

toim.

**Tiina** **Tarja** **Anneli**  
**Siimekselä** **Stenman** **Ylimartimo**

# MAATALOUDEN VESIENSUOJELUA SAARIJÄRVEN REITILLÄ

**Tutkimusta ja tekoja**



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Maatalouden vesiensuojelua  
Saarijärven reitillä

JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUJA 169

TIINA SIIMEKSELÄ, TARJA STENMAN & ANNELI YLIMARTIMO (TOIM.)

# Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä

TUTKIMUSTA JA TEKOJA



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU  
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUJA -SARJA  
Toimittaja • Teemu Makkonen

© 2014

Tekijät & Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Tiina Siimekselä, Tarja Stenman, Anneli Ylimartimo (toim.)

MAATALOUDEN VESIENSUOJELUA SAARIJÄRVEN REITILLÄ  
Tutkimusta ja tekoja

Kannen kuva • Tarja Stenman  
Ulkoasu • JAMK / Pekka Salminen  
Taitto ja paino • Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print • 2014

ISBN 978-951-830-306-3 (Painettu)

ISBN 978-951-830-307-0 (PDF)

ISSN-L 1456-2332

#### JAKELU

Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjasto

PL 207, 40101 Jyväskylä

Rajakatu 35, 40200 Jyväskylä

Puh. 040 552 6541

Sähköposti: [julkaisut@jamk.fi](mailto:julkaisut@jamk.fi)

[www.jamk.fi/julkaisut](http://www.jamk.fi/julkaisut)

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	6
ABSTRACT .....	7
ESIPUHE .....	8

## OSA 1 – UUDEN TEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMINEN MAATALOUDEN VESISTÖKUORMITUKSEN SEURANNASSA

AUTOMAATTINEN VEDENLAADUN MITTAUS PELTO-OJISSA .....	12
TULOKSIA AUTOMAATTISESTA VEDENLAADUN SEURANNASTA .....	23

## OSA 2 – LANNAN RAVINNEHUUHTOUMAT PELTOVILJELYSSÄ

TULOKSIA LANNANLEVITYSKOKEISTA NURMIPELLOLLA .....	44
KUNTAKOHTAISET LANTATASEET SAARIJÄRVEN REITIN KUNNISSA .....	65

## OSA 3 – VESIENSUOJELUN EDISTÄMINEN MAATILOILLA

VILJELIJÖIDEN ASENNE JA UUDET IDEAT VESIENSUOJELUUN .....	70
KOSTEIKKO- JA SUOJAVYÖHYKENEUVONTAA MAATILOILLE .....	74
MALLIKOSTEIKKO TARVAALAN OPPILAITOSYMPÄRISTÖSSÄ .....	80

## OSA 4 – TIEDOTUSTA JA HYVIEN KÄYTÄNTEIDEN LEVITTÄMISTÄ

TAPAHTUMAT, TILAISUUDET JA JULKAISUT .....	84
KIITOKSET .....	90
KIRJOITTAJAT .....	92

# TIIVISTELMÄ

Tiina Siimekselä, Tarja Stenman & Anneli Ylimartimo  
Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä.  
Tutkimusta ja tekoja.  
(Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja, 169)

MAISA – Maatalouden vesiensuojelun kehittäminen Saarijärven vesireitin varrella -hankkeessa (2010–2014) tutkittiin peltojen vesistökuormitusta sekä edistettiin vesiensuojelumenetelmien käyttöönottoa ja hyviä käytänteitä.

Tulosten mukaan automaattimittauksella saadaan aiempaa tarkempaa tietoa peltojen kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta. Kuormitus vaihtelee vuosittain mm. sääolosuhteista ja maaston pinnanmuodostuksesta riippuen. Kuormituksen painopiste on siirtymässä kevästä loppuvuoteen ilmaston lämpenemisen seurauksena.

Pelloilla lietteen sijoittaminen ehkäisee ravinteiden huuhtoutumista ja on suositeltava lietteen levitysmenetelmä nurmiviljelyssä. Kuntakohtaisten lantataselaskelmien mukaan Saarijärven reitin alueen lantavarastot eivät riitä lannoittamaan kaikkia alueen pelloja.

Alueella viljelijöiden asenteet vesiensuojelua kohtaan ovat myönteisiä. Viljelijät pitivät vesiensuojelua tärkeänä ja myös osallistuivat aktiivisesti hankkeen järjestämiin tilaisuuksiin. Kosteikko- ja suojavyöhykeneuvontaa annettiin 30:lle kohteelle, joista hankkeen aikana toteutui toistakymmentä ml. mallikosteikko Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen (POKE) koulutilalle. MAISA-hanke tiedotti maatalouden vesiensuojeluasioista aktiivisesti ja levitti hyviä käytänteitä yhteistyössä laajan yhteistyöverkostonsa kanssa.

Hankkeen kenttäkokeissa oli yhteistyökumppanina POKE. Hanketta rahoitti EU:n maaseuturahasto.

Avainsanat: Saarijärven reitti, maatalouden vesiensuojelu, kosteikko, suojavyöhyke, automaattinen vedenlaadun seuranta

# ABSTRACT

Tiina Siimekselä, Tarja Stenman & Anneli Ylimartimo

Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä.

Tutkimusta ja tekoja.

(Publications of JAMK University of Applied Sciences, 169)

MAISA – Development of Water Protection in agrarian Areas along Waterways in Saarijärvi (2010–2014) project studied nutrient load from arable land and advanced the implementation of new knowledge and technologies for water protection.

According to the results, the continuous automatic in situ monitoring of water quality produces more accurate and real time information about nutrient loads from fields. The load varies between years and locations according to weather conditions and topography, and is shifting from spring to year end. Injection of slurry prevents nutrient leaching and is the recommended spreading method of slurry in grass cultivation. The manure balances of municipalities imply that the amount of manure in the region is not adequate for fertilizing all fields.

Farmers' attitudes to water protection were positive. They found water protection important and also participated actively in the project events. Guidance on wetlands and riparian zones was provided for 30 targets. Half of them were established by landowners during the project, including the model wetland in the school farm of our partner in cooperation, the Vocational Education Institute of Northern Central Finland, POKE. MAISA with its cooperation network informed actively the stakeholders and public about issues and good practices related to water protection in arable areas.

The project was funded by EAFRD.

Key words: Waterways in Saarijärvi, water protection in agriculture, wetland, riparian zone, continuous automatic in situ monitoring of water quality

## ESIPUHE

Saarijärven vesireitin huono tila on herättänyt huolta Keski-Suomessa. Reitin järvistä noin 60 % ja joista noin 50 % on tyydyttävässä tai tätä huonommassa tilassa. Maatalous on turvetuotannon, metsätalouden sekä haja-asutuksen ohella merkittävä vesistöreitin kuormittaja. Saarijärven Tarvaalassa sijaitsevassa Jyväskylän ammattikorkeakoulun (JAMK) Biotalousinsitituutissa (silloinen Luonnonvarainstituutti) tartuttiin reitin vesiensuojelun kehittämiseen vuonna 2009, jolloin JAMK rahoitti turvetuotannon ja maatalouden vesiensuojeluun liittyvää esiselvityshanketta. Samaan aikaan käynnistyi Keski-Suomen ELY-keskuksessa (silloinen Keski-Suomen Ympäristökeskus) valtakunnallisen TASO – Turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelutason kehittäminen -hankkeen valmistelu.

Maatalouden vesiensuojelun kehittämistarve tuli esille myös valtakunnallisissa ja paikallisissa työpajoissa, esim. Jyväskylän ammattikorkeakoulun 26.5.2009 järjestämässä ”Saarijärven vesistöreitin tilan parantaminen” -hankevalmistelutyöpajassa (26 osallistujaa) sekä 3.–4.9.2008 Lepaalla järjestetyssä ”Maatalouden vesiensuojelu vuoden 2013 jälkeen” -työpajassa.

MAISA – Maatalouden vesiensuojelun kehittäminen Saarijärven vesistöreitin varrella -hanke käynnistyi JAMKissa vuoden 2010 alussa. Hankkeen kenttäkokeissa on ollut yhteistyökumppanina Pohjoisen Keski-Suomen opimiskeskus (POKE). Hankkeen rahoittajana toimii EU:n maaseuturahasto.

MAISA-hankkeessa otettiin käyttöön kesällä 2010 Keski-Suomen ensimmäinen uuteen teknologiaan perustuva, jatkuvatoiminen automaattinen ravinnemittausasema, joka asennettiin Tarvaalaan pelto-ojaan. Seuraavina vuosina mittausverkostoa laajennettiin neljään automaattiasemaan, joiden avulla selvitettiin peltovaltaisten valuma-alueiden kuormitusta. Tarvaalan kampusalueella toteutettiin vuosina 2010–2013 käytännön mittakaavan lannanlevityskokeet POKEn nurmiviljelyssä olevilla pelloilla. Kokeissa verrattiin kahden eri lannan levitysmenetelmän vaikutusta pintavalunnan vesistökuormitukseen. MAISA-hankkeessa selvitettiin myös Saarijärven reitin alueen kuntakohtaiset lantataseet. Lisäksi hankkeessa edistettiin kosteikkojen ja suojavyöhykkeiden perustamista maataloilille sekä mallikosteikon perustamista Tarvaalan kampualueelle POKEn koulutilalle.

Hankkeessa on koko hankkeen ajan aktiivisesti tiedotettu maatalouden vesiensuojeluasioista ja levitetty hyviä vesiensuojelun käytänteitä, usein yh-



teistyössä hankkeen laajan yhteistyöverkoston kanssa. MAISAn tuloksia on julkaistu laajalti sekä tutkimuspainotteisissa julkaisusarjoissa että alan ammattilehdissä. Tähän käsillä olevaan julkaisuun olemme koostaneet kaikki MAISAn hankkeen keskeisimmät tulokset samojen kansien väliin.

Tarja Stenman





Uuden teknologian hyödyntäminen  
maatalouden vesistökuormituksen seurannassa

# AUTOMAATTINEN VEDENLAADUN MITTAUS PELTO-OJISSA – MITTAUSASEMIEN PERUSTAMINEN, HUOLTO JA YLLÄPITO

Samuli Lahtela ja Tiina Siimekselä

## JOHDANTO

Hajakuormituksen arviointi ja vedenlaadun seuranta on haasteellista, koska hajakuormitus muodostuu laajalla alueella ja useista kuormituslähteistä. Suomessa maatalouden on arvioitu aiheuttavan vuosittain yli puolet vesistöjä rehevöittävästä hajakuormituksesta (Maatalouden vesiensuojelu 2013). Maatalouden, kuten muunkin hajakuormituksen, arviointi on perustunut pääosin yksittäisten vesinäytteiden perusteella tehtyihin kuormituslaskelmiin.

MAISA-hankkeessa otettiin kesällä 2010 käyttöön Keski-Suomen ensimmäinen uuteen teknologiaan perustuva jatkuvatoiminen ravinnemittausasema Saarijärven Tarvaalassa. Tavoitteena oli saada tarkempaa tietoa maatalouden aiheuttamasta vesistökuormituksesta. Hankkeen aikana mittausverkostoa laajennettiin siten, että vuosina 2012 ja 2013 käytössämme oli neljä automaattista ravinnemittausasemaa, kaksi Tarvaalassa ja kaksi muutaman kilometrin päässä Satosuolla.

## AUTOMAATTISTEN RAVINNEMITTAUSASEMIEN PERUSTAMINEN

Automaattisen vedenlaadun seurannan tavoitteena oli tutkia kahden keskenään erilaisen ja eri valuma-alueilla sijaitsevien peltovaltaisten alueiden kuormitusta. Mittausasemat asennettiin tutkittavien peltoalueiden läpi virtaaviin valtaojaan (Tarvaalassa) ja puroon (Satosuolla), peltoalueiden ylä- ja alapuolelle. Näin saatiin mitattua virtaaman määrä ja veden ravinnepitoisuus sekä koko kyseisten valuma-alueiden että tutkimuksen kohteena olleiden peltoalueiden osalta. Virtaaman ja pitoisuuksien perusteella voitiin laskea alueelta mittausjakson aikana tullut kiintoaine- ja ravinnekuormitus.

Automaattisista In Situ -mittausasemista kolme vuokrattiin Luode Consulting Oy:ltä ja yksi asema ostettiin Jyväskylän ammattikorkeakoululle. Mittausasemilla peltojen valumavedestä mitattiin S::can UV-VIS spektrometrillä (mittausanturi) optisesti sameutta (FTU) ja nitraattitypen pitoisuutta (NO<sub>3</sub>-N) sekä liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuutta (DOC). Asemien mittaustaajuuksiksi valittiin mittaus kerran tunnissa. Tiedonsiirto tapahtui vuokratuilta asemilta

kaksi kertaa päivässä ja omalta asemalta reaaliaikaisesti tunnin välein GSM-datapuheluin mittaussasemien verkko-osoitteisiin.

Mittaussasemien paikat suunniteltiin siten, että asemien huoltaminen oli turvallista ja helppoa. Asennuspaikkaan kysyttiin maa-alueen omistajien suositukset. Maalle tulleet rakenteet tehtiin riittävän tukeviksi, jotta esimerkiksi routa tai myrsky eivät kaataisi niitä.

Mittaussasemia varten mittaustaikoihin rakennettiin ojien yli kulkevat sillat, joihin mittauslaitteet kiinnitettiin (kuva 1). Sillat laitettiin riittävän korkealle, ettei vesi nouse niille tulva-aikoina. Satosuonpuron toisella mittaussasemalla mittauslaitteet kiinnitettiin ponttoneilla varustettuun laituriiin, koska vedenpinnan vaihtelu oli niin suurta, että sillan rakentaminen paikalle ei onnistunut (kuva 2).



KUVA 1. Mittauslaitteet asennettiin siltarakenteisiin. (Kuva: Samuli Lahtela, JAMK.)



KUVA 2. Satusuonpuron toisella mittausasemalla mittauslaitteet kiinnitettiin pontoneilla varustettuun laituriin. (Kuva: Samuli Lahtela, JAMK.)

Mittausasemat tarvitsevat toimiakseen sähköä. Tarvaalan kahdelle mittausasemalle sähkö vedettiin sähköverkosta maakaapelilla. Samanlainen järjestely ei Satusuon mittausasemilla ollut mahdollista niiden sijainnin vuoksi, joten Satusuon asemilla virtalähteenä käytettiin akkuja. Toisella asemalla oli myös aurinkopaneelijärjestelmä turvaamassa virran riittävyyttä. Mittausasemien dataloggerit, akut, sekä kompressorit tai paineilmapullot, joilla tuotettiin paineilmaa sameusanturin automaattista puhdistusta varten, sijoitettiin lukittuihin suojakaappeihin (kuva 3).



KUVA 3. Mittausaseman suojakaappi, jossa on akku, kaksi dataloggeria, paineilmapullo ja aurinkopaneelijärjestelmä. (Kuva: Samuli Lahtela, JAMK.)

Virtaamanmittauksessa pyrittiin käyttämään kolmiomittapatoja, koska ne ovat oikein asennettuina helppokäyttöisiä, edullisia ja luotettavia (kuva 4). Virtaamamittaus toteutettiin ilmanpaineekompensoitujen paineantureiden avulla. Anturit mittasivat pinnankorkeutta, joka muutettiin mittapatokaavan avulla virtaamaksi. Patorakenteiden huonoiksi puoliksi havaittiin padon talviaikainen jäätyminen, joka saattaa vääristää tuloksia. Kohteilla, joille mittapatoa ei voitu rakentaa käytettiin akustisia virtaamanmittauslaitteita (kuva 5). Näissä ongelmia tuottivat vähäsateiset kesät, jolloin uoman virtausnopeus laski ajoittain laitteen mittauskapasiteetin alapuolelle.



KUVA 4. Virtaaman mittaukseen käytetty kolmiomittapato. (Kuva: Samuli Lahtela, JAMK.)





KUVA 5. Akustinen virtaamanmittauslaite puhdistettavana. (Kuva: Samuli Lahtela, JAMK.)

## HUOLTO

Vedenlaadun mittauslaitteet on yleensä varustettu automaattisilla puhdistusmekanismeilla, joko paineilmalla tai mekaanisella harjalla. Nämä eivät kuitenkaan riitä pitämään pelto-ojiin sijoitettuja mittausantureita puhtaina. Anturit on lisäksi säännöllisesti ja riittävän usein puhdistettava käsin, jottei mittalaitteen likaantuminen pääse vaikuttamaan mittaustuloksiin. Puhdistusvälin sopiva pituus on aina tapaus- ja laitekohtaista, ja vaihtelee pelto-ojissa olevien mittareiden osalta viikosta kuukauteen. Puhdistusväli on liian pitkä, mikäli anturin mittaamassa datassa näkyy puhdistuksen jälkeen tasomuutos. MAISA-hankkeessa Scan-anturit puhdistettiin yhden tai kahden viikon välein harjalla ja puhdistusaineella. Anturit puhdistettiin mittausten välillä, jotta voitiin välttää tilannetta, jossa anturi mittaisi sen ollessa ylhäällä vedestä.



KUVA 6. Kenttämestari Samuli Lahtela huoltamassa mittausasemaa. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)

Huoltokäynteihin voi sisältyä anturien puhdistuksen lisäksi muitakin toimia (kuva 6). Satosuon toisella mittausasemalla viikoittaiseen huoltokäyntiin sisältyi akun vaihtaminen ja virtaamadatan lataaminen tietokoneelle. Anturin automaattista puhdistusta varten tarvittava paineilmapullo vaihdettiin kuukausittain huoltokäynnin yhteydessä.

Ylimääräisiä huoltokäyntejä aiheuttivat erilaiset laiterikot ja poikkeukselliset anturien likaantumiset esimerkiksi toukkien takia (kuva 7). Kesäisin jouduttiin usein vaihtamaan verkkovirrassa olleita ukkosten rikkomia mittalaitteita.



KUVA 7. Scan-anturissa olleet toukat aiheuttivat dataan poikkeavia sameuspiikkejä, jotka poistettiin tuloksista. (Kuva: Samuli Lahtela, JAMK.)

Huoltokäyntien yhteydessä tulee kiinnittää huomiota siihen, ettei omalla toiminnallaan aiheuta veden samentumista tai muuta muutosta vedenlaatuun. Myös maastohavaintojen tekeminen ja kirjaaminen muistiin huoltokäyntien yhteydessä on erittäin tärkeää. Hyvistä maastohavainnoista voi löytyä selitys esimerkiksi datasta löytyville poikkeaville arvoille, kun tuloksia käsitellään ja analysoidaan jälkeenpäin.

## LAADUN VARMISTUS

### DATAN SEURANTA

Automaattiset ravinnemittausasemat mittaavat vedenlaatua itsenäisesti ilman mitään suodatuskeinoa virhemittauksille. Tämän takia on tärkeää, että dataa valvotaan ihmislähtöisesti. Mahdolliset vedenlaatutuloksia vääristävät virhetulokset tulee poistaa datasta.

Laadun varmistukseen on myös hyvä käyttää ns. robottia, jolle voidaan syöttää mittausparametrien raja-arvot, joiden sisällä datan tuloksien on pysyttävä. Tällöin mahdollisesta raja-arvon ylittymisestä tai alittumisesta tulee ilmoitus laadun varmistuksesta vastaavalle henkilölle. Poikkeamien syyt tulee selvittää ja väärät tulokset, esimerkiksi roskista johtuvat sameuspiikit, on poistettava datasta.

Laadun varmistuksesta vastaavalla henkilöllä tulee olla riittävästi kokemusta ja tietämystä vedenlaadun parametrien käyttäytymisestä eri hydrologisissa tilanteissa, sillä hänen tulee erottaa ongelmatilanteissa, mitkä tulokset tulee poistaa ja mitkä jättää dataan. MAISA-hankkeessa datan laadun varmistuksessa käytettiin apuna robottia, joka ilmoitti mahdollisista poikkeamista mittaus tuloksissa sähköpostilla vastuuhenkilölle. Lisäksi data tarkastettiin ihmislähtöisesti vähintään kerran vuorokaudessa.

Vuokratuilla mittausasemilla datan laadun varmistus kuului ostettuun datapalveluun. Ongelmatilanteissa palveluntarjoajan datapalvelusta otettiin yhteyttä vastuuhenkilöön ja ongelmat pyrittiin selvittämään mahdollisimman nopeasti, jottei dataa menetettäisi. Myös vuokra-asemien dataa valvottiin tämän lisäksi itse.

## VESINÄYTTEET

Jotta automaattisella vedenlaadun mittauksella saadaan luotettavia tuloksia ja tulosten luotettavuus voidaan todistaa, tarvitaan automaattimittauksen tueksi vesinäytteitä, jotka analysoidaan laboratoriossa. MAISA-hankkeessa seurantajaksojen aikana otettiin automaattisilta mittausasemilta yhteensä reilut 160 vesinäytettä.

Tulosten kalibrointia ja laadunvarmistusta varten tarvittavat vesinäytteet otettiin mittausasemilta mahdollisimman läheltä mittausanturia. Antureiden mittausaajuus oli kerran tunnissa (tasatunnein) ja näytteet pyrittiin ottamaan samalla tai lähes samalla hetkellä, jolloin anturin mittaus tapahtui. Näytteenottopaikalla ja -hetkellä on suuri merkitys verrattaessa automaattisten mittareiden tuloksia vesinäytteiden tuloksiin, sillä veden sameus, ravinne- ja kiintoainepitoisuudet vaihtelevat uomassa hyvin nopeasti virtaamanvaihteluiden mukaan.

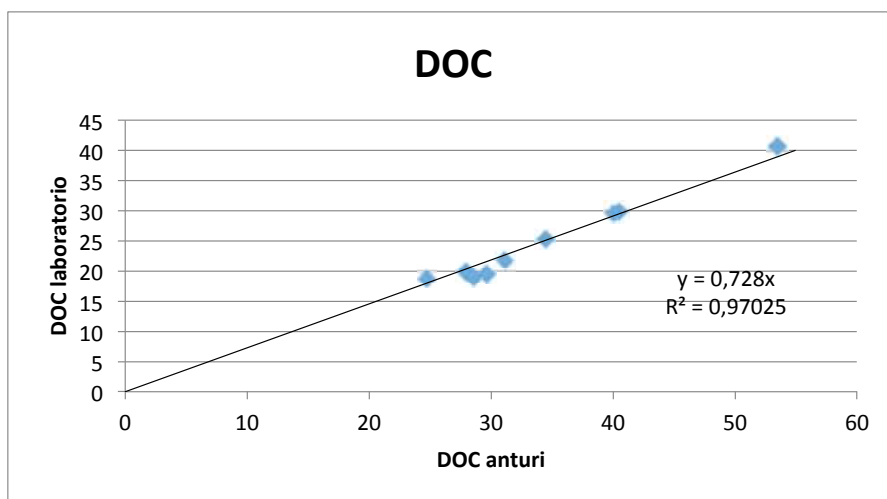
Vesinäytteitä otettiin eri kellonaikoina ja erilaisissa virtaamaoloissa. Tulosten luotettavuuden kannalta on tärkeää, että vesinäytteistä löytyy niin pieniä, suuria, kuin lähellä keskiarvoa olevia pitoisuuksia. Tulosten luotettava kalibrointi on tällöin helpompaa.

Luotettavuuden kannalta tärkeää on myös vesinäytteiden oikeanlainen käsittely. Näytepullojen tulee olla puhtaita ja näytteenottajan tulee varoa, ettei

hän aiheuta omalla toiminnallaan muutoksia vedenlaatuun. Kun vesinäytteet on otettu, ne tulee kuljettaa viileässä ja toimittaa mahdollisimman nopeasti laboratorioon tutkittaviksi, sillä pitkä säilytys näytepulloissa voi muuttaa veden laatua. Esimerkiksi typpi voi denitrifikoitua vesinäytteessä, jolloin nitraattitypen pitoisuus vedessä pienenee.

## DATAN KALIBROINTI JA VALIDOINTI

Automaattisten mittausasemien tuottama data on ns. raakadataa, joka kalibroidaan jälkikäteen mittausjaksojen aikana otettujen, laboratoriossa analysoidun vesinäytteiden perusteella. Anturit mittaavat vedestä sameutta (FTU), liukoista orgaanista hiiltä (COD) ja nitraattityppeä ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ). Raakatulokset kalibroidaan vastaamaan laboratoriossa määritettyjä arvoja regressioyhtälön avulla (kuva 8).



KUVA 8. Liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) kalibrointiyhtälö. X-akselilla on anturin mittaaman DOC-pitoisuuden raakatulos ja Y-akselilla samoina ajankohtina otettujen vesinäytteiden laboratoriossa määritetyt DOC-pitoisuudet.

Kokonaisfosfori (P-tot) ja kiintoaine laskettiin samoin regressioyhtälön avulla, mutta käyttämällä sijaisuuttujana anturin mittaamaa sameusarvoa. Tällöin vesinäytteiden laboratoriossa määritettyä kokonaisfosfori- tai kiintoainepitoisuutta verrattiin yhtälössä anturin mittaaman sameuden kalibroituun tulokseen. Samalla menetelmällä laskettiin myös kokonaistyyppi (N-tot) käyttämällä sijaisuuttujana anturin mittaamaa  $\text{NO}_3\text{-N}$  -pitoisuutta. Vastaavasti kemiallinen

hapenkulutus ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ) laskettiin vertaamalla sitä anturin mittaaman liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) arvoihin. Tarvaalan mittauskohteilla kokonaisfosforin laskeminen anturin mittaaman sameusarvon perusteella ei onnistunut, koska veden sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välillä ei ollut riippuvuutta eli korrelaatiota.

Mittaustulosten validointiin eli tulosten luotettavuuden varmistamiseen käytettiin myös regressioyhtälöä. Validoinnissa verrattiin vesinäytteistä laboratorioissa määritettyjä tuloksia automaattimittausten perusteella saatuihin, kalibroituihin tuloksiin. Tulosten luotettavuutta kuvaa selitysaste ( $R^2$ ), joka voidaan ilmoittaa prosentteina tai desimaalilukuna. Selitysasteet olivat Tarvaalan ja Satosuon mittauskohteilla pääosin 80–95 % luokkaa, mitä voidaan pitää varsin hyvänä tuloksena. Nitraattitypen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) pitoisuudet Tarvaalan ylääsämällä olivat niin pieniä, että ne jäivät osittain anturin määrittäysrajan alapuolelle.  $\text{NO}_3\text{-N}$ :n selitysaste ko. mittausasemalla olikin vain 42 %.

## YHTEENVETO

Automaattisella vedenlaadun seurannalla saadaan parhaimmillaan tarkkaa tietoa hajakuormituksesta. Jatkuvat toimien mittausasemien käyttö hajakuormituksen arvioinnissa onkin yleistynyt viime vuosina ja kokemukset niiden toimivuudesta ovat olleet pääosin positiivisia.

Automaattiseen vedenlaadun seurantaan liittyy kuitenkin edelleen myös haasteita. Mittausaseman perustaminen ja laitteistojen hankkiminen joko ostamalla tai vuokraamalla on melko kallista. Laadunvarmistusta ja kalibrointia varten tarvitaan edelleen myös manuaalisia vesinäytteitä, joiden analysointi laboratorioissa aiheuttaa kustannuksia. Mittausaseman ylläpito vaatii välillä paljon työtä ja hyvää hälytysvalmiutta, sillä mm. säätömiöt voivat aiheuttaa äkillisiä häiriötilanteita. Lisäksi datan tarkastamiseen, virheellisen datan poistamiseen ja tulosten tulkintaan tarvitaan sekä aikaa että asiantuntemusta.

MAISA-hankkeen pilottitutkimuksessa saatiin uuden teknologian avulla hyvää, uutta tietoa maatalouden vesistökuormituksesta. Lisäksi saatiin paljon käytännön kokemusta, oppia ja asiantuntemusta automaattisten mittausasemien perustamisesta, ylläpidosta ja ongelmatilanteiden ratkaisemisesta.

## LÄHTEET

Maatalouden vesiensuojelu 2013. Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Suomen ympäristökeskus SYKE. Julkaistu 4.9.2013. Päivitetty 4.12.2013. Viitattu 15.1.2014. [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi), vesi ja meri, vesien ja merien suojelu, maatalous.

# TULOKSIA AUTOMAATTISESTA VEDENLAADUN SEURANNASTA

Tiina Siimekselä ja Anneli Ylimartimo

## JOHDANTO

Pintavesien tilaa on Suomessa seurattu säännöllisesti 1960-luvulta lähtien. Seuranta on perustunut perinteisesti tietyin väliajoin samoilta havaintopaikoilta otettuihin yksittäisiin vesinäytteisiin. Myös maatalouden kiintoaine- ja ravinnekuormituksen arviointi on perustunut pääosin pieniltä valuma-alueilta otettujen yksittäisten vesinäytteiden perusteella tehtyihin laskelmiin.

Yksittäisiin vesinäytteisiin perustuvat kuormituslaskelmat antavat suuntaviivoja maatalouden vesistökuormituksesta. Ravinnekuormitus kuitenkin vaihtelee voimakkaasti eri vuosien välillä muun muassa sademäärän, sateiden ajoittumisen ja roudan mukaan. Lisäksi uomien virtaamaolot vaihtelevat hyvin nopeasti aiheuttaen nopeita muutoksia veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksissa. Yksittäisiin vesinäytteisiin perustuvassa seurannassa nopeat muutokset jäävät usein huomaamatta, sillä näyte edustaa vain näytteenottohetken tilannetta. Yksittäisiin vesinäytteisiin perustuvat kuormituslaskelmat voivatkin yli- tai aliarvioida kuormitusta näytteenottoajankohdasta riippuen. (Valkama, Lahti ja Särkelä 2007b.)

Automaattisen vedenlaadun seurannan soveltuvuutta hajakuormituksen arviointiin on tutkittu Suomessa vuodesta 2005 lähtien, jolloin Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry aloitti automaattisten mittausantureiden koekäytön Vantaanjoen valuma-alueen savisameissa vesissä. Jatkuvat toimisella seurannalla on saatu tarkkaa tietoa veden laadussa tapahtuvista nopeista muutoksista ja tarkempia arvioita kuormituksesta Etelä-Suomen savialueilla. (Valkama, Lahti ja Särkelä 2007a.)

MAISA-hankkeessa tutkittiin jatkuvatoimista, automaattista vedenlaadun seurantaa ensimmäistä kertaa Keski-Suomen olosuhteissa hiesu-hiekkamooreni- ja turvepitoisilla mailla. Tutkimuksessa saatiin uutta tietoa sekä automaattisen mittausmenetelmän soveltuvuudesta Keski-Suomessa tyypillisiin olosuhteisiin että ravinne- ja kiintoainekuormituksen muodostumisesta ja vuosittaisesta vaihtelusta.

## TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

### TUTKIMUSALUEET

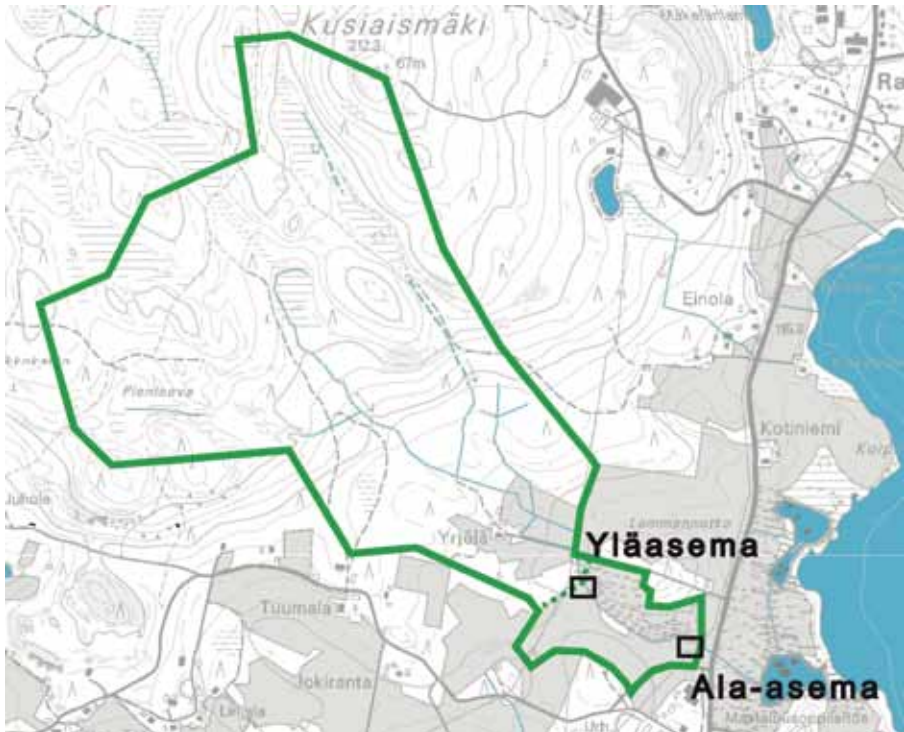
Vedenlaatua seurattiin neljällä automaattisella mittausasemalla, joista kaksi sijoitettiin Saarijärven Tarvaalaan Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen (POKE) koulutilalle valtaojan varteen ja kaksi Satosuolle puron varteen (kuvat 1–3). Sekä Tarvaalan että Satosuon valuma-alueet ovat osa Summasjärven valuma-aluetta ja kuuluvat Saarijärven vesireittiin.



KUVA 1. Tarvaalan ja Satosuon valuma-alueet sijaitsevat Saarijärvellä Keski-Suomessa.

Tarvaalan valuma-alueen koko on 129 ha. Siitä maatalousmaata on noin 14 % ja loppuosa on metsätalousmaata, jossa vallitseva maalaji on hiekkamoreeni. Kaksi automaattista mittausasemaa sijaitsivat peltoalueen yläpuolella (ylä-asema) ja alapuolella (ala-asema) (kuva 2). Mittausasemien väliin jäävä tutkimusalue (9 ha) on viljeltyä peltoa, jonka maalaji on multava hiesu. Peltoviljelyn aiheuttama ravinne- ja kiintoainekuormitus saatiin vähentämällä ala-asemalla mitatusta kuormituksesta yläasemalla mitattu kuormitus. Tarvaalan ala-asema oli MAISA-hankkeen ensimmäinen mittausasema ja se asennettiin valtaojan alajuoksulle kesällä 2010. Yläasema asennettiin valtaojan yläjuoksulle kevättalvella 2011.





KUVA 2. Tarvaalan valuma-alue, automaattisten mittausasemien sijainti valtaojassa sekä mittausasemien väliin jäävä tutkimusalue (vihreän katkoviivan rajaama valuma-alueen kaakkoisnurkka).

Satosuolla mittausasemat sijaitsivat alueen läpi virtaavassa Satosuonpurossa (kuva 3). Satosuonpuron valuma-alueesta (1218 ha) kolmannes on maatalousmaata. Kahden mittausaseman väliin jäävä tutkimusalue oli pinta-alaltaan 396 ha. Siitä suurin osa (64 %) oli peltoa, josta turvepeltoa 39 %. Ala-asema asennettiin puron alajuoksulle kesällä 2011 ja yläasema yläjuoksulle keväältä 2012.



KUVA 3. Satusuonpuron valuma-alue, tutkimusalueen rajat sekä automaattisten mittausasemien sijainti Satusuonpurossa.

## SEURANTAJAKSOT

Automaattiset mittausasemat asennettiin paikoilleen mahdollisimman aikaisin keväisin heti, kun valtaojan ja puron jäättilanne sen sallivat. Vastaavasti mittausasemia pidettiin syksyisin toiminnassa mahdollisimman pitkään, jää-, lumi- ja pakkasoloista riippuen. Vuoden 2013 mittausjakso päätettiin poikkeuksellisesti joulukuun alussa MAISA-hankkeen päättymisen vuoksi, vaikka sääolosuhteet olisivatkin sallineet mittausten jatkamisen.

Tarvaalan seurantajakso toteutettiin 1.9.–22.11.2010 (83 vrk), 28.3.2011–9.1.2012 (282 vrk), 14.3.–28.11.2012 (259 vrk) ja 24.3.–2.12.2013 (252 vrk). Tarvaalassa oli vuoden 2010 mittausjaksolla käytössä yksi mittausasema, muina vuosina kaksi mittausasemaa. Satusuonpuron alueella ensimmäisellä seurantajaksoilla 12.8.–21.11.2011 (102 vrk) käytettävissä oli vain yksi mittausasema (ala-asema). Seuraavilla seurantajaksoilla 21.3.–26.11.2012 (242 vrk) ja 27.3.–3.12.2013 (245 vrk) myös Satusuonpurolla oli käytössä kaksi automaattista mittausasemaa.

## RAVINNEKUORMITUSAINESTON KERÄÄMINEN

Jatkuvatoimisten, automaattisten S::can UV-VIS spektrometrien (automaattianturit) mittaustaajuus oli kerran tunnissa ja tulokset siirrettiin GSM-yhteydellä mittausasemien verkko-osoitteisiin. Kaikilla mittausasemilla automaattianturit

mittasivat optisesti sameutta (FTU), nitraattitypen (NO<sub>3</sub>-N) pitoisuutta ja liukois-  
sen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuutta. Anturit puhdistettiin automaattisesti  
paineilmalla joka toinen tunti ja lisäksi manuaalisesti kerran viikossa. Veden  
kiintoaineen ja kokonaisfosforin (P-tot) pitoisuudet laskettiin automaattianturin  
mittaaman sameusarvon perusteella vedenlaatumuuttujien välisiin riippuvuuk-  
siin perustuen. Tarvaalan mittausasemilla veden sameuden ja P-tot -pitoisuu-  
den välillä ei ollut riippuvuutta, joten pitoisuuden laskeminen ei onnistunut.  
Näin ollen Tarvaalasta ei saatu jatkuvatoimisella seurannalla kokonaisfosforin  
tuloksia.

Mittausdatan luotettavuuden varmistamiseksi ja automaattiantureiden ka-  
librointia varten mittauspaikoilta otettiin vesinäytteitä, joista analysoitiin labo-  
ratoriossa mm. sameus, kiintoaine, P-tot, liuennut P-tot, kokonaistyyppi (N-tot)  
ja NO<sub>3</sub>-N. Vuoden 2011 (3 mittausasemaa) seurantajaksojen aikana otettiin  
yhteensä 45 vesinäytettä, vuoden 2012 (4 mittausasemaa) seurantajaksoilla  
yhteensä 59 vesinäytettä ja vuoden 2013 (4 mittausasemaa) seurantajaksoilla  
yhteensä 54 vesinäytettä.

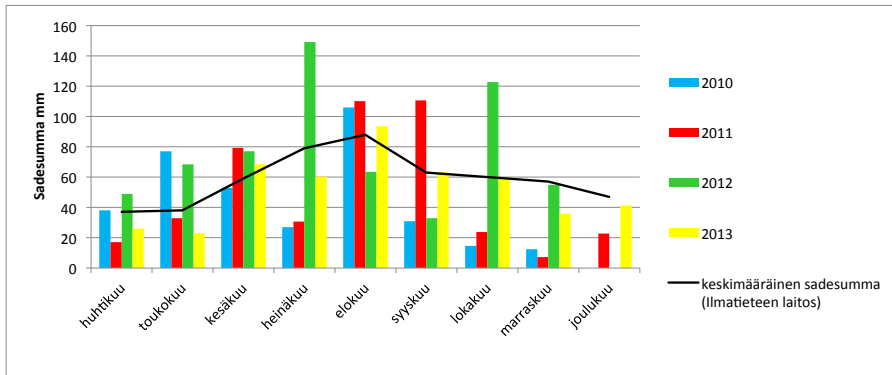
Tarvaalassa kummankin mittausaseman yläpuolella oli kolmiomittapato,  
ja virtaamaa mitattiin ilmanpainekompensoitujen paineanturien avulla. Pai-  
neanturit mittasivat pinnankorkeutta, joka muutettiin mittapatokaavan avulla  
virtaamaksi. Satosuonpurossa virtaamaa mitattiin ultraääniäaltojen heijastu-  
miseen perustuvilla akustisilla virtaamamittareilla.

Valumavesien mukana tuleva kiintoaineen ja ravinteiden kuormitus lasket-  
tiin tunneittain pitoisuuden ja virtaaman tulona. Tarvaalassa – missä jatkuvatoi-  
misen seurannan P-tot -tulokset puuttuivat – kokonaisfosforin kuormitus arvi-  
oitiin laboratoriossa analysoitujen vesinäytteiden kokonaisfosforipitoisuuden ja  
jatkuvatoimisesti mitatun virtaaman avulla tunneittain ns. periodimenetelmällä.  
Periodimenetelmässä ainepitoisuuden oletetaan olevan vesinäytteen pitoisuu-  
den mukainen näytteenottopäivän puolivälistä seuraavan näytteenottopäivän  
puoliväliin saakka.

Tarvaalassa ja Satosuolla kahden mittausaseman väliin jäävän tutkimus-  
alueen, joka oli Tarvaalassa kokonaan ja Satosuollakin enimmäkseen peltoa,  
kuormitukset (kg/ha) laskettiin vähentämällä koko valuma-alueen kuormituk-  
sesta peltoalueen yläpuolisen alueen kuormitus.

## SADELOSUHTEET JA VIRTAAMAT

Vuoden 2010 sadesummat saatiin Saarijärven koulujen sääpalvelimelta noin  
viiden kilometrin päästä Tarvaalan tutkimusalueesta. Muiden vuosien säätiedot  
kerättiin omalla, Tarvaalassa sijaitsevalla sääasemalla. (Kuva 4.)



KUVA 4. Tarvaalan tutkimusalueen kuukausittaiset sadesummat seurantajaksoilla 2010–2013 sekä lähialueen keskimääräinen sadesumma 1971–2000 Ilmatieteen laitoksen mukaan ([www.fmi.fi](http://www.fmi.fi)).

Vuoden 2010 seurantajakso sekä sitä edeltänyt kesä olivat poikkeuksellisen vähäsateisia (kuva 4). Tutkimusjakson aikainen sadesumma jäi Saarijärvellä alle kuudesosaan Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisista keskiarvoista ([www.fmi.fi](http://www.fmi.fi)). Myös virtaama jäi tutkimusjaksolla hyvin pieneksi. Keskivirtaama ojassa oli 4 litraa sekunnissa, vaihteluväli 0–18,5 l/s. Suurimmat virtaamat mitattiin syyskuun lopulla ja marraskuun alussa.

Myös vuoden 2011 seurantajakso oli melko vähäsateinen (kuva 4). Sadesumma kohdealueella jäi runsassateisista elo- ja syyskuusta huolimatta noin viidenneksen Ilmatieteen laitoksen pitkä-aikaisia keskiarvoja pienemmäksi ([www.fmi.fi](http://www.fmi.fi)). Suurimmat virtaamat mitattiin kaikilla mittausasemilla syyskuun alussa ja puolivälissä sekä Tarvaalan asemilla lisäksi huhtikuun puolivälissä lumien sulaessa. Tutkimusjaksojen 2011–2013 aikana mittausasemilla mitatut keskivirtaamat ja virtaamien vaihteluvälit (min, max) on esitetty taulukossa 1.

Vuoden 2012 seurantajakson sadesumma oli noin 1,3 -kertainen Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisiin keskiarvoihin nähden ([www.fmi.fi](http://www.fmi.fi)). Sateisimmat kuukaudet olivat heinä- ja lokakuu, jolloin tutkimusalueen sadesummat olivat noin kaksinkertaiset Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisiin keskiarvoihin verrattuna (kuva 4). Suurimmat virtaamat havaittiin kaikilla mittausasemilla huhtikuun kahden viimeisen viikon aikana lumien sulaessa sekä touko-, heinä-, loka- ja marraskuussa voimakkaiden sadejaksojen aikana.

Vuoden 2013 seurantajakson suurimmat virtaamat mitattiin kaikilla mittausasemilla huhtikuun 17.–19. päivä, jolloin lumien sulaminen oli nopeaa sateisen ja lämpimän sään ansiosta. Virtaamahuiput olivat edellisiä vuosia suuremmat kaikilla kohteilla, vaikka huhtikuun sademäärä jäi noin kolmanneksen Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisia keskiarvoja pienemmäksi. Koko seurantajakson aikainen sadesumma oli lähellä Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisia keskiarvoja. ([www.fmi.fi](http://www.fmi.fi))

TAULUKKO 1. Virtaaman keskiarvo ( $\bar{x}$ ) ja vaihteluväli (min, max) sekä veden sameuden, kiintoaineen, nitraatti- ja kokonaistypen, liukoisen orgaanisen hiilen ja kemiallisen hapenkulutuksen keskipitoisuus ( $\bar{x}$ ) ja pitoisuuden vaihteluväli (min, max). Satosuonpuron mittausasemilta lisäksi kokonaisfosforin keskipitoisuus ja pitoisuuden vaihteluväli.

Satosuonpuro ala-asema									
Tutkimusjakso	2011 (102 vrk)			2012 (242 vrk)			2013 (245 vrk)		
	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max
virtaama (l/s)	173	30	1216	200	11	1655	82	5	1845
sameus (FTU)	7,1	3,2	56	8,4	2,2	109,2	8,4	1,7	78,8
kiintoaine (mg/l)	8,1	1	89	7,7	0,5	140	12,5	2,4	126
P-tot ( $\mu\text{g/l}$ )	89	18,6	690,5	89,3	71	381,1	131,6	25,2	1331,7
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	1,2	0,02	7,9	0,9	0,1	6,4	1	0,02	5,2
N-tot (mg/l)	2,5	0,8	11,2	2,2	1,2	7,5	2,1	0,4	8,2
DOC (mg/l)	23,5	12	35,5	25,9	14,4	41,7	22,1	12,2	32,6
CODMn (mg/l)	28	19	44,7	26,3	15,7	40,9	25	10,5	45,4
Satosuonpuro yläasema									
Tutkimusjakso	2011			2012 (242 vrk)			2013 (245 vrk)		
	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max
virtaama (l/s)				81	5	613	40	3	718
sameus (FTU)				9,1	1,7	311,9	8,6	0,2	93,4
kiintoaine (mg/l)				12,8	2,4	440,6	9,4	0,1	180,6
P-tot ( $\mu\text{g/l}$ )				66,8	47,4	861,8	68,2	27	251
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)				0,5	0,1	3,8	0,4	0,1	5,7
N-tot (mg/l)				1,4	0,1	5	1,3	0,4	6,5
DOC (mg/l)				21,4	15,2	35,3	19,8	11,8	34,7
CODMn (mg/l)				27,6	14,5	57,2	24,3	11,1	50,3
Tarvaala ala-asema									
Tutkimusjakso	2011 (282 vrk)			2012 (259 vrk)			2013 (252 vrk)		
	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max
virtaama (l/s)	16	0,1	177	18	0,5	203	11	0,1	235
sameus (FTU)	13	0,4	371,7	10,9	2,5	102,8	7,7	0,1	95,9
kiintoaine (mg/l)	17,3	0,4	506,9	15,3	3,4	144	11,1	0,1	130,8
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,8	0,1	16,1	0,3	0	3,8	0,4	0,1	7,3
N-tot (mg/l)	1,5	0,1	14,1	0,8	0,1	4,8	0,9	0,1	3,9
DOC (mg/l)	18,9	7,6	38,4	17,1	9,8	33,6	14,6	8,7	29,2
CODMn (mg/l)	27	10,8	54,8	21,7	11,8	43,9	19	11,1	37,3
Tarvaala yläasema									
Tutkimusjakso	2011 (282 vrk)			2012 (259 vrk)			2013 (202 vrk)		
	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max
virtaama (l/s)	14	0,1	168,2	13,5	0,5	153	9	0,1	171
sameus (FTU)	8	1	180	7	2	132	7,5	2	149,2
kiintoaine (mg/l)	14	1	305	11,9	2,9	225	13	3	253
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,4	0,1	1	0,3	0,1	0,7	0,4	0,2	0,8
N-tot (mg/l)	0,7	0,3	1,3	0,5	0,2	1,2	0,5	0,1	0,9
DOC (mg/l)	20,8	8,6	39,9	18,1	10,7	34,9	13,6	9,2	25,6
CODMn (mg/l)	27,9	9,9	56,1	24	13	48,7	17,4	10,7	35

## TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

### AUTOMAATTIANTURIEN TOIMINTA

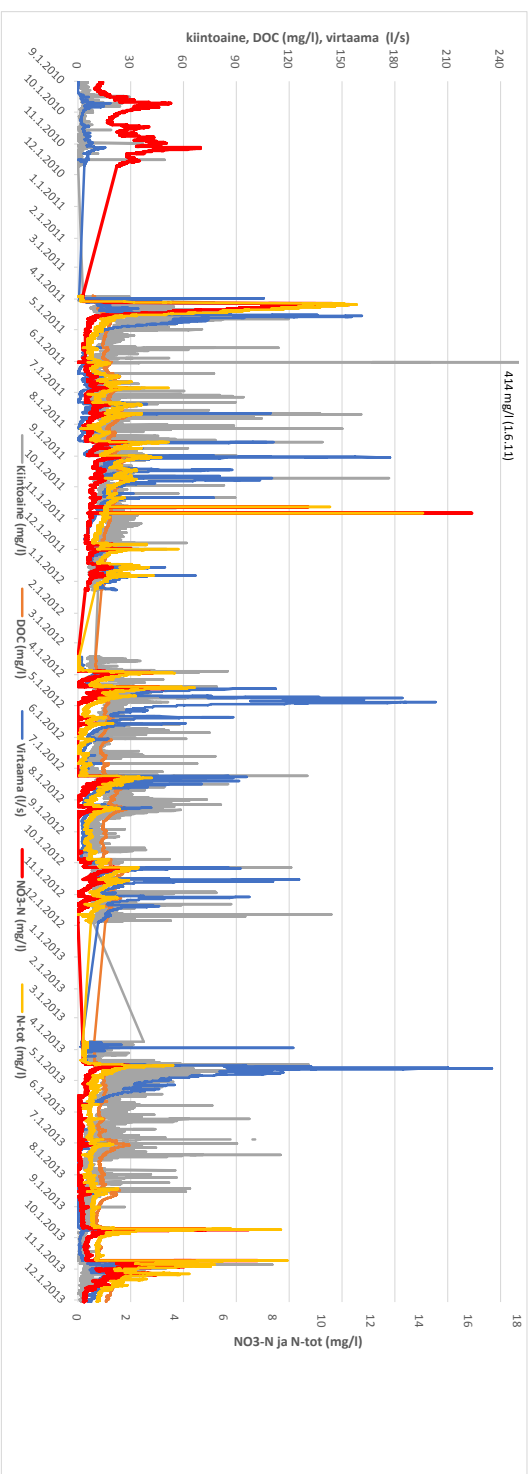
Satosuolla automaattianturien vedestä mitaamat tulokset ja vesinäytteistä laboratoriossa määritetyt tulokset vastasivat pääosin hyvin toisiaan kaikkien mitattujen suureiden osalta. Ala-aseamalla mitatut kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet vastasivat laboratoriossa määritettyjä pitoisuuksia keskimäärin 90 % selitysasteella. Yläasemalla selitysasteet olivat samaa luokkaa lukuun ottamatta kokonaisfosforin ja kiintoaineen pitoisuuksia, jotka olivat kiintoaineella 80 % ja kokonaisfosforilla 53 %. Selitysaste kuvastaa tulosten luotettavuutta. Luotettavuus on sitä parempi, mitä suurempi selitysaste on.

Myös Tarvaalan ala-aseamalla automaattiantureiden mittaustulokset ja vesinäytteiden laboratoriotulokset vastasivat hyvin toisiaan. Sameuden ja kiintoaineen selitysasteet olivat lähes 80 % ja kokonaistypen, nitraattitypen, liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) ja kemiallisen hapenkulutuksen ( $COD_{Mn}$ ) selitysasteet noin 90 %. Tarvaalan yläasemalla sameuden, kiintoaineen ja  $COD_{Mn}$ :n selitysasteet olivat hieman yli 80 % ja DOC:n osalta 94 %. Typpipitoisuuksien mittaaminen automaattianturilla oli Tarvaalan yläasemalla haasteellista metsäalueelta tulevan veden hyvin pienten typpipitoisuuksien vuoksi, joten selitysasteet jäivät alhaisiksi (43 % nitraattitypelle ja 30 % kokonaistypelle). Kokonaisfosforipitoisuuksien seuranta jatkuvatoimisella automaattisella mittauksella ei onnistunut Tarvaalassa veden sameuden ja kokonaisfosforin välisen riippuvuuden puuttuessa.

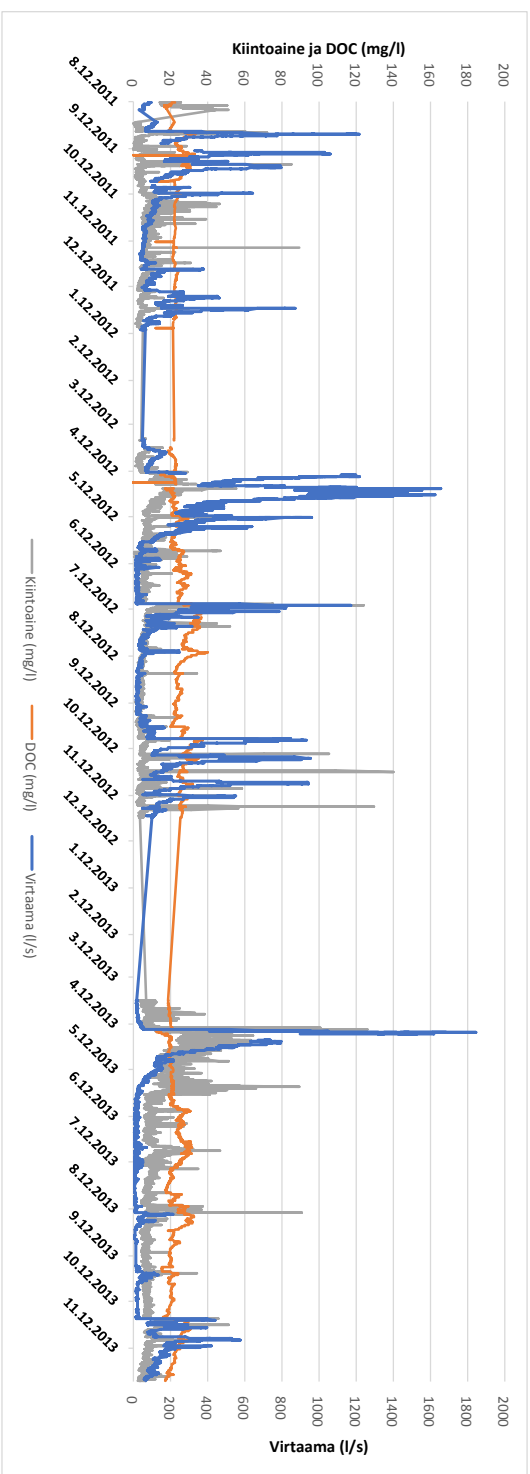
### VALUMAVESIEN KIINTOAINE- JA RAVINNEPITOISUUDET

Valumavedestä mitattujen suureiden keskipitoisuudet ( $\bar{x}$ ) ja pitoisuuksien vaihteluvälit (min, max) on esitetty taulukossa 1. Typpipitoisuudet olivat kaikilla tutkimusjaksoilla Satosuonpuron mittausasemilla isommat kuin Tarvaalan mittausasemilla. Kiintoainepitoisuudet sen sijaan olivat Tarvaalan ala-aseamalla muita asemia suuremmat vuosien 2011 ja 2012 seurantajaksoilla. Maastohavaintojen perusteella Tarvaalan valtaojassa oli näkyvää eroosiota korkeiden virtaamien aikana, mikä selittää Tarvaalan tutkimusalueen suurta kiintoainepitoisuutta.

Mittausasemilla mitatut veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet vaihtelivat virtaaman mukaan. Suurten virtaamien aikana mitattiin myös suuria kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksia. Sen sijaan orgaanisen aineksen (DOC ja  $COD_{Mn}$ ) pitoisuuksiin virtaaman vaihteluilla ei havaittu olevan suurta vaikutusta. Virtaaman ja valumaveden pitoisuuksien vaihtelu on kuvattu aikasarjana kuvissa 5, 6 ja 7.

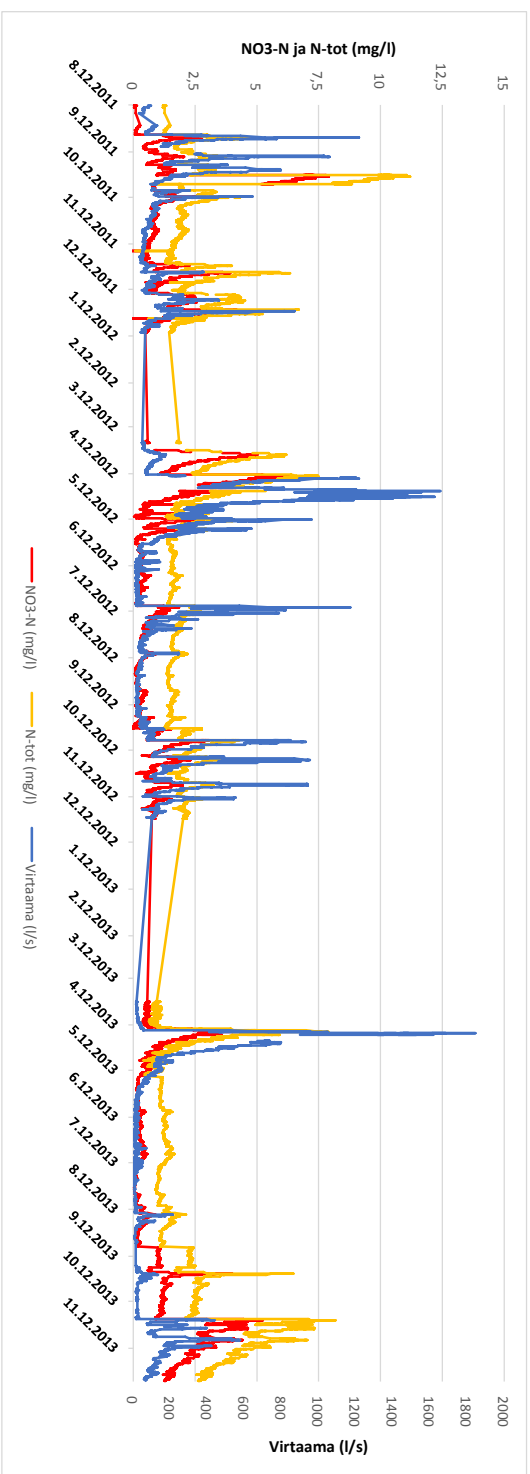


KUVA 5. Tarvaalan ala-aseamalla mitatut valumavesien kiintoaineen, liukoisen orgaanisen hiilen, nitraattitypen ja kokonaistypen pitoisuudet (mg/l) sekä virtaamat (l/s) seurantaajaksilla 2010–2013.



KUVA 6. Satosuon ala-asemalla mitatut valumavesien kiintoaineen ja liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuudet (mg/l) sekä virtaamat (l/s) seurantajaksolla 2011–2013.





KUVA 7. Satosuon ala-asemalla mitatut valumavesien kokonaistyypen ja nitraattityypen pitoisuudet (mg/l) sekä virtaamat (l/s) seurantajaksoilla 2011–2013.

## PELLOILTA TULEVA KUORMITUS

Satosuolla kahden mittausaseman väliin jäävän tutkimusalueen (josta 64 % peltoa) kuormitusarviot (kg/ha) kunkin tutkimusjakson ajalta on esitetty taulukossa 2. Vastaavat arviot Tarvaalan peltoalueelta on esitetty taulukossa 3.

Sekä kokonaistypen että kokonaisfosforin kuormitus (kg/ha) oli suurempi Tarvaalan kuin Satosuon tutkimusalueella, mitä selittää Tarvaalan tutkimusalueen suurempi peltoprosentti. Kiintoainekuormitus (kg/ha) oli Tarvaalan tutkimusalueella moninkertainen Satosuon tuloksiin verrattuna (taulukot 2 ja 3).

Maatalouden vuosittainen kokonaistypen kuormitus on SYKE:n VEPS-arviointijärjestelmän (Tattari ja Linjama 2004) mukaan 8–22 kg/ha ja Rekolaisen, Kaupin ja Turtolan (1992) mukaan 7,6–20 kg/ha. Kokonaisfosforin kuormitus on VEPS:n mukaan 0,54–2,5 kg/ha ja Rekolaisen ym. mukaan 0,9–1,8 kg/ha.

Satosuonpuron peltovaltaisen tutkimusalueen kokonaistypen kuormitus (kg/ha) vastasi vuoden 2012 seurantajaksolla edellä esitettyjä maatalouden yleisiä kuormituslukuja (kuva 8). Vuoden 2013 seurantajaksolla Satosuon tutkimusalueen kokonaistypen kuormitus oli yleisiä kuormituslukuja selvästi pienempi. Myös kokonaisfosforin kuormitus oli Satosuon tutkimusalueella yleisiä kuormituslukuja pienempi molemmilla seurantajaksoilla 2012 ja 2013. Tarvaalan peltoalueen kokonaistypen kuormitus oli maatalouden yleisiä kuormituslukuja suurempi kaikkina vuosina 2011–2013 (kuva 8). Kokonaisfosforin kuormitus vastasi Tarvaalan tutkimusalueella maatalouden yleisiä kuormituslukuja.

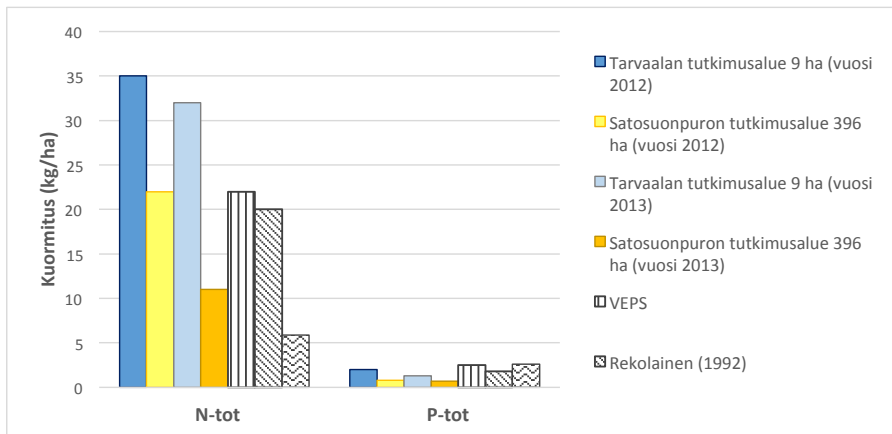
Kiintoaineen ja orgaanisen aineen kokonaiskuormitukset olivat Satosuon monta kertaa suuremmalla valuma-alueella odotusten mukaisesti moninkertaiset verrattuna Tarvaalan valuma-alueen vastaaviin arvoihin (taulukot 2 ja 3, kuva 9). Hehtaariohtainen orgaanisen aineksen kuormitus (DOC ja  $COD_{Mn}$ -arvojen perusteella) oli kuitenkin etukäteisoletuksesta poiketen suurempi Tarvaalan tutkimusalueen multavilla hiesupelloilla kuin Satosuon peltovaltaisella tutkimusalueella, josta neljännes oli turvepeltoa (taulukot 2 ja 3).

TAULUKKO 2: Kiintoaineen, orgaanisen aineksen (DOC- ja COD<sub>Mn</sub>-arvot) ja ravinteiden kokonaiskuormitus (kg) ja hehtaarikohtainen kuormitus (kg/ha) seurantaajaksilla 2012 ja 2013 Satosuonpuron yläaseman valuma-alueella sekä ylä- ja ala-aseman väliin jäävällä tutkimusalueella.

Vuosi	2012 (242 vrk)		2013 (245 vrk)		2012 (242 vrk)		2013 (245 vrk)	
	Satosuonpuron yläaseman valuma-alue (821 ha)				Satosuonpuron ylä- ja ala-aseman välinen tutkimusalue (396 ha, josta 64 % peltoa, pellosto 39% turvepeltoa)			
	kg	kg/ha	kg	kg/ha	kg	kg/ha	kg	kg/ha
N-tot	2917	4	1416	2	8712	22	4383	11
NO3-N	1312	2	772	1	5226	13	2576	7
P-tot	129	0,2	71	0,1	271	1	309	1
Kiintoaine	29735	26	16892	21	20629	52	19246	49
DOC	37486	46	16383	20	69261	175	20492	52
CODMn	49200	60	19372	24	59325	150	23393	59

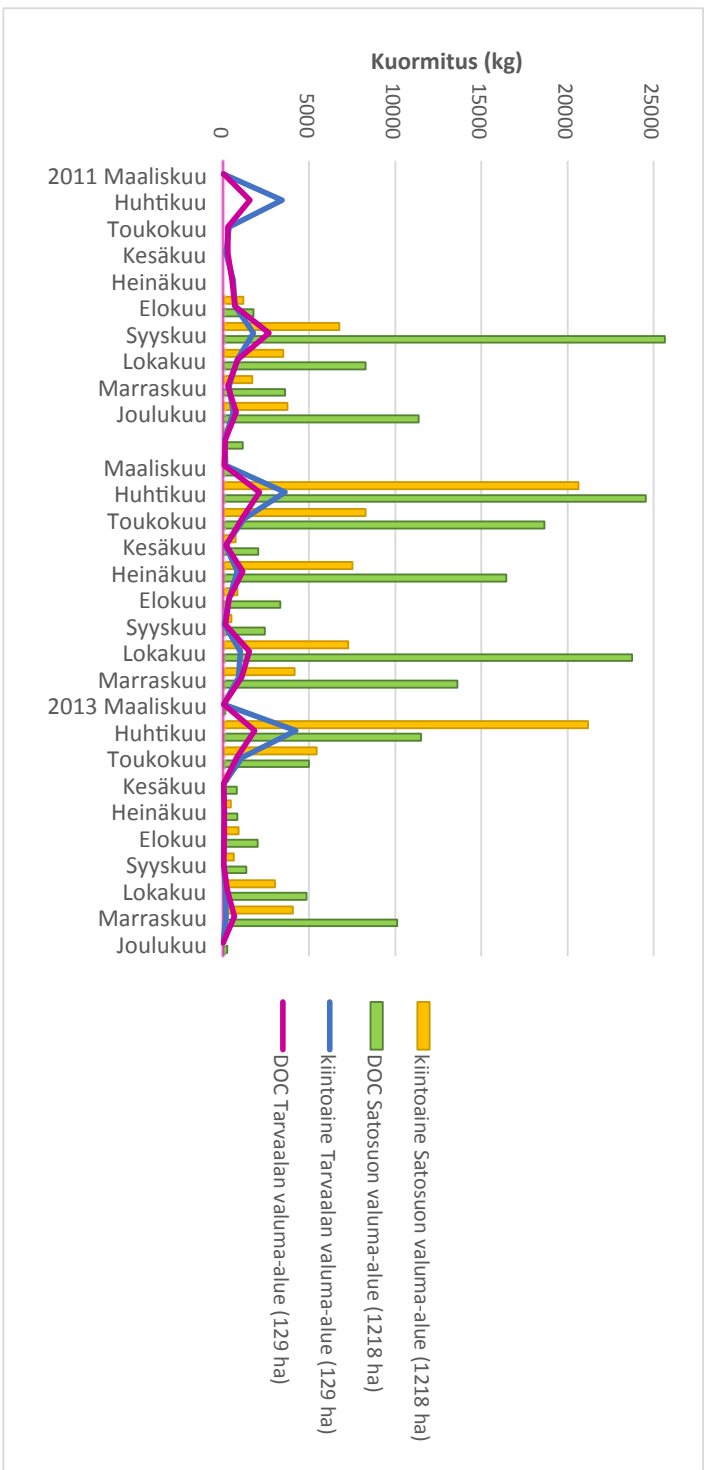
TAULUKKO 3: Kiintoaineen, orgaanisen aineksen (DOC- ja COD<sub>Mn</sub>-arvot) ja ravinteiden kokonaiskuormitus (kg) ja hehtaarikohtainen kuormitus (kg/ha) seurantaajaksilla 2011–2013 Tarvaalan yläaseman valuma-alueella sekä ylä- ja ala-aseman väliin jäävällä tutkimusalueella.

Vuosi	2011 (274 vrk)		2012 (267 vrk)		2013 (252 vrk)		2011 (274 vrk)		2012 (267 vrk)		2013 (252 vrk)	
	Tarvaalan yläaseman valuma-alue (120 ha)						Tarvaalan ylä- ja ala-aseman välinen tutkimusalue (9 ha, josta 100 % hiesupeltoa)					
	kg	kg/ha	kg	kg/ha	kg	kg/ha	kg	kg/ha	kg	kg/ha	kg	kg/ha
N-tot	229	1,9	151	1,3	68	0,6	523	58	318	35	290	32
NO3-N	86	0,7	80	0,7	60	0,5	314	35	136	15	134	15
P-tot	25	0,2	15	0,1	16	0,1	20	2,3	19	2	12	1,3
Kiintoaine	5417	45	4814	40	3874	32	3391	377	3629	403	1998	222
DOC	6979	58	5348	45	2595	22	991	110	2533	281	1234	137
COD <sub>Mn</sub>	9477	79	7134	59	3377	28	1910	212	2954	328	1897	211

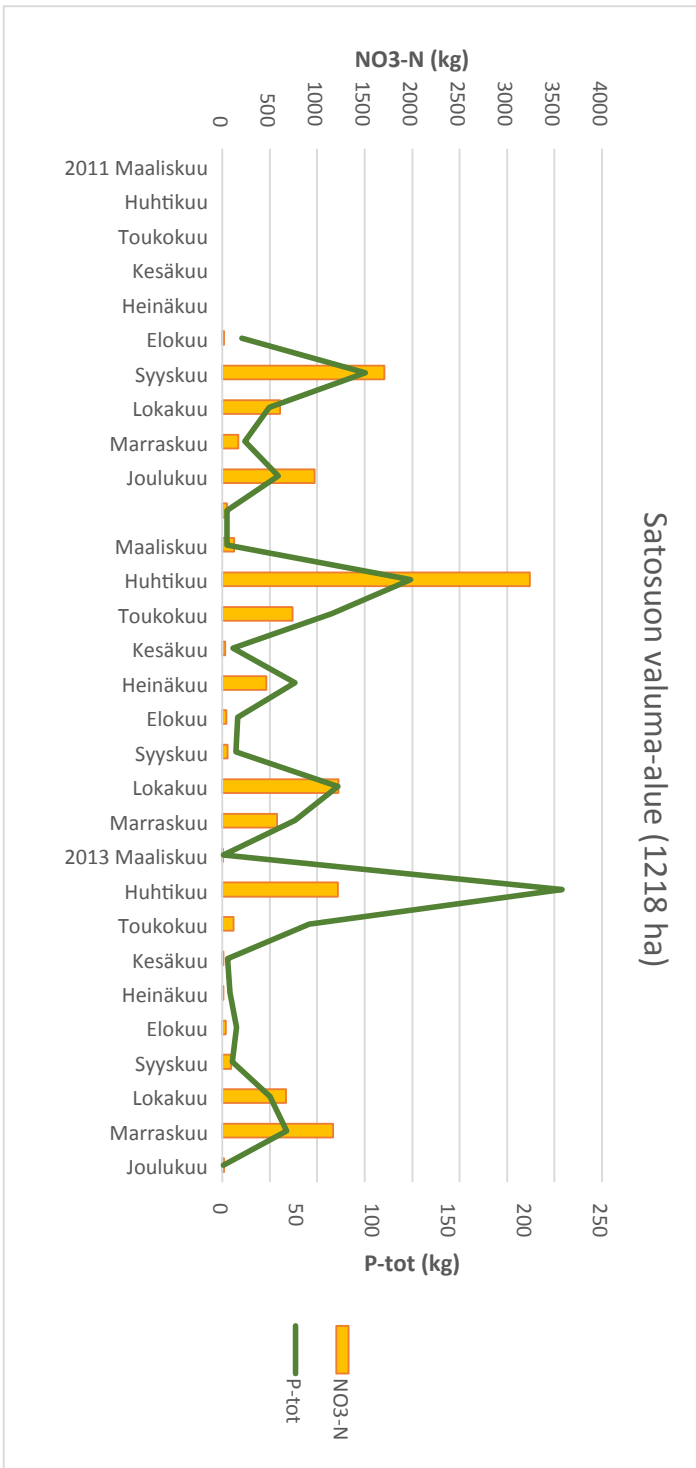


KUVA 8. Kokonaistypen ja kokonaisfosforin kuormitus Tarvaalan ja Satosuonpuron peltovaltaisilla tutkimusalueilla vuosien 2012 ja 2013 seurantajaksoilla, Hovin kosteikon valuma-alueella seurantajaksoilla 2008–2009 (Hyttinen 2010) sekä maatalouden yleiset kuormitusarviot (kg/ha/a) maksimiarvoilla Rekolaisen ym. (1992) ja VEPS:n (Tattari ja Linjama 2004) mukaan. Tarvaalan tutkimusalueen kokonaisfosforin kuormitus on arvioitu laboratoriossa analysoitujen vesinäytteiden perusteella periodimenetelmää käyttäen.

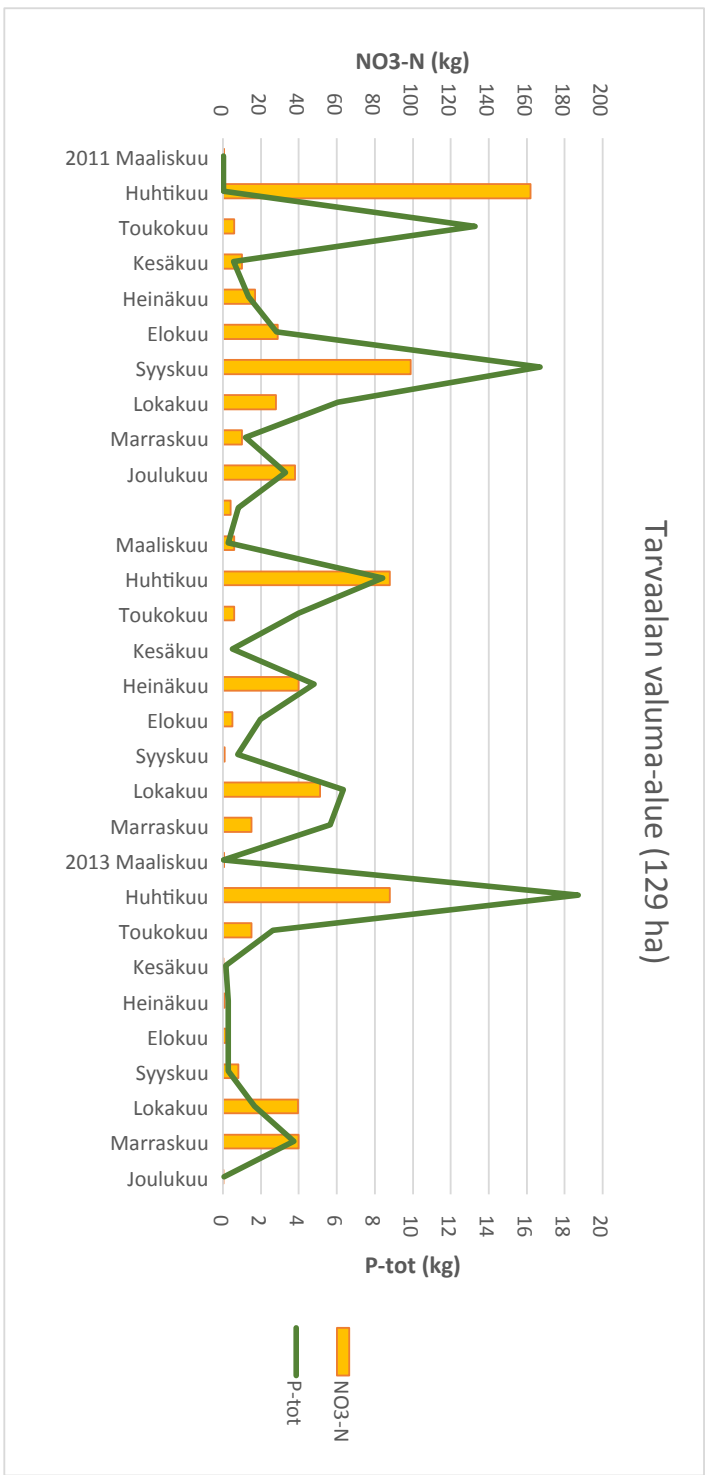
Kokonaiskuormituksen huiput sijoittuivat kaikilla alueilla huhti-toukokuun vaihteen tienoille lumien sulamisen aiheuttamien virtaamahuippujen aikaan sekä syyskuukausille (kuvat 9, 10 ja 11). Syksyn kuormitushuiput vaihtelivat vuosittain ajoittuen joko syys-, loka- tai marraskuulle. Vuosittaisesta kiintoainekuormituksesta yli puolet muodostui huhti-toukokuussa. Sen sijaan typpi- ja fosforikuormitus sekä orgaanisen aineksen kuormitus jakaantuivat tasaisemmin (kuvat 9, 10 ja 11). Esimerkiksi vuoden 2013 tippikuormituksesta lähes 60 % muodostui syksyn ja talven aikana.



KUVA 9. Arvioitu kiintoaineen ja liukkoisen orgaanisen hilen kokonaiskuormitus (kg) Satosuon (1218 ha) ja Tarvaalan (129 ha) valuma-alueilla seurantaajaksilla 2011–2013.



KUVA 10. Arvioitu nitraattityyppien ja kokonaisfosforin kokonaiskuormitus (kg) Satosuon valuma-alueella seurantajaksolla 2011–2013.



KUVA 11. Arvioitu nitraattityypen ja kokonaisfosforin kokonaiskuormitus (kg) Tarvaalan valuma-alueella seurantaajaksolla 2011–2013.

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Jatkuvatoimisella, automaattisella vedenlaadun seurannalla saadaan tarkkaa tietoa alueen kiintoaine- ja ravinnekuormituksen määrästä ja muodostumisesta. Jatkuvatoimisella mittauksella pystytään havaitsemaan virtaamamuu-  
tosten aiheuttamat nopeat kuormituksen muutokset, jotka yksittäisiin vesi-  
näytteisiin perustuvassa seurannassa jäävät huomaamatta.

Automaattiantureilla saadut tulokset kokonaisfosforin ja kiintoaineen pi-  
toisuuksista perustuvat korrelaatioon optisesti mitatun sameuden kanssa. Keski-Suomessa tyypillisten hiesu-, moreeni- ja turvepitoisten maalajien  
alueilla kokonaisfosforin, ja joissakin tapauksissa myös kiintoaineen, heikko  
korrelaatio sameuden kanssa vaikeuttaa tai estää kokonaisfosfori- ja kiinto-  
ainekuormituksen jatkuvatoimista automaattista seurantaa. Syynä heikkoon  
korrelaatioon ovat todennäköisesti sameuden mittausta häiritsevä veden hu-  
muspitoisuus sekä nurmiviljelyalueen valumavesille tyypillinen suuri liukoisen  
fosforin osuus.

Seurantajaksojen aikainen hehtaaria kohti laskettu kuormitus oli kaik-  
kien vertailtujen (N-tot, P-tot, DOC, COD<sub>Mn</sub> ja kiintoaine) suureiden osalta  
suurempi Tarvaalan tutkimusalueen hiesupelloilta kuin Satosuonpuron tur-  
vevaltaiselta peltoalueelta. Tämän tutkimuksen perusteella ei voida kuiten-  
kaan tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä maalajin vaikutuksesta vesis-  
tökuormitukseen, koska keskenään vertailukelpoisia tuloksia molemmilta  
tutkimusalueilta on vain kahdelta kokonaiselta vuodelta. Vertailua vaikeuttaa  
sekin, että Tarvaalan tutkimusalueen pellot olivat keskimäärin huomattavasti  
kaltevampia kuin Satosuon pellot, mikä lisäsi Tarvaalan peltojen eroosio-  
herkkyyttä.

Vaikka suuri osa vuosittaisesta kuormituksesta muodostui keväällä, syk-  
syn isot virtaamahiiput lisäsivät ennakoitua enemmän loppuvuoden aikaista  
kuormitusta. Ilmastonmuutoksen aiheuttama ilmaston lämpeneminen, leudot  
syksyt ja myöhäinen talventulo vaikuttavat merkittävästi vuosikuormituksen  
syntymiseen. Syksyn ja talven aikainen kuormitus voi muodostaa jopa 60 %  
vuoden ravinne- ja orgaanisen aineksen kuormituksesta myös Keski-Suomen  
olosuhteissa silloin, kun pysyvä lumipeite tulee myöhään eikä syksyn tai al-  
kutilven aikana ole pakkasjaksoja, joiden ansiosta maa routaantuisi. Leudot  
talvet tulevat todennäköisesti yleistymään. Tulevaisuudessa tulisikin kiinnittää  
entistä enemmän huomiota talviaikaisen kuormituksen vähentämiseen.

Kuormituksen arvioiminen jatkuvatoimisen, automaattisen mittauksen  
avulla on tarkempaa kuin perinteisiin vesinäytteisiin perustuvalla menetelmällä,  
mutta se on silti aina arvio, ei absoluuttinen totuus. Kuormitus vaihtelee suu-



resti paikallisesti ja eri vuosien välillä mm. hydrologisten olosuhteiden mukaan. Yhden tai kahden vuoden seurannalla ei vielä saada kokonaiskuvaa alueen kuormituksesta. Maatalouden kuormitusarvioiden tarkentamiseksi tarvitaan lisää pitkiä aikasarjoja ja useita vuosia kestäviä, ympärivuotisia seurantajaksoja erilaisilta alueilta ja maalajeilta.

## TEKSTI POHJAUTUU OSITTAIN JO AIEMMIN MAISA-HANKKEESSA JULKAISTUUN MATERIAALIIN:

Siimekselä, T. 2011. Automaattinen vedenlaadun seuranta – tuloksia pilottikokeesta maa- ja metsätalousvaltaisella valuma-alueella Saarijärven reitin varrella. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, luonnonvara-ala. Viitattu 12.1.2014. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201102222523>.

Siimekselä, T., Stenman, T. ja Ylimartimo, A. 2011. Automaattinen vedenlaadun seuranta. Tuloksia pilottikokeesta pienellä valuma-alueella Saarijärven vesireitin varrella. *Vesitalous* 52, 6, 24–28.

Siimekselä, T., Stenman, T., Ylimartimo, A., Lahtela, S., ja Raudasoja, N. 2012. Automaattinen vedenlaadun seuranta – pilottitutkimusta maa- ja metsätalousvaltaisella alueella Saarijärven vesireitin varrella. Julkaisussa: *Maataloustieteen Päivät 2012* [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisu no 28. Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen. Viitattu 12.1.2014. Julkaistu 15.1.2012. Saatavilla Internetissä: [www.smts.fi](http://www.smts.fi). ISBN 978-951-9041-56-8.

Siimekselä, T., Stenman, T., Ylimartimo, A. ja Lahtela, S. 2013. Tuloksia vesistökuormituksesta peltovaltaisilla alueilla Keski-Suomessa. *Vesitalous* 54, 4, 23–28.

## LÄHTEET

Hyttinen, H. 2010. Metsätalousalueiden käyttö maatalouden vesiensuojelussa. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, luonnonvara-ala. Viitattu 12.1.2014. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201003306010>.

Rekolainen, S., Kauppi, L. ja Turtola, E. 1992. *Maatalous ja vesien tila. Maveron lopuraportti*. Luonnonvarajulkaisu no 15. Maa- ja metsätalous-ministeriö.

Tattari, S. & Linjama, J. 2004. Vesistöalueen kuormituksen arviointi. *Vesitalous* 45, 3, 26–30.

Valkama, P., Lahti, K. & Särkelä, A. 2007a. Automaattinen veden laadun seuranta Lepsämänjoella. *Terra* 119, 3–4, 195–206. Helsinki: Suomen maantieteellinen seura.

Valkama, P., Lahti, K. & Särkelä, A. 2007b. Fosforikuormituksen arviointi pelto-ojan valuma-alueella ylivirtaama-aikoina. *Vesitalous* 48, 5, 30–34.



Lannan ravinnehuuhtoumat peltoviljelyssä

# TULOKSIA LANNANLEVITYSKOKEISTA NURMIPELLOLLA

Tiina Siimekselä ja Anneli Ylimartimo

## JOHDANTO

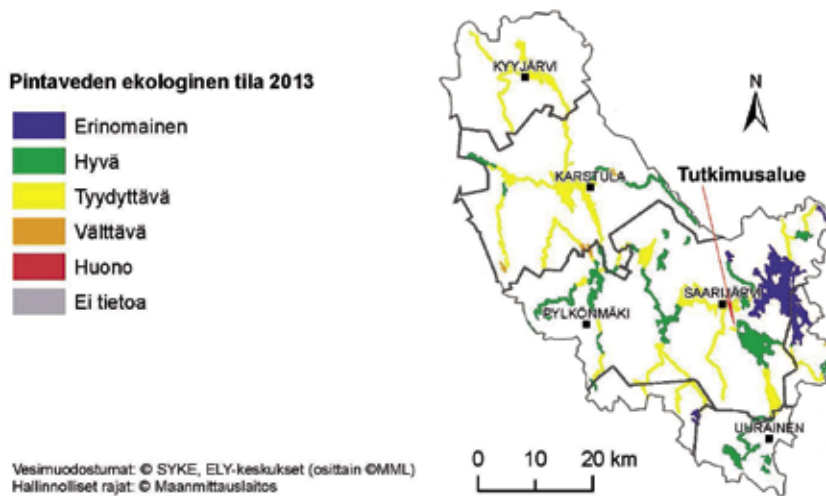
Kolmannes Suomen peltoalasta on nurmiviljelyssä. Nurmen lannoitus perustuu voimakkaasti karjanlannan käyttöön, mikä aiheuttaa ravinne-, etenkin fosforikuormitusta pintavesiin. Nurmen pintaan annettu fosforilannoitus ja pintaan levitettävä lietalanta nostavat maan fosforipitoisuutta ja sitä kautta pintavalunnan fosforipitoisuutta. Valtaosa nurmiviljelyn fosforikuormituksesta on liukoisessa muodossa ja näin ollen helposti kasvillisuuden käytettävissä. Vesistöön päästessään liukoinen fosfori on voimakas rehevöittäjä. (Räty ym. 2012.)

Lietelanta levitetään nurmelle nykyisin tavallisimmin letkulevitysmenetelmällä tai maahan sijoittamalla. Letkulevitysmenetelmä jättää lietteen pellon pintaan, missä lietteen ravinteet ovat alttiita huuhtoutumiselle (Saarijärvi & Virkajärvi 2010). Uusi-Kämpän (2010) mukaan lietteen sijoittaminen maahan vähentää merkittävästi liukoisen kokonaisfosforin huuhtoutumista.

EU:n maaseuturahaston rahoittaman ”MAISA – Maatalouden vesien-suojelun kehittäminen Saarijärven vesistöreitillä varrella” -hankkeen yhtenä tavoitteena oli tuottaa käytännön olosuhteissa testattua tietoa karjanlannan levitysmenetelmien aiheuttamasta ravinnekuormituksesta pintavaluntaan. Hankkeessa vuosina 2010–2013 nurmipelloilla toteutetuissa lannanlevityskokeissa lietalanta sijoitettiin maahan kiekkovannasmultaimella tai nurmen pintaan samalla laitteistolla, mutta vantaat ylös nostettuina, jolloin levitystekniikka vastasi lähinnä letkulevitystä. Koejärjestelyt suunniteltiin yhteistyössä MTT Maaningan ja Vesieko Oy:n kanssa. Kokeiden toteutuksesta vastasi Jyväskylän ammattikorkeakoulun hallinnoima MAISA-hanke yhteistyössä Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen kanssa.

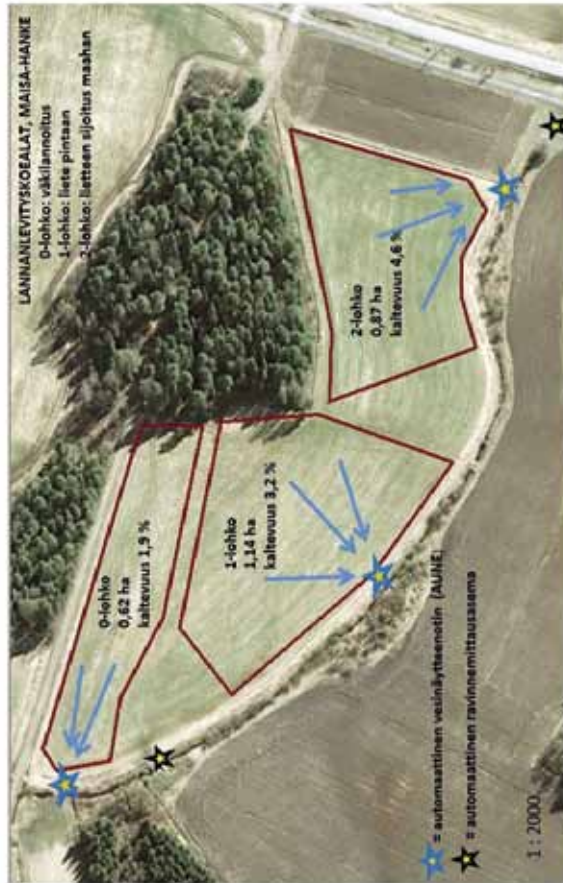
## TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Tutkimusalue sijaitsee pohjoisessa Keski-Suomessa Saarijärven Tarvaalassa Saarijärven vesireitin varrella. Yli puolet Saarijärven reitin vesistöistä on tyydyttävässä tai sitäkin huonommassa pintaveden ekologisessa tilassa (kuva 1). Tutkimuksen kohteena olleet koelohkot sijoituivat Summasjärveen laskevan valtaojan varrelle.

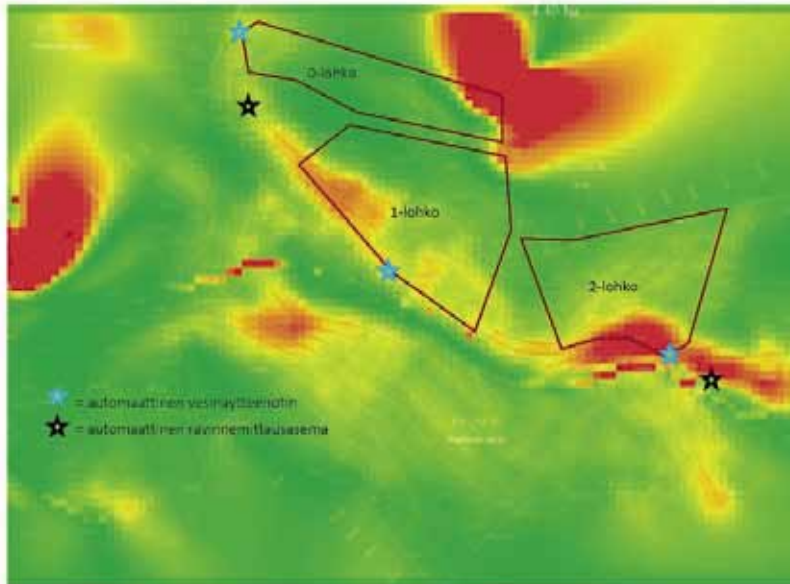


KUVA 1. Saarijärven vesireitin pintavesien ekologinen tila (Pintavesien ekologinen tila – Keski-Suomi 2013). Kuvaa on muokattu rajaamalla se Saarijärven vesireitin valuma-alueelle.

Tutkimusalueen pellot olivat tutkimusjakson alkaessa 2010 ensimmäisen vuoden nurmia. Peltojen maalaji on multava hiesu. Koelohkot olivat pinta-aloiltaan 1,14 ha, 0,87 ha ja 0,62 ha ja niiden kaltevuusprosentti (= lohkon korkeimman ja matalimman kohdan erotus jaettuna niiden välisellä etäisyydellä) vaihteli välillä 4,6–1,9 % (kuva 2). Koelohkojen eroosioherkkyys arvioituna RUSLE-mallilla rinteiden pituus- ja kaltevuustekijän perusteella on esitetty kuvassa 3.



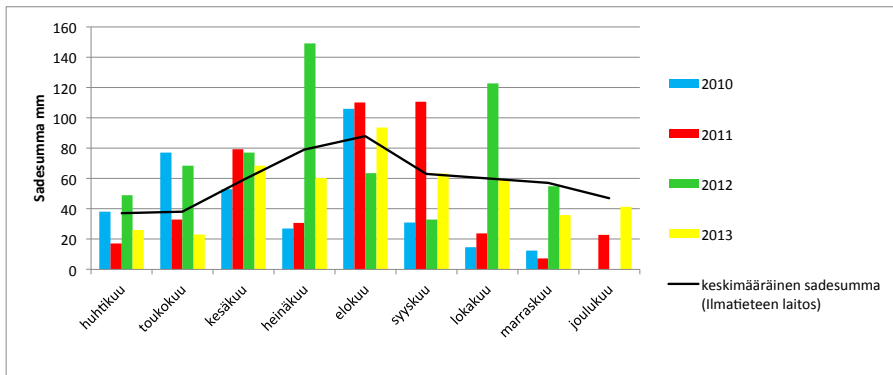
KUVA 2. Koelohkojen sijoittuminen, pinta-alat, kaltevuudet ja lannoitusmenetelmät. Siniset nuolet kuvaavat pintavesien virtaussuuntaa.



KUVA 3. RUSLE-mallilla arvioitu koelohkojen eroosion suhteellinen määrä normaali-jakaumalla luokiteltuna. Punaisen värin voimakkuus kuvaa eroosioriskiä. Koealueen eroosioriski on suurin 2-lohkon kaakkoiskulmalla automaattisen vesinäytteenottimen lähellä. RUSLE-kartta: Harri Lilja, MTT.

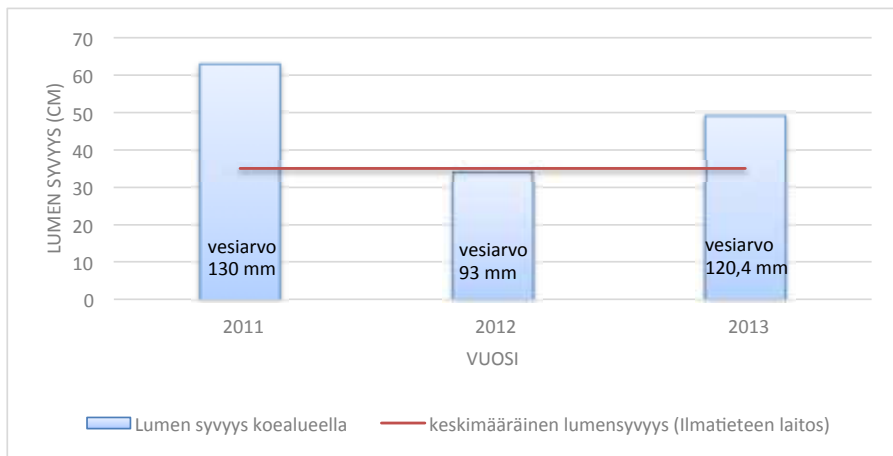
Koealue perustettiin kesällä 2010, jolloin alue vaaitettiin, otettiin koelohkoilta maanäytteet sekä aloitettiin lietteen levitykset. Kevättalvella 2011 asennettiin automaattiset vesinäytteenottimet ja aloitettiin vesinäytteiden kerääminen. Kenttätutkimusjakso päättyi lokakuun lopussa 2013.

Vuosien 2011 ja 2013 Tarvaalan sääasemalta mitatut sadesummat vastasivat keskimäärin Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisia keskiarvoja lähialueelta (kuva 4). Sen sijaan vuosi 2012 oli koko Suomessa useilla Ilmatieteen laitoksen havainto-aseilla sateisin 50 vuoteen ([www.fmi.fi](http://www.fmi.fi)) ja myös Tarvaalan tutkimusalueella sadetta saatiin Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisiin keskiarvoihin verrattuna tavanomaista enemmän. Vuoden 2013 sadanta jakautui melko tasaisesti eri kuukausien välillä, kun taas vuonna 2011 lähes puolet vuoden sadesummasta kertyi elo- ja syyskuun aikana.



KUVA 4. Tarvaalan tutkimusalueen kuukausittaiset sadesummat vuosina 2010–2013 sekä lähialueen keskimääräinen sadesumma 1971–2000 Ilmatieteen laitoksen mukaan (www.fmi.fi).

Koelohkoilta mitattiin vuosittain maaliskuis- ja huhtikuun vaihteessa, ennen sulan alkamista, lumen syvyys sekä lumen vesiarvo (mm). Lumen määrä oli suurin (63 cm) vuonna 2011, joka oli myös Ilmatieteen laitoksen mukaan (www.fmi.fi) tavanomaista runsaslumisempi vuosi. Myös vuonna 2013 lunta oli Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisiin keskiarvoihin nähden runsaasti. (Kuva 5.)



KUVA 5. Lumen syvyys (cm) ja vesiarvo (mm) koealueella maaliskuis- ja huhtikuun vaihteessa sekä lumen syvyys (cm) lähialueella keskimäärin 31,3. vertailukaudella 1981–2010 Ilmatieteen laitoksen (www.fmi.fi) mukaan.



Koelalle perustettiin kesällä 2010 vaaitustietojen perusteella kolme koelohkoa, joille annettiin mahdollisimman yhdenmukaiset määrät ravinteita. Vertailulohkona olleelle 0-lohkolle levitettiin sama määrä ravinteita väkilannoitteena kuin 1- ja 2-lohkoille lietelannassa. Lietteestä otettiin levitysten yhteydessä näytteet, joiden analyysitulosten perusteella voitiin laskea lietteenä annettujen ravinteiden määrä hehtaaria kohti. Liete sekä väkilannoite levitettiin koelohkoille kaksi kertaa kunakin kasvukautena vuosina 2010–2012 (taulukko 1). Vuonna 2013 liete ja väkilannoite levitettiin ainoastaan kasvukauden alussa. Lisäksi kaikille koelohkoille levitettiin typpilannoitteena Suomen salpietaria kerran tai kahdesti kasvukaudessa, jotta annetut typpimäärät saatiin kaikille lohkoille saman suuruisiksi.

TAULUKKO 1. Lietteen levityksen ajankohdat, lietenäytteistä määritetyt ravinnepitoisuudet (kg/tn) ja kullakin levityskerralla levitetyn lietteen määrä.					
pvm	N liukoinen kg/tn	P kg/tn	P liukoinen kg/tn	K kg/tn	lietettä tn/ha
9.7.2010	2,7	0,63	0,5	4,1	20
25.8.2010	2,1	0,75	0,6	4,5	12
29.6.2011	1,7	0,48	0,41	3,1	20
17.8.2011	1,2	0,41	0,35	2,6	20
16.5.2012	2,2	0,58	0,49	3,5	25
26.6.2012	1,8	0,6	0,51	3,4	25
21.5.2013	1,9	0,64	0,54	3,1	25

Lietelanta levitettiin 2-lohkolle sijoittamalla kiekkovannasmultaimella (kuva 6). Tässä artikkelissa menetelmästä käytetään nimitystä lietteen sijoitus. 1-lohkolle liete levitettiin samalla laitteistolla, mutta vantaat ylös nostettuina, jolloin levitystekniikka vastasi lähinnä letkulevitystä nurmen pinnalle. Tästä menetelmästä käytetään jatkossa nimitystä ”liete pintaan”.



KUVA 6. Lietelannan levitykseen käytetty laitteisto. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)

Koelohkoilta seurattiin pintavalunnan mukana tulevaa ravinnehuuhtoumaa. Pintavaluntaa kerättiin automaattisten vesinäytteenottimien avulla (kuva 7). Automaattiset vesinäytteenottimet sijoitettiin jokaiselle koelohkelle kohtaan, johon pintavedet vaaitustietojen mukaan valuvat. Koelohkojen alaosiin kaivettiin noin 20 cm syvät keruuojat, joilla valumavesiä ohjattiin automaattisille vesinäytteenottimille. Keruuojat nurmetettiin eroosion ehkäisemiseksi.



KUVA 7. Automaattinen vesinäytteenottojärjestelmä. Koelohkoilta valuva vesi valuu keruuojien kautta mittauskuoppiin, jossa pintakytkimet havaitsevat veden ja vesinäytteenottimet ottavat vesinäytteen. Vesinäytteenottimet on sijoitettu lämpöeristetyssä mittauslaatikon sisälle. (Kuva: Samuli Lahtela, JAMK.)

Automaattiset vesinäytteenottimet toimivat lokakuuhun 2011 saakka ajastettuna siten, että ne ottivat 100 ml:n näytteen kerran tunnissa. Tästä muodostui vuorokauden aikana 2 litran kokoomanäyte silloin, kun keruuojissa oli vettä. Lokakuussa 2011 vesinäytteenottimiin asennettiin pintakytkimet, joiden avulla vesinäytteet saatiin otettua aina, kun keruuojiin tuli vettä. Vuoden 2011 syyskuussa havaittiin, että kaikkien automaattisten vesinäytteenottimien imuletkut olivat rikkoutuneet kevätvalunnan jälkeen, joten vesinäytteitä ei saatu kesältä 2011.

Automaattisilla vesinäytteenottimilla saaduista vesinäytteistä määritettiin laboratoriossa happamuus (pH), sameus (FNU), kiintoaineen, kemiallisen hapenkulutuksen ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ) ja liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet (mg/l) sekä kokonaistypen ja kokonaisfosforin pitoisuudet ( $\mu\text{g/l}$ ). Lisäksi määritettiin ammonium- ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), nitraatti- ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ja nitriittitypen ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) sekä liukoisen kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) pitoisuudet ( $\mu\text{g/l}$ ).

Pelkän pintavalunnan virtaaman mittaus ei ollut käytännössä mahdollista, joten ravinnekuormituslaskelmissa koelohkojen virtaamatietoina käytettiin kahden, koealueen ylä- ja alapuolella valtaojassa sijaitsevan, automaattisen ravinnemittausaseman (kuva 2) virtaamien erotusta. Virtaamaa mitattiin il-

manpainekompensoitujen paineanturien avulla. Kummankin mittausaseman yläpuolella oli kolmiomittapato, ja paineanturit mittasivat pinnankorkeutta, joka muutettiin mittapatokaavan avulla virtaamaksi. Virtaama sisältää siis sekä pinta- että salaojavalunnan, joten sen perusteella lasketut kuormitusluvut eivät anna tarkkaa kuvaa pelkän pintavalunnan aiheuttamasta kuormituksesta, vaan kyseessä on arvio.

Vesinäytteet kerättiin automaattisista näytteenottimista aamuisin klo 10 aikaan. Koska tarkkaa kellonaikaa, jolloin automaattiset vesinäytteenottimet olivat ottaneet näytteen, ei ollut tiedossa, käytettiin virtaamatietona näytteen keruuta edeltävän 24 tunnin jakson keskivirtaamaa. Se laskettiin vähentämällä alajuoksun mittausaseman jokaisen tunnin virtaamatuloksesta vastaava yläjuoksun mittausaseman tulos. Erotusten keskiarvo jaettiin asemien väliin jäävien peltoalueiden kokonaishehtaarimäärällä ja tulos kerrottiin kunkin koelohkon hehtaarimäärällä. Näin saatiin kullekin koelohkolle virtaama-arvio ravinnekuormituksen laskentaa varten.

Koska vesinäyte oli kertynyt näytteenottoimeen aina näytteenottoa edeltävien 24 tunnin aikana, voitiin olettaa että vesinäytteen pitoisuus edusti veden keskipitoisuutta tuolta ajanjaksolta. Kuormitus tuolle ajanjaksolle laskettiin em. koelohkokohtaisen keskivirtaaman ja vesinäytteen pitoisuuden tulona. Kuormitus laskettiin jokaiselle koelohkolle niille päiville, jolloin automaattisiin vesinäytteenottimiin oli tullut näytteitä kunakin vuonna. Lohkon kokonaiskuormitus saatiin laskemalla päiväkohtaiset kuormitukset yhteen. Kun summa jaettiin koelohkon hehtaarimäärällä, saatiin arvioitua kultakin koelohkolta pintavalunnan mukana tullut hehtaarikohtainen vuosikuormitus (kg/ha) eli kunkin vuoden seurantajaksolla, käytännössä sulan veden aikana tullut kuormitus.

Sadon mukana poistuneiden ravinteiden määrän (kg/ha) selvittämiseksi nurmesta otettiin rehunäytteet sadonkorjuuiden yhteydessä, kaksi-kolme kertaa kasvukaudessa. Rehunäytteistä määritettiin fosforin, kaliumin ja raakavalkuaisen määrä kuiva-ainekiloa kohti (g/kg ka). Raakavalkuaispitoisuuden perusteella laskettiin korjatun sadon sisältämän typen määrä oletuksella, että raakavalkuaisesta 16 % on typpeä. Sadon määrää (kg/ha) ei käytännön korjuutyössä voitu mitata koelohkoilta erikseen, joten laskennassa käytettiin koelohkoilta yhteensä korjatun sadon määrää. Vuoden 2012 ja vuoden 2013 toisen sadonkorjuun satomäärää koelohkoilta ei ollut saatavissa, joten laskennassa käytettiin alueen keskimääräistä satotasoa.

Koelohkoille jääneiden ravinteiden pitoisuuksia tutkittiin ottamalla vuosittain kasvukauden loputtua nurmesta sänkinäytteet, joista määritettiin fosforin, kaliumin ja raakavalkuaisen määrä kuiva-ainekiloa kohti (g/kg ka). Lisäksi koelohkoilta otettiin maanäytteet keväisin ja syksyisin. Maanäytteistä määritettiin

Viljavuuspalvelussa mm. fosforin, typen, kalsiumin, kaliumin ja magnesiumin pitoisuudet (mg/l) sekä happamuus.

Pintavesinäytteiden kiintoaine- ja ravinnepitoisuusaineiston jakaumien tunnuslukuja tarkasteltaessa ilmeni, että jakaumat eivät täyttäneet tilastollisten testien edellytyksiä, muun muassa jakaumien voimakkaan vinouden ja varianssien erisuuruuden vuoksi. Ongelmia tuotti myös suuri ero havaintojen määrissä koelohkojen välillä – kaltevimmalta 2-lohkolta saatiin kaikkein eniten näytteitä.

Edellä mainituista syistä tilastolliset analyysit tehtiin kahdella vaihtoehdoisella tavalla. Ensimmäiseen aineistoon otettiin mukaan vain niiden päivien havainnot, jolloin vesinäytteet oli saatu kaikilta kolmelta koelohkolta. Vinot jakaumat saatiin normalisoitua ja varianssit yhtä suuriksi  $\log_{10}(x+1)$  -muunnoksella. Muunnetulla aineistolla tehtiin varianssianalyysit ja parittaiset vertailut T-testillä.

Toiseen aineistoon lisättiin puuttuvan havainnon tilalle kuormitusluvuiksi nollat niille päiville, jolloin joltakin toiselta lohkolta oli saatu vesinäyte. Tällöin lähdettiin ajatuksesta, että kuormitus on nolla silloin, kun pintavaluntaa ei ole. Tämä aiheutti kuitenkin aineiston jakaumiin, erityisesti kiintoaineen osalta, kaksihuippuisuutta, jota ei saatu muunnoksillakaan korjattua. Tämän vuoksi osaa nolilla täydennetyistä aineistosta ei voitu analysoida tilastollisesti luotettavasti.

Seuraavassa esitetyt tilastollisten analyysien tulokset koskevat vain edellä mainittua ensimmäistä aineistoa.

## TULOKSET

Automaattisilla vesinäytteenottimilla saatiin vuonna 2011 kerättyä yhteensä 25, vuonna 2012 yhteensä 77 ja vuonna 2013 yhteensä 25 pintavesinäytettä. Näytteet saatiin eri koelohkoilta pääosin samoina päivinä, mutta oli myös päiviä, jolloin pintavesinäyte saatiin vain yhdeltä tai kahdelta lohkolta. Muutamana päivänä, lähinnä keväällä lumien sulamisen aikaan ja loppusyksyn suurten sateiden aikaan, pintavesinäytteitä saatiin jokaiselta lohkolta kaksi kertaa vuorokaudessa. Lukumääräisesti eniten vesinäytteitä kertyi kaikkina vuosina kaltevimmalle 2-koelohkolle sijoitettuun vesinäytteenottiin (taulukko 2).

Koelohkoilta saaduista pintavesinäytteistä määritettyjä ravinnepitoisuuksia verrattiin toisiinsa kokonaisfosforin (kok.P), liukoisen kokonaisfosforin, fosfaattifosforin ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ), kokonais- (kok.N) ja nitraattitypen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) sekä kiintoaineen osalta. Kaikilla koelohkoilla pitoisuudet vaihtelivat voimakkaasti koejakson aikana ja arvojen keskihajonta oli suuri lähes kaikissa tutkituissa suureissa (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Koelohkoilta automaattisilla vesinäytteenottimilla vuosina 2011–2013 saadut pintavesinäytteet (kpl) sekä vesinäytteiden kokonaisfosforin, liukoisen kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen ja nitraattitypen keskipitoisuudet ( $\mu\text{g/l}$ ) ja keskihajonnat.

		1-lohko	2-lohko	0-lohko
Lannoitusmenetelmä		”liete pintaan”	lietteen sijoitus	väkilannoitus
Näytteitä kpl	v. 2011	8	10	7
	v. 2012	24	27	26
	v. 2013	7	10	8
	Yhteensä	39	47	41
Kok.P	Keskipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )	437	363	285
	Keskihajonta	301	244	135
liukoinen Kok.P	Keskipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )	374	293	219
	Keskihajonta	243	199	108
PO4-P	Keskipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )	313	235	185
	Keskihajonta	210	141	106
Kok.N	Keskipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )	1722	1565	1687
	Keskihajonta	1755	826	686
NO3-N	Keskipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )	389	352	331
	Keskihajonta	1332	426	348
Kiintoaine	Keskipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )	13787	44877	11318
	Keskihajonta	14593	57875	7938

Vuonna 2012 poistettiin jokaisen koelohkon tuloksista yksi näyte epätavallisen suurten pitoisuuksien takia (taulukko 3). Tällöin koelohkoille oli levitetty liete ja nurmen Y-1 -väkilannoite runsaiden sateiden aikana ja lietettä oli sateiden vuoksi huuhtoutunut suoraan pintaveden keruuojiin. Liete oli levitetty koelohkoille 17.5., jolloin tutkimusalueella satoi 14,5 mm. Myös kahtena lietteen levitystä edeltävänä vuorokautena satoi, ja sadanta ajalta 15.5.–17.5.2012 oli yhteensä 25,3 mm.

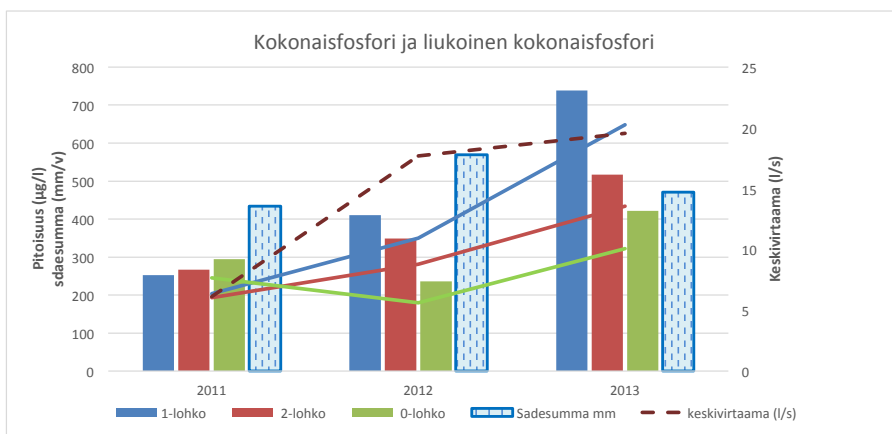
TAULUKKO 3. Tuloksista poistettujen, poikkeavien vesinäytteiden kokonaisfosforin, liukoisen kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen ja nitraattitypen pitoisuudet (µg/l). Liete ja väkilannoite oli levitetty lohkoille runsaiden sateiden aikana 17.5.2012.

	1-lohko ”liete pintaan”	2-lohko lietteen sijoitus	0-lohko väkilannoitus
kok. P (µg/l)	4700	180	140
liukoinen kok. P (µg/l)	2700	99	110
PO <sub>4</sub> -P (µg/l)	2000	80	66
kok. N (µg/l)	35000	3800	10000
NO <sub>3</sub> -N (µg/l)	320	2500	8100

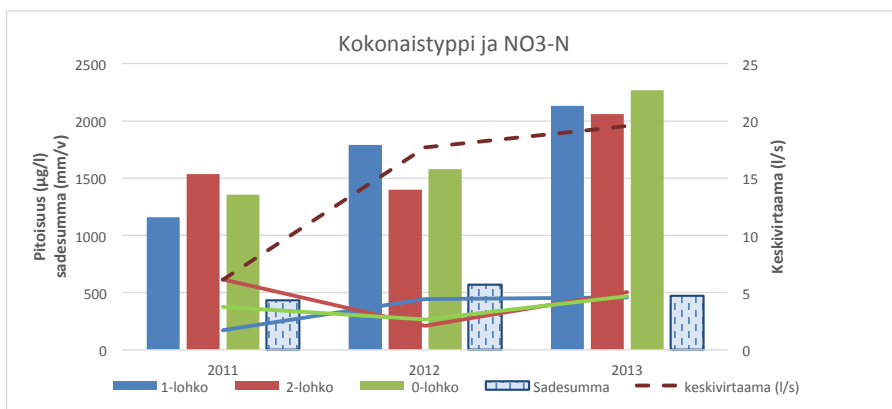
Pintavesinäytteiden kokonaisfosforin, liukoisen kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin (PO<sub>4</sub>-P) pitoisuudet olivat ”liete pintaan” -lohkolla tilastollisesti merkitsevästi suurempia ( $p < 0,05$ ) kuin lohkoilla, jonne liete levitettiin sijoittamalla maahan. Molempien lietalannoitettujen lohkojen kokonaisfosforin, liukoisen kokonaisfosforin sekä PO<sub>4</sub>-P:n keskipitoisuudet olivat merkitsevästi suuremmat ( $p < 0,005$ ) kuin väkilannoitetun lohkon pitoisuudet. Kiintoaineen keskipitoisuus oli muita lohkoja kaltevammalta 2-lohkolta (lietteen sijoitus) tullessa pintavedessä merkitsevästi suurempi ( $p < 0,05$ ) kuin muilta lohkoilta saaduissa pintavesinäytteissä.

Liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforista oli pintavesinäytteissä keskimäärin 82 %. Osuus oli pienin (79 %) väkilannoitetulla ja suurin (85 %) ”liete pintaan” -lohkolla. Fosfaattifosforia pintavesinäytteissä oli keskimäärin 70 % kokonaisfosforista. Myös fosfaattifosforia oli eniten (74 %) ”liete pintaan” -lohkolta kerätyissä vesinäytteissä, muiden lohkojen osalta vastaava arvo oli 68 %.

Vesinäytteiden ravinnepitoisuuksissa havaittiin nouseva trendi vuodesta 2011 vuoteen 2013 (kuvat 8 ja 9). Erityisen selvästi fosforipitoisuuden nousu oli havaittavissa ”liete pintaan” -lohkon pintavesissä.



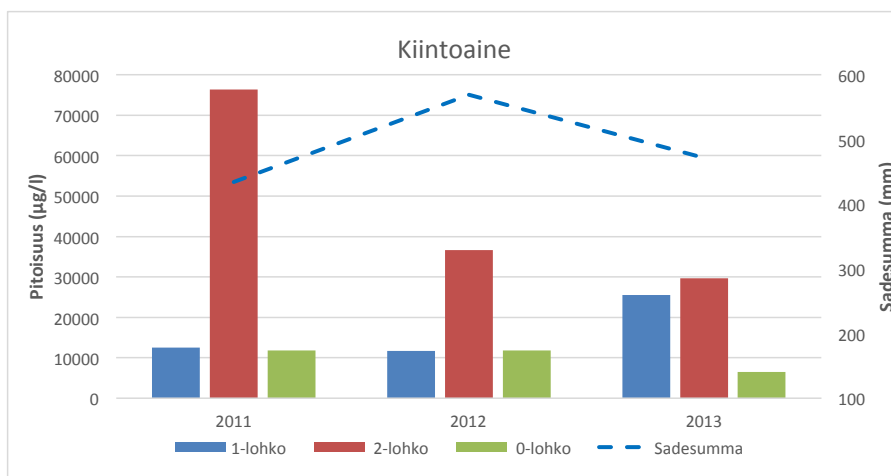
KUVA 8. Kokonaisfosforin ja liukoisen kokonaisfosforin keskipitoisuudet (µg/l) ja keskivirtaama (l/s) koelohkoilla vuosina 2011–2013 sekä vuosittainen sadesumma Tarvaalan sääaseman mukaan. Pylväät kuvaavat kokonaisfosforia, murtoviivat liukoista kokonaisfosforia ja katkoviiva keskivirtaamaa. 1-lohko = ”liete pintaan” (sininen murtoviiva ja pylväs), 2-lohko = lietteen sijoitus (punainen murtoviiva ja pylväs), 0-lohko = väkilannoitus (vihreä murtoviiva ja pylväs).



KUVA 9. Kokonaistypen ja nitraattitypen (NO<sub>3</sub>-N) keskipitoisuudet (µg/l) ja keskivirtaama (l/s) koelohkoilla vuosina 2011, 2012 ja 2013 sekä vuosittainen sadesumma Tarvaalan sääaseman mukaan. Pylväät kuvaavat kokonaistyyppiä, murtoviivat nitraattityppiä ja katkoviiva keskivirtaamaa. 1-lohko = ”liete pintaan” (sininen murtoviiva ja pylväs), 2-lohko = lietteen sijoitus (punainen murtoviiva ja pylväs), 0-lohko = väkilannoitus (vihreä murtoviiva ja pylväs).



Pintaveden kiintoainepitoisuudet vaihtelivat suuresti sekä koelohkojen että samankin koelohkon eri näytteiden välillä. Eroosioherkimmällä 2-lohkolla, jolla liete sijoitettiin maahan, kiintoaineen keskipitoisuus oli hyvin suuri kokeen alussa, mutta laski tutkimusjakson aikana ja oli vuonna 2013 alle puolet vuoden 2011 pitoisuudesta. ”Liete pintaan” -lohkolla kiintoaineen keskipitoisuus sen sijaan nousi vuonna 2013 kaksinkertaiseksi kahteen edelliseen vuoteen verrattuna. (Kuva 10.)



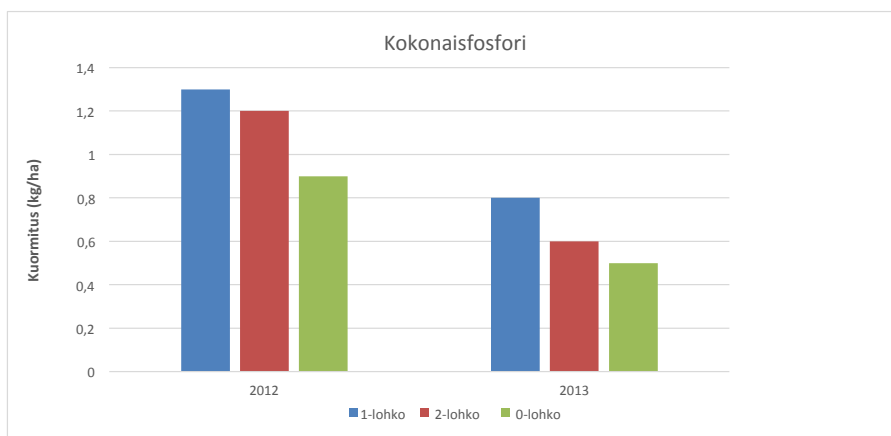
KUVA 10. Kiintoaineen keskipitoisuudet (µg/l) koelohkoilla sekä tutkimusalueen sadesumma vuosina 2011, 2012 ja 2013. 1-lohko = ”liete pintaan”, 2-lohko = lietteen sijoitus, 0-lohko = väkilannoitus.

Koelohkoilta vuosina 2012 ja 2013 pintavalunnan mukana tulleen kuormituksen (kg/ha) arviot on esitetty taulukossa 4. Kuormitusta ei arvioitu vuodelle 2011, jolloin kesäajalta ei saatu yhtään vesinäytettä automaattisten vesinäytteenottimien imuletkujen rikkoutumisen takia. Eniten fosforia huuhtoutui ”liete pintaan” -lohkolta ja vähiten väkilannoituslohkolta. Sen sijaan typpeä huuhtoutui eniten väkilannoituslohkolta ja vähiten lietteen sijoituslohkolta. Lohkojen väliset erot ravinnekuormituksessa eivät kuitenkaan olleet suuria. Eniten kiintoainetta huuhtoutui kaltevimmalta 2-lohkolta vuonna 2012.

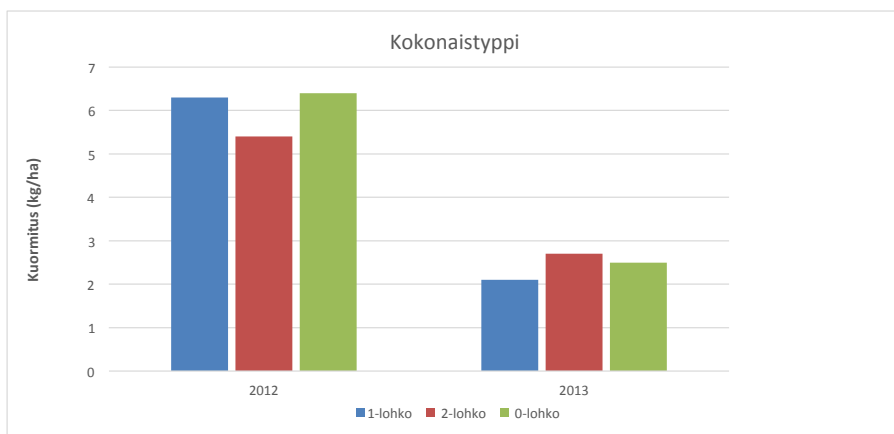
Ravinne- ja kiintoainekuormitukset vaihtelivat suuresti eri vuosina. Suurinta kuormitus oli 2012, joka oli hydrologisilta olosuhteiltaan tavanomaista sateisempi vuosi. (Kuvat 11, 12 ja 13.)

TAULUKKO 4. Pintavalunnan arvioitu kokonaisfosfori-, liukoinen kokonaisfosfori-, fosfaattifosfori-, kokonaistyyppi- ja nitraattityppi- sekä kiintoainekuormitus (kg/ha) koelohkoilta vuosina 2012 ja 2013.

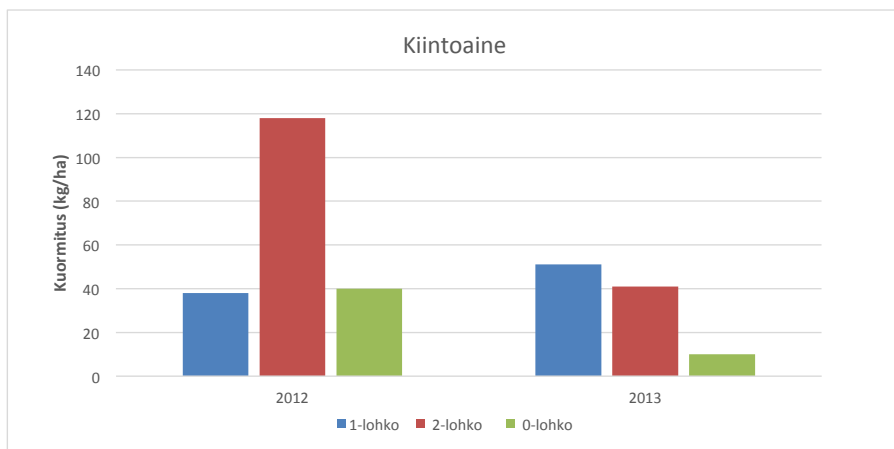
Pintavalunnan arvioitu kuormitus 2012 ja 2013 (kg/ha)						
	1-lohko		2-lohko		0-lohko	
Lannoitusmenetelmä	”liete pintaan”		lietteen sijoitus		väkilannoitus	
Vuosi	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Kok.P	1,3	0,8	1,2	0,6	0,9	0,5
Kok.P liukoinen	1,1	0,7	1,0	0,5	0,7	0,4
PO4-P	0,9	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4
Kok.N	6,3	2,1	5,4	2,7	6,4	2,5
NO3-N	1,9	0,4	1,2	0,9	1,3	0,7
Kiintoaine	38	51	118	41	40	10



KUVA 11. Pintavalunnan arvioitu kokonaisfosforin kuormitus (kg/ha) vuosina 2012 ja 2013. 1-lohko = ”liete pintaan”, 2-lohko = lietteen sijoitus, 0-lohko = väkilannoitus.



KUVA 12. Pintavalunnan arvioitu kokonaistyyppien kuormitus (kg/ha) koelohkoilta vuosina 2012 ja 2013. 1-lohko = ”liete pintaan”, 2-lohko = lietteen sijoitus, 0-lohko = väkilannoitus.



KUVA 13. Pintavalunnan arvioitu kiintoainekuormitus (kg/ha) koelohkoilta 2012 ja 2013. 1-lohko = ”liete pintaan”, 2-lohko = lietteen sijoitus, 0-lohko = väkilannoitus.

Koelohkoilta sadon mukana poistuneiden ravinteiden määrässä lohkojen välillä ei ollut suuria eroja. Tyypeä poistui keskimäärin 158 kg/ha, fosforia 20 kg/ha ja kaliumia 168 kg/ha. Myöskään koelohkoille maahan jääneiden ravinteiden pitoisuuksissa ei näyttänyt olevan eroa koelohkojen välillä. Maanäytteissä mm. liukoisen typen määrä vaihteli <10 mg/l–17 mg/l, fosforin 12–17 mg/l ja kaliumin 110–210 mg/l. Sänkinäytteissä kasvustoon jääneiden ravinteiden pitoisuudet olivat myös samaa luokkaa kaikilla koelohkoilla. Typpipitoisuus vaihteli välillä 19–31 g/kg kuiva-ainetta (ka), fosfori 3–4 g/kg ka ja kalium 22–35 g/kg ka. Sekä sänki- että maanäytteiden ravinnepitoisuuksissa vuosien välinen vaihtelu oli suurempaa kuin koelohkojen välinen vaihtelu.

## TULOSTEN TARKASTELU

Lietelannan levitysmenetelmällä on tässä tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella vaikutusta fosforin huuhtoutumiseen nurmipellolta. Pintavaluntavesien kokonaisfosforin, liukoisen kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin keskipitoisuudet ( $\mu\text{g/l}$ ) olivat ”liete pintaan” -lohkolla merkitsevästi suurempia kuin lohkolta, jonne liete levitettiin sijoittamalla. Tulosta tukevat muun muassa MTT:ssa tehdyt aiemmat tutkimukset, joiden mukaan sijoittaminen estää keskimäärin 80 % fosforihuuhtoumista (Virkajärvi ym. 2013; Uusi-Kämpä 2010). Väkilannoitetulta lohkolta valuneen pintaveden kokonaisfosforin, liukoisen kokonaisfosforin sekä fosfaattifosforin keskipitoisuudet ( $\mu\text{g/l}$ ) olivat merkitsevästi pienemmät kuin vastaavat pitoisuudet lietelannoitettujen lohkojen pintavaluntavesissä.

Tarvaalan peltoalueen, jolla koelohkot sijaitsivat, hehtaarikohtaista kokonaiskuormitusta (kg/ha) mitattiin kahdella automaattisella ravinnemittausasemalla. Tutkimusalueella pintavalunnan osuus koko peltoalueen hehtaarikohtaisesta kokonaisfosforin vuosikuormituksesta oli merkittävä, keskimäärin 54 %. Tulosta selittää suuri liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforista. Typen hehtaarikohtaisessa vuosikuormituksessa pintavalunnan osuus oli selvästi pienempi, kokonaistypen osalta keskimäärin 12 % ja nitraattitypen osalta 7 %. Kiintoaineesta keskimäärin 16 % tuli pintavaluntana. On kuitenkin huomattava, että kaikki tässä tutkimuksessa esitetyt pintavalunnan vuosikuormitusluvut ovat arvioita, koska pelkän pintavalunnan virtaamamittaus ei ollut käytännössä mahdollista.

Kiintoainekuormitus, samoin kuin kiintoaineen keskipitoisuus pintavedessä, olivat lietteen sijoituslohkolla merkitsevästi suuremmat kuin muilla lohkoilla. Kaltevuudeltaan pienimmältä väkilannoituslohkolta kiintoainetta huuhtoutui vähiten, vaikkakaan ero ”liete pintaan” -lohkoon ei ollut tilastolli-

sesti merkitsevä. Lietteen sijoituslohko oli koelohkoista kaltevuudeltaan suurin, joten lohkojen väliset erot voivat selittyä lohkojen kaltevuuksien eroilla (kuva 2). Lisäksi lietteen sijoituslohkolla oli rinteeseen suuntaisesti laskeva reuna-osa, mikä muilta lohkoilta puuttui. Pintaveden kiintoainepitoisuus lietteen sijoituslohkolla kuitenkin pieneni tutkimusjakson loppua kohti huomattavasti, mikä voi johtua siitä, että tutkimusjakson ensimmäisenä vuonna keruuosat ja em. reuna-osa oli juuri kaivettu, jolloin niiden reunoilta ja pohjasta irtosi runsaasti kiintoainetta. Seuraavina vuosina ojien nurmettuminen vähensi eroosiota ja kiintoaineen kulkeutumista valumavesien mukana.

Sekä ravinteiden ja kiintoaineen kuormitukset että pitoisuudet pintavesissä vaihtelivat suuresti vuosittain. Suurinta kuormitus oli vuonna 2012, joka oli hydrologisilta olosuhteiltaan vuosia 2011 ja 2013 sateisempi. Hydrologisten olosuhteiden vaikutuksesta kuormituksen muodostumiseen on raportoitu myös aiemmissa tutkimuksissa (mm. Siimekselä ym. 2012 ja 2013; Valkama ym. 2010). Vuodelta 2011 ei kuormitusarvioita ole esitetty kesäajan vesinäytteenottojen puuttumisen vuoksi. On kuitenkin todennäköistä, että vuoden 2011 kuormitus oli todellisuudessa hyvin lähellä vuoden 2013 kuormitusta. Tätä tukee se, että vuosien 2011 ja 2013 sadesummat olivat lähes saman suuruiset. Lisäksi samalla alueella tehdyn jatkuvatoimisen ravinnemittauksen tulosten mukaan vuoden 2011 ravinne- ja kiintoainekuormitus oli jopa hieman suurempi kuin vuoden 2012 kuormitus.

Koelohkoilta pintavaluntana tulleen veden ravinnepitoisuuksien havaittiin tässä tutkimuksessa nousevan tutkimusjakson alusta jakson loppuun ja olevan sitä suurempia, mitä suurempi virtaama oli. Keskivirtaama oli suurin vuonna 2013, joka oli tutkimusjakson vuosista vähäsataisin. Tämä voi johtua keskivirtaaman laskentatavasta, jossa huomioitiin vain näytteenottohetkeä edeltänyt 24 tunnin jakso. Koska automaattiset vesinäytteenottimet ottivat näytteen silloin, kun keruuosiin tuli vettä, on todennäköistä, että näytteenottohetki sijoittui juuri suurimpien virtaamien aikoihin.

Väkilannoitetun lohkon pintavesistä mitatut kokonaisfosforin, liukoisen kokonaisfosforin sekä fosfaattifosforin keskipitoisuudet ( $\mu\text{g/l}$ ) olivat merkitsevästi pienemmät kuin lietelannoitettujen lohkojen vastaavat arvot. Tämä voi johtua lietteen fosforin kumuloitumisesta nurmipellon pintaan pintalannoituksen seurauksena, jolloin erityisesti liukoisen fosforin huuhtoutumisriski kasvaa (Räty ym. 2012; Virkajärvi ym. 2013). Liukoisen fosforin osuus lietelannoitettujen lohkojen pintavedessä oli jonkin verran suurempi kuin väkilannoitetun lohkon pintavedessä. Fosforin kumuloitumiseen voi viitata myös tutkimuksessa havaittu pintavesinäytteenottojen ravinnepitoisuuksien nousu vuodesta 2011 vuoteen 2013, joka oli erityisen selvä ”liete pintaan” -lohkon osalta.

Toukokuussa 2012 pian lietteen ja väkilannoitteen levittämisen jälkeen kerättyjen pintavesinäytteiden typpipitoisuus oli lohkolla lähes 20-kertainen ja väkilannoituslohkolla noin kuusinkertainen lohkoilta kerättyjen pintavesinäytteiden keskimääräiseen typpipitoisuuteen verrattuna. ”Liete pintaan” -lohkon vesinäytteessä fosforipitoisuus oli noin kymmenkertainen keskimääräiseen nähden. Liete ja väkilannoite levitettiin koelohkoille sateella, maan ollessa valmiiksi märkä lumien sulamisen ja toukokuun alkupuolen runsaiden sateiden johdosta. Havainnon perusteella voidaan päätellä, että nurmipellon pintaan levitetty lietelanta on herkkä huuhtoutumaan. Lietteen sijoittaminen/ multtaaminen ehkäisee tämän havainnon perusteella huuhtoutumista huomattavasti myös märissä ja sateisissa olosuhteissa. Myös väkilannoite vaikuttaa havainnon perusteella huuhtoutuvan helposti, kun se on levitetty pellon pintaan.

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Pellon kaltevuus ja hydrologiset olosuhteet sekä lannoitusmenetelmän valinta olivat tässä tutkimuksessa tärkeimmät nurmipellon pintahuuhtouman määrään ja laatuun vaikuttavat tekijät. Viljelykasvin tai maalajin vaikutuksia ei tässä tutkimuksessa selvitetty, sillä kohteena olleiden nurmiviljelylohkojen maalajikin oli sama.

Ympäristötuen ehtojen viljelytoimenpiteet ja valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta eli ns. nitraattiasetus sisältävät oikeita keinoja maatalouden vesistökuormituksen vähentämiseksi. Muun muassa karjanlannan letkulevityskielto kaltevimmilla pelloilla ja pientareiden sekä suojakaistojen perustaminen ovat oikeansuuntaisia vesiensuojelutoimenpiteitä.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan pintavaluntavesien mukana tuleva, lietelannoituksen aiheuttama fosforikuormitus on suurempaa kuin vastaava väkilannoitteen fosforikuormitus. Nurmiviljelyssä lietteen levittäminen pellon pintaan voi aiheuttaa fosforin rikastumista pintamaahan, jolloin huuhtoutumisherkkyys myös kasvaa. Lietteen levittäminen sijoittamalla (multaus) vähensi fosforin huuhtoutumista pellon pinnasta ja on tämän tutkimuksen perusteella suositeltava lietteen levitysmenetelmä nurmiviljelyssä.

Pintavalunnan osuus erityisesti fosforin vuosikuormituksesta nurmipellolla oli tässä tutkimuksessa merkittävä. Sekä lietelannan että typpipitoisten väkilannoitteiden letkulevitystä tulisi tämän tutkimuksen tulosten perusteella välttää etenkin runsaiden sateiden aikana sekä silloin, kun maa on hyvin märkä. Lietelannan multaus ehkäisi tässä tutkimuksessa huomattavasti sekä typen että fosforin huuhtoutumista pellon pinnasta myös märissä olosuhteissa.

Rädyn ja muiden (2012) mukaan eroosio on nurmiviljelyssä hyvin vähäistä. Maan muokkaus lisää eroosiota. Tässä tutkimuksessa suurin osa kiintoainesta irtosi todennäköisesti koelohkoille kaivetuista keruuojista ennen ojen nurmettumista. Suurin kiintoainekuormitus mitattiin kahtena ensimmäisenä koevuonna kaltevuudeltaan suurimmalta koelohkolta, johon lietelanta levitettiin sijoittamalla. Tämä selittyy osittain lohkon reunaojalla. Pellon kaltevuudella on tämän tutkimuksen perusteella merkittävä vaikutus pintavalunnassa tulevan kiintoainekuormituksen määrään erityisesti ennen maan kasvittumista. Tässä tutkimuksessa kasvillisuus selvästi vähensi kiintoaineen kulkeutumista vesistöön. Riittävän leveillä ja kasvipeitteisillä suojakaistoilla on tärkeä merkitys kiintoainekuormituksen hallinnassa.

Ravinteiden kierrätyksen näkökulmasta lietelannan käyttö pelloilla on erityisen suositeltavaa. Saarijärven vesistöreitien kuntien nauta- ja sikatiloille toteutetun lantakyselyn tulosten perusteella alueella syntyvästä lietelannasta puolet mullataan tai sijoitetaan maahan (Löytöjärvi & Stenman 2012). Lietteen sijoittamisella ja oikealla levitysajankohdalla voidaan merkittävästi vähentää lietteen käytön vesistökuormitusta. Lietteen sijoittamista tulisikin kannustaa EU:n ympäristötuen avulla.

## LÄHTEET

Löytöjärvi, S. ja Stenman, T. 2012. Lannan ravinnemäärät peltoalaa kohden Saarijärven vesistöreitien kunnissa. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisu 115, 1–39. 2. p. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Pintavesien ekologinen tila – Keski-Suomi 2013. Julkaistu 1.10.2013. Viitattu 14.1.2014. [www.ymparisto.fi/download/noname/%7BEFA46976-E96F-4263-BC5C-49B9689A6257%7D/92871](http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BEFA46976-E96F-4263-BC5C-49B9689A6257%7D/92871).

Räty, M., Virkajärvi, P., Saarijärvi, K., Saarijärvi, E. ja Hartikainen, H. 2012. Sisävesien fosforikuormitus Kirmanjärven valuma-alueella Pohjois-Savossa. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2012 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisu no 28. Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen. Viitattu 30.12.2013. Julkaistu 15.1.2012. Saatavilla Internetissä: [www.smts.fi](http://www.smts.fi). ISBN 978-951-9041-56-8.

Saarijärvi, K. ja Virkajärvi, P. 2010. Nurmiviljelyn fosforikuormitus on liuenneessa muodossa. Vesitalous 51, 2, 22–25.

Siimekselä, T., Stenman, T., Ylimartimo, A. ja Lahtela, S. 2013. Tuloksia vesistökuormituksesta peltovaltaisilla alueilla Keski-Suomessa. *Vesitalous* 54, 4, 23–28.

Siimekselä, T., Stenman, T., Ylimartimo, A., Lahtela, S. ja Raudasoja, N. 2012. Automaattinen vedenlaadun seuranta – pilottitutkimusta maa- ja metsätalousvaltaisella alueella Saarijärven vesireitin varrella. Julkaisussa: *Maataloustieteen Päivät 2012* [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisu no 28. Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen. Viitattu 2.12.2013. Julkaistu 15.1.2012. Saatavilla Internetissä: [www.smts.fi](http://www.smts.fi). ISBN 978-951-9041-56-8.

Uusi-Kämppeä, J. 2010. Effect of outdoor production, slurry management and buffer zones on phosphorus and nitrogen runoff losses from Finnish cattle farms. Doctoral dissertation. *MTT Science* 7. Viitattu 30.12.2013. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-268-3>.

Valkama, P., Lahti, K. ja Särkelä, A. 2010. Automaattimittauksilla tarkkaa tietoa maatalouden vesistökuormituksesta. Julkaisussa: *Maataloustieteen Päivät 2010* [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisu no 26. Toim. Anneli Hopponen. Viitattu 2.12.2013. Julkaistu 11.1.2010. Saatavilla Internetissä: <http://www.smts.fi>. ISBN 978-951-9041-54-4.

Virkajärvi, P., Järvenranta, K., ja Rätty, M. 2013. Nautakarjatalouden vesistökuormitus. Esitys Maatalouden ympäristönsuojelun neuvottelupäivillä, Kuopio 19.11.2013. Julkaistu 19.11.2013. Viitattu 28.11.2013. [https://syke.etapahtuma.fi/eTaika\\_Tiedostot/2/TapahtumanTiedostot/970/Perttu%20Virkajärvi.pdf](https://syke.etapahtuma.fi/eTaika_Tiedostot/2/TapahtumanTiedostot/970/Perttu%20Virkajärvi.pdf).



# KUNTAKOHTAISET LANTATASEET SAARIJÄRVEN REITIN KUNNISSA

Tarja Stenman

## JOHDANTO

Lannoitteiden käyttö maataloudessa on viime vuosina vähentynyt tiukentuneiden lannoitusrajoitusten, ravinnetaselaskelmien sekä osittain myös lannoitteiden hinnan nousun myötä. Jatkossa huomiota pitää kiinnittää erityisesti kotieläinten lannan ravinnehuuhtoumiin, joiden merkitys kasvaa kotieläintilojen koon kasvaessa ja tuotannon keskittyessä alueellisesti. Siksi olisikin tärkeää lisätä ravinteiden kierrätystä lannan hyötykäyttöä tehostamalla. Vaikka maatalouden kuormituspotentiaali on vähentynyt, se ei välttämättä näy kaikilta osin maatalouden aiheuttamassa vesistökuormituksessa. Mallintamistulokset osoittavat, että fosforikulkeuma jokien valuma-alueilta Itämereen, samoin kuin maaperänäytteistä todennettu fosforipitoisuuden kehitys, ovat laskeneet kaikkialla muualla paitsi Saaristomeren alueella. Sen sijaan typpikuormitus on kasvanut lähes kaikilla mallinnuksessa mukana olevilla jokivaluma-alueilla. (Aakkula ym. 2010.)

MAISA-hankkeessa selvitettiin vuoden 2010 tilastojen perusteella lannan ravinnemäärät eli typpi- ja fosforisisältö peltoalaa kohden Saarijärven vesistöreitin alueen kunnissa. Tavoitteena oli selvittää, onko alueella lannoittamismahdollisuuksiin nähden liikaa ravinteita. Selvityksessä olivat mukana seuraavat kunnat: Kannonkoski, Karstula, Kivijärvi, Kyyjärvi ja Saarijärvi. (Löytöjärvi & Stenman, 2012.)

Yleisen määritelmän mukaan **lantatase** tarkoittaa eläimestä lantaan erittyvien ja lannassa peltoon levitettyjen ravinteiden erotusta. Lantatase lasketaan vähentämällä karjantaseesta tilan lohkokirjanpidon perusteella peltoon levitetty lannan ravinnemäärät, käyttäen lannan ravinnepitoisuuksina keskimääräisiä taulukkoarvoja tai tilan omien lanta-analyyysien tuloksia (Rajala 2001). MAISA-hankkeen tekemässä selvityksessä laskettiin kuntakohtaiset lantataseet, joilla tarkoitetaan lannan typpi- ja fosforisisältöä peltoalaa kohden kunnassa vuoden aikana.

## KUNTAKOHTAINEN LANTATASE JA SEN LASKEMINEN

MAISA-hankkeen selvityksessä kuntakohtaisia lantataselaskelmia varten selvitettiin ensin kuntakohtaiset kotieläinten lukumäärät eläinryhmittäin. Lannan ravinnemäärät laskettiin suoraan eläinten vuodessa ulosteisiin erittämien kokonaistyyppi ja -fosforimäärien perusteella. Laskennallisina arvoina käytettiin Jouni Nousiaisen Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa tekemän selvityksen tuloksia (Hänninen, Isotalo & Mäki-Punto 2008). Lisäksi selvitettiin kuntakohtaiset kokonaispeltoalat sekä vilja- ja nurmialat. Lannan tyyppi- ja fosforimääriä verrattiin kuntien peltoalatietoihin.

Selvityksessä tehtiin kaksi laskelmaa, joista toiseen otettiin mukaan peltoalat, joille lanta vuonna 2010 todennäköisimmin levitettiin eli vilja- ja nurmialat. Toisessa laskelmassa tarkasteltiin lannan sisältämän ravinteiden määrää kuntien kokonaispeltoaloja kohden. Laskelmissa hyödynnettiin kesällä 2010 kyseisten kuntien nauta- ja sikatiloille tehtyä lantakyselyä, joka suoritettiin puhelinhaastatteluna. Kyselyyn vastasi 156 viljelijää alueen vajaasta 250 kotieläintilasta eli kyselyn vastausprosentti oli 62. Lantakyselyssä selvittiin mm. alueella syntyvän lannan määrää, levitystapaa sekä levitysjankohtaa.

## LANTATASELASKELMIEN TULOKSET

MAISA-hankkeen selvityksen mukaan kuntakohtaiset lantataseet kokonaispeltoalaa kohden Saarijärven vesistöreitillä kunnissa vaihtelivat kokonaistyyppien osalta välillä 40–59 kg N/ha (Taulukko 1). Vuoden aikana peltohehtaari saa levittää lantaa määrän, joka vastaa 170 kiloa kokonaistyyppiä (Valtioneuvoston asetus 931/2000). Kuntakohtaiset lantataseet tyyppien osalta vilja- ja nurmialoille, joille lanta oletettavasti levitettiin, vaihtelivat välillä 53,3–70,5 kg N/ha, joten alueen lantavarastojen tyyppi ei riittänyt lannoittamaan kaikkia alueen peltoja. (Löytöjärvi & Stenman, 2012.)

Kuntakohtaiset lantataseet fosforin osalta kokonaispeltoalaa kohden vaihtelivat välillä 6,0–8,8 kg P/ha ja vilja- ja nurmialaa kohden välillä 8,1–10,9 kg P/ha. Fosforia saa levittää pellolle vuoden aikana enimmillään 30 kg/ha käytettäessä vain karjanlantaa (Maa- ja metsätalousministeriön asetus 503/2007), joten myöskään lannan sisältämä fosfori ei riittänyt lannoittamaan alueen peltoja. (Löytöjärvi & Stenman, 2012.)

Lisätietoa Saarijärven reitin kuntakohtaisista lantataseista löytyy Jyväskylän ammattikorkeakoulun verkkojulkaisusta: Löytöjärvi, S. & Stenman, T. 2012. Lannan ravinnemäärät peltoalaa kohden Saarijärven vesistöreitillä kunnissa. Julkaisun pysyvä verkko-osoite on <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201103103033>.

TAULUKKO 1. Kuntakohtaiset lantataseet MAISA-hankkeen selvityksen mukaan Saarijärven vesistöreitissä kunnissa vuonna 2010.					
	Peltoala (ha)	Typpi (kg)	Fosfori (kg)	Typpi (kg/ha)	Fosfori (kg/ha)
<b>Kannonkoski</b>		103 069	15 173		
Kokonaispeltoala	2 135			48,3	7,1
Vilja- ja nurmiala	1 810			56,9	8,4
<b>Karstula</b>		232 552	35 134		
Kokonaispeltoala	5 815			40,0	6,0
Vilja- ja nurmiala	4 361			53,3	8,1
<b>Kivijärvi</b>		69 157	9 914		
Kokonaispeltoala	1 189			58	8,3
Vilja- ja nurmiala	1 021			67,7	9,7
<b>Kyyjärvi</b>		146 772	21 851		
Kokonaispeltoala	2 493			59	8,8
Vilja- ja nurmiala	2 083			70,5	10,5
<b>Saarijärvi</b>		433 943	68 357		
Kokonaispeltoala	8 268			52	8,3
Vilja- ja nurmiala	6 250			69,4	10,9

## LÄHTEET

Aakkula, J., Manninen, T. & Nurro, M. (toim.) 2010. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus (MYTVAS 3) – Väliraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja.

Hänninen, S., Isotalo, M. & Mäki-Punto, A. 2008. Lannan fosfori- ja typpisisältö peltoalaa kohden Varsinais-Suomen kunnissa. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 11.

Löytöjärvi, S. & Stenman, T. 2012. Lannan ravinnemäärät peltoalaa kohden Saarijärven vesistöreitissä. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 115. Saatavilla myös verkosta osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201103103033>.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 503/2007. Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä ja maatalouden ympäristötuen erityistuista. 12 § Karjanlannan ja muiden orgaanisten lannoitteiden käyttö. Viitattu 9.1.2014. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070503>.

Rajala, J. 2001. Ravinnetaseopas. Uudenmaan ympäristökeskus.

Valtioneuvoston asetus 931/2000. Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta. 6 § Lannoitemäärät. Viitattu 9.1.2014. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000931>.



Vesiensuojelun edistäminen maataloilla

# VILJELIJÖIDEN ASENNEN JA UUDET IDEAT VESIENSUOJELUUN

Tarja Stenman ja Arto Riihinen

## JOHDANTO

Maataloutta pidetään yleensä yhtenä suurimmista vesistöjen kuormittajista. Vaikka maatalouden aiheuttama ravinnekuormituspotentiaali ravinnetaseilla mitattuna on jatkuvasti vähentynyt, positiiviset muutokset vesien tilassa näkyvät vasta pitkän ajan kuluttua. Ravinnekuormituspotentiaalın alentuminen johtuu suurelta osin keinolannoitteiden käytön vähentymisestä. (Aakkula ym. 2010.)

Keskustelu Saarijärven vesireitin tilasta on herättänyt paikalliset maanviljelijät pohtimaan rooliaan vesiensuojelussa. Aiemmissä suomalaisten viljelijöiden ympäristöasenteita käsittelevissä tutkimuksissa on havaittu, että viljelijät ovat usein kokeneet toimintaansa kohdistuvan ympäristöohjauksen byrokraattiseksi, maatilán käytänteistä etäännyneeksi ja viljelijän itsemääräämisoikeutta loukkaavaksi. Heidän on ollut vaikea havaita, miten yksittäisen tilán käytänteet vaikuttavat luonnon suureen kokonaisuuteen. Toisaalta viljelijäväestö ei kuitenkaan ole asenteiltaan homogeeninen ryhmä, ja monilla heistä ympäristöasiat ovat ajattelussa keskeisellä sijalla. Viljelijöiden keskuudessa vallitsee läheinen luontosuhde, ja maan ja luonnon suojeleu ymmärretään välttämättömiksi perhevilljelmán jatkuvuuden turvaamiseksi. Ympäristötietoisuus on lisääntynyt ja suomalaisten viljelijöiden asenteet ovat muuttuneet aiempaa ympäristömyönteisemmiksi. (Ruuska 2010.)

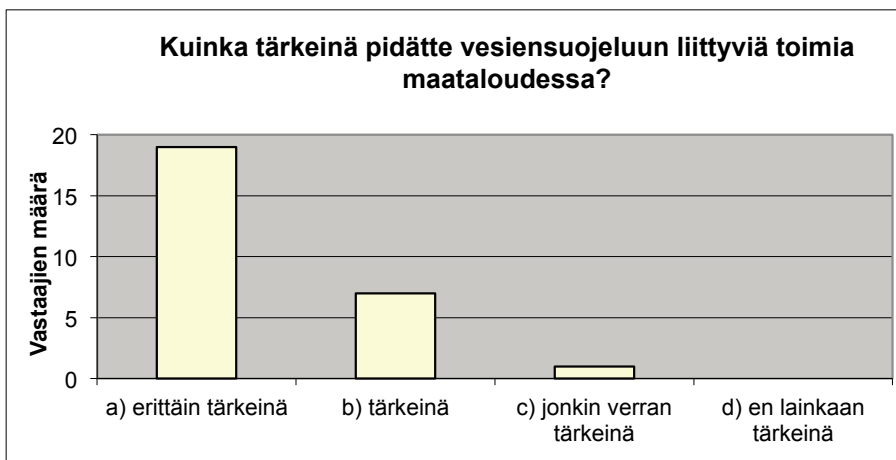
## ASENTEITA SELVITETTIIN HAASTATTELUTUTKIMUKSELLA

MAISA-hankkeessa selvitettiin Saarijärven vesireitin alueen viljelijöiden asenteita vesiensuojelua kohtaan. Samalla kysyttiin myös viljelijöiden omia ideoita vesiensuojelun kehittämiseksi. Selvitys toteutettiin vuonna 2010 haastatteleamalla 27 viljelijää, joista 24 oli Saarijärven reitin alueelta ja kolme reitin ulkopuolelta. Suurin osa haastatelluista tiloista oli maidontuotantotiloja (13 kpl), viljatiloja oli yhdeksän ja loput tilat olivat emolehmä- tai lihakarjatilaja. (Löytöjärvi 2011.)

Haastatelluista 13 tilalla oli voimassa olevia vesiensuojeluun liittyviä erityisympäristötukisopimuksia, yleisimpänä suojavyöhykesopimukset. Neljästätoista tilasta, joilla ei ollut vesiensuojeluun liittyviä erityisympäristötukiso-

pimuksia, kymmenen tilaa aikoi tulevaisuudessa hakea jotain näistä tuista ja neljä tilaa ei aikonut hakea vesiensuojeluun liittyviä tukia. Pääasialliset syyt, miksi tukisopimuksia ei haluttu hakea, olivat tukijärjestelmän monimutkaisuus ja siihen liittyvä byrokratian määrä. Vuonna 2010 koko Keski-Suomen alueella oli yhteensä noin 700 erityisympäristötukisopimusta ja näistä 147 Saarijärven vesireitin kuntien alueella.

Haastatelluista viljelijöistä kaikki pitivät tärkeinä maatalouteen liittyviä vesiensuojelutoimia (Kuva 1). Samalla myös kaikki vastaajat uskoivat vesiensuojeluun liittyvistä erityisympäristötuista olevan hyötyä luonnolle. Suurin osa viljelijöistä koki, että maataloutta syytetään liikaa vesien pilaantumisesta. Vastaajista yli 90 % sai mielestään tarpeeksi tietoa maatalouden vesiensuojelusta. (Löytöjärvi 2011.)



Kuva 1. Haastateltujen viljelijöiden mielipidejakauma vesiensuojelun merkityksestä maataloudessa (Löytöjärvi 2011).

Haastattelussa kävi ilmi, että viljelijät pitävät maatalouden vesiensuojelua tärkeänä ja haluavat tehdä töitä asian hyväksi. Viljelijät kokivat, että käytännön vesiensuojelutoimet erityisympäristötuen kautta on tehty liian monimutkaisiksi. Vastaajista 78 % oli sitä mieltä, että vesiensuojeluun liittyvissä erityisympäristötuissa olisi kehitettävää. Seuraavassa on koottu suoria lainauksia haastateltavien kommentteista maatalouden vesiensuojeluun liittyen.

*”Paperibyrokratian vähentäminen ja koko järjestelmän yksinkertaistaminen.”*

*"Suojakaistat ovat rikkaruohopankkeja, joita olisi pystyttävä torjumaan. Laidunnus olisi sallittava."*

*"Kaikki rahat eivät saisi mennä vain asioiden suunnitteluun, vaan myös tositoimiin. Vesistöjen lähellä asuvia ihmisiä tulisi kuunnella."*

*"Hyvä, että asioihin puututaan. Ravinteet siihen käyttöön, mihin ne on tarkoitettu."*

*"Viljelijöitä syytetään ja isot jätevesipuhdistamot saavat laskea jätteitä järviin."*

*"Liikaa syyttelyä, muutkin asiat huomioitava. Asioista on puhuttava avoimesti ja laitettava kaikki saastuttajat samalle viivalle."*

*"Pykäläviidakon takia tuen hakeminen on iso työ, maalaisjärki mukaan ja asiat helpommiksi. Omaa järveä liikaa, jos ei vesiensuojelua ota huomioon."*

## UUSIA IDEOITA MAATALOUDEN VESIENSUOJELUUN

Mietittäessä keinoja maatalouden vesiensuojelun tehostamiseksi on tärkeää pitää yllä vuoropuhelua tutkijoiden ja käytännön toimijoiden kesken. Tämän vuoksi haastattelussa kysyttiin myös viljelijöiden omia näkemyksiä maatalouden vesiensuojelun tehostamiseksi. Uusia ideoita tuli yllättävän paljon, vaikka monen vastaajan mielestä nykyiset vesiensuojelutoimet ovat riittäviä. Uusia ideoita olivat muun muassa:

*"Rantakaistojen köyhdyttäminen ja lannoittamatta jättämisen seuranta lehtivihreämittauksilla, nykyinen lohkoihin jakaminen työlästä."*

*"Lannoitteiden vähennys, rantapeltojen lannoituksen uudelleen miettiminen, kasvipeitteisyys ja luomun lisääminen (luomussa nyt liikaa byrokratiaa)."*

*"Räikeimmät tapaukset pois rannoilta."*

*"Rantojen niitto, päästöt kuriin."*

*"Ihmisten työllistäminen rantojen puhdistamiseen ja maisemien hoitoon, joihin viljelijöillä ei ole aikaa."*

*"Ojituksen järkevöittäminen, kuten laskeutusaltaat turvemailla."*



*”Leveämmät suojakaistat ja heinän pitkäaikainen viljely.”*

*”Kaikille lietteen sijoittamislaitteet ja sijoittamistuki säilymään.”*

*”Pienet viljelytekniset ratkaisut, kuten suorakylvö.”*

## LÄHTEET:

Aakkula, J., Manninen, T. & Nurro, M. (toim.) 2010. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus (MYTVAS 3) – Väiliraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja.

Löytöjärvi, S. 2011. Viljelijöiden kiinnostus maatalouden vesiensuojelua kohtaan. Opinnäytetyö, Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Ruuska, P. 2010. Matkalla maatalouden ympäristövaikutusten parempaan hallintaan. Toimintatutkimus maatilayrittäjien motivoinnista uusiin toimintatapoihin Saarijärven vesireitin alueella. Pro Gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto, Taloustieteellinen tiedekunta.

# KOSTEIKKO- JA SUOJAVYÖHYKENEUVONTAA MAATILOILLE

Tarja Stenman

## JOHDANTO

Maatalouden ympäristötukijärjestelmä on keskeinen keino maatalouden ympäristönsuojelussa sekä ravinnekuormituksen vähentämisessä. Viljelijät ja yhdistykset voivat hakea monivaikutteisten kosteikkojen perustamiseen eituotannollista investointitukea, joka on yksi erityisympäristötukimuodoista. Kosteikon perustaminen vaatii aina suunnitelman laatimisen, jossa selvitetään mm. kosteikon perustamistoimenpiteet, vesien johtaminen, mitoitus, alueen omistussuhteet, viranomaisluvut, kustannusarvio jne. Monivaikutteiset kosteikot lisäävät luonnon monimuotoisuutta sekä pidättävät valumavesien ravinteita. Toinen vesiensuojelun kannalta tärkeä erityistukitoimenpide ohjelmakaudella 2007–2013 oli suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Suojavyöhykkeet estävät eroosiota sekä ravinteiden pääsyä vesistöihin.

## NEUVONTAA JA TIEDOTUSTA

MAISA-hankkeessa edistettiin kosteikkojen ja suojavyöhykkeiden perustamista Saarijärven reitin alueen maataloilille. Hankkeen aikana järjestettiin yhteensä 13 kosteikko- ja suojavyöhykeaiheista tilaisuutta, osittain yhteistyössä MTK:n TÄKY ja TÄKY+ -hankkeiden sekä TASO-hankkeen kanssa (Kuva 1). Lisäksi järjestettiin kolme opintomatkaa, joissa tutustuttiin kosteikkoihin. Viljelijöitä opastettiin kosteikkojen ja suojavyöhykkeiden perustamiseen myös pienryhmätoiminnan ja neuvonnan avulla (Kuva 2). Hankkeen aikana annettiin neuvontaa yhteensä 17:lle kosteikko- sekä 13:lle suojavyöhykekohteelle. Näistä kohteista on toteutettu tammikuuhun 2014 mennessä yhteensä kuusi kosteikkoa ja seitsemän suojavyöhykettä Saarijärven reitin alueen maataloilille. Viidestä toteutetusta kosteikkokohteesta laadittiin A4-laajuiset esittelykortit, joissa on kuvattu kohteiden perustiedot. Esittelykortit ovat nähtävissä sekä tulostettavissa osoitteessa [www.hinkalo.fi](http://www.hinkalo.fi) > hankkeet > MAISA.



Kuva 1. MAISA- ja TASO-hankkeiden järjestämässä kosteikkopäivässä tutustuttiin mm. Tarvaalan kosteikon settipatoon. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)



Kuva 2. Viljelijöitä aktivoitiin kosteikkojen perustamiseen neuvonnan avulla. (Kuva: Hanna Kaihlajärvi, JAMK.)

## ALAJÄRVEN YMPÄRILLE YHTENÄINEN SUOJAVYÖHYKE

MAISA-hanke oli aktiivisesti edistämässä Alajärven yhtenäisen suojavyöhykkeen perustamista keväällä 2011 (Kuva 3). Alajärven rantapeltoja viljelevät maatilayrittäjät perustivat yhteistyössä suojavyöhykkeen järven ympärille. Mukana suojavyöhykesuunnitelmien laatimisessa olivat myös Jyväskylän ammattikorkeakoulun Biotalousinstituutin opiskelijat. Koko järven ympäröiviä yhtenäisiä suojavyöhykkeitä ei ole muualla Keski-Suomessa. Alajärvi sijaitsee Saarijärvellä Kalmarin kylässä, jossa maatalous on yksi kylän vahvuuksia. Usealla tilalla viljelee nuori sukupolvi ja tilojen välinen yhteistyö on tiivistä.



Kuva 3. Alajärveä ympäröi keskimäärin 15 metriä leveä nurmipeitteinen suojavyöhyke, joka näkyy kuvassa oikealla. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)

Viljelijöiden ympäristöteko sai merkittävää medianäkyvyyttä. Syksyllä 2011 Alajärven rantamaisemissa järjestetyssä tiedotustilaisuudessa oli paikalla lukuisia joukko valtakunnallisia, maakunnallisia sekä paikallisia medioita (Kuva 4). Suojavyöhykkeen perustaneet viljelijät palkittiin myös Keski-Suomen Maa-seutugaalassa. Alajärven suojavyöhykkeestä laadittiin esittelyvideo: Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä – Alajärven yhtenäinen suojavyöhyke. Videon voi katsoa Youtubessa sekä osoitteessa [www.hinkalo.fi](http://www.hinkalo.fi) > hankkeet > MAISA. Suojavyöhykekohteesta laadittiin myös opastetaulu, joka pystytettiin kesäkuussa 2012 valtatie 13:n varteen.

Alajärven suojavyöhykesopimuksen tehnyt Koivurannan tila valittiin vuonna 2011 Suomen ympäristöystävällisimmäksi maatilaksi (Kuva 5) MTK:n ja WWF:n järjestämässä kilpailussa. Tila edusti Suomea koko Itämeren alueen valtioiden välisessä loppukilpailussa Ruotsissa.



Kuva 4. Maanviljelijä Heikki Hiironen vastasi YLE:n Titta Puurusen kysymyksiin Alajärven suojavyöhykkeen tiedotustilaisuudessa. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)



Kuva 5. Koivurinteen tilan isäntäpari Toni ja Mari Haapakoski (keskellä) palkittiin Suomen ympäristöystävällisimpänä maatilana. Palkinnon luovuttivat MTK Keski-Suomen toiminnanjohtaja Juha Lappalainen (vasemmalla) ja WWF:n Sampsa Vilhunen. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)

## PUTERINJÄRVEN RANTAPELLOILLE SUOJAVYÖHYKKEITÄ

Saarijärvellä Leuhun kylällä sijaitsevan Puterinjärven sinileväkukinnot aiheuttivat alueen asukkaissa huolta kotijärven tilasta ja he kääntyivät MAISA-hankkeen puoleen syksyllä 2011. Järvi sijaitsee peltojen keskellä ja on ollut historiansa aikana erityisesti maatalouden kuormittama. Syksyllä 2011 järveen tulevista ojista otettiin vesinäytteitä, joiden perusteella myös metsätalouden kuormituksella on ollut vaikutusta järven tilaan. Lisäksi selvitettiin järveen kohdistuvaa jätevesikuormitusta JAMKin jätevesineuvonta-hankkeen toimesta. MAISA-hanke järjesti alueen kyläyhdistyksen ja asukkaiden kanssa yhteensä viisi vesiensuojeluaiheista tilaisuutta yhteistyössä Saarijärven kaupungin ympäristötoimen kanssa. Tilaisuudet olivat tupailtoja (Kuva 6) asukkaiden luona tai palaveriteita JAMKin toimitiloissa Tarvaalassa, lisäksi käytiin maastossa suunnittelemassa suojavyöhykekohteita.

Syksyllä 2012 laadittiin suojavyöhykesuunnitelmat kolmelle tilalle, mutta keväällä 2013 suojavyöhykkeen perustamis- ja hoitotukea ei ollut enää haettavissa EU:n ohjelmakauden vaihtumisen vuoksi. Alueella oli lisäksi ennestään yksi pitkäaikainen suojavyöhykesopimus.



Kuva 6. Puterijärven tupaillassa pohdittiin keinoja järven kuormituksen vähentämiseksi. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)

# MALLIKOSTEIKKO TARVAALAN OPPILAITOSYMPÄRISTÖSSÄ

Tarja Stenman

Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen (POKE) luonnonvara-alalle Saarijärven Tarvaalaan perustettiin monivaikutteinen kosteikko talvella 2012 (Kuva 1). Kosteikko toimii mallikohteena maatalous- ja ympäristöalan opetuksessa sekä erilaisissa koulutustilaisuuksissa. Kosteikon suunnittelu käynnistyi vuonna 2010, kun samalla kampusalueella toimivan Jyväskylän ammattikorkeakoulun vetämä MAISA-hanke aloitti toimintansa. Kosteikon tarkoituksena on puhdistaa peltojen valumavesiä sekä lisätä luonnon monimuotoisuutta. Lisäksi kosteikko monipuolistaa oppilaitoksen ympäristöä ja maalaismaisemaa.



Kuva 1. Tarvaalan mallikosteikon pohjoinen osa ilmavalokuvassa kesällä 2013. (Kuva: Arto Ahonen, Saarijärven Eräpalvelut ky.)

Kosteikko muodostaa kokonaisuuden, joka koostuu pohjoisesta ja eteläisestä osasta. Eteläisen kosteikon valuma-alue on 139 ha (peltoa 16 %) ja pohjoisen kosteikon valuma-alue 29 ha (peltoa 48 %). Eteläisen kosteikon pinta-ala on 1,4 ha (1,0 % valuma-alueesta) ja pohjoisen kosteikon pinta-ala on 1,34 ha (4,6 % valuma-alueesta).



Ennen kosteikon perustamista alueella suoritettiin alkuilanteen kasvillisuuskartoitus (Kuva 2), jossa selvitettiin millainen kasvillisuus alueella on ennen kosteikon perustamista (Vaso 2011). Kosteikon rakentamisvaiheista laadittiin valokuvaraportti (Lahtela 2013), joka on saatavilla verkkojulkaisuna. Kosteikosta laadittiin myös esittelyvideo: Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä – Poken mallikosteikko. Video on nähtävissä Youtubessa sekä osoitteessa [www.hinkalo.fi](http://www.hinkalo.fi) > hankkeet > MAISA.

Lisätietoa Tarvaalan mallikosteikon suunnittelusta ja toteutuksesta löytyy Jyväskylän ammattikorkeakoulun verkkojulkaisusta: Lahtela, S. 2013. MALLIKOSTEIKKO – Tarvaalan mallikosteikon suunnittelu ja toteutus. Julkaisun pysyvä verkko-osoite on <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-830-266-0>



Kuva 2. Kesällä 2011 kosteikkoalueella selvitettiin kasvillisuuden lähtötilanne ennen kosteikon rakentamista sekä laadittiin kasvillisuuden seurantasuunnitelma. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)

## LÄHTEET:

Lahtela, S. 2013. MALLIKOSTEIKKO – Tarvaalan mallikosteikon suunnittelu ja toteutus. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisu 148. Saatavilla myös verkosta osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-830-266-0>.

Vaso, A. 2011. Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen mallikosteikon luonnon monimuotoisuus – kasvillisuuden ja linnuston lähtötilanne sekä seurantasuunnitelma. Saatavilla verkosta osoitteesta [www.hinkalo.fi/hankkeet/MAISA](http://www.hinkalo.fi/hankkeet/MAISA)



Tiedotusta ja hyvien käytänteiden levittämistä

# TAPAHTUMAT, TILAISUUDET JA JULKAISUT

Tarja Stenman

## TAPAHTUMAT JA TILAISUUDET

Vesiensuojeluasiat kiinnostavat ihmisiä laajasti. Saarijärven reitin alueella kansalaiset ottavat aktiivisesti osaa vesiensuojelukysymyksiin esim. mielipidekirjoitusten avulla. Tiedotus ja hyvien käytänteiden levittäminen oli tärkeä osa MAISA-hanketta heti hankkeen alkumetreiltä saakka. MAISA-hanke jakoi tietoa maatalouden vesiensuojelusta vuosien 2010–2014 aikana yhteensä 72 eri tilaisuudessa. Hanke järjesti kymmenen omaa tilaisuutta, joita olivat esim. tapaillat, info- ja tiedotustilaisuudet sekä maastokäynnit. Lisäksi MAISA-hanke esitteli toimintaansa erilaisille vierailijaryhmille (Kuva 1).

Hanke oli aktiivisesti mukana yhteensä 62 eri yhteistyökumppaneiden ja muiden toimijoiden järjestämässä tilaisuudessa, joita olivat mm. ympäristöaiheiset seminaarit, teemapäivät ja tapahtumat (Kuva 2). MAISA-hanke osallistui vuosittain KoneAgria-messuille sekä Keski-Suomen Maaseutugaalaan vuosina 2010–2011. Hankkeen aikana järjestettiin 12 ohjausryhmän kokousta. Opintomatkoja järjestettiin yhteensä viisi, joista kolme olivat kosteikkomatkoja (Kuva 3), yksi biokaasumatka ja yksi ympäristöseminaarimatka.



Kuva 1. MAISA-hankkeessa perustettiin kesällä 2010 maastoon Keski-Suomen ensimmäinen automaattinen ravinnemittausasema, jota esiteltiin useille vierailijaryhmille. (Kuva: Sanna Löytöjärvi, JAMK.)



Kuva 2. MAISA-hankkeen jatkuvatoimisen ravinnemittausaseman reaaliaikaisia mitaustuloksia esiteltiin Tekniikka 2010 -messuilla. (Kuva: Tanja Minkkinen, JAMK.)



Kuva 3. Keväällä 2012 MAISA-hankkeen opintomatalla tutustuttiin Rantamo-Seittelin kosteikkoon Tuusulanjärvellä. (Kuva: Tarja Stenman, JAMK.)

### MAISA-HANKKEEN JULKAISUT (31.1.2014 MENNESSÄ JULKAISTUT)

MAISA-hankkeen tuloksista laadittiin 31.1.2014 mennessä yhteensä 15 julkaisua (julkaisuluettelo alla), joista kolme on tieteellistä artikkelia ja kaksi videomateriaalia. Lisäksi hankkeessa tuotettiin maastoon sijoitettuja kosteikko- ja suojavyöhykeaiheisia infotauluja, postereita ja esitteitä. MAISA-hankkeen aikana laadittiin useita lehdistötiedotteita ja hankkeen toiminnasta kirjoitettiin yhteensä 28 lehtiartikkelia valtakunnallisiin, maakunnallisiin sekä paikallislehtiin. Hanke oli kaksi kertaa esillä sekä YLE TV:n alueuutisissa sekä radiouutisissa.

## TIETEELLISET JULKAISUT:

Siimekselä, T., Ylimartimo, A., Stenman, T. & Lahtela, S. 2013. Tuloksia vesistökuorimituksesta peltovaltaisilla alueilla Keski-Suomessa. *Vesitalous-lehti* 4/2013: 23–28.

Siimekselä, T., Stenman, T., Ylimartimo, A., Lahtela, S. & Raudasoja, N. 2011. Automaattinen vedenlaadun seuranta. Pilottitutkimusta maa- ja metsätalousvaltaisella alueella Saarijärven vesireitin varrella. Julkaisussa: *Maataloustieteen Päivät 2012* [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 28. Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen.

Siimekselä T., Stenman T., Ylimartimo A. Tuloksia pilottikokeesta pienellä valuma-alueella Saarijärven vesireitin varrella. *Vesitalous-lehti* 6/2011: 24–28.

## JULKAISUT AMMATTILEHDISSÄ, JAMKIN JULKAISUSARJASSA YM.

Lahtela, S. 2012. Mallikosteikko – Tarvaalan mallikosteikon suunnittelu ja toteutus. *Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja* 148.

Löytöjärvi, S. & Stenman, T. 2012: Lannan ravinnemäärät peltoalaa kohden Saarijärven vesistöreitillä kunnissa. *Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja* 115.

Savolainen, V. 2012: Vesiensuojelu kiinnostaa viljelijöitä. – Saarijärven reitillä tartuttu tuumasta toimeen. *Ympäristö ja terveys -lehti* 4/2012: 66–70.

Lahtela, S. & Riihinen, A. 2012. Virtaamatieto on taitolaji. *Kalankasvattaja* 1/2012: 36–40.

Stenman, T. 2012. Saarijärven reitin ravinnekuorma kuriin. *Ympäristö-lehti* 1/2012: 32–34.

Stenman, T. 2011. Alajärven ympärille yhtenäisen suojavyöhyke. *Hinkalo-liite, Maaseudun Tulevaisuus* 9.10.2011, s. 7.

Stenman, T. 2011. Maisa tutkii ravinnevalumat. *Hinkalo-liite, Maaseudun Tulevaisuus* 21.1.2011, s. 8.

Vaso, A. 2011: Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen mallikosteikon luonnon monimuotoisuus – kasvillisuuden ja linnuston lähtötilanne sekä seurantasuunnitelma.

Stenman, T. & Löytöjärvi, S. 2011.: Viljelijät haluavat jatkossakin tehdä töitä vesien-  
suojelun hyväksi. Maaseudun Tulevaisuus 17.6.2011, Vierasyliö.

Stenman, T. 2010. Maisa-hanke kehittää maatalouden vesiensuojelua Saarijärven  
vesireitillä. MTK-viesti 7/2010: 15.

#### VIDEOJULKAISUT:

Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2012: Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven rei-  
tillä -Poken mallikosteikko. [www.youtube.com](http://www.youtube.com) > ”jamk poken mallikosteikko”.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2012: Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven rei-  
tillä -Alajärven yhtenäinen suojavyöhyke. [www.youtube.com](http://www.youtube.com) > ”jamk alajärven suo-  
javyöhyke”.



## KIITOKSET

## KIITOKSET

Kiitämme erikoistutkija Kirsi Järvenrantaa Maaningan MTT:stä lannan levityskokeiden käsikirjoituksen lukemisesta ja arvokkaista kommentteista. Kiitämme myös tutkija Mari Rätystä ja professori Perttu Virkajärveä Maaningan MTT:stä sekä Vesi-Eko Oy:n toimitusjohtaja Erkki Saarijärveä hyvistä neuvoista nurmiviljelyn fosforikuormitustutkimukseen liittyen.

Olemme kiitollisia useille työtovereillemme, jotka ovat eri tavoin myötävaikuttaneet tämän julkaisun syntymiseen. Arto Riihinen on lukenut ja kommentoinut tekstejämme, osallistunut kirjoittamistyöhön ja laatinut julkaisuihimme karttakuvia tutkimusalueestamme. Erkki Anttonen on lukenut ja kommentoinut lannan levityskokeiden käsikirjoitusta. Samuli Lahtelan työpanos kenttätutkimusiemme luotettavana kenttämestarina ja teknisenä asiantuntijana on ollut erittäin merkittävä, ja hän on myös lukenut ja kommentoinut käsikirjoituksiamme. ICT-osajillamme, erityisesti Petteri Weckströmillä ja Juha Jokisella, on ollut merkittävä rooli mittausdatan reaaliaikaisessa tiedonsiirrossa. Kiitämme Hanna Kaihlajärveä viljelijöiden aktivoinnista ja neuvonnasta, Hannu ja Jussi Vilkkilää monista maastotöistä, Jukka Nikkilää kartta-aineistoista, Riitta Ruuskaa julkaisuasioihin liittyvästä asiantuntija-avusta sekä Pasi Lehtolaa tilastotieteellisistä neuvoista ja pohdinnoista. Lisäksi kiitämme Niina Raudasojaa mittauksiin liittyvästä asiantuntijatyöstä sekä sukellustöistä, joita tarvittiin virtaamamittauksissa.

Kiitämme hyvästä yhteistyöstä Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen (POKE) luonnonvara-alaa, Saarijärven kaupungin ympäristötoimea, Saarijärven reitin alueen viljelijöitä ja kuntia, MTK Keski-Suomen TÄKY ja TÄKY+ -hankkeita, Keski-Suomen ELY-keskuksen TASO-hanketta sekä Witas Oy:n VOIMAKS-hanketta. Lisäksi haluamme kiittää Suomen ympäristökeskusta (SYKE) hyvästä yhteistyöstä ja asiantuntijaneuvoista mallikosteikon perustamisessa sekä Suomen riistakeskuksen Kotiseutukosteikko Life+ -hanketta kosteikkotilaisuuksien asiantuntijaluennoista ja maastokäynneistä. Lopuksi kiitämme kaikkia muitakin, tässä nimeltä mainitsemattomia yhteistyötahoja hyvästä yhteistyöstä MAISA-hankkeen (2010–2014) aikana.

Hankkeen toteutuksen on mahdollistanut Keski-Suomen ELY-keskuksen myöntämä Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman 2007–2013 rahoitus.

KIRJOITTAJAT

# KIRJOITTAJAT

## **Samuli Lahtela**

Agrologi (AMK), projektiasiantuntija  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Biotalousinstituutti

## **Arto Riihinen**

MMM, lehtori  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Biotalousinstituutti

## **Tiina Siimekselä**

Agrologi (AMK), projektiasiantuntija  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Biotalousinstituutti

## **Tarja Stenman**

FM, projektipäällikkö  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Biotalousinstituutti

## **Anneli Ylimartimo**

MMT, FM, T&K-asiantuntija  
Jyväskylän ammattikorkeakoulu

# JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN Julkaisuja



## MYynti JA JAKELU

Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjasto  
PL 207, 40101 Jyväskylä  
Rajakatu 35, 40200 Jyväskylä  
Puh. 040 865 0801  
Sähköposti: [julkaisut@jamk.fi](mailto:julkaisut@jamk.fi)  
[www.jamk.fi/julkaisut](http://www.jamk.fi/julkaisut)

## VERKKOKAUPPA

[www.tahtijulkaisut.net](http://www.tahtijulkaisut.net)



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU  
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



JYVÄSKYLÄN  
AMMATTIKORKEAKOULU

PL 207, 40101 Jyväskylä  
Rajakatu 35, 40200 Jyväskylä  
Puh. 020 743 8100  
Faksi (014) 449 9700  
[www.jamk.fi](http://www.jamk.fi)

AMMATILLINEN OPETTAJAKORKEAKOULU

HYVINVOINTIYKSIKKÖ

LIIKETOIMINTA JA PALVELUT -YKSIKKÖ

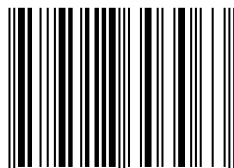
TEKNOLOGIAYKSIKKÖ



Saarijärven vesireitin huono tila on pitkään herättänyt huolta Keski-Suomessa. MAISA-hankkeessa (2010–2014) kehitettiin maatalouden vesiensuojelua reitin varrella. Hankkeessa tutkittiin maatalouden kuormitusta ensimmäisenä Keski-Suomessa jatkuvatoimisella, automaattisella vedenlaadun mitauksella. Lisäksi tutkittiin lannan levitysmenetelmien vaikutusta ravinnehuuhtoumiin nurmipelloilta, selvitettiin Saarijärven reitin kuntakohtaiset lantataseet, edistettiin suoja-  
vyöhykkeiden ja kosteikoiden perustamista maataloilille ja tiedotettiin aktiivisesti maatalouden vesiensuojeluasioista.

Tämä julkaisu esittelee käytännönläheisesti MAISA-hankkeessa toteutetut tutkimukset ja saavutetut tulokset.

ISBN 978-951-830-306-3



9 789518 303063 >