



**Aqua Palvelu Oy**  
**Lahti Aqua Oy**  
**Lahti Energia Oy**

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

Kuopio 27.3.2020

**Vesi-Eko Oy Water-Eco Ltd**  
Yrittäjätie 12, 70150 KUOPIO  
Puh. 017 279 8600  
Kotipaikka: Kuopio, Y-2000596-8

tiedustelut@vesieko.fi  
[www.vesieko.fi](http://www.vesieko.fi)

## Sisällysluettelo

VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019	1
<b>1. Yhteenveto Vesijärven tilasta vuonna 2019</b>	4
<b>2. Johdanto</b>	7
<b>3. Vesistöalue ja tarkkailuohjelma</b>	7
3.1. Vesijärvi ja sen valuma-alue	7
3.2. Tarkkailuohjelma	8
3.3. Muut tutkimukset ja seurannat	10
<b>4. Vesijärven hoitotoimet</b>	11
<b>5. Velvoitetarkkailusta vastaavien toimintatiedot</b>	13
5.1. Lahti Energia Oy, Kymijärven voimalaitosten toimintatiedot	13
5.2. Lahti Aqua Oy, laimennus- ja huuhteluvedet Porvoonjokeen	14
<b>6. Säätila 2019</b>	15
<b>7. Vesijärven lämpötilakerrostuneisuus kesällä 2019</b>	16
Vesijärven tila	18
<b>8. Enonselän selkääalueet</b>	18
8.1. Happitilanne	18
8.2. Ravinnepitoisuudet	19
8.3. Levätuotanto ja rehevyys	21
8.4. Muu vedenlaatu	22
8.5. Biologiset muuttujat	24
<b>9. Enonselän matalat reuna-alueet ja Siikasalmi</b>	26
9.1. Happitilanne	26
9.2. Ravinnepitoisuudet	26
9.3. Muu vedenlaatu	28
<b>10. Komonselkä</b>	28
10.1. Happitilanne	28
10.2. Ravinnepitoisuudet	29
10.3. Levätuotanto ja rehevyys	30
10.4. Muu vedenlaatu	31
10.5. Biologiset muuttujat	31
<b>11. Kajaanselkä</b>	32

	3
VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019	
11.1. Happitilanne	32
11.2. Ravinnepitoisuudet	32
11.3. Levätuotanto ja rehevyys	33
11.4. Muu vedenlaatu	34
11.5. Biologiset muuttujat	36
<b>12. Laitialanselkä</b>	36
<b>13. Vesijärven tila vuonna 2019</b>	37
<b>14. Tarkkailun muutos- ja lisäselvitystarpeet</b>	39
<b>15. Liitteet</b>	40
<b>16. Viitteet</b>	40

Kuopiossa 27.03.2020

Eeva Kauppinen, geologia FM  
Erkki Saarijärvi, limnologia MMM

## **Jakelu**

Aqua Palvelu Oy / Hannu Mustonen, hannu.mustonen@lahtiaqua.fi  
Aqua Palvelu Oy / Anni Meiseri, anni.meiseri@lahtiaqua.fi  
Lahti Aqua Oy / Jouni Lillman, jouni.lillman@lahtiaqua.fi  
Lahti Aqua Oy / Janne Mäki-Petäjä, janne.maki-petaja@lahtiaqua.fi  
Lahti Energia Oy / Eeva Lillman, eeva.lillman@lahtienergia.fi  
Lahden ympäristöpalvelut / Ismo Malin, ismo.malin@lahti.fi  
Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus / kirjaamo.hame@ely-keskus.fi  
Suomen ympäristökeskus YT-yksikkö / kirjaamo.syke@ymparisto.fi  
Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiö / Heikki Mäkinen, heikki.makinen@vesijarvi.fi

## 1. Yhteenveto Vesijärven tilasta vuonna 2019

Vesijärveä on etenkin Enonselän osalta tutkittu intensiivisesti vuosikymmenten ajan ja siten altaan tilanteesta on olemassa melko tarkka kuva. Vesijärven tila vaihtelee kokonaisuudessaan merkittävästi alueittain, rehevintä vesi on Paimelanlahdessa, sitten Enonselällä (kuvat 1 ja 2). Osa-alueista parhaassa tilassa on Kajaanselkä, muiden alueiden (Komonselkä, Laitialanselkä) tilan jäädessä näiden välille.

Perussyy rehevyyteen on todennäköisesti vuosikymmeniä kestäneessä voimakkaassa ulkoisessa kuormituksessa, mutta nykyisin ulkoisen kuormituksen osuus ravinnekiertoihin on vähäinen.

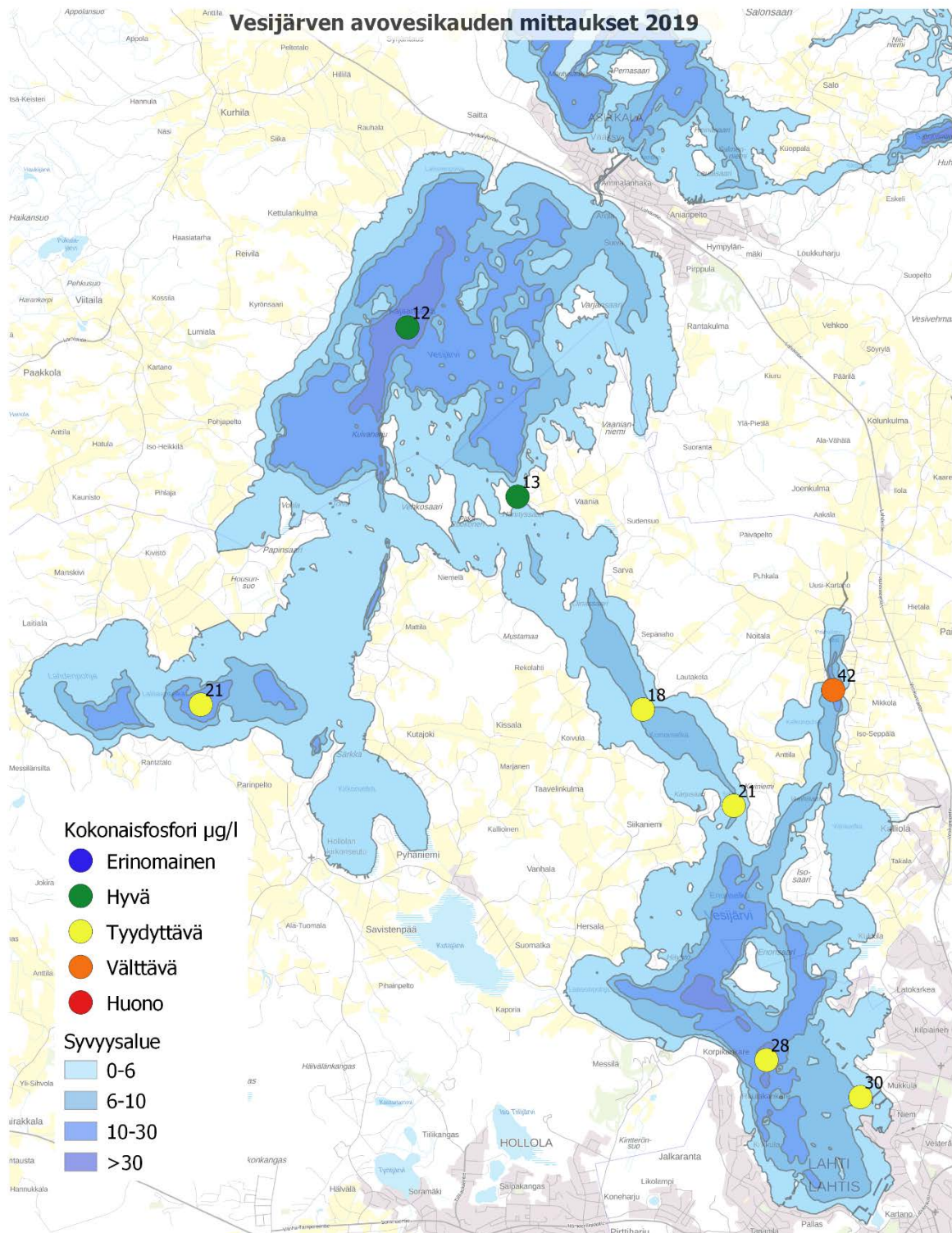
Enonselän alueella on havaittu merkittävää kokonaisfosforipitoisuuden kasvua alkukesällä, ennen järven kerrostumista mutta selvästi kevättulvan jälkeen. Ulappa-alueiden fosforisisältö saattaa kasvaa tietyissä olosuhteissa jopa kertaluokkaa ulkoisen kuormituksen määrää nopeammin. Olemassa olevan tiedon perusteella pääsyynä tähän on matalahkojen alueiden (~5-10m) resuspensio, jolloin pohjalle laskeutunutta aineista päätyy uudelleen kiertoon vesipatsaaseen. Samalla veden läpinäkyvyys (näkösyyvyys) heikentyy samentumisen takia, vaikka leviä ei merkittäviä määriä havaittaisikaan. Kesäaikainen näkösyyvyys on ollut luokkaa 2-2,5m vaikka mitatut klorofyllipitoisuudet ovat jääneet alle 5 µg/l tason.

Intensiivisten hoitokalastushankkeiden avulla Enonselän ravintoverkkoa pyrittiin muuttamaan isoja vesikirppuja suosivaksi. Viime vuosien aikana hoitokalastussaalet ovat olleet pienempiä. Vuonna 2019 alkukesän aikana eläinplanktonin suodatuskyky riitti pitämään perustuottajien määrän alhaisena. Sen sijaan loppukesällä ulappa-alueilla oli merkittävä määrä kesänvanhaa kuoretta, joka söi suurikokoista eläinplanktonia. Samalla myös kasviplanktoniyhteisön koostumukseen oli tullut merkittävä määrä suurehkoja vaikeasti suodatettavia piileviä ja toisaalta hyvin suodattuvat, korkean ravintoarvon levät vähentyivät. Käytännön tasolla muutos näkyi perustuottajien määrää kuvaavan klorofylli-*a*-pitoisuuden maksimina elokuussa.

Hapetuslaitteet eivät ole olleet toiminnassa kesäkausiina 2018 ja 2019. Tulosten perusteella kokonaisravinnemäärät päällyvedessä eivät ole muuttuneet hapettamisen loppumisen jälkeen. Selvin indikaatio happitilanteen heikentymisestä on nähtävissä pohjaeläintuloksissa. Biomassat ja yksilömäärät ovat vaihdelleet suuresti, mutta etenkin BQI ja mallinmukaisuus (laskennalliset indeksit) ovat heikentyneet noin 30% ennen hapetusta vastaavalle tasolle.

Enonselän alueella on suurehko riski leväkukintoihin. Kokonaisravinnemäärät ovat suurehkoja ja mahdollisuudet vaikuttaa ravinnekiertoihin ovat rajalliset. Loppukesän perustuotannon määrään vaikuttavat etenkin sääolosuhteet; mm. alkukesän lämpötilojen vaikuttaessa sekä kerrostumiseen ja ravinnesisältöön että kalanpoikasten menestymiseen. Muualla Vesijärvellä tilanne on selvästi vakaampi; etenkin Kajaanselän tila näyttäisi pysyvän ennallaan.

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

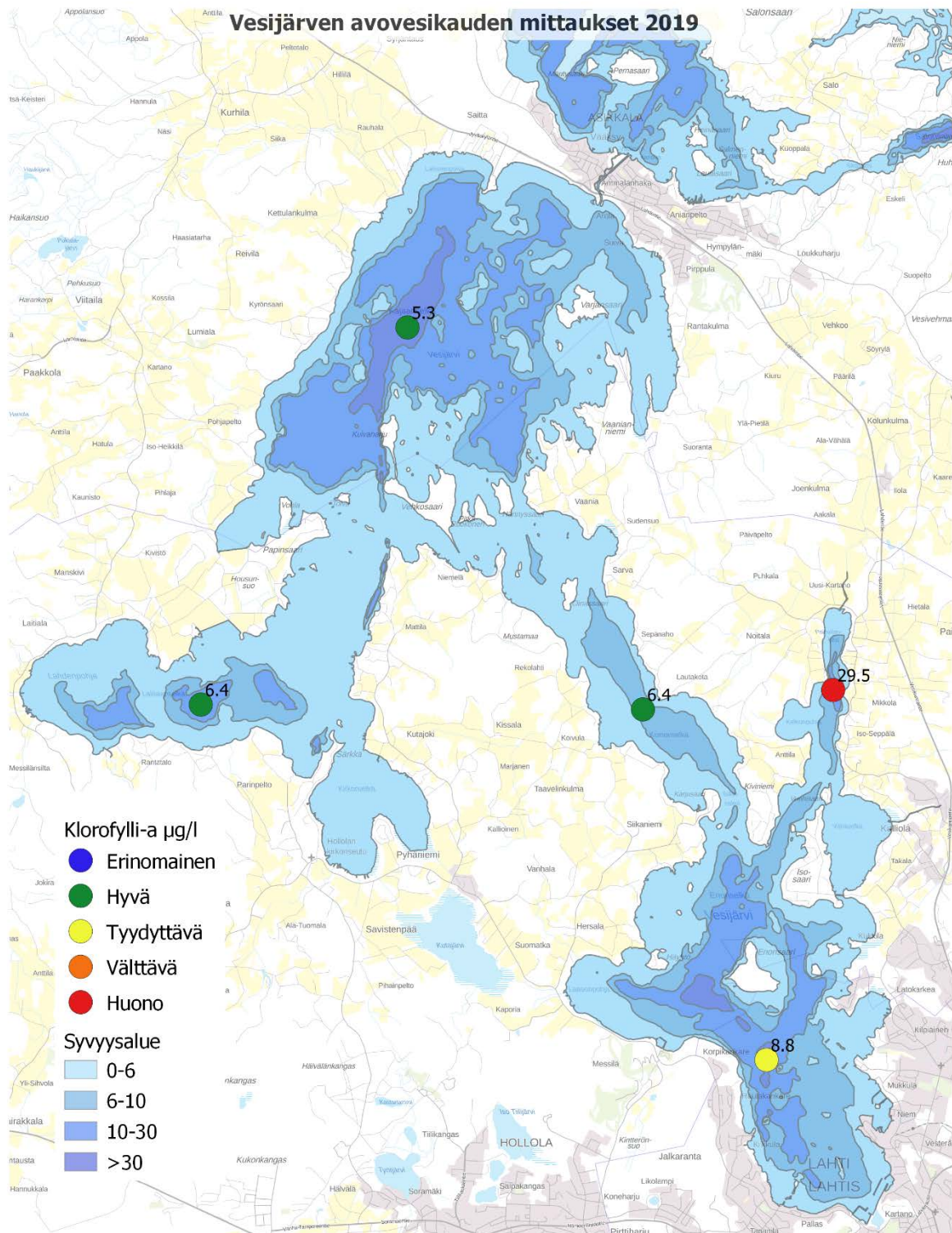


Pohjakartta copyright Maanmittauslaitos  
Syvyysaineisto Väylävirasto  
21.2.2020 ESA

0 1 2 3 km



**Kuva 1.** Vesijärven kokonaisfosforipitoisuudet ja tilaluokittelu avovesikauden päällysveden kaikkien havaintojen keskipitoisuuksina vuonna 2019. Enonselän keskiosan eri havaintopaikat yhdistetty samaan kuvaan. Samoin Paimelanlahden ja Vähäselän havainnot ovat samassa pisteessä. Paimelanlahdelta ja Laitialanselältä on mukana vain yksi havaintokerta (elokuu 2019).



**Kuva 2.** Vesijärven klorofyllipitoisuudet ja tilaluokittelu avovesikauden päällysveden kaikkien havaintojen keskipitoisuuksina vuonna 2019. Enonselän keskiosan eri havaintopaikat yhdistetty samaan kuvaan. Samoin Paimelanlahden ja Vähäselän havainnot ovat samassa pisteessä Paimelanlahdelta ja Laitialanselältä on mukana vain yksi havaintokerta (elokuu 2019).

## 2. Johdanto

Vesijärven (14.241.1.001) tarkkailusta vastaavat 27.3.2009 päivätyn ohjelman (Ramboll) mukaisesti Lahti Aqua Oy ja Lahti Energia Oy. Lahti Aqua Oy:llä on velvoite tarkkailla Porvoonjokeen johdettavan laimennusveden ottamisen vaikutusta Vesijärvessä ja Vääksynjoessa. Lahti Energia Oy:llä on velvoite tarkkailla Kymijärven voimalaitoksen Joutjokeen purettavien ja edelleen Vesijärveen virtaavien jäähdytysvesien vaikutusta Vesijärvessä.

Lahti Aqua Oy:llä on jätevesien johtamislupa Porvoonjokeen (KHO 3.3.2014, taltionro 632, dnrot 3690, 3712, 3747 ja 3769/1/12), joka edellyttää myös laimennusveden johtamista Porvoonjokeen siten, että joen taustavirtaama Ali-Juhakkalassa on vähintään 1 m<sup>3</sup>/s ilman Lahden kaupungin jätevesivirtaamaa. Lahti Aqua Oy:n laimennusveden oton tarkkailu perustuu KHO:n 27.10.1986 antamalla päätöksellä n:o 4198 vahvistamaan Itä-Suomen vesioikeuden päätökseen n:o 13/Va II/86 (10.2.1986).

Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitoksen jäähdytys- ja jätevesien tarkkailu perustuu Itä-Suomen vesioikeuden 19.5.1989 antamaan päätökseen n:o 36/II/89. Itä-Suomen Vesioikeuden 15.4.1999 antaman uuden päätöksen n:o 15/99/1 vaatimuksia ryhdyttiin toteuttamaan vuonna 2000. Päätöksessä on velvoite lisäseurannasta, mikäli lämpötilan nousu ylittää toistuvasti tavoitearvot saman vuoden aikana tai kerran yli 25 %:lla. Lisäseuranta käsittää purkuvesistön lämpötilan mittaukset ja biologisen seurannan (Lahden Tutkimuslaboratorio 2004). Vuonna 2019 lisäseurantaa ei tehty.

Vesijärven vedenlaatuun vaikuttavat myös Vesijärven muu valuma-alueelta tuleva kuormitus sekä hoitotoimet. Hoitotoimista merkittävimmät ovat hapetus, hoitokalastus ja hajakuormituksen vähentämiseen tähtäävät toimet. Hapetukseen liittyy veden laadun seurantaa myös automaattisten mittalaitteiden avulla sekä pohjaeläin- ja kalastotutkimuksia.

Tässä yhteenvetoraportissa pääpaino on vuoden 2019 tulosten tarkastelussa.

## 3. Vesistöalue ja tarkkailuohjelma

### 3.1. Vesijärvi ja sen valuma-alue

Vesijärvi kuuluu Kymijoen vesistöalueeseen (14.) ja pintamuodostumana se edustaa suuria vähähumuksisia järviä. Muodoltaan järvi on epäsäännöllinen ja jakautuu useaan salmien ja matalikkojen erottamaan altaaseen, joista suurimmat ovat Enon-, Kajaan-, Komon-, ja Laitialanselkä (taulukko 1).

Vesijärven luonnollinen purkautumissuunta on pohjoisessa oleva Vääksynjoki. Nykyisin vettä poistuu kuitenkin kahteen suuntaan, Vääksyjokeen ja Porvoonjokeen. Molemmat purkusuunnat ovat säännösteltyjä. Määräsuhteet vaihtelevat, mutta pääpurkautumissuunta on edelleen Vääksyjoki. Edellisten lisäksi Vesijärvestä poistuu vettä rantaimetyymisenä pohjaveteen. Merkittävä osa mm. Jalkarannan vedenottamon vedestä on rantaimetyymintä

pohjavettä. Isotooppitutkimusten perusteella Jalkarannassa noin 60 % ja Launeella 30 % pumpattavasta vedestä on peräisin järvestä.

Vesitaseen pohjalta laskettu virtaama Siikasalmessa on maksimissaan -4-+7 m<sup>3</sup>/s (negatiivinen merkki kuvaa virtausta etelään). Keskimääräinen virtaama on luokkaa 0,5-1 m<sup>3</sup>/s (pohjoiseen). Tällöin virtausnopeus Siikasalmessa on suuruusluokkaa 0,5-2 mm/s. Virtausnopeus on pieni, sillä tuulen aiheuttama virtausnopeus voi olla 30-70 mm/s (Kuha&Huttula, 2010). Pitkäviipymäiselle järvelle tyypilliseen tapaan, Vesijärvellä ei ole vesitaseesta johtuvia merkittäviä virtauspaikkoja (esim. salmissa). Sen sijaan tuulen aiheuttamat virtaukset voivat olla merkittäviä.

**Taulukko 1.** Vesijärven ja sen osa-alueiden hydromorfologisia tietoja (Jäntti, 2019).

	Enonselkä	Paimelanlahti-Vähäselkä	Komon-selkä	Laitialan-selkä	Kajaan-selkä	Vesijärvi
Valuma-alue (km <sup>2</sup> )	84	97	37	159	138	515
Pinta-ala (km <sup>2</sup> )	26	6	12,5	21,5	44	107,4
Keskivirtaama m <sup>3</sup> /s	1,0	0,8	2,0	1,1	3,9	3,9
Keskitilavuus (106m <sup>3</sup> )	176	17	50	120	300	654
Keskiviipymä (a)	5,6	0,7	0,8	3,5	2,4	5,4
Suurin syvyys, m	33	14,5	10,5	18,5	41	41
Keskisyvyys, m	6,8	2,8	4,0	5,6	6,8	6,1
Kokonaisrantaviiva km	44	16	21	37	63	227

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) Maankamara-tietokannan maaperätietojen mukaan, Vesijärven valuma-alueen maaperä koostuu hienojakoisista eroosioherkistä maalajeista (savi, hiesu, hieno hieta) sekä hiekkamoreeneista. Järven eteläpäässä kulkee itä-länsi-suuntainen Salpausselän reunamuodostuma, joka koostuu hiekka- ja soramoreenista. Vastaavasti pohjoispäässä on II Salpausselkä järven sijaitessa näiden välissä. Reunamuodostuman eteläpuolella maalajit ovat niin ikään hienojakoisia maalajeja. Järven itäpuolella on myös kallioalueita.

GTK on kartoittanut Vesijärven Siikasalmen eteläpuolisen vesialueen sedimenttikerrostumia (Hämäläinen, 2017). Tutkimustulosten perusteella tehdyn kartan (29.10.2019) mukaan sedimentin pintaosa on matalilla (<3 m) alueilla pääosin savea. Järven eteläpäässä, Jalkarannan edustalla on sen sijaan hiekkakerrostumia. Enonsaarta ympäröivät puolestaan hiekka, sora ja moreenikerrostumat, 3-6 metrin syvyysvyöhykkeellä vaihtelevat savi- ja liejukerrostumat. Etenkin Lahden kaupungin edustalla, Enonselän eteläosassa, 3-6 m syvyiset alueet ovat pääosin liejua. Selkäalueiden >6 m syvyisillä alueilla, jossa kerrostuminen on rauhallista ja eroosiovaikutus vähäistä, aines on liejua.

### 3.2. Tarkkailuohjelma

Vesijärven velvoitetarkkailua tehdään kolmella selkäalueella yhteensä 10 tarkkailupisteellä (taulukko 2). Tarkkailu keskittyy Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan alueella sijaitsevalle Enonselälle, jossa on 7 havaintopaikkaa. Kajaanselällä on yksi havaintopaikka. Kajaanselältä Komonselälle siirryttäessä on Vaaniansalmen havaintopaikka. Komonselällä sijaitsee yksi havaintopaikka. Vedenlaadun kemiallisten analyysien lisäksi tarkkailuun kuuluu kasviplanktonseuranta kolmella havaintopisteellä.



## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

Tarkkailuohjelmassa (Ramboll 27.3.2009) klorofyllinäytteiden määrää on vähennetty ranta-alueiden havaintopaikoilta. Korvaavana aineistona käytetään Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiön, Lahden ympäristöpalveluiden ja Helsingin yliopiston ylläpitämien automaattisten mittausasemien aineistoja, jotka on kalibroitu vastaamaan standardisoituja laboratoriomittauksia. Vuosina 2017-2019 automaattimittauksia ei kalibroitu, eikä tuloksia voitu käyttää sellaisenaan osana raporttia.

Vesinäytteet on otettu Limnos -noutimella metrin syvyydestä, puolivälistä vesisyvyyttä ja metri pohjan yläpuolelta. Lisäksi syvänteiden kohdalla happinäytteet on otettu kymmenestä metrillä ja sitä syvemmältä viiden metrin välein. Näytteenoton yhteydessä on havainnointi näkösyvyys, veden haju ja ulkonäkö.

Havaintopaikat ja selkääalueet on esitetty liitteessä 1.

**Taulukko.2. Näytteenottoaikojen perustiedot**

Vesialue	Näytepiste	ETRS-pohj	ETRS-itä	Kok. syv., m	Näytesyv., (täyskierto), m	Näytesyv., (kerrostunut), m	Laaja/Runko-pist. (L) Suppea/Perus-pist. (S)
Enonselkä	Lankiluoto 10	6765561	424521	30,6	1_29	1_10_15_20_25_29	L
	Satama 33	6763042	425490	15	1_14	1_10_14	S
	Kiikkula 8	6764491	424551	22	1_21	1_10_15_21	S
	Isosaari 6	6768739	423921	18	1_17	1_10_15_17	S
	Kaksossaaret 43	6765820	425720	5	1_4	1_4	S
	Kahvisaari 40	6764541	426520	4	1_3	1_3	S
	Siikasalmi 23	6770628	423861	5,7	1_6	1_6	S
Komonselkä	Pirttiniemi 5	6773707	421072	9,2	1_8	1_8	L
	Vaaniensalmi 20	6777026	419463	5	1_4	1_4	S
Kajaanselkä	Kajaanselkä 34	6779215	416650	40	1_39	1_10_15_20_25_30_35_39	L
Laitialanselkä	Laitialanselkä 4	6772672	413137	-		1_10_17	S

**Taulukko 3. Näytteenottoajankohdat havaintopaikoittain vuonna 2019.**

L=laaja, P=perusseuranta (=suppea), 1m (otettu yhdestä metrillä).

	Tamm	Maalis	Touko	Kesä			Heinä		Elo		Loka	Näytekerrat, kpl	
Havaintopaikka	12.2.	26.3.	9.5.	31.5.	6.6.	17.6.	24.6.	11.7.	23.7.	8.8.	22.8.	5.11.	
Lankiluoto 10	L	L	L	1m	L	1m	L	1m	P	1m	L	L	12
Satama 33		P	P								P	P	4
Kiikkula 8		P	P								P	P	4
Isosaari 6		P	P								P	P	4
Siikasalmi 23		P	P								P	P	4
Kaksossaaret 43		P		1m		1m		1m		1m	P		6
Kahvisaari 40		P		1m		1m		1m		1m	P		6
Pirttiniemi 5	L	L	L		L		L		P		L	L	8
Vaaniensalmi 20		P	P								P	P	4
Kajaanselkä 34	L	L	L		L		L		P		L	L	8
Laitialanselkä 4		P									P		2

**Taulukko 4. Analyysivalikoima**

Muuttuja	Perusseuranta (P) S=suppea analyysivalikoima	Runkopisteet L=laaja analyysivalikoima	1m
happi	*	*	
sameus	*	*	
pH	*	*	*
johtokyky	*	*	
kokonaisfosfori	*	*	*
fosfaattifosfori		*	
nitraattityppi		*	
nitriittityppi		*	
kokonaistyyppi	*	*	*
ammoniumtyppi		*	
rauta	*	*	
mangaani	*	*	
kloridi		*	
CODMn		*	
kiintoaine	Lankiluoto, Kahvi- ja Kaksossaaret maalisi- ja elokuussa		
klorofylli-a ja kasviplankton		Runkopisteiltä avovesikaudella	

Vedenlaadun seurannan lisäksi veloitettarkkailuun kuuluvat verkkokoekalastukset kalataloustarkkailuna. Nämä on toteutettu Luonnonvarakeskuksen toimesta.

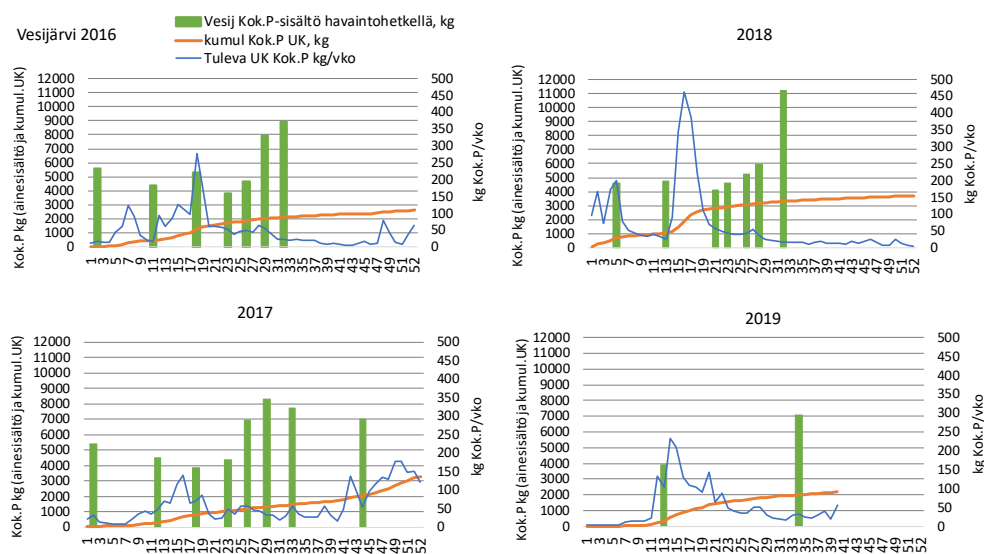
### 3.3. Muut tutkimukset ja seurannat

Vesijärvellä toteutetaan veloitettarkkailun lisäksi myös muita tutkimuksia ja seurantoja. Näitä seurantoja on toteutettu sekä Lahden ympäristöpalveluiden että eri projektien rahoituksella. Keskeisiä, tässä raportissa huomioitavia ovat:

- Eläinplanktonitutkimukset Enonselän Lankiluodon syvännepisteeltä 1991-2019, pois lukien 2014 (HY/ Kuoppamäki).
- Ulappa-alueen kalaston kaikkuluotaustutkimukset (HY/ Malinen)
- Vesijärven alusvesihapetuksen vaikutuksia Enonselän pohjaeläimistöön on selvitetty Lahden kaupungin toimeksiannosta. Esiselvitys tehtiin vuonna 2009 (Hynynen & Salmelin, 2010), ja hapetuksen vaikutusta on sen jälkeen seurattu vuosittain (Hynynen 2014, Valkama 2015, Iso-Tuisku 2016, 2017, 2018, Väisänen 2019, Salmelin 2020).
- Vesijärvellä on neljä EU-uimarantaan; Lahdessa Mukkula ja Ankkuri, Hollolassa Messilä ja Asikkalassa Kalmari. Näiden osalta ranta-alueen tilannetta seurataan uimaveden laadun varmistamiseksi veden hygieenisen laadun mittauksin sekä säännöllisen silmämääräisen havainnoinnin avulla (Lahti/ ympäristöterveys). Mukkulan ja Kalmarin rannoilla tehdään valtakunnallista levähavainnointia. Lisäksi alueella on muita uimapaikkoja ja virkistysrantoja, joiden tilannetta seurataan hygieenisen laadun osalta näyttein sekä silmämääräisesti mm. levien osalta näytteenottojen yhteydessä.

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

Vuonna 2019 Vesijärvelle tehtiin karkea fosforitaselaskenta (Vesi-Eko Oy, 22.10.2019), käsittäen vuodet 2016-2019 ja rajautuen Siikasalmen eteläpuoliselle alueelle. Laskennassa huomioitiin tulevat ja lähtevät vesimäärät (Suomen ympäristökeskus, Vesistömalli), mukaan lukien Porvoonjokeen pumpattava laimennusvesi. Lisäksi huomioitiin tuleva ulkoinen kuormitus (Suomen ympäristökeskuksen VEMALA-kuormitusmalli ja järveen laskevien ojien pitoisuudet) ja ravinnepitoisuuksien muutokset järvestä syvyysvyöhykkeillä 0-6, 6-20 ja 20-33 m. Laskennan perusteella Vesijärven fosforiainesisältö kasvaa kesän aikana, ollen suurimmillaan heinä-elokuussa (kuva 3). Samaan aikaan ulkoinen kuormitus on ollut pientä verrattuna kevään ylivirtaamakauden aikaiseen kuormitushuippuun. Fosforiainesisällön osalta korostui syvyysvyöhyke 6-20 m.



**Kuva 3.** Vesijärveen tuleva ulkoinen kuormitus (kg/vko), sekä fosforiainesisällön muutos havaintohetkellä (kg).

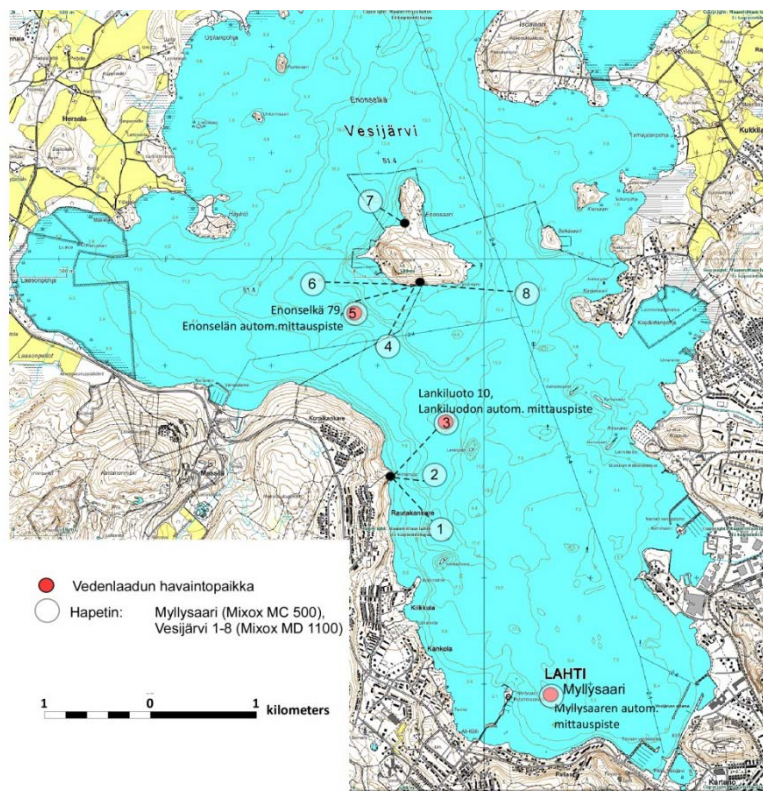
#### 4. Vesijärven hoitotoimet

Tiedot Vesijärven hoitotoimista löytyvät Vesijärvisäätiön ja Lahden ympäristöpalvelujen [www-sivuilla](http://www.sivuilla).

##### Hapetus

Vesijärven Enonselän tilaan vaikuttaa hapetus, joka aloitettiin talvella 2007-2008 Myllysaaren syvänteessä. Syksyllä 2009 pääsyvänealueelle asennettiin kaikkiaan 8 kpl Mixox MD 1100-hapetinta (kuva 4). Laitteet toimivat ympärivuotisesti syystäyskiertoa ja kevättä lukuun ottamatta. Lokakuussa 2015 poistettiin hapetin nro 8. Helmikuussa 2018 poistettiin laitteet 2, 4 ja 6. Jäljelle jäivät hapettimet 1, 3, 5 ja 7 (kuva 4). Kesäaikaisesta hapetuksesta luovuttiin vuosiksi 2018 ja 2019.

Vuonna 2019 hapetinlaitteet #1, #3, #5 ja #7 käynnistettiin talvikaudeksi 16.1.2019 ja ne olivat käytössä 2.5.2019 asti. Myllysaaren hapetin käynnistettiin 25.1.2019 ja se oli käytössä 8.5.2019 asti.



**Kuva 4.** Vesijärven hapetinlaitteiden sijainnit. Hapetin #8 poistettu käytöstä lokakuussa 2015, hapetin #6 poistettu 14.2.2018, hapettimet #2 ja #4 poistettu 15.2.2018. Pohjakartta © Maanmittauslaitos.

### Hoitokalastus ja petokalaistutus

Vesijärven hoitokalastuksilla pyritään estämään särkikalojen runsastuminen, jolloin saadaan vähennettyä järven sisäistä kuormitusta, tuettua arvokalakantojen tuottavuutta sekä poistettua ravinteita kustannustehokkaasti. Lahden ympäristöpalvelut vastaa hoitokalastusten organisoinnista ja vuosittaisesta raportoinnista. Vuoden 2019 hoitokalastussaaalis oli yhteensä 99 tn. Laskennallisesti vuoden 2019 saaliin mukana poistui n. 750 kg fosforia. Runsaimmat saalislajit olivat särki ja salakka. Enonselän ja Paimelanlahden alueelta saatiin 23 kg:n hehtaarisaaalis, muiden alueiden pyynnin ollessa vähäisempää. Koko Vesijärvelle laskettuna saalis oli 9 kg/ha. Vesijärven kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelmassa on asetettu hoitokalastustavoitteeksi 20 kg/ha/vuosi. Tavoite on myös Vesijärvihojelmassa. Kajaanselällä hoitokalastusta on tehty satunnaisesti.

Vesijärveen istutetaan petokaloja. Istutuksista vastasi aiemmin Lahden ympäristöpalvelut ja Vesijärvisäätiö. Vuodesta 2017 eteenpäin istutuksia on em. ja useiden osakaskuntien puolesta koordinoanut Vesijärven Petokalarahasto. Runsas petokalasto voi osaltaan auttaa myös vähentämään levähaittoja rajoittamalla särkikalakantojen ja kuoreen runsastumista. Istutuksilla tuetaan myös virkistyskäyttömahdollisuuksia. Vuonna 2019 Vesijärveen istutettiin taimenta (järveen 4098 kpl 3-kesäisiä taimenta ja Vesijärveen laskeviin puroihin vastakuoriutuneita poikasia 15 100 kpl), ankeriasta (10 000 kpl) ja kuhaa (46 000 kpl).

### Hajakuormituksen vähentäminen

Hajakuormitusta on vähennetty rakentamalla kosteikkoja, tehostamalla kaupunkialueen hulevesien keräilyä ja käsittelyä, laatimalla suojavyöhykesuunnitelmia jne.

## 5. Velvoitetarkkailusta vastaavien toimintatiedot

### 5.1. Lahti Energia Oy, Kymijärven voimalaitosten toimintatiedot

Vuonna 2019 Kymijärvi I -voimalaitoksen höyrykattilan sähköenergian tuotanto 110 kV:n verkkoon oli 167 GWh ja kaukolämpöenergian tuotanto verkkoon 330 GWh. Sähköenergiasta lauhde-energian osuus oli 2,6 GWh eli noin 1,5 %. Höyrykattila oli käynnissä 1.1.- 29.3.2019. Normaalkäyttöaika oli 2079 h, käynnistys-/alasajotunteja oli yhteensä 18 h. Kattilalle jäi alasajon jälkeen 131 käyttötuntia käyttämättä. Kymijärvi I kaasutin oli käytössä 2026 h. Kaasuturbiini oli käytössä yhteensä 260 h. Kaasuturbiinilla tuotettiin sähköä verkkoon 9,2 GWh ja kaukolämpöä 15,4 GWh.

Kymijärvi II-voimalaitoksen tuotanto 110 kV:n verkkoon oli 154 GWh ja kaukolämpöenergian tuotanto verkkoon 603 GWh. Voimalaitoksen kattila oli käytössä 8024 h, kaasutin 1 oli käytössä 7119 h ja kaasutin 2 oli käytössä 7088 h. Laitoksen huoltoseisokki oli 26.8.-19.9.2019. Lisäksi laitoksella oli lyhyempiä seisokkeja puhtaaksipolttoihin liittyen.

Kymijärvi III -lämpölaitoksen asennustyöt jatkuivat vielä alkuvuoden. Kevään ja kesän aikana siirryttiin käyttöönotto- ja koestusvaiheeseen. Ensitulet biopolttoaineella olivat 6.8.2019, jolloin tuotettiin myös ensimmäisen kerran lämpöä kaukolämpöverkkoon. Koekäyttö jatkui koko loppuvuoden laitoksen samalla tuottaessa lämpöä kaukolämpöverkkoon. Syksyllä laitoksella oli yksi pidempi seisokki 18.-29.10.2019. Keskeytymätön koekäyttö aloitettiin 5.12.2019. Kymijärvi III -lämpölaitoksen kaukolämpöenergian tuotanto verkkoon oli 252 GWh. Lisäksi laitos tuotti Kymijärvi II -turbiniin kautta sähköä 110 kV:n verkkoon 29 GWh. Laitoksen kattila oli käytössä 2930 h.

Viivästysaltaasta Joutjokeen johdetun veden öljypitoisuus määritettiin normaalitoiminnan aikana neljä kertaa. Näytteiden öljypitoisuudet (C10-C40) olivat alle määritysrajojen (0,05 mg/l). Lisäksi öljypitoisuus määritettiin Joutjoesta neljästä näytteestä. Näytteet otettiin joesta Kytölänkadun sillan jälkeen. Näytteiden öljypitoisuudet (C10-C40) olivat alle määritysrajojen.

Vesilaitoksella syntyvän, raakaveden esikäsittelyn jätevesi käsitellään johtamalla vesi dekantointisäiliöön epäpuhtauksien saostamiseksi. Dekantointisäiliön kirkaste johdetaan Joutjoen kautta Vesijärveen. Saostunut osuus johdetaan Lahti Aquan viemäriverkostoon. Vuonna 2019 dekantointisäiliön kautta vesiä johdettiin Vesijärveen 31 397 m<sup>3</sup> ja viemäriverkostoon 17 137 m<sup>3</sup>. Vesilaitokselta johdetaan lisäksi Joutjoen kautta Vesijärveen RO- (käänteisosmoosi) ja CEDI (sähköinen ioninvaihto) -laitteistojen

rejektivettä. Vuonna 2019 RO-laitteiston rejektivettä johdettiin 74 029 m<sup>3</sup> ja CEDI-laitteiston rejektivettä 45 973 m<sup>3</sup>.

Vesijärvestä otettiin yhteensä noin 31 Mm<sup>3</sup> jäähdytysvettä vuonna 2019, vähemmän kuin vuosina 2001-2018 (47,3-84,4 Mm<sup>3</sup>, ka. 66 Mm<sup>3</sup>). Vesi johdettiin lauhduttimesta Joutjoen kautta takaisin Vesijärveen. Koko vuoden lämpökuorma oli 249,2 TJ, vähemmän kuin 2001-2018 (278-2877 TJ, ka. 1224 TJ). Jos lämpökuorma siirrettäisiin kerralla vesistöön, nousisi Enonselän vesimassan lämpötila 0,2-0,3°C. Lämpökuorma ei vaikuta koko järven lämpötaseeseen merkittävästi. Vaikutus on paikallinen, kohdentuen käytännössä purkupaikan välittömään läheisyyteen, Joutjoen suulle. Normaalitylanteessa vesi sekoittuu 5-10 m paksuun päällysvesikerrokseen tuulten vaikutuksesta. Kesällä 3 kk aikana tuleva lämpökuorma lämmittäisi 0-3 m kerrosta alle 0,5°C. Tuulten aiheuttaman sekoittumisen takia lämpötilamuutoksia ei siten käytännössä havaita avovesikaudella.

Lämpötilan nousu lauhduttimessa ei ylittänyt 12 astetta vuorokausikeskiarvona eikä nousunopeus ylittänyt 8 astetta tuntikeskiarvona. Erillistä tehostettua lämpötilan ja klorofyllipitoisuuden seurainta ei sen vuoksi tarvinnut toteuttaa.

Heinäkuun lopulla (29.7.2019) Joutjoen suulla Polttimon rannassa havaittiin kuolleita pikkukaloja. Syyksi epäitiin tavanomaista korkeampaa veden lämpötilaa, joka on aiheuttanut veden happipitoisuuden laskua ja kalakuolemia. Päällysveden lämpötila Joutjoessa voimalaitoksen jälkeen oli havaintopäivänä 32°C, Polttimon rannassa 31°C ja aallonmurtajan kohdalla 27°C. Voimalaitosprosessi toimi normaalisti ilman poikkeamia ja ympäristöluvan puitteissa, mutta tulevan veden lämpötila nousi poikkeuksellisen korkeaksi hellejakson vuoksi (Lahti Energia, häiriöilmoitus 22.8.2019).

## 5.2. Lahti Aqua Oy, laimennus- ja huuhteluvedet Porvoonjokeen

Lahti Aqua Oy:n nykyisen jätevesien johtamisluvan mukaan Porvoonjoen virtaama Ali-Juhakkalassa tulee olla vähintään 1 m<sup>3</sup>/s ilman Lahden kaupungin jätevesiä. Lisäksi Porvoonjoen happipitoisuus Lahden Ala-Okeröisten ja Orimattilan Virenojan Myllykulman välillä tulee olla vähintään 4 mg/l (7 havaintopaikkaa). Molemmat ehdot täytetään johtamalla tarvittaessa laimennusvettä Porvoonjokeen, minkä lisäksi Porvoonjoessa on ilmastuspatoja veden hapettamista varten.

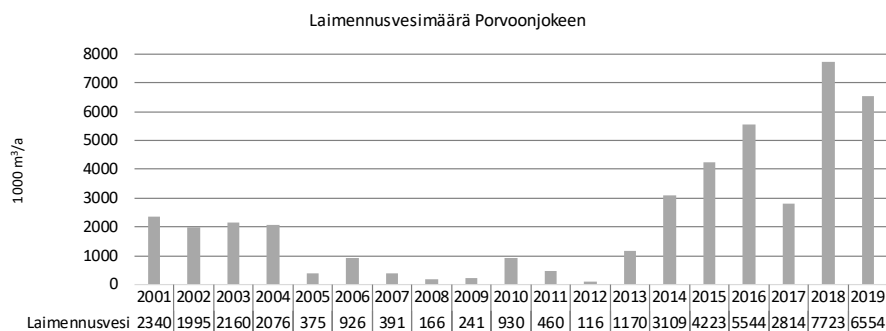
Vuonna 2019 Vesijärvestä pumpattiin laimennusvesiä Porvoonjokeen yhteensä 6,55 Mm<sup>3</sup>, virtaaman vaihdellessa välillä 0,005-0,54 m<sup>3</sup>/s. Laimennusvesiä ei pumpattu huhtikuun puolivälistä kesäkuun alkuun välisellä ajalla, eikä marras-joulukuussa. Vesijärven vettä ei käytetty Kariniemen purkutunnelin huuhteluun vuonna 2019.

Laimennusvesien määrä oli hieman pienempi kuin vuonna 2018 (7,7 Mm<sup>3</sup>), mutta kaksinkertainen vuoteen 2017 verrattuna (kuva 5). Laimennusvesien osuus oli noin 15% Vesijärvestä poistuvan veden kokonaisvirtaamasta vuonna 2019. Laimennusvesien määrä vuonna 2019 vastasi 1 % Vesijärven kokonaistilavuudesta (654 Mm<sup>3</sup>), eli 6,9 cm vesikerrosta järvestä.

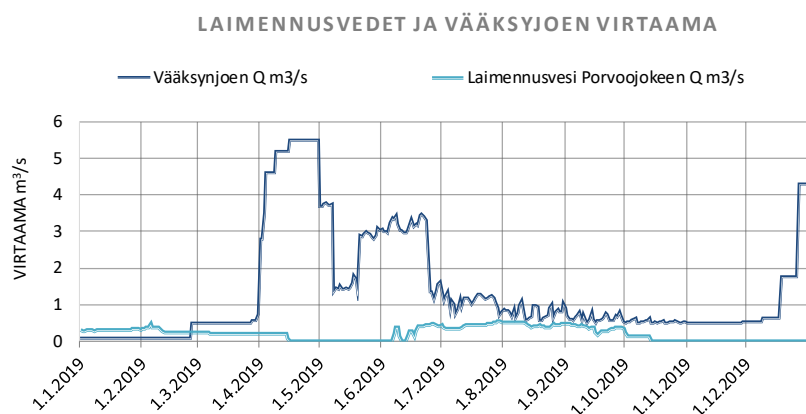
## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

Laimennusvesien suhde Vääksyjoen virtaamaan oli suurin talvella. Tammi-helmikuussa laimennusvesien virtaama (0,244-0,490 m<sup>3</sup>/s (ka. 0,306 m<sup>3</sup>/s) oli kolme kertaa suurempi kuin Vääksyjoen virtaama (ka. 0,1 m<sup>3</sup>/s). Virtaama on tällöin laskennallisesti kääntynyt Komonselältä Enonselälle päin. Talvella, jään estäessä tuulen vaikutuksen, virtaussuunnan muutos on mahdollinen.

Kesän aikana Vääksyjoen virtaama laski vähäisistä sademääristä ja haihdunnan kasvusta johtuen. Samaan aikaan Porvoonjokeen johdettavien laimennusvesien määrää lisättiin (kuva 6). Heinä-elokuussa laimennusvesien virtaama (ka. 0,45 m<sup>3</sup>/s) oli keskimäärin puolet ja suurimmillaan 84 % Vääksyjoen virtaamasta (0,57-1,46 m<sup>3</sup>/s, ka. 0,95 m<sup>3</sup>/s). Vaikka laimennusvesien määrä olikin ajoittain huomattava Vääksyjoen virtaamasta, ei sillä ole ollut vaikutusta mm. veden virtaussuuntaan Komonselän ja Enonselän välillä. Vääksyjoen heinä-elokuun 2019 keskivirtaamalla laskettuna virtausnopeus Siikasalmessa (leveys n. 500m, syvyys ka. 4 m) on noin 1 mm/s, kun taas tuulen aiheuttama virtausnopeus on pienilläkin tuulennopeuksilla luokkaa 30-70 mm/s. Tuulen aiheuttama virtausnopeus on moninkertainen, vaikuttaen myös virtauksen suuntaan.



**Kuva 5.** Vesijärvestä Porvoonjokeen johdetut laimennusvesimäärät vuosina 2001-2019.



**Kuva 6.** Vääksyjoen virtaama ja Porvoonjokeen johdettavat laimennusvedet (m<sup>3</sup>/s).

## 6. Säätila 2019

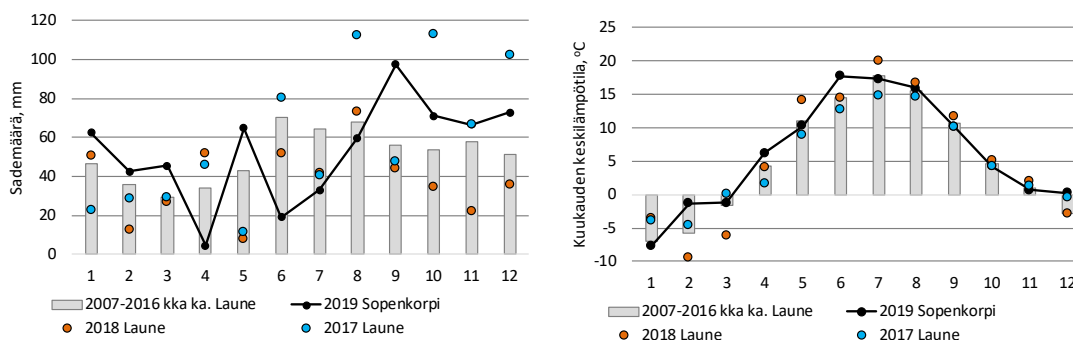
Säätilan kuvaus perustuu Ilmatieteenlaitoksen Lahden Sopenkorven vuoden 2019 tietoihin ja vertailuvuosien 2007-2016 osalta Lahden Launeen sääaseman tietoihin.

Sääasemat sijaitsevat lähellä toisiaan. Launeen sääaseman aineisto loppuu huhtikuuhun 2019 ja Sopenkorven aineisto alkaa tammikuusta 2018.

Tammikuu 2019 oli vuosiin 2017 ja 2018 sekä vertailuvuosien 2007-2016 keskiarvoon verrattuna kylmä, mutta sademäärä oli paria viime vuotta ja vertailukautta suurempi (kuva 7). Sade tuli lumena. Helmikuussa ja maaliskuussa kuukauden keskilämpötilat olivat pitkänajan keskiarvoa korkeampia. Päivän keskilämpötilat olivat pääsääntöisesti pakkasen puolella maaliskuun loppua lukuun ottamatta. Sulaminen ajoittui huhtikuulle, joka oli pitkänajan keskiarvoa ja paria viime vuotta lämpimämpi ja vähäsateinen. Väeksynjoen virtaamahuippu ajoittui huhtikuun lopulle (kuva 7).

Toukokuu oli lämpötilojen suhteen lähes keskimääräinen, mutta tavanomaista sateisempi. Kesäkuu oli vuosia 2017-2018 sekä pitkänajan keskiarvoa lämpimämpi, sekä vähäsateinen. Sademäärät jäivät tavanomaista pienemmiksi myös heinä- ja elokuussa. Kuukausikeskilämpötilojen perusteella tarkasteltuna kesä oli tavanomainen. Heinä-elokuun vaihteeseen ajoittui viileä jakso, jolloin vuorokausikeskilämpötila laski kymmenisen astetta ja yöllä lämpötila painui alimmillaan noin kymmeneen asteeseen.

Loppuvuosi oli syyskuusta lähtien sateinen, mutta kuivan syksyn 2018 ja kesän 2019 jäljiltä virtaamat alkoivat nousta vasta loppuvuodesta.

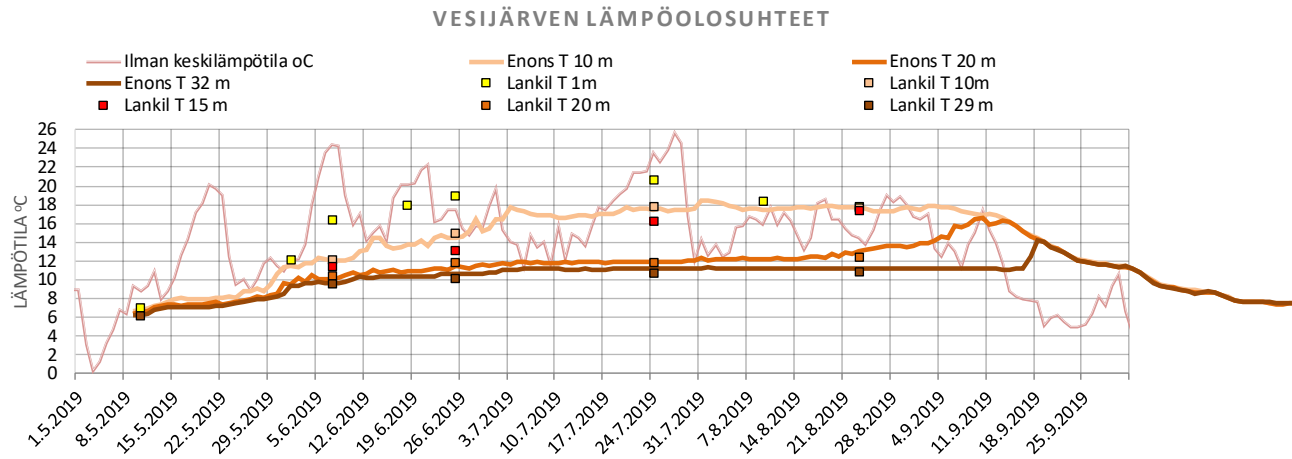


**Kuva 7.** Keskilämpötilat ja sademäärät Lahden Sopenkorven havaintoasemalla. Vertailukausi 2007-2016 sekä vuodet 2017 ja 2018 Lahti Laune.

## 7. Vesijärven lämpötilakerrostuneisuus kesällä 2019

Enonselän automaattimittauspisteen ja Lankiluodon havaintotulosten perusteella Vesijärvi alkoi kerrostua toukokuun lopulla (kuva 8). Noin 10-15 m syvyiset alueet olivat harppauskerrosta aina elokuun loppupuolelle asti, jolloin lämpötilat tasaantuivat 1-17 m syvyydellä.  $\geq 20$  m syvyiset alueet olivat alusvettä aina syyskuun toiselle viikolle asti. Alusveden lämpötila 20 m ja sitä syvemmillä alueilla oli heinä-elokuussa 10,8-13,9°C (ka. 11,7°C), noin 6-7°C alempi kuin hapetusvuosina keskimäärin. Syystäyskierto alkoi hieman syyskuun puolivälin jälkeen.





**Kuva 8.** Vesijärven lämpöolosuhteet 9.5.-6.11.2019 Enonselän (vedenlaadun seuranta-asema Enonselkä 79) automaattiaseman havaintojen perusteella. Kuvassa on mukana myös näytteenoton yhteydessä mitatut lämpötilat Lankiluodon syvänteellä.

## Vesijärven tila

Vedenlaatutulokset on esitetty liitteessä 2.

### 8. Enonselän selkääalueet

Enonselän selkääalueiden vedenlaadun tarkastelu perustuu neljän havaintopaikan vesinäytetuloiksiin (taulukko 2):

- Lankiluoto (max 30 m),
- Kiikkula (max 22 m),
- Isosaari (max 18 m)
- Satama 33(max 14,5 m)

Lisäksi tarkastelussa on mukana automaattisten mitta-asemien tuottamaa aineistoa. Enonselän alueella talvella 2019 toimineet hapetinlaitteet (4 kpl) (kuva 4) vaikuttavat vedenlaatuun em. asemilla.

#### 8.1. Happitilanne

Talvella 2019 Enonselän syvänteiden happitilanne oli hyvä. Helmikuun puolivälissä (12.2.19), noin 27 vrk hapettimien käynnistämisen jälkeen, Lankiluodon syvänteen alusveden happitilanne oli erinomainen ja vesi viileää hapetuksesta johtuen (p-1 m 10,3 mg/l, 1,9°C). Maaliskuun lopun havaintokerralla (26.-27.3.19), noin kaksi kuukautta hapettimien käynnistämisestä, happitilanne oli edelleen erinomainen (p-1m 9,4-10,8 mg/l, kyllästysaste 66-78%) kaikilla paitsi Isosaaren asemalla, jossa pohjanläheisen veden happitilanne oli hieman heikentynyt (p-1m 6,6 mg/l, kyllästysaste 49%), mutta ajankohtaan nähden hyvä.

Hapettimet pysäytettiin kesän ajaksi toukokuun alussa. Noin viikko myöhemmin, vesi oli 6-7 asteista ja happitilanne pienistä syvyyssuuntaisista lämpötilaeroista (0,4-0,7°C) johtuen erinomainen kaikilla Enonselän alueen syvänteen asemilla (ka. 11,6 mg/l, kyllästysaste ka. 95%) (kuva 9).

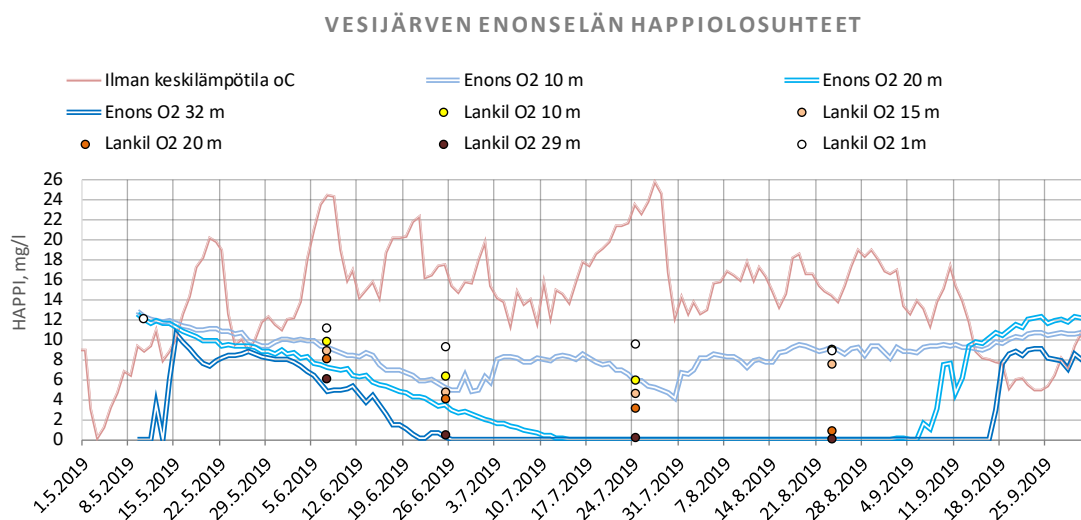
Alkukesällä seuranta keskittyi Lankiluodon syvänteelle, jossa pohjanläheisen veden happitilanne heikkeni nopeasti. Kesäkuun alussa pohjan lähellä oli happea 6,1 mg/l (kyllästysaste 53%). Kuun lopulla pohjan lähellä oli happea enää 0,5 mg/l (kyllästysaste 4,7%) ja hapen vajuus ylsi 15 m syvyydelle (15 m: 4,7 mgO<sub>2</sub>/l, kyllästysaste 45%). Heinäkuun lopun havaintokerralla heikkohappinen vesikerros kohosi 15 m syvyydelle asti: happitilanne oli heikentynyt tai heikko 15-20 m syvyydellä (3,1-4,6 mg/l, kyllästysaste 29-47%) ja huono 25-30 m syvyydellä (<0,5 mg/l, kyllästysaste <5%). Heinäkuun lopulla heikentynyt happitilanne kattoi noin 7 % Enonselän kokonaistilavuudesta ja reilun 10 % pohjan pinta-alasta.

Elokuun lopulla (22.8.) lämpötilaerot syvyysvyöhykkeellä 1-17 m olivat pienet ja happitilanne hyvä. Päällisvesikerroksen kasvusta johtuen happitilanne Isosaaren 18 m syvyisellä asemalla oli hyvä. Myllysaaren syvänteellä (max 14,5 m) happitilanne oli

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

vesimassan pienistä lämpötilaeroista huolimatta heikentynyt pohjanläheisessä vesikerroksessa (p-1m 3,4 mg/l, kyllästysaste 35%), ilmentäen voimakasta hapenkulutusta. Kiikkulan, Lankiluodon ja Lahden ympäristöpalveluiden tarkkailussa olevan Enonselän syvänteen noin 20 m ja sitä syvemmillä alueilla happitilanne oli huono tai olosuhteet lähes hapettomat (0,1-0,9 mg/l, kyllästysaste. <10%). Huono happitilanne kattoi noin 2 % Enonselän kokonaistilavuudesta ja 5 % Enonselän pohjan pinta-alasta.

Marraskuun alun havaintokerralla (5.11.) happitilanne oli täyskierrosta johtuen hyvä.



**Kuva 9.** Vesijärven Enonselän automaattiaseman happimittaustulokset kesän 2019 ajalta ja Lankiluoto 10 havaintopaikan happitulokset kesän 2019 ajalta.

## 8.2. Ravinnepitoisuudet

### 8.2.1 Fosfori

Kevättalven 2019 päällysveden kokonaisfosforipitoisuus Enonselän selkäalueella oli 16-19  $\mu\text{g/l}$  (ka. 18  $\mu\text{g/l}$ ) ja pohjanläheisen veden 18-24  $\mu\text{g/l}$ . Hyvä happitilanne ja pienet pitoisuuserot huomioon ottaen, fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista oli Lankiluodon tulosten perusteella merkittävä etenkin helmikuussa (kaikki havaintosyvyydet: 61-64 %), ja huomattava vielä helmikuussakin (18-42 %), etenkin pohjan lähellä.

Avovesikauden (touko-marraskuu) aikainen päällysveden fosforipitoisuus Enonselän havaintopisteillä vaihteli välillä 14-39  $\mu\text{g/l}$  (ka. 28  $\mu\text{g/l}$ ), edustaen rehevien vesistöjen tasoa. **Vesienhoitolain** mukaisessa kokonaisfosforipitoisuusluokittelussa **hyvän ja tyydyttävän rajana on 18  $\mu\text{g/l}$** . Näin ollen Enonselkä on tämän luokittelun mukaan **tyydyttävä**. Keskipitoisuuden erot pisteiden välillä olivat pieniä. Enonselän syvännealueilla havaittiin selvää sedimenttiperaistä sisäistä ravinnekuormitusta heikosta happitilanteesta johtuen. Lankiluodon syvänteellä pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet olivat 20-150  $\mu\text{g/l}$  (samaa aikaa päällysvesi 20-39  $\mu\text{g/l}$ ). Pitoisuus oli korkein kesäkuun lopun havaintokerralla. Kiikkulan, Myllysaaren ja Isosaaren pisteillä

pohjanläheisen veden fosforipitoisuus elokuun havaintokerralla oli 52-72 µg/l, 1,5- 2 -kertainen päällysveden verrattuna.

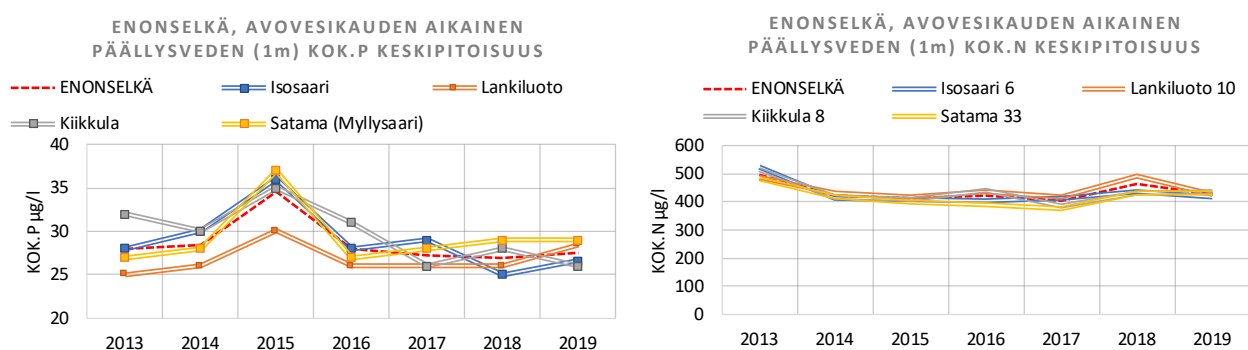
Tarkastelujaksolla 2013-2019 Enonselän alue on ollut reheväksi luokiteltavissa, eikä rehevyytilanteessa ole havaittavissa muutosta. Vuosi 2015 on ollut jaksolla 2013-2019 rehevin (kuva 10).

### 8.2.2 Typpi

Enonselän selkäalueiden päällysveden kokonaistyyppipitoisuus vaihteli talven havaintokerroilla välillä 370-430 µg/l (ka. 408 µg/l), ja pohjanläheisen veden välillä 460-750 µg/l (ka. 538 µg/l). Suurin pohjanläheisen veden pitoisuus havaittiin Isosaaren asemalla. Lankiluodon pohjanläheisen veden tyyppistä 33-37 % oli nitraattityyppinä talven havaintokerroilla. Ammoniumtyyppiä havaittiin vain vähän ( $\leq 20$  µg/l). Keväällä vesimassan tyyppipitoisuus Enonselän asemilla oli 390-470 µg/l.

Kesän aikana päällysveden kokonaistyyppipitoisuus Enonselällä oli 350-510 µg/l (ka. 433 µg/l) ja pitoisuusmuutokset olivat melko pieniä. Pohjanläheisen veden tyyppipitoisuudet nousivat puolestaan kesän aikana kaikilla asemilla tasolta ka. 428 µg/l (390-470) tasolle ka. 1095 µg/l (500-1500 µg/l) elokuun loppuun mennessä. Korkeimmat pitoisuudet havaittiin Lankiluodon ja Kiikkulan syvänteillä. Lankiluodon syvänteellä 80 % (1200 µg/l) pohjanläheisen veden tyyppistä oli ammoniumtyyppinä elokuun lopun havaintokerralla. Nitraattityyppien pitoisuudet olivat pieniä koko vesimassassa (max 29 µg/l). Marraskuun havaintokerralla, vesimassan ollessa täyskierrossa, vesimassan tyyppipitoisuus oli ka. 411 µg/l.

Enonselän päällysveden tyyppipitoisuus avovesikaudella 2019 oli tarkkailuvuosien 2013-2018 vaihteluvälillä (kuva 10). Keskipitoisuuden perusteella tarkasteltuna havaintopaikkojen vedenlaatu oli tyyppien osalta varsin tasainen.



**Kuva 10.** Enonselän alueen avovesikauden aikainen päällysveden kokonaisfosforin ja kokonaistyyppien keskipitoisuus 2013-2019. Vesijärven vesienhoitoluokittelun hyvän/tyydyttävän raja-arvona on kokonaisfosforipitoisuuden osalta 18 µg/l.

### 8.3. Levätuotanto ja rehevyys

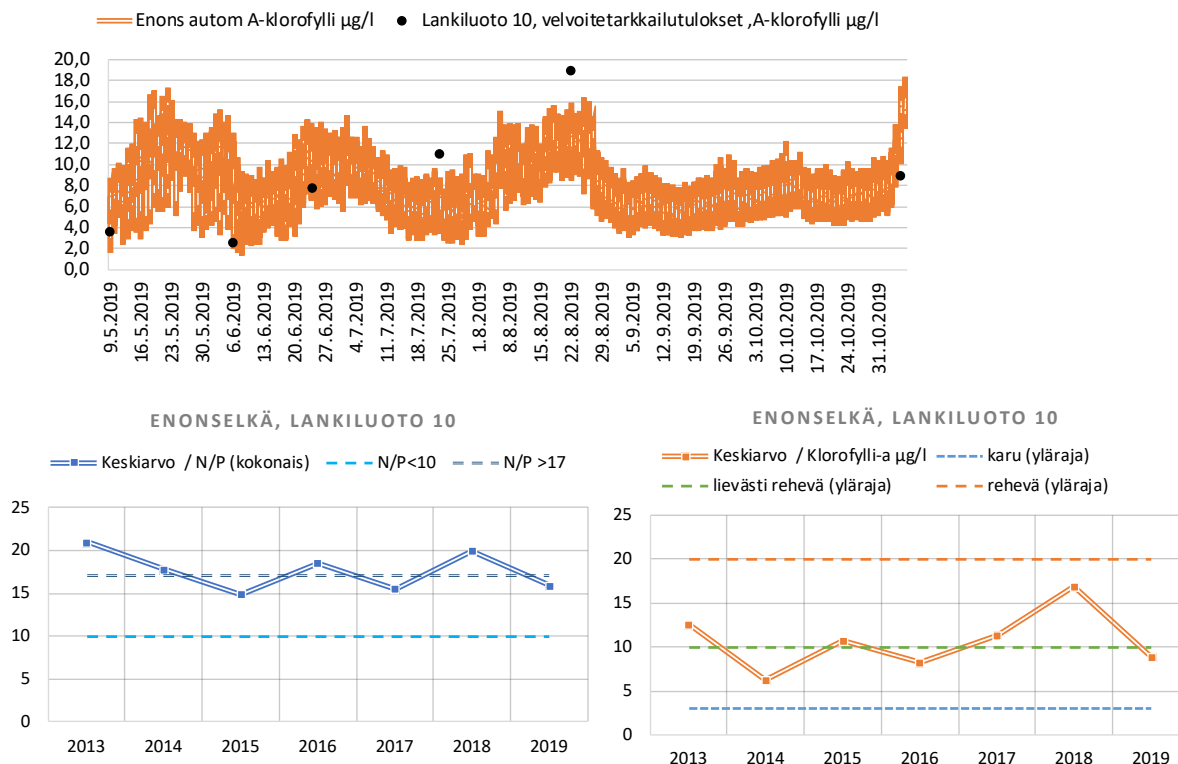
Vuonna 2019 avovesikauden aikainen päällysveden klorofylli-a (Chl-a) pitoisuus Enonselän Lankiluoto 10 -havaintopaikalla vaihteli välillä 2,6-19 µg/l (ka. 8,8 µg/l) (kuva 11), keskipitoisuuden edustaessa lievästi rehevien vesistöjen tasoa. **Vesienhoitolain** mukaisessa klorofyllipitoisuusluokittelussa **hyvän ja tyydyttävän rajana on 7 µg/l**. Näin ollen Enonselkä on tämän luokittelun mukaan **tyydyttävä**. Perustuotanto nousi loppukesää kohti, ollen korkein elokuun lopulla.

Tarkastelujaksolla 2013-2019 Enonselän rehevyystaso on vaihdellut lievästi rehevien ja rehevien vesien luokkarajan välillä (Chl-a 6,2-16,9 µg/l, ka. 10,7 µg/l), eikä selvää muutossuuntaa ole havaittavissa (kuva 11). Tarkastelujaksolla vuosi 2018 oli perustuotantoa kuvaavan klorofyllin perusteella rehevin.

Vuonna 2019 avovesikauden aikana päällysveden kokonaisravinnesuhde (N/P) Enonselän Lankiluodon syvänteellä vaihteli välillä 11-26 (ka. 16). Keväällä minimiravinne oli fosfori (N/P suhde >17), mutta kesän aikana ravinnesuhteet ilmensivät pääasiassa olosuhteita, joissa minimiravinne voi olla typpi tai fosfori (N/P 10-17). Myös vertailuvuosien 2013-2018 keskiarvot ovat vaihdelleet raja-arvon 17 molemmin puolin, jonka ylittyessä minimiravinne on fosfori, ja alittuessa joko fosfori tai typpi (kuva 11).

Enonselän itäreunalla, Mukkulan uimarannalla tehtävässä valtakunnallisen leväseurannan havainnoinnissa elokuun lopun perustuotantomaksimi näkyi myös lievänä kukintana (taulukko 5).

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019



**Kuva 11.** Enonselän automaattimittausaseman ja Lankiluodon aseman klorofyllihavainnot. Päälysveden avovesikauden aikainen keskimääräinen kokonaisravinnesuhde (Kok.N/Kok.P) ja klorofylli-a:n keskipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ ) Enonselällä 2013-2019. Vesijärven vesienhoitoluokittelun hyvän/ tyydyttävän raja-arvona on klorofylli-a-pitoisuuden osalta  $7 \mu\text{g/l}$ .

**Taulukko 5.** Mukkulan uimarannan valtakunnallisen leväseurannan tulokset 2019 (Järviwiki). 0 = Ei levää, 1 = Hieman levää, 2 = Runsaasti levää, 3 = Erittäin runsaasti levää, - = Ei havaintoa

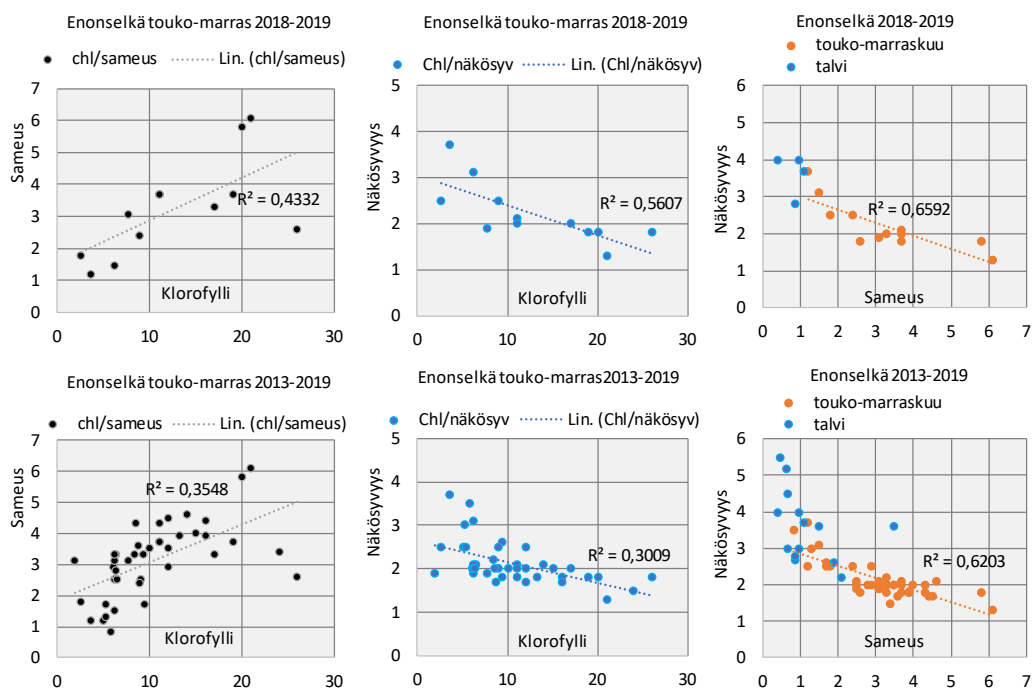
Viikko	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	3.6.19	10.6.19	17.6.19	24.6.19	1.7.19	8.7.19	15.7.19	22.7.19	29.7.19	5.8.19	12.8.19	19.8.19	26.8.19	2.9.19	9.9.19	16.9.19	23.9.19
<b>Mukkula</b>	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0

## 8.4. Muu vedenlaatu

Vuoden 2019 havaintokerroilla Enonselän päälysveden väriluku ja CODMn-arvo olivat vähähumuksisille järville tyypillisellä tasolla (väriluku 7,7-11 mgPt/l, CODMn 3,9-5,9). Pohjan lähellä väriluku oli hieman korkeampi (7,6-27 mgPt/l, ka. 11 mg/l), etenkin loppukesällä, jolloin alusveteen liukeni rautaa ja mangaania happitilanteen heikentyessä. Pohjanläheisen veden rautapitoisuudet olivat vuonna 2019 luokkaa  $46\text{-}1300 \mu\text{g/l}$  (ka.  $293 \mu\text{g/l}$ ) ja mangaanipitoisuudet  $15\text{-}6800 \mu\text{g/l}$  (ka.  $914 \mu\text{g/l}$ ). Korkeimmat pitoisuudet havaittiin kesällä – pienimmät talvella, toukokuun alussa ja marraskuussa.

Talvella Enonselän päällysvesi oli kirkasta (sameus ka. 0,6 NTU) ja pohjan lähelläkin vain lievästi sameaa (0,9-2,7 NTU, ka. 1,6 NTU). Näkösyvyys Lankiluodon asemalla oli helmikuussa 4 m ja maaliskuun lopulla 2,8 m, samaa tasoa kuin muillakin Enonselän selkälueen asemilla. Avovesikaudella päällysveden sameusarvot edustivat lievästi sameiden vesien tasoa, 1-4,8 NTU (ka. 2,6 NTU), sameuden lisääntyessä loppukesää kohti. Myös näkösyvyys heikkeni loppukesää kohti, ollen toukokuun alussa ka. 3,5 m ja elokuun lopulla ka. 1,8 m. Pohjan lähellä vesi oli sameampaa (1,6-16 NTU, ka. 5,1 NTU), sameuden lisääntyessä loppukesää kohti.

Enonselällä sameus heikentää veden näkösyvyyttä, mutta samentumisen syy ei ole täysin selvä (kuva 12). Perustuotanto selittää samentumista, kuten myös näkösyvyyttä, muttei kummankaan osalta täysin. Esim. klorofyllipitoisuuden laskiessa alle 10 µg/l, näyttäisi näkösyvyyteen vaikuttavan jokin muu tekijä kuin levämäärä. Samentumista ja näkösyvyyden heikentymistä voi aiheuttaa esim. resuspensio. Talvella Enonselän päällysvesi on pääsääntöisesti kirkasta, mutta näkösyvyys vaihtelee voimakkaasti. Synnä voivat olla valaistusolosuhteet.



**Kuva 12.** Enonselän (Lankiluoto 10) päällysveden (1m) klorofylli- ja -pitoisuuden ja sameuden vaikutus näkösyvyyteen, sekä klorofyllipitoisuuden ja sameuden välinen suhde 2013-2019 ja 2018-2019.

Veden sähkönjohtavuudessa vaihtelu oli niin ikään pientä (11-17 mS/m, ka. 12 mS/m). Suurin sähkönjohtavuus havaittiin Kiikkulan syvänteen pohjanläheisessä vedessä elokuun lopulla, happitilanteen ollessa huono.

## 8.5. Biologiset muuttujat

### Kasviplankton

Enonselän Lankiluodon kasviplanktonnäytteet otettiin avovesikauden havaintokerroilla, kokoomanäytteinä 0-4...0-5 m syvyydeltä. Näytteiden määrittämisestä vastasi Satu Zwerver, Zwerver planktonmäärittämisestä (Zwerver, 2020). Biomassahuippu ajoittui elokuun lopun havaintokerralle, ollen noin kaksinkertainen seuraavaksi korkeimpiin, kesäkuun havaintokertoihin verrattuna. Minimi ajoittui marraskuun havaintokertaan.

Toukokuun alun havaintokerralla Enonselän kasviplanktonbiomassasta 48,5 % oli piileviä, valtalajin ollessa rehevissä olosuhteissa viihtyvä *Stephanodiscus parvus* (30 %). Kesäkuussa kasviplanktonbiomassasta piilevien osuus oli jälleen suurin (64,5-77,5 %). Valtalaji oli *Asterionella formosa*, joka on yleinen meso-eutrofisissa järvissä. Heinäkuun lopulla sinilevien osuus biomassasta oli suurin (52 %), valtalajin ollessa *Dolichospermum flosaquae* cf., joka voi muodostaa myrkyllisiä kukintoja. Elokuun lopulla, kasviplanktonbiomassan ollessa huipussaan, valtaosa lajistosta oli jälleen piileviä (81 %). Pääosa piilevistä oli *Aulacoseira* ja *Melosira* sukujen lajeja, kuten planktinen *Aulacoseira ambigua*, joka menestyy rehevissä vesissä. Marraskuussa lajisto oli monipuolisempi ja biomassa havaintokertojen pienin: piilevien osuus oli 21%, nielulevien 18%, sinilevien 11% ja panssarilevien 11%.

Kasviplanktonin koostumus muuttui kesän aikana eläinplanktonin kannalta heikompaan suuntaan: alkukesällä joukossa oli merkittäviä määriä kultaleviä, mutta loppukesällä sinilevien ja suurikokoisten, vaikeasti suodatettavien piilevien osuus kasvoi.

### Eläinplankton

Vuonna 2019 Vesijärven Enonselän ulappa-alueella, Lankiluodon asemalla, tehtiin eläinplanktonitutkimus (Kuoppamäki, 2020). Eläinplanktonbiomassa muodostui enimmäkseen vesikirpuista, biomassahuipun ajoittuessa keskikesään (kesäkuun lopulle), kuten aiempinakin vuosina. Kokonaisbiomassa oli suurempi päällysvedessä (0-10 m) kuin syvemmällä (10-30 m). Hapetusvuosina tilanne on ollut jopa päinvastainen, biomassan ollessa suurempi syvemmällä.

Alkukesällä vesikirppuyhteisössä vallitsi pienikokoinen *Bosmina* ja keskikesällä suurikokoisempi *Daphnia*. Eläinplanktonbiomassa romahti loppukesää kohden, ilmeisesti kalojen saalistuspaineesta johtuen. Biomassan ja yksilökoon pienentyessä, kasviplanktoniin kohdistuva säätelykyky heikkeni, vaikuttaen osaltaan sameutta lisäävästi. Loppukesällä-alkusyksyllä vesikirppujen biomassat kohosivat jälleen hieman.

Vuonna 2019 leviä syövien vesikirppujen biomassan suhde klorofylli-a -pitoisuudesta laskettuun kasviplanktonbiomassaan nousi verrattuna aiempiin vuosiin. Tilanne on siten kehittynyt parempaan suuntaan, vaikkakin vesikirput ovat yhä selvästi pienempiä kuin viitisen vuotta sitten, ennen poikkeuksellisen suuren kuoreen vuosiluokan syntymistä (Kuoppamäki, 2020).



### Pohjaeläimet

Vesijärven Enonselän pohjaeläinselvitystulosten (Salmelin, 2020) mukaan pohjaeläimistö ilmensi vuonna 2019 syvänteiden ja välisyöksien heikkoa tilaa. Valtalajit, kuten harvasukasmadot (*Potamothrix/Tubifex* ja *Limnodrilus*) sekä surviaissääsket (*Procladius* ja *Chironomus plumosus-t.*) ovat pysyneet samoina tarkkailuvuosien ajan, ilmentäen reheviä olosuhteita. Lajit ovat myös tyypillisiä huonohappisen pohjan lajeja. Vähähappisia olosuhteita sietävän *C. plumosus* -surviaissääsken yksilömäärissä havaittiin kasvua. Laji oli runsain kaikilla havaintopaikoilla. Samasta syystä pohjaeläinten taksoniluvut olivat vuonna 2019 aiempiin vuosiin verrattuna matalia.

Pohjanlaatuindeksi BQI-arvo nousi pääsääntöisesti kaikilla asemilla (välisyvytydet ja syvät alueet) vuodesta 2012 vuoteen 2017. Indeksitaso muuttui keskimäärin tasolta 1 tasolle 1,4. Indeksit ilmensi kuitenkin koko ajan hyvin rehevää pohjaa (<2). Vuoden 2017 jälkeen arvot ovat laskeneet takaisin vuoden 2012 tasolle. Jonkinasteista muutosta parempaan suuntaan oli siten havaittavissa kesähapetuksen ollessa käytössä.

Kokonaisuutena ajatellen Vesijärven Enonselän syvänteiden ja välisyöksien tilassa ei pohjaeläintulosten perusteella kuitenkaan ole tapahtunut oleellista parantumista vuosien 2009-2019 aikana.

### Kalasto

Enonselällä tehtiin kaikuluotaus ja koetroolaus kesäkuun lopulla ja elokuun lopulla (27.8.2019). Kesäkuun tuloksia ei ehditty tarkemmin analysoida ennen tämän raportin valmistumista, mutta oleellisin havainto aineistosta oli, ettei ulapalla havaittu merkittävää särkikalojen runsastumista edellisiin vuosiin verrattuna (Malinen, sähköpostitiedonanto 27.2.2020).

Elokuun lopun kaikuluotaus- ja koetroolaustulosten perusteella Enonselällä havaittiin jälleen runsas kuoreen vuosiluokka ja kuoretiheys oli selvästi keskimääräistä suurempi-suurempi kuin hellekesällä 2018, jolloin kuorekanta väheni tuntuvasti. Kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella Enonselän yli 6 m syvän alueen kalatiheys oli n. 44 000 yks./ha ja biomassa n. 64 kg/ha. Kuoreen osuus kalatiheydestä oli peräti 99,8 % ja biomassastakin n. 93 %. Yksikesäisten (eli 0-vuotiaiden) osuus kuoretiheydestä oli 89 % ja kuorebiomassasta 62 %. Kuhanpoikasten määrä ulapalla oli edellisvuosien tapaan todella pieni (< 5 yks./ha), mikä viittaa siihen että kuhan luonnonlisääntyminen ei tuota niin paljoa kuhia että kanta pystyisi tehokkaasti säätelemään runsastunutta kuorekantaa.

Luonnonvarakeskus toteutti heinä-elokuussa 2019 Vesijärven Enonselällä kalataloudellisen tarkkailun Nordic-yleiskatsausverkoilla (Ruuhijärvi ja Ala-Opas, 2020). Koekalastus toteutettiin neljänä päivänä 15 verkolla, jolloin verkkokertoja tuli yhteensä 60. Kalastus toteutettiin syvyysvyöhykkeillä 0-3, 3-10, 10-20 ja >20 m. Yli 20 m syvyisillä alueilla ei käytetty pohjaverkkoja loppukesällä vallinneen heikon happitilanteen takia. Enonselällä kokonaisyksikkösaalis oli 2,0 kg/verkko ja 96 kpl/verkko. Lajeista runsain oli ahven, muodostaen puolet saaliista. Särki oli toiseksi runsain, sen osuuden ollessa saalispainosta noin kolmannes ja lukumäärästä 15 %. Lukumäärältään toiseksi runsain laji oli kuore, mutta sen paino-osuus oli vain 5 %. Kuhan, ahvenen, kuoreen ja särjen

poikastuotanto oli vuonna 2019 pienempää kuin 2018. Enonselän ahvensaalis on runsastunut viiden viime vuoden aikana. Samoin kuoresaalis on ollut runsas viiden viime vuoden aikana. Petokalojen paino-osuus koekalastussaaliista oli noin 29% ja lukumäärästä 5 %. Petokalojen osuus on ollut laskussa vuodesta 2013. Enonselällä petokalojen osuus oli pienempi kuin Kajaanselällä, jossa petokalojen osuuden ovat olleet nousussa neljän viime vuoden aikana.

## 9. Enonselän matalat reuna-alueet ja Siikasalmi

Enonselän matalien reuna-alueiden perustuu kahden havaintopaikan, Kahvisaari 40 ja Kaksossaaret 43 (taulukko 2) vesinäytetuloksiin. Maaliskuun ja elokuun lopun havaintokertoja lukuun ottamatta näytteet otettiin vain päällysvedestä. Havaintopaikkojen maksimisyvyys on 4-5 m. Kahvisaaren edustalle laskee Joutjoki, johon puretaan Lahti Energia Oy:n jäähdytysvedet. Lisäksi joen kautta järveen laskee hulevesiä noin 1100 ha alueelta.

Enonselän ja Komonselän välisen salmen vedenlaadun tarkastelu perustuu havaintopaikan Siikasalmi 23 vedenlaatutuloksiin (max 6-7 m).

### 9.1. Happitilanne

Loppupalven havaintokerralla maaliskuun lopulla Kahvisaaren, Kaksossaarten ja Siikasalmen asemat olivat lämpötilakerrostuneita. Päällysveden lämpötila Kahvisaaren asemalla oli 0,5°C korkeampi kuin Kaksossaarten asemalla tai Siikasalmessa, ilmeisesti Joutjokeen laskettavista jäähdytysvesistä johtuen. Happitilanne Kahvisaaren ja Kaksossaarten matalilla asemilla oli hyvä (p-1m noin 15 mg/l), ja koko vesirungossa havaittiin hapen ylikyllästys (kyllästysaste 110 %). Siikasalmessa happitilanne pohjan lähellä oli heikentynyt (p-1m 6,6 mg/l, kyllästysaste 45%).

Elokuun lopun havaintokerralla happitilanne Kahvisaaren, Kaksossaarten ja Siikasalmen asemilla oli hyvä.

### 9.2. Ravinnepitoisuudet

#### 9.2.1 Fosfori

Maaliskuun lopun havaintokerralla päällysveden kokonaisfosforipitoisuus Kahvisaaren asemalla oli 20 µg/l, kaksinkertainen Kaksossaarten asemaan verrattuna (9,9 µg/l). Pohjanläheisen veden fosforipitoisuus oli puolestaan molemmilla asemilla samaa tasoa, 19-21 µg/l. Kaksossaarten aseman päällysveden ja pohjanläheisen veden fosforipitoisuuden ero ei liity happitilanteeseen, sillä happitilanne oli hyvä. Myöskään hulevesien kuormitusvaikutus ei selitä eroa, sillä vedenlaatu oli muutoin samanlainen molemmilla asemilla. On mahdollista, että alueella purkautuvat pohjavedet vaikuttavat tuloksiin

etenkin talviaikaan, jolloin sekoittuminen on merkittävästi kesää vähäisempää. Siikasalmessa vesirungon fosforipitoisuus oli maaliskuun lopulla 11-14 µg/l.

Avovesikauden aikana päällysveden fosforipitoisuus Kahvisaaren edustalla oli 24-42 µg/l (ka. 29 µg/l) ja Kaksossaarten asemalla 20-35 µg/l (ka. 27 µg/l), keskipitoisuuksien edustaessa rehevien vesien tasoa (VH-luokittelu: **Tyydyttävä**). Korkeimmat pitoisuudet havaittiin elokuun lopulla. Pohjanläheisen veden fosforipitoisuus määritettiin vain elokuun lopulla, jolloin se oli samalla tasolla kuin päällysvedessä.

Siikasalmessa avovesikauden aikainen päällysveden fosforipitoisuus oli 15-26 µg/l (ka. 21 µg/l), keskipitoisuuden edustaessa lievästi rehevien vesistöjen tasoa (VH-luokittelu: **Tyydyttävä**). Pitoisuus oli korkein elokuun lopulla. Pohjanläheisen veden fosforipitoisuus oli toukokuun ja marraskuun havaintokerroilla lähes samaa tasoa kuin päällysvedessä. Elokuun lopulla sen sijaan ero päällysveteen oli 1,5-kertainen (p-1 m 41 µg/l), vaikka olosuhteet olivat havaintohetkellä selvästi hapelliset.

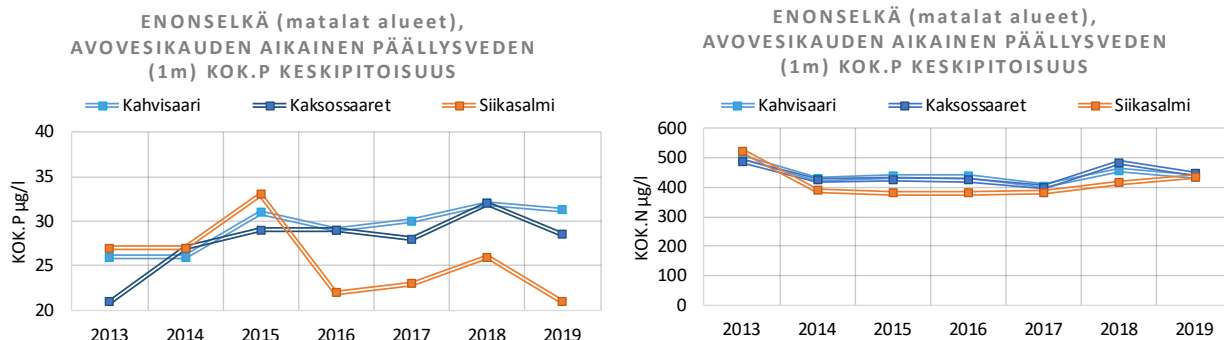
Avovesikauden aikaisten fosforin keskipitoisuuksien perusteella tarkastelluista paikoista rehevin on Kahvisaari (kuva 13). Sekä Kahvisaaren että Kaksossaarten alue on ollut vuosina 2015-2019 rehevämpi kuin 2013-2014. Siikasalmi on ollut viime vuosina (2016-2019) selvästi aiempaa vähäravinteisempi. Havaintopaikan rehevyys vaikuttaa hieman laskeneen vuosiin 2013-2015 verrattuna.

### 9.2.2 *Typpi*

Vesirungon typpipitoisuudet matalilla Kahvisaaren ja Kaksossaarten asemilla olivat maaliskuun lopulla 360-390 µg/l ja Siikasalmessa 400-470 µg/l. Avovesikauden havaintokerroilla Kahvisaaren ja Kaksossaarten vesirungon typpipitoisuudet olivat 410-500 µg/l (ka. 454 µg/l), nousten hieman elokuun loppua kohti. Siikasalmessa vesirungon typpipitoisuus oli avovesikauden havaintokerroilla 390-560 µg/l (ka. 450 µg/l), pitoisuuden ollessa korkein elokuun lopulla.

Enonselän matalien reuna-alueiden ja Siikasalmen avovesikauden aikainen päällysveden typpipitoisuus oli vuosien 2013-2018 vaihteluvälillä (kuva 13). Havaintopaikkojen vedenlaatu oli kokonaistypen keskipitoisuuksien perusteella tarkasteltuna hyvin tasainen vuonna 2019.

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019



**Kuva 13.** Enonselän matalien reuna-alueiden ja Siikasalmen avovesikauden aikainen päällysveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen keskipitoisuus 2013-2019. Vesijärven vesienhoitoluokittelun hyvän/ tyydyttävän raja-arvona on kokonaisfosforipitoisuuden osalta 18 µg/l.

### 9.3. Muu vedenlaatu

Veden värissä (ka. 9,5 mgPt/l), pH:ssa (ka. 7,8), alkaliniteetissa (0,58 mmol/l) ja kloridipitoisuudessa (ka. 7,6 mg/l) ei havaittu ajallisia ja syvyysuuntaisia muutoksia vuoden 2019 havaintokerroilla. Näkösyvyys oli talven havaintokerralla maaliskuussa ka. 2,5 m. Kesällä näkösyvyys oli Kahvisaaren ja Kaksossaarten asemilla 1,5-2 m, heikompi kuin Siikasalmessa (2,3-3 m).

## 10. Komonselkä

Komonselän vedenlaadun tarkastelu perustuu Pirttiniemi 5-havaintopaikan (max 9 m) tuloksiin. Tuloksia verrattiin havaintopaikan Vaaniansalmi 20 (max 5 m) tuloksiin. Jälkimmäinen sijaitsee Komonselän ja Kajaanselän välissä.

### 10.1. Happitilanne

Talven havaintokerralla maaliskuun lopulla Pirttiniemen syvänteen vesirunko oli lämpötilakerrosteinen ja pohjan lähellä oli happea 5,7 mg/l (kyllästysaste 43%). Vaaniansalmi oli puolestaan lähes tasalämpöinen, vesi oli viileää (1,8-1,9°C) ja happitilanne oli hyvä (14 mg/l, kyllästysaste 100%).

Avovesikauden havaintokerroilla Pirttiniemen syvänteen happitilanne heikkeni kesän aikana, ollen heikoin kesäkuun lopulla (p-1m 3 mg/l, kyllästysaste 30%). Tämän jälkeen happitilanne parani hiljalleen lämpötilaerojen pienentyessä. Elokuun lopulla pohjan lähellä oli happea 7,4 mg/l (kyllästysaste 78%).

Vaaniansalmen happitilanne oli hyvä sekä toukokuun alun että elokuun lopun havaintokerroilla, jolloin havaintopaikan vesirunko oli tasalämpöinen tai lähes tasalämpöinen.

## 10.2. Ravinnepitoisuudet

### 10.2.1 Fosfori

Komonselän Pirttiniemen aseman päällysveden kokonaisfosforipitoisuus oli talven havaintokerroilla 12-16 µg/l, nousten loppupalvea kohden. Pohjan lähellä pitoisuus laski helmikuun ja maaliskuun havaintokertojen välillä, ollen helmikuussa 15 µg/l ja maaliskuussa 8,9 µg/l. Vaaniansalmen vesirungon fosforipitoisuus maaliskuun lopulla oli 9,1-10 µg/l.

Avovesikauden aikana Pirttiniemen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus oli 14-24 µg/l (ka. 18,3 µg/l), eli lievästi rehevien järvien tasolla (VH-luokittelu: **Tyydyttävä**). Pitoisuus oli korkein elokuun lopulla, jolloin vesirungon lämpötilaero oli enää 0,9°C, heikentäen tiheyseroja ja tasaten pitoisuseroja myös fosforin osalta. Paikalla havaittiin ravinteiden vapautumista pohjalta, sillä pohjanläheisen veden fosforipitoisuus nousi tasolta 16 µg/l ja tasolle 31 µg/l heinäkuun loppuun mennessä. Elokuun lopulla pohjanläheisen veden fosforipitoisuus oli 22 µg/l. Vaaniansalmessa avovesikauden aikainen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus oli 10-15 µg/l (ka. 13,2 µg/l), lievästi rehevien järvien tasolla (VH-luokittelu: **Hyvä**).

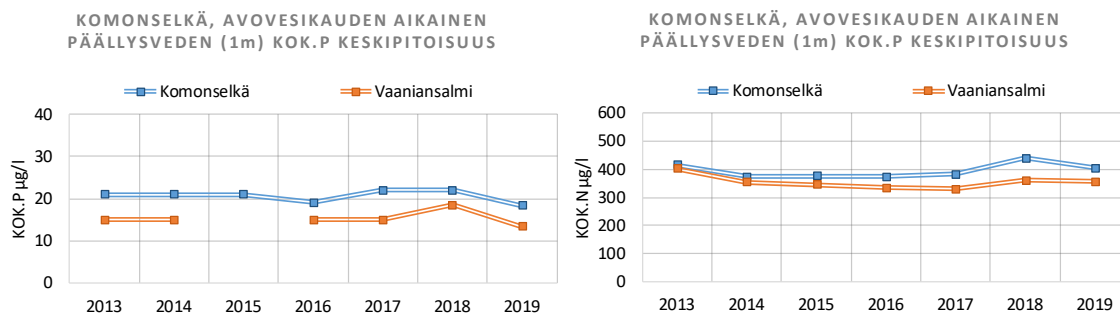
Komonselkä on vuosien 2013-2019 avovesikauden keskipitoisuuksien perusteella rehevämpi kuin Vaaniansalmi. Kummankaan alueen rehevyystilanteessa ei ole tapahtunut mainittavia muutoksia tarkastelujaksolla 2013-2019 (kuva 14).

### 10.2.2 Typpi

Komonselän Pirttiniemen aseman päällysveden kokonaistyyppipitoisuus oli vuoden 2019 havaintokerroilla 360-480 µg/l (ka. 399 µg/l) ja Vaaniansalmessa hieman edellistä pienempi (320-380 µg/l, ka. 348 µg/l). Korkeimmat tyyppipitoisuudet havaittiin elokuun lopun havaintokerralla. Molemmilla havaintopaikoilla pohjanläheisen veden kokonaistyyppipitoisuudet olivat samaa tasoa kuin päällysvedessä.

Vaaniansalmen avovesikauden aikaiset kokonaistypen keskipitoisuudet ovat olleet tarkkailuvuosina 2013-2019 Komonselkää hieman pienempiä. Vuonna 2019 kummankin alueen keskipitoisuus oli tarkkailuvuosien 2013-2018 vaihteluvälillä (kuva 14).

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

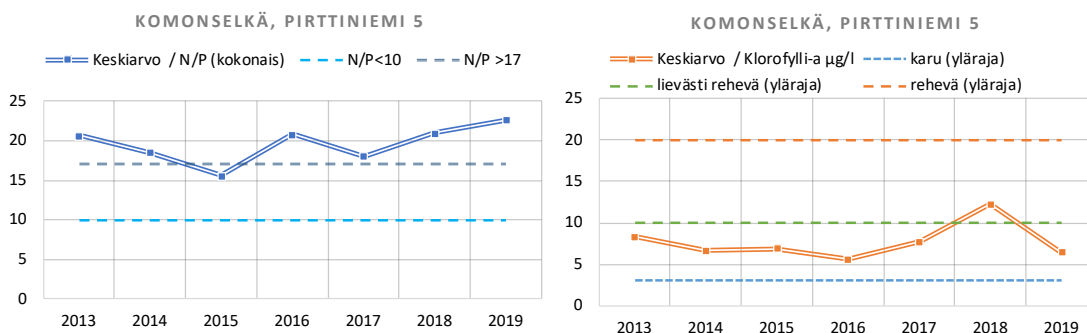


**Kuva 14.** Komonselän ja Vaaniansalmen avovesikauden aikainen päällysveden kokonaisfosforin ja kokonaistypen keskipitoisuus 2013-2019. Vesijärven vesienhoitoluokittelun hyvän/ tyydyttävän raja-arvona on kokonaisfosforipitoisuuden osalta 18 µg/l.

### 10.3. Levätuotanto ja rehevyys

Vuonna 2019 avovesikauden aikainen päällysveden klorofylli-*a* -pitoisuus Komonselän Pirttiniemen asemalla vaihteli välillä 1,4-14 µg/l (ka. 6,4 µg/l), keskipitoisuuden edustaessa lievästi rehevien vesistöjen tasoa (VH-luokittelu: **Hyvä**). Perustuotanto nousi loppukesää kohti, ollen korkein elokuun lopulla. Tarkastelujaksolla 2013-2019 Komonselkä on ollut pääsääntöisesti lievästi reheväksi luokiteltavissa (Chl-*a* 5,6-12,3 µg/l, ka. 7,7 µg/l), eikä selvää muutossuuntaa ole havaittavissa (kuva 15). Tarkastelujaksolla vuosi 2018 oli perustuotantoa kuvaavan klorofyllin perusteella rehevin.

Vuonna 2019 avovesikauden aikana päällysveden kokonaisravinnesuhte (N/P) Komonselällä vaihteli välillä 19-31 (ka. 23), ilmentäen fosforirajoitteisia olosuhteita (N/P suhde >17). Myös vertailuvuosina 2013-2018 Komonselkä on ollut fosforirajoitteinen (kuva 15).

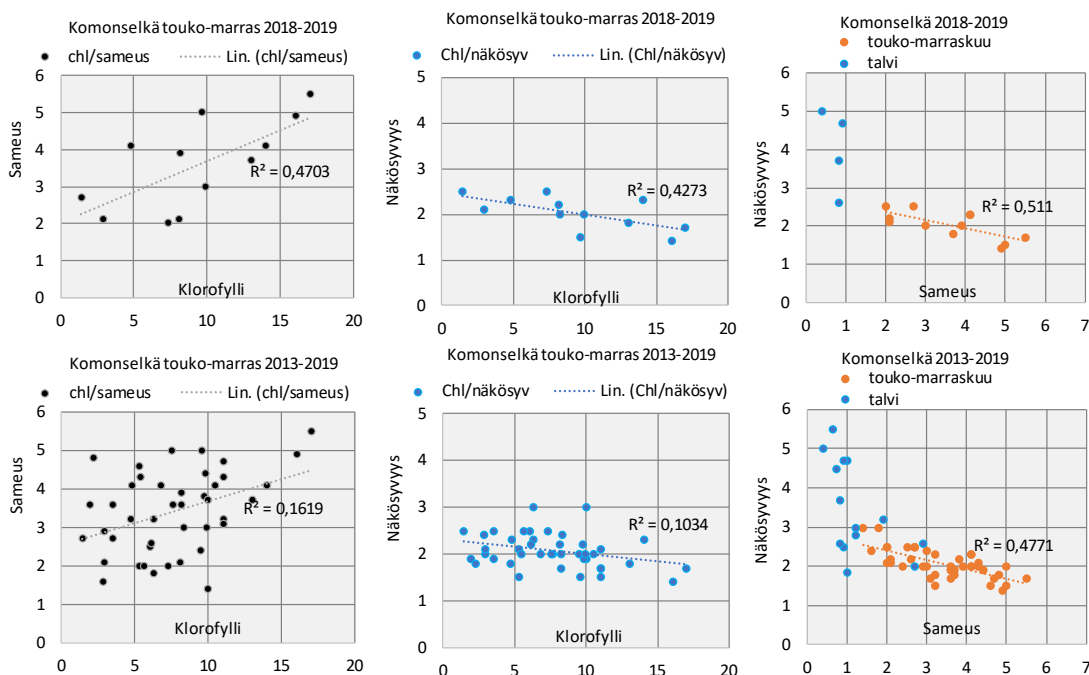


**Kuva 15.** Päällysveden avovesikauden aikainen keskimääräinen kokonaisravinnesuhte (Kok.N/Kok.P) ja klorofylli-*a*:n keskipitoisuus (µg/l) Komonselällä 2013-2019. Vesijärven vesienhoitoluokittelun hyvän/ tyydyttävän raja-arvona on klorofylli-*a*-pitoisuuden osalta 7 µg/l.

## 10.4. Muu vedenlaatu

Komonselän päällysveden vedenlaatu oli hyvin tasainen vuoden 2019 havaintokerroilla. Vesi oli vähähumuksista (väriluku ka. 8,2 mgPt/l ja CODMn ka. 4,3 mgO<sub>2</sub>/l), pH tasolla 7,7 ja sähkönjohtavuus ka. 11,1 mS/m. Talvella päällysvesi oli kirkasta (ka. 0,6 FNU) ja kesällä lievästi sameaa (2-4,1 NTU). Päällysveden rautapitoisuus oli luokkaa 5-130 µg/l (ka. 59,5 µg/l) ja mangaanipitoisuus 2,5-22 µg/l, pitoisuuksien ollessa korkeimmat kesäkuun lopulla. Vaaniansalmessa päällysveden vedenlaatu vastasi em. suureiden osalta Komonselän vedenlaatua. Pohjan lähellä vesi oli hieman sameampaa ja rauta- sekä mangaanipitoisuudet ajoittain hieman korkeampia kuin päällysvedessä. Vaaniansalmella pohjanläheisen veden laatu oli samaa tasoa kuin päällysvedessä.

Komonselällä sameus heikentää näkösyvyyttä, mutta samentumisen syy on epäselvä. Perustuotanto (klorofylli-*a*) lisää yleensä veden sameutta, mutta Komonselällä korrelaatiokerroin on varsin heikko (kuva 16). Samentumista ja näkösyvyyden heikentymistä aiheuttaa myös jokin muu tekijä, mahdollisesti resuspensio. Talvella Komonselän vesi on pääsääntöisesti kirkasta, mutta näkösyvyys vaihtelee voimakkaasti, ilmeisesti valaistusolosuhteista johtuen.



**Kuva 16.** Komonselän (Pirttiniemi 5) päällysveden (1m) klorofylli-*a* -pitoisuuden ja sameuden vaikutus näkösyvyyteen, sekä klorofyllipitoisuuden ja sameuden välinen suhde 2013-2019 ja 2018-2019.

## 10.5. Biologiset muuttujat

### Kasviplankton

Komonselän Pirttiniemen asemalta otettiin kasviplanktonnäytteet avovesikauden havaintokerroilla (Zwerver, 2020), kokoomanäytteenä 0-4 tai 0-7,4 m syvyydeltä. Komonselällä kasviplanktonbiomassa oli suurimmillaan elokuun lopulla, eroten kuitenkin

vain vähän kesäkuun ja heinäkuun lopun havaintokerroista. Biomassan minimi ajoittui marraskuun alkuun.

Toukokuun alun havaintokerralla kasviplanktonin biomassasta 27 % oli piileviä, 21 % panssarileviä ja noin 19 % kultaleviä. Piilevämaksimi ajoittui kesäkuulle, osuuden ollessa kuun alussa 61 % ja kuun lopulla 76%. Valtalaji oli *Asterionella formosa*, joka on yleinen meso-eutrofisisissa järvissä. Heinäkuun lopulla sinilevien osuus biomassasta oli suurin (59 %), valtalajin ollessa *Dolichospermum* suvun lajeja, joista osa voi muodostaa myrkyllisiä kukintoja. Elokuun lopulla, kasviplanktonbiomassan ollessa suurimmillaan, valtaosa kasviplanktonbiomassasta koostui piilevistä (41%) ja sinilevistä (31%). Marraskuussa valtaosa lajistosta oli jälleen piileviä (53%), joista valtalajina verkkoja limottava *Aulacoseira islandica* (36 %).

## 11. Kajaanselkä

Kajaanselän vedenlaadun tarkastelu perustuu Kajaanselkä 34 havaintopaikan tuloksiin (max. 40 m).

### 11.1. Happitilanne

Kajaanselän syvänteen happitilanne heikkeni talven aikana. Helmikuun puolivälissä pohjan lähellä oli happea 1,4 mg/l (kyllästysaste 11%) ja maaliskuun lopulla enää <0,5 mg/l (kyllästysaste 3,1%). Maaliskuun havaintokerralla alusveden happitilanne oli heikentynyt aina 20 m syvyydelle asti (2,2-5,7 mg/l, kyllästysaste 16-41%).

Avovesikauden havaintokerroilla Kajaanselän syvänteen oli kerrostuneena ja happitilanne heikkeni hiljalleen. Kesäkuun lopulla pohjan lähellä oli happea 7,5 mg/l (kyllästysaste 65%), heinäkuun lopulla  $\geq 15$  m syvyisillä alueilla enää noin puolet siitä (3,5-4,2 mg/l, kyllästysaste 31-39%). Elokuun lopulla happitilanne  $\geq 20$  m syvyisillä alueilla oli huono (0,5-1,1 mg/l, kyllästysaste 4-10%). Pohjanläheinen vesi oli havaintotulosten perusteella hapettomana mahdollisesti elokuun alkupuolelta lähtien.

### 11.2. Ravinnepitoisuudet

#### 11.2.1. Fosfori

Kajaanselän päällysveden kokonaisfosforipitoisuus oli talven havaintokerroilla 7,5-9,6  $\mu\text{g/l}$  (ka. 8,6  $\mu\text{g/l}$ ). Pohjan lähellä pitoisuudet nousivat heikosta happitilanteesta johtuen (p-1m 94-150  $\mu\text{g/l}$ ). Pitoisuus oli korkein helmikuussa, jolloin pääosa fosforista oli liukoisena fosfaattifosforina (110  $\mu\text{g/l}$ ). Happitilanne huomioiden tilanne oli fosforin ja myös raudan osalta hieman erikoinen, sillä korkeimmat pitoisuudet havaitaan yleensä kerrostuneisuuskauden lopulla, happitilanteen ollessa heikon. Muiden vedenlaatumuuttujien osalta tilanne oli looginen: ammoniumtyypen ja mangaanin pitoisuudet nousivat loppupalvea kohti happitilanteen heikentyessä, nitraattityypen pitoisuus puolestaan laski.



Avovesikaudella Kajaanselän päällysveden kokonaisfosforipitoisuus oli 7,4-15 µg/l (ka. 11,9 µg/l), pitoisuuksien edustaessa karujen ja lievästi rehevien vesistöjen tasoa (VH-luokittelu: **Hyvä**). Pohjan lähellä fosforipitoisuudet olivat hieman korkeampia kuin päällysvedessä, mutta talveen verrattuna huomattavasti pienempiä (p-1 m 12-36 µg/l, ka. 24 µg/l).

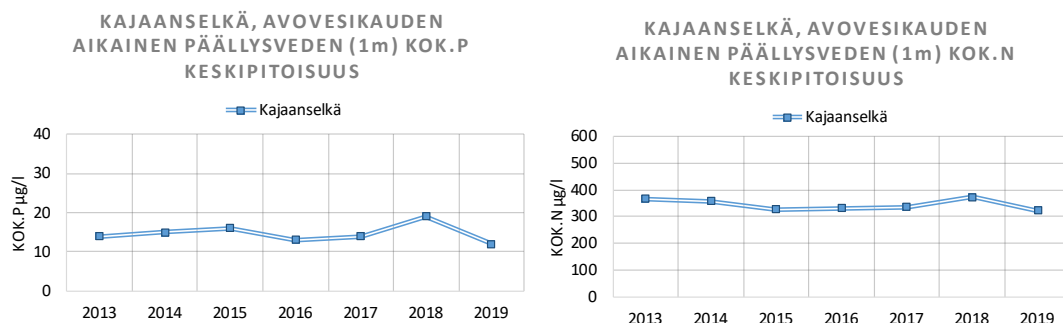
Kajaanselällä vuosi 2019 oli vähäravinteisin (2013-2018 ka. 12,8-17 µg/l), edustaen kuitenkin aiempien vuosien tapaan lievästi rehevien vesistöjen tasoa (kuva 17). Kajaanselkä oli myös selvästi vähäravinteisin osa Vesijärveä.

### 11.2.2. Typpi

Kajaanselän päällysveden kokonaistyyppipitoisuus vaihteli vuoden 2019 havaintokerroilla varsin vähän, ollen 300-350 µg/l (ka. 322,5 µg/l). Keskipitoisuus oli hieman pienempi kuin tarkkailuvuosina 2013-2018 (ka. 326-373 µg/l)

Pohjanläheisen veden tyyppipitoisuudet olivat korkeimmat talvella (1100-1300 µg/l), ja ammoniumtyypin osuus kokonaistypestä 58-61 %. Kesällä pitoisuudet pohjan lähellä olivat selvästi pienempiä (p-1m 310-530 µg/l) ja ammoniumtyypin osuus vain 5-12 %.

Kajaanselän päällysveden avovesikauden aikainen kokonaistyyppipitoisuus oli aiempien vuosien tasolla. Tilanne vaikuttaa tarkastelujakson 2013-2019 perusteella vakaalta (kuva 17).



**Kuva 17.** Kajaanselän avovesikauden aikainen päällysveden kokonaisfosforin ja kokonaistyyppipitoisuus 2013-2019. Vesijärven vesienhoitoluokittelun hyvän/tyydyttävän raja-arvona on kokonaisfosforipitoisuuden osalta 18 µg/l.

### 11.3. Levätuotanto ja rehevyys

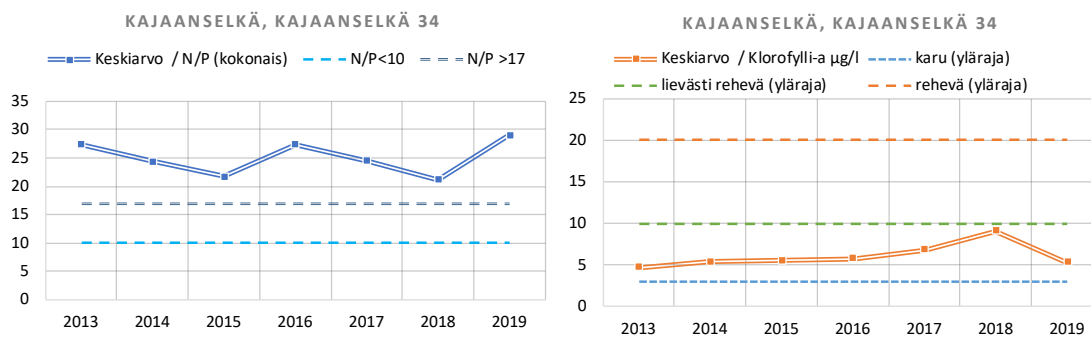
Vuonna 2019 avovesikauden aikainen päällysveden klorofylli-*a* -pitoisuus Kajaanselän havaintopaikalla Kajaanselkä 34 vaihteli välillä 1,6-14 µg/l (ka. 5,3 µg/l), keskipitoisuuden edustaessa lievästi rehevien vesistöjen tasoa (VH-luokittelu: **Hyvä**). Perustuotanto nousi loppukesää kohti. Korkein klorofyllipitoisuus havaittiin kuitenkin vasta marraskuussa. Tarkastelujaksolla 2013-2019 Kajaanselkä on ollut lievästi reheväksi luokiteltavissa (Chl-*a* 4,7-9,1 µg/l, ka. 6,1 µg/l), eikä rehevydessä ole havaittavissa selvää muutossuuntaa

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

(kuva 18). Tarkastelujaksolla vuosi 2018 oli perustuotantoa kuvaavan klorofyllin perusteella rehevin.

Vääksyn Kalmarinrannan uimarannalla havaittiin erittäin runsas leväkukinta elokuun lopulla (taulukko 6). Ilmiön laajuudesta ei kuitenkaan ole mitattua tietoa, havaintojen mukaan tilanne oli rauhoittunut jo seuraavalla viikolla. Loppukesällä havaittavat sinileväkukinnat ovat sinällään tavanomaisia. Suurelta selkääalueelta voi kertyä merkittävä määrä levää tiettyyn rantaan tuulten vaikutuksesta.

Vuonna 2019 avovesikauden aikana päällysveden kokonaisravinnesuhde (N/P) Kajaanselällä vaihteli välillä 22-41(ka. 29), ilmentäen fosforirajoitteisia olosuhteita (N/P suhde >17). Myös vertailuvuosina 2013-2018 Kajaanselkä on ollut fosforirajoitteinen (kuva 18).



**Kuva 18.** Päällysveden avovesikauden aikainen keskimääräinen kokonaisravinnesuhde (Kok.N/Kok.P) ja klorofylli-a:n keskipitoisuus (µg/l) Kajaanselällä 2013-2019. Vesijärven vesienhoitoluokittelun hyvän/ tyydyttävän raja-arvona on klorofylli-a-pitoisuuden osalta 7 µg/l.

**Taulukko 6.** Asikkalan Kalmarinrannan uimarannan valtakunnallisen leväseurannan tulokset 2019 (järviwiki). 0 = Ei levää, 1 = Hieman levää, 2 = Runsaasti levää, 3 = Erittäin runsaasti levää, - = Ei havaintoa

Viikko	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	3.6.19	10.6.19	17.6.19	24.6.19	1.7.19	8.7.19	15.7.19	22.7.19	29.7.19	5.8.19	12.8.19	19.8.19	26.8.19	2.9.19	9.9.19	16.9.19	23.9.19
<b>Kalmarinranta</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0

## 11.4. Muu vedenlaatu

Kajaanselän päällysvesi oli vuoden 2019 havaintokerroilla vähähumuksista (väriluku ka. 7,5 mgPt/l ja CODMn ka. 4,0 mgO<sub>2</sub>/l), pH tasolla 7,7 ja sähkönjohtavuus ka. 10,5 mS/m. Talvella ja toukokuun alussa päällysvesi oli kirkasta (ka. 0,7 FNU) ja kesällä lievästi sameaa (1,6-3,2 FNU). Päällysveden rautapitoisuus oli luokkaa 5-81 µg/l (ka. 40,6 µg/l) ja

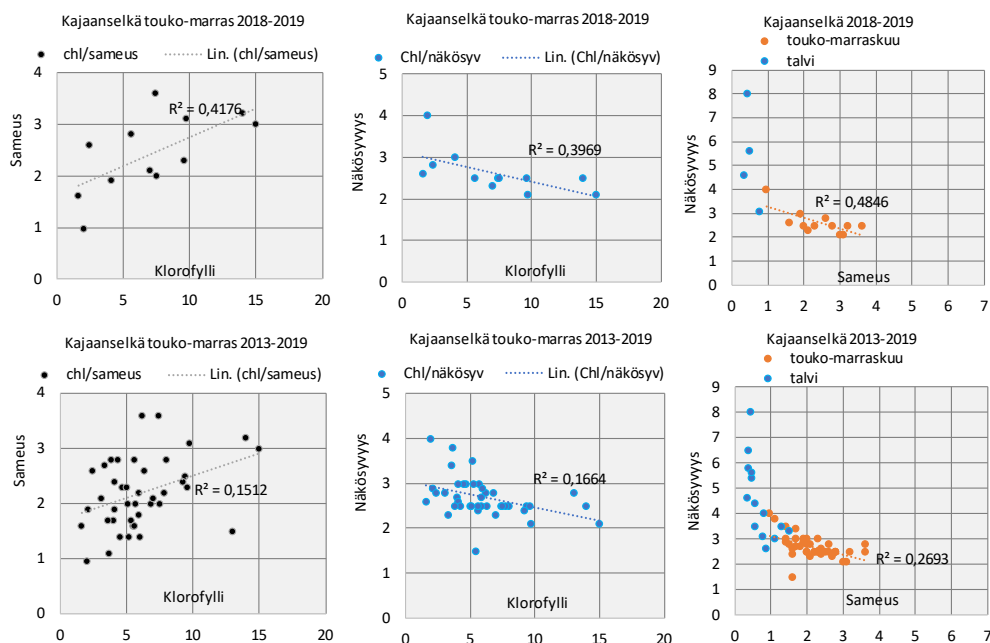
## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

mangaanipitoisuus 2,5-31 µg/l (ka. 14,3 µg/l). Johtokyky oli 10-11 mS/m. Päälysveden laadun vaihtelu oli em. suureiden osalta varsin vähäistä.

Pohjanläheinen vesi oli talvella selvästi päälysvettä sameampaa (p-1m 7-11 NTU). Myös väriluku oli hieman korkeampi (p-1m 14-28 mgPt/l) kohonneista rauta- ja mangaanipitoisuuksista johtuen (p-1m Fe 500-910 µg/l, Mn 2500-3800 µg/l), joiden vuoksi myös pohjanläheisen veden johtokyky oli hieman päälysvettä korkeampi (13 mS/m). CODMn oli puolestaan samaa tasoa kuin päälysvedessä.

Myös avovesikaudella pohjanläheinen vesi oli sameampaa kuin päälysvesi (p-1m 1,4-5,7 NTU), marraskuuta lukuun ottamatta. Veden väriluvussa ja CODMn- arvossa ei juuri havaittu eroa päälysvettä ja pohjanläheisen veden välillä. Rauta- ja mangaanipitoisuudet kohosivat kesän aikana pohjan lähellä, mutta talveen verrattuna pitoisuudet olivat pieniä (Fe µg/l 39-160 µg/l, Mn 19-350 µg/l).

Kuten Enonselällä ja Komonselällä, myös Kajaanselällä sameus vaikuttaa näkösyvyyteen. Talvella näin ei kuitenkaan ole, vaan ilmeisesti valaistusolosuhteilla on suurempi merkitys. Kuten Enonselällä ja Komonselällä, perustuotanto ei selitä täysin veden samentumista ja sitä kautta näkösyvyyden heikkenemistä, vaan veden sameuteen näyttäisi vaikuttavan myös jokin muu tekijä – mahdollisesti resuspensio (kuva 19).



**Kuva 19.** Kajaanselän (Kajaanselkä 34) päälysveden (1m) klorofylli-a -pitoisuuden ja sameuden vaikutus näkösyvyyteen, sekä klorofyllipitoisuuden ja sameuden välinen suhde 2013-2019 ja 2018-2019.

## 11.5. Biologiset muuttujat

### Kasviplankton

Kajaanselän havaintopaikalta Kajaanselkä 34 otettiin kasviplanktonnäytteet avovesikauden havaintokerroilla (Zwerver, 2020), kokoomanäytteenä 0-5 tai 0-8 m syvyydeltä. Kajaanselällä kasviplanktonin biomassahuippu ajoittui Enonselästä ja Komonselästä poiketen marraskuun alkuun ja minimi puolestaan kesäkuun lopulle. Muina havaintokertoina biomassat olivat keskenään varsin tasaiset.

Toukokuun alun havaintokerralla kasviplanktonin biomassasta 43% oli piileviä. Kesäkuun alussa kasviplanktonbiomassasta suurimman osan muodostivat kultalevät (32%) ja piilevät (28%). Kuun lopulla lajisto oli moninaisempi (mm. nieluleviä 30%, piileviä 12 % ja kultaleviä 10 %). Heinäkuun lopulla sinilevien osuus kasvoi kesäkuun lopun 6 %:sta 21,5 %:iin. Muita valtalajeja olivat nielulevät 22% ja kultalevät 16% (muiden luokkakohtaiset osuudet 1,4-7 %). Elokuun lopulla lajisto painottui piileviin (27%) ja sinileviin (24 %). Marraskuussa pääosa kasviplanktonbiomassasta koostui piilevistä (71,5%), valtalajien ollessa *Aulacoseira islandica* ja *Aulacoseira ambigua*, joista *A. islandica* on rihmamainen ja aiheuttaa verkkojen limoittumista.

### Kalasto

Heinä-elokuussa 2019 Vesijärven Kajaanselällä toteutettiin Enonselän lisäksi Vesijärven kalataloudellinen tarkkailu Nordic-yleiskatsausverkoilla Luonnonvarakeskuksen toimesta (Ruuhijärvi ja Ala-Opas 2020). Koekalastus toteutettiin neljänä päivänä 15 verkolla, jolloin verkkokertoja tuli yhteensä 60. Kalastus toteutettiin syvyysvyöhykkeillä 0-3, 3-10, 10-20 ja >20 m. Yli 20 m syvyisillä alueilla ei käytetty pohjaverkkoja loppukesällä vallinneen heikon happitilanteen takia.

Kajaanselällä kokonaisyksikkösaalis oli pienempi kuin Enonselällä, 1,95 kg/verkko ja 84 kpl/verkko. Lajeista runsain oli ahven, muodostaen yli puolet saaliista (55 paino-%). Särki oli toiseksi runsain (24 paino-% ja lukumäärästä 12 %). Lukumäärältään toiseksi runsain laji oli kuore, kuten Enonselälläkin, mutta paino-osuus oli vain noin 6 %. Kuhan, ahvenen, kuoreen, särjen poikastuotanto oli vuonna 2019 pienempää kuin 2018, kuten Enonselälläkin. Kajaanselän ahvensaalis on runsastunut muutaman viime vuoden aikana. Kuoreen ja särjen verkkokohtainen saalispaino on pysynyt melko vakaana. Kuoreen osalta verkkokohtaiset yksilömäärät ovat kuitenkin olleet kasvamaan päin. Petokalojen osuus koekalastussaaliista oli Kajaanselällä suurempi kuin Enonselällä, 41,5 paino-% ja lukumääräisesti 8 %. Kajaanselällä petokalojen saalisosuudet ovat olleet kasvussa vuodesta 2016.

## 12. Laitialanselkä

Laitialanselältä otettiin vesinäytteet vuoden 2019 maaliskuussa ja elokuussa ensimmäisen kerran sitten vuoden 2015.

Maaliskuussa ei otettu näytettä pintavesikerroksesta (1m). Kymmenen metrin syvyydellä fosforipitoisuudet olivat samaa luokkaa (15 µg/l) kuin aikaisemmissa mittauksissa v. 2012-15. Vesipatsas oli hapellinen pohjaan saakka, humuspitoisuus alhainen eikä jätevesiin viittaavaa kohonnuttua sähkönjohtavuutta havaittu. Näkösyvyyttä ei oltu mitattu.

Elokuussa Laitialanselän näkösyvyys oli samaa luokkaa kuin esim. Enonselällä, 2,5 m. Myös Laitialanselällä on havaittavissa sama ilmiö kuin muuallakin Vesijärvellä näkösyvyyden ollessa jopa 5-6m lukemissa loppupalvisin, mutta kesällä luokkaa 2-2,5m.

Happi oli lähes loppu pohjanläheisestä vesikerroksesta aiheuttaen mm. magnaaniin, raudan ja fosforin kohonneita pitoisuuksia. Kokonaisfosforipitoisuus (21 µg/l) oli hieman korkeampi kuin v. 2012-15 (16-18 µg/l). Klorofylli-*a* -pitoisuus oli tehdyssä mittauksessa 6,4 µg/l, joka on samalla tasolla kuin aikaisemman mittaushistorian (2002-2005) aikana.

Tilanne vuonna 2019 oli hyvin kokonaisuutena hyvin samankaltainen kuin v. 2012-15.

### 13. Vesijärven tila vuonna 2019

Talvella 2019 Vesijärven Enonselän alueen syvänteitä hapetettiin ja happitilanne oli erinomainen. Happitilanne oli hyvä myös muilla velvoitetarkkailupisteillä, Kajaanselkää lukuun ottamatta (kuva 20). Kajaanselällä pohjanläheinen vesi oli loppupalven havaintokerralla hapeton ja heikko happitilanne ylsi 20 m syvyydelle asti, nostaen alusveden ravinnepitoisuuksia päällysveteen verrattuna.

Kesällä 2019 Vesijärveä ei hapetettu. Järvi kerrostui toukokuun lopulla ja harppauskerros oli 10-15 metrissä aina elokuun loppupuolelle asti, jolloin lämpötilat tasaantuivat 1-17 m syvyydellä.  $\geq 20$  m syvyiset alueet olivat alusvettä aina syyskuun toiselle viikolle asti, lämpötilan noustessa pohjan lähellä korkeimmillaan 14,2 asteeseen ennen syyskuun puolivälissä alkanutta syystäyskiertoa. 10 metrissä lämpötila nousi korkeimmillaan 18,5 asteeseen ja 20 metrissä 16,5 asteeseen.

Alusvedeen liuenneen hapen määrä väheni kesän aikana, hapenkulutuksen ollessa voimakkainta Enonselällä (kuva 20). Heinäkuun lopulla Enonselän 15-20 m syvyisten alueiden happitilanne oli selvästi heikentynyt ja olosuhteet lähes hapettomat  $\geq 25$  m syvyisillä alueilla. Elokuun lopulla  $\geq 20$  m syvyiset alueet olivat hapettomina tai lähes hapettomina, sekä Enonselällä että nyt myös Kajaanselällä. Avovesikauden aikainen hapeton jakso Enonselän 20 m syvyysvyöhykkeellä kesti pari viikkoa ja sitä syvemmillä alueilla noin 2,5 kk kesäkuun lopulta syyskuun puoliväliin. Kajaanselällä 20 m ja sitä syvempien alueiden huono happitilanne rajoittui loppukesään, elokuun lopun ja syyskuun puolivälin väliseen aikaan (hieman alle 1 kk).

Heikentyneen happitilanteen seurauksena alusveden avovesikauden aikaiset ravinnepitoisuudet olivat Enonselän syvänehavaintopaikoilla päällysvettä korkeampia (kuva 20). Korkeimmat pitoisuudet havaittiin Lankiluodon asemalla. Myös typen ja ammoniumtypen pitoisuudet nousivat päällysveteen verrattuna. Kajaanselällä

pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet olivat selvästi pienempiä kuin Enonselällä, mutta päällysveden pitoisuuksiin nähden havaintokertakohtaiset muutokset olivat pääsääntöisesti yhtä suuria kuin Enonselällä.

Avovesikauden aikaisen päällysveden kokonaisfosforin keskipitoisuuden perusteella Enonselkä oli Vesijärven selkääalueista rehevin (rehevä) ja Kajaanselkä vähäravinteisin (karujen ja lievästi rehevien vesistöjen rajalla) (kuva 21). Komonselkä oli lievästi reheväksi luokiteltavissa. Kokonaisfosforin keskipitoisuuksien perusteella Enonselän rehevyystilassa ei ole tapahtunut muutosta kolmeen viime vuoteen verrattuna. Myöskään Komonselän tai Kajaanselän rehevydessä ei ollut havaittavissa muutosta.

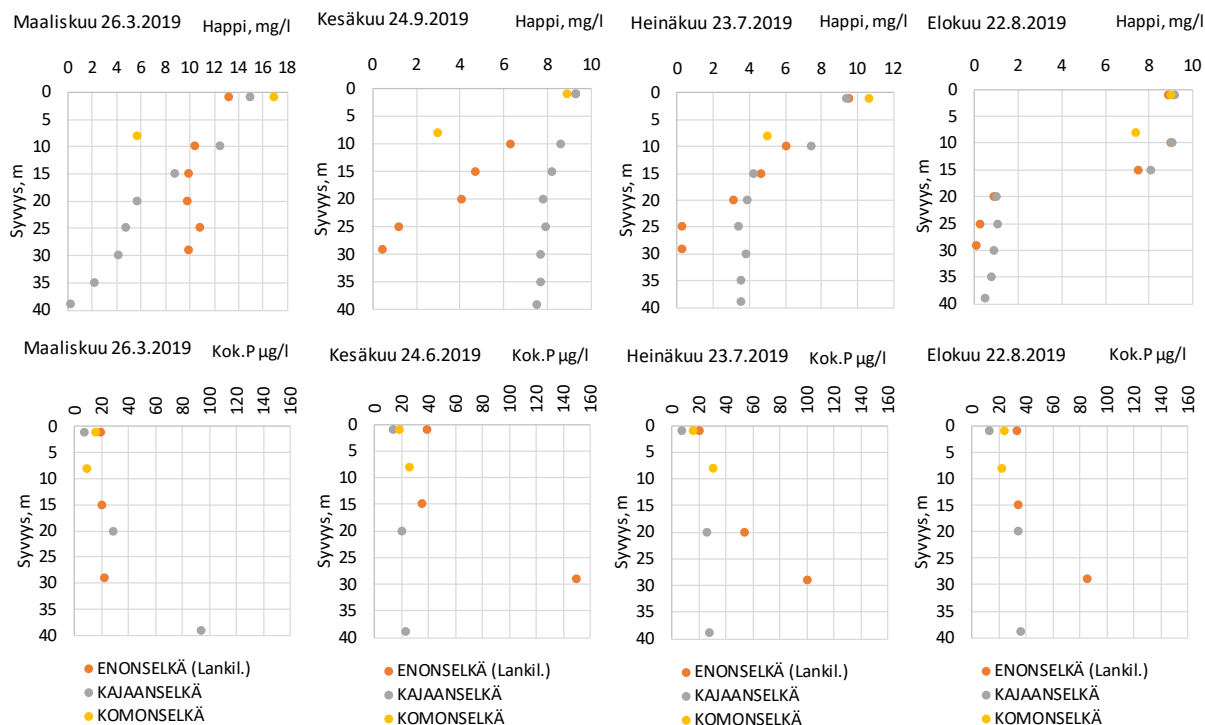
Avovesikauden aikaiset klorofylli-*a* -keskipitoisuudet olivat lievästi rehevien vesistöjen tasoa velvoitetarkkailuun kuuluvilla selkääalueilla. Keskipitoisuus oli korkein Enonselällä, pienin Kajaanselällä. Enonselällä ja Komonselällä korkeimmat klorofyllipitoisuudet havaittiin elokuun lopulla, kasviplanktonbiomassan muodostuessa Enonselällä pääosin rehevien vesien piilevälajeista. Komonselällä valtalajeina olivat piilevät ja sinilevät. Kajaanselällä perustuotanto oli korkeimmillaan vasta loppusyksyllä, kasviplanktonbiomassan koostuessa pääosin verkkoja limoittavista piilevistä.

Enonselän eläinplanktonbiomassa muodostui kesän 2019 havaintokerroilla enimmäkseen vesikirpuista, biomassahuipun ajoittuessa keskikesään (kesäkuun lopulle). Eläinplanktonbiomassa romahti loppukesää kohti, ilmeisesti kalojen saalistuspaineesta johtuen. Biomassan ja yksilökoon pienentyessä kasviplanktoniin kohdistuva säätelykyky heikkeni, näkyen mm. korkeina klorofyllipitoisuuksina elokuun lopulla.

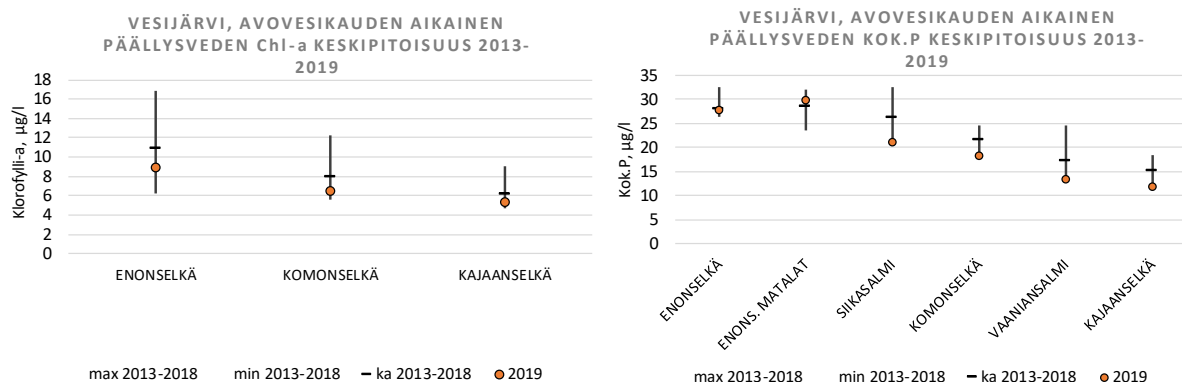
Loppukesällä Enonselän ulappa-alueiden kalaston tiheydestä ja biomassasta pääosa oli luotaus- ja troolaustietojen perusteella kuoretta. Poikastuotanto oli ollut voimakas vuoteen 2018 verrattuna, sillä 0-vuotiaat muodostivat pääosan kalatiheydestä, biomassastakin yli puolet. Koeverkkotulosten perusteella ahven oli valtalaji niin kappalemääräisesti kuin saalistuspaineenkin perusteella. Ahvensaaliissa 10 cm pituisten, eli ei vielä petokaloiksi luettavien, osuus oli suuri, johtuen kesän 2018 runsaasta poikastuotannosta. Vuonna 2019 poikastuotanto oli selvästi pienempi. Ahvenen lisäksi Enonselän kalastossa huomattava osa oli särkeä. Petokalojen saalisosuus Enonselällä oli lukumääräisesti pieni. Enonselän kalasto koostui pääosin planktonia ravintonaan käyttävistä kaloista. Kajaanselällä kalalajien runsaussuhteet olivat koekalastustulosten perusteella varsin samanlaiset kuin Enonselällä, mutta petokalojen osuus oli suurempi. Petokalojen saalisosuus on myös ollut nousussa viime vuosina. Hoitokalastuksen avulla kalakantaa pyritään muokkaamaan etenkin eläinplanktonin kannalta suotuisampaan suuntaan. Vuoden 2019 kaltainen, 0-vuotiaan kuorepopulaation hallintamahdollisuudet ovat kuitenkin vähäiset. Populaation kokoa tulisi pystyä pienentämään jo alkukesällä, jolloin kalat ovat hyvin pieniä eivätkä siten tavanomaisten pyydysten tavoitettavissa.

Enonselän pohjaeläimistö ilmensi vuonna 2019 syvänteiden ja välisyökkien heikkoa tilaa. Valtalajeina olivat harvasukasmadot sekä surviaissääsket, ilmentäen reheviä olosuhteita ja huonohappisia pohjia. Vähähappisia olosuhteita sietävän *C. plumosus* -surviaissääsken runsastuminen jatkui jo toista vuotta, sen ollessa runsain kaikilla havaintopaikoilla.

## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019



**Kuva 20.** Vesijärven selkäalueiden happitilanne vuoden 2019 havaintokerroilla.



**Kuva 21.** Vesijärven selkäalueiden avovesikauden aikaisen päällysveden klorofylli- ja Kok.P -keskipitoisuuden vaihtelu tarkastelujaksolla 2013-2019, sekä vuoden 2019 keskipitoisuudet.

## 14. Tarkkailun muutos- ja lisäselvitystarpeet

Vesijärven tarkkailu on nykyisellään varsin laajaa, joten saatava kuva tilasta on monipuolinen. Jotta toteutettavista tutkimuksista saataisiin paras mahdollinen hyöty, tulisi seuraavia kohtia kehittää:

- Automaattisten klorofyllimittausten kalibrointi/ vertailumittaus. Nykyisellään automaattiaseman antama tulos ei anna oikeata kuvaa perustuotannon ajallisesta vaihtelusta. Tilanteen korjaamiseksi tulisi tehdä lisänäytteenottoja klorofyllipitoisuuksista ja lisätä mittarointiin myös fykosyaniinin määrän mittaus.

- Vesistömittauksissa *a*-klorofylli määritetään nykyisellään 2x-näkösyvyys -kerroksesta. Jotta mahdollisten leväkukintojen aikaiset tulokset olisivat paremmin suhteutettavissa kokonaiskuvaan, voisi näytteenotot tehdä jatkossa aina tavanomaisesti 0-2m kokoomanäytteestä. Useimmiten tulokset vastaavat toisiaan, mutta tyynellä kelillä mahdollisissa kukintatapauksissa näyte otettaisiin nykyistä paksumman kerroksen kokoomanäytteenä.
- Fosfaattifosfori määritetään nykyisellään suodattamattomasta näytteestä. Analyysiin tulee tällöin mukaan liukoisen, suoraan käyttökelpoisen lisäksi myös vedessä olevissa hiukkasissa mukana oleva fosfaatti. Mittausten eroja voisi selvittää esim. yhden kesäkauden aikana tekemällä rinnakkain molemmat määritykset. Tämän jälkeen voidaan päättää, kumpi analyysitapa on toimivampi Vesijärven tapauksessa.

## 15. Liitteet

Liite 1. Vesijärven tarkkailu, havaintopaikat ja selkääalueet.

Liite 2. Vesijärven vedenlaadun velvoitetarkkailutulokset 2019.

## 16. Viitteet

Hämäläinen, J., 2018. Vesijärven sedimenttitutkimukset kaikuluotaamalla 2018. Geologian tutkimuskeskus, Merigeologia, Espoo. Raportti 8.11.2018, 11 s.

Iso-Tuisku, J., 2017. Alusveden hapetuksen vaikutukset Vesijärven pohjaeläimistöön. Vuoden 2016 tulokset. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kirjento 413/16.

Jäntti, P., 2019. Vesijärven tila vuonna 2018. Eurofins Environment Testing. Raportti 5.11.2019. 35 s. + liitteet.

Kuha, J. ja Huttula, T., 2010. Vedenvaihto Vesijärven Enonselän ja Komonselän välillä. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Akvaattisen tieteen esiselvitys. Raportin luonnos 4.1.2010. 18 s.

Kuoppamäki, K., 2020. Vesijärven Enonselän ulappa-alueen eläinplanktonitutkimus 2019. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 15 s.

Lahten Tutkimuslaboratorio, 2004. Muutosehdotus Vesijärven tarkkailuohjelmaan 14.6.2004. Lahti Energia Oy. Moniste 2 s. + liitteet.

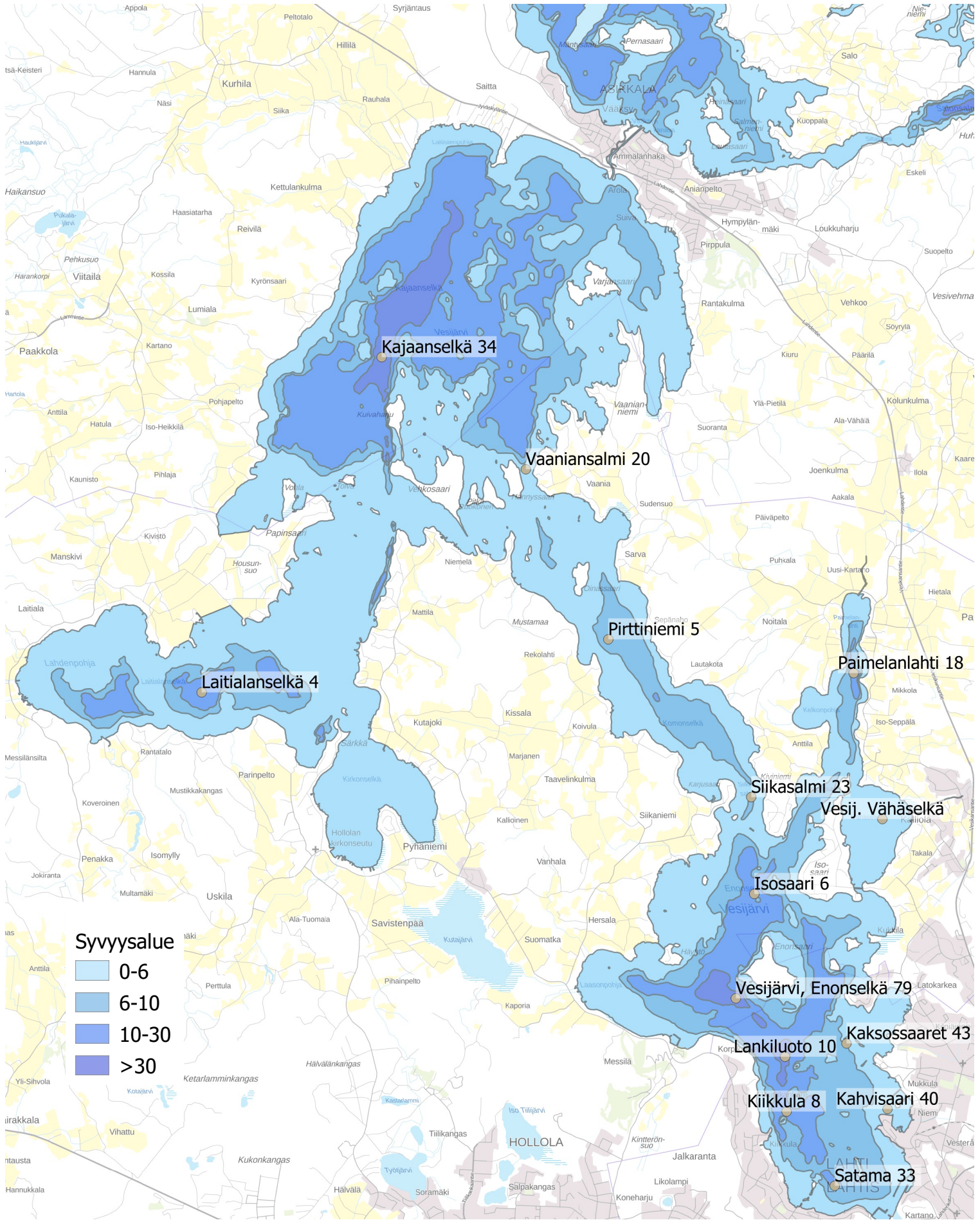
Lahti Energia Oy. Häiriöilmoitus 22.8.2019. Kalakuolemat Polttimon rannassa heinäkuussa 2019.

Malinen, T., 2020. Sähköpostitiedonanto 27.2.2020. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, Akvaattiset tieteet.



## VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2019

- Ramboll Analytics Oy, 2009. Vesijärven velvoitetarkkailuohjelma 27.3.2009. Moniste, 5 s. + liite.
- Ruuhijärvi, J. ja Ala-Opas, P., 2020. Vesijärven koekalastukset vuonna 2019. Luonnonvarakeskus. Raportti 28.2.2020. 11s.
- Salmelin, J., 2020. Alusveden hapetuksen vaikutukset Vesijärven pohjaeläimistöön – vuoden 2019 tulokset. KVVY Tutkimus Oy. Tutkimusraportti nro 371/20, 27.2.2020. 13.s.
- Valkama, J., 2015. Alusveden hapetuksen vaikutukset Vesijärven pohjaeläimistöön – vuoden 2014 tulokset. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kirjenro 447/15.
- Vesi-Eko Oy Water-Eco Ltd, 22.10.2019. Vesijärven fosforimalli 2016-2019. Power Point -esitys.
- Zwerver, S., 2020. Lahden Vesijärvi 2019. Kasviplankton – lajisto ja biomassa. Raportti vuoden 2019 näytteen määrittämisestä Eurofins Environment Testing Finland Oy:n toimeksiannosta. Raportti nro 2020\_02.







		Vesijärven velvoitetarkkailu 2019. Lahti Energia Oy ja Lahti Aqua Oy																																										
		Ottopäivä 2019	Näytteenotto-syvyys	Näkösyvyys	Kokonais-syvyys	Ulko-näkö	Haju	Lämpötila (°C)	Sameus	Väri	pH	Sähköjohtavuus	Alkaliteetti	Liuenne happi (O2)	Hapen kyllästysaste	Kiintoaine (GF/C)	COD Mn	Kloridi (Cl)	Typpi (N), kokonais-	Nitraattityppi (NO3-N)	Nitriittityppi (NO2-N)	Ammoniumtyppi (NH4-N)	Fosfori (P), kokonais-	Fosfaattifosfori (PO4-P)	Klorofylli-a	Mangaani (Mn)	Rauta (Fe)	Mikroaaltohojotus																
Näytekoodi			m	m	m			°C	NTU	mg Pt/l		mS/m	mmol/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l																
749-2019-00010694	Pirttiniemi	5.11.2019	1	2,5	9	V	H	3,2	2	7,7	7,5	11	0,54	12,2	91		4,4	7	370	28	<2,0	8,3	19	4,5		8	57	Tehty																
749-2019-00010695	Pirttiniemi	5.11.2019	8			V	H	3,3	2,1	7,7	7,5	11	0,54	12	90		4,1	7	360	29	<2,0	6,5	15	4		7,6	53	Tehty																
749-2019-00010696	Pirttiniemi	5.11.2019		0-5		V	H	3,2																7,3																				
749-2019-00010699	Isosaari	5.11.2019	1	2,4	18	V	H	4,6	2,6	7,7	7,5	12	0,54	11,7	91		4	7,6	380				32			19	68	Tehty																
749-2019-00010700	Isosaari	5.11.2019	17			V	H	4,7	3	8,3	7,5	12	0,55	11,4	89		4,2	7,4	410				28			19	84	Tehty																
749-2019-00010704	Kiikkula	5.11.2019	1	2,5	22	V	H	4,4	3,1	8,2	7,5	12	0,55	12	93		4,1	7,5	400				32			20	65	Tehty																
749-2019-00010705	Kiikkula	5.11.2019	21			V	H	4,4	2,8	7,6	7,5	12	0,55	11,4	88		3,9	7,4	420				31			21	84	Tehty																
749-2019-00010701	Lankiluoto	5.11.2019	1	2,5	30	V	H	4,5	2,4	8,3	7,5	12	0,54	11,5	89		4,3	7,6	470	29	<2,0	11	35	12		22	79	Tehty																
749-2019-00010702	Lankiluoto	5.11.2019	29			V	H	4,5	2,7	8,5	7,6	12	0,54	11,8	91		4,2	7,4	390	31	<2,0	12	28	13		17	65	Tehty																
749-2019-00010706	Satama	5.11.2019	1	2,4	14,5	V	H	4,3	2,2	7,9	7,5	12	0,55	11,6	89		4	7,4	420				33			17	57	Tehty																
749-2019-00010707	Satama	5.11.2019	13,5			V	H	4,3	3,3	7,9	7,5	12	0,55	11,7	90		4	7,4	400				30			19	71	Tehty																
749-2019-00010697	Siikasalmi	5.11.2019	1	2,4	7	V	H	3,4	2,2	7,8	7,4	11	0,54	12	90		4	7,3	400				22			13	67	Tehty																
749-2019-00010698	Siikasalmi	5.11.2019	6			V	H	3,4	2,6	8,3	7,5	12	0,54	12,2	92		4,1	7,3	390				28			11	52	Tehty																
749-2019-00010692	Vaaniensalmi	5.11.2019	1	2,5	5	V	H	3,7	2,5	6,9	7,6	11	0,54	12,3	93		4,40	6,70	330				15			16	42	Tehty																
749-2019-00010693	Vaaniensalmi	5.11.2019	4			V	H	3,8	3	6,9	7,6	11	0,54	12,4	94		4,20	6,60	330				13			20	56	Tehty																