

Automaattinen vedenlaadun seuranta – pilottitutkimusta maa- ja metsätalousvaltaisella alueella Saarijärven vesireitin varrella

Tiina Siimekselä¹⁾, Tarja Stenman¹⁾, Anneli Ylimartimo²⁾, Samuli Lahtela¹⁾ ja Niina Raudasoja¹⁾

¹⁾Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Luonnonvarainstituutti, Tuumalantie 17, 43130 Tarvaala, etunimi.sukunimi@jamk.fi

²⁾Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Teknologiyksikkö, Rajakatu 35, 40200 Jyväskylä, etunimi.sukunimi@jamk.fi

Saarijärven reitin vesistöistä yli puolet sijoittuu tyydyttävään tai sitäkin huonompaan käyttökelpoisuusluokkaan. Tässä tutkimuksessa selostetaan ensimmäisen ko. vesistöreitien varrella, kahdella pienellä metsä- ja maatalousvaltaisella valuma-alueella, toteutetun jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan tuloksia. Tutkimus on osa kolmevuotista, EU:n maaseuturahaston rahoittamaa ”MAISA - Maatalouden vesiensuojelun kehittäminen Saarijärven vesistöreitien varrella” –hanketta.

Vuosina 2010 ja 2011 toteutettujen seurantajaksojen tavoitteena oli testata, miten jatkuvatoiminen, automaattinen vedenlaadun mittaus toimii Keski-Suomessa tyypillisillä, hiesu-hiekkamoreeni- ja turvepitoisilla mailla vedenlaadun ja hajakuormituksen arvioinnissa.

Vedenlaatua seurattiin Saarijärvellä Tarvaalassa hiesu-hiekkamoreeni- ja hiesuvaltaisen valuma-alueen (129 ha) halki virtaavassa valtaojassa ja Satusuolla turvevaltaisen valuma-alueen (573 ha) halki virtaavassa purossa. Automaattisten mittausantureiden mittaustaajuus oli kerran tunnissa. Anturit mittasivat optisesti sameutta, nitraattityypin pitoisuutta ja liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuutta. Arviot kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuuksista laskettiin sameusarvojen perusteella vedenlaatumuuttujien välisiin riippuvuuksiin perustuen.

Automaattisella vedenlaadun mittauksella saatiin tarkkaa tietoa hiekkamoreeni- ja hiesuvaltaisen sekä turvepitoisen valuma-alueen veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksista. Jatkuvatoimisella vedenlaadun seurannalla pystyttiin havaitsemaan virtaamamuutosten aiheuttamat nopeat muutokset pitoisuuksiin, jotka yksittäisissä vesinäytteissä jäivät huomaamatta. Tutkimuksessa ilmeni kuitenkin, että kohdealueella ei voida ennustaa, esiintyykö veden sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välillä korrelaatio kaikissa olosuhteissa. Silloin kun korrelaatio puuttuu, veden kokonaisfosforipitoisuutta ei pystytä arvioimaan automaattimittausten perusteella.

Seurantajakset sijoituivat kahdelle hydrologisilta olosuhteiltaan hyvin erilaiselle vuodelle. Seurantajakson hydrologiset olosuhteet vaikuttivat ravinnekuormituksen määrään, esimerkiksi Tarvaalan tutkimusalueen nitraattityypikuormitus oli syksyllä 2011 noin puolitoistakertainen vähäsateisempaan vuoteen 2010 verrattuna.

Seurantajaksoilla 2011 Tarvaalassa peltoalueen (14 % valuma-alueesta) osuus valuma-alueen kokonaistyyppikuormituksesta (494 kg) oli 60 %. Vuoden 2011 arvioidut kokonaistyyppi- ja -fosforikuormitukset lähenelivät molemmilla tutkimusalueilla yleisesti käytettyjä maatalouden ominaiskuormituslukuja, mutta vuonna 2010 (Tarvaalan) tutkimusalueelta tullut kuormitus oli moninkertaisesti yleisiä kuormituslukuja pienempi.

Johdanto

Saarijärven reitti on 80 km pitkä jokien, koskien ja järvien muodostama vesistöreitti, joka alkaa Suomenselän vedenjakajamailta ja laskee Päijänteeseen (kuva 1). Saarijärven reitin tila on huolestuttava: yli puolet reitin vesistöistä sijoittuu tyydyttävään tai sitäkin huonompaan käyttökelpoisuusluokkaan. Reitin vedet ovat luonnostaan tummia ja runsashumuksisia, minkä lisäksi hajakuormitus ja paikallisesti turvetuotanto vähentävät vesien käyttökelpoisuutta. (Huuskonen 2008)

Perinteisesti hajakuormitusta on arvioitu yksittäisiin vesinäytteisiin perustuvilla kuormituslaskelmilla, jolloin nopeat muutokset jäävät huomaamatta, sillä näyte edustaa vain näytteenottohetken tilannetta. Jatkuvatoimisella vedenlaadun seurannalla on saatu savimailla tehdyissä tutkimuksissa tarkkoja arvioita peltovaltaisten valuma-alueiden kuormituksesta ja virtaamavaihteluiden aiheuttamista nopeista muutoksista vedenlaadussa (Särkelä ym. 2006; Valkama ym. 2007).

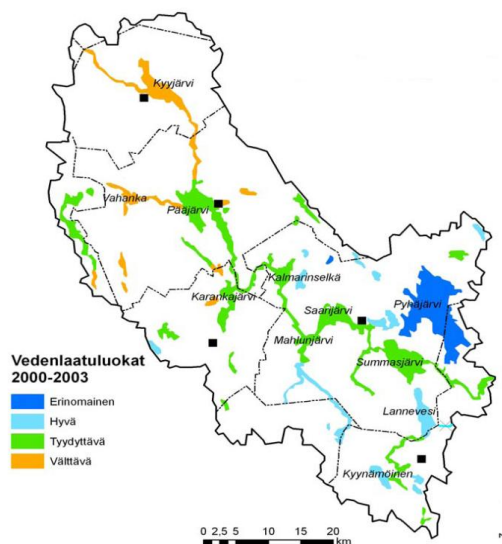
Tässä tutkimuksessa selostetaan ensimmäisen Saarijärven reitin varrella, kahdella pienellä metsä- ja maatalousvaltaisella valuma-alueella, toteutetun jatkuvatoimisen vedenlaadun seurannan tuloksia. Tutkimuksen tavoitteena oli testata, miten jatkuvatoiminen, automaattinen vedenlaadun mittaus toimii Keski-Suomessa tyypillisillä, hiesu-hiekkamoreeni- ja turvepitoisilla mailla vedenlaadun ja hajakuormituksen arvioinnissa. Seurantajaksot toteutettiin vuosina 2010 ja 2011.

Tutkimus on osa ”MAISA- Maatalouden vesiensuojelun kehittäminen Saarijärven vesistöreitin varrella” –hanketta. EU:n maaseuturahaston rahoittaman ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun hallinnoiman hankkeen tarkoituksena on edistää maatalouden vesiensuojeluun liittyvän uuden tiedon, tekniikoiden ja innovaatioiden käyttöönottoa Saarijärven vesistöreitin valuma-alueella.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusalue

Tutkimusalueet sijaitsevat Keski-Suomessa Saarijärven Tarvaalassa ja Satusuolla. Molemmat tutkimusalueet ovat osa Summasjärven valuma-aluetta, joka kuuluu Saarijärven reittiin, joka puolestaan on osa Kymijoen vesistöä. Summasjärvi on vedenlaatuluokitukseltaan tyydyttävä (kuva1).



Kuva 1. Saarijärven reitin vedenlaatuluokitus (Huuskonen 2008).

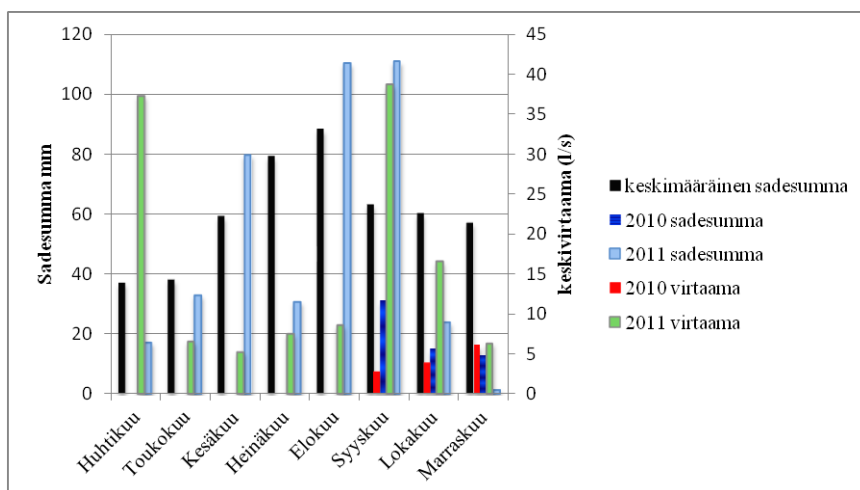
Tarvaalan tutkimusalueesta (129 ha) noin 86 % on metsätalousmaata ja 14 % maatalousmaata. Valuma-alueen vallitseva maalaji on hiekkamoreeni. Tutkimusalueen pellot ovat multavia hiesupeltoja. Alueen korkeimman kohdan, Kusiaismäen huipun (212 m mpy), ja alueen kahdesta mittausasemastamme alemman (115m mpy) välinen korkeusero on lähes sata metriä. Alueella sijaitsee useita lähteitä. Valuma-alueen läpi luoteesta kaakkoon virtaa valtaoja, joka laskee alueen kaakkoisosassa olevien peltojen poikki Summasjärveen. Automaattiset mittausasemat sijaitsevat valtaojassa, noin 18 ha suuruisen peltoalueen kohdalla. Ensimmäinen mittausasema (ns. ala-asema) asennettiin peltoalueen alapuolelle kesällä 2010. Toinen mittausasema (yläasema) rakennettiin peltoalueen yläpuolelle keväällä 2011, tarkoituksena saada mitattua erikseen peltoalueelta tulevaa ravinnekuormitusta.

Toisen tutkimusalueen, Satusuonpuron, valuma-alueesta (573 ha) metsätalousmaata on noin 59 % ja maatalousmaata 41 %. Tähän astisten tietojen perusteella valuma-alueen vallitseva maalaji on (sara)turve. Satusuonpuron alajuoksulle asennettiin automaattinen mittausasema (ala-asema) kesällä 2011. Tarkoituksena on asentaa myöhemmin vielä yksi mittausasema (yläasema) Satusuonpuron yläjuoksulle mittausasemien väliin jäävän laajan peltoalueen kuormituksen seuraamiseksi.

Tutkimusajanjakso

Ensimmäinen seurantajakso (83 vrk) Tarvaalan valuma-alueella oli 1.9.- 22.11.2010. Seurantajakson aikainen sadesumma jäi alle kolmasosaan Ilmatieteen laitoksen mukaisista alueen keskimääräisistä syksyn sademääristä (kuva 2). Keskivirtaama valtoajassa mittausjaksolla oli 4 litraa sekunnissa, vaihteluvälin ollessa 0 - 19 l/s.

Vuoden 2011 seurantajakso Tarvaalan tutkimusalueella oli 1.4. - 21.11.2011 (yhteensä 235 vrk) ja Satusuolla 12.8 - 21.11.2011 (yhteensä 102 vrk). Seurantajaksojen aikaiset sademäärät olivat vuonna 2011 selvästi suuremmat kuin edellisenä vuonna. Keskimäärin vuoden 2011 seurantajaksojen sadesummat vastasivat Ilmatieteen laitoksen pitkäaikaisia keskiarvoja. Virtaaman vaihtelut Tarvaalan ala-asemalla olivat edellisvuotta suuremmat keskivirtaaman ollessa 16 litraa sekunnissa vaihteluvälillä 1 - 177 l/s. Tarvaalan yläasemalla keskivirtaama oli 14 litraa sekunnissa vaihteluvälillä 1 - 168 l/s. Satusuonpuron keskivirtaama seurantajaksolla oli 173 litraa sekunnissa vaihteluvälin ollessa 30 - 1216 l/s.



Kuva 2. Tarvaalan tutkimusalueen keskimääräinen sadesumma 1971 - 2000 Ilmatieteen laitoksen mukaan (www.fmi.fi), tutkimusalueen kuukausittaiset sadesummat sekä keskivirtaamat seurantajaksolla vuosina 2010 ja 2011.

Aineiston kerääminen

Automaattisten mittausantureiden (automaattianturit) mittaustaajuus oli kerran tunnissa. Tiedonsiirto tapahtui langattomasti mittausasemien verkko-osoitteisiin. Tarvaalan mittausasemien yläpuolella oli kolmiomittapadot, joissa ilmanpainekompensoidut paineanturit mittasivat pinnankorkeutta, joka muutettiin mittapadokaavan avulla virtaamaksi. Satusuonpurossa virtaama mitattiin akustisella virtaamamittarilla.

Kaikilla mittausasemilla automaattianturit mittasivat optisesti sameutta (FTU), nitraattitypen ($\text{NO}_3\text{-N}$) pitoisuutta ja liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuutta. Anturit puhdistettiin automaattisesti paineilmalla joka toinen tunti ja lisäksi manuaalisesti kerran viikossa. Antureiden mittaamien sameusarvojen ja vedenlaatuominaisuuksien välisiin riippuvuuksiin perustuen laskettiin arviot kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuuksista. Vuonna 2011 Tarvaalan mittausasemilla veden sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välillä ei ollut korrelaatiota, joten kokonaisfosforipitoisuutta ei pystytty anturimittausten perusteella arvioimaan.

Mittausdatan luotettavuuden varmistamiseksi ja mittausantureiden kalibrointia varten mittauspaikoilta (3 kpl) otettiin vuoden 2011 seurantajaksojen aikana yhteensä 45 vesinäytettä, joista analysoitiin laboratorioissa mm. happamuus, sameus, kiintoainepitoisuus sekä kokonaisfosforin, liuenneen kokonaisfosforin, kokonaistypen ja nitraattitypen pitoisuudet. Vuoden 2010 seurantajaksolla Tarvaalan ala-asemalta otettiin viisi vesinäytettä.

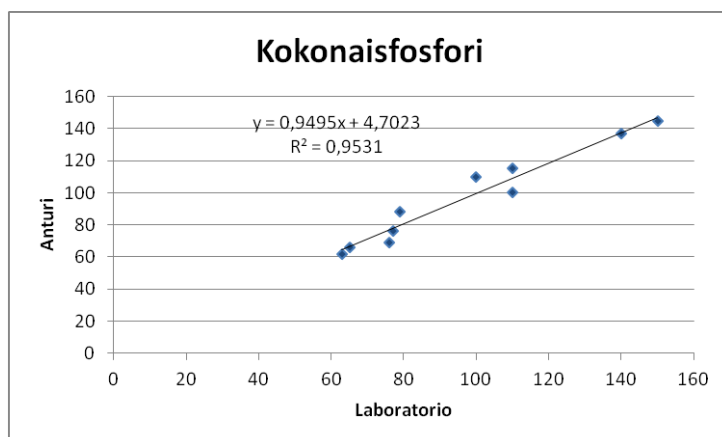
Tulokset ja tulosten tarkastelu

Automaattiantureiden toiminta

Nitraattitypen ($\text{NO}_3\text{-N}$) ja liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) automaattiantureiden mitaamat tulokset ja vesinäytteistä laboratoriossa määritetyt tulokset olivat pääosin hyvin lähellä toisiaan molemmilla tutkimusalueilla kaikilla seurantajaksoilla. Poikkeuksena oli Tarvaalan yläasema, jossa automaattianturi kalibroitiin mitaamaan seurantajaksoilla 2011 kokonaistyyppipitoisuutta, nitraattityypipitoisuuksien ollessa alle anturin määrittämisen rajan.

Automaattianturin optisesti mitaamat sameuden arvot vastasivat erittäin hyvin laboratoriossa määritettyjä sameusarvoja ($r^2 = 0,91$) vuoden 2010 seurantajaksoilla Tarvaalan tutkimusalueella. Lisäksi veden sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välillä oli erittäin merkitsevä positiivinen korrelaatio ($r^2 = 0,95$), mikä mahdollisti kokonaisfosforipitoisuuden laskemisen automaattiantureiden mitaamien sameusarvojen perusteella vuoden 2010 seurantajaksoilla.

Vuoden 2011 seurantajaksoilla Tarvaalan kohdealueella veden sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välillä ei ollut korrelaatiota, joten kokonaisfosforikuormituksen arvioiminen automaattianturin sameusarvojen perusteella ei ollut mahdollista. Sen sijaan Satosuonpurosta optisesti mitatut sameusarvot vastasivat hyvin vesinäytteistä laboratoriossa määritettyjä arvoja ($r^2 = 0,81$), ja veden sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välinen korrelaatio mahdollisti kokonaisfosforipitoisuuden arvioimisen anturin mitaaman sameuden perusteella. Satosuonpurosta automaattisesti mitatun sameuden perusteella laskettu ja laboratoriossa määritetty kokonaisfosforipitoisuus vastasivat toisiaan erinomaisesti ($r^2 = 0,95$) (kuva 3).



Kuva 3. Automaattianturin sameusarvojen perusteella laskettujen ja laboratoriossa määritettyjen kokonaisfosforipitoisuuksien vastaavuus Satosuonpurossa vuoden 2011 seurantajaksoilla.

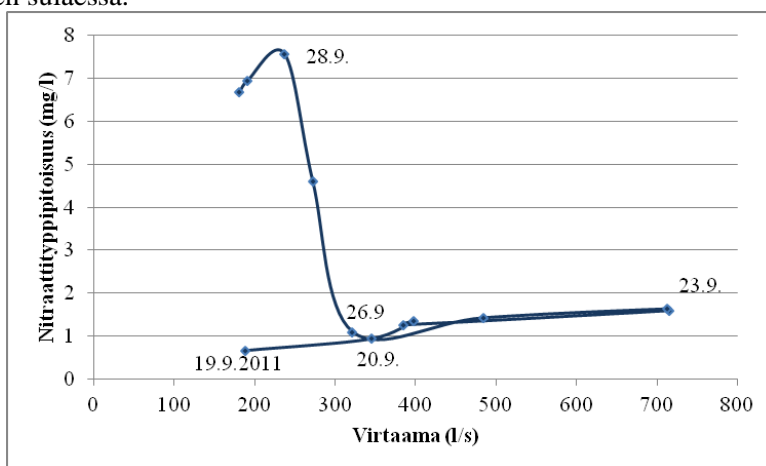
Kuormituksen arviointi

Nitraattitypen ($\text{NO}_3\text{-N}$) pitoisuus Tarvaalan ala-aseamalla (valuma-alue 129 ha) oli vuoden 2010 seurantajakson aikana keskimäärin 2 mg/l, vaihteluvälin ollessa 0,7 - 5 mg/l, ja vuoden 2011 seurantajakson aikana keskimäärin 0,8 mg/l vaihteluvälillä 0,2 - 16 mg/l. Satosuonpurossa (valuma-alue 573 ha) nitraattityypipitoisuus oli vuoden 2011 seurantajaksoilla keskimäärin 1 mg/l vaihteluvälin ollessa 0,02 - 8 mg/l.

Nitraattitypen pitoisuus lisääntyi virtaaman kasvaessa ja mitä pidempään virtaama pysyi suurena, sitä suuremmat nitraattitypen pitoisuudet saavutettiin. Nitraattityppi saavutti huippuarvonsa vasta useita tunteja virtaamahaiipun jälkeen, mikä aiheutti nitraattityypipitoisuuden hysteresissilmukan kiertymisen vastapäivään. Satosuonpuron valuma-alueella viive saattoi olla jopa useita päiviä (kuva 4). Ilmiö tunnetaan nimellä negatiivinen hysteresis. Ilmiöstä ovat aiemmin raportoineet mm. Valkama ym. (2008).

Vuosien 2010 ja 2011 seurantajaksojen nitraattityypipitoisuuksia ja -kuormitusta tarkasteltaessa voitiin selvästi havaita hydrologisten olosuhteiden vuosittaisen vaihtelun vaikutus ravinnekuormituksen muodostumiseen. Syksy 2011 marraskuun alkuun asti oli Tarvaalan tutkimusalueella huomattavasti edellistä syksyä sateisempi ja virtaama alueelta oli suurempi kuin vuotta aiemmin (kuva 2). Samoin nitraattityypikuormitus kyseiseltä alueelta oli suurempi syksyllä 2011 (taulukko 1). Seurantajakson

2011 aikaisesta kuormituksesta 58 % muodostui keväällä, pääosin huhtikuun alun ja puolenvälin välisenä aikana lumien sulassa.



Kuva 4. Nitraattityypin negatiivinen hysteresis Satusuolla 19.-30.9.2011.

Taulukko 1. Valuma-alueen (129 ha) nitraattityypikuormitus seurantajaksolla 2010 ja 2011 Tarvaalan ala-asemalla automaattianturien mittaamien tulosten perusteella.

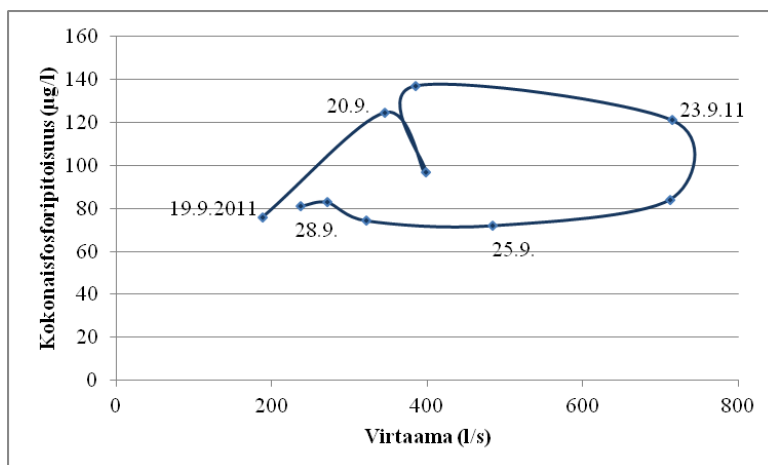
| | syksy 2010 | kevät 2011 | kesä 2011 | syksy 2011 |
|--------------------------------------|------------|------------|-----------|------------|
| mittausjakson pituus (vrk) | 83 | 61 | 92 | 82 |
| NO ₃ -N kuormitus (kg) | 62 | 170 | 33 | 92 |
| NO ₃ -N kuormitus (kg/ha) | 0,48 | 1,3 | 0,3 | 0,7 |

Tarvaalan tutkimusalueella ala-asema mittasi koko valuma-alueelta (129 ha) tulevan veden pitoisuuksia, kun taas yläasemalle tuleva valumavesi oli peräisin muulta kuin maatalousmaalta (111 ha), pääosin metsästä. Vähentämällä ala-asemalle tulevasta kokonaistypen kuormituksesta yläasemalle tuleva kuormitus, saatiin laskettua asemien väliin jäävältä peltoalueelta (10 ha) tuleva kokonaistypen kuormitus. Runsassateisena seurantajaksone 2011 peltoalueen kuormitus hehtaaria kohti oli melkein kaksikymmenkertainen metsäalueelta tulevaan kuormitukseen nähden (taulukko 2).

Taulukko 2. Valuma-alueen kokonaistypikuormitus sekä metsä- ja peltoalueiden osuudet siitä seurantajaksolla 2011 Tarvaalan tutkimusalueen yläasemalla ja ala-asemalla automaattianturien mittaamien tulosten perusteella.

| Kokonaistypen kuormitus seurantajaksolla 2011 (yhteensä 235 vrk) | | |
|--|-----------|------------|
| | yläasema | ala-asema |
| valuma-alueen (129 ha) kokonaiskuormitus (kg) | | 494 (100%) |
| • metsäalueen (111 ha) kokonaiskuormitus (kg) | 196 (40%) | |
| • peltoalueen (10 ha) kokonaiskuormitus (kg) | | 299 (60%) |
| kuormitus (kg/ha) | | |
| • metsäalue | 1,6 (5%) | |
| • peltoalue | | 29,9 (95%) |

Kokonaistypin keskipitoisuus seurantajaksolla 2011 oli Satusuonpurossa 97 µg/l vaihteluvälillä 43 - 427 µg/l. Kokonaistypin reagoi virtaaman muutoksiin nopeasti ja saavutti huippunsa ennen virtaamahuippua tai samanaikaisesti virtaamahuipun kanssa (kuva 5). Seurantajakson suurimmat virtaamat Satusuonpurossa mitattiin syys- ja lokakuussa, jolloin muodostui myös suurin osa seurantajakson aikaisesta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta (taulukko 3).



Kuva 5. Kokonaisfosforin positiivinen hysteresis Satusuolla 19.-28.9.2011.

Taulukko 3. Nitraattitypen, kokonaisfosforin, kiintoaineen ja liukoisen orgaanisen hiilen kuormitus seurantajaksolla 2011 Satusuonpuron valuma-alueelta (573 ha) automaattianturin mittaamien tulosten perusteella.

| | NO ₃ -N | P _{tot} | kiintoaine | DOC |
|-------------------------------|--------------------|------------------|------------|-------|
| kokonaiskuormitus (kg) | | | | |
| elokuu 2011 (20 vrk) | 62 | 21 | 1810 | 2393 |
| syksy 2011 (yhteensä 82 vrk) | 2604 | 138 | 10505 | 39691 |
| syyskuu (30 vrk) | 1947 | 96 | 5981 | 28481 |
| lokakuu (31 vrk) | 587 | 33 | 3733 | 8925 |
| marraskuu (21 vrk) | 70 | 8 | 791 | 2285 |
| kuormitus (kg/ha) | | | | |
| elokuu 2011 (20 vrk) | 0,11 | 0,04 | 3,2 | 5,7 |
| syksy 2011 (yhteensä 82 vrk) | 4,5 | 0,24 | 18,3 | 69 |

Satusuonpuron yläjuoksulta (tulevan yläaseman kohdalta), jossa peltovaltainen alue alkaa, otettiin seurantajaksolla 2011 vesinäytteitä samanaikaisesti kuin puron ala-asemalta. Yläjuoksun näytteenottoaika valuma-alueesta (385 ha) 78 % on muuta kuin maatalousmaata, pääasiassa metsää. Vesinäytteiden oton tavoitteena oli saada selville näytteenottpisteiden väliin jäävältä peltoalueelta (188 ha, josta 91 % peltoa) tulevan veden ravinnepitoisuus. Peltoalueen aiheuttamaa kuormitusta ei voitu vielä arvioida, sillä yläjuoksun näytteenottoaikalta ei vielä mitattu virtaamaa v. 2011. Peltoalueelta tulevan veden ravinnepitoisuudet olivat kuitenkin selvästi suuremmat kuin peltoalueen yläpuolelta mitatut pitoisuudet: mm. nitraattityppipitoisuus oli yli kaksinkertainen ja kokonaisfosforipitoisuus lähes 30 % suurempi.

Sameuden, kiintoaineen ja kokonaisfosforin välinen yhteys

Savimailla tehdyissä tutkimuksissa on todettu sameuden korreloivan erittäin merkittävästi kokonaisfosforin sekä kiintoaineen kanssa (mm. Särkelä ym. 2006; Valkama ym. 2007).

Tässä tutkimuksessa sameuden ja kokonaisfosforin sekä sameuden ja kiintoaineen välisissä riippuvuuksissa oli paljon vaihtelua. Tulosten perusteella näyttää siltä, että liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforista ei selitä riippuvuuksien välistä vaihtelua. Vaikka kokonaisfosforista suurin osa oli liukoisessa muodossa (2010: 95 %, 2011: 72 %), vuonna 2010 Tarvaalan alueella sekä veden sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden ($r^2 = 0,95$) että sameuden ja kiintoainepitoisuuden ($r^2 = 0,87$) välillä oli voimakas positiivinen korrelaatio. Vuonna 2011 sameuden ja kiintoainepitoisuuden välillä oli merkittävä positiivinen korrelaatio ($r^2 = 0,90$), mutta sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välinen korrelaatio oli heikko ($r^2 = 0,28$). Seurantajakson hydrologiset olosuhteet voivat olla yksi selittävä tekijä sameuden ja kokonaisfosforin välisen riippuvuuden vaihtelulle.

Johtopäätökset

Automaattisella vedenlaadun mittauksella saatiin tarkkaa tietoa hiekkamoreeni- ja hiesuvaltaisen sekä turvevaltaisen valuma-alueen veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksista. Jatkuvatoimisella vedenlaadun seurannalla pystyttiin havaitsemaan virtaamamuutosten aiheuttamat nopeat muutokset pitoisuuksiin, jotka yksittäisissä vesinäytteissä jäävät usein huomaamatta.

Tarvaalan kohdealueella vallitsevat Keski-Suomessa tyypilliset, savea karkeammat maalajit, joissa fosfori on pääosin liukoisessa muodossa. Kohdealueella sameuden ja kokonaisfosforin välisen korrelaation esiintyminen vaihteli tutkimusvuosien välillä, oletettavasti hydrologisten olosuhteiden erilaisuudesta johtuen. Näin ollen korrelaation merkitsevyyttä ei pystytty ennustamaan kaikissa olosuhteissa. Korrelaation puuttuessa ei anturien mittaamien tulosten perusteella voida arvioida veden kokonaisfosforipitoisuutta.

Tutkimuksessa ilmeni, että vaikka jatkuvatoimisen automaattisen vedenlaadun seurannan hyödyt ovat kiistattomat, liittyy automaattimittaukseen myös ongelmia. Häiriötilanteen sattuessa, esimerkiksi sähkösaannin katketessa, mittausdataan voi tulla pitkiäkin taukoja, varsinkin jos häiriö sattuu työaikojen ulkopuolella. Mittausdatan laatua on tarkkailtava jatkuvasti, koska myös ulkopuolisten tekijöiden aiheuttamat piikit ja häiriöt näkyvät tuloksissa. Esimerkiksi tutkimusalueelle leiriytynyt sadan joutsenen parvi aiheutti mittausjaksolla 2011 korkeita sameuspiikkejä mittausdataan. Samoin piisamin tms. öiset uintiretket anturin läheisyydessä näkyivät mittausdatassa.

Automaattisen vedenlaadun seurannan laadunvalvonta on työlästä ja vaatii asiantuntemusta. Esimerkiksi todelliset kuormituspiikit ja ulkopuolisten tekijöiden aiheuttamat häiriöt on kyettävä erottamaan toisistaan. Viikoittaiset huoltokäynnit ja tarkka maastohavaintojen kirjaaminen niiden yhteydessä ovat tarpeen mm. häiriöiden selvittämiseksi. Automaattimittauksella ei päästä myöskään eroon vesinäytteiden ottamisesta, sillä laboratoriossa määritettyjä arvoja tarvitaan anturidatan laadun varmistamiseen ja kalibrointiin. Automaattinen vedenlaadun seuranta ei siis välttämättä säästä rahaa eikä työtä, mutta hyvin toimiessaan antaa erittäin tarkkaa tietoa kohdealueen kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta, sen määrästä ja muodostumisesta.

Jatkuvatoiminen vedenlaadun seuranta tulee yleistymään myös hajakuormituksen arvioinnissa, joka on tähän saakka ollut vaikeaa. Erilaiset ominaiskuormitusluvut ja arviointimallit on laadittu pieniltä valuma-alueilta otettujen yksittäisten vesinäytteiden perusteella, eivätkä ne ota huomioon alueellisia tai vuosien välisiä vaihteluita, jotka voivat olla hyvin suuria. Tässä tutkimuksessa, toistaiseksi saatujen tulosten perusteella, peltoalueelta tuleva typpikuormitus hehtaaria kohti laskettuna oli runsassateisena jaksona jopa kaksikymmenkertainen vastaavaan metsäalueelta tulevaan kuormitukseen verrattuna. Kuitenkin Tarvaalan koko tutkimusalueella (129 ha) kokonaistyyppi ja -fosforikuormitus jäivät vähäsateisena vuonna 2010 moninkertaisesti pienemmiksi kuin esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen VEPS-arviointijärjestelmän mukaiset kuormitusluvut. Toisaalta runsassateisena vuonna 2011 sekä Tarvaalan että Satosuon tutkimusalueiden kuormitukset vastasivat melko hyvin VEPS:ssä käytettyjä lukuja. Mitä enemmän tuloksia saadaan olosuhteiltaan erilaisilta alueilta ja vuosilta, sitä luotettavampia ja todenmukaisempia kuormitusarvioita ja -malleja tulosten perusteella voidaan laatia esimerkiksi maatalouden aiheuttamasta ravinnekuormituksesta.

Kirjallisuus

Huuskonen, I. 2008. Puhdasta luontoa ja kulttuurimaisemaa. Saarijärven Lehtolan kyläläisten vesistösuhde. Ympäristöntutkimuskeskuksen tiedonantoja 170. Jyväskylän yliopisto. www.jyu.fi/erillis/ymtk/puhdasta_luontoa.pdf-1.

Särkelä, A., Lahti, K., Vahtera, H., Penttilä, S. & Ahtela, I. 2006. Automaattinen veden laadun seuranta avuksi hajakuormituksen arviointiin. Testausta peltovaltaisen valuma-alueen joessa ja ojassa. *Vesitalous* 47, 4, 20-25.

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

Valkama, P., Lahti, K. & Särkelä, A. 2008. Fosfori- ja typpikuormituksen muodostuminen Lepsämänjoessa kevät- ja syystulvatilanteissa. *Vesitalous* 49, 5, 26-30.