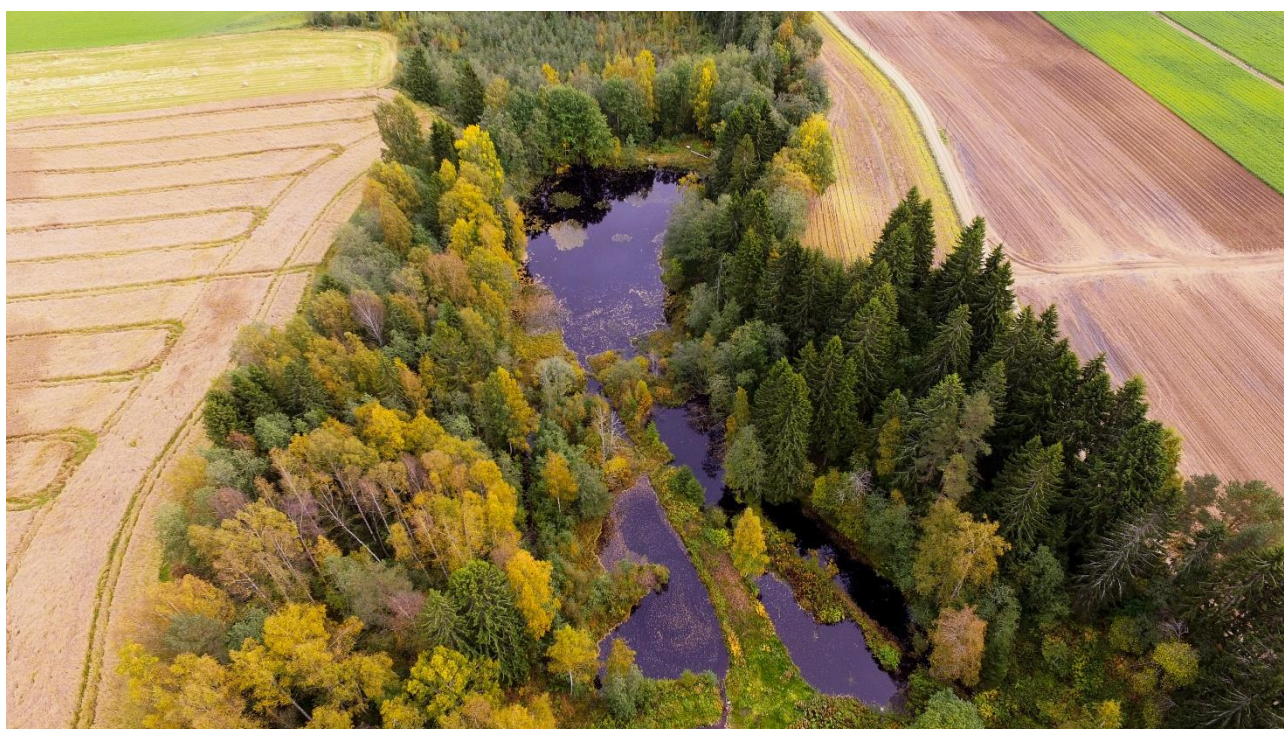


Liiteraportti

Vesijärven valuma-alueen vesienhoitotoimenpiteiden vaikuttavuuden seuranta

PyhäVesi-hanke

Mirva Ketola, Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö



1. Johdanto

Vesijärven tila on kunnostustoimien myötä parantunut merkittävästi lähtötilanteesta, mutta tehdyt toimenpiteet eivät ole olleet vielä riittäviä vesipuitedirektiivin mukaisen hyvän tilan saavuttamiseksi. Järven tila on tällä hetkellä tyydyttävä. Uusimpien mallinnustulosten perusteella Vesijärven ulkoista ravinnekuormitusta pitäisi edelleen vähentää. Käynnissä oleva ilmastonmuutos aiheuttaa vesiensuojelulle uudenlaisia haasteita. Ilmastotutkimusten perusteella on selvää, että ilmaston ääri-ilmiöiden frekvenssi ja voimakkuus kasvavat. Arvioidaan, että lämpötila nousee edelleen, joten vesistöjen jääpeitteinen aika lyhenee ja talviaikainen sateisuus lisääntyy. Toisaalta etenkin kesällä voi olla kuivia jaksoja. Tämä haastaa nykyisen vesiensuojelun etenkin talvikaudella, kun virtaamat kasvavat ja talvitulvien todennäköisyys lisääntyy. Talvella kasvillisuus ei sido ravinteita kosteikoissa tai pidätä ravinteita maa-alueilla. Vesistöjen rehevöityminen saattaa edetä maa-alueilta tulevien ravinnehuuhtoumien kasvaessa. Kuivien kesien myötä myös kastelun tarve maataloudessa voi lisääntyä ja pintaveden laadulle syntyy siten uusia paineita. Valumavesien määrän ja laadun hallintaan tarvitaan uusia ympäristöteknologian keinoja. Ulkoisen ravinnekuormituksen vähentäminen on ensisijainen kunnostustoimenpide kaikissa vesistökuunnostushankkeissa.

Maa- ja metsätalouden kuormitusta tulee vähentää merkittävänä osana ulkoisen kuormituksen vähennystavoitetta. Tavoitteeseen pääsemiseksi tarvitaan sekä uusia työkaluja, että vanhojen menetelmien perusteellisempaa toteuttamista. Vanhoja menetelmiä ovat mm. kosteikot ja laskeutusaltaat ja uusina menetelminä mm. mekaaniseen suodatukseen perustuvat menetelmät. Vesijärven valuma-alueella on yhteensä noin kolmekymmentä kosteikkoa tai laskeutusallasta. Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö ja Pyhäjärvi-instituutti toteuttivat ympäristöministeriön rahoittaman vesien- ja merenhoidon toimeenpanoa edistävän hallitusohjelman kärkihankkeen, *Vesienhoitosuunnitelmien tavoitteiden edistäminen Lahden Vesijärvellä ja Säskylän Pyhäjärvellä - testattuja toimintatapoja kaikkien hyödynnettäväksi* (PyhäVesi-hanke). Siinä maa- ja metsätalouden vesiensuojelua lähestyttiin useasta eri kulmasta ja erilaisin ratkaisuin. Tavoitteena oli mm. ennallistaa uomia luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteita noudattaen sekä toteuttaa valumavesien monimuotoisia suodatinratkaisuja käyttämällä kierrätettäviä ravinteiden sitoja-aineita ojustossa, suojavyöhykkeillä tai tehostamassa kosteikkojen toimintaa. Tavoitteena oli myös parantaa kosteikkojen ja altaiden vesitaloudellista tehokkuutta kierrättämällä kosteikkoihin ja altaihin kertyneitä ravinteikkaita massoja takaisin peltoon. Nämä toimenpiteet on kuvattu hankkeen loppuraportissa ja sen liiteraportissa 1.

Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimien vaikuttavuuden arvioimiseksi hankkeen tavoitteena oli myös selvittää vesiensuojelutoimien vaikuttavuutta Vesijärven valuma-alueella. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden toimivuutta tutkittiin ottamalla vesinäytteitä kuudesta olemassa olevasta kosteikosta. Lisäksi tarkkailtiin ojanpohjasuodattimen toimintaa sekä otettiin vesinäytteitä uusien, hankkeessa rakennettujen vesiensuojelurakenteiden vaikuttavuuden selvittämiseksi. Tässä liiteraportissa esitetään näiden vesinäytteenottojen tulokset. Mahdollisimman kattavan näytteenoton aikaansaamiseksi seurantaressurit yhdistettiin kolmesta eri hankkeesta: VHS; HolaLake ja PyhäVesi.

2. Menetelmät

Vesijärvellä valuma-aluetoimenpiteiden vaikuttavuuden arvioimiseksi olemassa olevista kosteikoista valittiin kuusi kosteikkoa tehostettuun seurantaan (Taulukko 1, Kuva 1). Lisäksi seurattiin YM:n VHS-hankkeessa maaliskuussa 2017 rakennetun ojanpohjasuodattimen toimintaa. Seurantoja ulotettiin myös mahdollisille uusille toteutettaville kohteille aluksi Haritunjoen valuma-alueella ehdolla olleisiin Räpäkistönojaan ja Ojavallanojaan. Kohteiden tarkentuessa seurannat vaihdettiin Häränsilmänojaan ja Haritunjoen Piilonojaan.

Taulukko 1. Perustiedot seurannassa olevista kosteikoista. Pinta-ali tiedot ovat yleissuunnitelmasta tai mitattu kartalta.

Nimi	Alue ja valuma-alueen koko	Koko	Kuvaus	Rakennusvuosi	Kunnostushistoria
Kurhilan kosteikko	Häräsilmänoja 476 ha, 19 %	n. 1 ha	Vanhoista kala-altaista ja suuresta laskeutusaltaasta muokattu	Kosteikoksi muokattu 2009	Kala-aitaiden tyhjennys 2016
Kytyänojan allas	Myllyoja 690 ha, 41 %	1 ha	Suuri laskeutusallas	1990	Tyhjennys ja munkkipadon kunnostus 2016
Pyrylän kosteikko	Haritunjoki, 690 ha, 51 %	n. 2 ha suoja-kaistoineen	Kolmesta altaasta ja saarista koostuva kosteikko	2013	Tyhjennys yläosasta, padon muutostyö, syyskuu 2018
Äkeenojan kosteikko	Äkeenoja 476 ha, 18 %	0,35 ha	Kahdesta altaasta koostuva kosteikko	2011	Tyhjennys 2016
Purailanviepän kosteikko	700 ha, 43 %	0,75 ha	Kolmen altaan sarja	2006-2008	Tyhjennys ja alimman altaan mataloittaminen 2015
Upilanojan laskeutusallas ja kemikaaliannostin	Upilanoja 330 ha, 45 %	0,3 ha	Kaksi allasta, joiden välissä ferrisulfaatin annostelija	2013	Kemikaaliannostinpatto korjattu 2014 ja 2016
Leikkurinmäen ojan suodatin	Haritunjoki 78 ha	14 m	Ojanpohjasuodatin, ravinteiden sitoja-aineena rakeistettu sammutettu kalkki	2017	Kunnostustarve: Putket tukossa, mitoitus, toiminnan tehostaminen



Kuva 1. Vesijärven kosteikot ja laskeutusaltaat. Hankkeen seurannassa olevat kuusi kosteikkoa on merkitty karttaan muita suuremmilla punaisilla ympyröillä. Lisäksi on seurattu vuonna 2017 rakennetun ojanpohjasuodattimen toimintaa (keltainen kolmio).

Toimivuusseurannat kosteikoilla toteutettiin ottamalla vesinäytteet kohteen ylä- ja alapuolelta 2-3 viikon välein. Vuonna 2017 näytteitä otettiin yhteensä 9 kertaa 18.5.-25.10. välisenä aikana. Vuonna 2018 näytteitä otettiin 3.5. - 5.11. välisenä aikana yhteensä 11 kertaa. Ojanpohjasuodattimen seuranta aloitettiin pian sen rakentamisen jälkeen jo 29.3.2017, mutta seuranta keskeytettiin kesällä 2018, kun suodattimen putkien havaittiin tukkeutuneen.

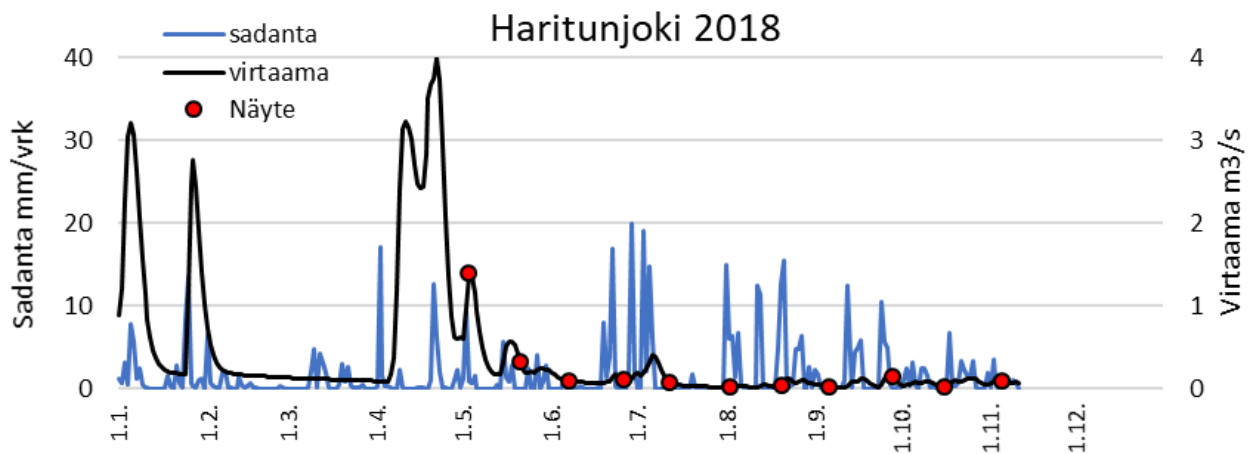
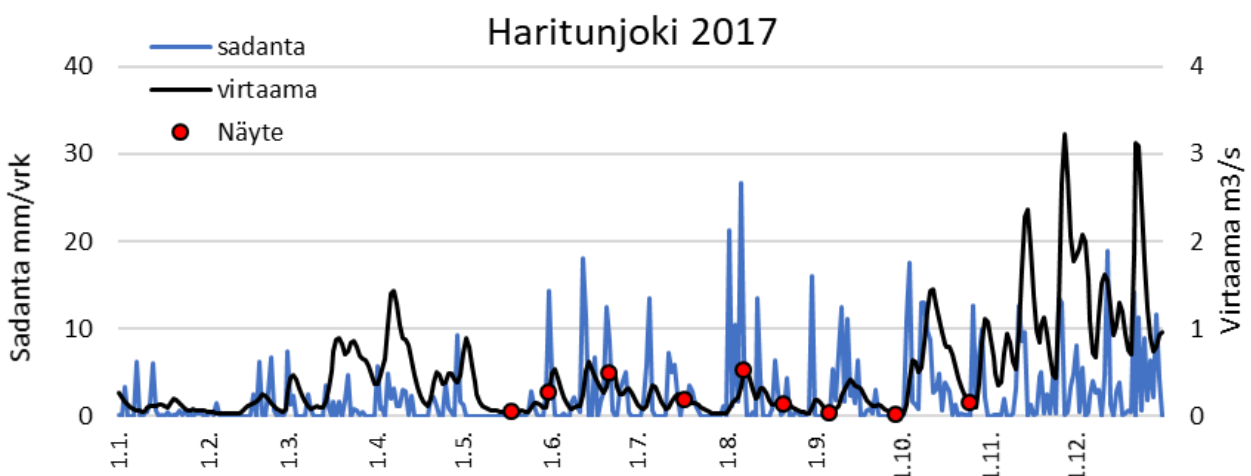
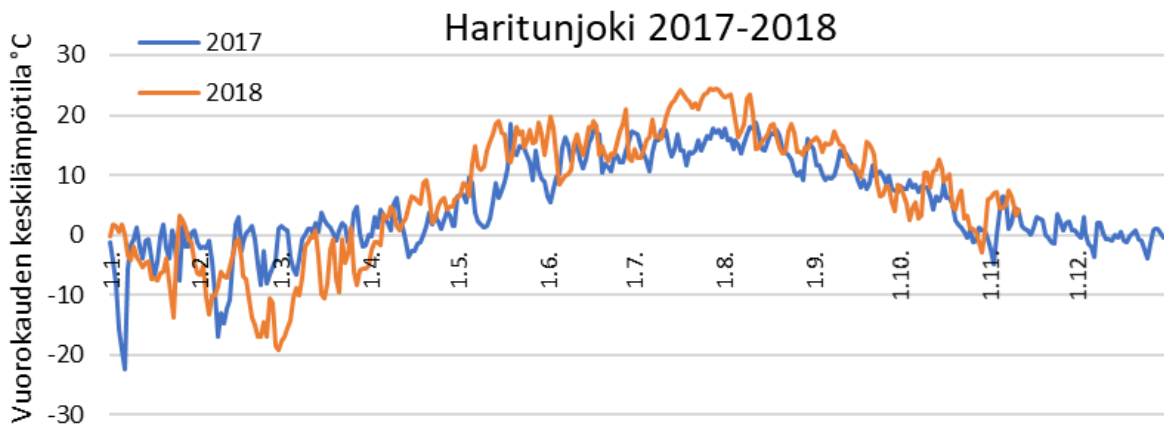
Seurattavia vedenlaatuparametreja olivat pH, sähkönjohtavuus, kiintoaine (suodatus 0,4 µm), kokonaistyyppi, kokonaisfosfori ja fosfaattifosfori (suodatus 0,4 µm). Upilanojan kemikaaliannostimella seurattiin lisäksi rauta- ja sulfaattipitoisuuksia ja Kyttyänojan altaalla vuonna 2018 myös tulevan veden bakteeripitoisuuksia. Näytteet analysoitiin Eurofins Environment Testing Finland Oy:n laboratoriossa normaalein, käytössä olevin standardimenetelmin. Virtaamat mitattiin näytteenoton yhteydessä siivikolla uoman leveydestä riippuen 1-5 kohtaa sekä laskemalla uoman poikkileikkauspinta-ala uoman leveys- ja syvyyssmittausten avulla. Vuonna 2017 käytössä oli siivikko (JDC Flowatch), jolla pienimpien virtaamien mittaaminen oli vaikeaa. Vuonna 2018 käyttöön saatiin MiniAirJunior- merkinen siivikko, jolla saadaan mitattua tarkemmin myös alhaisemmat virtaamat (< 1 m/s). Mittarin vaihdos voi kuitenkin vähentää virtaamamittausten vertailukelpoisuutta vuosien välillä. Muutoinkin virtaamamittauksia täytyy pitää lähinnä suuntaa-antavina, sillä pienet erot mittauksessa voivat vaikuttaa varsin suuresti lopputulokseen.

Yhdellä kosteikolla (Purailanviepä) oli myös käytössä Lahden ympäristöpalvelujen jatkuvatoiminen mittausasema. Anturit on asennettu kosteikon alkupäässä olevaan levennettyyn tulouomaan sekä viimeisen altaan puolelle lähelle kivipatoa, josta vesi poistuu kosteikolta. Anturit mittaavat tulouomassa veden pinnankorkeutta, veden lämpötilaa, sähkönjohtavuutta sekä sameutta. Mittausasemat olivat toiminnassa avovesikausilla 10.4. - 30.10.2017 ja 25.4. - 29.10.2018 väliset ajat.

3. Tulokset

3.1. Tutkimusvuosien lämpötila, sadanta ja virtaama

Kosteikkoseurannan vuodet 2017 ja 2018 erosivat toisistaan sääolosuhteiltaan, sillä kesä 2017 oli sateinen ja viileä, kun taas kesä 2018 oli vähäsateinen ja lämmin. Tutkimusvuosien lämpötilan, sadannan ja virtaamien yleiskuvaa voidaan verrata Vesistömallijärjestelmästä (WSFS) haettujen simuloitujen tietojen avulla. Kuvassa 2 on esitetty vesistömallijärjestelmästä haetut tiedot Vesijärven suurimman osavalmu-alueen, eli Haritunjoen osalta. Viileästä säästä ja runsaammasta sateisuudesta johtuen kesällä 2017 virtaamat olivat keskimäärin suurempia kuin kesällä 2018. Erityisen runsaita sateita saatiin elokuun alussa, mikä näkyi suurena piikkinä kosteikoilta 7.8.2017 mitatuissa virtaamisissa (ks. kosteikkotulokset). Myös syksy 2017 oli erityisen sateinen ja virtaamat kasvoivat. Näytteenotto kuitenkin päättyi vuonna 2017 ennen syksyn suurimpia virtaamia (Kuva 2). Vuonna 2018 virtaamat olivat suurimmillaan huhtikuussa, kun vuorokauden keskilämpötilan nousi pakkasjakson jälkeen plussan puolelle ja lumet alkoivat sulaa. Suurin virtaamahuippu oli jo ehtinyt mennä näytteenoton alkaessa toukokuun alussa, mutta virtaamat olivat silti tuolloin koko näytteenottokauden suurimmat. Kesän aikaan sateita oli varsin vähän ja haihdunta suurta, mikä alensi virtaamia.



Kuva 2. Vesistömallijärjestelmästä (WSFS) 12.11.2018 haetut simuloituvat arvot Vesijärven Haritunjoen osavalueelle (3. jakovaihe). Yläkuvassa molempien tutkimusvuosien vuorokauden keskilämpötila. Keskellä ja alhaalla erikseen molempien tutkimusvuosien sadanta ja virtaamat, sekä punaisella näytteenottopäivämäärien sijoittuminen suhteessa simuloituihin virtaamatietoihin.

3.2. Kosteikkojen toimivuustarkkailun tulokset

3.2.1. Purailanviepän kosteikko

Purailanviepän kosteikko on rakennettu 2006-2008. Sen pinta-ala on 0,75 ha. Valuma-alueen pinta-ala on 700 ha ja peltoprosentti 43 %. Valuma-alueella on runsaasti savimaita. Kosteikko koostuu kolmesta altaasta ja ensimmäisessä altaassa on ollut aikaisemmin käytössä myös kemikaaliannostelija (alumiinikloridi). Kosteikon ensimmäinen osa on pitkä ja kapea, ja ylivirtaamalla osa vedestä menee siitä kivipadon yli suoraan järveen, eikä johdu suurempiin altaisiin (Kuva 3). Suurista altaista ensimmäisenä on syvempi laskeutusallas ja toisena matalampi kosteikko-osa. Altaiden välissä on pieni allasosa, jossa vesi menee huoltotien alitse. Vuonna 2015 altaalle tehtiin kunnostus tyhjentämällä sinne kertynyttä kiintoainesta sekä mataloittamalla alinta allasta etenkin sen loppupäästä, jotta siihen muodostuisi paremmin kasvillisuutta. Allas sijaitsee rannan tuntumassa, ja alimmasta altaasta vesi menee kivipadon yli Vesijärven Komonselkään.

Altaalla on myös jatkuvatoimiset mittausasemat, joista suurten altaiden yläpuolinen mittausasema sijaitsee pitkän tuloaltaan loppuosassa ja alapuolinen asema alimmassa altaassa lähellä lähtöpatoa. Antureilla mitataan veden pinnankorkeutta, lämpötilaa, sameutta ja johtokykyä. Vesinäytteet otettiin näiden asemien läheisyydestä. Yläpuolinen näyte otettiin kuvassa 3 näkyvältä pieneltä laiturilta mittausanturin vierestä, ja alapuolinen näyte lähtöuomasta kivipadon päältä. Yläpuolinen näyte ei välttämättä suoraan kuvaa tulevan veden laatua, sillä tulouoma on allasmainen ja siinäkin voi tapahtua kiintoaineen laskeutumista tai ravinteiden sitoutumista kasvillisuuteen. Myöskään tulovirtaamaa ei ole mahdollista mitata näytteenottoaikalla. Tähän näytteenottoaikaan kuitenkin päädyttiin, jotta saataisiin samalla myös vertailuaineistoa jatkuvatoimisen mittausaseman tuloksille.



Kuva 3. Purailanviepän kosteikko. Altaan alkuosa on pitkänomainen tulouoma, josta ylivirtaamalla vesi pääsee myös järveen kuvan alaosassa näkyvän kivipadon yli. Muutoin vesi virtaa suurempien altaiden läpi ja laskee järveen kuvan yläosassa sijaitsevan lasku-uoman kautta.

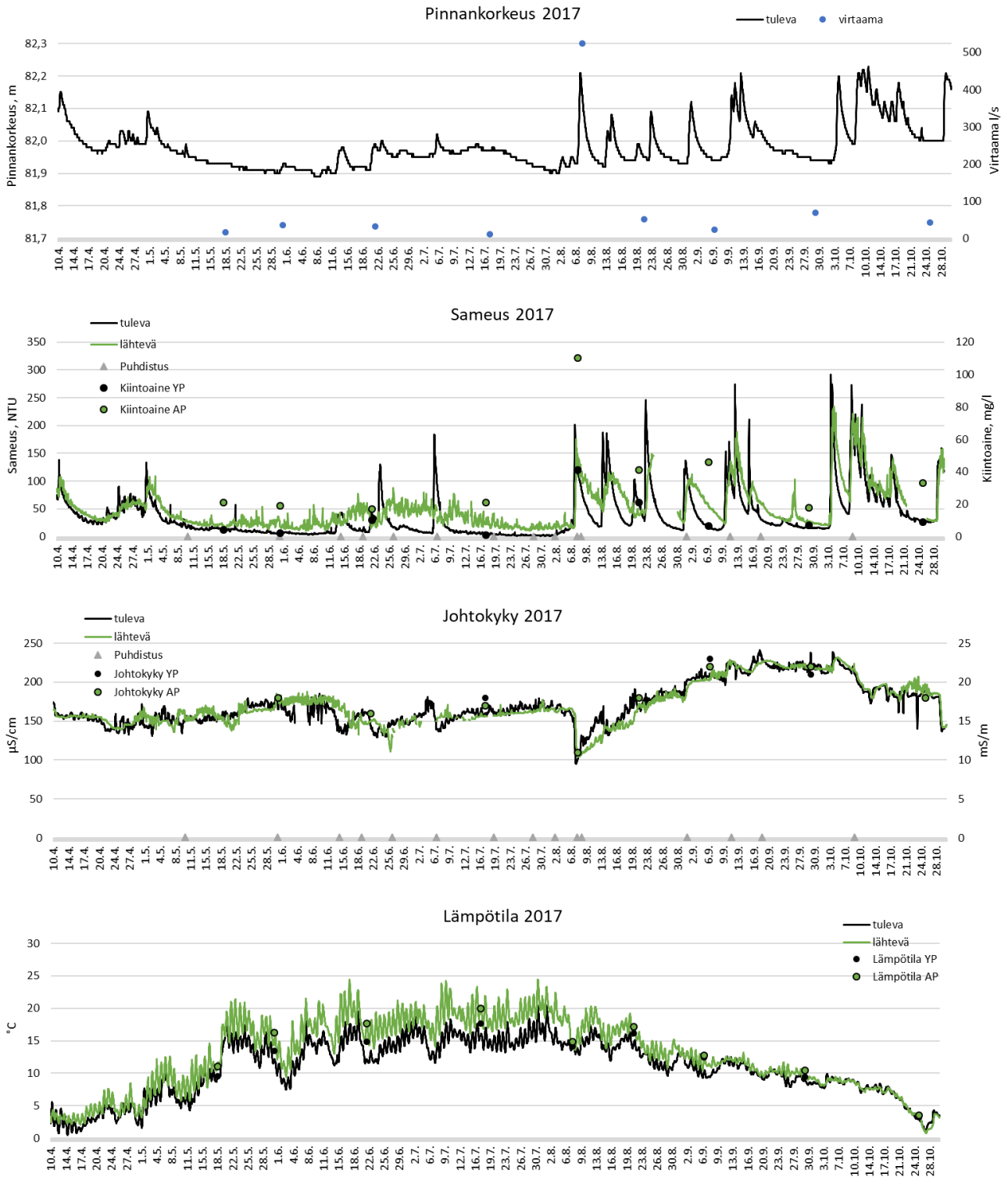
Jatkuvatoimisen aseman tulokset

Jatkuvatoimiset mittausasemat antoivat mielenkiintoista tietoa kosteikon toiminnasta ja vesinäytteisiin yhdistettynä myös niiden tulkinnasta (Kuvat 4 ja 5). Ensimmäiseen isoon altaaseen johtuvan veden pinnankorkeuden mittaustuloksia ei voida suoraan verrata altaista lähtevän veden virtaamamittauksiin kolmesta syystä. Mittauspaikka on eri, virtaamamittaukseen sisältyy huomattavaa epävarmuutta, ja virtaamat vaihtelevat pinnankorkeutta huomattavasti laajemmin. Pinnankorkeus oli kuitenkin ylimmillään silloin, kun virtaamamittauksessa saatiin suurin tulos, joten lineaarisella regressiolla pinnankorkeus selitti jopa 84 % lähtövirtaaman vaihtelusta vuonna 2017 ja 87 % vuonna 2018. Jatkuvatoimisessa mittauksessa altaaseen tulevan veden sameuspiikit heijastivat melko suoraan pinnankorkeuden kasvua (selitysaste 76 % vuonna 2017 ja 79 % vuonna 2018). Purailanviepän valuma-alueella sameusarvot näyttävät siis kasvavan selvästi sadetapahtumien yhteydessä, kun virtaamat kasvavat.

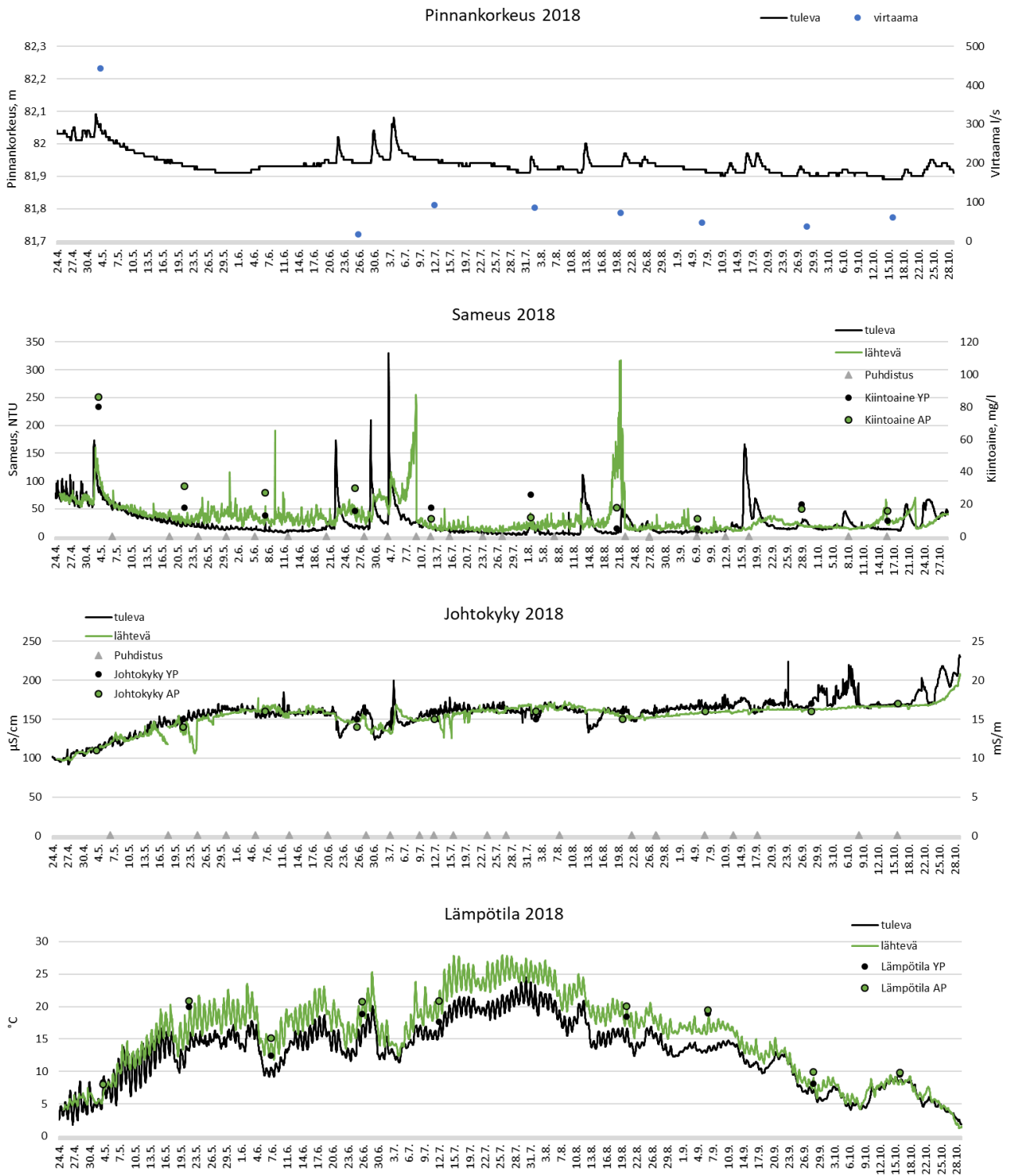
Jatkuvatoimisella mittauksella altaan yläosasta mitatut sameusarvot olivat vahvassa suhteessa anturin vierestä otettujen vesinäytteiden kiintoainepitoisuuteen (suodatus 40 µm). Kiintoainepitoisuus selitti jopa 98 % sameusarvojen vaihtelusta, kun molempien vuosien aineistot yhdistettiin. Sen sijaan altaan alapuolella suhde ei ollut yhtä selvä, vaan joukossa oli poikkeava arvo (20.8.2018), joka laski selitysasteen 41 %:iin. Ilman tätä poikkeavaa arvoa selitysaste nousi 97 %:iin. Kuvasta 5 voidaan havaita, että tuolloin sameusarvot olivat lähtöpuolella lähteneet nousuun, mutta laskivat jyrkästi antureiden puhdistuskäynnin jälkeen 22.8.2018. Mittausaineistossa voidaan nähdä samanlainen sameusarvojen jyrkkä lasku 9.7.2018 puhdistuskäynnin jälkeen. Ainakin osa vuoden 2018 lähtevän veden sameusarvojen noususta johtuu siis anturin likaantumisesta. Vuoden 2018 osalta käytössä on toistaiseksi vasta mittareiden raakadata. Laatuvarmennetusta aineistosta tällaiset aiheettomat, likaantumisesta aiheutuvat piikit voidaan poistaa.

Jos verrataan altaan ylä- ja alapuolelta mitattuja sameusarvoja, voidaan jatkuvatoimisella mittauksella nähdä, kuinka kiintoainesta mahdollisesti pidättyy altaaseen (Kuvat 4 ja 5) ja kuinka altaan ylä- ja alapuolelta otettuja vesinäytetuloja pitäisi tulkita. Etenkin loppukesällä ja syksyllä 2017 oli useita sadetapahtumia, joiden johdosta sameusarvot altaaseen tulevassa vedessä nousivat. Sadetapahtuman yhteydessä sameusarvot tulovedessä nousivat hyvin terävästi, ja alkoivat sitten laskea hieman loivemmin. Lähtevässä vedessä sameusarvojen kohoaminen voidaan havainta pienellä viiveellä, mikä johtuu veden viipymästä altaassa. Useimmissa sadetapahtumissa lähtevän veden sameusarvot eivät nouse aivan yhtä suureksi, kuin tulovedessä, mutta sameusarvot pysyvät tulovettä korkeampina kauemmin, kun virtaamien hidastuessa sameuspulssi hitaasti purkaantuu altaasta. Monessa tapauksessa näytteenotto on sattunut juuri tähän tilanteeseen sadetapahtuman jälkeen. Tällöin tulovedestä otettu näyte on jo ”puhtaampi”, kuin lähtevän veden näyte, jolloin vaikutelma on se, että altaasta vapautuu kiintoainesta. Todellisuudessa kyseessä on kuitenkin edeltävän sadetapahtuman ”häntä”. Tuloksista huomataan myös, että etenkin keskikesällä virtaamien ollessa vähäisiä, sameusarvot Purailanviepän altaasta lähtevässä vedessä ovat tulovettä suurempia. Varmaa selitystä tähän ei voida näiden tulosten perusteella antaa, mutta jälkimmäisen anturin mahdollisesti nopeamman likaantumisen lisäksi on mahdollista, että altaassa esimerkiksi kalat pölyttävät pohjaa samentaan vettä: Särkikaloja on havaittu rannalla olevassa Purailanviepän altaassa. Altaassa voi myös tapahtua levätuotantoa, joka kohottaa sameusarvoja. Vesi on yleensä varsin savisameaa, mikä rajoittanee levätuotantoa. Syksyä kohden ero tulo- ja lähtöveden välillä tasoittuu. Vesien viiletessä myös kalojen aktiivisuus ja toisaalta levätuotanto voivat vähentyä.

Usein helposti mitattavia sameusarvoja halutaan käyttää fosforikuormituksen arviointiin. Tässä aineistossa tulevan veden sameuden ja kokonaisfosforipitoisuuden välillä oli yhteys sateisena vuonna 2017 (selitysasteet tulevalle 85 %, lähtevälle 90 %). Sen sijaan vähäsateisena, lämpimänä vuonna 2018 yhteys oli heikko (tuleva 16 %, lähtevä 33 %; aineistosta on poistettu korkea sameustulos 20.8.2018). Liukoisen fosfaattifosforin osuus tulevan veden kokonaisfosforista oli keskimäärin 19 % ja lähtevässä vedessä 16 %. Vaihtelu oli kuitenkin suurta, etenkin vuonna 2018.



Kuva 4. Purailanviepän kosteikon jatkuvatoimisen mittauksen tulokset vuodelta 2017. Altaan tulopuolelta mitatut arvot on esitetty mustalla värillä, lähtöpuolelta vihreällä. Kuvaan on lisäksi merkitty ympyröin altaan ylä- (YP) ja ala- (AP) puolelta otettujen vesinäytteiden tulokset, jotka on lämpötilaa lukuunottamatta esitetty 2-akselilla. Yläkuvasa on pinnankorkeus, jota mitataan vain tulopuolella. Siniset ympyrät ovat siivikolla tehtyjä virtaamamittauksia altaan lähtöpadolla. Antureiden puhdistuskerrat on esitetty sameus- ja johtokykykuissa harmailla kolmiolla päivämääräakselilla.



Kuva 5. Purailanviepän kosteikon jatkuvatoimisen mittauksen tulokset vuodelta 2018. Edellisen kuvan tapaan altaan tulopuolelta mitatut arvot on esitetty mustalla värillä, lähtöpuolelta vihreällä. Kuvaan on lisäksi merkitty ympyröin altaan ylä- (YP) ja ala- (AP) puolelta otettujen vesinäytteiden tulokset, jotka on lämpötilaa lukuunottamatta esitetty 2-akselilla. Yläkuvassa on pinnankorkeus, jota mitataan vain tulopuolella. Siniset ympyrät ovat siivokolla tehtyjä virtaamamittauksia altaan lähtöpadolla. Antureiden puhdistuskerrat on esitetty sameus- ja johtokykykuviissa harmailla kolmiolla päivämääräakselilla.

Vesinäytteiden tulokset

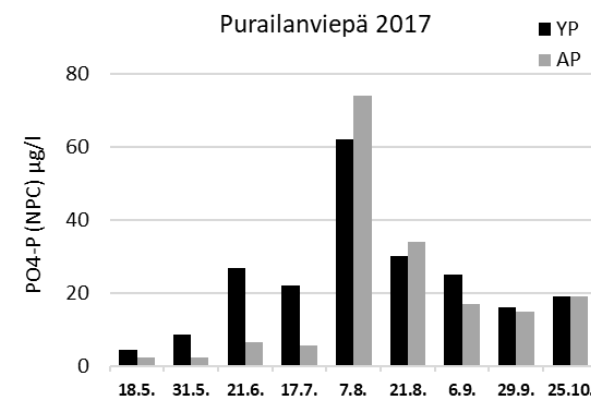
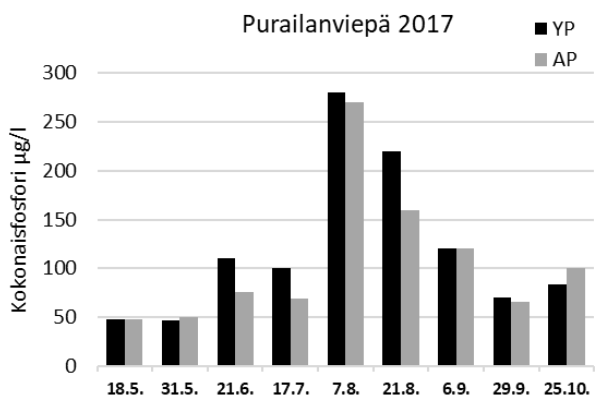
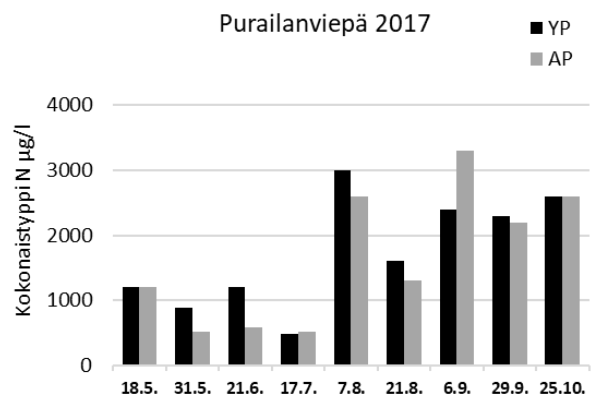
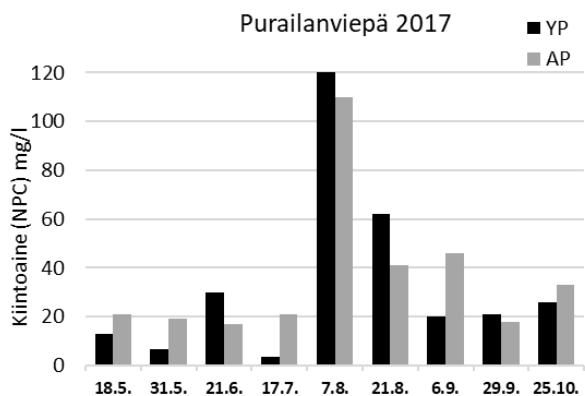
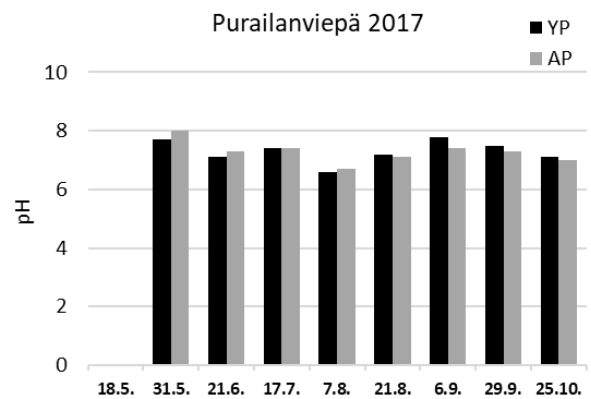
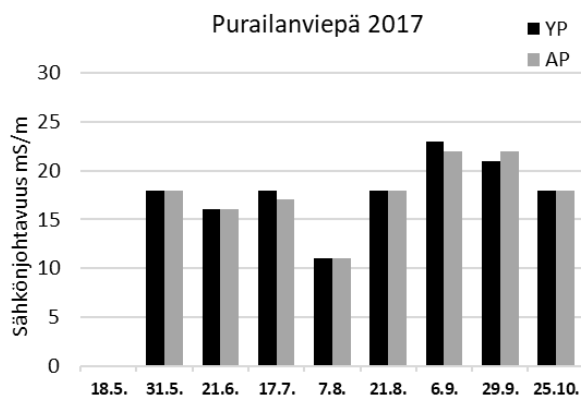
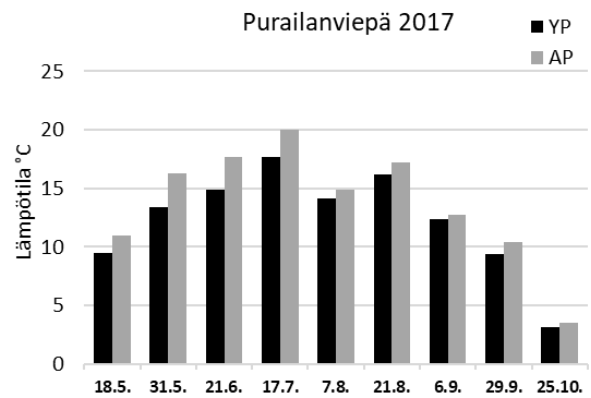
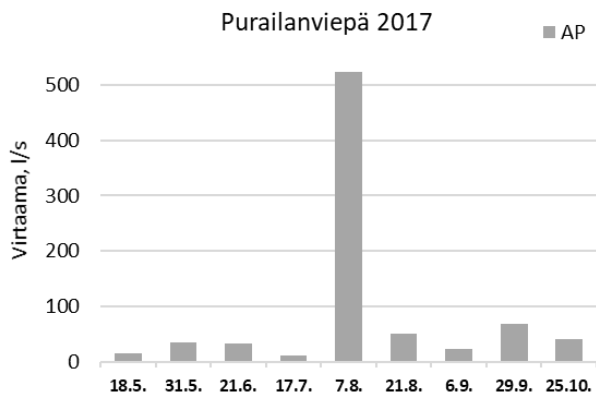
Kuvissa 6-7 esitetään Purailanviepän näytteenottokäyntien tulokset vuosilta 2017 ja 2018. Kaikki kosteikkoseurannan vesinäytetulokset on lisäksi esitetty Liitteen 1 taulukoissa 1-3. Purailanviepän tulovirtaamamittaa ei siis saatu mitattua ja lähtövirtaamankin mittaaminen on haastavaa epäsäännöllisen kivipadon päältä, jossa kesällä on myös runsaasti kasvillisuutta. Mittaustuloksia onkin pidettävä vain suuntaantavina. Vuonna 2017 lähtövirtaamat vaihtelivat välillä 11-68 l/s, paitsi 7.8.2017, jolloin lähtövirtaama oli peräti 524 l/s (Kuva 6). Vuoden alin virtaamatulos saatiin heinäkuussa. Vuonna 2018 lähtövirtaama oli suurin heti keväällä 3.5.2018 (444 l/s) ja toiseksi suurin marraskuussa. Toukokuun lopussa virtaamaa ei pystytty mittaamaan, sillä järven pinta oli poikkeuksellisen korkealla ja ylsi kivipadon tasolle. Seuraavalla kerralla mittari rikkoontui, joten virtaamamittaus puuttuu. Muutoin lähtövirtaamat vaihtelivat välillä 17-93 l/s. Alhaisin virtaama mitattiin kesäkuun lopussa.

Kosteikkoon tuleva vesi oli kesällä melko lämmintä. Tulevan veden lämpötila vaihteli vuonna 2017 lokakuun 3,2 asteesta heinäkuun 17,7 asteeseen. Vuonna 2018 vesi oli keskimäärin puolitoista astetta lämpimämpää vaihteluvälin ollessa 5,6-18,9 astetta. Vähäisillä virtaamilla vesi ehti todennäköisesti lämmitä jo allasmaisessa tulouomassa. Vesi lämpeni myös kosteikossa vuonna 2017 enimmillään 2,9 astetta ja seuraavana vuonna 3,3 astetta. Vuonna 2018 vesi lämpeni useaan otteeseen yli 20 asteiseksi. Elokuun näytteenotossa lämpömittaria ei ollut mukana, mutta jatkuvatoimisen mittausaseman tulosten mukaan heinä-elokuun kuumimpaan aikaan myös tulovesi oli yli 20 asteista ja lähtevä vesi lähes 28 asteista.

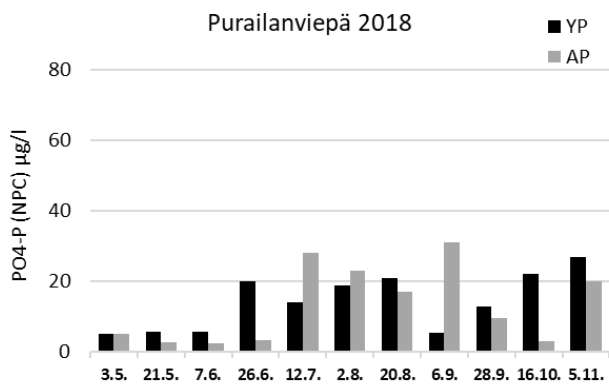
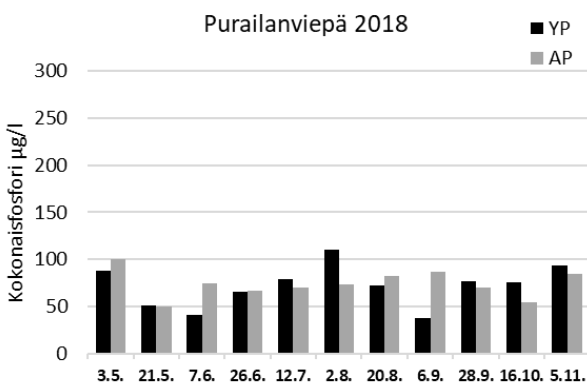
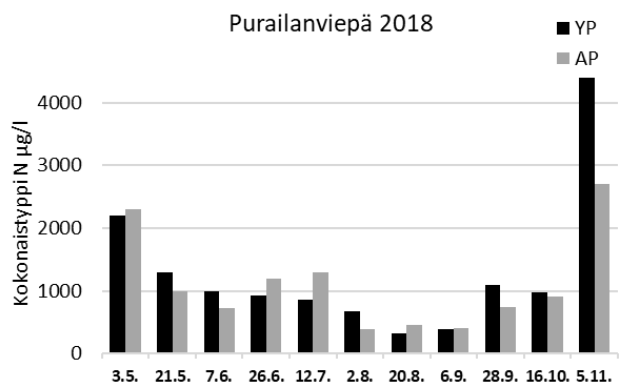
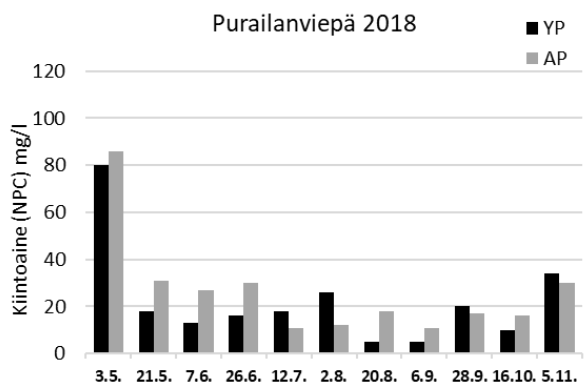
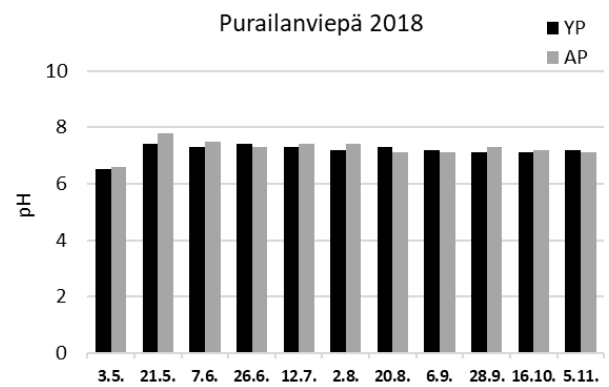
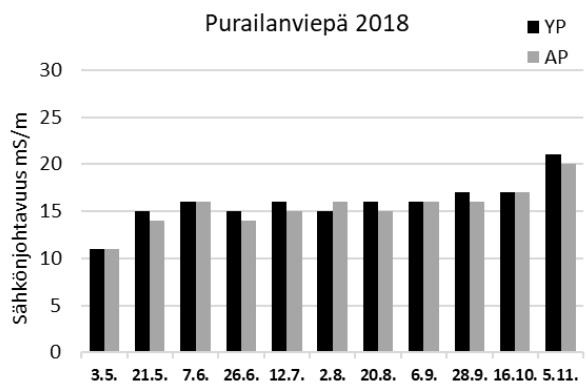
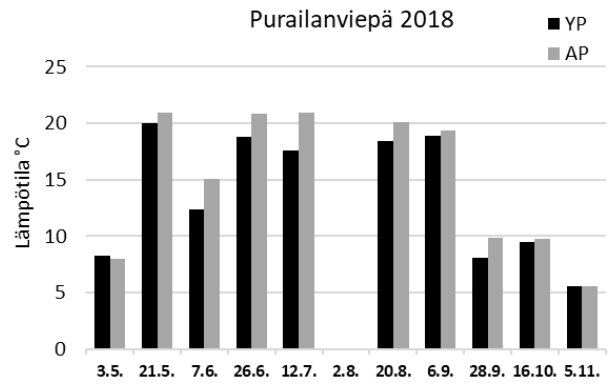
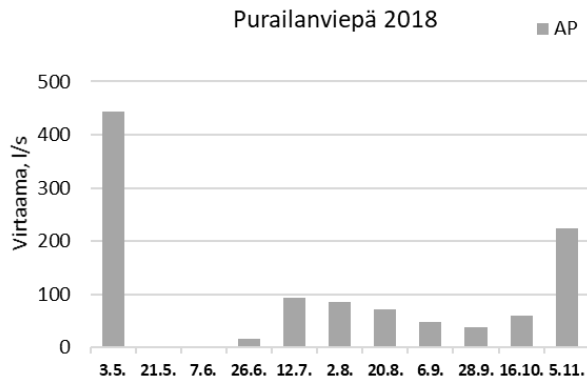
Tulevan veden sähkönjohtokyky oli Purailanviepän kosteikolla korkeampi vuonna 2017 kuin 2018. Vuonna 2017 tuloveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 11-23 mS/m (keskiarvo 18 mS/m) ja vuonna välillä 11-21 (keskiarvo 16 mS/m). Alhaisimmat sähkönjohtavuudet mitattiin runsassateisella jaksolla 7.8.2018 sekä kevättulvalla 2018. Jatkuvatoimiselta mittausaseman tuloksista nähdään, että johtokyky nousi syyslokakuussa, erityisesti vuonna 2017. Tulevan veden pH oli lähellä neutraalia tai lievästi emäksinen vaihdellen välillä pH 7,1-7,8 lukuunottamatta elokuun 2017 sateita (pH 6,6) ja kevättulvaa 2018 (pH 6,5), jolloin pH painui alle 7. Kosteikossa pH arvo pysyi samana, tai hivenen nousi tai laski ilman selvää suuntaa. Korkeimmillaan lähtevän veden pH (pH 8) oli toukokuun lopussa 2017. Toiseksi korkein arvo (pH 7,8) mitattiin vastaavana aikana vuonna 2018.

Purailanviepän altaiden tulevan veden kiintoainepitoisuudet heijastelivat virtaaman vaihteluita. Suurimmat kiintoainepitoisuudet mitattiin elokuun 2017 tulva-aikaan (120 mg/l). Pitoisuus oli tulovedessä varsin korkea myös elokuun 2017 lopussa (62 mg/l), jolloin jatkuvatoimisen mittauksen perusteella on ollut jälleen sameuspiikki. Vieläkin korkeampia sameuspiikkejä on ollut lokakuussa, mutta ne ovat tapahtuneet ennen lokakuun lopun näytteenottoa (Kuva 4). Vuoden 2018 korkein kiintoainepitoisuus mitattiin keväällä (80 mg/l). Tuolloin jatkuvatoimisen mittauksen mukaan sameusarvot ovat olleet yleisesti korkeampia mahdollisesti sulamisvesistä johtuen, mutta tuohon ajankohtaan on ajoittunut myös sadetapahtuma. Muutoin kiintoainepitoisuudet vaihtelivat välillä 5-34 mg/l ja olivat vuonna 2018 keskimäärin hieman alhaisemmat kuin vuonna 2017. Vesinäytteiden perusteella Purailanviepän kosteikko ei näyttänyt juuri pidättävän kiintoainetta, sillä pitoisuudet lähtövedessä vaihtelivat ollen useammin tuloveden pitoisuuksia suurempia kuin alhaisempia. Osassa tapauksia syynä on kuitenkin ollut edeltävän sadetapahtuman "häntä".

Kosteikkoon tulevan veden kokonaistyyppipitoisuudet (touko-lokakuu) olivat vuonna 2017 keskimäärin korkeammat (480-3000 µg/l, keskiarvo 1740 µg/l) kuin vuonna 2018 (330-2200 µg/l, keskiarvo 974 µg/l). Marraskuussa 2018 mitattiin kuitenkin tuloveden korkein pitoisuus 4400 µg/l. Seuraavaksi korkein pitoisuus mitattiin elokuun 2017 tulva-aikaan. Altaan alapuolella kokonaistyyppipitoisuudet olivat vaihdellen hieman suurempia tai pienempiä kuin yläpuolella, joten selvää pidättymistä ei tapahtunut. Keskimäärin pitoisuudet olivat kuitenkin hieman alhaisempia kosteikon alapuolella, etenkin vuonna 2017. Altaiden vesi on varsin sameaa, ja kasvillisuuden kehittyminen altaisiin on kestänyt kauan.



Kuva 6. Purailanviepään kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2017. Näytteet on otettu tuloumasta altaiden yläpuolelta (YP) jatkuvatoimisen mittausanturin vierestä sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP). Altaaseen tulevan veden virtaamaa ei mittauspaikalla pysty määrittämään.



Kuva 7. Purailanviepäen kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2018. Näytteet on otettu edellisen vuoden tapaan tuloaumasta altaiden yläpuolelta (YP) jatkuvatoimisen mittausanturin vierestä sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP). Altaaseen tulevan veden virtaamaa ei mittauspaikalla pysty määrittämään.

Kokonaisfosforin pitoisuusvaihtelut altaaseen tulevassa vedessä heijastivat vuonna 2017 jossain määrin kiintoainepitoisuuksien vaihtelua vaihdellen välillä 47-280 µg/l (keskiarvo 120 µg/l). Vuonna 2018 pitoisuudet olivat keskimäärin alhaisempia vaihdellen välillä 38-110 µg/l (keskiarvo 72 µg/l). Korkein pitoisuus mitattiin suurella virtaamalla 7.8.2017. Vuonna 2017 pitoisuus ylitti 100 µg/l peräti viidellä näytteenotokerralla, vuonna 2018 vain kerran. Altaasta lähtevän veden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat ilman selvää suuntaa. Fosforia näytti kuitenkin pidättyvän paremmin vuonna 2017 kuin vuonna 2018.

Liukoisen fosfaattifosforin pitoisuudet tulevassa vedessä vaihtelivat välillä 4,6-30 µg/l, lukuunottamatta 7.8.2017 runsasta sadetta, jolloin pitoisuus oli 62 µg/l. Vuonna 2017 fosfaattifosforin pitoisuudet heijastivat selvemmin kokonaisfosforin pitoisuuksia kuin vuonna 2018. Tulevan veden fosfaattifosforin pitoisuudet olivat alhaisimmillaan heti keväällä ja alkukesällä. Lähtevässä vedessä pitoisuudet olivat keskimäärin hieman alhaisempia kuin tulovedessä. Parhaiten fosfaattifosforia näytti pidättyvän molempina vuosina keväällä ja alkukesällä. Molempina vuosina oli kuitenkin myös näytteenotokertoja, jolloin pitoisuudet olivat alapuolella selvästi suuremmat kuin kosteikon yläpuolella, esimerkiksi 6.9.2018.

3.2.2. Pyrylän kosteikko

Pyrylän kosteikko koostuu kolmesta altaasta ja niissä olevista saarista (Kuva 8). Suojakaistoineen kosteikkoalueen pinta-ala on noin 2 ha. Kosteikon yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on 690 ha, josta noin puolet peltoa. Alueen maaperä on enimmäkseen hiesumaita. Kosteikko on rakennettu vuonna 2013, eikä siinä oltu vielä tehty kunnostustoimia. Syyskuussa 2018 altaiden yläosasta poistettiin sinne kertynyttä kiintoainesta. Samalla uusittiin kosteikon huonokuntoinen patorakenne kivipadoksi (ks. liiteraportti 1). Vesinäytteet otettiin vuosina 2017-18 altaaseen johtavasta uomasta sekä suoraan vanhan padon purkupuutkesta. Näytteitä ei otettu kierroksella 6.9.2018, sillä kosteikon kunnostus oli silloin käynnissä. Vanhan padon korvaava uusi kivipato valmistui 10.9.2018, minkä jälkeen altaan alapuoliset näytteet otettiin kivipadon päältä.



Kuva 8. Pyrylän kosteikko altaan yläosan puolelta kuvattuna.

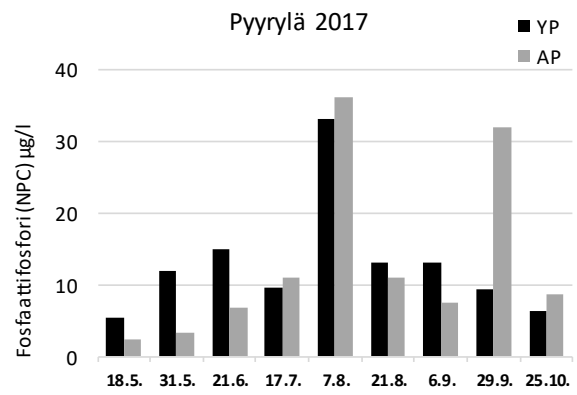
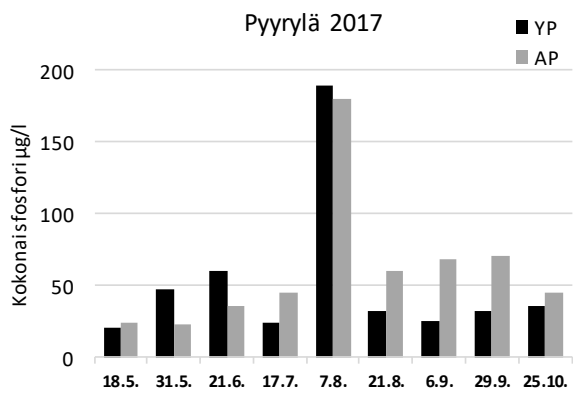
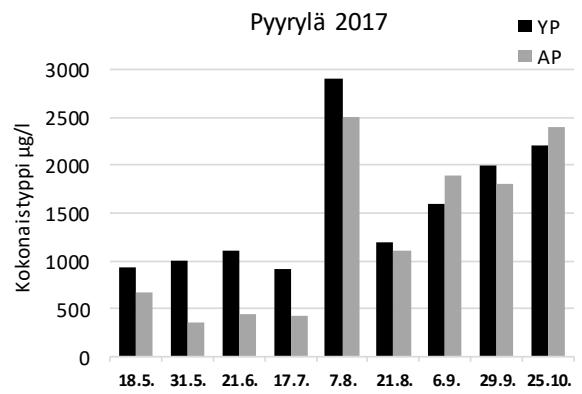
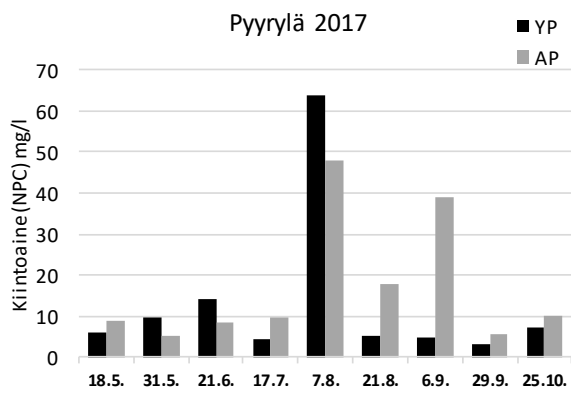
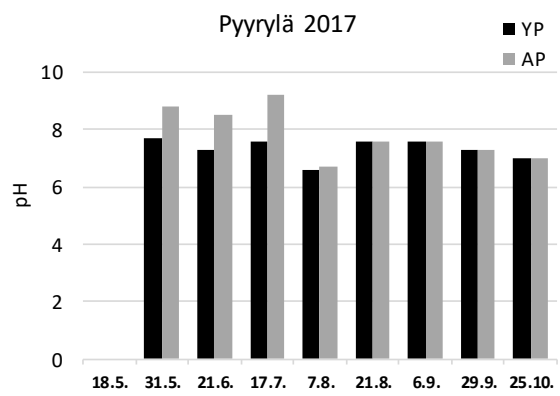
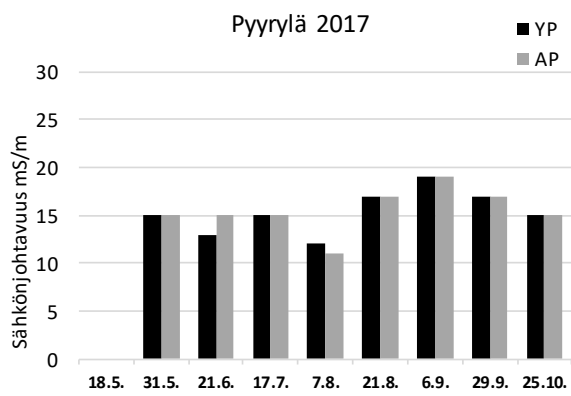
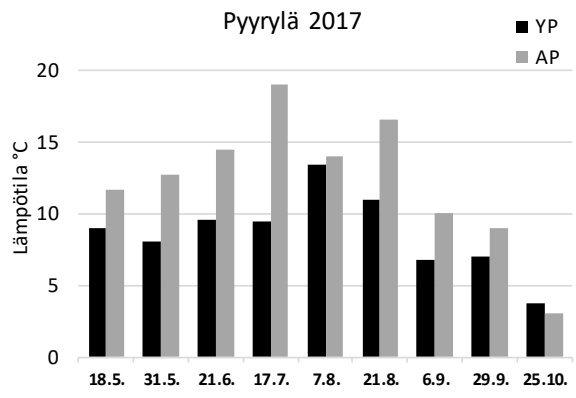
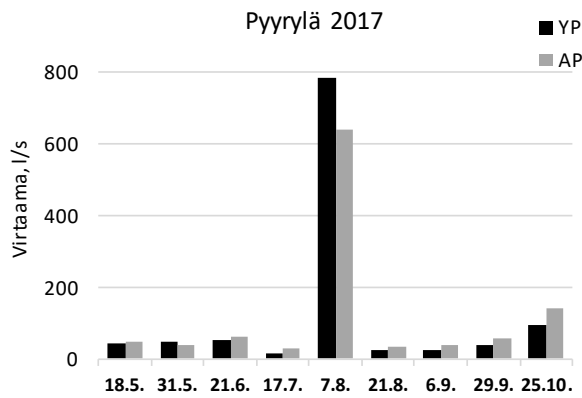
Virtaamat kosteikkoon tulevalle vedelle vaihtelivat vuonna 2017 välillä 16-93 l/s lukuunottamatta poikkeuksellista tulvatilannetta 7.8.2017, jolloin runsaat sateet nostivat virtaaman peräti 784 l/s:aan (Kuva 9). Alin virtaama mitattiin heinäkuussa. Vuosi 2018 oli kuivempi, mutta virtaamat olivat tulouomassa keskimäärin jopa korkeampia vaihdellen välillä 25-427 l/s. Suurin virtaama mitattiin heti toukokuussa, jolloin liikkeellä on ollut vielä sulamisvesiä (Kuva 10). Alhaisimmat virtaamat mitattiin elokuussa. Pyyrylän kosteikolla tulovirtaamiin vaikuttaa todennäköisesti myös pohjavesien purkaantuminen, sillä valuma-alueen latvoilla on lähteitä. Lähteisyyteen viittaa myös Pyyrylän kosteikkoon tulevan veden lämpötila, joka oli varsin viileää. Vuonna 2017 lämpötila vaihteli lokakuun 3,7 asteesta heinäkuun tulvatilanteen 13,4 asteeseen. Vuonna 2018 vaihteluväli oli 5,2-10,9 astetta. Altaissa vesi ehti syksyä lukuunottamatta lämmitä selvästi lähtöveden lämpötilan ollessa korkeimmillaan 19 asteista heinäkuussa 2017. Kesällä 2018 lähtevä vesi oli lämpimimmillään 18,4 asteista, mutta kuumimmalta ajankohdalta (2.8.2018) lämpötilamittaukset puuttuvat.

Tulevan veden sähkönjohtokyky vaihteli välillä 12-19 ollen yleisimmin 15 mS/m. Alimmat arvot mitattiin elokuun 2017 ja kevään 2018 tulvatilanteissa. Sähkönjohtokyky ei juuri muuttunut kosteikon vaikutuksesta. Tulevan veden pH vaihteli välillä 6,6-7,7. Myös pH:n osalta alimmat arvot mitattiin tulvatilanteissa. Kosteikossa pH arvo ei juuri muuttunut tai nousi. Eniten pH arvo nousi alkukesällä 2017 (jopa 9,2), mikä kertonee aktiivisesta tuotannosta. Alimmassa altaassa havaittiin ajoittain runsaasti rihmamaisia viherleviä. Vuonna 2018 korkeampia pH arvoja mitattiin kesäkuun alussa sekä elokuussa.

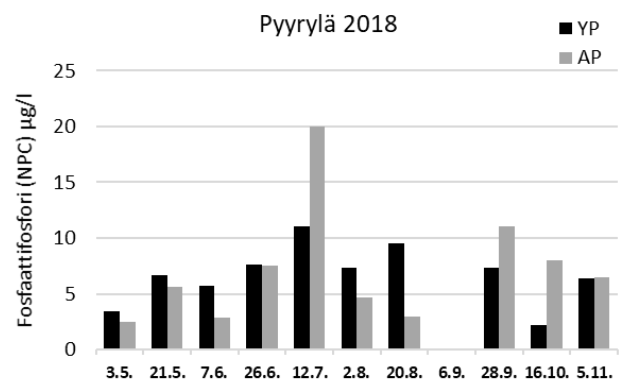
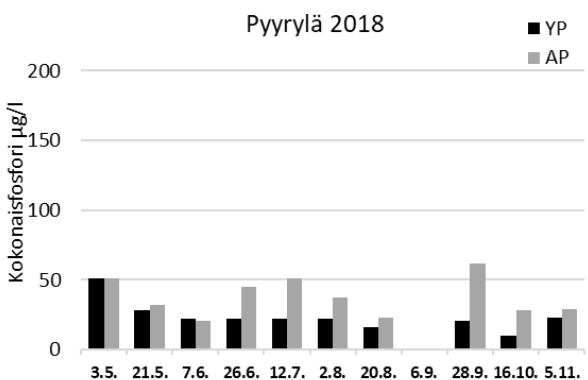
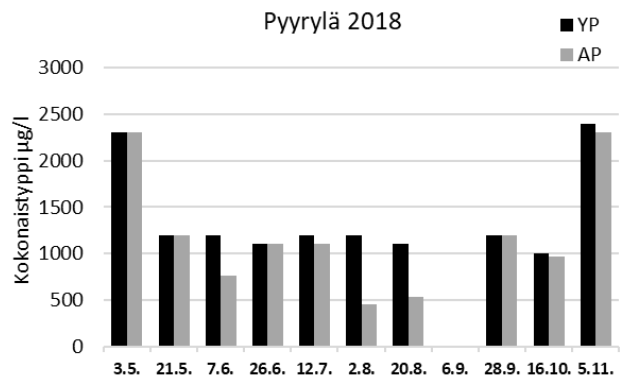
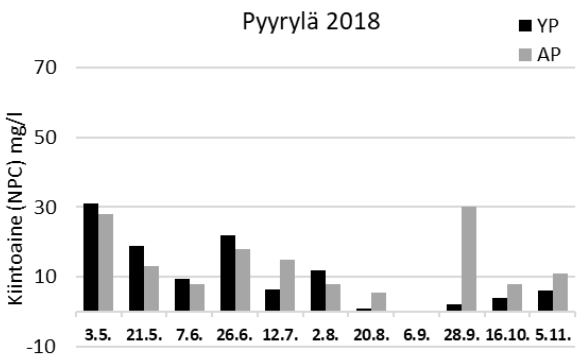
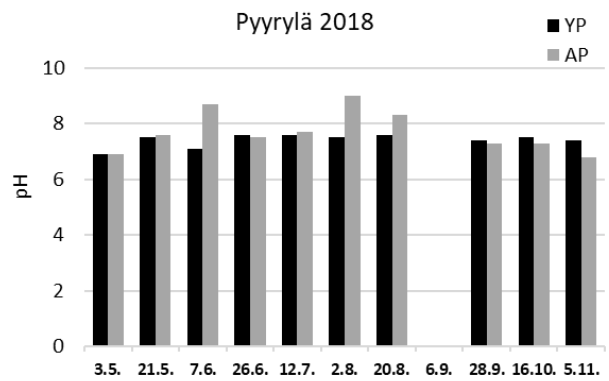
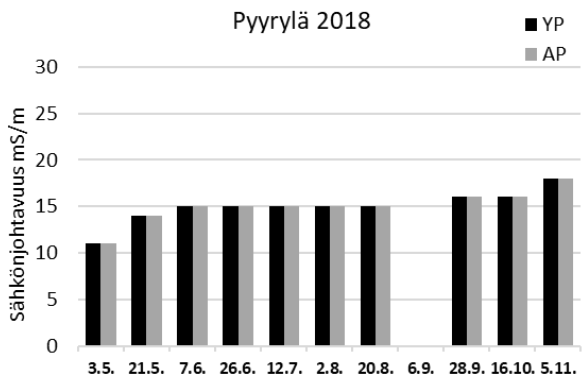
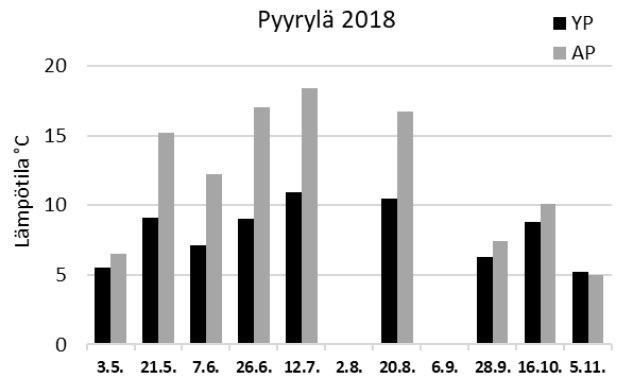
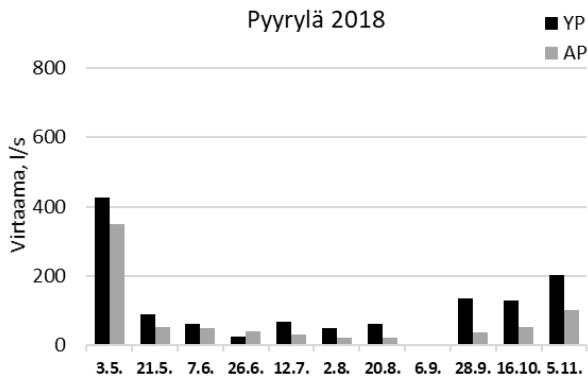
Kiintoainemäärityksessä mitattiin hienoinakin aines (suodatus 0,4 µm). Tulevan veden kiintoainepitoisuudet vaihtelivat vuonna 2017 välillä 3-14 mg/l, mutta elokuun tulvatilanteessa pitoisuus kohosi 64 mg/l:aan. Vuonna 2018 tulevan veden kiintoainepitoisuudet (1-31 mg/l) olivat alhaisimmat loppukesällä ja syksyllä ja suurimmat keväällä tulva-aikaan. Kosteikon alapuolella kiintoainepitoisuudet olivat välillä tuloveden pitoisuuksia alhaisemmat, välillä korkeammat, joten selvää kuvaa kosteikon kiintoaineen pidätyskyvystä ei saatu. Vuoden 2017 tulvatilanteessa pitoisuudet olivat kosteikon alapuolella hieman alhaisemmat kuin tulevassa vedessä. Tulvatilanteen jälkeen, kun pitoisuudet jo laskivat tulevassa vedessä, kosteikolta lähtevässä vedessä pitoisuudet pysyivät korkeina vielä kaksi näytteenotokertaa. Toki myös virtaamat olivat jo tuolloin laskeneet, joten kosteikko on luultavasti myös pidättänyt tulvatilanteessa tullutta kiintoainesta. Vuonna 2018 pitoisuudet olivat yleensä alhaisempia kosteikon alapuolella kuin yläpuolella. Syksyllä kosteikon kunnostustyö todennäköisesti nosti jonkin verran pitoisuuksia kosteikon alapuolella.

Pyyrylän kosteikkoon tulevan veden kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat välillä 910-2900 µg/l. Korkein pitoisuus mitattiin elokuun 2017 tulvatilanteessa. Myös keskimäärin vuoden 2017 pitoisuudet olivat hieman korkeampia kuin vuonna 2018. Pitoisuudet kohosivat syksyä kohden. Kosteikon alapuolella pitoisuudet olivat molempina vuosina keskimäärin tuloveden pitoisuuksia alhaisempia vaihdellen välillä 350-2500 µg/l. Vuonna 2017 kosteikko pidatti hyvin tyypeä alku- ja keskikesällä (retentio 29-65 %), mutta syksyllä oli myös muutama negatiivinen tulos. Vuonna 2018 negatiivisia tuloksia ei ollut, vaan pitoisuudet kosteikon alapuolella olivat joko samaa tasoa tai alhaisempia kuin kosteikon yläpuolella. Parhaat pidätysprosentit havaittiin elokuussa (retentio 52-63 %).

Kokonaisfosforin osalta tilanne oli erilainen. Tulevan veden pitoisuudet vaihtelivat välillä 10-190 mg/l ollen yleisimmin tasolla 20-30 µg/l. Vuonna 2017 pitoisuudet olivat keskimäärin vuotta 2018 korkeammat. Selvästi korkein pitoisuus mitattiin elokuun 2017 tulvatilanteessa. Kosteikko ei näyttänyt pidättävän fosforia, vaan kokonaisfosforipitoisuudet olivat vuoden 2017 alkukesää lukuunottamatta yleensä korkeammat kosteikon alapuolella, kuin tulovedessä. Liukoista fosfaattifosforia kosteikko sen sijaan näytti pidättävän paremmin. Pitoisuudet olivat useammin tulovettä alhaisemmat kuin korkeammat, erityisesti alku- ja keskikesällä. Syksyllä tilanne kääntyi päinvastaiseksi. Joukossa on myös kaksi vaikeammin selitettävää tulosta (29.9.2017 ja 12.7.2018), jolloin lähtöveden fosfaattifosforin pitoisuus oli poikkeuksellisen korkea tuloveden pitoisuuteen nähden. Liukoisen fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista vaihteli, mutta oli tulevassa vedessä molempina vuosina keskimäärin noin 30 % ja lähtevässä vedessä 20 %.



Kuva 9. Pyryylän kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2017. Näytteet on otettu kosteikon yläpuolelta (YP) sekä kosteikolta lähtevästä vedestä (AP).



Kuva 10. Pyyrylän kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2018. Näytteet on otettu kosteikon yläpuolelta (YP) sekä kosteikolta lähtevästä vedestä (AP) samaan tapaan kuin vuonna 2017. Kosteikon kunnostus (yläosan tyhjennys ja padon muutostyö) tehtiin syyskuun alussa, minkä vuoksi 6.9.2018 ei ole otettu näytettä.

Tehdyn kunnostustoimenpiteen (lietteen tyhjennys kosteikon yläosasta sekä padon muutostyö) vaikutusta kosteikon toimintaan ei näin lyhyellä jaksolla voida vielä todentaa. Vesitilavuus kosteikon yläosassa kuitenkin kasvaa, joten sen pitäisi parantaa kiintoaineen laskeutumista. Patotyyppillä ei luultavasti ole vaikutusta kosteikon toimintaan, mutta uusi pato on vanhaa luonnonmukaisempi ja kestävämpi. Lisäksi kosteikon tyhjennys tulevia huoltotarpeita ajatellen helpottuu.

3.2.3. Kytyänojan laskeutusallas

Kytyänojan laskeutusallas on noin hehtaarin kokoinen allas, jonka maanomistaja on rakentanut kasteluvesi-altaaksi jo 1990-luvulla (Kuva 11). Allas sijaitsee Kytyänojassa, joka on Paimelanlahden pohjaan laskevan Myllyojan sivuhaara. Altaan yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on 690 ha ja peltoprosentti 41 %. Alueella on lähinnä savi- ja hiesumaita. Altaan munkkipato kunnostettiin vuonna 2016 uusimmalla putki, sillä se oli vaurioitunut. Samalla altaasta poistettiin kaikkiaan noin 4000 m³ kiintokuutiota sinne vuosien saatossa kertynyttä kiintoainesta. Ennen kunnostusta allas oli täynnä limaskaa sekä sorsansammalta, ja altaan vesi oli kasvuston alla hapetonta. Vesinäytteiden perusteelta pohjalta vapautui fosforia (VeHo-hankkeen loppuraportti 18.1.2017).

Vesinäytteet otettiin vuosina 2017-18 altaaseen johtavasta uomasta sekä alapuolelta suoraan padon purkuputkesta. PyhäVesi-hankkeessa altaan toimintaa haluttiin tehostaa, ja altaan yläpuolella muodostettiin pohjapatosarjan avulla tulvametsä loppukesällä 2018 (ks. liiteraportti 1). Tulvametsän rakentamisen jälkeen yläpuolinen näytteenottoaika oli siirrettävä ylempäs uomassa. Siellä ei kuitenkaan ollut mahdollista mitata virtaamaa, joten virtaaman mittausta jatkettiin alkuperäisessä paikassa tierumpuputkessa, joka kuitenkin patosarjan rakentamisen jälkeen sijaitsi ylimmän padon alapuolella. Rakennustyö elokuun 2018 lopussa sattui näytteenottokierrosten väliin, joten näytteenottoa ei tarvinnut keskeyttää.



Kuva 11. Kytyänojan allas. Altaan alaosa ja munkkipato sijaitsee oikealla.

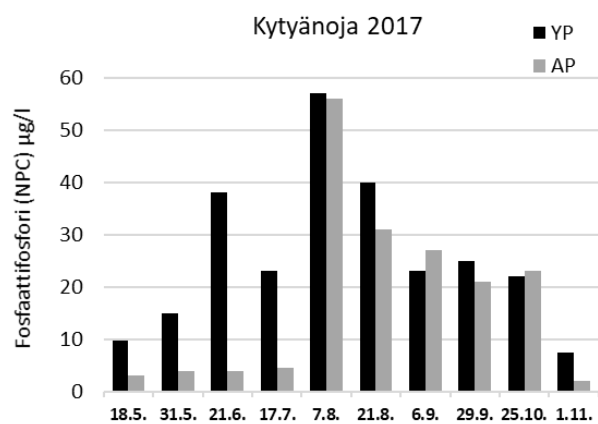
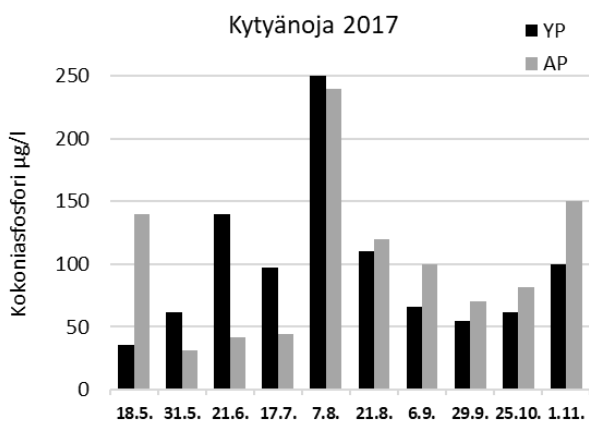
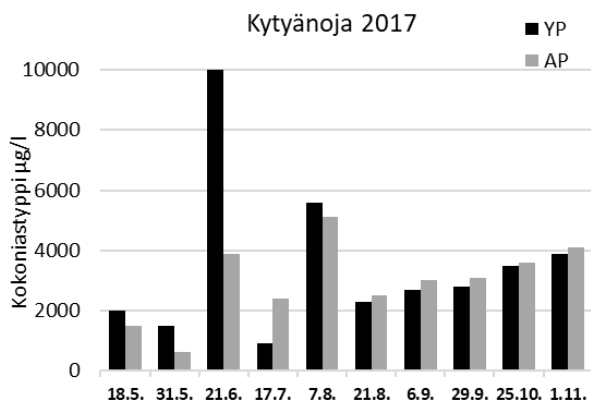
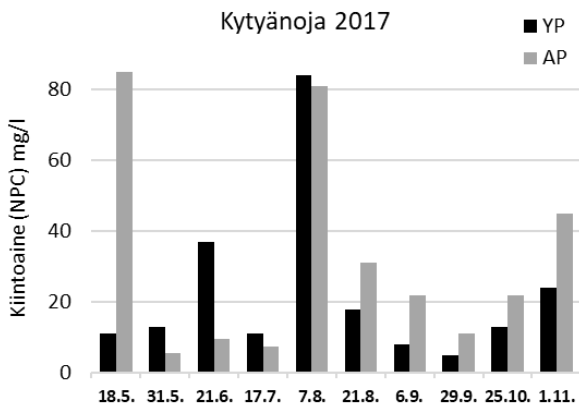
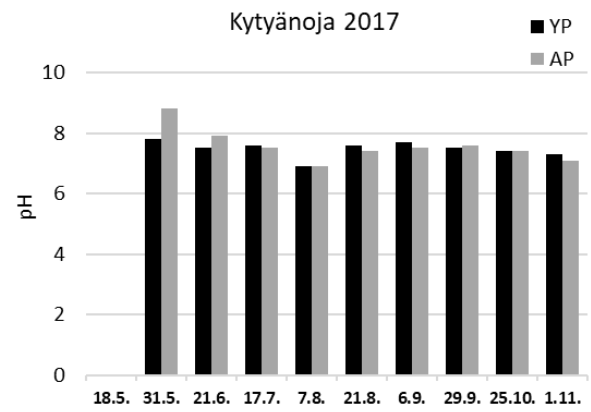
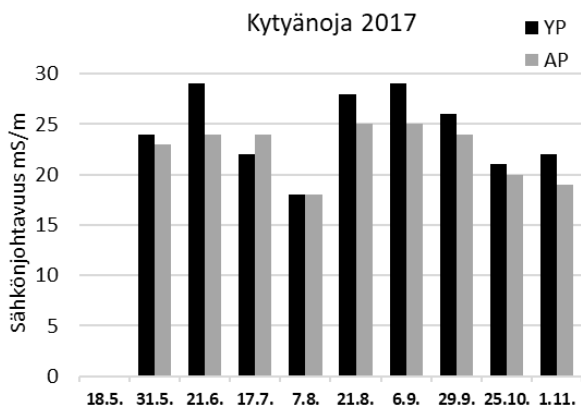
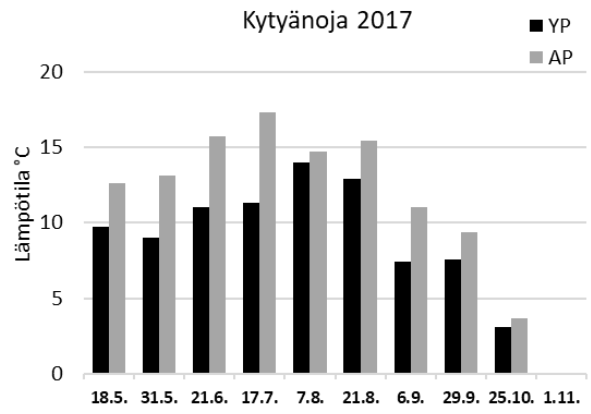
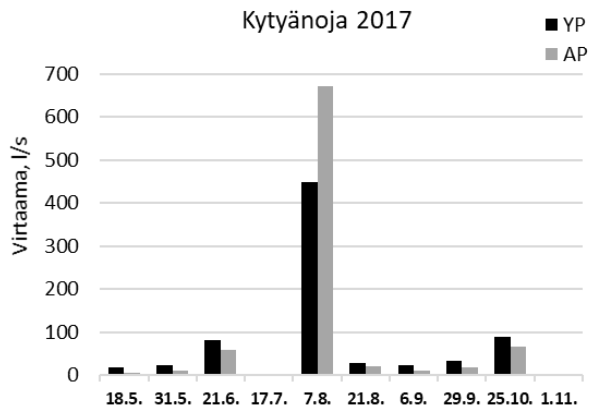
Virtaamat Kytyänojan altaaseen tulevalle vedelle vaihtelivat vuonna 2017 yleensä välillä 20-90 l/s lukuunottamatta runsaita sateita 7.8.2017, jolloin tulovirtaama nousi 448 l/s:aan (Kuva 12). Altaan alapuolella mitattu virtaama oli peräti 671 l/s, joten tulohuippu on voinut olla suurempikin. Alin tulovirtaama mitattiin heinäkuussa 2017, vain 4 l/s. Vuosi 2018 oli kuitenkin kokonaisuutena kuivempi, virtaamat vaihtelivat välillä 7-35 l/s lukuunottamatta kevään ensimmäistä mittauskertaa toukokuussa, jolloin liikkeellä on ollut vielä sulamisvesiä (216 l/s; Kuva 13). Alhaisimmat virtaamat mitattiin elokuussa.

Kytyänojan altaaseen tulevan veden lämpötila vaihteli vuonna 2017 lokakuun 3,1 asteesta elokuun alun 14 asteeseen. Vuonna 2018 vaihteluväli oli 5,4-13,8 astetta. Kesällä vesi lämpeni altaassa enimmillään jopa 6 astetta. Lämpimintä, 18,1 asteista, altaasta lähtevä vesi oli 20.8.2018. Vesi on voinut olla vielä tätäkin lämpimämpää 2.8.2018, jolta lämpötilamittaukset puuttuvat.

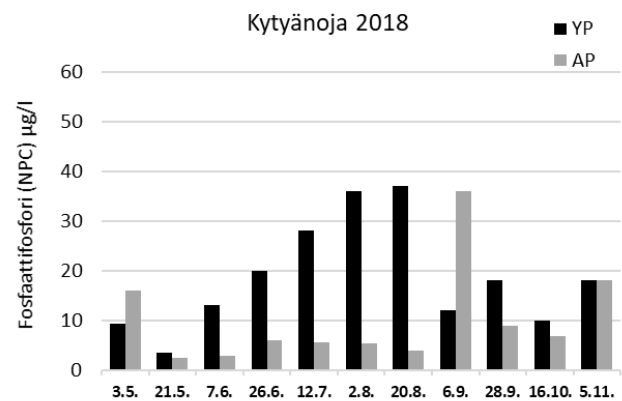
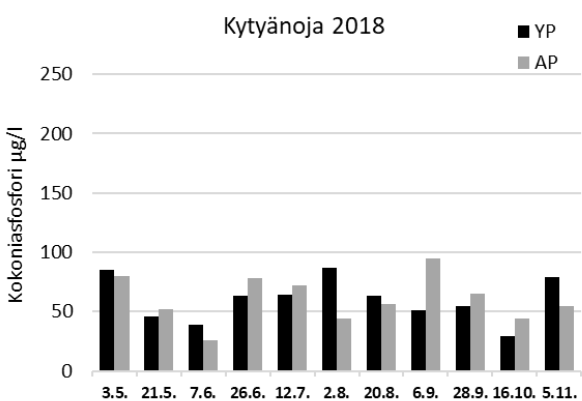
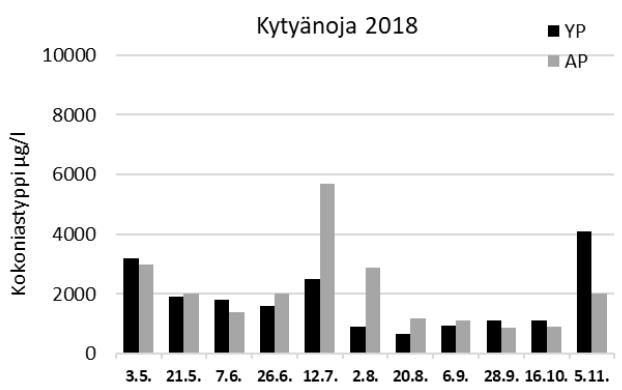
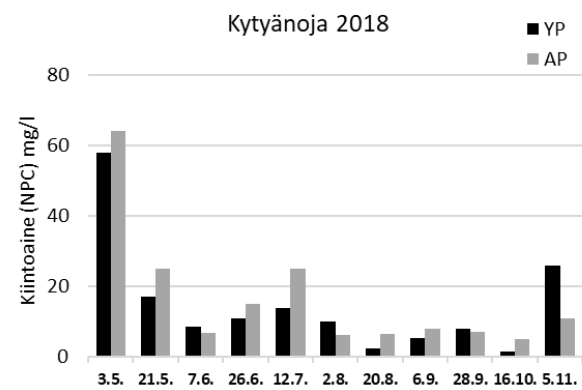
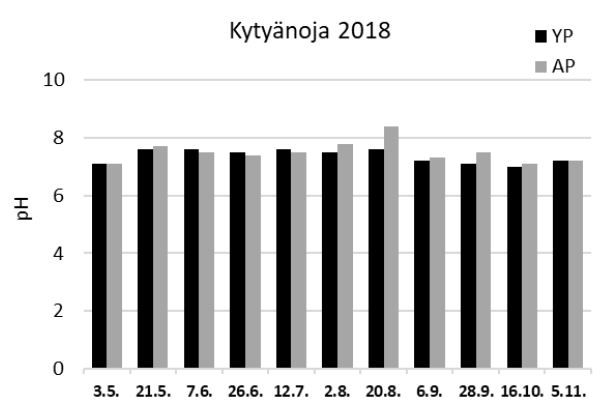
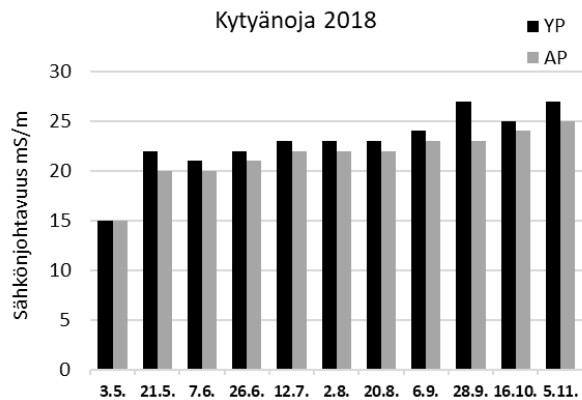
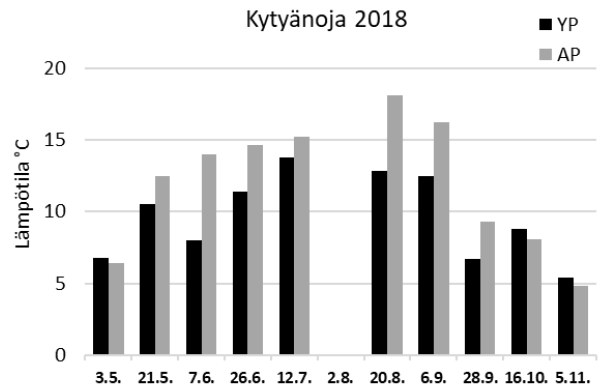
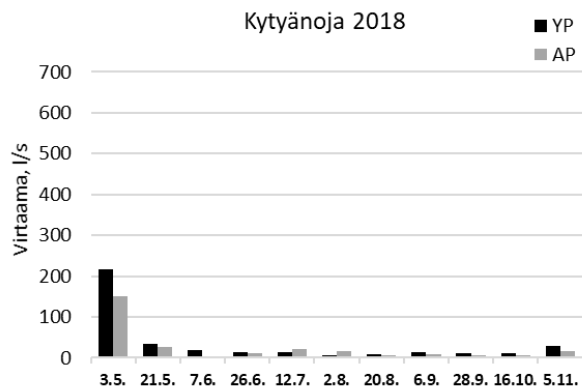
Tulevan veden sähkönjohtokyky Kytyänojalla oli korkeampi kuin Pyyrylässä vaihdellen enimmäkseen välillä 20-30 mS/m. Alle 20 mS/m olevat arvot mitattiin elokuun 2017 ja kevään 2018 tulvatilanteissa. Tuolloin sähkönjohtokyky oli sama altaan ylä- ja alapuolella, mutta muutoin sähkönjohtokyky säännönmukaisesti laski altaan alapuolella yhtä poikkeusta lukuunottamatta (17.7.2017). Tulevan veden pH oli molempina vuosina lähellä neutraalia tai lievästi emäksinen vaihdellen välillä 6,9-7,8. Altaassa pH arvo ei juuri muuttunut. Eniten pH arvo nousi toukokuussa 2017 (pH 8,8) ja elokuussa 2018 (pH 8,4).

Tulevan veden kiintoainepitoisuudet vaihtelivat vuonna 2017 välillä 5-37 mg/l ja vuonna 2018 välillä 1,5-26 mg/l, mutta tulvatilanteet nostivat pitoisuuksia selvästi. Elokuun 2017 runsaat sateet nostivat pitoisuuden 84 mg/l:aan ja kevään 2018 sulamisvedet 58 mg/l:aan. Alhaisimmat pitoisuudet mitattiin loppukesällä ja syksyllä. Kosteikon alapuolella kiintoainepitoisuudet olivat välillä tuloveden pitoisuuksia alhaisemmat, välillä korkeammat ilman selvää trendiä. Tuloveden pitoisuuteen nähden erikoisen korkea arvo lähtevässä vedessä mitattiin ensimmäisellä mittauskerralla 18.5.2017. On mahdollista, että altaasta purkautui vielä kevättulvan mukanaan tuomaa kiintoainesta, vaikka tuloveden pitoisuudet olivat jo laskeneet kevätvirtaamien hidastuessa. Altaan vesipinta oli myös keväällä talvisen kunnostuksen jälkeen edelleen varsin alhaalla, ja normaaliin korkeuteen se nostettiin maanomistajan mukaan vasta 9.6.2017. Myös elokuussa 2017 altaaseen tulleen runsaan kiintoainekuorman jälkeen pitoisuudet tulovedessä laskivat, mutta lähtevän veden pitoisuudet pysyivät suurempina vielä pitkään. Vuonna 2018 pitoisuudet olivat yleensä alhaisempia kosteikon alapuolella kuin yläpuolella. Pohjapatosarjan rakentaminen syksyllä 2018 (valmis 3.9.2018) ei juuri näkynyt kiintoainepitoisuuksissa, mutta syksyn viimeisessä näytteenotossa pitoisuudet altaan alapuolella olivat tuloveden pitoisuuksia alhaisempia.

Kytyänojan altaaseen tulevan veden kokonaistyyppipitoisuus vaihteli vuonna 2017 laajasti. Useimmiten pitoisuus oli 2000-4000 µg/l välissä, mutta 21.6.2017 mitattiin ennätyskorkea arvo 10 000 µg/l. Seuraavalla näytteenotokerralla tuloveden pitoisuus oli vuoden alhaisin (930 µg/l). Elokuun tulvatilanteessa mitattiin vuoden toiseksi korkein arvo (5600 µg/l). Kesäkuun ennätyskorkean pitoisuuden syy jäi arvoitukseksi, mutta tuolla näytteenotokerralla myös fosfori- ja kiintoainepitoisuudet olivat koholla, vaikka niiden osalta korkeimmat arvot mitattiinkin elokuun tulvatilanteessa. Sähkönjohtavuus ja pH eivät eronneet tuolloin muista mittauksista. Vuoden 2017 tyyppipitoisuudet olivat keskimäärin korkeampia kuin vuonna 2018, jolloin pitoisuudet vaihtelivat välillä 660-4100 µg/l. Vuoden 2018 korkein pitoisuus mitattiin marraskuussa ja toiseksi korkein pitoisuus kevättulvalla. Alhaisimmillaan tuloveden tyyppipitoisuudet olivat loppukesällä. Altaan alapuolella pitoisuudet olivat vaihtelevasti tuloveden pitoisuuksia korkeampia tai alhaisempia ilman selvää trendiä. Vuonna 2017 lähtevän veden tyyppipitoisuudet olivat tuloveden pitoisuuksia alhaisempia alkukesällä ja korkeampia loppukesällä. Vuonna 2018 samanlaista suuntausta ei havaittu, vaan pikemminkin lähtevän veden tyyppipitoisuudet ovat tuloveden pitoisuuksia alhaisempia syksyllä patosarjan rakentamisen jälkeen. Keskikesällä 12.7.2018 (5700 µg/l) ja vielä 2.8.2018 pitoisuudet olivat lähtevässä vedessä selvästi tuloveden pitoisuuksia korkeammat. Kesän harvoja sateita saatiin kesä-heinäkuun vaiheessa (Kuva 2), joten on mahdollista, että niiden mukana olisi tullut kuormituspiikki, joka näkyi vielä lähtevässä vedessä.



Kuva 12. Kytyänojan altaan toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2017. Näytteet on otettu altaan yläpuolelta (YP) tuloaumasta sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP).



Kuva 13. Kytyänojan altaan toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2018. Näytteet on otettu altaan tulouomasta (YP) sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP). Altaan yläpuolelle rakennetun tulvametsän ja pohjapatosarjan valmistumisen (3.9.2018) jälkeen yläpuolinen näytenpiste siirtyi aiempaa ylempään tuloomaan.

Kokonaisfosforin pitoisuusvaihtelut Kytyänojan altaaseen tulevassa vedessä noudattelivat vuonna 2017 varsin hyvin kiintoainepitoisuuksien vaihtelua. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 36-260 µg/l. Korkein pitoisuus mitattiin 7.8.2017 tulvatilanteessa. Yli 100 µg/l olevia pitoisuuksia tulevassa vedessä mitattiin kuitenkin kolmena muunakin kertana kesän ja syksyn aikana. Vuonna 2018 tuloveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat keskimäärin alhaisempia vaihdellen välillä 29-87 µg/l. Kosteikon alapuolella pitoisuudet olivat hieman useammin tuloveden pitoisuuksia korkeammat kuin alhaisemmat. Alkukesällä 2017 lähtevän veden pitoisuudet olivat kuitenkin kevään ensimmäistä, mahdollisesti vielä kevään kuormituspiikkiä heijastavaa näytteenottokertaa lukuunottamatta alhaisemmat, eli fosforia näytti pidättyvän altaaseen. Elokuun alun suuren kuormituspiikin jälkeen pitoisuudet lähtevässä vedessä kuitenkin pysyivät tuloveden pitoisuuksia korkeampina. Vuonna 2018 erot olivat pieniä eikä selvää suuntausta voida nähdä. Lähtevän veden kokonaisfosforipitoisuus oli tuloveden pitoisuutta selvästi alhaisempi 2.8.2018. Heti patotyömaan jälkeen 6.9.2018 lähtevän veden kokonaisfosforipitoisuus oli tulevan veden pitoisuutta selvästi korkeampi heijastaen mahdollisesti työmaanaikaista kuormitusta.

Fosfaattifosforin pitoisuudet Kytyänojan altaaseen tulevassa vedessä olivat vuonna 2017 (9,7-57 µg/l) keskimäärin korkeammat kuin vuonna 2018 (3,5-37 µg/l). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin 7.8.2017 tulvatilanteessa, mutta molempina vuosina nimenomaan elokuun pitoisuudet olivat muita ajankohtia suuremmat. Fosfaattifosforin pitoisuudet tulovedessä olivat pienimpiä keväällä ja toisaalta pienenevät myös syksyä kohden. Fosfaattifosforia näytti pidättyvän altaaseen hyvin, sillä lähtevän veden pitoisuudet olivat keskimäärin tulevan veden pitoisuuksia alhaisemmat. Pidättymisprosentit olivat parhaimmillaan jopa 80-90%. Vuonna 2017 fosfaattifosforipitoisuudet altaan alapuolella olivat selvästi tulovettä alhaisemmalla tasolla 7.8.2017 tulvahuippuun saakka. Sen jälkeenkin mitattiin vielä tulovettä alhaisempia pitoisuuksia, mutta ero ei ollut niin suuri. Vuonna 2018 lähtevän veden fosfaattifosforipitoisuudet olivat tulovettä selvästi alhaisemmat läpi vuoden lukuunottamatta kevään ensimmäistä ja syksyn viimeistä näytteenottokertaa. Välittömästi patotyömaan rakentamisen jälkeen 6.9.2018 lähtevän veden fosfaattifosforipitoisuus oli selvästi tulovettä korkeampi.

Kytyänojalla havaittiin vuonna 2017 yksi poikkeuksellisen korkea typpipitoisuus. Lisäksi syksyllä padolla havaittiin lannan hajua, minkä vuoksi 1.11.2017 otettiin ylimääräiset ravinne- ja bakteerinäytteet. Bakteerinäytteet päätettiin liittää vuonna 2018 Kytyänojan tulouoman vedenlaadun seurantaan. Vedestä analysoitiin suolistoperäiset enterokokit sekä *Escherichia coli* (Liite 1, taulukko 3). Marraskuussa 2017 suolistoperäisten enterokokkien määrä tulovedessä oli 150 ja lähtövedessä 530 pmy/100 ml. *E. coli* -bakteerin määrät olivat vastaavasti 690 ja 1200 mpn/100 ml. Pahin piikki oli siis jo poistumassa. Vuonna 2018 suolistoperäisten enterokokkien määrä tulevassa vedessä vaihteli välillä 12-810 pmy/100 ml (ka 237 pmy/100 ml). Suurin arvo mitattiin 2.8.2018, jolloin virtaamat olivat vähäisiä ja vesi lämmintä. Tuolloin mitattiin myös suurin arvo *E. coli* -bakteerille (>2400 mpn/100 ml). Arvo meni käytetyllä menetelmällä määrittämissä rajan yli. Näytettä ei oltu laboratoriossa laimennettu, koska edeltävät tulokset olivat olleet alhaisia. Uusintamittaus tehtiin tuloksen selvittyä, mutta viiveen takia bakteereita oli jo kuollut, ja saatu arvo jäi alkuperäistä alhaisemmaksi. Todellinen määrä jäi siis arvoitukseksi. Muina kertoina *E. coli* -bakteerin määrät vaihtelivat välillä 11-770 mpn/100 ml (ka 212 mpn/100 ml). Pääosin bakteerimäärät olivat siis jopa uimavesille asetetun hyvän laadun raja-arvojen alapuolella. Suurimmat arvot mitattiin elokuussa ja syyskuun alussa. Tuolloin virtaamat olivat erittäin pieniä, joten esimerkiksi asumajätevesistä tulevan kuormituksen merkitys voi korostua.

Patosarjan rakentamisen vaikutuksia ei voida vielä arvioida, kun näytteitä työmaan jälkeen ehdittiin ottaa enää muutama kerta syksyllä. Hankkeen aikana kerätyt näytteet antavat kuitenkin hyvän pohjan arvioida vaikutuksia jatkossa, jos näytteenottoa jatketaan seuraavina vuosina.

3.2.4. Äkeenojan kosteikko

Äkeenojan laskeutusallas-kosteikko koostuu kahdesta osasta, joista ensimmäinen on pienempi mutta syvempi laskeutusallasosa ja toinen on matalampi kosteikko-osa (Kuva 14). Altaat on erotettu toisistaan kivipadolla. Äkeenojan valuma-alue on 476 ha ja peltoprosentti 18 %. Valuma-alueella sijaitsee myös golfkenttä, johon altaasta otetaan kasteluvettä. Alueen maaperä on enimmäkseen hiesua ja hienoa hietaa. Allas on rannan tuntumassa, joten vedet laskevat kosteikolta suoraan Vesijärven Kajaanselkään kivipadon kautta. Altaan edustalla järvessä on laaja ruovikkoalue. Äkeenojan kosteikko on rakennettu vuonna 2011 ja sen ensimmäinen tyhjennys kertyneestä kiintoaineesta tehtiin vuonna 2016.

Vesinäytteet otettiin vuosina 2017-18 altaaseen johtavasta uomasta sekä alapuolelta kivipadon päältä. Virtaamat kosteikolta olivat ajoittain hyvin vähäisiä, joten kuivimpaan aikaan altaasta lähtevästä vedestä ei saatu näytettä lainkaan. Virtaamat kosteikkoon tulevalle vedelle vaihtelivat vuonna 2017 välillä 3,2-38 l/s, paitsi 7.8.2017, jolloin tulovirtaama nousi 436 l/s:aan (Kuva 15). Vuoden alimmat virtaamat mitattiin toukokuussa. Vuonna 2018 tulovirtaamat vaihtelivat välillä 0,8-104 l/s lukuunottamatta kevään ensimmäistä mittauskertaa toukokuun alussa, jolloin virtaama oli suurin, 285 l/s (Kuva 16). Alhaisimmat virtaamat mitattiin kesäkuussa sekä elokuun alussa. Virtaamia ei saatu mitatuksi 7.6.2018 mittarin hajotessa. Virtaamat kasvoivat jonkin verran syksyä kohden. Vuonna 2017 lähtövirtaamat olivat usein tulovirtaamaa suurempia, kun taas vuonna 2018 tilanne oli päinvastainen.



Kuva 14. Äkeenojan allas. Altaan tulouoma sekä laskeutusallasosa vasemmalla ja matalampi kosteikko-osa sekä lasku-uoma oikealla.

Äkeenojan altaaseen tulevan veden lämpötila vaihteli vuonna 2017 lokakuun 2 asteesta heinäkuun 16,2 asteeseen. Vuonna 2018 vaihteluväli oli 5,6-16,9 astetta. Tuleva vesi oli siis ajoittain varsin lämmintä, eikä vesi ehtinyt lämmentä altaassa kovinkaan monta astetta. Vuonna 2017 vesi lämpeni enimmillään 2,8 astetta

heinäkuussa ja vuonna 2018 4,4, astetta kesäkuussa. Lämpimintä (20,2 °C) lähtevä vesi oli heinäkuussa 2018. Vesi on kuitenkin voinut olla vielä lämpimämpää 2.8.2018, jolta lämpötilamittaukset puuttuvat.

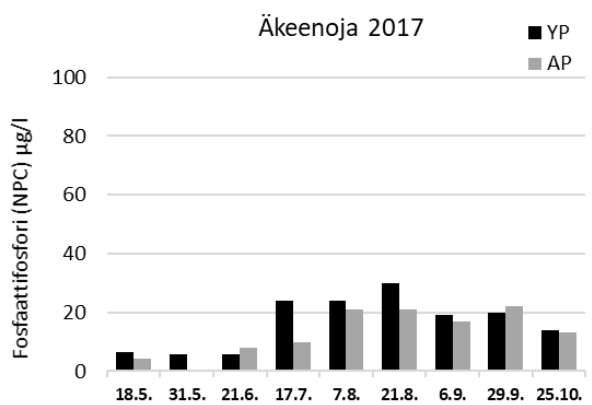
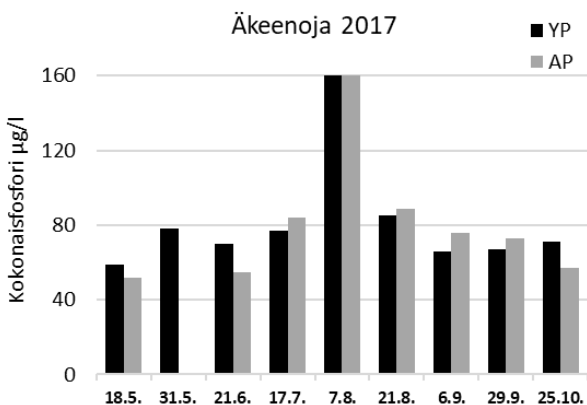
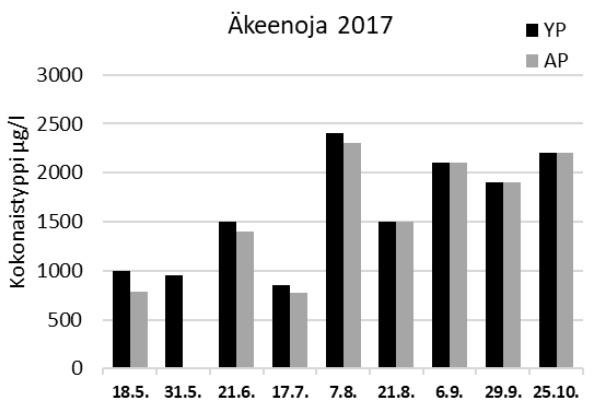
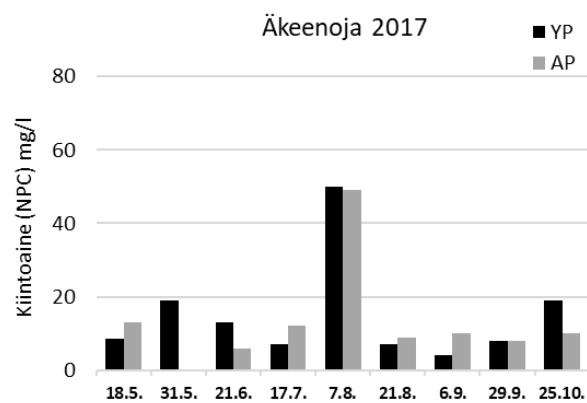
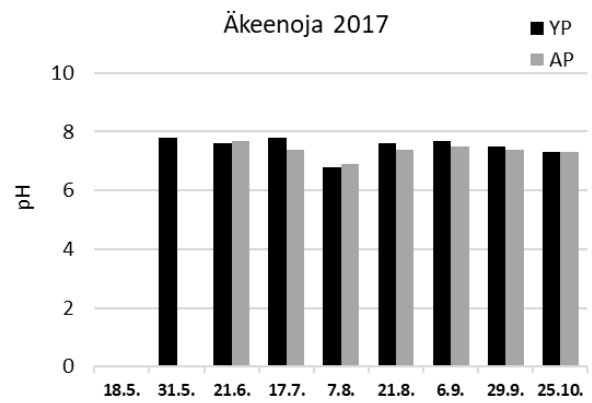
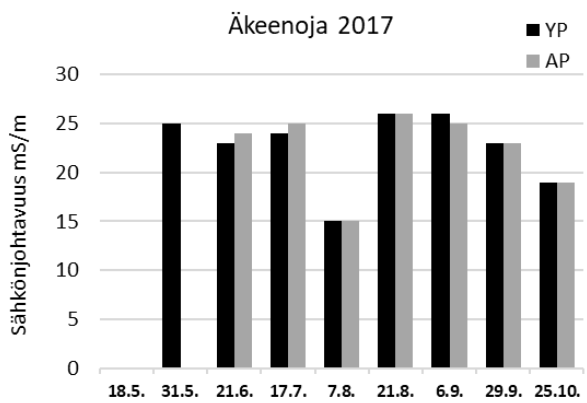
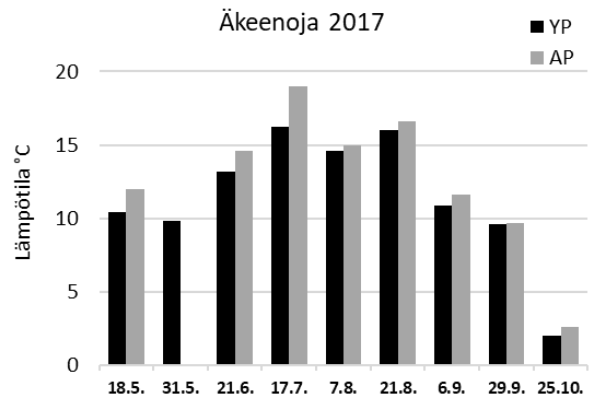
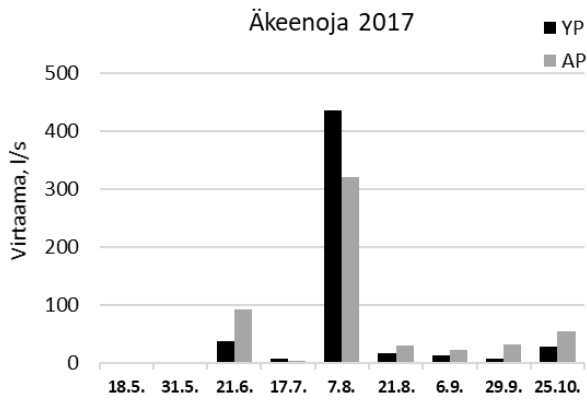
Tulevan veden sähkönjohtokyky Äkeenojalla vaihteli välillä 15-25 mS/m vuonna 2017 ja välillä 15-28 vuonna 2018. Alhaisimmat arvot mitattiin Kyttyänojan tapaan elokuun 2017 ja kevään 2018 tulvatilanteissa. Toisaalta myös 20.8.2018 arvot olivat selvästi muita ajankohtia alhaisemmat. Sähkönjohtokyky altaasta lähtevässä vedessä oli melko samaa tasoa tuloveden kanssa eikä selkeää suuntausta puoleen tai toiseen voitu nähdä. Tulevan veden pH oli molempina vuosina lähellä lievästi emäksisen puolella vaihdellen välillä 7,1-7,8, lukuunottamatta elokuun 7.8.2017 sateita, jolloin pH laski arvoon 6,8. Kosteikossa pH arvo yleisemmin hieman laski kuin nousi.

Äkeenojan altaaseen tulevan veden kiintoainepitoisuudet vaihtelivat vuonna 2017 välillä 4-19 mg/l ja vuonna 2018 välillä 1,5-18 mg/l, mutta tulvatilanteet nostivat Äkeenojallakin pitoisuuksia. Elokuun 2017 runsaat sateet nostivat pitoisuuden 50 mg/l:aan ja kevään 2018 sulamisvedet 36 mg/l:aan. Alhaisimmat pitoisuudet mitattiin loppukesällä ja syksyllä. Erityisesti vuonna 2018 loppukesän ja syksyn tulevat kiintoainepitoisuudet olivat alhaisia. Myös Äkeenojan kosteikon alapuolella kiintoainepitoisuudet vaihtelivat ollen välillä tuloveden pitoisuuksia alhaisemmat, välillä korkeammat ilman selvää trendiä. Kovin suuria eroja pitoisuuksissa ei ollut kumpanakaan vuonna.

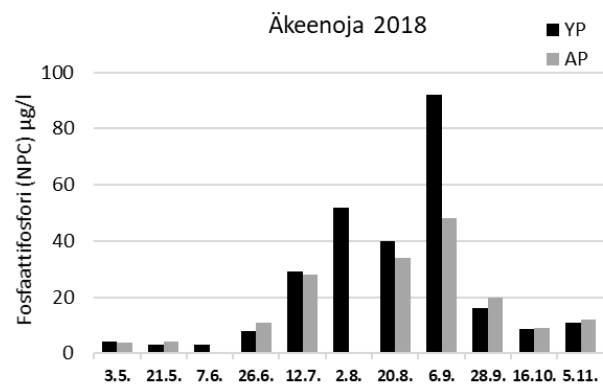
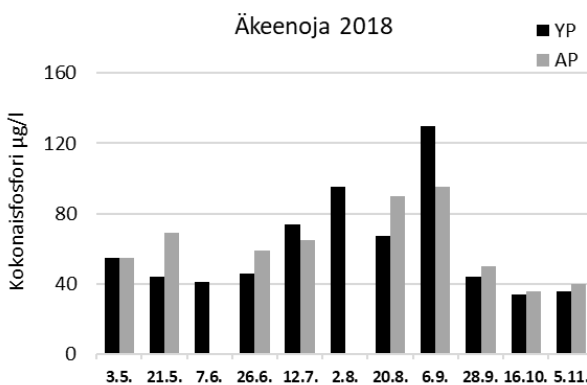
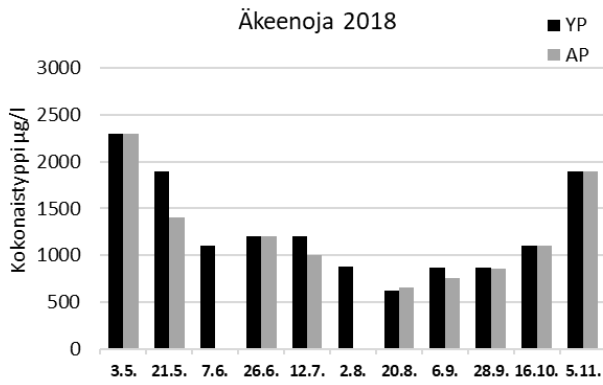
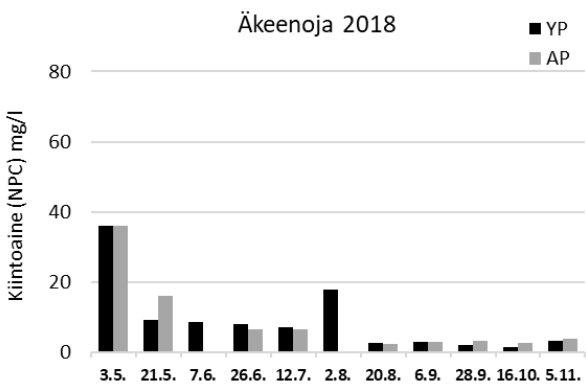
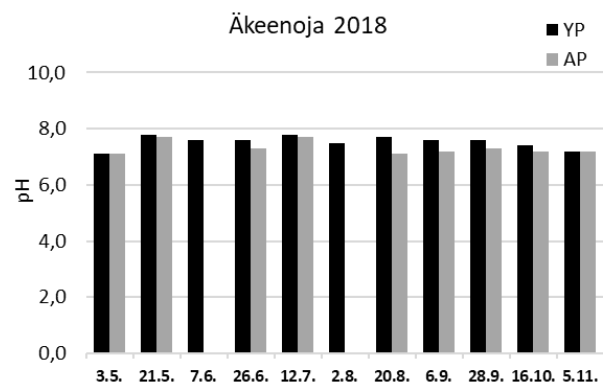
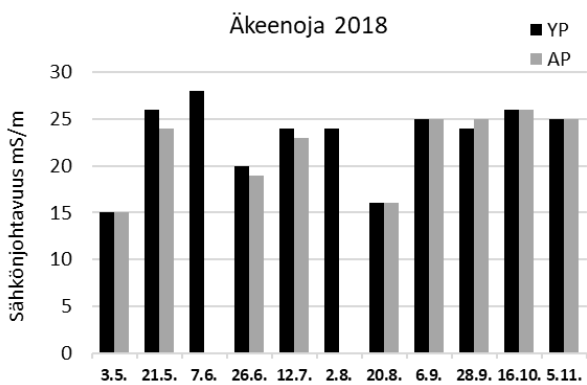
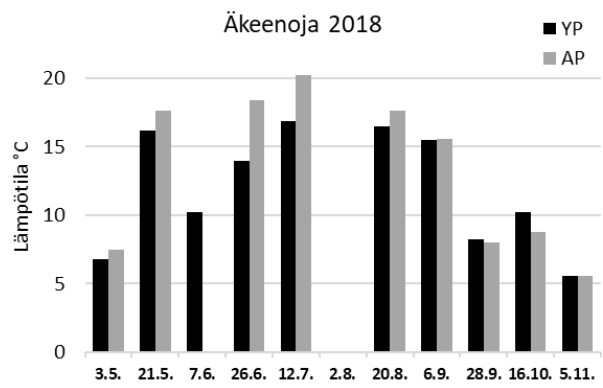
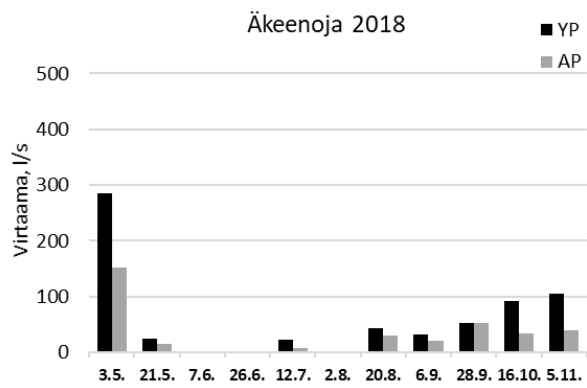
Äkeenojan altaaseen tulevan veden kokonaistyyppipitoisuus vaihteli vuonna 2017 välillä 850-2400 µg/l ja vuonna 2018 välillä 620-2300 µg/l. Korkeimmat arvot mitattiin suurimmilla virtaamilla 7.8.2017 ja 3.5.2018. Vuonna 2017 pitoisuudet kasvoivat loppukesää ja syksyä kohden. Vuonna 2018 pitoisuudet olivat suurimmat heti keväällä ja kuivan loppukesän ja syksyn arvot olivat selvästi edeltävää vuotta alhaisempia, joskin arvot nousivat marraskuussa. Altaan alapuolella pitoisuudet olivat yleensä joko saman suuruisia kuin tulovedessä tai hieman alhaisempia. Äkeenojan kosteikko näytti siis pidättävän jonkin verran typpeä.

Kokonaisfosforin pitoisuusvaihtelut altaaseen tulevassa vedessä noudattelivat sateisena vuonna 2017 jossain määrin kiintoainepitoisuuksien vaihtelua, mutta vuonna 2018 samanlaista yhtäläisyyttä ei voitu havaita. Vuonna 2017 pitoisuudet vaihtelivat varsin tasaisesti välillä 59-85 µg/l lukuunottamatta 7.8.2017 sadetta, jolloin pitoisuus nousi 160 µg/l:aan. Vuonna 2018 tuloveden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat hieman enemmän välillä 34-130 µg/l. Suurin arvo mitattiin 6.9.2018, jolloin kuitenkin tulevan veden kiintoainepitoisuus oli pieni. Suuri osa kokonaisfosforista oli tuolloin liukoista fosfaattifosforia, jonka osalta mitattiin koko mittausjakson suurin arvo. Kosteikon alapuolella kokonaisfosforin pitoisuudet olivat vaihtelevasti tuloveden pitoisuuksia korkeammat tai alhaisemmat, eikä selvää trendiä voitu havaita.

Fosfaattifosforin pitoisuudet Äkeenojan altaaseen tulevassa vedessä olivat vuonna 2017 (5,9-30 µg/l) keskimäärin alhaisemmat kuin vuonna 2018 (3-92 µg/l). Kuten jo mainittu, korkein pitoisuus mitattiin 6.9.2018. Fosfaattifosforin pitoisuus tulovedessä olivat pienin keväällä ja pieneni myös syksyä kohden. Altaasta lähtevän veden pitoisuudet olivat etenkin vuonna 2017 keskimäärin tulevan veden pitoisuuksia alhaisemmat, joten kosteikko näytti pidättävän fosfaattifosforia. Vuonna 2018 tilanne ei ollut yhtä selvä. Kun tuloveden fosfaattifosforipitoisuus oli 6.9.2018 korkea, lähtevän veden pitoisuus oli selvästi tulovettä alhaisempi. Tästä korkeasta tuloveden pitoisuudesta jäi kuitenkin mahdollisesti "häntä", joka näkyi vielä lähtevän veden pitoisuuksissa seuraavalla näytteenottokerralla.



Kuva 15. Äkeenojan kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2017. Näytteet on otettu altaan yläpuolelta (YP) tuloaumasta sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP). Toukokuun viimeiseltä näytteenotokerralta lähtevästä vedestä ei saatu näytettä alhaisen virtaaman takia.



Kuva 16. Äkeenojan kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2018. Näytteet on otettu altaan yläpuolelta (YP) tulo-uomasta sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP). Lähtevästä vedestä ei saatu näytettä lainkaan alhaisen virtaaman takia 7.6. ja 2.8.2018.

3.2.5. Kurhilan kosteikko

Kurhilan kosteikko (Kuva 17) sijaitsee Häränsilmänojan valuma-alueella. Kosteikon yläpuolisen valuma-alueen koko on 476 ja peltoprosentti 19 %. Maaperä on pääasiassa karkeaa hietaa ja hienoa hiekkaa. Kurhilan kosteikko on saanut nykyisen muotonsa vuonna 2009, jolloin alueella olleista vanhoista kala-altaista ja suuresta laskeutusaltaasta muokattiin varsin laaja, noin hehtaarin kokoinen kosteikkokokonaisuus. Vanhat kala-altaat sijaitsevat kosteikkoalueen alkupäässä. Vuonna 2016 ne olivat lähes täyttyneet kiintoaineesta ja tyhjennettiin. Altaan alaosassa on suuri munkkipato. Vesinäytteet otettiin vuosina 2017-18 altaaseen johtavasta uomasta metsätien yläpuolelta, sillä sen jälkeen uomat haarautuvat kosteikkosysteemiin. Kosteikon alapuolinen näyte otettiin suoraan padon purkutupken alta.



Kuva 17. Kurhilan kosteikko. Altaan alkuosassa sijaitsevat vanhat kala-altaat oikealla ja alaosassa oleva suuri laskeutusallas vasemmalla.

Kurhilan kosteikon tulovirtaamat vaihtelivat vuonna 2017 välillä 8-85 l/s, paitsi 7.8.2017, jolloin tulovirtaama nousi 326 l/s:aan (Kuva 18). Vuoden alin virtaamatulokset saatiin heinäkuussa. Vuonna 2018 tulovirtaamat olivat kevään tulohuippua (210 l/s) lukuunottamatta varsin tasaiset vaihdellen välillä 25-53 l/s (Kuva 19). Alhaisimmat virtaamat mitattiin kesäkuussa sekä elokuun alussa. Virtaamia ei saatu mitatuksi 7.6.2018 mittarin hajotessa. Lähtövirtaamat olivat useimmiten tulovirtaamaa suurempia, joten kyseessä saattaa olla myös systemaattinen ero erityyppisiltä mittauspaikoilta saaduissa tuloksissa. Lähtövirtaama mitattiin suoraan purkutupkesta, tulovirtaama uomasta.

Kurhilan kosteikkoon tulevan veden lämpötila oli varsin viileää vaihdellen vuonna 2017 lokakuun 2,7 asteesta elokuun runsaiden sateiden 12,5 asteeseen. Myös lämpimänä vuonna 2018 vaihteluväli oli vain 5,6-11,4 astetta, mikä kertoo todennäköisesti valumavesien pohjavesivaikutteisuudesta. Vesi lämpeni kosteikossa enimmillään 4,2 astetta sekä vuoden 2017 heinäkuussa että vuonna 2018 heinäkuussa ja elokuussa.

Lämpimintä (14,8 °C) lähtevä vesi oli heinäkuussa 2018. Vesi on kuitenkin voinut olla hieman lämpimämpää 2.8.2018, jolta lämpötilamittaukset puuttuvat.

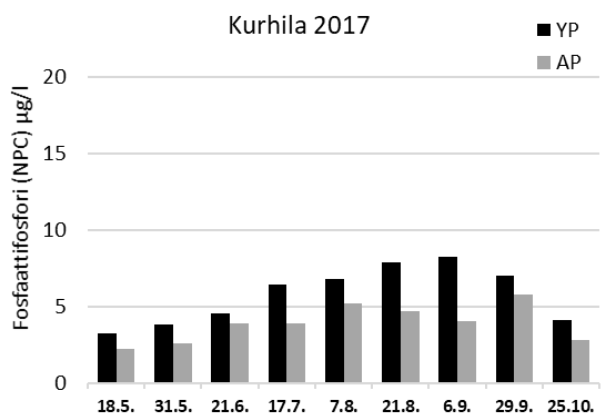
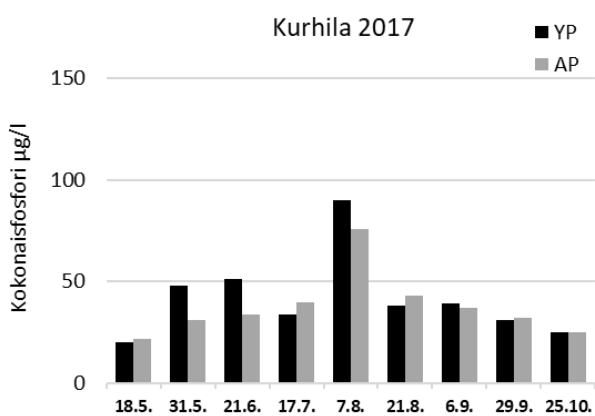
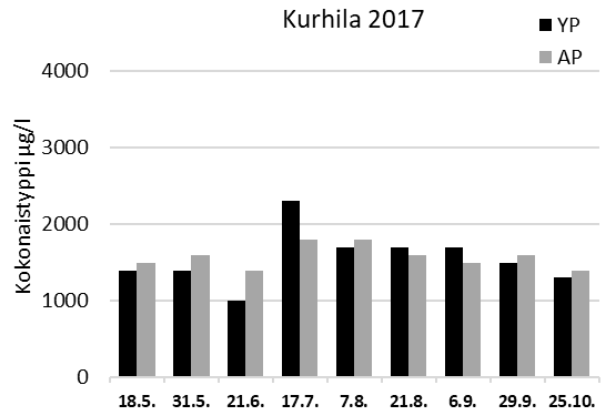
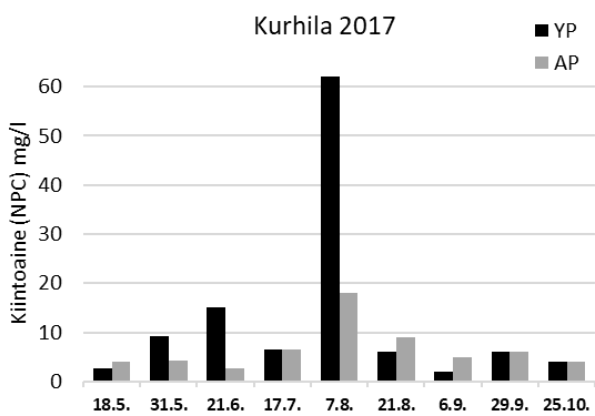
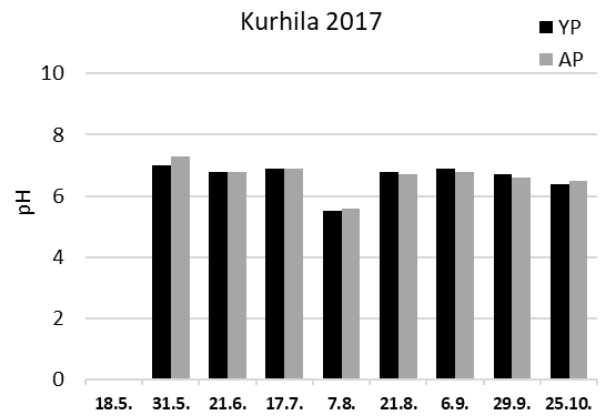
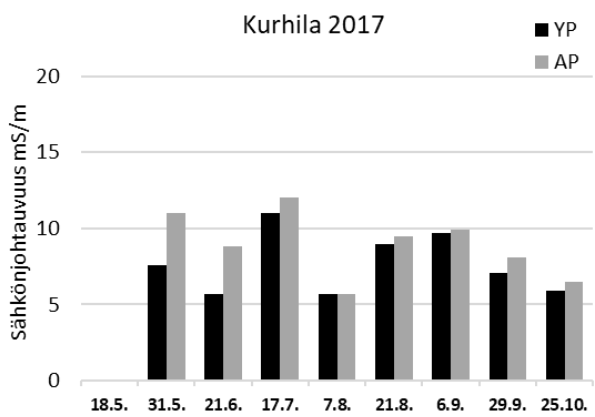
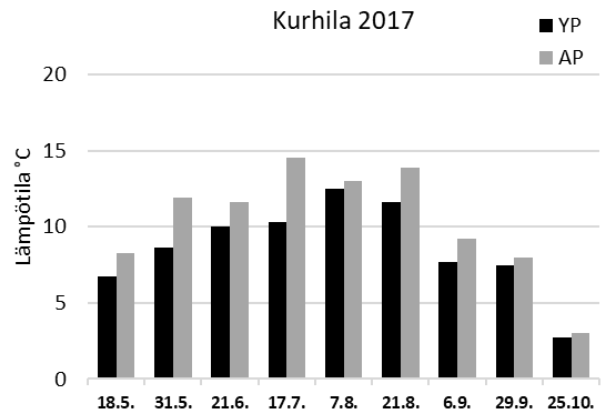
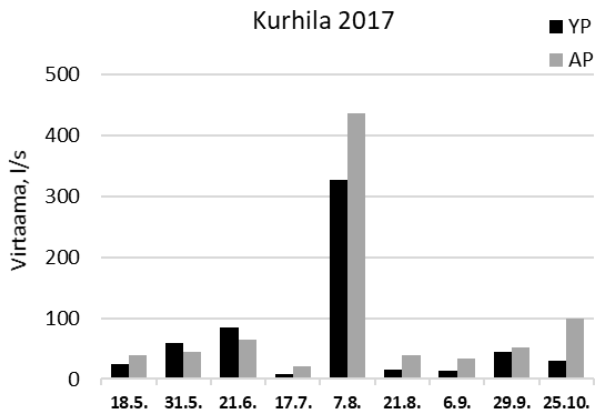
Tulevan veden sähkönjohtokyky oli Kurhilan kosteikolla selvästi alhaisempi sateisena vuonna 2017 (keskiarvo 7,7 mS/m) kuin vuonna 2018 (keskiarvo 11 mS/m). Alhaisin sähkönjohtavuus mitattiin kuitenkin kevättulvalla 2018. Tulevan veden pH oli lähellä neutraalia tai lievästi hapan vaihdellen välillä 6,2-7, lukuunottamatta elokuun 7.8.2017 sateita, jolloin pH laski peräti arvoon 5,5. Toiseksi alhaisin arvo pH 6,2 mitattiin vuoden 2018 keväällä. Kosteikossa pH arvo pysyi samana tai hivenen nousi. Nousua oli selvemmin vuonna 2018. Lähtevän veden korkein arvo pH 7,3 mitattiin kuitenkin keväällä 2017.

Kurhilan kosteikkoon tulevan veden kiintoainepitoisuudet olivat useimmiten varsin alhaisia vaihdellen vuonna 2017 välillä 2-15 mg/l ja vuonna 2018 välillä 0,5-22 mg/l. Elokuun 2017 runsaat sateet nostivat pitoisuuden kuitenkin 62 mg/l:aan. Vuonna 2018 pitoisuudet olivat korkeimmat (20-22 mg/l) toukokuussa, minkä jälkeen pitoisuudet olivat koko loppuvuoden alle 4 mg/l. Kurhilan kosteikko näyttäisi pidättävän hyvin kiintoainetta. Hyvin alhaisilla virtaamilla ja kiintoainepitoisuuksilla lähtöveden pitoisuus oli yleensä jonkin verran tuloveden pitoisuutta suurempi, mutta etenkin suuremmilla virtaamilla ja pitoisuuksilla lähtöveden kiintoainepitoisuus oli selvästi tulovettä alhaisempi.

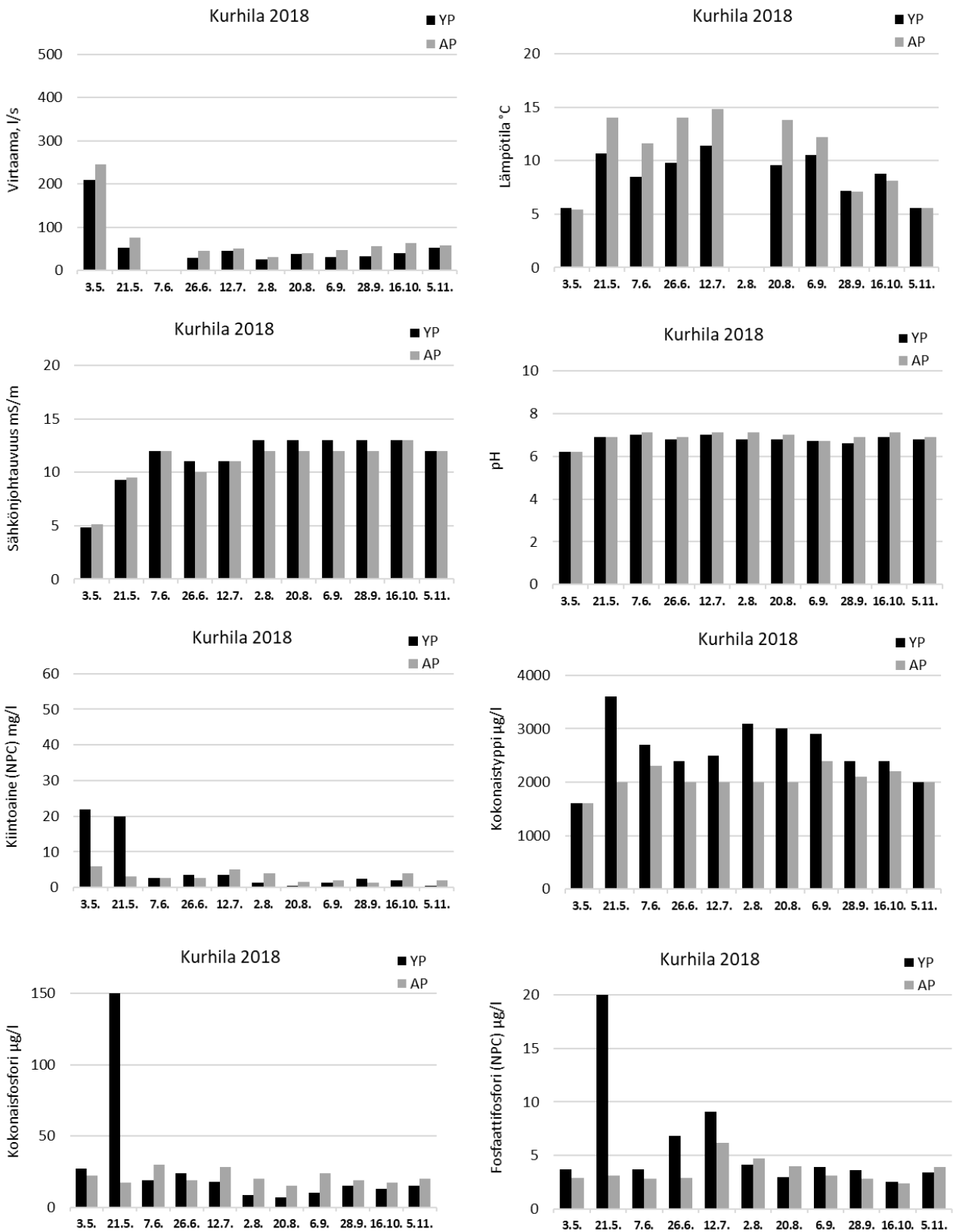
Kosteikkoon tulevan veden kokonaistyyppipitoisuudet olivat vuonna 2017 selvästi alhaisemmat (1000-2300 µg/l, keskiarvo 1560 µg/l) kuin vuonna 2018 (1600-3600 µg/l, keskiarvo 2600 g/l). Altaan alapuolella pitoisuudet olivat vuonna 2017 vaihdellen hieman suurempia tai pienempiä kuin yläpuolella. Suurempia arvoja alapuolella mitattiin etenkin alkukesällä 2017, mikä voi johtua siitä, että kala-altaat oli tyhjennetty talvella, eikä niihin ollut luultavasti vielä ehtinyt kehittyä kasvillisuutta. Vuonna 2018 tyyppipitoisuus oli säännönmukaisesti alhaisempi kosteikon alapuolella, mikä viittasi siihen, että kosteikko sitoi tyyppiä. Pidätysprosentit olivat parhaimmillaan 44 % (keskiarvo 20 %). Vain kevään ensimmäisellä ja syksyn viimeisellä kerralla pitoisuudet olivat samat kosteikon ylä- ja alapuolella.

Myös Kurhilan kosteikolla kokonaisfosforin pitoisuusvaihtelut altaaseen tulevassa vedessä noudattelivat vuonna 2017 jossain määrin kiintoainepitoisuuksien vaihtelua. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli välillä 20-51 µg/l ja runsaat sateet 7.8.2017 nostivat pitoisuuden 90 µg/l:aan. Vuonna 2018 tuloveden kokonaisfosforipitoisuudet olivat yleisesti vuotta 2017 alhaisempia (7,1-27 µg/l), mutta 21.5.2018 mitattiin yllättäen koko mittausjakson suurin arvo 150 µg/l, joka poikkeaa täysin muista tuloksista. Tuolloin havaittiin piikki myös fosfaattifosforin pitoisuudessa sekä kiintoaineessa, joka oli tuolloin yhtä korkea kuin kevään ensimmäisessä mittauksessa. Myös typpiarvossa havaittiin piikki. Sen sijaan sähkönjohtavuudessa ei havaittu nousua. Samanlaista piikkiä ei myöskään havaita altaan alapuolella, joskin tuon piikin jälkeen pitoisuudet altaasta lähtevässä vedessä ovat lähes koko loppuvuoden tuloveden pitoisuuksia korkeampia. Vuonna 2017 lähtevän veden pitoisuus oli ajoittain myös tuloveden pitoisuutta alhaisempi, mutta selvää pidättymistä ei voida havaita.

Fosfaattifosforin pitoisuudet Kurhilan altaaseen tulevassa vedessä olivat varsin alhaisia vaihdellen välillä 2,5-9,1 µg/l, lukuunottamatta 21.5.2018 mitattua arvoa (20 µg/l), jolloin kokonaisfosforipitoisuudessa näkyi suuri piikki. Myös Kurhilan altaat näyttivät pidättävän liukoista fosfaattifosforia. Vuonna 2017 kosteikon alapuolella pitoisuudet olivat säännönmukaisesti alhaisempia kuin yläpuolella pidätysprosentin ollessa parhaimmillaan 51 %. Myös vuonna 2018 fosfaattifosforin pitoisuus kosteikossa yleensä laski pidätysprosentin ollessa parhaimmillaan 84 %. Muutamana mittauskertana lähtevän veden pitoisuus oli tuloveden pitoisuutta suurempi, mutta kyse oli pienistä pitoisuuksista.



Kuva 18. Kurhilan kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2017. Näytteet on otettu altaan yläpuolelta (YP) tulouomasta sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP).



Kuva 19. Kurhilan kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2018. Näytteet on otettu edellisen vuoden tapaan altaan yläpuolelta (YP) tulo-omasta sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP).

3.2.6. Upilanojan laskeutusallas ja kemikaaliannostin

Upilanoja sijaitsee Purailanviepän tapaan Kutajoella, mutta laskee Enonselän puolelle. Vuonna 2013 rakennettu Upilanojan kosteikko sisältää kaksi allasta, joiden välisessä padossa on ferrisulfaatin annostelija (Kuva 20). Routa on syönyt kemikaaliannostinpatoa, joten sitä on korjattu useampaan otteeseen vuonna 2014 ja 2016. Viimeisimmän korjauksen jälkeen pato on pysynyt kunnossa. Ensimmäinen allas on muodoltaan monipuolinen ja sisältää jonkin verran kasvillisuutta. Alimmaisen, syvemmän altaan tarkoituksena on kerätä saostunutta kemikaalia. Allasalueen pinta-ala on noin 0,3 ha. Altaan yläpuolisen valuma-alueen koko on 330 ha ja peltoprosentti 45 %. Maaperä on lähinnä savea. Yläpuolinen vesinäyte otettiin kosteikkoon johtavasta tulouomasta, uoman ylittävän tien yläpuolelta. Alapuolinen näyte otettiin lasku-uomasta kivipadon päältä. Normaalien vesinäyteanalyysien lisäksi Upilassa analysoitiin raudan ja sulfaatin pitoisuudet kemikaalin vaikutusten arvioimiseksi.



Kuva 20. Upilanojan kosteikko kemikaaliannostin. Kosteikon alkuosassa oleva mutkitteleva allas näkyy kuvassa ylhäällä. Altaiden välissä olevassa padossa näkyvä musta rakenne on kemikaaliannostin. Alapuolinen allas ja lasku-uoma sijaitsevat kuvan alaosassa.

Upilanojan tulovirtaamat vaihtelivat vuonna 2017 välillä 0,8-18 l/s, paitsi 7.8.2017, jolloin mitattiin 77 l/s (Kuva 21). Suurin virtaamapiikki oli ehkä mennyt jo hieman ohi, sillä alapuolelle mitattiin vielä suurempi arvo, 147 l/s. Vuoden alin virtaamatulos saatiin heinäkuussa. Kaikista suurin tulovirtaama mitattiin vuoden 2018 keväällä, 224 l/s. Muutoin vuoden 2018 virtaamat vaihtelivat syyskuun lähes nolasta viimeisen näytteenottokerran 50 l/s:aan (Kuva 22).

Upilanojan kosteikkoon tuleva vesi oli vuonna 2018 keskimäärin lämpimämpää kuin vuonna 2017. Lämpötila vaihteli lokakuun 2017 loppupuolen 2,7 asteesta toukokuun 2018 lopun 19,9 asteeseen. Vesi lämpeni kosteikossa molempina vuosina enimmillään 5 astetta. Lämpimintä lähtevä vesi oli heinäkuussa 2018, jolloin se oli 21,6 asteista.

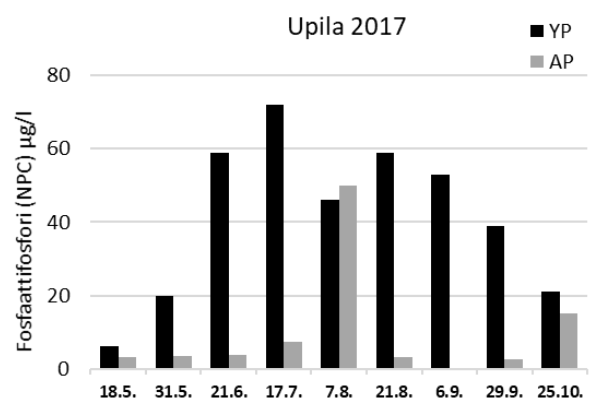
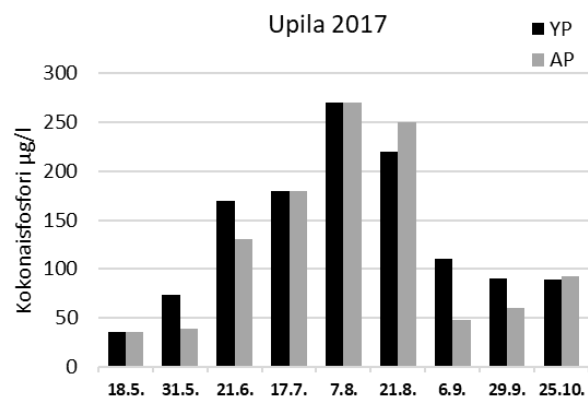
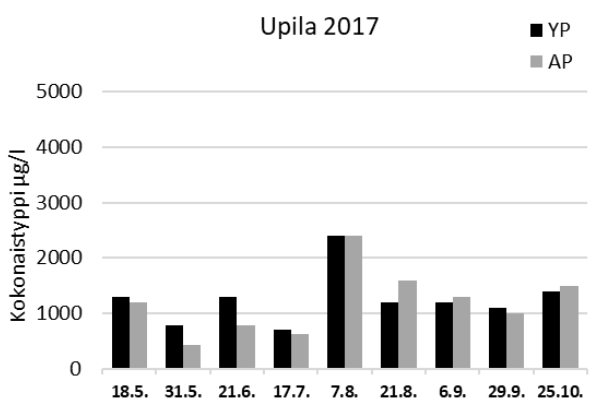
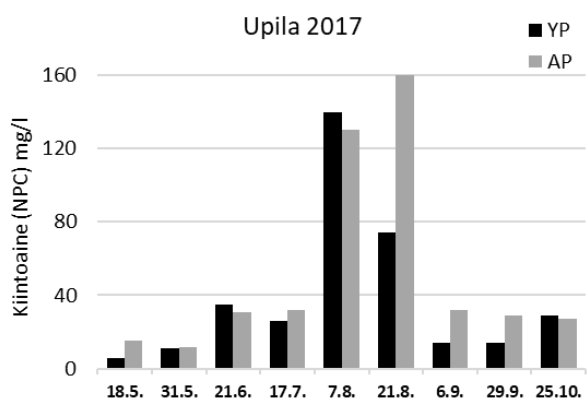
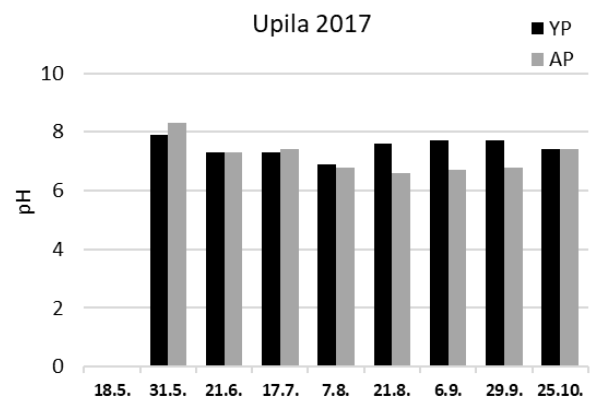
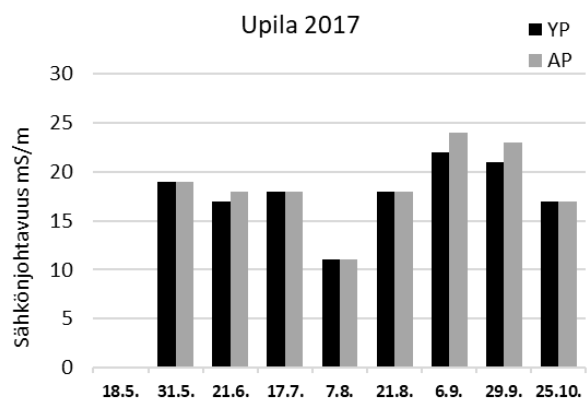
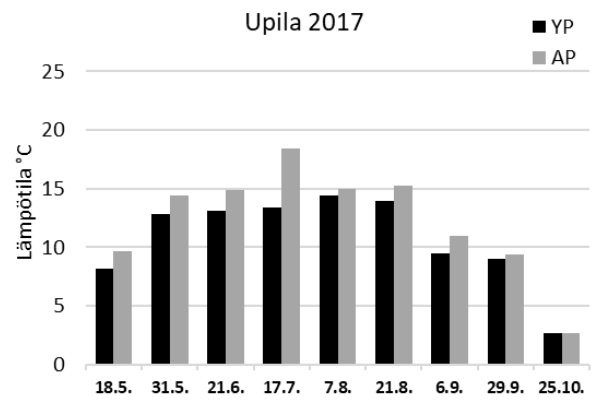
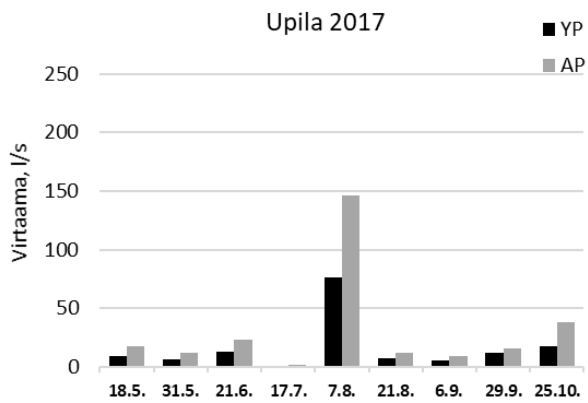
Tulevan veden sähkönjohtokyky oli Upilanojan altailla Purailanviepän tapaan hieman korkeampi vuonna 2017 kuin 2018. Vuonna 2017 tuloveden sähkönjohtavuus vaihteli välillä 11-22 mS/m (keskiarvo 18 mS/m) ja vuonna välillä 10-20 (keskiarvo 17 mS/m). Alhaisimmat sähkönjohtavuudet mitattiin runsassateisella jaksolla 7.8.2018 sekä kevättulvalla 2018. Altaan vaikutuksesta muutokset sähkönjohtavuudessa olivat pieniä ilman selvää suuntaa. Tulevan veden pH oli lievästi emäksistä vaihdellen välillä pH 7,3-7,9. Elokuun 2017 sateilla (pH 6,9) ja kevättulvalla 2018 (pH 7) arvot olivat hieman alhaisempia. Altaan alapuolella tulisi näkyä kemikaalin vaikutus pH arvoon. Altaan alapuolella pH arvo pysyi yleensä samana tai laski. Eniten laskua tapahtui elo- ja syyskuussa 2017, jolloin pH laski alle 7 ollen alhaisimmillaan pH 6,6. Tämä on kuitenkin vielä maltillinen taso.

Upilanojan altaille tulevan veden kiintoainepitoisuudet olivat suurimmillaan kovilla virtaamilla. Elokuun 2017 alun sateilla pitoisuus nousi 140 mg/l:aan ja pitoisuus oli vielä vuoden muita ajankohtia korkeampi elokuun lopussa (74 mg/l). Toiseksi korkein pitoisuus Upilanojan tulovedessä mitattiin keväällä 2018 (100 mg/l). Muutoin kiintoainepitoisuudet vaihtelivat välillä 5,8-58 mg/l. Altaista lähtevässä vedessä kiintoainepitoisuus oli korkein 21.8.2017, jolloin se oli jopa elokuun alun sateen aiheuttamaa piikkiä korkeampi (160 mg/l). Olisivatko sateet saaneet siis joitain liikkeelle altaasta? Muutoin kiintoainepitoisuudet olivat alapuolella vaihtelevasti korkeampia tai alhaisempia kuin yläpuolella, joten selvää kiintoaineen pidentymistä altaaseen ei voitu todeta.

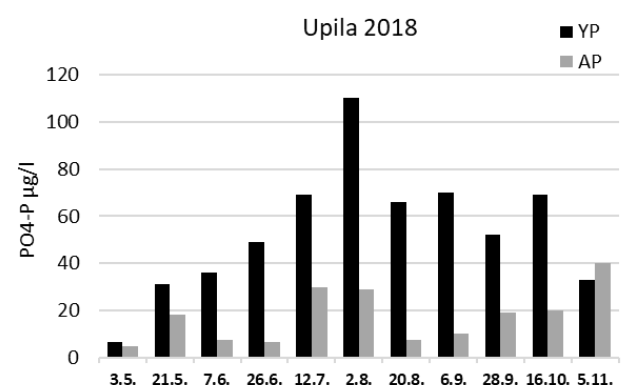
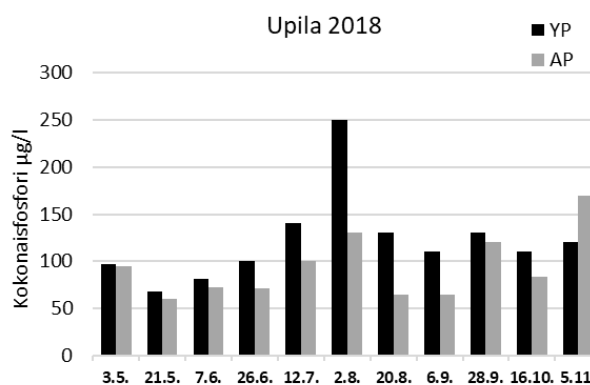
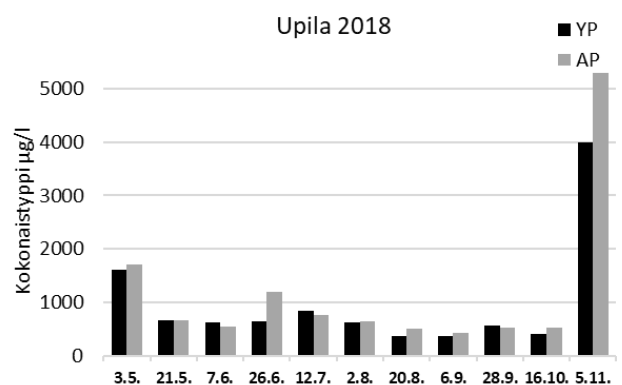
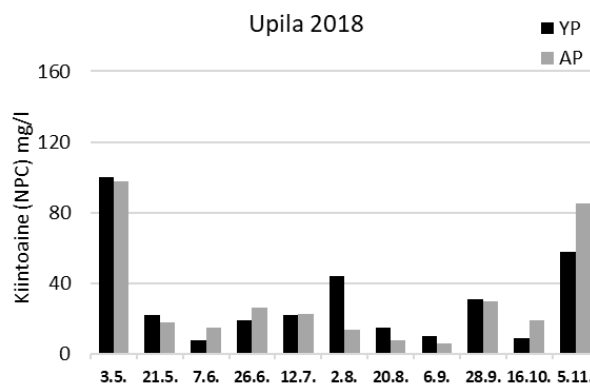
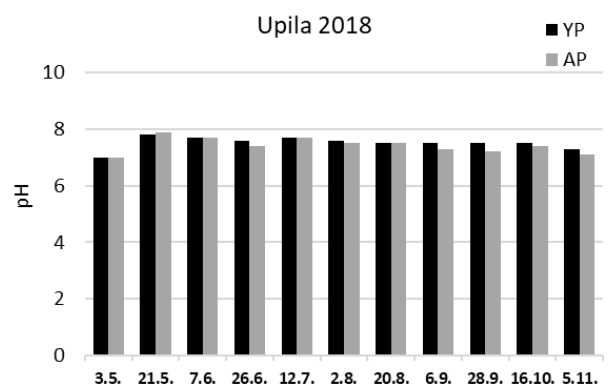
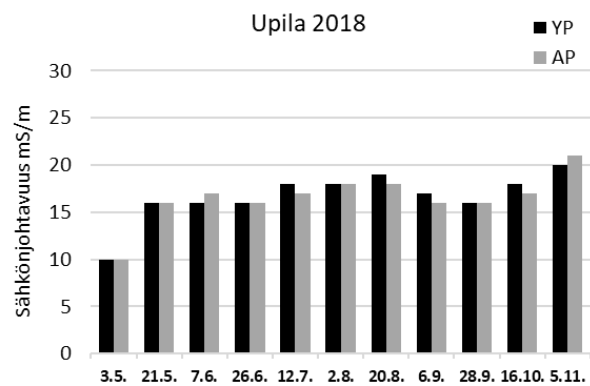
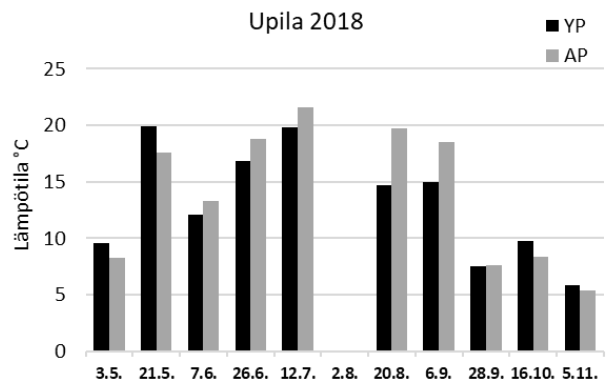
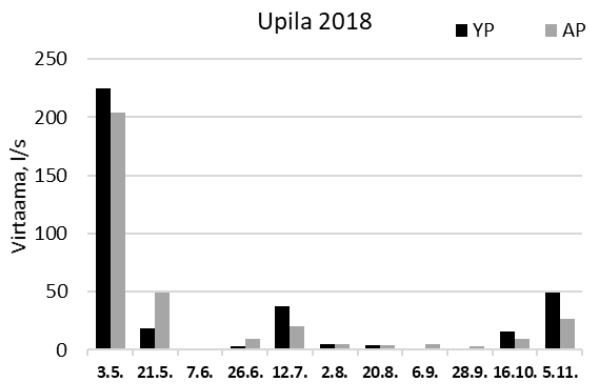
Tulevan veden kokonaistyyppipitoisuudet olivat vuonna 2017 selvästi korkeammat (710-2400 µg/l, keskiarvo 1270 µg/l) kuin vuonna 2018 (370-1600 µg/l, keskiarvo 670 µg/l), lukuunottamatta marraskuuta 2018, jolloin tyyppipitoisuus kohosi selvästi aikaisempaa tasoa korkeammalle (4000 µg/l). Samanlaista piikkiä ei havaittu fosforipitoisuudessa, mutta kiintoaine ja sähkönjohtavuus olivat kesää korkeammalla tasolla. Seuraavaksi korkeimmat tyyppipitoisuudet mitattiin kovimpien virtaamien aikaan, vuonna 2017 elokuun alussa ja 2018 keväällä. Altaan alapuolella kokonaistyyppipitoisuudet olivat vaihdellen hieman suurempia tai pienempiä kuin yläpuolella, joten selvää pidentymistä ei tapahtunut. Vuonna 2017 tyyppiä näytti pidentyvän Upilanojan altaaseen alkukesällä ja vapautuvan loppukesällä, mutta vuonna 2018 samanlaista trendiä ei havaittu. Marraskuun 2018 tyyppiinkin aikaan pitoisuus oli lähtevässä vedessä jopa tulovettä korkeampi (5300 µg/l).

Kokonaisfosforin pitoisuudet Upilanojan altaaseen tulevassa vedessä olivat varsin korkeat, vaihdellen vuonna 2017 välillä 35-270 µg/l (ka 138 µg/l) ja vuonna 2018 välillä 68-250 µg/l (ka 122 µg/l). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin molempina vuosina elokuun alussa, mutta pitoisuudet olivat ylipäänsä korkeat kesän aikana. Altaasta lähtevän veden kokonaisfosforipitoisuudet olivat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta tuloveden pitoisuutta alhaisemmat, erityisen selvästi vuonna 2018, joten Upilanojan allas pidätti fosforia. Selvimmin tämä näkyi fosfaattifosforin pitoisuuksissa.

Liukoisen fosfaattifosforin pitoisuudet altaaseen tulevassa vedessä olivat muihin kosteikkoihin nähden varsin korkeat vaihdellen vuonna 2017 välillä 6,2-72 µg/l, ja 2018 välillä 6,7-110 µg/l. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin molempina vuosina vähäisellä virtaamalla, vuonna 2017 heinäkuussa ja 2018 elokuun alussa. Pitoisuudet olivat alimmillaan keväällä. Lähtevässä vedessä pitoisuudet olivat selvästi alhaisempia kuin tulovedessä. Tilanne oli toisin ainoastaan elokuun 2017 virtaamahuipun aikaan ja vuonna 2018 syksyn viimeisessä näytteenotossa. Retentioprosentit olivat vuonna 2017 parhaimmillaan yli 90 % (ka 69 %) ja vuonna 2018 yli 80 % (ka 59 %). Ferrisulfaattiannostelijan tarkoitus on sitoa nimenomaan liukoista fosfaattifosforia, joten kemikaalin lisäys näytti toimivan.



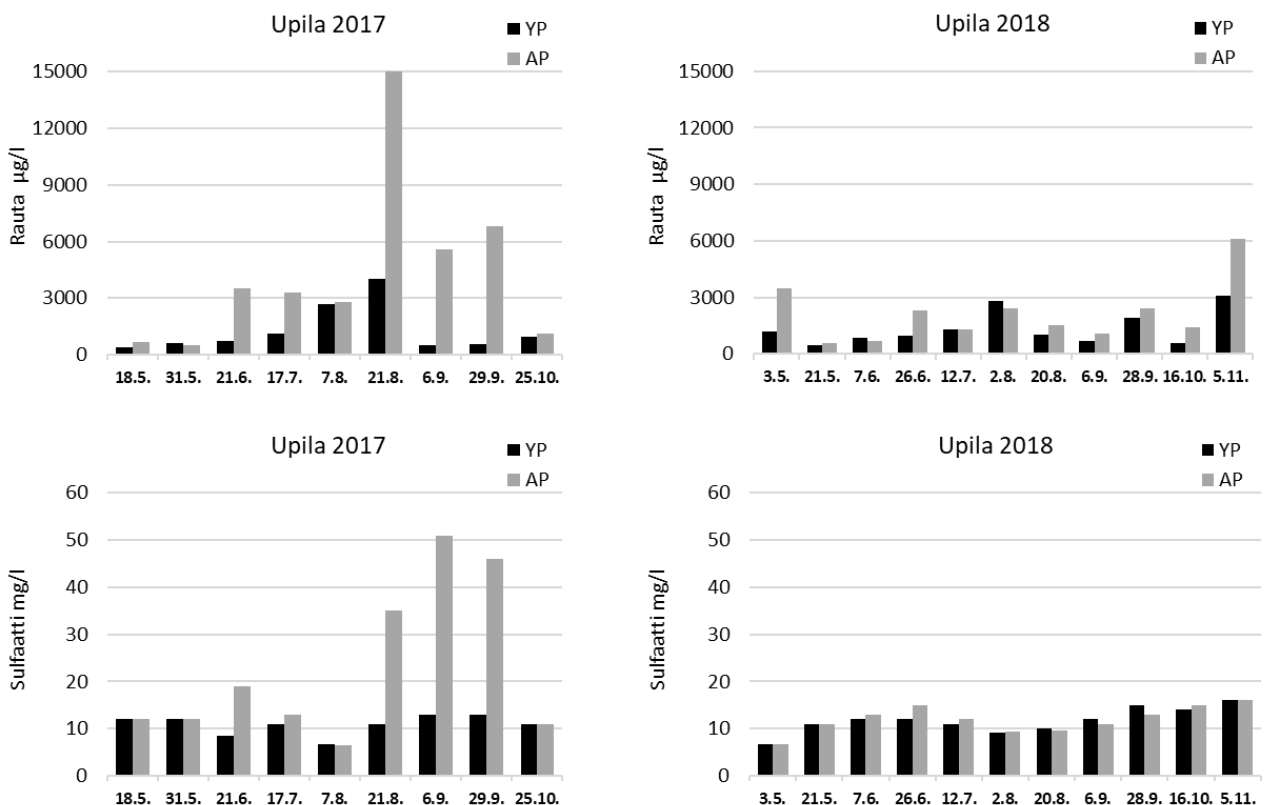
Kuva 21. Upilan kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2017. Näytteet on otettu tulouomasta altaiden yläpuolelta (YP) sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP).



Kuva 22. Upilan kosteikon toimivuustarkkailun tulokset vuodelta 2018. Näytteet on otettu tulo-omasta altaiden yläpuolelta (YP) sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP) edellisen vuoden tapaan.

Ferrisulfaatti liukenee vedessä rauta- ja sulfaatti-ioneiksi, joista rautaionit sitoutuvat veden liukoiseen fostaattifosforiin. Sulfaatti-ionit sen sijaan sitovat vetyioneita, mikä voi näkyä pH:n laskuna. Kemikaalin ympäristövaikutusten arvioimiseksi pH:n lisäksi seurattiin veden rauta- ja sulfaattipitoisuuksia (Kuva 23). Altaiin tulevan veden rautapitoisuus vaihteli vuonna 2017 välillä 410-4000 µg/l ja vuonna 2018 välillä 460-3100 µg/l. Lähtevän veden rautapitoisuudet olivat yleensä tuloveden pitoisuuksia suurempia, erityisesti vuonna 2017, jolloin mahdollisesti suuremmista virtaamista johtuen myös kemikaalia on kulunut enemmän. Erityisen suuri pitoisuus (15 000 µg/l) mitattiin alapuolisessa vedessä 21.8.2017, eli muutama viikko elokuun alun virtaamahuipun jälkeen. Vuonna 2018 lähtöveden rautapitoisuus oli enimmillään 6100 µg/l marraskuun viimeisessä näytteenotossa. Vaikka lähtevän veden rautapitoisuus nousi, oli vaihtelu vielä aiemmin Upilanojasta mitatun luontaisen vaihtelun rajoissa (Melli-hankkeen raportti Upilanojan ferrisulfaattisaostuksesta vuosilta 2013-2014).

Sulfaattipitoisuudet Upilanojan tulouomassa olivat vuonna 2017 keskimäärin 10,9 µg/l ja vuonna 2018 keskimäärin 11,7 µg/l, eikä pitoisuuksien vaihtelu ollut kovinkaan suurta. Altaasta lähtevässä vedessä pitoisuudet olivat lähes samaa tasoa, mutta nousivat ajoittain selvästi, etenkin 2017 tulvahuipun jälkeen elojä syyskuussa. Tuolloin pitoisuudet olivat korkeimmillaan 51 mg/l. Samanlaista kohoamista ei havaittu vuonna 2018, jolloin loppusyksyä kohden kemikaali on kuitenkin ollut jo vähissä ja osin kovettunut. Tässä havaitut korkeimmatkin pitoisuudet ovat kuitenkin vielä hyvällä tasolla. Esimerkiksi talousveden laatuvaatimukseksi on asetettu sulfaattipitoisuuden ylärajaksi 250 mg/l ja putkien syöpymisen kannalta suositukseksi alle 150 mg/l.



Kuva 23. Upilan kosteikolla on ferrisulfaattiannostelija, joten toimivuustarkkailun yhteydessä mitattiin myös raudan ja sulfaatin pitoisuuksia. Näytteet on otettu muiden näytteiden tapaan tulouomasta altaiden yläpuolelta (YP) sekä altaasta lähtevästä vedestä (AP).

3.2.7. Ojanpohjasuodatin

Ojanpohjasuodatin sijaitsee Leikkurinmäeltä tulevassa pelto-ojassa, joka yhtyy Ojavallanojaan heti suodattimen alapuolella. Ojavallan oja muuttuu Kolunojaksi, joka on Haritunjoen sivuhaara. Suodatin on rakennettu maaliskuussa 2017. Sen tarkoitus on sitoa ojavedessä kulkevaa liukoista fosforia kalsiumhydroksidigranulan avulla, joka on sekoitettu (1:1) soramurskeeseen. Ravinteiden sitominen perustuu siihen, että ylimääräinen kalkki nostaa pH:ta. Kalkki saostuu muodostaen kalsiumfosfaattia sekä metallihydroksideja. Tällöin valumavesien liukoinen fosfaatti ja metallipitoisuudet alenevat. Aine on kierrätettävä. Kun ravinteet sitoutuvat suodatinaineeseen, eikä suodatin enää sido ravinteita, voidaan aines ravinteineen nostaa uudelleen peltoon.

Suodattimen yläpuolisen valuma-alueen pinta-alaksi on määritetty suunnitteluvaiheessa 38,9 ha, mutta myöhempi tarkastelu paljasti, että todellinen ala on jopa 78 ha. Siten suodatin (pituus 14 m, leveys 1,5 m, suodatinmateriaalin paksuus 80 cm) on lähtökohtaisesti alimitoitettu. Ojan valuma-alueella on peltoa, metsää sekä muutama asuinkiinteistö. Kevään 2016 ojavesiseurannassa kokonaisfosfori Leikkurinmäen ojassa vaihteli välillä 73-150 µg/l ja fosfaattifosfori välillä 39-92 µg/l. Ojanpohjasuodattimella aloitettiin näytteenotto heti maaliskuussa 2017 rakentamisen jälkeen. Suodattimen rakentaminen ja toimivuusseuranta maaliskuusta elokuuhun 2017 toteutettiin VHS-hankkeessa, josta tulokset on myös raportoitu. Tämän jälkeen seurantaa on jatkettu PyhäVesi-hankkeessa (Kuva 24). Vuonna 2018 seuranta keskeytettiin kesäkuussa, koska suodattimen putkien epäiltiin tukkeutuneen. Elokuussa otettiin vielä yksi näyte. Suodatin vaatisi uudelleen rakentamisen, mutta PyhäVesi-hankkeen budjettiin korjaus ei enää mahtunut.

Näytteet on otettu suodattimen yläpuolelta ojasta sisäänottoputken vierestä sekä suoraan alapuolisessa padossa olevasta kourusta. Kahdella ensimmäisellä kerralla sekä 7.8.2017 tulvatilanteessa näyte on otettu ojasta heti suodattimen alapuolelta. Näytteistä analysoitiin samat parametrit kun kosteikoiltakin. Tulokset on kuvan 24 lisäksi esitetty myös Liitteen 1 taulukossa 4.

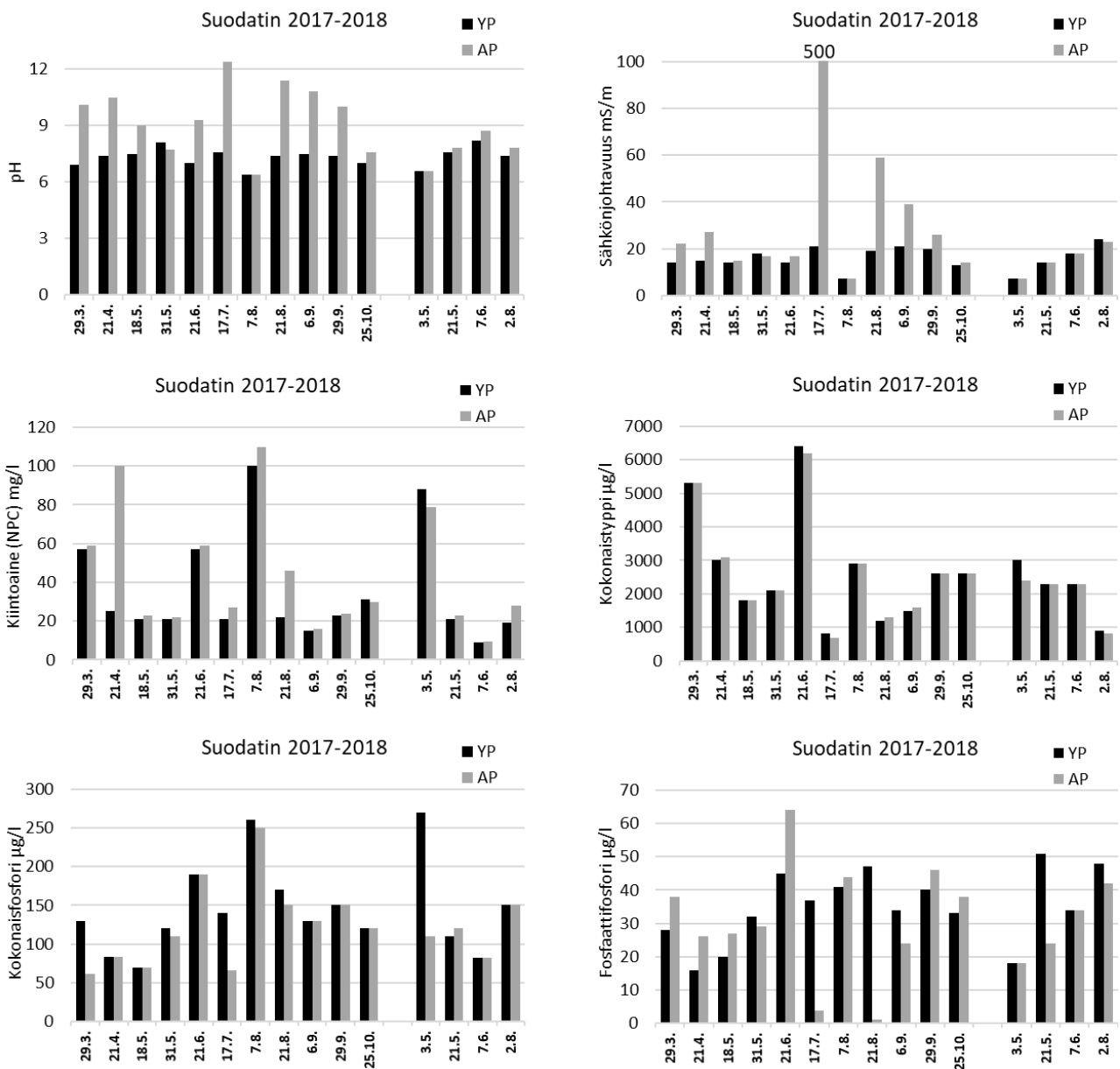
Suodattimelle tulevan veden pH vaihteli välillä 6,4-8,2. Suodatin selvästi nosti pH:ta ainakin ensimmäisenä vuonna. Suodattimen alapuolella pH vaihteli välillä 6,4-12,4. Alhaisin pH oli tulvatilanteessa 7.8.2017, jolloin vesi meni suodattimen yli eikä pH muuttunut lainkaan suodattimen vaikutuksesta. Korkein pH tavattiin vähävetiseen ja lämpimään aikaan 17.7.2017, jolloin suodattimen alapuolella veden pinnalla havaittiin valkeaa saostumaa. Se oli mahdollisesti kalsiittia, jota korkeassa pH:ssa saostuu kosketuksissa ilman hiilidioksidin kanssa. Tuolloin myös sähkönjohtavuus oli poikkeuksellisen suuri. Yleensä sähkönjohtavuus nousi jonkin verran suodattimen vaikutuksesta, mutta tuolloin sähkönjohtavuus nousi peräti 500 mS/m:iin. Samalla viikolla 21.7.2017 käytiin vielä uusi näyte suodattimen alapuolelta. Tuolloin pH oli 12 ja sähkönjohtavuus 280 mS/m. Myös elokuun lopussa tulvatilanteen mentyä jo ohi 21.8. pH oli korkea (pH 11,4) ja sähkönjohtavuus nousi vielä 59 mS/m:iin. Vuonna 2018 muutokset pH:ssa ja sähkönjohtavuudessa olivat vähäisiä.

Kiintoainepitoisuuden mittauksessa käytettiin nuclepore (0,4 µm) suodatinta. Tulevan veden kiintoaine pitoisuus vaihteli välillä 9-100 mg/l. Pitoisuus oli yleensä hieman suurempi suodattimen alapuolella kuin yläpuolella ja 21.4.2017 selvästi suurempi. Tähän näyttekertaan on mahdollisesti vaikuttanut se, että näytettä ei vielä pystytty ottamaan suoraan kourusta. Muutoin kiintoainepitoisuutta suodattimessa voi nostaa saostuva kalkki. Suurimmat tuloveden kiintoainepitoisuudet Leikkurinmäen ojassa havaittiin 7.8.2017 kesätulvan aikaan sekä keväällä 2018.

Kokonaistyyppipitoisuus vaihteli suuresti näytteenottokauden aikana, mutta merkittävää eroa suodattimen ylä- ja alapuolisten näytteiden välillä ei ollut, kuten ei ollut odotettavissakaan. Ojanpohjasuodattimen yläpuolella pitoisuudet vaihtelivat välillä 810-6400 µg/l ja alapuolella välillä 690-6200 µg/l. Suurimmat

pitoisuudet mitattiin 21.6.2017 ja toiseksi suurimmat heti maaliskuun 2017 lopussa. Alhaisimmat pitoisuudet tavattiin vähäisen veden aikaan 17.7.2017 ja 2.8.2018.

Suodattimen yläpuolella kokonaisfosforin pitoisuudet vaihtelivat välillä 69-270 µg/l ja alapuolella välillä 61-250 µg/l. Suurimmat pitoisuudet mitattiin 7.8.2017 kesätulvan aikaan. Suodattimen alapuolisissa näytteissä kokonaisfosforipitoisuus oli sama tai hieman pienempi kuin suodattimen yläpuolella. Parhaimmillaan kokonaisfosforin pidättyminen vuonna 2017 oli 53 % (29.3. ja 17.7.). Vuonna 2018 kokonaisfosforin paras retentio oli 59 %. Kokonaisfosforin tuloksia on kuitenkin vaikea tulkita, sillä ne eivät ole aina yhteneväiset liukaisen fosfaattifosforin tulosten kanssa.



Kuva 24. Leikkurinmäen ojanpohjasuodattimen seuranta aloitettiin maaliskuussa 2017 rakentamisen jälkeen. Samassa kuvassa on esitetty jatkona myös vuonna 2018 otettujen näytteiden tulokset. Näytteet on otettu suodattimen yläpuolelta (YP) sekä heti suodattimen jälkeen (AP).

Fosfaattifosforin (nuclepore 0,4 µm -suodatettu) pitoisuudet suodattimen yläpuolisessa vedessä vaihtelivat välillä 16-51 µg/l. Suodattimen alapuolella pitoisuudet olivat ajoittain jopa tätä suurempia, mitä on myös vaikea selittää, sillä suodattimen tulisi sitoa nimenomaan liukoista fosforia. Vuonna 2017 suodatin sitoi parhaiten liukoista fosforia ajankohtina, jolloin pH nousi korkeaksi, eli 17.7. (90 %) ja 21.8., jolloin fosfaattifosforin pitoisuus alapuolisessa näytteessä laski jopa alle määritysrajan. Nämä alenemat näkyivät kuitenkin hyvin epäjohdonmukaisesti kokonaisfosforin pitoisuudessa, sillä kokonaisfosforin pitoisuus laski selvästi 17.7., mutta vain hieman 21.8. Lisäksi kokonaisfosforipitoisuus suodattimen alapuolella laski selvästi ensimmäisellä näytteenotokerralla 29.3., vaikka fosfaattifosforin ja kiintoaineen pitoisuudet nousivat. Myös vuonna 2018 oli epäjohdonmukaisuutta: kokonaisfosfori laski 3.5., mutta liukoinen fosfaattifosfori ei. Sen sijaan 21.5. fosfaattifosfori laski, mutta kokonaisfosfori nousi.

3.3. Uudet kohteet: Piilonoja, Häränsilmänoja ja Suullistenpohja

Pyhävesi-hankkeessa rakennettiin syksyllä 2018 Häränsilmänojaan kaksi pohjapatoa hillitsemään eroosiota ja pidättämään kiintoainesta. Haritunjokeen laskevaan Piilonojaan rakennettiin puolestaan laskeutusallas. Myös altaaseen laskevaa sivuhaaraa kunnostettiin. Märkydestä kärsivää pellonpintaa kohotettiin lasketusaltaan kaivuumassoilla ja pelto-ojaan kaivettiin kaksitasouomaa (ks. hankkeen loppuraportin liiteraportti 1). Sekä Häränsilmänojusta että Piilonojasta aloitettiin näytteenotto kesäkuussa kohteiden varmistuttua, jotta tilanteesta saataisiin tausta-ainestoa vaikuttavuuden arviointia varten. Kohteiden rakentamisen jälkeen hankkeessa ehdittiin ottaa enää muutama näyte. Niinpä kohteiden vaikuttavuuden arviointi jää tulevaisuuteen. Arviointi on kuitenkin vaikeaa, koska peltovesiä tulee molempiin kohteisiin myös ylä- ja alapuolisten näytepisteiden välissä. Suullistenpohjaan rakennettiin kosteikko pelto-ojaan, mutta kesä oli niin kuiva, että tulouomasta saatiin ensimmäinen näyte vasta marraskuussa viimeisellä näytteenotokerralla. Kaikki tulokset on kuitenkin raportoitu tämän raportin liitteenä olevassa tulostaulukossa (Liite 1, Taulukko 4).

4. Tulosten tarkastelu

Kosteikkojen toimivuustarkkailua tehtiin Vesijärvellä kuudella eri kosteikolla kahden avovesikauden ajan. Yhdellä kosteikolla (Purailanviepä) on jatkuvatoiminen mittausasema, joka paljasti hyvin kosteikkojen toimivuustarkkailun haasteellisuuden vesinäytteillä. Etenkin vuonna 2017 oli paljon sadetapahtumia, jotka toivat altaaseen kiintoainetta. Ne näkyivät sameuspiikkeinä altaaseen tulevassa yläpuolisessa vedessä. Tämän jälkeen, mutta viiveellä, sameusarvot nousivat kosteikon alapuolella. Näin ollen näytteenotto osui välillä tilanteeseen, jossa sameuspiikki altaan yläpuolelta on jo mennyt, mutta alapuolella sameaa vettä edelleen purkautuu kosteikosta. Näin tulokset näyttävät siltä, että kosteikot vapauttaisivat kiintoainetta, vaikka kyseessä on vielä edellisen piikin ”häntä”, ja kiintoainesta on silti voinut pidäytyä kosteikkoon. Konkreettisimmin kiintoaineen pidäytyminen voidaan nähdä siitä, kertyykö sitä laskeutusaltaan tai kosteikon pohjalle.

Vuonna 2017 elokuun alussa oli sadetapahtuma, joka sattui näytteenoton yhteyteen. Tulokset paljastivat, että myös runsas kesäsade voi lisätä merkittävästi kiintoaine- ja ravinnekuormitusta, vaikka maassa on kasvipeite. Kiintoaine ja kokonaisfosforipitoisuudet nousivat selvästi kaikilla kosteikoilla, ja osalla kosteikoista myös fosfaattifosforin ja kokonaistypen pitoisuudet kasvoivat sadetapahtuman yhteydessä. Jatkuvatoiminen mittaus paljasti, että tällaisia sadetapahtumia oli loppuvuodesta useita, mutta näytteenotot sattuivat enimmäkseen niiden väliin. Vuosi 2018 oli kuivempi ja virtaamat vähäisempiä. Suurimmat kiintoainepitoisuudet havaittiin kevättulvan aikaan ja toisaalta marraskuussa syksyn sateiden alkaessa. Marraskuussa myös typpipitoisuudet nousivat paikoin huomattavan korkeiksi.

Altaan ylä- ja alapuolelta otettujen vesinäytteiden perusteella ei, mahdollisesti edellä mainitusta viiveestä johtuen, havaittu juurikaan kiintoaineen pidättymistä. Kiintoainemäärityksessä käytettiin suodatinta, jolla saadaan hienoinakin aines mukaan. Hienoaines pidättyy heikommin kuin karkea, ja etenkin vähäisten virtaamien aikaan tuloksiin oli odotettavissa vaihtelua. Parhaiten kiintoainetta näytti pidättävän Kurhilan kosteikko, jossa valuma-alueen maalaji on karkeaa hietaa ja hienoa hiekkaa.

Myös typpipitoisuuksissa oli vaihtelua kosteikkojen ylä- ja alapuolella. Vuonna 2017 alkukesällä useimmat kosteikot näyttivät pidättävän tyypeä, mutta loppukesällä kosteikot näyttivät vesinäytetulosten perusteella vapauttavan tyypeä. Alkukesällä kasvillisuus ja päällyslävyt kasvavat ja luultavasti myös sitovat tyypeä. Alkukesän 2017 kohonneet pH arvot kertoivatkin aktiivisesta tuotannosta. Loppukesällä tyypeä saattaa vapautua kasvillisuuden lakastuessa, mutta kyseessä on voinut ainakin osassa tapauksia olla myös loppukesän kuormituspiikeistä seurannut ”häntä”. Vuoden 2018 vähäisemmällä virtaamalla selvää trendiä ei voitu havaita, vaan tulokset olivat hyvin vaihtelevia. Parhaiten tyypeä vaikuttivat sitovan Kurhilan ja Pyyrylän kosteikot.

Kokonaisfosforipitoisuudet heijastelivat vuonna 2017 kiintoainepitoisuuksia, mutta vuonna 2018 tilanne ei ollut yhtä selvä. Kevään ja syksyn suurimmat virtaamat nostivat kokonaisfosforin pitoisuuksia, mutta toisaalta liukaisen fosfaattifosforin pitoisuudet olivat suurimmat heinä-elokuussa. Yleisesti ottaen pitoisuudet olivat vuonna 2018 alhaisempia kuin 2017. Kokonaisfosforin pidättyminen kosteikkoihin vaikutti vesinäytteiden perusteella heikolta. Alkukesällä 2017 osalla kosteikoista fosforia näytti pidättävän, mutta selviä trendejä ei voitu havaita. Upilan kosteikolla, jossa fosfaattifosforia sidotaan ferrisulfaattiannostelijan avulla, pidättyminen havaittiin myös kokonaisfosforissa, erityisen hyvin vuonna 2018.

Liukoinen fosfaattifosfori pidättyi kaikilla kosteikoilla parhaiten, mikä oli hieman yllättävä havainto. Erityisen hyvin fosfaattifosfori pidättyi Upilan kosteikolla kemikaalin johdosta (jopa > 90 %), mutta myös Kytjänoijalla havaittiin ajoittain todella hyviä pidätysprosentteja (> 80 %). Säännönmukaista pidättymistä havaittiin Kurhilan kosteikolla. Myös muilla kosteikoilla pidättymistä tapahtui, vaikka joukossa oli myös yksittäisiä päinvastaisia havaintoja. Yleisesti ottaen liukaisen fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista laski kosteikoilla, mikä on hyvä asia, sillä liukoinen fosfaattifosfori on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa.

Vesijärvellä tutkitut kosteikot ovat pinta-alaltaan suosituksia pienempiä suhteessa valuma-alueen kokoon. Kosteikkojen toiminta varmasti paranee, mitä suurempi kosteikko voidaan rakentaa, mutta monesti asiassa on tehtävä kompromissi käytettävissä olevan tilan suhteen. Suuri koko lisää veden viipymää kosteikossa, mutta myös kosteikon muoto, syvyysuhteet ja kasvillisuus voivat tehostavat toimintaa. Merkitystä kiintoaineen laskeutumiselle on myös kiintoaineen laadulla. Hienoin saviaines laskeutuu heikosti, kun taas eroosiolle herkillä hietamailla altaat voivat hyvinkin tehokkaasti pidättää kiintoainesta, kuten on havaittu etenkin Häränsilmänojan valuma-alueen kosteikoilla.

Taulukko 1. Kosteikkoseurannan tulokset vuodelta 2017. Näytteet on otettu kosteikon yläpuolelta (YP) ja alapuolelta (AP).

Kohde	pvm	Veden lämpötila		pH		Sähkönjohtavuus		Kiintoaine		Kokonaistyyppi		Kokonaissfosfori		Fosfaattifosfori	
		°C				mS/m		mg/l		µg/l		µg/l		µg/l	
		YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP
Kurhila	18.5.2017	6,7	8,3					2,7	4	1400	1500	20	22	3,2	2,2
Kurhila	31.5.2017	8,6	11,9	7,0	7,3	7,6	11	9,3	4,3	1400	1600	48	31	3,8	2,6
Kurhila	21.6.2017	10,0	11,6	6,8	6,8	5,7	8,8	15	2,7	1000	1400	51	34	4,5	3,9
Kurhila	17.7.2017	10,3	14,5	6,9	6,9	11	12	6,4	6,5	2300	1800	34	40	6,4	3,9
Kurhila	7.8.2017	12,5	13,0	5,5	5,6	5,7	5,7	62	18	1700	1800	90	76	6,8	5,2
Kurhila	21.8.2017	11,6	13,9	6,8	6,7	9	9,5	6	9	1700	1600	38	43	7,9	4,7
Kurhila	6.9.2017	7,7	9,2	6,9	6,8	9,7	9,9	2	5	1700	1500	39	37	8,2	4
Kurhila	29.9.2017	7,5	8,0	6,7	6,6	7,1	8,1	6	6	1500	1600	31	32	7	5,8
Kurhila	25.10.2017	2,7	3,0	6,4	6,5	5,9	6,5	4	4	1300	1400	25	25	4,1	2,8
Kytyänoja	18.5.2017	9,7	12,6					11	85	2000	1500	36	140	9,7	3
Kytyänoja	31.5.2017	9,0	13,1	7,8	8,8	24	23	13	5,5	1500	610	62	31	15	4
Kytyänoja	21.6.2017	11,0	15,7	7,5	7,9	29	24	37	9,5	10000	3900	140	42	38	3,9
Kytyänoja	17.7.2017	11,3	17,3	7,6	7,5	22	24	11	7,5	930	2400	97	44	23	4,5
Kytyänoja	7.8.2017	14,0	14,7	6,9	6,9	18	18	84	81	5600	5100	250	240	57	56
Kytyänoja	21.8.2017	12,9	15,4	7,6	7,4	28	25	18	31	2300	2500	110	120	40	31
Kytyänoja	6.9.2017	7,4	11,0	7,7	7,5	29	25	8	22	2700	3000	66	100	23	27
Kytyänoja	29.9.2017	7,6	9,4	7,5	7,6	26	24	5	11	2800	3100	55	70	25	21
Kytyänoja	25.10.2017	3,1	3,7	7,4	7,4	21	20	13	22	3500	3600	62	82	22	23
Kytyänoja	1.11.2017	<i>ei mitt.</i>	<i>ei mitt.</i>	7,3	7,1	22	19	24	45	3900	4100	100	150	7,5	2
Purailanviepä	18.5.2017	9,5	11,0					13	21	1200	1200	48	48	4,6	2,5
Purailanviepä	31.5.2017	13,4	16,3	7,7	8,0	18	18	6,7	19	890	510	47	50	8,7	2,5
Purailanviepä	21.6.2017	14,9	17,7	7,1	7,3	16	16	30	17	1200	590	110	76	27	6,7
Purailanviepä	17.7.2017	17,7	20,0	7,4	7,4	18	17	3,3	21	480	520	100	69	22	5,8
Purailanviepä	7.8.2017	14,1	14,9	6,6	6,7	11	11	120	110	3000	2600	280	270	62	74
Purailanviepä	21.8.2017	16,2	17,2	7,2	7,1	18	18	62	41	1600	1300	220	160	30	34
Purailanviepä	6.9.2017	12,4	12,7	7,8	7,4	23	22	20	46	2400	3300	120	120	25	17
Purailanviepä	29.9.2017	9,4	10,4	7,5	7,3	21	22	21	18	2300	2200	70	66	16	15
Purailanviepä	25.10.2017	3,2	3,5	7,1	7,0	18	18	26	33	2600	2600	84	100	19	19
Pyyrylä	18.5.2017	9,0	11,6					6	9	940	670	21	24	5,4	2,4
Pyyrylä	31.5.2017	8,0	12,7	7,7	8,8	15	15	9,5	5	1000	350	47	23	12	3,4
Pyyrylä	21.6.2017	9,6	14,4	7,3	8,5	13	15	14	8,4	1100	450	60	36	15	6,7
Pyyrylä	17.7.2017	9,4	19,0	7,6	9,2	15	15	4,5	9,6	910	430	24	45	9,6	11
Pyyrylä	7.8.2017	13,4	14,0	6,6	6,7	12	11	64	48	2900	2500	190	180	33	36
Pyyrylä	21.8.2017	11,0	16,5	7,6	7,6	17	17	5	18	1200	1100	32	60	13	11
Pyyrylä	6.9.2017	6,7	10,0	7,6	7,6	19	19	4,8	39	1600	1900	26	69	13	7,5
Pyyrylä	29.9.2017	7,0	9,0	7,3	7,3	17	17	3	5,5	2000	1800	32	71	9,3	32
Pyyrylä	25.10.2017	3,7	3,0	7,0	7,0	15	15	7,1	10	2200	2400	36	45	6,4	8,7
Upila	18.5.2017	8,2	9,7					5,8	15	1300	1200	35	36	6,2	3,2
Upila	31.5.2017	12,8	14,4	7,9	8,3	19	19	11	12	790	420	74	39	20	3,4
Upila	21.6.2017	13,1	14,9	7,3	7,3	17	18	35	31	1300	780	170	130	59	3,9
Upila	17.7.2017	13,4	18,4	7,3	7,4	18	18	26	32	710	630	180	180	72	7,3
Upila	7.8.2017	14,4	15,0	6,9	6,8	11	11	140	130	2400	2400	270	270	46	50
Upila	21.8.2017	14,0	15,3	7,6	6,6	18	18	74	160	1200	1600	220	250	59	3,3
Upila	6.9.2017	9,5	11,0	7,7	6,7	22	24	14	32	1200	1300	110	48	53	<2
Upila	29.9.2017	9,0	9,4	7,7	6,8	21	23	14	29	1100	1000	90	60	39	2,6
Upila	25.10.2017	2,7	2,7	7,4	7,4	17	17	29	27	1400	1500	89	92	21	15
Äkeenoja	18.5.2017	10,4	12,0					8,5	13	1000	780	59	52	6,3	4,3
Äkeenoja	31.5.2017	9,8		7,8		25		19		950		78		5,9	
Äkeenoja	21.6.2017	13,2	14,6	7,6	7,7	23	24	13	6	1500	1400	70	55	5,9	7,8
Äkeenoja	17.7.2017	16,2	19,0	7,8	7,4	24	25	7,2	12	850	770	77	84	24	9,7
Äkeenoja	7.8.2017	14,6	15,0	6,8	6,9	15	15	50	49	2400	2300	160	160	24	21
Äkeenoja	21.8.2017	16,0	16,6	7,6	7,4	26	26	7	9	1500	1500	85	89	30	21
Äkeenoja	6.9.2017	10,9	11,6	7,7	7,5	26	25	4	10	2100	2100	66	76	19	17
Äkeenoja	29.9.2017	9,6	9,7	7,5	7,4	23	23	8	8	1900	1900	67	73	20	22
Äkeenoja	25.10.2017	2,0	2,6	7,3	7,3	19	19	19	10	2200	2200	71	57	14	13

Taulukko 2. Kosteikkoseurannan tulokset vuodelta 2018. Näytteet on otettu kosteikon yläpuolelta (YP) ja alapuolelta (AP).

Kohde	pvm	Veden lämpötila °C		pH		Sähkönjohtavuus mS/m		Kiintoaine mg/l		Kokonaistyyppi µg/l		Kokonaisfosfori µg/l		Fosfaattifosfori µg/l	
		YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP
Kurhila	3.5.2018	5,6	5,4	6,2	6,2	4,8	5,1	22	6	1600	1600	27	22	3,7	2,9
Kurhila	21.5.2018	10,7	14,0	6,9	6,9	9,3	9,5	20	3	3600	2000	150	17	20	3,1
Kurhila	7.6.2018	8,5	11,6	7,0	7,1	12	12	2,7	2,7	2700	2300	19	30	3,7	2,8
Kurhila	26.6.2018	9,8	14,0	6,8	6,9	11	10	3,5	2,7	2400	2000	24	19	6,8	2,9
Kurhila	12.7.2018	11,4	14,8	7,0	7,1	11	11	3,6	5	2500	2000	18	28	9,1	6,2
Kurhila	2.8.2018	<i>kylmä</i>	<i>viileä</i>	6,8	7,1	13	12	1,3	4	3100	2000	8,8	20	4,1	4,7
Kurhila	20.8.2018	9,6	13,8	6,8	7,0	13	12	<1	1,5	3000	2000	7,1	15	3	4
Kurhila	6.9.2018	10,5	12,2	6,7	6,7	13	12	1,4	2	2900	2400	10	24	3,9	3,1
Kurhila	28.9.2018	7,2	7,1	6,6	6,9	13	12	2,5	1,3	2400	2100	15	19	3,6	2,8
Kurhila	16.10.2018	8,8	8,1	6,9	7,1	13	13	1,9	4	2400	2200	13	17	2,5	2,4
Kurhila	5.11.2018	5,6	5,6	6,8	6,9	12	12	<1	2	2000	2000	15	20	3,4	3,9
Kytyänoja	3.5.2018	6,8	6,4	7,1	7,1	15	15	58	64	3200	3000	85	80	9,2	16
Kytyänoja	21.5.2018	10,5	12,5	7,6	7,7	22	20	17	25	1900	2000	46	52	3,5	2,5
Kytyänoja	7.6.2018	8,0	14,0	7,6	7,5	21	20	8,7	6,7	1800	1400	39	26	13	2,8
Kytyänoja	26.6.2018	11,4	14,6	7,5	7,4	22	21	11	15	1600	2000	63	78	20	6
Kytyänoja	12.7.2018	13,8	15,2	7,6	7,5	23	22	14	25	2500	5700	64	72	28	5,6
Kytyänoja	2.8.2018			7,5	7,8	23	22	10	6,2	900	2900	87	44	36	5,3
Kytyänoja	20.8.2018	12,8	18,1	7,6	8,4	23	22	2,5	6,5	660	1200	63	56	37	3,9
Kytyänoja	6.9.2018	12,5	16,2	7,2	7,3	24	23	5,3	8	940	1100	51	95	12	36
Kytyänoja	28.9.2018	6,7	9,3	7,1	7,5	27	23	8	7	1100	860	55	65	18	8,8
Kytyänoja	16.10.2018	8,8	8,1	7,0	7,1	25	24	1,5	5	1100	900	29	44	10	6,7
Kytyänoja	5.11.2018	5,4	4,8	7,2	7,2	27	25	26	11	4100	2000	79	55	18	18
Purailanviepä	3.5.2018	8,3	8,0	6,5	6,6	11	11	80	86	2200	2300	88	100	5,1	5,1
Purailanviepä	21.5.2018	20,0	20,9	7,4	7,8	15	14	18	31	1300	1000	51	50	5,8	2,7
Purailanviepä	7.6.2018	12,4	15,1	7,3	7,5	16	16	13	27	990	730	41	75	5,8	2,5
Purailanviepä	26.6.2018	18,8	20,8	7,4	7,3	15	14	16	30	930	1200	66	67	20	3,3
Purailanviepä	12.7.2018	17,6	20,9	7,3	7,4	16	15	18	11	850	1300	79	70	14	28
Purailanviepä	2.8.2018	<i>lämmin</i>	<i>lämmin</i>	7,2	7,4	15	16	26	12	680	390	110	73	19	23
Purailanviepä	20.8.2018	18,4	20,1	7,3	7,1	16	15	5	18	330	460	72	82	21	17
Purailanviepä	6.9.2018	18,9	19,4	7,2	7,1	16	16	5	11	390	410	38	87	5,4	31
Purailanviepä	28.9.2018	8,1	9,9	7,1	7,3	17	16	20	17	1100	740	77	70	13	9,7
Purailanviepä	16.10.2018	9,5	9,8	7,1	7,2	17	17	10	16	970	910	76	54	22	3,1
Purailanviepä	5.11.2018	5,6	5,6	7,2	7,1	21	20	34	30	4400	2700	94	85	27	20
Pyyrylä	3.5.2018	5,5	6,5	6,9	6,9	11	11	31	28	2300	2300	51	51	3,4	2,5
Pyyrylä	21.5.2018	9,1	15,2	7,5	7,6	14	14	19	13	1200	1200	28	32	6,7	5,6
Pyyrylä	7.6.2018	7,1	12,2	7,1	8,7	15	15	9,5	8	1200	760	22	21	5,7	2,9
Pyyrylä	26.6.2018	9,0	17,0	7,6	7,5	15	15	22	18	1100	1100	22	45	7,6	7,5
Pyyrylä	12.7.2018	10,9	18,4	7,6	7,7	15	15	6,5	15	1200	1100	22	51	11	20
Pyyrylä	2.8.2018	<i>viileä</i>	<i>haalea</i>	7,5	9,0	15	15	12	8	1200	450	22	37	7,3	4,7
Pyyrylä	20.8.2018	10,5	16,7	7,6	8,3	15	15	1	5,5	1100	530	16	23	9,5	3
Pyyrylä	6.9.2018	<i>rakennustyö</i>													
Pyyrylä	28.9.2018	6,3	7,4	7,4	7,3	16	16	2	30	1200	1200	21	62	7,3	11
Pyyrylä	16.10.2018	8,8	10,1	7,5	7,3	16	16	4	8	1000	970	9,9	28	2,2	8
Pyyrylä	5.11.2018	5,2	5,0	7,4	6,8	18	18	6	11	2400	2300	23	29	6,4	6,5
Upila	3.5.2018	9,6	8,3	7,0	7,0	10	10	100	98	1600	1700	97	95	6,7	4,9
Upila	21.5.2018	19,9	17,6	7,8	7,9	16	16	22	18	660	670	68	60	31	18
Upila	7.6.2018	12,1	13,3	7,7	7,7	16	17	8	15	620	550	81	72	36	7,4
Upila	26.6.2018	16,8	18,8	7,6	7,4	16	16	19	26	640	1200	100	71	49	6,5
Upila	12.7.2018	19,8	21,6	7,7	7,7	18	17	22	23	840	770	140	100	69	30
Upila	2.8.2018	<i>haalea</i>	<i>lämmin</i>	7,6	7,5	18	18	44	14	620	650	250	130	110	29
Upila	20.8.2018	14,7	19,7	7,5	7,5	19	18	15	8	370	500	130	64	66	7,5
Upila	6.9.2018	15,0	18,5	7,5	7,3	17	16	10	6	370	420	110	64	70	10
Upila	28.9.2018	7,5	7,6	7,5	7,2	16	16	31	30	570	520	130	120	52	19
Upila	16.10.2018	9,8	8,4	7,5	7,4	18	17	9	19	400	530	110	83	69	20
Upila	5.11.2018	5,9	5,4	7,3	7,1	20	21	58	85	4000	5300	120	170	33	40
Äkeenoja	3.5.2018	6,8	7,5	7,1	7,1	15	15	36	36	2300	2300	55	55	4,1	3,9
Äkeenoja	21.5.2018	16,2	17,6	7,8	7,7	26	24	9,3	16	1900	1400	44	69	3	4,1
Äkeenoja	7.6.2018	10,2		7,6		28		8,7		1100		41		3,1	
Äkeenoja	26.6.2018	14,0	18,4	7,6	7,3	20	19	8	6,5	1200	1200	46	59	8,1	11
Äkeenoja	12.7.2018	16,9	20,2	7,8	7,7	24	23	7	6,5	1200	1000	74	65	29	28
Äkeenoja	2.8.2018			7,5		24		18		880		95		52	
Äkeenoja	20.8.2018	16,5	17,6	7,7	7,1	16	16	2,7	2,3	620	660	67	90	40	34
Äkeenoja	6.9.2018	15,5	15,6	7,6	7,2	25	25	3	3	870	760	130	95	92	48
Äkeenoja	28.9.2018	8,2	8,0	7,6	7,3	24	25	2	3,3	870	860	44	50	16	20
Äkeenoja	16.10.2018	10,2	8,8	7,4	7,2	26	26	1,5	2,7	1100	1100	34	36	8,6	9
Äkeenoja	5.11.2018	5,6	5,6	7,2	7,2	25	25	3,3	4	1900	1900	36	40	11	12

Taulukko 3. Kosteikkoseurannan lisänäytteet. Näytteet on otettu kohteen yläpuolelta (YP) ja alapuolelta (AP). Enterokokit = suolistoperäiset enterokokit, E. coli = Escherichia coli. E. coli -määrityksessä on käytetty kahtena ensimmäisenä kertana eri menetelmää (yksikkö pmy/100 ml).

Kohde	pvm	Enterokokit		E. coli	
		pmy/100ml		mpn/100 ml	
		YP	AP	YP	AP
Kytyänoja	1.11.2017	150	530	690	1200
Kytyänoja	3.5.2018	120		84	
Kytyänoja	21.5.2018	36		58	
Kytyänoja	7.6.2018	70		290	
Kytyänoja	26.6.2018	57		51	
Kytyänoja	12.7.2018	81		290	
Kytyänoja	2.8.2018	810		>2400	
Kytyänoja	20.8.2018	680		300	
Kytyänoja	6.9.2018	480		770	
Kytyänoja	16.10.2018	12		11	
Kytyänoja	5.11.2018	28		58	
Kohde	pvm	Rauta (Fe)		Sulfaatti (SO4)	
		µg/l		mg/l	
Upila	18.5.2017	410	660	12	12
Upila	31.5.2017	630	500	12	12
Upila	21.6.2017	710	3500	8,5	19
Upila	17.7.2017	1100	3300	11	13
Upila	7.8.2017	2700	2800	6,6	6,4
Upila	21.8.2017	4000	15000	11	35
Upila	6.9.2017	480	5600	13	51
Upila	29.9.2017	560	6800	13	46
Upila	25.10.2017	930	1100	11	11
Upila	3.5.2018	1200	3500	6,8	6,8
Upila	21.5.2018	460	600	11	11
Upila	7.6.2018	840	680	12	13
Upila	26.6.2018	980	2300	12	15
Upila	12.7.2018	1300	1300	11	12
Upila	2.8.2018	2800	2400	9,2	9,3
Upila	20.8.2018	1000	1500	10	9,5
Upila	6.9.2018	710	1100	12	11
Upila	28.9.2018	1900	2400	15	13
Upila	16.10.2018	590	1400	14	15
Upila	5.11.2018	3100	6100	16	16

Taulukko 4. Suodattimen sekä hankkeessa syksyllä 2018 rakennettujen uusien kohteiden seurantatulokset. Näytteet on otettu kohteen yläpuolelta (YP) ja alapuolelta (AP), mutta etenkin Piilonojalla ja Häränsilmänojalla vettä tulee systeemiin myös näytenäytteiden välissä.

Kohde	pvm	Veden lämpötila		pH		Sähkönjohtavuus		Kiintoaine		Kokonaistyyppi		Kokonaisfosfori		Fosfaattifosfori	
		°C				mS/m		mg/l		µg/l		µg/l		µg/l	
		YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP	YP	AP
Suodatin	29.3.2017	1,6	1,6	6,9	10,1	14	22	57	59	5300	5300	130	61	28	38
Suodatin	21.4.2017	2,0	2,0	7,4	10,5	15	27	25	100	3000	3100	83	83	16	26
Suodatin	18.5.2017	12,0	11,4	7,5	9,0	14	15	21	23	1800	1800	69	69	20	27
Suodatin	31.5.2017			8,1	7,7	18	17	21	22	2100	2100	120	110	32	29
Suodatin	21.6.2017			7,0	9,3	14	17	57	59	6400	6200	190	190	45	64
Suodatin	17.7.2017			7,6	12,4	21	500	21	27	810	690	140	66	37	3,8
Suodatin	21.7.2017				12,0		280								
Suodatin	7.8.2017	13,2	13,5	6,4	6,4	7,2	7,2	100	110	2900	2900	260	250	41	44
Suodatin	21.8.2017	13,0	14,6	7,4	11,4	19	59	22	46	1200	1300	170	150	47	<2
Suodatin	6.9.2017	6,0	7,0	7,5	10,8	21	39	15	16	1500	1600	130	130	34	24
Suodatin	29.9.2017	7,4	7,7	7,4	10,0	20	26	23	24	2600	2600	150	150	40	46
Suodatin	25.10.2017	3,0	3,0	7,0	7,6	13	14	31	30	2600	2600	120	120	33	38
Suodatin	3.5.2018	6,6	6,8	6,6	6,6	7,2	7,3	88	79	3000	2400	270	110	18	18
Suodatin	21.5.2018	13,6	14,6	7,6	7,8	14	14	21	23	2300	2300	110	120	51	24
Suodatin	7.6.2018	10,5	10,7	8,2	8,7	18	18	9	9,3	2300	2300	82	82	34	34
Suodatin	2.8.2018			7,4	7,8	24	23	19	28	910	830	150	150	48	42
Häränsilmänoja	26.6.2018	12,3	12,4	7,1	7,1	9,7	13	11	7,3	1000	1500	29	32	3,6	5,6
Häränsilmänoja	12.7.2018	13,7	13,9	7,4	7,3	15	14	13	11	2000	1600	35	40	11	12
Häränsilmänoja	2.8.2018	<i>viileä</i>	<i>viileä</i>	7,3	7,3	16	17	6	4	1700	1700	35	40	10	13
Häränsilmänoja	20.8.2018	12,3	12,9	7,3	7,4	17	17	2,5	1,7	1700	1700	19	23	5,6	6,4
Häränsilmänoja	6.9.2018	12,1	12,9	7,0	7,0	17	17	2,5	8,5	1900	1600	22	29	4,6	3,8
Häränsilmänoja	28.9.2018	6,8	7,0	7,1	7,2	16	18	2	2	1500	1500	18	17	3,8	3,4
Häränsilmänoja	16.10.2018	<i>rakennustyö</i>													
Häränsilmänoja	5.11.2018	5,8	5,7	7,0	7,2	16	18	7,5	1,5	1500	1600	21	17	4,5	4,3
Piilonoja	26.6.2018	11,5	13,3	7,6	7,6	19	18	15	16	940	950	69	71	16	18
Piilonoja	12.7.2018	14,7	14,9	7,7	7,8	19	18	19	20	1400	1300	87	85	26	27
Piilonoja	2.8.2018	<i>lämmin</i>	<i>lämmin</i>	7,4	7,6	21	21	12	10	800	800	66	73	16	25
Piilonoja	20.8.2018	13,5	12,5	7,5	7,6	20	20	7	4	640	590	54	51	14	19
Piilonoja	6.9.2018	13,8	13,8	7,2	7,3	18	18	7,3	6	700	710	54	54	5,4	17
Piilonoja	28.9.2018	<i>rakennustyö</i>													
Piilonoja	16.10.2018	8,5	7,9	7,4	7,1	23	23	5,5	11	880	970	36	35	9,4	2,5
Piilonoja	5.11.2018	5,2	5,0	7,3	7,3	24	24	31	36	7000	6700	84	90	20	17
Suullistenpohja	5.11.2018	5,6		6,7		27		15		5000		40		11	