

Avoin ympäristötieto – yhteistyön kehittäminen vesistöjen seurannassa

Järvien vedenlaatu palvelu -hankkeen loppuraportti

Saku Anttila, Marika Bröckl, Antti Herlevi, Kari Kallio,
Mirva Ketola, Sampsa Koponen, Pirjo Kuitunen, Timo Pyhälähti,
Tuukka Ryyänen, Kirsi Vakkilainen ja Timo Kairesalo



Avoin ympäristötieto – yhteistyön kehittäminen vesistöjen seurannassa

Järvien vedenlaatu palvelu -hankkeen loppuraportti

**Saku Anttila, Marika Bröckl, Antti Herlevi, Kari Kallio,
Mirva Ketola, Sampsa Koponen, Pirjo Kuitunen, Timo Pyhälähti,
Tuukka Ryyänen, Kirsi Vakkilainen ja Timo Kairesalo**



SUOMEN YMPÄRISTÖ 17 | 2012
Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Taitto: Ritva Koskinen
Kansikuva: Ympäristö hallinnon kuvapankki, Raili Malinen

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2012

ISBN 978-952-11-4020-4 (nid.)
ISBN 978-952-11-4021-1 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkoj.)

SISÄLLYS

I Avoimen ympäristötiedon mahdollisuudet	5
1.1 Paikallisen ympäristötiedonhallinnan hyödyt	6
1.2 Järvien vedenlaatu palvelu -hanke	6
2 Minkälaista tietoa järvistä tarvitaan: käyttäjäkyselyn tuloksia	8
2.1 Kyselytutkimuksen toteutus	8
2.2 Kyselytutkimuksen tulokset	8
2.2.1 Järvitiedon tarve ammattikäyttäjillä	8
2.2.2 Järvitiedon tarve vapaa-aikana	10
2.3 Järvitiedosta palvelukokonaisuuksia	11
3 Mittaustietoa useasta lähteestä: pilottikohteena Vesijärvi	12
3.1 Perinteinen vedenlaadun seuranta Lahden Vesijärvellä	12
3.2 Automaattimittausten käyttöönotto	14
3.3 Alueellista vedenlaatu tietoa kaukokartoituksella ja läpivirtausmittauksilla	16
4 Paikallisen vedenlaatu tiedon tallentaminen, käyttöönotto ja jakaminen	19
4.1 Automaattinen tietokannan päivittyminen, automaattiset laskennat, kalibroinnit ja mallitulokset	19
4.2 Tiedon hyödyntäminen liiketoiminnassa	20
4.3 Paikallisten tietokantojen merkitys tutkimukselle	21
5 Automaattisen mittaustiedon tarkkuus ja hyödyntäminen	22
5.1 Automaattimittausten laadunvarmistus	22
5.1.1 Levämäärän mittaaminen	22
5.1.2 Sameus	26
5.1.3 Happipitoisuus ja veden lämpötila	26
5.2 Automaattimittausten hyödyntäminen	27
5.2.1 Lyhyen aikavälin ennustemallit	27
5.2.2 Automaattisten ja kaukokartoitushavaintojen vertailu	29
5.3 Käytännön huomioita automaattisesta mittaustoiminnasta	30
6 Uudet jokamiehen mittalaitteet ja kansalaishavainnoinnin mahdollisuudet	32
6.1 Taustaa	32
6.2 Secchi3000-kehitystyö ja tulokset	32
6.3 Mobiwater & EnviObserver	36
6.4 Kansalaishavainnoinnin mahdollisuudet sekä yksityisen ja julkisen sektorin yhteistoiminta	37

7 Julkiseen ympäristötietoon perustuvat liiketoiminta- ja palvelumahdollisuudet	38
7.1 Haasteita ja mahdollisuuksia	38
7.2 Hankkeen työpajoissa syntyneet liiketoimintaideat	40
8 Yhteenveto ja tulevaisuuden näkymiä	43
8.1 Julkaisun yhteenveto	43
8.2 Tulevaisuuden näkymiä.....	44
Kiitokset	45
Kirjallisuus	46
Kuvailulehdet	48

1 Avoimen ympäristötiedon mahdollisuudet

Saku Anttila, Timo Kairesalo

Avoim data tuottaa uutta tietoa, uusia palveluja sekä hyvinvointia. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää GPS-paikannustietoa, jonka Yhdysvaltain puolustusministeriö vapautti ilmaiseen siviilikäyttöön vuonna 1984. Satelliittipaikannuksen käyttöönotto liikenteessä, kartografiassa tai esimerkiksi tarkan ajan lähteenä on synnyttänyt useita ihmisten turvallisuutta ja elämää helpottavia sovelluksia. Tämän lisäksi järjestelmän taloudellisten hyötyjen arvioitiin vuonna 2011 olleen yli 122 miljardia dollaria pelkästään Yhdysvalloissa (Pham, 2011). Kaikkea tietoa ei voi luonnollisesti hyödyntää yhtä monipuolisesti, mutta avoimella datapolitiikalla nähdään myös muita etuja. Ilmaiseksi saatava tieto nopeuttaa tieteen edistymistä, lisää innovaatioita ja sen on katsottu olevan myös läpinäkyvän hallinnon moottori (Euroopan komissio, 2011).

Suomessa avoimen tiedon mahdollisuudet on huomioitu jo kansallisella tasolla, sillä julkishallinnon tietojärjestelmien yhteensovittaminen ja avaaminen on kirjattu myös nykyiseen hallitusohjelmaan (Valtioneuvoston kanslia, 2011). Lisäksi Suomen tutkimus- ja innovaatiopoliittisessa linjauksessa 2011-2015 todetaan tietoa-aineistojen kasvava merkitys korkean osaamisen taloudessa: ”Laajempi pääsy aineistoihin ja niitä hyödyntäviin sähköisiin palveluihin lisää tutkimus- ja innovaatio-toiminnan tehokkuutta, mahdollistaa uusia löytöjä ja sallii aineistojen käytön innovatiivisesti uusissa yhteyksissä.”

Ympäristön seuranta on siirtymässä perinteisestä manuaalisesta mittaamisesta kohti eri mittausmenetelmiä yhdistävää kokonaisvaltaista seuranta (esim. Lepistö ym., 2010). Tehostuneen mittaustoiminnan myötä ympäristötietoa kertyy valtavasti ja sitä keräävät useat eri tahot sekä julkisella että yksityisellä sektorilla. Erilaisia havaintoja tekevät myös monet lähiympäristöstä kiinnostuneet kansalaiset. Tiedon hyödyntämistä on kuitenkin vaikeuttanut sen tallennus eri säilytyspaikkoihin, erilaiset tietomuodot sekä tiedon kuvaamisen erilaisuus. Näihin ongelmiin on alettu kiinnittämään entistä enemmän huomiota ja vakioituja menetelmiä tiedon tallentamiseen ja siirtämiseen ollaan ottamassa käyttöön myös ympäristömittauksissa (esim. Leinfelder ym., 2010; Kuha, 2011; Michener & Matthew, 2012). Tiedon hallinnan kehittyminen mahdollistaa julkisin varoin kerätyn ympäristötiedon laajemman hyödyntämisen myös yksityisellä sektorilla. Kun tieto saadaan palvelukehitykseen helposti Internetin välityksellä yleisesti käytössä olevin menetelmin, riskit pitkistä ja kalliista kehitystyöstä pienenevät. Myös reaaliaikainen tiedon saaminen useasta eri lähteestä, mittalaitteesta tai muuttujasta lisää tiedon hyödyntämismahdollisuuksia liiketoiminnassa. Vaikka julkishallinnolla on perinteisesti suuri rooli ympäristötiedon tuottajana sekä julkaisijana, erilaisilla räätälöidyllä tai tietoa yhdistävillä palveluilla on selkeästi nähtävissä tarvetta (ks. esim. Luku 7.). Näyttävyyttä sekä nopea reagointikyky asiakkaan tarpeisiin ovat ominaisuuksia, joilla yksityiset palvelut voivat erottua julkishallinnon tietopalveluista.

Tässä julkaisussa eri lähteistä saatavan ympäristötiedon kokoamisen ja kehittyneen tiedonhallinnan mahdollisuuksia esitetään Tekesin Vesiohjelman Järvien vedenlaatu- palvelu -hankkeen tulosten avulla. Hankkeen tavoitteena oli edistää julkisen ja

yrittäjäsektorin yhteistyötä sekä kehittää menetelmiä julkisen ympäristötiedon käytölle yritystoiminnassa.

1.1

Paikallisen ympäristötiedonhallinnan hyödyt

Yksityiskohtaisen mittaustiedon laajempi käyttö ympäristön seurannassa on vasta alkuvaiheessa. Useilta intensiivisesti seuratuilta järviltä saadaan valtavasti erilaista tietoa. Esimerkiksi automaattisesti mitatun tai kaukokartoituksella saatavan tiedon hallinta ei enää onnistu perinteisin menetelmin. Tutkimusinfrastruktuurin kehittäminen onkin edellytys sille, että jatkuvasti kasvava mittaustieto saadaan tallennettua ja myös hyödynnettyä.

Kansallisiin tietoarkistoihin on jo pitkään tallennettu erilaisia ympäristöhavaintoja. Esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään pintavesien tilan tietojärjestelmään lisätään vuosittain yli 60 000 uutta mittaustulosta eri puolilta Suomea. On kuitenkin vielä hahmottumatta minkä tason tietoa mihinkin paikkaan on järkevää tallentaa. Esimerkiksi automaattiasemien tiheästi mittaamia ns. raaka-arvoja tuskin kannattaa kansallisiin tietovarantoihin tallentaa. Alkuperäisen datan säilyttäminen on kuitenkin tärkeää, sillä mittaustuloksia voi joutua korjaamaan myöhemmin. Lisäksi kun yksittäisten tutkimushankkeiden tulokset on helposti löydettävissä samasta paikasta, luodaan alusta tiedon monipuolisemmalle hyödyntämiselle ja uusille löydöille. Tämä onkin yksi paikallisen tiedonhallinnan eduista eli sen avulla voidaan taata laajemman tietomassan säilyminen tutkimusalueilta. Ihannelähtöisessä kansallisiin tietovarantoihin voitaisiin automaattisesti koota paikallisten tietokantojen tarjoamat kokoomatiedot kansallisesti olennaisimmista muuttujista. Onnistuakseen tämä kuitenkin edellyttää yhteisiä sääntöjä ja menetelmiä tiedon sekä siihen liittyvän metatiedon¹ hallinnalle.

Paikallisiin kantoihin tallennettu tieto saadaan yleiseen käyttöön vakioituilla ja julkisilla rajapintaratkaisulla. Tällä tarkoitetaan sitä, että tieto on haettavissa tietokannoista Internetin avulla joko tähän erikseen luotavilla käyttöliittymillä tai automaattisesti. Standardoidut rajapintaratkaisut myös verkottavat eri tietokannat ja avaavat tiedon hyödyntämiseen uusia mahdollisuuksia. Esimerkiksi palvelua tarjoava yritys voi hyödyntää samoja menetelmiä tiedon keräämiseen useasta eri tietokannasta tai toisaalta monistaa kehitettyjä palveluita helpommin uusille alueille. Intensiivinen tiedon kerääminen paikallisiin tietokantoihin sekä standardoidut rajapintaratkaisut mahdollistavat myös tutkijoille paremman pääsyn mittaustietoihin. Kehittyneen tiedon hallinnan suurin hyöty lienee kuitenkin se, että sen avulla voidaan varmistaa mittaustiedon säilyminen sekä sen helpompi löydettävyys.

1.2

Järvien vedenlaatu palvelu -hanke

Järvien vedenlaatu palvelu -hanke (JVP-hanke) kuului Tekesin Vesi-ohjelmaan (1.8.2009-17.1.2012) ja se yhdisti Helsingin yliopiston, Suomen ympäristökeskuksen, Jyväskylän yliopiston ja Aalto yliopiston osaamisen vedenlaadun seurannassa. Hankkeessa kehitettiin jatkuvaluonteista yhteistyötä julkisen ja yksityisen sektorin välille. Tavoitteena oli kehittää toimintamalleja, jotka yhdistävät julkiset ja yksityiset toimijat ympäristönseurannassa. Paikallista mittausinfrastruktuuria kehitettiin si-

¹ Metatiedolla (metadata) tarkoitetaan tietoa tiedosta, eli varsinaista tietoa kuvailevaa ja määrittävää tietoa

ten, että sen tuottamaa tietoa on mahdollista hyödyntää myös yksityisellä sektorilla (www.JVPphanke.fi).

Hankkeen pilottialueena toimi Lahden Vesijärvi (Kuva 1), josta kerättiin tietoa usealla eri menetelmällä, kuten automaattisilla mittausasemilla, kaukokartoituksella ja perinteisillä maastomittauksilla. Tieto koottiin yhteen paikalliseen ympäristötietokantaan, johon luotiin vakioitu tiedon rajapinta yritysten käyttöön. Hankkeeseen osallistunut ICT-alan yritys loi varsinaisen palvelun, joka perustui hankkeen ympäristötietokantaan tehtyyn standardoituun yhteyteen. JVP-hankkeessa kehitettiin myös uusi edullinen vedenlaadun mittauslaite (Secchi3000), joka edesauttaa kansalaisten tekemien havaintojen hyödyntämistä ympäristönseurannassa.

Tässä julkaisussa esitetään JVP-hankkeen tuloksia ja johtopäätöksiä siitä, miten julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyömahdollisuuksia ympäristönseurannassa voidaan kehittää. Vedenlaadutiedon sekä siihen liittyvien palveluiden tarpeellisuutta selvitettiin käyttäjäkyselyllä heti hankkeen alussa (Luku 2). Hankkeen pilottialueen vedenlaadun seurantaan ja siihen liittyvää tiedonhallintaa kehitettiin hankkeen aikana. Tärkeänä tavoitteena oli kehittää alueen julkista tutkimusinfrastruktuuria niin, että se kiinnostaisi yksityisiä toimijoita ja mahdollistaisi siihen perustuvien palveluiden luomisen (Luvut 3, 4, ja 5).

Hankkeessa kehitettiin myös halpa jokamiehen vedenlaadun mittalaite, joka perustuu edullisiin materiaaleihin ja esimerkiksi matkapuhelimen kameran käyttöön. Laite on uusi innovaatio, ja sillä on merkittäviä hyödyntämismahdollisuuksia sekä liiketoiminnassa että kansalaisten aktivoinnissa vedenlaadun seurantaan (Luku 6). Erilaisia julkisiin tietovarantoihin perustuvia palveluita ja liiketoimintamalleja tarkasteltiin hankkeen aikana kahdessa erillisessä työpajassa. Näiden tuloksia esitellään luvussa 7. Julkaisun viimeinen luku on yhteenveto julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyömahdollisuuksista hankkeen tulosten pohjalta (Luku 8).



Kuva 1. Lahden kaupunki radiomastoineen ja hyppyrimäkineen sijaitsee Vesijärven eteläpäässä, Enonselän rannalla. (kuva: Tuukka Ryyänen)

2 Minkälaista tietoa järvistä tarvitaan: käyttäjäkyselyn tuloksia

Mirva Ketola

Järvitiedon kokoaminen laajasti erilaisia käyttäjäryhmiä hyödyttäväksi palveluksi edellyttää mahdollisten käyttäjien tietotarpeiden tunnistamista. Järveen liittyviä tietotarpeita on sekä julkisella että yksityisellä sektorilla työskentelevillä. Toisaalta järvitietoa voivat hyödyntää järvellä vapaa-ajallaan liikkuvat, tai esimerkiksi järven tilasta kiinnostuneet alueen asukkaat. Järvien vedenlaatu- ja palvelu- hankkeen alussa palveluun kohdistuvia tietotarpeita kartoitettiin kyselytutkimuksella pilottialueena toimineen Lahden Vesijärven ympäristössä.

2.1

Kyselytutkimuksen toteutus

Kyselytutkimus toteutettiin Internetissä verkkolomakkeella sekä erillisin haastatteluin. Haastateltavat (8 kpl) edustivat hyvin erilaisia kohderyhmiä, mukaan lukien tarkkailuvelvolliset yhtiöt, paikalliset ja alueelliset järven seurannasta ja hoidosta vastaavat viranomaiset, median edustajat sekä mallintaja. Verkkokyselyn kohteena olivat myös vesistötutkijat ja viranomaiset, matkailuyritykset, opettajat, kiinteistövälittäjät ja Helsingin yliopiston ympäristöekologian opiskelijat. Vapaa-ajalla järvellä liikkuvia tavoiteltiin erilaisten harrastusseurojen ja yhdistysten kautta. Verkkokyselyä mainostettiin sähköpostitse sekä paikallisen median ja Internetin avulla.

Kysymyksillä kartoitettiin paitsi järvitiedon tarvetta myös haluttua tietomuotoa, kiinnostusta maksullisiin verkko- tai mobiilipalveluihin sekä aktiiviseen osallistumiseen tietofoorumilla. Kyselylomakkeelle laadittiin hieman erilaiset kysymykset ammattinsa puolesta tai vapaa-aikana järvitietoja tarvitseville. Ammattikäyttäjille suunnattuun kyselyyn saatiin haastattelujen lisäksi 60 vastausta ja vapaa-ajankäyttäjille suunnattuun kyselyyn 109 vastausta.

2.2

Kyselytutkimuksen tulokset

2.2.1

Järvitiedon tarve ammattikäyttäjillä

Järveen liittyvä tieto jaoteltiin kyselyssä tietotyypeiksi (Taulukko 1). Kyselytutkimukseen vastanneista ammattikäyttäjistä lähes kaikki katsoivat tarvitsevänsä järveä koskevaa yleistä tietoa, halutuimpana yhteenveto järviseurannasta ja vedenlaadusta. Myös tiedot vesialueeseen liittyvistä palveluista ja toimijoista koettiin tärkeinä. Fysiikka- ja kemiallista tietoa haluttiin laajasti useista veden laatua kuvaavista muuttujista.

Taulukko 1. Ammatti- ja vapaa-ajan käyttäjille erikseen suunnattuun verkkokyselyyn vastanneiden tietotarpeet tietotyypeittäin. Ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty niiden vastaajien osuus (%) ammatti- ja vapaa-ajankäyttäjistä, jotka katsoivat tarvitsevansa kyseisen tyyppistä tietoa. Seuraavissa sarakkeissa on lueteltu ammattikäyttäjien ja vapaa-ajankäyttäjien kolme eniten tarvitsemää vaihtoehtoa kustakin tietotyypistä.

Mitä tietoa halutaan?	Ammattikäyttäjät	Vapaa-ajankäyttäjät
<i>Yleisiä järvitietoja tarvitsi</i> 98 % ammattikäyttäjistä 94 % vapaa-ajankäyttäjistä	- Yhteenvetotiedot järvi-seurannasta ja veden laadusta - Yleiskuvaus vesialueesta - Karttapalvelu vesialueesta	- Yhteenvetotiedot järvi-seurannasta ja veden laadusta - Karttapalvelu vesialueesta - Yleiskuvaus vesialueesta
<i>Palvelut ja toimijat</i> 87 % ammattikäyttäjistä 91 % vapaa-ajankäyttäjistä	- Luonnonsuojelualueet - Venerannat ja -laskupaikat - Kalastus: luvat, viranomaiset, osakaskunnat	- Retkeily: yleiset rannat, virkistysalueet, nuotiopaikat - Luonnonsuojelualueet - Veneily: satamapalvelut, majakat, laivaväylät
<i>Veden fys.-kemiallinen laatu</i> 85 % ammattikäyttäjistä 93 % vapaa-ajankäyttäjistä	- Happipitoisuus - Näkösyvyys - Ravinteet	- Lämpötila - Näkösyvyys - Ravinteet
<i>Biologiset muuttujat</i> 95 % ammattikäyttäjistä 89 % vapaa-ajankäyttäjistä	- Sinilevöpitoisuus - Kalaston runsaus ja koostumus - Klorofyllipitoisuus	- Uimarantojen veden laatu (mikrobit, sinilevät) - Sinilevöpitoisuus, sinilevälautat - Kalaston rakenne
<i>Sää tiedot</i> 50 % ammattikäyttäjistä 78 % vapaa-ajankäyttäjistä	- Ilman lämpötila - Tuulen suunta - Sademäärä	- Tuulen nopeus - Tuulen suunta - Ilman lämpötila
<i>Vesi- ja jäätilannetiedot</i> 83 % ammattikäyttäjistä 91 % vapaa-ajankäyttäjistä	- Jäätyminen, sulaminen - Vedenkorkeus kesällä - Lasku-uoman virtaama	- Jääpeitteen paksuus - Jääpeitteen ominaisuudet - Jäätyminen, sulaminen
<i>Valuma-alue tiedot</i> 77 % ammattikäyttäjistä 34 % vapaa-ajankäyttäjistä	- Valuma-alueen rajat - Maankäyttö - Ojien ravinnekuormitustiedot	- Valuma-alueen muoto - Maankäyttö - Kasvillisuuden vuodenaikaisvaihtelu

Biologisista muuttujista tietoa haluttiin jopa enemmän kuin kemiallisista muuttujista ja erityisesti toivottiin tietoa kalastosta ja levämääristä. Sen sijaan reaaliaikaisia sää-tietoja tarvitsi vain puolet vastaajista. Sää-tietoja tärkeämmiksi koettiin syvyys- sekä vesi- ja jäätilannetiedot sekä valuma-alue tiedot.

Yleisimmin tarvittiin tietoa järven ulappa- tai selkälalueelta, mutta etenkin ympäristöhallinnossa työskenteleville tulo- ja lasku-uomat olivat vähintään yhtä tärkeitä. Matkailuyrittäjien ja kiinteistönvälittäjien kiinnostus kohdistui ranta-alueisiin. Suurin osa ammattikäyttäjistä tarvitsi tiedon syvyyden suhteen eriteltyinä, mieluiten koko syvyysprofiilista. Suurin osa vastaajista tarvitsi tietoa useiden vuosien jaksolta, mutta vuoden sisäinen vaihtelu oli lähes yhtä tärkeää. Sen sijaan nopeita, hetkittäisiä arvoja tarvitsi vain joka kymmenes. Vaikka lähes puolet vastaajista halusi tietoa kaikilta kuukausilta, tärkeimpiä olivat kesäkuukaudet ja erityisesti elokuu. Suurin osa vastaajista katsoi myös hyötyvänsä järven tilaan tai vedenlaatuun sekä järven kuormitukseen liittyvistä ennusteista. Erityisen kiinnostuksen kohteena olivat pitkän aikavälin ennusteet. Useimmat halusivat tarkastella tietoja graafisina kuvaajina tai karttakuvina, mutta Excel-tiedostot, tilastot, taulukot ja paikkatietoaineistot olivat lähes yhtä haluttuja.

Käyttöliittymä Internet-pohjaiseen palveluun oli ylivoimaisesti suosituin tapa, jonka kautta tietoa haluttiin. Vastaajista reilu neljännes oli kiinnostunut myös tietokantahausta rajapinnan kautta (Web-service). Tällainen palvelu kiinnosti myös haastateltua median edustajaa, joka voisi liittää tietokannasta tietoa yrityksen omille verkkosivuille. Maksullisesta, omiin tarpeisiin räätälöidystä palvelusta oli kiinnostunut 8 vastaajaa. Reilu kolmannes vastaajista ei kuitenkaan vielä osannut ottaa asiaan kantaa (Kuva 2), mikä on ymmärrettävää, kun palvelun tarkka sisältö ja hinta eivät olleet tiedossa. Ammattikäyttäjien kiinnostus maksullisiin mobiilipalveluihin oli vähäinen, mutta tässäkin tapauksessa neljännes vastaajista ei osannut ottaa kantaa.

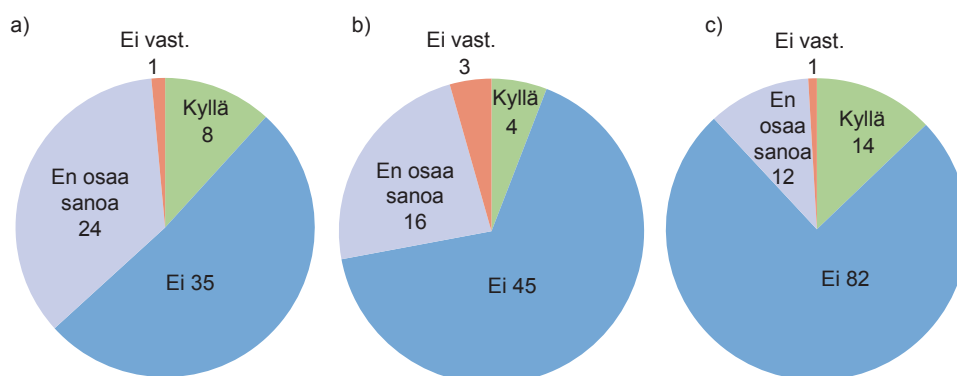
Järvitiedon tarve vapaa-aikana

Yleiset järvitiedot kiinnostivat myös vapaa-aikana järvitietoa tarvitsevia (Taulukko 1). Vesialueeseen liittyvistä palveluista ja toimijoista vastaajat halusivat selvästi eniten retkeilyyn liittyvää tietoa, esimerkkinä luvalliset rantaautumis- ja nuotiopaikat. Retkeilyyn soveltuvia rantoja koettiin myös olevan järviolueella liian vähän. Fysikaalis-kemiallisesta tiedosta kiinnostavin oli veden lämpötila ja biologisista muuttujista sinilevät ja kalasto. Erityisesti tietoa haluttiin uimarantojen vedenlaadusta. Reaaliaikainen säätieto kiinnosti vapaa-ajankäyttäjää enemmän kuin ammattikäyttäjää. Vesi- ja jäätietoa pidettiin erittäin tarpeellisina, mutta ammattikäyttäjille tärkeiden hydrologisten tietojen sijaan vastauksissa korostuivat jäällä liikkumista auttavat tiedot, kuten jään paksuus.

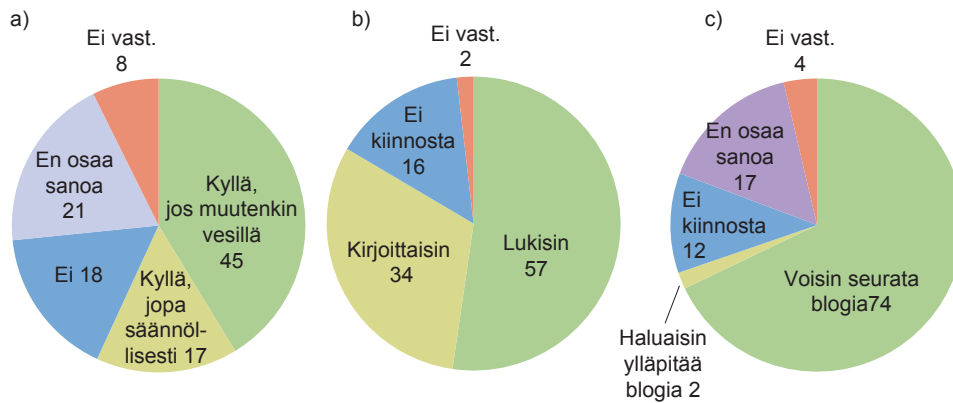
Päinvastoin kuin ammattikäyttäjät, vapaa-ajankäyttäjät tarvitsivat eniten tietoa ranta-alueilta. Myös järven lahdet ja poukammat olivat hieman ulappa-alueita tärkeämpiä. Syvyyden suhteen eriteltyä tietoa ei yleisesti tarvittu, vaan kiinnostus kohdistui pintaveteen tai mataliin rantavesiin. Vapaa-ajankäyttäjillä tiedon tarve painottui ammattikäyttäjää selvemmin kesäkuukausiin ja oli vähäisin marras- ja joulukuussa. Kysymykset ennusteista oli muotoiltu melko konkreettisiksi, lyhyen aikavälin ennusteiksi. Kaikkein halutuin oli ennuste sinilevätilanteesta.

Ammattikäyttäjien tavoin suurin osa vastaajista halusi tarkastella järvitietoja karttakuvina tai graafisina kuvaajina ja nimenomaan Internet-pohjaisen palvelun kautta. Mobiilipalvelut kiinnostivat vapaa-ajankäyttäjää enemmän kuin ammattikäyttäjää (Kuva 2). Eniten mobiilipalvelu kiinnosti melojia. Palveluiden maksullisuuteen kielteisesti suhtautuvien osuus oli kuitenkin vapaa-ajankäyttäjillä suurempi kuin ammattikäyttäjillä.

Mahdollisuus aktiiviseen osallistumiseen koettiin kiinnostavana (Kuva 3). Yli puolet vastaajista haluaisi lähettää omia havaintojaan palveluun. Vastaajat olivat kiinnostuneita tarkkailemaan etenkin levätilannetta, mutta myös esimerkiksi veden lämpötila, jää- ja lumitilanne saivat mainintoja. Suurin osa vastaajista oli kiinnostunut keskustelupalstoista ja järviaiheisestä blogista. Kiinnostavin keskustelujen aihe oli järven tila, jonka valitsi peräti 70 % vastaajista.



Kuva 2. Kyselyyn vastanneiden suhtautuminen maksullisiin vedenlaatu palveluihin. Ammattikäyttäjien kiinnostus a) maksulliseen, omiin tarpeisiin räätälöityyn internet-pohjaiseen palveluun ja b) maksulliseen mobiilipalveluun. Ympyräkaaviossa c) on vapaa-ajan käyttäjien kiinnostus maksulliseen mobiilipalveluun. Ammattikäyttäjien vastauksissa ovat mukana verkkokyselyyn vastanneet sekä haastatellut.



Kuva 3. Vapaa-ajan käyttäjille suunnattuun kyselyyn vastanneiden kiinnostus aktiiviseen osallistamiseen palvelufoorumilla. Kiinnostus a) omien havaintojen tekemiseen digi-kameraan perustavalla mittalaitteella, b) keskustelupalstoihin ja c) järvi aiheiseen blogiin.

2.3

Järvitiedosta palvelukokonaisuuksia

Kaiken kaikkiaan paikallinen vedenlaatu palvelu nähtiin tarpeellisena järvitietoa sekä ammatissa että vapaa-ajalla tarvitsevien keskuudessa. Halutuun palvelumuoto oli Internet-pohjainen palvelu, josta järvitietoja voidaan tarkastella käyttöliittymän avulla ja mieluiten pitkälle visualisoituna ja tulkittuna. Erilaisia käyttäjänäkökuja edustavien vastaajien tietotarpeet erosivat selvästi toisistaan. Suurin osa kyselyyn vastanneista ammattikäyttäjistä oli viranomaisia ja tutkijoita, joten yleisluonteisissa tuloksissa painottuivat heidän vastauksensa. Vedenlaatuun liittyvä tietotarve oli laaja-alainen erityisesti tarkkailuvelvollisilla yrityksillä, tutkijoilla sekä järviseurantaa ja hoitotoimia toteuttavilla tahoilla. Heillä vedenlaatu tietojen sekä vesipuitteiden mukaisen biologisten muuttujien lisäksi korostuivat hydrologiaan ja valuma-alueeseen liittyvien tietojen tarve. Median edustajia, matkailuyrittäjiä ja kiinteistövälittäjiä puolestaan kiinnostivat lähinnä vapaa-ajankäyttäjää palvelevat tiedot. Palvelun katsottiin myös hyödyttävän opetusta, oikeiden järviaineistojen tuodessa opetukseen konkreettisuutta.

Vaikka tietoa haluttiin laajasti, maksuhalukkuus ei ollut kovin suuri, mikä asettaa haasteita palvelun ansaintalogiikalle. Houkuttelevien palvelukokonaisuuksien luomiseksi käyttäjien erilaiset tietotarpeet ja näkökulmat tulisikin ottaa huomioon. Yleistä palvelua kehitettäessä lienee järkevintä keskittyä aluksi kaikkein halutuimpien tietojen kokoamiseen.

Vapaa-ajankäyttäjien vastauksissa heijastui kiinnostus ja myös aito huoli lähijärven tilasta. Kyselyyn vastanneet olivat todennäköisesti keskimääräistä asukasta kiinnostuneempia järvitiedoista, joten juuri he ovat järvitiedon varaan kehitettävien palveluiden tärkeä kohderyhmä. Huomattavan suuri kiinnostus aktiiviseen osallistamiseen kannustaa kehittämään palvelun vuorovaikutteisuutta. Onnistuessaan kansalaishavainnot voisivat täyttää myös sellaisia tietotarpeita, mitä ei tutkija- ja viranomaisseurannoin pystytä täyttämään.

3 Mittaustietoa useasta lähteestä: pilottikohteena Vesijärvi

Kirsi Vakkilainen, Saku Anttila, Mirva Ketola, Timo Kairesalo

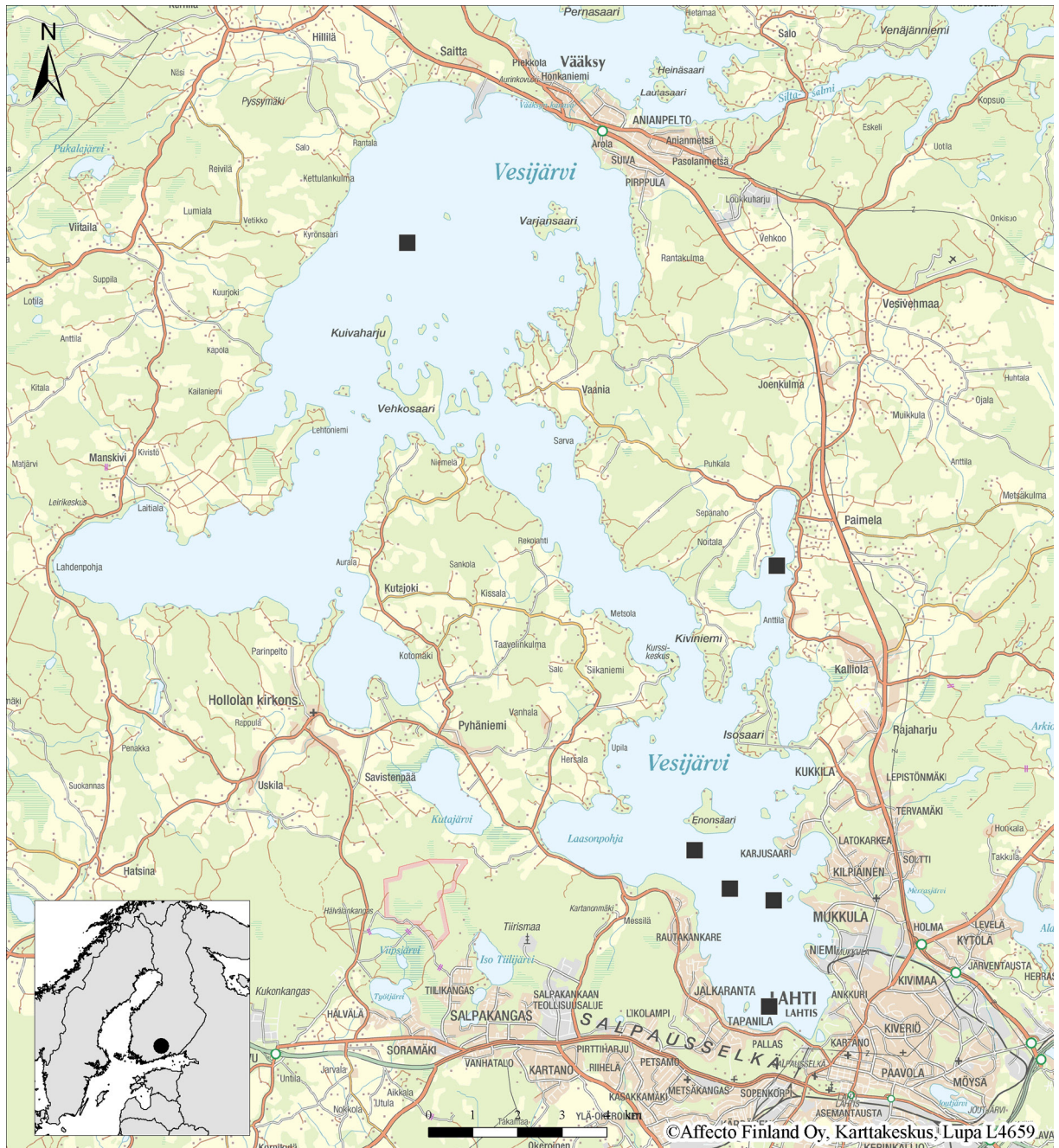
Perinteinen manuaalinen vedenlaadun seuranta on saanut rinnalleen uusia mittausmenetelmiä. Eri menetelmät tuottavat luonteeltaan erilaista tietoa. Esimerkiksi automaattiset mittausasemat keräävät tietoa hyvin tiheästi ja pystyvät tallentamaan nopeita ja lyhytaikaisia vedenlaadun muutoksia. Toisaalta yhdeltä kaukokartoituskuvalta voidaan tulkita kokonaisia järviolueita ja näin kartoittaa alueellisia eroja. Perinteisistä manuaalisesti kerätyistä vesinäytteistä voidaan tarkasti analysoida laboratoriossa useita eri muuttujia, ja kentällä tapahtuvat mittaukset ja näytteenotot ovat joustavia esimerkiksi näytteenottoosyyksien valinnan suhteen. Usean tietolähteen yhteiskäytölle on siis selkeästi tunnistettavia etuja. Lisäksi tietolähteiden tarkkuutta voidaan kehittää ristikkäisvertailuilla. Käyttämällä eri menetelmin saatua tietoa yhdessä voidaan saada parempi käsitys ympäristössä tapahtuvista alueellisista ja ajallisista muutoksista. Lahden Vesijärveä on jo pitkään seurattu perinteiseen vesinäytteenottoon perustuvien menetelmien ja sittemmin myös uusilla menetelmillä. Tässä kappaleessa esitellään monipuoliset menetelmät, joilla Lahden Vesijärvestä kerätään vedenlaatutietoa.

3.1

Perinteinen vedenlaadun seuranta Lahden Vesijärvellä

Vesiviranomaiset alkoivat organisoida vesistöjen kartoitusta ja seurantaan 1960-luvulla (Niemi ym., 2004), mistä alkaa myös Vesijärven (Kuva 4) ensimmäiset vedenlaadun aikasarjat. Silloin varsinkin järven eteläisin selkäalue, Enonselkä, oli voimakkaasti likaantunut yhdyskunta-teollisuusjätevesien kuormituksen seurauksena. Seurannan alkuvaiheessa vesinäytteistä analysoitiin lähinnä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia, kuten ravinteita, happea, lämpötilaa ja kemiallista hapenkulutusta. Biologiset määrittelyt käsittivät enimmäkseen satunnaisesti otettuja näytteitä kasviplanktonista. 1970-luvulla alettiin lisäksi mitata veden klorofylli *a* -pitoisuutta kasviplanktonbiomassan arvioimiseksi (Kuva 5). Vuonna 1982 alkoi säännöllinen kasviplanktonseuranta, joka nykyään on osa Vesijärven velvoitetarkkailua yhdessä fysikaalis-kemiallisten mittausten kanssa (Keto ym., 2005).

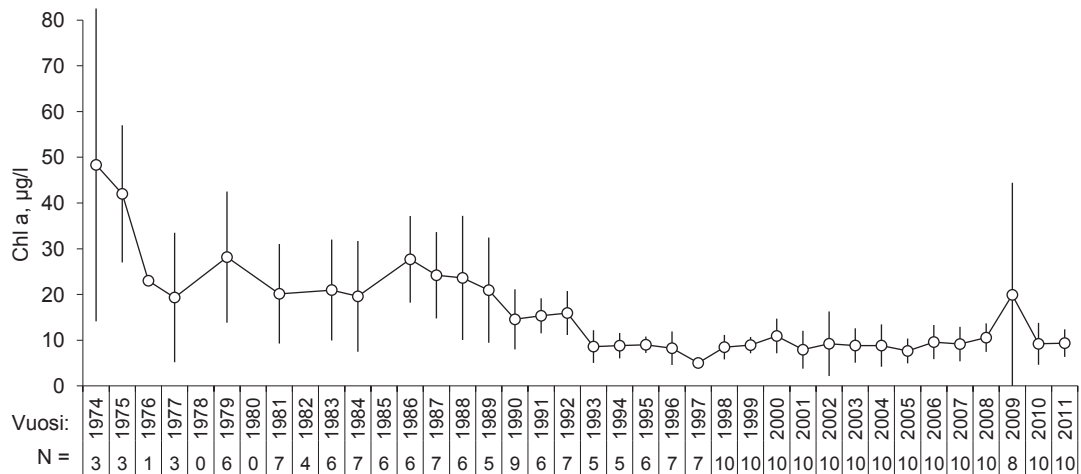
Helsingin yliopisto on seurannut Enonselän vedenlaatua 1990-luvun alusta lähtien. Useiden tutkimushankkeiden yhteydessä on kerätty ja tallennettu tietoa mm. veden lämpötilasta, happipitoisuudesta, sekä ravinne- ja klorofyllipitoisuuksista. Eläinplanktonseuranta aloitettiin vuonna 1991. Eri tutkimushankkeissa 1990- ja 2000-luvuilla on lisäksi kerätty ja analysoitu runsaasti erilaisia vesi-, plankton- ja sedimenttinäytteitä kunkin tutkimuksen tavoitteiden ja tarpeiden mukaisesti. Vesijärven kalapopulaatioista on vuosien saatossa tehty useita kattavia tutkimuksia (esim. Peltonen ym., 1999). Kalaston rakenteen pitkäaikaisesta seurannasta on vastannut Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos osana kalataloudellista tarkkailuohjelmaa. Kalaston ohella pohjaeläimistöä, linnustoa ja kasvillisuutta on selvitetty mm. kahdessa



Kuva 4. Järvien vedenlaatu palvelu -hankkeen pilotointialue, Lahden Vesijärvi. Järven eteläisin, Lahden kaupungin ympäröivä alue on nimeltään Enonselkä ja pohjoisin, Vääkseen ulottuva alue Kajaanselkä. Automaattisten mittausasemien sijainnit vuonna 2010 on merkitty karttaan mustilla neliöillä.

järven kunnostamiseen tähtäävässä Vesijärvi-projektissa, jossa Lahden kaupungin ja Helsingin yliopiston lisäksi toimi useita yhteistyötahoja valtio- ja kuntaorganisaatioista sekä tutkimuslaitoksista (Vesijärvi I projekti 1987-1994, Sammalkorpi ym., 1995; Vesijärvi II projekti 2002-2007). Veden laadussa ja eliöstössä tapahtuneita pitkäaikaisia muutoksia on selvitetty myös paleolimnologisin menetelmin pohjasedimenttiä tutkimalla (Liukkonen ym., 1993, Ketola, 2011).

Enonselän ulkoinen kuormitus väheni ratkaisevasti vuonna 1976, kun uusi Kari-niemen jätevedenpuhdistamo otettiin käyttöön. Sen jälkeen puhdistettujakaan jätevesiä ei ole enää johdettu Vesijärveen vaan Porvoonjokeen, jolloin fosforin ja typen kuormitus Vesijärveen väheni noin kahdeksaan prosenttiin aiemmasta (Keto & Sam-



Kuva 5. Klorofylli *a* -pitoisuus (kesä-elokuun keskiarvo \pm keskihajonta) Enonselän Lankiluodon syvännepisteessä (Lankiluoto 10) vuosina 1982-2010. Vuoteen 1992 saakka mukana on myös läheisen Enonsaaren syvännepisteen (Enonselkä 79) havainnot. Vuosiluvun alla näkyvä numero osoittaa havaintojen lukumäärän (N) kunakin vuonna. Aineiston lähde: ympäristöhallinnon OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu sekä Helsingin yliopiston seurantatutkimus.

malkorpi, 1988). Viemäroimättömän ranta-asutuksen ja teollisuuden jätevesikuormitusta vähennettiin vuosina 1976-80 (Keto, 2010). Vesijärven tavoin fosforipitoisuuden pienenevä kehitys on tyypillistä myös muille suomalaisille järville, joihin on aiemmin kohdistunut yhdyskunnan ja teollisuuden voimakasta pistekuormitusta (Niemi ym., 2004). 1980-luvulta lähtien Vesijärven tilaa on lisäksi parannettu monenlaisin hoito- ja kunnostustoimin, kuten biomanipulaation avulla. Vuosina 1989-1993 vähennettiin tehokkaasti särkivaltaista kalastoa, minkä seurauksena syanobakteerien eli sinilevien massaesiintymiset hävisivät 1990-luvulla (Horppila ym., 1998; Kairesalo ym., 1999). Vesi kirkastui vuosikymmenen puoliväliin tultaessa niin, että kasvukaudella näkösyvyys lähes kaksinkertaistui yli 3 metriin.

Enonselän ranta-alueiden intensiivinen rakentaminen alkoi 1990-luvun loppupuolella. Enonselän rantaan rakennettiin kokonaan uusi kaupunginosa, Ankkuri, jonka rakentaminen jatkuu yhä (Airamo, 2008). Samaan aikaan 1990-luvun lopulla Enonselän vedenlaatu alkoi uudelleen heiketä ja 2000-luvulla syanobakteerit ovat muodostaneet Enonselällä ajoittain massakukintoja (Kairesalo & Vakkilainen, 2004). Leväkukinnat herättivät huolen siitä, ettei Enonselän rehevöitymisongelmia oltukaan vielä saatu kuriin. Sen seurauksena perinteistä vedenlaadun seuranta ja erilaisia hoito- ja kunnostustoimia on entisestään tehostettu. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö perustettiin vuonna 2007 keräämään varoja Vesijärven ja alueen pienten järvien hoitotoimenpiteisiin.

3.2

Automaattimittausten käyttöönotto

Ensimmäinen automaattinen mittauslautta sijoitettiin vuonna 2004 Lankiluodon syvänteeseen kohdalle, Enonselän pitkäaikaiseen seurantapisteeseen (Kuva 6). Se mittasi lämpötilaa ja happipitoisuutta kuudelta eri syvyydeltä (5 metristä pohjanläheiseen veteen 30 metriin). Lämpötilan ja happipitoisuuden mittaustekniikka osoittautui varsin toimivaksi ja luotettavaksi. Sameutta ja klorofylli *a* -pigmentin fluoresenssia mitattiin aiemmin pumppaamalla vettä halutuilta syvyyksiltä erilliseen mittauskammioon. Tässä menetelmässä ilmeni teknisiä ongelmia, kuten letkuston limoittumista, mikä toi epävarmuutta mittaamiseen ja mittaustuloksiin.



Kuva 6. Vesijärven Enonselän Lankiluodossa sijaitseva automaattinen mittausasema. (Kuva: Tuukka Ryyänen).

Enonselällä ja sen läheisillä lahdilla on nykyään viisi automaattista mittausasemaa. Vuonna 2010 JVP-hanke hankki Vesijärvelle kuudennen mittausaseman, joka sijoitettiin järven pohjoisosaan Kajaanselälle (Kuva 6). Sitä on hyödynnetty erityisesti kaukokartoitusmittausten kalibrointiasemana. Mittaustekniikan ja -käytäntöjen kehittymisen myötä vettä ei tarvitse enää pumpata mittauskammioon, mikä antaa huomattavasti luotettavampia tuloksia. Myös mittausasemien anturit ovat monipuolistuneet. Vuodesta 2008 yhdellä ja vuodesta 2011 kahdella Enonselän mittausasemalla on mitattu myös sinileville ominaisen fykosyaniini-pigmentin fluoresenssia. Lisäksi Kajaanselällä mitataan sameutta sekä veden pinnalle tulevaa valon määrää (Taulukko 2). JVP-hankkeessa kehitettiin automaattimittausten laadunvarmistuskäytänteitä ja keskityttiin erityisesti klorofyllin mittaustulosten kalibrointiin perinteisillä menetelmillä analysoitujen vertailunäytteiden avulla (ks. Luku 5.1.)

Taulukko 2. Vesijärven mittauslauttojen anturit ja mittaussyvytydet. *Ruoriniemen lautta siirrettiin Harvasaaren edustalle mittauskaudeksi 2011.

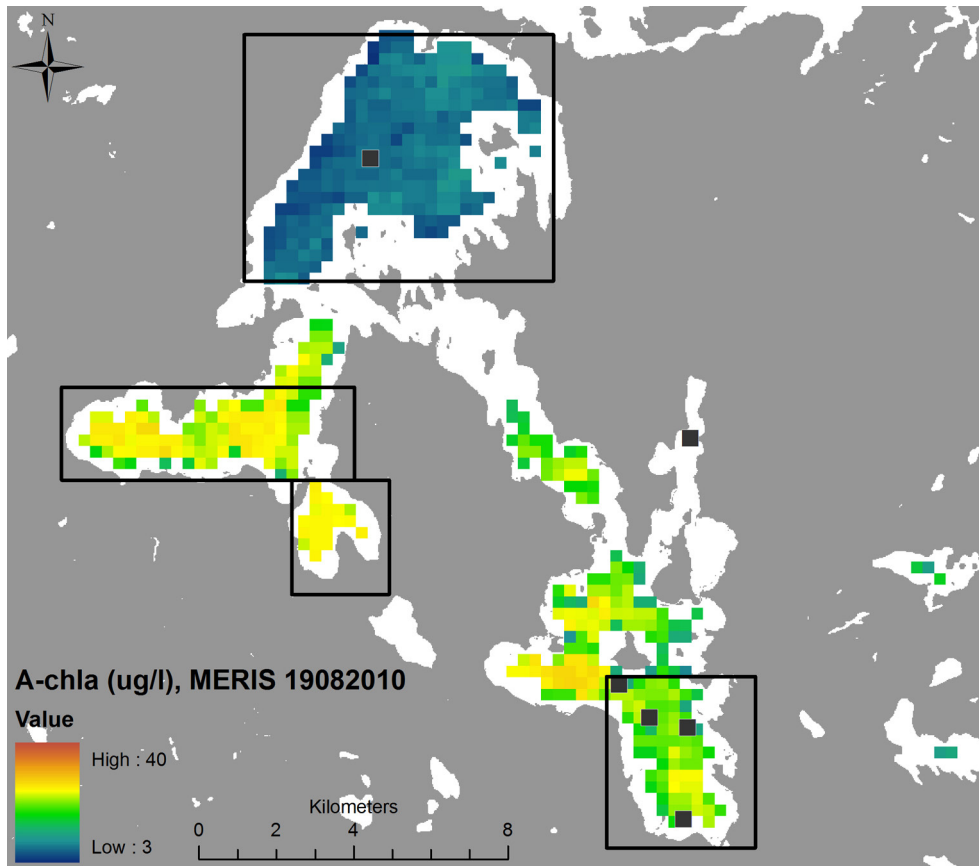
Anturi	Valmistaja	Tyyppi	Sijainti	Vuosi
Chl-a	TriOS	Micro Flu chl fluoresenssi 470/685 nm	Enonsaari (1m) Lankiluoto (1m) Myllysaari (1m) Paimelanlahti (1m) Ruoriniemi (1m) *Harvasaari (1m) Kajaanselkä (1m)	2009-2011 2008-2011 2008-2011 2009-2011 2008-2010 2011 2010-2011
Fykosyaniini	TriOS	Micro Flu blue fluoresenssi 620/655 nm	Ruoriniemi (1m) *Harvasaari (1m) Lankiluoto (1m)	2008-2010 2011 2011
O ₂	Marvet WTW	lyijy-nikkeli FDO 700 IQ	Enonsaari (10, 20, 32 m) Lankiluoto (10, 20, 30 m) Myllysaari (5, 10, 13m) Paimelanlahti (5, 10, 13 m) Ruoriniemi (5 m) *Harvasaari (1 m) Kajaanselkä (1, 12, 25, 31 m) Kajaanselkä (1, 5, 15, 25 m)	2009-2011 2008-2011 2009-2011 2009-2011 2008-2010 2011 2010 2011
Lämpötila	Luode Consulting Oy WTW	lämpövastus NTC	Enonsaari (10, 20, 32 m) Lankiluoto (10, 20, 30 m) Myllysaari (5, 10, 13m) Paimelanlahti (5, 10, 13 m) Ruoriniemi (5 m) *Harvasaari (1 m) Kajaanselkä (1, 12, 25, 31 m) Kajaanselkä (1, 5, 15, 25 m)	2009-2011 2008-2011 2009-2011 2009-2011 2008-2010 2011 2010 2011
Sameus	McVan	Nep 9500	Kajaanselkä (1 m)	2010-2011
Valon määrä	Apogee Instruments Inc.	Silicon-cell pyranometer SP-110	Kajaanselkä (ilma)	2010-2011

3.3

Alueellista vedenlaatutietoa kaukokartoituksella ja läpivirtausmittauksilla

Vesijärvestä saadaan tietoa myös satelliitteihin perustuvalla kaukokartoituksella. Erityisen käyttökelpoinen on Euroopan avaruusjärjestön Envisat/MERIS-satelliittinstrumentti (Medium Resolution Imaging Spectrometer). Se mittaa aallonpituusalueilla, joilla havaitaan hyvin eri vedenlaatutekijöiden vaihtelua. Lisäksi Envisat-satelliitti ylittää Suomen päivittäin, joten tietoa saadaan tiheästi. Tosin pilvisuus usein estää kuvien käytön. Tiheä taajuus soveltuukin hyvin operatiiviseen vedenlaadun mittaamiseen. Pienten järvien mittaamista vaikeuttaa MERIS-instrumentin alueellinen tarkkuus, joka on 300 metriä. Tästä huolimatta yhdestä satelliittikuvasta voidaan saada esimerkiksi Vesijärven eri altaista useita havaintoja ja mitata perinteisiä piste-mittauksia paremmin alueellisia vedenlaadun eroja.

Kaukokartoitustyön tavoitteena JVP-hankkeessa oli luoda operatiivinen menetelmä, jolla voidaan arvioida ja siirtää SYKEssä laskettua Vesijärven suurimpien altaiden vedenlaatutietoa paikalliseen tietokantaan (Kuva 7). Kaukokartoitustulokinta perustuu bio-optiseen vedenlaatumalliin ja neuroverkkotulkintaan, jotka on kalibroitu erityisesti Suomessa tyypillisiin humuspitoisiin vesiin (Doerffer & Schiller, 2008). Malli vertaa neuroverkon avulla MERIS-instrumentin vedestä mittaaman valon heijastusspektriä bio-optisella mallilla luotuun spektrikirjastoon ja arvioi tätä kautta optisia veden laadun muuttujia, kuten klorofylliä, kiintoainesta ja valon tunkeutumisvyöhytettä.



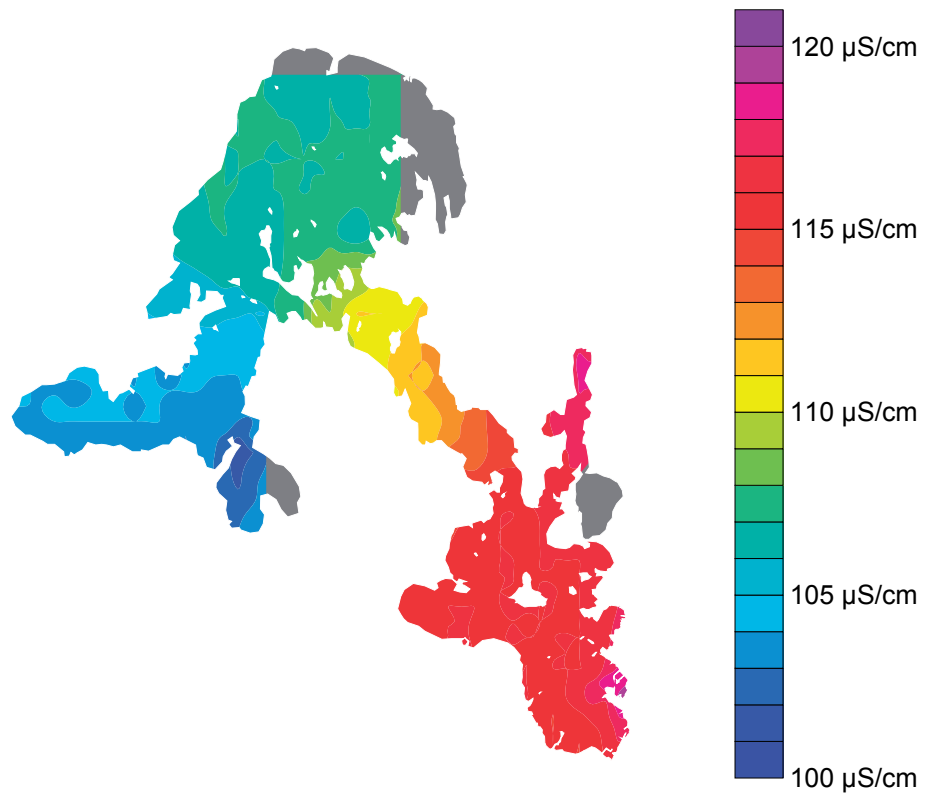
Kuva 7. Klorofylli *a* –pitoisuuden tulkinta 19.8.2010 Envisat/MERIS-satelliittikuvasta Lahden Vesijärvelle. Harmaat alueet ovat maata ja valkoisilta alueilta ei saatu käyttökelpoista tietoa. Mustilla suorakaiteilla on rajattu altainen statistiikkojen laskennassa käytetyt aluerajaukset (järjestyksessä pohjoisesta etelään: Kajaanselkä, Laitialan selkä, Kirkkoselkä sekä Enonselkä). Automaattiasemien sijainnit vuonna 2010 on merkitty mustilla neliöillä.

Vedenlaadun alueellista vaihtelua voidaan kartoittaa myös veneeseen asennetulla läpivirtauslaitteistolla. Läpivirtauslaitteiston avulla vedenlaadun mittaustietoa saadaan kerättyä nopeasti laajalta alueelta usealla mittalaitteella. Tyypillisesti mittaukset tehdään yhdestä syvyydestä ja läpivirtauslaitteistolla kerättyä aineistoa täydennetään syvyyssuuntaisilla luotauksilla. Mitattavia parametreja ovat mm. optisesti määritettävät aineet kuten nitraattityppi-, klorofylli-, sinilevä-, kiintoaine- ja humuspitoisuus sekä fysikaaliset muuttujat kuten sähkönjohtokyky ja lämpötila.

Vedenlaadun läpivirtauskartoitus soveltuu hyvin esimerkiksi kaukokartoitusmittausten tarkkuusanalyysiin sekä järven sisäisten vedenlaatuerojen ja kuormitus pisteiden selvittämiseen. Haasteena menetelmän käytössä ovat kalibrointiaineistojen soveltuvuus eri alueiden tai järvien välillä. Siksi menetelmän käyttö vaatii paikalliskalibrointia.

Läpivirtauslaitteiston ylläpitokustannukset ja hankintahinta ovat suhteellisen suuria, ja menetelmä vaatii tyypillisesti kahden hengen miehistön ja veneen, jolloin yksittäisen kartoituksen hinta nousee tuhansiin euroihin. Menetelmän etuina ovat kuitenkin sen alueellinen kattavuus ja hyvä mittaustiheys. Kuvassa 8 on esitetty JVP-hankkeen yhteydessä 13.6.2011 Luode Consulting Oy:n Lahden Vesijärvellä tekemien läpivirtausmittausten perusteella interpoloitu veden sähkönjohtokyky, joka havainnollistaa veden laadun vaihtelua eri järven osien välillä (Lindfors & Rosenberg, 2011). Sähkönjohtokyky kuvastaa veteen liuenneiden aineiden määrää.

Johtokyky 13.6.2011



Kuva 8. Lahden Vesijärvellä 13.6.2011 tehtyjen läpivirtausmittausten perusteella laskettu alueellinen kartta veden sähkönjohtokyvystä (Lindfors & Rosenberg, 2011).

4 Paikallisen vedenlaatutiedon tallentaminen, käyttöönotto ja jakaminen

Pirjo Kuitunen

Automaattinen ympäristöseuranta ja esimerkiksi kaukokartoitus ovat kasvattaneet paikallisella tasolla kerätyn ympäristötiedon määrän moninkertaiseksi, kun sitä vertaata perinteiseen manuaaliseen mittaustoimintaan. Jatkuvasti kasvavan tiedon hallinta asettaa haasteita, mutta samalla se tuo myös uusia mahdollisuuksia sekä tutkimukselle että tiedon hyödyntämiselle yksityisellä sektorilla (Kuha, 2011).

Paikallisiin ympäristötietokantoihin voidaan lähes reaaliaikaisesti sekä kerätä mittaustietoa useasta eri lähteestä että jakaa sitä eteenpäin. Tietokantoihin voidaan automatisoida esimerkiksi raakadatan laadunvarmistusta, kalibrointia sekä erilaisten mallien tulosten laskentaa. Lisäksi kantoihin voidaan kerätä erilaista tiettyä aluetta koskevaa yleistä tietoa ja hyvin erilaisia tutkimustuloksia. Sitomalla kukin havainto paikkaan ja aikaan luodaan hyvä pohja erilaisten tietojen yhdistämiselle ja myös niiden monipuoliselle hyödyntämiselle.

Julkisten toimijoiden tietokantojen ja yrityssektorin välille tarvitaan hyvän yhteistyöverkoston ja toimivan kommunikaation lisäksi rajapinta myös tietojärjestelmien välille. Tietokantojen päälle rakennettavat XML-pohjaiset yleiset dokumentoidut rajapinnat avaavat ne muille käyttäjille. Rajapintaan määritellään ne haut (metodit), joilla tietoa voi hakea. Nämä metodit ovat julkisia ja kaikkien käytettävissä.

Tietokantaa rajapinnan kautta käytävä yritys voi saada tietoja kannasta täysin järjestelmäriippumattomasti ja rakentaa sen varaan automaattisesti tietoa hakevia ja päivittyviä sivustoja ja sovelluksia asiakkailleen. Tietojen yhdistäminen teknisellä tasolla mahdollistaa ja edistää myös muunlaista verkostoitumista eri sektoreiden kesken. Julkisen tiedon tuottajalle yleinen XML-pohjainen rajapinta antaa mahdollisuuden tarjota erityyppistä informaatiota yhden kanavan kautta ilman asiakaskohtaista räätälöintiä ja erillisiä sopimuksia.

4.1

Automaattinen tietokannan päivittyminen, automaattiset laskennat, kalibroinnit ja mallitulokset

Järvien vedenlaatu palvelu -hankkeessa yhdistettiin eri tietolähteistä peräisin olevaa Vesijärven vedenlaatu tietoa yhteen tietokantaan. Eri järjestelmien yhteen sovittamista varten luotiin hankkeessa XML-pohjainen yleinen rajapinta, jonka kautta voidaan hakea mittaustietokannasta sekä alkuperäistä numerotietoa (raakadataa) että siitä jalostettuja tuotteita.

Tällä hetkellä tietokantaan tulee tietoa kuudesta lähteestä: Vesijärvisäätiön automaattisilta veden laadun mittausasemilta Enonselältä ja Paimelanlahdelta (5 kpl) sekä sääasemalta Lankiluodosta, Helsingin yliopiston (HY) automaattiselta vedenlaadun mittausasemalta Kajaanselältä sekä HY:n sääasemalta Lahden tiede- ja yrityspuiston rakennuksen katolta, HY:n vesinäytteenoton tuloksista ja SYKEN kaukokartoitustulkinnoista (ks. Luku 3).

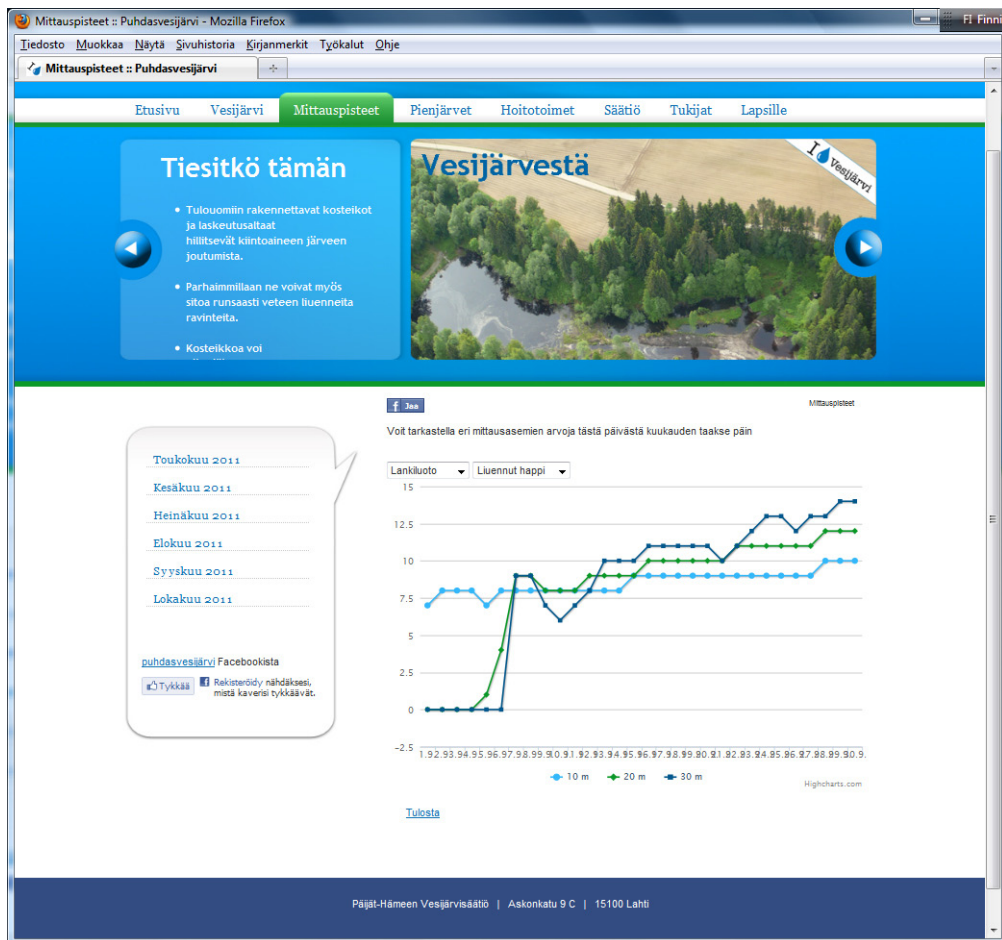
Koska mittaustietoa saadaan automaattisilta mittausasemilta jatkuvasti, rakennettiin myös tietokannasta jatkuvasti ja automaattisesti päivittyvä. Päivittymistiheys vastaa datapakettien lähettämistiheyttä. Helsingin yliopiston säätiedot mitataan kerran minuutissa, muut tiedot ovat tuntikeskiarvoja. Niistä mittaustiedoista, joille tehdään laskennallinen kalibrointi (ks. Luku 5), tallennetaan sekä raakatieto, että kalibroinnin avulla laskettu lukema. Tieto laatutarkastuksen tasosta (esim. kalibroitu) tallennetaan yhdessä mittaustiedon kanssa. Kerran vuorokaudessa, keskiyöllä, lasketaan päivitetystä tiedosta edellistä vuorokautta koskevat tilastolliset tunnusluvut ja vedenlaatumalleilla ennusteet. Tulokset tallennetaan omiin tietokantatauluihinsa nopean haun varmistamiseksi.

4.2

Tiedon hyödyntäminen liiketoiminnassa

Hakemalla tietoa rajapinnan kautta yritys voi käyttää tietokantaa ilman, että siinä olevaa dataa tarvitsee ensin tallentaa omiin tietokantoihin. Rajapinnan kautta yritys voi saada myös sellaista asiantuntijainformaatiota, jota on vain esimerkiksi datan tuottajalla. Tällaisesta tiedosta ovat esimerkkinä sinileväpitoisuuksien ja klorofylli *a* -pitoisuuden raja-arvot ja niiden tulkinta ymmärrettävään muotoon. Valmiiksi laatu- tarkastetun, kalibroidun, korjatun ja jalostetun datan ja informaation hakeminen rajapinnan kautta mahdollistaa kehittyneemmän ympäristöliiketoiminnan kuin vain käsittelemättömän numerotiedon esittäminen taulukoina tai kuvina.

JPP-Soft Oy on rakentanut teknisesti joustavan käyttöliittymän, joka perustuu rajapinnan käyttöön (Kuva 9, <http://www.puhdasvesijarvi.fi/fi/mittauspisteet?station=1¶meter=20>). Käyttöliittymä on rakennettu niin, että mittausasemia voidaan lisätä ja niiltä mitattavia vedenlaadun muuttajia lisätä tai poistaa tarvitsematta päivittää käyttöliittymää. Yritys voi käyttää tätä kehittämäänsä käyttöliittymää halutessaan sellaisenaan myös muihin vastaaviin palveluihin. Tällä tavoin tietokannan päälle rakennettu rajapinta ja sen metodeja käyttävä käyttöliittymä muodostavat monistettavan tietojärjestelmäratkaisun kaikenlaiseen tiedon jakamiseen ja palveluiden rakentamiseen.



Kuva 9. Puhdasvesijärvi.fi-sivustolla julkaistu käyttöliittymä Vesijärven vedenlaadun mittaustietoon. Tieto haetaan JVP-hankkeesta luodusta paikallisesta ympäristötietokannasta.

4.3

Paikallisten tietokantojen merkitys tutkimukselle

JVP-hankkeessa rakennettua vedenlaadutiedon paikallista tietokantaa muistuttavia ratkaisuja on tehty ja ollaan kehittämässä muuallakin Suomessa (esim. Dabberdt ym., 2005). Yksi esimerkki on Jyväskylän yliopiston hallinnoima www.paijanne.org, jossa vastaavasti kootaan vedenlaadutietoa Jyväsjärveltä sekä muilta lähijärviltä ja Päijänteeltä. Myös Vanajaveteen (HY, Lammin biologinen asema) ja Kuusamon Kitkajärveen (Oulun yliopisto, Oulangan tutkimusasema) keskittyvät vedenlaadutietokannat ovat suunnitteilla.

Tietokantojen sisältämä tieto voidaan saada tutkimuksen käyttöön standardoidun rajapinnan kautta. Tämä mahdollistaa yhteisen alustan, joka käyttäjän näkökulmasta on yksi käyttöliittymä järviin liittyvän tutkimustiedon hakemiseen. Se mahdollistaa eri paikkaan sidottujen aineistojen yhdistämisen, eri alueiden vertailun, mutta myös tutkimuksellisen verkostoitumisen ja yhteistyön.

5 Automaattisen mittaustiedon tarkkuus ja hyödyntäminen

Mirva Ketola, Saku Anttila, Kirsi Vakkilainen, Tuukka Ryyänen, Timo Kairesalo

Mittausanturien ja tiedonsiirtomenetelmien kehittyminen on avannut uusia mahdollisuuksia ympäristön seurannassa. Lähes reaaliaikainen mittaus ja tiedonvälitys mahdollistavat lyhytaikaistenkin ilmiöiden havaitsemisen, mikä voi auttaa ymmärtämään paremmin ilmiöiden syy-seuraussuhteita. Tällaiseen on vaikea päästä perinteisellä vesinäytteenotolla, joka perustuu järveltä harvemmin haettavaan, laboratorioissa analysoitaviin näytteisiin. Automaattiset mittausasemat ovat yleistymässä, mutta niiltä saatavan tiedon käytettävyyden edellytyksenä on riittävä huolto, puhdistus ja aineiston laadunvarmistus, joka sisältää sekä teknisen laadunvarmistuksen (laitteiston vikatilasta johtuvat poikkeavat arvot), että aineiston kalibroinnin vertailunäytteiden avulla (mittaustulosten oikea taso).

Automaattiasemilta saatava laatuvarmistettu tieto soveltuu hyvin myös kaukokartoitushavaintojen tarkkuusanalyysiin. Tiheästi saatava tieto takaa samanaikaisen havainnon satelliitin ylilennon aikana. Eri menetelmien, kuten manuaalisen mittauksen, automaattiasemien ja kaukokartoituksen, yhteiskäytöllä on myös muita hyötyjä. Kun vedenlaadun ajallisesta ja alueellisesta vaihtelusta saadaan parempi käsitys, voidaan tietoa käyttää järkiperaistämään järvellä tehtävää seurantaa (esim. Anttila ym., 2012). Eri menetelmien vahvuuksia hyödyntävien mallien kehittäminen voi tarkentaa vedenlaadun arviointia. Oikeiden tulkintojen ja onnistuneen yhteiskäytön takaamiseksi on kuitenkin ymmärrettävä mittaustuloksiin vaikuttavat tekijät ja mittausten menetelmän rajoitteet (Kuva 10.).

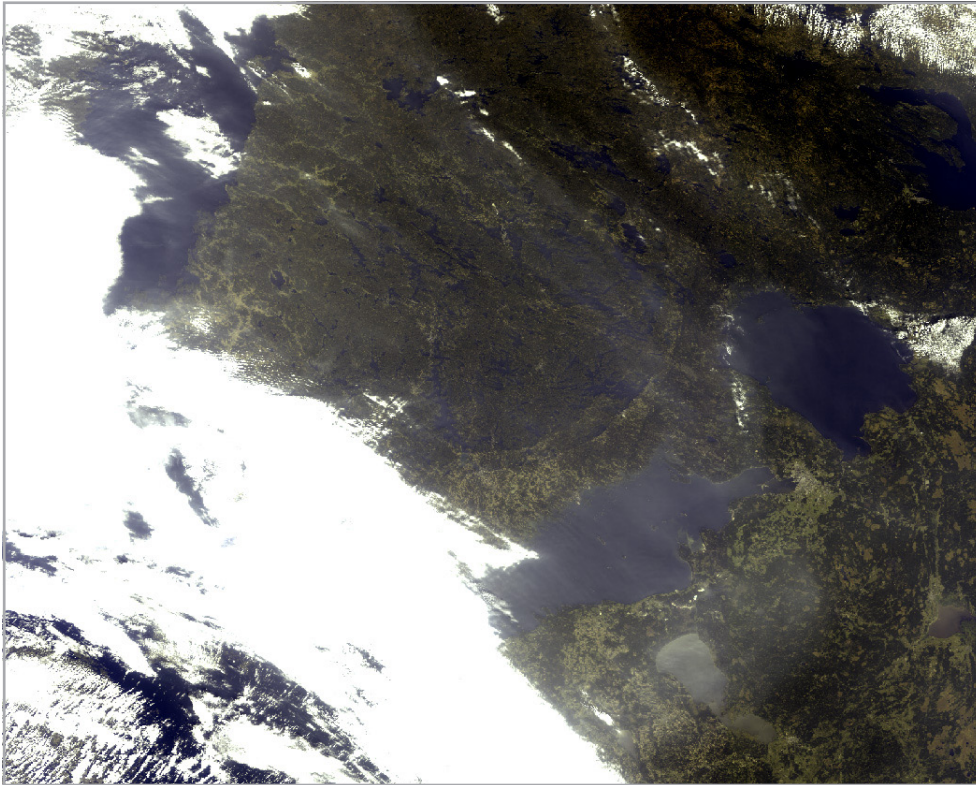
5.1

Automaattimittausten laadunvarmistus

5.1.1

Levämäärän mittaaminen

Kaikki vihreät kasvit sisältävät yhteyttämiseen välttämätöntä klorofylli *a*-pigmenttiä. Levien sisältämän klorofyllin määrittämistä on käytetty perinteisesti epäsuorana menetelmänä veden kasviplanktonbiomassan arvioinnissa. Laboratoriomääritykseen perustuvassa menetelmässä levissä oleva klorofylli uutetaan etanoliin ja pitoisuus mitataan spektrofotometrisesti (SFS 5772). Sen sijaan automaattiasemilla levämäärää mitataan *in situ* fluoresenssin avulla. Fluoresenssi-ilmiössä aineen molekyylit absorboivat fotonin ja lyhyen ajan jälkeen ($n \cdot 10^{-8}$ 1/s) emittoivat matalaenergisemmän fotonin, jolla on suurempi aallonpituus. Menetelmällä voidaan mitata järvivedessä fluoresenssin suuruutta vasteena herätevalolle aallonpituuksilla, jotka ovat klorofylli *a*-pigmentin fluoresenssille tyypilliset. Samalla tavoin fluoresenssia voidaan mitata aallonpituuksilla, jotka ovat tyypillisiä muille pigmenteille eli niin sanotuille apupig-



Kuva 10. Esimerkki mittausmenetelmän ominaisuuksien tuntemisen tärkeydestä ympäristön seurannassa. Selkeän pilvirintaman reunoilla oleva ohut pilviverho peittää valtaosan Etelä-Suomesta Envisat/MERIS-satelliittikuvassa (28.8.2011). Pilviverhon tunnistaminen on tärkeää, sillä ohutkin pilvikerros aiheuttaa virheellisen mittaustuloksen.

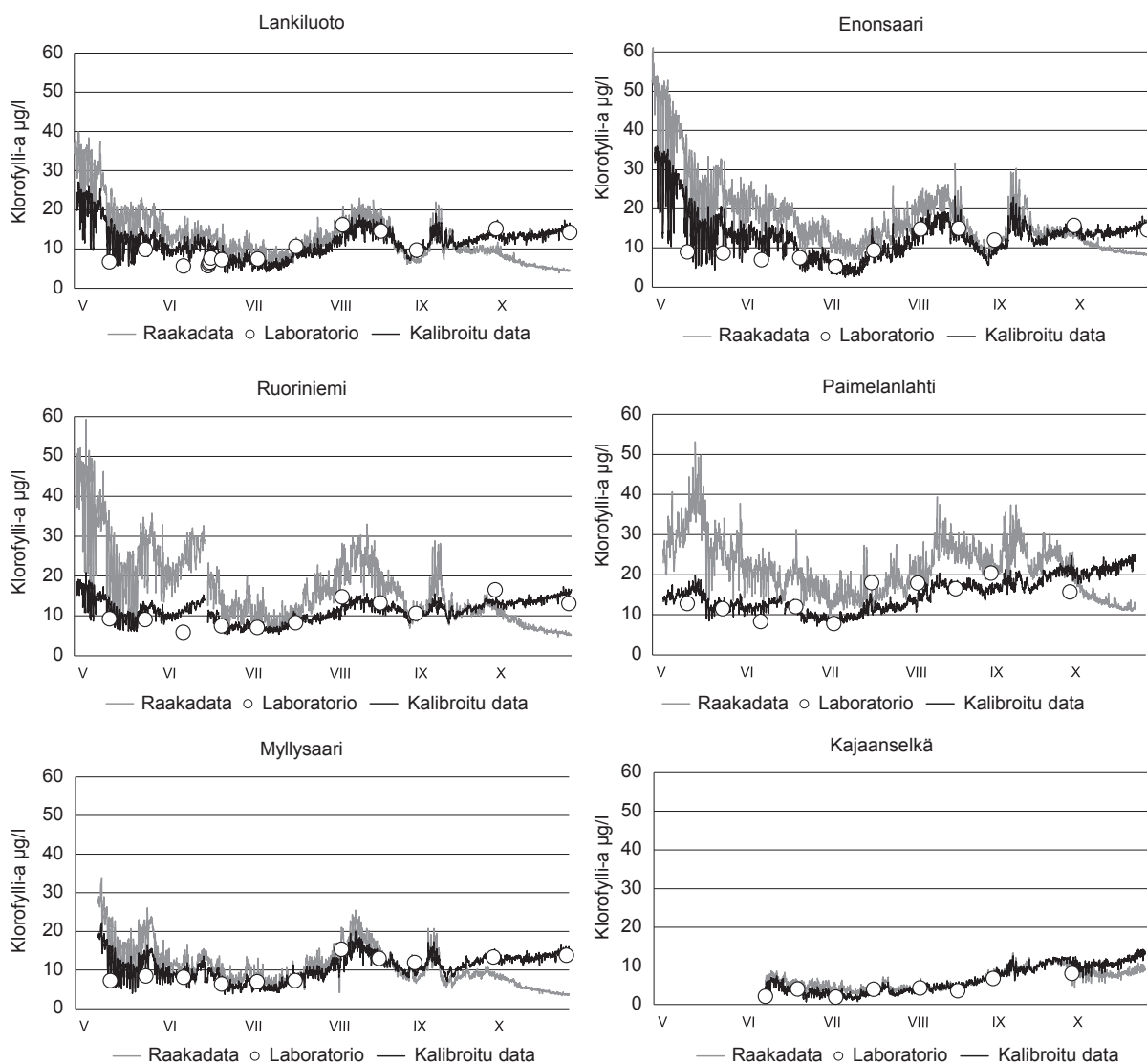
menteille. Yksi tällainen apupigmentti on syanobakteereille eli sinileville ominainen fykosyaniini.

Klorofyllin fluoresenssi ei anna suoraan klorofyllin pitoisuutta saatikka kasviplanktonin biomassa-arvoa. Mittaustulokseen vaikuttavat käytetyn herätevalon (eksitaatio) aallonpituus sekä eri kasviplanktonilajien vaste eri aallonpituuksille (Seppälä & Balode, 1998). Fluoresenssi ei ole vakio vaan vaihtelee paitsi kasviplanktonilajiston, myös solujen koon ja niiden fysiologisen tilan mukaan. Näihin puolestaan vaikuttavat valaistus ja ravinteiden saatavuus (Richardson ym., 2010). Menetelmällä on kuitenkin saatu erinomainen vastaavuus laboratorioissa mitattuihin klorofyllipitoisuuksiin nähden erityisesti silloin, kun fluoresenssi mitataan useilla eksitaatio- ja emissioaallonpituuksilla (Gregor ym., 2005). Toisaalta fluoresenssin tai edes laboratorioissa määritetyn klorofyllipitoisuuden avulla ei voida välttämättä luotettavasti arvioida kasviplanktonin biomassaa, sillä myös leväsolukohtainen klorofyllin määrä vaihtelee (Kruskopf & Flynn, 2006).

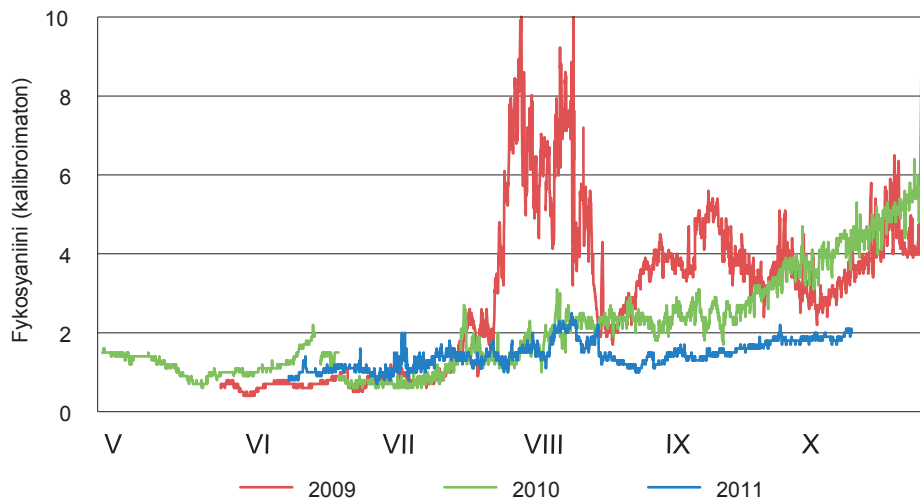
Sinileväsoluissa suurin osa klorofylli *a* -pigmentistä sijaitsee fotosysteemi I:ssä, joka ei fluoresoi (Campbell ym., 1998). Klorofyllin fluoresenssiin perustuva mittaus voi siis aliarvioida klorofyllipitoisuutta aikoina, jolloin sinilevät ovat vallitsevina kasviplanktoniyhteisössä (Seppälä ym., 2007, Lepistö ym., 2010). Sinilevien määrän muutoksia voidaan epäsuorasti mitata fykosyaniinin fluoresenssin avulla. Pigmenttien määrä ja tyyppi syanobakteerisolussa vaihtelevat kuitenkin sekä lajin että myös esimerkiksi valaistuksen ja tyyppien määrän mukaan. Lisäksi klorofyllin ja fykosyaniinin emissiospektrit ovat osittain päällekkäisiä, minkä vuoksi fykosyaniinin fluoresenssi voi nousta klorofyllipitoisuuden ollessa korkea, vaikkei sinileviä esiintyisikään (Seppälä ym., 2007).

Osana JVP-hanketta haettiin avovesikausilla 2010 ja 2011 kaikkien automaattiasemien vierestä anturisyvyyksiltä kahden viikon välein vertailunäytteet, jotka määritettiin laboratoriossa spektrobotometrisesti etanoliuuton jälkeen (SFS 5772). Tulosten perusteella automaattiasemien fluoresenssiin perustuvan ja laboratoriossa vesinäytteistä mitattujen klorofyllipitoisuuksien välillä oli ero, joka ei ollut vakio kesän aikana. Siten klorofyllin mittausta yhdellä aallonpituudella ei antanut oikeaa kuvaa levämäärästä lajikoostumuksen muuttuessa kasvukauden aikana. Esimerkiksi alkukesällä 2010 fluoresenssiin perustuva mittausta antoi laboratoriotuloksiin nähden lähes kaksinkertaisia pitoisuuksia, kun taas loppukesällä sinilevien runsastuessa tilanne kääntyi päinvastaiseksi (Kuva 11 ja Kuva 12).

Vertailunäytteiden avulla laadittiin mittausasemakohtaiset yhtälöt, joiden avulla asemien tuottamat fluoresenssiin perustuvat klorofylli *a* -arvot voidaan kalibroida eli korjata laboratorioarvoja paremmin vastaaviksi. Fluoresenssiin perustuvan klorofyllipitoisuuden ennustetarkkuus parani huomattavasti, kun korjausyhtälöön otettiin klorofyllin fluoresenssin lisäksi selittäväksi muuttujaksi fykosyaniinin fluoresenssi (Anttila ym., 2012). Tämä usean muuttujan regressioyhtälö selitti parhaimmillaan yli 80 % klorofyllipitoisuudessa havaitusta vaihtelusta. Saavutettuja yhtälöitä käytettiin mittausasemien tuottaman aineiston korjaamiseen (Kuva 11). Samaa korjausmene-



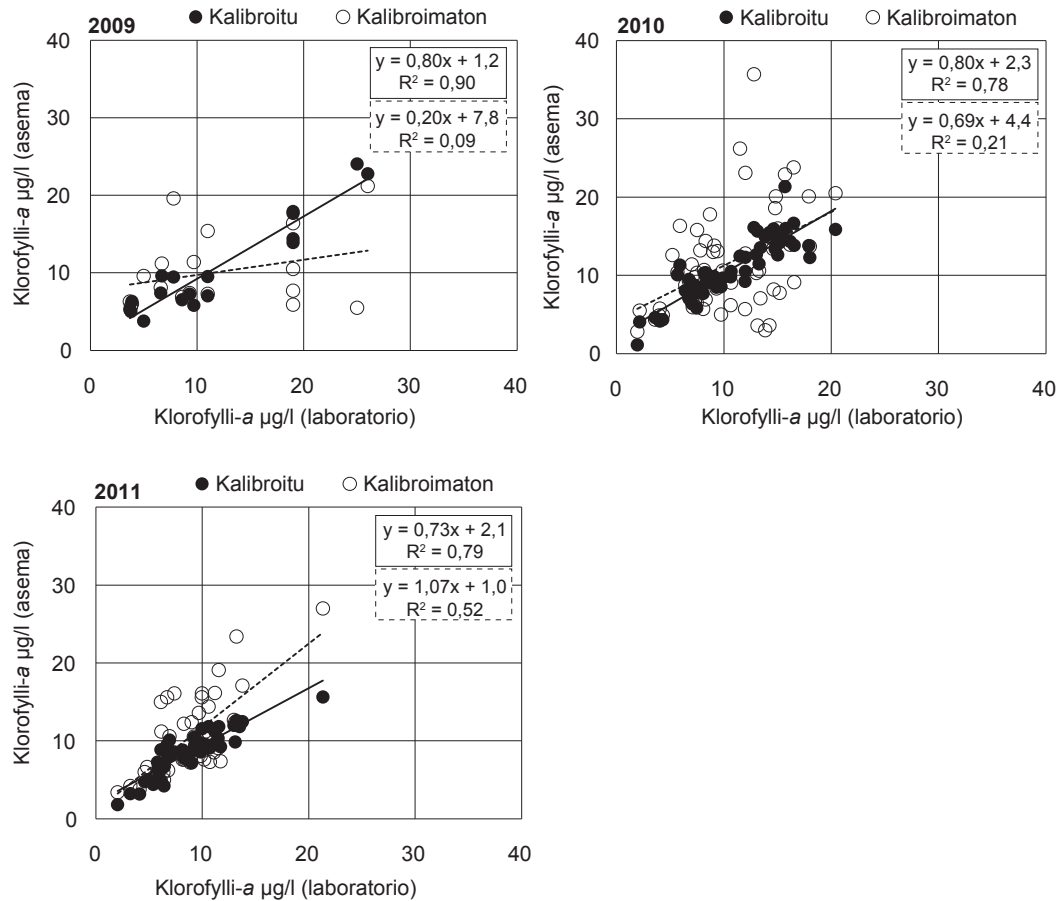
Kuva 11. Klorofyllipitoisuus vuonna 2010: automaattiasemien fluoresenssiin perustuva aineisto eli ns. raakadata (harmaa), laboratoriossa vesinäytteistä mitatut arvot (ympyrät) ja kalibroitu eli asemakohtaisesti korjattu aineisto (musta).



Kuva 12. Sinileville ominaisen fykosyaniinin fluoresenssi Vesijärvellä vuosina 2009-2011. Fluoresenssin perusteella sinilevätilanne oli joka kesä erilainen: vuonna 2009 sinilevät runsastuivat heinä-elokuussa kukinnaksi saakka, vuonna 2010 ne runsastuivat syksyä kohden ja vuonna 2011 sinilevien määrä pysyi vähäisenä. Fykosyaniinin fluoresenssin muuntaminen sinileväbiomassaksi vaatisi vähintään levälaskentaan perustuvan kalibroinnin.

telmää on käytetty aiemmin Itämerellä (Seppälä ym., 2007) ja Säkylän Pyhäjärvellä (Lepistö ym., 2010). Vuosien 2010 ja 2011 vertailunäytteisiin perustuvat korjausyhtälöt paransivat ennustetarkkuutta huomattavasti myös vuoden 2009 osalta (Kuva 13), jolloin korkeita fykosyaniinin fluoresenssi-arvoja mitattiin jo heinä-elokuussa (Kuva 12). Vuonna 2011 sinileväbiomassa pysyi fykosyaniinin fluoresenssin perusteella alhaisena koko kesän, jolloin myös korjaamaton klorofyllin fluoresenssi vastasi paremmin laboratoriotuloksia kuin muina vuosina (Kuva 13).

Myös valo vaikutti klorofyllin fluoresenssiin. Auringonvalon lisääntyminen keskipäivällä alensi klorofyllin fluoresenssia. Päivällä alhaisempi ja yöllä korkeampi fluoresenssi kuvastaa tyypillistä vuorokaudenaikaista vaihtelua, joka johtuu energian häviämisestä (dissipaatiosta) kasviplanktonin altistuessa voimakkaalle valolle (ns. fluoresenssin sammuminen; Richardson ym., 2010). Klorofyllin fluoresenssin vaste valon vaihtelulle oli nopea, sillä jo kahden perättäisen mittauskerran välillä (1 tunti) saattoi olla kertaluokan ero riippuen valon määrästä pilvisyyden vaihdellessa. Levien emittoiman klorofylli *a* -fluoresenssin on osoitettu valolle altistettaessa vähenevän nopeasti, jopa yli 90 % puolessa tunnissa, lajista ja edeltävistä valaistusolosuhteista riippuen (Gerber & Häder, 1995). Tulosten tulkintaa vaikeuttaa osaltaan se, että valoa mitattiin veden pinnan yläpuolella, kun taas klorofyllin fluoresenssia yhden metrin syvyydessä. Valon vaimeneminen jo yhden metrin matkalla on voimakasta ja vaihtelee mm. sameudesta, auringon säteilyn tulokulmasta ja valon sironnasta riippuen. Valon vaikutus fluoresenssiin näytti olevan voimakkainta alkukesällä ja syksyllä. Ilmiö vaatii kuitenkin vielä jatkotutkimuksia, jotta voitaisiin paremmin arvioida, millä menetelmällä se tulisi huomioida fluoresenssin automaattisessa seurannassa.



Kuva 13. Laboratoriossa määritetty klorofyllipitoisuus (x-akseli) suhteessa automaattiasemalla näytteenottohetkellä mitattuun klorofyllin fluoresenssiin (y-akseli). Automaattiaseman aineisto kalibroimattomana raakadatana (valkoiset ympyrät; katkoviiva), sekä kalibroituna eli korjattuna datana (mustat ympyrät; yhtenäinen viiva). Kalibrointikäytäntö on kuvattu tekstissä (Luku 5.1.1).

5.1.2

Sameus

Vedessä olevat liukenemattomat aineet siroavat valoa eri suuntiin, mihin perustuu sameuden nefelometrinen mittaus. Sironneen valon voimakkuus riippuu paitsi tulevan valon aallonpituudesta ja mittauskulmasta, myös vedessä olevien hiukkasten muodosta, optisista ominaisuuksista ja hiukkaskokojakaumasta. Koska näitä ei yleensä tunneta, ei sameusarvosta voida suoraan laskea suspendoituneiden hiukkasten massakonsentraatiota, vaikka sameusarvo sitä heijastaakin (SFS-EN 27027).

Kajaanselän automaattiasemalla on sameutta optisesti mittaava anturi. Tuloksissa oli varsin paljon yksittäisiä häiriöpiikkejä, mutta yleensä sameusarvot vaihtelivat välillä 1-3 NTU. Laboratoriossa määritetyt sameuspitoisuudet (SFS-EN 27027; WTW, Turb 555 IR) vastasivat lautan arvoja etenkin keväällä ja kesällä. Syksyllä ero laboratoriomäärittäykseen kasvoi, kun aseman tuottamat sameusarvot nousivat. Koska laboratoriomittauksen ja lautan tulosten välinen ero ei ollut vakio, asian selvittäminen vaatii vielä jatkotutkimuksia. Sameusarvojen vaihteluväli Kajaanselällä oli kuitenkin suhteellisen pieni.

5.1.3

Happipitoisuus ja veden lämpötila

Hapen ja lämpötilan automaattinen mittaus on suoraviivaisempaa kuin levämäärän mittaus, ja poikkeavat arvot johtuvat yleensä teknisistä ongelmista. Vesijärvellä happea

ja lämpötilaa on mitattu kaikilla asemilla useilla syvyyksillä. Vertailumittaukset (YSI 52 –kenttämittari sekä SFS-EN 25813) osoittautuivat tärkeiksi jopa lämpötilan osalta, koska ne paljastivat yhdessä lämpötila-anturissa noin 2°C mittarivirheen.

Happipitoisuuksissa poikkeavia tuloksia oli enemmän. Mittausasemien tuottamat tulokset vastasivat yleensä hyvin kenttämittauksia kerrostuneisuuskauden loppuun saakka, joskin syvänealueiden automaattiasemilla kaikkein syvimmällä olevien happianturien tuloksissa oli ajoittain äkillisiä pudotuksia nollaan. Nämä johtuivat anturien pohjakosketuksista. Lähelle pohjaa asennettujen anturien pohjakosketus on mahdollinen veden pinnan laskeessa tai lautan liikkuesssa jyrkkärinteisellä alueella. Muutoin erot vertailumittauksiin olivat suurimpia korkeissa pitoisuuksissa. Korkeimmissa pitoisuuksissa happiantureiden mittausvaste ei välttämättä ole enää lineaarinen. Vedessä olevien happiantureiden mittausvaste myös muuttuu hitaasti kesän aikana. Tämä muutos voi olla erilainen eri syvyyksillä, jos järvi on hapen suhteen kerrostunut. Erot mittausvasteessa näkyvät yllättävästi syksyn täyskierron aikana, jolloin hapettomassa vedessä olleet anturit voivat antaa suhteessa korkeampia pitoisuuksia (M. Kiirikki, suullinen tiedonanto). Kerrostuneisuuden päätyttyä osa mittauslauttojen antureista antoikin selvästi korkeampia happipitoisuuksia. Osassa antureista korkeiden arvojen syynä olivat kalvoon tulleet vauriot.

5.2

Automaattimittausten hyödyntäminen

5.2.1

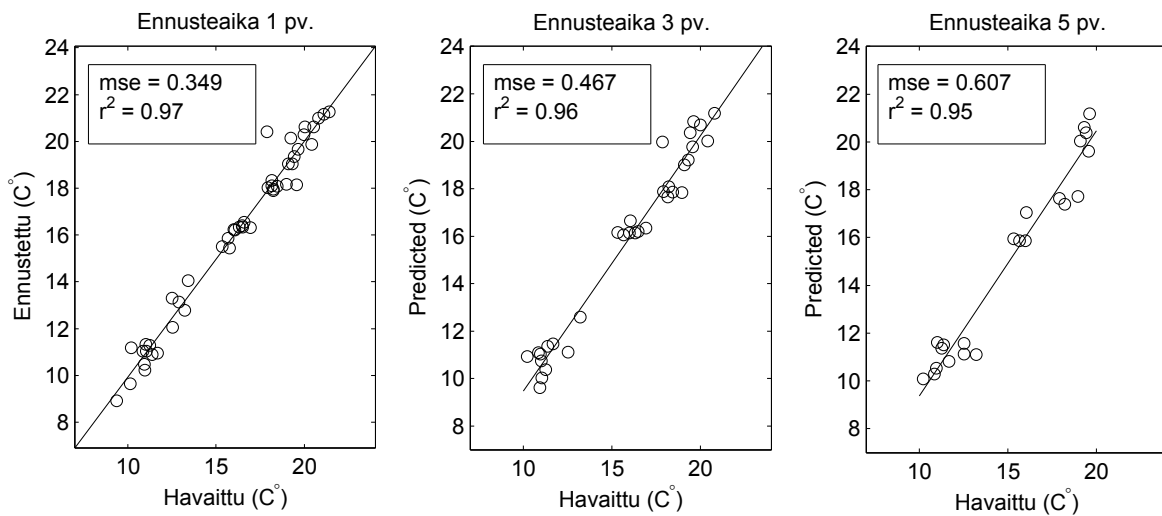
Lyhyen aikavälin ennustemallit

Automaattisesti ja tiheästi saatavan mittaussarjan voidaan olettaa sisältävän tietoa siitä, mihin suuntaan veden laatu tai esimerkiksi lämpötila on lähitulevaisuudessa muuttumassa. Tätä tietoa voidaan hyväksikäyttää automaattisiin mittauksiin perustuvissa lyhyen aikavälin ennustemalleissa. JVP-hankkeessa luotiin lyhyen aikavälin ennustemallit (1 – 5 päivää) veden lämpötilalle, happipitoisuudelle sekä sinilevien määrää heijastavalle fykosyaniinin fluoresenssille. Ennustemallit luotiin käyttäen vuoden 2010 mittauksia opetusaineistona ja ne otettiin vuonna 2011 operatiiviseen käyttöön. Ennusteet perustuivat monimuuttujaregressiomalleihin. Niissä käytetään hyväksi viimeisintä mittaustietoa, aiemmista mittauksista laskettua trendiä sekä muita automaattisesti mitattuja muuttujia, joiden voidaan olettaa selittävän tapahtuvia muutoksia. Yhtälöissä käytetyt trendit laskettiin erotustaulujen (kunkin havainnon ero edelliseen havaintoon) ja niistä laskettujen painotettujen keskiarvojen avulla (Taulukko 3).

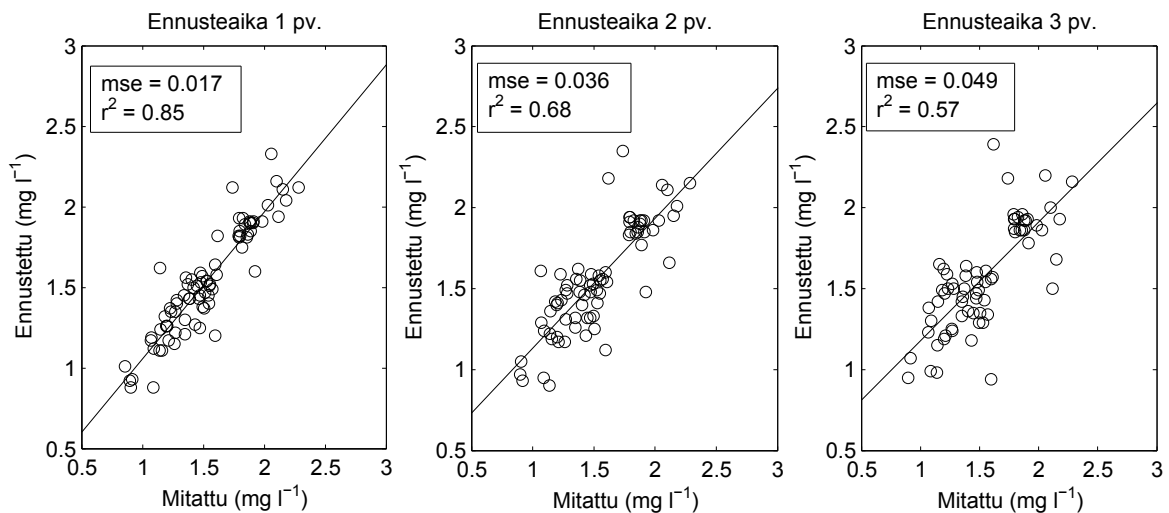
Ennustemallien tarkkuutta arvioitiin vertaamalla vuoden 2011 havainnoista laskettuja ennusteita toteutuneisiin arvoihin. Veden lämpötilan ennustaminen jopa viisi päivää eteenpäin oli verrattain tarkkaa (Kuva 14). Veden happipitoisuuden ennustemallien tarkkuus vaihteli. Mallien toimivuuteen todennäköisesti vaikuttaa Vesijärven Enonselälle asennetut hapettimet (9 kpl), jotka rikkovat happipitoisuuden normaalit muutokset järvessä. Myllysaaren ja Lankiluodon mittausasemilla vastaavuus kolmen päivän ennusteen ja toteutuneen arvon välillä oli kuitenkin suhteellisen hyvä. Esimerkiksi korrelaatiokertoimen neliö (r^2) kolmen päivän ennusteen ja toteutuneen arvon välillä oli Lankiluodon aseman kohdalla 0.89. Sinilevien ennustaminen oli suhteellisen tarkkaa vielä kaksi päivää eteenpäin (Kuva 15), mutta tämän jälkeen virhe kasvoi merkittävästi ennustajan mukana.

Taulukko 3 Veden lämpötilan, happipitoisuuden ja fykosyaniinin ennustemalleissa käytetyt muuttujat

	Muuttuja 1	Muuttuja 2	Muuttuja 3	Muuttuja 4
Veden lämpötila	Edellinen havainto	Edellinen havainto + trendi	Ilman lämpötilan edellinen havainto + ilman lämpötilan trendi	
Veden happipitoisuus	Edellinen havainto	Edellinen havainto + trendi * ennuste aika	Edellinen veden lämpötilahavainto (päiväkeskiarvo)	Ennustettu veden lämpötila
Sinilevät (fykosyaniini)	Edellinen havainto	Edellinen havainto + trendi * ennuste aika	Edellinen veden lämpötilahavainto (päiväkeskiarvo)	Ennustettu veden lämpötila



Kuva 14. Yhden, kolmen ja 5 päivän lämpötila-ennusteet verrattuna mitattuihin arvoihin 1m:n syvydessä Harvasaaren asemalla vuonna 2011.



Kuva 15. Yhden, kahden ja kolmen päivän sinileviä indikoivan fykosyaniinipitoisuuden ennusteet verrattuna mitattuihin arvoihin 1m:n syvydessä Harvasaaren asemalla vuonna 2011.

Automaattisten ja kaukokartoitushavaintojen vertailu

Automaattiasemien laatuvarmistettu mittausaineisto on erinomainen tietolähde satelliittikuvista tehtyjen vedenlaatutulkintojen tarkkuusanalyysiin (ks. Luku 3.). Automaattiasemilta tietoa saadaan päivittäin ja näin vältetään erillisiltä satelliitin ylilentoon ja pilvettömiin päiviin osuvilta mittauskampanjoilta. Jatkuvasti saatavan datan avulla voidaan myös tarvittaessa nopeasti korjata satelliittikuvien tulkinnassa käytettyjä laskentayhtälöitä.

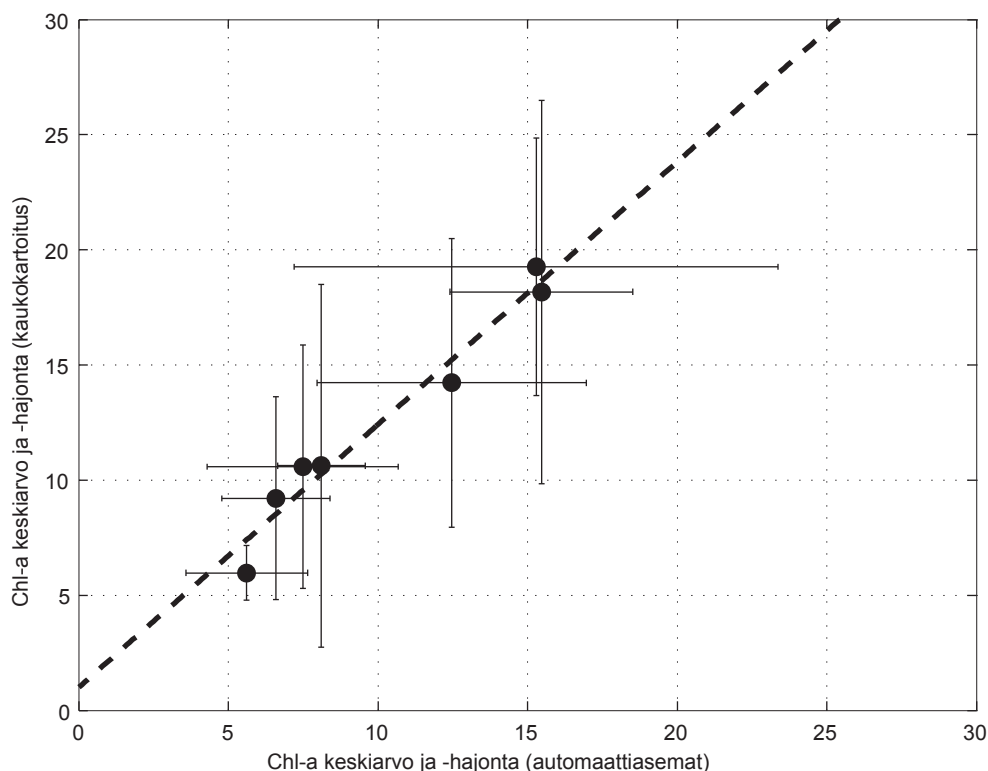
Vesijärven Enonselällä on neljä automaattista mittausasemaa, joilla mitataan levän biomassaa indikoivaa klorofylli *a* -pitoisuutta. Kahdella lautoista mitataan lisäksi fykosyaniinia, joka kertoo sinilevien määrästä vedessä. Fykosyaniinin mittaaminen on osoittanut oleelliseksi, jotta automaattiset klorofyllimittaukset saadaan kalibroituja vastaamaan paremmin todellista pitoisuutta vedessä (vrt. Luku 5.1.1 ja esim. Seppälä ym., 2007 tai Anttila ym., 2012).

JVP-hankkeessa luotiin menetelmä, jonka avulla Vesijärven neljälle eri altaalle lasketaan tulkituista kaukokartoituskuvista alueelliset tilastotiedot eri veden laadun muuttujille (Taulukko 4). Lisäksi kuhunkin kaukokartoituksella tulkittuun selkäkohtaiseen statistiikkaan liitettiin mukaan metadata eli tarkempi kuvaus tuotetusta tiedosta. Metadatatassa kuvataan mittauspaikka ja aika, käytetyt menetelmät, mitatut muuttujat ja esimerkiksi tiedon tuottaja. Metadatan tallennukselle on olemassa useita eri standardeja. Hankkeessa käytettiin EML –formaattia (Ecological Metadata Language). Lopuksi sekä tulkittu tieto että siihen liittyvä metatieto siirrettiin automaattisesti hankkeen tietokantaan.

Taulukko 4. Esimerkkejä satelliittikuvasta (19.8.2010) lasketuista keskiarvoista (KA) ja keskihajonnoista (STD) Vesijärven eri selille. Klorofylli *a* (CHL-A) ja kiintoaine (TSM) -pitoisuudet sekä valon tunkeutumissyvyys veteen (Z90Max).

	pvm	CHL-A		TSM		Z90Max	
		KA	STD	KA	STD	KA	STD
Kajaanselkä	19.8.2010	6,2	2,6	0,2	0,1	-4,9	0,8
Laitialanselkä	19.8.2010	18,2	8,8	1,5	1,0	-3,0	1,5
Kirkkoselkä	19.8.2010	13,8	10,9	2,1	2,4	-3,6	2,5
Enonselkä	19.8.2010	14,6	8,3	0,6	0,5	-3,7	1,7

Kuvassa 16 on verrattu Enonselän kolmen aseman laatuvarmistettua klorofylli *a* -mittauksen keskiarvoa vastaavilta päiviltä satelliittikuvalta laskettuun allaskohtaiseen keskiarvoon. Kuvaan on merkitty myös automaattiasemien ja kaukokartoitushavaintojen keskihajonnat. Vaikka keskihajonnat kolmen automaattiaseman tai Enonselän altaan kaukokartoitushavaintojen välillä saattoivat olla suuria, keskiarvoistettujen havaintojen vastaavuus toisiinsa nähden oli erittäin hyvä (keskineliövirhe: 0,83 ja korrelaatiokertoimen neliö: 0,96).



Kuva 16. Enonselän altaasta satelliittikuvilta tulkittu keskimääräinen klorofylli a -pitoisuus ja sen keskihajonta suhteessa kolmelta automaattiasemilta mitattuun klorofyllipitoisuuden keskiarvoon ja keskihajontaan.

5.3

Käytännön huomioita automaattisesta mittaustoiminnasta

Mittausasemien tuottama lisäarvo - verrattuna perinteisiin laboratoriomenetelmiin - on merkittävästi parempi mittaustulosten ajallinen kattavuus. Mittausasemat eivät kuitenkaan voi täysin korvata perinteisiä menetelmiä, sillä asemat vaativat jatkuvaa seuranta- ja huolto- ja puhdistusta, sekä riittäviä vertailunäytteitä aineiston kalibroimiseksi ja laadun varmentamiseksi. Vaadittavan kenttätönn määrää ylittääkin helposti perinteisten seurantamenetelmien työn määrän, toisin kuin ehkä aluksi odotettiin (vrt. Kotamäki ym., 2009). Vaikka kustannus yhtä mittaustulosta kohden on perinteistä seuranta- alhaisempi, voi kokonaiskustannus olla selvästi suurempi. Sen vuoksi kannattaa huolellisesti pohtia, mihin automaattisella mittaustoiminnalla pyritään ja mihin tämäntyyppistä tietoa tarvitaan.

Mittausteknisesti laitteet ovat laadukkaita ja oikein huollettuna toimivat yleensä moitteettomasti. Usein virheitä aiheuttavat kuitenkin ongelmat, jotka vaativat järjellä käyntiä. Esimerkiksi myrskytuulet voivat aiheuttaa laiterikkoja ja liikutella lauttoja. Liikkumisen myötä pohjanläheiset anturit voivat koskettaa pohjaa. Huono sää voi vaikeuttaa jo suunniteltuja huolto- ja kalibrointikäyntejä. Liian pitkät puhdistusvälit voivat aiheuttaa etenkin klorofyllin ja fykosyaniinin fluoresenssin nousun, mikä havaitaan selvänä tason laskuna heti puhdistuksen jälkeen. Tästä syystä esimerkiksi Vesijärvellä suuri osa alkukesän 2011 aineistoa oli hylättävä. Mittauslautta aiheuttaa myös itsessään virhettä, mikä on muistettava, vaikkei sen merkitys olisikaan kovin

suuri. Lautta on pieni kelluva saari, joka poikkeaa hieman sitä ympäröivästä alueesta. Päälyyslevät kasvavat lautan ankkurinaruissa, antureissa ja niiden kaapeloinnissa, linnut vierailevat lautoilla ja kalanpoikaset voivat hakeutua lautan alle suojaan. Myös ilkivalta on mahdollista, joskin Vesijärvellä siltä on tietävästi ainakin toistaiseksi vältytty. Kalastajien perinteiset verkkopaikat saattavat myös muodostaa esteen mittaustoiminnalle. Esimerkiksi Kajaanselällä mittauslautta jouduttiin kalastajien pyynnöstä siirtämään toiseen paikkaan.

Kun automaattiasemien aineistoja tallennetaan tietokantaan, on erityisen tärkeää tallentaa sekä korjattu (kalibroitu) aineisto että raakadata ja ilmaista selvästi, millaisen laadunvarmistuksen alaisesta aineistosta kulloinkin on kysymys. Kun raakadata on taltioitu, kalibrointia voidaan tarvittaessa tarkentaa, jos myöhemmät tutkimukset antavat siihen aiheita. Kun mittaustoiminnalla on selkeät tavoitteet ja mittaukseen vaikuttavat tekijät ymmärretään, jatkuvatoiminen mittaus palvelee hyvin järven tilan seurantaan. Mittaus voi paljastaa äkillisiä muutoksia ja ohjata muuta näytteenottoa järvessä tapahtuvien ilmiöiden kannalta kiinnostaviin ajankohtiin, paikkoihin ja syvyyskerroksiin. Jatkuvatoiminen mittaus mahdollistaa myös mallinnuksen (vrt. Luku 5.2.1), jonka avulla voidaan esimerkiksi ennustaa levien määrän muutoksia ja rakentaa leväkukinnoista varoittavia hälytysjärjestelmiä (vrt. Richardson ym., 2010). Tällainen tieto tietokantaan kerättynä ja havainnollisesti esitettynä osana vedenlaatu palvelua voi herättää laajaa kiinnostusta. Jatkuvatoiminen mittaus hyödyttää myös muilla menetelmillä, kuten kaukokartoituksella, kerätyn tiedon validointia (vrt. Luku 5.2.2.).

6 Uudet jokamiehen mittalaitteet ja kansalaishavainnoinnin mahdollisuudet

Sampsa Koponen, Timo Pyhälähti, Kari Kallio

6.1

Taustaa

JVP-projektin Secchi3000- ja Mobewater-osuuksien tavoitteena oli kehittää edullinen kansalaishavaintoihin soveltuva mittalaite ja menetelmä mittaus- ja tulostietojen siirtämiseksi mobiililaitteiden (älypuhelin) avulla. Mittalaitteen alkuperäinen idea perustui siihen, että vedenlaatua voitaisiin selvittää ottamalla kuvia veden alla olevista värillisistä kohteista (Pyhälähti ym., 2010). Vedessä olevat aineet, kuten humus, levät ja muu kiintoaine, sirottavat ja imevät valoa, jolloin veden väri muuttuu (Mobley, 1994). Värimuutoksista voidaan siis tehdä päätelmiä veden sisältämien aineiden määristä.

Värin mittauslaitteeksi valittiin digikamera, koska niiden saatavuus on hyvä ja ne ovat halpoja. Lisäksi digikamera on sisäänrakennettuna useimmissa puhelimissa. Tällöin itse Secchi3000-laite voisi olla yksinkertainen värillisiä levyjä sisältävä rakenne, jonka valmistaminen olisi mahdollista teollisesti ja edullisesti.

Digikameroiden käyttöä vedenlaadun arvioimiseen ovat aiemmin tutkineen esimerkiksi Goddijn & White (2006), Goddijn (2007) ja Goddijn ym. (2009).

6.2

Secchi3000-kehitystyö ja tulokset

Vuosien 2009–2010 aikana rakennettiin ja testattiin useita erilaisia prototyyppejä Secchi3000-laitteesta. Ensimmäiset versiot sisälsivät tangon, jonka päässä veden alle laitettavat levyt olivat. Tankoversiolla pystyttiin vahvistamaan mittausmenetelmän toimivuus, mutta se oli kuitenkin isokokoinen ja hankala käyttää. Parhaaksi laitteeksi osoittautui lopulta versio, jossa mitattava vesi kaadetaan säiliöön, jonka yksi sivu on läpinäkyvä ja jossa on mustia ja valkoisia levyjä kahdella tai kolmella syvyydellä. Mittaus voidaan tällä versiolla tehdä esimerkiksi laiturilla tai rannalla, jolloin mittausolosuhteet ovat stabiilimmat kuin tankoversiossa. Lisäksi mittaus voidaan suorittaa lähes minkä syvyydestä vedestä tahansa, esimerkiksi matalista järvistä, rannoilta tai myös virtaavasta vedestä.

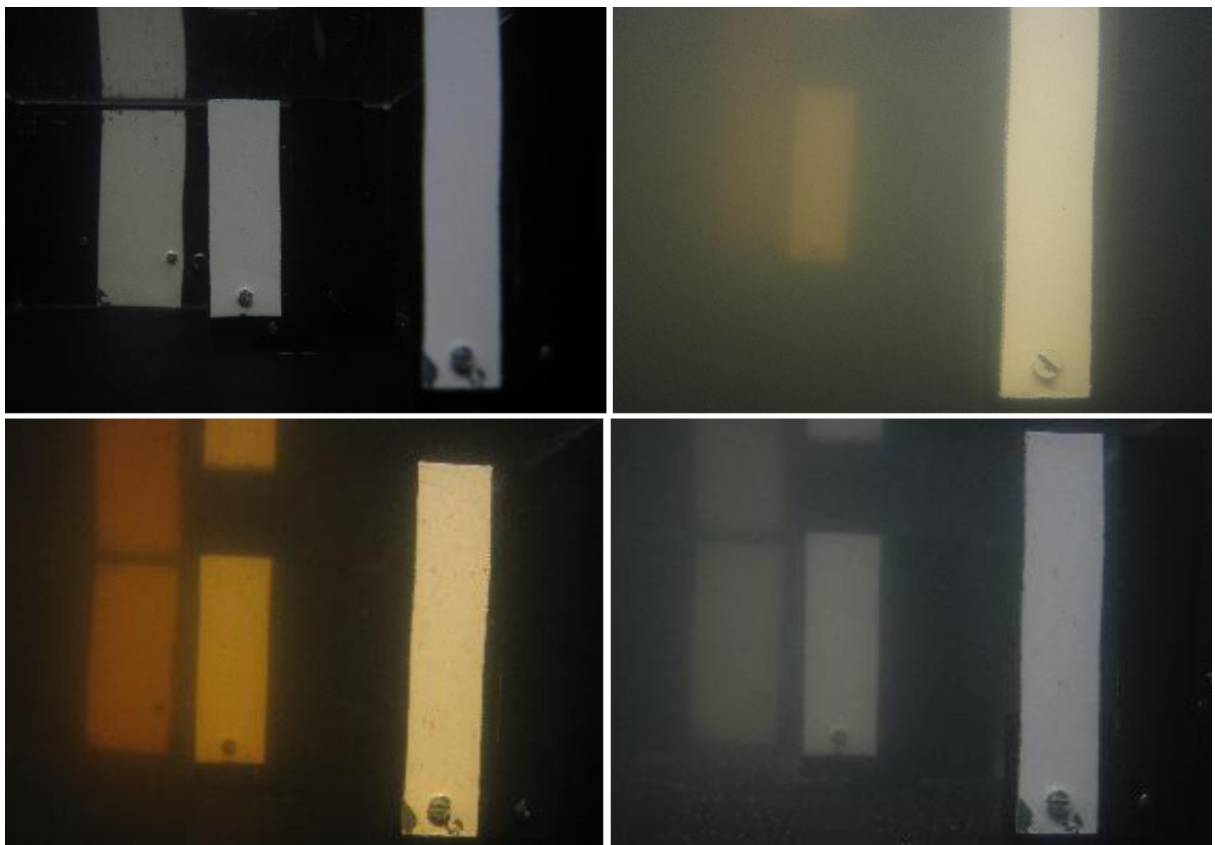
Mittausilanteessa auringon, tai pilvisellä säällä taivaasta sironnut, valo valaisee jokaisen levyn samalla kirkkaudella. Valo heijastuu ylöspäin ja vaimenee edetessään vedessä. Vaimenemisen määrä eri aallonpituuksilla riippuu vedessä olevien aineiden määrästä ja laadusta. Vaimenemisen vuoksi alempana olevat valkoiset levyt näyttävät tummemmilta kuin ylempänä olevat. Kameran ottaman kuvan valoeroista lasketaan vaimenemisen voimakkuus. Mustien levyjen avulla korjataan kameran ja levyjen välisestä vesipatsaasta kameraan tuleva sironnut valo, joka aiheuttaa mittaus tulokseen epätarkkuutta.

Laitetta testattiin Etelä-Suomessa 14 paikassa järvi-, joki- ja rannikkovesissä (ks. JVP Secchi3000 Mobiwater WorkReport V1.0, 2011.01.13). Kuvassa 17 on esitetty säiliöversioilla tehtyjä mittauskuvia erityyppisistä vesistä. Kirkasvetisen Puujärven tapauksessa eri syvyyksillä olevien levyjen värit ovat lähes samat. Tämä johtuu valon pienestä vaimenemisesta. Sen sijaan Vantaanjoessa valon vaimeneminen on suurta veden korkeasta kiintoaine- ja humuspitoisuudesta johtuen. Keravanjärven tapauksessa alemmat valkoiset levyt alkavat punertaa. Tämä johtuu siitä, että järven humuspitoinen vesi vaimentaa voimakkaasti sinistä ja vihreää valoa. Merisatamassa veden sisältämä levä vaimentaa valoa ja kuva näyttää utuiselta.

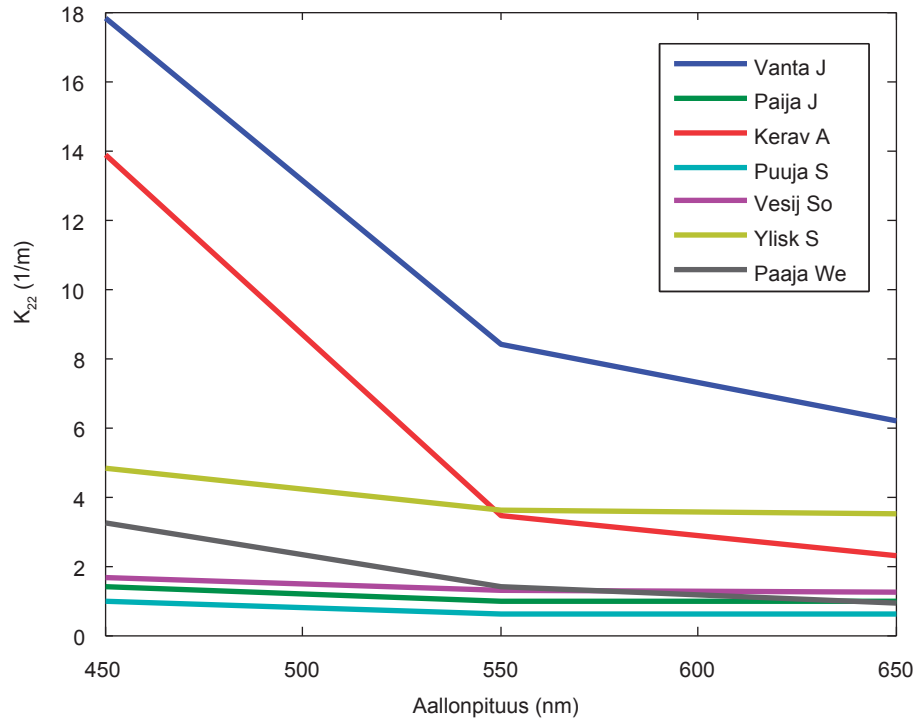
Poimimalla kuvista valkoisten ja mustien levyjen kirkkausarvot voidaan laskea vaimennus (Kuva 18). Kuvassa 18 erottuu selkeästi humusjärvi (Kerava), joissa on suuri vaimennus sinisellä valolla (450 nm) sekä Vantaanjoki, jossa on voimakas vaimennus kaikilla aallonpituuksilla. Kirkkaan Puujärven vedellä on matalin vaimennus.

Vertaamalla vaimennusarvoja tai niistä laskettuja indeksejä tiettyjen vedenlaatumuuttujien laboratorio- ja maastomittauksiin saadaan aikaan muunnosyhtälöitä (Kuva 19). Tulokset osoittavat, että prototyypillä pystytään mittaamaan näkösyvyttä (Secchi syvyys, Z_{SD}) erittäin hyvällä tarkkuudella ja muita muuttujia (sameus, kiintoaine ja humus (CDOM)) kohtalaisella tarkkuudella. Klorofyllin mittaamiseen käytetyn kaltainen vain mustia ja valkoisia levyjä sisältävä laite ei sovellu. Laitetta on mahdollista kehittää myös klorofyllipitoisuuden mittaamiseen hyödyntämällä esimerkiksi erivärisiä levyjä, värisuodattimia tai kameroita, jotka pystyvät mittaamaan useampia aallonpituusalueita kuin tavallinen digikamera.

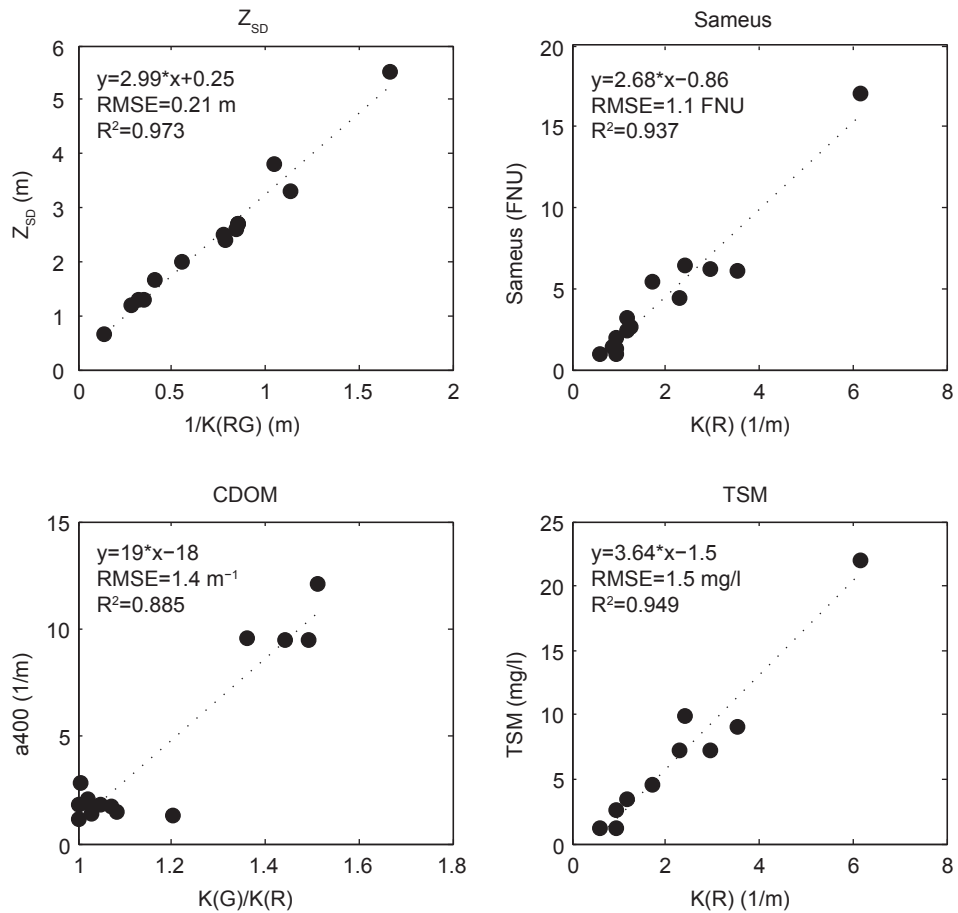
Mittaustulosten lisäksi suoritettiin testejä bio-optisilla malleilla, joilla simuloitiin Secchi3000-laitteen mittausvesiä ja laajaa koko Suomen kattavaa järvijoukkoa. Näjäkin simulointitulokset osoittivat, että menetelmä toimii.



Kuva 17. Esimerkkejä säiliöversion mittauskuvista: A) Puujärvi, B) Vantaanjoki, C) Keravanjärvi ja D) Helsinki, Merisatama.



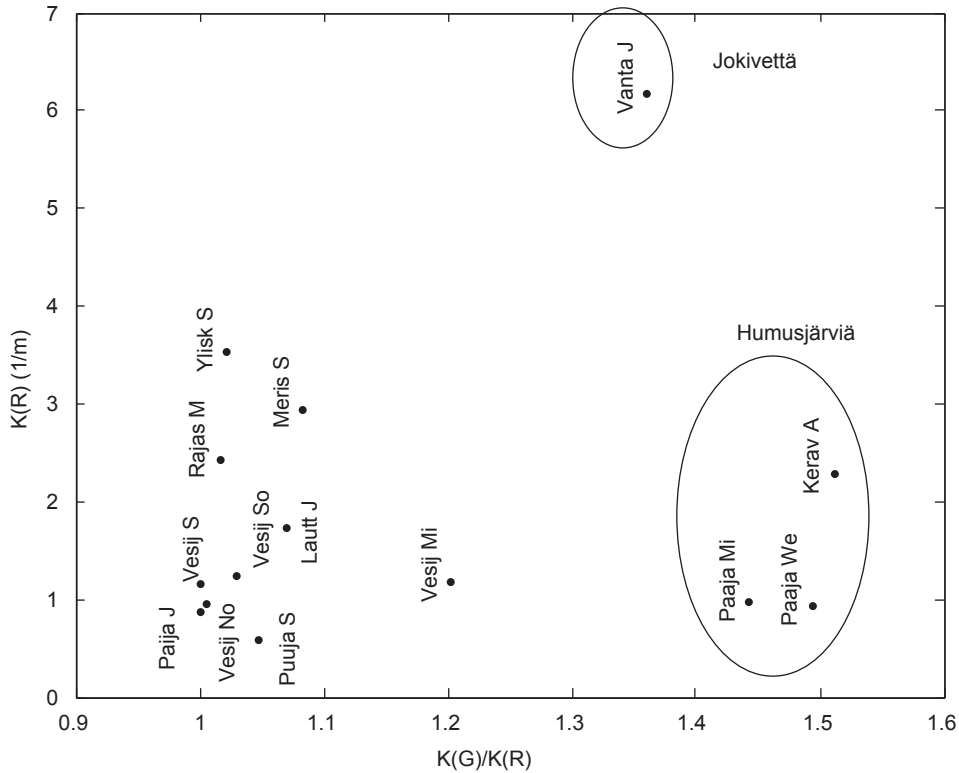
Kuva 18. Säiliöversioilla arvioitu veden vaimennus (K) erilaisissa testikohteissa. Lyhenteiden selitykset: Vanta J = Vantaanjoki, Paija J = Päijänne, Kerav A = Keravanjärvi, Puuja S = Puujärvi, Vesij So = Vesijärvi, Ylisk S = Helsingin rannikko, Paaja We = Lammin Pääjärvi.



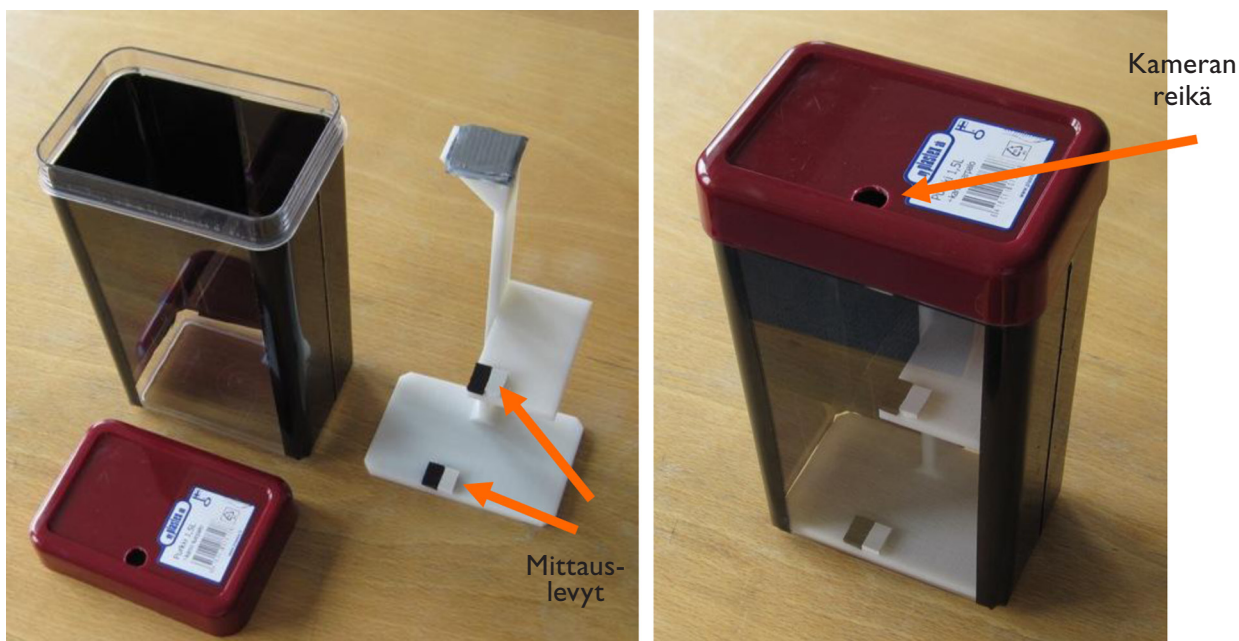
Kuva 19. Säiliöversioilla arvioitu vaimennus vs. näkösyvyys (Z_{SD}) tai laboratoriossa määritetty vedenlaatu. $K(RG)$ on punaisen (R) ja vihreän (G) valon vaimennuksen keskiarvo.

Numeerisen vedenlaatutiedon lisäksi laitteella voi myös tehdä nopeasti karkean veden luokittelun tutkimalla, mihin mittaustulos sijoittuu kuvassa, jossa yhdellä akselilla on punaisen valon vaimeneminen ja toisella vihreän ja punaisen valon vaimenemisen suhde (Kuva 20). Humuspitoiset Pääjärvi ja Keravanjärvi muodostavat oman joukkonsa ja samea jokivesi omansa.

Mittauksissa käytetty prototyyppi oli iso ja kallis valmistaa. Tulokset kuitenkin osoittivat, että mittaussäiliön ei tarvitse olla kovin suuri, joten keväällä 2011 kehitettiin pieneen, teollisesti valmistettuun kahvin säilytyslaatikkoon sopiva versio (Kuva 21). Kesän 2011 aikana tehdyt testit osoittivat, että tämän version mittaustarkkuus on hyvin lähellä isomman version tarkkuutta.



Kuva 20. Veden luokittelu Secchi3000-mittauksen avulla. Lyhenteiden selitykset: Rajas M = Helsingin rannikko, Lautt J = Helsingin rannikko, Vanta J = Vantaanjoki, Vesij S = Vesijärvi, Paija J = Päijänne, Kerav A = Keravanjärvi, Puuja S = Puujärvi, Vesij So = Vesijärvi, Vesij No = Vesijärvi, Vesij Mi = Vesijärvi, Ylisk S = Helsingin rannikko, Meris S = Helsingin rannikko, Paeja We = Lammin Pääjärvi, Paeja Mi = Lammin Pääjärvi.



Kuva 21. Secchi3000-laitteen pienempi säiliöprototyyppi. Mittauspurkin osat (vas.) ja mittausta varten koottu purkki (oik.). Kuva otetaan digikameralla kannessa olevan reiän kautta. Mustat seinät ovat tarralla päällystettyä muovia. Laitteen korkeus on 20 cm, leveys 12 cm ja syvyys 8 cm. Säiliön paino vedellä täytettynä on noin 1,5 kg. Digikamera-kuva otetaan reiästä säiliön yläosassa. Mittaustasojen (mustat ja valkoiset levyt) välimatka on 10 cm.

6.3

Mobiwater & EnviObserver

Mittaustiedostojen välittämiseksi käyttäjältä prosessointijärjestelmään testattiin VTT:n kehittämää EnviObserver-palvelua (<http://knowledge.vtt.fi/eo/tietoja.jsp>). EnviObserver on puhelimeen asennettava ohjelma, jolla voi lähettää aika- ja koordinaattitietoja sisältäviä havaintoja palvelimelle käsiteltäviksi. Tällä hetkellä havaintoja voi tehdä ilman- ja vedenlaadusta (esim. levälautat) ja lähetetyt tulokset näkyvät kartalla verkkopalvelussa (<https://knowledge.vtt.fi/eo/>). EnviObserveria kehitetään edelleen CLEEN/MMEA-ohjelmassa².

Tähän mennessä tehdyt testit ovat osoittaneet, että EnviObserver soveltuu Secchi3000-mittauksien tiedonsiirtoon. Sen avulla pystytään lähettämään puhelimen kameralla otettu kuva sekä aika ja paikkatiedot.

Jatkokehityksessä tulisi huomioida seuraavat tarpeet:

1. Kuvien valotuksen kontrollointi älypuhelimessa
2. Paluuviestin lähettäminen takaisin käyttäjälle (tulokset)
3. Mahdollisuus muunlaisen datan lähettämiseen (esim. Secchi-levyllä mitattu näkösyvyys)
4. Kuvien ja metadatan siirto EnviObserver-järjestelmästä analysoitavaksi.

Koska kaikilla kansalaishavaintojen tekemisestä kiinnostuneilla ei välttämättä ole älypuhelin, johon EnviObserverin voi asentaa, on hyvä tehdä myös Internet-pohjainen palvelu, johon voidaan tietokoneen avulla lähettää mittauskuvia analysointia varten. Tällaisessa järjestelmässä paluuviestin voisi lähettää sähköpostilla.

² CLEEN Oy (Cluster for Energy and Environment) on energian ja ympäristön strategisen huipputoiminnan keskittymä (<http://www.cleen.fi/fi>). Measurement, Monitoring and Environmental Assessment (MMEA) on yksi sen osahankkeista.

Kansalaishavainnoinnin mahdollisuudet sekä yksityisen ja julkisen sektorin yhteistoiminta

Testilaitteilla saadut tulokset osoittavat, että vedenlaatua voidaan mitata tavallisella digikameralla, kun apuna on Secchi3000-oheislaite. Teollisesti tuotettuna Secchi3000-laitteita voidaan valmistaa hyvin edullisesti, arviolta 10-20 €/kpl, suurissa volyyymeissä jopa tämän alle. Tällöin niitä voidaan myydä tai sopivien sponsoreiden turvin jakaa kiinnostuneille ihmisille. Myös älypuhelimien (EnviObserver-käyttöliittymää varten) käyttäjämäärä on kasvanut, joten tekniset valmiudet vedenlaadun kansalais-havainnointiin ovat hyvät.

Teknisen kehitystyön lisäksi myös kansalaismittaustoiminnan jatkuva ylläpito ja mittaajaverkoston laajentaminen vaativat panostusta. Kansalaisten motivoimiseksi on useita vaihtoehtoja:

- *Osallistaminen.* Kansalainen kokee tekevänsä tärkeää työtä ympäristön hyväksi, jolloin hän ei näe ongelmaksi tehdä mittauksia ilmaiseksi muiden toimiensa ohessa.
- *Tiedolla palkitseminen.* Kansalaiselle voidaan tarjota palkkioksi tietoja ympäristöstä paluuviestin yhteydessä. Kaukokartoitus tarjoaa tähän yhden mielenkiintoisen mahdollisuuden vedenlaatukarttojen muodossa. Toinen mahdollisuus on pääsy ammattilaisten keräämiin vedenlaatutietokantoihin.
- *Kilpailut.* Järjestämällä kilpailuja yksilöille ja yhteisöille esimerkiksi sosiaalisen median kautta, voidaan mittauksia kohdentaa esimerkiksi tietylle alueelle.
- *Pienet rahalliset tai muut palkkiot.* Julkisen sektorin rahoittamien palkkioiden lisäksi on mahdollista käyttää myös yksityistä rahoitusta. Mainostilaa voidaan myydä myös Secchi3000-laitteen kyljessä, esim. ”Tämän laitteen lahjoitti Yritys X järven Y hyväksi”. Palkkioihin käytettävää tuloa voidaan saada myös myymällä tietoa siitä, ketkä mittauksia tekevät ja missä mittauksia tehdään. Tätä tietoa voidaan käyttää muiden tuotteiden ja palveluiden markkinoimiseksi vapaaehtois-mittaajille. Tämä luonnollisesti vaatisi selkeitä sopimuksia ja ohjeita, esimerkiksi henkilötietojen luovuttamisesta ja mittaustiedon käyttö- ja omistusoikeuksista.
- *Toiminta paikallisten aktiiviteettien osana.* Yksityiselle kansalaiselle havainnoinnin ja mielenkiinnon kohde on useimmiten oma kotijärvi tai muu läheinen vesialue. Tämän vuoksi vapaaehtoisen havainnoinninkin tulisi nivoutua kiinteästi niihin paikallisiin toimintoihin, joita sen lähistöllä harrastetaan. Havaintojen teko ei luultavasti olisi pääasiallinen kiinnostuksen kohde, mutta se toisi apua ja lisä-arvoa havaitsijalleen osana kalastus-, melonta-, veneily-, sukellus- tai muuta harrastusta, mökkeilyä ja muuta vapaa-ajanviettoa.

7 Julkiseen ympäristötietoon perustuvat liiketoiminta- ja palvelumahdollisuudet

Antti Herlevi, Marika Bröckl, Saku Anttila

Julkisin varoin kerätyn ympäristötiedon heikko hyödyntäminen yrityssectorilla on jo pitkään tiedossa ollut ongelma. Ihmisten kasvava kiinnostus lähiympäristöään kohtaan ja Suomessa tällä hetkellä meneillään oleva julkisen ympäristötiedon vapautuminen tuovat mukanaan liiketoimintamahdollisuuksia. Nämä eivät ole kuitenkaan vielä jäsentyneet selkeästi eikä kaikkia niihin liittyvä mahdollisuuksia ole vielä ymmärretty. Järvien vedenlaatu palvelu –hankkeessa tavoitteena oli tarkastella julkisen ympäristötiedon käytön haasteita ja mahdollisuuksia liiketoiminnassa. Järjestetyissä työpajoissa mietittiin, miten julkisia tietovarantoja voitaisiin hyödyntää innovatiivisesti liiketoiminnassa sekä ideoitiin uusia mahdollisuuksia. Tässä kappaleessa esitetään keskeiset tulokset työpajoista, joita suunnittelivat ja koordinoivat Gaia Consulting Oy ja Green Net Finland.

7.1

Haasteita ja mahdollisuuksia

Julkiseen ympäristötietoon perustuvan liiketoiminnan kehittämiseksi on nähtävissä useita haasteita, mutta samalla myös mahdollisuuksia. Järvien vedenlaatu palvelu –hankkeessa järjestetyissä työpajoissa tunnistettuja ongelmia olivat 1) markkinoiden koko ja sijainti, 2) kokonaisuuden paketoitiossaaminen ³, 3) liiketoimintamahdollisuudet ja yhteistyö sekä 4) kehityshankkeiden rahoituksen ja jatkuvuuden takaaminen.

Markkinoiden koko ja sijainti. Suomen kotimarkkinat ovat pienet ja eri toimijoiden yhteistyön tarve on tunnistettu ympäristöön ja veteen liittyvän tekniikan sekä palveluiden alalla. Kotimarkkinoita rajoittaa heterogeenisuus ja sirpaleisuus monesakin mielessä. Maantieteellisesti kaikilla alueilla ei ole yhtäläisiä mahdollisuuksia kerätä tietoa ja tarjota palveluita. Toisaalta myös tiedon keräämisen ja hallinnan tekninen toteutus on hyvin moninaista. Tämän vuoksi olisi tärkeää kehittää eri toimijoiden yhteistyötä ja roolijakoa sekä luoda palveluita, jotka tukevat toisiaan, mutta eivät ole päällekkäisiä.

Ympäristöstä kerätään hyvin paljon erilaista tietoa, jonka kokonaisvaltainen hyödyntäminen on vasta alussa. Hankkeen työpajojen keskusteluissa pidettiin tärkeänä, että palveluiden suunnittelussa tulisi huomioida myös Suomen ulkopuolisten markkinoiden tarpeet. Tässä voitaisiin hyödyntää julkisten tutkimuslaitosten usein hyvinkin laajoja kansainvälisiä yhteyksiä. Keskusteluissa todettiin myös, että kehittyvillä markkinoilla on paljon veden laatuun ja saatavuuteen liittyviä ongelmia. Näiden markkinoiden pieni maksukyky tulisi kuitenkin huomioida palveluiden ja tuotteiden suunnittelussa.

³ Paketoitiossaamisella tarkoitetaan käyttäjätarpeiden, tuotteen/palvelun ja sen tuotannon kokonaisvaltaista hallitsemista

Kokonaisuuden paketoitiossaaminen. Palveluiden suunnittelun ja etenkin paketoitiossaamisen puute nostettiin esiin työpajojen keskustelussa. Esimerkiksi automaattisten mittausasemien toimitukseen, huoltoon ja ylläpitoon on syntynyt kokonaisuuksia tarjoavaa liiketoimintaa, mutta kokonaisten asiakaslähtöisten palvelujärjestelmien rakentaminen on puutteellista. Usein palvelujen kehittämisessä tarvitaan ennemminkin pienten palasten yhteen sovittamista, kuin isojen ja teknisesti monimutkaisten kokonaisuuksien luomista. Ympäristötietoon perustuvien palveluiden kiinnostavuutta voisi lisätä liittämällä ne muuhun tietoon ja palveluihin, kuten esimerkiksi sosiaaliseen mediaan, keskustelupalstoihin ja tapahtumakalentereihin. Palvelun kehitystyössä on tunnistettava asiakkaiden tarpeet sekä se, että asiakkaan ongelmat eivät välttämättä ole monimutkaisia.

Liiketoimintamahdollisuudet ja yhteistyö. Suomessa menneillään oleva julkisen tiedon vapautuminen ja sen mukanaan tuomat liiketoimintamahdollisuudet ovat vielä jäsentymättömiä: avoimesti saatavilla oleva ympäristötieto ei ole vielä muotoutunut palveluiksi. On myös mahdollista, että yritykset eivät vielä näe konkreettisia mahdollisuuksia palveluliiketoiminnan syntymiselle. Esteenä hyödyntämiselle voi olla esimerkiksi se, että mitattu tieto ei ole kustannustehokkaasti käytettävissä tai sen tulkintaan tarvitaan asiantuntijan apua.

Tällä hetkellä ympäristötietoon perustuvan liiketoiminnan maksavina asiakkaina ovat lähinnä yritykset tai julkiset tahot, eivätkä niinkään yksityiset kansalaiset. Kansalaisille suunnatuissa palveluissa on tunnistettavissa mahdollisuuksia. On kuitenkin nähtävissä, että ympäristötiedon hyöty liiketoiminnassa syntyy vasta yhdistettäessä sitä muun tiedon tai palveluiden kanssa.

Koska ympäristömittausten ja niihin liittyvän tiedonhallinnan koko kenttää on mahdotonta hallita, tarvitaan yhteistyötä julkisen ja yksityisen sektorin sekä muiden toimijoiden välillä. Yleistäen voidaan sanoa, että yritykset ottavat uusia menetelmiä nopeammin käyttöön, mutta viranomaisten vaatimukset käytettävistä menetelmistä laahaavat usein perässä. Tämä saattaa olla esteenä myös tiedon hyödyntämiselle. Julkisten toimijoiden ja yritysten yhteistyö tulisi aloittaa ympäristötietoon perustuvien palvelukokonaisuuksien kehitysvaiheessa. Näin yrityksiltä tulleita parhaita käytäntöjä ja hyviä toimintamalleja voitaisiin ottaa käyttöön myös julkisella sektorilla ja toisaalta yritysten tarpeet esimerkiksi tiedon saatavuudelle tulisi huomioitua varhaisessa vaiheessa.

Julkisen ja yksityisen sektorin välistä roolijakoa tulisi selkeyttää. Tunnistamalla eri toimijoiden erikoisosaamisalueet vällyttäisiin päällekkäisyyksiltä palvelukokonaisuuksissa. Jo olemassa olevia palvelukokonaisuuksia ja -ideoita tulisi kartoittaa ja hyödyntää. Erityisesti Yhdysvalloissa ja Kanadassa julkisen tiedon vapaa saanti on synnyttänyt paljon liiketoimintaa. Toiminnan aloittamista tukisi sekä kansallisille ja kansainvälisille markkinoille suunnattu markkinatutkimus. Hankkeen työpajoissa ehdotettiin, että alan toimijoiden yhteisten asioiden ja palveluiden kehittämistä tulisi koordinoita keskitetysti. Potentiaalinen taho voisi olla SITRA tai Finnish Water Forum.

Kehityshankkeiden rahoituksen ja jatkuvuuden takaaminen. Uusien liiketoimintalueiden syntyminen vie yleensä aikansa ja riittävän pitkäkestoisen rahoituksen saaminen on usein yksi edellytys onnistumiselle. Kehitystyön jatkuminen näyttää turvatulta lyhyellä tähtäimellä, mutta pysyvien yrityspalveluiden syntyminen edellyttää usein pitkäkestoista kehitystyötä. Tämän vuoksi jatkuvuuden puuttuminen nousee monissa kehityshankkeissa ongelmaksi. Sen sijaan että voitaisiin keskittyä seuraavaan vaiheeseen ja liiketoiminnan kehittämiseen, joudutaan usein etsimään uutta kehityspainotteista hanketta ja järjestämään sille rahoitusta.

Tutkimus- ja kehityshankkeissa yritykset tulisi saada paremmin sitoutumaan hankkeisiin jo niiden valmisteluvaiheissa. Esimerkiksi Tekes-hankkeissa edellytetään hyödyntämispolun tunnistamista, mutta sitä ei käytännössä useinkaan toteuteta, koska

kaupallistaminen ei ole tutkimuslaitosten tehtävä. Ympäristötiedon jalostamiseen ja jakamiseen liittyvien palveluiden kehittämiseen kaivattaisiin erityisesti veturiyrityksiä tai esimerkiksi kuntia, joilla olisi riittävät resurssit kehittää alkavaa uutta liiketoimintaa tai palveluja. Onnistuneet referenssit auttavat palveluiden kehittämisessä ja innostavat uusia yrityksiä mukaan.

7.2

Hankkeen työpajoissa syntyneet liiketoimintaideat

Järvien vedenlaatu palvelu –hankkeen työpajoissa ideoitiin myös julkiseen ympäristötietoon perustuvia liiketoimintamahdollisuuksia. Näistä nousi neljä kokonaisuutta, joissa katsottiin olevan eniten potentiaalia.

Tiedon yhteenvetopalvelut. JVP-hankkeen kantavana ajatuksena on ollut kehittää paikallista, julkista tutkimusinfrastruktuuria, joka tallentaa erilaisia tietolähteitä sekä tukea niihin perustuvien palveluiden syntymistä. Paikalliseen ympäristötietoon perustuvalla palvelulla on nähtävissä mahdollisuuksia esimerkiksi yhdistämällä ympäristötietoa sopivasti muihin kiinnostaviin palveluihin tai tietoihin. Myös erilaisilla varoitus- ja neuvontapalveluilla sekä vesienhoidon suunnitteluvaihtoehtoon ja velvoitetarkkailuun liittyvillä palveluilla arveltiin olevan kysyntää. Yhteenvetopalvelut voivat muodostaa erilaisia palvelukokonaisuuksia, joilla voi olla erilaiset kohderyhmät. Yleisesti oltiin kuitenkin sitä mieltä, että onnistuakseen vastaava palvelu tulisi olla otettavissa käyttöön useilla seuranta-alueilla.

Kiinteistöihin liittyvät palvelut. Potentiaalisia maksavia asiakkaita voisi löytyä kiinteistöihin liittyvien palveluiden kohderyhmistä, joihin kuuluvat esimerkiksi mökinomistajat, kiinteistönvälittäjät, kunnat ja kiinteistön tai rantatontin ostamisesta kiinnostaneet tahot. Hankkeen työpajoissa tunnistettiin tarve kiinteistöjen arvoon vaikuttavalle veden laatutiedolle ja sen analyysille. Yleisesti hyvinä kehittämisen kohteina voidaan pitää omistukseen ja omaisuuteen liittyvien ympäristötiedon ja palveluiden tuottamista. Palvelun potentiaalisiksi hyödyntäjiksi nähtiin etenkin kiinteistöjen hallinnan ja myynnin parissa työskentelevät yritykset.

Tiedon täydennyspalvelut. Tietoon perustuvien palveluiden kehittymiselle syntyy hankalasti ylitettävä kynnys, jos palveluiden tarvitsemia pohjatietoja ei ole riittävästi saatavilla. Tietojen puute rajoittaa palveluiden syntymistä useilla alueilla. Tiedonhankinnan kokonaisuutta, mikä sisältää esimerkiksi vesinäytteiden laboratorioanalyysit, automaattiasemien hankinnan ja ylläpidon, kaukokartoitusseurannan sekä näitä yhdistävät verkkopalvelut, ei saa yksittäisen toimijan kautta. Esimerkiksi kunnilla, kalastuskunnilla tai vesienhoitoyhdistyksillä voisi olla tarvetta tällaisten kokonaisuuksien määrittelyyn, hankkimiseen ja ylläpitämiseen.

Havaintolaitteisiin ja havaintotoimintaan liittyvät palvelut ja mittalaitteiden valmistus. Erilaisten mittalaitteiden valmistamisen sekä vapaaehtoishavainnointiin liittyvien palveluiden käyttöönoton, organisoinnin ja laajentamisen odotetaan jatkossa synnyttävän merkittävää liiketoimintaa. Älypuhelimien yleistyminen helpottaa vapaaehtoisten tekemiä mittauksia ja tiedonsiirtoa. EU on sijoittamassa huomattavia summia vapaaehtois seurantaan soveltuvien edullisten mittalaitteiden ja niiden hyödyntämistekniikan kehittämiseen. Esimerkiksi JVP-hankkeessa kehitetty ja testattu Secchi3000-laittekonsepti soveltuu tällaiseen toimintaan hyvin (ks. Luku 6).

Hankkeen työpajoissa nousi esiin myös joukko muita liiketoimintamahdollisuuksia. Nämä ovat listattuna taulukkoon 5.

Taulukko 5. Hankkeen ensimmäisessä työpajassa esiin nousseita liiketoimintaideoita.

Liikeidea	Kuvaus	Asiakkaat
Kaivovesimittari	Palvelu kertoo karkeasti kaivoveden laadun, lämpötilan sekä määrän. Tiedot toimitetaan mobiililaitteisiin sekä tietokantaan.	Kaivonomistajat Huoltopalveluyritykset Kunnostuspalveluja tarjoavat yritykset Alueella toimivat yritykset, jolla on seurantavelvoite (Viranomaiset)
Maalämpökaivomittaus	Palvelu kokoaa tiedot maalämpökaivosta sekä säästä. Palvelu analysoi tietoa, ohjeistaa tarvittavista toimenpiteistä sekä huoltotarpeista. Asiakas maksaa tiedosta, mittarista ja huollosta.	Omistajat Huoltopalveluyritykset Kunnostuspalveluja tarjoavat yritykset Alueella toimivat yritykset, joilla on seurantavelvoite Viranomaiset
”Mökkimittari”	Mittaa kaivoveden laadun ja määrän. Mittaa järviveden laadun ja korkeuden. Lisäpalveluina tarjotaan sääpalvelut ja sähkönkulutustieto. Kameraseuranta mökkialueelta voisi olla tarvittaessa osana palvelua.	Kuluttajat
Jätevesimittari	Mittari kertoo jätevesijärjestelmän huollon tarpeen. Kertoo jäteveden laadun ja sen täyttääkö se asetetut vaatimukset. Tiedot toimitetaan mobiililaitteeseen tai erilliseen tietokantaan. Asiakas maksaa tiedosta, mittarista sekä huollosta.	Kiinteistöjen omistajat Järvivesihuoltopalveluja tarjoavat yritykset
Lämpöpumppujen seuranta- ja ongelmien ennakointipalvelu	Palvelu mahdollistaa lämpöpumppujen toiminnan seurannan. Palvelu auttaa tunnistamaan tai ennakoimaan lämpöpumppujen ongelmia.	Kuluttajat Huoltopalvelun tarjoajat
Ympäristötietoa maanomistajille / ostajille	Kiinteistön ja tontin ympäristötiedot kootaan yhtenäiseen palveluun. Palvelu tarjoaa tietoa ruoppauksista ja vesiensuojelutoimenpiteistä. Alueen kaavat ja suunnitelmat kootaan nähtäville. Asiakas maksaa siitä, että saa valmiiksi koottua tietoa.	Kuluttajat Kiinteistövälittäjät
Uimarannan veden reaaliaikaiset tilatiedot	Uimarantojen tilasta kerätään tietoa reaaliaikaisesti nettiin ja jaetaan asiakkaille myös mobiililaitteiden kautta. Esimerkkejä jaettavista tiedoista ovat: tieto sinilevän liikkeistä ja levinneisyydestä, veden lämpötila ja laatu jne.	
Vesistötieto	Kerätään trenditietoa sekä nykyarvot vesistöistä esimerkiksi veden puhtaus, korkeus, lämpötila, jäättilanne jne.	Kuluttajat Yritykset Kaupungit ja kunnat
Vesisertifikaatit	Veden laadulle ja käytön vaikutuksen vesisertifikaatit. Lasketaan vesijalanjälki. Ekosysteemipalvelut. Veden määrä ja jäljitettävyys.	Kuluttajat Teollisuus
Tiedon hankinta (Crowd sourcing) / vapaaehtoishavainnointi	Tiedon hankintaan tehoa päällekkäisyydellä. Crowd sourcing -toiminnan hyödyntäminen tiedon keruussa. Vapaaehtoishavainnointi liitetään mukaan mittalaittein tuettuna. Mittaajakoulutus retkioppaille. Retkioppaat kyselijöinä/keräilijöinä sekä kouluttajina. Laboratorion ”vapaa-ehtoismittaukset”. Paikallistoiminnan organisointi.	Paikallisen ympäristötiedon kerääjät ja organisoijat.

Liikeidea	Kuvaus	Asiakkaat
Tiedon analysointi ulkoistettuna ja jaettuna toimintana	Tietäjien verkoston luonti. Rantojen ja lähimetsien seurannan yhdistelmä. (prosesointi, hankinta /kilpailutus) Tiedon ”aukkojen” paikkaaminen omilla tuotoksilla: mittausten myynti.	
Datan täydennyspalvelu	Datan täydennyspalvelussa useasta lähteestä kerättyä tietoa analysoidaan esimerkiksi redundanssia tai korrelaatiota hyväksikäyttäen. Tarvittaessa täydennetään dataa lisämittauksilla tai vapaaehtoisten tekemillä mittauksilla laadun ja kattavuuden varmistamiseksi.	Tiedon julkaisijat Matkailuyritykset Tutkijat Teollisuusyritykset Viranomaiset
Datan yhteenvetopalvelu	Eri lähteistä kerätty ja analysoitu tieto saatetaan yhteenvetopalvelussa ymmärrettäväksi. Yritys tarjoaa koulutusta ja mittaajat koordinoivat myös vapaaehtoistoimintaa. Koulutetut mittaajat mittaavat ja täydentävät julkista dataa. Yritys optimoi alueellisen toiminnan. Esimerkiksi varoituspalveluja tarjotaan.	Kuluttajat Yritykset Viranomaiset Kunnat ja kaupungit
Norppaseuranta	Palvelu seuraa norppien liikkeitä ja ilmoittaa niistä kalastajille.	Kalastajat Luonnonsuojelijat Viranomaiset
Palvelu vesireiteistä / luontopoluista kouluille ja luontoharrastajille	Kouluille suunnitellaan vesireittejä/ luontopolkuja. Tuotetaan oppilaille havaintotietoja ja –pisteitä sekä lajitietoja. Luontohavainnot tuotetaan ”bongareille”. Asiakkaat maksavat luontoreitin /opetusreitin käyttöoikeudesta, havaintorekistereistä sekä tunnustusavusta.	Koulut ja päiväkodit Luonnossaliikkujat
Energiapörssipalvelut	Asiakas maksaa trenditiedosta ja ennustettavuudesta.	Energiayhtiöt Suurkuluttajat Konsultit
Metadatatapalvelu / kansalaisten ilmoituspalvelu	Mielenkiintoisia luontohavainnot sisältävän tietokannan ylläpitäminen. Tämä voisi sisältää esimerkiksi seuraavanlaisia tietoja/ilmoituksia: ”Sain tänään ahvenen” tai ”Nyt lähtivät jäät”, ”Sinilevää havaittu” tai ”Nyt on merirokon kiinnittymisajankohta veneiden pohjiin”. Metadatatapalvelun tarjoaminen: mitä on havaittu ja missä. Asiakas maksaa esimerkiksi ilmoituksesta kännykkään pari euroa /tapahtuma tai kiinteän kuukausimaksun.	Kansalaiset Veneilijät Kunnat Konsultit

8 Yhteenveto ja tulevaisuuden näkymiä

Timo Pyhälähti, Saku Anttila

Julkisen data tarjoaa merkittäviä – toistaiseksi hyödyntämättömiä – mahdollisuuksia uudelleenkäyttöön uusissa tuotteissa ja palveluissa sekä kustannussäästöihin hallinnoissa. Jos tämä voimavara vapautettaisiin avoimesti käyttöön, voitaisiin EU:ssa saavuttaa vuosittain 40 miljardin euron taloudelliset hyödyt. Julkisen datan avaaminen edistäisi myös kansalaisten osallistumista poliittiseen ja yhteiskunnalliseen toimintaan ja tukisi politiikan eri osa-alueita, kuten ympäristöpolitiikkaa (Euroopan komissio, 2011).

Avoimen ympäristötiedon määrä kasvaa huomattavaa vauhtia sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Suomessa päätökset kansallisten tietovarantojen avaamisesta on jo periaatetasolla tehty (Valtioneuvoston kanslia, 2011) ja esimerkiksi ympäristöhallinnon alalla osa päätöksistä on jo toimeenpantu. Vastaavasti kansainvälisten, erityisesti eurooppalaisten, ympäristötietopalveluiden odotetaan kehittyvän täyteen toimintavalmiuteen lähivuosina. Samaan aikaan tiedon hallinnan ja jakelun menetelmiä ollaan yhtenäistämässä. Julkiseen ympäristötietoon perustuva liiketoiminta on kuitenkin vasta käynnistymässä ja ansaintalogiikat hakevat vielä muotoaan.

Perinteisen manuaalisen seurannan rinnalle tulleiden uusien menetelmien, kuten automaattiasemien tai kaukokartoitusmittausten, avulla saadaan huomattavasti aiempaan enemmän mittaustietoa vesiympäristöistä. Uudet menetelmät auttavat erityisesti veden laadussa tapahtuvien alueellisten ja ajallisten muutosten havaitsemisessa. Ympäristön seurannassa niiden varaan on myös laskettu huomattavia kustannussäästöjä. Räjähdysmäisesti kasvanut ja entistä tarkempi ympäristötieto luo myös uusia mahdollisuuksia sen hyödyntämiselle liiketoiminnassa. Tämä edellyttää kuitenkin kehittyneitä menetelmiä tiedon keräämiseen, tallentamiseen, jalostamiseen sekä jakeluun. Ympäristötiedon sekä siitä automaattisten laskettujen kokoomatietojen helppo saatavuus on tärkeää sekä tutkimukselle että tietoa hyödyntäville yrityksille.

8.1

Julkaisun yhteenveto

Hankkeen alussa tehdyn kyselytutkimuksen tulokset olivat rohkaisevia. Lähijärvestä ja sen tilasta ollaan hyvin kiinnostuneita ja siihen liitetyillä palveluilla oli tunnistettavissa potentiaalisia käyttäjiä. Eri toimijoiden keräämä ympäristötieto tallennettiin paikalliseen tietokantaan ja luodun julkisen rajapinnan kautta se saatiin helpommin sekä yritysten että tutkijoiden käyttöön. Vesijärvisäätiön verkkosivujen (www.puhdasvesijarvi.fi) reaaliaikaisten havaintojen esittäminen perustuu hankkeessa luotuun julkiseen ja paikalliseen ympäristötietokantaan.

Hankkeen aikana vahvistui käsitys siitä, että pelkkä veden laadun mittaustoiminta ja tiedon välittäminen ei riitä. Havaintojen tulkintaan ja soveltamiseen käyttökelpoi-

seksi informaatioksi tarvitaan asiantuntemusta. Tutkimuksen avulla voidaan myös kehittää entistä kiinnostavampaa tietoa, kuten ennusteita tai eri menetelmiä yhdistäviä tulkintoja. Tärkeää on myös ymmärtää, että mittaustietoon perustuva palvelu on tyhjän päällä ilman tietoa mittauksen tarkkuudesta.

Uutena yhteistoiminnan tyyppinä hankkeessa kehitettiin vapaaehtoisavainnointiin tarvittavia mittalaitteita ja tiedonsiirron palveluita. Kehitetyllä Secchi3000-mittalaitteella voidaan tuottaa käyttökelpoisia havaintoja veden näkösyvyydestä, sameudesta sekä humus- ja kiintoainemääristä vedessä. Mittaus perustuu esimerkiksi kännykän digikameran käyttöön, eikä se vaadi monimutkaista koulutusta. Suunniteltua MobiWater-toiminnallisuutta, eli mittaustiedon lähettämistä ja tulosten palauttamista mobiilipalveluna, kokeiltiin SYKE:n, IBM:n ja VTT:n yhteisellä Levävahti -palvelulla⁴. Vapaaehtoisavaintojen keräämistä voidaan paremmin kokeilla sitten, kun mittalaitteita on saatavissa laajemmin kuin pelkinä prototyyppilaitteina. Tiedossa ei ole, että mikään potentiaalinen kilpailijakonsortio olisi suunnitellut vedenlaadun mittauksia samantyyppisillä laitteilla.

8.2

Tulevaisuuden näkymiä

Järvien vedenlaatu palvelu (JVP) -hankkeessa luotiin paikallinen ympäristötietokanta, jolla haluttiin demonstroida nykyiseen hallitusohjelmaankin kirjattua julkisten tietovarantojen avaamista ja niiden hyödyntämistä. Jalostamalla ympäristötietoa ja helpottamalla pääsyä julkisiin tietovarantoihin tuetaan uuden liiketoiminnan syntymistä ja samalla luodaan perustaa julkisen ja yksityisen sektorin yhteistoiminnalle. Tavoitteena oli rakentaa tutkimusinfrastruktuuria, jonka useat toimijat kokevat hyödyllisenä. Näin haluttiin luoda pysyviä rakenteita ja samalla edistää entistä kustannustehokkaampaa ympäristönseurainta.

Vesijärven tapauksessa eri toimijoiden yhteistyö lähti hyvin käyntiin. Alueella oli jo valmiiksi aktiivista tutkimustoimintaa, valveutuneita alueellisia toimijoita ja päättäjiä sekä alasta kiinnostuneita yrittäjiä. Lisäksi paikalliset asukkaat ovat erityisen kiinnostuneita Vesijärven tilasta. Yhdistämällä eri tietolähteitä ja palveluita voidaan niiden kiinnostavuutta kasvattaa huomattavasti. Liittämällä ympäristötieto osaksi muuta sisältöä, kuten keskustelupalstoja, kirjoituksia tai sosiaalisen median palveluja, voidaan liiketoiminnalle luoda paremmat onnistumismahdollisuudet.

Kriittiseksi tekijäksi palvelun onnistumiselle huomattiin pysyvän yhteistyön kehittäminen eri toimijoiden välille. Oleellista on, että yhteistyötä tehdään avoimesti ja siihen sitoudutaan pitkäjänteisesti. Näin opitaan tunnistamaan eri toimijoiden osaamisalueet ja myös tarpeet. Liiketoiminnan kannattavuuden vuoksi on tärkeää, että toimintamalli sekä yrityksen kehittämä palvelu voidaan kopioida ja ottaa käyttöön uusilla seuranta-alueilla.

Älypuhelimien yleistyessä kansalaishavainnoinnin mahdollisuudet ympäristön seurannassa ovat muuttumassa. Helppo mittaus, tiedonsiirto sekä mahdollisuus liittää mittaus esimerkiksi sosiaalisen median palveluihin, oletettavasti lisäävät kiinnostusta havaintopalvelua kohtaan. On odotettavissa, että vapaaehtoiseen havainnointiin perustuvan tiedon määrä sekä siihen liittyvä palvelut kasvavat merkittävästi. Myös viranomaiset ovat tunnistaneet vapaaehtoisavainnoinnin mahdollisuudet ympäristön tilaa kuvaavan tiedon tuottajana. Hankkeessa kehitetty Secchi3000-laitte soveltuu hyvin vapaaehtoiseen ympäristön havainnointiin. Toimintaa ja kehitystyötä on kuitenkin siirrettävä yritysvetoiseksi, jotta sitä voitaisiin täysimääräisesti hyödyntää myös kaupallisesti.

⁴ Levävahti on älypuheliiniin ladattava sovellus, jolla voi lähettää havaintoja sinilevätilanteesta tai rakkolevän esiintymisestä. Havainnot näytetään kartalla, ja niistä on hyötyä muille vesilläliikkuville sekä levätilannetta arvioiville viranomaisille (<http://www.jarviwiki.fi/wiki/Levavahti>)

Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyön kehittämisessä riittää vielä tehtävää. Avoimen ympäristötiedon määrä on kasvamassa huomattavasti ja sen hyödyntäminen liiketoiminnassa on vasta alussa. Sekä kansallisten että kansainvälisten markkinoiden selvitystyötä tarvitaan, sillä tietoa markkinoista ja niiden mahdollisuuksista ei ole riittävästi käynnistämään investointeja tämän tyyppiseen toimintaan. Esimerkkejä voisi hakea muun muassa Yhdysvalloista, jossa avoin julkinen informaatio on luonut merkittävää liiketoimintaa. Tulevaisuudessa myös kehitysmaiden tarpeet tulisi ottaa huomioon, kun tehdään markkinatutkimuksia, jotka liittyvät ympäristöön liittyvien palveluiden kehittämiseen.

Kerätyn tiedon hyödyntämistä yritystoiminnassa voidaan kehittää ottamalla käyttöön vakioituja tiedonhallinnan menetelmiä sekä kehittämällä eri toimijoiden kokonaisuutta palvelujärjestelmiksi. Tätä edistetään vuonna 2011 alkaneessa VETCombo-hankkeessa (Tekes, Vesiohjelma, 2011-2013), jossa painotetaan erityisesti käyttäjälähtöisten palveluiden kehittämistä.

Kiitokset

Haluamme kiittää Juhani Järveläistä, Perttu Tammista ja Viljami Viippolaa vesinäytteenotosta, Jukka Pellistä ja Santeri Savolaista laboratorioanalyyseistä ja Mikko Kervistä MATLAB-avusta. Heikki Kauhanen ja Juho Lumme (Aalto) avustivat kameroiden ominaisuuksien selvittämisessä. Xavier Gorroño Viñegla (Espanja) auttoi mittauksissa ja analyyseissä. Renne Tergujeff, Markku Huttunen, Timo Toivanen ja Ville Kotovirta (VTT) auttoivat EnviObserverin kanssa. Pekka Rummukainen (Aalto) avusti Secchi3000-prototyyppien valmistamisessa.

Järvien vedenlaatupalvelu –hanke kuului Tekesin Vesiohjelmaan. Tekesin ja hankkeeseen osallistuneitten tutkimuslaitosta ohella sitä rahoittivat Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö, NabLabs Oy, Länsi-Uudenmaan Vesi ja ympäristö ry sekä EHP-Tekniikka Oy. Edellä mainittujen lisäksi hankkeeseen osallistui työpanoksella JPPSoft Oy, Luode Consulting Oy sekä Labyrintti Media Oy.

KIRJALLISUUS

- Airamo, R. 2008. Lahden Ankkuri – rantakaupungin nousu tehtaan raunioista. Lahden kaupunginmuseo. 288 s.
- Anttila, S., Ketola, M., Vakkilainen, K. & Kairesalo, T. 2012. Assessing temporal representativeness of water quality monitoring data. *Journal of Environmental Monitoring* 14: 589-595.
- Euroopan komissio, 2011. Avoin data – Innovoiminen, kasvun ja läpinäkyvän hallinnon moottori. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle. Euroopan komission tiedonanto. KOM (2011) 822 lopullinen. Bryssel 12.12.2011. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0882:FIN:FI:DOC>
- Campbell, D., Hurry, V., Clarke A.K., Gustafsson, P. & Öquist, G. 1998. Chlorophyll fluorescence analysis of cyanobacterial photosynthesis and acclimation. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 62: 667-683.
- Dabberdt, W., Koistinen, J., Poutiainen, J., Saltikoff, E. & Turtiainen, H. 2005. The Helsinki mesoscale testbed. *Bulletin of the American Meteorological Society* 86: 906-907.
- Doerffer, R. & Schiller, H. 2008. MERIS regional coastal and Lake Case 2 water project atmospheric correction—MERIS algorithm theoretical basis document. V1.0, 8 June 2008, GKSS Research Center, Geesthacht, Germany.
- Gerber, S. & Häder, D.-P. 1995. Effects of enhanced solar irradiation on chlorophyll fluorescence and photosynthetic oxygen production of five species of phytoplankton. *FEMS Microbiology Ecology* 16: 33-42.
- Goddijn, L. 2007. Using a digital camera for water quality measurements in Galway Bay. PhD Thesis. Department of Earth and Ocean Sciences, National University of Ireland, Galway. 248 s.
- Goddijn, L. M. and White, M. 2006. Digital camera measurements of water quality parameters in Galway Bay, Ireland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 66(3-4): 429-436.
- Goddijn-Murphy, L., D. Dailloux, M. White & D. Bowers 2009. Fundamentals of in Situ Digital Camera Methodology for Water Quality Monitoring of Coast and Ocean. *Sensors* 9: 5825-5843.
- Gregor, J., Geriš, R., Maršálek, B., Heteša, J. & Marvan, P. 2005. *In situ* quantification of phytoplankton in reservoirs using a submersible spectrofluorometer. *Hydrobiologia* 548: 141-151.
- Horppila, J., Peltonen, H., Malinen, T., Luokkanen, E. & Kairesalo, T. 1998. Top-down or bottom-up effects by fish: issues of concern in biomanipulation of lakes. *Restoration Ecology* 6: 20-28.
- Kairesalo, T., Laine, S., Luokkanen, E., Malinen, T. & Keto, J. 1999. Direct and indirect mechanisms behind successful biomanipulation. *Hydrobiologia* 395/396: 99-106.
- Kairesalo, T. & Vakkilainen, K. 2004. Lake Vesijärvi and the city of Lahti (southern Finland): comprehensive interactions between the lake and the coupled human community. *SIL News* 41: 1-5.
- Keto, J. & Sammalkorpi, I. 1988. A fading recovery: a conceptual model for Lake Vesijärvi management and research. *Aqua Fennica* 18: 193-204.
- Keto J., Tallberg P., Malin I., Vääränen P. & Vakkilainen K. 2005. The horizon of hope for L. Vesijärvi, southern Finland: 30 years of water quality and phytoplankton studies. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 29: 448-452.
- Keto, J. 2010. Järvi ennen ja nyt. Teoksessa: Keto, J., Kolunen, H., Pekkarinen, A. & Tuominen L. (toim.). Vesijärvi – Salpausselkien tytär. Lahden seudun ympäristöpalvelut & Vesijärvisäätiö. S. 43-57.
- Ketola, M. 2011. Sedimentary zooplankton remains as indicators of lake ecological quality and trophic structure. Academic dissertation. University of Helsinki. 65 s. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/28458>
- Kotamäki N., Thessler S., Koskiahio J., Hannukkala A.O., Huitu H., Huttula T., Havento J. & Järvenpää M. 2009. Wireless *in-situ* sensor network for agriculture and water monitoring on a river basin scale in Southern Finland: evaluation from a data user's perspective. *Sensors* 9: 2862-2883.
- Kruskopf, M. & Flynn, K.J. 2006. Chlorophyll content and fluorescence responses cannot be used to gauge reliably phytoplankton biomass, nutrient status or growth rate. *New Phytologist* 169: 525-536.
- Kuha J. 2011. Automaattisten mittalaitteiden käyttö vesistöseurannassa: esimerkkinä Jyväsjärven tutkimuslatta Aino. Jyväskylän yliopisto (pro gradu –tutkielma). Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/36714/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-2011092311436.pdf?sequence=1>.
- Leinfelder, B., Tao, J., Costa, D., Jones, M. B., Servilla, M., O'Brien, M., Burt, C. 2010. A metadata-driven approach to loading and querying heterogeneous scientific data. *Ecological Informatics* 5(1): 3-8
- Lepistö, A., Huttula, T., Granlund, K., Kallio, K., Kiirikki, M., Kirkkala, T., Koponen, S., Koskiahio, J., Liukko, N., Malve, O., Pyhälähti, T., Rasmus, K. & Tattari, S. 2010. Uudet menetelmät ympäristöntutkimuksessa ja seurannassa - pilottina Säskylän Pyhäjärvi. Suomen ympäristö 9/2010, Suomen ympäristökeskus. 46s.
- Lindfors, A. & Rosenberg, M. 2011. Vesijärven vedenlaatu 13.6.2011. Luode Consulting Oy.
- Liukkonen, M., Kairesalo, T. & Keto, J. 1993. Eutrophication and recovery of Lake Vesijärvi (south Finland): Diatom frustules in varved sediments over a 30-year period. *Hydrobiologia* 269/270: 415-426.
- Niemi, J., Lepistö, L., Mannio, J., Mitikka, S. & Pietiläinen, O.-P. 2004. Quality and trends of inland waters. Teoksessa: Eloranta, P. (toim.). Inland and coastal waters of Finland. University of Helsinki, Palmenia Publishing. S. 18-40
- Michener, W. K., Matthew, B. J. 2012. Ecoinformatics: supporting ecology as a data-intensive science. *Trends in Ecology & Evolution* 27(2): 85-93.

- Mobley, C.D. 1994. Light and water - radiative transfer in natural waters. Academic Press, San Diego. 592 s.
- Peltonen, H., Ruuhijärvi, J., Malinen, T., Horppila, J., Olin, M. & Keto, J. 1999. The effects of food-web management on fish assemblage dynamics in a north temperate lake. *Journal of Fish Biology* 55: 54-67.
- Pham, N. D. 2011. The Economic Benefits of Commercial GPS Use in the U.S. and the Costs of Potential Disruption. NDP Consulting publication, Washington, June 2011.
- Pyhälähti, T., Koponen, S. & Kallio, K. 2010. Digikuvaukseen perustuva vedenlaadun mittalaite Secchi3000. Teoksessa: Simola, H. (toim.). Suurjärviseminaari 2010: Muuttuva ilmasto – muuttuvat vesistöt ja yhteiskunta. Itä-Suomen yliopisto, Joensuu. S. 77-78. Saatavissa: http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-0242-9/
- Richardson, T. L., Lawrenza, E., Pinckney, J. L., Guajardo, R.C, Walker, E. A., Paerl, H. W. & MacIntyre, H. L. 2010. Spectral fluorometric characterization of phytoplankton community composition using the Algae Online Analyser. *Water Research* 44: 2461-2472.
- Sammalkorpi, J. Keto, T. Kairesalo, E. Luokkanen, M. Mäkelä, J. Vääriskoski & E. Lammi (toim.). 1995. Vesijärvi- ja vesistöhallinnon julkaisuja – sarja A 218. Helsinki. 126 s.
- Seppälä, J. & Balode, M. 1998. The use of spectral fluorescence methods to detect changes in the phytoplankton community. *Hydrobiologia* 262: 207-217.
- Seppälä, J., Ylöstalo, P., Kaitala, S., Hällfors S., Raateoja M. & Maunula, P. 2007. Ship-of-opportunity based phycocyanin fluorescence monitoring of the filamentous cyanobacteria bloom dynamics in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 73: 489-500.
- SFS 5772. 1993. Veden a-klorofyllipitoisuuden määrittäminen. Etanoliuutto. Spektrofotometrinen menetelmä. Suomen standardisoimisliitto.
- SFS-EN 25813. 1993. Veden laatu. Liuenneen hapen määrittäminen. Jodometrinen menetelmä. Suomen standardisoimisliitto.
- SFS-EN 27027. 1994. Veden laatu. Sameuden määrittäminen. Suomen standardisoimisliitto.
- Valtioneuvoston kanslia. 2011. Pääministeri Jyrki Kataisen hallituksen ohjelma. Saatavissa: <http://www.vn.fi/hallitus/hallitusohjelma/pdf332889/fi.pdf>

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			Julkaisu-aika Huhtikuu 2012
Tekijä(t)	Saku Anttila, Marika Bröckl, Antti Herlevi, Kari Kallio, Mirva Ketola, Sampsa Koponen, Pirjo Kuitunen, Timo Pyhälähti, Tuukka Ryyänen, Kirsi Vakkilainen ja Timo Kairesalo			
Julkaisun nimi	Avoin ympäristötieto – yhteistyön kehittäminen vesistöjen seurannassa Järvien vedenlaatu-palvelu -hankkeen loppuraportti			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 17/2012			
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetissä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Julkiset tietovarannot ovat yhteistä omaisuutta. Niiden mahdollisimman tehokkaan käytön on katsottu tuottavan uutta tietoa ja palveluita sekä lisäävän hyvinvointia. Julkisen ympäristötiedon heikko hyödyntäminen yritystoiminnassa on kuitenkin jo pitkään tiedossa ollut ongelma. Syitä tähän voi etsiä ympäristötiedon epäkaupallisesta luonteesta, sen keräämistavoista ja saatavuudesta tai esimerkiksi julkisen sektorin vahvasta roolista toimialalla. Järvien vedenlaatu-palvelu -hankkeessa (Tekes, 2009-2012) haluttiin edistää julkisen tiedon hyödyntämistä yksityisellä sektorilla sekä kehittää yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Lähtökohdaksi oli paikallisen tutkimusinfrastruktuurin kehittäminen niin, että eri lähteistä kerätty vedenlaadun mittaus-tieto olisi tietokannan kautta helposti yritysten käytettävissä. Lisäksi hankkeessa tutkittiin eri käyttäjien tarpeita vedenlaatu-tiedolle, kehitettiin menetelmiä tiedon tarkkuuden parantamiseksi sekä luotiin muun muassa lyhyen aikavälin ennustemalleja. Konkreettinen tulos oli myös uuden ”jokamiehen” vedenlaadun mittalaitteen kehittäminen. Tämä esimerkiksi matkapuhelimen kameran käyttöön perustuva mittalaite tuo uusia mahdollisuuksia edullisen vedenlaatu-tiedon keräämiseen, kansalaishavainnointiin ja samalla myös erilaiseen liiketoimintaan. Julkiseen ympäristötietoon perustuvaa liiketoimintaa pohdittiin kahdessa työpajassa. Työpajoissa keskusteltiin tähän liittyvistä haasteista ja mahdollisuuksista sekä myös ideoitiin uusia julkiseen ympäristötietoon perustuvia liiketoimintamahdollisuuksia. Tässä julkaisussa pohditaan julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyön mahdollisuuksia Järvien vedenlaatu-palvelu -hankkeen tulosten pohjalta.</p>			
Asiasanat	Järvet, vesistöt, vedenlaatu, seuranta, laadunvarmistus, avoin tieto, tietokannat, yhteistyö, kansalaiset, viranomaiset, liiketoiminta, palvelut			
Rahoittaja/ toimeksiantaja				
	ISBN 978-952-11-4020-4 (nid.)	ISBN 978-952-11-4021-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkok.)
	Sivuja 50	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis.alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE) PL 140, 00251 HELSINKI Puh. 020 610 123 Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.ymparisto.fi/syke			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE) PL 140, 00251 HELSINKI Puh. 020 610 123 Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.ymparisto.fi/syke			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2012			

PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Finlands miljöcentral (SYKE)			<i>Datum</i> April 2012
<i>Författare</i>	Saku Anttila, Marika Bröckl, Antti Herlevi, Kari Kallio, Mirva Ketola, Sampsa Koponen, Pirjo Kuitunen, Timo Pyhälähti, Tuukka Rynnänen, Kirsi Vakkilainen och Timo Kairesalo			
<i>Publikationens titel</i>	Avoim ympäristötieto – yhteistyön kehittäminen vesistöjen seurannassa Järvien vedenlaatu palvelu -hankkeen loppuraportti (Fri miljökunskap – utveckling av samarbetet inom uppföljningen av vattendragen Slutrapport för projektet Sjöarnas vattenkvalitetsservice)			
<i>Publikationsserie och nummer</i>	Miljön i Finland 17/2012			
<i>Publikationens tema</i>	Miljövård			
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>	Publikationen finns tillgänglig också på Internet www.ymparisto.fi/julkaisut (på finska).			
<i>Sammandrag</i>	<p>Offentliga dataarkiv är gemensam egendom. Ett så effektivt utnyttjande av dem som möjligt ses producera ny information och service samt öka välfärden. Det låga utnyttjandet av offentlig miljöinformation är dock ett problem som man känt till länge. Orsaker kan sökas i miljöinformationens icke-kommersiella karaktär, i hur informationen samlas in och i hur tillgänglig den är eller till exempel i den offentliga sektorns starka roll i branschen. I projektet Sjöarnas vattenkvalitetsservice (Tekes, 2009-2012) ville man främja utnyttjandet av offentlig information i den privata sektorn och utveckla samarbetet mellan olika aktörer. Utgångspunkten var att utveckla den lokala forskningsinfrastrukturen så att mätningsdata över vattenkvaliteten från olika källor skulle vara lätt tillgänglig för företagen genom databasen. Dessutom undersöktes olika användares behov av vattenkvalitetsdata, utvecklades metoder för att förbättra datanoggrannheten samt skapades bland annat modeller för kortsiktiga prognoser. Ett konkret resultat är också att ett nytt "allmansmätinstrument" för vattenkvaliteten utvecklades. Detta instrument, som fungerar till exempel med mobiltelefonens kamera, ger nya möjligheter att samla vattenkvalitetsdata fördelaktigt, att få medborgarobservationer och samtidigt också för diverse affärsverksamhet. Affärsverksamhet som baserar sig på offentlig miljöinformation dryftades i två workshopar. I dem diskuterades utmaningarna och möjligheterna i frågan samt framkastades idéer om nya möjligheter till affärsverksamhet som baserar sig på offentlig miljöinformation. I denna publikation dryftas möjligheterna till samarbete mellan den offentliga och privata sektorn utgående från resultaten i projektet Sjöarnas vattenkvalitetsservice.</p>			
<i>Nyckelord</i>	sjöar, vattendrag, vattenkvalitet, uppföljning, kvalitetssäkring, offentlig information, databaser, samarbete, medborgare, myndigheter, affärsverksamhet, service			
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>				
	ISBN 978-952-11-4020-4 (hft.)	ISBN 978-952-11-4021-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>Sidantal</i> 50	<i>Språk</i> Finska	<i>Offentlighet</i> Offentlig	<i>Pris (inneh. moms 8 %)</i>
<i>Beställningar/ distribution</i>	Finlands miljöcentral (SYKE) PB 140, 00251 Helsingfors Tfn. +358 20 610 123 Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.miljo.fi/syke			
<i>Förläggare</i>	Finlands miljöcentral (SYKE) PB 140, 00251 Helsingfors Tfn. +358 20 610 123 Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.miljo.fi/syke			
<i>Tryckeri/tryckningsort och -år</i>	Edita Prima Ab, Helsingfors 2012			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			<i>Date</i> April 2012
<i>Author(s)</i>	Saku Anttila, Marika Bröckl, Antti Herlevi, Kari Kallio, Mirva Ketola, Sampsa Koponen, Pirjo Kuitunen, Timo Pyhälähti, Tuukka Ryyänen, Kirsi Vakkilainen and Timo Kairesalo			
<i>Title of publication</i>	Avoin ympäristötieto – yhteistyön kehittäminen vesistöjen seurannassa Järvien vedenlaatu palvelu -hankkeen loppuraportti (Open environmental data sets – prospect of co-operation between public and private sector in water quality monitoring Final report of Water Quality Service for Lakes -project)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 17/2012			
<i>Theme of publication</i>	Environmental protection			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
<i>Abstract</i>	<p>Data sets collected by the public sector are common property and should be freely available. Effective usage of this open data is anticipated to create new information and services, but also to develop welfare for humans. Insufficient usage of public and open environmental data sets in the private sector has been recognized as a problem. Reasons for this can be found from the non-commercial nature of environmental data, the way it is collected and archived, but also from the strong role of public sector in this field. In the Water Quality Service for Lakes –project (Tekes, 2009-2012), we wanted to advance the utilization of the public data sets in the private sector, as well as to promote the co-operation between these two sectors. Starting point was to develop local research infrastructure in the way that collected information would be easily accessible to private companies. This was realized by creating a data base that gathers water quality information from several data sources and provides a standardized interface for the data utilization. In addition, project provided a variety of research results including a questionnaire survey targeted to the users of water quality information, and the methods to increase the accuracy of collected data and to create forecasts from it. A concrete result from the project was also the development of ‘laymans’ water quality measurement device named as Secchi3000. A digital camera installed in e.g. mobile phones can be used with Secchi3000 device to measure water quality of different natural waters. This new innovation has great potential in e.g. citizen based monitoring. The challenges and opportunities to create business based on the public environmental data were revolved in two work shops. In this publication the prospects of co-operation between public and private sector are discussed based on the results of the Water Quality Service for lakes -project.</p>			
<i>Keywords</i>	Lakes, water systems, water quality, monitoring, quality assurance, open data, data bases, co-operation, citizens, public authorities, private sector, services			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN 978-952-11-4020-4 (pbk.)	ISBN 978-952-11-4021-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 50	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i>
<i>For sale at/ distributor</i>	Finnish Environment Institute (SYKE) P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Tel. +358 20 610 123, fax +358 20 490 2190 Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.environment.fi/syke			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE) P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Tel. +358 20 610 123, fax +358 20 490 2190 Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.environment.fi/syke			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd, Helsinki 2012			

Mikä on avoimen ympäristötiedon merkitys vesien seurannan kehittämisessä? Miten julkinen ja useasta lähteestä kerätty vedenlaatutieto saadaan yritysten käyttöön? Minkälaista vedenlaatutietoa tarvitaan? Voisiko uusi mittalaite innostaa kansalaishavainnointiin? Mitkä ovat paikallisen ympäristötiedonhallinnan edut? Miten yksityisen ja julkisen sektorin yhteistyötä voisi kehittää vesien seurannassa?

Muun muassa näitä kysymyksiä ratkottiin Järvien vedenlaatupalvelu-hankkeessa, joka kuului Tekesin Vesiohjelmaan. Se yhdisti Helsingin yliopiston, Suomen ympäristökeskuksen, Jyväskylän yliopiston ja Aalto yliopiston osaamisen vedenlaadun seurannassa. Hankkeessa kehitettiin jatkuvaluonteista yhteistyötä julkisen ja yksityisen sektorin välille perustuen vesistöistä kerättävään avoimeen mittaustietoon.



ISBN 978-952-11-4020-4 (nid.)

ISBN 978-952-11-4021-1 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkokj.)