

Suomen ympäristökeskus, Vesikeskus

Matalajärven kosteikon tulokset vuosilta 2012–2013

HULE-hankkeen osaraportti

Kasvio Pinja, Koskiaho Jari, Ulvi Teemu ja Jormola Jukka
2.11.2015

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	2
2.	Matalajärvi	2
3.	Matalajärven kosteikkopuhdistamo	3
4.	Kosteikossa tapahtuvat prosessit	5
5.	Matalajärven kosteikon toimivuuden seuranta	6
5.1.	Vesinäytteet	6
5.2.	Virtaamamittaus	7
5.3.	Automaattinen vedenlaatumittaus	7
6.	Seurannan tulokset	7
6.1.	Tulosten käsittely	7
6.2.	Jatkuvatoimisen mittauksen tulokset 15.7.–15.8.2013	8
6.2.1.	Virtaama	8
6.2.2.	Johtokyky ja pH	8
6.2.3.	Veden lämpötila	10
6.2.4.	Sameus, kiintoaine ja ravinteet	10
7.	Vesinäytteiden tulokset vuonna 2012 ja 2013	12
7.1.	Kiintoaines ja ravinteet vesinäytteissä	12
7.1.1.	Vuoden 2012 näytteet	12
7.1.2.	Vuoden 2013 näytteet ja vertailu edellisvuoteen	14
7.2.	Johtokyky, metallipitoisuudet ja kloridi	17
7.2.1.	Vuoden 2012 näytteet	18
7.2.2.	Vuoden 2013 näytteet	19
8.	Ravinteiden vuosikuormitus	21
9.	Tulosten tarkastelu	22
10.	Matalajärven kosteikkopuhdistamon toimivuuden arviointi	23
11.	Suosituksukset tuleville vuosille	25
	Lähteet	25

1. Johdanto

Työn tarkoituksena oli selvittää Espoon Matalajärveen laskevan Kulloonsillanpuroon (160 ha) vuonna 2011 rakennetun kosteikkopuhdistamon (Kuva 1) toimivuutta järveen kohdistuvan kuormituksen vähentämisessä. Kosteikon tarkoituksena on pidättää pelloilta huuhtoutuvia ravinteita ja kiintoainesta sekä mm. maanteiltä syntyviä hulevesien haitta-aineita.

Kosteikon toimivuutta selvitettiin mittaamalla Kulloonsillanpurosta vedenlaatua vuonna 2012 keväällä, kesällä ja syksyllä noin kerran kuussa haetuilla vesinäytteillä sekä vuonna 2013 jatkuvatoimisella mittarilla ja erillisillä vedenlaatunäytteillä. Selvitys kuuluu osaksi HULE-hanketta (2012–2015), jossa tutkitaan erilaisten hulevesien hallintamenetelmien toimivuutta.



Kuva 1. Matalajärven kosteikkopuhdistamo keväällä 2012.

2. Matalajärvi

Matalajärvi (71 ha) sijaitsee Pohjois-Espoossa Espoonjoen vesistöalueella. Järvi valuma-alueineen (474 ha) kuuluu osaksi suurempaa Bodominjärven valuma-alueita ja sijoittuu Bodominjärven itäpuolelle. Suuren ulkoisen ja sisäisen kuormituksen johdosta järvi on rehevöitynyt, jonka seurauksena järvi on viime vuosikymmeninä mataloitunut. Matalajärven keskisyvyys on 0,5 metriä. Järvi on luontaisestikin rehevä, mutta viimeisen vuosisadan kehitys on lisännyt rehevyyttä aiheuttaen järven nykyisen ylirehevän eli hypertrofisen tilan (Mykkänen 2006). Suuren osan järven vesipinta-alasta oli vielä muutama vuosi sitten vallannut karvalehti (Kuvat 2 ja 3), mutta järveen ilmestynyt vesirutto on vähentänyt sen määrää selvästi (Barkman 2015).

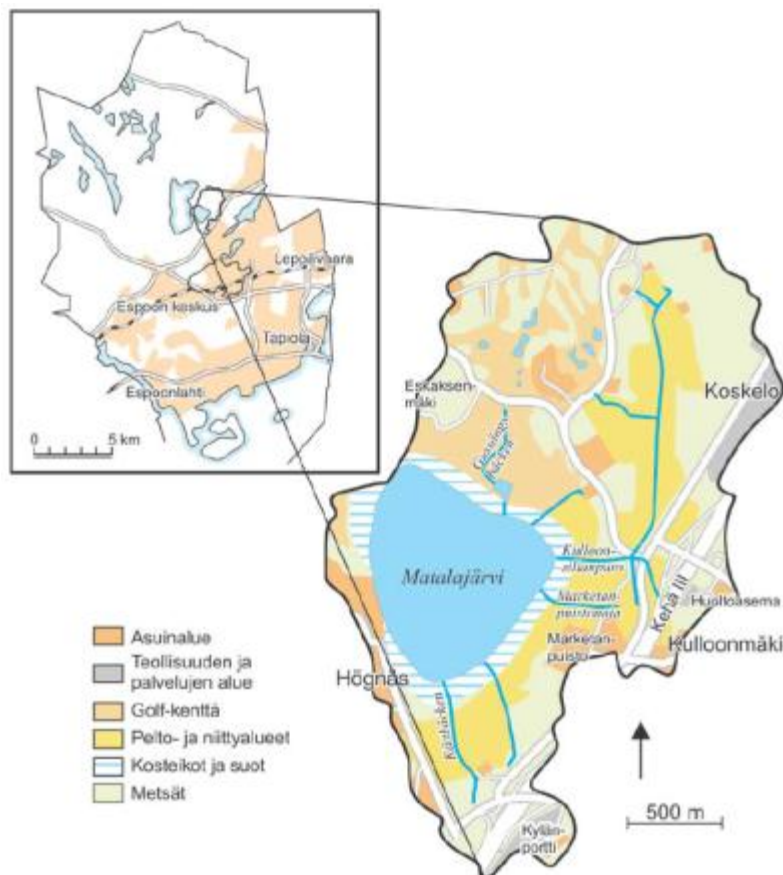
Matalajärven kuormituksesta on laadittu useita selvityksiä ja sen tilanteen parantamiseksi on laadittu erilaisia kunnostussuunnitelmia. Kunnostustoimenpiteinä järveä on hapetettu ja hoitokalastettu, siihen on istutettu haukea ja sieltä on niitetty karvalehteä useita vuosia tavoitteena pysäyttää sisäinen kuormitus ja siten myös suojella alueen erityistä lajistoa ja arvokasta Natura-alueita (Barkman 2010). Kosteikkopuhdistamon rakentaminen oli ensimmäinen askel järven valumavesien hallinnan kehittämisessä tavoitteena veden laadun parantaminen ja siten järveen kohdistuvan haitallisten aineiden kuormituksen vähentäminen.



Kuvat 2 ja 3. Karvalehti peittää suuren osan Matalajärvestä.

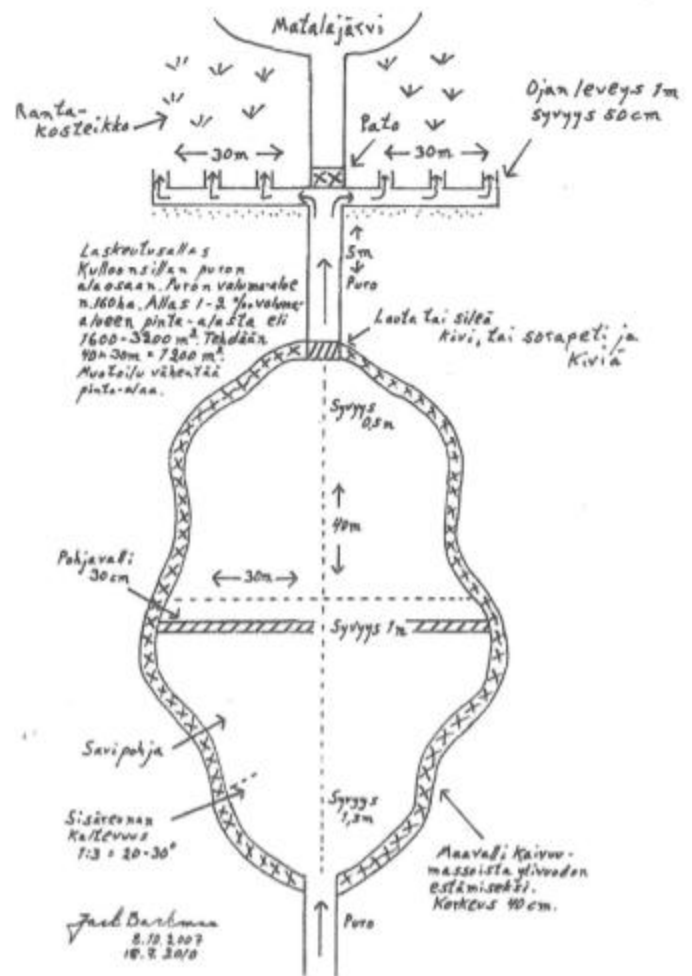
3. Matalajärven kosteikkopuhdistamo

Matalajärveen laskevaan Kulloonsillanojaan johdetaan hulevesiä Kehä III -tieltä, Koskelon tehdasalueelta sekä muutamien yritysten pihoilta. (Kuva 4). Kulloonsillanpuron valuma-alueesta 11 % on rakennettua aluetta (Kuusisto-Hjort 2011). Kosteikkoaltaan suunnittelussa otettiin huomioon paikalliset ympäristötavoitteet ja olosuhteet sekä Natura-suojeluarvot. Kosteikkopuhdistamo kuului osaksi Matalajärven kunnostustyösuunnitelmaa (Barkman 2010).



Kuva 4. Kosteikko sijaitsee Pohjois-Espoossa Matalajärven länsipuolella Kulloonsillanpurossa juuri ennen puron laskemista järveen (Kuva: Kuusisto-Hjort 2011).

Kosteikkopuhdistamo (pinta-ala 1200 m²) on pieni, 0,08 % yläpuolisen valuma-alueen 160 ha:n pinta-alasta. Kosteikko on rakennettu erittäin herkästi tulvivalle alueelle Natura-alueen reunalle Kulloonsillanpuron varrelle (Kuva 5). Tulva-aikaan keväällä ja syksyllä vesi levittäytyy tulva-alueelle peittäen myös kosteikon veden alle. Suunnitelmapiirustusten mukaan kosteikko muodostuu kahdesta altaasta, joista ensimmäinen on syvyydeltään 1,5 m ja jälkimmäinen 0,5 m (Kuva 6). Syvempään osioon saviaineksella on mahdollisuus laskeutua paremmin (Kuva 6). Altaan sisäreunan kaltevuus on 1:3 ja kosteikon rakennetta on tuettu luonnonkivillä. Samoin pato on rakennettu luonnonkivistä sekä puulevyistä, joissa on kolme pientä V-aukkoa (Kuva 7). Kampaajat (Kuva 8) kaivettiin molemmille puolille ojaa, ja ne johtavat vedet kasvillisuuden peittämän tulvaniittyalueen (rantakosteikko kuvassa 6) kautta Matalajärveen. Kosteikon ja padon rakentamisen jälkeen Kulloonsillanpuron alaosa padottiin umpeen, jotta vesi ohjautuu sivusuuntiin suotaantumaan ja puhdistumaan kaivettuihin kampaajiin.



Kuvat 5 ja 6. Kulloonsillanpuro virtaa peltöjen välissä ennen kosteikkopuhdistamaa. Suunnitelmapiirustuksen mukaan kosteikko rakentuu kahdesta, syvyyksiltään 1,5 metriä ja 0,5 metriä olevasta altaasta sekä kampaajista. Vesisyvyys pienenee kosteikon ulosvirtauskohtaa kohti.



Kuvat 7 ja 8. Pato on rakennettu kahdesta puulevystä jossa on pieni V-aukko. Kampaajat kuljettavat kosteikosta tulevan veden edelleen puhdistumaan tulvaniittyalueelle.

4. Kosteikossa tapahtuvat prosessit

Kosteikkoon tulevan kuormituksen perusongelmina ovat suuret yhtäkkiset vesimäärät sekä samanaikaiset suuret pitoisuudet ja matalat lämpötilat keväällä ja syksyllä. Kesällä kosteikko toimii yleisesti tehokkaimmin. Kosteikon suhteellinen koko vaikuttaa kiintoaineen ja ravinteiden pidättymiseen; mitä suurempi kosteikko, sitä suurempi osuus kosteikkoon tulevasta kuormituksesta pidättyy (Puustinen ym. 2007).

Kiintoaineksen laskeutumiseen vaikuttaa veden sisältämän kiintoaineen partikkelikokojakauma. Partikkelien laskeutuminen on kosteikkojen yksi merkittävimmistä mekanismeista, jolloin etenkin fosforia ja orgaanista typpeä pidättyy altaaseen. Siksi Matalajärven kosteikko muodostuu kahdesta erityyppisestä altaasta, joista ensimmäiseen tulisi isompien partikkelien laskeutua. Syvässä osassa on myös todennäköisemmin vähähappisia vyöhykkeitä, joissa nitraattityppeä denitrifioituu tehokkaimmin ilmakehään. Kosteikon matalassa loppuosassa vallitsevat hapelliset olot edistävät puolestaan liuenneen fosforin adsorptiota kosteikon maaperään. Adsorptioprosessia säätelevät happitilanteen lisäksi myös maaperän ja kosteikkoon tulevan veden ominaisuudet. Kosteikon maaperän sisältämän raudan, alumiinin ja fosforin määrät yhdessä tulevan veden liuenneen fosforin pitoisuuden kanssa hakevat tasapainotilan, jonka mukaan fosforia joko pidättyy kosteikon maaperään tai vapautuu siitä.

Denitrifikaation eli nitraattityypen pelkistymiseen kaasumaiseen muotoon vaikuttavat kosteikossa olevan orgaanisen aineen määrä, tulevan veden nitraattipitoisuus sekä lämpötila. Etenkin kesällä lämpötilan noustessa denitrifikaatioprosessi toimii voimakkaana. Tämä ei heikkene ajan myötä toisin kuin liuenneen fosforin adsorptio, jonka suhteen kosteikko voi saavuttaa kyllästystilan fosforin sitoutumispaikkojen loppuessa. Pienten levien ja mikrobien ravinteidenkulutus ja sedimentoituminen saattaa olla merkittävä pidättymisprosessi kosteikoissa, joskin tästä on toistaiseksi vähän tutkimustuloksia. Isojen vesikasvien eli makrofyyttien ravinteidenoton nettovaikutus on vuositasolla kosteikoissa melko vähäinen, sillä kasvukausi on Suomessa vain muutaman kuukauden vuodessa ja kuolleesta kasvibiomassasta ravinteita myös vapautuu veteen. Kasvillisuudella on kuitenkin useita pidättymisprosessien kannalta suotuisia epäsuoria vaikutuksia. Tiheä kasvillisuus suodattaa pieniä savipartikkeleita, minkä lisäksi se edistää sedimentaatiota hidastamalla virtausta. Kasvillisuus tuottaa kosteikkoon denitrifikaation edellyttämää orgaanista ainetta ja vedenpinnan yläpuolisen makrofyyttikasvillisuuden juuristonsa kautta kosteikon sedimenttiin vapauttama happi on omiaan edistämään fosforin adsorptiota.

Monimuotoisuudella voidaan parantaa kosteikon toimivuutta, kun veden virtaus hidastuu ja kiintoaines ehtii laskeutua pohjaan. Kosteikon monimuotoisuutta voidaan lisätä syvänteiden ja matalien alueiden vaihtelulla, kasvillisuusvyöhykkeillä, loivilla rantavyöhykkeillä, tulva-alueilla, niemikkeillä ja saarekkeilla.

5. Matalajärven kosteikon toimivuuden seuranta

Espoon ympäristökeskus ja SYKE tutkivat yhteistyössä Matalajärven alueen kosteikkopuhdistamon toimivuutta vedenlaatu näytteiden avulla vuosina 2012 ja 2013 sekä jatkuvatoimisella mittareilla kuukauden ajan kesällä 2013. SYKE vastasi näytteenoton hausta vuonna 2012 ja Espoon ympäristökeskus vuonna 2013. Metropolilab Oy analysoi vesinäytteet.

Luode Consulting Oy mittasi virtaamaa ja vedenlaatua jatkuvatoimisilla mittalaitteilla kuukauden ajan 15.7.2013 alkaen. Mittauspaikat sijaitsivat kosteikkoon tulevassa uomassa sekä kosteikon purkupaidon sisäpuolella. Mittausväli oli 10 minuuttia. Tiedot siirrettiin Luodeen datapalvelun www-sivuille kaksi kertaa päivässä, jotta mittauksen laadunvarmistus pystyttiin tekemään lähes reaaliaikaisesti.

Ajankohta valittiin edellisvuoden seurannan perusteella. Keväällä ja syksyllä alue tulvii niin paljon, että kosteikko peittyy tulvan alle. Toisin sanoen kosteikon tilavuus ei riitä tulva-aikoina Kulloonsillanpuron vesimäärille. Mittarit asennettiin tierumpuun ennen kosteikkoa (Kuva 9) ja toinen kosteikon jälkeen V-aukkopatoon.



Kuva 9. Jatkuvatoiset mittarit sijaitsivat tierummussa ennen kosteikkoa ja kosteikon jälkeen olevassa V-padossa heinä- elokuussa 2013 1 kk:n ajan.

5.1. Vesinäytteet

Yksittäisiä vesinäytteitä kerättiin vuonna 2012 noin kerran kuussa ja vuonna 2013 noin kaksi kertaa kuussa sadetapahtumien yhteydessä kesäaikana. Vuonna 2012 yksittäiset vesinäytteet analysoitiin noin kerran kuussa huhtikuusta syyskuuhun sadetapahtumien jälkeen tai niiden yhteydessä. Näyttekertoja oli vuonna 2012 kahdeksan ja vuonna 2013 seitsemän kolmesta pisteestä kesäaikaan (kesäkuu-syyskuu). Näytepisteitä oli kolme; ennen kosteikkoa (M1), kosteikon jälkeen (M2) ja kampaajasta (M3). Laboratorioanalyysissä noudatettiin standardisoituja menetelmiä.

5.2.Virtaamamittaus

Kosteikkoon tuleva virtaama mitattiin kahdella tavalla: pinnankorkeuteen ja purkautumiskäyrään perustuen sekä akustisella virtaamamittarilla. Mittalaitteena käytettiin Sontek IQ -virtaamamittaria. Akustinen virtaamamittaus toimii vain, kun putkessa on yli 10 cm vettä eli sillä saadaan hyvä arvio suurista virtaamista ja erityisesti padottavista tilanteista. Pinnankorkeuteen perustuva virtaama-arvio toimii hyvin pienillä virtaamilla, mutta se yliarvioi virtaamaa tulvatilanteissa, kun vesi on korkealla, mutta padotus hidastaa veden liikettä. Näistä kahdesta erilaisesta mittaamenetelmästä tehtiin yhdistelmä, joka antaa parhaan mahdollisen virtaamatiedon koko mittausjaksolta. Virtaama mitattiin vain tulevasta uomasta.

5.3.Automaattinen vedenlaatumittaus

Automaattiset vedenlaatumittaukset tehtiin YSI6600 -sondeilla. Kosteikkoon tulevasta vedestä mitattiin sameutta, johtokykyä, pH:ta ja lämpötilaa. Lähtevästä vedestä mitattiin samat parametrit pH:ta lukuun ottamatta. Taulukossa 1 on esitetty sondin mittausalueet ja mittaustarkkuudet:

Taulukko 1. YSI6600 -sondilla mitatut suureet ja sondin tärkeimmät ominaisuudet.

Muuttuja	Skaala	Resoluutio	Tarkkuus valmistajan mukaan	Tarkkuus Luoteen kokemuksen perusteella maasto-olosuhteissa	Huoltoväli	Kalibrointiväli
sähkönjohtavuus	0-100 mS/cm	0.001 mS/cm	± 0,5% tai 0.001 mS/cm	± 0,5% tai 0.003 mS/cm	2-4 vk	6 kk
lämpötila	-5 - +50 °C	0,01 °C	± 0,15 °C	koko skaalalla ± 0,15 °C, nollan läheisyydessä ± 0,02 °C	ei huoltoa	ei kalibrointia
sameus	0-1000 NTU	0,1 NTU	±2 % tai 0,3 NTU	±3 % tai 1 NTU	2-4 vk	6 kk
pH	0-14	0,01	± 0,2	± 0,3	1-2 vk	4-8 vk

6. Seurannan tulokset

6.1. Tulosten käsittely

Tuloksissa esitetään vuoden 2013 jatkuvatoimisen mittausaineiston tulokset, jonka jälkeen niitä vertaillaan vuoden 2012 ja 2013 vesinäytteiden tuloksiin.

Veden kiintoaine- ja fosforipitoisuutta ei voida mitata suoraan jatkuvatoimisilla antureilla, joten kiintoaineen ja fosforin sijaismuuttujana voidaan suotuisissa olosuhteissa käyttää sameutta. Yleisesti voidaan olettaa, että sameuden 1 NTU-yksikkö vastaa noin 1 mg/l kiintoainepitoisuutta. Kun suuri osa valuma-alueesta on savikkoa, niin voidaan olettaa, että suuri osa laboratorion määrittämästä kiintoaineesta on savipartikkelien luokkaa.

Tulosten käsittelyssä selvitettiin regressioanalyysin avulla sameuden ja kiintoaine- sekä kokonaisfosforipitoisuuden välinen korrelaatio vuoden 2013 vesinäytteiden tuloksista. Regressioanalyysissä vesinäyteanalyysin sameusarvot sijoitetaan x-akselille ja vesinäyteanalyysin kiintoaine- tai kokonaisfosforiarvot y-akselille, jolloin voidaan tehdä päätelmiä sameuden sekä kiintoaine- ja fosforipitoisuuksien yhteydestä.

Analyysin perusteella kokonaisfosforipitoisuus korreloi voimakkaasti savimailta peräisin olevan kiintoaineen kanssa, koska fosfori sitoutuu voimakkaasti savimineraalien sisältämiin rauta- ja alumiinioksidipolymeereihin. Sameuden ja kiintoaineen sekä sameuden ja kokonaisfosforin välinen korrelaatio oli voimakasta (ks. selitysasteet R^2 alla), joten ainepitoisuudet voitiin luotettavasti laskea sameuden perusteella.

Kertänäytteinä otetuista vesinäytteistä saatiin seuraavat korrelaatioyhtälöt (yhtälöissä x = sameus, y = kiintoainepitoisuus (mg/l) tai kokonaisfosforipitoisuus (µg/l)).

- tulevalle karkealle kiintoaineelle: $y = 0,3897x$ ($R^2 = 0,95$)
- tulevalle kokonaisfosforille: $y = 0,836x + 73,98$ ($R^2 = 0,84$)
- lähtevälle kiintoaineelle: $y = 0,5879x$ ($R^2 = 0,96$)
- lähtevälle kokonaisfosforille: $y = 1,134x + 62,04$ ($R^2 = 0,93$)

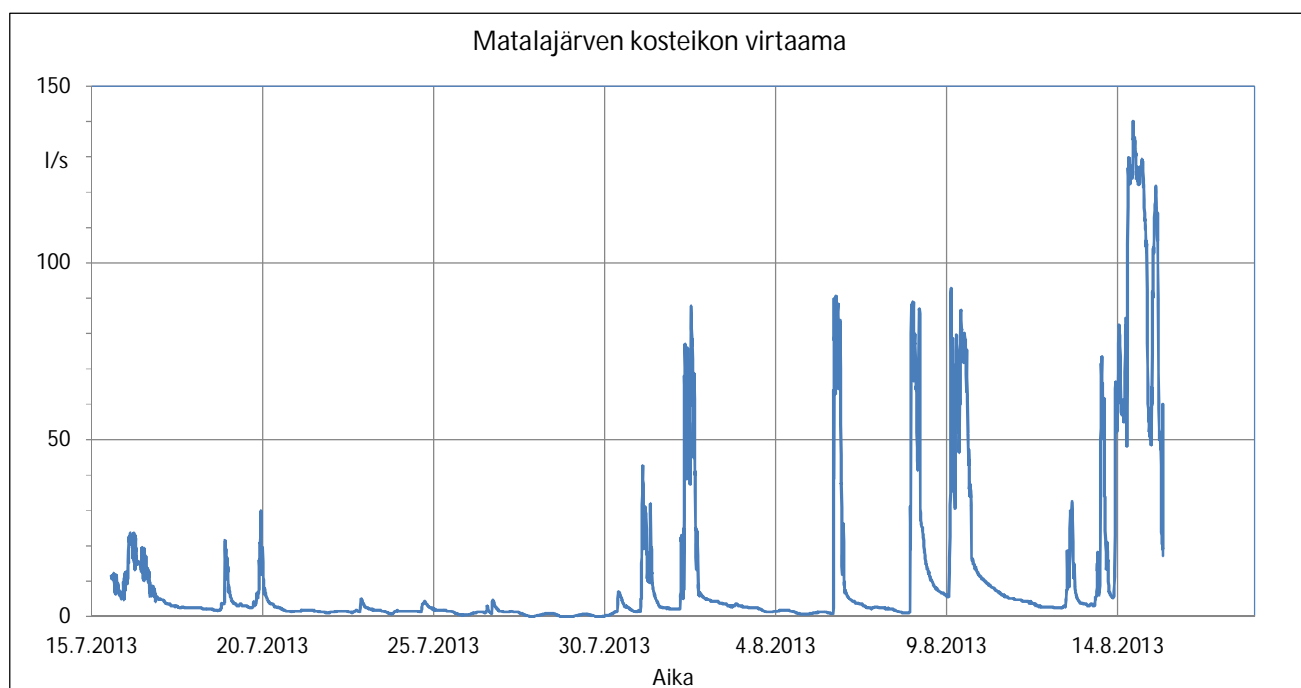
Em. vesinäytteistä laskettuja korrelaatioyhtälöitä hyödynnettiin arvioimalla kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuudet jatkuvatoimisesti mitatusta sameudesta. Kokonaisfosfori- ja kiintoainekuormitukset laskettiin hyödyntämällä yhdistelmävirtaamaa (kuormitus = pitoisuus x virtaama).

Laboratoriossa analysoitujen vesinäytteiden kiintoaines suodatettiin karkealle paperille (GF/C, läpäisevyys 1,2 µm, suodatusnopeus 100 s/100 ml, paksuus 260 µm), jolloin hieno kiintoaines ei näy mittauksissa. Täten voidaan olettaa, että kiintoainepitoisuudet ovat todellisuudessa korkeammat, kuin mitä vesinäytteiden mittaukset näyttävät. Vesinäytteistä analysoitiin laboratoriossa nitriitti- ja nitraattitypen summa. Koska nitriittitypen ($\text{NO}_2\text{-N}$) osuus on tässä häviävän pieni, puhutaan tässä raportissa pelkästään nitraattitypestä ($\text{NO}_3\text{-N}$).

6.2. Jatkuvatoimisen mittauksen tulokset 15.7.–15.8.2013

6.2.1. Virtaama

Matalajärven kosteikkoon tulevan virtaaman (Kuva 10) vaihteluväli oli 0–140 l/s ollen keskimäärin 11,2 l/s. Suurimmillaan virtaama oli 14.8.2013 tapahtuneen rankkasateen jälkeen.

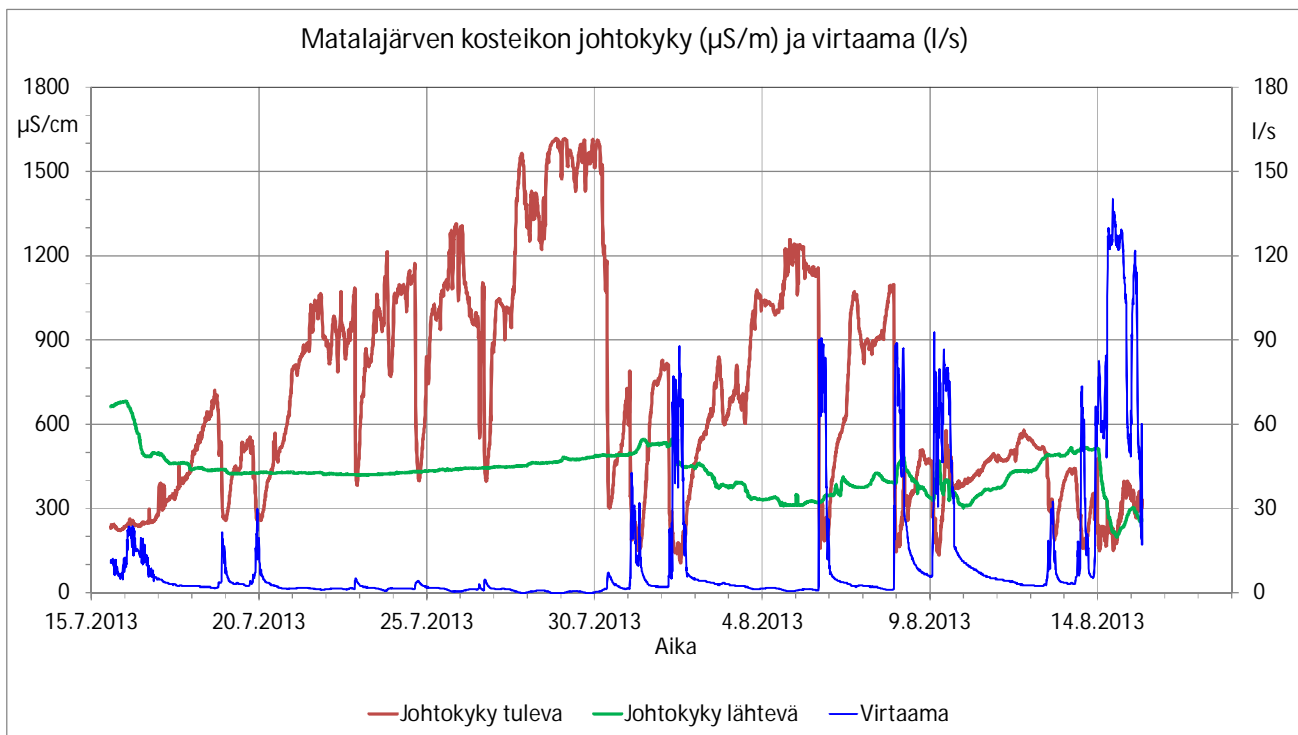


Kuva 10. Matalajärven kosteikkoon tuleva virtaama (l/s) 15.7.–15.8.2013.

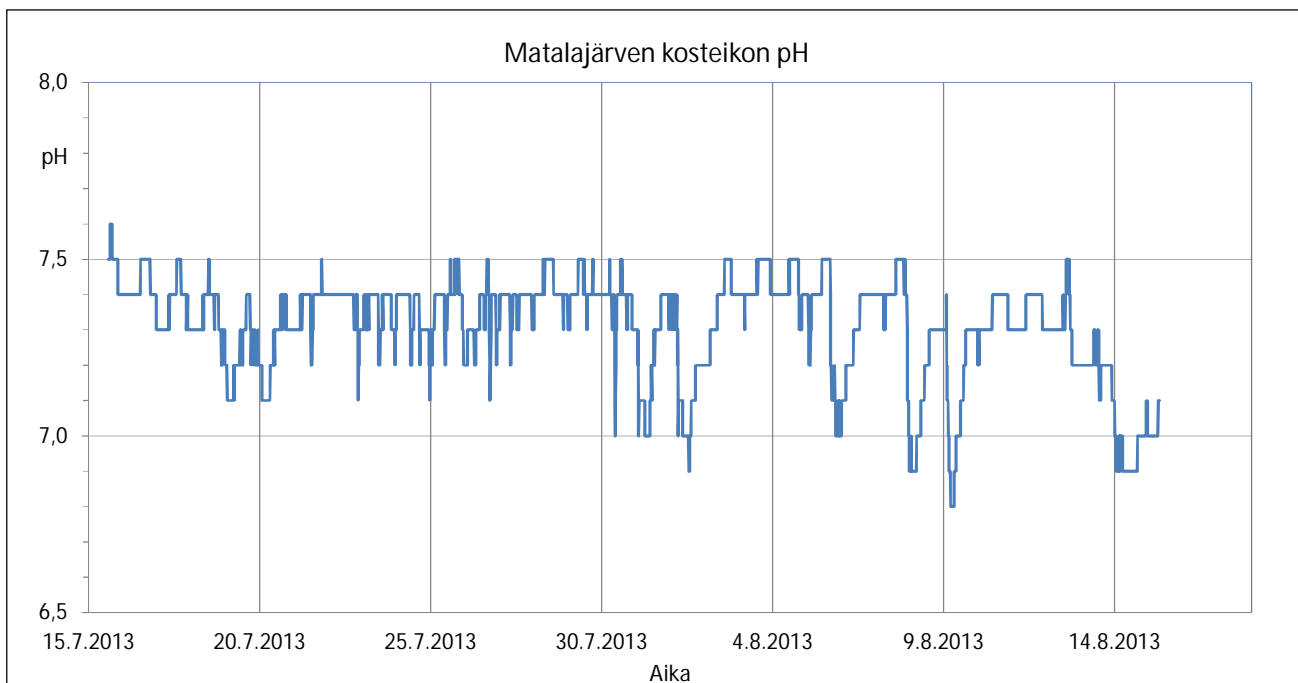
6.2.2. Johtokyky ja pH

Kosteikkoon tulevan veden johtokyky (keskiarvo 690 µS/cm) oli pääsääntöisesti korkeampi kuin kosteikosta lähtevän veden (keskiarvo 430 µS/cm). Suuren virtaaman aikana johtokyky aleni, kun vesi laimeni, jolloin kosteikosta lähtevän veden johtokyky oli hetken suurempi (Kuva 11). Johtokyvyn arvot olivat hyvin korkeita, mikä viittaa korkeaan suolapitoisuuteen kosteikossa.

Kosteikkoon tulevan veden pH-lukujen (Kuva 12) perusteella voidaan otaksua, että Matalajärvi on ns. kalkkilähdejärvi, eli alueen maaperä ei ole kovinkaan hapan. Muut lähistöllä sijaitsevat järvet ovat yleisesti ottaen happamampia.



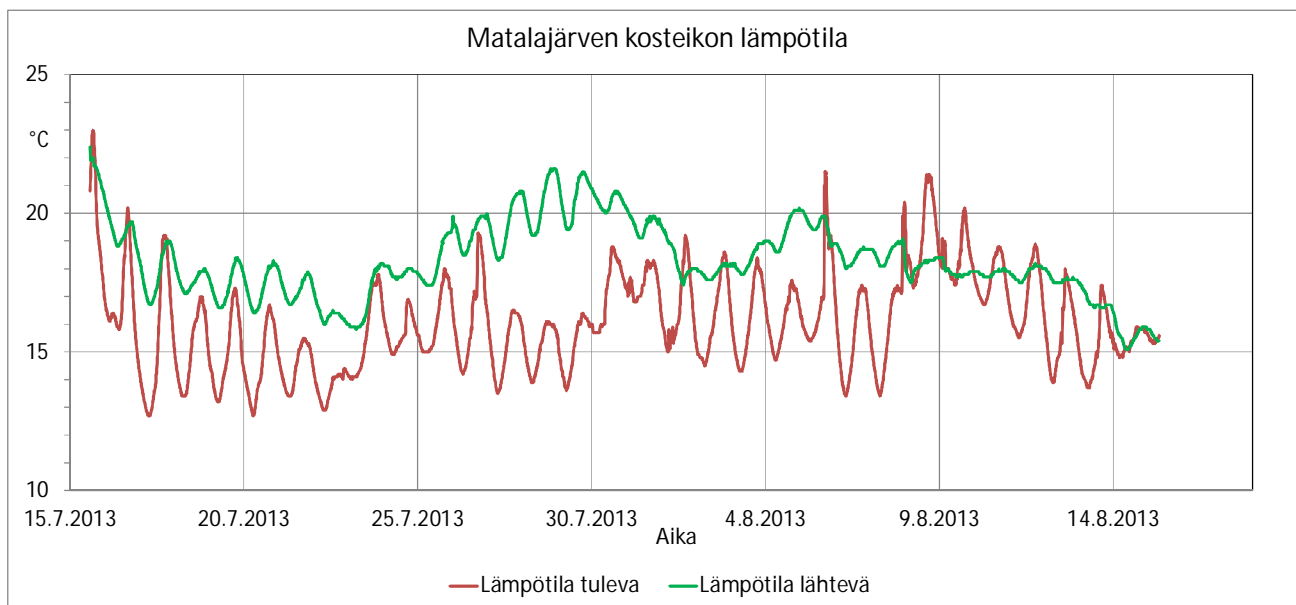
Kuva 11. Matalajärven kosteikkoon tulevan ja kosteikosta lähtevän veden johtokyky ($\mu\text{S}/\text{m}$) ja virtaama (l/s) 15.7.–15.8.2013.



Kuva 12. Matalajärven kosteikkoon tulevan veden pH 15.7.–15.8.2013.

6.2.3. Veden lämpötila

Veden lämpötila (Kuva 13) nousi kosteikossa keskimäärin 2,2 asteella 16,1:stä 18,3 °C:een. Lähtevän veden lämpötila nousee kesäaikaan kosteikossa, kun aurinko ja ilma lämmittävät vettä altaassa, jossa vesi viipty päivästä viikkoihin. Allasmainen osuus mahdollistaa veden kiertämisen kosteikossa siten, että vesi ehtii lämmitä altaassa ja viipty pitkään ennen virtausta Matalajärveen.



Kuva 13. Matalajärven kosteikkoon tulevan ja kosteikosta lähtevän veden lämpötila 15.7.–15.8.2013. Lämpötila vaihtelee päivän aikana muutaman asteen verran sekä tulevassa että lähtevässä vedessä.

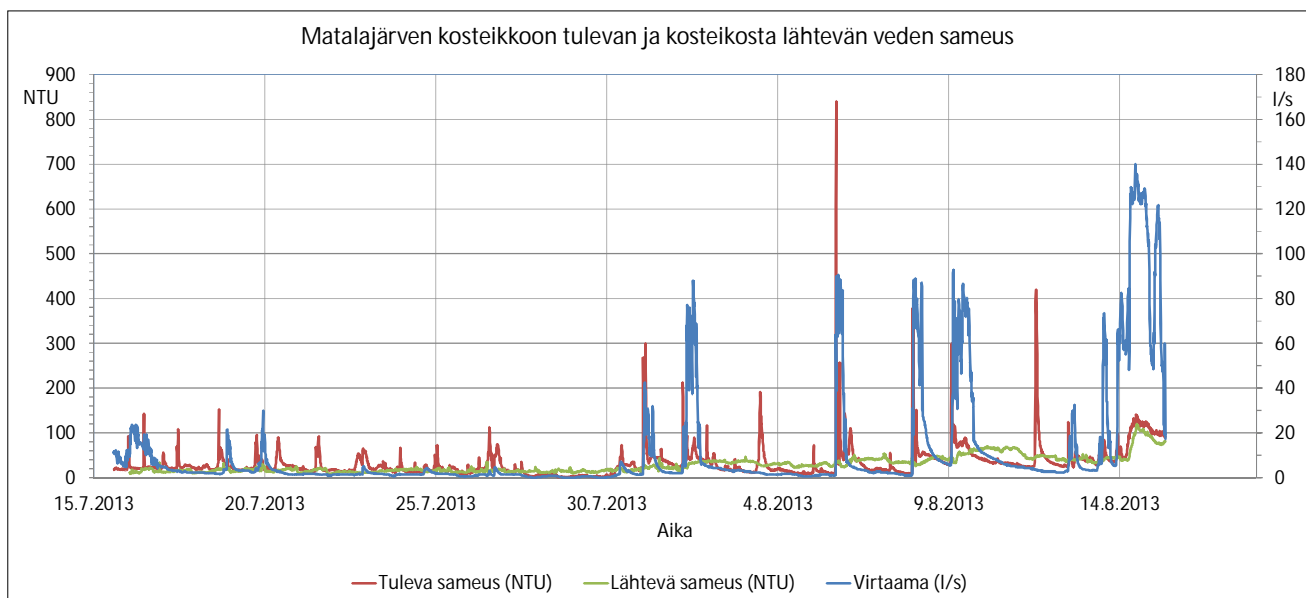
6.2.4. Sameus, kiintoaine ja ravinteet

Veden sameus oli mittausjaksolla Kulloonsillanpurossa kosteikkoon tulevassa vedessä pääsääntöisesti korkeampi kuin kosteikosta lähtevän veden sameus (Kuva 14). Keskimäärin sameus oli tulevassa vedessä 33 NTU ja lähtevässä vedessä 29 NTU. Maksimi ja minimi olivat tulevassa 840 NTU ja 1,6 sekä lähtevässä 120 NTU ja 8,3. Sameuden keskiarvo aleni 12 %:lla ja maksimi 86 %:lla. Huipussaan sameus oli 5.8. klo 16:50 (840 NTU) ja pysyi pitkään korkealla myös 6.8., mikä johtui sateista. Sameuspiikkejä esiintyi myös 7.8., 11.8. sekä 14.8 ja 15.8., jolloin suuret sateet nostivat virtaamat jopa yli 130 l/s. Tällöin sameus kasvoi myös lähtevässä vedessä (14.8. klo 11:50 120 NTU). Muutoin lähtevässä vedessä sameus ei noussut yhtä korkeaksi, vaan piikit olivat pienempiä ja esiintyivät harvemmin. Joskus sameuspiikkejä esiintyi myös muulloin kuin sateiden yhteydessä, jolloin syynä voivat olla esim. uomassa tehdyt kaivutyöt.

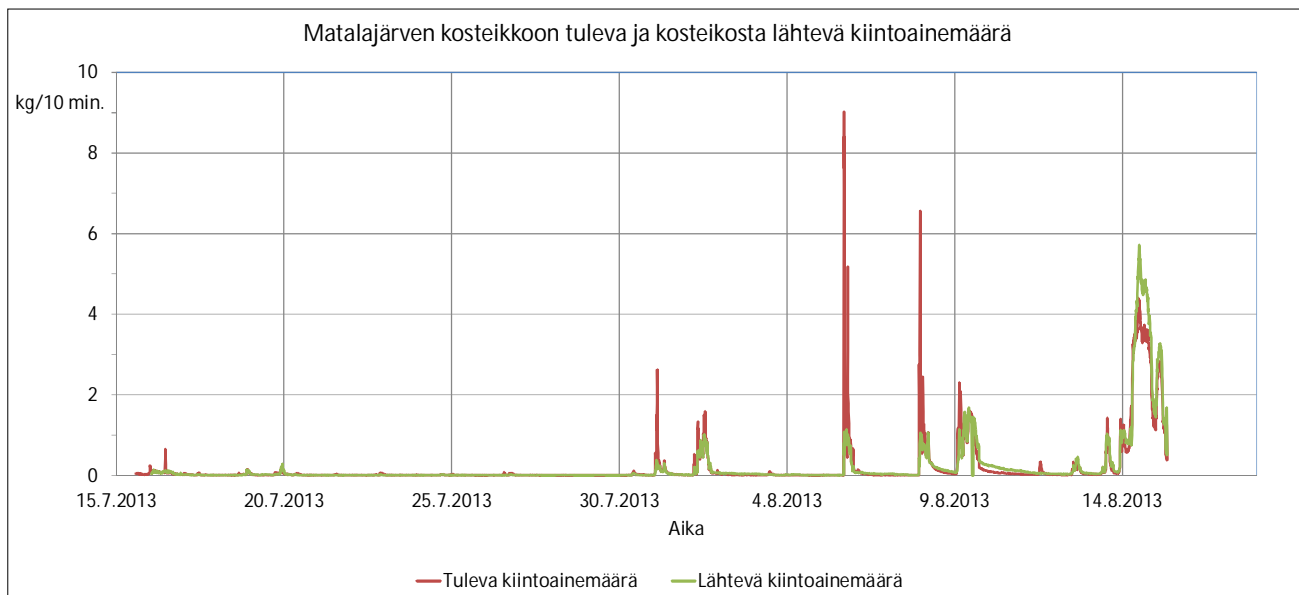
Kosteikon viipymä oli keskimäärin 48 h eli 2 päivää. Tässä oli suurta vaihtelevuutta, sillä kuivana kautena viipymä oli suurimmillaan jopa 605 h eli 25 päivää. Sameuspiikkejä oli tulevassa vedessä huomattavasti enemmän ja ne olivat selvästi korkeampia kuin lähtevässä. Tulevan veden korkeimpien sameuksien (> 120 NTU) suuruus arvoja ei havaittu lähtevässä vedessä lainkaan. Suurimmat sameuspiikit tulevassa vedessä esiintyivät elokuun alussa voimakkaiden sateiden yhteydessä. Nämä sateet saivat sameuden kohoamaan myös lähtevässä vedessä mittausjakson maksimiinsa.

Kohdassa 4.1 esitettyjen kaavojen perusteella laskettu karkean kiintoaineen keskipitoisuus mittausjaksolla oli tulevassa vedessä 13 mg/l ja lähtevässä vedessä 17 mg/l. Laskennallisten pitoisuuksien ja mitatun virtaaman mukaan mittausjaksolla kosteikkoon tuli 870 kg ja kosteikosta lähti 904 kg karkeaa kiintoainetta, jolloin poistuma oli lievästi negatiivinen (-4 %). Toisin sanoen karkeaa kiintoainetta huuhtoutui ulos kosteikosta jonkin verran. Huuhtouma oli suurta erityisesti jakson lopulla sattuneen rankkasadejakson aikana (Kuva 15). Sen sijaan kokonaisfosforia pidättyi kosteikkoon: em. tavalla lasketut tulevan ja lähtevän veden keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet mittausjaksolla

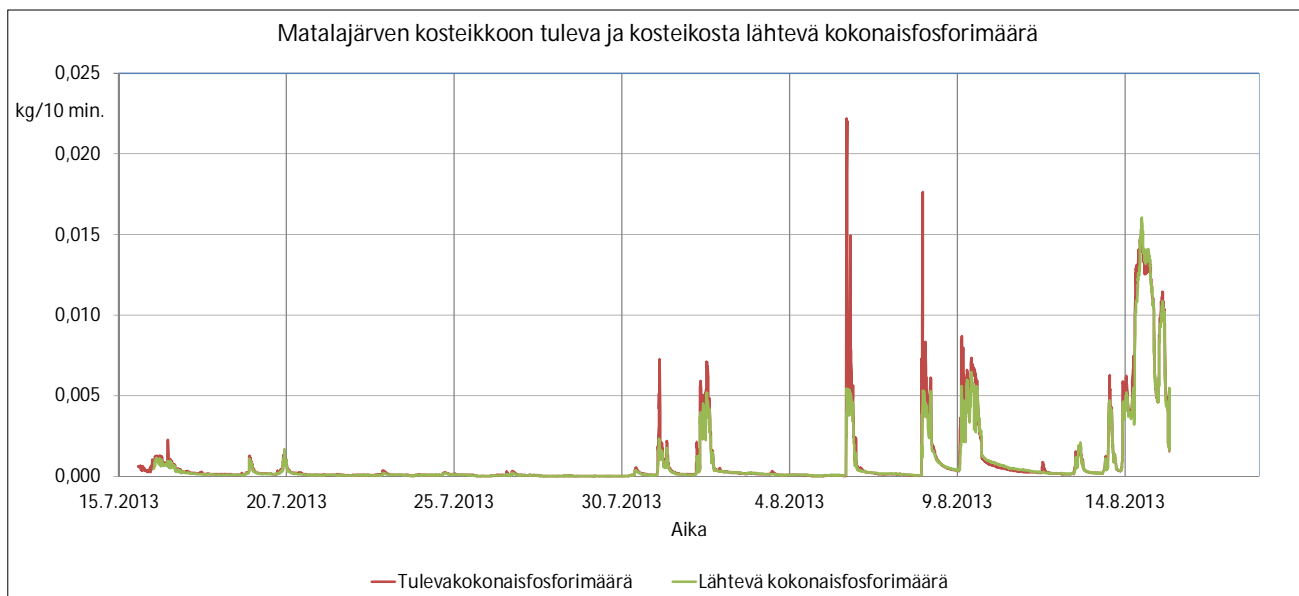
olivat 102 ja 95 µg/l. Laskennallisen pitoisuusaikasarjan perusteella kosteikkoon tulevaksi kokonaisfosforimääräksi (ks. Kuva 16) saatiin 4,1 kg ja kosteikosta lähteväksi 3,6 kg ja kokonaisfosforin poistumaksi siten 12 %. Tulokset viittaavat siihen, että kesäisellä tutkimusjaksolla, jolloin virtaama oli ajoittain varsin voimakasta, kiintoainetta ja oletettavasti myös partikkelimaisessa muodossa ollutta fosforia on huuhtoutunut ulos kosteikosta. Sen sijaan liuennutta fosfaattifosforia on todennäköisesti kasvillisuuden ja muun biologisen ravinteidenkulutuksen sekä kosteikon pohjasedimenttiin sitoutumisen kautta pidättynyt kosteikkoon. Tähän viittaavat myös seuraavassa kappaleessa käsiteltävät vesinäytetulokset, joiden mukaan keskimääräinen fosfaattifosforipitoisuus vuosien 2012–2013 mittausjaksolla oli lähtevässä vedessä selvästi matalampi kuin tulevassa vedessä.



Kuva 14. Matalajärven kosteikkoon tuleva virtaama sekä kosteikkoon tulevan ja kosteikosta lähtevän veden sameus 15.7.–15.8.2013. Jatkuvatoimisen mittarin tulosten perusteella kosteikko alentaa ja viivyttaa kesäaikaisia sameuspiikkejä.



Kuva 15. Matalajärven kosteikkoon tulevan ja kosteikosta lähtevän veden mukana kulkeneen kiintoaineen määrä (kg/10 minuutin aika-askel) 15.7.–15.8.2013.



Kuva 16. Matalajärven kosteikkoon tulevan ja kosteikosta lähtevän veden mukana kulkeneen kokonaisfosforin määrä (kg/10 minuutin aika-askel) 15.7.–15.8.2013.

7. Vesinäytteiden tulokset vuonna 2012 ja 2013

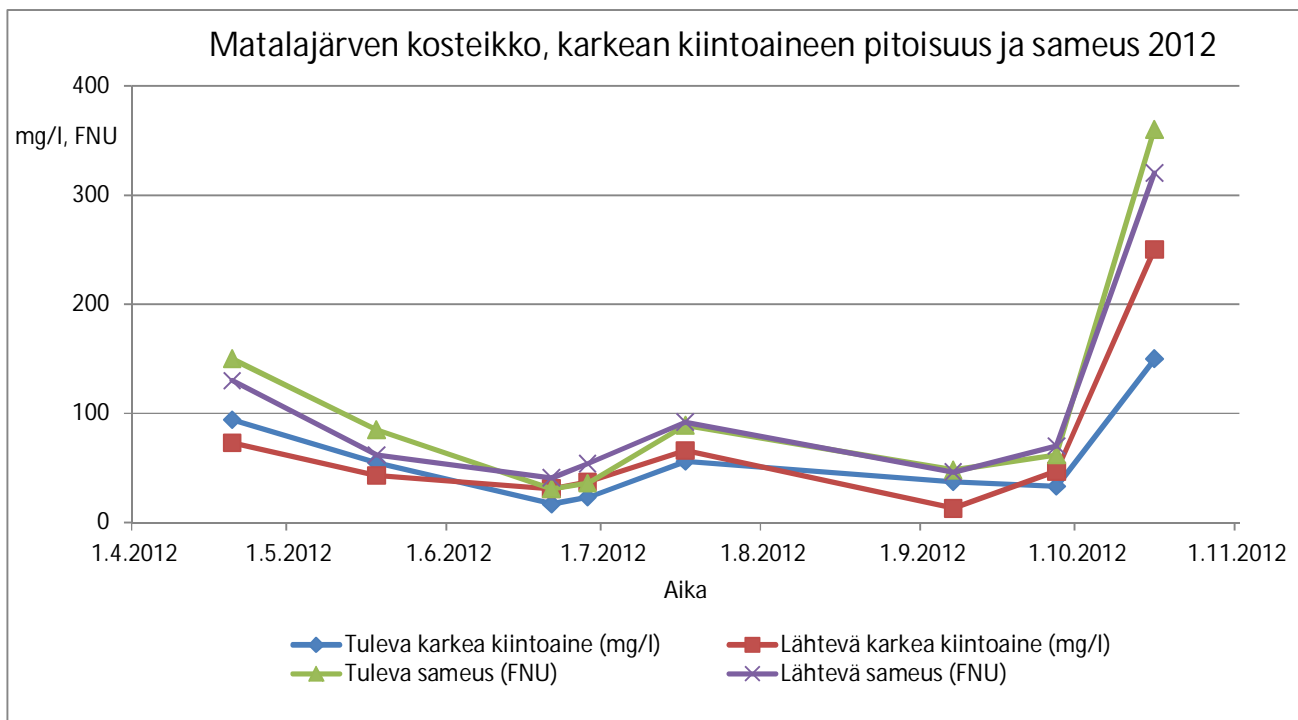
7.1. Kiintoaines ja ravinteet vesinäytteissä

7.1.1. Vuoden 2012 näytteet

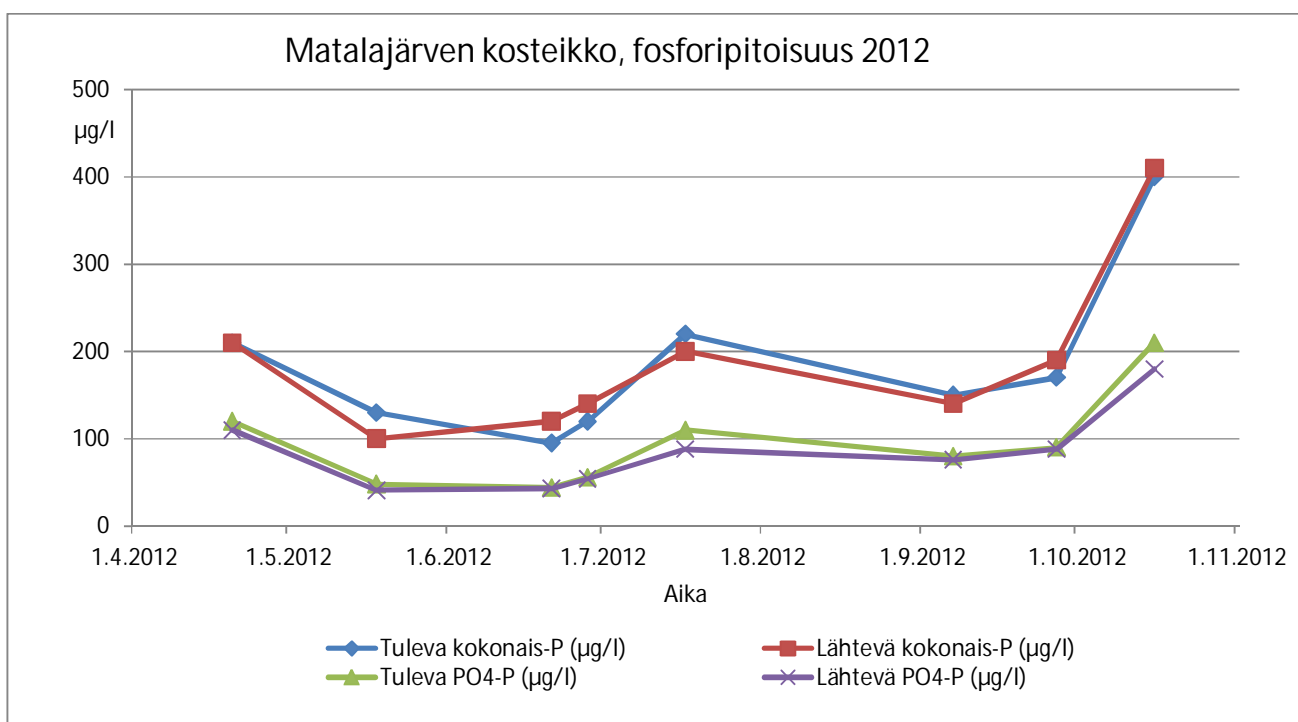
Näytteitä haettiin kevään ja syksyn aikana kahdeksan kertaa. Tulosten tarkastelussa on huomioitava, että ennen kosteikkoa ja kosteikon jälkeen tutkitut vedenlaatumittaukset eivät olleet ns. samaa vettä, sillä vesi viipyy altaassa muutamasta päivästä muutama viikkoon.

Karkeaa kiintoainesta oli tulevassa vedessä keskimäärin (vaihteluvälit suluissa) 58 mg/l (17–150 mg/l) ja lähtevässä 70 mg/l (13–250 mg/l), ts. karkean kiintoaineen keskipitoisuus kasvoi kosteikossa 20 %. Sameus vaihteli tulevassa vedessä välillä 31–360 FNU ja keskiarvo oli 108 FNU. Lähtevässä vedessä arvot olivat vastaavasti (41–320 FNU) ja 102 FNU eli sameus aleni kosteikossa keskimäärin 5 %. Kiintoainesta oli lähtevässä vedessä vähemmän kuin tulevassa lähinnä keväällä. Tähän on tosin saattanut vaikuttaa tulva-aika, kun järvestä on mahdollisesti sekoittunut laimeampaa vettä kosteikon alaosaan. Korkeimmat karkean kiintoaineen pitoisuudet ja sameudet mitattiin lokakuussa, jolloin arvot olivat selvästi korkeammat lähtevässä kuin tulevassa vedessä (Kuva 17), mikä viittaa kosteikon heikkoon toimivuuteen runsasvetisen vuoden 2012 syystulvajaksolla.

Kokonaisfosforipitoisuus oli tulevassa vedessä keskimäärin (vaihteluvälit suluissa) 187 µg/l (95–400 µg/l) ja lähtevässä likimain sama 188 µg/l (100–410 µg/l). Kuten myös kuvasta 18 voidaan havaita, kokonaisfosforipitoisuus ei kosteikossa muuttunut juuri kumpaakaan suuntaan. Sen sijaan suoraan kasveille hyödynnettävissä olevan fosfaattifosforin (PO₄-P) pitoisuus aleni kosteikossa jokaisella näytteenottokerralla. Suurimmillaan ero oli heinäkuun puolivälin ja lokakuun vesinäytteissä (Kuva 18). Fosfaattifosforipitoisuus oli tulevassa vedessä keskimäärin 95 µg/l (44–210 µg/l) ja lähtevässä vedessä 85 µg/l (41–180 µg/l). Siten fosfaattifosforipitoisuus pieneni kosteikossa keskimäärin 10 %.



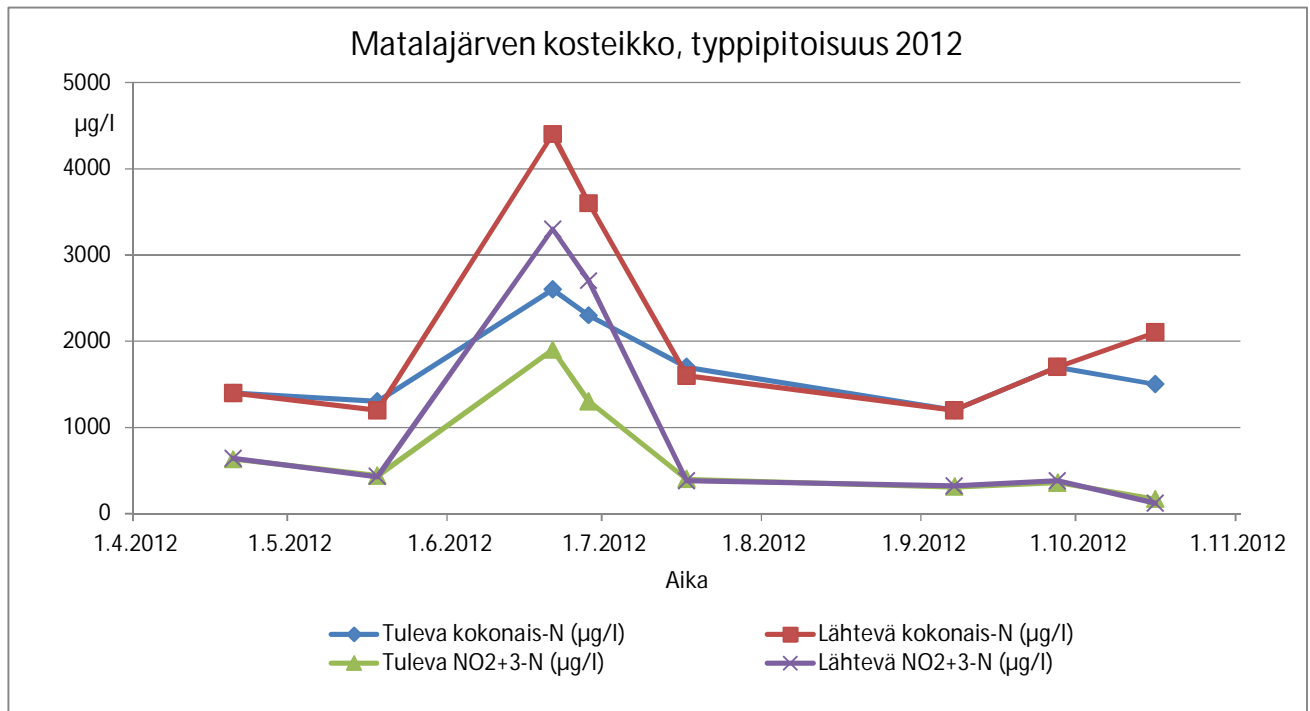
Kuva 17. Karkean kiintoaineen pitoisuus ja sameus kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2012. Suurimmat arvot esiintyivät lokakuussa.



Kuva 18. Kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin (PO₄-P) pitoisuudet kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2012. Suurimmat arvot esiintyivät lokakuussa.

Kokonaistypen keskipitoisuus (vaihteluvälit suluissa) oli tulevassa vedessä 1712 µg/l (1200–2600 µg/l) ja lähtevässä 2150 µg/l (1200–4400 µg/l) eli kokonaistyyppipitoisuus kasvoi kosteikossa keskimäärin 26 %. Nitraattityypin pitoisuus oli tulevassa vedessä keskimäärin 689 µg/l (170–1900 µg/l) ja lähtevässä vedessä 1034 µg/l (120–3300 µg/l) eli nitraattityppipitoisuus kasvoi kosteikossa keskimäärin peräti 50 %. Suurimmat arvot mitattiin kesäkuussa, jolloin kosteikosta ulostulevassa vedessä oli selvästi suuremmat typen pitoisuudet. (Kuva 19). Kosteikon heikko toimivuus typen poistajana vuonna 2012 johtui

luultavasti siitä, että orgaanista tyypeä on kosteikossa mineralisoitunut nitraattitypeksi, jota denitrifikaatioprosessi ei ole lyhyestä viipymästä johtuen ehtinyt poistaa riittävässä määrin ilmakehään.



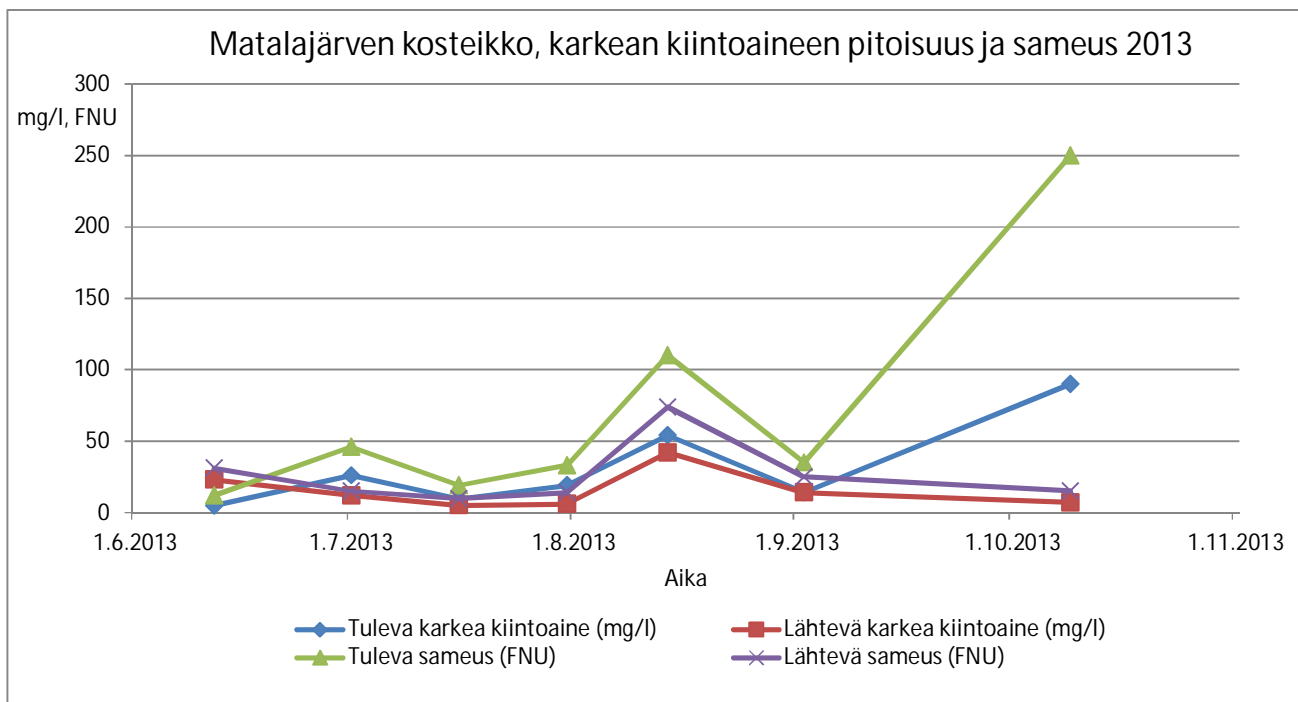
Kuva 19. Kokonaistypen ja nitraattitypen (NO_{2,3}) pitoisuudet kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2012. Suurimmat pitoisuudet mitattiin kesäkuussa.

7.1.2. Vuoden 2013 näytteet ja vertailu edellisvuoteen

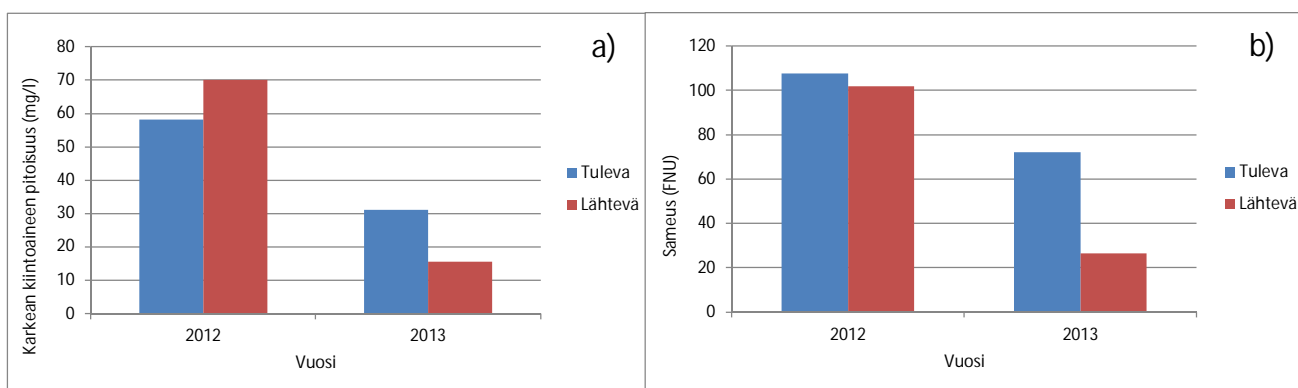
Näytteitä haettiin vuoden 2013 aikana seitsemän kertaa. Tuloksissa on huomioitava, että ennen kosteikkoa ja kosteikon jälkeen tutkitut vedenlaatumittaukset eivät olleet ns. samaa vettä, sillä vesi viipyy altaassa muutamasta päivästä muutamaan viikkoon.

Karkeaa kiintoainesta oli tulevassa vedessä keskimäärin (vaihteluvälit suluissa) 31 mg/l (4,8–90 mg/l) ja lähtevässä 16 mg/l (5–42 mg/l) eli karkean kiintoaineen pitoisuuden alenema oli jopa 50 %. Erityisen suuri ero tulevan ja lähtevän veden välillä havaittiin 9.10. otetussa näytteessä (Kuva 20). Vuosien välinen ero oli karkean kiintoaineen keskiarvojen osalta suuri: vuonna 2013 karkeaa kiintoainetta oli tulevassa ja erityisesti lähtevässä vedessä selvästi vähemmän kuin vuonna 2012 (Kuva 21a).

Sameuden arvo oli tulevassa vedessä 12–250 FNU keskiarvon ollessa 72 FNU. Lähtevässä vedessä vastaavat arvot olivat 10–74 FNU ja 26 FNU (Kuva 20). Kuten kiintoaineksen, myös sameuden osalta vuosien välinen ero keskiarvoissa oli suuri (Kuva 21b). Vuonna 2012 sameus oli suurempi tulevassa sekä lähtevässä vedessä verrattuna vuoteen 2013, jolloin sameus aleni vesinäytteiden perusteella kosteikossa erittäin hyvin, keskimääräisesti jopa 64 %.

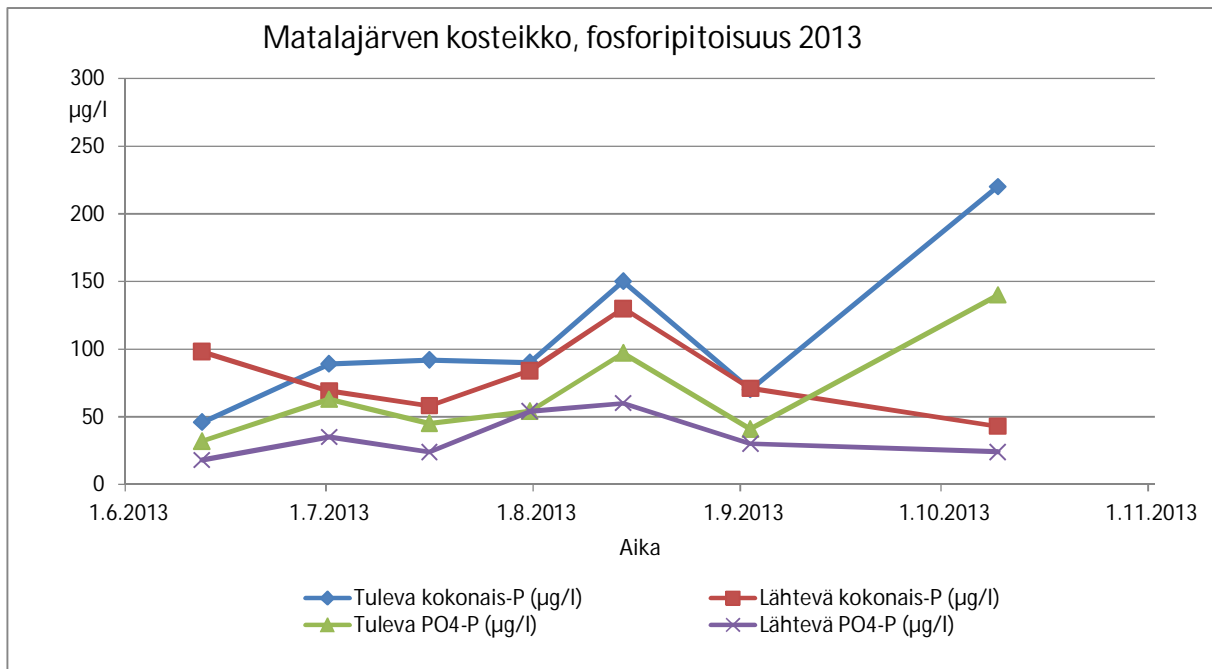


Kuva 20. Karkean kiintoaineen pitoisuus ja sameus kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2013. Suurimmat arvot esiintyivät lokakuussa.

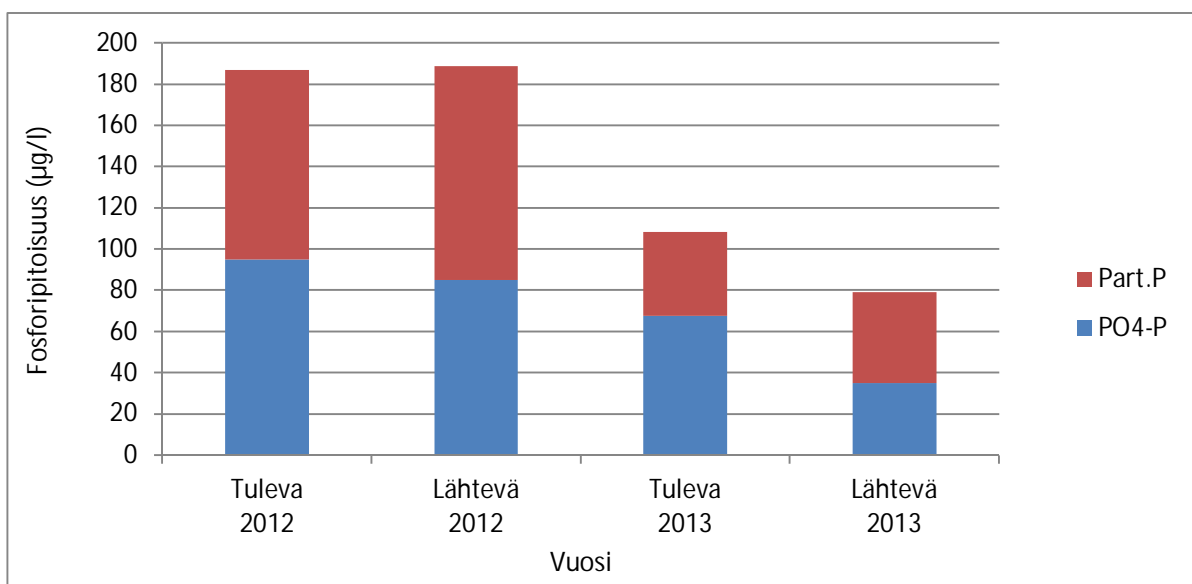


Kuva 21. Karkean kiintoaineen pitoisuuden (a) ja sameuden (b) vertailu kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuosina 2012 ja 2013.

Kokonaisfosforipitoisuus vuonna 2013 (Kuvat 22 ja 23) oli kosteikkoon tulevassa vedessä keskimäärin (vaihteluvälit suluissa) 108 µg/l (46–220 µg/l) ja kosteikosta lähtevässä vedessä vastaavasti 79 µg/l (43–130 µg/l), eli pitoisuus aleni kosteikossa keskimäärin 27 %. Ainoastaan ensimmäisessä, kesäkuun puolivälissä otetussa näyteparissa kokonaisfosforipitoisuus oli lähtevässä vedessä korkeampi kuin tulevassa (Kuva 22). Erityisen suuri ero toiseen suuntaan (tuleva > lähtevä) havaittiin viimeisessä 9.10. otetussa näyteparissa (Kuva 22). Fosfaattifosforipitoisuus oli kosteikkoon tulevassa vedessä keskimäärin 67 µg/l (32–140 µg/l) ja lähtevässä vedessä vastaavasti 35 µg/l (18–60 µg/l), toisin sanoen fosfaattifosforipitoisuus aleni kosteikossa keskimäärin 48 % eli suhteellisesti enemmän kuin kokonaisfosforipitoisuus. Vertailtaessa vuosien välistä eroa fosforipitoisuuksien keskiarvoissa ero oli suuri. Vuonna 2012 fosforipitoisuudet olivat erityisesti partikkelimaisen fosforin osalta selvästi korkeammat kuin vuonna 2013. (Kuva 23).

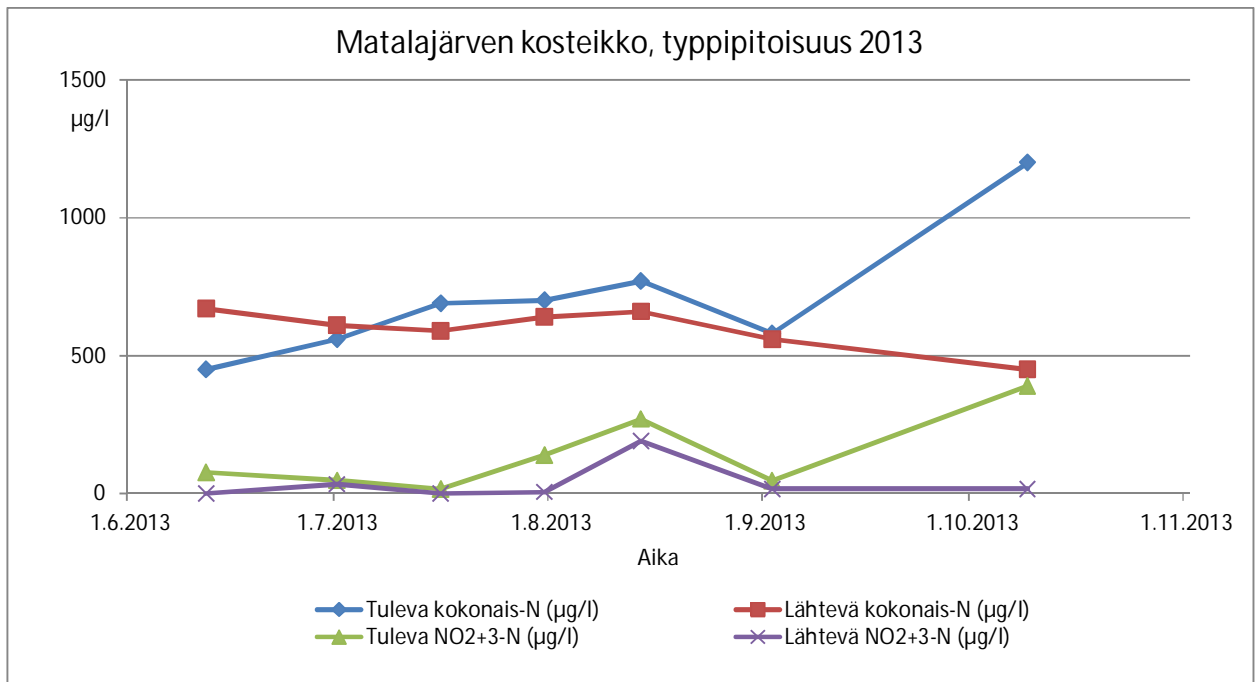


Kuva 22. Kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin (PO₄-P) pitoisuudet kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2013. Suurimmat arvot esiintyivät lokakuussa.

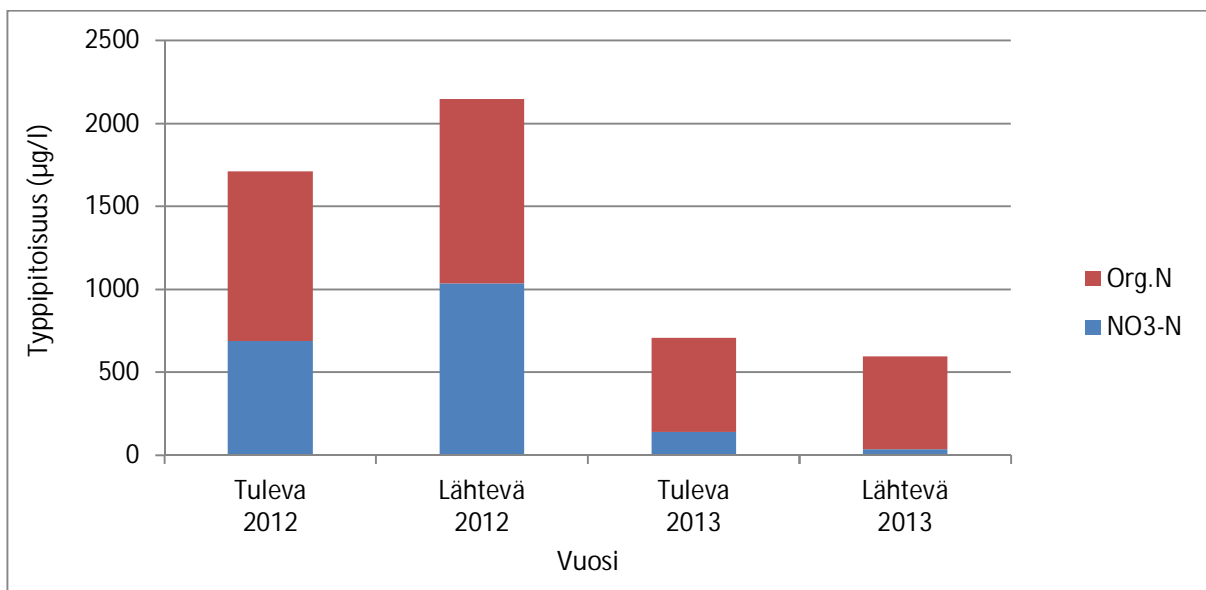


Kuva 23. Fosforipitoisuuksien vertailu kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuosina 2012 ja 2013. Koko pylvään korkeus kuvaa kokonaisfosforin pitoisuutta (Part.P + PO₄-P).

Kokonaistyyppipitoisuus (Kuva 24) oli kosteikkoon tulevassa vedessä keskimäärin (vaihteluvälit suluissa) 707 µg/l (450–1200 µg/l) ja kosteikosta lähtevässä vedessä vastaavasti 597 µg/l (450–670 µg/l), eli kokonaistyyppipitoisuus aleni kosteikossa keskimäärin 16 %. Kahdessa ensimmäisessä näyteparissa pitoisuus oli suurempi lähtevässä kuin tulevassa vedessä, mutta loppujaksolla tilanne oli päinvastainen. Erittäin suuri ero havaittiin syksyn viimeisessä näyteparissa (Kuva 24). Nitraattitypen (NO₃-N) pitoisuus oli tulevassa vedessä keskimäärin 141 µg/l (16–390 µg/l) ja lähtevässä vedessä 37 µg/l (>4–190 µg/l). Siten kasveille suoraan hyödynnettävissä oleva nitraattityppi väheni kosteikon vaikutuksesta keskimäärin hyvin tehokkaasti, jopa 74 % (Kuva 24). Vuosien välinen ero kokonaistypen ja erityisesti nitraattitypen keskiarvoissa oli suuri. Vuonna 2013 typen määrä oli sekä tulevassa että lähtevässä vedessä selvästi pienempi kuin vuonna 2012 (Kuva 25).



Kuva 24. Kokonaistypen ja nitraattitypen (NO₃-N) pitoisuudet kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2013.



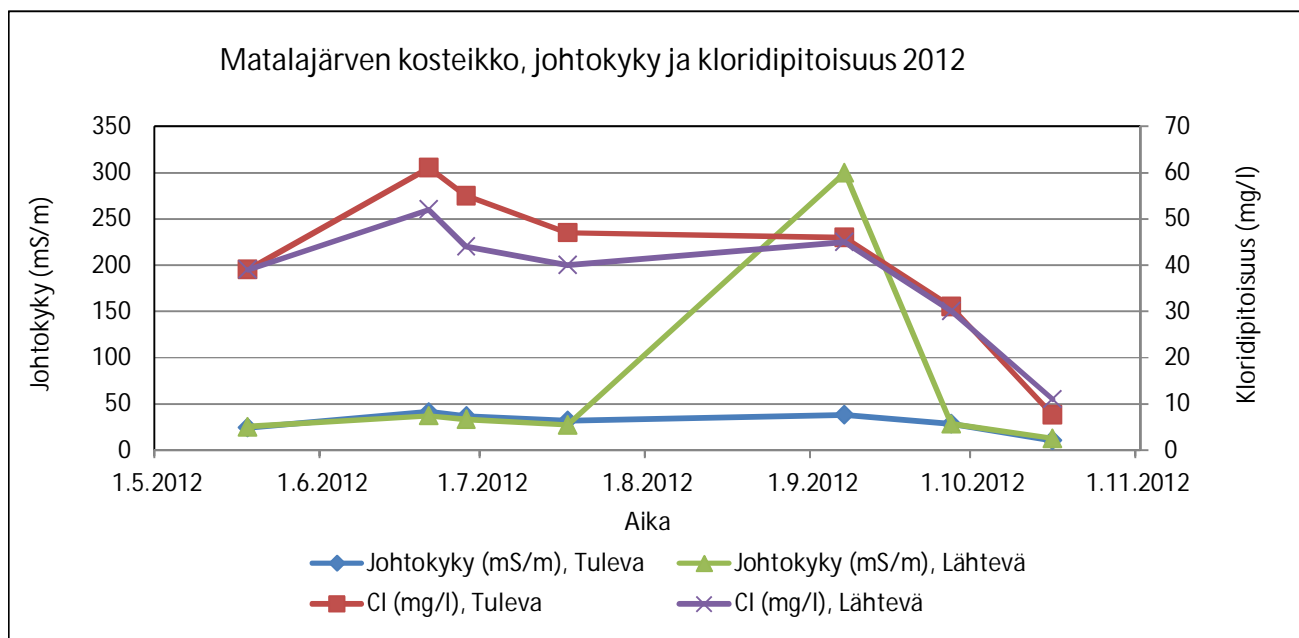
Kuva 25. Typpipitoisuuksien vertailu kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuosina 2012 ja 2013. Koko pylvään korkeus kuvaa kokonaistypen pitoisuutta (Org.N + NO₃-N).

7.2. Johtokyky, metallipitoisuudet ja kloridi

Hulevedet sisältävät metalleja ja myös maaperästä saattaa vapautua metalleja hapettomissa olosuhteissa. Kosteikosta mitattiin metalleista rauta (Fe), sinkki (Zn) ja kupari (Cu), joita esiintyy tavallisimmin hulevesissä. Lisäksi elohopea (Hg), kromi (Cr), lyijy (Pb) ja natrium (Na) määritettiin vain ensimmäisellä näytteenotokerralla. Elohopeaa oli jokaisessa näytepisteessä hyvin vähän <0,05 µg/l. Lyijyä oli tulevassa vedessä 1 µg/l ja kampaajassa 0,5 µg/l, natriumia oli tulevassa vedessä 67 µg/l ja kampaajassa 61 µg/l. Myös kloridin (Cl) määrä mitattiin, sillä hulevedet voivat Pohjoismaissa sisältää runsaasti kloridia ja omata suuret sähkönjohtavuusarvot johtuen teiden suolauksesta.

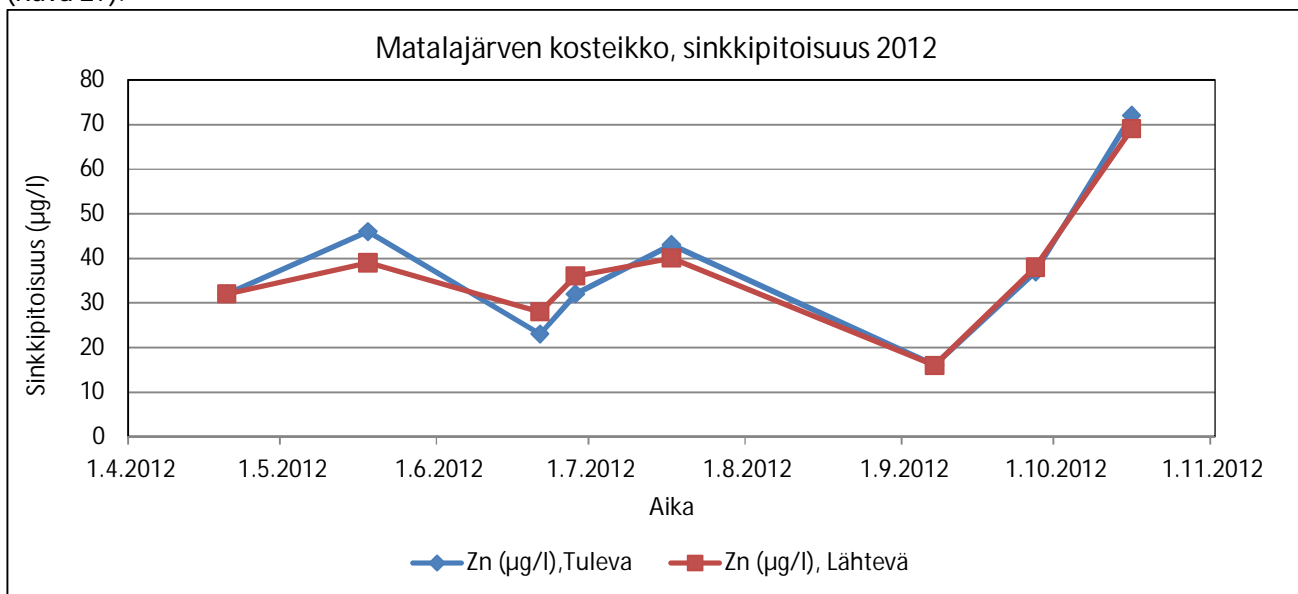
7.2.1. Vuoden 2012 näytteet

Kloridipitoisuudet vähenivät vesinäytteiden perusteella kosteikossa keskimäärin 9 %. Kloridipitoisuus oli jokaisessa näyteparissa korkeampi tulevassa kuin lähtevässä vedessä, lukuun ottamatta lokakuun 16. päivänä haettuja näytteitä. Keskiarvoisesti kloridia oli tulevassa vedessä 41 mg/l. Lähtevässä vedessä kloridia oli keskimäärin 37 mg/l ja kampaajassa 36 mg/l. Kloridin määrä ja johtokyvyn arvo olivat samansuhtaiset paitsi 7.9., jolloin johtokyky nousi erittäin korkeaksi. (Kuva 26).



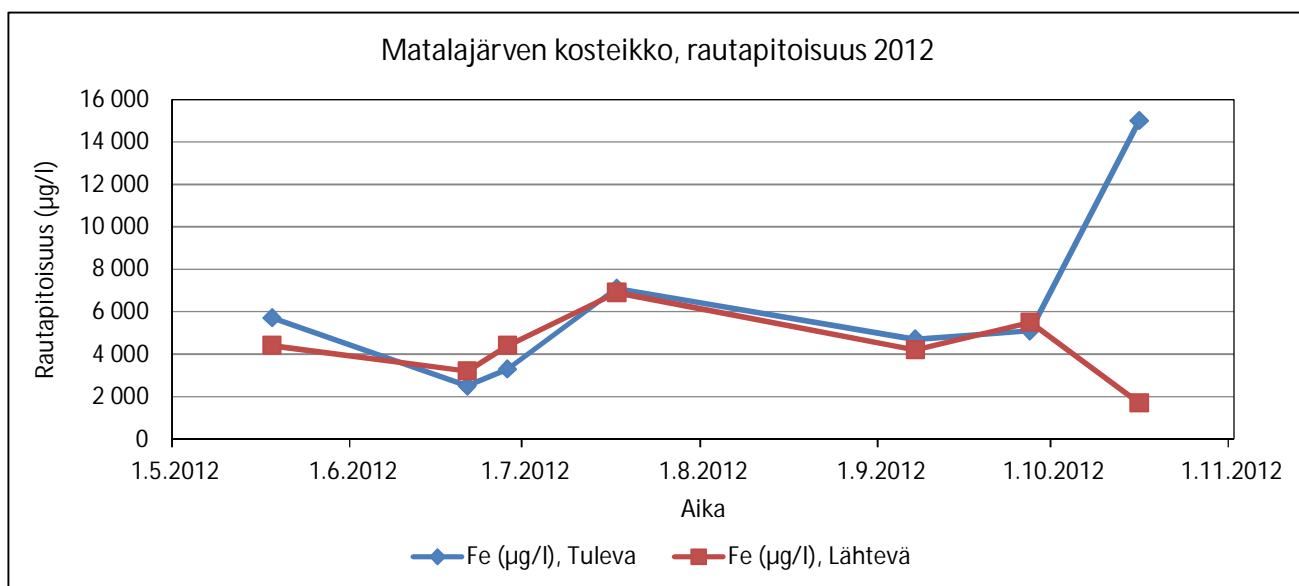
Kuva 26. Sähkönjohtokyky (mS/m) ja kloridipitoisuus (mg/l) ja kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2012.

Sinkin pitoisuus pysyi keskimäärin lähes samana kosteikkoon tulevassa ja lähtevässä vedessä. Keskimäärin sinkkiä oli tulevassa vedessä 38,4 µg/l ja lähtevässä 38,0 µg/l, eli pitoisuus aleni kosteikossa vain 1 %. Vain muutamilla näytteenotokerroilla sinkkiä oli lähtevässä vedessä enemmän kuin tulevassa (Kuva 27).



Kuva 27. Sinkkipitoisuus (µg/l) kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2012.

Rautaa oli tulevassa vedessä keskimäärin 6200 µg/l ja lähtevässä vastaavasti 4330 µg/l, eli pitoisuus laski kosteikossa keskimäärin 30 %. Suurin pitoisuus tulevassa vedessä mitattiin 16. lokakuuta (Kuva 28).

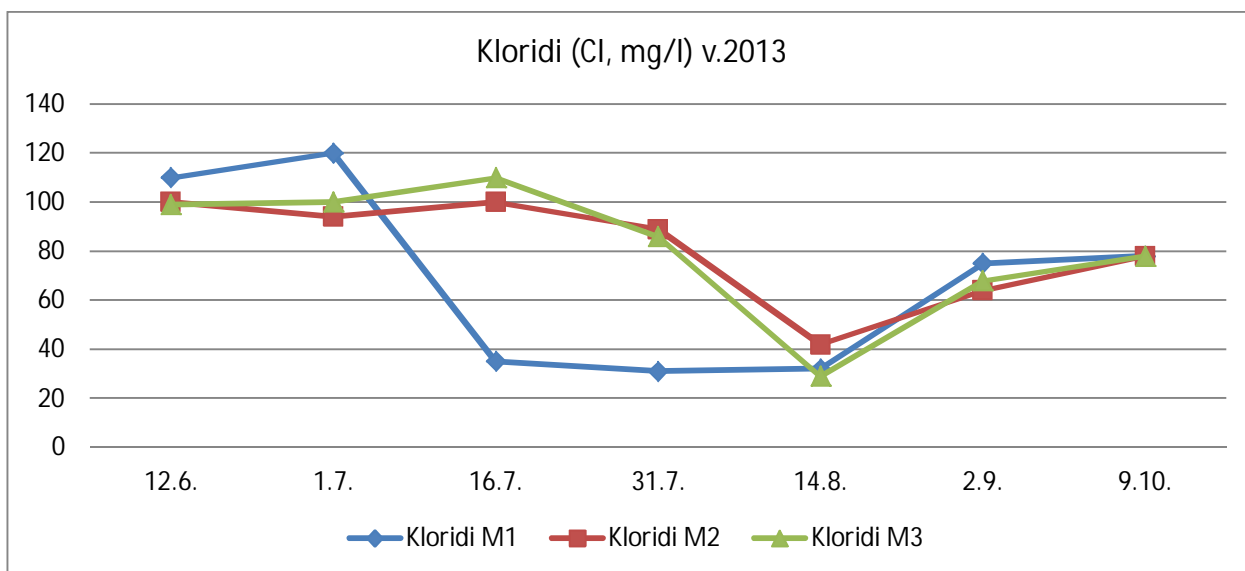


Kuva 28. Rautapitoisuus (µg/l) kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2012.

Kuparipitoisuutta mitattiin kolmena näytteenotokertana ja se väheni kosteikossa näiden perusteella keskimäärin 8 %. Tulevassa vedessä kuparia oli keskimäärin 15 µg/l ja lähtevässä vedessä 10 µg/l.

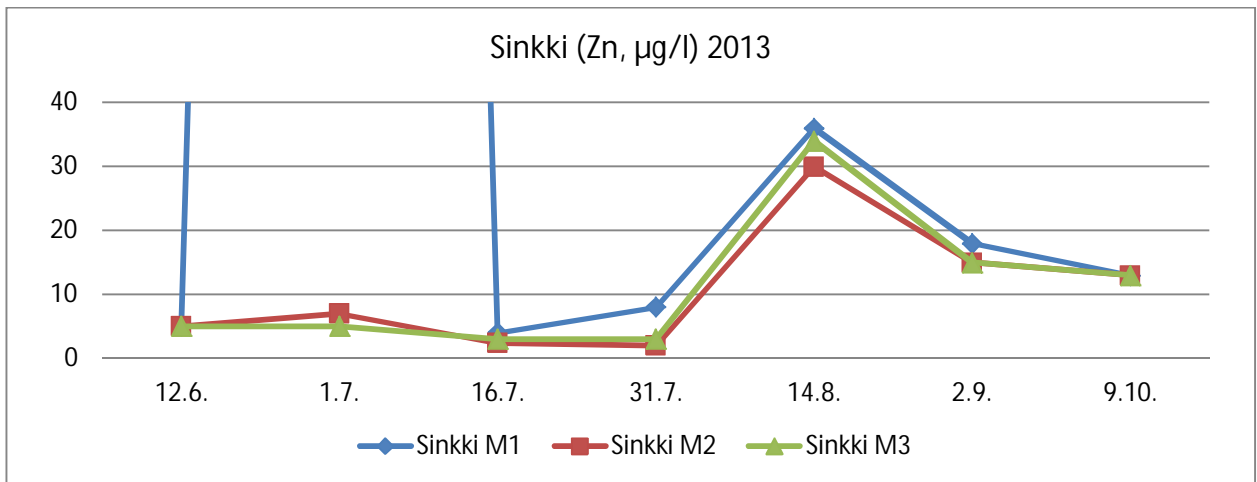
7.2.2. Vuoden 2013 näytteet

Kloridipitoisuudet kasvoivat kosteikossa kuivana kautena eli vähän veden aikaan, luultavammin jostain kosteikkoalueen alta tulevasta kloridipitoisesta lähteestä johtuen. Keskimäärin kloridia oli tulevassa vedessä 69 µg/l ja lähtevässä vedessä 81 µg/l, eli kloridipitoisuus kasvoi kosteikossa 18 % (Kuva 29).



Kuva 29. Kloridipitoisuus (mg/l) kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2013. M1=tuleva vesi, M2=lähtevä vesi, M3= kampaaja.

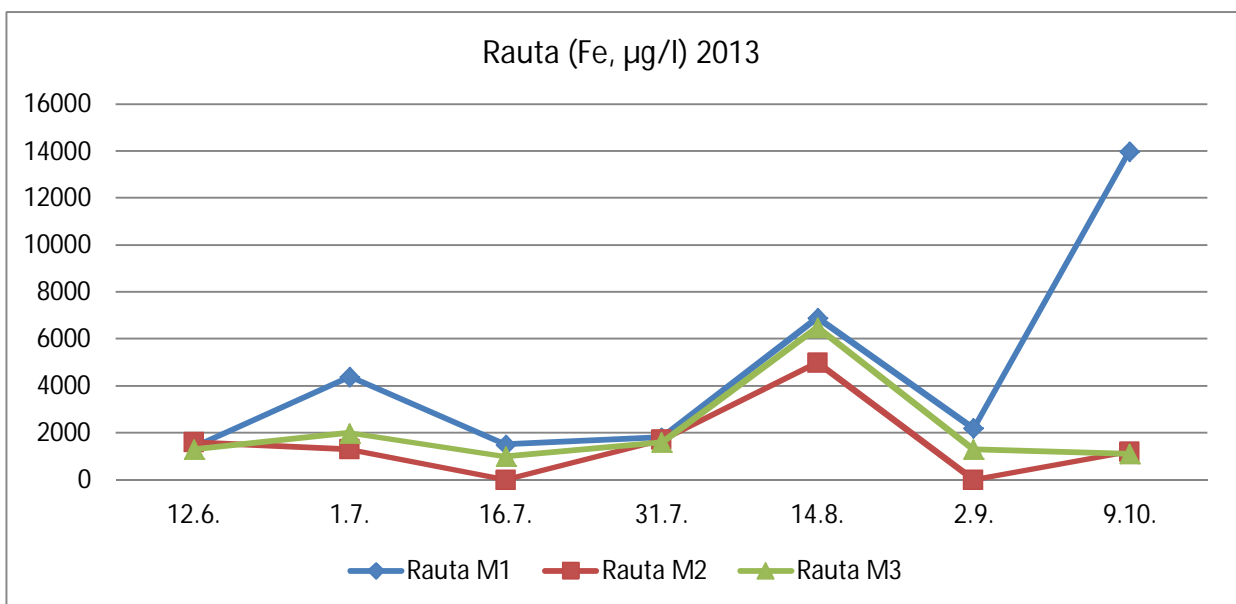
Mitattujen metallien pitoisuudet vähenivät verrattaessa tulevan veden keskipitoisuuksia lähtevään veteen. Sinkkipitoisuus oli lähtevässä vedessä keskimäärin 20 % pienempi kuin kosteikkoon tulevassa vedessä. Tässä arvioissa ei tosin ole huomioitu tulevasta vedestä 1. heinäkuuta mitattua 830 µg/l pitoisuutta, joka saattaa olla virheellinen. Muiden havaintojen keskiarvo tulevassa vedessä oli 14 µg/l. Lähtevässä vedessä sinkkipitoisuus oli keskimäärin 10 µg/l ja kampaajassa 11 µg/l (Kuva 30).



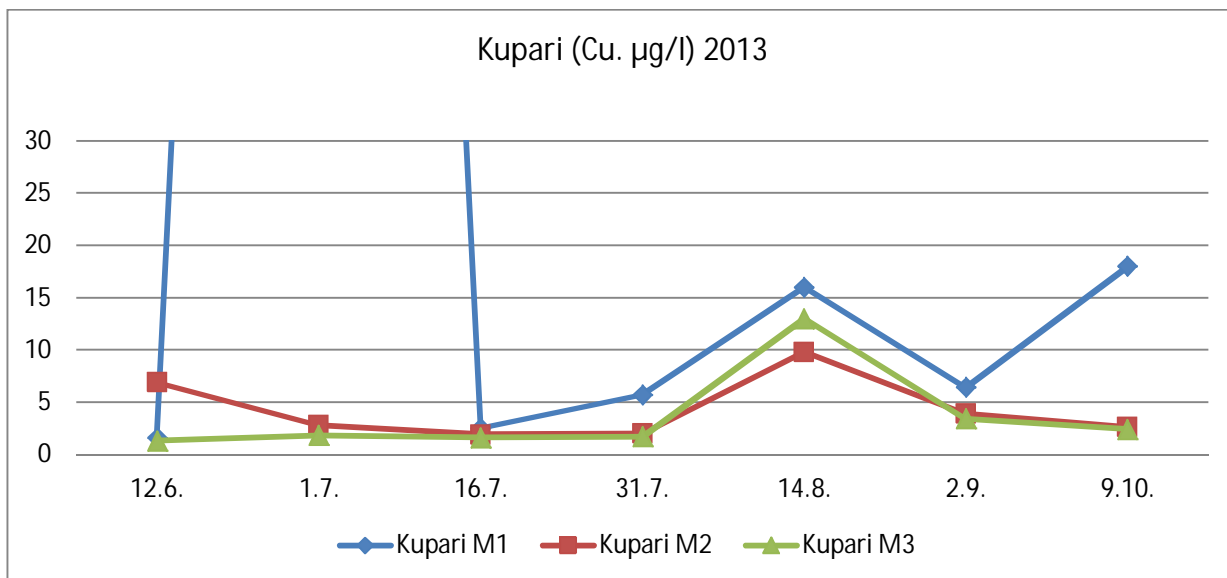
Kuva 30. Sinkkipitoisuus (µg/l) kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2013. Heinäkuun 1. päivänä mitattu sinkkipitoisuus 830 µg/l ei näy kuvassa. M1=tuleva vesi, M2=lähtevä vesi, M3= kampaaja.

Rautaa oli tulevassa vedessä keskimäärin 4600 µg/l ja lähtevässä vastaavasti 1543 µg/l. Siten rautapitoisuus laski kosteikossa keskimäärin 66 % (Kuva 31).

Kuparipitoisuus väheni keskiarvoisesti vesinäytteiden perustella myös hyvin. Jos jätetään huomioimatta 1.7. havaittu erittäin korkea (310 µg/l), mahdollisesti virheellinen havainto, kuparipitoisuus oli lähtevässä vedessä 46 % matalampi kuin tulevassa vedessä. Jos em. korkea arvo jätetään huomioimatta, kuparipitoisuus oli tulevassa vedessä keskimäärin 8,4 µg/l. Lähtevässä vedessä kuparia oli keskimäärin 4,5 µg/l ja kampaajassa 3,6 µg/l (Kuva 32).



Kuva 31. Rautapitoisuus (µg/l) kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2013. M1=tuleva vesi, M2=lähtevä vesi, M3= kampaaja.



Kuva 32. Kuparipitoisuus (µg/l) kosteikkoon tulevassa ja kosteikosta lähtevässä vedessä vuonna 2013. Heinäkuun 1. päivänä mitattu kuparipitoisuus 310 µg/l ei näy kuvassa. M1=tuleva vesi, M2=lähtevä vesi, M3= kampaaja.

8. Ravinteiden vuosikuormitus

Vesinäytteiden sisältämät ravinnemäärät muutettiin vuosittaisiksi ravinnekuormituksiksi hyödyntämällä laskennallista virtamaa ja kertomalla tulos vuodessa olevien sekuntien määrällä. Laskennallisena virtaamana hyödynnettiin Espoonjoella vuosina 2012 ja 2013 mitattuja keskivirtaamia suhteutettuna Espoonjoen ja Kulloonsillanpuron valuma-alueiden pinta-aloihin (13 000 ha ja 160 ha), jolloin kosteikkoon tulevaksi keskivirtaamaksi saatiin vuodelle 2012 27,1 l/s ja vuodelle 2013 13,7 l/s. Laskennalliset typen ja fosforin vuosikuormitukset ja -poistumat on esitetty taulukossa 2.

Edellä mainituilla keskivirtaama-arvioilla saatiin vuoden 2012 kokonaisfosforin keskiarvoiseksi määräksi tulevassa vedessä $187 \mu\text{g/l} \cdot 27,1 \text{ l/s} = 5067,7 \mu\text{g/s}$. Tulevan veden vuosikuormitus oli siten $5067,7 \mu\text{g/s} \cdot 3600 \text{ s} \cdot 24 \text{ h} \cdot 366 \text{ d} = 160 \text{ kg P/a}$ ja lähtevässä vedessä vastaavasti 162 kg P/a, eli kokonaisfosforin pidättymistä kosteikkoon ei tapahtunut (Taulukko 2). Seuraavana vuonna kokonaisfosforin vuosikuormitus oli näin laskettuna paljon pienempi, tulevassa vedessä 47 ja lähtevässä vedessä 34 kg P/a, jolloin kosteikkoon pidättyi 27 % kosteikkoon tulleesta kokonaisfosforimäärästä. Fosfaattifosforin osalta pidätysprosentit olivat kokonaisfosforia korkeammat, 10 % vuonna 2012 ja 48 % vuonna 2013 (Taulukko 2).

Kokonaistypen vuoden 2012 kuormituksiksi saatiin 1468 kg N/a tulevalle vedelle ja 1842 kg N/a lähtevälle vedelle, minkä mukaan typpeä olisi huuhtoutunut ulos kosteikosta (Taulukko 2). Vastaavasti vuonna 2013 kokonaistypen vuosikuormitus oli tulevassa vedessä vain 306 kg N/a ja kosteikosta lähtevässä vedessä 259 kg N/a, eli kosteikolla saavutettiin 16 % kokonaistypen poistuma. Nitraattitypelle tulokset olivat samansuuntaiset, joskin vuosien välinen ero toimivuudessa oli vieläkin räikeämpi: vuonna 2012 kosteikosta huuhtoutui ulos 1,5-kertainen määrä NO₃-N:ää kosteikkoon tulleeseen verrattuna, kun taas vuonna 2013 peräti 73 % kosteikkoon tulleesta NO₃-N:stä pidättyi (Taulukko 2).

Taulukko 2. Matalajärven kosteikkoon tuleva laskennallinen keskivirtaama (l/s) ja ravinnekuormitus (kg/a) sekä ravinteiden poistuma-%:t (suluissa) vuosina 2012 ja 2013.

Vuosi	Virtaama	Kok.P	PO4-P	Kok.N	NO3-N
	l/s				
2012	27,1	160 (-1 %)	81 (10 %)	1468 (-26 %)	590 (-50 %)
2013	13,7	47 (27 %)	29 (48 %)	306 (16 %)	61 (73 %)

9. Tulosten tarkastelu

Vesinäytteiden perusteella Matalajärven kosteikko toimi paremmin toisena tutkimusvuotena 2013 eli kaksi vuotta rakentamisen jälkeen kuin vuonna 2012, jolloin rakentamisesta oli kulunut vasta yksi vuosi. Toisaalta on syytä huomata, että ravinteita tuli kosteikkoon paljon enemmän runsasvetisenä vuotena 2012 kuin vuonna 2013, jolloin kosteikkoon tuleva virtaama oli noin puolet edellisvuotta pienempi. Tämä vaikutti osaltaan pidätysprosentteihin, koska kosteikko on yläpuoliseen valuma-alueeseensa verrattuna hyvin pieni. Suurilla virtaamilla veden viipymä jää niukasti mitoitettussa kosteikossa lyhyeksi, jolloin ravinteiden pidätysprosesseilla ei ole riittävästi aikaa toimiakseen tehokkaasti. Erityisesti typpi vaikutti olevan erityisen herkkä kosteikkoon tulevan vesimäärän vaihtelulle ja runsasvetisenä vuotena typpä jopa huuhtoutui nettomääräisesti ulos kosteikosta. Tämä on luultavasti seurausta siitä, että kosteikosta on huuhtoutunut typpä sekä orgaanisen aineksen mukana että orgaanisesta tyypestä mineralisoituneena nitraattityyppinä, mutta varsinainen tyypenpoistoprosessi eli nitraattityypen denitrifioituminen ilmakehään ei ole toiminut riittäväällä tehokkuudella suhteessa uloshuuhtoutumiseen. Sen sijaan kuivempänä vuotena, jolloin veden keskimääräinen viipymä kosteikossa oli oleellisesti pitempi, uloshuuhtoutumisen ja denitrifikaation suhde oli päinvastainen ja etenkin nitraattityypen pidätysprosentit hyvinkin korkeat. Toisaalta pidättyneet kilomäärät jäivät vuonna 2013 vähäisiksi pienistä tulevista tyypen määristä johtuen. Matalajärven kosteikko vaikuttaisi toimivan varsin hyvin liuenneen fosforin pidättäjänä, sillä muista ravinnejakeista poiketen fosfaattifosforia pidättyi kosteikkoon molempina tutkimusvuosina. Tähän saattaa olla syynä paitsi vilkas biologinen toiminta (kasvien, levien ja mikrobien ravinteidenkulutus), myös kosteikon fosfaattifosforin adsorption kannalta otollinen maaperä. Maaperä sisältää oletettavasti runsaasti rauta- ja/tai alumiinioksideja, jotka sitovat tehokkaasti fosfaattia.

Jatkuvatoimisilla laitteilla saatiin kerättyä erittäin arvokasta tietoa kosteikon kesäaikaisesta toimivuudesta vuonna 2013, mutta on syytä huomata, että ympärivuotinenkaan anturien käyttö ei poista vesinäytteiden tarpeellisuutta. Näytteitä tarvitaan paitsi anturien antamien sameuksien (raakatulokset) kalibroimiseen oikealle tasolle, myös sameuden ja kiintoaine- ja kokonaisfosforipitoisuuksien välisen riippuvuuden selvittämiseen. Lisäksi on huomattava, että leville suoraan käyttökelpoista fosfaattifosforia ei nykyisellä anturitekniikalla voida mitata. Vesinäytteiden laboratoriotulokset antoivat siten jatkuvatoimisen mittauksen tuloksille lisää sisältöä sekä taustatietoa kosteikon ympärivuotisesta toimivuudesta ja kosteikkoon tulevista metalleista. Vesinäytteiden avulla suurinta pitoisuuspiikkiä on haastava saada mitattua, jolloin myös viipymän vaikutus on haastava määrittellä. Viipymän vaihtelu kosteikossa oli huomattavan pitkä. On hyvin mahdollista, että niinä kertoina, jolloin kosteikon jälkeen otetuissa näytteissä havaittiin suuremmat pitoisuudet kuin ennen kosteikkoa otetuissa, oli suurin pitoisuuspiikki jo mennyt ohi ensimmäisestä näytepisteestä, mutta vaikutti vielä kosteikon jälkeen otettujen näytepisteiden tuloksiin. Siksi tulosten tarkastelussa on keskitytty pitkälti keskiarvojen tarkasteluun.

Jatkuvatoimisten mittarien aineistolla pystyttiin havaitsemaan veden laadun vaihtelun vuorokauden ajan ja sadetapahtumien mukaan. Sadetapahtumat nostivat sameuden melko korkealle (yli 160 NTU), kun sateen puuttuessa sameus oli keskimäärin 33 NTU tulevassa ja 28 NTU lähtevässä mittauspisteessä. Sameus-kiintoainemuunnos on partikkelikokoriippuvainen siten, että suuremmat partikkelit aiheuttavat pienemmän sameuden niiden laskeutuessa herkemmin kosteikon pohjalle. Näin ollen, jos kiintoainemäärän kasvun aiheuttivat suuret partikkelit, ne eivät näkyneet sameudessa yhtä herkästi, kuin

jos kyseessä olivat pienemmät hiukkaset. Oletettavasti sateet nostivat sameuden arvot huippuunsa, jolloin pieniä savipartikkeleita on lähtenyt runsaasti liikkeelle.

Jatkuvatoimisten mittausten (1 kk, heinä-elokuu) ja vesinäytteiden (4 kk, kesä-lokakuu) perustella laskettujen kokonaisfosforin pidätysprosenttien mukaan lasketut kosteikon toimivuusarviot vuonna 2013 vastasivat melko hyvin toisiaan, joskin vesinäytteet antoivat 15 %-yksikköä korkeamman pidättymisprosentin (12 % ja 27 %). Sen sijaan kiintoainesta huuhtoutui jatkuvatoimisen mittauksen mukaan kosteikosta ulos, kun taas vesinäytteiden perusteella sitä pidättyi kosteikkoon. Tässä on syytä huomata mittausjaksojen eripituisuus, kuten myös se, että oletettavasti vesinäytteet eivät ole kaikkiin virtaama- ja pitoisuuspiikkeihin osuneet. Joka tapauksessa ero kiintoaineen ja kokonaisfosforin pidättymistehokkuuksien välillä viittaa siihen, että kosteikko pidätti kiintoaineeseen sitoutunutta fosforia heikommin kuin fosfaattifosforia, jota poistui vesinäytteiden perusteella melko tehokkaasti.

Suuren virtaaman aikana kosteikkoon tulevan veden johtokyky pieneni, kun vesi laimeni, jolloin kosteikosta lähtevän veden johtokyky oli suurempi. Ylipäätään vesinäytteissä havaitut kloridipitoisuudet ovat melko suuria, jopa lähes 300 mg/l. Korkeat kloridipitoisuudet johtuvat todennäköisesti Kehä III-moottoritieltä ja muilta liikennealueilta tulevasta tiesuolasta. Tähän viittaavat muissa tutkimuksissa havaitut korkeat pitoisuudet moottoritien suunnasta tulevissa puroissa verrattuna muihin lähialueen puroihin (Barkman 2015).

10. Matalajärven kosteikkopuhdistamon toimivuuden arviointi

Matalajärven kosteikko on rakenteeltaan hyvin allasmainen, jolloin vesi pääsee kiertämään altaassa. Kosteikko toimii hyvin kesällä pienellä virtauksella sekä lyhytaikaisilla suurilla virtaamilla, mutta ei kevään pitkäaikaisilla tulvilla, sillä pinta-ala on liian pieni pidättämään vettä puhdistusprosessien kannalta riittävän pitkään. Myös pohjassa olevat kiintoaineet ja ravinteet lähtevät suuremmilla virtaamilla mahdollisesti liikkeelle altaan pohjalta. Tulva-aikana Matalajärvi tulvi kosteikkoon ja kampaajiin, mikä saattoi vaikuttaa tuloksiin. Kasvillisuus edesauttoi kosteikon kykyä pidättää kuormitusta sekä lisäksi hyödynsi ravinteita kasvukaudella. Kasvillisuus kasvoi kesän edetessä matalammalla osuudella eli altaan loppuosalla ja se oli runsaampaa vuonna 2013 verrattuna edellisvuoteen (Kuva 33). Jos kasvillisuus kasvaisi koko kosteikon pinta-alan osuudella, niin vesi saattaisi puhdistua tehokkaammin. Jatkuvatoimisen mittauksen mukaan vesi viiyy kesällä kosteikossa muutamasta päivästä jopa muutama viikkoon.

Kosteikkopuhdistamon ravinteidenpidätyskyky riippuu olennaisesti kosteikon koosta suhteessa valuma-alueeseen, josta kuormitus tulee. Esim. Puustisen ym. (2007) kokoamien tutkimusten mukaan 1,4 % kokoinen kosteikko kykenee pidättämään maatalousalueilta tulevasta valumavedestä keskimäärin n. 25 % vuotuisesta kokonaisfosforikuormituksesta ja 15 % kokonaistyyppikuormituksesta. Matalajärven kosteikkopuhdistamo on kokoluokaltaan vain vajaat 0,1 % valuma-alueen pinta-alasta, mikä samojen ennusteyhtälöiden (Puustinen ym. 2007) mukaan saisi aikaan keskimäärin vain noin 5 %:n vuotuisen fosfori- ja 1 %:n tyyppi-poistuman kosteikossa. Matalajärven kosteikon kahden tutkimusvuoden tulokset viittaavatkin siihen, että ravinnepoistumat vaihtelevat vuotuisen hydrologian mukaan ja jäävät keskimäärin melko vaatimattomiksi. Merkittävä syy tähän on, että suuri osa kuormituksesta tulee kasvukauden ulkopuolella, jolloin pelloilta ja päällystetyiltä alueilta tuleva kuormitus on korkea, mutta kosteikossa toimivat biologiset ja kemialliset puhdistusprosessit hitaita. Matalajärven kosteikkopuhdistamo toimikin jatkuvatoimisten mittausten tulosten mukaan parhaiten kesällä, jolloin sameuspiikit hävisivät. Myös hitaalla virtaamalla, jolloin kiintoainesta ehti laskeutumaan altaan pohjalle, kosteikko toimi kohtuullisen hyvin.



Kuva 33. Kesän aikana Matalajärven kosteikkoon kasvanutta vesikasvillisuutta. Kasvillisuus on vaikuttanut myönteisesti Kulloonsillanpuron ravinteiden pidättämiseen.

Kiintoainepitoisuuden ja sameuden aleneminen kosteikossa vaikutti suoraan myös fosforin määrään. Merkittävää oli myös se, että suoraan kasveille hyödynnettävissä olevan fosfaattifosforin kuormitus väheni kosteikossa molempina tutkimusvuosina. Kasvit toimivat, paitsi suoran ravinteidenkulutuksensa kautta, myös epäsuorasti prosessien nopeuttajina. Toisena tutkimusvuotena, jolloin virtaama ei ollut liian suuri, vähensi kosteikko vesinäytteiden mukaan myös kasveille suoraan hyödynnettävissä olevaa nitraattityppeä erittäin hyvin, jopa 74 %.

Aiempien tutkimusten mukaan Kulloonsillanpurosta on mitattu fosforipitoisuuksien keskiarvoksi 125 µg/l (havaintojen vaihteluväli 86–164 µg/l) ja typpipitoisuuksien keskiarvoksi 1040 µg/l (havaintojen vaihteluväli 500–1400 µg/l) (Mykkänen 2006). Näihin verrattuna olivat tässä tutkimuksessa havaitut pitoisuudet vuonna 2012 keskimäärin korkeammat ja vuonna 2013 matalammat.

Kokonaistyyppipitoisuudet olivat vuonna 2013 melko alhaisia verrattuna esim. maatalouspuroihin. Kokonaisfosforin ja -typen suhde oli Matalajärven kosteikossa tällöin korkea 1:3. Koska on epätodennäköistä, että valuma-alueen pelloille levitetään runsaasti lantaa, fosforin runsaus voi johtua uomaeroosiosta tai siitä, että vesiin pääsee jätevettä. Vuonna 2012 typen pitoisuudet olivat melko tavanomaisia maatalouspuroihin verrattuna. Tähän lienee osaltaan vaikuttanut edellisvuoden rakentamistyö, kun uoma ei ollut vielä täysin rauhoittunut ja uoma sitovan kasvillisuuden määrä oli vähäistä.

Kosteikon kasvillisuus vaikutti oletettavasti myös mitattujen metallien eli raudan, kuparin ja sinkin pitoisuuksiin, jotka vähenivät kosteikon ansiosta Kulloonsillanpurossa hyvin molempina tutkimusvuosina. Mitatuista metalleista rauta ja kupari vähenivät kosteikossa vuonna 2013 merkittävästi (>50 %). Myös sinkkiarvot laskivat selvästi (>30 %) kosteikossa kesän aikana. Kloridipitoisuudet olivat yllättävän suuria vuonna 2013 ja korkeampia verrattuna vuoden 2012 näytteisiin. Mittausten mukaan kloridin määrä nousi kosteikossa vuonna 2013. Runsas lähimoottoriteiden suolaus saattaa osittain selittää korkeita kloridipitoisuuden ja sähkönjohtavuuden arvoja. Todellisuudessa Kulloonsillanpuron kuljettamien ravinteiden ja haitallisten aineiden määrä saattaa vähentyä mitatuista tuloksista vielä lisää ennen Matalajärven huuhtoutumista, sillä kosteikosta vesi johdetaan kampaajien kautta tulva-alueelle, josta vesi suotautuu tai tulvii edelleen Matalajärveen.

Matalajärven ekologisen tilan parantamisen ja järven luontoarvojen turvaamiseksi tulisi järveen kohdistuvaa ulkoista kuormitusta vähentää edelleen. Kulloonsillanpuron kosteikkopuhdistamo poistaa vain pienen osan järveen kohdistuvasta kuormituksesta. Karvosen (2007) selvityksen mukaan fosforikuormitusta tulisi vähentää koko järven osalta lähes 70 %, jotta päästäisiin laskettuun sallittavaan

kuormitusmäärään. Paremmen valumavesien hallinnan saavuttamiseksi Matalajärveen laskeviin puroihin olisi suositeltavaa lisätä erilaisia valumavesiä puhdistavia menetelmiä, esim. kosteikkoja ja biosuodatusalueita.

11. Suositukset tuleville vuosille

Matalajärveen laskevan Kulloonsillanpuron hajakuormituksen lähteitä ja kosteikon toimivuuden seuranta suositellaan jatkettavaksi myös tulevaisuudessa jatkuvatoimisilla mittareilla ja vesinäytteillä. Tärkeää olisi tietää, mistä runsaat suola- ja sameuspiikit johtuvat. Tämän tiedon perusteella mahdolliset kosteikot ja laskeutusaltat saadaan kohdennettua tehokkaammin kuormituksen kannalta kriittisiin paikkoihin.

Jatkuvatoimiset mittarit voitaisiin asentaa esim. loppukesän/alkusyksyn ajalle 15.8.–15.10. eli 2 kk ajaksi neljä kappaletta: ensimmäinen anturi teollisuusalueen hulevesien mittaamiseen, toinen Kehä III-moottoritieltä valuvien hulevesien mittaamiseen, kolmas ennen kosteikkoa ja viimeinen kosteikon jälkeen. Toinen vaihtoehto voisi olla seurata kosteikkoon tulevaa ja sieltä lähtevää vettä jatkuvatoimisesti yhden kokonaisen vuoden ajan. Tällöin ko. vuoden ainevirtaama-arvio (kiintoaine, kokonaisfosfori ja mahdollisesti nitraatti) olisi erittäin luotettava. Vesinäytteitä olisi silti suositeltavaa edelleen kerätä anturien toiminnan testaamiseksi ja kalibroimiseksi. Vesinäytteiden avulla voidaan seurata myös fosfaattifosforia, metalleja ja muita sellaisia veden ominaisuuksia, joiden seuraamiseen ei ole käytettävissä anturitekniikkaa. Lisämäärityksenä voisi öljyn havaitsemiseksi hyödyntää erityisiä kalvoja, joilla pienikin määrä öljyä havaitaan näytteessä.

Lähteet

Barkman, J. 2010. Matalajärven kunnostustyösuunnitelma 2010–2012. Natura-arviointi. Espoon ympäristökeskuksen monistesarja 2/2010.

Barkman, J. 2015. Kirjallinen tiedonanto 16.10.2015.

Karvonen, T. 2007. Matalajärven kuormitus selvitys. Espoon ympäristökeskuksen monistesarja 1/2007.

Kuusisto-Hjort, P. 2011. Matalajärven valumavesien hallintasuunnitelma. Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen julkaisuja 2/2011

Mykkänen, J. 2006. Matalajärven ravinnekuormitus. Diplomityö. TKK. Vesitalous ja vesirakennus.

Puustinen, M., Koskiahho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21/2007. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.