

Puruveden Ristilahden kalastorakenne syksyllä 2014 sekä alustavat kalastonhoitotoimien suositukset

Tutkimusraportti

Tarmo Tossavainen



Puruveden Ristilahden kalastorakenne syksyllä 2014 sekä alustavat kalastonhoitotoimien suositukset

Tutkimusraportti

Tarmo Tossavainen

Sisällys

<i>Julkaisusarja</i>	C, Raportteja: 31
<i>Julkaisusarjan vastaava toimittaja</i>	Kari Tiainen
<i>Sivuntaitto</i>	Katja Leinonen
<i>Kansikuva</i>	Tarmo Tossavainen nostaa Nordic-tutkimusverkkoa Puruveden Ristilahdesta 4.9.2014. Kuva: Keijo Silfsten.
<i>Kuvat</i>	Tarmo Tossavainen, ellei toisin ole mainittu.

@ Tekijä ja Karelia-ammattikorkeakoulu

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

ISBN 978-952-275-191-1 (painettu)
ISBN 978-952-275-192-8 (verkkojulkaisu)
ISSN-L 2323-6914
ISSN 2323-6914

<i>Julkaisujen myynti ja jakelu</i>	Karelia-ammattikorkeakoulu julkaisut@karelia.fi tahtijulkaisut.net
---	--

Joensuu, Lasermedia Oy, 2015

TIIVISTELMÄ	6
1 ALKUSANAT	7
2 TUTKIMUSALUE	8
2.1 Ristilahden nykyinen veden laatu	8
2.2 Ristilahden kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittavan ravinteen arviointi	10
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	12
3.1 Koekalastus	12
3.2 Koekalastussaaliin kalojen iänmääritys	15
3.3 Veden laadun havainnointi kalastorakenteen tutkimuksen aikana	16
4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	17
4.1 Yksikkösaalis	17
4.1.1 Yksikkösaaliin ja veden kokonaisfosforipitoisuuden suhde	17
4.1.2 Särkikalojen osuus yksikkösaaliista	18
4.1.3 Petokalojen osuus yksikkösaaliista	18
4.2 Koekalastussaaliin eräiden kalayksilöiden iänmääritys ja kasvun arviointi	20
4.3 Ristilahden veden lämpötila kalastotutkimuksen aikana	23
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET	24
LÄHTEET	26

Tiivistelmä

Karelia-ammattikorkeakoulun Luonnonvara- ja ympäristöalan koulutus teki Puruveden Ristilahden (noin 250 ha, suurin syvyys 3,5 metriä) kalastorakenteen tutkimuksen (20 verkkoyötä Nordic-yleiskatsausverkoilla) elo-syyskuussa 2014 Pro Puruvesi ry:n toimeksiannosta. Saalis- kalat olivat ahven, hauki, lahna, pasuri, särki, kiiski ja salakka.

Ristilahden keskimääräinen yksikkösaalis oli 2,8 kg (179 kpl kalayksilöitä, josta särkikalaja 105 kpl [1,6 kg]). Näiden keskiarvojen perusteella Ristilahden veden kokonaisfosforipitoisuus olisi varovasti arvioituna voimakkaasti rehevöityneille (eutrofisille) järvivesille tyypillistä suuruusluokkaa. Todelliset, Ristilahdesta mitatut kokonaisfosforin pitoisuudet ovat kuitenkin lievästi rehevöityneiden (mesotrofisten) järvien tyypillisiä pitoisuuksia.

Koekalastuksen perusteella Ristilahdessa on suuri, kuormitetuille järville tyypillinen särkikalakanta sekä biomassan (56,4 % keskimääräisestä yksikkösaaliista) että kappalemäärän (vastaava osuus 58,6 %) perusteella. Petokalojen osuus keskimääräisen yksikkösaaliin kokonaisbiomassasta (noin 29,8 %) on lähes tyydyttävää suuruusluokkaa. Varsinkin pedoksi luokiteltavan ahvenen (pituus > 15 cm) biomassan osuus (26,2 %) yksikkösaaliista on suhteellisen suuri ja tyypillinen hyväkuntoisille vertailujärville (RKTL 2008). Ristilahden ahvenen kokonaisuusyksikkösaaliin massasta (39,5 %) oli RKTL:n aineiston vertailujärvien ja kuormitettujen järvien välimaastossa. Kaikkien petokalojen osuus Ristilahden keskimääräisen yksikkösaaliin kappalemäärästä oli 4,9 %. Suomunäytteistä tehtyihin iänmäärittäisiin perustuvat eri saaliskalalajien arvioidut kasvunopeudet ilmentävät petokalojen hyvää ja ylitiheän särkikalakannan ajoittain heikkoa ravintotilannetta.

Suuren särkikalakannan ja myös pikkuahvenen tehopyynti on suositeltavaa Ristilahdella. Tämä voisi osaltaan vähentää näiden kalaryhmien aiheuttamaa ravinteiden mobilisaatiota sedimentistä sekä kohentaa eläinplanktonpopulaatioita. Tämä tehostaisi ravinteiden ja energian kiertoa Ristilahdessa ja voisi osaltaan lievittää sisäisen kuormituksen riskiä. Ristilahden petokalakantaa ei tarvitse aktiivisesti vahvistaa istutuksilla; edellä mainittu riittävä tehopyynti vahvistaisi myös petokalakantaa. Korkeat a-klorofyllipitoisuuden havainnot, viime vuosina todetut sinileväesiintymät ja ravinne- sekä raskasmetallipitoisuuksien ajoittain voimakas vaihtelu viittaavat valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen ja/tai sedimentistä vapautuvan sisäisen kuormituksen ongelmaan. Tämä on selvitettävä ja ratkaistava yhdessä mahdollisen kalastonhoidon, ts. laajemmin biomanipulaation kanssa, mikäli Ristilahden tilaa tahdotaan kohentaa.

Tehokalastuksen saalistavoite on suhteutettava järven pinta-alaan ja veden fosforipitoisuuteen. Ristilahdesta olisi poistettava vähintään lähes 80 kg/ha kalaa vuodessa. Kun Ristilahden vesialaksi oletetaan 250 hehtaaria, tämä merkitsee noin 20 tonnin vuotuista tehokalastussaalista. Tehopyynnin olisi kestävä 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.

1 Alkusanat

Puruveden Ristilahden kalastorakenteen tutkimus tehtiin syksyllä 2014 Pro Puruvesi ry:n, yhdyshenkilönään puheenjohtaja Reijo Jantunen, toimeksiannosta Karelia-ammattikorkeakoulun Biotalouskeskukselle. Tutkimuksen kenttätöihin osallistuivat työtä ohjanneen ja sitä tehneen ja tämän raportin laatineen Tarmo Tossavainen (limnologi, MMM, päätoiminen tuntiopettaja) lisäksi Karelia-ammattikorkeakoulun laboratoriomes-tari Keijo Silfsten sekä bio- ja ympäristötekniikan insinööriopiskelijat Mikko Hiltunen, Joose Korhonen, Pasi Näätänen, Emma Pölonen, Ilkka Saloranta, Kaisa Tuomisto ja lehtori Jari Spoo. Lisäksi Reijo Jantunen, Eero Luukkanen ja Mikko Liukko olivat talkoohengessä käsittelemässä koekalastussaalista. Pro Puruvesi ry:lle tahdomme lausua suurkiitokset tämän tutkimuksen toimeksiannosta ja kaikin puolin hienosti sujuneista käytännön järjestelyistä!

2 Tutkimusalue

Kuitenkin Ristilahden mataluuden (vähäisen tilavuuden) ja em. pitoisuuksien heilahtelun (ulkoisen kuormitus <-> sisäinen kuormitus), korkeiden a-klorofyllipitoisuuksien sekä typen ajoittaisen minimiravinneroolin (ks. luku 2.2) vuoksi olisi erittäin aiheellista tutkia ja selvittää lahteen kohdistuva ulkoinen kuormitus sekä sedimentin mittauksin (redox-potentiaali, kauraukset) arvioida sisäisen kuormituksen osuutta. Pohjaeläintutkimus kertoisi myös selkeästi järven pohjan tilasta. Vedenlaatuaineiston, Ristilahden morfometristen ominaisuuksien sekä aivan viime vuosina dokumentoitujen (2011, 2013, 2014) sinileväesiintymien vuoksi voidaan perustellusti arvioida, että Ristilahti on sietokykynsä ääri rajoilla. Rehevöityneille järville tyypilliset piirteet kalastorakenteessa (särkikalajien suuri ja petokalajien pienehkö osuus) voivat osaltaan heikentää Ristilahden tilaa. Järven sietokyky tarkoittaa etenkin sitä, että järven sisäinen ja/tai ulkoinen kuormitus on niin voimakasta, että järvi ei kykene aerobisissa oloissa mineralisoimaan orgaanista ainesta riittävän tehokkaasti. Tämä heikosti hajonnut aines vajoaa pohjaan ja aiheuttaa siellä liettymistä sekä hapen kulumista ja tällöin voimakkaan sisäisen kuormituksen riskin. Avovesikaudellakin vesimassan ilmastumisen aiheuttama orgaanisen sedimentin mineralisaatio on tuskallisen hidasta (resuspensio; ks. myös edellä). Ylitiheä kalakanta voi osaltaan pahentaa tilannetta pöyhimällä ja syömällä sekä siten mobilisoimalla ja mineralisoimalla pohjasedimentin sisältämiä ravinteita.

Taulukko 1. Puruveden Ristilahden veden laadun havainnot 30.01.2012-27.08.2014 [Suomen Ympäristökeskus, ympäristötietojärjestelmä Hertta, poimittu 15.09.2014].

Pvm	Kok. syv.	Näyte-syv.	Lämpö-tila	O ₂	O ₂	kok. N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N	kok. P	PO ₄ ³⁻ -P	a-chl	Fe	Mn
	m	m	°C	mg/l	kyll. %	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
30.1.12	2,5	1	1,2	10,3	73	650			17			340	20
19.4.12	2	1	2,5	7,3	54	660			15			710	78
16.7.12	3,1	1	20,1	7,9	87	440			25		13	590	37
		2	19,9	7,8	86								
17.4.13	2	1	1,3	10,1	71	610			13			850	61
11.7.13	2,8	1	21,6	8,2	93	520			25		8,4	960	42
24.3.14	2,8	1	4,4	13,5	104	550	9	130	13	2		340	9,3
		1,8	4,2	5,2	39	590	3	180	16	4		680	140
24.6.14	2,7	1	16,3	9,3	95	430	2	5	18	2	6,9	490	21
27.8.14	2	1	16,4	8,9	91	570	2	5	20	2			
Keski-arvo	557,78			18		9,43		

2.1 RISTINLAHDEN NYKYINEN VEDEN LAATU

Puruveden Ristilahden vesipinta-ala on noin 250 hehtaaria ja suurin syvyys keskivedenkorkeudella noin 3,5 metriä. Ristilahden vedenlaadun tulokset 30.01.2012...27.08.2014 poimittiin Suomen Ympäristökeskuksen Hertta-ympäristötietojärjestelmästä 15.09.2014 (taulukko 1).

Ristilahden veden kokonaisfosforin (13...25 µg/l) ja kokonaistypen (430...660 µg/l) pitoisuudet ovat mesotrofisille järvesille tyypillisiä (taulukot 1-3). Suhteellisen voimakas ravinnepitoisuuksien heilahtelu aiheutuu ravinteiden vapautumisesta järven pohjasedimenteistä (eli sisäisestä kuormituksesta) sekä valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen vuodenaikaisvaihteluista. Näiden keskinäistä osuutta heilahteluun ei kyetä arvioimaan pelkkien järveden pitoisuushavaintojen perusteella. Avovesikauden kohonneet kokonaisfosforin pitoisuudet (25 µg/l heinäkuussa 2012 ja 2013) saattavat ilmentää voimakkaasti liettynneissä matalissa järvissä tyypillistä tuulten aiheuttamaa fosforin resuspensiota. Sisäinen kuormitus kohottaa tyypillisesti myös pohjanläheisen veden raudan ja mangaanin pitoisuuksia päällysveteen verrattuna. Tämä voitiin selkeästi todeta talvikerrosteisuuden lopulla 24.3.2014. Tällöin alusveden mangaanipitoisuus (140 µg/l) oli noin 15-kertainen päällysveteen (9,3 µg/l) verrattuna. Alusveden rautapitoisuus (680 µg/l) oli kaksinkertainen päällysveteen (340 µg/l) verrattuna (taulukko 1).

Kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuuden havainnot (6,9...13 µg/l) ovat eutrofisten vesien suuruusluokkaa (taulukot 1 ja 4).

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 Ristilahden happitilannetta vuosina 2012...2014 voidaan havaintojen (5,2...13,5 mg/l) perusteella luonnehtia tyydyttäväksi.

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

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

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

Taulukko 3. Järven rehevyystason luokittelu veden kokonaistyypipitoisuuden perusteella (vrt. esim. Wetzel 2001).

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

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

2.2 RISTILAHDEN KASVIPLANKTONIN PERUSTUOTANTOA ENSISIJAISESTI RAJOITTAVAN RAVINTEEN ARVIOINTI

Liebigin klassisen minimitelijälain mukaan kasvunopeuden määrää se tekijä, jota on suhteellisesti vähiten saatavilla. Fosfori on useimmiten minimiravinteena Suomen sisävesistöissä. Rannikkovesialueella sekä rehevöityneissä sisävesissä minimiravinteena voivat olla typpi, fosfori tai molemmat ravinteet samanaikaisesti (esim. Salonen 1992).

Vuosien 2012-2014 perustuotantokausilla tehtyjen vedenlaadun havaintojen perusteella typpi on ajoittain jopa selkeästi minimiravinne (taulukot 5 ja 6). Yleisesti tämä mahdollistaa sinilevien kilpailuedun muihin kasviplanktoniryhmiin nähden, koska sinilevät kykenevät ainoana leväryhmänä sitomaan ilmakehästä typpeä ja siten hyödyntämään kasvussaan veden sisältämän fosforin ylimäärän.

Taulukko 5. Ensisijaisesti kasviplanktonin perustuotantoa rajoittavan makroravinteen (kokonaisfosfori tai kokonaistyppi) arviointi veden fosforin ja typen pitoisuuksien perusteella (esim. Salonen 1992).

Kokonaisravinteiden suhde [a]	Mineraaliravinteiden suhde [b]	Ravinteiden tasapainosuhte [b]	Minimiravinne
< 10	< 5	> 1	N
10...17	5...12	...	N tai P
> 17	> 12	< 1	P

Minimiravinteen arvioimiseksi voidaan käyttää seuraavia ravinnesuhteita:
a) Kokonaisravinteiden pitoisuuksien suhde: Kok. N-pitoisuus / kok. P-pitoisuus
b) Mineraaliravinteiden pitoisuuksien suhde
 $(\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N} + \text{NO}_2^- - \text{N}) / \text{PO}_4^{3-} - \text{P}$
c) ravinteiden tasapainosuhte
Kok. N / kok. P

 $(\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N} + \text{NO}_2^- - \text{N}) / \text{PO}_4^{5-} - \text{P}$

On havaittu, että kokonaisravinteiden suhde [a] on vähiten herkkä, mineraaliravinteiden suhde [b] edellistä herkempi ja ravinteiden tasapainosuhte [c] herkin kuvaamaan ravinteiden rajoittavuutta

Taulukko 6. Puruveden Ristilahden kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittavan ravinteen eli minimiravinteen arviointi vuosien 2012-2014 tuotantokausien aikana otettujen veden fosforin ja typen pitoisuuksien perusteella. Tunnuslukujen perustana ovat Suomen Ympäristökeskuksen ympäristötietojärjestelmästä 15.09.2014 poimitut veden laadun tulokset.

Havaintoajankohta	Minimiravinne (arviointikriteeri)	Lisähuomautukset
16.7.2012	Fosfori [... typpi] (kokonaisravinteiden suhde 17,6)	Fosfori on niukasti minimiravinne; mikäli suhde on 10...17, minimiravinne on fosfori TAI typpi
11.7.2013	Fosfori (kokonaisravinteiden suhde 20,8)	
24.6.2014	Typpi (ravinteiden tasapainosuhte 6,8)	Mikäli suhde on suurempi kuin 1, typpi on minimiravinne
27.8.2014	Typpi (ravinteiden tasapainosuhte 8,1)	Mikäli suhde on suurempi kuin 1, typpi on minimiravinne

3 Aineisto ja menetelmät

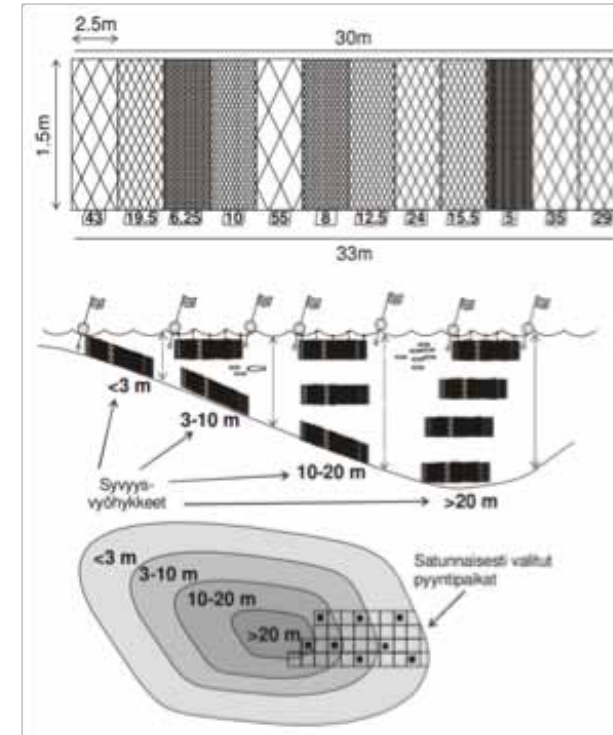
3.1 KOEKALASTUS

Ristilahden vesiala on noin 250 hehtaaria. Suurin syvyys on keskivedenkorkeudella 3,5 metriä. Tällöin riittävä pyyntiponnistumäärä kalastorakenteen arvioimiseksi on 20 verkkoyötä Nordic-yleiskatsausverkoilla (Olin ym. 2014). Ristilahden koekalastuksen pyyntiponnistusten ajankohdat olivat 26.-27.08., 27.-28.08., 03.-04.09. ja 10.-11.09.2014 (ks. tarkemmin taulukko 11).

Verkkokoekalastusta voidaan käyttää kalakannan suhteellisen koon, kalayhteisön rakenteen, lajien runsaussuhteiden ja populaatorakenteen 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.

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 1). 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 syvyyssuhteista (kuva 1 ja taulukko 7).



Kuva 1. Nordic-yleiskatsausverkon rakenne ja syvyyssyöhykkeittäin ositetun satunnaisotannan periaate (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

Taulukko 7. Tarvittava verkkoöiden kokonaismäärä järven pinta-alan ja syvyyssyöhykkeiden määrän mukaan. Jos järven on vain yksi syvyyssyöhyke (< 3 m), ohjeelliset verkkomäärät löytyvät sarakkeesta I, kahden syvyyssyöhykkeen (< 3 ja 3-10 m) järvelle sarakkeesta II, kolmen syvyyssyöhykkeen järvelle (< 3, 3-10 ja 10-20 m) sarakkeesta III ja neljän syöhykkeen järvelle sarakkeesta IV (< 3, 3-10, 10-20 ja > 20 m). Verkkomäärän jakaminen eri syvyyssyöhykkeille tehdään syvyyssyöhykkeiden pinta-alojen mukaan. Kussakin ositteessa [esim. syvyyssyöhykkeen 3-10 m pintaverkot] verkkoöitä pitäisi kuitenkin tulla vähintään 2 (Olin ym. 2014).

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

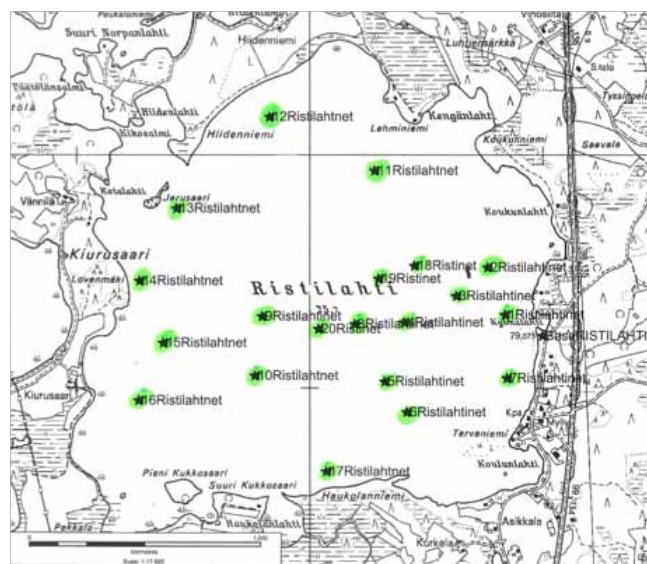
- » Matalaan veteen (< 3 m) lasketaan vain pohjaverkkoja
- » 3-10 metriä syvään veteen lasketaan pohjaverkkojen lisäksi sama määrä pintaverkkoja. Tarvittaessa tässä voi käyttää myös tarkempaa syvyyssyöhykejakoja, eli 3-6 metriä ja 6-10 metriä.
- » 10-20 m syviin paikkoihin lasketaan sama määrä pohja-, 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 sääteki-
jöistä johtuvaa vaihtelua aineistossa.

Tarkkailussa käytettävien pyyntipaikkojen valinta tehdään satunnaisotannalla. Kerran teh-
dyn satunnaistamisen jälkeen on usein perusteltua käyttää myöhempiä seurantajaksoina sa-
moja 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. Kuhunkin paikkaan lasketaan yksi
yleiskatsausverkko tai eri syvyyksillä olevien verkkojen jata.



Kuva 2. Puruveden Ristilahn koekalastuksen pyyntipon-
nistusruudut 1 – 81. Kunkin
ruudun pinta-ala on (max.) 4
hehtaaria, ts. 200 x 200 met-
riä. Kartta: Maanmittauslai-
toksen Kiinteistöietopalvelu,
tulostettu 26.05.2014.



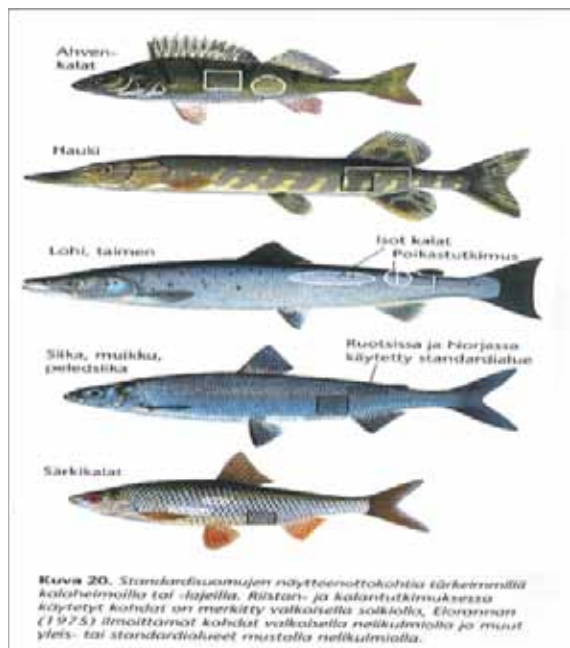
Kuva 3. Puruveden Ristilahn Nordic-tutkimusverk-
kojen 1-20 sijainti 27.08.-
11.09.2014 välisenä aikana.

Taulukko 8. Puruveden Ristilahn Nordic-tutkimusverkkojen 1-20 pyyntipaikkojen ("...Ristilahnit") koor-
dinaatit yhtenäiskoordinaattijärjestelmän mukaan 27.08.-11.09.2014. Koordinaatit määritettiin Garmin
60CSx-satelliittipaikanninlaitteella ±2...±3 metrin tarkkuudella. Taulukon oikean reunan sarakkeessa on
pyyntipaikan kokonaissyvyys. Kaikki verkot sijoitettiin RKT:n ohjeen mukaisesti pohjaan [Olin ym. 2014].

Ristilahnkaikki20nordicverkkoa2014TaTo10092014						
H SOFTWARE NAME & VERSION						
I GPSU 5,20 01 FREEMWARE VERSION						
S DateFormat=d.M.yyyy						
S Units=M,M						
S SymbolSet=2						
H R DATUM						
M E Finland Hayford 030 -2,510000E+02 -1,4192700E-05 -78 -231 -97						
H COORDINATE SYSTEM						
U FINISH ZONE 3						
F ID	Eastng	Northng	Symbol	T Alt(m)	Comment	
W 03092014vedenC	3643144	6861611	waypoint	I 75,6	03092014 Vesi+15,2C	
W 10Ristilahnit	3642774	6862000	waypoint	I 70,3	280814 2,6M	
W 11Ristilahnit	3643247	6862902	waypoint	I 78,2	030914 2,6M	
W 12Ristilahnit	3642786	6863112	waypoint	I 77,3	030914 2,1M	
W 13Ristilahnit	3642405	6862701	waypoint	I 77,5	03092014 2,1M	
W 14Ristilahnit	3642261	6862383	waypoint	I 77,8	03092014 1,9M	
W 15Ristilahnit	3642375	6862122	waypoint	I 76,3	03092014 2,5M	
W 16Ristilahnit	3642281	6861871	waypoint	I 76,8	03092014 2,2M	
W 17Ristilahnit	3643099	6861605	waypoint	I 75,8	03092014 2,0M	
W 18Ristilahnit	3643437	6862503	waypoint	I 67,7	10092014 2,6M	
W 19Ristilahnit	3643286	6862440	waypoint	I 68,1	10092014 2,6M	
W 1Ristilahnit	3643835	6862311	waypoint	I 75,6	270814 2,3M	
W 20Ristilahnit	3643038	6862213	waypoint	I 70,5	10092014 2,7M	
W 20RistilahnitVESI	3643051	6862182	waypoint	I 70,5	100914 15,8C 1,4M KOKSYV 2,7M	
W 28082014vedenC	3642893	6862095	waypoint	I 72,2	280814 2,8M 16,6 C	
W 2Ristilahnit	3643751	6862510	waypoint	I 72,2	270814 2,3M	
W 3Ristilahnit	3643622	6862382	waypoint	I 70,3	270814 2,5M	
W 4Ristilahnit	3643406	6862558	waypoint	I 69,3	270814 2,8M	
W 5Ristilahnit	3643333	6862001	waypoint	I 70,3	270814 2,8M	
W 6Ristilahnit	3643433	6861875	waypoint	I 72,5	270814 2,7M	
W 7Ristilahnit	3643856	6862040	waypoint	I 72,0	270814 2,6M	
W 8Ristilahnit	3643193	6862241	waypoint	I 69,8	280814 2,9M	
W 9Ristilahnit	3642794	6862256	waypoint	I 68,1	280814 2,8M	
W BaseRISTILAHTI	3644000	6862228	waypoint	I 75,3	27-EL0-14 14:35:20	

3.2 KOEKALASTUSSAALIIN KALOJEN IÄNMÄÄRITYS

Koekalastussaaliin kaikkien kalalajien yksilöistä otettiin suomunäytteitä iänmäärittystä ja ka-
lojen kasvunopeuden arviointia varten (kuvat 4 ja 5 sekä taulukot 12-17). Suomunäytteet pre-
paroititiin Karelia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa ja iänmääritykset tehtiin perinteisen
mikrolukulaitteen avulla (kuva 5).



Kuva 4. Suomujen näytteenotto-
kohdat tärkeimmillä kalaryhmillä
(Raitaniemi, Nyberg ja Torvi 2000).

Kuva 20. Standardisuomujen näytteenottokohdat tärkeimmillä
kalaryhmillä tai -lajeilla. Ristien- ja kalatutkimuksessa
käytetyt kohdat on merkitty valkoisella soikeella, Eturannan
(1975) ilmoittamat kohdat valkoisella nelikulmion ja muut
yhteis- tai standardialueet mustalla nelikulmion.



Kuva 5. Insinööriopiskelija Kaisa Tuomisto määrittää Puruveden Ristilahden koekalastus-saaliin haukiyksilön ikää mikrolukulaitteen avulla Karelia-ammattikorkeakoulun Biotalouden keskuksen laboratorioissa marraskuussa 2014.

4 Tulokset ja niiden tarkastelu

4.1 YKSIKKÖSAALIS

Puruveden Ristilahden keskimääräinen yksikkösaalis 20 Nordic-verkkoyön otannan perusteella 27.08.-11.09.2014 oli 2,8 kg, joka koostui keskimäärin 179 kappaleesta kalayksilöitä (taulukko 11, vrt. taulukko 10).

4.1.1 YKSIKKÖSAALIIN JA VEDEN KOKONAISFOSFORIPITOISUUDEN SUHDE

Tammen ym. (2006) laatiman regressiosuhteen mukaan Ristilahden veden kokonaisfosforipitoisuus olisi keskimääräisen yksikkösaaliin (2,8 kg, 179 kalayksilöä) perusteella noin 75...90 µg/l. Nämä pitoisuudet ovat selkeästi rehevöityneille (eutrofisille) järvivesille tyypillisiä pitoisuuksia. Vuosien 2012-2014 Ristilahden veden kokonaisfosforipitoisuuden havainnot vaihtelivat 13...25 µg/l (taulukko 11). Nämä ovat mesotrofisten järvivesien (kok. P yleisesti noin 10...35 µg/l) suuruusluokkaa. Ristilahden keskimääräisen yksikkösaaliin koko ilmentää joka tapauksessa selkeää mesotrofiaa. Fosforin ja typen sekä kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuuksien meso-eutrofiset havainnot tukevat vankasti tätä johtopäätöstä.

Pelkän särkikalojen keskimääräisen yksikkösaaliin (105 kpl) perusteella Ristilahden veden kokonaisfosforipitoisuus olisi Tammen ym. (2006) raportissa esitetyn regressioyhtälön perusteella noin 75 µg/l, ts. samaa vahvasti eutrofisten järvivesien suuruusluokkaa kokonaisyksikkösaaliin vastaavan regression tavoin.

3.3 VEDEN LAADUN HAVAINNOINTI KALASTORAKENTEEN TUTKIMUKSEN AIKANA

Ristilahden veden lämpötila mitattiin Limnos-vesinäytteenottimen avulla jokaisen pyyntiponnistuksen yhteydessä keskeltä Ristilahtea.

4.1.2 SÄRKIKALOJEN OSUUS YKSIKÖSAALIISTA

Särkikalajien (särki, lahna, pasuri ja salakka) biomassan osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista (56,4 %, taulukko 9) on jokseenkin samaa suuruusluokkaa kuin Tammen ym. (2006) kuormitettujen järvien aineistossa, jossa vastaava arvo (mediaani) on noin 60 % ja aineiston vaihteluväli noin 53...75 %. Särkikalajien yksilömäärän osuus (58,6 %, taulukko 9) keskimääräisestä Ristilahden yksikkösaaliista on myös vastaavaa suuruusluokkaa Tammen ym. (2006) kuormitettujen järvien vastaavaan arvoon (mediaani noin 61...62 %, vaihteluväli noin 50...70 %) verrattuna. Hyväkuntoisissa vertailujärvissä särkikalajien biomassaosuus (mediaani noin 45 %, vaihteluväli noin 40...60 %) ja yksilömäärän osuus (mediaani noin 35 %, vaihteluväli noin 25...53 %) ovat siten varsin selkeästi pienempiä Ristilahden vastaaviin arvoihin verrattuna.

4.1.3 PETOKALOJEN OSUUS YKSIKÖSAALIISTA

Petokalaksi (pituus yli 15 cm) luokiteltavan ahvenen osuus keskimääräisen yksikkösaaliin biomassasta (26,2 %, taulukko 9) on Ristilahdessa suhteellisen suuri verrattuna Tammen ym. (2006) esittämään hyväkuntoisten vertailujärvien vastaavaan arvoon (mediaani noin 20 % ja aineiston vaihteluväli noin 15...47 %). Ristilahden ahvenen kokonaismäärä yksikkösaaliin massasta (39,5 %, taulukko 9) asettuu likipitään puoliväliin Tammen ym. (2006) aineiston vertailujärvien (mediaani noin 55 % ja vaihteluväli noin 40...82 %) ja kuormitettuja järvien (mediaani noin 27 %, vaihteluväli noin 20...38 %) vastaavia tunnuslukuja.

Kaikkien petokalajien (ahven > 15 cm ja hauki) osuus Ristilahden keskimääräisen yksikkösaaliin kappalemäärästä on varsin pieni, 4,9 %. Vastaava osuus biomassasta (29,8 %) on suhteellisen korkea ja sinänsä myönteinen järven tilan kannalta (taulukko 9). Yleisesti kun järvesä on petokalaja vähintään 33 %, voidaan kalastorakenteen arvioida olevan terveellä pohjalla (Tammelan koekalastusraportti_7jarvea.pdf)

Taulukko 9. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 Nordic-verkoilla [20 verkkoyötä] koekalastussaaaliin keskeiset tunnusluvut.

Kalaryhmä	Keskimääräinen yksikkösaaliin kappalemäärä	Keskimääräisen yksikkösaaliin massa [g]	Osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista [kpl, %]	Osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista [g, %]
särkikalat	104,9	1581	58,6	56,4
ahven, pituus yli 15cm (ts. petoahvenet)	8,7	733	4,9	26,2
ahven, kaikki	72,7	1105	40,6	39,5
petokalat	8,8	835	4,9	29,8

Taulukko 10. Eräiden Pohjois-Karjalassa tehtyjen kalastotutkimusten yksikkösaaliita [Tossavainen 2011 [66], 2013, 2014a, 2014b, Turunen 1990, 5].

Järvi [koekalastusvuosi]	Vesiala [ha]	Rehevyytaso	Keskimääräinen yksikkösaalis [kg]
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
Vuonisjärvi, Lieksa [2013]	64	[meso-...] eutrofinen	2,4

Taulukko 11. Puruveden Ristilahden koekalastussaaalis syksyllä 2014 Nordic-verkoilla pyydettyinä.

Verkko	Aika	Ahven																Kokonaissaalis	
		< 15 cm		15 cm > 15 cm		Hauki	Hauki	Lahna	Lahna	Pasuri	Pasuri	Särki	Särki	Kiiski	Kiiski	Salakka	Salakka	Yht.	Yht.
		kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g
1	26.-27.8.	47	480	7	540	0	0	13	480	0	0	145	2800	0	0	70	660	282	4960
2	26.-27.8.	55	560	16	1530	0	0	9	50	0	0	86	1780	1	10	24	260	191	4190
3	26.-27.8.	72	360	15	860	0	0	3	40	0	0	140	2140	0	0	15	100	245	3500
4	26.-27.8.	86	370	11	1035	0	0	6	130	0	0	74	615	0	0	19	130	196	2280
5	26.-27.8.	63	255	14	1020	0	0	1	75	0	0	31	220	0	0	14	100	123	1670
6	26.-27.8.	53	380	13	1050	0	0	3	130	1	15	51	470	1	10	19	45	141	2100
7	26.-27.8.	93	600	1	120	0	0	12	320	2	60	149	1860	0	0	36	340	293	3300
8	28.-29.8.	117	490	9	420	0	0	5	100	0	0	52	320	0	0	14	120	197	1450
9	28.-29.8.	134	580	5	240	0	0	10	120	0	0	21	180	0	0	15	140	185	1260
10	28.-29.8.	73	340	5	220	0	0	6	240	0	0	11	120	2	25	24	220	121	1165
11	3.-4.9.	28	200	4	980	0	0	8	20	0	0	95	1800	0	0	33	360	168	3360
12	3.-4.9.	95	500	10	1200	0	0	8	400	0	0	69	700	2	50	55	540	239	3390
13	3.-4.9.	20	140	9	1200	0	0	15	380	1	140	36	480	0	0	11	140	92	2480
14	3.-4.9.	17	120	5	280	0	0	6	300	0	0	79	950	0	0	28	360	135	2010
15	3.-4.9.	54	380	8	1100	0	0	10	560	0	0	65	1140	2	35	16	260	155	3475
16	3.-4.9.	66	470	6	580	0	0	6	220	0	0	85	1260	0	0	38	440	201	2970
17	3.-4.9.	30	380	9	800	1	920	6	340	0	0	68	1200	6	40	10	140	130	3820
18	10.-11.9.	92	460	9	540	0	0	7	1220	0	0	98	1320	3	70	33	360	242	3970
19	10.-11.9.	31	120	5	160	0	0	9	300	0	0	45	520	1	30	10	60	101	1190
20	10.-11.9.	54	260	12	780	1	1120	8	800	0	0	37	340	0	0	22	180	134	3480
keskiarvo		64	372,3	8,65	732,8	0,1	102	7,55	311	0,2	10,8	72	1011	0,9	13,5	25,3	247,8	179	2801



Kuva 6. Laboratorio-
mestari Keijo Silfsten
[vas.] Karelia-am-
mattikorkeakoulusta
sekä Pro Puruvesi ry:n
puheenjohtaja Reijo
Jantunen irrottelevat
kaloja Nordic-tutkimus-
verkosta Puruveden
Ristilahden itärannalla
29.08.2014.

4.2 KOEKALASTUSSAALIIN ERÄIDEN KALAYKSILÖIDEN IÄNMÄÄRITYS JA KASVUN ARVIOINTI

Ristilahden koekalastussaaliin eräiden kalayksilöiden iänmääritykset ja arvioituid kasvunopeudet ilmenevät taulukoista 12 – 16. Kaikkien tutkittujen petokalojen (molemmat saaliiksi saadut hauet sekä pedoksi luokiteltavat ahvenet [pituus ≥ 15 cm], $n = 10$) arvioitu kasvunopeus oli valtaosin hyvä (taulukot 12 ja 15). Tutkittujen pikkuahventen (pituus < 15 cm, $n = 5$) arvioitu kasvunopeus oli valtaosin vähintään kohtalainen (taulukko 15). Tutkittujen särkikalajien (lahna; $n = 8$, särki; $n = 10$) arvioituid kasvunopeudet olivat pääosin kohtalaisia (taulukot 14 ja 16). Tulokset ovat yhtenevät yksikkösaaliin rakenteen kanssa. Petokaloilla on hyvä ravintotilanne. Särkikalakannat ovat suuria ja niiden ravintotilanne on ajoittain heikko. Tällöin eläinplanktonpopulaatiot, joiden tärkeänä tehtävänä on laiduntaa kasviplanktonia, voivat joutua ajoittain liian voimakkaan saalituksen kohteeksi ekosysteemin ravinteiden ja energian kierron kannalta. Myös sedimentin käyttö ravintona voi olla ajoittain mahdollista. Molemmat mekanismit kärjistävät rehevöitymistä.

Näyte [oma juokseva nro]	Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
1	58	6+	(varsin) hyvä
2	56	6+	(varsin) hyvä

Taulukko 12. Puruveden Ristilahden
syksyn 2014 koekalastussaaliin
hauki-yksilöiden arvioitu ikä ja kasvu.

Näyte [oma juokseva nro]	Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
11	8	3+ tai 4 +	...
12	4,5	2+	...

Taulukko 13. Puruveden
Ristilahden syksyn 2014
koekalastussaaliin eräiden
kiiski-yksilöiden arvioitu ikä
ja kasvu.

Näyte [oma juokseva nro]	Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
13	36,5	9+ tai 10+	Kohtalainen
14	43	13+	...
15	26	4 +	Hyvä
18	18,5	4+	Kohtalainen
21	15	8+	Huono
16	25	5+	Kohtalaisen hyvä
22	11,5	3+	Kohtalaisen huono
19	9,5	2+	Kohtalainen

Taulukko 14. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 koekalastussaaliin eräiden lahnayksilöiden arvioitu ikä ja kasvu.

Näyte [oma juokseva nro]	Pituus [cm]	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
34	22	6+	Hyvä
49	20	6+	Hyvä
46	18	5+	Hyvä
45	16	5+	Kohtalainen
50	20	5+	Hyvä
40	20	4+	Hyvä
51	20	5+	Hyvä
37	15	4+	Hyvä
42	7,5	1+	Vähintään kohtalainen
41	6,8	1+	Vähintään kohtalainen
47	18	5+ tai 6+	Kohtalainen ...hyvä
48	11,5	3+	Hyvä
39	13	5+	Kohtalainen
43	7,5	1+	Vähintään kohtalainen
44	16	4+	Hyvä

Taulukko 15. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 koekalastussaaliin eräiden ahvenyksi-
löiden arvioitu ikä ja kasvu.

Näyte (oma juokseva nro)	Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
24	16	5+	Kohtalainen
25	7,5	3+	Huono
28	14	4+	Kohtalaisen hyvä
31	10	3+	Kohtalaisen hyvä
33	18	6+	Kohtalainen
32	18	5+	Kohtalaisen hyvä
27	14,5	5+	Kohtalainen
30	15	6+	Melko kohtalainen
29	15	6+	Melko kohtalainen
26	14	4+	Kohtalaisen hyvä

Taulukko 16. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 koekalastussaaliin eräiden särkiyksilöiden arvioitu ikä ja kasvu.

4.3 RISTILAHDEN VEDEN LÄMPÖTILA KALASTOTUTKIMUKSEN AIKANA

Ristilahden vesinäytteet otettiin Limnos-näytteenottimella jokaisen pyyntiponnistusrueaman aikana lämpötilan ja siten kesäkerrosteisuustilanteen.

Mittausajankohta	Veden lämpötila [°C]
28.08.2014	+16,6
03.09.2014	+15,2
10.09.2014	+15,8

Taulukko 17. Puruveden Ristilahden veden lämpötila kalastorakenteen tutkimuksen aikana syksyllä 2014. Havaintopaikka sijaitsi keskellä Ristilahtea ja kokonaissyvyys oli noin kolme metriä. Näyte otettiin vesipatsaan puolivälistä eli noin 1,5 metristä.



Kuva 7. Koekalastussaaliin käsittelytila Puruveden Ristilahden itärannalla syksyllä 2014.

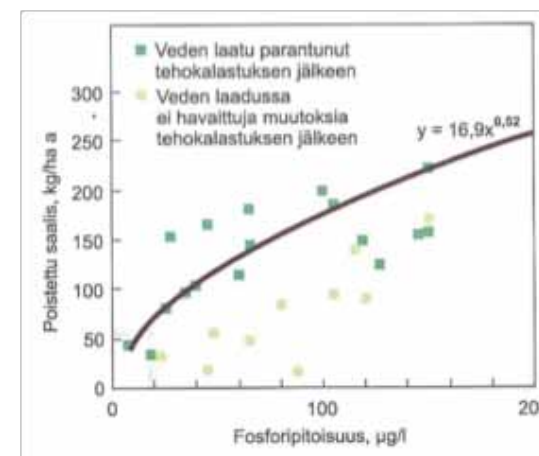
5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Koekalastuksen perusteella Ristilahdessa on suuri, kuormitetuille järville tyypillinen särkikalakanta sekä biomassan (56,4 % keskimääräisestä yksikkösaaliista) että kapalemäärän (vastaava osuus 58,6 %) perusteella. Petokalojen osuus keskimääräisen yksikkösaaliin kokonaisbiomassasta (29,8 %) on lähes tyydyttävää suuruusluokkaa. Varsinkin pedoksi luokiteltavan ahvenen (pituus > 15 cm) biomassan osuus (26,2 %) yksikkösaaliista on suhteellisen suuri. Suomunäytteistä tehtyihin iänmäärittäyksiin perustuvat eri saaliskalalajien arvioidut kasvunopeudet ilmentävät petokalojen hyvää ja ylitieheän särkikalakannan ajoittain heikkoa ravintotilannetta.

Suuren särkikalakannan ja myös pikkuahtvenen tehopyynti on suositeltavaa Ristilahdella. Tämä voisi osaltaan vähentää näiden kalaryhmien aiheuttamaa sedimentin sisältämien ravinteiden mobilisaatiota ja mineralisaatiota sekä kohentaa eläinplanktonpopulaatioita. Tämä tehostaisi ravinteiden ja energian kiertoa Ristilahdessa ja voisi osaltaan lievittää sisäisen kuormituksen riskiä. Ristilahden petokalakantaa ei tarvitse aktiivisesti istutuksin vahvistaa. Särki- ja pikkukalakantojen riittävä tehopyynti edistäisi myös petokalapopulaatioita. Korkeat a-klorofyllipitoisuuksien havainnot, viime vuosina todetut sinileväesiintymät sekä ravinne- ja raskasmetallipitoisuuksien ajoittainen voimakas vaihtelu viittaavat valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen ja/tai sedimentistä vapautuvan sisäisen kuormituksen ongelmaan. Tämä on selvitettävä ja ratkaistava yhdessä mahdollisen kalastonhoidon (biomanipulaation) kanssa, mikäli Ristilahden tilaa tahdotaan kohentaa.

Tehokalastuksen saalistavoite on suhteutettava järven pinta-alaan ja veden fosforipitoisuuteen. Särkikalavaltaisissa suomalaisissa ja keskieurooppalaisissa järvissä tehdyissä onnistuneissa ravintoketjukunnostuksissa poistettu kalamäärä korreloi selvästi fosforipitoisuuden kanssa (kuva 8). 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). Tämän perusteella Ristilahdesta, jonka veden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on 18 µg/l, olisi poistettava vähintään lähes 80 kg/ha kalaa vuodessa (kuva 8). Kun Ristilahden vesialaksi oletetaan 250 hehtaaria, tämä merkitsisi noin 20 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 kestävä 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 8. 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]. Ristilahdelle poistettavan kalan vähimmäismäärä [kg/ha] = $16,9 \times 18 \text{ [}\mu\text{g/l: nykyinen kokonaisfosforipitoisuus]}^{0,52} \approx 76 \text{ kg/ha}$

Lähteet

Jeppesen, E. & Sammalkorpi, I. 2002. Lakes. Teoksessa 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 (ravintoketjukurkunnostus). 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. Helsinki: RKTL:n työraportteja 21/2014.

Partanen, J. 2013. Koekalastus seitsemällä Tammelan järvellä. Tammelan kunta. http://www.tammela.fi/UserFiles/tammela/File/asuminen_ ja_rakentaminen/vesiensuojelu/hankkeet/jarvetjakalat/Tammelan%20koekalastus%20raportti_7jarvea.pdf

Raitaniemi, J., Nyberg, K & Torvi, I. 2000. Kalojen iän ja kasvun määrittäminen. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

RKTL. 2008. Ohjeistus virtavesien sähkökalastukseen kalataloustarkkailussa. Ote Kalataloudellisen velvoitetarkkailun kehittämistyöryhmän raportista. <http://www.rktl.fi/www/uploads/images/Kala/Ymparisto/vpdohjeet.pdf>

Salonen, S. 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä; vaikutusten arviointi. Helsinki : Vesi- ja ympäristöhallitus.

Sammalkorpi, I. & Horppila, J. 2005. Ravintoketjukurkunnostus. Teoksessa: Ulvi, T. ja E. Lakso (toim.). Järvien kunnostus. Helsinki: Edita: Suomen Ympäristökeskus, 169-189.

Tammi, J., Rask, M. & Olin, M. 2006. Kalayhteisöt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa.. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kala- ja riistaraportteja nro 383. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/rp383_verkko.pdf

Tossavainen, T. 2011. Kolin Purnulamman limnologinen tila vuonna 2010 kunnostussuunnittelun lähtökohdaksi. Tutkimusraportti. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja C:52.

Tossavainen, T. 2014a. Lieksan Vuonisjärven vedenlaatu, kuormitus, pohjasedimentti, pohjaeläimistö, kalasto ja makrofytyt. Kunnostussuunnittelun esitutkimus. Joensuu: 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. Joensuu: Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja.

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

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

Karelia-ammattikorkeakoulun Luonnonvara- ja ympäristöalan koulutus teki Puruveden Ristilahden (noin 250 ha, suurin syvyys 3,5 metriä) kalas-
torakenteen tutkimuksen (20 verkkoyötä Nordic-yleiskatsausverkoilla) elo-
syyskuussa 2014 Pro Puruvesi ry:n toimeksiannosta.

Tässä tutkimusraportissa kuvataan tutkimusalueen nykytilanne ja koekalas-
tuksen suorittaminen, esitetään koekalastuksen tulokset sekä toimenpide-
suosituksia Ristilahden tilan kohentamiseksi.

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUJA C: RAPORTEJA, 31

ISBN 978-952-275-191-1 (painettu)
ISBN 978-952-275-192-8 (verkkojulkaisu)
ISSN-L 2323-6914