

Tarmo Tossavainen

Puruveden Savonlahden kalastorakenne 2016 ja alustavat kalastonhoidon suositukset





Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja
C, Raportteja: 41

Puruveden Savonlahden kalastorakenne 2016 ja alustavat kalastonhoidon suositukset

Tarmo Tossavainen

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2017
JOENSUU

<i>Julkaisusarja</i>	C:41
<i>Julkaisusarjan vastaava toimittaja</i>	Kari Tiainen
<i>Taitto</i>	Kaisa Varis
<i>Kansikuva</i>	Tarmo Tossavainen nostamassa Nordic-verkkoa Savonlahdesta 16.09.2016. Kuvaaja Laura Pehkonen.
<i>Kuvat</i>	Tarmo Tossavainen, ellei toisin mainittu

© Tekijä ja Karelia-ammattikorkeakoulu

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain mukaisesti
kielletty ilman nimenomaista lupaa.

ISBN 978-952-275-226-0 (painettu)
ISBN 978-952-275-227-7 (verkkajulkaisu)
ISSN-L 2323-6914
ISSN 2323-6914

Julkaisumyynti Karelia-ammattikorkeakoulu
julkaisut@karelia.fi
<http://www.tahtijulkaisut.net>

Joensuu, Lasermedia Oy, 2017

Sisällys

TIIVISTELMÄ	7
1 ALKUSANAT	9
2 TUTKIMUSALUE	10
2.1 Savonlahden ja sen edustan ulappa-alueen nykyinen veden laatu	10
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	16
3.1 Koekalastus	16
3.2 Koekalastussaaliin kalojen iänmääritys	20
3.3 Veden laadun havainnointi kalastorakenteen tutkimuksen aikana	21
4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	22
4.1 Yksikkösaalis	23
4.1.1 Yksikkösaaliin ja veden kokonaisfosforipitoisuuden suhde	27
4.1.2 Särkikalojen osuus yksikkösaaliista	28
4.1.3 Petokalojen osuus yksikkösaaliista	29
4.2 Koekalastussaaliin eräiden kalayksilöiden iänmääritys ja kasvun arviointi	32
4.3 Savonlahden veden lämpötila ja näkösyvyys kalastotutkimuksen aikana	40
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET	26
LÄHTEET	45
LIITTEET	48
Liite 1. Savonlahden ja sen edustan ulappa-alueen koekalastussaaliin kokojakaumatiedot	
Liite 2. Puruvesi-lehden artikkeli kalastotutkimuksesta, 15.09.2016.	



Tiivistelmä

Karelia-ammattikorkeakoulun Luonnonvara- ja ympäristöalan koulutus teki Puruveden Savonlahden (vesiala noin 50 ha, suurin syvyys noin 3,5 metriä, 13 verkkoyötä) sekä Savonlahden edustan ulappa-alueen (noin 75 ha, suurin syvyys noin 12 metriä, 14 verkkoyötä) kalastorakenteen tutkimuksen elo-syyskuussa 2016 Pro Puruvesi ry:n toimeksiannosta. Matalan, tummavetisen (näkösyvyys koekalastuksen aikana 0,5 – 0,8 metriä) ja selkeästi mesotrofisen Savonlahden saaliskalat olivat ahven, kuha, kiiski, hauki, särki, salakka, pasuri, lahna ja sorva. Kohtalaisen kirkasvetisen (näkösyvyys 3,0–3,8 m) ja luultavasti jokseenkin oligotrofisen Savonlahden edustan ulappa-alueen saaliiksi saatiin em. lajien lisäksi myös muikkua.

Savonlahden keskimääräinen yksikkösaalis oli 2,9 kg (218 kpl kalayksilöitä, josta särkikaloja 153 kpl [2,3 kg]). Näiden keskiarvojen perusteella Savonlahden veden kokonaisfosforipitoisuus olisi karkeahkosti arvioituna eutrofisille...hypereutrofisille (pahoin rehevöityneille) järville tyypillinen (noin 80 – 120 µg/l). Savonlahden veden mitatut kokonaisfosforin pitoisuudet (14 – 20 µg/l) ovat olleet mesotrofisten järvivesien suuruusluokkaa. Ulappa-alueen veden kokonaisfosforipitoisuus on keskimääräisen yksikkösaaliin (1,7 kg, 57 kalayksilöä, josta särkikaloja 23 kpl [0,7 kg]) vastaavien tunnuslukujen perusteella arviolta noin 10 – 25 µg/l, ts. lähinnä mesotrofisille järvivesille tyypillinen.

Petokalojen (hauki, kuha ja yli 15 cm:n ahven) osuus varsinaisen Savonlahden keskimääräisestä yksikkösaaliista (8,5 % biomassasta ja 1,3 % kappalemäärästä) on täysin riittämätön. Aineet ja energia eivät kierrä Savonlahden ekosysteemissä riittävän tehokkaasti. Särkikalojen ja pienen, ei-petoahvenen (pituus alle 15 cm) kasvu on suomenäytteistä tehtyjen iänmääritysten perusteella valtaosin heikkoa. Savonlahden edustan ulappa-alueella petokalojen osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista (36 % biomassasta ja 7,5 % kappalemäärästä) on riittävä.

Särkikalojen ja pikkuaahvenen tehopyynti on ehdottoman suositeltavaa varsinaisella Savonlahdella. Tämä voisi osaltaan vähentää näiden kalaryhmien aiheuttamaa ravinteiden mobilisaatiota sedimentistä sekä kohentaa eläinplanktonpopulaatioita. Tämä tehostaisi ravinteiden ja energian kiertoa Savonlahdessa ja voisi osaltaan lievittää sisäisen kuormituksen, veden

samentumisen ja levien massaesiintymien riskiä. Savonlahden surkea näkösyvyys, samea vesi, heikohko talvinen happitilanne ja ajoittain korkeahkot ravinteiden ja raskasmetallien pitoisuudet viittaavat valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen ja/tai sedimentistä vapautuvan sisäisen kuormituksen ongelmaan. Tämä on selvitettävä ja ratkaistava yhdessä mahdollisen biomanipulaation kanssa, mikäli Savonlahden tilaa tahdotaan kohentaa.

Tehokalastuksen saalistavoite on suhteutettava järven pinta-alaan ja veden fosforipitoisuuteen. Savonlahden veden kokonaisfosforin pitoisuutta on seurattu vuosina 2012 ja 2015. Nykytilanteen varmentamiseksi lahdesta tulisi selvittää tilavuuspainotettu keskipitoisuus ainakin talvi- ja kesäkerrosteisuuden aikana. Vuosien 2012 – 2015 keskipitoisuuden (noin 17 µg/l) perusteella Savonlahdesta olisi poistettava vähintään noin 74 kg/ha kalaa vuodessa. Koko Savonlahdelle (50 ha) tämä merkitsee noin 4 tonnin vuotuista tehokalastussaalista. Tehopyynnin olisi kestettävä 3 – 4 vuotta, jotta kaikki toiminnan alkaessa järvessä olevat särkikalojen ikäluokat tulevat pyynnin kohteeksi. Hankkeen toteutusvaiheessa kannattaa kalastaa mahdollisimman lyhyenä aikana tehokkaasti. Kalastuksen tulokset on syytä dokumentoida hyvin, koska on tärkeä seurata suunnitellun kalastustavoitteen täyttymistä ja arvioida tavoitteen oikeellisuutta. Ensimmäisen voimakkaan kalastusjakson jälkeen usein syntyvä nuorempien vuosiluokkien toinen aalto on aina varauduttava poistamaan kunnostushankkeen toisena tai kolmantena vuotena. Muussa tapauksessa järvi täyttyy nopeasti uusilla särkikalojen vuosiluokilla. Savonlahden edustan ulappa-alueen kalastorakenne on mitattujen ominaisuuksien perusteella varsin terveellä pohjalla. Yksikkösaalis on kuitenkin hiukan kohonnut, ja varsinkin särkikalojen tehostettu pyynti olisi suositeltavaa.

1 Alkusanat

Puruveden Savonlahden kalastorakenteen tutkimus tehtiin elo-syskuussa 2016 Pro Puruvesi ry.:n, yhdyshenkilönään puheenjohtaja Reijo Jantunen, toimeksiannosta Karelia-ammattikorkeakoululle. Tutkimuksen kenttä- ja laboratoriotöihin osallistuivat työtä ohjanneen ja sitä tehneen ja tämän raportin laatineen Tarmo Tossavainen (limnologi, MMM, tuntiopettaja) lisäksi Karelia-ammattikorkeakoulun työmestari Keijo Silfsten sekä Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijaryhmien BIYNS₁₃ ja BIYNS₁₅ opiskelijat Minna Kutvonen, Laura Pehkonen, Juha-Matti Ovaskainen, Matti Syväanne, Mia Rouvinen, Panu Paloniitty, Toni Kortelainen, Lauri Hämäläinen, Jukka Hirvonen, Jarno Hiltunen, Santeri Rautio, Antti Astikainen, Virpi Evesti, Santeri Hakulinen, Miika Have-
rinen, Joonas Jaatinen, Anniina Jussila, Teemu Keikkonen, Riikka Kinnunen, Antti Kokkonen, Nina Kolehmainen, Riina Kupiainen, Suvi Kärmeniemi, Tommi Lappalainen, Mikko Lepokorpi, Teemu Koistinen, Rico-Petteri Mutanen, Pekka Muurikainen, Teemu Niemi, Antti Nuutinen, Ilari Ryttilahti, Jere Rätty, Mikko Sahlman, Esko Salminen, Pessi Suonpää, Ilppo Sutinen, Jere Tiitta, Elias Tolvanen, Antti Mikkonen, Juho Partanen, Ilari Tanskanen ja Albert Kajava.

Lisäksi Seppo Silvennoinen, Reijo Jantunen, Eero Luukkanen ja Kauko Karjalainen Pro Puruvesi ry.:stä ja Puruveden kalastusalueelta olivat talkoohengessä käsittelemässä koekalastus-
saalista. Pro Puruvesi ry.:lle tahdomme lausua suurkiitokset tämän tutkimuksen toimeksiannosta ja kaikin puolin hienosti sujuneista käytännön järjestelyistä. Erityiskiitokset kuuluvat Seppo Silvennoiselle, joka tarjosi kesämökkirantansa koekalastusten kenttätöiden tukikohdaksi sekä Kauko Karjalaiselle, jonka rispaantumattomasta veneestä kelpasi laskea ja nostaa arvokkaat Nordic-verkot (!).

2 Tutkimusalue

2.1 SAVONLAHDEN JA SEN EDUSTAN ULAPPA-ALUEEN NYKYINEN VEDEN LAATU

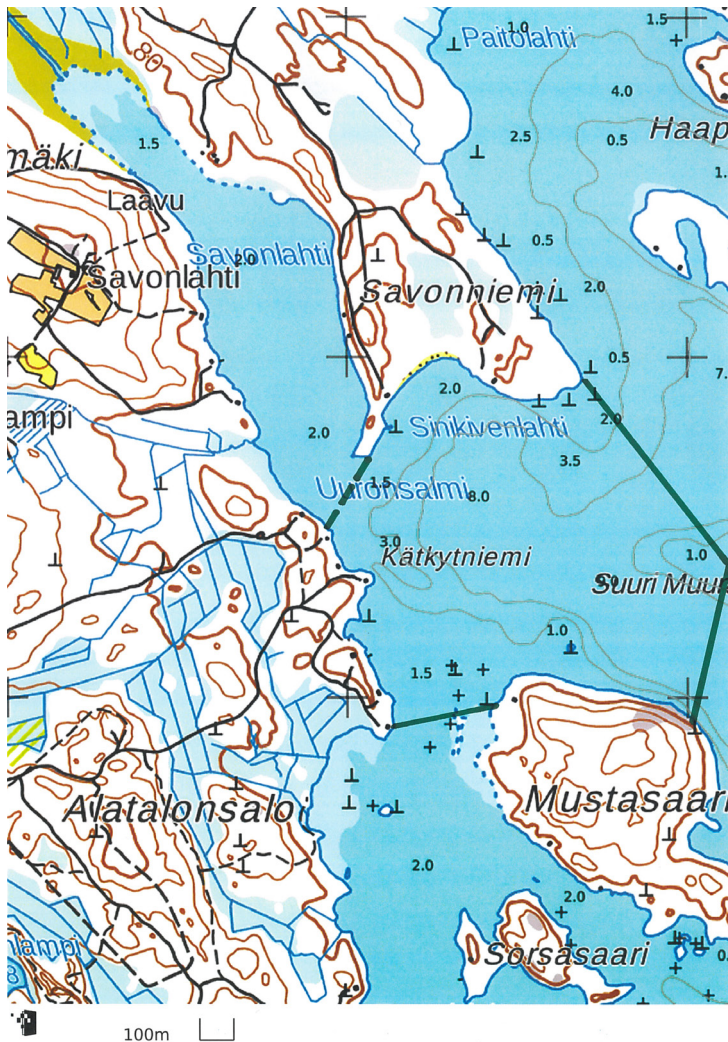
Savonlahden ja sen edustan kalastorakenteen tutkimusalue on esitetty kuvassa 1. Puruveden varsinaisen Savonlahden vesipinta-ala on noin 50 hehtaaria ja suurin syvyys keskivedenkorkudella noin 3,5 metriä. Savonlahden edustan ulappa-alueen vesiala on noin 75 hehtaaria ja suurin syvyys noin 12 metriä. Koekalastusalueen vedenlaadun tulokset (havaintopaikat 163 ja 164) vuosilta 2012 ja 2015 poimittiin Suomen Ympäristökeskuksen ympäristötietojärjestelmästä (taulukko 1, kuva 2).

Savonlahden veden kokonaisfosforin (14 - 20 µg/l), kokonaistypen (370 - 820 µg/l) ja kasviplanktonin a-klorofyllin (9,4 - 9,6 µg/l) pitoisuudet ovat melko rehevöityneiden (mesotrofisten) ja rehevien (eutrofisten) järvesien suuruusluokkaa (taulukot 1-4).

Raudan (480 - 850 µg/l) ja mangaanin (42 - 110 µg/l) pitoisuudet olivat kohonneita talvikerrosteisuuden loppuvaiheessa 25.03.2015. Tällöin myös happitilanne (7,3 mg/l, kyllästysaste 53 %) oli välttävä (taulukko 1). Happitilanteen heiketessä rauta ja mangaani tyypillisesti mobilisoituvat järven pohjasedimentistä yläpuoliseen vesimassaan.

Yleisesti mille tahansa maamme kalalajille ja niiden eri kehitysvaiheille nyrkkisääntönä tyydyttävälle hyvinvoinnille pidetään veden happipitoisuuden alarajana 5 mg/l, mikäli vedenlaatu (kuten happamuus, raskasmetallit) ei muutoin vaikeuta kalan hyvinvointia. Siten Savonlahden happitilanne vuosien 2012 ja 2015 havaintojen (7,2 - 8,8 mg/l, kyllästysaste 53...100 %) perusteella on ollut melko tyydyttävä (taulukko 1).

Savonlahden edustan ulappa-alueelta ei ole virallisia vedenlaadun tutkimustuloksia. Hytermänselän 097 (kokonaissyvyys 15 metriä, etäisyys koekalastusalueelle noin 2 km) ja Pajuselän 081 (kokonaissyvyys 22 metriä, vastaava etäisyys noin 4 km) havainnot kesäkerrosteisuusjaksolta 31.07.2012 ovat siten viitteellisiä suurehkon etäisyyden ja havaintopaikkojen välissä olevien salmien vuoksi (kuva 2).



Kuva 1. Savonlahden ja sen edustan kalastorakenteen tutkimusalue 17.08.-16.09.2016. Varsinaisen Savonlahden (vesiala noin 50 hehtaaria) ja sen edustan (noin 75 hehtaaria) koekalastusalueet on erotettu katkoviivalla. Maanmittauslaitoksen Kiinteistötietopalvelu, 18.04.2016.

Hytermänselän havaintopaikalla (näkösyvyys 6,4 metriä) oli tuolloin melko voimakasta sisäistä kuormitusta raudan, mangaanin ja kokonaisfosforin sekä myös kokonaistypen ja sameusarvojen päälly- ja alusveden suhteellisen suurten pitoisuuksien vuoksi. Alusveden happitilanne (26 %, 2,8 mg/l) oli heikko (taulukko 1). Nämä kaikki havainnot ilmentävät Hytermänselän havaintopaikan pohjaan kertyneen orgaanisen sedimentin aiheuttamaa kohtalaisen voimakasta hapenkulutusta ja siitä aiheutuvaa ravinteiden ja metallien mobilisaatiota järven pohjasta yläpuoliseen vesimassaan eli sisäistä kuormitusta.

Pajuselän havaintopaikan (näkösyvyys 7,5 metriä) vesi oli tutkittujen ominaisuuksien valossa erinomaista. Kokonaisfosforin ja -typen pitoisuudet olivat erittäin karujen (ultraoligotrofis-

ten) järvivesien suuruusluokkaa. Pohjanläheisen veden happitilanne (7,9 mg/l, 73 %) oli hyvä. Raudan ja mangaanin pitoisuudet olivat hyvin pieniä sekä päälly- että alusvedessä (taulukko 1).

Koekalastusalueen eteläpäässä Alatalonsalon ja Mustasaaren välisellä alueella havaittiin sinilevää kesällä 2016 (Jantunen 2016). Muutoin koekalastusalueelta ei ole toistaiseksi dokumentoituja sinilevähavaintoja.



Kuva 2. Ympäristöhallinnon vedenlaadun havaintopaikat Savonlahti 163, Savonlahti 164, Hytermänselkä 097 ja Pajuselkä 081 sekä Karelia-ammattikorkeakoulun kalastotutkimuksen aikaiset vedenlaadun havaintopaikat Savonlahdella ja sen edustan ulapalla syyskesällä 2016. Alkuperäinen kartta: Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkuna, 22.11.2016.

Taulukko 1. Puruveden Savonlahden ja sen lähimpien muiden Puruveden havaintopaikkojen vedenlaadun havainnot vuosina 2012 ja 2015 (Suomen Ympäristökeskus, ympäristötietojärjestelmä Lileri, tiedot poimittu 13.11.2016). Huom. Savonlahden vedenlaadun havaintopaikkojen näyttesyvyydet puuttuvat osittain tietojärjestelmästä. Vakiintuneen käytännön mukaisesti nämä näytteet on todennäköisesti otettu vesipatsaan puolivälistä (= ”P/2”).

Hav.paikka	pvm	Kok. syv.	Näyte-syv.	Lt	O ₂	O ₂	O ₂	kok. N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N	kok. P	PO ₄ ³⁻ -P	a-chl	Fe	Mn	Sameus	Sähköjoht.	Väri	pH	Näkö-syv.	COD _{Mn}	Alk.	
		m	m	°C	mg/l	kyll. %	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	FNU	mS/m	mg Pt/l		m	mg O ₂ /l	mmol/l	
Savonlah-ti 163	31.7.12	2,8	P/2	23	8,8	100	370	..	..	..	14	..	9,4	480	42	1,7	4,8	40	6,89	..	..	..
Savonlah-ti 163	25.3.15	2,5	P/2	2	7,3	53	820	11	270	..	20	..	..	850	110	5,5	5,8	70	6,41	1,4	13	0,168
Savonlah-ti 164	31.7.12	1,8	P/2	23,1	7,2	84	420	..	..	..	18	..	9,6	530	45	1,6	4,7	40	6,71	1,6	..	..
Keskiaarvo											17,3												
Hytermänselkä 097	31.7.12	15	1	21,5	..	..	240	..	..	..	6	..	2,3	34	12	0,57	4,8	10	7,27	6,4	..	..
			14	12,2	2,8	26	450	..	..	..	20	..	..	880	850	8,1	..	50	..	..	..	4,4
Pajuselkä 081	31.7.12	22	1	21,4	..	..	210	..	..	..	5	..	..	15	5,7	0,38	4,8	5	7,31	7,5	..	..
			21	12,2	7,9	73	220	..	..	..	5	..	..	27	13	0,37	..	5	6,73	..	2,8	..

Taulukko 2. Järven rehevyytason luokittelu veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (vrt. esim. Wetzel 2001).

Kok.P (µg/l)	Järven rehevyytaso	
< 5	erittäin karu	ultraoligotrofinen
5-10	karu	oligotrofinen
10-35	lievästi rehevöitynyt	mesotrofinen
35-100	rehevöitynyt	eutrofinen
> 100	ylirehevöitynyt	hypereutrofinen

Taulukko 3. Järven rehevyytason luokittelu veden kokonaistyyppipitoisuuden perusteella (vrt. esim. Wetzel 2001).

Kok.N (µg/l)	Järven rehevyytaso	
< 400	oligotrofinen	karu
400-600	mesotrofinen	lievästi rehevöitynyt
600-1500	eutrofinen	rehevä
> 1500	hypereutrofinen	ylirehevä

Taulukko 4. Järven rehevyytason luokittelu kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuuden perusteella.

a-klorofyllipitoisuus (µg/l)	Järven rehevyytaso	
< 1	ultraoligotrofinen	(erittäin karu)
1...3	oligotrofinen	(karu)
3...7	mesotrofinen	(lievästi rehevä)
7...40	eutrofinen	(rehevä)
> 40	hypereutrofinen	(ylirehevä)



Kuva 3. Pro Puruvesi ry:n puheenjohtaja Reijo Jantunen kertomassa Puruveden kunnostushankkeesta Savonlahden kalastorakenteen kenttätutkimustöiden ohessa Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoille (saapumisryhmä BIYNS 15) syyskuussa 2016.

3 Aineisto ja menetelmät

3.1 KOEKALASTUS

Savonlahden kalastorakennetutkimuksen pyyntiponnistukset toteutettiin kolmen erillisen viikon aikana 17.08.-16.09.2016 (ks. tarkemmin taulukko 6)

Tummavetisen ja matalan varsinaisen Savonlahden Nordic-verkkoja eli yksikkösaaliita oli yhteensä 13 kpl (taulukko 6). Savonlahden vesiala on noin 50 hehtaaria. Suurin syvyys on keskivedenkorkeudella syvyyskartan mukaan 2,0 metriä (kuva 1). Todellisuudessa suurimmaksi vesisyvyudeksi koekalastusten aikana mitattiin hiukan yli 3 metriä. Savonlahtea kohdeltiin yhden syvyysvyöhykkeen (0-3 m) vesialueena. Tällöin riittävä pyyntiponnistumäärä kalastorakenteen arvioimiseksi on 10 verkkoyötä Nordic-yleiskatsausverkoilla (Olin ym. 2014, taulukko 5, kuva 4).

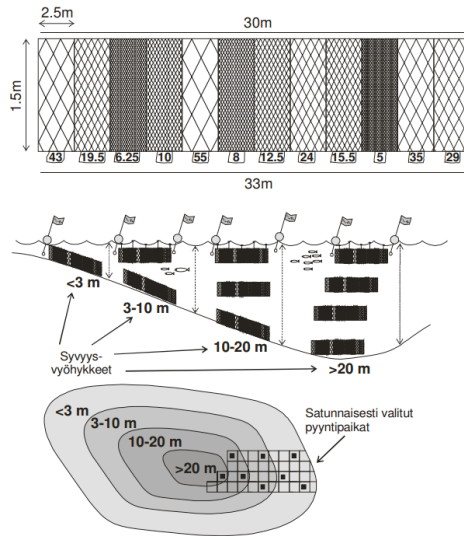
Varsinaiseen Savonlahteen verrattuna selkeästi kirkkaamman ja merkittävästi syvemmillä (syvyyskartassa 9,0 metriä, todellisuudessa kuitenkin noin 12 metriä) Savonlahden edustan alueella (noin 75 hehtaaria) Nordic-verkkoita kertyi yhteensä 14 kpl (taulukko 6). Tämä on noin kolmanneksen pienempi pyyntiponnistusten määrä kuin Olinin ym. (2014, taulukko 5, kuva 4) suosituksen mukainen 21 verkkoyötä. Erittäin nopeasti jo muutaman yksikkösaaliin käsittelyn jälkeen ilmeni, että varsinainen Savonlahti kärsii ylitheestä kalakannasta ja heikosta vedenlaadusta ulappaan verrattuna, joten työmäärää hiukan keskitettiin sen tutkimukseen. Ulapankin otantaa voitaneen pitää kohtalaisen tyydyttävänä johtopäätösten teon pohjana.

Verkkokoekalastusta voidaan käyttää kalakannan suhteellisen koon, kalayhteisön rakenteen, lajien runsaussuhteiden ja populaattiorakenteen muutosten arvioinnissa. Kalataloustarkkailussa verkkokoekalastuksen tarkoituksena on useimmiten arvioida rehevöittävän kuormituksen pitkäaikaisvaikutuksia kalastoon. Lisäksi verkkokoekalastuksella saadaan näytteitä esimerkiksi kalapopulaation ikärakenteen, kalojen kasvun, ravinnon tai vierasainejäämien tutkimiseksi.

Verkkokoekalastukset tehdään kesäkerrostuneisuuden aikana, heinäkuun alun ja syyskuun puolivälin välisenä aikana. Silloin olosuhteet ja kalojen käyttäytyminen ovat mahdollisimman vakaita. Pyyntiajaksi suositellaan verkkojen laskua illan suussa ja nostoa seuraavana aamuna,

jolloin pyyntiajaksi tulee noin 12 tuntia. Erillisiä pyyntikertoja on hyvä olla vähintään kolme, ja kalastus kannattaa jakaa useammalle viikolle, jotta sääolosuhteiden vaikutus verkkosaaliisiin tasaantuu. Näin tehtiin myös Savonlahdella.

Koekalastuksissa käytettävä Nordic-verkko on yleiskatsausverkko. Sen koko on 1,5 m x 30 m, jossa samassa verkossa on 2,5 metrin pituisina kaistaleina 12 eri solmuväliä (5 – 55 mm) verkon suunnittelun yhteydessä satunnaistetussa järjestyksessä (kuva 4). Solmuvälit kasvavat kertoimen 1,25 mukaan, tällä pyritään siihen, että verkon pyydystystehokkuus säilyisi mahdollisimman samana erikokoisille kaloille. Tarvittava pyyntivuorokausien määrä riippuu tutkittavan vesialueen pinta-alasta ja syvyysuhteista (kuva 4 ja taulukko 5).



Kuva 4. Nordic-yleiskatsausverkon rakenne ja syvyysvyöhykkeittäin ositetun satunnaisotannan periaate (Olin ym. 2014).

Taulukko 5. Tarvittava verkkoöiden kokonaismäärä järven pinta-alan ja syvyysvyöhykkeiden määrän mukaan. Jos järvestä on vain yksi syvyysvyöhyke (< 3 m), ohjeelliset verkkomäärät löytyvät sarakkeesta I, kahden syvyysvyöhykkeen (< 3 ja 3–10 m) järvelle sarakkeesta II, kolmen syvyysvyöhykkeen järvelle (< 3, 3–10 ja 10–20 m) sarakkeesta III ja neljän vyöhykkeen järvelle sarakkeesta IV (< 3, 3–10, 10–20 ja > 20 m). Verkkomäärän jakaminen eri syvyysvyöhykkeille tehdään syvyysvyöhykkeiden pinta-alojen mukaan. Kussakin ositteessa (esim. syvyysvyöhykkeen 3–10 m pintaverkot) verkkoöitä pitäisi kuitenkin tulla vähintään 2 (Olin ym. 2014).

Ha	I	II	III	IV
< 20	6	10	16	24
21-50	10	16	25	37
51-100	15	21	30	42
101-250	20	26	35	47
251-500	24	30	39	51
501-1000	28	36	48	64
> 1000	32	40	52	68

Järven kokonaispyyntiponnistus eli verkkoïden määrä jaetaan eri syvyyvyöhykkeille. Näin saavutetaan kattava otanta ja verkkosaaliin suurta satunnaisvaihtelua saadaan pienennettyä. Pyyntiponnistus kohdistetaan eri syvyyvyöhykkeille niiden pinta-alojen mukaisessa suhteessa:

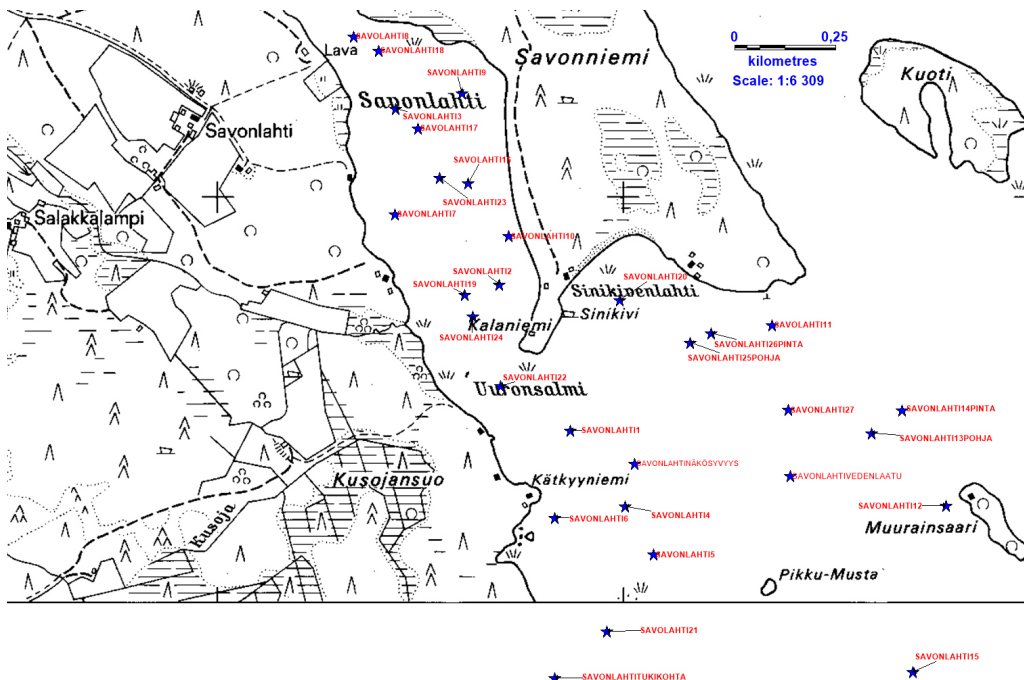
Matalaan veteen (< 3 m) lasketaan vain pohjaverkkoja.

3-10 metriä syvään veteen lasketaan pohjaverkkojen lisäksi sama määrä pintaverkkoja. Tarvittaessa tässä voi käyttää myös tarkempaa syvyyvyöhykejakoja, eli 3-6 metriä ja 6-10 metriä.

10-20 m syviin paikkoihin lasketaan sama määrä pohja-, pinta- ja välivesiverkkoja. (4) Yli 20 m syviin paikkoihin voidaan laskea pohja- ja pintaverkkojen lisäksi kahdet välivesiverkot (6m ja 15 m syvyyteen). Hapettomiin vesikerroksiin verkkoja ei lasketa.

Kalastamalla vähintään kolme kertaa ei-peräkkäisinä päivinä, voidaan tasoittaa säätelijöistä johtuvaa vaihtelua aineistossa.

Tarkkailussa käytettävien pyyntipaikkojen valinta tehdään satunnaisotannalla. Kerran tehdyn satunnaisotannan jälkeen on usein perusteltua käyttää myöhempinä seurantajaksoina samoja pyyntipaikkoja. Satunnaisotantaan perustuva pyyntipaikkojen valinta lisää aineistojen vertailukelpoisuutta ja pienentää systemaattisten virheiden (esim. valitaan hyvät apajapaikat) riskiä. Tarkkailun kohteeksi valittavan alueen kartta jaetaan ruutuihin (vähintään 50 m x 50 m), jotka numeroidaan ja ruuduista arvotaan verkkopaikat (kuva 3). Kuhunkin paikkaan laskeaan yksi yleiskatsausverkko tai eri syvyyksillä olevien verkkojen jata.



Kuva 5. Puruveden Savonlahden ja sen edustan Nordic-tutkimusverkkojen 1-27 satunnaisotettu sijainti 17.08.-16.09.2016. Noin kolmannes verkkojen sijainneista arvottiin rantamatala-alueelle ja loput pelagiaalialueelle. Verkko nro 8 on pohjoisin Savonlahden kolkka, johon verkko ylipäättään voitiin laskea tiheän makrofyyttikasvuston vuoksi.

Taulukko 6. Puruveden Savonlahden ja sen edustan Nordic-tutkimusverkkojen 1-27 pyyntipaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) ja kokonaisvesisyvydet 17.08.-16.09.2016. Koordinaatit määritettiin Garmin GPSMAP64-satelliittipaikanninlaitteella ± 3 metrin tarkkuudella.

Nordic-verkko nro, [sijainti]	I-koordinaatti	P-koordinaatti	Kok.syv. [m]	Kalastusajankohta ja verkon sijainti
1 ulappa	35V 0621150	6869513	4,1	17.-18.08.2016, pohja
2 Savonlahti	35V 0620959	6869865	3,1	17.-18.08.2016, pohja
3 Savonlahti	35V 0620684	6870287	2,6	17.-18.08.2016, pohja
4 ulappa	35V 0621294	6869334	4,0	17.-18.08.2016, pohja
5 ulappa	35V 0621370	6869218	4,0	17.-18.08.2016, pohja
6 ulappa	35V 0621122	6869297	2,8	18.-19.08.2016, pohja
7 Savonlahti	35V 0620694	6870028	2,5	18.-19.08.2016, pohja
8 Savonlahti	35V 0620572	6870461	2,1	18.-19.08.2016, pohja
9 Savonlahti	35V 0620846	6870333	2,5	18.-19.08.2016, pohja
10 Savonlahti	35V 0620977	6869986	2,6	18.-19.08.2016, pohja
11 ulappa	35V 0621635	6869797	2,7	06.-07.09.2016, pohja
12 ulappa	35V 0622084	6869371	1,6	06.-07.09.2016, pohja
13 ulappa	35V 0621892	6869542	7,4	06.-07.09.2016, pohja
14 ulappa	35V 0621965	6869602	7,5	06.-07.09.2016, pinta
15 ulappa	35V 0622021	6868958	3,7	06.-07.09.2016, pohja
16 Savonlahti	35V 0620871	6870112	3,1	08.-09.09.2016, pohja
17 Savonlahti	35V 0620741	6870242	3,1	08.-09.09.2016, pohja
18 Savonlahti	35V 0620635	6870429	2,1	08.-09.09.2016, pohja
19 Savonlahti	35V 0620875	6869836	2,2	08.-09.09.2016, pohja
20 ulappa	35V 0621258	6869841	2,0	08.-09.09.2016, pohja
21 ulappa	35V 0621263	6869022	2,6	15.-16.09.2016, pohja
22 Savonlahti	35V 0620974	6869615	3,3	15.-16.09.2016, pohja
23 Savonlahti	35V 0620800	6870123	3,0	15.-16.09.2016, pohja
24 Savonlahti	35V 0620897	6869784	2,6	15.-16.09.2016, pohja
25 ulappa	35V 0621435	6869744	6,6	15.-16.09.2016, pohja
26 ulappa	35V 0621486	6869769	6,6	15.-16.09.2016, pinta
27 ulappa	35V 0621685	6869590	5,8	15.-16.09.2016, pohja

Taulukko 7. Vedenlaadun havaintopaikat koordinaatteineen.

Havaintopaikka	I-koordinaatti	P-koordinaatti	Kok.syv. (m)	Lisätiedot
Savonlahden edustan ulappa	35V 0621698	6869427	8,4	Oma havaintopaikka
Varsinainen Savonlahti	35V 0620572	6870461	2,1	Oma havaintopaikka
Savonlahti pohjoinen 164	35V 0620355	6870665	1,8	Ympäristöhallinnon havaintopaikka
Savonlahti keskinen 163	35V 0620790	6870046	2,5	Ympäristöhallinnon havaintopaikka
Hytermänselkä 097	35V 0622414	6867747	15	Ympäristöhallinnon havaintopaikka
Pajuselkä 081	35V 0625636	6870598	22	Ympäristöhallinnon havaintopaikka

3.2 KOEKALASTUSSAALIIN KALOJEN IÄNMÄÄRITYS

Savonlahden koekalastussaaliin kaikkien kalalajien yksilöistä otettiin suomunäytteitä iänmäärittystä ja kalojen kasvunopeuden arviointia varten (kuva 6). Suomunäytteet preparoitiin Karelia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa ja iänmääritykset tehtiin perinteisen mikrolukulaitteen avulla (kuvat 7 ja 15).



Kuva 6. Suomujen näytteenottokohtat tärkeimmillä kalaryhmillä (kuva: Raitaniemi, Nyberg ja Torvi 2000).



Kuva 7. Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijat Matias Sivonen (oik.) ja Joel Rehunen määrittävät koekalastussaaliin kalayksilön ikää mikrolukulaitteen avulla Karelia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa.

3.3 VEDEN LAADUN HAVAINNOINTI KALASTORAKENTEEN TUTKIMUKSEN AIKANA

Savonlahden veden lämpötila mitattiin Limnos-vesinäytteenottimen avulla jokaisen pyyntiponnistuksen yhteydessä jokseenkin keskeltä Savonlahtea Nordic-verkon nro 8 kohdalta. Havaintopaikan kokonaissyvyys oli noin 2 metriä. Savonlahden edustan ulappa-alueen veden lämpötila mitattiin vastaavasti syvyydeltään noin 9 metrin alueelta (kuva 2, taulukot 24 ja 25).

4 Tulokset ja niiden tarkastelu



Kuva 8. Vasemmalta lukien Savonlahden koekalastusten tukikohdan isäntä Seppo Silvennoinen, Pro Puruvesi ry:n puheenjohtaja Reijo Jantunen sekä Karelia-amk:n työmasteri Keijo Silfsten koekalastuksessa saatu kiloinen ahven (*Perca fluviatilis*) kädessään elokuussa 2016.

4.1 YKSIKKÖSAALIS

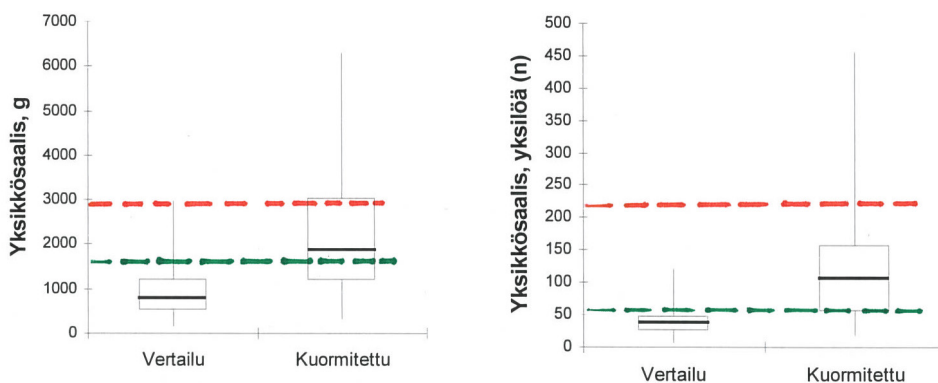
Puruveden Savonlahden keskimääräinen yksikkösaalis 13 Nordic-verkon otannan perusteella 17.08.-16.09.2016 oli noin 2,9 kg, joka koostui keskimäärin noin 218 kappaleesta kalayksilöitä (taulukot 8 ja 10). Yksikkösaaliin biomassa on Tammen ym. (2006) kuormitettujen järvien aineiston ylärajalla (kuva 9). Keskimääräinen kalayksilöiden kappalemäärä ylittää selkeästi saman tutkimuksen kuormitettujen järvien aineiston ylärajan (kuva 9). Savonlahden edustan ulappa-alueen keskimääräisen yksikkösaaliin biomassa (noin 1,7 kg, taulukot 9 ja 11) on kohtalaisen lähellä kuormitettujen järvien aineiston mediaania (vajaat 2 kg, kuva 9). Ulappa-alueen keskimääräisen yksikkösaaliin kalojen kappalemäärä (noin 57 kalaa) sijaitsee hyväkuntoisten vertailujärvien aineiston ylärajan ja kuormitettujen järvien aineiston alarajan välimaastossa (kuva 9, taulukot 9 ja 11).

Taulukko 8. Varsinainen Savonlahti, keskimääräisen koekalastussaaaliin (= yksikkösaaliin, 13 verkkoyötä Nordic-verkoilla) 17.8.-16.9.2016 keskeiset tunnusluvut.

Keskimääräinen yksikkösaalis (g)	2861,3		
Keskimääräinen yksikkösaalis (kpl)	217,6		
	Kpl	Grammaa	Osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista (%)
pedot (massa)	..	244,6	8,5
pedot (kpl)	2,8	..	1,3
särkikalat (massa)	..	2315,2	80,9
särkikalat (kpl)	153,3	..	70,5
petoahvenet + kuhat (massa)	..	150	5,2
petoahvenet + kuhat (kpl)	2,5	..	1,1
kaikki ahvenet + kuhat (massa)	..	448	15,7
kaikki ahvenet + kuhat (kpl)	63,7	..	29,3

Taulukko 9. Puruveden Savonlahden edustan ulappa-alue, keskimääräisen koekalastussaaliin 17.08.-16.09.2016 (14 yksikkösaalista Nordic-verkoilla) keskeiset tunnusluvut.

Keskimääräinen yksikkösaalis (g)	1676,8		
Keskimääräinen yksikkösaalis (kpl)	56,9		
	Kpl	Grammaa	Osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista (%)
pedot [% massasta]	..	604,3	36,0
pedot [% kpl-määrästä]	4,3	..	7,5
särkikalat [% massasta]	..	747,5	44,6
särkikalat [% kpl-määrästä]	22,6	..	39,7
petoahvenet + kuhat [% massasta]	..	401,4	23,9
petoahvenet + kuhat [% kpl-määrästä]	4,1	..	7,3
kaikki ahvenet + kuhat [% massasta]	..	707,1	42,2
kaikki ahvenet + kuhat [% kpl-määrästä]	31,6	..	55,5



Kuva 9. Puruveden Savonlahden (punainen katkoviiva) ja sen edustan ulappa-alueen (vihreä katkoviiva) keskimääräisen yksikkösaaliin sijoittuminen Tammen ym. (2006, 15) aineistoon, josta raportista alkuperäinen kuva.

Taulukko 10. Puruveden varsinaisen Savonlahden (noin 50 ha) koekalastuksen kokonaissaalis Nordic-verkoittain 17.08.-16.09.2016.

Verkko	Kpl/g	Ahven < 15 cm	Ahven ≥ 15 cm	Kuha	Kiiski	Hauki	Muikku	Särki	Salakka	Pasuri	Lahna	Sorva	Yhteensä
2	kpl	202	3	0	0	0	0	154	28	0	34	0	421
	g	605	120	0	0	0	0	1100	255	0	1310	0	3390
3	kpl	120	4	0	0	0	0	91	4	0	13	0	232
	g	265	175	0	0	0	0	615	50	0	260	0	1365
7	kpl	9	2	0	0	0	0	7	0	1	10	6	35
	g	105	115	0	0	0	0	78	0	60	190	120	668
8	kpl	22	0	0	0	0	0	65	7	0	70	1	165
	g	225	0	0	0	0	0	771	90	0	1033	15	2134
9	kpl	27	1	0	0	1	0	35	3	0	7	0	74
	g	160	55	0	0	340	0	345	25	0	155	0	1080
10	kpl	105	2	0	0	0	0	53	22	1	27	0	210
	g	320	230	0	0	0	0	350	145	90	620	0	1755
16	kpl	17	0	1	0	1	0	36	18	59	3	0	135
	g	155	0	20	0	295	0	340	183	1690	50	0	2733
17	kpl	7	0	0	0	0	0	32	31	21	5	0	96
	g	100	0	0	0	0	0	315	220	595	275	0	1505
18	kpl	12	1	0	0	0	0	79	18	65	11	3	189
	g	114	30	0	0	0	0	785	220	655	785	35	2624
19	kpl	16	2	0	0	1	0	92	96	42	4	3	256
	g	185	230	0	0	315	0	865	1025	1250	160	240	4270
22	kpl	180	8	3	3	0	0	206	60	4	58	0	522
	g	885	410	65	35	0	0	1825	525	110	4395	0	8250
23	kpl	33	3	0	1	0	0	68	24	10	36	0	175
	g	315	355	0	10	0	0	480	160	235	1133	0	2688
24	kpl	46	2	0	0	1	0	153	36	20	61	0	319
	g	440	145	0	0	280	0	1340	265	315	1950	0	4735
Yht.	kpl	796	28	4	4	4	0	1071	347	223	339	13	2829
Yht.	g	3874	1865	85	45	1230	0	9209	3163	5000	12316	410	37197
Keski-arvo	kpl	61,2	2,2	0,3	0,3	0,3	0	82,4	26,7	17,2	26,1	1	217,6
Keski-arvo	g	298	143,5	6,5	3,5	94,6	0	708,4	243,3	384,6	947,4	31,5	2861,3

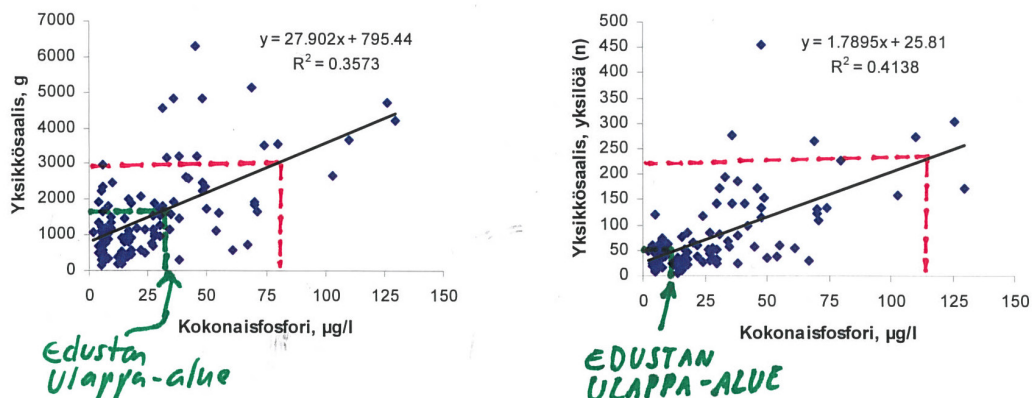
Taulukko 11. Puruveden Savonlahden edustan ulappa-alueen (noin 75 ha) koekalastuksen konnaissaalis Nordic-verkoittain 17.08.-16.09.2016.

Verkko	Kpl/g	Ahven < 15 cm	Ahven ≥ 15 cm	Kuha	Kiiski	Hauki	Muikku	Särki	Salakka	Pasuri	Lahna	Sorva	Yhteensä
1	kpl	65	11	0	3	0	0	39	0	0	11	0	129
	g	355	875	0	30	0	0	725	0	0	335	0	2320
4	kpl	80	7	0	0	0	0	14	0	0	4	0	105
	g	835	490	0	0	0	0	290	0	0	155	0	1770
5	kpl	55	7	0	0	0	0	20	0	0	4	0	86
	g	670	800	0	0	0	0	500	0	0	30	0	2000
6	kpl	24	1	0	3	0	0	2	0	3	6	0	39
	g	240	900	0	30	0	0	60	0	355	460	0	2045
11	kpl	18	1	0	1	0	0	11	0	0	6	1	38
	g	155	85	0	10	0	0	320	0	0	455	70	1095
12	kpl	8	2	0	1	0	0	12	0	0	0	0	23
	g	50	80	0	10	0	0	605	0	0	0	0	745
13	kpl	11	2	0	4	0	0	8	0	5	0	0	30
	g	210	85	0	25	0	0	390	0	560	0	0	1270
14	kpl	0	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	8
	g	0	0	0	0	0	20	0	70	0	0	0	90
15	kpl	26	7	0	3	1	0	13	1	1	0	0	52
	g	450	455	0	20	700	0	450	25	45	0	0	2145
20	kpl	8	1	0	0	1	0	14	5	6	6	0	41
	g	170	125	0	0	2140	0	225	60	80	640	0	3440
21	kpl	23	0	1	0	0	0	14	8	1	4	5	56
	g	275	0	30	0	0	0	140	110	30	425	395	1405
25	kpl	41	7	0	3	0	0	27	0	0	3	0	81
	g	455	350	0	15	0	0	585	0	0	440	0	1845
26	kpl	0	0	0	0	0	3	1	31	0	0	0	35
	g	0	0	0	0	0	30	20	385	0	0	0	435
27	kpl	25	11	0	6	0	6	19	0	0	6	0	73
	g	415	1345	0	25	0	55	730	0	0	300	0	2870
Yht.	kpl	384	57	1	24	2	12	194	50	16	50	6	796
Yht.	g	4280	5590	30	165	2840	105	5040	650	1070	3240	465	23475
Keskiarvo	kpl	27,4	4,1	0,07	1,7	0,14	0,9	13,9	3,6	1,1	3,6	0,4	56,9
Keskiarvo	g	305,7	399,3	2,1	11,8	202,9	7,5	360	46,4	76,4	231,4	33,2	1676,8

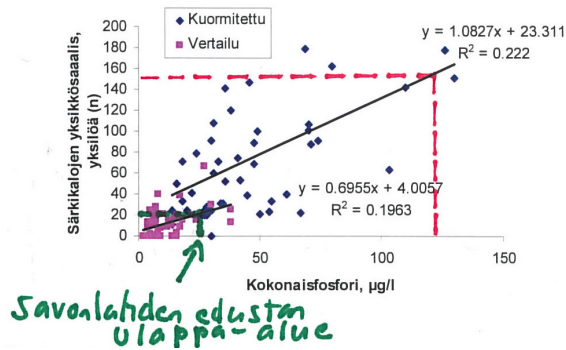
4.1.1 Yksikkösaaliin ja veden kokonaisfosforipitoisuuden suhde

Tammen ym. (2006) laatiman regressiosuhteen mukaan varsinaisen Savonlahden veden kokonaisfosforipitoisuus olisi keskimääräisen yksikkösaaliin biomassan (2,9 kg) perusteella karkeasti arvioituna noin 80 µg/l (kuva 10). Vastaava pitoisuus olisi keskimääräisen yksikkösaaliin kalayksilömäärän (218 kpl) perusteella peräti noin 110 µg/l (kuva 10). Vuosien 2013 ja 2015 veden mittaustulosten keskiarvo (kok. P noin 17 µg/l) on mesotrofisille järville tyypillinen (taulukko 1).

Pelkän särkikalojen keskimääräisen yksikkösaaliin (noin 153 kpl) perusteella Savonlahden veden kokonaisfosforipitoisuus olisi Tammen ym. (2006) raportissa esitetyn regressioyhtälön perusteella karkeasti arvioituna noin 120 µg/l, ts. pahoin rehevöityneiden (hypereutrofisten) järvivesien suuruusluokkaa (kuva 11). Näiden havaintojen perusteella voidaan päätellä, että Savonlahti on kalastorakenteen perusteella huomattavasti rehevöityneempi, kuin pelkkien vesikemiallisten tunnuslukujen luokiteltuna. Samankaltainen tulos ilmeni hyvin selkeästi myös Puruveden Ristilahdella syksyn 2014 kalastorakenteen tutkimuksessa (Tossavainen 2015a).



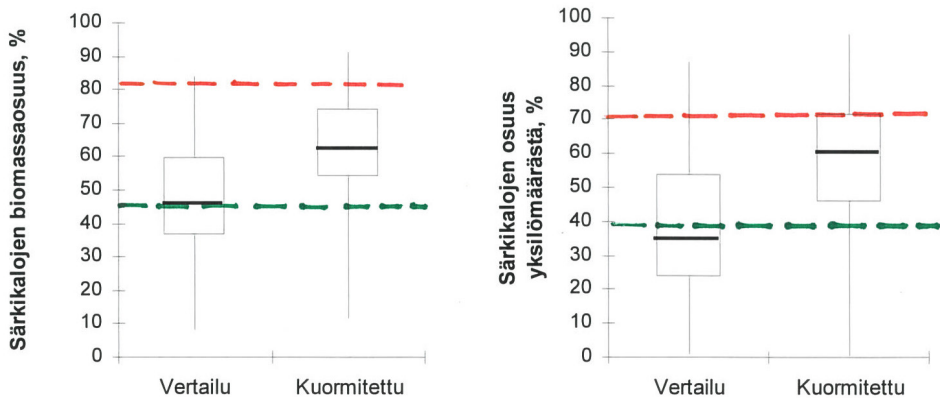
Kuva 10. Puruveden Savonlahden keskimääräisen yksikkösaaliin (merkitty punaisella katkoviivalla; vasemmassa kuvassa biomassa [2,9 kg], oikealla kalayksilöiden määrä [218 kpl]; merkitty punaisella) perusteella arvioitu veden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus. Savonlahden edustan ulappa-alueen vastaavat arvot (1,7 kg, 57 kalayksilöä) on merkitty vihreällä katkoviivalla (alkuperäinen kuva: Tammi ym. 2006, 16).



Kuva 11. Puruveden Savonlahden keskimääräisen yksikkösaaliin särkikalayksilöiden (153 kpl; merkitty punaisella katkoviivalla) perusteella arvioitu veden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus. Savonlahden edustan ulappa-alueen vastaavat arvot (23 särkikalayksilöä) on merkitty vihreällä katkoviivalla (alkuperäinen kuva: Tammi ym. 2006, 19).

4.1.2 Särkikalojen osuus yksikkösaaliista

Särkikalojen (säski, lahna, pasuri, salakka ja sorva) biomassan osuus Savonlahden keskimääräisestä yksikkösaaliista (noin 81 %, taulukko 8) on erittäin korkea ja ylittää Tammen ym. (2006, 17) kuormitettujen järvien aineiston ylärajan (kuva 12). Särkikalojen yksilömäärän osuus (noin 71 %, taulukko 8) on myös erittäin korkea ja Tammen ym. (2006, 17) kuormitettujen järvien aineiston ylärajalla (kuva 12). Savonlahden edustan ulappa-alueen keskimääräisen yksikkösaaliin särkikalojen biomassan ja kappalemäärän osuudet ovat Tammen ym. (2006, 17) tutkimuksen hyväkuntoisten vertailujärvien aineiston mediaanien tasolla (taulukko 9, kuva 12).

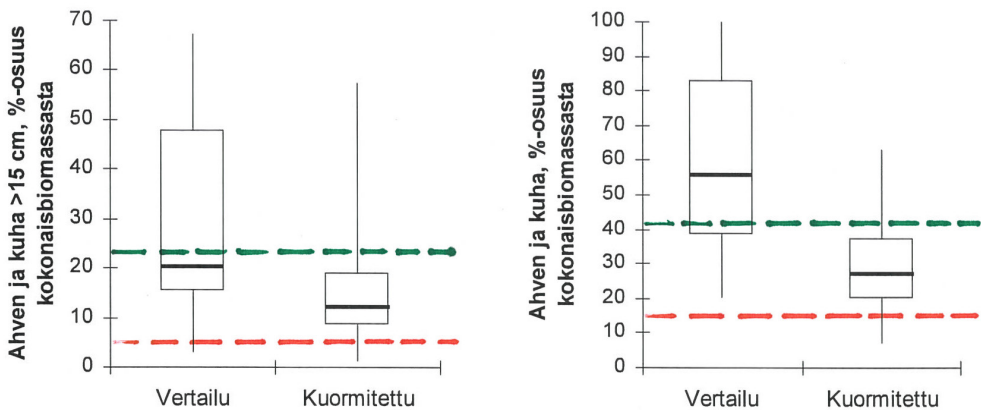


Kuva 12. Puruveden Savonlahden särkikalojen osuus (merkitty punaisella katkoviivalla) ja edustan ulappa-alueen vastaavat arvot (merkitty vihreällä katkoviivalla) verrattuna Tammen ym. (2006, 17) aineistoon, jonka raportista tämä alkuperäinen kuva on lähtöisin.

4.1.3 Petokalojen osuus yksikkösaaliista

Petokalaksi (pituus yli 15 cm) luokiteltavan ahvenen ja kuhan osuus keskimääräisen yksikkösaaliin biomassasta (5,2 %, taulukko 8) on Savonlahdessa erittäin vähäinen ja Tammen ym. (2006, 20) kuormitettujen järvien aineiston alarajaakin (noin 10 %) merkittävästi pienempi (kuva 13). Myös kaikkien ahventen ja kuhien kokonaismäärä keskimääräisen yksikkösaaliin massasta (15,7 %, taulukko 8) on erittäin alhainen Tammen ym. (2006, 20) kuormitettujen järvien aineistoon verrattuna (kuva 13).

Kaikkien petokalojen (ahven > 15 cm, kuha ja hauki) osuus Savonlahden keskimääräisen yksikkösaaliin kappalemäärästä (1,3 %) ja biomassasta (8,5 %) on täysin riittämätön ylläpitämään tervettä ravinteiden ja energian kiertoa Savonlahden kalayhteisössä ja koko lahukan ekosysteemissä (taulukko 8). Yleisesti kun järvessä on petokaloja vähintään 33 %, voidaan kalastorakenteen arvioida olevan terveellä pohjalla (Tammelan koekalastusraportti 2013).



Kuva 13. Puruveden Savonlahden (merkitty punaisella katkoviivalla) pedoksi luokiteltavan ahvenen (pituus yli 15 cm; vasen kuva) ja kuhan sekä kaikkien ahventen + kuhan biomassan osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista. Savonlahden edustan ulappa-alueen vastaavat tunnusluvut on merkitty vihreällä katkoviivalla. Alkuperäinen kuva: Tammi ym. 2006, 20.

Taulukko 12. Eräiden Pohjois-Karjalassa tehtyjen kalastotutkimusten yksikkösaaliita (Tossavainen 2011, 2014a, 2014b, 2015a, 2015b, Turunen 1990).

Järvi [koekalastusvuosi]	Vesiala [ha]	Rehevyytaso veden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksien perusteella	Keskimääräinen yksikkösaalis [kg]
Puruveden Savonlahti [2016]	50	mesotrofia	2,9
Puruveden Savonlahden edustan ulappa-alue [2016]	75	oligotrofia...lievä mesotrofia? [ei ole tutkittu]	1,7
Puruveden Mehtolanlahti [2015]	200	Oligo-mesotrofinen	1,8
Puruveden Ristilahti [2014]	250	Mesotrofinen	2,8
Jukajärvi [2012]	218	Mesotrofinen	0,6
Jukajärvi [1990]	218	...	1,1
Purnulampi, Lieksa [2010]	3,1	mesotrofinen, erittäin vaikea happitilanne	0,4
Kuohattijärvi, Nurmes [1996]	1100	oligotrofinen	0,9
Tohmajärvi [2008]	1300	mesotrofinen	1,5
Polvijärvi [2008]	20	eutrofinen	1,7
Kiteenjärvi [2009]	1200	mesotrofinen	1,9
Kalattomanlampi, Outokumpu [2005]	6	meso-eutrofinen	4,5
Vuonijärvi, Lieksa [2013]	64	[meso-...] eutrofinen	2,4



Kuva 14. Vasemmalta lukien Juha-Matti Ovaskainen, Matti Syväne, Jukka Hirvonen, Seppo Silvennoinen ja Laura Pehkonen irrottelevat kaloja Nordic-tutkimusverkosta Puruveden Savonlahden rannalla 16.09.2016.

4.2 KOEKALASTUSSAALIIN ERÄIDEN KALAYKSILÖIDEN IÄNMÄÄRITYS JA KASVUN ARVIOINTI



Kuva 15. Vasemmalta lukien Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat Anniina Jussila, Sanna Salmi, Suvi Kärenniemi ja Virpi Evesti preparoivat Puruveden Savonlahden koekalastussaaliin kalojen suomenäytteitä iänmäärittystä varten Karelia-ammattikorkeakoulun Sirkkalan laboratoriossa syyskuussa 2016.

Savonlahden ja sen edustan ulappa-alueen koekalastussaaliin eräiden kalayksilöiden iänmäärittäykset ja arvioidut kasvunopeudet ilmenevät taulukoista 13 - 23. Petokalojen (hauet sekä petoahvenet [pituus ≥ 15 cm], kuha; otoskoko [n] yhteensä 22) arvioitu kasvunopeus vaihteli enimmäkseen kohtalaisesta hyvään (taulukot 13, 17 ja 20). Tutkittujen pikkuaahventen (pituus < 15 cm, $n = 20$) arvioitu kasvunopeus oli enimmäkseen heikko (taulukko 16). Tutkittujen lahnojen ($n = 20$) ja särkien ($n = 24$) arvioidut kasvunopeudet olivat pääosin heikkoja (taulukot 15 ja 18).

Tulokset ovat yhtenevät yksikkösaaliin rakenteen kanssa. Petokaloilla on varsin hyvä ravintotilanne. Särkikalojen ja pikkuaahventen kannat ovat ylitiheitä ja niiden ravintotilanne on ainakin ajoittain heikko. Suoranainen sedimentin käyttö särkikalojen ravintona voi olla ajoittain mahdollista, mikäli pohjaeläimistöä ja eläinplanktonia on niukasti. Tällöin kala mineralisoi sedimenttiä ja ulostaessaan vapauttaa perustuotannolle jokseenkin välittömästi käyttökelpoi-

sia liukoisia ravinteita. Tämä kärjistää rehevöitymistä. Ylitheät pikkuaahven- ja särkikalakannat syövät (laiduntavat) tehokkaasti eläinplanktonia. Tämä lisää kasviplanktonin massaesiintymisen mahdollisuutta, koska eläinplanktonin tärkeä tehtävä on käyttää ravinnokseen kasviplanktonia. Eläinplankton ei kykene käyttämään ravinnokseen sinileviä.

Taulukko 13. Puruveden Savonlahden syksyn 2015 koekalastussaaliin haukiyksilöiden (*Esox lucius*) arvioitu ikä ja kasvu.

Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
40	4+	kohtalaisen hyvä
41	4+	kohtalaisen hyvä
41,2	4+	kohtalaisen hyvä
71	7+/8+	hyvä

Taulukko 14. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin eräiden kiiskiäyksilöiden (*Gymnocephalus cernuus*) arvioitu ikä ja kasvu.

Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
6	..	..
6	..	..
7	3+	Heikko
7	3+	Heikko
8	-	
8	3+	Heikko

Taulukko 15. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin eräiden kiiskiyksilöiden (*Gymnocephalus cernuus*) arvioitu ikä ja kasvu.

Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
8	4+	Heikko
10	7	Heikko
13	5+	Heikko
13	5	Heikko
13	4+	kohtalaisen heikko
13	3+/4+	kohtalainen
14	4+	kohtalaisen heikko
15	4+	kohtalaisen heikko
15	6+	heikko
16	3+	kohtalaisen hyvä
16	5+	kohtalaisen heikko
18	4+	kohtalainen
19	5+/6+	kohtalainen/kohtalaisen heikko
19	4+	kohtalainen
21	6+	kohtalaisen heikko
21	6+ / 7+	Heikko
22	6+	Heikko/Kohtalainen
22	7+ / 6+	Heikon kohtalainen
23	7	Heikko
26	9+	Heikon kohtalainen

Taulukko 16. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin eräiden ahvenyksilöiden (*Perca fluviatilis*), pituus alle 15 cm ("ei-pedot") arvioitu ikä ja kasvu.

Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
6	3+	heikko
6	2+	kohtalainen
6	2+/3+	heikko
6	2+	kohtalainen
6	3+	heikko
7	4+	todella heikko
9	3+	kohtalainen
9	4+	heikko
9	5+	todella heikko
9	4+	heikko
9	3+	kohtalainen +
11	5+	heikko
12	3+/4+	hyvä
13	4+	kohtalaisen hyvä
13	5+	kohtalaisen heikko
13	3+	hyvä
13	5+	kohtalainen -
13	6+	todella heikko
12,5	4+	kohtalainen +
14	4+	kohtalaisen hyvä

Taulukko 17. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin eräiden ahvenyksilöiden (*Perca fluviatilis*), pituus vähintään 15 cm ("pedot") arvioitu ikä ja kasvu

Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
15	4+	kohtalaisen hyvä
15	5+	kohtalaisen hyvä
15	6+	kohtalainen -
15	6+/7+	kohtalaisen heikko
16	6+	kohtalainen -
16	6+/7+	heikko/kohtalainen
16	6+	kohtalainen
17	5+	kohtalaisen hyvä
17	6+	kohtalainen
18	5+	kohtalaisen hyvä
18	7+	kohtalainen
19	8+/9+	heikko
19	7+	kohtalainen
19	8+	kohtalainen
20,5	7+	kohtalainen
27	8+	hyvä
27	7+/8+	hyvä
35	9+/10+	..

Taulukko 18. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin eräiden särkiyksilöiden (*Rutilus rutilus*) arvioitu ikä ja kasvu.

Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
9	3+	kohtalainen
9	2+/3+	kohtalainen
9	2+/3+	kohtalainen
9	2+/3+	kohtalainen
11	3+/4+	hyvä/kohtalainen
11	3+/4+	hyvä/kohtalainen
12	4+	kohtalainen
12	5+	heikko +
12	4+/5+	koht./koht. heikko
12	4+	kohtalainen
13	6+	heikko
13	4+	kohtalainen +
13	5+	kohtalaisen heikko
14	5+	kohtalaisen heikko
14	7+	erittäin heikko
15	5+	kohtalainen
16	6+	kohtalainen -
17	5+	kohtalaisen hyvä
17	6+/7+	koht. heikko/kohtalainen
19	7+/8+	kohtalainen/kohtalaisen huono
19	7+/8+	kohtalainen/kohtalaisen huono
19	7+	kohtalainen
20	8+	kohtalainen-
24	9+	kohtalainen

Taulukko 19. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin kahden sorvayksilön (*Scardinius erythrophthalmus*) arvioitu ikä.

Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
17,9	8+	..
19	6+	..

Taulukko 20. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin kuhayksilön (*Sander lucioperca*) arvioitu ikä.

Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
12	1+	kohtalainen

Taulukko 21. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin eräiden muikkuyksilöiden (*Coregonus albula*) arvioitu ikä.

Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
11	+	hyvä
10	+	hyvä
11	+	hyvä

Taulukko 22. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin eräiden pasuriyksilöiden (*Abramis bjoerkna*) arvioitu ikä.

Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
16	9+	..
17,3	10+	heikko
25	14+	kohtalainen
31	7+/8+	..

Taulukko 23. Puruveden Savonlahden syksyn 2016 koekalastussaaliin eräiden salakkayksilöiden (*Alburnus alburnus*) arvioitu ikä.

Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
12	4+	..
15	5+	..
15	4+	..



Kuva 16. Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijat (vasemmalta lukien) Ilppo Sutinen, Rico-Petteri Mutanen, Albert Kajava, Teemu Koistinen, Pekka Muurikainen, Antti Nuutinen ja Ilari Rytilahti käsittelemässä Savonlahden koekalastussaalista 09.09.2016.

4.3 SAVONLAHDEN VEDEN LÄMPÖTILA JA NÄKÖSYVYYS KALASTO-TUTKIMUKSEN AIKANA

Savonlahden ja sen edustan ulappa-alueen vesinäytteet otettiin Limnos-näytteenottimella jokaisen pyyntiponnistusrupeaman aikana lämpötilan ja siten kesäkerrosteisuustilanteen todentamiseksi. Myös näkösyvyudet mitattiin samalla vesinäytteenottimen valkoisen kannen avulla (taulukot 24 ja 25). Savonlahden näkösyvyys (0,5 – 0,8 m) oli koekalastusten aikana hyvin pieni (taulukko 24). Vesi oli lähinnä humusyhdisteiden ja saviaineksen sekä luultavasti myös kasviplanktonin samentama. Savonlahden edustan ulappa-alueen veden näkösyvyys (3,0 – 3,8 metriä) oli merkittävästi suurempi Savonlahteen verrattuna (taulukko 25).

Taulukko 24. Puruveden Savonlahden veden lämpötila sekä näkösyvydet kalastorakenteen tutkimuksen aikana elo-syyskuussa 2016.

Pvm	Kokonaissyvyys	Näytesyvyys	Lämpötila	Näkösyvyys
	[m]	[m]	[°C]	[m]
18.8.2016	2,1	1,1	..	0,8
8.9.2016	2,1	1,1	14,6	0,7
16.9.2016	1,7	0,9	12,7	0,5

Taulukko 25. Puruveden Savonlahden edustan ulappa-alueen veden lämpötilan ja näkösyvyden havainnot kalastotutkimuksen aikana 17.08.-16.09.2016.

Pvm	Kokonaissyvyys	Näytesyvyys	Lämpötila	Näkösyvyys
	[m]	[m]	[°C]	[m]
17.8.2016	8,4	1,0	18,1	3,0
		4,2	18,1	
		7,4	18,0	
7.9.2016	9,2	1,0	16,0	3,4
		4,6	15,8	
		8,2	15,7	
16.9.2016	9,8	1,0	14,3	3,8
		4,9	14,3	
		8,8	14,3	

Taulukko 26. Veden humuspitoisuuden (humoosisuuden) arviointi näkösyvyden, värin ja kemiallisen hapenkulutuksen (CODMn) perusteella. Mainittakoon, että korkeat rauta- ja jousmanganipitoisuudet sekä savisameus kohottavat väriä ja pienentävät näkösyvyttä humusyhdisteiden lisäksi. CODMn ilmentää vedessä olevan orgaanisen aineksen kokonaismäärää, joka siis tyypillisesti luonnonvesissämme koostuu lähinnä humusyhdisteistä.

Näkösyvyys [m]	Veden väri [mg Pt/l]	Veden COD _{Mn} [mg/l O ₂]	Järven humoosisuusaste
< 1,25	> 80	< 5	polyhumoosinen (erittäin humuspitoinen)
1,25...3,5	40...80	5...15	mesohumoosinen (humuspitoisuus keskimääräinen)
> 3,5	< 40	> 15	oligohumoosinen (niukasti humusta)

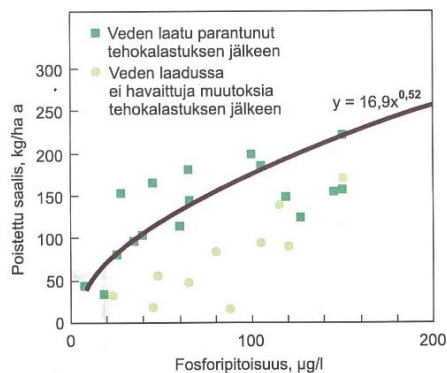
5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Koekalastuksen perusteella varsinaisen, matalan ja tummavetisen Savonlahden kalan kokonaisbiomassa (keskimääräinen yksikkösaalis 2,9 kg) on suurehko ja kuormitetuille järville tyypillinen RKTL:n (nyk. Luonnonvarakeskus [LUKE]) laajaan tutkimusaineistoon (Tammi ym. 2006) verrattuna. Kalojen yksilömäärä (218 kpl/keskimääräinen yksikkösaalis, josta särkikalaja 153 kpl) on erittäin suuri ja ylittää kuormitettujen järven aineiston (Tammi ym. 2006) ylärajan. Petokalojen (hauki, kuha ja yli 15 cm:n ahven) osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista (biomassasta 8,5 % ja kappalemäärästä 1,3 %) on erittäin alhainen ja täysin riittämätön hyvinvoivan kalaston ylläpitämiseksi. Aine ja energia eivät siten kierrä riittävän tehokkaasti Savonlahden ekosysteemissä, vaan siellä tapahtuu rehevöityneille ekosysteemeille tyypillistä aineen ja energian kasautumista. Tämä ilmenee vesialueen liettymisenä, ylenpalttisenä vesi- ja rantamakrofyyttien kasvustona, leväkukintoina ja sisäisenä kuormituksena ja ylitiehinä, heikosti kasvavina kalapopulaatioina. Suomunäytteistä tehtyihin iänmäärittäisiin perustuvat arvioidut kasvunopeudet ilmentävät petokalojen enimmäkseen kohtalaisen hyvää ja särkikalaja sekä pikkuaahvenen (pituus < 15 cm) pääosin heikkoa ravintotilannetta.

Särkikalaja ja pikkuaahvenen ylitiehinä populaatioiden tehopyynti on suositeltavaa Savonlahdella. Se voisi osaltaan vähentää kalaja mahdollisesti aiheuttamaa sedimentin ravinteiden mobilisaatiota. Tämä voisi osaltaan lievittää sisäisen kuormituksen ja siitä aiheutuvien leväkukintojen ja veden samentumisen riskiä. Savonlahden haukikannan vahventaminen olisi erittäin tärkeää. Sen rooli huippupetona ravintoverkon aineiden ja energian kierrossa olisi oleellisen tärkeä Savonlahden matalavetisessä ekosysteemissä. Savonlahden veden happipitoisuuden, raskasmetallien, ravinteiden ja sameusarvojen suhteellinen voimakas heilahtelu viittaa valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen ja/tai sedimentistä vapautuvan sisäisen kuormituksen ongelmaan, jota ylitieheä kalakanta on omiaan kärjistämään. Savonlahden pohjan tila ja ulkoinen kuormitus on selvitettävä ja ratkaistava yhdessä mahdollisen kalastohoidon kanssa, mikäli lahden tilaa tahdotaan kohentaa. Karelia-ammattikorkeakoulu selvittää Savonlahden

pohjan tilan (sedimenttien laatu ja määrä sekä jakautuminen, sisäisen kuormituksen mittaukset, pohjaeläimistö, myös tiedot ulkoisesta kuormituksesta) kevättalvella 2017 Pro Puruvesi ry:n toimeksiannosta.

Tehokalastuksen saalistavoite on suhteutettava järven pinta-alaan ja veden fosforipitoisuuteen. Särkikalavaltaisissa suomalaisissa ja keskieurooppalaisissa järvissä tehdyissä onnistuneissa ravintoketjukurannostuksissa poistettu kalamäärä korreloi selvästi fosforipitoisuuden kanssa (kuva 14). Siten saalistavoitteen voi alustavasti arvioida veden fosforipitoisuuden perusteella (Sammalkorpi ja Horppila 2005, 178). Jos kunnostuksen vaikutuksen on tarkoitus näkyä veden laadussa 1 – 2 vuoden kuluessa, järkevä saalistavoite on vähintään 50 – 100 kg/ha vuodessa Etelä- ja Keski-Suomen rehevissä järvissä, joiden veden fosforipitoisuus on alle 50 µg/l (Sammalkorpi ja Horppila 2005, 179). Savonlahden veden kokonaisfosforin pitoisuutta on seurattu vuosina 2012 ja 2015. Nykytilanteen varmentamiseksi lahdesta tulisi selvittää tilavuuspainotettu keskipitoisuus ainakin talvi- ja kesäkerrosteisuuden aikana. Vuosien 2012 ja 2015 havaintojen keskiarvon (noin 17,3 µg kok. P/l) perusteella Savonlahdesta olisi poistettava noin 74 kg/ha kalaa vuodessa (kuva 17). Kun Savonlahden vesialaksi asetetaan 50 hehtaaria, tämä merkitsisi vajaan neljän tonnin vuotuista tehokalastussaalista. Mikäli ulkoinen kuormitus on liian korkea, muutos ei ole pysyvä, koska kalasto palautuu nopeasti ilman jatkuvaa tehokasta kalastusta ja erittäin vahvaa petokalakantaa (Sammalkorpi ja Horppila 2005, 179). Edellä mainitun tehopyynnin olisi kestettävä 3 – 4 vuotta, jotta kaikki toiminnan alkaessa järvessä olevat särkikalajien ikäluokat tulevat pyynnin kohteeksi (Kairesalo, Keto ja Sammalkorpi 1990, 316). Hankkeen toteutusvaiheessa kannattaa kalastaa mahdollisimman lyhyenä aikana tehokkaasti. Kalastuksen tulokset on syytä dokumentoida hyvin, koska on tärkeä seurata suunnitellun kalastustavoitteen täyttymistä ja arvioida tavoitteen oikeellisuutta. Ensimmäisen voimakkaan kalastusjakson jälkeen usein syntyvä nuorempien vuosiluokkien toinen aalto on aina varauduttava poistamaan kunnostushankkeen toisena tai kolmantena vuotena. Muussa tapauksessa järvi täyttyy nopeasti uusilla särkikalajien vuosiluokilla. Tiedetään tapauksia, joissa eläinplanktoniin kohdistuva saalistus on kasvanut lyhytkestoisen tehokalastuksen jälkeen (Sammalkorpi ja Horppila 2005, 180).



Kuva 17. Tehokalastuksessa poistettavan saalismäärän arviointi veden fosforipitoisuuden perusteella. Kun poistettujen särkikalajien määrä on ollut vähintään käyrän osoittamaa suuruusluokkaa, on veden laadussa saatu aikaan ainakin lyhytaikainen muutos (Jeppesen & Sammalkorpi 2002). Savonlahdelle poistettavan kalan vähimmäismäärä (kg/ha) = $16,9 \times 17,3$ (µg/l: vuosien 2010-2013 havaintojen keskipitoisuus) $^{0,52} \approx 74,4$ kg/ha. Tämä on koko Savonlahden vesialalle (50 ha) vajaat 4 tonnia vuodessa..

Savonlahden edustan ulappa-alueen kalastorakenne on monin tavoin varsin terve. Petokala-populaatiot ovat vahvoja. Yksikkösaaliin biomassa on kuitenkin hiukan kohonneella tasolla ja nimenomaan särkikalakantojen aktiivinen pyynti on suositeltavaa. Myös ulappa-alueen pohjasedimentin laatua ja määrää sekä pohjaeläimistön tilaa selvitetään keväällä 2017 edellä mainitun Savonlahden pohjan tilan tutkimuksen yhteydessä.

Lähteet

- Jantunen, R. 2016. Henkilökohtainen tiedonanto 19.11.2016. Pro Puruvesi ry. Kerimäki.
- Jeppesen, E. & I. Sammalkorpi 2002. Lakes. Julkaisussa: Davy, A. J. & Perrow, M. R. (toim.). Handbook of ecological restoration. Vol. II. Restoration in practice. Cambridge University Press: 297–324.
- Kairesalo, T., Keto, J. & Sammalkorpi, I. 1990. Biomanipulaatio (ravintoketjukunnostus). Teoksessa: Ilmavirta, V. (toim.). Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino, 310–326.
- Olin, M., Lappalainen, A., Sutela, T., Vehanen, T., Ruuhijärvi, J., Saura, A., Sairanen, S. 2014. Ohjeet standardinmukaisiin koekalastuksiin. RKTL:n työraportteja 21/2014.
- Raitaniemi, J., Nyberg, K. & Torvi, I. 2000. Kalojen iän ja kasvun määrittäminen. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
- RKTL. Ohjeistus verkkokoekalastusten käyttöön kalataloustarkkailuissa. <http://www.rktl.fi/www/uploads/images/Kala/Ymparisto/vpdohjeet.pdf>
- Salonen, S. 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä; vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja.
- Sammalkorpi, I. & Horppila, J. 2005. Ravintoketjukunnostus. Teoksessa: Ulvi, T. ja E. Lakso (toim.). Järvien kunnostus. Suomen Ympäristökeskus. Ympäristöopas nro 114, 169–189
- Tammelan koekalastus raportti. 2013. http://www.tammela.fi/UserFiles/tammela/File/asuminen_ja_rakentaminen/vesiensuojelu/hankkeet/jarvetjakalat/Tammelan%20koekalastus%20raportti_7jarvea.pdf
- Tammi, J., Rask, M., Olin, M. 2006. Kalayhteisöt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Helsinki: Kala- ja riistaraportteja nro 383. Helsinki. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/rp383_verkko.pdf
- Tossavainen, T. 2011. Kolin Purnulamman limnologinen tila vuonna 2010 kunnostussuunnitelun lähtökohdaksi. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja C:52.
- Tossavainen, T. 2014a. Lieksan Vuonisjärven vedenlaatu, kuormitus, pohjasedimentti, pohjaeläimistö, kalasto ja makrofytyt. Kunnostussuunnittelun esitutkimus. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:11.
- Tossavainen, T. 2014b. Kontiolahden ja Joensuun alueilla sijaitsevan Jukajärven nykytila sekä alustava kunnostus- ja hoitotoimien pohdinta. Jukajärven lasku-uoman Jukajoen nykytilan alustava tarkastelu. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:12.
- Tossavainen, T. 2015a. Puruveden Ristilahden kalastorakenne syksyllä 2014 sekä alustavat kalastonhoitotoimien suosituksukset. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C: Raportteja, 31.

Tossavainen, T. 2015b. Puruveden Mehtolanlahden kalastorakenne syksyllä 2015 sekä alustavat kalastoshoidon suositukset. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C: Raportteja, 30.

Turunen, T. 1990. Jukajärven kalasto vuonna 1990. Joensuun yliopisto, Karjalan Tutkimuslaitos, Ekologian osasto. Tutkimusraportti.

Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Third Edition. Elsevier Academic Press.

Liite 1. Savonlahden ja sen edustan ulappa-alueen koekalastussaaliin kokojakaumatiedot.

Liite 1. Taulukko 1/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: ahven (<i>Perca fluviatilis</i>), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
[cm]	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
4			11			1				1		
5			72	1		15				3		
6			8	2		28						
7				9		26		1		2		
8			3	13		1	3					
9			1	1			7					
10				1		1	22		2			
11				1			28		12			
12				1			15		32			
13							1		13			
14		6							1			
15		5										
16		5										
17		2				1						
18								3	1			
19								21				
20		1										
22								1				
24											1	1

Liite 1. Taulukko 2/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016
kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16,
17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: Lahna (Abramis brama), kpl												
Pituus (cm)	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
4			1									
5			1			2						
6			1	3		10						
7			4	19		6	2					
8			1	4		2	4					
9							10		1			
10				1			16		14			
11		2					8		9			
12		5					1		9			
13		11	1	1			1		6			
14		14					2		2			
15		23					1	4	5			
16		15						16	2			
17		4						7	1			1
18		6	1					6			2	1
19		2						2			2	7
20								1			3	4
21								2				4
22											2	2
23								1			2	1
24											1	1
25	2											1
26	1							1				
27	1										1	
32												1
33											1	
34					1							

Liite 1. Taulukko 3/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: särki (<i>Rutilus rutilus</i>), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
[cm]	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
4										1		
5			4									
6						9						
7			1	1		146			1			
8				29		51						
9			23	152		5			1			
10			7	38		1	31					
11		1	2	2			95		3			
12							42		7			
13							9		32			
14							2		17			
15		2							5			
16		2							2			
17		1										
18		2										
19								1				

Liite 1. Taulukko 4/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: kuha (<i>Sander lucioperca</i>), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
[cm]	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
12				1								
13							1		1			
15									1			

Liite 1. Taulukko 5/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: salakka (Alburnus alburnus), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
(cm)	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
4										1		
7			1			9						
8				1		17						
9			1	4		65						
10			5	21		76	2		2			
11			2	45		2	3					
12		1	2	41			10					
13		1	2	7			19					
14				2			12		2			
15							2		1			

Liite 1. Taulukko 6/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: pasuri (Abramis bjoerkna), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
(cm)	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
4			3									
5			1			5						
7				18		3	1					
8			2	11			18					
9			2				12		3			
10							24		11		1	
11		2	1				8		25			
12		6						1	10			

13		7		1			1	2			
14	1	10					1	2			
15		14					3	1			1
16		9					9	1			1
17	1	3					2	1			
18		2									
19											4
20		1					2			1	
27	1										
28	1										

Liite 1. Taulukko 7/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: kiiski (Gymnocephalus cernuus), kpl											
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko [mm]										
[cm]			6,25				8				
6							2				
8			1								
10							1				

Liite 1. Taulukko 8/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: hauki (Esox lucius), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko [mm]											
[cm]	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
36												1
40											1	1
41												1

Liite 1. Taulukko 9/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 2, 3, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 22, 23 ja 24.

Laji: sorva (Scardinius erythrophthalmus), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
(cm)	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
9				1								
11		2							3			
12									1			
14									1			
18		1										
21									1		1	

Liite 1. Taulukko 10/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: salakka (Alburnus alburnus), kpl									
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)								
(cm)	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	
9						4			
10				7		4	1	1	
11				14					
12				5					
13				4			4		
14							2		
15							1		

Liite 1. Taulukko 11/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: ahven (<i>Perca fluviatilis</i>), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko [mm]											
[cm]	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
5			26			8						
6			1			55						
7				2		35	1					
8				9		1	1					
9				8			5					
10				1			25		1			
11				3			32		6			
12		1					15	1	30			
13							2		26			
14							3		8			
15		5							5			
16		12						1	3			
17		6					1	3	1			
18		2						3			1	
19								5				
20		1						3				
21		1										
22								1				
23												1
24												1
27											1	1
29												
30	1										1	
31												1
35					1							

Liite 1. Taulukko 12/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalustusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: pasuri (Abramis bjoerkna), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
[cm]	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
9							3					
10							2					
11							1		2			
12	2											
14		1										
15		1						1				
16		2						1				
17								1				1
18		1										
20												1
25												1
30					1							

Liite 1. Taulukko 13/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalustusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: lahna (Abramis brama), kpl												
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)											
[cm]	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
8				2								
10									2			
11									1			

12									1			
14		1										
15		1						3				
16	1											
17		1						1				
18		1						2				
19								1				
20										1		
22										1		
23										2		
24												1
25										1		1
26	1									1		1
27	1											
28	1											
29	1											
30										1		

Liite 1. Taulukko 14/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: hauki (Esox lucius), kpl	
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko [mm]
[cm]	
43	1
71	1

Liite 1. Taulukko 15/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalustusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: särki (<i>Rutilus rutilus</i>), kpl							
Pituus [cm]	Nordic-verkon silmäkoko (mm)						
	19,5	10	8	12,5	24	15,5	5
7			5				
8		3	5				
9		32	1				
10		14		2			
11		2		24			
12			1	21		5	2
13				5	3	7	
14						8	
15	2				3	8	
16	3					3	
17	9						
18	4						
19	6				4		
20	2				1		
21					2		
22					1		
23					1		
24					2		

Liite 1. Taulukko 16/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: muikku (Coregonus albula), kpl	
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko [mm]
[cm]	
10	10
10	4
11	8

Liite 1. Taulukko 17/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalastusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: kiiski (Gymnocephalus cernuus), kpl						
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko [mm]					
[cm]	43	19,5	6,25	10	8	12,5
6			1		9	
7				11	2	1
8				4		

Liite 1. Taulukko 18/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalustusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: sorva (Scardinius erythrophthalmus), kpl			
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)		
(cm)	43	19,5	24
17		1	
19		2	2
20			1
21		1	1
24		1	

Liite 1. Taulukko 19/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen koekalustusaineiston 17.8.-16.9.2016 kokojakaumapöytäkirjojen yhteenveto lajeittain. Nordic-verkot 1, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 25, 26 ja 27.

Laji: kuha (Sander lucioperca), kpl	
Pituus	Nordic-verkon silmäkoko (mm)
(cm)	15,5
14	1

Liite 1. Taulukko 20/21

Varsinaisen Savonlahden koekalastussaaliin pituusjakaumapöytäkirjojen yhteenveto												
Ahven	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	19	95	29	0	73	76	26	61	6	1	1
Lahna	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	4	82	10	28	1	20	45	40	49	0	14	23
Särki	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	8	37	222	0	212	179	1	68	1	0	0
Kuha	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0
Salakka	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	2	13	121	0	169	48	0	5	1	0	0
Pasuri	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	4	54	9	30	0	8	63	19	56	0	2	6
Kiiski	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Hauki	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Sorva	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	3	0	1	0	0	0	0	6	0	1	0

Liite 1. Taulukko 21/21

Savonlahden edustan ulappa-alueen pituusjakaumapöytäkirjojen yhteenveto												
Salakka	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	0	0	30	0	8	8	1	0	0	0	0
Ahven	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	1	28	27	23	1	99	85	17	77	0	3	4
Pasuri	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	2	5	0	0	1	0	6	3	2	0	0	3
Lahna	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	5	4	0	2	0	0	0	7	4	0	7	3
Hauki	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Särki	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	26	0	51	0	12	52	17	31	2	0	0
Muikku	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Kiiski	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	0	1	15	0	11	1	0	0	0	0	0
Sorva	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Kuha	Verkko mm											
	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
kpl yht.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

- ENONKOSKI
- KERIMÄKI
- KESÄLAHTI
- PUNKKAHARJU
- SAVONRANTA

PURUVESI

KARELIA AMK
TOSKAUAINEN TARMO
KAROLIINKATU 3
80200 JUENSKU



Torstai 15. syyskuuta 2016

N:o 37 · Vuodesta 1964 · Iltonumero 2,50 €

www.puruvesi.net

0051
20

Päiväkodin remontista aiottua isompi Kerimäellä sivu 3
Koululaiset raportoivat teemapäivästä Enonkoskella sivu 9

Sintitkin mitataan koekalastuksessa

Jari Silvenönnen
KERIMÄKI

Savonlahti valuma-alueen on yksi FRESHABIT Puruvesi-hankkeen viides kohdealueista. Lahden kalaston rakennetta tutkitaan parhailtaan koekalastuksella, mutta sitä ei tehdä hankkeella.

Hankeohjelmassa koekalastukset olisivat ajoittuneet vasta parin vuoden päähän, joten Savonlahden vesistöalueen omistajat, kuusi osakaskuntaa halusivat

vaikuttaa tutkimusta. Koekalastusta tekee Karelia AMK ja rahoittajiksi löytyivät Pro Puruvesi ry, sekä Etelä-Savon ely-keskus. Osarahoitusta tulee myös osakaskunnilta.

Pro Puruvesi on tehnyt tutkimusyhteistyötä aiemminkin Karelia AMK:n kanssa. Kesälahden Risti-lahdella ja Mehtolanlahdella. Raportit kalastonhoitonsuositukseen valmistuivat niistä syysynä 2014 ja 2015.

Suositusten mukaan Risti-lahdella pitäisi tehokalastaa särkikaloja vuosittain noin 20 tonnia ja Mehtolanlahdesta 12 tonnia. Tehopyynti pitäisi toistaa 3-4 vuorona peräkkäin. Risti-lahden osalta hoitokalastajan kelpailutus on alkanut. Savonlahden koekalastus antaa alustavasti viitteitä samana suuntaan: särkikalola on liikaa ja perokaloja liian vähän.

SIVU 8



JARI SILVENÖNNEN

Koekalastuksessa mitataan kaikki kalat, pienimmätkin. Puruvesen Savonlahdella saatuja saalisia päästeltävät peräntahna Karelia AMK:n opiskelijat, muun muassa Hämeenlyödyksiä oleva Mikko Lepokorpi.

JARI SILVENNÖNEN



Joukko Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijoita on ollut toteuttamassa koekalastusta Kerimäellä, Puruveden Savonlahdella. Kalat päästettiin tutkimusverkoista Seppo Silvennön mökkirannassa.

Koeverkko ohjaa hoitokalastukseen

► Savonlahden kalaston rakennetta tutkittu viime viikkoina. Rehevöittävien särkikalajien poistoon ilmeinen tarve.

Jari Silvennönen
KERIMÄKI

Puruveden Savonlahdella on viime viikkoina kalastettu erikoislaatuilla verkoilla. Yhdestä 30 metrin pituisesta Nordic-yleiskatsausverkosta löytyi kaksitoista eri silmäharvuuksia. Verkon silmäharvuus on kahden ja puolen metrin sivussa tiheimmillään 5 millimetriä, suurimmillaan 55 millimetriä.

Saalis on pyyntivälineen mukainen. Verkkojen tiheyden mukaan merkittyihin pesuveteihin kertyy monenkokoisia kaloja, enimmäkseen kuitenkin pieniä.

Koekalastukseen suunniteltu verkko paljastaa kalastettavan alueen kalaston rakenteen. Peto- ja särkikalajien määrän ja koon keskinäinen suhde kertoo, onko alueella tarvetta särkikalajien tehopyyntiin.

Ja jo alustavan saalisanalyysin perusteella voi sanoa, että hoitokalastukseen on Kerimäen Savonlahdella ilmeinen tarve.

Petokalajien osuus on aivan liian pieni, vahvistaa koekalastusta johtanut limnologi **Tarmo Tossavainen**, joka toimii opettajana Kare-



Astioihin kertyi monenkokoista kalaa, enimmäkseen kuitenkin pienepuoleista.

lia-ammattikorkeakoulussa (Karelia AMK).

Koekalastusta oli toteuttamassa joukko Karelia AMK:n energia- ja ympäristötekniikan opiskelijoita. Tuikkohitana oli **Seppo Silvennön** loma-asunon ranta.

Verkkoopyynnin perusteet ja kalojen päästely nivoutuivat alan insinööri-tutkintoon järven tilan tutkimis-

sen ja vesistöjen kunnostuksen kautta.

– Ei ole aiemmin tullut tällaista hommaa tehtyä, tuumasi leppävirtalainen **Ilari Rytölähti**, kun merkasi verkon tietoja saalis-

lolle varattuun pesuväliin. Koekalastus tehdään Luonnonsuojelun ohjeiden mukaan. Viime perjantaihin mennessä takana oli viisitoista verkkoyötä, eli viisi verkkoa järvestä kol-



Limnologi, Karelia AMK:n opettaja **Tarmo Tossavainen** tekee kalalajin määrittystä. Pikkukalojen joukossa oli niin lahnaa kuin pasurilakin.

mene erylönä, eri paikoissa.

Kalaston rakenteen määrittelyssä keskeistä on kalan iän ja koon suhde. Siksi kaikki kalat mitattiin ja kirjattiin erikseen kalalajeittain. Kalojen ikä määritettiin suomenäyteisillä.

– Jos kalalla on paljon vuosia ja se on silti lyhytkasvuinen, se tarkoittaa niiden syvän pohjasedimenttiä. Iän määrittä-

tökelpoisessa muodossa. Pohjelaimeet taas vähenevät pohjan liestyessä, joten kierre vesistöön rehevöitymiselle on valmis.

Savonlahden tila on huolestuttanut vesialueen omistajia jo pitkään eikä syytä. Useita vuosia sitten Puruvedeltä kartoitettiin eri alueiden fosfori- ja typpipitoisuuksia vesinäytteillä. Savonlahti nousi fosforin määrässä aivan omaan luokkaan.

Mycös näkösyvyysmittauksissa Savonlahden lukeumat kuuluvat Puruveden heikimpiin. Koekalastuksen yhteydessä näkösyvyysdeksi mitattiin lahden keskeltä tänä syysynä vain 66 senttimetriä.

Keskeinen selitys Savonlahden tilalle on, että siihen laskee ravinteikasta vettä yhdestä isosta tuetista. Lahden pohjuksaan tuleva Kuonanjoki kokoaa vedet isolta valuma-alueelta aina Riitasensuota myöten.

Lopullinen raportti koekalastuksen tuloksista kalastonhoitosuosituksen valmistu loppusyksyn aikana. Suositukset toimivat mahdollisten hoitokalastusten ohjenuorana.

Pohjasta vapautuu pöyhittäessä veteen ravinteita muun muassa leville käyt-

Karelia-ammattikorkeakoulun Luonnonvara- ja ympäristöalan koulutus teki Puruveden Savonlahden sekä Savonlahden edustan ulappa-alueen kalastorakenteen tutkimuksen elo-syyskuussa 2016 Pro Puruvesi ry.:n toimeksiannosta.

Koekalastuksen perusteella varsinaisen, matalan ja tummavetisen Savonlahden kalan kokonaisbiomassa (keskimääräinen yksikkösaalis 2,9 kg) on suurehko ja kuormiteuille järville tyypillinen. Petokalojen (hauki, kuha ja yli 15 cm:n ahven) osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista on erittäin alhainen ja täysin riittämätön hyvinvoivan kalaston ylläpitämiseksi. Tulosten perusteella särkikalojen ja pikkuahvenen ylitiheden populaatioiden tehopyynti on suositeltavaa Savonlahdella.

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUJA C:41

ISBN 978-952-275-226-0 | ISSN 2323-6914