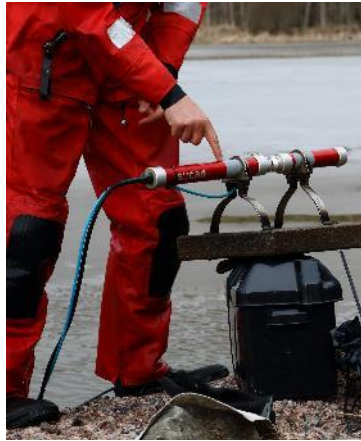
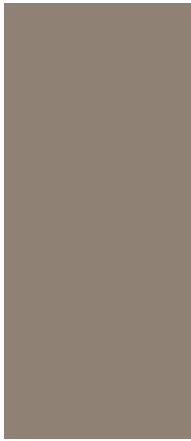
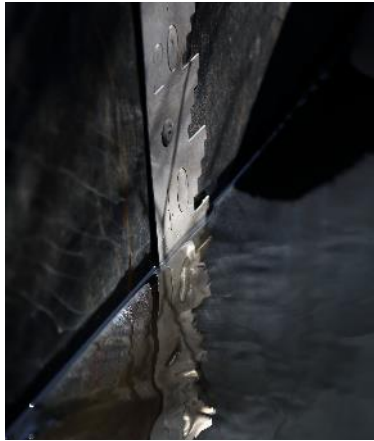


Raportti 21/2021



Sarsalanojan veden laadun automaattimittaukset ja ravinnekuormitus 2016–2019

- VILKKU- ja VILKKU Plus -hankkeiden tuloksia

Pasi Valkama



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Raportti 21/2021

Sarsalanojan automaattimittaukset 2016–2019 -VILKKU- ja VILKKU Plus- hankkeiden tuloksia

4.9.2020

Laatija: Pasi Valkama

Tarkastaja: Jari-Pekka Pääkkönen

Hyväksyjä: Jari-Pekka Pääkkönen

Kannen valokuvat: Pasi Valkama

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	4
2	Aineisto ja menetelmät	5
2.1	Seuranta-alueet	5
2.2	Virtaaman mittaus ja hydrologiset havainnot.....	6
2.3	Mittausten toteuttaminen	7
2.4	Mittalaitteiden toimintaperiaate	8
3	Tulokset.....	9
3.1.1	Sääolot ja hydrologia.....	9
3.1.2	Veden laatu ja kuormitus	10
3.1.3	Mittauksiin liittyvät haasteet ja epävarmuudet.....	12
3.1.4	Johtopäätökset ja suositukset.....	13

1 Johdanto

Automaattista veden laadun seuranta on viime vuosina käytetty muun muassa tarkentamaan virtavesien ravinne- ja kiintoainekuormia. Erilaisilla *in situ*-sensoreilla toteutettavat mittaukset ovatkin tulleet yhä enenevässä määrin osaksi vesistötutkimuksia. Menetelmää hyödyntävät vesistötarkkailut ja tutkimushankkeet ovat lisääntyneet voimakkaasti eri puolilla Suomea. Sensoreilla mitattavien parametrien määrän lisääntyessä, tallennuskapasiteetin kasvaessa sekä tiedonsiirron varmuuden lisääntyessä mittaukset tulevat varmasti edelleen lisääntymään tulevaisuudessa. Syynä automaattisen seurannan yleistymiselle on myös mittalaitteiden ja mittauspallveluiden halpeneminen.

Veden laatua mittaavilla sensoreilla päästään aikaisempaa huomattavasti tarkempaan kuvaan nopeasta veden laadun vaihtelusta, mutta niiden avulla saadaan tuotettua myös aiempaa tarkempia kuormitusarvioita virtavesistä. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry (VHVSY) on hyödyntänyt automaattimittauksia osana erilaisia tutkimus- ja kehittämishankkeita sekä osana Vantaanjoen valuma-alueen yhteistarkkailua. Automaattimittauksia on sovellettu erityisesti erilaisiin kuormitustarkasteluihin ja vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutusten arviointiin.

Tähän raporttiin on koottu EU:n Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman rahoittamissa Vilkku- ja Vilkku Plus-hankkeissa vuosina 2016–2019 toteutetut Sarsalanojaa koskevien automaattimittausten tärkeimmät tulokset. Hankkeissa toteutettiin nimensä mukaisesti ”Viljelijälähtöistä tiedonvälitystä maatalouden vesiensuojelusta Keski-Uudellamaalla” ja hankkeen pääasiallinen tavoite oli viljelijöille suunnattu tiedonvälitys veden laadusta ja kuormituksesta. Automaattimittauksia käytettiin hankkeissa demonstraatiomielessä tuottamaan tietoa Sarsalanojan peltovaltaisen valuma-alueen veden laadusta. Kaikki asiasta kiinnostuneet ovat avoimesti päässeet seuraamaan veden laadussa tapahtuvia muutoksia lähes reaaliajassa ja tekemään näin havaintoja esimerkiksi sateiden vaikutuksista maalta tuleviin ravinnehuhtoumiin.



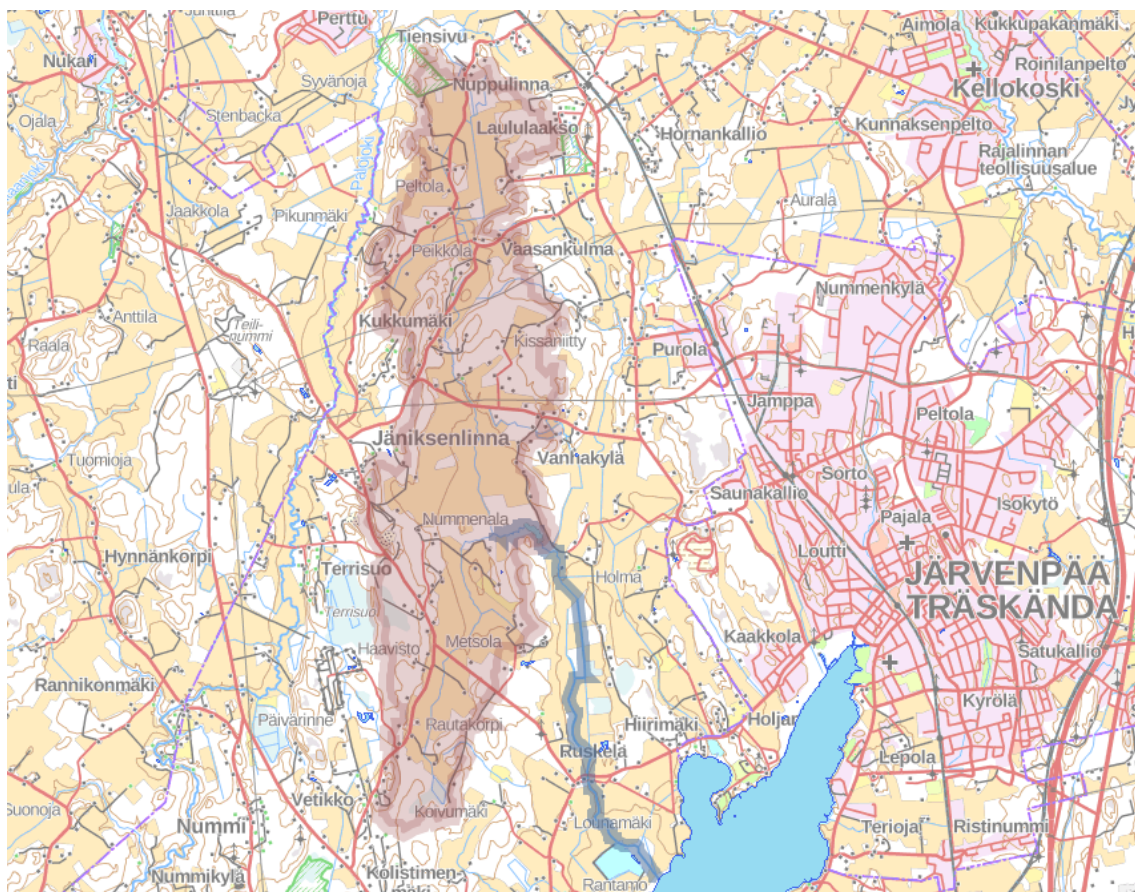
Kuva 1. Syystulvatilanne Klenkon mittausasemalla 2017. Tässä vaiheessa kosteikkoaltaasta virtasi ulos noin 2000 litraa vettä sekunnissa.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Seuranta-alueet

Klenkon kosteikko rakennettiin Sarsalanojan keskivaiheille vuonna 1999 pidättämään yläpuoliselta valuma-alueelta kohti Tuusulanjärveä huuhtoutuvaa kiintoaine- ja ravinnekuormaa. Kosteikon yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on noin 14,1 km² ja sen maankäytöstä 39 % on viljelyskäytössä ja 43 % kasvaa metsää (kuva 2). Rakennettua aluetta kuvaavat asuin- ja teollisuusrakentaminen sekä maa-ainesten ottoalueet ja kaatopaikat kattavat valuma-alueesta 9 %.

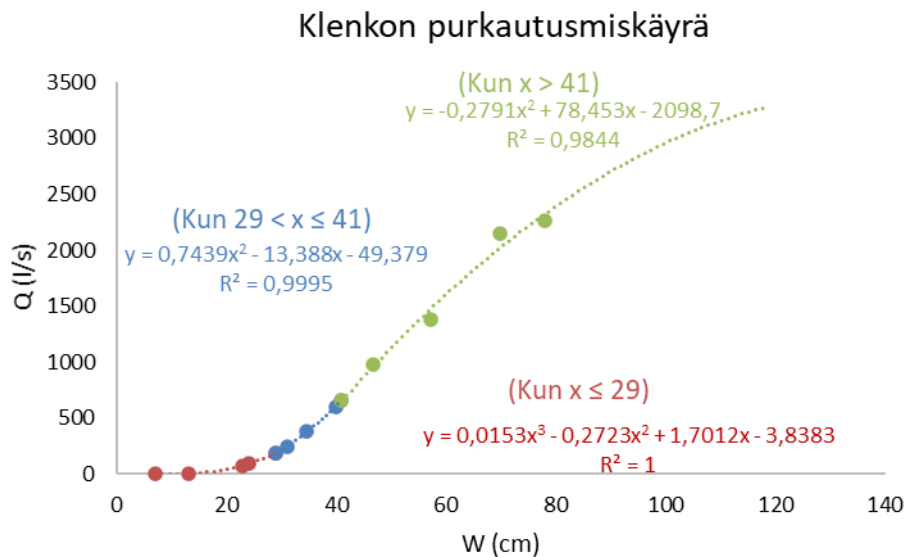
Valuma-aluerajaukset tehtiin Suomen ympäristökeskuksen VALUE-työkalulla (<https://paikkatieto.ymparisto.fi/value/>) ja maankäyttöselvitykset perustuvat Corine Landcover (2016) aineistoon (@ Suomen ympäristökeskus 2016).



Kuva 2. Sarsalanojan Klenkon kosteikon taakse jäävä valuma-alue sijaitsee Tuusulanjärven luoteispuolella ja on pinta-ala-altaan noin 14 km².

2.2 Virtaaman mittaus ja hydrologiset havainnot

Klenkon kosteikosta pois virtaavan veden määrä arvioitiin purkautumispisteelle määritetyn purkautumiskäyrän avulla. Korkeimpien virtaamien aikana mittapadolle ei päästy mittaamaan virtaamia, koska mittauspiste jää tulvivien teiden taakse. Tästä syystä purkautumiskäyrää säädettiin Klenkon kosteikon yläpuolella Kuitulietteet maatalouden vesiensuojelukeinona (KUITU) -hankkeen puitteissa toteutettujen virtaaman mittausten ja valuma-alueen pinta-alan perusteella. Erityisesti huippuvirtaamien arviointi tarkentui huomattavasti käytetyllä menetelmällä.



Kuva 3. Sarsalanojan Klenkon kosteikon kolmiehtoinen purkautumiskäyrä tarkentaa erityisesti huippuvirtaamien arviointia.

Mittausjaksoja koskevat säätiedot saatiin lähimmältä Ilmatieteen laitoksen mittausasemalta, Helsinki-Vantaan lentoasemalta.

2.3 Mittausten toteuttaminen

Klenkon kosteikosta poistuvan veden laadun ja määrän automaattimittaukset aloitettiin VILKKU-hankkeen puitteissa syksyllä 2016. Mittauksia jatkettiin vastaavalla tavalla myös VILKKU Plus -hankkeessa 2018–2019. Veden sameutta, nitraattityppipitoisuutta, lämpötilaa, liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuutta ja virtaamaa mitattiin 30 minuutin välein. Näin tiheällä mittausvälillä saatiin uutta tietoa veden laadun ja määrän vaihtelusta Sarsalanojassa. Paikalta otettiin säännöllisesti myös vesinäytteitä ($n = 26$), joista analysoituja kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksia käytettiin automaattidatan kalibrointiin.

Mitä sameampaa Sarsalanojan vesi on, sitä enemmän se sisältää myös kiintoainetta. Mitä enemmän vedessä on kiintoainetta, sitä enemmän se sisältää myös fosforia. Näin automaattisesti mitatun sameuden avulla voitiin arvioida myös oijen kiintoaine- ja fosforipitoisuutta.

Taulukko 1. Sarsalanojan Klenkon kosteikon mittausjaksot, mitatut muuttujat, sensorityyppi ja yksittäisten mittaustapahtumien lukumäärä 2016–2019.

Mittaus		Sensorit	Mitatut muuttujat	Mittaustapahtumia (kpl)
alkoi	päättyi			
1.11.2016	2.1.2017	SCAN	Sameus, nitraattityppi, DOC, pinnankorkeus, virtaama	2960
28.2.2017	30.11.2017	SCAN	Sameus, nitraattityppi, DOC, pinnankorkeus	13183
20.3.2018	31.5.2018	SCAN	Sameus, nitraattityppi, DOC, pinnankorkeus	3447
31.8.2018	29.11.2018	SCAN	Sameus, nitraattityppi, DOC, pinnankorkeus	4313
13.2.2019	14.5.2019	SCAN +YSI	Sameus, nitraattityppi, DOC, pinnankorkeus, johtokyky	4302
27.8.2019	10.12.2019	SCAN+ YSI	Sameus, nitraattityppi, DOC, pinnankorkeus, johtokyky	5027
Yht.				33232

Sarsalanojassa veden laatua koskevia mittauksia tehtiin pääasiassa kevään ja syksyn tulvatilanteissa, mutta virtaamaa mitattiin yhtäjaksoisesti hankkeen alusta alkaen. Jotta kuormitusaineistosta saatiin yhtenäinen, mallinnettiin välit, joissa laatumittausta ei ollut, virtaaman ja kuormien välisellä yhteydellä. Myös vuoden 2019 loppu mallinnettiin vastaavalla menetelmällä. Näin Sarsalanojasta on Klenkon kohdalta saatavilla yli kolmen vuoden ajalta (1.11.2016-31.12.2019) yhtenäinen fosforin ja typen laskennallinen kuormitusaineisto. Virtaamahavaintoja kertyi tältä ajalta yli 55 000 ja laatumittauksia noin 33 000 (taulukko 1).

Mittausasemalla oli käytössä YSI:n (YSI inc.) valmistama sensori sameuden, johtokyvyn ja lämpötilan mittaamiseen sekä s::can GmbH:n (Scan Messtechnik) valmistama spektrofotometriaa perustuva sensori, jolla mitattiin nitraattityypen ja liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuutta.

2.4 Mittalaitteiden toimintaperiaate

YSI:n johtokykyksen toiminta perustuu veden aiheuttaman jännitehäviön mittaamiseen neljän nikkelielektrodin avulla. Kahteen elektrodiin johdetaan sähkövirta ja kaksi elektrodia mittaa jännitehäviön. Mitä suurempi on jännitehäviö elektrodien välillä, sitä pienempi on veden johtokyky. Jännitteen muutos konvertoidaan edelleen konduktanssiksi, joka muunnetaan vakio muutujan avulla johtokyvyksi. Johtokyky on hyvin lämpötilariippuvainen muuttuja ja siksi se yleensä esitetäänkin lämpötilakorjattuna (25 °C) arvona.

Sameussensorissa veteen johdetun valosignaalin sirontaa mitataan sensorin detektorilla. Mitä enemmän vedessä on valon sirontaan vaikuttavia hiukkasia (kiintoainetta), sitä enemmän valo hajoaa ja sitä vähemmän takaisin siroavaa valoa detektori havaitsee. YSI:n sameussensoreissa hyödynnetään valonlähteenä LED-valoa joka emittoi 830-890 nm aallonpituuden valoa, jonka takaisin sirontaa mitataan 90 asteen kulmassa LED:in nähden.

s::can GmbH:n sensorit mittaavat eri aallonpituudella (200-750nm) tapahtuvan valon vaimenemista. Eri yhdisteiden vaikutus näkyy eri aallonpituusalueilla. Sensori hyödyntää kahta valonlähdettä (ksenon), joista toinen toimii referenssinä valon muutoksille laitteen ikääntyessä. Tämä mahdollistaa laitteen sisäisen laaduntarkkailun. Valonlähteen ja detektorin välinen etäisyys (kyvetin pituus) voidaan valita sen mukaan, kuinka sameaa vesi on ja millaisia pitoisuuksia halutaan havaita. Samea vesi vaatii lyhyemmän kyvetin, jotta valo kulkee detektorille asti.

Mittausten toteutuksesta vastasi Luode Consulting Oy, jonka palvelimelle mittaustiedot siirtyivät kaksi kertaa vuorokaudessa. Datapalvelun kautta mittaustietoja pääsi tarkastelemaan lähes reaaliajassa ja tätä mahdollisuutta hyödynnettiin esimerkiksi näytteenoton ajoittamisessa.



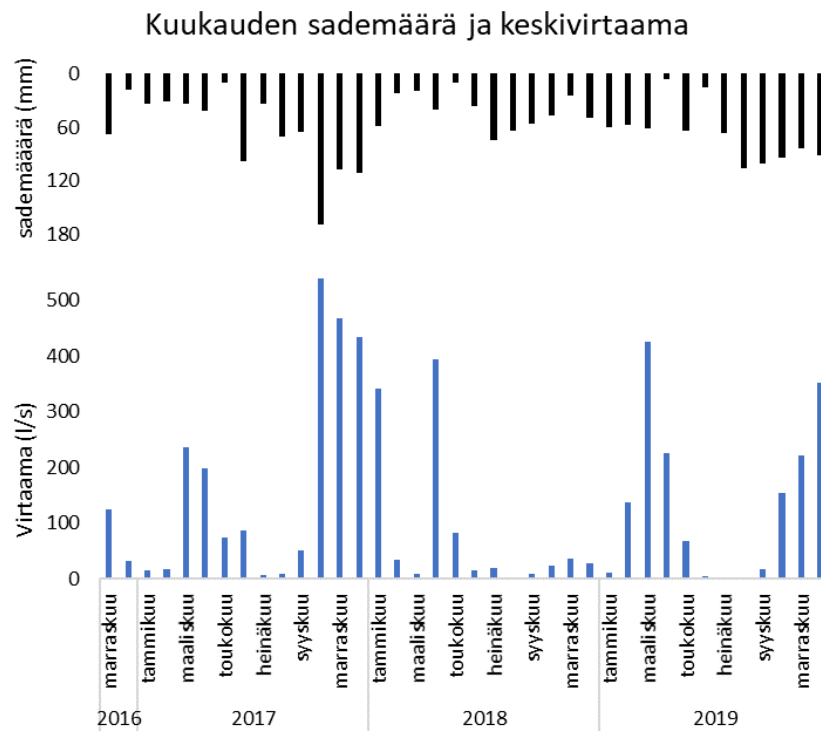
Kuva 4. Vasemmalla veden johtokykyä, sameutta, ja lämpötilaa mittaava anturi (YSI). Oikealla Scan Spectrolyser anturi automaattisella paineilmapuhdistuksella varustettuna.

3 Tulokset

3.1.1 Sääolot ja hydrologia

Klenkon kosteikolta pois virtaavan veden määrään vaikuttaa valuma-alueen sademäärä, lumen vesiarvo sekä haihdunta. Kuukauden keskivirtaama noudatteli kuukauden sademäärässä tapahtuvia muutoksia, mutta kesällä haihdunnan ollessa voimakasta ja maaperän kuivempi, ei sademäärä suoraan korreloinut virtaaman kanssa. Lumen kertyminen kasvattaa valuma-alueen vesivarastoa, ja nopea sulaminen todennäköisesti nostaa tällä tulvaherkällä alueella tulvan.

Vuodet 2017 ja 2019 olivat varsin sateisia, kun taas vuosi 2018 oli erityisen kuiva. Helsinki-Vantaan sääasemalla sademäärät näinä vuosina olivat 806, 503 ja 809 mm ja Sarsalanojan vuoden keskivirtaamat Klenkon kohdalla vastaavasti 178, 83 ja 133 l/s (2017–2019). Erityisesti syksy 2017 oli hyvin sateinen ja koko mittausjakson korkeimmat virtaamat ajoittuivatkin loka-joulukuulle 2017. Valuma-alueelle sataneesta vedestä keskimäärin noin 40 % muuttui kiintoainetta ja ravinteita uomassa eteenpäin kuljettavaksi valunnaksi.



Kuva 5. Sarsalanojan kuukausittainen keskivirtaama Klenkon mittauspisteessä sekä kuukauden sademäärä Helsinki-Vantaan lentoaseman sääasemalla.

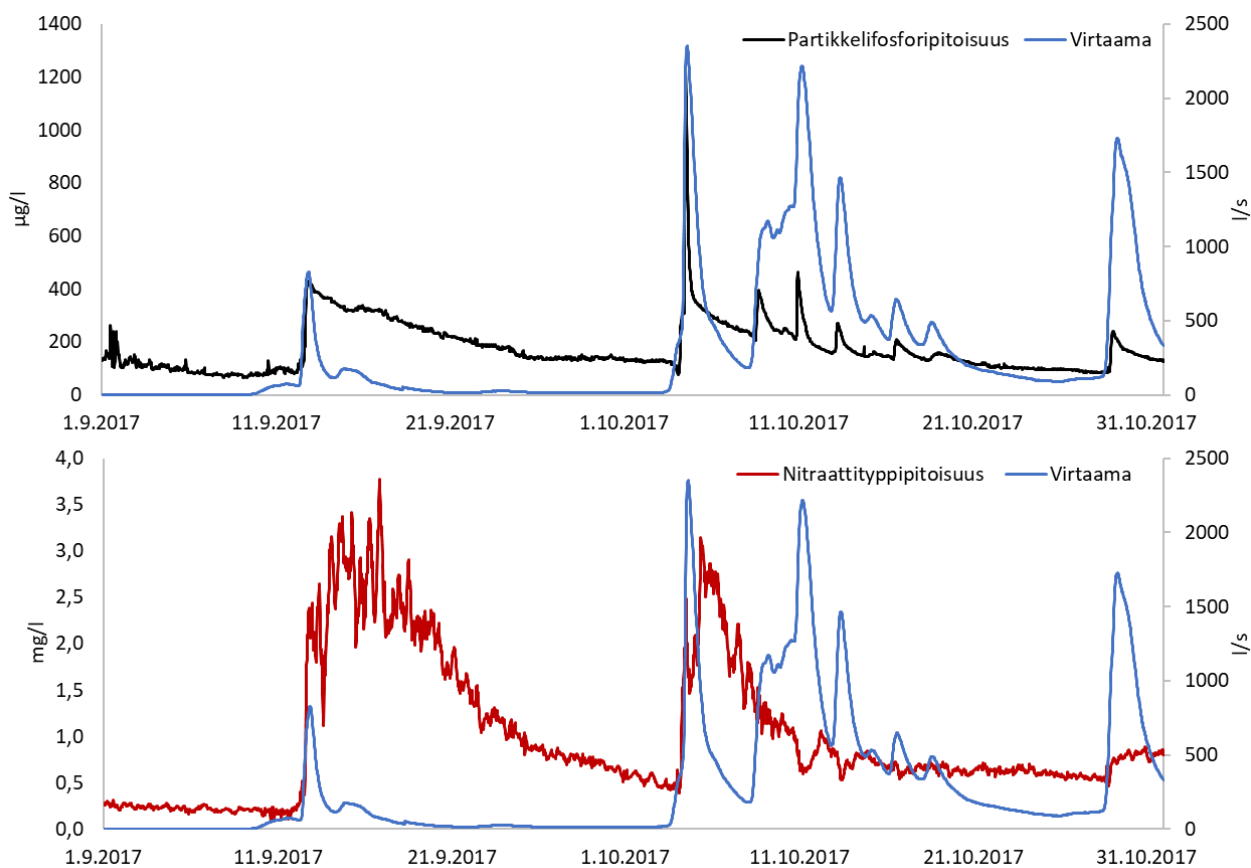
3.1.2 Veden laatu ja ravinnekuormitus

Sarsalanojan kuormitus Klenkossa vaihtelee tyypillisesti virtaaman mukaisesti. Mitä suurempi määrä vettä uomassa liikkuu sitä suuremmaksi kasvaa myös ainevirtaama. Yleisesti ottaen vuosittaiset fosfori- ja typpikuormat ovat tyypillisiä maatalousvaltaisille valuma-alueille. Fosforin ja typen osalta vaihtelu on kuitenkin hiukan erilaista virtaaman suhteen (kuva 6).

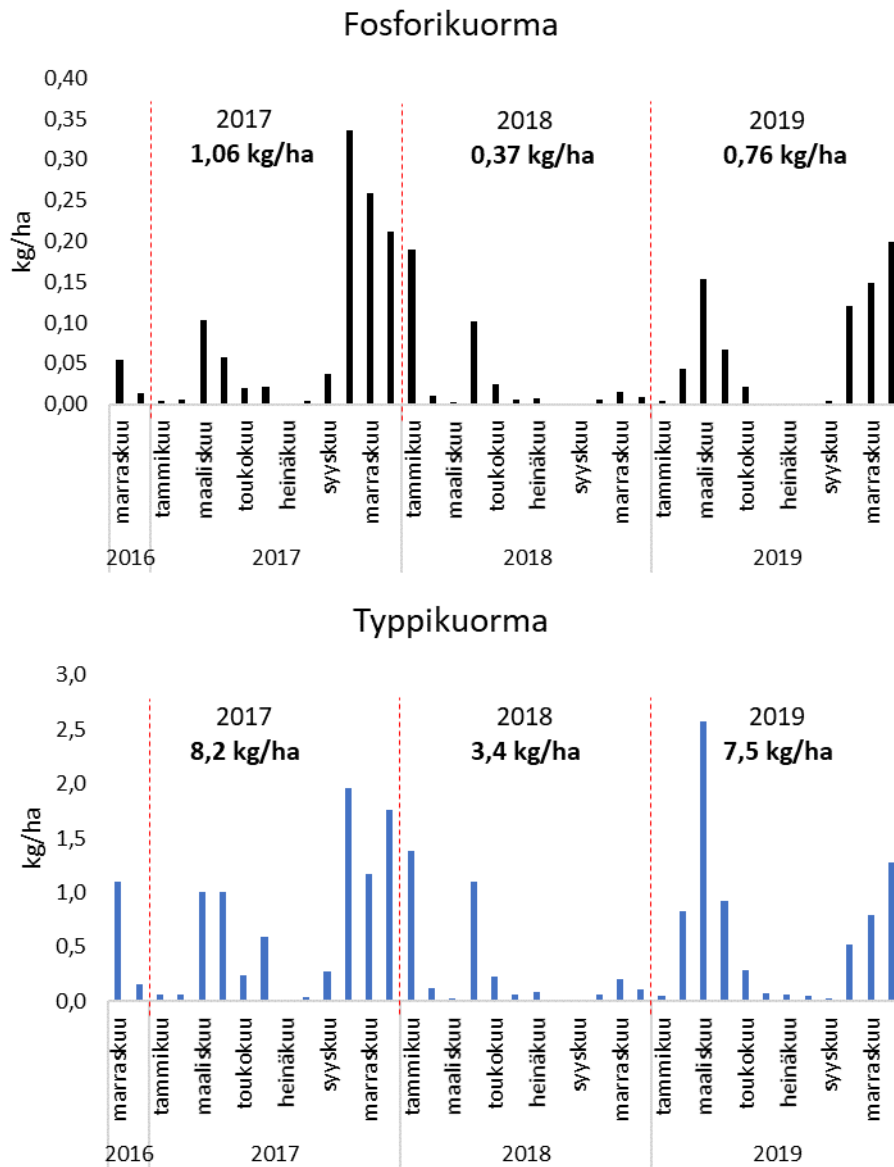
Kuukausittainen fosforikuorma oli korkeimmillaan lokakuussa 2017, kun sekä virtaama että veden kokonaisfosforipitoisuudet olivat voimakkaiden syysateiden seurauksena hyvin korkeita (kuva 7). Pidemmän kuivan jakson jälkeen uomaan ja altaaseen kertynyt kiintoaine voi lähteä herkästi liikkeelle aiheuttaen voimakkaan sameuspiikin. Lokakuun sademäärä (170 mm) oli 2,6-kertainen syyskuuhun nähden ja sen seurauksena sekä virtaama että veden sameus kasvoivat Sarsalanojassa koko mittausajan korkeimpiin havaittuihin arvoihin. Kun kiintoainepitoisuus ja kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin pitoisuudet olivat huipussaan samaan aikaan maksimivirtaaman kanssa, kasvoi myös fosforikuormitus todella suureksi.

Korkein kuukausikohtainen typpikuorma sen sijaan ajoittui maaliskuulle 2019. Kevättulvan aikana kokonaistyyppipitoisuus pysytteli keskimääräistä suurempana kasvattaen maaliskuun kuormaa. Vähäsateisen syksyn 2018 typpihuuhtoumat olivat hyvin pieniä ja tyyppiä jäikin maaperään keväällä huuhtoutuvaksi. Kevättulvan korkeat typpihuuhtoumat voidaan jäljittää aina jopa edeltävään kasvukauteen ja satotasoon asti.

Mittausjakson kokonaistyyppipitoisuuden maksimi (11,5 mg/l) mitattiin kesäkuussa 2017. Tällöin lyhyessä ajassa satoi noin 25 mm vettä ja valunta huuhtoi pelloilta mukaansa sinne lisättyä typpeä, joka ei vielä ollut tehokkaasti viljelykasvien käytössä. Vastaava kasvukauden alkupuolella havaittu typpiikki on tyypillinen peltovaltaisille valuma-alueille.



Kuva 6. Partikkelifosforin ja nitraattitypen huuhtoutuminen syystulvatilanteessa 2017. Fosfori huuhtoutuu pääasiassa kiintoaineeseen sitoutuneena, mutta typpi taas liuenneessa nitraattimuodossa. Tästä syystä myös typpi- ja fosforikuorma muodostuvat eri tavalla ja niiden vähentämiseksi tarvitaankin erilaisia keinoja.



Kuva 7. Sarsalanojan Klenkon kosteikon laskennalliset kuukausikohtaiset fosfori- ja typpikuormat sekä vuosittaiset kokonaiskuormat 2016–2019.

3.1.3 Mittauksiin liittyvät haasteet ja epävarmuudet

Klenkon mittauspaikka täyttää hyvälle mittauspaikalle asetetut vaatimukset. Haasteena tällä paikalla on kuitenkin mittausten luotettavuus korkeimpien tulvatilanteiden aikana. Mittauspaikka jää välillä tulvien aikana saarroksiin, eikä kalibrointimittauksia tai kalibrointinäytteitä päästä paikalta tällöin ottamaan. Korkeimpien pitoisuuksien aikaisen näytteenoton hankaluus aiheuttaa epävarmuutta myös sensorien mittaaman datan kalibroinnille. Aineisto, jota on käytetty kiintoaine- ja fosforipitoisuuden kalibroinnissa kattaa noin 95 % laatuhavainnoista. Loput 5 % perustuu pitoisuuksien ekstrapolointiin kalibrointinäytteiden pitoisuusalueen yli. Tämä 5 %

koostuu kuitenkin suurista pitoisuuksista, jotka ovat kokonaiskuormituksen kannalta usein ratkaisevia.

Aikaisempien tutkimusten mukaan esimerkiksi sameuden ja kiintoainepitoisuuden välinen korrelaatio ei ole välttämättä lineaarinen, kun veden sameus on hyvin suuri. Veden sameutta voi aiheuttaa myös siinä oleva orgaaninen aines kuten kasviplankton.

Klenkon osalta mittausaineistossa oli yksi niin korkea sameuspiikki, että kalibrointiaineiston luotettavuus tilanteessa saattaakin olla normaalia heikompi. Kun samaan aikaan koettiin Sarsalanojan koko mittausjakson suurimmat virtaamat, vaikuttaa pitoisuustuloksen epävarmuus hetkellisesti kuormitusarvioihin kiintoaineen ja fosforin osalta.

Jatkossa näytteenottoa ja virtaamamittauksia olisi pyrittävä tekemään haasteista huolimatta myös korkeimpien tulvien aikana.

3.1.4 Johtopäätökset ja suositukset

Automaattisen veden laadun seurannan avulla saadaan aiempaa tarkempi kuva veden laadussa ja määrässä tapahtuvasta vaihtelusta. Sarsalanojan kaltaisella savisella ja peltovaltaisella valuma-alueella, jossa virtaaman vaihtelu on suurta, on myös veden laadussa tapahtuva vaihtelu hyvin voimakasta ja nopeaa. Tiheällä mittausvälillä havaittiin Sarsalanojan korkeimmat kuormituspiikit, jotka olisivat perinteisin vesinäytteenottoon perustuvien menetelmin jääneet havaitsematta.

Klenkon kosteikon veden laadun vaihteluun vaikuttaa myös itse patoallas, joka muuttaa virtaaman ja ravinnepitoisuuksien välistä dynamiikkaa. Vaikutus näyttäisi kuitenkin olevan yllättävän pieni. Kun kuormitus on voimakasta valuvat kiintoaine ja ravinteet nopeasti altaan läpi.

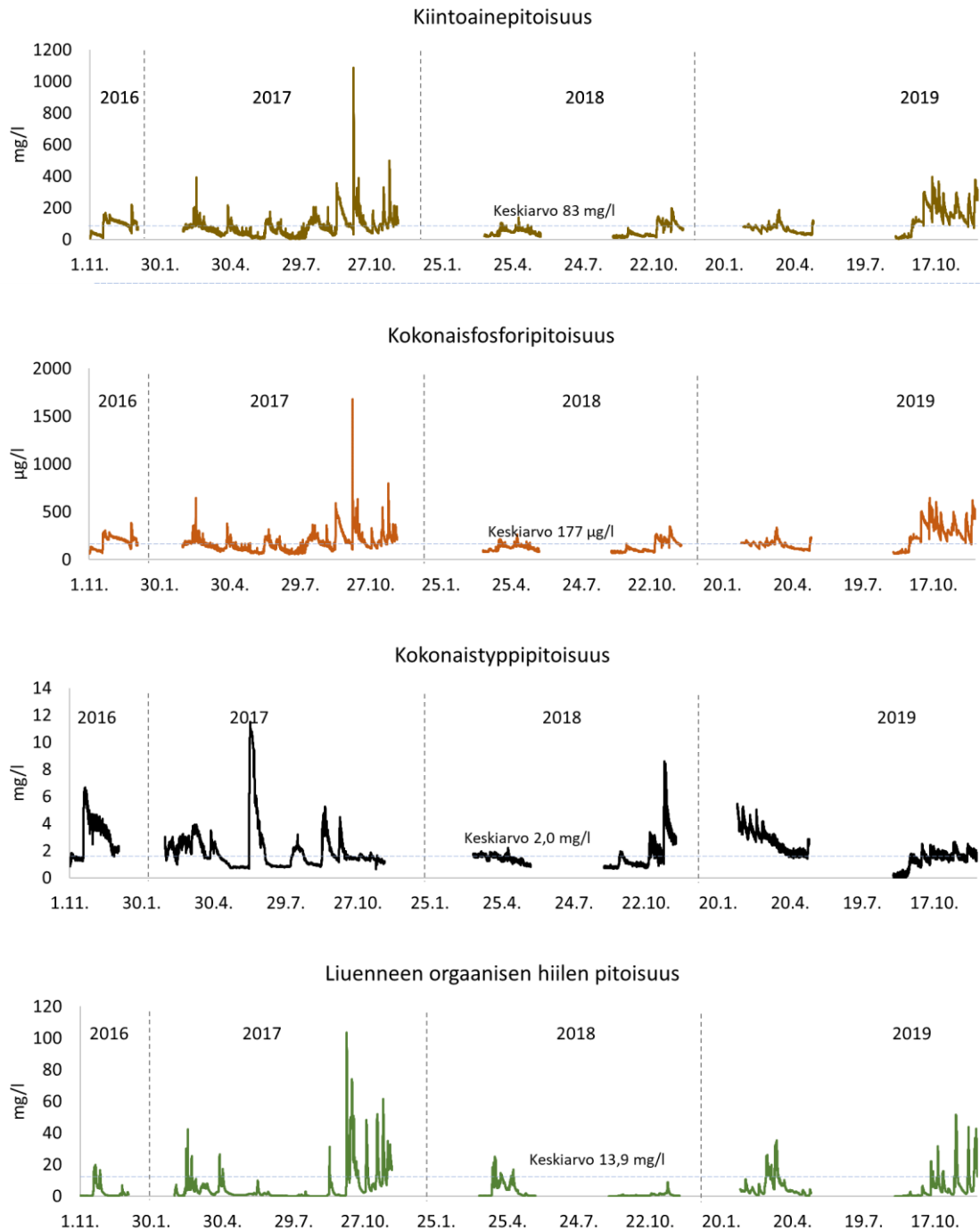
Sarsalanojaan Klenkon kosteikosta pois valuva kiintoaine- ja fosforikuorma ovat voimakkaasti riippuvaisia veden virtaaman suuruudesta. Kun samaan aikaan yleisesti myös kiintoaine- ja kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin pitoisuudet ovat suuria, kasvaa kuormitus hyvin suureksi. Kiintoaine- ja fosforihuuhtouma ovatkin alueella hyvin riippuvaisia eroosiosta ja siten kuormituksen vähentämiseksi toimisivat pelloilla tehtävät eroosiota vähentävät toimet, kuten talviaikainen kasvipeitteisyys.

Typpipitoisuus taas vaihtelee hiukan eri tavalla kuin fosforipitoisuus. Suurin osa Klenkosta poistuvasta typestä on liukoisessa nitraattimuodossa ja se huuhtoutuu Sarsalanojaan todennäköisesti eri valuntareittiä (salaojat) kuin edellä kuvattu kiintoaine ja fosfori. Typen huuhtoutumisen vähentämiskeinot ovatkin siten erilaiset kuin fosforin ja kiintoaineen osalta. Kasvukauden alkupuolen korkeiden typpihuuhtoumien vähentämiseksi voisi kokeilla esimerkiksi jaettua lannoitusta, jolloin typpeä lisättäisiin kasvukauden aikana kasvien tarpeen mukaan. Myös kerääjäkasvien on todettu vähentävän peltojen typpihuuhtoumaa tehokkaasti. Jos pellot jätetään talveksi muokkaamatta, voidaan kerääjäkasveilla vaikuttaa vähentävästi myös kasvukauden ulkopuoliseen eroosioon. Eri menetelmiä yhdistämällä voidaankin vaikuttaa tehokkaasti niin typen, kuin fosforinkin huuhtoutumiseen.

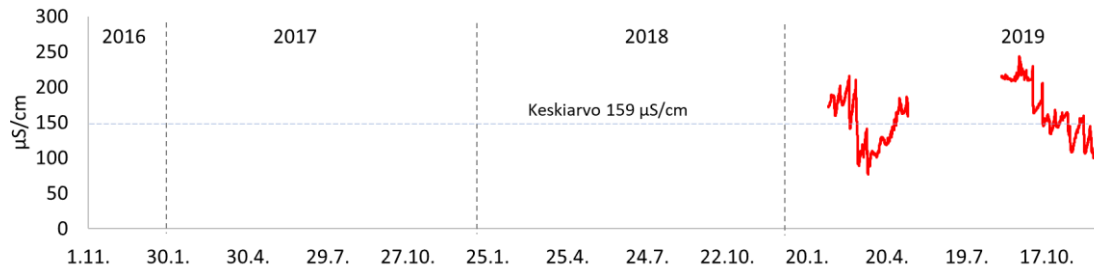
Klenkosta saatu kuormitusaineisto tarkentaa Tuusulanjärven ulkoisen kuormituksen arvioita Sarsalanojan osalta. Koska jatkuvatoimisella seurannalla nähdään tarkemmin myös kuormituksen syntyyn ja ajoittumiseen vaikuttavat tekijät, voidaan pohtia keinoja, joilla kuormitusta voitaisiin tehokkaasti leikata.

Klenkon vedenlaadun seuranta on tuottanut tähän mennessä tarkinta ja kattavinta tieteellisin menetelmin tuotettua tietoa Sarsalanojan kautta Tuusulanjärveen kulkeutuvasta ulkoisesta kuormituksesta. Valmis mittauspaikka antaa mahdollisuuden jatkaa tutkimuksia varsin kustannustehokkaasti ja Klenkossa voisikin jatkossa olla pysyvä Sarsalanojan kuormituksen mittauspaikka tai se voisi toimia jopa osana laajempaa Tuusulanjärven mittausverkostoa. Vilkku- ja Vilkku Plus-hankkeessa tuotetun aineiston pohjalta Klenkon asema voisi tuottaa avointa, valmiiksi kalibroitua veden laatu- ja kuormitustietoa. Pidemmällä tähtäimellä nyt tuotettu tutkimustieto voi toimia myös pohjana kuormituksen muutosten havaitsemisessa muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa.

Liite 1. Sarsalanojan vedenlaatu muuttujien vaihtelu 30 minuutin välein sekä muuttujien keskiarvot mitausjaksoilla 2016-2019.



Sähkönjohtokyky



Liite 2. *Sarsa-
lanojan analyysitu-
lokset 2016-2019.*

Pvm	Kiintoaine npc mg/l	Kiintoaine GF/C mg/l	Sameus FNU	pH	Sähköjoht µS/cm	COD Mn mg/l	NH4-N mg/l	NO2+3N mg/l	TN mg/l	DRP µg/l	TP µg/l	TDP µg/l	PP µg/l	DOC mg/l
15.11.2016 10:45	19	9	20	7,1	307	6,4	0,130	1,00	1,50	9	78	17	61	7,4
21.11.2016 14:00	140	57	160	6,9	156	23	0,032	5,00	6,70	54	300	72	228	15
23.11.2016 11:30	160	45	160	7	173	24	0,030	4,00	6,20	36	290	54	236	17
28.11.2016 13:30	170	52	160	7,1	156	23	0,019	3,50	4,90	31	270	42	228	20
15.3.2017 15:20	130	90	160	7	72	16	0,300	0,61	2,20	180	420	200	220	13
23.3.2017 14:15	67	32	79	6,8	100	19	0,071	1,30	2,30	44	200	64	136	15
28.3.2017 10:00	70	33	82	6,9	102	16	0,080	1,20	2,90	29	150	42	108	14
11.4.2017 14:50	63	20	56	7	146	18	0,053	1,50	2,50	20	120	31	89	14
11.10.2017 11:30	150	57	200	6,7	77	32	<0,004	0,45	1,70	56	290	71	219	23
18.10.2017 14:00	120	19	110	6,9	122	20	0,016	0,54	1,70	26	190	36	154	20
28.3.2018 15:00	28	22	47	7,3	212	7	0,430	1,00	2,00	32	130	37	93	6,8
5.4.2018 8:35	24	14	33	7,1	231	4,4	0,420	0,91	1,60	11	86	14	72	5,1
10.4.2018 8:30	56	28	72	6,9	65	9,8	0,190	0,73	1,70	57	190	69	121	9,7
12.4.2018 8:10	87	50	120	6,9	86	10	0,120	0,89	1,90	21	180	32	148	13
11.9.2018 12:30	8	8,2	10	7,2	214	8,1	<0,004	<0,004	0,55	23	95	37	58	8,2
18.9.2018 11:30	16	14	21	7,2	210	7,5	0,036	0,051	0,70	26	140	39	101	8,6
28.11.2018 12:00	53	8,3	51	7,3	293	5,7	0,082	1,600	2,20	20	120	23	97	8,6
26.2.2019 10:00	84	12	57	7,1	196	11	0,079	1,900	2,50	29	120	30	90	9,6
4.3.2019 13:30	68	15	59	7,1	191	13	0,051	2,500	3,10	26	120	28	92	1,1
19.3.2019 13:00	68	17	70	6,7	93	13	0,054	2,200	3,00	41	150	49	101	1,2
27.3.2019 13:00	72	30	77	6,9	129	16	0,032	1,600	2,30	30	130	30	100	1,2
1.4.2019 12:35	120	32	120	6,8	92	19	0,030	1,400	2,20	29	170	31	139	1,3
15.4.2019 14:00	48	19	49	7,1	129	14	0,017	0,790	1,50	16	86	20	66	8,3
12.9.2019 13:00	15	11	15	7,2	209	6,7	0,012	0,014	0,52	27	110	40	70	7,4
16.9.2019 12:00	26	16	24	7,2	225	9	<0,004	0,059	0,79	9	130	21	109	1,1
11.11.2019 0:00	230	79	230	7	140	15	0,047	1,800	2,80	34	290	48	242	20



Vantaanjoen ja Helsingin seudun
vesiensuojeluyhdistys ry

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry

Ratamestarinkatu 7 b, 00520 Helsinki

vhvsy@vantaanjoki.fi

www.vhvsy.fi

