

MAASÄÄ – teknologia-alusta: Ajantasaista sää- ja vedenlaatumietoa maatalouden ja ympäristöseurannan käyttöön

Sirpa Thessler¹, Markku Järvenpää² ja Mari Walls³

¹*Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Luutnantintie 13 00410 Helsinki, sirpa.thessler@mtt.fi*

²*Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Teknologiaohjelma, Vakolantie 55 03400 Vihti, markku.jarvenpaa@mtt.fi*

³*Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Ympäristöohjelma, 31600 Jokioinen, mari.walls@mtt.fi*

Tiivistelmä

Itämeren ja sisävesien tilan parantamiseksi on vaadittu tehokkaampia keinoja. Ratkaisuja etsitään myös maatalouden hajakuormituksen vähentämiseksi, sillä suurin osa ihmistoiminnan aiheuttamista typpi- ja fosforipäästöistä tulee maataloudesta. Myös kansalliset ja kansainväliset vesiensuojeluohjelmien tavoitteiden saavuttaminen edellyttää maatalouden päästöjen vähentämistä ja vesistöseurannan järjestämistä. Toisaalta maatalouden kannattavuus ja elintarviketuotannon laatu – ja jäljitettävyyssvaatimukset edellyttävät kasvintuotannon panostusten (lannoitus, kasvinsuojelu) täsmällisempää kohdentamista ja ympäristövaikutusten minimoimista.

Teknologia-alusta ympäristötietopalveluiden kehittämiseksi (Maasää) -tutkimushankkeessa näihin haasteisiin pyritään vastaamaan rakentamalla teknologia-alusta, joka luo toimintatavan kerätä, tallentaa, jakaa ja hyödyntää automaattisesti mitattuja ympäristötietoja maataloudessa ja ympäristöseurannassa. Maasää – teknologia-alusta tuottaa ajallisesti jatkuvaa ja alueellisesti tarkkaa sää- ja vesistömittaustietoja maan ja kasvuston kosteudesta ja veden laadusta ympäri vuoden. Ajantasaisen paikkatietokannan pohjalta kehitetään paikallisesti tarkkoja sääpalveluita, kehitetään maatalouden sovelluksia ja ennustepalveluita (esim. tauriskennusteita) sekä tarkennetaan vedenlaadunseuranta- ja vesistö- ja huuhtoumamalleja. Maasää –alustan avulla tarkastellaan myös sään ja viljely- ja vesistösuojelutoimenpiteiden vaikutusta kuormituksen rakentamiseen. Myös sään ajallisen vaihtelun ja ääri-ilmiöiden kuten sadantapiikkien vaikutusta kuormitukseen voidaan arvioida jatkuvatoimisten ja ympärivuotisten sää- ja ravinnemittausten pohjalta. Maasää-alusta luo myös hyvät puitteet testata maatalouden ja ympäristöseurannan automaattista anturointiteknologiaa.

Tutkimus kohdistuu Karjaanjoen valuma-alueelle (~2000 km²), jonne rakennetaan koko valuma-alueen kattava tiheä sään, maankosteuden ja vedenlaadun mittaustietoverkko käyttäen langattomia ja automaattisia sääasemia ja antureita. Peltolohkokohtaisen mallintamiseen ja seurantaan liittyen alueelle rakennetaan kaksi tihentymää, joissa mittaustietoa kerätään peltolohkokohtaisesti. Yhteensä alueelle sijoitetaan noin 80 sääasemaa, 30 maan kosteusanturia, 11 veden sameusanturia sekä 4 ravinneanturia vuoden 2008 loppuun mennessä. Mittaustiedot siirretään GSM-verkkoa pitkin palvelimelle, josta mittaustietoja voi käyttää ja ladata sovellusten käyttöön Internet-verkon välityksellä.

Toukokuussa 2007 alkanut hanke jatkuu vuoden 2008 loppuun. Tarkoituksena on kuitenkin hyödyntää hankkeessa rakennettua mittaustietoverkkoa tutkimuksessa ja liiketoiminnan kehittämisessä myös jatkossa. Tekesin, Maa- ja metsätalousministeriön ja yritysten rahoittamaa hanketta koordinoi MTT, ja siinä ovat mukana lisäksi Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteen laitos ja Århusin yliopisto sekä suuri joukko yrityksiä, ympäristö ja maatalousalan organisaatioita ja Ympäristöministeriö.

Asiasanat

Automaattiset sääasemat, langattomat anturit, ravinnekuormitus, kasvinsuojelu, tutkimushankkeet, vedenlaatu, sää, maankosteus, veden sameus, ympäristöseuranta

Johdanto

Itämeren tila kohentamiseksi ja Suomen päästöjen vähentämiseksi on viime aikoina vaadittu tehokkaampia ja täsmällisesti kohdennettavia keinoja. Äskettäin Itämeren rantavaltiot sopivat Itämeren suojelukomission uudesta toimintaohjelmasta, jossa sovittiin maakohtaisista typpi- ja fosforipäästöjen vähennystavoitteista (Ympäristöministeriö 2007). Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivin tavoitteena on parantaa vesiekosysteemien tilaa (Euroopan parlamentin... 2000) ja Suomen toimista Itämeren ja sisävesien suojelemiseksi on sovittu Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 – ohjelmassa (Valtioneuvosto 2006). Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää maatalouden päästöjen vähentämistä, sillä luonnon huuhtouman jälkeen suurin osa Suomen fosfori- ja typpipäästöistä tulee maataloudesta. Vesipolitiikan puitedirektiivissä ja vesiensuojelun toimenpideohjelmassa myös edellytetään vesien ja maatalouden vesistövaikutusten seurannan kehittämistä ja erilaisten toimenpiteiden, kuten kosteikkojen ja suojavyöhykkeiden rakentamisen, tehokkuuden arviointia kuormituksen vähentämiseksi (Euroopan parlamentin ... 2006, Valtioneuvosto 2006).

Toisaalta maatalouden kannattavuus ja elintarviketuotannon laatu – ja jäljitettävyyksivaatimukset edellyttävät kasvintuotannon panostusten (lannoitus, kasvinsuojelu) täsmällisempää kohdentamista ja ympäristövaikutusten minimoimista. Näiden toimenpiteiden kohdentamista ja ajoitusta voidaan tarkentaa tuottamalla täsmäsäätietoa, johon kytkeytyy mittaustietoja maan ja kasvuston kosteudesta. Mittaustiedon pohjalta voidaan ennustaa paikallissäätä ja tautiriskejä, ja siten ohjata viljelijää oikea-aikaisiin ja tarkasti kohdennettuihin toimenpiteisiin. Reaaliaikaisen vesistöseurannan avulla sään ja viljelytoimenpiteiden vaikutusta ravinnekuormitukseen voidaan seurata tarkasti. Maatalouden päästöjen pienentäminen ja toisaalta kannattavan maatalouden tukeminen tarjoaakin melkoisen haasteen maataloussektorille.

Maasää (Teknologia-alusta ympäristötietopalveluiden kehittämiseksi) – tutkimushanke pyrkii osaltaan vastaamaan ympäristönseurantaan liittyviin haasteisiin ja kehittämään siihen liittyviä sovelluksia ympäristö-, maatalous- ja elintarvikesektorilla. Tavoitteena on kehittää pilotti ja menetelmätapa automaattiseen ja jatkuvatoimiseen ympäristönseurantaan ja on tuottaa entistä tarkempaa ja lähes reaaliaikaista paikkatietoa säästä, maankosteudesta ja veden laadusta maatalouden ja ympäristöseurannan tiedontarpeisiin. Mittaustietoa hyödynnetään hankkeen aikana maatalouden vesistökuormituksen arvioinnissa, käytännön viljelytoimissa, tarkennetun viljelyn sovelluksissa ja maatalouden ennustepalveluissa. Toisaalta kehitetään säätiedon täsmäpalveluita ja alueellistamismenetelmiä. Kolmas mittaustiedon sovellusalue hankkeen aikana on vesistö- ja huuhtoumamallien ja vesistöseurannan kehittäminen. Tarkkaa mittaustietoa hyödyntäviä palveluita ja sovelluksia kehittämällä pyritään myös edistämään maa- ja elintarviketalouden sekä ympäristöseurantaan liittyvää liiketoimintaa.

Pilottialue ja teknologia-alusta

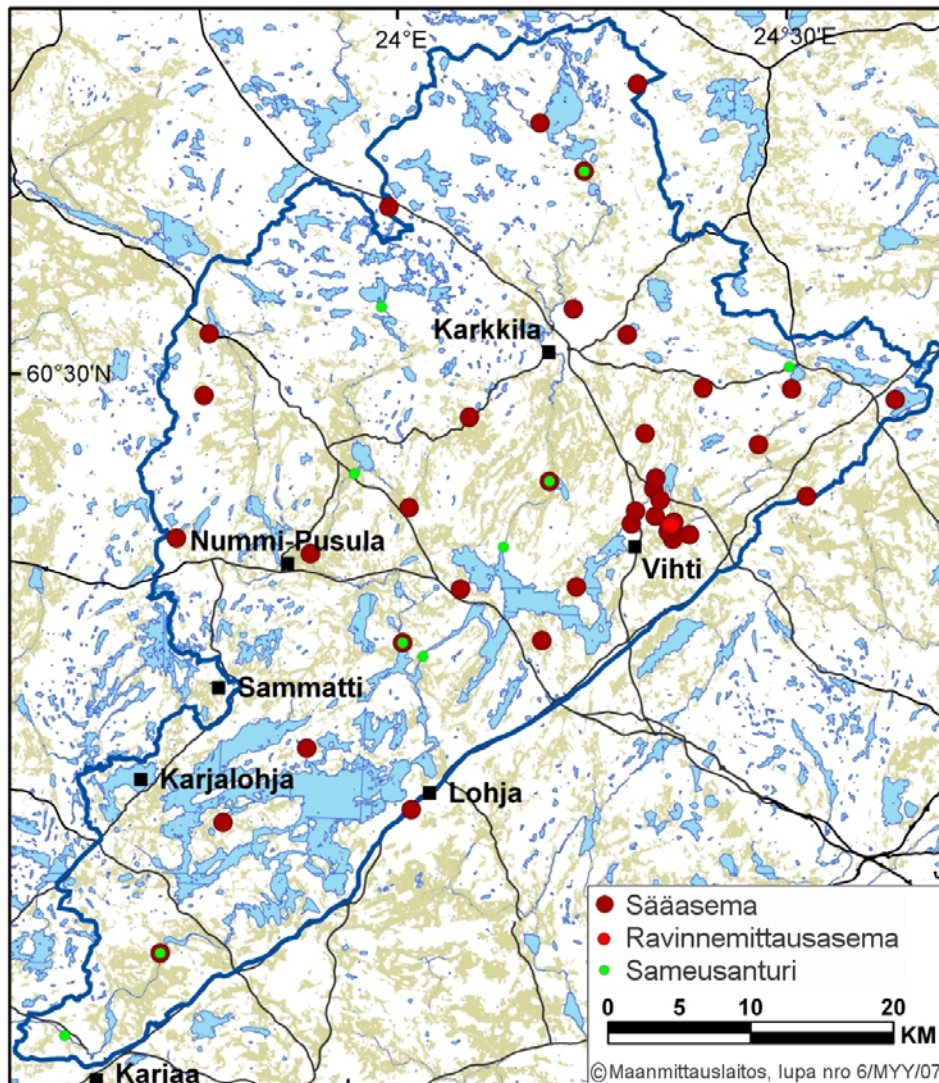
Maasää -teknologia-alustan muodostavat mittausverkko, tiedonkeruun, -siirron, -tallennuksen ja jakelun teknologiat ja toimintatavat sekä mittaustietokanta. Kesään 2008 mennessä rakennetaan automaattinen ja alueellisesti tiheä mittausverkko käyttäen langattomia sääasemia ja niihin kytkettyjä maankosteusantureita, veden sameusantureita ja ravinnemittausasemia. Syksyn 2007 aikana on asennettu 40 a-Weather – sääasemaa, 10 FDR-maankosteusanturia, 11 OBS3+ -veden sameusanturia ja 2 S::can -ravinnemittausasemaa Karjaanjoen valuma-alueella (kuva 1). Ensi keväänä verkko täydentyy noin 40 sääasemalla, 20 maankosteusanturilla ja 4 ravinnemittausasemalla. Kaikkien asemien ja antureiden sijainti on mitattu käyttäen Trimble GeoXt -GPS-paikanninta ja jälkikäteen tehtyä differentiaalikorjausta.

Karjaanjoen valuma-alueen kattavan mittausverkon sisälle rakennetaan kaksi mittaustihentymää. Näillä tihennetyin mittauksen alueilla tarkastellaan maatalouden kuormituksen rakentumista, arvioidaan viljely- ja vesistönsuojelutoimenpiteiden vaikutuksia kuormitukseen peltolohkotasolla sekä testataan ja kehitetään perunaruton ja perunan tyvi- ja märkämädän ennusteita.

Maasää-alustan mittaukset ovat automaattisia, reaaliaikaisia ja ympäristövuotisia, jolloin tietoa saadaan kerättyä kustannustehokkaasti. Näin myös sään ääri-ilmiöt sekä sadantapiikit ja niiden vaikutukset kuormitukseen saadaan kiinni. Sääasemat tuottavat jopa 15 minuutin välein tietoa ilman lämpötilasta ja kosteudesta, sademäärästä, tuulen nopeudesta ja suunnasta sekä maan kosteudesta. Ravinne-

mittausasemien spektrometri mittaa veden nitraattityypipitoisuutta ja sameutta. Lisäksi asemiin on liitetty veden pinnankorkeuden ja lämpötilan anturit. Veden kiintoaine- ja fosforikuormitusta voidaan arvioida automaattisten sameusmittaustietojen ja mitattujen virtaamatietojen avulla.

Asemat lähettävät mittaustiedot langattomasti GSM-verkossa tietokantaan. Internetin kautta viljelijät ja muut tiedon hyödyntäjät voivat katsella ja ladata tietokannan mittaustietoja tai siirtää ne sovelluksen, esimerkiksi työkoneen, käyttöön. Mittaustieto tarkistetaan käyttäen automaattisia laadunvarmistusalgoritmeja, jotka määritettyjen raja-arvojen lisäksi vertaavat mittaustietoja saman aseman aiempiin tietoihin ja rinnakkaisten asemien tietoihin. Virheelliseksi todetut mittaustiedot liputetaan tietokantaan. Vedenlaadun automaattiset mittaukset validoidaan ja kalibroidaan analysoitujen vesinäytteiden avulla säännöllisesti.



Kuva 1. Maasää-mittausverkon sää- ja ravinnemittausasemien ja sameusantureiden sijainnit vuonna 2007 Karjaanjoen valuma-alueella. Mittausverkkoa täydennetään noin 40 sääasemalla ja 4 ravinnemittausasemalla vuonna 2008. Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupa nro 6/MYY/07, valuma-alueajat © SYKE.

Sovellusalueet

Maasää -teknologia-alustaa hyödynnetään hankkeen aikana maatalouden sovelluksissa ja ympäristöseurannan kehittämisessä. Alusta avulla on mahdollista arvioida sään ajallisen ja alueellisen vaihtelun sekä vesistönsuojelu- ja viljelytoimenpiteiden vaikutusta kuormitukseen peltolohkotasolla. Yhdistämällä sadantatiedot jatkuviin veden ravinnepitoisuuksien mittauksiin, voidaan seurata mm. yksittäisten

sadepiikkien vaikutusta kuormitukseen ja tarkastella kuormituksen rakentumisen ajallista vaihtelua. Kosteikon ravinteiden pidätyskyvystä saadut ensimmäiset mittaustulokset kahden kuukauden ajanjaksoilta näyttävät suurikokoisen kosteikon pidättävän hyvin ravinteita myös kuormituspiikkien aikana. Jatkossa kosteikon pidätyskyvyn lisäksi tarkastellaan jatkossa kosteikon hoitotoimenpiteiden tarvetta ja vaikutusta kuormitukseen.

Säätä eikä ravinnepäästöjä voida mitata jokaiselta pellolta tai kaikista ojista, mutta mittausverkon avulla voidaan kehittää säätiedon alueellistamismenetelmiä, joiden avulla tärkeimmät säätiedot kuten lämpötila ja sadanta voidaan ennustaa mittausasemien välisille pelloille. Nykyisin säätiedot alueellistetaan yleensä 10 km x 10 km:n hilaa käyttäen, mikä on riittämätön tarkkuus peltolohkokohtaisessa tarkastelussa. Maasää -alustaa hyödynnetäänkin säätietojen interpolointimenetelmien kehittämisessä peltolohkon mittakaavaan.

Tarkkaa ja reaaliaikaista sään, maankosteuden ja veden mittaustietoja tarvitaan hydrologian ja vesistökuormituksen mallintamisessa ja ennusteissa. Alueellisesti tiheän mittausverkon tuottaman jatkuvan mittaustiedon avulla vesistö- ja huuhtoumaennusteita voidaan tarkentaa peltolohkon, osavalmu-alueen ja koko valuma-alueen mittakaavassa.

Toisaalta hankkeessa tarkennetaan maatalouden ennustepalveluita ja edistämään kasvitautien aiheuttamien tuotannollisten ja taloudellisten riskien hallintaa maataloilla ja elintarviketeollisuudessa, etenkin perunan osalta. Viime vuosikymmenellä ärhäköitynyt perunarutto on nelinkertaistanut torjunta-aineiden käytön (Hannukkala et al. 2006) ja rasittaa sekä viljelijän taloutta että ympäristöä. Perunaruton Blight management -tautiennustetta pyritäänkin kehittämään Maasää-mittaustiedon avulla. Perunan varastosäilyvyyden arviointia ja varastotappioiden vähentämiseksi kehitetään puolestaan perunan tyvi- ja märkämädän ennustetta. Ennusteen tarkentamisessa tarvitaan tietoa kasvukauden lämpö- ja kosteusoloista, etenkin maankosteudesta. Peltolohkokohtaista maankosteuden mallia tarkennetaan yhdistämällä Maasää-alustan keräämät tiedot peltolohkokohtaisiin ympäristötietoihin kuten maalajitietoihin.

Maasää-mittaustiedolla pyritään helpottamaan sää- ja ympäristötiedon hyödyntämistä viljelytoimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Monet viljelijät ovat mukana hankkeessa, ja he voivat hyödyntää sää- ja maankosteustietoja käytännön viljelytoimissa. Sääasemiin voi kytkeä myös automaattisia palveluita. Esimerkkinä olemassa olevasta palvelusta ovat sääasemiin kytketyt automaattiset hälytykset, joissa viljelijän matkapuhelimeen voidaan lähettää automaattinen hälytys hallasta, kuivuudesta tai kasvitaudeille otollisista olosuhteista. Sään ja maankosteuden mittaustietojen hyödyntämistä edistetään tarkennetussa viljelyssä suoraan työkoneissa mm. ruiskutusten ja lannoituksen säätelyssä, töiden suunnittelussa ja työnjohdossa. Maasää-alustan avulla on myös mahdollista arvioida tarkennetun lannoituksen tai muiden tarkennettujen viljelytoimien merkitystä maatalouden vesistökuormituksen vähentämisessä huomioiden kuitenkin myös vaikutukset sadon määrään ja laatuun.

Yhteistyö ja jatkosuunnitelmat

Maasää-tutkimushanketta koordinoi Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). Mukana ovat myös Suomen ympäristökeskus (SYKE), Ilmatieteen laitos, Århusin yliopisto ja useita yrityksiä ja organisaatioita kehittämässä toimivia menetelmiä ympäristöseurannan ja maatalouden käyttöön. Hankkeessa käytetään a-Lab Oy:n ja Luode Consulting Oy:n sää- ja ravinneasemia ja erilaisia antureita. Mukana on myös runsas joukko tiedon hyödyntäjiä ja sovelluskehittäjiä maatalous- ja ympäristösektorilta: Biota BD Oy, Kemira GrowHow Oyj, Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy, Länsi-Uudenmaan vesi- ja ympäristö ry, Pohjoisen Kantaperuna Oy, ProAgria Maaseutukeskusten Liitto ry, Salaojakeskus ry, TeliaSonera Finland Oyj ja WM-data Oy. Hanketta rahoittavat mukana olevat yritykset, maa- ja metsätalousministeriö ja TEKES. Myös ympäristöministeriö ja kymmenet yksityiset viljelijät osallistuvat hankkeeseen. Asemat ja anturit sijaitsevat pääosin yksityisten viljelijöiden pelloilla ja he ovat myös tiedon ensikäden hyödyntäjiä.

Laajan yhteistyön turvin pystytään osapuolten monipuolinen asiantuntijuus ja teknologinen osaaminen valjastamaan maatalouden ja ympäristöseurannan käyttöön. Useiden yritysten ja vesi- ja maatalousalan organisaatioiden osallistuminen edistää liiketoiminnan kehittymistä ympäristötiedon mittaamisen ja sen päälle rakennettujen palvelujen ja sovellusten ympärille. Se myös edesauttaa tutki-

mustiedon siirtymistä käytäntöön mm. maatalouden neuvojen käyttöön. Maasää-alusta luo lisäksi hyvät teknologiset puitteet kehittää veden laadun ja sään anturointia.

Maasää-hanke jatkuu vuoden 2008 loppuun. Maasää -teknologia-alustaa on kuitenkin tarkoitus hyödyntää tutkimuksessa ja liiketoiminnan kehittämässä myös tämän pilottihankkeen jälkeen. Alustaa on mahdollista hyödyntää laajasti tutkimustoiminnassa. Muun muassa ilmastonmuutoksen vaikutusten seuranta ja niihin sopeutuminen edellyttää automaattisen jatkuvatoimisen ympäristöseurannan kehittämistä, sillä ainoastaan tällä tavoin muuttuneiden sääolosuhteiden, muun muassa talvisateiden lisääntymisen, vaikutusta ravinnekuormitukseen voidaan arvioida. Ympäristömittaus ja -seuranta on kasva liiketoiminnan ala (Vanhanen et al. 2007), ja viranomaisten ympäristöseurannan ja maatalouden lisäksi Maasää-alustaa voidaan hyödyntää monen eri sektorin palveluliiketoiminnassa. Esimerkiksi matkailussa ajantasaisilla vedenlaatu- ja säätiedoilla on kysyntää.

Kirjallisuus

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi yhteisön vesipolitiikan puitteista (2000). Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 327: 1- 72.

Hannukkala A. O., Kaukoranta T., Lehtinen A. & Rahkonen A. 2006. Late-blight epidemics on potato in Finland, 1933-2002; increased and earlier occurrence of epidemics associated with climate change and lack of rotation. *Plant Pathology* 55:000-000 (accepted for publication 3.3. 2006, in press)

Valtioneuvosto (2006). Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Valtioneuvoston periaatepäätös 23.11.2006. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=59652&lan=fi>, luettu 3.12.2007.

Vanhanen J., Mikkonen, P. Nikula, J. & Hiltunen, J. (2007). Ympäristömittauksen ja monitoroinnin arvoketjujen tuotteistaminen. SITRA. <http://www.sitra.fi/julkaisut/muut/Ymparistomittaus%20b.pdf?download=Lataa+pdf>, luettu 3.12.2007

Ympäristöministeriö (2007). Itämeren ravinnepestöille enimmäisrajat ja rantavaltioille vähennystavoitteet. Tiedote 15.11.2007. Ympäristöministeriö. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=256194&lan=fi>, luettu 3.12.2007