

Juhani Kesti

Jatkuvatoiminen vedenlaadun mittausjärjestelmä

Seurannan käynnistäminen humuspitoisessa vesistöissä

Jatkuvatoiminen vedenlaadun mittausjärjestelmä

Seurannan käynnistäminen humuspitoisessa vesistöissä

Juhani Kesti
Opinnäytetyö
Lukukausi. Kevät 2014
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, ympäristöhoito

Tekijä: Juhani Kesti

Opinnäytetyön nimi: Jatkuvatoiminen vedenlaadun mittausjärjestelmä- Seurannan käynnistäminen humuspitoisessa vesistöissä

Työn ohjaaja: Outi Laurinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014

Sivumäärä: 34 + 12 liitesivua

Tämä opinnäytetyö on osa Seinäjoen ammattikorkeakoulun ja Oulun ammattikorkeakoulun yhteistä Hydro-Pohjanmaa-hanketta. Työssä selvitettiin humuspitoisessa vesistöissä aloitetun jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan käynnistämiskokemuksia. Samalla saatiin mittaustuloksia mittauspaikkana toimivasta vesistöistä. Käytön ja kokemusten pohjalta laadittiin käsikirja hankkeessa käytetylle automaattiselle vedenlaadun mittausjärjestelmälle.

Automaattisella vedenlaadun mittausjärjestelmällä mitatut parametrit olivat pH, sähkönjohtavuus, sameus, kiintoaine, ammonium ja nitraatti. Ammonium ja nitraatti mitattiin samalla mittausanturilla. Mittaus suoritettiin kesällä ja syksyllä 2013. Kesällä testauspaikkana toimi Oulun ammattikorkeakoulun laboratorio, josta siirryttiin alkusyksystä Siikalatvan kunnassa sijaitsevalle Mankilanjärvelle. Mankilanjärvi sopi testauspaikaksi humuspitoisuutensa ja sopivan sijaintinsa takia. Mittaukset järvellä kestivät noin kaksi ja puoli kuukautta. Mittauslaitteisto asennettiin lautalle, joka sijoitettiin mittausten kannalta sopivaan paikkaan.

Automaattisen vedenlaadun mittauksen ohella otettiin vesinäytteitä, jotka analysoitiin opiskelijatyönä Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Työssä voitiin hyödyntää myös Suomen ympäristökeskuksen ottamia ja analysoimia vesinäytteitä, jotka otettiin syksyllä mittausten aikana. Näin pystyttiin vertailemaan niitä mittausjärjestelmän antamiin tuloksiin ja arvioimaan jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan luotettavuutta sekä vertaamaan eri menetelmillä saatuja tuloksia.

Jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan hyvät puolet olivat tulosten reaaliaikaisuus, jolloin pienetkin muutokset vesistöissä tulivat heti näkyviin. Lisäksi mittausjärjestelmä koettiin huollon osalta helppohoitaiseksi ja mittauspaikalla käyntiin kulunut aika oli kohtuullinen. Ainoastaan lokakuun pakkasjakso vaikeutti huoltotoimia jään muodostumisen takia. Tutkimuksen ongelmakohtia olivat johtokykyanturin sopimattomuus kyseisen järven mittauksiin ja typpi-anturin luotettavuuteen liittynyt epävarmuus. Mittauksista saatuja tuloksia voidaan myöhemmin hyödyntää Hydro- Pohjanmaa- hankkeessa

Asiasanat:

Jatkuvatoiminen mittaus, vedenlaatu, parametrit

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree programme in agricultural and rural industries, environmental management

Author: Juhani Kesti

Title of thesis: Continuous water quality measurement system- Starting the monitoring in a water system rich in humus

Supervisor: Outi Laurinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2014 Number of pages: 34+ 12

This study is part of the Hydro Pohjanmaa project run together by Seinäjoki University of Applied Sciences and Oulu University of Applied Sciences. In this thesis the start-up of continuous water quality measurement at the water rich in humus was examined. Based on the usage and experiences a handbook for the automatic water quality measuring system was made.

Parameters of automatic water quality measuring system measured pH, conductivity, turbidity, solids, ammonium and nitrate. Measurements were conducted in the summer and autumn of 2013. In the autumn Mankilanjärvi was a suitable testing place because of the humus content and its location. The measurements on the lake took about two and a half months.

In addition to automatic water quality measurements also water samples were analysed at the Oulu University of Applied Sciences laboratory. In this way it was possible to compare the results provided by the measurement system. The continuous water quality measurement system's reliability was also assessed. Also the positive and negative issues related to the measurement system were brought about.

The good side in the continuous water quality monitoring was that the results are real-time, so that even small changes in the waters were seen immediately. In addition, the measurement system was regarded easy to maintain and the measuring site visit did not take too much time. Only in frosty weather it was difficult to service the equipment due to the formation of ice. As one negative matter in the study was that the conductivity sensor did not work. Another was the nitrogen sensor was not reliable. The results of the measurements can be used later in Hydro Pohjanmaa project.

Keywords:

Continuous measurement, water quality, parameters

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO.....	6
2 AIEMMAT TUTKIMUKSET JATKUVATOIMISESTA VEDENLAADUN SEURANNASTA	7
3 MANKILANJÄRVI	10
4 MITATTAVAT PARAMETRIT	12
5 AUTOMAATTINEN VEDENLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄ.....	14
6 AUTOMAATTISEN VEDENLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO.	20
6.1 Mittausjärjestelmän testaus	20
6.2 Mittausjärjestelmän asennus Mankilanjärvelle	22
6.3 Mittausjärjestelmän käyttö Mankilanjärvellä	23
6.4 Mittausten lopetus Mankilanjärvellä.....	25
7 HAVAINNOT JA TULOSVERTAILU	26
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	29
9 KEHITTÄMISEHDOTUKSET	31
LÄHTEET	32
LIITE	35

1 JOHDANTO

Vesiensuojelu on noussut maataloudessa yhä tärkeämmäksi. Tähän ovat muun muassa johtaneet Itämeren yhä huonompi kunto, Suomen vesistöjen rehevöityminen sekä yhä parempi tietoisuus maataloudesta sekä muista tahoista johtuvista ravinteiden ja muiden haitallisten aineiden kulkeutumisesta vesistöihin.

Maatalouden ravinnekuormitus on hajakuormitusta. Hajakuormitus on vesistöihin suuntautuvaa kuormitusta, jonka tarkkaa alkulähdettä on vaikea määritellä. Samaan aikaan, kun teollisuudesta ja ihmisasutuksesta johtuva suhteellinen pistekuormitus on vähentynyt, on maatalouden suhteellinen hajakuormitus kasvanut.

Jatkuvatoimisella vedenmittauksella pystytään selvittämään hajakuormituksen aiheuttamia muutoksia vesistössä. Muutokset voivat olla hyvinkin nopeita, jolloin jatkuvatoimisen mittauksen avulla kyseiset muutokset huomataan heti.

Aiemmat Suomessa tehdyt tutkimukset jatkuvatoimisesta vedenlaadun mittauksesta ovat käsitelleet muun muassa metsäojitusten ravinne päästöjä (Kukkonen 2012) ja maatalouden ravinne päästöjä (Salmi, Rastas, Koskinen & Peltonen 2011).

Tämän työn tarkoituksena on selvittää jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan käynnistämiseen liittyviä asioita humuspitoisessa vesistössä. Automaattinen vedenlaadun mittaus on jatkuvatoimista, jolloin mittauksista saatava tieto on aina reaaliaikaista. Mittausjärjestelmän käyttöönottoon liittyvät käytön opettelu, järjestelmän testaus sekä mittausten käynnistäminen. Työn lopputuotoksena laaditaan käsikirja juuri tässä työssä käytettävälle automaattiselle vedenmittausjärjestelmälle. Testauksia ja mittauksia suoritetaan laboratorioissa ja järvellä.

Opinnäytetyö on osa Hydro- Pohjanmaa- hanketta. Hydro- Pohjanmaa- hanke on Seinäjoen ammattikorkeakoulun koordinoima hanke, jossa mukana on myös Oulun ammattikorkeakoulu. Hankkeen tavoitteena on etsiä ja löytää uusia keinoja maatalouden vesiensuojeluun, joka parantaa vesistöjen ekologista ja kemiallista tilaa. Vesistöjen vedenlaadun tutkiminen on osa hanketta. (Hydro- Pohjanmaa- hanke, Seinäjoen Ammattikorkeakoulu, hakupäivä 27.11.2013.)

2 AIEMMAT TUTKIMUKSET JATKUVATOIMISESTA VEDENLAADUN SEURANNASTA

Metsäntutkimuslaitoksella vuonna 2012 tehty tutkimus käsitteli metsätalousmaiden valuma-alueilta tulevien vesien laatua. Tutkimuksessa käytettiin jatkuvatoimista mittaustekniikkaa. Jatkuvatoimisen seurannan rinnalla otettiin vesinäytteitä, jotka analysoitiin laboratoriossa. Tutkimuksessa tehtiin opas metsätalouden vesistökuormituksen seurantaan. (Kukkonen 2012, 4.)

Tutkimuksessa selvisi, että on ensisijaisen tärkeää tehdä selvityksiä seuranta-alueen ominaispiirteistä ja suunnitella mittauspaikat. Lisäksi on tärkeää kiinnittää huomiota laitteistovalintaan etenkin mittausantureiden osalta. (Kukkonen 2012, 10–11, 16–20.)

On tärkeää, että mittauslaitteisto toimii moitteettomasti tutkimuksen aikana. Tämän takaamiseksi laitteiston huoltoväli on pidettävä mahdollisimman optimaalisena, jolloin myös laitteiston käyttöikä pitenee. Antureiden käyttövarmuus ja kestävyys tulee olla hyvällä tasolla. Lisäksi laitetoimittajilla pitää olla asiantuntemusta ja heiltä on saatava apua ja neuvoja tarpeen vaatiessa. (Kukkonen 2012, 17–23.)

Jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan rinnalla on otettava myös kertanäytteitä, koska jokaiselle mitattavalle parametrille ei välttämättä ole mahdollista saada mittausanturia. Lisäksi vesinäytteet toimivat vertailunäytteinä, jolloin voidaan esimerkiksi tarkastella jatkuvatoimisen mittauksen luotettavuutta tai käyttää niitä antureiden kalibrointien yhteydessä. (Kukkonen 2012, 16.)

Automaattisesta vedenlaadun seurannan pilottikokeesta saatuja tuloksia maa- ja metsätalousvaltaisella valuma-alueella Saarijärven vesistöreitillä käsiteltiin vuonna 2011 tehdyssä työssä. Samalla selvitettiin jatkuvatoimisen veden laadun ja määrän seurannan luotettavuutta. Ensisijaisesti tutkimuksessa seurattiin kiintoaine- ja ravinnekuormitusta karkeilla mailla ottamalla samalla huomioon valuma-alueen maalaji ja säätila. (Siimekselä 2011, 27–32.)

Automaattisen vedenlaadun seurannan rinnalla otettiin myös vesinäytteitä. Vesinäytteet analysoitiin laboratoriossa ja analyyseistä saatuja tuloksia verrattiin automaattisen mittausjärjestelmän antamiin tuloksiin (Siimekselä 2011, 32–34, 37). Työssä todettiin muun

muassa se, että automaattinen mittausjärjestelmä toimi tutkimuksen aikana hyvin ja sen antamat tulokset vastasivat laboratorioanalyseistä saatuja tuloksia (Siimekselä 2011, 56).

Kirmanjärven tutkimushankkeessa käytettävää automaattista vedenlaadun seurantaan käsittelevä tutkimus tehtiin vuonna 2013. Tutkimus sisälsi mittaustiedon laadun seurannan, mittausepävarmuutta aiheuttavien tekijöiden tunnistamisen ja jatkuvatoimiseen mittaukseen perustuvan ominaiskuormituksen laskemisen. Jatkuvatoiminen mittaus suoritettiin virtaamalle ja vesinäytteiden otto oli myös jatkuvatoimista. Lisäksi laboratorioanalysejä määritettiin kokonaisfosforille, liukoiselle fosforille, kiintoaineelle ja kokonaistypelle. (Kröger 2013, 20, 26, 28.)

Jatkuvatoiminen mittaus koettiin tarkaksi ja luotettavaksi. On kuitenkin tärkeää pitää kenttäpäiväkirjaa ja tehdä muitakin havaintoja, esimerkiksi sään suhteen, jolloin mittausdatan tulkinta helpottuu. Mahdolliset mittausvirheet huomataan helpommin ja jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan luotettavuutta on parempi arvioida. Laboratorioanalyseissä mittausepävarmuus voi olla 15- 20 prosentin luokkaa, vaikka laboratorioanalyseissä käytettäisiinkin standardisoituja määrittämiä. Jatkuvatoimisessa mittauksessa epävarmuus on selvästi pienempi. Joka tapauksessa saadaan suurempi luotettavuus, kun automaattisen seurannan ohella otetaan vesinäytteitä analysoitavaksi laboratoriossa. (Kröger 2013, 54)

TEHO (Tehoa maatalouden vesiensuojeluun) -hanke kokeili automaattista vedenlaadun seurantaan Varsinais-Suomessa Eura-, Loimi-, ja Aurajoella vuosina 2009- 2010. Automaattisilla mittareilla mitattuja parametreja olivat veden sameus, nitraattityppi ja veden virtaama. Lisäksi selvitettiin mittausasemien vaatimia huoltotoimenpiteitä ja laitteistoihin liittyvien palvelujen tuottamista leasing- sopimuksella. Automaattisen vedenlaadun seurannan ohessa otettiin vesinäytteitä, joiden antamien tulosten avulla arvioitiin automaattista vedenlaadun seurantaan. (Salmi, Rastas, Koskinen & Peltonen 2011, 7-9, 11, 13-14.)

Kesäaikaan mittausasemien huoltotoimet olivat sujuvia, mutta talvella syntyi ongelmia jään muodostumisesta. Tämä aiheutti sen, että mittareita oli vaikea saada irrotettua huoltotoimia varten. Antureiden ja kalibrointinäytteiden välinen korrelaatio vaihteli eri mittausasemilla varsinkin kokonaisfosforin sekä kiintoaineen ja sameuden osalta. Nitraattityypellä erot olivat pienempiä, mutta automaattimittauksen luotettavuus vaihteli eri mittausasemilla. Jotta näitä ongelmia voitaisiin vähentää, pitäisi kalibrointinäytteiden

vaihteluväli saada suuremmaksi. Tämä kuitenkin edellyttäisi sitä, että näytteitä saataisiin otettua ääriolosuhteissa. Mittaustuloksista on tärkeää saada poistettua mittausvirheet, jotka johtuvat esimerkiksi antureiden huoltotoimenpiteistä. Näin lopullisista tuloksista saadaan parempia. (Salmi ym. 2011, 13- 14, 23.)

Leasing-sopimuksella hankittujen laitteiden käyttö on järkevä vaihtoehto, vaikka se tulisikin hieman kalliimmaksi kuin omien laitteiden käyttö. Leasing-sopimus takaa katkeamattoman vedenlaadun seurannan. Vaikka jokin laite rikkoutuisi, uusi laite on käytössä muutamassa päivässä. Lisäksi laitteiden huolto ja datan kerääminen helpottuvat. (Salmi ym. 2011, 21-23.)

3 MANKILANJÄRVI

Mankilanjärvi valittiin Hydro- Pohjanmaa- hankkeessa tutkimuskohteeksi, koska sen lähiympäristössä on paljon eloperäisiä maalajeja. Eloperäiseltä maalta tuleva huuhtouma lisää humuspitoisuutta vesistöön. Peltojen läheisyys voi oletettavasti lisätä ravinnehuuhtoumia vesistöön. Lisäksi Mankilanjärvi (KUVIO 1.) on varsin lähellä Oulua, noin 50 kilometrin päässä.

Mankilanjärvi sijaitsee Pohjois- Pohjanmaalla Siikalatvan kunnassa. Se kuuluu Oulujoen- ljoen vesienhoitoalueeseen. Järvi on pinta-alaltaan 260,5 hehtaaria. Mankilanjärvi on pintavesityypiltään lyhytviipymäinen (Lv) ja matala runsashumuksinen (RhM) järvi. (Hertta-tietokanta. Valtion ympäristöhallinto, hakupäivä 24.5.2013.)

Matalat runsashumuksiset järvet (RhM) ovat kooltaan pieniä. Järvien mataluus pahentaa happitilannetta ja seuraukset voivat olla vakavia. (Pintavesien tyypittely, Suomen ympäristökeskus, hakupäivä 12.12.2013.)

Lyhytviipymäiset järvet (Lv) sijaitsevat vesireittien alaosissa, joissa veden vaihtuvuus on suuri. Suuri veden virtaaminen tekee järviin joen omaisia piirteitä esimerkiksi eliöstön suhteen. (Pintavesien tyypittely, Suomen ympäristökeskus, hakupäivä 12.12.2013.)



KUVIO 1. Mankilanjärvi. Kuva: Kaija Karhunen

Pohjois-Pohjanmaan Elinkeino- Liikenne- ja Ympäristökeskuksen mukaan Mankilanjärvi on ollut vuonna 2008 erinomaisessa kunnossa. Järvi ei ole happamoitunut tai rehevöitynyt, eikä sieltä ole löydetty haitallisia määriä ravinteita, kuten esimerkiksi typpeä tai fosforia. Pieniä ongelmia voi syntyä joenniskassa olevasta pohjapadosta, joka voi alavirtaaman aikaan häiritä vesieliöiden liikkumista. Järveä ei ole muokattu siten, että se olisi muuttanut järven tilaa merkittävästi. (Hertta-tietokanta, Valtion ympäristöhallinto, hakupäivä 24.5.2013.)

Mankilanjärvelle on tehty toimenpidesuunnitelma vuosille 2010–2015. Toimenpidesuunnitelmaan sisältyy muun muassa lannan hyötykäyttöä, säätösalaajituksen parantamista happamille sulfaattimaille, kosteikkojen tekoa ja optimaalisen lannoituksen suunnittelua pelloille. (Hertta-tietokanta, Valtion ympäristöhallinto, hakupäivä 24.5.2013.)

Ympäristöministeriön, Suomen ympäristökeskuksen sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tekemän arvion mukaan Suomen järvet ovat pääosin joko hyvässä tai erinomaisessa kunnossa. Ongelmia on kuitenkin pienissä järvissä, jotka kärsivät rehevöitymisestä. (Suuret järvet kunnossa, rannikkovesien tila kehno, Ympäristöhallinto, hakupäivä 7.2.2014.)

4 MITATTAVAT PARAMETRIT

Automaattisen vedenlaadun mittausjärjestelmän mittaamat parametrit Mankilanjärvellä ovat pH, sähkönjohtavuus, sameus, kiintoaines sekä ammonium- ja nitraattityppi. Kyseisillä parametreilla voidaan hyvin ilmentää maatalouden ravinnepestöjä vesistöissä.

Veden pH kuvaa veden happamuutta tai emäksisyyttä. Tällöin on kyse vetyionikonsentraatiosta, jolloin pH:n muuttuessa vetyionien määrä vedessä joko kasvaa tai laskee. (Oravainen 1999, 12.)

Sähkönjohtavuudella kuvataan veteen liuenneiden suolojen määrää. Mitä korkeampi lukema on, sitä suurempi on veden suolapitoisuus. Sähkönjohtavuus kuvastaa myös hyvin yleistä vedenlaatua. Jos makeassa vedessä, esimerkiksi järvessä sähkönjohtavuuslukema on suuri, voi vesi olla siinä tapauksessa saastunutta. (Oravainen 1999, 10.)

Kiintoaine kuvastaa vedessä olevan hiukkasmaisen aineksen määrää. Kiintoaineen määrää lisää vedessä esimerkiksi runsas biomassa (humus) ja eroosion kuljettama maaines. (Oravainen 1999, 9.)

Sameus kuvaa veden sameutta (Oravainen 1999, 8). Sameus koostuu pienistä hiukkasista vedessä. Hiukkaset koostuvat esimerkiksi kasviplanktonista, mineraaleista ja kuolleesta orgaanisesta aineesta. (Veden sameus arvioituna satelliittikuvilta, Suomen ympäristökeskus, hakupäivä 14.2.2014.)

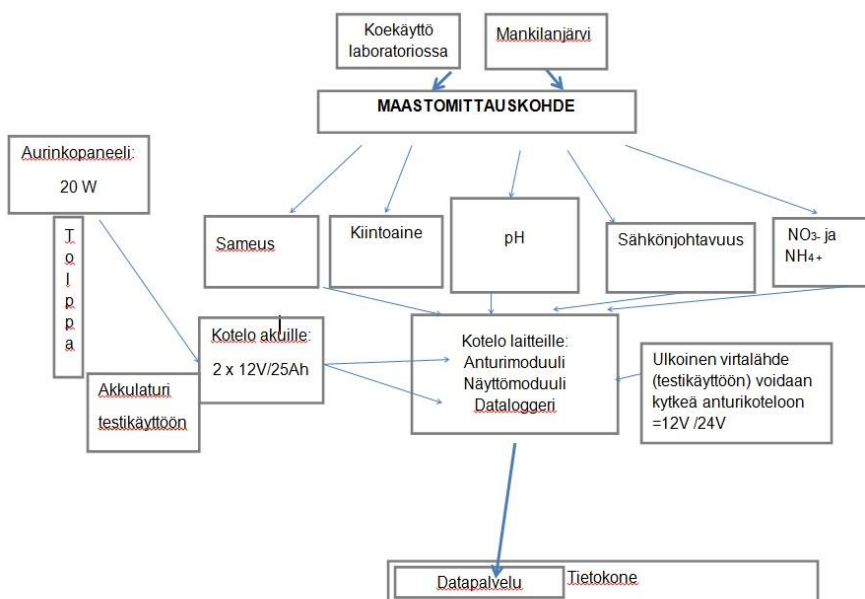
Ammoniumtyypeä syntyy vesistöissä eloperäisen aineen hajotessa ja nitraattitypestä, jota kasvit käyttävät (Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet 2006, 42). Ammoniumtyypen ($\text{NH}_4\text{-N}$) määrä kertoo esimerkiksi vesistöön päässeistä ravinteista. Ravinteita voi päästä vesistöihin pelloilta (lannoitukset) ja soilta valumavesien mukana. (Oravainen 1999, 21.)

Nitraattityppeä syntyy vesistöissä täydellisen nitrifikaatioprosessin lopputuotoksena. Nitraattityypen määrä vesistöissä vaihtelee. Loppukesällä sitä on vesistöissä vähiten ja

talvella eniten. (Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet, 2006, 42.) Nitraattityppi (NO_3^- -N) huuhtoutuu helpommin vesistöön kuin ammoniumtyppi (Oravainen 1999, 20).

5 AUTOMAATTINEN VEDENLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄ

Hydro- Pohjanmaa- hankkeessa käytetty automaattinen vedenlaadun mittausjärjestelmä koostuu useista eri komponenteista. Parhaiten tätä järjestelmää voidaan kuvata seuraavanlaisella lohkokaaviolla. (KUVIO 2.)



KUVIO 2. Automaattinen vedenlaadun mittausjärjestelmä, datapalvelu ja tietokone

Mittausjärjestelmä koostuu anturimoduulista, viidestä anturista, kahdesta akusta, dataloggerista ja aurinkopaneelista. Lisäksi laboratorioissa käytettiin ulkoista virtalähdettä akkujen sijasta. Anturimoduulin, näyttömoduulin ja anturit on valmistanut Hach Lange ja toimittanut Hyxo Oy. Dataloggerin, suojakotelot, datapalvelun sekä virtalähteet on toimittanut EHP- tekniikka Oy.

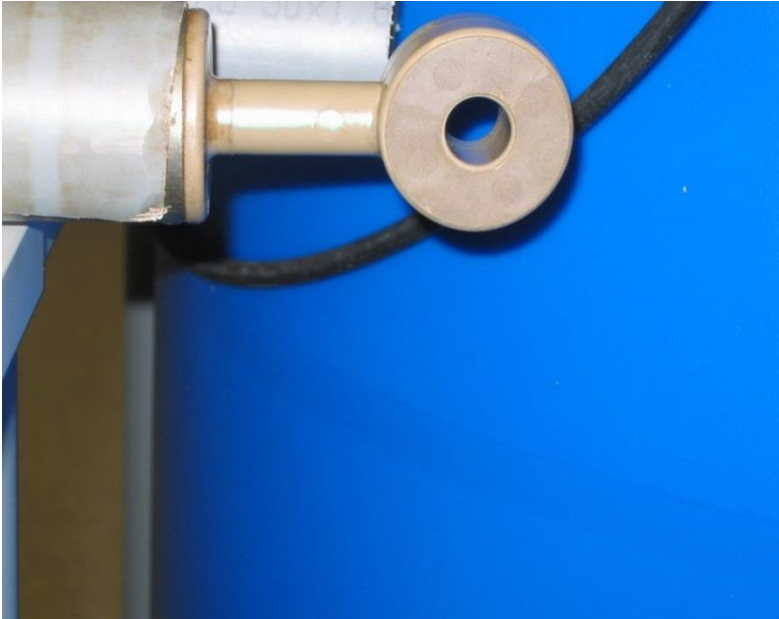
Optinen pH-anturi (Dig. differentiaali Ryton) mittaa veden pH:ta. Anturi (KUVIO 3.) reagoi pieniinkin muutoksiin veden pH:ssa. Vaikka anturi on tarkka, se ei toimi puhtaassa vedessä, vaan on tarkoitettu mittaamaan vain luonnonvesiä tai jätevesiä. Anturi mittaa

pH:n lisäksi myös veden lämpötilaa. Anturin mittausalue on pH: ssa välillä 2- 14. (Technical data: pHD SC Digital Differential PH and ORP Sensors, Hach Lange, hakupäivä 15.3.2014.)



KUVIO 3. pH-anturi. Kuva: Juhani Kesti

Johtokyky-anturi (3798-S SC) mittaa veden sähkönjohtavuutta. Tämä anturi (KUVIO 4.) on myös tarkoitettu suurempiin mittauskohteisiin, kuten esimerkiksi järviin. Anturin mittauspää ei ole optinen. Anturin mittausalue on välillä 250 S/cm- 2,5 S/cm. (3798 sc: digital inductive conductivity sensor, Hach Lange, hakupäivä 15.3.2014.)



KUVIO 4. Johtokyky-anturi. Kuva: Juhani Kesti

Kiintoaine- ja sameus-antureilla (SOLITAX sc Ts- line) voidaan mitata sekä veden sameutta että kiintoaineen määrää vedessä. Anturit (KUVIO 5.) eivät kuitenkaan mittaa näitä samanaikaisesti. Tämän takia päädyttiin kahden anturin käyttöön, jotta näiden parametrien mittaamiset pystytään suorittamaan samanaikaisesti. Anturin mittausalue on kiintoaineessa välillä 0,001- 50 g/l ja sameudessa välillä 0,001-4 000 FNU. (For the lowest turbidity and the highest solids content: SOLITAX sc, Hach Lange, Hakupäivä 15.3.2014.)



KUVIO 5. Kiintoaines- ja sameus- anturi. Kuva: Juhani Kesti

Typpi-anturi (AN-ISE sc) mittaa ammoniumin ja nitraatin määrää vedessä. Tärkeää on huomioida se, että veden pH on välillä 5-9, kun anturi on (KUVIOT 6 ja 7.) mittaustoiminnassa. Anturin mittauspää koostuu elektrodeista. Mittausalue on nitraatissa välillä 0-1 000 mg/l ja ammoniumissa 0-1 000 mg/l. (AN-ISE sc Combination Sensor for Ammonium and Nitrate, Hach Lange, hakupäivä 15.3.2014.)



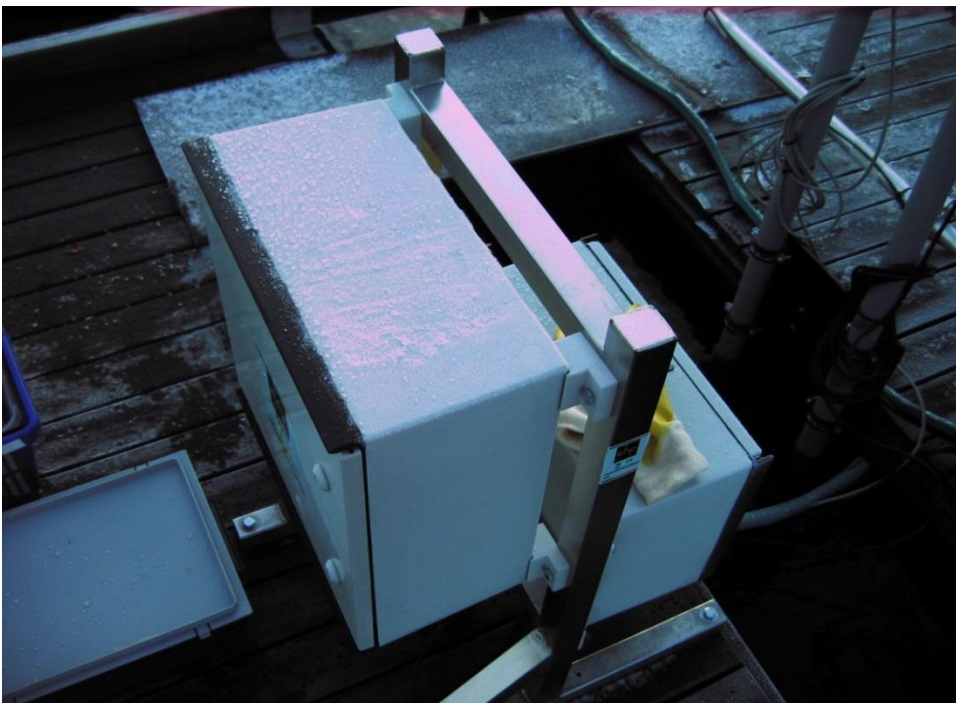
KUVIOT 6 ja 7. Typpi- anturi ja sen mittauspää. Kuvat: Juhani Kesti (anturi) ja Pekka Ilmola (mittauspää)

Lisäksi tarvitaan anturimoduuli (SC 1 000), jonka avulla voidaan ohjata laitteistoa, mittausta ja tarkastella tuloksia. Anturimoduuli (KUVIO 8.) sijaitsee vesitiiviissä suojakotelossa (KUVIO 9.). Anturit kytketään anturimoduuliin, johon on mahdollista liittää samanaikaisesti useita antureita. Tieto siirtyy anturimoduulista, joko digitaalisesti tai analogisesti dataloggeriin (KUVIO 10.) joka sijaitsee myös samassa kotelossa näyttömoduulin kanssa. (SC-sarjan monikanavaiset digitaaliset mittalähettimet, Hyxo Oy, hakupäivä 15.3.2014.)



KUVIO 8. Anturimoduuli ja näyttömoduuli. Kuva: Juhani Kesti

Näyttömoduulin (SC) avulla käyttäjä voi hallita mittauslaitteiston toimintoja. Kosketusnäytöllisen näyttömoduulin (KUVIO 9.) voi, ja se pitääkin irrottaa, kun anturimoduuli ei ole käytössä. (SC-sarjan monikanavaiset digitaaliset mittalähettimet, Hyxo Oy, hakupäivä 15.3.2014.)



KUVIO 9. Suojakotelot sijoitettuna mittauslautalle. Kuva: Juhani Kesti

Toisessa kotelossa (KUVIO 9.) sijaitsevat ulkoisen virtalähteen kiinnityskohta sekä kaksi 12 voltin akkua. Data-keskukseen menevät kaikki mittaustiedot päätelaitteesta ja akkujen tilaa koskevat tiedot, jotka lähetetään edelleen laitetoimittajan tietojärjestelmään. (Pintaveden laadun mittaaminen. EHP- tekniikka Oy. Hakupäivä 15.3.2014) Käyttäjätunnusten avulla voidaan seurata mittaustuloksia ja laitteiston tilaa tietokoneen tai muun mobiililaitteen kautta. Dataloggeri tallentaa myös mittaustulokset silloin, kun näyttömoduuli ei ole siihen kytkettynä. Käyttäjä voi valita datan lähetystiheyden dataloggerista data-palveluun. Ajan säädön hoitaa kuitenkin EHP- tekniikka Oy. Mankilanjärvellä datan lähetysväli oli kuusi tuntia ja laboratoriossa 15 minuuttia. Laboratoriossa lähetysväli oli lyhyempi, koska laitteiston testauksessa tulokset täytyi saada näkyville nopeasti.



KUVIO 10. Dataloggeri. Kuva: Juhani Kesti

EHP-tekniikka Oy:n tuottaman datapalvelun kautta voidaan seurata mittaustuloksia esimerkiksi päivä- tai viikkotasolla. Palvelusta näkee myös akkujen virtamäärät. (Liite 1.) Jos akkujen virtamäärät menevät liian alas (alle 12 V), palvelusta tulee hälytys puhelimeen tai sähköpostiin, jolloin asia pystytään korjaamaan. Palvelun kautta voidaan myös muokata mittausvälejä (esimerkiksi minuutista 15 minuuttiin). Lisäksi datapalvelussa voidaan syöttää raja-arvot tuloksille. (Datapalvelu Internetissä. EHP- tekniikka Oy. Halupäivä 15.3.2014).

6 AUTOMAATTISEN VEDENLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

6.1 Mittausjärjestelmän testaus

Mittauslaitteiston testaus aloitettiin Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriossa toukokuussa 2013. Huhtikuussa Hyxo Oy:n edustaja piti koulutuspäivän, joka liittyi vedenmittausjärjestelmään. Samalla laitteisto asennettiin käyttökuntoon. Typpi-anturia ei voitu laboratoriossa testata, koska se tulee kalibroida tutkittavassa vedessä. Toiseen veteen sijoitettaessa anturin mittauspää on vaihdettava. Mittauslaitteiston testauksen aikana tutustuttiin laitteistoon ja testattiin laitteiston, antureiden sekä dataloggerin toimivuutta mittauksilanteissa. Testaus kesti noin kolme kuukautta.

Antureiden testaukseen liittyivät mittausjärjestelmän käytön opettelu, antureiden kalibrointi ja oikeaoppisen mittauksen suorittaminen. Mittaaminen antureilla oli varsin yksinkertaista, mutta antureiden kalibroinneissa oli aluksi ongelmia. Esimerkiksi pH-anturin kalibrointi tuntui varsin monimutkaiselta. Mittauslaitteiston käyttöohjeiden kalibrointi-osiossa ei lukenut, että kalibrointi suoritetaan pH 7- ja pH 4-puskuriliuoksilla. Anturin huolto-osiossa tämä tieto kuitenkin luki, jolloin anturi saatiin oikein kalibroitu.

Antureita testattiin ensin laboratorioliuoksilla, jotka olivat pääosin vettä ja vähäisiä määriä muita liuoksia, kuten esimerkiksi suolaliuos. Liuoksia ja niiden vahvuuksia muuttamalla saatiin aikaan vaihtelua, jolloin antureiden reagointia näihin muutoksiin pystyttiin testaamaan. Antureita testattiin isossa saavissa, jotta antureiden toiminta ei häiriintyisi lähellä olevista reunoista ja tulokset olisivat näin ollen tarkempia.

Laboratorioliuosten lisäksi antureita testattiin Oulun keskustan läpi virtaavan Kaupunginojan vedellä, jolloin saatiin tuloksia sameuden ja kiintoaineen osalta. Tämä oli hyvä ratkaisu. Näin anturia pystyttiin testaamaan luonnonvedessä ja jokaisesta testattavasta anturista saatiin mittausastiat. Huono puoli oli se, että Kaupunginojan vesi likasi anturit ja mittausastiat totaalisesti. Toisaalta näin saatiin harjoiteltua myös antureiden

huoltoa käytännössä.

Samalla kun antureita testattiin, kokeiltiin myös datapalvelun käyttöä. Ongelmaksi muodostui se, että kesän aikana datapalvelu ei antanut oikeita tuloksia mittauksista. Tämä johtui siitä, ettei datapalvelua ollut aktivoitu ja mittausrajoja rajattu oikein laboratoriomittauksia varten.

Mittauslaitteiston testauksen ohella opeteltiin käyttämään ja kokeiltiin myös kenttämittareita. Kenttämittarit olivat pH- (VWR pH 100), sameus- (WTW Turb 430T) ja sähkönjohtavuusmittarit (Consort C535). Näitä mittareita käytettiin joko järvellä tai laboratoriossa, jotta saatiin aikaiseksi vertailtavia tuloksia mittausjärjestelmälle.

Kesän aikana mittauslaitteistosta ja sen käyttämisestä sai hyvän kuvan, joka puolestaan auttoi myöhemmin Mankilanjärvellä. Testausaika oli juuri sopiva, jolloin ehdittiin huomata mahdollisesti syntyviä ongelmia ja opittiin hallitsemaan laitteiston perustoimintoja.

Ongelmat

Ainoat isommat ongelmat syntyivät mittauslaitteiston virransyötössä ja sähkönjohtavuus-anturissa. Alussa ei huomioitu sitä seikkaa, että pelkät akut eivät riitä takaamaan riittävää virtaa mittauslaitteistolle. Niinpä akut ehtivät tyhjentyä muutamassa päivässä, jolloin ne menivät vaihtoon. Tämän jälkeen saatiin laitetoimittajalta akkulaturi ja johto, joiden avulla virta saatiin sähköverkosta. Tämä järjestely takasi sen, että mittausjärjestelmää pystyttiin testaamaan jatkuvatoimisesti esimerkiksi muutaman päivän ajan. Jatkossa virtaongelmaa ei enää syntynyt.

Toinen ongelma liittyi sähkönjohtavuuteen, kun mitattiin Mankilanjärvestä otettua vesinäytettä. Sähkönjohtavuutta mitattaessa kenttämittarilla huomattiin, että anturin alaraja-arvo on korkeampi kuin järvestä otetun vesinäytteen tulos. Näin ollen anturi näytti tulokseksi nolla-arvoa. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että anturi tuli olemaan hyödytön käytettäessä sitä järvellä.

6.2 Mittausjärjestelmän asennus Mankilanjärvelle

Mittauspaikka Mankilanjärvellä valikoitui kolmen eri syyn takia: sopiva etäisyys rannasta, riittävä syvyys ja aurinkoinen kohta järvellä. (KUVIO 11.) Syvyys kyseisessä kohdassa on noin 1,5 m ja se selvitettiin mittakepin avulla.



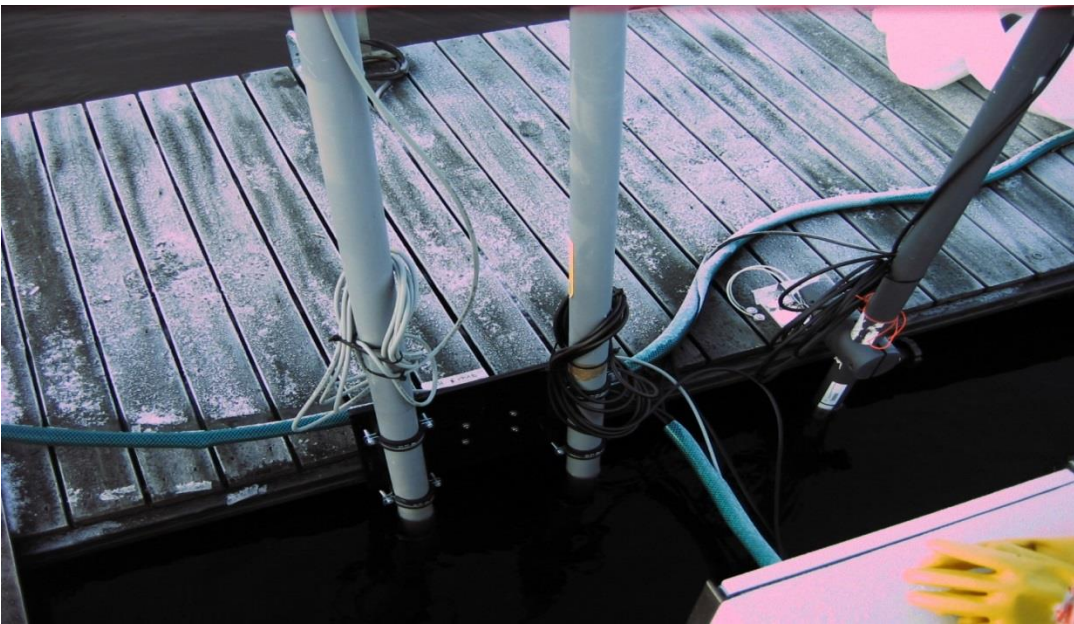
KUVIO 11. Mittauspaikka Mankilanjärvellä, hakupäivä 13.1.2014 <http://www.fonecta.fi/kartat>

Vedenmittausjärjestelmä asennettiin Mankilanjärvelle elokuun puolivälissä 2013. Asennuksen hoitivat EHP- tekniikka Oy:n huoltohenkilöt.

Mittauslaitteisto sijoitettiin lautalle, joka on saatu lainaksi Oulun ammattikorkeakoulun Tekniikan yksiköstä. Lautta koostui kahdesta 1,5 m x 3 m suuruisesta osasta, jotka on kiinnitetty toisiinsa. Lautta on tehty kokonaan puusta. EHP- tekniikka Oy huolehti mittauslaitteiston kokoamisesta lautalle ja lautan sijoittamisesta Mankilanjärveen. Suojakotelot asennettiin maalla, koska se oli niin suoritettuna helpompaa. Sen jälkeen edessä oli lautan uitto mittauspaikalle veneen vetämänä. Matkaa mittauspaikalle oli noin 200 m rannasta. Lautta ankkuroitiin mittauspaikalle kahdella ankkurilla, jotka takasivat sen,

että lautta pysyy paikoillaan kovassakin tuulessa.

Jokainen anturi oli suojattu pitkällä suojatolpilla, jotka olivat vesitiiviitä. Tolpat (KUVIO 12.) suojasivat antureita myös säältä ja muilta tuhoilta (linnut). Mittaussyvyys oli 75 cm, koska mittauslautan kohdalla järven syvyys oli vain noin 1,5 m. Lukema (75 cm) merkattiin antureiden suojatolppiin, jotta ne oli helppo asentaa takaisin mittaussyvyyteen huoltotoimenpiteiden jälkeen.



KUVIO 12. Antureiden suojatolpia mittauslautalla. Kuva: Juhani Kesti

6.3 Mittausjärjestelmän käyttö Mankilanjärvellä

Mittaukset aloitettiin Mankilanjärvellä 14.8.2013. Kaikki anturit olivat alussa käytössä typpi-anturia lukuun ottamatta.

Vesinäytteidenottaja Suomen ympäristökeskukselta oli mukana järvellä 4.9.2013. Näytteidenottaja otti vertailtavat vesinäytteet analysoitavaksi Suomen ympäristökeskuksen laboratorioon. Kyseiset analyysitulokset tulivat myöhemmin nähtäville Ympäristöhallinnon Hertta-tietokantaan.

Samana päivänä typpi-anturi asennettiin mittauslautalle. Samalla kun typpi-anturia

valmisteltiin toimintavalmiuteen, Hyxo Oy:n edustaja antoi neuvoja huoltotoimenpiteisiin. Samalla ratkesi esimerkiksi se, kuinka helposti anturit saadaan nostettua huoltotoimia varten. Ei tarvita kuin pelkkä ristipäämeisseli, ja sekin vain pH- ja johtokyky- antureita varten. Sameus- ja kiintoaines-anturit irrotetaan holkeista ja nostetaan ylös. Tämän lisäksi edustaja neuvoi antureiden mittausrajojen muokkauksen ja näyttömoduulin oikeaoppisen kiinnitystavan. Huoltotoimenpiteistä kerrotaan lisää Käyttäjän käsikirjassa jatkuvatoimiselle vedenlaadun mittausjärjestelmälle (liite 1).

Mittauslautalla käytiin viikon- kahden välein. Jokaisella käynnillä otettiin myös vesinäytteitä ja pH-arvo mitattiin järvivedestä myös kenttämittarilla. Käynnit lautalla sisälsivät myös antureiden huollon sekä mittausjärjestelmän ja koko lautan ulkoisen tarkastuksen. Antureiden tuloksia tarkasteltiin myös näyttömoduulin kautta.

Mittauslautalla käynti ja vesinäytteiden otto kesti kokonaisuudessaan noin tunnin verran lukuun ottamatta matka-aikoja. Huoltotoimenpiteisiin tarvittiin aina vähintään kaksi ihmistä, mahdollisten tapaturmien varalle. Koska lautta sijaitti keskellä järveä ja sinne mentiin soutuveneellä, oli jokaisella mukana olleella oltava pelastusliivit. Lisäksi oli huolehdittava asianmukaisesta vaatetuksesta, koska varsinkin syksyn edetessä säät olivat jo melko viileitä, jopa kylmiä.

Mittauslautan ohella seurattiin myös data-palvelua, jossa tuloksia pystyi seuraamaan reaaliajassa sekä takautuvasti. Tästä palvelusta oli hyötyä mittauslautan kaukaisen sijainnin takia, jolloin mahdolliset ongelmat tulivat näkyviin datapalvelun tuloksissa. Lisäksi datapalvelu ilmensi jatkuvatoimisen mittauksen hyödyn, eli tuloksia saatiin jatkuvasti, jolloin mahdolliset muutokset vesistön tilassa nähtiin heti.

Ongelmat

Valitettavasti data-palvelusta ei saatu kaikkia edellä mainittuja hyötyjä irti oikeastaan koko aikana. Tämä ongelma oli monen eri asian summa. Datapalveluun ei laitetoimittajan toimesta ollut liitetty kaikkia antureita, jolloin esimerkiksi pH:n tulokset olivat virheellisiä. Kun tämä ongelma korjattiin, tuli ongelmia auringosta. Kirkas keskipäivän aurinko sai poutaisina päivinä aikaan mittausjärjestelmässä ylijännitteen, eli akut latautuivat liikaa. Tämä taas sai aikaan epävakautta anturien toiminnassa, jolloin tulokset ponnahtivat liian

korkeiksi ja tämä taas näkyi tulospöikkeinä datapalvelussa keskipäivän aikaan.

Kun tätä asiaa mietittiin EHP-tekniikka Oy:n kanssa, he ehdottivat mittausjärjestelmään regulaattoria, joka estäisi ylijännitteen syntymisen aurinkoisilla säillä ja näin tulokset olisivat todenmukaisia. Tätä lisäosaa ei ainakaan vielä tällä kertaa hankittu, koska syksy ja heikko auringon valo korjasivat ongelman.

EHP-tekniikka Oy myös korjasi ongelman datapalvelussa poistamalla virheelliset tulokset palvelusta. Samalla kuitenkin katosi melko suuri määrä dataa, jolloin myös esimerkiksi tulosten keskiarvottaminen ja vertaileminen muihin tuloksiin kävi mahdottomaksi. Tämä oli ainoa iso ongelma mittauksen aikana. Tällaista ei kuitenkaan pitäisi päästä sattumaan, koska se vaikuttaa merkittävästi tutkimustuloksiin.

6.4 Mittauksen lopetus Mankilanjärvellä

Mittaukset lopetettiin 30.10.2013, mutta mittauslautta siirrettiin pois Mankilanjärveltä 31.10.2013. Anturit irrotettiin lautalta ja lautta hinattiin järven rantaan. Rannalla mittausjärjestelmä otettiin irti lautasta ja lautta jätettiin ankkuroituna rantaan, josta se siirrettiin myöhemmin talvisuojaan seuraavaa kevättä odottamaan.

Varastoitaessa kaikki anturit puhdistettiin vedellä ja pH- sekä typpianturi laitettiin KCL-liuokseen (kaliumkloridi). Liuos sisälsi 3-molaarista KCL-liuosta ja 0,1-molaarista KCL-liuosta. Lisäksi pH-anturi oli varastoitava pystyasennossa, jotta sen sisällä oleva suolasilta ei vaurioidu. Antureita ei irrotettu suojuksistaan, jotta niiden asennus seuraavana keväänä olisi helpompaa. Suojakotelot, aurinkopaneeli ja mittausjärjestelmän akut vietiin Oulun ammattikorkeakoulun varastoon.

Ongelmat

Ainoa vahinko mittauksen aikana oli sattunut typpianturin elektrodipäälle, jonka yhteen mittauspäähän oli tullut viilto. Tämä ei kuitenkaan ole vaikuttanut mittauksituloksiin.

7 HAVAINNOT JA TULOSVERTAILU

Kesän 2013 sää Pohjois-Pohjanmaan eteläosassa, jossa myös Mankilanjärvi sijaitsee, oli tavanomaista hieman lämpimämpi ja sateisempi. Ajankohdalla tarkoitetaan termistä kesää. Kesän keskiarvolämpötila oli kyseisellä alueella 15–16 °C. Keskiarvolämpötila oli yhdestä puoleentoista astetta lämpimämpi vertailuajanjaksoon 1981–2010 nähden. (Kesän 2013 sää. Ilmatieteenlaitos. Hakupäivä 14.2.2014)

Kesän sademäärä oli alueella 225–250 millimetriä. Sademäärä oli 10–20 prosenttia enemmän kuin vertailukaudella 1981–2010. (Kesän 2013 sää. Ilmatieteenlaitos. Hakupäivä 14.2.2014)

Mittausjärjestelmän antamien tuloksien lisäksi vertailevia tuloksia on saatu tekemällä perinteisiä vesianalyyskejä laboratoriossa ja mittaamalla pH järvellä kenttämittarilla (VWR pH 100). Laboratorio-analyysit on tehty opiskelijatyönä Oulun ammattikorkeakoulun laboratorio- ja ympäristötekniikan laboratoriossa. Lisäksi Suomen Ympäristökeskuksen ottamien näytteiden analyysituloksia voidaan käyttää tulosvertailuissa. Taulukkoon (TAULUKKO 2.) on koottu tulokset ainoastaan niiltä päiviltä, jolloin mittauksia on suoritettu kaikilla kolmella mittaustavalla (mittausjärjestelmä, laboratoriomittaukset ja kenttämittari).

Eri mittaustapojen antamia tuloksia vertailtiin keskenään, jolloin voitiin tutkia mittausjärjestelmän antamien tuloksien luotettavuutta ja toisaalta taas vertailla perinteisiä vesianalyysi-menetelmiä ja jatkuvatoimisen vedenlaadun mittauksia keskenään.

Suomen ympäristökeskus otti vesinäytteitä 4.9.2013 ja analysoi ne Oulun toimipaikan laboratoriossa (TAULUKKO 1.). Veden lämpötila oli näytteenottohetkellä 15 °C ja näytteenottosyvyys oli 0,7 m.

TAULUKKO 1. Mankilanjärven analyysitulokset, Suomen Ympäristökeskus, <http://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>

Päivä	Sameus FNU	Kiintoaine mg/l	Sähkönjohtavuus mS/m	pH	Ammonium-typpeä µg/l	Nitriitti-nitraattityyppinä µg/l
4.9.2013	4,90	22,00	3,20	6,40	1,00	2,50

Mittausjärjestelmän antamia tuloksia tarkasteltaessa ja vertailtaessa niitä Suomen ympäristökeskuksen saamiin tuloksiin huomataan, että mittausjärjestelmä on antanut tuloksia nitraatille. Suomen ympäristökeskus on mitannut nitriitti-nitraattia tyypinä. Näin ollen kyseiset tulokset eivät ole suoraan verrannollisia keskenään ja tämä on huomioitava tuloksia tarkasteltaessa. Jotta molempien taulukoiden tuloksista saataisiin yhteneväisiä, muutetaan ammonium ammonium-typeksi jakamalla ammonium-arvo luvulla 1,86 ja nitraatti nitraatti-typeksi jakamalla nitraattiarvo luvulla 4,43. Lisäksi voidaan havaita, että tulokset ovat eri mittayksiköissä. Suomen ympäristökeskuksen antamat tulokset näyttävät µg/l, kun taas mittausjärjestelmä antamat tulokset näyttävät mg/l.

Mittausjärjestelmän tulokset mainittuina päivinä (TAULUKKO 2.) ovat mediaani-arvoja aikaväliltä klo 0.01- 23.59. Kyseinen aikaväli on otettu sen takia, että laskuihin saadaan mittaustulokset yö- ja päiväaikaan. Tuloksista on poistettu mahdolliset häiriöpiikit.

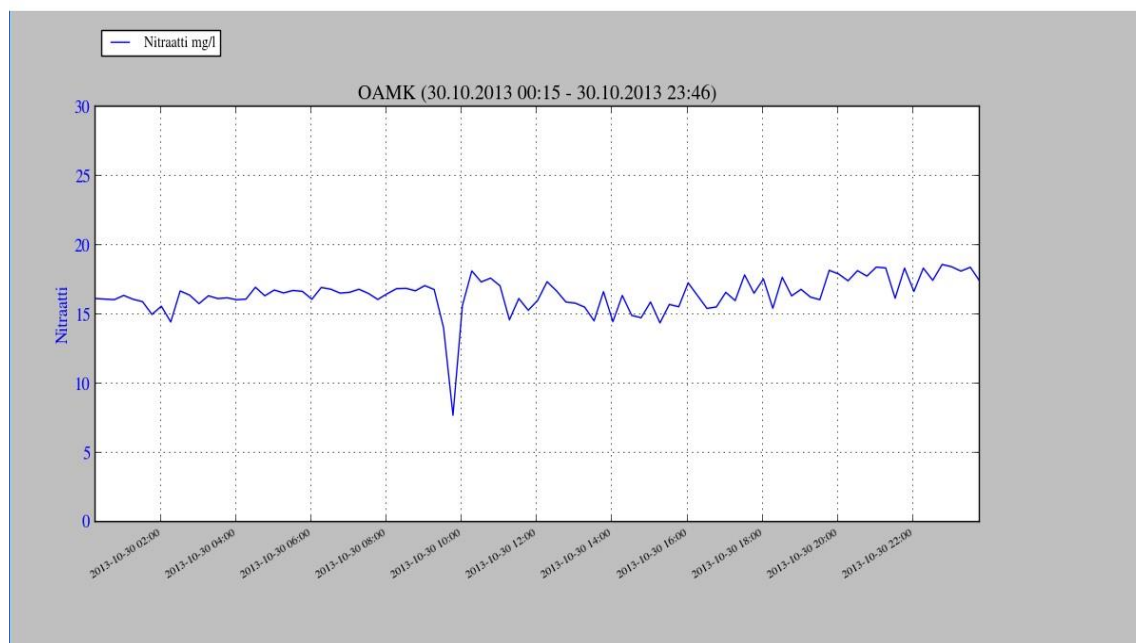
Tuloksissa (TAULUKKO 2.) selviävät pienet eroavaisuudet parametreissa mittausjärjestelmän, kenttämittarin ja laboratoriomittausten antamien tulosten välillä. Parhaiten tulokset vastaavat toisiaan pH:n osalta.

Ammoniumia ja nitraattia on mitattu ainoastaan automaattisella vedenlaadun mittausjärjestelmällä. Mittausten jo loputtua selvisi, että tyypianturi ei ole pystynyt mittaamaan alkusyksyn alhaisia ammonium- ja nitraattipitoisuuksia, joita esimerkiksi Suomen ympäristökeskus on saanut mitattua. Syksyn edetessä nämä kyseiset pitoisuudet ovat mittauksissa nousseet, mutta ei voida varmuudella tietää, ovatko tulokset luotettavia. Tämä johtuu siitä, että vertailtavia analyysituloksia ei myöhemmältä syksyltä ole olemassa.

TAULUKKO 2. Mittaustulokset mittausjärjestelmällä, laboratoriomittauksilla ja kenttämittarilla

Päivä	Mittausjärjestelmä					Laboratorio			Kenttämittari
	pH	Sameus NTU	Kiintoaine mg/l	Ammonium mg/l	Nitraatti mg/l	pH	Sameus NTU	Kiintoaine mg/l	pH
5.9.2013	5,57	5,30	7,58	0,01	2,99				
25.9.2013	6,10	6,72	10,14	0,36	4,37	6,31	5,94	5,00	6,10
26.9.2013	6,17	6,05	9,28	0,34	5,38	6,00		8,00	
9.10.2013	6,36	5,25	7,73	0,28	7,99	5,40	4,30	5,50	6,33
16.10.2013	6,49	9,22	13,80	0,08	15,48	5,60	7,87	9,00	6,24
30.10.2013	6,48	7,13	10,13	0,22	16,49	5,85	5,33	6,50	6,22

EHP-datapalvelun tulospäätelmästä (KUVIO 13.) huomataan jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan suurin hyöty: pienetkin vaihtelut tuloksissa päivän aikana tallentuvat, kun mittaus on reaaliaikaista.



KUVIO 13. Tulospäätelmä datapalvelussa, hakupäivä 1.3.2014 www.ehp-data.com

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Käyttökokemukset automaattisen vedenlaadun mittausjärjestelmän käytöstä Mankilanjärvellä ovat positiiviset. Huoltotoimenpiteissä päästiin yllättävän vähällä, koska järvi ei ollut liannut antureita. Näin ollen riitti, kun järvellä kävi joka toinen viikko ja muuten seurasi mittaustuloksia datapalvelusta.

Antureiden huolloksi riitti usein vain anturin mittauspään pyyhkiminen talouspaperilla. Sameus- ja kiintoaine-anturit, joissa oli omat pyyhkimet, olivat yleensä täysin puhtaita mittauspäistään. Varmuuden vuoksi kuitenkin nämä puhdistettiin joka kerta. Myös kalibroinneilta vältyttiin, kun pH-anturi pysyi mittaustarkkuudessaan. Tämä varmistettiin aina mittaamalla pH-arvo järvellä kenttämittarilla.

Anturit olivat puhtaita, kun vertaa esimerkiksi niiden testausta Kaupunginojan vedessä. Lisäksi tiedossa oli se, että Mankilanjärvi on runsashumuksinen järvi. Odotukset likaantumisen ja huollon tarpeesta olivat todella paljon pahemmat. Antureiden puhtaus voi johtua esimerkiksi siitä, että syksyllä eliöstön toiminta järvessä vähenee. Näin myös humus vajoaa järven pohjaan. Tämä ei kuitenkaan kokonaan selitä antureiden puhtautta, koska mittausjärjestelmä asennettiin järvelle jo elokuun puolivälissä, jolloin sää oli vielä verrattain lämmin. Toisaalta lyhyt käyttöaika järvellä voi myös olla osasyynä antureiden puhtauteen. Lisäksi se, että Mankilanjärvi on lyhytviipymäinen järvi, voisi myös olla yksi selitys humuksen vähyyteen, koska vesi vaihtuu järvessä säännöllisesti.

Fosfori jätettiin mittauksissa kokonaan pois, vaikka se onkin tärkeä ravinne maataloudessa ja osasyynäinen vesistöjen ravinnekuormituksessa. Tähän olisi tarvittu yksi anturi lisää. Jos kyseinen anturi olisi hankittu, vastaan olisivat tulleet kustannuskysymykset.

Ongelmia tuottanut toimenpide alussa oli näyttömoduulin kiinnittäminen päätelaitteeseen. Kun laboratorioissa päätelaite oli vaakatasossa, oli se järvellä asennettuna pystyasentoon. Näin ollen näyttömoduulin liitäntäkohtaa ei nähnyt ja kytkentä tapahtui käsintuntumalla. Lisäksi näyttömoduulin johdon pystyi liittämään vain yhdessä asennossa liittimessä olevan hakasen takia. Tämä tuotti alussa ja kovalla pakkasella melkoisia ongelmia.

Pakkassäällä syntyi muitakin ongelmia. Kun anturitelineiden kiinnitysruuvit olivat lähellä vedenpintaa, ne pääsivät kastumaan. Kun tuli pakkassää, ruuvit pääsivät jäätymään ja jumittuivat lujasti kiinni. Tämä toi huoltoon omat haasteensa. Toinen ongelma liittyi myös jäätymiseen. Märkä, puinen lautta oli jäätyessään todella liukas. Lautalla kulkiessa sai olla varovainen liukastumisriskin takia.

Melkoinen takaisku oli se, että johtokyky-anturia ei pystytty käyttämään Mankilanjärvellä. Anturin olisi pitänyt olla sellainen, että se pystyy mittaamaan pieniäkin sähkönjohtavuus-arvoja. Anturin valinnassa olisi auttanut se, että sähkönjohtavuutta olisi tarkasteltu jo aikaisemmin järvellä, jolloin pienet arvot olisivat paljastuneet. Toisaalta hankittu anturi oli suunniteltu luonnonvesille ja Hyxo Oy:n edustajankin olettaus oli se, että kyseinen anturi on sopiva järvelle.

Pieni ongelma oli veden lämpötilalukemien puute datapalvelussa. Datapalvelussa kyllä oli tulostusnäkyminen lämpötilalle, mutta se kertoi dataloggerin sisäisen lämpötilan. Epähuomiossa tämän tulostusnäkyksen luultiin kertovan veden lämpötilan, jolloin lämpötilaa ei mitattu mittauspaikalla käynnin yhteydessä. Tämä asia selvisi meille vasta mittausten loputtua.

Mittausjärjestelmän antamia tuloksia tarkasteltaessa ja vertailtaessa niitä Suomen ympäristökeskuksen tuloksiin, huomattiin, että mittausjärjestelmä antoi tuloksia nitraatille, kun taas Suomen ympäristökeskus oli mitannut nitriitti-nitraatin määrää työssä. Lisäksi tulokset ovat myös eri mittayksiköissä: Suomen ympäristökeskuksen antamat tulokset näyttävät µg/l, kun taas mittausjärjestelmä antamat tulokset näyttävät mg/l. Näin ollen kyseiset tulokset eivät ole suoraan verrannollisia keskenään ja tämä on huomioitava tuloksia tarkasteltaessa.

Typpi-anturissa huomattiin myös toinen ongelma. Koska Suomen ympäristökeskuksen analyysituloksien ammonium- ja nitraattityppipitoisuudet Mankilanjärvellä ovat melko vähäisiä, heräsi kysymys, pystyikö työssä käytetty anturi mittaamaan luotettavasti niin pieniä tuloksia. Myöhemmin selvisi, että ei pystynyt.

Lokakuun aikana ammonium- ja nitraattilukemat olivat tosin nousseet, jolloin anturi teoriassa olisi pystynyt mittaamaan nousseita lukemia. Tätä ei voida varmuudella tietää, koska uusia, virallisia laboratorioanalyysituloksia ei ole myöhemmältä syksyltä olemassa.

9 KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Isoin kehittämiskohde löytyy käyttöohjeista ja niiden luettavuudesta mittauskohteessa. Koska mittauslaitteiston alkuperäiset käyttöohjeet ovat monta sataa sivua pitkät, ei niiden lukeminen mittauskohteessa ole järkevää. Tämän johdosta suunniteltiin käsikirja mittausjärjestelmälle, joka käsittää tärkeimmät järvellä tarvittavat käyttöohjeet, esimerkiksi huoltotoimista (LIITE). Lisäksi mukana on yleisiä huomioita ja vinkkejä mittauskohteessa käymisestä ja lista mukana tarvittavista välineistä. Käsikirja toimii parhaiten juuri tässä työssä käsiteltävälle mittausjärjestelmälle ja mittauskohteelle. Jos mittauskohde tai -järjestelmä vaihtuu, on myös käsikirjaa muutettava siltä osin.

Käsikirja ei poista sitä tosiasiaa, että laitteiston alkuperäiset käyttöohjeet on käytävä huolellisesti läpi ennen mittauslaitteiston käyttöönottoa. Se on vain muistin apuna käytäessä mittauskohteessa. Käsikirja on liitteenä työn lopussa.

Toinen kehittämiskohde koskee mittausjärjestelmään lisättäviä komponentteja. Eräs mitattava parametri voisi olla esimerkiksi kokonaisfosfori, joka ravinteena on vahvasti kytköksissä maatalouteen ja siitä aiheutuvaan vesistökuormitukseen.

Sään havainnointi on myös erittäin tärkeää. Parhaiten se onnistuu havainnoiden päivän säätä ja kenttäpäiväkirjaa täyttäen. Näin voidaan arvioida sään vaikutuksia mittaustuloksiin ja poistaa säästä johtuvat virheelliset mittaustulokset.

On erittäin tärkeää havainnoida ja tutkia mittauskohdetta ennen varsinaisten mittausten aloittamista. Omista mittauksista saatuja tuloksia voidaan hyödyntää mittauslaitteiston hankinnassa, jolloin tiedetään varmasti se, mitä halutaan mitata ja minkälaisia laitteistoja tulevat mittaukset vaativat. Näin mittauksiin saadaan vesistölle sopivimmat anturit, jolloin myös tuloksista saadaan luotettavampia.

LÄHTEET

3798 sc: digital inductive conductivity sensor. Hach Lange. Hakupäivä 15.3.2014
<http://www.hyxofinland.com/products/documents/4feaa505e9cfa/3798-ScdigitalinductiveconductivitysensorENG.pdf>

AN-ISE sc Combination Sensor for Ammonium and Nitrate. Hach Lange. Hakupäivä 15.3.2014
<http://www.hach.com/an-ise-sc-combination-sensor-for-ammonium-and-nitrate/product-details?id=9296230750>

Datapalvelu Internetissä. EHP- tekniikka Oy. Sisäinen lähde. Halupäivä 15.3.2014
<http://www.ehp-tekniikka.fi/index.php?p=Palvelut>

For the lowest turbidity and the highest solids content: SOLITAX sc Hach Lange. Hakupäivä 15.3.2014
<http://www.hyxofinland.com/products/documents/4feac7ce55b3c/ProcessanalysisSolitaxSCENG.pdf>

Hertta-tietokanta. Valtion ympäristöhallinto. Sisäinen lähde. Hakupäivä 24.5.2013
<http://www.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>

Hydro-Pohjanmaa-hanke. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Hakupäivä 27.11.2013
http://www.oamk.fi/hankkeet/kotimaiset_kaynnissa/?hanke_id=1267

Kesän 2013 sää. Ilmatieteenlaitos. Hakupäivä 14.2.2014
<http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2013>

Kröger, H. 2013. Maatalouden kuormitus Kirmanjärven valuma-alueella Pohjois-Savossa. Savonia- ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö

Kukkonen M. 2012. Opas metsätalouden vesistökuormituksen seurantaan. Hakupäivä 14.9.2013
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp245.pdf>

Oravainen, R. 1999. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein

varustettuna. Hakupäivä 1.3.2014 <http://www.kvvy.fi/opasvihkonen.pdf>

Pintaveden laadun mittaaminen. EHP- tekniikka Oy. Hakupäivä 15.3.2014 <http://www.ehp-tekniikka.fi/index.php?p=Pintavedenlaatu>

Pintavesien tyypittely. Ympäristöhallinto. Hakupäivä 11.12.2013 http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Pintavesien_tila/Pintavesien_tyypittely

Salmi P, Rastas K, Koskinen J & Peltonen J. 2011. Automaattiasemat vedenlaadun seurannoissa ja seurannan kehittäminen. Hakupäivä 15.9.2013
http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94219/TEHO_hankkeen_raportteja_osa_5.pdf?sequence=2

SC- sarjan monikanavaiset digitaaliset mittalähettimet. Hyxo Oy. Hakupäivä 15.3.2014
<http://www.hyxo.fi/products/documents/4feaa0e8ccff9/SC-sarjanmonikanavaisetdigitaalisetmittalahettimetFIN.pdf>

Siimekselä, T. 2011. Automaattinen veden laadun seuranta- Tuloksia pilottikokeesta maa- ja metsätalousvaltaisella valuma-alueella Saarijärven reitin varrella. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö

Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet. 2006.
Hakupäivä 3.3.2014
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40583/SY_807.pdf?sequence=1

Suuret järvet kunnossa, rannikkovesien tila kehno. Ympäristöhallinto. Hakupäivä 7.2.2014
[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Suuret_jarvet_kunnossa_rannikkovesien_ti\(26643\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Vesien_ja_merensuojelu/Suuret_jarvet_kunnossa_rannikkovesien_ti(26643))

Technical data- pH Digital Differential PH and ORP Sensors. Hach Lange. Hakupäivä 15.3.2014
<http://www.hyxo.fi/products/documents/4feaa318b3972/pHDscdigitaldiferrentialPHandORPsensorsENG.pdf>

Veden sameus arvioituna satelliittikuvilta. Suomen Ympäristökeskus. Hakupäivä 14.2.2014

<http://www.syke.fi/fi->

[FI/Palvelut/Ymparistotietojarjestelmat/Veden_sameus_arvioituna_satelliittikuvil%2810156](http://www.syke.fi/fi-Palvelut/Ymparistotietojarjestelmat/Veden_sameus_arvioituna_satelliittikuvil%2810156)

[%29](http://www.syke.fi/fi-Palvelut/Ymparistotietojarjestelmat/Veden_sameus_arvioituna_satelliittikuvil%2810156)

Käyttäjän käsikirja jatkuvatoimiselle vedenlaadun mittausjärjestelmälle Mankilanjärven mittauspaikka

LIITE 1



Juhani Kesti

Oulun ammattikorkeakoulu, Luonnonvara-alan yksikkö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Sisällysluettelo

1 Esipuhe.....	37
2 Yleistä tietoa mittauspaikasta.....	38
3 Automaattisen vedenmittausjärjestelmän pikakäyttöopas	39
4 Tarvikelista Mankilajärvelle mittauspaikalla käyntiä varten	46

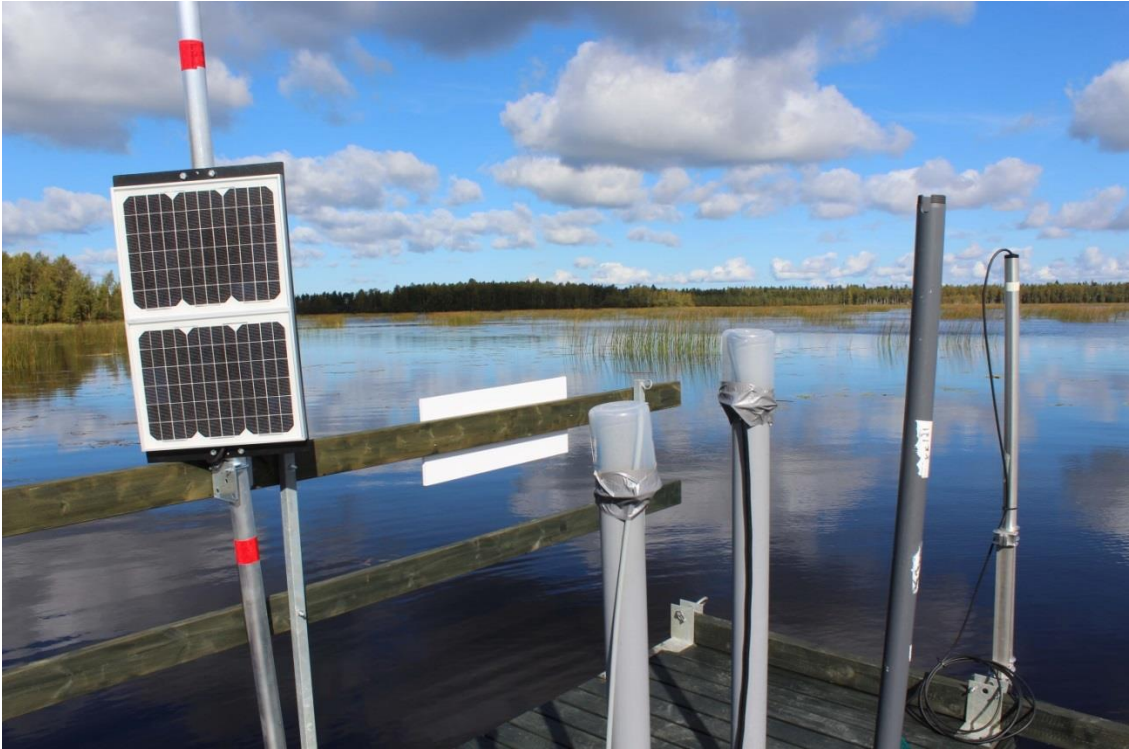
1 Esipuhe

Tämä opasvihkonen on laadittu automaattiselle vedenmittausjärjestelmälle, jota käytetään Hydro- Pohjanmaa- hankkeessa. Opas sisältää yleistä tietoa mittauspaikasta, pikaoppaan mittausjärjestelmän käyttöön ja huoltoon mittauspaikalla, sekä listan tarvittavista huoltovälineistä ja muista tarvikkeista mittauspaikalla käyntiä varten. Mittauspaikkana toimii Siikalatvan kunnassa sijaitseva Mankilanjärvi.

Opas toimii parhaiten Mankilanjärven mittauspaikalla. Se ei sellaisenaan välttämättä sovi erilaiselle mittausjärjestelmälle tai toiselle mittauspaikalle, koska olosuhteiden muuttuminen saattaa vaatia erilaisia huoltotoimenpiteitä ja muita huomioitavia asioita. Opas toimii muistin apuna mittauspaikalla ja laitteiston käyttö vaatii käyttäjiltään edelleenkin tarkempaa perehtymistä mittausjärjestelmään.

2 Yleistä tietoa mittauspaikasta

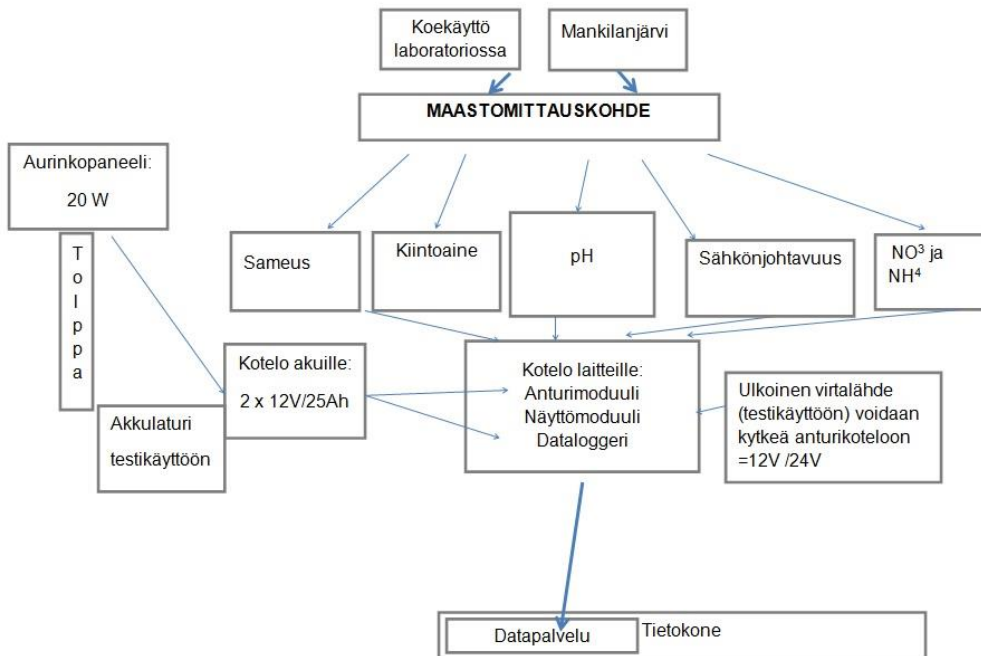
Mittauslaitteisto on sijoitettuna kelluvan lautan päälle järvelle. Mittauslaitteisto koostuu kahdesta laitekaapista, viidestä eri anturista ja aurinkopaneelista, joka on kiinnitettyinä tolppaan.



KUVIO 1. Järvi, anturit ja aurinkopaneeli kuvattuna mittauslautalla. Kuva: Kaija Karhunen

Mittauslautta koostuu kahdesta 1,5 m x 3 m kokoisesta osasta, jotka on liitetty yhteen. Lautalla voi yhtäaikaaisesti olla neljä henkilöä eri puolilla lautaa. Huomioikaa lautan kiikkeryys! Pakkasten aikaan lautta on erittäin liukas, koska kostea puu saa aikaan jääpeitteen lautalle. Lautalla liikkuminen vaatii silloin erityistä varovaisuutta. Suositeltavaa on myös käyttää lautalla pelastusliivejä ja kumisaappaita lautan kiikkeryyden takia. Myös veneestä lautalle siirtyminen ja päinvastoin vaatii varovaisuutta!

3 Automaattisen vedenmittausjärjestelmän pikakäyttöopas



KUVIO 2. Automaattinen vedenlaadun mittausjärjestelmä, datapalvelu ja tietokone

Näyttömoduulin asennus vahvistimeen

1. Kiinnitä näyttömoduuli vahvistimessa oleviin pidikkeisiin laskemalla se ylhäältä alaspäin. Kuuluu loksahdus, kun näyttö on asettunut paikoilleen.
2. Kytke näyttömoduulin johto vahvistimeen. Ole tarkkana, koska kytkeminen onnistuu vain yhdessä asennossa. Näyttömoduulin johdon kytkentäpäässä on pieni "väkänen", joka täytyy upota vahvistimen sisääntulossa olevaan aukkoon. Kun nämä ovat kohdallaan, työnnä johtoa varovasti sisään ja ruuvaa johdossa oleva kiinnitysmutteri kiinni.

Laitteen käynnistäminen

1. Asenna näyttömoduuli vahvistimeen kytkemällä näyttömoduulin johto vapaaseen ulostuloon vahvistimessa. Loksauta tämän jälkeen näyttömoduuli kiinni vahvistimeen yläkautta. Samalla kuuluu loksahdus, kun näyttö on kiinni kunnolla.
2. Paina laitekotelon kannessa oleva ”test”-painike ON-asentoon.
3. Odota, kunnes antureiden mittausarvot tulevat näytölle. Tämä kestää noin puoli minuuttia
4. Kun mittausarvot näkyvät näytöllä, laite on käyttövalmis.

Laitteiston tärkeimmät toiminnot

Kun käytetään mittauslaitteistoa järvellä, on tärkeää osata kalibroida joitain antureita, lukea havaintokäyriä ja osata siirtää anturien mittausarvoja näkymään näytölle.

Kalibroinnit

pH-anturi (noin kuukauden välein)

1. Täppää näytön alalaitaa, jolloin valikko ponnahtaa esille.
2. Paina menu-painiketta.
3. Valitse valikosta ANTURIN setup ja paina sen jälkeen hyväksy-painiketta.
4. Valitse anturilistalta pH-anturi ja paina hyväksy-painiketta.
5. Valitse KALIBROI ja paina hyväksy-painiketta.
6. Valitse kahden pisteen kalibrointi (tarvitaan pH4- ja pH7-puskuriliuoksia)
7. Valitse kalibrointivaihtoehdoista PYSYVÄ.
8. Pyyhi anturi ja aseta se kalibrointi-liuokseen (pH7-puskuriliuos) ja aloita kalibrointi painamalla hyväksy-painiketta. Seuraa näytön ohjeita kalibroinnin aikana.
9. Kun kalibrointi on valmis, paina hyväksy-painiketta. Palaa tulokset näytölle valikon kautta painamalla 6-ruudukko-painiketta.

Johtokyky-anturin 0-kalibrointi ilmassa (tarvittaessa, harvoin)

1-4. kohdat samat kuin edellisessä. Valitse vain johtokyky-anturi.

5. Valitse KALIBROI ja paina hyväksy-painiketta.
6. Valitse 0-kalibrointi ja paina hyväksy-painiketta.
7. Valitse kalibrointivaihtoehdoista PYSYVÄ.
8. Nosta anturi pois vedestä, pyyhi ja kuivaa se.
9. Seuraa näytön kalibrointi-ohjeita aloittamalla kalibrointi hyväksy-painikkeella.
10. Kun kalibrointi on valmis, paina hyväksy-painiketta. Palaa tulospäätölle valikon kautta painamalla 6-ruudukko-painiketta.

Havaintokäyrät

1. Täppää valikkorivi näkyviin.
2. Paina rivin viimeistä painiketta, jossa on käyrän kuva.
3. Näkyville tulee havaintokäyrä, josta näkee tulosten vaihtelut eri antureilla.
4. Nuolinäppäimillä <-> voidaan tarkastella vanhempia tuloksia ja uudempia tuloksia.

Antureiden mittaustulosten siirto näytölle

Jos jostakin syystä kaikkia antureita ei näy näytöllä, toimi näin:

1. Täppää valikkorivi näkyville.
2. Paina rivin toiseksi viimeistä painiketta, jossa on listan kuva.
3. Näkyville tulee lista järjestelmässä olevista antureista ja parametreista sekä lista näytöllä näkyvistä antureista.
4. Kun haluat listalta näytölle antureita, valitse haluamasi anturi järjestelmälistalta aktiiviseksi ja paina listojen välissä olevaa ylä- tai alanuolta siirtääksesi anturin näkymään näytölle. Tämä toimii myös päinvastaisesti. Eli jos laitelista on ylhäällä ja haluat sieltä anturin näkymään näytölle, paina silloin alanuolta.
5. Kun olet siirtänyt anturit näytölle, paina hyväksy-painiketta.
6. Tulospäätymään pääset painamalla joko home-painiketta (talon kuva) tai 6-ruudukko-painiketta.

Antureiden mittausrajojen muuttaminen

Jos jostakin syystä mittausarvot eivät pitemmällä aikavälillä pysy asetetuissa rajoissa, toimi seuraavasti:

1. Täppää valikkorivi näkyville.
2. Paina menu-näppäintä, joka on rivillä ensimmäisenä.
3. Valitse sc1000 setup ja paina hyväksy-painiketta.
4. Valitse ULOSTULOT ja paina hyväksy-painiketta.
5. Katso näyttömoduulin vieressä olevasta listasta, kumpaan pakettiin anturi on liitetty (a tai b) ja valitse sen mukaan oikea numerosarja. Paina hyväksy-painiketta.
6. Valitse oikea ulostulo ja paina hyväksy-painiketta.
7. Valitse joko ala- tai yläarvo sen mukaan kumpaa joutuu muuttamaan. Paina hyväksy-painiketta.
8. Raja-arvo muutetaan pyyhkimällä vanha arvo ja kirjoittamalla uusi arvo. (esillä on numerot 0-9). Kun olet muuttanut arvon, paina hyväksy-painiketta.
9. Ilmoita EHP-tekniikka Oy:lle uudet raja-arvot.
10. Palaa tulos-näkymään painamalla, joko home-painiketta tai palaamalla lähtötilaan <- nuolen avulla.

Kun poistut laualta, muista sammuttaa mittausjärjestelmä TEST-painikkeesta!!! (off-asento)

EHP-datapalvelun käyttö

Internetissä toimivaa EHP-tekniikka Oy:n tuottamaa datapalvelua voidaan käyttää mittausjärjestelmän tuottamien tulosten tarkasteluun ilman, että se vaatisi järvellä käyntiä.

Kun datapalveluun on kirjautunut sisään, alkuun tulee näkymä käyttäjän hallinnoimista mittaus-aseista.

Kun käyttäjä on valinnut haluamansa mittausaseman, näkyville tulee parametrilista, joita kyseisellä mittausasemalla käytetään. Käyttäjä valitsee haluamansa tarkasteltavat parametrit ruksaamalla ne parametrin vierestä (KUVIO 2.). Lisäksi käyttäjä voi halutessaan muuttaa näkyvillä olevia raja-arvoja. Lisäksi käyttäjä voi parametrivalikon yläpuolelta valita ajanjakson, jonka tuloksia halutaan tarkastella. Kun käyttäjä on valinnut haluamansa parametrit, painetaan Hae-painiketta.

Mittausasemat » XXXXXXXXXX

[Kuvaaja](#) [Raportit](#)

AMK (20013) (1970-01-01 - 2013-10-31)

Alkupäivä ja -aika: 2013-10-24 08:31:17 Loppupäivä ja -aika: 2013-10-31 08:31:17

Ajan pikavalinta (Aikajakso ennen viimeisintä mittausta 31.10.2013 08:31:17)

6h
 12h
 24h
 48h
 72h
 7pv
 14pv
 28pv

Yksikkö	Y	Ymin	Ymax	Auto
Sameus FTU/NTU	<input type="checkbox"/> Auto	0.0	100.0	<input type="checkbox"/>
Kiintoaine mg/l	<input type="checkbox"/> Auto	0.0	100.0	<input type="checkbox"/>
Ammonium mg/l	<input type="checkbox"/> Auto	0.0	100.0	<input type="checkbox"/>
Nitraatti mg/l	<input type="checkbox"/> Auto	0.0	100.0	<input type="checkbox"/>
pH	<input checked="" type="checkbox"/> Auto	5.0	7.0	<input type="checkbox"/>
Johtokyky uS/cm	<input type="checkbox"/> Auto	0.0	100.0	<input type="checkbox"/>
Akku V	<input type="checkbox"/> Auto	9.0	15.0	<input type="checkbox"/>
temp C	<input type="checkbox"/> Auto	0.0	30.0	<input type="checkbox"/>

Näytä myös poistettu data

[Tyhjennä](#) [Hae](#)

KUVIO 3. Tulostäkyvän valinta EHP-datapalvelussa. <http://www.ehp-data.com/>

Näkyville tulee tulostäkyvät valituista parametreista, joista näkee esimerkiksi päivävaihtelut tuloksissa.

Datapalvelu löytyy osoitteesta: <http://www.ehp-teknikka.fi/index.php?p=Palvelut>

Anturien huolto

Typpi-anturi

- Löysää kiristysruuvit ja nosta anturi ylös vedestä.
- Puhdista mittauspää kevyesti pehmeällä pensselillä, vältä hankaamista
- Hyvin harvoissa tilanteissa anturi joudutaan irrottamaan suojaputkesta. Tässä tapauksessa joudutaan vaihtamaan anturin johtopäässä oleva teflon-teippi. Muista, että teippi ei saa kiertyä liian kireälle.
- Laske anturi takaisin veteen

pH-anturi

- Löysää ruuveja niin, että kiristyspidikkeet löystyvät. Varo pudottamasta niitä järveen!
- Nosta anturi ylös vedestä.
- Pyyhi elektrodipää (lasiosa) kevyesti esimerkiksi talouspaperilla tai puhdistusliinalla. Vältä liiallista hankausta!
- Laske anturi takaisin veteen
- Lisäksi on aina tarkistettava anturin mittaustarkkuus esimerkiksi pH 7-puskuriliuoksella. Jos tulos on epätakka, kalibroi anturi. Katso ohjeet kalibrointi-osiosta.

Johtokyky-anturi

- Löysää ruuveja niin, että kiristyspidikkeet löystyvät. Varo pudottamasta niitä järveen!
- Nosta anturi ylös vedestä.
- Pyyhi mittausrenkas talouspaperilla tai puhdistusliinalla. Tärkeää on, että renkaan sisäosa on puhdas!
- Laske anturi takaisin veteen.

Sameus- ja kiintoaine-anturit

- Nosta anturi vedestä. Se ei ole kiinnitettynä millään ruuveilla/pulteilla.
- Pyyhi mittauspää, etenkin linssit talouspaperilla tai puhdistusliinalla. Vältä hankausta!
- Laske anturi takaisin veteen.

Lisähuomioita

- Kalibroi antureita tarpeen vaatiessa, ohjeet löydät käyttöohjeesta kalibrointi-osiosta.
- Puhdista suojarakenteita tarpeen vaatiessa esimerkiksi tiskiharjalla ja puhdistusliinoilla.

Muista aina tarkastaa lautan yleinen kunto, mukaan lukien laitekaapit ja lautan rakenteet!

4 Tarvikelista Mankilajärvelle mittauspaikalla käyntiä varten

- pelastusliivit 2-4 kpl
- suojahansikkaat
- köysi veneen kiinnitystä varten lautalle
- ankkuri veneeseen
- teippiä (mieluiten vedenpitävää)
- permanentti-tussi
- ristipää-meisseli
- avain laitekaappien avaukseen
- ruuveja, jotka sopivat antureiden kiinnitystolppiin (tarkista oikea koko käyttö-ohjeista)
- jakoavain-sarja
- kosteuden ilmaisevia pussukoita laitekaappeja varten
- näyttömoduuli
- pehmeitä pensseleitä antureiden puhdistusta varten
- pehmeitä puhdistusliinoja
- tiskiharja
- talouspaperia
- puukko
- teflon-teippiä
- mahdollisimman kestäväää narua (voidaan tarvita kiinnityksiin)
- näytteenottopulloja tarpeen vaatiessa
- näytteenottokauha tarpeen vaatiessa
- ruttner tarpeen vaatiessa
- pH-kenttämittari