

# RAASEPORINJOEN VESISTÖSEURANTA

RAASEPORIN KAUPUNKI

ENV1603

2.5.2019



2.5.2019

**Sisällys**

1	Johdanto .....	3
2	Tutkimusalueen kuvaus.....	3
3	Aineisto ja menetelmät.....	5
3.1	Vesinäytteet.....	5
3.2	Virtaama.....	5
3.3	Ravinnekuormituksen arviointi.....	6
4	Tulokset ja tulosten tarkastelua .....	6
4.1	Redox-potentiaali, sähkönjohtokyky, pH, alkaliteetti ja veden lämpötila .....	6
4.1.1	Redox-potentiaali.....	6
4.1.2	Johtokyky .....	7
4.1.3	Veden pH .....	7
4.1.4	Alkaliteetti .....	7
4.2	Sameus ja kiintoainek.....	8
4.3	Ravinteet ja ravinnekuormitus.....	9
4.3.1	Ravinteet .....	9
4.3.2	Ravinnekuormitus.....	11
4.4	Hygieeninen laatu.....	16
5	Yhteenveto.....	16
6	Lähteet.....	17

2.5.2019

## 1 Johdanto

Raaseporinjoki-hankkeen tavoitteena on vähentää merkittävästi Raaseporinjokea pitkin mereen kulkeutuvia, rehevöittäviä ravinnepäästöjä. Raaseporinjoki-hanke toteuttaa osaltaan Suomen vesienhoidon ja merenhoidon toimenpideohjelmia, joissa esitetään toimenpiteitä vesien hyvän tilan saavuttamiseksi. Lisäksi hanke toteuttaa hallituksen Kiertotalouden läpimurto ja puhtaat ratkaisut käyttöön -kärkihanketta. Hankkeessa toteutetaan erilaisia maatalouden vesiensuojelutoimenpiteitä ja tarkoituksena on seurata työn vaikutuksia vesistössä. Erityisesti kiinnostuksen kohteena on ihmisperäinen fosfori- ja typpikuormitus. Parantuneen vedenlaadun myötä odotetaan myös joen ja merialueen ekologisen tilan parantuvan pitkällä tähtäimellä.

Raaseporinjoki-hankkeen päätavoitteena on jokea pitkin mereen tulevan ravinnekuormituksen merkittävä vähentäminen. Tämän vesistöseurannan tarkoituksena on selvittää miltä alueilta suurin ravinnekuormitus muodostuu ja antaa suuntaviivoja mihin kuormituksen hallintatoimenpiteitä Raaseporinjoen valuma-alueella kannattaa kohdistaa.

Vahanen Environment Oy toteutti Raaseporinjoen vesistöseurannan osana Raaseporinjoki-hanketta. Työn vastaavana asiantuntijana toimi FT, limnologi Anne Liljendahl, ympäristösuunnittelijana FM, limnologi Petrina Köngäs sekä DI, Salla Sandelin. Työn tilaajina ja ohjaajina ovat toimineet Raaseporinjoki-hankkeen projektipäällikkö Minttu Peuraniemi ja ympäristötarkastaja Aapo Ahola Raaseporin kaupungin ympäristötoimistosta.

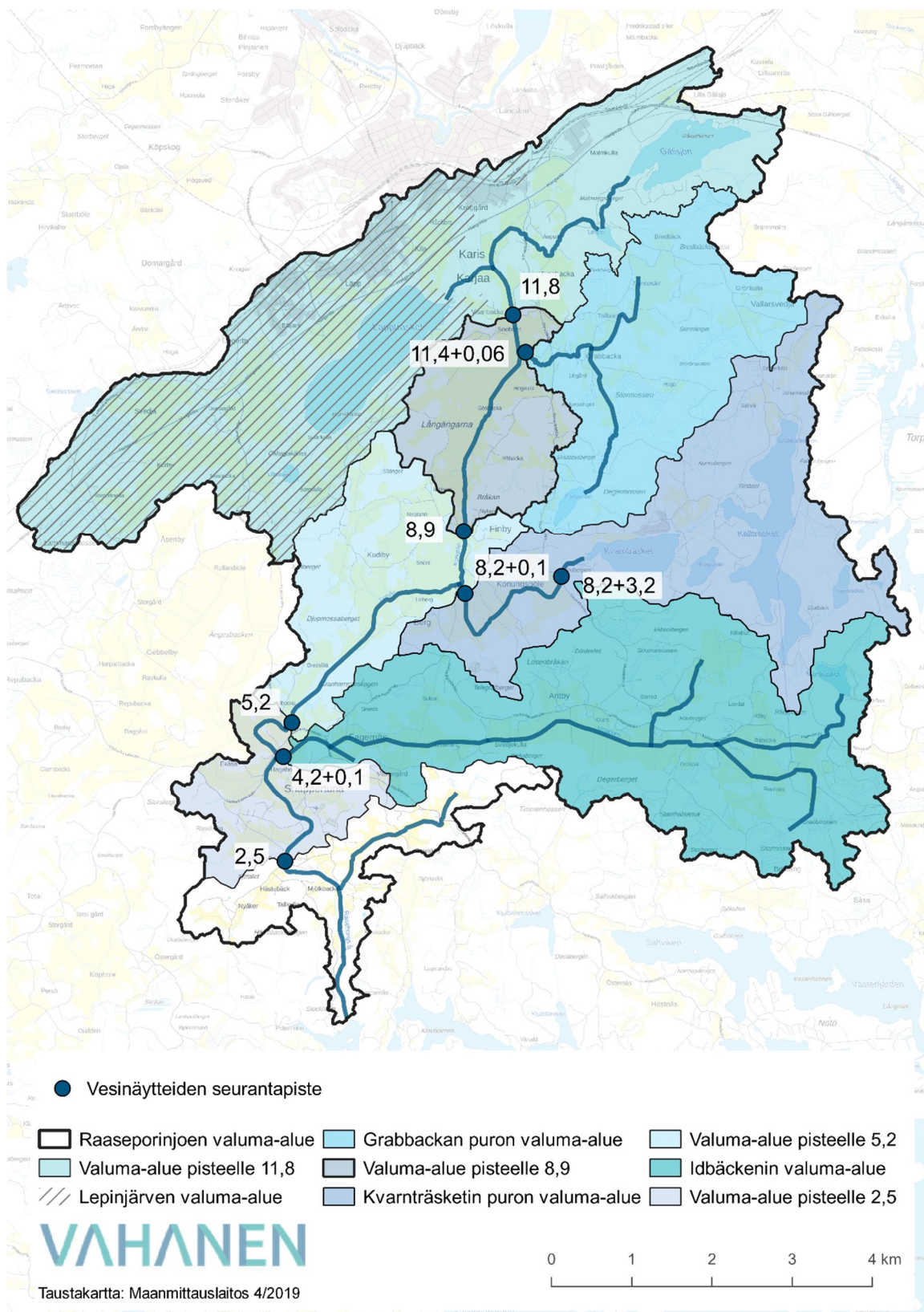
## 2 Tutkimusalueen kuvaus

Raaseporin Karjaalla-Snappertunassa sijaitseva Raaseporinjoki (81.073) on pieni suo-raan mereen laskeva rannikon savimaiden joki (kuva 1). Joki alkaa Lepinjärvestä (Lappträsket) ja laskee suojaisaan Landbofjärdeniin. Landobofjärden kuuluu Barösundin rannikkovesimuodostumaan, joka on ekologiselta tilaltaan luokiteltu huonoksi. Raaseporinjoki onkin merkittävin yksittäinen alueen kuormittaja.

Raaseporinjoen valuma-alue on noin 68 m<sup>2</sup> ja valuma-alueella on runsaasti maataloutta ja metsää (25 % ja 53 %, Lähde: CORINE 4/2019). Itse joki on 13,5 km pitkä. Topografialtaan Raaseporinjoen valuma-alue on alavaa, pudotuskorkeus Lepinjärveltä mereen on vain 5,3 m. Joen alajuoksu on noin 2,5 km matkalta hyvin lähellä merenpinnan tasoa, jolloin joki on altis meritulville.



2.5.2019



Kuva 1. Raaseporinjoen vesinäytteiden ja virtaamamittausten havaintopisteet sekä osavaluma-alueet, mistä vedet kullekin havaintopisteelle valuvat. Alajuoksulle päin mentäessä kunkin pisteen valuma-alue koostuu oman alueensa lisäksi myös yläpuolisista osavaluma-alueista.

2.5.2019

### 3 Aineisto ja menetelmät

Raaseporinjoen näytteenotto toteutettiin 4.4.2019 yhteensä kahdeksalta tutkimuspisteeltä Raaseporinjoesta (4 kpl), Grabbackan purosta (1 kpl), Kvarträsketin (Myllylammen) purosta (2 kpl) ja Idbäckenin purosta (1 kpl). Seurannassa hyödynnettiin ympäristöhallinnon olemassa olevia vedenlaadunseurantapisteitä ja lisäksi perustettiin kolme uutta, tutkimuksen kannalta oleellista pistettä (Raaseporinjoki 11,4+0,06, 8,2+0,1 ja 4,2+0,1). Pisteiden koordinaatit löytyvät taulukosta 1 sekä sijainnit kuvasta 1. Vesinäytteiden oton yhteydessä jokaiselta pisteeltä mitattiin sen hetkinen virtausnopeus.

Lisäksi ympäristöhallinnon HERTTA – tietokannasta haettiin taustatiedoksi Raaseporinjoen vedenlaadun tuloksia vuosilta 1973–2017 niiltä osin, kun ne olivat saatavilla. Raaseporinjoella on toteutettu suhteellisen vähän vedenlaadun seurantaa, joten tuloksia oli saatavilla vain kolmelta Raaseporinjoen pääuoman seurantapisteeltä (11,8, 8,9 ja 2,5).

Taulukko 1. Havaintopisteiden koordinaatit

Näytepiste	E (ETRS- TM35FIN)	N (ETRS- TM35FIN)	E (WGS 84)	N (WGS 84)
Raaseporinjoki 11,8	315772	6662085	23° 41,44457'	60° 3,26586'
Raaseporinjoki 11,4 + 0,6	315897	6661622	23° 41,60396'	60° 3,02020'
Raaseporinjoki 8,9	315156	6659388	23° 40,92767'	60° 1,79865'
Raaseporinjoki 8,2 + 2,3	316375	6658823	23° 42,26826'	60° 1,52758'
Raaseporinjoki 8,2 + 0,1	315174	6658612	23° 40,98890'	60° 1,38177'
Raaseporinjoki 5,2	313014	6657011	23° 38,75508'	60° 0,46204'
Raaseporinjoki 4,2 + 0,1	312908	6656588	23° 38,66430'	60° 0,23164'
Raaseporinjoki 2,5	312928	6655279	23° 38,75713'	59° 59,52816'

#### 3.1 Vesinäytteet

Vesinäytteistä määritettiin lämpötilan ja virtaamien lisäksi Raaseporinjoen vesistöseurantasuunnitelman (Vahnen Environment Oy 2018) mukaisesti pH, alkaliteetti, sähkönjohtavuus, sameus, kiintoaine, kokonaistyyppi, ammoniumtyyppi (NH<sub>4</sub>-N), nitraatti ja nitriittitypen summa (NO<sub>3</sub>-N + NO<sub>2</sub>-N), kokonaisfosfori, fosfaattifosfori (PO<sub>4</sub>-P), redoxeli hapetus-pelkistyspotentiaali sekä *Escherichia coli* ja Enterokokkien määrä. Veden lämpötila ja Redox-potentiaali määritettiin paikan päällä kenttämittarilla (YSI Professional Plus T1 - mittari). Vesinäytteet säilöttiin kentällä kylmävaraajalla varustetussa kylmälaukussa. Näytteet toimitettiin Metropolilab Oy:n akkreditoituun laboratorioon.

#### 3.2 Virtaama

Virtaamalla tarkoitetaan joen uoman poikkileikkauksen läpi aikayksikössä kulkevaa vesitilavuutta. Virtaaman määrittämisessä käytettiin siivikkoa ja mittauksessa noudatettiin hydrologisen seurannan kenttätöiden toimintakäsikirjan (Hydrologisen seurannan

2.5.2019

ryhmä, SYKE, 2017) ohjeistusta siivikkomittauksesta. Virtaamat mitattiin uoman leveydestä riippuen 2 – 10 kohdasta vähintään kahdelta eri syvyydeltä. Kentällä mitatun virtausnopeuden keskiarvo (m/s) kerrottiin uoman pinta-alalla. Uoman pinta-ala arvioitiin uoman syvyyden ja leveyden perusteella puoliellipsin pinta-alana.

### 3.3 Ravinnekuormituksen arviointi

Ravinnekuormitusta alapuolisiin vesistöihin arvioidaan ainevirtaamilla. Ainevirtaamassa kerrotaan vedestä määritetty kokonaisravinnepitoisuus mitatulla virtaamalla. Ainevirtaaman avulla voidaan verrata todellisia ravinnemääriä eri havaintopisteiden välillä yksittäisiä kokonaisravinnearvoja paremmin. Erityisesti joissa tai puroissa, joissa uoman muoto ja näin ollen ohi virtaavan veden määrä muuttuu, on ainevirtaama ainoa keino, jolla voidaan luotettavasti arvioida kuinka paljon kussakin uoman kohdasta virtaa ravinteita ohi.

Ainevirtaama kullakin näytepisteellä tietynä hetkenä laskettiin Lappalaisen ja Matinvenden (1990) mukaisesti:

$$M = c * q$$

$$M = \text{Ainevirtaama (mg/s)}$$

$$c = \text{veden ravinnepitoisuus (mg/m}^3\text{)}$$

$$q = \text{virtaama (m}^3\text{/s)}$$

Virtaavissa vesissä pitoisuudet ja virtaamat voivat muuttua nopeallakin aikataululla, joten kyseiset mittaukset kertovat vain tietyn hetken tilanteesta. Yksittäisellä mittauksella ei myöskään voida tehdä ravinnekuormituksen arviointia pidemmälle aikajaksolle. Tässä tutkimuksessa ainevirtaamat ovat laskettu päiväkohtaisiksi arvoiksi ja kyseiset tulokset kuvaavat mittauspäivän tilannetta.

## 4 Tulokset ja tulosten tarkastelua

### 4.1 Redox-potentiaali, sähkönjohtokyky, pH, alkaliteetti ja veden lämpötila

Veden fysikaalis-kemiallisilla muuttujilla, kuten redox- eli hapetus-pelkistyspotentiaalilla, sähkönjohtokyvyllä, pH:lla, alkaliteetilla ja veden lämpötilalla, kuvataan veden ominaisuuksia, jotka vaikuttavat merkittävästi vesiympäristössä tapahtuviin kemiallisiin reaktioihin sekä ekologiseen ympäristöön. Fysikaalis-kemialliset ominaisuudet määrittävät perustan vesistön eliöstölle ja luovat pohjan elinympäristölle. Näillä ominaisuuksilla on myös hyvin suuri merkitys sille, ovatko vedessä olevat ravinteet perustuottajille otollisessa liukoisessa muodossa tai ovatko mahdolliset haitalliset aineet vaarallisia eliöille.

#### 4.1.1 Redox-potentiaali

Redox-potentiaali eli hapetus-pelkistyspotentiaali kertoo liuoksen, jokiveden, hapetetavien ja pelkistettävien yhdisteiden kokonaismäärän. Potentiaaliin vaikuttaa muun muassa pH, happipitoisuus, lämpötila sekä liuenneiden yhdisteiden määrä. Vähäisissä happipitoisuuksissa potentiaali pienenee voimakkaasti. Hapetus-pelkistyspotentiaalinnologinen merkitys liittyy erityisesti epäorgaanisten ionien esiintymismuotoon sekä

2.5.2019

niiden liukenevuuteen ja runsas pelkistyneiden yhdisteiden määrä myös antaa viitteitä voimistuvasta kemiallisesta hapenkulutuksesta.

Raaseporinjoella veden hapetus-pelkistyspotentiaali oli alhaisempaa kuin hapellisissa luonnonvesissä tavallisesti (taulukko 2), tosin varsinaisia vertailuarvoja ei ole ja useimmat vaihtelut potentiaalissa on mitattu järvivesistä (Wetzel 2001). Humuspitoisissa vesissä, kuten monissa Suomen vesistöissä, hapetus-pelkistyspotentiaali on hapellisissakin oloissa tavallista alhaisempi. Hapetus-pelkistyspotentiaalin (<200 mV) perusteella Raaseporinjoessa sekä sen sivu-uomissa epäorgaaniset ionit ovat suurimmaksi osaksi liukoisessa muodossa eli potentiaalisesti käyttökelpoisessa muodossa leville. Toisaalta kylmänveden kautena perustuotanto on vesistöissä hyvin vähäistä. Myös kemiallinen hapenkulutus saattaa olla hetkellisesti runsaahkolla tasolla. Virtaavissa vesissä liuenneen hapen pitoisuus, etenkin kylmänä vuodenaikana, harvemmin laskee huonolle tasolle ilman erillistä pistemäistä happea kuluttavaa voimakasta kuormitusta, josta Raaseporinjoella ei ole viitteitä. Koska hapetus-pelkistyspotentiaaliin vaikuttaa monet tekijät, on todennäköistä, että voimakkaan kevättulvan jälkeen veteen on liuenneena happea kuluttavaa orgaanista ainesta. Tämä yhdessä vuodenaikalle tyypillisen kylmän veden kanssa vaikuttavat hapetus-pelkistyspotentiaaliin.

#### 4.1.2 Johtokyky

Johtokyky, joka mittaa vedessä olevien liuenneiden suolojen määrää oli Raaseporinjoella sekä Idbäckenissä tyypillisellä maatalousvaikutteisten vesien tasolla (> 10 mS/m) (taulukko 2). Kvarträsketiltä sekä Grabbäckasta laskevissa vesissä sähkönjohtokyky oli luonnonvesille hyvin tyypillisellä tasolla. Raaseporinjoen vedenlaadun seurannan aikana vuosien 1973 – 2018 sähkönjohtavuus on ollut jatkuvasti samaa luokkaa kuin nyt mitatut arvot. 1970 – luvulla on havaittu muutamia yksittäisiä yli 30 mS/m –arvon ylittäviä piikkejä, jotka ovat kaikki osuneet kevättulvan aikaan. Vuoden 2006 jälkeen sähkönjohtavuus on ollut tasaista 6 – 20 mS/m –vaihteluvälillä. Runsaiden virtaamien aikaan sähkönjohtavuus on hieman noussut luontaisen vuodenaikaisvaihtelun mukaisesti.

#### 4.1.3 Veden pH

Raaseporinjoen sekä sen sivu-uomien veden pH (taulukko 2) oli hyvin tyypillinen suomalaisille vesille. Raaseporinjoen mittaushistorian aikana pH on myös pysytellyt samalla tasolla (vaihteluväli 5,3 – 7,3 Lähde: Hertta-tietokanta). Alhaisimmat pH-arvot on joella mitattu talvikausina vuosina 1974 ja 1977. Viimeaikaisimmissa mittauksissa vuosien 2011 – 2017 aikana pH on ollut jatkuvasti yli 6,4. Vaikka Raaseporinjoki sijaitsee suurimmaksi osaksi alunomailla, ei maaperän happamoittava vaikutus näy vedenlaadussa.

#### 4.1.4 Alkaliteetti

Alkaliteetilla kuvataan veden pH-muutoksia vastustavaa puskurikykyä. Suomen järvissä alkaliteetti on usein alle 0,2 mmol/l, happamissa vesissä 0. Raaseporinjoella alkaliteetti on 1970 – luvulla ollut lähellä nollaa (0,02 mmol/l 1974), jolloin myös alhaisia veden pH-arvoja on havaittu. Vuosina 2011 – 2017 (1970 –luvun ja vuoden 2011 välissä ei mittauksia) alkaliteetti on ollut tasaisesti yli 0,2 mmol/l. Tässä seurannassa tehdyistä mittauksista alle 0,2 mmol/l olevia alkaliteetin arvoja havaittiin ainoastaan Raaseporinjoen sivu-uomissa. Kuitenkin alkaliteetti näissäkin puroissa on sellaisella tasolla (0,1 mmol/l), että purojen vesi pystyy puskuroimaan pH-arvojen muutoksia, mikä ilmenee puroissa myös luonnonvesille tyypillisinä pH-arvoina.



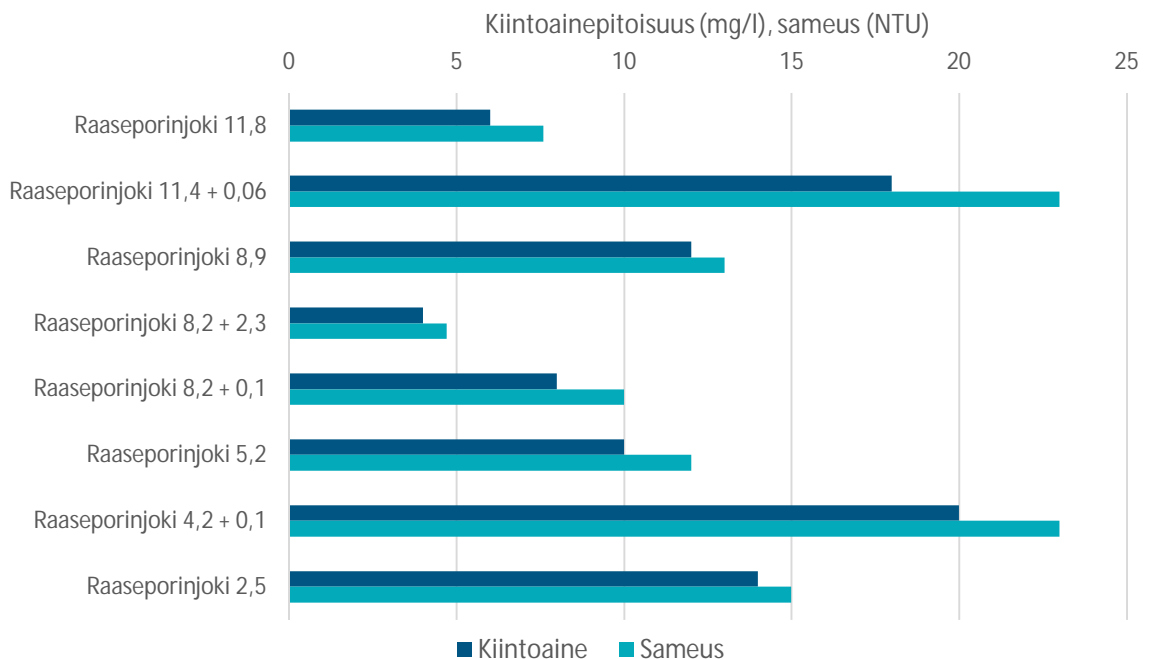
2.5.2019

Taulukko 2. Redox-potentiaali eli hapetus-pelkistyspotentiaali, sähkönjohtokyky, pH, alkaliteetti ja veden lämpötila.

Näytepiste	Redox-potentiaali	Sähkönjohtokyky	pH	Alkaliteetti	Veden lämpötila
	mV	mS/m		mmol/l	°C
Raaseporinjoki 11,8	101,4	12,6	6,7	0,430	2,8
Raaseporinjoki 11,4 + 0,06	108,3	6,3	6,6	0,173	0,9
Raaseporinjoki 8,9	115,4	12,0	6,7	0,376	2,6
Raaseporinjoki 8,2 + 2,3	110,9	4,4	6,4	0,141	3,8
Raaseporinjoki 8,2 + 0,1	111,6	5,4	6,5	0,154	4,3
Raaseporinjoki 5,2	94,6	10,6	6,7	0,319	4
Raaseporinjoki 4,2 + 0,1	102,0	11,9	6,2	0,135	3,2
Raaseporinjoki 2,5	92,9	11,5	6,6	0,284	3,9

## 4.2 Sameus ja kiintoaines

Savimaiden virtavesissä veden sameus korreloi yleensä hyvin voimakkaasti kiintoaineen kanssa. Myös Raaseporinjoessa sameus ja kiintoainepitoisuus kulkivat käsikädessä. Sameinta vesi oli Grabbackan puron ja Idbäckenin valuma-alueilta laskevissa vesissä ja kirkkainta heti Kvarnträsketin jälkeen (kuva 2). Raaseporinjoen pääoman sameus nousi yläjuoksulta alaspäin edetessä, mikä on tyypillistä jokivesille. Näytteenottohetkellä useamman päivän vallinnut poutainen sää todennäköisesti vähensi kiintoainepitoisuutta ja sameutta vedessä.



Kuva 2. Kiintoainepitoisuus ja sameus Raaseporinjoen havaintopaikoilla 4.4.2019.



2.5.2019

## 4.3 Ravinteet ja ravinnekuormitus

Ravinnekuormituksen aiheuttama rehevöityminen on Suomen rannikkovesien merkittävin ongelma, erityisesti Suomenlahden sisäsaaristossa. Rehevöityminen näkyy mm. leväsamentumisena ja näkösyvyyden pienenemisenä, verkkojen limoittumisena, aiempaa runsaampina sinileväkukintoina sekä särkikalakantojen voimistumisena. Tärkeimmät rehevöitymistä aiheuttavat ravinteet ovat fosfori ja typpi. Näistä fosfori on yleensä levien kasvua rajoittava tekijä järvi- ja virtavesissä, kun taas typen saatavuus rajoittaa kasvua merialueilla. Vähäsuolaisten, matalien merenlahtien rehevöitymisessä sekä typpi että fosfori ovat merkittävässä roolissa. Raaseporinjoen typpi- ja fosforikuormitus päättyy ekologiselta tilaltaan huonoon Barösundin rannikkovesimuodostumaan, jonka suurin yksittäinen kuormittaja Raaseporinjoki on.

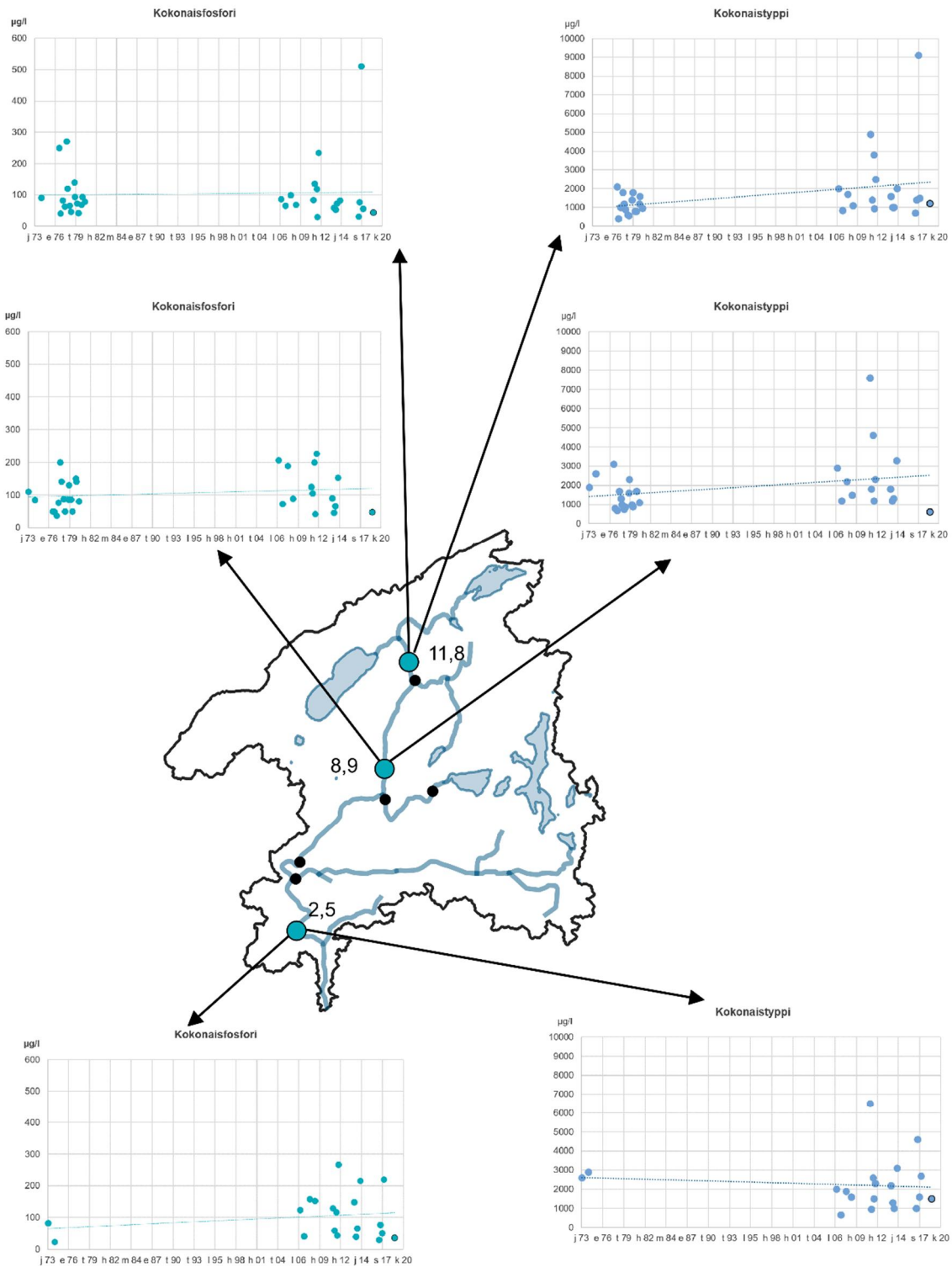
### 4.3.1 Ravinteet

Raaseporinjoella ravinnepitoisuuksia on tarkkailtu 1970-luvulla ja uudestaan vuodesta 2006 alkaen. Kokonaisfosforipitoisuudet kaikilla havaintopisteillä 11,8, 8,9 ja 2,5 ovat pysyneet hyvin samalla tasolla läpi mittaushistorian (kuva 3). Yläjuoksun havaintopisteellä on ollut 2010-luvulla muutamia piikkejä, 234 µg/l joulukuussa 2011 ja 510 µg/l syyskuussa 2017. Vastaavasti havaintopisteellä 8,9 suuria kokonaisfosforin pitoisuuksia on havaittu 226 µg/l joulukuussa 2011 ja pisteellä 2,5 266 µg/l joulukuussa 2011, 215 µg/l lokakuussa 2014 sekä 220 µg/l syyskuussa 2017. Suuret pitoisuudet sijoittuvat syksyn valuman maksimin aikoihin. Keväisin kokonaisfosforin pitoisuudet ovat olleet alhaisempia ja nyt mitatut pitoisuudet edustavat hyvin kevätaikaisia pitoisuuksia (Liite 1).

Raaseporinjoen pääuomassa kokonaisfosforin pitoisuudet vaihtelivat välillä 31 – 48 µg/l, pitoisuuksien ollen hieman suurempia yläjuoksulla. Raaseporinjoen sivu-uomissa Grabbäckan purossa oli korkein fosforipitoisuus (41 µg/l), Idbäckenissä 37 µg/l ja Kvarnträskelitä laskevassa purossa lähellä lammen luusuaa 15 µg/l ja lähellä Raaseporinjoen yhtymäkohtaa 23 µg/l. Pienessä savimaiden joessa, kuten Raaseporinjoessa, ekologisen tilan arviointiin liittyvässä fysikaalis-kemiallisessa luokittelussa vedenlaatua arvioidaan vain kokonaisfosforin pitoisuuden perusteella. Hyvä fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu saavutetaan, kun kokonaisfosforin pitoisuus on alle 40 µg/l (Aroviita ym. 2012). Tämän yksittäisen mittauksen perusteella Raaseporinjoen vedenlaatu on hyvällä tasolla.

Kokonaistypen pitoisuudet ovat Raaseporinjoen yläjuoksun havaintopisteillä 11,8 ja 8,9 nousseet vuoden 2006 jälkeen verrattuna 1970-luvulla tehtyihin mittauksiin (kuva 3). Erityisesti havaintopisteellä 11,8 ovat selkeät valuman maksimien aikaiset piikit yleistyneet (4900 µg/l huhtikuussa 2011, 3800 µg/l syyskuussa 2011 ja 9100 µg/l syyskuussa 2017). Vastaavasti pisteellä 8,9 hyvin suuria kokonaistypen pitoisuuksia on havaittu huhtikuussa ja syyskuussa 2011 (7600 µg/l ja 4600 µg/l) sekä lokakuussa 2014 (3300 µg/l). Raaseporinjoen alajuoksulla havaintopisteellä 2,5 kokonaistypen pitoisuudet ovat laskeneet 1970-luvulla tehtyjen mittausten jälkeen. Kuitenkin sama valuman maksimi huhtikuussa 2011 näkyy myös alajuoksun kokonaistypen pitoisuudessa (6500 µg/l). Nyt Raaseporinjoen pääuomasta mitatut kokonaistypen pitoisuudet vaihtelivat 620 – 1500 µg/l välillä (Liite 1) ollen mittaushistorian keskimääräisiä arvoja selkeästi alhaisempia. Pitoisuudet olivat korkeimmillaan yläjuoksun pisteellä 11,8 sekä alajuoksun pisteellä 2,5. Raaseporinjoen sivu-uomista Idbäckenillä mitattiin korkein kokonaistypen pitoisuus kaikilta havaintopisteiltä, 2100 µg/l. Alhaisimmat pitoisuudet vastaavasti mitattiin Kvarnträskelitä laskevasta purosta, 620 µg/l pisteeltä 8,2+0,1 ja 520 µg/l pisteeltä 8,2+3,2.

2.5.2019



Kuva 3. Kokonaisfosforin ja -tyypen pitoisuudet  $\mu\text{g/l}$  vuosina 1973 – 2019 Raaseporinjoen havaintopisteillä 11,8, 8,9 ja 2,5.

2.5.2019

#### 4.3.2 Ravinnekuormitus

Kokonaisravinnepitoisuuksia mielekkäämpi tapa selvittää ravinnekuormituksen lähteitä ovat ainevirtaamat, joissa ravinnepitoisuudet kerrotaan virtaamalla. Ainevirtaama kertoo kullakin pisteellä ohi virtaavan ravinteiden määrän yksittäisten mittausten sijaan. Erityisesti virtavesissä, joissa uoman koko ja näin ollen virtaavan veden määrä muuttuu, ainevirtaamat ovat ainoa keino, joilla ravinteiden kokonaismäärää voidaan eri havaintopisteiden välillä todellisuudessa verrata keskenään sekä saada tietoa kuinka paljon ravinteita oikeasti joen mukana kulkeutuu.

Fosforin ja typen ainevirtaamia tarkasteltaessa on kuitenkin huomioitava, että kyseiset määritykset kertovat vain mittaushetken tilanteesta. Virtaavissa vesissä olosuhteet niin virtaaman kuin aineiden pitoisuuksien suhteen ovat jatkuvassa muutostilassa. Eri päivänä tehdyt määritykset voivat antaa hyvinkin erilaisia tuloksia ainevirtaamien määristä ja kuormittavien sivu-uomien vaikutuksista.

##### *Fosforivirtaama*

Raaseporinjoen ainevirtaamat kullakin (kg/vrk) havaintopisteellä arvioitiin kentällä mitattujen virtaamien ja vesinäytteiden ravinnepitoisuuksien perusteella. Fosforin virtaama kasvaa tasaisesti yläjuoksulta alajuoksulle mentäessä ollen oletetusti suurimmillaan alimmalla havaintopisteellä 2,5 noin 11 kg/vrk (kuva 4, taulukko 3). Yläjuoksun ensimmäisestä ja toisesta sivu-uomasta, Grabbakan purosta sekä Kvarnträsketiltä laskevasta purosta kulkeutuva fosforikuormitus on suhteellisen pientä, vain noin 1 kg/vrk (kuva 4). Myös Kvarnträsketin alapuolelta mitattu fosforinvirtaama oli hyvin vähäistä, noin 1 kg/vrk. Umpeen kasvava Kvarnträsket saattaa toimia kosteikon tavoin suodattaen tehokkaasti valuma-alueeltaan kulkeutuvia ravinteita. Idbäckenin mukana virtaa noin 2 kg fosforia vuorokaudessa. Tämä on kaksinkertainen muihin sivu-uomiin verrattuna, mutta huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi yläjuoksun ensimmäisen pisteen 11,8 ohi virtaava fosforin määrä (n. 5kg/vrk).

Raaseporinjoen pääuomassa havaintopisteiden ohi virtaavan fosforin määrä melkein kaksinkertaistuu jo pisteiden 11,8 ja 8,9 välillä (kuva 4, taulukko 3). Tässä välissä jokeen laskee vain Grabbakan puro, jonka kuormittava vaikutus ei selitä fosforin kasvunutta määrää pisteellä 8,9. Kuitenkin tällä välillä fosforin määrän kasvu on suurinta ja nousee vain 2 kg/vrk alimman pisteen 2,5 ja pisteen 8,9 välissä.

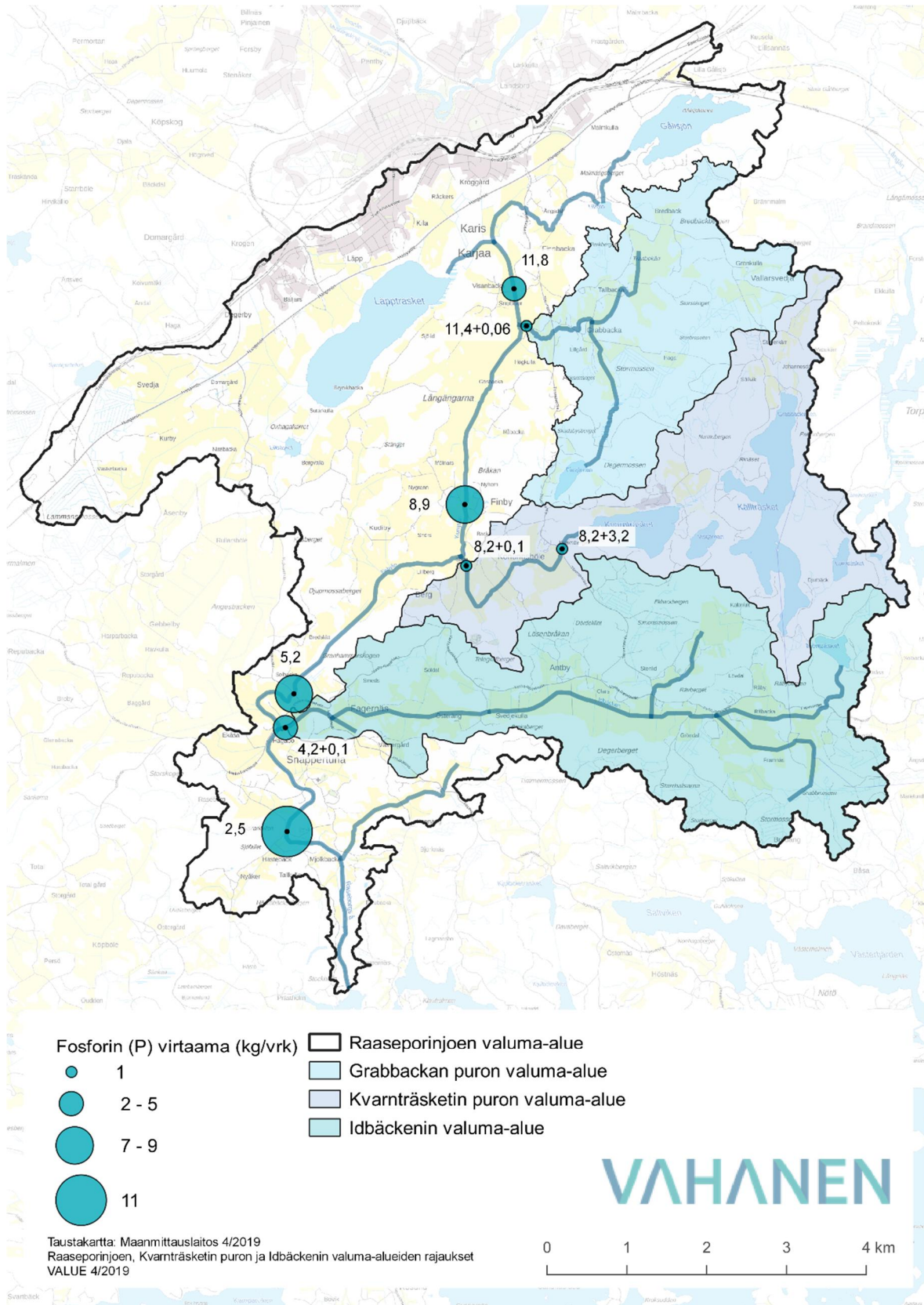
##### *Typpivirtaama*

Kuten fosforin virtaama, myös typen virtaama kasvaa alajuoksulle mentäessä ollen huomattavan suuri alimmalla havaintopisteellä 2,5 (noin 459 kg/vrk) (kuva 5, taulukko 3). Raaseporinjoen pääuomassa havaintopisteiden ohi virtaava typen määrä pysyy hyvin samanlaisena yläjuoksun kahden ylimmän pisteen 11,8 ja 8,9 välillä. Alajuoksulla typen virtaamat kasvavat huomattavasti nousten pisteiden 8,9 ja 5,2 välillä noin 50 kg/vrk ja moninkertaistuen lyhyellä matkalla alimmalle havaintopisteelle.

Grabbakan puron mukana Raaseporinjokeen kulkeutuu typpeä noin 29 kg/vrk. Kvarnträsketin luusuasta poistuu typpeä noin 32 kg/vrk ja puron mukana Raaseporinjokeen laskee typpeä 33 kg/vrk (kuva 5, taulukko 3). Raaseporinjoen sivu-uomista merkittävin typen kuormittaja on Idbäcken, jonka tuomana Raaseporinjokeen laskee typpeä 144 kg/vrk. Vaikka Idbäckenin mukana tuoma typenmäärä on suuri, se ei täysin selitä huomattavan suurta typen määrää alajuoksun alimmalla havaintopisteellä.



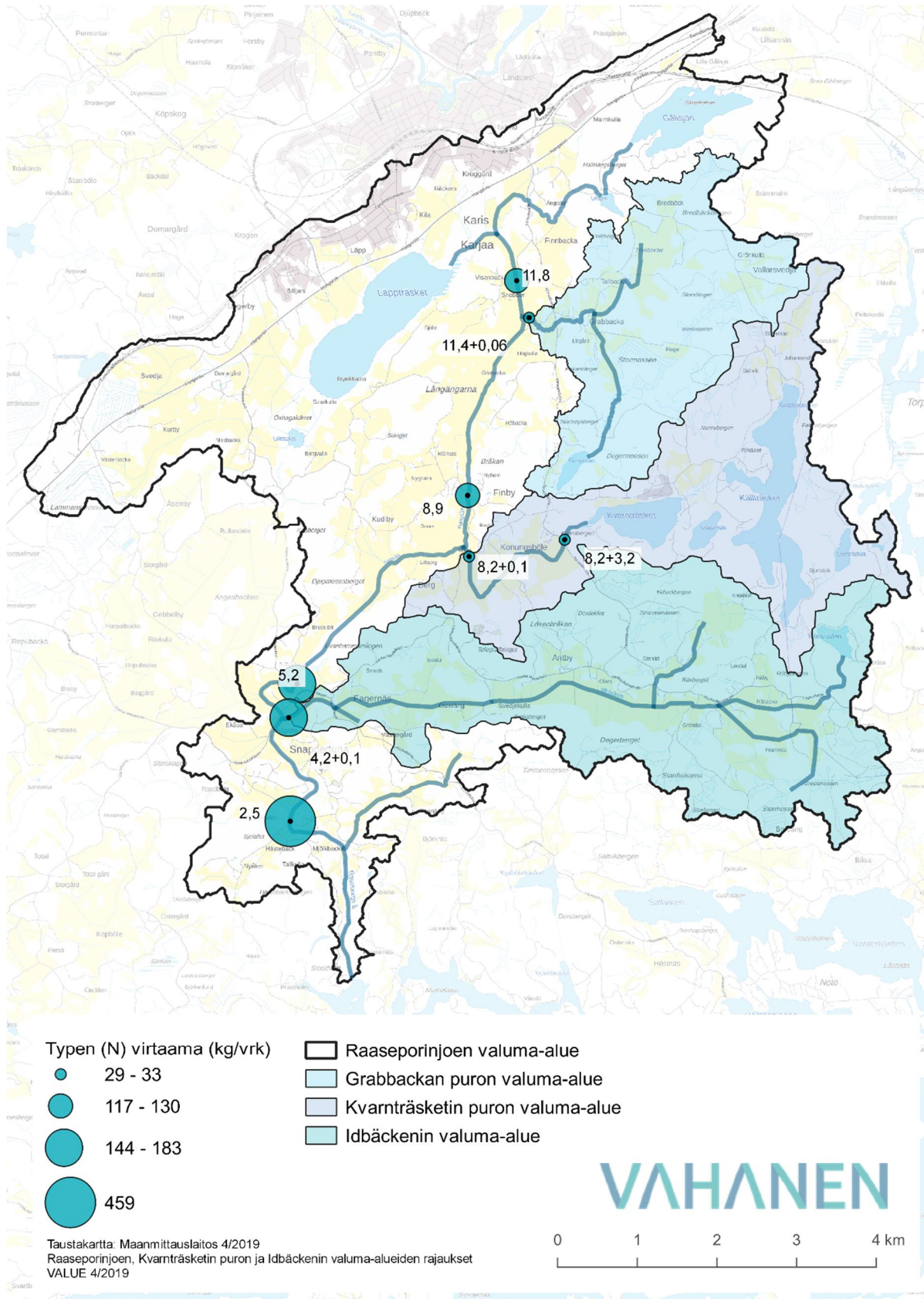
2.5.2019



Kuva 4. Fosforin virtaama (kg/vrk) Raaseporinjoen valuma-alueella 4.4.2019. Ainevirtaamat ovat laskettu mitattujen virtaamien sekä vesinäytteiden kokonaisfosforipitoisuuksien avulla.



2.5.2019



Kuva 5. Typen virtaama (kg/vrk) Raaseporinjoen valuma-alueella 4.4.2019. Ainevirtaamat on laskettu mitattujen virtaamien sekä vesinäytteiden kokonaistypenpitoisuuksien avulla.

2.5.2019

Taulukko 3. Virtaama sekä kokonaisfosforin ja -typen ainevirtaama eri havaintopisteillä.

Näytepiste	Uo-	Uo-	Vir-	Fosforin		Typen	
	man	man		virtaama	virtaama	virtaama	virtaama
	m	m	m <sup>3</sup> /s	mg/s	kg/vrk	mg/s	kg/vrk
Raaseporinjoki 11,8	3,50	0,85	1,25	55,1	5	1502,3	130
Raaseporinjoki 11,4 + 0,06	1,20	0,65	0,28	11,6	1	339,6	29
Raaseporinjoki 8,9	4,40	0,85	2,19	105,3	9	1359,8	117
Raaseporinjoki 8,2 + 2,3	0,80	0,35	0,72	10,8	1	374,7	32
Raaseporinjoki 8,2 + 0,1	1,10	0,55	0,62	14,3	1	385,2	33
Raaseporinjoki 5,2	5,00	1,30	2,33	86,3	7	2121,5	183
Raaseporinjoki 4,2 + 0,1	4,00	1,20	0,79	24,5	2	1662,5	144
Raaseporinjoki 2,5	7,30	1,50	3,54	131,1	11	5314,9	459

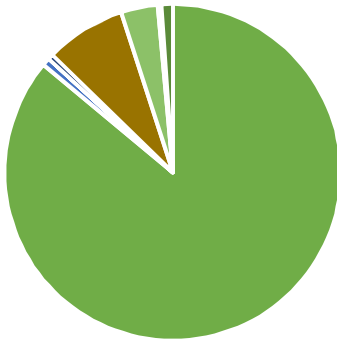
*Ravinnekuormitus VEMALA-mallin mukaan*

Raaseporinjoen mereen tuomaa ravinnekuormitusta tarkasteltiin myös ympäristöhallinnon VEMALA-mallin version V.5U:n avulla (Huttunen ym. 2016). VEMALA-malli sisältää fosforin, typen ja kiintoaineen huuhtoutumisen pelloilta ja metsistä, pistekuormituksesta, haja-asutuksesta ja laskeumasta. Laskelmissa kuormituksen eteneminen ja pidättyminen vesistöissä mallinnetaan WSFS hydrologisella-ennustemallijärjestelmällä. Lisäksi mallin käytössä on Vihma-työkalu peltojen kuormituksen ja Icecream-malli peltojen ravinnekierron laskemiseksi sekä typpimalli VEMALA-N, jolla arvioidaan typen prosessit (mm. denitrifikaatio) pelloilla ja metsässä. Valtakunnallisesti malliin kertyy kaiken aikaa suuret määrät havaittuja pitoisuuksia järvistä ja uomista sekä virtaamamittauksia virtavesistä. Hulevesien, luonnonhuuhtouman ja metsätalouden huuhtouman kuormitusarviot perustuvat ympäristöhallinnon VEPS-järjestelmään. VEMALA-malli laskee valitulle alueelle jokaiselle päivälle oman reaaliaikaisen kuormituksen edellä mainittujen valuma-alueen tietojen perusteella huomioiden mm. sääolot ja virtaaman. Malli kalibroitu mitattujen ja ympäristöhallinnon tietojärjestelmään (OIVA) tallennettujen pitoisuuksien mukaan.

Pitkän aikavälin keskimääräinen fosforikuormitus Raaseporinjoen mukana Itämereen on VEMALA:n mukaan n. 2,4 tonnia ja typpikuormitus 37 tonnia vuodessa peltoviljelyn ollessa suurin kuormittaja (kuva 6). Typen osalta luonnonhuuhtouma metsistä on myös merkittävä kuormituslähde. Näytteenoton perusteella lasketut ainevirtaamalaskelmat ovat sekä typen että fosforin osalta matalammat kuin VEMALA:n mallintamat kuormitukset alkuvuodelle 2019, mutta mallin kuvaama kuormituksen ajoittuminen osoittaa hyvin lumien sulamisen ja kevättulvien vaikutuksen ravinnekuormitukseen (kuva 7). Raaseporinjoen alueen suhteellisen vähäiset mittaukset heikentävät toistaiseksi mallin luotettavuutta, mutta hankkeen aikana suoritettavat vedenlaatu- ja virtaamamittaukset auttavat osaltaan parantamaan VEMALA:n käytettävyyttä kuormitustarkastelussa.

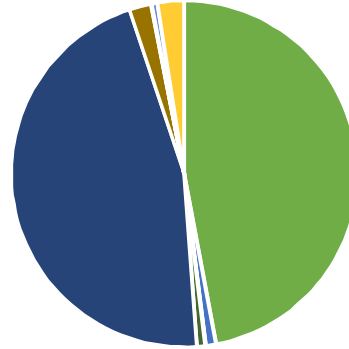
2.5.2019

Fosforikuormitus, yht. 2,4 t/v



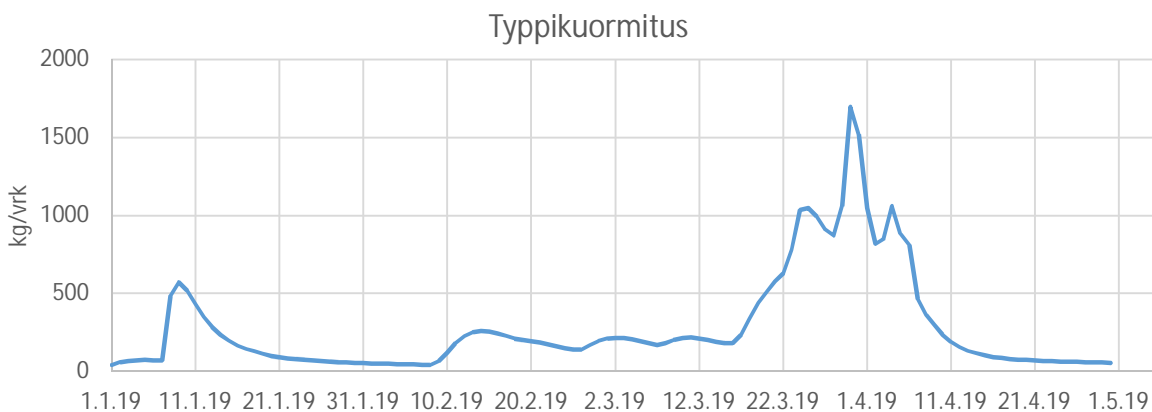
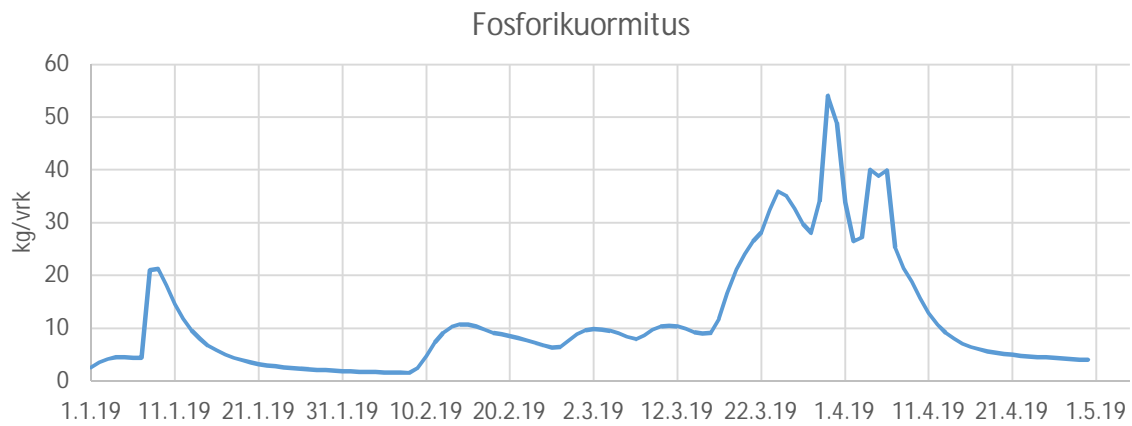
- peltoviljely
- metsätalouden lannoitus
- metsät muu ihmistoiminta
- loma-asunnot
- vakituinen haja-asutus
- hulevesi
- metsätalouden hakkuut
- metsätalouden lannoitus
- luonnonhuuhtouma
- laskeuma

Typpikuormitus, yht. 37 t/v



- peltoviljely
- metsätalouden lannoitus
- luonnonhuuhtouma
- laskeuma
- metsätalouden hakkuut
- metsät muu ihmistoiminta
- vakituinen haja-asutus
- hulevesi

Kuva 6. Vuotuinen fosfori- ja typpikuormitus Itämereen Raaseporinjoen kautta VEMALA-mallin mukaan. Kuormitus on keskiarvo ajalta 30.4.2011-30.4.2019.



Kuva 7. Alkuvuoden 2019 ravinnekuormitus Raaseporinjoensta mereen VEMALA-mallin mukaan. Huom. kuormituslähteistä puuttuu luonnonhuuhtouma mallin häiriön vuoksi.

#### 4.4 Hygieeninen laatu

Raaseporinjoen hygieenistä laatua selvitettiin määrittämällä vesinäytteistä *Escherichia coli*-bakteerien sekä enterokokkien määrät. *E. coli*-bakteeri ilmentää tuoretta ihmisen tai lämminverisen eläimen ulostesaastutusta. Sillä on suurin yhteys mahdollisiin terveysriskeihin ja sitä pidetään vesianalytiikassa käytettävistä hygieniaindikaattoribakteereista parhaimpana. *E. coli* ja enterokokkeja seurattaessa yhdessä voidaan paremmin arvioida bakteerien alkuperää. Suolistoperäiset enterokokit kuuluvat lähes kaikilla nisäkkäillä suoliston normaaliin mikrobistoon, mutta ihmisen ulosteessa niitä esiintyy kuitenkin huomattavasti pienempi määrä kuin *E. coli*-bakteereja, jolloin enterokokkien ja *E. coli*-bakteerien määrästä voidaan arvioida päästölähdettä (Hokajärvi ym. 2008). Aikaisemmissa seurannoissa on satunnaisesti määritetty lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrää, johon *E. coli*-bakteerikin kuuluu, lämpökestävyyteen perustuvalla menetelmällä. Kyseisellä menetelmällä määritetyt bakteerit eivät kuitenkaan ole vertailukelpoisia tässä seurannassa määritettyjen bakteerien kanssa, sillä määrittämenetelmästä johtuen tulokset voivat olla hyvinkin erilaisia.

Raaseporinjoen kaikilla havaintopisteillä *E. coli*-bakteerien määrät olivat hyvin pienet. Suurin bakteerimäärä oli Grabbackan purossa, 96 mpn/100ml ja pienimmillään Kvarnräsketiltä laskevassa purossa (Raaseporinjoki 8,2+2,3 0 mpn/100ml ja Raaseporinjoki 8,2+0,1 1 mpn/100ml). Enterokokkien määrä oli suurimmillaan Idbäckenin havaintopisteellä (140 pmy/100ml). Idbäckenissä vastaavasti *E. coli* esiintyi 54 mpn/100ml. Idbäckenissä bakteerien määrät viittaavat valuma-alueella harjoitettavan karjataloutta, mutta kaikkien havaintopisteiden bakteerimäärien perusteella Raaseporinjoen sekä sen sivu-uomien hygieenisen laadun voidaan sanoa olevan erittäin hyvä tämän seurannan tulosten perusteella.

## 5 Yhteenveto

Raaseporinjoki-hankkeen tavoitteena on vähentää merkittävästi Raaseporinjokea pitkin mereen kulkeutuvia, rehevöittäviä ravinnepestöjä. Osana hanketta Vahanen Environment Oy toteutti huhtikuussa 2019 Raaseporinjoen vesistöseurannan. Raaseporinjoella ja sen kolmella sivu-uomalla mitattiin veden virtaamat sekä otettiin vesinäytteitä yhteensä kahdeksalta tutkimuspisteeltä. Lisäksi raportin taustatiedoiksi haettiin vedenlaadun tutkimustuloksia ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta.

Fysikaalis-kemiallisilta ominaisuuksiltaan Raaseporinjoki on hyvin tyypillinen suomalainen pieni savimaiden joki. Valuma-alueen runsas maatalous näkyy korkeina ravinnepestöisyyksinä ja ainevirtaamina. Näytteenottohetkellä joen kokonaisfosforipitoisuudet olivat suhteellisen pienet täyttäen ekologisen tilan arvioinnissa hyvän veden laadun kriteerin. Myös veden hygieeninen laatu oli hyvä. Ainevirtaamalaskelmien perusteella suurin ravinnekuormitus jokeen tulee Idbäckenin valuma-alueelta.



## 6 Lähteet

Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväskylä, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. ja Vuori K-M. (2012). Pintavesin ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012 – 2013 – Päivitetyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen.

Lappalainen, K-M. ja Matinvesi, J. (1990). Järven fysikaalis-kemialliset prosessit ja ainetaseet. Teoksessa Ilmavirta, V. (toim.): Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. s.54 – 84. Yliopistopaino.

Hokajärvi, A-M, Pitkänen, T., Torvinen, E. ja Miettinen I.T. (2008). Suolistoperäisten taudinaiheuttajien esiintyminen luonnonvesissä – Kirjallisuuskatsaus terveysriskeistä ja niiden suuruuteen vaikuttavista tekijöistä. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B1/2008.

Huttunen, I., Huttunen, M., Piirainen, V., Korppoo, M., Lepistö, A., Räike, A., Tattari, S., Vehviläinen, B., 2016. A national scale nutrient loading model for Finnish watersheds – VEMALA. Environmental Modelling and Assessment 21(1), 83–109.

Vahanan Environment Oy (2018). Raaseporin vesistöseurantasuunnitelma. 15 s.

Wetzel, R. G. (2001). Limnology. 3. painos. Academic Press. 1006 s.

Vahanan Environment Oy



Petrina Köngäs  
ympäristösuunnittelija



Anne Liljendahl  
johtava asiantuntija

### Liitteet

Liite 1: Vesianalyysitulokset sekä kenttähavainnot  
Liite 2: Virtaama

Tämän asiakirjan kopiointi kokonaan tai osittain on kielletty ilman Vahanan Environment Oy:n kirjallista lupaa.

Any reproduction of this document, either wholly or partially, is forbidden without the written consent of Vahanan Environment Oy.

## Liite 1. VESIANALYYSITULOKSET JA KENTTÄHAVAINNOT

### Raaseporinjoki

Asiakas: Raaseporin kaupunki  
 Kohde: Raaseporinjoen vesistöseuranta  
 Projektinumero: ENV1603  
 Näytteenottaja: SSA ja PKö  
 Näytteenottopvm. 4.4.2019

Pistetunnus	Koordinaatit Koordinaattijärjestelmä: ETRS-TM35FIN		Uoman syvyys m	Näytteen otosyvyys m	Haju 0...3	Havainnot	Kenttämittaukset				Analyysitulokset									
							Lämpötila	Redox-potentiaali	Kiintoaine	Sameus	Sähkönjohtavuus	pH	Alkali-teetti	Kokonais-typpi N <sub>kok</sub>	Kokonais-fosfori P <sub>kok</sub>	Ammoniumtyyppi NH <sub>4</sub> -N	Nitraatti- ja Nitriittitypen summa (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )N	Fosfaattifosfori PO <sub>4</sub> -P	Escherichia coli (E. coli)	Enterokokit
							°C	mV	mg/l	FNU	mS/m		mmol/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mpn/100m
Raaseporinjoki 11,8	315772	6662085	0,85	0,1	0	Vesikasvillisuutta uoman rannoilla, vesi hieman rusehtavaa	2,8	101,4	6,0	7,6	12,6	6,7	0,430	1200	44	14	380	11	16	16
Raaseporinjoki 11,4 + 0,06	315897	6661622	0,65	0,1	0	Vesikasvillisuutta uoman rannoilla, vesi sameahkoa, rusehtavaa	0,9	108,3	18,0	23	6,3	6,6	0,173	1200	41	19	960	15	96	3
Raaseporinjoki 8,9	315156	6659388	0,85	0,1	0	Uoman syvyysprofiili muuttuu toisen rannan läheisyydessä, hennosti mutainen tuoksu	2,6	115,4	12,0	13	12,0	6,7	0,376	620	48	15	670	11	63	9
Raaseporinjoki 8,2 + 2,3	316375	6658823	0,40	0,1	0	Väritön, kirkas vesi. Näyte tien itäpuolelta (ylävirta), virtaama mitattu tien länsipuolelta	3,8	110,9	4,0	4,7	4,4	6,4	0,141	520	15	110	180	3	0	3
Raaseporinjoki 8,2 + 0,1	315174	6658612	0,55	0,1	0	Kirkas vesi	4,3	111,6	8,0	10	5,4	6,5	0,154	620	23	91	380	5	1	1
Raaseporinjoki 5,2	313014	6657011	1,30	0,1	0	Vesi kirkas, rusehtava, uoma leveä ja syvä, näytteet otettu rannalta	4	94,4	10,0	12	10,6	6,7	0,319	910	37	8	640	10	20	8
Raaseporinjoki 4,2 + 0,1	312908	6656588	1,20	0,1	0	Vesi sameahkoa (savista), uoman reunoilla paljon kasvillisuutta, pohja todella upottavaa	3,2	102,0	20,0	23	11,9	6,2	0,135	2100	31	8	1900	14	54	140
Raaseporinjoki 2,5	312928	6655279	1,50	0,1	0	Vesi kirkasta, hennosti rusehtavaa, rannoilla jonkin verran kasvillisuutta sekä peittävää latvustoa	3,9	92,9	14	15	11,5	6,6	0,284	1500	37	5	980	10	75	7

## Liite 2. Virtaama

### Raaseporinjoki

Asiakas: Raaseporin kaupunki

Kohde: Raaseporinjoen vesistöseuranta

Projektinnumero: ENV1603

Näytteenottaja: Ssa ja PKö

Näytteenottopvm. 4.4.2019

Pistetunnus	Koordinaatit		Uoman syvyys	Uoman leveys	Virtaama					
	Koordinaattijärjestelmä: ETRS-TM35FIN				Virtausnopeus	Virtaama	Fosforin virtaama		Typen virtaama	
	X	Y					m	m	m/s	mg P / s
Raaseporinjoki 11,8	315772	6662085	0,85	3,5	0,27	1,25	55,1	5	1502,3	130
Raaseporinjoki 11,4 + 0,06	315897	6661622	0,65	1,2	0,23	0,28	11,6	1	339,6	29
Raaseporinjoki 8,9	315156	6659388	0,85	4,4	0,37	2,19	105,3	9	1359,8	117
Raaseporinjoki 8,2 + 2,3	316375	6658823	0,40	0,8	1,43	0,72	10,8	1	374,7	32
Raaseporinjoki 8,2 + 0,1	315174	6658612	0,55	1,1	0,65	0,62	14,3	1	385,2	33
Raaseporinjoki 5,2	313014	6657011	1,30	5,0	0,23	2,33	86,3	7	2121,5	183
Raaseporinjoki 4,2 + 0,1	312908	6656588	1,20	4,0	0,11	0,79	24,5	2	1662,5	144
Raaseporinjoki 2,5	312928	6655279	1,50	7,3	0,21	3,54	131,1	11	5314,9	459