Eurofins Environment Testing

Projekti 1820007

5.11.2019

AQUA PALVELU OY, LAHTI AQUA OY

LAHTI ENERGIA OY

VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2018

eurofins | Environment Testing

VESIJÄRVEN TILA VUONNA 2018

Sisällysluettelo

YHTEENVETO **1**

1. JOHDANTO **4**

2. VESISTÖALUE JA TARKKAILUN TOTEUTUMINEN **5**
2.1 TARKKAILUOHJELMA 5
2.2 YHTEENVETORAPORTTI 10

3. SÄÄ **11**

4. KYMIJÄRVEN VOIMALAITOSTEN TOIMINTATIEDOT **12**
4.1 LAIMENNUS- JA HUUHTELUVEDEN JOHTAMIEN 14

5. ENONSELKÄ **16**
5.1 YLEINEN VEDENLAATU 16
5.2 HAPPITILANNE 17
5.3 RAVINNEPITOISUUDET ENONSELÄLLÄ 18
5.3.1 Fosfori *18*
5.3.2 Enonselän tilavuuspainotettu fosforipitoisuus *19*
5.3.3 Typpi *19*
5.3.4 Enonselän tilavuuspainotettu typpipitoisuus *19*
5.4 ENONSELÄN LEVÄTUOTANTO JA REHEVYYS 20
5.4.1 Lankiluodon kasviplankton vuosina 2013 - 2018 ..... *22*
5.4.2 Lajisto vuonna 2018 ..... *22*

6. KOMONSELKÄ **24**
6.1 YLEINEN VEDENLAATU JA HAPPITILANNE 24
6.2 KOMONSELÄN LEVÄTUOTANTO JA REHEVYYS 24
6.3 KASVIPLANKTON KOMONSELÄN PIRTTINIEMESSÄ VUOSINA 2013 - 2018 26
6.3.1 Lajisto vuonna 2018 ..... *26*

7. KAJAANSELKÄ **28**
7.1 VAANIANSALMI 28
7.2 KAJAANSELÄN YLEINEN VEDEN LAATU 29
7.3 HAPPITILANNE JA SISÄINEN KUORMITUS 29
7.4 RAVINNEPITOISUUDET JA KOKONAISRAVINNESUHDE 30
7.4.1 Tilavuuspainotet ravinnepitoisuudet Kajaanselällä *30*
7.5 KASVIPLANKTON KAJAANSELÄLLÄ VUOSINA 2013-2018 32
7.5.1 Lajisto vuonna 2018 ..... *32*

VIITTEET **34**

eurofins | Environment Testing

LIITTEET

Liite 1. Vesijärven velvoitetarkkailun analyysitulokset 2018
Liite 2. Tilavuuspainotetun fosforin pitoisuus Enonselällä ja Kajaanselällä
Liite 3. Tilavuuspainotetun typen pitoisuus Enonselällä ja Kajaanselällä
Liite 4. Kokonaisravinnesuhde N/P Enon-, Komon- ja Kajaanselällä v.2013 – 2018
Liite 5. Klorofyllia-a Enon-, Komon- ja Kajaanselän havaintopaikoilla v. 2013 - 2018
Liite 6. Klorofyllipitoisuuksien vuosikeskiarvot Enon-, Komon- ja Kajaanselän havaintopaikoilla ja Enonselän maksimiarvot vuosina 1979 - 2018
Liite 7. Kasviplanktonin lajisto ja biomassat vuonna 2018
7.1 Enonselkä, Lankiluoto (10)
7.2 Komonselkä, Pirttiniemi (5)
7.3 Kajaanselkä (34)
Liite 8. Kasviplanktonin biomassa näytekerroittain v.2013 - 2018
Liite 9. Kasviplanktonin biomassa vuosina 1995 - 2018
Liite 10. Vesijärven hapettimien ja automaattiasemien sijainti
Liite 11. Tulosten tulkinnasta: Termit, luokitukset ja lyhenteet

Lahdessa 5.11.2019

Eurofins Environment Testing

Paula Jäntti, limnologi FM

Yhteystiedot
Eurofins Ahma Oy
Niemenkatu 73
15140 LAHTI
Sähköposti: PaulaJantti@eurofins.fi

www.eurofins.fi

eurofins | Environment Testing

JAKELU

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

YHTEENVETO

Vesijärvi kuuluu Kymijoen vesistöalueeseen (14.) ja pintavesimuodostumana se edustaa suuria vähähumuksisia järviä. Vesijärven velvoitetarkkailusta vastaavat Lahti Aqua Oy ja Lahti Energia Oy. Lahti Aqua Oy:llä on velvoite tarkkailla laimennusveden ottamisen vaikutusta ja Lahti Energia Oy:llä Kymijärven voimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutusta Vesijärvessä. Vesijärven vedenlaatua tarkkaillaan kolmella selkäalueella yhteensä 10 tarkkailupisteellä. Tarkkailu keskittyy Enonselälle. Vedenlaadun kemiallisten analyysien lisäksi tarkkailuun kuuluu kasviplanktonseuranta kolmella havaintopisteellä. 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.

Vuodenvaihde 2017 - 2018 oli leuto, mutta runsassateinen. Talvikuukausista helmikuu oli kylmin ja vähäsateisin. Huhtikuun keskilämpötila oli vertailujakson tasolla, mutta sademäärä oli alhainen. Toukokuu oli lämmin ja kuiva. Heinä- ja elokuu olivat lämpimiä ja vasta elokuussa alkoi sataa. Syksy oli poikkeuksellisen lämmin ja vähäsateinen. Vuotuinen sademäärä oli Launeella 454 mm ja keskilämpötila 5,5 °C.

Lahti Energian Kymijärven voimalaitos otti Vesijärvestä jäähdytysvettä vuonna 2018 yhteensä 60 milj m3, mikä oli edellisvuosia vähemmän. Vesistöön johdetun lämpöenergian määrä oli 807 TJ. Kerralla Enonselälle johdettuna, veden lämpötila olisi noussut 1,1 °C. Vastaavasti vuoden 2018 lämpökuorma olisi nostanut koko Vesijärven lämpötilaa 0,3 asteella. Tehostettua lämpötila- tai klorofylliseurantaa ei vuosina 2013–2018 ole toteutettu, koska lämpötilaylityksiä ei ollut.

Vesijärvestä otettiin vuonna 2018 laimennus- ja huuhteluvettä Kariniemen purkutunneliin 7,7milj m^3, mikä vastasi 1,2 % järven tilavuudesta ja 7,1 cm vesikerrosta järvestä.

Enonselälle kohdistuu tarkastelualueista voimakkaimpana Lahden kaupungin vaikutus, mikä ilmenee mm kohonneina kloridipitoisuuksina ylivirtaamakausina ja ranta-alueiden samentumisena kesäsateiden jälkeen. Enonselän vesi on yleisesti vähähumuksista ja melko kirkasta. Ajoittain Enonselällä on voimakasta leväsamentumaa. Kasviplanktonin vaikutus näkyy veden emäksisinä pH-arvoina. Happikadosta kärsivissä syvänteissä sähkönjohtavuus nousee ja pH laskee. Enonselkää on hapetettu joulukuusta 2007 alkaen ja syvänteiden happitilanne vaihtelee hapetuksen onnistumisen mukaan. Vuonna 2018 siirryttiin pelkästään talviaikaiseen hapetukseen.

Vuonna 2018 pintaveden fosforipitoisuudet vaihtelivat Enonselän näytepisteillä välillä 25–32 µg/l kasvukauden keskiarvoina. Suurimmat alusveden fosforipitoisuudet, 70 - 80 µg/l, mitattiin elokuussa Sataman (Myllysaaren), Kiikkulan ja Lankiluodon näytepisteeltä. Fosfaattifosforin pitoisuus nousi alusvedessä korkeaksi, 70 µg/l -tasolle, kerrostuneisuuskausina. Fosforin tilavuuspainotettu pitoisuus oli talvella 23 µg/l ja kesällä 51 µg/l. Kesäaikainen tilavuuspainotettu fosforipitoisuus on parin viimevuoden aikana noussut selvästi. Hapetuksen ansiosta sisäinen kuormitus syvänteissä on vähentynyt. Siksi alusveden fosfori- ja typpipitoisuudet enää kohoa samassa määrin kuin vielä vuosituhannen alkupuolella tapahtui.

Typen pitoisuusvaihtelu Enonselällä oli vähäistä vuonna 2018, mutta taso oli vuotta 2017 korkeampi: pinnasta mitatut pitoisuudet olivat enimmäkseen 400 – 500 µg/l. Voimakkain talvikerrostuneisuuskauden aikainen typen vapautuminen sedimentistä todettiin Isosaaren syvänteestä maaliskuussa, jolloin pohjan läheisyydessä typpeä oli 1200 µg/l. Tilanne oli sama myös maaliskuussa 2017. Typen tilavuuspainotettu pitoisuustrendi kääntyi nousuun vuoteen 2017 verrattuna, mutta pitemmällä ajanjaksolla tilavuuspanoinotetun typen pitoisuus on laskenut.

Kokonaisravinnesuhteen perusteella Enonselkä oli alkukesällä voimakkaasti fosforirajoitteinen, mutta elolokakuussa yhteisrajoitteinen. Yhteisrajoitteisuus tarkoittaa sitä että tuottavilla levillä voi olla vajausta joko typestä tai fosforista. Keskiarvo N/P -suhdeluvulle oli 20 (fosforirajoitteinen).

Vuonna 2018 Lankiluodon klorofyllipitoisuudessa tai kasviplanktonin biomassan määrässä ei todettu normaalia kesäajan minimi-maksimi vaihtelua. Lankiluodon keskimääräinen klorofyllipitoisuus, 17 µg/l,

kasviplanktonin biomassa, 3 100 µg/l ja planktontrofiaindeksi 1,8, nousivat rehevää vesistöä kuvaavalle tasolle. Kasviplanktonin biomassasta 40 % oli sinileviä.

Enonselälle on tyypillistä maksatoksisen *Planktothrix agardhii* –sinilevän yleistyminen syksyä kohti, mikä nähtiin myös syksyllä 2018. Maksatoksiineja tuottavia *Dolichospermum* (ent Anabaena) –sinilevälajeja todettiin heinä-lokakuussa. Enonselän veden laatu oli vuonna 2018 aiempaa heikompi.

Enonsaaren ja Myllysaaren automaattinen mittausasemilta ei vuodelta 2018 ole käytettävissä kalibroitua klorofylliaineistoa.

Pirttiniemi Komonselällä on keskirehevä/rehevä ja lievästi humuksinen vesialue. Talven vesinäytteiden perusteella veden laatu oli kohtuullisen hyvä, eikä merkittävää sisäistä kuormitusta sedimentin kautta todettu. Kesällä leväkukinnat nostivat veden emäksisyyttä ja kesäkerrostuneisuuden aikaan alusveden happitilanne oli heikentynyt. Sisäinen kuormitus oli voimakkaampaa kuin talvella.

Pirttiniemen keskimääräinen typpipitoisuus, 440 µg/l, oli edellisvuosia noin 40 – 50 µg/l korkeampi. Fosforipitoisuus, 22 µg/l oli edellisvuosien tasoa. Klorofylli-a:n pitoisuus ja kasviplanktonin biomassa kasvoivat. Vesialue oli luokiteltavissa jo reheväksi.

Lankiluodosta Pirttiniemeen siirryttäessä typpipitoisuus aleni 12 % ja fosforipitoisuus 21 % vuonna 2018.

Komonselän kasviplanktonin biomassa oli keskimäärin 2 400 µg/l vuonna 2018. Vallitsevia ryhmiä Komonselällä olvat alkukesästä piilevät. Heinäkuusta alkaen sinilevät vallitsivat kasviplanktonissa: niiden osuus leväbiomassasta oli yli 70 %. Lajikirjo oli melko runsas, mutta tyypillisiä lajeja Komonselällä olivat erilaiset *Planktothrix* -, *Anabaena - ja Aphanizomenon* –lajit.

Vaaniansalmen veden laatu on hyvin samanlaista kuin Kajaanselän syvännepisteellä pinnassa. Vesi on Komon- ja Enonselkään verrattuna kirkkaampaa ja väharavinteisempaa. Vuonna 2018 Vaaniansalmen vesi oli aiempaa sameampaa ja rauta- ja mangaanipitoisuudet suurempia. Tämä voi johtua tuulten vaikutuksesta, kun Kajaanselän yli puhaltavat voimakkaat tuulet sekoittavat matalan salmialueen vettä pohjasta asti.

Kajaanselän syvänteen happitilanne alusvedessä oli lievästi heikentynyt jo tammikuussa ja happitilanteen heikkeneminen jatkui talven aikana. Sisäinen kuormitus ilmeni raudan ja mangaanin pitoisuusnousuna ja alusveden samentumisena. Myös fosforia ja typpeä vapautui sedimentistä. Toukokuun näytteenottokerralla vesipatsas oli jo lämpötilan suhteen kerrostunut ja kasviplanktonin tuotanto oli jo voimakasta.

Elokuussa, kerrostuneisuuskaudella, harppauskerros oli muodostunut alle 10 metrin syvyyteen. Elokuussa alusveden hapen kyllästysaste oli vielä kohtuullinen, 28 % eikä merkittävää sisäistä kuormitusta todettu.

Kajaanselän tuotantotaso vaihtelee karun ja keskirehevän rajalla. Komonselältä Kajaanselälle siirryttäessä fosforipitoisuus aleni 14 % ja typpipitoisuus 15 % vuonna 2018. Enonselkään verrattuna fosforipitoisuus aleni 29 % ja typpipitoisuus 24 %.
Kajaanselkä on kokonaisravinnesuhteen perusteella selvästi fosforirajoitteinen vesistöalue. Ainoastaan elokuussa levien kasvua saattoi rajoittaa joko typpi tai fosfori.

Tilavuuspainotetun fosforin pitoisuus vaihtelee talvella 10 – 20 µg/l välillä ja oli 14 µg/l maaliskuussa 2018 Tilavuuspainotetun fosforin kesäaikainen pitoisuus on nykyisin suurempi kuin talvella. Elokuussa 2018 tilavuuspainotetun fosforin pitoisuus oli 28 µg/l, mikä vastasi elokuun 2015 tasoa.

Tilavuuspainotetun typen pitoisuus on talvella ollut korkeampi kuin kesällä, mutta ero on pieni ja vuosien välinen vaihtelu suhteellisen pientä. Keskimäärin typpeä on Kajaanselällä 400 µg/l.

Kajaanselän kasviplanktonin keskimääräinen biomassa ja lajisto vaihtelevat huomattavasti. Kasviplanktonindikaattorit kuvaavat vuoroon karua, ja vuoroon keskirehevää vesistöä. Vesistön rehevyyttä kuvaava trofiaindeksi, TPI, on kasvanut viime vuosina.

Touko- ja kesäkuussa kultalevät vallitsivat kasviplanktonissa. Kesäkuun lopulla piilevät runsastuivat hetkellisesti ennen heinäkuista sinileväkukintaa. Heinäkuussa sinilevien osuus kasviplantonin biomassasta oli 40 %. Valtalaji oli *Planktothrix prolifica* cf., jonka lisäksi *Anabaena* -lajeja oli runsaasti. Lokakuussa piilevät olivat runsain leväryhmä ja *Aulacoseira islandica* –laji muodosti yksin 70 % leväbiomassasta.

1. JOHDANTO

Vesijärven velvoitetarkkailusta vastaavat 27.3.2009 päivätyn ohjelman mukaisesti Lahti Aqua Oy ja Lahti Energia Oy. Lahti Aqua Oy:llä on velvoite tarkkailla laimennusveden ottamisen vaikutusta ja Lahti Energia Oy:llä Kymijärven voimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutusta Vesijärvessä.

Lahti Aqua Oy:llä on jätevesien johtamislupa Porvoonjokeen (KHO 3.3.2014, taltionro 632, drnot 3690, 3712, 3747 ja 3769/1/12), joka edellyttää myös laimennusveden johtamista Porvoonjokeen siten, että Porvoonjoen taustavirtaama Ali-Juhakkalassa on aina vähintään 1 m^3/s ilman Lahden kaupungin jätevesivirtaamaa. Lahti Aqua Oy:n laimennusveden oton tarkkailu perustuu Korkeimman hallinto-oikeuden 27.10.1986 antamalla päätöksellä n:o 4198 vahvistamaan Itä-Suomen vesioikeuden päätökseen n:o 13/Va II/86 (10.2.1986). Luvan saajan on tarkkailtava veden ottamisen vaikutusta Vesijärvessä ja Vääksynjoessa.

Lahti Energia Oy 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 lauhduttimissa ylittää vuorokausikeskiarvona 12 °C tai nousunopeus tuntikeskiarvona 8 °C. Ympäristölupapäätöksen 362/2015/1 (31.12.2015) mukaan lisätarkkailua tulee tehdä, jos 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 2018 lisäseurantaa ei toteutettu, koska rajat ylittäviä lämpötilan nousuja ei ollut.

Vuonna 2009 laaditussa tarkkailuohjelmassa klorofyllinäytteiden määrää on vähennetty ranta-alueiden havaintopaikoilta, ja korvaavana aineistona käytetään Päijät-Hämeen Vesijärvisäätiön, Lahden ympäristöpalveluiden ja Helsingin yliopiston ekologian laitoksen Lahden yksikön ylläpitämien automaattiasemien aineistoja. Vuoden 2018 osalta aineistoa ei ole kalibroitu vastaamaan standardisoituja laboratoriomittauksia, joten sitä ei sellaisenaan voida käyttää tämän tarkkailuraportin osana.

Tarkkailuohjelmassa edellytetään automaattiasemien aineistojen esittämistä velvoitetarkkailun yhteenvetoon taulukoina ja graafeina siltä osin kuin aineistoa on vuosittain käytössä. Vuodelta 2018 kalibroitua aineistoa ei ole käytettävissä.

Tarkkailuohjelman mukaan vuosiyhteenveto laaditaan seuraavan vuoden huhtikuun loppuun mennessä ja joka kolmas vuosi laaditaan pitemmän aikavälin yhteenveto. Ensimmäisen pitemmän aikavälin tarkastelu laadittiin vuosien 2009–2012 tuloksista ja toinen vuosien 2013–2015 tuloksia. Tämä raportti keskittyy vuoteen 2018. Tarkkailuraportti viivästyi raportointiruuhkan ja Eurofins- yhtiöitä kohdanneen kyberhyökkäyksen takia sekä automaattiasemien aineistossa ilmenneiden epäselvyyksien vuoksi..

2. VESISTÖALUE JA TARKKAILUN TOTEUTUMINEN

2.1 Tarkkailuohjelma

Vesijärvi kuuluu Kymijoen vesistöalueeseen (14.) ja pintavesimuodostumana se edustaa suuria vähähumuksisia järviä. Vuosina 2013–2015 näytteet on otettu Lahti Aqua Oy:n ja Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitoksen maaliskuussa 2009 uusitun vesistötarkkailuohjelman mukaisesti (Ramboll Analytics Oy 2009).

Tarkkailu keskittyy Vesijärven Enonselälle, joka on Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan alueella. Enonselällä on kaikkiaan 7 havaintopaikkaa. Valuma-alueeltaan Enonselkä on pienempi kuin Kajaanselkä, jossa on yksi havaintopaikka (taulukko 2-1). Kajaanselältä Komonselälle siirryttäessä on Vaaniansalmen havaintopaikka. Kolmas tarkkailussa mukana oleva selkävesi, Komonselkä, on alueista pienin. Komonselän havaintopaikka sijaitsee Pirttiniemen kohdalla. Yhteensä havaintopaikkoja on 10 kpl (taulukko 2-2, kuva 2-1).

Lahti Energia Oy:n Kymijärven voimalaitoksen jäähdytysvesiä purettiin Joutjokeen ja edelleen Vesijärveen jossain määrin koko vuoden. Ympäristöluvassa määritettyjä lämpötilan nousun ylityksiä ei vuonna 2018 ilmennyt, joten erillistä lämpötilaseurantaa ei tehty.

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

Kevät- ja kesäkerrostuneisuuden aikaiset näytteet otetaan mieluiten kerrostuneisuuskauden lopulla, kun järven tila on heikoin. Enonselällä käynnissä oleva hapetus parantaa alusveden happitilannetta, ja heikointa hetkeä ei näytteenoton näkökulmasta välttämättä tavoiteta. Kajaanselällä talven kerrostuneisuuskausi alkaa yleensä kehittyä jo tammikuussa ja maaliskuussa kerrostuneisuus on vahva. Elokuussa kerrostuneisuus voi tuuli- ja lämpötilaoloista johtuen häilyä, eikä näytteenottoa aina ole ajoittunut syvänteen tilan heikoimpaan ajankohtaan. Kevättäyskierron aikaiset näytteet on useimmiten otettu vasta täyskierron loppupuolella ja syystäyskierron aikaiset kierron alkuvaiheessa.

Taulukko 2-1. Vesijärven ja sen osa-alueiden hydromorfologisia tietoja.

	Enon-selkä	Paimelanl ahti-Vähäselkä	Komon-selkä	Laitialan-selkä	Kajaan-selkä	Vesijärvi
Valuma-alue (km^2)	84	97	37	159	138	515
Pinta-ala (km^2)	26	6	12,5	21,5	44	107,4
Keskivirtaama (m^3/s)	1,0	0,8	2,0	1,1	3,9	3,9
Keskitilavuus (10^6 m^3)	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
Saarten rantaviivaa (km)						58,5
Saarten pinta-ala (ha)						414,4
Saarten lukumäärä (kpl)						125

Taulukko 2-2. Näytteenottopaikkojen perustiedot

		Kkoordinaatit		näytesyvyydet		
Vesialue	**Näytepiste**	**ETRS-pohj**	**ETRS-itä**	**kokonais-syvyys, m**	**täyskierto**	**kerrostuneisuus**
Enonselkä	Lankiluoto 10	6765561	424521	30,6	1, 29 m	1, 10, 15, 20, 25, 29 m
Enonselkä	Satama 33	6763042	425490	15	1, 14 m	1, 10 14 m
Enonselkä	Kiikkula 8	6764491	424551	22	1, 21 m	1, 10, 15, 21 m
Enonselkä	Isosaari 6	6768739	423921	18	1, 17 m	1, 10, 15, 17 m
Enonselkä	Siikasalmi 23	6770628	423861	5,7	1, 6 m	1, 6 m
Enonselkä	Kaksossaaret 43	6765820	425720	5	1, 4 m	1, 4 m
Enonselkä	Kahvisaari 40	6764541	426520	4	1, 3 m	1, 3 m
Komonselkä	Pirttiniemi 5	6773707	421072	9,2	1, 8 m	1, 8 m
Komonselkä	Vaaniansalmi 20	6777026	419463	5	1, 4 m	1, 4 m
Kajaanselkä	Kajaanselkä 34	6779215	416650	40	1, 39 m	1, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 39 m

Kemiallisten analyysien (taulukko 2-3) lisäksi Lankiluodon (10), Pirttiniemen (5) ja Kajaanselän (34) pisteiltä on otettu kasviplanktonnäytteet kokoomanäytteenä, joka kattaa kaksi kertaa näkösyvyyden. Kasviplanktonin biomassan laskennassa on vuodesta 2007 alkaen käytetty Suomen ympäristökeskuksen julkaisemia biovolyymeja, kun aiemmin on käytetty lajikohtaista mittaamista. Nykyinen mittaustapa yhteismitallistaa Vesijärven muiden Suomen järvien kanssa, kun aiempi tapa oli enemmän Vesijärven kasviplanktonin kasvuolosuhteet huomioiva. Kasviplanktonaineisto on tallennettu Suomen Ympäristökeskuksen ylläpitämään kasviplanktonrekisteriin. Määrityksestä ja aineiston tallennuksesta on vastannut Tmi Satu Zwerver.

Taulukko 2-3. Vesijärvitarkkailun analyysivalikoima

Muuttuja	Perusanalyysi-valikoima, P	Runkopisteet, laaja analyysivalikoima, L	Suppea analyysivalikoima, S
happi	x	x	
sameus	x	x	
pH	x	x	
johtokyky	x	x	
kokonaisfosfori	x	x	x
fosfaattifosfori		x	
nitraattityppi		x	
nitriittityppi		x	
kokonaistyppi	x		x
ammoniumtyppi		x	
rauta	x	x	
mangaani	x	x	
Kloridi			
CODMn			
Kiintoaine	Lankiluoto, Kahvi- ja Kaksossaaret maalis- ja elokuussa		
Klorofylli- a ja Kasviplankoton		Runkopisteiltä avovesikautena.	

Vuonna 2018 näytteenotto ei toteutunut täysin tarkkailuohjelman mukaisesti (taulukko 2-3). Maaliskuinen kevätkerrostuneisuuden aikainen näytteenotto ajoittui hyvin kerrostuneisuuskaudelle, vaikka näytteenottoa jouduttiinkin aikaistamaan jäiden heikkenemisen takia. Toukokuun ensimmäinen näytteenotto tehtiin liian myöhään jäiden sulamisen jälkeen ja vesipatsas oli jo alkanut kerrostua. Kesä-heinäkuussa vesipatsaan kerrostuminen jatkui voimakkaana ja kesäkerrostuneisuuden näytteenotto ajoitettiin jo elokuun alkupuolelle. Touko-elokuussa suppeita yhden metrin ravinnenäytteitä otettiin viisi kertaa, mikä on yksi enemmän kuin tarkkailuohjelmassa on määrätty. Lokakuun lopussa 2018 vesipatsaan lämpötila oli 6-7 asteista ja täyskierto käynnissä.

Taulukko 2-4. Näytteenottoajankohdat havaintopaikoittain vuonna 2018. Lyhenteet viittaavat taulukon 3 analyysivalikoimaan: L=laaja, S=suppea, P=perusseuranta

v. 2018	Tammi	Maalis	Touko		Kesä			Heinä			Elo		Loka	Näytekertoja
Havaintopaikka	31.1.	23.3.	22.5.	30.5.	8.6.	15.6.	25.6.	3.7.	13.7.	25.7.	9.8.	23.8.	29.10.	
ENONSELKÄ														
Lankiluoto 10	L	L	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	13
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		S		S		S		S	P	S		7
Kahvisaari 40		P		S		S		S		S	P	S		7
KOMONSELKÄ														
Pirttiniemi 5	L	L	L		L		L		L		L		L	8
Vaaniansalmi 20		P	P								P		P	4
KAJAANSELKÄ														
Kajaanselkä 34	L	L	L		L		L		L		L		L	8

Kuva 2-1. Vesijärven vesistötarkkailun havaintopaikat.

2.2 Yhteenvetoraportti

Tässä yhteenvetoraportissa on pääpaino vuoden 2018 veden laatutulosten tarkastelussa (liite 1). Koska Vesijärven tarkkailuohjelmaa ehdotetaan muutettavaksi, on historiatietoa jätetty tekstiin. Näin tulkintaa ja suunnittelua on helpompi viedä eteenpäin.

Ravinnepitoisuutta kuvaavat tilavuuspainotetut fosfori- ja typpipitoisuudet ovat kuvina liitteissä 2 ja 3 ja kokonaisravinnesuhde liitteessä 4. Levien tuotantoa kuvaavat klorofyllipitoisuudet on esitetty graafisesti liitteissä 5 ja 6 ja niihin oleellisesti liittyvät kasviplanktonmääritysten tulokset liitteissä 7-9. Vesijärven hapettimien ja automaattiasemien sijaintikartta on liitteessä 10, mutta mittausasemadataa ei tässä raportissa esitetä. Raportissa käytetyt termit, lyhenteet ja veden laadun luokitukset on koottu liitteeseen 11.

Vesijärven Enonselän tilaan vaikuttaa hapetus, joka aloitettiin joulukuussa 2007 Myllysaaren syvänteessä (liite 10 ja 11). Hapetuksesta vastaavat Vesijärvisäätiö ja Lahden seudun ympäristöpalvelut. Hankkeen alkuvaiheessa ensimmäinen hapetin toimi Myllysaaren syvänteessä. Syksyllä 2009 pääsyvänne-alueelle asennettiin kaikkiaan 8 kpl Mixox MD 1100 -hapetinta, joiden sijainti on esitetty kartalla liitteessä 10. Hapetuksen toteuttamisesta ja vaikutuksista on laadittu erilliset vuosittaiset raportit (Vesi-Eko Oy 2013 - 2018).

Hapetuksen on havaittu vähentäneen ja/tai lyhentäneen hapettomuusaikaa. Hapetus myös nostaa alusveden lämpötilaa. Hyvästä happitilanteesta huolimatta päällysveden ravinnepitoisuudet voivat nousta hapetuksen seurauksena. Resuspensio ja orgaanisen aineen hajoaminen kiihtyvät ja alusveden ravinnerikasta vettä siirretään kierrätyshapetuksessa ylempiin vesikerroksiin.

Vuosi 2013

Kauden 2013 talvihapetus oli käynnissä 28.12.2012 - 19.4.2013. Kesähapetus alkoi melko myöhään, 12.7.2013, hyvän happitilanteen takia. Kesähapetus päättyi 20.9.2013 täyskierron alkuun. Enonselällä heikkohappinen jakso, jolloin happea oli alle 2 mg/l, oli 19.7.–15.9.2013 (Vesi-Eko Oy 2013).

Vuosi 2014

Vuonna 2014 talvihapetus oli käynnissä 21.2.–16.4.2014. Kesällä hapettimia käynistettiin kesäkuussa tai vasta elokuun alussa (hapetin 8). Hapetus lopetettiin syyskuun loppupuolella (Vesi-Eko Oy 2014).

Vuosi 2015

Talvella 2014–2015 hapettimet 1-8 olivat käytössä 26.1.–31.3.2015 välisen ajan. Kesällä 2015 hapetus käynnistettiin heinäkuun alussa. Osassa hapettimia oli käyttökatkoksia kesän 2015 sähkönjakelun ongelmien tai muiden häiriöiden vuoksi (Vesi-Eko Oy 2015).

Vuosi 2016

Talvihapetusta tehtiin 9.3. - 21.4.2016 Lankiluodon syvänteen ja Enonsaaren lähistön syvänteen kahdella laitteella. Kesähapetusta varten laitteet käynnistettiin kesä-heinäkuun vaihteessa ja ne toimivat aina 2.9. saakka, jolloin ne pysäytettiin syystäyskierron ajaksi (Vesi-Eko Oy 2016).

Vuosi 2017

Talvihapetus oli käynnissä 11.1. - 24.4.2017 Lankiluodossa, Enonselän syvänteessä ja Enonsaaren luoteispuolella. Kesähapetus oli käynnissä 18.7. - 25.8.2018 syystäyskierron alkuun vaihdellen 1-7 laitteella Vesi-Eko Oy 2017).

Vuosi 2018

Hapettimet käynnistettiin helmikuun puolivälissä ja pysäytettiin jo toukokuussa. Kesäaikaista hapetusta ei vuonna 2018 tehty.

3. SÄÄ

Tarkkailualueen säätilaa on kuvattu ilmatieteen laitoksen Lahden Launeen sääaseman tietojen perusteella. Talvikuukausista helmikuu oli kylmin ja vähäsateisin. Huhtikuun keskilämpötila oli vertailujakson tasolla, mutta sademäärä oli suurempi kuin vertailujaksolla. Toukokuu oli lämmin ja kuiva. Heinäkuu oli poikkeuksellisen lämmin, mutta sademäärä Lahdessa oli tavanomaista pienempi ja samaa tasoa kuin vuonna 2017. Elokuu oli lämmin ja sademäärä tavanomainen.

Syksy oli poikkeuksellisen lämmin ja vähäsateinen.

Kokonaisuutena vuosi 2018 oli lämmin ja vähäsateinen. Vuotuinen sademäärä oli Launeella 167 mm pienempi kuin vertailujaksolla. Vuoden keskilämpötila oli Lahdessa 0,4 °C korkeampi kuin vertailujaksolla.

Taulukko 3-1. Keskilämpötilat ja sadesummat Lahden Launeella 2016–2018 (lähde: Ilmatieteen laitos).

Laune	Lämpötila, °C				Sademäärä, mm			
Ajankohta	**2016**	**2017**	**2018**	**ka 2007-2014**	**2016**	**2017**	**2018**	**ka 2007-2014**
tammikuu	-12,8	-3,9	-3,5	-6,6	38	23	51	46
helmikuu	-1,5	-4,5	-9,4	-7,0	69	29	13	32
maaliskuu	-0,6	0,1	-6,1	-2,0	10	29	27	31
huhtikuu	4,4	1,7	4,1	4,2	57	46	52	28
toukokuu	12,9	8,9	14,1	11,0	25	11	7,9	45
kesäkuu	15,1	12,8	14,5	14,6	76	80	52	71
heinäkuu	16,8	14,8	20	18,2	82	41	42	62
elokuu	14,8	14,6	16,8	15,6	49	112	73	73
syyskuu	11,1	10,2	11,7	10,5	32	48	44	61
lokakuu	3,7	4,3	5,1	4,8	31	113	35	61
marraskuu	-1,4	1,3	2,0	1,0	66	67	22	56
joulukuu	-1,9	-0,4	-2,9	-3,5	16	102	36	56
Lt, keskiarvo	**5,1**	**5,0**	**5,5**	**5,1**				
Yhteensä, mm					**553**	**522**	**454**	**621**

4. KYMIJÄRVEN VOIMALAITOSTEN TOIMINTATIEDOT

Vuonna 2018 Kymijärvi I voimalaitos tuotti sähköenergiaa 110 kV:n verkkoon 430 GWh ja kaukolämpöenergiaa 747 GWh. Sähköenergiasta 58 GWh eli 14 % oli lauhde-energiaa. Höyrykattila oli käynnissä 1.1.- 30.4.2018 ja 11.9.–31.12.2018, yhteensä 5 521 h. Kaasutin oli käynnissä 3 638 h.

Kymijärvi II-voimalaitoksen tuotanto 110 kV:n verkkoon oli 200 GWh ja kaukolämpöenergian tuotanto 467 GWh. Voimalaitoksen kattila oli käynnissä 7 417 tuntia. Suunniteltuja huoltoseisokkeja oli kaksi, 19.3.-18.4.2018 ja 8.10.-25.10.2018. Lisäksi laitoksella on ollut useita lyhyitä seisokkeja laiterikoista tai ennakkohuolloista johtuen.

Viivästysaltaista Joutjokeen johdetun veden öljypitoisuus määritettiin normaalitoiminnan aikana neljä kertaa. Kaikkien näytteiden öljypitoisuudet (C_{10}-C_{40}) olivat alle määritysrajan (0,05 mg/l). Lisäksi öljypitoisuus määritettiin Joutjoesta neljästä näytteestä. Näyte otetaan joesta Kytölänkadun sillan jälkeen. Näytteiden öljypitoisuudet (C_{10}-C_{40}) olivat alle määritysrajan (0,05 mg/l).

Vesilaitoksella syntyvän, raakaveden esikäsittelyn jätevesi käsitellään johtamalla vesi dekantointisäiliöön epäpuhtauksien saostamiseksi. Dekantointisäiliön kirkaste johdetaan Joutjoen kautta Vesijärveen. Saostunut osuus johdetaan Lahti Aquan viemäriverkostoon. Vuonna 2018 dekantointisäiliön kautta vesiä johdettiin yhteensä 46 204 m^3, josta Vesijärveen johdetun veden määrä oli 42 744 m^3 ja viemäriverkostoon johdettu määrä 3 460 m^3. Vesilaitokselta johdetaan lisäksi Joutjoen kautta Vesijärveen RO- (käänteisosmoosi) ja CEDI (sähköinen ioninvaihto) -laitteistojen rejektivettä. Vuonna 2018 RO -laitteiston rejektivettä johdettiin 83 307 m^3 ja CEDI–laitteiston rejektivettä 46 702 m^3.

Vesijärvestä otettiin yhteensä noin 60 milj. m^3 jäähdytysvettä vuonna 2018. Vesi johdettiin lauhduttimesta Joutjoen kautta takaisin Vesijärveen. Koko vuoden ajalta lämpökuorma oli 807 TJ. Mikäli lämpökuorma olisi siirretty kerralla vesistöön, olisi se nostanut Enonselän lämpötilaa 1,1 °C ja koko Vesijärven lämpötilaa 0,3 °C (taulukko 4-1).

Lämpötilan nousu lauhduttimessa ei ole ylittänyt 12 astetta vuorokausikeskiarvona eikä nousunopeus ole ylittänyt 8 astetta tuntikeskiarvona. Siksi erillistä tehostettua, lämpötilan ja klorofyllipitoisuuden seurantaa ei ole tarvinnut toteuttaa.

Taulukko 4-1. Kymijärven voimalaitoksilta vesistöön johdettu jäähdytysvesikuorma ja sen arvioitu vaikutus Vesijärvessä, mikäli lämpökuorma olisi siirretty kerralla vesistöön.

Vuosi	Jäähdytys-vesimäärä, milj. m^3	Vesistöön johdettu energia, TJ	Enonselän lämpötilan nousu, °C	Koko Vesijärven lämpötilan nousu,°C
2001	68,7	2 072	2,8	0,7
2002	59,7	1 623	2,2	0,6
2003	84,4	2 877	3,9	1,0
2004	78,1	2 533	3,4	0,9
2005	52,2	508	0,7	0,2
2006	80,0	2 061	2,8	0,7
2007	68,3	1 117	1,5	0,4
2008	51,2	631	0,9	0,2
2009	68,8	1 001	1,4	0,4
2010	61,0	1 071	1,5	0,4
2011	59,0	1 246	1,7	0,4
2012	47,4	910,8	1,2	0,3
2013	76,0	1 293	1,8	0,5
2014	74,6	878	1,2	0,3
2015	80,0	600	0,8	0,2
2016	63,0	519	0,7	0,2
2017	55,0	278	0,4	0,1
2018	60,0	807	1,1	0,3

4.1 Laimennus- ja huuhteluveden johtamien

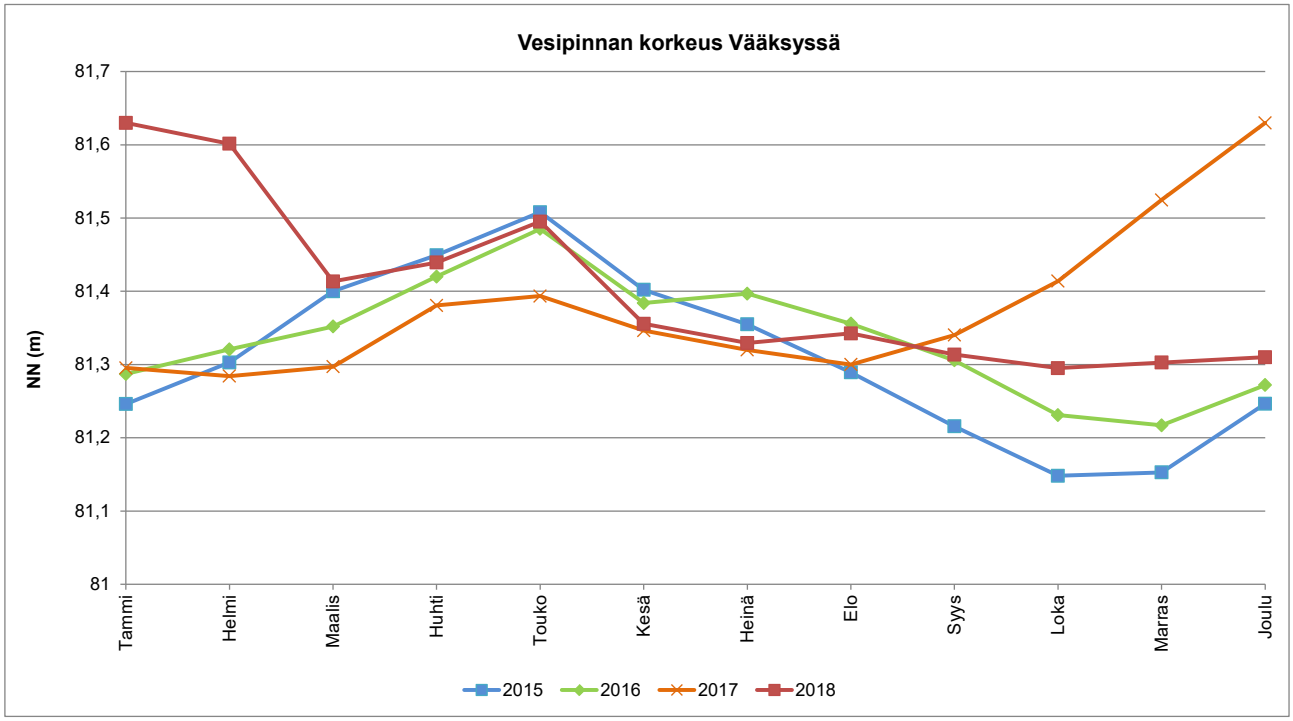
Lahti Aqua Oy:n nykyisen jätevesien johtamisluvan mukaan Porvoonjoen virtaama Ali-Juhakkalassa tulee olla ilman Lahden kaupungin jätevesiä vähintään 1 m^3/s. Lisäksi Porvoonjoen happipitoisuus Lahden Ala-Okeroisten ja Orimattilan Virenojan Myllykulman välillä tulee olla vähintään 4 mg/l (7 havaintopaikkaa). Molemmat ehdot täytetään johtamalla tarvittaessa laimennusvettä Vesijärvestä Porvoonjokeen, minkä lisäksi Porvoonjoessa on myös ilmastuspatoja, jotka hapettavat vettä.

Lahti Aqua Oy otti Vesijärvestä Porvoonjokeen laimennusvettä yhteensä 7,7 milj. kuutiota vuonna 2018, mikä oli lähes kolminkertainen määrä vuoteen 2017 verrattuna (kuva 4-1). Kariniemen purkutunnelin huuhteluun Vesijärven vettä ei vuonna 2018 käytetty.

Vuonna 2018 johdetun veden määrä oli 1,2 % Vesijärven tilavuudesta ja vastasi 7,1 senttimetrin vesikerrosta järvessä. Tunnelin huuhteluveden tai laimennusveden otto ei vaikuta suoraan vedenkorkeuksiin, koska Vesijärveä säännöstellään Vääksynjoessa. Vääksyssä keskivesipinta oli 81,40 m (NN) vuonna 2018 (kuva 4-2). Vesi oli alkuvuodesta korkeammalla kuin edellisvuosina ja maalis-syyskuussa tavanomaisella korkeudella. Loka-joulukuussa vesipinta oli 81,3 m.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1000 m3/a	2 340	1 955	2 160	2 076	375	926	391	166	241	930	460	116	1170	3109	4223	5544	2814	7723

Kuva 4-1. Vesijärvestä Porvoonjokeen johdetut vesimäärät vuosina 2001–2018



Kuva 4-2. Vesijärven keskivedenpinnan korkeus Vääksyssä vuosina 2014–2018

5. ENONSELKÄ

Enonselän vedenlaatua on tarkkailtu kaikkiaan 7 havaintopaikalla vesinäyttein ja lisäksi automaattisten mittausasemien avulla. Enonselän alueella sijaitsevat hapettimet (8 kpl) vaikuttavat vedenlaatuun selvästi Lankiluodon, Kiikkulan ja Satama 33:n (Myllysaari) pisteillä. Enonsaaren luoteispuolella olevan hapettimen vaikutus näkyy vaihtelevasti Isosaaren näytepisteen veden laadussa.

5.1 Yleinen vedenlaatu

Enonselän päällysveden pH oli vuonna 2018 keskimäärin pH 7,6–7,9 ei näytteenottopisteillä (taulukko 7). Korkeimmat pH-arvot todettiin heinäkuussa. Lankiluodosta heinäkuun alussa mitattu pH 9,1 oli tarkkailuvuoden emäksisin arvo. Kuun lopulla Lankiluodon, Kahvi- ja Kaksossaaren pisteillä happamuus vaihteli välillä pH 8,8 - 8,9. Elokuussa arvot olivat hieman laskeneet. Isosaaressa todettiin vasta lokakuussa emäksinen, pH 8,4 –arvo. Talvikaudella pH oli Enonselällä pinnassa pH 7,5-7,6. pH-arvon lasku pohjaa kohti oli selvästi havaittavissa.

Alkaliteetin vaihtelut Enonselällä olivat tyypillisesti hyvin pieniä ja seurasivat happamuuden muutoksia. Talvella alkaliteetti nousi pohjaa kohti: pinnassa todettiin tasolla 0,56 – 0,58 mmo/l olevia arvoja ja pohjassa 0,6 -0,64 mmo/l. Kesäkerrostuneisuuden aikaan alusveden alkaliteetti oli voimakkain Lankiluodon, Kiikkulan ja Sataman alueilla, missä alkaliteetti oli pinnassa tasolla 0,6 mmo/l ja pohjassa 0,68 mmo/l, Lankiluodossa jopa 0,91 mmol/l. Kuten aiemminkin, alkaliteetti oli suurin lähinnä Lahden kaupunkialueita, ja pieneni Siikasalmea kohti.

Enonselän väriluku oli pinnassa yleensä 20 mg Pt/l ja kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) hieman yli 5,0 mg/l, mikä kuvaa vähähumuksista vesistöä. Syvänteissä tummimmat väriluvut, 40 - 80 mgPt/l, mitattiin elokuussa. Isosaaren syvänne oli elokuussa hapeton, mikä heijastui voimakkaasti alusveden laatuun. Alusvesi oli ruskeaa, rauta-, mangaani- ja humuspitoista ja ravinteita oli runsaasti.

Sameusarvoa vaihtelivat pinnassa levätuotannon myötä ja pohjassa happitilanteen mukaan. Korkeimmat sameusarvot olivat 7-8 NTU sekä pinnassa että pohjassa. Talvella pohjanläheinen sameus nousi 4 NTU:hun, kun pinnassa oli yleisesti alle 1 NTU:n arvoja.

Näkösyvyys oli heikoimmillaan 0,6 m Kahvisaaren pisteellä heinäkuun alussa. Samanaikaisesti Lankiluodosta ja Kaksossaarten pisteeltä mitattiin näkösyvyydeksi 1,5—1,6 m. Elokuun lopulla näkösyvyys Enonselällä oli laajoilla alueilla 1,2 – 1,3 m. Suurin näkösyvyys, 4,0 m, mitattiin Lankiluodosta tammikuussa.

Mangaanin pitoisuus päällysvedessä oli talvella yleisesti tasolla alle 5 µg/l ja kesällä 20–40 µg/l. Elokuussa päällysveden mangaanipitoisuudet nousivat: Siikasalmesta mitattiin 93 µg/l mangaania ja muista Enonselän pisteiltä noin 50 µg/l. Syvänteiden mangaanin pitoisuudet olivat erittäin huonon happitilanteen aikaan jopa 4600 µg/l (Lankiluoto, 8.8.2018). Talvella ja täyskierron aikaan mangaanipitoisuus pohjan läheisyydessä oli yleensä 10 -100 µg/l.

Talvikaudella rautaa oli pinnassa yleensä noin 50 µg/l. Maaliskuussa Isosaaren syvänteessä rautaa oli 490 µg/l pohjan läheisyydessä hapettomuudesta johtuen. Avovesikaudella päällysveden rautapitoisuus oli korkeimmillaan 170 µg/l Siikasalmessa kun muualla pitoisuus oli tasolla 120 -130 µg/l. Alusveden korkeimmat rautapitoisuudet olivat Lankiluodossa 520 µg/l heinäkuussa ja 400 µg/l Sataman syvänteessä elokuussa.

Kiintoainepitoisuudet olivat maaliskuussa koko vesipatsaassa alle 2 mg/l. Elokuussa Kahvisaaren kiintoainepitoisuus oli korkein 6,6 mg/l vesipatsaan keskiarvona.

Sähkönjohtavuuden arvot olivat varsin tasaisesti 11–12 mS/m koko Enonselän vesialueella (taulukko 7). Suurimmillaan, 13 -14 mS/m, sähkönjohtavuus oli heinä – ja elokuussa Lankiluodon syvänteen alusvedessä. Vertikaalinen vaihtelu oli yleensä erittäin pientä ja korreloi alkaliteetin ja kloridin kanssa.

Kloridin pitoisuudet olivat suurimmat, yli 8 mg/l, talvella syvänteissä ja lähempänä kaupunkialueita. Avovesiaikana lähinnä kaupunkialueita olevilla pisteillä todettiin hieman suurempia pitoisuuksia kuin Isosaaren tai Siikasalmen pisteillä. Vuonna 2018 alueelliset erot olivat kuitenkin hyvin pieniä.. Tyypillisesti kloridia oli Enonselällä 7 – 8 mg/l.

Taulukko 5-1. Vesijärven Enonselän havaintopaikkojen keskimääräinen vedenlaatu 1 m näytteissä v. 2018. Havaintojen määrä (n) on koko vuodelta, mutta analyysivalikoima vaihtelee näytekerroittain.

Paikka	n / vuosi	Sameus, NTU	Väri	pH	Sähk.johtavuus mS/m	Alkali-teetti mmol/l	Kem.hapenkulutus mg/l	Kloridi mg/l	Mang-aani mg/l	Rauta mg/l
Kahvisaari	7	3,2	20	7,9	12	0,59	4,9	7,8	36	90
Kaksos-saaret	7	3,3	20	7,9	12	0,59	5,6	7,8	40	74
Satama	4	3,1	22	7,7	11	0,58	5,6	7,5	25	89
Kiikkula	4	2,8	19	7,7	11	0,58	5,4	7,5	28	82
Lankiluoto	13	3,1	25	7,9	11	0,57	5,5	7,4	22	83
Isosaari	4	2,7	19	7,9	12	0,60	5,3	7,4	23	69
Siikasalmi	4	3,1	22	7,6	11	0,57	5,5	7,4	39	88

5.2 Happitilanne

Vesijärven happitilannetta on tarkasteltu perusteellisesti erillisissä vuosittaisissa hapetusraporteissa (Vesi-Eko Oy 2013 - 2018).

Enonselää Myllysaaren. Kiikkulan, Lankiluodon ja Enonsaaren syvänteen hapetinlaitteet käynnistettiin helmikuun puolivälissä (14.-16.2.2018).

Tammikuun 31.päivä velvoitetarkkailutulosten mukaan Lankiluodon alusveden happitilanne oli vielä tyydyttävä, kun hapen kyllästysaste pohjan läheisyydessä oli vielä 48 %. Maaliskuussa, jolloin hapetin oli toiminnassa, alusveden hapen kyllästysaste oli 59 % Lankiluodossa, 39 % Isosaaren syvänteessä ja 65 % Sataman (Myllysaaren syvänteessä).

Hapettimet pysäytettiin toukokuun alkupuolella, minkä jälkeen 22.5. otettiin ensimmäiset happinäytteet pinnasta ja pohjasta. Tuolloin syvänteet olivat jo alkaneet kerrostua ja ensimmäiset merkit leväkasvusta olivat havaittavissa: Lankiluodossa happea oli pohjassa 10 mg/l (80 %), ja pinnan (1 m) 113 % hapen kyllästysaste johtuu todennäköisesti voimustuneesta levätuotannosta.

Lankiluodon syvänteessä happipitoisuus laski hitaasti kesänaikana: juhannuksen jälkeen pohjan läheisen vesikerroksen hapen kyllästysaste oli 35 % ja heinäkuun puolivälissä alle 5 % (4,1 mg/l). Elokuussa hapen vajaus ilmeni jo 10 m näytteessä, jossa happea oli 1,9 mg/l. Myös Isosaaressa ja Kiikkulan syvänteessä tilanne oli hyvin samanlainen. Elokuussa alusvesi oli Enonselän syvänteissä lämmintä, 14 – 16 °C.

Enonselän mittauslaitteiden aineiston mukaan täyskierto alkoi 25. - 26.syyskuuta. Lokakuun täyskieron aikaan vesipatsaan lämpötila oli 7 °C, ja hapenkyllästysaste hyvä, 85 %.

Enonselän itärannan matalilla näytepisteillä (Kahvisaari 40 ja Kaksossaaret 43) happitilanne oli vuonna 2018 hyvä aiempien vuosien tapaan.

5.3 Ravinnepitoisuudet Enonselällä

5.3.1 Fosfori

Pintaveden fosforipitoisuudet vaihtelivat Enonselän näytepisteillä välillä 24–31 µg/l kasvukauden keskiarvoina (taulukko 5-1). Talvella 2018 fosforipitoisuus vaihteli pinnassa välillä 18 – 22 µg/l. Kokonaisfosforipitoisuuden perusteella vuosi 2015 oli rehevin. Muiden tarkastelujakson vuosien välillä ei ole mainittavaa eroa fosforipitoisuudessa.

Taulukko 5-2. Vesijärven Enonselän näytepisteiden keskimääräisiä fosforipitoisuuksia 1 m näytteissä avovesikaudella vuosina 2013–2018.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Kahvisaari 40	26	26	31	29	30	32
Kaksossaaret 43	21	27	29	29	28	32
Kiikkula 8	32	30	35	31	26	28
Lankiluoto 10	25	26	30	26	26	26
Satama 33	27	28	37	27	28	29
Isosaari 6	28	30	36	28	29	25
Siikasalmi 23	27	27	33	22	23	**26**
Keskiarvo	**26**	**27**	**32**	**27**	**27**	**28**

Lankiluodossa alusveden fosfori- ja fosfaattifosfori kohosivat lievästi jo tammikuussa, jolloin 54 % alusveden fosforista oli fosfaattimuotoista. Maaliskuussa hapetus rajoitti fosforin liukenemista sedimentistä, mutta fosfaattifosforin osuus oli noussut 61 %:iin.

Vuoden 2018 talvella fosforin vapautumien sedimentistä oli vähäistä. Suurimmat alusveden pitoisuudet todettiin tammikuussa Lankiluodosta, 41 µg/l ja maaliskuussa Isosaaren syvänteestä, 42 µg/l.

Toukokuussa matalammat Enonselän alueet olivat fosforin suhteen tasalaatuisia, mutta syvännepisteillä ilmeni jo fosforin nousua alusvedessä. Ero pintaa verrattuna oli suurin, 13 µg/l, Lankiluodossa. Kesäkuussa ero kasvoi, ja juhannuksen jälkeen se oli 31 µg/l. Pohjan läheisessä vesikerroksessa fosforia oli 56 µg/l, josta 60 % oli fosfaattifosforina. Lankiluodossa alusveden fosforipitoisuus pysyi heinä-elokuussa suhteellisen pienenä: 50 - 77 µg/l. Elokuussa fosfori oli kerrostunut 15 m syvyyteen: sen pitoisuus oli 80 µg/l ja fosfaattifosforin pitoisuus oli 71 µg/l. Mittaustulos on hieman epäilyttävä, mutta se vastaa mm Sataman syvänteen pitoisuustasoa ja fosforipitoisuutta Enonselän 10 - 15 m syvillä vesialueilla. Läheisen Kiikkulan syvänteen suurin alusveden fosforipitoisuus oli 74 µg/l.

Kahvi- ja Kaksossaarten alueella fosforia oli heinäkuussa vaihtelevasti 19 -37 µg/l ja elokuussa taso nousi 35 – 40:een µg/l.

Siikasalmessa touko ja lokakuussa fosforipitoisuus oli noin 20 µg/l. Korkeimmat, 40 - 48 µg/l, olevat pitoisuudet todettiin elokuussa

Lokakuussa vesipatsas oli tasalaatuinen ja fosforia oli Enonselällä 21 - 36 µg/l. Lankiluodossa fosfaattifosforia oli erittäin vähän, alle 4 µ/l.

5.3.2 Enonselän tilavuuspainotettu fosforipitoisuus

Enonselän talviaikaisen tilavuuspainotetun fosforin pitoisuus on vakiintunut vuoden 2015 jälkeen. Pitoisuustaso on ollut 22 - 24 µg/l, ja maaliskuussa 2018 tilavuuspainotettu fosforipitoisuus oli 23 µg/l. Kesäaikainen tilavuuspainotettu fosforipitoisuus nousi elokuussa 2018 voimakkaasti edellisvuosiin verrattuna, ja se oli 51 µg/l. Pitoisuustasoa nostivat eniten 5-10 m ja 10 -15 m syvyyksistä todetut kohonneet fosforipitoisuudet. Ero talvi- ja kesäajan tilavuuspainotteisen fosforin pitoisuudessa kasvoi voimakkaasti edellisvuosiin verrattuna ja oli 28 µg/l (liite 2).

5.3.3 Typpi

Enonselän 1m näytteiden keskimääräiset typpipitoisuudet olivat 430 – 488 µg/l, mikä oli korkeampi taso kuin vuonna 2017 (377 – 416 µg/l). Talvella pinnassa oli typpeä enimmillään 470 - 480 µg/l ja suurin pohjanläheinen pitoisuus, 1200 µg/l mitattiin maaliskuussa Isosaaren syvänteestä. Lankiluodossa koko vesipatsaassa nitraattitypen pitoisuus oli kohonnut. Maaliskuussa pinnassa oli nitraattityppeä 120 µg/l ja pohjassa 280 µg/l. Pitoisuus oli noin 39 % kokonaistypen määrästä. Ammoniumtyppeä oli eniten pohjan läheisyydessä, 83 µg/l. Typen fraktiot määritettiin tarkkailuohjelman mukaisesti ainoastaan Lankiluodon pisteeltä.

Toukokuun lopulla vesipatsas Enonselällä oli jo lievästi kerrostunut typen osalta: pinnasta mitattiin 410 – 450 µg/l –pitoisuuksia, mutta pohjanläheisyydessä jo 520 – 630 µg/l – pitoisuuksia. Lankiluodossa nitriittityppeä todettiin erittäin vähän. Pohjanläheisyydessä nitraattityppeä oli enemmän kuin ammoniumtyppeä.

Kesäkuussa Enonselän päällysveden typpipitoisuuksissa ei ilmennyt suurta alueellista vaihtelua. Pinnassa typpeä oli noin 420 µg/l kuun alussa ja kuun lopussa Lankiluodossa 460 µg/l. Happitilanteen heiketessä alusveden kokonaistypen ja ammoniumtypen pitoisuudet nousivat: juhannuksen jälkeen Lankiluodon alusveden typpipitoisuus oli 750 µg/l ja ammoniumtypen pitoisuus 300 µg/l. Heinäkuussa kokonaistyppeä oli jo 1000 µg/l, josta 43 % oli ammoniummuotoista. Elokuussa ammoniumtypen osuus oli noussut jo 66 %:iin.

Elokuussa päällysveden typpipitoisuudet olivat 440 - 470 µg/l Kahvi- ja Kaksossaarten alueella. Kaksossaaren ja Lankiluodon alueilla typpipitoisuus nousi elokuun lopulla ja oli 640 µg/l. Sataman ja Kiikkulan syvänteissä alusveden typen pitoisuus oli 760 µg/l ja Isosaaren syvänteessä 830 µg/l.

Lokakuussa vesipatsas oli tasalaatuinen ja typpeä oli noin 350 - 420 µg/l. Epäorgaanisen typen pitoisuudet Lankiluodossa jäivät alle määritysrajan.

5.3.4 Enonselän tilavuuspainotettu typpipitoisuus

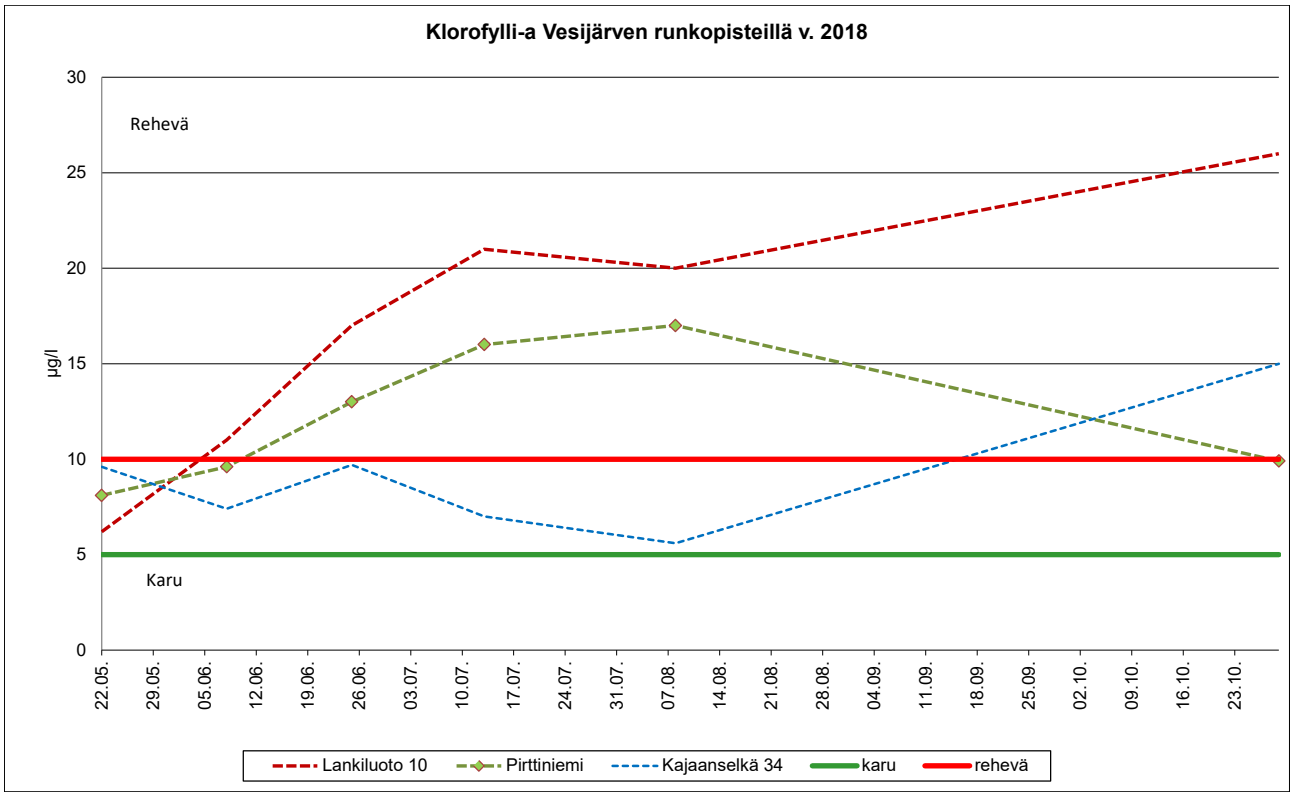
Kokonaistypen tilavuuspainotettu pitoisuus Enonselällä oli 540 µg/l maaliskuussa ja 540 µg/l elokuussa 2018. Tilavuuspainotetut pitoisuudet olivat vuoteen 2017 verrattuna maaliskuussa 69 µg/l ja elokuussa 140 µg/l suurempia. Edellisen kerran sekä talvi- että kesäaikainen tilavuuspainotettu typen pitoisuus oli yli 500 µg/l vuonna 2013. 1990 –luvulta lähtein tilavuuspainotettu typpipitoisuus on pysynyt tasolla 500-600 µg/l. Kokonaisuutena tilavuuspainotetun typen pitoisuustrendi vuodelta 1982 alkavassa aikasarjassa on laskeva (liite 3).

5.4 Enonselän levätuotanto ja rehevyys

Lankiluodon kokonaisravinnesuhteet muuttuivat kesän aikana. Alkukesä oli voimakkaammin fosforirajoitteinen, N/P suhde >17 ja loppukesä yhteisrajoitteinen, N/P –suhde 12-16. Avovesikauden keskiarvona kokonaisravinnesuhde oli 19, mikä kuvaa fosforirajoitteisuutta (liite 4).

Vuonna 2018 Lankiluodossa ei klorofyllipitoisuudessa tai kasviplanktonin biomassan määrässä todettu normaalia kesäajan minimi-maksimi vaihtelua. Klorofyllin määrä kasvoi tasaisesti koko avovesikauden ajan, mutta kasviplanktonin biomassassa ilmeni heinäkuussa selkeä huippu (kuva 5-1, 5-2 ja liite 8).

Toukokuun lopussa klorofyllipitoisuus oli 6,3 µg/l ja maksimipitoisuus, 26 µg/l, mitattiin lokakuun lopulla (kuva 5-1). Keskimääräinen klorofyllipitoisuus, 16,9 µg/l, oli suurin sitten vuosien 2002 tai 2009 (taulukko 5-3).



Kuva 5-1. Klorofylli-a:n pitoisuudet Vesijärven runkopisteillä vuonna 2018

Taulukko 5-3. Kasvukauden (avovesikauden) aikaiset tuotantotasoa kuvaavat keskiarvot Enonselän Lankiluodossa (10) vuosina 2002–2018. Vuodesta 2007 alkaen kasviplanktonin laskenta perustuu SYKE:n antamiin biovolyymeihin.

Vuosi	Kokonais-typpi µg/l	Kokonais-fosfori µg/l	N/P	Klorofylli-a µg/l	Kasviplanktonin biomassa µg/l
Lankiluoto 10, Enonselkä	1 m	1 m	1 m	2* näkösyvyys kokoomanäyte	
2002	544	26	21	17	2 770
2003	547	24	26	9,6	1 840
2004	537	27	20	12	3 360
2005	484	26	19	8,8	2 100
2006	440	23	19	10,2	2 550
2007	457	24	19	10,6	965
2008	464	34	15	11,8	2 680
2009	514	30	17	28[1]	3 754
2010	446	25	18	7,2	1971
2011	437	22	20	9,2	1 482
2012	491	28	19	10,6	1 240
2013	486	25	21	12,6	1 416
2014	431	26	18	6,2	999
2015	416	28	16	10,7	1 466
2016	434	26	19	8,2	1 841
2017	416	28	15	11,3	1 544
2018	493	26	19	16,9	3 077

[1] Lankiluodon klorofylli-a:n korkea keskiarvo johtuu toukokuun ja elokuun pitoisuuksista: 32 µg/l ja 76 µg/l

5.4.1 Lankiluodon kasviplankton vuosina 2013 - 2018

Lankiluodon kasviplanktonin vuotuinen biomassa on ollut tarkastelujaksolla keskimäärin 1000 - 1800 µg/l, mikä kuvaa keskirehevää vesistöä. Vuonna 2018 kasviplanktonin keskimääräinen biomassa oli huomattavasti korkeampi, 3 100 µg/l, kuin aiemmin. Biomassa kuvaa rehevää vesistöä. Taksonien lukumäärä oli tarkastelujakson korkein ja TPI-indeksi toiseksi korkein vuonna 2018. Haitalliset sinilevät runsastuivat voimakkaasti heinäkuun 2018 alkupuolella (taulukko 5-4, liite 7.1 ja 12).

Alhaisin keskimääräinen biomassa ja planktontrofiaindeksi (TPI-indeksi) oli vuonna 2014. Vastaavasti korkeita arvoja todettiin vuonna 2016, jolloin haitallisia sinileviä oli lähes puolet kasviplanktonbiomassasta. Vuoden 2018 TPI-indeksi, 1,8, oli samaa tasoa kuin vuonna 2016, ja sinileviä oli 40 % kasviplanktonin biomassasta.

Taulukko 5-4. Kasviplanktonin tunnuslukuja Enonselän Lankiluodossa 2013–2018.

Pvm	Kokonais-biomassa (µg/l)	Taksoni lkm	Haitallisten sinilevien %-osuus	TPI	Pvm	Kokonais-biomassa (µg/l)	Taksoni lkm	Haitallisten sinilevien %-osuus	TPI
15.5.13	2904	39	0,2	1,85	3.5.16	1149	45	22	1,72
3.6.13	1022	54	3	1,13	6.6.16	804	62	61	1,99
20.6.13	410	44	0,24	-1,4	27.6.16	3060	65	81	2,11
28.7.13	näyte puuttuu				19.7.16	3445	85	71	2,01
13.8.13	1728	64	41	2,12	11.8.16	näyte tuhoutui			
3.10.13	1018	70	19	1,65	1.11.16	750	56	1,6	1,7
karvo	**1416**	**54**	**12,6**	**1,07**	**karvo**	**1842**	**63**	**47**	**1,91**
yhteensä	**7081**				**yhteensä**	**9208**			
9.5.14	2714	46	0,07	0,12	2.5.17	1184	54	0,3	-1,97
2.6.14	390	40	1,52	-1,42	7.6.17	1658	66	0,9	1,66
25.6.14	560	46	2,56	-1,41	27.6.17	1521	69	18	2,43
22.7.14	709	57	1,58	1,42	20.7.17	2231	65	18	2,7
21.8.14	739	84	22,5	2,54	14.8.17	1350	96	15	2,16
13.10.14	885	61	2,01	1,78	31.10.17	1320	59	65	2,03
karvo	**1000**	**56**	**5**	**0,5**	**karvo**	**1544**	**68**	**20**	**1,5**
yhteensä	**5997**				**yhteensä**	**9263**			
29.4.15	497	37	0,03	-0,8	22.5.18	562	62	4,5	0,28
7.7.15	838	52	0,63	1,17	8.6.18	1369	84	8,5	1,50
18.6.15	986	45	6,61	0,26	25.6.18	2539	106	31	1,96
28.7.15	1921	77	15,3	1,95	13.7.18	5757	85	51	2,23
10.8.15	2110	81	16,9	1,99	8.8.18	4165	83	53	2,91
7.10.15	2444	71	22,3	2,22	29.10.18	4069	41	89	2,00
karvo	**1466**	**61**	**10,3**	**1,13**	**karvo**	**3077**	**77**	**40**	**1,81**
yhteensä	**8795**				**yhteensä**	**18462**			

5.4.2 Lajisto vuonna 2018

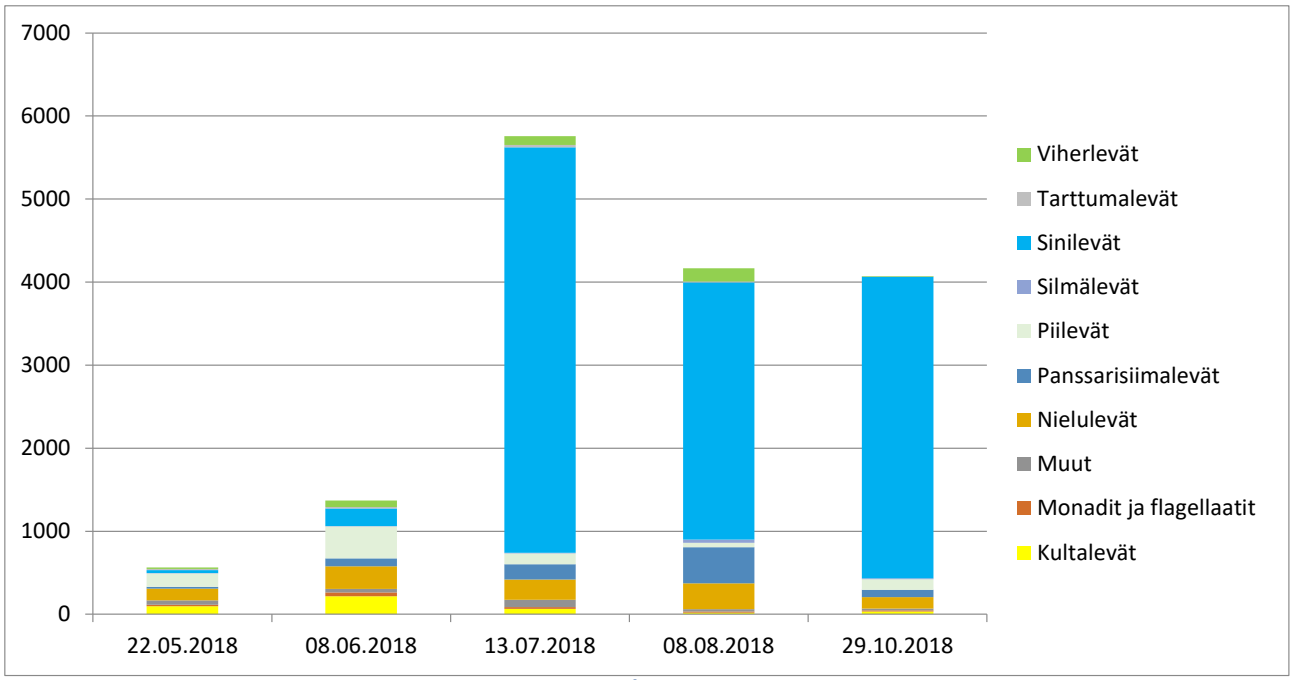
Toukokuun alussa kasviplanktonbiomassa oli 560 µg/l. Piileviä oli 29 %, nieluleviä oli 25 % ja kultaleviä 17 % kasviplanktonin biomassasta (kuva 5-2, liite 7.1). Piilevistä vallitseva laji oli *Asterionella formosa* 6 % biomassaosuudella. Yleisin nielulevä oli *Plagioselmis nannoplanctica*, jota oli 17 % biomassasta.

Kesäkuussa alussa kasviplanktonia oli 1 370 µg/l ja loppukuussa 2 540 µg/l. Piilevien osuus väheni kesäkuun aikana sinilevien runsastuessa. Runsain piilevälaji oli *Aulacoseira islandica,* jota oli 7 - 8 % biomassasta. Sinilevät Oscillatoriales ja *Anabaena* spp vallitsivat kesäkuun alussa, mutta juhannuksen jälkeen valtalaji oli *Planktothrix agardhii.* Laji on maksatoksiineja tuottava, ja sen osuus biomassasta oli 23 %.

Heinäkuun puolivälissä kasviplanktonin biomassa oli 5 760 µg/l, ja siitä 85 % oli sinilevää. Valtaljia, *Planktothrix prolifica* cf., oli 31 % ja eri *Anabaena* –lajeja oli 37 %. Maksatoksiineja tuottavia *Dolichospermum* –lajeja todettiin jonkin verran.

Elokuussa sinilevien osuus biomassasta oli 74 % ja panssarisiimalevien 10 %. Yhteensä kasviplanktonia oli 4 170 µg/l. *Aphanizomenon klebahnii* –sinilevä oli runsain, 45 % biomassaosuudella. Myös *Planktothrix* spp – lajeja esiintyi. Panssarisiimalevät olivat etupäässä *Ceratium* –suvun lajeja.

Lokakuussa sinilevien biomassaosuus oli 89 % ja valtalaji oli *Planktothrix agardhii* (88 %). Nieluleviä, panssarisiimaleviä ja piileviä oli kutakin 2 - 3 % kasviplanktonin biomassasta. Lokakuussa kasviplanktonbiomassaa oli 4 070 µg/l.



Kuva 5-2. Kasviplanktonin biomassa (µg/l = mg/m^3) v. 2018 Enonselän Lankiluodossa

6. KOMONSELKÄ

6.1 Yleinen vedenlaatu ja happitilanne

Komonselän Pirttiniemen vesi oli tyypillisesti lievästi sameaa sekä humuksen ja raudan hieman rusehtavaksi värjäämää (taulukko 6-1). Pirttiniemelle on tyypillistä humus- ja kloridipitoisemman veden kertyminen pintaan erityisesti talvella. Kesällä nämä erot tasoittuvat.

Talvella alusveden hapen kyllästysaste oli vielä 30 – 40 %, eikä merkittävää ravinteiden tai raudan ja mangaanin vapautumista sedimentistä todettu. Alusveden samentuminen oli lievää.

Veden happamuus ja johtokyky Pirttiniemessä ovat Vesijärvelle ominaisia. pH-arvot vaihtelivat välillä 7,1 – 8,8. Emäksisin arvo, pH 8,8 todettiin heinäkuussa. Veden hapenkyllästysaste pinnassa oli tuolloin 124 %, mikä oli voimakkaan leväkasvun aiheuttamaa. Alusveden heikoin happitilanne todettiin vasta elokuussa, jolloin kyllästysaste oli 19 %. Happamuuden muutos vesipatsaassa heijastui myös alkaliteettiin: pinnassa alkaliteetti oli tyypillisesti 0,56 mmol/l, pohjan läheisyydessä korkeimmillaan 0,62 -0,64 mmo/l.

Alkaliteetti vaihteli Pirttiniemessä maalikuun maksimista, 0,61 mmol/l elokuun minimiin 0,53 mmo/l.

Taulukko 6-1. Komonselän Pirttiniemen (5) yleinen vedenlaatu keskimäärin 1 m näytteissä vuosina 2013–2018.

Vuosi	Sameus, NTU	Väri-luku, mgPt/l	pH	Johto-kyky, mS/m	Alkali-teetti, mmol/l	CODMn, mg/l	Kloridi, mg/l	Mang-aani, µg/l	Rauta, µg/l
2013	2,5	21	7,8	11	0,57	5,3	7,4	19	98
2014	3,2	19	7,6	11	0,59	5,0	7,2	18	163
2015	2,9	19	7,7	11	0,54	4,7	7,0	17	97
2016	3,0	16	7,7	11	0,55	4,6	7,0	18	92
2017	2,7	14	7,7	11	0,55	4,3	7,1	18	84
2018	3,2	21	7,7	11	0,56	5,1	7,0	26	97

6.2 Komonselän levätuotanto ja rehevyys

Talvella Pirttiniemen näytepisteen typen pitoisuus pinnassa oli 400 - 460 µg/l ja pohjassa sitä oli 510 µg/l. Typestä 20 – 40 % oli nitraattimuoista. Nitriittityppeä ei talvella todettu, ja ammoniumtypen pitoisuudet olivat pieniä, alle 23 µg/l. Fosforipitoisuus oli talvella noin 20 µg/l, ja siitä noin puolet oli fosfaattifosforina

Avovesiaikana kokonaistypen pitoisuudet vaihtelivat jonkin verran. Alkukesästä pitoisuudet olivat noin 400 µg/l, eivätkä vertikaaliset erot olleet merkittäviä. Heinä-elokuussa pitoisuustaso nousi, mutta selvää kerrostuneisuutta ei muodostunut. Epäorgaanisen typen pitoisuudet olivat erittäin pieniä. Elokuussa alusvedestä mitattiin korkein ammoniumtypen pitoisuus, 210 µg/l. Happitilanne oli tuolloin heikentynyt.
Typpeä Pirttiniemen pintavedessä oli vähiten lokakuussa, 340 µg/l ja epäorgaaninen typpi oli täysin tuottaviin leviin sitoutunutta.

Avovesiaikana päällysveden keskimääräinen fosforipitoisuus oli 22 µg/l, joten Pirttiniemen havaintopiste Komonselällä oli luokiteltavissa jo lievästi reheväksi (mesotrofia). Keskiarvoa nosti elokuun 2018 alussa todettu 31 µg/l -pitoisuus. Kokonaisravinnesuhteen perusteella Komonselkä oli fosforirajoitteinen, kun N/P –suhdeluku oli 20 (taulukko 6-2).

Komonselällä levätuotannon minimi, 8,1 µg/l oli toukokuussa ja maksimi, 17 µg/l, elokuun alussa. Muulloin klorofylli-a:n pitoisuus oli 9,6 - 16 µg/l ja kauden keskiarvo 12,3 µg/l (kuva 5-1, liite 5).

Taulukko 6-2. Kasvukauden (avovesikauden) aikaiset tuotantotasoa kuvaavat keskiarvot Komonselän Pirttiniemessä 2002–2018. Vuodesta 2007 alkaen kasviplanktonin laskenta perustuu SYKE:n antamiin biovolyymeihin.

Vuosi	Kok.N, µg/l	Kok.P, µg/l	N/P	Klorofylli-a, µg/l	Kasviplanktonin biomassa, µg/l
	1 m	1 m		2*näkösyvyys,	kokoomanäyte
2002	517	22	19	12,3	2 500
2003	465	19	23	8,5	1 940
2004	470	20	24	9,9	2 700
2005	430	23	19	7,0	2 080
2006	413	20	20	10,3	2 410
2007	378	20	19	9,5	986
2008	423	30	15	9,6	1 627
2009	435	25	17	8,2	1 614
2010	393	21	19	7,7	1 697
2011	398	17	22	6,6	1 199
2012	468	25	19	9,2	1 840
2013	456	21	22	8,3	1 080
2014	407	21	20	6,7	1 331
2015	376	21	19	6,6	1 388
2016	375	19	21	5,6	1 283
2017	383	22	17	7,7	1 493
2018	440	22	20	12,3	2 418

6.3 Kasviplankton Komonselän Pirttiniemessä vuosina 2013 - 2018

Komonselän Pirttiniemen kasviplanktonin biomassa oli vuonna 2018 korkea, 2 400 µg/l, kun viiden edellisvuoden aikana biomassa oli keskimäärin 1 100 -1 500 µg/l. Vesistön rehevyystaso olisi siten noussut keskirehevästä reheväksi (taulukko 6-3, liite 9). Myös taksonien lukumäärä kavoi: vuonna 2018 taksoniluku oli 75, kun aiemmin niitä oli 65 - 69 kpl. Haitallisten sinilevien osuus biomassasta laski hieman edellisvuosiin verrattuna. Trofiaindeksien arvoissa oli vuositasolla jopa kolminkertaiset erot. Trofiaindeksin perusteella vuosi 2013 oli kokonaisuutena karuin ja vuosi 2018 rehevin. Vuodet 2016 ja 2017 olivat kokonaisuutena samankaltaisia, vaikka vuodenaikaiserot olivat huomattavat.

Taulukko 6-3. Kasviplanktonin tunnuslukuja Komonselän Pirttiniemessä 2013 - 2018. Kasviplanktonnäyte puuttuu heinäkuulta 2013 ja 2015.

Pvm	Kokonais-biomassa (µg/l)	Taksoni lkm	Haitallisten sinilevien %-osuus	TPI	Pvm	Kokonais-biomassa (µg/l)	Taksoni lkm	Haitallisten sinilevien %-osuus	TPI
15.5.2013	1392	50	0,9	-0,28	3.5.2016	1047	63	16	0,38
3.6.2013	704	66	1,24	-0,86	6.6.2016	596	70	44	1,54
20.6.2013	579	67	4,05	-0,15	27.6.2016	2282	71	67	1,87
28.7.13	näyte puuttuu				19.7.2016	2827	86	59	1,87
13.8.2013	1623	84	41	2,07	8.8.2016	726	66	1,5	0,2
3.10.2013	1109	63	0,97	0,98	1.11.2016	221	36	1,6	-1,67
karvo	**1081**	**66**	**9,6**	**0,35**	**karvo**	**1283**	**65**	**31**	**0,7**
yhteensä	**5407**				**yhteensä**	**7699**			
9.5.2014	2214	58	0,31	-0,61	2.5.2017	2303	50	0,09	-2,05
2.6.2014	550	63	2,23	-0,12	7.6.2017	1220	61	2,2	-0,19
25.6.2014	757	67	7,22	0,7	27.6.2017	1098	81	36	2,47
22.7.2014	1867	76	1,59	0,16	20.7.2017	1275	75	7,7	0,84
21.8.2014	821	80	7,84	1,63	15.8.2017	1319	91	18	1,37
13.10.2014	1778	54	0,26	1,22	31.10.2017	1746	54	79	2,04
karvo	**1331**	**66**	**3,2**	**0,5**	**karvo**	**1493**	**69**	**24**	**0,75**
yhteensä	**7988**				**yhteensä**	**8961**			
29.4.2015	809	59	0,26	-1,25	22.05.2018	925	61	0,9	-0,47
7.7.2015	913	57	0,13	0,26	08.06.2018	1391	96	5,2	1,67
18.6.2015	525	66	7,76	1,13	25.06.2018	1793	107	11	1,44
28.7.2015					13.07.2018	5529	67	57	2,40
10.8.2015	2469	87	22,8	2,69	09.08.2018	3632	76	48	2,64
7.10.2015	2222	57	62,3	2,65	29.10.2018	1237	42	1,3	1,88
karvo	**1388**	**65**	**18,6**	**1,09**	**karvo**	**2418**	**75**	**21**	**1,59**
yhteensä	**6938**				**yhteensä**	**14506**			

6.3.1 Lajisto vuonna 2018

Toukokuussa kasviplanktonin biomassa oli 925 µg/l. Kultaleviä oli 55 % leväbiomassasta. Valtalajia, *Uroglena* spp, oli 43 % leväbiomassasta. Toinen yleinen laji oli *Dinobryon sociale*, jonka biomassaosuus oli 7 %. Piileviä oli 18 % kasviplanktonin biomassasta. Niiden lajimäärä oli suuri, eikä varsinaista valtalajia todettu. Runsaimpana esiintyi *Aulacoseira ambigua* –lajia, jota oli 4 % leväbiomassasta. Nielulevien osuus Komonselän kasviplanktonista oli 12 %. Runsaimpana esiintyi *Plagioselmis nannoplanctica* –lajia, jota oli 9 % leväbiomassasta. Haitallista *Anabaena* –sinilevää oli vähän (kuva 6-1, liite 7.2).

Kesäkuussa leväbiomassa kasvoi hitaasti. Alkukuusta leväbiomassa oli 1400 µg/l ja juhannuksen jälkeen 1800 µg/l. Piilevien osuus leväbiomassasta oli 38 % koko kesäkuun ajan. Alkukuusta runsaimmat lajit olivat *Aulacoseira islandica*, jota oli 15 % leväbiomassasta, ja *Aulacoseira ambigua*, jonka osuus leväbiomassasta oli noin 8 %. Loppukuusta piilevätaksoneiden lukumäärä kasvoi, mutta biosmassaosuudet olivat melko tasaisia. Eupodiscales - lajit, *Aulacoseira ambigua* ja *Stephanodiscus neoastraea* esiintyivät kaikki kasviplanktonissa 5 – 6 %:n biomassaosuudella.

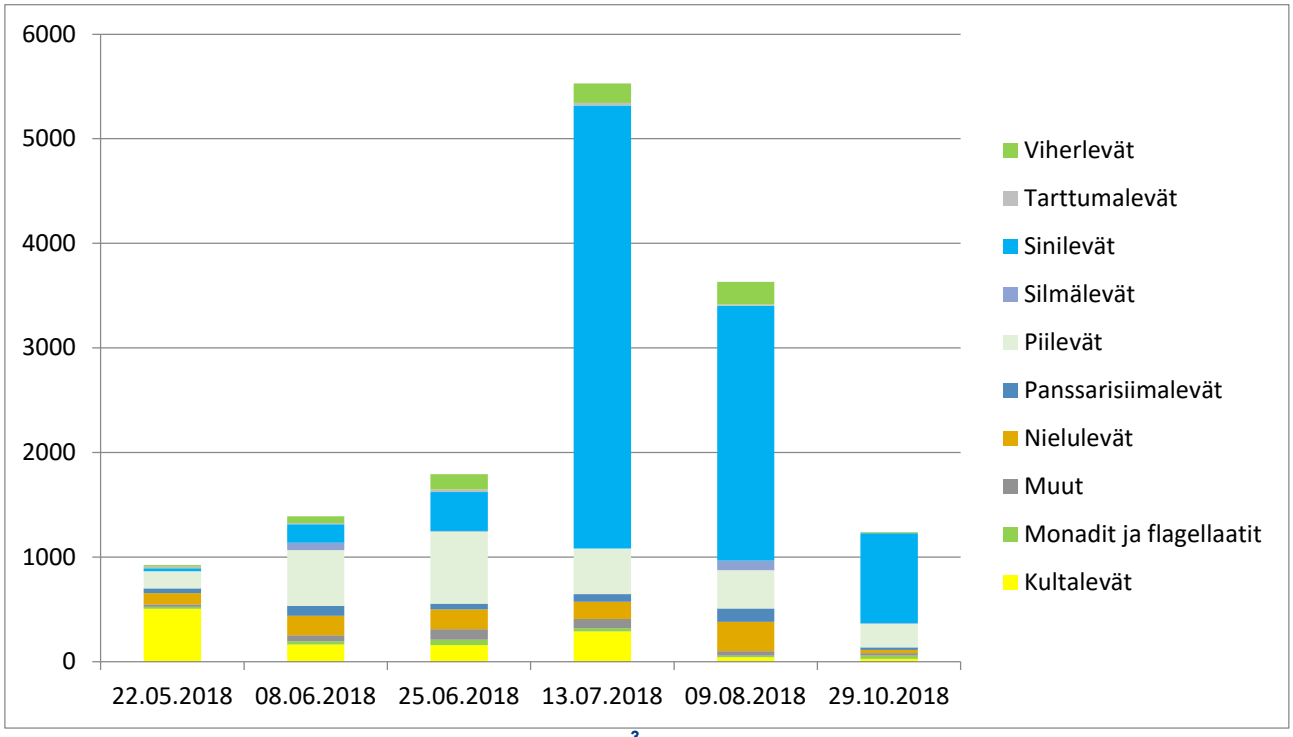
Kulta- ja nielulevien biomassaosuus laski kesäkuun aikana reilusta 10 %:sta sen alle. Kultalevää, Uroglena spp., oli alkukuusta 6 % ja loppukuusta 2 % leväbiomassasta, Nielulevistä yleisimmät olivat erilaiset *Cryptomonadales* –lajit ja *Plagioselmis nannoplanctica.* Niiden osuus leväbiomassasta oli yhteensä noin 8 %. Loppukuusta *Plagioselmis nannoplanctica* oli vallitseva nielulevä.

Sinilevien biomassaosuus nousi kesäkuun alun 13 %:sta loppukuun 21 %:iin. Oscillatoriales lahkon lajit olivat runsaimpia. Myös haitallisia ja mahdollisesti toksisisia *Microcystis, Anabaena* ja *Dolichospermum* –lajeja esiintyi kasviplanktonissa.

Heinäkuussa sinilevien lajikirjo oli runsas ja haitallisia lajeja oli runsaasti. *Planktothrix* – lajeja oli noin 15 %, *Anabaena.* lajeja noin 30 % ja *Cuspidothrix issatschenkoi* (Nostocales) –lajia 10 % leväbiomassasta. Sinilevien osuus oli 77 % kasviplanktonin 5 530 µg/l kokonaisbiomassasta. Kulta-, nielu- ja viherlevien osuus jäi 10 %:iin yhteensä.

Elokuussa leväbiomassaa oli 3600 µg/l, josta 67 % oli sinileviä, 10 % piileviä ja 6 % viherleviä. Sinilevistä *Planktothrix* -lajit ja haitalliset *Anabaena*-lajit olivat edelleen runsaita (10 -15 % biomassaosuus), ja *Aphanizomenon* –lajit olivat runsastuneet. Haitallisen sinilevän, *Aphanizomenon klebahnii cf*. lajin osuus oli 23 % leväbiomassasta. Toksiineja tuottavia *Microcystis* ja *Woronichia* –sinileviä esiintyi hieman. Piilevistä esiintyi eniten *Aulacoseira* –lajeja.

Lokakuussa kasviplanktonin biomassa oli enää 1 240 µg/l, mistä sinileviä oli edelleen 70 %. *Planktothrix* spp.– lajin osuus yksin oli 68 %. Toksisia *Microcystis* ja *Anabaena* –lajeja oli hieman. Piilevien biomassa osuus oli noussut 18 %:iin ja Aulaoseira lajit, mm *Aulacoseira islandica*, olivat runsaimmat ryhmän edustajat.



Kuva 6-1. Kasviplanktonin biomassa (µg/l = mg/m^3) v. 2018 Komonselän Pirttiniemessä

7. KAJAANSELKÄ

7.1 Vaaniansalmi

Vaaniansalmen vesi oli kirkasta, väritöntä ja hajutonta. Väriluku vaihteli talvikauden 10 mg/l kesäajan 20 mg/l (taulukko 7-1). Korkein sameusarvo, 5, 3 NTU mitattiin elokuun alussa. Sähkönjohtavuus oli tasaisesti 10 -11 mS/m, kloridipitoisuus 6,4 – 6,8 mg/l ja alkaliteetti 0,51 – 0,56 mmo/l. Humuksisuus oli voimakkainta toukokuussa kun COD-arvo oli 4,9 mg/l. Heikoin happitilanne pohjassa oli elokuussa, kun hapen kyllästysaste oli 55 %.

Typen korkein pitoisuus, 430 µg/l, mitattiin toukokuussa pohjan läheisestä näytteestä. Vähiten typpeä oli lokakuussa, 320 µg/l, koko vesipatsaassa. Vastaavasti korkeimmat fosforipitoisuudet, 25 µg/l, mitattiin elokuussa ja alhaisin 9 µg/l, maaliskuussa pinnasta.

Talvella mangaania ja rautaa oli vähän. Suurimmat pitoisuudet mitattiin elokuussa, jolloin mangaania oli 50 - 60 µg/l ja rautaa 120 - 170 µg/l.

Aiempiin vuosiin verrattuna, Vaaniansalmen vesi oli sameaa sekä rauta- ja mangaanipitoista (taulukko 7-1).

Taulukko 7-1. Vaaniansalmen vedenlaatu keskimäärin 1 m syvyydessä avovesiaikana v. 2013-2018.

Vuosi	Sameus, NTU	Väri-luku, mgPt/l	pH	Johto-kyky, mS/m	Alkali-teetti, mmol/l	CODMn, mg/l	Kloridi, mg/l	Mang-aani, µg/l	Rauta, µg/l
2013	2,6	17	7,7	10	0,54	4,7	6,3	19	113
2014	2,0	15	7,5	10	0,56	4,4	6,4	21	84
2015	3,1	18	7,7	10	0,52	4,3	6,5	23	118
2016	1,8	11	7,6	11	0,53	4,2	6,6	16	65
2017	2,4	13	7,7	11	0,53	3,9	6,6	16	73
2018	3,6	16	7,6	11	0,53	4,6	6,5	29	123

7.2 Kajaanselän yleinen veden laatu

Kajaanselän syvänteen ja Vaaniansalmen veden laatu ja laadun muutokset ovat hyvin samanlaisia ja samanaikaisia. Vuonna 2018 vesi oli aiempaa sameampaa (vrt taulukot 7-1 ja 72).

Kajaanselän vesi oli avovesiaikana lievästi sameaa ja ruskeaa pienestä humus ja rautamäärästä johtuen. Veden pH oli koholla todennäköisesti normaalia voimakkaammasta leväkasvusta johtuen. Kloridipitoisuudessa on pientä nousua, mutta pitoisuudet ovat edelleen Vesijärven pienimpiä (taulukko 7-2).

Taulukko 7-2. Kajaanselän syvänteen vedenlaatu keskimäärin 1 m syvyydessä avovesiaikana v. 2013-2018.

Vuosi	Sameus, NTU	Väri-luku, mgPt/l	pH	Johto-kyky, mS/m	Alkali-teetti, mmol/l	CODMn, mg/l	Kloridi, mg/l	Mang-aani, µg/l	Rauta, µg/l
2013	2,2	15	7,6	10	0,55	4,6	6,2	22	100
2014	2,3	16	7,6	10	0,56	4,4	6,1	20	106
2015	2,1	13	7,7	10	0,54	4,1	6,4	24	80
2016	1,7	10	7,7	11	0,53	4,1	6,6	16	64
2017	1,6	11	7,7	11	0,53	4,1	6,5	16	51
2018	2,8	15	7,8	11	0,54	4,6	6,8	20	73

7.3 Happitilanne ja sisäinen kuormitus

Kajaanselän syvänteen happitilanne alusvedessä oli lievästi heikentynyt jo tammikuussa ja happitilanteen heikkeneminen jatkui talven aikana. Hapen vähetessä sisäinen kuormitus voimistui, mikä näkyi alusveden samentumisena rauta- ja mangaanipitoisuuden noustessa. Maaliskuussa pohjan läheisyydessä oli 700 µg/l mangaania ja 300 µg/l rautaa. Myös ravinnepitoisuudet nousivat. Maaliskuussa pohjan läheisyydessä typpeä oli jo 830 mg/l, mutta 39 % siitä oli vielä hapellisena nitraattityppenä. Fosforin pitoisuus oli pintaan verrattuna reilusti kaksinkertainen, 45 µg/l ja noin puolet siitä oli tuottaville leville käyttökelpoista fosfaattifosforia.

Toukokuun näytteenottokerralla vesipatsas oli jo lämpötilan suhteen kerrostunut. Kasviplanktonin kasvu nosti veden happamuutta ja aiheutti myös lievän hapen ylikyllästymisen päällysveteen. Orgaanisen aineen kasvu lisäsi kemiallista hapenkulutusta: COD_{Mn} –arvo oli 5 mgO_2/l pinnassa. Päällysveden epäorgaaniset ravinteet olivat tuottaviin leviin sitoutuneita, ja pitoisuudet vedessä olivat pieniä.

Hapen kuluminen alusvedestä oli jo kesäkuun alussa havaittavissa: tuolloin hapen kyllästysaste oli 81 %. Huonoin tilanne oli elokuussa, kun kyllästysaste oli pohjassa 28 % ja harppauskerros oli noussut lähelle pintaa, alle 10 m syvyyteen. Täydellistä hapettomuutta ei kuitenkaan todettu ja sisäinen kuormitus kesän aikana jäi suhteellisen vähäiseksi. Korkein alusveden typpipitoisuus todettiin elokuussa, 490 µg/l ja siitä 43 % (210 µg/l) oli nitraattityppeä. Fosforia oli alusvedessä enimmillään 29 µg/l eikä selvää fosforin vapautumista sedimentistä todettu. Fosfaattifosforin pitoisuudet alusvedessä olivat pieniä, alle 18 µg/l. Kohonneita nitriittipitoisuuksia ei todettu. Korkein pohjanläheiseen vesikerroksen ammoniumtypen pitoisuus, 57 µg/l, todettiin juhannuksen jälkeen.

Lokakuussa täyskierto oli sekoittanut vesipatsaan hyvin. Pohjassa oli vielä hieman jäänteitä kerrostuneisuuskauden fosforista sekä raudasta ja typestä.

7.4 Ravinnepitoisuudet ja kokonaisravinnesuhde

Kajaanselän 1 m fosforipitoisuus oli keskimäärin 17 µg/l ja typpipitoisuus 380 µg/l vuosikeskiarvona. Pitoisuudet eivät ratkaisevasti poikenneet avovesikauden keskiarvoista (taulukko 7-2). Keskimääräinen fosforipitoisuus kuvaa rehevää vesistöä. Avovesikaudella päällysveden (1m) kokonaistypen ja -fosforin ns. kokonaisravinnesuhde oli keskimäärin 20, mikä kuvaa fosforirajoitteista vesistöä (taulukko 7-2).

7.4.1 Tilavuuspainotet ravinnepitoisuudet Kajaanselällä

Kajaanselällä tilavuuspainotetun kokonaisfosforin pitoisuus oli talvella 14 µg/l ja kesällä 28 µg/l. Talviaikainen tilavuuspainotettu fosforipitoisuus on pysynyt viimevuosina samalla tasolla, joskin vuosien välinen vaihtelu voi olla voimakasta. Kesäaikainen tilavuuspainotentun fosforin pitoisuus on parin viime vuoden aikana noussut voimakkaasti. Sama ilmiö todettiin myös Enonselällä (liite 2).

Typen tilavuuspainotettu pitoisuus oli sekä talvella 430 µg/l ja kesällä 410 µg/l. Talviaikainen typpipitoisuus vaihtelee jonkin verran, mutta kesäaikaisessa on erittäin lievä nouseva trendi (liite 3).

Taulukko 7-3. Kasvukauden (avovesikauden) aikaiset tuotantotasoa kuvaavat keskiarvot Vesijärven Kajaanselällä 2002–2018. Vuodesta 2007 alkaen kasviplanktonin laskenta perustuu SYKE:n antamiin biovolyymeihin.

Vuosi	Kok.N, µg/l	Kok.P, µg/l	N/P	Klorofylli-a, µg/l	Kasviplanktonin biomassa, µg/l
	1 m	1 m		2*näkösyvyys,	kokoomanäyte
2002	404	14	30	4,3	840
2003	380	13	30	4,3	950
2004	397	14	29	6,7	1 080
2005	395	17	23	7,6	1 570
2006	338	15	23	5,9	1 100
2007	340	16	22	6,9	917
2008	400	17	24	7,8	1 432
2009	358	17	21	6,3	736
2010	363	18	22	7,3	1 012
2011	343	14	25	4,6	754
2012	387	16	26	7,7	1 615
2013	367	14	28	4,7	535
2014	358	15	27	5,3	835
2015	327	16	23	5,7	1 260
2016	330	13	27	5,8	734
2017	335	14	24	6,2	1 379
2018	373	19	20	9,1	1 511

7.5 Kasviplankton Kajaanselällä vuosina 2013-2018

Kajaanselän kasviplanktonin keskimääräinen biomassa vaihteli huomattavasti, ja oli 500 -1 500 µg/l vuosina 2013 -2018 (taulukko 7-4, liite 7.3). Taksonien lukumäärä oli vuonna 2108 aiemaa suurempi, 78, kun aiemmin taksonimäärä oli melko tasaisesti noin 60 kpl. Haitallisia sinileviä on Kajaanselällä yleensä vähän. Vuosi 2016 oli kuitenkin poikkeava, kun sinileviä esiintyi runsaasti kesä-elokuussa. Vuonna 2017 sinileviä oli runsaasti kesä- ja lokakuussa. Heinä-elokuussa haitallisten sinilevien osuus oli noin 20 % kasviplanktonista. Vesistön rehevyyttä kuvaava trofiaindeksi, TPI, on kasvanut viime vuosina.

Kasviplaktonin keskimääräinen biomassa vaihtelee Kajaanselällä vuosittain voimakkaasti. Hyvin pieni biomassan aleneminen on 2000-luvun aineistossa nähtävissä (liite 9).

Taulukko 7-4. Kasviplanktonin tunnuslukuja Kajaanselän syvänteen näytepisteeltä 2013 - 2018. Heinäkuun 2013 näyte puuttuu.

Pvm	Kokonais-biomassa (µg/l)	Taksoni lkm	Haitallisten sinilevien %-osuus	TPI	Pvm	Kokonais-biomassa (µg/l)	Taksoni lkm	Haitallisten sinilevien %-osuus	TPI
15.5.13	514	37	1,1	1,34	3.5.16	1178	46	1,1	-0,19
3.6.13	760	61	1,3	-0,75	6.6.16	340	61	3,9	-0,35
20.6.13	408	61	2,3	0,4	27.6.16	799	62	47	1,13
28.7.13	näyte puuttuu				19.7.16	603	81	29	1,17
13.8.13	529	64	1,4	0,13	8.8.16	1158	77	62	2,74
3.10.13	465	62	1,1	0,81	1.11.16	328	47	0,4	0,85
karvo	**535**	**57**	**1,5**	**0,39**	**karvo**	**734**	**62**	**23,9**	**0,89**
yhteensä	**2677**				**yhteensä**	**4405**			
9.5.14	2166	54	0,1	-1,6	2.5.17	3303	41	0,04	1,65
2.6.14	875	59	0,7	0,35	7.6.17	747	53	1,6	-0,56
25.6.14	418	56	11,5	-0,15	27.6.17	703	55	38	2,06
22.7.14	491	60	1,2	-0,96	20.7.17	1016	66	2	0,97
21.8.14	349	66	2,3	-0,81	15.8.17	662	79	4,2	0,23
13.10.14	709	65	0,8	0,86	31.10.17	1845	47	61	1,99
karvo	**835**	**60**	**2,8**	**-0,38**	**karvo**	**1379**	**57**	**18**	**1,06**
yhteensä	**5008**				**yhteensä**	**8275**			
29.4.15	2682	46	0	1,9	22.5.18	837	60	2,8	0,05
7.7.15	1131	54	0,1	1,02	8.6.18	1231	90	8,6	0,81
18.6.15	559	58	3,4	0,18	25.6.18	1755	99	13	0,43
28.7.15	742	76	2,2	-0,55	13.7.18	1458	91	19	1,21
10.8.15	567	77	2,6	0,45	9.8.18	915	81	20	2,05
7.10.15	1854	76	5	2,17	29.10.18	2872	46	0,4	1,78
karvo	**1256**	**65**	**2,2**	**0,86**	**karvo**	**1511**	**78**	**11**	**1,05**
yhteensä	**7535**				**yhteensä**	**9067**			

7.5.1 Lajisto vuonna 2018

Toukokuussa kasviplanktonin biomassa oli 837 µg/l, mikä on poikkeuksellisien pieni määrä ja samaa tasoa kuin Komonselällä (kuva 7-1). Kultalevät olivat yleisempiä 64 % biomassaosuudella. Valtalaji oli *Uroglena* spp., jota oli 56 % leväbiomassasta. Piileviä oli planktonista 17 % (kuva 6). Yleisimpiä olivat *Aulacoseira* -lajit, joita oli noin 4 % leväbiomassasta. Liki sama osuus oli *Aulacoseira*, *Urosolenia* ja *Nitzschia* –lajeilla.

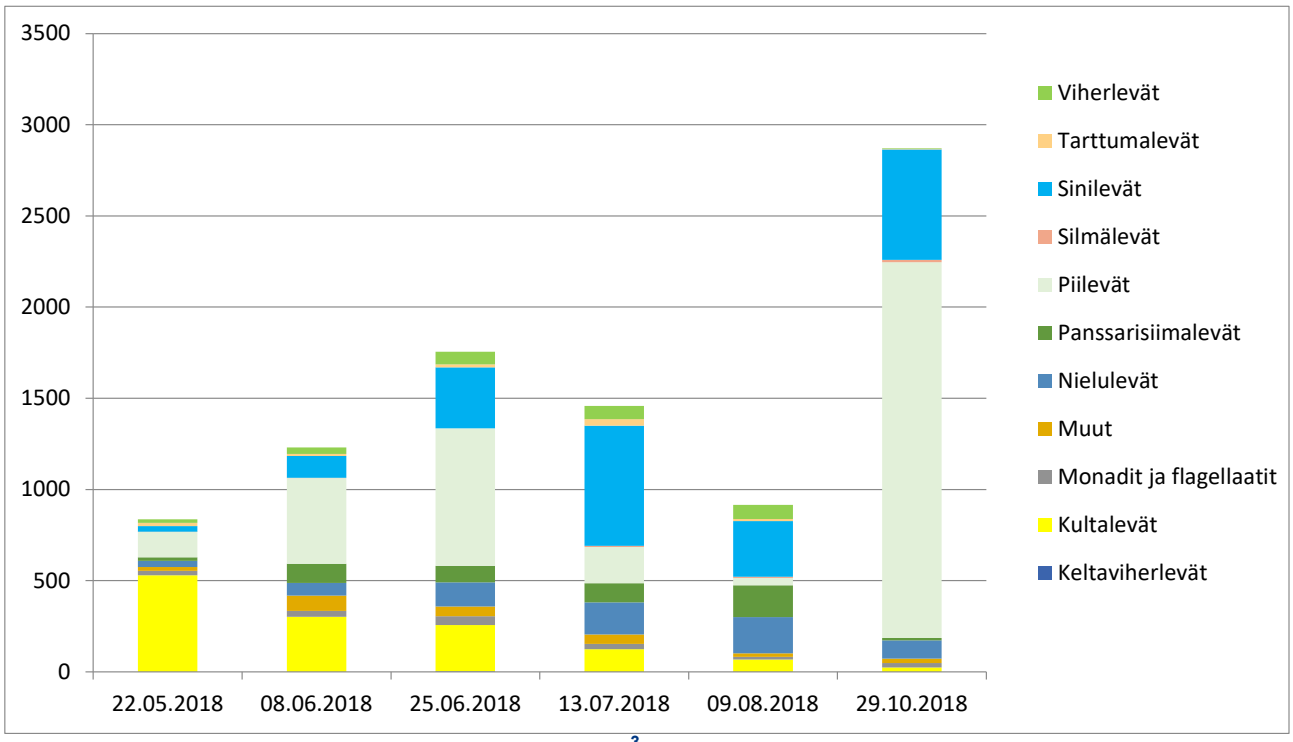
Kesäkuussa kasviplankton runsastui. Kuun alussa biomassa oli 1200 µg/l ja juhannuksen jälkeen 1800 µg/l. Kultalevien osuus laski 25 %:sta 15 %:iin. *Uroglena* spp.:n osuus oli kuun alussa 17 %:a ja juhannuksen jälkeen 5 %. Piileviä oli koko kesäkuun ajan noin 40 % kasviplanktonbiomassasta. Lajisto oli monipuolinen ja runsaussuhteet muuttuivat kuukauden aikana. Kuun alkupuolella *Stephanodiscus alpinus* –lajin osuus oli 7 % ja *Aulacoseira ambigua* –piilevän biomassaosuus oli noin 5 %. Kuun lopulla eri *Aulacoseira* -lajien

biomassaosuus oli noin 21 %. *Asterionella formosa* –lajin osuus oli 8 %. Sinilevien osuus kasvoi 10 %:sta 19 %:iin kuun aikana. Valtalajit olivat *Planktothrix* spp., 5 – 10 % biomassasta ja *Dolichospermum lemmermannii* 2 – 5 % leväbiomassasta. *Dolichospermum* –lajit ovat maksatoksisia.

Heinäkuussa kasviplanktonin biomassa oli 1500 µg/l, josta sinileviä oli 45 %, piileviä 14 % ja nieluleviä 12 %. Sinilevistä runsaimpana esiintyi *Planktothrix prolifica* cf.-lajia, jota oli 20 % leväbiomassasta. Haitallisia *Anabaena* -lajeja oli noin 16 % biomassasta. Piilevistä *Asterionella* ja *Tabellaria* – lajeja oli noin 2 % kumpikin. Yksittäisten lajien biomassaosuudet olivat pieniä. Nielulevät olivat enimmäkseen Cryptomonadales –lahkon edustajia.

Elokuussa biomassa romahti, ja oli vain 915 µg/l. Kasviplanktonista sinileviä oli 33 %, nieluleviä 22 % ja panssarisiimaleviä 19 %. Piileviä oli vain 5 % biomassasta. Sinilevistä *Dolichospermum macrosporum* cf.:n osuus oli 10 %, *Aphanizomenon klebahniin* osuus 5 % ja *Cyanodictyon reticulatumin* osuus 4 %. Lajit on luokiteltu haitallisiksi. Nielulevistä *Plagioselmis nannoplanctica* –lajia oli 10 % biomassasta ja eri *Cryptomonas* –lajien osuus biomassasta oli noin 12 %. *Ceratium hirundinella* –panssarisiimalevän biomassaosuus oli 14 %.

Lokakuussa piilevät runsastuivat jälleen. Niiden osuus oli 72 %, kun leväbiomassaa oli yhteensä 2 900 µg/l. *Aulacoseira islandica* –laji muodosti yksin 70 % leväbiomassasta. Sinilevien biomassaosuus oli 21 % ja se muodostui lähes yksinomaan *Planktothrix* –lajista. Haitallisia lajeja, *Aphanocapsa* spp., *Woronichinia naegeliana* ja *Anabaena* spp., oli hieman.



Kuva 7-1. Kasviplanktonin biomassa (µg/l = mg/m^3) v. 2018 Kajaanselällä

VIITTEET

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

Malinen, T. ja Vinni, M. 2016a. Vesijärven Enonselän ulapan kalatiheys ja -biomassa sekä runsaimpien lajien ravinto kesällä 2015. Tutkimusraportti 30.3.2016. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, Akvaattiset tieteet. 18 s.

Malinen, T. ja Vinni, M. 2016b. Vesijärven Enonselän ulapan kalayhteisö kesällä 2016. Tutkimusraportti 31.10.2016. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, Akvaattiset tieteet. 16 s.

Malinen, T., Vinni, M., Ruuhijärvi, J. ja Ala-Opas, P. 2015. Vesijärven Enonselän ravintoverkkotutkimuksen kalatutkimukset vuosina 2009–2014. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, Akvaattiset tieteet. 35 s.

Lahden Tutkimuslaboratorio 2004: Muutosehdotus Vesijärven tarkkailuohjelmaan 14.6.2004. –Lahti Energia Oy. – Moniste 2 s. + liitteet.

Ramboll Analytics Oy 2009: Lahti Aqua Oy, Lahti Energia Oy - Vesijärven velvoitetarkkailuohjelma. -Moniste 5 s.+liite.

Valkama, J. 2015. Alusveden hapetuksen vaikutukset Vesijärven pohjaeläimistöön - vuoden 2014 tulokset. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kirjenro 447/15.

Vesi-Eko Oy 2013. Vesijärven Mixox-hapetus vuonna 2013. Vuosiraportti. Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut. Kauppinen, E ja Saarijärvi, E. Kuopio 19.11.2013, 16 s.

Vesi-Eko Oy 2014. Vesijärven Mixox-hapetus vuonna 2014. Vuosiraportti. Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut. Kauppinen, E. Kuopio 7.10.2014, 22 s.

Vesi-Eko Oy 2015. Vesijärven Mixox-hapetus vuonna 2015. Vuosiraportti. Lahden kaupunki, Lahden seudun ympäristöpalvelut. Kauppinen, E. Kuopio 9.10.2015, 21 s.

Vesi-Eko Oy 2016. Vesijärven Mixox-hapetus vuonna 2016. Vuosiraportti. Lahden kaupunki, Lahden ympäristöpalvelut. Kauppinen, E. Kuopio 14.11.2016 16.s+liite.

Vesi-Eko Oy 2017. Vesijärven Mixox-hapetus vuonna 2017. Vuosiraportti. Lahden kaupunki, Lahden ympäristöpalvelut. Kauppinen, E. Kuopio 22.9.2017, 20 s.+liite.

Vesi-Eko Oy 2018. Vesijärven Mixox-hapetus vuonna 2018. Vuosiraportti. Lahden kaupunki, Lahden ympäristöpalvelut. Saarijärvi, E. Kuopio 3.1.2019, 9 s.+liite.

Vesijärven velvoitetarkkailu 2018. Lahti Energia Oy ja Lahti Aqua Oy

LIITTEET

Liite 1. Vesijärven velvoitetarkkailun analyysitulokset 2018
Liite 2. Tilavuuspainotetun fosforin pitoisuus Enonselällä ja Kajaanselällä
Liite 3. Tilavuuspainotetun typen pitoisuus Enonselällä ja Kajaanselällä
Liite 4. Kokonaisravinnesuhde N/P Enon-, Komon- ja Kajaanselällä v. 2013 – 2018
Liite 5. Klorofyllia-a Enon-, Komon- ja Kajaanselän havaintopaikoilla v. 2013 - 2018
Liite 6. Klorofyllipitoisuuksien vuosikeskiarvot Enon-, Komon- ja Kajaanselän havaintopaikoilla ja Enonselän maksimiarvot vuosina 1979 - 2018
Liite 7. Kasviplanktonin lajisto ja biomassat vuonna 2018
7.1 Enonselkä, Lankiluoto (10)
7.2 Komonselkä, Pirttiniemi (5)
7.3 Kajaanselkä (34)
Liite 8. Kasviplanktonin biomassa näytekerroittain v.2013 - 2018
Liite 9. Kasviplanktonin biomassa vuosina 1995 - 2018
Liite 10. Vesijärven hapettimien ja automaattiasemien sijainti
Liite 11. Tulosten tulkinnasta: Termit, luokitukset ja lyhenteet

LIITE 1

Vesijärven velvoitetarkkailun analyysitulokset 2018

Vesijärven velvoitetarkkailu 2018. Lahti Energia Oy ja Lahti Aqua Oy

Otto-päivä 2018	Näyttee nottosyvyys	Näkö-syvyys	Kokonaissyvyys (m) - (m)	Ulkonäkö	Haju	Veden lämpötila	Sameus	Väriluku	pH	Sähkönjohtavuus	Alkali-teetti	Happipitoisuus (O2)	Happen kyllästysprosentti	Kiintoaine (GF/C)	CODMn	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)
	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	Kenttä	Kenttät.	EF2024	EF2014	EF2000	EF2013	EF2001	EF2002	EF2002	EF2029	EF2012	EF2018	EF2087	EF2035	EF2035	EF2046	EF2087	EF2087	EF2031	EF3000	EF3000
	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
Kajaanselkä																									
31.1.	1	5,6	38,5	K	H	0,2	0,48	10	7,5	11	0,53	13,6	93		4,1	6,4	410	71	<2,0	23	10	3		3,9	21
31.1.	10			K	H	0,5						12,1	84												
31.1.	15			K	H	0,8						11,6	81												
31.1.	20			K	H	1	1,1	15	7,3	11	0,53	11	77		4,2	6,2	480	140	<2,0	32	14	5,9		25	68
31.1.	25			K	H	1,2						10,1	71												
31.1.	30			K	H	1,3						9,5	68												
31.1.	35			K	H	1,4						9,2	65												
31.1.	38			K	H	1,4	1,7	20	7,2	11	0,55	9,1	65		4,5	6,2	550	180	<2,0	69	17	7,9		250	110
23.3.	1	4,6	40	k	h	0,4	0,35	10	7,5	11	0,54	11,9	82		4,2	6,5	390	91	<2,0	<4,0	11	3,3		<5,0	<25
23.3.	10			k	h	1,3						9,5	68												
23.3.	15			k	h	1,6						9,1	65												
23.3.	20			k	h	1,8	1,4	20	7,1	11	0,54	7,8	56		4,1	6,3	480	200	<2,0	<4,0	16	8,9		31	67
23.3.	25			k	h	2						6,6	48												
23.3.	30			k	h	2						6,3	45												
23.3.	35			k	h	2						5,1	37												
23.3.	39			lru	h	2,2	15	35	7	11	0,57	4,8	35		4,2	6,2	830	310	<2,0	45	45	21		700	300
22.5.	1	2,5	40	V	L	15,8	2,3	20	7,9	10	0,52	11,6	117		5	6,3	380	<4,0	<2,0	4,3	14	<2,0		9,9	54
22.5.	39			V	H	5,2	1,8	20	7,4	10	0,51	11,5	91		4,3	6,4	480	90	<2,0	26	12	2		46	94
22.5.	0-5			V	L	14																	9,6		
8.6.	1	2,5	40	V	H	13,2	3,6	15	7,8	10	0,54	9,5	91		4,5	6,2	420	8,1	<2,0	<4,0	17	2,6		15	82
8.6.	10			V	H	10,9						9,9	89												
8.6.	15			V	H	9						10,2	88												
8.6.	20			V	H	8,2	1,8	15	7,4	10	0,51	10,3	88		4,5	6,1	450	62	<2,0	45	16	2,5		18	71
8.6.	25			V	H	7,7						10,1	84												
8.6.	30			V	H	7,3						10,5	87												
8.6.	35			V	H	7,2						10	83												
8.6.	39			V	H	7,1	1,7	15	7,4	10	0,52	9,9	81		4	6,1	430	71	<2,0	39	14	2,6		32	83
8.6.	0-5			V	H	13,2																	7,4		
25.6.	1	2,1	40	V	L	15,3	3,1	20	7,7	10	0,54	9,3	93		4,8	6,1	380	16	<2,0	4,2	17	3,1		22	88
25.6.	10			V	L	14,7						9,3	91												
25.6.	15			V	L	9,7						8,4	74												
25.6.	20			V	L	8,8	1,6	20	7,1	10	0,53	8,6	74		4,1	6,1	400	58	<2,0	47	21	4		28	58
25.6.	25			V	L	8,4						8,7	74												
25.6.	30			V	L	8,3						8,5	72												
25.6.	35			V	L	8,3						8,5	72												
25.6.	39			V	L	8,3	1,9	20	7,2	10	0,52	8,3	70		4,2	6,1	480	68	<2,0	57	18	4,9		56	69
25.6.	0-4			V	L	15,4																	9,7		
13.7.	1	2,3	40	V	L	20,3	2,1	15	8,2	10	0,55	10	111		4,5	6	400	9,5	<2,0	<4,0	21	2,3		15	44
13.7.	10			V	L	15,8						8,1	82												
13.7.	15			V	H	13,3						7	67												
13.7.	20			V	H	10	2,3	20	7,1	10	0,53	6,6	59		3,9	6,2	420	94	<2,0	12	14	4,8		77	81
13.7.	25			V	H	9,6						6,3	55												
13.7.	30			V	H	9,5						6,6	58												
13.7.	35			V	H	9,5						6,5	57												
13.7.	39			V	H	9,4	5,8	25	7,1	10	0,55	6,1	54		4	6,2	490	120	<2,0	47	24	8		500	150
13.7.	0-5			V	L	18,7																	7		

Vesijärven velvoitetarkkailu 2018. Lahti Energia Oy ja Lahti Aqua Oy

Ottopaikka	Ottopäivä 2018	Näytteenottosyvyys Kenttät. m	Näkösyvyys Kenttät. m	Kokonaissyvyys (m) - (m) Kenttät. m	Ulkonäkö Kenttät.	Haju Kenttä	Veden lämpötila Kenttät. °C	Sameus EF2024 NTU	Väriluku EF2014 mg Pt/l	pH EF2000	Sähkönjohtavuus EF2013 mS/m	Alkaliteetti EF2001 mmol/l	Happipitoisuus (O2) EF2002 mg/l	Happenkyllästysprosentti EF2002 %	Kiintoaine (GF/C) EF2029 mg/l	CODMn EF2012 mg/l	Kloridi (Cl) EF2018 mg/l	Typpi (N), kokonais- EF2087 µg/l	Nitraattityppi (NO3-N) EF2035 µg/l	Nitriittityppi (NO2-N) EF2035 µg/l	Ammoniumtyppi (NH4-N) EF2046 µg/l	Fosfori (P), kokonais- EF2087 µg/l	Fosfaattifosfori (PO4-P) EF2087 µg/l	Klorofylli-a EF2031 µg/l	Mangaani (Mn) EF3000 µg/l	Rauta (Fe) EF3000 µg/l
	Kajaanselkä																									
	9.8.	1	2,5	40	k, v	h	21,3	2,8	10	7,7	11	0,55	7,5	85		4,6	6,7	350	8,4	<2,0	8,5	27	2,9		26	75
Kajaanselkä	9.8.	10			k, v	h	16						4,4	45												
Kajaanselkä	9.8.	15			k, v	h	13,4						3,1	30												
Kajaanselkä	9.8.	20 #)			k, v	h	10,7	5	20	7,4	10	0,55	2,9	26		3,9	6,3	490	210	<2,0	12	29	18		300	110
Kajaanselkä	9.8.	25			k, v	h	10,2						3	27												
Kajaanselkä	9.8.	30			ls	h	10,1						3	27												
Kajaanselkä	9.8.	35			ls	h	9,9						3,2	28												
Kajaanselkä	9.8.	39#)			ls	l	9,9	6,4	20	7,3	10	0,53	3,2	28		3,9	6,2	490	210	<2,0	8,9	24	14		440	110
Kajaanselkä	9.8.	0-5			k, v	h	21,2																	5,6		
Kajaanselkä	29.10.	1	2,1	40	k,v	h	6,7	3	9	7,6	12	0,54	11,0	90		4,3	9,2	310	<4,0	<2,0	<4,0	15	2,8		31	94
Kajaanselkä	29.10.	39			k,v	h	6,7	4,7	9	7,5	17	0,57	11,0	89		4,5	6,3	330	<4,0	<2,0	<4,0	23	2,2		47	190
Kajaanselkä	29.10.	0-4 m			l,v	h	6,7																	15		
	Vaaniansalmi																									
	23.3.	1	3,7	5	k	h	0,3	0,54	10	7,6	11	0,55	13,4	93		4,3	6,6	380				8,8			<5,0	<25
Vaaniansalmi	23.3.	4			k	h	0,3	0,54	10	7,4	11	0,53	10,9	75		4,3	6,4	400				12			<5,0	28
Vaaniansalmi	22.5.	1	2,3	5	V	L	16,8	1,9	20	7,6	10	0,51	11,5	119		4,9	6,2	390				12			10	78
Vaaniansalmi	22.5.	4			V	H	11	2,5	20	7,6	10	0,52	12,5	113		4,9	6,6	430				16			13	99
Vaaniansalmi	9.8.	1			v	l	21,4	5,3	20	7,7	11	0,55	7,5	84		4,7	6,8	370				25			51	170
Vaaniansalmi	9.8.	4			v	l	18,4	3,6	20	7,2	10	0,55	5,2	55		4,1	6,5	320				20			60	120
Vaaniansalmi	29.10.	1	1	5	k,v	h	5,9	3,7	8	7,6	11	0,54	11,0	91		4,3	6,4	320				16			25	120
Vaaniansalmi	29.10.	4			k,v	h	5,9	3,5	9	7,6	11	0,56	11,0	90		4,3	6,4	330				18			25	110
	Pirttiniemi																									
	31.1.	1	4,7	8,7	K	H	0	0,91	20	7,6	12	0,56	13,5	92		4,9	7,4	430	95	<2,0	20	20	11		4,9	57
Pirttiniemi	31.1.	8			K	H	2,4	3,6	25	7,1	11	0,58	5,6	41		4,9	6,5	510	180	<2,0	23	22	9,3		41	220
Pirttiniemi	23.3.	1	3,7	9	k	h	0,3	0,83	20	7,5	12	0,59	14	97		5,2	7,7	460	120	<2,0	<4,0	19	9,3		<5,0	42
Pirttiniemi	23.3.	8			k	h	2,9	3	20	7	12	0,59	4,1	31		4,7	6,9	510	200	<2,0	6,1	20	9		77	150
Pirttiniemi	22.5.	1	2,2	9	V	L	16,4	2,1	20	7,7	11	0,54	10,8	110		5,2	6,9	390	6,6	<2,0	4	15	3,4		18	110
Pirttiniemi	22.5.	8			V	H	8,3	2,6	30	7,5	11	0,56	11	94		5,6	7,2	510	77	<2,0	31	23	4,4		36	150
Pirttiniemi	22.5.	0-4			V	L	15,7																	8,1		
Pirttiniemi	8.6.	1	1,5	9	KE	L	14,2	5	25	7,6	11	0,55	9	87		5,3	6,7	430	4,9	<2,0	<4,0	22	3,5		29	180
Pirttiniemi	8.6.	8			KE	L	13,9	5,5	35	7,6	11	0,56	9,1	88		5,2	6,8	430	4,8	<2,0	5,5	22	2,8		33	230
Pirttiniemi	8.6.	0-3			KE	L	14,2																	9,6		
Pirttiniemi	25.6.	1	1,8	9	Ke	L	16,8	3,7	25	7,7	11	0,56	8,9	91		5,4	6,8	410	8	<2,0	25	20	4,4		30	110
Pirttiniemi	25.6.	8			Ke	L	16,4	4,4	30	7,5	11	0,57	8,4	86		5,4	6,9	400	20	<2,0	6,1	22	5,9		45	150
Pirttiniemi	25.6.	0-4			Ke	L	16,8																	13		
Pirttiniemi	13.7.	1	1,4	9	LS	L	21,3	4,9	30	8,8	11	0,56	11	124		5,3	6,7	600	10	<2,0	<4,0	22	<2,0		16	40
Pirttiniemi	13.7.	8			LS	L	16,6	6,9	40	7,2	11	0,62	4,9	51		5	6,9	590	10	<2,0	89	52	18		410	330
Pirttiniemi	13.7.	0-3			LS	L	20,4																	16		
Pirttiniemi	9.8.	1	1,7	9	v	l	21,8	5,5	20	7,5	11	0,58	7,6	87		5,2	7,2	470	10	<2,0	7,9	31	<2,0		73	140
Pirttiniemi	9.8.	8			ke	s	19,8	8,3	50	7,1	11	0,64	1,8	19		5,3	7,3	580	15	<2,0	210	66	39		920	280
Pirttiniemi	9.8.	0-3,5			v	l	21,8																	17		
Pirttiniemi	29.10.	1	2	9	v	h	5,7	3	9	7,5	11	0,52	10,0	82		4,2	6,7	340	<4,0	<2,0	<4,0	19	<2,0		12	100
Pirttiniemi	29.10.	8			v	h	5,7	2,8	8	7,5	11	0,52	10,0	82		4,2	6,8	340	<4,0	<2,0	<4,0	18	2,3		11	100
Pirttiniemi	29.10.	0-4 m			v	h	5,7																	9,9		
	Siikasalmi																									
	23.3.	1	3,7	7	k	h	0,3	0,88	20	7,5	12	0,59	13,8	95		5,5	7,8	470				22			<5,0	39
Siikasalmi	23.3.	6			k	h	1,6	2,2	25	7,2	12	0,56	8,6	61		5,7	7,2	640				24			12	120
Siikasalmi	22.5.	1	3	7	V	L	16,7	1,5	25	7,8	11	0,56	11,4	117		5,8	7,2	450				18			13	73
Siikasalmi	22.5.	6			V	L	10,7	3,3	25	7,5	11	0,56	10,9	98		5,5	7,3	480				20			27	140
Siikasalmi	9.8.	1		7	v	l	21,4	7,7	35	7,4	11	0,59	7,3	83		5,8	7,5	450				40			93	170
Siikasalmi	9.8.	6			v	l	20,4	8,5	35	7,3	11	0,61	4,7	52		5,1	7,4	510				48			230	210
Siikasalmi	29.10.	1	1,8	7	v	h	5,8	2,5	9	7,6	11	0,55	11,0	85		4,8	7,1	350				21			12	70
Siikasalmi	29.10.	6			v	h	5,8	2,6	9	6,9	11	0,54	11,0	84		4,6	7,1	370				24			12	74

Vesijärven velvoitetarkkailu 2018. Lahti Energia Oy ja Lahti Aqua Oy

Ottopäivä 2018	Näytteenottosyvyys	Näkösyvyys	Kokonaissyvyys (m) - (m)	Ulkonäkö	Haju	Veden lämpötila	Sameus	Väriluku	pH	Sähkönjohtavuus	Alkaliteetti	Happipitoisuus (O2)	Happikyllästysprosentti	Kiintoaine (GF/C)	CODMn	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)
	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	Kenttä	Kenttät.	EF2024	EF2014	EF2000	EF2013	EF2001	EF2002	EF2002	EF2029	EF2012	EF2018	EF2087	EF2035	EF2035	EF2046	EF2087	EF2087	EF2031	EF3000	EF3000
	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
Isosaari																									
23.3.	1	3,7	18	k	h	0,5	0,79	20	7,5	12	0,58	13,3	92		5,1	7,7	440				21			<5,0	35
23.3.	10			k	h	1,6	3	40	7,2	12	0,57	8,4	60		6,6	7,2	740				29			17	180
23.3.	15			k	h	1,8						7,8	56												
23.3.	17			k	h	2,1	6,4	70	7	13	0,62	5,4	39		10	7,2	1200				42			76	490
22.5.	1	3,1	18	V	L	15,8	1,6	25	7,8	11	0,55	11,1	112		5,7	7,5	450				19			17	93
22.5.	17			V	H	6,8	2,5	40	7,5	11	0,57	11,7	96		5,6	7,5	520				22			77	180
8.8.	1	1,5	18	v	l	21,8	5,9	20	7,8	11	0,61	8,9	102		5,6	7,4	470				27			39	87
8.8.	10			v	l	17	3,1	25	7,5	12	0,63	1,9	20		5,2	7,4	540				67			140	150
8.8.	15			v	l	15,8						0,5	5,4												
8.8.	17			v	s	15,4	3,1	80	7,5	12	0,73	0,6	6,2		5,8	7,5	830				110			1800	260
29.10.	1	1,8	18	v	h	7,0	2,6	11	8,4	12	0,64	10,0	86		4,9	7,1	390				28			13	59
29.10.	17			v	h	7,0	3,5	11	7,7	11	0,56	10,0	84		5	7,4	420				33			11	50
Kiikkula																									
27.3.	1	3,4	22	k	h	0,4	1,3	20	7,7	12	0,6	14	97		5,3	7,9	450				18			<5,0	53
27.3.	10			k	h	1,3	1,8	25	7,2	12	0,59	10,5	75		5,1	7,9	560				26			25	120
27.3.	15			k	h	1,4						9,3	66												
27.3.	21			k	h	1,4	1,8	25	7,3	12	0,6	9,3	66		4,9	7,8	560				27			26	120
22.5.	1	3	22	V	L	16,6	1,3	25	7,8	11	0,57	10,9	112		5,6	7,6	440				18	3,5		14	70
22.5.	21			V	H	6,3	3,4	40	7,4	11	0,58	11,3	91		6	7,5	550				24	3,2		160	210
8.8.	1	1,7	22	v	l	21,5	5,3	20	7,7	11	0,59	8	91		5,3	7,4	450				29			53	130
8.8.	10			v	l	17,2	3,4	25	7,4	12	0,62	2,9	30		5,2	7,5	560				59			140	140
8.8.	15			v	l	15,7						0,6	6,4												
8.8.	21			ls	s	14,6	2,6	40	7,4	12	0,68	0,6	6		5,4	7,6	760				74			990	95
29.10.	1	1,8	22	v	l	6,8	3,2	11	7,7	11	0,57	10,0	84		5,2	7,2	410				36			16	73
29.10.	21			v	h	6,8	4,1	11	7,6	11	0,58	10,0	84		5	7,6	420				30			20	110
Satama																									
27.3.	1	3,3	14,5	k	h	0,1	1	20	7,6	12	0,58	12,7	87		4,9	7,6	470				20			<5,0	51
27.3.	10			k	h	1,3	1,7	25	7,2	12	0,59	9,7	69		4,9	8,1	560				26			27	120
27.3.	13,5			k	h	1,4	1,8	25	7,2	12	0,59	9,2	65		5,2	8	570				28			30	120
22.5.	1	3	14,5	V	L	16,7	1,4	25	7,7	11	0,57	10,6	109		5,5	7,7	440				19	4,6		14	67
22.5.	13,5			V	H	7,2	2,7	35	7,5	11	0,58	11,1	92		6	7,7	530				19	2,6		84	150
8.8.	1	1,5	14,3	v	l	22	6,3	30	7,8	11	0,6	8,6	99		6,6	7,3	440				38			45	150
8.8.	10			v	l	16,6	4,2	35	7,3	12	0,67	1,1	11		5,2	7,4	660				76			420	240
8.8.	13,5			ls	s	16,1	5,5	65	7,5	12	0,68	0,6	6,6		5,2	7,6	760				90			1000	400
29.10.	1	1,8	14,5	v	l	6,5	3,8	11	7,7	11	0,57	11,0	85		5,3	7,2	410				29			17	89
29.10.	13,5			v	l	6,5	3,6	10	6,9	11	0,57	11,0	86		5	7,4	420				33			14	69

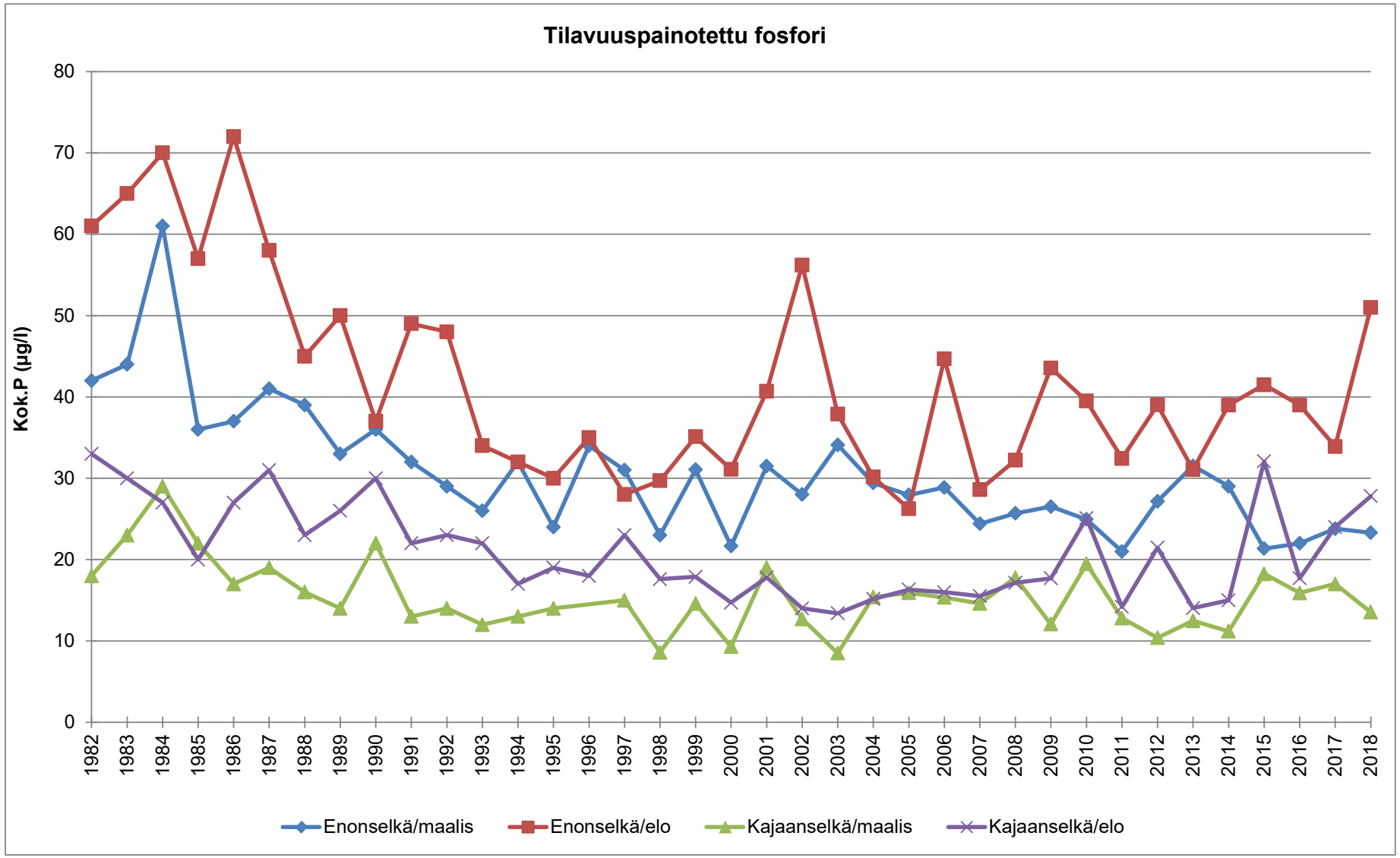
Vesijärven velvoitetarkkailu 2018. Lahti Energia Oy ja Lahti Aqua Oy

Ottopäivä 2018	Näytteenottosyvyys	Näkösyvyys	Kokonaissyvyys (m) - (m)	Ulkonäkö	Haju	Veden lämpötila	Sameus	Väriluku	pH	Sähkönjohtavuus	Alkaliteetti	Happipitoisuus (O2)	Happikyllästysprosentti	Kiintoaine (GF/C)	CODMn	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)
	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	Kenttä	Kenttät.	EF2024	EF2014	EF2000	EF2013	EF2001	EF2002	EF2002	EF2029	EF2012	EF2018	EF2087	EF2035	EF2035	EF2046	EF2087	EF2087	EF2031	EF3000	EF3000
	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
Lankiluoto																									
31.1.	1	4	29	K	H	0,1	0,95	20	7,5	12	0,56	13,5	93		4,8	7,5	450	86	<2,0	25	21	12		5,9	51
31.1.	10			K	H	0,2						12,8	88												
31.1.	15			K	H	1,3	2,8	20	7,4	12	0,58	12,2	86		5	8,5	550	160	2,8	35	24	13		17	140
31.1.	20			K	H	1,5						10,3	73												
31.1.	25			K	H	1,8						7,4	53												
31.1.	28,5			K	H	2	3,9	40	7,1	13	0,64	6,6	48		6	8	720	280	2,9	83	41	22		73	250
27.3.	1	3,7		k	h	0,1	1,1	20	7,5	12	0,57	12,1	83	<2,0	5	7,6	480	120	<2,0	<4,0	21	8,5		<5,0	61
27.3.	10			k	h	1,3						8,7	62												
27.3.	15			k	h	1,5	2	25	7,2	12	0,6	8,7	62	<2,0	5,1	8	610	270	<2,0	<4,0	27	17		43	150
27.3.	20			k	h	1,5						9,5	68												
27.3.	25			k	h	1,6						8,6	62												
27.3.	29			k	h	1,6	2,3	25	7,2	12	0,6	8,3	59	<2,0	5,2	8,1	620	280	<2,0	<4,0	28	17		53	170
22.5.	1	3,1	30	V	L	15	1,5	30	7,7	11	0,56	11,4	113		5,7	7,1	490	29	2,7	9,5	18	5,4		16	88
22.5.	29			V	S	5,8	3,6	40	7,5	11	0,59	10	80		5,7	7,6	630	89	<2,0	79	31	7,1		310	300
22.5.	0-6			V	L	14,6																	6,2		
30.5.	1	2,2	30	k, v	h	17,3			7,7								410				16				
8.6.	1	2,1	30	KE	L	14,5	3,7	30	7,6	11	0,57	9,2	90		5,5	7,2	440	6,7	<2,0	4,3	22	3,8		31	130
8.6.	10			KE	L	14,2						9	88												
8.6.	15			KE	H	9,5	4	35	7,3	11	0,58	8,9	78		5,3	7,2	550	79	<2,0	68	23	6,4		52	210
8.6.	20			KE	H	8,5						8,7	74												
8.6.	25			KE	H	8,2						8,7	74												
8.6.	29			KE	H	8,1	3,8	40	7,3	11	0,6	8,4	71		5,4	7,2	600	90	<2,0	110	31	14		170	260
8.6.	0-4			KE	L	14,5																	11		
15.6.	1	2,1	30	KE	L	15,5			7,7								420				19				
25.6.	1	2	30	Ls	L	16,4	3,3	25	7,7	11	0,57	9,3	95		6	7,3	460	6,7	<2,0	<4,0	25	5,5		25	73
25.6.	10			Ls	L	15,7						8,7	88												
25.6.	15			Ls	L	12,9	3	30	7,2	11	0,58	5,8	55		5,4	7,3	400	27	<2,0	26	25	12		94	140
25.6.	20			Ls	L	9,2						5,6	49												
25.6.	25			Ls	L	8,6						4,7	41												
25.6.	29			Ls	L	8,3	7,6	45	7,1	12	0,67	4,1	35		5,7	7,3	750	82	3,5	300	56	34		660	450
25.6.	0-4			Ls	L	16,2																	17		
3.7.	1	1,6	30	ls, ke	lle	16,5			7,6								410				27				
13.7.	1	1,3	30	LS	L	20,3	6,1	30	9,1	11	0,58	12,5	138		6,4	7,2	670	7,8	<2,0	4,7	24	2,7		17	74
13.7.	10			LS	L	16,7						7,5	77												
13.7.	15			LS	L	15,8	3,4	35	7,3	11	0,61	6,1	62		5	7,2	500	16	2,9	77	34	16		120	100
13.7.	20			LS	L	10,7						2	18												
13.7.	25			LS, KE	S	8,6						0,6	4,9												
13.7.	29			LS, KE	S	8,6	7,5	40	7,1	13	0,79	0,5	4,6		5,4	7,3	1000	140	3,7	430	77	33		2000	520
13.7.	0-3			LS	L	20,3																	21		
25.7.	1	1,4	30	k, le	s	25,3			8,9								590				28				
8.8.	1	1,8	30	v	l	21,8	5,8	30	7,7	11	0,6	8,7	99	5,5	5,7	7,5	470	5,7	<2,0	10	38	2,6		47	120
8.8.	10			v	l	16,8						1,8	18												
8.8.	15			v	l	15,7	2,5	25	7,5	12	0,67	0,7	6,9	2	5,2	7,4	690	160	13	210	80	71		450	120
8.8.	20			v	l	12,5						0,6	5,7												
8.8.	25			v	s	9,2						0,4	3,7												
8.8.	29			v	s	8,9	4,6	45	7,6	14	0,91	0,6	5,3	3,6	6,1	7,6	1100	18	5,6	660	50	18		4600	190
8.8.	0-3,5			v	l	21,8																	20		
23.8.	1	1,3	30	KE	L	18,2			7,7								640				39				
29.10.	0-4 m			v	l	7,0																	26		
29.10.	1	1,8	30	v	l	7,0	2,6	11	7,7	11	0,58	10,0	85		5,1	7,7	420	<4,0	<2,0	<4,0	31	4		14	67
29.10.	29			v	l	7,0	3,5	10	7,7	11	0,59	10,0	84		5	7,5	420	<4,0	<2,0	<4,0	31	<2,0		10	50

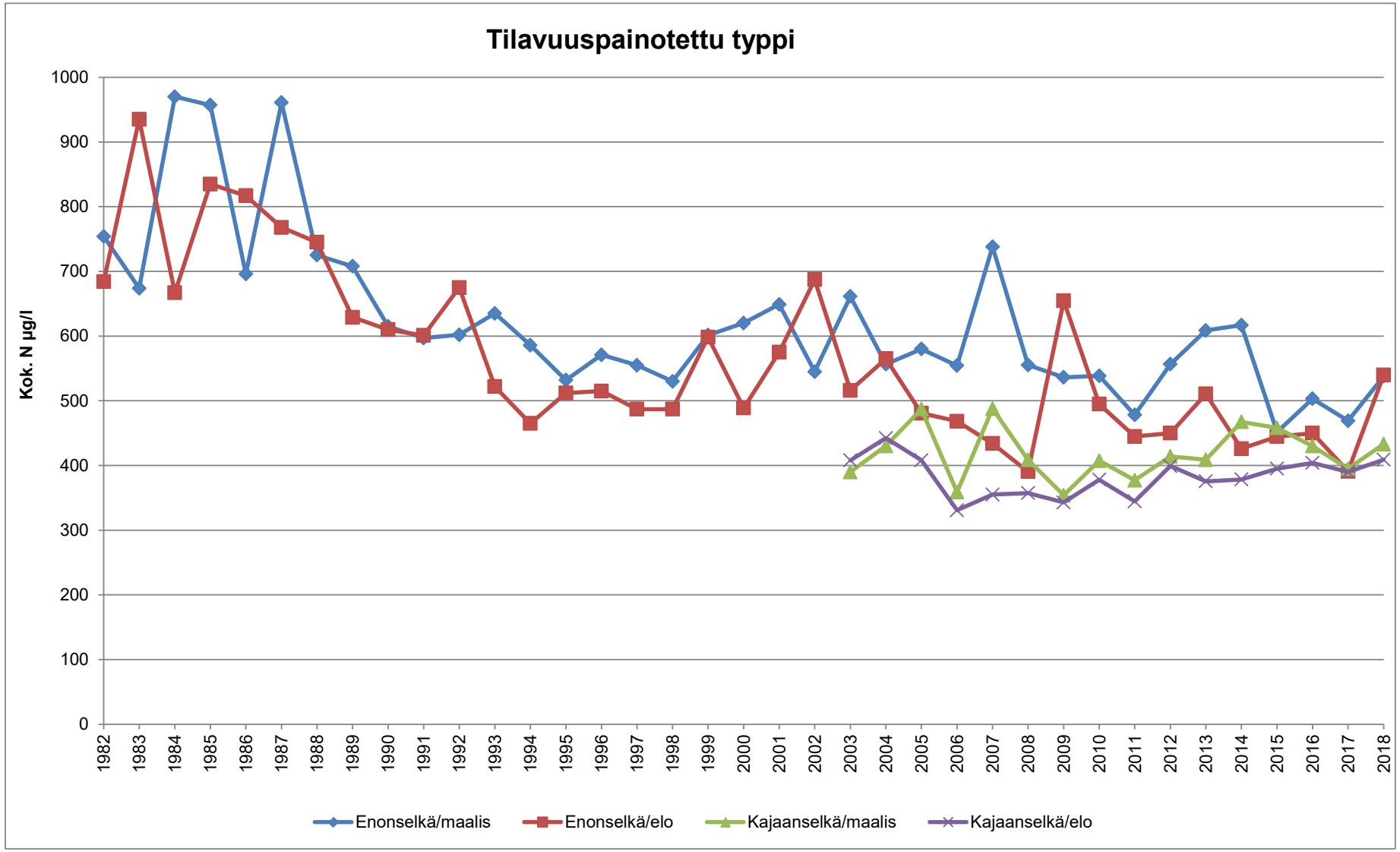
Vesijärven velvoitetarkkailu 2018. Lahti Energia Oy ja Lahti Aqua Oy

Ottopäivä 2018	Näytteenottosyvyys	Näkösyvyys	Kokonaissyvyys (m) - (m)	Ulkonäkö	Haju	Veden lämpötila	Sameus	Väriluku	pH	Sähkönjohtavuus	Alkalitteetti	Happipitoisuus (O2)	Happikyllästysprosentti	Kiintoaine (GF/C)	CODMn	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)
	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	Kenttä	Kenttät.	EF2024	EF2014	EF2000	EF2013	EF2001	EF2002	EF2002	EF2029	EF2012	EF2018	EF2087	EF2035	EF2035	EF2046	EF2087	EF2087	EF2031	EF3000	EF3000
	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
Kahvisaari																									
27.3.	1	3,2	4	k	h	0,1	0,98	20	7,7	12	0,59	14,5	100	<2,0	5,2	7,8	450				18			<5,0	50
27.3.	3			k	h	1,7	1,4	20	7,5	12	0,58	13,5	97	<2,0	5,1	8,2	480				21			7,9	74
30.5.	1	2,1	4	k, v	l	19,4			7,7								440				29				
15.6.	1	1,8	4	KE	L	17,2			7,8								420				23				
3.7.	1	0,6	4	ls, ke	lle	16			7,6								430				37				
25.7.	1	1,5	4	k, le	s	25,6			8,8								550				19				
8.8.	1			v	l	22,8	5,4	20	7,8	11	0,59	9,4	110	5,9	4,5	7,8	470				40			36	130
8.8.	3			v	l	22,4	7,8	25	7,7	11	0,59	8,4	97	7,3	6,2	7,6	440				39			49	210
23.8.	1	1,3	4	KE	L	18,6			7,9								440				42				
Kaksossaaret																									
27.3.	1	3,7	5	k	h	0,1	0,95	20	7,6	12	0,59	14,6	100	<2,0	5,1	7,8	450				20			<5,0	47
27.3.	4			k	h	0,6	1,3	25	7,3	12	0,57	11,6	81	<2,0	5,8	7,8	540				25			12	100
30.5.	1	2,1	17,5	k, v	h	17,5			7,8								420				22				
15.6.	1	1,8	5	KE	L	16,4			7,8								420				32				
3.7.	1	1,5	5	ls, ke	lle	15,9			7,7								410				32				
25.7.	1	1,4	5	k, le	s	24,1			8,9								560				32				
8.8.	1			v	l	22,2	5,6	20	7,8	11	0,59	8,9	102	5,4	6	7,7	450				35			40	100
8.8.	4			v	l	22	6,4	25	7,7	11	0,6	8,9	102	6	6	7,7	440				32			49	150
23.8.	1	1,2	5	KE	L	18,2			7,8								640				41				

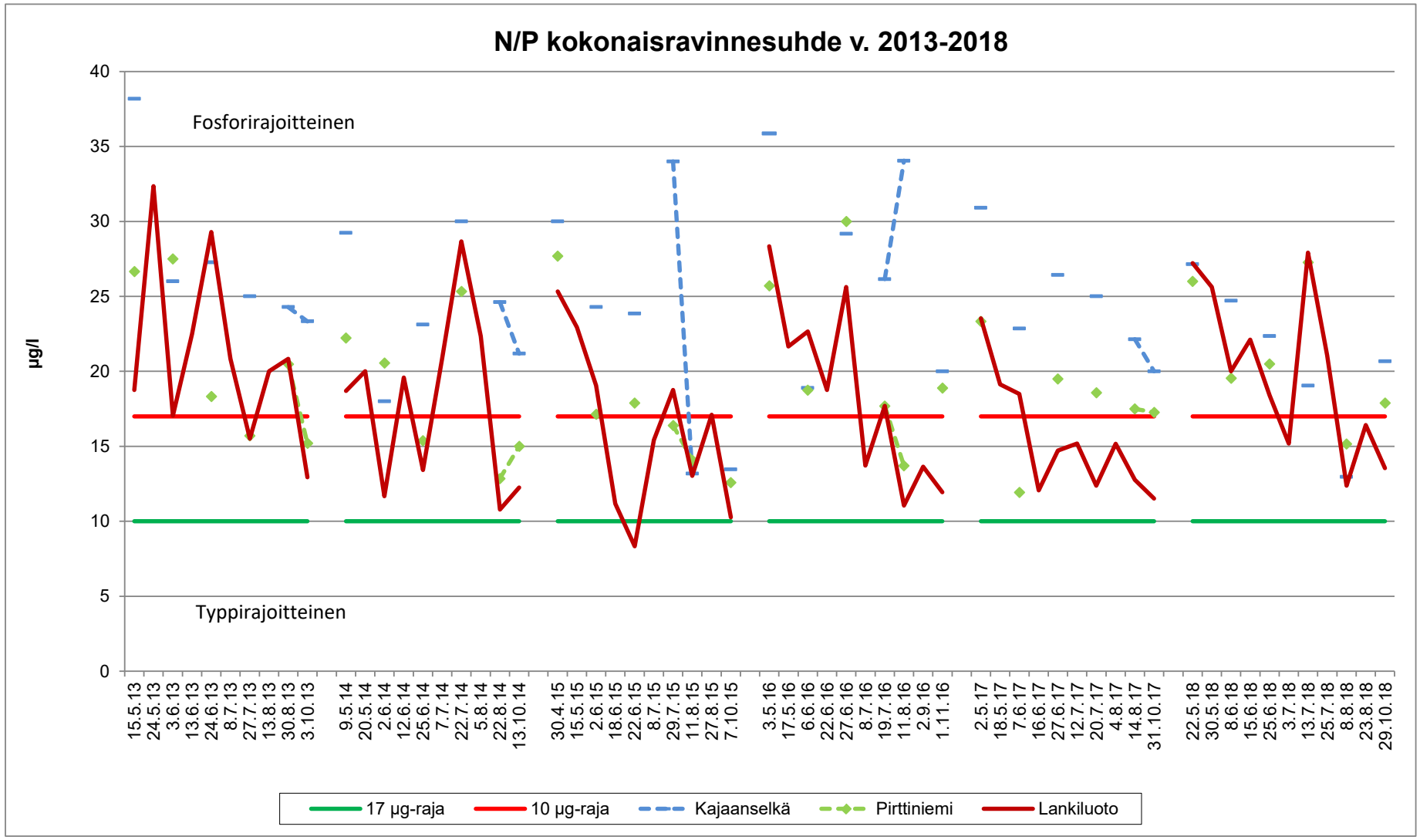
LIITE 2 Tilavuuspainotetun fosforin pitoisuus Enonselällä ja Kajaanselällä



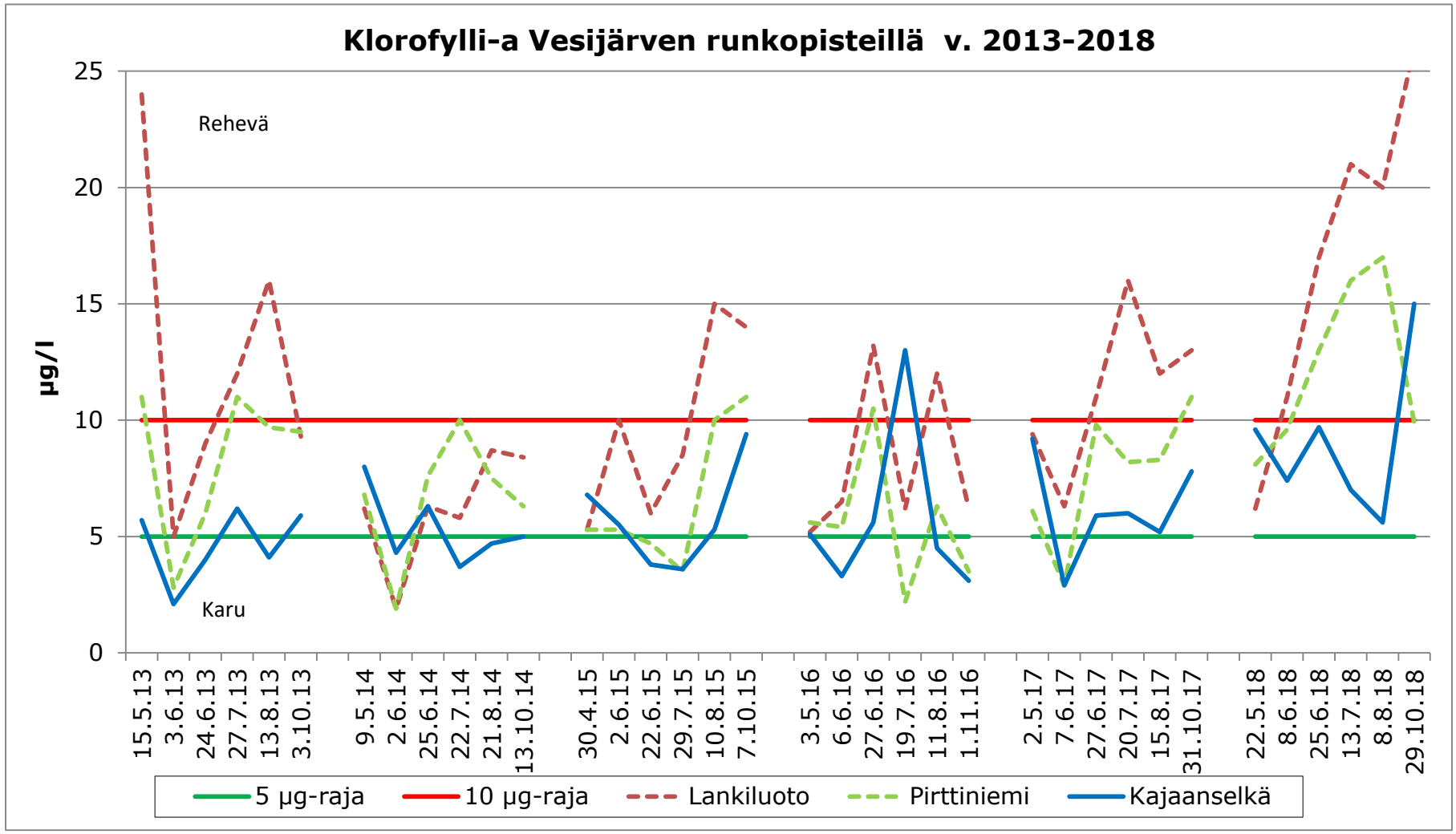
LIITE 3 Tilavuuspainotetun typen pitoisuus Enonselällä ja Kajaanselällä



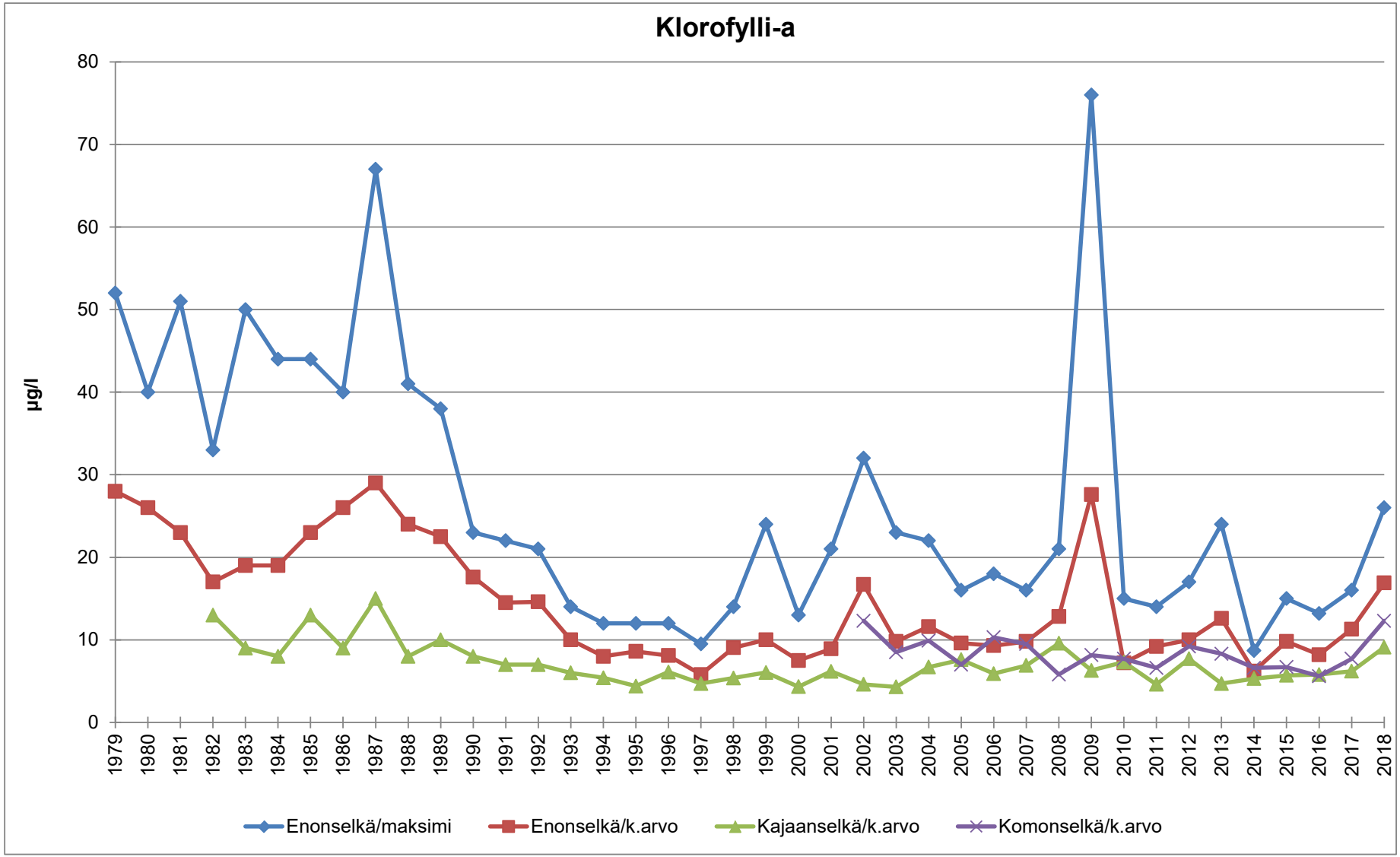
LIITE 4 Kokonaisravinnesuhde N/P Enon-, Komon- ja Kajaanselällä v. 2013 – 2018



LIITE 5 Klorofyllia-a Enon-, Komon- ja Kajaanselän havaintopaikoilla v. 2013 - 2018



LIITE 6 Klorofyllipitoisuuksien vuosikeskiarvot Enon-, Komon- ja Kajaanselän havaintopaikoilla ja Enonselän maksimiarvot v. 1979 - 2018



LIITE 7 Kasviplanktonin lajisto ja biomassat vuonna 2018

7.1 Enonselkä, Lankiluoto (10)
7.2 Komonselkä, Pirttiniemi (5)
7.3 Kajaanselkä (34)

7.1. Kasviplanktonin lajisto ja biomassat vuonna 2018: Enonselkä, Lankiluoto

Pvm/taksoni	Määrä Kpl/l	Biomassa (µg/l)	Biomassa %-osuus
22.05.2018	**17167582**	**562**	**100**
Kultalevät	848127	97	17,3
Monadit ja flagellaatit	2513753	19	3,3
Muut	10128082	53	9,4
Nielulevät	1474744	140	25,0
Panssarisiimalevät	8650	22	4,0
Piilevät	286879	162	28,8
Silmälevät	1650	5	0,8
Sinilevät	179680	33	5,9
Tarttumalevät	1253224	15	2,7
Viherlevät	472793	15	2,7
08.06.2018	**31373186**	**1369**	**100**
Kultalevät	2142471	219	16,0
Monadit ja flagellaatit	6175760	46	3,3
Muut	16713319	42	3,1
Nielulevät	898736	270	19,7
Panssarisiimalevät	77798	97	7,1
Piilevät	443677	384	28,1
Silmälevät	202	4	0,3
Sinilevät	2582124	212	15,5
Tarttumalevät	1542240	19	1,4
Viherlevät	796859	76	5,6
25.06.2018	**37739652**	**2539**	**100**
Keltaviherlevät	97072	4	0,2
Kultalevät	1427260	187	7,4
Monadit ja flagellaatit	10854780	61	2,4
Muut	13855404	53	2,1
Nielulevät	1615176	338	13,3
Panssarisiimalevät	80344	178	7,0
Piilevät	813336	601	23,7
Silmälevät	392	13	0,5
Sinilevät	5696024	868	34,2
Tarttumalevät	1456080	17	0,7
Viherlevät	1843784	220	8,7
13.07.2018	**28088221**	**5757**	**100**
Kultalevät	475167	65	1,1
Monadit ja flagellaatit	4858639	21	0,4
Muut	8707669	90	1,6
Nielulevät	959531	243	4,2
Panssarisiimalevät	59982	186	3,2
Piilevät	208443	128	2,2
Silmälevät	2737	8	0,1
Sinilevät	9878403	4882	84,8
Tarttumalevät	2314092	28	0,5
Viherlevät	623558	106	1,8
08.08.2018	**15895045**	**4165**	**100**
Kultalevät	103488	19	0,4
Monadit ja flagellaatit	3229980	16	0,4
Muut	6956375	26	0,6
Nielulevät	1222428	312	7,5
Panssarisiimalevät	15314	435	10,4
Piilevät	96105	56	1,3
Silmälevät	28211	37	0,9
Sinilevät	2710628	3098	74,4
Tarttumalevät	819312	10	0,2
Viherlevät	713204	158	3,8
29.10.2018	**8270365**	**4069**	**100**
Kultalevät	54506	34	0,8
Monadit ja flagellaatit	2886250	13	0,3
Muut	1885859	22	0,5
Nielulevät	253231	140	3,4
Panssarisiimalevät	7736	88	2,2
Piilevät	136161	126	3,1
Silmälevät	3868	11	0,3
Sinilevät	2896542	3632	89,2
Tarttumalevät	22418	0	0,0
Viherlevät	123794	5	0,1
Kaikki yhteensä	**138534051**	**18462**	

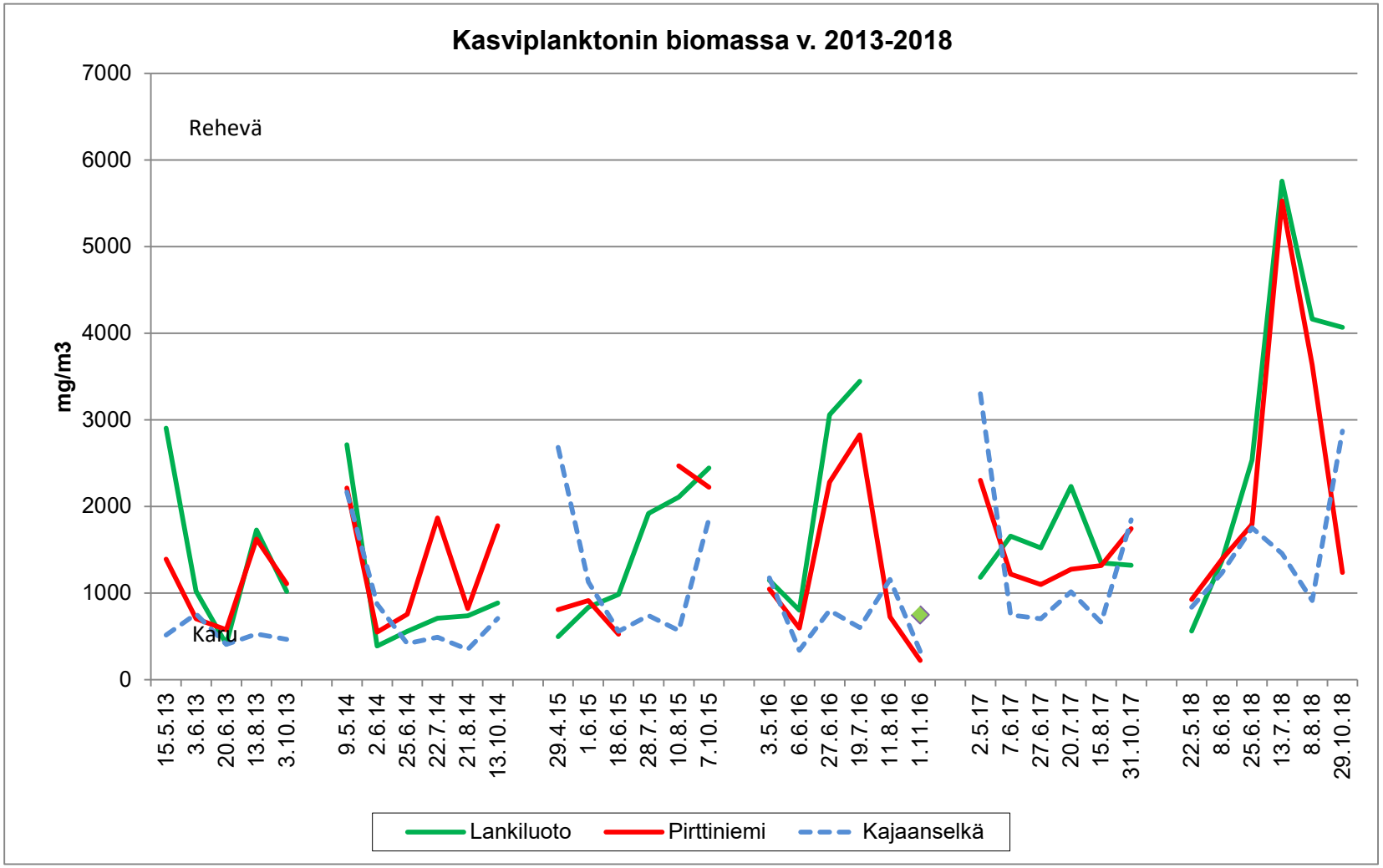
7.2 Kasviplanktonin lajisto ja biomassat vuonna 2018: Komonselkä, Pirttiniemi

Pvm/taksoni	Määrä Kpl/l	Biomassa (µg/l)	Biomassa % osuus
22.05.2018	**13546933**	**925**	**100**
Kultalevät	4580842	507	54,9
Monadit ja flagellaatit	2278364	16	1,7
Muut	3159765	26	2,8
Nielulevät	1188263	107	11,6
Panssarisiimalevät	15247	44	4,8
Piilevät	325671	166	17,9
Silmälevät	99	0	0,0
Sinilevät	196851	26	2,8
Tarttumalevät	1396962	17	1,8
Viherlevät	404869	16	1,7
08.06.2018	**29971763**	**1391**	**100**
Kultalevät	1557144	165	11,9
Monadit ja flagellaatit	3821154	30	2,2
Muut	18038029	57	4,1
Nielulevät	948311	188	13,5
Panssarisiimalevät	109821	94	6,7
Piilevät	534766	533	38,3
Silmälevät	19151	72	5,2
Sinilevät	2514179	174	12,5
Tarttumalevät	1094040	13	0,9
Viherlevät	1335168	65	4,7
25.06.2018	**28838942**	**1793**	**100**
Kultalevät	1500110	157	8,8
Monadit ja flagellaatit	5596230	52	2,9
Muut	11255578	103	5,7
Nielulevät	1885500	187	10,4
Panssarisiimalevät	136062	57	3,2
Piilevät	772322	689	38,4
Silmälevät	198	5	0,3
Sinilevät	4130094	373	20,8
Tarttumalevät	1903344	23	1,3
Viherlevät	1659504	147	8,2
13.07.2018	**63216034**	**5529**	**100**
Kultalevät	2052143	289	5,2
Monadit ja flagellaatit	6937955	31	0,6
Muut	27842161	90	1,6
Nielulevät	975686	162	2,9
Panssarisiimalevät	55921	74	1,3
Piilevät	671031	436	7,9
Sinilevät	21563197	4237	76,6
Tarttumalevät	1941240	23	0,4
Viherlevät	1176700	187	3,4
09.08.2018	**20238874**	**3632**	**100**
Kultalevät	252351	44	1,2
Monadit ja flagellaatit	2409914	15	0,4
Muut	10099280	41	1,1
Nielulevät	1716393	281	7,7
Panssarisiimalevät	4425	127	3,5
Piilevät	553893	366	10,1
Silmälevät	47838	91	2,5
Sinilevät	3306099	2438	67,1
Tarttumalevät	961704	12	0,3
Viherlevät	886977	217	6,0
29.10.2018	**12681925**	**1237**	**100**
Kultalevät	70271	27	2,2
Monadit ja flagellaatit	5205467	32	2,6
Muut	6033824	22	1,8
Nielulevät	98590	30	2,4
Panssarisiimalevät	1782	26	2,1
Piilevät	100178	225	18,2
Silmälevät	2098	6	0,5
Sinilevät	847732	860	69,5
Tarttumalevät	146832	2	0,1
Viherlevät	175151	8	0,6
Kaikki yhteesnä	**168494471**	**14506**	

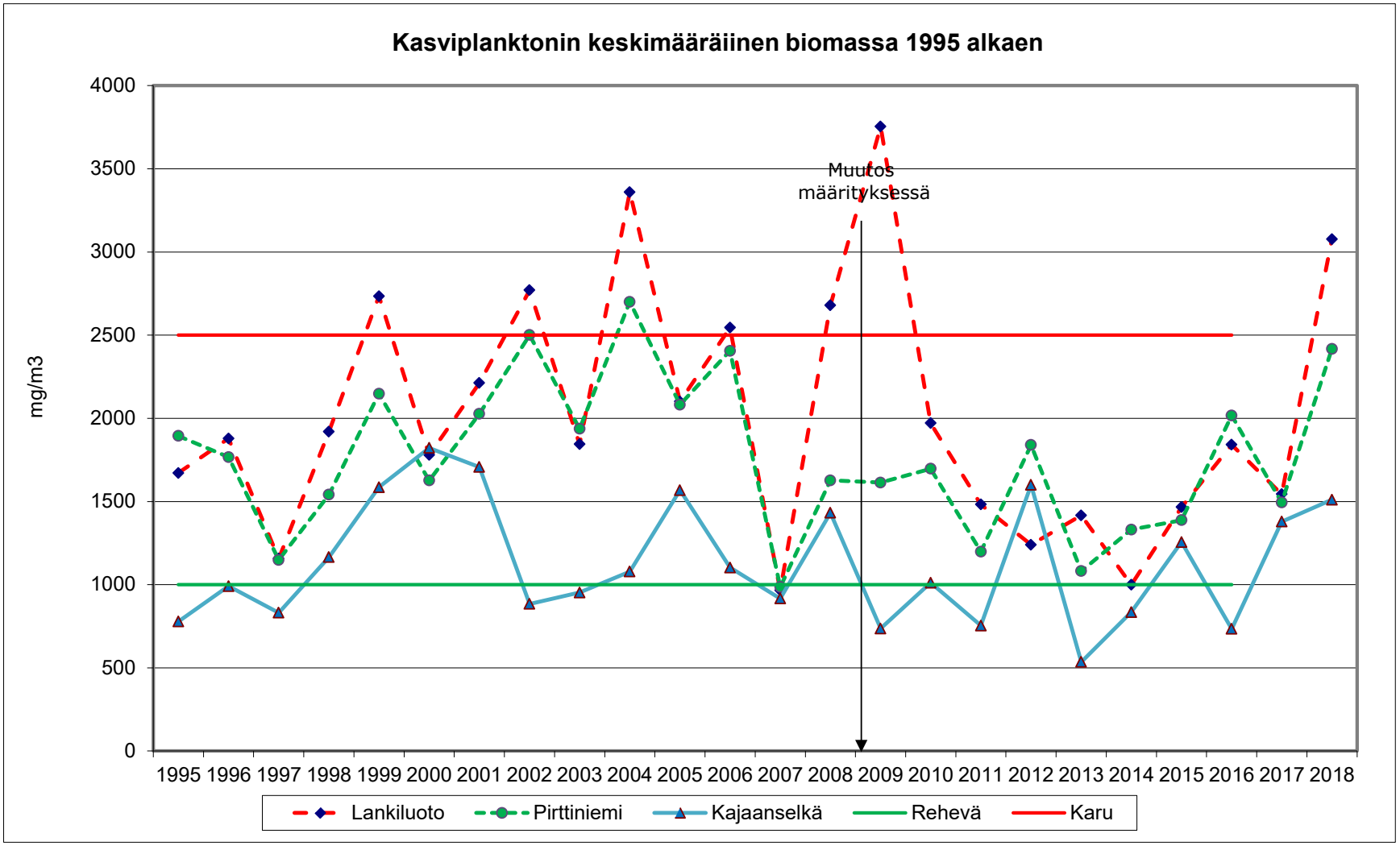
7.3 Kasviplanktonin lajisto ja biomassat vuonna 2018: Kajaanselkä

Pvm/taksoni	Määrä Kpl/l	Biomassa (µg/l)	Biomassa %-osuus
22.05.2018	**16563190**	**837**	**100**
Kultalevät	5011708	530	63,4
Monadit ja flagellaatit	3530945	24	2,9
Muut	5008115	20	2,4
Nielulevät	345715	35	4,2
Panssarisiimalevät	17818	19	2,3
Piilevät	433410	140	16,8
Silmälevät	199	1	0,1
Sinilevät	166650	31	3,7
Tarttumalevät	1457892	17	2,1
Viherlevät	590738	19	2,3
08.06.2018	**26244166**	**1231**	**100**
Kultalevät	2682350	302	24,5
Monadit ja flagellaatit	6467500	32	2,6
Muut	13388295	84	6,8
Nielulevät	663542	69	5,6
Panssarisiimalevät	163185	106	8,6
Piilevät	452133	469	38,1
Silmälevät	836	2	0,2
Sinilevät	774796	119	9,7
Tarttumalevät	939675	11	0,9
Viherlevät	711854	36	2,9
25.06.2018	**29148071**	**1755**	**100**
Keltaviherlevät	1893	3	0,2
Kultalevät	2116218	255	14,5
Monadit ja flagellaatit	6559172	48	2,7
Muut	12016587	53	3,0
Nielulevät	957894	132	7,5
Panssarisiimalevät	61529	90	5,1
Piilevät	658028	754	43,0
Sinilevät	4545212	336	19,1
Tarttumalevät	1266030	15	0,9
Viherlevät	965508	69	3,9
13.07.2018	**33261242**	**1458**	**100**
Keltaviherlevät	1955	0,5	0,0
Kultalevät	1021630	125	8,5
Monadit ja flagellaatit	4664000	29	2,0
Muut	13061685	52	3,5
Nielulevät	858290	175	12,0
Panssarisiimalevät	14356	105	7,2
Piilevät	222674	200	13,7
Silmälevät	1955	6	0,4
Sinilevät	9951244	659	45,2
Tarttumalevät	2905278	35	2,4
Viherlevät	558175	73	5,0
09.08.2018	**14538237**	**915**	**100**
Keltaviherlevät	100	0	0,0
Kultalevät	403440	67	7,3
Monadit ja flagellaatit	1866003	14	1,5
Muut	7893753	20	2,2
Nielulevät	1471712	199	21,8
Panssarisiimalevät	19121	174	19,0
Piilevät	44498	41	4,5
Silmälevät	1899	6	0,6
Sinilevät	1299092	305	33,3
Tarttumalevät	914909	11	1,2
Viherlevät	623710	78	8,5
29.10.2018	**11117181**	**2872**	**100**
Kultalevät	27930	24	0,8
Monadit ja flagellaatit	3248769	25	0,9
Muut	5740632	23	0,8
Nielulevät	183685	101	3,5
Panssarisiimalevät	800	12	0,4
Piilevät	739995	2062	71,8
Silmälevät	4995	12	0,4
Sinilevät	781820	606	21,1
Tarttumalevät	284340	3	0,1
Viherlevät	104215	4	0,1
Kaikki yhteensä	**130872087**	**9067**	

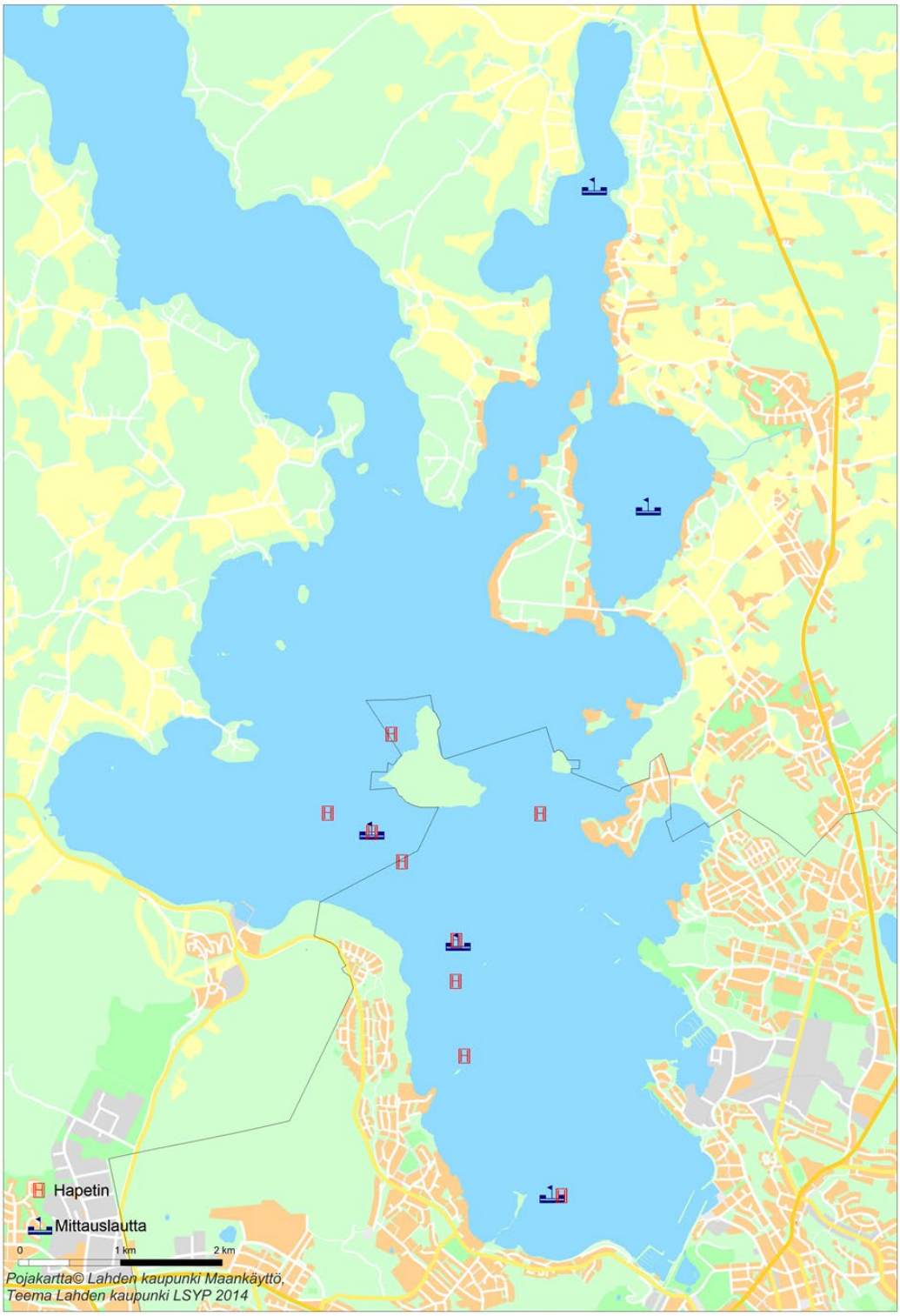
LIITE 8 Kasviplanktonin biomassa näytekerroittain v. 2013 – 2018



LIITE 9 Kasviplanktonin biomassa vuosina 1995 – 2018



LIITE 10 Vesijärven hapettimien ja automaattiasemien sijainti



LIITE 11 Tulosten tulkinnasta: Termit, luokitukset ja lyhenteet

Raportissa käytetään seuraavia vesistön rehevyyttä ja tuotantotyyppejä kuvaavia luokitteluja. Viitteelliset raja-arvot eri tuotantotyypeille ja minimiravinnesuhde Forsberg ym. (1978) mukaan.

Viitteelliset raja-arvot	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	Klorofylli-*a* µg/l	Kasviplanktonin biomassa µg/l
Oligotrofinen eli karu	300 - 1600	<15	<5	<1000
Mesotrofinen eli keskirehevä	360 - 1400	15 - 25	5 - 10	1000 - 2500
Eutrofinen eli rehevä	400 - 6100	>25	>10	>2500

Typen ja fosforin suhdeluku on ns. kokonaisravinnesuhde, jonka avulla arvioidaan kumman pääravinteen pitoisuus on ratkaiseva levien tuotannon kannalta. Kun suhdeluku on 10–17, on vesistö ns. yhteisrajoitteinen, jolloin kasviplanktonilla voi olla puutetta kummasta tahansa ravinteesta. Normaali tilanne suomalaisissa järvissä on fosforirajoitteisuus, jolloin suhdeluku on > 17. Typestä on vajausta yleensä likavesien kuormittamissa järvissä. Sinilevät hyötyvät typpirajoitteisuudesta.

Kokonaisravinnesuhteeseen perustuva luokittelu on seuraava:

N/P suhde - minimiravinne	
<10	typpi
10 – 17	typpi tai fosfori
>17	fosfori

Vesistön humuksisuutta osoittavia luokkia on kolme. Humuksisuutta mitataan väriluvun ja kemiallisen hapenkulutuksen avulla sekä havainnoimalla näkösyvyys valkolevyn avulla:

Humuksisuus (dystrofia)	Väriluku mgPt/l	Näkösyvyys m	CODMn mgO_2/l
Oligohumoosinen eli vähähumuksinen	<40	>4	<10
Mesohumoosinen eli keskinkertainen humusmäärä	40-80	1,5-4	10-20
Polyhumoosinen eli runsashumuksinen	>80	<1,5	>20

Hapen kyllästysasteen mukainen alusveden tilan luokittelu

Luokitus	Kyllästyneisyys, %
Hyvä	> 80 %
Tyydyttävä	60–80 %
Heikentynyt	40–60 %
Heikko	20–40 %
Huono	<20 % / heikentynyt < 2,0 mg/l
Hapeton	<2 %

Kasviplankton

TPI (planktontrofiaindeksi) Järvien kasviplanktonin trofianindeksin (TPI) laskennassa käytettävät taksonien pistearvot (-3, -2, -1, 1, 2, 3). Indikaattoriarvo (TPI-pistearvo) on pienin taksoneilla, jotka tyypillisesti esiintyvät ultraoligotrofisessa/-oligotrofisessa ymparistossä ja vastaavasti suurin lajeilla, jotka tyypillisesti esiintyvät eutrofisissa/hypereutrofisissa järvissa (Willen 2007; ref. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012).

Luokkien latinankieliset nimet	**Suomenkieliset nimet**
Nostocophyceae (PROPOSED sisävesi)	Sinilevät
Nostocophyceae	Sinilevät
Cryptophyceae	Nielulevät
Dinophyceae	Panssarisiimalevät
Prymnesiophyceae	Tarttumalevät
Chrysophyta	Kultalevät
Synurophyceae	Kultalevät
Diatomophyceae	Piilevät
Tribophyceae	Keltaviherlevät
Eustigmatophyceae	Eustigmatophyceae##
Raphidophyceae	Raphidophyceae
Euglenophyta	Silmälevät
Pedinophyceae	Viherlevät
Prasinophyceae	Viherlevät
Charophyceae	Viherlevät
Chlorophyceae	Viherlevät
Picoplankton	Picoplankton
Monads and flagellates	Monadit ja flagellaatit
Other phytoplankton	Muu kasviplankton
Bicosoecidea	Zoomastigophora
Choanoflagellidea	Zoomastigophora
Incertae sedis	Epävarma taksonomia
Others	Muut ##
Bacteria	Bakteerit

Muu ryhmässä myös Eustigmatophyceae, Katablepharis, Gyromitus, Choanoflagellidea
mg/l = 1000 µg/l, µ= kreikan myy, mikro-, millin tuhannesosa