

Kosteikon vaikutus maatalouden ravinnepäästöihin

Lasse Häkkinen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Lasse Häkkinen	
Työn nimi Kosteikon vaikutus maatalouden ravinnepäästöihin	
Päiväys 21.5.2013	Sivumäärä/Liitteet 43/1
Ohjaaja(t) Yliopettaja Merja Tolvanen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) RAE-Hanke / Savonia-ammattikorkeakoulu. Projekti-insinööri Arja Ruokojärvi	
Tiivistelmä	
<p>Opinnäytetyössä on käsitelty kosteikkojen vaikutusta maatalouden ravinne- ja kiintoaine päästöihin. Työssä tehdyn tutkimuksen aikana kerättiin vesinäytteitä kolmelta eri kosteikolta Itä-Suomen alueelta. Tutkimus tehtiin neljän kuukauden aikana kesällä 2012. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kosteikkojen kykyä sitoa maataloudesta aiheutuvia ravinnepäästöjä. Kosteikkotutkimus on yksi osa RAE-hanketta, joka tähtää tehokkaampaan maatalouden ravinteiden kierrättämiseen ympäristöystävällisesti.</p> <p>Tutkittavat kosteikot sijaitsivat Polvijärvellä, Pieksämäellä ja Iisalmessa. Näytteitä kerättiin aluksi kerran viikossa ja loppukesästä kerran kahdessa viikossa. Näytepisteet valittiin siten, että näytteitä on vedestä, joka virtaa kosteikkoon ja vedestä, joka virtaa ulos kosteikosta. Kosteikkokohteista kerätyt vesinäytteet kuljetettiin laboratorioon Kuopioon tutkimuksia varten. Näytteistä tutkittiin niiden ravinne- ja kiintoainepitoisuudet. Näin saatiin selville kuinka suuren osan jäteveden sisältämistä ravinteista kosteikko pystyy sitomaan.</p> <p>Tutkimuksessa oli useita haasteita: Suurin haaste oli näytteiden tumma väri. Väri haittasi spektrofotometrinen analyysien tekemistä. Toinen suuri haaste oli poikkeukselliset sääolosuhteet. Rankat sateet ja pitkät kuivakaudet haittasivat kosteikkojen toimintaa. Tuloksia tarkastamalla todettiin kosteikoilla olevan pidättävä vaikutus maatalouden hulevesiin. Kaikissa kolmessa kosteikkokohteessa vedessä on vähemmän ravinteita sen poistuessa kosteikosta kuin sinne mennessä.</p>	
Avainsanat Kosteikko, maatalous, ravinnepäästöt	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Lasse Häkkinen			
Title of Thesis Effects of wetlands on Emissions from Agriculture			
Date	21 may 2013	Pages/Appendices	43/1
Supervisor(s) Ms Merja Tolvanen, Principal Lecturer			
Client Organisation/Partners RAE-Project / Savonia University of Applied Sciences. Arja Ruokojärvi, Project Engineer			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to study the effect of wetlands on the nutrient emissions from agriculture. Water samples from three different wetlands in Eastern Finland were collected during the research. The research was executed during four months in the summer of 2012. The main objective of the research was to find out how much of the nutrient emissions wetlands can hold. Wetland research is one part of the “RAE – Turning of Nutrient Losses into Profits” project. The main objective of the RAE project is effective nutrient recycling in agriculture.</p> <p>The three wetlands are located in Polvijärvi, Pieksämäki and Iisalmi. At first samples were collected weekly and later in summer once at every two weeks. The points where the samples were taken were: one from water that goes into the wetland and the other where the water comes out of the wetland. Then samples were taken to a laboratory that is located in Kuopio. The nutrient content of water samples was found out at the laboratory. In this way the nutrition binding strength of wetlands was found out.</p> <p>There were plenty of problems during the research. The biggest problem was the dark colour of the samples. Another big problem was uncommon weather conditions. Heavy rains and long dry seasons were harmful to wetlands. From the results it was found out that wetlands have a purifying effect on the runoffs of the agriculture. The nutrition content of the water decreased in the all three wetlands.</p>			
Keywords Wetlands, agriculture, nutritions			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	MONIVAIKUTTEINEN KOSTEIKKO	10
2.1	Kosteikon perustaminen.....	11
2.2	Kosteikon hoito	12
3	KOHDEKOSTEIKOT JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT	13
3.1	Pieksämäki, Etelä-Savo	13
3.2	Iisalmi, Pohjois-Savo	17
3.3	Polvijärvi, Pohjois-Karjala.....	19
4	NÄYTTEIDEN KERÄYS JA ANALYYSIT	23
4.1	Näytteiden kerääminen.....	23
4.1.1	Välineet	23
4.1.2	Näytteiden ottaminen ja säilytys	24
4.2	Paikanpäällä tehtävät mittaukset	24
4.2.1	Veden happamuus	24
4.2.2	Liuennut happi	25
4.2.3	Sähkönjohtavuus	25
4.3	Laboratorioanalyysit	25
4.3.1	Kemiallinen hapenkulutus (COD _{Mn}).....	26
4.3.2	Ammoniumtyppi (NH ₄ -N).....	26
4.3.3	Nitraattityppi (NO ₃ -N)	26
4.3.4	Kokonaistyyppi (kok-N).....	27
4.3.5	Kokonaisfosfori (kok-P)	27
4.3.6	Väri.....	28
4.3.7	Sameus.....	28
5	TULOKSET	29
5.1	Tulosten analysointi.....	29
5.1.1	Heiniöjärven kosteikko, Etelä-Savo.....	29
5.1.2	Sumppilammen kosteikko, Pohjois-Savo	33
5.1.3	Riihilahden kosteikko, Pohjois-Karjala.....	34
5.2	Tulosten luotettavuus	37
5.3	Näytteiden ottaminen ja säilytys.....	39
5.4	Analyysit.....	40
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN	42
	LÄHTEET	43

LIITTEET

Liite 1 Kosteikonäytteiden analyysitulokset

1 JOHDANTO

Tämä työ käsittelee RAE eli Ravinnehävikit euroiksi -hankkeen kosteikkotutkimusta. RAE-hankkeen keskeisin tavoite on tuoda taloudellista kannattavuutta maataloilta ympäristöystävällisesti. Hankkeen avulla pyritään siirtämään tietoa ja osaamista maataloilta ravinteiden hyödyntämisen tehostamiseksi. Tämän tutkimuksen päätavoitteena on tutkia kosteikkoalueiden kykyä sitoa valumavesien sisältämiä ravinteita, sekä kehittää ravinteiden uudelleenkäyttämistä. Ravinteet kuten typpi ja fosfori rehevöittävät vesistöjä. Näitä ravinteita tarvitaan maataloudessa peltojen lannoittamiseen.

Tutkimus suoritetaan kesän 2012 aikana kolmella eri kosteikkoalueella. Yksi kosteikoista on vasta edellisenä talvena rakennettu, yksi on ollut toiminnassa joitakin vuosia ja yksi on kymmenisen vuotta vanha. Kosteikot sijaitsevat Polvijärvellä, Iisalmessa sekä Pieksämäellä.

Minä työskentelen Savonia-ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan tutkimus- ja kehitysyksikössä projektityöntekijänä ja työhöni kuuluu vesinäytteiden ottaminen sekä niiden analysointi laboratoriossa. Tutkimuksella pyritään osaltaan kehittämään kosteikkorakentamista osaksi parempaa vesiensuojelua. Tutkimuksen aikana kerätään tietoa erilaisten kosteikkoalueiden ravinteiden pidätyskyvyistä. Tässä työssä on kolmen kosteikon vuoden 2012 tulokset.

Savonia-ammattikorkeakoulun koordinoimassa RAE-hankkeessa pyritään tehostamaan karjalannan sisältämien ravinteiden käyttämistä lannoittamisessa sekä parantamaan maatalouden vesiensuojeluun liittyviä menetelmiä. Hanke toteutetaan Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan alueilla 1.6.2011–31.12.2014. Yhteistyökumppaneina hankkeessa toimivat Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan ja Etelä-Savon ProAgriat, MTT Maaninka, Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry sekä Suomen ympäristökeskus.

RAE-hankkeen keskeisin tavoite on tuoda taloudellista kannattavuutta maataloilta ympäristöystävällisesti. Hankkeen avulla pyritään siirtämään tietoa ja osaamista maataloilta ravinteiden hyödyntämisen tehostamiseksi. RAE-hankkeen päätavoitteita ovat maatalouden ravinnekierrätyksen lisääminen, lannan energia- ja ravinnetehokkaan käytön edistäminen, vesistöjen ravinnekuorman vähentäminen,

testatun tieto-taidon siirtäminen käytäntöön sekä maatalouden vesiensuojelutoimia tukevan toimijaverkoston luominen Itä-Suomen alueelle.

Kokeellinen kosteikkotutkimus on yksi osa Ravinnehävikit euroiksi -hanketta. Tutkimuksella pyritään kehittämään kosteikkorakentamista osaksi parempaa vesiensuojelua. Tutkimuksen aikana kerätään tietoa erilaisten kosteikkoalueiden ravinteiden pidätyskyvyistä. Tutkimuksessa on mukana kolme erikokoista kosteikkoa, joiden valuma-alueiden koot ja ominaisuudet vaihtelevat.

2 MONIVAIKUTTEINEN KOSTEIKKO

Kosteikolla voidaan tarkoittaa ojan tai vesistön osaa, joka on veden peitossa suurimman osan vuodesta. Myös laskeutusallas lasketaan kosteikoksi. Kosteikon ei välttämättä tarvitse olla ihmisen rakentama. Metsien ja soiden ojitus on aiheuttanut useiden luonnontilaisten kosteikkoalueiden kuivumisen. Syvissä ja peratuissa ojissa vesi virtaa kovalla vauhdilla ja tästä johtuen kiintoaine ja ravinteet menevät valumavesien mukana vesistöihin. (Maatalouden monivaikutteiset kosteikot, 2010)

Rakennetut kosteikot jaotellaan niiden käytön sekä ominaisuuksien mukaan. Lähtökohtaisesti kaikissa kosteikkoprojekteissa on kyse vesistönsuojelusta sekä luonnon moninuoaisuuden turvaamisesta. Vesiensuojelukosteikot voivat olla, joko avovesipintaisia tai kasvillisuuskosteikkoja ja tulva-alueita. Kasvillisuuskosteikoissa veden viipymä on yleensä pidempi kuin avovesipintaisessa ja siksi kasvillisuuskosteikon vaikutus on ravinnepoistamisessa suurempi. Avovesipintaiset kosteikot ovat kuitenkin hyviä typen poistamisessa vedestä, koska näiden pohjalle syntyy helposti hapettomat olosuhteet, mikä on suotuisaa denitrifikaatiolle. (VESIKOT-projektin loppuraportti, 2001) Yhä useammassa kosteikkoprojektissa otetaan huomioon myös viskistyskäyttö sekä riistanhoito. Varsinkin metsästäjien mielenkiinto omaa ns. riistakosteikkoa kohtaan on kasvanut.

Kosteikkorakentamisella pyritään palauttamaan ojia ja kosteikkoja luonnontilaan, jolloin valumavedet viipyvät niissä pidempään. Sedimentaatiossa kiintoaine ja siihen sitoutuneet ravinteet vajoavat kosteikon pohjalle, mistä ne ovat helposti poistettavissa koneellisesti. Vesikasvit käyttävät osan kiintoaineeseen sekä veteen liuenneista ravinteista. Myös vedessä elävät mikrobit muuttavat typpeä typpikaasuksi. Fosfori ja typpi ovat ekosysteemin minimiravinteita, joten niillä on vesistöihin rehevöittävä vaikutus. (Maatalouden monivaikutteiset kosteikot, 2010)

Monivaikutteisella kosteikolla on muitakin tehtäviä ravinteiden pidättämisen lisäksi. Kosteikkoalue tarjoaa hyvän ympäristön useille vesikasveille sekä eläimille. Riistan hoidon kannalta kosteikkoalueet ovat hyviä vesilintujen pesimäpaikkoja. Usein kosteikot ovat suojaista sekä jatkuva pienpetojen pyynti lisää vesilintujen pesinnän onnistumismahdollisuuksia. Sulamisvesien ja rankkasateiden aikana kosteikko pystyy ehkäisemään mahdollisia tulvia. Lisäksi veden virtausnopeus laskee, joka osaltaan vaikuttaa eroosioon uomissa.

Kosteikkoa suunnitellessa tulee ottaa huomioon kosteikon valuma-alueen koko sekä kuinka paljon valuma-alueesta on peltoa, metsää tai suota. Kosteikko mitoitetään oikean kokoiseksi valumavesien määrän mukaan.

2.1 Kosteikon perustaminen

Vuonna 2008 on otettu käyttöön tukijärjestelmä, joka mahdollistaa tuen hakemisen ei-tuotannollisille kosteikkoinvestoinneille. Tällä tuella on tarkoitus rahoittaa monivaikutteisten kosteikkojen perustamista vuosien 2007–2013 välisenä aikana. Kosteikkohanke on toteutettava hyväksytyyn suunnitelman mukaisesti kahden vuoden kuluessa tuen myöntämisestä. (Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ja hoito, 2009)

Ei-tuotannollista investointitukea voidaan myöntää sellaisille kosteikkokohteille, joiden valuma-alueella on yli 20 % peltoa. Jos perustetaan useampia kosteikkoja suurempana hankkeena, niin lasketaan valuma-alueiden peltopintalat hankekokonaisuutena. Lisäksi kosteikon on oltava tulva-alueet mukaan luettuna vähintään 0,5 % valuma-alueen pinta-alasta ja yksittäisen kosteikon on oltava vähintään 0,05 hehtaarin kokoinen. (Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ja hoito, 2009)

Ei-tuotannollista investointitukea monivaikutteisen kosteikon perustamiseen voi hakea viljelijä tai rekisteröity yhdistys, sekä hakijan on oltava vähintään 18-vuotias. Tukea haetaan paikalliselta ELY-keskukselta. Tukea hakiessa täytyy esittää asianmukainen suunnitelma ja lisäksi alueen, jolle kosteikko perustetaan, täytyy olla hakijan hallinnassa hankkeen toteuttamisen ajan.

Ei-tuotannollisten investointien tukea maksetaan hyväksytyjen toteutuneiden kustannusten mukaan maksimissaan:

- kosteikon perustaminen 11 500 euroa hehtaarilta

tukea maksetaan enintään 3 226 € kohteelta, jos perustettava kosteikko on kooltaan 0,3–0,5 hehtaaria.

Arvokkaiden perinnebiotooppien alkuraivaus ja aitaaminen

- enintään 3 hehtaarin kohteet 1 179 €/ha

- yli 3 hehtaarin, mutta enintään 10 hehtaarin kohteet 910 €/ha

- yli 10 hehtaarin kohteet 750 €/ha

Ehtona ei-tuotannollisen investoinnin tuelle on, että investoinnin toteutuksen jälkeen kohteen hoidosta tehdään 5- tai 10-vuotinen ympäristötuen erityistukisopimus. (Ei-tuotannollisten investointien tuki, 2012)

2.2 Kosteikon hoito

Kosteikkoa on hoidettava sekä korjattava sen perustamisen jälkeen. Kosteikon perustamisvaiheessa on laadittava hoitosuunnitelma ja hoitotoimenpiteistä on pidettävä hoitopäiväkirjaa. Hoitosuunnitelman noudattamista valvoo ELY-keskus. Usein kosteikkojen hoitamisen sitoutuu jokin taho tekemällä määräaikaisen hoitosopimuksen kosteikon haltijan kanssa. Kosteikon hoitotoimenpiteistä aiheutuviin kustannuksiin pystyy hakemaan erityistukea, joka on enimmillään 450 euroa hehtaaria kohti vuodessa. Tärkeimpiä huoltotoimenpiteitä ovat kasvillisuuden niittäminen, kosteikon pohjaan kasaantuneen lietteen poistaminen sekä rakenteiden korjaaminen.

Kasvillisuuden niittämisellä pyritään estämään kosteikon umpeen kasvaminen. Niitetty kasvillisuus on tärkeää kerätä pois kosteikosta, jotta kasvien sisältämät ravinteet eivät rehevöitä kosteikkoa entisestään. Kosteikolta poistettava kasvillisuus täytyy kuljettaa paikkaan, missä niiden sisältämät ravinteet eivät aiheuta uutta rehevöitymisriskiä. Joissakin tapauksissa niitetty heinä voidaan käyttää eläinten rehuna tai kosteikkoa voidaan käyttää laitumena, jolloin kasvillisuuden poistaminen tapahtuu luonnollisesti.

Lietteen määrä kosteikossa tulisi tarkistaa vuosittain ja sitä voidaan poistaa joko kaivamalla tai pumppaamalla. Liette sisältää paljon ravinteita, joten se soveltuu hyvin levitettäväksi esimerkiksi pellolle. Pohjaan kasaantunut liete vähentää vesimäärää kosteikossa. Lisäksi kasaantuneesta lietteestä voi irrota kiintoainesta virtaavan veden mukaan.

Kosteikon patorakenteet on tarkistettava joka kevät ja niiden kuntoa tulee tarkkailla sadekausien aikana. Pato saattaa murtua, jos veden pinta kosteikossa nousee liian korkeaksi. Myös muut rakenteet kuten penkereet ja mahdolliset rumpuputket tulee tarkistaa vuosittain. (Monivaikutteisen kosteikon hoito – ympäristötuen erityistukisopimus, 2007-2013)

3 KOHDEKOSTEIKOT JA NÄYTTEENOTTOPAIKAT

Opinnäytetyössä tutkittiin kosteikkojen kykyä sitoa erityisesti maatalouden valumavesien sisältämiä ravinteita. Tutkittavina kohteina oli kolme kosteikkoa Itä-Suomen alueelta. Kaikki kolme kohdetta edustivat hieman erilaisia ratkaisuja sekä ne kaikki olivat eri-ikäisiä. Lisäksi tutkittavat kohteet olivat ennaltavalittuja sekä niistä kaikista oli tehtynä valmis näytteenottosuunnitelma. Näin ollen minun työhöni kuuluivat näytteiden kerääminen sekä niiden analysointi. Näytteenottosuunnitelman olivat laatineet muut opiskelijat.

3.1 Pieksämäki, Etelä-Savo

Kosteikkoalue sijaitsee Pieksämäen Heiniöjärven pohjoisosassa. Kosteikon pinta-ala on noin 0,4 hehtaaria. Kosteikon pinta-alasta vain pieni osa oli avovettä ja loppualue oli kasvillisuuden peitossa (kuva1). Kosteikon valuma-alue koostuu ojitetuista metsistä sekä soista ja salaojitetuista pelloista. Salaojitettua peltoa on noin 54 hehtaaria. Kosteikko on rakennettu 2000-luvun alussa.

Tämä kosteikko ei toiminut ollenkaan kosteikolle ominaisella tavalla koko kesän aikana poikkeuksellisten sääolosuhteiden takia. Keväällä sulamisvesien aikaan kosteikko tulvi ja vesi meni useasta paikasta reunavallin yli suoraan järveen. Kun lumien sulaminen oli päättynyt, niin veden virtaus kosteikkoon väheni lähes olemattomiin. Vain viikkoja lumien sulamisen jälkeen ei kosteikosta enää poistunut vettä lainkaan ja vesi jopa virtasi järvestä kosteikkoon.



Kuva 1. Heiniöjärven kosteikko. Kuva Lasse Häkkinen 2012.

Etelä-Savon kohteessa oli myös laskeutusallas. Laskeutusallas sijaitsi ennen kosteikkoa ja myös siitä otettiin näytteet tulevasta sekä lähtevästä vedestä. Laskeutusallas oli noin 90 metriä pitkä ja 5 metriä leveä. Altaaseen tuli vettä salaojitetuilta pelloilta.

Kuvassa 2 on esitettyä kosteikon rakenteet. Yläreunassa puna-musta viiva kuvaa tietä ja alareunassa sininen alue kuvaa Heiniöjärveä. Ruskealla piirretyt viivat kuvaavat kosteikon pengerryksiä. Alun perin suoraan järveen virrannut oja on padottu, jotta vesi virtaisi kosteikkoon. Pato on merkattu kuvaan purppuralla viivalla. Vaaleansinisellä on kuvaan merkattu kosteikossa virtaavat ojat sekä kosteikkoalue. Mustat nuolet kuvaavat veden virtaussuuntaa.



Kuva 2. Kuvaus kosteikon rakenteista

Näytteenottoaikat

Näytteenottopiste 1 (ES1, Kuva 3): Tästä näytteenottopisteestä otettiin vesinäytteet kosteikosta poistuvasta vedestä. Näytepiste sijaitsi keskellä kosteikosta pois virtaavaa ojaa. Tämän näytteenottopisteen kanssa oli ongelmia lähes koko kesän ajan. Alkukesästä sulamisvesien vaikutuksesta vesi virtasi hyvin voimakkaasti ja osa vedestä poistui kosteikolta patovallin yli eikä kulkenut tarkoitettua uomaa pitkin. Kesän puolenvälin aikoihin kosteikko kasvoi umpeen ja kosteikkoon tulevan veden virtaus hidastui huomattavasti ja tästä johtuen vesi ei enää virrannut lainkaan pois kosteikosta vaan pikemminkin virtausta tapahtui järveltä kosteikkoon päin.

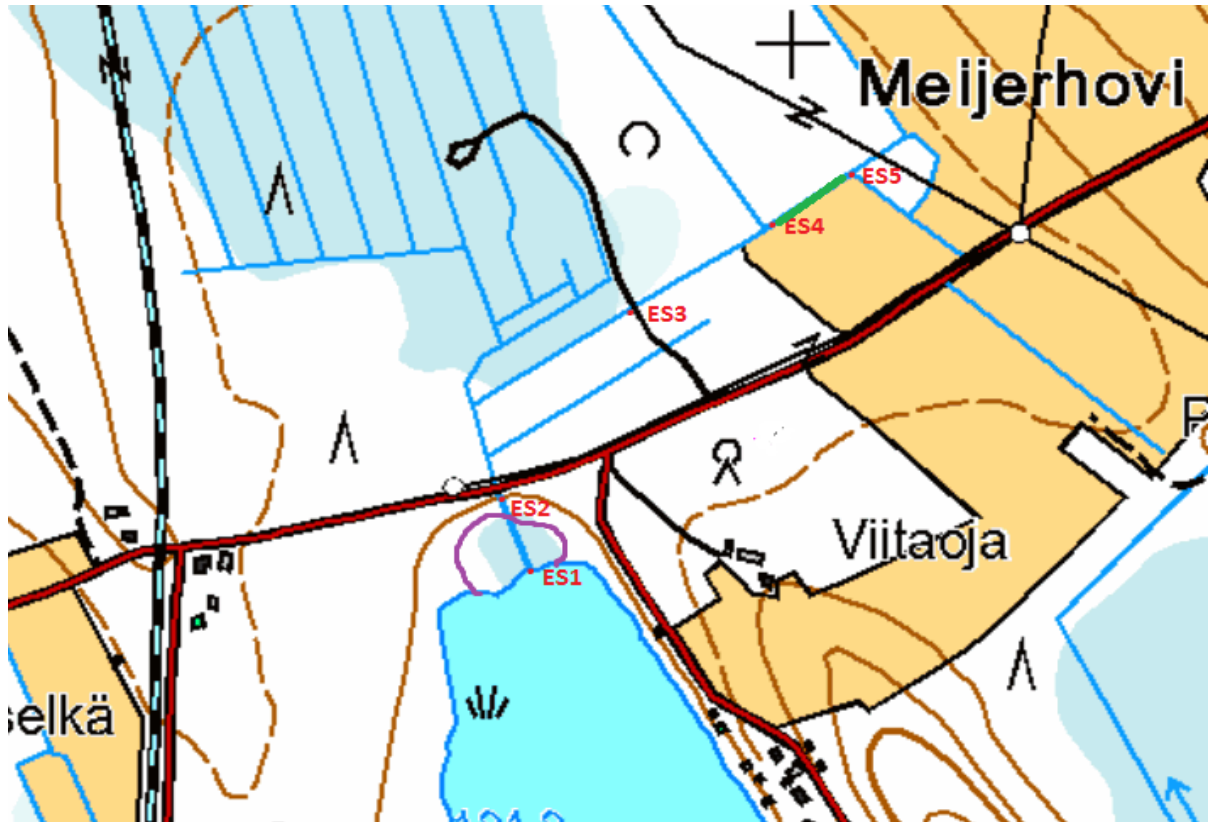
Näytteenottopiste 2 (ES2): Tästä pisteestä otettiin vesinäytteet kosteikkoon virtaavasta vedestä. Näytepisteen kohdalla kosteikkoon tuleva vesi virtasi tien ali rumpuputkea pitkin. Näyte otettiin noin metrin etäisyydeltä rumpuputkesta. Näytepiste 2 kohdalla suoritettiin myös virtausmittauksia alkukesän aikana. Loppukesästä virtausmittauksia ei suoritettu, koska virtaama oli liian matala. Virtausmittaukset suoritti opiskelija Jussi Haapamaa.

Näytteenottopiste 3 (ES3): Tämä näytteenottopiste sijaitsi keskellä metsäojaa suurinpiirtein puolessavälissä laskeutusallasta ja kosteikkoa. Nämä vesinäytteet otettiin vertailukohdaksi muille näytteille. Näytepiste sijaitsi paikassa, jossa metsäoja virtasi uuden metsäautotien ali rumpuputkea pitkin. Näytepiste sijaitsi noin metrin päässä rumpuputkesta.

Näytteenottopiste 4 (ES4): Tästä näytteenottopisteestä otettiin laskeutusaltaan jälkeiset vesinäytteet. Laskeutusaltaan päässä oli kivistä kasattu pato, jonka läpi vesi virtasi jatkaen metsäojaa pitkin kosteikkoon. Näytepiste 4 sijaitsi padostakatsottuna laskeutusaltaan puolella noin metrin päässä padosta.

Näytteenottopiste 5 (ES5): Tästä näytteenottopisteestä otettiin vesinäytteet ennen laskeutusallasta. Laskeutusaltaaseen virtasi kaksi ojaa, jotka molemmat tulivat salaojitetuilta pelloilta. Näytepiste sijaitsi näiden ojien yhtymäkohdassa keskellä laskeutusallasta. Virtaaman mittaaminen kyseisestä paikasta ei ollut mahdollista käytössä oleilla laitteilla.

Kuvassa 3 näkyvät näytteenottopisteet kartalla. Karttaan on myös merkitty kosteikkoalue purppuralla viivalla sekä laskeutusallas vihreällä. Kuvasta on nähtävissä myös osa valuma-alueen metsäojituksesta sekä salaojitetuista pelloista.



Kuva 3 Näytteenottopisteet Heiniön kosteikolla

3.2 Iisalmi, Pohjois-Savo

Kosteikkokohde Pohjois-Savossa on Sumppilammen kosteikko Iisalmen Kirmanjärvellä. Kosteikko on perustettu vuonna 1995 lintukosteikoksi. Lintukosteikko päätettiin rakentaa vesijättömaalle, jolla ei ollut muuta käyttöä. Kosteikon kunnostamistyöt on aloitettu ja ennen töiden aloittamista Sumppilampi oli umpeen kasvanut (kuva 4,5). Kosteikon pinta-ala on noin 1,7 hehtaaria ja kosteikon valuma-alue noin 100 hehtaaria.

Kirmajärven valuma-alueelle on perustettu nurmi-Suomen ensimmäinen jatkuvatoiminen fosforikuormituksen seurantajärjestelmä, ja kosteikko on tämän seurantajärjestelmän piirissä. Järjestelmä perustettiin osana MTT Maaningan *Sisävesien fosforikuormituksen vähentämiskeinot* -hanketta eli FOKUS-hanketta. Hanke päättyi vuonna 2012, mutta seuranta jatkuu vuosien 2012–2014 ajan FOKUS II eli sisävesien ravinnekuormitus - hankkeen alla.



Kuva 4. Sumppilammen kosteikon näytteenottokoppi. Kuva Jussi Haapamaa 2012.

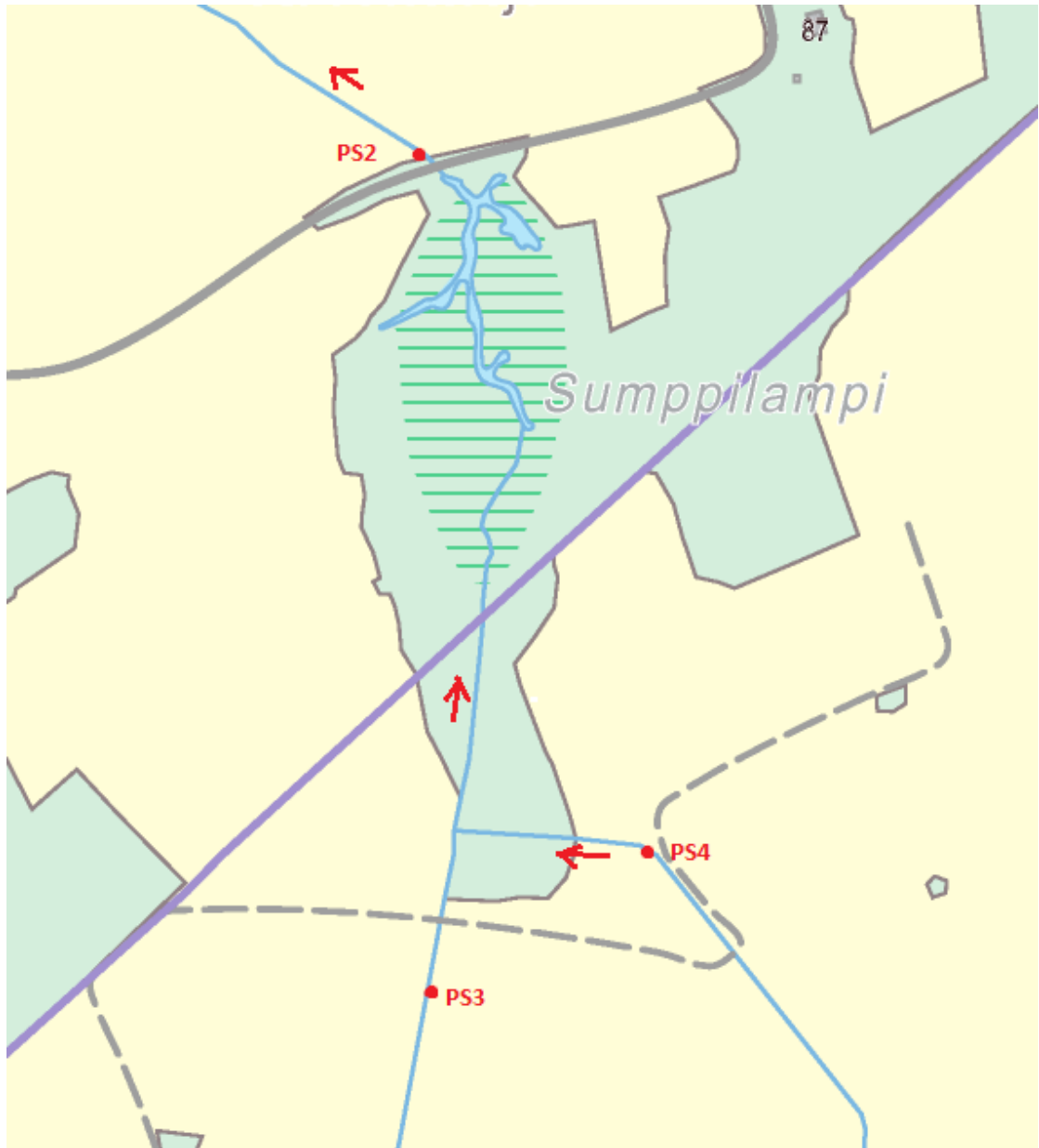
Näytteenottoaikat

Sumppilammen kosteikolla oli kolme näytteenottpistettä (kuva 5). Kaikissa näytteenottpisteissä on jatkuvatoiminen virtaamaseuranta ja näytteenotto sekä rakennettuna kiinteä koppi, josta näytteet on helppo ottaa (kuva 4). Kosteikolta saatiin otettua näytteitä koko tutkimusjakson ajan.

Näytteenottpiste 1 (PS2): Kosteikon alapuolella oleva mittauspiste.

Näytteenottpiste 2 (PS3): Kosteikkoon laskevassa ojassa. Ojan valuma-alueesta lähes 100 % on peltoa.

Näytteenottpiste 3 (PS4): Kosteikkoon laskevassa ojassa. Ojan valuma-alueesta noin puolet on peltoa ja puolet metsää.



Kuva 5. Sumppilammen kosteikon näytteenottopisteet.

3.3 Polvijärvi, Pohjois-Karjala

Polvijärvellä sijaitseva kosteikko on nimeltään Riihilahden kosteikko (kuva 6), ja se sijaitsee Iso-Reuhka-nimisen järven pohjoispäässä. Riihilahden kosteikko on monimuotokosteikko ja sen on perustanut Eräenarit ry. Tämä kosteikko on rakennettu kevään ja kesän 2011 aikana. Kosteikon valuma-alueella on noin 75 hehtaaria viljeltyä peltoa ja valuma-alueen kokonaispinta-ala on noin 240 hehtaaria. Valuma-alueella on lisäksi ojitettua suota sekä metsää. Ennen kosteikon perustamista alue oli pahasti umpeen kasvanut sekä pusikoitunut. Tämänkaltaisen rehevöityminen kielii korkeista ravinnepäästöistä.

Tämä kosteikko on malliesimerkki hyvästä riistakosteikosta. Alueella havaittiin useita heinäorsapoikueita sekä muitakin vesilintuja. Kosteikolla oli useita suojaisia paikkoja lintujen pesimistä ajatellen, sekä kosteikkoalueella pyydetään pienpetoja.

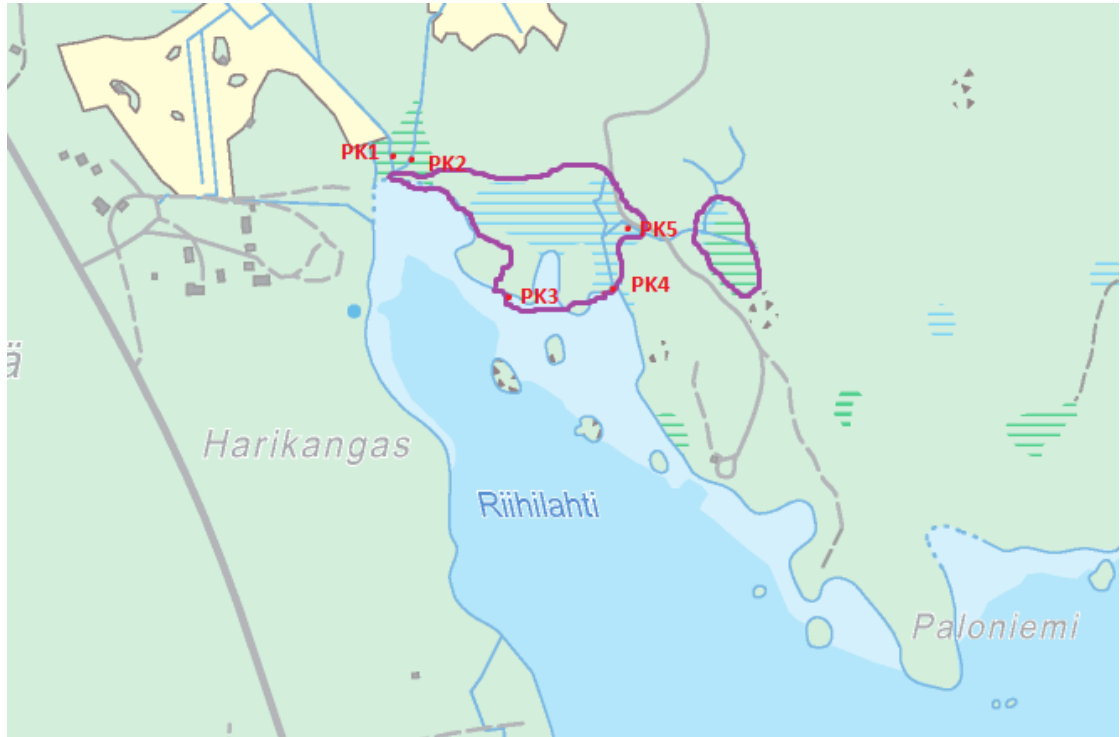


Kuva 6. Yleisnäkymää Riihilahden kosteikosta.

Riihilahden kosteikko toimi muutamaa vuotokohtaa lukuunottamatta hyvin koko kesän ajan. Kosteikon patovalli oli murtunut sulamisvesien vaikutuksesta ja osa valuma-alueen vesistä valui suoraan vesistöön. Murtumiskohtaa ei päässyt korjaamaan koko kesän aikana, koska alue oli niin kostea, ettei sinne voinut millään koneella ajaa. Veden ollessa korkeimmillaan kesäkuun alkupuolella vesi juoksi patovallin yli toisestakin kohtaa, mutta tämä vuoto tukittiin kesän aikana. Tämänkaltaiset vuodot ovat ymmärrettäviä, koska kosteikko oli käytössä ensimmäistä vuotta.

Näytteenottoaikat

Kuvassa (kuva 7) on esitettyä kosteikkoalue sekä näytteenottopisteet. Punaiset pisteet ovat näytteidenkeräyspaikkoja. Kosteikkoalue on merkitty kuvaan violetilla.



Kuva 7. Riihilahden kosteikkoalue sekä näytteenottpisteet (*paikkatietoikkuna*).

Näytteenottpiste 1 (PK1): Tämä piste oli yksi kolmesta kosteikkoon laskevasta ojasta. Tämän ojan valuma-alueella on peltoa sekä metsää. Näytteet otettiin noin metrin päästä rumpuputkesta, joka kulkee metsäautotien ali. Näytepisteestä saatiin otettua näytteitä sekä tuloksia läpi kesän. Alkukesän aikana oja tulvi pahasti ja osa vedestä virtasi suoraan vesistöön kulkematta kosteikon kautta. Tästä pisteestä on myös mitattu joitakin virtaamia.

Näytteenottpiste 2 (PK2): Myös tämä näytteenottpiste oli kosteikkoon laskevasta ojasta. Ojan valuma-alueella on vain metsää. Pisteessä virtasi hyvin vettä koko kesän ajan ja näytteitä sekä tuloksia saatiin kerättyä mainiosti. Ongelmia tuli ainoastaan loppukesästä, kun kasvillisuudesta irtosi reilusti kiintoainesta virtaavan veden sekaan.

Näytteenottpiste 3 (PK3): Kolmas näytteenottpiste oli paikassa, josta suurin osa kosteikon läpi kulkeneesta vedestä poistuu vesistöön. Vesi poistuu kosteikosta kahta rumpuputkea pitkin. Näytteenottpiste sijaitsi kosteikon puolella noin metrin päässä rumpuputkesta. Näytteet otettiin siis vedestä joka on hetkeä myöhemmin poistumassa kosteikosta, eikä kosteikosta jo poistuneesta vedestä. Tämä sen takia, koska kosteikon ulkopuolella oli reilusti kasvillisuutta, ja se olisi haitannut näytteiden keräämistä. Kosteikosta poistui vettä koko kesän ajan ja tuloksia ja näytteitä saatiin kerättyä myös tästä pisteestä.

Näytteenottopiste 4 (PK4): Myös tämän näytepisteen kautta vesi virtasi kosteikosta vesistöön. Näytteenottoaikalla oli kaivettuna pieni uoma, jota pitkin vesi virtasi hitaasti kosteikosta järveen. Tästä pisteestä vettä poistui huomattavasti vähemmän kuin pisteestä 3. Kesän puolenvälin aikoihin vettä ei enää juurikaan virrannut ja näytteitä ei pystytty ottamaan kaikkina näytteidenkeräyspäivinä.

Näytteenottopiste 5 (PK5): Tämän näytteenottopisteen kautta kosteikkoon virtasi vettä toisesta pienemmästä kosteikosta. Virtaus oli kuitenkin erittäin vähäistä koko kesän ajan ja näytteitä saatiin otettua vain muutaman kerran alkukesästä.

4 NÄYTTEIDEN KERÄYS JA ANALYYSIT

Vesinäytteitä käytiin keräämässä kosteikoilta näytteenottosuunnitelman mukaisesti. Polvijärven kosteikolta touko- ja kesäkuun ajan näytteitä keräsi MMM, limnologi ja päätoiminen tuntiopettaja Tarmo Tossavainen Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulusta. Loppu kesän ajan minä keräsin näytteet. Pieksämäen kosteikolta keräsin näytteet itse koko kesän ajan. Iisalmen kosteikolta näytteitä keräsi koko kesän ajan tutkija Mari Rätty MTT Maaningasta. Kaikki näytteet analysoitiin Savonia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa yhdessä muiden laboratoriossa työskentelevien kanssa.

4.1 Näytteiden kerääminen

Kosteikkojen näytteenottosuunnitelman pohjana käytettiin opiskelijaprojektissa maastokartan pohjalta tehtyä näytteenottosuunnitelmaa, jota täydennettiin paikan päällä käynnin jälkeen. Näytteet pyrittiin keräämään näytteenottosuunnitelman mukaisesti. Joitakin muutoksia suunnitelmaan täytyi tehdä, koska näytteiden ottaminen ei ollut mahdollista kaikista suunnitelluista paikoista. Lisäksi näytteidenottoaikoja jouduttiin muokkaamaan.

Ensimmäiset näytteet käytiin ottamassa heti, kun lumet alkoivat sulaa ja vesi virtasi ojissa. Tästä eteenpäin näytteitä pyrittiin keräämään viikon välein. Kesän lopulla, ennen syksyn sadekautta näytteitä otettiin kahden viikon välein, koska ojat kuivuivat, eikä kosteikkoihin juuri virrannut vettä.

4.1.1 Välineet

Näytteet otettiin happopestyllä lasipullolla, josta vesinäyte kaadettiin happopestyyn muoviseen näytepulloon. Lasipullo oli kiinni alumiinisessä varressa, jonka avulla näytteet pystyttiin ottamaan tarvittavan etäisyyden päästä ojan penkoista. Näytteen ottamisen jälkeen näytepullo laitettiin kylmälaukkuun, jossa oli 4–6 kylmävaraajaa pitämässä näytteet viileinä.

Kosteikoilla tehtiin muutamia mittauksia paikanpäällä. Mittaukset tehtiin HACH HQ40d multi-mittarilla. Virtausmittauksissa käytimme mittanauhaa, sekuntikelloa sekä siivikkoo. Virtausmittaukset suoritimme yhdessä opiskelija Jussi Haapamaan kanssa.

4.1.2 Näytteiden ottaminen ja säilytys

Näytteet otettiin noin 100 ml:n kokoomanäytteinä. Tilavuudelta yhden litran kokoiseen näytepulloon otettiin näytettä 10x100 ml. Näin saatiin aikaan mahdollisimman todenmukainen näyte kyseisellä kohdalla virtaavasta vedestä. Vesinäyte laitettiin heti ottamisen ja merkitsemisen jälkeen kylmälaukkuun, jotta ne olisivat viileässä ja pimeässä.

Laboratoriolle saavuttaessa näytteet siirrettiin välittömästi kylmiöön, missä lämpötila on noin 4 °C. Myös kylmiössä näytteet olivat pimeässä.

4.2 Paikanpäällä tehtävät mittaukset

Pystyimme tekemään joitakin mittauksia paikanpäällä kosteikolla vesinäytteiden keräämisen yhteydessä. Kaikki nämä mittaukset tehtiin HACH HQ40d multi-kenttämittarilla. Tämä paikanpäällä tehtävä mittaus on huomattavasti luotettavampi kuin esimerkiksi sama mittaus, joka on tehty vuorokautta myöhemmin laboratoriossa. Veden pH, sähkönjohtokyky tai liuenneen hapen määrä saattaa muuttua näytteen säilytyksen ja kuljetuksen aikana. Siksi paikanpäällä tehtävä mittaus antaa erittäin luotettavia tuloksia.

4.2.1 Veden happamuus

pH-arvo, eli veden happamuus, mitattiin joka kerta näytteenoton yhteydessä. Kenttämittari kalibroitiin käyttämällä puskuriliuoksia, joiden pH-arvot olivat 7 ja 4, koska oletimme veden pH-arvon olevan alle 7. Mittarin paikkansapitävyyttä tarkistettiin näytteidenottojakson aikana useasti, ja tarvittaessa se kalibroitiin uudelleen.

Mittaus suoritettiin laittamalla mittarin pH-anturi veteen ja odottamalla tuloksen stabiloitumista. Stabiloituminen saattoi joskus kestää pitkiäkin aikoja, koska virtaavasta vedestä mitatessa arvot heittelevät hiukan. Mittaus toistettiin tarvittaessa luotettavamman tuloksen saamiseksi.

4.2.2 Liuennut happi

Liuenneella hapella tarkoitetaan veden happipitoisuutta. Hapetta muodostuu veteen kasvien yhteyttämisen johdosta sekä liukenemalla ilmasta. Hapetta vedessä kuluttavat muun muassa bakteerien hajoitustoiminta sekä eläimien hengittäminen. Veden happipitoisuuteen vaikuttaa myös lämpötila. Lämpimässä vedessä hapetta on vähemmän kuin kylmässä vedessä. (Happipitoisuus)

Veteen liuenneen hapen määrä mitattiin jokaisen näytteenottokerran yhteydessä. Mittaus suoritettiin asettamalla kenttämittarin anturi veteen, jonka jälkeen odotimme mittauksen stabiloitumista. Olimme mittauksesta aina muutaman toiston ja laskimme niiden keskiarvon, koska tulos heittelehti hieman virtaavan veden takia.

4.2.3 Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuuden avulla määritetään veteen liuenneiden suolojen määrä. Sähkönjohtavuusmittaukset suoritettiin vesinäytteiden keräämisen yhteydessä. Kenttämittari kalibroitiin ennen tulosten ottamista. Mittaus suoritettiin laittamalla anturi veteen, jonka jälkeen katsottiin tulos mittarista. Tuloksia otettiin ylös muutamia, joista otettiin keskiarvo.

Suomen vedet ovat kallioperän hitaasta rapautumisesta johtuen vähäsuolaisia. Arvot sisävesissä ovat 5–10 mS/m, pohjavesissä 20 mS/m, jätevesissä 50 - 100 mS/m, Itämerien lahtien perukoilla 200 mS/m ja suurimmillaan merivedessä 1000–1200 mS/m. (Sähkönjohtavuus)

4.3 Laboratorioanalyysit

Suurin osa analyyseistä tehtiin laboratoriossa. Analyysit pyrittiin tekemään vuorokauden sisällä näytteiden ottamisesta, kuten standardit kehottavat tekemään. Ennen näytteiden analysointia näytteet otettiin pois kylmiöstä ja niiden annettiin lämmitä huoneenlämpöiseksi.

4.3.1 Kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn})

Laboratoriossa mitattiin kaikkien näytteiden kemiallinen hapenkulutus. Tämä mittaus kertoo näytteessä olevien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrän. Tällaisia aineita ovat kaikki eloperäiset aineet kuten jätevesi, humus sekä karjan tuottamat päästöt. Kemiallinen hapenkulutus mitattiin SFS 3036 standardin mukaan. Nolla-näytteenä käytettiin ionivaihdettua vettä.

4.3.2 Ammoniumtyppi ($\text{NH}_4\text{-N}$)

Ammoniumtyppi on epäorgaaninen aine, jota päätyy vesistöihin teollisuuden ja asutuksen jätevesien mukana sekä maanviljelyssä käytettävistä lannoitteista. Ammoniumtyppeä esiintyy yleisesti pieniä määriä luonnonvesissä. Suuret ammoniumtyypen määrät ($>1000\mu\text{g/l}$) ovat merkki jätevesipäästöistä. Turvetuotannossa olevien soiden valumavedet sisältävät myös runsaasti ammoniumtyppeä ($1000\mu\text{g/l} - 3000\mu\text{g/l}$).

Hapellisissa olosuhteissa ammoniumtyppi hapettuu nitraatiksi. Hapettumisen seurauksena veden pH-arvo laskee ja vesistön happi-pitoisuus pienenee. Hapettomissa olosuhteissa ammoniumtyppeä saattaa esiintyä jopa useita milligrammoja litrassa.

Ammoniumtyppi muuttuu myrkylliseksi ammoniakiksi veden pH-arvon noustessa. pH-arvon noustessa tasolle 8,5 tai korkeammalle vesistössä, joka sisältää runsaasti ammoniumtyppeä, niin veteen muodostuu niin paljon ammoniakia, että vesistön kalat saattavat kuolla. Suomen luonnonvesissä pH-arvo on luontaisesti hapanta ja suuret ammoniakkipitoisuudet ovat erittäin harvinaisia.

Ammoniumtyypen määrä näytteessä määritettiin Nesslerin metodilla (Method 8038). Analyysissä nolla-näytteenä käytettiin ionivaihdettua vettä. Näytteet analysoitiin HACH DR 2800 -spektrofotometrillä.

4.3.3 Nitraattityppi ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Nitraatti on epäorgaaninen yhdiste, jota esiintyy luonnonvesissä muutamasta kymmenestä sataan mikrogrammaan litrassa. Jos veden nitraattityypipitoisuus on

kuitenkin joitakin milligrammoja, niin se on vahva viite jätevesipäästöistä. Usein kohonneet nitraattityppipitoisuudet johtuvat vesistöön huuhtoutuneista lannoitteista, joita käytetään maanviljelyssä.

Useat levät käyttävät nitraattia ravinteena ja vahvan levätuotannon seurauksena nitraatti saattaa kuluua loppuun. Tämä aiheuttaa levästön rakenteessa muutoksen tyyppiä ilmasta sitovien sinilevien suuntaan, mikäli ammoniumtyyppiäkään ei ole saatavilla.

Nitraattityypin määrä määritettiin metodin 8171 mukaan HACH DR 2800 – spektrofotometrillä.

4.3.4 Kokonaistyyppi (kok-N)

Kokonaistypellä tarkoitetaan typen kokonaismäärää vedessä. Typpi voi esiintyä vedessä liuenneina, liukenemattomina tai kolloidisina orgaanisina yhdisteinä. Lisäksi typpi voi olla liuenneina epäorgaanisina yhdisteinä kuten ammoniumina, ammoniakkina, nitraattina, nitriittinä tai vapaana typpenä.

Typpi on fosforin ohella tärkein ravinne järvien rehevöitymisen kannalta. Tyyppillisimpiä typen lähteitä ovat maa- ja metsätalous, talouksien jätevedet sekä turvetuotanto.

4.3.5 Kokonaisfosfori (kok-P)

Kokonaisfosforilla tarkoitetaan fosforin kokonaismäärää vedessä. Fosforia esiintyy yleisesti hyvin pieninä pitoisuuksina luonnonvesissä. Luonnonoloissa fosforia tulee veteen kivilajeista, jotka sisältävät fosforia ja joiden rapautuessa fosfori lähtee liikkeelle.

Järvien rehevöitymisen kannalta huuhtoumia suurempana riskinä ovat ihmisten aiheuttamat fosforikuormat. Fosforia joutuu vesistöön muun muassa maa- ja metsätalouden, teollisuuden sekä asutuksen vaikutuksesta. Lisäksi myös kalan kasvatus ja turvetuotanto lisäävät fosforipäästöjä.

4.3.6 Väri

Suomessa luonnonvedet harvoin ovat täysin kirkkaita. Veden kyllänsä väri voi johtua siinä olevasta kiintoaineesta tai siihen veteen liuenneista humusaineista. Veden värin voimakkuus vaihtelee sen mukaan, kuinka paljon vedessä on epäpuhtauksia.

Maan muokkaaminen, kuten soiden ja metsien ojittaminen lisäävät humuksen määrää pintavesissä. Vesistöt ovat Suomessa usein humuksen kyllänsä värjäämiä sekä happamia. Vesien yleisessä käyttökelpoisuusluokituksessa lievästi humuspitoinen veden väri on alle 50 mg/l Pt. Luonnontilaisessa humusvedessä se voi olla jopa 200 mg/l Pt.

Vesinäytteiden väri mitattiin HACH DR 2800 –spektrofotometrillä. Värin mittaaminen tehtiin metodin 8025 mukaan. Näytteiden ollessa liian tummia mitattavaksi jouduttiin niitä laimentamaan joko 1:2 tai 1:5. Laimentaminen suoritettiin ionivaihdetulla vedellä.

4.3.7 Sameus

Veden sameus johtuu raudasta, savesta, kolloidisista yhdisteistä tai runsaasta levämäärästä. Käyttökelpoisuusluokituksen mukaan veden sameuden ollessa yli 1,5 FTU voi sen luokka alentua erinomaisesta hyväksi.

Veden sameus mitattiin HACH 2100N IS Turbidimetrillä.

5 TULOKSET

5.1 Tulosten analysointi

Tuloksien analysoinnissa käytettiin apuna excel-tilukkolaskentaohjelmaa. Tuloksista tehdyissä taulukoissa on esitetty kosteikkoon virtaavan- sekä kosteikosta pois virtaavan veden ravinnepitoisuudet. Vesistöjen rehevöitymisen kannalta tärkeimpien ravinteiden pitoisuusvaihteluista on muodostettu kuvaajat selkeyttämään tulosten tarkastelua. Lisäksi tulosten tarkastelussa on käytetty apuna näytteenottojakson aikana esiintyneitä minimi- ja maksimipitoisuuksia.

Tulosten tarkastelussa on pyritty määrittämään mahdolliset korrelaatiot ravinnepitoisuuksien ja olosuhteiden välillä. Eli vaikuttaako esimerkiksi veden lämpötila veden nitraattipitoisuuteen.

Tulosten tarkastelussa ei ole esitettyä kaikkia tuloksia, vaan täydelliset taulukot tuloksista löytyvät liitteestä 1. Tarkastelussa keskitytään olennaisimpiin tuloksiin.

5.1.1 Heiniöjärven kosteikko, Etelä-Savo

Etelä-Savosta Heiniöjärven kosteikosta käytiin näytteenottojakson aikana ottamassa vesinäytteitä 12 kertaa. Näytteitä pyrittiin ottamaan viidestä eri pisteestä. Vesinäytteiden lisäksi suoritimme muutamia kenttämittauksia.

Taulukossa 1 on esitettyä Pieksämäen kosteikolta saatujen tulosten vaihteluvälit näytteenottojakson aikana. Taulukosta käy ilmi mitä eri mittauksia näytteistä suoritettiin sekä pitoisuuksien maksimi- ja minimiarvo.

Taulukko 1. Heiniöjärven kosteikon näytteenottojakson aikana tutkittujen pitoisuuksien ja veden ominaisuuksien vaihteluvälit.

		pH	Johtokyky, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Happi, mg/l	Lämpötila, °C	COD _{Mn}	Kok. fosfori, mg/l	Kok. typpi, mg/l	Ammoniumtyppi, mg/l	Nitraattityppi, mg/l	Sameus, FNU	Väri, PtCO	Väri, PtCO Suod.	Kiintoaine, mg/l
E S 1	Min	5,44	64	6,19	0,3	44,48	0,06	1,1	0,6	0,2	1,89	326	371	0,6
	Max	6,07	99,8	10,89	11	58,04	0,12	3,6	1,65	5,5	5,84	494	415	7,2
E S 2	Min	4,8	67,7	6,66	0,3	29,58	0,04	1,4	0,6	0	2,5	339	238	0,8
	Max	6,36	116,4	10,15	15,1	71,57	0,16	3,7	1,85	6	15,1	626	580	9,5
E S 3	Min	5,11	56,4	4,6	0,2	46,4	0,05	1,1	0,8	0	2,4	407	464	0,78
	Max	6,15	106,8	9,47	17,4	81,91	0,49	4,1	2,5	5,5	21	996	686	27,3
E S 4	Min	5,15	62,8	1,52	0,2	46,72	0,06	1,7	0,225	0	2,21	406	506	0,1
	Max	6,04	110,7	9,02	19	86,28	0,38	4,3	2,6	5,5	23,6	982	736	42
E S 5	Min	5,61	54,9	2,01	0,2	47,04	0,05	1,4	1,2	0	1,95	414	519	1,2
	Max	6,13	199	9,41	19,2	88,66	0,455	4,8	2,8	6	27,8	1196	798	39

Taulukossa 2 on esitettyä Etelä-Savon kosteikkokohteesta mitatut kokonaisfosforipitoisuudet. Taulukossa näytteenottopisteet on merkattu koodeilla ES1-ES5. Taulukosta käy ilmi näytteidenotto ajankohdat. Aina ei näytteitä pystytty syystä tai toisesta ottamaan ja tästä johtuen taulukossa on tyhjiä kohtia.

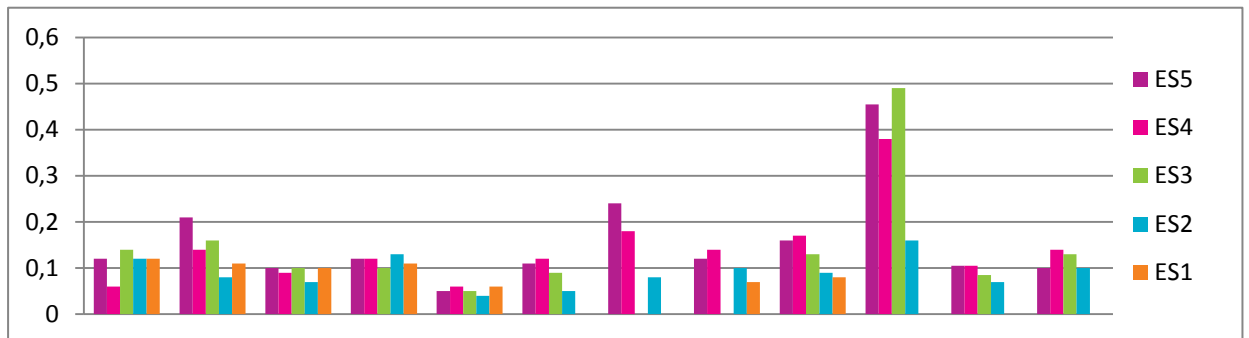
Taulukon arvot on esitetty pylväsdiagrammina kuviossa 1. Kuvaajasta käy selvemmin ilmi kokonaisfosforipitoisuuksien vaihtelut. Kuvaajaan pylväät on aseteltu siten, että ensimmäisenä oleva violetti pylväs (ES5) kuvaa pitoisuutta kauimpana järvestä,

johon vesi lopulta päätyy. Oikealla oleva oranssi pylväs (ES1) taas kuvaa tilannetta juuri ennen järveä. Sama asettelu pätee myös kuvioissa 2 ja 3.

Fosforipitoisuudet eivät muutamaa poikkeusta lukuunottamatta heitellyt paljoakaan kesän aikana. Suurimmillaan pitoisuudet olivat 9. heinäkuuta. Huomattavasti normaalia korkeammat pitoisuudet johtuneet näytteidenottoa edeltäneestä rankkasateesta, joka on huuhtonut ravinteita pelloilta normaalia enemmän.

Taulukko 2. Heiniöjärven kosteikon kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l)

pvm	17.4.	23.4.	2.5.	8.5.	14.5.	22.5.	31.5.	12.6.	25.6.	9.7.	25.7.	12.10.
ES1	0,12	0,11	0,1	0,11	0,06			0,07	0,08			
ES2	0,12	0,08	0,07	0,13	0,04	0,05	0,08	0,1	0,09	0,16	0,07	0,1
ES3	0,14	0,16	0,1	0,1	0,05	0,09			0,13	0,49	0,085	0,13
ES4	0,06	0,14	0,09	0,12	0,06	0,12	0,18	0,14	0,17	0,38	0,105	0,14
ES5	0,12	0,21	0,1	0,12	0,05	0,11	0,24	0,12	0,16	0,455	0,105	0,10



Kuvio 1. Heiniöjärven kosteikon kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l)

Kosteikossa, eli näytepisteiden ES2 ja ES1 välillä, ei näiden näytteiden valossa tapahdu juurikaan puhdistumista. Kuitenkin kauimpana järvestä pisteessä ES5 pitoisuudet ovat korkeammat kuin esimerkiksi pisteissä ES2 ja ES1. Laskeutusaltaassa eli pisteiden ES5 ja ES4 välillä pitoisuuksissa on enemmän eroja.

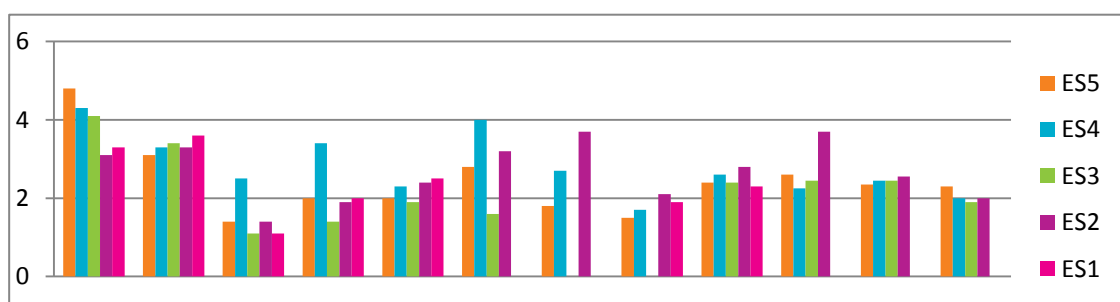
Taulukossa 3 on esitettyä Heiniöjärven kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet. Kuviossa 2 pitoisuudet esitettyä pylväsdiagrammina. Näytteidenottopisteet on merkitty koodein ES1-ES5 ja näytteidenottoajankohdat näkyvät taulukossa.

Tuloksista on havaittavissa typen suhteen osittain samat asiat kuin fosforin kanssa. Tyyppiä näyttäisi poistuvan vähemmän vedestä kuin fosforia, ja hyvin usein tyyppiä on järveen virtaavassa vedessä enemmän kuin aikaisemmin. Tämä voi johtua mm.

kosteikossa syntyvästä kasvijätteestä tai mahdollisesti levien ilmasta sitomasta tpeestä.

Taulukko 3. Heiniöjärven kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet (mg/l)

pvm	17.4.	23.4.	2.5.	8.5.	14.5.	22.5.	31.5.	12.6.	25.6.	9.7.	25.7.	12.10.
ES1	3,3	3,6	1,1	2	2,5			1,9	2,3			
ES2	3,1	3,3	1,4	1,9	2,4	3,2	3,7	2,1	2,8	3,7	2,55	2
ES3	4,1	3,4	1,1	1,4	1,9	1,6			2,4	2,45	2,45	1,9
ES4	4,3	3,3	2,5	3,4	2,3	4	2,7	1,7	2,6	2,25	2,45	2
ES5	4,8	3,1	1,4	2	2	2,8	1,8	1,5	2,4	2,6	2,35	2,30

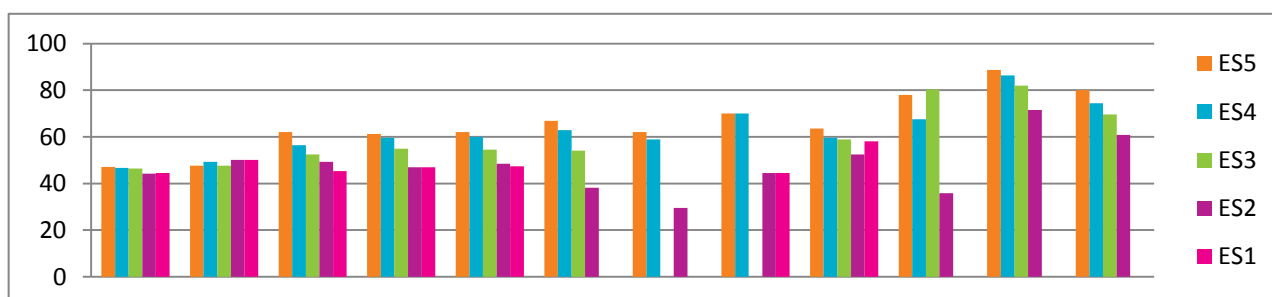


Kuvio 2. Heiniöjärven kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet (mg/l)

Taulukossa 4 on esitettyä Heiniöjärven kosteikon kemiallinen hapenkulutus eli COD_{Mn}. Kuviossa 3 tulokset on esitettyä pylväsdiagrammeina. Kuvioista on havaittavissa COD_{Mn} arvojen kasvaminen kesän loppua kohden ja tämä johtuu veden virtaaman pienenemisestä. Kun veden virtaama pienenee ja ravinnekuorma pysyy samana, niin näyte väkevöityy.

Taulukko 4. Heiniöjärven kosteikon kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn})

pvm	17.4.	23.4.	2.5.	8.5.	14.5.	22.5.	31.5.	12.6.	25.6.	9.7.	25.7.	12.10.
ES1	44,48	50,1	45,33	46,92	47,31			44,53	58,04			
ES2	44,16	50,1	49,3	46,92	48,51	38,17	29,58	44,53	52,48	35,78	71,57	60,8
ES3	46,4	47,71	52,48	54,87	54,47	54,07			58,84	80,32	81,91	69,6
ES4	46,72	49,3	56,46	59,64	60,04	62,82	58,84	69,98	59,64	67,59	86,28	74,4
ES5	47,04	47,71	62,03	61,23	62,03	66,8	62,03	69,98	63,61	77,93	88,66	80,00



Kuvio 3. Heiniöjärven kosteikon kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn})

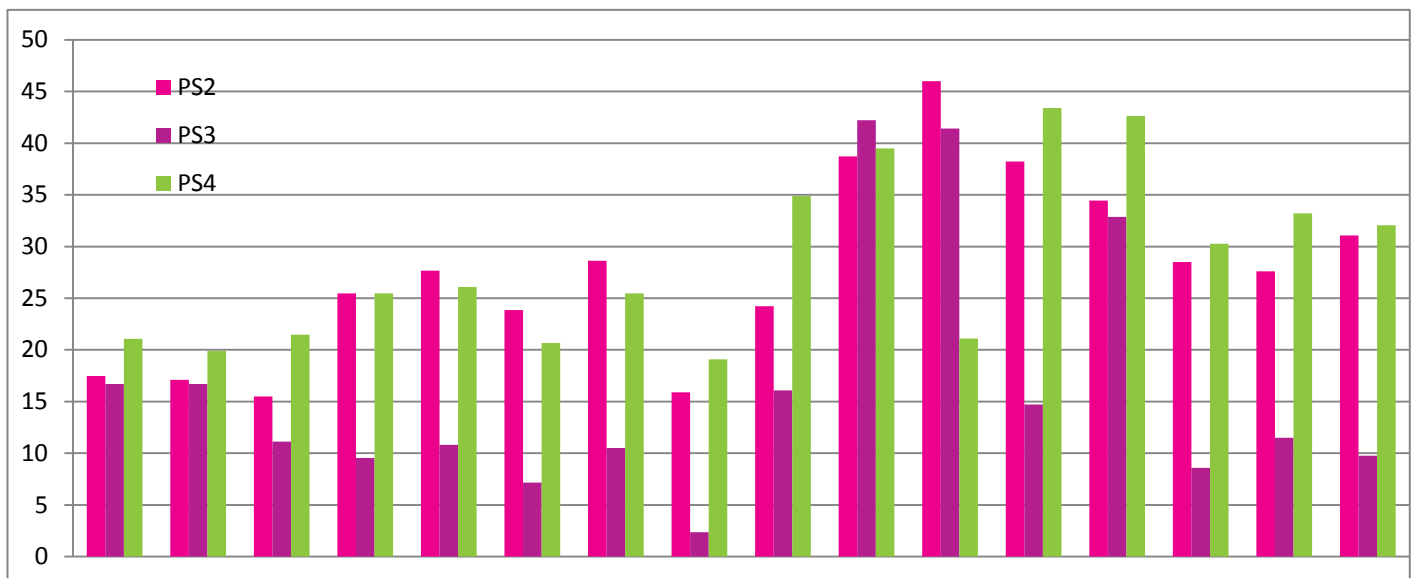
5.1.2 Sumppilammen kosteikko, Pohjois-Savo

Pohjois-Savosta Sumppilammen kosteikolta meille tuli näytteitä analysoitavaksi 16 kertaa. Näytteistä mitattiin väri, sameus sekä kemiallinen hapenkulutus. Näytteitä tuli kolmesta eri näytepisteestä.

Sumppilammen kosteikon kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} on esitetty taulukossa 5. Tulokset on esitettyinä myös pylväsdiagrammina kuviossa 4. Taulukossa sekä kuviossa näytteidenottopisteet on merkattu koodein PS2, PS3 ja PS4. Lisäksi taulukosta käy ilmi näytteidenottoajat.

Taulukko 5. Sumppilammenkosteikon kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn})

pvm	16.4.	18.4.	23.4.	8.5.	14.5.	21.5.	28.5.	5.6.	20.6.	4.7.	17.7.	2.8.	9.8.	5.9.	3.10.	24.10.
PS2	17,49	17,1	15,5	25,45	27,67	23,86	28,63	15,9	24,21	38,71	45,99	38,23	34,44	28,51	27,61	31,06
PS3	16,7	16,7	11,13	9,54	10,81	7,16	10,5	2,38	16,09	42,21	41,41	14,73	32,85	8,60	11,51	9,76
PS4	21,07	19,88	21,47	25,45	26,08	20,68	25,45	19,08	34,88	39,501	21,10	43,4	42,61	30,26	33,21	32,06



Kuvio 4. Sumppilammen kosteikon kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn})

5.1.3 Riihilahden kosteikko, Pohjois-Karjala

Pohjois-Karjalan Riihilahden kosteikolta käytiin keräämässä vesinäytteitä 13 kertaa kesän 2012 aikana. Näytteitä pyrittiin ottamaan viidestä pisteestä. Alkukesästä näytteitä saatiin otettua kaikilta pisteiltä, mutta kattavasti koko kesän ajan näytteitä saatiin kerättyä vain kolmelta pisteeltä. Näiden kolmen pisteen tulokset on esitetty tarkemmin.

Taulukossa 6 on esitettyinä kaikkien tutkittujen pitoisuuksien sekä kenttämittausten vaihteluvälit kesän ajalta. Taulukosta käy ilmi tehdyt tutkimukset. Näytenpisteet on merkitty koodein PK1-PK5.

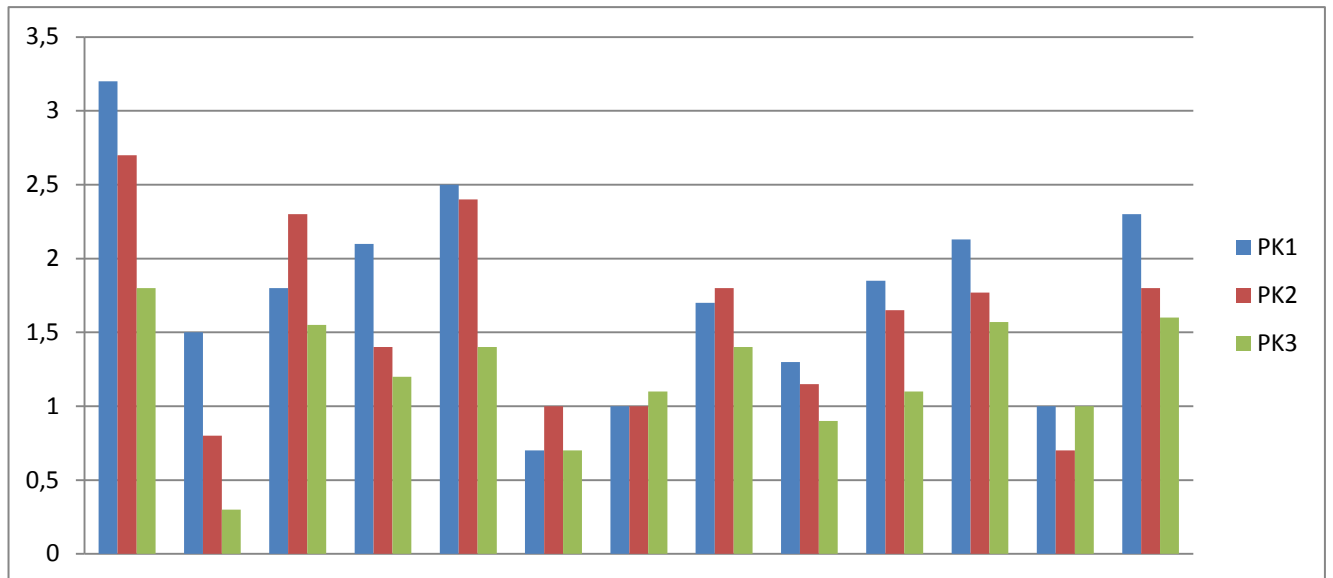
Taulukko 6. Riihilahden kosteikon näytenottojakson aikana tutkittujen pitoisuuksien sekä veden ominaisuuksien vaihteluvälit.

		pH	Johtokyky, μS/cm	Happi, mg/l	Lämpötila, °C	COD _{Mn}	Kok. fosfori, mg/l	Kok. typpi, mg/l	Ammonium- typpi, mg/l	Nitraatti- typpi, mg/l	Sameus, FNU	Väri, PtCO	Väri, PtCO Suod.	Kiinto- aine, mg/l
P K 1	Min	4,72	83,2	4,98	1	15,9	0,02	0,7	0,44	0	4,63	174	118	2,7
	Max	6,4	133,8	11,6	16,4	45,3	0,32	3,9	2,75	2,9	22,3	475	375	18,57
P K 2	Min	4,33	41,5	7,3	0,3	17,49	0,01	0,7	0,5	0	6,3	209	158	2,57
	Max	6,51	115,5	12,36	17	46,91	0,145	3,5	1,8	2,4	74,7	751	322	48,17
P K 3	Min	4,13	34	5,1	0,9	12,41	0,01	0,3	0,24	0	3,75	144	100	3,14
	Max	6,66	83,9	9,8	21,7	27,2	0,11	1,8	1,7	1,6	28,3	370	254	14,6
P K 4	Min	4,75	33,9	2,72	0,9	16,86	0,02	0,4	0,18	0	2,15	177	138	3,14
	Max	6,45	95,3	11,2	21,3	23,2	0,09	1,9	0,65	1,5	10,7	285	220	8,33
P K 5	Min	5,2	36,2	8,2	4,1	14	0,02	0,6	0,6	0,1	5,2	132	103	0,51
	Max	5,2	42,7	12,2	8,7	22,27	0,14	1,3	0,8	0,4	60,7	427	103	39,7

Taulukossa 7 on esitetty Riihilahden kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet. Taulukon tulokset on esitetty pylväsdiagrammeina kuviossa 5. Näytepisteet on merkattu koodein PK1-PK3. Näytepisteet PK1 ja PK2 ovat kosteikkoon laskevissa kahdessa pääuomassa ja näytepiste PK3 on paikassa, josta vesi poistuu kosteikosta. Lisäksi taulukosta näkyy näytteidenoton ajankohdat.

Taulukko 7. Riihilahden kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet (mg/l)

pvm	25.4.	2.5.	9.5.	15.5.	31.5.	6.6.	13.6.	25.6.	11.7.	26.7.	9.8.	24.8.	18.10.
PK1	3,2	1,5	1,8	2,1	2,5	0,7	1	1,7	1,3	1,85	2,13	1	2,3
PK2	2,7	0,8	2,3	1,4	2,4	1	1	1,8	1,15	1,65	1,77	0,7	1,8
PK3	1,8	0,3	1,55	1,2	1,4	0,7	1,1	1,4	0,9	1,1	1,57	1	1,6



Kuvio 5. Riihilahden kosteikon kokonaistyyppipitoisuudet (mg/l)

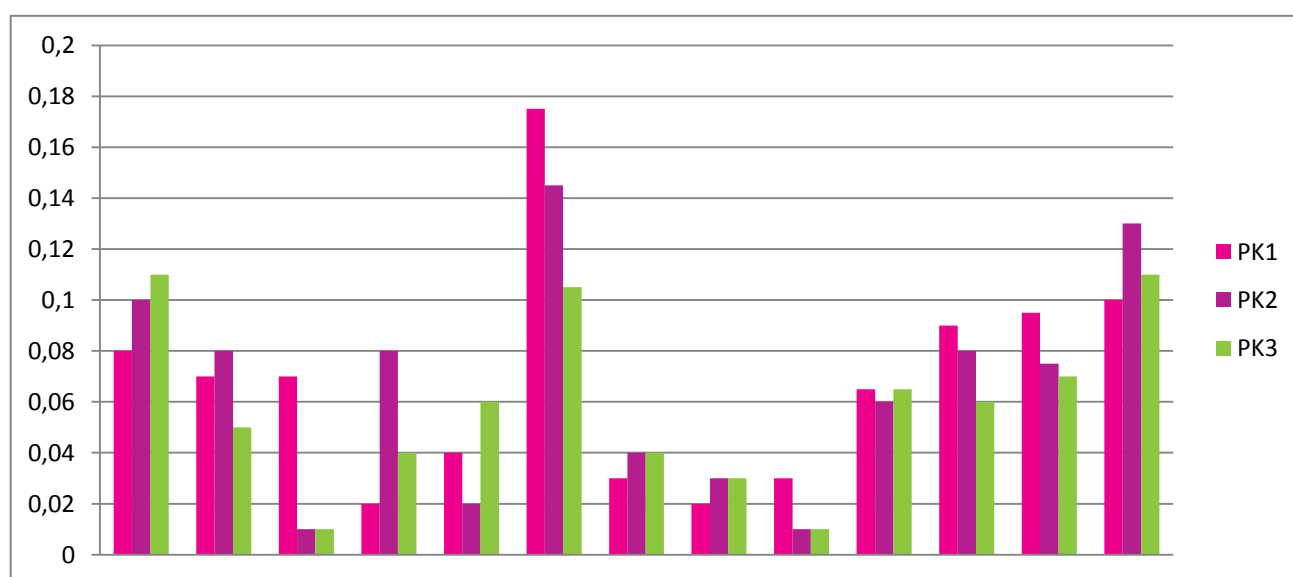
Kokonaistyyppien osalta virtaavan veden puhdistuminen on huomattavaa. Kuviossa kaksi ensimmäistä pylvästä kuvaavat kosteikkoon virtaavassa vedessä olevaa tyyppiä ja kolmas pylväs poistuvaa. Näin ollen kaikilla näytteenotto-kerroilla vähintäänkin puolet kokonaistyyppistä sitoutuu kosteikkoon.

Taulukossa 8 on eritelty Riihilahden kosteikon kokonaisfosforipitoisuudet kolmesta eri näytteenottopisteestä. Näytepisteet PK1 ja PK2 ovat kosteikkoon laskevissa kahdessa pääuomassa ja näytepiste PK3 on paikassa, josta vesi poistuu kosteikosta. Kuviossa 6 on taulukon 7 tulokset pylväsdiagrammeina.

Myöskin tulouomien PK1 ja PK2 välillä pitoisuuksissa on vaihtelua. Tämä johtunee uomien erilaisista valuma-alueista. Uoman, joka kulkee pisteen PK1 kautta, valuma-alueella on paljon peltoja. Peltojen lannoitteet sisältävät fosforia, joka sadevesien mukana huuhtoutuu uomiin ja siitä edelleen suurempiin vesistöihin.

Taulukko 8. Riihilahden kosteikon kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l)

pvm	25.4.	2.5.	9.5.	15.5.	31.5.	6.6.	13.6.	25.6.	11.7.	26.7.	9.8.	24.8.	18.10.
PK1	0,08	0,07	0,07	0,02	0,04	0,175	0,03	0,02	0,03	0,065	0,09	0,095	0,1
PK2	0,1	0,08	0,01	0,08	0,02	0,145	0,04	0,03	0,01	0,06	0,08	0,075	0,13
PK3	0,11	0,05	0,01	0,04	0,06	0,105	0,04	0,03	0,01	0,065	0,06	0,07	0,11

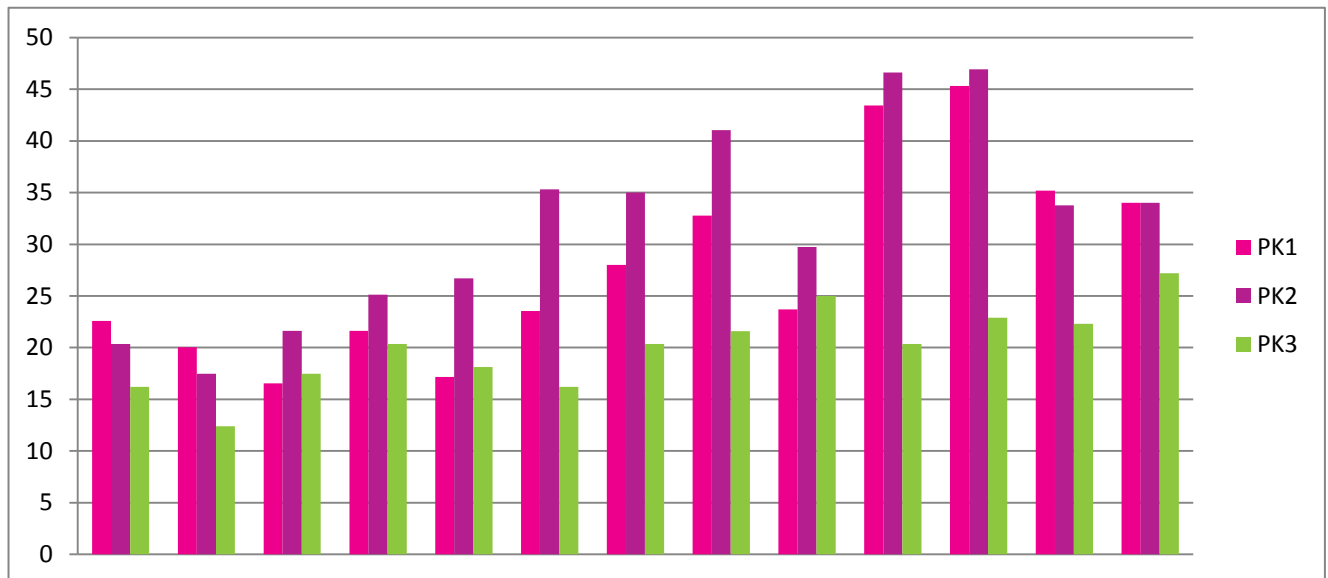


Kuvio 6. Riihilahden kosteikon kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l)

Riihilahden kosteikon kemiallinen hapenkulutus on esitettyä taulukossa 9. Taulukontiedot on kuvattu pylväsdiagrammina kuviossa 7. Kemiallisen hapenkulutuksen kasvu kesän loppua kohden johtuu veden virtaaman vähenemisestä johtuvasta veden väkevöitymisestä.

Taulukko 9. Riihilahden kosteikon kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn})

	25.4.	2.5.	9.5.	15.5.	31.5.	6.6.	13.6.	25.6.	11.7.	26.7.	9.8.	24.8.	18.10.
PK1	22,58	20,04	16,54	21,63	17,18	23,54	27,99	32,76	23,7	43,42	45,3	35,2	34
PK2	20,36	17,49	21,63	25,13	26,71	35,31	34,99	41,03	29,74	46,6	46,91	33,77	34
PK3	16,22	12,41	17,49	20,36	18,13	16,22	20,36	21,6	25	20,36	22,9	22,3	27,2

Kuvio 7. Riihilahden kosteikon kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn})

Veden kemiallisen hapenkulutuksen suhteen havainnot olivat samat kuin typen ja fosforin kanssa. Kosteikosta poistuvassa vedessä kemiallinen hapenkulutus oli huomattavasti pienempi kuin kaikessa kosteikkoon virtaavassa vedessä.

5.2 Tulosten luotettavuus

Tulosten luotettavuutta pohdittiin useaan kertaan tutkimuksen suorittamisen aikana. Näytteet olivat yleensä melko tummia ja useat testeistä tehtiin spektrofotometrillä, eli laitteella, joka käyttää pitoisuuksien mittaamiseen valoa. Tämä sai meidät epäilemään tulosten tarkkuutta, joten näytteistä teetettiin rinnakkaisanalyysit Savo-Karjalan ympäristötutkimuksen laboratoriossa. Rinnakkaisanalyysit teetettiin kaksista eri näytteistä. Taulukoissa 10 ja 11 on esitettyä meidän saamat tulokset sekä Savo-Karjalan ympäristötutkimuksen saamat tulokset.

Taulukko 10. Taulukossa on esitetty rinnakkaiset tulokset 8.5.2012 Etelä-Savosta otetuista vesinäytteistä. Taulukossa on ensin Savonia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa saadut tulokset ja sen jälkeen Savo-Karjalan ympäristötutkimuksen laboratorion tulokset.

	Savonia (ES1)	Savokarjalan ympäristötutkimus (ES1)	Savonia (ES2)	Savokarjalan ympäristötutkimus (ES2)	Savonia (ES3)	Savokarjalan ympäristötutkimus (ES3)	Savonia (ES4)	Savokarjalan ympäristötutkimus (ES4)	Savonia (ES5)	Savokarjalan ympäristötutkimus (ES5)
COD _{Mn}	46,92	43	46,92	48	54,87	51	59,64	41	61,23	57
Kok. fosfori, mg/l	0,11	0,03	0,13	0,036	0,1	0,044	0,12	0,05	0,12	0,047
Kok. typpi, mg/l	2	1,9	1,9	2	1,4	1,6	3,4	2	2	1,9
Ammoniumtyppi, mg/l	0,7	0,095	0,6	0,16	1	0,16	1,4	0,22	1,3	0,23
Nitraattityppi, mg/l	2,2	0,8	2,3	0,83	2,3	0,44	2,6	0,5	2,5	0,48
Sameus, FNU	2,26	1,9	2,99	2,4	3,11	2,2	2,21	2,2	1,95	1,9
Väri, PtCO Suodattamaton	376	360	384	370	444	430	495	520	492	520
Kiintoaine, mg/l	0,6	1	0,82	<1	0,78	1	0,1	<1		1

Taulukko 11. Taulukossa on esitetty rinnakkaiset tulokset 9.8.2012 Pohjois-Karjalasta otetuista vesinäytteistä. Taulukossa on ensin Savonia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa saadut tulokset ja sen jälkeen Savo-Karjalan ympäristötutkimuksen laboratorion tulokset.

	Savonia (PK1)	Savokarjalan ympäristötutkimus (PK1)	Savonia (PK2)	Savokarjalan ympäristötutkimus (PK2)	Savonia (PK3)	Savokarjalan ympäristötutkimus (PK3)
COD _{Mn}	45,3	50	46,91	48	22,9	20
Kok. fosfori, mg/l	0,09	0,061	0,08	0,047	0,06	0,053
Kok. typpi, mg/l	2,13	1,7	1,77	1,4	1,57	0,91
Ammoniumtyppi, mg/l	1,16	0,059	1,22	0,009	0,48	0,019
Nitraattityppi, mg/l	<0,1	0,029	<0,1	0,022	<0,1	0,012
Sameus, FNU	10,8	11	16	15	15,5	16
Väri, PtCO Suodattamaton	475	430	469	370	323	200
Kiintoaine, mg/l	5,14	7	7,4	9	9,7	9

Ensimmäiset rinnakkaisanalyysit teetettiin Heiniöjärven kosteikolta haetuista näytteistä (taulukko 10). Osassa tuloksista oli huomattavia eroja. Erityisesti kokonaisfosforipitoisuudessa sekä ammonium- ja nitraattityypipitoisuuksissa erot olivat huomattavia. Meidän saamamme tulokset ovat huomattavasti suurempia kuin Savo-Karjalan ympäristötutkimuksen laboratorion tulokset. Meidän saamista tuloksissa nitraatti- ja ammoniumtyypen yhteenlaskettu pitoisuus on suurempi kuin kokonaistypen pitoisuus. Tämäkin osaltaan kertoo meidän tulosten olevan liian suuria.

Toiset rinnakkaisanalyysit teetettiin Riihilahden kosteikolta hartuista näytteistä (taulukko 11). Riihilahden kosteikolla vesi oli koko kesän ajan huomattavasti kirkkaampaa kuin heiniöjärven kosteikolla. Tästä johtuen meidän saamien tulosten ja Savo-Karjalan ympäristötutkimuksen laboratorion tulosten ero on pienempi näissä näytteissä. Eroja on kuitenkin havaittavissa. Erityisesti ammoniumtyypen osalta meidän saamamme pitoisuudet ovat huomattavasti suurempia.

5.3 Näytteiden ottaminen ja säilytys

Näytteiden ottamisessa törmäsimme joihinkin ongelmiin. Suurin ongelma oli loppukesästä virtaamien pieneneminen. Tämä johti siihen ettei näytteitä pystytty ottamaan suunnitellusti. Lisäksi vedenpinnan lasku uomissa vaikeutti näytteiden ottamista siten, ettei näytteenotin kosketa pohjaa ja irroita sieltä kiintoainesta veteen.

Toinen suurempi ongelma oli veden pinnalla kelluva siitepöly, jota oli paikkapaikoin todella paljon. Näytteet kuitenkin pyrittiin ottamaan siten, ettei siitepölyä ja roskia päätyisi näytepulloon.

Näytteitä otettiin kerralla 1000 ml ja tämä näyte otettiin 100 ml kokoomanäytteenä. Eli vedestä otetaan kymmenen kappaletta 100 millilitran vesinäytettä ja ne kaadetaan näytepulloon, jolloin saadaan 1000 ml eli yhden litran suuruinen vesinäyte. Koska meillä oli käytössä mittalasi jonka tilavuus oli 250 ml, niin kokoomanäytteet eivät välttämättä olleet aina ihan samanlaisia. En kuitenkaan usko sen vaikuttavan tuloksiin. Samoin näytteenottopaikka ei aina ollut täysin sama, koska näitä paikkoja ei oltu sidottu koordinaatistoon vaan paikat olivat näytteenottajien muistissa. Ongelmia tuotti se, kun välillä näytteitä kävi keräämässä eri henkilöt. Kaikki näytteet on kuitenkin otettu lähes samasta kohtaa ja katsoisin niiden olevan täysin vertailukelpoisia.

Näytteiden säilytyksessä ja kuljetuksessa ei ollut suurempia ongelmia. Ainut mikä saattoi vaikuttaa tuloksiin oli kylmälaukussa olleiden kylmävaraajien määrän vaihtelu. Välillä laukussa saattoi olla 2 ja välillä 5 kylmävaraajaa. Kylmälaukun sisälämpötilaa ei mitattu kertaakaan vaan aina oletettiin, että näytteet ovat tarpeeksi viileässä. Vesinäytteet siirrettiin laboratorioissa heti kylmiöön odottamaan analysointia.

5.4 Analyysit

Vesinäytteiden analysoinnissa törmäsimme useisiin ongelmiin. Suurin ongelma oli näytteiden erittäin tumma väri. Vaikka näytteet suodatettiin, niin ne jäivät siitä huolimatta erittäin tummiksi (kuva 8). Koska melkein kaikki analyysit tehtiin spektrofotometrillä, niin veden värillä on vaikutusta tuloksiin.



Kuva 8. Suodatettuja vesinäytteitä Heiniöjärven kosteikolta. (Häkkinen 2012)

Analysoitavien vesien tulisi olla analyysivaiheessa huoneenlämpöisiä. Vaikka näytepullot otettiin lämpenemään ennen analysointia, niin aina vesi ei ehtinyt lämmitä huoneenlämpöiseksi. Erilämpöisinä tehdyt analyysit voivat osaltaan vaikuttaa tuloksiin.

Raudan vaikutusta näytteiden analysointiin tutkittiin. Tiedettiin, että rauta aiheuttaa häiriöitä joihinkin analyysihin ja tämän takia myös rautapitoisuutta määritettiin.

Rautaa ei kuitenkaan löytynyt liian suurina pitoisuuksia. Suurimmillaan rautapitoisuus oli 3,26 mg/l

Laitteiden toiminnan varmistamiseksi pidimme aina näytteitä analysoidessamme kontrollinäytteitä mukana analyyseissä ja näin pystyimme varmistamaan spektrofotometrin pysyvän tarkkana mittausten ajan.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia kolmen eri kosteikon toimivuutta seuraamalla niitä 4 kuukauden ajan. Näiden neljän kuukauden aikana kosteikoista kerättiin useita vesinäytteitä ja ne analysoitiin laboratoriossa. Lisäksi tehtiin kenttämittauksia.

Vaikka näytteenotossa ja analyyseissä havaittiin epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä, niin tuloksia voidaan silti verrata keskenään. Tuloksia tarkemmin tarkastamalla voidaan todeta kosteikoilla olevan ravinteita ja kiintoainesta sitova vaikutus maatalouden hulevesiin. Kaikissa kolmessa kosteikkokohteessa vedessä on vähemmän ravinteita ja kiintoainesta sen poistuessa kosteikosta, kuin sinne mennessä. Virtaamien mittaaminen käytössä olleilla laitteilla oli käytännössä mahdotonta, mutta silmämääräisesti pystyimme toteamaan virtaaman olevan suurempi kosteikkoon kuin sieltä pois. Joten todellisuudessa kosteikko sitoo ravinteita enemmän kuin mitä saamamme tulokset antavat ymmärtää.

Kosteikkorakentamisella pyritään turvaamaan luonnonmonimuotoisuutta sekä lisäämään useimmiten hyödyttömän alueen käyttöarvoa. Kosteikoilla käyntien perusteella voin todeta kosteikkoalueiden olevan yleensä hyvä kulkuisia ja viihtyisiä paikkoja sekä ne toimivat erityisesti vesilintujen suojauspaikkoina. Nämä kaikki ovat, puhdistavan vaikutuksen lisäksi, hyviä syitä rakentaa kosteikkoalue.

Kaikilla kolmella kosteikolla jatketaan mittauksia myös kesällä 2013. Kun mittaukset on suoritettu, niin kaikista hankkeen aikana tehdyistä tutkimuksista koostetaan raportti.

LÄHTEET

Ei-tuotannollisten investoinien tuki. 2012. Maaseutuvirasto, MAVI. [Viitattu 19.5.2013] Saatavissa: <http://www.mavi.fi/fi/index/viljelijatuuet/maataloudenymparistotuki/eituotannollisteninvestointientuki.html>.

Happipitoisuus. 2011. Pohjois-Pohjanmaan ELY [Viitattu 19.5.222013] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=387470&lan=FI>

Maatalouden monivaikutteiset kosteikot. 2010. Varsinais-Suomen Ely. [viitattu 19.5.2013] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=289478>

Monivaikutteisen kosteikon hoito – ympäristötuen erityistukisopimus. [verkkodokumentti]. Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelma 2007-2013. [Viitattu 19.5.2013]. Saatavissa: http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/65FcboRIk/esite2_monivaikutteisen_kosteikon_hoito_a4.pdf

Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ja hoito. 2009. Puustinen, M. ;& Jormola, J. Maaseutuvirasto.

Sähkönjohtokyky. 2011. Pohjois-Pohjanmaan ELY. [Viitattu 19.5.2013] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12883&lan=fi>

VESIKOT-projektin loppuraportti. 2001. Suomen ympäristökeskus. [viitattu 19.5.2013] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12737&lan=fi>

LIITE 1. Kosteikkonäytteiden analyysitulokset (2012)

Riihilahden kosteikon tulokset.

Näytteenotto-paikka	Päivämäärä	pH	Johtokyky, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Happi, mg/l	Lämpötila, $^{\circ}\text{C}$	COD_{Mn}	Kok. fosfori, mg/l	Kok. typpi, mg/l	Ammoni-umtyppi, mg/l	Nitraattityppi, mg/l	Sameus, FNU	Väri, PtCO	Väri, PtCO Suodatettu	Kiintoaine, mg/l
PK1	18.4.	5,83	133,8	7,48	1	15,9	0,32	3,9	1,3	2,2	8,95	174		4,2
PK1	25.4.	4,91	96,5	11,6	1,5	22,58	0,08	3,2	0,8	2,9	22,3	308		18
PK1	2.5.		94,6	10,8	3,6	20,04	0,07	1,5	0,44	1,3	14,4	239		10,5
PK1	9.5.		105,3	10,7	6	16,54	0,07	1,8	0,68	0,2	10,3	208		5
PK1	15.5.			10,1	6,5	21,63	0,02	2,1	1,7	0,3	17,5	319	150	7,4
PK1	31.5.			10,01	11,6	17,18	0,04	2,5	0,84	1	4,63	175	118	8
PK1	6.6.			9,9	12,9	23,54	0,175	0,7	0,58	0	5,18	209	163	4,33
PK1	13.6.	6,4	110,2	8,9	16,4	27,99	0,03	1	0,9	0	5,44	252	200	2,7
PK1	25.6.	6,31	99,9	8,18	12,7	32,76	0,02	1,7	2,75	0,4	7,34	321	231	18,57
PK1	11.7.	6,4	126,6	6,8	14,4	23,7	0,03	1,3	0,69	0	8,2	281	188	3,33
PK1	26.7.	5,87	83,2	6,41	15,2	43,42	0,065	1,85	1,44	2,3	13,8	439	332	7,1
PK1	9.8.	6,11	87,5	6,4	14	45,3	0,09	2,13	1,16	<0,1	10,8	475	375	5,14
PK1	24.8.	5,89	130,2	4,98	12	35,2	0,095	1	0,94	<0,1	12	406	292	3,33
PK1	18.10.	4,72	114,2	7,76		34	0,1	2,3	1,1	0	17,2	395	250	11,6
PK2	18.4.	4,79	115,5	7,3	0,3	23,86	0,1	3,5	0,8	1,4	24,4	361		13,2
PK2	25.4.	4,33	63,4	11,5	0,8	20,36	0,1	2,7	1,16	2,4	74,7	751		48,17
PK2	2.5.	4,9	46,2	9,8	3,9	17,49	0,08	0,8	0,56	0,6	39,8	308		23,9
PK2	9.5.		46,8	12,2	8,1	21,63	0,01	2,3	1,52	0	66	746		42,9
PK2	15.5.			11,8	4,6	25,13	0,08	1,4	1,8	0	28,2	263	159	16,3
PK2	31.5.			12,36	11	26,71	0,02	2,4	1,34	1,1	6,3	209	158	2,57
PK2	6.6.			11,1	15	35,31	0,145	1	1,1	0	12,3	311	218	7,73
PK2	13.6.	6,51	41,5	10,4	17	34,99	0,04	1	0,5	0	7,35	280	225	4,3
PK2	25.6.	6,13	44,6	10,67	14,6	41,03	0,03	1,8	1,12	0,25	9,2	330	243	4,85
PK2	11.7.	6,42	71	7,58	15,1	29,74	0,01	1,15	0,745	0	13,5	302	188	6,66
PK2	26.7.	5,66	50,5	8,76	16	46,6	0,06	1,65	1,58	2,1	16,2	429	303	8
PK2	9.8.	5,75	59,2	8,55	14,2	46,91	0,08	1,77	1,22	<0,1	16	469	322	7,4
PK2	24.8.	5,38	56,4	8,85	12	33,77	0,075	0,7	0,84	0	10,4	243	205	5,67
PK2	18.10.	6,40	71,4	7,3		34	0,13	1,8	1,05	0	15,2	385	285	9,33
PK3	25.4.	5,01	49	9,7	0,9	16,22	0,11	1,8	0,56	1,6	11,3	224		5,03

Heiniöjärven kosteikon tulokset.

Näytteenotto-paikka	Pvm	pH	Johtokyky, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Happi, mg/l	Lämpötila, $^{\circ}\text{C}$	COD_{Mn}	Kok. fosfori, mg/l	Kok. typpi, mg/l	Ammonium-typpi, mg/l	Nitraatti-typpi, mg/l	Sameus, FNU	Väri, PtCO	Väri, PtCO Suodatettu	Kiintoaine, mg/l	Rauta, mg/l
ES1	17.4.	5,65	99,8	9,69	0,3	44,48	0,12	3,3	1,65	5,5	5,84	412		3,96	
ES1	23.4.	5,53	77,4	10,13	1,4	50,1	0,11	3,6	1,3	1,1	4,38	395		1,4	
ES1	2.5.	5,94	64	10,73	4,7	45,33	0,1	1,1	0,6	0,9	1,89	326		1,4	
ES1	8.5.	5,44	67,8	10,74	6,6	46,92	0,11	2	0,7	2,2	2,26	376		0,6	
ES1	14.5.	5,59	73,7	10,89	6	47,31	0,06	2,5	1	2,4	2,39	376		7,2	
ES1	22.5.														
ES1	31.5.														
ES1	12.6.					44,53	0,07	1,9	1	0,2	3,14	370	371	4	2,15
ES1	25.6.	6,07	86,5	6,19	11	58,04	0,08	2,3	1,5	0,4	4,55	494	415	3,5	2,82
ES1	9.7.														
ES1	24.7.														
ES1	12.10.														
ES2	17.4.	5,45	99,8	9,55	0,3	44,16	0,12	3,1	1,65	6	5,68	402		2,86	
ES2	23.4.	4,8	76,7	10,15	1,8	50,1	0,08	3,3	1,3	0,8	4,32	396		1,1	
ES2	2.5.	5,49	67,7	9,99	3,1	49,3	0,07	1,4	0,7	1	2,5	347		1,02	
ES2	8.5.	5,4	68,4	9,81	4,7	46,92	0,13	1,9	0,6	2,3	2,99	384		0,82	
ES2	14.5.	5,7	75,5	9,74	4,6	48,51	0,04	2,4	1,1	2,4	2,53	385		0,8	
ES2	22.5.	5,85	96,3	8,46	9	38,17	0,05	3,2	0,8	1,1	5,05	374	331	2,6	
ES2	31.5.	6,36	112,4	9,34	8	29,58	0,08	3,7	1,32	2,9	7,66	339	238	5,67	2,34
ES2	12.6.	6,1	99,3	8,71	11,5	44,53	0,1	2,1	0,85	0,625	6,12	458	387	3,2	2,795
ES2	25.6.	5,8	94,2	7	10,6	52,48	0,09	2,8	1,65	0,4	5,9	492	372	3	3,26
ES2	9.7.	6,1	116,4	7,8	15,1	35,78	0,16	3,7	0,9	0,6	15,1	486	298	9,5	1,96
ES2	25.7.	5,83	81	6,66	14	71,57	0,07	2,55	1,7	0	3,46	626	580	1	3
ES2	12.10.	5,88	100,0	7,75	6,9	60,8	0,1	2,0	1,85	0	6,00	535	490	2,0	
ES3	17.4.	5,6	106,8	8,17	0,2	46,40	0,14	4,1	1,85	5,5	4,25	445		1,96	
ES3	23.4.	5,3	85	9,26	1,4	47,71	0,16	3,4	1,5	1,4	4,34	407		1,4	
ES3	2.5.	6,09	56,4	9,47	4,3	52,48	0,1	1,1	0,8	0,6	3,34	411		1,15	
ES3	8.5.	5,11	59,6	9,36	6	54,87	0,1	1,4	1	2,3	3,11	444		0,78	

ES3	14.5.	5,44	67,5	8,78	6,1	54,47	0,05	1,9	1,55	2,5	2,4	462		1,8	
ES3	22.5.	5,7	79,3	6,42	12,3	54,07	0,09	1,6	1,2	0,1	6,89	556	528	3,3	
ES3	31.5.														
ES3	25.6.	5,55	94,7	6,05	11,1	58,84	0,13	2,4	1,85	0,4	4,97	608	464	4,5	3,26
ES3	9.7.	6,15	102,1	4,6	17,4	80,32	0,49	2,45	2,5	0,7	21	996	682	27,3	3,33
ES3	25.7.	5,45	79,6	5,48	13,9	81,91	0,085	2,45	2,1	0	2,85	712	686	1,2	2,9
ES3	12.10.	5,66	98,2	6,93	6,8	69,6	0,13	1,9	2,00	0	4,62	620	580	2,4	
ES4	17.4.	5,76	110,7	7,66	0,2	46,72	0,06	4,3	2,1	5,5	4,34	466		2,66	
ES4	23.4.	5,92	89,4	9,02	0,8	49,3	0,14	3,3	1,7	1,9	4,34	406		0,7	
ES4	2.5.	5,79	62,8	8,42	3,8	56,46	0,09	2,5	1	0,7	4,2	466		2,36	
ES4	8.5.	5,78	65,2	8,35	4,9	59,64	0,12	3,4	1,4	2,6	2,21	495		0,1	
ES4	14.5.	5,8	70,4	7,1	5,6	60,04	0,06	2,3	1,55	2,5	3	560		1,4	
ES4	22.5.	5,91	86,1	3,28	12	62,82	0,12	4	1,7	< 0,1	9,09	670	606	6	
ES4	31.5.	6,04	101,5	3,87	10	58,84	0,18	2,7	1,04	2,8	17,7	758	506	15,5	0,28
ES4	12.6.	5,15	87,2	5,84	13,7	69,98	0,14	1,7	1,7	0,9	5,59	726	646	6,4	2,38
ES4	25.6.	5,95	105,2	3,77	11,3	59,64	0,17	2,6	2,53	0	5,06	604	512	5	3,1
ES4	9.7.	5,77	109,6	1,52	19	67,59	0,38	2,25	2,6	0,7	23,6	982	522	42	1,89
ES4	25.7.	5,5	87,2	3,24	14,5	86,28	0,105	2,45	0,225	0	2,68	754	736	2	2,7
ES4	12.10.	5,69	110,6	2,51	6,8	74,4	0,14	2,0	2,05	0	4,67	665	625	2,0	
ES5	17.4.	5,75	98,5	7,48	0,2	47,04	0,12	4,8	2,1	6	3,35	420		1,3	
ES5	23.4.	5,92	92,4	9,34	0,8	47,71	0,21	3,1	1,3	1,5	6,45	414		10,9	
ES5	2.5.	5,69	54,9	9,27	4,4	62,03	0,1	1,4	1,2	0,7	2,5	454		1,3	
ES5	8.5.	5,61	57,1	9,41	7,3	61,23	0,12	2	1,3	2,5	1,95	492			
ES5	14.5.	5,69	62,9	8,61	5,9	62,03	0,05	2	1,8	3	2,8	570		1,2	
ES5	22.5.	5,84	69	5,64	11,8	66,8	0,11	2,8	1,5	< 0,1	5,78	698	646	4,7	
ES5	31.5.	6,08	93,2	5,56	11,5	62,03	0,24	1,8	1,24	3,2	12,6	754	560	15	3,07
ES5	12.6.	6,13	80,1	6,46	13,1	69,98	0,12	1,5	1,9	0	5,07	748	626	5,2	2,54
ES5	25.6.	6,05	97,4	4,44	11,6	63,61	0,16	2,4	2,5	0,25	4,05	602	519	2	2,56
ES5	9.7.	5,99	101,3	2,01	19,2	77,93	0,455	2,6	2,8	0,85	27,8	1196	636	39	1,72
ES5	25.7.	5,64	75,5	4,1	15,2	88,66	0,105	2,35	2,5	0	3,32	816	798		2,7
ES5	12.10.	5,92	199,0	5,25	7,0	80,0	0,10	2,3	2,75	0	3,81	690	665	2,0	

Sumpilammenkosteikon tulokset

Näyteenottoaika	Päivämäärä	COD _{Mn}	Sameus, FNU	Väri, PtCO Suodattamaton	Väri, PtCO Suodatettu
PS 2. koppi	16.4.2012	17,49	13,4	202	
PS 3. koppi	16.4.2012	16,7	18,8	217	
PS 4. koppi	16.4.2012	21,07	13	200	
PS 2. koppi	18.4.2012	17,1	9,26	158	
PS 3. koppi	18.4.2012	16,7	11,3	155	
PS 4. koppi	18.4.2012	19,88	7,8	163	
PS 2. koppi	23.4.2012	15,5	12,1	187	
PS 3. koppi	23.4.2012	11,13	20,4	213	
PS 4. koppi	23.4.2012	21,47	12,3	205	
PS 2. koppi	8.5.2012	25,45	8,08	195	
PS 3. koppi	8.5.2012	9,54	5,76	85	
PS 4. koppi	8.5.2012	25,45	7,7	183	
PS 2. koppi	14.5.2012	27,67	16,3	206	162
PS 3. koppi	14.5.2012	10,81	19,8	206	71
PS 4. koppi	14.5.2012	26,08	11,1	276	145
PS 2. koppi	21.5.2012	23,86	5,68	200	150
PS 3. koppi	21.5.2012	7,16	5,92	93	49
PS 4. koppi	21.5.2012	20,68	6,62	178	134
PS 2. koppi	28.5.2012	28,63	5	205	144
PS 3. koppi	28.5.2012	10,5	4	88	39
PS 4. koppi	28.5.2012	25,45	3,82	158	158
PS 2. koppi	5.6.2012	15,9	14,2	280	137
PS 3. koppi	5.6.2012	2,38	19,7	226	59
PS 4. koppi	5.6.2012	19,08	26,2	349	152
PS 2. koppi	20.6.2012	24,21	36,5	423	150
PS 3. koppi	20.6.2012	16,09	27,6	300	75
PS 4. koppi	20.6.2012	34,88	18,7	368	200
PS 2. koppi	4.7.2012	38,71	12,4	386	252
PS 3. koppi	4.7.2012	42,21	7,99	349	264
PS 4. koppi	4.7.2012	39,501	22,6	418	215
PS 2. koppi	17.7.2012	45,99	7,01	362	312
PS 3. koppi	17.7.2012	41,41	7,45	339	272
PS 4. koppi	17.7.2012	21,10	12,1	208	133
PS 2. koppi	2.8.2012	38,23	7,31	375	294
PS 3. koppi	2.8.2012	14,73	7,41	156	99
PS 4. koppi	2.8.2012	43,4	13,1	429	332
PS 2. koppi	9.8.2012	34,44	9,26	372	266
PS 3. koppi	9.8.2012	32,85	68,4	498	194
PS 4. koppi	9.8.2012	42,61	64,3	494	258
PS 2. koppi	5.9.2012	28,51	5,84	265	209
PS 3. koppi	5.9.2012	8,60	8,6	130	75
PS 4. koppi	5.9.2012	30,26	15	334	212

PS 2. koppi	3.10.2012	27,61	7,38	220	164
PS 3. koppi	3.10.2012	11,51	8,12	126	70
PS 4. koppi	3.10.2012	33,21	314	2800	170
PS 2. koppi	24.10.2012	31,06	12,2	268	200
PS 3. koppi	24.10.2012	9,76	9,37	110	66
PS 4. koppi	24.10.2012	32,06	6,32	220	200

