimakkaasti koko Suomessa, myös Säkylän Pyhäjärvellä. Täpläravusta on muodostunut merkittävä tulonlähde paikallisille ihmisille ja ravustuksen ympärille on syntynyt myös liitännäiselinkeinoja, kuten ravustus- ja ruokamatkailua.

Lajin ekologisesta roolista Pyhäjärvessä ei kuitenkaan ole ollut tutkimustietoa eikä siten myöskään ennakointitietoa siitä, mitkä tekijät voivat uhata rapua ja raputaloutta. RKTL on selvittänyt yleisellä tasolla täpläravun menestymismahdollisuuksia ja saaliita Suomessa, mutta muutoin suomalaisista järvistä on ollut saatavilla raputietoa melko vähän ja rapukantoihin vaikuttavat tekijät tunnetaan huonosti. Toisaalta myöskään ravun vaikutusta muuhun vesiekosysteemiin ei tunneta riittävän hyvin. Tutkimustulokset ja raportit eri maiden vesistöistä (mm. USA ja Ruotsi) nostavat esiin täpläravun potentiaalisena uhkana paikallisille kalakannoille. Tutkimustiedon puuttuessa tämän vierasperäisen ravun vaikutukset Pyhäjärven ekosysteemiin, veden laatuun ja arvokkai-

Jaettu asiantuntijuus voimavarana

Hankkeen toteuttamisessa merkittävänä apuna ovat olleet eri vaiheiden suunnittelu- ja ideointityöhön osallistuneet asiantuntijajäsenet. Hankkeessa järjestetyissä seminaareissa ja brainstorming- työpajoissa on jaettu tietoa ja kokemuksia ja kehitelty uusia ideoita. Erityisesti hankkeen uusien vaiheiden suunnitteluun tarvittavan pohjatiedon kokoamisessa asiantuntijoiden näkemykset olivat merkittävänä apuna, esimerkiksi ekologisten mallinnuksien valintoja tehtäessä. Kansallinen ja kansainvälinen verkostoituminen ja yhteinen jaettu asiantuntijuus ovat olleet RAPU-hankkeen kantava voima.

siin kalakantoihin olivat arvioimatta. Järven tilan edistämisen puolesta toimivan Pyhäjärven suojeluohjelman johtoryhmä oli siksi jo pitkään pitänyt raputaloushanketta erittäin tarpeellisena. Pyhäjärvi-instituutti tekikin raputaloudesta kesällä 2010 esiselvityksen ja aloitti taustatiedon kokoamisen. Hankkeessa hyödynnettiin mm. Jyväskylän yliopiston ja RKTL:n Päijänteellä ja Saimaalla tekemiä rapututkimuksia, joissa oli selvitetty täpläravun vaikutuksia rantavyöhykkeen eliöyhteisöön. Myös Ruotsissa oli käynnissä laaja SLU:n koordinoima hanke, jossa selvitettiin täplärapuun vaikuttavia ympäristötekijöitä, ml. ilmastonmuutos.

Hankkeessa analysoitiin rapuun liittyviä sekä luonnontieteellisiä että taloudellisia taustatekijöitä. RAPU-hankkeen toteutuksen kohderyhmä muodostuikin hyvin monialaiseksi ja hankkeen edunsaajina ovat olleet niin rapuihin, rapuelinkeinoon ja ilmastonmuutoksen vaikutuksiin liittyvät tutkimusyhteisöt kuin rapuelinkeinon eri toimijat: rapualan yrittäjät, elinkeinon kehittäjät, kalastusalueet ja muut istutustoiminnasta päättävät tahot.

Hankkeen laajan viitekehyksen on muodostanut ilmastonmuutos, johon elinkeinojen ja ekosysteemien on väistämättä sopeuduttava. Muuttuva ilmasto voi vaikuttaa rapuihin mm. pidentyneen kasvukauden, korkeampien lämpötilojen, rehevöitymisen tai eliöyhteisöjen muuttumisen kautta. Ilmastonmuutoksen vaikutusta vesistöihin oli aiemmin selvitetty useammassa Pyhäjärvi-instituutin hankkeessa (mm. Muuttuva Selkämeri ja kansainvälinen CARE-tutkimushanke) ja vastaavia tutkimushankkeita oli RAPU-hankkeen alkaessa meneillään ja käynnistymässä mm. USA:ssa Wisconsinissa ja Berliinissä Saksassa.

Asiantuntijat ohjausryhmänä

Hankkeen toteutusta on ohjannut asiantuntijaryhmä, jossa ovat olleet edustettuina hankkeen eri toteuttajaorganisaatiot, rahoittajatahot sekä Pyhäjärven kalastusalue. Ohjausryhmän puheenjohtajana toimi Matti Jaakkola (Pyhäjärven kalastusalue); varapuheenjohtajana Harri Helminen (erikoissuunnittelija, V-S ELY-keskus), sihteerinä Anne-Mari Ventelä (toimialapäällikkö, Pyhäjärvi-instituutti) ja jäseninä Sami Kurki (prof., Ruralia-instituutti), Juha Karjalainen (prof., Jyväskylän yliopisto), Jouko Sarvala (prof. emer., Turun yliopisto); Anne Savola (ympäristöasiantuntija, Satakuntaliitto), Johanna Raukko (tarkastaja, Satakuntaliitto, ohjausryhmässä 2011–2012), Outi Oja (tarkastaja, Satakuntaliitto, ohjausryhmässä 2013–2015, Teija Kirkkala (toiminnanjohtaja, Pyhäjärvi-instituutti) ja Marko Jori (toimialapäällikkö, Pyhäjärvi-instituutti).

Hankkeen toteutuksen ensimmäisenä vaiheena oli olemassa olevan rapua koskevan ekologisen ja ekonomisen aineiston kokoaminen ja laaja-alaisen meta-analyysin tekeminen ravun ekologista roolia selvittävistä tutkimuksista. Ravun ja kalaston ja muun eliöyhteisön välisen vuorovaikutuksen analysointi sekä ravun ja ilmastonmuutokseen liittyvien abioottisten tekijöiden (ilman lämpötila, veden lämpötila, kasvukauden pituus, sadanta, kuormitus) vuorovaikutusten analysointi olivat myös toteutuksen ensimmäisen vaiheen toimenpiteitä. Lisäksi rapualan toimijoiden haastatteluilla mallinnettiin raputalouden arvoketjua alueella ja tuotettiin lisää ekonomista perustietoa aluetaloudellisen mallinnuksen lähtötiedoiksi. Hankkeen toisessa vaiheessa luotiin kala- ja raputaloudelle ekologiset skenaariot joita peilattiin olemassa oleviin ilmastonmuutosskenaarioihin sekä käytettiin ekologisia järvimalleja tulevaisuuden järviyhteisön hahmottamiseksi. Aineistojen pohjalta laadittiin kullekin ekologiselle skenaariotilanteelle kalataloudelliset kustannus-hyötylaskelmat. Toteutuksen kolmannessa vaiheessa analysoitiin RegFin-mallilla rapu- ja kalatalouden aluetaloudellisia vaikutuksia eri tulevaisuuden skenaarioissa käyttäen pohjatietoina hankkeen aiemmissa vaiheissa tuotettuja tietoja ja kustannushyötylaskelmia. Rapu- ja kalatalouden skenaariot esiteltiin myös Pyhäjärven alueen raputalouden toimijoille ja kerättiin ammatinharjoittajien näkemyksiä elinkeinon tulevaisuuden näköaloista.

Tiedottaminen ja tulosten jakaminen on jatkunut koko hankkeen keston ajan ja siihen ovat RAPU-hankkeen verkkosivujen lisäksi sisältyneet lehdistötiedotteet, hanke-esitteet, lehtijutut ja hankkeen esittelyt erilaisissa tapahtumissa (esim. Farmari ja Okra näyttelyt, SuomiAreena, Pyhäjärven suojelutempaus, kalastusalueiden kokoukset), esitykset ja esitelmät seminaareissa ja kansainvälisissä konferensseissa (esim. valtakunnalliset kalastusaluepäivät, Vesistökunnostusverkoston vuosiseminaari, Ilmastonmuutos ja vesiensuojelu -seminaari, EIFAAC-, ASLO-, IIFET- ja SIL-konferenssit), artikkelit ammattilehdissä (esim. Suomen kalastuslehti) ja tieteellisissä kausijulkaisuissa sekä hankkeen päätösseminaari (Pori, lokakuu 2014). Hankkeen tutkimuksellisen osaamispääoman kertymistä kuvaa, että hankkeen toteuttamiseen on kytkeytynyt neljä akateemista opinnäytetyötä ja kaksi väitöskirjaa. Hankkeen päätösvaiheessa vuoden 2015 aikana tuloksia on levitetty alan toimijoille, tutkimustahoille ja virkamiehille ja niitä on esitelty kansainvälisissä konferensseissa (esimerkiksi European Crayfish

conference: Research and Management, Landau, Saksa ja 4th European Large Lakes Symposium - Ecosystem Services and Management in a Changing World, Joensuu). Hankkeen tulosten jalkauttamiseksi järjestettiin lisäksi erikseen alueen rapu- ja kalatalouden alan toimijoille kaksi tuloksia esittelevää tilaisuutta elokuussa 2015. Hankkeen tuloksiin liittyen on myös käyty keskusteluja kansallisen rapustrategian laatijatahojen ja rapuseurannasta vastanneiden tahojen kanssa ravun ja sen elinympäristön vuorovaikutuksien pitkäkestoisesta seurannasta. Tällaiselle toimintamallille on tarvetta, mutta resursseja on käytettävissä vähän ja toistaiseksi ei pysyvää seurantatapaa ole pystytty järjestämään.

RAPU-hankkeen toiminnan ydin on ollut rapuelinkeinoon ja rapuun kohdistuva aidosti monitieteinen näkökulma, jossa on yhdistynyt biologinen ja taloudellinen osaaminen, käytännön tieto ja teoriatieto. Hankkeessa saatuja, tässä raportissa esitettäviä tuloksia ravun ekologiasta ja hankkeessa rakennettuja skenaarioita ja raputaloudellisia malleja voidaan hyödyntää sekä Pyhäjärviseudulla että muualla Suomessa taloudellisen ja ympäristön kannalta kestävän raputalouden kehittämiseen muuttuvissa olosuhteissa. Hankkeessa saatuja tuloksia voidaan hyödyntää alueen kuntien elinkeinojen kehittämisessä, vesistöjen hoidossa sekä kalastusalueen ja suojeluohjelman päätöksenteossa ja kehitettyjä malleja käyttää apuna rapuelinkeinoon liittyvien lyhyen ja pitkän tähtäimen investointisuunnitelmien laatimisessa.

1.2 Kansainvälisen toimijaverkoston vahvistaminen

RAPU-hankkeen keskeisenä teemana oli kansainvälisen verkoston luominen raputalouden tulevaisuuden mahdollisuuksien ja uhkakuvien selvittämiseksi. Verkoston muodostamisessa hyödynnettiin hankkeen toimijoiden olemassa olevia yhteyksiä eri maiden huippuosaajien kanssa. Verkoston avulla koottiin yhteen rapu- ja kala-alan tutkimusasiantuntemusta ja muodostettiin sen avulla laajaa näkemystä täpläravun ja sen elinympäristön vuorovaikutussuhteista. Täplärapu on Euroopan alueelle vieraslaji ja suhtautuminen vaihtelee eri maissa, taloudellisesta hyötykäytöstä (Suomi ja Ruotsi) aina poistamistavoitteisiin (muu Eurooppa). Verkostoitumisen tavoitteena oli myös vahvistaa alueen osaamista ja lisätä alueen kansainvälistä tunnettavuutta ja tutkimuksellista vetovoimaisuutta. Kansainvälisen tutkimusyhteistyön kautta oli mahdollisuus markkinoida hankkeessa mukana olevien alueiden osaamista ja sitä kautta synnyttää uusia yhteistyömahdollisuuksia.

Kansainvälisen toimijaverkoston vahvistamisen toimintatapoja olivat tutkimustyöpajat (workshopit), verkostoitumispalaverit Suomessa ja ulkomailla sekä osallistuminen kansainvälisiin konferensseihin. Tutkimusvierailut, eri tutkijayhteisöjen tutkimusaineistojen vertailu sekä yhteisjulkaisut kuuluivat hankkeen kansainväliseen toimintaan ja hankkeessa myös työskenteli kaksi Aalto-yliopiston kansainvälistä opiskelijaa mallinnustehtävissä. Hankkeen aikana pidettiin kymmeniä konferenssiesitelmiä, kirjoitettiin eurooppalaisia yhteisjulkaisuja ja liityttiin jäseniksi kansainvälisiin järjestöihin (ASLO, NALMS, SIL). Useilta kansainvälisiltä organisaatioilta on saatu tulevan yhteistyön ja tutkimushankkeiden suunnitteluun liittyviä yhteydenottoja. Tutkimusvierailuja tehtiin mm. USA:han (Wisconsinin yliopisto, Limnologian laboratorio, 2012) ja Saksaan (Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Neuglobsow, 2013), vierailuluentoja pidettiin mm. Kiinan akatemian sisävesikalastuksen tutkimusinstituutissa Wuxissa, Shanghain kalastusyliopistossa ja Qiandao-järven suojelutyön seminaarissa (2013) (Kiina-yhteistyöllä oli muu rahoitus). Nanjingin maantieteen ja limnologian tutkimusinstituutin (NIGLAS) vesistötutkimusryhmä tutustui RAPU-hankkeen tutkimukseen Suomen vierailuidensa yhteydessä (2012 ja 2014). Kansainvälistä tutkimusyhteistyötä edistettiin myös kahdessa Satakunnassa järjestetyssä tutkimustyöpajassa, joihin osallistui ruotsalaisia rapuasiantuntijoita.

Hankkeessa hankittu verkostopääoma on arvokasta, mutta sitä on vaikea mitata

Anne-Mari Ventelä & Marko Jori, Pyhäjärvi-instituutti
- Teksti on julkaistu Satakuntaliiton verkkolehti Satasen numerossa 1/2013

Kun hankkeen tavoitteena on lisätä alueen kansainvälistä vetovoimaisuutta ja verkostoituneisuutta esimerkiksi tutkimuksen alueella, on tavoitteiden toteutumista ja luotujen verkostojen vaikuttavuutta ja merkittävyyttä vaikea kuvata tai mitata. Ulkomaille voi matkustaa kuka tahansa, mutta vetovoiman lisääminen ja aitojen verkostojen luominen vaatii muutakin.
Mitä?

Henkilökohtainen kontakti on avainasia
Hyvä verkosto perustuu konkreettiseen, kasvokkain tapahtuvaan vuorovaikutukseen ihmisten välillä. Kansainvälisissä tutkimuksissa on selvitetty luottamuksen rakentumista yhteistyöverkostoissa ja todettu, että asiantuntijakohtaamisen luottamus ja merkittävyys muodostuu nimenomaan henkilökohtaisesta tuntemisesta. Eli siis siitä, että tehdyn työn jälkeen vietetään aikaa yhdessä myös epävirallisesti – nautitaan vaikkapa illallista yhdessä paikallisen ruoan parissa. Tämän jälkeen jaettu tieto on arvoltaan ja sisällöltään huomattavasti korkeatasoisempaa ja merkitsevämpää, kuin esim. palkatun konsultin ostopalveluna antama. Aito, henkilökohtaiseen tuntemiseen perustuva kontakti johtaa helpommin myös esim. yhteisten kansainvälisten hankkeiden syntyyn. Onhan mukavampaa ja helpompaa tehdä yhteistyötä tuttujen, ennestään luotettavaksi todettujen toimijoiden kanssa.

PJI:n vesistötutkimus esille Pohjois-Amerikassa
Konkreettisena esimerkkinä tämän tyyppisestä hankkeesta käy Pyhäjärvi-instituutin hallinnoima SATAKUNTA – innovation and research network in changing climate -hanke, jossa on rakennettu kansainvälinen tutkijaverkosto vesistöjen ilmastonmuutostutkimuksen ja erityisesti raputalouden ympärille. Hankkeessa on osallistuttu kansainvälisiin konferensseihin, tehty kansainvälisiä tutkijavierailuita, isännöity ja emännöity kansainvälisiä tutkijatapaamisia, julkaistu tutkimustuloksia kansainvälisissä tieteellisissä julkaisusarjoissa ja kyllä, vapaa-aikana on syöty illallisia jopa tutkijakollegoiden kodeissa.
Verkostot esim. ruotsalaisiin rapu- ja kalataloustutkijoihin ovat vahvistuneet niin, että suunnitteilla on useitakin uusia hankeaihioita, joihin tulevalla ohjelmakaudella voidaan hakea rahoitusta mm. uudesta Central Baltic -interregohjelmasta. Tekeillä on parhaillaan EU:n 7. puiteohjelman, kahdeksan EU-maan yhteinen tutkimushankehakemus brittiläisen Lancasterin yliopiston johdolla. Yksi hankkeen tutkijoista on ehdolla Fisheries Society of British Isles -järjestön hallituksen jäseneksi. Pyhäjärvi-instituutin vesistötutkimusta esitellään tänä keväänä Pohjois-Amerikan järvienkunnostusjärjestö NALMS:n jäsenlehdissä laajalle yleisölle Yhdysvalloissa ja Kanadassa. Samalla rapu-hanke on kuitenkin tehnyt läheistä yhteistyötä paikallisten toimijoiden, mm. kalastajien kanssa ja tuottaa tärkeää tietoa raputalouden uhista ja mahdollisuuksista Satakunnassa.

Tutkijoille puhujanpalkkio vai SatakuntaMenu?
Verkostopääoman kerryttäminen voi parhaimmillaan olla hyvinkin kustannustehokasta. Sen sijaan, että maksettaisiin huipputuprofessoreille tuhansien eurojen puhujapalkkiot matka- ja majoituskulujen päälle, kutsuttaisiinkin heidät Satakuntaan vieraiksi "ruokapalkalla". Avoin keskustelu tutkimustiedoista ja yhteistyömahdollisuuksista herkullisten satakuntalaisten ruokaelämyksien parissa lisää samalla vieraanvaraisen Satakunnan houkuttelevuutta globaalissa tiedeyhteisössä. Hankemaailmassa kuitenkin kaikki ruokatarjoilut ovat haastavia, sillä välillä jopa 10 euron viipaloimaton kuivakakku on mustalla listalla, kun ei voida osoittaa kuinka moni kakkua on syönyt ja montako viipaletta.
Ehkä jatkossa pitäisi miettiä vielä nykyistäkin syvemmin ruokatarjoilujen kokonaistaloudellisuutta? Maksetaanko kansainvälisille huippututkijoille 1000 euron puhujapalkkio vai tarjotaanko hänelle 70 euron hintainen SatakuntaMenu? Kumpi synnyttää syvempää luottamusta ja antaa Satakunnasta miellyttävämmän kuvan?

2 HANKKEEN KOHDEALUEEN KUVAUS

Anne-Mari Ventelä & Päivi Laine, Pyhäjärvi-instituutti

RAPU-hanke oli tyypiltään ylimaakunnallinen projekti. Hankeyhteistyöhön sisältyivät Satakunnan, Keski-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan maakunnat ja niissä Rauman, Porin, Pohjois-Satakunnan, Jyväskylän ja Seinäjoen seutukunnat. Hankkeen käytännön toimien toteutus suuntautui Satakuntaan ja siellä Rauman seutukuntaan, jota ulottuu Kokemäenjokilaaksosta Varsinais-Suomen rajalle ja siihen kuuluvat Rauma, Eura, Eurajoki, Köyliö ja Säkylä. Hankkeessa erityiskohteena oli Pyhäjärven alue, koska alueella rapuelinkeino elää vahvana ja ravulla on suuri taloudellinen merkitys etenkin paikallisille **ammattikalastajille. Satakunnan maakuntaohjelman 2011–2014 osaava Satakunta - teemassa on yrittäjyyden kehittämisen yhtenä toimenpiteenä nostettu esiin mainittu sisävesikalastusyrittäjyyden, ml.** raputalous, edistäminen (Satakunnan maakuntaohjelma 2011–2014, Satakuntaliitto 2010). Satakunnan järvistä Pyhäjärvi on ainoa, jolla harjoitetaan päätoimista ammattikalastusta. Pyhäjärvellä on suuri merkitys alueen kunnille, teollisuudelle ja asukkaille. Järvi toimii raakaveden lähteenä teollisuudelle ja asutukselle, monipuolisena virkistysalueena asukkaille ja elinkeinona matkailu- ja kalastusyrittäjille. Järven merkittävää asemaa kuvastaa hyvin järven valinta sekä Satakunnan että Varsinais-Suomen maakuntajärveksi vuonna 2011 järjestetyssä kansallisessa maakuntajärvikilpailussa.

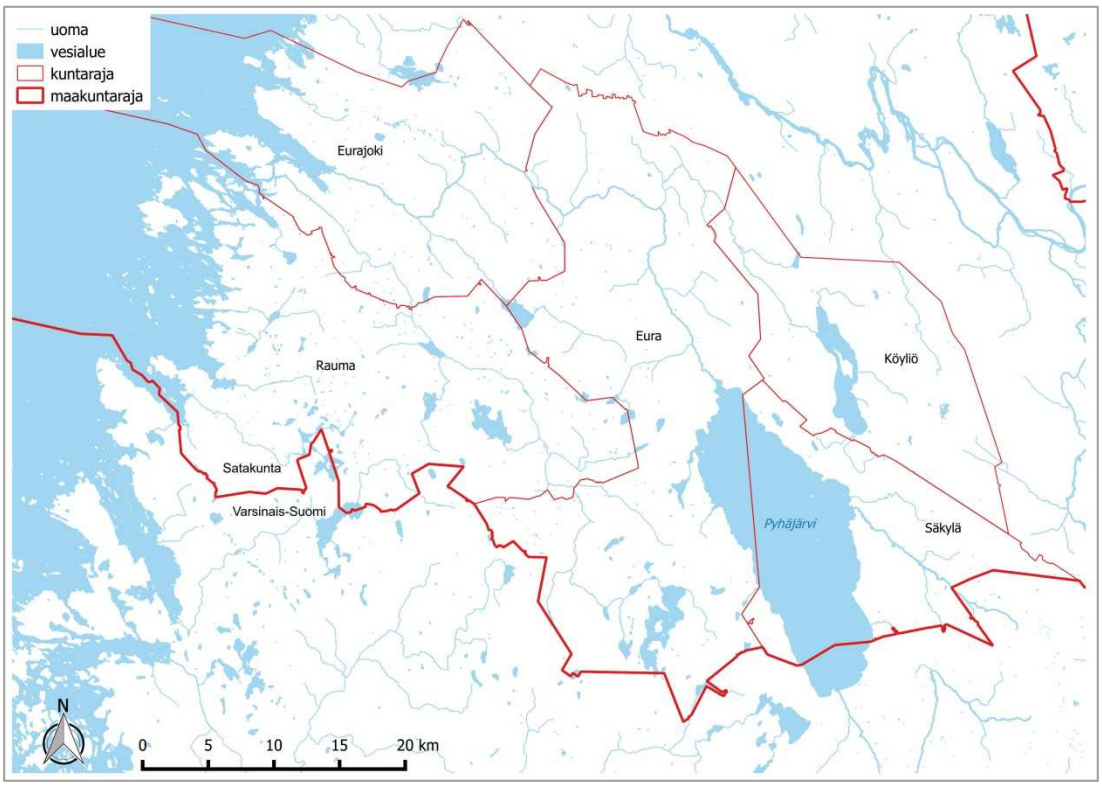
Pyhäjärvi, jota kutsutaan myös Säkylän Pyhäjärveksi, sijaitsee kahden maakunnan, Satakunnan ja Varsinais-Suomen, ja kolmen kunnan (Säkylä, Eura, Pöytyä) alueella keskellä intensiivistä maanviljelysaluetta (Kuva 1). Pyhäjärvi on Lounais-Suomen suurin järvi. Sen pinta-ala on 155 km^2 mutta kokoonsa nähden sillä on pieni valuma-alue, vain 615 km^2. Järvi on matalahko: keskisyvyys on vain 5,4 m ja sen pienialaisen syvännealueen suurin syvyys on 26 m. Saarten vähyyden ja niiden pienen koon vuoksi Pyhäjärvellä on laaja avoin ulappa-alue. Talvisen jääpeitteen kesto oli vuosina 1958–1999 keskimäärin 146 päivää, vuosina 2000–2015 enää 116 päivää. Ennen vuotta 2000 pysyvä jääpeite muodostui tyypillisesti joulukuussa, jää oli vahvimmillaan helmikuussa ja jäiden lähtö tapahtui huhtikuun lopulla. Pintaveden lämpötila alkoi nousta jäidenlähdön jälkeen, toukokuun puolivälissä pintaveden lämpötila oli keskimäärin 10 astetta, kesäkuun puolivälissä 15 astetta ja heinäkuun puolivälin jälkeen saavutettiin kesän maksimilämpötilat, jotka olivat 20 asteen tuntumassa. Lämpötila alkoi laskea elokuun puolivälissä ja lokakuun alussa se oli jälleen noin 10 astetta. Vuoden 2000 jälkeen jäiden tulon ja lähdön ajankohdat ja veden lämpötilat ovat vaihdelleet. Mataluuden vuoksi veden sekoittuminen on avovesikaudella tehokasta ja vesipatsas on kesällä enimmäkseen ilman lämpötilakerrostuneisuutta.

Järven kasviplanktonissa piilevät ja sinilevät ovat vallitsevia leväryhmiä (Ventelä ym. 2015) (Kuva 2). Kasviplanktonin biomassa vaihtelee voimakkaasti vuosittain ja myös sinilevien kausiesiintymisessä ja biomassassa on suurta vuosittaista vaihtelua. Eläinplanktonin biomassa koostuu enimmäkseen äyriäisplanktonista (keiju- ja kyklooppihankajalkaiset ja vesikirput) ja sen koostumukseen (laji- ja kokojakauma) vaikuttaa kalakannan koostumus, erityisesti muikun runsaus (Ventelä ym. 2015). Pyhäjärven kalastoon kuuluu 18 lajia, joista vain osa on alkuperäisiä. Luontaiseen kalastoon kuuluvat tavanomaiset lajit: kiiski, ahven, särki, kuore, hauki, lahna, salakka, made, kivisimppu ja ruutana. Tärkeimmät talouskalat ovat istutetut siika ja muikku. Muita vaihtelevalla menestyksellä istutettuja lajeja ovat järvitaimen, suutari, ankerias, kuha, harjus ja puronieriä.

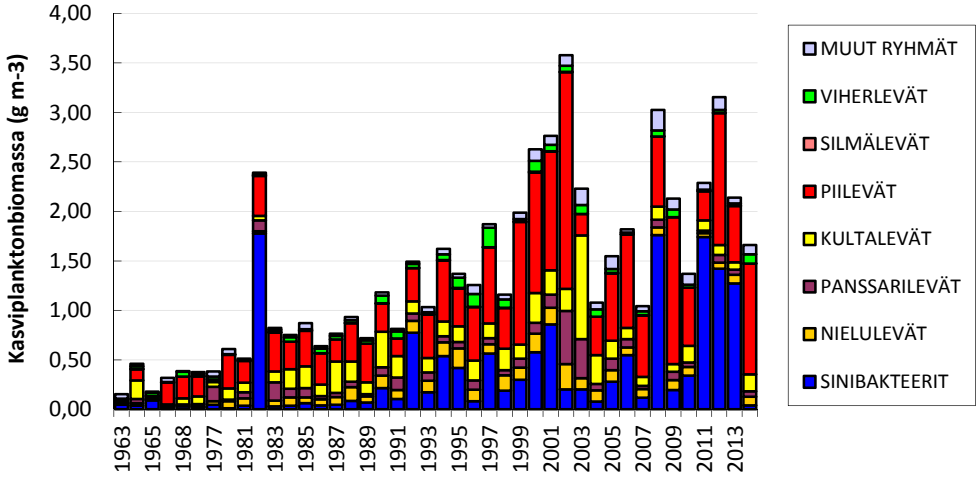
Pyhäjärvi on tyypiltään karuhko ja kirkasvetinen järvi. Järven ekologinen tila on vuonna 2013 tehdyn arvioinnin perusteella hyvä. Vedenlaatua on kuitenkin jo 1980-luvulta lähtien uhannut ulkoisen ravinnekuormituksen aiheuttama rehevöityminen. Rehevöitymiskehityksen pysäyttämiseksi alueen kunnat, yritykset ja järjestöt perustivat jo vuonna 1995 paikallisella rahoituksella Pyhäjärven suojelurahaston toimimaan aktiivisesti järven hyvän tilan turvaamisen puolesta. Suojelutyön tarkoituksena on ollut turvata hyvä vedenlaatu, jotta järven virkistys-, kalastus- ja raakavesikäyttö on voidaan turvata myös tulevaisuudessa (lisätietoa: www.pyhajarvensuojelu.net).

Uuden uhan Pyhäjärvelle muodostaa ilmastonmuutos, jonka on jo nostanut järven lämpötilaa, erityisesti kesän maksimilämpötiloja (Jeppesen ym. 2012), sekä lyhentänyt jäätalven kestoa (Ventelä ym. 2011). 2000-luvulla jääpeitteen kesto onkin ollut jo useampana vuonna erittäin lyhyt, vain 1,5–

2,5 kuukautta. Ilmastonmuutos on jo muuttanut järveen tulevan ravinnekuormituksen ajoittumista ja kasvukauden ulkopuolinen sadanta ja ravinnehuuhtoutumat ovat kasvaneet (Ventelä ym. 2011). Talviaikainen ravinnekuormitus tuo uusia haasteita järven kunnostukseen. Jääpeitteisen ajan lyheneminen vaikuttaa järven hoidon kannalta keskeisen hoitokalastuksen ajoitukseen ja toteutukseen. Veden lämpeneminen yhdistettynä mataluuteen voi aiheuttaa huomattaviakin ekologisia muutoksia Pyhäjärven kalastossa ja rapukannassa, jotka puolestaan heijastuvat myös järven tilaan, ammattikalastukseen ja rapuelinkeinoon.



Kuva 1. Hankkeen pääasiallinen kohdealue: Rauman seutukunta ja Pyhäjärvi. (sisältää Maanmittauslaitoksen taustakartan 08/2015 aineistoa).



Kuva 2. Pyhäjärven keskimääräinen avovesikauden kasviplanktonin biomassa, touko–lokakuun keskiarvot 1963–2014.

2.1 Pyhäjärven vedenlaadun kehitys ja suojelutyö

Anne-Mari Ventelä, Pyhäjärvi-instituutti

Pyhäjärven tilasta ja sen muutoksesta on saatavilla tutkimustietoa pitkältä aikaväliltä. 1920-luvulla tehdyssä tutkimuksessa Pyhäjärvi määritettiin karuksi, mutta asutuksen vaikutuksesta vähitellen rehevöityväksi järveksi. 1950-luvulla rehevöitymisen todettiin jatkuneen, mutta hitaasti. Vesiviranomaisten säännöllinen seuranta alkoi 1960-luvun puolivälissä. Järvestä tehtiin Turun vedenottosuunnitelmien vuoksi biologisia perusselvityksiä vuosina 1977 ja 1980, ja Pyhäjärven muikku- ja siikakantojen seuranta käynnistyi 1971. Suomen Akatemian rahoittamat laajat ekologiset tutkimukset käynnistyivät vuonna 1983 ja silloin aloitettu järven ekologinen tutkimus on jatkunut 2010-luvulle saakka (Sarvala ym. 1984). Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys aloitti vedenottohankkeeseen liittyneet seurannat ja tutkimukset vuonna 1980. Niiden perusteella todettiin jo vuonna 1984, että havaitut muutokset, sinilevien massakehitys, perustuotannon kasvu, kalojen makuhaitat, muutokset suurkasvillisuudessa ja suurehkot ravinnevalumat 1980-luvun alussa, viittasivat Pyhäjärven vähittäiseen rehevöitymiseen ja antoivat aihetta järven suojelun tehostamiseen. Vuonna 1992 todettiin, että Pyhäjärven silloinen ravinnekuormitus oli vaarallisen korkea ja lähellä tasoa, josta kokemuksien mukaan seuraa jyrkästi kiihtyvä rehevöityminen. Samalla korostettiin, että kyse oli nimenomaan vaikeasti vähennettävästä hajakuormituksesta. Samana vuonna valmistui ympäristöhallinnon mallinnustutkimus, jossa todettiin että Pyhäjärven ulkoisen ravinne-kuormituksen vähentämistarve oli 40 % (Malve ym. 1994).

Rehevöitymisongelman on myös haettu ratkaisuja jo pitkään. Vuonna 1984 Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksen tutkimustuloksien raportoinnin yhteydessä selvitettiin myös Pyhäjärven suojelun tarvetta, merkitystä ja mahdollisuuksia (Jumppanen 1984). Vuonna 1989 Ympäristöministeriön alaisuudessa aloitti työnsä Pyhäjärven ekologisen tilan seurantaryhmä, jonka ansiosta perustettiin Yläneenjoki- ja Pyhäjoki -viljelijätyöryhmät työskentelemään kuormituksen vähentämisen puolesta yhteistyössä viljelijöiden kanssa. 1990-luvun alussa rehevöitymisongelmaa esiteltiin aktiivisesti Pyhäjärven alueen päätöksentekijöille, jotka ottivat viestin rehevöitymisestä vakavasti. Toimien seurauksena vuonna 1993 perustettu ympäristöhallinnon ja alueen toimijoiden muodostama työryhmä laati Pyhäjärven suojelurahaston säännöt ja tavoitteet ja suojelurahaston toiminta käynnistyi vuoden 1995 alussa.

Pyhäjärven suojelurahasto on perustamisestaan lähtien, jo 20 vuoden ajan, toiminut alueella järven rehevöitymisen torjumiseksi ja sen toimilla on suunnitelmallisesti pyritty vähentämään järven ravinnekuormitusta.

Rahaston ensimmäisen toimikauden (1995–1999) tavoite oli ulkoisen kuormituksen pysäyttäminen ja sen aikana aloitettuja toimia on jatkettu myöhempinäkin toimikausina. Ulkoisen kuormituksen pienentämiseksi valuma-alueella on toteutettu 1990-luvulta lähtien satoja vesiensuojelutoimenpiteitä, kuten kosteikkoja, laskeutusaltaita ja erilaisia ravinteita poistavia suodattimia. Pyhäjärveen laskevien Pyhäjoen ja Yläneenjoen valuma-alueiden maatalousyrittäjät ovat olleet mukana ympäristöviranomaisten käynnistämissä vesiensuojeluprojekteissa ja Pyhäjärven suojelurahaston toimenpiteissä jo vuodesta 1991 lähtien. Ensimmäisen toimikauden lopulla arvioitiin, että Pyhäjärveen tullut fosforikuormitus oli laskenut keskimäärin 20 %.

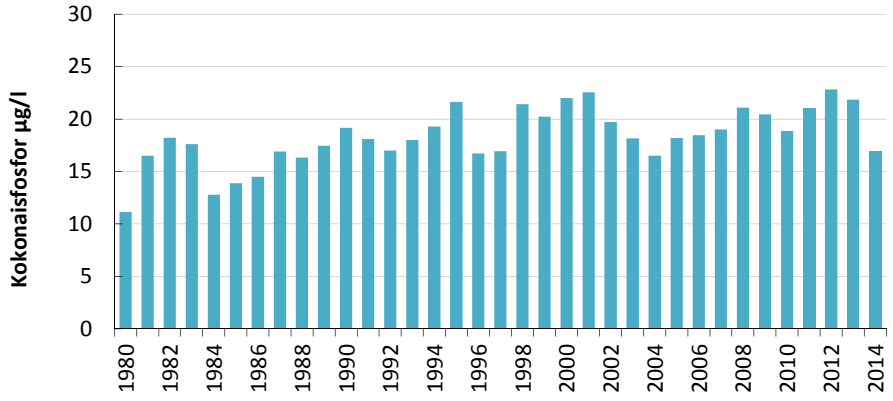
Suojelurahaston toisen toimikauden aikana (2000–2006) voimavaroja keskitettiin erityisesti järven sisäisen kuormituksen vähentämiseen tähtääviin toimenpiteisiin. järvellä toteutettiin vuosina 2002–2006 erittäin mittava hoitokalastushanke jossa ammattikalastajat poistivat järvestä kaupallisen kalansaaliin lisäksi 1,5 miljoonaa kiloa vajaasti hyödynnettyä kalaa. Tämä lisäsi järvestä kalansaaliin mukana poistuvan fosforin määrää yli 40 % ja vaikutti positiivisesti kalaston ja ravintoverkon rakenteeseen, vähentäen järven sisäistä kuormitusta.

Kolmannen toimikauden (2007–2013) aikana toiminta järjestettiin Pyhäjärven suojeluohjelmaksi. Tavoitteena oli Pyhäjärven hyvän tilan turvaaminen ja kauden aikana jatkettiin valuma-alueella tehtyä työtä ja vakiinnutettiin ja kehitettiin hoitokalastuksen toimia. Vuonna 2013 ympäristöviranomaiset päivittivät järven ekologisen luokituksen ja Pyhäjärven tilaksi arvioitiin edelleen hyvä, kuten aiemmassakin, vuoden 2008 luokittelussa. Suojelurahaston toiminnassa on tämän raportin ilmestymisvuonna 2015 meneillään sen neljäs toimikausi (2014–2020), jonka tavoitteeksi on asetettu hyvän

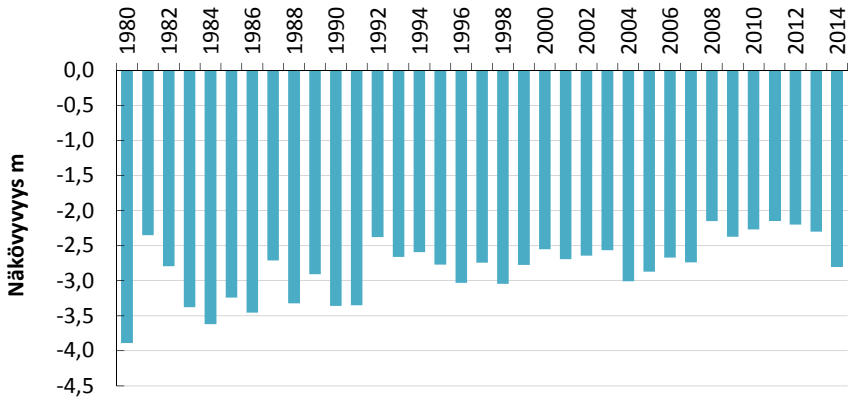
tilan ja moninaiskäyttökelpoisuuden turvaaminen. Toimenpiteisiin kuuluu edelleen valuma-alueella tehtävä työ, sisäisen kuormituksen pienentäminen ja aktiivinen tiedotus sekä tutkimustoiminta, joka auttaa järven muutosten syiden selvittämisessä ja oikeanlaisten toimenpiteiden valitsemisessa. Suojeluohjelman toimien avulla pyritään myös siihen, että järveen kohdistuvat riskit ja uhat tunnistetaan ja niihin sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin pystytään varautumaan. Vaikka kansallinen vesienhoitotyö on viime vuosina edennyt, Pyhäjärven suojeluohjelman toiminta on edelleen voimakkaasti paikallislähtöistä.

Pyhäjärven suojeluohjelmien toimintaa esitellään suojelurahaston verkkosivuilla http://www.pyhajarvensuojelu.net.

Pyhäjärven rehevöitymiskehityksen syynä on ollut vuosikymmeniä jatkunut liiallinen ravinnekuormitus. Suuri osa ravinteista on peräisin järven valuma-alueelta, mutta myös ilman kautta pölyn ja sateiden mukana tuleva kuormitus on ollut merkittävää. Ihmistoiminnan aiheuttama ravinnekuormitus kasvoi jo 1950-luvulla, mutta järvi pystyi vuosikymmeniä puskuroimaan kuormituksen vaikutukset. Järven rehevöityminen eteni 1990-luvulla voimakkaasti ja etenkin viime vuosikymmenen aikana yleistyneet lauhat talvet ovat haastaneet kuormituksen vähentämiseen tähtäävän suojelutyön. Ravinnekuormituksessa on ollut paljon vuosien välistä vaihtelua, koska kuormituksen määrä on kytkeytynyt voimakkaasti sadantaan ja jokien virtaamiin. Esimerkiksi hyvin leudot ja runsassateiset talvet aiheuttivat ennätysmäiset kuormitukset vuosina 2000, 2006 ja 2008. Yleisen rehevöitymiskehityksen nousujohdanne taittui 2000-luvun alussa ja sen jälkeen vedenlaatu on pysynyt kuormituksen voimakkaastakin vaihtelusta huolimatta pääsääntöisesti hyvänä (Kuva 3, Kuva 4).



Kuva 3. Pyhäjärven veden kokonaisfosforipitoisuus avovesikaudella (touko–lokakuu) vuosina 1980–2014.



Kuva 4. Pyhäjärven veden näkösyvyys, avovesikauden (touko–lokakuu) keskiarvo vuosina 1980–2014.

2.2 Pyhäjärven kalasto, rapukanta ja kalastus

Anne-Mari Ventelä, Marko Jori, Tero Forsman & Päivi Laine, Pyhäjärvi-instituutti

Pyhäjärven kalastusalueen tilastojen mukaan järvellä toimii 22 ammattikalastajaa, 38 sivuammattikalastajaa sekä 488 kotitarve- ja virkistyskalastajaa. Järvellä on kaksi uudenaikaista kalasatamaa, toinen Säkylässä ja toinen Euran Mannilassa. Ammattikalastajat ovat muodostaneet perinteisesti neljästä kymmeneen nuottakuntaa, mutta nykyään nuottakuntia on enää kolme. Samat kalastajat harjoittavat myös rysäkalastusta ja ravustusta. Pyhäjärven ammattikalastuksen vuotuinen kierto alkaa jääpeitteisenä aikana talvinuottauksella. Jäiden lähdön jälkeen alkaa kevätrysäpyynti, joka jatkuu kesäkuun loppuun. Rapusesonki alkaa heinäkuun loppupuolella jatkuen lokakuulle asti. Lokakuussa alkaa syysrysäpyynti, joka jatkuu jäiden tuloon asti. Ammattikalastajat käyttävät verkkoja enää pääasiassa heinäkuussa rapusyöttien hankkimiseksi sekä talviaikaan hauen pyynnissä.

Pyhäjärven ammattikalastajien kokonaissaalis on ollut enimmillään jopa noin 1 miljoonaa kiloa vuodessa (Kuva 5), 2000-luvun alkuvuosille saakka keskimäärin 700 000–800 000 kg/v. Tärkeimpiä kaupallisesti hyödynnettyjä saalislajeja ovat olleet muikku, siika, ahven ja hauki. Muikun kokonaissaalis oli 1990-luvulla 150–350 tonnia kalaa vuodessa ja myöhemmin 100–200 tonnia, mutta viime vuosina kanta ollut erittäin alhainen ja vuoden 2014 talvinuottasaalis oli vain 4000 kg. Saaliiseen vaikuttavat myös talven jääolot, sillä pääosa Pyhäjärven muikkusaaliista saadaan talvinuottauskaudella.

2.2.1. Kalatalouden historiaa

Ammattikalastus alkoi Pyhäjärvellä 1800-luvun lopussa ja sen pääsaaliina oli rapu. Rapuruton myötä rapusaaliit romahtivat 1900-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä ja kalastajien oli löydettävä uusi elannon lähde järvestä. Venäjän ja erityisesti Pietarin markkinat tekivät kuoreesta eli norssista halutun saaliskalan. Venäjän-kaupan vilkastuttua nuottakalastettua kuoretta kuljetettiin suuria määriä muutamien vuosien ajan Kauttualle rakennettua rautatietä myöden. Parhaimmillaan kymmenen nuottakuntaa kalasti ainoastaan kuoretta ja saalismäärät olivat samalla tasolla kuin nykyään Pyhäjärvellä parhaimpien vuosien hoitokalastussaaliit (taso yli 700 tonnia).

Kuorekanta kuitenkin romahti tehokalastuksen myötä ja kalastus kohdentui sen jälkeen särkeen. Kalaistutukset viime vuosisadan ensimmäisellä puoliskolla kotiuttivat uusia kalalajeja ammattikalastuksen saaliiksi. Siika istutettiin Pyhäjärveen vuosina 1908–09 (Sarvala ym. 1998a) ja siitä tuli merkittävä saalislaji ammattikalastukselle. Muikku istutettiin ensimmäisen kerran huonolla menestyksellä vuonna 1925 ja toisen kerran, menestyksellisemmin, vuosina 1948–1952 (Helminen ym. 1993). Siika- ja ahvensaaliit takasivat säännölliset tulot ja ammattikunta säilyi virkeänä. Siikasaalis ylsi parhaimmillaan 1950-luvulla 600–800 tonniin vuodessa mutta taantui sittemmin ja nykyään siikaa saadaan vain noin 20 tonnia vuodessa. Muikun istutus lisäsi toimeentulomahdollisuuksia ja muikusta kehittyikin järven taloudellisesti ja myös ekologisesti tärkein laji.

Paleolimnologiset tutkimukset (=pohjasedimentin tutkimusta, jolla voidaan selittää järven eliöstön kautta järviekosysteemin tilaa menneinä aikoina) (Salo ym. 1989, Räsänen ym. 1992, Ventelä ym. 2015) osoittavat, että sekä siika että muikku tehokkaina eläinplanktonin syöjinä vaikuttivat silloiseen eläinplanktonyhteisöön voimakkaasti ja vedenlaatua heikentävästi. Pyhäjärvessä veden laatua säätelee ravinteiden lisäksi ravintoketjun rakenne: runsas planktonia syövien kalojen joukko vähentää eläinplanktonin määrää ja suurten yksilöiden osuutta. Näin eläinplanktonin kyky laiduntaa kasviplanktonia heikkenee ja veden laatu huonontuu. Pyhäjärvellä ei ennen muikku- ja siikaistutuksia ollut yhtä voimakkaita luontaisia eläinplanktoninsyöjiä. Vaikka istutuksilla oli hyvä tarkoitus tuottaa lisää alueen asukkaille ruokaa ja työtä, niiden vaikutus Pyhäjärven tilaan ja 1950-luvulla alkaneeseen rehevöitymiseen oli erittäin negatiivinen. Keskeistä on, että ravintoketjun muutos ajoittui juuri samoille vuosille, kuin maatalouden tehostuminen ja teollisuuden ja yhdyskuntien kehittyminen.

2.2.2. Kalojen vaikutus veden laatuun – hintatuettu hoitokalastus

Kalat vaikuttavat veden laatuun monella tavalla sekä suoraan että välillisesti. Kalojen biomassaan sitoutuu yllättävän paljon ravinteita: järvissä veden fosforista yli puolet voi olla kaloissa. Kalasaaliin mukana poistuu siksi myös merkittäviä määriä ravinteita, Pyhäjärvessä noin viidennes järveen tulevasta fosforista. Ravinnon sisältämää fosforia ja typpeä palaa veteen kalojen eritteissä, enemmän kuitenkin ulosteiden mukana. Jos kalasto koostuu pienistä yksilöistä, sama kalabiomassa vapauttaa enemmän ravinteita kuin jos vallitsevia ovat suuret kalat. Kalat myös kuljettavat ravinteita paikasta toiseen syödessään yhdessä osassa vesistöä ja erittäessään ja ulostaessaan toisaalla. Etenkin pohjaeläimiä ja uposkasveja syövät kalat, kuten särki ja lahna, siirtävät ulosteissaan paljon ravinteita pohjasta veteen. Ulosteiden ainesosat voivat muuttaa hivenaineiden kuten raudan saatavuutta ja siten säädellä levälajien välistä kilpailua.

Kalojen vaikutukset välittyvät myös ravintoverkossa eläinplanktonin kautta. Eläinplanktonin suuret vesikirput ovat tehokkaita levänsyöjiä ja pystyvät runsaina esiintyessään pitämään kasviplanktonin kurissa ja veden kirkkaana. Kookkaat äyriäiset ovat kuitenkin kalojen suosikkiravintoa. Niinpä jos planktonia syöviä kaloja on paljon, suurikokoinen eläinplankton käy vähiin. Vallitseviksi tulevat pienikokoiset äyriäiset ja rataseläimet, ja levien määrä kasvaa.

Pyhäjärven muikunkalastuksen teho oli pitkään Suomessa poikkeuksellinen. Tehokas kalastus ylläpiti pitkään tasapainoa muikkukannan, eläinplanktonin ja kasviplanktonin välillä, ja vain harvoin ilmaantuvat ylisuuret muikkuvuosiluokat heikensivät tilapäisesti veden laatua. Pyhäjärvi onkin 1970- ja 1980-luvulla ollut hyvä esimerkki järvestä, jossa on harjoitettu jatkuvaa ja vieläpä taloudellisesti kannattavaa hoitokalastusta. Järven ravinnetason noustua ja muikun vähennyttyä 1990-luvulla tilanne muuttui. Ahven, särki, kiiski ja kuore saivat lisää elintilaa, mutta niitä ei kalastettu läheskään samalla teholla kuin muikkua. Tämä yhdessä muiden tekijöiden kanssa heikensi veden laatua.

Pyhäjärven suojelurahasto ja Pyhäjärven kalastusalue ovat maksaneet talvesta 1995 alkaen tukea vajaasti hyödynnetystä kalasta. Vuosina 1996-2000 hintatukeen oikeuttavan kalan määrät olivat noin 120 000–195 000 kg/vuosi. Jo tämä hoitokalastus vaikutti niin, että veden laatu kohentui suhteessa ravinteisuuteen, siian ja muikun kasvu parani ja muikkukanta alkoi vahvistua. Oli kuitenkin selvää, että hoitokalastuksen tulisi olla vielä selvästi tehokkaampaa, jotta järven sisäiseen kuormitukseen voitaisiin tarpeeksi tehokkaasti puuttua.

Vuonna 2002 käynnistyi Pyhäjärven suojelurahaston valmistelema ja toteuttama KOR-rahoitteinen Pyhäjärven hoitokalastushanke, jonka tavoitteena oli tehostaa vajaasti hyödynnetyn kalan kalastusta siten, että hoitokalastuksen vuosittainen tavoite oli 350 000 kg. Hoitokalastushankkeen kohteena ovat kiiski, kuore, särki, salakka ja pieni ahven. Hoitokalastustyön toteuttivat Pyhäjärven neljä nuottakuntaa. Suurin osa saaliista saatiin tuolloin talvinuotalla, muita menetelmiä olivat kevätrysäpyynti ja jokisuupyynti.

Hoitokalastuksen kokonaissaalistavoitteeseen päästiin vuosina 2002–2004 ja hoitokalastussaalis ylitti 350 000 kg. Koko KOR-rahoitteisen hankkeen kokonaissaalis oli 1 047 598 kg, kalastusteho hankkeen aikana oli noin 70 kg/ha. Kalastajille maksettu korvaus hankkeessa oli noin 0,50 €/kg. Pyhäjärven veden laatu oli hankevuosina selvästi parempi kuin 1990-luvulla ja vuosituhannen vaihteessa. Kasviplanktonbiomassa vuosina 2003–2006 oli merkitsevästi alhaisempi kuin ennen hoitokalastushanketta. Näin suuria muutoksia veden laadussa ja kasviplanktonlajistossa ei oltu havaittu sitten 1980- ja 1990-lukujen vaihteen, jolloin järven rehevöityminen otti harppauksen rehevämpään suuntaan. Positiivisen muutoksen syinä olivat sekä alhainen ulkoinen kuormitus, että onnistunut hoitokalastus, joka vaikutti positiivisesti ravintoverkon sisäiseen rakenteeseen eli kalakantoihin ja eläinplanktoniin. Suurten vesikirppujen määrät lisääntyivät ja ne pystyivät laiduntamalla pitämään kasviplanktonin kurissa.

KOR-rahoitteisen hoitokalastushankkeen jälkeen työtä pystyttiin jatkamaan EAKR-rahoitteisessa Kohdennettu hoitokalastus järven hyvän ekologisen tilan turvaajana – hankkeessa, jossa ajatuksena oli hinnoittelulla tehostaa ja ohjata kalastusta veden laadun kannalta haitallisimpiin lajeihin. Korkeinta tukihintaa (0,70 €/kg) maksettiin kuoreesta, ahvenen hinta kasvoi saaliin kasvaessa. Muuttuva hinta koettiin kuitenkin kalastajien puolelta hankalaksi ja epämotivoivaksi, yhden hankevuoden jälkeen hinnoittelu muuttui kalastajien pyynnöstä kiinteäksi, mutta myös selvästi alhaisemmaksi. Hankkeen kokonaiskalansaalis 2005–2006 oli 390 000 kg vähempiarvoista kalaa.

Pyhäjärven hoitokalastus oli onnistunut molemmissa EU-osarahoitteisissa hankkeissa odotusten ja tavoitteiden mukaisesti. Positiivisesta vaikutuksesta vedenlaatuun oli selkeät tieteelliset näytöt. Niinpä olikin paikallisesti valtava järkytys, kun vuonna 2007 alkaneella EU-ohjelmakaudella hoitokalastus oli todettu toimimattomaksi menetelmäksi, eikä sille enää myönnetty rahoitusta. Pyhäjärven kalastusalueen ja suojeluohjelman delegaatiot yrittivät kertoa hyviä tuloksiaan kansallisissa seminaareissa, ministeriöissä ja poliittisille päättäjille, mutta rahoitusta ei enää saatu.

Hoitokalastukselle ei siis vuosina 2007–2008 ollut ollenkaan rahoitusta. Vuonna 2009 kalastukseen oli käytössä paikallinen kalastusalueen ja suojeluohjelman rahoitus, tosin 'kriisirahoitukseen' saatiin mukaan myös ylimääräistä kuntarahoitusta. Järveen saatiin taas normaalit jäät ja hoitokalastus onnistui ja myös veden laatu parani edellisestä vuodesta. Hoitokalastuksen rahoituksen hankkimiseksi tehtiin paljon edunvalvontatyötä ja poliittista vaikuttamista. Rannikkovesillä virinnyt ajatus ravinteiden poistamiseksi poistokalastuksella edisti asiaa maa- ja metsätalousministeriössä ja vuodenvaihteessa 2009/2010 Pyhäjärvelle myönnettiin valtion budjettirahoitusta. Rahoitus on jatkunut edelleen (2015), joskin se on joka vuosi erikseen myönnetty vaihtelevilla ehdoilla ja tukimäärillä. Kalastajille maksettu kiloperusteinen korvaus on monena vuonna jäänyt alhaiseksi, sillä 350 000 kg:n vuosittaisesta saalistavoitteesta ei ole haluttu suojeluohjelman puolelta tinkiä.

2.2.3. Haasteena ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta Pyhäjärveen oli puhuttu jo 2000-luvun alkuvuosista lähtien, mutta vuonna 2008 koettiin ensimmäisen kerran lähes jäätön talvi, joka esti tehokkaan talvinuottauksen kokonaan. Vuoden 2008 hoitokalastussaalis oli vain 28 000 kg. Koko vuoden jatkuneet sateet toivat Pyhäjärveen ennätyksellisen korkean fosforikuormituksen ja vedenlaatu heikkeni. Vuosi herätti kalastajat ja kalastusalueen aktiivisesti pohtimaan talvikalastuksen kohtaloa ja Pyhäjärven kalatalouden tulevaisuutta. Vuonna 2009 kalastusalue järjesti tutustumismatkan Viroon Peipsijärvelle, jossa oli käytössä kurenuotta, joka saattaisi soveltua myös Pyhäjärven avovesikalastukseen. Ensimmäinen koeluontoinen lupa syysnuottaukseen annettiin vuonna 2010, mutta syysmyrskyt ja vieras menetelmä pitivät saaliit pieninä useamman vuoden. Vasta vuonna 2013 syysnuotalla saatiin ensimmäiset suuret hoitokalastussaaliit, yli 100 000 kg kuoretta.

Vuoden 2010 hoitokalastussaaliit ovat vaihdelleet, kuten myös ulkoinen kuormitus. Ilmaston vaihtelun äärevät tilanteet ovat tuoneet lisää haastetta hoitokalastustyöhön. Muikun ja siian kannat ovat heikentyneet, muutos on tieteellisessä tutkimuksessa liitetty Pyhäjärven nouseviin maksimilämpötiloihin (Jeppesen ym. 2012). 2010-luvulla kesien aikana on ollut hellejaksoja, jolloin kylmän veden kalat ovat selviytymisensä äärirajoilla. Lämmöstä nauttivat ahvenet ovat runsaslukuisia ja verottavat niukkoja muikku- ja siikapopulaatioita edelleen. Pyhäjärven kalastus on kuitenkin jo osittain sopeutunut muutokseen. Vuonna 2015 2/3 hoitokalastussaaliista oli pyydetty avovesikaudella, eikä saalis ole enää riippuvainen jääpeitteisen ajan pituudesta. Syksyyn kohdistuva kuoreen nuottaus näyttää lupaavalta uudelta hoitokalastustoimelta. Puhtaasti vedenlaadun kannalta muikun ja siian häviäminen olisi positiivinen asia, koska eläinplanktoniin kohdistuva saalistus vähenee. On kuitenkin huomioitava, että kalastusmenetelmien kehittämistä tulee jatkaa edelleen elinvoimaisen kalatalouden ylläpitämiseksi kalaston muuttuessa.

2.2.4. Kalan käyttö – uusia mahdollisuuksia

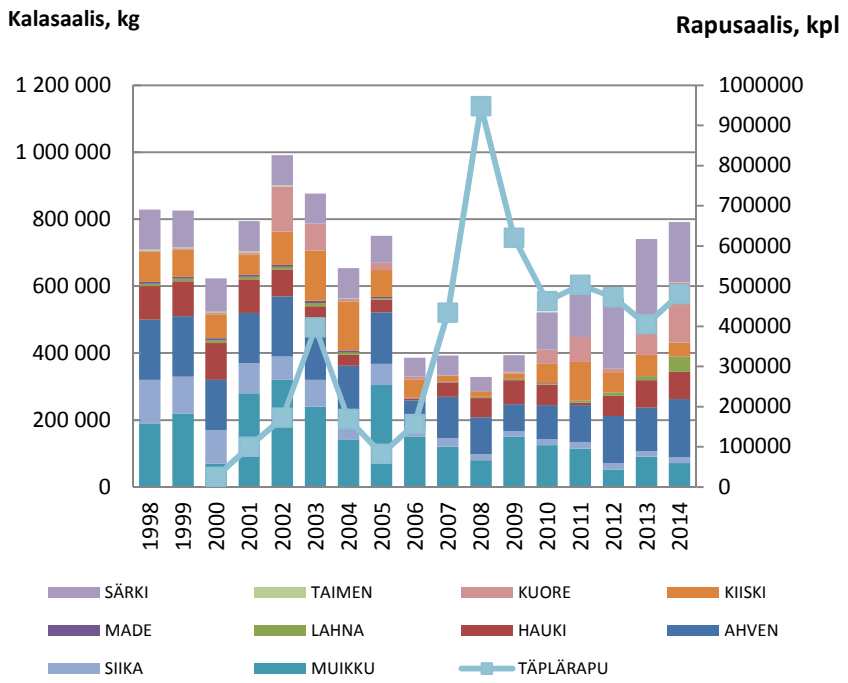
Vähempiarvoisen kalan käyttöä on selvitetty erilaisissa kehittämishankkeissa jo 1990-luvun alkuvuosista lähtien. Mm. Kalaherkut Pyhäjärvestä ja Kalaverkko –projektit olivat ensimmäisiä hankkeita, joissa selvitettiin potentiaalisia asiakkaita ja soveltuvia tuotteita. Yhteistyössä Tresko Foodin ja kalastaja Jarkko Alhon kanssa kehitettiin uusia kalamassoja ja kypsiä kalatuotteita ja niitä markkinoitiin suurkeittiöille. Tuotteet olivat hyviä ja niille olisi ollut silloin markkinoita, mutta kalojen käsittelyaste ja volyymi oli Säkylän Pyhäjärvellä vielä liian alhainen. Toisaalta ahvenesta on tullut 2000-luvulla haluttu arvokala, eikä sitä enää lasketa vähempiarvoiseksi kalaksi. Kannattava ja kestävä kalatalous Pyhäjärvellä -hankkeessa (2001-2003) selvitettiin uudestaan kalamarkkinoita vähempiarvoisen kalan osalta ja kehitettiin mm. kuusi erilaista kalasäilykereseptiä. Kalasäilykkeiden markkinoinnin ongelmaksi muodostui taas pieni volyymi ja se, että lähialueelta ei löytynyt laitosta, jolla olisi ollut lupaa valmistaa kalasäilykkeitä.

Vähempiarvoisen kalan elintarvikekäyttöä on siis pyritty edistämään jo yli 20 vuotta sekä Säkylän Pyhäjärvellä että muualla Suomessa. Pyhäjärven hoitokalastushankkeissa 2002 alkaen vähempiarvoiset kalat ovat menneet turkistarhoille rehuksi ja pienissä määrin kunnallisille kaatopaikoille. 2010-luvulla virinneet luomu- ja lähiruokatrendit, sinisen biotalouden strategiat, sekä vesienhoidon toteutus tuovat koko hoitokalastuskonseptiin tuoreita tuulahduksia ja mahdollisuuksia. Paikallisesti kehitetty Pyhäjärven järvikalapihvi on menossa myyntiin vuoden 2016 alusta suurkeittiöille ja toiveena on, että se saataisiin myös kauppoihin ja kuluttajille lähivuosina. Myös syksyn kuoresaaliille haetaan markkinoita.

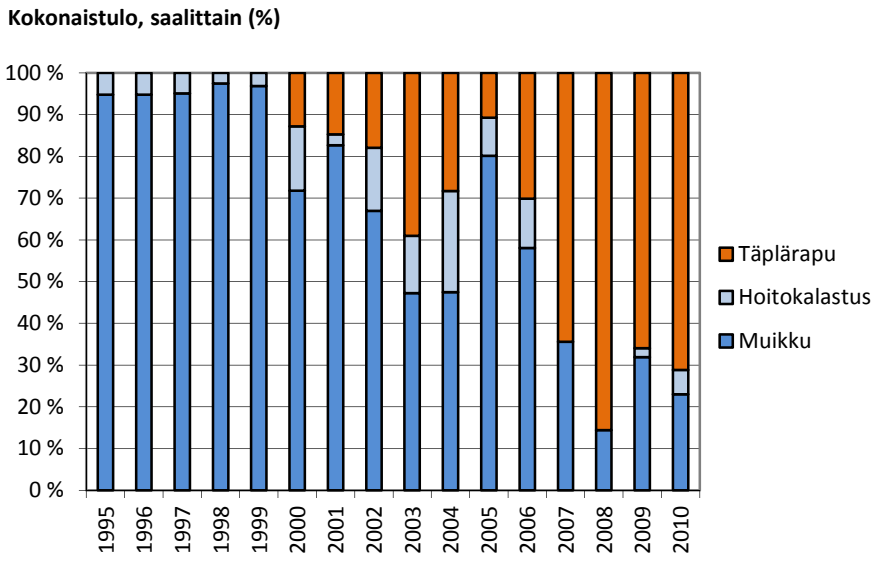
Onnistuneella tuotteistuksella on mahdollista vaikuttaa sekä ammattikalastuksen että jalostusyrittäjyyden kannattavuuteen ja samalla pystytään vaikuttamaan järven ekologiseen tilaan. Myös perinteisten saaliskalojen paikallista jalostusastetta pitäisi nostaa, jolloin suurempi osa elinkeinokalatalouden arvoketjun arvonmuodostuksesta tapahtuisi paikallisella tasolla. Uusia mahdollisuuksia vähempiarvoisen kalan hyödyntämiselle voivat tuoda myös uudet teknologiset innovaatiot sekä biopolttoainetuotannossa että bioenergiantuotannossa.

2.2.5. Täplärapu Pyhäjärvessä

Täplärapu kotiutettiin Pyhäjärveen 1988 ja ravustus alkoi vuonna 2000. Täplärapujen voimallisen istutuksen ansiosta ravustuksesta on kehittynyt 2000-luvun alusta lähtien merkittävä tulonlähde Pyhäjärven ammattikalastajille. Vaikka myös rapusaaliin määrässä on ollut suurta vaihtelua, hyvät rapusaaliit ovat kompensoineet heikentyneen muikkusaaliin taloudellisia vaikutuksia. Tämä on selvästi nähtävissä vuodesta 2006 lähtien (Kuva 6).



Kuva 5. Pyhäjärven kala- ja rapusaalis 1998–2014.



Kuva 6. Kalastuksen tulojakauma Pyhäjärvellä.

Ravun historia Pyhäjärvessä

Pyhäjärvi on ollut kansallisesti tärkeä rapujärvi 1880-luvulta lähtien. Rapu oli vientituote ja saalista myytiin alkuun Venäjälle myöhemmin Ruotsiin. Pyhäjärven alkuperäinen jokirapukanta (*Astacus astacus*) tuotti hyviä saaliita ennen vuotta 1907, jolloin rapurutto iski ensimmäisen kerran ja romahdutti rapukannan. Pyhäjärven jokirapu kuitenkin toipui rapurutosta ja saaliit nousivat merkittäviksi jälleen 1920-luvun lopulla. Rapukannan uudelleen vahvistuminen on ainoa suomalaisesta suuresta järvestä tunnettu esimerkki jokirapukannan luontaisesta toipumisesta rapurutosta.

Rapurutto tuli kuitenkin uudelleen 1929 ja epidemia jatkui ilmeisesti koko 1930-luvun ajan johtaen kannan massatuhoon vuosina 1939–1940. Tämän jälkeen jokirapukantaa pyrittiin elvyttämään uudelleenistutuksilla, mutta yritys ei onnistunut. Täplärapu kotiutettiin Pyhäjärveen vuonna 1988, 48 vuotta viimeisimmän ruttoepidemian jälkeen.

Pyhäjärven täplärapuistutukset vuosina 1988–1993:

1988	2 846	**1989**	2 243
1990	6 661	**1991**	13 785
1992	60 825	**1993**	71 000 (lukuun sisältyy Pyhäjokisuuhun karanneet noin 10 000 poikasta)

Vuoteen 1993 mennessä Pyhäjärveen oli istutettu noin 157000 täplärapua. Istutuksiin käytettiin rapurutosta vapaata kantaa, mutta taudin uudelleen esiintymistä osattiin odottaa. Rapurutto iskikin vuonna 1995, seitsemän vuotta istutusten aloittamisen jälkeen. Pyhäjärveen jäänyt harva alkuperäinen jokirapukanta tuhoutui samoihin aikoihin. Istutusten alettua täplärapukanta kasvoi hitaasti, ilmeisesti siksi että ravun piti vallata uudelleen pohjakivikon elintilansa kalayhteisöltä, ja rapujen pyynti voitiin aloittaa vasta 2000. Saalismäärät kasvoivat nopeasti tämän jälkeen, mutta vuoden 2002 poikkeukselliset sääolot (nopea veden lämpötilan lasku syksyllä) ilmeisesti johtivat saaliiden tilapäiseen alenemiseen vuosina 2004 ja 2005. Tämän jälkeen saaliit lähtivät jälleen kasvuun ja ennätyksellinen rapusaalis, noin 950 000 yksilöä, saatiin vuonna 2008. Ravustuksen saalismäärien kehitys on esitetty kuvassa (Kuva 5).

Lähteet:

Järvenpää, T. 2009. Täpläravun sopeutumisesta suomalaisvesiin – esimerkkinä Säkylän Pyhäjärvi. Teoksessa: Pursiainen, M. & Rajala, J. (toim.), Raputalouskatsaus 2008. Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 5/2009, ss. 15–21.)

Järvenpää, T. 2012. Adaptation of American signal crayfish (Pacifastacus leniusculus) in a Finnish lake (Pyhäjärvi, Säkylä) esitelmä, RAPU-hankkeen workshop, Kauttua 2012.

Kirjallisuus

Helminen H., Auvinen A., Hirvonen J., Sarvala J. & Toivonen J. 1993. Year-class fluctuations of vendace (Coregonus albula) in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland, in 1971–1990. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 50: 925–931.

Jeppesen E., Mehner T., Winfield I.J., Kangur I.K.., Sarvala J., Gerdeaux D., Rask M., Malmquist H.J., Holmgren K., Volta M., Romo S., Eckmann R., Sandström A., Blanco S., Kangur A., Stabo H.R., Tarvainen M., Ventelä A.-M., Søndergaard M., Lauridsen T.L. & Meerhoff M. 2012. Impacts of climate warming on lake fish assemblages: evidence from 24 European long-term data series. Hydrobiologia 694: 1–39.

Jumppanen K. 1984. Säkylän Pyhäjärven ainetaseet, vedenlaatu ja kasviplanktonin perustuotanto v. 1983. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry. tutkimusselosteita 16: 1–67.

Malve O., Ekholm P., Kirkkala T., Huttula T. & Krogerus K. 1994. Säkylän Pyhäjärven ravinnekuormitus ja rehevyystaso. Tarkastelu vuosien 1980–1992 vedenlaatuaineiston sekä virtaus- ja ve-denlaatumallien avulla. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 181. 108 p. ISSN 0786-9592, ISBN 951-47-9419-2.

Räsänen M., Salonen V.-P., Salo J., Walls M. & Sarvala J. 1992. Recent history of sedimentation and biotic communities in Lake Pyhäjärvi, SW Finland. Journal of Paleolimnology 7: 107–126.

Salo J., Walls M., Rajasilta M., Sarvala J., Räsänen M. & Salonen V.-P. 1989. Fish predation and reduction in body size in a Cladoceran population: paleoecological evidence. Freshwater Biology 21: 217–221.

Sarvala, J., Helminen H., Saarikari V., Salonen S. & Vuorio K., 1998a. Relations between planktivorous fish abundance, zooplankton and phytoplankton in three lakes of differing productivity. Hydrobiologia 363: 81–95.

Sarvala, J., Helminen H. & Auvinen H. 1998b. Portrait of a flourishing freshwater fishery: Pyhäjärvi, a lake in SW-Finland. Boreal Environment Research 3: 329–345.

Sarvala J., Aulio K., Mölsä H., Rajasilta M., Salo J. & Vuorinen I. 1984. Factors behind the exceptionally high fish yield in the Lake Pyhäjärvi, southwestern Finland – Hypotheses on the biological regulation of fish production – Aqua Fennica 14: 49–57.

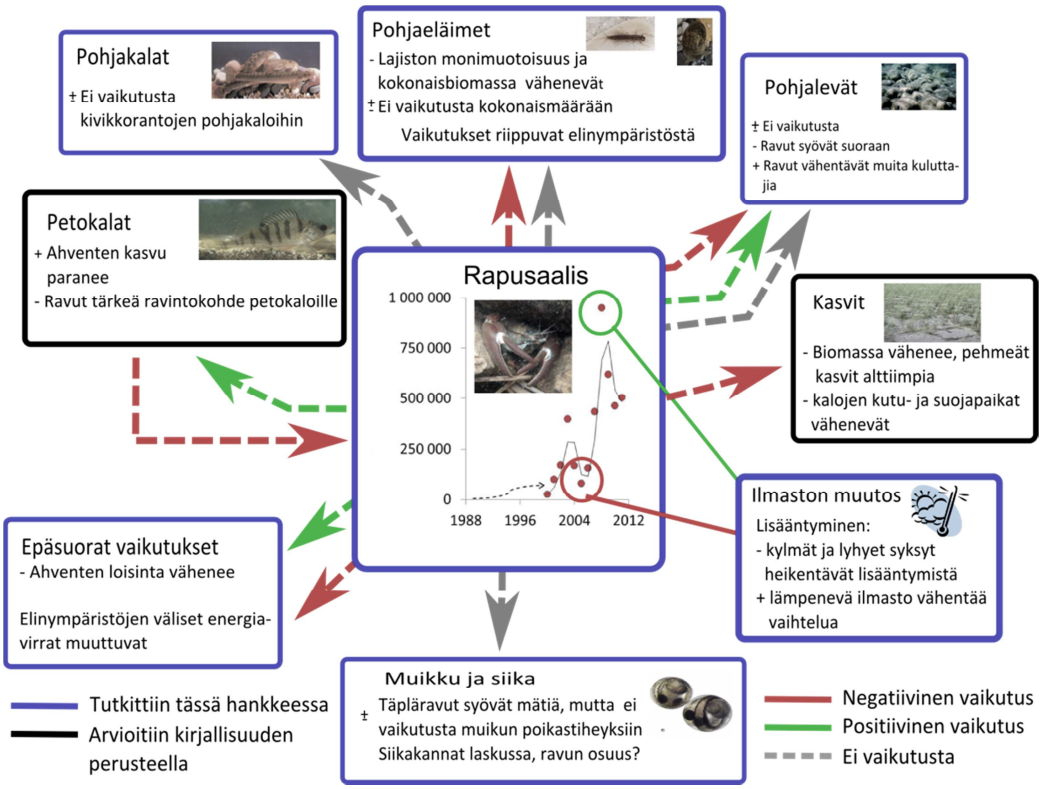
Ventelä A., Amsinck S.L., Kauppila T., Johansson L.S., Jeppesen E., Kirkkala T., Wekström J. & Sarvala J. 2015. Ecosystem changes in large and shallow Lake Säkylän Pyhäjärvi, Finland during the past ~400 years – implications for management. Hydrobiologia

Ventelä A-M., Kirkkala T., Lendasse A., Tarvainen M., Helminen H. & Sarvala J. 2011. Climate related challenges in long-term management of Säkylän Pyhäjärvi (SW Finland). Hydrobiologia 660: 49–58.

3 TÄPLÄRAVUN EKOLOGISET VAIKUTUKSET SUURISSA JÄRVISSÄ

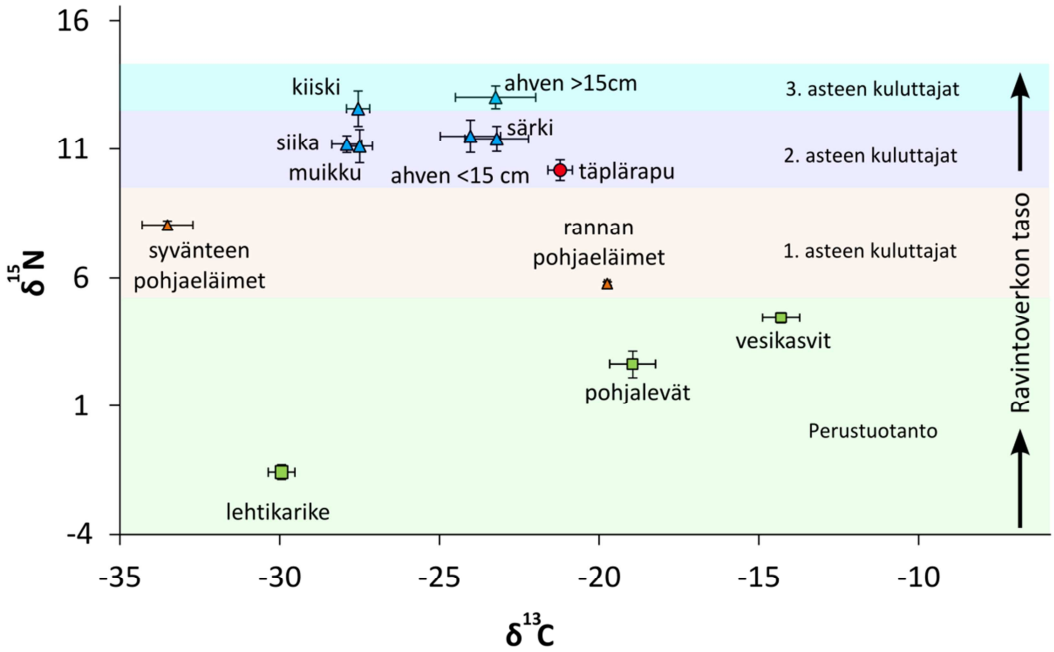
Timo J. Ruokonen, Heikki Hämäläinen, Juha Karjalainen & Timo J. Marjomäki, Jyväskylän yliopisto

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millä tavalla täplärapu vaikuttaa suurten järvien eliöyhteisöihin ja niiden ekosysteemien toimintaan (Kuva 7). Työ toteutettiin osana Maj ja Tor Nesslingin säätiön ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen pääosin rahoittamaa väitöskirjatutkimusta (Ruokonen 2012) sekä osin Jyväskylän yliopiston erillisenä tutkimuksena.



Kuva 7. Tehdyt selvitykset ja tutkimukset täplärapu ekologista vaikutuksista suurissa järvissä ja niihin vaikuttavista tekijöistä päätuloksineen.

Pohjois-Amerikan länsirannikolta 1960–1970-luvuilla Eurooppaan tuotu täplärapu on kaikkiruokainen ja elää monenlaisissa vesistöissä. Suomessa täplärapu on muodostanut tiheitä populaatioita erityisesti suurissa järvissä (Erkamo ym. 2010). Perinteisesti rapuja on pidetty varsin harmittomina eläiminä, jotka käyttävät ravinnokseen pääasiassa lehtikariketta ja kasvillisuutta. Viimeaikaiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että useat rapulajit käyttävät runsaasti eläinperäistä ravintoa (Miller ym. 1992; Whitledge & Rabeni 1997; Guan & Wiles, 1998; Roth ym. 2006; Stenroth ym. 2006) ja ovat siis myös rantavyöhykkeen petoja yhdessä kalojen kanssa (Kuva 8). Tutkimukset ovat osoittaneet, että vierasperäiset rapulajit voivat vähentää alkuperäisluonnon monimuotoisuutta ja muuttaa ekosysteemien toimintaa. Täplärapu istutettiin Suomeen taloudellisista syistä turvaamaan raputuotantoa jokirapukantojen romahdettua, ja sen mahdollisesti aiheuttamat vaikutukset alkuperäislajistoon ja ekosysteemien toimintaan tulisi tutkia ja tarvittaessa huomioida ekologisesti kestävän raputalouden kehittämiseksi.



Kuva 8. Täpläravun asema Säkylän Pyhäjärven ravintoverkossa mitattujen hiilen ($\delta^{13}C$) ja typen ($\delta^{15}N$) isotooppisuhteiden perusteella sekä arvioitu ravintoverkon taso. Kala-aineisto on kerätty eri ajankohtana ja pohjalevien isotooppisuhteet ovat kirjallisuusarvioita, joten kuva on viitteellinen.

3.1 Täpläravun vaikutukset pohjaeläimiin ja pohjaleviin

Tutkimuksen ensimmäisen osatyön (Ruokonen ym. 2014) tavoitteena oli selvittää, aiheuttaako täpläravun saapuminen aiemmin ravuttomille alueille muutoksia selkärangattomien pohjaeläinten tiheydessä, lajirunsaudessa tai yhteisökoostumuksessa. Lisäksi selvitimme, vaikuttaako täplärapu kivikkorantojen perustuottajina toimivien päällyslevien (*periphyton*) määrään. Mahdollisten muutosten tunnistaminen on tärkeää alkuperäisen lajiston suojelun kannalta, mutta pohjaeläimet ovat myös tärkeä osa järvien rantojen ekosysteemiä siirtäen lehtikariketta ja pohjaleviä syömällä energiaa ravintoketjun tasolta toiselle aina petokaloihin saakka (Kuva 8).

Useat aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että vierasperäiset ravut saalistavat erityisesti hitaasti liikkuvia pohjaeläimiä, kuten kotiloita ja vesiperhosia, ja vähentävät voimakkaasti näiden määrää ja lajirunsautta. Vaikutukset voivat riippua elinympäristön rakenteesta, joten tutkimme, ovatko vaikutukset samankaltaisia Päijänteen ja Saimaan sekä kivikko- että kasvirannoilla. Lisäksi tutkimme, onko muilla ympäristömuuttujilla (mm. syvyys, pohjan rakenne, kaltevuus) yhteyttä ravun aiheuttamiin vaikutuksiin.

Havaitsimme ennakko-odotusten mukaisesti kotilotiheyksien sekä kaikkien pohjaeläinten ja kotiloiden lajirunsauden olevan pienempiä ravullisilla kuin ravuttomilla kivikkorannoilla. Lisäksi pohjaeläinyhteisöjen koostumus ravullisilla kivikkorannoilla poikkesi selvästi ravuttomien rantojen yhteisökoostumuksesta. Sen sijaan kasvirantojen pohjaeläimistössä ei havaittu eroja ravullisten ja ravuttomien paikkojen välillä.

Syvyydellä tai muilla tässä tutkimuksessa mitatuilla ympäristömuuttujilla ei havaittu olevan yhteyttä ravun aiheuttamiin muutoksiin. Tulokset osoittivat selkeästi, että täplärapu muuttaa suurten järvien kivikkorantojen pohjaeläinyhteisöjen rakennetta ja vähentää lajiston monimuotoisuutta. Vastaavia muutoksia ei havaittu kasvillisuusrannoilla, mikä johtunee kasvillisuuden tarjoamasta suojasta rapujen saalistusta vastaan sekä alhaisemmasta raputiheydestä kasvirannoilla.

Täpläravut voivat vaikuttaa pohjalevien määrään joko käyttämällä niitä suoraan ravintonaan tai muuttamalla muiden levälaiduntajien määrää. Muualla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että rapujen aiheuttama kotiloiden väheneminen voi johtaa päällyslevien määrän kasvamiseen (Nyström

1999). Siitä huolimatta, että kotiloiden määrä oli selvästi pienentynyt rapujen asuttamilla tutkimusjärvien kivikkorannoilla, emme havainneet selkeää vaikutusta päällyslevien määrään. Aiemmat tutkimukset on tehty pääasiassa laboratoriokoeolosuhteissa tai pienemmissä vesistöissä. Todennäköisesti siis suomalaisten suurten järvien päällyslevien määrää säätelevät pääosin muut tekijät kuin täplärapu. Tutkimuspaikkojen raputiheydet olivat myös melko alhaisia, mikä voi osaltaan selittää havaintojamme. Ravut voivat vähentää levien määrää myös syömällä niitä suoraan, mutta ravinnonkäyttötutkimustemme perusteella täplärapujen ravinto koostui Päijänteellä ja Saimaalla pääosin pohjaeläimistä (Ruokonen 2012) ja Pyhäjärvellä pohjaeläimistä sekä maalta tulleesta karikkeesta (osio 3.2; Karjalainen ym. 2014).

3.2 Täplärapu–kala-vuorovaikutukset

Vierasperäisten rapujen on havaittu vaikuttavan haitallisesti alkuperäisiin kalalajeihin esimerkiksi kilpailun ja saalistuksen kautta. Toisaalta ravut voivat olla myös tärkeä ravintokohde esimerkiksi petokaloille (Nyström ym. 2006), ja paikallisen kalayhteisön kilpailun on myös arveltu hidastavan täplärapujen asettumista uusille alueille (Järvenpää 2009).

Täpläravut suosivat erityisesti kivikkorantoja, ja viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet selkärangattomien pohjaeläinten olevan tärkeä rapujen ravintokohde. Järvien kivikkorantoja asuttavat myös pohjakalat, kuten kivisimppu, kivennuoliainen ja made, joten täplärapujen ilmestyminen aiemmin ravuttomille alueille voi johtaa kilpailutilanteeseen tila- ja ravintoresursseista.

Toisen osatyön (Ruokonen ym. 2012) tavoitteena oli tutkia Päijänteeltä ja Saimaalta kerätyn aineiston perusteella, vaikuttaako täplärapu kivikkorantojen kalayhteisöjen rakenteeseen ja ilmeneekö ravun läsnäolo pienempinä kalatiheyksinä tai kalojen heikentyneenä kasvuna. Lisäksi tutkimme hiilen ($\delta^{13}C$) ja typen ($\delta^{15}N$) vakaiden isotooppien suhteen avulla, muuttaako täplärapujen läsnäolo kivikon pohjakalojen ravinnonkäyttöä.

Havainnot osoittivat, että pohjakalayhteisöjen rakenne ja kivisimppujen sekä kivennuoliaisten tiheys ja yksilöiden keskimääräinen koko olivat samankaltaisia niin ravullisilla kuin ravuttomilla rannoilla Päijänteellä ja Saimaalla. Täpläravun läsnäolo ei myöskään muuttanut havaittavasti pohjakalojen ravinnonkäyttöä selkeästä ravinnonkäytön päällekkäisyydestä huolimatta. Havaitsimme varsin suurta, ravun läsnäolosta riippumatonta, vaihtelua kalatiheyksissä eri tutkimusalueiden välillä, joten muut seikat lienevät tässäkin tapauksessa rapua merkittävämpiä. Tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että nykyisillä raputiheyksillä täplärapu ei aiheuta merkittävää haittaa suurten järvien kivikkorantakaloille. Tätä näkemystä tukevat myös tulokset Päijänteellä tekemästämme tutkimuksesta (Ruokonen, käsikirjoitus), jossa ravuttoman ja ravullisen (yksikkösaalis keskimäärin 5,3 rapua/mertayö) paikan kivikkokalojen tiheyttä seurattiin viiden vuoden ajan. Havaitsimme pohjakalojen tiheyden vaihtelevan vuosien välillä, mutta vaihtelulla ei ollut selkeää yhteyttä ravun läsnäoloon tai muutoksiin rapukannan koossa.

Muualla tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että ravut ovat tärkeää ravintoa petokaloille. Nyström ym. (2006) havaitsivat petomaisten (> 15 cm) ahventen biomassan kasvavan raputiheyden kasvaessa. Bjurstöm ja Suurkuukka (2007) selvittivät Päijänteellä ahvenen saalistuksen vaikutusta täpläravun poikasiin ravinnonkäyttötutkimuksella. He eivät havainneet pienten ahventen (< 17 cm) vatsoissa yhtään rapua tai ravun osaa. Sen sijaan 15 % isoimmista (> 17 cm) ahvenista käytti rapuja ravintonaan. Onkin erittäin todennäköistä, että täpläravut ovat tärkeä ravintokohde myös Säkylän Pyhäjärven suuremmille ahvenille ja vahvan ahvenkannan aiheuttama saalistus voi olla tärkeä rapukannan kokoa säätelevä tekijä.

3.3 Täpläravun epäsuorat vaikutukset

Vierasperäisillä ravuilla voi olla myös laaja-alaisia epäsuoria vaikutuksia alkuperäislajistoon eliöiden välisten vuorovaikutussuhteiden tai elinympäristön muokkaamisen kautta. Tutkimuksen kolmannessa osassa (Pulkkinen ym. 2013) selvitimme täpläravun epäsuoria vaikutuksia ahvenissa esiintyviin loisiin. Kalojen yleisillä loislajeilla on usein epäsuora elämänkierto, jonka eri vaiheissa loinen siirtyy väli-isännästä toiseen, päätyen lopulta pääisäntään. Selkärangattomat pohjaeläimet ovat yleisiä kalojen loisten väli-isäntiä, joten muutokset pohjaeläinten runsaudessa tai käyttäytymisessä vaikuttavat myös loisten elämänkiertoon. Täpläravun aiheuttamat muutokset pohjaeläinyhteisöissä voivat siten heijastua myös kaloissa esiintyviin loisiin. Vertailimme eri väli-isäntien kautta siirtyvien loisten yleisyyttä ja määrää sekä loisyhteisöjen koostumusta ahvenissa ravullisien ja ravuttomien alueiden välillä Päijänteen ja Saimaan kivikkorannoilla. Oletimme, että niitä loisia, joiden väli-isäntinä ovat kotilot tai muut rapujen suosimat saaliskohteet, olisi ahvenissa vähemmän rapualueilla kuin ravuttomilla.

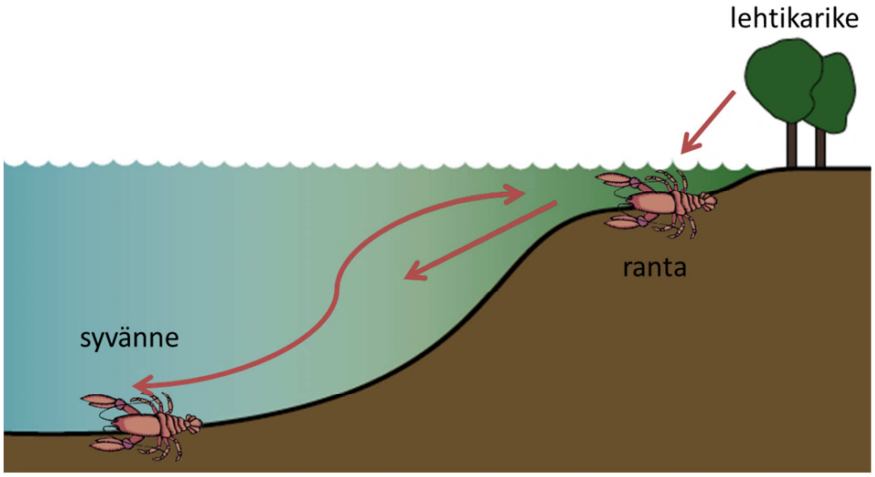
Ennusteen mukaisesti kotiloiden ja vesisiirojen välityksellä siirtyvien loisten määrä ahvenessa (loisia/kalayksilö) oli pienempi täplärapualueilla verrattuna ravuttomiin alueisiin. Eläinplankton- ja simpukkavälitteisten loisten määrissä emme havainneet vastaavaa eroa. Ahventen loisyhteisön lajikoostumus oli erilainen ravullisten ja ravuttomien paikkojen välillä, mutta loisten yleisyydessä (% kaloista loisittu) ei havaittu eroa. Havaitsemamme täpläravun aiheuttama kotilotiheyden pieneneminen ilmenee siis pienentyneinä kotilovälitteisten loisten määrinä ahvenissa. Vesisiirojen tiheydessä ei kuitenkaan havaittu yhtä selvää eroa ravullisten ja ravuttomien alueiden välillä, joten rapujen vaikutusmekanismi loisintaan ei ole yhtä suoraviivainen kuin kotilovälitteisten loisten tapauksessa. Loiset vaikuttavat merkittävästi kalojen kuntoon ja käyttäytymiseen, joten täplärapujen aikaansaama loiskuorman pieneneminen voi hyödyttää ahvenia esimerkiksi parantaen niiden kasvua.

Vierasperäisten rapujen on havaittu muokkaavan elinympäristöään ja siten muuttavan muiden eliöiden elinolosuhteita usein huonompaan suuntaan. Esimerkiksi rapujen kaivautuminen rantapenkkaan tai pohjaan saattaa lisätä veden kiintoainepitoisuutta matalissa vesistöissä vaikuttaen koko ekosysteemin toimintaan. Muualla täplärapujen on havaittu kaivavan jokien ja kanavien rantapenkereitä aiheuttaen vaaratilanteita sekä veden samentumista. Suomesta vastaavia havaintoja ei kuitenkaan ole tehty, vaan todennäköisimmät elinympäristöön liittyvät haitat kohdistuvat muutoksiin vesikasvillisuudessa.

Ravut käyttävät vesikasveja ravinnokseen, ja vierasperäisten rapulajien on havaittu vähentävän erityisesti pehmeävartisten vesikasvien määrää muuttaen samalla elinympäristön rakennetta (Nyström 1999). Joissakin tapauksissa vaikutukset ovat olleet dramaattisia ja johtaneet pohjaeläinten sekä kalojen määrän vähenemiseen pääasiassa sopivan elinympäristön ja kutupaikkojen vähenemisen kautta (mm. Roth ym. 2007). Säkylän Pyhäjärven täplärapujen syksyn ja alkutalven ravinnonkäytön (osio 3.2) perusteella täpläravut käyttivät jonkin verran vesikasvillisuutta ravinnokseen. Täpläravut ovat siis saattaneet vähentää tiettyjen kasvilajien määrää Pyhäjärvessä, mutta arvioita tästä johtuvista vaikutuksista esimerkiksi kalakantoihin on vaikea tehdä tämän aineiston perusteella.

3.4 Täpläravun vaikutukset järvien energia- ja ainevirtoihin

Vieraslajien on havaittu vaikuttavan myös ekosysteemitason toimintoihin. Esimerkiksi kalojen istuttaminen aiemmin kalattomiin järviin on uuden lajin aiheuttaman saalistuksen myötä muuttanut energiavirtojen kulkua järvissä. Vaikutusten on havaittu ulottuvan jopa maaekosysteemiin saakka, sillä monet toiminnot ulottuvat yli maa- ja vesiekosysteemien rajojen. Vesistöjen toimintaan vaikuttaa usein maalta tuleva energia; esimerkiksi lehtikarike on tärkeää ravintoa jokien ja rantavyöhykkeen eliöstölle. Täplärapujen on havaittu jokiravusta poiketen asuttavan myös järvien syviä alueita ja liikkuvan pitkiä matkoja lyhyessä ajassa. Täpläravut voivat siten luoda uuden väylän fyysisesti erillisten maaekosysteemin, rantavyöhykkeen ja syvänteen pohja-alueen välille (Kuva 9).



Kuva 9. Täpläravun mahdolliset vaikutukset järvien elinympäristöjen välisiin yhteyksiin.

Tutkimme neljännessä osatyössä (Ruokonen ym. 2012) Päijänteen Nyystölänlahdella, lisäävätkö täpläravut rantavyöhykkeen, syvänteen ja maaekosysteemin välistä yhteyttä. Luonnossa esiintyvien hiilen ja typen vakaiden isotooppien suhteiden ($\delta^{13}C$ ja $\delta^{15}N$) avulla voidaan tarkastella eläinten ravinnonkäyttöä, ravintoketjujen rakennetta sekä eliöiden ja energiavirtojen kulkua elinympäristöjen välillä, sillä isotooppisuhteet muuttuvat ravintoketjussa ennustettavasti sen mukaan, mitä eläimet ovat käyttäneet ravintonaan. Arvioimme isotooppianalyysillä eri syvyysvyöhykkeistä (0–3 m, 3–6 m, 6–9 m, >9 m) merroilla pyydettyjen rapujen käyttämien ravintokohteiden suhteellista osuutta sekä rapujen ravinnonkäyttölokeron laajuutta ja sijoittumista suhteessa saatavilla olevaan ravintoon.

Havaitsimme rapujen ravinnonkäytössä selkeitä eroja eri syvyysvyöhykkeiden välillä. Rantavyöhykkeestä pyydetyt ravut käyttivät pääosin rantavyöhykkeestä peräisin olevaa ravintoa. Syvänteen ravintokohteiden osuus rapujen ravinnossa lisääntyi yhdenmukaisesti pyyntisyvyyden kasvaessa. Maalta peräisin olevan lehtikarikkeen osuus rapujen ravinnossa oli vähäinen kaikissa syvyysvyöhykkeissä. Lisäksi havaitsimme, että rapuyksilöiden välinen vaihtelu ravinnonkäytössä kasvoi syvyyden kasvaessa, mikä ilmeni suurempina populaatiotason ravinnonkäyttölokeroina syvältä pyydetyillä ravuilla. Syvänteestä saatiin saaliiksi myös rapuja, jotka olivat käyttäneet pääasiassa rantavyöhykkeestä peräisin olevaa ravintoa, kun taas syvänveden ravintokohteita käyttäneitä rapuja ei rantavyöhykkeestä juuri havaittu.

Havainnot osoittavat, että täplärapu luo uuden yhteyden rantavyöhykkeen ja syvänveden välille ja mahdollisesti lisää rantavyöhykkeestä peräisin olevan energian siirtymistä syvänveden alueille. Sen sijaan pieni maalta peräisin olevan ravinnon osuus Päijänteen täplärapujen kesäaikaisessa ravinnossa kertoo, että täpläravut eivät merkittävästi lisää vesi- ja maaekosysteemin yhteyttä tähän vuodenaikaan. Vaikutusten laajuus ja merkitys riippuvat kuitenkin rapukannan tiheydestä ja liikkeistä, joita ei voida tarkasti määrittää käytetyillä menetelmillä.

Säkylän Pyhäjärveltä syksyllä ja talvella kerätyn aineiston perusteella vaikuttaa, että maalta tulevan karikkeen osuus täplärapujen ravinnossa on suurempi syksyllä, kun lehtikariketta on enemmän tarjolla. Yhteenvetona voidaan todeta, että täplärapu vaikuttaa järvien energiavirtoihin, mutta vuodenaikaisten vaihteluiden, vaikutusten laajuuden ja seurauksien selvittämiseksi tarvitaan lisätutkimuksia.

3.5 Täpläravun vaikutukset Pyhäjärven muikku- ja siikakantoihin

Petojen mätiin ja poikasiin kohdistama saalistus on yksi tärkeimmistä kalojen kuolleisuutta aiheuttavista tekijöistä (Dahlberg, 1979; Bailey ja Houde, 1989). Järvien pohjalla made, kiiski, sudenkorennon toukat ja monet muut pohjaeläimet käyttävät kalojen mätiä ravinnokseen, mutta paikalliset lajit ovat pitkän yhteiselon aikana sopeutuneet toisiinsa ja vallitsevaan kilpailutilanteeseen ja yhteisöön on muodostunut dynaaminen tasapaino. Vieraslajit horjuttavat tasapainoa, ja seuraukset voivat olla uudessa kilpailu- ja saalistustilanteessa alkuperäislajeille dramaattisia. Vieraslajit voivat säädellä kalapopulaatioita esimerkiksi syömällä kalojen mätiä ja/tai poikasia (Everard ym., 2009). Suomessa ja Ruotsissa laajasti levitetty ja tiheitä populaatioita muodostanut täplärapu on esimerkki vieraslajista, joka voi uhata kalapopulaatioita. Monin paikoin onkin herännyt huoli siitä, syövätkö täpläravut kalojen mätiä ja minkälaisia vaikutuksia tulokkaalla on taloudellisesti tärkeisiin siika- ja muikkukantoihin.

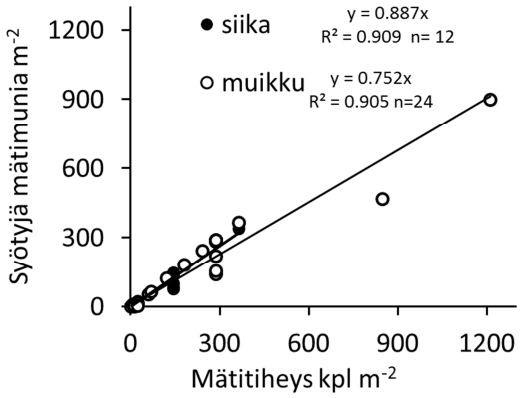
Selvitimme täplärapujen mädinsyöntiä ja sen mahdollisia vaikutuksia muikku- ja siikapopulaatioiden tiheyteen käyttäen Säkylän Pyhäjärveä esimerkkitapauksena (Karjalainen ym. 2014). Luonnonilmiöiden tutkiminen pelkästään yksinkertaisilla laboratoriokokeilla voi johtaa vääriin arvioihin, joten selvitimme täpläravun populaatiotason vaikutuksia yhdistämällä luonnonoloja jäljitteleviä laboratoriokokeita (Kuva 10) ja järvestä syksyllä ja talvella pyydettyjen rapujen ravinnonkäyttötietoja (Kuva 11) sekä Pyhäjärven rapu- ja kalapopulaatioiden seurantatietoja (Kuva 13).

Kuva 10. Mädinsyöntikoe Konneveden tutkimusasemalla.

Luonnossa esiintyvien hiilen ja typen vakaiden isotooppien suhteiden ($\delta^{13}C$ ja $\delta^{15}N$) avulla voidaan tarkastella eliöiden ravinnonkäyttöä ja ravintoketjujen rakennetta sillä suhteet muuttuvat ja raskaat isotoopit rikastuvat ravintoketjussa ennustettavasti sen mukaan, mitä eliöt ovat käyttäneet ravintonaan. Tutkimme Pyhäjärven täplärapujen ravinnonkäyttöä hiilen ja typen vakaiden isotooppien suhteiden avulla. Keräsimme syksyllä ja talvella rapujen mahdollisia ravintokohteita (pohjaeläimet, vesikasvit, kalat, lehtikarike ja mäti) ja pyydystimme merroilla täplärapuja samoilta alueilta.

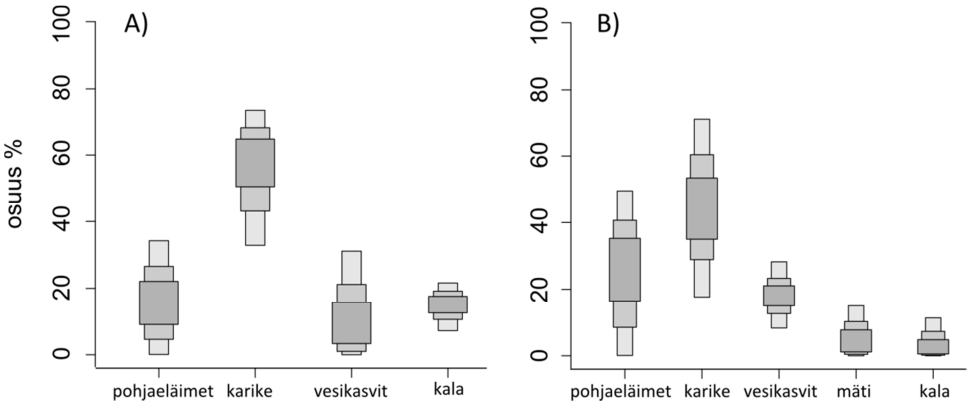
Arvioidun ravinnonkäytön pohjalta selvitimme rapupopulaation ravinnonkulutusta bioenergeettisen mallin avulla ja arvioimme mädinsyönnin mahdollisia vaikutuksia mädin kuolevuuteen. Lisäksi vertailimme olemassa olevien aineistojen perusteella muikkujen ja siikojen mädin talvikuolleisuutta (muikun kuolleisuuden indeksi = poikastiheys/kutukalojen biomassa) runsaan ja heikon rapukannan vuosina nähdäksemme, vaikuttaa täplärapu merkittävästi kuolleisuuteen.

Laboratoriokokeissa havaitsimme, että täpläravut olivat aktiivisia ravinnonhaussa ja löysivät jopa yksittäiset muikun ja siian mätimunat kutualustaa jäljittelevissä hiekkapohjaisissa koealtaissa. Ravut söivät syksyn (6 °C) ja talven (2 °C) lämpötiloissa tehdyissä kokeissa enimmillään satoja mätimunia vuorokaudessa. Suurimmat kokeissa käytetyt mätitiheydet (1000–1200 munaa m^{-2}) olivat huomattavasti luonnossa esiintyviä tiheyksiä korkeampia (0,2–139 munaa m^{-2}, Viljanen ym. 1994, Valkeajärvi ym. 2001), mutta tästä huolimatta ravut söivät vakiokoeajassa (18 h) suuren osan tarjotusta mädistä (Kuva 11)



Kuva 11. Tarjottujen ja syötyjen mätimunien välinen riippuvuus laboratoriokokeissa 6° C lämpötilassa 18 h aikana.

Hiilen ja typen vakaiden isotooppien suhteiden perusteella laskettujen mallien pohjalta arvioimme, että täpläravut käyttivät ravintonaan syksyllä ja talvella pääasiallisesti maalta tullutta lehtikariketta, selkärangattomia pohjaeläimiä ja vesikasveja (Kuva 12). Muikun ja siian mädin osuus rapujen talviaikaisessa ravinnossa oli keskimäärin 6 % vaihdellen 0–14 % välillä (Kuva 12).

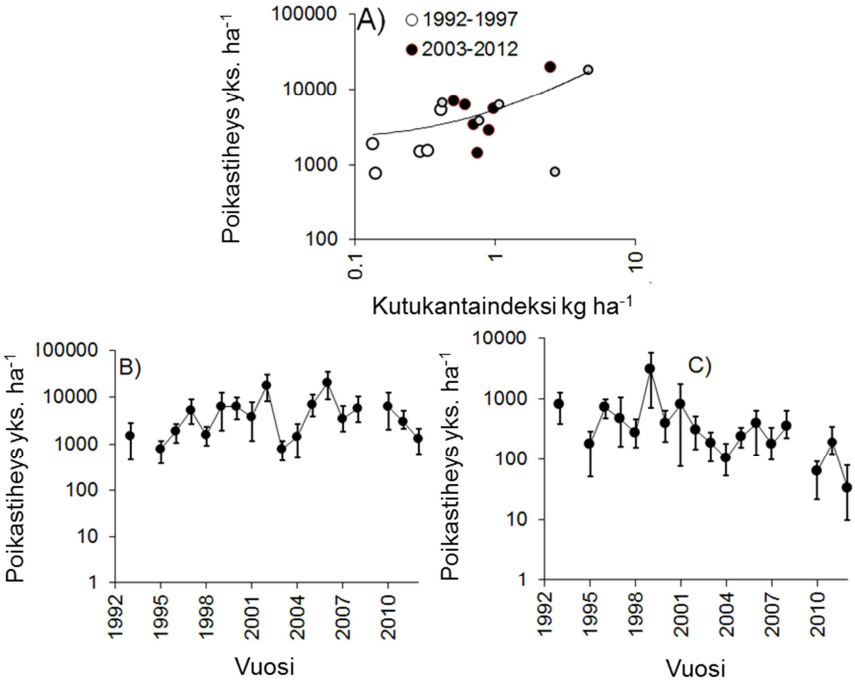


Kuva 12. Täplärapujen ravintokohteiden osuuksien todennäköisyysjakaumat Säkylän Pyhäjärvellä A) syksyllä ja B) talvella vuonna 2011 vakaiden isotoppien suhteiden perusteella arvioituna. Suorakaiteet kuvaavat 50 % (tumma harmaa), 75 % (harmaa) ja 95 5 (vaalea harmaa) luotettavuusvälejä.

Arvioimme täplärapujen saalistuksen vaikutusta bioenergeettisen mallin avulla käyttäen kolmea eri raputiheysarviota (pieni, keskimääräinen, suuri), kolmea eri kalatiheysarvioita ja kahta ravinnonkoostumusarviota. Mallinnustulokset osoittivat täpläravun olevan potentiaalinen mätipeto, jonka saalistus voi lisätä mädin kuolleisuutta selvästi talven yli kestävän hautoutumisen aikana. Kaikki tiheys- ja ravinnonkäyttöarviot mukaan lukien täpläravut söisivät keskimäärin 51 % mädistä, mutta vaihtelu

mädinsaalistusarvioiden välillä oli hyvin suurta (mediaani 25 %, vaihteluväli 0,7 -266 %), mikä heijastelee niin laskelmien lähtötietojen vaihtelua kuin myös mallinnusepätarkkuutta.

Vaikka laboratoriokokeet ja kenttämallinnukset selkeästi osoittivat täpläravun olevan hyvinkin potentiaalinen mädinsaalistaja, pitkäaikaisen poikasseuranta-aineiston perusteella näytti kuitenkin siltä, että täplärapu ei lisää muikun mädin kokonaiskuolleisuutta Säkylän Pyhäjärvellä vertailtaessa poikastuotantoa kenttämittauksin 1990-luvun alhaisemman ja 2000-luvun vahvemman rapukannan vuosina (Kuva 13A ja B). Siikakalojen mädin kuolleisuus on tyypillisesti suomalaisissa järvissä korkea, usein yli 90 % (Nissinen 1972; Viljanen 1988; oma julkaisematon aineisto). Koska muikun munien säilyvyydessä keväälle kuoriutumiseen asti ei suhteessa kutukantaan näytä tapahtuneen merkittävää muutosta, kertonee se mädin kokonaiskuolevuuden keskimäärin pysyneen samalla tasolla riippumatta rapukannan tiheydestä.



Kuva 13. A) Muikun kutukannan ja vastakuoriutuneiden muikun poikasten tiheyden välinen riippuvuus sekä B) muikkujen ja C) siikojen vastakuoriutuneiden poikasten tiheydet vuosina 1992–2012 Säkylän Pyhäjärvellä. Kuvassa A runsaan rapukannan vuodet merkitty mustilla ympyröillä ja matalan rapukannan vuodet valkoisella.

Siikojen keväisissä poikastiheyksissä (Kuva 13C) on tapahtunut vähenemistä 2000-luvulla, jolloin rapukanta on vahvistunut voimakkaasti. Siian kutukantaa ei tunneta, joten emme voineet selvittää kutukannan runsauden vaikutusta tiheyteen tai arvioida talvisen kuolleisuuden muutoksia suoraan. Pienikokoisempaa muikun mätiä on järvissä runsaammin kuin siian mätiä, mutta mätitiheydet pohjalla ovat usein pienempiä, koska muikun kutu tapahtuu ainakin osalla järvistä laajemmalla alueella kuin siian (Väisänen ym. 1994). Täpläravun kaltaista suurikokoista liikkuvaa saalistajaa vastaan mädin levittäminen kudussa laajalle alueelle voi olla toimiva strategia. Täpläravun osuutta siikojen poikastiheyden laskuun on syytä selvittää tarkemmin. Mätimunien koon ja esiintymistiheyden lisäksi esimerkiksi alueelliset erot mädin sijoittumisessa pohjalle voivat tehdä siian mädistä alttiimman täpläravun saalistukselle. Toisaalta siikapopulaatio voi olla heikentynyt muista syistä johtuen, mutta täpläravun aiheuttama lisäpaine voi vaikeuttaa populaation palautumista. Tällöin tilannetta voitaisiin helpottaa esimerkiksi kohdistamalla voimakasta ravustusta siian kutualueille.

Kirjallisuus

Bailey K. M. & Houde E. D. 1989. Predation on eggs and larvae and the recruitment problem. Adv. Mar. Biol. 25: 1–83.

Bjuström, L. & Suurkuukka, H. 2007. Täpläravun ekologiset vaikutukset Päijänteessä - USILL-projektin raportti 2007, Jyväskylän yliopisto, 12 s.

Dahlberg M. D. 1979. A review of survival rates of fish eggs and larvae in relation to impact assessment. Mar. Fish. Rev. 41: 1–12.

Erkamo E., Ruokonen T., Alapassi T., Ruokolainen J., Järvenpää T., Tulonen J. & Kirjavainen J. 2010. Evaluation of crayfish stocking success in Finland. Freshw. Crayfish 17: 77–83.

Everard M., Gray J., Wilkins-Kindemba V. & Cowx I. G. 2009. Impacts of invasive species on ecosystem services: the case of the signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). Environ. Law & Manag. 21: 16–23.

Guan, R.-Z. & Wiles, P. R. 1998. Feeding ecology of the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in a British lowland river. Aquaculture 169: 177–193.

Järvenpää, T. 2009. Täpläravun sopeutumisesta suomalaisvesiin - esimerkkinä Säkylän Pyhäjärvi. Teoksessa: Pursiainen, M. & Rajala, J. 2009. Raputalouskatsaus 2008. Riista- ja kalatalous - selvityksiä. 5/2009, 15–21.

Karjalainen J., Ruokonen T.J., Marjomäki T.J., Martikainen A., Pursianen M., Sarvala J. Tarvainen M. & Ventelä A-M. 2014. Predation by signal crayfish on fish eggs and its consequences for coregonid recruitment. J. Fish Biol., hyväksytty julkaistavaksi.

Miller, J.E., Savino, J.F. & Neely, R.K. 1992. Competition for food between crayfish (*Orconectes virilis*) and the slimy sculpin (*Cottus cognatus*). J. Freshwater Ecol. 7: 127-136.

Nissinen, T. 1972. The egg density and the survival of eggs on the spawning grounds of the vendace (*Coregonus albula* L.) in lakes Pururvesi and Oulujärvi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tiedonantoja 1: 1–114.

Nyström P., Stenroth P., Holmqvist N., Berglund O., Larsson P. & Graneli W. 2006. Crayfish in lakes and streams: individual and population responses to predation, productivity and substratum availability. Freshwat. Biol. 51: 2096–2113.

Nyström P. 1999. Ecological impact of introduced and native crayfish on freshwater communities: European perspectives. Teoksessa: Gherardi F. & Holdich D.M. (toim.), Crayfish in Europe as alien species - How to make the best of bad situation?, A.A. Balkema, Rotterdam, s. 63–85.

Olsen T.M., Lodge D.M., Capelli G.M. & Houlihan R.J. 1991. Mechanisms of Impact of an Introduced Crayfish (Orconectes-Rusticus) on Littoral Congeners, Snails, and Macrophytes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48: 1853–1861.

Pulkkinen K., Ruokonen T.J., Karjalainen J., Mykrä M., Tambe G. & Hämäläinen H. 2013. Indirect effects of invasive crayfish on native fish parasites. Ecosphere 4: art50.

Roth, B.M., Hein. C.L. & Van der Zanden, M.J. 2006. Using bioenergetics and stable isotopes to assess the trophic role of rusty crayfish (*Orconectes rusticus*) in lake littoral zones. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 63: 335–344.

Ruokonen T.J., Karjalainen J. & Hämäläinen H. 2014. Effects of an invasive crayfish on littoral macroinvertebrate communities of large boreal lakes are habitat specific. Freshwat. Biol. 1: 12–25.

Ruokonen T.J., Kiljunen M., Karjalainen J. & Hämäläinen H. 2012. Invasive crayfish increase habitat connectivity in large boreal lakes. Knowl. Manag. Aquat. Ec. 407, 08.

Ruokonen T.J., Kiljunen M., Karjalainen J. & Hämäläinen H. 2012. Do introduced crayfish affect benthic fish in stony littoral habitats of large boreal lakes? Biol. Inv. 14: 813–825.

Ruokonen T. 2012. Ecological impacts of invasive crayfish in large boreal lakes. Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science 244: 1-40.

Valkeajärvi P., Riikonen R. & Keskinen T. 2001. Siian kutusyvyys ja säännöstelyn vaikutus siikaan Päijänteessä. Kala- ja riistaraportteja 232: 1–25.

Ventelä A.-M., Kirkkala T., Lendasse A., Tarvainen M., Helminen H. & Sarvala J. 2011. Climate related challenges in long-term management of Säkylän Pyhäjärvi (SW Finland). Hydrobiologia, 660: 49-58.

Viljanen M. 1988. Relations between egg and larval abudance, spawning stock and recruitment in vendace (*Coregonus albula* L.). Finn. Fish. Res. 9: 271–289.

Väisänen P., Karjalainen J. & Viljanen M. 1994. Mätitiheydet Kallavedessä vuonna 1994. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitos. Hankeraportti, s.1-12.

Whitledge, G.W. & Rabeni, C.F. 1997. Energy sources and ecological role of crayfishes in an Ozark stream: insights from stable isotopes and gut analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 2555–2563.

4 SÄKYLÄN PYHÄJÄRVEN TÄPLÄRAPU- JA KALATUOTANTOPOTENTIAALI TULEVAISUUDESSA

Tapio Keskinen, Jyväskylän yliopisto /Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Timo Marjomäki, Jyväskylän yliopisto & Niina Kotamäki, Suomen ympäristökeskus

4.1 Taustaa

Ilmaston muutoksen vaikutuksia Säkylän Pyhäjärven täplärapu- ja kalatuotantopotentiaaliin tarkasteltiin luomalla erilaisia skenaarioita tulevaisuuden kalakannoista ilmastomallien pohjalta. Ilmatieteen laitoksen mallintamien säätietojen perusteella Suomen ympäristökeskus arvioi MyLake-mallilla Pyhäjärven päiväkohtaiset veden lämpötilat eri syvyyksille vuosille 2031–2060.

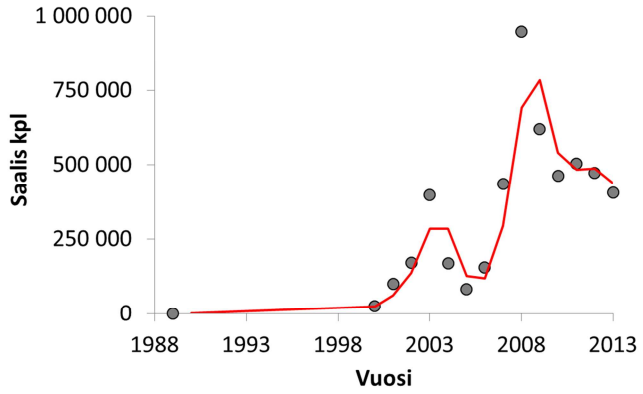
Pyhäjärven kesäaikainen lämpötilakerrostuneisuus (lämmin päällysvesi, jonka alla viileämpi alusvesi) on jo nykyisin tyypillisesti heikkoa, mikä vaikuttaa erityisesti kylmän veden kalojen, kuten muikun, siian ja kuoreen elämään. Malli ennustaa, että järven kesäaikainen lämpötilakerrostuneisuus on tulevaisuudessa hyvin heikko. Vuosina 2001–2009 veden vuotuinen keskilämpötila 2 m syvyydessä oli 7,6 °C. Vuosille 2031–2060 ennustettu vastaava lämpötila on 8,3 °C. Vaikka ero keskiarvossa on pieni, vuosien välinen vaihtelu kasvaa selvästi. Esimerkiksi kesän maksimilämpötilojen ero on 3,5 °C.

Tarkastelussa pyrittiin tuottamaan arviot saaliskapasiteetista ja sen vaihtelusta täpläravun, muikun, ahvenen ja kuhan osalta. Saaliskapasiteetilla (engl. Maximum Sustainable Yield, MSY) tarkoitetaan suurinta mahdollista saalista, joka voidaan vuosittain ottaa tulevia saaliita vaarantamatta. Tässä tarkastelussa käytimme pitkän aikavälin keskiarvoa. Tarkasteltavia skenaarioita oli kolme: 1) ilmastonmuutos ei vaikuta eli nykytila säilyy, 2) ilmastonmuutos vaikuttaa ennustetulla tavalla ja kuha kotiutetaan järveen onnistuneesti ja 3) ilmastonmuutos vaikuttaa ennustetulla tavalla, mutta kuhaa ei kotiuteta.

Saaliskapasiteettiarvioita tuotettaessa kysyttiin asiantuntija-arvioita kuhunkin lajiin erikoistuneilta tutkijoilta, arvioitiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia lajeittain sekä käytettiin hyväksi erilaisia mallityökaluja. Arviot perustuvat hyvin pitkälti järviveden lämpötilan mallinnuksiin, joten kaikissa arvioissa on taustalla ilmastomalleihin ja MyLake-mallin tuloksiin sisältyvä epävarmuus. Arvioissa käytettiin tarkastelujakson keskimääräisiä lämpötiloja, mutta äärimmäiset lämpötilat ovat merkityksellisempiä kalakantojen kannalta. Lisäksi kaikissa arvioissa on epävarmuustekijänä lajien väliset vuorovaikutukset, joista osa tunnetaan nykyisinkin huonosti ja jotka vielä muuttunevat olosuhteiden muuttuessa.

4.2 Täplärapu

Täplärapu on vieraslaji, jonka istutukset aloitettiin 1980-luvulla. Vuosina 2001–2012 saalis on vaihdellut 82 000–948 000 kappaleen välillä (Kuva 14). Saaliin vuosien välisestä vaihtelusta tulkiten täplärapukannan runsauteen näyttää vaikuttaneen voimakkaasti syksyn sää. Parittelun jälkeen liian nopeasti kylmenevä vesi aiheuttaa lisääntymisen epäonnistumisen, joka näkyy saaliissa kolmen vuoden viiveellä. Koska ravustus on tehokasta ja saalis perustuu pääosin vain 1–2 vuosiluokkaan, yksikin heikko vuosiluokka voi aiheuttaa saaliin huomattavan pienenemisen.



Kuva 14. Täplärapusaalis vuosina 1988–2013 Säkylän Pyhäjärvellä.

Vuosina 2001–2012 tällaisia täpläravun lisääntymiselle epäedullisia syksyjä oli keskimäärin noin joka neljäs vuosi. Lämpötilaennusteiden mukaan vuosina 2031–2060 tällaisia syksyjä olisi enää keskimäärin joka kymmenes vuosi. Sääoloista johtuva täpläravun kannanvaihtelu siis todennäköisesti vähenee.

Ennustejakson vuotuiseksi keskimääräiseksi saaliskapasiteetiksi arvioitiin korkeintaan 1 000 000 täplärapua, vähintään 670 000 ja todennäköisimmin noin 820 000 kappaletta. Saaliin vuosien välinen vaihtelu todennäköisesti pienenee nykyisestä. Epävarmuutta arvioon aiheuttavat täpläravun populaatiodynamiikkaan liittyvien tekijöiden puutteellinen tuntemus, kuten esim. ikäjakauma ja kannibalismi. Lisäksi tulevaisuudessa täpläravun kuolevuus kasvaa ahvenen täplärapuun kohdistaman saalistuspaineen kasvaessa, mikäli ahvenpopulaatio kasvaa ennustetulla tavalla (ks. luku 4.4 Ahven).

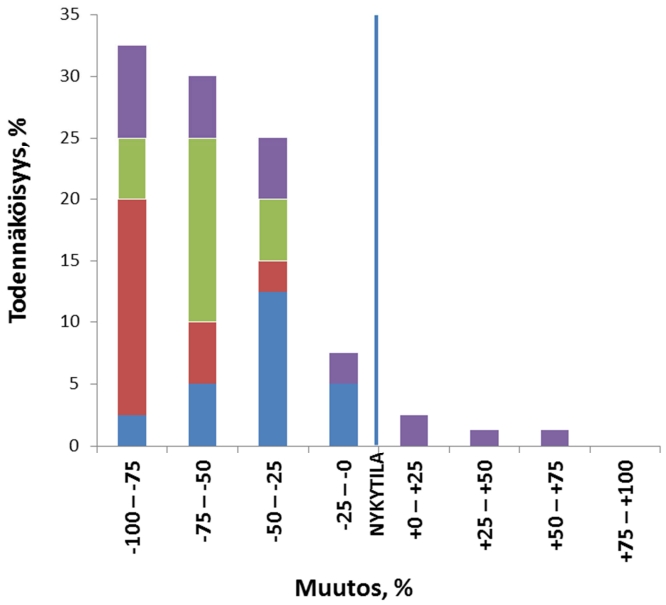
4.3 Muikku

Muikku on kotiutettu Pyhäjärveen 1950-luvulla. Viime vuosiin asti muikku on ollut järven taloudellisesti tärkein kalalaji, jonka tuotannosta 70–90 % on vuosittain kalastettu (Sarvala ym. 1998b). Vuotuiset saaliit 2000-luvun alussa ovat olleet 50–300 tonnia (Ventelä ym. 2011). Mahdollisia vaikuttavia ilmastonmuutoksen vaikutuksia voivat olla kudun siirtyminen myöhemmäksi ja jääpeitteisen ajan lyheneminen, kuoriutumishetken aikaistuminen keväällä ja loppukesän liian lämmin ja vähähappinen järvivesi. Syyskutuisena lajina muikun lisääntymistulokseen vaikuttavat sääolosuhteet syksystä kevääseen. Keväällä jäidenlähdön jälkeiset sääolot, erityisesti lämpötila ja tuulisuus (Helminen & Sarvala 1994; Marjomäki 2004; Marjomäki ym. 2014), vaikuttavat kalastettavan vuosiluokan vahvuuteen. Nykyistä aikaisempi jäidenlähtö ei kuitenkaan välttämättä pienennä todennäköisyyttä hyvän vuosiluokan syntymiseen, koska kuoriutumisen jälkeen vesi lämpiää ennusteen mukaan nykyistä nopeammin. Toistaiseksi nopeampaa lämpenemistä ei ole kuitenkaan havaittu. Mikäli muikut joutuvat loppukesällä oleskelemaan nykyistä lämpimämmässä vedessä, muikkujen kuolleisuus saattaa kasvaa ja/tai sukutuotteiden laatu saattaa heikentyä huomattavasti. Pyhäjärvessä tämä vaara on ilmeinen, koska lämpötilakerrostuminen on heikkoa eikä syvänteissä ole riittävän viileää ja hapekasta alusvettä.

Muikun saaliskapasiteetin muutosta arvioitiin asiantuntijoille suunnatulla tiedustelulla, jonka taustatietona olivat ennustetut lämpötilat vuosina 2031–2060. Asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan tulevaisuuden saaliskapasiteetti suhteessa nykyiseen todennäköisyysjakaumana huomioiden vain lämpötilan muutoksen suorat vaikutukset. Tällä menetelmällä pyrittiin selvittämään sekä asiantuntijan todennäköisimpänä pitämä muutos että hänen arvionsa epävarmuus.

Nykyiseen saaliskapasiteettiin verrattuna aikajakson 2030–2060 asiantuntija-arviot painottuvat vahvasti muikkukannan heikkenemisen puolelle (Kuva 15). Heidän näkemyksensä mukaan muikun saaliskapasiteetti pienenee lämpötilan muutoksen suoran vaikutuksen vuoksi alle puoleen nykytilaan verrattuna melko suurella todennäköisyydellä. Asiantuntijoiden esittämät todennäköisyysjakaumat olivat kuitenkin melko laajoja (jakauman laajuus eri asiantuntijoilla 75 % – 175 %) ja eri asiantuntijoiden arviot vaihtelivat huomattavasti esim. todennäköisimmän (moodi) arvion osalta. Tämä ilmentää hyvin sitä, että ekologinen tieto tämän erittäin intensiivisesti tutkitun lajinkin osalta on riittämätöntä tarkkojen lämpötilan muutoksen vaikutusten arvioiden kannalta. Lisäksi on huomattava, että tässä tapauksessa arvioitiin vain nousevan lämpötilan suorat vaikutukset, joten esim. ahventen kas-

vava saalistuspaine vielä todennäköisesti pienentää muikkukantaa ja sen saaliskapasiteettia (ks. esim. Valkeajärvi & Marjomäki 2004) ja lisää arvioiden epävarmuutta. Samansuuntainen vaikutus voi olla myös täplärapukannan kasvusta seuraavalla muikun mädin kuolleisuuden kasvulla (ks. luku 4.5). Kalatalouden kannalta on myös huomattava, että se, missä määrin muikun saaliskapasiteetti voidaan hyödyntää vuosittain, riippuu tulevaisuuden pyyntikulttuurista, mm. siitä, harjoitetaanko silloin talvinuottausta ja kuinka usein jääolosuhteet mahdollistavat sen harjoittamisen. Vuosina 2031–2060 sellaisten talvien, jolloin jääpeitettä on alle 100 vuorokautta, lukumäärän on arvioitu 4-kertaistuvan verrattuna ajanjaksoon 1969–1999.



Kuva 15. Asiantuntijoiden (4 henkilöä, eri värit) arviot ennustetusta lämpötilan kasvusta suoraan johtuvasta muikun saaliskapasiteetin muutoksesta nykytilasta jaksolle 2030–2060. Asiantuntijat esittivät arvionsa todennäköisyysjakaumana, joka on yhdistetty kuvaan painottamattomana.

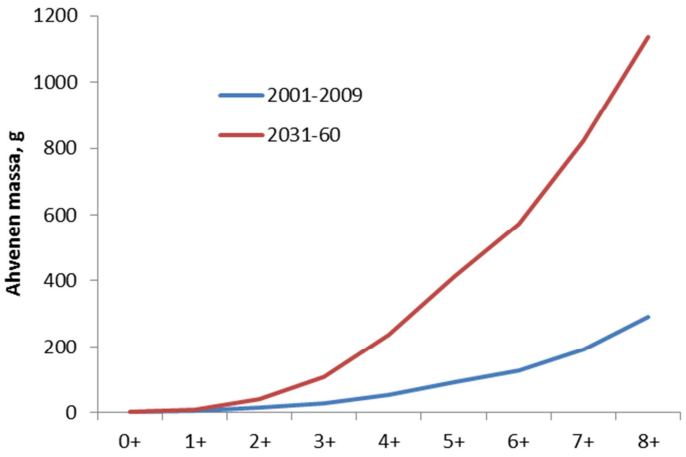
4.4 Ahven

Vuotuinen ahvensaalis Pyhäjärvellä on 2000-luvulla ollut 100–200 tonnia. Ahven todennäköisesti hyötyy ilmaston lämpenemisestä ja vaikuttaa myös koko kalayhteisön rakenteeseen tulevaisuudessa. Kesän lämpötila vaikuttaa syntyvän ahvenvuosiluokan vahvuuteen Pyhäjärvellä (Sarvala & Helminen 1996). Lämpötilan nousun vaikutusta ahvenvuosiluokkien runsauteen arvioitiin tämän aineiston ja mallinnettujen lämpötilojen perusteella. Ahvenen nykyisenä kasvunopeutena käytettiin Ruohosen (2005) määrittämiä kasvunopeuksia. Näillä arvioitiin bioenergeettisellä mallilla ahvenen ravinnonkulutus keskimääräisillä 2000-luvun alun lämpötiloilla. Ravinnonvalinta perustui Ruohosen (2005) tuloksiin. Vastaavat laskelmat tehtiin myös vuosille 2030–2060 mallinnetuilla lämpötiloilla, joista arvioitiin kasvunopeus ja ravinnonkulutus. Bioenergeettisen mallin soveltaminen nyt käytetyllä tavalla sisältää suuria epävarmuuksia, koska mallissa oletetaan, että ravinnon saatavuus ei vaikuta kasvunopeuteen nykyistä enempää tulevaisuudessa.

Keskimääräisen kesä-elokuun lämpötilan perusteella ahvenvuosiluokkien runsaus olisi tulevaisuudessa noin 3-kertainen verrattuna 2000-luvun alun tilanteeseen. Vuosiluokkien vahvuuteen vaikuttaa lämpötilan ohella ahvenella myös kannibalismi. Vaikka nykyistä korkeampi lämpötila siis mahdollistaa vahvat vuosiluokat, kannibalismi saattaa toimia ahvenpopulaation runsautta rajoittavana tekijänä.

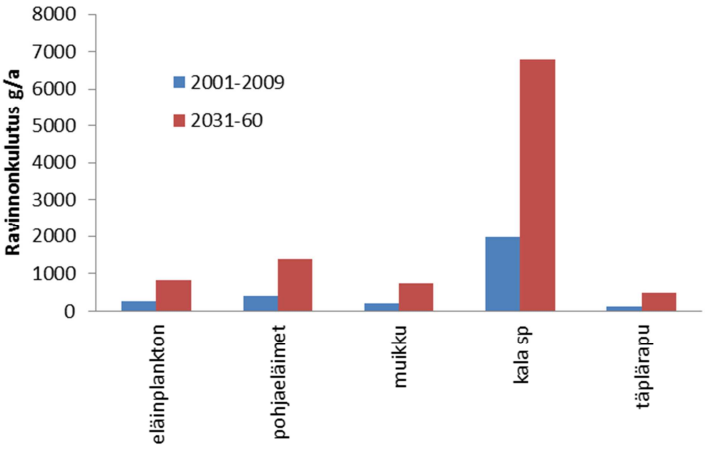
Ahvenen kasvunopeus kasvaa nykyisestä huomattavasti vuosien 2031–2060 lämpötiloilla arvioituna (Kuva 16). Tulevaisuudessa ikäryhmän 5+ ahven olisi kasvukauden lopussa suurempi kuin 8+ tämän vuosituhannen alussa. Tämä ennuste on kuitenkin todennäköisesti yliarvio, koska ravinnon

saatavuuden ei ole arvioitu muuttuvan, vaikka on todennäköistä, että ravintokilpailu rajoittaa ahvenen yksilökohtaista kasvua tulevaisuudessa nykyistä enemmän.



Kuva 16. Ahvenen keskimääräinen massa ikäryhmittäin (g) Pyhäjärvessä 2001–2009 (perustuu Ruohosen (2005) tuloksiin) sekä lämpötilan perusteella ennustettu kasvunopeus vuosina 2031–2060.

Bioenergeettisellä mallilla arvioituna yksittäisen ahvenen ravinnonkulutus kasvaa nykytilaan verrattuna 3–4-kertaiseksi ravintokohteesta riippuen kahdeksan elinvuoden aikana (Kuva 17). Yksittäisen ahvenen kuluttama muikkumäärä kasvaa 250 grammasta 750 grammaan vastaavalla jaksolla ja ahvenpopulaation muikunkulutus voisi siis kasvaa jopa 6–9-kertaiseksi nykyiseen verrattuna, mikäli muikkupopulaation runsaus ei rajoittaisi kulutusta. Ravinnonkulutusarvioihin epävarmuutta tuovat mahdolliset muutokset ravintokohteiden saatavuudessa sekä kasvun arviointiin liittyvät epävarmuudet.



Kuva 17. Bioenergeettisellä mallilla arvioitu ahvenen vuosittainen ravinnonkulutus Pyhäjärvellä 2001–2009 ja 2031–2060.

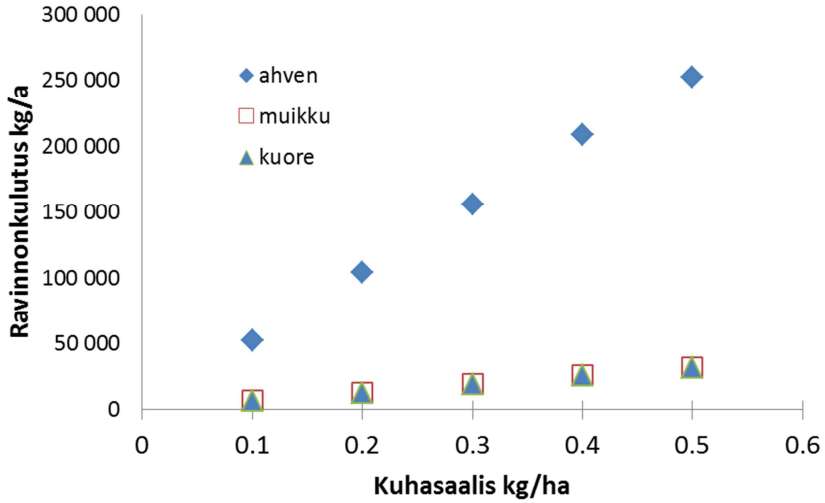
Koska sekä ahvenen vuosiluokkien keskimääräinen runsaus kasvaa että yksittäisen ahvenen kasvunopeus on todennäköisesti nykyistä suurempi, voidaan ennustaa ahvenen saaliskapasiteetin kasvavan nykyisestä 3–5-kertaiseksi. On tosin mahdollista, että mm. ravinnon saatavuus tulee rajoittamaan ahvenen kasvua.

4.5 Kuha

Kuhaa ei tällä hetkellä esiinny Pyhäjärvessä harvoja istutettuja yksilöitä lukuun ottamatta. Lajin kotiuttamisesta on kuitenkin keskusteltu jo pitkään. Seuraava arvio tehtiin oletuksella, että kuha saadaan kotiutettua Pyhäjärveen eli saadaan luotua lisääntyvä populaatio, jota voidaan tarvittaessa tukea istutuksilla.

Kuhapopulaation vaikutusta saaliskalapopulaatioihin arvioitiin bioenergeettisellä mallilla. Laskelmat tehtiin toisesta elinvuodesta alkaen, koska ensimmäisenä elinvuonna poikaset ovat pääosin planktonsyöjiä ja istutukset tehdään ensimmäisen vuoden syksyllä. Laskelmissa ei siis oteta kantaa siihen, ovatko yksivuotiaat peräisin istutuksista vai luontaisesta lisääntymisestä. Pyhäjärven kuhan tulevaisuuden kasvunopeuden oletettiin vastaavan Köyliönjärvessä havaittua (Salonen ym. 1996). Lämpötilana käytettiin 2031–2060 ennustettua keskimääräistä lämpötilaa. Ravinnon massan oletettiin jakautuvan seuraavasti: ahven 80 %, muikku 10 % ja kuore 10 %. Kuhasaalista arvioitaessa oletettiin hetkellisen luonnollisen kuolevuuden olevan toisena elinvuotena 1,5, kolmantena vuotena 0,8 ja tästä eteenpäin 0,15. Kalastuksen oletettiin alkavan viidentenä vuonna, jolloin kuhat ovat saavuttaneet 45 cm pituuden. Hetkellisen kalastuskuolevuuden arvona käytettiin 0,8, jolloin kuhavuosiluokka käytännössä kalastetaan neljässä vuodessa.

Kuhakanta, joka tuottaisi saalista vuosittain 7900 kg (0,5 kg/ha), kuluttaisi vuosittain ahventa 250 tonnia sekä muikkua ja kuoretta kumpaakin 30 tonnia (Kuva 18). Myös tätä suurempi kuhasaalis on mahdollinen, mutta edellyttää kalastuksen kohdentamista suurempiin kaloihin, jolloin myös ravinnonkulutus kasvaa. Ruotsissa Hjälmaren-järvellä 45 cm:n alamitta ja 60 mm verkon solmuvälirajoitus ovat nostaneet kuhasaaliin yli 3 kg/ha. Alamitan ja solmuvälirajoitusten ohella myös pyyntiponnistus määräävät kalastuskuolevuuden ja tätä kautta kalakannasta saatavan tuoton.



Kuva 18. Pyhäjärven kuhapopulaation vuotuinen ravinnonkulutusarvio suhteessa arvioituun vuotuiseen hehtaarisaaliiseen.

4.6 Päätelmät ja suositukset

Edellä esitettyjen laskelmien ja asiantuntija-arvioiden perusteella voidaan todeta, että Säkylän Pyhäjärven jakson 2031–2060 kalakantojen ja kalatalouden tilan ennuste sisältää paljon epävarmuutta. Kalatalouden kehittämistoiminnan kannalta on siis aivan keskeistä suosia sellaisia toimenpiteitä, joilla ylläpidetään tai jopa lisätään kalatalouden sosio-ekonomisen osajärjestelmän kykyä sietää sekä saaliin vuosienvälistä vaihtelua että mahdollisia suuria ja pysyviä kalayhteisömuutoksia. Toisaalta kalastus elinkeinona on sopeutunut suuriin vuosienvälisiin saalisvaihteluihin, joten ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset ovat pienempi haaste.

Mikäli kuha halutaan yrittää kotiuttaa Pyhäjärveen, tulee asiasta käydä laaja asianosaiskeskustelu ennen päätöstä. Kuhan kotiutumistodennäköisyydestä ja kuhakannan todennäköisistä positiivisista ja/tai negatiivisista vaikutuksista (todennäköisyysjakaumineen) kalatalouden biologiseen, taloudelliseen ja sosiaaliseen osajärjestelmään on syytä tehdä tarkempi selvitys. Kuhan tuotantopotentiaalin täysimittainen hyödyntäminen vaatisi sellaisia muutoksia kalastuksen säätelyyn, jotka saattaisivat vastaavasti aiheuttaa haittaa muiden lajien hyödyntämiselle.

Kirjallisuus

Helminen H. & Sarvala J. 1994. Population regulation of vendace (Coregonus albula) in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland. J. Fish Biol. 45: 387–400.

Marjomäki T. J. 2004. Analysis of the spawning stock–recruitment relationship of vendace (Coregonus albula (L.)) with the evaluation of alternative models, additional variables, biases and error. Biol. Freshw. Fish 13: 46–60.559-564.

Marjomäki T.J., Urpanen O. & Karjalainen J. 2014: Two-year cyclicity in recruitment of a fish population is driven by an inter-stage effect. Popul. Ecol. 56: 513–526.

Ruohonen, T. 2005. Ahvenen ja hauen kasvu, ravinto ja ravinnonkulutuksen arviointi Säkylän Pyhäjärvessä vuosina 2002 ja 2004. Loppuraportti. Helsingin yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Kalataloustiede. 38 s.

Salonen S., Helminen., H. & Sarvala, J. 1996Feasibility of controlling coarse fish populations through pikeperch (Stizostedion lucioperca) stocking in Lake Köyliönjärvi, SW Finland. Ann. Zool. Fennici 33: 451-457.

Sarvala J. & Helminen H. 1996. Year-class fluctuations of perch (Perca fluviatilis) in Lake Pyhäjärvi, Southwest Finland. Ann. Zool. Fennici 33: 389-396.

Valkeajärvi P. & Marjomäki T. J. 2004. Perch (Perca fluviatilis) as a factor in recruitment variations of vendace (Coregonus albula) in Lake Konnevesi, Finland. Ann. Zool. Fennici 41: 329–338.

5 PYHÄJÄRVEN KALATALOUDEN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS TULEVAISUUDESSA

Emmi Nieminen, Helsingin yliopisto

Tarkastelemme tässä osiossa ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia erityispiirteidensä vuoksi herkän Pyhäjärven kalatalouden taloudelliseen kannattavuuteen. Vertailemme keskenään viittä eri tulevaisuuden skenaariota aikavälillä 2031–2060 ja niiden kannattavuutta talousteoriaan perustuvan kustannus-hyötyanalyysin avulla.

5.1 Kustannus-hyötyanalyysi menetelmänä

Käytämme kustannus-hyötyanalyysia (KHA) eri tulevaisuusskenaarioiden taloudellisen kannattavuuden määrittelyyn. KHA on yhteiskunnallisessa päätöksenteossa käytettävä apuväline, jonka avulla on mahdollista vertailla eri toimenpiteistä koituvia kokonaishyötyjä yhteiskunnalle. KHA:n avulla ei maksimoida hyötyjä, vaan se toimii vertailevana työkaluna. KHA:n avulla pyritään esittämään kaikki toimenpiteestä yhteiskunnalle koituvat kustannukset ja hyödyt rahamääräisesti. Toimenpiteestä koituva kokonaishyöty yhteiskunnalle, yhteiskunnan nettohyöty, on yhtä kuin yhteiskunnan hyödyt vähennettynä yhteiskunnan kustannuksilla. (Broadman ym. 2006.)

Kustannus-hyötyanalyysia suoritettaessa tulee käydä järjestyksessä läpi työvaiheet, jotka pitävät sisällään mm. hankevaihtoehtojen, hyötyjen ja kustannusten vaikutusten määrityksen sekä niiden muuttamisen rahallisiksi määreiksi, hyötyjen ja kustannusten diskonttauksen, nettonykyarvon (NPV) laskemisen kullekin hankevaihtoehdolle, herkkyysanalyysin suorittamisen sekä suosituksen tekemisen nettonykyarvojen sekä herkkyysanalyysin perusteella. KHA:ssa päädytään suosittelemaan toimenpidettä, joka tuottaa suurimman nettonykyarvon. (Boardman ym. 2006.)

Eräs tärkeä vaihe kustannus-hyötyanalyysia suorittaessa on eri ajankohtina tapahtuvien hyötyjen ja kustannusten yhteismitallistamminen samaan perusvuoteen diskonttaamisen avulla. Diskonttaamalla tulevaisuudesta koituvat hyödyt ja kustannukset nykyhetkeen voidaan määrittää kuinka tulevaisuuden hyödyt arvotetaan nykyisiin hyötyihin verrattuna. Täten sopivan diskonttokoron valinta on tärkeä työvaihe analyysia tehtäessä. Mitä korkeampi diskonttokorko eli aikapreferenssi on, sitä enemmän nykyhetkessä tai lähitulevaisuudessa koituvia hyötyjä arvotetaan. Alhaisempi diskonttokorko arvottaa korkeammalle myös kauempana tulevaisuudessa realisoituvat hyödyt. Diskonttokoroista on paljon epävarmuutta, minkä vuoksi sille on suoritettava herkkyysanalyysia. (Boardman ym. 2006.)Tarkastelemme miten tämän herkän järven kalastuksen taloudellinen kannattavuus muuttuisi ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Vertailemme keskenään kolmea eri tulevaisuuden skenaariota ja niiden kannattavuutta kustannus-hyötyanalyysin avulla. Ensimmäinen skenaario tarkastelee tilannetta, jossa ilmastonmuutoksella ei ole vaikutusta populaatioiden ja sitä myöten saaliiden kokoon, eli nykytila tulee säilymään. Toisessa skenaariossa ilmastonmuutoksella on vaikutusta populaatioihin ja saaliisiin, ja kolmannessa skenaariossa ilmastonmuutos vaikuttaa, mutta sen lisäksi kuha kotiutetaan onnistuneesti järveen. Lopuksi suoritamme herkkyysanalyysin testataksemme kuinka epävarmojen parametriarvojen muuttaminen vaikuttaa laskelmiin.

5.2 Malli ja data

Määrittelemme Pyhäjärven kalatalouden yhteiskunnallisen kannattavuuden vaihtoehtoisille tulevaisuuden skenaarioille KHA:n avulla. Laskemme kullekin skenaariolle nykyhetkeen diskontatun nettonykyarvon tarkasteltavalle aikavälille 2031–2060 ja vertailemme tuloksia keskenään. Cellinin ja Keen (2010) mukaan yksi KHA:n haaste on ei-rahallisten hyötyjen ja kustannusten rahallinen määrittäminen. Tämän vuoksi pidämme analyysin yksinkertaisena ja oletamme, että vuosittaiset rahalliset hyödyt koostuvat kalastajien saamista tuotoista B, jotka saadaan myymällä saalis. Täten kokonaishyödyt saaliin myymisestä ovat kunkin kalalajin i hinta p_i kerrottuna kunkin lajin saaliskapasiteetilla eli saaliin määrällä H_i. Lopuksi summaamme kaikista lajeista saatavat tuotot määrittääksemme kalatalouden kokonaishyödyn:

$$B = \sum_i p_i \times H_i \qquad (1)$$

Arvioimme kalastuksesta koituvat kustannukset C määrittelemällä kullekin käytettävälle pyydystyypille g ja kalalajille i pyyntipäiväkohtaisen hinnan yhtä pyydystä kohden, $C_{g,i}$. Kertomalla tämä hinta pyydystyyppi- ja kalalajikohtaisella kokonaispyyntiponnistuksella $E_{g,i}$, eli kunkin pyydystyypin vuosittaisella yhteenlasketulla pyyntipäivien lukumäärällä kalalajia kohden, ja summaamalla kaikki kustannukset yhteen, saadaan arvioitua kalastuksesta koituvat vuosittaiset kustannukset:

$$C = \sum_{g,i} c_{g,i} \times E_{g,i} \qquad (2)$$

Lopulta voimme määrittää toimintakaudelta koituvan nettonykyarvon summaamalla koko tarkastelujakson vuosittaiset nettohyödyt (hyödyt vähennettynä kustannuksilla, B-C) ja diskonttaamalla ne nykyhetkeen:

$$NPV = \sum_{t=18}^{T=47} \frac{B-C}{(1+r)^t} \qquad (3)$$

Käytämme ensimmäisen periodin arvona t=18, sillä se kuvaa tarkastelujakson ensimmäistä vuotta 2031 (2031-2013=18; käytämme referenssivuotena vuotta 2013). Viimeinen periodi saa arvon T=47, joka kuvastaa aikaperiodimme vuotta 2060 (2060-2013=47). Parametri r on diskonttokorko.

Analyysissa käytettävät saaliskapasiteettiarviot perustuvat nykytilassa raportoituihin saaliisiin ja muissa skenaarioissa Jyväskylän yliopiston tuottamiin asiantuntija-arvioihin tulevaisuuden lajikohtaisista saaliskapasiteeteista. Oletamme hintojen olevan vakiot ja perustuvan nykyisiin hintoihin, sillä niiden kehitystä tulevaisuudessa on hankala arvioida. Kokonaispyyntiponnistus on nykytilassa johdettu raportoiduista pyydysten ja pyyntipäivien lukumäärästä kertomalla ne keskenään, jolloin saatu kokonaispyyntiponnistus kuvastaa kuinka monta pyyntipäivää kaikki pyydykset ovat yhteensä käytössä vuoden aikana. Lopuissa skenaarioissa kokonaispyyntiponnistukset on johdettu saaliskapasiteettiarvioista.

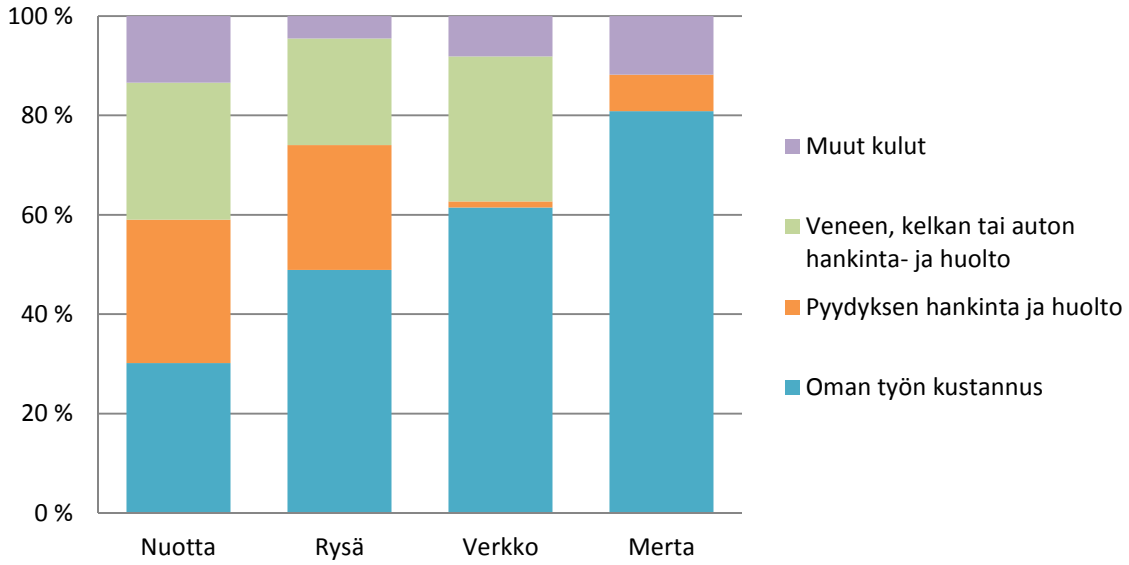
Pyhäjärvi-instituutti keräsi tarvittavaa kalastuksen ja ravustuksen kustannusdataa kalastajahaastatteluin neljältä alueen ammattikalastajalta. Näitä tietoja hyödyntämällä arvioimme pyydyskohtaiset yksikkökustannukset pyyntipäivää kohden (Taulukko 1). Oman työn päiväkohtaiset kustannukset määrittelimme kysymällä kalastajilta arvion heidän keskimääräisen työpäivän pituudesta, joka on kerrottu elintarvikealan keskimääräisellä tuntipalkalla (arvona käytetty 12 €/h). Pyydyksen hankinta- ja huoltokustannuksissa on otettu huomioon pyydyksen hankintahinta tai valmistusmateriaalien hankintahinta ja valmistustyöaika, pyydyksen käyttöikä, pyydysten määrä sekä pyydyksen huoltoon kuluva aika. Veneen, kelkan tai auton hankinta- ja huoltokustannuksissa on huomioitu laitteen hankintahinnan lisäksi sen käyttöikä, moottorin hankintahinta ja käyttöikä, laitteen huoltokustannukset sekä polttoainekulut. Muihin kuluihin kuuluvat vakuutusmenot sekä vuokrista, luvista ja sähköstä koituvat muut kulut. Näiden kustannustietojen perusteella laskimme kullekin pyydystyypille keskimääräiset yksikkökohtaiset kustannukset yhtä pyyntipäivää kohden.

Taulukko 1. Pyydystyyppien yksikkökohtaiset kustannukset/pyyntipäivä (€).

	Nuotta	Rysä	Verkko	Merta
Oman työn kustannus	76,0	19,7	1,37	0,45
Pyydyksen hankinta ja huolto	72,6	10,1	0,03	0,04
Veneen, kelkan tai auton hankinta- ja huolto	69,4	8,6	0,65	0,00
Muut kulut	33,9	1,8	0,18	0,07
Yhteensä				

Kalleimman pyydystyypin, nuotan, päiväkohtaiset kustannukset ovat noin 252 euroa, kun yhden rysän päiväkohtaiseksi kustannukseksi saadaan hieman yli 40 euroa. Yksittäisen verkon kustannus on 2,23 €/pyyntipäivä ja merran 55 senttiä. Näiden kustannusten oletetaan olevan vakiot myös tulevaisuudessa.

Kuva 19 havainnollistaa kustannusten suhteellisen koostumuksen pyydystyyppikohtaisesti. Oman työn kustannusten osuus on suurin merran käytössä ja pienin nuotassa. Sen sijaan nuotan ja rysän hankinta- ja huoltokustannukset ovat muita pyydystyyppejä huomattavasti suuremmat. Muiden kulujen osuus on melko tasainen eri pyydystyyppien kesken, samoin kuin veneen, moottorikelkan tai auton hankinta- ja huoltokustannukset lukuun ottamatta mertaa, jonka tapauksessa näistä ei synny lainkaan kustannuksia.



Kuva 19. Kalastuskustannusten koostumus.

Käytämme kaikissa skenaarioissa yhteiskunnallista diskonttokorkoa 2 %. Sopivan diskonttokoron valinta on vaikeaa, sillä niistä vallitsee suuri epävarmuus ja korkoja lasketaan ja arvioidaan monilla erilaisilla menetelmillä. Esimerkiksi Euroopan komissio (2008) suosittelee Suomen kaltaiselle maalle yhteiskunnalliseksi diskonttokoroksi arvoa 3,5 %. Usein käytettävä diskonttokorko alle 50 vuotta kestävissä hankkeissa on 3,5 % (Moore ym. 2004). Kalastuksen tapauksessa vaikuttavuus on usein kuitenkin pitkäaikaisempaa, jolloin alhaisemman diskonttokoron käyttö on perusteltua. Valitsimme tämän vuoksi jo valmiiksi melko alhaisen, mutta silti yleisesti käytettävän diskonttokoron arvon 2 %. Käyttämäämme diskonttokorko on linjassa esimerkiksi Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluviranomaisten suositteleman yhteiskunnallisen diskonttokoron (2−3 %) kanssa (Moore ym. 2004).

5.3 Tarkasteltavat skenaariot ja parametriarvot

Tarkastelemme analyysissamme viittä eri skenaariota ja niiden tuottamia nettonykyarvoja vertaillaksemme, kuinka ilmastonmuutos vaikuttaisi tulevaisuudessa Pyhäjärven kalatalouden tuottavuuteen aikajaksolla 2031–2060. Lisäksi skenaarioissa tarkastellaan lämpimämmässä vedessä viihtyvän kuhan kotiuttamisen kannattavuutta Pyhäjärveen.

Ensimmäinen tarkasteltava skenaario kuvaa tilannetta, jossa ilmastonmuutoksella ei ole vaikutusta populaatioiden ja sitä myöten saaliiden kokoon eli nykytila tulee säilymään (*Nykytila*). Toisessa skenaariossa ilmastonmuutoksella on vaikutusta populaatioihin sekä saaliisiin, ja muikku katoaa kokonaan järvestä (*Ahven 1*). Kolmannessa skenaariossa ilmastonmuutos vaikuttaa, mutta muikun kalastus säilyy, joskin sen saaliit heikkenevät (*Ahven 2*). Neljännessä skenaariossa ilmastonmuutos vaikuttaa kalastukseen eikä muikkua enää kalasteta, mutta sen sijaan kuha kotiutetaan onnistuneesti järveen (*Kuha 1*). Viidennessä skenaariossa ilmastonmuutos vaikuttaa, mutta muikun kalastus säilyy pienimuotoisena järvessä, ja sen lisäksi kuha kotiutetaan onnistuneesti (*Kuha 2*). Skenaariot ja niissä kalastettavat lajit on koottu taulukkoon Taulukko 2.

Taulukko 2. Tarkasteltavat skenaariot ja kalastettavat lajit.

- Ilmastonmuutoksella ei ole vaikutusta, eli nykytila tulee säilymään
  - I. *Nykytila*: muikku, siika, ahven, täplärapu
- Ilmastonmuutos vaikuttaa
  - II. *Ahven 1*: ahven, täplärapu
  - III. *Ahven 2*: muikku, ahven, täplärapu
- Ilmastonmuutos vaikuttaa ja lisäksi kuha kotiutetaan onnistuneesti
  - IV. *Kuha 1*: ahven, kuha, täplärapu
  - V. *Kuha 2*: muikku, ahven, kuha, täplärapu

Seuraavaksi kokoamme laskelmissa käytetyt arvot. Tarkasteluissa tehdyt oletukset on koottu kaikkien skenaarioiden osalta luvun loppuun.

I. Nykytila: muikku, siika, ahven, täplärapu

Nykytilassa tarkastellaan tilannetta, jossa Pyhäjärven kalastus säilyisi entisellään myös vuosina 2031–2060. Tarkastelussa on huomioitu muikun, siian ja ahvenen kalastus sekä ravustus. Oletamme, että kaikki muikku kalastetaan talvinuotalla, siian ja ahvenen kalastus tapahtuu verkoilla sekä rysillä ja lisäksi ahventa saadaan muikun ohella nuotalla. Täplärapujen saalistamiseen käytetään mertoja. Laskelmissa käytetyt arvot on koottu taulukkoon Taulukko 3.

Taulukko 3. *Nykytila*-skenaarion laskelmissa käytetyt arvot.

	Parametri		Muikku	Siika	Ahven	Täplärapu
Myyntihinta €/kg/kpl	p		3,2	4,0	3,2	1,4
Saaliskapasiteetti kg/kpl/vuosi	H		115 000	20 000	110 000	503 000
Kalastuskustannus €/pyydyspäivä	c	Nuotta	190,6		61,3	
		Rysä		40,3	40,3	
		Verkko		2,23	2,23	
		Merta				0,55
Kokonaispyynti-ponnistus/vuosi	E	Nuotta	122		154	
		Rysä		300	7 832	
		Verkko		88 000	88 000	
		Merta				487 780

II. Ahven 1: ahven, täplärapu

Skenaariossa *Ahven 1* muikun kalastuksen oletetaan loppuvan kokonaan järven olosuhteiden muuttumisen vuoksi, ja oletamme että järven kalatalous perustuu ainoastaan voimakkaasti runsastuneen ahvenen kalastukseen sekä ravustukseen, joka on myös kasvanut nykytilasta edullisten ympäristöolojen vuoksi. Laskelmissa käytetyt arvot on koottu taulukkoon Taulukko 4.

Taulukko 4. *Ahven 1* -skenaarion laskelmissa käytetyt arvot.

Parametri			Ahven	Täplärapu
Myyntihinta €/kg/kpl	p		3,2	1,4
Saaliskapasiteetti kg/kpl/vuosi	H		440 000	820 000
Kalastuskustannus €/pyydyspäivä	c	Nuotta	251,9	
		Rysä	40,3	
		Verkko	2,23	
		Merta		0,55
Kokonaispyynti-ponnistus/vuosi	E	Nuotta	103	
		Rysä	11 748	
		Verkko	216 427	
		Merta		731 670

III. Ahven 2: muikku, ahven, täplärapu

Ahven 2 -skenaariossa muikkukanta säilyy, mutta sen saaliit laskevat voimakkaasti sekä ilmastonmuutoksen että voimistuneen ahvenpredaation seurauksena. Ahven- ja rapukanta pysyvät vahvoina edellisen skenaarion mukaisesti. Laskelmissa käytetyt arvot on koottu taulukkoon Taulukko 5.

Taulukko 5. *Ahven 2* -skenaarion laskelmissa käytetyt arvot.

Parametri			Muikku	Ahven	Täplärapu
Myyntihinta €/kg/kpl	p		3,2	3,2	1,4
Saaliskapasiteetti kg/kpl/vuosi	H		25 300	440 000	820 000
Kalastuskustannus €/pyydyspäivä	c	Nuotta	26,0	225,9	
		Rysä		40,3	
		Verkko		2,23	
		Merta			0,55
Kokonaispyynti-ponnistus/vuosi	E	Nuotta	122	103	
		Rysä		11 478	
		Verkko		216 427	
		Merta			731 670

IV. Kuha 1: ahven, kuha, täplärapu

Skenaariossa *Kuha 1* tarkastellaan tilannetta, jossa kuha on istutettu onnistuneesti Pyhäjärveen, mutta muikun kalastus loppuu kokonaan. Kotiutettu kuha rajoittaa voimakkaasti ahvenkantaa, mutta rapukanta pysyy edellisten skenaarioiden tavoin korkeammalla tasolla. Kuhan istutuskustannuksia ei ole huomioitu tarkastelussa. Laskelmissa käytetyt arvot on koottu taulukkoon Taulukko 6.

Taulukko 6. *Kuha 1*-skenaarion laskelmissa käytetyt arvot.

Parametri			Ahven	Kuha	Täplärapu
Myyntihinta €/kg/kpl	p		3,2	4,0	1,4
Saaliskapasiteetti kg/kpl/vuosi	H		190 000	7 900	820 000
Kalastuskustannus €/pyydyspäivä	c	Nuotta	251,9		
		Rysä	40,3		
		Verkko	2,23	2,23	
		Merta			0,55
Kokonaispyynti-ponnistus/vuosi	E	Nuotta	77		
		Rysä	7 832		
		Verkko	96 788	38 711	
		Merta			731 670

V. Kuha 2: muikku, ahven, kuha, täplärapu

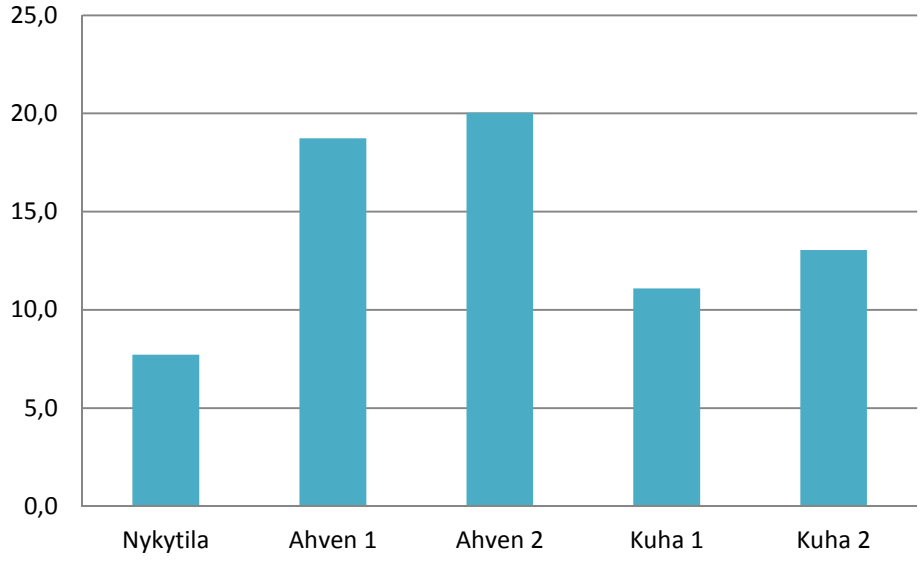
Kuha 2 -skenaariossa kuha on istutettu onnistuneesti Pyhäjärveen. Kuhan lisäksi kalastetaan ahventa sekä muikkua, jonka saaliit ovat hyvin alhaiset ilmastonmuutoksesta sekä voimakkaasta kuha- ja ahvenpredaatiosta johtuen. Myös ahvenen saaliit jäävät edellisen skenaarion tavoin alhaiseksi voimakkaan kuhapredaation vuoksi. Rapusaaliit pysyvät edelleen korkeina. Kuhan istutuskustannuksia ei ole huomioitu tarkastelussa. Laskelmissa käytetyt arvot on koottu taulukkoon Taulukko 7.

Taulukko 7. *Kuha 2*-skenaarion laskelmissa käytetyt arvot.

Parametri			Muikku	Ahven	Kuha	Täplärapu
Myyntihinta €/kg/kpl	p		3,2	3,2	4,0	1,4
Saaliskapasiteetti kg/kpl/vuosi	H		20 600	190 000	7 900	820 000
Kalastuskustannus €/pyydyspäivä	c	Nuotta	44,9	207,0		
		Rysä		40,3		
		Verkko		2,23	2,23	
		Merta				0,55
Kokonaispyynti-ponnistus/vuosi	E	Nuotta	41	77		
		Rysä		7 832		
		Verkko		96 788	38 711	
		Merta				731 670

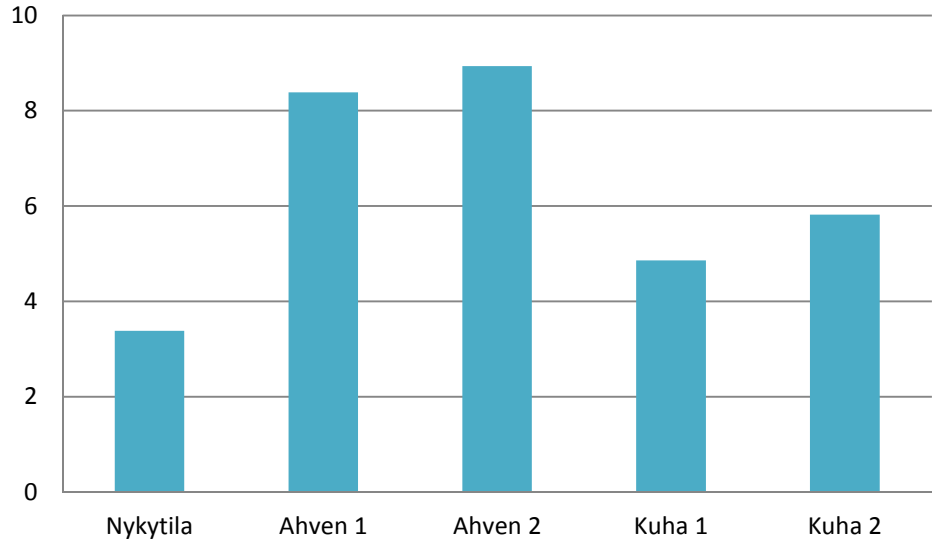
5.4 Tulokset

Kaudella 2031–2060 Pyhäjärven kalastuksen yhteenlaskettu nettonykyarvo olisi nykyisen tilan säilyessä 7,7 miljoonaa euroa, joka tuottaisi kaikista tarkasteltavista vaihtoehtoisista skenaarioista heikoimmin (Kuva 20). Ahvenskenaarioiden (*Ahven 1* ja *Ahven 2*) mukainen voimakas ahvensaaliskapasiteetin kasvu nostaisi kalastuksen taloudellista kannattavuutta, ja yhdessä kasvaneen rapusaaliskapasiteetin kanssa se pystyisi kompensoimaan muikkusaaliiden romahduksesta johtuvan tuottojen alenemisen. Nettonykyarvo kaudella 2031–2060 olisi ilman muikkua 18,7 miljoonaa euroa (*Ahven 1*) ja jopa 20,0 miljoonaa euroa mikäli muikun kalastus säilyisi (*Ahven 2*). Kuhan istuttamiseen liittyy epävarmuustekijöitä, mutta kuhaskenaarioiden (*Kuha 1* ja *Kuha 2*) perusteella sen onnistunut kotiuttaminen näyttäisi tuottavan suuremmat voitot kuin järvi nykyisellään pystyisi tuottamaan, mutta voitot jäisivät kuitenkin ahvenskenaarioita huomattavasti alhaisemmiksi. Tämä johtuu voimistuneesta kuhan aiheuttamasta saalistuspaineesta ahventa ja muikkua kohtaan, minkä vuoksi niiden saaliit laskisivat. Skenaariossa *Kuha 1* nettonykyarvo koko tarkastelujaksolla on 11,1 miljoonaa euroa ja *Kuha 2* -skenaariossa 13,0 miljoonaa euroa.



Kuva 20. Kalatalouden nettonykyarvo (NPV) kaudella 2031–2060 (miljoonaa euroa).

Vuositasolla kalastuksen arvo vuonna 2031 olisi 338 195 euroa (*Nykytila*), 838 444 euroa (*Ahven 1*), 893 649 euroa (*Ahven 2*), 485 746 euroa (*Kuha 1*) ja 582 186 euroa (*Kuha 2*) (Kuva 21).



Kuva 21. Kalatalouden nettonykyarvo (NPV) vuonna 2031 (100 000 €).

Herkkyysanalyysi

Mikäli hinnat, saaliit, yksikkökustannukset tai pyyntiponnistukset nousevat tai laskevat kaikkien lajien osalta samanarvoisesti (esim. kaikkien lajien osalta kalastuskustannukset nousevat 15 %), mallin lineaarisen luonteen vuoksi parametreissa tehtävät muutokset eivät vaikuta skenaarioiden keskinäiseen paremmuuteen. Myöskään eri diskonttokorkojen arvot eivät muuta skenaarioiden keskinäistä kannattavuutta, vaan *Ahven 2* pysyy aina tuottavimpana skenaariona, kuhaskenaariot tuottavat alhaisemmat NPV:t kuin ahvenskenaariot, ja *Nykytila* tuottaa alhaisimman nettonykyarvon.

Huomioitavaa
Analyysissa on tehty tiettyjä oletuksia, jotka tulee huomioida tuloksia tarkasteltaessa. Ensinnäkin, hintojen on oletettu olevan vakiot tarkastelussa. Jos kuitenkin esimerkiksi muikkusaaliit romahtavat tulevaisuudessa, voi muikun markkinahinnan olettaa nousevan. Sama pätee toisinpäin myös muiden lajien saaliiden kasvaessa. Tulevia hintoja on kuitenkin hankala ennustaa, minkä vuoksi oletamme niiden olevan nykyisellä tasolla vakioina koko tarkasteltavalla ajanjaksolla. Myös kalastuskustannusten on oletettu olevan vakiot yli ajan, eikä laskelmissa ole huomioitu esimerkiksi toiseen kalastusmenetelmään siirtymisestä johtuvia kustannuksia, esimerkiksi uusien välineiden hankintaa.

Lajien välisten vuorovaikutussuhteiden tarkkaan määrittelyyn ei ole riittävästi olemassa olevaa dataa, minkä vuoksi jonkin lajin lisääntymisen vaikutusta toisen lajin runsauteen on hankala arvioida. Lajien välisistä vuorovaikutuksista tulisi olla enemmän tietoa, jolloin populaatioiden kehitys olisi mahdollista mallintaa dynaamisesti. Tällainen mallinnus tuottaisi tarkempia arvioita populaatioiden ja saaliiden kehityksestä, jolloin voitaisiin antaa myös tarkempia taloudellisia suosituksia kunkin lajin kalastukselle. Tarkastelussa on myös tehty runsaasti oletuksia tulevaisuuden tilasta, minkä vuoksi tuloksia voidaan pitää ainoastaan suuntaa-antavina. Tarkemman analyysin tuottaminen vaatisi tarkempia taustatietoja lajien biologiasta sekä taloudellisista parametreista, joten lisätutkimusta Pyhäjärven kalakantojen kehityksestä ja taloudellista arvioinnista tullaan yhä tarvitsemaan.

5.5 Johtopäätökset

Tulosten perusteella voidaan todeta, että ilmastonmuutoksella on pääasiassa positiivinen vaikutus Pyhäjärven kalastuksen kannattavuuteen. Lämpenevästä vedestä johtuvan muikkusaaliiden vähenemisen kompensoituisi runsailla ahven- ja rapusaaliilla, joiden ansiosta kalastus muuttuisi nykyistä kannattavammaksi. Tämä toki tietäisi kalastajille esimerkiksi investointeja uusiin välineisiin, joiden kustannuksia ei ole huomioitu laskelmissa.

Kuhan kotiuttamisesta seuraisi voimistunut saalistuspaine ahven- ja muikkukantoihin, mikä vähentäisi niiden saaliita voimakkaasti, ja kalastuksen kannattavuus heikentyisi alhaisemmalle tasolle kuin ilman kuhaa. Kuhaskenaarioiden kannattavuutta heikentää lisäksi se, ettei näissä laskelmissa ole huomioitu kotiuttamisesta koituvia kustannuksia. Täten näiden tulosten perusteella kuhan kotiuttaminen ei ole kannattava toimenpide.

Oletukset skenaariotarkasteluissa
Nykytilassa myyntihinnat ja saaliskapasiteetit (= vuotuinen saalis kiloina) perustuvat raportoituihin arvoihin. Yksikkökohtaiset kalastuskustannukset pyydystyypeittäin on koottu Taulukkoon 1. Huomioitavaa on, että nuottauskustannukset on jaettu muikun ja ahvenen välille niiden saalisarvon mukaisessa suhteessa, sillä yhdellä nuotalla saadaan kumpaakin lajia. Ahven ja muikku ovat samanarvoisia kaloja ja ahvensaaliit nuottasaaliista ovat 24,3 %, joten nuottauskustannuksista 0,243 × 251,9 = 61,3 euroa koostuu ahvenen pyynnistä ja loput 251,9 - 61,3 = 190,6 euroa koostuu muikun pyynnistä. Kokonaispyyntiponnistuksen lajikohtaiset nuottauspäivät on saatu tilastoista. Pyhäjärvessä on kymmenen siikakuturysää ja oletamme että kukin näistä on järvessä vuoden aikana 30 päivää (10 × 30 = 300 pyyntipäivää). Ahvenen hoitorysiä on järvessä 89, joita pidetään järvessä keskimäärin 88 päivää (88 × 89 = 7832 pyyntipäivää). Verkkoja Pyhäjärvessä on yhteensä 4399, joista muutamalla sadalla kalastetaan ainoastaan muikkuja (oletus 399 kpl) ja osa on virkistyskalastajien käytössä (oletamme, että 50 % on virkistyskalastajien käytössä). Kun lisäksi oletamme, että puolella näistä verkkomääristä kalastetaan siikaa ja puolella ahventa, ja verkot ovat vuodessa paikallaan keskimäärin 88 päivää, saadaan molempien lajien kokonaispyyntiponnistukseksi 88000 verkkopäivää ((4399–399) × 0,5 × 0,5 × 88 = 88000). Mertojen kokonaispyyntiponnistus on rapumertojen lukumäärä kerrottuna pyyntivuorokausien lukumäärällä (8410 × 58 = 487780).

Ahven 1 -skenaarion laskelmissa käytetyt lajikohtaiset hinnat perustuvat nykyisiin tilastoituihin hintoihin, eikä niiden oleteta muuttuvan tulevaisuudessa. Saaliskapasiteetit perustuvat asiantuntija-arvioihin, joiden mukaan ahvensaaliit voisivat jopa nelinkertaistua nykyisestä (4 × 110000 = 444000 kg) ja rapusaaliit olisivat välillä 670000–1000000 kpl, keskimääräisen saaliin ollessa 820000 kpl. Nyt kun muikkua ei enää olisi kalastettavaksi, kaikki nuottauksesta koituvat kustannukset koostuvat ahvenen kalastuksesta. Muut yksikkökohtaiset kustannukset pysyvät ennallaan. Ahvennuottauksen pyyntiponnistus perustuu arvioon, jonka mukaan Pyhäjärven kolmesta nuottakunnasta enää kaksi jatkaisi toimintaansa muikun kadottua järvestä. Tällöin ahvennuottauksen uu-

deksi pyyntiponnistukseksi saataisiin, ahvenen aiemman pyyntiponnistuksen perusteella, 154 / 3 × 2 = 103 pyyntipäivää. Ahvenrysien kohdalla tulevaisuuden pyyntiponnistus perustuu arvioon, jonka mukaan rysämäärä 1,5-kertaistuisi nykytilaan verrattuna kasvaneesta ahvenmäärästä johtuen, jolloin pyyntiponnistukseksi saadaan 1,5 × 7832 = 11748. Ahvenverkkojen pyyntiponnistusta arvioitaessa oletamme, että kaikki verkot käytetään ahvenen pyyntiin, ja lisäksi kasvaneen ahvenmäärän vuoksi verkkojen lukumäärä kasvaa 23 %. Tämän perusteella ahvenverkkojen pyyntiponnistukseksi saadaan (88000 + 88000) × 1,23 = 216480. Rapumertojen pyyntiponnistusta arvioitaessa on oletettu, että rapukannan kasvaessa mertojen lukumäärä kasvaisi 50 %, ja täten uusi pyyntiponnistus olisi 1,5 × 487780 = 731670 pyydyspäivää.

Ahven 2 -skenaariossa hinnat ovat edelleen samat lajikohtaiset vakiot. Ahvensaaliit nelinkertaistuvat edellisen skenaarion mukaisesti, kuten myös rapusaaliit nousevat. Muikkusaalis laskee asiantuntija-arvion mukaan nykytilaan verrattuna 56 %, ja lisäksi lisääntynyt ahvenkanta verottaa 50 % jäljelle jäävästä muikkukannasta. Täten uudeksi muikun saaliskapasiteetiksi saadaan 115000 × 0,44 × 0,5 = 25300 kg. Pyyntipäiväkohtaiset kalastuskustannukset jakaantuvat jälleen nuotan osalta muikun ja ahvenen saaliin arvon mukaisesti. Arvioimme, että ahvensaaliista puolet saadaan nuotalla. Tällöin nuottakustannuksista 25300/(25300 + 220000) × 251,9 = 26,0 euroa kohdistuu muikkuun ja loput 251,9 - 26,6 = 225,9 euroa ahveneen. Rysän, verkon ja merran yksikkökustannukset pysyvät samana kuin aiemmin. Ahvenen nuottaa koskevat pyyntipäivät pysyvät samoina kuin edellisessä skenaariossa, sillä oletamme edelleen, että yksi nuottakunta on lopettanut toimintansa. Tämä laskee myös muikun pyyntipäivien määrää nykytilasta, jolloin saamme uudeksi lukumääräksi 122 / 3 × 2 = 81. Rysiä, verkkoja ja mertoja koskevat pyyntipäivät pysyvät samoina kuin Ahven 1 - skenaariossa.

Kuha 1 -skenaariossa lajikohtaiset myyntihinnat pysyvät nykyisten hintojen mukaisina. Arvioimme kuhan myyntihinnan samaksi kuin siian hinta on Nykytila-skenaariossa. Kuhan saaliskapasiteetti on asiantuntija-arvioiden mukaisesti 7900 kg. Ahvensaaliskapasiteetti laskee edellisten skenaarioiden arvosta, sillä kuhan arvioidaan hyödyntävän tästä suuren osan ravinnokseen, jolloin ahvenen saaliskapasiteetiksi jää 440000 – 250000 = 190000 kg. Rapusaaliit pysyvät edellisten skenaarioiden tasolla, samoin kuin kaikki pyyntipäiväkohtaiset kalastuskustannuksetkin. Kuhaa oletetaan kalastettavan ainoastaan verkoin. Kuhaverkkojen lukumäärän oletetaan olevan 20 % nykyisestä verkkojen määrästä, joista puolet on ammattikalastajien. Kun oletamme, että niilläkin kalastetaan keskimäärin 88 päivänä vuodessa, saadaan kuhan pyyntiponnistukseksi 4399 × 0,2 × 0,5 × 88 = 38711 pyydyspäivää. Ahvenverkkojen lukumäärän oletetaan puolittuvan kuhan kasvaneen predaation vuoksi. Kun oletamme, että puolilla verkoista kalastetaan ahventa, puolet verkoista käytetään ammattikalastuksen tarpeisiin ja pyyntipäivien lukumäärä vuodessa on 88, saadaan ahvenverkkojen pyyntiponnistukseksi 4399 × 0,5 × 0,5 × 88=96778 pyydyspäivää. Ahvenrysien määrän ja sitä kautta pyyntiponnistuksen oletetaan pysyvän Nykytila -skenaarion tasolla. Ahvennuotan pyyntiponnistuksen oletetaan laskevan ahvenskenaarioista vielä 25 %, jolloin kokonaispyyntiponnistukseksi saadaan 0,75 × 103 = 77 pyydyspäivää. Rapumertojen pyyntiponnistus pysyy samana kuin ahvenskenaarioissa.
Kuha 2 -skenaariossa kaikkien lajien myyntihinnat pysyvät edelleen vakioina. Lisäksi ahvenen, kuhan ja ravun saaliskapasiteetit pysyvät edellisen skenaarion tasolla, mutta nyt myös muikkua kalastetaan pienimuotoisesti. Muikkusaaliin oletetaan vähenevän nykytilasta 56 % ja lisäksi kuhan oletetaan verottavan tästä saaliina 30000 kg, jolloin muikun saaliskapasiteetiksi saadaan 115000 × 0,44 – 30000 = 20600 kg. Nuottakohtaiset kalastuskustannukset jaetaan jälleen muikun ja ahvenen saaliiden arvon mukaisesti olettaen samalla, että puolet ahvensaaliista saadaan nuotalla. Tällöin muikulle kohdistuu nuottauskustannuksia 20600 /(20600 + 190000 / 2) × 251,9 = 44,9 euroa ja ahvenelle loput 251,9 - 44,9 = 207 euroa. Ahvenen nuottapyyntiponnistus pysyy Kuha 1 -skenaarion tasolla, ja muikun pyyntiponnistus laskee kolmasosaan alkuperäisestä eli 122/3 = 41 pyydyspäivään. Ahvenen, kuhan ja ravun rysää, verkkoa ja mertaa koskevat kalastuskustannukset sekä kokonaispyyntiponnistukset pysyvät edellisen skenaarion tasolla.

5.6 Kirjallisuus

Boardman E. A, Greenberg H. D, Vining R. A & Weimer L. D. 2006. Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice. Kolmas painos. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Cellini R. S & Kee E. J. 2010. Handbook of Practical Program Evaluation: Cost Effectiveness and Cost-Benefit Analysis, Chapter 21.

Euroopan komissio. 2008. Guide to cost-benefit analysis of investment projects. http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide2008_en.pdf

Moore A. M, Boardman E. A, Vining R. A, Weimer L. D & Greenberg H. D. 2004. Just Give Me a Number!: Practical Values for the Social Discount Rate. Journal of Policy Analysis and Management 24(4):789−812.

6 RAPU- JA KALATALOUDEN ALUETALOUSVAIKUTUKSET ILMASTONMUUTOKSEN OLOISSA

Hannu Törmä, Outi Hakala ja Urszula Zimoch, Ruralia instituutti, Helsingin yliopisto

6.1 Johdanto

Täplärapukannat ovat kasvaneet huomattavasti sen jälkeen, kun niitä alettiin 1980-luvulla istuttaa Suomen vesistöihin. Istutusten tarkoituksena oli elvyttää suomalaista raputaloutta. Nykyisin raputalous tarjoaa tulonlähteen monille ihmisille, esimerkiksi Säkylän Pyhäjärven ympäristössä. Tuloja voidaan saada joko välittömästi ravustuksesta tai ravustukseen liittyvistä elinkeinoista kuten rapumatkailusta. Lisäksi raputalous vilkastuttaa osaltaan muuta taloutta. Esimerkiksi Satakunnassa tiedostetaan raputalouden kasvamisen mahdollisuudet. Satakunnan maaseutustrategiassa elintarvikeketju on yksi kehitettävistä toimialoista. Kaikessa kehittämistoiminnassa on strategian mukaan otettava huomioon ympäristön kestävä käyttö sekä toimijoiden välinen yhteistyö ja kumppanuus. Ammatillinen ja erikoistunut osaaminen on yksi strategian painopistealoista. Strategiassa todetaan, että alkutuotantoyritysten merkitys arvoketjussa kasvaa, mikä edellyttää osaamisen vahvistamista. Lähiruoan kulutusta voidaan kasvattaa etenkin julkisen sektorin hankintojen kautta. Tämä edellyttää yrityksiltä hankintaosaamista, jota voidaan kehittää tiedonvälityksen avulla. (Satakunnan maaseutustrategia 2012, 18–19.) Edellä esitetyt strategiset linjaukset sekä vesistöjen laadun parantamiseksi tehtävä työ osoittavat, että alueella tiedostetaan kala- ja raputalouden sekä laajemmin elintarviketeollisuuden mahdollisuudet luoda hyvinvointia.

Tämän osion tarkoituksena on tuottaa tietoa raputalouden aluetaloudellisesta merkityksestä hyödyntäen RAPU-hankkeessa kertynyttä ekologista ja ekonomista tietoa. Lähtökohtana laskennassa on ollut Rauman seutukunta ja siellä sijaitseva Säkylän Pyhäjärvi. Aluetalousvaikutusten laskennassa on hyödynnetty Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa kehitettyä yleisen tasapainon RegFin -aluemallia. Mallista löytyy tarkemmin tietoa RAPU-hankkeesta Ruralia-instituutin sarjassa julkaistusta raportista (Raportteja 148, liite 2).

6.2 Kirjallisuuskatsaus vastaavista selvityksistä

Kalatalouden aluetaloudellisia vaikutuksia on selvitetty monissa aiemmissa tutkimuksissa. Kuitenkin vain muutamat näistä tutkimuksista on toteutettu yleisen tasapainon malleja hyödyntäen. Toisaalta kalataloutta koskevien muutosten vaikutuksia tarkasteltaessa haetaan usein yleistä riippuvuutta eri muuttujien välillä (ks. esim. Finnoff & Tschirhart 2008 ja 2011), mutta useimmissa näistä tutkimuksista keskitytään kalatalouden sisäisiin vaikutuksiin. Toisin sanoen kyseisissä tutkimuksissa kalatalouden vaikutukset muuhun talouteen huomioidaan rajallisesti, esimerkiksi käsitellen kalatalouden ulkopuolisia toimialoja yhtenä isona kokonaisuutena. (Pan, Failler & Floros 2007, 3–4.) Kyseisissä tutkimuksissa keskitytään sen sijaan ekosysteemien lajien väliseen vuorovaikutukseen (Carvalho 2011, 1823). Näin ollen on vain muutamia kalatalouden aluetalousvaikutuksia tarkastelevia tutkimuksia, joissa on sovellettu yleisen tasapainon mallia, huomioitu kaupallisen kalatalouden vaikutukset aluetalouden eri toimialoille ja hyödynnetty sekä ekologisia että taloudellisia malleja.

Seung ja Waters (2006) esittelivät raportissaan kaikki Yhdysvaltojen kalatalouden aluetalousvaikutuksia käsittelevät tutkimukset. Heidän mukaansa Houston, Johnson, Radtke, Walters ja Gates (1997) olivat toteuttaneet raportin laatimiseen mennessä ainoan tutkimuksen, jossa oli hyödynnetty yleisen tasapainon mallia. Seung ja Waters (2006, 107) toteavat, että Houstonin ym. tutkimuksen raportointi oli kuitenkin puutteellista. Houston ym. (1997) muodostivat tutkimuksessaan alueellisen yleisen tasapainon mallin, jonka avulla selvitettiin kalataloudessa tapahtuvien muutosten vaikutuksia Oregonin rannikolla. Mallin avulla tarkasteltiin eri skenaarioita, joissa saalismäärä tai kalastuskapasiteetti pieneni. Kalastussektori jaettiin viiteen alaryhmään kalastajien käyttämien alusten perusteella. Kullakin alustyypillä voitiin kalastaa useita eri lajeja. Lisäksi jalostussektori jaettiin viiteen ryhmään kalastajien sijainnin perusteella. Houston ym. toteuttivat vastaavan selvityksen myös Massachusettsissa, mutta tätä selvitystä ei ole julkaistu. (Floros ym. 2003, 4.)

Floros, Failler ja Bernard (2003) selvittivät EU-hankkeessa (PECHDEV) kalastuksen ja kalatalouden sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia rannikkoalueilla sekä kalatalouden vaikutuksia muihin alueen toimialoihin. Tarkasteltavat alueet sijaitsevat Isossa-Britanniassa, Italiassa, Tanskassa, Espanjassa ja Ranskassa. Floros ym. hyödynsivät selvityksessään yleisen tasapainon mallia. Florosin ym. rakentama malli perustuu Houstonin ym. ja Bernardin aiempiin tutkimuksiin. Malli ei sisällä biologisia yhtälöitä, joten kalatalouden resurssivaranto on mallissa parametrina. Floros ym. huomauttivat, että laskennan avulla pystytään arvioimaan jonkin muutoksen pitkän aikavälin vaikutuksia. Lisäksi he totesivat, että kalatalouden yleisen tasapainon mallissa on tärkeää huomioida tuotantopanosten korvattavuus: etenkin sesonkikausien välissä saaliit vaihtelevat määrällisesti mutta myös lajien osalta. (Floros ym. 2003, 1–3, 6)

PECHDEV-hankkeen raportissa todettiin kyseisen tutkimuksen olevan ensimmäinen, jossa kalatalouden vaikutuksia tarkasteltiin yleisen tasapainon mallin avulla huomioiden sekä taloudelliset että biologiset tekijät (Failler 2004, 7–8). Sittemmin yleisen tasapainon mallia on hyödynnetty esimerkiksi Watersin ja Seungin (2010) tutkimuksessa, missä he selvittivät staattisen yleisen tasapainon mallin avulla saalismäärän vähenemisen ja polttoaineiden hinnan kohoamisen taloudellisia vaikutuksia Alaskassa. Tutkimuksessa tarkasteltiin vuosien 2004 ja 2008 välillä ilmeneviä muutoksia. Mallin avulla saatuja tuloksia verrattiin todellisuudessa tapahtuneisiin hinnanmuutoksiin. (Waters ja Seung 2010)

Lisäksi yleisen tasapainon mallia on hyödynnetty esimerkiksi tutkimuksissa, joissa on käsitelty kalastussektorille myönnettävien tukien muutoksista aiheutuvia vaikutuksia Azorien talouteen (Carvalho ym. 2011) sekä WTO-jäsenyydestä aiheutuvia vaikutuksia kalatalouden ja maatalouden kautta laajemmin Taiwanin talouteen (Chiang ym. 2004). Kyseisissä tutkimuksissa ei ole kuitenkaan hyödynnetty ekologisia malleja taloudellisten mallien rinnalla.

Suomessa kalatalouden aluetalousvaikutuksia ei ole tietojemme mukaan aiemmin selvitetty yleisen tasapainon mallin avulla. RKTL on julkaissut Storhammarin, Pakarisen, Söderkultalahden ja Mäkisen (2011) selvityksen lohenkalastuksen taloudellisista vaikutuksista. Kyseisessä tutkimuksessa ei kuitenkaan käytetty yleisen tasapainon mallia vaan panos-tuotos-menetelmää.

6.3 Pyhäjärven rapu- ja kalatalouden tulevaisuuden skenaarioiden kuvaukset

Pyhäjärven keskilämpötila kohoaa ennusteiden mukaan ilmastonmuutoksen vuoksi. Veden lämpeneminen voi aiheuttaa huomattaviakin muutoksia Pyhäjärven kala- ja rapupopulaatioissa. Tällaiset muutokset vaikuttavat myös kalatalouteen, jonka on sopeuduttava ilmastonmuutokseen.
Kala- ja raputalouden aluetaloudellisia vaikutuksia tarkastellaan viiden tulevaisuuden skenaarion avulla. Skenaariot on esitetty tämän raportin luvussa 5. Ensimmäisessä skenaariossa oletetaan, että ilmastonmuutos ei aiheuta muutoksia kalapopulaatioihin. Skenaarioissa 2 ja 3 oletetaan ilmastonmuutoksen vaikuttavan kalapopulaatioihin ja saalismääriin. Skenaarioissa 4 ja 5 huomioidaan ilmastonmuutosvaikutusten lisäksi se, miten kuhan istuttaminen Pyhäjärveen vaikuttaa kalapopulaatioihin. Skenaariot on laadittu vuosille 2031–2060. Skenaarioiden laadinnassa on oletettu, että Pyhäjärven keskilämpötila kohoaisi yhdellä celsiusasteella. RegFin-aluemallilaskelmat tehtiin vuodelle 2031. Skenaariot poikkeavat toisistaan saaliiden koostumuksen perusteella. Kalojen osalta saalismäärät ilmoitetaan kiloina ja täplärapujen osalta kappalemääräisinä. Vastaavasti kalojen yksikköhinnat ovat kilokohtaisia ja täplärapujen yksikköhinnat ovat kappalekohtaisia. Kunkin saalislajin myyntihinnan oletetaan pysyvän vakiona, vuoden 2011 tasolla.

Pyhäjärven kalatalouden aluetaloudellisten vaikutusten laskennassa käytetyt, kussakin skenaariossa oletetut saalismäärät ja myyntihinnat esitetään koontitaulukossa (Taulukko 8).

Taulukko 8. Koonti skenaarioiden aluetalousvaikutusten laskennassa käytetyistä arvoista.

	Muikku	Siika	Ahven	Kuha	Täplärapu
Myyntihinta (€/kg tai kpl)	3,20	4,00	3,20	4,00	1,40
Saalismäärä (kg tai kpl/vuosi)					
Nykytila	115 000	20 000	110 000	-	503 000
Ahven 1	-	-	440 000	-	820 000
Ahven 2	25 300	-	440 000	-	820 000
Kuha 1	-	-	190 000	7 900	820 000
Kuha 2	20 600	-	190 000	7 900	820 000

Aluetalousvaikutukset jaetaan saalislajeille saaliin myyntiarvoon suhteutettuna. Taulukossa Taulukko 9 esitetään kunkin lajin saaliin arvon osuus kyseisen skenaarion kokonaissaaliin arvosta. Esimerkiksi nykytila-skenaariossa kokonaissaaliin arvo on 1 504 200 euroa. Tästä muikkusaaliin arvo on 368 000 euroa. Muikun kalastuksesta kertyy näin ollen 24,5 prosenttia kokonaissaaliin arvosta. Siian kalastuksen osuus on 5,3 prosenttia ja ahvenen 23,4 prosenttia kokonaissaaliin arvosta. Täplärapusaalis muodostaa 46,8 prosenttia kokonaissaaliin arvosta.

Taulukko 9. Lajikohtaisen saaliin arvon osuus kokonaissaaliin arvosta eri skenaarioissa.

Skenaario/saalislaji	Muikku	Siika	Ahven	Kuha	Täplärapu
Nykytila	24,5 %	5,3 %	23,4 %		46,8 %
Ahven 1			55,1 %		44,9 %
Ahven 2	3,1 %		53,4 %		43,5 %
Kuha 1			34,0 %	1,8 %	64,2 %
Kuha 2	3,6 %		32,8 %	1,7 %	61,9 %

6.4 Pyhäjärven rapu- ja kalatalouden aluetaloudelliset vaikutukset Rauman seutukunnassa

Tässä luvussa tarkastellaan arvioita Säkylän Pyhäjärven kala- ja raputalouden vaikutuksista Rauman seutukunnan bruttokansantuotteeseen ja työllisyyteen. Tulosten tarkoituksena on tarjota rapu- ja kalatalouden taloudellisesta merkityksestä tietoa, jota voidaan hyödyntää rapu- ja kalataloutta koskevassa päätöksenteossa. Laskennan toteuttamisessa on hyödynnetty Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa kehitettyä yleisen tasapainon RegFin-aluemallia. Mallin avulla voidaan erottaa tarkastelukohteen vaikutus muista aluetalouden muutoksista ja siten arvioida kohteen merkitystä aluetaloudessa. Laskentamallia esitellään tarkemmin liitteessä 1. Laskennan lähtökohtana toimivat kansan- ja aluetalouden tilinpidon aineistot sekä muut viralliset tilastot. Perusaineiston lisäksi laskennassa hyödynnetään tarkastelukohdetta koskevia tietoja. Raputalouden aluetalousvaikutuksia laskettaessa tällaisia tietoja ovat olleet lajikohtaiset saalismäärät ja myyntihinnat (ks. skenaarioiden kuvaukset luvussa 5).

Perusaineistona laskennassa on käytetty vuoden 2005 aluetilinpidon tietoja (vuoden 2005 sopivuutta perusvuodeksi tarkastellaan liitteessä 1). Perusaineisto kuvaa alueen elinkeinorakennetta. Rapu- ja kalatalouden aluetaloudellisia vaikutuksia on arvioitu vuodelle 2031. Pyhäjärven rapu- ja kalatalouden vaikutus Rauman seutukunnan bruttokansantuotteeseen (ts. alueellinen BKT, lyh. ABKT) ilmoitetaan euromääräisenä. Työllisyysvaikutus ilmoitetaan henkilötyövuosina (lyh. htv). Suorien talous- ja työllisyysvaikutusten lisäksi rapu- ja kalatalous vaikuttavat kerroinvaikutuksen kautta muihin toimialoihin. ABKT-kerroin ilmaisee, kuinka paljon kalatalouden tuotannon arvon lisäys vaikuttaa muiden toimialojen ABKT:hen. Työllisyyskertoimesta voi nähdä, kuinka paljon yhden henkilötyövuoden lisäys kalataloudessa vaikuttaa alueen muiden toimialojen työllisyyteen kerroinvaikutuksen kautta. Kerroinvaikutukset osoittavat, miten talouskasvu yhdellä toimialalla kasvattaa taloutta välillisesti (esimerkiksi kalastustarvikkeiden kaupan kautta) sekä vilkastuttaa taloutta yleisestikin. Siten

muutokset yhdellä toimialalla vaikuttavat myös muiden toimialojen ABKT:hen ja työllisyyteen. Rapu- ja kalatalous vaikuttavat siis alueen elinkeinorakenteeseen. On myös mahdollista, että jokin toimiala kärsii rapu- ja kalatalouden olemassaolosta, koska toimialojen välillä on kilpailua työvoima- ja fyysisen pääoman resursseista.

Nykytila-skenaario, vaikutukset talouteen

Pyhäjärven kalatalouden (sisältäen raputalouden) vaikutus Rauman seutukunnan bruttokansantuotteeseen on laskelman mukaan 2,13 miljoonaa euroa (Taulukko 10). Kalatalous kasvattaa etenkin yksityistä kulutusta ja kotimaista vientiä seutukunnan ulkopuolelle (Taulukko 11). Kalatalouden suora vaikutus seutukunnan ABKT:hen eli saaliin arvo on 1,65 miljoonaa euroa. Kalatalouden kerroinvaikutus seutukunnan ABKT:hen on 0,49 miljoonaa euroa. Kerroinvaikutukseen sisältyvät kalatalouden välilliset ja aiheutuvat vaikutukset kun ilmiön rahavirta saavuttaa tulonmuodostuksen ja kulutuksen. Jos kalatalouden tuotannon arvo kasvaa eurolla, muilla toimialoilla kasvua tapahtuu noin 0,30 euroa.

Taulukko 10. Pyhäjärven kalatalouden suorat ja kerroinvaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:hen nykytila-skenaariossa.

ABKT-vaikutukset	Nykytila (tuhatta euroa)
kokonaisvaikutus	2 131
suora vaikutus	1 646
kerroinvaikutus	485
kerroin[1]	0,295

Taulukko 11. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:n eriin nykytila-skenaariossa.

ABKT-erät	Nykytila (tuhatta euroa)
yksityinen kulutus	814
investoinnit	-16
julkinen kulutus	344
varastot	3
ulkomainen vienti	-9
ulkomainen tuonti	-174
kotimainen vienti	881
kotimainen tuonti	143
nettomarginaalit	147
yhteensä	2 131

Pyhäjärvestä saatavien saaliiden arvon mukaan suhteutettuna raputalouden vaikutus Rauman seutukunnan ABKT:hen on noin miljoona euroa. Lajikohtaiset ABKT-vaikutukset esitetään taulukossa Taulukko 14.

Nykytila-skenaario, vaikutukset työllisyyteen

Pyhäjärven kalatalous työllistää Rauman seutukunnassa laskelman mukaan 25,1 henkilötyövuoden verran. Tästä 14,1 henkilötyövuotta kohdistuu kalatalouden toimialalle ja 11 henkilötyövuotta muille toimialoille (Taulukko 12). Kalatalous luo suoran ja kerroinvaikutuksen kautta työllisyyttä eniten majoitus- ja ravitsemistoimintaan (4,7 htv, Taulukko 13). Yksi henkilötyövuosi kalataloudessa luo muille toimialoille työllisyyttä 0,8 henkilötyövuoden verran (Taulukko 12).

[1] Havainnollistavat kertoimet lasketaan kaavalla: kokonaisvaikutus / suora vaikutus – 1. RegFin-aluemalli ei ole kerroinmalli. Mallin ratkaisemisen jälkeen laskettavat kertoimet ovat kuitenkin mielenkiintoisia tunnuslukuja.

Taulukko 12. Pyhäjärven kalatalouden suorat ja kerroinvaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen nykytila-skenaariossa.

Työllisyysvaikutukset (htv)	Nykytila
kokonaisvaikutus	25,1
suora vaikutus	14,1
kerroinvaikutus	11,0
kerroin	0,778

Taulukko 13. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen eri toimialoilla nykytila-skenaariossa.

Toimiala	Nykytila (htv)
Rakentaminen	-0,7
Puun, massan ja paperin valmistus; kustan. ja painaminen	-0,2
Maa- ja riistatalous	-0,1
Metsätalous	0,0
Kiinteistö-, liike-elämän palvelut	0,0
Kotitalouspalvelut	0,0
Perusmetal., metal.tuot., koneiden, sähkötek. tuot. ja kulkun. valm.	0,1
Rahoitus- ja vakuutustoiminta	0,1
Muu teollisuus	0,4
Kuljetus, varastointi ja tietoliikenne	0,5
Muut yht.kunnalliset ja henk.koht. palvelut	0,6
Koulutus	0,6
Elintarvikkeiden juomien ja tupakan valmistus	0,7
Tukku- ja vähittäiskauppa	1,1
Terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	1,3
Hallinto ja pakollinen sosiaalivakuutus	2,0
Majoitus- ja ravitsemistoiminta	4,7
yhteensä	11,0

Saaliiden arvoon suhteutettuna raputalous luo työllisyyttä noin 14 henkilötyövuoden verran (Taulukko 12).

Taulukko 14. Aluetalousvaikutukset nykytila-skenaariossa suhteutettuna saaliiden arvoon.

	ABKT/Nykytila (tuhatta euroa)	Työllisyys/Nykytila (htv)
muikku	521	5,0
siika	113	1,1
ahven	499	4,8
täplärapu	998	14,1
yhteensä	2131	25,1

Ahven-skenaariot 1 ja 2, vaikutukset talouteen

Ahven 1 -skenaariossa kalatalouden (ml. raputalous) kokonaisvaikutus seutukunnan ABKT:hen on 2,88 miljoonaa euroa. Kalatalouden myötä kasvavat etenkin vienti seutukunnan ulkopuolelle ja yksityinen kulutus. Kalatalouden suora vaikutus seutukunnan ABKT:hen on 2,56 miljoonaa euroa. Kalatalouden kerroinvaikutus seutukunnan ABKT:hen on 0,33 miljoonaa euroa. Jos kalatalouden tuotanto kasvaa euron arvosta, se aiheuttaa noin 0,13 euron kasvun muilla toimialoilla. Raputalouden vaikutus seutukunnan ABKT:hen on noin 1,30 miljoonaa euroa ja ahvenen kalastuksen vaikutus on noin 1,59 miljoonaa euroa.

Ahven 2 -skenaariossa kalatalous vaikuttaa seutukunnan ABKT:hen kokonaisuudessaan 2,94 miljoonaa euroa. Myös tässä skenaariossa vaikutus muodostuu etenkin viennistä seutukunnan ulkopuolelle sekä yksityisestä kulutuksesta. Kalatalouden suora vaikutus seutukunnan ABKT:hen on 2,64 miljoonaa euroa ja kerroinvaikutus on 0,31 miljoonaa euroa. Euron kasvu kalatalouden tuotannon arvossa lisää muiden toimialojen tuotannon arvoa noin 0,12 euron arvosta. Kalatalouden ABKT-vaikutuksista 1,28 miljoonaa euroa saadaan raputaloudesta. Ahven vaikuttaa 1,57 miljoonan euron verran seutukunnan ABKT:hen.

Kalatalouden vaikutukset seutukunnan ABKT:hen ahven-skenaarioissa esitetään taulukoissa Taulukko 15 ja Taulukko 16. Lajikohtaiset, saaliiden arvoihin suhteutetut vaikutukset seutukunnan ABKT:hen esitetään taulukossa Taulukko 17.

Taulukko 15. Pyhäjärven kalatalouden suorat ja kerroinvaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:hen ahven-skenaarioissa.

ABKT-vaikutukset/skenaario	Ahven 1 (tuhatta euroa)	Ahven 2 (tuhatta euroa)
kokonaisvaikutus	2 882	2 942
suora vaikutus	2 556	2 637
kerroinvaikutus	326	305
kerroin	0,128	0,116

Taulukko 16. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:n eriin ahven-skenaarioissa.

ABKT-erät/skenaario	Ahven 1 (tuhatta euroa)	Ahven 2 (tuhatta euroa)
yksityinen kulutus	1 136	1 162
investoinnit	-10	-9
julkinen kulutus	479	490
varastot	4	4
ulkomainen vienti	-8	-8
ulkomainen tuonti	-267	-275
kotimainen vienti	1 323	1 362
kotimainen tuonti	34	21
nettomarginaalit	191	194
yhteensä	2 882	2 942

Taulukko 17. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:hen ahven-skenaarioissa suhteutettuna saaliiden arvoon.

ABKT-vaikutukset/skenaario	Ahven 1 (tuhatta euroa)	Ahven 2 (tuhatta euroa)
muikku	0	90
ahven	1 588	1 571
täplärapu	1 295	1 281
yhteensä	2 882	2 942

Ahven-skenaariot, vaikutukset työllisyyteen

Ahven 1 -skenaariossa kalatalous työllistää kokonaisuudessaan 33,3 henkilötyövuoden verran. Tästä suoran vaikutuksen osuus on 17,2 henkilötyövuotta ja kerroinvaikutus on 16,1 henkilötyövuotta. Kerroinvaikutuksista suuri osa kohdistuu majoitus- ja ravitsemistoimintaan (6,6 htv). Yksi henkilötyövuosi kalataloudessa luo muille toimialoille työllisyyttä noin 0,9 henkilötyövuotta. Raputalouden osuus työllisyysvaikutuksista on 15 henkilötyövuotta. Ahvenen kalastus työllistää 18,4 henkilötyövuotta.

Ahven 2 -skenaariossa kalatalouden kokonaisvaikutus työllisyyteen on 34 henkilötyövuotta. Suoraa vaikutusta on 17,4 henkilötyövuoden verran. Kerroinvaikutus on 16,6 henkilötyövuotta, josta 6,8 henkilötyövuotta kohdistuu majoitus- ja ravitsemistoimintaan. Jos kalatalouden työllistävyys kasvaa yhdellä henkilötyövuodella, muilla toimialoilla työllisyys kasvaa lähes yhdellä henkilötyövuodella. Raputalouden vaikutus työllisyyteen on 14,8 henkilötyövuotta. Muu kalatalous työllistää ahvenen (18,1 htv) ja muikun (1 htv) kalastuksen kautta.

Kalatalouden vaikutukset seutukunnan työllisyyteen esitetään taulukoissa Taulukko 18 ja Taulukko 19. Työllisyysvaikutukset on kohdistettu eri lajeille saaliiden arvon mukaisesti ja nämä tulokset esitetään taulukossa Taulukko 20.

Taulukko 18. Pyhäjärven kalatalouden suorat ja kerroinvaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen ahven-skenaarioissa.

Työllisyysvaikutukset/skenaario	Ahven 1 (htv)	Ahven 2 (htv)
kokonaisvaikutus	33,3	34,0
suora vaikutus	17,2	17,4
kerroinvaikutus	16,1	16,6
kerroin	0,939	0,952

Taulukko 19. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen eri toimialoilla ahven-skenaarioissa.

Toimiala/skenaario	Ahven 1 (htv)	Ahven 2 (htv)
Rakentaminen	-0,8	-0,9
Puun, massan ja paperin valmistus; kustan. ja painaminen	-0,3	-0,3
Maa- ja riistatalous	-0,1	-0,1
Metsätalous	0,0	0,0
Kiinteistö-, liike-elämän palvelut	0,1	0,1
Kotitalouspalvelut	0,1	0,1
Perusmetal., metal.tuot., koneiden, sähkötek. tuot. ja kulkun. valm.	0,1	0,1
Rahoitus- ja vakuutustoiminta	0,1	0,1
Muu teollisuus	0,6	0,6
Kuljetus, varastointi ja tietoliikenne	0,9	0,9
Muut yht.kunnalliset ja henk.koht. palvelut	0,9	0,9
Koulutus	0,8	0,8
Elintarvikkeiden juomien ja tupakan valmistus	0,9	1,0
Tukku- ja vähittäiskauppa	1,8	1,8
Terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	1,7	1,8
Hallinto ja pakollinen sosiaalivakuutus	2,8	2,8
Majoitus- ja ravitsemistoiminta	6,6	6,8
yhteensä	16,1	16,6

Taulukko 20. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen ahven-skenaarioissa suhteutettuna saaliiden arvoon.

Työllisyysvaikutukset/skenaario	Ahven 1 (htv)	Ahven 2 (htv)
muikku	0	1,0
ahven	18,4	18,1
täplärapu	15,0	14,8
yhteensä	33,3	34,0

Kuha-skenaariot 1 ja 2, vaikutukset talouteen
Kuha 1 -skenaariossa kalatalouden (ml. raputalous) kokonaisvaikutus seutukunnan ABKT:hen on 2,26 miljoonaa euroa. Myös tässä skenaariossa vaikutus on suurin kotimaisen viennin ja yksityisen kulutuksen kohdalla. Kalatalouden suora vaikutus seutukunnan ABKT:hen on 1,79 miljoonaa euroa ja kerroinvaikutuksen osuus on 0,47 miljoonaa euroa. Kalatalouden tuotannon arvon kasvaessa eurolla muiden toimialojen tuotannon arvo kasvaa noin 0,26 eurolla. Raputalouden kokonaisvaikutus seutukunnan ABKT:hen on 1,45 miljoonaa euroa.

Kuha 2 -skenaariossa seutukunnan ABKT:ssä näkyvä kalatalouden vaikutus on kokonaisuudessaan 2,32 miljoonaa euroa. Vaikutuksista suurin osa kertyy viennistä seutukunnan ulkopuolelle ja yksityisestä kulutuksesta. Kalatalouden suora vaikutus on 1,85 miljoonaa euroa ja kerroinvaikutus 0,46 miljoonaa euroa. Jos kalatalouden arvo kasvaa eurolla, muilla toimialoilla arvioidaan tapahtuvan noin 0,25 euron arvosta talouskasvua. Raputalous vaikuttaa seutukunnan ABKT:hen 1,44 miljoonaa euroa.

Kalatalouden vaikutukset seutukunnan ABKT:hen esitetään taulukoissa 19 ja 20. Lajikohtaiset, saaliiden arvoihin suhteutetut vaikutukset seutukunnan ABKT:hen esitetään taulukossa 21.

Taulukko 21. Pyhäjärven kalatalouden suorat ja kerroinvaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:hen kuha-skenaarioissa.

ABKT-vaikutukset/skenaario	Kuha 1 (tuhatta euroa)	Kuha 2 (tuhatta euroa)
kokonaisvaikutus	2 259	2 316
suora vaikutus	1 788	1 854
kerroinvaikutus	471	463
kerroin	0,263	0,250

Taulukko 22. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:n eriin kuha-skenaarioissa.

ABKT-erät/skenaario	Kuha 1 (tuhatta euroa)	Kuha 2 (tuhatta euroa)
yksityinen kulutus	868	892
investoinnit	-16	-15
julkinen kulutus	366	377
varastot	3	3
ulkomainen vienti	-9	-9
ulkomainen tuonti	-188	-195
kotimainen vienti	950	983
kotimainen tuonti	131	124
nettomarginaalit	154	158
yhteensä	2 259	2 316

Taulukko 23. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:hen kuha-skenaarioissa suhteutettuna saaliiden arvoon.

ABKT-vaikutukset/skenaario	Kuha 1 (tuhatta euroa)	Kuha 2 (tuhatta euroa)
muikku	0	82
ahven	768	760
kuha	40	39
täplärapu	1 450	1 435
yhteensä	2 259	2 316

Kuha-skenaariot 1 ja 2, vaikutukset työllisyyteen
Kuha 1 -skenaariossa kalatalouden työllisyysvaikutus on kokonaisuudessaan 26,5 henkilötyövuotta. Suoran vaikutuksen osuus on 14,7 henkilötyövuotta. Kerroinvaikutus on 11,8 henkilötyövuotta, eli yksi henkilötyövuosi kalataloudessa luo noin 0,8 henkilötyövuoden verran työtä muille toimialoille. Kerroinvaikutuksesta viisi henkilötyövuotta kohdistuu majoitus- ja ravitsemisalalle. Raputalous työllistää 17 henkilötyövuotta. Loppuosa työllisyysvaikutuksista kertyy etenkin ahvenen kalastuksesta.

Kuha 2 -skenaariossa kalatalous työllistää 27,1 henkilötyövuotta. Suora työllistämisvaikutus on 14,9 henkilötyövuotta. Kalatalous työllistää kerroinvaikutuksen kautta muilla toimialoilla 12,2 henkilötyövuoden verran, josta majoitus- ja ravitsemisalan osuus on 5,2 henkilötyövuotta. Raputalous työllistää kokonaisuudessaan 16,8 henkilötyövuotta. Muussa kalataloudessa työllisyysvaikutuksia aiheuttaa eniten ahvenen kalastaminen.

Kalatalouden vaikutukset seutukunnan työllisyyteen esitetään taulukoissa 22 ja 23. Työllisyysvaikutukset on kohdistettu eri lajeille saaliiden arvon mukaisesti. Arviot lajikohtaisista vaikutuksista esitetään taulukossa 24.

Taulukko 24. Pyhäjärven kalatalouden suorat ja kerroinvaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen kuha-skenaarioissa.

Työllisyysvaikutukset/skenaario	Kuha 1 (htv)	Kuha 2 (htv)
kokonaisvaikutus	26,5	27,1
suora vaikutus	14,7	14,9
kerroinvaikutus	11,8	12,2
kerroin	0,804	0,816

Taulukko 25. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen eri toimialoilla kuha-skenaarioissa.

Toimiala/skenaario	Kuha 1 (htv)	Kuha 2 (htv)
Rakentaminen	-0,7	-0,7
Puun, massan ja paperin valmistus; kustan. ja painaminen	-0,2	-0,2
Maa- ja riistatalous	-0,1	-0,1
Metsätalous	0,0	0,0
Kiinteistö-, liike-elämän palvelut	0,1	0,1
Kotitalouspalvelut	0,1	0,1
Perusmetal., metal.tuot., koneiden, sähkötek. tuot. ja kulkun. valm.	0,1	0,1
Rahoitus- ja vakuutustoiminta	0,1	0,1
Muu teollisuus	0,4	0,4
Kuljetus, varastointi ja tietoliikenne	0,6	0,6
Muut yht.kunnalliset ja henk.koht. palvelut	0,6	0,6
Koulutus	0,6	0,6
Elintarvikkeiden juomien ja tupakan valmistus	0,7	0,7
Tukku- ja vähittäiskauppa	1,2	1,2
Terveydenhuolto- ja sosiaalipalvelut	1,4	1,4
Hallinto ja pakollinen sosiaalivakuutus	2,1	2,2
Majoitus- ja ravitsemistoiminta	5,0	5,2
yhteensä	11,8	12,2

Taulukko 26. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen kuha-skenaarioissa suhteutettuna saaliiden arvoon.

Työllisyysvaikutukset/ skenaario	Kuha 1 (htv)	Kuha 2 (htv)
muikku	0	1,0
ahven	9,0	8,9
kuha	0,5	0,5
täplärapu	17,0	16,8
yhteensä	26,5	27,1

6.5 Tulosten analysointi

Nykytila-skenaariossa Pyhäjärven kalatalouden kokonaisvaikutus Rauman seutukunnan ABKT:hen (ts. alueelliseen BKT:hen) on laskelman mukaan yli kaksi miljoonaa euroa. Muissa skenaarioissa arvioidut kokonaisvaikutukset seutukunnan ABKT:hen ovat suurempia kuin nykytila-skenaariossa. Ahven- ja kuha-skenaarioissa arvioidut muutokset Pyhäjärvestä saatavissa saaliissa ovat siten ABKT-vaikutusten kannalta myönteisiä.

Suurin ABKT-vaikutus kalataloudella on ahven 2 -skenaariossa (2,94 m€). Ahven 2 -skenaariossa ABKT-vaikutus on noin 38 prosenttia eli 811 000 euroa suurempi kuin nykytila-skenaariossa. Nykytila-skenaariossa kalatalouden kerroinvaikutus (0,295) on suurempi kuin muissa skenaarioissa. Kuha 1 -skenaariossa kerroinvaikutus on lähimpänä nykytilaa (0,263). Kerroinvaikutus saattaisi olla suurempi, jos esimerkiksi raputaloudessa nostettaisiin jalostusastetta. Raputalouden kokonaisvaikutus Rauman seutukunnan ABKT:hen on suurempi ahven- ja kuha-skenaarioissa kuin nykytilassa eli arvioidut saalismuutokset ovat myös raputalouden kannalta myönteisiä.

Raputalouden osuus ABKT-vaikutuksista on muita saalislajeja suurempi nykytila-skenaariossa sekä kuha 1 ja 2 -skenaarioissa. Molemmissa kuha-skenaarioissa raputalouden vaikutukset ovat suurempia kuin koko muun kalatalouden vaikutukset. Nykytila-skenaariossa täplärapusaaliista kertyy lähes puolet koko saaliin arvosta ja loput saaliista koostuu pääasiassa muikusta ja ahvenesta. Kuha-skenaarioissa kuhakanta rajoittaa voimakkaasti ahvenkantaa, minkä vuoksi täpläravun merkitys korostuu. Ahvenen kalastuksen ABKT-vaikutukset ovat puolestaan raputaloutta suuremmat ahven 1 ja 2 -skenaarioissa, joissa oletetaan ahvensaaliin nelinkertaistuvan nykytilaan verrattuna.

Raputalouden ABKT-vaikutus on suurimmillaan kuha 1 -skenaariossa (1,45 m€). Kyseisessä skenaariossa koko kalatalouden ABKT-vaikutus on kuitenkin toiseksi pienin (2,26 m€). Kuhan rajoittaessa ahvenkantaa saaliin kokonaisarvo on kuha-skenaarioissa pienempi kuin ahven-skenaarioissa. Toisin sanoen kuha-skenaariossa kuhasaaliista saatava arvo on pienempi kuin ahvensaaliin arvo, joka menetetään verrattuna ahvensaaliin ollessa pienempi kuin ahven-skenaarioissa. Samalla täpläravun merkitys saaliin arvon kannalta korostuu kuha-skenaarioissa, koska täplärapusaaliin arvioidaan olevan sama sekä ahven- että kuha-skenaarioissa. Kuha-skenaarioissa kerroinvaikutus on suurempi kuin ahven-skenaarioissa, mikä pienentää ahven- ja kuha-skenaarioiden ABKT-vaikutusten välistä eroa.

Ahven-skenaarioissa saaliiden arvo on huomattavasti suurempi kuin muissa skenaarioissa ja sen myötä myös kalatalouden ABKT-vaikutukset ovat suurimmillaan. Ahven-skenaarioissa ahvensaaliin merkitys on huomattava eikä täpläravun merkitys korostu kuten nykytila- ja kuha-skenaarioissa. Näin ollen raputalouden ABKT-vaikutukset ovat toiseksi pienimmät ahven-skenaariossa.

Kalatalouden vaikutus Rauman seutukunnan työllisyyteen nykytila-skenaariossa on 25,1 henkilötyövuotta. Kokonaisvaikutus työllisyyteen on suurempi kaikissa muissa skenaarioissa. Pyhäjärvestä saatavien saaliiden muuttuminen ahven- ja kuha-skenaarioissa arvioiduilla tavoilla voidaan siten nähdä myös työllisyyden kannalta myönteisenä.

Kokonaisvaikutus on suurimmillaan ahven 2 -skenaariossa (34 htv), kuten myös kerroinvaikutus (0,952). Ahven 2 -skenaariossa kalatalouden työllisyysvaikutus on 8,9 henkilötyövuotta (35,5 %) suurempi kuin nykytila-skenaariossa.

Kuten ABKT-vaikutusten kohdalla, täpläravusta aiheutuvat työllisyysvaikutukset ovat suuremmat kuin muiden saalislajien vaikutukset nykytila-skenaariossa sekä kuha 1 ja 2 -skenaarioissa. Ahven 1 ja 2 -skenaarioissa ahvenen kalastuksen merkitys on suurempi.

Raputalouden työllisyysvaikutus on suurin kuha 1 -skenaariossa (17 htv), mutta tässä skenaariossa koko kalatalouden työllisyysvaikutus on toiseksi pienin (26,5 htv). Tuloksen taustalla ovat samat syyt, jotka tuotiin esiin ABKT-vaikutusten kohdalla. Ahven- ja kuha-skenaarioiden tulosten mukaan Pyhäjärvestä saatavissa saaliissa arvioidut muutokset ovat kuitenkin myös raputalouden työllisyysvaikutusten osalta myönteisiä: raputalous työllistää ahven- ja kuha-skenaarioissa enemmän kuin nykytila-skenaariossa.

6.6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Rapu- ja kalatalous vaikuttavat osaltaan toiminta-alueen talouteen ja työllisyyteen. Ympäristössä tapahtuvat muutokset vaikuttavat puolestaan rapu- ja kalatalouteen. Ilmastonmuutoksen myötä Pyhäjärven lämpötilat saattavat kohota. Vesistöjen lämpeneminen suosii joitakin lajeja, mutta muutos voi olla haitallinen toisten lajien kannalta. Elinkeinojen on varauduttava muutoksiin ja etsittävä sopeutumiskeinoja. Jotta rapu- ja kalataloutta voitaisiin kehittää kestävällä tavalla, tarvitaan monipuolista tietoa rapu- ja kalatalouteen liittyvistä ekologisista ja ekonomisista vaikutuksista.

Tässä tutkimuksessa on keskitytty siihen, miten Säkylän Pyhäjärven rapu- ja kalatalous vaikuttavat Rauman seutukunnan aluetalouteen viidessä tulevaisuuden skenaariossa. Selvitys on osa SATAKUNTA - Innovation and research network in changing climate -hankkeessa toteutettua selvitysten ketjua. Aluetalousvaikutusten laskennassa on hyödynnetty Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa kehitettyä yleisen tasapainon RegFin-aluemallia.

Nykytila-skenaariossa oletettiin, että ilmastonmuutos ei vaikuta Pyhäjärvestä saataviin saalismääriin. Aluevaikutuslaskelmien mukaan Pyhäjärven kalatalouden kokonaisvaikutus Rauman seutukunnan bruttokansantuotteeseen on yli kaksi miljoonaa euroa ja kalatalous luo alueelle työllisyyttä noin 25 henkilötyövuoden verran. Tästä noin 11 henkilötyövuotta kohdistuu kalatalouden ulkopuolisille toimialoille, etenkin majoitus- ja ravitsemistoimintaan.

Neljässä muussa skenaariossa arvioitiin saaliiden muuttuvan vesistön lämpenemisen ja kuhaistutusten myötä. Laskelmien tulokset osoittavat, että ahven- ja kuha-skenaarioissa arvioidut muutokset kala- ja rapupopulaatioissa vaikuttavat aluetalouteen myönteisesti. Aluetalousvaikutukset ovat tulosten mukaan suurimmillaan ahven-skenaarioissa: ABKT-vaikutus on lähes kolme miljoonaa euroa ja työllisyysvaikutus noin 34 henkilötyövuotta. Työllisyyskerroin lähestyy yhtä, eli yhden henkilötyövuoden lisäys kalataloudessa luo työllisyyttä muille toimialoille lähes yhden henkilötyövuoden verran. Ahven-skenaarioissa saalis muodostuu pääasiassa ahvenesta ja täpläravusta.

Kuha-skenaarioissa tarkasteltiin kuhaistutusten taloudellisia vaikutuksia. Laskelmien perusteella kuhan istuttamisesta aiheutuvat myönteiset vaikutukset kumoutuvat, kun ahvensaaliit pienenevät tai eivät pysty kasvamaan ahven-skenaarioissa arvioidulla tavalla. Nykytila-skenaarioon verrattuna kuha-skenaarioiden aluetalousvaikutukset ovat vain muutaman prosentin suurempia. Ahven-skenaarioissa aluetalousvaikutukset ovat puolestaan noin 35 prosenttia suuremmat kuin nykytila-skenaariossa.

Eri skenaarioiden keskeisimmät ABKT-vaikutukset esitetään taulukossa Taulukko 27 ja työllisyysvaikutukset taulukossa Taulukko 28.

Taulukko 27. Pyhäjärven kalatalouden keskeisimmät vaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:hen.

Skenaario / ABKT	Nykytila	Ahven 1	Ahven 2	Kuha 1	Kuha 2
kokonaisvaikutus ABKT:hen	2 131 t€	2 882 t€	2 942 t€	2 259 t€	2 316 t€
kerroin	0,295	0,128	0,116	0,263	0,250
absoluuttinen ero nykytilaan	ABKT	751 t€	811 t€	127 t€	185 t€
suhteellinen ero nykytilaan	ABKT	35,2 %	38,0 %	6,0 %	8,7 %
muikku	521 t€	0	90 t€	0	82 t€
siika	113 t€	0	0	0	0
ahven	499 t€	1 588 t€	1 571 t€	768 t€	760 t€
kuha	0	0	0	40 t€	39 t€
täplärapu	998 t€	1 295 t€	1 281 t€	1 450 t€	1 435 t€

Taulukko 28. Pyhäjärven kalatalouden keskeisimmät vaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen.

Skenaario / työllisyys	Nykytila	Ahven 1	Ahven 2	Kuha 1	Kuha 2
kokonaisvaikutus työllisyyteen	25,1 htv	33,3 htv	34,0 htv	26,5 htv	27,1 htv
kerroin	0,778	0,939	0,952	0,804	0,816
absoluuttinen ero nykytilaan	työllisyys	8,2 htv	8,9 htv	1,4 htv	2,1 htv
suhteellinen ero nykytilaan	työllisyys	32,9 %	35,5 %	5,7 %	8,2 %
muikku	5,0 htv	0	1,0 htv	0	1,0 htv
siika	1,1 htv	0	0	0	0
ahven	4,8 htv	18,4 htv	18,1 htv	9,0 htv	8,9 htv
kuha	0	0	0	0,5 htv	0,5 htv
täplärapu	14,1 htv	15,0 htv	14,8 htv	17,0 htv	16,8 htv

Pyhäjärvellä on todettu, että viime vuosina täpläravuista on tullut merkittävä laji kalastajien saamien tulojen kannalta. Suuri osa suomalaisesta ammattiravustuksesta tapahtuu Pyhäjärvellä. Saaliiden taloudellisen arvon perusteella Pyhäjärven rapu- ja kalatalouden aluetalousvaikutuksista suuri osa kertyy ravustuksen kautta. Vesistöjen lämpenemisen arvioidaan kasvattavan rapupopulaatiota nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Siten ahven- ja kuha-skenaarioissa täplärapu tuottaa suurempia aluetalousvaikutuksia kuin nykytila-skenaariossa.

Rapujen kulutus on kasvanut viime vuosina ja kulutusmäärien odotetaan nousevan myös tulevaisuudessa. Tällä hetkellä noin kaksi kolmesta suomalaisten syömistä ravuista on kotimaista tuotantoa. Rapuja viedään ulkomaille vain hyvin vähän. Voidaankin olettaa, että ammattiravustajat löytävät täplärapusaaliilleen hyvin kysyntää myös tulevaisuudessa.

Suomalaiset kuluttajat hankkivat mieluiten eläviä rapuja tai tuoreita, keitettyjä rapuja. Rapujen jalostus on nykyisin melko matalalla tasolla, koska yleensä tarjolla on korkeintaan keitettyjä ja pakastettuja rapuja. On kuitenkin havaittu, että kuluttajat voisivat olla kiinnostuneita myös rapujalosteista. Jos raputuotteita jalostettaisiin pidemmälle seutukunnan sisällä, raputalouden aluetalousvaikutukset voisivat olla laskelmien osoittamia tuloksia suurempia. Samalla tavoin kalatuotteiden jalostusastetta nostamalla ABKT- ja työllisyysvaikutukset voisivat olla nykyistä suurempia.

Herkkyysanalyysien perusteella voimme todeta, että perusvuoden valinta ei muodostu ongelmaksi vaikuttavuusanalyysin tulosten kannalta. Herkkyyttä esiintyy sekä shokin arvon että perusvuoden valinnan suhteen, mutta sen vaikutus ei ole niin suuri, että laskelmien johtopäätös muuttuisi. Pyhäjärven lämpenemisestä johtuva kala- ja rapusaaliiden kasvu on Rauman seutukunnan aluetalouden kannalta myönteinen asia.

Lähteet

Carvalho, N., Rege, S., Fortuna, M., Isidro, E. & Edwards-Jones, G. 2011. Estimating the impacts of eliminating fisheries subsidies on the small island economy of the Azores. Ecological Economics. No. 70, s. 1822–1830.

Chiang, F-S., Sun, C-H. & Lin, C-H. 2004. The impact of Taiwan´s WTO entry on its domestic agriculture sector. Reviews of Urban & Regional Development Studies. Vol. 16, No. 1, s. 1–13.

Failler, P. (toim.) 2004. Static CGEM, biological model and SAM presentations, PECHDEV Report N. 2, EU funded Project QLRT-2000-02277, CEMARE, University of Portsmouth, UK.

Finnoff, D. & Tschirhart, J. 2008. Linking dynamic economic and ecological general equilibrium models. Resource and Energy Economics. Vol 30, s. 91–114.

Finnoff, D. & Tschirhart, J. 2011. Inserting Ecological Detail into Economic Analysis: Agricultural Nutrient Loading of an Estuary Fishery. Sustainability. No. 3, s. 1688-1722.

Floros, C., Failler, P. & Bernard, P. 2003. Development of a simple CGE model to fisheries. XVth Annual EAFE Conference, Brest.

Houston, L., Johnson, R., Radtke, H., Walters, E. and Gates, J. (1997). The Economic Impacts of Reduced Marine Harvests on Regional Economics.

Jori, M. & Ventelä A-M. 2014. Pyhäjärven kalatalouskatsaus 2011–2013. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja, sarja B:26, käsikirjoitus.

Jeppesen, E., Mehner, T., Winfield, I. J., Kangur, K., Sarvala, J., Gerdeaux, D., Rask, M., Malmquist, H. J., Holmgren, K., Volta, P., Romo, S., Eckmann, R., Sandström, A., Blanco, S., Kangur, A., Stabo, H. R., Tarvainen, M., Ventelä A-M., Søndergaard, M., Lauridsen, T. L., Meerhoff, M. 2012. Impacts of climate warming on the long-term dynamics of key fish species in 24 European lakes. Hydrobiologia 694:1-39.

Järvenpää, T. 2009. Täpläravun sopeutumisesta suomalaisvesiin – esimerkkinä Säkylän Pyhäjärvi. Niteessä: Pursiainen, M. & Rajala, J. (toim.), Raputalouskatsaus 2008. Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 5/2009, s. 15–21.

Koivunen, S., Nukki, H. & Salokangas, S. 2006. Satakunnan vesistöt. Käyttö ja kunnostustarpeet. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. Sarja B nro 12.

Nieminen, E. 2013. Säkylän Pyhäjärven kalatalouden taloudellinen kannattavuus tulevaisuudessa. Helsingin yliopisto.

Pan, H., Failler, P. & Floros, C. 2007. A regional computable general equilibrium model for fisheries. CEMARE Res. pap. no. 163.

Satakunnan maaseutustrategia 2012. Satakunnan alueellinen maaseudun kehittämisstrategia 2014–2020. Hyväksytty MYR:n maaseutujaostossa 24.9.2012.

Seung, C. K. & Waters, E. C. 2006. A Review of Regional Economic Models for Fisheries Management in the U.S. Marine Resource Economics, Vol. 21, s. 101–124.

Storhammar, E., Pakarinen, T., Söderkultalahti, P. & Mäkinen, T. 2011. Lohenkalastuksen taloudellisten vaikutusten vertailua: lohen ammattikalastus Pohjanlahden maakunnissa ja vapaa-ajankalastus Tornionjoella ja Simojoella. Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä 13/2011. 35 s.

Ventelä, A-M. & Jori, M. 2011. CASE: Säkylän Pyhäjärven ammattikalastus. Niteessä: Hakala, A. (toim.) Muuttuva Selkämeri. Ilmastonmuutos Selkämeren alueella. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. Sarja B nro 19, s. 85–86.

Waters, E. C. & Seung, C. K. 2010. Impacts of Recent Shocks to Alaska Fisheries: A Computable General Equilibrium (CGE) Model Analysis. Marine Resource Economics. Vol 25, s. 155–183.

6.7 Liite: Laskelmien herkkyysanalyysi ja perusvuosien vertailu

Herkkyysanalyysi

Ahven 1 skenaariossa käytetylle shokille suoritettiin herkkyysanalyysi (Systematic Sensitivity Analysis, SSA). Siitä selviää, muuttuisivatko mallin tulokset merkittävästi, jos laskelmissa käytetyn shokin[2] arvo muuttuisi.

Valitut prosenttivaihtelut shokille ulottuivat 10 ja 50 prosentin välille kuten taulukoista A ja B selviää. Herkkyysanalyysin tulokset antavat keskiarvon ja keskihajonnan endogeenisille tulosmuuttujille (ABKT ja työllisyys). Vaihteluvälit voidaan arvioida olettaen, että endogeeninen muuttuja noudattaa suunnilleen normaalijakaumaa.

Analyysin mukaan laskelmien tulokset ovat herkkiä shokin arvon suhteen. Voidaan kuitenkin todeta, että luottamusvälin alarajat eivät ulotu nollaan asti. Tämä tarkoittaa, että kala- ja rapusaaliiden kasvu vaikuttaa myönteisesti Rauman seutukunnan talouteen, vaikka shokin arvo olisi epävarma. Johtopäätös on luotettavampi työllisyyden suhteen.

Taulukko A. Herkkyysanalyysin tulokset, 95 %:n luottamusväli.

95%	ABKT, milj. euroa					työllisyys, htv				
Shokin arvon muutos	alaraja	keski-arvo	yläraja	yläraja-alaraja	% keski-arvosta	alaraja	keski-avo	yläraja	yläraja-alaraja	% keski-arvosta
10 %	0,650	0,740	0,831	0,181	24 %	7,519	8,113	8,708	1,189	15 %
20 %	0,559	0,740	0,921	0,361	49 %	6,920	8,109	9,299	2,379	29 %
30 %	0,468	0,740	1,011	0,542	73 %	6,317	8,102	9,886	3,569	44 %
40 %	0,377	0,739	1,100	0,723	98 %	5,711	8,091	10,471	4,760	59 %
50 %	0,286	0,738	1,190	0,904	122 %	5,102	8,078	11,054	5,951	74 %

Taulukko B. Herkkyysanalyysin tulokset, 99 %:n luottamusväli.

99%	ABKT, milj. euroa					työllisyys, htv				
Shokin arvon muutos	alaraja	keski-arvo	yläraja	yläraja-alaraja	% keski-arvosta	alaraja	keski-avo	yläraja	yläraja-alaraja	% keski-arvosta
10 %	0,622	0,740	0,859	0,238	32 %	7,331	8,113	8,896	1,566	19 %
20 %	0,502	0,740	0,978	0,476	64 %	6,543	8,109	9,675	3,132	39 %
30 %	0,383	0,740	1,096	0,714	97 %	5,752	8,102	10,451	4,698	58 %
40 %	0,263	0,739	1,215	0,952	129 %	4,959	8,091	11,224	6,266	77 %
50 %	0,143	0,738	1,333	1,190	161 %	4,161	8,078	11,995	7,834	97 %

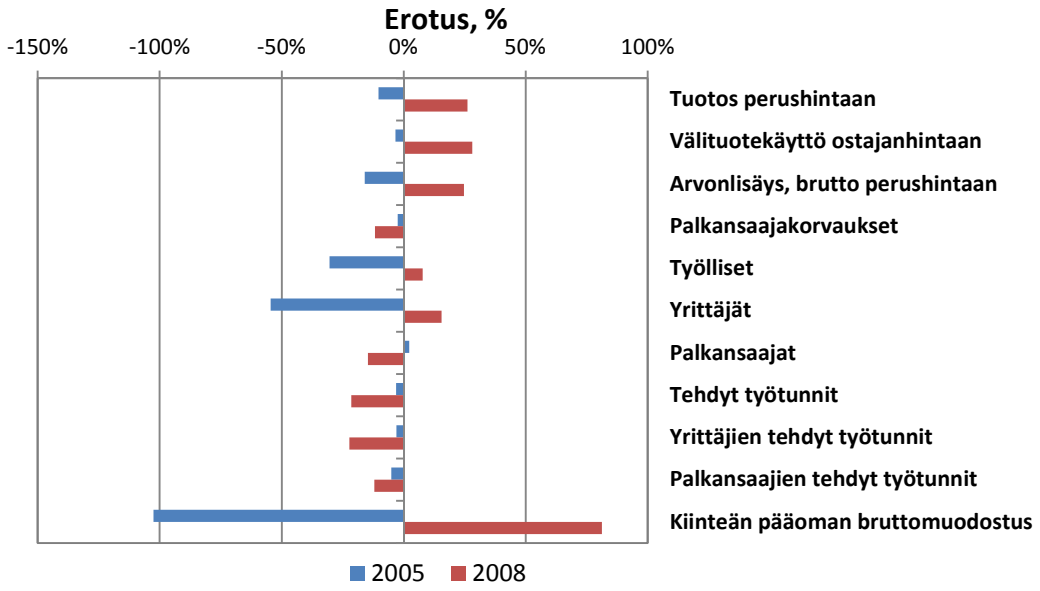
Perusvuoden valinta

Raportissa esitetyt laskelmat perustuvat tilastoihin vuodelta 2005, mikä tutkimustiimin alustavien havaintojen mukaan oli paras perusvuosi käytettäväksi laskelmissa. Myöhemmin tuli esiin ajatus, jonka mukaan vuosi 2008[3] olisikin ollut parempi perusvuosi suurempien, vallankin ravun saalismäärien takia. Tutkimustiimi päätti suorittaa vuosien 2005 ja 2008 vertailun sen selvittämiseksi, missä määrin tulokset ovat herkkiä perusvuoden valinnalle. Kuvassa A esitellään aluetilinpidon käsittein, kuinka paljon ja miltä osin vertailtavien perusvuosien 2005 ja 2008 arvot eroavat vuosien 2000–2008 keskiarvoista.

Vertailussa vuosi 2005 eroaa useampien muuttujien kohdalla vähemmän keskiarvoista vuosien 2000 ja 2008 välillä kuin vuosi 2008. Vuosi 2005 näyttäisi siten kuvaavan paremmin Rauman seutukunnan aluetalouden

[2] Shokilla tarkoitetaan taloudellisissa olosuhteissa tapahtuvaa muutosta. Tässä shokki liittyy Pyhäjärven veden lämpötilan nousun aiheuttamaan kala- ja rapusaaliiden kasvuun.
[3] Vuosi 2008 on viimeisin vuosi, jossa kalatalouden toimiala on eroteltuna muista toimialoista.

vuosien 2000–2008 keskimääräistä kehitystä. Tulos ei kuitenkaan ole selvä, sillä kolmen muuttujan osalta: työlliset, yrittäjät ja kiinteän pääoman bruttomuodostus, vuoden 2005 erotus kauden 2000–2008 keskiarvosta on suurempi kuin vuodella 2008.



Kuva A. Vertailtavien perusvuosien erot vuosien 2000–2008 keskiarvoihin verrattuna, prosenttia.

Ahven 1 skenaarion tulokset perusvuonna 2008

Tulokset laskettiin Ahven 1 skenaarion osalta myös perusvuodelle 2008. Taulukoiden C ja D tulokset ovat vertailukelpoisia raportin taulukoiden 25 ja 26 kahden ensimmäisen sarakkeen (Nykytila ja Ahven 1) tuloksiin.

Taulukko C. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan ABKT:hen vuonna 2008.

Skenaario / ABKT	Nykytila	Ahven 1
kokonaisvaikutus ABKT:hen	2 693 t€	3 619 t€
kerroin	0,636	0,416
absoluuttinen ero nykytilaan	ABKT	925 t€
suhteellinen ero nykytilaan	ABKT	34,3 %
muikku	659 t€	0
siika	143 t€	0
ahven	630 t€	1 993 t€
kuha	0	0
täplärapu	1 263 t€	1 625 t€

Taulukko D. Pyhäjärven kalatalouden vaikutukset Rauman seutukunnan työllisyyteen vuonna 2008.

Skenaario / työllisyys	Nykytila	Ahven 1
kokonaisvaikutus työllisyyteen	32,1 htv	41,6 htv
kerroin	0,606	0,772
absoluuttinen ero nykytilaan	työllisyys	9,2 htv
suhteellinen ero nykytilaan	työllisyys	28,7 %
muikku	7,9 htv	0
siika	1,7 htv	0
ahven	7,5 htv	22,9 htv
kuha	0	0
täplärapu	15,0 htv	18,7 htv

Perusvuoden 2008 tulokset eroavat sekä nykytilan että Ahven 1 skenaarion osalta vuoden 2005 perusvuoden tuloksista. ABKT:n osalta absoluuttiset arvot ovat suurempia perusvuonna 2008, mutta Ahven 1 skenaarion suhteellinen ero nykytilaan on vuonna 2008 hieman pienempi kuin vuonna 2005. Myös työllisyysvaikutusten osalta perusvuoden 2008 absoluuttiset tulokset ovat vuoden 2005 tuloksia suuremmat, mutta Ahven 1 skenaarion suhteellinen ero nykytilaan on vuonna 2005 suurempi kuin vuonna 2008. Absoluuttinen ero nykytilaan on yhden henkilötyövuoden suurempi perusvuonna 2008 kuin vuonna 2005.

Herkkyysanalyysien perusteella voimme todeta, että perusvuoden valinta ei muodostu ongelmaksi vaikuttavuusanalyysin tulosten kannalta. Herkkyyttä esiintyy sekä shokin arvon että perusvuoden valinnan suhteen, mutta sen vaikutus ei ole niin suuri, että laskelmien johtopäätös muuttuisi. Pyhäjärven lämpenemisestä johtuva kala- ja rapusaaliiden kasvu on Rauman seutukunnan aluetalouden kannalta myönteinen asia.

7 RAPUYRITTÄJIEN NÄKÖKULMIA

Marko Jori, Samu Lepistö & Tero Forsman, Pyhäjärvi-instituutti

RAPU-hankkeen aikana tehtiin Pyhäjärvi-instituutin toimesta kaksi rapuyrittäjien toimintaa ja näkemyksiä selvittävää tutkimusta. Vuoden 2012 syksyllä toteutettiin ravustajille suunnattu raputalouskysely. Kyselyn avulla kerättiin pohjatietoa ravun arvoketjun aluevaikutuksien selvittämistä varten (luku 6). Kyselyn esitutkimuksena käytettiin Pyhäjärvi-instituutissa 2010 toteutettuja alustavia Säkylän Pyhäjärven rapualan toimijoiden haastatteluja.

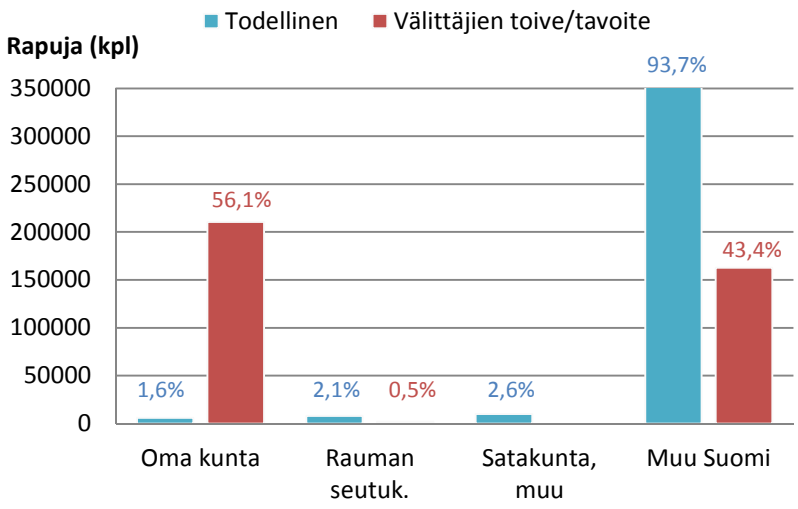
Vuoden 2014 syksyllä tehtiin haastattelututkimus, jonka tarkoituksena oli kartoittaa Pyhäjärviseudun kalatalouden parissa toimivien sidosryhmien edustajien näkemyksiä Säkylän Pyhäjärven kalatalouden tulevaisuudesta. Haastattelujen tausta-aineistona käytettiin RAPU-hankkeessa laadittuja kalaston ja kalansaaliin rakennetta kuvaavaa skenaariota (luku 5).

7.1 Ravun arvoketjukysely

Kyselyn kohderyhmäksi valittiin 12 Säkylän Pyhäjärvellä toimivaa ammattiravustajaa joista osa toimii myös ravun välittäjinä. Kyselyn tavoitteena oli selvittää ravustuskauden 2011 saaliin avulla millaisia rapumääriä alueella liikkuu, minne päin Suomea saalis leviää, millainen on saaliin jalostusaste sekä markkinoiden arvo ja rakenne. Haastatteluun osallistuneet ammattiravustajat ovat pääosin erittäin kokeneita ammattikalastajia ja toimineet kalastusalalla pitkään, keskimäärin yli 20 vuotta.

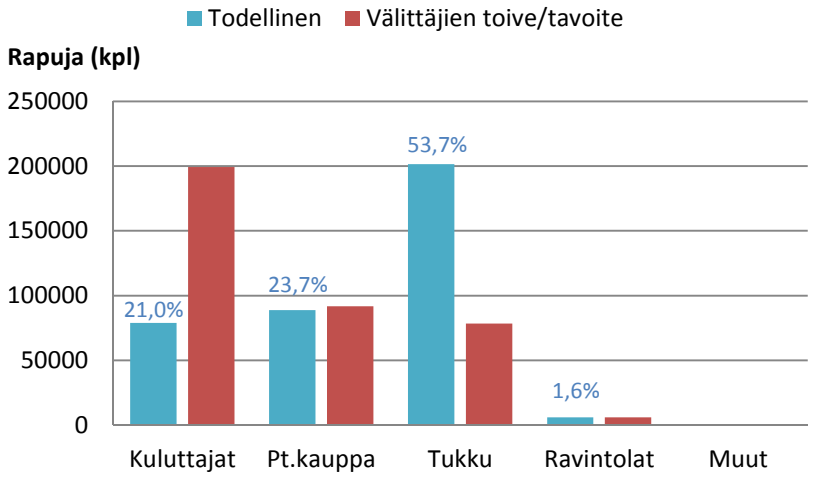
Vuoden 2011 arvioitu täplärapusaalis Säkylän Pyhäjärvestä oli kaikkiaan n. 503 000 kpl. Kokonaissaaliista 64 % oli haastatteluun osallistuneiden ammattimaisten ravustajien ilmoittama yhteissaalis ja jäljelle jäävä 36 % pyydettiin alueella toimivien lukuisten virkistys- ja kotitarveravustajien toimesta. Lisäksi alueelle tuotiin muualta Suomesta 52000 täplärapua toimitettavaksi pääkaupunkiseudun ja Turun markkinoille.

Haastatellut ravustajat ja ravun välittäjät myivät yhteensä 375 242 rapua (mukana muualta tulleet ravut, 14 % kokonaismäärästä), joista suurin osa, 77 %, myytiin jalostamattomana eli elävänä. Ravuista myytiin keitettynä 22 % ja vain 1 % pakastettuna. Myydyistä täpläravuista valtaosa 94 % myytiin muualle Suomeen, pääasiassa pääkaupunkiseudulle (Helsinki, Espoo ja Vantaa), mutta jonkin verran myös Turun seudulle ja jopa Ouluun. Myydyistä ravuista vain 1,6 % myytiin oman kunnan alueelle, 2,1 % Rauman seutukuntaan ja yhteensä 2,6 % muualle Satakuntaan (Kuva 22). Pyhäjärven ammattikalastajien myymiä rapuja ei mennyt vientiin ulkomaille ilmeisesti liian pienten volyymien ja toisaalta riittävän kotimaan kysynnän vuoksi. Todellinen markkina-aluejakauma poikkesi huomattavasti ravustajien toiveista ja tavoitteista. Ravustajien toiveena olisi, että 56 % ravuista myytäisiin omaan kuntaan ja 43 % muualle Suomeen, lähinnä logistiikkakustannusten säästöjen ja mahdollisesti paremman myyntihinnan vuoksi (Kuva 22). Käytännössä toiveen toteutuminen ei ole realistista, sillä lähialueen väestön määrä ei lähimainkaan riitä n. 200 000 ravun vuosikulutukseen. On lisäksi todennäköistä, että Säkylän Pyhäjärven lukuisten harrastajaravustajien saalis täyttää pääosin lähialueen tarpeen.



Kuva 22. Säkylän Pyhäjärven kaupallisen rapusaaliin myynnin jakautuminen eri markkina-alueille 2011 (mukana paikkakunnalle muualta tulevat ravut)

Säkylän Pyhäjärven ammattiravustajien myymistä täpläravuista noin 54 % myytiin tukkuihin joista ne suuntautuivat pääasiassa pääkaupunkiseudun markkinoille. Päivittäistavarakauppoihin myytiin 24 % ravuista ja suoraan kuluttajille 21 % (Kuva 23). Suoraan ravintoloihin myytiin vain 1,6 % kokonaismyynnistä.

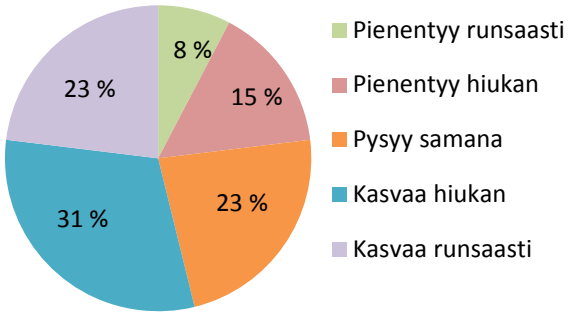


Kuva 23. Säkylän Pyhäjärven kaupallisen rapusaaliin myynnin jakautuminen eri myyntikanaviin 2011 (mukana muualta tulevat ravut)

Ammattiravustajat eivät myyneet yhtään rapuja julkisille suurkeittiöille, erikoiskaupoille, kioskeille, huoltamoille, liikenneasemille, matkailuyrityksille tai muille yrityksille. Ravustajat kokivat, että jakelu on hankalaa monelle hajallaan olevalle asiakkaalle, jotka tilaavat pieniä määriä satunnaisesti. Vaikka ravuista saatu hinta olisikin usein huomattavasti korkeampi, pitäisi jakeluun ja tilausten vastaanottamiseen palkata varta vasten lisätyövoimaa. Myös yksityisten ja pienempien asiakkaiden tilausten pakkaus sekä suoraan kuluttajalle tapahtuva myynti aiheuttaa lisäkustannuksia ja työtunteja ravustajille. Vaikka ravustajat periaatteessa haluaisivatkin paremman hinnan vuoksi myydä rapuja mieluummin suoraan kuluttajille kuin tukkuun (Kuva 23), on se käytännössä kannattamatonta. Jokainen myyntiin ja jakeluun kulutettu tunti on suoraan pois itse ravustuksesta.

Tutkimuksen toteuttamisen aikaan Suomen rapumarkkinoilla kysyntä ylitti tarjonnan. Näin ollen Pyhäjärven ammattiravustajien myyntivolyymi on ollut suoraan verrannollinen Pyhäjärvestä saata-

vaan saaliiseen, joka taas riippuu rapukannan vuotuisesta koosta. Kyselyssä tiedusteltiin myös ravustajien näkemystä järven rapukannan muutoksesta seuraavan viiden vuoden aikana (2012–2017). Vaikka tulokset ovat hieman ristiriitaisia, näyttäisivät arviot olevan keskimäärin kasvupainotteisia (Kuva 24). Jotkut ravustajat kokivat, että pientä rapua ei ole juuri lainkaan pyydyksissä, kun taas toisten ravustajien mukaan sitä on poikkeuksellisen paljon. Tämä saattaa selittyä mm. alueellisilla eroilla Pyhäjärven rapukannan rakenteessa. Myös haastatteluhetkellä kesken olevalla rapukaudella 2012 saattoi olla vaikutus mielipiteisiin. Rapukausi 2012 oli saalismäärältään selvästi heikompi verrattuna edeltävään kauteen, joten monen ravustajan mielestä kanta ei voisi enää heikentyäkään tulevaisuudessa.



Kuva 24. Ammattiravustajien arvio (2011) ravun myynnin kehittymisestä seuraavan viiden vuoden aikana, N=13

Kyselyn aineiston perusteella Pyhäjärven ammattiravustajien yleisin tapa toimittaa ravut asiakkailleen on kuljettaa ne itse. Usein myös asiakas noutaa tilaamansa tuotteet ravustajalta tai toimitukseen käytetään ulkopuolista kuljetusliikettä. Haastatteluista kävi ilmi, että ravut kestävät elävänä hyvin kuljetuksia, kunhan ne pidetään viileässä. Yhteistyöyrityksen toimitusten yhteydessä tapahtuvaa kuljetusta käytti vain 11 % ammattiravustajista.

Kaikilla haastatteluun osallistuneilla ammattiravustajilla oli yhteistyötä muiden alueen raputoimijoiden kanssa. Pääasiallinen yhteistyömuoto ravustajien välillä oli rapujen osto ja myynti toisilta ravustajilta tarpeen mukaan. Jatkojalostus, kuten keitto ja pakastus, toteutettiin myös yhteistyönä raputoimijoiden välillä tai ostettuna rahtityönä paikalliselta jalostusyritykseltä. Myös yhteiskuljetukset olivat tyypillistä yhteistyötä ravustajien kesken. Ainoastaan yhdellä raputoimijalla oli yhteistyötä muiden alojen yrittäjien kanssa eikä kellään ollut yhteistyötä muiden elintarvikeyrittäjien kanssa. Haluttuna yhteistyönä ravustajat mainitsivat yhteiskuljetukset ja ostot, jolloin kallistuvat logistiikkakustannukset saataisiin jaettua. Yhteisostot mahdollistaisivat isommat tilaukset ja halvemmat yksikköhinnat. Yhteistä jatkojalostusta eli rapujen keittoa, pakastusta ja kuorintaa olisi myös kaivattu jonkin verran.

7.2 Kalatalouden tulevaisuuden arviointihaastattelut

Haastattelujen tarkoituksena oli kartoittaa Pyhäjärviseudun kalatalouden parissa toimivien sidosryhmien edustajien näkemyksiä Säkylän Pyhäjärven kalatalouden tulevaisuudesta. Haastattelujen taustoituksena käytettiin viittä erilaista Rapu-hankkeessa tehtyä kalaston ja kalansaaliin rakennetta kuvaavaa skenaariota, jotka on laadittu ilmatieteen laitoksen ilmastonmuutosmallien perusteella. Skenaariokohtaiset saalisennusteet laadittiin Jyväskylän yliopistossa ja ne perustuvat arvioituihin kala- ja rapukantamuutoksiin (luku 4). Haastattelututkimuksen keskeisimpänä tavoitteena oli selvittää, miten kalatalouden alan eri toimijat kokevat kalansaaliin mahdollisten muutosten ja jääpeitteisen ajan vähenemisen heijastuvan elinkeinoon ja sen toimintaedellytyksiin.

Haastattelut tehtiin vuoden 2014 ravustuskauden lopulla, 6.10.–14.10. välisenä aikana yhtä puhelinhaastattelua lukuun ottamatta henkilökohtaisina haastatteluina. Haastattelun kohderyhmään kuului 12 toimijaa. Kohderyhmä jaoteltiin alaryhmiin: kalastusoppaat, vapaa-ajankalastajat, ravintola- ja majoituspalvelut (3 toimijaa) sekä yhtenä alaryhmäkokonaisuutena ammattikalastajat, jalostus ja kalakauppa (7 toimijaa). Haastateltavat jaoteltiin näihin alaryhmiin painottaen heidän keskeisimpiä toimintojaan, esimerkiksi majoituspalveluja järjestävät tahot tarjosivat päätoimen ohella myös opaspalveluita. Oppaiden ja vapaa-ajan kalastajien alaryhmissä haastateltiin kummassakin vain 1 henkilö. Haastattelujen alussa esiteltiin eri skenaariot ja kerrottiin haastattelun rakenne ja asetelma. Haastattelukysymykset esitettiin johdattelemattomasti. Haastattelun kysymykset mukautettiin kullekin alaryhmälle sopiviksi.

Haastatteluissa pyrittiin selvittämään elinkeinon kannattavuutta ja järven hyödynnettävyyttä eri tulevaisuuden skenaarioissa eri alaryhmien näkökulmasta. Haastateltavista kerättiin ensin taustatiedot (ikäryhmä, kaluston ja infrastruktuurin arvo ja eri pyyntimuotojen osuus kalastuksesta) ja pyydettiin heitä sitten arvioimaan tehtävien investointien kehitys, asiakkaiden määrän kehitys, harjoitetun elinkeinon taloudellinen kannattavuus ja Pyhäjärven taloudellinen kiinnostavuus eri skenaariotilanteissa. Vastaaminen tapahtui viisiportaisella luokitteluasteikolla (ääripäinä vähenee merkittävästi - kasvaa merkittävästi) ja jokaisen kysymyksen kohdalla oli mahdollisuus myös täydentävään sanalliseen selitykseen. Lisäksi haastattelussa oli mahdollisuus yleisesti kommentoida kyselyn aiheita.

Haastatteluissa esitellyt skenaariot on käsitelty toisaalla tässä raportissa (luku 5), joten niistä on tässä vain lyhyt kuvaus.

1. Nykytila: muikku, siika, ahven, täplärapu
Nykytilassa tarkastellaan tilannetta, jossa Pyhäjärven kalastus säilyisi entisellään myös vuosina 2031-2060. Muikun kalastus tapahtuu talvinuotalla, siian ja ahvenen kalastus tapahtuu verkoilla sekä rysillä ja lisäksi ahventa saadaan muikun ohella nuotalla.

2. Ahven-1: ahven, täplärapu
Skenaariossa muikun kalastuksen oletetaan loppuvan kokonaan järven olosuhteiden muuttumisen vuoksi. Järven kalatalous perustuu ainoastaan voimakkaasti runsastuneen ahvenen kalastukseen sekä ravustukseen, joka on myös kasvanut nykytilasta edullisten ympäristöolojen vuoksi. Skenaariossa ahventa on kolminkertainen määrä nykytilaan verrattuna, muikku ja siika puuttuvat ja rapua lähes kaksinkertaisesti

3. Ahven-2: muikku, ahven, täplärapu
Skenaariossa muikkukanta säilyy, mutta sen saaliit laskevat voimakkaasti sekä ilmastonmuutoksen että voimistuneen ahvenen aiheuttaman saalistuspaineen seurauksena. Ahven- ja rapukanta pysyvät vahvoina edellisen skenaarion tapaan. Skenaariossa ahventa on kolminkertainen määrä nykyiseen verrattuna, muikkua viidesosa nykyisestä, siika puuttuu ja rapua on lähes kaksinkertaisesti

4. Kuha-1: ahven, kuha, täplärapu
Skenaariossa kuha on istutettu onnistuneesti Pyhäjärveen, mutta muikun kalastus loppuu kokonaan. Kotiutettu kuha rajoittaa voimakkaasti ahvenkantaa, mutta rapukanta pysyy edellisten skenaarioiden tavoin korkealla tasolla. Skenaariossa ahventa on lähes kaksinkertainen määrä nykytilanteeseen, siika ja muikku puuttuvat, kuhaa on 7,9 tonnia ja rapua lähes kaksinkertaisesti.

5. Kuha-2: muikku, ahven, kuha, täplärapu
Skenaariossa kuha on istutettu onnistuneesti Pyhäjärveen. Kuhan lisäksi kalastetaan ahventa sekä muikkua, jonka saaliit ovat hyvin alhaiset ilmastonmuutoksesta sekä voimakkaasta kuha- ja ahvenpredaatiosta johtuen. Myös ahvenen saaliit jäävät edellisen skenaarion tavoin alhaiseksi voimakkaan kuhapredaation vuoksi. Rapusaaliit pysyvät edelleen korkeina. Skenaariossa ahventa on lähes kaksinkertaisesti, muikkua viidennes nykyisestä, kuhaa 7,9 tonnia ja rapua lähes kaksinkertaisesti.

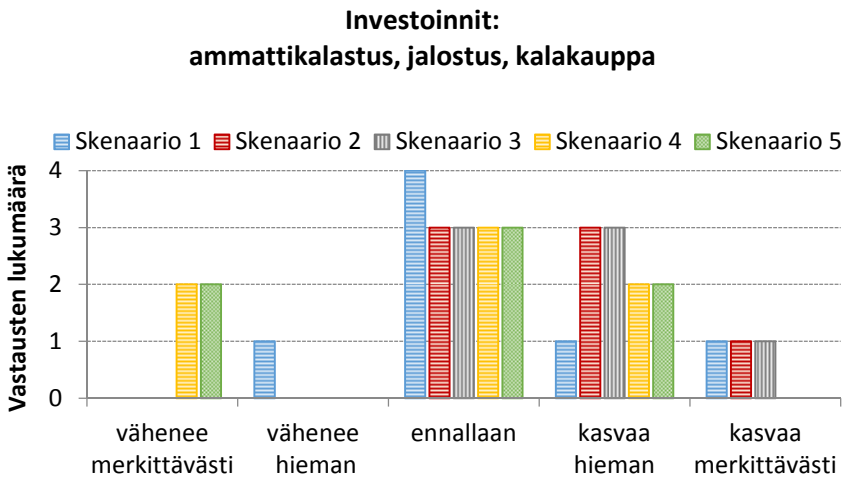
Haastattelujen tulokset

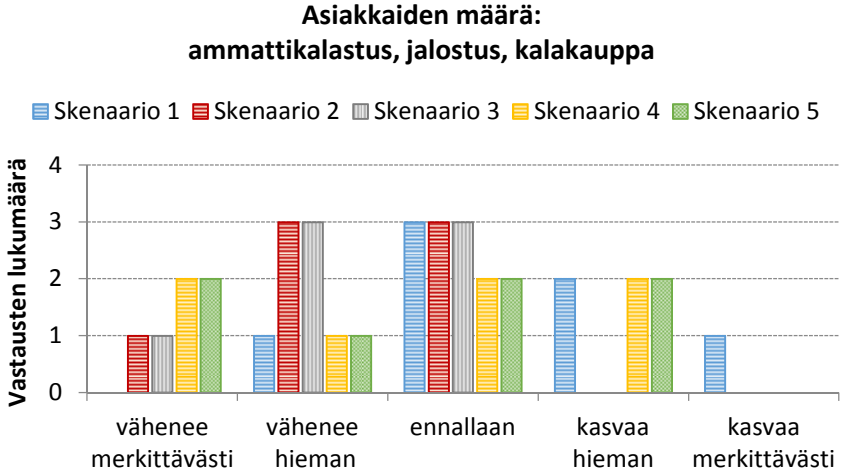
Haastatellut olivat suurimmaksi osaksi alalla ja alueella pitkään toimineita henkilöitä. Vastaajista vain kaksi kuului alle 40-vuotiaiden ikäryhmään. Kaluston ja infrastruktuurin arvo arvioitiin alaryhmissä majoitus- ja ravintolapalveluissa ja ammattikalastus, jalostus ja kalakauppa välille 15 000–1 500 000 euroa. Ammattikalastuksen pyyntimuotoina mainittiin talvinuotta, muu nuottaus, ravustus, rysät ja verkkokalastus.

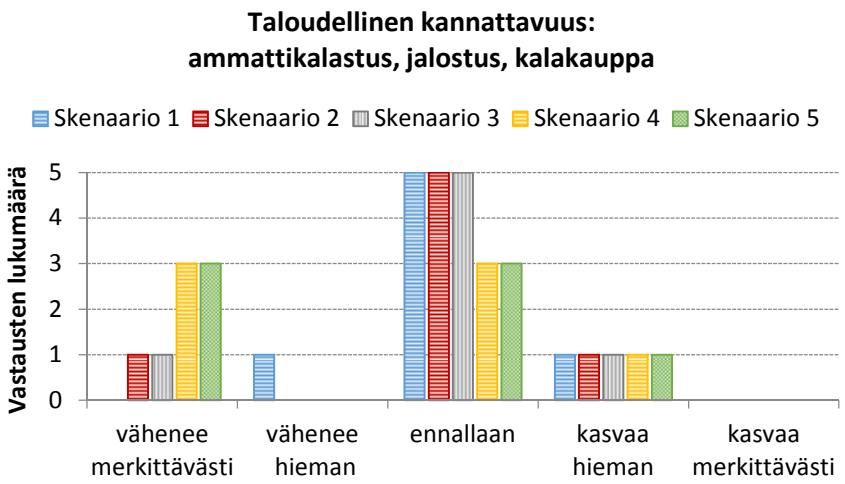
Ammattikalastajien, jalostuksen ja kalakaupan ryhmässä arveltiin investointien vähenevän hieman kaikissa skenaarioissa, mutta näkemys oli voimakkaampi nykytilasta eriävissä skenaarioissa (2, 3, 4 ja 5). Tulevan taloudellisen kannattavuuden arvioinnissa skenaariotilanteet erosivat enemmän toisistaan. Suurin osa vastaajista kuitenkin arvioi kannattavuuden säilyvän ennallaan skenaarioissa 1, 2 ja 3 (nykytila ja ahvenskenaariot) (Kuva 25).

Ravintola- ja majoituspalveluiden ryhmässä skenaarioissa 2–5 investointien arveltiin pysyvän ennallaan. Nykytilaa vastaavassa skenaariossa arvioitiin investointien lievästi lisääntyvän (Kuva 26). Kaksi kolmesta vastaajasta arvioi elinkeinon taloudellisen kannattavuuden säilyvän ennallaan kaikissa skenaarioissa.

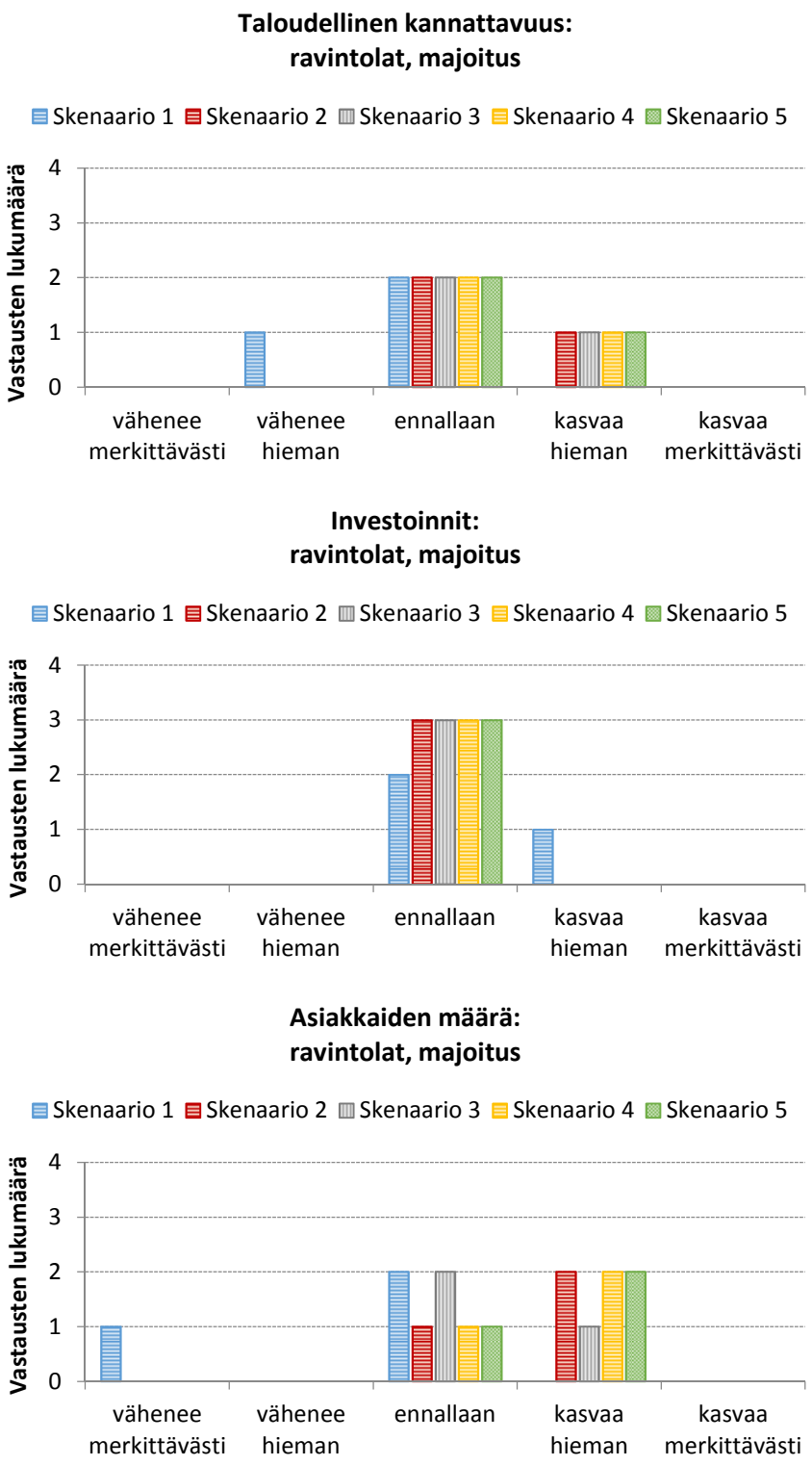
Haastatelluilla oli myös mahdollisuus esittää näkemyksiään skenaarioista ja niiden kuvaamasta tulevaisuudesta. Ammattikalastus, jalostus ja kalakauppa -ryhmän kommenteissa nykytila koettiin skenaarioista mieluisammaksi. Muikun määrän väheneminen (erityisesti skenaariot 4 ja 5) todettiin haitalliseksi ammattikalastukselle ja yleensäkin oltiin huolissaan kalastusammatin hiipumisesta. Muikun (talvi-) kalastuksen jatkuvuutta pidettiin jatkossakin tärkeänä. Todettiin myös, että mukautuvaiset kalastajat pärjäävät jatkossakin, mutta kalastusmenetelmiä on kehitettävä muutosten myötä. Vastauksista kävi ilmi myös hoitokalastuksen jatkuvuuden turvaamisen toive ja tarve löytää markkinoita vähempiarvoiselle kalalle. Ravintola- ja majoituspalveluiden ryhmässä todettiin järven vedenlaadun olevan matkailun kannalta ensiarvoista. Täplärapu houkuttaa turisteja, myös hauki ja iso ahven ovat tärkeitä lajeja, muikku taas koettiin merkityksettömäksi matkailun kannalta. Asiakkaat ovat muuttuneet liikkuvammiksi ja päivämatkalaiset käyttävät vähemmän palveluja. Ryhmässä myös todettiin vapaa-ajan kalastajien määrän vähentyneen. Kommenteissa tuli esille kalastuksen merkitys vedenlaadun parantajana ja vedenlaadun suuri merkitys matkailulle.







Kuva 25. Tulevaisuuden odotukset eri skenaariotilanteissa haastatteluryhmässä ammattikalastus, jalostus ja kalakauppa.



Kuva 26. Tulevaisuuden odotukset eri skenaariotilanteissa haastatteluryhmässä ravintolat, majoitus.

8 YHTEENVETO - TULEVAISUUS

Anne-Mari Ventelä, Pyhäjärvi-instituutti

Rapu-hankkeella oli monta tavoitetta. Hanketta rahoittava EAKR-ohjelma asetti toiminnan tavoitteeksi Satakunnan tutkimuksen kansainvälisen vetovoiman lisäämisen ja innovaatioverkostojen vahvistamisen. Pyhäjärvi-työllä on vanhastaan ollut vahvat kansainväliset verkostot, mutta hankkeen syntyvaiheessa verkostot olivat vahvistamista ja päivittämistä vailla. Samoin uudet tutkimuskysymykset, raputalous ja ilmastonmuutos, vaativat uusia entistä vahvempia verkostoja. Tämä hankkeen tavoite toteutui hienosti, syksyllä 2015 Pyhäjärviseudun vetovoimaisuutta osoittaa mm. se, että olemme viime kuukausina saaneet tutkijavieraita sekä Kiinasta että Englannista, molemmat toivat tullessaan hankevalmistelua ja merkittävää jatkoyhteistyötä. Kansainvälisiä hankkeita on tällä hetkellä käynnissä ruotsalaisten, virolaisten, latvialaisten ja kiinalaisten kanssa, kansainvälisiä hakemuksia on vireillä useita. Rapu-hankkeessa muodostetut verkostot poikivat mm. Suomen akatemian ja Kiinan tiedeakatemian rahoittaman Järvet pulassa –tutkimushankkeen, joka jatkuu Suomen maa- ja metsätalousministeriön ja Kiinan vesivaraministeriön rahoittamana yhteistyöhankkeena. Kansainvälisten hankkeiden kautta Satakuntaan siirtyy toivottua tietoa, taitoa ja uusia innovaatioita.

Rapu-hankkeen toinen keskeinen tavoite oli selvittää reunaehtoja taloudellisesti ja ekologisesti kestävälle raputaloudelle päätöksenteon tueksi ja elinkeinon tueksi. Tavoite ei ollut helppo, sillä pelkästään ekologisen ja ekonomisen tutkimuksen yhdistäminen oli etenkin alussa haaste, eikä tutkijoiden yhteistä kieltä löytynyt automaattisesti. Vaikka Pyhäjärven ekologiaa on tutkittu kauan ja monelta kannalta, kävi pian ilmi, että tähän työhön tarvittavaa aineistoa oli niukasti. Ravun osalta RKTL oli tehnyt koeravustuksia, mutta mm. ravun liikkuvuudesta järvessä ei ollut tietoja. Koko kalakannan arvioinnissa törmättiin siihen, että ainoastaan muikusta ja siiasta oli tarkempia tietoja, muista kalalajeista ei juurikaan. Mm. Pyydyskohtaisista pyyntiponnistuksista oli puutteelliset aineistot. Menetelmiä jouduttiin soveltamaan ja tutkijoiden sietokykyä venyttämään, jotta ekologiset tarkastelut saatiin tehtyä. Kokeellinen tutkimus oli tarpeen ja tuotti tärkeää uutta tietoa täpläravun, muikun ja siian välisistä suhteista. Ekologisten skenaarioiden pohjata laadittiin taloudellisia arvioita tulevaisuuden kalansaaliin arvosta ja raputalouden aluetaloudellisesta merkityksestä. Kokonaisuudesta tuli alkuvaikeuksista huolimatta erittäin onnistunut ja mielekäs. Tulokset ovat ajatuksia herättäviä ja kiinnostavia, kuten oli tarkoituskin.

Täpläravulla on Ruotsissa ja Suomessa poikkeuksellinen rooli kalataloudellisesti merkittävänä lajina. Pyhäjärvellä ravustus on muodostunut olennaiseksi osaksi ammattikalastajien ympärivuotista toimeentuloa. Muutos on ollut tervetullut, etenkin kun sekä muikku- että siikasaaliit ovat olleet alhaisia viimeiset kymmenen vuotta. Muualla Euroopassa tämä tulokaslaji on vihattu ja sen levittämisestä voi saada suuren sakon tai jopa vankeustuomion. EU-komissio onkin valmistellut vieraslajidirektiivin, jonka luonnoksessa täplärapu on listattuna haitallisten lajien listalle. Tällä hetkellä lausunnolla oleva direktiivi kieltäisi vieraslajien kaupallisen hyödyntämisen ja kannustaa – ellei peräti vaadi – jäsenmaita ryhtymään näiden lajien hävittämistalkoisiin. Pyhäjärvellä ravulla on poikkeuksellinen rooli myös veden laadun turvaamisessa: Pyhäjärven Natura 2000 –hoito- ja käyttösuunnitelmassa (Tarvainen 2012) todetaan, että Pyhäjärven Natura arvojen suurin uhka on liian vähäinen kalastus. Ravustus vahvistaa kalastajien taloudellista asemaa siinä määrin, että he pystyvät paremmin selviytymään ja toimimaan muuttuvassa ilmastossa, vaihtelevien saalismäärien kurjimuksessa ja monenlaisissa muutospaineissa. Tuntuisi siis hyvin oudolta, jos vieraslajidirektiivi tulisi nykyehdotuksen mukaisesti voimaan myös Pyhäjärvellä.

Tutkijat ja kansainvälinen tiedeyhteisö on yksimielinen ilmastonmuutoksen etenemisestä ja vakavista vaikutuksista (IPPC 2014). Ilmastonmuutokseen paikallisten vaikutusten mallintamiseen liittyy kuitenkin paljon epävarmuutta. Jäätiköiden sulamisen dynamiikka ja siitä aiheutuvat muutokset tuulissa ja merivirroissa eivät ole kenenkään tiedossa eivätkä mallinnettavissa. Molemmat saattavat aiheuttaa mm. Suomeen kylmiä ilmavirtoja lämpenemisen sijaan. Myös ilmansuojelun eteneminen ja pienhiukkasten määrän vähentäminen lämmittävät entisestään maapalloa. Arktisten alueiden maanalaiset metaanikentät saattavat sulaessaan vapauttaa metaania niin suuria määriä, että kaikki arviot ilmastonmuutoksen etenemisen aikatauluista pettävät. Nykyiset ja tässäkin hankkeessa käytetyt perinteiset mallit ennustavat ilmaston lämpiävän melko lineaarisesti ja vakaasti. Uusimpien tutkimustulosten valossa kuitenkin varmaa on ainoastaan epävarmuus ja se, että äärevät tilanteet yleistyvät ja mm. al-

kutuotannon toimijoiden on varauduttava lähes kaikkeen. Onneksi kalastus on esimerkki toiminnasta, joka on joutunut kautta aikojen sopeutumaan vallitseviin oloihin ja pystyy tekemään sen nopeasti.

Pyhäjärven vedenlaadun turvaaminen ja suojelutyön sopeutuminen ilmastonmuutokseen nojaa vankasti myös kalastuselinkeinoon. Toivomme, että tässä hankkeessa esitetyt arviot pitävät edes suuntaa antavasti paikkansa ja että täplärapu pystyisi myös tulevaisuudessa tuomaan lisävarmuutta kalastajien toimeentuloon ja osaltaan turvaamaan kalastuksen elinvoimaisuuden. Rapujuhlakulttuuri on jo vahvistanut asemaansa osana suomalaista ruokakulttuuria. Nyt olisi tarpeen kehitellä lisää Pyhäjärviseudun omia raputuotteita, jotka varmistaisivat kotimaiselle täpläravulle riittävän suuren menekin ja jättäisivät tuotteesta saatavan taloudellisen lisäarvon paikallisille yrityksille. Rapu on ekologista, terveellistä ja vähähiilistä lähiruokaa.

Lähteet

Tarvainen M. 2012. Säkylän Pyhäjärven Natura 2000 -alueiden hoito- ja käyttösuunnitelma. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja Sarja B nro 24.

RAPU

Tämä julkaisu on koottu Pyhäjärvi-instituutissa "Satakunta – Innovation and research network in changing climate – case crayfish" -hankkeen, tuttavallisemmin RAPU-hankkeen, loppuraporttina. RAPU-hankkeen tavoitteena on ollut saavuttaa parempi ymmärrys täpläravun ekologisesta roolista suomalaisten järvien eliöyhteisöissä ja arvioida ilmastonmuutoksen vaikutuksia kalastukseen ja lajien välisiin suhteisiin rapujärvissä, käyttäen esimerkkinä Pyhäjärveä Satakunnassa. Hankkeessa on mallinnettu myös täpläravun kalataloudellista roolia ja aluetaloudellista merkitystä ja arvioitu ilmastonmuutoksen vaikutuksia kala- ja rapuelinkeinoon Pyhäjärvellä.

Innovation and research network in changing climate – case crayfish -hanke (2011–2015) on saanut rahoituksen EAKR-ohjelmasta Satakuntaliiton kautta. Sen päätoteuttajana on ollut Pyhäjärvi-instituutti ja osatoteuttajina Helsingin yliopiston taloustieteen laitos ja Ruralia-instituutti sekä Jyväskylän yliopisto. Yhteistyökumppaneina ovat olleet myös Säkylän Pyhäjärven kalastusalue, Varsinais-Suomen ELY-keskus ja sen ympäristövastuualue, Pyhäjärven alueen raputalousyrittäjät, Turun yliopisto, Wisconsinin yliopisto (USA), Berliinin yliopisto sekä Ruotsissa toimiva Vätternin suojeluohjelma. Hankkeen keskeisenä tehtävänä oli kansainvälisen tutkimusyhteistyöverkoston luominen raputalouden uhkien ja mahdollisuuksien selvittämiseksi ja hankkeen aikana on myös syvennetty asiantuntijayhteistyötä erilaisissa seminaareissa ja työpajoissa. Raportin kirjoittajina on Pyhäjärvi-instituutin asiantuntijoiden lisäksi asiantuntijoita yhteistyöorganisaatioista.

Julkaisu on vapaasti ladattavissa pdf-muodossa Pyhäjärvi-instituutin www-sivuilta (www.pyhajarvi-instituutti.fi) ja sen voi tulostaa omaan käyttöön.

Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja
Sarja B nro 27
ISBN: 978-952-9682-71-3 (pdf)
ISSN 0789-922X

Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa EU:lta
2007–2013