

Minttu Tuure

Pintaveden laadun kuormitustekijät Ran-
tasalmella
Saimaan Haukiveden Lamposelän alueella

Opinnäytetyö
Ympäristötekniologia

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Minttu Tuure	Insinööri(AMK)	Marraskuu 2020
Opinnäytetyön nimi		
Pintaveden laadun kuormitustekijät Rantasalmella Saimaan Haukiveden Lamposelän alueella		32 sivua 1 liitesivua
Toimeksiantaja		
Xamk/Uumo-hanke		
Ohjaaja		
Juho Rajala		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Rantasalmen Lamposelän pintaveden laadun tila erilaisia parametrien avulla sekä tekijät, jotka vaikuttavat vesistön tilaan. Tuloksien avulla pystytään paremmin kartoittamaan alueen vesistön suojelua sekä vähentämään riskitekijöitä vedenlaadun seurannalla. Opinnäytetyö tehtiin osana Uumo-hanketta, jonka tarkoituksena on selvittää pohjaveden vaikuttavat tekijät uusilla menetelmillä, joilla saataisiin paremmin tietoa muutoksista ja tilasta niin, että niihin reagoitaisiin nopeammin.</p> <p>Näytteitä haettiin kaksi kertaa kesän aikana 8 valitulta pisteeltä, jotka kuvaisivat aluetta kokonaisuudessaan. Näytteenoton yhteydessä ProDSS-laitteella mitattiin vedestä lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, sameus sekä happipitoisuus. Kaikilta pisteiltä otettiin kaksi näytettä yhden litran näytepulloihin, joista toinen pakastettiin ja toisesta analysoitiin kiintoaine ja väriluku seuraavana päivänä. Pakastetut näytteet sulatettiin myöhemmin kerralla, ja näytteistä määritettiin kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori. Kaikki laboratorio-analyysit määritettiin standardeilla, ja jokaisesta näytteestä tehtiin kolme rinnakkaista.</p> <p>Näytteiden tuloksissa ei ollut nähtävissä suuriakaan eroavaisuuksia toistensa välillä, paitsi pisteiltä, jotka oli sijoitettu Rantasalmen keskustaan laskevan joen varteen. Kaikissa analyyseissä näytepisteen tulokset erosivat muista tuloksista vähän. Tulokset toteavat vesistön lievästi reheväksi, mutta tyydyttäväksi verrattaessa tuloksia vedenlaatusuosituksen raja-arvoihin. Alueen maataloudesta pääsee ravinteita huuhtoutumien ja maaperän kautta pinta- ja pohjavesiin kuten myös teollisuudesta ja asutuksesta. Maataloudessa pystyttäisiin pienentämään ravinteiden kulkeutumista vesistöihin käyttämällä ravinteita, jotka eivät sisällä typpeä tai fosforia ollenkaan tai hyvin vähän. Alueelta olisi hyvä kartoittaa pisteet kuten, asutukset, teollisuusalueet sekä maatalouden pelto-alueet, joista eniten huuhtoutuu ravinteita vesistöön sekä maaperään. Tämän avulla pystyttäisiin paremmin miettimään erilaisia keinoja, joilla veden tilaa pystyttäisiin parantamaan.</p>		
Asiasanat		
Rantasalmi, Saimaa, pintavesi, vedenlaatu, riskitekijät		

Author (authors)	Degree	Time
Minttu Tuure	Bachelor of Engineering	November 2020
Thesis Title		32 pages 1 pages of appendices
Water quality risks on surface water at the Saimaa Haukivesi Lamposelkä area		
Commissioned by		
Xamk/Uumo-hanke		
Supervisor		
Juho Rajala		
Abstract		
<p>The objective of this thesis was to research with various factors the surface water quality at Rantasalmi Lammonselkä area and the reasons that affect. The results help to find better areas for water protection and lower the risk factors by measuring water quality. This thesis was made as part of the UUMO project whose aim was to find out new ways to monitor groundwater qualities which will give better information about the changes and help to react to them faster.</p>		
<p>Samples were taken for two times in the summer at eight different sample points that would reflect the whole area. The ProDSS device was used to measure water's temperature, pH, conductivity, opacity and oxygen content when sampling. Two samples were taken from all sample points into one liter bottles of which one was frozen and the other analysed for solid particles and color on the next day. All frozen samples were melted later at the same time to determine nitrogen and phosphorus. All laboratory analysis were done by standards and three parallel were carried out for each sample.</p>		
<p>The results showed no big differences between each of them except in points that were located near the river going to the Rantasalmi center. This point's results differed a bit from the other point's results in all analyses. The results showed a little eutrophication, but on average the results were satisfactory when compared to the water quality guidelines. Nutrients caused by the area's farming, industry and living areas can get to the surface and ground waters through washing and the soil. Nutrient volumes can be reduced by farming using supplements that have little or not at all phosphorus and nitrogen. It would be also good to pinpoint the living, industry and farming areas where nutrients most likely wash to water and soil. This would help to think different ways to rise water quality in the area.</p>		
Keywords		
Rantasalmi, Saimaa, surface water, water quality, risk factors		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VESIENHOITO.....	7
2.1	Historia ja tavoitteet	8
2.2	Vesienhoitosuunnitelma ja toimenpideohjelma	9
2.3	Vesien luokittelu.....	10
3	RANTASALMI JA HAUKIVESI	11
4	VEDENLAADUN TARKKAILU	13
4.1	Lämpötilakerrosteisuus	14
4.2	Happipitoisuus ja happikyllästysaste	14
4.3	Sameus	14
4.4	Kiintoaine	15
4.5	Sähkönjohtavuus	15
4.6	Veden happamuus.....	15
4.7	Kokonaistyyppi	16
4.8	Kokonaisfosfori	16
5	AINEISTO JA MENETELMÄT	17
5.1	Näytteenotto	17
5.2	Kenttäanalyysit	19
5.3	Laboratorioanalyysit.....	20
5.3.1	Kiintoaineen määrittely SFS 872:n mukaan	20
5.3.2	Väriluvun määrittely SFS 8778:n mukaan	20
5.3.3	Kokonaistyyppien määrittely SFS 5505:n mukaan	21
5.3.4	Kokonaisfosforin määrittely SFS 1189:n mukaan.....	21
6	TULOKSET	22
7	TULOSTEN TARKASTELU.....	23
7.1	Näytteenotto	23
7.2	Kenttämittaukset	24

7.3	Laboratorioanalyysit.....	25
7.4	Tuloksien vertailu raja-arvoihin	26
8	JOHTOPÄÄTÖKSET TULOKSISTA	28
	LÄHTEET.....	30

KUVALUETELO

LIITTEET

Liite 1. Pintavesien yleiset raja-arvot

1 JOHDANTO

Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämislaki (30.12.2004/1299) velvoittaa pinta- ja pohjavedet luokittelemaan ihmisten toiminnan aiheuttaman muutoksen voimakkuuden perusteella. Pintaveden luokitus perustuu ekologiseen ja kemialliseen tilaan sen mukaan, kumpi on huonompi. Veden ekologinen tila voi olla erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä tai huono. Ekologisen tilan laa- tutekijät muodostavat kokonaisvaltaisen kuvan vesiympäristön tilasta.

Pohjaveden riskialue tarkoittaa, että pohjavedessä on todettu haitallisten ai- neiden pitoisuuksia ja veden tila voi heikentyä ilman suojelua. Nimettyjen koh- teiden määrä on kuitenkin noussut 30 alueella 2013 riskinarvioinnin jälkeen. Tila on vaarantunut erityisesti taajamien alueilla, joilla on paljon ihmistoimin- taa. Lisäksi Suomessa on yli 150 selvityskohdetta, joiden pohjaveden laadusta tai määrästä ei ole riittävästi tietoa tilan tai riskien arvioimiseksi, vaikka alueel- la on ihmistoimintaa. Lähes kaikkia riskialueita käytetään vedenhankintaa. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019b.)

Etelä-Savon alueella noin puolet talousvedestä saadaan vedenottamoista, jotka sijaitsevat riskinalaisella pohjavesialueella ja noin 30 %:lle vesi tulee huonoon tilaan luokitellulta pohjavesialueelta. Vedenkäsittelyä alueella on jou- duttu tehostamaan ja jopa sulkemaan vedenottamoita pohjaveden pilaantumi- sen takia. Pääsyy pohjaveden pilaantumiselle on paikallinen teollisuus ja muussa toiminnassa käytetyt haitalliset aineet, torjunta-aineet, tiesuola ja lan- noitteet. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2013c.)

Veden tilan määrittäminen ja veden seurantatietojen avulla pystytään selvit- tämään esimerkiksi, miten ravinnepitoisuuksien muutokset vaikuttavat ekolo- gisiin muutoksiin pohja- ja pintavesissä. Suomen ympäristökeskus hyödyntää biologisen suorannan tuloksia vesistöjen vertailuolujen ja laatuluokittelukritee- rien kehittämiseen kuin myös erilaisiin EU-hankkeisiin. Seurannan avulla voi- daan arvioida, ovatko vesistönsuojelutoimet parantuneet vesien fysikaalis- kemiallista myös ekologista laatua. Tuloksia käytetään myös mallintamiseen ja trendien tutkimiseen sekä vesienhoidon suunnittelun eri vaiheissa että myös muussa ympäristönsuojelun päätöksenteossa ja tutkimushankkeissa. (Suo- men ympäristökeskus 2013.)

Opinnäytetyössä tarkoituksena on selvittää Rantasalmen Lamposelän pinta-veden laadun tila erilaisia parametrien avulla sekä tekijät, jotka vaikuttavat vesistön tilaan. Tuloksien avulla pystytään paremmin kartoittamaan alueen vesistön suojelua sekä vähentämään riskitekijöitä vedenlaadun seurannalla. Näytteenottoalue rajattiin Haukiveden Lamposelän ja Rantasalmen keskustaan päin laskevaan jokeen, koska alue on pohjavesialuetta ja alueella on riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa koko vesistön tilaan.

Opinnäytetyö tehtiin osaksi Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Uumohanketta, jonka tarkoituksena on selvittää pohjavesien laatua heikentäviä tekijöitä, tarkkailla pohjaveden laatua innovatiivisilla menetelmillä ja kehittää samalla kustannustehokas tapa pohjavesien laadun seurantaan. Uusilla menetelmillä ja näytteenottimilla saadaan tarkemmin tietoa pohjavesien tilasta ja tapahtuvista muutoksista, jolloin niihin pystytään reagoimaan nopeammin. Kokonaisvaltainen reaaliaikainen kuva pohjaveden laadusta edistää vesihuollon ympäristöturvallisuutta sekä mahdollistaa ja tukee alueen yritysten liiketoimintaedellytyksiä.

2 VESIENHOITO

Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivin mukaan direktiivin tarkoitus on luoda sisämaan pintavesien, jokisuiden vaihtumisalueiden sekä rannikko- ja pohjavesien suojelua varten puitteet, jotka estävät vesiekosysteemin ja veden tarpeen kannalta vesiekosysteemeistä suoraan riippuvaisia maaekosysteemien ja kosteikkojen edelleen huononemisen sekä suojelevat ja parantavat niiden tilaa. Direktiivin tarkoituksena on myös edistää kestävää, pitkän ajan suojeluun perustuvaa vedenkäyttöä, varmistaa pohjavesien pilaantumisen asteittaisen vähenemisen ja estävät niiden edelleen pilaantumisen ja myötävaikuttavat tulvien ja kuivuuden vaikutusten lieventämiseen. Direktiivin puitteiden avulla turvataan hyvänlaatuisen pinta- ja pohjaveden riittävä saanti kestävän, tasapainoista ja oikeudenmukaista veden käyttöä varten, vähennetään merkittävästi pohjaveden pilaantumista, suojellaan alueita ja merivesiä sekä edistetään asiaan liittyvien kansainvälisten sopimusten saavuttaminen. (EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi 2000/60/EY 1 artikla.)

Vedenlaatu kertoo vesistön tilasta ja kunnostustarpeesta. Vedenlaadussa tapahtuvia muutoksia seuraamalla saadaan tietoa veden tilan kehittymisestä. Monet lajit sopeutuvat elämään tietynlaisissa olosuhteissa, joten vedenlaadun muutoksilla on merkittävä vaikutus vesistön lajistoon. Muutokset vedenlaadussa voivat olla suuria kunnostuksen aikana, mutta tasaantuvat ajan kuluessa ja vedenlaadun seurannalla saadaan tärkeää tietoa kunnostuksen aikaansaamista muutoksista. Seuranta tehtäessä on huomioidaan luonnolliset muutokset vedenlaadussa, kuten vuodenaikojen ja sääolosuhteiden vaikutus. Vedenlaatua seurataan yksittäisillä mittauksilla että automaattisilla mittareilla, joilla seurataan veden fysikaalisia ja kemiallisia tekijöitä visuaalisten tekijöiden kanssa. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2017d.)

2.1 Historia ja tavoitteet

Vedenlaatua on tutkittu ja pohjavesialueita kartoitettu järjestelmällisesti 1970-luvulta lähtien. Pohjavesialueille on laadittu luokitusohjeet, joiden lähtökohtana ovat olleet 1980-luvulla tehty tärkeiden pohjavesialueiden kartoitus, vedenhankinnan yleiset tavoitteet, pohjaveden suojelutarve ja pohjavesialueiden huomioiminen erilaisissa kaavioissa. Tämän lisäksi on kartoitettu vesistöjä uhkaavat vaaratekijät. Kaiken tavoitteena on ollut tiedon lisääminen pohjavesialueiden sijainnista ja hydrogeologisista olosuhteista, käyttökelpoisuudesta ja veden laadusta. Luokituksella pyritään turvaamaan vedensaanti yhdyskunnille, kehittämään haja-asutuksien vedenhankintaa sekä helpottamaan ja täsmentämään pohjavesialueiden valvontaa ja maankäytön suunnittelua. (Mikkola ym. 2003, 10.)

Vesiin pääsevien päästöjen määrä on Suomessa vähentynyt selvästi viime vuosikymmeninä, sillä pistemäisiä lähteitä on saatu uusien tekniikoiden avulla kuriin, mutta jokien Itämereen kuljettamat ravinnemäärät ovat pysyneet ennallaan 1970-luvulta nykypäivään asti. Suomen osuus on 10 % Itämeren kuormituksesta. Jokien korkeaa ravinnetasoa ylläpitää maatalouden aiheuttama kuormitus. Maatalouden osalta on myönteistä, että peltojen ravinneylijäämä on pienentynyt 1990-luvun määriin nähden. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2014a.)

Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivin mukaan vesienhoidon tavoitteena on ollut saavuttaa pinta- ja pohjavesien hyvä tila vuoteen 2015 mennessä. Vesien tila ei kuitenkaan myöskään saa heiketä tällä ajalla. Pilaavien sekä haitallisten ja vaarallisten aineiden pääsyä veteen tulee rajoittaa sekä tulvien ja kuivuuden haitallisia vaikutuksia tulisi vähentää. Tietoa vesien tilasta, niihin vaikuttavista tekijöistä sekä tarvittavista toimista, joilla saavutettaisiin vesien hyvä tila ja pystytään ylläpitämään tila, esitetään vesienhoitosuunnitelmissa ja toimenpideohjelmissa. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016d, 1.)

2.2 Vesienhoitosuunnitelma ja toimenpideohjelma

Vesienhoidon suunnittelua varten on Suomi jaettu kahdeksaan vesienhoitoalueeseen, jotka perustuvat vesistö- ja valuma-alueisiin. Jokaiselle alueelle laaditaan oma vesienhoitosuunnitelma, joka pohjautuu kunkin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen omalta alueelta laatimiin toimenpideohjelmiin. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2016e, 2.) Vesihuoltolaki (119/2001) velvoittaa kuntia osallistumaan vesihuollon alueelliseen yleissuunnitteluun. Vesihuollon yleissuunnittelun tarvetta korostetaan myös Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivin toteuttamisen kannalta, ja suunnitelmissa tuotettua tietoa voidaan hyödyntää myös vesienhoitosuunnitelmissa.

Vesienhoidossa toimenpideohjelmissa on oltava selvillä vesien tilan ongelmat, jota varten on kerätty vesien tilaa ja siihen vaikuttavien toimien tietoja. Mukana on oltava vesienhoitoon liittyvät mahdolliset lisätutkimukset, mahdollisten riskikohteiden seikkaperäinen kartoitus sekä tärkeänä kohtana riskikohteiden kartoittaminen. Keskeiset yhteistyötahot osallistuvat toimenpideohjelman laadintaan. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016a, 3.)

Toimenpideohjelman laatiminen aloitetaan vesien tilaongelmien päivittämisellä edellisen arvion perusteella. Sitä varten on päivitetty vesien tilaa ja siihen vaikuttavien toimien koskevia tietoja. Vesien ekologisen ja kemiallisen luokittelun avulla asetetaan vesistökohtaiset ja vesimuodostumakohtaiset tilatavoitteet, joiden saavuttamiseksi on ongelmakohteissa tarkasteltu erilaisia toimenpidevaihtoehtoja ja laadittu siten toimenpide-esitykset ohjelmaan. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016b, 2.)

Toimenpideohjelmassa vesialueilla todettujen riskikohteiden ja toimintojen selvittämiseksi ja mahdolliselle poistamiselle voidaan laatia aikataulut ja myös määrittää hankkeille vastuulliset tahot. Suunnitelman teon yhteydessä on myös selvitettävä mahdollisissa erilaisissa vahinkotapauksissa tehtävät kiireelliset toimenpiteet. Vesipuidedirektiivin mukaan kuntien tulee luoda suojele-suunnitelma, jota viranomaiset voivat käyttää apuna tehdessään päätöksiä maa-ainestenotosta sekä muihin maankäyttöön liittyvissä kysymyksissä. Suunnitelma toimii ohjenuorana viranomaisvalvonnassa sekä käsiteltäessä lupa-asioita ja ilmoituksia, mutta tarkoituksena ei ole rajoittaa tarpeettomasti maankäyttöä esimerkiksi pohjavesi-alueella. Vedelle vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamista alueille tulisi kuitenkin välttää. (Mikkola ym. 2003, 9–11.)

2.3 Vesien luokittelu

Pinta- ja pohjavedet luokitellaan ihmisten toiminnan aiheuttaman muutoksen voimakkuuden perusteella. Luokitus tehdään suhteutettuna vertailuoloihin. Voimakkaasti muutettujen ja keinotekoisien pintavesimuodostumien vertailuoloina on paras saavutettavissa oleva ekologinen tila, johon ne suhteutettuna vastaavasti luokitellaan hyvään, tyydyttävään, välttävään tai huonoon tilaan. Pintaveden kemiallinen tila on hyvä, jos se täyttää asetuksella erikseen säädettyjen yhteisöläinsäädännössä määriteltyjen haitallisten aineiden ympäristölaatu- ja pohjaveden kemiallisten ja määrällisten ominaisuuksien perusteella hyvään ja huonoon tilaan. (Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämislaki 2004/1299 8 artikla.)

Vesien tila arvioidaan erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi, välttäväksi tai huonoksi ekologisella luokituksella, jossa hyvä tila tarkoittaa vesimuodostuman poikkeavan vain vähän luonnontilasta. Ekologinen luokittelu tehdään biologisten tekijöiden avulla ottaen huomioon vesirakentaminen ja kuormitus sekä fysikaalis-kemialliset tekijät. Järvivesien luokittelussa otetaan huomioon rehevissä ja karuissa oloissa elävien vesikasvit ja pohjaeläimistöön ilmenevien lajien määrä, kalojen lajikoostumus ja runsaus sekä kasviplanktonin biomassassa. Huomioon on otettava ihmistoiminnan vaikutukset, kuten vesistöissä tehdyt rakenteelliset muutokset sedimentissä ja eliöstössä olevat haitalliset aineet. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016e, 46.)

Vesien tilan arvioinnin lähtökohtana on vesistön luontainen tila eli vesistön tilaa kuvaavia mittareita, kuten veden fosforipitoisuutta tai eliöyhteisöjen koostumusta verrataan ihmistoimintaa edeltäneeseen vertailutilaan. Paras saavutettavissa oleva tila toteutuu, kun kaikki sellaiset parannustoimet, jotka eivät aiheuta merkittävää haittaa vesien käyttömuodoille, esimerkiksi vesivoimatuotannoille, on toteutettu. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016e, 7.) Jotta luonnonoloiltaankin erilaisten vesistöjen tilaa voitaisiin verrata luonnontilaan, jokainen vesistö on ensin tyyppitelty. Tyyppittelyssä pintavedet jaetaan luonnonoloiltaan samankaltaisiin järvi-, joki- ja rannikkovesityyppeihin. Järvien osalta tyyppin määräävinä tekijöinä ovat muun muassa koko, syvyys, viipymä, valuma-alueen ominaisuudet, veden humuspitoisuus sekä valuma-alueen runsasravinteisuus ja kalkkisuus. (Pilke 2012, 4–19.)

3 RANTASALMI JA HAUKIVESI

Rantasalmen kunta sijaitsee Etelä-Savon maakunnan pohjoisosassa, Itä-Suomen läänissä, Savonlinnan talousalueella (Rantasalmen kunta 2010, 12). Rantasalmen keskeisimpiä elinkeinoja ovat mekaaninen puunjalostus, matkailu, maidontuotanto, metsätalous, metalliteollisuus ja ympäristökasvatus. Suurin työllistäjä alueella on Rantasalmen kunta, ja noin 40 % kunnan väestöstä asuu taajama-alueella. Laajat metsäalueet Rantasalmen kunnassa ovat yksityisomistuksessa. 26 % saa alueella toimeentulonsa maa- ja metsätaloudesta ja 19 % rakennus ja teollisuustoiminnasta. Kasvavana toimeentulona on palveluelinkeinot, josta 52 % rantasalmelaisista saa toimeentulonsa. (Rantasalmen kunta 2018, 10.)

Haukivesi on Vuoksen vesistön järvi Varkauden ja Savonlinnan välillä Pohjois- ja Etelä-Savon maakunnissa ja osa Suur-Saimaata. Haukiveden valuma-alueen ala on 50 576 km², josta 17,5 % on vettä. Haukivettä kutsutaan Vuoksen vesistön keskusaltaaksi, koska siinä yhtyvät Vuoksen vesistön pääreitit. (Järviwiki s.a.)

Haukivesi luokitellaan suureksi kohtalaisen humuspitoiseksi järveksi (Tolonen ym. 2003, 10). Se edustaa karua järviruokotyyppiä, mutta se on pohjoisosiltaan rehevöitynyt Varkaudessa sijaitsevan teollisuuden vaikutuksesta. Vesi sisältää humusaineita luontaisesti. Siitinselkä–Vuoriselkä-aluetta kuormitta-

vien Stora Enson Varkauden tehtaiden sekä Varkauden kaupungin jätevesikuormitus on pienentynyt 1970-luvulta lähtien. Haukiveden pohjoisosien vedenlaatu on siten parantunut selkeästi pistekuormituksen vähentymisen seurauksena. (Järviwiki s.a.)

Haukiveden pintavedet ovat pääosin hyvässä tai erinomaisessa kunnossa. Varkauden suunnalta kohdistuu Haukiveteen teollisuuden ja asumajätevesien pistekuormitukset. Joroisten ja Rantasalmen pintavesiä kuormittavat maatalous ja taajamat. Vesien tila on paikoitellen tyydyttävä. Kyseisillä alueilla on toteutettu poistokalastusta sekä vähennetty erityisesti maatalouden vesistökuormitusta. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2017, 27.) Rantasalmen keskustaaajaman läheiset Kosulanlampi, Pieni ja Suuri Raudanvesi ovat tilaltaan heikentyneitä. Kosulanlampi ja Pieni Raudanvesi ovat arvokkaita lintuvesikohteita. Maatalouden hajakuormitus rasittaa eniten suhteellisen matalaa Joroisenselkää. Rantasalmen pohjavesialue Ruutanaharjulla sijaitsee kirkonkylän taajama-alueella, minkä vuoksi alueella on paljon pohjavedelle riskejä aiheuttavia toimintoja. (Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry s.a.)

Etelä-Savossa järvien ja jokien tila on parempi kuin Suomessa keskimäärin, koska 90 prosenttia järvien lukumäärästä luokitellaan hyväksi. Merkittävä osuus todetuista luokkamuutoksista johtuu menetelmien muutoksista, uudesta seuranta-aineistosta tai vesimuodostuman tyyppin muutoksesta. Merkittävimmät muutokset kymmenen vuoden sisällä ovat Joroisten seudun vesissä, joissa tyydyttävän tilan osuus järven pinta-alasta on kasvanut muun muassa Haapaselkä ja Sysmäjärvi. Myös Mikkelin alapuolinen Saimaa ja Varkauden alapuolinen Haukiveden tila ovat edelleen tyydyttävässä tilassa. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2014e.) Joroisten ja Rantasalmen lähivesillä maatalous ja taajamat kuormittavat pintavesiä ja vesien tila on paikoitellen tyydyttävä. Kyseisillä alueilla on toteutettu poistokalastusta sekä vähennetty maatalouden vesistökuormitusta. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2017c, 39.)

Ympäristöministeriön vesiensuojelun tehostamisohjelman 2019–2021 hankkeissa on mukana Haukiveden vesistön kunnostus ja kalakantojen ylläpito-hanke, jonka kohteena on Joroisten, Varkauden ja Rantasalmen kuntien alueella vesistöt ja järvet pääkohteena Haukivesi. Hankkeeseen sisältyy hoitoka-

lastusta, vesikasvien poistoa sekä vesikasvien sekä rantautumis- ja veneenlaskupaikkojen kunnostusta. Varkauden alapuolinen Haukivesi on eteläisempää Haukivettä selvästi rehevämpi ja tilaa heikentää erityisesti pisteäinen yhdyskuntajätevesikuormitus. Haukivedellä eteläosissa oli tehty aiemmin hoitokalastuksia, jota on tarkoitus jatkaa hankkeessa. Haukiveden keskusallas on erinomaisessa tilassa, mutta sen lahtialueiden vesistön tila paikoin heikompi. Pohjois-Haukivesi on tyydyttävässä tilassa ja selvästi keskusallasta rehevämpi. Haukiveden pohjoisosa, Siitinselän-Vuoriselän alue, on kuulunut edellisellä kaudella Etelä-Savon vesienhoidon toimenpideohjelmaan. Alueella on tärkeää jatkaa vesistökunnostustoimenpiteiden toteuttamista hyvän tilan saavuttamiseksi. (Vesistöjen kunnostushankkeet ja asiantuntijaverkostot, rahoitetut hankkeet ELY-keskuksittain 2020.)

4 VEDENLAADUN TARKKAILU

Luonnon vesissä on liuenneena tai sekoittuneena ilmasta ja maa- ja kallioperästä peräisin olevia aineita, jotka muuttavat veden soveliaaksi elinympäristöksi vesieliöille. Elollisen luonnon kannalta veden vaikuttavia ominaisuuksia ovat veden väri, sameus, happipitoisuus, happamuus, ravinnepitoisuudet, kuten typpi, fosfori ja johtokyky, sekä haitallisten aineiden pitoisuudet. (Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys 2004.)

Kasvien, levien ja sinilevien kasvua rajoittaa vuoroin pula lämmöstä, valosta tai jostain ravinteesta. Tällöin puhutaan minimitekijästä eli niukkuustekijästä, kun eliöön vaikuttavat tekijät ovat sen sietoalueella rajoittuneet. Luonnonveksissä normaali tilanne on, että minimitekijä rajoittaa jonkin eliön esiintymistä tai menestymistä. Yleisimmin minimitekijöinä kyse on typestä, fosforista tai hiilestä, jotka suurina pitoisuuksina luontoon päästyään aiheuttavat rehevöitymistä. (Oravainen 1999, 1 - 4.)

Vedenlaatu kertoo vesistön tilasta ja kunnostamistarpeesta. Seuraamalla vedenlaadussa tapahtuvia muutoksia saadaan tärkeää tietoa veden tilaan kehittymisestä. Monet lajit ovat sopeutuneet elämään tietyissä olosuhteissa, joten vedenlaadun muutoksilla on merkittävä vaikutus vesistön lajistoon. Muutokset

vedenlaadussa voivat olla suuria virtavesien kunnostuksen aikana tasaantuen ajan kuluessa, jolloin saadaan tärkeää tietoa kunnostuksen aikaansaamista muutoksista. Seuranta tehtäessä on huomioitava vedenlaadussa tapahtuvat luonnolliset muutokset, kuten vuodenajat ja sääolosuhteet, minkä takia eri vuodenaikoina otettujen näytteiden tuloksista vuosien ajalta usean vuoden ajalta, jos pidemmän aikavälin muutokset halutaan selvittää. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2017d.)

4.1 Lämpötilakerrosteisuus

Veden lämpötilan mittaus on yksi vesistötarkkailujen perusmäärittämisistä, joka tehdään aina vesinäytteiden oton yhteydessä. Lämpötilalla selvitetään järvien kerrostuneisuutta, joka on oleellinen tieto happitalouden ja alusveden analyysiarvojen tulkinnassa. Suomen järvet ovat dimiktisiä järviä, eli niissä on kaksi täyskiertoa: kevätkierto ja syyskierto. Täysikierronaikaan vesimassa on kerrostumatonta ja vesimassa on tasalaatuista sekä happitalanne pysyy häiriöttömänä, vaikka vesistö olisi kuormitettu voimakkaasti. Säätekijöistä johtuva vaihtelu on lisäksi otettava huomioon, koska kerrostuneisuusolot ja niiden muutokset vaikuttavat alusveden happipitoisuuksiin ja siten veden laatuun. Monet veden laadun muutokset voidaan selittää kerrostuneisuusoloista johtuviksi. (Oravainen 1999, 1 – 4.)

4.2 Happipitoisuus ja happikyllästysaste

Veden hyvä happipitoisuus on osoitus vesistön hyvästä kunnosta, mutta huomioon on otettava mittauksen ajankohta. Veden happitasapainoa pitää yllä ilmakehästä veteen tapahtuva hapen liukeneminen. Liukoisuus on riippuvainen lämpötilasta, koska kylmään veteen liukenee enemmän happea kuin lämpimään veteen. Kesällä päällysveden lämpötilassa 20 astetta normaalihappipitoisuus on 8 - 9 mg O₂/l, kun vastaavasti talvella veden lämpötilan ollessa 1 astetta happipitoisuus on 12-13 mg O₂/l. (Oravainen 1999, 4 - 8.)

4.3 Sameus

Veden sameusarvo kuvastaa vedessä esiintyvää sameutta, jonka yksikkönä käytetään lyhennettä FNU sanoista Formazin Turbidity Units, jota mitataan

juuri tähän tarkoitukseen valmistetulla mittarilla. Yleisesti kirkkaan veden sameus on alle 1 FNU ja lievästi samean veden arvot ovat 1 - 5 FNU välillä, joka on tyypillistä lievästi rehevöityneille järville. Syvänteiden pohjalla saattaa esiintyä sameuden nousua, ja kesällä sameus on suurempi kuin talvella kesällä esiintyvän leväsamennuksen takia. (Oravainen 1999, 8 - 9.)

4.4 Kiintoaine

Kiintoaine kuvaa vedessä esiintyvän hiukkasmaisen aineksen määrää. Kiintoaineen pitoisuuksia nostavat jätevesikuormitus ja runsas biomassa, kuten levät tai eroosion kuljettama aines. Puhtaan kirkkaan veden kiintoainepitoisuus on alle 1 mg/l. Avovesiaikana kiintoainesta on levien lisääntymisen takia runsaammin 1 - 3 mg/l sekä myös syvänteiden pohjalla kiintoainepitoisuus on suurempi kuin pintavesissä. Jokivesissä kiintoainepitoisuus voi vaihdella voimakkaasti kuin myös sameus. (Oravainen 1999, 9 - 10.)

4.5 Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus mittaa vedessä olevien liuenneiden suolojen määrää, jossa suuri arvo kertoo korkeasta suolapitoisuuksista. Sisävesissä sähkönjohtavuutta lisäävät natrium, kalium, kalsium, magnesium sekä kloridit ja sulfaatit.

Suomen vedet ovat yleisesti vähäsuolaisia, josta johtuu järvivesien huono puskurikyky. Sähkönjohtavuuden arvot vaihtelevat välillä 5 - 10 mS/m. Vesissä suolojen määrää lisäävät jätevedet sekä peltolannoitus, sillä voimakkaasti viljellyillä alueilla sähkönjohtavuus on jopa 15-20 mS/m. (Oravainen 1999, 10 - 12.)

4.6 Veden happamuus

Veden happamuudesta puhuttaessa puhutaan veden pH:sta. Veden normaali pH on lähellä neutraalia 7, ja vesien eliöstö on sopeutunut elämään pH-alueella 6-8, mutta vesistöissä veden happamuus on yleisesti lievästi happamalla puolella luonnonvesien luontaisen humuskuormituksen takia. Vesistöissä vallitsee yleisesti puskurisysteemi, joka vastustaa pH:n muutoksia. Puskurisysteemin kannalta tärkeimpiä ovat hiilihapon eri olomuodot sekä kalsium- ja natriumsuolat. pH on normaalisti talvella alhaisempi kuin kesällä, koska levä-

tuotanto kohottaa päällysveden pH-tasoa kesäisin. Päällysveden pH on korkeampi kuin alusveden, koska alusveteen vapautuu hajotustoiminnassa hiili-dioksidia, joka reagoi veden kanssa muodostaen hiilihappoa, joka puolestaan laskee pH-arvoa. (Oravainen 1999, 12 - 13.)

4.7 Kokonaistyyppi

Kokonaistyyppi ilmoittaa veden kokonaistyyppipitoisuuden, johon sisältyvät kaikki typen esiintymismuodot. Pitoisuudet ilmoitetaan luonnonvesissä typpinä ug/l. Vesistöihin tulee typpeä jätevesien, valumavesien ja sadevesien mukana. Valuma-alueilla typpikuormitusta lisää alueen peltoisuus. Luonnontilaisten kirkkaiden vesien typpipitoisuus on 200-500 ugN/l. Humuspitoisissa vesissä taso vaihtelee 400-800 ugN/l. Hyvin ruskeissa vesissä typpeä voi olla luonnostaankin yli 1000 ug/l. Typpipitoisuus vaihtelee luontaisesti alimpien arvojen olevan loppukesällä ja korkeimmat pitoisuudet talvikaudella, koska talvella typen käyttö on vähäistä, jolloin pitoisuudet kasvavat, kun taas kesällä typpeä kuluu. Typpipitoisuudet kasvavat vesissä syvemälle siirryttäessä. (Oravainen 1999, 19 - 20.)

4.8 Kokonaisfosfori

Kokonaisfosfori ilmoittaa nimensä mukaisesti vedessä vallitsevan fosforin määrän. Fosforipitoisuudet vedessä ovat erittäin tärkeitä veden rehevyyden arvioinnissa sen ollessa yksi perustuotannon minimitekijöistä. Mittayksikkö fosforipitoisuudelle on ugP/l. Luonnontilaisten karujen vesien fosforipitoisuus on alle 10 ugP/l, mutta karuissa humusvesissä kokoanisfosforin taso on hieman suurempi 10-15 ugP/l. Lievästi rehevien vesien fosforipitoisuudet voivat olla jopa 20 ugP/l. Fosforipitoisuuksien lähentyessä 20 ug/l on leväntuotanto selvästi lisääntynyt verrattaessa karuihin järviin. Kasvun lisääntyminen näkyy myös alusvedessä happivajeen kasvuna ja veden samentumisena. Järveä kutsutaan reheväksi fosforipitoisuuksien ollessa yli 20 ugP/l ja erittäin reheväksi, kun pitoisuus on yli 50 ugP/l. Näissä vesissä leväntuotanto on mahdollista. Humusvesissä fosforipitoisuus saa olla korkeampi, koska veden ruskeus rajoittaa leväntuotantoa huonon valaistuksen takia, jolloin tuottava kerros jää ohueksi. Ylirehevien vesien fosforipitoisuudet voivat nousta yli 100 ugP/l, jois-

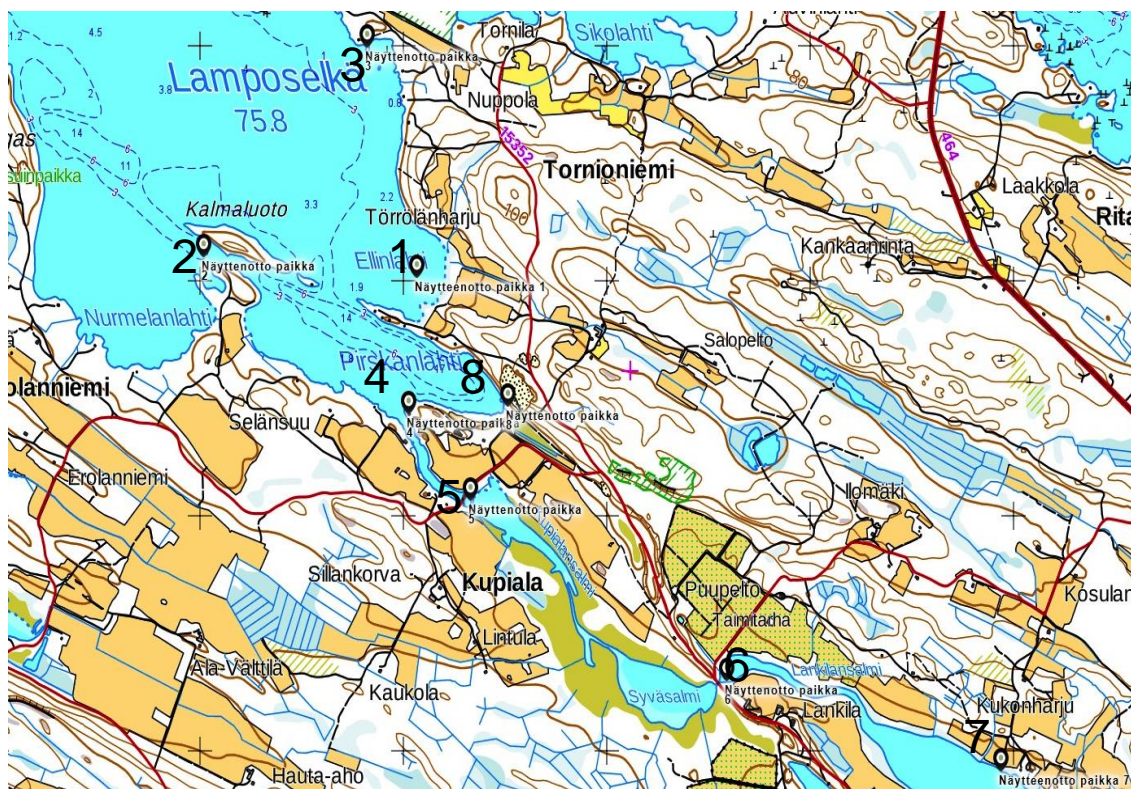
sa leväsamennus on jatkuvaa ja sinileväkukinta jatkuvaa. (Oravainen 1999, 17.)

Fosforipitoisuus pintavesissä on yleisesti pienempi kuin pohjalla, sillä sedimentoituva aines vie fosforin alusveteen. Jos happi syvänteissä loppuu, fosforipitoisuudet kohoavat alusvedessä, jolloin pitoisuudet voivat olla kymmenkertaista päällysveteen verrattaessa. Happikadon mittasuhteista riippuu, kuinka suuri rehevöitymisen vaikutus vapautuvalla fosforilla on vesistön kannalta. Fosforipitoisuuksilla on selvä vuodenaikavaihtelu päällysvedessä, että pitoisuudet ovat alhaisempia talvella kuin kesällä, koska talvella vedessä ei ole kasviplanktonia, jolloin fosfori sedimentoituu pohjalle. Kesällä kasviplankton sitoo fosforia tuottavaan kerrokseen, jossa ravinteet kiertävät tehokkaasti. (Oravainen 1999, 17 - 19.)

5 AINEISTO JA MENETELMÄT

5.1 Näytteenotto

Näytteenotto suoritettiin Rantasalmella Lamposelällä. Alue rajattiin Saimaan Haukiveden Lamposelän vesistöalueeseen sekä Rantasalmen keskustaani laskevaan jokeen. Vesinäytteitä kerättiin Lamposelältä 8 pisteeltä. Näytteenotopisteet valittiin edustamaan ja kuvaamaan koko Lamposelän alueen tilaa. Näytteitä haettiin pisteiltä kaksi kertaa, joista jokaisesta näytteestä tehtiin laboratoriossa mittauksissa kolme rinnakkaista näytettä tuloksien oikeellisuuden varmistamiseksi. Näytteidenotto suoritettiin 27.6.2018 sekä 21.8.2018.



Kuva 1. Rantasalmen näytteenottpisteet

Näytteenotto pisteiden valinnassa otettiin huomioon myös Rantasalmen keskustaa kohti virtaava joen oma sijoittamalla osa näytepisteistä sen varrelle kohtiin, joista näytteitä pystyttäisiin ottamaan näytteenottimilla. Jokaiselta pisteeltä otettiin kaksi näytettä litran näytepulloihin, joista toinen pakastettiin, jotta vesinäytteistä pystyttäisiin kerralla määrittämään myöhemmin kaikista näytteistä kokonaisfosfori ja -typpi.

Kuvassa 1 on Rantasalmen näytteenottpisteiden paikat. Näytteenotto tehtiin soutuveneellä niille pisteillä, joihin ei ollut mahdollista päästä autolla. Pisteet 1, 2, 3, 4 ja 8 sijoitettiin Lamposelän Pirskanlahden, Nurmenlahden ja Ellinlahden alueella. Pisteet 5, 6 ja 7 oli sijoitettu Rantasalmea kohti virtaavan joen varrelle. GPS-laitteeseen oli syötetty aiemmin valittujen pisteiden koordinaatit, joiden perusteella mentiin valituille pisteille. Näytteenottpisteille oli karttapalvelusta aikaisemmin etsitty koordinaatit vastaamaan juuri sitä pistettä (taulukko 1).

Taulukko 1. Näytteenottpisteiden koordinaatit.

Näytepisteet	WGS84 lat	WGS84 lon
1	62° 06.0434'	28° 12.4854'

2	62* 06.1206'	28* 11.2746'
3	62* 06.5715'	28* 12.2075'
4	62* 05.7492'	28* 12.3726'
5	62* 05.5411'	28* 12.7550'
6	62* 05.1192'	28* 14.1720'
7	62* 04.8940'	28* 15.7298'
8	62* 05.7570'	28*12.9521'

Näytteenotto tapahtui upottamalla näytepullot noin 30 cm syvyyteen käsin tai käyttämällä näytteenottovartta apuna näytteenottopisteellä. Otetut näytteen varastoitiin kylmälaukkuihin muiden näytteiden ottamisen ajaksi.

5.2 Kenttäanalyysit

YSI:en ProDSS-laitteella (kuva 2), jonka lyhenne tulee sanoista Professional Digital Sampling System, mitattiin näytteenoton jälkeen vedestä lämpötila, pH, johtokyky, sameus, happi, kiintoaine sekä näytteenotto syvyys. Tulokset kirjattiin ylös mittauspöytäkirjaan sen jälkeen vasta, kun tulokset olivat tasaantuneet minuutin ajan.



Kuva 2. ProDSS-laite kokonaisuudessaan

ProDSS-laitteeseen kuuluu elektroninen tulospöytä sekä suojatun mittauspään, joka sisältää useita mittausanalyysisensoreita. Suojauspään sisällä on

neljä sensoria, joiden avulla voidaan laitteella lukea tutkittavan aineen sähköjohtavuus, lämpötila, sameutta, happipitoisuus sekä pH:ta. Sensorit voidaan irrottaa ja vaihtaa tarvittaessa. Mittauspää kiinnitetään tulospäyttöön kaapelin avulla. Sensorit kalibroidaan aina ennen laitteen käyttöä sekä suurien mitausmäärien välissä.

5.3 Laboratorioanalyysit

Kylmähuoneeseen jätetyistä näytteistä tehtiin laboratoriossa kiintoaine ja väriluku seuraavana päivänä näytteenotosta. Pakastetuista näytteistä määritettiin myöhemmin kokonaistyyppi ja -fosfori, koska jääkaappiin jätetystä näytteistä ei olisi riittänyt kaikkiin tehtäviin mittauksiin näytettä sekä mahdolliset mittaukset oli suoritettava mahdollisimman nopeasti näytteenoton jälkeen, joka ei olisi onnistunut näissä olosuhteissa. Kaikista näytteistä tehtiin laboratorioanalyysissä kolme rinnakkaista näytettä. Nollanäytteinä ja referenssinesteenä mitauksissa oli tislattu vesi.

5.3.1 Kiintoaineen määrittäminen SFS 872:n mukaan

Lasivillapaperia esikäsiteltiin suodattamalla 10 paperin läpi 40 ml tislattua vettä, jotka kuivatettiin lämpökaapissa 105 asteessa tunnin ajan. Jokainen imupaperi punnittiin ennen näytteen suodattamista, jonka jälkeen suodatettiin 250 ml näytettä imupaperin läpi Buchner-suppilon läpi imupulloon. Imupaperin läpi annettiin kulkea ilmaa noin minuutin ajan, ennen kuin imupaperi poistettiin Buchner-suppilosta varoen, ettei imupaperiin jäänyt kiintoaine irronnut imupaperista. Valmiit suodatetut imupaperit kuivatettiin lämpökaapissa 105 asteessa tunnin ajan, jonka jälkeen ne punnittiin uudestaan ja laskettiin saaduista tuloksista kiintoaineen määrä milligrammoina litraa kohden.

5.3.2 Väriluvun määrittäminen SFS 8778:n mukaan

Väriluvun määrittämisessä näytteet mitattiin Lovibond-värimittarilla, jossa näytteiden väriä verrattiin laitteella referenssinesteeseen. Sekä referenssineste, että näyte asetettiin 100 ml sylintereihin niin, että näytesylinteri asetettiin laitteen oikeaan reunaan. Sylintereiden päihin asetettiin lasikorkit veden pinnan

tasoittamiseksi. Laitteen kanteen asetettiin värikiekko sisään, jonka jälkeen verrattiin vierekkäin olevien referenssin ja näytteen värieroa. Värikiekkoa pyörittämällä pyrittiin saamaan molemmat näyttämään saman värisiltä. Kun värit muistuttivat toisiaan riittävän paljon, luettiin kiekosta värin määrä yksikössä mgPt/l. Liian suuria pitoisuuksia omaavat näytteet oli laimennettava, ja mitattiin näytelaimennos, josta laskettiin alkuperäisen näytteen väriluku.

5.3.3 Kokonaistypen määrittäminen SFS 5505:n mukaan

Näytteitä pipetoitiin 50 ml haihdutusputkiin, joihin lisättiin mukaan 2 ml rikkihappoa, 35 mg Denvardan seosta sekä 2 g katalysaattoriseosta. Näytteiden annettiin seistä vähintään 10 minuuttia ennen märkäpolttoa. Näytteitä poltettiin niin kauan, kunnes näytteistä oli tullut värittömiä tai vihertävän sävyisiä.

Poltettuihin näytteisiin lisättiin jäähtyneinä 2 ml vettä. Haihdutusputkista tislattiin natriumhydroksidin avulla näyte erlenmeyer-kolviin, jossa oli 20 ml boorihappoliuosta ja indikaattoriseosta. Näytettä tislattiin niin kauan, kunnes itse tislettä oli kertynyt riittävästi. Tämän jälkeen tislauksen lopetettiin.

Erlenmeyer-kolveihin saatu tisle titrattiin tunnetulla pitoisuudella rikkihappoliuosta, kunnes väri vaihtui sinivihreästä punaiseen. Samalla tavalla titrattiin kaikki näytteet kuin myös nollanäyte, jota oli käsitelty samalla tavalla kuin näytteitä. Titrauksessa kuluneista rikkihapon tuloksista laskettiin jokaisen näytteen typpipitoisuus milligrammaa litraa kohden.

5.3.4 Kokonaisfosforin määrittäminen SFS 1189:n mukaan

Kokonaisfosforin määrittäminen tehtiin määrittämällä kokonaisfosfori peroksidisulfaattihapetuksen jälkeen. Kokonaisfosforin määrittämistä varten valmistettiin spektrometrin takia standardiliuoksia, joiden avulla pystyttiin laskemaan näytteen kokonaisfosforipitoisuus. Standardi liuokset valmistettiin 50 mg/l ortofosfaatin perusliuoksesta, josta tehtiin 2 mg/l ortofosfaatin standardiliuos. Tästä standardiliuoksesta valmistettiin halutut standardipitoisuudet.

Happopestyihin pieniin lasipulloihin lisättiin 40 ml näytettä ja 4 ml kaliumperoksidisulfaattia, jotka autoklavoitiin 105 asteessa 30 minuutin ajan. Samalla tavalla käsiteltiin kaikki standardiliuokset sekä nollanäytteet.

Autoklavoinnin jälkeen pulloihin pipetoitiin askorbiinihappoa ja hapanta molybdaattiliuosta ja sekoittaen reagenssit hyvin näytteisiin. Kaikkien näytteiden ja standardien absorbanssit mitattiin 10 minuutin kuluttua reagenssien lisäämisestä spektrometrillä. Aluksi mitattiin standardiliuokset, joiden tuloksien avulla pystyttiin määrittämään kalibrintisuora ja sen kulmakerroin. Sen avulla laskettiin itse näytteiden fosforipitoisuudet. Kaikki spektrometrimittaukset kokonaisfosforin määrittämisessä tapahtuivat 10 ja 30 minuutin välillä sen jälkeen, kun askorbiinihappo ja molybdaattiliuos oli lisätty näytteisiin.

6 TULOKSET

ProDSS-laitteen tulokset otettiin ennen näytteenottoa ja tulokset ovat pisteittäin (Taulukko 2). Värillä on merkitty tulokset, jotka ovat olleet poikkeavia muihin tuloksiin verrattuna. Laite kalibroitiin ennen molempia näytteenottokertoja.

Taulukko 2. ProDSS-mittarilla saadut veden tulokset.

	Lämpötila(*C)	pH	Johtokyky(mS/m)	Happi (mg/l)	Sameus (FNU)
näytepiste	27.6.2018				
1	18,2	7,54	6,62	9,96	1,9
2	18,1	7,52	6,62	9,96	2,2
3	18,3	7,54	6,62	9,87	2,1
4	18,7	7,58	6,63	10,02	2,2
5	20,7	7,26	6,69	9,54	1,9
6	21,1	6,70	6,59	7,41	2,5
7	22,0	7,09	7,30	8,65	4,6
8	18,7	7,44	6,65	9,86	1,7
	21.8.2018				
1	19,0	7,30	6,26	8,79	3,7
2	19,0	7,25	6,26	8,64	3,4
3	19,1	7,32	6,23	9,02	4,9
4	18,9	7,28	6,23	8,68	3,5
5	18,6	7,00	6,23	8,29	3,2
6	18,5	6,53	6,05	6,35	2,9
7	19,0	7,07	6,74	7,78	6,6
8	19,3	7,17	6,29	8,37	2,8

Laboratorioanalyysien tulokset on esitetty mittausten keskiarvot ja hajontaluvut mittauspisteittäin (Taulukko 3). Näytteissä ei ollut havaittavissa näöllisesti suuria poikkeavuuksia toistensa välillä, paitsi pisteiden 6 ja 7 näytteissä näkyi voimakkaampaa keltaista väriä, joka taittui rusehtavaan sävyyn, kuin muiden pisteiden näytteissä. Näytteet olivat myös hajuttomia.

Taulukko 3. Laboratoriossa suoritettujen vesianalyysien tulokset.

	Väri(mg/l)	Kiintoaine (mg/l)		Fosfori _{kok} (ug/l)		Typpi _{kok} (mg/l)	
		ka	ha	ka	ha	ka	ha
Näytepiste	27.6.18						
1	50	1,70	0,19	0	0	0,70	0,00
2	50	1,20	0,24	0	0	0,56	0,00
3	50	1,50	0,41	0	0	0,56	0,00
4	50	1,30	0,47	0	0	0,67	0,70
5	50	0,80	0,27	0	0	0,56	0,00
6	80	0,20	0,24	0	0	0,65	0,13
7	140	1,80	0,24	19	7	0,89	0,70
8	55	1,00	0,00	0	0	0,56	0,00
	21.8.18						
1	45	4,90	1,00	0	0	0,70	0,00
2	40	4,00	0,65	0	0	0,65	0,07
3	45	10,20	0,28	0	0	0,70	0,00
4	40	3,60	0,33	0	0	0,65	0,07
5	40	0,90	0,38	0	0	0,65	0,07
6	60	2,30	0,19	0	0	0,75	0,07
7	100	7,60	0,57	19	3	0,93	0,02
8	40	0,60	0,20	0	0	0,65	0,07

7 TULOSTEN TARKASTELU

7.1 Näytteenotto

Sää oli erilainen näytteenottoreissuilla, joten näytteenottokertojen välisissä tuloksissa on eroavaisuutta. Koska tuloksia on vain pieneltä aikaväliltä, ei tuloksista näy selvästi, kuinka vesistössä pitoisuudet vaihtelevat oikeasti vuodenaikojen mukaan.

Vaikka näytteenottopiste 5 sijaitti joen imukanavan läheisyydessä (kuva 4), tuloksissa oli huomattavissa vain hyvin pientä eroavaisuutta muiden näytteen-

ottopisteiden tuloksiin lämpötilan, hapen, johtokyvyn ja pH:n tuloksien osalta. Tuloksiin on voinut vaikuttaa veden syvyys. Jos tuloksia olisi suuremmalta aika väliltä ja eri vuodenaikoina voisi paremmin nähdä imukanavan vaikutukset veden tutkimustuloksissa.



Kuva 3. Imukanava näytepisteen 5 läheisyydessä

Näytteenottopisteellä 7 näyte otettiin itse kahlaamalla rannalta veteen noin 3 metrin päähän. Veden pohja oli siten sekoittunut näytteenoton ja kenttämittauksien yhteydessä, joten tuloksissa oli siten eroavaisuutta ainakin kiintoaineen ja sameuden osalta.

Työssä käytetty ProDSS-laite on kenttämittari, joten laitteen antamat tulokset eivät ole laboratoriossa tehtävien analyysien luokkaa. Kun laitetta käytetään oikeaoppisesti, saadaan luotettavia tuloksia. Monesti niin mittauksessa kuin kalibroinnissakin on huomioitava riittävä näytemäärä tai anturin on oltava riittävän syvällä vedessä, jotta saadaan oikeanlaisia tuloksia.

7.2 Kenttämittaukset

Ensimmäisen näytteenottokerran näytteenottopisteiden 5, 6 ja 7 tulokset ovat korkeammalla, koska näytteenottopisteet sijaitsevat rannan tuntumassa ja sään ollessa hyvin lämmin rannan pintavesi oli lämpimämpää kuin järven syvemmissä kohdissa. Toisen näytteenottopäivänä sää oli ollut tuulinen, mikä

sekoitti vesimassaa mittauspisteillä rantoja myöten niin, ettei suuria eroavaisuuksia mittauspisteiden välillä ole.

Näytteenottopisteen 6 pH tulos oli alhaisempi verrattuna muihin näytteenottopisteisiin, mutta myös pisteiden 5 ja 7 tulokset ovat alhaisempia verrattaessa muihin näytepisteiden tuloksiin. Tuloksiin saattaa vaikuttaa pisteiden läheisyydessä oleva maatalous, josta saattaa sateiden mukana valua ja imeytyä ravinteita ja suoloja järveen, jolloin ne vaikuttavat vesistön tilaan. Pisteen 6 läheisyydessä oli toimii taimitarha, pisteen 5 peltoa sekä piste 7 sijaitsee pellon valuma-alueella. Tämän takia pisteen 7 johtokyvyn tuloksissa oli poikkeavuutta.

Veden happipitoisuuksien tuloksissa mittauspisteen 6 lukemat ovat poikkeuksellisen pieniä verrattuna muiden näytteenottopisteiden lukemiin. Tämä on merkki, että vedessä on happikatoa, eli vedessä fosforin sisäinen kuormitus lisääntyy, mikä aiheuttaa rehevöitymistä.

Sameuden mittaustulokset olivat yhteneväiset, eikä suurempia poikkeamia ollut näytepisteiden välillä. Näytepiste 7:n tuloksiin vaikuttavat sen sijainti. Rantanäytteen sameus ja kiintoainepitoisuus ovat korkeammat, koska vesimassan vaihtuvuus on suurempaa rannan tuntumassa tuulisella säällä, joten kiintoainesta siten liikkuu paljon enemmän rannan läheisyydessä kuin kesemmältä järveä otetusta näytteestä.

7.3 Laboratorioanalyysit

Sää vaikutti näytteenottokerroilla vesien väri- ja kiintoainetuloksiin. Tämän takia toisen näytteenottokerran kiintoaineen tulokset olivat aivan erisuuruisia verrattaessa edelliseen tai toisten pisteiden tuloksiin. Pisteen 3 sijainti muuttui toisella näytteenottokerralla lähelle rantaa, joten kiintoaineiden tuloksissa oli eroavaisuutta.

Kaikki näytteet olivat väriltään kellertäviä, joten pystyi olettamaan niiden sisältävän itsessään humusta. Näytteiden värituloksissa ei ole suuria eroja näytekerrojen välillä, eikä näytepisteiden välillä, koska tuuli oli sekoittanut vettä ennen näytteenottoa. Näytepisteen 7 väri tulokset sekä humuspitoisuudet olivat

silti suuret muihin verrattuna, joka kieli, että humusta eli eloperäistä ainesta on järvessä sillä alueella runsaasti. Kiintoaineiden tulokset olivat näytepisteellä numero 7 suurempia muihin verrattuna, koska se oli rannan läheisyydestä otettu näyte, jossa vesi sekoittaa vettä paljon useammin ja kiintoaine kerääntyy siten rannan tuntumaan ja veden pintaan. Koska elokuussa otetuissa näytteissä oli kaikissa paljon enemmän kiintoainetta verrattuna edellisen kerran tuloksiin, on näytepisteittäin hajonta suurempi.

Kokonaisfosforin ja -typen tulokset olivat yhteneväiset näytepisteittäin, paitsi näytepisteen numero 7, jossa fosforia ja typpeä esiintyi enemmän kuin muilla näytepisteillä. Tämä kertoo, että alueella veteen pääsee typpi- ja fosforipitoisia ravinteita. Näytepiste sijaitsi aivan lähellä viljeltävää peltoa, joten on mahdollista, että pelloilla käytettäviä fosforipitoisia yhdisteitä huuhtoutuu sateen jälkeen veteen.

Kokonaisfosforin tuloksissa oli paljon todennäköisempää saada tulos pisteeltä, joka oli sijoitettu rannan tuntumaan kuin pisteeltä, joka oli otettu keskeltä järveä. Jos joltakin näytteenottopisteen näytteestä, joka oli otettu kaukana rannasta, olisi löytynyt fosforia, olisi kyseessä ollut silloin jo isomman alueen rehevöityminen. Muista näytteistä ei löytynyt fosforia tai pitoisuudet olivat pieniä, jolloin tuloksia oli vaikea havaita ja määrittää standardilla. Tulokset ovat merkki siitä, että vesi on alueella rehevöityvää.

7.4 Tuloksien vertailu raja-arvoihin

Taulukossa 4 on Haukiveden pintaveden laadun tuloksia, jotka on otettu Suomen ympäristökeskuksen avoimista ympäristötietojärjestelmistä Hertasta (Hertta-tietojärjestelmä s.a.). Haukiveden Hertta-tietokannan tulokset on otettu Haapaselän tarkkailupisteeltä. Kun näytteenottopisteiden tuloksia vertaa Hertta-tietokannan tuloksiin on huomattavissa, että ne ovat samansuuntaisia. Kokonaistypen, sameuden ja hapen tulokset ovat suurempia kuin Hertta-tietokannan tulokset. Erot tuloksien välillä johtuvat käytetyistä mittausvälineistä, menetelmistä, tekijävirheestä sekä mittauspaikkojen eroavaisuuksista. Suurin syy tuloksien eroavaisuuksiin on mittauspaikkojen eroavaisuudet, johon vaikuttaa sijainti, veden virtaukset ja mittausvyvyys, joka on Haapaselän pisteellä metri. Tuloksia ei siten voi täysin verrata keskenään toisiinsa.

Taulukko 4. Pintavesien tilan tietojärjestelmä PIVET (HERTTA-tietojärjestelmä s.a.)

	17.7.2018	30.8.2018	Yksikkö
Lämpötila	25,8	17,6	C
pH	7,5	7,2	
Sähkönjohtavuus	6,2	6,5	mS/m
Happi	8,8	7,5	mg/l
Kiintoaine			mg/l
Sameus	0,89	0,87	FNU
Väri	43	37	mg/l
Fosfori _{kok}	16	11	ug/l
Typpi _{kok}	0,41	0,41	mg/l

ProDSS-mittarilla sekä laboratoriossa tehtyjen analyysien tuloksista voidaan vedenlaatuokituksen raja-arvoihin verrattaessa huomata (Liite 1), että Lamonselän tulokset osoittavat vesistön tilan lievästi reheväksi kokonaistypen ja –fosforin osalta pisteessä 7. Pisteessä 7 fosforin tulokset ovat lievästi rehevän tasolla ja typen rehevän tasolla. Myöskin väritulokset osoittavat pisteen erittäin humuspitoiseksi. Muiden pisteiden kokonaisfosforin tulokset osoittavat veden karuksi.

Raja-arvoihin verrattuna tulokset osoittavat veden hiukan emäksiseksi näytepisteiltä sekä hapen tulokset olivat alkukesällä hiukan korkeat, mutta pienenevät raja-arvoihin, mutta näytepisteen 6 pH oli kuitenkin hapen ja veden happipitoisuus oli raja-arvoihin verrattuna alhainen. Johtokyvyn, sameuden ja kiintoaineen tulokset ovat raja-arvoissa ja normaalit vesistössä. Kiintoaineen tulokset ovat raja-arvoihin verrattaessa melko suuret ja kaikkien pisteiden tulokset kertovat veden korkeasta humuspitoisuudesta.

Näytteenottopiste 6 tulokset kuitenkin ovat kaikissa mittauksissa erikoisia muihin mittauspisteiden tuloksiin verrattuna. Tuloksiin on saattanut vaikuttaa itse näytteenottoaika. Näyte otettiin pisteeltä siltarummun läheisyydestä näytteenottokeräimellä (Kuva 3). Kuitenkin siltarummun läheisyydessä ei ole merkkejä siitä, että vesi vaihtuisi alueella samalla tavalla kuin järvellä, eikä

vesi ole kovinkaan syvää alueella. Saman alueen läheisyydessä on myös taimitarha, josta käytettäviä ravinteita saattaa päästä sadevesien mukana kulkeutua mahaan ja veteen.



Kuva 4. Näytteenottopiste 6, josta vesi virtaa siltarummun läpi

8 JOHTOPÄÄTÖKSET TULOKSISTA

Lamposelällä vesistön tila on laadultaan tyydyttävä, mutta tuloksissa on nähtävissä rehevöitymisen merkkejä Rantasalmen keskustaan laskevassa joessa varsinkin pisteillä 6 ja 7. Pisteiden paikat sijaitsivat Kosulanlammella, joka laskee Pieneen Raudanveteen.

Tulokset osoittavat veden olevan alueella humuspitoista, sekä fosforin tuloksissa on havaittavissa rehevöitymisen viittaavia arvoja. Mittauspisteillä sekä niiden ympäristössä oli nähtävissä paljon kasvillisuutta, mikä viittaa rehevöitymiseen. Rantasalmen keskustaan laskeva joki on paikoitellen hyvinkin matala eikä vesi vaihdu samalla tavalla kuin avoimella järven selällä, jolloin mitattavien parametrien pitoisuudet eivät tasoitu samalla tavalla. Tämän takia kun näytteitä otetaan ja tutkitaan, on tuloksissa huomattavissa suurempia tuloksia verrattaessa muiden näytteiden tai eri tietokantojen tuloksiin.

Kosulanlammen läheisestä maataloudesta pääsee ravinteita huuhtoutumien ja maaperän mukana pinta- ja pohjavesiin, jotka antavat vesistöalueella mahdol-

lisuuden rehevöitymiseen. Muiltakin alueen teollisuudesta ja asutuksesta pääsee ravinteita veteen, mutta itse vaikutus näkyy eniten rantaviivan tuntumassa rehevöitymisenä ja umpeenkasvamisena tai pahimmassa tapauksessa joen kuivumisena. Maataloudessa tulisi käyttää mahdollisimman ravinteita, jotka eivät sisältäisi fosforia ja typpeä tai hyvin vähän, jottei ravinteita kulkeutuisi alueen pinta- ja pohjavesiin, heikentäen siten vesistön tilaa. Alueelta olisi hyvä kartoittaa pisteet, kuten haja-asutukset, teollisuusalueet sekä maatalouden peltoalueet, joista eniten huuhtoutuu ravinteita vesistöön sekä maaperään. Tämän avulla pystyttäisiin paremmin miettimään erilaisia keinoja, joilla veden tilaa pystyttäisiin parantamaan Lammonselän ja Rantasalmeen laskevan joen alueella.

LÄHTEET

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016a. Kyröjoen vesistöalueen vesienhoidon toimenpideohjelma 2016-2021. PDF-tiedosto. Saatavilla:

<https://www.doria.fi/handle/10024/124447>

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016b. Rannikkovesien ja pienten vesistöjen vesienhoidon toimenpideohjelma 2016-2021. PDF-tiedosto. Saatavilla: <https://www.doria.fi/handle/10024/124454>

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2017c. Vaikuta Vesiin, Vesienhoidon keskeiset kysymykset ja työohjelma Vuoksen vesienhoitoalueella 2022-2027. PDF-dokumentti. Saatavilla: <https://www.doria.fi/handle/10024/147825>

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016d. Vesien tila hyväksi yhdessä Etelä-Savon pinta- ja pohjavesien toimenpideohjelma vuosiksi 2016-2021. PDF-tiedosto. Saatavilla: <https://www.doria.fi/handle/10024/120004>

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016e. Vesien tila hyväksi yhdessä, Kaakkois-Suomen vesienhoidon toimenpideohjelma Vuoksen ja Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueille vuosiksi 2016-2021. PDF-tiedosto. Saatavilla: <https://www.doria.fi/handle/10024/120007>

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi 2000/60/EY

HERTTA –tietojärjestelmä s.a. Pintavesien tilan tietojärjestelmä. Vedenlaatu Pivet/SYKE, ELY-keskukset

Järviwiki s.a. Haukivesi. WWW-dokumentti. Päivitetty 21.9.2015. Saatavilla: [http://www.jarviwiki.fi/wiki/Haukivesi_\(Saimaa\)_04.211.1.001](http://www.jarviwiki.fi/wiki/Haukivesi_(Saimaa)_04.211.1.001)

Mikkola, T. ym. 2003. Rantasalmen tärkeiden pohjavesialueiden suojelusuunnitelma. Etelä-Savon ympäristökeskuksen moniste.

Oravainen, R. 1999. Kokemäenjoen vesistön suojeluyhdistys ry. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna. PDF-tiedosto.

Pilke, A. 2012 Ohje pintaveden tyyppin määrittämiseksi. Suomen ympäristökeskus. PDF-tiedosto. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BF9A5855D-032C-4F16-B340-E3B89D1F1ACD%7D/74875>

Rantasalmen kunta 2010. Rantasalmen kunta Vesihuollon kehittämissuunnitelma. PDF-tiedosto. Päivitetty 28.1.2011. Saatavilla:

http://www.savonlinna.fi/filebank/3316-Rantasalmen_vesihuollon_kehittamissuunnitelma_2010.pdf

Rantasalmen kunta 2018. Rantasalmen kunta Haukivesi - Haapaselkä rantayleiskaavan muutos. Kaavaselostus. Saatavilla:

<https://docplayer.fi/107111787-Rantasalmen-kunta-keskustan-osayleiskaava-ja-haukiveden-haapaselan-rantayleiskaavan-muutos-kaavaselostus.html>

Savo-Karjalan vesiensuojeluyhdistys ry. s.a. Haukiveden-Kallaveden alue. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://skvsvy.fi/vesistot/haukiveden-kallaveden-alue/>

SFS 5505 Veden tyypin määrittäminen. Osa 1: Peroksidisulfaattihapetus.

SFS 8778. Väriluvun määrittäminen

SFS-EN ISO 872 Kiintoaineen määrittäminen. Water quality –Determination of suspended solids – Method by filtration through glass fibre filters

SFS-EN 1189. 1996. Fosforin määrittäminen spektrometrisellä ammoniummolybdaattimenetelmällä.

Suomen ympäristökeskus. 2013. Järvien ja jokien biologinen seuranta. WWW-dokumentti. Päivitetty 30.4.2015. Saatavilla: https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Jokien_ja_jarvien_biologinen_seuranta

Tolonen, K. ym. 2003. Rantavyöhykkeen pohjaeläimet järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Menetelmien käyttökelpoisuuden ja kustannustehokkuuden arviointi Life Vuoksi -projektissa. PDF-tiedosto.

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys. 2004. Veden laatu – veden fysikaalis-kemiallinen tila. PDF-tiedosto. Saatavilla: http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/2113/Veden_laatu.pdf

Vesienhuoltolaki 119/2001

Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämislaki 30.12.2004/1299

Vesistöjen kunnostushankkeet ja asiantuntijaverkostot, rahoitetut hankkeet ELY-keskuksittain. Vesiensuojelun tehostamisohjelma. Päivitetty 16.6.2020. PDF-tiedosto. Saatavilla: https://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Vesien_ja_merten_suojelu/Vesiensuojelun_tehostamisohjelma/Hankkeet_ja_niiden_rahointus

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2014a. Makea vesi ja meri- Vesistöjen hyvään tilaan on vielä matkaa. WWW-dokumentti. Päivitetty 4.10.2018. Saatavilla: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Makea_vesi_ja_meri

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2019b. Pohjavesien määrällinen ja kemiallinen tila. WWW-dokumentti. Päivitetty 19.12.2019. Saatavilla: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pohjavesien_tila

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2013c. Pohjavesien määrällinen ja kemiallinen tila –Etelä-Savo. WWW-dokumentti. Päivitetty 114.2.2020. Saatavilla: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pohjavesien_tila/Pohjavesien_määrällinen_ja_kemiallinen_tila\(27700\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pohjavesien_tila/Pohjavesien_määrällinen_ja_kemiallinen_tila(27700))

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2017d. Vedenlaadun seuranta. WWW-dokumentti. Päivitetty 30.1.2018. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/fi-FI>

[FI/Vesi/Vesistöjen kunnostus/Pienvesien kunnostus/Pienvesien kunnostamisen toteutuksen ja sen vaikutusten seuraaminen/Vedenlaadun seuranta](#)

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2014e. Pintavesien tila Etelä-Savossa keskimääräistä parempi – Etelä-Savo. Päivitetty 16.3.2017. Saatavilla: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Makea_vesi_ja_meri/Pintavesien_tila_EtelaSavossa_keskimaara\(30046\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Makea_vesi_ja_meri/Pintavesien_tila_EtelaSavossa_keskimaara(30046))

Ympäristö.fi. 2016. Vaikuta vesiin. WWW-karttapalvelu. Saatavilla: http://paikkatieto.ymparisto.fi/vaikutavesiinviewers/Html5Viewer_2_9_2/Index.html?configBase=http://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/VaikutaVesiin/viewers/VesikarttaHTML5/virtualdirectory/Resources/Config/Default

YSI. 2014. ProDSS user manual. PDF-tiedosto.

Liite 1. Pintavesien yleiset raja-arvot

	Yleiset raja-arvot	yksikkö
pH	Neutraali 7 Emäksinen > 7 Hapan < 7 Tyypillinen arvo Suomen vesistöissä 6,5 – 6,8	
Sähkönjohtavuus	Alhainen < 5 Sisävedet vesi 5-10 Jätevedet 50 - 100	mS/m
Happi	Kesällä 8-9 Talvella 12-13	mg/l
Kiintoaine	Kirkas <1 Avovesi 1-3	mg/l
Sameus	Kirkas < 1 Lievästi samea 1-5 Samea > 5	FNU
Väri	Väritön <15 Lievästi humuspitoinen 20 - 40 Humuspitoinen 40 – 100 Erittäin humuspitoinen >100	mgPt/l
Fosfori _{kok}	Karu < 15 Lievästi rehevä 15-25 Rehevä 25-100	ug/l
Typpi _{kok}	Karu <400 Lievästi rehevä 400-600 Rehevä 600 – 1500	ug/l