Puruveden Ristilahden kalastorakenne syksyllä 2014

Tarmo Tossavainen

Karelia-ammattikorkeakoulu

10.11.2014

20 sivua

TUTKIMUSRAPORTTI

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ……3

1 ALKUSANAT……4

2 TUTKIMUSALUE……4

2.1 Ristilahden nykyinen veden laatu……4

2.2 Ristilahden kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittavan ravinteen arviointi……7

3 AINEISTO JA MENETELMÄT……8

3.1 Koekalastus……8

3.2 Koekalastussaaliin kalojen iänmääritys……11

3.3 Veden laadun havainnointi kalastorakenteen tutkimuksen aikana……12

4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU……12

4.1 Yksikkösaalis……12

4.1.1 Yksikkösaaliin ja veden kokonaisfosforipitoisuuden suhde……13

4.1.2 Särkikalojen osuus yksikkösaaliista……13

4.1.3 Petokalojen osuus yksikkösaaliista……13

4.2 Koekalastussaaliin eräiden kalayksilöiden iänmääritys ja kasvun arviointi……15

4.3 Ristilahden veden lämpötila kalastotutkimuksen aikana……17

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET……18

6 LÄHTEET……19

Kannen kuva: Tämän raportin laatija nostaa Nordic-tutkimusverkkoa Puruveden Ristilahdesta 4.9.2014. Kuva: Keijo Silfsten/Karelia-ammattikorkeakoulu.

TIIVISTELMÄ

Karelia-ammattikorkeakoulun Biotalouden keskus 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. Saaliskalat olivat ahven, hauki, lahna, pasuri, särki, kiiski ja salakka.

Ristilahden keskimääräinen yksikkösaalis oli 2,8 kg (179 kpl kalayksilöitä, josta särkikaloja 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:n tutkimus). Ristilahden ahvenen kokonaismäärä yksikkösaaliin massasta (39,5 %) oli RKTL:n aineiston vertailujärvien ja kuormitettujen järvien välimaastossa. Kaikkien petokalojen osuus Ristilahden keskimääräisen yksikkösaaliin kappalemäärästä oli 4,9 %. Suomunäytteistä tehtyihin iänmäärityksiin 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 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.

1 ALKUSANAT

Puruveden Ristilahden kalastorakenteen tutkimus tehtiin syksyllä 2014 Pro Puruvesi ry.:n, yhdyshenkilönään puheenjohtaja Reijo Jantunen, toimeksiannosta Karelia-ammattikorkeakoulun Biotalouden keskukselle. Tutkimuksen kenttätöihin osallistuivat työtä ohjanneen ja sitä tehneen ja tämän raportin laatineen Tarmo Tossavaisen (limnologi, MMM, päätoiminen tuntiopettaja) lisäksi Karelia-ammattikorkeakoulun laboratoriomestari Keijo Silfsten sekä bio- ja ympäristötekniikan insinööriopiskelijat Mikko Hiltunen, Joose Korhonen, Pasi Näätänen, Emma Pölönen, Ilkka Saloranta, Kaisa Tuomisto ja lehtori Jari Spoof. 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

2.1 Ristilahden 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 järvivesille 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 järviveden pitoisuushavaintojen perusteella. Avovesikauden kohonneet kokonaisfosforin pitoisuudet (25 µg/l heinäkuussa 2012 ja 2013) saattavat ilmentää voimakkaasti liettyneissä 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.

Kuitenkin Ristilahden mataluuden (vähäisen tilavuuden) ja em. pitoisuuksien heilahtelun (ulkoinen kuormitus ↔ sisäinen kuormitus), korkeiden *a*-klorofyllipitoisuuksien sekä typen ajoittaisen minimiravinneroolin (ks. kappale 2.2) vuoksi olisi erittäin aiheellista tutkia ja selvittää lahteen kohdistuva ulkoinen kuormitus sekä sedimentin mittauksin (redox-potentiaali, kairaukset) 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 äärirajoilla. Rehevöityneille järville tyypilliset piirteet kalastorakenteessa (särkikalojen suuri ja petokalojen 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.	Lämpöt.	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		

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

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 3. Järven rehevyystason luokittelu veden kokonaistyppipitoisuuden 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 4. Järven rehevyystason luokittelu kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuuden perusteella.

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)

2.2 Ristilahden kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittavan ravinteen arviointi

Liebigin klassisen minimitekijälain 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 tahi 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 kasviplanktonryhmiin 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 tasapaino-suhde (c)	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
$(NH_4^+ -N + NO_3^- -N + NO_2^- -N) / PO_4^{3-} -P$

c) ravinteiden tasapainosuhde

$$\frac{\text{Kok. N /kok. P}}{(NH_4^+ -N + NO_3^- -N + NO_2^- -N) / PO_4^{3-} -P}$$

On havaittu, että kokonaisravinteiden suhde (a) on vähiten herkkä, mineraaliravinteiden suhde (b) edellistä herkempi ja ravinteiden tasapainosuhde (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 tasapainosuhde 6,8)	Mikäli suhde on suurempi kuin 1, typpi on minimiravinne.
27.8.2014	Typpi (ravinteiden tasapainosuhde 8,1)	Mikäli suhde on suurempi kuin 1, typpi on minimiravinne.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

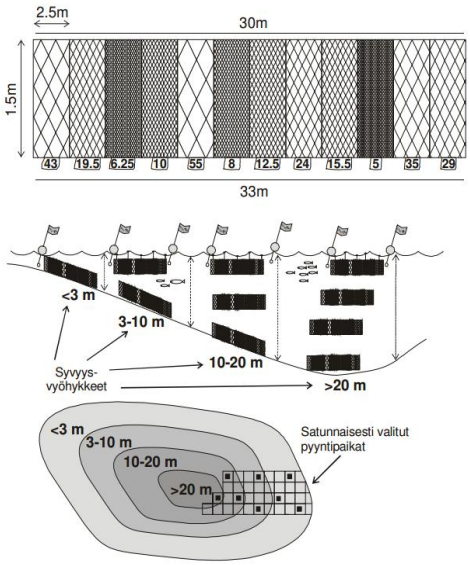
3.1 Koekalastus

Ristilahden vesiala on noin 250 hehtaaria. Suurin syvyys on keskivedenkorkeudella 3,5 metriä. Tällöin riittävä pyyntiponnistusmäärä 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 populaatiorakenteen 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 syvyysvyöhykkeittäin ositetun satunnaisotannan periaate (Olin ym. 2014).

Taulukko 7. Tarvittava verkkoöiden kokonaismäärä järven pinta-alan ja syvyysvyöhykkeiden määrän mukaan. Jos järvessä 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 verkkoöiden määrä jaetaan eri syvyysvyöhykkeille. Näin saavutetaan kattava otanta ja verkkosaaliin suurta satunnaisvaihtelua saadaan pienennettyä. Pyyntiponnistus kohdistetaan eri syvyysvyöhykkeille niiden pinta-alojen mukaisessa suhteessa:

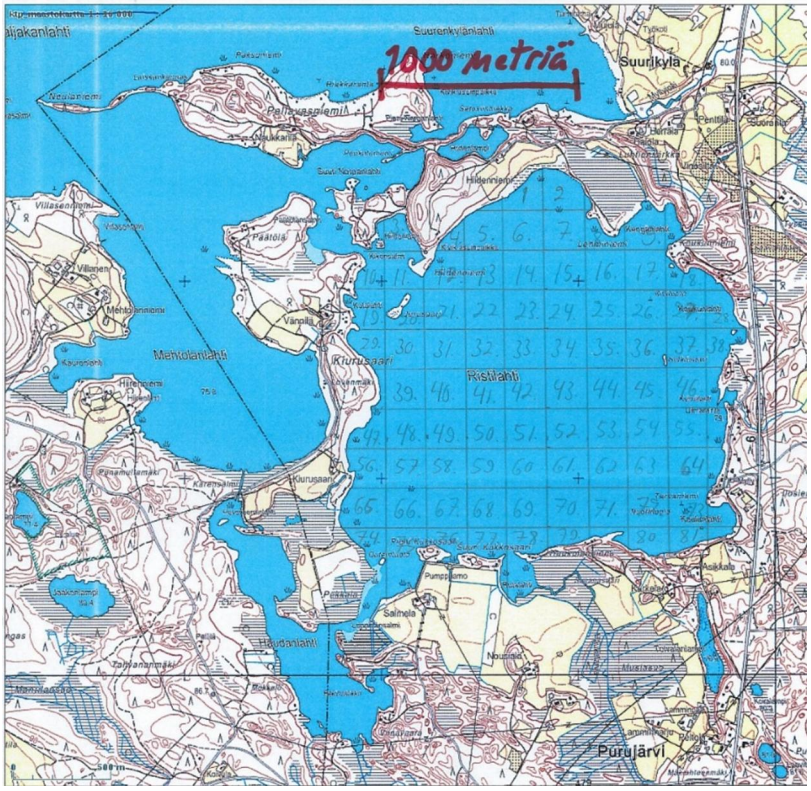
Matalaan veteen (< 3 m) lasketaan vain pohjaverkkoja

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

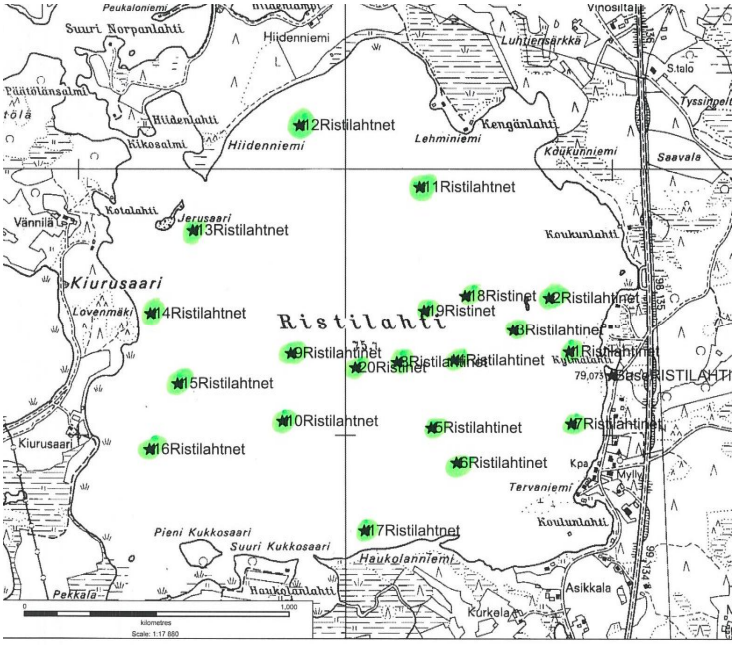
10-20 m syviin paikkoihin lasketaan sama määrä pohja-, pinta- ja välivesiverkkoja. (4) Yli 20 m syviin paikkoihin voidaan laskea pohja- ja pintaverkkojen lisäksi kahdet välivesiverkot (6m ja 15 m syvyyteen). Hapettomiin vesikerroksiin verkkoja ei lasketa.

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

Tarkkailussa käytettävien pyyntipaikkojen valinta tehdään satunnaisotannalla. Kerran tehdyn satunnaistamisen 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. Kuhunkin paikkaan lasketaan yksi yleiskatsausverkko tai eri syvyyksillä olevien verkkojen jata.



Kuva 2. Puruveden Ristilahden koekalastuksen pyyntiponnistusruudut 1 – 81. Kunkin ruudun pinta-ala on (max.) 4 hehtaaria, ts. 200 x 200 metriä. Kartta: Maanmittauslaitoksen Kiinteistötietopalvelu, tulostettu 26.05.2014.



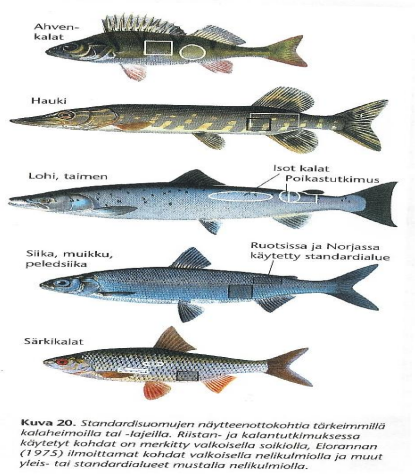
Kuva 3. Puruveden Ristilahden Nordic-tutkimusverkkojen 1-20 sijainti 27.08.-11.09.2014 välisenä aikana.

Taulukko 8. Puruveden Ristilahden Nordic-tutkimusverkkojen 1-20 pyyntipaikkojen (”…Ristilahtinet”) koordinaatit 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 RKTL:n ohjeen mukaisesti pohjaan (Olin ym. 2014).

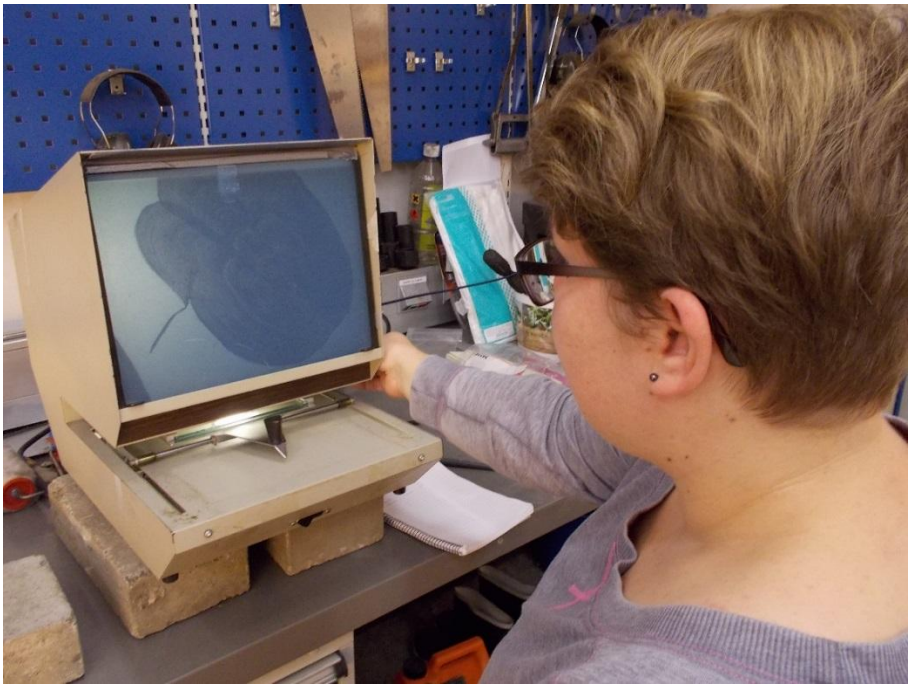
```
                                    Ristilahdenkaikki20nordicVerkkoa2014TaTo10092014
H  SOFTWARE NAME & VERSION
I  GPSU 5,20 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E      Finland Hayford 030 -2,5100000E+02 -1,4192700E-05 -78 -231 -97

H  COORDINATE SYSTEM
U  FINISH ZONE 3

F ID----------------------- Easting Northng Symbol------------- T Alt(m)   Comment
W 03092014vedenC            3643144 6861611 Waypoint            I     75,6 03092014 Vesi+15,2C
W 10Ristilahtnet            3642774 6862000 Waypoint            I     70,3 280814 2,6M
W 11Ristilahtnet            3643247 6862902 Waypoint            I     78,2 030914 2,6M
W 12Ristilahtnet            3642786 6863112 Waypoint            I     77,3 030914 2,1M
W 13Ristilahtnet            3642405 6862701 Waypoint            I     77,5 03092014 2,1M
W 14Ristilahtnet            3642261 6862383 Waypoint            I     77,8 03092014 1,9M
W 15Ristilahtnet            3642375 6862122 Waypoint            I     76,3 03092014 2,5M
W 16Ristilahtnet            3642281 6861871 Waypoint            I     76,8 03092014 2,2M
W 17Ristilahtnet            3643099 6861605 Waypoint            I     75,8 03092014 2,0M
W 18Ristinet                3643437 6862503 Waypoint            I     67,7 10092014 2,6M
W 19Ristinet                3643286 6862440 Waypoint            I     68,1 10092014 2,6M
W 1Ristilahtinet            3643835 6862311 Waypoint            I     75,6 270814 2,3M
W 20Ristinet                3643038 6862213 Waypoint            I     70,5 10092014 2,7M
W 20RistinetVESI            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 2Ristilahtinet            3643751 6862510 Waypoint            I     72,2 270814 2,3M
W 3Ristilahtinet            3643622 6862382 Waypoint            I     70,3 270814 2,5M
W 4Ristilahtinet            3643406 6862258 Waypoint            I     69,3 270814 2,8M
W 5Ristilahtinet            3643333 6862001 Waypoint            I     70,3 270814 2,8M
W 6Ristilahtinet            3643433 6861875 Waypoint            I     72,5 270814 2,7M
W 7Ristilahtinet            3643856 6862040 Waypoint            I     72,0 270814 2,6M
W 8Ristilahtinet            3643193 6862241 Waypoint            I     69,8 280814 2,9M
W 9Ristilahtinet            3642794 6862256 Waypoint            I     68,1 280814 2,8M
W BaseRISTILAHTI            3644000 6862228 Waypoint            I     75,3 27-ELO-14 14:35:20
```

3.2 Koekalastussaaliin kalojen iänmääritys

Koekalastussaaliin kaikkien kalalajien yksilöistä otettiin suomunäytteitä iänmääritystä ja kalojen kasvunopeuden arviointia varten (kuvat 4 ja 5 sekä taulukot 12 - 17). Suomunäytteet preparoitiin Karelia-ammattikorkeakoulun Biotalouden keskuksen laboratoriossa ja iänmääritykset tehtiin perinteisen mikrolukulaitteen avulla (kuva 5).



Kuva 4. Suomujen näytteenottokohdat tärkeimmillä kalaryhmillä (Raitaniemi, Nyberg ja Torvi 2000).



Kuva 5. Insinööriopiskelija Kaisa Tuomisto määrittää Puruveden Ristilahden koekalastussaaliin haukiyksilön ikää mikrolukulaitteen avulla Karelia-ammattikorkeakoulun Biotalouden keskuksen laboratoriossa marraskuussa 2014 (kuva: Tarmo Tossavainen).

3.3 Veden laadun havainnointi kalastorakenteen tutkimuksen aikana

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

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.

4.1.2 Särkikalojen osuus yksikkösaaliista

Särkikalojen (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 %. Särkikalojen 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 särkikalojen 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 yksikkösaaliista

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 likipitäen 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 petokalojen (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 järvessä on petokaloja vähintään 33 %, voidaan kalastorakenteen arvioida olevan terveellä pohjalla (Tammelan koekalastusraportti_7jarvea.pdf).

Taulukko 9. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 Nordic-verkoilla (20 verkkoyötä) koekalastussaaliin keskeiset tunnusluvut.

Kalaryhmä	Keskimääräisen 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 15 cm (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)	Rehevyystaso	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 koekalastussaalis syksyllä 2014 Nordic-verkoilla pyydettynä.

Verkko	Aika	Ahven < 15 cm		Ahven < 15 cm		Ahven > 15 cm		Ahven > 15 cm		Hauki		Hauki		Lahna		Lahna		Pasuri		Pasuri		Särki		Särki		Kiiski		Kiiski		Salakka		Salakka		Kokonaissaalis Yht.		Kokonaissaalis Yht.	
		kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	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. Laboratoriomestari Keijo Silfsten (vas.) Karelia-ammattikorkeakoulusta sekä Pro Puruvesi ry.n puheenjohtaja Reijo Jantunen irrottelevat kaloja Nordic-tutkimusverkosta Puruveden Ristilahden itärannalla 29.08.2014. Kuva: Tarmo Tossavainen.

4.2 Koekalastussaaliin eräiden kalayksilöiden iänmääritys ja kasvun arviointi

Ristilahden koekalastussaaliin eräiden kalayksilöiden iänmääritykset ja arvioidut 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 särkikalojen (lahna; n = 8, särki; n = 10) arvioidut 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 saalistuksen kohteeksi ekosysteemin ravinteiden ja energian kierron kannalta. Myös sedimentin käyttö ravintona voi olla ajoittain mahdollista. Molemmat mekanismit kärjistävät rehevöitymistä.

Taulukko 12. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 koekalastussaaliin haukiyksilöiden arvioitu ikä ja kasvu.

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

Taulukko 13. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 koekalastussaaliin eräiden kiiskiyksilöiden arvioitu ikä ja kasvu.

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

Taulukko 14. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 koekalastussaaliin eräiden lahnayksilöiden 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 15. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 koekalastussaaliin eräiden ahvenyksilöiden 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 16. Puruveden Ristilahden syksyn 2014 koekalastussaaliin eräiden särkiyksilöiden 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

Kuva 7. Koekalastussaaliin käsittelytila Puruveden Ristilahden itärannalla syksyllä 2014. Kuva: Tarmo Tossavainen.

4.3 Ristilahden veden lämpötila kalastotutkimuksen aikana

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

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.

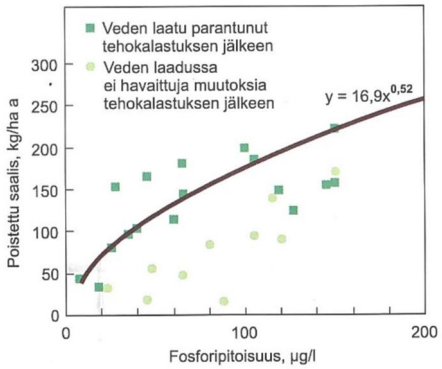
Mittausajankohta	Veden lämpötila (°C)
28.08.2014	+16,6
03.09.2014	+15,2
10.09.2014	+15,8

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

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 (29,8 %) on lähes tyydyttävää suuruusluokkaa. Varsinkin pedoksi luokiteltavan ahvenen (pituus > 15 cm) biomassan osuus (26,2 %) yksikkösaaliista on suhteellisen suuri. Suomunäytteistä tehtyihin iänmäärityksiin 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 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*-klorofyllipitoisuuden 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 kestettävä 3 – 4 vuotta, jotta kaikki toiminnan alkaessa järvessä olevat särkikalojen 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 särkikalojen 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 särkikalojen 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 x 18 (µg/l: nykyinen kokonaisfosforipitoisuus)^{0,52} ≈ 76 kg/ha

6 LÄHTEET

RKTL. Ohjeistus verkkokoekalastusten käyttöön kalataloustarkkailuissa. http://www.rktl.fi/www/uploads/images/Kala/Ymparisto/vpdohjeet.pdf

Jeppesen, E. & I. Sammalkorpi 2002. Lakes. Julkaisussa: Davy, A. J. & Perrow, M. R. (toim.). Hanbook of ecological restoration. Vol. II. Restoration in practice. Cambridge University Press: 297 – 324.

Olin, M., A. Lappalainen, T. Sutela, T. Vehanen, J. Ruuhijärvi, A. Saura ja S. Sairanen. 2014. Ohjeet standardinmukaisiin koekalastuksiin. RKTL:n työraportteja 21/2014. 22 sivua. ISBN 978-952-303-142-5 (Verkkojulkaisu).

Kairesalo, T., J. Keto ja I. Sammalkorpi 1990. Biomanipulaatio (ravintoketjukunnostus). Teoksessa: Ilmavirta, V. (toim.). Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Sivut 310 – 326. ISBN 951-570-051-5. Yliopistopaino.

Sammalkorpi, I. ja J. Horppila 2005. Ravintoketjukunnostus. Teoksessa: Ulvi, T. ja E. Lakso (toim.). Järvien kunnostus. Sivut 169-189. Edita. Suomen Ympäristökeskus. Ympäristöopas nro 114. ISBN 951-37-4337-3.

Tammi, J., M. Rask ja M. Olin 2006. Kalayhteisöt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Kala- ja riistaraportteja nro 383. Helsinki. 52 sivua + 9 liitettä. ISBN 951-776-531-2. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/rp383_verkko.pdf

Tammelan koekalastus raportti. http://www.tammela.fi/UserFiles/tammela/File/asuminen_ja_rakentaminen/vesiensuojelu/hankkeet/jarvetjakalat/Tammelan%20koekalastus%20raportti_7jarvea.pdf

Turunen, T. 1990. Jukajärven kalasto vuonna 1990. Joensuun yliopisto, Karjalan Tutkimuslaitos, Ekologian osasto. Tutkimusraportti. 7 sivua.

Tossavainen, T. 2011. Valtimon kunnassa sijaitsevan Kalliojärven alueen järvien (Pohjajärvi, Pitkälahti-Sorsajärvi ja Kalliojärvi-Patojärvi) pohjasedimentin laatu ja määrä kevättalvella 2011: tutkimusraportti järvialueen kunnostussuunnittelua varten. Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu, ympäristöteknologian koulutusohjelma, Biotalouden keskus. 15.06.2013. 28 sivua.

Tossavainen, T. 2014. Lieksan Vuonisjärven vedenlaatu, kuormitus, pohjasedimentti, pohjaeläimistö, kalasto ja makrofyytit. Kunnostussuunnittelun esitutkimus. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:11. Painossa.

Tossavainen, T. 2014. 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. Painossa.

Raitaniemi, J., K. Nyberg ja I. Torvi 2000. Kalojen iän ja kasvun määritys. RKTL. ISBN 951-776-296-8.

Salonen, S. 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä; vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja.

Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Third Edition. Elsevier Academic Press. ISBN-13: 978-0-12-744760-5. 1006 pages.