

Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen
vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y.

Runeberginkatu 17, 06100 PORVOO



Föreningen vatten- och luftvård
för Östra Nyland och Borgå å r.f.

Runebergsgatan 17, 06100 BORGÅ

PORVOONJOEN VESISTÖALUEEN YHTEISTARKKAILU 2020

VEDENLAATU & PIILEVÄT



**Mikael Henriksson
Juha Niemi**

Itä-Uudenmaan ja
Porvoonjoen vesien-
ja ilmansuojeluyhdistys
2021

Porvoonjoen vesistöalueen yhteistarkkailu 2020

Vedenlaatu & piilevät

Mikael Henriksson

Juha Niemi

Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y.

Föreningen vatten- och luftvård för Östra Nyland och Borgå å r.f.

2021

Sisällysluettelo

Tiivistelmä tuloksista	5
Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vesistövaikutukset Porvoonjoen pääuoman yläosalla	5
Nastolan jätevedenpuhdistamon vesistövaikutukset Palojoessa	6
Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vesistövaikutukset Porvoonjoen keskiosalla	7
Puhdistamojätevesien vesistövaikutukset Porvoonjoen pääuoman keski- ja alaosalla	7
Porvoonjoen ainevirtaamat ja puhdistamokuorma	8
Porvoonjoen vesistön haitta-aineet ja piilevät 2020	8
1. Johdanto	9
1.1. Tarkkailun perusteet ja tavoitteet	9
1.2. Porvoonjoen yhdyskuntajätevesikuormitus	9
2. Tarkkailun toteutus	11
3. Vuoden 2020 sääolot ja virtaama	13
4. Puhdistamojätevesien vesistövaikutukset 2020	15
4.1. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vesistövaikutukset Porvoonjoen pääuoman yläosalla Lahdesta Orimattilaan	15
4.1.1. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset joen happitilanteeseen	15
4.1.2. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden fosforikuormituksen vesistövaikutukset	16
4.1.3. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden typpikuormituksen vesistövaikutukset	19
4.1.4. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset joen hygieeniseen tilaan	23
4.2. Nastolan jätevedenpuhdistamon vesistövaikutukset Palojoessa	27
4.2.1. Nastolan jätevedenpuhdistamon vaikutukset joen happitilanteeseen	27
4.2.2. Nastolan jätevedenpuhdistamon fosforikuormituksen vesistövaikutukset	27
4.2.3. Nastolan jätevedenpuhdistamon typpikuormituksen vesistövaikutukset	29
4.2.4. Nastolan jätevedenpuhdistamon vaikutukset Palojoen yläosan hygieeniseen tilaan	31
4.2.5. Nastolan jätevedenpuhdistamon vaikutukset Palojoen alaosan hygieeniseen tilaan	34

4.3. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vesistövaikutukset Porvoonjoen keskijuoksulla	36
4.3.1. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon fosforikuormituksen vesistövaikutukset	36
4.3.2. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon typpikuormituksen vesistövaikutukset	37
4.3.3. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vaikutukset joen hygieeniseen tilaan	38
4.4. Puhdistamojätevesien vesistövaikutukset Porvoonjoen keski- ja alaosalla	41
4.4.1. Jätevedenpuhdistamoiden fosforikuormituksen vesistövaikutukset pääuoman keski- ja alaosalla	41
4.4.2. Jätevedenpuhdistamoiden typpikuormituksen vesistövaikutukset pääuoman keski- ja alaosalla	42
4.4.3. Jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset veden hygieeniseen laatuun pääuoman keski- ja alaosalla	43
5. Porvoonjoen ainevirtaamat vuonna 2020	45
6. Puhdistamokuorma ja Porvoonjoen ainevirtaamat	46
7. Porvoonjoen vesistön kalojen haitta-ainepitoisuudet vuonna 2020	48
8. Porvoonjoen vesistön vaaralliset ja haitalliset aineet vuonna 2020	49
8.1. Raskasmetallit	49
8.2. Torjunta-aineet	51
8.3. Perfluoratut yhdisteet	52
9. Porvoonjoen piilevätutkimus vuonna 2020	53
Viiteluettelo	53
Liite 1. Porvoonjoen ja Palojoen vesistötarkkailun havaintopaikkojen koordinaatit	55
Liite 2. Vesinäytteiden analyysimenetelmät	56
Liite 3. Luhdanjoen ja Porvoonjoen pääuoman tarkkailutulokset vuodelta 2020	57
Liite 4. Palojoen tarkkailutulokset vuodelta 2020	59
Liite 5. Porvoonjoen ja Palojoen piilevätutkimus vuonna 2020	60

Tiivistelmä tuloksista

Vuoden 2020 sateiset sääolot ja keskimääräistä suuremmat virtaamat heijastuivat Porvoonjoen vedenlaadussa ja sekä jätevedenpuhdistamoiden että hajakuormituksen vesistövaikutuksissa. Joen kuljettamat pääasiassa eroosioperäisen fosforin ja kiintoaineen määrät ja pitoisuudet nousivat lyhyen aikavälin aikavertailussa. Etupäässä jätevedenpuhdistamoilta peräisin olevien tyyppiyhdisteiden ja ulosteperäisten indikaattoribakteerien pitoisuudet sen sijaan laskivat edellisvuosiin verrattuna johtuen jätevesien tehokkaasta laimenemisestä tavanomaista suurempaan virtaamaan.

Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vesistövaikutukset Porvoonjoen pääuoman yläosalla

Veden happitilanne joen yläjuoksulla oli heikommillaan kesä-elokuussa, jolloin happipitoisuudet alimmillaan alittivat 4 mg/l Lahden ja Orimattilan välisellä jokiosuudella. Alhaisten happipitoisuuksien ja puhdistamojätevesien välillä ei kuitenkaan ollut havaittavaa syy-yhteyttä.

Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset Porvoonjoen yläosan fosforipitoisuuksiin olivat edellisvuosien tasoa kokonaisfosforipitoisuuksien noustessa jätevesien purkualueella keskimäärin 10-20 % puhdistamojätevesien vaikutuksesta.

Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vaikutus purkualueen tyyppiyhdisteiden pitoisuuksiin oli edellisvuosia tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) vähäisempää. Ero edellisvuosiin johtui vuoden 2020 sateisuudesta ja suurista virtaamista ja siitä seuranneesta tavanomaista tehokkaammasta jätevesien laimenemisestä. Keskimäärin kokonaistypen pitoisuus nousi noin 2000 µg/l (noin 100 %) Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevesipäästöjen vaikutuksesta.

Ulosteperäisten *Escherichia coli* -indikaattoribakteerien pitoisuus nousi Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamon vaikutuksesta keskimäärin noin 400 prosenttia ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuus noin 700 prosenttia jätevesien purkupaikan alapuolella verrattuna purkupaikan yläpuolisiin bakteeripitoisuuksiin. Heikoimmillaan veden hygieeninen tila purkupaikan välittömällä vaikutusalueella oli kesä- ja heinäkuussa. Tavallisesti purkualueen hygieeninen tila on heikoimmillaan talvikuukausina jätevesien UV-desinfiointikauden ulkopuolella. Kesän 2020 vedenlaadun hygieeninen heikkeneminen olikin vedenlaatutulosten perusteella pitkälti hajakuormitusperäinen ja kuluneen vuoden sää- ja virtaamaoloista johtuva.

Vuonna 2020 veden hygieeninen tila Kariniemen ja Ali-Juhakkalan puhdistamoiden vaikutusalueella oli aikavertailussa edellisvuosia jonkin verran parempi. Pääasiassa tämä johtui joen tavanomaista suuremmista virtaamista, jotka laimensivat jätevesiä tavanomaista tehokkaammin alentaen siten purkuvesistön bakteeripitoisuuksia.

Nastolan jätevedenpuhdistamon vesistövaikutukset Palojoessa

Palojoen happitilanne oli yleisesti ottaen hyvä vuonna 2020, eikä puhdistamojätevesistä johtuvaa happitilanteen heikkenemistä ollut havaittavissa.

Puhdistamojätevesien ja Nastolan suljetun kaatopaikan vaikutuksesta Palojoen veden fosforipitoisuudet nousivat keskimäärin 30-40 % välittömästi Nastolan jätevedenpuhdistamon purkupaikan alapuolella. Puhdistamojätevesien vaikutukset Palojoen fosforipitoisuuteen vuonna 2020 olivat edellisvuosien tasolla. Keskimääräistä voimakkaammasta hajakuormituksesta johtuen Palojoen kokonaisfosforipitoisuudet olivat kuitenkin edellisvuosia korkeammat. Vuoden 2020 keskimääräisten fosforipitoisuuksiensa perusteella Palojoki sijoittuisi huonoon tilaluokkaan pintavesien ekologisessa luokittelussa.

Palojoen kokonaistyyppipitoisuudet karkeasti kaksinkertaistuivat jätevesien purkualueella Nastolan jätevedenpuhdistamon purkupaikan alapuolella. Vuonna 2020 puhdistamokuorman vaikutus tyyppipitoisuuksiin oli edellisvuosia jonkin verran, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi, vähäisempi. Etäämpänä Nastolan jätevedenpuhdistamolta, Palojoen alaosalla, tyyppitilanne oli edellisvuosien tasoa. Palojoessa hajakuormituksen vaikutus kokonaisravinnepitoisuuksiin on voimakasta sekä puhdistamon alapuolisilla alueilla että joen latvaosilla Nastolan jätevedenpuhdistamon purkupaikan yläpuolella. Hajakuormituksen vaikutukset korostuvat erityisesti vuoden 2020 kaltaisina leutotalvisinaja ja runsassateisinä vuosina. Vastaavasti puhdistamojätevesien kielteiset vesistövaikutukset ilmenevät yleisesti ottaen vähemmän korostuneesti sateisina ja suurten virtaamien vuosina.

Nastolan jätevedenpuhdistamon alapuolisten alueiden hygieeninen laatu vaihtelee suuresti sen mukaan, onko puhdistamojätevesien jälkidesinfiointi käytössä vai käytöstä pois. Vuonna 2020 Nastolan jätevedenpuhdistamon vaikutukset Palojoen hygieeniseen tilaan olivat merkittävät talvella jätevesien hygienisointikauden ulkopuolella, jolloin ulostebakteerien pitoisuudet jätevesien purkupaikan alapuolella moninkertaistuivat puhdistamojätevesien vaikutuksesta. Puhdistamojätevesien talviaikaiset kielteiset vesistövaikutukset bakteerien osalta ulottuivat jätevesien purkualueelta Palojoen alaosalle. Nastolan jätevedenpuhdistamon UV-hygienisointikauden ulkopuolella (tammi-huhtikuu ja marras-joulukuu 2020) Palojoen veden hygieeninen laatu ei täyttänyt uimaveden tai veden kastelukäytön vaatimuksia puhdistamojätevesien kuormituksen ja hajakuormituksen takia.

Hajakuormituksen vaikutuksesta Palojoen hygieeninen tila oli poikkeuksellisen huono myös puhdistamojätevesien UV-hygienisoinnin aikana heinäkuussa, jolloin runsaat keskikesän sateet nostivat bakteeripitoisuuksia ja heikensivät veden hygieenistä laatua käytännössä koko Porvoonjoen ja Palojoen vesistöalueella. Jätevesien UV-hygienisoinnin käytön aikana touko-lokakuussa 2020 Nastolan puhdistamon purku-uoman vesi oli kuitenkin Palojoen vettä hygieenisesti parempilaatuisempaa indikaattoribakteerien osalta. Puhdistamojätevesien hygienisointikausina Palojoen hygieenistä tilaa heikentävät joen latvavesiin kohdistuva bakteerikuormitus, jonka alkuperä todennäköisesti on hajakuormitusperäinen mutta toistaiseksi vielä epäselvä.

Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vesistövaikutukset Porvoonjoen keskiosalla

Vuoden 2020 suurten virtaamien ja voimakkaan hajakuormituksen takia Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vesistövaikutusten erottaminen taustakuormituksesta oli tavanomaista vaikeampaa. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vaikutuksia joen fosforikuormitukseen ei voitu erottaa suuresta, pääasiassa hajakuormitusperäisestä taustakuormasta. Orimattilassa Vääräkosken jätevedenpuhdistamon korkeudella Porvoonjoen pääuoman fosforipitoisuudet nousivat selkeästi osin Palojoen suunnalta kohdistuvan hajakuormituksen takia. Myöskään Vääräkosken jätevedenpuhdistamon typpikuormituksen vaikutukset purkualueella eivät korkeiden taustapitoisuuksien takia erottuneet tilastollisesti merkitsevästi taustakuormasta vuonna 2020.

Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vaikutuksesta suolistobakteerien pitoisuudet nousivat ja joen hygieeninen tila heikkeni puhdistamojätevesien purkupaikalta alavirtaan. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon kielteiset vaikutukset joen veden hygieeniseen laatuun erottuvat voimakkaimmin huhti-marraskuussa, jolloin pääuoman yläjuoksulta ja Palojoen suunnalta tuleva bakteerikuorma on jätevesien UV-käsittelyn vaikutuksesta suhteellisen pieni. Vastaavasti yläpuolelta tuleva kuormitus peittää Vääräkosken jätevedenpuhdistamon hygieenisiiä haittavaikutuksia vuodenaikoina, jolloin yläpuolisten jätevedenpuhdistamoiden jätevesiä ei hygienisoida.

Puhdistamokuormituksen vesistövaikutukset Porvoonjoen keski- ja alaosalalla

Porvoonjoen keski- ja alaosan kokonaisfosforipitoisuudet vuonna 2020 olivat hajakuormituksen johdosta edellisvuosien keskitasoa korkeammat. Tämä johtui siitä, että vuoden 2020 suuret sademäärät aiheuttivat voimakasta eroosiota ja fosfori- ja kiintoainekuorman, joka oli selkeästi keskivertovuotta suurempi. Veden ravintetilanne oli heikko joen keski- ja alaosilla varsinkin keskikesällä kuivan kauden jälkeen osuneen runsaan sadejakson jälkitilanteessa, jolloin ravinteita huuhtoutui vuodenaikaan nähden poikkeuksellisen suuria määriä valuma-alueen maa- ja metsätalousalueilta.

Pintavesien luokittelussa Porvoonjoen pääuoman keski- ja alaosa sijoittuisi vuoden 2020 fosforipitoisuuksien perusteella huonoon ekologiseen tilaluokkaan. Alueen kokonaisekologinen tila on pintavesien kolmannella luokittelukaudella kuitenkin kaikkia luokittelumuuttujia huomioiden luokiteltu välttäväksi-tyydyttäväksi.

Typen pitoisuudet joen keski- ja alaosilla vuonna 2020 olivat keskimäärin edellisvuosia alhaisemmat. Tämä johtui siitä, että vuoden 2020 sääolojen vaikutukset Porvoonjoen typpikuormaan olivat jokseenkin päinvastaiset kuin vaikutukset joen pääasiassa hajakuormitusperäiseen fosforikuormaan. Pitkälti puhdistamojätevesiperäisten typpiyhdisteiden pitoisuudet laskivat sateisena vuonna 2020 jätevesien laimentuessa joen keskimääräistä suurempaan vesimäärään.

Vuoden 2020 sää- ja virtaamaolot korostivat hajakuormituksen vaikutusta suhteessa puhdistamojätevesikuormitukseen myös tarkasteltaessa joen keski- ja alaosien veden hygieenistä laatua. Hajakuormituksen vaikutuksesta pääuoman keski- ja alaosien

hygieeninen tila oli huonommillaan heinäkuussa keskikesäisten sateiden aiheuttaman voimakkaan pintavalunnan jälkitilanteessa. Heinäkuun poikkeuksellista tilannetta lukuun ottamatta Porvoonjoen pääuoman keski- ja alajuoksun hygieeninen tila oli hyvä kesäkuukausina. Uimakautena joen keskiosan sisämaan uimavesiluokka oli vuoden 2020 ulosteperäisten indikaattoribakteerien pitoisuuksien perusteella ”erinomainen” ja alaosan uimavesiluokka oli ”hyvä”.

Vuodesta 2015 puhdistamojätevesien desinfiointi ultraviolettivalolla Kariniemen ja Ali-Juhakkalan ja Nastolan jätevedenpuhdistamoilla on tilastollisesti merkittävästi vähentänyt joen keski- ja alaosien bakteeripitoisuuksia. Talvella jätevesien desinfiointin ollessa pois käytöstä ulottuvat jätevedenpuhdistamoiden hygieeniset haittavaikutukset päästölähteistä myös joen keski- ja alaosille. Vuoden 2020 leudon sään takia bakteeripitoisuudet olivat kuitenkin viime vuosien keskiarvoja huomattavasti alhaisempia ja pääuoman keski- ja alaosien talviaikainen hygieeninen tila oli keskimääräistä parempi.

Porvoonjoen ainevirtaamat ja puhdistamokuorma 2020

Porvoonjoen vuoden 2020 keskimääräisissä ainevirtaamissa korostuivat hajakuormitusperäisen fosforin ja kiintoaineen määrät. Pääasiassa talven ja syksyn sateiden aikana valuma-alueelta huuhtoutui jokeen runsaat 80 tonnia fosforia vuoden aikana. Keskimääräistä voimakkaamman hajakuormituksen takia jätevedenpuhdistamoiden osuus Porvoonjoen mereen kuljettamasta vuotuisesta fosforikuormasta oli vuositasolla keskimäärin vain noin 3 %.

Typpiyhdisteiden kokonaiskuorma oli sen sijaan Porvoonjoen tavanomaista keskitasoa, noin 1200 tonnia vuonna 2020, josta jätevedenpuhdistamoiden kuormitusosuus jokisuulla oli keskimäärin noin 15 %. Jätevedenpuhdistamoiden osuudet kuormituksesta kasvavat kohti joen yläjuoksun päästölähteitä ja alivirtaamatilanteissa, jolloin suurempi osuus joen vedestä on puhdistettua jätevettä.

Porvoonjoen vesistön haitta-aineet ja piilevät vuonna 2020

Porvoonjoen ahventen elohopeapitoisuudet eivät vuoden 2020 tutkimuksissa ylittäneet vesieliöstön suoja-arvoksi asetettua ympäristölaatunormia EQS 0,2 mg/kg. Ahventen HCB ja HCBD -pitoisuudet olivat alle määritysrajan.

Kariniemen ja Ali-Juhakkalan purkupaikan alapuolella ja Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uomassa PFOS-keskipitoisuudet olivat noin kaksinkertaisia verrattuna PFOS-vuosikeskiarvon ympäristölaatunormiin, joka sisämaan pintavesille on 0,00065 µg/l.

Porvoonjoen piilevälajisto on kaikissa tutkituissa näytteissä samankaltainen, ja osoittaa runsasravinteista vedenlaatua kaikkien näytteiden kohdalla kasvukauden aikana 2020. Porvoonjoen vedenlaatu sijoittuu piileviä tarkasteltaessa tilaluokkaan välttävä - tyydyttävä. Tulokset ovat pääosin samankaltaisia kuin edellisessä piilevätutkimuksessa 2017, mutta Syväojankosken ja Hiirkosken luokitus nousee 2020 välttävästä tyydyttävään.

1. Johdanto

1.1. Tarkkailun perusteet ja tavoitteet

Porvoonjoen vesistöalueen veden laatu- ja piilevätarkkailu selvittää puhdistamojätevesien vesistövaikutuksia Porvoonjoessa ja sen suurimmassa sivuhaarassa Palojoessa. Yhteistarkkailu käsittää Lahti Aqua Oy:n jätevedenpuhdistamot Lahdessa ja Nastolas- sa sekä Orimattilan Vesi Oy:n jätevedenpuhdistamon. Tarkkailun perustana ovat jäte- vedenpuhdistamoiden ympäristöluvut (taulukko 1). Tarkkailua toteutetaan Etelä- ja Itä-Suomen aluehallintovirastojen hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti (Ramboll Analytics Oy 2015). Vuoden 2020 tarkkailu toteutettiin Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojelu ry:n ja Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n yhteistyönä.

1.2. Porvoonjoen yhdyskuntajätevesikuormitus

Porvoonjoen vesistöön johdetaan Lahti Aqua Oy:n ja Orimattilan Vesi Oy:n jäteveden- puhdistamoiden puhdistetut jätevedet. Lahti Aqua Oy:n Kariniemen ja Ali-Juhakkalan puhdistamojätevesien purkualue on Porvoonjoen pääuoman yläjuoksulla ja Nastolan jätevedenpuhdistamon jätevesien Palojoen yläjuoksulla (kuva 1). Nastolan jäteveden- puhdistamon lähialueella sijaitsee myös vanha suljettu kaatopaikka, jonka valumavesis- tä osa ohjataan jätevedenpuhdistamolle, osa valumasta tulee suoraan puhdistettujen jätevesien purkualueelle. Orimattilan Vesi Oy:n Vääräkosken jätevedenpuhdistamon jä- tevedet purkautuvat Porvoonjoen pääuoman yläosaan Orimattilassa Palojoen liittymäs- tä välittömästi alavirtaan.

Vuonna 2020 Porvoonjokeen johdettiin puhdistettuja yhdyskuntajätevesiä noin

	päätös	annettu
Lahti Aqua Oy Ali-Juhakkalan ja Kariniemen jvp.	KHO 632/2014 Dnro: 3690/1/12 3712/1/12 3747/1/12 3769/1/12	3.3.2014
Nastolan kunnan jätevedenpuhdistamo	Dnro ESAVI/3/04.08/2012 Nro 183/2013/2	12.9.2013
Orimattilan kaupungin vesilaitos Vääräkosken jvp.	Dnro ESAVI/350/04.09/2012 Nro 112/2014/2	30.6.2014

Taulukko 1. Porvoonjoen vesistön veden laadun yhteistarkkailun tarkkailuvelvolliset ja lainvoimaiset lupapäätökset.

13 milj. m³. Jätevesimäärästä Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden osuus oli 86 %, Nastolan jätevedenpuhdistamon osuus 8 % ja 6 % oli Orimattilan Vääräkosken jätevedenpuhdistamolta. Vuonna 2020 Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevesimäärä oli 1,4 % suurempi kuin edellisvuonna 2019 ja noin 4,6 % suurempi viiden viime vuoden keskitasoon verrattuna. Myös Nastolan ja Orimattilan Vääräkosken jätevedenpuhdistamoiden vuoden 2020 jätevesivirtaamat olivat hieman edellisvuotta korkeammat, mutta viime vuosien keskitasoa (taulukko 2).

Jätevedenpuhdistamoiden vesistökuormitus vuonna 2020 oli viime vuosien keskitasoa. Jätevesien fosforikuorma Porvoonjokeen ja Palojokeen oli vuonna 2020 yhteensä 2300 kg, typpikuorma 175 tonnia ja happea kuluttavan aineen (BOD_{7-ATU}) kuormitusmäärä 60 tonnia (taulukko 2). Jätevesien ravinnekuorma on viime vuosina ollut melko tasainen, mutta biologisen hapenkulutuksen kuormassa esiintyy suhteellisen suurta vuosienvälistä vaihtelua.

Lahden alueen jätevedenpuhdistamoiden puhdistustulokset saavuttivat ohitukset mukaan lukien niille annetut puhdistustehovaatimukset ja lupaehdot. Porvoonjokeen ei johdettu laimennusvettä vuonna 2020 pitkien kuivien jaksojen puuttuessa. Orimattilan Vesi Oy:n Vääräkosken puhdistamolla kokonaistypen vuositasolla vähintään 70 %:n käsittelytehoa ei saavutettu, puhdistustehon jäädessä 67 %:iin. Vääräkoskelta lähtevän jäteveden kokonaisfosforin pitoisuudet ylittivät useana kuukautena neljännesvuosikeskiarvolle annetun rajan, mutta vuositasolla ympäristöluvassa edellytetty puhdistustehokkuus saavutettiin. Vääräkoskella viemäriverkosto-ohituksia oli kaksi, toinen helmikuussa (10 m³) ja toinen kesäkuussa (1 m³).

Porvoonjoen hygieeninen kuormitus on viime vuosina vähentynyt ratkaisevasti uusimman puhdistusteknologian käyttöönoton myötä. Toukokuussa 2015 Lahti Aqua Oy:n Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoilla otettiin käyttöön jäte-

	Kariniemen ja Ali-Juhakkala JVP:n Nikulan purkupiste	Nastolan JVP	Orimattilan Vääräkosken JVP	Yhteensä
Jätevesimäärä m³	11 997597	1 069758	885523	13 952878
Kokonaisfosfori kg	2074	228	274	2576
Kokonaistyyppi kg	162140	12507	16954	191601
BOD₇ATU	56121	3989	2091	62201

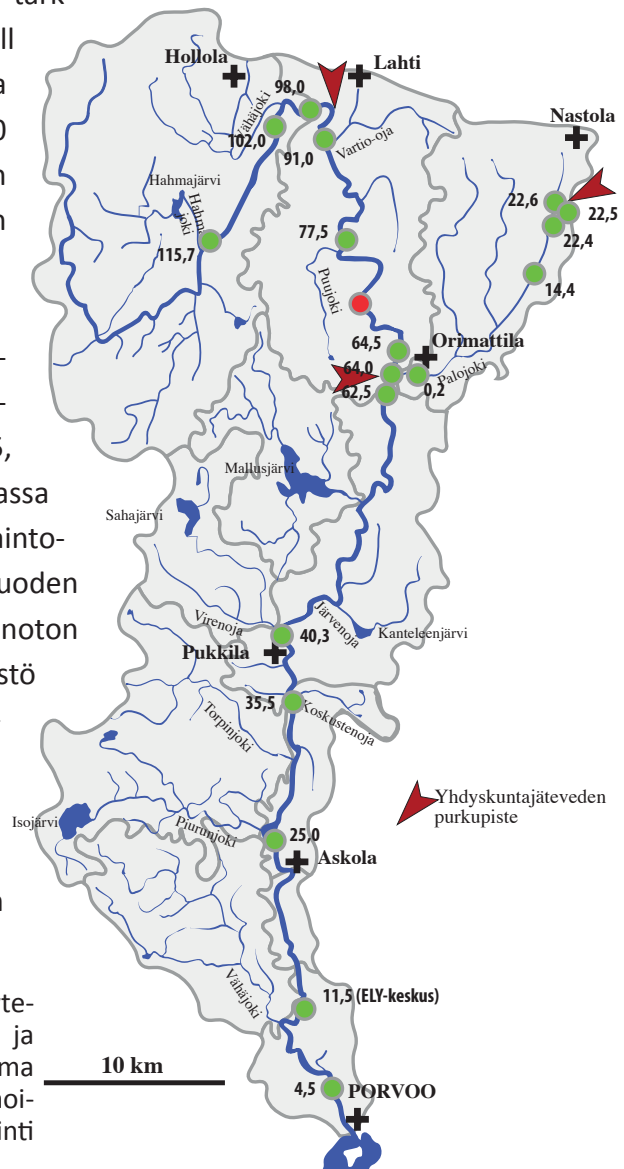
Taulukko 2. Porvoonjokeen ja Palojokeen jätevedenpuhdistamoilta vuonna 2020 kohdistunut jätevesimäärä, kokonaisravinne- ja BOD₇ATU -kuorma.

vesien hygienisointimenetelmä, jossa puhdistetut jätevedet jälkidesinfioidaan ultraviolettivalolla. Korkeimman hallinto-oikeuden lupavaatimusten mukaisesti Kariniemen ja Ali-Juhakkalan puhdistamoiden tulee 1.4. - 30.11. välisenä aikana saavuttaa vähintään keskimäärin 90 %:n fekaalisten koliformien ja enterokokkien poistuma verrattuna puhdistamoille tulevan jäteveden mikrobipitoisuuteen. Jätevesien UV-desinfiointin myötä Lahdessa päästään pääsääntöisesti jopa yli 99,9 %:in bakteerien vähenemiin koko puhdistusprosessissa (Henriksson ja Niemi 2018). Nastolan jätevedenpuhdistamolla otettiin vuonna 2017 käyttöön samankaltainen UV-desinfiointilaitteisto kuin Lahdessa.

2. Tarkkailun toteutus

Tarkkailu toteutettiin voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti (Ramboll Analytics Oy 2015). Tarkkailuohjelmaa täydennettiin/muutettiin vuonna 2020 HAVA- tarkkailun ja BOD -analyysien osalta (Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojelu ry. 2.4.2020). Tarkkailuohjelman mukaiset vesinäytteet otettiin Limnos -tyyppisellä noustimella tai varrellisella kannulla. Havaintopaikkoja oli kaiken kaikkiaan 15, josta 10 sijaitsi Porvoonjoen pääuomassa ja Luhdanjoessa ja 5 Palojoessa. Havaintopaikoilta kerättiin 3-12 vesinäytettä vuoden 2020 aikana (kuva 1, liite 1). Näytteenoton suorittivat Kymijoen vesi- ja ympäristö ry:n sertifioidut näytteenottajat. Näytteet analysoitiin akkreditoitussa Kymen Ympäristölaboratorio Oy:n laboratoriossa. Käytetyt analyysimenetelmät on esitetty liitteessä 2. Porvoonjoen

Kuva 1. Porvoonjoen yhteistarkkailun näyteasemat, ELY-keskuksen näyteasema 11,5 ja jatkuvatoiminen vedenlaadun mittausasema (punainen piste) sekä jätevedenpuhdistamoiden purkupaikat. Näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle.



vuoden 2020 tilaa ja puhdistamokuormien vaikutuksia arvioitaessa otettiin huomioon myös jatkuvatoimisen veden laadun seurannan mittaustuloksia (johtokyky, happi, lämpötila ja sameus) Lahden kaupungin asentamalta mittausasemalta Myllykulmankosken yläpuolella. Lisäksi hyödynnettiin Uudenmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten Strömsbergin näyteaseman (asema 11,5) vuoden 2020 vedenlaatuaineistoa.

Vedenlaatumittausten eri otosten keskiarvojen eroavaisuuksien tilastollisten merkitsevyyksien testaamiseksi käytettiin kaksisuuntaista Student's t-testiä ja riippuvuuksien testaamiseksi lineaarista regressiota. Molempien menetelmien perusoletuksena on aineiston normaalijakauma, ja aineiston sitä edellyttäessä aineiston vinoutumaa korjattiin logaritmimuunnoksia. Alueellisissa vertailuissa, esimerkiksi vertailtaessa jätevedenpuhdistamoiden ylä- ja alapuolisia ainepitoisuuksia, käytettiin aineistosta riippuen parittaisista t-testiä tai kahden riippumattoman otoksen t-testiä. Ajallisissa vertailuissa, vertailtaessa vuoden 2020 tuloksia edellisvuosien tuloksiin, käytettiin aineistolle soveltuvaa kahden riippumattoman otoksen t-testiä. Vakintuneen tavan mukaan alle 0,050 (5,0 %) suuruista p-arvoa pidettiin riittävänä näyttönä tilastollisesti merkitsevästä erosta. Tulosten graafisissa visualisoinneissa käytettiin yhdenmukaisesti vedenlaatumuuttujien pitoisuuksien mediaani, ylä- ja alaneljänneksiä sekä otosten minimi- ja maksimiarvoja.

Vertailuarvoina Porvoonjoen ja Palojoen hygieenisen laadun arvioinnissa käytettiin Sosiaali- ja terveysministeriön antamia laatuvaatimuksia yleisten uimarantojen uimavedelle (STM 177/2008) ja Maa- ja metsätalousministeriön antamia laatuvaatimuksia alkutuotannossa käytettävän veden laadusta (MMM 134/2006). Kokonaisfosforipitoisuuksien vertailukohteena käytettiin pintavesien ekologisen tilan kolmannen luokittelukauden luokittelujärjestelmässä käytettyjä jokityyppikohtaisia raja-arvoja (Aroviita ym. 2019).

Vedenlaatatietojen ja Vakkolankosken virtaamatietojen perusteella laskettiin arvio Porvoonjoen vuonna 2020 kuljettamasta ravinne- ja kiintoainekuormasta ja arvioitiin hajakuormituksen ja puhdistamokuorman osuutta joen ainevirtaamista. Laskelmissa käytettiin jokisuun näyteaseman 4,5 ja ELY keskuksen Strömsbergin näyteaseman 11,5 pitoisuusmittauksia, joiden virtaamapainotettuja keskiarvoja laskettiin Frisk ja Kylä-Harakan (1981) kaavalla

$$C = \frac{\sum c_i q_i}{\sum q_i}$$

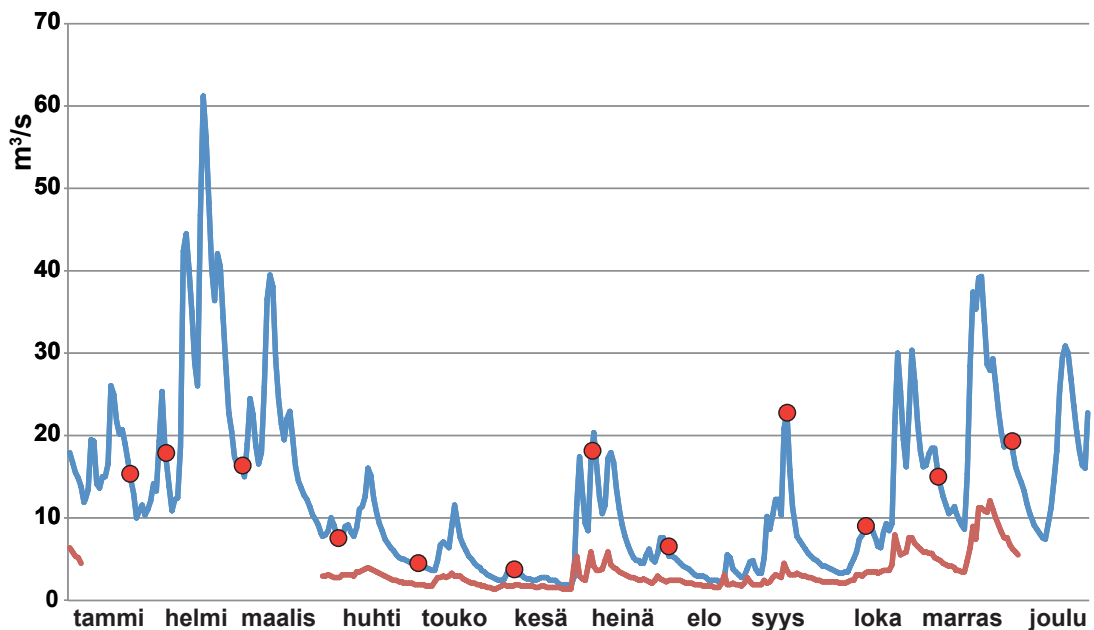
jossa C = pitoisuuden virtaamapainotettu keskiarvo (µg/sek.)
c_i = näytteenottoajankohdan pitoisuus (µg/l)
q_i = näytteenottoajankohdan virtaama (m³/sek.)

Porvoonjoen fosforikuorma laskettiin lisäksi myös regressiomenetelmällä virtaaman ja fosforipitoisuuden välistä korrelaatiota huomioiden, jolloin Vakkolan päivittäisiä virtaamamittauksia saatiin arvioissa hyödynnettyä.

3. Vuoden 2020 sääolot ja virtaama

Vuosi 2020 oli Suomen mittaushistorian lämpimimpiä. Varsinkin alkuvuosi oli lämmin ja lumeton. Esimerkiksi tammikuun keskilämpötila oli hyvin poikkeuksellisesti Etelä-Suomessa plussan puolella. Vuoden 2020 keskivirtaama Patomäenkoskessa oli 3,4 m³/s ja Vakkolankoskessa 12,7 m³/s. Helmi-maaliskuisen ylivirtaaman aikaan virtaama oli voimakkaimmillaan Vakkolassa 61,3 m³/s (kuva 2). Joen virtaama oli alimmillaan kesäkuussa 1,8 m³/s Vakkolassa. Pitkiä vähävetisiä jaksoja ei esiintynyt vuonna 2020 ja vastaavasti virtaamien mediaani 9,6 m³/s oli poikkeuksellisen korkea, ollen kuivempien vuosien keskivirtaamien tasoa. Korkea mediaanivirtaama ja sateisten jaksosten tasainen rytmittyminen pitkin vuotta heijastui veden laadussa ja joen kuljettamissa ainevirtaamissa.

Ilmatieteen laitoksen tilastojen mukaan vuoden 2020 keskilämpötila oli Suomessa ennätysellisen korkea. Rannikkoalueilla Uudellamaalla sademäärät olivat monin paikoin poikkeuksellisen suuria. Talvi joulukuusta 2019 helmikuuhun 2020 oli poikkeuksellisen lauha lähes koko maassa. Sateiden osalta talvi oli poikkeuksellisen sateinen. Uudenmaan alueella sademäärät olivat yleisesti yli 250 millimetriä, mikä on yli puolitoista ker-

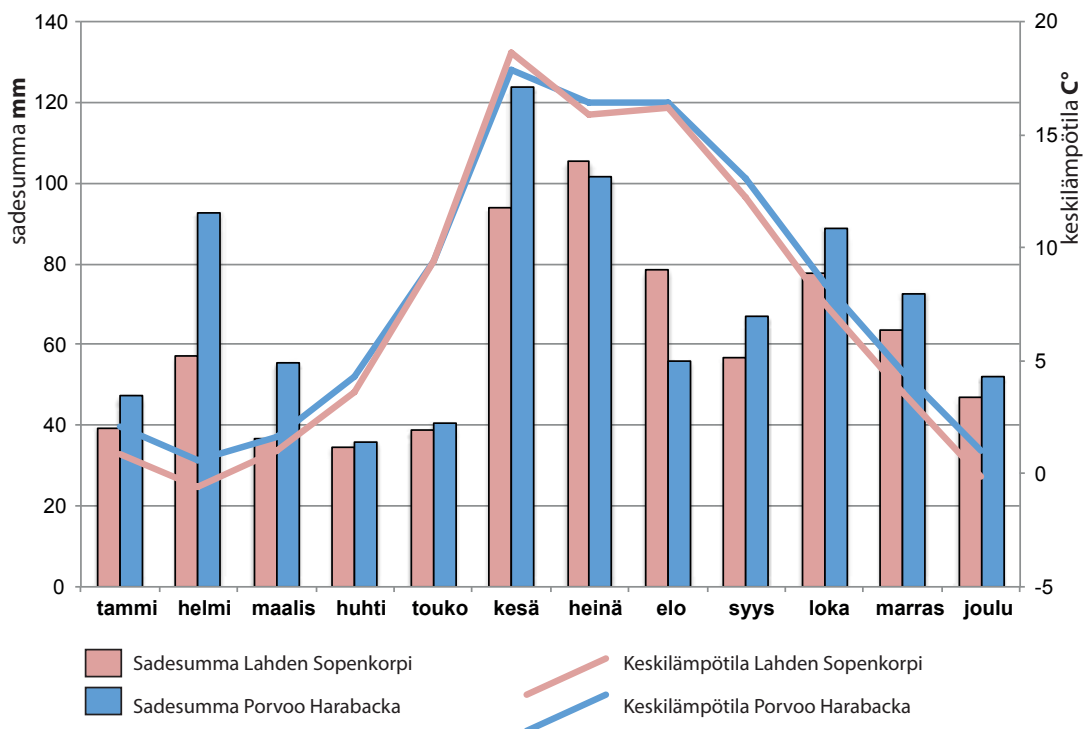


Kuva 2. Porvoonjoen vuoden 2020 vuorokausivirtaama Askolan Vakkolassa (sininen käyrä) ja Lahden Patomäenkoskella (punainen käyrä) ja näytteenottoajankohdat (pisteet).

taa enemmän kuin tyypillisesti. Sateisuuden takia Porvoonjoen virtaamat olivat talvella vuodenaikaan nähden huippulukemissa. Virtaama joulutammikuussa Vakkolankosken mittausasemalla oli keskimäärin 24,7 m³/s ja suuria 40-50 kuutiometrin virtaamia mitattiin talven aikana useasti.

Keskilämpötila keväällä oli poikkeuksellisen korkea maaliskuussa. Huhtikuu oli pitkän ajan keskiarvojen tasoa ja toukokuu oli keskimääräistä kylmempi. Kevään sademäärät maan eteläosassa olivat paikoin harvinaisen suuria. Tavanomainen huhti-toukokuulle ajoittuva kevättulva puuttui vähälumisen talven jälkeen käytännössä kokonaan ja huhti-toukokuu oli Porvoonjoen vesistöalueella vuoden kuivinta aikaa (kuva 3).

Kesä oli keskilämpötilaltaan koko maassa tavanomaista lämpimämpi. Kesäkuu oli kuukausista lämpimin ja kesäkuuhun ajoittui myös vuoden pisin kuiva jakso. Heinäkuussa sademäärät ja virtaamat olivat tavanomaista suuremmat. Kesäkuun viimeisten päivien ja heinäkuun alkupuolen rankkasateet saivat aikaan voimakasta eroosiota ja ravinne- sekä kiintoainehuuhtoumia jokilaakson viljelysmailta, mikä heijastui joen veden laadussa. Syksy ja alkutalvi 2020 - 2021 oli keskilämpötilaltaan poikkeuksellisen lämmin ja Porvoonjoen valuma-alueella sademäärä oli pääosin vuodenajalle tavanomaisen runsas.



Kuva 3. Kuukauden sadesumma ja keskilämpötila Ilmatieteenlaitoksen Lahden Sopenkorven ja Porvoon Harabackan säähavaintoasemilla vuonna 2020 (Lähde: Ilmatieteenlaitos/Avoin data).

4. Puhdistamojätevesien vesistövaikutukset 2020

4.1. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vesistövaikutukset Porvoonjoen pääuoman yläosalla Lahdesta Orimattilaan

Puhdistamojätevesien ja kasvavan hajakuormituksen vaikutuksesta Porvoonjoen veden laatu heikkenee Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan Nikulan purkupaikasta alavirtaan. Purkupaikan alapuolisen, Lahden ja Orimattilan välisen noin 30 km jokiosuuden kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuudet ovat keskimäärin karkeasti kaksinkertaisia Lahden purkupaikan yläpuolisen Luhdanjoen pitoisuuksiin verrattuna.

Lahden puhdistamoiden jätevesien purkupaikalla joen uoma on kapea ja jätevesien laimennusolosuhteet ovat heikot. Sen seurauksena jätevesien vaikutukset purkupaikan veden laatuun ovat merkittävät varsinkin vähän veden aikaan. Jätevesien vaikutuksesta esimerkiksi veden sähkönjohtavuus keskimäärin karkeasti kaksinkertaistuu Lahden puhdistamoilta alavirtaan verrattuna veden sähkönjohtavuuteen yläpuolisella vertailunäyteasemalla (liite 3).

Vuonna 2020 veden sähkönjohtavuuden ja joen virtaaman välillä oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,01$) käänteinen suoraviivainen yhteys siten, että sähkönjohtavuuden nousu puhdistamoiden alapuolella oli voimakkainta alhaisilla virtaamilla. Muun muassa sähkönjohtavuuden virtaamanmukaiset vaihtelut osoittavat käsitellyn jäteveden osuuden olevan huomattavan suuri joen perusvirtaamaan nähden. Fosforin ja kiintoaineen pitoisuusvaihtelut johtuvat puolestaan pääasiallisesti valuma-alueen maa- ja metsätalousoalueiden hajakuormituksen voimakkuuden vaihteluista erilaisissa virtaamatilanteissa.

4.1.1. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset joen happitilanteeseen

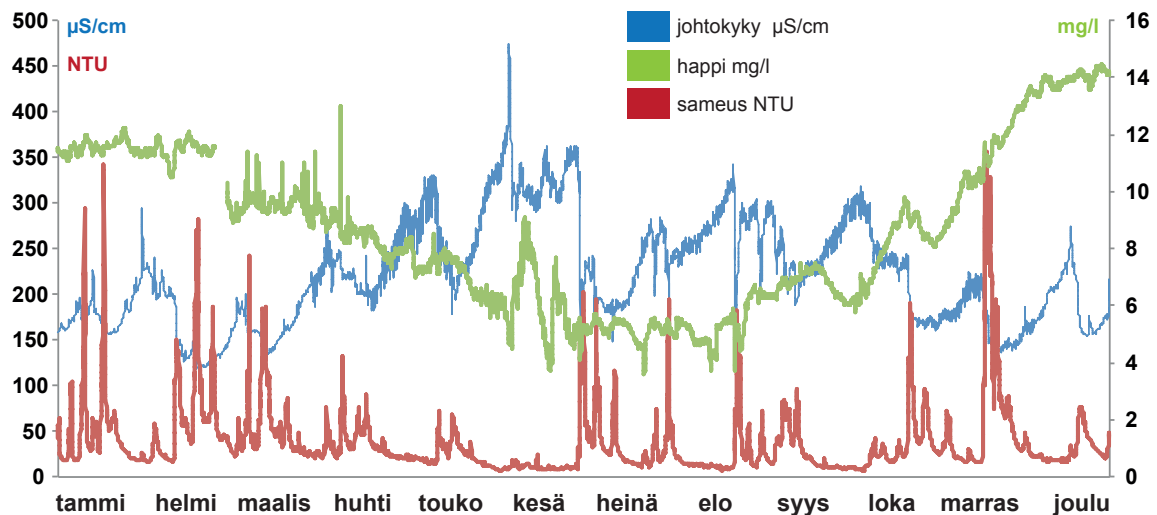
Vuonna 2020 Kariniemen ja Ali-Juhakkalan alapuolisen Lahti-Orimattila välisen jokiosuuden biologinen hapenkulutus (BOD_7) oli suurimmillaan (6,1-6,2 mg/l) elokuussa. Samoihin aikoihin alueen happipitoisuus ja hapen kyllästysprosentti oli kuitenkin tyydyttävällä tasolla, eikä jätevesivaikutuksiin viittaavaa voimakasta hapen kulumista ollut havaittavissa Lahden jätevedenpuhdistamoiden alapuolella. Orgaanisen aineen poisto Lahden jätevedenpuhdistamoilla oli tehokasta ja lähtevän jäteveden BOD_7 -arvot olivat verrattain alhaiset vuonna 2020. Myös joen jätevesiä vastaanottavan veden biologinen hapenkulutus oli alhaisella tasolla myötävaikuttaen siihen, ettei jätevesistä aiheutunut merkittäviä happitilanteen heikkenemisiä vuonna 2020.

Yhdyskuntajätevesien vaikutusalueilla Porvoonjoen pääuoman happitilanne oli yleisesti tyydyttävä-hyvä vuoden 2020 näytteenottojen aikoina. Elokuussa varsinkin joen latvaosat kärsivät happikadosta Luhdanjoen veden happipitoisuuden olleessa vain noin 2 mg/l (noin 20 % happikyllästyneisyys).

Jatkuvatoimisissa vedenlaatumittauksissa happitilanne oli heikoimmillaan kesäkuun loppupuolelta elokuun keskivaiheille, jolloin happipitoisuudet Lahti-Orimattila jokiosuudella neljään otteeseen lyhytkestoisesti alittivat 4 mg/l (kuva 4). Jätevesien vaikutusalueilla happitilanne oli yhteistarkkailun näytteenottojen perusteella kuitenkin vähintään tyydyttävä, eikä happitilanteen kesä-elokuinen heikkeneminen todennäköisesti ollut suorassa syysuhteessa puhdistamojätevesiin. Mahdollisesti Lahden eteläisen kehätien rakentamistyöt tai jotkin muut puhdistamojätevesistä riippumattomat tekijät, yhdessä kesän 2020 poikkeuksellisten sääolojen kanssa, aiheuttivat jatkuvatoimisissa vedenlaatumittauksissa havaitut kesäiset happitilanteen heikkenemiset.

4.1.2. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden fosforikuormituksen vesistövaikutukset

Fosforikuormituksen osalta haja-kuormitus on selkeästi yhdyskuntajätevesiä merkittävämpi Porvoonjoen kuormituksen lähde. Kasvavan haja-kuormituksen myötä

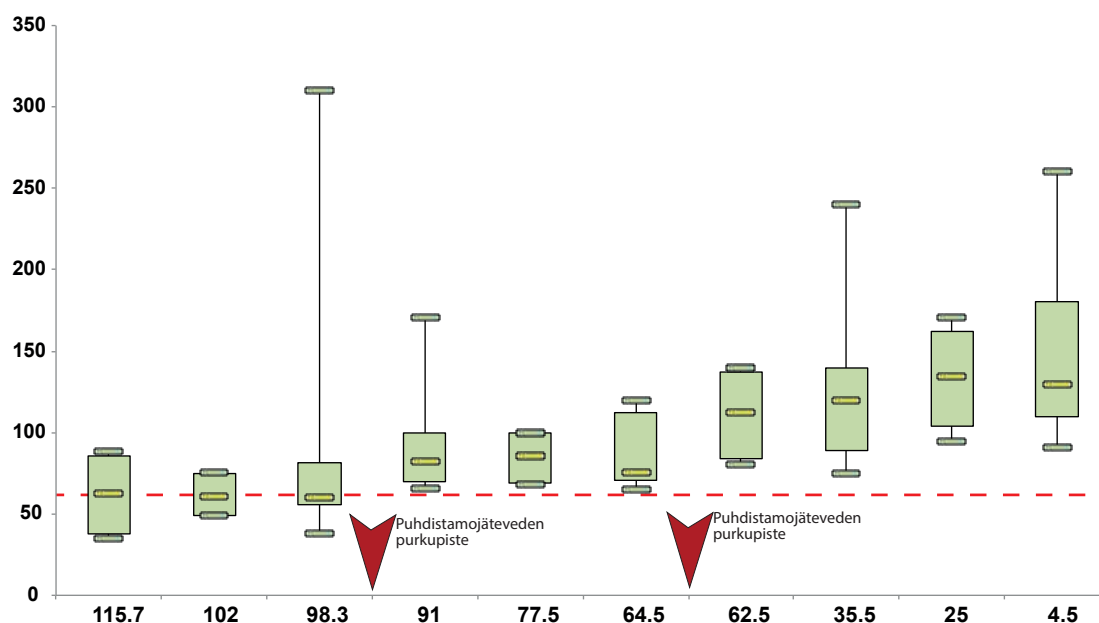


Kuva 4. Porvoonjoen pääuoman Lahden ja Orimattilan välisen jokiosuuden jatkuvatoimisen vedenlaatureurannan mittaustulokset vuonna 2020. Kesällä kesä-elokuussa happipitoisuudet kävivät neljään otteeseen alhaisimmillaan lyhytkestoisesti alle 4 mg/l. Sameimmillaan vesi oli suurten virtaamahuippujen aikana leutoina talvikuukausina ja syksyllä sekä myös keskikesällä heinäkuisten poikkeuksellisten rankkasateiden aiheuttaman voimakkaiden hajakuormituksen takia. Veden sähkönjohtokyky oli korkeimmillaan alivirtaamakausina, jolloin jätevesien osuus joen vedestä oli suurimmillaan ja käänteisesti johtokyky oli alhaisimmillaan suurten ylivirtaamien aikana.

fosforipitoisuudet nousevat tasaisesti koko joen matkalla (kuva 5). Fosforikuormituksen osalta yhdyskuntajätevesipuhdistamoiden vaikutukset jäävät pitkälti vedenlaatutietojen perusteella havaitsematta haja-kuormituksen voimakkaan vaikutuksen takia.

Vuonna 2020 kokonaisfosforipitoisuus Lahden purkupaikalta 3,5 km alavirtaan oli keskimäärin 90 µg/l (mediaani = 82µg/l). Pintavesien tilan luokittelussa savimaiden luontaisesti runsasravinteisten jokien hyvän jokiveden raja-arvo on 60 µg/l ja tyydyttävän raja 100 µg/l. Vuoden 2020 kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella Porvoonjoen pääuoman tila Lahden puhdistamoilta välittömästi alavirtaan olisi siten tyydyttäväksi luokiteltava. Käytännössä pintavesien ekologisessa luokittelussa käytetään kuitenkin useamman vuoden ja useamman havaintopaikan aineistoa.

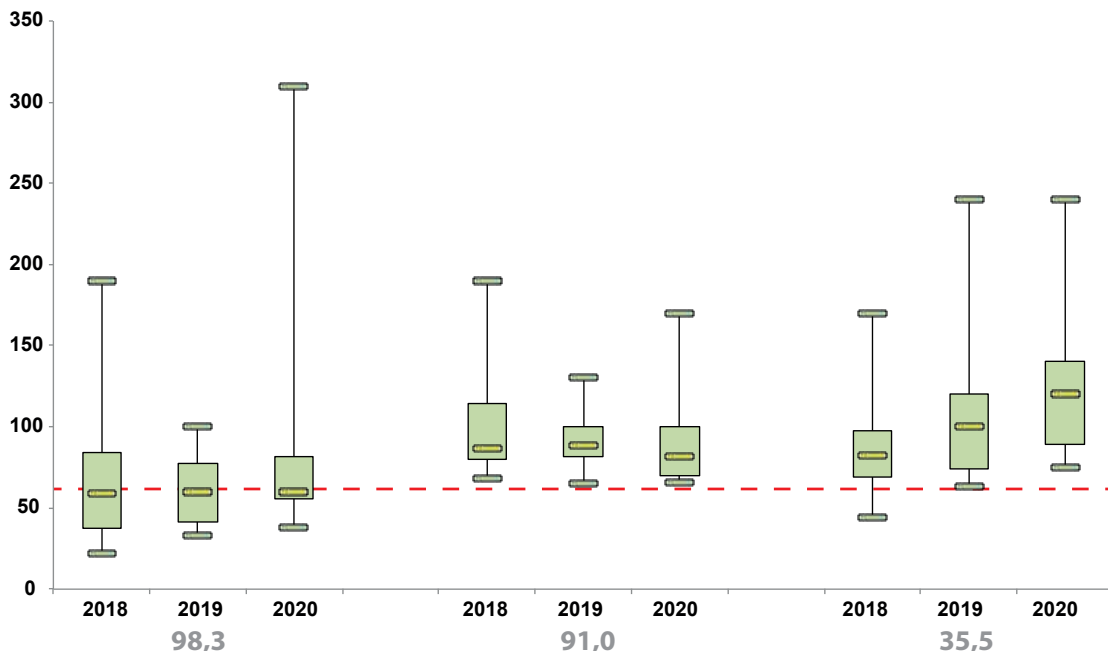
Keskimäärin fosforipitoisuudet nousivat puhdistamojätevesien vaikutuksesta lasketavasta riippuen noin 10-20 µg/l (noin 10-30 %) verrattuna purkupaikan yläpuolisiin pitoisuuksiin. Aikavertailussa fosforipitoisuudet jätevesien voimakkaimmalla vaikutusalueella olivat viime vuosien keskitasoa (kuva 6). Kokonaisfosforipitoisuuksien lailla myös liukoisen ja rehevöittävän fosfaatin pitoisuudet nousevat Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoista alavirtaan, jonka jälkeen fosfaatin pitoisuusnousu jatkuu hajakuormituksen vaikutuksesta aina Porvoonjoen alajuoksulle asti.



Kuva 5. Kokonaisfosforipitoisuudet Porvoonjoen pääuomassa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani. Punainen katkoviiva on savimaiden joissa fosforipitoisuuksien hyvän ekologisten tilan raja 60 µg/l.

Purkupaikan yläpuolisten ja alapuolisten fosforipitoisuuksien välillä on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$) lineaarinen yhteys ja varsinkin korkeat pitoisuudet esiintyvät usein yhtäaikaisesti yhdyskuntajätevesipäästöjen ylä- ja alapuolella. Tilastollinen riippuvuus ja samanaikaiset vaihtelut fosforipitoisuuksissa ovat osoitus haja-kuormituksen suuresta vaikutuksesta fosforipitoisuuksiin niin yhdyskuntajätevesien ylä- kuin alapuolella.

Heinäkuussa poikkeuksellisen suuri sademäärä nostatti virtaamia ja fosforipitoisuuksia koko joen matkalla. Koska kesäkuu oli enimmäkseen lämmin ja kuiva, aiheuttivat kesäkuun loppupuolen ja heinäkuun alun sateet poikkeuksellisen voimakasta pintamaan huuhtoutumista jokilaakson viljelysmailta ja siten suurta jokeen kohdistuvaa kiintoainetta ja fosforikuormaa. Voimakkaan eroosion ja eroosion aiheuttaman fosforikuormituksen johdosta heinäkuussa mitattiin tarkkailujakson korkeimmat fosforipitoisuudet sekä yhdyskuntajätevesien vaikutusalueilla että vaikutusalueiden yläpuolisilla vesistöalueilla. Patomäenkoskella Lahden jätevesien purkupisteen alapuolella heinäkuun fosforipitoisuudet ($170 \mu\text{g/l}$) ja veden sameusarvot (120 FTU) olivat vuoden korkeimmat (liite 3). Samaan aikaan purkupisteen yläpuolisen Kukonkosken näyteaseman vastaavat



Kuva 6. Porvoojoen kokonaisfosforipitoisuus vuonna 2018-2020 Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden yläpuolella näyteasemalla 98,3. Puhdistamojätevesien purkupaikasta 3,5 km alavirtaan näyteasemalla 91,0 ja Porvoojoen keskijuoksulla Pukkilan korkeudella 35,5 km jokisuusta. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani. Punainen katkoviiva on savimaiden joissa fosforipitoisuuksien hyvän ekologisen tilan raja $60 \mu\text{g/l}$.

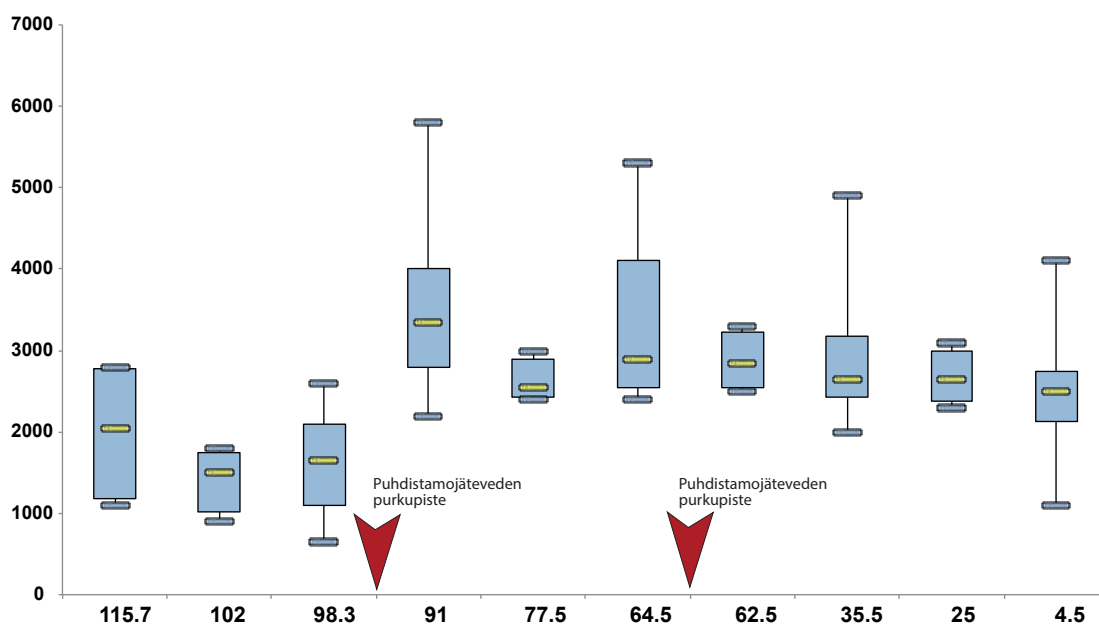
vedenlaatuarvot olivat kuitenkin noin kaksinkertaisia jätevesien purkupisteen alapuolisiin arvoihin verrattuina, mikä osoittaa haja-kuormituksen merkittävää osuutta heinäkuun pitoisuushuippuihin.

4.1.3. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden typpikuormituksen vesistövaikutukset

Jätevesien kaikki typpiyhdisteet osallistuvat biologiseen kiertoon ja lisäävät joen rehevyyttä. Puhdistamokuorman takia Porvoonjoen typpipitoisuudet nousevat voimakkaasti Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan purkupaikan alapuolella ja laskevat tämän jälkeen tasaisesti kohti jokisuuta yhdyskuntajätevesien laimentuessa suurempaan vesitilavuuteen.

Kokonaistyyppi

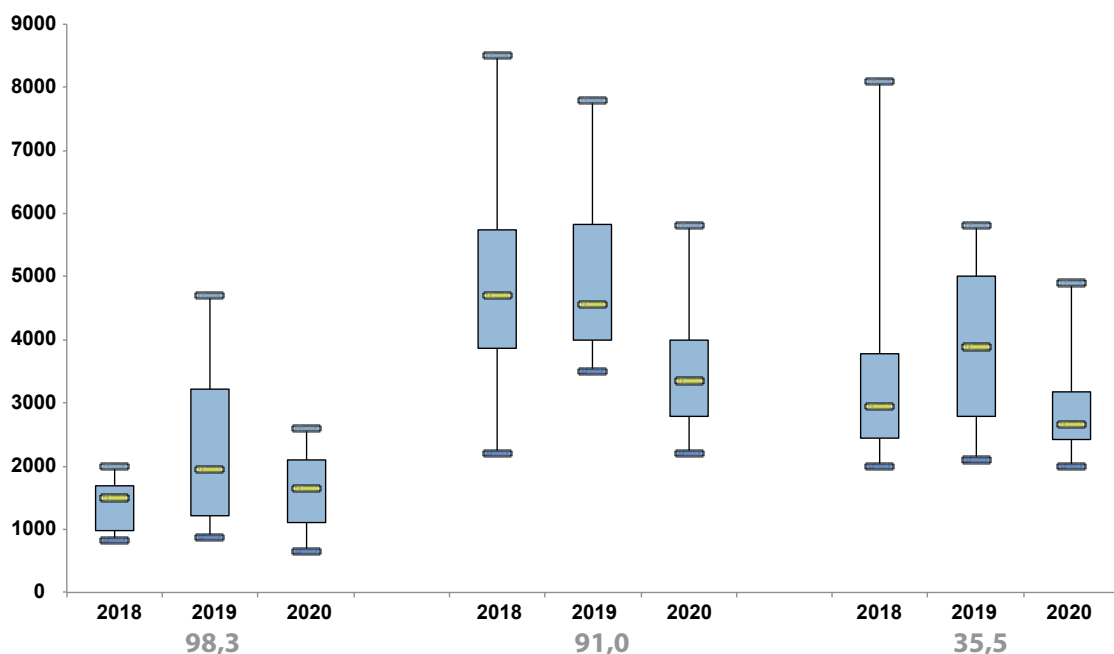
Patomäenkoskella 3,5 km jätevesien purkupisteestä alavirtaan kokonaistyyppipitoisuudet vuonna 2020 olivat keskimäärin noin 2000 µg/l purkupisteen yläpuolisia pitoisuuksia korkeammat (kuva 7). Ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). Kolmen vuoden aikajänteellä jätevesivaikutus vuonna 2020 oli jonkin verran edellisvuosien keskitasoa pienempi (kuva 8). Sateisuuden ja suurempien virtaamien takia jätevedet laimenivat tavanomaista tehokkaammin, mikä ilmeni purkualueen alhaisempina typpipitoisuuksina vuonna 2020.



Kuva 7. Kokonaistyyppipitoisuudet Porvoonjoen pääuomassa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani.

Sateisina aikoina tyypeä huuhtoutuu pelloilta, ja yhdyskuntajätevesien vaikutuksista riippumattomalla alueella Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden yläpuolella virtaaman ja typpipitoisuuksien välillä on tilastollisesti merkitsevä suoraviivainen yhteys ($p < 0,01$). Lahden puhdistamoiden alapuolella virtaaman ja typpipitoisuuksien välinen suhde on sen sijaan käänteinen ja typpipitoisuudet nousevat alhaisilla virtaamilla ($p < 0,01$). Pitoisuusnousu johtuu siitä, että alhaisilla virtaamilla merkittävä osa joen vedestä Lahti-Orimattila jokiosuudella on puhdistettua, mutta edelleen hyvin typpipitoista jätevettä. Yläjuoksulla Lahti-Orimattila jokiosuudella suurimmat typpipitoisuudet mitattiinkin kesäkuun kuivuuden aikana, jolloin virtaamat olivat vuoden alhaisimmat. Vuonna 2020 keskivirtaaman alapuolella selkeästi olevia vähävetisiä jaksoja, jolloin typpipitoisuudet ja muut jätevesivaikutukset korostuvat, oli kuitenkin suhteellisen vähän.

Vuoden 2020 kokonaistyyppipitoisuuksien aritmeettinen keskiarvo Lahti-Orimattila jokiosuudella ($3350 \mu\text{g/l}$) kuvasti erittäin rehevöityneitä ympäristöolosuhteita ja voimakasta kuormitusta. Joen kokonaistyyppipitoisuudet pysyivät hyvin korkeina Lahti-Orimattila osuuden puoleenväliin Rautamäen näyteasemalle asti. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan yhdyskuntajätevesien purkupaikasta 30 km alavirtaan, ennen Palojoen liittymää,



Kuva 8. Porvoojoen kokonaistyyppipitoisuus vuonna 2018-2020 Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden yläpuolella näyteasemalla 98,3. Puhdistamojätevesien purkupaikasta 3,5 km alavirtaan näyteasemalla 91,0 ja Porvoojoen keskijuoksulla Pukkilan korkeudella 35,5 km jokiosuusta. Laatikkoakaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani.

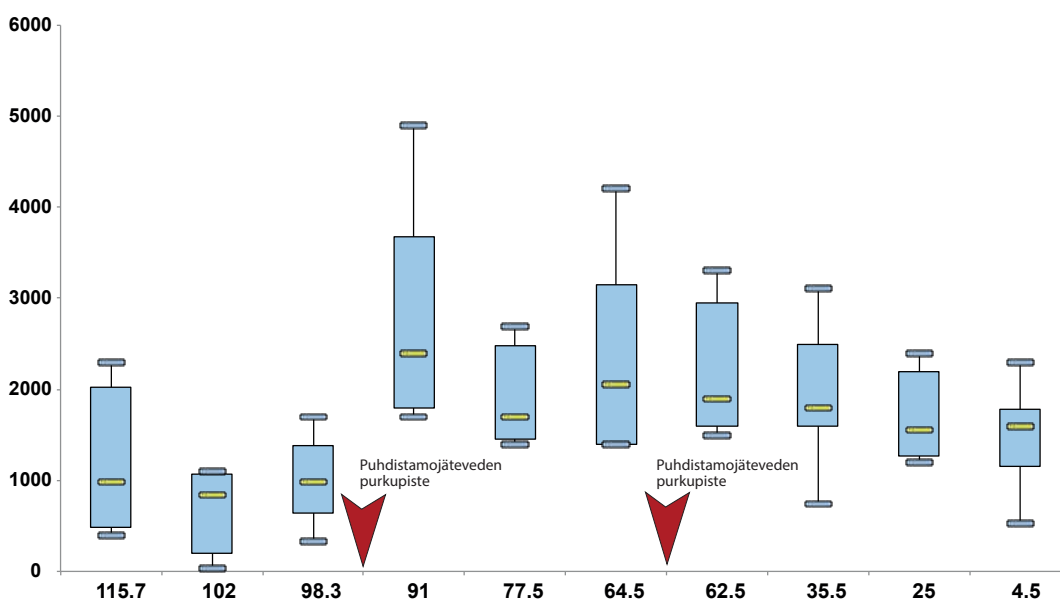
kokonaistyyppipitoisuudet olivat edelleen keskimäärin noin 90 % purkupaikan pitoisuuksista (kuva 7).

Nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumtyppi

Suurin osa tyypeistä on liukoista ja voimakkaasti rehevöittävästä nitraattityyppiä joka kertyy jokeen jätevesistä ja haja-kuormituksen kautta. Porvoonjoessa nitraattimuotoista tyyppiä on noin 60-80 % kokonaistyypeistä.

Vuonna 2020 nitraatin keskipitoisuus Patomäenkoskella Lahden puhdistamoiden purkupisteen alapuolella oli noin 2800 µg/l. Pitoisuudet puhdistamojätevesien alapuolella olivat keskimäärin noin kolminkertaisia verrattuna puhdistamoiden yläpuolella sijaitsevan Kukonkosken vertailuaseman pitoisuuksiin (kuva 9). Vuonna 2020 nitraattipitoisuudet olivat kokonaistyyppipitoisuuksia mukailleen edellisvuosia alhaisemmat niin puhdistamojätevesien ylä- kuin välittömästi jätevesien alapuolella Patomäenkoskella. Puhdistamojätevesien vaikutus Patomäenkosken näyteaseman nitraatin pitoisuuksiin oli kuitenkin edellisvuosien kaltainen.

Tyyppiyhdisteistä nitriitin pitoisuudet johtuivat lähes yksinomaan puhdistamojätevesistä. Jätevesien nitriitti hapettuu nopeasti nitraatiksi ja sen pitoisuudet ovat verraten pienet. Nitriittipitoisuudet Lahden puhdistamoiden alapuolisella Patomäenkoskella keskimäärin kymmenkertaistuvat verrattuna puhdistamojätevesien yläpuolisiin, suhteellisen



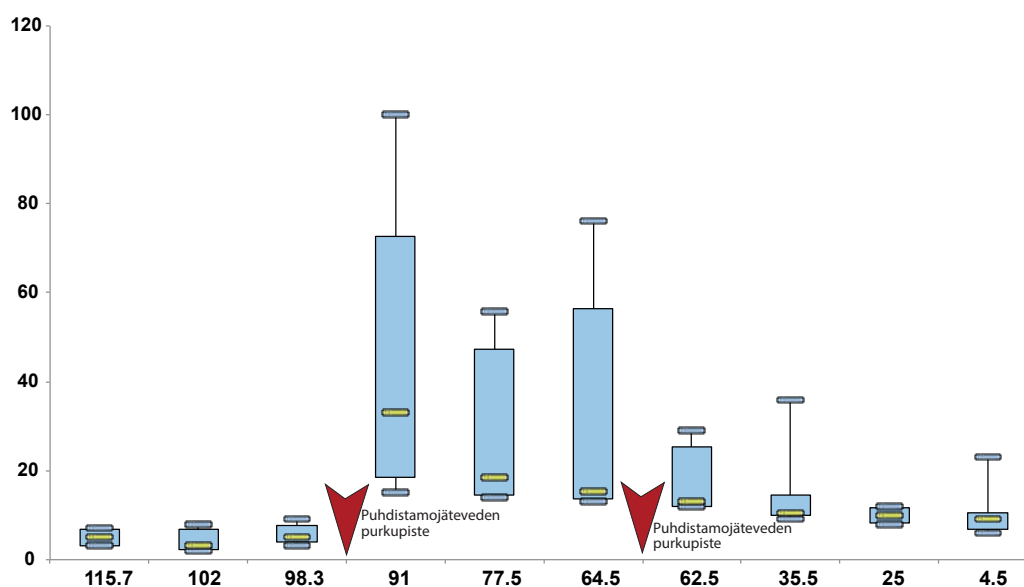
Kuva 9. Nitraattipitoisuudet Porvoonjoen pääuomassa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani.

alhaisiin tasoltaan <math><10 \mu\text{g/l}</math> nitriittipitoisuuksiin (kuva 10). Vuonna 2020 nitriitin pitoisuudet Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan puhdistamoilta 3,5 km alavirtaan olivat edellisvuosien keskitasoa noin 50 $\mu\text{g/l}</math> (mediaani = 37 $\mu\text{g/l}</math>).$$

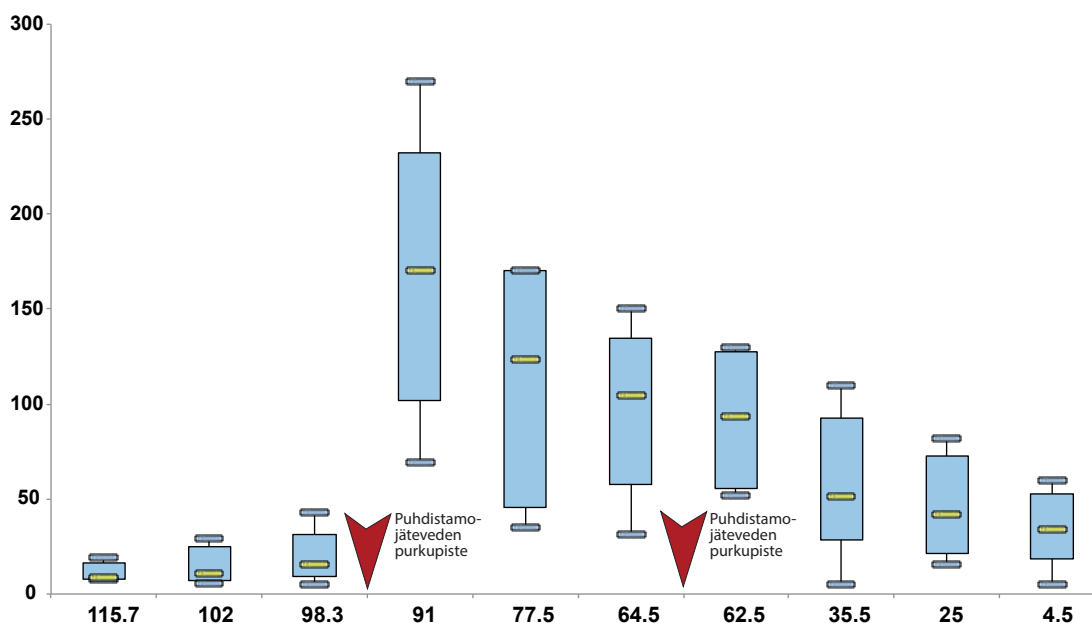
Myös ammoniumtyypen alkuperä on valtaosaltaan puhdistamojätevesissä. Ammoniumpitoisuudet Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan puhdistamoilta 3,5 km alavirtaan olivat vuonna 2020 keskimäärin noin 160 $\mu\text{g/l}</math> (kuva 11). Ammoniumtyypen kuten nitriitin pitoisuudet Porvoonjoen yläosalla ovat moninkertaisia luonnonvesien pitoisuuksiin verrattuina.$

Ammoniumin pitoisuudet vuonna 2020 olivat jonkin verran viime vuosien keskitasoa alhaisemmat jätevesien vaikutusalueella samoin kuin pitoisuudet jätevesivaikutusten yläpuolellakin. Leudon talven aikana ammoniumtyypen hapettuminen sekä joessa että Nikulan tasausaltaassa on ollut keskimääräistä tehokkaampaa, ja varsinkin alkuvuosi-
na tammi-maaliskuussa esiintyvät yleensä korkeat ammoniumpitoisuudet puuttuivat vuonna 2020. Myös loppuvuoden poikkeuksellisen lämmin syksy ja alkutalvi pitivät purkualueen ammoniumin pitoisuudet suhteellisen alhaisina. Tavallisesti nitrifikaatio, jossa jäteveden ammonium hapettuu nitraatiksi on talvella kylmien vesien aikana hitaampaa.

Ammoniumtyypen hapettuessa nitraatiksi kuluu runsaasti happea. Yhteyttä ammoniumpitoisuuksien ja joen happitilanteen välillä ei kuitenkaan vuonna 2020 havaittu. Veden



Kuva 10. Nitriittipitoisuudet Porvoonjoen pääuomassa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani.



Kuva 11. Ammoniumpitoisuudet Porvoojoen pääuomassa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoojoen suulle. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani.

happipitoisuus Patomäenkoskella purkupaikasta välittömästä alavirtaan oli hyvä myös lämpiminä aikoina, jolloin ammoniumin hapettuminen ja hapen kuluminen on suurimmillaan.

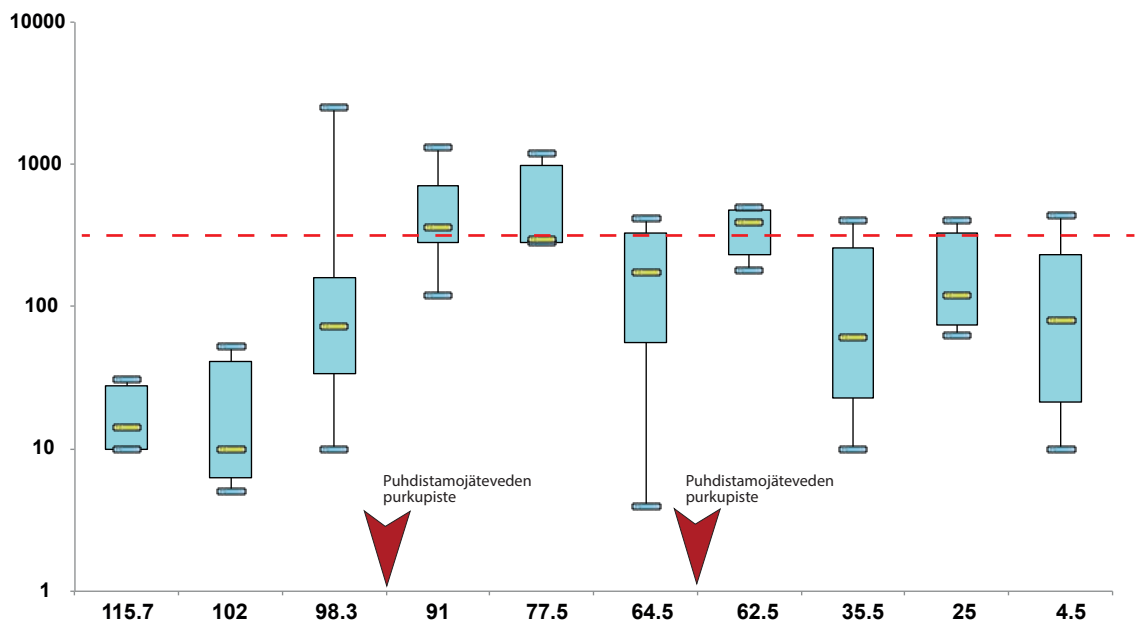
4.1.4. Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset joen hygieeniseen tilaan

Luhdanjoella, puhdistamojätevesien yläpuolella, ulosteperäisen kuormituksen ilmentäjäbakteerien *Escherichia coli* ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet olivat alhaiset ja joen veden hygieeninen tila oli erinomainen vuoden 2020 näytteenottojen aikana. Heinäkuussa poikkeuksellisen runsaat sateet nostattivat ulosteperäisten bakteerien ja varsinkin suolistoperäisten enterokokkien pitoisuuksia myös joen latvoilla jätevedenpuhdistamoiden vaikutusalueiden yläpuolella. Suuri enterokokkien osuus bakteerisotossa on tyypillistä jätevesien vaikutusalueen ulkopuolella esiintyvälle ulosteperäiselle kuormitukselle ja viittaa siihen, että kyse ei ole tuoreesta ihmisperäisestä ulostesaastumisesta. Voimakkaaseen ei-ihmisperäiseen hajakuormitukseen viittaa myös heinäkuun suuret määritysmenetelmän ylärajaa ylittävät, koli36 -maaperäbakteerien pitoisuudet.

Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevesien vaikutuksesta *E. coli* bakteerien ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet nousevat voimakkaasti Patomäenkoskella

jätevesien purkupaikasta 3,5 km alavirtaan (kuva 12 ja 13). Vuonna 2020 *E. coli* bakteerien mediaanipitoisuus nousi noin 400 prosenttia ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet noin 700 prosenttia Patomäenkoskella verrattuna jätevesien purkupaikan yläpuolisen Kukonkosken pitoisuuksiin. *E. coli* bakteerien pitoisuus Patomäenkoskella oli keskimäärin (geometrinen keskiarvo) noin 400 pmy/100 ml ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuus keskimäärin noin 300 pmy/100 ml. Pitoisuudet ylittävät huonon uimaveden ja veden kastelukäytön raja-arvoja. Jätevesien UV-käsittelyn aikoina huhti-marraskuussa ilmentäjäbakteerien pitoisuudet Patomäenkoskella olivat pääsääntöisesti talvikuukausia alhaisemmat.

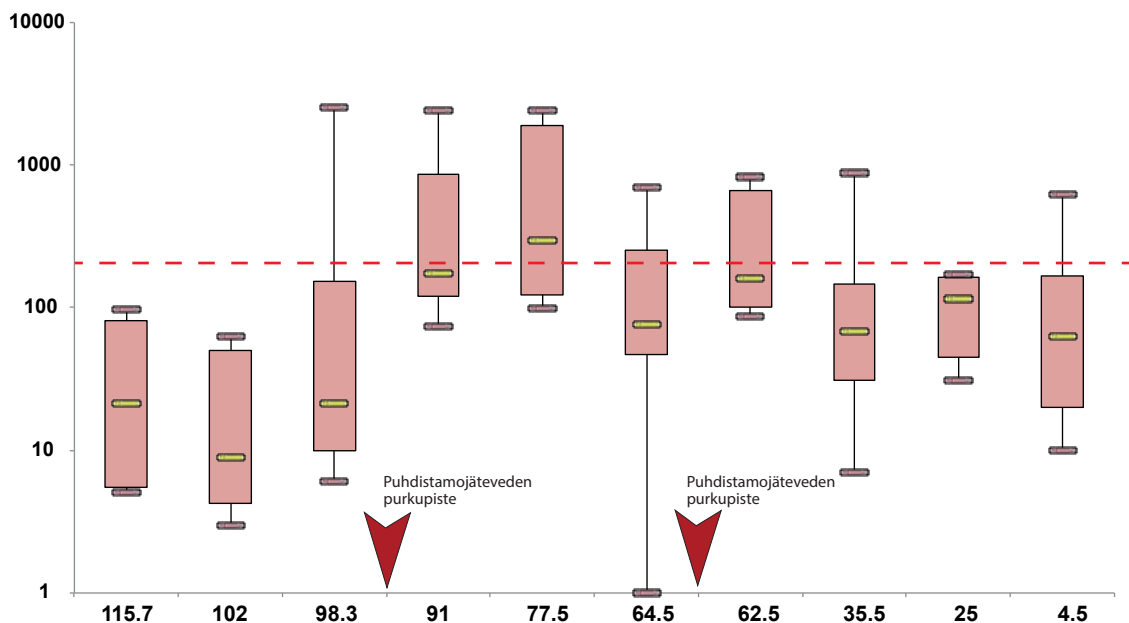
Ajallisesti jätevesien purkupaikan lähimmän alapuolisen näytteenottoapaikan Patomäenkosken näyteaseman *E. coli* bakteerien pitoisuudet olivat selkeästi edellisvuosien pitoisuuksia alhaisemmat (kuva 14). Suolistoperäisten enterokokkien keskipitoisuudet olivat sen sijaan edellisvuosien tasoa (kuva 15). Korkeimmat yli 1000 pmy/100 ml *E. coli* pitoisuudet mitattiin kesä- ja heinäkuussa. Heinäkuun pitoisuusnousu aiheutui kuitenkin poikkeuksellisista sade- ja virtaamaoloista, sillä pitoisuusnousu oli nähtävissä myös jätevesien yläpuolisilla vertailuasemilla.



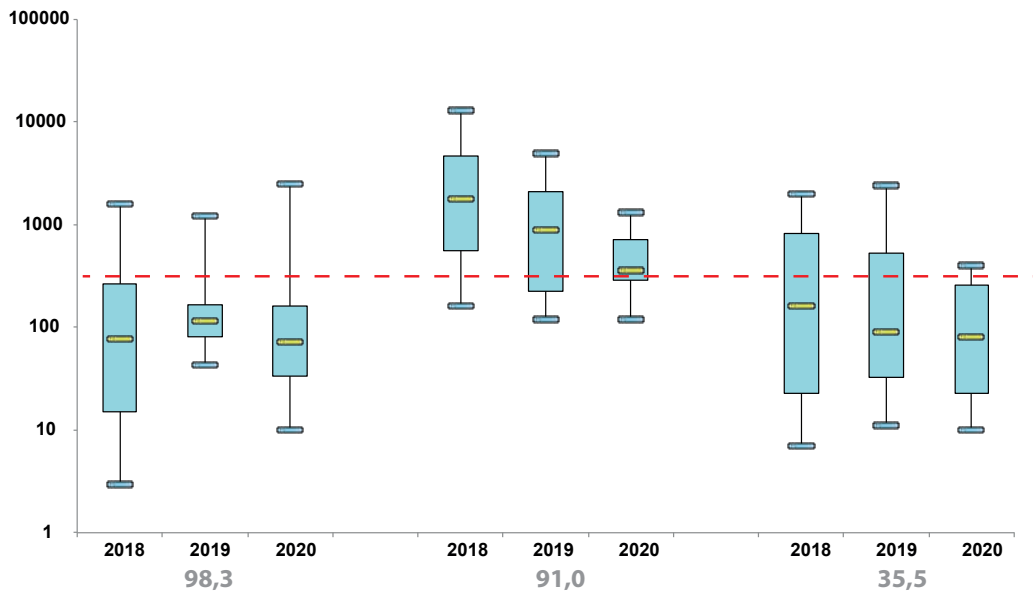
Kuva 12. *Escherichia coli*-bakteerien pitoisuudet Porvoonjoen pääuomassa vuonna 2020. Vaaka-suoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna ylaneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 300 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

Verrattuna bakteeripitoisuuksiin ennen vuotta 2015, jolloin lähtevien jätevesien hygieenisointi otettiin käyttöön, olivat vuoden 2020 ilmentäjäbakteerien pitoisuudet selkeästi aikaisempaa alhaisemmalla tasolla sekä purkupaikalta välittömästi alavirtaan että etäämpänä purkupaikasta Lahti-Orimattila jokiosuudella.

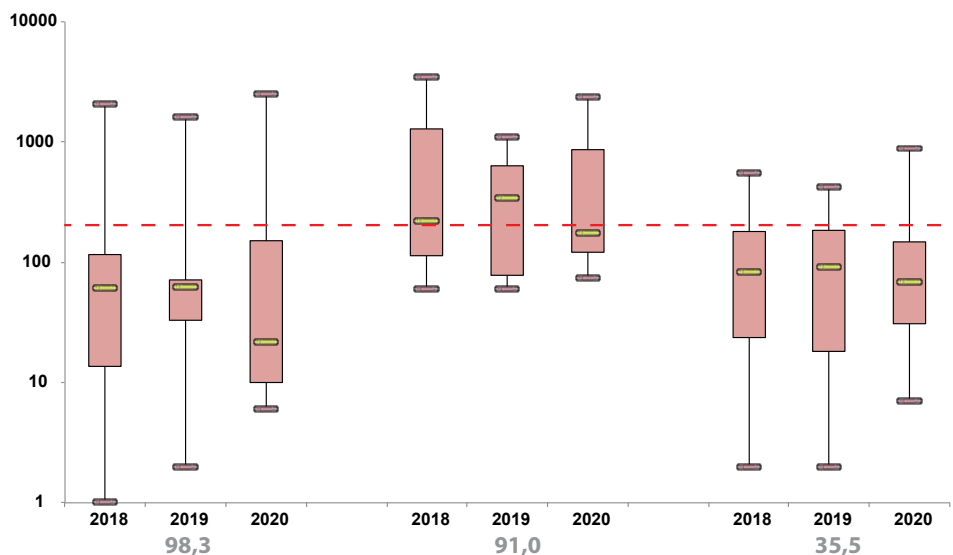
Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan purkupaikalta 30 km alavirtaan, Orimattilan Vääräkosken ja Palojoen liittymän yläpuolella, vuoden heikoin hygieeninen vedenlaatu todettiin helmikuussa, jolloin *E. coli* bakteerien pitoisuus oli 420 pmy/100 ml ja enterokokkien pitoisuus 690 pmy/100 ml. Huhti-marraskuussa puhdistamoiden UV-desinfiointin ollessa käytössä olivat sekä *E. coli* että enterokokkien pitoisuudet kuitenkin selkeästi alhaisemmat. UV-desinfiointin aikana *E. coli* bakteerien pitoisuudet 30 km Lahden puhdistamoilta olivat 4-140 pmy/100 ml ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet 0-88 pmy/100 ml. Pitoisuudet täyttävät hyvälle sisämaan uimavedelle ja veden kastelukäytölle asetettuja laatuvaatimuksia. Kylmän veden ja kovien virtaamien aikaan bakteerit kulkeutuvat elinkelpoisina pidempään purkualueelta alavirtaan ja vuoden 2020 leuto talvi ja syksy todennäköisesti osaltaan vähensi bakteerien määriä kohti alajuoksua.



Kuva 13. Suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet Porvoonjoen pääuomassa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 200 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).



Kuva 14. Porvoonjoen *Escherichia coli* -bakteerien pitoisuus vuonna 2018-2020 Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden yläpuolella näyteasemalla 98,3, puhdistamojätevesiltä 3,5 km alavirtaan Patomäenkosken näyteasemalla 91,0 ja Porvoonjoen keskijuksulla Pukkilan korkeudella 35,5 km jokisuusta. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani. Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 300 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).



Kuva 15. Porvoonjoen suolistoperäisten enterokokkien pitoisuus vuonna 2018-2020 Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden yläpuolella näyteasemalla 98,3, puhdistamojätevesiltä 3,5 km alavirtaan Patomäenkosken näyteasemalla 91,0 ja Porvoonjoen keskijuksulla Pukkilan korkeudella 35,5 km jokisuusta. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 200 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

4.2. Nastolan jätevedenpuhdistamon vesistövaikutukset Palojoessa

Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan jätevedet laskevat Palojoen latvaan noin 20 km Palojoen ja Porvoonjoen liittymästä ylävirtaan. Pistekuormituksen lisäksi Palojokeen kohdistuu voimakas hajakuormitus ja Palojoen vedenlaadullinen tila on huono. Pintavesien kolmannella luokittelukaudella Palojoen ekologinen kokonaistila on arvioitu tyydyttäväksi.

Tehottomasta laimennuksesta johtuen jätevesien vaikutukset Palojoen veden laatuun ovat huomattavat. Esimerkiksi veden sähkönjohtavuus nousee voimakkaasti jätevesien purku-uoman liittymäkohdasta alavirtaan ja vaihtelee siten, että veden sähkönjohtavuus on korkeimmillaan joen virtaaman ollessa pienimmillään. Yhteys joen virtaaman ja jätevesien sisältämien fysikaalis-kemiallisten vedenlaatumuuttujien välillä, osoittaa puhdistamojätevesien suurta osuutta Palojoen koko vesitilavuudesta. Nastolan jätevedenpuhdistamon 2,8 km pitkän purku-uoman vedestä käytännössä lähestulkoon kaikki on puhdistettua jätevettä.

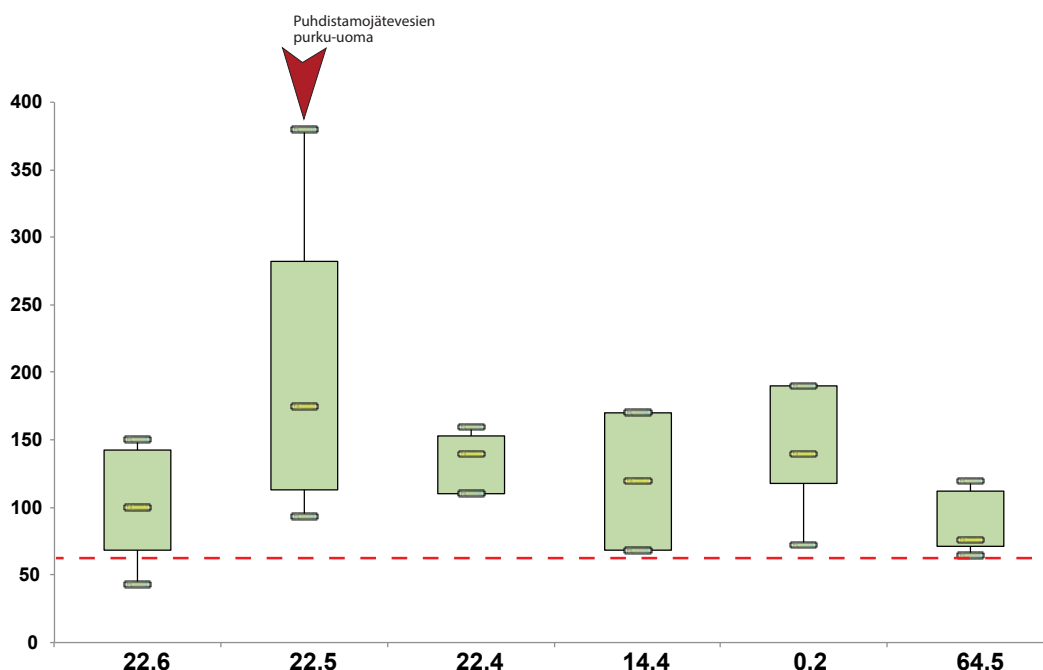
4.2.1. Nastolan jätevedenpuhdistamon vaikutukset joen happitilanteeseen

Palojoessa happitilanne pysyi hyvänä myös elokuussa, jolloin happitilanne Porvoonjoen pääuomassa heikkeni selkeästi. Yleisesti ottaen Palojoen happitilanne oli hyvä koko tarkkailujakson 2020. Alhaisimmillaan happipitoisuudet olivat heinäkuussa, jolloin happitilanne oli heikommillaan koko Palojoessa heinäkuisten rankkasateiden aiheuttaman jälkitilanteen johdosta.

Nastolan jätevedenpuhdistamon jätevesien purkupaikan alapuolella biologinen hapenkulutus (BOD_7) oli suurimmillaan (6,4 mg/l) maaliskuussa. Samoihin aikoihin happipitoisuudet jätevesien alapuolella olivat kuitenkin hyvällä-erinomaisella tasolla eikä puhdistamojätevesistä johtuvaa happitilanteen heikkenemistä ollut havaittavissa.

4.2.2. Nastolan jätevedenpuhdistamon fosforikuormituksen vesistövaikutukset

Vuonna 2020 kokonaisfosforin pitoisuus Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uoman liittymästä alavirtaan nousi keskimäärin noin 30-40 % suhteessa liittymän yläpuolisiin fosforipitoisuuksiin (kuva 16). Aikavertailussa vuoden 2020 jätevesivaikutukset purkualueen kokonaisfosforipitoisuuksiin oli viime vuosien keskitasoa (kuva 17). Palojoen kokonaisfosforipitoisuudet ovat ajoittain varsin korkeita myös joen latvoilla puhdistamojätevesien yläpuolella, mikä osaltaan heikentää puhdistamojätevesien vesistövaikutusten havaitsemista. Palojoen latvoilla kokonaisravinteiden pitoi-

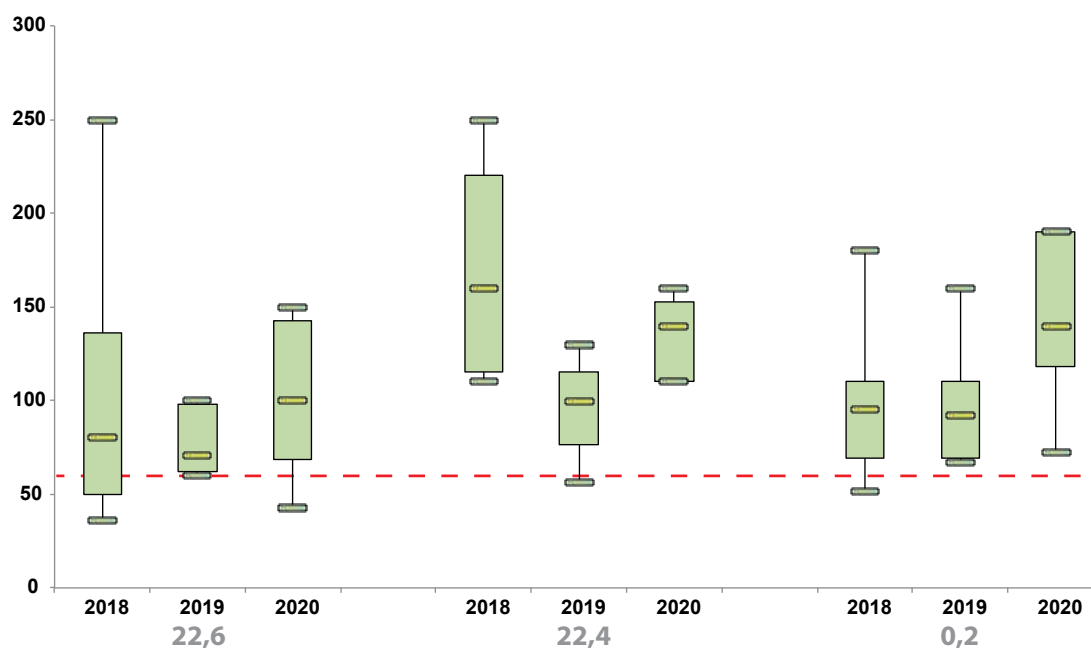


Kuva 16. Kokonaisfosforipitoisuudet Palojoessa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Palojoen suulle. Asema 64.5 sijaitsee pääuomassa Palojoen liittymän yläpuolella. Laatikkoaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani. Punainen katkoviiva on savimaiden joissa fosforipitoisuuksien hyvän ekologisen tilan raja 60 µg/l.

suuksien keskitaso on selkeästi korkeampi verrattuna esimerkiksi Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan puhdistamojätevesien yläpuolisiin latvavesiin. Palojoessa on myös huomattavasti suurempaa ajallista vaihtelua veden kokonaisravinteiden pitoisuuksissa.

Kokonaisfosforipitoisuudet puhdistamojätevesien purkupaikasta alavirtaan pysyvät hajakuormituksen vaikutuksesta erittäin korkealla tasolla koko Palojoen matkalla. Puhdistamojätevesien ja hajakuormituksen yhteisvaikutuksesta veden rehevyystaso oli korkeimmillaan Palojoen alaosalla, jossa kokonaisfosforipitoisuudet vuonna 2020 olivat enimmillään 190 µg/l (ka.=143 µg/l). Palojoen alaosalla kokonaisfosforin keskipitoisuus vuonna 2020 oli edellisvuosia korkeampi (kuva 17). Ero on tilastollisesti merkitsevä ($p=0,02$). Palojoen ja koko Porvoonjoen vesistöalueen keskimääräistä korkeammat fosforipitoisuudet olivat seurausta vuoden 2020 jokseenkin poikkeuksellisista sää- ja virtaamaoloista ja niistä johtuvasta keskimääräistä voimakkaammasta hajakuormituksesta. Alajuoksua korkeampia kokonaisfosforipitoisuuksia mitattiin vain Nastolan jätevedenpuhdistamon purku-uomassa, jossa maksimipitoisuudet vuonna 2020 olivat 380 µg/l.

Vuonna 2020 kokonaisfosforipitoisuuksien keskipitoisuus puhdistamojätevesien purkupisteestä alavirtaan oli 136 µg/l, mikä on viime vuosien keskitasoa jonkin verran



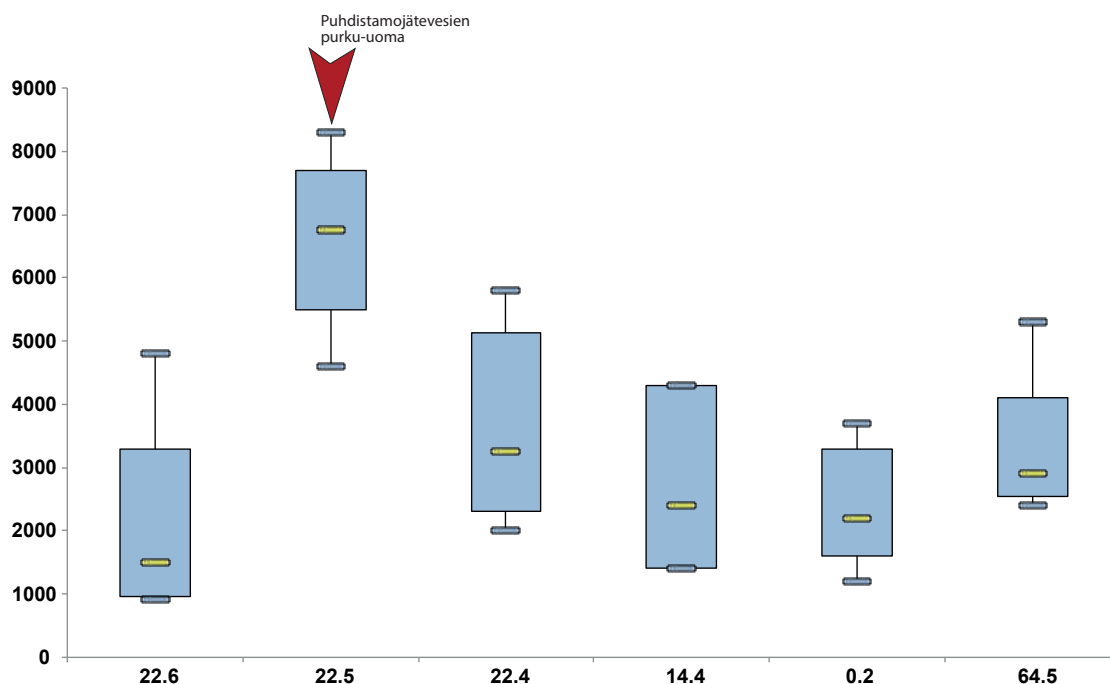
Kuva 17. Palojoen kokonaisfosforipitoisuus vuonna 2018-2020 Nastolan jätevedenpuhdistamon yläpuolella näyteasemalla 22,6. Puhdistamojätevesiltä 100 m alavirtaan näyteasemalla 22,4 ja Palojoen alajuoksulla 0,2 km Palojoen ja Porvoonjoen pääuoman liittymästä. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani. Punainen katkoviiva on savimaiden joissa fosforipitoisuuksien hyvän ekologisen tilan raja 60 µg/l.

korkeampaa (kuva 17). Palojoen kaltaisten keskisuurten savimaiden jokien välttävän ja huonon ekologisen tilaluokan kokonaisfosforipitoisuuksien raja-arvo on 130 µg/l. Pintavesien luokittelussa Palojoki sijoittuisi vuoden 2020 fosforipitoisuuden perusteella siten huonoon ekologiseen tilaluokkaan.

Liukaisen ja vesistöjä voimakkaasti rehevöittävä fosfaatin osuus Palojoen alajuoksulla oli huomattavan korkea kesä-, heinä- ja elokuussa sekä lokakuussa. Jätevesien purku-uoman liittymäkohdasta välittömästi alavirtaan fosfaatin osuus kokonaisfosforista oli noin 20 % vuonna 2020. Palojoen alaosilla 22 kilometriä purkupaikasta alavirtaan, fosfaatin osuus oli noin 38 %.

4.2.3. Nastolan jätevedenpuhdistamon typpikuormituksen vesistövaikutukset

Palojoen kokonaistypen pitoisuudet keskimäärin karkeasti kaksinkertaistuvat Nastolan puhdistamojätevesien vaikutuksesta (kuva 18). Jätevesien purku-uoman ja purku-uoman liittymäkohdan ylä- ja alapuoliset pitoisuudet kuvaavat hyvin jätevesien purkualueen heikkoja laimennusolosuhteita. Jätevesien purku-uoman kokonaistypipitoisuudet karkeasti puolittuvat ja purkualueen pitoisuudet keskimäärin kaksinkertaistuvat jätevesien

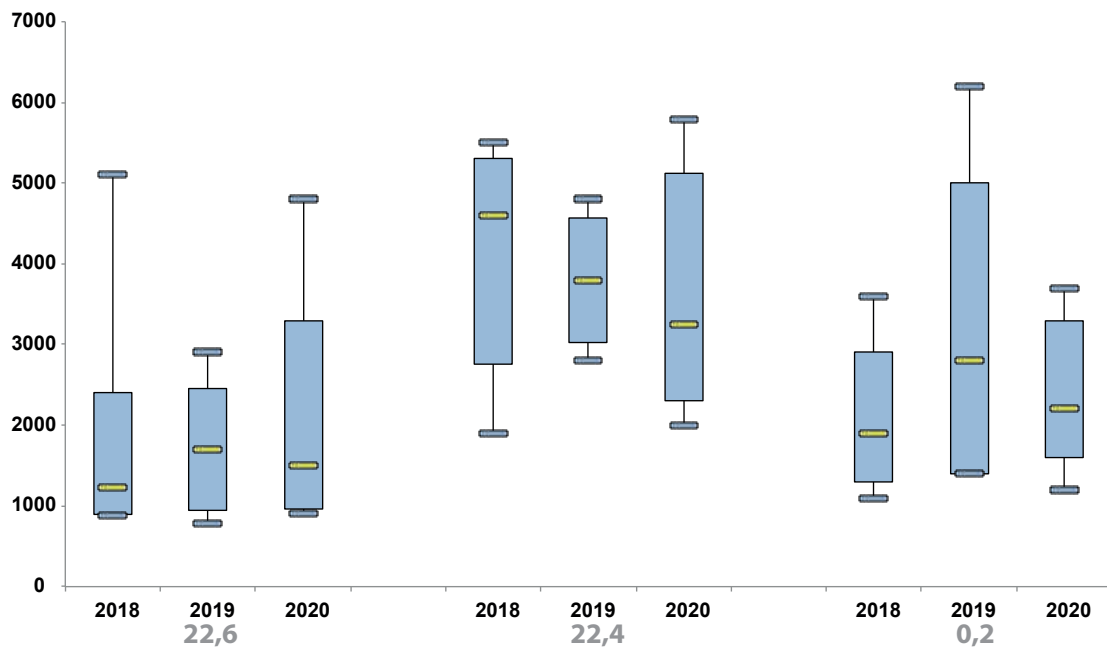


Kuva 18. Kokonaistyyppipitoisuudet Palojoessa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Palojoen suulle. Asema 64.5 sijaitsee pääuomassa Palojoen liittymän yläpuolella. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani.

sekoittuessa Palojoen pääuomaan purkualueella. Vuonna 2020 purku-uoman keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli noin 6600 µg/l. Purku-uoman liittymän alapuolinen keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli noin 3600 µg/l ja jätevesien yläpuolinen tyyppipitoisuus keskimäärin noin 2100.

Vuonna 2020 puhdistamokuorman vaikutus jätevesien purkualueen havaintoaseman 22,4 tyyppipitoisuuksiin oli edellisvuosia jonkin verran, mutta ei tilastollisesti merkittävästi, vähäisempi (kuva 19). Etäämpänä, Palojoen alaosalla tyyppitilanne oli edellisvuosien tasoa (kuva 19). Alajuoksulla Palojoen virtaama kasvaa, erityisesti sivuhaarojen Heinjoen ja Köylinjoen vaikutuksesta ja yläjuoksun korkeat tyyppipitoisuudet laimenevat alajuoksua kohden. 22 kilometriä purku-uoman liittymästä alavirtaan, ennen Palojoen ja Porvoonjoen liittymää, kokonaistyyppipitoisuudet olivat noin 50 % purkupaikan pitoisuuksista. Fosforipitoisuuksien tapaan Palojoessa mitataan ajoittain keskipitoisuuksiin nähden hyvin korkeita tyyppipitoisuuksia myös puhdistamojätevesien vaikutusalueen yläpuolella.

Palojoen eniten kuormitetuimmilla näyteasemilla purku-uomassa ja purku-uoman liittymästä 100 metriä alavirtaan, suhteellisen suuri osa tyyppistä on nitriittiä ja ammoniu-



Kuva 19. Palojoen kokonaistyyppipitoisuus vuonna 2018-2020 Nastolan jätevedenpuhdistamon yläpuolella näyteasemalla 22,6. Puhdistamojätevesiltä 100 m alavirtaan näyteasemalla 22,4 ja Palojoen alajuoksulla 0,2 km Palojoen ja Porvoonjoen pääuoman liittymästä. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani.

mia. Ammoniumia esiintyi paljon varsinkin talvikuukausina kylmän veden aikaan. Vakaamman nitraatin osuus puolestaan kasvaa etäämpänä jätevesien purkupaikasta ja on suhteellisen korkea myös puhdistamojätevesien yläpuolella.

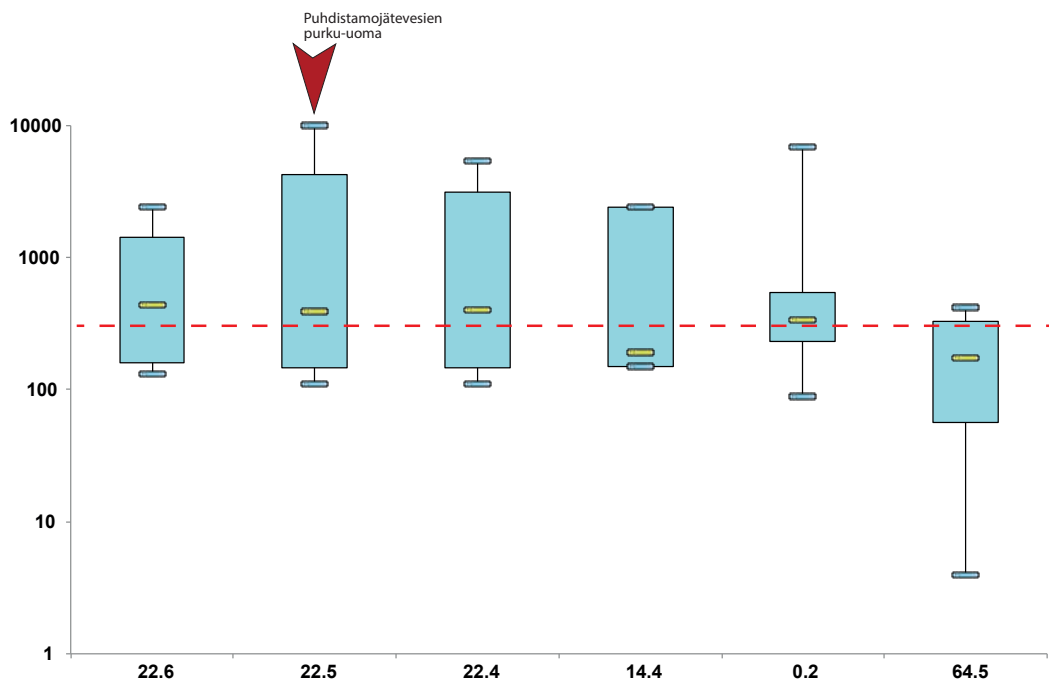
4.2.4. Nastolan jätevedenpuhdistamon vaikutukset Palojoen yläosan hygieeniseen tilaan

Vuonna 2020 ulosteperäisen kuormituksen ilmentäjäbakteerien pitoisuudet olivat korkeita ja koko Palojoen veden hygieeninen laatu oli heikko (kuva 20 ja 21). Tilanne oli hygieenisesti huono myös Nastolan puhdistamojätevesien yläpuolisella jokialueella. Korkeimmillaan puhdistamojätevesien yläpuolisten latvavesien ilmentäjäbakteerien pitoisuudet olivat moninkymmenkertaisia verrattuna luonnonvesien pitoisuuksiin. Aikavertailun perusteella Palojen latvavesillä esiintyy korkeita bakteeripitoisuuksia tyyppillisesti keskikesällä heinä-elokuussa. Vuonna 2020 korkeita bakteeripitoisuuksia mitattiin Palojoen latvavesissä heinäkuussa, jolloin poikkeuksellisen runsaat keskikesän sateet nostattivat bakteeripitoisuuksia ja heikensivät veden hygieenistä laatua käytännössä koko Porvoonjoen ja Palojoen vesistöalueella. Palojoen latvoilla *Escherichia coli*-bakteerien ja ulosteperäisten enterokokkien pitoisuudet olivat muista Porvoonjoen vesistöalueista poiketen korkeita myös kuivempina aikoina elokuussa. Yleisesti ottaen

epätavallisen korkeat bakteeripitoisuudet Palojoen latvoilla eivät näyttäisi olevan yhteydessä sateisuuteen ja suuriin virtaamiin vaan esiintyvät tyypillisemmin kuivan keskikesän vähän veden aikaan.

Nastolan jätevedenpuhdistamon alapuolisten alueiden hygieeninen laatu vaihtelee suuresti sen mukaan, onko puhdistamojätevesien jälkidesinfiointi käytössä vai käytöstä pois. Kolmen viime vuoden aikana puhdistamojätevesien purku-uoman *Escherichia coli* bakteerien pitoisuus UV-desinfiointin käytön aikana on keskimäärin ollut noin 140 pmy/100 ml. Ilman puhdistamojätevesien desinfiointia *E. coli* -bakteerien keskipitoisuus on karkeasti ollut kymmenkertainen, noin 1500 pmy/100 ml. Ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$).

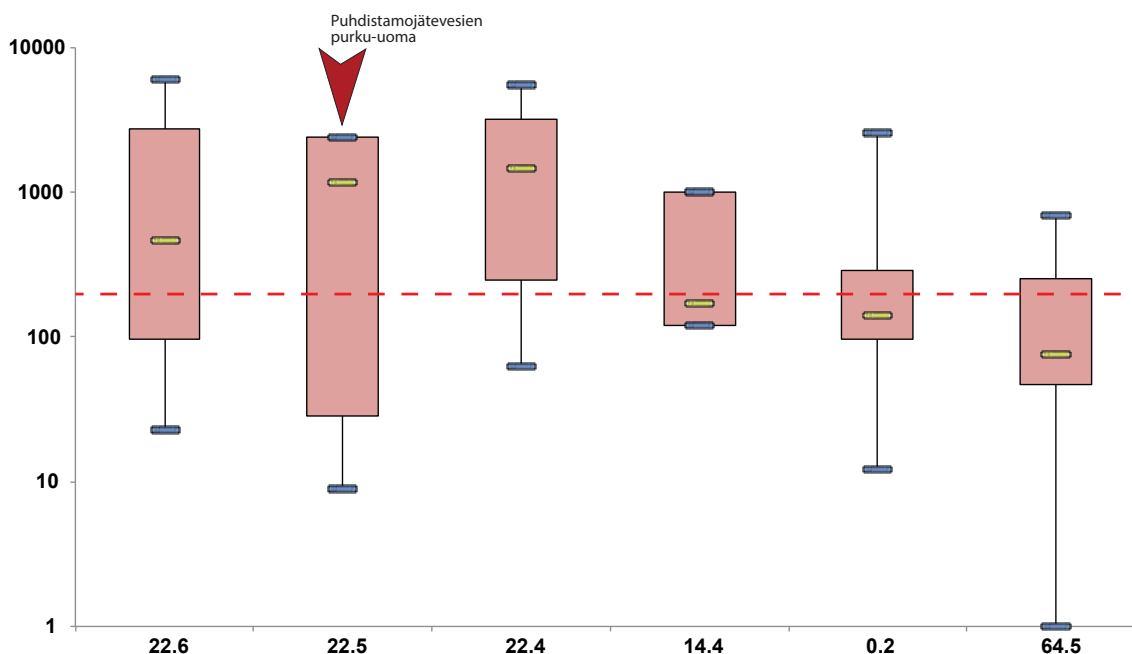
Hygienisointikauden ulkopuolella talvella 2020 (helmi- ja maaliskuun näytteenottojen aikoina) *E. coli* -bakteerien ja ulosteperäisten enterokokkien pitoisuudet Palojoessa Nastolan puhdistamojätevesien purku-uoman liittymän alapuolella olivat moninkertaisia verrattuna purku-uoman liittymäkohdan yläpuolisiin pitoisuuksiin (liite 4). Kolmen vuoden aikavertailussa *E. coli* bakteerien pitoisuus purku-uoman liittymästä (100 metriä) alavirtaan oli keskimäärin 1040 pmy/100 ml, verrattuna 138 pmy/100



Kuva 20. *Escherichia coli* -bakteerien pitoisuudet Palojoessa vuonna 2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Palojoen suulle. Asema 64.5 sijaitsee pääuomassa Palojoen liittymän yläpuolella. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 300 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

E. coli bakteerien samanaikaisiin pitoisuuksiin liittymän yläpuolella. Palojoen *E. coli* -bakteerien pitoisuudet nousivat siten keskimäärin noin 900 pmy/100 ml Nastolan jätevedenpuhdistamon puhdistettujen jätevesien vaikutuksesta vuosina 2018-2020. Hygienisointikauden ulkopuolella purkualueen jokiveden *E. coli* -bakteerien pitoisuuksien vaihtelut noudattivat synkronoidusti purku-uoman bakteeripitoisuuksien vaihtelua ($p < 0,05$, $n=6$). Synkronoidut pitoisuusvaihtelut osoittavat jäteveden suurta vaikutusta Palojoen hygieeniseen laatuun.

Hygienisointikauden aikana touko- lokakuussa 2020 suolistoperäisten indikaattoribakteerien pitoisuudet laskivat selkeästi puhdistamojätevesien purku-uoman liittymästä välittömästi alavirtaan liittymän yläpuolen bakteeripitoisuuksiin verrattuna. Bakteeripitoisuuksien lasku purkupaikasta alavirtaan johtui siitä, että hygienisoinnin aikana purku-uoman veden hygieeninen laatu oli huomattavasti Palojoen vettä parempaa indikaattoribakteerien osalta. Parempilaatuisena UV-hygienisoitu puhdistamojätevesi pääsääntöisesti laimentaa Palojoen bakteeripitoisuuksia, joten hygienisoinnin aikana Palojoen veden hygieeninen laatu kohenee indikaattoribakteerien osalta Nastolan puhdistamojätevesien vaikutuksesta.

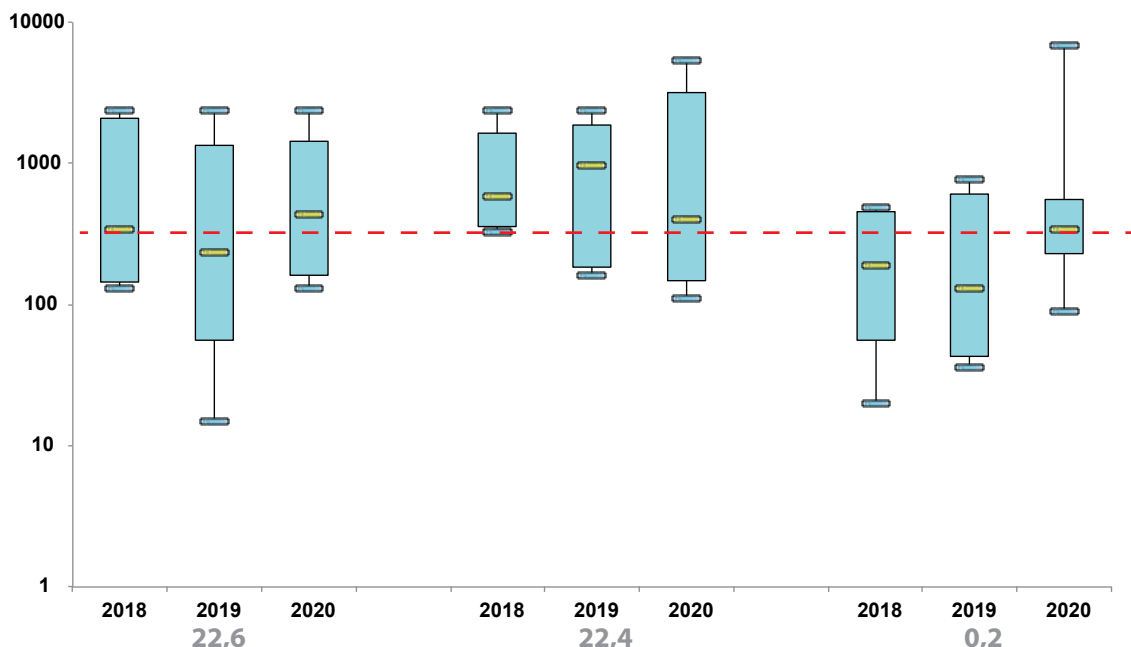


Kuva 21. Suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet Palojoessa vuonna 2020. Vaakasuuron akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Palojoen suulle. Asema 64.5 sijaitsee pääuomassa Palojoen liittymän yläpuolella. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 200 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

4.2.5. Nastolan jätevedenpuhdistamon vaikutukset Palojoen alaosan hygieeniseen tilaan

Vuonna 2020 Palojoen alaosan veden hygieeninen laatu oli pääsääntöisesti hajakuorituksen vaikutuksesta heikommillaan heinäkuussa, jolloin *Escherichia coli* -bakteerien pitoisuus oli Orimattilan keskustan kohdalla 6900 pmy/100 ml ja suolistoperäisten enterokokkien 2600 pmy/100 ml (liite 4). UV-hygienisoinnin ollessa päällä (touko-lokakuussa) 2020 Nastolan jätevedenpuhdistamolla ei ollut havaittavia kielteisiä vesistövaikutuksia Palojoen alaosan veden hygieeniseen laatuun. Hygienisointikauden ulkopuolella jätevesien purkualueen bakteeripitoisuudet nousevat voimakkaasti ja puhdistamojätevesien vaikutuksesta veden hygieeninen laatu heikkenee koko joen matkalla jätevesien purkualueelta Palojoen alaosalle.

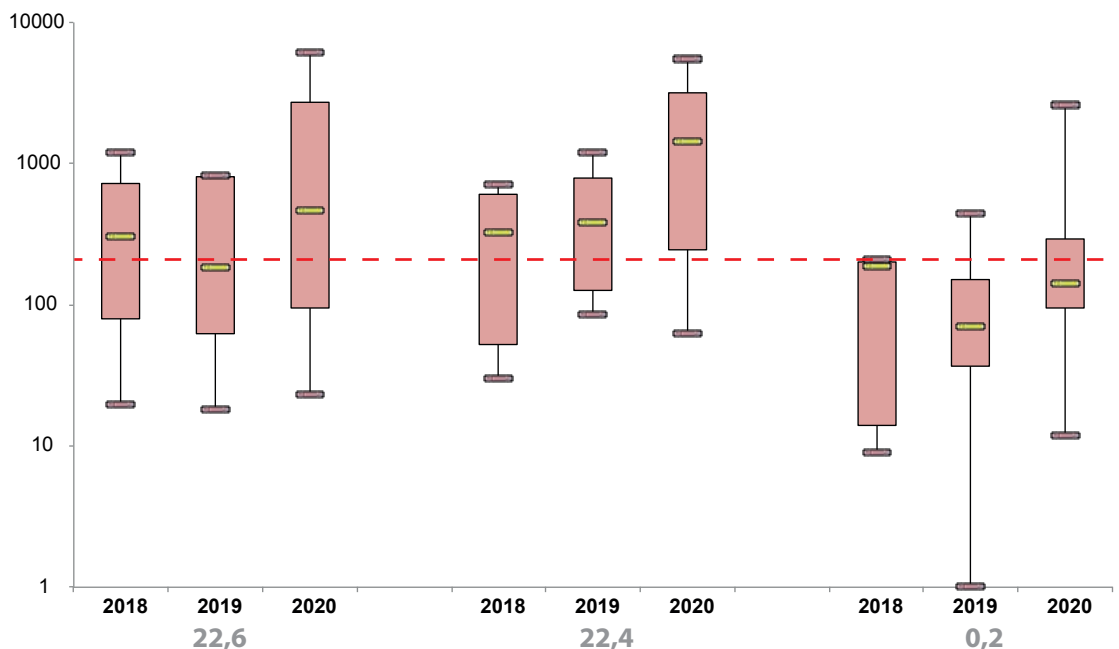
Puhdistamojätevesien hygienisointikautena touko-lokakuussa 2020 Palojoen alaosan veden hygieeninen laatu ei täyttänyt uimavedelle asetettuja laatuvaatimuksia heinäkuun voimakkaan ulosteperäisen hajakuorman takia. Heinäkuiset *E. coli* -bakteerien ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet Palojoen suulla ylittivät moninkertaisesti myös esimerkiksi veden kastelukäytölle asetettuja laatuvaatimuksia (katso



Kuva 22. Palojoen *Escherichia coli* -bakteerien pitoisuus vuonna 2018-2020 Nastolan jätevedenpuhdistamon yläpuolella näyteasemalla 22,6. Puhdistamojätevesiltä 100 m alavirtaan näyteasemalla 22,4 ja Palojoen alajuoksulla 0,2 km Palojoen ja Porvoonjoen pääuoman liittymästä. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 300 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

edellinen kappale). Palojoen yläosalla puhdistamojätevesien purkualueen sisämaan uimavesiluokka vuonna 2020 oli *E. coli* -bakteeripitoisuuksien perusteella mainittuna ajanjaksona ”hyvä” (perustuu 95.prosenttipisteeseen). Mikäli huomioidaan Palojoen hygieeninen tila kolmelta viime vuodelta, on uimavesiluokka hygienisointikausina ”huono” sekä joen yläosalla jätevesien purkualueella että joen alaosalla (kuva 22 ja 23). Palojoen huono hygieeninen vedenlaatu hygienisointikausina on kuitenkin valtaosaltaan hajakuormitusperäistä, sillä samanaikaisesti puhdistamojätevesien purku-uoman bakteeripitoisuudet alittavat sisämaan uimavesiluokituksen ”hyvän” uimavesiluokan raja-arvon. Puhdistamojätevesien hygienisointikausina Palojoen hygieenistä tilaa heikentävät erityisesti joen latvavesiin yleensä keskikesällä kohdistuva bakteerikuormitus, jonka alkuperä todennäköisesti on hajakuormitusperäinen mutta jokseenkin epäselvä.

Nastolan jätevedenpuhdistamon hygienisointikausien ulkopuolella (marras-huhtikuussa) Palojoen vesi ei vuonna 2020 täyttänyt uimaveden tai veden kastelukäytön laatuvaatimuksia voimakkaan puhdistamojätevesistä ja hajakuormituksesta johtuvan bakteerikuormituksen takia.



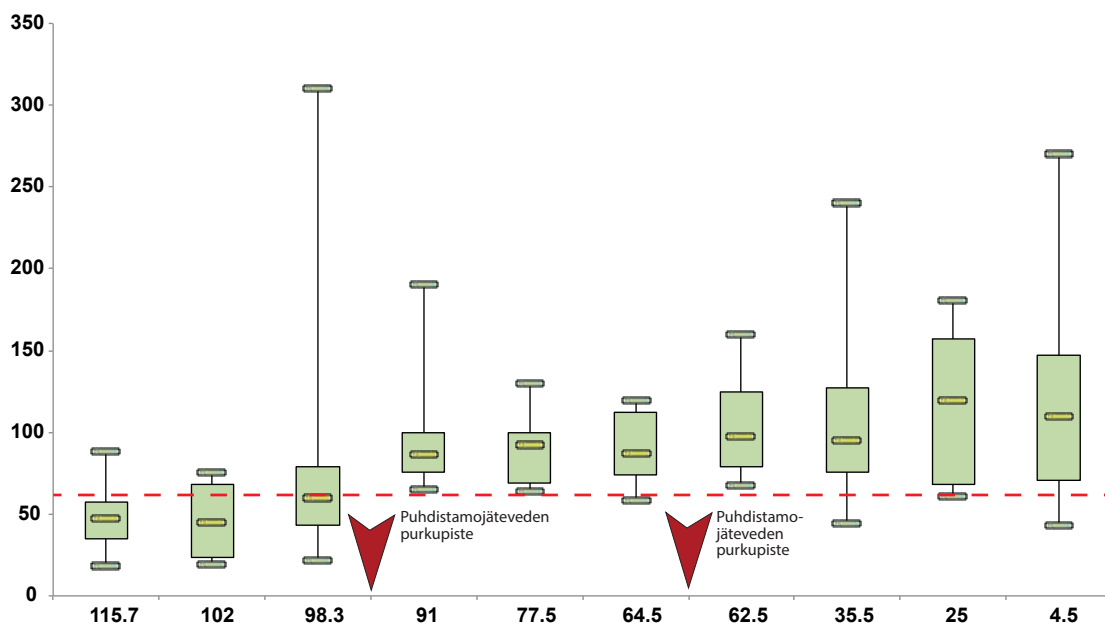
Kuva 23. Palojoen suolistoperäisten enterokokkien pitoisuus vuonna 2018-2020 Nastolan jätevedenpuhdistamon yläpuolella näyteasemalla 22,6. Puhdistamojätevesiltä 100 m alavirtaan näyteasemalla 22,4 ja Palojoen alajuoksulla 0,2 km Palojoen ja Porvoonjoen pääuoman liittymästä. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 200 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

4.3. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vesistövaikutukset Porvoonjoen keskijuoksulla

Vääräkosken purkupaikan korkeudella Orimattilassa Porvoonjoki kerää vettä noin 640 km² laajuiselta valuma-alueelta, eikä yksittäisten pistekuormittajien paikallisia vaikutuksia erotu taustakuormasta, elleivät vesistövaikutukset ole merkittäviä. Erityisesti fosforikuormituksen osalta haja-kuormituksen aiheuttamat korkeat taustapitoisuudet vaikeuttavat puhdistamon kuormitusvaikutusten havaitsemista.

4.3.1. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon fosforikuormituksen vesistövaikutukset

Vuonna 2020 kokonaisfosforipitoisuudet olivat keskimäärin 28 % korkeammat Palojoen liittymäkohdan ja Vääräkosken purkupaikan alapuolella kuin yläpuolisella vertailuasemalla (kuva 5 sivulla 17). Aikavertailussa fosforipitoisuudet jätevedenpuhdistamon alapuolella ovat lähestulkoon järjestelmällisesti yläpuolen pitoisuuksia korkeammat. Kolmen viime vuoden keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet ovat noin 10 % korkeammat puhdistamon ja Palojoen liittymän alapuolella verrattuna yläpuolisiin pitoisuuksiin (kuva 24). Ero on tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$). Palojoen alajuoksun veden fosforipitoisuus on keskimäärin Porvoonjoen pääuoman fosforipitoisuuksia korkeampi (kuva 16 sivulla 28). Sen seurauksena valtaosa kokonaisfosforin pitoisuusnou-



Kuva 24. Kokonaisfosforipitoisuudet Porvoonjoen pääuomassa vuosina 2018–2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani. Punainen katkoviiva on savimaiden joissa fosforipitoisuuksien hyvän ekologisen tilan raja 60 µg/l.

susta Vääräkosken jätevedenpuhdistamolta välittömästi alavirtaan on Palojoen vaikutusta ja hajakuormitusperäistä.

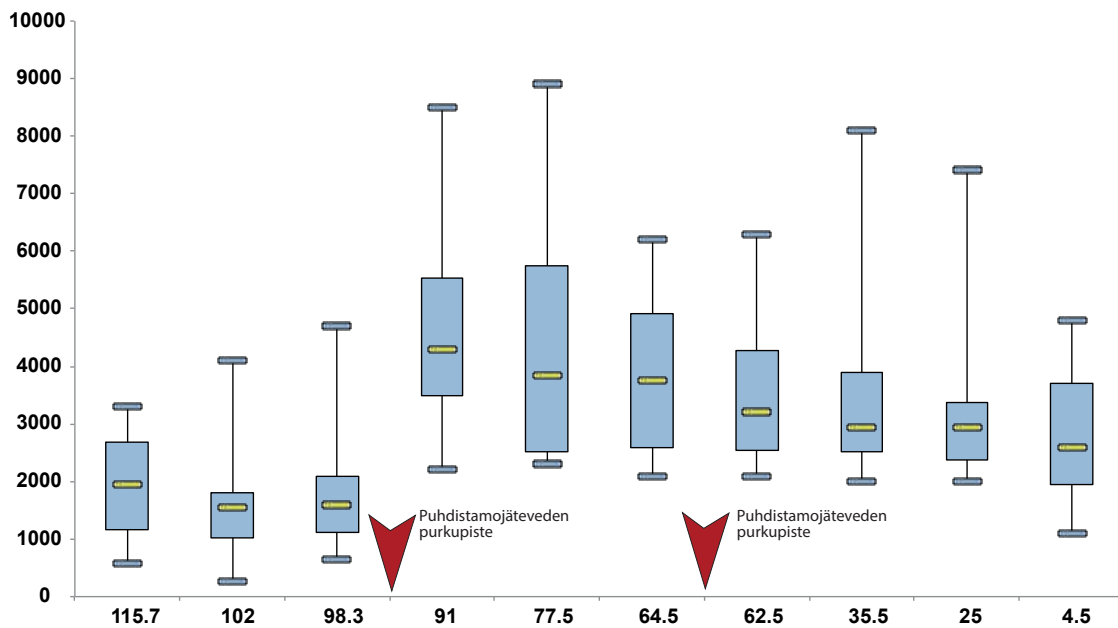
Kokonaisfosforin kanssa fosfaatin keskipitoisuudet kasvavat Palojoen liittymäkohdan ja Vääräkosken jätevesien purkupaikalta alavirtaan. Myös fosfaatin pitoisuusnousu johdetaan valtaosin Palojoen noin 130 km² maatalousvaltaisen valuma-alueen voimakkaasta hajakuormituksesta, eikä Vääräkosken puhdistamon vaikutuksia voida nykyisellä näytepisteiden sijoittelulla erottaa taustakuormasta.

4.3.2. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon typpikuormituksen vesistövaikutukset

Erityisesti alivirtaamakausina Orimattilan Vääräkosken jätevedenpuhdistamon puhdistetut jätevedet, yhdessä muun puhdistamokuorman kanssa, ovat Porvoonjoen keski- ja alajuoksun merkittävin typpikuormituksen lähde. Korkeiden taustapitoisuuksien takia Vääräkosken jätevedenpuhdistamon typpikuormituksen vaikutukset purkualueella eivät olleet erikseen tilastollisesti merkitsevästi havaittavissa vuoden 2020 pitoisuusmittauksissa.

Vääräkosken jätevedenpuhdistamon alapuolella kokonaistypen pitoisuudet vuonna 2020 olivat keskimäärin (aritmeettinen keskiarvo) noin 13 % puhdistamon yläpuolen pitoisuuksia alhaisemmat, eikä Vääräkosken typpikuorma näin ollen erottunut taustakuormasta. Myös pidemmällä aikavälillä vuosina 2018-2020 kokonaistyyppipitoisuudet Vääräkosken jätevedenpuhdistamon alapuolella ovat pääsääntöisesti laskeneet puhdistamon yläpuolisiin pitoisuuksiin verrattuna (kuva 25). Puhdistamon ylä- ja alapuolisten kokonaistyyppipitoisuuksien kolmen viime vuoden keskiarvot eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi (parittainen t-testi, $p < 0,05$), pitoisuuksien ollessa 10 % alhaisemmat puhdistamon alapuolella verrattuna puhdistamon yläpuolisiin pitoisuuksiin. Puhdistamon ylä- ja alapuolisten näyteamien kokonaistyyppipitoisuuksien vaihtelu tapahtuu erittäin synkronoidusti osoittaen, että korkeat tyyppipitoisuudet Vääräkosken korkeudella pitkälti ovat yhteydessä ylhäältä tulevan puhdistamoiden typpikuormaan (kuva 26). Palojoen alaosan tyyppipitoisuudet ovat pääasiassa Porvoonjoen pääuoman pitoisuuksia selkeästi alhaisemmat ($p < 0,001$), joten Palojoella on keskimääräisesti Porvoonjoen pääuoman tyyppipitoisuuksia laimentava vaikutus, mikä vaikeuttaa myös osaltaan Vääräkosken puhdistamon vaikutusten havaitsemista.

Yhdessä kokonaistypen kanssa nitraatin, nitriitin ja ammoniumin pitoisuudet laskevat johdonmukaisesti Palojoen liittymästä ja Vääräkosken jätevedenpuhdistamolta alavirtaan. Nitraatin osuus typestä on noin 70 % Vääräkosken jätevedenpuhdistamon purku-



Kuva 25. Kokonaistyyppipitoisuudet Porvoonjoen pääuomassa vuosina 2018-2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani. Punainen katkoviiva on savimaiden joissa fosforipitoisuuksien hyvän ekologisen tilan raja 60 µg/l.

paikasta välittömästi alavirtaan. Nitraatin, nitriitin ja ammoniumin osuudet kokonaistyyppistä ovat keskimäärin jokseenkin samansuuruisia Vääräkosken jätevedenpuhdistamon ylä- ja alapuolella, eikä Vääräkosken kuormituslisän aiheuttamia jätevesivaikutuksia ole tyyppiyhdisteiden perusteella purkualueella havaittavissa.

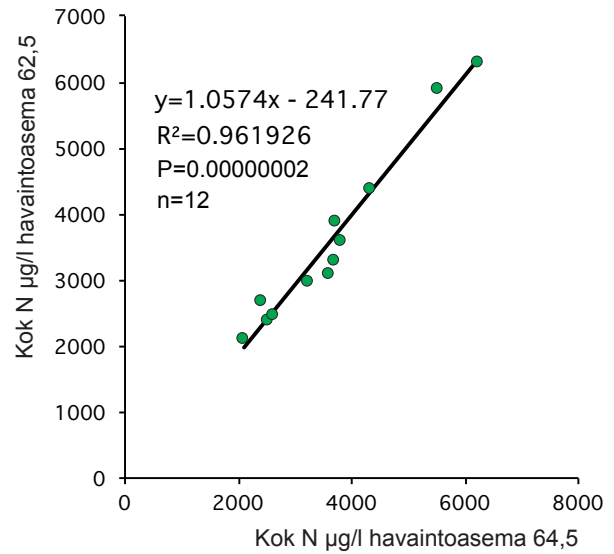
4.3.3. Vääräkosken jätevedenpuhdistamon vaikutukset joen hygieeniseen tilaan

Palojoen liittymän ja Vääräkosken jätevedenpuhdistamon alapuolella veden hygieeninen tila heikkeni jossain määrin jätevesien vaikutusalueen yläpuoliseen jokialueeseen verrattuna. Ulostoperäistä saastumista ilmentävien *Escherichia coli* -bakteerien ja suolistoperäisten enterokokkien pitoisuudet nousivat selkeästi (>200 %) Palojoen liittymän ja Orimattilan Vääräkosken purkupaikasta alavirtaan (kuva 12 ja 13 sivulla 24 ja 25). Kuluneen kolmen vuoden aikajänteellä *E. coli* -bakteerien pitoisuudet purkupaikan alapuolella ovat olleet keskimäärin noin 80 % purkupaikan yläpuolisia pitoisuuksia korkeammat (kuva 27). Suolistoperäisten enterokokkien pitoisuuksissa on vastaava nousu (kuva 28).

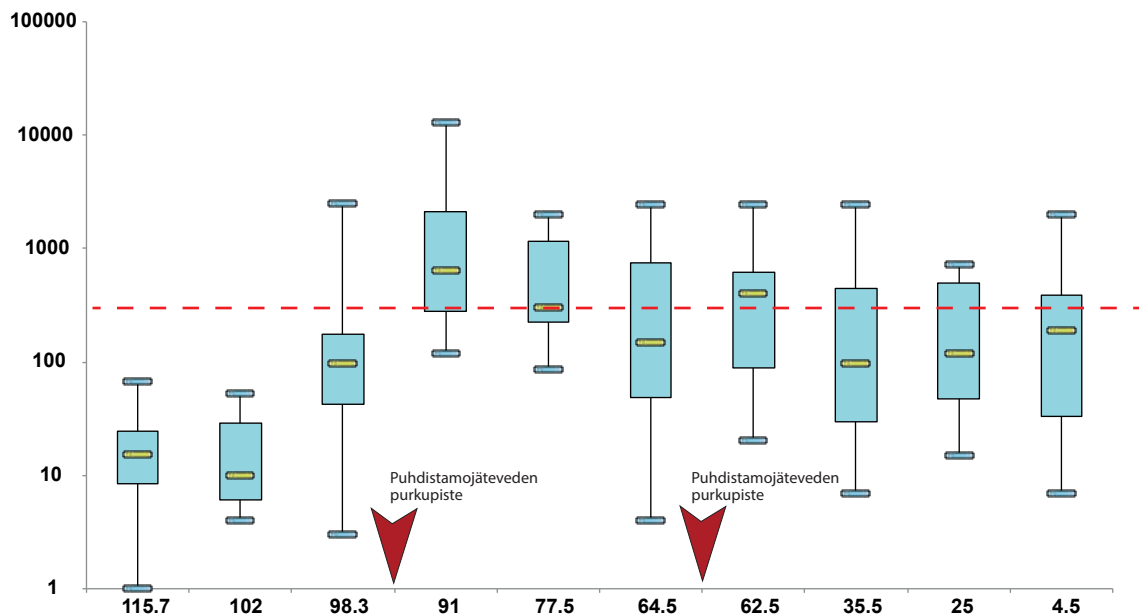
Osa veden hygieenisen tilan heikkenemisestä Vääräkosken alapuolella on vedenlaatutietojen perusteella jätevedenpuhdistamon vaikutusta, sillä *E. coli* bakteerien

pitoisuudet Vääräkosken purkupaikan alapuolella nousevat myös Palojoen alajuoksun pitoisuuksiin nähden. Keskiwertotilanteessa Palojoen vedet laimentavat siten pääsääntöisesti pääuoman suolistoperäisten bakteerien pitoisuuksia ja parantavat veden hygieenistä laatua ennen Vääräkosken jätevedenpuhdistamoa.

Bakteeripitoisuuksien suhteellinen nousu Vääräkosken jätevedenpuhdistamon alapuolella on suurimmillaan huhti-marraskuussa, jolloin ylhäältä tuleva bakteerikuorma on Lahden puhdistamoiden UV-käsittelyn vaikutuksesta pienimmillään. Jätevesien UV-hygienisoinnin käyttöönoton jälkeen (vuonna 2015)



Kuva 26. Veden typpipitoisuudet vuonna 2028-2020 Vääräkosken jätevedenpuhdistamon ylä- (asema 64,5) ja alapuolella (asema 62,5). Puhdistamon ylä- ja alapuoliset pitoisuudvaihtelut tapahtuvat hyvin synkronoidusti osoittaen Vääräkosken yläpuolisten kuormituslähteiden suurta merkitystä alueen veden typpipitoisuudelle.

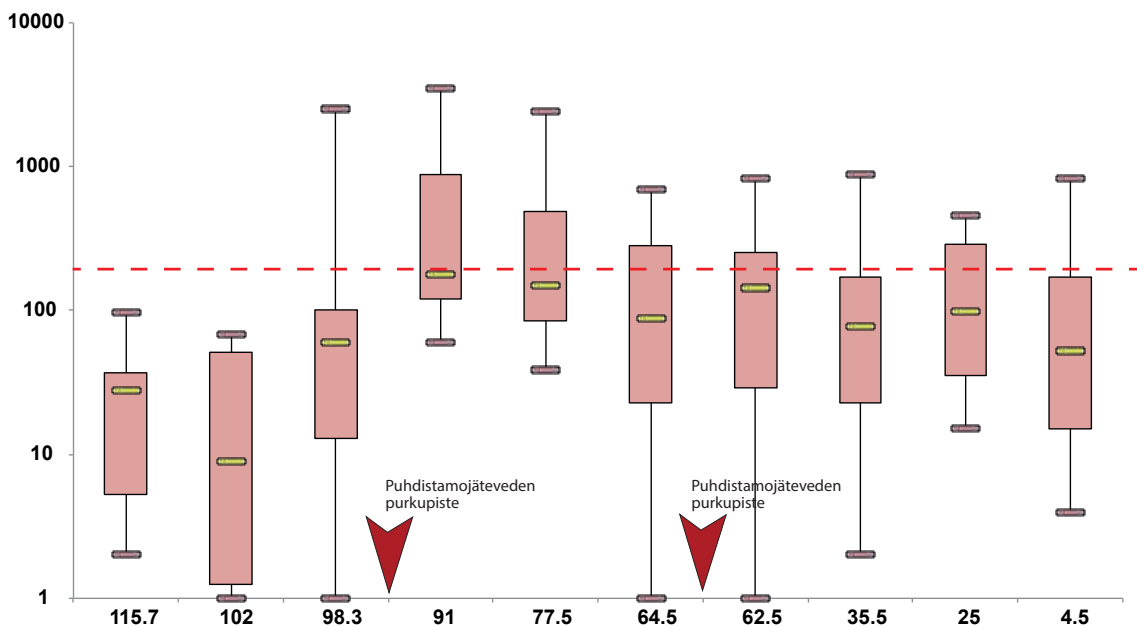


Kuva 27. Porvoonjoen pääuoman *Escherichia coli* -bakteerien pitoisuus vuosina 2018-2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikko-kaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna ylaneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Punainen katkoviiva on savimaiden joissa fosforipitoisuuksien hyvän ekologisen tilan raja 60 µg/l. Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 300 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

ovat *E. coli* -bakteerien keskipitoisuudet huhti-marraskuussa Vääräkosken jätevedenpuhdistamon alapuolella olleet keskimäärin yli 200 % suuremmat puhdistamon yläpuolisiin pitoisuuksiin verrattuna ($p=0,02$). Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan UV-hygienisoinnin ansiosta Vääräkosken jätevedenpuhdistamon kuormitusvaikutukset erottuvat siten selkeinä taustapitoisuuksista.

Vastaavasti Vääräkosken jätevedenpuhdistamon ja Palojoen suunnalta tulevat hygieeniset häirtävaikutukset eivät erotu tilastollisesti merkitsevästi Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden hygienisointikausien ulkopuolella ($p<0,05$). Talvella hygienisointikauden ulkopuolella bakteerien pitoisuudet Vääräkosken jätevedenpuhdistamon alapuolella ovat sen sijaan vaihdelleet synkronoidusti puhdistamon yläpuolen pitoisuuksien kanssa. Tilastollisesti merkitsevät samanaikaiset pitoisuusvaihtelut osoittavat, että jätevedenpuhdistamon yläpuolinen bakteerikuorma määrittelee bakteeripitoisuuksia myös Vääräkosken jätevedenpuhdistamon alapuolella.

Jätevesien hygienisoinnin aikana yläpuolinen bakteerikuorma on sen sijaan merkittävästi pienempi ja vastaavaa tilastollisesti merkitsevää samantahtista vaihtelua Vääräkosken ylä- ja alapuolisten bakteeripitoisuuksien välillä ei esiinny. Jätevesien hygienisoinnin



Kuva 28. Porvoonjoen pääuoman suolistoperäisten enterokokkien pitoisuus vuosina 2018-2020. Vaakasuoran akselin näyteasemien numerointi vastaa etäisyyttä Porvoonjoen suulle. Laatikko-kaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Punainen katkoviiva on savimaiden joissa fosforipitoisuuksien hyvän ekologisen tilan raja 60 µg/l. Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 200 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

myötä yläpuolisten jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset veden hygieeniseen tilaan alavirtaa kohden lievenevät tuntuvasti tai häviävät kokonaan, minkä seurauksena paikallisempien kuormituslähteiden vaikutukset veden hygieeniseen laatuun nousevat esiin.

Kohonneiden bakteeripitoisuuksien lisäksi myös *E. coli* -bakteerien suhteellisen suuri osuus bakteeristossa viittaa siihen, että paikallisilla puhdistamojätevesillä on merkittävä vaikutus Vääräkosken purkualueen veden hygieeniseen laatuun. Jätevedenpuhdistamon alapuolella *E. coli* -bakteerien ja suolistoperäisten enterokokkien välinen suhde nousee sekä puhdistamon yläpuoliseen näyteasemaan että Palojoen alajuoksuun verrattuna. Tämä viittaa tuoreeseen ihmisperäiseen ulostesaastumiseen Vääräkosken jätevedenpuhdistamon purkualueella. Suhdeluku on korkea varsinkin Lahden puhdistamojätevesien UV-käsittelyn aikoina, jolloin yläpuolelta tuleva bakteerikuorma on pieni ja vastaavasti paikallinen pääosin Vääräkosken jätevedenpuhdistamolta tuleva kuormitus korostuu.

4.4. Puhdistamokuormituksen vesistövaikutukset Porvoonjoen keski- ja alaosalla

4.4.1. Jätevedenpuhdistamoiden fosforikuormituksen vesistövaikutukset pääuoman keski- ja alaosalla

Porvoonjoen pääuoman fosforipitoisuudet ovat suorassa suhteessa valuma-alueen pinta-alaan. Tämä näkyy myös esimerkiksi siinä, että sekä kokonaisfosforin että liuenneen fosfaattifosforin pitoisuudet kasvavat Palojoen 130 km² maatalousvaltaisen valuma-alueen liittyessä Porvoonjokeen Orimattilan korkeudella (kuva 5 sivulla 17).

Pääuomassa Orimattilasta alavirtaan fosforipitoisuudet ja sameusarvot olivat vuonna 2020 verraten korkeita heinäkuun poikkeuksellisen runsaan sadejakson aikana. Keski- ja alajuoksun fosforipitoisuudet ovat haja-kuormituksen vaikutuksesta tavallisestikin yläjuoksua korkeammat, eivätkä heinäkuun pitoisuudet poikenneet yläjuoksun kaltaisesti merkittävästi vuoden 2020 keskimääräisestä tilanteesta. Heinäkuun kaltaisten poikkeuksellisten sateiden ja suurten virtaamien aikana puhdistamokuormien osuudet fosforikuormituksesta ovat pienet suhteessa haja-kuormitukseen. Vastaavasti puhdistamokuormien osuudet korostuvat kuivina alivirtaamakausina tyypillisesti keskikesällä.

Porvoonjoen keski- ja alaosan kokonaisfosforipitoisuudet vuonna 2020 olivat keskimäärin luokkaa 130-150 µg/l. Fosforipitoisuudet esimerkiksi havaintoasemalla 35,5 Pukkilan korkeudella olivat hajakuormituksen takia edellisvuosien keskitasoa korkeam-

mat (kuva 6, sivulla 18). Pintavesien luokittelussa joen keski- ja alaosat sijoittuisivat fosforipitoisuuksien perusteella huonoon ekologiseen tilaluokkaan. Alueen kokonaisekologinen tila on pintavesien kolmannella luokittelukaudella kuitenkin kaikkia luokittelumuuttujia huomioiden luokiteltu välttäväksi-tyydyttäväksi.

Käytännössä jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset Porvoonjoen fosforipitoisuuksiin erottuvat vedenlaatuaineiston perusteella selkeästi ainoastaan alueilla, joilla jätevesimäärät ovat mittavat suhteessa joen perusvirtaamaan. Tyypillisesti Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden fosforikuormitus erottuu taustakuormituksesta Lahti-Orimattila osuudella ja varsinkin Patomäenkosken näyteasemalla runsaat kolme kilometriä purkupisteestä alavirtaan (kpl. 4.1.2.). Vastaavasti Nastolan jätevedenpuhdistamon fosforikuormitus erottuu selkeästi Palojoen latvoilla (kpl. 4.2.2.). Ylivirtaamatilanteissa yhdyskuntajätevesien osuus Porvoonjoen fosforivirtaamasta, esimerkiksi 60 km purkupisteestä alavirtaan Pukkilan korkeudella, on luokkaa muutamia prosentteja ja valtaosa joen kuljettamasta fosforikuormituksesta on hajakuormitusperäistä. Se, että puhdistamokuorma ei erotu selkeästi ja tilastollisesti merkitsevästi taustasta, ei kuitenkaan tarkoita sitä, että puhdistamojätevesillä ei olisi kielteisiä vesistövaikutuksia myös etäämpänä jätevesien purkupaikoista Porvoonjoen keski- ja alajuoksulla. Jätevedenpuhdistamoiden osuus joen fosforin ja muun aineen virtaamista vaihtelee sateisuuden ja virtaamatilanteen mukaan, ja kuivempina vuosina vaikutukset ovat selkeämmin nähtävissä etäämpänä päästölähteistä alavirtaan (Henriksson ja Myllyvirta 2008).

4.4.2. Jätevedenpuhdistamoiden typpikuormituksen vesistövaikutukset pääuoman keski- ja alaosalla

Kokonaistyyppi

Lahti-Orimattila jokiosuudella korkeat typpipitoisuudet laimenevat sen mukaan, kun joen valuma-alue ja vesitilavuus kasvaa (kuva 25). Orimattilan keskustan korkeudella typpipitoisuudet laimenevat ja laskevat Palojoen vesien vaikutuksesta. Orimattilasta alavirtaan veden typpipitoisuudet laskevat asteittain jokisuuhun asti kuitenkin saavuttamatta puhdistamojätevesien yläpuolisen Luhdanjoen typpipitoisuuksien tasoa.

Vuonna 2020 kokonaistyyppipitoisuudet puhdistamojätevesien vaikutusalueilla Lahdesta jokisuuhun olivat karkeasti noin 10-30 % alhaisemmat viimeaikaiseen keskitasoon verrattuna (kuva 8 sivulla 20). Syy tähän on mitä ilmeisemmin vuoden 2020 sade- ja virtaamaolosuhteissa. Pitkälti puhdistamojätevesiperäisten typpiyhdisteiden pitoisuudet laskivat sateisena vuonna 2020 jätevesien laimentuessa keskimääräistä suurempaan perusvirtaamaan.

Keski- ja alajuoksulla vuoden typpipitoisuuksien maksimi oli heinäkuussa poikkeuksellisen runsaan sadejakson aikana, jolloin korkeat pitoisuudet aiheutuivat ilmeisesti pääasiassa haja-kuormituksen pelloilta huuhtoutuneesta typestä. Alkukasvukauden kuivuuden jälkeen jokilaakson maaperä oli erittäin eroosioaltis heinäkuun rankkasaiteiden aikana. Porvoonjoen keski- ja alajuoksulla typpipitoisuudet ja suuria valumia ja voimakasta hajakuormitusta kuvaavat sameusarvot ovat pääsääntöisesti koholla samoihin aikoihin. Yläjuoksulla, puhdistamokuormituksen voimakkaammalla vaikutusalueella, tilanne on käänteinen ja typpipitoisuudet ovat yleensä korkeita kun veden sameus on vähäisempää ja puhdistettujen puhdistamojätevesien osuus joen virtaamasta on suuri.

Nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumtyppi

Jokiveden typpi on pääasiassa nitraattimuodossa ja kokonaistyppipitoisuuksien myötä joen pääuoman nitraattipitoisuudet Porvoonjoen keski- ja alajuoksulla olivat jonkin verran tavallista alhaisemmat vuonna 2020. Epävakaisten typpiyhdisteiden nitriitin ja ammoniumin pitoisuudet ja pitoisuuksien alueelliset vaihtelut pääuoman keski- ja alaosassa olivat vuonna 2020 kutakuinkin edellisvuosien kaltaisia. Tavallisesti nitriitin ja ammoniumin pitoisuudet nousevat selkeästi varsinkin Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan puhdistamojätevesien vaikutuksesta ja ovat suurimmillaan Lahti-Orimattila jokiosuudella (kpl. 4.1.3.). Vastaavasti Palojoen typpipitoisuudet nousevat selkeästi Nastolan jätevedenpuhdistamon purkualueella (kpl. 4.2.3.). Joen keskijuoksulla Orimattilasta alavirtaan typpifraktioiden pitoisuudet laskevat asteittain kuitenkin palautumatta Lahden puhdistamoiden yläpuoliselle tasolle (kuva 9, 10 ja 11, sivulla 21, 22 ja 23).

4.4.3. Jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset veden hygieeniseen laatuun pääuoman keski- ja alaosalla

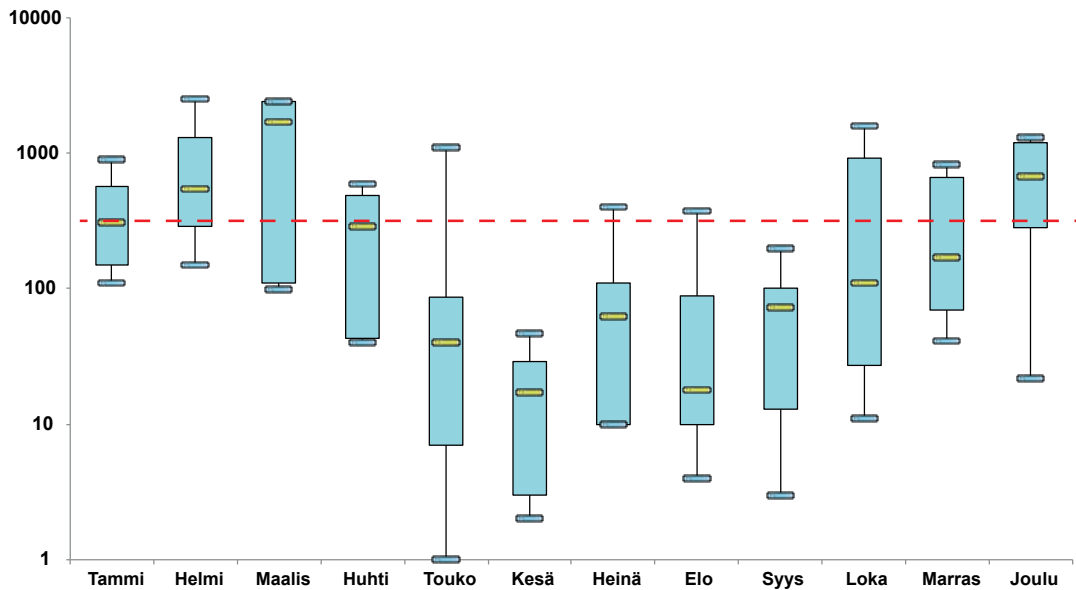
Vuonna 2020 veden hygieeninen laatu Porvoonjoen keski- ja alaosilla, kuten koko Porvoonjoen vesistössä, oli hajakuormituksen vaikutuksesta heikoimmillaan heinäkuussa keskikesäisten sateiden aiheuttaman voimakkaan pintavalunnan jälkitilanteessa. Heinäkuun poikkeuksellista tilaa lukuun ottamatta Porvoonjoen pääuoman keski- ja alajuoksun hygieeninen tila oli hyvä kesäkuukausina. Kesällä yläjuoksun puhdistamojätevedet heikentävät merkittävästi alempien jokiosuuksien hygieenistä laatua vain tilanteissa, jossa jätevesien lähtökohtaiset bakteeripitoisuudet ovat erityisen korkeita ja joen virtaamanopeudet ja sääolosuhteet ovat bakteereille poikkeuksellisen suotuisia (Henriksson ja Niemi 2018).

Porvoonjoen keskiosalla Pukkilan korkeudella *Escherichia coli* -bakteerien pitoisuuksien aritmeettinen vuosikeskiarvo oli 127 pmy/100 ml ja joen alaosalla runsaat neljä kilometriä jokisuusta 124 pmy/100 ml. Keskimääräisesti pääuoman keski- ja alaosan veden hygieeninen laatu alitti veden käyttökelpoisuuden raja-arvoja vuonna 2020. Porvoonjoen keski- ja alaosalla ajoittain havaittavia ongelmallisia keskipitoisuuksiin nähden moninkertaisia ilmentäjäbakteerien pitoisuushuippuja ei esiintynyt vuoden 2020 näytteenottojen aikoina.

E. coli pitoisuuksien kolmen viimeisen vuoden touko-syyskuun 95.prosenttipisteet, joita yleensä käytetään uimavesiluokan määrittämisessä, olivat 161 pmy/100 ml Pukkilassa pääuoman keskiosalla ja 719 pmy/100 ml pääuoman alaosalla runsaat neljä kilometriä jokisuusta ylävirtaan. Prosenttipisteiden perusteella Porvoonjoen keskiosan sisämaan uimavesiluokka vuonna 2020 oli ”erinomainen” ja alaosan uimavesiluokka oli ”hyvä”. Uimaveden ja myös veden kastelukäytön raja-arvoja käytetään yleisesti vesien hygieenisen laadun vertailukohtana.

Porvoonjoessa veden hygieeninen tilanne keväisin ja syksyisin on erityisen mielenkiinnon kohteena. Keväisin ja syksyisin jätevesien mikrobeilla on kesää huomattavasti paremmat edellytykset kulkeutua pitempiä matkoja alavirtaan, jolloin yläjuoksun jätevedenpuhdistamoiden vaikutukset voivat olla havaittavissa koko joen matkalla päästölähteestä jokisuuhun asti. Vuonna 2020 pääuoman keski- ja alaosan veden hygieeninen laatu oli indikaattoribakteerien pitoisuuksien perusteella erinomainen myös keväällä ja syksyllä. Vuodesta 2015 jätevesien desinfiointi ultravioletivalolla on tilastollisesti merkitsevästi vähentänyt joen keski- ja alaosien bakteeripitoisuuksia sekä keväällä huhtikuussa että syksyllä syys- marraskuussa (kuva 29). Lahti Aqua Oy:n jätevedenpuhdistamoiden jätevesien UV-käsittelyllä on näin indikaattoribakteerien perusteella merkittävä myönteinen vaikutus veden hygieniaan koko Porvoonjoen matkalla jätevesien purkupaikoista Lahdessa jokisuulle asti. Omalta osaltaan jätevesien hygienisoinnin myönteiset vaikutukset parantavat myös Porvoon edustan jokisuiston hygieenistä tilaa.

Talvella jätevesien desinfiointi ei ole käytössä. Talvisin Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan, Nastolan sekä Orimattilan jätevedenpuhdistamoiden hygieeniset haitta-vaikutukset ulottuvat päästölähteistä joen keski- ja alaosille. Bakteerikuormituksen takia vesi joen keski- ja alaosilla on talvikuukausina hygieenisesti huonolaatuista ja eri käyttötarkoituksiin sopimatonta (kuva 29). Leudon sään takia Porvoonjoen talviaikainen hygieeninen tila oli keskimääräistä parempi vuonna 2020. Lauhan talven suotuisat vaikutukset joen hygieniaan olivat erityisen selkeitä joen keski- ja alaosilla, jossa bakteeripitoisuudet olivat viime vuosien keskiarvoja huomattavasti alhaisempia. Leudoilla



Kuva 29. Porvoonjoen pääuoman keskijuoksun *Escherichia coli* -bakteerien kuukausittaiset keskipitoisuudet 35,5 km etäisyydellä jokisuusta vuosina 2014-2020. Laatikkokaaviossa laatikon alareuna vastaa alaneljännestä, yläreuna yläneljännestä, alin ja ylin poikkiviiva ovat aineiston pienin ja suurin arvo ja laatikossa oleva poikkiviiva on mediaani (huom. logaritminen asteikko). Katkoviiva kuvaa veden kastelukäytön laatuvaatimusten raja-arvoa 300 pmy/100ml (MMM asetus 134/2006).

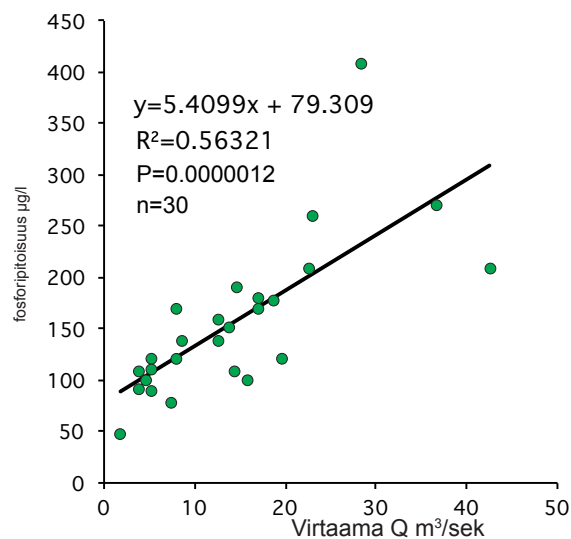
säillä joen bakteeripitoisuuksia vähentää auringon UV-säteilyltä suojaavan jääpeitteen puuttuminen ja lämpimämmän veden tavanomaista vilkkaampi biologinen toiminta.

5. Porvoonjoen ainevirtaamat vuonna 2020

Porvoonjoen ainevirtaamat laskettiin Vakkolankosken virtaamatietojen perusteella. Laskelmissa käytettiin jokisuun näyteaseman 4,5 ja ELY keskuksen Strömsbergin näyteaseman 11,5 pitoisuusmittauksien Frisk ja Kylä-Harakan (1981) kaavalla virtaamapainotettuja keskiarvoja.

Porvoonjoen vuonna 2020 kuljettamat ainevirtaamat laskettiin kertaamalla em. virtaamapainotettuja keskipitoisuuksia vuoden keskivirtaamalla (12,7 m³/sek). Vakkolan korkeudella noin 20 km jokisuusta Porvoonjoki kuljetti näin laskettaessa keskimäärin noin 208 kg fosforia päivässä. Päivittäinen joen kuljettama typpikuorma oli 2880 kg ja kiintoainekuorma 89 000 kg. Koko joen valuma-aluetta huomioiden ainemäärät olivat jokisuulla vuositasolla 87 tonnia fosforia, 1200 tonnia typpeä ja 37 000 tonnia kiintoainetta. Jokisuun ainevirtaamat on arvioitu siten, että Vakkolan ainevirtaamiin on lisätty ainemääriä jokisuun noin 14 % suurempaa valuma-aluetta vastaavasti.

Joen fosforikuormitus on valtaosin hajakuormitusperäistä ja huuhtoutuu jokeen valuma-alueen viljelysmailta rankkasateiden aikoina. Sateisuuden takia joen kuljettama fosforimäärä oli keskimääräistä suurempi vuonna 2020. Myös sadejaksojen ajoittuminen ja jakautuminen pitkän vuotta vaikutti jokeen huuhtoutuvan fosforin määrään. Typpiyhdisteiden ja sateisuuden välillä ei ole fosforin kaltaista voimakasta korrelaatiota ja joen vuonna 2020 mereen kuljettama typpikuorma oli Porvoonjoen tavanomaista keskitasoa. Joen veden kiintoainepitoisuudet ovat riippuvuussuhteessa virtaamiin ja huuhtoumiin ja joen kuljettama kiintoaineen määrä oli fosforin tapaan keskimääräistä suurempi.



Kuva 30. Virtaaman (Vakkolan virtausmittausasema) ja veden fosforipitoisuuksien välinen suhden Porvoonjoen alaosan näytesemalla 4,5 ja 11, 5. Virtaaman ja fosforipitoisuuksien välillä vallitsee tilastolisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$) lineaarinen yhteys.

6. Puhdistamokuorma ja Porvoonjoen ainevirtaamat

Hajakuormituksesta poiketen puhdistamojätevedet purkautuvat jokeen suhteellisen tasaisesti sääoloista riippumatta ja niiden kielteiset vesistövaikutukset korostuvat vähävetisinä aikoina. Jätevesien osuus joen ravinnekuormituksesta on merkittävä erityisesti typen osalta. Joen fosfori on puolestaan valtaosaltaan valuma-alueen viljelysmailta huuhtoutunutta hajakuormitusta, joka on voimakkaimmillaan suurten pintavalumiensa ja kovien virtaamien aikana. Hajakuormituksen suuresta merkityksestä joen veden fosforipitoisuuksille kertoo se, että joen virtaaman ja veden fosforipitoisuuksien välillä on erittäin merkitsevä tilastollinen korrelaatio (kuva 30).

Puhdistamojätevesien osuus Porvoonjoen mereen kuljettamasta fosforikuormasta vuonna 2020 oli keskimäärin noin 3 % ja typpikuormasta noin 15 %. Puhdistamoiden kuormitusosuudet kasvavat asteittain jokisuusta yläjuoksua ja jätevedenpuhdistamoiden purkupisteitä kohden. Sateisuuden ja voimakkaan hajakuormituksen takia jätevedenpuhdistamoiden ja muiden pistemäisten kuormituslähteiden suhteellinen osuus fosforikuormituksesta oli vuonna 2020 selkeästi keskivertovuotta pienempi. Puhdistamojätevesien osuus typpikuormituksesta oli karkeasti edellisvuosien keskitasoa. Suu-

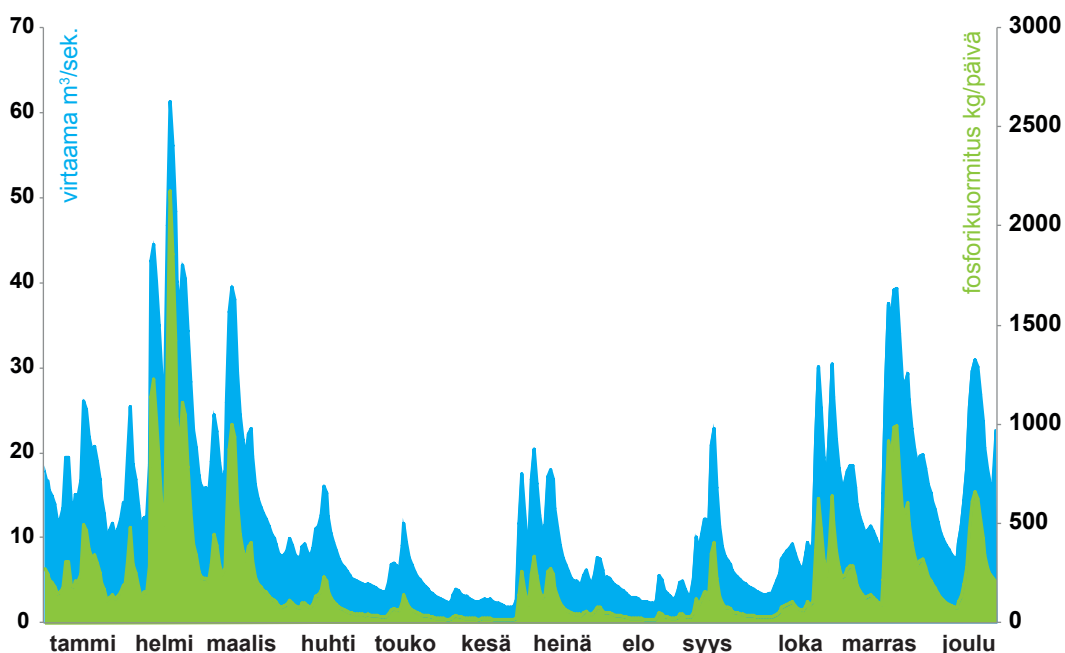
rimman osan vuodesta vallitsevissa virtaamien mediaanin tasoa olevissa alivirtaamaolosuhteissa on jätevedenpuhdistamoiden osuus Porvoonjoen ravinnekuormituksesta selkeästi edellä mainittua suurempi.

Käytännön ongelmia ainevirtaamia arvioitaessa aiheutuu siitä, että veden ainepitoisuudet ja joen virtaamat vaihtelevat ajallisesti ja pitoisuusmittauksia on suhteellisen harvakseltaan. Porvoonjoen tapauksessa pitoisuusarvojen jakauma on myös jonkin verran vinoutunut muun muassa siksi, että pitoisuushavainnot tarkoituksenmukaisesti painotetaan ylivirtaamakausiin. Virhelähteiden vähentämiseksi ainevirtaamia voidaan laskea virtaaman ja ravinnepitoisuuksien välistä korrelaatiota huomioiden. Esimerkiksi kuvan 30 regressiosuoran yhtälön avulla päivittäisille virtaamahavainnoille saadaan vastaavat päivittäiset pitoisuusarvot ja edelleen arviot päivittäisille ainevirtaamille (Henriksson ja Myllyvirta 2008, Wartiovaara 1975, 1978).

Regressiomenetelmällä arvioituna Porvoonjoen kuljettama fosforikuorma vuonna 2020 Vakkolan korkeudella noin 20 km jokisuusta oli 77 tonnia ja jokisuulla pinta-ala suhteen perusteella arvioituna 87 tonnia. Regressioanalyysin avulla saatu arvio joen fosforikuormasta on yhtä suuri kuin virtaamapainotteisten keskipitoisuuksien perusteella arvioitu fosforikuorma. Vuoden 2020 vesinäytteiden näytteenotot osuivat kattavasti yhteen virtaaman ja fosforikuormituksen huippujen kanssa johtaen samansuuruiseen arvioon joen fosforikuormasta molemmilla laskentamenetelmillä (kuva 2 sivulla 13). Mallin perusteella valtaosa fosforikuormituksesta kohdistui jokeen leudon ja sateisen talven aikana sekä syksyllä-syystalvella haja-kuormituksen ollessa moninkertainen verrattuna kuivempiin vuodenaikoihin (kuva 31).

Alivirtaamatilanteissa, esimerkiksi 2 m³/s virtaamilla, joen veden kokonaisfosforipitoisuus on pitoisuus-virtaama regressiomallilla arvioituna noin 90 µg/l ja joen mereen kuljettama päivittäinen kokonaisfosforikuorma 16 kg. Tällaisessa tilanteessa jätevedenpuhdistamoiden osuus fosforikuormituksesta on noin 40 %. Vuoden 2020 mediaanivirtaamalla 9,6 m³/sek päivittäinen fosforikuorma on laskennallisesti 109 kg, josta jätevedenpuhdistamoiden kuormitusosuus on noin 6 %.

Molempien laskentamenetelmien ainevirtaama-arvioiden perusteella Porvoonjoen hajakuormitus oli sää- ja virtaamaolosuhteiden takia voimakasta vuonna 2020. Varsinkin joen mereen kuljettaman hajakuormitusperäisen fosforin ja kiintoaineen määrät olivat keskimääräistä suuremmat. Vastaavasti jätevedenpuhdistamoiden osuus joen ainekuormista oli keskimääräistä pienempi vuonna 2020.



Kuva 31. Porvoonjoen vuoden 2020 vuorokausivirtaama Askolan Vakkolassa (sininen käyrä) ja regressioanalyysin avulla virtaamahavainnoista laskettua vuorokausikohtaiset arvot fosforin kuormitukselle. Valtaosa vuoden 2020 fosforikuormituksesta kohdistui jokeen sateisen talven aikana helmi-maaliskuussa ja syksyllä-syystalvella loka-joulukuussa.

7. Porvoonjoen vesistön kalojen haitta-ainepitoisuudet vuonna 2020

Porvoonjoelta tutkittiin vuonna 2020 ahventen elohopea, HCB ja HCBD-pitoisuuksia. Tutkittavat kalat pyydettiin katiskoilla Palojoen ja Porvoonjoen yhtymäkohdasta syksyllä. Tutkimusta varten pyydettiin 15 ahventa, joista neljästätoista saatiin elohopeapitoisuudet tutkittua erillisinä näytteinä. Heksaklooriyhdisteiden analysointia varten kaloista muodostettiin kokoomanäyte. Näytteet otettiin ahventen selkälihaksesta. Kalojen elohopeapitoisuudet analysoitiin Kymen Ympäristölaboratorio Oy:n toimesta, heksakloorianalyysit suoritti Eurofins Environment Testing Finland Oy.

Porvoonjoelta vuonna 2020 pyydettyjen ahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,059 mg/kg ja korkein arvo oli 0,12 mg/kg (taulukko 3). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin suurimmissa yli 20 cm ahvenissa. Muilta osin tilastollisesti merkitsevää yhteyttä kalojen koon ja elohopeapitoisuuksien välillä ei ollut. Ahventen elohopeapitoisuudet alittivat kalan ravintokäytölle asetetun raja-arvon 0,5 mg/kg. Vesieliöstön suoja-arvoksi asetettu ympäristölaatu normi EQS 0,2 mg/kg ei myöskään ylittynyt. Edellisessä vuoden 2017 ahventen elohopeapitoisuuksien tutkimuksessa pitoisuudet yli 200 g painavissa kaloissa ylittivät raja-arvon 0,2 mg/kg.

Ahven	Pituus, cm	Elohopeapitoisuus, mg/kg
1	15.3	0.02
2	18.0	0.07
3	22.3	0.1
4	19.5	0.03
5	22.0	0.07
6	20.5	0.12
7	15.3	0.09
8	18.3	0.03
9		
10	15.3	0.02
11	16.0	0.04
12	15.0	0.06
13	13.5	0.06
14	15.4	0.05
15	15.2	0.06

Kokoomanäytteet

	HCB	HCBD
Ahven	< 0,5 µg/kg	< 0,5 µg/kg
	Määritysraja 0,5	Määritysraja 0,5

Taulukko 3. Porvoonjoen kalojen haitta-ainepitoisuudet 2020.

Kokoomanäytteistä analysoidut HCB ja HCBD -pitoisuudet olivat alle määritysrajan 0,5 µg/kg.

8. Porvoonjoen vesistön vaaralliset ja haitalliset aineet vuonna 2020

8.1. Raskasmetallit

Patomäenkoskella (havaintoasema PJ 91,0) Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevesien purkupisteestä 3,5 km alavirtaan ja jokisuulla (havaintoasema PJ 4,5) havaittiin määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia liukoisesta lyijystä ja nikkelistä (taulukko 4). Pitoisuudet eivät kuitenkaan ylittäneet näille metalleille asetettuja ympäristölaatu normeja. Liukoisen kadmiumin pitoisuudet jäivät alle määritysrajan Patomäenkoskella ja jokisuulla.

HavPaik	Klorof. µg/l	Cd liuk. µg/l	Pb liuk. µg/l	Ni liuk. µg/l
PJ 91.0		<0,02	0.1	1.5
PJ 91.0		<0,02	<0,1	4.4
PJ 91.0		<0,02	0.1	1.7
PJ 91.0		<0,02	0.2	1.7
PJ 4.5		<0,02	0.2	1.7
PJ 4.5	11			
PJ 4.5	20	<0,02	0.1	1.7
PJ 4.5	7.1			
PJ 4.5	9.5	<0,02	0.5	3.4
PJ 4.5	3.6			
PJ 4.5		0.02	0.6	2.8
Pa 22.5		<0,02	<0,1	17
Pa 22.5		0.02	<0,1	15
Pa 22.5		<0,02	<0,1	9.4
Pa 22.5		<0,02	0.2	8.6
Pa 14.4	3.2			

Taulukko 4. Raskasmetallit ja klorofyllipitoisuudet Porvoonjoen vesistön vedenlaadun yhteis-tarkkailussa 2020.

Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uomasta todettiin pitoisuuksia kaikista kolmesta analysoitavasta raskasmetallista, jotka olivat kadmium, lyijy ja nikkeli. Purku-uomassa kadmiumpitoisuudet ylittivät määräysrajan kesäkuussa, jolloin pitoisuudet kuitenkin olivat määräysrajan ja luontaisen taustapitoisuuden tasoa. Myös purku-uoman lyijyn pitoisuudet olivat selkeästi alle ympäristölaatu normien.

Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uoman nikkelin pitoisuuksien aritmeettinen vuosikeskiarvo 12,5 µg/l (vaihteluväli 8,6-17 µg/l) ylitti sille asetetun ympäristölaatu normin 5 µg/l (EQS 4 µg/l + taustapitoisuus 1 µg/l). Purku-uoman nikkelpitoisuudet ovat ylittäneet raja-arvoja vuodesta 2016 varallisten ja haitallisten aineiden tarkkailun aloittamisesta lähtien. Vuoden 2020 nikkelin keskipitoisuus oli edellisvuosien tasoa. Nikkeliä, lyijyä ja kadmiumia löydetään monesti kaatopaikkojen suotovesistä ja kohonneet pitoisuudet Nastolan purku-uomassa viittaavat kaatopaikka-vaikutukseen.

Porvoon Vesi Oy:n Saksalan vedenottamolla, jonka vesi on pääasiassa Porvoonjoen veden rantaimetyymisestä peräisin, oli vuonna 2020 ongelmia korkeiden rautapitoisuuksien kanssa. Tämä on luultavimmin yhteydessä sateiseen ja lumettomaan talveen 2019-2020, mutta mahdollisesti osittain myös Lahden eteläisen ohitustien työmaavai-
kutuksiin.

8.2. Torjunta-aineet

Eniten vesiympäristölle haitallisia aineita todettiin Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uomassa (taulukko 5). Todennäköisesti aineiden pääasiallinen päästölähde on suljettu kaatopaikka eikä Nastolan jätevedenpuhdistamon yhdyskuntajätevedet. Pääuomassa kohtalaisen runsaasti ainejäämiä todettiin pääuoman eniten puhdistamojätevesillä kuormitetulla Patomäenkosken havaintoasemalla. Jokisuulta 4,5 km ylävirtaan sijaitsevalla havaintoasemalla todettiin ainoastaan rikkaruohomyrkkynä käytettyä MCPA:ta. Kaikki havaitut aineet olivat hyönteisten ja rikkakasvien torjunnassa käytettäviä tai aikaisemmin käytössä olleita torjunta-aineita. Havaittuja torjunta-aineita ei todettu ympäristölaatuormeja ylittävinä pitoisuuksina niiden aineiden osalta, joille on asetettu ympäristölaatuormit.

Torjunta-aineista atratsiinin, endosulfaanin ja klorporyfossin pitoisuudet olivat alle ympäristölaatuormien Nastolan purku-uomassa. Endosulfaanista todettiin pienem-

Näyte pvm.	Torjunta-aine	22,5	91,0	4,5
02-03/03-20	Endosulfaani, alfa- µg/l	0.0013	<0.0005	<0.0005
02-03/03-20	Klorpyrifossi µg/l	0.02	<0.010	<0.010
02-03/03-20	DEET µg/l	0.06	<0.01	<0.01
02-03/03-20	Heksatsinoni µg/l	0.006	<0.003	<0.003
02-03/03-20	Mekoproppi (MCP) ng/l	41	<20	<20
02-03/03-20	Terbutylatsiini µg/l	0.01	<0.003	<0.003
08-06-20	Endosulfaani sulfaatti µg/l	0.0013	0.0012	0.0005
08-06-20	Terbutryyni µg/l	0.02	0.02	<0.006
08-06-20	Atratsiini µg/l	0.01	<0.003	<0.003
08-06-20	DEET µg/l	0.23	0.04	<0.01
08-06-20	Dikloroproppi µg/l	<0.02	0.06	<0.02
08-06-20	Heksatsinoni µg/l	0.009	<0.003	<0.003
08-06-20	MCPA ng/l	<20	39	<20
08-06-20	Mekoproppi (MCP) ng/l	80	<20	<20
08-06-20	Metalakssyyli µg/l	0.003	<0.02	<0.02
08-06-20	Terbutylatsiini µg/l	0.02	<0.003	<0.003
08-06-20	Terbutylatsiini desetyyli µg/l	0.01	<0.01	<0.01
04-08-20	DEET µg/l			0.01
12-10-20	Endosulfaani sulfaatti µg/l	0.0007	<0.0005	<0.0005
12-10-20	Terbutryyni µg/l	0.01	<0.006	<0.006
12-10-20	Atratsiini µg/l	0.01	<0.003	<0.003
12-10-20	DEET µg/l	0.05	0.01	<0.01
12-10-20	Dikloroproppi µg/l	<0.02	0.04	<0.02
12-10-20	Heksatsinoni µg/l	0.005	<0.003	<0.003
12-10-20	MCPA ng/l	<20	22	60
12-10-20	Mekoproppi (MCP) ng/l	62	<20	<20
12-10-20	Terbutylatsiini µg/l	0.01	<0.003	<0.003

Taulukko 5. Havaitut torjunta-aineet ja niiden pitoisuudet Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uomassa (havaintoasema 22,5), Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden purkualueella (havaintoasema 91,0) ja Porvoonjoen suulla (havaintoasema 4,5).

piä pitoisuuksia myös Patomäenkoskella Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden purkualueella. Aikaisemmin yleisesti hyönteismyrkkinä käytettyä, nykyään kiellettyä endosulfaania, on löytynyt lähinnä yhdyskuntien kaatopaikkojen suotovedestä. Rikkaruohomyrkkynä käytetyjä mekopropia, terbutylatsiinia ja EU:ssa kiellettyä heksatsinonia todettiin määritysrajaa ylittävinä pitoisuuksina Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uomassa.

Terbutryynia todettiin Nastolan purku-uoman lisäksi myös pääuomassa Patomäenkoskella. Lahden alapuolella Patomäenkoskella todettiin myös pieniä pitoisuuksia torjunta-aineita dikloropropia ja MCPA:ta (4-kloori-2-metyylifenoksietikka-happo). Terbutryynin ja MCPA:n pitoisuudet olivat alle ympäristölaatumien. Dikloropropille ei ole ympäristölaatumia. Analysoidusta torjunta-aineista todettiin jokisuun havaintoasemalla ainoana MCPA:ta, kuitenkin ympäristölaatumia selkeästi alittavina pitoisuuksina.

Tehoaineina hyönteiskarkotteissa käytettävää DEET:tä (N,N-dietyyli-m-toluamidi) todettiin määritysrajan selkeästi ylittävinä pitoisuuksina Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uomassa ja pienempinä määrinä Patomäenkoskella Lahden Kariniemen ja Ali-Juhakkalan jätevedenpuhdistamoiden purkupaikalta 3,5 km alavirtaan. DEET-pitoisuudet vuonna 2020 olivat aikaisempien vuosien tasoa.

8.3. Perfluoratut yhdisteet

Per- ja polyfluorialkyyliyhdisteisten (PFAS) pitoisuuksista osa ylitti määritysrajan vuoden 2020 vedenlaatutarkkailussa (taulukko 6). PFAS-yhdisteistä tutkituimpia ja parhaiten tunnettuja on perfluoro-oktaanisulfonatti (PFOS). Vuonna 2020 PFOS-pitoisuudet ylittivät määritysrajan sekä Porvoonjoen pääuoman Patomäenkosken että Palojoen Nastolan purku-uoman havaintoasemilla ja kaikilla näytteenottokerroilla. PFOS on PFAS-yhdisteistä ainoa, jolle on säädetty hetkellisesti sallittu enimmäispitoisuuden ympäristölaatumiksi (MAC-EQS) ja pitoisuuksien vuosikeskiarvojen ympäristölaatumiksi (AA-EQS).

Vuonna 2020 PFOS-pitoisuuksien aritmeettinen keskiarvo Patomäenkoskella 3,5 km Kariniemen ja Ali-Juhakkalan purkupaikasta alavirtaan oli 0,0013 µg/l. Nastolan jätevedenpuhdistamon ja suljetun kaatopaikan purku-uomassa PFOS-keskipitoisuus oli 0,0014 µg/l. Keskipitoisuudet ovat noin kaksinkertaisia verrattuna PFOS-vuosikeskiarvon ympäristölaatumiksiin, joka sisämaan pintavesille on 0,00065 µg/l. Havaitut PFOS:in pitoisuudet alittivat kuitenkin merkittävästi hetkellisesti sallitun enimmäispitoisuuden

Näyte pvm.	Yhdiste	91.0	25.5
02-03/03-20	Perfluorobutaanihappo (PFBA) µg/l	0.0008	<0.005
02-03/03-20	Perfluorohexaanihappo (PFHxA) µg/l	0.0008	0.004
02-03/03-20	Perfluoroheptaanihappo (PFHpA) µg/l	0.0005	0.002
02-03/03-20	Perfluoro-oktaanihappo (PFOA) µg/l	0.001	0.007
02-03/03-20	Perfluorinonaanihappo (PFNA) µg/l	<0.0005	0.001
02-03/03-20	Perfluorodekaanihappo (PFDA) µg/l	<0.0005	0.0005
02-03/03-20	Perfluorobutaanisulfonatti (PFBS) µg/l	<0.0005	0.001
02-03/03-20	Perfluorohexaanisulfonatti (PFHxS) µg/l	<0.0005	0.0006
02-03/03-20	Perfluoro-oktaanisulfonatti (PFOS) µg/l	0.0004	0.0007
08-06-20	Perfluorobutaanihappo (PFBA) µg/l	0.002	0.001
08-06-20	Perfluoropentaanihappo (PFPeA) µg/l	0.002	0.008
08-06-20	Perfluorohexaanihappo (PFHxA) µg/l	0.004	0.011
08-06-20	Perfluoroheptaanihappo (PFHpA) µg/l	0.002	0.003
08-06-20	Perfluoro-oktaanihappo (PFOA) µg/l	0.002	0.006
08-06-20	Perfluorobutaanisulfonatti (PFBS) µg/l	0.0009	0.002
08-06-20	Perfluoro-oktaanisulfonatti (PFOS) µg/l	0.002	0.002
08-06-20	1H,1H,2H,2H-Perfluorooktaanisulfonaatti µg	0.008	<0.0005
04-08-20	Perfluoro-oktaanisulfonatti (PFOS) µg/l	0.002	0.002
12-10-20	Perfluorobutaanihappo (PFBA) µg/l	0.001	0.001
12-10-20	Perfluoropentaanihappo (PFPeA) µg/l	0.0007	0.002
12-10-20	Perfluorohexaanihappo (PFHxA) µg/l	0.001	0.004
12-10-20	Perfluoroheptaanihappo (PFHpA) µg/l	0.0009	0.001
12-10-20	Perfluoro-oktaanihappo (PFOA) µg/l	0.001	0.004
12-10-20	Perfluorobutaanisulfonatti (PFBS) µg/l	0.0007	0.0008
12-10-20	Perfluoro-oktaanisulfonatti (PFOS) µg/l	0.001	0.001

Taulukko 6. Määrittäjärajan ylittäneet PFAS yhdisteet Porvoonjoen vesistöalueen vedenlaadun tarkkailussa vuonna 2020.

ympäristölaatu normin, jonka raja-arvo on 36 µg/l ja huomattavasti vuosikeskiarvona ilmaistua ympäristölaatu normia korkeampi.

9. Porvoonjoen piilevätutkimus vuonna 2020

Porvoonjoen vesistön piilevätutkimuksesta vuoden 2020 osalta on koostettu oma raporttinsa, joka löytyy liitteestä 5.

Viiteluettelo

Aroviita, J., Mitikka, S., Vienonen, S. (toim.). 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019. ISBN 978-952-11-5073-9 (nid.). ISBN 978-952-11-5074-6 (PDF.). 180 s.

MMM 134/2006. Maa- ja metsätalousministeriön asetus N:o 134/2006 alkutuotannolle elintarviketurvallisuuden varmistamiseksi asetettavista vaatimuksista. Helsinki, 16.2.2006.

STM 177/2008. Suomen säädöskokoelma 2008 N:o 177. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus yleisten uimarantojen uimaveden laatuvaatimuksista ja valvonnasta 28.3.2008.

Henriksson, M., & Niemi, J. 2018. Jätevesien UV-desinfiointin vaikutus Porvoonjoen ja Palojoen hygieeniseen tilaan. Itä-uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys. Tutkimusraportti 56 s.

Henriksson, M. & Myllyvirta, T. 2008. Porvoonjoen ainevirtaamat ja kuormitus. Itä-uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys. Tutkimusraportti 34 s.

Frisk, T. ja Kylä-Harakka, T. 1981. Vesihallituksen monistesarja Nro 53. Vedenlaatuennusteiden laadinnan perusteet. Vesihallitus. Helsinki.

Wartiovaara J. 1975, Jokien ainevirtaamista Suomen rannikolla. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 13. Vesihallitus. Helsinki. 54 s.

Wartiovaara J. 1978, Phosphorus and organic matter discharged by rivers to the Baltic Sea. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 29. Vesihallitus. Helsinki. 42 s.

Ramboll Finland Oy 2016. Yhteistarkkailuohjelma, Porvoon- ja Palojoen vesistö tarkkailu 2016-2022. LahtiAqua Oy/Aqua Palvelu Oy, Orimattilan kaupunki / Vesilaitos. 20 s.

Havaintopaikka	N	E	Tarkenne	Vesistöalue
PJ 115.7	6749827	417505	Luhdanjoki	18.051
PJ 102.0	6757980	422070	Nostavantie 240	18.051
PJ98.3	6758543	424041	Lahdenyläpuoli, Kukonkoski	18.051
PJ91.0	6757244	425161	Lahdenalapuoli, Patomäenkoski	18.042
PJ77.5	6750087	426290	Orimattila, Viljamaa	18.042
PJ64.5	6742290	429699	Orimattilan yläpuoli	18.041
PJ62.5	6740931	428909	Orimattilan alapuoli	18.041
PI35.5	6722028	423012	Pukkilan alapuoli	18.022
PJ25.0	6712862	421562	Askolan yläpuoli	18.021
PJ4.5	6697648	425391	Porvoo jokisuu	18.011
Pa22.6	6753496	439795	Nastolan yläpuoli	18.082
Pa22.5	6753456	439835	Nastolan purku-uoma	18.082
Pa22.4	6753346	439755	Nastolan alapuoli	18.082
Pa 14.4	6747908	438075	Heinämaa	18.082
Pa0.2	6742180	429909	Palojoen suu, Orimattila	18.081

PORVOONJOKI 2020

Parametri	Menetelmä	Laboratorio
Happi, vesi, titr.	Sisäinen menetelmä, perustuu kumottuun SFS 3040:1990	Kymen ympäristölaboratorio Oy
Hapen kyllästysaste, vesi, titr.	Sisäinen menetelmä, perustuu kumottuun SFS 3040:1990	Kymen ympäristölaboratorio Oy
Sameus, vesi, nefelometr.	SFS-EN ISO 7027:2000	Kymen ympäristölaboratorio Oy
Kiintoaine, vesi, GF/C 1,2µm	SFS-EN 872:2005	Kymen ympäristölaboratorio Oy
Sähköjohtavuus, vesi, konduktometr.	SFS-EN 27888:1994	Kymen ympäristölaboratorio Oy
pH, vesi	SFS 3021-1979	Kymen ympäristölaboratorio Oy
Väriluku, vesi, suodatus, spektrometr.	SFS-EN ISO 7887:2011 menetelmä C	Metropolilab Oy
COD Mn, vesi, titrimetrinen	SFS 3036:1981	Kymen ympäristölaboratorio Oy
BOD7, vesi	Sis. Menetelmä, per. kumottuun SFS 3019:1979	Kymen ympäristölaboratorio Oy
BOD-ATU, jätevesi	Sis. Menetelmä, per. kumottuun SFS 5508:1991	Kymen ympäristölaboratorio Oy
N (tot), vesi, Aquakem	Sis. Menetelmä, per. kumat. SFS 3031:1990	Kymen ympäristölaboratorio Oy
N(NO2), vesi, fotometr.	SFS 3029:1979	Kymen ympäristölaboratorio Oy
N(NO3), vesi, Aquakem.	Sis. Menetelmä, per. kumat. SFS 3031:1990	Kymen ympäristölaboratorio Oy
N(NH4), vesi, fotometr.	SFS 3032:1976	Kymen ympäristölaboratorio Oy
P(tot), vesi	Sisäinen menetelmä, perustuu kumottuun SFS 3026:1986	Kymen ympäristölaboratorio Oy
P(PO4), vesi, liukoinen (Nuclepore 0,4 µm)	Sisäinen menetelmä, perustuu kumottuun SFS 3025:1986	Kymen ympäristölaboratorio Oy
E.coli talous, uima, vesistö / 100 Colilert	Colilert SFS-EN-ISO 9308-2:2014	Kymen ympäristölaboratorio Oy
koli36, Kolim. Bakt. talous/luonto/jäte Colilert	Colilert SFS-EN-ISO 9308-2:2014	Kymen ympäristölaboratorio Oy
entero, Fek enterokokit talous/uima/ves Enterole	Enterolert	Kymen ympäristölaboratorio Oy
Klorofylli-a, vesi	SFS 5772:1993	Kymen ympäristölaboratorio Oy
Torj,yht, torjunta-aineet (GC+LC)	ISO/TS 28581:2012, Sisäinen SPE-LCMSMS	Metropolilab Oy
Cd liuk., vesi, liukoinen	SFS-EN ISO 17294-2:2016	Metropolilab Oy
Pb liuk., vesi, liukoinen	SFS-EN ISO 17294-2:2016	Metropolilab Oy
Ni liuk., vesi, liukoinen	SFS-EN ISO 17294-2:2016	Metropolilab Oy
Perfluoratut yhdisteet (PFC)	ISO 25101 Mod.; EPA 533	Eurofins Environment Testing Finland (Lahti)

NäytePvm	TutkOjh	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk mS/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	BOD7-ATU mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	N(NO3) µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kol36 pmy/100ml
06-02-20	PORVOJKI	PI115.7	0.5	0	10.7	73	18	6.6	12.9	7	110	20 <3	2700	3	1200	8	46	10 <10	5	340		
02-03-20	PORVOJKI	PI115.7	0.5	0.2	6.6	45	18	3.7	11.6	6.5	100	18.4 <2	1400	3	1000	9	50	10	5	8	200	
03-08-20	PORVOJKI	PI115.7	0.5	16.2	2.6	7.8	15	6	15.7	7	97	18	2800	7	2300	9	79	20	10	3300	4600	

NäytePvm	TutkOjh	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk mS/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	N(NO3) µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kol36 pmy/100ml
06-02-20	PORVOJKI	PI102.0	0.5	0	9.3	63	17	4	12.8	6.9	100	22 <3	1800	3	1100	6	49	11	10	3	410
02-03-20	PORVOJKI	PI102.0	0.5	0.2	6.6	45	18	3.7	11.6	6.5	100	18.4 <2	1400	3	1000	9	50	10	5	8	200
03-08-20	PORVOJKI	PI102.0	0.5	16.9	2	2.1	2.4	2.6	12.7	6.7	120	20	890	2	30	12	72	29 <10	10	1900	5800

NäytePvm	TutkOjh	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk mS/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	N(NO3) µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kol36 pmy/100ml
23-01-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	0.6	11.6	81	24	13	13.1	6.9	87	19 <3	2400	3	1700	9	59	10	10	31	6
06-02-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	0	9.5	65	18	10	13.1	7	87	19 <3	1700	3	1000	12	50	10	41	6	340
02-03-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	0.4	8.4	58	25	9	13.2	6.7	90	16.5 <2	1500	4	1100	21	58	10	42	12	370
06-04-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	2.5	10.1	74	18	13.4	14.3	7.2	88	17	1400	5	330	35	38	7	20	10	310
04-05-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	8.6	9.6	82	27	14.3	14.3	7.2	88	17	650	7	970	43	61	11	74	23	530
08-06-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	14.6	9.1	89	17	16.1	12.2	6.9	99	17	2600	9	1400	34	310	17	2500	2300	>24000
06-07-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	15	7.2	71	290	8.2	14.2	7	75	15	1800	4	330	20	65	26	74	99	2600
03-08-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	16	5.7	58	9.8	8.2	14.4	7	75	15	1800	5	710	8	100	11	180	310	>2400
14-09-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	10.3	7.2	64	18	13	15.5	7.1	67	13	2800	8	800	22	72	17	98	170	2900
12-10-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	9	7.9	68	13	7.3	13.7	6.9	69	13	2100	4	1300	9	58	11	73	20	1100
09-11-20	PORVOJKI	PI98.3	0.5	3	8.1	60	17	13.7	12.3	6.9	18	2100	5	1400	9	55	9	10	10	910	

NäytePvm	TutkOjh	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk mS/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	N(NO3) µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kol36 pmy/100ml
23-01-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	0.8	11.8	82	22	19.9	19.9	7.1	86	16 <3	3500	23	2500	250	85	25	590	980	>25000
06-02-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	0.7	10.2	71	18	7	22.7	7.3	86	16 <3	2600	18	1700	240	66	14	750	390	>24000
02-03-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	1	9.6	67	21	10	19.4	6.9	89	16.7	2200	15	1800	210	68	17	300	>2400	>2400
06-04-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	4.1	9.6	73	17	26	7.2	3.8	3700	51	4000	270	71	14	480	120	14000	2000	
04-05-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	9.4	9.3	81	18	29.1	7.2	7.2	4400	80	4300	190	20	200	120	2000			
08-06-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	14.6	7.9	78	14	37.4	7.4	6.1	5800	100	4900	130	120	11	1000	170	>2400		
06-07-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	15.8	7.3	74	120	22.4	7.2	6.1	4100	37	1800	180	170	22	1300	1100	>24000		
03-08-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	16.6	6.9	71	11	12	26.8	7.3	83	13.6	3500	86	2700	160	100	38	350	180	13000
14-09-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	11.6	7.8	72	22	22.8	7.2	4.6	2800	44	1700	110	100	22	370	490	>2400		
12-10-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	10.7	8.1	73	9.7	6.4	25.8	7.2	67	13	3200	29	2700	69	83	26	330	160	>24000
09-11-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	4	9.3	71	17	19.3	7	7	2800	18	2000	72	70	21	170	98	3700		
07-12-20	PORVOJKI	PI91.0	0.5	2.7	10.4	77	18	18.6	7.1	2100	20	3100	20	2300	99	70	280	74	8700		

NäytePvm	TutkOjh	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk mS/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	N(NO3) µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kol36 pmy/100ml	
06-02-20	PORVOJKI	PI77.5	0.5	0.4	9.9	68	25	16	23.8	7.4	82	17 <3	2600	16	1600	170	72	15	1200	390	>24000	
02-03-20	PORVOJKI	PI77.5	0.5	1.2	10.3	73	23	11	19.3	7	87	16.7	2400	14	1800	170	68	16	290	>2400	>2400	
03-08-20	PORVOJKI	PI77.5	0.5	16.4	7.2	73	25	20	25.4	7.4	75	12.3	6.2	2500	56	1400	76	100	34	280	200	16000
12-10-20	PORVOJKI	PI77.5	0.5	10.4	8.5	76	21	12	26.1	7.4	63	12	4.5	3000	21	2700	35	100	300	98	8700	

NäytePvm	TutkOhj	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk ms/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	NO3-N µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kolis6 pmy/100ml
06-02-20	PORVJOKI	Pa22.6	0.5	0	11.7	80	32	28	23.2	7.4	82	17 <3	1400	4	900	56	43	11	170	23	590
02-03-20	PORVJOKI	Pa22.6	0.5	0	12	82	48	29	18.5	7.2	54	12	2.4	3	790	89	80	36	690	520 >2400	
08-06-20	PORVJOKI	Pa22.6	0.5	13.1	8.9	85	14	31.1	31.1	7.7				17	790	110	77	24	130	120 >2400	
06-07-20	PORVJOKI	Pa22.6	0.5	15.4	7.1	71	63	16.2	6.9	7.5	91	15.3	3.8	8	760	28	140	24	2400	6100 >24000	
03-08-20	PORVJOKI	Pa22.6	0.5	14	8.8	85	80	80	22.8	7.5	85	17	3.7	7	2500	8	120	24	1100	1600 >24000	
12-10-20	PORVJOKI	Pa22.6	0.5	8.7	9.6	82	37	16	19.9	7.3									180	420	10000

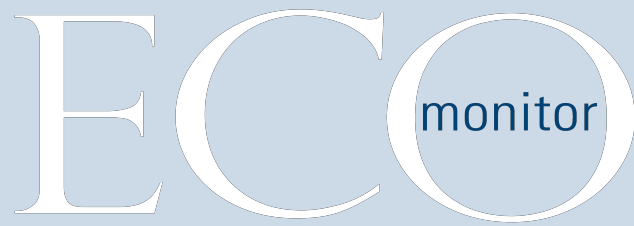
NäytePvm	TutkOhj	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk ms/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	NO3-N µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kolis6 pmy/100ml	
06-02-20	PORVJOKI	Pa22.5	0.5	0	12.8	88	30	60	100	8	43	14 <3	6900	61	4900	990	250	15	10000 >2400	>24000		
02-03-20	PORVJOKI	Pa22.5	0.5	5	11.1	87	63	94	83.1	7.5	33	13.7	9.1	87	3500	990	380	27	>2400	>2400		
08-06-20	PORVJOKI	Pa22.5	0.5	14	9.4	91	9.4	133	133	7.9				150	6000	280	120	38	160	9	2000	
06-07-20	PORVJOKI	Pa22.5	0.5	15.2	10.3	103	71	70.9	7.3	7.3				38	6300	68	170	29	630	2100 >24000		
03-08-20	PORVJOKI	Pa22.5	0.5	16.1	8.3	84	16	17	120	7.8	30	7.7	4.5	5800	20	5500	39	93	37	110	35	8700
12-10-20	PORVJOKI	Pa22.5	0.5	11.4	9.5	87	24	38	117	7.6	33	9.5	6.4	7500	96	6800	200	180	44	160	220	17000

NäytePvm	TutkOhj	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk ms/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	NO3-N µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kolis6 pmy/100ml	
06-02-20	PORVJOKI	Pa22.4	0.5	0	12.7	87	26	36	48.8	7.6	65	14 <3	3000	17	2000	340	130	12	5400 >2400	>24000		
02-03-20	PORVJOKI	Pa22.4	0.5	1.2	11.7	83	45	28	34.8	7.3	49	12.5	6.4	2000	19	1100	310	160	48	>2400	1600 >24000	
08-06-20	PORVJOKI	Pa22.4	0.5	13.8	9.1	88	12	90.4	90.4	7.8				5800	92	4200	200	110	34	160	62 >24000	
06-07-20	PORVJOKI	Pa22.4	0.5	15	7.3	72	62	17	6.9	7.5				4900	11	3300	35	150	30	2800	5500 >24000	
03-08-20	PORVJOKI	Pa22.4	0.5	14.6	8.9	87	44	46	47	7.5	74	13.9	3.9	2400	11	1600	28	110	27	860	1300 >24000	
12-10-20	PORVJOKI	Pa22.4	0.5	9.4	9.6	84	42	27	45.7	7.4	71	14	4.3	4700	23	3500	48	150	27	170	310	20000

NäytePvm	TutkOhj	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk ms/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7 mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	NO3-N µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kolis6 pmy/100ml	
02-03-20	PORVJOKI	Pa14.4	0.5	0.7	11.5	80	37	15	31.6	7.3	45	10.7	2.8	1400	11	1100	150	68	17	>2400	1000 >24000	
03-08-20	PORVJOKI	Pa14.4	0.5	14	8.9	86	60	52	40.6	7.4	65	11.7	4	2400	8	1500	25	120	28	150	120	14000
12-10-20	PORVJOKI	Pa14.4	0.5	8.7	9.6	82	130	79	30.5	7.3	83	18	4.7	4300	9	3000	21	170	23	190	170 >24000	

NäytePvm	TutkOhj	HavPaik	Näytteen n it	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Kiint GF/C mg/l	Sähk ms/m	pH	Väri suod. mg Pt/l	COD Min mgO2/l	BOD7-ATU mg/l	kok.N µg/l	N(NO2) µg/l	NO3-N µg/l	N(NH4) µg/l	Kok.P µg/l	liuPO4P µg/l	E.coli pmy/100ml	entero pmy/100ml	kolis6 pmy/100ml	
05-02-20	PORVJOKI	Pa0.2	0.5	0	12.4	85	75	18	13.5	7.1	93	21 <3	2200	6	1000	51	130	18	340	140	2300	
03-03-20	PORVJOKI	Pa0.2	0.5	0.2	12.2	84	38	12	21.1	7.4	41	8.4 <2	2200	7	1500	64	72	24	550	230	3700	
08-06-20	PORVJOKI	Pa0.2	0.5	15.4	8.4	84	8.1	33.6	7.6	7.6				5.7	780	23	140	80	88	12	2400	
06-07-20	PORVJOKI	Pa0.2	0.5	16.7	7.3	75	54	21	17.9	7.2				21	2100	83	190	82	6900	2600 >24000		
03-08-20	PORVJOKI	Pa0.2	0.5	15.5	7.5	75	56	21	21.6	7.4	99	15.4	4.6	1600	6	850	19	160	51	260	96	4900
12-10-20	PORVJOKI	Pa0.2	0.5	9.4	9.3	81	91	26	23.6	7.4	75	17	4.3	3700	13	3000	24	190	83	470	290	9200
07-12-20	PORVJOKI	Pa0.2	0.5	2.4	12.2	89	57	18.7	18.7	7.4				2100	8	1900	14	118	26	230	120	2900

**Porvoonjoen ja Palojoen
piilevätutkimus vuonna 2020**



Raportti 4.2.2020

Juha Miettinen

Porvoonjoen ja Palojoen vesistötarkkailu
– piilevämmääritykset 2020



Raportti 4.2.2020

Juha Miettinen

Piilevätarkkailu Porvoonjoessa 2020

Ecomonitor Oy
Länsikatu 15
80110 JOENSUU

puh. +358-404117913
<http://www.ecomonitor.fi>

Tekijä: Juha Miettinen

Tilaaaja: Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys ry.
Juha Niemi
Runeberginkatu 17
06100 PORVOO

SISÄLTÖ

JOHDANTO	4
MENETELMÄT	4
TULOKSET	6
TULOSTEN TARKASTELU.....	9
KIRJALLISUUS	12
MÄÄRITYSKIRJALLISUUS	12

Liite 1: Määritystulokset taulukoituna.

JOHDANTO

Osana Porvoonjoen vesistö tarkkailuja kerätään näytteitä päällysväyhteisöistä (vedessä erilaisilla pinnoilla kasvavat levät). Piikuoiset piilevät muodostavat huomattavan osan päällysväyhteisöstä useimmissa vesiympäristöissä Suomen oloissa, ja niitä käytetään standardien mukaisesti kuvaamaan päällysväyhteisöjen ekologista tilaa.

Tässä työssä tutkittiin seitsemän kappaletta syksyllä 2020 kerättyä virtavesien piilevänäytettä (Taulukko 1). Tavoitteena on seurata Porvoonjoen vesistön ekologista tilaa, ja luokitella tutkittujen vesimuodostumien ekologinen tila päällysväyhteisöjen osalta. Vastaava piilevätutkimus samoilta paikoilta on tehty aiemmin vuosina 2014 ja 2017.

Kaikki määritykset vuoden 2020 näytteistä on tehnyt FT Juha Miettinen. Määritysaineisto on saatavissa digitaalisessa muodossa taulukkoina sekä Omnidia-ohjelmiston siirtotiedostona.

Taulukko 1. Tutkitut virtavesinäytteet.

Paikka	Tarkkailupiste	Sijainti
1. Kukonkoski	PJ98.4	Lahden yläpuoli
2. Myllykoski	PJ977.5-PJ64.5	Lahden alapuoli
3. Luumyllynkoski	PJ62.4	Orimattilan alapuoli
4. Syväojankoski	PJ35.5	Pukkila
5. Hiirkoski	PJ25.0	Askolan yläpuoli
6. Henttalankoski	(PJ19.8-PJ11.5)	Askolan alapuoli
7. Palojoki Heinämaa	Pa14.4	Nastolan alapuoli

MENETELMÄT

Näytteistä poistettiin orgaaninen aines vetyperoksidimenetelmällä, ja valmistettiin kolme kappaletta kestopreparaatteja kustakin näytteestä. Preparaatit lähetetään Suomen Ympäristökeskuksen piileväarkistoon. Preparaattien valmistus ja piilevien määritykset tehtiin kansallisten ohjeiden (Eloranta ym. 2007) ja eurooppalaisen standardin (CEN 2004) mukaisesti. Määritykset tehtiin käyttäen LeicaDM2000 tutkimusmikroskooppia faasikontrastilla, 10× okulaarilla ja 100× objektiivilla (1000× suurennos).

Määrittystulosten pohjalta laskettiin **Omnidia v. 6**-ohjelmistolla (päivitysversio 24.2.2020) piileväindeksien arvot (/20) kullekin näytteelle, sekä erilaisiin ekologisiin ryhmiin kuuluvien piilevien osuuksia (ekologiset jakaumat).

Suomessa virtavesien päällysvien perusteella määräytyvät ekologisten laatuluokkien rajat määritellään IPS-indeksin (*Indice de polluo-sensitivité*, Cemagref 1982) arvoina (Taulukko 2), minkä lisäksi muita indeksejä ja ekologisia jakaumia voidaan käyttää apuna ekologisen laadun luokituksessa erityisesti humuspitoisissa vesissä. IPS-indeksin virhemarginaalina määrittästyön osalta kokeneella määrittäjällä pidetään $\pm 0,5$ IPS-yksikköä, kun $IPS > 12$, ja ± 1 IPS-yksikkö, kun $IPS < 12$ (Kahlert ym. 2009).

Taulukko 2. Ekologisten laatuluokkien luokkarajat päällysville Suomen ympäristökeskuksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen luokitteluoppaan ”Pintavesien ekologisen luokittelun vertailuolot ja luokan määrittäminen”, 15.1.2008, mukaan.

Laatuluokka	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
IPS-indeksin arvo	17–20	15–17	12–15	9–12	0–9

IPS-tulosten lisäksi esitetään Suomessa käytettyjen GDI (Generic Diatom Index), TDI:n ja %PTV:n arvot. TDI (*Trophic Diatom Index; Kelly 1998*) on Britanniassa jätevesipuhdistamojen seurantaan kehitetty indeksi, joka korreloi lähinnä veden fosforitason kanssa. Tässä TDI:stä esitetään versio, jossa maksimiarvo on 20 (vähäravinteinen) ja minimiarvo 1 (fosforipitoisuus erittäin korkea; yksikkönä mg/l). TDI-indeksin tulkinnassa käytetään apuna kuormitusta sietävien lajien osuutta (%PTV; Pollution Tolerant Values), joka kertoo orgaanisesta likaantumisesta. PT-lajien osuus yli 20% merkitsee huomattavaa orgaanista kuormaa, ja vaikuttaa TDI-indeksin tulkintaan.

Indeksien lisäksi ekologisen tilan arvioinnissa käytetään taksonien jakautumista indikaattoriarvojen mukaisiin luokkiin neljällä eri muuttujalla: pH, typenkäyttömuoto, saprobia, trofiataso (Taulukko 3). Jakaumissa käytetään julkaisun Van Dam ym. (1994) indikaattoriarvoja taksoneille.

Taulukko 3. Ekologisiin jakaumiin käytetyt piilevätaksonien indikaattoriarvojen luokittelut. Lisäksi trofiataso jaetaan luokkiin: oligotrofit, oligo-mesotrofit, mesotrofit, meso-eutrofit, eutrofit, hypertrofit, sekä laaja-alaiset (oligo-eutrofit).

pH-luokka	pH-alue
1 asidobiontit	<5.5
2 asidofiilit	<7
3 neutrofiilit	lähellä 7
4 alkalifiilit	pääasiassa >7
5 alkalibiontit	aina >7
6 indifferentit	ei selvää optimia
Typenkäyttömuodot	Vaatimukset
1 autotrofit herkät	sietävät vain pieniä orgaanisen typen pitoisuuksia
2 autotrofit kestävä	sietävät kohonneita orgaanisen typen pitoisuuksia
3 heterotrofit fakult.	voivat käyttää vaihtoehtoisesti orgaanista typpeä tarvitsevat orgaanista
4 heterotrofit	typpeä
Saprobia	BOD5 (mg O2/l)
oligosaprobitt	<2
beta-mesosaprobitt	2-4
alfa-mesosaprobitt	4-13
meso-polysaprobitt	13-22
polysaprobitt	>22

TULOKSET

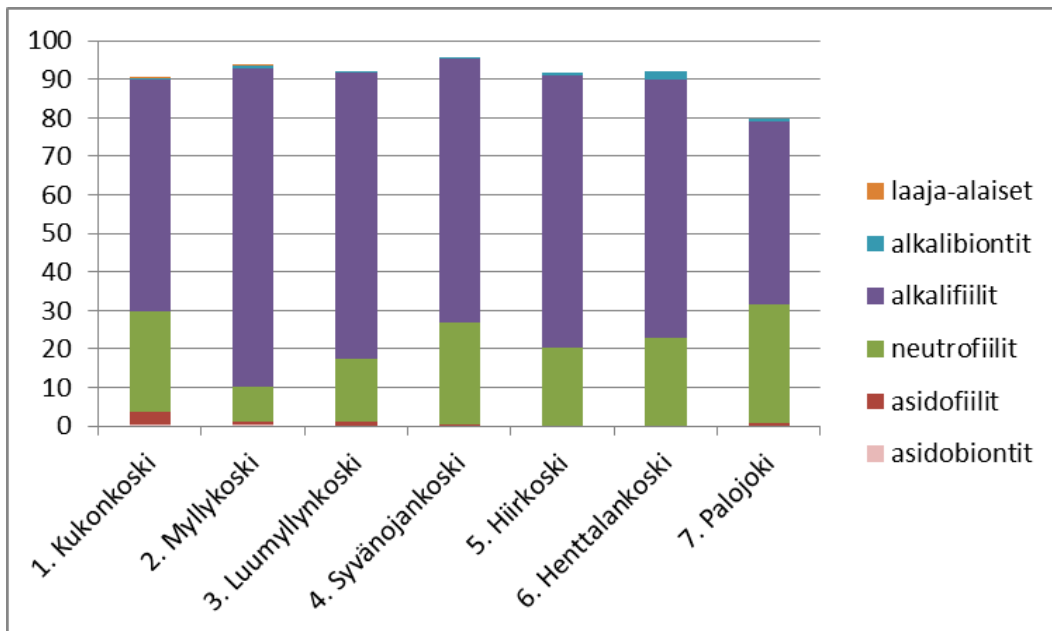
Taulukossa 4 on esitetty aineiston perustiedot ja tärkeimmät Omnidia-ohjelmiston laskemat muuttujat.

Taulukko 4. Vuoden 2020 näytteistä laskettujen leväyksikköjen (piileväkuorien) määrä ja taksonien lukumäärä, *Achnantheidium minutissimum*-lajikompleksin keskileveys, sekä tärkeimpien Omnidia-ohjelmiston indeksien arvot.

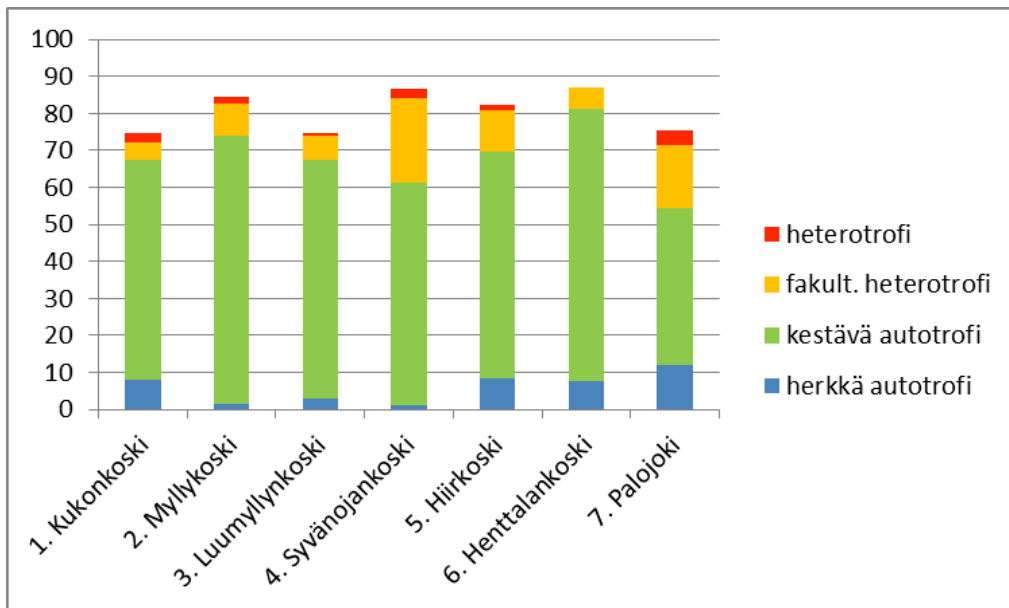
Näyte	Taksonit	Kuoret	ADMI μm	IPS (1-20)	PT %	TDI (1-20)
1. Kukonkoski	48	419	2,84	12,7	40,8	4,3
2. Myllykoski	35	409	2,96	11,5	53,5	2,4
3. Luumyllynkoski	37	462	3,00	10,4	35,2	5,0
4. Syvänojangoski	37	418	3,02	12,8	32,3	3,0
5. Hiirkoski	35	414	2,92	12,8	13,0	3,3
6. Henttalankoski	35	412	x	13,5	14,3	3,7
7. Palojoki	32	403	2,90	10,9	43,9	4,2

Näytteiden lajisto ei edusta voimakasta veden happamuutta, joten IPS on käyttökelpoinen ekologisen tilan arvioinnissa. IPS:n perusteella Myllykoski, Luumyllynkoski ja Palojoki ovat välttävissä tilassa, ja muut näytteet sijoittuvat tyydyttävään luokkaan. Orgaanista kuormitusta kestävien lajien osuus %PT on huomattavan korkea muissa, paitsi Hiirkosken ja Henttalankosken näytteissä. koholla. TDI-arvot kauttaaltaan erittäin runsasravinteisella tasolla; suurimmillaan fosforipitoisuudet ovat TDI:n perusteella Myllykosken kohdalla, ja alhaisimmillaan Luumyllynkosken kohdalla.

Tarkasteltaessa lajistojen pH-vaatimuksia (Kuva 1), nähdään että kaikissa näytteissä lajisto muodostuu pääosin alkalifiileistä taksoneista (vähintään pH-tasoa 7 vaativat). Tämä kuvastaa valuma-alueen savipitoista maaperää.

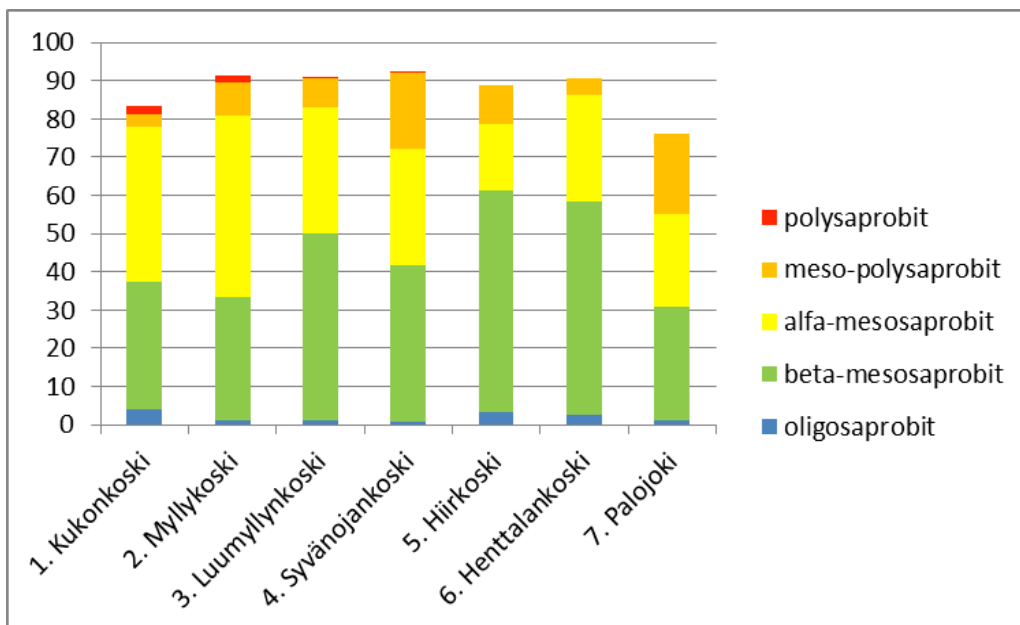


Kuva 1. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri pH-tasoa suosiviin lajeihin virtavesinäytteissä.



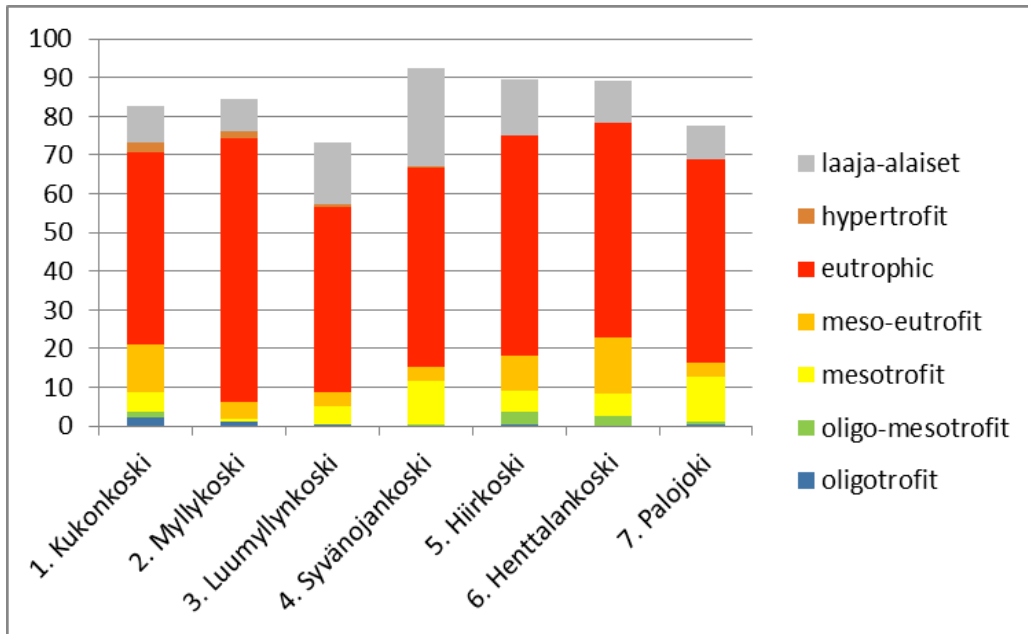
Kuva 2. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri typenkäyttömuotoja käyttäviin lajeihin jokinäytteissä.

Orgaanista typpeä ravinnokseen vähintään vaihtoehtoisesti käyttämään pystyviä piileviä havaitaan eniten Syvänojankosken ja Palojoen näytteissä. Myös alhaisia typpipitoisuuksia suosivia taksoneita (herkät autotrofit) havaitaan kuitenkin runsaasti Palojoen näytteessä (Kuva 2). Saprobiasato (hapenkulutus) on suurimmillaan Myllykosken kohdalla piilevälajiston perusteella (Kuva 3).



Kuva 3. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri saprobiasatoja suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

Trofiavaatimuksiltaan lajisto on pääasiassa eutrofeja kaikissa näytteissä, mikä osoittaa korkeita epäorgaanisten ravinteiden pitoisuuksia (Kuva 4).



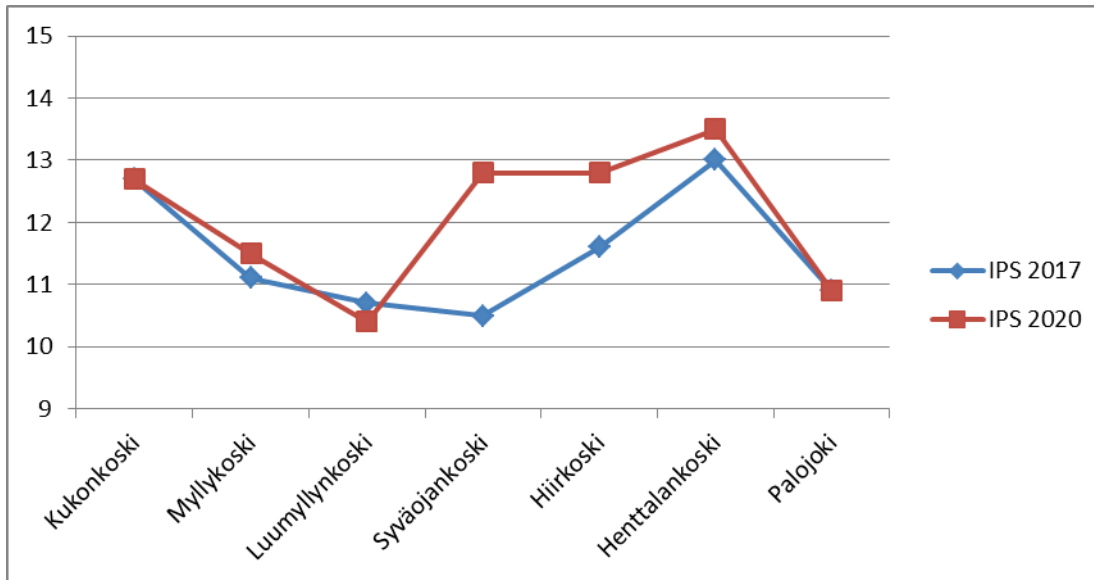
Kuva 4. Määritettyjen piileväkuorien jakautuminen (%) eri trofia-tasojen suosiviin lajeihin jokinäytteissä.

TULOSTEN TARKASTELU

Piilevälajisto on kaikissa tutkituissa näytteissä samankaltainen, ja osoittaa runsasravinteista vedenlaatua kaikkien näytteiden kohdalla kasvukauden aikana 2020. IPS-arvot ovat tyydyttävällä-välillä tasolla, ja TDI-arvot osoittavat suurta fosforipitoisuutta vedessä. Orgaanista kuormitusta kestävien piilevien osuus on korkea kaikissa muissa paitsi Hiirkosken ja Henttalankosken näytteissä. IPS-arvot ovat pääosin lähellä vuoden 2017 vastaavia, mutta Syväojankosken ja Hiirkosken luokitus nousee 2020 välttävältä tyydyttävään (Kuva 5).

Näytteen 2 (Myllykulma) yläpuolella sijaitsee Lahden kaupungin jätevesiä käsittelevä Ali-Juhakkalan puhdistamo. Lisäksi näytteen 3 (Luumyllynkoski) yläpuolella sijaitsee Orimattilan jätevedenpuhdistamo. Erityisesti Lahden alueen puhdistamon alapuolella lisääntyy voimakkaan rehevyyden indikaattorin *Eolimna minima* (syn. *Sellaphora nigri*, ent. *Navicula minima*) osuus. Luumyllynkosken näytteen tuloksen tarkkuutta heikentää runsaana esiintyvä *Nitzschia debilis*, joka

kestää kuivumista (kivet olleet mahdollisesti kauden aikana veden pinnan yläpuolella). Syväojankosken kohdalla orgaaninen kuormitus on edelleen ilmeistä huolimatta korkeammasta IPS-arvosta (mm. *Eolimna minima*, *Gomphonema parvulum f. parvulum*).



Kuva 5. IPS-arvot vuoden 2017 ja 2020 näytteille. IPS-arvot 12-15 edustavat tyydyttävää ja 9-12 välttävää luokkaa. Arvot on laskettu Omnidia 6-ohjelmalla (päivitysversio 24.2.2020).

1. Kukonkoski (Lahden yläpuoli)

Kukonkoskessa ylivoimaisesti runsain taksoni on *Navicula lanceolata*, joka on tavallinen savisameiden jokien laji. Epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet ovat korkeat, mutta orgaanista ravinnekuormitusta indikoivien taksonien osuus on suhteellisen pieni.

IPS-arvo 12,7 sijoittuu tyydyttävään laatuluokkaan. TDI-arvo osoittaa korkeaa veden fosforipitoisuutta.

2. Myllykoski (Lahden alapuoli, Orimattilan ja Paljoen yläpuoli)

Myllykosken näytteessä edelleen *Navicula lanceolata* on runsain taksoni. *Eolimna minima* havaitaan noin seitsemän prosentin osuudella. Lajisto osoittaa reheviä ja savisameita olosuhteita.

IPS-arvo 11,5 sijoittuu välttävään luokkaan, mutta lähelle luokan ylärajaa. Fosforipitoisuus on TDI:n perusteella korkein tutkituista paikoista. Myös voimakasta orgaanista ravinnekuormitusta kestävien taksonien osuus on korkein.

3. Luumyllynkoski (Orimattilan alapuoli)

Luumyllynkosken lajisto on samankaltainen kuin Myllykoskessa, mutta kuivumista *Nitzschia debilis* havaitaan noin 20 %:n osuudella, mikä johtuu ilmeisesti näytteenottokivien valinnasta.

IPS-arvo on alin kaikista näytteistä, mutta TDI-arvo korkein. Tulos on epätarkin tutkituista näytteistä.

4. Syväojankoski (Pukkila)

Runsaimmat taksonit ovat *Navicula cryptotenella* ja *N. lanceolata*. Lajisto indikoi sekä korkeaa epäorgaanisten ja savisameutta, että orgaanisten ravinteiden kohonnutta pitoisuutta. IPS-arvo 12,8 on kuitenkin selvästi korkeampi kuin Myllykoskessa ja Luumyllynkoskessa. 5.

5. Hiirkoski (Askolan yläpuoli)

Cocconeis placentula, alkalifiilinen kasvien pinnalla kasvava epifyytti, on näytteen runsain taksoni. Lisäksi näytteessä havaitaan kohtalaisesti planktonia (mm. *Cyclotella cf. atomus*). Näytekiivien biofilmi on ilmeisesti vähäinen tai kehittymätön.

Lajisto osoittaa edelleen reheviä ja savisameita olosuhteita, ja indeksien arvot ovat lähellä Syväojankosken arvoja.

6. Henttalankoski (Askolan alapuoli)

Henttalankoskessa on samankaltainen lajisto kuin Hiirkoskessa, mutta runsaimmaksi taksoniksi nousee *Nitzschia dissipata*. Epifyyttien ja planktonin osuus on huomattava.

IPS-arvo on korkein näytesarjasta.

7. Palojoki, Heinämaa

Palojoen näytteessä runsaimpia lajeja ovat *Navicula lanceolata*, *Nitzschia acidoclinata*, *Gomphonema parvulum f. parvulum*, *Craticula buderi*, *Eolimna minima*. Lajisto kokonaisuutena osoittaa reheviä ja savisameita, sekä myös orgaanisesti kuormitettuja olosuhteita.

Ravinnepitoisuudet ovat lajiston perusteella yhtä korkealla tasolla kuin Myllykoskessa ja Luumyllynkoskessa.

IPS-arvo sijoittuu välttävään luokkaan, ja fosforipitoisuus on korkea TDI:n perusteella, sekä orgaanisten ravinteiden pitoisuus on myös korkea kuormitusta sietävien taksonien suuren osuuden perusteella.

KIRJALLISUUS

Cemagref (1982). Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux., Q.E. Lyon-A.F.Bassion Rhône-Méditerranée-Corse: 218.

CEN/TC 230 (2004) Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. *European Standard EN 14407*, 8/2004.

Eloranta, P., Karjalainen, S.-M. & Vuori, K.-M. (2007) Piilevâyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet. Ympäristöopas 2007.

Kahlert, M. et al. (2009). "Harmonization is more important than experience - results of the first Nordic-Baltic diatom intercalibration exercise 2007 (stream monitoring)." *Journal of Applied Phycology* 21: 471–482.

Kelly M.G. (1998) Use of the Trophic Diatom Index to monitor eutrophication in rivers. *Wat. Res.* 32: 236-242.

Van Dam H., Mertens A & Sinkeldam J (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands, *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28, 117-133.

MÄÄRITYSKIRJALLISUUS

Cantonati M., Kelly M.G. & Lange-Bertalot H. 2017. Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species used in Ecological Assessment. Koeltz Botanical Books.

Krammer K. & Lange-Bertalot H. 1986-1991. Bacillariophyceae. Teil 1-4. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 4/1-4. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

Lange-Bertalot H. (2001) *Diatoms of Europe, vol. 2. Navicula sensu stricto* – 10 genera separated from *Navicula sensu lato Frustulia*. A.R.G. Gantner-Verlag K.G.

Lange-Bertalot H. (ed. 2011) *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. A.R.G. Gantner-Verlag K.G.

Liite 1. Porvoonjoen ja Palojoen seurannan vuoden 2020 piilevämääritykset.

<i>Taksoni</i>	<i>Koodi</i>	<i>Huom.</i>	1. Kukonkoski	2. Myllykoski	3. Luumyllynkoski	4. Syvänojangkoski	5. Hiirkoski	6. Henttalankoski	7. Heinämaa
Achnanthes clevei Grunow var. clevei	ACLE			1				2	
Achnantheidium minutissimum (Kützing) group 3	ADM3	>2.8 um	16	7	20	14	15		3
Achnantheidium minutissimum (Kützing) Czarnecki	ADMI	lajiryhmä							10
Adlafia minuscula (Grunow) Lange-Bertalot	ADMS		2	1			2		
Amphipleura pellucida Kützing	APEL		1						
AMPHORA C.G. Ehrenberg ex F.T. Kützing	AMPH					1			
Amphora pediculus (Kützing) Grunow	APED			34	11	5	31	29	
Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen	AAMB			1	4		4	4	
Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen	AUGR						4		
Aulacoseira subarctica (O.Muller) Haworth	AUSU					1	13	11	
CALONEIS P.T. Cleve	CALO		1				2	2	
Cocconeis placentula Ehrenberg var. placentula	CPLA		11	17	57	19	60	57	2
Craticula buderi (Hustedt) Lange-Bertalot	CRBU		13	5	10	2	4	8	3
Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kütz.) Williams	CTPU						3		
Cyclostephanos dubius (Fricke) Round	CDUB				2	1		5	
Cyclotella atomus Hustedt var. atomus	CATO	cf.				2	33	17	
Cyclotella glomerata Bachmann	CGLO		2				4		
Cyclotella meneghiniana Kützing	CMEN							2	
Cyclotella pseudostelligera Hustedt	CPST		2		3		8	37	
Diadesmis contenta (Grunow ex V. Heurck) Mann	DCOT				1				
Diatoma moniliformis Kützing	DMON		1	2				2	3
Encyonema caespitosum Kützing	ECAE					2			
ENCYONEMA F.T. Kützing	ENCY		4	1	1	2			
Encyonema minutum (Hilse in Rabh.) D.G. Mann	ENMI					7		1	
Encyonema ventricosum (Agardh) Grunow	ENVE			8		6	4		
Eolimna minima(Grunow) Lange-Bertalot	EOMI	syn. SNIG	5	29	19	27	17	14	3
Eolimna subminuscula (Manguin) Moser et al.	ESBM				2	8	6		1

Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mills var. bilunaris	EBIL		1	1						
Eunotia botuliformis Wild et al.	EBOT		1							
EUNOTIA C.G. Ehrenberg	EUNO		2			4				
Eunotia formica Ehrenberg sensu stricto	EFOR					4		2		
Eunotia minor (Kützing) Grunow in Van Heurck	EMIN		6							
Eunotia praerupta Ehrenberg	EPRA		1							
Fragilaria capucina Desmazieres	FCAP	lajiryhmä	1			11		7	1	2
Fragilaria gracilis Østrup	FGRA		3							
Fragilaria parasitica var. subconstricta Grunow	FPSC		1							
Fragilaria rumpens (Kütz.) G.W.F.Carlson	FRUM	cf.	6							
Frustulia amphipleuroides(Grunow)Cleve-Euler	FAPP		4	2		2				
Frustulia crassinervia (Breb.) Lange-Bertalot	FCRS		2							
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni	FVUL		3			1				
Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst	GANG	cf.				2				
GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg	GOMP							1		
Gomphonema parvulum f. parvulum Kützing	GPAR		5	1				25	7	2
Gomphonema varioeduncum Jüttner et al.	GVRD		24			4				
GYROSIGMA A. Hassall	GYRO			1						
Hippodonta capitata (Ehr.)Lange-Bertalot	HCAP			1						
Kobayasiella subtilissima (Cleve) Lange-Bertalot	KOSU							2		
Mayamaea atomus var. permitis (Hustedt) L-B	MAPE		2							
Melosira varians Agardh	MVAR		9	2		6		33	17	7
Meridion circulare (Greville) C.A.Agardh	MCIR		1	2						
Navicula capitatoradiata Germain	NCPR									
Navicula cryptocephala Kützing	NCRY		19	9		16		6		6
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	NCTE		1	13		30		65	38	29
Navicula escambia (Patrick) Metzeltin & L-B	NESC		28	20		63		8	23	10
Navicula gregaria Donkin var. gregaria	NGRE		9	33		2		14	8	21
NAVICULA J.B.M. Bory de St. Vincent	NAVI		3					3	4	7
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg	NLAN		127	109		40		51	4	8

Navicula rhynchocephala Kützing	NRHY	2								
Navicula seminulum Grunow var. seminulum	NSEM s.l.		2	5	4	6				
NITZSCHIA A.H. Hassall	NITZ	13	9	10	4	4		6	2	
Nitzschia acidoclinata Lange-Bertalot	NACD	19	2	7	2	21		21	4	
Nitzschia amphibia f. amphibia Grunow	NAMP		2		7					
Nitzschia debilis(Arnott)Grunow	NDEB		29	83		2		8		
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow	NDIS	44	17	13	15	31		60		
Nitzschia palea (Kützing) W.Smith var. palea	NPAL	10	7	2	2					
Pinnularia subcapitata Gregory	PSCA	1								
Planothidium frequentissimum Lange-Bertalot	PLFR		3	8	19	6				
Planothidium incuriatum C.E. Wetzel	PICU	2	10	9	2	23		9		
Planothidium lanceolatum Lange-Bertalot	PTLA	3	2					4	2	
PLANOTHIDIUM Round & Bukhtiyarova	PLTD	3								
Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek	RSIN	1			37	1				
Rhoicosphenia abbreviata (C.Agardh) L-B	RABB		18	6		6		4		
Rossithidium petersenii (Hustedt) Round	RPET	1								
SELLAPHORA C. Mereschkowsky	SELL			1						
STAURONEIS C.G. Ehrenberg	STAU									1
Stauroneis thermicola (Boye-Petersen) Lund	STHE cf.							1		
Staurosira brevistriata (Grunow) Grunow	SBRV					1				
Staurosira pinnata Ehrenberg var. pinnata	SRPI									
STEPHANODISCUS C.G. Ehrenberg	STEP							1		
Surirella angusta Kützing var. angusta	SANG			1				2		
Surirella brebissonii Krammer & L-B	SBRE					2				
Surirella minuta Brébisson ex Kützing	SUMI	1	7	1	8			2		
SURIPELLA P. J.F. Turpin	SURI				2			2		
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing	TFLO	1								