

Veden pH:n vaikutus kalanpoikaskasvatuksessa Kiikoisissa

Jyri Sirola

Opinnäytetyö
Huhtikuu2016
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Luonnonvara- ja ympäristöala

Tekijä(t) Sirola Jyri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 22.03.2016
	Sivumäärä 45	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Veden pH:n vaikutus kalanpoikaskasvatuksessa Kiikoisissa		
Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Arto Riihinen		
Toimeksiantaja(t) ProAgria Länsi-Suomi Satakunnan kalatalouskeskus		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tehtävänä oli selvittää veden pH-pitoisuuden vaikutusta kalanpoikasten kokoon ja kappalemäärään sekä pieneliöstön ja planktonin määrään kolmessa eri luonnonravintolammikoissa.</p> <p>Opinnäytetyön toteutus sisälsi useita vaiheita. Ensimmäiseksi tehtiin kahden luonnonravintolammikon kalkitus ja kaikkien kolmen lammikon täyttö vedellä. Sen jälkeen istutettiin kalanpoikaset. Kalanpoikasten kasvatusaikana toteutettiin veteen kohdistuvat tutkimukset (pH, lämpötila, planktoninmäärä) ja niiden seuranta. Kasvatuskauden jälkeen luonnonravintolammikot tyhjennettiin. Tällöin kalanpoikasten kappalemäärä laskettiin ja kalanpoikaset punnittiin. Pieneliöstön määrää arvioitiin tilavuusmittallisesti. Lisäksi haastateltiin kolmea kokenutta luonnonravintolammikoissa kalanpoikasia kasvattanutta asiantuntijaa.</p> <p>Tuloksissa havaittiin lammikkokohtaisia eroja kalanpoikasten koossa ja kappalemäärässä. Tulosten perusteella lammikko 2:ssa kalanpoikasten palautusprosentti oli suurin. Tämän lammikon pH:ta säädettiin koko kasvatuskausi hienojakoisella kalkilla ja kalkkikivellä niin, että pH-taso pysyi koko kasvatuskauden yli 6,5.</p> <p>Johtopäätöksenä on, että koko kasvatuskauden kestävä pH:n säätely on kalanpoikaskasvattajan näkökulmasta taloudellisesti tuottoisin vaihtoehto. Tällainen menettely näyttäisi olevan tuloksellista silloin, kun veden pH-taso kasvatuskauden alussa on alle 7. Näin toimien voidaan vaikuttaa myös ympäristöön suotuisasti ja vähentää vesistön happamoitumista.</p>		
<p>Avainsanat (asiasanat) Kalanpoikaskasvatus, luonnonravintolammikko, pH:n vaikutus kalanpoikaskasvatukseen, fish farming, fish culture.</p>		
Muut tiedot		

Author(s) Sirola Jyri	Type of publication Bachelor's thesis	Date 22.03.2016 Language of publication: Finnish
	Number of pages 45	Permission for web publication: x
Title of publication Water's pH effect's on fish fry growing in Kiikoinen		
Degree programme Bachelor of natural resources		
Supervisor(s) Riihinen Arto		
Assigned by ProAgria Länsi-Suomi Satakunnan kalatalouskeskus		
<p>Abstract</p> <p>The task was to investigate the pH of the water and how it affects the size and the number of fry, as well as the amount of benthos and plankton in three different natural nutrition ponds.</p> <p>The implementation of the thesis consisted of several stages. First, the two natural nutrition ponds were limed and all three ponds were filled with water. The Next task was implanting the fry in to the ponds. During the fry's rearing period the experiment's was carried out to study on water (pH, temperature, the amount of plankton) and follow-up whole rearing period. After the rearing period, the natural nutrition pond's were emptied. In this case, the number of fish fry was counted and the fish-fry were weighed. The amount of benthos was evaluated in cubic measure. In addition three natural nutrition pond growing experts were interviewed.</p> <p>The results between natural nutrition pond's differences were observed in juvenile fish size and number of pieces. Based on the results, in pond 2 the fish return rate was the highest. This pond pH was adjusted throughout the growing season with fine-grained lime and limestone, so that the pH level remained throughout the growing period higher than 6.5.</p> <p>The conclusion is that the whole growing period lasting pH regulation is best from the perspective of an economically productive option for fish farmers. Such an approach would seem to be effective when the pH of the water level at the beginning of the growing period is less than 7. This system can also affect favorably the environment and reduce water acidification.</p>		
Keywords/tags (subjects) Kalanpoikaskasvatus, luonnonravintolammikko, pH:n vaikutus kalanpoikaskasvatukseen, fish farming, fish culture.		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	4
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tarkoitus	4
1.2	Opinnäytetyön viitekehys.....	4
2	Tutkimustehtävät	6
3	Keskeiset käsitteet ja katsaus aikaisempiin tutkimuksiin ja julkaisuihin	7
3.1	Kalanpoikaskasvatus.....	7
3.2	Luonnonravintolammikot.....	8
3.3	Happamuuden vaikutus vesistöihin ja luonnon monimuotoisuuteen.....	9
3.4	Veden lämpötilan vaikutus kalanpoikaskasvatuksessa	11
4	Opinnäytetyön yhteistyökumppanit ja toteutuspaikka	11
5	Opinnäytetyön toteutus.....	13
5.1	Opinnäytetyön eteneminen	13
5.3	Aineiston analysointi	25
6	Tutkimustulokset ja johtopäätökset.....	30
6.1	Tutkimustulokset.....	30
6.1.1	Veden pH-pitoisuuden vaikutus kalanpoikasten kokoon.....	31
6.1.2	Veden pH-pitoisuuden vaikutus kalanpoikasten kappalemäärään eri luonnonravintolammikoissa.....	32
6.1.3	Veden pH-pitoisuuden vaikutus pieneliöstöön ja planktoniin	34
6.1.4	Veden lämpötilan vaikutus kalanpoikasiin	34
6.1.5	Vuosina 1993 ja 2015 tutkittujen vesinäytteiden vertailu	34
6.1.6	Asiantuntijoiden haastattelujen yhteenveto.....	35
6.2.	Johtopäätökset.....	35
7	Pohdinta	37
	LÄHTEET	39

LIITTEET	41
Liite 1 Laboratoriossa tutkitut vesinäytteet vuonna 2015	41
Liite 2 Laboratoriossa tutkitut vesinäytteet vuonna 1993	43
Kuviot	
Kuvio 1. Hyssänkosken luonnonravintolammikot Sastamalan Kiikoisissa N/LAT: 6821042 E/LON: 263255 Lähtökoordinaatisto ETRS-TM35FIN – Tasokoordinaatit	12
Kuvio 2. Kalkki levitettyä lumen sulamisvaiheessa	14
Kuvio 3. Kalkitettu luonnonravintolammikon pohja	15
Kuvio 4. Kalkitukseen käytettyä kalkkikiveä	15
Kuvio 5. Kalanpoikashautomo	16
Kuvio 6. Kasvatukseen istutettavia kuhanpoikasia	17
Kuvio 7. Kuhanpoikaset happivesipussissa	18
Kuvio 8. Kalanpoikasten istuttaminen luonnonravintolammikkoon	19
Kuvio 9. Luonnonravintolammikon veden tyhjennys käynnissä	21
Kuvio 10. Kalanpoikasten poisottoa luonnonravintolammikosta	21
Kuvio 11. Kalanpoikasten poisottoa luonnonravintolammikosta	22
Kuvio 12. Näytteenotto kalanpoikasista	23
Kuvio 13. Kuhanpoikasia hapetetussa kuljetusvedessä	23
Kuvio 14. Kalanpoikasten kuljetusauton happisäiliövarustus	24
Kuvio 15. pH-mittauksen indikaatoriliuskat	26
Kuvio 16. Kalanpoikasten mittaus	27
Kuvio 17. Kalanpoikasten punnitus	28
Kuvio 18. Pohjan pieneliöstöä	29
Kuvio 19. Kalanpoikasten keskimitta luonnonravintolammikoittain	31
Kuvio 20. Kalanpoikasten keskipaino luonnonravintolammikoittain	32
Kuvio 21. Kalanpoikasten kappalemäärä tyhjennysvaiheessa	33
Kuvio 22. Kalanpoikasten palautusprosentti tyhjennysvaiheessa	33

Taulukot

Taulukko 1. Opinnäytetyön viitekehys.....	6
Taulukko 2. Mittaustulokset luonnonravintolammikoittain.....	30
Taulukko 3. Veden pH:n ja kokonaisfosforin määrittelytulokset Hyssänojassa ja luonnonravintolammikko 2:ssa vuosina 1993 ja 2015.....	35

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on veden pH:n vaikutus kalanpoikaskasvatuksessa Kiikoisissa. Opinnäytetyössä vertaillaan kolmesta eri luonnonravintolammikosta saatuja tuloksia. Veden pH on erilainen kussakin lammikossa. Tarkastelun kohteena ovat kalanpoikasten määrä ja keskikoko lammikkokohtaisesti sekä planktonin määrän arviointi silmämääräisesti ja pieneliöstön määrän arviointi tilavuusmitallisesti.

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tarkoitus

Kalanpoikaskasvatukseen vaikuttavat tekijät kiinnostavat, koska olen seurannut vuosia kalanpoikaskasvatusta luonnonravintolammikoissa. Lisäksi kalanpoikaskasvattajien omakohtaiset kokemukset pH:n tärkeydestä lisäsivät aiheen kiinnostavuutta. Yksi viimeaikaisista ympäristönsuojeluun liittyvistä keskustelunaiheista on ollut veden happamuuden vaikutukset luontoon.

Aihetta kannattaa selvittää ja tutkia, koska siitä löytyy melko vähän aikaisempaa tutkimus- ja julkaisutietoa. Veden pH:n säätelyyn ei ole mitään tarkkaa ohjetta tai suositusta, ja suuri osa tiedoista on kasvattajien välistä hiljaista tietoa. Opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään mittauksilla veden eri pH- tasojen vaikutusta kalanpoikasten kasvuun ja määrään luonnonravintolammikoissa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa veden pH:n säätelyn vaikutuksista lisätietoa, jota voidaan hyödyntää kalanpoikaskasvatuksessa luonnonravintolammikoissa. Samalla vaikutetaan vesien happamoitumisen ehkäisemiseen ja sitä kautta ympäristönsuojeluun.

1.2 Opinnäytetyön viitekehys

Kalanpoikaskasvattajat saavat poikaset poikasvälittäjiltä, jotka työskentelevät hautoimoissa ja välittävät kuoriutuvat poikaset kasvattajille. Kasvattajat istuttavat poikaset luonnonravintolammikoihin. Koska poikaset ovat todella pieniä, on niiden ravintona koko kasvatusajan eläinplankton ja muut pieneliöt, joten luonnonravintolammikoissa

kaloille ei tarvitse antaa lisäravintoa, mikäli vesistö on tarpeeksi ravinteikasta. Suurimpia luontaisia uhkia poikasille ovat linnut sekä eri hyönteiset kuten sudenkorennon toukat. Poikasia kasvatetaan 6-8 kuukautta (huhtikuu-lokakuu). Kasvatuskauden jälkeen altaat tyhjennetään, poikaset otetaan pois ja välitetään eteenpäin istutettavaksi vesistöihin. Kalalajista riippuen poikasten pituus on kasvatuskauden jälkeen noin 10 cm. Poikaskasvatuksesta muodostuva taloudellinen tuotto määräytyy kalojen keskimäärästä sekä kalojen määrästä. (Korhonen 1978; Nissinen 2003; Ruskeala 2014.)

Opinnäytetyön toimeksiantajana on ProAgria Länsi-Suomi Satakunnan kalatalouskeskus. Muita yhteistyökumppaneita opinnäytetyössä olivat Anuari Oy, Sastamalan ympäristöterveyshuolto ja t:mi Petri Gösman. Lisäksi haastattelin pitkän kokemuksen omaavia luonnonravintolammikossa tapahtuvan kalanpoikaskasvatuksen asiantuntijoita (asiantuntijapaneeli). Tutkittavat luonnonravintolammikot, joissa kalanpoikasia kasvatetaan, sijaitsevat Sirolan tilalla Sastamalan Kiikoisissa.

Opinnäytetyön tuloksia on tarkoitus käyttää apuna säädeltäessä optimaalista veden pH-tasoa kalanpoikaskasvatuksen onnistumiseksi luonnonravintolammikoissa. Lisäksi opinnäytetyötä voidaan hyödyntää laajemminkin selvittäessä pH:n vaikutusta vesistöihin ja pyrittäessä parantamaan niiden tilaa.

Taulukossa 1 kuvataan tämän opinnäytetyön viitekehys. Opinnäytetyössä esitetään teoreettinen osuus, tutkimustehtävät, toteutus, aineiston analysointi, tulokset ja johtopäätökset.

Taulukko 1. Opinnäytetyön viitekehys

<p>Teoriaosuus Luonnonravintolammikot Kalanpoikaskasvatus Veden pH:n vaikutus kalanpoikasvatukseen Veden lämpötilan vaikutus kalanpoikaskasvatukseen</p>
<p>Tutkimustehtävät Veden pH-pitoisuuden vaikutus kalanpoikasten kokoon ja kappalemäärään sekä planktonin ja pieneliöstön määrään</p>
<p>Toteutus Luonnonravintolammikoiden valmistelevat työt ja täyttö Kalanpoikasten istutus Veteen kohdistuvat tutkimukset Luonnonravintolammikoiden tyhjennys Kalanpoikasteen koon ja kappalemäärän mittaukset Pieneliöstön määrän arviointi Asiantuntijapaneeli (haastattelut)</p>
<p>Aineiston analysointi Veden pH-pitoisuuden vaikutus kalanpoikasten kokoon ja kappalemäärään sekä planktonin ja pieneliöstön määrään Haastattelujen analysointi Luonnonravintolammikoiden veden laatu vuonna 2015 verrattuna vuoteen 1993</p>
<p>Johtopäätökset</p>

2 Tutkimustehtävät

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa veden pH:n säätelyn vaikutuksista lisätietoa, jota voidaan hyödyntää kalanpoikaskasvatuksessa luonnonravintolammikoissa. Samalla vaikutetaan vesien happamoitumisen ehkäisemiseen ja sitä kautta ympäristön-suojeluun.

Opinnäytetyön tutkimustehtävät:

1. Veden pH-pitoisuuden vaikutus kalanpoikasten kokoon eri luonnonravintolammikoissa
2. Veden pH-pitoisuuden vaikutus kalanpoikasten kappalemäärään eri luonnonravintolammikoissa

3. Veden pH-pitoisuuden vaikutus planktoniin ja pieneliöstöön

Ensimmäisen tutkimustehtävän tavoitteena on selvittää eri pH-pitoisuuksien vaikutuksia kalanpoikasten pituuteen ja painoon luonnonravintolammikoissa. Toisessa tutkimustehtävässä tavoitteena on selvittää luonnonravintolammikkokohtaisesti eri pH-pitoisuuksien vaikutusta kalanpoikasten kappalemäärään. Kolmannessa tutkimustehtävässä tarkastellaan eri pH-tasojen vaikutusta planktonin esiintymiseen ja pieneliöstön määrään.

3 Keskeiset käsitteet ja katsaus aikaisempiin tutkimuksiin ja julkaisuihin

3.1 Kalanpoikaskasvatus

Kalanpoikaskasvatus luonnonravintolammikossa on ollut tärkeä maatalouden sivuelinkeino jo useiden vuosien ajan (Kalanviljely 2015). Neljän viimeisen vuosikymmenen aikana koko kalankasvatuksessa on tapahtunut suuri muutos pienestä sivuelinkeinosta isoksi osaksi Suomen kalataloutta (Setälä, Vielma, Koskela, Honkanen, Saarni, Jokelainen, Suvanto, Kankainen & Virtanen 2007, 3; Virtanen 2011, 7).

Vuonna 2013 kalankasvattamoita oli Suomessa 482, joista luonnonravintolammikoiden osuus oli 205. Taloudellinen hyöty on todennäköisesti hyvä vielä jatkossakin, sillä Suomen sisävesiin tehdään vuosittain mittavia kalaistutuksia. Merialue mukaan luetuna hyöty euromääränä yltää vuositasolla 4,5 miljoonaan euroon. Kalaistutuksilla pyritään kalakantojen ylläpitoon, jotta järvien monimuotoisuus ja elinvoimaisuus säilyisi. Siika on yleisin istukaskala Suomessa. (Kalanviljelylaitokset 2013.)

Luonnonravintolammikossa kalat pystyvät kasvamaan turvallisesti ensimmäisen vuoden, koska niiden luontaisten vihollisten määrä on vähäinen (Vesipellon viljely 1999). On hyvä ottaa huomioon, että viljellyt kalat sopeutuvat kasvatusolosuhteisiin ja ne

voivat menettää tärkeitä ominaisuuksia luonnossa selviämisen kannalta (Suomen Kalastuslehti 2013). Heikkotuottoisten maa-alueiden muokkaaminen luonnonravintolammikoiksi on taloudellisesti kannattavaa maatalouden sivuelinkeinona sekä kannattavaa myös kotivesistöjen kalakantojen kannalta (Ruskeala 2014, 2).

Kalankasvatuksella kokonaisuudessaan on Suomessa pitkät perinteet 1800-luvulta saakka. Silloin keskityttiin hautomoiden ylläpitoon ja niissä työskentelyyn. Kun 1900-luvun alussa huomattiin, että hautomoilla oli positiivinen vaikutus kalakantoihin, alkoivat mm. maanviljelijät ja erilaiset seurat kiinnostua alasta yhä enemmän. 1950-luvulla valtio alkoi avustaa rahallisesti kalatalouden edistämistä. Muutamia vuosia sen jälkeen etenkin ruokakalaksi kasvatettavan kirjolohen kasvatus yleistyi. (Kalanviljely 2015.)

3.2 Luonnonravintolammikot

Kun kalanpoikaskysyntä lisääntyi, perustivat etenkin maanviljelijät sekä muut maanomistajat omia kalankasvattamoita (Kalanviljely 2015). Kasvattamot olivat aluksi pieniä, mutta niistä kehitettiin kasvatusaltaita ja luonnonravintolammikoita (Korhonen 1978). Kaikkiaan luonnonravintolammikkoviljelijöitä oli Suomessa vuonna 2013 yhteensä 197 ja luonnonravintolammikoiden pinta-ala oli 5775 hehtaaria (Kalanviljelylaitokset 2013).

Teollisuus ja massatuotanto ovat uhkana yksityisille kalankasvattajille, mutta ympäristöystävälliseltä kannalta pienet luonnonravintolammikot ovat varteenotettava vaihtoehto. Luonnonravintolammikoiden poikaset sopeutuvat laitoksissa kasvaneita poikasia paremmin uuteen elinympäristöön. (Nissinen 2003.) Poikasten laatu on usein luonnonravintolammikoissa suuria kasvattamoita parempi, sillä järveen istutusvaiheessa niiden elinolosuhteet eivät muutu paljonkaan (Korhonen 1978).

Luonnonravintolammikolla tarkoitetaan järvestä erillään olevaa vesialuetta, jossa kasvatettavat kalanpoikaset käyttävät ravinnokseen lammikon itsensä tuottamaa elävää ravintoa kuten planktonia. Ravintoaineet ovat siis peräisin luonnosta. Planktonkantoihin vaikuttavat vesistön ominaisuudet kuten rehevyys ja lämpötila. Luonnonravintolammikko voi olla tehty keinotekoisesti esimerkiksi sora- tai hiekkakuopasta,

pellosta tai muusta soveltuvasta alueesta. Lammikon koko ja syvyys tulee suhteuttaa kasvatettavan kalan vaativiin ominaisuuksiin. Olisi hyvä, että altaan koko olisi vähintään noin 0,5 hehtaarin kokoinen. Tällöin kaloja voidaan kasvattaa kohtalaisen paljon, mikä on taloudellisesti hyvä asia. (Korhonen 1978.) Suuri pinta-ala mahdollistaa myös hyvän ravinnontuoton (Nissinen 2003).

Luonnonravintolammikon käyttöveden on oltava laadukasta ja peräisin esimerkiksi lähteistä. Veden lämpötilan tulee olla viileä, noin 15- 20 asteen verran. Kivennäispohja on eduksi, mutta tärkeintä on se, että ravinnetuotto on hyvä. Pohja ei saa olla mutainen. (Nissinen 2003.)

Keväällä lammikko täytetään tarkoitukseen rakennetun järjestelmän kautta. Syksyllä lammikko tyhjennetään niin, että veden tulee päästä vesistöön soveltuvia laskeutusaltaita ja ojia myöden. (Ruskeala 2014, 3-4.)

Luonnonravintolammikoiden hoitaminen on pääosin helppoa ja yksinkertaista, jos lammikko on hyvin perustettu. Hankalimmat tilanteet liittyvät rankkasateisiin ja tulviin, jolloin tulee tarkkailla lammikon veden korkeutta. Penkeremurtumat ovat mahdollisia, jos veden korkeus on liian suuri. (Kilpinen 2002.)

Ammattikorkeakouluopinnoissa tapahtuvasta kalanpoikaskasvatuksesta on vähän. Kauppinen (2001) käsittelee opinnäytetyössään ilmasuoksen vaikutusta luonnonravintolammikon kalanpoikasten tuotantokykyyn ja vedenlaatuun. Ruskealan (2014) aiheena on luonnonravintolammikon perustaminen ja ylläpito.

3.3 Happamuuden vaikutus vesistöihin ja luonnon monimuotoisuuteen

Vesiekosysteemin peruspiirteitä ovat aineen kierto ja energian virtaus. Vesiekosysteemin tarvitsemat ravinteet tulevat maaperästä ja ilmakehästä. Veteen vaikuttavia tekijöitä ovat ympäröivä valuma-alue ja se, miten ihminen ympäristöä muokkaa. (Lyytimäki & Hakala 2008.) Niinimäki ja Penttinen (2014) tarkastelevat vesistöjen ekologiaan vaikuttavia ulkoisia ja sisäisiä tekijöitä. Yhtenä vaikuttavana tekijänä mainitaan veden happamuus. Säätelämällä happamuutta luonnonravintolammikoissa vaikutetaan samalla vesistöjen tilaan.

Kemiallisella happamoitumisella tarkoitetaan maan tai vesistön puskurikyvyn pienentymistä; tämä tarkoittaa pitkälle happamoituneessa vesistössä pH:n laskua. Järvien happamoitumisen puskurikyky on heikompi kuin maan. Tämä johtuu makeasta vedestä puuttuvista maahiukkasista ja rapautuvista mineraaleista, jotka vaikuttavat merkittävästi kationin vaihtoon. Veden tärkein puskurikyky on bikarbonaattipuskuri, jossa bikarbonaatti reagoi vetyionin kanssa. Merivesi neutralisoi happamia laskeumia suolojen avulla paremmin kuin makea vesi. Humuspitoiset vedet ovat kirkkaita vesiä happamampia, mutta ne kestävät happamia laskeumia paremmin, koska vedessä oleva maa-aines puskuroi happamuutta. (Lyytimäki & Hakala 2008; Rautiainen & Ilmavirta 1990.)

Erilaiset liikennemuodot aiheuttavat ilman epäpuhtauksia, jotka laskeutuvat vesistöihin. Samoin energiatuotannosta aiheutuu päästöjä, jotka happamoivat vesiä. Happamoittavia yhdisteitä laskeutuu veden pinnalle sateen mukana märkälasseumana tai hiukkasissa ja kaasuissa kuivalasseumana. Myös erilaiset toiminnot kuten rakentaminen, metsän hakkuu, ojien kaivaminen ja kasvillisuuden tuhoaminen lisäävät happamoitumista. Samoin vuodenaikojen erilaiset valumat, kuten lumen sulaminen keväällä ja syksyn rankkasateet, vaikuttavat vesien happamuuteen. (Rautiainen & Ilmavirta 1990.)

Esimerkkinä veden pH:n muutoksista kuvataan Satakunnan Köyliönjärven veden tutkimuksia. Niissä on todettu veden pH-arvon nousevan etenkin voimakkaan yhteyttämisen seurauksena kesällä varsin korkeaksi. Veden pH-arvoa on mitattu 1960-luvun alusta ja alhaisimmillaan se on ollut marraskuussa 1961, jolloin se oli noin 5,8 (5,7–5,9). Korkein pH todettiin elokuussa 2002, jolloin se oli 9,6. Köyliönjärven pH on noussut vuosikymmenten aikana. 1960-luvulla se oli keskimäärin 6,96 ja 2000-luvulla 7,95. Korkeat pH:t ovat tyypillisiä sinileväkukintojen aikana, sillä levät käyttävät kaiken hiilidioksidin ja bikarbonaatin ja järven puskurisysteemi häiriintyy. Veden pH voi nousta myös, kun rautasulfidia muodostuu sedimentissä. Yleisesti ottaen suomalaiset järvet ovat lievästi happamia ja niiden pH-arvo on noin 6,5–6,8. Vesien eliöstö on sopeutunut elämään pH-alueella 6,0–8,0, joten Köyliönjärvellä veden pH voi ajoittain nousta eliöiden kannalta haitallisen korkeaksi. Köyliönjärvellä on havaittu veden pH:n

ja kokonaisfosforipitoisuuksien laajaa ja nopeaa heilahtelua. (Paloheimo 2010.) Veden pH:n noustessa fosforipitoisuus kasvaa, mikä on merkinä sisäisestä kuormituksesta (Sarvala 2004).

Happamuus on vesistöissämme ongelma, joka aiheuttaa luonnollisen elinympäristön muuttumista ja siksi veden eliöiden ja eläinten määrä voi vähentyä. Neutraloinnilla tarkoitetaan kaikkia toimenpiteitä, joilla pyritään nostamaan veden pH-arvoa ja puskurikapasiteettiä. Neutralointi voidaan toteuttaa usealla eri emäksisellä kemikaalilla, kuten lipeällä (NaOH), soodalla (Na₂CO₃), kalkin eri muodoilla, kuten sammutetulla kalkilla (Ca(OH)₂), sammuttamattomalla kalkilla (CaO), kalkkikivellä (CaCO₃) sekä dolomiitilla (MgCO₃). (Hämäläinen 2015, 13.) Kalanpoikaset ovat herkkiä veden laadun suurille vaihteluille, jotka johtavat usein alentuneeseen vastustuskykyyn ja mahdollisuuden sairastua (Yanong 2003). Tutkittua tietoa veden happamuuden vaikutuksesta suoraan kalanpoikaskasvatukseen ei löydy.

3.4 Veden lämpötilan vaikutus kalanpoikaskasvatuksessa

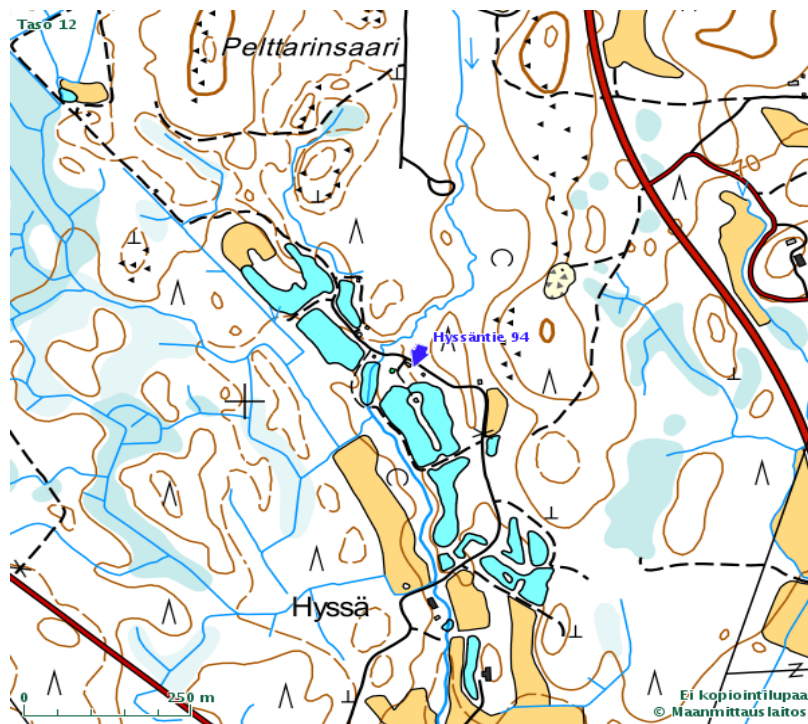
Kalanpoikaskasvatuksessa sadevesi ja veden haihtuminen vaikuttavat veden pH-pitoisuuteen. Kalanpoikasten kasvuun vaikuttaa osaltaan myös veden lämpötila. Liian alhainen tai liian korkea kasvatuslämpötila voivat vaikuttaa kalanpoikasten kasvuun (Nissinen 2003). Kasvatuksenaikainen optimilämpötila vaihtelee kalalajeittain. Lohikalajien poikasilla optimilämpötila on alhaisempi kuin esimerkiksi kuhan poikasilla. (Kilpinen 2002.) Liiallinen lämpötilan nousu on yleisintä matalissa luonnonravintolammikoissa, joissa vesi vaihtuu heikosti (Nissinen 2003). Lammikoiden syvänteissä vesi pysyy kuuminkin päivinä viileänä.

4 Opinnäytetyön yhteistyökumppanit ja toteutuspaikka

Opinnäytetyön yhteistyökumppaneina olivat ProAgria Länsi-Suomi/ Johanna Möttönen, Anuari Oy, Sastamalan ympäristöterveyshuolto ja t:mi Petri Gösman. Lisäksi haastattelin pitkän kokemuksen omaavia luonnonravintolammikossa tapahtuvan kalanpoikaskasvatuksen asiantuntijoita Tarmo Jalavaa, Kosti Tuomea ja Ari Vastamäkeä asiantuntijajapaneeli-periaatteella.

Opinnäytetyön toteutuspaikkana oli Sastamalan Kiikoisissa sijaitsevat Hyssänkosken luonnonravintolammikot (N/LAT: 6821042 E/LON: 263255 Lähtökoordinaatisto ETRS-TM35FIN – Tasokoordinaatit). Tässä opinnäytetyössä kohteena olleet kolme luonnonravintolammikkoa on tehty pellostä sekä osin metsästä ja entisestä sorakuopasta. Ne ovat valmistuneet vuonna 1993. Näiden kolmen lammikon yhteispinta-ala on noin viisi hehtaaria. Pohjat lammikoissa ovat pääosin savipitoisia. (Ks. kuvio 1.)

Vesi luonnonravintolammikoihin tulee Hyssänojasta, joka saa alkunsa läheisestä Liehuvansuosta ja kuivatetusta Liehuvanjärvestä. Tämän takia vesi Hyssänojassa on melko sameaa. Hyssänoja laskee Jaaranjokeen. Jaaranjoki laskee Sääksjärveen, joka laskee Kouvatsanjokea pitkin edelleen Kokemäenjokeen. Sääksjärvi on matala humusjärvi, jonka ekologisen tilan Varsinais-Suomen ELY-keskus on määritellyt tyydyttäväksi vuonna 2013. (Sääksjärvi 2015.)



Kuvio 1. Hyssänkosken luonnonravintolammikot Sastamalan Kiikoisissa N/LAT: 6821042 E/LON: 263255 Lähtökoordinaatisto ETRS-TM35FIN – Tasokoordinaatit

Vuonna 1993 luonnonravintolammikoista otetut vesinäytteet (liite 2) osoittavat, että kalanpoikaskasvatus luonnonravintolammikoissa ei lisää alapuolisen vesistön kuormi-

tusta. Näytteet otettiin kolmesta kohdasta: 1. tuleva vesi (näyttenumero 587), 2. luonnonravintolammikkovesi (näyttenumero 588) ja 3. lähtevä vesi (näyttenumero 589). Tuloksista havaitaan, että kaliumpermanganaatti KMnO_4 on tulevassa vedessä 152 mg/ml, lammikossa 145 mg/ml ja lähtevässä vedessä 123 mg/ml. Veden pH oli lähes sama (n. 6,5) kaikissa näytteenottokohdissa. Liukoinen fosfaatti PO_4 ja kokonaisfosfori P pysyivät samoina, mutta kokonaistyyppi N oli tulevassa vedessä 1,1 mg/l, lammikossa 1,0 mg/l ja lähtevässä vedessä < 0,1 mg/l. Tästä voidaan päätellä, että luonnonravintolammikot puhdistavat vettä. Tämä perustuu todennäköisesti siihen, että eläin- ja kasviplankton tarvitsevat kasvaakseen fosforia ja typpeä ja kalanpoikaset syövät planktonia. Vuonna 2015 luonnonravintolammikoista otetut vesinäytteet (liite 1) antavat samansuuntaiset tulokset kuin vuonna 1993 tehdyt.

5 Opinnäytetyön toteutus

5.1 Opinnäytetyön eteneminen

Valmistelut opinnäytetyöhön alkoivat huhtikuussa 2015 luonnonravintolammikoiden täyttöillä. Lammikoiden poistoputket tulpattiin kiinni, jotta saataisiin mahdollisimman paljon hyödynnettyä sulamisvesiä. Lammikoiden sulkemisen jälkeen aloitettiin varsinainen täyttö. Lammikkoihin johdettiin vettä Hyssänojasta tätä tarkoitusta varten tehdyllä putkistojärjestelmällä. Lammikoiden täyttö perustuu veden omaan paineeseen, eikä niiden täyttöön tarvita koneellista apua.

Lammikoiden täyttämiseen kului aikaa noin kuukausi. Lammikoiden tulisi olla täytettyinä muutaman viikon ennen poikasten tuloa, jotta lammikon vesi olisi mahdollisimman lämmintä. Hyssänkosken luonnonravintolammikot olivat täytettyinä 7. päivä toukokuuta.

Opinnäytetyössä tutkimuksen kohteena oli kolme luonnonravintolammikkoa. Lammikoiden täytön yhteydessä levitettiin kahteen altaaseen tarvittava määrä kalkkia, jotta veden pH:ta saatiin nostettua. Kolmannen lammikon pH:ta ei säädetty lainkaan.

Veden pH:n säätöön käytetty kalkki hankittiin Nordkalk Oy:ltä Paraisilta. Lammikkoon 1 ajettiin traktorin etukauhalla 0,9 m³ hienojakoista sammuttamatonta kalkkia (CaO). (Ks. kuvio 2) Kalkki sijoitettiin niin, että se oli täyttöputken alapuolella, jolloin kalkki sekoittui heti täyttöveden mukaan ja levisi mahdollisimman tasaisesti koko lammikon veteen. 0,9 m³ kalkkia oli lammikkoon 1 riittävä määrä, jotta saavutettiin pH- tasoksi 6,5.

Lammikkoon 2 ajettiin traktorin etukauhalla hienojakoista sammuttamatonta kalkkia (CaO) 3,6 m³ ja karkeajakoista 0-35 kokoluokan kalkkikiveä (CaCO³) noin 4,5 m³ (ks. kuvio 3). Hienojakoisella kalkilla saatiin veden pH säädettyä 6,5:ksi ja kalkkikiven (ks. kuvio 4) avulla pH pysyi poikasten saapumisesta koko kasvatusajan yli 6,5.



Kuvio 2. Kalkki levitettyinä lumen sulamisvaiheessa



Kuvio 3. Kalkitettu luonnonravintolammikon pohja



Kuvio 4. Kalkitukseen käytettyä kalkkikiveä

Kuhanpoikaset istutettiin luonnonravintolammikoihin 25. päivä toukokuuta. Poikaset kuljetettiin Kiikoisiin Längelmäellä sijaitsevasta hautomosta. (Ks. kuvio 5.) Kuhanpoikaset näkyvät vesiastiassa pieninä tummina pilkkuina (ks. kuvio 6). Hautomossa poikaset pakattiin happivesipusseihin lammikkokohtaisesti (ks. kuvio 7).



Kuvio 5. Kalanpoikashautomo



Kuvio 6. Kasvatukseen istutettavia kuhanpoikasia



Kuvio 7. Kuhanpoikaset happivesipussissa

Tutkittaviin lammikoihin istutettiin yhteensä noin 40 000 kuhanpoikasta. Ennen istutusta poikasten kuljetuspussit laskettiin suljettuina lammikkoihin, jotta lämpötila tasaantuisi ja poikaset tottuisivat altaan lämpötilaan. Istutus tehtiin lammikon tuulettomalta puolelta, jotta poikaset eivät joudu rankan kuljetuksen jälkeen taistelemaan tuulta vastaan. Istutettaessa happivesipussi aukaistiin veden alla. (Ks. kuvio 8.)



Kuvio 8. Kalanpoikasten istuttaminen luonnonravintolammikkoon

Poikasten istutuksen jälkeen aloitettiin veden pH:n ja lämpötilan viikottainen seuranta. Veden pH:ta seurattiin indikaattoripaperin avulla. Mittauksissa oli alussa käytössä myös digitaalinen pH-mittari, mutta digitaalisen mittarin käyttö jouduttiin lopettamaan virheellisten mittaustulosten vuoksi. Veden lämpötilaa seurattiin vesilämpömittareilla. Planktonin määrää arvioitiin silmämääräisesti ottamalla kustakin lammikosta vettä kirkaaseen juomalasiin – havainnot kirjattiin ylös. Lisäksi luonnonravintolammikoista sekä Hyssänojasta otettiin laajat vesinäytteet 16. syyskuuta. Vesinäytteet tutkittiin Kokemäenjoen vesistön vesiensuojelyhdistys ry:n (KVVY) toimesta (liite 1). Tutkimusajanjakson kuluessa otettiin useita valokuvia jokaisesta vaiheesta ja ne tallennettiin puhelimen kuvagalleriaan. Lisäksi opinnäytetyön etenemisestä tehtiin muistiinpanoja.

Syyskuussa aloitettiin kuhanpoikasten poisottoon valmistavia lammikoiden tyhjennyksiä. Lammikoiden tyhjennys tapahtui avaamalla poistoputki ja asentamalla putken altaan puoleiseen päähän siivilä, joka esti poikasten ennenaikaisen karkaamisen. (Ks. kuvio 9.) Lammikoiden pintaa tulee laskea hitaasti, jotta lammikot eivät repeydy ja poikaset siirtyvät vähenevän veden mukana. Näin kalanpoikaset eivät jää lammikon painanteisiin tai reunoille kuolemaan. Kuvioissa 10 ja 11 on nähtävissä poikasten poisottoon liittyviä keinoja.



Kuvio 9. Luonnonravintolammikon veden tyhjennys käynnissä



Kuvio 10. Kalanpoikasten poisottoa luonnonravintolammikosta



Kuvio 11. Kalanpoikasten poisottoa luonnonravintolammikosta

Lammikot tyhjennettiin lopullisesti 19. lokakuuta. Poikaset kerättiin altaan poistoputken päässä olevalle tiheäsilmaiselle verkolle, josta ne poimittiin haavilla saaveihin. Valvontaeläinlääkäri otti lammikoiden tyhjennyksen yhteydessä kalanpoikasista näytteet kalatauteihin liittyen Eviran toimeksiannosta. (Ks. kuvio 12.) Saavit kaadettiin kuljetusauton vesisäiliöihin, joissa vesi oli hapetettu (ks. kuvio 13). Kuljetusautossa on happisäiliövarustus (ks. kuvio 14).



Kuvio 12. Näytteenotto kalanpoikasista



Kuvio 13. Kukanpoikasia hapetetussa kuljetusvedessä



Kuvio 14. Kalanpoikasten kuljetusauton happisäiliövarustus

Kalanpoikasten pituus mitattiin, lukumäärä laskettiin ja poikasten kokonaispaino punnittiin lammikkokohtaisesti tyhjennyksen yhteydessä. Tyhjennyksien yhteydessä mitattiin pieneliöstön määrää tilavuusmittana 10 litran ämpärillä.

Ympäristönäkökulmasta on tärkeää, että tyhjennyksen jälkeen huolehditaan siitä, ettei ennen maan jäätymistä syysateiden aikaan lammikoiden pohjasta lähde kiintoainesta huuhtoutumaan vesistöön. Tämä estetään veden pinnan nostolla niin, että lammikon pohja on veden peitossa. Ylimääräinen vesi päästetään poistomunkin kautta pintavalumana vesistöön ja irronnut kiintoaines laskeutuu lammikon pohjaan.

5.2 Asiantuntijoiden kokemukset pH:n vaikutuksesta kalanpoikaskasvatukseen

Opinnäytetyön aihealueeseen liittyvän tutkimustiedon lisäksi haluttiin saada kokemustietoa asiantuntijoilta, jotka ovat kasvattaneet kalanpoikasia luonnonravintolam-

mikoissa. Menetelmää voidaan kutsua asiantuntijapaneeliksi (esimerkiksi Tulevaisuudentutkimus www.tut.fi > tutkimusmenetelmät), jolloin haastattelussa otetaan esiin etukäteen suunnitellut teemat. Kolmea asiantuntijaa haastateltiin vuoden 2015 lopussa ja vuoden 2016 alussa. Haastattelut tallennettiin.

Kalatalousneuvos Tarmo Jalava on ollut vuodesta 1982 päätoimisena kalanviljelijänä, mutta alaan liittyvissä tehtävissä hän on ollut jo vuodesta 1959. Kalanpoikaskasvattajana toimineella Kosti Tuomella on kokemusta alasta vuodesta 1978. Metsänhoitaja Ari Vastamäki on kasvattanut kalanpoikasia luonnonravintolammikoissa noin kymmenen vuoden ajan. Asiantuntijapaneelina toteutetuissa haastatteluissa kokemustietoa kysyttiin seuraavasti:

1. Mitkä ovat suurimmat haasteet kalanpoikaskasvatuksessa luonnonravintolammikossa?
2. Mikä käsitys asiantuntijoilla on pH:n vaikutuksesta poikaskasvatukseen/ pieneliöstöön ja planktoniin?
3. Mitkä muut tekijät vaikuttavat kalanpoikaskasvatukseen luonnonravintolammikoissa?
4. Muuta huomioitavaa opinnäytetyön tekijälle?

5.3 Aineiston analysointi

Veden pH-pitoisuudet mitattiin indikaattoriliuskoilla viikon välein kesän aikana (ks. kuvio 15). Mittaustulokset kirjattiin Excel-taulukoon luonnonravinto-lammikoittain.



Kuvio 15. pH-mittauksen indikaattoriliuskat

Kalanpoikasten pituus mitattiin kalamitalla (ks. kuvio 16). Kalanpoikasten yhteispaino punnittiin digitaalisella vaakalla lammikoittain (ks kuvio 17).



Kuvio 16. Kalanpoikasten mittaus



Kuvio 17. Kalanpoikasten punnitus

Kappalemäärä laskettiin lammikkokohtaisesti kalanpoikasten kokonaispainosta. Lammikkokohtainen kokonaiskilomäärä jaetaan kalanpoikasten keskiarvopainolla, joka saadaan, kun määrätty painomäärä kaloja punnitaan ja lasketaan siinä oleva

kappalemäärä. Samalla mitataan jokaisen kalan pituus katsotusta otannasta ja näin saadaan kalojen keskipituus.

Veden pintalämpötilaa mitattiin elohopeavesilämpömittareilla viikon välein kesän aikana. Planktonin määrää tarkasteltiin silmämääräisesti kirkkaaseen juomalasiin otetusta vedestä luonnonravintolammikoittain mittausten yhteydessä. Huomiot kirjattiin ylös. Tarkempi planktonin analysointi edellyttäisi mikroskooppista tutkimista, jota ei tässä opinnäytetyössä tehty.

Luonnonravintolammikoiden tyhjennysvaiheessa mitattiin pohjan pieneliöstön määrää (ks. kuvio 18) 10 litran ämpärillä (tilavuusmitta). Määrät kirjattiin ylös.



Kuvio 18. Pohjan pieneliöstöä

Saatuja mittaustuloksia verrattiin muuttujakohtaisesti luonnonravintolammikoittain. Luonnonravintolammikoiden veden laatua 16.9.2015 (liite 1) verrattiin veden laatuun 29.4.1993 (liite 2). Tarkasteluun otettiin veden pH ja kokonaisfosforipitoisuus.

Asiantuntijoiden tallennetut haastattelut kuunneltiin useaan kertaan ja niistä tehtiin erilliset muistiinpanot. Muistiinpanoista etsittiin samaan asiaan liittyviä ilmauksia ja niitä yhdistämällä kirjoitettiin yhteenveto.

6 Tutkimustulokset ja johtopäätökset

6.1 Tutkimustulokset

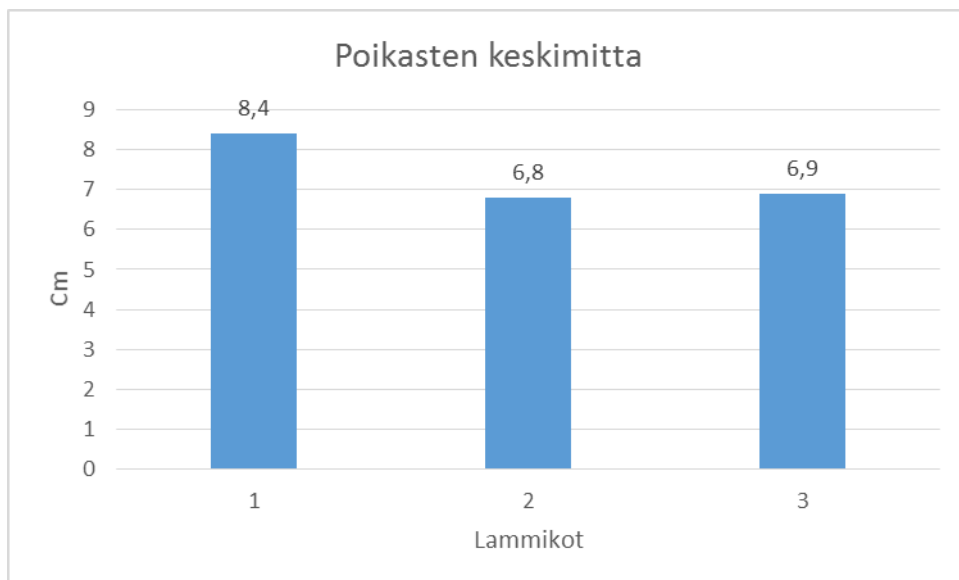
Taulukossa 2 esitetään yhteenveto mittaustuloksista. Mittaukset tehtiin viikoittain, mutta koska vaihtelu oli pientä, esitetään taulukossa kunkin kuukauden kolmannen viikon mittaustulokset.

Taulukko 2. Mittaustulokset luonnonravintolammikoittain

	Lammikko 1	Lammikko 2	Lammikko 3
Veden pH			
Toukokuu	6,5	6,5	6
Kesäkuu	6,5	6,5	6
Heinäkuu	6,5	7	6,5
Elokuu	7	7	6,5
Syyskuu	7	7,5	7
Pintaveden lämpötila			
Toukokuu	13 astetta	13 astetta	13 astetta
Kesäkuu	18 astetta	18 astetta	18 astetta
Heinäkuu	20 astetta	20 astetta	20 astetta
Elokuu	20 astetta	20 astetta	20 astetta
Syyskuu	17 astetta	17 astetta	17 astetta
Planktonin määrä			
Toukokuu	vähän +	vähän +	vähän +
Kesäkuu	vähän +	keskinkertaisesti ++	vähän +
Heinäkuu	keskinkertaisesti ++	paljon +++	keskinkertaisesti ++
Elokuu	keskinkertaisesti ++	paljon +++	keskinkertaisesti ++
Syyskuu	keskinkertaisesti ++	paljon +++	keskinkertaisesti ++

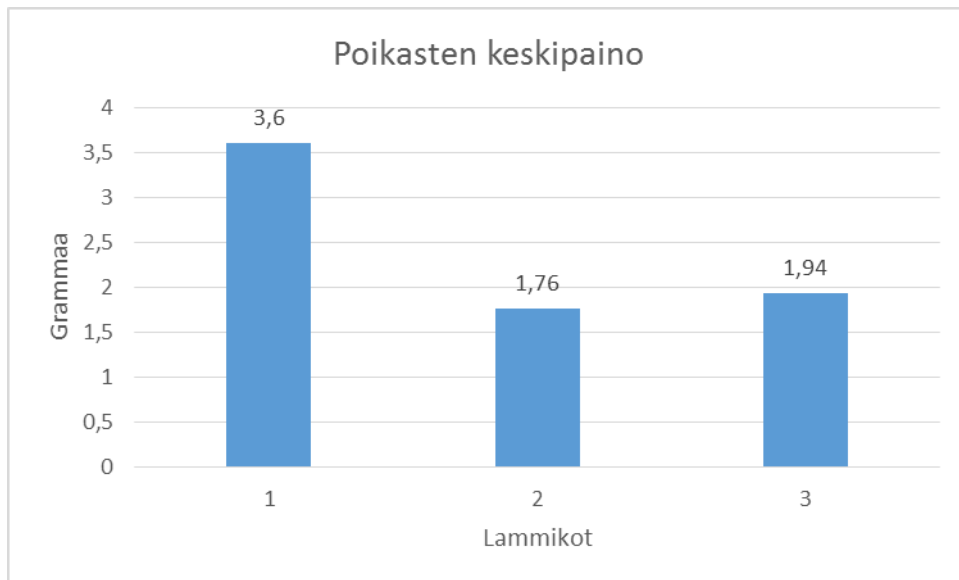
6.1.1 Veden pH-pitoisuuden vaikutus kalanpoikasten kokoon

Luonnonravintolammikko 1: Lammikossa kasvaneiden kalanpoikasten keskimitta oli lammikkokohtaisessa vertailussa pisin, 8,4 cm. Lammikon pH oli säädetty kasvatuskauden alussa hienojakoisen kalkin avulla 6,5:ksi. Luonnonravintolammikko 2: Lammikossa kasvaneiden kalanpoikasten keskimitta oli 6,8 cm. Lammikon pH pidettiin koko kasvatuskauden yli 6,5. Luonnonravintolammikko 3: Lammikossa kasvaneiden kalanpoikasten keskimitta oli 6,9 cm. Lammikon pH-tason muuttamiseksi ei tehty toimenpiteitä. (Ks. kuvio 19.)



Kuvio 19. Kalanpoikasten keskimitta luonnonravintolammikoittain

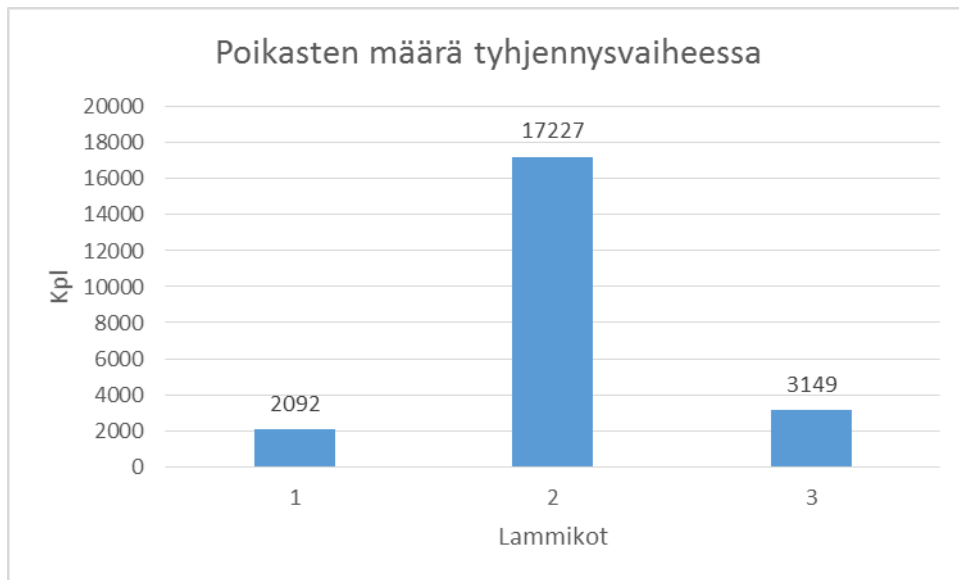
Luonnonravintolammikko 1: Lammikossa kasvaneiden kalanpoikasten keskipaino oli 3,6 g. Luonnonravintolammikko 2: Lammikossa kasvaneiden kalanpoikasten keskipaino oli 1,76 g. Luonnonravintolammikko 3: Lammikossa kasvaneiden kalanpoikasten keskipaino oli 1,94 g. (Ks. kuvio 20.)



Kuvio 20. Kalanpoikasten keskipaino luonnonravintolammikoittain

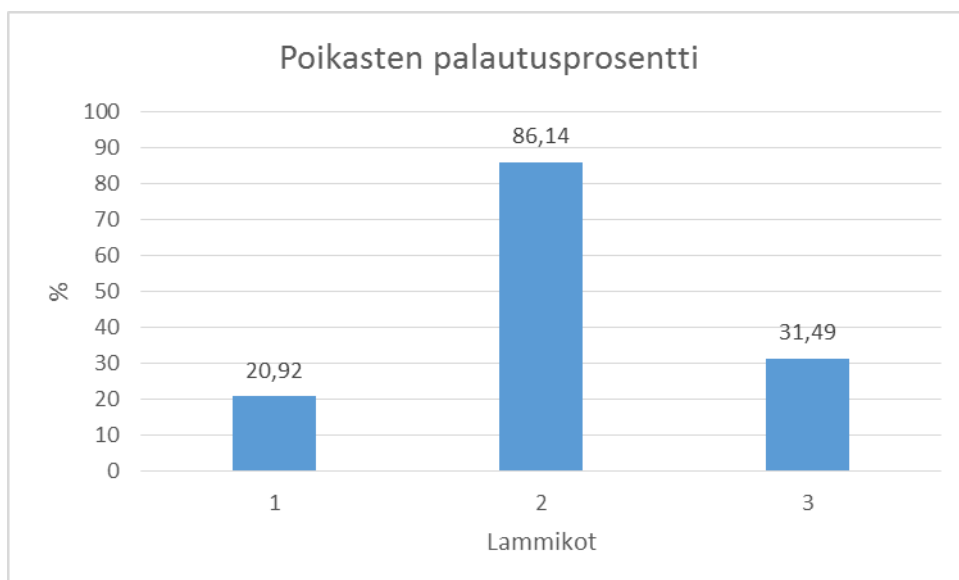
6.1.2 Veden pH-pitoisuuden vaikutus kalanpoikasten kappalemäärään eri luonnonravintolammikoissa

Luonnonravintolammikko 1: Lammikkoon istutettiin 10 000 kalanpoikasta, joista tyhjennysvaiheessa palautui 2092 kappaletta. Luonnonravintolammikko 2: Lammikkoon istutettiin 20 000 kalanpoikasta, joista tyhjennysvaiheessa palautui 17227 kappaletta. Luonnonravintolammikko 3: Lammikkoon istutettiin 10 000 kalanpoikasta, joista tyhjennysvaiheessa palautui 3149 kappaletta. (Ks. kuvio 21.)



Kuvio 21. Kalanpoikasten kappalemäärä tyhjennysvaiheessa

Luonnonravintolammikko 1: Istutetuista kalanpoikasista tyhjennyksen jälkeen palautui 20,92 %. Luonnonravintolammikko 2: Istutetuista kalanpoikasista tyhjennyksen jälkeen palautui 86,14 %. Luonnonravintolammikko 3: Istutetuista kalanpoikasista tyhjennyksen jälkeen palautui 31,49 %. (Ks. kuvio 22.)



Kuvio 22. Kalanpoikasten palautusprosentti tyhjennysvaiheessa

6.1.3 Veden pH-pitoisuuden vaikutus pieneliöstöön ja planktoniin

Luonnonravintolammikoissa olevaa planktonin määrää arvioitiin silmämääräisesti niin, että kirkkaaseen vesilasiin otettiin samanaikaisesti kaikista kolmesta luonnonravintolammikosta sama määrä vettä. Vesilaseista tarkasteltiin silmämääräisesti planktonin määrää. Lammikoiden 1 ja 3 vesi näytti toistuvasti plankton määrältään samantyyppiseltä, mutta lammikon 2 vedessä planktonin kasvu näytti olevan heinäkuusta alkaen runsaampaa kuin lammikoissa 1 ja 3.

Luonnonravintolammikoissa olevan pieneliöstön määrää mitattiin tilavuutena 10 litran ämpärillä. Kalanpoikasten poisottovaiheessa kalanpoikaset poistuvat lammikosta aina ensin ja sen jälkeen pieneliöstö. Pieneliöstön määrä oli 10 litraa lammikoissa 1 ja 3 ja 20 litraa lammikossa 2. Pieneliöstöstä ei määritelty lajistoja. Pieneliöstö päästettiin Hyssänojaan määrän mittaamisen jälkeen.

Näillä tutkimusmenetelmillä voitiin todeta, että pH-pitoisuuden nostolla kalkin avulla oli myönteinen vaikutus sekä planktonin kasvuun että pohjan pieneliöstön määrään. Tarkempia mittareita käyttäen tulokset olisivat varmemmat.

6.1.4 Veden lämpötilan vaikutus kalanpoikasiin

Luonnonravintolammikoiden pintalämpötilaa seurattiin vesilämpömittareilla. Lammikoiden välinen pintalämpötila oli lammikoiden kesken aina sama mitattaessa, eikä lammikoiden lämpötilat keskenään eronneet toisistaan.

6.1.5 Vuosina 1993 ja 2015 tutkittujen vesinäytteiden vertailu

Vuosina 1993 ja 2015 otettiin laajat vesinäytteet Hyssänojasta ja luonnonravintolammikoista (liitteet 1 ja 2). Taulukossa 3 on vertailu veden pH:sta ja kokonaisfosforista. Tuloksista voidaan nähdä, että pH on noussut vuosikymmenien aikana ja fosfori vastaavasti alentunut ympäristömääräysten vaikutusten vuoksi.

Taulukko 3. Veden pH:n ja kokonaisfosforin määrittystulokset Hyssänojassa ja luonnonravintolammikko 2:ssa vuosina 1993 ja 2015

Määrittäminen	Hyssänoja 1993	Hyssänoja 2015	Lammikko 2 1993	Lammikko 2 2015
pH	6,2	6,7	6,0	7,5
Kokonaisfosfori	0,08 mg/l	0,071 mg/l	0,07 mg/l	0,035 mg/l

6.1.6 Asiantuntijoiden haastattelujen yhteenveto

Haastateltavien mielestä happamissa vesissä kalkitus on ehdoton edellytys poikas- kasvatuksen onnistumiselle. Kalkitus on kaikkien mielestä tärkeää, mutta epäselvää on, miten se vaikuttaa leväkukintojen määrään. Kokemuksen mukaan veden pH-taso, planktonin määrä ja kalanpoikasten kasvu kulkevat ”käsi kädessä”.

Kylmässä vedessä kalanpoikanen ei istutuksen jälkeen lähde kasvamaan yhtä hyvin kuin lämpimässä vedessä. Esimerkkinä tuotiin esiin kuhanpoikasten istutus +25 C asteiseen veteen, jolloin kalanpoikasten määrä poisottovaiheessa oli lähes 100 % verrattuna istutettuihin kalanpoikasiin. Lisälannoitusta pidettiin tärkeänä silloin, jos ravinteita ei ole riittävästi saatavilla, mutta sopiva pH ja veden lämpötila vaikuttavat niin, ettei lannoitusta tarvita. Myös lammikoiden koolla ja pohjan muodoilla todettiin olevan vaikutusta kalanpoikaskasvatukseen onnistumiselle.

Opinnäytetyön tekijälle muina asioina haastatteluissa tuli esiin, että lammikoiden myöhäinen tyhjennys ja vesien viileys auttavat poikasten selviytymiseen tyhjennyksessä, kuljetuksessa sekä jälleen istutuksessa isompiin vesistöihin. Lisäksi kuljetushävikin pienentämiseksi pienen suolamäärän lisäys kuljetusauton säiliöön on hyvä ohje. Tällöin kalanpoikaset pysyvät virkeinä ja kidukset ovat paremmin auki, joten kuljetushävikki pienenee.

6.2. Johtopäätökset

Luonnonravintolammikoiden pH:n säätelyllä havaittiin olevan vaikutusta kalanpoikasten kokoon ja kappalemäärään. Luonnonravintolammikossa 2

kalanpoikasten palautusprosentti oli suurin (86,14 %). Lammikon pH taso pidettiin koko kasvukauden yli 6,5:n. Lammikossa käytettiin hienojakoista sekä karkeaa kalkkia, joka mahdollisti pH-tason pysymisen yli 6,5 koko kasvatuskauden. Kalanpoikaset olivat tässä lammikossa kaikkein tasakokoisimpia, mutta luonnonravintolammikko 1:ssä kalanpoikasten koko oli suurin. Lammikko 1:n pH-taso säädettiin kasvukauden alkuun mennessä 6,5:ksi hienojakoisella kalkilla. Lammikon pH-tasoa ei kasvukauden aikana säädelty. Luonnonravintolammikko 3:ssa kalanpoikasten koko oli pienempi kuin lammikossa 1, mutta isompi kuin lammikossa 2. Palautusprosentti lammikossa 3 oli 31,49 %, joka oli isompi kuin lammikossa 1, mutta huomattavasti pienempi kuin lammikossa 2. Johtopäätöksenä on, että koko kasvukauden kestävä pH:n säätely on kalanpoikaskasvattajan näkökulmasta tuottoisin vaihtoehto. Tämä menettely on järkevintä silloin kun veden pH-taso kasvatuskauden alussa on alle 7, koska toisaalta veden pH nousee aluksi (hieno kalkki) ja toisaalta pysyy tasaisena (kalkkikivi) koko kasvatuskauden. Tällainen pH:n säätely on myös ympäristöystävällistä vesistöjen happamoitumisen vähentämiseksi. Huomionarvoista on, että luonnonravintolammikossa 3 kalanpoikasmäärä oli suurempi kuin lammikossa 1. Vastaavasti lammikon 1 kalanpoikasten koko oli suurempi kuin lammikossa 3, vaikka lammikon 3 pH:ta ei säädelty. Tässä selittävänä tekijänä voi olla esimerkiksi lammikon pohjan rakenne. Lammikko 1 on pohjaltaan osittain kivinen, mikä mahdollistaa pohjaveden paremman sekoittumisen lammikon veteen. Lammikko 3 on taas pohjaltaan kovaa savea, jolloin lammikko on kalanpoikasille suljetumpi elinympäristö.

Kalojen keskipituus vaikuttaa poikasen hintaan eli mitä pidempi kala sitä parempi hinta. Lyhyet ja painavat kalat eivät tuota riittävän hyvää taloudellista tulosta lammikosta. Tilitykset kalanpoikasista suoritetaan keskipituuden ja kappalemäärän mukaan. Velvoiteistutuksiin tulevien kalanpoikasten keskimitta on yleensä määrätty 7,2 cm kuhalla, jolla varmistetaan poikasen selviytyminen istutusvesistöissä. Jos keskipituus on alle sovitun, kalanpoikasten määrästä voidaan vähentää arvioitu määrätty prosenttimäärä, joka ei selviydy uudessa istutusvedessä.

Veden pH-pitoisuuden nostolla kalkin avulla havaittiin olevan positiivista vaikutusta planktonin ja pieneliöstön määrään. Lammikoissa, joiden pH pitoisuutta oli säädelty

kalkilla, sekä pieneliöstöä että planktonia näytti olevan enemmän kuin lammikossa, jonka pH:ta ei säädelty.

Laboratoriossa tutkittujen vesinäytteiden perusteella voidaan päätellä syitä veden laadun muutoksiin. Muun muassa peltojen viljavuustutkimukseen ja sallittuihin maksimimääriin perustunut lannoitus on vähentänyt fosforikuormitusta vesistöissä. Myös eloperäisten lannoitteiden levitysajat on rajoitettu EU-aikana. Lisäksi eloperäisen lannoitusaineen varastointimääräykset ovat vähentäneet fosforin huuhtoutumista vesistöihin.

Asiantuntijoiden haastatteluissa esiin tulivat haasteina kalanpoikaskasvatuksessa kalanpoikasten henkiin jääminen, riittävän keskikoon saavuttaminen ja edelleen istutettavien poikasten tasakokoisuus. Mitä isommat poikaset ovat istutusvaiheessa, sitä parempi on kasvatustulos. Veden sopivaa pH:ta ja sopivaa veden lämpötilaa pidettiin suurina haasteina. Veden pH:n vaikutus erityisesti ravinnon muodostukseen tulee ottaa huomioon – jos planktonia ja pieneliöstöä ei kehity, niin kalanpoikaset eivät kasva. Happamassa vedessä ravinteiden määrä on alhainen eikä edes lannoitus auta. Jos pH on kohdallaan, mitään lisälannoitusta ei tarvita vaan esimerkiksi planktonin kasvu on luonnollista ja riittävää.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön aihe osoittautui ajankohtaiseksi ja kiinnostavaksi. Opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa veden pH:n säätelyn vaikutuksista lisätietoa, jota voidaan hyödyntää kalanpoikaskasvatuksessa luonnonravintolammikoissa. Tämän tarkoituksen toteutumista tukee keskusteluissa eri asiantuntijoiden kanssa esiin noussut veden pH:n ympäristövaikutusten merkitys kalanpoikaskasvatuksessa tai paremminkin se, että asiasta ei ole paljoa julkaistua tietoa. Opinnäytetyön mielekkyyttä on lisännyt sekä mukana olleiden yhteistyökumppaneiden että muiden asian parissa toimivien kannustus. Opinnäytetyöntekijä osallistui tilaisuuksiin, joissa kalanpoikaskasvattajat olivat koolla tai asia oli muutoin esillä. Tätä opinnäytetyötä on tarkoitus toimittaa kiinnostuksen osoittaneille asiantuntijoille ja kalanpoikaskasvatusta luonnonravintolammikoissa harjoittaville sen lisäksi, että se on tallennettuna Theseus-tietokantaan.

Opinnäytetyö eteni melko tarkkaan tehdyn suunnitelman mukaisesti, mutta joitakin muutoksia ja tarkennuksia tehtiin suunnitelman hyväksymisen jälkeen etenemissuunnitelmaan ja tutkimustehtäviin. Opinnäytetyön luotettavuutta lisää eri vaiheissa otettut valokuvat, jotka ovat päivämäärin tallennettuina tietokoneen kuvagalleriassa. Tutkimuksellista luotettavuutta lisää useat veden pH:n ja veden pintalämpötilan mittaukset. Sekä kalanpoikasten istutusvaiheessa että lammikoista poisottovaiheessa läsnä oli muita henkilöitä, joilla on kokemusta alalta. Tutkimusajalla opinnäytetyöntekijä teki muistiinpanoja mittausten ja silmämääräisten arviointien tueksi. Luotettavuutta lisäisivät useat perättäiset samanlaisella asetelmalla tehdyt tutkimukset. Yleistettävyyttä lisäisi eri paikkakunnilla tehdyt vastaavanlaiset tutkimukset.

Kalanpoikaskasvatuksen historian aikana on käytetty erilaisia menetelmiä kannattavuuden lisäämiseksi. Esimerkiksi karjanlannan ja teollisten fosforilisien käyttö kalanpoikasten kasvun tehostamiseksi ovat olleet käytössä vuosikymmeniä sitten. Näistä tietoa löytyy erilaisista kalamiesten niksikirjoista. Nykyisin kuitenkin vesien lannoitus on kielletty rehevöitymisen ja muiden haitallisten ympäristövaikutusten vuoksi.

Opinnäytetyön aikana heräsi useita jatkotutkimusaiheita; esimerkiksi, onko luonnonravintoaltaan veden pH:lla merkitystä kalanpoikasten selviytymiseen jatkoistutusten jälkeen. Lisäksi voisi selvittää erilaisia ympäristövaikutuksia liittyen kalanpoikaskasvatuksen yhteydessä vesistöihin laskettavan veden pH:n vaihdellessa. Myös veden pH:n säätelyyn käytettävien aineiden ja menetelmien tutkiminen olisi hyödyllistä. Mielenkiintoista olisi selvittää, voiko hienojakoinen kalkki aiheuttaa istutusvaiheessa poikaskuolemia vaikuttamalla kiduksiin ja niiden tukkeutumiseen. Tästä ei toistaiseksi löydy tutkimustietoa. Koska kyse on usein myös sivuelinkeinosta, on taloudellisetkin vaikutukset otettava huomioon. Niinpä jatkotutkimusaiheena voisi olla veden laadun vaikutus kalanpoikaskasvatuksen taloudelliseen tulokseen.

LÄHTEET

- Hämäläinen, N. 2015. Viransuon kuivatusvesien kemikaloinnin jälkineutralointi. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu.
- Kalanviljely. 2015. Suomen Kalankasvattajaliitto ry. Viitattu 20.11.2015. <http://www.kalankasvatus.fi>.
- Kalanviljelylaitokset. 2013. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos RKTL (Luonnonvarakeskus Luke). Viitattu 20.11.2015. <http://www.rktl.fi>.
- Kauppinen, O. 2001. Ilmastuksen vaikutus luonnonravintolammikon kalanpoikasten tuotantokykyyn ja vedenlaatuun. Opinnäytetyö. Rantasalmen ympäristökasvatusinstituutti.
- Kilpinen, K. 2002. Kalaveden hoito. Kalatalouden keskusliitto. Vammala.
- Korhonen, M. 1978. Kalanpoikasten luonnonravintoviljely. Suomen kalastusyhdistys. Vammala.
- Lyytimäki, J. & Hakala, H. 2008. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Helsinki: Gaudemus ja Suomen ympäristökeskus.
- Niinimäki, J. & Penttinen, K. 2014. Vesienhoidon ekologiaa. Helsinki: Books on Demand.
- Nissinen, P. 2003. Harjuksen viljelyopas. Pohjois-Savon TE-keskus. Kuopion yliopisto. N/LAT: 6821042 E/LON: 263255 Lähtökoordinaatisto ETRS-TM35FIN – Tasokoordinaatit. Viitattu 14.1.2016. <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat>.
- Paloheimo, A. 2010. Köyliönjärvi. Tila, kuormitus ja kuntoutus. Pyhäjärvi-instituutin julkaisu Sarja B nro 15. Eura.
- Rautiainen, M & Ilmavirta, V. 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Toim. Ilmavirta, V. 1990. Helsinki: Pellervo.
- Ruskeala, J. 2014. Luonnonravintolammikon perustaminen ja ylläpito. Maatalouden sivuelinkeino. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Sarvala, J. 2004. Köyliönjärven fosforitason kesäaikaisen nousun yhteys kerrostuneisuusoloihin ja veden pH-tasoon. Vuosien 1991-2001 mittausaineistoon perustuva tarkastelu. Muistio 12.4.2004.
- Setälä, J., Vielma, J, Koskela, J., Honkanen A., Saarni, K., Jokelainen T., Suvanto, M., Kankainen, M. & Virtanen, J. 2007. Ahvenanmaan kestävä kalankasvatuksen kehittämismavaihtoehtoja. RKTL Kala- ja riistaraportteja nro 412. Turku.
- Suomen Kalastuslehti 8/2013. Kalatalouden keskusliitto. Sastamala.
- Sääksjärvi. 2015. Varsinais-Suomen ELY-keskus 25.6.2015. Viitattu 18.3.2016. <http://www.jarviwiki.fi>.
- Tulevaisuudentutkimus. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 12.1.2016. <http://www.tut.fi> > tutkimusmenetelmat.

Vesipellon viljely. 1999. Kalatalouden keskusliitto. Vammala.

Virtanen, M. 2011. Kiertovesilaitoksen käynnistäminen – RKTL:n Rymättylän kalantutkimusaseman Paraisten yksikkö. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu.

Yanong, R.P.E. 2003. Fish Health Management Considerations in Recirculating Aquaculture systems. Part 3: General Recommendations and Problem-Solving Approaches. Viitattu 17.1.2016. <https://www.edis.ifas.ufl.edu/FA101>.

LIITTEET

Liite 1 Laboratoriossa tutkitut vesinäytteet vuonna 2015



KVYY

TESTAUSSELOSTE

15-16540 1 (2)
#2

24.9.2015

Sirolan Tila
Lomapaikka Hyssänkoski
Hyssäntie 94
38360 KIIKOINEN

FINAS
FINAS Accreditation Service
T064 (EN ISO/IEC 17025)

Tilausno 239599 (X/S), saapunut 16.9.2015, näytteet otettu 16.9.2015 (9,00)
Näytteenottaja: Jyrki Sirola/Ymp.terv.tark.

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
46995	Jarmon allas
46996	Uima-allas
46997	Savusauna-allas
46998	Hyssänoja

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	46995	46996	46997	46998
*pH (1)		7,0	7,5	7,3	6,7
*Väri-luku	mg/l Pt	150	130	110	280
*COD(Mn)	mg/l O ₂	20	20	19	26
*Kokonaisfosfori(1), CFA	µg/l	68	35	53	71
*Fosfaattifosfori (suodatettu 0,45	µg/l	5	3	<2	27
*Kokonaistyppi (CFA)	µg/l	820	720	760	770
*Kiintoaine (GF/C)	mg/l	10	5,0	100	12

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, - = noin, < = pienempi kuin, = = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, > = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
*merkintä on akkreditoitu menetelmä.

Jaana Prihti
Kemisti

TIEDOKSI

Sirolan Tila/Lomapaikka Hyssänkoski

Tässä tutkimusraportissa esitetyt testitulokset saattavat poiketa muualla testatuista näytteistä. Akkreditointi ei koske lausuntoja.
Liitteenä menetelmä-, mittauspöytäkirjat ja määrittämissäädöt. Tutkimuskohteesta saa kopioida vain kokonaisuuden.

Katuosoite
Palamäenkatu 24
33800 TAMPERE

Postiosoite
PL 265
33101 TAMPERE

Puhelin
+358 (0) 246 1111

Telekopio/Sähköposti
info@kvy.fi

Aiv.rek./enn.pid.rek.
Y 0214391-0



KVYY

TESTAUSSELOSTE

15-16540 2 (2)
#2

24.9.2015

MENETELMÄTIEDOT

Määrittäminen	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
*pH (1)	SFS 3021, 1979 (TL25)
*Väriiluku	SFS-EN ISO 7887:2012 muunneltu Aquakem-analysaattori (TL25)
*COD(Mn)	SFS 3036, 1981 (TL25)
*Kokonaisfosfori(1), CFA	ISO 15681-2:2003 (TL25)
*Fosfaattifosfori (suodatettu 0,45 µm)	Sis.men. KVYY LAG8 perust. SFS-EN ISO 6878:2004 (TL25)
*Kokonaistyyppi (CFA)	ISO 29441:2010 (TL25)
*Kiintoaine (GF/C)	SFS-EN 872:2005 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	KVYY/Tampere

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämyspvm.
*pH (1)	2015/46995 ±0,2 yks.		17.9.2015
	2015/46996 ±0,2 yks.		17.9.2015
	2015/46997 ±0,2 yks.		17.9.2015
	2015/46998 ±0,2 yks.		17.9.2015
*Väriiluku	2015/46995 ±15 %		17.9.2015
	2015/46996 ±15 %		17.9.2015
	2015/46997 ±15 %		17.9.2015
	2015/46998 ±15 %		17.9.2015
*COD(Mn)	2015/46995 ±15 %		18.9.2015
	2015/46996 ±15 %		18.9.2015
	2015/46997 ±15 %		18.9.2015
	2015/46998 ±15 %		18.9.2015
*Kokonaisfosfori(1), CFA	2015/46995 ±15 %		18.9.2015
	2015/46996 ±15 %		18.9.2015
	2015/46997 ±15 %		18.9.2015
	2015/46998 ±15 %		18.9.2015
*Fosfaattifosfori (suodatettu 0,45 µm)	2015/46995 ±1 µg/l		17.9.2015
	2015/46996 ±1 µg/l		17.9.2015
	2015/46997 Määrittäysrajan alitus		17.9.2015
	2015/46998 ±15 %		17.9.2015
*Kokonaistyyppi (CFA)	2015/46995 ±15 %		18.9.2015
	2015/46996 ±15 %		18.9.2015
	2015/46997 ±15 %		18.9.2015
	2015/46998 ±15 %		18.9.2015
*Kiintoaine (GF/C)	2015/46995 ±15 %		17.9.2015
	2015/46996 ±20 %		17.9.2015
	2015/46997 ±15 %		17.9.2015
	2015/46998 ±15 %		17.9.2015

Tässä tutkimusselosteessa esitetyt testitulokset ovat päteviä ainoastaan testatuille näytteenille. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Liikeenä menetelmä-, mittausepävarmuus- ja määrittämisselitteet. Tutkimusdokumentin saa kopioida vain kokonaan.

Liite 2 Laboratoriossa tutkitut vesinäytteet vuonna 1993



PORIN KAUPUNGIN ELINTARVIKE-JA YMPÄRISTÖLABORATORIO

INSINÖÖRINTIE 4
 Päiväys 29.4.1993
 28600 PORI
 Numero 588
 Puhelin 939-893 500

Tilaaaja: Kiikoisten, Lavian ja Suodenniemen ktt. ky.
 Laskutus: "
 Näytteenottaja: terv.tark. Kaija Ekonen
 Näytteenottoaika: Ojavesi, Jyrki Sirolan luonnonkasvatusaltaat näytep. 2
 Näyte otettu: 20 / 4 1993 Näyte saapunut 20 / 4 1993 klo 12.30
 jatkuva valvonta yksityinen muu (hyssä) (vier) ALLAS
 raja-arvoja
 ei todettu
 Koliformiset bakt. (44°) kpl/100 ml
 Koliformiset bakt. (35°) kpl/100 ml
 Fekaaliset streptokokit kpl/100 ml
 Kokonaispesäkeluku kpl/ml
 Fluoridi F mg/l 1,5
 Nitraatti NO₃ mg/l 25
 Nitriitti NO₂ mg/l 0,1
 Ammonium NH₄ mg/l 0,5
 Kloridi Cl mg/l 100
 Mangaani Mn mg/l 0,1
 Rauta Fe mg/l 0,2
 Kokonaiskovuus mmol/l
 Permanganaattiluku KMnO₄ mg/l 145 12
 pH 6,0 6,5-8,8
 Sulfaatti SO₄ mg/l 100
 Sameus FTU 1,0
 Sähkönjohtavuus (25°) mS/m
 Väri Pt mg/l >150 5
 Ulkonäkö
 Haju tai maku
 Kiintoainekok. mg/l 36 PO₄ (liukoinen) fosfaatti mg/l 0,04 mgP/l
 Kokonais P mg/l 0,07 Kokonais N mg/l 1,0

LAUSUNTO:

Kemisti PM

Sirkka Tiisanen
 Sirkka Tiisanen


PORIN KAUPUNGIN ELINTARVIKE-JA YMPÄRISTÖLABORATORIO

INSINÖÖRINTIE 4

Päiväys
29.4.1993
28600 PORINumero
587
Puhelin 939-893 500

Tilaaaja: Kiikoisten, Lavian ja Suodennimen ktt.ky.
 Laskutus: "
 Näytteenottaja: terv.tark. Kaija Ekonen
 Näytteenottokohta: Ojavettä Jyrki Sirolan lu onnonkasvatuslaitaat näytep. 1
 Näyte otettu: 20 / 4 1993 Näyte saapunut 20 / 4 1993 klo 12.30
 jatkuva valvonta yksityinen muu (hyssä) (yläp.) KOSK(

			raja-arvoja
Koliformiset bakt. (44 ^o)	kpl/100 ml		ei todettu
Koliformiset bakt. (35 ^o)	kpl/100 ml		"
Fekaaliset streptokokit	kpl/100 ml		"
Kokonaispesäkeluku	kpl/ml		"
Fluoridi	F mg/l		1,5
Nitraatti	NO ₃ mg/l		25
Nitriitti	NO ₂ mg/l		0,1
Ammonium	NH ₄ mg/l		0,5
Kloridi	Cl mg/l		100
Mangaani	Mn mg/l		0,1
Rauta	Fe mg/l		0,2
Kokonaiskovuus	mmol/l		
Permanganaattiluku	KMnO ₄ mg/l	152	12
pH		6,2	6,5-8,8
Sulfaatti	SO ₄ mg/l		100
Sameus	PTU		1,0
Sähkönjohtavuus (25 ^o)	mS/m		
Väri	Pt mg/l	>150	5
Ulkönäkö			
Haju tai maku			
Kiintoaine	mg/l 26	PO ₄ (liukoinen) fosfaatti mg/l 0,05	mgP/l
Kokonais P.	mg/l 0,08	Kokonais N mg/l 1,1	

LAUSUNTO: -

Kemisti FM

Sirkka Tiisanen
Sirkka Tiisanen


PORIN KAUPUNGIN ELINTARVIKE-JA YMPÄRISTÖLABORATORIO

INSINÖÖRINTIE 4

 Päiväys
 29.4.1993
 28600 PORI

 Numero
 589
 Puhelin 939-693 500

Tilaaja: Kiikoisten, Lavian ja Suodenniemen ktt.ky.
 Laskutus: "
 Näytteenottaja: terv.tark. Kaija Ekonen
 Näytteenottoaika: Ojavesi, Jyrki Sirolan luonnonkasvatusaltaat näytep. 3
 Näyte otettu: 20 /4 1993 Näyte saapunut 20 /4 1993 klo 12.30
 jatkuva valvonta yksityinen muu (hyssä) (alap.) **RA14**

			raja-arvoja ei todettu
Koliformiset bakt. (44 ^o)	kp/100 ml		
Koliformiset bakt. (35 ^o)	kp/100 ml		"
Fekaaliset streptokokit	kp/100 ml		"
Kokonaispesäkeluku	kp/ml		"
Fluoridi	P mg/l		1,5
Nitraatti	NO ₃ mg/l		25
Nitriitti	NO ₂ mg/l		0,1
Ammonium	NH ₄ mg/l		0,5
Kloridi	Cl mg/l		100
Mangaani	Mn mg/l		0,1
Rauta	Fe mg/l		0,2
Kokonaiskovuus	mmol/l		
Permanganaattiluku	KMnO ₄ mg/l	123	12
pH		6,0	6,5-8,8
Sulfaatti	SO ₄ mg/l		100
Sameus	FTU		1,0
Sähkönjohtavuus (25 ^o)	mS/m		
Väri	Pt mg/l	>150	5
Ulkonäkö			
Haju tai maku			
Kiintoaines	mg/l 27	PO ₄ (liukoinen) fosfaatti mg/l	0,05 mgP/l
Kokonaisfosfori	mg/l 0,07	Kokonaistyyppi mg/l	<0,1

LAUSUNTO: -

Kemisti FM

Sirkka Tiusanen