

Loppuraportti

Jaana Hietala

KESKI-UUDENMAAN VESIENSUOJELUN KUNTAYHTYMÄ

Kerava 18.12.2012

Sisältö

1. KOSTEIKKOHANKE	3
2. TARKKAILUN PERUSTEET	3
3. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3.1. Vuohikkaanojan tarkkailu	4
3.2. Kosteikkoalueen tarkkailu	4
3.2.1. Vedenkorkeus ja virtaama	4
3.2.2 Kosteikkoalueen vesinäytteenotto	5
3.2.3. Muu seuranta	5
3.2.4. Kuormituslaskelmat	6
4. TULOKSET	7
4.1. Vuohikkaanojan uoman siirron vaikutukset	7
4.2. Sadanta ja virtaama	8
4.3. Vedenlaadun tarkkailu	9
4.4. Ainevirtaamat	11
4.5. Automaattinen seuranta	12
5. TULOSTEN TARKASTELU	16
6. SEURANNAN JATKO	17
Lähteet	17

Liitteet:

Liite 1. Rantamo-Seittelin kosteikko, seurantapisteet

Liite 2. Tuusulanjärven, Sarsalanojan ja kosteikkoalueen vedenkorkeudet

Liite 3. Rantamo-Seittelin kosteikkoalueen vedenlaadun seurantatulokset

1. KOSTEIKKOHANKE

Tuusulanjärven keskimääräinen kokonaisfosforikuormitus vuosina 1990–2008 on 4800 kg, joka on kaksinkertaisen järven sietokykyyn nähden. Järven kunnostuksen keskeisin tavoite onkin vähentää valuma-alueen ravinnekuormitusta.

Sarsalanoja on suurin Tuusulanjärveen laskeva oja (valuma-alue 19 km²) ja sen kautta on arvioitu tulevan noin neljäsosa Tuusulanjärven kuormituksesta (Muukkonen 2009). Ojan suulle rakennettiin Rantamon kosteikko vuonna 2001. Tämän kosteikon pinta-ala (8,3 ha) suhteessa valuma-alueeseen oli liian pieni ja Rantamo-Seittelin kosteikon laajennussuunnitelma valmistui Suomen ympäristökeskuksessa vuonna 2005 (Puustinen ym. 2005). Kosteikon ensisijaisena tavoitteena on vähentää järveen tulevaa ravinnekuormitusta, lisäksi se tarjoaa linnustolle pesimä- ja levähdyspaikkoja sekä elävöittää maisemaa.

Rantamo-Seittelin kosteikkoalue koostuu kahdesta altaasta ja yhdyskanavasta, joiden kokonaisvesiala on 24 ha eli 1,3 % Sarsalanojan valuma-alueesta. Kosteikkohankkeessa Sarsalanojan vedet ohjattiin virtaamaan Rantamon kosteikon kautta kaivettua yhdyskanavaa pitkin Haukkalanojan alaosalle rakennettuun Seittelin kosteikkoon. Seittelin kosteikosta vedet laskevat Tuusulanjärveen. Rusutjärvestä tulevan Haukkalanojan alaosa (Vuohikkaanoja) siirrettiin rakentamisen yhteydessä uuteen uomaan Seittelin kosteikon eteläpuolelle (Liite 1).

Rantamo-Seittelin kosteikkoalueen rakentaminen aloitettiin syksyllä 2007 Uudenmaan ympäristökeskuksen johdolla. Vuoden 2008 aikana kaivettiin kosteikkoaltaita yhdistävä kanava ja aloitettiin kosteikkoaltaiden penkereiden teko. Talven 2009 aikana kosteikkoaltaiden pohjalta poistettiin ruokamultakerros sekä altaat ja niiden penkereet viimeisteltiin. Altaiden pohjalta poistettiin ruokamulta, joka läjitettiin kosteikkoa ympäröiville pelloille. Seittelin kosteikkoalueen halki virrannut Haukkalanoja siirrettiin kosteikkoaltaan kiertävään uomaan (Vuohikkaanoja) helmikuussa 2009. Kosteikkoalue valmistui syyskuun 2009 alussa, jolloin Sarsalanojan vesi johdettiin kosteikkoalueelle.

2. TARKKAILUN PERUSTEET

Länsi-Suomen ympäristölupaviraston Rantamo-Seittelin kosteikkohankkeelle myöntämä ympäristölupa (nro 139/2006/3, 25.10.2006) edellytti Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän tarkkailevan Rantamo-Seittelin kosteikon töiden aikaisia ja hankkeen toteuttamisen vaikutuksia purojen ja kosteikkojen vedenlaatuun, veden korkeuteen sekä Tuusulanjärveen purkautuvan vedenlaatuun. Kuntayhtymä laati tarkkailuohjelmaluonnoksen (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 2009), jonka Uudenmaan ympäristökeskus hyväksyi 22.7.2009 (Dnro 0199Y0107-126).

Tässä hankkeen yhteenvetoreportissa esitetään yhteenveto töiden aikaisten vaikutusten tarkkailun väliraportista (Hietala 2009) ja arvioidaan kosteikon toimintaa vuosien 2009–2011 tarkkailutulosten perusteella. Arvioinnissa käytetään lisäksi Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) automaattisen vedenlaadun seurannan tuloksia.

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1. Vuohikkaanojan tarkkailu

Haukkalanojan/Vuohikkaanojan uoman siirrosta aiheutuvia vedenlaatuvaikutuksia tarkkailtiin kahdesta näytteenottopisteestä: uuden uoman yläpuolelta Rantamontien sillan kohdalta näytteenotto-paikasta VH 1,0 sekä uuden uoman alaosassa sijaitsevasta näytteenotto-paikasta VH 0,2 (Liite 1).

Vuohikkaanojan uoman kaivutyöt saatiin valmiiksi talvella 2009 ja vesi johdettiin uuteen uomaan 2.2.2009. Ensimmäiset seurantanäytteet otettiin 3.2.2009 ja seuraavat viikon kuluttua tästä (10.2.2009). Huhtikuussa 2009 näyte otettiin 8.4.2009 näytepisteestä VH 1,0, mutta alaosan näy-
te-pisteestä VH 0,2 ei otettu näytettä, koska uoman liittymiskohdassa vanhaan kanavaan kaivettiin laskeutusallasta eikä Vuohikkaanojan alaosan näyte olisi ollut edustava. Alaosan näytepisteestä haettiin vesinäytteet 14.4.2009. Heinäkuussa 2009 otettiin kaksi näytettä molemmista näytepisteis-tä. Vesinäytteistä analysoitiin sameus, kiintoaine (GF/C-suodatin ja 0,4 µm Nuclepore-suodatin), sähkönjohtavuus, kokonaisfosfori, fosfaattifosfori (suodattamaton ja suodatettu näyte) kokonais-
typpi, ammoniumtyppi, yhdistetty nitriitti-nitraattityppi ja pH. Näytteet analysoitiin Nablabs-laboratoriossa standardimenetelmin. Tässä raportissa tarkastellaan veden sameutta, kokonaisfosforia ja -typpeä sekä nitraattityppeä. Väli-raportissa (Hietala 2009) on esitetty kaikki tulokset.

3.2. Kosteikkoalueen tarkkailu

3.2.1. Vedenkorkeus ja virtaama

Sarsalanojan vedenkorkeutta tarkkailtiin ympäristöhallinnon seurantapisteessä SA 1,6, joka sijaitsee n. 500 m kosteikon yläpuolella. Rantamon kosteikon ohjauksynnyksen yläpuolella sijaitseva havaintopaikka RS-YP edustaa vedenkorkeutta kosteikkoalueen alkupäässä ja Seittelin kosteikon alapuolella sijaitseva havaintopaikka RS-AP puolestaan edustaa kosteikkoalueen alapuolista ve-
denkorkeutta (Taulukko 1, Liite 1). Rantamon alapuoli R-AP sijaitsee vanhan kosteikon alapuolella, tämä asteikko luettiin vesinäytteenottojen yhteydessä.

Kuntayhtymä ja ELY-keskus ovat seuranneet Sarsalanojan vedenkorkeutta (SA 1,6) vuodesta 2006. Vedenkorkeuksien tarkkailu kosteikolla aloitettiin Rantamo-Seittelin kosteikkoalueen valmis-tuttua syyskuussa 2009. Vedenkorkeuksia tarkkailtiin tulva-aikoina 2–3 kertaa viikossa ja kesäai-kana 1–2 kertaa kuukaudessa.

Kosteikon tulo- ja lähtöpäähän asennettiin vedenkorkeuden ja virtausnopeuden automaattinen mit-talaitteisto osana myös Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tutkimushanketta. Virtausnopeus uomassa oli suurimman osan vuodesta alle laitteiston määrittämisen, joten tuloksia ei voitu käyttää. Tämän takia Sarsalanojan virtaamaa mitattiin yläjuoksulla sijaitsevalle Klenkon laskeutusallas-kosteikolle (YK-koordinaatit 6709269P, 3390872I) asennetun piirtävän vedenkorkeusaseman avul-la. Virtaama määritettiin kosteikon pohjakynnyksen purkautumiskäyrän perusteella. Virtaamatiedot poimittiin SYKEN vedenlaatumallista (VEMALA). VEMALAn virtaamaa käytettiin kuormituslaskel-missa, jolloin saatiin virtaama-arvio myös niille ajanjaksoille, jolloin Klenkossa ei ollut vedenkor-keuden seuranta. Sadantatiedot saatiin SYKEN vesikeskuksen aluesadantatiedoista.

Taulukko 1. Sarsalanojan ja kosteikkoaltaiden vedenkorkeuden ja vedenlaadun tarkkailun havaintopaikkojen sijainti, koordinaatit (YK-järjestelmä) ja nimet ympäristöhallinnon Hertta-järjestelmässä.

Havaintopaikka	Sijainti	Tarkkailu	Koordinaatit (YK)	Nimi Hertta-järjestelmässä
SA 1,6	Sarsalanoja	vedenkorkeus	6706405P, 3391450I	Sarsalanoja 1,6
RS-YP	Rantamon yläpuoli	vedenkorkeus, vesinäyte	6705644P, 3391810I	Rantamo-Seitteli RS-YP
S-YP	Seittelin yläpuoli	vesinäyte	6704805P, 3391493I	Rantamo-Seitteli S-YP
R-tie	Rantamontie	vesinäyte	6704994P, 3391424I	Rantamo-Seitteli R-tie
RS-AP	Seittelin alapuoli	vedenkorkeus, vesinäyte	6704614P, 3391997I	Rantamo-Seitteli RS-AP
R-AP	Rantamon alapuoli	vedenkorkeus, vesinäyte	6705326P, 3392121I	Rantamo-Seitteli R-AP

3.2.2 Kosteikkoalueen vesinäytteenotto

Kosteikkoalueella on viisi vedenlaadun havaintopaikkaa (Taulukko 1, Liite 1): Rantamon kosteikon tulouomassa sijaitseva Rantamo-Seitteli RS-YP, kosteikkoaltaiden välisessä yhdyskanavassa Seittelin yläpuolella sijaitseva Rantamo-Seitteli S-YP ja Rantamontien (R-tie) sekä Seittelin kosteikon purkautumiskohdassa sijaitseva piste Rantamo-Seitteli RS-AP. Kesällä 2010 yhdyskanavan S-YP näytepiste vaihdettiin pisteeksi R-tie, koska näytteenotto yhdyskanavan ylittävältä siltarummulta oli helpompaa. Rantamon altaasta Sarsalanojaan johtavasta siltarummusta Rantamo-Seitteli R-AP haettiin näytteitä Tuusulanjärven vedenkorkeuden ylittäessä tason N60+37,80 m, jolloin vesi virtaa Rantamon kosteikosta järven suuntaan.

Ensimmäiset vesinäytteet otettiin 8.9.2009, vuorokauden kuluttua Sarsalanojan veden johtamisesta kosteikkoon ja toiset näytteet viikon kuluttua tästä (15.9.2009). Näytteenottoa jatkettiin ylivirtaama-aikoina ja vuoden 2010 kesällä viikoittain. Vuonna 2010 näytteitä haettiin 24 kertaa ja vuonna 2011 12 kertaa. Näytteenoton yhteydessä mitattiin veden lämpötila ja näkösyvyys. Vuoden 2011 kesällä näytteitä haettiin kerran kuussa. Viimeiset näytteet haettiin 8.11.2011.

Vesinäytteistä tehtiin standardimenetelmin seuraavat määritykset: sameus, kiintoaine (GF/C suodatin), kiintoaine (0,4 µm Nuclepore-suodatin), sähkönjohtavuus, kokonaisfosfori, fosfaattifosfori, fosfaattifosfori (liukoinen, 0,4 µm Nuclepore-suodatin), kokonaistyyppi, ammoniumtyppi, yhdistetty nitriitti-nitraattityppi ja pH. Vuoden 2009 näytteet analysoitiin Nablabs-laboratoriossa ja vuosien 2010 ja 2011 näytteet Metropolilab-laboratoriossa.

Kahdesta salaojakaivosta haettiin näytteitä muutaman kerran seurantajakson aikana, toisesta pumpataan vettä Rantamon altaaseen ja toisesta Seittelin altaaseen (SOK, Liite 1).

3.2.3. Muu seuranta

SYKE asensi jatkuvatoimisen mittausaseman Rantamon yläpuolelle (RS-YP) ja Seittelin alapuolelle (RS-AP) keväällä 2010. Asema mittasi veden sameutta ja nitraattipitoisuutta puolen tunnin välein. Kosteikkoon tulevan veden mittaustietoja oli käytettävissä ajalta 16.4.2010.–31.12.2011 ja kosteikosta lähtevän veden tietoja ajalta 26.4.2010.–31.12.2011. Kosteikkoon tulevan veden sameuden mittaukset vuoden 2010 huhtikuun ja heinäkuun välisenä aikana eivät ole luotettavia antu-

rin automaattisen puhdistuksen epäonnistumisen vuoksi ja näitä tuloksia ei huomioitu. Nitraattitypen osalta käytettiin koko tutkimusjakson mittauksia. Veden sameus sekä kokonaisfosfori- ja nitraattipitoisuudet laskettiin anturin mittausten ja vesianalyysien välisen lineaarisen regression avulla.

Uudenmaan ELY-keskus seuraa Sarsalanojan vedenlaatua näytenpisteestä SA 1,6. Tämän seurannan tuloksia käytettiin hyväksi kosteikon vaikutusten arvioinnissa.

3.2.4. Kuormituslaskelmat

Kosteikon pidättämät kiintoaine- ja ravinnemäärät laskettiin sekä vesinäytteiden että automaattisen seurannan tulosten perusteella. Vesinäytteitä oli käytettävissä näytteenottojaksoille 1.9.2009–10.12.2009, 1.4.–26.11.2010 ja 8.4.–14.11.2011. Tulevasta ja lähtevästä vedestä laskettiin vesinäytteiden perusteella kokonaistypen, ammonium- ja nitraattitypen, kokonaisfosforin, liukoisen fosforin ja kiintoaineen kuormitukset. Automaattisen seurannan ensimmäisen vuoden tuloksista valmistuneen pro gradu -tutkielman (Tervo 2011) kuormituslaskelmia täydennettiin toisen seuranta-vuoden tuloksilla tätä raporttia varten. Automaattisen seurannan perusteella laskettiin kokonaisfosforin ja nitraattitypen kuormitukset havaintojaksolle 5.7.–31.12.2011.

Kosteikon kuormitus laskettiin kertomalla pitoisuuden vuorokausiarvo (automaattisen seurannan vrk-keskiarvo) ko. vuorokauden virtaamalla (l/vrk). Kosteikkoon tulevana virtaamana käytettiin VEMALA-mallin virtaama-arvoa ja kosteikosta lähtevä virtaama laskettiin varastoyhtälön (1) avulla.

$$(1) Q_p = Q_t - A(\Delta W/T),$$

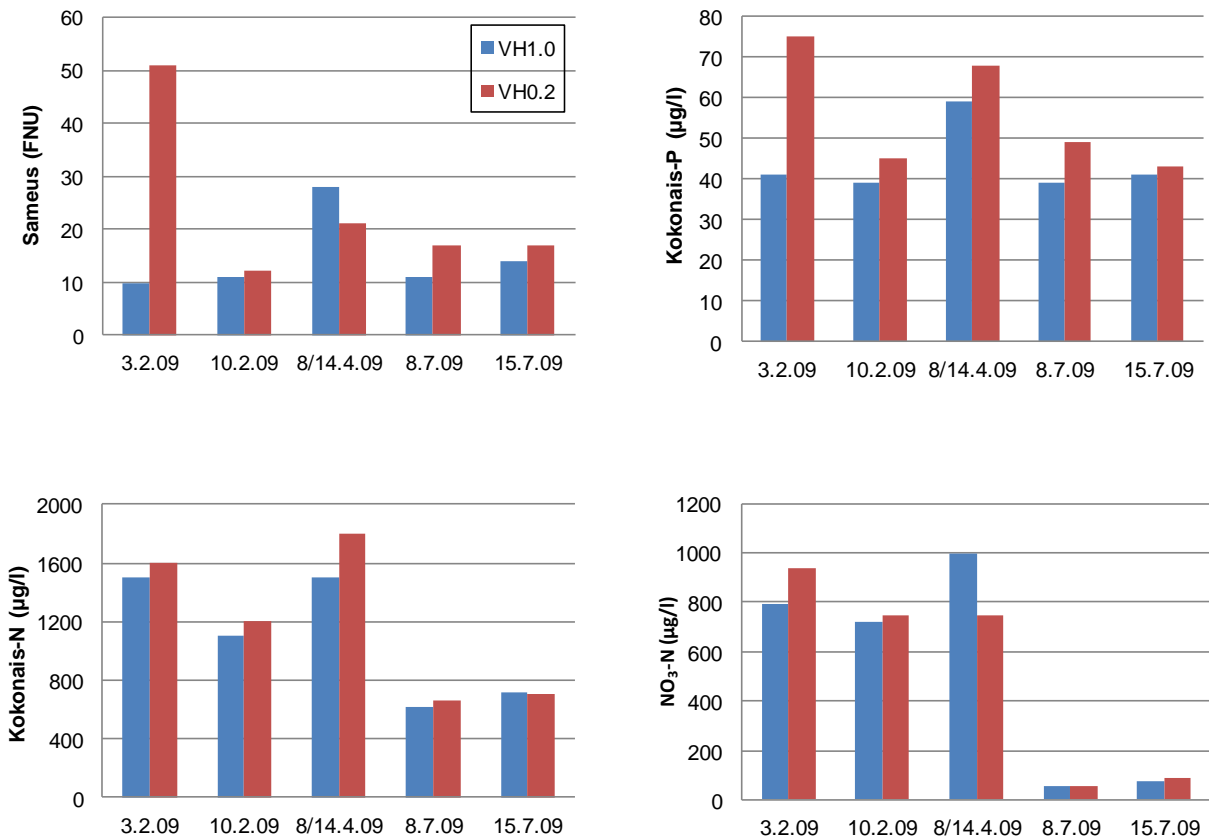
missä Q_p =menovirtaama (m^3/s), Q_t =tulovirtaama (m^3/s), A =kosteikon pinta-ala (m^2), ΔW =vedenkorkeuden muutos (m^2) ja T =laskentajakson pituus (s).

Vedenkorkeuden ollessa yli 38,05 m (N60) osa vedestä virtaa kosteikon ohi Sarsalanojan vanhaa uomaa pitkiin suoraan Tuusulanjärveen. Vesi oli näin korkealla vain muutaman viikon ajan tulva-aikoina, joten tätä ohivirtaamaa ei huomioitu kosteikon kuormituslaskelmien virtaamissa. Ainepoistumat laskettiin vähentämällä kosteikkoon tulevasta kuormituksesta kosteikosta lähtevä ainemäärä.

4. TULOKSET

4.1. Vuohikkaanojan uoman siirron vaikutukset

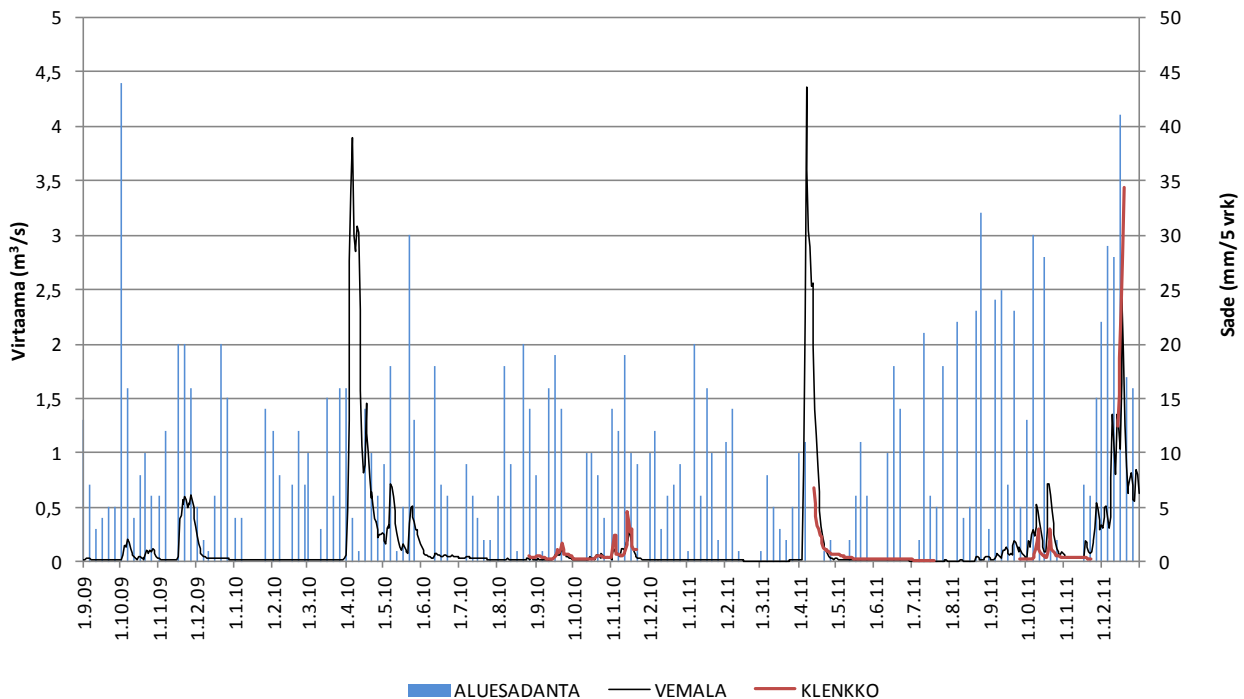
Vedenjohtaminen Vuohikkaanojan uuteen uomaan helmikuussa aiheutti irtonaisen maa-aineksen kulkeutumista, mikä näkyy korkeampina sameuden ja kokonaisfosforin pitoisuuksina uoman alaosassa (VH 0,2) kuin vertailupisteessä (VH 1,0). Kokonais- ja nitraattityyppipitoisuudet olivat vain vähän suuremmat uudessa uomassa. Pitoisuuserot olivat tasaantuneet jo viikon kuluttua veden johtamisesta (Kuva 1). Vuoden 2009 kevättulva oli lyhytaikainen ja sen huippu ajoittui huhtikuun alkuun, mikä näkyy myös huhtikuun analyysituloksista: 8.4.2009 otetussa näytteessä (VH 1,0) oli korkeammat sameus- ja ravinnepitoisuudet kuin helmikuun näytteissä. Tulvan aiheuttama veden samentuminen ei todennäköisesti ollut pitkäaikaista, koska seuraavalla viikolla (14.4.) otetusta uoman alaosan näytestä VH 0,2 mitattiin pienempiä arvoja kuin 8.4.2009 yläosasta VH 1,0 otetusta näytteestä. Kesällä 2009 uoman alaosan (VH 0,2) sameus ja kokonaisfosforipitoisuudet olivat jonkin verran korkeampia kuin yläosan vertailupisteessä (VH 1,0). Sade luultavasti huuhtoi maa-ainesta ojan luiskilta, koska Vuohikkaanojan luiskien kasvipeite ei ollut vielä täysin kehittynyt (Kuva 1). Muiden vedenlaatuomuttajien tulokset olivat samansuuntaisia (Hietala 2009).



Kuva 1. Vuohikkaanojan vertailunäytesteen VH 1,0 ja uuden uoman VH 0,2 seurantatulokset.

4.2. Sadanta ja virtaama

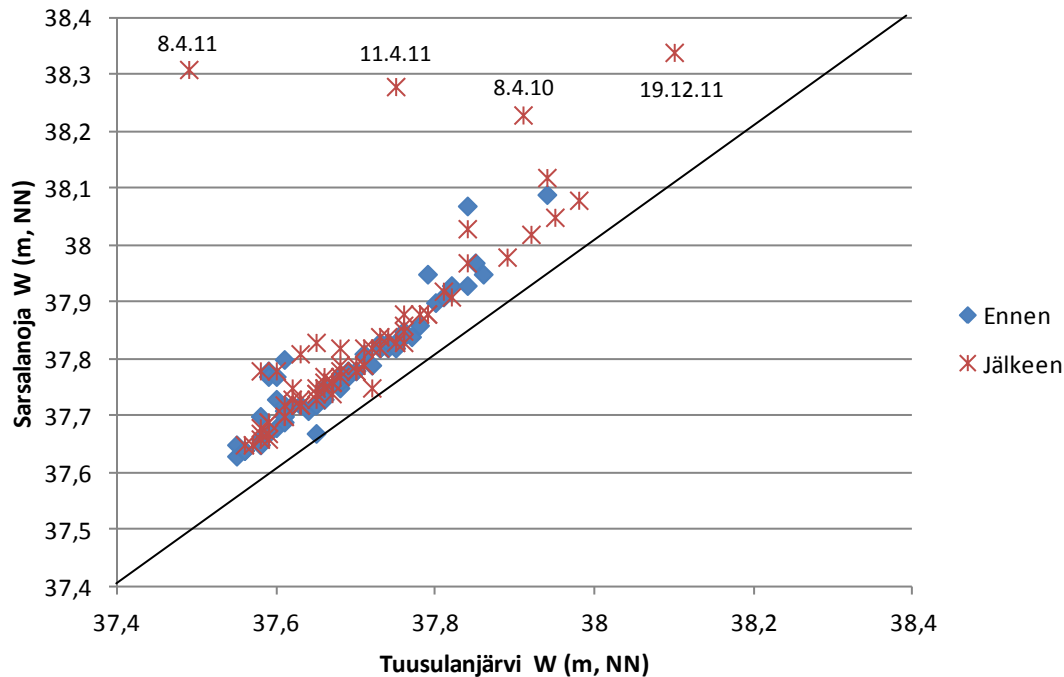
Sarsalanojan virtaama seurantajaksolla ja Tuusulanjärven aluesadanta (mm/5 vrk) on esitetty kuvassa 2. Vuosina 2010 ja 2011 lunta oli paljon ja virtaamat olivat suurimmat huhtikuun alussa lumien sulamisen alettua. Syysateiden aiheuttama virtaaman kasvu ajoittui loka–marraskuulle. Joulukuussa 2011 satoi ennätysellisen paljon ja virtaama oli suurta koko joulukuun ajan. Muina aikoina virtaama oli hyvin vähäistä. Klenkon purkautumiskäyrän avulla määritetty virtaama oli joulukuussa 2011 suurempi kuin VEMALAn mukainen virtaama, muina aikoina ne olivat samaa suuruusluokkaa.



Kuva 2. Sarsalanojan virtaama ja Tuusulanjärven aluesadanta vuosina 2009–2011.

Molempien kosteikkoaltaiden vedenkorkeudet (RS-YP ja RS-AP) olivat samalla tasolla kuin Tuusulanjärven vedenkorkeus, koska järven ja kosteikkoalueen välillä ei ole rakennettu pohjakynnystä (liite 2).

Kosteikkoalueen aiheuttamaa padotusta ojan yläjuoksulla tarkasteltiin Sarsalanojan (SA 1,6) havaintopaikan vedenkorkeuden perusteella. Ojan vedenkorkeus vaihteli 37,64–38,34 ja seurasi Tuusulanjärven vedenkorkeuksia ollen yleensä 7–10 cm korkeampi. Korkein havainto on joulukuulta 2011 ja matalin elokuulta 2009. Vedenkorkeuksien suhde ei näytä muuttuneen kosteikon rakentamisen jälkeen (kuva 3). Keväisin, ennen jäiden sulamista kosteikosta, Sarsalanojan virtaama kasvaa nopeasti ja ojan vedenkorkeus suhteessa Tuusulanjärveen on korkea, mutta heti jäiden lähdon jälkeen eroa ei ole enää havaittavissa.



Kuva 3. Sarsalanojan (SA 1,6) ja Tuusulanjärven vedenkorkeuksien suhde ennen ja jälkeen kosteikon valmistumisen. Huhtikuun poikkeavien havaintojen aikana Sarsalanoja, kosteikko ja järvi olivat jäässä.

4.3. Vedenlaadun tarkkailu

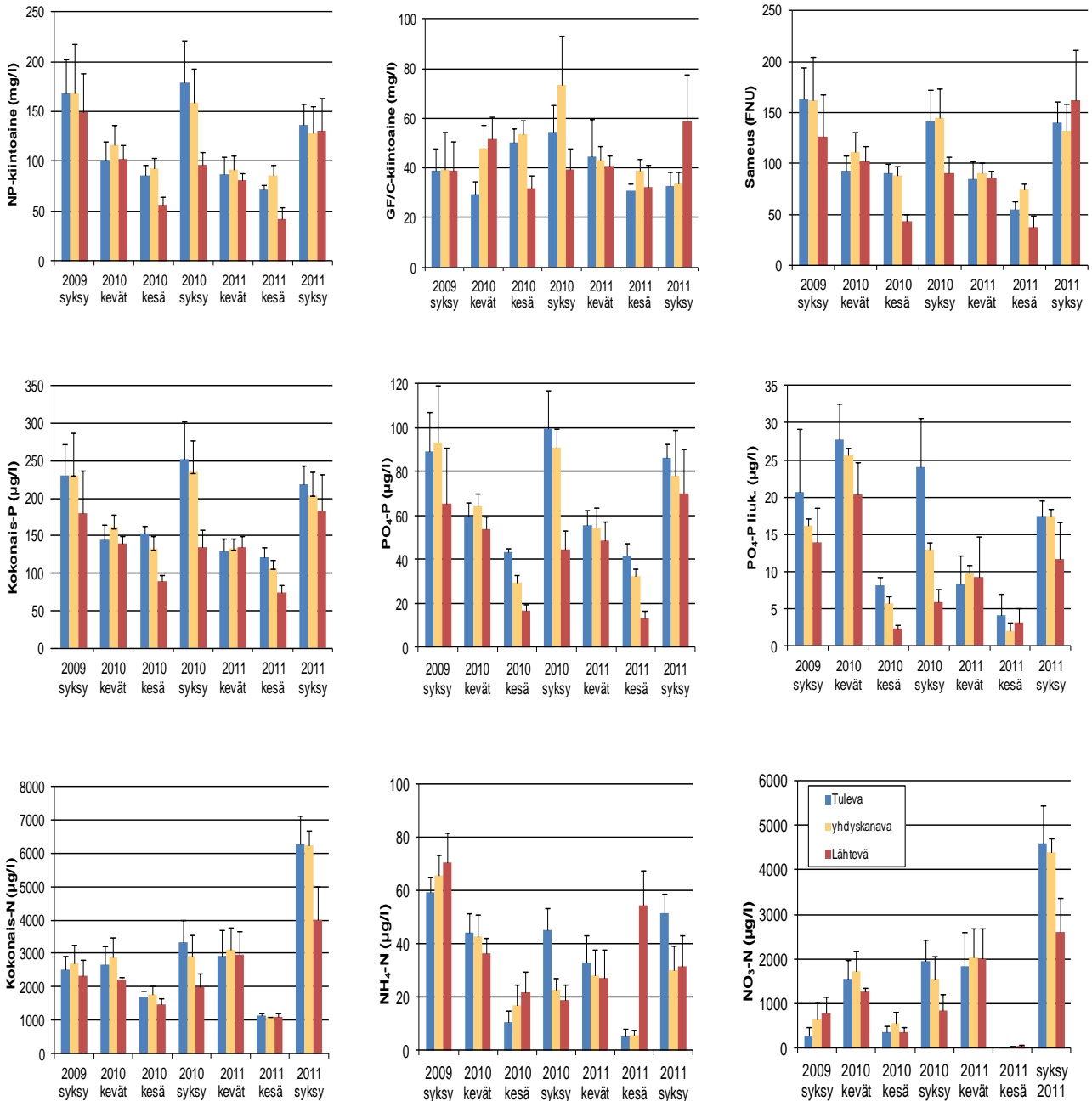
Kosteikkoalueen yläpuolisen Sarsalanojan veden sameus, kiintoaine ja ravinnepitoisuudet ovat korkeimmillaan talvella ja syksyllä ja matalimmillaan kesällä, mutta vuosittainen vaihtelu on suurta (Taulukko 2).

Taulukko 2. Sarsalanojan näytestä SA 1,6 tehtyjen vesianalyysien keskiarvot ja vaihteluväli (suluissa) eri vuodenaikoina vuosina 2007- 2011 (n=näyttemäärä), (talvi=tammi-, helmi- ja maaliskuu, kevät=huhti- ja toukokuu, kesä=kesä-, heinä- ja elokuu, syksy=syys-, loka-, marras- ja joulukuu).

	Sameus (FNU)	Kiintoaine (NP, mg/l)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Kok-N (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	NO ₂₊₃ -N (µg/l)	Kok-P (µg/l)	PO ₄ -P (Liuk.) (µg/l)
talvi n=12	68 (21-210)	60 (17-170)	19 (12-27)	1900 (1300-4000)	87 (46-160)	1170 (580-2600)	152 (66-651)	14 (6-25)
kevät n=10	88 (44-230)	77 (42-200)	15 (9-28)	1900 (850-5700)	42 (1-140)	999 (8-4560)	122 (50-283)	9 (2-18)
kesä n=21	20 (14-22)	15 (9-2)	19 (15-24)	1540 (610-5200)	17 (3-74)	654 (3-3400)	102 (47-192)	10 (1-42)
syksy n=11	167 (48-290)	133 (32-330)	17 (12-21)	2790 (1000-6400)	59 (31-100)	1610 (220-5100)	253 (131-528)	22 (4-64)

Kosteikkoalueen veden sameus sekä fosforin ja hienojakoisen kiintoaineen (NP) pitoisuudet ovat korkeimmillaan syksyisin. Vuodenaikojen väliset erot karkeamman kiintoaineen (GF/C) ja typen

pitoisuuksissa eivät olleet yhtä selvät (kuva 4). Syksyllä 2011 mitattiin suurimmat kokonaistypen ja nitraatin pitoisuudet. Kosteikkoalueen yläosan (RS-YP) sameus, ravinne- ja kiintoainepitoisuudet ovat yleensä korkeammat kuin lähtevästä vedestä mitatut arvot (RS-AP), ja yhdyskanavasta mitattiin samaa suuruusluokkaa olevia pitoisuuksia kuin kosteikkoon tulevasta vedestä (kuva 4). Yhdyskanavaan tulee yksi pelto-oja, josta virtaava vesi saattaa ajoittain nostaa ravinnepitoisuuksia kana-
vassa. Laboratoriotulokset on toimitettu ympäristöhallinnon Hertta-tietokantaan ja ne on esitetty liitteessä 3.



Kuva 4. Kosteikkoalueen eri vuosina ja vuodenaikoina otettujen vesinäytteenottojen tulokset (keskiarvo ja keskivirhe).

Salaojakaivosta pumpatusta vedestä otettujen näytteiden sameus, ravinne- ja kiintoainepitoisuudet olivat suuria, jopa moninkertaisia kosteikkoon verrattuna (Taulukko 3).

Taulukko 3. Salaojakaivoista (SOK) otettujen vesinäytteiden tulokset.

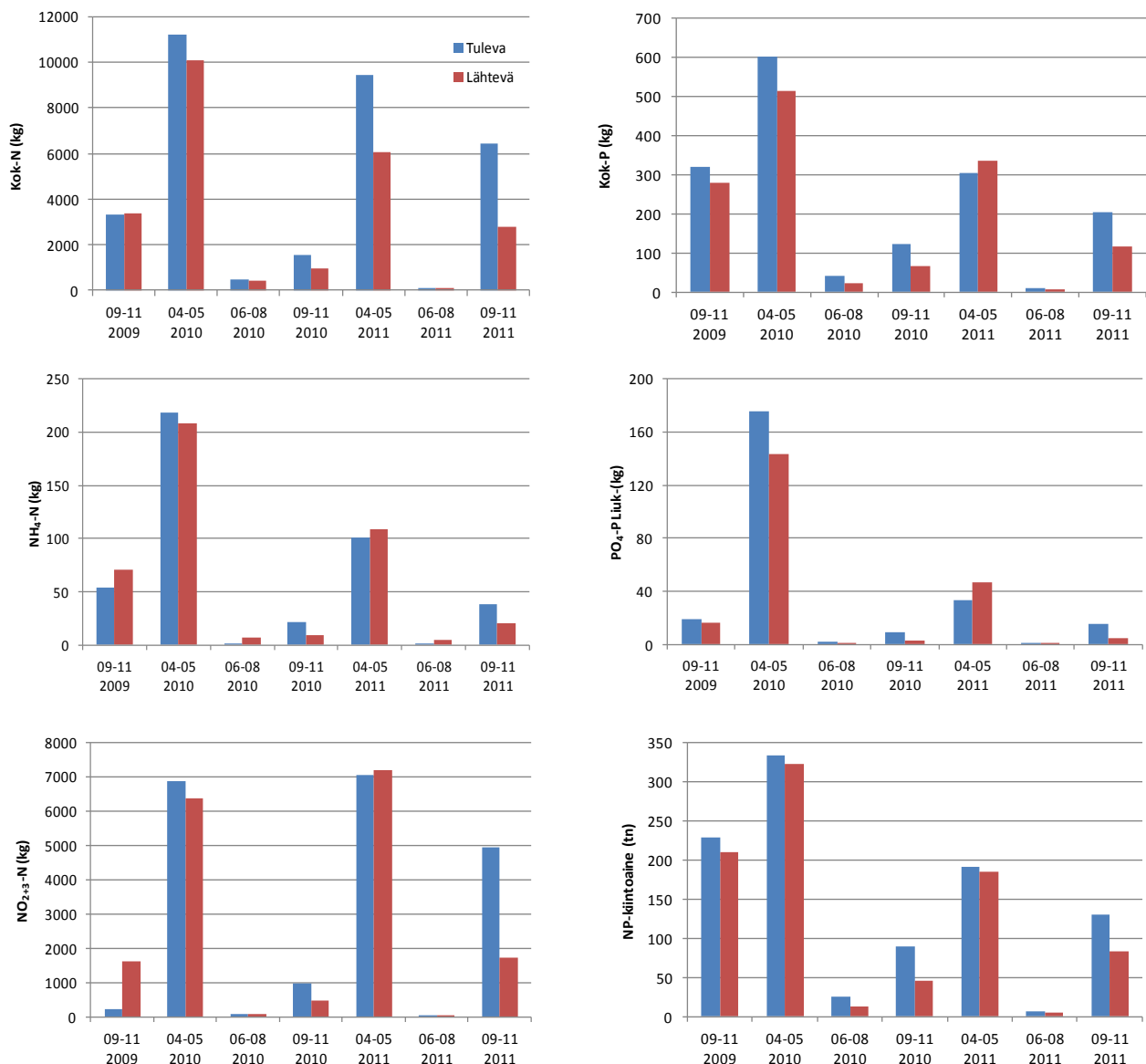
	Pvm	K- aine GF/C (mg/l)	K- aine NP (mg/l)	Sameus (FNU)	Sähkön- johta- vuus (mS/m)	Kok-N (µg/l)	NH ₄ - N (µg/l)	NO ₂₊₃ - N (µg/l)	Kok-P (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	PO ₄ -P (Liuk.) (µg/l)
Seitteli	13.4.10	29	88	87	14,1	3400	33	2300	160	81	47
Seitteli	19.4.10	56	410	300	24,4	4600	10	2800	510	190	100
Rantamo	13.4.10	31	58	59	11,5	3500	26	2500	110	51	34
Rantamo	19.4.10	30	120	120	15,4	4200	29	3100	170	78	27
Rantamo	27.4.11	19	40	38	38,2	9700	7	9200	59	38	23

4.4. Ainevirtaamat

Vesinäytteiden perusteella laskettujen ainemäärien perusteella kosteikko pidatti ravinteita ja kiintoainetta koko seurantajakson ajan (Taulukko 4, Kuva 5). Kosteikkoon tulevat ainemäärät olivat suurimmat keväisin ja syksyisin, jolloin virtaamat olivat suuria. Syksyn 2010 kuormitus oli selvästi vähäisempää kuin vuoden 2011. Kokonaistyppeä ja kokonaisfosforia sekä kiintoainetta pidättyi kaikkina vuodenaikoina, mutta nitraattitypen osalta vuodenaikojen välinen vaihtelu oli suurta. Koko jakson aikana kokonaistyppeä pidättyi 8 800 kg (27 %) ja nitraattityppeä 2 700 kg (13 %). Kokonaisfosforia pidättyi 260 kg (16 %), liukoista fosfaattifosforia 40 kg (16 %), ammoniumtyppeä 7 kg (2 %) ja hienojakoista kiintoainetta 142 000 kg (14 %).

Taulukko 4. Kosteikon pidättämät ainemäärät ja reduktio-% eri vuodenaikoina.

Aika	kok-N	NO ₂₊₃ -N	kok-P	K-aine
syys-marras 2009	-25 kg (-1 %)	-1390 kg (-581 %)	40 kg (12 %)	19400 kg (8 %)
huhti-touko 2010	1120 kg (10 %)	500 kg (7 %)	90 kg (15 %)	10700 kg (3 %)
kesä-elo 2010	100 kg (22 %)	5 kg (6 %)	20 kg (47 %)	13100 kg (50 %)
syys-marras 2010	590 kg (38 %)	520 kg (53 %)	60 kg (47 %)	43200 kg (48 %)
huhti-touko 2011	3380 kg (36 %)	-130 kg (-2 %)	-30 kg (-11 %)	5700 kg (3 %)
kesä-elo 2011	-20 kg (-18 %)	-7 kg (-1993 %)	2 kg (21%)	1900 kg (28 %)
syys-marras 2011	3660 kg (57 %)	3230 kg (65 %)	90 kg (43 %)	47800 kg (36 %)



Kuva 5. Vesinäytteiden perusteella lasketut kosteikkoalueen tulevat ja lähtevät ainemäärät syys–marraskuussa (9–11), huhti–toukokuussa (4 – 5) ja kesä–elokuussa (6–8) seurantavuosina (2009–2011).

4.5. Automaattinen seuranta

Tulevan veden sameus seurantajaksolla oli keskimäärin 103 FTU (vaihteluväli 37–422) ja lähtevän veden sameus 116 FTU (13–392) (kuva 6). Vesinäytteiden tulokset seurasivat hyvin automaattimitausten antamia tuloksia suurilla sameusarvoilla, mutta pienemmillä sameusarvoilla vesinäytteenoton tulokset olivat pienempiä kuin automaattisen seurannan tulokset. Tämä ero oli suurempi lähtevässä vedessä kuin tulevassa vedessä.

Tulevan ja lähtevän veden sameus oli pienimmillään kesä–elokuussa (50–100 FTU) molempina vuosina (kuva 6). Syksyllä sameus lisääntyi selvästi ja erityisesti joulukuussa 2011 mitattiin korkeita sameusarvoja. Lähtevän veden sameus lisääntyi virtaaman mukaisella viiveellä ja se oli marras–joulukuussa suurempaa kuin tulevan veden sameus. Kesäaikaan kosteikossa oli ajoittain havaitta-

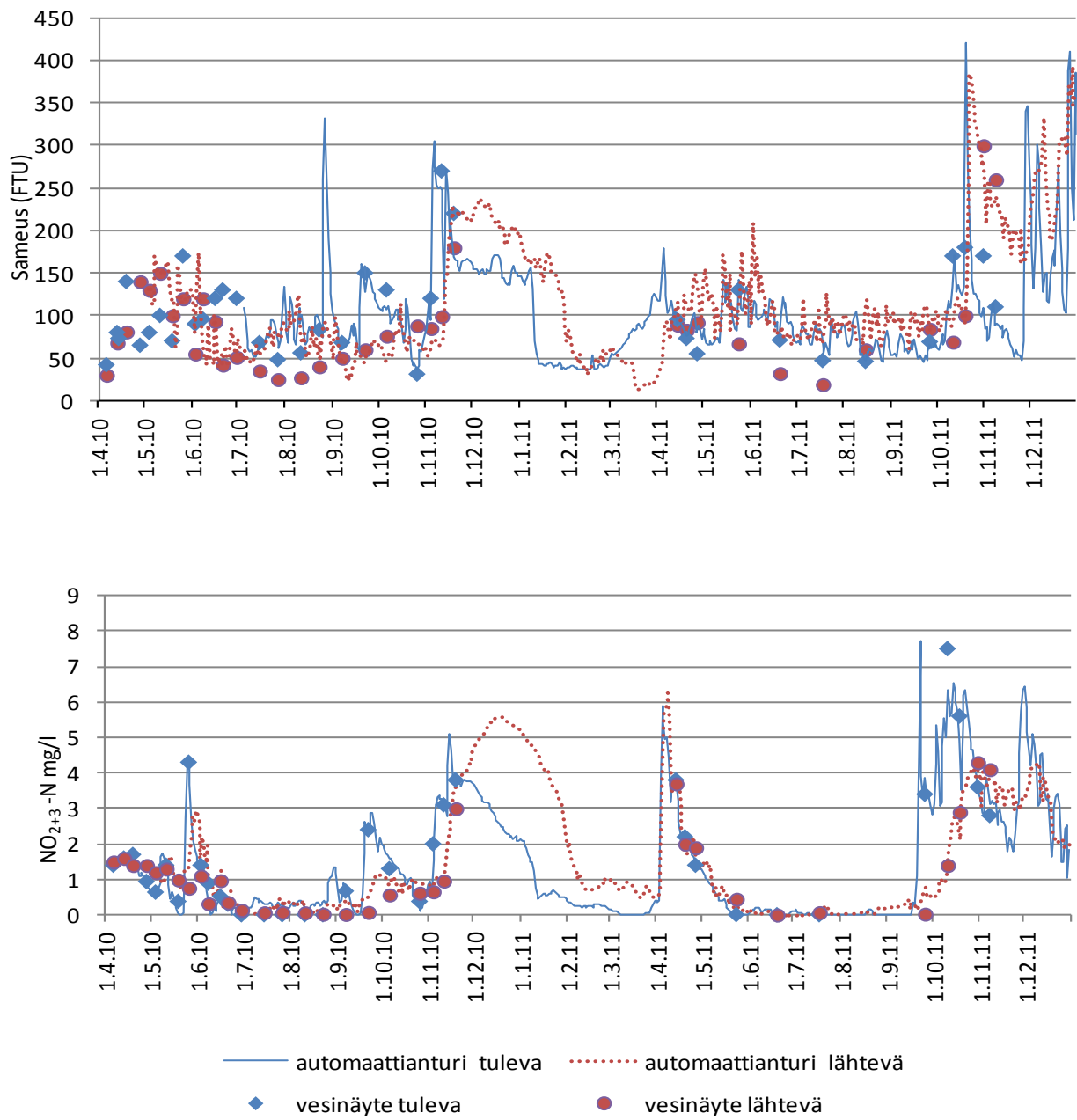
vissa kirkkaamman järiveden virtaamista kosteikkoon, jolloin anturin antama sameuslukema ei kuvaa pelkästään kosteikkoaltaan vedenlaatua.

Tulevan veden nitraattipitoisuus oli keskimäärin 1,4 mg/l (<0,001–7,7) ja kosteikosta lähtevän veden 1,5 mg/l (<0,001–6,4) (kuva 6). Vesinäytteenottojen tulokset vastasivat hyvin automaattimittauksen antamia tuloksia. Pitoisuudet olivat suuria syksyisin, mutta myös keväällä 2011. Pienimmillään pitoisuudet olivat heinä- ja elokuussa. Molempien seurantavuosien loppusyksyllä nitraattipitoisuus nousi ja pysyi korkeana helmikuun alkuun ja nousi jälleen kevättulva-aikana huhtikuussa. Lähtevän veden pitoisuus oli selvästi korkeampi kuin tulevan marras–joulukuussa 2010.

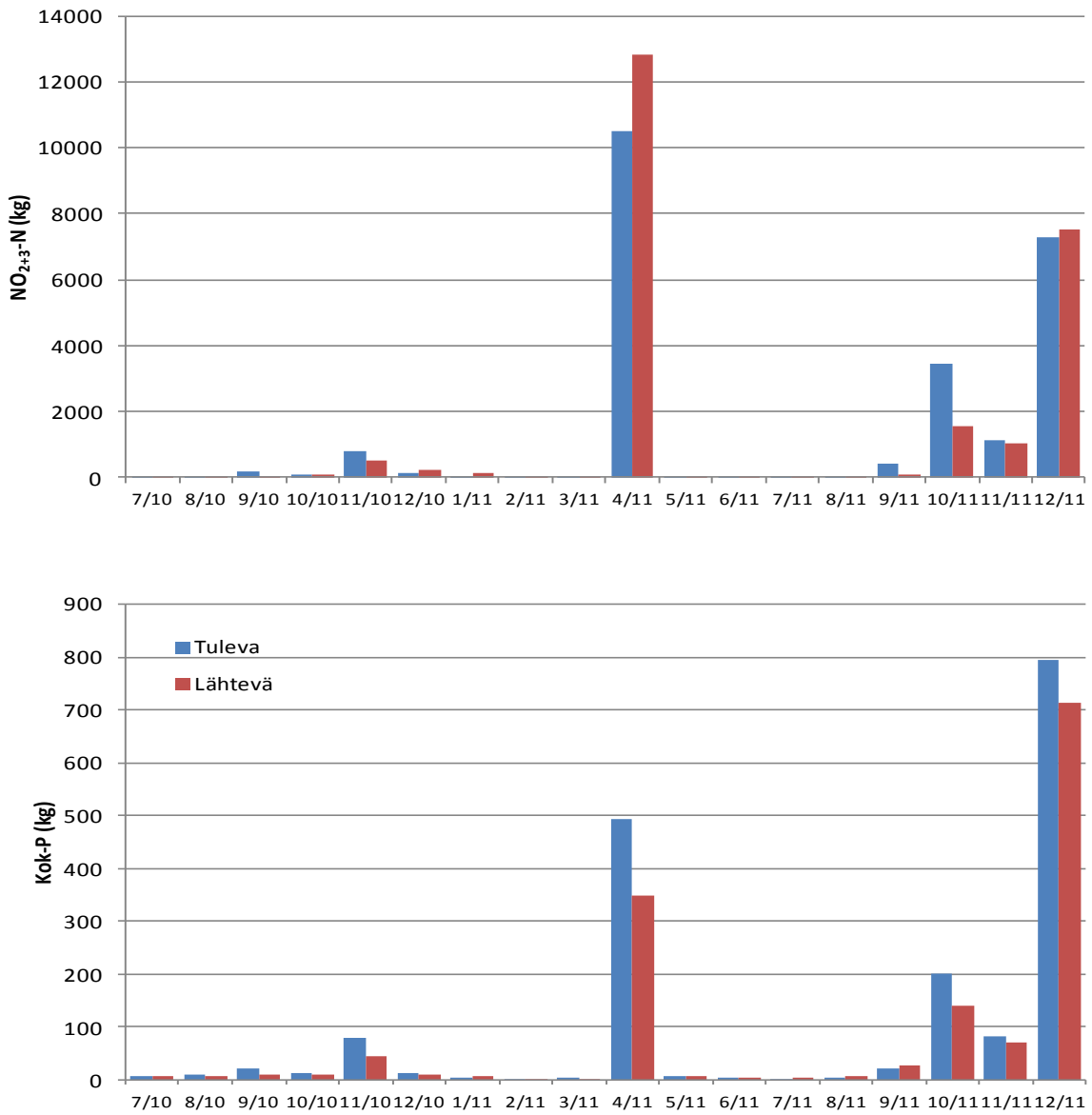
Sameuden ja nitraatin pitoisuudet nousivat virtaaman kasvaessa kesäisin ja syksyisin. Sameusarvot alkoivat nousta hieman ennen tai samaan aikaan kuin virtaama, kun taas nitraattityypipitoisuudet hiukan virtaaman nousun jälkeen. Heinä- ja elokuussa pitoisuudet olivat pieniä pienen valunnan vuoksi. Syksyllä sateiden jälkeen sekä nitraatti että sameus lisääntyivät. Syksyisin lokakuusta eteenpäin lähtevän veden sameus oli suurempi kuin tulevan veden.

Automaattisen seurannan perusteella lasketut nitraatin ja kokonaisfosforin kuukausittaiset kuormitusmäärät on esitetty kuvassa 7. Sarsalanojan kautta kosteikkoon tuli seurantajakson aikana (heinäkuu 2010–joulukuu 2011) kokonaisfosforia 1 770 kg ja kosteikosta poistui järveen 1 400 kg. Kokonaisfosforia pidättyi 350 kg (20 %). Vuoden 2010 loka–joulukuun fosforikuormitus oli 100 kg, kun vuonna 2011 kuormitus vastaavaan aikaan oli huomattavasti suurempaa, 1 080 kg. Joulukuussa 2011 esiintyi usean viikon sadejakso ja kokonaisfosforikuormitus oli suurta (795 kg). Kosteikko pidätti kuitenkin osan fosforikuormituksesta myös syksyn 2011 suurilla virtaamilla.

Nitraattityppeä tuli kosteikkoon koko seurantajakson aikana 24 100 kg ja poistui järveen 24 200 kg, joten nitraattia ei pidättynyt kosteikkoon. Nitraattityppeä virtasi kosteikkoalueelta järveen eniten huhtikuussa 2011 (2 300 kg) (kuva 7). Muina aikoina kosteikko pidätti jonkin verran nitraattityppeä.



Kuva 6. Tulevan ja lähtevän veden sameus (yläkuva) ja nitraattipitoisuus (alakuva) automaattisen seurannan mukaan. Yksittäiset pisteet kuvaavat vesinäytteiden tuloksia.



Kuva 7. Jatkuvatoimisen seurannan perusteella laskettu kosteikkoon tuleva ja kosteikosta lähtevä nitraattityppi- ja kokonaisfosforikuormitus (kg/kk).

5. TULOSTEN TARKASTELU

Vedenjohtaminen Vuohikkaanojan uomaan aiheutti sameuden ja fosforin lisääntymistä vedessä. Vaikutukset olivat kuitenkin lyhytaikaisia ja uuden uoman mittaustulokset ovat vuosina 2007 - 2009 Vuohikkaanojasta mitattujen pitoisuuksien vaihteluvälin sisällä. Tulosten perusteella Vuohikkaanojan uoman siirrosta ei näytä aiheutuneen vertailupisteestä aiemmin mitattua suurempaa kuormitusta Tuusulanjärveen. Irtonaisin maa-aines lähti liikkeelle jo helmikuussa heti uoman täytön yhteydessä, jolloin mitattiin korkeimmat pitoisuudet. Myöhemmin keväällä ja kesällä satoi vähän, mikä vähensi maa-aineksen huuhtoutumista uomasta.

Sarsalanojan vedenkorkeuden suhde Tuusulanjärven vedenkorkeuteen oli korkeampi keväisin ennen jäiden sulamista ja joulukuun 2011 ennätystulvalla. Vaikutus oli kuitenkin lyhytaikainen, joten kosteikkoalueen vedenjohtokyky on hyvä eikä se padottanut vettä ojassa kosteikon yläpuolella. Mahdollista padotusvaikutusta on vähennetty perkaamalla Sarsalanojaa kosteikon rakentamisen yhteydessä, jolloin uoman vedenjohtokyky parani.

Vesinäytteenoton ja automaattisen seurannan perusteella kosteikon ravinne- ja kiintoainepitoisuudet olivat korkeimmat syksyisin. Kevättulvan aikana huhtikuussa 2011 kosteikkoon tuli runsaasti sekä ravinteita ja kiintoainetta. Toinen ravinnekuormituksen kannalta merkittävä ajankohta oli loppusyksy 2011, jolloin virtaamat kasvoivat sateiden seurauksena ja joulukuussa 2011 mitattiin seurantajakson suurin kuukausittainen kokonaisfosforikuormitus. Vähäsateisena syksynä 2010 ravinnekuormitus oli melko pieni.

Kuormituslaskelmien mukaan kosteikko pidätti jonkin verran fosforia ja kiintoainetta. Vesinäytteiden ja automaattisen seurannan perusteella lasketut kokonaisfosforin pidättymisprosentit ovat samaa suuruusluokkaa. Vesinäytteiden mukaan laskettuna kokonaisfosforista pidättyi 16 % ja automaattisen seurannan mukaan 20 %. Nitraatin osalta vesinäytteenotto antoi huomattavasti suuremman reduktion, 13 % vs. -0,4 %. Syy tähän eroon on vesinäytteiden ottoajankohta: ne otettiin vasta huhtikuun pitoisuushuipun jälkeen (kuva 4) joten niiden perusteella laskettu nitraattitypen kuormitus on vähäisempää.

Automaattinen vedenlaadun seuranta antaa tarkemman kuvan vedenlaadun vaihteluista ja ravinnekuormituksesta kuin vesinäytteenotto. Sen mukaan kosteikko pidätti koko seurantajakson aikana (heinäkuu 2010–joulukuun 2011) 350 kg kokonaisfosforia, mikä on 20 % tulevasta kuormituksesta. Rantamo-Seittelin kosteikon ensimmäiset seurantavuodet osoittivat, että kokonaisfosforin pidättymistä voi tapahtua kaikkina vuodenaikoina. Fosforikuormituksen määrän ajallista vaihtelua selittää virtaama ja sen vaihtelu. Heinä-joulukuussa 2010 pidättyi 39 %, mutta vastavana aikana vuonna 2011 vain 13 %. Tammi–kesäkuun 2011 aikana pidättyi 28 % kokonaisfosforista. Vuoden 2011 huhtikuun 29 %:n reduktio osoittaa, että kosteikko kykenee pidättämään kokonaisfosforia myös suuren virtaaman aikaan. Myös joulukuun 2011 suurten virtaamien aikana kosteikosta lähti vähemmän fosforia kuin sinne tuli.

Nitraattityppeä ei pidättynyt kosteikkoon seurantajakson aikana (reduktio -0,4 %). Syynä tähän oli alhainen lämpötila sekä kosteikkokasvillisuuden ja orgaanisen aineksen vähäisyys. Nitraattitypen pidättymisen parantamiseksi kasvillisuuden kehittyminen on keskeistä. Nitraattityppitaseen laskevista vaikeuttaa kosteikkoon pumpattavat runsaasti typpeä sisältävät salaojavedet, jotka ei ole mukana Sarsalanojan tulevassa kuormituksessa. Kosteikosta lähtevä nitraattityppi erityisesti keväisin on osittain peräisin näistä salaojavesistä.

Näytteenottojen yhteydessä havaittiin, että Tuusulanjärvestä virtasi itätuulten vallitessa laimeampaa vettä Seittelin kosteikkoon. Järvivesi on tällöin laimentanut kosteikosta mitattuja pitoisuuksia ja niiden perusteella lasketut ainepoistumat ovat liian suuria. Suurten virtaamien aikana virtaussuunta on kuitenkin aina järveen päin, joten kevään ja syksyn kuormitusarvioihin tällä ilmiöllä ei ole vaikutusta.

Kosteikon vesitasetta ei pystytty laskemaan luotettavasti, koska tulo- ja lähtöuomaan asennetut virtaaman mittauslaitteet eivät toimineet pienillä virtausnopeuksilla. Tämän vuoksi kuormituslaskelmissa käytettiin mallinnettua virtaamaa.

Rantamo-Seittelin kosteikon seurannan ensimmäisten vuosien ravinnereduktiot ovat ennakoarvioletta jonkin verran pienempiä, mutta ravinteiden pidättymisen odotetaan tehostuvan kasvillisuuden lisääntyessä altaissa. Tällöin voi olla mahdollista saavuttaa toteutussuunnitelmassa arvioitu 30–35 %:n pidätysteho (Puustinen ym. 2005), joka vastaa kokonaisfosforin osalta vuosittain n. 400 kg:n pidättymistä kosteikkoon. Vuoden 2010 osalta käytettävissä on vain alkuvuoden laskelmat, mutta vuonna 2011 kosteikkoon pidättyi 293 kg. Tuusulanjärven kokonaisfosforikuormitus vuodelle 2011 on n. 4 400 kg, josta Rantamo-Seittelin pidättämä 293 kg on n. 7 %.

6. SEURANNAN JATKO

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä ottaa vesinäytteitä kosteikkoon tulevasta ja lähtevästä vedestä (RS-YP, R-tie ja RS-AP). Näytteitä otetaan tulva-aikoina viikoittain ja kesäaikana kerran kuukaudessa. Vesinäytteistä tehdään samat määritykset kuin ELY-keskuksen puroseurannoissa: sameus, kiintoaine (0,4 µm Nuclepore-suodatin), sähkönjohtavuus, kokonaistypppi, nitriittinitraatti typpi, ammonium typpi, kokonaisfosfori ja fosfaattifosfori (0,4 µm Nuclepore-suodatin). Vesianalyysien tulokset toimitetaan vuosittain tallennettavaksi Hertta-järjestelmään. Vesinäytteenottojen yhteydessä mitataan veden lämpötila ja näkösyvyys sekä luetaan kosteikkoalueen ja Sarsalanonjan (SA 1,6) vedenkorkeusasteikot. Kuntayhtymä jatkaa seurantaa vuoden 2013 loppuun, jolloin arvioidaan jatkoseurannan tarve.

SYKE jatkaa kosteikon vedenlaadun jatkuvatoimista seurantaa ja tekee myös muutto- ja pesimälintulaskentoja. Kuntayhtymän vesinäytteiden tulokset tukevat SYKEN seurantaa.

Lähteet

Hietala, J. 2009: Rantamo-Seittelin kosteikon rakentamisen työnaikaisten vaikutusten seuranta. Väliraportti. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä. 7 s.

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 2009: Rantamo-Seittelin kosteikkoalueen tarkkailusuunnitelma 12.6.2008, päivitys 29.7.2009

Muukkonen, P. 2009. Tuusulanjärven vesitase vuosina 2003 - 2008 ja ravinnetaset vuosina 2005-2008. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä, 19 s. (<http://www.tuusulanjarvi.org/f/kuormitus.pdf>)

Puustinen M., Jormola J., & Jaakonaho O. 2005: Rantamo-Seittelin kosteikkohanke, toteuttamissuunnitelma 17.6.2005

Tervo J. 2011: Rantamo-Seittelin monivaikutteinen kosteikko maatalouden valumavesien ravinnekuormituksen vähentäjänä. Pro gradu tutkielma. Helsingin yliopisto, Luonnonmaantiede. 90 s.

Ympäristöhallinto, 2012: Oiva -ympäristö- ja paikkatietoaineisto, (25.1.2012)