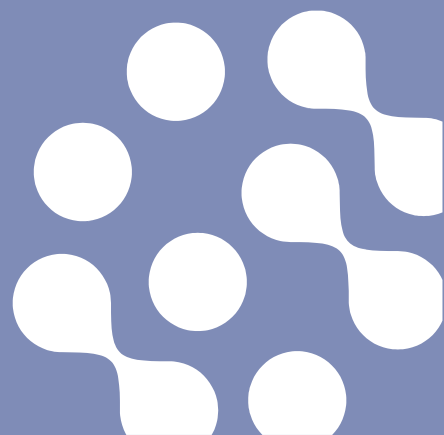


Eurofins Ahma Oy
Projekti 11210
29.5.2020

KEMIJOKI OY

LOKAN JA PORTTIPAHDAN TEKOJÄRVIENTEN SEKÄ NIIDEN ALAPUOLISTEN JOKIEN VEDENLAADUN TARKKAILU 2019



KEMIJOKI OY, LOKKA JA PORTTIPAHDAN SEKÄ ALAPUOLISTEN JOKIEN VEDENLAADUN TARKKAILU

Sisällysluettelo

YHTEENVETO	1
1. JOHDANTO	2
2. TARKKAILUALUEEN KUVAUS	2
2.1 SÄÄNNÖSTELY	3
2.2 VALUMA-ALUE	3
3. TARKKAILUN TOTEUTUMINEN	6
3.1 PERUSTARKKAILU	6
3.1.1 <i>Tehostettu happitarkkailu</i>	7
3.1.2 <i>Kasviplanktonitutkimus</i>	7
3.1.3 <i>Rantavyöhykkeen tila</i>	8
3.1.4 <i>Vedenlaatumalli</i>	10
3.2 ALAPUOLISTEN JOKIEN TARKKAILU	10
3.2.1 <i>Virtavesien piilevätutkimus</i>	11
3.3 KALOJEN ELOHOPEAPITOISUUDEN TARKKAILU	12
3.4 ALUEEN MUU TARKKAILU	12
4. HYDROLOGIA JA SÄÄ	13
4.1 SÄÄTILÄ	13
4.2 VEDENKORKEUS JA VIRTAAAMAT	13
5. LOKKA JA PORTTIPAHTA	17
5.1 VUODEN 2019 TARKKAILUTULOKSET	17
5.2 VEDEN LAADUN KEHITYS	25
5.2.1 <i>Tarkkailu 1967–2019</i>	25
6. ALAPUOLISET JOET	33
6.1 VUODEN 2019 TARKKAILUTULOKSET	33
6.2 AINEVIRTAAMAT	39
7. MINIMIRAVINNETARKASTELU	41
8. PERIFYTONTARKKAILU	43
9. EKOLOGISEN TILAN TARKASTELU	43
10. JOHTOPÄÄTÖKSET VUOSIEN 2017–2019 TARKKAILUISTA	45
11. TARKKAILUN TOIMIVUUS JA KEHITTÄMISTARPEET	46
VIITTEET	47

LIITTEET

Liite 1. Tarkkailupisteiden sijaintikartat

Liite 2. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien vesistötarkkailutulokset vuodelta 2019

Liite 3. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien tehostetun happitarkkailun tulokset vuodelta 2019

Liite 4. Alapuolisten jokien vesistötarkkailutulokset vuodelta 2019

Liite 5. Perifytöntarkkailun raportti 2019

29.5.2020

Eurofins Ahma Oy



Ympäristöasiantuntija, FM

Oivaltajantie 10

60100 SEINÄJOKI

Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

YHTEENVETO

Lokan ja Porttipahdan tekojärvet rakennettiin 1960-luvun lopulla. Tekojärvet näyttävät saavuttaneen veden laadun tasapainotilan 1990-luvun ja 2000-luvun alun kuluessa. Kinnunen (1985) arvioi tasapainotilan saavutetun jo 1980-luvun alkupuolella, mutta sen jälkeen kertynyt vedenlaatuaineisto osoittaa veden laadun niin Lokassa kuin Porttipahdassa parantuneen vielä selvästi 1980-luvun jälkeen.

Vuonna 2019 sekä Lokan että Porttipahdan tekojärvet kärsivät syvänteiden heikosta happitilanteesta kevättalvella. Hapettomuutta ei kuitenkaan esiintynyt. Kesällä ja syksyllä tekojärvien happitilanne oli pääosin hyvällä tasolla.

Tekojärvien vesi oli keväisin keskimäärin lievästi hapanta ja muina aikoina pH-arvot olivat keskimäärin neutraalin tuntumassa tai lievästi emäksistä. Veden puskurikyky oli keskimäärin tyydyttävä tai hyvä. Kesäaikaisten keskimääräisten ravinne- ja klorofyllipitoisuuksien perusteella tekojärvien vesi oli lähinnä karua tai lievästi rehevää. Vuoden 2019 kesän vedenlaatutietojen perusteella Lokka oli Porttipahtaa hieman rehevämpi vesistö. Miniravinnetarkastelun perusteella tekojärvien vedessä lähinnä fosfori rajoitti levätuotantoa, kuten on arvioitu useana aikaisempana vuonnakin. Kokonaisuutena tarkastellen vedenlaadussa ei ollut vuonna 2019 havaittavissa merkittäviä eroja tekojärvien kesken.

Kitisessä virtaavasta vesimäärästä suurin osa on Porttipahdan padolta juoksutettavaa vettä. Vuonna 2019 Porttipahdan ja Kitisen yläosan keskimääräinen vedenlaatu ei merkittävästi eronnut. Vesi oli Kitisen yläosalla kuitenkin keskimäärin hieman rautapitoisempaa ja näin ollen väriltään tummempaa. Lokasta juoksutettava vesimäärä on alempi, kuin mitä luonnollisesti Luiron jokiuomassa virtaisi. Tästä voi olla seurauksena joen liettymistä. Luiron yläosan keskimääräiset pitoisuudet esim. raudan ja väriarvojen osalta olivat hieman Lokan tekojärveä korkeammat, mutta aineiden pitoisuusvaihtelut (rautaa lukuun ottamatta) olivat melko samalla tasolla Lokan ja Luiron yläosan havaintopisteillä.

Tekojärvien vedet olivat ajoittain jokivesiä runsasravinteisempia. Kitisen ja Kemijoen vesi oli keskimäärin typpipitoisinta ja Luiron vesi oli edellisvuosien tavoin keskimäärin fosforipitoisinta. Pääsääntöisesti fosforipitoisuudet kohosivat eniten kevättulvan aikaan, mutta typpipitoisuudet vaihtelivat enemmän näytekertojen välillä.

1. JOHDANTO

Lokan ja Porttipahdan tekojärvet on rakennettu toimimaan Kemijoen säännöstelyn ylivuotisina säännöstelyaltaina. Tekojärvet on rakennettu 1960-luvun lopulla. Lokan täyttö aloitettiin kesällä 1967 ja Porttipahdan täyttö syksyllä 1970. Tekojärvet yhdistettiin Vuotson kanavalla vuoden 1981 lopulla, minkä jälkeen tekojärvien säännöstely on tapahtunut Porttipahdan padon kautta. Lokasta juoksutetaan vettä Luiroon lupaehto mukaisesti.

Pohjois-Suomen vesioikeus on velvoittanut ympäristöhallituksen säännöstelyluvan haltijana tarkkailemaan Lokan ja Porttipahdan sekä niiden alapuolisten jokien veden laatua sekä tekojärvien kalaston elohopeapitoisuutta (päätökset 81/85/I ja 82/85/I). Nykyisin Kemijoki Oy Lokan ja Porttipahdan säännöstelyluvan haltijana vastaa myös tekojärviä koskevista velvoitteista. Päivitetty vuoden 2019 alusta voimaan tuleva tarkkailusuunnitelma (Pöyry Finland Oy 2018) esitettiin Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle, joka hyväksyi suunnitelman pienin muutoksin 26.2.2019 (LAPELY/3902/2018).

Veden laadun tarkkailu aloitettiin syyskuussa 1988 ja kalojen elohopeapitoisuuden tarkkailu vuonna 1989. Aikaisemmin vesistön tilaa on seurattu vesi- ja ympäristöviranomaisten toimesta. Tekojärvien rakentamisen jälkeen kertynyttä aineistoa on käsitelty laajasti mm. Lokan ja Porttipahdan lopputarkastuksen yhteydessä laaditussa avustavan virkamiehen lausunnossa (Kinnunen 1985). Tekojärvien tilaa on myös tarkasteltu Vuotoksen tekoallashanketta varten tehdyissä selvityksissä ja lausunnoissa.

Tarkkailun tavoitteena on tuottaa tietoa Lokan ja Porttipahdan tekojärvien vesiympäristön tilasta sekä tekojärvien alapuolisten jokien veden laadusta. Tarkkailulla seurataan myös säännöstelyn vaikutuksia tekojärvien vesiympäristön tilaan sekä tekojärvien alapuolisten jokien veden laatuun.

2. TARKKAILUALUEEN KUVAUS

Lokan ja Porttipahdan tekojärvet sijaitsevat Sodankylän kunnan pohjoisosassa. Saariselkä toimii vedenjakajana Kemijoen ja Paatsjoen sekä Kemijoen ja Tuulomajoen vesistöjen välillä. Sekä Lokka että Porttipahta keräävät vetensä Saariselän eteläpuolisilta tunturi- ja suoalueilta. Tekojärvien valuma-alueet ovat lähestulkoon erämaata lukuun ottamatta järvien välistä pohjoiseen kulkevaa nelostietä ja Porttipahdan länsipuolella kulkevaa Kittilän–Inarin maantietä. Lokan, Vuotson ja Pokan kylät ovat ainoat asutuskeskittymät järvien valuma-alueella.

Luirojoki laskee Lokan tekojärveen järven koillisosassa ja jatkaa edelleen Lokan padolta etelään. Vastaavasti Kitinen laskee Porttipahdan luoteisosaan ja jatkaa edelleen etelään Porttipahdan padolta. Kitiseen on rakennettu kaikkiaan seitsemän voimalaitosta, joista ylin sijaitsee Porttipahdan padolla ja alin Kokkosnivassa. Luiro ja Kitinen yhtyvät Pelkosenniemen Kairalankylän eteläpuolella ja pian yhtymäkohdan alapuolella Kitinen ja Luiro yhtyvät koillisesta laskevaan Ylä-Kemijokeen (liite 1).

Lokan ja Porttipahdan pinta-alat sekä säännöstelytilavuus ovat:

	Lokka	Porttipahta
Pinta-ala ylärajalla (km ²)	417	214
Pinta-ala alarajalla (km ²)	216	34
Säännöstelytilavuus milj.m ³	1444	1097

2.1 Säännöstely

Lokka ja Porttipahta toimivat Kemijoen säännöstelyn ylivuotisina säännöstelyaltaina, eli niihin varastoidaan normaalisti enemmän vettä kuin niistä vuoden aikana juoksutetaan. Tekojärvet yhdistettiin toisiinsa Vuotson kanavalla 20.11.1981, minkä jälkeen tekojärvien säännöstely on tapahtunut Porttipahdan padon kautta. Luiroon juoksutetaan Lokan padolta lupaehtojen mukainen vesimäärä.

Lupaehtojen mukaan Lokan ja Porttipahdan säännöstelyn veden korkeuden ylä- ja alarajat ovat:

	Lokka	Porttipahta
Säännöstelyn alaraja N_{43+} (m)	240,00	234,00
Säännöstelyn yläaraja N_{43+} (m)	245,00	245,00

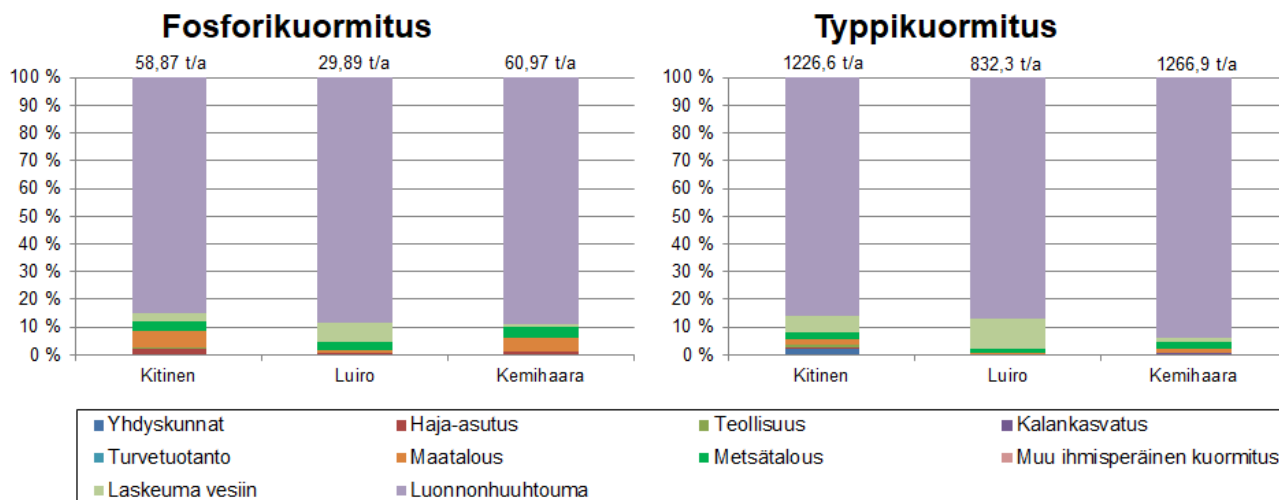
Tekojärvien säännöstely on Vuotson kanavan rakentamisen jälkeen tapahtunut huomattavasti lupaehtoja lievempänä. Tekojärviä juoksutetaan vuosittain yleensä huhtikuun lopulle saakka, jolloin Porttipahdan pato suljetaan. Kesäaikana juoksutuksia tehdään ajoittain. Juoksutus aloitetaan normaalisti uudestaan syyskuun aikana mm. tekojärvien vedenkorkeudesta riippuen.

Säännöstelystä johtuen Kitisen ja Luiroon virtaaman vuodenaikaisrytmi poikkeaa huomattavasti luonnontilaisesta joesta. Porttipahdasta juoksutetaan Kitiseen talvella (marraskuusta maaliskuuhun) noin 60–80 % koko vuoden vesimäärästä. Tulva-aikana, jolloin virtaamat luonnontilassa ovat suuria, juoksutus on vähäistä tai pato pidetään kokonaan kiinni. Kitisen alaosalla vuotuinen vesimäärä jakaantuu selvästi yläosaa tasaisemmin Kitiseen tulevista sivuvalumasta johtuen. Lokasta Luiroon juoksutettava vesimäärä vaihtelee jonkin verran eri vuosina.

Tekojärvien säännöstely on Vuotson kanavan rakentamisen jälkeen tapahtunut huomattavasti lupaehtoja lievempänä. Tekojärviä juoksutetaan vuosittain yleensä huhtikuun lopulle saakka, jolloin Porttipahdan pato suljetaan. Kesäaikana juoksutuksia tehdään ajoittain. Juoksutus aloitetaan normaalisti uudestaan syyskuun aikana mm. tekojärvien vedenkorkeudesta riippuen. Vuonna 2019 Porttipahdan juoksutus lopetettiin huhtikuun lopussa, ja pato oli kiinni toukokuun loppuun saakka.

2.2 Valuma-alue

Kitisen, Luiroon ja Ylä-Kemijoen (joka kuuluu Kemihaaran alueeseen) valuma-alueiden ravinnekuormituksesta hyvin pieni osa (<1–3,5 %) on peräisin pistekuormituksesta (kuva 2-1). Hajakuormituksen osuus on jonkin verran suurempi, noin 2–12 %. Kitisen, Luiroon ja Kemihaaran vesistöalueiden fosforikuormituksesta valtaosa (85–89 %) on kuitenkin luonnonhuuhtoumaa. Myös typikuormituksesta 86–94 % koostuu luonnonhuuhtoumasta. Kitisen, Luiroon ja Kemihaaran vesistöalueet laskevat Kemijokeen (Kemijoen keskiosaa). Tällä valuma-alueella luonnonhuuhtouman osuus kuormituksesta on 63–73 %. Fosforista 9 % ja tyypeistä 4 % on Kemijoen keskiosalla peräisin pistekuormituslähteistä. Ravinteiden ainevirtaamien vuosittainen vaihtelu on alueella suurta, sillä hajakuormituksen ja luonnonhuuhtouman määrä vaihtelee hydrologisten olosuhteiden mukaan (Lapin ELY-keskus 2015).

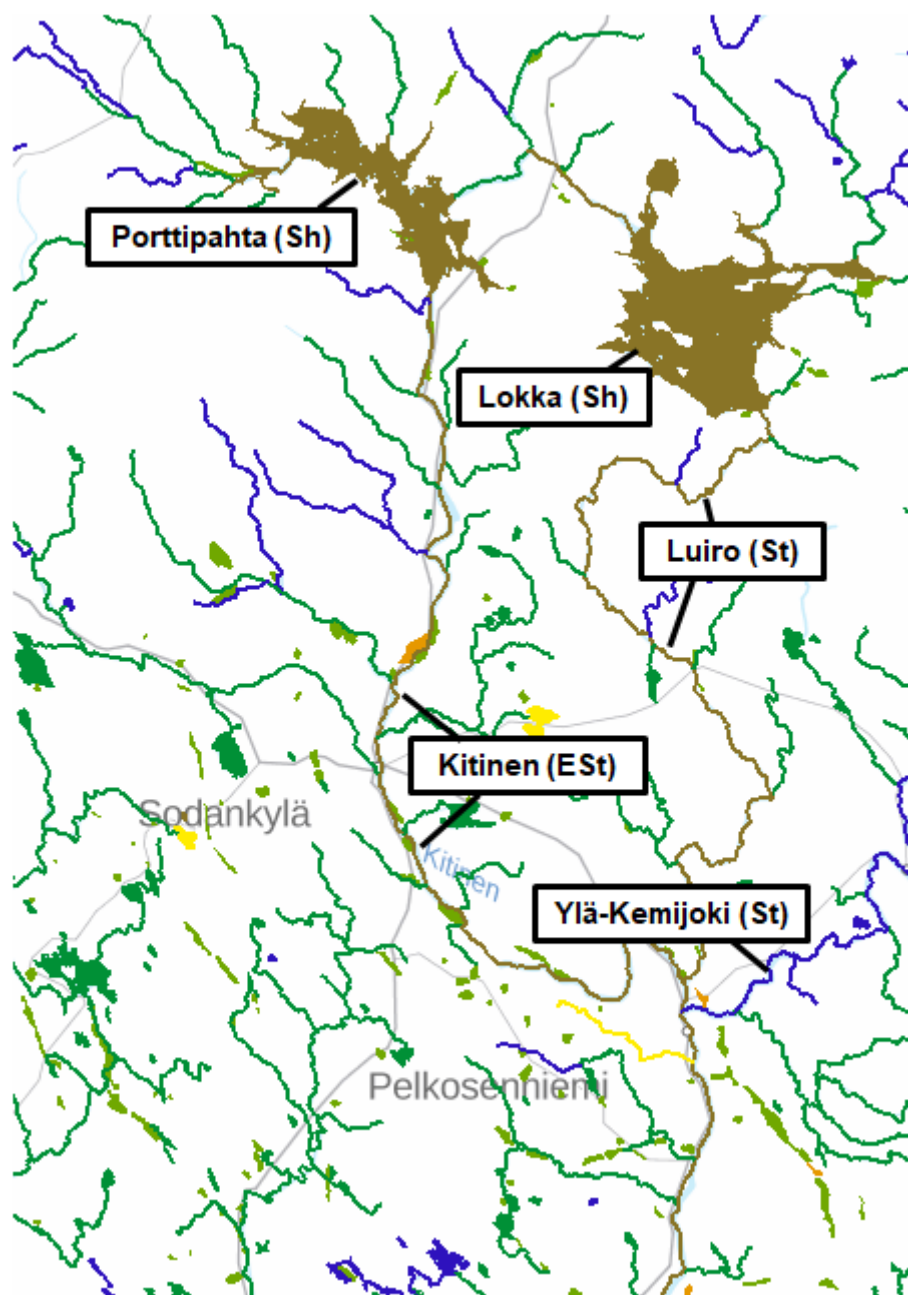


Kuva 2-1. Kitisen, Luiron ja Kemihaaran kokonaisfosforin ja -typen kuormitus (t/a) vuosina 2006–2012 (Lapin ELY-keskus 2015).

Ympäristöhallinnon määrittelyn mukaan Porttipahta ja Lokka ovat pintavesityypiltään suuria humusjärviä (Sh) (kuva 2-2). Niiden ekologinen tila on tyydyttävä ja kemiallinen tila hyvä. Molemmat järvet ovat keinotekoisia vesimuodostumia. Ekologinen luokittelu perustuu kummankin järven osalta suppeaan aineistoon (kokonaisravinteet, klorofylli-a, kasviplankton, vesikasvit ja kalat), joka on kerätty vuosina 2006–2012. Kitinen ja Keski-Kemijoki (Pelkosenniemi–Rovaniemi) ovat pintavesityypiltään erittäin suuria turvemaiden jokia (ESt). Luiron ja Ylä-Kemijoki (Kairiojoen suu–Pelkosenniemi) ovat suuria turvemaiden jokia (St). Ylä-Kemijoen ekologinen tila on erinomainen ja muiden tarkasteltujen jokien tila on hyvä. Kaikkien tarkasteltujen vesimuodostumien kemiallinen tila on hyvä. Ainoastaan Ylä-Kemijoki on luokiteltu luonnontilaiseksi vesistöksi, muut jokiosuudet on luokiteltu voimakkaasti muutetuiksi. Luokittelun perusteena on Kitisessä ja Keski-Kemijoessa joen voimalaitosrakentamisesta johtuva patoaminen, Lurossa Lokan tekojärven rakentamisesta johtuva virtaaman ja vesimäärän vähentyminen (SYKE 2020).

Kitisen, Luiron, Ylä-Kemijoen ja Keski-Kemijoen vesimuodostumien ekologinen tila on vähintään hyvä, ja vesienhoidon tavoite näissä vesimuodostumissa on vähintään hyvän tilan säilyttäminen. Lokka ja Porttipahta eivät ole vielä hyvässä saavutettavissa olevassa tilassa. Tekojärvien tilan parantamismahdollisuuksia selvitettiin säännöstelyn kehittämishankkeessa vesienhoidon ensimmäisellä kaudella 2010–2015, ja järvien ekologista tilaa olisi mahdollista parantaa etenkin kalaston rakenteeseen vaikuttavilla toimenpiteillä. Kevään alimpien vedenkorkeuksien nostaminen todennäköisesti parantaisi myös etenkin Lokan kevättalven aikaista happitilannetta. Säännöstelyn kehittämistä tullaan jatkamaan vesienhoidon toisella suunnittelukaudella 2016–2021. Tällöin pyritään käynnistämään kalaston tilaa parantava hanke ja selvitetään, onko järvien säännöstelysuositusten määrittäminen tarpeen ja mahdollista (Lapin ELY-keskus 2015).

Lokan tekojärvi on vesienhoidon toimenpidesuunnitelmassa (Lapin ELY-keskus 2015) määritelty järveksi, jonka ekologinen tila on tyydyttävä rehevyyden tai siihen liittyvien ongelmien takia. Järveen tulevasta fosforikuormituksesta yli 90 prosenttia on peräisin luonnonhuuhtoumasta ja laskeumasta, joten mahdollisuudet kuormituksen vähentämiseen ovat vähäiset. Lokassa fosforipitoisuuden alentamistarve on 3 % ja a-klorofylli-pitoisuuden vähennystarve on 6 %. Lokan rehevyys on ajan saatossa hieman vähentynyt, mutta kevättalven heikosta happitilanteesta johtuva sisäinen kuormitus ylläpitää rehevyyttä.



Kuva 2-2. Lokan ja Porttipahdan sekä alapuolisten jokien ekologinen tila vesienhoidon toisella suunnittelukaudella (Vesikartta 20.4.2020). Sininen = erinomainen ekologinen tila, vihreä = hyvä tila, keltainen = tyydyttävä tila, oranssi = selvityskohde, ruskea = voimakkaasti muutettu tai keinotekoinen.

Porttipahdassa hyvä ekologinen tila on tarkoitus saavuttaa vuoteen 2021 mennessä ja Lokassa vuoteen 2027 mennessä. Kummankin järven kalataloudellisiin hoitotoimenpiteisiin on tarkoitus hakea rahoitusta toisella vesienhoitokaudella. Toimenpiteiden vaikutuksen ekologiseen tilaan näkyvät viiveellä, joten hyvää ekologista tilaa ei ole mahdollista saavuttaa aiemmin (SYKE 2020).

3. TARKKAILUN TOTEUTUMINEN

Tarkkailu koostuu vuosittaisesta veden laadun tarkkailusta tekojärvillä ja niiden alapuolisissa joissa sekä määrävuosina tehtävistä biologisista tarkkailuista. Tarkkailuun kuuluu myös Lokan tekojärvellä toteutettava tehostettu happitarkkailu, mikäli vedenkorkeus laskee alle määritellyn tason.

Näytteenotossa noudatetaan vesi- ja ympäristöhallinnon antamia ohjeita. Näytteenoton yhteydessä mitataan aina näkösyvyys. Kaikki määritykset tehdään SFS-standardien mukaisesti ja/tai akkreditoinnissa hyväksytyjen tai muutoin valvovan viranomaisen hyväksymien menetelmien mukaisesti.

Tarkkailupaikkojen sijainti on esitetty kartalla liitteessä 1.

3.1 Perustarkkailu

Tarkkailupaikkoja on Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä kolme kummallakin ja Vuotson kanavassa yksi. Tarkkailuohjelman mukaiset näytteenotot sekä tarkkailupisteiden koordinaatit on esitetty taulukossa 3-1.

Taulukko 3-1. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien ja alapuolisten jokien näytteenottopaikat sekä tarkkailuohjelman mukaiset näytteenotot.

Havaintopaikka	Tunnus	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	Näytteenottokerrat
Lokka L1	L1	7523531–530979	4 (huhti-, heinä-, elo- ja lokakuu)
Lokka L27	L27	7534352–525817	3 (huhti-, heinä- ja elokuu)
Lokka L24	L24	7542948–517021	3 (huhti-, heinä- ja elokuu)
Vuotson kanava V1	V1*	7554354–505176	3 (huhti-, heinä- ja elokuu)
Porttipahta P1	P1	7539030–489512	4 (huhti-, heinä-, elo- ja lokakuu)
Porttipahta P4	P4	7550706–484819	3 (huhti-, heinä- ja elokuu)
Porttipahta P8	P8	7556943–472439	3 (huhti-, heinä- ja elokuu)

* Näyte vain 1 m syvyydestä

Näytteet otetaan Vuotson kanavaa lukuun ottamatta kolmesta syvyydestä: 1 m, vesipatsaan puoliväli ja 1 m pohjan yläpuolelta. Lisäksi talvella otetaan happinäytteet tarkkailupaikalta Porttipahta P1 kolmen metrin välein ja muilta tarkkailupaikoilta kahden metrin välein. Kesällä otetaan kokoomanäyte 0–2 m syvyydestä, josta määritetään a-klorofyllin pitoisuus. Näytteenoton yhteydessä mitataan kokonaissyvyys ja näkösyvyys.

Näytteistä tehdään seuraavat määritykset:

- | | |
|--------------------------|--|
| - Lämpötila | - Kok.P |
| - Happi (mg/l ja kyll.%) | - liuk. PO ₄ -P (heinä-elokuu + P1 ja L1 huhtikuu) |
| - Alkaliniteetti | - Kok.N |
| - pH | - NO ₂ +NO ₃ -N (heinä-elokuu + P1 ja L1 huhtikuu) |
| - COD _{Mn} | - NH ₄ -N (heinä-elokuu + P1 ja L1 huhtikuu) |
| - Väri | - A-klorofylli (heinä-elokuu) |
| - Rauta | |

3.1.1 Tehostettu happitarkkailu

Lokan tekojärven happipitoisuuden tarkkailua tehostetaan, mikäli vedenkorkeus laskee Lokassa alle tason $N_{43} +242,00$ m. Mikäli vedenkorkeus laskee alle em. tason ennen 15.3., mitataan happipitoisuudet kenttämittarilla taulukossa 3-2 esitetyiltä tarkkailupaikoilta kerran kuukaudessa. Tehostettua happitarkkailua jatketaan kunnes taso $N_{43} +242,00$ m jälleen ylittyy tai niin kauan kuin jääolosuhteet sen sallivat. Lisäksi huhtikuun näytteenottokierroksen (taulukko 3-1) yhteydessä mitataan happipitoisuudet kenttämittarilla taulukossa 3-2 esitetyiltä tarkkailupaikoilta 1 m välein pinnasta pohjaan. Perustarkkailun happinäytteet otetaan normaalisti. Lisäksi tarkkailupaikoilta L24 ja L27 määritetään luvussa 3.1 esitetyn lisäksi liuk. $PO_4\text{-P}$, $NO_2\text{+}NO_3\text{-N}$ ja $NH_4\text{-N}$.

Taulukko 3-2. Lokan tehostetun happitarkkailun mittauspisteiden koordinaatit.

Näytteenottopaikka	Tunnus	Koordinaatit ETRS-TM35FIN
Lokka L1	L1	7523535–530975
Lokka L24	L24	7542948–517021
Lokka L27	L27	7534352–525817
Lokka L13	LH1	7526155–523618
Lokka LO2	LH2	7529974–521591
Lokka L11	LH3	7531353–516821
Lokka L25	LH4	7539050–518820
Lokka L34	LH5	7539450–526817
Lokka L1/03	LH6	7536993–531611
Lokka 1400W > NW	LH7	7529654–529216

Mikäli Lokan vedenkorkeus laskee alle tason $N_{43} +242,00$ m vasta 15.3. jälkeen, tehdään huhtikuussa perustarkkailun yhteydessä happipitoisuuksien kenttämittaus, mikäli mahdollista. Tällöin tehostettu tarkkailu tehdään taulukon 3-2 pisteiltä samoin kuin yllä on esitetty. Tarkkailupaikoilta L24 ja L27 otetuista näytteistä määritetään myös liuk. $PO_4\text{-P}$, $NO_2\text{+}NO_3\text{-N}$ ja $NH_4\text{-N}$.

3.1.2 Kasviplanktontutkimus

Lokan ja Porttipahdan tekojärvellä tarkkaillaan kasviplanktonin lajistoa ja biomassaa joka kolmas vuosi. Näinä vuosina toteutetaan veden laadun tarkkailu myös kesäkuussa vastaavasti kuin heinäkuussa ja elokuussa (luku 3.1). Vuotson kanavasta ei kuitenkaan oteta näytettä kesäkuussa.

Kasviplanktonnäytteet otetaan vuonna 2019 ja sen jälkeen kolmen vuoden välein. Näytteet otetaan kolme kertaa avovesikaudella (kesä-, heinä- ja elokuussa) taulukossa 3-3 esitetyiltä tarkkailupaikoilta. Tarkkailupaikkojen sijainti kartalla käy ilmi liitteestä 1. Näytteet otetaan 0–2 m syvyydestä kokoomanäytteenä ympäristöhallinnon voimassaolevan ohjeistuksen mukaisesti (Meissner ym. 2018 tai uudempi). Näytteet kestävöidään välittömästi happamalla Lugolin liuoksella (noin 0,5 ml/200 ml). Näytteet kuljetetaan ja säilytetään pimeässä ja viileässä.

Taulukko 3-3 Kasviplanktontarkkailun havaintopaikat sekä näytteenottoajankohdat.

Havaintopaikka	Tunnus	Vesistöalue	Kokonais-Syvyys (m)	Koordinaatit ETRS-TM35FIN	Näytteenotto-kerrat
Lokka L1	L1	65.931	11,7	7523531–530979	3
Lokka L27	L27	65.931	7,5	7534352–525817	3
Lokka L24	L24	65.931	6,0	7542948–517021	3
Porttipahta P1	P1	65.831	36,5	7539030–489512	3
Porttipahta P4	P4	65.831	18,0	7550706–484819	3
Porttipahta P8	P8	65.831	8,0	7556943–472439	3

Näytteenoton yhteydessä tehdään havainnot mahdollisista leväkukinnoista tai muusta silminnähävästä samentumasta tms. Havainnot kirjataan maastokaavakkeeseen.

Kasviplanktontutkimus tehdään käyttäen laajaa kvantitatiivista menetelmää (Järvinen ym. 2011 tai uudempi), ja laskennassa noudatetaan ympäristöhallinnon voimassaolevaa ohjeistusta. Kvantitatiivinen kasviplanktontutkimus edellyttää määrittäjältä hyvää lajituntemusta ja osoitettua menetelmäpätevyyttä. Laskentatulokset ilmoitetaan taksonimääränä ja biomassana 100 millilitrassa näytettä. Määrittämisessä pyritään lajitasolle. Solut lasketaan tarvittaessa kokoluokittain ja solujen ja/tai kolonioiden koot mitataan mahdollisimman oikean tilavuuden määrittämiseksi. Tilavuuksina käytetään Suomen ympäristökeskuksen biorekisteriin tallennettuja tilavuuksia. Tulokset tallennetaan ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisteriin.

Lokka-Porttipahdan tarkkailuun vuonna 2019 sisältyvät kasviplanktontutkimuksen näytteet jäivät ottamatta kesä-heinäkuussa johtuen Eurofins Ahma Oy:tä kohdanneesta kiristysohjelmahyökkäyksestä, joka aiheutti häiriöitä järjestelmien käytössä sekä tiedonkulkukatkoja näytteenoton suunnittelun ja toteutuksen välillä. Näin ollen tarkkailu siirrettiin vuodelle eteenpäin.

3.1.3 Rantavyöhykkeen tila

Rantavyöhykkeen vesikasvillisuus reagoi herkästi useisiin fysikaalisiin muuttujiin. Makrofytytien avulla voidaan seurata mm. veden laadun ja pohjan rakenteen muutoksia sekä erilaisten eroosiotekijöiden vaikutusta rantavyöhykkeeseen. Vesikasvillisuus on myös yksi vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD) vaatimista järvien ekologisen tilan arvioinnissa käytettävistä eliöryhmistä. Jotta vesikasvillisuudessa tapahtuvia muutoksia voidaan luotettavasti seurata, on seurantalinjojen oltava sijainniltaan kiinteitä. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien rantavyöhykkeen tilaa on havainnoitu vesikasvillisuuden osalta vuosina 1988, 1993, 2001, 2005, 2010 sekä 2016. Vuosina 2001, 2005, 2010 ja 2016 vesikasvillisuuden tutkimukset ovat keskittyneet mittaamaan erityisesti kasvillisuuden vyöhykkeisyyttä. Kartoitus pyritään tekemään samoilta linjoilta kuin edellisellä tutkimuskerralla vuonna 2016. Havaintopaikkoja on ollut Lokalla kuusi ja Porttipahdalla kahdeksan. Seurantalinjojen koordinaatit on esitetty taulukossa (taulukko 3-4).

Taulukko 3-4. Rantavyöhykkeen tilan seurantalinjojen koordinaatit.

Havaintopaikka	Alkupiste koordinaatit	Loppupiste koordinaatit
Lokka LRV1	7533112–3530762	7533102–3530715
Lokka LRV2	7533200–3530762	7533205–3530720
Lokka LRV3	7534930–3532672	7534934–3532684
Lokka LRV4	7543105–3517077	7543126–3517102
Lokka LRV5	7540507–3515010	7540519–3514984
Lokka LRV6	7541295–3533304	7541327–3533416
Porttipahta PRV1	7550505–3490576	7550486–3490559
Porttipahta PRV2	7550651–3490464	7550629–3490436
Porttipahta PRV3	7550562–3491551	7550562–3491551
Porttipahta PRV4	7550802–3491423	7550819–3491564
Porttipahta PRV5	7558430–3744560	7558430–3744560
Porttipahta PRV6	7558384–3474468	7558421–3474467
Porttipahta PRV7	7555834–3477246	7555839–3477273
Porttipahta PRV8	7551008–3485292	7551023–3485312

Tulevalla tarkkailukaudella seuranta tehdään kuuden vuoden välein. Seuraava tarkkailuvuosi on 2022. Kartoitukset tehdään elokuussa, jolloin pääosa fertiileistä makrofyyteistä on kukinta- tai siemenvaiheessa. Seurannassa noudatetaan voimassaolevia ympäristöhallinnon säännöstelyille järville laatimia menetelmäohjeita ja tallennuslomakkeita (Meissner ym. 2018 tai uudempi).

Ranta- ja vesikasvillisuus kartoitetaan noin 5 m:n levyisiltä linjoilta, jotka ulottuvat geolitoraalin yläosasta järvelle päin niin pitkälle kuin kasvillisuutta esiintyy. Linjat kartoitetaan ympäristöhallinnon vesikasviseurannoissa käytetyllä päävyöhykelinjamenetelmällä (Kuoppala ym. 2008, Meissner ym. 2018 tai uudempi). Linjat jaetaan päävyöhykkeisiin rajaamalla ne kasvillisuuden pääelomuotojen ja valtalajin tai –lajien perusteella. Lajisto määritetään lajilleen tai steriileissä tapauksissa vähintään suvulleen. Päävyöhykelinjoilla yleisyys arvioidaan käyttäen prosenttiasteikkoa ja tämän jälkeen runsaus keskimääräisenä peittävyysprosenttina niiltä vyöhykkeen osilta, joilla lajin yleisyyden arvioinnissa katsottiin esiintyvän. Yleisyys ja runsaus voidaan arvioida vain kerran koko linjalle. Vyöhykkeiden tietojen tallentamiseen käytetään säännöstelyille järville laadittua maastolomaketta.

Linjojen alku- ja loppupisteiden koordinaatit sekä pysyvät, kiintopisteinä käytetyt maamerkit merkitään kenttälomakkeisiin ja valokuvataan. Vyöhykkeen maksimiesiintymissyvyys sekä etäisyys linjan alkupisteestä mitataan. Erityistä huomiota kiinnitetään vedenkorkeuden vaihteluvyöhykkeeseen ja sen kasvipeitteeseen. Vaakituskoneen tai differentaali-GPS:n avulla määritetään vedenpinnan yläpuolisen alueen ja sen eri vyöhykkeiden taso suhteessa vedenpinnan alapuoliseen alueeseen. Ennen maastotöitä selvitetään vallitseva vedenkorkeus ja vuosittain toistuva ylin vedenkorkeus (MHW) vedenkorkeuden vaihteluvyöhykkeen tason määrittämiseksi.

Kerätyn aineiston perusteella raportoidaan makrofyyttien yleisyyksissä tai runsauksissa tapahtuneet muutokset. Kasvilajiston ja vyöhykkeisyyden kehitystä verrataan aiempiin tietoihin. Seurantatulokset toimitetaan Suomen ympäristökeskukseen.

3.1.4 Vedenlaatumalli

Lokan ja Porttipahdan tekojärville on laadittu kolmiulotteinen virtaus- ja vedenlaatumalli (Virtanen ym. 1993). Mallia on käytetty velvoitetarkkailun raportoinnissa vuosina 2007, 2010, 2013 ja 2016. Mallin käyttöä ei enää jatketa velvoitetarkkailun osana vuoden 2019 jälkeen. Vuosien 2007, 2010 ja 2013 mallin käyttökokemuksista ja käytön tarpeellisuudesta on laadittu yhteenveto alle.

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien osalta mallinnus on kuvannut vedenlaatua ja sen muutoksia vaihtelevalla onnistumisasteella.

Vuosina 2007 ja 2010 malli kuvasi melko luotettavasti Lokan tekojärven vedenlaatua ja sen muutoksia, mutta Porttipahdan tekojärven vedenlaadun kuvaamisessa malli sen sijaan antoi vain suuntaa-antavia tuloksia. Vuonna 2007 mallinnus epäonnistui Porttipahdan osalta siinä mielessä, että laskentatulosten mukaan pohjan läheisen vesikerroksen happipitoisuus oli suurimmillaan jääpeitteen aikana ja pienimmillään kesän ja syksyn aikana. Lisäksi Lokan osalta vuoden 2007 lasketut kokonaisfosforipitoisuudet ja väriluvut vastasivat mitattuja tuloksia vain kohtalaisesti, mutta happipitoisuudet vastasivat hyvin mitattuja arvoja. Vuonna 2010 malli laski Lokan tekojärven veden happipitoisuuden melko hyvin verrattuna mitattuihin arvoihin. Väriluvun laskennassa laskentatulokset vastasivat varsin hyvin mitattuja tuloksia jokaisessa Lokan tekojärven tarkkailupisteessä. Sen sijaan Porttipahdan tekojärven laskentatulosten mukaan fosforipitoisuudet ja väriarvot olivat korkeammat kuin mitatut tulokset (LVT 2008 & 2011).

Vuoden 2013 mallinnus kuvasi vedenlaatua ja sen muutoksia suuntaa-antavasti sekä Lokan että Porttipahdan tekojärvien osalta. Porttipahdan tekojärven laskentatulokset pääsääntöisesti aliarvioivat altaan pohjakerrosten happipitoisuutta. Myös Lokan tekojärven laskentatulokset happipitoisuudelle ovat pääsääntöisesti mitattuja tuloksia pienemmät. Yleisesti ottaen simulointi hieman yliarvioi kokonaisfosforin pitoisuuksia ja aliarvioi värilukua. Tilanne oli samankaltainen sekä Lokan että Porttipahdan tekojärviin sijoitetuissa laskentapisteissä. Veden happipitoisuus, kokonaisfosforipitoisuus ja väriluku ovat toisiinsa sidoksissa siten, että matala happipitoisuus lisää raudan ja fosforin vapautumista pohjasedimentistä, jolloin väriluku nousee. Tämä oli nähtävissä kokonaisfosforin pitoisuuden ja väriluvun samankaltaisina kuvaajina aikasarjassa (Ahma ympäristö Oy 2014).

Vuoden 2016 vuosiyhteenvedossa mallilla tarkasteltiin vuosien 2010–2016 tuloksia ja lähtötietoja päivittämällä mallitulosten taso vastasi suurin piirtein mittausten tasoa. Vuosiyhteenvedossa mainitaan, että mallissa näkyvä pitoisuusarvojen vaihtelu ei kuitenkaan vastannut aina erityisen hyvin mittauksissa näkyvää vaihtelua, eli laskentamallit vaativat tässä lähtötietojen tarkempaa arviointia ja pidemmälle vietyä pohjakuormitusten tason määrittystä. Lähtötietojen saatavuus tuotti ongelmia mallinnuksessa. Lokan osalta malli saatiin vastaamaan mittauksia kohtalaisen hyvin hapen ja COD:n osalta: sekä mallissa että mittauksissa näkyy selvästi pisteen L1 läheisen syvänteen pohjakuormitus ja hapen loppuminen. Mittauksissa näkyvää pisteen L27 happitilanteen huonontumista vuonna 2015 ja 2016 mallissa ei kuitenkaan saatu näkymään. Kokonaisfosforin osalta mallin pohjakuormitus ei vastannut mittauksia, fosforipitoisuuden taso saatiin suurin piirtein kohdalleen, mutta vaihtelun toistuminen ei mallilla onnistunut. Porttipahdan osalta syvänteiden happitilanne jäi mallissa hieman liian hyväksi mittauksiin verrattuna, tosin kummassakaan (ei mittauksissa eikä mallissa) ei näkynyt hapettomia jaksoja vuoden 2016 aikana. COD:n osalta mallin arvio vastasi tasoltaan mittauksia pistettä P8 lukuun ottamatta. Kyseisen pisteen pitoisuudet riippuvat merkittävästi alueelle tulevien jokien pitoisuuksista. Kokonaisfosfori toistuu mallissa osittain mittauksia vastaavasti, mutta tarkennuksen varaa jää runsaasti (Pöyry 2017).

Tekojärvien mallinnuksessa näkyvä pitoisuusarvojen vaihtelu on vastannut vain osittain mittauksissa näkyvää vaihtelua. Luotettavuuden lisäämiseksi laskentamallit vaativat lähtötietojen parempaa saatavuutta ja tarkempaa arviointia sekä pidemmälle vietyä pohjakuormitusten tason määrittystä. Velvoitetarkkailussa mallin avulla voidaan arvioida mikä mittaustulos on ns. normaalin rajoissa sää- ja virtaamavaihteluiden osalta. Tämä tosin vaatii mallilta hyvää tarkkuutta. Tekojärvien osalta on myös mahdollista arvioida pohjakuormitusten kehittymistä pidemmällä ajanjaksolla (Pöyry 2017).

3.2 Alapuolisten jokien tarkkailu

Tarkkailupaikkoja on Kitisessä ja Luirossa kolme molemmissa, yksi Ylä-Kemijoen alaosalla ja yksi latvajokien yhtymäkohdan alapuolella Kemijoessa Pelkosenniemen kohdalla. Tarkkailupaikkojen sijainti on esitetty kartalla liitteessä 1. Näytteenottoajankohdat on esitetty taulukossa 3-5.

Taulukko 3-5 Lokan ja Porttipahdan tekojärvien alapuolisten jokien veden laadun tarkkailupisteet sekä velvoitetarkkailun näytteenottoajankohdat.

Havaintopaikka	Tunnus	Koordinaatit ETRS-TM35FIN	Näytteenotto- kerrat
Kitinen 113	Ki147	7538650–489372	17 ¹
Kitinen Sodank. Silta 14	Ki75	7477775–482934	5 ²
Kitinen Kairala 1	Ki7	7452635–519919	17 ¹
Luirojoki 3	Lu146	7523096–531335	5 ²
Luirojoki Tanhua 13620	Lu68	7489870–522818	5 ²
Luirojoki LU3	Lu10	7458122–523438	5 ²
Kemijoki Pietarinniemi	Ke7	7446551–524067	5 ²
Pelkosenniemi 13600	Ke13600	7443928–522558	17 ¹

¹Kaksi näytteenottokertaa kuussa marras-maaliskuun välisenä aikana sekä yksi näytteenotto kuussa huhti-lokakuun välisenä aikana.

²Yksi näytteenottokerta tammi-, maalisk-, touko-, elo- ja lokakuussa.

Näytteet otetaan 1 m syvyydessä. Näytteenoton yhteydessä mitataan kokonaissyvyys ja näkösyvyys, mikäli virtaus- ja jääolot sen sallivat. Näytteistä tehdään seuraavat määritykset:

- Lämpötila
- Happi (mg/l ja kyll.%)
- Alkaliniteetti
- pH
- COD_{Mn}
- Väri
- Sameus
- Kiintoaine
- Rauta
- Mangaani
- Kok.P
- liuk. PO₄-P (heinä-elokuu + P1 ja L1 huhtikuu)
- Kok.N
- NO₂+NO₃-N (heinä-elokuu + P1 ja L1 huhtikuu)
- NH₄-N (heinä-elokuu + P1 ja L1 huhtikuu)

3.2.1 Virtavesien piilevätutkimus

Piileviä esiintyy kaikissa vesistöissä ja ne muodostavat merkittävän osan perustuottajista etenkin pienissä virtavesissä. Virtavesien kivipinnoilla kasvavat piilevät saavat kaiken ravintonsa ympäröivästä vedestä ja siten leväyhteisön rakenne kuvastaa hyvin vesistön ekologista laatua ja rehevyyttä sekä vesistöön mahdollisesti kohdistuvaa kuormitusta.

Piilevätutkimus tehdään joka kolmas vuosi vuodesta 2019 alkaen. Tutkimus on tehty säännöllisesti vuodesta 2007 lähtien. Näytteet otetaan tekojärvien alapuolisten jokien vesistötarkkailupaikkojen läheisyydestä samoilta näytteenottopaikoilta kuin aiempina vuosina (taulukko 3-6). Piilevänäytteenottopaikkojen koordinaatit poikkeavat hieman vesinäytteenottopaikkojen koordinaateista, sillä näytteenotto-ohjeistuksen mukaan näytteet otetaan jokien kivikkopohjilta.

Taulukko 3-6. Piilevätutkimuksen näytteenottoaikat.

Havaintopaikka	Tunnus	Koordinaatit ETRS-TM35FIN
Kitinen 113	Ki147	7538398–489305
Kitinen Kairala 1	Ki7	7452665–519959
Luirojoki 3	Lu146	7522974–531366
Luirojoki Tanhua 13620	Lu68	7490132–522843
Luirojoki LU3	Lu10	7458101–523410
Kemijoki Pietarinniemi	Ke7	7446617–524066

Näytteenotossa, näytteiden käsittelyssä ja laskennassa noudatetaan standardeja SFS-EN 13946 ja SFS-EN 14407 ja ympäristöhallinnon voimassaolevaa ohjeistusta (Meissner ym. 2018 tai uudempi). Näytteet otetaan kivipinnoilta ja ne kestäväidään laimentamattomalla etanolilla (lopullinen etanolikonsentraatio näytteessä 70 %). Piilevätutkimuksen avulla saadusta aineistosta lasketaan jokaiselle näytteelle ekologiset jakaumat keskeisille muuttujille sekä ekologista tilaa kuvaavat indeksiluvut (TT, PMA) ympäristöhallinnon ohjeistuksen mukaisesti. Tulosten perusteella arvioidaan vesistöjen ekologista tilaa.

3.3 Kalojen elohopeapitoisuuden tarkkailu

Lokan ja Porttipahdan tarkkailuun on lupamääräysten mukaisesti sisältynyt kalojen elohopeapitoisuuden tarkkailu. Kalojen elohopeapitoisuus on tekojärvillä laskenut vuosien myötä. Nykyisin keskimääräiset elohopeapitoisuudet ovat kaikilta osin pieniä ja tulosten hajonta on varsin pieni. Tarkkailua jatketaan nykyisen käytännön mukaan kuuden vuoden välein, seuraavan kerran vuonna 2022.

Näytekalat pyydetään Lokan ja Porttipahdan tekojärveltä molemmista 10 haukea, 10 madetta ja 10 ahventa. Näytekaloina pyritään hankkimaan kooltaan noin 1000 g painoisia haukia ja noin 500 g painoisia mateita, joista elohopeapitoisuus voidaan laskea luotettavasti 1000 g standardipainoiselle kalalle. Tekojärvien ahvennäytteeksi hankitaan 15–20 cm kokoisia ahvenia. Näytekalat pakastetaan kokonaisina ja lähetetään laboratorioon määritettäväksi. Elohopeapitoisuus määritetään näytekalojen kylkilihaksesta standardoidulla tai muutoin akkreditoinnissa hyväksytyllä menetelmällä. Tarkkailussa noudatetaan ympäristöministeriön ohjeistusta (Kangas 2018).

Jatkossa näytekaloina mitataan vain normaalit kokoparametrit eli pituus ja paino elohopeamääritysten lisäksi. Näiden tietojen arvioidaan olevan riittävät tulosten tarkasteluun.

Määrittämisen tulokset toimitetaan alueellisen ympäristöviranomaisen kertymärekisteriin tallentamista varten sähköisesti (esim. excel-tiedostona).

3.4 Alueen muu tarkkailu

Mikäli ELY-keskus tai muu taho tarkkailee vedenlaatua tekojärvien, Kitisen, Luiron tai Ylä-Kemijoen alueella, seurantatiedot huomioidaan soveltuvin osin velvoitetarkkailun raportoinnissa.

Luonnonvarakeskus seuraa Lokka ja Porttipahdan ja niiden alapuolisten jokien alueella kalastoa ja kalastusta. Sodankylän, Savukosken ja Pyhä-Luoston jätevedenpuhdistamoiden vesistötarkkailu sisältyy Kemijoen yhteistarkkailuun. Alueella sijaitsevilla kaivoksilla (Kevitsa, Pahtavaara) on omat erilliset tarkkailuohjelmansa. Lisäksi Kemijoki Oy:llä kalataloustarkkailuvelvoite. Alueella on myös muutamia muita pienempiä tarkkailuja.

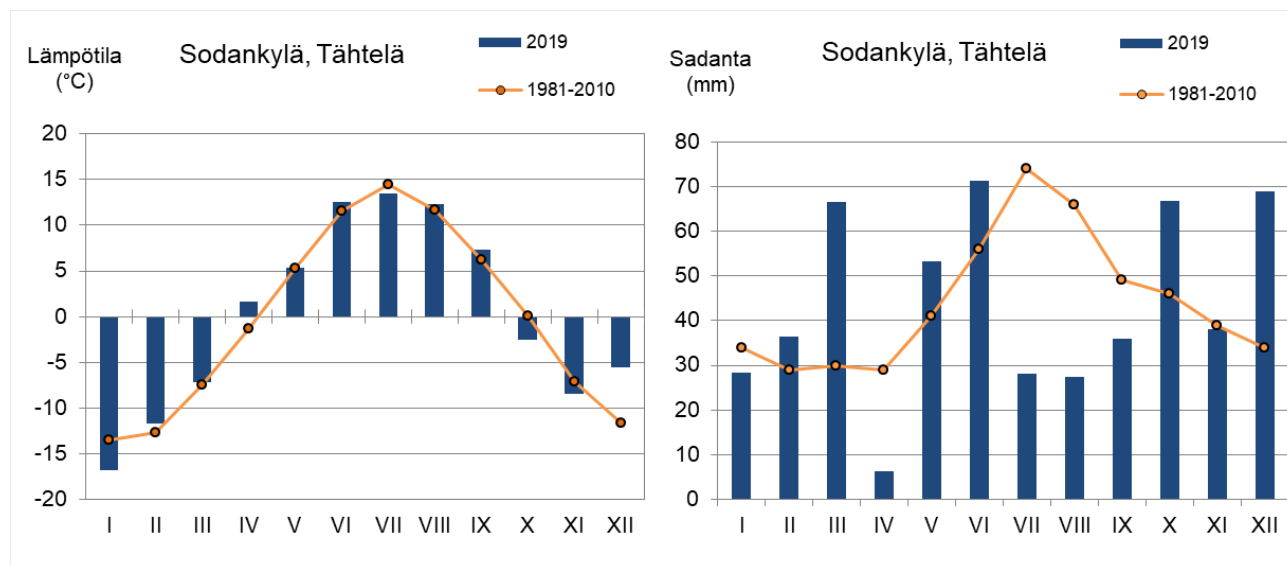
4. HYDROLOGIA JA SÄÄ

4.1 Säätila

Vuoden 2019 keskilämpötila oli Sodankylässä 0,0 °C, mikä oli noin 0,4 °C enemmän kuin vertailujaksolla 1981–2010 keskimäärin. Vuoden 2019 sadesumma (527 mm) oli samalla tasolla kuin vertailujakson 1981–2010 sadesumma (kuva 4-1).

Vuosi 2019 oli lämpötiloiltaan pääosin tavanomainen tai keskimääräistä lämpimämpi, paitsi tammi-, heinä-, loka- ja marraskuussa oli Sodankylässä tavanomaista hieman viileämpää.

Sademäärien suhteen vuosi 2019 oli melko vaihteleva. Sodankylässä sadanta oli tavanomaisella tasolla ainoastaan marraskuussa. Helmi-, maaliskuu-, touko-, kesä-, loka- ja joulukuussa satoi keskimääräistä enemmän. Muut kuukaudet olivat keskimääräistä vähäsateisempia. Erityisen runsassateista oli maaliskuussa (67 mm) ja kesäkuussa (71 mm). Kuivinta oli alueella huhtikuussa (6,4 mm).

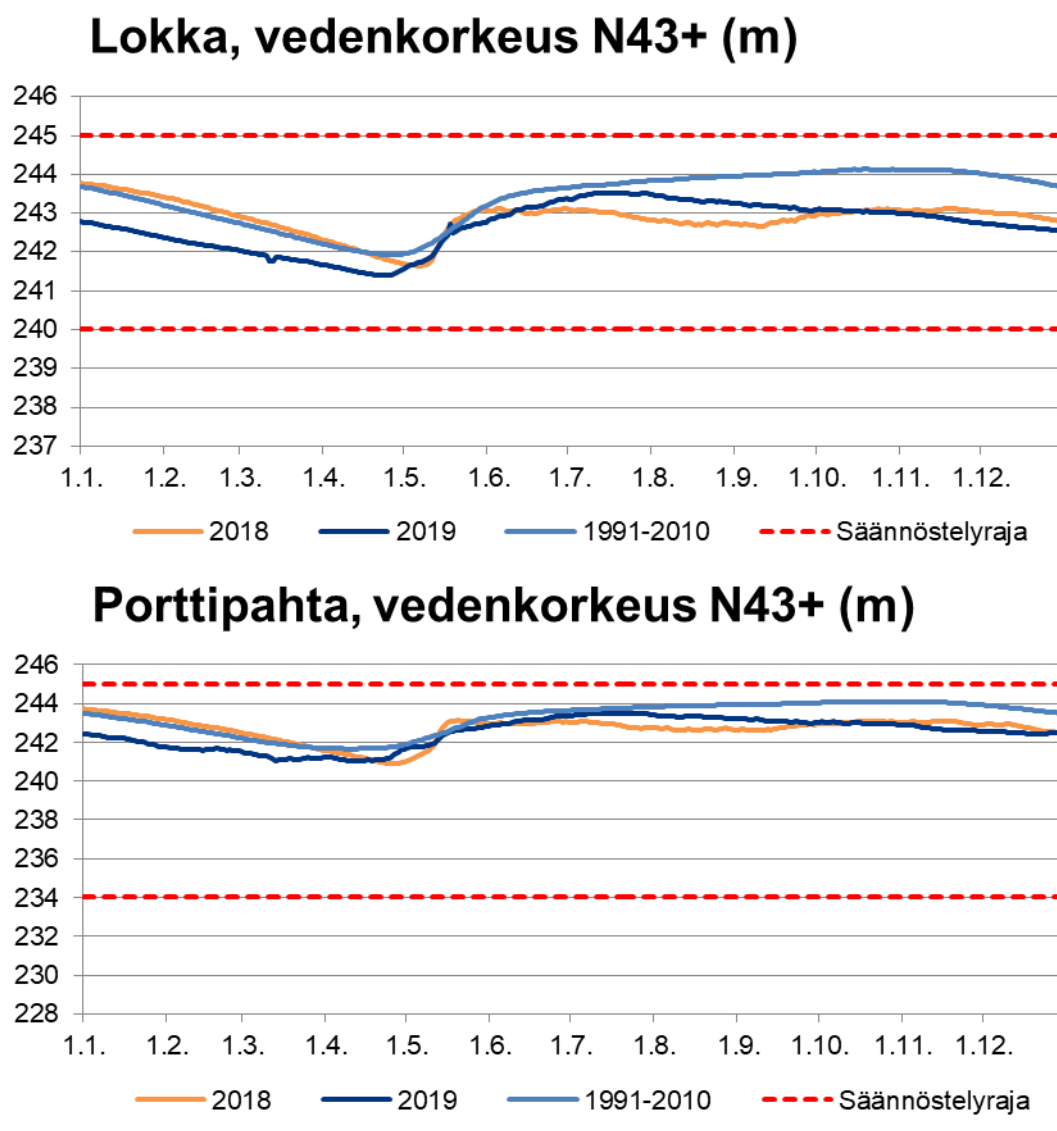


Kuva 4-1. Kuukauden keskilämpötilat ja sadesummat Sodankylän asemalla vuonna 2019 sekä vertailujaksolla 1981–2010 keskimäärin (Ilmatieteen laitos 2020).

4.2 Vedenkorkeus ja virtaamat

Lokan ja Porttipahdan säännöstely tapahtui vuonna 2019 lupaehtojen sallimissa rajoissa (kuva 4-2).

Vuonna 2019 Lokan vedenkorkeus oli alimmillaan $N_{43} +241,39$ m huhtikuun loppupuolella. Porttipahdan vedenkorkeus oli alhaisimmillaan huhtikuun keskivaiheilla $N_{43} +241,03$ m. Sekä Lokan että Porttipahdan vedenkorkeudet olivat vuoden 2019 alkupuolella alhaisempia kuin vuosien 1991–2010 keskimääräiset arvot. Kesällä vedenkorkeudet olivat pääosin tavanomaista hieman korkeampia ja loppuvuodesta pääosin tavanomaista hieman alhaisempia, mutta keskimääräisen tuntumassa.



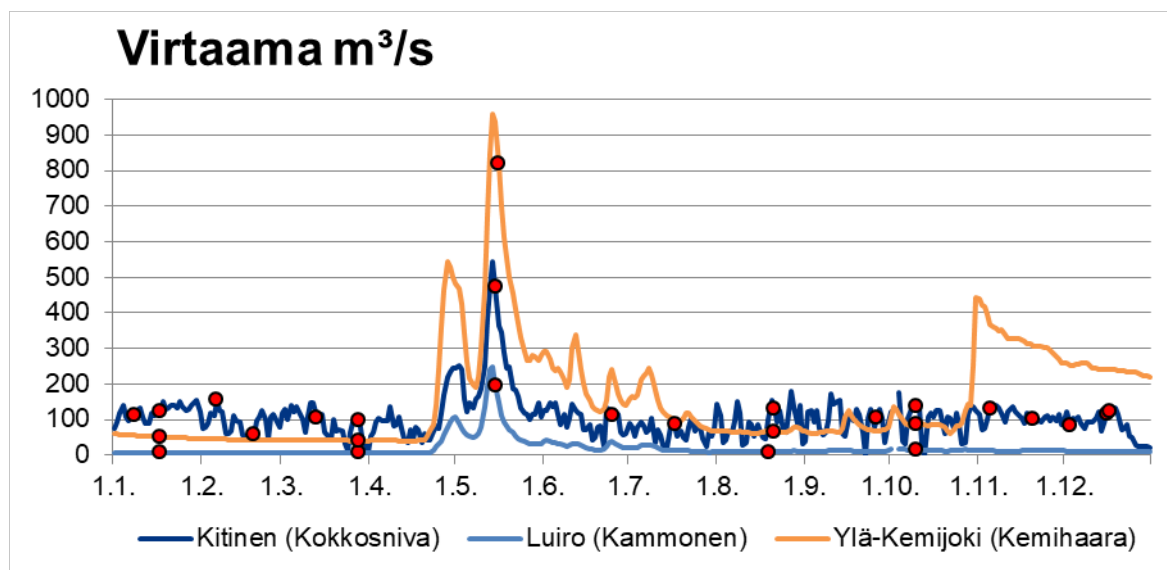
Kuva 4-2. Lokan ja Porttipahdan vedenkorkeudet vuosina 2018 ja 2019 sekä vertailujaksolla 1991–2010 keskimäärin sekä sääntöasteryajat (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020).

Kitisessä mitataan virtaamaa Porttipahdan padolla, Kurittukosken, Vajukosken, Matarakosken, Kelukosken, Kurkiaskan ja Kokkosnivan voimalaitoksilla ja Luirossa Lokan padolla sekä Kammosessa. Ylä-Kemijoesta virtaamatiedot olivat käytettävissä Kemihaaran mittauspaikalta Pelkosenniellä. Virtaamien keski- ja ääriarvot vuosina 2018 ja 2019 on esitetty taulukossa 4-1. Vuonna 2019 keskivirtaamat (MQ) olivat edellisvuotta alhaisempia kaikissa Kitisen virtaamamittauskohteissa. Lokan padolla keskivirtaama oli lievästi suurempi kuin edellisvuonna ja Kammosen virtaamamittauskohteessa keskivirtaama oli samaa tasoa edellisvuoden kanssa. Ylä-Kemijoen Kemihaaran vuoden 2019 keskivirtaama oli suurempi kuin edellisvuonna. Maksimivirtaamat (HQ) olivat vuonna 2019 edellisvuotta alhaisempia Kitisen sekä Luiron Kammosen virtaamamittauskohteissa ja hieman suurempia kuin edellisvuonna Lokan padon ja Kemihaaran virtaamamittauskohteissa.

Taulukko 4-1. Virtaaman keski- ja ääriarvot Kitisessä, Luirossa ja Kemihaarassa (Ylä-Kemijoki) vuosina 2018 ja 2019 (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020).

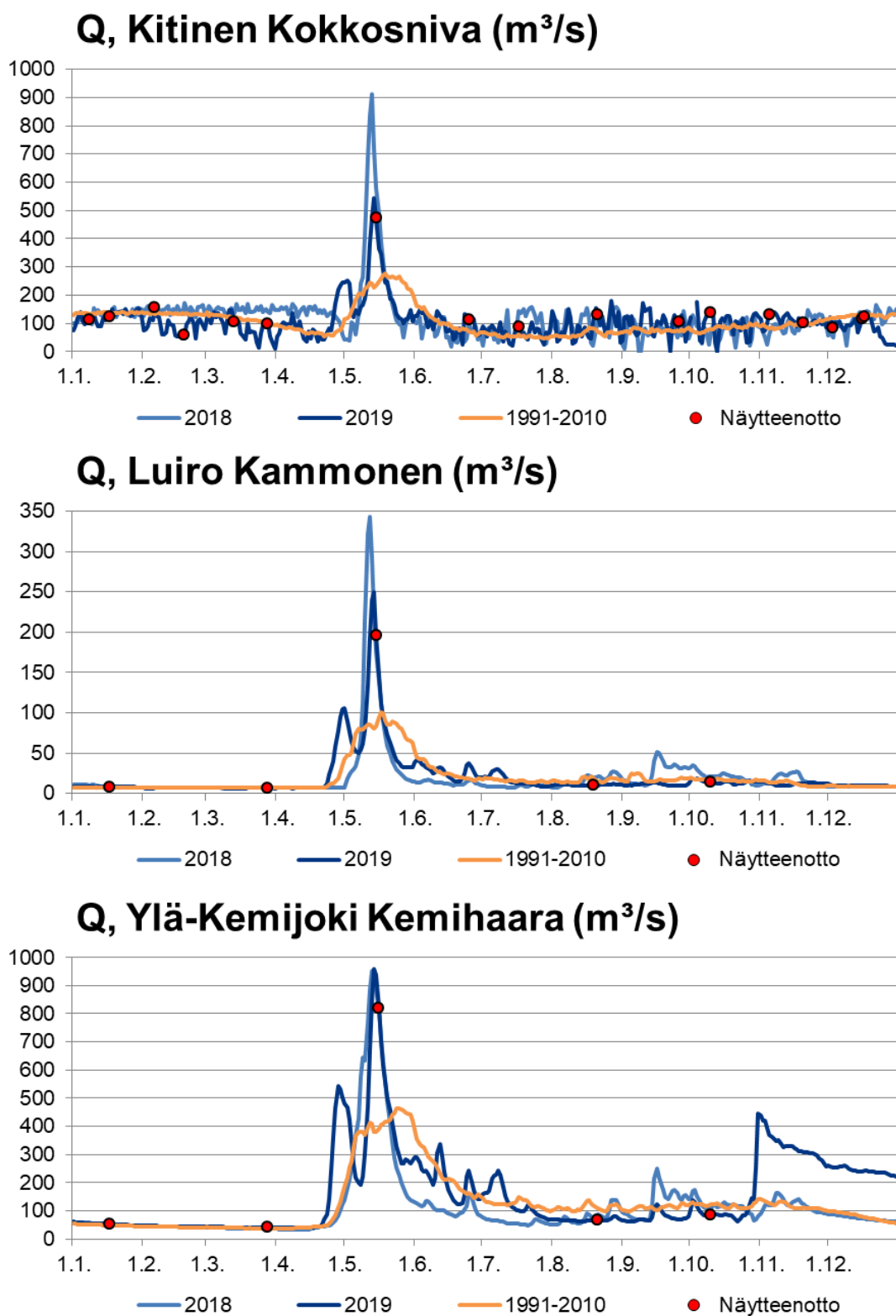
	MQ m³/s		NQ m³/s		HQ m³/s	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Kitinen						
Porttipahta, pato	72	53	0	0	138	131
Kurittukoski	76	55	0	0	148	131
Vajukoski	81	64	0	0	339	164
Matarakoski	86	71	0	0	487	258
Kelukoski	94	78	0	0	718	343
Kurkiaska	121	104	1	10	978	489
Kokkosniva	121	105	0	0	913	544
Luiro						
Lokka, pato	2	3	0	1	5	7
Kammonen	19	19	6	6	343	250
Ylä-Kemijoki						
Kemihaara	110	156	34	41	952	958

Luiron ja Kitisen vesien vaikutus oli vuonna 2019 suurimmillaan kevättulvan aikaan. Tammi-huhtikuussa Kitisen virtaama muodosti suurimman osan tarkasteltavan jokisysteemin virtaamasta (kuva 4-3). Touko-elokuussa sekä marras-joulukuussa Ylä-Kemijoen virtaama oli pääosin Kitistä ja Luiroa suurempi.

**Kuva 4-3. Virtaaman jakautuminen Kitisen, Luiron ja Ylä-Kemijoen välillä kuukausittain vuonna 2019 (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020). Punaiset pallot kuvaavat näytteenottopäiviä.**

Kuvassa (kuva 4-4) on esitetty vuorokausivirtaamat Kitisen Kokkosnivan, Luiron Kammosen ja Ylä-Kemijoen Kemihaaran mittauspaikoilta vuosina 2018–2019 sekä kuukausikeskiarvot vertailujaksolta 1991–2010. Tammi-huhtikuussa 2019 virtaamat olivat lähellä vuosien 1991–2010 keskimääräistä tasoa. Toukokuun keskivaiheilla virtaamissa oli havaittavissa tulvahuippu, joka oli pitkää keskiarvoa selvästi suurempi, mutta edellisvuotta pienempi. Tulvahuiput vuosina 2018 ja 2019 ajoittuivat melko lähelle toisiaan. Loppuvuodesta Kitisen ja Luiron virtaamat vaihtelivat keskimääräisen molemmiin puolin, mutta selviä virtaamahuippuja ei

ollut havaittavissa loppuvuotena. Ylä-Kemijoessa virtaamat olivat pääosin elokuusta lokakuuhun alle keskimääräisen, mutta virtaamat olivat tavanomaista korkeampia marras-joulukuussa.



Kuva 4-4. Vuorokausivirtaamat Kitisessä, Luirossa ja Ylä-Kemijoessa vuosina 2018–2019 (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020) sekä virtaamien kuukausikeskiarvot vertailujaksolla 1991–2010. Lisäksi kuvaajaan on merkitty vuoden 2019 tarkkailuohjelman mukaiset näytteenottojen ajankohdat Kitisen, Luiron ja Ylä-Kemijoen alaosalla.

5. LOKKA JA PORTTIPAHTA

5.1 Vuoden 2019 tarkkailutulokset

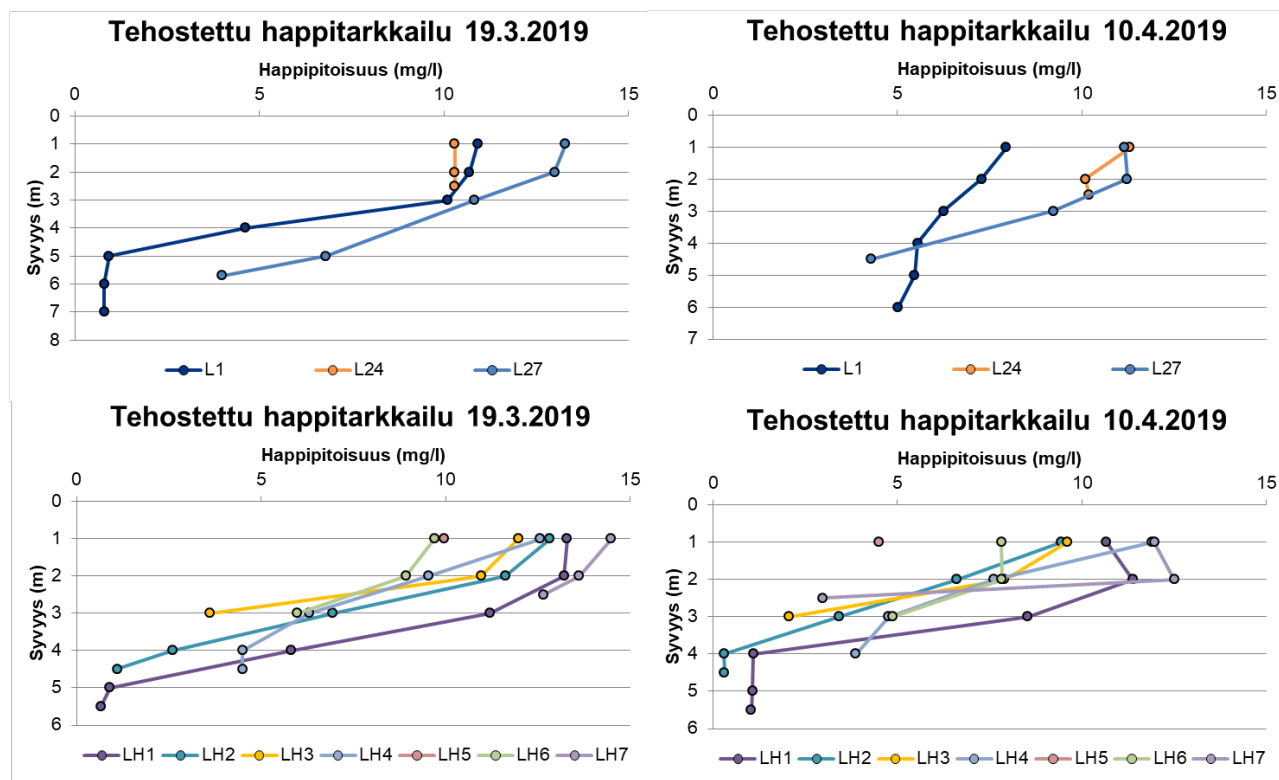
Lokan ja Porttipahdan sekä Vuotson kanavan tarkkailupaikoilta näytteet otettiin vuonna 2019 huhtikuussa, heinäkuussa, elokuussa ja lokakuussa (liite 2). Tehostettua happitarkkailua suoritettiin maaliskuu- ja huhtikuussa ja happitarkkailua suoritettiin huhtikuussa.

TEHOSTETTU HAPPITARKKAILU

Tarkkailuohjelman mukaan Lokan tekojärven happipitoisuuden tarkkailua tehostetaan, mikäli vedenkorkeus laskee Lokassa alle tason $N_{43} + 242,00$ m. Tällöin huhtikuun näytteenottokierroksen yhteydessä mitataan happipitoisuudet kenttämittarilla tietyiltä tarkkailupaikoilta 1 m välein pinnasta pohjaan. Perustarkkailun happinäytteet otetaan normaalisti. Lisäksi tarkkailupaikoilta L24 ja L27 määritetään lisäksi liukoinen $PO_4\text{-P}$, $NO_2\text{+}NO_3\text{-N}$ ja $NH_4\text{-N}$. Mikäli vedenkorkeus laskee alle em. tason ennen 15.3., mitataan happipitoisuudet kenttämittarilla taulukossa 3-2 esitetyiltä tarkkailupaikoilta kerran kuukaudessa. Tehostettua happitarkkailua jatketaan kunnes taso $N_{43} + 242,00$ m jälleen ylittyy tai niin kauan kuin jääolosuhteet sen sallivat. Tehostettua happitarkkailua suoritettiin 19.3. ja 10.4.2019.

Maaliskuun tarkkailukerralla lämpötilakerrostuneisuutta havaittiin kaikilla havaintopisteillä paitsi pisteillä L24 (kolme näytteenottosyvyyttä) ja LH5 (yksi näytteenottosyvyys). Havaintopisteellä L24 happitilanne oli tyydyttävä kaikissa syvyyksissä ja pisteellä LH5 happitilanne oli välttävä. Happitilanne heikkeni syvyyden lisääntyessä kaikilla havaintopisteillä. Pohjanläheisen vesikerroksen happitilanne oli heikko pisteillä L1, L27, LH1, LH2, LH3 ja LH4, mutta hapettomuutta ei havaittu. Happitilanne oli välttävä havaintopisteen LH6 kaikissa syvyyksissä ja erinomainen havaintopisteen LH7 kaikissa syvyyksissä (kuva 5-1).

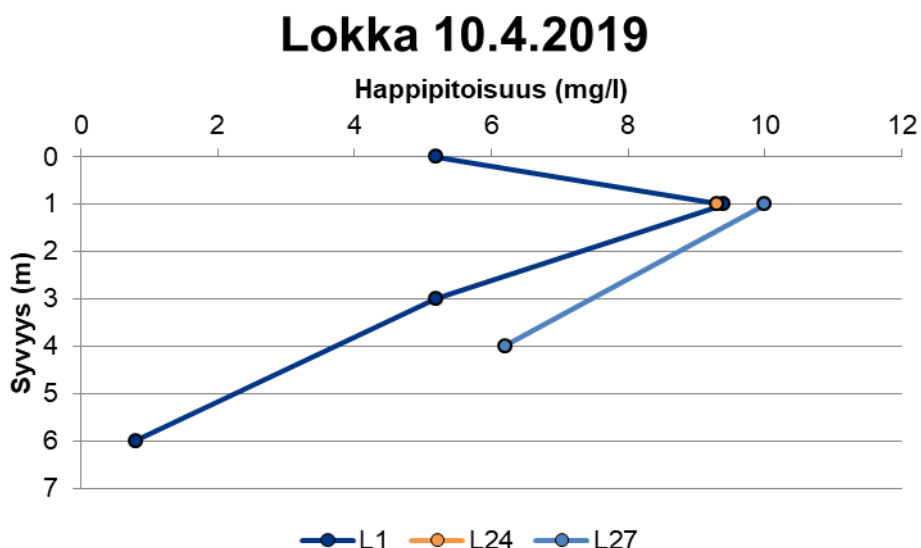
Huhtikuun tarkkailukerralla vesi oli lämpötilakerrostunutta kaikilla havaintopisteillä, lukuun ottamatta pistettä LH5, josta mitattiin happipitoisuus ainoastaan yhden metrin syvyydestä. Happitilanne heikkeni syvyyden lisääntyessä kaikilla havaintopisteillä, mutta hapettomuutta ei havaittu. Havaintopisteen LH5 happitilanne oli heikompi kuin maaliskuun tarkkailukerralla ollen huhtikuussa välttävä.



Kuva 5-1. Tehostetun happitarkkailun tulokset 2019.

HAPPI

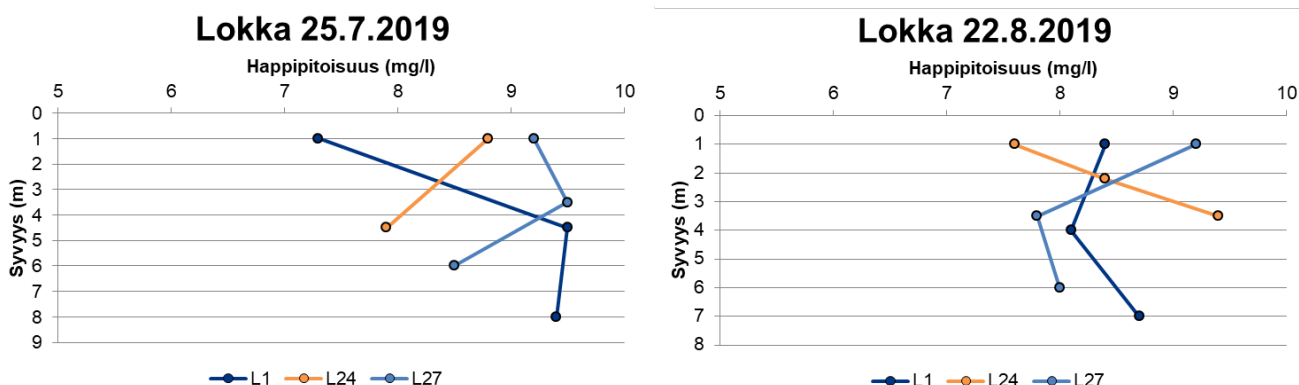
Huhtikuun näytekerralla Lokassa oli havaittavissa veden kerrostuneisuutta lämpötilan suhteen. Lokan pintaveden (1 m) happipitoisuudet olivat pisteillä välttävää tai tyydyttävää tasoa kaikilla näytteenottopaikoilla. Lämpötilakerrostuneisuus heikensi happitilannetta syvyyden lisääntyessä. Lokan padon edustalla (L1) veden happitilanne oli pohjan läheisyydessä alusvedessä heikko, mutta hapettomuutta ei esiintynyt. Lokan keskiosassa (L27) pohjanläheisen veden happitilanne oli välttävää (kuva 5-2).



Kuva 5-2. Happipitoisuudet Lokan tekojärvellä pisteillä L1, L24 ja L27 kevättalvella vuonna 2019.

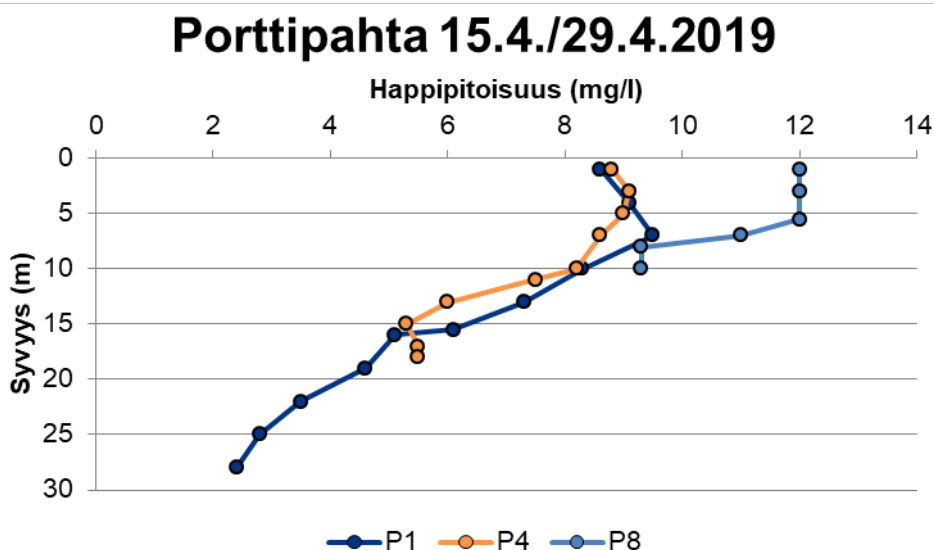
Lokka oli lämpötilakerrostunut myös heinäkuun näytekerralla, mutta elokuun tarkkailukerralla ei juuri havaittu kerrostusta lämpötilan suhteen. Lokan happipitoisuudet olivat kesällä pääosin erinomaisia tai hyviä. Happitilanne oli kuitenkin tyydyttävällä tasolla heinäkuun tarkkailukerralla havaintopisteen L24 pohjanläheisessä vedessä, sekä elokuun tarkkailukerralla havaintopisteen L1 välisyvytydessä (4 m), havaintopisteen L24 pintavedessä (1 m) ja havaintopisteen L27 välisyvytydessä ja alusvedessä (3,5 m ja 6 m) (kuva 5-3). Elokuun tarkkailukerralla havaitut tyydyttävät happitilanteet selittynevät happimäärityksen mittausepävarmuuksilla.

Lokakuussa Lokan padon edustalla ei juuri ollut havaittavissa lämpötilakerrostuneisuutta ja happitilanne oli erinomainen kaikissa näytesyvyyksissä.



Kuva 5-3. Happipitoisuudet Lokan tekojärvellä pisteillä L1, L24 ja L27 kesän tarkkailukerroilla vuonna 2019.

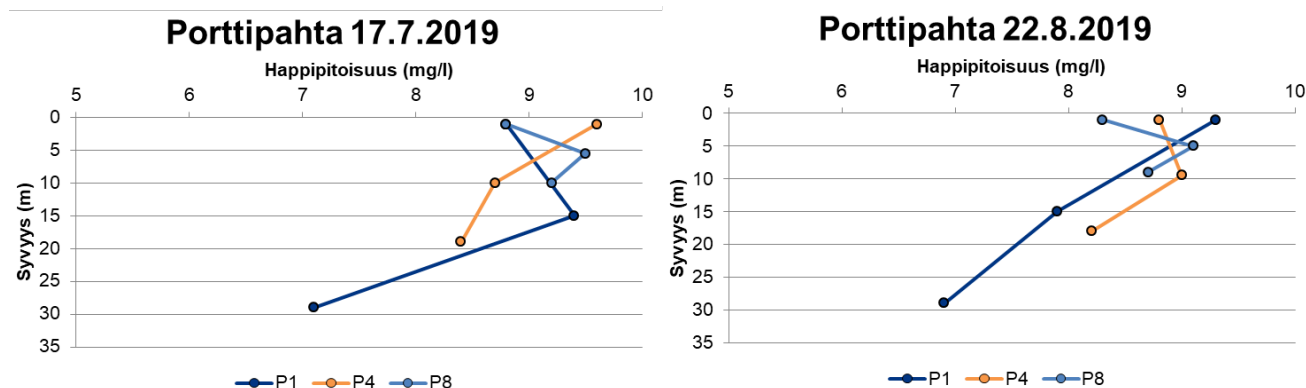
Porttipahdan padon edustalla (P1) happipitoisuudet olivat kevättalvella lähinnä välttävällä tasolla (kuva 5-4). Kuudestatoista metristä pohjaan päin happitilanne heikkeni edelleen selvästi. Pohjan läheisyydessä veden happitilanne oli heikko. Lämpötilakerrostuneisuutta oli havaittavissa kaikilla havaintopaikoilla. Porttipahdan näytteenottopaikalla P4 happitilanne oli huhtikuussa myös lähinnä välttävällä tasolla, mutta 15–18 metrin syvyydessä happitilanne oli heikko. Näytteenottopaikalla P8 happitilanne oli hyvä 1,0–5,5 metrin syvyydessä, tyydyttävä 7 metrin syvyydessä ja välttävä 8–10 metrin syvyydessä.



Kuva 5-4. Happipitoisuudet Porttipahdassa kevättalvella vuonna 2019.

Kesällä vesi oli yhä lievästi lämpötilakerrostunutta Porttipahdan pisteillä. Pintaveden (1 m) happitilanne oli kesän tarkkailukerroilla joko hyvä tai erinomainen kaikilla havaintopisteillä. Kesän tarkkailukerroilla pohjanläheisen veden happitilanne oli välttävä pisteellä P1, tyydyttävä pisteellä P4 ja hyvä/erinomainen pisteellä P8 (kuva 5-5).

Lokakuussa happitilanne havaintopisteen P1 eri syvyyksillä oli erinomaisella tasolla, eikä lämpötilakerrostuneisuutta havaittu.



Kuva 5-5. Happipitoisuudet Porttipahdassa kesän tarkkailukerroilla vuonna 2019.

MUU VEDEN LAATU

Lokan tekojärvi

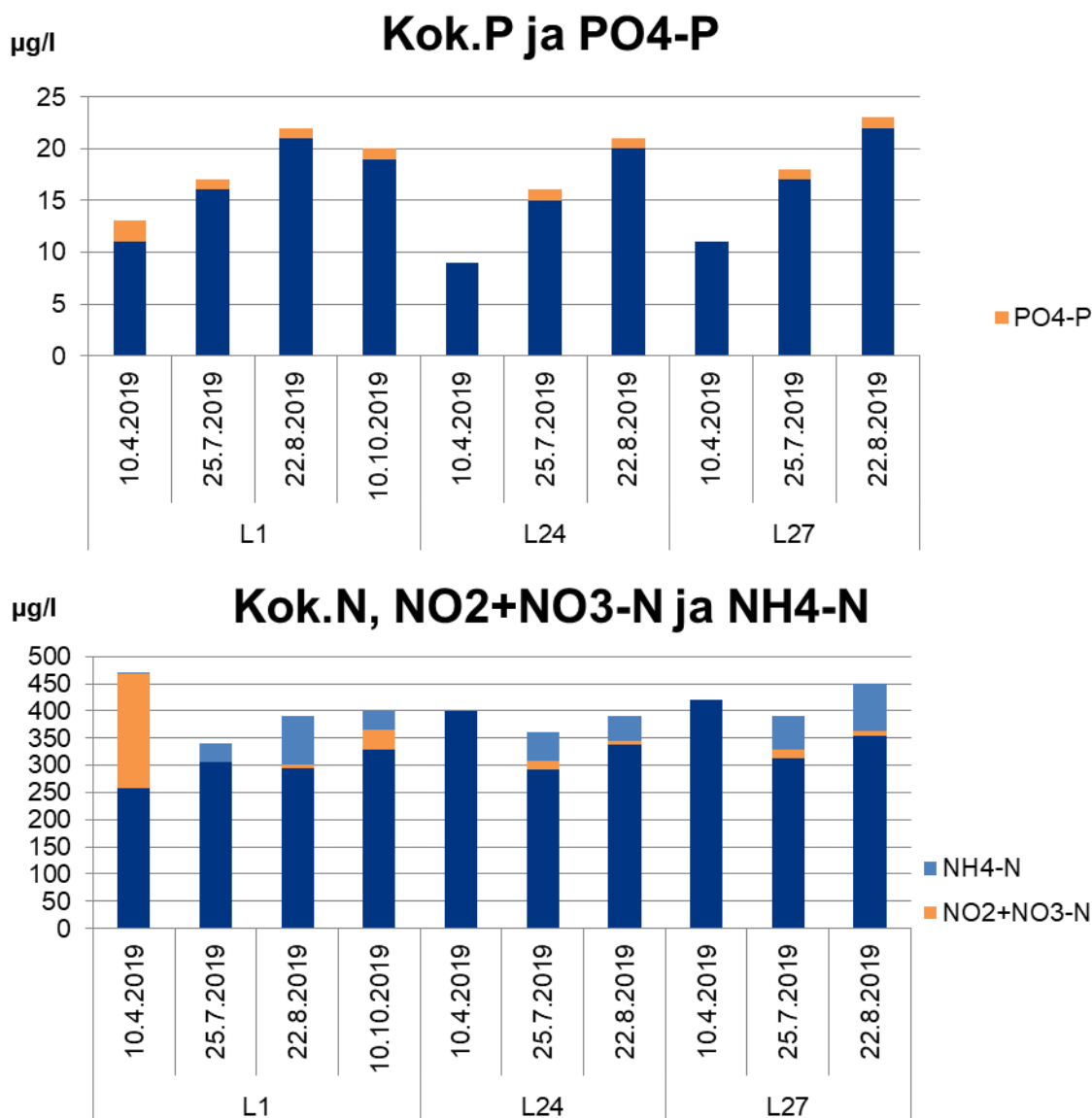
Vuoden 2019 kevättalvella Lokan vesi oli lievästi hapanta (pH 6,3–6,5) koko vesipatsaassa ja alkaliniteetti (0,15–0,30 mmol/l) oli vähintään tyydyttävällä tasolla. Vesi oli Lokassa kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn} 5,7–9,3 mg/l) perusteella vähähumuksista ja näin ollen veden väriä (42–74 mgPt/l) nosti luultavasti rauta (280–3000 µg/l). Runsaimmin epäorgaanisia typen yhdisteitä havaittiin osassa pisteitä kevään näytekerralla (kuva 5-6). Vedessä havaittiin lämpötilakerrostuneisuutta. Alusveden huono happitilanne nostatti osaltaan myös syvempien vesikerroksien ammoniumtyppi- ja rautapitoisuuksia pisteellä L1. Ravinnepitoisuudet ilmensivät huhtikuun tarkkailukerralla joko karua tai lievästi rehevää vedenlaatua (kok.N 350–560 µg/l ja kok.P 9–15 µg/l), lukuun ottamatta havaintopisteen L1 pohjanläheisen vesikerroksen ravinnepitoisuuksia (kok.N 680 µg/l ja kok.P 29 µg/l) jotka olivat rehevällä tasolla.

Kesällä Lokan vesi oli lämpötilakerrostunut heinäkuun näytekerralla, mutta elokuun näytekerralla ei juuri ollut havaittavissa lämpötilakerrostuneisuutta. Pintaveden pH-arvot olivat keskimäärin neutraalin tuntumassa heinäkuussa ja vesi oli lievästi hapanta elokuussa. Alkaliniteetti (0,12–0,14 mmol/l) oli kaikilla syvyyksillä ja pisteillä tyydyttävä (taulukko 5-1). Vesi oli keskimäärin kesällä tumminta pohjanläheisessä vesikerroksessa heinäkuun näytekerralla. Rautapitoisuudet olivat sisävesille tyypillistä tasoa. Lokan päällysveden keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet olivat kesällä 17–22 µg/l, kokonaistyyppipitoisuudet 363–410 µg/l ja klorofylli-a:n pitoisuudet 5,3–19,7 µg/l (kuva 5-6, taulukko 5-1). Fosforipitoisuudet olivat alhaisempia kuin edellisvuoden kesänä, mutta tyyppipitoisuudet olivat melko samalla tasolla. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat kesän tarkkailukerroilla keskimäärin karuille vesille tyypillistä tasoa ja kokonaisfosforipitoisuudet olivat keskimäärin lievästi reheville vesille tyypillistä tasoa. Heinäkuun tarkkailukerralla keskimääräinen klorofylli-a:n pitoisuus ilmensi lievästi rehevää vedenlaatua ja elokuun tarkkailukerralla keskimääräinen klorofylli-a:n pitoisuus viittasi rehevään vedenlaatuun. Epäorgaanisen fosforin ($\text{PO}_4\text{-P}$) liukoiset pitoisuudet olivat alhaisia, joten epäorgaanisen fosforin suhteellinen osuus kokonaisfosforin määrästä jäi melko pieneksi kesän näytteenotto-kerroilla (kuva 5-6). Myös epäorgaanisen typen ($\text{NO}_2\text{+NO}_3\text{+NH}_4\text{-N}$) pitoisuudet jäivät suhteellisen pieniksi Lokassa kesän tarkkailukerralla. Pääosa epäorgaanisesta tyyppistä oli ammoniumtyyppiä.

Syksyllä Lokan padon edustalta otettiin vesinäytteitä lokakuussa. Vesi oli Lokassa lokakuun näytekerralla lähes tasalämpöistä pinnasta pohjaan asti. Vesi oli lievästi emäksistä ja happitilanne oli erinomainen koko vesipatsaassa, mutta muilta osin vedenlaatu ei merkittävästi eronnut aiemmasta (taulukko 5-1).

Taulukko 5-1. Päälyysveden (1 m) sekä pohjan läheisen veden laatu Lokassa ja Porttipahdassa keskimäärin sekä vedenlaatu Vuotson kanavassa vuonna 2019.

	n	Vesi-	Happi,	Happi,	pH	Alk.	Väri	CODMn	Kok.P	PO4-P	Kok.N	NO2+ NO3-N	NH4-N	Chl-a	Rauta
	kpl	kerros	kyl.aste	liuennut		mmol/l	mgPt/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Lokka															
10.4.2019	3	pinta	67	9.6	6.43	0.15	47	7.4	11	2	430	210	2		303
25.7.2019	3	pinta	92	8.4	7.04	0.13	44	7.8	17	1	363	12	49	5.3	330
22.8.2019	3	pinta	81	8.4	6.93	0.13	40	8.5	22	1	410	7	74	19.7	406
10.10.2019	1	pinta	91	12.0	7.43	0.14	40	8.1	20	1	400	37	34		302
10.4.2019	2	pohja	26	3.5	6.35	0.27	58	7.5	20	5	515	26	320		1735
25.7.2019	3	pohja	82	8.6	6.72	0.14	47	8.0	19	1	383	9	76		454
22.8.2019	3	pohja	84	8.7	6.91	0.13	40	8.4	22	1	393	7	71		409
10.10.2019	1	pohja	91	12.0	7.37	0.14	40	8.0	18	1	420	38	38		306
Vuotson kanava															
15.4.2019	1	pinta	74	10.0	6.60	0.20	43	7.0	13		420				500
17.7.2019	1	pinta	86	9.1	7.14	0.19	61	9.0	13	1	260	2	41	6.0	356
22.8.2019	1	pinta	91	9.3	6.94	0.14	39	8.5	19	1	380	6	43	18.0	429
Porttipahta															
15./29.4.2019	3	pinta	67	9.8	6.53	0.18	47	8.1	12	2	357	210	2		423
17.7.2019	3	pinta	86	9.1	7.30	0.18	50	7.9	23	3	323	19	71	6.5	372
22.8.2019	3	pinta	85	8.8	7.10	0.21	44	7.5	16	3	263	17	32	15.0	457
10.10.2019	1	pinta	90	12.0	7.16	0.19	43	7.2	15	1	260	23	26		409
15./29.4.2019	3	pohja	41	5.7	6.80	0.62	24	3.9	10	3	240	190	5		1000
17.7.2019	3	pohja	76	8.2	7.04	0.17	51	7.0	17	4	317	55	19		569
22.8.2019	3	pohja	75	7.9	6.99	0.20	43	7.6	14	3	253	25	10		519
10.10.2019	1	pohja	89	11.0	7.00	0.18	43	7.3	14	1	280	25	20		400



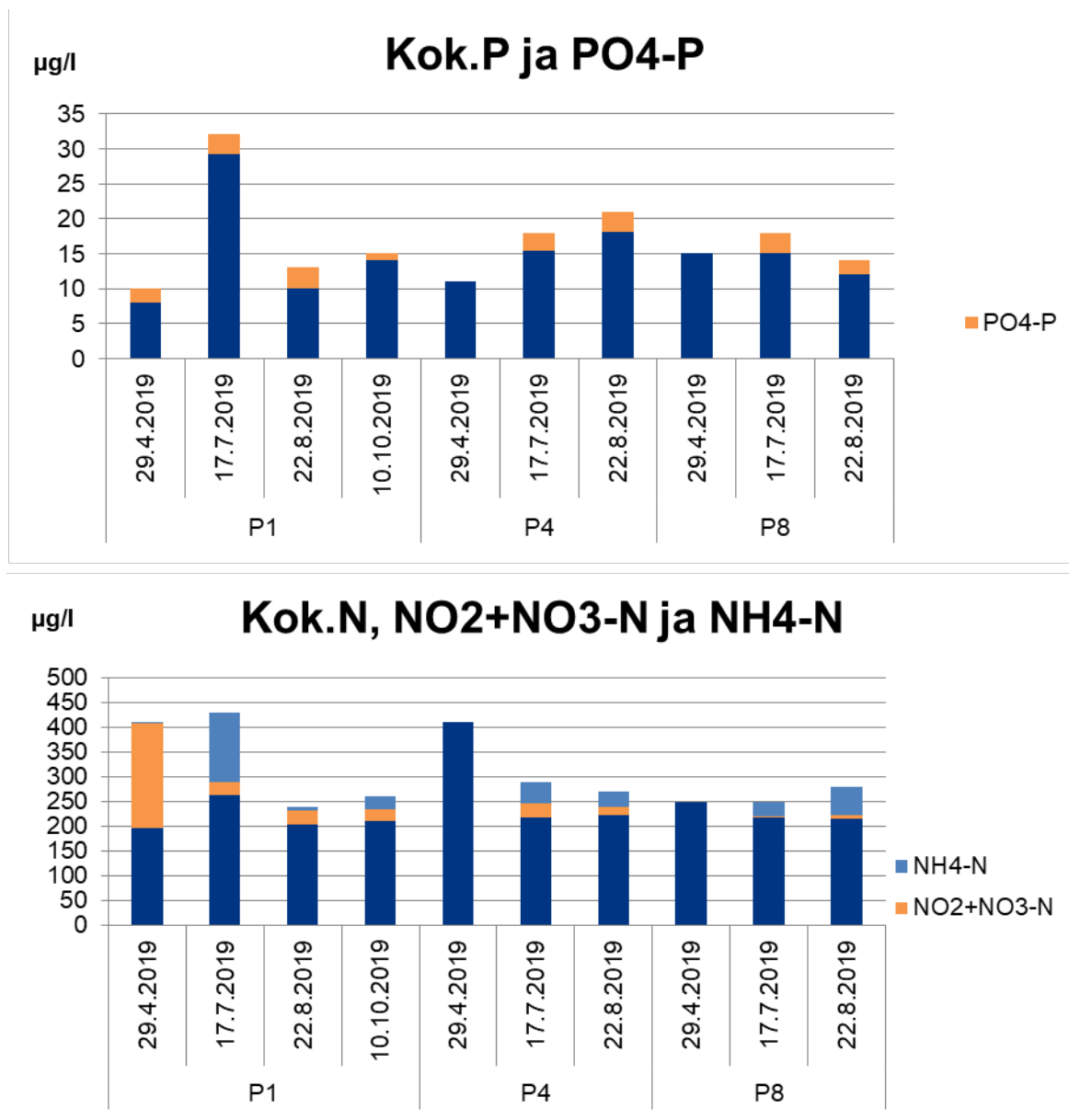
Kuva 5-6. Ravinnepitoisuudet Lokan päällysvedessä vuonna 2019. Epäorgaanisen typen (NO₂+NO₃-N ja NH₄-N) ja -fosforin (PO₄-P) osuudet kokonaisravinnemäärästä on esitetty eri väreillä, näin ollen kokonaisravinteiden pitoisuudet ovat kuvassa kaikki värit yhteensä.

Porttipahdan tekojärvi

Kevättalvella Porttipahdassa vesi oli lämpötilakerrostunutta. Alusveden heikentynyt happitilanne nostatti raudan pitoisuuksia pohjalla. Vastaavaa havaittiin myös Lokassa, paitsi siellä huono happitilanne nostatti myös ammoniumtypen pitoisuuksia. Vesi oli Lokan tavoin kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn} 2,2–10,0 mg/l) perusteella vähähumuksista ja näin ollen rautapitoisuudet (300–1000 µg/l) luultavasti nostivat veden väriarvoja (17–59 mg/l) humuksen sijasta. Porttipahdassa vesi oli Lokkaa lievästi emäksisempää (pH 6,5–6,9), mutta vesi oli kuitenkin lievästi hapanta niin kuin Lokassakin. Alkaliniteetti (0,16–0,69 mmol/l) oli pääasiassa hyvää tasoa. Ravinnepitoisuudet (kok.N 180–410 µg/l ja kok.P 7–15 µg/l) olivat tekojärvessä kevättalvella suhteellisen matalia. Lokan ja Porttipahdan huhtikuun tarkkailukerran pintaveden keskimääräiset fosforipitoisuudet olivat melko samalla tasolla, mutta pintaveden keskimääräisten typpipitoisuuksien perusteella Lokan pintavesi oli lievästi Porttipahtaa typpipitoisempaa. Pohjanläheisen vesikerroksen keskimääräiset ravinnepitoisuudet olivat selvästi alhaisempia Porttipahdassa kuin Lokassa huhtikuun tarkkailukerralla.

Kesän tarkkailukerroilla Porttipahdan vedessä havaittiin lämpötilakerrostuneisuutta. Veden pH-arvot (6,9–7,3) vaihtelivat neutraalin molemmiin puoliin ja havaintopaikkojen alkaliniteettiarvot (0,17–0,25 mmol/l) ilmensivät pääosin tyydyttävää puskurikykyä happamoitumista vastaan, mutta elokuun tarkkailukerralla havaintopisteen P8 alkaliniteettiarvot olivat hyvällä tasolla koko vesipatsaassa. Kemiaallisen hapenkulutuksen arvot (COD_{Mn} 5,9–9,2 mg/l) ilmensivät yhä vähähumuksista vettä ja pintaveden keskimääräiset väriarvot ja rautapitoisuudet pysyivät melko samalla tasolla kuin kevättälven. Pohjanläheisen vesikerroksen keskimääräiset väripitoisuudet nousivat huomattavasti kesän tarkkailukerroilla verrattaessa kevättälven keskimääräiseen pitoisuuteen, kun taas keskimääräiset rautapitoisuudet laskivat selvästi kevättälven keskiarvoista. Porttipahdan pintavedessä oli keskimäärin hieman enemmän rautaa kuin Lokan vedessä (taulukko 5-1). Porttipahdan vesipatsaan kokonaisfosforipitoisuudet olivat kesällä pääasiassa 12–21 µg/l, mutta heinäkuun tarkkailukerralla havaintopisteen P1 pintaveden kokonaisfosforipitoisuus (32 µg/l) oli selvästi koholla muihin näytteisiin verrattuna. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat pääasiassa 220–380 µg/l, mutta myös tyyppipitoisuus (430 µg/l) oli koholla muihin näytteisiin verrattuna heinäkuun tarkkailukerralla pisteen P1 pintavedessä (kuva 5-7). Klorofylli-a:n pitoisuudet olivat 5,3–20,0 µg/l. Porttipahdan pintaveden keskimääräiset fosforipitoisuudet olivat kesällä lievästi reheville vesille tyypillistä tasoa ja keskimääräiset tyyppipitoisuudet indikoivat karua vedenlaatua. Keskimääräiset klorofylli-a:n pitoisuudet viittasivat lievästi rehevään tai rehevään vedenlaatuun. Vuoden 2019 kesän keskimääräisten vedenlaatutietojen perusteella Lokka oli Porttipahdasta hieman rehevämpi vesistö. Kesäaikaan epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet olivat Porttipahdassa alhaisia (kuva 5-7).

Syksyllä näytteitä otettiin Porttipahdan padon edustalta lokakuussa. Vesi oli neutraalia tai lievästi emäksistä syvyydestä riippuen ja happitilanne oli erinomainen koko vesipatsaassa. Muilta osin syksyn näytteenottokerralla pintaveden vedenlaatu ei merkittävästi eronnut edellisistä näytekerroista.



Kuva 5-7. Ravinnepitoisuudet Porttipahdan päällyksvedessä vuonna 2019. Epäorgaanisen typen ($\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ ja $\text{NH}_4\text{-N}$) ja -fosforin ($\text{PO}_4\text{-P}$) osuudet kokonaisravinnemäärästä on esitetty eri väreillä, näin ollen kokonaisravinteiden pitoisuudet ovat kuvassa kaikki värit yhteensä.

Vuonna 2019 Vuotson kanavan pintavedenlaatu ei merkittävästi eronnut Lokan tai Porttipahdan yleisestä vedenlaadusta, paitsi Vuotson kanavan vesi oli ajoittain hieman väriltään tummempaa ja rautapitoisempaa (taulukko 5-1). Keskimääräisen kesän pintaveden fosforipitoisuuden pitoisuuden perusteella vesi oli Vuotson kanavassa lievästi rehevää ja klorofylli-a:n perusteella rehevää. Keskimääräinen typpipitoisuus kuvasti karua vedenlaatua.

Kokonaisuutena tarkastellen vedenlaadussa ei ollut vuonna 2019 havaittavissa merkittäviä eroja tekojärvien kesken.

5.2 Veden laadun kehitys

5.2.1 Tarkkailu 1967–2019

Kuvissa 5-8 – 5-13 esitetään Lokan ja Porttipahdan veden laadun kuvaajia vuosilta 1967–2019.

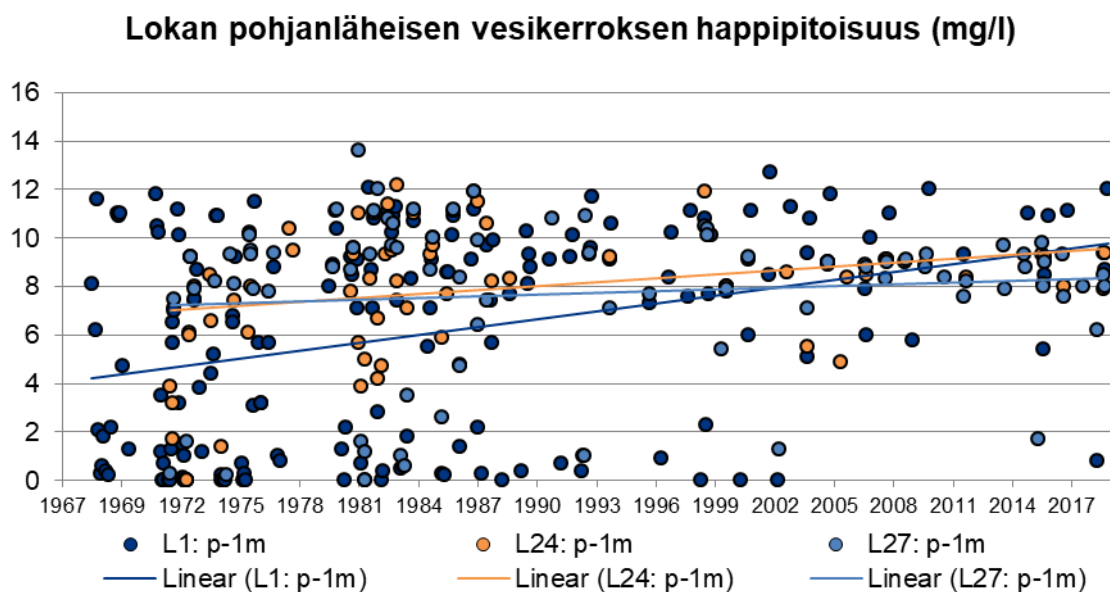
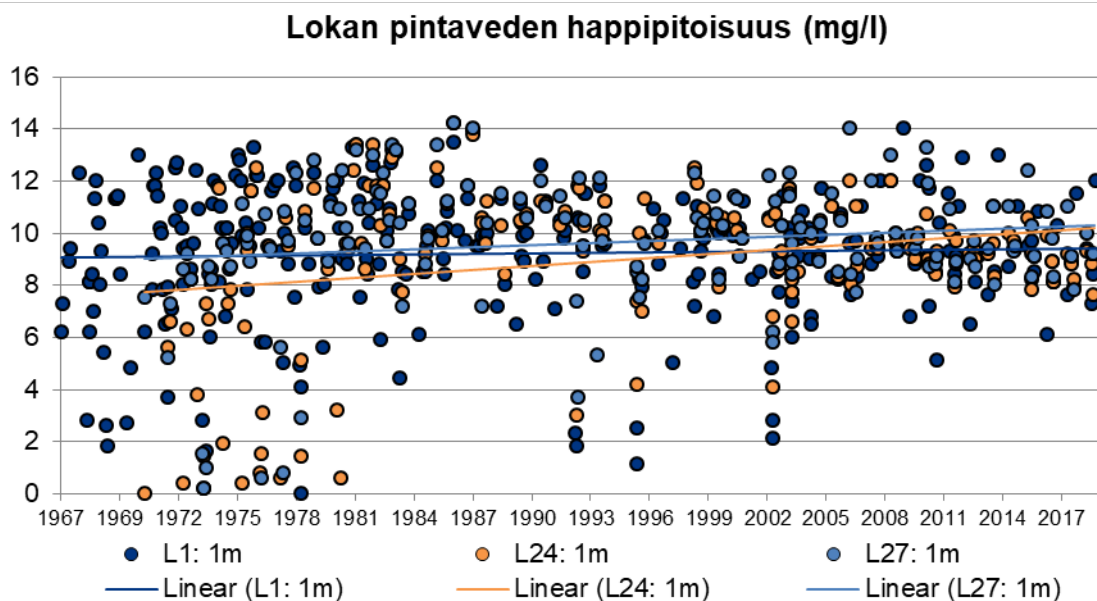
Lokan tekojärven täyttäminen aloitettiin keväällä 1967 ja Porttipahdan täyttö syksyllä 1970. Tekojärvien veden laadun kehityksessä on selvityksissä havaittu kolme eri vaihetta. Täyttövaihe kesti Lokassa vuodet 1967–1970 ja Porttipahdassa vuodet 1971–1973. Täyttövaiheessa tekojärveen huuhtoutuu runsaasti orgaanista ainesta ja humusta ja ravinteita vapautuu veteen. Happikadot ovat yleisiä. Eroosiovaihe kattoi Lokassa vuodet 1971–1980 ja Porttipahdassa vuodet 1974–1980. Eroosiovaiheessa vedenkorkeuden vaihtelu on suurta ja tapahtuu runsaasti eroosiota. Ravinteiden määrä vähenee ja turvelautat hajoavat. Elohopeapitoisuudet voivat olla suuria. Tasapainovaihe alkoi molemmissa tekojärvissä vuonna 1980. Tasapainovaiheessa säännöstely on vakiintunut. Ravinteiden ja elohopean määrä vähenee, mutta eroosio jatkuu (mm. Lepistö & Pietiläinen 1996, Alanne ym. 2014)

LOKKA

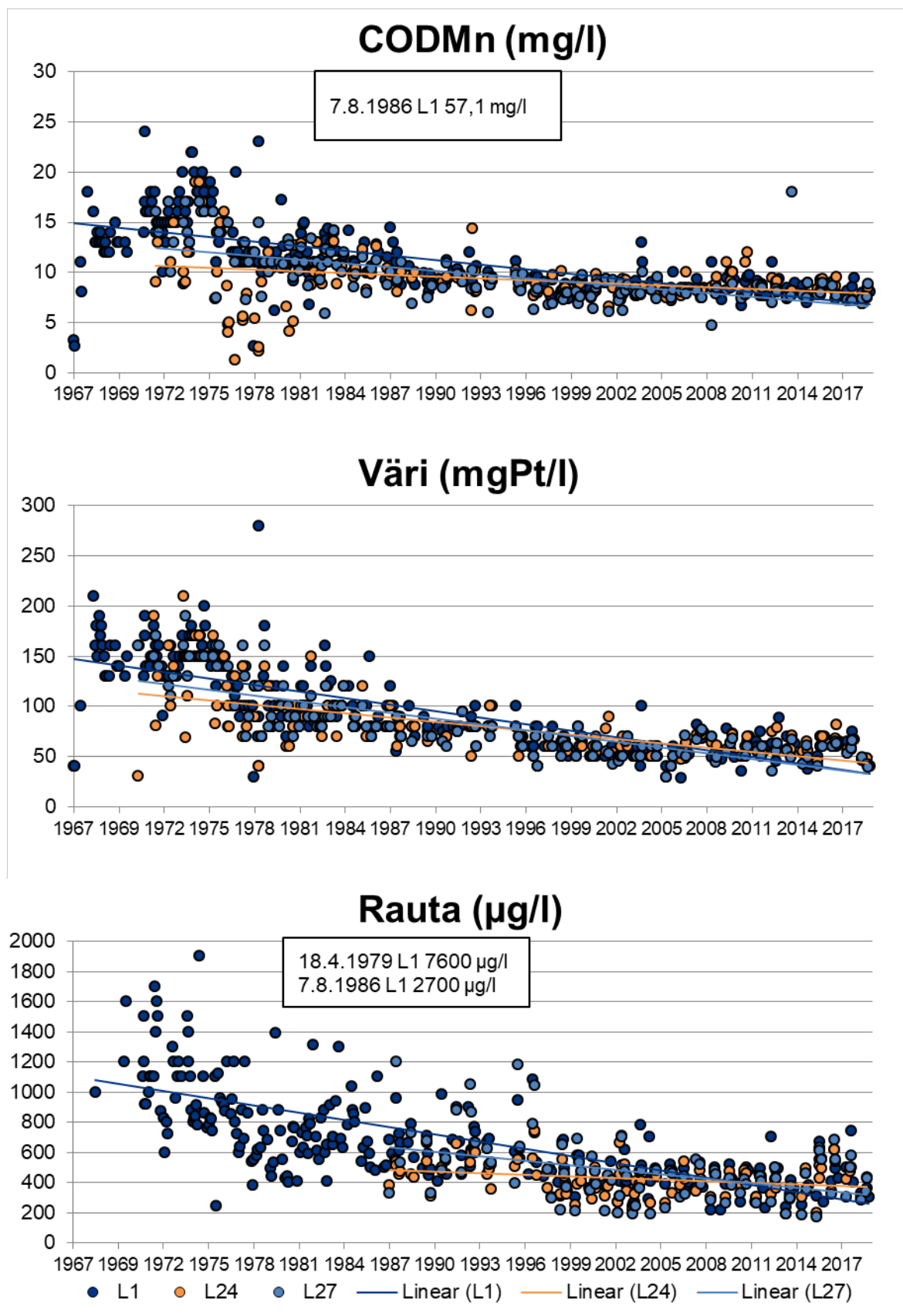
Lokan tekojärvessä on esiintynyt happikatoa sen koko tarkkailuhistorian ajan. Useimmiten hapen puutetta on havaittu alusvedessä, mutta myös päänlyksvedessä on havaittu alhaisia happipitoisuuksia vielä 2000-luvullakin (esim. L1 03-04/2003). Hapettomuutta on havaittu pohjanläheisessä vesikerroksessa 2000-luvulla (L1 03/2001 ja 02/2003) ja vuoden 2019 huhtikuun tarkkailukerralla havaintopisteen L1 pohjanläheinen vesi oli miltei hapetonta (0,8 mg/l) (kuva 5-8). Havaintopisteen L1 pintaveden keskimääräinen hapen kyllästysaste (ka 1967–2019 75 kyll.%) on tyydyttävällä tasolla ja pohjanläheisen vesikerroksen keskimääräinen hapen kyllästysaste (ka 1968–2019 53 kyll.%) on välttävällä tasolla.

Tarkkailun alussa (1960–1970-luvuilla) orgaanisen aineen määrä oli selvästi nykyistä suurempi, mutta 1980-luvun jälkeen COD_{Mn}-arvot ovat vakiintuneet tasolle 5–15 mg/l. Korkein mitattu COD_{Mn}-arvo määritettiin kuitenkin 7.8.1986 tarkkailukerralla havaintopisteellä L1. Veden väriarvot ovat myös tarkkailun alkuvuosien jälkeen pienentyneet nykyiselle tasolle (noin 50–100 mgPt/l). Rautapitoisuudet ovat seuranneet samantyyppistä trendiä kuin COD_{Mn}- ja väriarvot. 2000-luvulla rautapitoisuudet ovat vaihdelleet noin 150–800 µg/l välillä. COD_{Mn}-, väriarvojen ja rautapitoisuuksien kehityssuunnat ovat laskusuuntaisia kaikkien Lokan havaintopisteiden (pintaveden) osalta (kuva 5-9). Havaintopisteen L1 pintavesi on keskimäärin keskihumuksista (COD_{Mn} ka 1967–2019 11,4 mg/l), tummaa (väri ka 1967–2019 97 mgPt/l) ja rautapitoista (Fe ka 1967–2019 699 µg/l).

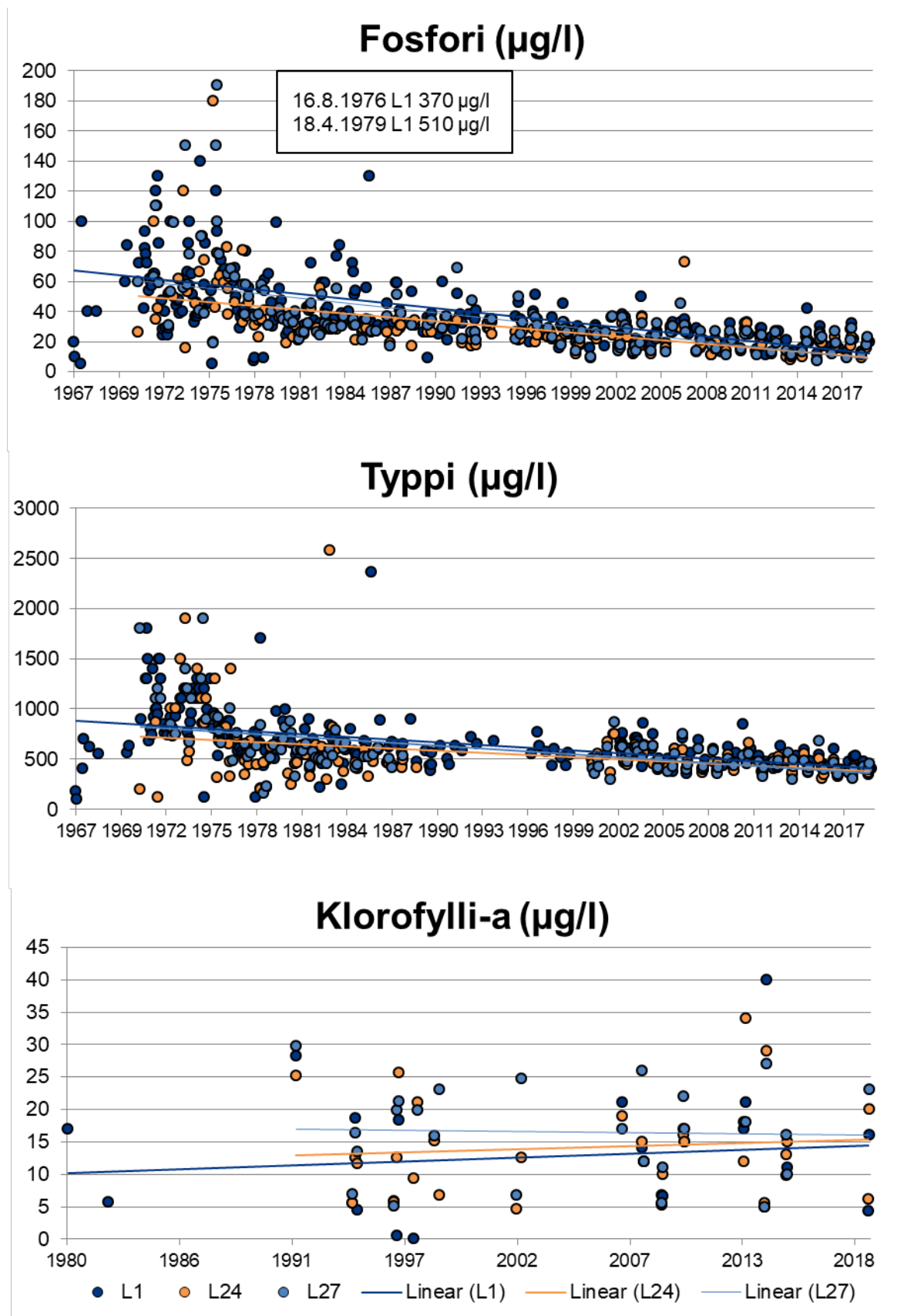
Lokan kokonaisravinnepitoisuudet ovat pienentyneet ajan kuluessa. Alusveden suuret ravinnepitoisuudet liittyvät nykyisin lähinnä huonon happitilanteen seurauksena syntyvään sisäiseen kuormitustilanteeseen. 2000-luvulla Lokan kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet keskimäärin tasoa 20–30 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet tasoa 400–600 µg/l. Klorofylli-a:n pitoisuuksissa on havaittavissa lievästi nouseva kehityssuunta havaintopisteiden L1 ja L24 tulosten osalta, mutta havaintopisteen L27 a-klorofyllipitoisuuksien kehityssuunta on lievästi laskeva (1967–2019). Useimmiten pitoisuudet ovat olleet reheville vesille tyypillistä tasoa (kuva 5-10). Havaintopisteen L1 pintavesi on keskimäärin rehevää (1967–2019 ka: kok.P 42 µg/l, kok.N 668 µg/l ja klorofylli-a 13 µg/l).



Kuva 5-8. Lokan pintaveden ja pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuudet tarkkailukaudella 1967–2019 sekä trendiviivat (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020).



Kuva 5-9. Lokan pintaveden COD_{Mn}-, väriarvot ja rautapitoisuudet vuosina 1967–2019 sekä trendiviivat (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020).



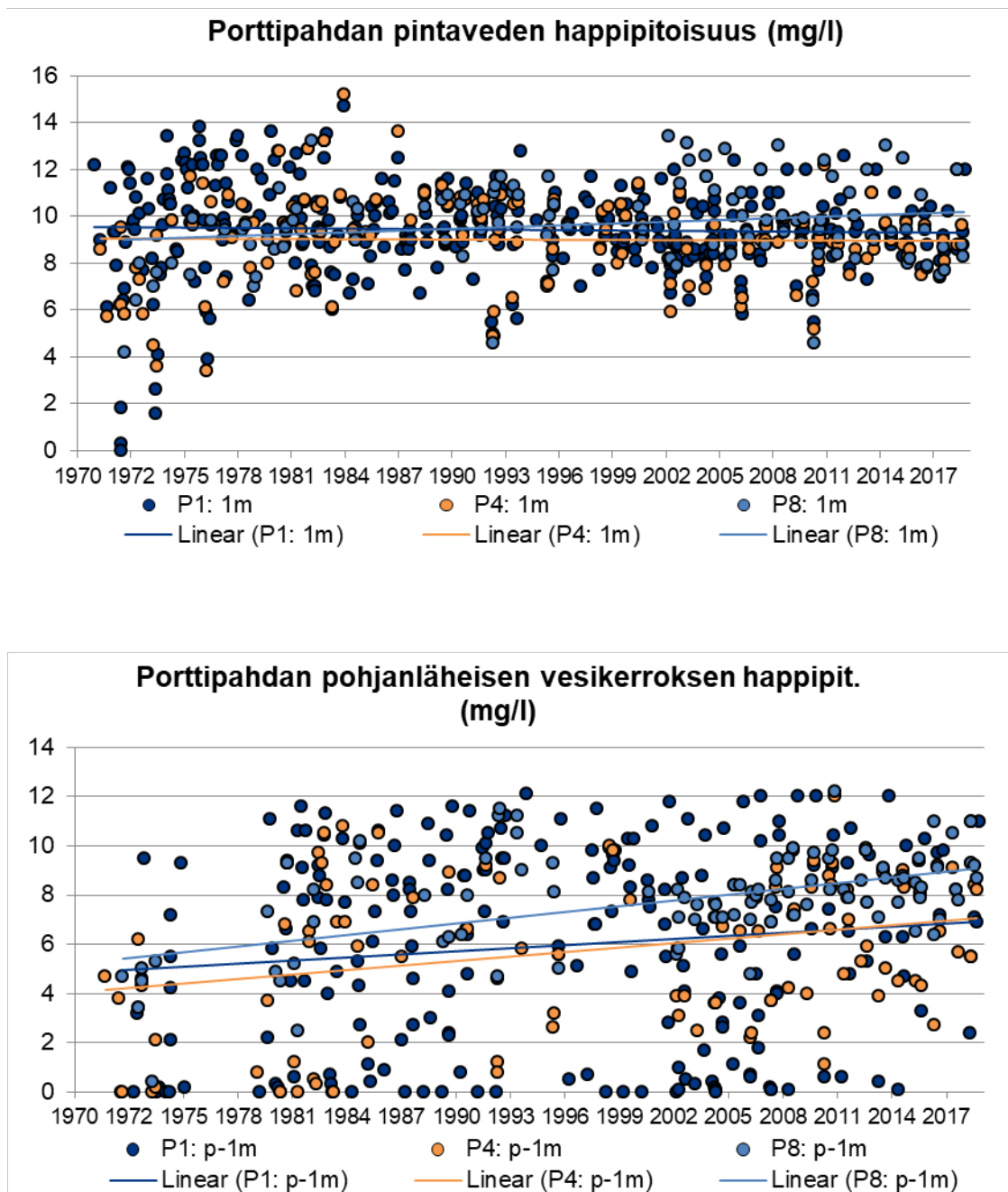
Kuva 5-10. Lokan pintaveden kokonaisravinteiden ja klorofylli-a:n pitoisuudet vuosina 1967–2019 sekä trendiviivat (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020).

PORTTIPAHTA

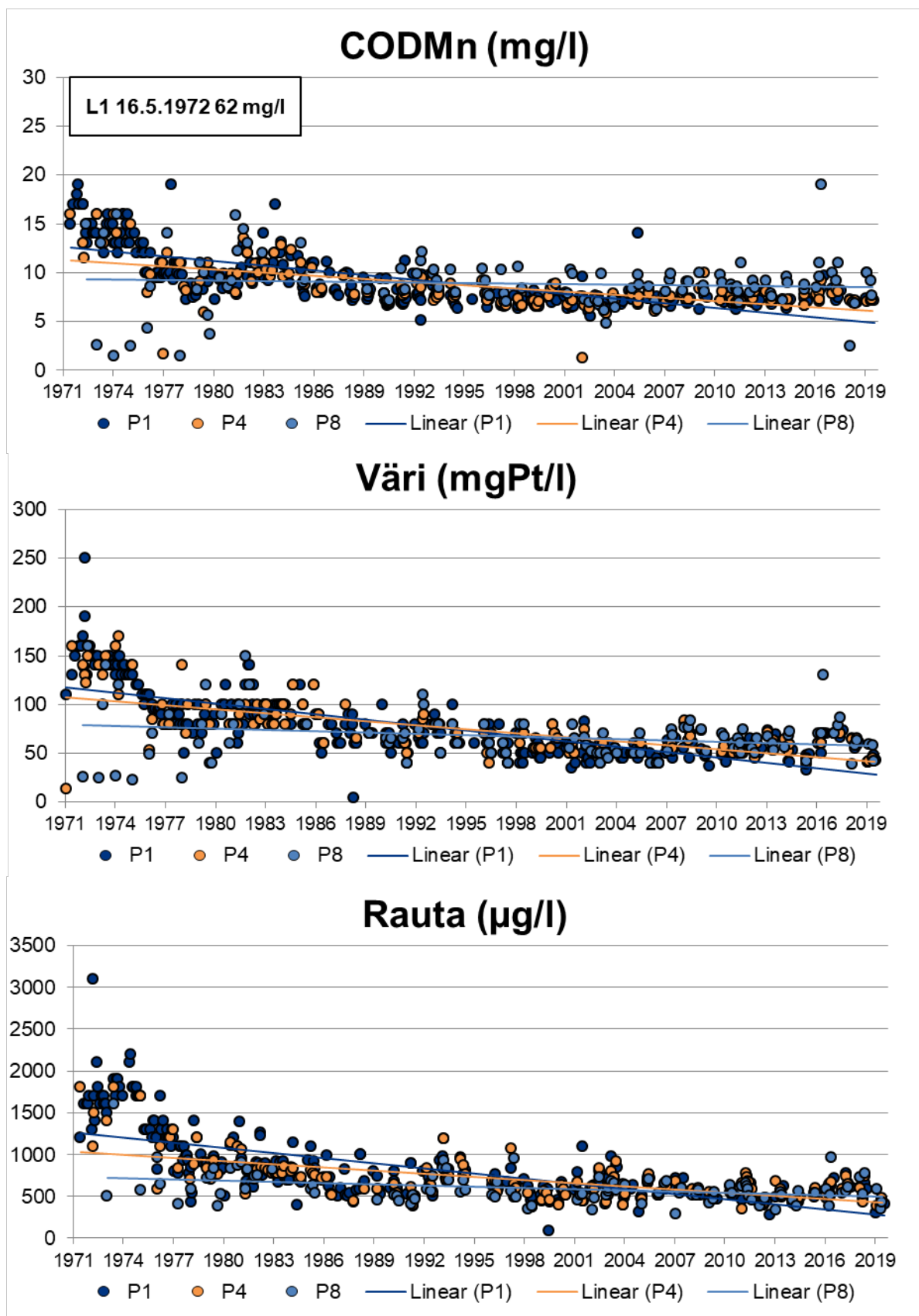
Porttipahdassa on Lokan tapaan esiintynyt hapettomuutta koko sen historian ajan. Päälyysveden happipitoisuuksien kehityssuunta ei ole yhtä selvä kuin pohjanläheisen vesikerroksen, jonka happipitoisuudet ovat noususuuntaisia. Päälyysvedessä hyvin alhaisia (kylläisyys <40 %) happipitoisuuksia esiintyi runsaasti tekojärven täyttövaiheessa, mutta nykyisin enää satunnaisesti (kuva 5-11). Havaintopisteen P1 pintaveden keskimääräinen hapen kyllästysaste (ka 1970–2019 78 kyll.%) on tyydyttävällä tasolla ja pohjanläheisen vesikerroksen keskimääräinen hapen kyllästysaste (ka 1972–2019 51 kyll.%) on välttävällä tasolla.

Orgaanisen aineen määrä on laskenut ajan kuluessa, ja COD_{Mn}-arvot vakiintuivat nykyiselle tasolle (noin 5–10 mg/l) vähitellen 1980-luvulta alkaen. Porttipahdan vesi on keskimäärin vaaleampaa kuin Lokan vesi, ja päälyysveden väriarvot ovat viime vuosikymmeninä olleet keskimäärin tasoa 50–80 mgPt/l. Rautapitoisuudet ovat seuranneet samantyyppistä trendiä kuin COD_{Mn}- ja väriarvot. 2000-luvulla pintaveden rautapitoisuudet ovat vaihdelleet noin 300–1100 µg/l välillä. Pintaveden COD_{Mn}-, väriarvojen ja rautapitoisuuksien kehityssuunnat ovat laskusuuntaisia kaikkien Porttipahdan havaintopisteiden osalta (kuva 5-12). Havaintopisteen P1 pintavesi on keskimäärin vähähumuksista (COD_{Mn} ka 1971–2019 9,2 mg/l), tummaa (väri ka 1971–2019 78 mgPt/l) ja rautapitoista (Fe ka 1971–2019 817 µg/l).

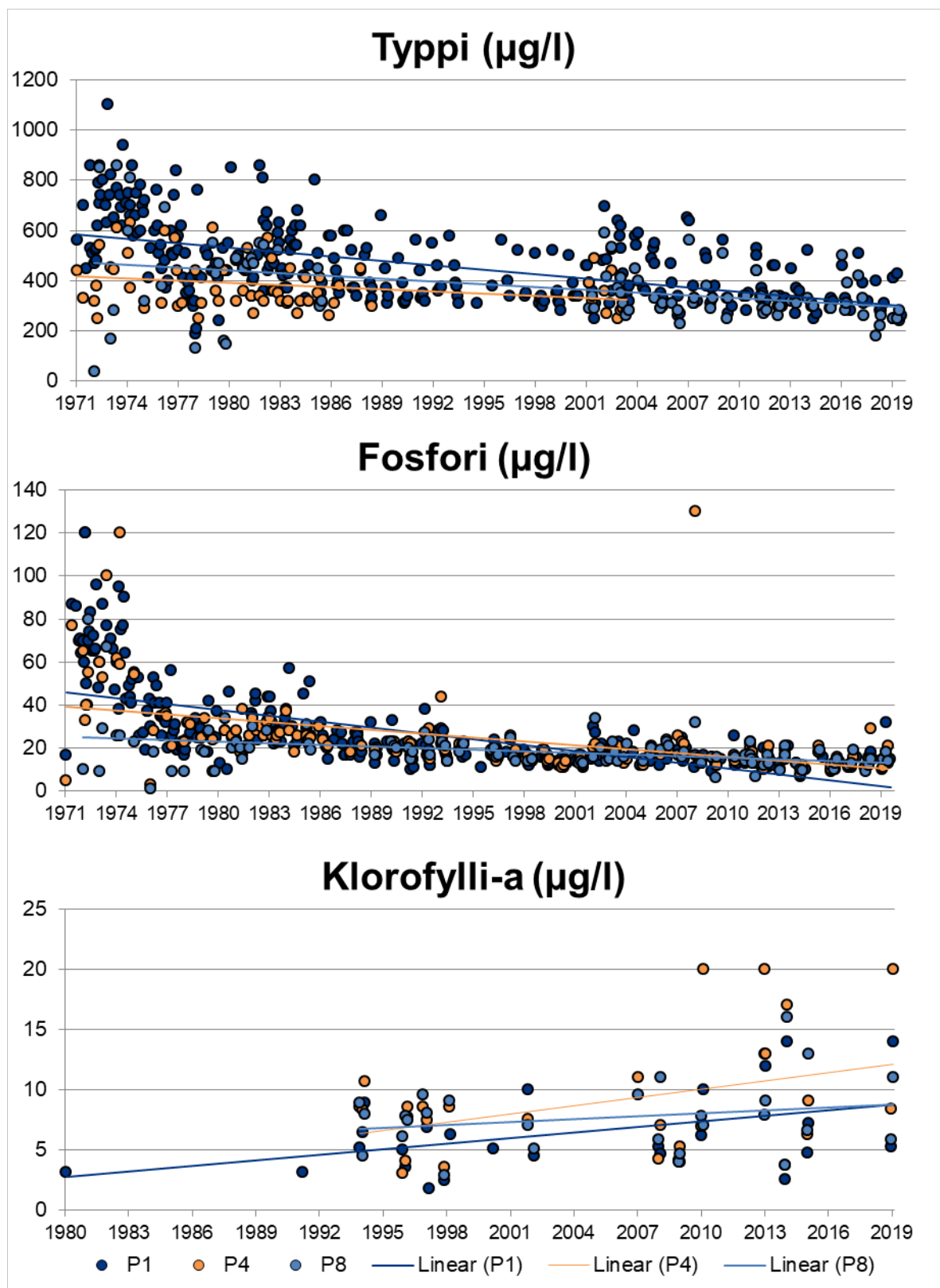
Porttipahdan ravinnepitoisuudet olivat suurimmillaan järven täytön jälkeisinä vuosina. Kokonaisravinteiden osalta on havaittavissa laskevaa kehityssuuntaa. Nykyisin Porttipahdan kokonaisfosforipitoisuudet ovat päälyysvedessä pääasiassa tasoa 10–25 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet tasoa 300–500 µg/l. Kohonneita pitoisuuksia esiintyy ajoittain alusvedessä happikadon yhteydessä. Klorofylli-a-pitoisuuksissa on havaittavissa jaksolla 1980–2019 nouseva kehityssuuntaa, ja useimmiten pitoisuudet ovat olleet lievästi reheville tai reheville vesille tyyppistä tasoa (kuva 5-13). Havaintopisteen P1 pintaveden keskimääräiset ravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet ovat keskimäärin alhaisemmalla tasolla kuin Lokan L1 pisteellä. Porttipahdan P1 pintavesi on ollut keskimäärin lievästi rehevää tai rehevää (1971–2019 ka: kok.P 27 µg/l, kok.N 462 µg/l ja klorofylli-a 6,5 µg/l).



Kuva 5-11. Porttipahdan pintaveden ja pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuudet tarkkailukaudella 1970–2019 sekä trendiviivat (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020).



Kuva 5-12. Porttipahdan pintaveden COD_{Mn}-, väriarvot ja rautapitoisuudet tarkkailukaudella 1970–2019 sekä trendiviivat (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020).



Kuva 5-13. Porttipahdan pintaveden kokonaisravinteiden ja klorofylli-a:n pitoisuudet vuosina 1970–2019 sekä trendiviivat (Ympäristöhallinnon avoimet tietojärjestelmät 20.4.2020).

6. ALAPUOLISET JOET

6.1 Vuoden 2019 tarkkailutulokset

Näytteenotto tapahtui vuonna 2019 pääasiassa ohjelman mukaisesti tekojärvien alapuolisista joista eli Luiron, Kitisen ja Kemijoen tarkkailupaikoilta. Havaintopaikan Kitinen 113 huhtikuun näytteenottokerta jäi kuitenkin toteutumatta inhimillisen virheen takia, mutta tämä korvattiin yhdellä ylimääräisellä näytteenotolla joulukuussa. Näin ollen näytteenottokertoja oli kuitenkin 17, niin kuin tarkkailuohjelmassa, vaikka huhtikuun tarkkailukerta jäi epähuomiossa toteutumatta. Lisäksi havaintopisteen Kitinen Kairala 1 joulukuun toinen tarkkailukerta jäi toteutumatta inhimillisen virheen takia, joten näytteenottokertoja oli vain 16.

Näytteitä kertyi jokaiselta tarkkailupaikalta 5–17 kappaletta (taulukko 3-5). Koska näytteitä otettiin hyvin erilainen määrä näytesteistä, heikentää se hieman tulosten vertailtavuutta.

Vuonna 2019 Porttipahdasta ei juoksutettu vettä juuri lainkaan välillä 24.4.–14.7. Ajoittain kyseisinä aikoina juoksutusta tapahtui kuitenkin jonkin verran muutaman päivän ajan. Lisäksi juoksutuksessa oli taukoja myös välillä 22.9.–27.10.2019. Kesäkuun näytteenotto ajoittui ajankohtaan, jolloin Porttipahdasta ei juoksutettu vettä, mikä voi vaikuttaa veden laatuun.

LUIRO

Luirosta otettiin näytteitä vuonna 2019 Lokan alakanavalta, Luiron keskiosalta Tanhuasta ja alaosalta Luiron kylältä. Näytteet otettiin ohjelman mukaisesti tammikuussa, maaliskuussa, toukokuussa, elokuussa ja lokakuussa.

Luiron veden mitatut pH-arvot olivat 6,2–7,5. Matalimmillaan pH-arvot olivat pääosin kaikilla näytteenottopaikoilla maaliskokuussa. Korkeimmillaan pH-arvot puolestaan olivat elo- ja lokakuussa. Edellisvuosien tavoin korkein pH-arvo mitattiin Tanhuasta (Lu68) elokuun näytekerrolla. Alkaliniteetin arvot olivat tarkkailuvuonna pääosin hyvää tasoa kaikilla näytteenottopaikoilla, mutta havaintopisteen Lu146 alkaliniteetin arvot ilmensivät tyydyttävää tasoa toukokuun-lokakuun tarkkailukerroilla ja toukokuussa alkaliniteetti laski välttäväksi havaintopisteiden Lu68 ja Lu10 vedessä.

Luiron veden happipitoisuudet olivat vuoden 2019 tammi- ja maaliskuussa keskimäärin tyydyttävällä tasolla (64–81 %). Huonoin happitilanne havaittiin Luirojoessa toukokuussa pisteellä Lu146, jolloin happitilanne oli välttävä (49 %). Muina näytekerroilla happitilanne oli erinomainen (kuva 6-1).

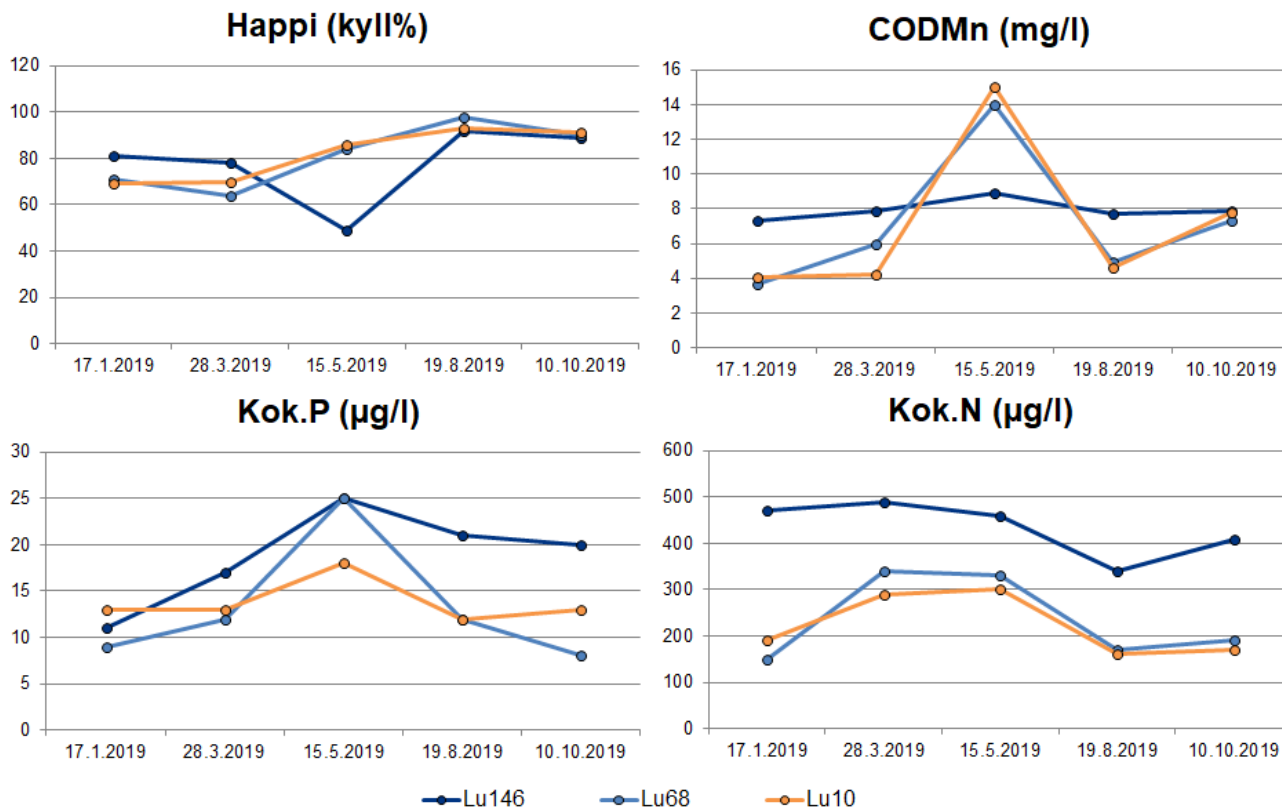
Veden väriarvot vaihtelivat Luirossa vuonna 2019 jonkin verran (28–95 mgPt/l). Väriarvot vaihtelivat näytekerroittain, mutta olivat pääosin ylimmillään toukokuussa. Väriarvoihin vaikuttavat mm. COD_{Mn}- arvot ja kiintoainepitoisuudet. COD_{Mn}-arvot olivat myös korkeimmillaan toukokuussa sulamisvesistä johtuen (kuva 6-1). Kiintoainepitoisuudet olivat kuitenkin pääasiassa korkeimmillaan lokakuun tarkkailukerralla, luultavasti sadannan seurauksesta. Luiron veden kiintoainepitoisuudet olivat pääosin alhaisia. Rautapitoisuudet olivat korkeimmillaan maaliskokuun näytekerroilla, jolloin rautapitoisuuksia kohottivat myös sulamisvedet. Rautapitoisuudet vaihtelivat pisteillä välillä 441–1100 µg/l. Runsaimmin rautaa havaittiin keskimäärin pisteellä Lu10. Mangaanipitoisuudet vaihtelivat Luirossa välillä 8–58 µg/l. Suurin mangaanipitoisuus mitattiin pisteellä Lu146 toukokuussa.

Vesi oli keskimäärin hieman ravinteikkaampaa Lokan padon alapuolella (Lu146) kuin Luiron keski- tai alaosalta (kuva 6-1) viitaten Lokasta huuhtoutuneisiin ainemääriin ja Luiroon laskevien jokien karuun vedenlaatuun. Lokan alakanavassa kokonaisfosforipitoisuudet olivat keskimäärin n. 19 µg/l, kun Luiron keski- ja alaosalta fosforia oli keskimäärin 13–14 µg/l (kuva 6-1). Keskimääräisten kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella vesi voitiin luokitella joko lievästi reheväksi (Lu146) tai karuksi.

Alakanavan typpipitoisuudet olivat keskimäärin 434 µg/l, kun Luiron keski- ja alaosalta mitatut kokonaistypen pitoisuudet vaihtelivat keskimäärin välillä 222–236 µg/l.

Epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet määritettiin vain elokuussa, joten käytettävissä vain yhdet tulokset. Elokuun näytekerrolla Lokan alakanavassa ammoniumtyppeä (NH₄-N) todettiin 42 µg/l. Joen keski- ja alaosalta ammoniumtyppeä todettiin vain vähäisiä määriä (8–12 µg/l). Luirossa elokuun näytekerrolla nitriittinitraattityypen summapitoisuudet (NO₂+NO₃-N) ja havaintopisteen Lu146 liukoisen fosfaattifosforin (PO₄-P)

pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Luiron keski- ja alaosaalla mitatut liukoisen fosfaattifosforin pitoisuudet olivat alhaisia (2,0–3,4 µg/l).



Kuva 6-1. Luiron happipitoisuus, COD_{Mn}-arvo sekä kokonaisravinteiden pitoisuudet vuonna 2019. Lu146: Luiron alakanava, Lu68: Tanhua, Lu10: Luiron alaosa.

KITINEN

Porttipahdan alakanavasta (Ki147) ja Kairalasta (Ki7) vesinäytteet otettiin pääasiassa kaksi kertaa kuukaudessa tammi-maaliskuussa sekä marras-joulukuussa; huhti-lokakuussa näytteet otettiin kerran kuukaudessa. Porttipahdan alakanavan huhtikuun näytteenottokerta jäi toteutumatta ja sen sijasta otettiin kolmas näyte joulukuussa. Kairalan joulukuun toinen näytteenotto jäi kokonaan toteutumatta. Sodankylän näytteenottoaikalta Ki75 näytteet otettiin vuonna 2019 tammikuussa, maaliskuussa, toukokuussa, elokuussa ja lokakuussa.

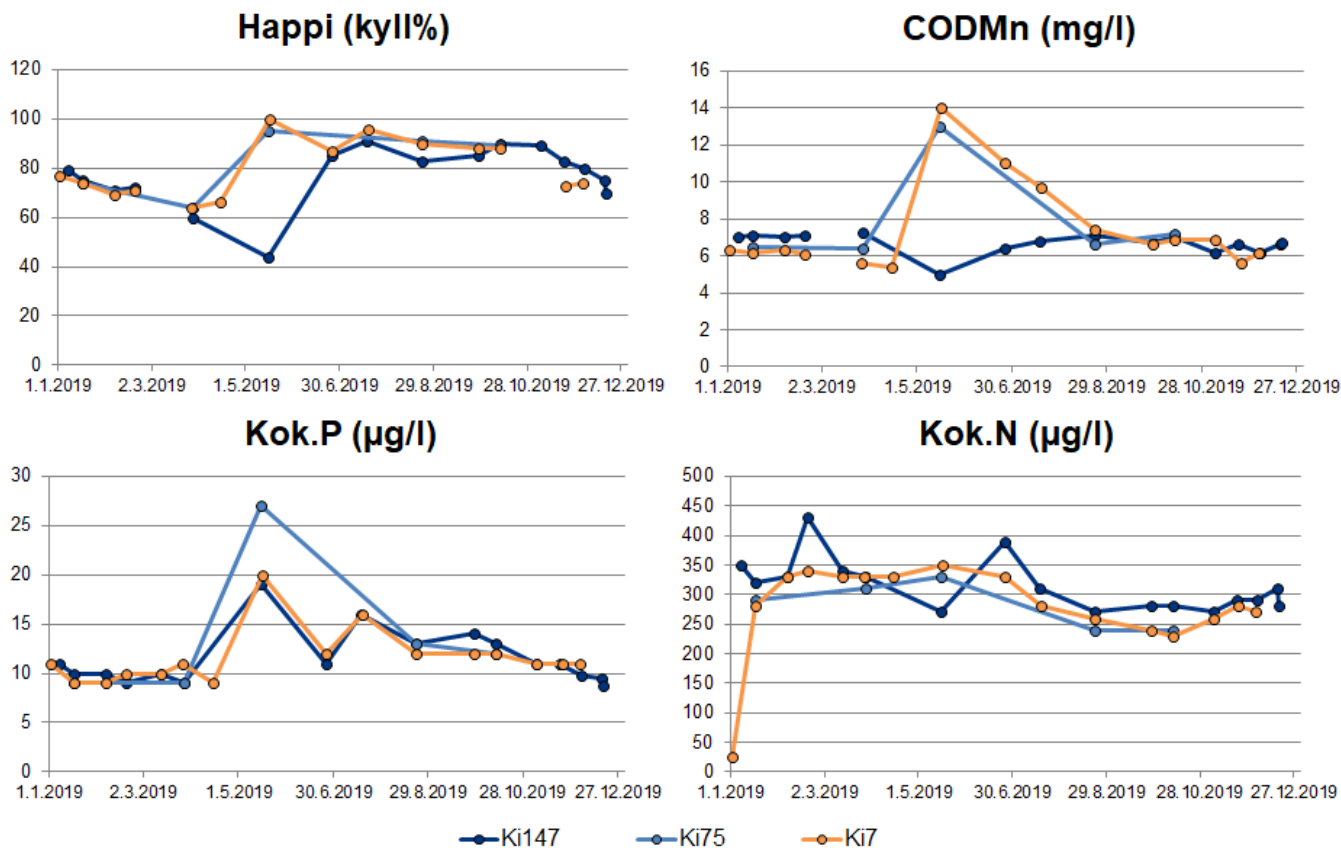
Kitisen veden happipitoisuudet olivat tyydyttävää tai välttävää tasoa tammikuusta huhtikuuhun ja sen jälkeen hyvää tai erinomaista tasoa, kunnes vuoden lopulla taso oli lähinnä tyydyttävä (kuva 6-2). Toukokuun tarkkailukerralla havaintopisteellä Ki147 havaittiin kuitenkin koko vuoden heikoin happitilanne (44 %). Kitisen veden pH-taso vaihteli välillä 6,3–7,6 eli veden pH-arvot vaihtelivat lievästi happamasta lievästi emäksiseen. Kitisen pisteillä pH-arvot olivat pääasiassa alhaisimmillaan alkuvuoden näytekerroilla. Korkeimmat pH-arvot havaittiin Kitisessä lähinnä kesällä ja loppusyksyllä näytekerroilla.

Kitisen alkaliniteetin arvot olivat pääosin hyvää tasoa. Havaintopisteen Ki147 alkaliniteetin arvot olivat kuitenkin tyydyttävällä tasolla kesäkuun tarkkailukerrasta joulukuun ensimmäisen näytteenottokertaan. Toukokuun tarkkailukerralla havaintopisteiden Ki75 ja Ki7 alkaliniteetin arvot olivat tyydyttävällä tasolla.

COD_{Mn}-arvojen perusteella Kitinen voitiin luokitella lähinnä vähähumuksiseksi. Vesi oli pääasiassa väriltään tummintaa ja sameinta kevään ylivirtaaman aikaan. Kitisen veden rautapitoisuudet vaihtelivat välillä 332–1250 µg/l ja mangaanipitoisuudet vaihtelivat välillä 7–164 µg/l. Rautapitoisuudet ja mangaanipitoisuudet olivat pääosin suurimmillaan tulva-aikaan toukokuussa.

Kitisen kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 9–27 µg/l, ja suurimmillaan pitoisuudet olivat Kitisessä tulva-aikaan. Kitisen kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat välillä <50–430 µg/l. Kokonaistyyppien pitoisuuksissa ei havaittu selvää kevättulvan vaikutusta ja korkein pitoisuus havaittiin helmikuun näytekerroilla.

Porttipahdan alakanavassa. Keskimäärin ravinnepitoisuudet eivät merkittävästi eronneet havaintopisteiden kesken ja kaikkien havaintopisteiden keskimääräiset ravinnepitoisuudet ilmensivät karua vedenlaatua. Epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet määritettiin näytteistä kesäaikaan. Nitriitti- ja nitraattitypen ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) pitoisuudet vaihtelivat välillä $<5,0\text{--}87\text{ }\mu\text{g/l}$ ja ammoniumtyppeä ($\text{NH}_4\text{-N}$) mitattiin $14\text{--}50\text{ }\mu\text{g/l}$. Fosfaattifosforin ($\text{PO}_4\text{-P}$) pitoisuudet vaihtelivat välillä $<2,0\text{--}3,3\text{ }\mu\text{g/l}$.



Kuva 6-2. Kitisen happipitoisuus, COD_{Mn}-arvo sekä kokonaisravinteiden pitoisuudet vuonna 2019. Ki147: Porttipahdan alakanava, Ki75: Sodankylä, Ki7: Kitisen alaosa, Kairala.

KEMIJOKI

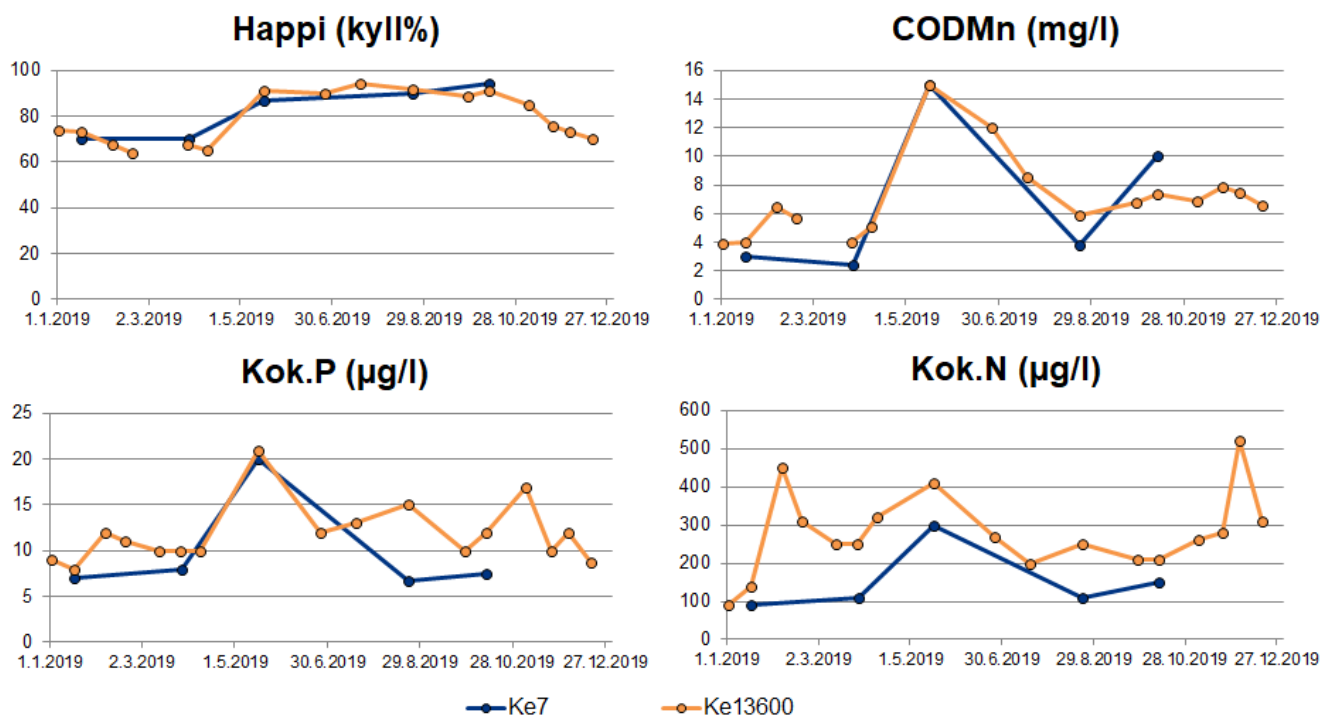
Luirojoki laskee Kitiseen lähelle Kitisen laskua Kemijokeen. Kemijoen veden laatua tarkkaillaan Kitisen laskun yläpuolelta Ylä-Kemijoen alaosalta pisteeltä Ke7 viisi kertaa vuodessa (tammi-, maaliskuu-, touko-, elo- ja lokakuussa). Kitisen laskun alapuolelta Pelkosenniemen havaintopaikalta 13600 otetaan näytteet kaksi kertaa kuukaudessa tammi-helmikuussa sekä marras-joulukuussa, kun huhti-lokakuussa näytteet otettiin kerran kuukaudessa.

Tammi-huhtikuun välisenä aikana Kemijoen happitilanne oli joko tyydyttävä tai välttävä. Toukokuusta eteenpäin happitilanne oli pääasiassa erinomainen, lukuun ottamatta havaintopisteen Ke13600 kolme viimeistä tarkkailukertaa jolloin happitilanne oli taas tyydyttävä (kuva 6-3). Kemijoen keskimääräinen pH oli neutraali. Pääosin vesi oli Kemijoessa lievästi hapanta ja kesällä ja syksyllä veden pH-arvot olivat pääosin lievästi emäksisiä. Alkaliniteetti eli veden puskurikyky oli pääosin hyvä, mutta kevättulvan aikaan alkaliniteetti laski välttävälle tasolle.

Keskimääräisten COD_{Mn}-arvojen perusteella Kemijoki voitiin luokitella vähähumuksiseksi. Pääsääntöisesti korkeimmat väriluvut ja humuspitoisuudet (COD_{Mn}) pisteillä mitattiin toukokuussa kevättulvan aikaan (kuva 6-3). Veden väriin vaikuttavat myös rauta- ja mangaanipitoisuudet. Vuonna 2019 Kemijoessa vaihtelivat mangaanipitoisuudet välillä $3\text{--}46\text{ }\mu\text{g/l}$ ja rautapitoisuudet välillä $250\text{--}1010\text{ }\mu\text{g/l}$.

Kevättulva kohotti osaltaan myös ravinnepitoisuuksia, mutta näyttekertakohtainen pitoisuuksien vaihtelu oli myös suurta. Pietarinniemiessä vaihtelivat ravinnepitoisuudet fosforin osalta välillä $6,7\text{--}20\text{ }\mu\text{g/l}$ ja typen osalta välillä $89\text{--}300\text{ }\mu\text{g/l}$ ja vastaavasti Pelkosenniemiessä vaihteluväli fosforin osalta oli $8,0\text{--}21\text{ }\mu\text{g/l}$ ja typen osalta

92–520 µg/l. Keskimääräisten kokonaisravinteiden perusteella vesi oli karua. Epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet olivat kesällä alhaiset molemmilla pisteillä (kuva 6-3).



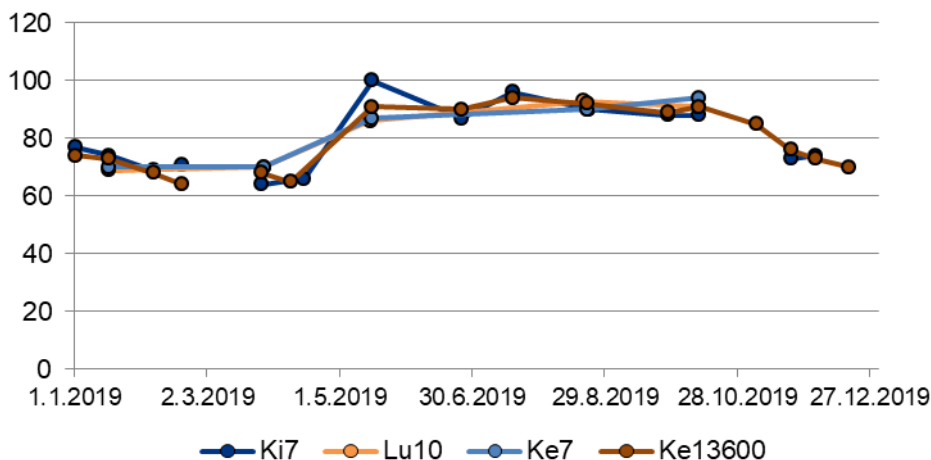
Kuva 6-3. Kemijoen happipitoisuus, COD_{Mn}-arvo ja kokonaisravinteiden pitoisuudet vuonna 2019. Ke7: Ylä-Kemijoen alaosa ja Ke13600: Kemijoki, Pelkosenniemi.

JOKIEN VÄLINEN VERTAILU JA TEKOJÄRVIENTEN VAIKUTUS JOKIEN VEDENLAATUUN

Tässä tarkastelussa vertaillaan Luiron, Kitisen ja Ylä-Kemijoen alaosien veden laatua sekä latvajokien yhtymäkohdan alapuolisen Kemijoen veden laatua sekä tekojärvien vaikutusta alapuolisiin jokiin vuonna 2019.

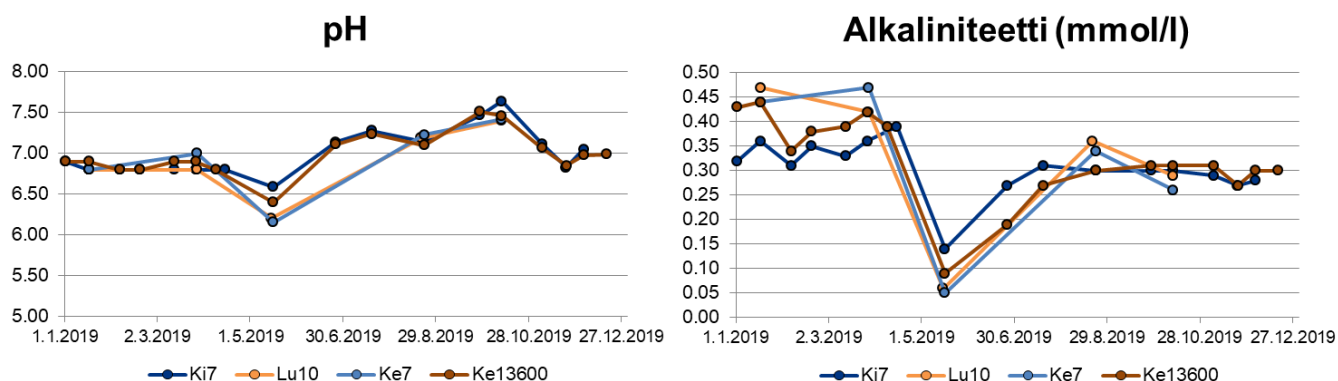
Alkuvuodesta kevääseen saakka sekä loppuvuonna happitilanne oli heikoimmillaan ollen pääosin välttävällä tai tyydyttävällä tasolla. Muuten jokivesien happitilanne oli hyvä tai jopa erinomainen (kuva 6-4).

Happi (kyll%)



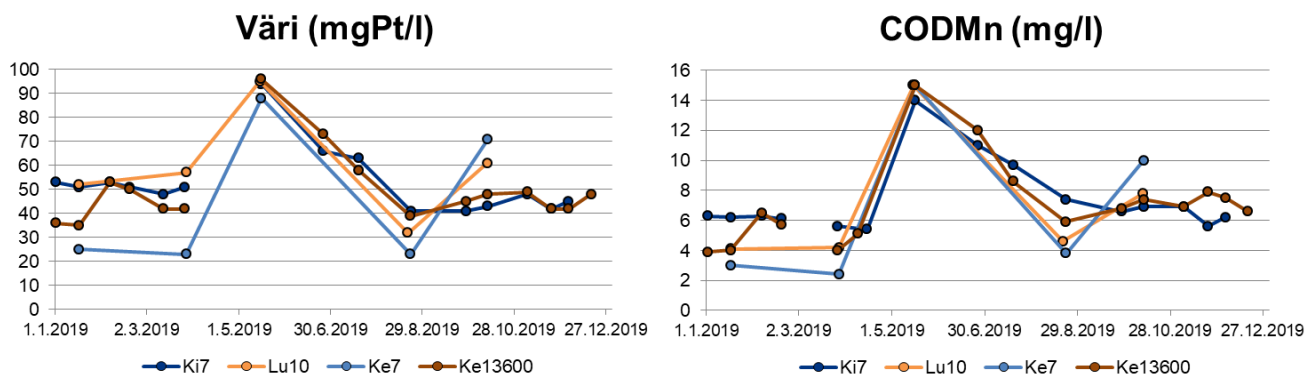
Kuva 6-4. Veden hapen kyllästys % Luiron (Lu10) ja Kitisen (Ki7) alaosalla sekä Ylä-Kemijoen alaosalla (Ke7) ja Kemijoessa (Ke13600) näytteenottoerkoittain vuonna 2019.

Eri havaintopaikoilla pH-arvot vaihtelivat hyvin samankaltaisesti vuonna 2019. Alimmillaan pH-arvot olivat alkuvuonna ja erityisesti kevättulvan aikaan ja ylimmillään kesän lopulla perustuotannosta johtuen. Veden puskurikyky oli pääsääntöisesti hyvällä tasolla, paitsi kevättulvan aikaan alkaliniteetti aleni tyydyttäväksi (kuva 6-5).



Kuva 6-5. Veden pH-arvo ja alkaliniteetti Luiron (Lu10) ja Kitisen (Ki7) alaosalla sekä Ylä-Kemijoen alaosalla (Ke7) ja Kemijoessa (Ke13600) näytteenottoerkoittain vuonna 2019.

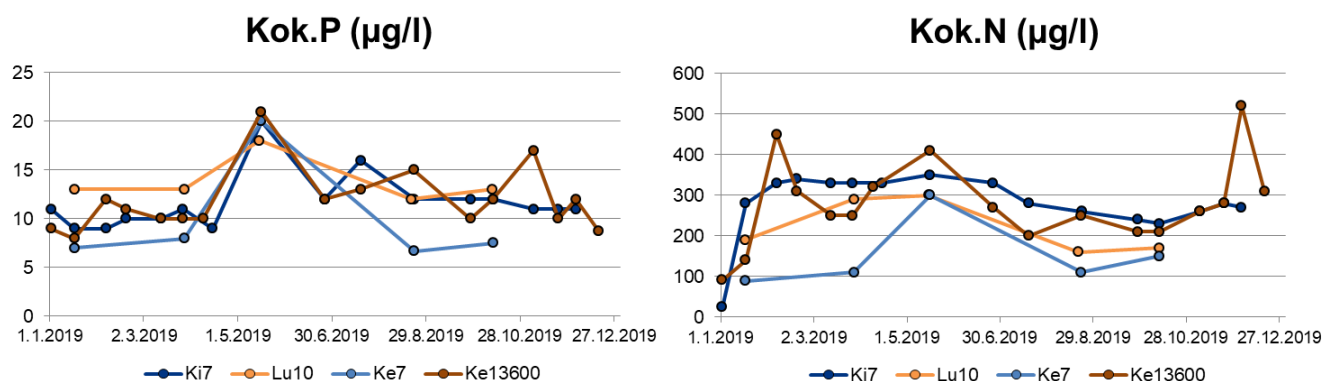
Luiron vesi oli keskimäärin rautapitoisinta ja ajoittain myös väriltään tumminta (liite 4). Rautapitoisuus nostatti Luirossa värilukua. Humuspitoisuus oli keskimääri hyvin samanlainen tarkasteltavissa joissa. Alimmillaan väriluvut ja humuspitoisuudet olivat pääosin alkuvuonna ja loppuvuodesta. Väriluvut ja humuspitoisuudet kohosivat keväällä ylivirtaaman aikaan, kunnes taas laskivat kesän aikana. Ajoittain syksyllä havaittiin jokiveden värin tummenemista ja humuksen lisääntymistä todennäköisesti syksyn sadannasta johtuen. Lokakuu olikin keskimääräistä sateisempi. Keskimääräisten COD_{Mn}-arvojen perusteella joet olivat lähinnä vähähumuksisia. Myös rautapitoisuudet olivat joissa keväällä korkeimmillaan. Mangaanipitoisuudet olivat sisävesille ominaisia (liite 4).



Kuva 6-6. Veden väriluku ja COD_{Mn}-arvo Luiron (Lu10) ja Kitisen (Ki7) alaosailla sekä Ylä-Kemijoen alaosailla (Ke7) ja Kemijoessa (Ke13600) näyttökerroittain vuonna 2019.

Kuvassa 6-7 esitetyistä havaintopisteistä, Kitisen (Ki7, kok.N ka 279 µg/l) ja Kemijoen (Ke13600, kok.N ka 278 µg/l) vesi oli keskimäärin typpipitoisinta ja Luiron (Lu10, kok.P ka 13,8 µg/l) vesi oli edellisvuosien tavoin keskimäärin fosforipitoisinta. Pääsääntöisesti fosforipitoisuudet kohosivat eniten kevättulvan aikaan, mutta typpipitoisuudet vaihtelivat enemmän näytekerrojen välillä. Helmi-, maalisi- ja toukokuussa alueella satoi keskimääräistä enemmän (kuva 6-7).

Keskimääräisten ravinnepitoisuuksien perusteella joet olivat karuja. Epäorgaanisia ravinteita esiintyi pääosin suhteellisen pieniä pitoisuuksia joissa, mikä onkin tyypillistä kesällä kasvukauden aikaan. Liukoisien fosfaattifosforin pitoisuudet vaihtelivat joissa välillä <2,0–3,4 µg/l ja ammoniumtyypen pitoisuudet välillä 8–50 µg/l. Nitraatti- ja nitriittityypen summapitoisuudet vaihtelivat joissa kesäaikaan välillä <5,0–87 µg/l (liite 4).



Kuva 6-7. Kokonaisravinteiden pitoisuudet Luiron (Lu10), Kitisen (Ki7) ja Ylä-Kemijoen (Ke7) alaosailla sekä Kemijoessa Pelkosenniemessä (Ke13600) vuonna 2019.

Kitisessä virtaavasta vesimäärästä suurin osa on Porttipahdan padolta juoksutettavaa vettä, joten Kitisen yläosan veden laadun voi olettaa vastaavan hyvin pitkälti Porttipahdan veden laatua. Vuonna 2019 keskimääräinen Porttipahdan ja Kitisen yläosan keskimääräinen vedenlaatu ei merkittävästi eronnut. Vesi oli Kitisen yläosalla kuitenkin keskimäärin hieman rautapitoisempaa ja näin ollen väriltään hieman tummempaa.

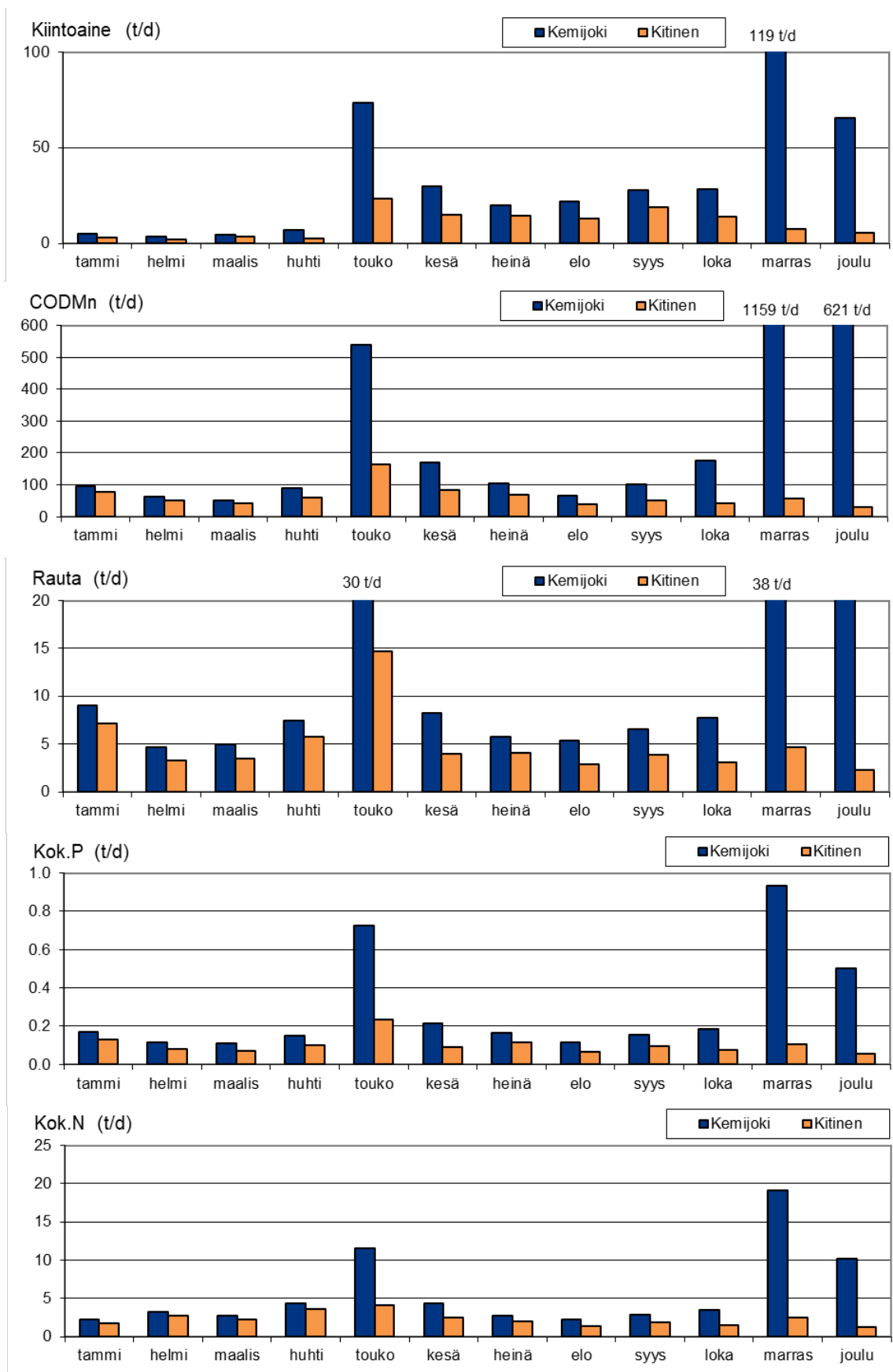
Lokasta juoksutettava vesimäärä on alempi, kuin mitä luonnollisesti Luiron jokiuomassa virtaisi. Tästä voi olla seurauksena joen liettymistä (Kinnunen 1985). Luiron yläosan keskimääräiset pitoisuudet esim. raudan ja väriarvojen osalta olivat hieman Lokan tekojärveä korkeammat, mutta aineiden pitoisuusvaihtelut (rautaa lukuun ottamatta) olivat melko samalla tasolla Lokan ja Luiron yläosan havaintopisteillä.

6.2 Ainevirtaamat

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien alapuolisten jokien ainevirtaamat on laskettu Kitisen ja Kemijoen osalta virtaamapainotetusti. Jos kuukaudessa ei ollut näytteenottoja, edellisen ja seuraavan kuukauden veden laatu tulosten ja virtaamien keskiarvoja käytettiin ainevirtaaman laskussa. Jos kuukaudessa oli otettu näyte kerran, ainevirtaamat laskettiin kyseisen päivän veden laadun ja virtaaman perusteella sekä kuukauden keskivirtaaman avulla. Jos näytteitä otettiin puolestaan useammin kuin kerran kuukauden aikana, kuukauden vedenlaatuarvona käytettiin näytteenottovuorokauden keskivirtaamalla painotettua keskimääräistä veden laatua, josta kyseisen kuukauden ainevirtaama laskettiin. Yleisesti ottaen laskentatapa on varsin karkea ja antaa vain suuntaa-antavan arvion ainevirtaamasta.

Alkuvuonna 2019, jolloin juoksutus Kitisestä oli melko suurta, Kitisen ainevirtaama muodosti valtaosan latvajokien yhtymäkohdan alapuolisen Kemijoen ravinteiden ainevirtaamasta (kuva 6-8). Toukokuussa tulva-aikaan Kitisen osuus ravinteista oli noin 33–36 %. Pienimmillään Kitisen osuus Kemijoen ravinteiden ainevirtaamasta oli marras- ja joulukuussa (11–13 %).

Kemijoen ja Kitisen ainevirtaamat olivat pääsääntöisesti korkeimmillaan vuonna 2019 kevättulvan seurauksena, mutta myös Kemijoen virtaaman kasvu marras- ja joulukuussa nostatti ainepitoisuuksia Kemijoessa (kuva 6-8). Kemijoessa ja Kitisessä vuonna 2019 tarkastellut ainevirtaamat olivat alhaisempia kuin edellisvuonna.



Kuva 6-8. Latvajokien yhtymäkohdan alapuolisen Kemijoen ja Kitisen kiintoaineen, humuksen, raudan, fosforin ja typen kuukausittaiset ainevirtaamat (t/d) vuonna 2019.

Taulukko 6-1. Latvajokien yhtymäkohdan alapuolisen Kemijoen ja Kitisen ainevirtaamat (t/a) vuosina 2018–2019.

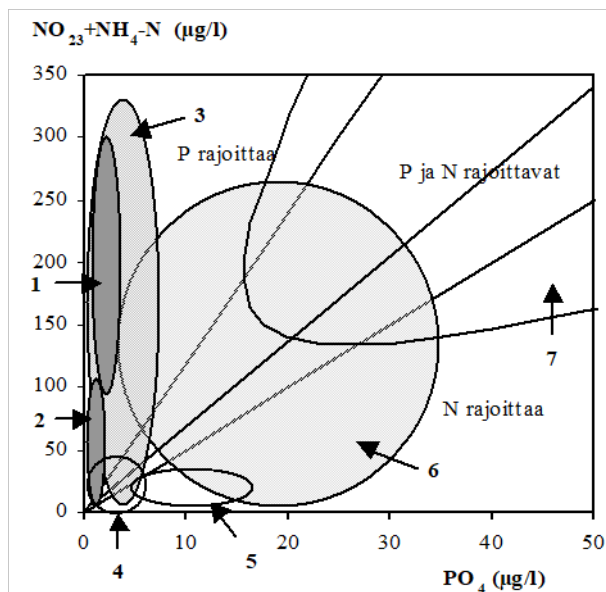
	Kok.P t/a	Kok.N t/a	Kiintoaine t/a	COD _{Mn} t/a	Rauta t/a
Kitinen					
2018	60	1 320			2 655
2019	37	833	3 725	23 297	1 805
Kemijoki					
2018	152	2 609			5 482
2019	107	2 105	12 315	98 370	4 512

7. MINIMIRAVINNETARKASTELU

Minimiravinne on ravinne, jonka saatavuus eniten rajoittaa kasvien ja levien kasvua. Suomen sisävesissä se on yleisesti fosfori, mutta myös typen on todettu säätelevän tuotantoa etenkin rehevissä järvissä. Mahdollinen ravinnerajoitteisuus on yleisesti selvitetty eri ravannesuhdearvoilla, joista leville välittömästi käyttökelpoisten ravinteiden suhdetta kuvaa mineraaliravannesuhde $(\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}) : \text{PO}_4\text{-P} = \text{DIN:DIP}$. Forsbergin ym. (1978) mukaan mineraaliravannesuhteen ollessa säännöllisesti yli 12, fosfori rajoittaa tuotantoa. Kun suhde on alle 5, typen katsotaan rajoittavan kasvua. Mutta jos suhde on 5-12, molemmat ravinteet ovat mahdollisia minimiravinteita. Mineraaliravannesuhdetta paremmin ravinnerajoitteisuutta kuvaa Pietiläisen ja Räiken (1999) seitsemänluokkainen jaottelu, joka ilmaisee myös rajoitteisuuden voimakkuuden.

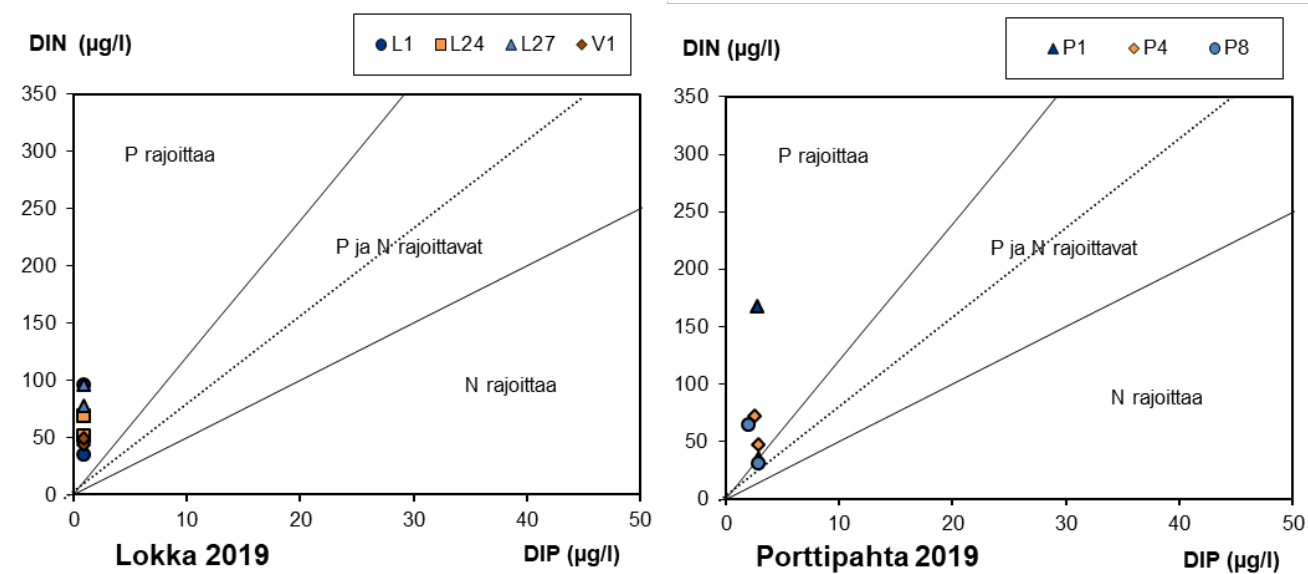
Epäorgaanisia ravinteita on määritetty tekojärviltä ja alapuolisista joista suhteellisen harvoin, joten luotettavan minimiravinnetarkastelun teko ei ole mahdollista. Niinpä tämä tarkastelu on vain suuntaa antava.

Pietiläisen ja Räiken (1999) seitsemänportaisessa luokittelussa ensimmäisen luokan vesistöt ovat voimakkaasti fosforirajoitteisia, jossa fosfaattifosforipitoisuudet ovat suhteessa mineraalityypen pitoisuuksiin hyvin pieniä. Toisen luokan vesistöt ovat melko voimakkaasti fosforirajoitteisia ja niissä mineraalityypen pitoisuudet ovat edelleen melko korkeita, mutta kuitenkin selvästi alhaisempia kuin luokan 1 vesissä. Kolmanteen luokkaan kuuluvat vesistöt ovat lähinnä fosforirajoitteisia, mutta niissä saattaa loppukesällä muodostua typpirajoitteisiakin tilanteita. Neljännen luokan vesistöt ovat samanaikaisesti typpi- ja fosforirajoitteisia sillä niissä sekä mineraalityypen että fosfaattifosforin pitoisuudet ovat alhaisia koko tuotantokauden. Viidenteen luokkaan eli potentiaalisesti typpirajoitteisiksi määritellään vesistöt, joissa epäorgaanisen typen pitoisuudet ovat kesällä jatkuvasti alhaisia, mutta fosfaattifosforin pitoisuudet ajoittain suhteessa suuria. Kuudennen luokan vesistöt ovat vaihtelevasti typpi- ja fosforirajoitteisia. Tällaisten vesistöjen tila on usein huono, ja sisäinen kuormitus saattaa muuttella ravannesuhteita voimakkaasti kesän aikana. Seitsemäs luokka on perustettu lähinnä voimakkaasti kuormitetuille jokivesistöille ja siinä ravinteet eivät yleensä rajoita levätuotantoa lainkaan (kuva 7-1).



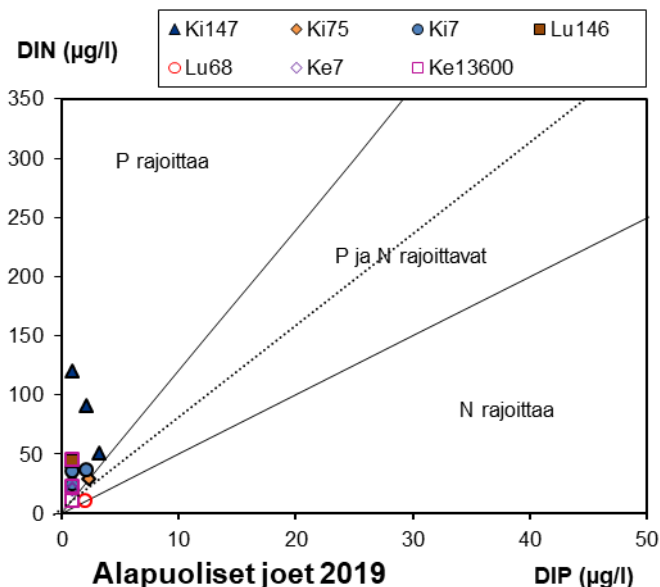
Kuva 7-1. Suomen sisävesien jakautuminen seitsemään ravinnerajoitteisuusluokkaan epäorgaanisten ravinnesuhteiden ja pitoisuuksien perusteella Pietiläisen ja Räikkeen (1999) mukaan.

Kuvan 7-1 perusteella Lokan ja Porttipahdan tekojärvet sijoittuvat jaottelussa pääosin luokkaan 2, kuten useana aiempinakin tarkkailuvuosina. Luokassa 2 vesistö on melko voimakkaasti fosforirajoitteinen. Vuotson kanava sijoittui myös luokkaan 2. Toisen luokan vesistössä perustuotannon suuruutta voidaan säädellä fosforikuormituksen muutoksilla ja nämä vesistöt ovat melko hyväkuntoisia.



Kuva 7-2. Kasvukauden aikaiset (kesä-syyskuu) päällysveden mineraalityppi- (DIN) ja fosfaattifosforipitoisuudet (DIP) Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä sekä Vuotson kanavassa vuonna 2019.

Useilta tekojärvien alapuolisten jokien havaintopisteiltä oli epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet määritetty vain 1-2 kertaa kesässä, joten ravinnerajoitteisuuden arviointi on vain suuntaa-antava. Alapuoliset joet näyttivät kuvan 7-3 perusteella pääasiassa kuuluvan luokkiin 1-3 eli vesistöt olivat lähinnä fosforirajoitteisia. Havaintopisteiden Lu68 elokuun tarkkailukerran ja Ke13600 kesäkuun tarkkailukerran tulokset viittaavat siihen että vesistöt ovat myös typpirajoitteisia. Tällaisessa vesistössä sekä typen että fosforin kuormitusmuutokset saattavat vaikuttaa rehevyytasoon.



Kuva 7-3. Kasvukauden aikaiset (kesä-syyskuu) päällysveden mineraalityppi- (DIN) ja fosfaattifosforipitoisuudet (DIP) Luirossa, Kitisessä ja Kemijoessa vuonna 2019.

8. PERIFYTONTARKKAILU

Piilevätutkimus tehtiin 19.–21.8.2019. Näytteet otettiin tekojärvien alapuolisten jokien vesistötarkkailupaikkojen läheisyydestä samoilta näytteenottopaikoilta kuin aiempina vuosina. Pertti Elorannan kirjoittama perifytontarkkailun raportti esitetään kokonaisuudessaan liitteessä 5. Alla oleva teksti on lainattu perifytontarkkailun raportista.

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien alapuolisten jokien veden laadussa ei ole tapahtunut mainittavia muutoksia aikaisempien vuosien tarkkailujen jälkeen, vaan veden laatu on piileväanalyysien tulosten perusteella erinomainen. Toisaalta jokityypin yhteisön prosentuaalisen mallinkaltaisuuden PMA-indeksien suhteen Kitisen ja Luirojoen ylemmät havaintopaikat jäävät luokkaan hyvä ja alimmat vain luokkaan tyydyttävä. Edellisten tarkkailukertojen vastaavia PMA-arvoja ei ole tiedossa.

Erot vuosien välillä voidaan ilmeisimmin selittää vesivuosisien välisillä eroilla, sillä kuormituksissa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia. Kitisen ja Luirojoen vedet ovat lievästi mesotrofisia, mikä selittyy mahdollisesti parhaiten tekojärvistä purkautuvista ravinteista.

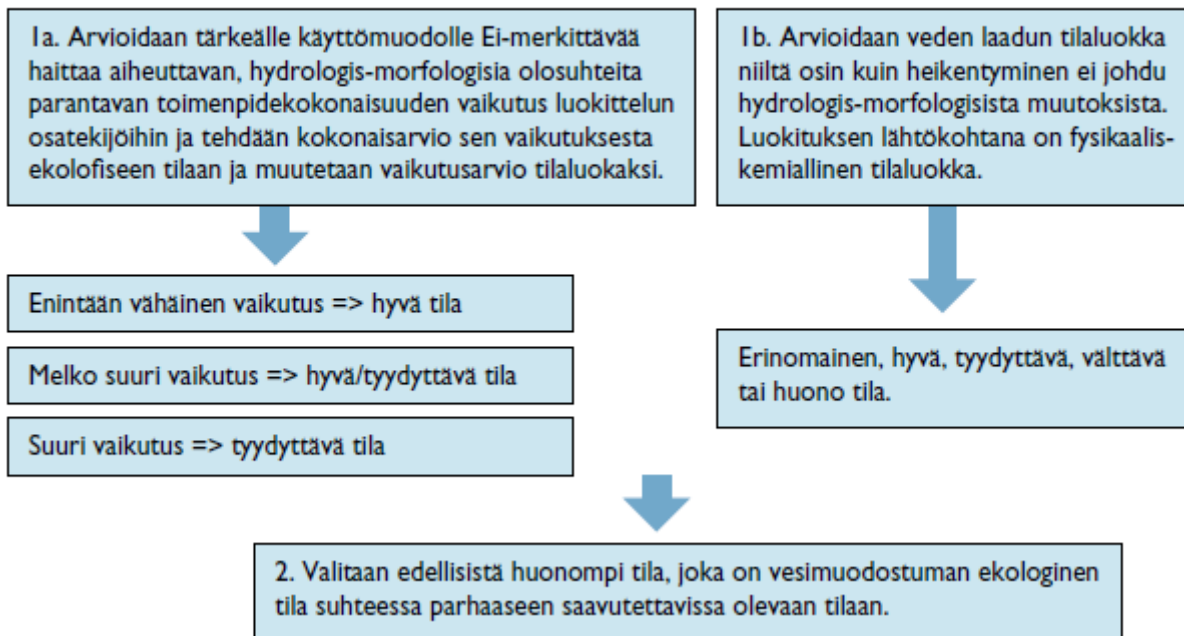
9. EKOLOGISEN TILAN TARKASTELU

Lokan ja Porttipahdan hydrologis-morfologiset vaikutuspisteet ovat yhteensä 11 molempien tekojärvien osalta. Lokka ja Porttipahta ovat keinotekoisia (suorat nimeämiskriteerit täyttyvät) ja HyMo muuttuneisuusluokka on huono. Näin ollen vesimuodostumat eivät vielä ole hyvässä saavutettavissa olevassa tilassa ja ympäristöhallinnon 2. suunnittelukauden virallisen luokittelun mukaan Lokan ja Porttipahdan tekojärvien saavutettavissa oleva ekologinen tila on tyydyttävä.

Kolmannella suunnittelukaudella keinotekoiseksi tai voimakkaasti muutetuksi nimetty vesimuodostuma luokitellaan saavutettavissa olevalta ekologiselta tilaltaan parhaaksi, hyväksi, tyydyttäväksi, välttäväksi tai huonoksi. Vesimuodostuman tilatavoite on vähintään hyvä saavutettavissa oleva ekologinen tila. Se määritetään parhaan saavutettavissa olevan ekologisen tilan kautta, joka on kyseisen voimakkaasti muutetun tai keinotekoisien vesimuodostuman (KeVoMu) vertailutila. Hyvässä saavutettavissa olevassa tilassa on vain vähäisiä muutoksia biologisten muuttujien arvoissa verrattuna parhaaseen saavutettavissa

olevaan tilan arvoihin. Keinotekoisten ja voimakkaasti muutettujen vesimuodostumien tavoiteasettelu poikkeaa siis muista vesistä, joissa tavoitteeksi asetetaan häiriintymättömien vertailuolojen mukaan määritetty hyvä ekologinen tila (kuva 9-1, Aroviita ym. 2019).

KeVoMu-luokittelun vaiheet



Kuva 9-1. KeVoMu-vesien luokittelun pääperiaatteet (suoraan lainattu; Aroviita ym. 2019 s. 97).

KeVoMu-vesien veden laadun tilaluokka arvioidaan niiltä osin kun heikentymien ei johdu hydrologis-morfologisista muutoksista. Pääsääntöisesti hydrologis-morfologiset muutokset eivät estä hyvän tilan saavuttamista veden laadun osalta. Näin ollen vaikka vesimuodostuma on nimetty voimakkaasti muutetuksi tai keinotekoiseksi, tavoitella vedenlaadun ja kuormituksen vähentämisen osalta on sama kuin ei-KeVoMu-vesimuodostumissa. Arvio vedenlaadun luokasta tehdään pääsääntöisesti siten, että fysikaalis-kemiallisen luokan perusteella veden laadun tila on erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä tai huono (Aroviita ym. 2019). Tämän raportin osalta tilaluokka arvioidaan pelkästään fysikaalis-kemiallisten tarkkailutulosten perusteella (kuva 9-1, 1b). Hertan mukaan tekojärvet kuuluvat suuret humusjärvet (Sh) pintavesityyppiin. Saavutettavissa olevan ekologisen tilan tarkastelu on näin ollen tehty Sh-pintavesityyppiä ja sen luokkarajoja käyttäen.

Tekojärvien saavutettavissa olevaa ekologista tilaa tarkasteltiin vertaamalla kesä-syyskuun päänlyysveden (0–2 m) keskimääräisiä kokonaisravinne- ja a-klorofylli-pitoisuuksia ympäristöhallinnon eri pintavesityypeille määrittelemiin ekologisen tilan luokkarajoihin (Aroviita ym. 2019). Jokipisteillä tarkastellaan vuoden keskimääräisiä ravinnepitoisuuksia sekä vuoden aikana mitattujen pH-arvojen minimiä.

Porttipahdan osalta sekä keskimääräiset kokonaisravinnepitoisuudet että a-klorofyllipitoisuudet sijoituivat pääosin hyvään–erinomaiseen ekologiseen tilaluokkaan, mutta havaintopisteen P4 keskimääräinen a-klorofyllipitoisuus sijoittui tyydyttävään ekologiseen tilaluokkaan. Lokassa kokonaisravinnepitoisuudet ja a-klorofyllipitoisuudet sijoituivat myös pääosin hyvään erinomaiseen ekologiseen tilaluokkaan, mutta keskimääräinen a-klorofyllipitoisuus havaintopisteen L24 vedessä sijoittui tyydyttävään ekologiseen tilaluokkaan ja havaintopisteen L27 elokuussa mitattu a-klorofyllipitoisuus sijoittui välttävään ekologiseen tilaluokkaan (taulukko 9-1).

Jokipisteillä arvot viittasivat erinomaiseen ekologiseen tilaan jokaisen parametrin ja havaintopisteen osalta (taulukko 9-1). Ympäristöhallinnon virallisen luokittelun mukaan Ylä-Kemijoen ekologinen tila on erinomainen ja muiden jokien tila hyvä.

Taulukko 9-1. Vesistötarkkailun näytteenottopaikkojen ekologinen tila vuonna 2019.

Havaintopiste	Tunnus	Pintavesi -tyyppi	n	pH- minimi		Kok.P µg/l		Kok.N µg/l		Klorofylli-a µg/l	
Järvet											
Lokka L1	L1	Sh	2	-		19.5	Hy	365	E	10.2	Hy
Lokka L24	L24	Sh	2	-		18.5	Hy	375	E	13.1	T
Lokka L27	L27	Sh	2	-		20.5	Hy	420	E	23*	V
Porttipahta P1	P1	Sh	2	-		22.5	Hy	335	E	9.7	Hy
Porttipahta P4	P4	Sh	2	-		19.5	Hy	280	E	14.2	T
Porttipahta P8	P8	Sh	2	-		16	Hy	265	E	8.5	Hy
Joet											
Vuotson kanava V1	V1	St	3	6.60	E	15	E	353	E	-	
Kitinen 113	Ki147	Est	17	6.27	E	11.5	E	314	E	-	
Kitinen Sodank. silta 1	Ki75	Est	5	6.65	E	14	E	282	E	-	
Kitinen Kairala 1	Ki7	Est	16	6.59	E	11.6	E	279	E	-	
Luirojoki 3	Lu146	St	5	6.45	E	18.8	E	434	E	-	
Luirojoki Tanhua 13620	Lu68	St	5	6.33	E	13.2	E	236	E	-	
Luirojoki LU3	Lu10	St	5	6.21	E	13.8	E	222	E	-	
Kemijoki Pietarinniemi	Ke7	St	5	6.16	E	9.8	E	152	E	-	
Pelkosenniemi 13600	Ke13600	Est	17	6.40	E	11.8	E	278	E	-	

* n=1

10. JOHTOPÄÄTÖKSET VUOSIEN 2017–2019 TARKKAILUISTA

Lokan ja Porttipahdan tekojärvet näyttävät saavuttaneen veden laadun tasapainotilan 1990-luvun ja 2000-luvun alun kuluessa. Kinnunen (1985) arvioi tasapainotilan saavutetun jo 1980-luvun alkupuolella, mutta sen jälkeen kertynyt vedenlaatuaineisto osoittaa veden laadun niin Lokassa kuin Porttipahdassa parantuneen vielä selvästi 1980-luvun jälkeen. Näin ollen vuosien 2017–2019 veden laadussa ei havaittu merkittäviä eroja vuosien välillä.

Lokan ja Porttipahdan tekojärvien pintaveden happitilanne on keskimäärin (2017–2019) ollut tyydyttävä. Vuosien heikoimmat happitilanteet on mitattu kevättalven havaintokerroilla ja tekojärvien syvimmissä osissa alusveden happitilanne on ollut heikko.

Vuosina 2017–2019 Lokan ja Porttipahdan pH-arvot ovat olleet normaalilla sisävesiemme tasolla eikä tekojärvissä ei ole ilmennyt ongelmia pH-arvojen suhteen. Lokan keskimääräinen alkaliniteetti on ollut tyydyttävä ja Porttipahdan hyvä, joten happamoitumisesta ei ole ollut vaaraa. Molemmissa tekojärvissä päällysveden väriluku on ilmentänyt keskihumuksista vettä ja COD_{Mn}-arvo vähähumuksista vettä. Keskimääräiset ravinnepitoisuudet ovat Lokassa olleet lievästi rehevällä tasolla ja Porttipahdassa karulla tasolla. Tekojärvien keskimääräiset levämäärät eli klorofylli-a:n pitoisuudet ovat olleet rehevällä tasolla.

11. TARKKAILUN TOIMIVUUS JA KEHITTÄMISTARPEET

Tarkkailuohjelma on päivitetty 12.10.2018 (täydennetty 4.3.2019) ja se on voimassa vuodesta 2019 alkaen (Pöyry Finland Oy 2018). Lapin ELY-keskuksen päätöksen mukaisesti mallinnus nykyisessä muodossa (tehty vuosina 2013 ja 2016) poistetaan tarkkailuohjelmasta sen jälkeen, kun vuoden 2019 yhteenvetoraportointi on tehty. Lupamääräyksen mukaisesti tehtävä kalojen elohopeapitoisuuden tutkimus tehdään kuuden vuoden välein (v. 2022). Biologisiin tutkimuksiin kuuluva rantavyöhykkeen vesikasvillisuusselvitys tehdään myös kuuden vuoden välein (tehtiin v. 2022). Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä tarkkaillaan kasviplanktonin lajistoa ja biomassaa joka kolmas vuosi (v. 2019) ja virtavesien piilevätutkimus tehdään joka kolmas vuosi vuodesta 2019 alkaen. Vuoden 2019 kasviplankton siirrettiin kuitenkin vuodelle 2020. Pohjaeläimiä ei tutkita Lokassa ja Porttipahdassa, sillä tekojärvien pohja ei ole sovelias näytteenottoon.

Nykyisellä näytesteverkostolla saadaan kuva tekojärvien ja alapuolisten jokien vedenlaadusta ja kehityksestä. Kasviplankton- ja piilevätutkimuksen tarkkailurytmi on sopiva. Kalojen elohopeapitoisuus on tekojärvillä laskenut vuosien myötä. Näin ollen elohopeapitoisuuden tutkimus sekä vesikasvillisuuden selvitys kuuden vuoden välein on riittävä.

VIITTEET

Ahma ympäristö Oy 2014. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien sekä niiden alapuolisten jokien vedenlaadun tarkkailu v. 2013. 42 s + liitteet.

Alanne, M., Honka, A. & Karjalainen, N. 2014. Lokan ja Porttipahdan säännöstelyn kehittäminen. Yhteenveto ja toimenpidesuosituksset. Raportteja 38. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Aroviita, J., Mitikka, S., Vienonen, S. 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella 37/2019. Suomen ympäristökeskus.

Forsberg, C., Ryding, S. -O., Claesson, A. & Forsberg, Å. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? Sewage effluent and polluted lake water studies. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 21: 352–363.

Kinnunen, K. 1985. Lokan ja Porttipahdan tekoaltaiden ja niiden alapuolisten jokien tilan kehittyminen vuoteen 1984 saakka. Lapin vesipiirin vesitoimisto.

Kuoppala, M., Hellsten, S. & Kanninen A. 2008. Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus. Suomen ympäristö 36/ 2008.

Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2015. Kemijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021. Raportteja 89/2015.

Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2015. Kemijoen vesienhoitoalueen vesienhoidon toimenpideohjelma pinta- ja pohjavesille vuoteen 2021.

Lapin vesitutkimus Oy (LVT) 2008. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien sekä niiden alapuolisten jokien veden laadun tarkkailu vuonna 2007. 39 s + liitteet.

Lapin vesitutkimus Oy (LVT) 2011. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien sekä niiden alapuolisten jokien veden laadun tarkkailu vuonna 2010. 38 s + liitteet.

Lepistö, L. & Pietiläinen, O-P. 1996. Kasviplanktonin määrän ja koostumuksen muutokset Lokassa, Porttipahdassa ja Kemijärvestä. Suomen ympäristö 13.

Meissner K., Aroviita, J., Hellsten, S., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kuoppala, M., Mykrä, H. & Vuori, K-M. 2018. Jokien ja järvien biologinen seuranta. Näytteenotosta tiedon tallentamiseen.

Pietiläinen O. P. ja Räike, A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristö 313. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 64 s.

Pöyry Finland Oy 2017. Lokan ja Porttipahdan ja niiden alapuolisten jokien tarkkailu v. 2016. 45 s + liitteet.

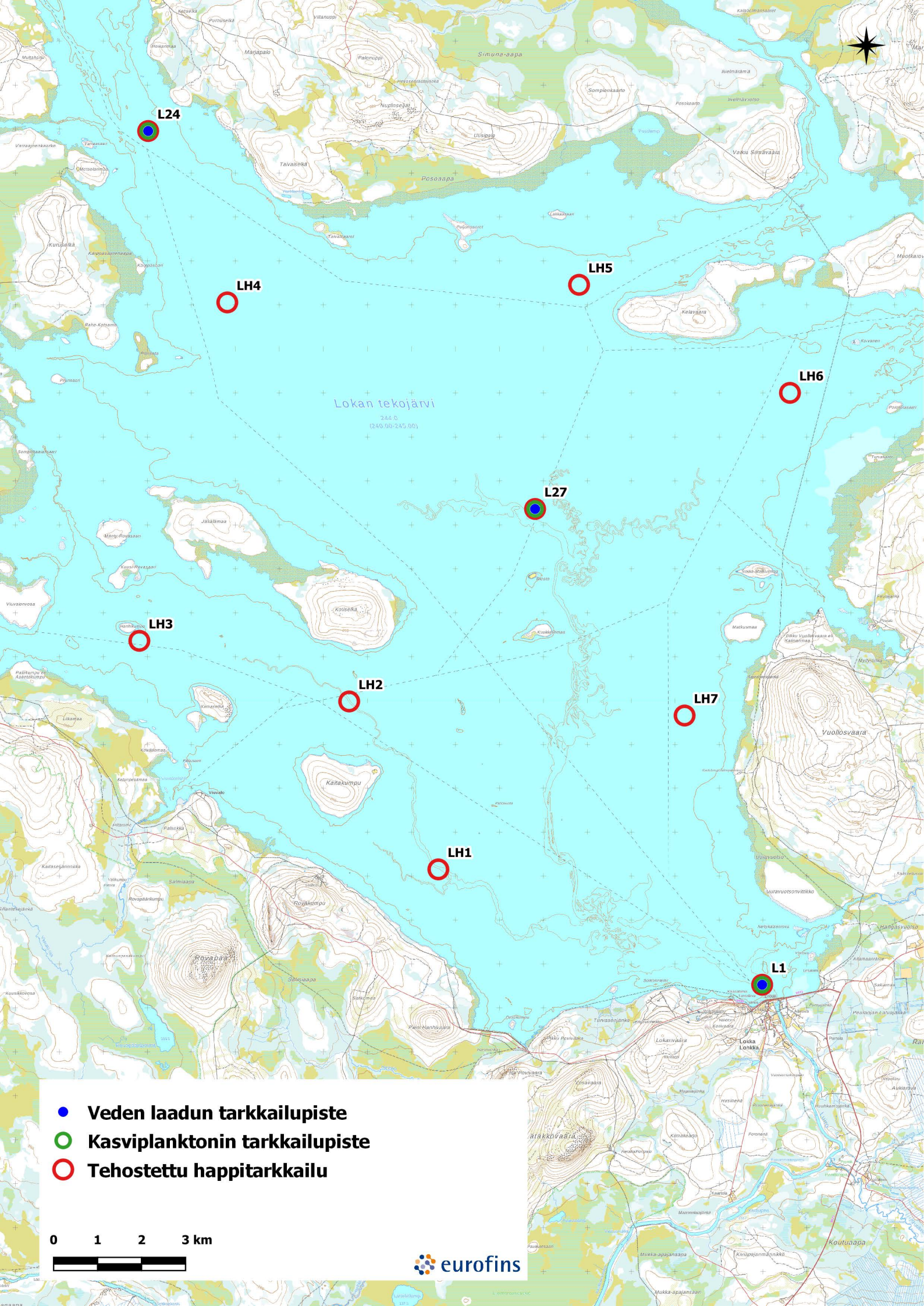
Pöyry Finland Oy 2018. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien sekä niiden alapuolisten jokien vedenlaadun tarkkailusuunnitelma vuodesta 2019 alkaen. Moniste 18 s.+ liitteet.

SYKE (Suomen ympäristökeskus) 2020. Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät.

Vesikartta. Haettu 20.4.2020:

http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviewers/Html5Viewer_2_11_2/Index.html?configBase=http://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/VesikarttaKansa/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI

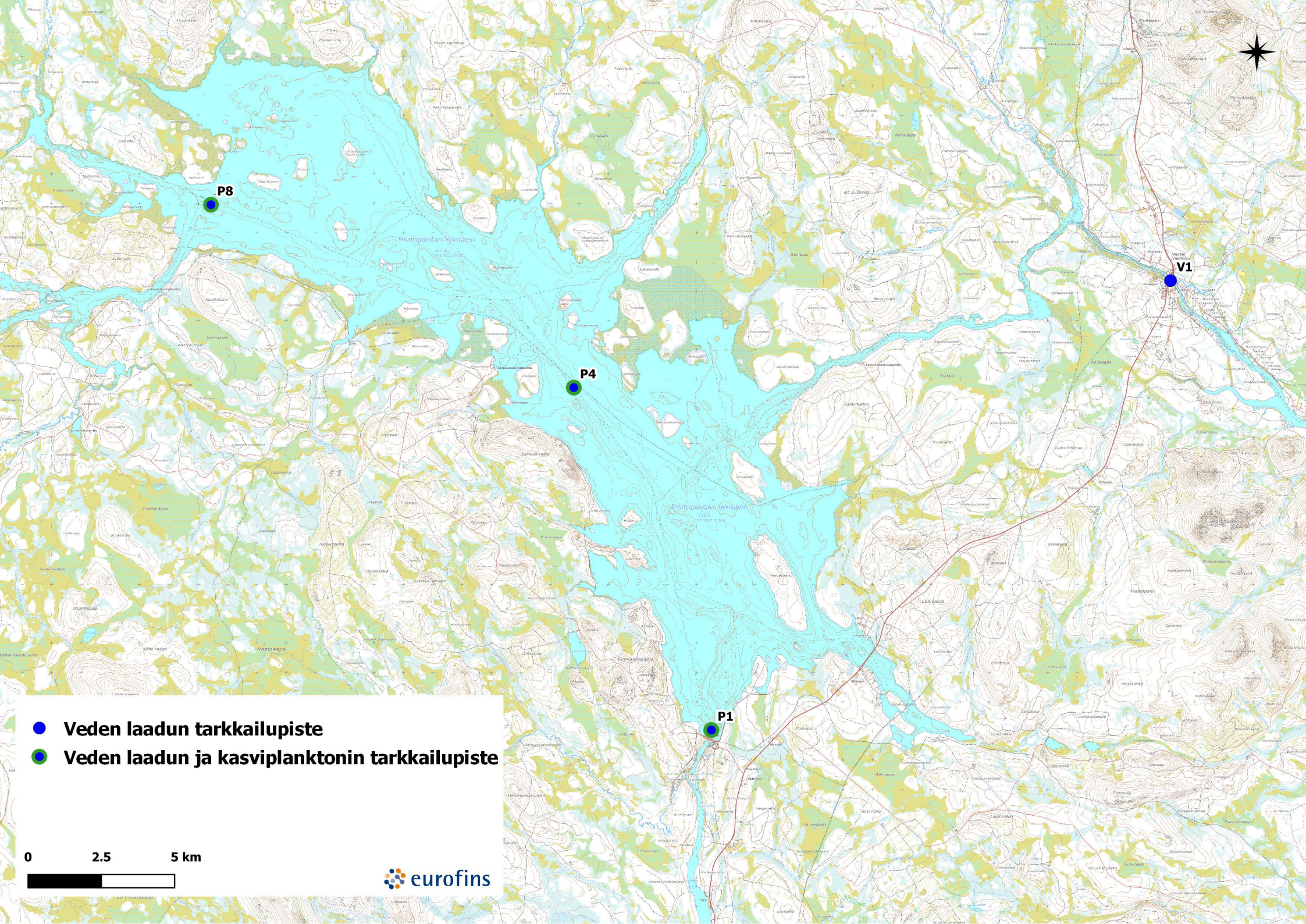
Virtanen, M., Hellsten, S., Koponen, J., Riihimäki, J. & Nenonen, O. 1993. Pohjoisten tekojärvien veden laadun laskenta mittauksilla varmistettuna. VTT tiedotteita 1525.



- Veden laadun tarkkailupiste
- Kasviplanktonin tarkkailupiste
- Tehostettu happitarkkailu

0 1 2 3 km





- Veden laadun tarkkailupiste
- Veden laadun ja kasviplanktonin tarkkailupiste

0 2.5 5 km



	Lämpö-tila °C	Näkö-syvyys m	pH	Hapen kyll.aste kyll.%	Happi, liukoinen mg/l	Alkalini- teetti mmol/l	Kok.N µg/l	NO2+ NO3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	PO4-P, suodattamaton µg/l	Klorofylli- a µg/l	CODMn mg/l	Väriluku mg/l Pt	Rauta µg/l
LOKKA L1																
10.4.2019 0:00																
0,0	2.1		6.30	38	5.2	0.19	560	300	25	15	4			7.9	57	910
1,0	1.1		6.40	66	9.4	0.15	470	210	2	13	2	2		8	46	330
3,0	2.1		6.30	38	5.2	0.19	560	300	25	15		4			57	910
6,0	2.8		6.30	6	0.8	0.30	680	26	320	29	5	5		9.3	74	3000
Näkösyvyys		0.9														
25.7.2019 10:15																
1,0	19.6		7.09	80	7.3	0.13	340	2	33	17	1		4.4	7.5	42	311
4,5	18		6.98	100	9.5	0.13	360	9	41	20	1			7.9	43	336
8,0	13		6.66	89	9.4	0.14	490	8	140	22	1			8.1	48	515
Näkösyvyys		2														
22.8.2019 9:16																
1,0	13.4		6.90	80	8.4	0.13	390	7	89	22	1		16	8.1	41	358
4,0	13.4		6.92	77	8.1	0.13	380	7	70	21	1			8.2	41	367
7,0	13.4		6.87	83	8.7	0.13	380	7	82	19	1			8.5	41	365
Näkösyvyys		1														
10.10.2019 11:50																
1,0	2.8		7.43	91	12	0.14	400	37	34	20	1			8.1	40	302
4,0	2.9		7.38	92	12	0.13	390	37	38	19	1			8	41	306
8,0	2.9		7.37	91	12	0.14	420	38	38	18	1			8	40	306
Näkösyvyys		2.1														
LOKKA L24																
10.4.2019 0:00																
1,0	0.9		6.40	65	9.3	0.15	400			9				6.9	47	300
Näkösyvyys		0.9														
25.7.2019 12:10																
1,0	20		6.96	97	8.8	0.13	360	18	51	16	1		6.1	8.4	48	338
4,5	13.1		6.77	75	7.9	0.14	330	7	53	21	1			7.6	45	448
Näkösyvyys		1.8														
22.8.2019 10:36																
1,0	13.9		6.98	74	7.6	0.13	390	6	45	21	1		20	8.5	41	433
2,2	14		6.96	81	8.4	0.13	370	6	73	22	1			8.6	40	437
3,5	14		6.95	91	9.4	0.12	390	6	59	24	1			8.4	39	433
Näkösyvyys		0.9														
LOKKA L27																
10.4.2019 0:00																
1,0	0.5		6.50	71	10	0.15	420			11				7.4	49	280
4,0	1.9		6.40	45	6.2	0.23	350			10				5.7	42	470
Näkösyvyys		0.9														
25.7.2019 11:20																
1,0	20		7.06	100	9.2	0.14	390	15	62	18	1			7.6	42	340
3,5	16.1		6.85	96	9.5	0.13	340	6	53	18	1			7.7	43	340
6,0	13.1		6.73	81	8.5	0.14	330	11	35	15	1			8.2	49	398
Näkösyvyys		2.0														
22.8.2019 9:52																
1,0	13.5		6.90	89	9.2	0.13	450	9.2	87	23	1		23	8.9	39	428
3,5	13.6		6.91	75	7.8	0.13	410	8	28	23	1			8.5	37	428
6,0	13.6		6.91	77	8	0.13	410	9	73	24	1			8.4	39	428
Näkösyvyys		1.0														

	Lämpö-tila °C	Näkö-syvyys m	pH	Hapen kyll.aste kyll.%	Happi, liukoinen mg/l	Alkalini- teetti mmol/l	Kok.N µg/l	NO2+ NO3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Klorofylli- a µg/l	CODMn mg/l	Väriluku mg/l Pt	Rauta µg/l
PORTTIPAHTA P1															
15.4.2019 0:00															
1,0	0.1		6.50	59	8.6	0.18	410	210	2	10	2		7.4	41	300
4,0	0.4			63	9.1										
7,0	0.7			66	9.5										
10,0	1			58	8.3										
13,0	1.1			51	7.3										
15,5	1.5		6.70	43	6.1	0.42	270	140	10	10	3		5.2	26	490
16,0	1.6			36	5.1										
19,0	2			33	4.6										
22,0	2.6			26	3.5										
25,0	2.6			21	2.8										
28,0	2.7		6.70	18	2.4	0.57	340	190	5	13	3		5.3	24	1000
Näkösyvyys		1.2													
17.7.2019 11:42															
1,0	12.9		7.34	84	8.8	0.18	430	27	140	32	2.8	5.3	7.4	46	372
15,0	12.9		7.27	89	9.4	0.17	290	40	35	16	4.1		7	44	394
29,0	9.5		6.85	62	7.1	0.18	380	120	2	19	5.6		5.9	53	751
Näkösyvyys		2													
22.8.2019 14:37															
1,0	13.8		7.12	90	9.3	0.19	240	27	8	13	2.9	14	7.5	48	464
15,0	13.1		7.05	75	7.9	0.18	240	29	2	12	2.5		6.8	42	485
29,0	12		6.86	64	6.9	0.19	280	48	17	15	4.9		7.5	44	592
Näkösyvyys		1.8													
10.10.2019 7:50															
1,0	4.7		7.16	90	12	0.19	260	23	26	15	1		7.2	43	409
16,0	4.7		7.05	89	11	0.18	270	23	23	14	1		6.9	42	407
32,0	4.7		7.00	89	11	0.18	280	25	20	14	1		7.3	43	400
Näkösyvyys		2.1													
PORTTIPAHTA P4															
29.4.2019 0:00															
1,0	0.9		6.50	62	8.8	0.20	410			11			7	42	390
3,0	0.9			64	9.1										
5,0	0.9			64	9										
7,0	0.9			60	8.6										
10,0	1		6.70	58	8.2	0.30	320			10			6.5	42	610
11,0	1.2			53	7.5										
13,0	1.4			43	6										
15,0	1.5			38	5.3										
17,0	1.4		6.80	39	5.5	0.69	200			7			2.2	17	810
18,0	1.4		6.80	39	5.5	0.69	200			7			2.2		
Näkösyvyys		1.8													
17.7.2019 10:55															
1,0	12.8		7.30	91	9.6	0.17	290	29	43	18	2.6	8.4	7.1	45	393
10,0	12.4		7.22	82	8.7	0.17	260	35	22	13	3.1		7	47	410
19,0	11.8		7.01	78	8.4	0.17	300	43	22	15	4.7		7	51	581
Näkösyvyys		2.0													
22.8.2019 14:02															
1,0	13.9		7.13	85	8.8	0.19	270	16	31	21	2.9	20	7.3	42	476
9,5	13.5		7.05	86	9	0.19	260	18	24	14	2.4		8	41	494
18,0	13.5		7.08	79	8.2	0.19	240	17	2	13	2.6		7.2	41	489
Näkösyvyys		1.6													
PORTTIPAHTA P8															
29.4.2019 0:00															
1,0	0.2		6.60	80	12	0.16	250			15			10	59	580
3,0	0.3			81	12										
5,5	0.2		6.60	80	12	0.16	240			15			9.8	56	620
7,0	0.3			78	11										
8,0	0.9		6.90	65	9.3	0.60	180			10			4.1	25	740
10,0	0.9		6.90	65	9.3	0.60	180			10			4.1		
Näkösyvyys		1.0													
17.7.2019 10:10															
1,0	13.3		7.27	84	8.8	0.19	250	2	29	18	2.9	5.9	9.2	58	351
5,5	13.2		7.28	90	9.5	0.17	270	2	38	13	2.8		8.4	51	360
10,0	12.9		7.27	87	9.2	0.17	270	2	34	18	2.5		8.2	48	374
Näkösyvyys		1.6													
22.8.2019 13:19															
1,0	13.9		7.05	80	8.3	0.24	280	9	56	14	2	11	7.7	42	430
5,0	13.8		7.20	88	9.1	0.25	220	9	13	16	2.1		8.9	43	444
9,0	13.5		7.04	83	8.7	0.21	240	10	12	13	2.4		8.2	44	475
Näkösyvyys		1.7													
VUOTSON KANAVA V1															
15.4.2019 0:00															
1,0	3.4		6.60	74	10	0.20	420			13			7	43	500
17.7.2019 14:15															
1,0	13.2		7.14	86	9.1	0.19	260	2	41	13	1	6	9	61	356
Näkösyvyys		1.7													
22.8.2019 15:49															
1,0	14.6		6.94	91	9.3	0.14	380	6	43	19	1	18	8.5	39	429
Näkösyvyys		1													

Havainto- piste	Pvm	Näytteen- otto- syvyys	Lämpö- tila	O ₂ , kenttäm.	O ₂ kyll%, kenttäm.
		m	°C	mg/l	%
L1	19.3.2019	1	1.4	10.92	77.63
L1	19.3.2019	2	1.4	10.7	76.06
L1	19.3.2019	3	1.4	10.1	71.8
L1	19.3.2019	4	1.9	4.61	33.22
L1	19.3.2019	5	2.3	0.92	6.7
L1	19.3.2019	6	2.5	0.8	5.86
L1	19.3.2019	7	3	0.79	5.86
L1	10.4.2019	1	1.1	7.95	56.05
L1	10.4.2019	2	1.6	7.29	52.11
L1	10.4.2019	3	2.1	6.25	45.29
L1	10.4.2019	4	2.3	5.55	40.43
L1	10.4.2019	5	2.6	5.47	40.17
L1	10.4.2019	6	2.8	5.02	37.07
L24	19.3.2019	1	1.1	10.3	72.62
L24	19.3.2019	2	1.1	10.3	72.62
L24	19.3.2019	2.5	1.1	10.3	72.62
L24	10.4.2019	1	0.9	11.3	79.23
L24	10.4.2019	2	1.4	10.1	71.8
L24	10.4.2019	2.5	1.7	10.2	73.11
L27	19.3.2019	1	0.3	13.29	91.65
L27	19.3.2019	2	0.7	13	90.65
L27	19.3.2019	3	1.2	10.82	76.5
L27	19.3.2019	5	1.8	6.8	48.87
L27	19.3.2019		2.1	3.99	28.91
L27	10.4.2019	1	0.5	11.16	77.39
L27	10.4.2019	2	1	11.23	78.96
L27	10.4.2019	3	1.4	9.23	65.61
L27	10.4.2019	4.5	1.9	4.28	30.84
LH1	19.3.2019	1	0.7	13.3	92.74
LH1	19.3.2019	2	0.7	13.21	92.12
LH1	19.3.2019	3	1	11.2	78.75
LH1	19.3.2019	4	1.7	5.82	41.71
LH1	19.3.2019	5	2.2	0.9	6.54
LH1	19.3.2019	5.5	2.5	0.65	4.76
LH1	10.4.2019	1	0.5	10.67	73.99
LH1	10.4.2019	2	1.1	11.39	80.31
LH1	10.4.2019	3	1.9	8.54	61.54
LH1	10.4.2019	4	2.4	1.1	8.04
LH1	10.4.2019	5	2.7	1.07	7.88
LH1	10.4.2019	5.5	2.9	1.04	7.7
LH2	19.3.2019	1	0.3	12.83	88.48
LH2	19.3.2019	2	0.7	11.62	81.03
LH2	19.3.2019	3	1.3	6.94	49.2
LH2	19.3.2019	4	2	2.6	18.79
LH2	19.3.2019	4.5	2.3	1.1	8.01
LH2	10.4.2019	1	0.5	9.44	65.46
LH2	10.4.2019	2	1.3	6.62	46.93
LH2	10.4.2019	3	2.9	3.42	25.32
LH2	10.4.2019	4	2.4	0.3	2.19
LH2	10.4.2019	4.5	2.7	0.31	2.28
LH3	19.3.2019	1	0.6	11.97	83.24
LH3	19.3.2019	2	0.9	10.96	76.85
LH3	19.3.2019	3	1.7	3.62	25.95
LH3	10.4.2019	1	0.5	9.61	66.64
LH3	10.4.2019	2	1.2	7.91	55.92
LH3	10.4.2019	3	1.9	2.06	14.85
LH4	19.3.2019	1	0.8	12.57	87.9
LH4	19.3.2019	2	1.4	9.54	67.82
LH4	19.3.2019	3	1.8	6.3	45.28
LH4	19.3.2019	4	1.9	4.5	32.43
LH4	19.3.2019	4.5	1.9	4.5	32.43
LH4	10.4.2019	1	0.5	11.9	82.52
LH4	10.4.2019	2	1.5	7.61	54.25
LH4	10.4.2019	3	1.9	4.77	34.38
LH4	10.4.2019	4	1.9	3.88	27.96
LH5	19.3.2019	1	0.4	9.96	68.88
LH5	10.4.2019	1	0.3	4.5	31.03
LH6	19.3.2019	1	0.2	9.7	66.71
LH6	19.3.2019	2	0.6	8.92	62.03
LH6	19.3.2019	3	1.4	5.98	42.51
LH6	10.4.2019	1	0.3	7.82	53.93
LH6	10.4.2019	2	0.6	7.83	54.45
LH6	10.4.2019	3	3.2	4.87	36.35
LH7	19.3.2019	1	0.2	14.49	99.65
LH7	19.3.2019	2	0.4	13.62	94.19
LH7	19.3.2019	2.5	0.6	12.66	88.04
LH7	10.4.2019	1	0.1	11.97	82.09
LH7	10.4.2019	2	0.6	12.51	86.99
LH7	10.4.2019	2.5	1	2.98	20.95

	Lämpö-tila °C	Näkö-syvyys m	pH	Hapen kyl.l.aste kyll.%	Happi, liukoinen mg/l	Alkalini- teetti mmol/l	Kok.N µg/l	NO2+ NO3-N µg/l	NH4-N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Kiintoaine mg/l	Sameus FNU	CODMn mg/l	Väriluku mg/l Pt	Mangaani µg/l	Rauta µg/l
KITINEN 113																	
8.1.2019	0.8		6.80	79	11.3	0.24	350			11		0.6	0.7	7.0	55	14	410
17.1.2019	0.4		6.80	75	10.9	0.25	320			10		0.3	0.6	7.1	54	22	610
6.2.2019	0.6		6.70	71	10.2	0.23	330			10		0.6	0.7	7.0	53	20	430
19.2.2019	0.3		6.70	72	11.0	0.23	430			9		0.3	0.7	7.1	53	18	530
13.3.2019	1.0		6.80			0.28	340			10		0.3	1.0		52	40	500
28.3.2019	0.7		6.70	60	8.6	0.25	330			9		0.3	1.0	7.3	52	75	920
15.5.2019	2.2	2.0	6.74	44	6.1	0.37	270			19		1.4	2.4	5.0	43	164	821
25.6.2019	9.8	1.3	7.02	85	9.6	0.19	390	87	33	11	1.0	1.2	1.0	6.4	37	24	404
17.7.2019	13.2		7.19	91	9.6	0.18	310	40	50	16	2.1	1.0	0.6	6.8	43	11	383
21.8.2019	13.1		6.93	83	8.8	0.18	270	26	24	13	3.3	1.0	0.5	7.1	43	16	498
26.9.2019	8.0		7.33	85	10.0	0.18	280			14		1.7	0.7	6.7	41	12	425
10.10.2019	4.7	0.7	6.98	90	12.0	0.18	280			13		1.8	0.9	7.0	43	10	391
5.11.2019	0.7		7.16	89	13.0	0.19	270			11		0.5	0.6	6.2	44	7	332
20.11.2019	1.5		6.83	83	12.0	0.19	290			11		0.5	0.6	6.6	44	9	379
3.12.2019	0.8		6.27	80	11.0	0.19	290			9.8		0.5	0.5	6.2	45	14	350
16.12.2019	1.1		6.88	75	11.0	0.21	310			9.5		0.8	0.6	6.6	43	21	373
17.12.2019	0.1		6.95	70	10.0	0.30	280			8.7		0.3	1.1	6.7	47	33	533
KITINEN SODANK. SILTA 14																	
17.1.2019	0.0		6.90	74	10.9	0.29	290			9		0.3	0.8	6.5	52	19	560
28.3.2019	0.1		6.90	64	9.4	0.33	310			9		1.2	1.1	6.4	49	26	570
15.5.2019	3.1	2.0	6.65	95	13.0	0.12	330			27		2.0	2.0	13.0	88	52	1130
21.8.2019	14.6	1.3	7.13	91	9.3	0.26	240	15	14	13	2.4	2.4	0.7	6.6	37	35	461
10.10.2019	3.4	0.9	7.44	89	12.0	0.24	240			12		1.2	0.7	7.2	47	20	443
KITINEN KAIRALA 1																	
2.1.2019	0.2		6.90	77	11.3	0.32	25			11		0.3	0.9	6.3	53	17	500
17.1.2019	0.0		6.80	74	10.8	0.36	280			9		0.3	1.0	6.2	51	26	670
6.2.2019	0.5		6.80	69	10.0	0.31	330			9		0.3	0.9	6.3	53	20	460
19.2.2019	0.1		6.80	71	10.0	0.35	340			10		0.3	1.2	6.1	51	14	370
13.3.2019	0.0		6.80			0.33	330			10		0.3	1.1		48	22	490
27.3.2019	0.0		6.80	64	9.3	0.36	330			11		0.7	1.3	5.6	51	25	550
15.4.2019	0.3		6.80	66	9.5	0.39	330			9		0.3	1.3	5.4		17	530
16.5.2019	4.1	1.0	6.59	100	13.0	0.14	350			20		2.0	1.9	14.0	94	50	1250
25.6.2019	15.3	1.0	7.14	87	8.7	0.27	330	8	16	12	1.0	2.0	1.5	11.0	66	83	530
18.7.2019	14.9		7.28	96	9.7	0.31	280	2	33	16	1.0	2.0	1.4	9.7	63	52	575
21.8.2019	14.6	0.7	7.14	90	9.2	0.30	260	20	16	12	2.2	2.4	0.9	7.4	41	53	539
26.9.2019	6.6		7.47	88	11.0	0.30	240			12		2.4	1.0	6.6	41	38	498
10.10.2019	3.2	0.7	7.64	88	12.0	0.30	230			12		2.2	0.6	6.9	43	28	502
5.11.2019			7.12		12.0	0.29	260			11		1.2	0.9	6.9	48	23	449
21.11.2019	0.1		6.83	73	11.0	0.27	280			11		0.5	1.1	5.6	42	30	529
2.12.2019	0.0		7.05	74	11.0	0.28	270			11		1.2	1.0	6.2	45	30	482
LUIROJOKI 3																	
17.1.2019	0.2		6.70	81	11.8	0.21	470			11		1.0	1.4	7.3	62	28	620
28.3.2019	1.2		6.60	78	11.0	0.22	490			17		0.3	2.8	7.9	85	27	1000
15.5.2019	3.4	1.0	6.45	49	6.5	0.16	460			25		2.4	2.1	8.9	61	58	955
19.8.2019	13.5	1.5	7.00	92	9.6	0.13	340	2	42	21	1.0	3.6	1.8	7.7	42	18	441
10.10.2019	2.4	0.5	7.32	89	12.0	0.17	410			20		5.4	2.6	7.9	45	42	571
LUIROJOKI TANHUA 13620																	
17.1.2019	0.0		6.80	71	10.3	0.44	150			9		0.3	1.3	3.7	38	16	550
28.3.2019	0.0		6.70	64	9.4	0.36	340			12		0.3	2.3	6.0	65	11	1100
15.5.2019	3.4	1.0	6.33	84	11.0	0.06	330			25		1.8	1.4	14.0	86	30	757
19.8.2019	15.4	1.0	7.54	98	9.8	0.31	170	2	8	12	2.0	2.8	0.9	4.9	28	17	640
10.10.2019	2.2	0.7	7.46	90	12.0	0.24	190			8.1		1.2	0.9	7.3	51	8	523
LUIROJOKI LU3																	
17.1.2019	0.0		6.80	69	10.0	0.47	190			13		0.9	1.9	4.1	52	20	960
28.3.2019	0.0		6.80	70	10.0	0.42	290			13		0.3	2.3	4.2	57	12	1000
16.5.2019	4.2	1.0	6.21	86	11.0	0.06	300			18		2.0	1.6	15.0	95	31	979
21.8.2019	14.7	0.9	7.19	93	9.4	0.36	160	2	12	12	3.4	1.8	0.7	4.6	32	15	715
10.10.2019	2.4	0.4	7.40	91	12.0	0.29	170			13		2.0	1.2	7.8	61	22	790
KEMIJOKI PIETARINNIEMI																	
17.1.2019	0.0		6.80	70	10.3	0.44	89			7		0.3	0.7	3.0	25	8	250
28.3.2019	0.0		7.00	70	10.0	0.47	110			8		0.3	1.0	2.4	23	3	260
16.5.2019	4.1	1.0	6.16	87	11.0	0.05	300			20		2.0	1.3	15.0	88	46	556
21.8.2019	14.4	0.6	7.23	90	9.2	0.34	110	7	13	6.7	1.0	1.2	0.5	3.8	23	11	299
10.10.2019	2.5	0.7	7.42	94	13.0	0.26	150			7.5		1.0	0.3	10.0	71	7	297
PELKOSENNIEMI 13600																	
2.1.2019	0.0		6.90	74	10.9	0.43	92			9		0.3	0.9	3.9	36	13	340
17.1.2019	0.8		6.90	73	10.5	0.44	140			8		0.3	1.0	4.0	35	23	500
6.2.2019	0.5		6.80	68	9.8	0.34	450			12		0.7	1.1	6.5	53	24	500
19.2.2019	0.0		6.80	64	9.3	0.38	310			11		0.3	1.3	5.7	50	24	500
13.3.2019	0.0		6.90			0.39	250			10		0.3	1.2		42	16	500
27.3.2019	0.0		6.90	68	9.9	0.42	250			10		0.7	1.3	4.0	42	16	530
9.4.2019	0.2		6.80	65	9.5	0.39	320			10		0.7	1.6	5.1		11	460
16.5.2019	4.1	1.0	6.40	91	12.0	0.09	410			21		2.0	1.9	15.0	96	39	1010
25.6.2019	13.5	1.0	7.11	90	9.3	0.19	270	2	8	12	1.0	2.8	1.2	12.0	73	38	474
18.7.2019	14.1		7.24	94	9.6	0.27	200	2	20	13	1.0	2.0	1.1	8.6	58	35	512
21.8.2019	14.4	0.5	7.10	92	9.4	0.30	250	12	33	15	1.0	2.2	1.3	5.9	39	41	507
26.9.2019	5.5		7.51	89	11.0	0.31	210			10		1.3	0.8	6.8	45	24	442
10.10.2019	3.4	0.5	7.46	91	12.0	0.31	210			12		2.4	1.0	7.4	48	22	507
5.11.2019	0.1		7.07	85	12.0	0.31	260			17		1.0	1.1	6.9	49	21	465
21.11.2019	0.1		6.85	76	11.0	0.27	280			10		1.2	0.9	7.9	42	22	496
2.12.2019	0.0		6.98	73	11.0	0.30	520			12		0.5	1.1	7.5	42	34	492
17.12.2019	0.2		6.99	70	10.0	0.30	310			8.7		0.8	1.1	6.6	48	26	514

**Lokan ja Porttipahdan altainen alapuolisten jokien tarkkailun
2019**

Piilevätutkimusten tulokset

Pertti Eloranta

Lokan ja Porttipahdan altainen alapuolisten jokien tarkkailun piilevätutkimus 2019

Piileviä esiintyy kaikissa vesistöissä ja ne muodostavat merkittävän osan perustuottajista etenkin pienissä virtavesissä. Virtavesien kivipinnoilla kasvavat piilevät saavat kaiken ravintonsa ympäröivästä vedestä ja siten leväyhteisön rakenne kuvastaa hyvin vesistön ekologista laatua ja rehevyyttä sekä vesistöön mahdollisesti kohdistuvaa kuormitusta.

Piilevätutkimus tehtiin 19.-21.8.2019. Näytteet otettiin tekoaltain alapuolisten jokien vesistötarkkailupaikkojen läheisyydestä samoilta näytteenottopaikoilta kuin aiempina vuosina (taulukko 1). Piilevänäytteenottopaikkojen koordinaatit poikkeavat hieman vesinäytteenottopaikkojen koordinaateista, sillä näytteenotto-ohjeistuksen mukaan näytteet on otettu jokien kivikkopohjilta.

Taulukko 1. Piilevätutkimuksen näytteenottopaikat (ETRS-TM35FIN koordinaatisto).

Havaintopaikka	Pvm	Tunnus	P-koordin.	I-koordin.
Kitinen 113	21.8.2019	Ki147	7538399	489303
Kitinen Kairala 1	20.8.2019	Ki7	7452668	519980
Luirojoki 3	19.8.2019	Lu3	7522974	531365
Luirojoki Tanhua	19.8.2019	Lu68	7490133	522842
Luirojoki	20.8.2019	Lu10	7458101	523409
Kemijoki Pietarinniemi	20.8.2019	Ke7	7446618	524065





Näytteenottopaikat olivat kaikki avoimia hiekka- ja kivikkorantoja, missä varjostus on vähäistä, virtaus hidasta ja varsinaista vesikasvillisuutta oli lähinnä syvemmällä, näytteenottopaikan ulkopuolella.

Piileväanalyysit

Näytteenotossa, näytteiden käsittelyssä ja analysoinnissa noudatettiin pohjalevästön seurantaan kehitettyjä piilevämenetelmiä (Eloranta ym. 2007, Kahlert ym. 2007, Järvinen ym. 2019, SFS-EN 13946, EN 14407). Kaikki näytteet otettiin kiviltä harjaamalla.

Näytteet märkäpoltettiin, kunnes orgaaninen aine oli hävinnyt. Lopuksi näyte säilöttiin väkevään etanoliin. Leväsuspensiosta valmistettiin kestopreparaatit käyttäen Naphrax-petaushartsia. Näytteet tutkittiin Olympus BX50 mikroskoopilla käyttäen 1500x suurennusta ja vaihevastakohtaoptiikkaa. Näytteestä laskettiin satunnaisesti vähintään 400 piileväkuorta ja tulokset syötettiin uuteen OMNIDIA 6.0.8-tietokantaohjelmaan, joka tulostaa useita eri vedenlaatuindeksejä (Cemagref 1982). Yksittäisten vahvojen dominanttilajien esiintyessä laskentaa jatkettiin paremman kuvan saamiseksi yhteisöstä.

Veden ekologista tilaa kuvaamaan on käytetty yleisimmin kaikkiin lajeihin perustuvaa IPS-indeksiä sekä sukujen määräsuhteisiin perustuvaa sukuindeksiä (GDI). Indeksien maksimiarvo on 20. Veden laatu luokitellaan erinomaiseksi indeksiarvojen ollessa 17–20, hyväksi arvoilla 15–17 ja tyydyttäväksi arvoilla 12–15. Ravinteisuusindeksin (TDI/100) arvot <32 kuvastavat oligotrofiaa, arvot 32–47 oligo-mesotrofiaa ja 47–63 mesotrofiaa. Ravinteisuusindeksin ohella on esitetty myös %PT-arvot, jotka kertovat onko ravinteisuuden yhteydessä myös runsas orgaanisen aineksen kuormitus. Orgaanisen aineksen kuormituksen vaikutus on selvä, jos %PT-arvo on >20 (Kelly 1998).

Omnidia-tietokannan laskemien indeksien lisäksi laskettiin ekologisessa luokittelussa tarvittavat TT- ja PMA-indeksit. TT-arvo ilmaisee jokityypille ominaisten taksonien määrän ja PMA ilmaisee piileväyhteisön prosenttisen mallinkaltaisuuden. Vedenlaaturekisterin mukaan Kemijoki ja Kitinen (95.8219) ovat tyypiltään erittäin suuria turvemaiden jokia (StEst_P).

Tulokset

Lokan ja Porttipahdan altaiden alapuolisten jokien tila elokuussa 2019 oli piileväanalyysien tulosten perusteella **erinomainen**.

Yhteisöjen rakenne oli Lapin jokivesille tyypillisen monilajinen ja tasainen, mikä liittyy lähes neutraaliin veden pH-lukuun, vähähumuksisuuteen sekä melko hitaaseen virtaukseen uomien melko suuresta koosta johtuen. Tekoaltaiden läheisyydessä olevilla näytteenottopaikoilla (Ki147 ja Lu 146) esiintyi runsaammin planktisia lajeja ja sukuja, kuten *Asterionella*, *Aulacoseira* ja *Urosolenia*.

Rehevyysindeksin (TDI/100) arvojen perusteella Kitinen ja Luiron yläosa olivat oligotrofian ja oligo-mesotrofian rajoilla, mutta Luiron alaosa sekä Kemijoki olivat selvemmin mesotrofisia, vaikka (taulukko 3).

Orgaanista kuormitusta kuvaavan %PT-indeksin arvot olivat kaikilla paikoilla < 20 % eli merkkejä merkittävästä orgaanisesta kuormituksesta ei ollut piilevayhteisöjen perusteella nähtävissä (taulukko 2)

Taulukko 2. Kemijoen yläosan (Kitinen, Luiri, Kemijoki) v. 2019 piilevätulokset (N = laskettu yksikkömäärä, Divers. = diversiteetti, Tasais. = tasaisuusindeksi, IPS = lajeihin perustuva veden laatuindeksi, GDI = piileväsukuihin perustuva laatuindeksi, TDI/100 = trofiaindeksi, %PT = runsasravinteisuutta kuvaavien lajien suhteellinen määrä).

Alue	Tunnus	N	Lajeja	Divers.	Tasais.	IPS	GDI	TDI/100	%PT
Kitinen	Ki 147	476	73	4,69	0,76	17,1	15,3	39,39	2,1
Kitinen Kairala 1	Ki7	431	74	4,35	0,70	17,6	15,3	30,98	0,9
Luiri	Lu3	510	72	4,16	0,67	17,2	14,9	33,67	1,0
	Lu 68	487	81	4,21	0,67	18,1	15,4	36,73	2,3
	Lu 10	456	89	5,22	0,81	17,3	14,4	46,94	3,1
Kemijoki	Ke 7	428	82	5,13	0,81	17,0	14,4	43,97	4,9

Yhteisöjen ekologiset jakautumat

Yhteisöjen pH-luokkajakautumat olivat melko samanlaiset. Kitisen veden pH on hieman alempi ja toisaalta Kemijoen havaintopaikalla oli eniten veden emäksisyyttä kuvastavia lajeja (kuva 3) ja veden pH jokseenkin neutraalia.

Jokivesien hyvistä happiolosuhteista ja vähäisestä orgaanisen aineen kuormituksesta johtuen piilevayhteisöt olivat typpimetabolian suhteen jokseenkin puhtaasti typpi-autotrofeja eli epäorgaanisia typpiyhdisteitä käyttäviä.

Saprobia kuvastaa veden hajotustoiminnan aktiivisuutta ja on käänteinen tuotannolle. Siten se on riippuvainen orgaanisen aineen määrästä ja usein heijastaa mm. eloperäisten jätevesien kuormitusta. Tutkimusalueella tämäntyyppisen kuormituksen määrä on vähäinen ja siten oligosaprobiala sekä beta-mesosaprobiala kuvastavat lajit muodostavat yhteisöstä valtaosan (kuva 2).

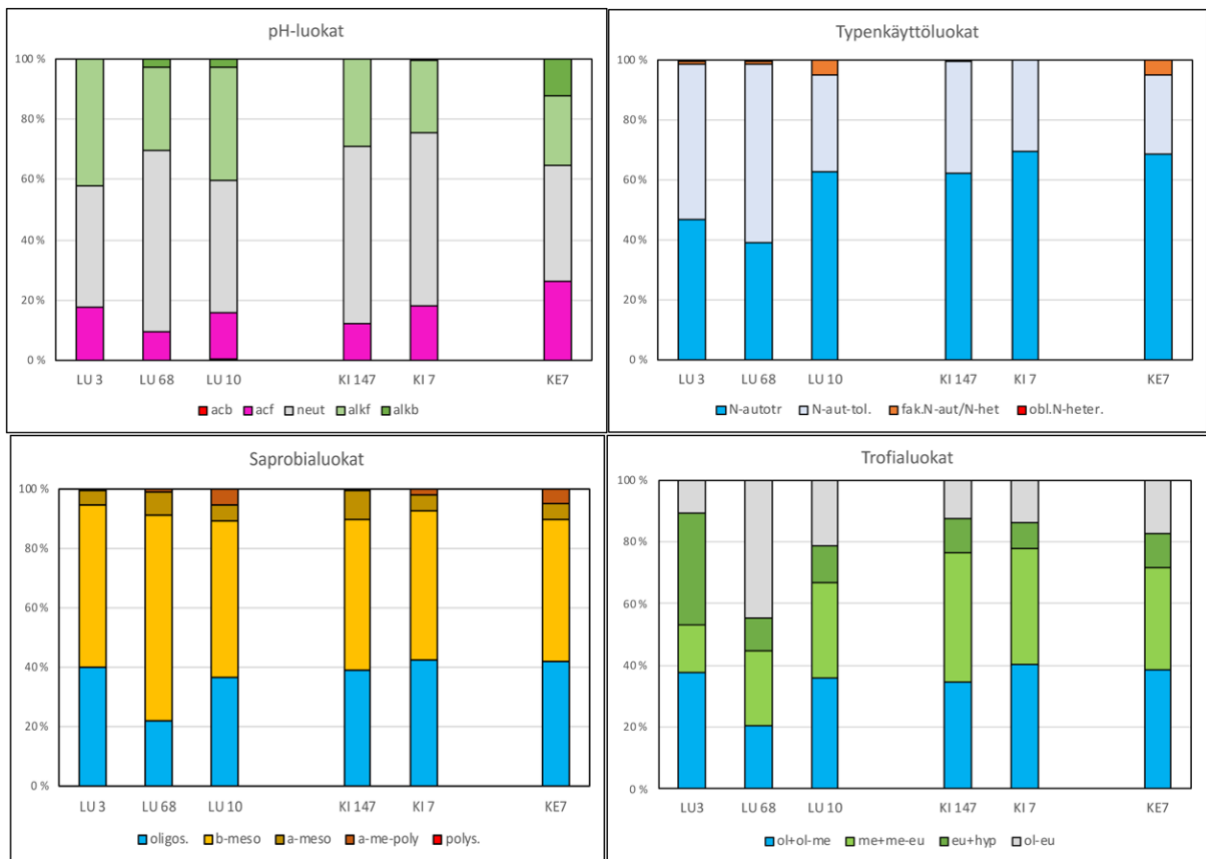
Taulukko 3. Piilevayhteisöjen jakautuminen ekologisiin luokkiin sekä piilevayhteisön perusteella laskennalliset pH-luvut ..

pH-luokat						Lask. pH
	acb	acf	neut	alkf	alkb	(Elor.1990)
LU 3	0,2	17,3	39,2	40,8	0,2	6,83
LU 68	0,0	9,4	58,3	26,5	2,9	7,02
LU 10	0,4	14,7	40,8	35,3	2,6	6,66
KI 147	0,0	11,8	57,1	27,9	0,2	6,91
KI 7	0,2	17,6	55,7	23,2	0,7	6,86
KE7	0,2	23,6	34,8	20,6	11,2	6,53

Typenkäyttöluokat				
	N-autotr	N-aut-tol.	fak.N-aut/N-het	obl.N-heter.
LU 3	44,7	49,4	1,0	0,4
LU 68	35,1	53,8	0,8	0,4
LU 10	54,6	27,9	4,2	0,2
KI 147	45,2	26,9	0,2	0,2
KI 7	63,3	27,4	0,0	0,2
KE7	53,7	20,8	3,7	0,2

Saprobialuokat					
	oligos.	b-meso	a-meso	a-me-poly	polys.
LU 3	38,6	52,9	4,9	0,4	0,2
LU 68	20,1	63,4	7,4	1,0	0,0
LU 10	32,0	46,5	4,6	4,8	0,0
KI 147	30,5	39,7	7,8	0,4	0,0
KI 7	40,6	48,5	5,1	1,9	0,0
KE7	35,3	40,2	4,4	4,2	0,0

Trofiaaluokat				
	ol+ol-me	me+me-eu	eu+hyp	ol-eu
LU 3	36,5	15,3	35,1	10,4
LU 68	19,5	22,8	10,1	41,9
LU 10	32,6	27,9	11,0	19,1
KI 147	27,3	33,0	8,8	9,7
KI 7	39,0	36,2	8,1	13,2
KE7	32,0	27,6	9,1	14,3



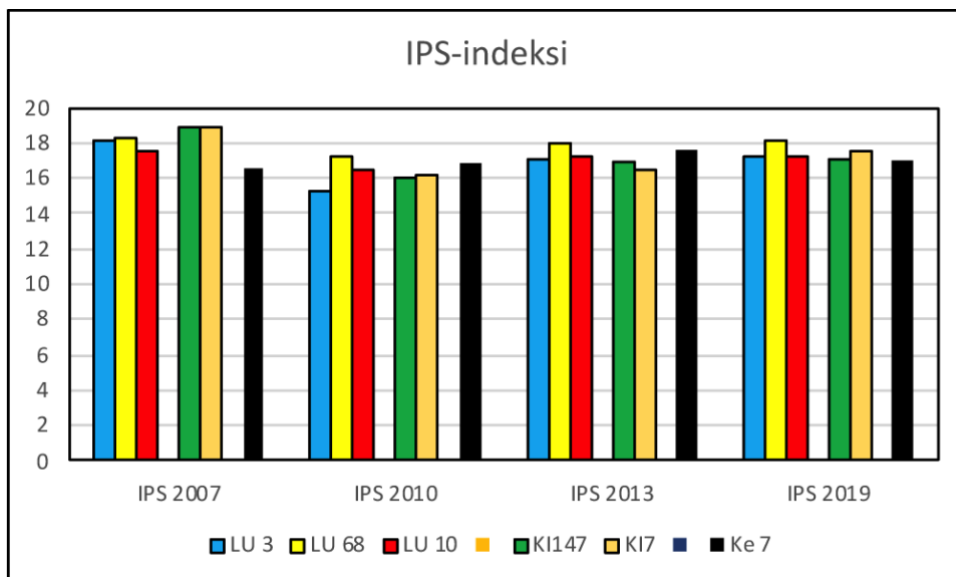
Kuva 2. Piilevyyhteisöjen jakautumat ekologisiin luokkiin (pH-, typpimetabolia-, saprobial- ja trofialuokat).

Vertailu vuosien 2007, 2010 ja 2013 tuloksiin

IPS-indeksien arvojen vaihtelu eri havaintopaikoissa ja eri vuosina on ollut varsin vähäistä. Vuonna 2010 indeksin arvot olivat luokka hyvä kaikissa muissa paikoissa paitsi LU 68:ssa, missä luokka oli erinomainen. Kyseisenä vuonna myös havaintopaikkojen keskiarvo oli vain hyvällä tasolla, kun muina vuosina keskiarvo on ollut erinomainen (taulukko 4, kuva 3). Mitään selvää trendiä ei ollut havaittavissa.

Taulukko 4. Veden laatua kuvaavan IPS-piileväindeksin arvot havaintopaikoilla vuosina 2007, 2010, 2013 2019.

Alue	IPS				k-arvo
	2007	2 010	2013	2 019	
Ki147	18,9	16,0	17,0	17,1	17,25
Ki7	18,8	16,1	16,5	17,6	17,25
Lu3	18,1	15,3	17,1	17,2	16,93
Lu68	18,3	17,2	18,0	18,1	17,90
Lu10	17,5	16,5	17,2	17,3	17,13
Ke7	16,5	16,8	17,6	17,0	16,98
K-arvo	18,0	16,3	17,2	17,4	



Kuva 3. IPS-indeksin arvot vuosina 2007, 2010, 2013 ja 2019.

Ekologinen luokittelu TT- ja PMA-indeksien avulla

TT- ja PMA-indeksit ilmaisevat leväyhteisöjen rakenteen kulloisenkin jokityypin mallinkaltaisuuden lajiston suhteen ja yhteisön prosentuaalisen mallinkaltaisuuden.

Taulukko 5. Ekologisessa luokittelussa käytettävät TT- ja PMA-indeksien arvot

	Tyyppi	TT/VA	Taks. TT	Luokka	PMA	N	Luokka
Kitinen 147	StEst_P	21,6	20/72	E	0,4199	476	H
Kitinen, Kairala KI 7	StEst_P	21,6	20/71	E	0,4774	429	H
Luirojoki 3	StEst_P	21,6	20/71	E	0,4586	510	H
Luirojoki Tanhua LU 68	StEst_P	21,6	20/79	E	0,4978	466	H
Luirojoki LU 3/ LU 10	StEst_P	21,6	23/85	E	0,3750	451	T
Kemijoki KE7	StEst_P	21,6	23/79	E	0,3323	407	T

Lajiston suhteen tutkimusalueen kaikki TT-arvot ovat luokkaa erinomainen (alaraja 17,3), mutta yhteisön prosentuaalisen mallinkaltaisuuden suhteen (PMA-arvot) Kitisen ja Luiron yläosat ovat luokkaa hyvä (alaraja 0,3789), mutta Luirojoen alimman (LU 10) sekä Kemijoen arvot jäävät luokkaan tyydyttävä. Tulosta on vaikea selittää, sillä yhteisörakenteet olivat ekologisten jakaumien suhteen varsin samanlaiset.

Yhteenveto

Lokan ja Porttipahdan altaiden alapuolisten jokien veden laadussa ei ole tapahtunut mainittavia muutoksia aikaisempien vuosien tarkkailujen jälkeen, vaan veden laatu on piileväanalyysien tulosten perusteella erinomainen. Toisaalta jokityypin yhteisön prosentuaalisen mallinkaltaisuuden PMA-indeksien suhteen Kitisen ja Luirojoen ylemmät havaintopaikat jäävät luokkaan hyvä ja alimmat vain luokkaan tyydyttävä. Edellisten tarkkailukertojen vastaavia PMA-arvoja ei ole tiedossa.

Erot vuosien välillä voidaan ilmeisimmin selittää vesivuosien välisillä eroilla, sillä kuormituksissa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia. Kitisen ja Luiron vedet ovat lievästi mesotrofisia, mikä selittyy mahdollisesti parhaiten tekoaltaista purkautuvista ravinteista.

Preparaatit sekä OMNIDIA-tietokannan .prn-tiedosto toimitetaan SYKEN Oulun yksikön piileväarkistoon, minne on toimitettu myös luettelo määrityksissä käytetystä kirjallisuudesta.

Kirjallisuus

Aroviita, J., Mitikka, S. & Vienonen, S. toim. (2019): Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. – Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019: 1–182.

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

Eloranta, P. (1990): Periphytic diatoms in the acidification project lakes. Teoksessa: Kauppi et al. (toim.) Acidification in Finland: 986–994.

Eloranta, P., Karjalainen, S. M. & Vuori, K.-M. (2007): Piileväyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet. – Ympäristöopas 2007, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus: 1–58.

Järvinen, M., Aroviita, J., Hellsten, S., Karjalainen, S.M., Kuoppala, M., Meissner, K., Mykrä, H. & Vuori, K.-M. (2019): Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen. – Sisävesien biologinen seuranta – ohjeistus tarkistettu 6.9.2019 – Suomen ympäristökeskus, 42 s.

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

Kelly, M.G. (1998): Use of the Trophic Diatom Index to monitor eutrophication in rivers. – Water Res. 32: 236–242.

SFS-EN 13946 (2003): Veden laatu. Jokivesien piilevien näytteenotto ja esikäsittely. – Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki.

SFS-EN 14407 (2005): Water quality. Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. – Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki.

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

Pertti Eloranta, prof.emer.

s-posti:pertti.eloranta@elisanet.fi
p. 0400 550771

Liitteet:

Näytteiden OMNIDIA-tulokset

Näytteiden .prn-tiedosto on lähetetty SYKEen Ouluun Satu Maaria Karjalaiselle, jonne on toimitettu myös luettelo määrittelyssä käytetystä kirjallisuudesta.