PYHÄJÄRVI INSTITUUTTI

Jatkuvatoimisten vedenlaatumittareiden käyttö

Aineistojen käyttökelpoisuus, laadunvarmistuksen edistäminen ja tiedon avoimuus

Elisa Mikkilä, Teija Kirkkala (toim.)

Jatkuvatoimisten vedenlaatumittareiden käyttö

Aineistojen käyttökelpoisuus, laadunvarmistuksen edistäminen ja tiedon avoimuus

Elisa Mikkilä, Teija Kirkkala (toim.)

Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja

Sarja B nro 32

ISBN 978-952-9682-77-5

Eura 2017

PYHÄJÄRVI INSTITUUTTI

MAA- JA VESITEKNIIKAN TUKI

SYKE
Suomen ympäristökeskus

Varsinais-Suomi
Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Sisällys

1 Johdanto ... 1
2 Aineisto ja menetelmät ... 2
2.1 Mittaukset ... 2
2.2 Mitattujen arvojen arviointi ... 4
2.3 Mittauskampanja Pyhäjoella ... 4
3 Tulokset ... 7
3.1 Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmä ... 7
3.2 Peräsuonoja ... 9
3.3 Löytäneenlammen kosteikko ... 11
3.4 Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmä ... 13
3.5 Mittauskampanja Pyhäjoella ... 15
4 Sidosryhmät ja yhteistyö ... 21
4.1 Näkökulmia datan avoimuuteen ja yhteiskäyttöön ... 21
4.2 Kokemuksia Lancasterin yliopiston hankkeesta ... 21
5 Ohjeistus laadukkaaseen mittaamiseen ... 23
6 Yhteenveto ... 25

Lähteet

Liitteet

1 Johdanto

Suomessa on kerätty jatkuvatoimisilla vedenlaatumittareilla aktiivisesti vedenlaatutietoa jo 2000-luvun alusta lähtien. Mittareilla saatavaa tietoa voidaan hyödyntää mm. vesistöihin tulevan ravinnekuormituksen laskennassa, päästöjen seurannassa sekä vaikutusten arvioinnissa ja vesistötarkkailussa. Nykyisin asemien tuottaman tiedon käytettävyys on kuitenkin huono: tieto on hajallaan ja vaikeasti saatavilla sekä tiedon laatu vaihtelee merkittävästi. Aineistoista saatava hyöty kasvaisi merkittävästi, jos aineistot metatietoineen olisivat laadukkaita, yhtenäisten suositusten mukaisia ja mittauspalvelujen hankinta olisi helpompaa.

Mittauspalveluita tarjoavia yrityksiä on Suomessa useita, mutta erillistä palvelua laatuvarmennetusta tiedosta on saatavilla vain hyvin rajoitetusti. Yleisten laadunvarmistussuositusten puuttuessa palvelun luotettavuus on epävarmaa. Yhtenäisen laadunvarmistuksen avulla asiakas voisi hankkia aiempaa helpommin laadukkaampaa aineistoa.

Suomen ympäristökeskus (SYKE), Luonnonvarakeskus (Luke), Varsinais-Suomen ELY-keskus sekä Pyhäjärvi-instituutti hakivat vuonna 2014 TEKES:ltä rahoitusta hankkeelle, jonka tavoitteena oli kuvata, arvioida ja ohjeistaa menettelyt jatkuvatoimisten vedenlaatumittareiden tuottaman vedenlaatutiedon edelleen hyödyntämiseksi Pyhäjärvi-instituutin Maa- ja vesitekniikan tuki ry:ltä haettu ja myönnetty omarahoitusosuus oli osa tätä isompaa hanketta. Kyseinen iso hanke ei sellaisenaan toteutunut rahoitusta, mutta vastaava kokonaisuus syntyi monesta pienemmästä hankkeesta yhdessä MVTT ry:n rahoituksen kanssa. Hankkeiden yhteistyössä toteutettiin suunniteltuja vedenlaatu- ja virtaamamittauksia sekä kehitettiin laadunvarmistusta. Yhteistyöhankkeet esitellään liitteessä 1.

Hankkeen toiminta-aika oli 1.1.2015-31.12.2016.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Mittaukset

Pyhäjärvi-instituutti on tehnyt jatkuvatoimisia vedenlaatumittauksia sekä niitä tukevia vesianalyyseja ja virtaamanmittauksia useita vuosia. Kuvassa 1 on esitettynä vuosien 2015-2016 aikana toteutettujen mittausten ja vesinäytteenottopaikkojen sijainnit Eurajoen vesistöalueella. Tarkemmat tiedot kyseisistä mittaus- ja näytteenottopaikoista ovat liitteessä 2.

Vuosina 2015-2016 vedenlaatumittareita oli yhteensä seitsemällä eri kohteella, joista kolmessa mittareiden avulla tarkkailtiin vesiensuojelutoimenpiteiden, kuten kosteikon, toimivuutta. Tällöin mittareita oli yhdessä kohteessa kaksi kappaletta: vesiensuojelukohteen ylä- ja alavirran puolella. Mittarit asennettiin kumpanakin vuonna valittuihin kohteisiin keväällä jäiden sulettua ja otettiin pois syksyllä tai alkutalvesta ojien jäädyttyä.

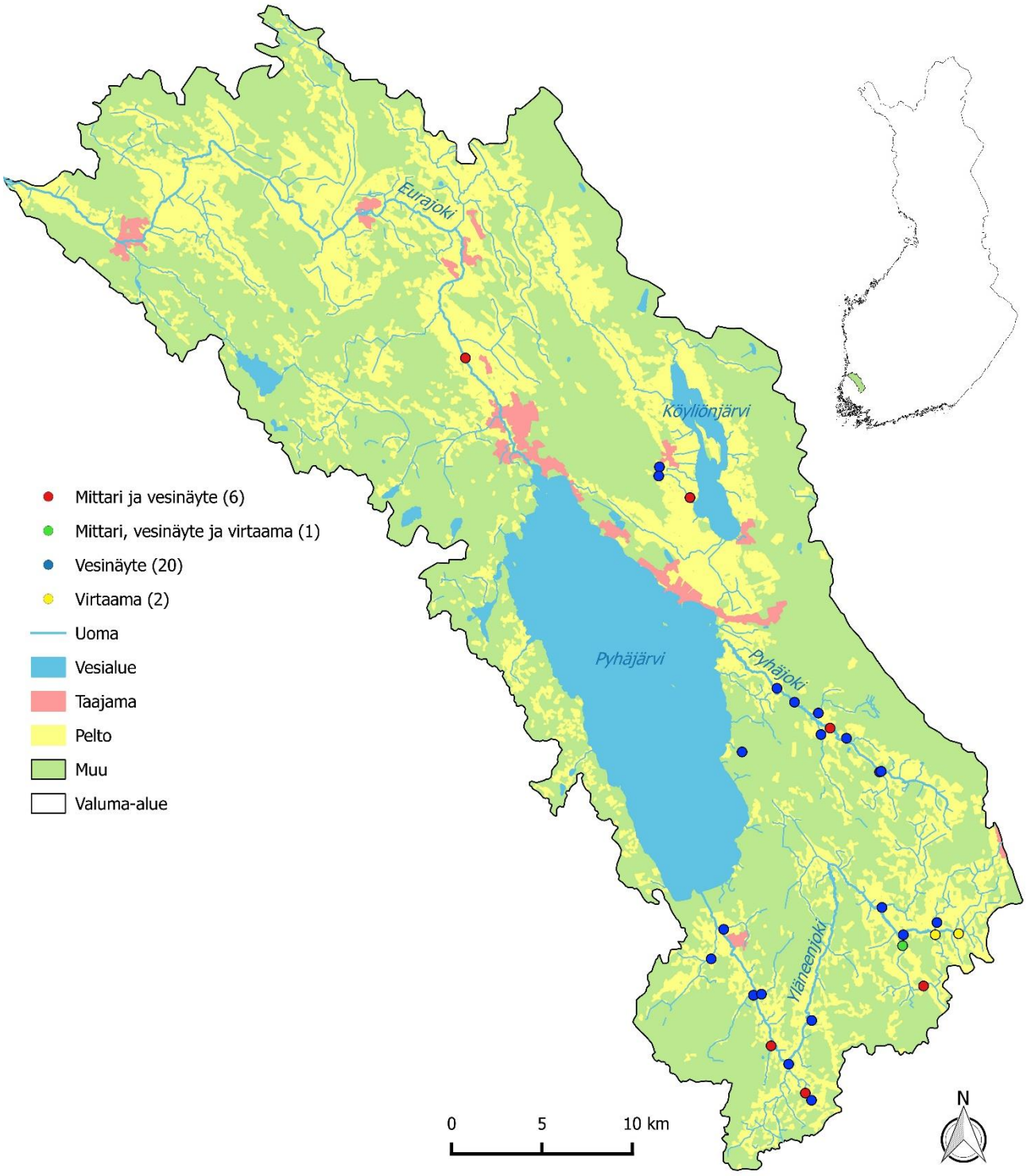
Vesinäytteitä otettiin vuosien 2015 ja 2016 aikana yhteensä 26 kohteelta. Lähtökohtaisesti vesinäytteitä otetaan keväästä loppusyksyyn noin kahden viikon välein olosuhteiden mukaan. Vuosi 2016 oli etenkin alkusyksyllä niin vähävetinen, että vesinäytteitä ei otettu. Kustakin vesiensuojelukohteesta otettiin vesinäytteet sekä kohteen ylä- että alavirran puolelta. Kaukanaronojalla, Peräsuonojan Knuutintien mittauspisteellä ja Kuurnamäellä on kiinteä vedenpinnankorkeutta mittaava anturi, jonka avulla voidaan laskea virtaama. Erillisiä virtaamanmittauksia FlowTrackerilla tehtiin vuosien 2015 ja 2016 aikana Peräsuonojalla, Vuotavanojalla ja Haanojalla.

Tässä hankkeessa päädyttiin tarkastelemaan tarkemmin Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän, Löytäneenlammen kosteikon ja Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- ja alavirran puolelta sekä Peräsuonojalta mitattuja arvoja (kuva 2). Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- ja alavirran puolella pidettiin mittareita huhtikuusta kesäkuuhun 2015 ja vesinäytteitä otettiin vastaavasti kosteikon ylä- ja alavirran puolelta yhteensä kuutena eri kertana.

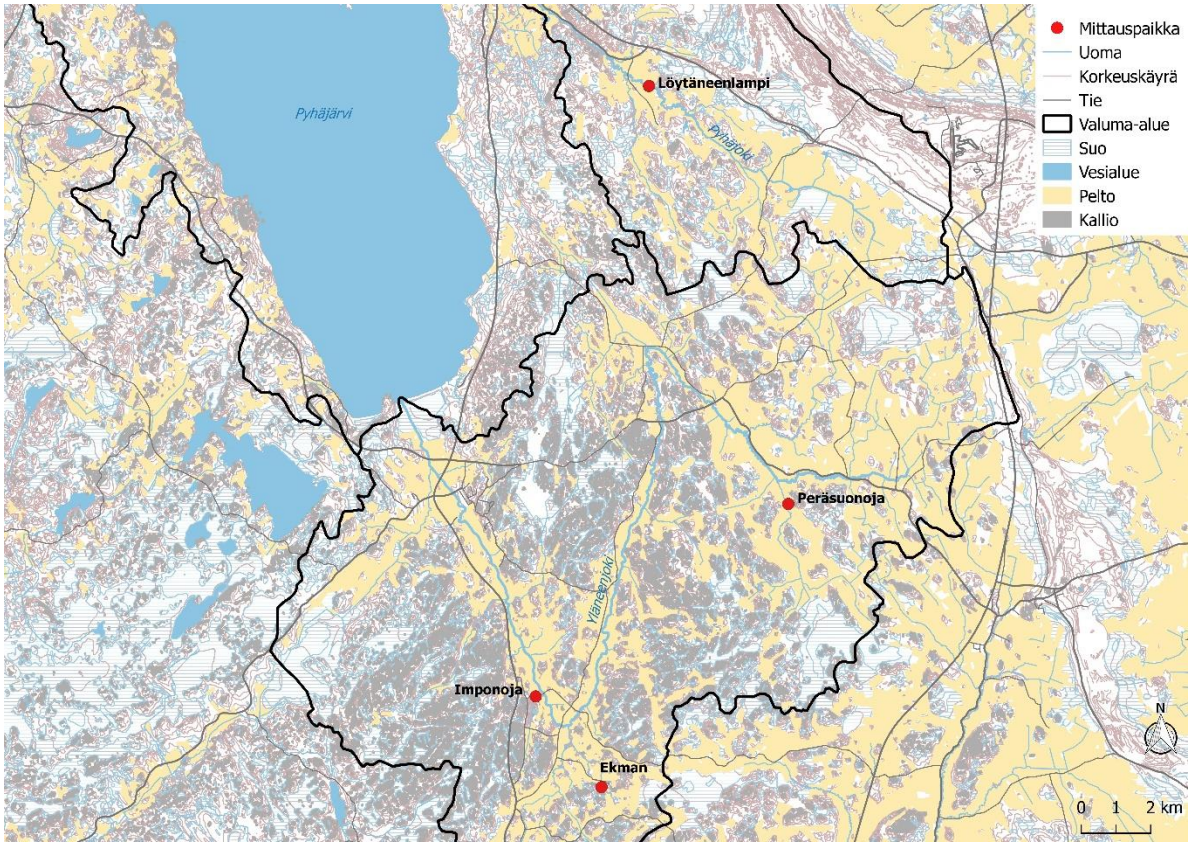
Löytäneenlammen kosteikon toimivuutta seurattiin vuosina 2014-2015. Ylä- ja alavirran puolella pidettiin mittareita molempina vuosina huhtikuusta joulukuuhun asti ja vesinäytteitä otettiin vastaavasti yhteensä 27 kertaa. Loppuvuodesta 2014 kosteikon alavirran puolella mitanneen mittarin aineisto ei ole kelvollista, koska kyseisen mittarin pyyhin oli mennyt rikki.

Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- ja alavirran puolella mittarit mittasivat vuonna 2016 toukokuusta marraskuun alkuun asti. Ekmanilta otettiin vesinäytteitä vastaavasti yhteensä yhdeksänä eri kertana painottuen kevääseen ja kesään. Syksyllä vesinäytteenotto oli harvassa, koska vettä ei virrannut uomissa vähäisten sateiden takia. Osa laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän alavirran puolella mitanneen mittarin alkukesän 2016 aineistosta jäi hyödyntämättä, koska mittarin pyyhkijä oli huollon yhteydessä vahingossa asennettu mittarin silmän päälle.

Peräsuonojaan asennettiin vuonna 2015 automaattinen vedenlaatumittari. Mittarin mittaamien tietojen avulla tarkennetaan alueelta tulevaa kuormitusta ja kehitetään kuormitusta kuvaavaa mallia osana LOHKO (Lohkon ominaispiirteet huomioiva ravinnekuormitusmallinnus ja sen kehittäminen) -hanketta. Vesinäytteitä Peräsuonojalta otettiin vuosina 2015-2016 yhteensä 19 kpl.



Kuva 1. Kartta Pyhäjärvi-instituutin vuosien 2015-2016 mittauskohteista.



Kuva 2. Tässä hankkeessa tarkemmassa tarkastelussa olleiden mittaus- ja näytteenottopaikkojen sijainnit.

Pyhäjärvi-instituutti on vuosina 2015-2016 ollut mukana ”Lohkon ominaispiirteet huomioiva ravinnekuormitusmallinnus ja sen kehittäminen – LOHKO” -hankkeessa, jossa tarkennetaan VEMALA/ICECREAM-ravinnekuormitusmallia (lisätietoja hankkeesta liitteessä 1). Alkuperäisenä ajatuksena oli, että LOHKO-hankkeen kuormitusmallinnuksen kehittäminen sekä tämän hankkeen laadunvarmistuksen kehittäminen tukisivat toisiaan. Tämän hankkeen resurssien puutteen vuoksi mallinnustyö päätettiin toteuttaa LOHKO-hankkeen toiminnassa.

2.2 Mitattujen arvojen arviointi

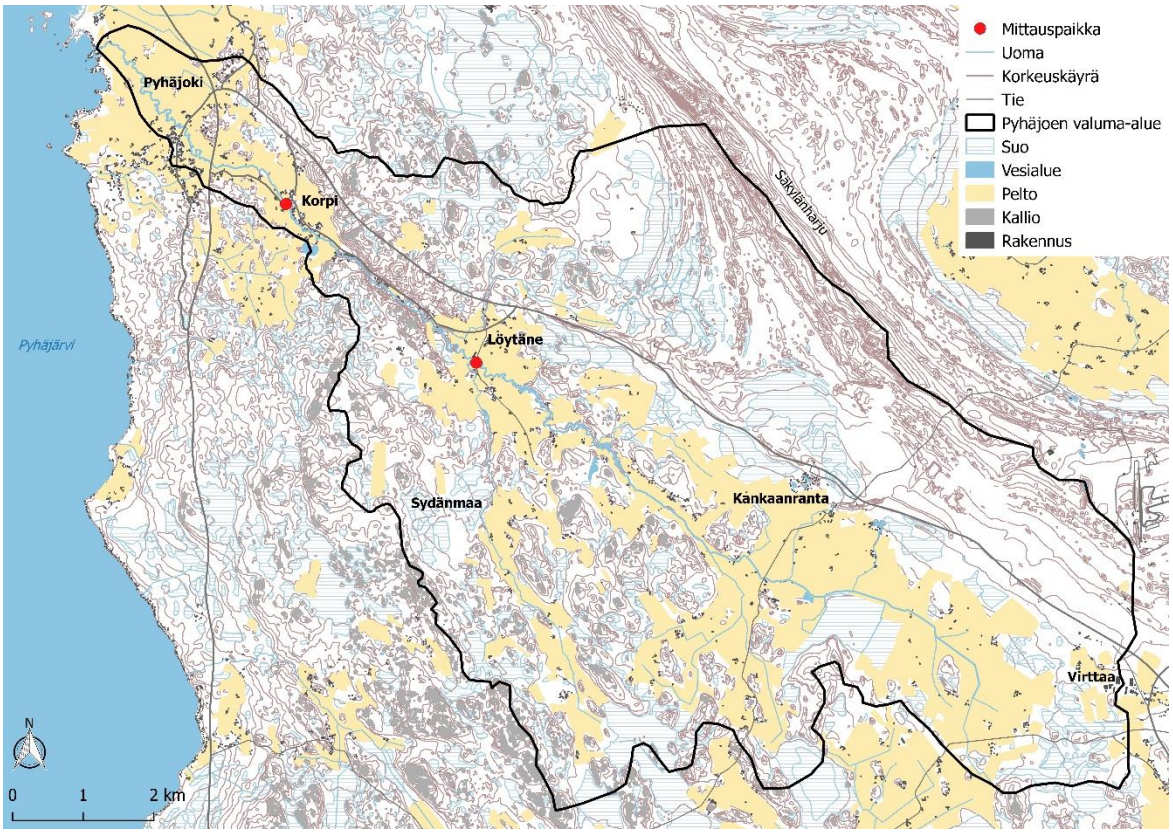
Kunkin mittarin mittaama aineisto käytiin ensin läpi mahdollisten virheiden takia. Aineistoista laskettiin kullekin mittarille päiväkohtaiset keskiarvot ja piirrettiin niistä Excelillä kuvaaja, johon yhdistettiin myös virtaama- tai sadantatieto.

Kunkin mittarin mittaamia sameuksia verrattiin vesinäytteistä analysoituihin sameuksiin sekä kokonaisfosforipitoisuuksiin. Vesinäytettä otettaessa on aina merkattu ylös kellonaika, milloin vesinäyte on otettu. Mittarin mittaamasta aineistosta poimittiin vertailuun se arvo, joka on lähimpänä vesinäytteenottohetkeä. Vertailuun otettiin mukaan kaikki mahdollinen Pyhäjärvi-instituutin mittaama aineisto kyseisiltä kohteilta. Verrattavista parametreista piirrettiin Excelillä pistekuvaaja, johon lisättiin myös havaintojoukon lineaarinen suuntaviiva kaavoineen sekä kulmakertoimen arvo. Suuria arvoja saaneet yksittäiset havaintoparit jätettiin pois vertailusta, sillä yksittäisinä arvoina kaukana muusta havaintoparvesta ne vaikuttivat suuntaviivan kulmakertoimeen liikaa. Suuria arvoja saaneita havaintopareja pitäisi olla huomattavasti enemmän, jotta niitä voitaisiin pitää luotettavina havaintoina (Tarvainen ym. 2017).

2.3 Mittauskampanja Pyhäjoella

Erillinen virtaama- ja vedenlaatumittauskampanja toteutettiin Pyhäjoella 30.11.2015 yhteistyössä Varsinais-Suomen ELY-keskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen kanssa. Mittaukset tehtiin kahdessa paikassa (kuva 3). Toinen paikoista sijaitsee Korven kylässä lähellä Museomyllyä ja toinen

Löytäneen kylässä Sydänmaantien varrella. Mittauskampanjan tarkoituksena oli verrata eri tavoilla mitattujen virtaamien tuloksia toisiinsa ja valmiiden mallien antamiin tuloksiin. Vedenlaadun osalta verrattiin eri tavalla mitattuja tuloksia toisiinsa ja toisaalta arvojen vaihtelua uoman eri osissa.



Kuva 3. Pyhäjoen mittauskampanjan mittauspaikat Korven kylässä ja Löytäneellä.

Pyhäjoella sijaitsee yksi Suomen ympäristökeskuksen hydrologisista havaintopaikoista. Vedenkorkeus mitataan limnigrafilla eli mekaanisella piirturilla, joka piirtää paperille käyrää vedenkorkeuden muutoksista vesistöön yhdistetyssä kaivossa kelluvan uimurin liikkeiden mukaan. Limnigrafipaperit vaihdetaan 1–4 viikon välein ja niiden käyriltä lasketaan vedenkorkeuden vuorokausikeskiarvot. Virtaama määritetään purkautumiskäyrän avulla laskennallisesti vedenkorkeushavainnoista. Virtaamatiedot ovat saatavilla SYKEn Hertta-palvelusta.

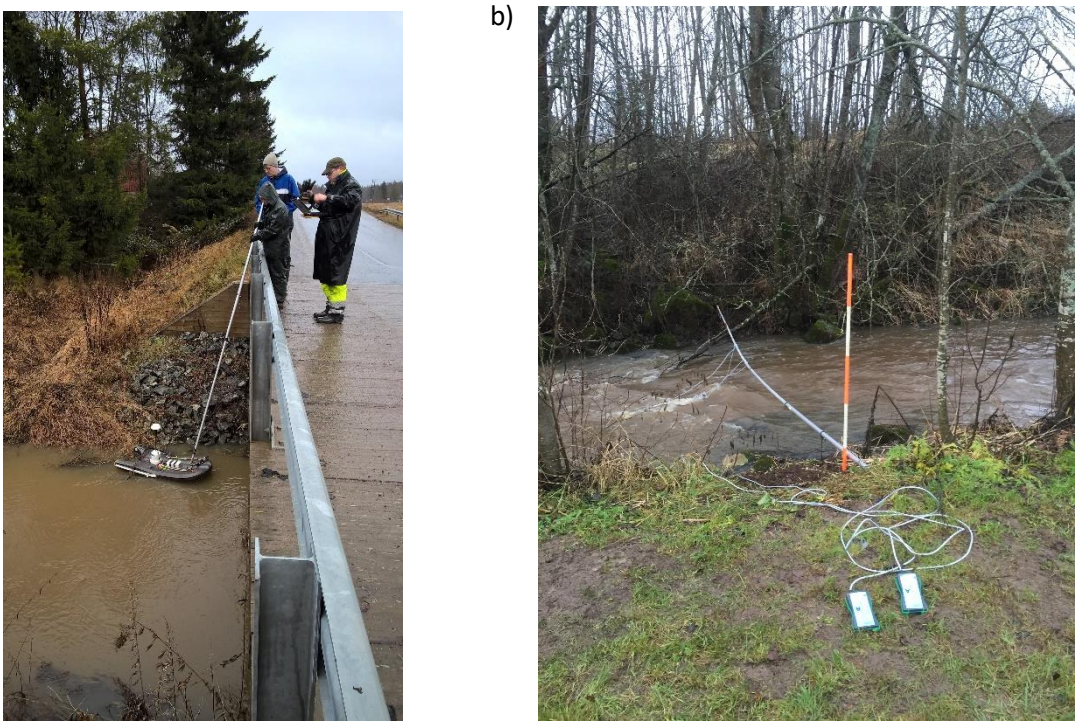
ADCP-laite (kuva 4 a) perustuu akustiseen doppler-virtausmittaukseen. Sen avulla voidaan mitata yhdellä mittauksella koko vertikaalin virtausnopeus ja virtaussuunta, jolloin säästetään huomattavasti aikaa pistemäisiin mittauksiin verrattuna. Lisäksi mittauksia voidaan tehdä jatkuvasti liikkuessa. ADCP lähettää vakiotaajuisia äänipulsseja moneen eri suuntaan. Ääniaaltojen osuessa vedessä kulkeviin partikkeleihin ne heijastuvat takaisin. Mittarin anturit vastaanottavat takaisin heijastuvat, muuttuneet ääniaallot ja rekisteröivät ääniaallon kulkemiseen kuluneen ajan. Ääniaallon taajuus muuttuu sen osuessa partikkeliin suoraan verrannollisesti mittarin ja vesipartikkelin nopeuden suhteen.

Tracer System TQ-S (kuva 4 b) mittaa virtaaman merkkiaine–laimennus-menetelmällä. Mittarin johtokykyanturit kalibroidaan vastaamaan mitattavassa uomassa virtaavan veden johtokykyä. Uomaan kaadetaan tietty määrä suolaa, joka toimii merkkiaineena, liukenee veteen ja muuttaa veden johtokykyä hetkellisesti. Anturit tarkkailevat tätä muutosta ja laskevat muutokseen kuluvan ajan ja määrittelevät sillä perusteella virtaaman. Tällainen mittausmenetelmä sopii hyvin nopeasti virtaaviin ja turbulenttisiin uomiin, joiden poikkileikkaus on moninainen ja joissa muut mittausmenetelmät ovat hankalia toteuttaa.

Tarkoituksena oli mitata virtaama myös SonTek FlowTracker Handheld-ADV -laitteella, joka on tarkoitettu erityisesti pienten uomien virtaaman mittaamiseen, mutta valitettavasti Pyhäjoen vedenpinnan korkeus ja virtaama olivat mittauskampanjapäivänä liian suuria virtaaman mittaamiselle kyseisellä laitteella.

Vedenlaatu, käytännössä sameus ja sähkönjohtavuus, mitattiin uoman eri osista YSI-mittarilla sekä Ponsel C4E -mittarilla. Mittari laskettiin haluttuun syvyyteen ja kuljetettiin uoman poikki joko vasemmalta oikealle tai oikealta vasemmalla pitäen syvyys mahdollisimman samana koko matkan. Tämä toistettiin kahdessa tai kolmessa eri syvyydessä. Vedenlaatua mitattiin kahdella eri mittarilla uoman poikki eri syvyyksissä sekä otettiin vesinäytteitä.

a) b)

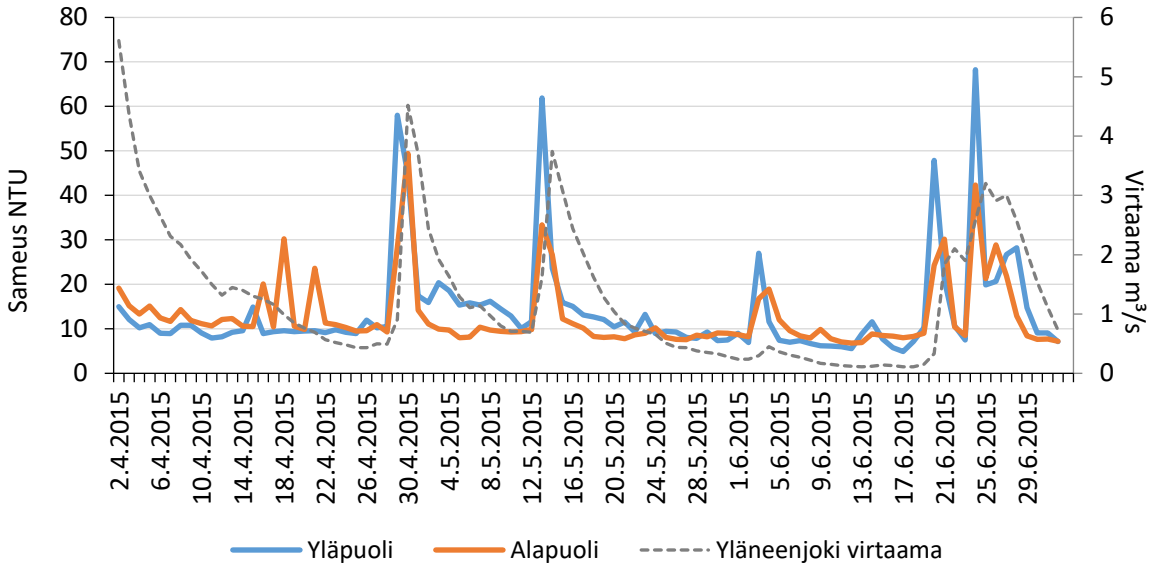


Kuva 4. Virtaamanmittausta a) ADCP-laitteella Löytäneellä ja b) Tracer System TQ-S –laitteella Museomyllyllä (kuvat: Henna Ryömä ja Elisa Mikkilä).

3 Tulokset

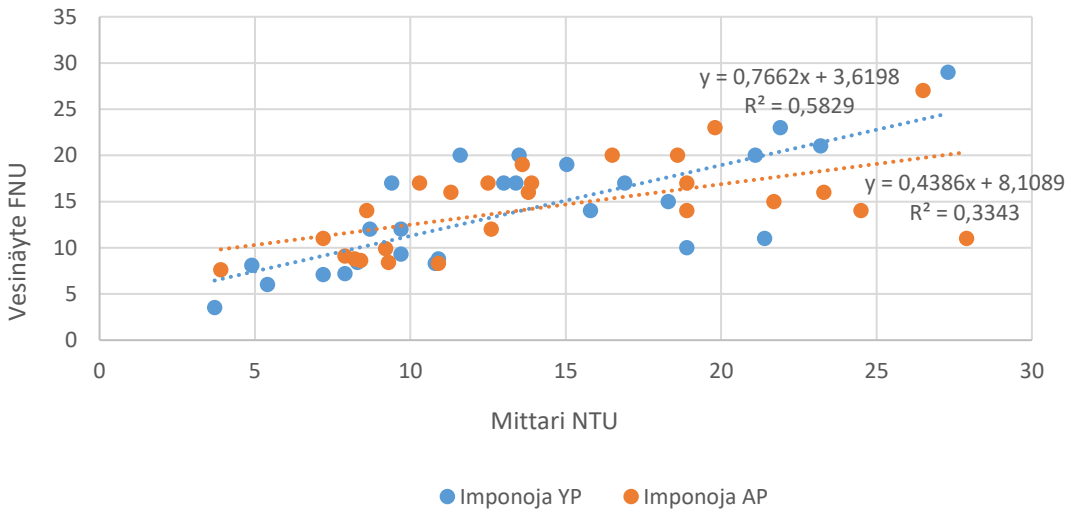
3.1 Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmä

Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- ja alavirran puolella mitanneiden mittareiden sameudesta tehty vuorokausikohtainen kuvaaja osoittaa, että laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmä alentaa etenkin sameuspiikkejä (kuva 5).

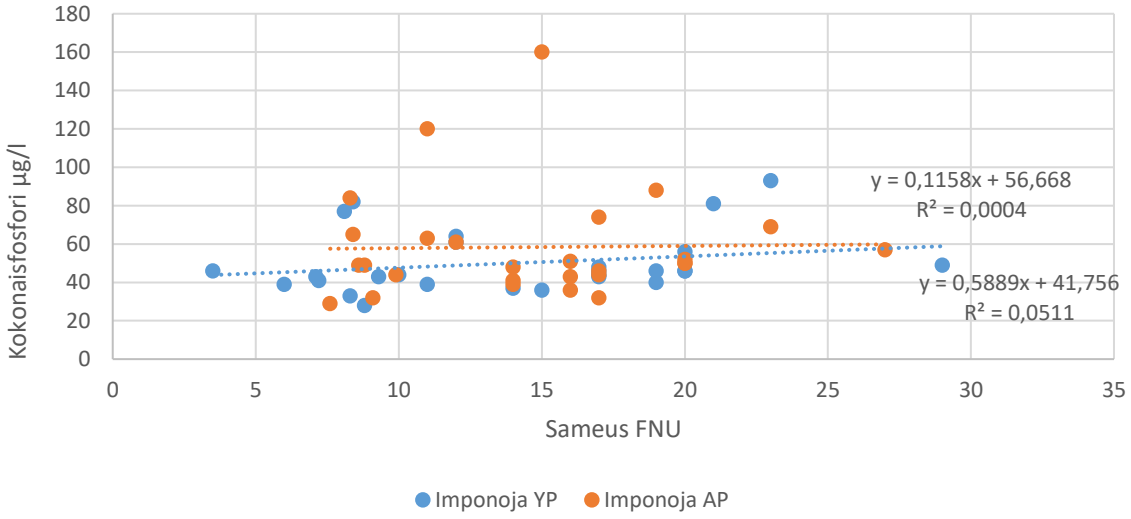


Kuva 5. Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- ja alavirran puolella mitanneiden mittareiden mittaama sameus sekä Yläneenjoen virtaama huhtikuun alusta heinäkuun alkuun vuorokausikohtaisina keskiarvoina vuonna 2015.

Tarkasteltaessa vesinäytteistä mitatun ja mittarin mittaaman sameuden välistä suhdetta huomataan, että laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän alavirran puolella sameudet korreloivat keskenään paremmin kuin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylävirran puolella mitatut sameudet (kuva 6). Vesinäytteestä analysoitujen sameuden ja kokonaisfosforin välinen korrelaatio on kohteen ylä- ja alavirran puolella kummassakin lähellä nollaa (kuva 7).



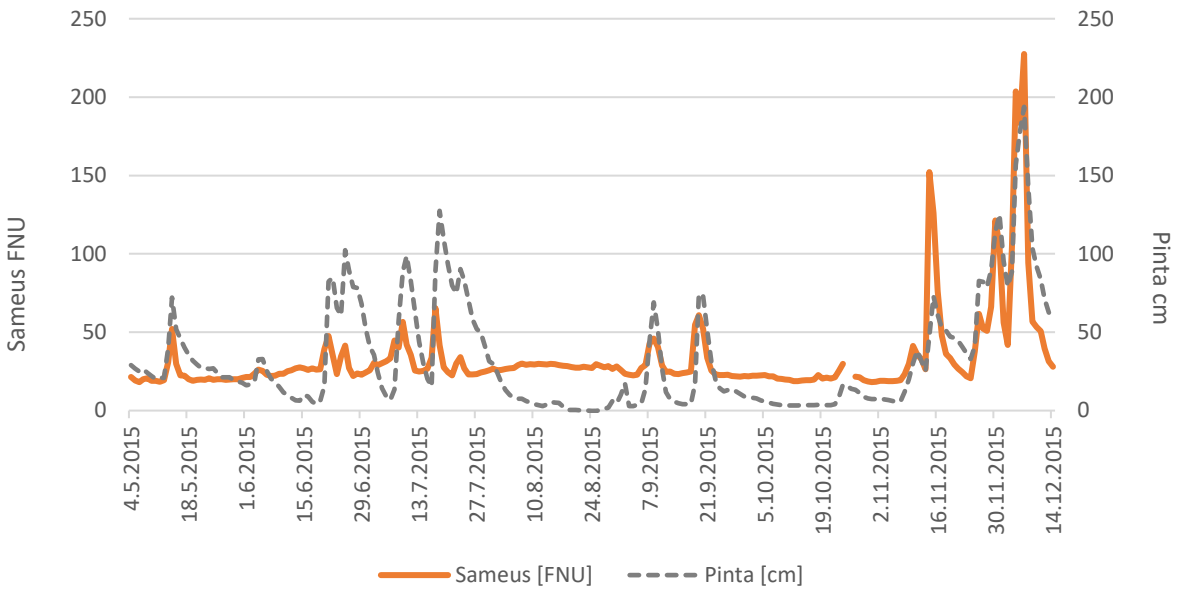
Kuva 6. Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- (YP) ja alavirran (AP) puolelta mittarilla mitatun ja vesinäytteestä analysoidun sameuden välinen suhde. Havainnot ovat vuosilta 2009-2010, 2012-2013 ja 2015.



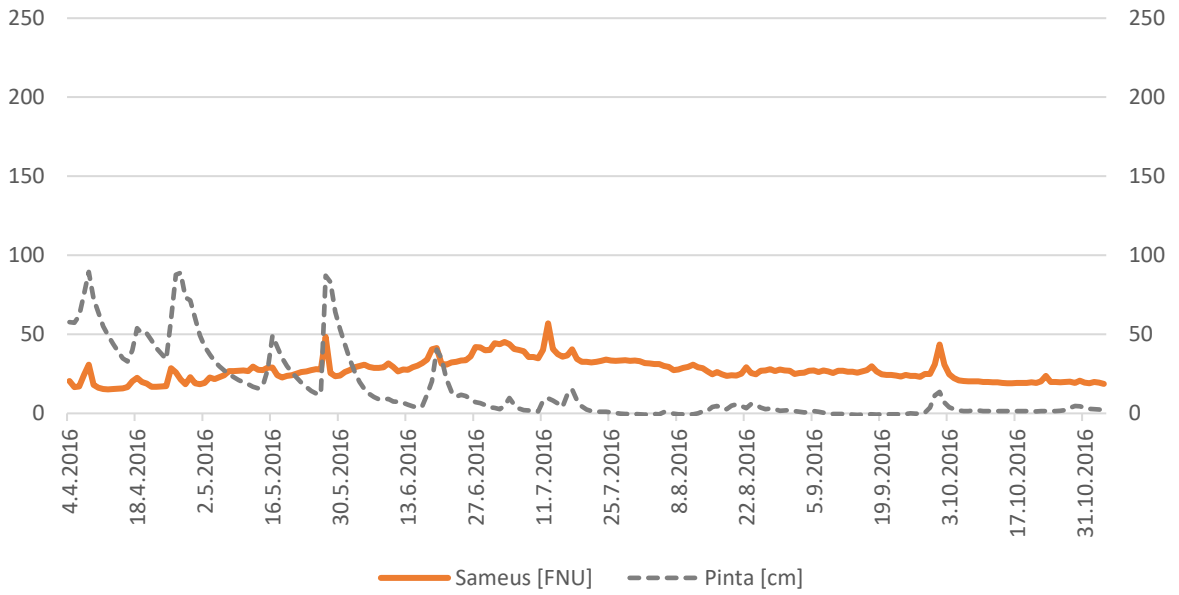
Kuva 7. Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- (YP) ja alavirran (AP) puolelta otetuista vesinäytteistä analysoitujen sameuden ja kokonaisfosforin välinen suhde. Havainnot ovat vuosilta 2009-2010, 2012-2013 ja 2015.

3.2 Peräsuonoja

Kuvassa 8 on esitettynä vuorokausikohtaisina keskiarvoina Peräsuonojan mittarin mittaama sameus sekä vedenpinnan korkeus vuonna 2015 ja kuvassa 9 vuonna 2016. Vuosien välillä on suuri ero, sillä vuonna 2016 sameus pysyi samalla tasolla läpi koko vuoden, kun taas vuonna 2015 loppusyksyn ja alkutalven runsaat sateet aiheuttivat huomattavan suuria piikkejä sekä vedenpinnan korkeuteen että sameuteen.

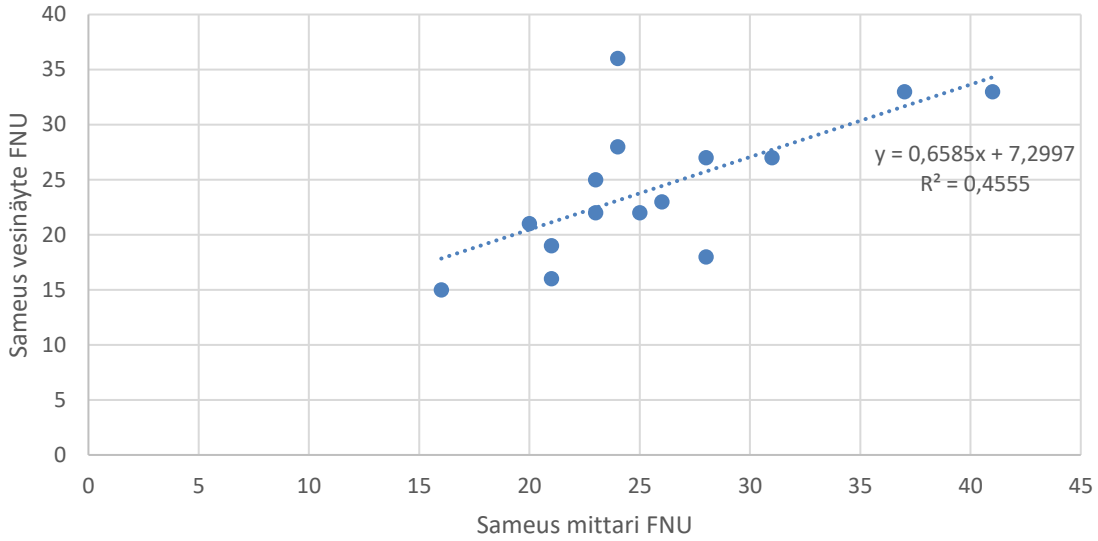


Kuva 8. Peräsuonojan mittarin mittaama sameus ja vedenpinnan korkeus vuorokausikohtaisina keskiarvoina vuonna 2015.

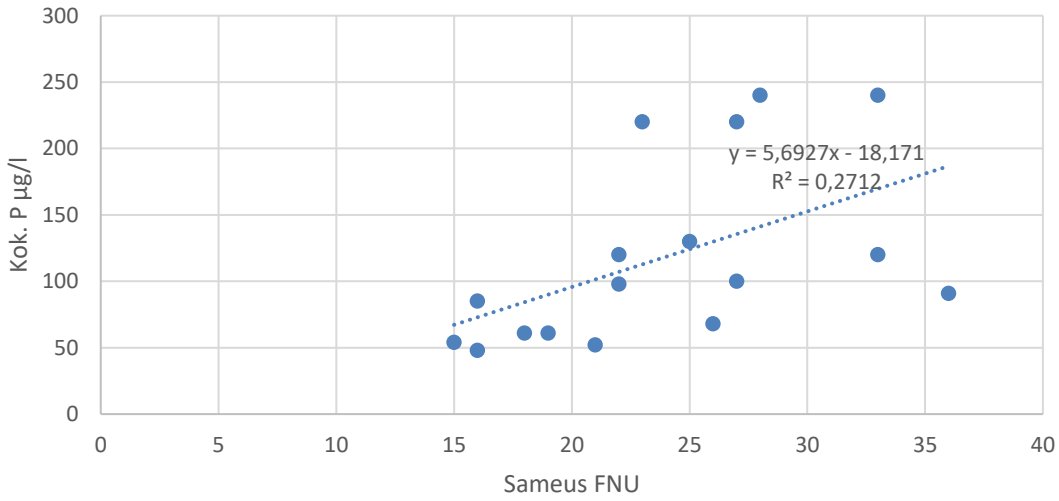


Kuva 9. Peräsuonojan mittarin mittaama sameus ja vedenpinnankorkeus vuorokausikohtaisina keskiarvoina vuonna 2016.

Peräsuonojalla vesinäytteestä analysoidun sameuden ja mittarin mittaaman sameuden välinen suhde korreloi heikosti korrelaatiokertoimen ollessa noin 0,5 (kuva 10). Vesinäytteestä analysoitujen fosforipitoisuuden ja sameuden välisen suhteen korrelaatiokerroin on vain noin 0,3 (kuva 11).



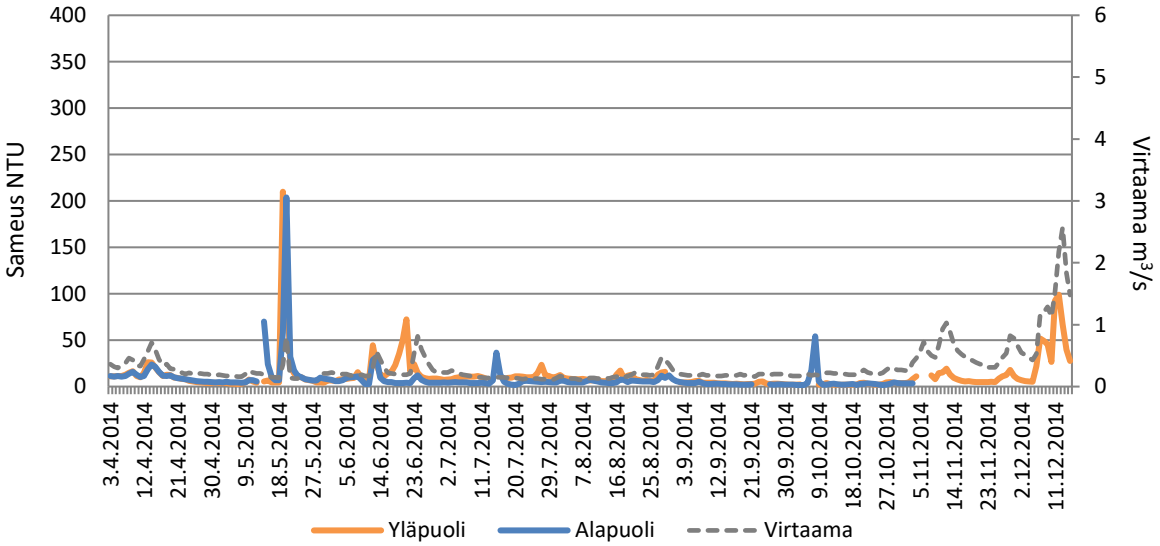
Kuva 10. Peräsuonojan mittarin mittaaman ja vesinäytteestä analysoidun sameuden välinen suhde. Havainnot ovat vuosilta 2015-2016.



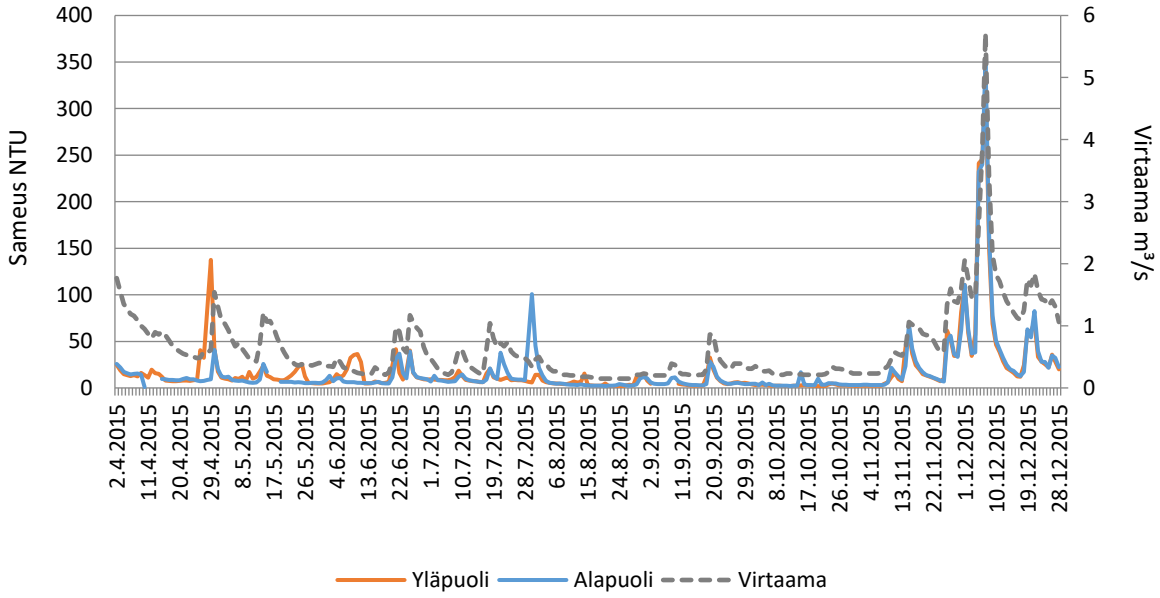
Kuva 11. Peräsuonojan vesinäytteistä analysoitujen sameuden ja kokonaisfosforin välinen suhde. Havainnot ovat vuosilta 2015-2016.

3.3 Löytäneenlammen kosteikko

Löytäneenlammen kosteikon ylä- ja alavirran puolella mitanneiden mittareiden mittaamista sameuksista huomataan, että toisinaan kosteikon ylävirran puolella veden sameus on korkeampi kuin alavirran puolella ja taas toisinaan päinvastoin (kuva 12 ja kuva 13). Kevään 2014 sameuspiikki johtuu ruoppausnäytöksestä. Loppuvuoden 2015 runsaat sateet näkyvät Löytäneenlammellakin selvästi.

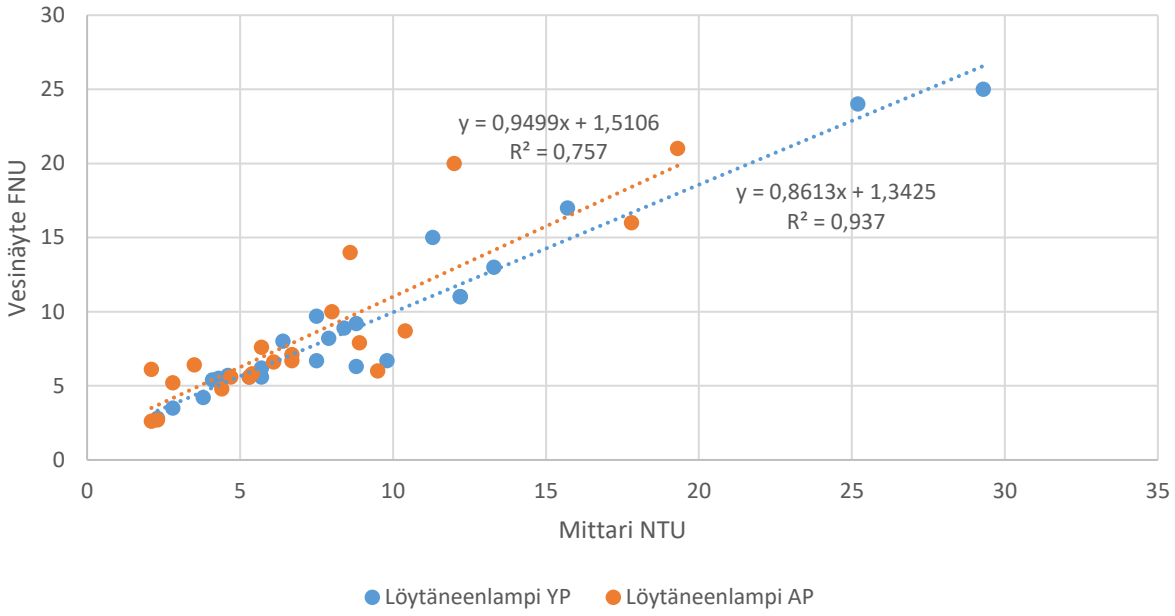


Kuva 12. Löytäneenlammen kosteikon ylä- ja alavirran puolella mitanneiden mittareiden mittaama sameus sekä Pyhäjoen virtaama huhtikuun alusta jouluun puoliväliin vuorokausikohtaisina keskiarvoina vuonna 2014.

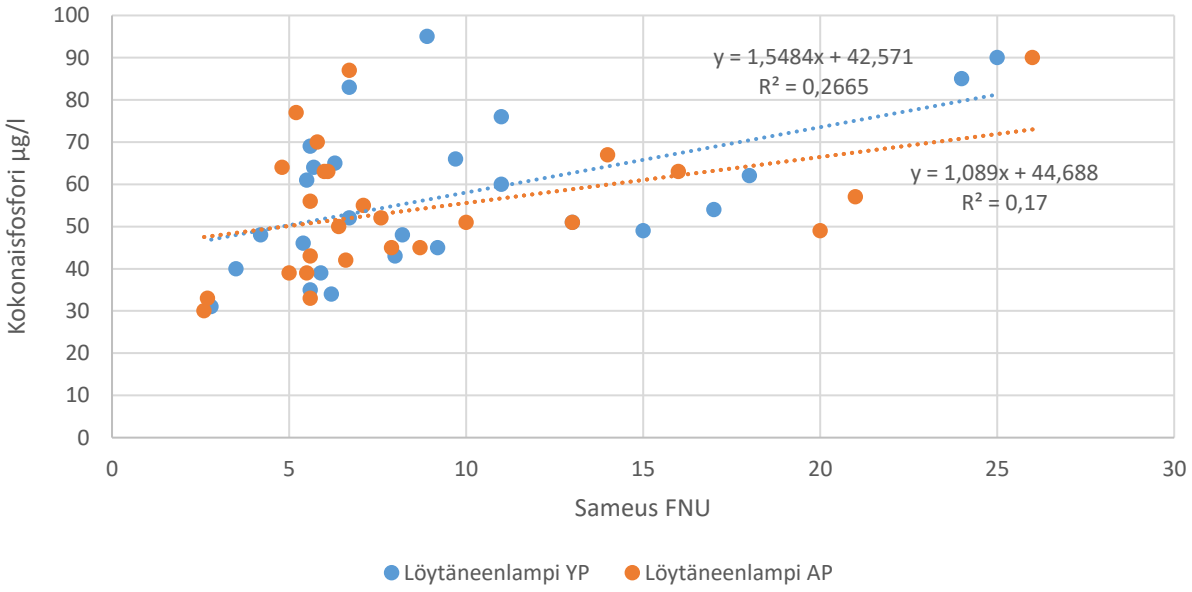


Kuva 13. Löytäneenlammen kosteikon ylä- ja alavirran puolella mitanneiden mittareiden mittaama sameus sekä Pyhäjoen virtaama huhtikuun alusta joulukuun loppuun vuorokausikohtaisina keskiarvoina vuonna 2015.

Löytäneenlammen ylävirran puolelta mittarilla mitattu sameus ja vesinäytteestä analysoitu sameus korreloivat keskenään hieman paremmin kuin alavirran puolelta mitatut sameudet (kuva 14). Jos ylävirran puolelta mitatuista arvoista jätetään kaksi suurinta, muusta havaintoparvesta melko erillään olevaa havaintoarvoa pois, korrelaatiokerroin tippuu lukemasta 0,94 lukemaan 0,87. Sameus ja kokonaisfosfori korreloivat Löytäneenlammellakin melko huonosti korrelaatiokertoimien ollessa 0,27 ja 0,17 (kuva 15).



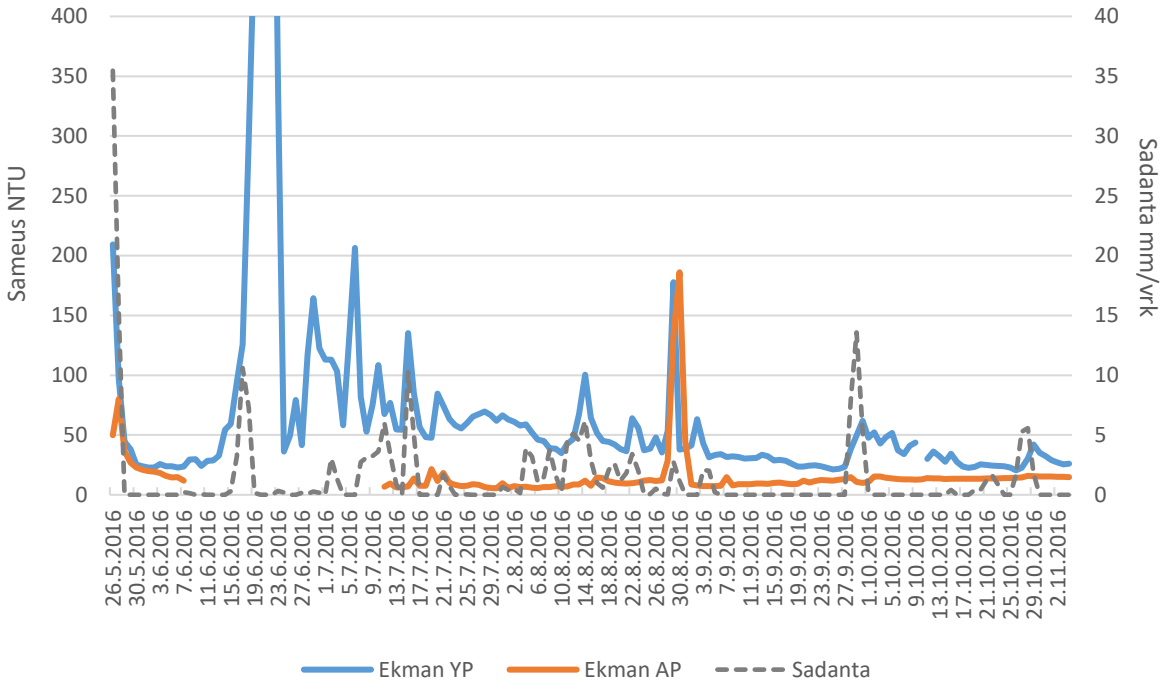
Kuva 14. Löytäneenlammen kosteikon ylä- (YP) ja alavirran (AP) puolelta mittarilla mitatun ja vesinäytteestä analysoidun sameuden välinen suhde. Havainnot ovat vuosilta 2014-2015.



Kuva 15. Löytäneenlammen kosteikon ylä- (YP) ja alavirran (AP) puolelta otetuista vesinäytteistä analysoitujen sameuden ja kokonaisfosforin välinen suhde. Havainnot ovat vuosilta 2014-2015.

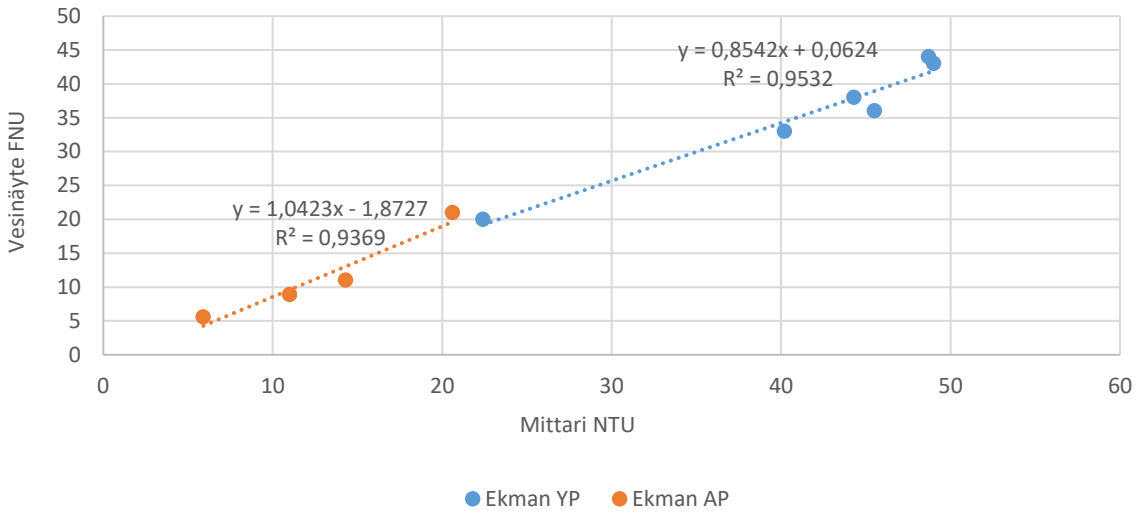
3.4 Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmä

Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylävirran puolella mitatut sameudet olivat vuonna 2016 lähes koko ajan suuremmat kuin alavirran puolella (kuva 16). Kesä-heinäkuussa 2016 alavirran puolella olleen mittarin pyyhkijä oli huollon yhteydessä asennettu mittarin silmän päälle, joten sitä aineistoa ei tässä käytetty. Samanaikaisesti kuitenkin ylävirran puolellakin mitattiin suuria sameusarvoja, joille ei ole löydetty loogista selitystä.

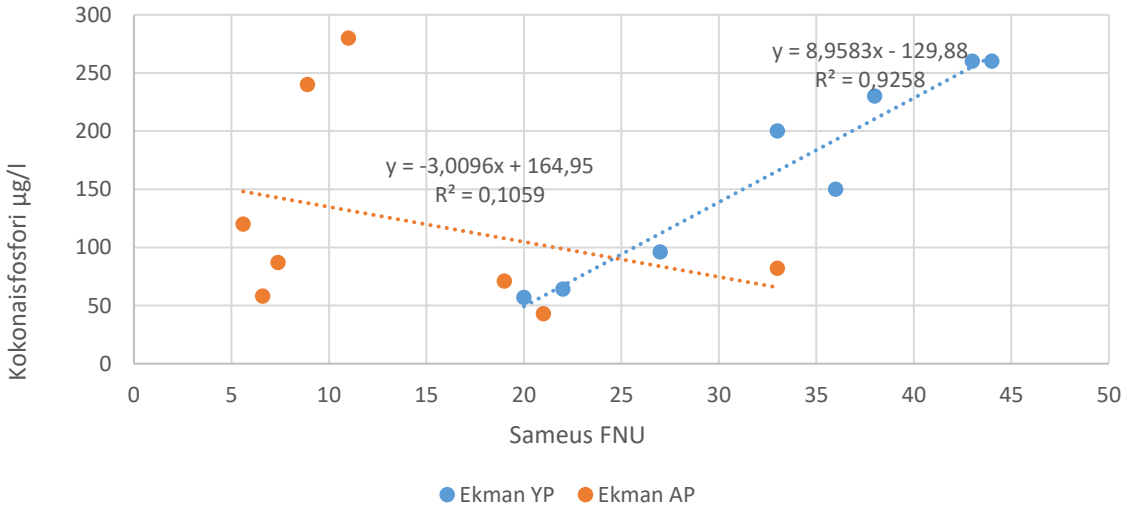


Kuva 16. Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- (YP) ja alavirran (AP) puolella mitanneiden mittareiden mittaama sameus sekä alueella havaittu sadanta.

Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän mittarilla mitatun sameuden ja vesinäytteestä analysoidun sameuden välisen suhteen vertailuun ei käytettävissä olevasta aineistosta saatu kovin montaa kelvollista havaintoparia (kuva 17). Korrelaatio on hyvä, mutta havaintojen vähyyden takia niihin tulee suhtautua kriittisesti. Vesinäytteestä analysoitujen sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välisen suhteen korrelaatio on Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän alavirran puolella negatiivinen, kun taas ylävirran puolella korrelaatio on positiivinen ja korrelaatiokerroinkin 0,93 (kuva 18).



Kuva 17. Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- (YP) ja alavirran (AP) puolelta mittarilla mitatun ja vesinäytteestä analysoidun sameuden välinen suhde. Havainnot ovat vuodelta 2016.



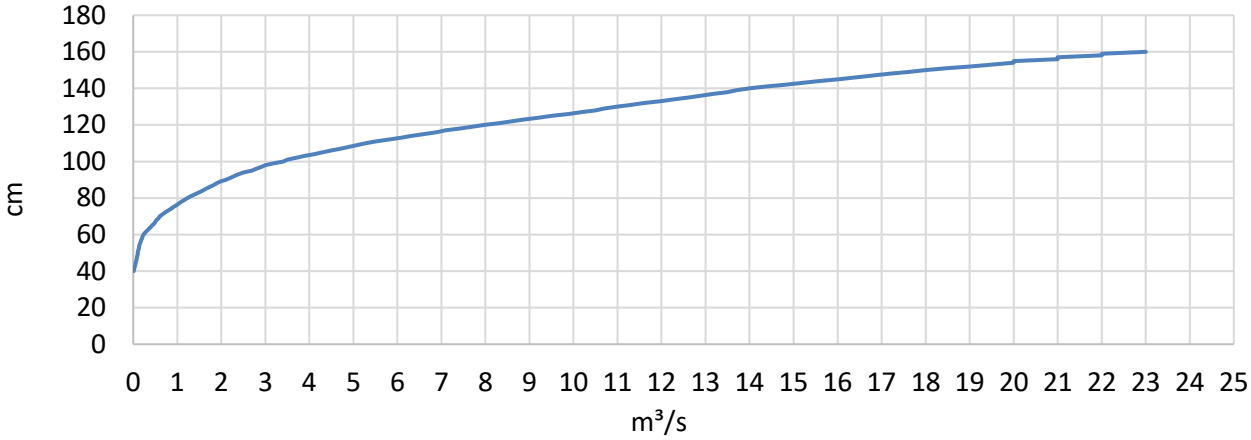
Kuva 18. Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- (YP) ja alavirran (AP) puolelta otetuista vesinäytteistä analysoitujen sameuden ja kokonaisfosforin välinen suhde. Havainnot ovat vuodelta 2016.

3.5 Mittauskampanja Pyhäjoella

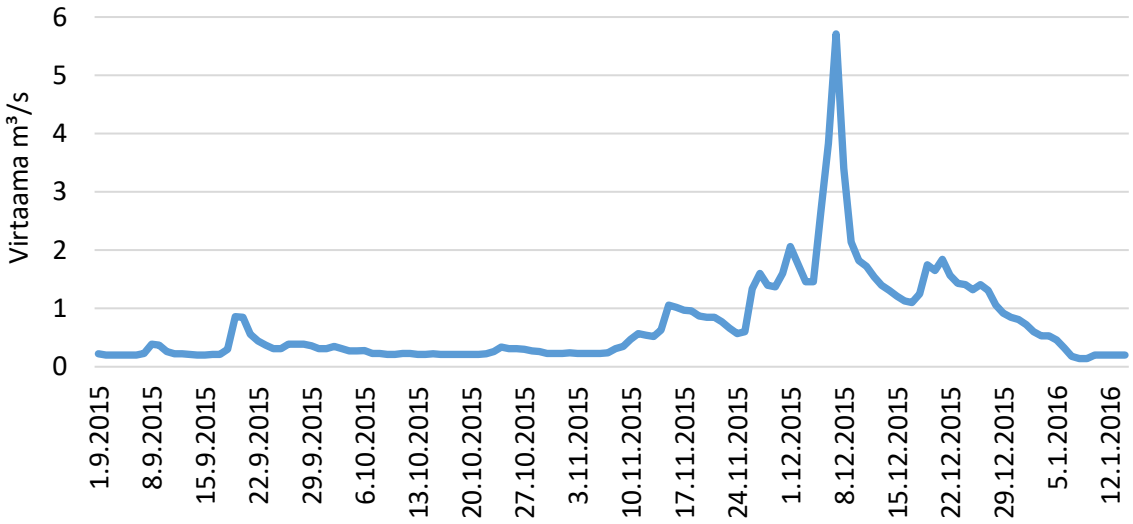
Museomyllyllä eri tavalla tehdyt virtaamamittaukset antoivat lähes saman tuloksen (taulukko 1). Löytäneellä suolapulssin avulla ja ADCP-laitteella mitatut virtaamat erosivat toisistaan huomattavasti. Löytäneellä mittauspaikka oli täysin sama. Museomyllyllä ADCP-mittaus tehtiin hieman ylempänä kuin suolapulssimittaus. Museomyllyllä tehtyjen kertamittauksien tulokset ovat alhaisempia kuin purkautumiskäyrän ja limnigrafin mukaiset tulokset. Pyhäjoen purkautumiskäyrä on esitettynä kuvassa 19 ja Pyhäjoen Museomyllyllä sijaitsevan limnigrafin mittaamat virtaamat kuvassa 20. Suomen ympäristökeskuksen hallinnoimasta Hertta-tietojärjestelmästä saatavilla oleva purkautumiskäyrä perustuu 17.1.2001 aloitettuun havainnointiin. Purkautumiskäyriä tulisi tarkistaa myös uudella mittaustekniikalla.

Taulukko 1. Pyhäjoella mitattu virtaama (m^3/s) 30.11.2015 Museomyllyllä klo 10.30 ja Löytäneellä klo 12.30.

	limnigrafi	purkautumiskäyrä	ADCP	suolapulssi
Museomylly	1,48-1,57	1,57	1,35	1,45-1,46
Löytäne			0,6	1,1



Kuva 19. Pyhäjoen purkautumiskäyrä Museomyllyn kohdalla. Tiedot perustuvat mitattuihin virtaamiin vuodesta 2001 eteenpäin.

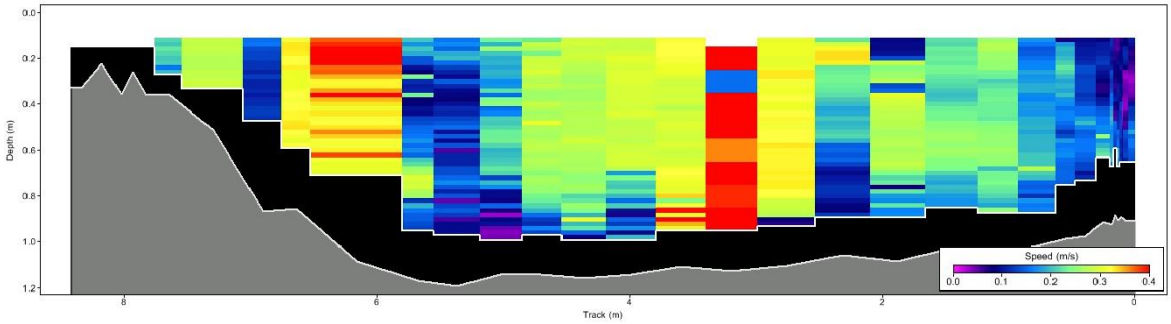


Kuva 20. Limnigrafin mittaama virtaama Pyhäjoen Museomyllyllä 1.9.2015–14.1.2016.

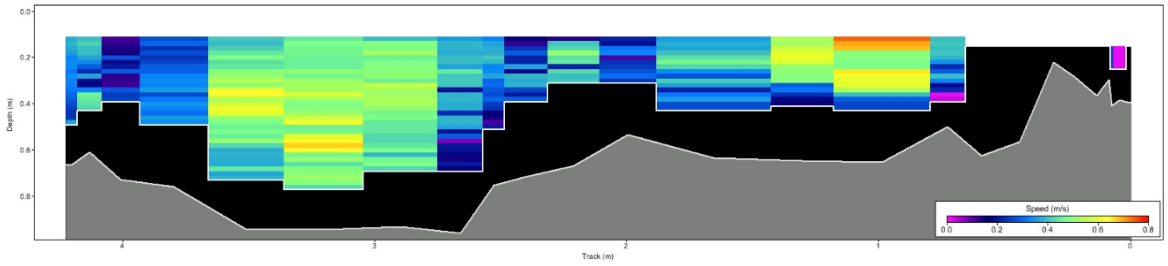
ADCP-laitteella mitattu virtaama antaa lopputuloksena virtaaman lisäksi tietoja mitatusta uoman leveydestä, syvyydestä sekä virtausnopeudesta uoman eri osissa (taulukko 2, kuvat 21 ja 22). Poikkileikkauskuvista huomataan, että virtausnopeus vaihtelee huomattavasti uoman eri osissa, mikä saattaa vaikuttaa myös vedenlaadun vaihteluun uoman eri osissa.

Taulukko 2. ADCP-mittauksen tulokset Pyhäjoen kahdessa kohteessa 30.11.2015.

	Museomylly	Löytäne
Uoman leveys (m)	7,59	4,08
Uoman suurin syvyys (m)	1,19	1,00
Uoman poikkileikkauksen pinta-ala (m^2)	6,87	2,49
Keskimääräinen virtausnopeus (m/s)	0,20	0,26
Suurin virtausnopeus (m/s)	0,78	0,97
Virtaama (m^3/s)	1,35	0,65

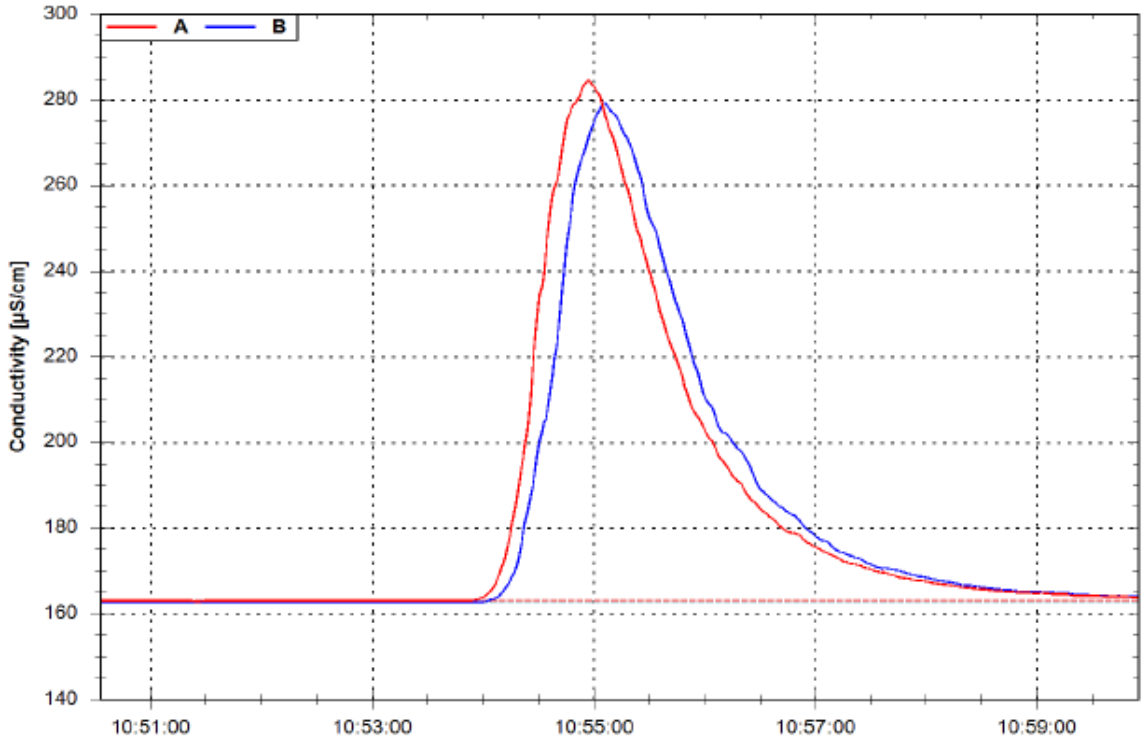


Kuva 21. Pyhäjoen uoman poikkileikkaus ja virtausnopeudet lähellä Museomyllyä ADCP-laitteella mitattuna.

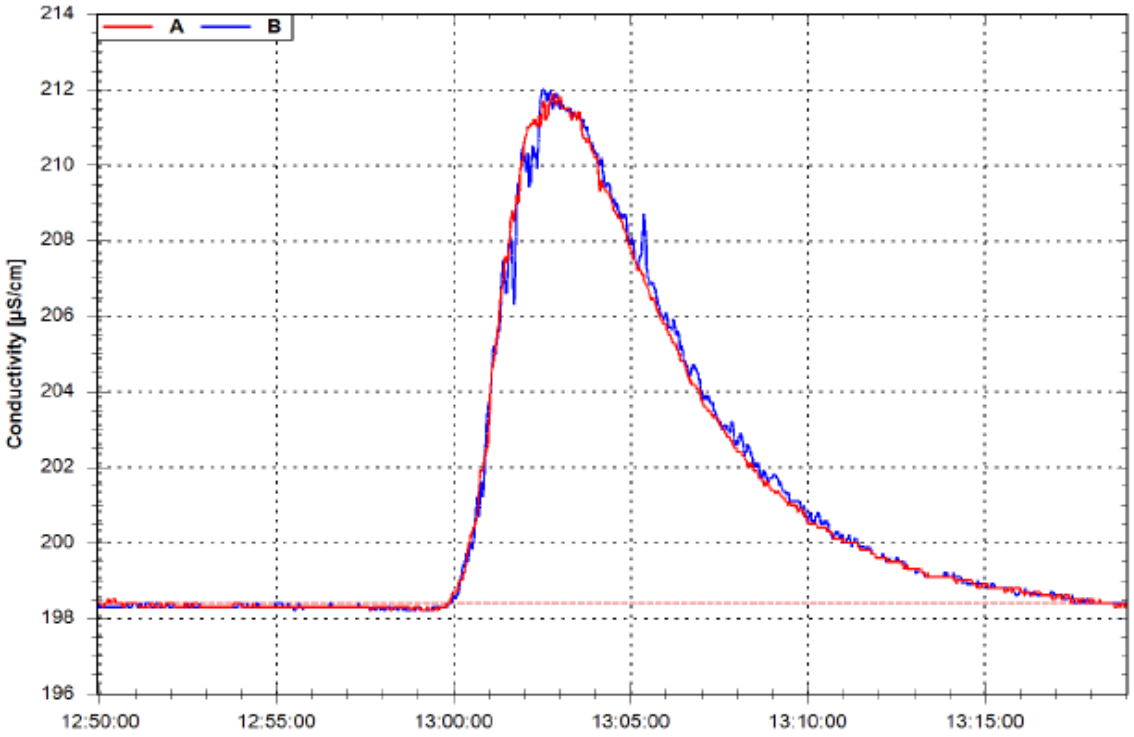


Kuva 22. Pyhäjoen uoman poikkileikkaus ja virtausnopeudet Löytäneellä ADCP-laitteella mitattuna.

Suolapulssimenetelmällä mitatuissa virtaamissa saatiin keskenään erilaisia tuloksia Museomyllyllä ja Löytäneellä (kuvat 23 ja 24). Museomyllyn padon jälkeinen koskipaikka ilmeisesti soveltui hyvin suolapulssimittaukseen, koska kosken ja isojen virtausnopeuksien ansiosta merkkiaineena käytetty suola sekoittui ja liukeni hyvin veteen. Löytäneellä mutkitteleva ja tulviva uoma ilmeisesti esti suolan liukenemisen. Löytäneellä suolapulssin avulla mitatussa virtaamassa voidaan havaita pientä vaihtelua (kuva 24). Pienet vaihtelut johtuvat todennäköisesti siitä, että uomaan tulee matkan varrella ojista ja pintavaluntana vesiä, jolloin antureiden kohdalla vesi laimenee. Koska anturit (A ja B) ovat eri puolilla uomaa, vaihtelut eivät tapahdu samanaikaisesti molemmissa antureissa.



Kuva 23. Tracer System TQ-S -laitteella mitattu virtaama merkkiaine–laimennus-menetelmällä Museomyllyllä (Pyhäjoki) 30.11.2015.



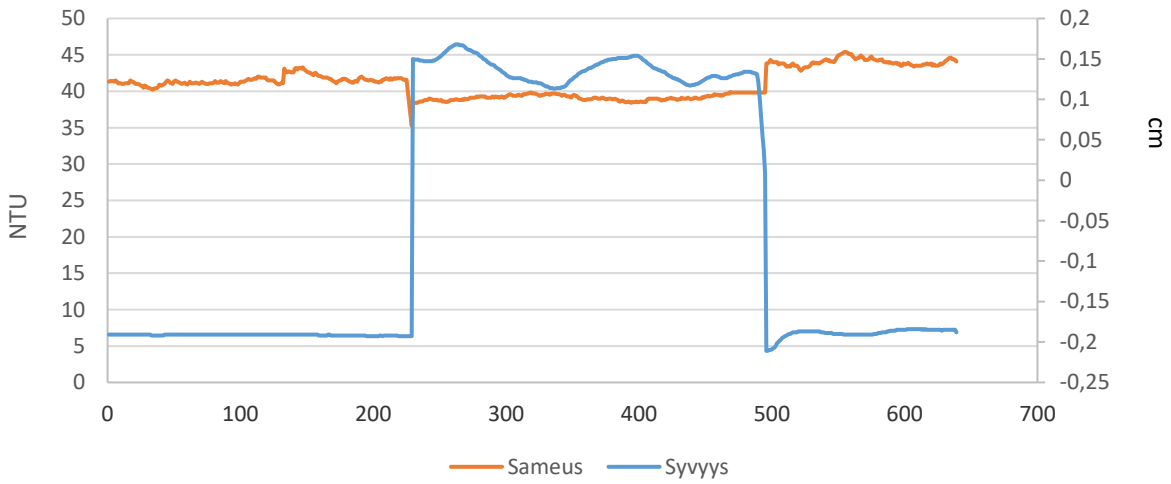
Kuva 24. Tracer System TQ-S -laitteella mitattu virtaama merkkiaine–laimennus-menetelmällä Löytäneellä (Pyhäjoki) 30.11.2015.

Museomyllyllä mittareilla mitatut sähkönjohtavuusarvot ovat hieman alhaisempia kuin vesinäytteiden tulokset (taulukko 3). Museomyllyllä sähkönjohtavuus vaihteli uoman eri osissa enemmän kuin Löytäneellä. Löytäneellä keskihajonta oli vain 0,02 kun Museomyllyllä se oli 1,5.

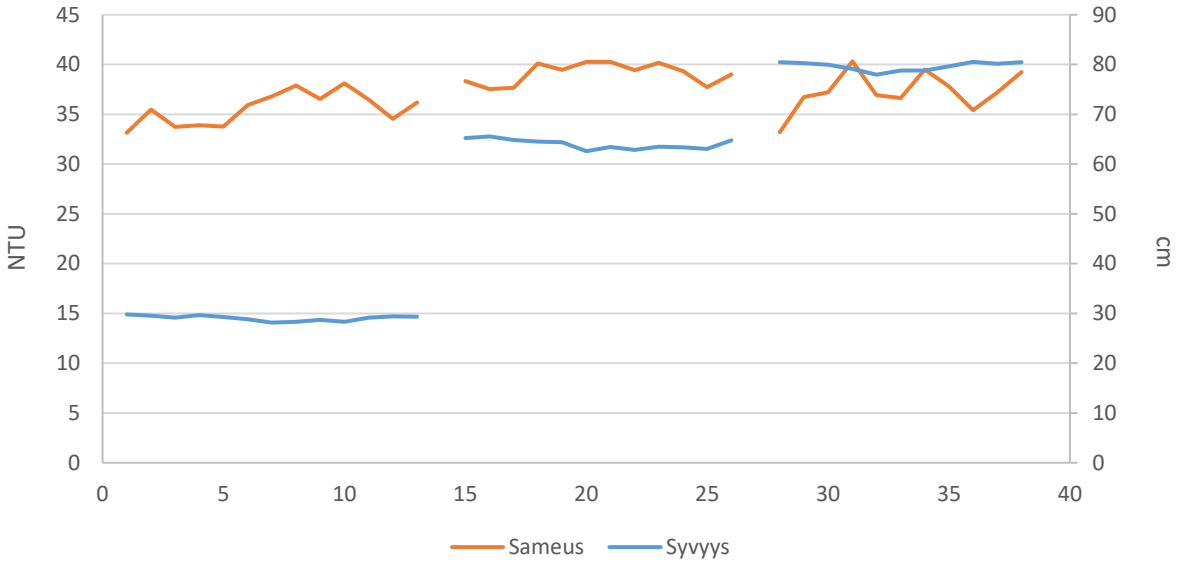
Kahden eri mittarin antamat veden sameustulokset olivat hyvin lähellä toisiaan ja samalla tasolla tai hieman suurempia kuin vesinäytteiden analysointien antamat tulokset (taulukko 4). Museomyllyllä YSI-mittarilla mitattuna veden sameus oli syvemmällä hieman alhaisempi kuin lähempänä veden pintaa (kuva 25). Ponsel C4E -mittarilla mitattuna Museomyllyllä veden sameus vaihteli enemmän kuin YSI-mittarilla ja oli suurin keskisyvyydessä (kuva 26).

Taulukko 3. Vesinäytteistä analysoidut sekä vedenlaatumittareilla (keskiarvot) mitatut sähkönjohtavuus- ja sameusarvot.

		Vesinäyte	YSI	Ponsel C4E
Sähkönjohtavuus (mS/m)	Museomylly	17	15	14
	Löytäne	20	20	19
Sameus (FNU, NTU)	Museomylly	36	41	37
	Löytäne	53	61	62

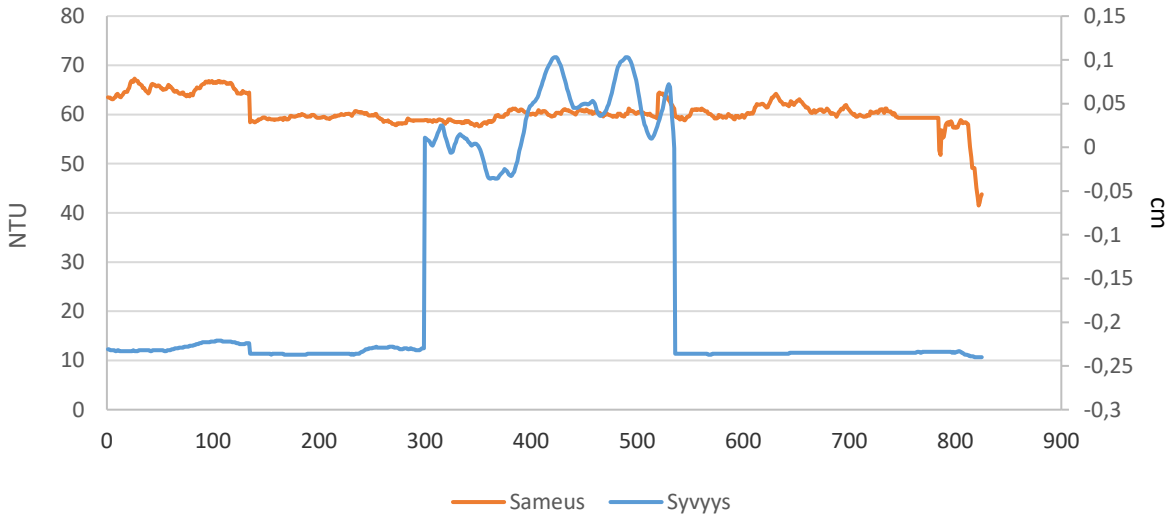


Kuva 25. YSI-mittarilla mitattu veden sameus uoman eri osissa Pyhäjoen Museomyllyllä sijaitsevalla mittauspisteellä.

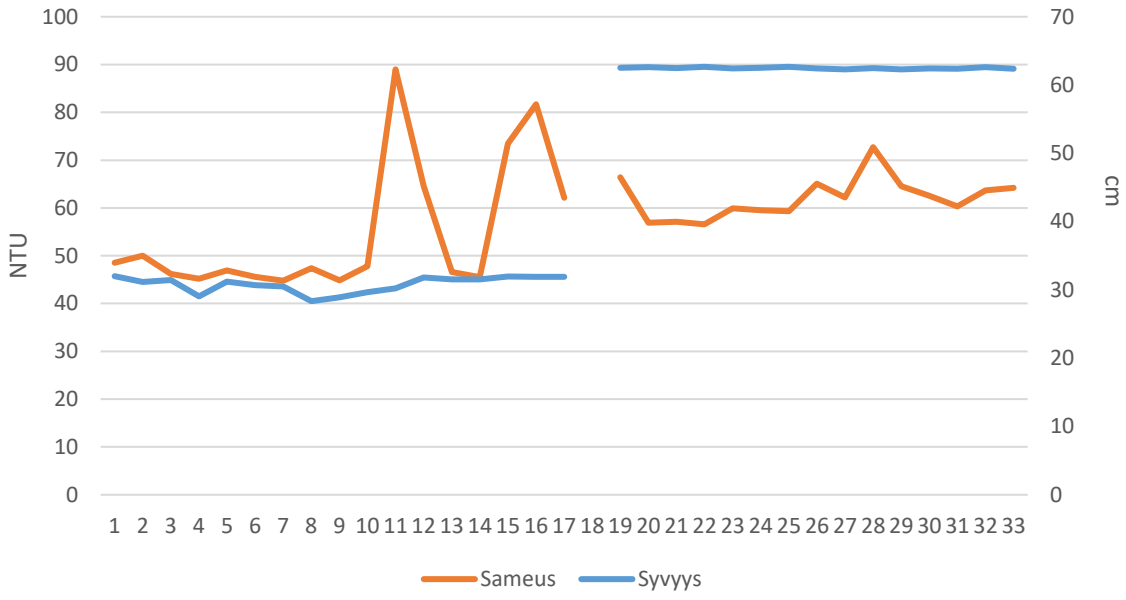


Kuva 26. Ponsel C4E -mittarilla mitattu veden sameus uoman eri osissa Pyhäjoen Museomyllyllä sijaitsevalla mittauspisteellä.

Löytäneen mittauspisteellä veden sameus YSI-mittarilla mitattuna ei juuri vaihdellut (kuva 27). Ponsel C4E -mittarilla mitattuna veden sameus sai uoman toisessa reunassa välillä suuria arvoja (kuva 28). Uoman muoto voi aiheuttaa sen, että uoman reunassa onkin matalampaa, jolloin mittari on voinut osua pohjaan.



Kuva 27. YSI-mittarilla mitattu veden sameus uoman eri osissa Pyhäjoen Löytäneellä sijaitsevalla mittauspisteellä.



Kuva 28. Ponsel C4E -mittarilla mitattu veden sameus uoman eri osissa Pyhäjoen Löytäneellä sijaitsevalla mittauspisteellä.

4 Sidosryhmät ja yhteistyö

4.1 Näkökulmia datan avoimuuteen ja yhteiskäyttöön

Syyskuussa 2015 osallistuttiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen, Suomen ympäristökeskuksen ja Luonnonvarakeskuksen järjestämään Uudet menetelmät vesistöjen seurannassa -nimiseen työpajaan Saaristomeren tutkimuslaitoksella Seilin saarella. Työpajan tavoitteena oli tuoda yhteen uusien menetelmien parissa toimivia tahoja sekä keskustella menetelmien mahdollisuuksista ja haasteista. Työpajassa keskityttiin erityisesti jatkuvatoimisiin vedenlaatuasemiin ja liikuteltaviin mittalaitteisiin sekä maastotiedon keräämisen sähköistämiseen ja kehittämiseen.

Datan avoimuutta ja yhteiskäyttöä on käsitelty sidosryhmien kanssa useissa aiemmin pidetyissä työpajoissa, joista saadut näkemykset on kerätty tähän raporttiin. Muun muassa VINKU- ja MITTARI-hankkeissa järjestetyissä työpajoissa on pohdittu tätä teema yhdessä yhteistyökumppaneiden kanssa. VINKU-hankkeen työpaja järjestettiin Pyhäjärvi-instituutissa 24.3.2011 aiheenaan ”Valumavesien automaattinen vedenlaadun seuranta”. MITTARI-hankkeen työpajat järjestettiin Pyhäjärvi-instituutissa 14.5.2013 aiheella ”Käyttökokemuksia automaattisista vedenlaatumittareista, aineistojen analysoinnista ja tulosten hyödyllisyydestä” sekä 15.-16.10.2013 aiheella ”Automaattiset vedenlaatumittarit – aineistojen laadunvarmistus ja tulosten soveltaminen käytäntöön”.

Yleisesti ottaen tiedon tuottajat ja palveluita tarjoavat yritykset suhtautuvat myönteisesti datan avoimuuteen ja yhteiskäyttöön, mutta haastavaksi sen tekee yhteisten sääntöjen ja toimintatapojen puuttuminen. Oman haasteensa asiaan tekee myös se, että toisilla toimijoilla maastotiedon kerääminen on jo pitkälle sähköistettyä, kun toisilla se on vielä paperisten maastolomakkeiden varassa.

4.2 Kokemuksia Lancasterin yliopiston hankkeesta

Pyhäjärvi-instituutin toiminnanjohtaja Teija Kirkkala vieraili Lancasterin yliopistossa maaliskuussa 2015 seminaarissa Catchment management in Action ja piti seminaarissa keynote-luennon ”Long-term Management of Lake Pyhäjärvi – Field-Scale Experiments in an Agricultural Catchment”.

Lancasterin yliopisto on toteuttanut hanketta The River Eden Demonstration Catchment (EdenDTC), jonka tavoitteena on vähentää maatalouden aiheuttamaa kuormitusta. Eden-joen valuma-alueella on valittu kohteiksi kolme osavaluma-aluetta: Thackthwaite, Newby ja Pow. Hankkeessa on mitattu vedenlaatua jatkuvatoimisilla mittareilla sekä vesinäytteillä ja tarkasteltu erityisesti sään ääri-ilmiöiden vaikutuksia virtaamaan ja vedenlaatuun. Tulokset tallennetaan AEDA – arkistoon (Agricultural & Environmental Data Archive) ja ne ovat julkisia (http://www.environmentdata.org/).

Lancasterin yliopiston EdenDTC-projektissa aineiston keruussa noudatetaan järjestelmällisesti laadunvarmistuksen (QA- Quality Assurance) ja -tarkistuksen (QC- Quality Control) proseduureja. Laadunvarmistuksen proseduurilla varmistetaan, että maastossa tallennettu aineisto on tarkkaa ja luotettavaa. Siihen sisältyy säännöllinen näytteenottopaikan hoitaminen sekä näytteenottovälineiden huolto, kalibrointi ja tietojen lataus. Vedenlaatumittareiden kalibroinnin hoitaa koulutettu tekninen henkilökunta noudattaen laitteenvalmistajan laatimia erikoisohjeita. Jokaisella näytteenottopaikalla on oma huoltopäiväkirja, johon merkitään kaikki maastotyöt ja huoltotoimenpiteet. Huoltopäiväkirjoja käytetään myös laaduntarkistuksen aikana.

Laaduntarkistus toteutetaan kaikelle aineistolle sen keräämisen jälkeen. Laaduntarkistusmenetelmä vaihtelee kyseessä olevan muuttujan mukaan, mutta sen yleinen tavoite on varmistaa, että aineisto on tarkkaa ja edustavaa. Automaattisilla mittareilla mitattua aineistoa verrataan manuaalisesti kerättyihin vesinäytteisiin, jotka analysoidaan sertifioidussa laboratoriossa referenssimenetelmien mukaisesti. Laaduntarkistus sisältää myös aineistojen sisältämien virheiden tunnistamista. Aineisto, jonka tiedetään olevan epäedustavaa ja/tai

sisältävän virheitä, liputetaan ”kriittiseksi” ja myöhemmin poistetaan aineistosta. Kopiot laaduntarkistuksen aikana kerätyistä virhekooditiedostoista löytyvät erikseen kullekin mittalaitteelle. Kaikki aineistolle tehdyt muutokset, kuten kellonajan korjaukset ja systemaattiset muutoskertoimen mukaiset muutokset, kirjataan yksityiskohtaisesti erilliseen dokumenttiin, joka liitetään kyseessä olevaan näytteenottopaikkaan tai laitteeseen.

5 Ohjeistus laadukkaaseen mittaamiseen

Pyhäjärvi-instituutti on laatinut mittaamiseen ja näytteenottoon liittyviä ohjeita oman henkilökuntansa tarpeisiin. Ohjeita on koottu myös muun muassa PowerPoint-esityksiksi, jotta niiden esittäminen ja jakaminen esimerkiksi uusien työntekijöiden perehdyttämisprosessissa olisi mahdollisimman helppoa. Ohjeita myös päivitetään aina tarvittaessa, kun tilanteet ja mittauskohteet muuttuvat. Lisäksi Pyhäjärvi-instituutin MITTARI (Luotettavat tulokset vesistöjen kuormituksen vähentämisessä ja seurannassa) -hankkeen loppuraportissa laadukasta mittaamista ja siihen liittyviä eri vaiheita sekä eri tekijöiden vaikutusta mittaustuloksiin ja niiden tulkintaan käsitellään laajemmaltikin (Tarvainen ym. 2015).

Varsinais-Suomen ELY-keskus julkaisi vuonna 2015 ”Virtavesien vedenlaadun jatkuvatoiminen mittaaminen – Käytännön opas” -nimisen oppaan (Tattari ym. 2015). Pyhäjärvi-instituutti oli mukana Suomen ympäristökeskuksen kanssa oppaan. Pyhäjärvi-instituutin mittaamaa dataa käytettiin oppaan laadinnassa hyväksi ja Pyhäjärvi-instituutin henkilökunta antoi valmiiseen oppaaseen kommentteja ennen sen julkaisemista. Oppaan tavoitteena on auttaa käyttäjää laitteen hankintaan, käyttöön ja aineiston käsittelyyn liittyvissä käytännön kysymyksissä.

Jatkuvatoimisten mittareiden laadunvarmistus alkaa huolellisella taustatyöllä, joka kannattaa tehdä jo ennen mittalaitteen hankintaa ja asennusta. Mittari valitaan aina käyttötarkoituksen ja kohteen olosuhteiden mukaan. Jo tässä vaiheessa on mietittävä, mitä mitataan ja miksi. Toimiva ketju laitteen asennuksesta, huollosta ja kalibroinnista, laadukkaiden laboratorioanalyysien kautta tutkijan tekemiin johtopäätöksiin takaa mittauksen onnistumisen. Kun kaikki ketjun vaiheet tehdään huolellisesti, havaintojen hyvä laatu on taattu.

Jatkuvatoiminen mittari on hyvä asentaa sellaiseen uoman kohtaan, joka on avoin ja jossa vesi virtaa tasaisesti. Lisäksi soveltuva paikka mittarille on sellainen, jossa mittarin huolto on vaivatonta ja turvallista tehdä mutta joka on samalla huomaamaton ja suojaisa. Asennuksen haasteina on etenkin sameuden kannalta mittarin oikea asennussyvyys. Ajoittain voimakas virtaama voi myös liikuttaa mittareita. Mittareita suositellaan kalibroimaan kolmen kuukauden välein, mutta käytännössä kalibrointia on tehtävä useammin. Antureita pitää myös puhdistaa säännöllisesti, kerran viikossa tai kerran kahdessa viikossa.

Jatkuvatoiminen vedenlaatumittari asetetaan mittaamaan tietyin väliajoin. Tyypillisesti mittausfrekvenssi on 15, 30 tai 60 minuutin välein. Tallennettu mittaustulos edustaa usean yksittäisen mittauksen keskiarvoa. Perusperiaate on, että mitä pienempi uoma, sitä lyhyempi mittausväli. Mittaustulokset tallentuvat mittarin tai tiedonkerääjän muistiin, josta ne voidaan yksinkertaisimmillaan ladata suoraan tietokoneelle. Useammat laitetoimittajat tarjoavat myös tiedonsiirtopalveluita, jolloin aineiston reaaliaikeinen seuraaminen on mahdollista GSM-verkon kautta. Yleensä aineisto siirretään esimerkiksi Exceliin (Microsoft Office) tarkempaa käsittelyä varten.

Jatkuvatoimisten mittareiden tuottaman aineiston käsittely on hyvin tapauskohtaista. Mikäli mittarilta saatava aineisto ei sisällä suurta selittämätöntä vaihtelua, on aineiston käsittely nopeaa ja tehokasta. Usein etenkin pienissä sivu-uomissa aineisto kuitenkin sisältää ajoittain paljon vaihtelua tai sameuden äkillisiä nousuja, joiden todenperäisyyden selvittäminen vaatii muiden aineistojen (mm. sääaineistojen) tarkastelua. Mittarikohtaista aineiston käsittelytyömäärää on siten hankala etukäteen arvioida. Myös aineiston jatkokäyttö vaikuttaa siihen, että kuinka paljon aineistoa on työstettävä.

Mittariaineistojen laadunvarmistukseen kuuluu olennaisena osana vertailunäytteiden ottaminen. Vesinäytteistä analysoidaan usein monia eri muuttujia, kuten kokonaisfosfori, kokonaistyppi, liukoiset fosforin ja typen yhdisteet, sameus, sähkönjohtokyky, pH ja kiintoaine. Uudessa mittauspaikassa näytteitä on hyvä ottaa tiheästi, jotta saadaan mahdollisimman paljon vertailuaineistoa mittarin tulosten laadunvarmistukseen. Sameustulosten laadunvarmistukseen

käytetään vesinäytteiden sameustuloksia. Yleensä ollaan kiinnostuneita myös kohteen kokonaisfosforipitoisuudesta, joka voidaan laskea mittarin sameustuloksista. Tämä ei kuitenkaan kaikissa paikoissa ole mahdollista, eli sameus ja kokonaisfosfori eivät suoraan korreloi keskenään.

Mikäli mittareiden sameustuloksista voidaan johtaa esim. kokonaisfosforipitoisuuksia, on mittausaineistosta saatava hyöty selvästi suurempi verrattuna tilanteeseen, jossa joudutaan tyytymään pelkkiin sameustuloksiin. Kokonaisfosforipitoisuudesta voidaan edelleen laskea ainemääriä, jolloin voidaan arvioida vesiensuojelukohteiden tehokkuutta eli kuinka paljon ne pidättävät fosforia. Tosin pelkkä sameustuloskin antaa usein uutta tietoa mm. nopeiden säävaihteluiden aiheuttamista vedenlaatumuutoksista. Rankkasateet voivat nopeastikin nostaa veden sameutta, mikä yleensä tarkoittaa myös veden kiintoainepitoisuuden nousua ja kuormituksen kasvamista.

Kahden muuttujan välisen muuntoyhtälön muodostaminen on erittäin tärkeä vaihe luotettavien kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksien ja edelleen kuormitusarvioiden laskemiseksi (Tarvainen ym. 2017). Muuntoyhtälön muodostamisen lähtökohtainen edellytys on kokonaisfosforipitoisuuden ja sameuden sekä kokonaistyppi- ja nitraattipitoisuuden välinen yhteys. Yleensä käytetään lineaarista yhteyttä. Yhtälönmuodostuksessa käytettävien vesinäytteiden tulosten tulisi edustaa laajaa pitoisuuden vaihteluväliä. Yksittäisten havaintoparien vaikutus muuntoyhtälöön voi olla hyvinkin suuri. Tärkeät havainnot ovat regressioyhtälön kannalta merkittäviä ja niiden poistaminen muuttaa yhtälöä olennaisesti vaikuttaen siten myös pitoisuuksien ja edelleen kuormituksien laskentaan. Tärkeät havaintoparit ovat usein kauempana muusta havaintoparvesta, joten ne määräävät suoran suunnan eli kulmakertoimen. Joskus voi olla vaikeaa tietää, onko kyseessä virheellinen pistepari vai tärkeä havainto. Tämän vuoksi on tärkeää, että pistepareja olisi vaihteluvälin yläpäässäkin useampia, jotta regressiosuoran kulmakerroin saa vahvistusta.

Perinteisellä vesinäytteenotolla on hyvin vaikeaa saada sameuden korkeimpia ja usein myös lyhytkestoisia piikkejä kiinni. Luotettavan muuntoyhtälön kannalta vesinäytetulokset korkeista pitoisuuksista ovat kuitenkin ratkaisevan tärkeitä vaikuttaen olennaisesti yhtälön kulmakertoimeen. Joinain vuosina suurin osa vuoden ravinnekuormituksesta tulee suurten virtaamien ja pitoisuuksien aikoihin, jolloin muuntoyhtälön oikeellisuus myös korkeissa pitoisuuksissa on tärkeää koko vuosikuorman oikeellisuuden kannalta.

Vesinäytteenotto kannattaisi ajoittaa sameuden vaihtelun mukaan, mutta oikea ajoitus edellyttää reaaliaikaista mittaritulosten seurantaa. Automaattisten näytteenottimien avulla voidaan parantaa näytteiden osuvuutta, mikä vähentää turhia vesinäytteitä. Mittareiden tulokset olisivat myös nopeammin jatkokäytettävissä, kun kalibrointi- ja muuntoyhtälöiden muodostamisessa tarvittavat vesinäytteet saataisiin nopeammin eri tilanteista. Mittaritulosten käytön edellytyksenä on aineiston luotettavuuden varmistaminen kunnollisen kalibroinnin ja oikein ajoitettujen vertailunäytteiden avulla. Näytteitä on myös oltava riittävästi eri virtaama- ja vedenlaatutilanteista, jotta suora on luotettava ja yhtälön lineaarisuus varmistuu.

6 Yhteenveto

Pyhäjärvi-instituutti on tehnyt jatkuvatoimisia vedenlaatumittauksia sekä niitä tukevia vesianalyyseja ja virtaamanmittauksia useita vuosia. Tässä hankkeessa tarkasteltiin Imponojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän, Löytäneenlammen kosteikon ja Ekmanin laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmän ylä- ja alavirran puolelta sekä Peräsuonojalta mitattuja arvoja laadunvarmistuksen näkökulmasta. Erillinen virtaama- ja vedenlaatumittauskampanja toteutettiin Pyhäjoella 30.11.2015 yhteistyössä Varsinais-Suomen ELY-keskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen kanssa. Mittauskampanjan tarkoituksena oli verrata eri tavoilla mitattujen virtaamien tuloksia toisiinsa ja valmiiden mallien antamiin tuloksiin. Vedenlaadun osalta verrattiin eri tavalla mitattuja tuloksia toisiinsa ja toisaalta arvojen vaihtelua uoman eri osissa.

Jatkuvatoimisten mittareiden mittaamat arvot vaihtelevat huomattavasti olosuhteiden sekä ajan ja paikan mukaan. Veden kokonaisfosforipitoisuuden ja sameuden välisen suhteen korrelaatiossa on myös paljon vaihtelua. Näin ollen kokonaisfosforipitoisuuden määrittäminen sameudesta ei ole yksiselitteistä. Lisää havaintoja tarvittaisiin kattavasti eri sameusarvoista, jotta muuntoyhtälöä voitaisiin pitää luotettavana. Vedenlaadun ohella myös hydrologisten mittausten tärkeys on hyvä muistaa.

Pyhäjoella toteutetun mittauskampanjan perusteella eri mittausmenetelmillä mitatut arvot ja mallien antamat tulokset vastasivat kohtalaisen hyvin toisiaan. Virtaamanmittauksessa ADCP-laite soveltui hyvin molempiin mittauskohteisiin ja sillä saatiin arvokasta tietoa uoman muodosta sekä virtasnopeuden vaihteluista uoman eri osissa. Suolapulssimenetelmällä mittaaminen osoittautui sopivammaksi Museomyllylle kuin Löytäneelle johtuen erilaisista virtausolosuhteista uomassa. Eri laitteilla eri syvyyksistä mitattu vedenlaatu uoman eri osissa vaihteli jonkin verran etenkin Museomyllyllä. Lopputuloksen kannalta ei siis välttämättä ole yhdentekevää, mihin kohtaan uomaa jatkuvatoiminen mittari asennetaan mittaamaan.

Jatkuvatoimisilla mittareilla saadaan parhaimmillaan hyvää ja luotettavaa sekä ajallisesti kattavaa mittausdataa, mutta se edellyttää säännöllistä, riittävän usein tehtyä ja huolellista huoltotyötä sekä mittaustulosten jatkuvaa seurantaa ja käsittelyä. Mittausten rinnalla on otettava säännöllisesti myös vesinäytteitä, jotka on määritettävä akkreditoiduissa laboratorioissa standardisoiduin menetelmin. Kustannussäästöä jatkuvatoimisten mittarien käytöstä ei näin ollen välttämättä tule.

Kaikissa olosuhteissa jatkuvatoimiset mittarit eivät vielä sovellu hyvin luonnonvesien seurantaan. Tarvetta olisi muuttujavalikoiman lisäämiselle ja luotettavan fosforianturin lanseeraamiselle. Lisäksi nykyisten mittareiden mittaustarkkuus ei alhaisissa pitoisuuksissa ole riittävä. Oman haasteensa mittaamiseen ja muuntoyhtälöiden muodostamiseen tuo lounaissuomalaisille vesille ominainen savisameus ja joissain paikoissa myös humuspitoisuus, jotka haittaavat muiden muuttujien mittausta.

Erilaisilla mittareilla ja menetelmillä mittaamisessa on pidettävä mielessä, että jokainen kohde on yksilöllinen. Toiset mittausmenetelmät soveltuvat paremmin toisiin paikkoihin kuin toiset. Soveltuva mittari ja mittausmenetelmä pitää valita aina mittauspaikan mukaan. Mittareihin liittyvää laadunvarmistusta tulee edelleen kehittää.

Eurassa 13.4.2017

Elisa Mikkilä	Teija Kirkkala

Lähteet

Tarvainen, M., N. Kotamäki & S. Tattari (2017). Vesinäytteenoton ajoitus tärkeää vedenlaatumittareiden käytössä ja ravinnekuormituksen tarkentamisessa. Vesitalous 1/2017, s. 28-34.

Tarvainen, M., E. Mikkilä & T. Kirkkala (2015). Luotettavat tulokset vesistöjen kuormituksen vähentämisessä ja seurannassa. MITTARI-hankkeen loppuraportti. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. Sarja B 29.

Tattari, S., J. Koskiaho & M. Tarvainen (2015). Virtavesien vedenlaadun jatkuvatoiminen mittaaminen – Käytännön opas. Opas 5. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Juvenes Print Suomen Yliopistopaino.

Liite 1

LOHKO – Lohkon ominaispiirteet huomioiva ravinnekuormitusmallinnus ja sen kehittäminen 1.1.2015-31.12.2016, yhteistyökumppaneina Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto (MTK) ry, Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys (VHVSY) ry, Uudenmaan ELY-keskus sekä Suomen ympäristökeskus (SYKE):
Hankkeessa tarkennetaan ravinnekuormitusmallia (VEMALA/ICECREAM). VEMALA on valtakunnallinen Vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointijärjestelmä ja ICECREAM yksi sen neljästä eri versiosta. Mallin kehittämisen tavoitteena on parantaa arviota maatalouden aiheuttamasta ravinnekuormituksesta, mikä auttaa mitoittamaan ja kohdentamaan maataloudelle asetettavat ravinnekuormituksen vähentämistavoitteet entistä tarkemmin. Hankkeessa on valittu 5 kohdetta, joista kaksi, Oripään Peräsuonoja ja Köyliön Kaukanaronoja, sijaitsee Pyhäjärvi-instituutin toiminta-alueella. Kohteisiin on asennettu automaattiset vedenlaatu- ja vedenpinnankorkeusmittarit, joiden keräämää tietoa tarkennetaan vesinäytteillä ja virtaamanmittauksilla.

YMVERKOSTO – Vesienhoitosuunnitelmien tavoitteiden tukeminen Säkylän Pyhäjärvellä ja Lahden Vesijärvellä 1.1.2015-31.12.2016, toinen rahoitusosa 2018 loppuun, yhteistyökumppanina Vesijärvisäätiö:
Hankkeessa toteutetaan kahden keskeisen suomalaisen sisävesikunnostuskohteen yhteistyönä vesienhoitosuunnitelmien ja niitä täsmentävien toimenpideohjelmien tavoitteita niin, että Pyhäjärvellä saadaan ylläpidettyä ja Vesijärvelle palautettua järven hyvä tila. Lisäksi tavoitteena on tuottaa kustakin toimenpidekokonaisuudesta merkittävää uutta osaamista, jota voidaan jakaa esimerkiksi vesistökunnostusverkoston kautta kaikille vesistökunnostuksista kiinnostuneille. Pyhäjärvellä hankkeessa toteutetaan vesiensuojelutoimenpiteiden vaikuttavuuden seurantaa automaattisilla vedenlaatumittareilla ja vesinäytteillä. Pyhäjoen ja Yläneenjoen valuma-alueen tärkeimpien ojien vedenlaatua seurataan ja mitataan niiden virtaamia. Seurannan avulla pystytään laskemaan ojien ravinnekuormitusosuuksia ja kohdistamaan tulevat suojelutoimet oikeisiin kohteisiin. Lisäksi hankkeessa kunnostetaan olemassa olevia kosteikkoja ja laskeutusaltaita ja tehostetaan niiden toimintaa.

VONKU – Kunnostettujen vesiensuojelutoimien nykytila, kunnostustarve ja vaikuttavuus 1.2.2015-30.6.2015:
Hankkeessa selvitettiin VINKU (Vesiensuojelukohteiden inventointi ja kunnostuksen tekniset innovaatiot muuttuvassa ilmastossa) -hankkeessa (2008-2011) kunnostettujen Ekmanin, Imponojan ja Kärrilänojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmien ja Imponojan suodattimien vaikuttavuus, nykytila ja mahdollinen kunnostustarve. Kyseiset kohteet sijaitsevät Yläneenjoen valuma-alueella Varsinais-Suomessa. Laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmissä tehtiin sedimenttitutkimuksia ja niiden ylä- ja alavirran puolelta otettiin vesinäytteitä. Imponojalla pidettiin myös jatkuvatoimisia vedenlaatumittareita. Hankkeessa tehdyillä selvityksillä saatiin lisää tietoa vesiensuojelutoimenpiteiden kunnostusten vaikuttavuudesta ja huoltotarpeesta.

MITTARI – Luotettavat tulokset vesistöjen kuormituksen vähentämisessä ja seurannassa 15.3.2012-30.6.2014, yhteistyökumppanina Lounais-Suomen vesi ja ympäristö Oy:
Hankkeessa selvitettiin vesiensuojelutoimenpiteiden toimivuutta erilaisissa säätilanteissa, analysoitiin vedenlaadun seurantaan käytettävien ympäristötekniikan mittausmenetelmien soveltuvuutta, toimivuutta ja kustannustehokkuutta, tarkennettiin valuma-alueelta tulevan fosforikuormituksen määrää ja lähteitä sekä lisättiin tietämystä vesiensuojelutoimenpiteiden toimivuudesta, tehokkuudesta ja seurantamenetelmistä. Yläneenjoen valuma-alueella sijaitsevista vesiensuojelukohteista tarkasteltiin Imponojan laskeutusallas—kosteikko—suodati-yhdistelmää, Kärrilänojan laskeutusallas—kosteikko-yhdistelmää, Oripään Myllyojan kosteikkoa sekä Kavanderin suodatinta. Kohteiden ylä- ja alavirran puolelta otettiin vesinäytteitä sekä mitattiin vedenlaatua jatkuvatoimisilla mittareilla.

VALUMA – Valumavesien hallinta ja käsittely muuttuvassa ilmastossa – elintarvikeketjun tarvitseman puhtaan veden varmistaminen Satakunnassa ja uusien menetelmien testaus 1.1.2011-31.12.2014:
Hanke keskittyi uusien, tehokkaiden ja kestävien ratkaisujen löytämiseen vesiensuojelussa. Hankkeessa kartoitettiin ja suunniteltiin valumavesien pidättämiseen tähtääviä toimenpiteitä. Kartoitustyössä keskityttiin isompiin kohteisiin valuma-alueiden yläosissa, joiden avulla vesien pidättämisessä nähtiin olevan suurimmat hyödyt. Hankkeessa selvitettiin kasteluveden käytön määrää ja kasteluveden laatua Satakunnassa vuosina 2009-2014 ja tehtiin kasteluveden puhdistuskoe Apetit Oy:n Räpin koetilalla. Lapinjoen ja Pyhäjoen valuma-alueilla tutkittiin VEMALA-vesistömallilla vaikutuksia hydrologiaan ja ravinnekuormitukseen, jos valuma-alueen painanteita muutettaisiin kosteikoiksi. Pienemmillä valuma-aluekokonaisuuksilla totetutettiin pienimuotoisia toimenpiteitä metsätalousalueen valumavesien ja ravinteiden pidättämiseksi muun muassa pohjapatoketjuilla. Lisäksi hankkeessa testattiin uusia valumavesien ravinteiden pidättämiseen soveltuvia kierrätettäviä materiaaleja suodattimissa ja niistä saatiin hyviä tuloksia.

VINKU – Vesistökunnostuksen tekniset innovaatiot muuttuvassa ilmastossa 1.6.2008-31.9.2011:
Hankkeessa kartoitettiin Pyhäjärven valuma-alueelle toteutettujen vesiensuojeluratkaisujen nykyinen toimivuus ja käyttökelpoisuus sekä selvitettiin kehittämistarpeet vesitaloudellisesta ja vesiensuojelun näkökulmasta. Kunnostettujen kohteiden joukossa olivat muun muassa Imponojan, Kärrilänojan ja Ekmanin altaat. Kohteiden toimivuuden selvittämistä varten kerättiin vesinäytteitä ja mitattiin vedenlaatua jatkuvatoimisilla mittareilla vesiensuojelukohteiden ylä- ja alavirran puolella. Tuloksena löydettiin ja toteutettiin kustannustehokkaita ratkaisuja, joilla toisaalta hidastetaan veden kulkua yläjuoksulta alajuoksulle ja toisaalta pidätetään mahdollisimman tehokkaasti ravinteita.

Liite 2

	tyyppi	valuma-alue	vedenlaatu-mittari	vesi-näyte	virtaaman-mittaus, FlowTracker	autom. virtaama (pinnan-korkeus)
Imponoja	laskeutusallas-kosteikko	Yläneenjoki	YSI (2 kpl) kevät 2015	x		
Löytäneenlampi	kosteikko	Pyhäjoki	YSI (2 kpl) 2015	x		
Ekman	laskeutusallas-kosteikko	Yläneenjoki	YSI (2 kpl) 2016	x		
Kaukanaronoja	oja	Köyliönjärvi	YSI 2015-2016	x		x
Peräsuonoja Rajakoivisto	oja	Yläneenjoki	YSI 2015-2016	x		
Peräsuonoja Knuutintie	oja	Yläneenjoki	Scan 2015-2016	x	x 2015	x
Kuurnamäki	joki	Eurajoki	Scan, YSI 2015-2016	x		x
Vuotavanoja	oja	Yläneenjoki		x	x 2015	
Haanoja	oja	Yläneenjoki		x	x 2015	
Kärrilä	laskeutusallas-kosteikko	Yläneenjoki		x		
Alatalo	kosteikko	Yläneenjoki		x		
Mäki-Laurila	suodatin	Yläneenjoki		x		
Liinoja	oja	Yläneenjoki		x		
Vehmasoja	oja	Yläneenjoki		x		
Kreivilänoja	oja	Yläneenjoki		x		
Lietsanoja	oja	Yläneenjoki		x		
Saonjoki	joki	Yläneenjoki		x		
Myllyoja, Oripää	oja	Yläneenjoki		x		
Myllyoja, Yläne	oja	Yläneenjoki		x		
Myllyumpaidan-oja	kosteikko	Pyhäjoki		x		
Kiviranta	kosteikko	Pyhäjoki		x		
Kivikoski		Pyhäjoki		x		
Markanoja	kosteikko	Pyhäjoki		x		
Muurassuonoja	pintavalutuskenttä	Pyhäjoki		x		
Pääuoma	kosteikko	Pyhäjoki		x		
Takaoja	oja	Pyhäjoki		x		
Kahilanoja	oja	Pyhäjoki		x		