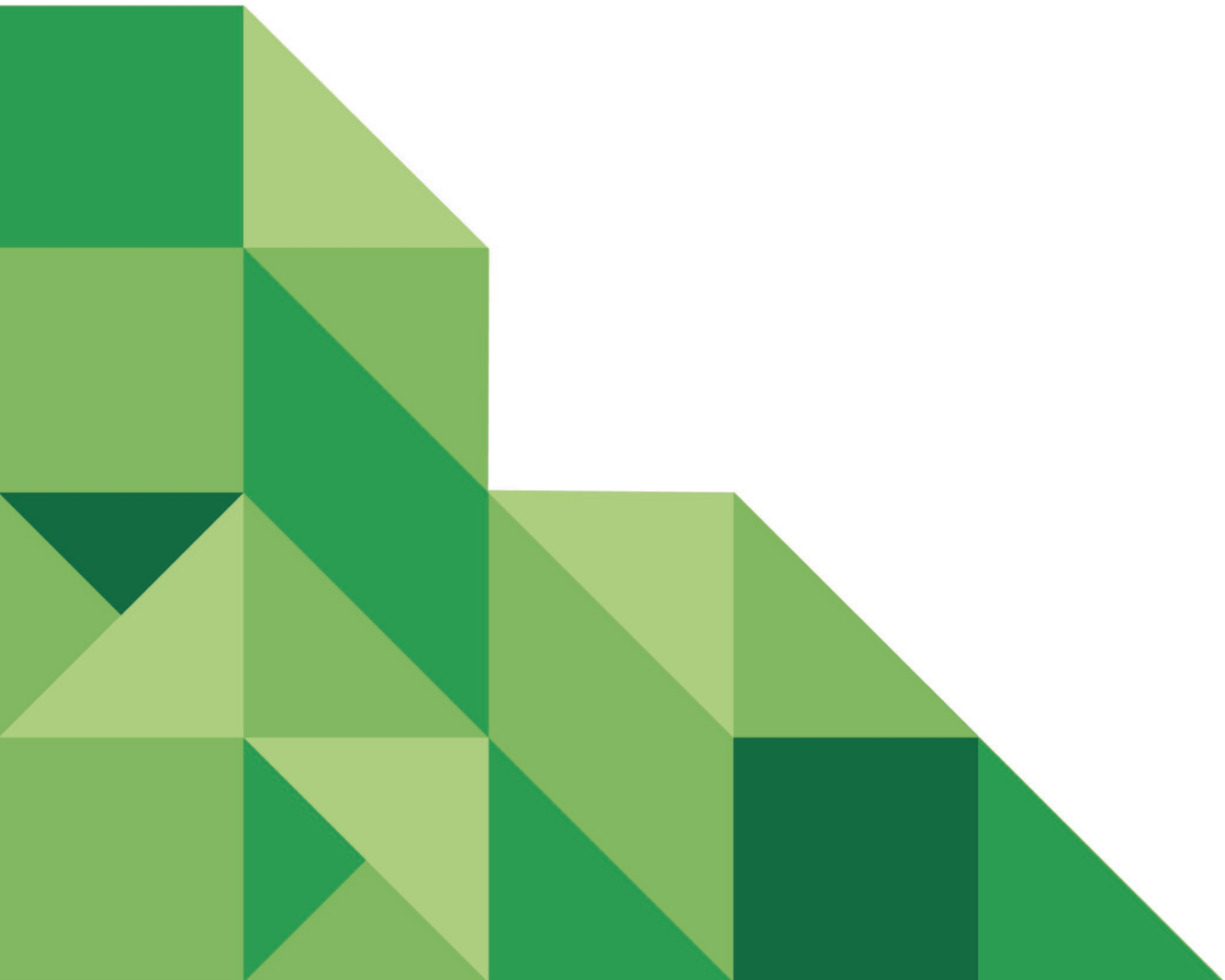


Tarmo Tossavainen

# **Jukajärveen (Joensuu, Kontiolahti) laskevan Kissapuron nykytila**

Vuosina 2016–2020 konstruoidut  
kunnostustekniset rakenteet ja niiden  
vaikutukset virtavesiekosysteemiin



# Jukajärveen (Joensuu, Kontiolahti) laskevan Kissapuron nykytila, vuosina 2016–2020 konstruoidut kunnostustekniset rakenteet ja niiden vaikutukset virtavesiekosysteemiin

Julkaisusarja Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C: Raportteja, 74

Tekijä Tarmo Tossavainen, Karelia-ammattikorkeakoulu

Kaikki raportin valokuvat ovat Tarmo Tossavaisen ottamia, ellei toisin ole mainittu

© Tekijä ja Karelia-ammattikorkeakoulu



Tämä julkaisu on lisensoitu Creative Commons Nimeä-EiKaupallinen-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä.

ISBN 978-952-275-324-3

ISSN 2323-6914

Karelia-ammattikorkeakoulu 2021

# Sisällys

Tiivistelmä.....	5
1 Alkusanat.....	8
2 Tutkimusalue.....	9
2.1 Kissapuron vesistöalueen yleiskuvaus.....	9
2.2 Kissapuron kunnostusrakenteet.....	18
3 Aineisto ja menetelmät .....	26
4 Tulokset .....	34
4.1 Kissapuron vedenlaatu, hydrologia ja pohjaeläimistö.....	34
4.2 Pienen Jukajärven vedenlaatu, pohjaeläimistö ja pohjan tila.....	41
4.3 Lakeenjärven vedenlaatu.....	47
4.4 Jukajärven vedenlaatu.....	48
4.5 Kissapuron ainevirtaamat.....	49
5 Tulosten tarkastelu .....	50
5.1 Kissapuro.....	50
5.2 Pieni Jukajärvi.....	55
5.3 Lakeenjärvi.....	56
5.4 Jukajärvi .....	58
6 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	59
Lähteet .....	63

Liitteet ..... 636

Liite 1. Havaintopaikkojen ja vesistökuunnostusteknisten rakenteiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN)

Liite 2. Pienen Jukajärven järvikortti

Liite 3. Pienen Jukajärven syvännehavaintopaikan pohjaeläimistön havainnot 31.03.2016

Liite 4. Kissapuron pohjaeläimistön havainnot 22.09. ja 01.10.2020

Liite 5. Virtaamapainotettujen pH-arvojen (2016-2017 ja 2020) laskennan perustana olevat mittaustulokset

# Tiivistelmä

Jukajärven (koko vesistöalue 44 km<sup>2</sup>) suurimman osavesistöalueen (26 km<sup>2</sup>) pääuoma Kissapuro on itsenäisyytemme alkuaikoina voimakkaasti perattu ja oikaistu uittoväyläksi. Kissapuron valuma-alueen keskeinen maankäyttö on metsätalous. Valuma-alueen suot ja kivennäismetsämaiden soistumat on perusteellisesti ojitettu tiittävästi pääosin 1970- ja 1980-luvuilla. Metsätalous on keskeinen Kissapuron ja ylipäätään Jukajärven valuma-alueen maankäyttömuoto. Jukajärven lähivaluma-alueella on myös maataloutta sekä haja- ja loma-asutusta jonkin verran, mutta niiden vaikutukset eivät tietenkään vaikuta Kissapuroon. Orgaanisen aineksen kuormitus on liettänyt ja rehevöittänyt vesialueita sekä happamoittanut ja lisännyt raskasmetallien kuormaa. Uoman rännimäisyys uittoperkausten jälkeen on edistänyt kuormituksen huuhtoutumista Jukajärveen ja liukoisten fraktioiden osalta myös Jukajokeen saakka.

Selkien (Kontiolahti) ja Alavin (Kiihtelysvaara/Joensuu) kyläyhdistykset aloittivat Jukajärven-Jukajoen vesistöalueen kunnostushankkeen vuosien 2010 ja 2011 Jukajoen laajojen kalakuolematapausten jälkeen. Sittemmin hanketta on vetänyt Osuuskunta Lumimuutos. Kissapuroon on vuosina 2016–2020 rakennettu runsaat 30 pohjakynnystä (pohjapatoa) ja luontaiseen mutkittelevaan (meanderoivaan) purouomaan muutamia ohjausosuuksia. Lisäksi aivan vesistöalueen latvoille on talvella 2016–2017 rakennettu noin hehtaarin suuruinen monivaikutteinen vesiensuojelukosteikko. Pohjakynnyksillä vettä ja sen mukana kulkevia raskaampia aineksia kyetään allastamaan ja rakentamaan koskiosuuksia. Näitä pohjakynnyksiä on maassamme rakennettu perattuihin virtavesiin sekä puhtaasti ihmisen kaivamiin laskuosiin 1990-luvun loppupuolelta lähtien. Luontaiseen uomaan ohjauksia on tehty esimerkiksi Keski-Euroopassa (Tanska, Saksa) 1990-luvulta lähtien, kuten myös Suomessakin.

Näiden kunnostusrakenteiden fysikaalis-kemiallisia ja biologisia, ylipäätään ekologisia vaikutuksia on ilmeisesti tutkittu toistaiseksi melko vähän. Kasvillisuuden ja muun eliöstön kehittyminen kunnostettuun uomaan kestää helposti yli 10 vuotta. Siten kunnostusten vaikutusten luotettava monitorointi vaatii järjestelmällistä ja pitkäjänteistä työtä. Tässä raportissa on melko hajanaisen havaintoaineiston (vedenlaadun ja virtaamien mittaukset, pohjaeläimistön ja sedimentin havainnot) perusteella pyritty arvioimaan vasta äskettäin, korkeintaan neljä vuotta aiemmin tehtyjen virtavesikunnostusten vaikutuksia. Kissapuron fysikaalis-kemiallista, hydrologista ja biologista seurantaakaan ehdottomasti jatkaa.

Karelia-ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelija Teemu Kiiskinen (2013) laati opinnäytetyön Kissapuron valuma-alueen vesiensuojeluteknisestä nykytilasta ja kunnostusmahdollisuuksista. Juhamatti Ovaskainen ja Mia Rouvinen (2017) laativat Kissapurosta opinnäytetyön välittömästi po. virtavesikunnostusten toteuduttua. Tossavainen (2014) on raportoinut Kissapuron vedenlaatua ja ainevirtaamia Jukajärveen vuoden 2012 mittauksen perusteella, ennen kuin ensimmäistäkään kunnostusteknistä rakennetta oli edes suunniteltu. Kissapuron veden pH on hiukan kohonnut vuosien sekä vuoden 2012 että vuosien 2015–2017 havaintoihin verrattuna. Kolmella keskeisellä havaintopaikalla virtaamapainotettu pH vaihteli alajuoksulta yläjuoksulle 5,0...5,5 vuonna 2020, kun se niillä kaikilla oli pH 4,8 vuosien 2015–2017 mittauksen perusteella. Vuonna 2012 alajuoksun havaintopaikan veden virtaamapainotettu pH oli 4,6 Kun valuma vuonna 2020 kohosi noin 1,5–2-kertaiseksi (15...20 l/s km<sup>2</sup>) keskivalumaan verrattuna, niin Kissapuron veden pH putosi alle 5:n, alimmillaan pH 4,5:een. Valumavesi huuhtelee tällöin tehokkaammin oja- ja happamat humusyhdisteet lähtevät liikkeelle. Happamuuden vuosikuorma Jukajärveen vuonna 2020 oli puolet pienempi kuin vuonna 2012. Raudan vuosikuorma ei ole mainittavasti muuttunut. Pohjaeläimistössä ei ole havaintojen perusteella tapahtunut mainittavia muutoksia. Shannon–Wiener -indeksin perusteella arvioitu biodiversiteetti on Kissapuron ylä- ja keskijuoksulla alhainen sekä alajuoksulla erittäin alhainen. Hyvin hienoinen biodiversiteetti-indeksin kohoaminen vuonna 2020 vuosien 2015–2016 mittauksiin verrattuna voitiin todeta kahdella havaintopaikalla. Ylä- ja keskijuoksulla on ilahduttavasti jonkin verran elinympäristöltään vaate- liaita korentojen ja vesiperhosten toukkia. Myös pikkunahkiaisen toukkia ja aikuinen hyväkuntoinen pikkunahkiainen jäi syksyllä 2020 potkuhaaviin.

Kissapurossa on tehty tomerasti kunnostustöitä latvoilta alajuoksulle. Noin 10 vuotta on vielä odotettava, että nämä kunnostusrakenteet on miehitetty autotrofisella ja heterotrofisella eliöstöllä, joka pidättää ja käyttää puron ainevirtaamia kasvuunsa ja aineenvaihduntaansa. Valuma-alueen maankäytön, keskeisesti metsätalouden, toimet olisi suunniteltava ja toteutettava siten, että kuormitus Kissapuroon ja lopulta Jukajärveen ja Jukajokeen pysyy maltillisena. Puron kunnostusrakenteet, laskeutusaltaat ja lie- tekuopat yms. eivät mainittavasti kykene mahdollisen holtittoman maankäytön kuor- maan pysäyttämään. Kissapuron vesistö- ja valuma-alueella on vielä kunnostus- ja hoitoteknisiä mahdollisuuksia. Pieneen Jukajärveen laskee ainakin noin 1000 metrin ver- ran Kissapuron luontaista meanderoivaa uomaa, joka on jäänyt sivuun oikaistun ja rännimäisen uoman kaivun jälkeen. Veden ohjaaminen tähän luontaiseen uomaan olisi hyvä toimenpide vesistön tilan kannalta. Veden viipymä mutkittelevassa uomassa pi- dentyy, merkittävästi monipuolistuvat virtausolot ruokkivat vesieliöstön biodiversiteettiä

ja luontainen tulvakäyttäytyminen ainakin paikoitellen mahdollistuu. Yleisesti oikaistut ja kaivetut uomat on aina pyritty kaivamaan huomattavastikin syvemmiksi kuin luontainen uoma. Tehokas veden ohjaaminen luontaiseen uomaan vaatii kaivetun uoman patoamisen. Tämä aiheuttaa väistämättä veden nousun yläpuoliseen maastoon. Siten tällaiset toimet vaativat aina ensimmäisenä maanomistajien luvan. Alatammen ja KISSAPURONTIEN välisellä valuma-alueella on jonkin verran täyttyneitä ja siten toimimattomia laskeutusaltaita ja lietekuoppia aivan KISSAPURON rannassa. Tällä välillä tapahtui myös suhteellisen voimakasta KISSAPURON veden happamoitumista vuonna 2020. Siten alueen tarkka kunnostus- ja vesiensuojeluteknisten mahdollisuuksien tarkastelu olisi tarpeen. Pieni JUKAJÄRVI on pahoin liettynyt ja ainakin talvikerrosteisuuden lopulla vaikeista happiongelmista ja sisäisestä kuormituksesta kärsivä allas. Se neutraloi melko voimakkaasti Vehkasuon eli valuma-alueensa painopistealueelta tulevaa vettä. KISSAPUROON Pienen Petrolammen kautta purkautuva Lakeenjärvi on kirkasvetinen ja melko happamoitunut järvi, joka ainakin lopputalvesta kärsii alusveden heikosta happitilanteesta. Talven ja syksyn 2020 muutamien mittaustulosten perusteella Jukajärven veden pH oli kohtuullisen hyvä, noin 6. Happitilanne oli erittäin heikko jo helmikuun alkupuolella pohjoisessa Ruukkilahden syvänteessä.

# 1 Alkusanat

Kiitokset Osuuskunta Lumimuutokselle, yhdyshenkilönään tutkijatohtori Tero Mustonen ja vesistökuunnostusyrittäjä Janne Raassinalle mielenkiintoisen ja alati ajankohtaisen (hajakuormituksen hallinta, metsätalouden voimakkaasti muuttama vesistö) tutkimuskohteen osoittamisesta. Kissapuron pohjaeläinten näytteenottoon ja laboratorioskäsitelyyn ovat syksyllä 2020 osallistuneet Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijat Joonas Häkkinen, Mikael Häkkinen, Teemu Heikkinen, Ville Hirvonen, Ruusa Inkinen, Joonas Kainulainen, Hannu Kareinen, Kuisma Karvinen, Tiia Kauppinen, Joel Kettunen, Lauri Liukkonen, Elli Majoinen, Joni Miettinen, Thomas Mustonen, Eetu Niiranen, Jutta Nissinen, Merva Nyholm, Ismo Pöllänen, Tommi Pöllänen, Aarni Silvonen, Riku Teittinen ja Ville Penttinen.



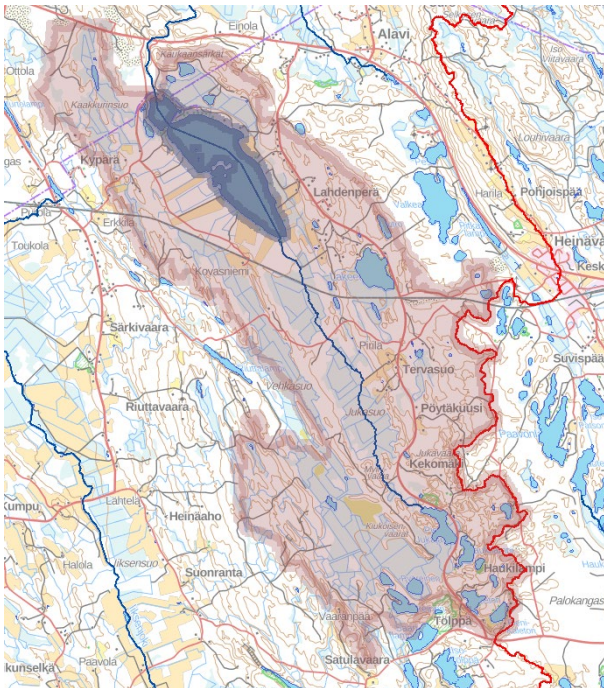
Näkymä Kissapuron alajuoksulle rakennetusta pohjakynnyksestä 08.12.2020



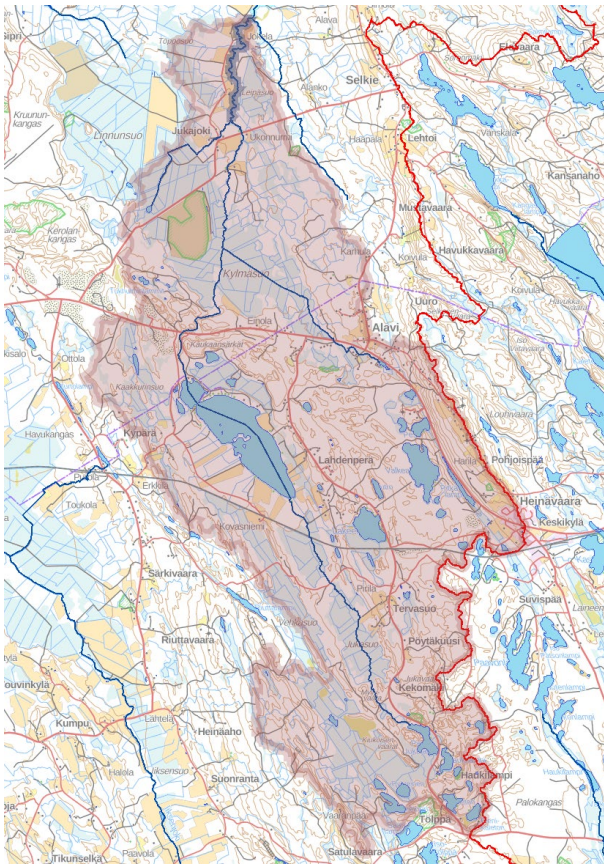
## 2 Tutkimusalue

### 2.1 Kissapuron vesistöalueen yleiskuvaus

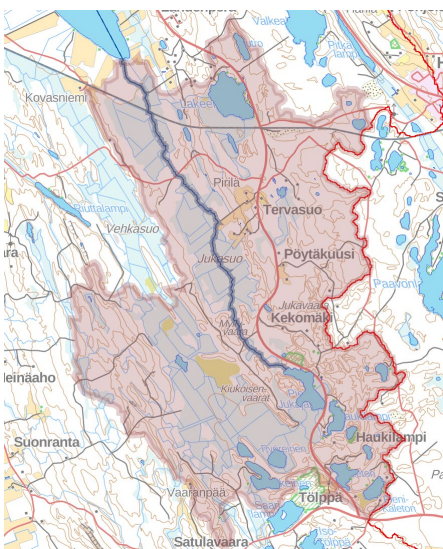
Kissapuron vesistöalue (26 km<sup>2</sup>, järvisyys 4,5 %) on Jukajärven suurin osavesistöalue (kuva 2). Sen osuus järven koko vesistöalueesta on noin 59 % ja valuma-alueesta noin 61 % (kuvat 1 ja 2). Siten Kissapuron merkitys Jukajärveen päätyvästä kokonaisainevirtaamasta on ollut ja edelleen on merkittävä, aineesta ja valuma-alueen maankäytön vaihteluista riippuen. Jukajärvi (vesiala 2,18 km<sup>2</sup>) laskee Jukajokea myöten Pielisjokeen. Jukajoen koko vesistöalueen pinta-ala on 82,3 km<sup>2</sup>, josta järvien ja lampien osuus on noin 5,2 % (kuva 1a). Jukajärven–Jukajoen vesistöalueella on toteutettu monipuolista kunnostus- ja hoitohanketta vuodesta 2012 lähtien (esim. Mustonen & Mustonen 2013, Tossavainen 2014, 2016a, 2016b, 2018, 2019, 2020).



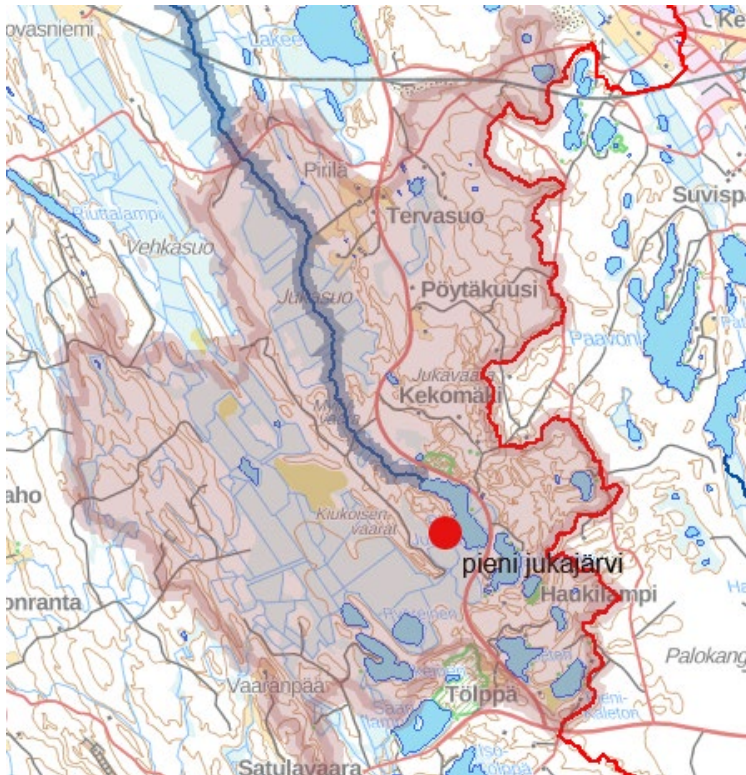
**Kuva 1.** Jukajärven vesistöalue. Sen kokonaisala on 43,90 km<sup>2</sup> ja järvisyys 7,7 % (3,38 km<sup>2</sup>), joten valuma-alueen pinta-ala on noin 40,52 km<sup>2</sup>. Rajaus on määritetty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10 -ohjelmalla 13.01.2021.



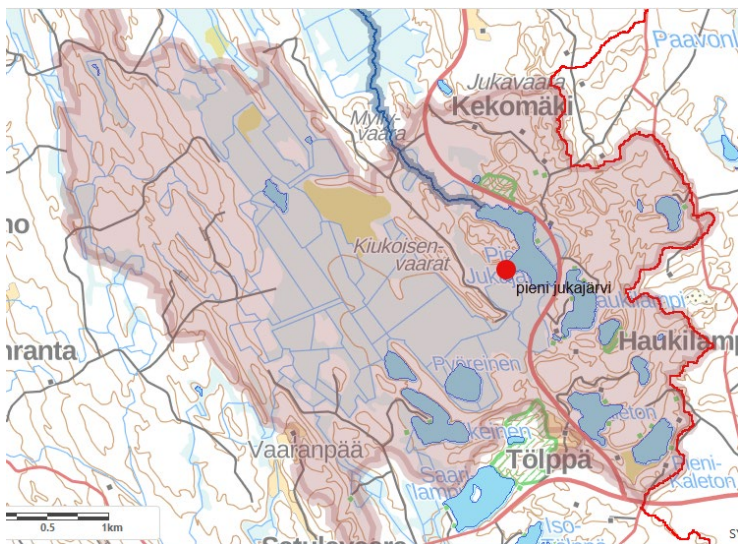
**Kuva 1a.** Jukajoen vesistöalue. Sen kokonaisala on 82,3 km<sup>2</sup> ja järvisyys on 5,2 %. Rajaus on määritetty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10-ohjelmalla 21.01.2021.



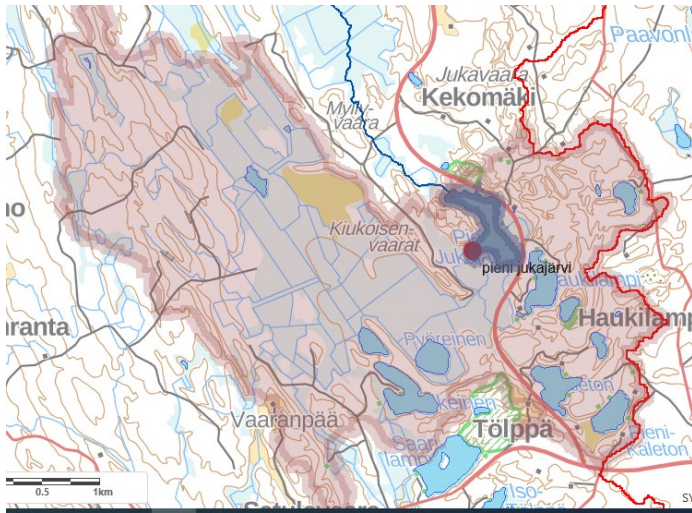
**Kuva 2.** Kissapuron vesistöalue. Sen kokonaisala on 26,0 km<sup>2</sup> ja järvisyys 4,5 % (1,2 km<sup>2</sup>). Tällöin valuma-alueen pinta-ala on noin 24,8 km<sup>2</sup>. Rajaus on tehty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10 -ohjelmalla 13.01.2021.



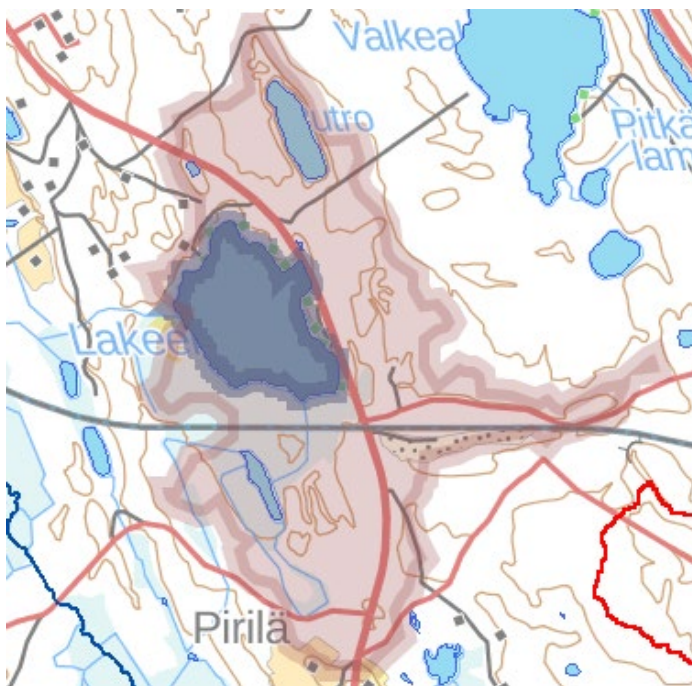
**Kuva 3.** Kissa-puron vesistöalue Kissa-puron tien havaintopaikan yläpuolella. Kokonaisala on 21,05 km<sup>2</sup> ja järvisuus 3,6 % (0,76 km<sup>2</sup>). Siten valuma-alueen pinta-ala on 20,29 km<sup>2</sup>. Rajaus on tehty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10 -ohjelmalla 16.12.2020.



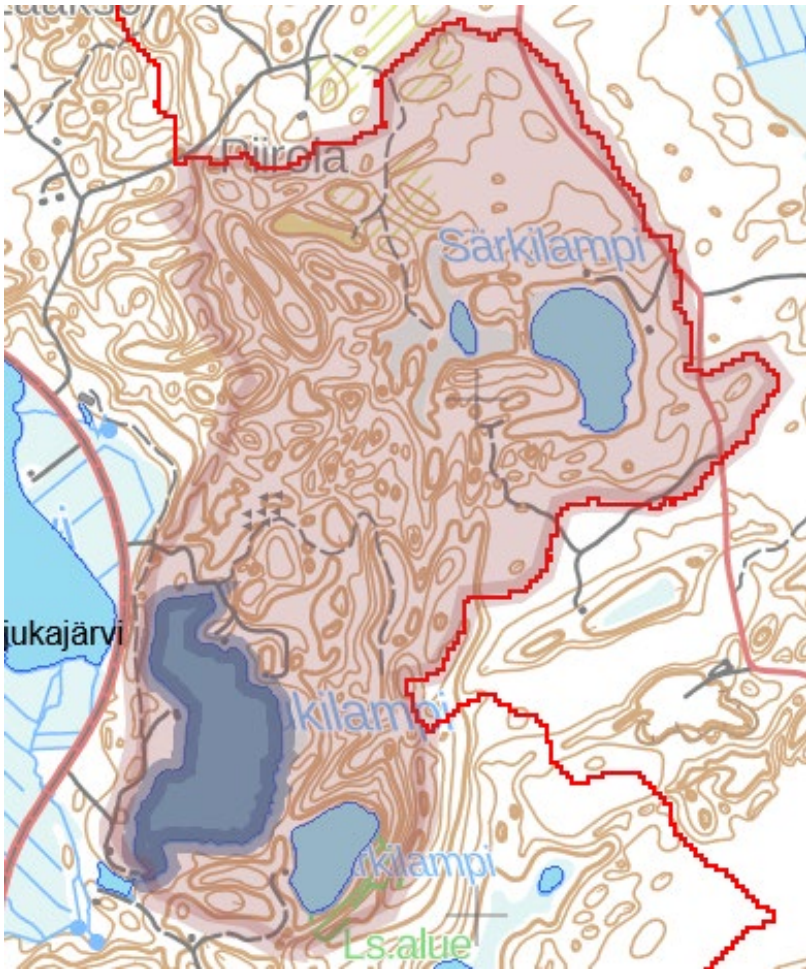
**Kuva 4.** Kissa-puron vesistöalue Alatammen havaintopaikan yläpuolella. Kokonaisala on 12,96 km<sup>2</sup> ja järvisuus 5,5 % (0,71 km<sup>2</sup>). Siten valuma-alueen pinta-ala on 12,25 km<sup>2</sup>. Rajaus on tehty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10 -ohjelmalla 16.12.2020.



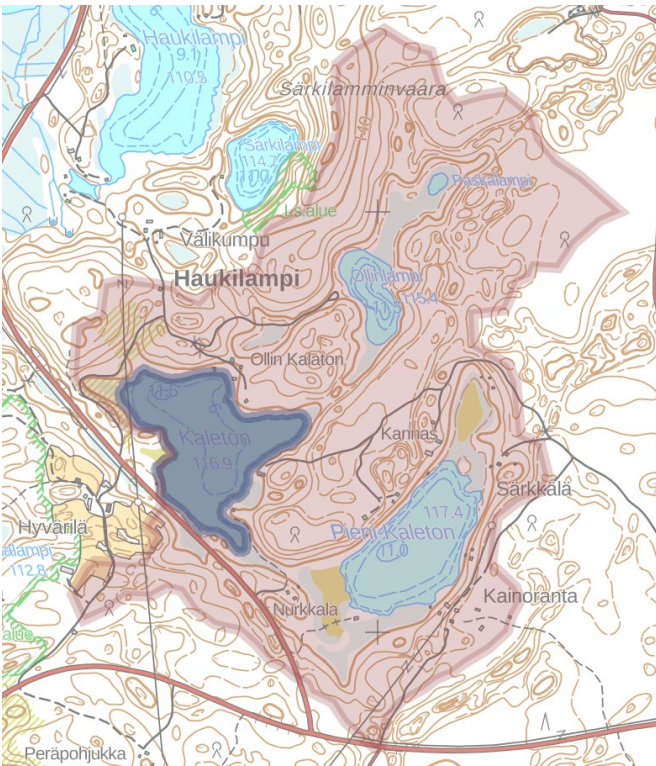
**Kuva 5.** Pienen Jukajärven ja samalla Ylätammen havaintopaikan vesistöalue. Kokonaisala on 11,82 km<sup>2</sup> ja järvisyys 5,9 % (0,70 km<sup>2</sup>). Siten valuma-alueen pinta-ala on 11,12 km<sup>2</sup>. Rajaus on tehty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10 -ohjelmalla 16.12.2020.



**Kuva 6.** Lakeenjärven vesistöalue. Kokonaisala on 2,47 km<sup>2</sup> ja järvisyys 15,5 % (0,38 km<sup>2</sup>). Siten valuma-alueen pinta-ala on 2,09 km<sup>2</sup>. Rajaus on tehty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10 -ohjelmalla 16.12.2020. Rajaus on osittain virheellinen. Lakeenjärven todellinen lasku-uoma on järvestä suoraan etelään lähtevä ja rautatien vartta länteen virtaava metsäoja, ei karttasanan "Lakeenjärvi" välittömästi pohjoispuolinen uoma (Tarmo Tossavainen, maastotarkastus 6.11.2019). Katso myös kuva 51a.



**Kuva 7.** Haukilammen vesistöalue. Kokonaisala on 1,22 km<sup>2</sup> ja järvisyys 11,7 % (0,14 km<sup>2</sup>). Siten varaluma-alueen pinta-ala on 1,08 km<sup>2</sup>. Rajaus on tehty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10 -ohjelmalla 16.12.2020.



**Kuva 8.** Kalettoman vesistöalue. Kokonaisala on 1,15 km<sup>2</sup> ja järvisyys 15,0 % (0,17 km<sup>2</sup>). Siten valuma-alueen pinta-ala on 0,98 km<sup>2</sup>. Rajaus on tehty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10 –ohjelmalla 17.12.2020.

Kissapuro on voimakkaasti perattu uittouomaksi maamme itsenäisyyden alkuvuosikymmeninä Jukajärven ja Pienen Jukajärven väliltä. Pääosa kivistä on poistettu uomasta puron penkereille tai muutoin uoman pohja on siloiteltu. Purouoman mutkittelevat eli meanderoivat osuudet on oikaistu. Useimmat näistä uoman lenkeistä ovat jääneet varsinaisen vesiekosysteemin ulkopuolelle ja vähitellen kasvettuneet terrestriseksi ekosysteemeiksi. Jotkut kuiville jääneet meanderoivat puron osuudet voidaan vielä havaita maastossa. Kuiville jäänyt lenkki on usein niin voimakkaasti kasvanut umpeen, että sitä on vaikea enää havaita maastossa. Yleisesti maamme virtavesiä intensiivisesti perattiin uiton tarpeisiin 1920-luvulta alkaen 1940-luvulle saakka (esimerkiksi Metsähallitus 1921, 1935). Pienimmät uittoperatut uomat ovat olleet valuma-alueeltaan noin 10 km<sup>2</sup>. Viimeiset keväiset irto- eli ”rymy”uutot on tehty tämänkaltaisissa pienissä ja pienkehöissä virtavesissä, yleensä latvavesissä, Pohjois-Karjalassa tietävästi lähinnä 1950-luvun lopulla.



**Kuva 9.** Kissapurosta nostettu, ammoisista keväisistä irto- eli "rymy"uitoista, jäänyt lähes kuusimetrisen sahatukki syyskuussa 2020 Kissapuron alajuoksulla.

Kissapuron koko vesistöalueesta (26,0 km<sup>2</sup>) on metsätalousmaata noin 92 % (noin 23,9 km<sup>2</sup>), vesialueita noin 4,5 % (noin 1,2 km<sup>2</sup>) ja viljelysmaata noin 0,4 % (noin 10 hehtaaria). Nämä tiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10-ohjelmasta 13.01.2021. Siten metsätalous on aivan keskeinen valuma-alueen maankäyttömuoto ja mahdollinen kuormittaja. Yleisesti merkittävimmät vesistökuormitusta kohottavat metsätalouden toimet ovat turvemaiden ja kangasmaiden soistumien uudis- sekä kunnostus- ja täydennysojitukset, päätehakkuut ja niiden jälkeiset maanmuokkaukset ja turvemaiden fosforilannoitukset. Kissapuro virtaa koko matkaltaan ojitettujen turvemaiden halki, joten ajoittain ainakin uudisojitusvaiheessa Kissapuron vedenlaatu ja koko ekologinen tila on ollut erittäin heikko. Tämä on ilmennyt selkeästi Jukajärven ajoittaisena erittäin vakavana happamoitumisena. Alimmillaan Jukajärven veden alimmat havaitut pH-arvot ovat 1970- ja 1980-luvuilla olleet 3,7 (Tossavainen 2020, 63,64). Kissapuron rännimäinen rakenne uittoperkausten vuoksi on edistänyt kaikkinaisen kuormituksen

(liettävä orgaaninen ja epäorgaaninen kiintoaines, ravinteet, raskasmetallit, happamuus) vauhdikasta huuhtoutumista aina Jukajärveen saakka. Tämä valuma-alueen menneen maankäytön ja sen vaikutusten spekulointi on turhaa, koska vesistön kunnostus- ja hoitohankkeen lähtökohta on vain ja ainoastaan nykyinen tila, josta on ponnistettava eteenpäin kohti parempaa fysikaalis-kemiallista ja ekologista ekosysteemin tilaa. Tavoitetilan asettamiselle mahdollisista havainnoista ja mittaustuloksista ajalta ennen raskasta antropogeenistä kuormitusta voi olla merkittävää hyötyä. Niitä on Jukajoen-Jukajärven vesistöalueelta kertynyt jokseenkin niukasti. Paikallisten ihmisten vesistöhavaintojen järjestelmällisessä hyödyntämisessä tutkijatohtori Tero Mustonen Itä-Suomen yliopistosta on tehnyt merkittävää työtä (esim. Mustonen & Mustonen 2013, Mustonen & Tossavainen 2018). Jukajärven varhaisimmat vedenlaadun viralliset mittaukset on tehty 1960-luvun lopulla (esim. Tossavainen 2020, 59–66). Pienen Jukajärven vedenlaadun mittaukset syksyllä 1975 on ehkä tehty ennen valuma-alueen laajimpia metsäojituksia (katso tarkemmin kappale 4.2). Lakeenjärven ensimmäinen vedenlaadun virallinen tutkimus on tehty joulukuussa 1975 (Suomen Ympäristökeskus, Herta - ympäristötietojärjestelmä, katso myös kappale 4.3).



**Kuva 10.** Kissapuron alajuoksulle laskeva metsäoja uudisojituksen jäljiltä kasvettuneena marraskuussa 2020.





**Kuva 11.** Kissapuron keskisellä alajuoksulla sijaitseva kunnostusojitusalueen laskeutusallas marraskuussa 2020. Kunnostusojitus on tehty noin 15 vuotta sitten.



**Kuva 12.** Kissapuron alajuoksulle syksyllä 2015 kaivettu metsäojitusalueen laskeutusallas. Se laskee vetensä ja ainevirtaamansa kuvassa 13 esitettyyn laskeutusaltaaseen, joka laskee välittömästi Kissapuroon.



**Kuva 13.** Kissapuron alajuoksun varteen syksyllä 2015 kaivettu metsäojitusalueen laskeutusallas. Altaasta lähtevään uomaan on äskettäin asetettu lujitemuovinen pressu ja sen päälle painoksi sepeliä eroosiosuojaukseksi.

## 2.2 Kissapuron kunnostusrakenteet

Vuosina 2016–2020 Kissapuroon on rakennettu noin 30 pohjakynnystä Jukajärven ja Pienen Jukajärven välille (kuvat 14–19). Lisäksi Kissapuron alajuoksulla on tehty muutamia luontaiseen, meanderoivaan uomaan ohjauksia (kuvat 15 ja 16). Kissapuron kunnostustyöt ovat osa laajaa ja varsin monipuolista Jukajärven–Jukajoen kunnostushanketta. Hanke on aloitettu vuonna 2012 ja sen vetäjänä ovat Selkien (Kontiolahti) kyläyhdistys ja Osuuskunta Lumimuutos. Näiden tahojen vastuuhenkilönä toimii tutkijatohtori, dosentti Tero Mustonen. Vesistökuunnostusyrittäjä Janne Raassina Kontiolahdelta on toteuttanut toistaiseksi kaikki Kissapuron vesistöalueen kunnostustyöt.

Kissapuron pohjakynnysten kivimateriaali on tuotu muualta traktorilla ja mönkijällä. Kunkin kynnykseen on käytetty kiveä noin puolenkymmentä kuutiometriä. Kynnys on laakeasti uoman virtaussuunnassa muutaman metrin mittainen, parin-kolmen metrin levyinen (uoman rannalta toiselle) ja enimmillään noin metrin korkuinen välittömästi ylä- ja alapuoliseen uoman pohjaan verrattuna. Kynnyksen yläjuoksun puolelle on muodostunut allas, jonka tilavuus on karkeasti laskettuna keskimäärin noin 100–200 m<sup>3</sup>. Siten nämä 30 pohjakynnystä muodostavat Kissapuron uomaan altaat, joiden kokonaistilavuus on noin 3000...6000 m<sup>3</sup>.

Syksyllä 2016 tämä pohjakynnysten muodostamien altaiden tilavuus ja myös pinta-ala on määritetty tarkemmin Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan Tarmo Tossavaisen Vesiekosysteemien opintojaksolla yhdessä Pohjois-Karjalan Ammattiopiston maanmittaustekniikan opiskelijoiden ja heidän välineistönsä avulla. Ammattiopiston opiskelijoiden työnohjaajana oli lehtori, maanmittausinsinööri Seppo Myller. Rullamittojen ja mittakeppien lisäksi mittaukseen käytettiin GPS-satelliittipaikanninlaitetta, jonka antamien välittömästi differentiaalikorjattujen koordinaattien tarkkuus myös korkeussuunnassa oli noin 1,5...2 cm. Tällä tavoin määritetty kaikkien pohjakynnysten muodostamien altaiden kokonaistilavuus oli tuolloin noin 4400 m<sup>3</sup> ja pinta-ala noin 7000 m<sup>2</sup>. Mittauksen ja tulosten yksityiskohdat on esitetty Juha-Matti Ovaskaisen ja Mia Rouvisen opinnäytetyössä (Ovaskainen ja Rouvinen 2017, 85–86). Siten syksyn 2016 mittaustulos (4400 m<sup>3</sup>) osuu täsmälleen edellä mainitun Tarmo Tossavaisen karkeahkon arviohaarukan (noin 3000...6000 m<sup>3</sup>) keskelle. Huomattakoon, että syksyn 2016 jälkeen Kissapuroon on rakennettu noin puolenkymmentä pohjakynnystä lisää, pääosin Alattammen alueelle. Tällöin allastilavuus ja –pinta-ala on tietenkin hiukan suurentunut.

Pohjakynnys muodostaa koskimaisen alueen Kissapuroon. Pohjakynnyksen muodostaman altaan hidavirtaamisessa yläjuoksun puoleisessa päässä veden virtausnopeus on noin 10 cm/s ja pohjakynnyksen yli ja läpi virratessaan noin 80...100 cm/s.

Kun pohjakynnysten muodostamien altaiden tilavuus tunnetaan, voimme arvioida niiden aiheuttaman lisäviipymän Kissapuron vedelle. Valtaosa pohjakynnyksistä sijaitsee Kissapuron alajuoksulla, jossa valuma-alueen pinta-ala on noin 20 km<sup>2</sup>. Tällöin vuosien 2000–2011 Suomen vuosikeskivaluman ( $M_q = 9,7 \text{ l/s km}^2$ , Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2013) perusteella keskivirtaama on Kissapuron tuolla kohdin noin 200 l/s. Kun allastilavuudeksi asetetaan 5000 m<sup>3</sup> (syksyn 2016 määräys + sen jälkeinen arvioitu allaslisäys), niin viipymälisäys on noin 7 tuntia. Selkeässä alivirtaamatilanteessa ( $q$  esimerkiksi 3 l/s km<sup>2</sup>) tämä viipymä on vastaavasti noin yksi vuorokausi. Voimakkaan kevät- tai

syysylivirtaaman ( $q$  esimerkiksi noin  $30 \text{ l/s km}^2$ ) aikana viipymä on vain noin pari tuntia. Pitkän alivirtaamajakson aikana (kesä/talvi) ainesta sedimentoituu altaisiin, tuotantokaudella vaihteleva akvaattinen ja terrestrinen eliöstö kehittyy ja hyödyntää tätä ainesta, kunnes ylivirtaamajaksot huuhtelevat, siirtävät ja kinostavat uudelleen kaikkea tätä orgaanista ja epäorgaanista ainesta.

**Taulukko 1.** Pohjakynnysten keskeiset vaikutukset virtavesiekosysteemiin.

<b>Vaikutusmekanismi</b>	<b>Keskeiset vaikutukset</b>
Veden viipymän lisäys allastumisen seurauksena	Fysikaalis-kemialliset vaikutukset; raskaampien ainesten sedimentaatio lähinnä alivirtaamajakoilla
Veden virtausnopeuden merkittävä kohoaminen, koskimainen kuohunta pohjakynnyksen yli ja läpi	Fysikaalis-kemialliset vaikutukset; veden hapettuminen, orgaanisen aineksen hajoamisen (mineralisaation) nopeutuminen, eräiden metallien (rauta, mangaani) hapettuminen ja pidättyminen kynnysrakenteisiin
Virtausnopeuksien ja potentiaalisten kasvualustojen ja muiden kasvu-, ruokailu- ja piilopaikkojen merkittävä monipuolistuminen pohjakynnyksen ja allastumisen seurauksena	Vähittäinen virtavesiekosysteemin biodiversiteetin (perustuottajat [mikro- ja makroperifytonlevät, vesisammalet ja muut makrofytyt], kuluttajat ja hajottajat [pohjaeläimistö ts. benttinen mikro- ja makrofauna, heterotrofinen perifytoneliöstö, kalasto, rapu]) monipuolistuminen. Tämä kestää; vaikutusten odotukseen ei sovi kvartaalitalouden kärsimätön mentaliteetti. Esimerkiksi vesisammalten kasvu ja levittäytyminen pohjoisissa oloissamme on hyvin hidasta. Peratun purouoman sammalkatteen palautuminen voi kestää toistakymmentä vuotta (Eloranta 2010, 189–190). Eräs tyypillinen karujen ja karuhkojen virtavesien makrofytytti, isovesinäkinsammal ( <i>Fontinalis antipyretica</i> ) on todettu myös tehokkaaksikin ainevirtaamien pidättäjäksi, jonka siirtoistutusta on kokeiltu (esim. Lyytikäinen 2001, Eloranta 2020, 190). Eliöstön ja edelleen biodiversiteetin kehittymiselle voidaan siis myös antaa aktiivisesti vauhtia.
Veden lämpötilan kohoaminen allastuksen seurauksena	Fysikaalis-kemiallisten (pohjimmiltaan usein mikrobiologisten) prosessien, kuten orgaanisen aineksen hajoamisen nopeutuminen



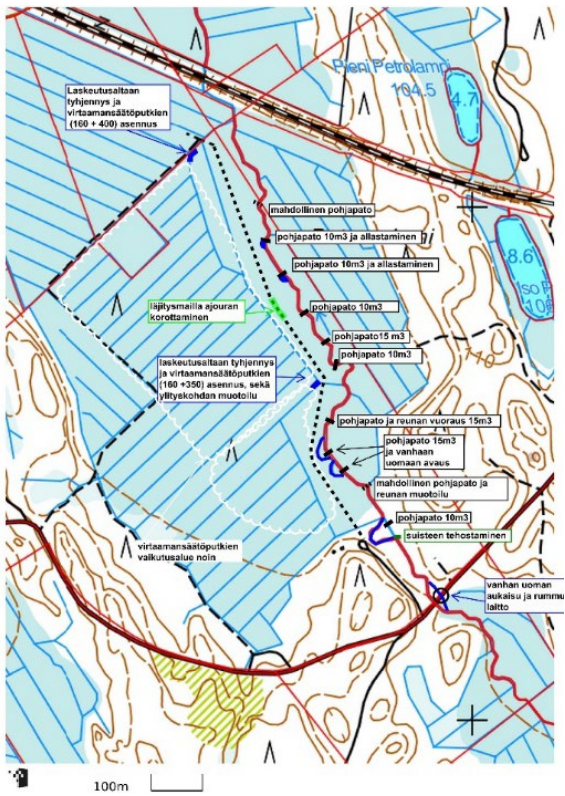
**Kuva 14.** Näkymä Kissapuron alajuoksun pohjakynnykselle lokakuussa 2020.



**Kuva 15.** Kissapuro alittaa Kissapurontien 02.06.2020. Vasen uoma on uittoa varten kaivettu, ja siihen on kesällä 2016 rakennettu pohjakynnys. Kynnyksen ansiosta osa Kissapuron vedestä kääntyy oikeanpuoleiseen luontaiseen mutkittelevaan eli meanderoivaan uomaan. Luontaiselle uomalle on rakennettu myös rumpu Kissapurontien ali.



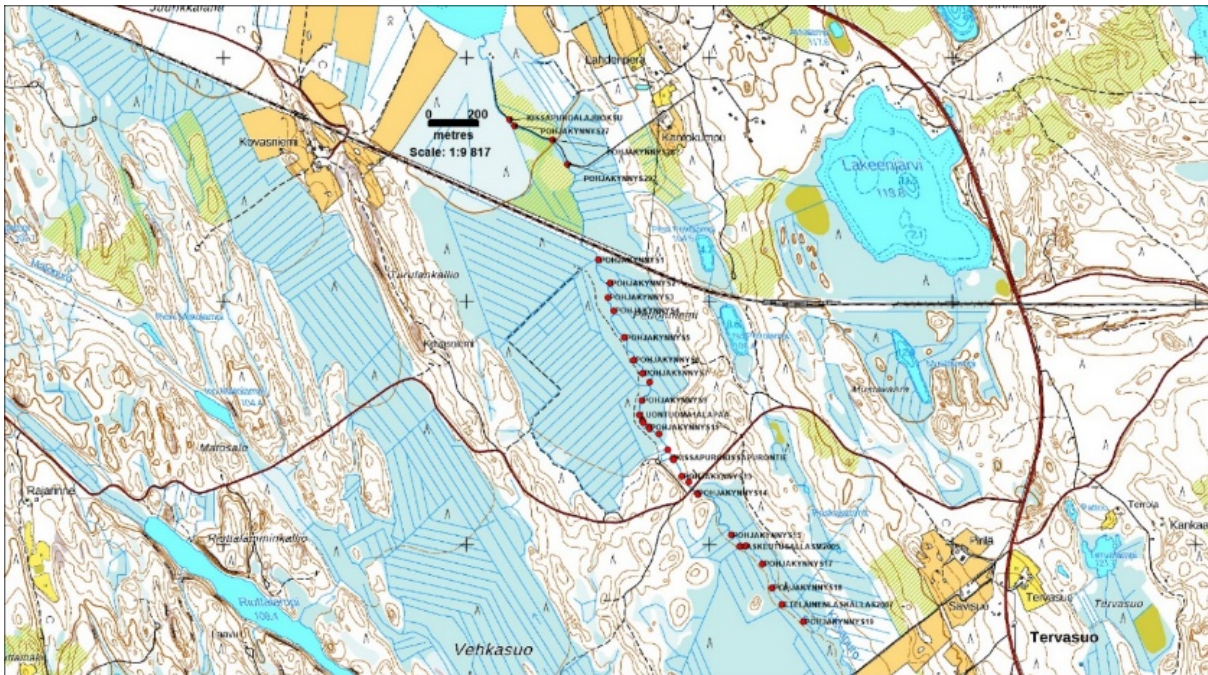
**Kuva 16.** Tarmo Tossavainen valmistautuu virtaamamittaukseen Kissapurin alajuoksulla 02.06.2020. Mittaajan selän takana on pohjakynnys, jonka ansiosta osa Kissapurin vedestä ja samalla ainevirtaamasta ohjautuu vasemmalla pilkottavaan mutkittelevaan eli meandroivaan uomaan. Kuva: Vesa Antikainen.



**Kuva 16a.** Kissanpurontien ja rautatien välisten ve-  
siensuojeluteknisten ja kunnostusrakenteiden yleis-  
suunnitelma syksyllä 2015 (Janne Raassina, lokakuu  
2015).



**Kuva 17.** Kissanpuro kaikkien pohjakynnysten  
sijainti syksyllä 2020. Pohjakartta: Maanmit-  
tauslaitos, marraskuu 2020.



**Kuva 18.** Kissapuron alajuoksun pohjakynnysten sijainti syksyllä 2020. Pohjakartta: Maanmittauslaitos, marraskuu 2020.



**Kuva 19.** Kissapuron yläjuoksun pohjakynnysten sijainti syksyllä 2020. Pohjakartta: Maanmittauslaitos, marraskuu 2020.





**Kuva 20.** Aivan Kissapuron latvoilla sijaitsevan Vehkasuon kosteikon rakennustyö etenee 26.01.2017. Lähinnä kameraa vesistökunnostusyrittäjä, työstä vastaava Janne Raassina.



**Kuva 21.** Vehkasuon kosteikon kokonaisuus hahmottumassa 26.01.2017.

## 3 Aineisto ja menetelmät

Vedenlaadun, virtaamien, pohjaeläimistön ja pohjasedimentin mittausten sekä havaintojen ajankohdat ilmenevät kappaleesta 4 sekä liitteestä 1. Tämän raportin aineiston hankinnassa käytetyt välineet on esitetty taulukossa 2. Kenttä- ja laboratoriotyöskentelyä on esitelty kuvissa 24–32.

**Taulukko 2.** Tässä tutkimuksessa käytetyt keskeiset laitteet ja välineet.

Tutkimusvaihe	Laitteet ja menetelmät
Pohjasedimentin näytteenotto	Turvekaira, näytteenotto-osan pituus 1,0 m, jatkovarret
Pohjasedimentin redox-potentiaalin mitta	Viipaloiva Limnos-sedimenttinoudin, redox-kenttämittari EZDO8200M, elektrodin kalibrointiliuos
Virtaamamittaus	Flowatch™ -siivikko varusteineen
Pohjaeläimistö	Ekman-tyyppinen näytteenotin varusteineen järvi- ja kosteikkohavaintopaikoilla potkuhaavi varusteineen virtavesien havaintopaikoilla, mikroskoopit
Vesinäytteenotto ja laboratorioanalyysit (Karelia-amk)	Limnos-vesinäytteenotin, filttarifotometri WTW S 12 A (Saksa) varusteineen, pH-mittari EZDO8200M, happikenttämittari YSI ODO
Veden laboratorioanalyysit	Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, Joensuun laboratorio
Havaintopaikkojen koordinaattien tallennus	Garmin GPSMAP64 –satelliittipaikanninlaite; Koordinaattien tarkkuus ±2...±3 metriä
Muut keskeiset varusteet	Ahkiot, moottorisaha, jääkairat (4" ja 6"), luotinaru, rullamitta

Ainevirtaamat (= antropogeenisen kuormituksen ja luonnonhuuhtoutuman summa) on laskettu yhtälöllä 1;

$$L_{\text{vuosi}} = C_{\text{virtaamapainotettu keskiarvo}} \times M_{Q_{2000-2011}} \times 31\,536\,000, \quad (1)$$

jossa

$$C_{\text{virtaamapainotettu keskiarvo}} = (C_1 \times Q_1) + (C_2 \times Q_2) + (C_3 \times Q_3) + (C_4 \times Q_4) + (C_n + Q_n) / (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_n),$$

jossa  $C_{1..n}$  = ainepitoisuus kullakin viidellä havaintokerralla

$Q_{1..n}$  = virtaama kullakin viidellä havaintokerralla.

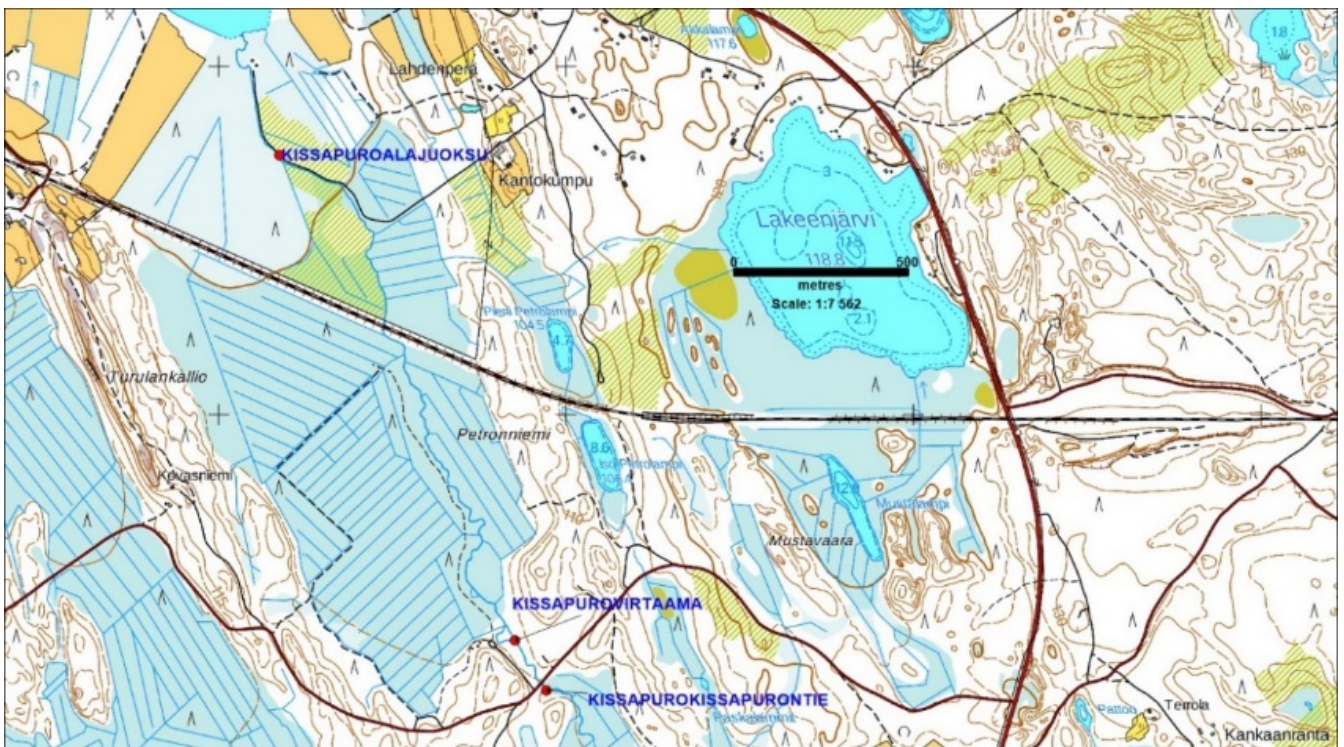
$M_{Q_{2000-2011}}$  = vuosikeskivirtaama =  $M_{q_{2000-2011, \text{Suomi}}}$  (9,7 l/s km<sup>2</sup> [Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2013]) x uoman yläpuolinen valuma-alue (km<sup>2</sup>) ja 31 536 000 = vuodessa oleva sekuntien määrä.

“Happamuuden”, ts. veteen liuenneiden protonien eli oksoniumionien ainevirtaamaa laskettaessa pH-arvot muutettiin ensin oksoniumionipitoisuudeksi (vetyionien aktiivisuudeksi,  $[H_3O^+]$ ).

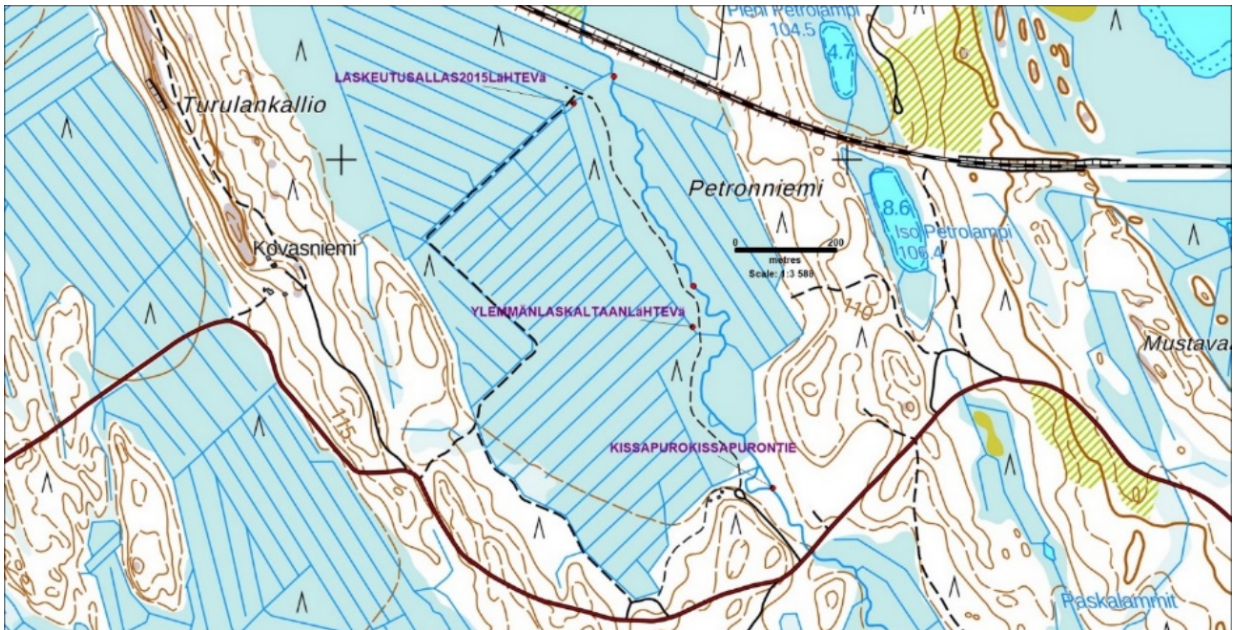
Esimerkki;

$$pH = 3,71 \rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3,71} \text{ mol/l} \approx 1,9498446 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

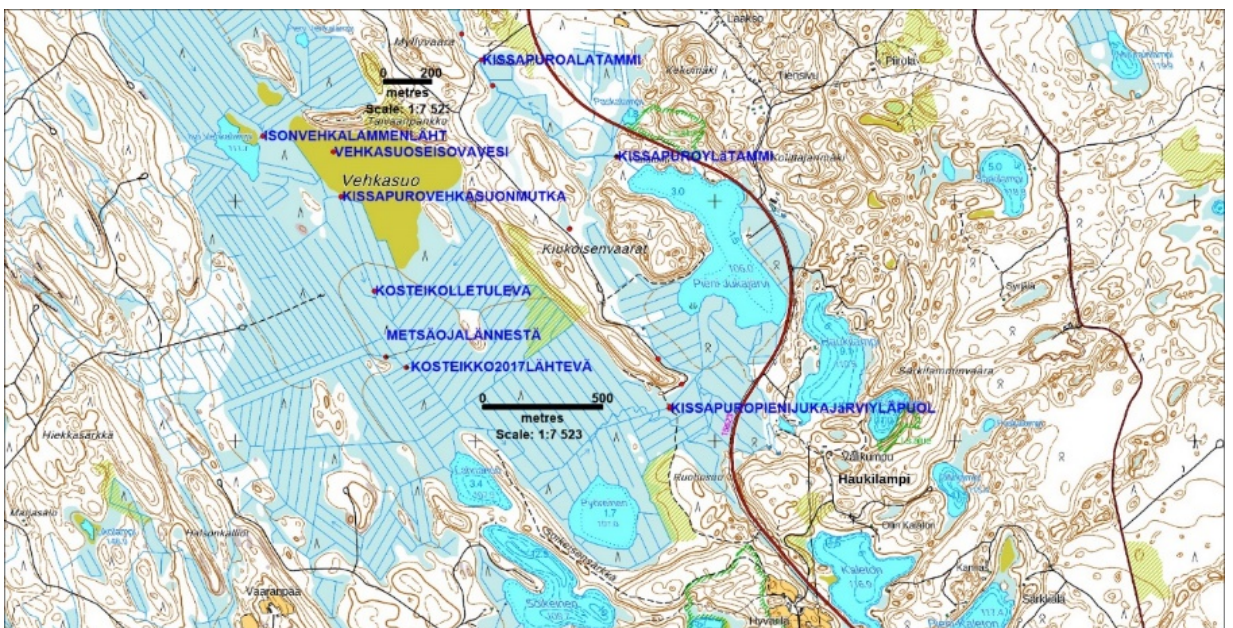
Näin meneteltiin myös laskettaessa keskimääräiset, virtaamapainotetut pH-arvot.



**Kuva 22.** Kissapuron alajuoksun vedenlaadun, virtaamien ja pohjaeläimistön havaintopaikat vuonna 2020. Alkuperäinen pohjakartta: Maanmittauslaitos, avoimien aineistojen tiedostopalvelu, joulukuu 2020.



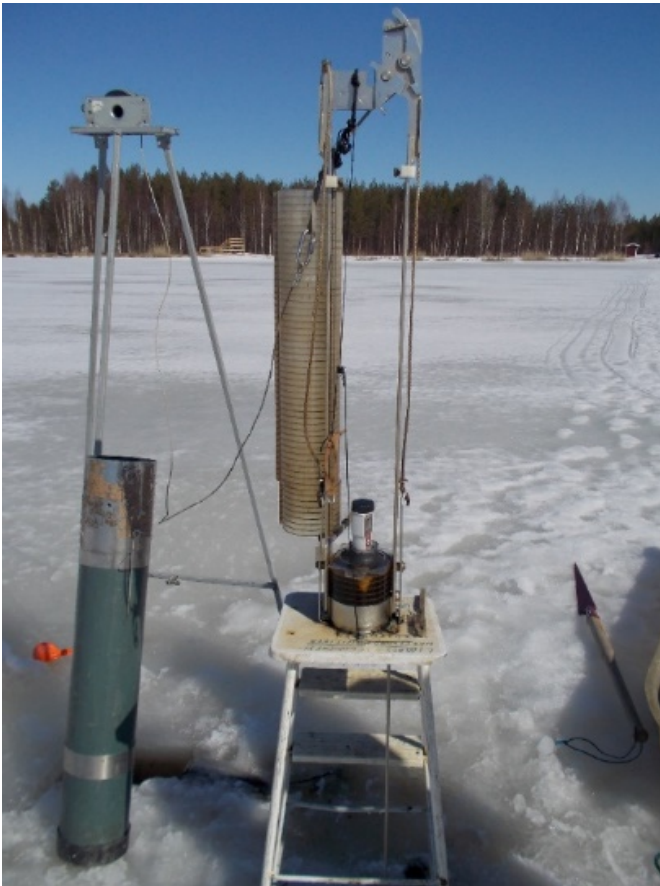
**Kuva 22a.** Syksyllä 2015 tehdyn kunnostusojituksen vedenlaadun ja virtaamien havaintopaikat vuonna 2020. Pohjakartta: Maanmittauslaitos, avoimet tiedostot, syksy 2020.



**Kuva 23.** Kissa-puron yläjuoksun vedenlaadun, virtaamien ja pohjaeläimistön havaintopaikat vuonna 2020. Alkuperäinen pohjakartta: Maanmittauslaitos, avoimien aineistojen tiedostopalvelu, joulukuu 2020.



**Kuva 24.** Vesinäytteenoton välineet Kissapuron alatammen havaintopaikalla 08.12.2020.



**Kuva 25.** Linnunsuon kosteikon pintasedimentin hapetus-pelkistysasteen (redox-potentiaalin) mittaus huhtikuussa 2019.



**Kuva 26.** Kissapuron vesinäytteiden metallipitoisuuksien mittaus WTW S 12 A –filterifotometrillä 09.12.2020.



**Kuva 27.** Kissapuron vesinäytteiden pH-mittaus 09.12.2020.



**Kuva 28.** Kissapuron vesinäytteiden sähkönjohtavuuden mittaus 09.12.2020.



**Kuva 29.** Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelija Ville Hirvonen mittaa Kissapuron virtaamaa syyskuussa 2020. Meneillään on virtausnopeuksien mittaus Flowwatch™ -siivikolla.



**Kuva 30.** Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelija Ismo Pöllänen ottaa pohjaeläinnäytettä potkuhaavilla Kissapuron Alatammen havaintopaikalla lokakuussa 2020.



**Kuva 31.** Tarmo Tossavainen on ottanut potkuhaavilla pohjaeläinnäytteen Kissapurosta syyskuussa 2020. Avustamassa siiviläsankon kanssa Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelija Elli Majoinen.





**Kuva 32.** Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat Tommi Pöllänen ja Merva Nyholm siivilöivät potkuhaavilla otettua pohjaeläinnäytettä Kissapuron Ylätammen havaintopaikalla 01.10.2020.

Kissapuron pohjaeläimistön biodiversiteettiä arvioitiin ns. Shannon-Wiener -indeksin avulla (esim. Ramboll 2016). Se tunnetaan myös nimellä Shannonin entropia.

Shannonin entropia on tehollisen lajimäärän logaritmi

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

missä  $P_i$  on  $i$  lajin osuus paikan kokonaisuksilömäärästä. Indeksien arvo on sitä suurempi mitä enemmän lajeja havaitaan (taulukko 3).

**Taulukko 3.** Arvio biodiversiteetistä Shannon-Wiener -indeksin avulla.

Luokka	Indeksiarvo	Shannon-Wiener -indeksi
1	Erittäin korkea	> 3,71
2	Korkea	2,97 – 3,71
3	Melko korkea	2,22 – 2,97
4	Matala	1,48 – 2,22
5	Erittäin matala	< 1,48

## 4 Tulokset

### 4.1 Kissapuron vedenlaatu, hydrologia ja pohjaeläimistö

Kissapuron vedenlaadun ja virtaamien havainnot vuonna 2020 on esitetty taulukoissa 4–6 sekä kuvissa 33 ja 34. Pohjaeläinnäytteiden löydökset ilmenevät kuvista 42–49. Yksityiskohtaiset rinnakkaisnäytteiden tiedot ovat liitteessä 4.

**Taulukko 4.** Kissapuron alajuoksun ja Kissapurontien havaintopaikkojen vedenlaadun ja virtaamien havainnot vuonna 2020.

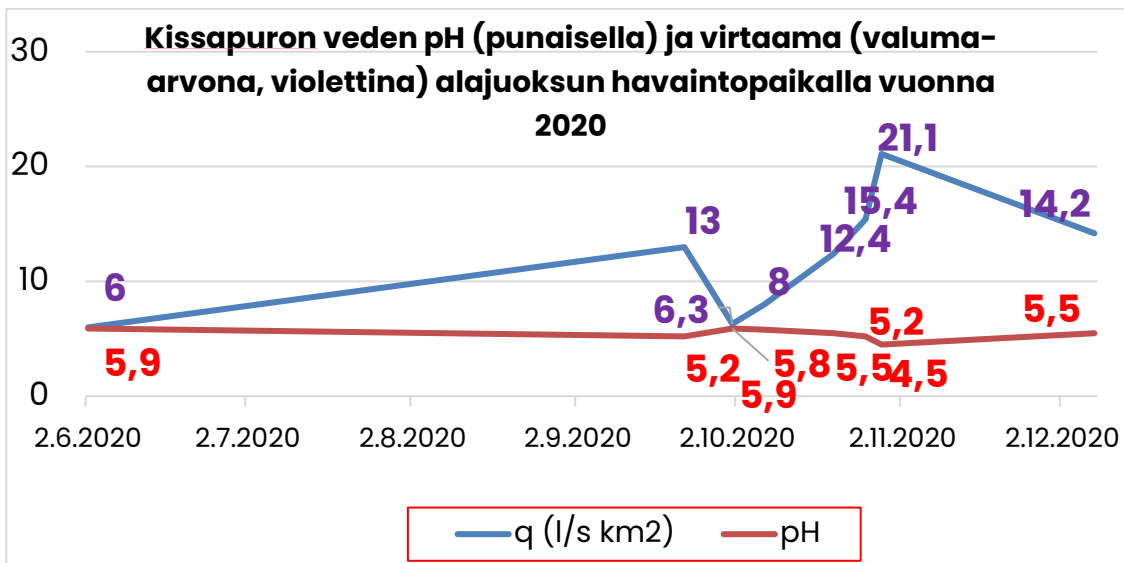
Havaintopaikka	Pvm	Q (l/s)	A vesistöalue (km <sup>2</sup> )	Vesialueet (% km <sup>2</sup> )	A valuma-alue (km <sup>2</sup> )	q (l/s km <sup>2</sup> )	Lt. (°C)	pH	Sähköjoht. (mS/m)	Fe (µg/l)	Mn (µg/l)	Al (µg/l)
Kissapuro, alajuoksu	02.06.	148,2	25,96	4,5 %, 1,17 km <sup>2</sup>	24,79	6,0	+12,7	5,9	3,9	1960	359	30
	22.09.	321,1				13,0	..	5,2	5,4	2523	..	..
	28.09.	..				..	+9,9	5,9	5,4	..	..	..
	01.10.	155				6,3	..	5,9	4,6	2190	..	..
	07.10.	197,1				8,0	+10,5	5,8	4,1	..	..	..
	20.10.	308,1				12,4	+4,2	5,5	..	..	..	..
	26.10.	382,3				15,4	+3,7	5,2	6,4	2890	..	..
	29.10.	522,1				21,1	+6,3	4,5	4,5	..	..	128
	08.12.	352,0				14,2	+0,4	5,5	4,4	2000	442	70
Kissapuro, Kissapurontie	02.06.	121,4	21,05	3,6 %, 0,76 km <sup>2</sup>	20,29	6,0	+12,8	5,9	3,7	1420	328	30
	22.09.	263,8				13,0	+9,7	5,3	5,4	2353	..	..
	28.09.					..	+9,6	5,7	6,3	..	..	..
	07.10.	161,3				7,9	+10,7	5,8	4,1	..	..	..
	19.10.	242,1				11,9	+4,7	5,6	..	..	..	..
	20.10.	252,2				12,4	+4,2	5,5	..	..	..	..
	26.10.	312,8				15,4	+3,7	5,3	5,9	2120	..	..
	29.10.	427,4				21,1	+6,2	4,7	4,2	..	..	120
	08.12.	287,4				14,2	+0,5	5,5	4,1	1660	429	47

**Taulukko 5a.** Kissapuron Alatammen, Ylätammen ja Pienen Jukajärven yläpuolisen havaintopaikan vedenlaadun ja virtaamien havainnot vuonna 2020.

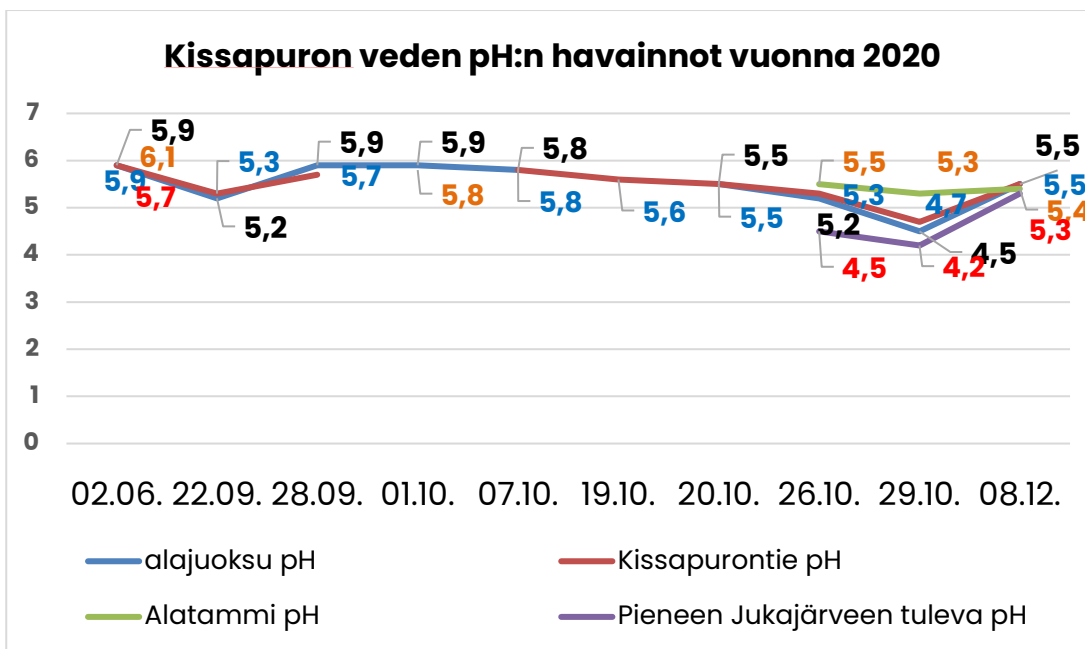
Havaintopaikka	Pvm	Q (l/s)	A <sub>vesistöalue</sub> (km <sup>2</sup> )	Vesialueet (% , km <sup>2</sup> )	A <sub>valuma-alue</sub> (km <sup>2</sup> )	q (l/s km <sup>2</sup> )	Lt. (°C)	pH	Sähk.joht. (mS/m)	Fe (µg/l)	Mn (µg/l)	Al (µg/l)
Kissapuro, Alatammi	02.06.	73,3	12,96	5,5 %, 0,71 km <sup>2</sup>	12,25	6,0	+16,7	6,1	3,6	910	328	0
	01.10.	77,2				6,3		5,8	4,4	1957	..	..
	26.10.	188,9				15,4	+3,7	5,5	6	1780	..	..
	29.10.	258,0				21,1		5,3	3,9	..	..	81
	08.12.	174,0				14,2	+1,4	5,4	4,1	1340	465	40
Kissapuro, Ylätammi	22.09.	144,6	11,82	5,9 %, 0,70 km <sup>2</sup>	11,12	13,0	..	5,5	5,7	1958	..	..
	01.10.	70,1				6,3	+10,8	5,8	4,7	1973	..	..
Kissapuro, Pienen Jukajärven tuleva	02.06.	54,2	9,45	4,3 %, 0,39 km <sup>2</sup>	9,06	6,0	+11,8	5,7	2,8	1820	490	80
	26.10.	139,7				15,4	+4,1	4,5	5,4	2290	..	..
	29.10.	190,8				21,1	+6,8	4,2	4,2	..	..	134
	08.12.	128,7				14,2	+0,3	5,3	3,3	1700	526	74

**Taulukko 5b.** Kissapuron alajuoksun kunnostusojitusalueen laskeutusaltaista lähtevän veden pH-havainnot vuonna 2020. Kunnostus- ja täydennysojitus on tehty syksyllä 2015.

Havaintopaikka	Pvm	Lämpötila (°C)	pH	q (l/s km <sup>2</sup> )
Ylempi laskeutusallas, alempaan laskeutusaltaaseen lähtevä	28.09.2020	+7,9	5,8	noin 10
	07.10.2020	+10,9	5,4	8,0
	20.10.2020	+2,7	4,5	12,4
Alempi laskeutusallas, Kissapuroon lähtevä	28.09.2020	+9,0	5,0	noin 10
	07.10.2020	+11,4	4,9	8,0
	20.10.2020	+2,0	4,2	12,4



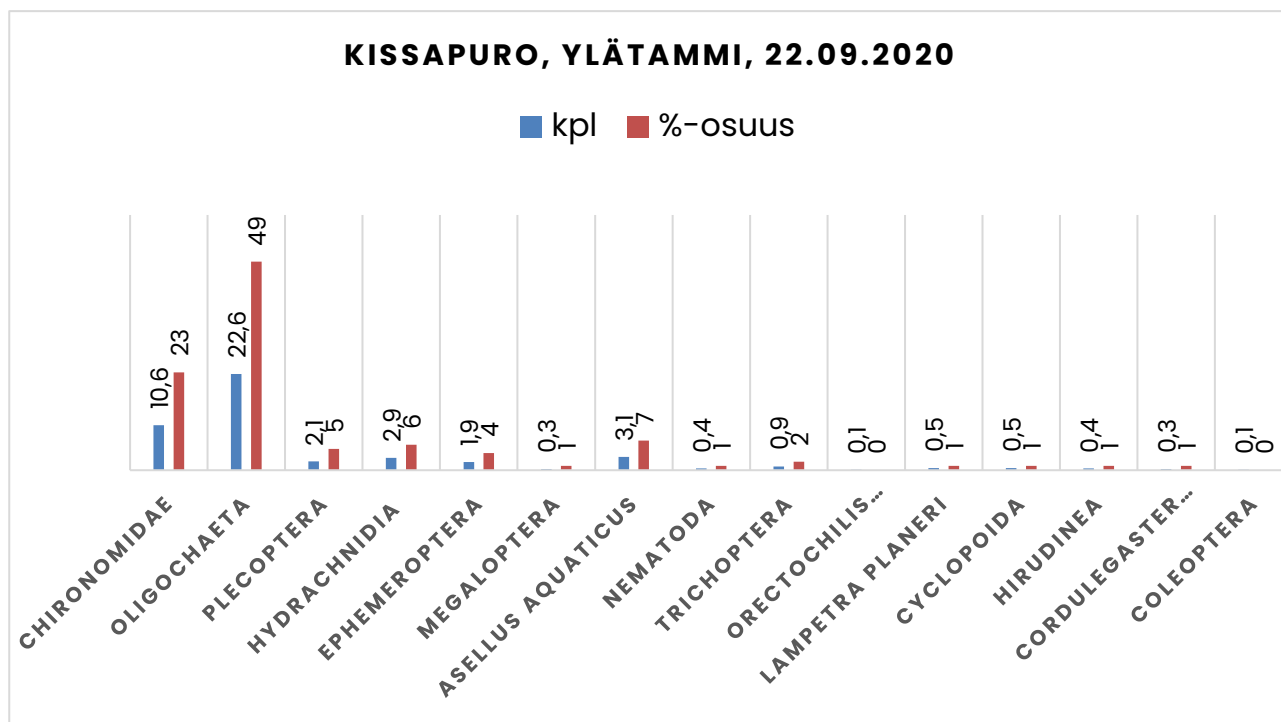
**Kuva 33.** Veden pH ja virtaama (l/s km<sup>2</sup>) Kissapuron alajuoksun havaintopaikalla vuonna 2020.



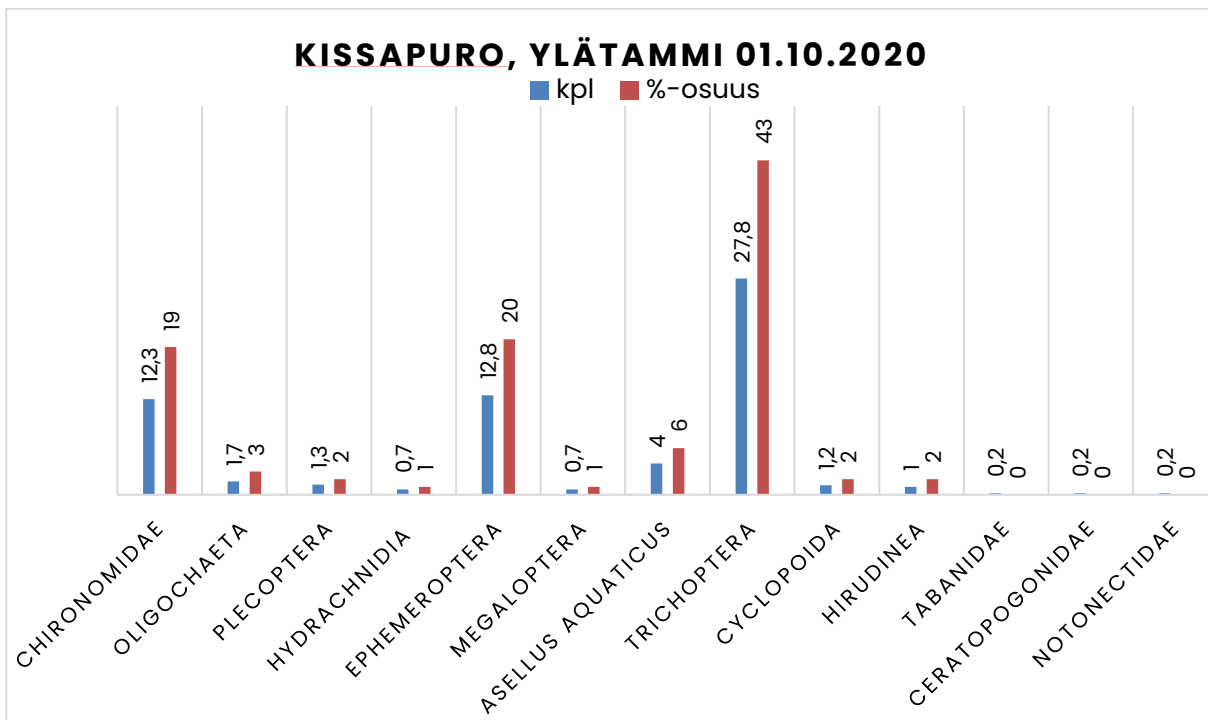
**Kuva 34.** Veden pH:n havainnot Kissapuron havaintopaikoilla vuonna 2020. Alajuoksun pH-arvot on merkitty mustalla, Kissapurontien pH-arvot sinisellä, Alatammin pH-arvot vihreällä ja Pieneen Jukajärveen tulevan havaintopaikan pH-arvot punaisella värillä.

**Taulukko 6.** Vehkasuon alueen vedenlaadun ja virtaamien havainnot 19.10.2020. Tuolloin vallitsi lievähkö ylivirtaama (q 11,9 l/s km<sup>2</sup>). Havaintopaikat on esitetty kuvassa 23.

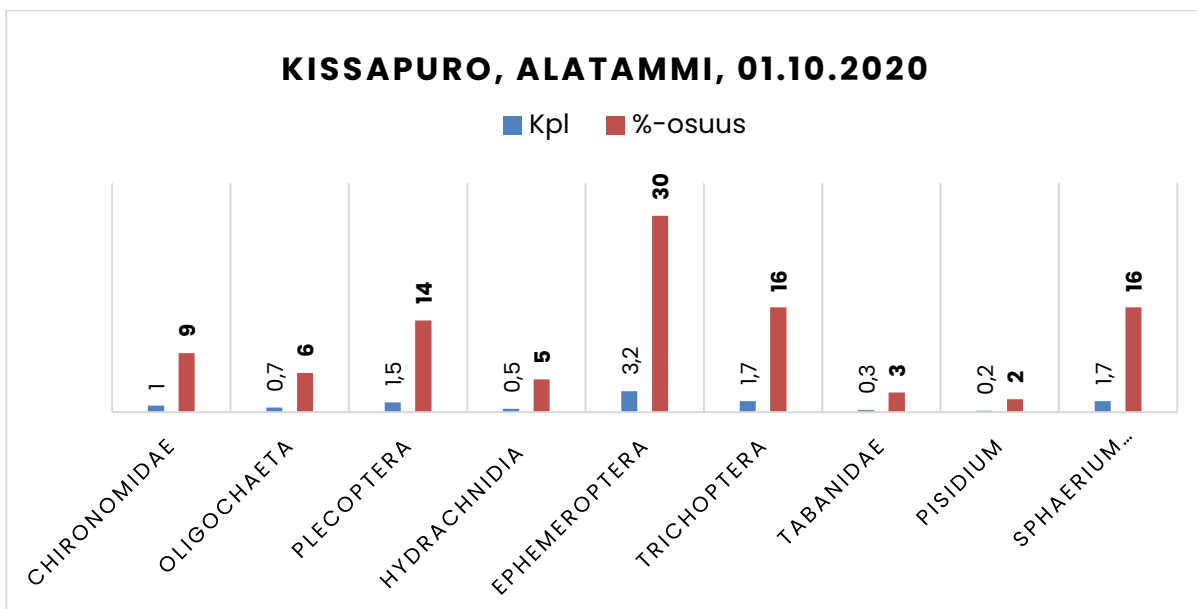
Havaintopaikka	pH
Vehkasuon kosteikosta lähtevä	4,5
Lännestä kosteikkoon laskeva metsäoja	4,6
Vehkasuonpuro, kosteikkoon tuleva	4,1
Vehkasuonpuro, Vehkasuon kohdalla	4,0
Vehkasuonpuro, heti Isosta Vehkalammesta lähtevä	4,8
Vehkasuo, seisova vesi ojittamattomalla nevalla	4,0



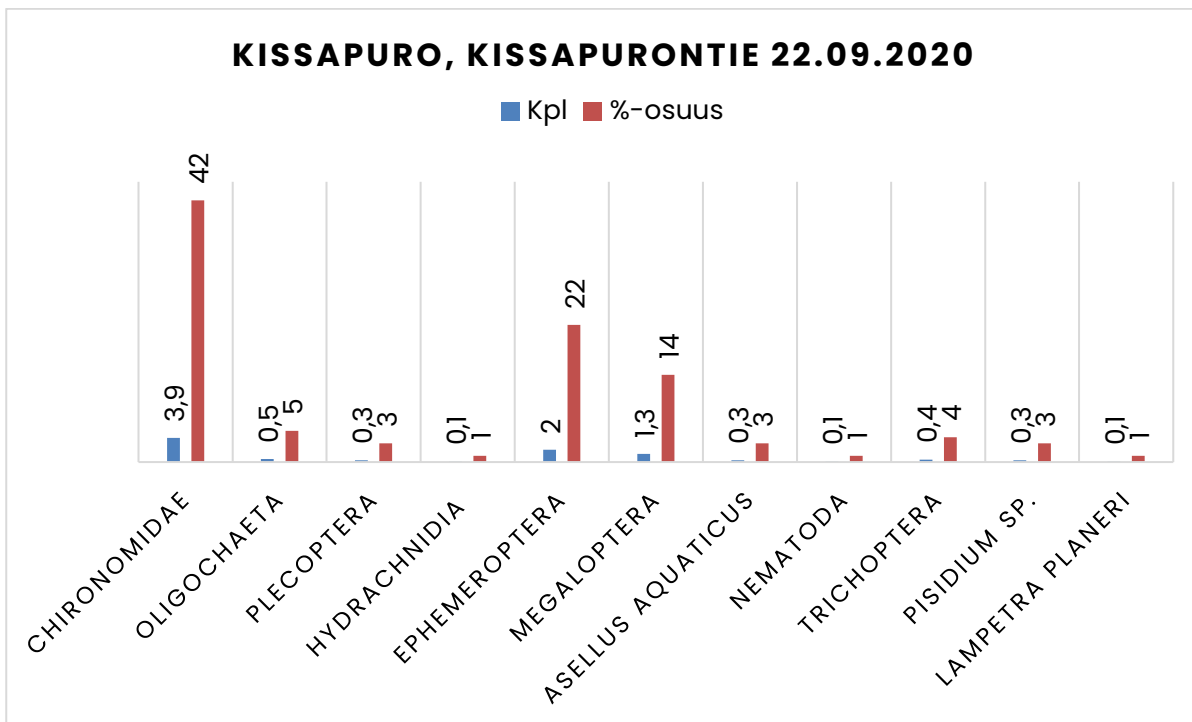
**Kuva 35.** KISSAPURON Ylätammen havaintopaikan pohjaeläinnäytteistä 22.09.2020 (potkuhaavi 30 sekuntia, noin 1 m<sup>2</sup>) tunnistetut pohjaeläintaksonit 8 rinnakkaisnäytteen keskiarvona. Shannon-Wiener -indeksi on 1,65. Tarkat rinnakkaisnäytteiden tiedot ilmenevät liitteestä 4.



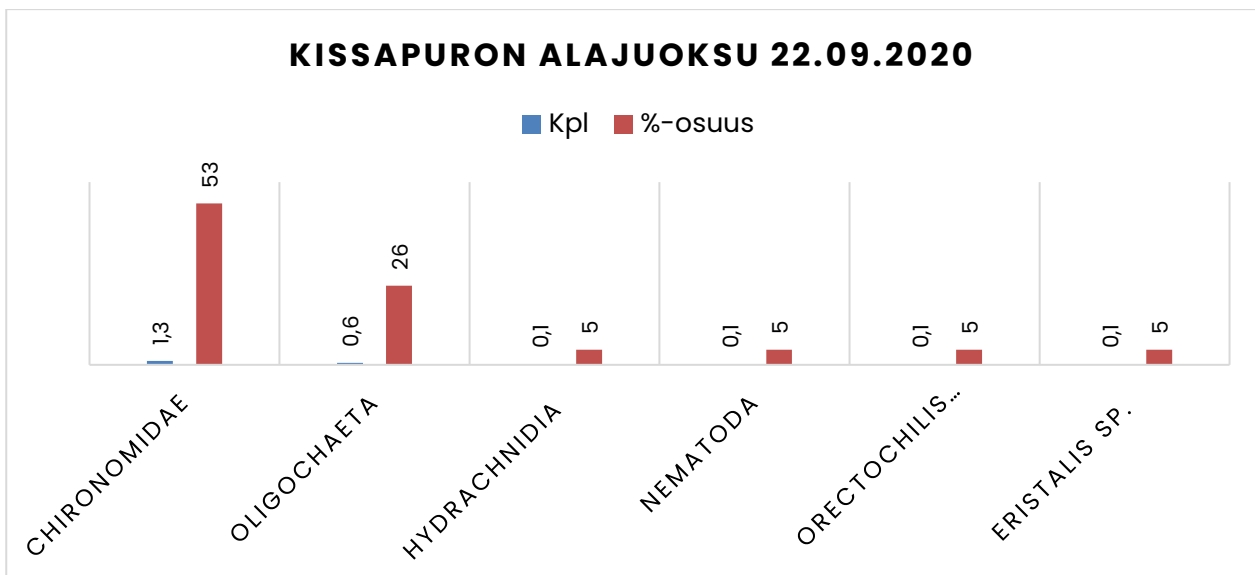
**Kuva 36.** Kissapuron Ylätammen havaintopaikan pohjaeläinnäytteistä 01.10.2020 (potkuhaavi 30 sekuntia, noin 1 m<sup>2</sup>) tunnistetut pohjaeläintaksonit 6 rinnakkaisnäytteen keskiarvona. Shannon-Wiener -indeksi on 1,63. Tarkat rinnakkaisnäytteiden tiedot ilmenevät liitteestä 4.



**Kuva 37.** Kissapuron Alattammin havaintopaikan pohjaeläinnäytteistä 01.10.2020 (potkuhaavi 30 sekuntia, noin 1 m<sup>2</sup>) tunnistetut pohjaeläintaksonit 6 rinnakkaisnäytteen keskiarvona. Shannon-Wiener -indeksi on 1,93. Tarkat rinnakkaisnäytteiden tiedot ilmenevät liitteestä 4.



**Kuva 38.** Kissapuron Kissapurontien havaintopaikan pohjaeläinnäytteistä 22.09.2020 (potkuhaavi 30 sekuntia, noin 1 m<sup>2</sup>) tunnistetut pohjaeläintaksonit 8 rinnakkaisnäytteen keskiarvona. Shannon-Wiener -indeksi on 1,73. Tarkat rinnakkaisnäytteiden tiedot ilmenevät liitteestä 4.



**Kuva 39.** Kissapuron alajuoksun havaintopaikan pohjaeläinnäytteistä 22.09.2020 (potkuhaavi 30 sekuntia, noin 1 m<sup>2</sup>) tunnistetut pohjaeläintaksonit 8 rinnakkaisnäytteen keskiarvona. Shannon-Wiener -indeksi on 1,31. Tarkat rinnakkaisnäytteiden tiedot ilmenevät liitteestä 4.



**Kuva 40.** Kissapurontien Kissapurontien havaintopaikalta 22.09.2020 pohjaeläinhaaviin jäänyt elävä ja ilmeisen hyvävoimainen (tosin tässä jo etanolilla tapettu) pikkunahkiainen (*Lampetra planeri*).



**Kuva 41.** Eräs Kissapurontien Ylätammen havaintopaikan pohjaeläinnäytteistä 01.10.2020.





**Kuva 42.** Eräs Kissa-puron Alattamien havaintopaikan pohjaeläinnäytteistä 01.10.2020.

## 4.2 Pienen Jukajärven vedenlaatu, pohjaeläimistö ja pohjan tila

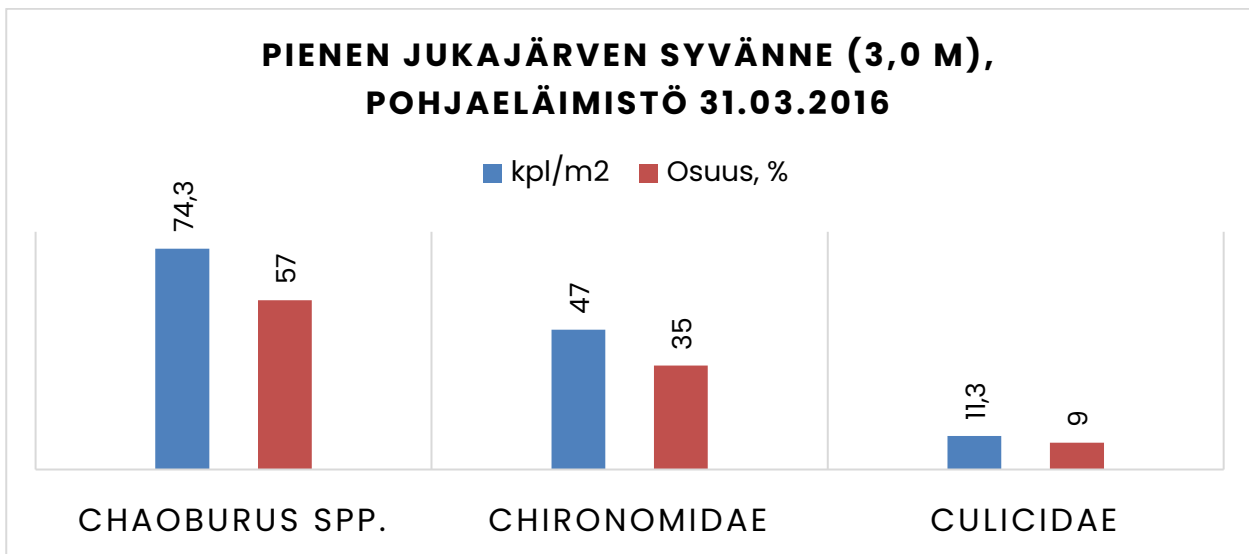
Suomen Ympäristökeskuksen Hertta -ympäristötietojärjestelmän mukaan Pienen Jukajärven toistaiseksi ainoa virallinen vedenlaatututkimus on tehty lokakuussa 1975. Analyysitulokset on esitetty taulukossa 7.

**Taulukko 7.** Pienen Jukajärven syvänehavaintopaikan vedenlaatu 16.10.1975. Tulokset on poimittu Suomen ympäristökeskuksen Hertta-ympäristötietojärjestelmästä 14.01.2021. Kokonais-syvyys oli havaintoajankohtana 3,0 metriä ja näkösyvyys 2,5 metriä.

Suure	Yksikkö	1,0 m	2,0 m
Lämpötila	°C	+3,5	+3,5
Happi, liukoinen	mg/l	11,3	11,4
Hapen kyllästysaste	kyll.%	89	90
Sameus	FNU	1,6	1,8
Sähkönjohtavuus	mS/m	5,9	5,9
Alkaliniteetti	mmol/l	0,11	0,11
pH		6,6	6,6
Väriluku	mg/l Pt	71	66
Kokonaistyyppi	µg/l	410	420
Kokonaisfosfori	µg/l	10	9
Rauta	µg/l	750	760
Mangaani	µg/l	42	48
Kemiall. hapen kulutus COD <sub>Mn</sub>	mg/l	6,6	6,6
Kloridi	mg/l	1,1	1,2

**Taulukko 8.** Pienen Jukajärven syvänehavaintopaikan vedenlaadun havainnot vuonna 2016 ja 2020. Lisäksi pintasedimentin redox-potentiaalista tehtiin 31.03.2016 kaksi mittausta rinnakkaisnäytteistä; -89 mV ja -58 mV.

Pvm	Kok. syv. (m)	Näytesyv. (m)	Näkösyv. (m)	Lt. (°C)	pH	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (kyll. %)	Fe (µg/l)	Al (µg/l)	Mn (µg/l)
22.03.2016	2,9	1,0	..	+2,2	5,8	..	..	..	..	..
		1,9		+3,7	5,9	..	..	..	..	..
29.03.2016	2,8	1,0	1,3	+2,4	5,9	..	..	1380	260	..
		1,8		+3,4	6,0	..	..	3930	80	..
31.03.2016	3	1,0	..	+2,6	5,9	..	..	1660	110	329
		2,0		+3,8	5,8	..	..	4830	80	650
05.04.2016	2,9	1,0	0,8	+3,1	5,6	..	..	1620	100	390
		1,9		+3,8	5,8	..	..	5280	80	610
02.06.2016	3,0	1,5	..	+21,0	5,9	..	..	970	90	279
02.09.2016	3,0	1,0	..	+14,0	5,9	..	..	1910	..	..
		2,0		+13,8	5,9	..	..	1850	..	..
13.02.2020	2,8	1,0	0,7	+2,5	5,8	4,8	36	..	..	..
		1,8		+4,2	6,1	0,3	2,1	..	..	..

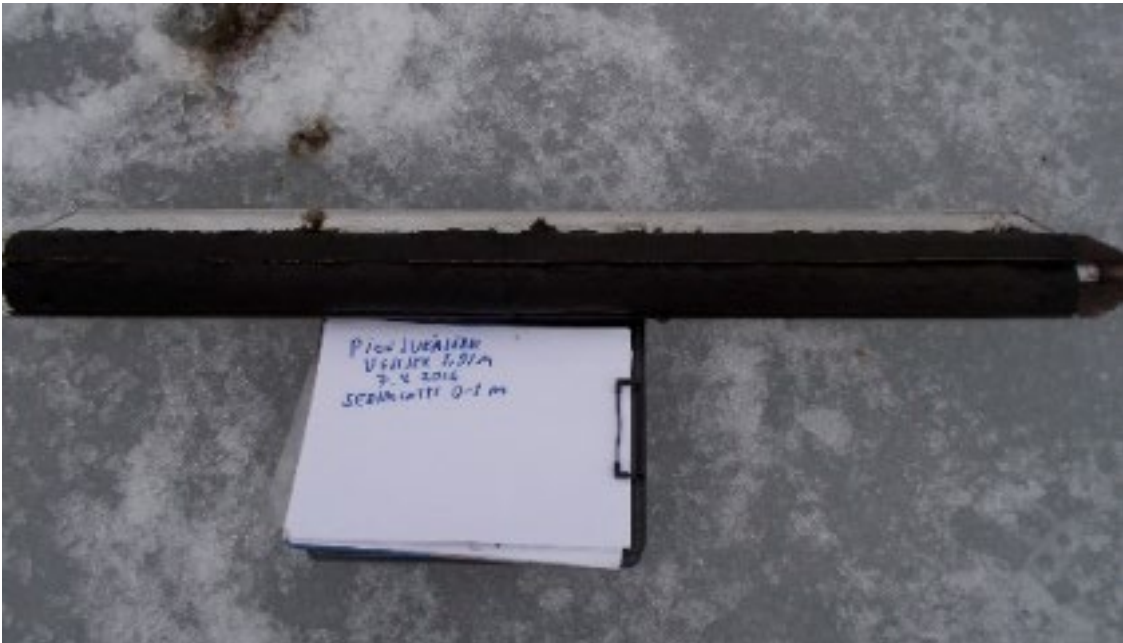


**Kuva 43.** Pienen Jukajärven syvänteen (3,0 metriä) pohjaeläinnäytteistä 31.03.2016 Ekman-noutimella otetut ja tunnistetut pohjaeläintaksonit kolmen rinnakkaisnäytteen keskiarvona. Shannon-Wiener -indeksi on 0,90. Tarkat rinnakkaisnäytteiden tiedot ilmenevät liitteestä 3.

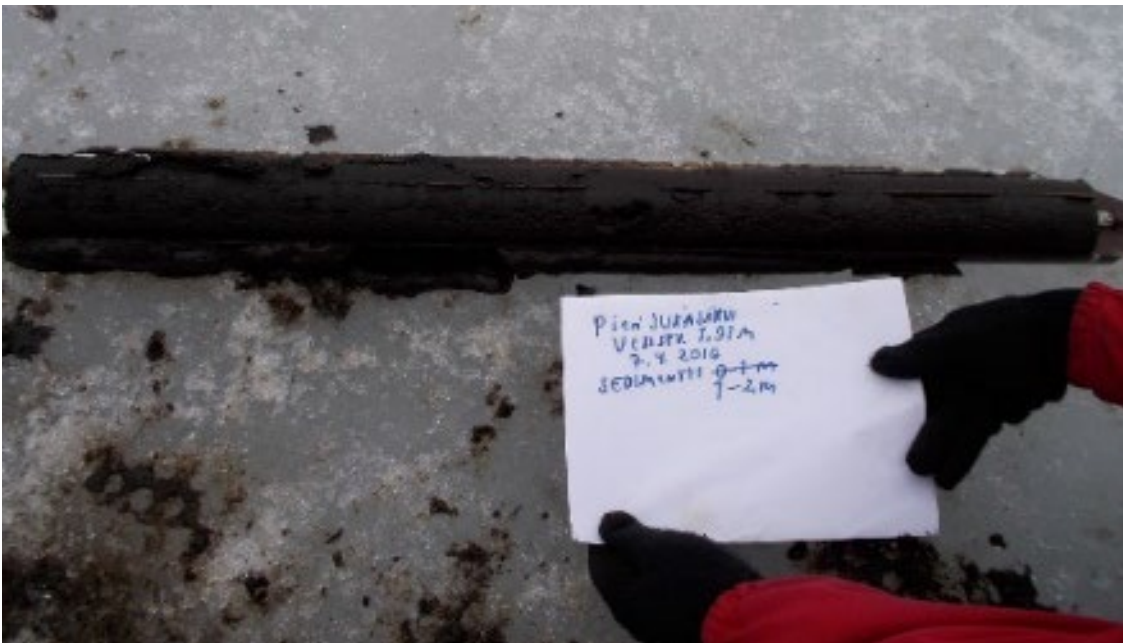
Syvännehavaintopaikan (3,0 metriä) pintasedimentin hapetus-pelkistysasteesta eli redox-potentiaalista tehtiin 31.03.2016 kaksi mittausta. Mittaustulokset olivat -89 mV ja -58 mV. Huhtikuussa 2016 turve- eli laippakairalla otetun täyspitkän sedimenttinäytteen tiedot on esitetty taulukossa 9 ja kuvissa 36-41. Näytteenotto paikaksi (kokonaissyvyys 1,9 metriä) valittiin keskiseltä Pieneltä Jukajärveltä suurin piirtein keskisyvyyttä (1,5 metriä; ks. myös liite 2) edustava paikka.

**Taulukko 9.** Pienen Jukajärven sedimenttinäytteen visuaalinen kuvaus 07.04.2016.

<b>Pieni Jukajärvi, havaintopaikka; vesisyvyys 1,91 metriä</b>
<b>Koordinaatit (ETRS-TM35FIN); I = 36V 0352230, P = 6935369</b>
<b>Sedimentin visuaalinen kuvaus</b>
<b>0-250 cm</b> hienojakoista, ilmeisen vesipitoista tummanharmaanmustaa ja -ruskeaa ainesta
<b>250-370 cm</b> jokseenkin pikimustaa hienojakoista ainesta
<b>370-400 cm</b> vihertävän mustaa hienojakoista ainesta
<b>400-561 cm</b> hienojakoista, pääosin harmahtavan pikimustaa ainesta ja epäsäännöllisin, noin 1-5 cm:n välein heikohkosti vihertäviä raitoja
<b>561-575 cm</b> sinapinkeltaista hienojakoista ainesta
<b>575-635 cm</b> hopeaharmaata, luultavasti sangen puhdasta savea, jossa epäsäännöllisin välein ohuita (noin 1-5 mm) harmaanmustia tai pikimustia raitoja



**Kuva 44.** Pienen Jukajärven sedimenttinäyte 0-100 cm 07.04.2016.



**Kuva 45.** Pienen Jukajärven sedimenttinäyte 100-200 cm 07.04.2016.



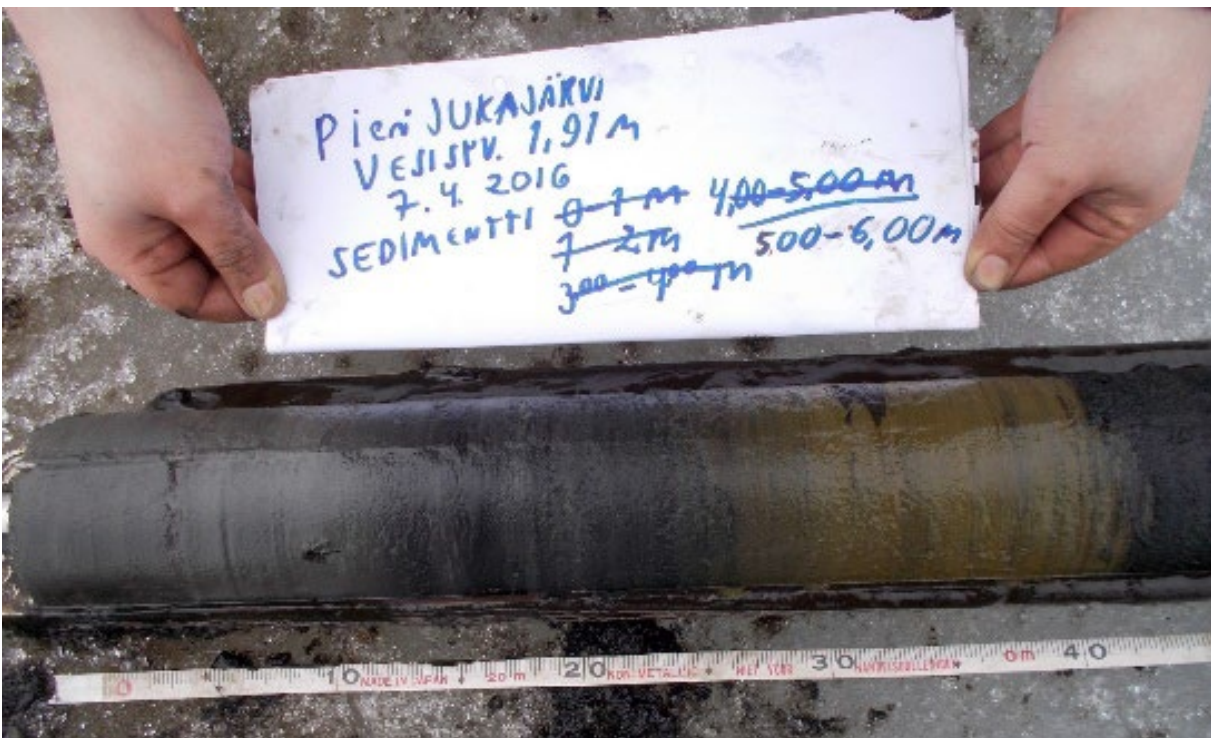
**Kuva 46.** Pienen Jukajärven sedimenttinäyte 300–400 cm 07.04.2016.



**Kuva 47.** Pienen Jukajärven sedimenttinäyte 400–500 cm 07.04.2016.



**Kuva 48.** Pienen Jukajärven sedimenttinäyte 500–600 cm 07.04.2016.



**Kuva 49.** Lähikuva Pienen Jukajärven sedimenttinäytteen 500–600 cm alapäästä 07.04.2016.

## 4.3 Lakeenjärven vedenlaatu

**Taulukko 9a.** Lakeenjärven syvänehavaintopaikan 26 vedenlaadun havainnot 01.12.1975. Kokonaissyvyys oli tuolloin 11,0 metriä ja jääpeitteen paksuus 20 cm. Tiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Hertta –ympäristötietojärjestelmästä 29.01.2021.

Suure	Yksikkö	1,0 m	2,0 m	5,0 m	10,0 m
Lämpötila	°C	+1,6	+3,1	+4,3	+4,5
Happi, liukoinen	mg/l	12,7	11,6	10,1	8,8
Hapen kyllästysaste	kyll.%	95	90	81	71
Sameus	FNU	0,35	0,35	0,4	0,5
Sähkönjohtavuus	mS/m	2,1	2	2,1	2,2
Alkaliniteetti	mmol/l	L 0,02			L 0,02
pH		4,6	4,6	4,6	4,6
Väriluku	mg/l Pt	3	3	5	9
Kokonaistyyppi	µg/l	110			170
Kokonaisfosfori	µg/l	5			6
Rauta	µg/l	78			220
Mangaani	µg/l	28			43
COD <sub>Mn</sub>	mg/l	0,8	0,8	0,8	1,3
Kloridi	mg/l	0,6			0,8

**Taulukko 10.** Lakeenjärven syvänehavaintopaikan vedenlaadun havainnot 13.02.2020. Kokonaissyvyys oli tuolloin 11,7 metriä ja näkösyvyys 4,5 metriä.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	pH	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (kyll. %)
1,0	+1,9	5,4	12,1	90
2,0	+4,1	..	..	..
3,0	+4,3	..	5,8	46
4,0	+4,4	..	..	..
5,0	+4,4	5,1	..	..
6,0	+4,5	..	4,2	34
7,0	+4,5	..	..	..
8,0	+4,5	..	..	..
9,0	+4,6	..	..	..
9,7	+4,6	..	1,7	14
10,7	+4,6	5,1	1,1	0,9

## 4.4 Jukajärven vedenlaatu

**Taulukko 11.** Jukajärven Ruukkilahden syvänteen veden lämpötila ja happipitoisuus 10.02.2020. Kokonaissyvyys oli tuolloin 5,7 metriä ja näkösyvyys 0,6 metriä.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (kyll.%)
1,0	+0,7	10,1	76
2,0	+1,4	8,8	72
3,0	+2,7	2,1	17
4,0	+3,7	0,8	7
4,7	+3,8	0,3	2

**Taulukko 12.** Jukajärven eräät vedenlaadun ominaisuudet kaakkoisen syvänteen havaintopaikalla 13 22.09.2020. Kokonaissyvyys oli tuolloin 12,0 metriä.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	pH	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Fe (µg/l)	Näkösyvyys (m)
1,0	+11,0	5,9	6,6	2647	0,8
6,0	+11,0	6,0	6,6	2447	
11,0	+11,0	6,0	6,6	2600	

**Taulukko 13.** Jukajärven veden happipitoisuus kaakkoisen syvänteen havaintopaikalla 13 22.09.2020. Kokonaissyvyys oli tuolloin 12,0 metriä.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (kyll. %)
1,0	+11,0	10,0	93,4
3,0	..	10	92,5
6,0	+11,0	9,9	91,7
10,0	..	9,8	91,1
11,0	+11,0	9,8	90,6

**Taulukko 14.** Jukajärven eräät vedenlaadun ominaisuudet syvänehavaintopaikalla 100 01.10.2020. Kokonaissyvyys oli tuolloin 16,3 metriä.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	pH	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Fe (µg/l)	Näkösyvyys (m)
1	+11,7	6,0	5,3	2507	0,85
8,2	+11,0	5,8	7,0	2657	
15,3	+10,6	5,9	5,7	3033	



**Taulukko 15.** Jukajärven veden happipitoisuus syvänehavaintopaikalla 100 01.10.2020. Kokonaissyvyys oli tuolloin 16,3 metriä.

Näytesyvyys (m)	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (kyll. %)	Lämpötila (°C)
1,0	9,7	89,7	+11,7
3,0	9,5	87,9	+11,6
6,0	9,0	81,9	+11,1
10,0	8,6	78,0	+10,8
14,3	8,2	74,4	+10,7
15,3	8,1	73,0	+10,6

## 4.5 Kissapuron ainevirtaamat

**Taulukko 16.** Veteen liuenneiden protonien (oksoniumionien) sekä raudan ja alumiinin kokonaiskuormitus Kissapuron valuma-alueelta Jukajärveen vuonna 2020.

Mitattu aine/yhdiste	Kissapuron kokonaiskuorma Jukajärveen v. 2020	Kissapuron keskimääräinen kuorma v. 2020/valuma-aluekm <sup>2</sup>
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	75422 moolia	3038 moolia
rauta	18134 kg	730 kg
alumiini	712 kg	28,7 kg

# 5 Tulosten tarkastelu

## 5.1 Kissapuro

Pienen Jukajärven alapuolisilla havaintopaikoilla Kissapuron veden happamuusaste vaihteli pH 4,5...6,1 vuonna 2020 (taulukot 4 ja 5, kuva 34). Havaintojen perusteella pH laskee alle 5,5:n, kun valuma kohoaa noin 1,5...2-kertaiseksi maamme pitkän aikavälin keskivalumaan ( $Mq_{2000-2011, \text{Suomi}} 9,7 \text{ l/s km}^2$ ) verrattuna (taulukot 4 ja 5, kuva 33). Yleisesti pH 5,5 on maamme kaikille luontaisille kalalajeillemme minimivaatimus veden happamuudelle, mikäli vedenlaatu muutoin on riittävän hyvä. Tämä ”muutoin” tarkoittaa etenkin hapen, kiintoaineen ja raskasmetallien (alumiini, rauta, mangaani) pitoisuuksia. Rapu vaatii vähintään veden pH-arvon 6.

Ovaskaisen & Rouvisen (2017, 81) mittaustuloksiin sekä Tossavaisen (2016) verrattuna Kissapuron veden keskimääräinen pH on hiukan noussut. Vuosien 2015–2017 havaintojen virtaamapainotettu keskiarvo yläjuoksulta alajuoksulle on pH 4,8. Vuonna 2020 keskimääräinen happamuusaste laski Alatammen havaintopaikalta pH 5,5:stä Jukajärveen päätyvän veden tasan pH 5,0:een (kuva 50). Vuoden 2012 virtaamapainotettu Kissapuron alajuoksun veden pH oli 4,6 (Tossavainen 2016, 27).

Kissapuron vedenlaatu ja ainevirtaamat Jukajärveen tutkittiin vuonna 2012 ennen yhtäkään kunnostustoimenpidettä sen valuma-alueella tai itse uomassa (Tossavainen 2014). Vuonna 2012 veteen liuenneiden protonien ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) eli ”happamuuden” virtaama Jukajärveen oli noin kaksinkertainen vuoteen 2020 verrattuna (kuva 51). Rautakuormat olivat samaa suuruusluokkaa (kuva 51a, taulukko 17). Vuoden 2012 havaintoaineisto oli suppeampi vuoteen 2020 verrattuna. Tulos on joka tapauksessa rohkaiseva ja yhtenevä yllä kuvattuun veden pH-arvojen eroavaisuuteen (2015–2017  $\square$  2020) nähden. Olen henkilökohtaisesti kulkenut Kissapuron vesistöaluetta melko kattavasti vuosina 2015–2020. Silmämääräisten havaintojen perusteella maankäytössä (etenkin kunnostus- ja täydennysojitukset) ei ole tapahtunut mainittavia muutoksia. Syksyllä 2015 Kissapuron alajuoksun länsipuolen lähivaluma-alueelle Kissapurontien ja rautatien välille tehtiin kunnostusojitus ja kaivettiin kaksi peräkkäistä laskeutusallasta (kuvat 12 ja 13).

Sieltä tuleva vesi (taulukko 5a) on karkeasti arvioiden laskenut Kissapuron veden pH:ta ajoittain noin 0,1 yksikön verran.

Alumiinin pitoisuudet kohosivat yli 100 µg/l, kun Kissapuron veden pH laski 4,5:n puolin ja toisin syysylivirtaaman aikana 29.10.2020 (taulukot 4 ja 5). Alumiinin liukeneminen happamassa ympäristössä on hyvin tunnettu ilmiö. Etenkin 1980-luvulla huoli happosateista (rikin päästöt varsinkin) oli erittäin suuri ja niiden vaikutuksia tutkittiin laajalti. Maaperän (maaveden) happamoituessa alumiini mobilisoituu vapaana Al<sup>3+</sup> -kationina ja syrjäyttää arvokkaat ravinnekationit (kuten Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) vaikkapa havupuiden juurten ravinteiden otossa. Kun veden pH laskee alle 5:een ja alumiinia on noin 200 µg/l tai enemmän, niin tällainen yhdistelmä on erittäin turmiollinen useille vesieliöille, kuten kaloille, eläinplanktonäyriäisille sekä vaateliaille pohjaeläimille ja makrofyyteille.

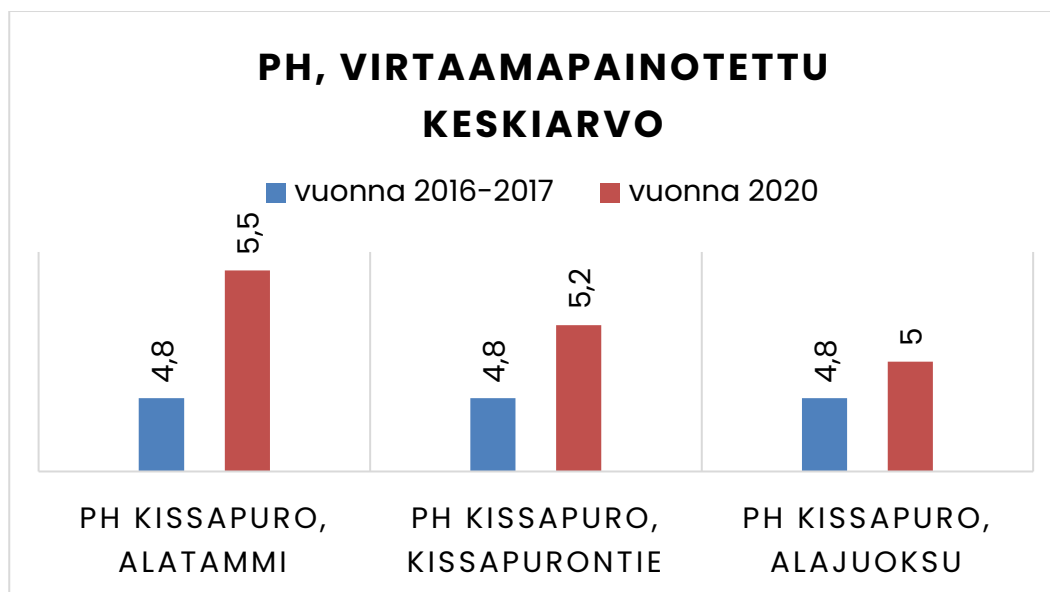
Pieni Jukajärvi neutraloi valuma-alueen latvoilta Vehkasuon alueelta tulevaa vettä melko tehokkaasti. Syysylivirtaaman (q 21,1 l/s km<sup>2</sup>) aikana 29.10.2020 Pieneen Jukajärveen tulevan veden pH oli 4,2 ja sieltä lähtevän veden pH 5,3 (taulukko 5).

Vehkasuon valumien lisäksi Kissapuroon virtaa suhteellisen paljon happamuutta Alattamien ja Kissapurontien väliseltä alueelta (kuva 41a). Siellä on runsaasti ojitettua suota. Kissapuron ja näiden ojitusalueiden välille on kaivettu joitain laskeutusaltaita ja lietekuoppia, joiden nykyinen merkitys kuormituksen pidättäjänä on täysin mitätön. Kissapurontien ja Jukajärven väliseltä alueelta valuu jonkin verran happamuutta Kissapuroon.

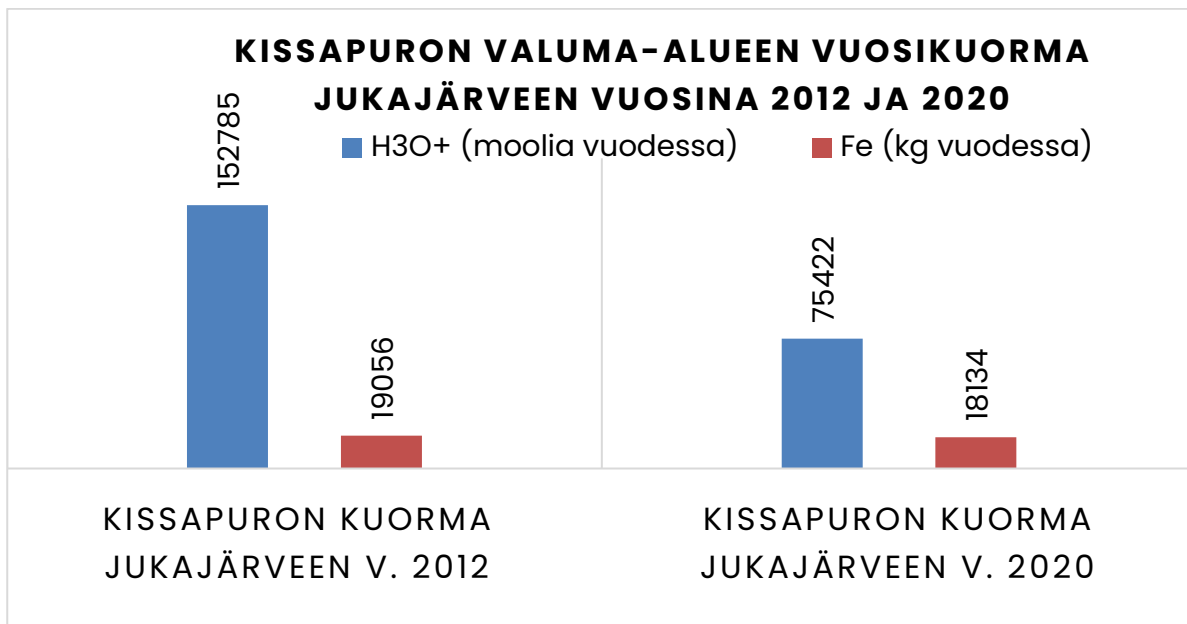
Pieneen Jukajärveen virtaa etelästä ja idästä varsin runsaasti pohjavesiä. Maamme pohjavesien pH vaihtelee 6,5:n puolin ja toisin, joten näillä "lähdevesillä" on ehdottoman myönteinen vaikutus Pienen Jukajärven ja edelleen siitä purkautuvan Kissapuron veden happamuuteen. Pienen Jukajärven nykyistä rehevyystasoa, alkaen kokonaisfosforin ja -typen pitoisuuksista, ei ole tutkittu. Lokakuussa 1975 Pienen Jukajärven vedenlaatu oli kaikkien tutkittujen ominaisuuksien perusteella karua ja erinomaista esimerkiksi kaikille kalalajeillemme, ravulle ja vaateliaille makrofyytti- ja eläinplanktonlajeille (taulukko 7). Sen jälkeen koko Kissapuron valuma-alueen maankäyttö on dramaattisesti muuttunut etenkin metsäojitusten myötä. Siten näillä mittaustuloksilla ei ole nykytilan arvioinnissa mitään merkitystä, mutta ne antavat arvokkaan vertailukohdan.

Vuosien 2016 ja 2020 vedenlaadun ja pohjasedimentin sekä pohjaeläimistönkin mittaustulosten perusteella Pieni Jukajärvi on nykyään vaikeasti rehevöitynyt, ainakin

talvikerrosteisuuden loppuvaiheessa selkeästi sisäkuormitteinen järvi (taulukko 8, kuvat 35–41). Pohjaan kertyneen, mustanpuhuvan ja happea raskaasti kuluttavan hyvin vesipitoisen ja huonosti mineralisoituneen sedimentin määrä on yhden kairauspisteen tulosten perusteella valtava, lähes 6 metriä. Toki sedimentin kertyminen järven eri puolilla ja syvyyksillä aina yleisesti voi merkittävästi vaihdella, ja luotettavan arvion saamiseksi vaaditaan useita kairauksia. Kevättalven 2016 kairauspaikka (vesisyvyys 1,9 m, vrt. järven keskisyvyys 1,5 m) sijaitsee laakealla ulapalla melko keskellä järveä, joten oletettavasti se edustaa keskimääräisiä sedimentaatio-oloja tyydyttävästi. Ehkä vielä pa-laamme Pienelle Jukajärvelle jatkamaan näitä sedimenttimittauksia ja täydentämään otantaa lähitulevaisuudessa.



**Kuva 50.** Kissapuron veden virtaamapainotettu keskimääräinen pH vuosien 2016–2017 (laskettu Ovaskaisen & Rouvisen [2017, 81] aineistosta) ja vuoden 2020 havaintojen perusteella. Keskiarvot on laskettu oksoniumionikonsentraatioiden (vetyioniaktiivisuuden) kautta. Yksityiskohtainen havaintoaineisto on esitetty liitteessä 5.



**Kuva 51.** Veteen liuenneiden protonien (oksoniumionien) ja raudan kuorma Kissapuron valuma-alueelta Jukajärveen vuonna 2012 (Tossavainen 2016, 27 ja 33) sekä vuonna 2020.

Taulukko 17. Eräiden aineiden kokonaiskuorma Jukajärveen vuonna 2012 (Tossavainen 2014, 52-57 ja Tossavainen 2016, 45).

**Taulukko 17.** Eräiden aineiden kokonaiskuorma Jukajärveen vuonna 2012 (Tossavainen 2014, 52-57 ja Tossavainen 2016, 45).

Aine/yhdiste	Kokonaiskuorma Jukajärveen v. 2012	Kissapuron kuorma Jukajärveen v. 2012 ja osuus kokonaiskuormasta	Kissapuron keskimääräinen kuorma v. 2012/valuma-aluekm <sup>2</sup>
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	237587 moolia	152785 moolia (64,3 %)	6153 moolia
Kiintoaine	30243 kg	14796 kg (48,9 %)	596 kg ( <b>pieni, luonnonhuuhtoutuman suuruusluokkaa</b> )
rauta	41230 kg	19056 kg (46,2 %)	767 kg (lähes kaksinkertainen keskimääräiseen metsätalousmaan kuormitukseen verrattuna)
mangaani	1094 kg	511 kg (46,7 %)	20,6 kg
kokonaisfosfori	322,6 kg	88,9 kg (27,6 %)	3,6 kg ( <b>pieni, luonnonhuuhtoutuman suuruusluokkaa</b> )
kokonaistyppe	8543 kg	3596 kg (42,1 %)	145 kg ( <b>pieni, luonnonhuuhtoutuman suuruusluokkaa</b> )

Kissapuron havaintopaikoilla "Ylätammi", "Alatammi" ja "Kissapurontie" elelee jonkin verran elinympäristönsä suhteen (hapekkuus, maltillinen liettyneisyys, riittävä pH) vaatelaita eläimiä, kuten koski- ja päiväkorentojen (Plecoptera, Ephemeroptera) ja vesiperhosen (Trichoptera) toukkia. Alajuoksun havaintopaikalta nämä tyystin puuttuvat. Sieltä lähinnä tavattiin yleisesti heikompia elinoloja sietäviä surviaissääsken (Chironomidae) toukkia sekä sukkula- (Nematoda) ja harvasukasmatoja (Oligochaeta) (kuvat 35–42). Kissapurontien havaintopaikalta saatiin myös pikkunahkiaisen toukkia ja aikuinen terhakka yksilö (kuva 40). Pikkunahkiaisen esiintyminen on ollut tiedossa jo aiemmin (Mustonen & Tossavainen 2018). Paikalliselta maanomistajalta Vesa Antikaiselta on siitä saatu oleellisen tärkeää tietoa.

Verrattaessa vuoden 2020 pohjaeläinhavaintoja ennen purokunnostustöitä tehtyihin havaintoihin 2015–2016 ei merkittäviä muutoksia havaita (taulukko 18, ks. myös Liite 4 sekä Ovaskainen & Rouvinen 2017). Kuten esimerkiksi Eloranta (2010, 189–190) on todennut, jo pelkästään sammalkatteen palautuminen virtavesiekosysteemiin voi kestää yli 10 vuotta. Vasta sammatet ja muut perustuottajat ylipäättään mahdollistavat heterotrofisten kuluttajien (pohjaeläimet, kalat, rapu) elämän virtavedessä. Siten Kissapuron biodiversiteetin ja samalla vedenlaadun kehitys on vasta aivan alkutaipaleella mekaanisten kunnostustöiden (2016–2020) jälkeen.

**Taulukko 18.** Standardimenetelmällä (potkuhaavi 30 sekuntia, noin 1 m<sup>2</sup>) otettujen Kissapuron pohjaeläinnäytteiden biodiversiteettiä arvioiva Shannon–Wiener -indeksi (H') vuosien 2015–2016 ja 2020 havaintojen perusteella. Vuosien 2015–2016 indeksit on poimittu Ovaskaisen ja Rouvisen (2017, 99) opinnäytetyöstä. Kun H' on pienempi kuin 1,48, niin biodiversiteetti arvioidaan erittäin matalaksi. Indeksien arvo 1,48...2,22 ilmentää matalaa biodiversiteettiä (ks. myös taulukko 3).

<b>Shannon–Wiener -indeksi</b>	<b>12.12.2015</b>	<b>31.3.2016</b>	<b>22.9.2020</b>	<b>1.10.2020</b>
H' Kissapuro, Ylätammi			1,65	1,63
H' Kissapuro, Alatammi	<b>1,53</b>	<b>1,88</b>		<b>1,93</b>
H' Kissapuro, Kissapurontie	<b>1,61</b>	<b>1,61</b>	<b>1,73</b>	
H' Kissapuro, Alajuoksu	1,44		1,31	

## 5.2 Pieni Jukajärvi

Pieni Jukajärvi on erittäin voimakkaasti liettynyt ja siten ilmeisen rehevöitynyt. Sen pohjaan kertynyt hyvin vesipitoinen mustanpuhuva orgaaninen aines aiheuttaa voimakkaan hapenkulumisen ja sisäisen kuormituksen. Jo helmikuussa 2020 syvänteen (noin 3 metriä) pohjanläheinen vesi oli lähes hapetonta (0,3 mg/l, 2,1 % kyllästysaste) (taulukko 8). Myös päällysveden (4,8 mg/l, 36 %) happitilanne oli heikko. Suomen kaikille kalalajeille ja niiden eri kehitysasteille hapen minimivaatimus on noin 5 mg/l, mikäli vedenlaatu muutoin on moitteeton. Kohden talvikerrosteisuuden loppua ennen kevätylivirtaaman alkua Pienen Jukajärven vesi ainakin pohjan läheltä menee täysin hapettomaksi. Tällöin etenkin fosfori, typpi, rauta ja mangaani liukenevat pohjasta. Tämän sisäisen kuormituksen seurauksena rehevöityminen pahenee. Huhtikuun alussa 2016 alusveden rautapitoisuus oli korkea (5280 µg/l) ja yli kolminkertainen päällysveteen (1620 µg/l) verrattuna (taulukko 8). Myös alusveden mangaanipitoisuudet olivat selkeästi kohonneita (taulukko 8). Samoihin aikoihin syvänteen pintasedimentin hapetuspelkistysasteeksi mitattiin -58 mV ja -89 mV. Nämä arvot ilmentävät pelkistyneitä oloja ja sisäistä kuormitusta. Tällaisessa ympäristössä pohjaeläimistö on hyvin niukkaa (kuva 43 ja liite 3). Useimmille kalalajeillemme tärkeä aikuisvaiheen ravintokohde on pohjaeläimistö. Siten Pienen Jukajärven tilanne on kalastolle surkea.

Suomen vuosien 2000–2011 keskivalumaan (9,7 l/s km<sup>2</sup>) perustuva Pienen Jukajärven veden viipymä on erittäin lyhyt, noin 13 vuorokautta. Järven valuma-alueella on runsaasti ojitettua suota ja kivennäismetsämaiden soistumien ojituksia. Näiden kuormitus on osittain jämähtänyt Pieneen Jukajärveen. Lyhyen viipymän vuoksi järven orgaanisen aineksen mineralisaatiokapasiteetti, ylipäätään ylimääräisen antropogeenisen kuormituksen sietokyky, on erittäin heikko. Pieni Jukajärvi toimii tärkeänä vesien neutraloijana, "laskeutusaltaana ja kosteikkona". Esimerkiksi 29.10.2020 melko voimakkaan syysylivirtaaman ( $q = 21,1 \text{ l/s km}^2$ ) aikana Pieneen Jukajärveen tuli Vehkasuon suunnasta vettä, jonka pH oli 4,2. Pienestä Jukajärvestä lähtevän veden pH Alattammin havaintopaikalla oli tuolloin 5,3 (taulukko 5). Etelästä ja kaakosta Pieneen Jukajärveen virtaavien pohjavesien (pH maassamme yleensä noin 6,5) osuutta tähän neutralointiin on mahdoton erottaa järven omien fysikaalis-kemiallisten ja biologisen prosessien osuudesta ilman erillisiä tutkimuksia. Pohjavesien osuus voi olla merkittävä.

Suomen Ympäristökeskus (tuolloin Vesihallitus) on tutkinut Pienen Jukajärven vedenlaatua lokakuussa 1975 (taulukko 7). Tuolloin järven vesi on ollut jokseenkin tehokkaasti sekoittunut pinnasta pohjaan. Mittaustulosten perusteella järvi on monin tavoin ollut

havaintohetkellä erinomaisessa fysikaalis-kemiallisessa kunnossa. Kokonaisfosforin ja -typen pitoisuudet olivat oligotrofisten järvien suuruusluokkaa, happitilanne erinomainen ja pH sekä puskurikapasiteetti (alkaliniteetti) olivat hyviä esimerkiksi kaikille kalalajeille sekä ravulle. Kemiallisen hapenkulutuksen, värin ja näkösyvyyden perusteella järvi oli mesohumoosinen. Vesistön kunnostus- ja hoitohankkeen lähtötilanteen määrittämiseksi näillä mittaustuloksilla ei ole mitään merkitystä, vain nykytilan riittävä diagnoosi on ratkaiseva. Tulokset ovat kuitenkin erittäin arvokkaita ja niiden avulla voidaan hahmotella kunnostus- ja hoitotoimien tavoitetasoa.

## 5.3 Lakeenjärvi

Lakeenjärven vedenlaatua mitattiin *in situ* helmikuun puolivälissä 2020 (taulukko 10). Vajaan 12 metrin syvänteen pohjanläheisen veden happitilanne (1,1 mg/l, kyllästysaste 0,9 %) oli erittäin heikko. Happitilanne heikkeni nopeasti jo kolmesta metrillä alaspäin (taulukko 10). Tällöin talvikerrosteisuuden lopulla, ennen kevätylivirtaaman alkua, alusvesi menee väijäämättä hapettomaksi.

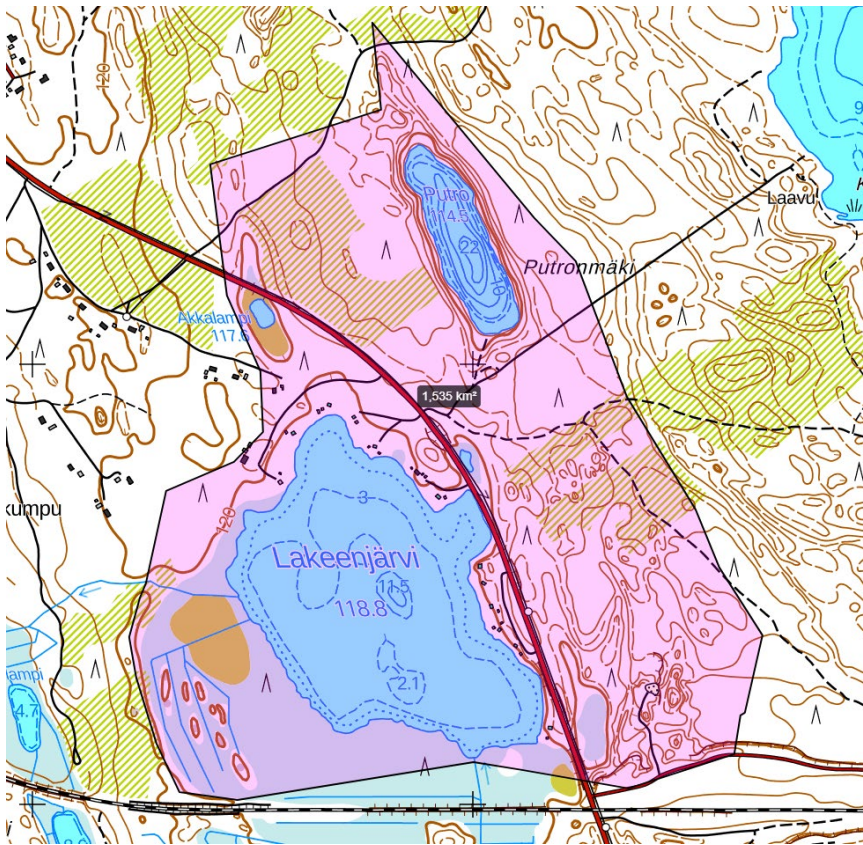
Helmikuussa 2020 järven vesi oli melko hapanta. pH vaihteli 5,1...5,4 (taulukko 10). Järven vesiala on suhteellisen suuri valuma-alueeseen verrattuna (kuva 6). Peruskartan ja nyt mitattujen pH-arvojen perusteella järveen ei virtaa mainittavia pohjavesiä. Valuma-alue on enimmäkseen kuivaa mäntykangasta ja ojitettua niukkapuustoista rämettä ja nevaa (kuva 6). Siten laskeumalla on suhteellisen suuri osuus vesi- ja ainevirtaamien taseesta ja valumavedet ovat ilmeisen karuja sekä happamia. Varsin suuri helmikuinen näkösyvyys (4,5 m) ilmentää oligohumoosisuutta ja pitkäköö viipymää. Yleisesti veden happamoituessa humusyhdisteet saostuvat järven pohjaan ja vesi kirkastuu. Tätä ei pitäisi tapahtua vielä noin pH 5:n ja hiukan yli tasolla, vaan vasta lähempänä pH 4:n ympäristöä.

Lakeenjärven syvänehavaintopaikan (ja ylipäätään koko järven) ensimmäiset viralliset vedenlaadun havainnot on tehty talvikerrosteisuuden alkuvaiheessa 01.12.1975 (taulukko 9a) (Suomen Ympäristökeskus, Hertta-ympäristötietojärjestelmä). Järvi on tuolloin ollut selkeästi happamoitunut. pH oli 4,6 ja puskurikapasiteettia ilmentävä alkaliniteetti olematon (L 0,02 mmol/l), mittaustarkkuuden rajoilla. Mitä enemmän vedessä on kalsiumia ja magnesiumia, sen parempi puskurikyky sillä on neutraloida happamuutta, ja sitä korkeampi on veden alkaliniteetti. Myös humusyhdisteillä on lieviä puskurointiominaisuuksia. Vesi oli tuolloin hyvin kirkasta (sameus 0,35...0,50 FNU) ja sen



humuspitoisuus ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$  0,8...1,3 mg/l, väri 3 mg Pt/l) oli erittäin pieni. Happipitoisuus (8,8...12,7 mg/l, 71...95 %) oli hyvä pinnasta pohjaan. Kokonaisfosforin (5...6  $\mu\text{g/l}$ ) ja kokonaistypen (110...170  $\mu\text{g/l}$ ) olivat erittäin karujen (ultraoligotrofisten) järvidesien suuruusluokkaa. Raudan (78...220  $\mu\text{g/l}$ ) ja mangaanin (28...43  $\mu\text{g/l}$ ) pitoisuudet olivat pieniä (taulukko 9a).

Lakeenjärven viipymä keskivirtaamaan perustuen on noin 3 vuotta. Siten helmikuun 2020 vedenlaadun mittausten (alhainen pH, oligohumoosisuus) ja pitkäkhön viipymän ansiosta järvi olisi varsin otollinen neutralointikohde. Riittävän tarkan kalsiumkarbonaattimäärän laskentaan vaaditaan viipymätiedon lisäksi järven veden pH-mittaukset eri vuodenaikoina, jotta pH:n vuosikeskiarvo on luotettava.



**Kuva 51a.** Lakeenjärven vesistöalueen (noin 1,54 km<sup>2</sup>), karkeahko rajausta Paikkatietoikkunan avulla määritettynä. Lakeenjärven vesiala on 32 hehtaaria ja Putron noin 5 hehtaaria. Siten Lakeenjärven valuma-alueen ala on noin 1,17 km<sup>2</sup>.

## 5.4 Jukajärvi

Jukajärven vedenlaatua havainnoitiin muutaman kerran vuonna 2020. Helmikuussa Ruukkilahden syvänteen (5,7 metriä) alusveden happitilanne (0,3 mg/l ja kyllästysaste 2 %) oli erittäin heikko (taulukko 11).

Syys-lokakuun taitteessa oli erittäin tuulista ja veden happitilanne (9,8...10,0 mg/l, noin 91...93 % kyllästysaste) oli hyvä pinnasta pohjaan kaakkoisessa noin 12 metrin syvänteessä ja varsin hyvä keskisellä noin 17 metrin syvänteellä (8,1...9,7 mg/l, 73...90 %) (taulukot 13 ja 15). Happamuustaso oli tyydyttävän hyvä; pH vaihteli 5,8...6,0 (taulukot 12 ja 14).

## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Jukajärven (koko vesistöalue 44 km<sup>2</sup>) keskeisen osavesistöalueen (26 km<sup>2</sup>) pääuoma Kissapuro on aikoinaan, viimeistään heti sodan jälkeen 1940-luvulla voimakkaasti perattu ja oikaistu uittoväyläksi. Nämä latvavesien irto- eli rymyuitot ovat useimmiten loppuneet 1950-luvun loppuun mennessä. Kissapuron valuma-alueen keskeinen maankäyttö on metsätalous. Valuma-alueen suot ja kivennäismetsämaiden soistumat on perusteellisesti ojitettu. Yleisesti koneojitus alkoi maassamme 1950-luvun lopulla. Kissapuron valuma-alueen ojitukset on tiittävästi tehty pääosin 1970- ja 1980-luvuilla. Metsäojitus on keskeinen Kissapuron ja ylipäätään Jukajärven tilaan kielteisesti vaikuttanut maankäyttömuoto. Orgaanisen aineksen kuormitus on liettänyt ja rehevöittänyt vesialueita sekä happamoittanut ja lisännyt raskasmetallien kuormaa.

Selkien (Kontiolahti) ja Alavin (Kiihtelysvaara/Joensuu) kyläyhdistykset aloittivat Jukajärven-Jukajoen vesistöalueen kunnostushankkeen vuosien 2010 ja 2011 Jukajoen laajojen kalakuolematapausten jälkeen. Sittemmin hanketta on vetänyt Osuuskunta Lumimuutos, vastuuhenkilönään tutkijatohtori Tero Mustonen Kontiolahdesta. Kissapuroon on vuosina 2016-2020 rakennettu runsaat 30 pohjakynnystä (pohjapatoa) ja luontaiseen mutkitteluvaan (meanderoivaan) purouomaan muutamia ohjausosuuksia. Lisäksi aivan vesistöalueen latvoille on talvella 2016-2017 rakennettu noin hehtaarin suuruinen monivaikutteinen vesiensuojelukosteikko. Pohjakynnyksillä kyetään tehokkaasti allastamaan ja rakentamaan koskimaisia kohteita uittoperkausten ja metsäojitusten jäljiltä hyvin monokulttuurimaiseen, rännimäiseen virtavesiuomaan. Näitä pohjakynnyksiä on rakennettu perattuihin noro- ja puro-uomiin sekä puhtaasti ihmisen kaivamiin laskujiin 1990-luvun loppupuolelta lähtien mm. Ylä-Karjalan vesistökuunnostushankkeissa Pieliseen laskevissa latvavesissä (esim. Tossavainen, Karjalainen ja Karjalainen 1999). Pohjois-Karjalassa myös maakunnallinen metsäkeskus toteutti vastaavia kunnostustöitä mm. Karjalan Pyhäjärven vesistöalueella heti 2000-luvun alusta lähtien.

Pohjakynnyksiä on siis melko järjestelmällisestikin rakennettu voimakkaasti muokattuihin virtavesiin noin neljännesvuosisadan ajan. Niiden fysikaalis-kemiallisia ja biologisia, ylipäätään ekologisia vaikutuksia on kuitenkin ilmeisesti tutkittu toistaiseksi melko vähän. Kasvillisuuden ja muun eliöstön kehittyminen kunnostettuun uomaan kestää helposti yli 10 vuotta. Siten kunnostusten vaikutusten luotettava monitorointi vaatii järjestelmällistä ja pitkäjänteistä työtä.

Tässä raportissa on melko hajanaisen havaintoaineiston (vedenlaadun ja virtaamien mittaukset, pohjaeläimistön ja sedimentin havainnot) perusteella pyritty arvioimaan vasta äskettäin, korkeintaan neljä vuotta aiemmin tehtyjen virtavesikunnostusten vaikutuksia. Karelia-ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelija Teemu Kiiskinen (2013) laati varsin perusteelliseen maastotarkasteluun perustuvan opinnäytetyön Kissapuron valuma-alueen vesiensuojeluteknisestä nykytilasta ja kunnostusmahdollisuuksista. Saman koulun ja koulutusohjelman opiskelijat Juhamatti Ovaskainen ja Mia Rouvinen (2017) laativat osin tämän raportin rakennetta noudattelevan perusselvitys- ja monitorointiraportin opinnäytetyönään välittömästi po. virtavesikunnostusten toteuttua. Sen jälkeen Kissapuron vesistöalueelle on tehty muutamia kunnostusrakenteita lisää. Ne on huomioitu tässä raportissa. Lisäksi Tossavainen (2014) on raportoinut Kissapuron vedenlaatua ja ainevirtaamia Jukajärveen vuoden 2012 mittausten perusteella, ennen kuin ensimmäistäkään kunnostusteknistä rakennetta oli edes suunniteltu.

Kissapuron veden pH on hiukan kohonnut vuosien sekä vuoden 2012 (Tossavainen 2014) että vuosien 2015–2017 havaintoihin (Ovaskainen ja Rouvinen 2017) verrattuna. Kolmella keskeisellä havaintopaikalla virtaamapainotettu pH vaihteli alajuoksulta yläjuoksulle 5,0...5,5 vuonna 2020, kun se niillä kaikilla oli pH 4,8 vuosien 2015–2017 mittausten perusteella. Vuonna 2012 alajuoksun havaintopaikan veden virtaamapainotettu pH oli 4,6 (Tossavainen 2016, 27). Kun valuma kohoaa noin puolitoista...kaksinkertaiseksi (15...20 l/s km<sup>2</sup>) keskivalumaan verrattuna, niin Kissapuron veden pH putosi alle 5:n, aina noin pH 4,5:een saakka vuonna 2020. Valumavesi huuhtelee tällöin tehokkaammin ojastoja ja happamat humusyhdisteet lähtevät liikkeelle.

Happamuuden (veteen liuenneiden protonien) vuosikuorma Jukajärveen Kissapuron alajuoksun mittaustulosten perusteella vuonna 2020 oli puolet pienempi kuin vuonna 2012. Raudan vuosikuorma ei ole mainittavasti muuttunut.

Pohjaeläimistössä ei ole havaintojen perusteella tapahtunut mainittavia muutoksia. Shannon-Wiener -indeksin perusteella arvioitu biodiversiteetti on Kissapuron ylä- ja keskijuoksulla alhainen sekä alajuoksulla erittäin alhainen. Hienoinen biodiversiteetin kohoaminen voidaan havaita, mutta sen todentaminen vaatii edelleen monitorointia. Ylä- ja keskijuoksulla on ilahduttavasti jonkin verran elinympäristöltään vaateliaita korientojen ja vesiperhosten toukkia. Myös pikkunahkiaisen toukkia ja aikuinen hyväkuntoinen pikkunahkiainen jäi syksyllä 2020 potkuhaaviin.

Mikä sitten on kunnostus- ja hoitohankkeen tavoitetaso Kissapuron vedenlaadulle ja ylipäätään koko virtavesiekosysteemin tilalle? Kissapurolla on tehty todella tomerasti kunnostustöitä latvoilta alajuoksulle. Ensinnäkin hyvinkin vuosikymmen on vielä odotettava, että nämä kunnostusrakenteet on miehitetty autotrofisella ja heterotrofisella eliöstöllä, joka pidättää ja käyttää puron ainevirtaamia kasvuunsa ja aineenvaihduntaansa. Valuma-alueen maankäytön, keskeisesti metsätalouden, toimet on suunniteltava ja toteutettava siten, että kuormitus Kissapuroon ja lopulta Jukajärveen ja Jukajokeen pysyy maltillisena. Puron pohjakynnykset ja laskeutusaltaat eivät kykene holtittoman maankäytön kuormaa pysäyttämään. Ruotsissa ja Norjassa on vankka kokemus virtavesien kemikaalineutraloinnista (kalkituksesta,  $\text{CaCO}_3$ ) 1970-luvulta lähtien. Kissapuro ja koko Jukajärven-Jukajoen vesistöalue on luontaisestikin ollut melko humoosinen ekosysteemi. Riittäväällä annostelulla veden pH kyetään kalkituksella helposti nostamaan 7,0...7,5:een. Tämä muuttaisi vesiekosysteemin luonnetta alkaen perustuottajien (vesi- ja rantamakrofytyt, perifytonlevät ja muu päällyskasvillisuus, kasviplankton) eliöyhteisöstä. Vaikutukset hajotustoimintaan olisivat merkittäviä. Sinänsä kalkitus on turvallista, kalsiumkarbonaattia ei voida yliannostella. Kun kalkin annostelu lopetettaisiin, niin latvavesillä nopea veden vaihtuvuus palauttaisi välittömästi happamuuden viimeistään ensimmäisen seuraavan ylivirtaamajakson aikana.

Entä Kissapuron vesistö- ja valuma-alueen vielä jäljellä olevat kunnostus- ja hoitotekniset mahdollisuudet? Pääosa Pienen Jukajärven valuma-alueesta koostuu Vehkasuon alueesta, joka ylivirtaamien aikana syöttää Pieneen Jukajärveen ja edelleen Kissapuroon hyvin hapanta vettä, jonka pH on noin 4. Pyöreisen ja Pienen Jukajärven välillä on ainakin noin 1000 metrin verran Kissapuron luontaista meanderoivaa uomaa, joka on jäänyt sivuun oikaistun ja rännimäisen uoman kaivun jälkeen (kuva 52). Veden ohjaaminen tähän luontaiseen uomaan olisi hyvä toimenpide vesistön tilan kannalta. Veden viipymä mutkittlevassa uomassa pidentyy, oleellisesti monipuolistuvat virtausolot ruokkivat vesieliöstön biodiversiteettiä ja luontainen tulvakäyttäytyminen ainakin paikoitellen mahdollistuu. Yleisesti oikaistut ja kaivetut uomat on aina pyritty kaivamaan huomattavastikin syvemmiksi kuin luontainen uoma. Tehokas veden ohjaaminen luontaiseen uomaan vaatii tiukan kaivetun uoman patoamisen. Tämä aiheuttaa väistämättä veden nousun yläpuoliseen maastoon. Siten tällaiset toimet vaativat aina ensimmäisenä maanomistajien luvan. Ylipäätään kaikki lisämahdollisuudet vesiensuojelu- ja kunnostusrakenteisiin Pienen Jukajärven yläpuolisella valuma-alueella kannattaa selvittää, koska alue on ajoittain merkittävä happamuuden lähde Kissapuroon ja Jukajärveen saakka.

Alatammen ja Kissapurontien välisellä valuma-alueella on jonkin verran täyttyneitä ja siten toimimattomia laskeutusaltaita ja lietekuoppia lähes Kissapuron rantaviivaan rajoittuen. Tällä välillä tapahtui myös suhteellisen voimakasta Kissapuron veden happamoitumista vuonna 2020. Alueen tarkka kunnostus- ja vesiensuojeluteknisten mahdollisuuksien tarkastelu on tarpeen.

Pieni Jukajärvi on pahoin liettynyt ja ainakin talvikerrosteisuuden lopulla vaikeista happiongelmista ja sisäisestä kuormituksesta kärsivä allas. Se neutraloi melko voimakkaasti Vehkasuon eli valuma-alueensa painopistealueelta tulevaa vettä.

Kissapuroon Pienen Petrolammen kautta purkautuva Lakeenjärvi on kirkasvetinen ja melko happamoitunut järvi, joka ainakin loppupalvesta kärsii alusveden heikosta happi-tilanteesta.

Talven ja syksyn 2020 muutamien mittaustulosten perusteella Jukajärven veden pH oli kohtuullisen hyvä, noin 6. Happi-tilanne oli erittäin heikko jo helmikuun alkupuolella pohjoisessa Ruukkilahden syvänteessä.



**Kuva 52.** Välittömästi Pienen Jukajärven yläpuolinen alue (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 11.01.2021). Huomaa karttaan merkitty luontainen, meanderoiva puro-uoma Pyöreisen ja Pienen Jukajärven välillä.

# Lähteet

Ahtiainen, M. 1991. Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja nro 45, Sarja A. Helsinki. <http://hdl.handle.net/10138/182619>

Ekholm, M. 1993. Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja A, nro 126. Painatuskeskus. Helsinki. <http://hdl.handle.net/10138/166681>

Eloranta, A. 2010. Virtavesien kunnostus. Kalatalouden Keskusliitto, julkaisu nro 165.

Kiiskinen, T. 2013. Jukajärven valuma-alueen kunnostustarpeen arviointi. Opinnäytetyö.. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Komulainen, H. 2013. Mangaani on terveysriski juomavedessä. Terveystiedon ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) tiedote 29.8.2013. Tutkimusprofessori Hannu Komulainen.

Komulainen, H. 2014. Juomaveden mangaaniin liittyy terveysriski. Ympäristö ja Terveys nro 2/2014, sivut 20-24.

Kortelainen, P., Finer, L., Mattson, T., Ahtiainen, M., Sallantausta, T., Kubin, E. ja Saukkonen, S. 2003. Luonnonhuhut metsäisiltä valuma-alueilta. Teoksessa: Finer, L., Lauren, A. ja Karvinen, L. (toim.), 2003. Ajankohtaista metsätalouden ympäristökuormituksesta – tutkimustietoa ja työkaluja – seminaari Kolin Luontokeskus Ukko 23.9.2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 886. Joensuun tutkimuskeskus, 17-23.

Laventure, M & Scherer, A. 2017. Ecological study of the Linnunsuo wetland and of the Jukajoki river (North Karelia, Finland) using biological and physio-chemical indicators. Internship report, 2<sup>nd</sup> year of MSc. Universite de Lille. Receiving organisations Karelia University of Applied Sciences & Snowchange Cooperative, supervisors Tero Mustonen & Tarmo Tossavainen. January 10th – July 31st 2017. (Kooste sekä Marion Laventuren että Antoine Schererin opinnäytetöistä).

Lyytikäinen, V. 2001. Siirtoistutetun isonäkingsammalen (*Fontinalis antipyretica*) vaikutuksia kahdessa metsäpurossa. Pro gradu -tutkielma, Joensuun yliopisto, biologian laitos.

Lyytikäinen, V., K.-M. Vuori ja J. Kotanen 2003. Pintavalutuskentät metsätalouden vesiensuojelumenetelmänä – Kuohattijärven suojavyöhyketutkimuksen tuloksia vuosilta 1998 – 2001. Teoksessa: L. Finer, A. Lauren ja L. Karvinen 2003. (toim.). Ajankohtaista metsätalouden ympäristökuormituksesta – tutkimustietoa ja työkaluja. Seminaari Kolin Luontokeskus Ukko 23.9.2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja nro 886. METLA, 77-87.

Mannonen, A. 2002. Rapukantojen hoito, sivut 218 – 231. Teoksessa: M. Salminen & P. Böhling (toim.). Kalavedet kuntoon. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. ISBN 951-776-388-3.

Metsähallitus 1921. Saramojoen vesistön uittosääntö. Uittosääntöjä, Kuopion lääni N:o 8. 31.12.1921.

Metsähallitus 1935. Muutos Saramojoen vesistön lauttaussääntöön. Lauttaussääntöjä n:o 8a, Kuopion lääni.

Mustonen, T. ja Mustonen, K. (toim.) 2013. Jukajärven ja -joen hoitosuunnitelma – Selkien perinteestä ja luonnosta 5.

Mustonen, T. & T. Tossavainen 2018. Brook lampreys of life: towards holistic monitoring of boreal aquatic habitats using "subtle signs" and oral histories. Reviews in Fish Biology and Fisheries. Research paper. Springer.

Olsen, L.-H., Sunesen, J. & Pedersen, B. V. 2005. Vesikirppu ja sudenkorento: makean veden eläimiä. WSOY.

Ovaskainen, J.-M. ja Rouvinen, M. 2017. Vesiensuojeluteknisten rakenteiden vaikutus Joensuun Jukajärveen laskevan Kissapuron tilaan. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Karelia-ammattikorkeakoulu

Paloniitty, P. ja Pehkonen, L. 2017. Kontiolahden Linnunsuon kosteikon nykytila ja vesiensuojeluteknisten rakenteiden suunnitelma kosteikolta Jukajokeen laskevaan uomaan. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2013. Suomen sadanta- ja valuntatietoja 2000 – 2011. Julkaisematon aineisto. DI Teppo Linjama.

Puustinen, M., Koskiahho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. ja Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja nro 21.

Ramboll 2016. Terrafame Oy. Osa VI: pintavesien biologinen tarkkailu vuonna 2015, pohjaeläin-tarkkailu sekä Nuasjärven pohjaeläimistöselvitys vuonna 2015. Raportti. 3.5.2016. Pekka Majuri, Ramboll Finland Oy.

Salonen, S., Frisk, T., Kärmeniemi, T., Niemi, J., Pitkänen, H., Silvo, K. ja Vuoristo, H. 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä; vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja A, nro 96.



- Tikkanen, T. 1987. Vesistötutkimuksen perusmenetelmät. Laboratoriotyöt. Kurssi LIMNO 16. Biologin osa. Opetusmoniste. Helsingin yliopisto, Limnologian laitos.
- Tossavainen, T. 2014. Jukajärven nykytila sekä alustava kunnostus- ja hoitotoimien pohdinta. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C:12.. Joensuu.
- Tossavainen, T. 2016a. Jukajärven pintavalutuskentän ja kosteikon toimivuus hajakuormituksen pidättäjänä. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulu, C-sarja. Joensuu.
- Tossavainen, T. 2016b. Ruukkisuon kosteikon toimivuus hajakuormituksen pidättäjänä 2 – 3 vuotta rakentamisen jälkeen. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulu, C-sarja.
- Tossavainen, T. 2018. Jukajoen (Kontiolahti) nykytila ja alustava kunnostussuunnitelma. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C, raportteja: 49..
- Tossavainen, T. 2020. Jukajoen vesistöalueen (Joensuu, Kontiolahti) nykytila ja eräiden siellä sijaitsevien vesiensuojeluteknisten rakenteiden toimivuus vuonna 2019. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulu, Joensuu.
- Tossavainen, T., Karjalainen, K. ja Karjalainen, J. 1999. Pohjois-Karjalan vesistö-kunnostukset: mies-työvoimalla hajakuormitus kuriin. Suomen Kalastuslehti nro 3, 29-35.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Third Edition. Elsevier Academic Press.

**LIITE 1. Havaintopaikkojen ja vesistökuunnostusteknisten rakenteiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN). Ne on tallennettu Garmin GPSMAP64-satelliittipaikanninlaitteella noin ±3 metrin tarkkuudella.**

**Liite 1. Taulukko 1/10. Kissapuron vesistöalueen limnologiset havaintopaikat 02.06.2020.**

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KISSAPUROALAJUOKSU 36V 349812 6940373 Golf I 105,1 2.6.2020 06.30.10
W KISSAPUROVIRTAAMA 36V 350358 6938923 Golf I 107,8 2.6.2020 07.13.38
W KISSAPUROKISSAPURONTIE 36V 350435 6938770 Golf I 107,9 2.6.2020 08.29.43
W KISSAPUROALATAMMI 36V 351269 6936065 Golf I 105,3 2.6.2020 09.04.48
W TUOREKARHUNLÄJÄ 36V 351888 6934755 Golf I 109,6 2.6.2020 09.36.10
W UKKOMETSO 36V 351974 6934640 Golf I 86,3 2.6.2020 09.39.23
W KISSAPUROPIENIJUKISYLÄPUOLI 36V 351917 6934551 Golf I 111,3 2.6.2020 09.43.59

```

**Liite 1. Taulukko 2/10. Kissapuron vesistöalueen limnologiset havaintopaikat 22.09.2020.**

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KISSAPUROALAJUOKSU 36V 350119 6939789 Golf I 110,8 22.9.2020 06.23.12 POHJAEÄLÄIMET JA
VEDENLAATU 321,1 L/S
W KISSAPURO/KISSAPURONTIE 36V 350514 6938735 Golf I 102,0 22.9.2020 08.27.39 POHJAEÄLUKAT JA
VESINÄYTE 9,7 C, 179,5 L/S
W KISSAPUROYLÄTAMMI 36V 351794 6935614 Golf I 111,8 22.9.2020 09.48.06 POHJAEÄLUKAT JA
VEDNLAATU

```

**Liite 1. Taulukko 3/10. Kissapuron vesistöalueen limnologiset havaintopaikat 28.09.2020**

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KISSAPURO1 36V 350358 6938923 Golf I 105,8 28.9.2020 06.08.05 PH 5,7, 6,3 MSM
9,6 C
W KISSAPURO2 36V 350236 6939343 Golf I 103,0 28.9.2020 07.09.36 5,3 MSM 6,0 PH
W KISSAPURO3 36V 350120 6939771 Golf I 99,8 28.9.2020 07.40.46 5,4 MSM 9,9 C PH
5,9
W LASKEUTUSALLASLÄHTEVÄ 36V 350036 6939718 Golf I 100,7 28.9.2020 08.01.26 PH 5,0 6,4 MSM 9C
W YLÄALLASLÄHTEVÄ 36V 350229 6939256 Golf I 100,3 28.9.2020 08.27.00 8,4MSM 7,9C PH 5,8
W LASKEUTUSALLAS2017LÄHTEVÄ 36V 348468 6947626 Golf I 89,9 28.9.2020 10.27.58 12,1C, 5,02 PH
13,9MSM
W AUTOMAATTIANTURI 36V 348453 6947567 Golf I 81,0 28.9.2020 10.37.18 PH 4,96 13 MSM
W KOSTEIKKOLÄHTEVÄ2013 36V 348448 6947552 Golf I 83,0 28.9.2020 10.40.21 13,1C 4,91 PH 13,0
MSM
W LINNUNSUOLOHKO2 36V 347642 6950173 Golf I 84,7 28.9.2020 11.40.24 LASKEUTUSALTAALLE
TULEVA 6,3PH
W PUMPPUPINTAVALUNTAKENTÄLLE 36V 347598 6950190 Golf I 87,0 28.9.2020 11.46.39
W PINTAVALUTUSKENTÄLLETULEVA 36V 347604 6950185 Golf I 89,8 28.9.2020 11.53.01 SAMALLA
LASKEUTUSALTAASTA TULLUT PH6,1
W LÄHTEVÄPINTAVALUTUSKENTÄLTÄ 36V 347378 6950338 Golf I 88,3 28.9.2020 12.14.01 MITTAPADON
VEDENKORKEUS 19 CM PH5,7 22 L/S

```

**Liite 1. Taulukko 4/10. Kissapuron vesistöalueen limnologiset havaintopaikat 01.10.2020**

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KISSAPUROALAJUOKSUBIYNS19A 36V 350123 6939779 Golf I 103,1 1.10.2020 06.42.34 POHJAEUKAT
VEDENLAATU
W KISSAPUROALATAMMI 36V 351197 6936179 Golf I 105,0 1.10.2020 08.24.05 BIYNS19B
POHJAEUKAT JA VEDENLAATU
W KISSAPUROYLÄTAMMI 36V 351794 6935611 Golf I 107,8 1.10.2020 09.17.00 BIYNS19B
POHJAEUKAT JA VEDENLAATU 10,8C
W 013 36V 348897 6942355 Golf I 93,9 1.10.2020 12.29.50
W JUKAJÄRVI100 36V 348897 6942355 Golf I 94,2 1.10.2020 12.29.56

```

**Liite 1. Taulukko 5/10. Kissapuron vesistöalueen limnologiset havaintopaikat 07.10.2020.**

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W LINNUNSUO2017ALTAASTALÄHTEVÄ 36V 348474 6947626 Golf I 84,6 7.10.2020 10.06.02
W LINNUNSUOAUTOMAATTIANTURI 36V 348453 6947569 Golf I 86,4 7.10.2020 10.09.22
W LINNUNSUO2013KOSTEIKONLÄHTEVÄ 36V 348450 6947554 Golf I 85,8 7.10.2020 10.10.52
W LINNUNSUOUUSIALLAS2020 36V 347725 6946716 Golf I 89,7 7.10.2020 10.36.29 PH 3,7 12,2C
32,2MSM
W KISSAPUROMELKEINALAJUOKSU 36V 350240 6939336 Golf I 98,4 7.10.2020 11.54.06 10,5C PH 5,8
W KISSAPUROALAJUOKSU 36V 350122 6939762 Golf I 97,9 7.10.2020 12.13.10 4,1MSM PH5,8 10,5C
W LASKEUTUSALLAS2015LÄHTEVÄ 36V 350037 6939717 Golf I 94,3 7.10.2020 12.24.01 3,7MSM PH4,9 11,4C
W YLEMMÄNLASKALTAANLÄHTEVÄ 36V 350231 6939256 Golf I 91,7 7.10.2020 12.40.21 10,9C 3,7MSM PH5,4
W KISSAPUROKISSAPURONTIE 36V 350359 6938924 Golf I 101,7 7.10.2020 13.03.15 4,1MSM PH 5,8 10,7C
161 ,3LS

```

**Liite 1. Taulukko 6/10. Kissapuron vesistöalueen limnologiset havaintopaikat 19.10.2020.**

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W 014 36V 351571 6935329 Golf I 114,0 19.10.2020 06.11.07
W LÄHTÖ19102020 36V 351569 6935328 Golf I 112,9 19.10.2020 06.11.42 BIY6040
W KOSTEIKKO2017LÄHTEVÄ 36V 350837 6934817 Golf I 109,7 19.10.2020 07.25.56 PH 4,5 JOHT 7,2MSM
W METSÄOJALÄNNESTÄ 36V 350756 6934867 Golf I 105,0 19.10.2020 07.51.01 PH 4,6 4,8MSM
W KOSTEIKOLLETULEVA 36V 350734 6935146 Golf I 111,3 19.10.2020 08.11.22 17MSM 4,1PH
W KISSAPUROVEHKASUONMUTKA 36V 350632 6935551 Golf I 103,5 19.10.2020 09.31.27 PH 4,0 3,7MSM
W ISONVEHKALAMMENLÄHT 36V 350331 6935833 Golf I 108,2 19.10.2020 10.06.25 9,1MSM PH 4,8
W VEHKASUOSEISOVAVESI 36V 350618 6935740 Golf I 106,6 19.10.2020 10.23.27 PH 4,0 3,6MSM
W KISSAPUROKISSAPURONTIE 36V 350356 6938920 Golf I 93,3 19.10.2020 11.35.50 PH 5,6

```

**Liite 1. Taulukko 7/10. Kissapuron vesistöalueen limnologiset havaintopaikat 20.10.2020.**

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W JUKAJÄRVI 36V 348924 6942302 Waypoint I 0,0 20.10.2020 06.56.23
W KISSAPUROKISSAPURONTIE 36V 350439 6938774 Golf I 107,6 20.10.2020 07.06.33 PH 5,5
W KISSAPUROPETRONNIEMI 36V 350261 6939288 Golf I 101,4 20.10.2020 07.41.12 PH 5,4
LÄMPÖTILA4,2C
W LAKEENJÄRVENPURO 36V 350078 6940013 Golf I 101,3 20.10.2020 08.30.27 PH 4,7 4,7C
W KISSAPUROALAJUOKSU 36V 350045 6940082 Golf I 98,0 20.10.2020 08.47.59 4,2C PH 5,5
W LASKALLASLÄHTEVÄ 36V 350037 6939716 Golf I 94,7 20.10.2020 09.19.54 PH 4,2 2,0C
W YLEMPIALLAS2015LÄHTEVÄ 36V 350232 6939258 Golf I 100,5 20.10.2020 10.38.11 PH 4,5 2,7C
W JUKAJÄRVIUIMARANTA 36V 349612 6941648 Golf I 94,4 20.10.2020 11.21.50 PH 6,1 6,7C
W AUTOMAATTIANTURI 36V 348452 6947570 Golf I 85,9 20.10.2020 12.15.14 11,4MSM 3,3C PH
4,7

```

**Liite 1. Taulukko 8/10. Kissapuron vesistöalueen vesistökunnostusrakenteiden sijainti sekä limnologiset havaintopaikat 26.10.2020, taulukko 1/2.**

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W KISSAPUROPIENIJUKAJÄRVIYLÄPUOL 36V 351916 6934544 Golf I 113,3 26.10.2020 07.52.01 4,1 C
W KISSAPUROMYLLYVAARALATAMMI 36V 351306 6935954 Golf I 103,6 26.10.2020 08.50.46 3,7 C
W KISSAPUROALAJUOKSU 36V 349813 6940376 Golf I 100,1 26.10.2020 09.36.42 3,7 C
W KISSAPUROKISSAPURONTIE 36V 350359 6938928 Golf I 106,3 26.10.2020 10.16.42 3,7 C
W POHJAKYNNYS1 36V 350124 6939767 Golf I 88,2 26.10.2020 12.27.22
W POHJAKYNNYS2 36V 350162 6939667 Golf I 92,0 26.10.2020 12.31.49
W POHJAKYNNYS3 36V 350150 6939610 Golf I 83,5 26.10.2020 12.33.54
W POHJAKYNNYS4 36V 350168 6939553 Golf I 80,3 26.10.2020 12.37.03
W POHJAKYNNYS5 36V 350202 6939440 Golf I 82,1 26.10.2020 12.40.55
W POHJAKYNNYS6 36V 350231 6939344 Golf I 106,2 26.10.2020 12.43.49
W POHJAKYNNYS7 36V 350262 6939286 Golf I 82,5 26.10.2020 12.45.45
W POHJAKYNNYS8 36V 350286 6939246 Golf I 86,3 26.10.2020 12.48.25
W POHJAKYNNYS9 36V 350248 6939175 Golf I 114,3 26.10.2020 12.50.58
W LUONTUOMA1ALAPÄÄ 36V 350233 6939117 Golf I 89,9 26.10.2020 12.52.49
W POHJAKYNNYS10 36V 350245 6939092 Golf I 93,5 26.10.2020 12.55.45
W LUONTUOMA1YLÄPÄÄ 36V 350243 6939089 Golf I 98,3 26.10.2020 12.56.48 LENKIN PITUUS 40 M
W LUONTUOMA2ALAPÄÄ 36V 350247 6939084 Golf I 96,1 26.10.2020 12.58.37
W POHJAKYNNYS11 36V 350267 6939063 Golf I 90,8 26.10.2020 12.59.45 KÄÄNTÄÄ MYÖS VETTÄ
LUONTUOMA2YLÄPÄÄ
W LUONTUOMA2YLÄPÄÄ 36V 350268 6939055 Golf I 94,0 26.10.2020 13.01.39 LENKIN PITUUS NOIN 60
METRIÄ
W POHJAKYNNYS+ALLASTUS? 36V 350305 6939031 Golf I 99,3 26.10.2020 13.08.40 TEHTY 2020

```

**Liite 1.** Taulukko 9/10. Kissapuron vesistöalueen vesistökuunnostusrakenteiden sijainti sekä limnologiset havaintopaikat 26.10.2020, taulukko 2/2.

W LUONTUOMA3ALAPää	36V 350337 6938963 Golf	I	93,0 26.10.2020 13.12.32
W POHJAKYNNYS12	36V 350354 6938926 Golf	I	96,3 26.10.2020 13.15.02 KÄÄNTÄÄ MYÖS VETTÄ
LUONT UOMAKOHDE3EEN			
W LUONTUOMA3YLÄPää	36V 350355 6938920 Golf	I	94,4 26.10.2020 13.17.05 PITUUS LÄHES 200 M
KS.MYÖS KARTALTA			
W POHJAKYNNYS13	36V 350384 6938848 Golf	I	91,9 26.10.2020 13.21.42
W LUONTUOMA4ALAPää	36V 350410 6938823 Golf	I	91,2 26.10.2020 13.23.19 LENKKI ALITTAÄ MYÖS
KISSAPURONTIEN			
W POHJAKYNNYS14	36V 350440 6938774 Golf	I	97,9 26.10.2020 13.33.13 KÄÄNTÄÄ MYÖS VETTÄ
LUONT UOMAN KOHDE 4ÄÄN			
W LUONTUOMA4YLÄPää	36V 350443 6938767 Golf	I	97,8 26.10.2020 13.35.22 LENKIN PITUUS NOIN 100
M			
W POHJAKYNNYS15	36V 350564 6938589 Golf	I	96,5 26.10.2020 13.44.49
W LASKEUTUSALLASM2005	36V 350595 6938540 Golf	I	98,5 26.10.2020 13.48.22

**Liite 1.** Taulukko 10/10. Kissapuron vesistöalueen vesistökuunnostusrakenteiden sijainti 29.10.2020.

H SOFTWARE NAME & VERSION  
 I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION  
 S DateFormat=d.M.yyyy  
 S Units=M,M  
 S SymbolSet=2

H R DATUM  
 M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM  
 U UTM UPS

F ID-----	Zne	Eastng	Northng	Symbol-----	T	Alt(m)	Date	Time	Comment
W POHJAKYNNYS16	36V	350621	6938539	Golf	I	103,7	29.10.2020	10.11.08	
W POHJAKYNNYS17	36V	350681	6938460	Golf	I	102,3	29.10.2020	10.14.49	
W POHJAKYNNYS18	36V	350710	6938358	Golf	I	96,5	29.10.2020	10.18.52	
W ETELÄINENLASKALLAS2007	36V	350746	6938286	Golf	I	99,3	29.10.2020	10.22.44	
W POHJAKYNNYS19	36V	350827	6938208	Golf	I	92,3	29.10.2020	10.28.49	
W POHJAKYNNYS20	36V	351239	6936087	Golf	I	100,1	29.10.2020	11.21.42	
W POHJAKYNNYS21	36V	351215	6936192	Golf	I	99,7	29.10.2020	11.30.48	
W POHJAKYNNYS22	36V	351205	6936296	Golf	I	91,3	29.10.2020	11.34.53	
W POHJAKYNNYS23	36V	351199	6936311	Golf	I	96,7	29.10.2020	11.36.20	
W POHJAKYNNYS24	36V	351179	6936347	Golf	I	102,0	29.10.2020	11.38.27	
W POHJAKYNNYSKUTUSORAIKKO25	36V	351178	6936392	Golf	I	101,1	29.10.2020	11.41.05	
W POHJAKYNNYS25	36V	351160	6936403	Golf	I	93,1	29.10.2020	11.43.19	
W POHJAKYNNYS26	36V	351301	6935968	Golf	I	138,7	29.10.2020	12.05.26	
W POHJAKYNNYS27	36V	349832	6940348	Golf	I	98,8	29.10.2020	13.21.59	
W POHJAKYNNYS28?	36V	349981	6940277	Golf	I	99,6	29.10.2020	13.25.16	
W POHJAKYNNYS29?	36V	350033	6940170	Golf	I	98,4	29.10.2020	13.28.03	

**LIITE 2. Pienen Jukajärven järvikortti. Poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Hertta-ympäristötietojärjestelmästä 14.01.2021.**

Pieni Jukajärvi	04.337.1.026	Kunta	Joensuu
ELY	Pohjois-Karjalan ELY ympäristö ja luonnonvarat		
Vesistö	04.337 Jukajoen va		
Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)	6935813	Itä (ETRS-TM35FIN)	661016
Pohjoinen (Euref)	62.51822	Itä (Euref)	30.12829
Korkeustaso		Korkeus N2000	
Vesienhoitoalue	Vuoksen vesienhoitoalue		
Luotaaja	Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri		
Luotauksen alku	21.02.1994	Luotauksen loppu	21.02.1994
Luotausmenetelmä	Talviluotaus, graafinen paikannus		
Linjatiheys	100 m	Luotaustiheys	25 m
Tasosijainnin tarkkuus	20 m	Syvyyshavainnon tarkkuus	0,1 m + 1% syvyydestä
Luotaustaso	N60+105,60	Luotaustaso N2000	N2000+105,82
Kiintopiste			
Asteikko		Luovutus MML:lle	
Saarten rantaviiva	km	Saarten lukumäärä	
Saarten pinta-ala	ha	< 100 m <sup>2</sup>	
		100 m <sup>2</sup> - 1 ha	
		1 ha - 1 km <sup>2</sup>	
		> 1 km <sup>2</sup>	
Fysiografia			
Vesiala (Ranta10)	17,483 ha	Suurin syvyys	3 m
Kokonaisrantaviiva (Ranta10)	2,697 km	Tilavuus	270 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)	6936039	Itä (ETRS-TM35FIN)	660835
Pohjoinen (Euref)	62.52032	Itä (Euref)	30.12500
Keskisyvyys	1,47 m	Määritys	
Yläpuolinen valuma-alue			
Pinta-ala	ha	Järviala	ha
Syvyys m	Pinta-ala ha	Tilavuus 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	
0	18,2	270	
1,5	8,9	66,75	

**LIITE 3. Pienen Jukajärven syvännehavaintopaikan (kokonaissyvyys 3,0 metriä) pohjaeläimistön havainnot 31.03.2016.**

	<b>Ekman-näytteenotin, yksilöitä/m<sup>2</sup></b>			
<b>Rinnakkais-näyte</b>	<b><i>Chaoburus</i> spp.</b>	<b>Chironomidae</b>	<b>Culicidae</b>	<b>Yhteensä</b>
1	155	39	0	194
2	34	68	34	136
3	34	34	0	68
<b>keskiarvo</b>	<b>74,3</b>	<b>47</b>	<b>11,3</b>	<b>132,7</b>
<b>Osuus, %</b>	<b>57</b>	<b>35</b>	<b>9</b>	<b>100</b>
<b>Shannon-Wiener indeksi 0,90</b>				



**LIITE 4. Kissapuron pohjaeläimistön havainnot 22.09. ja 01.10.2020, yhteensä 5 taulukkoa.**

**Liite 4.** Taulukko 1/5. Kissapuron Ylätammen havaintopaikan pohjaeläimistön havainnot 22.09.2020.

Taksoni (yksilöä/m <sup>2</sup> )																
	Chi-ronomidae	Oligochaeta	Plecoptera	Hydrachnida	Ephemeroptera	Megaloptera	Asellus aquaticus	Nematoda	Trichoptera	Orectochilus villosus	Lamproplaneri	Cyclopoida	Hirudinea	Cor-dule-gaster boltonii	Co-leoptera	Yht.
Rin-nak-kais-näyte (nro)	survi-ais-säas-ken toukka	har-vasuka smato	koski-koren-non toukka	vesi-punkki	päivä-koren-non toukka	kais-lako-ren-non toukka	ve-si-siira	suk-kula-mato	vesi-per-hosen-toukka	hämy-hopea-seppä	pikku-nahki-ainen	Han-kajal-kaisä-yriäi-nen	Juo-ti-kas	Puro-koren-non toukka	Kop-pa-kuori-ainen	
1	8	40	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	54
2	13	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3	0	1	0	0	20
3	10	20	0	7	3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	43
4	5	10	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	24
5	2	12	1	5	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	24
6	36	50	10	2	9	0	2	0	2	0	1	2	0	1	0	115
7	3	28	0	3	0	0	13	1	2	0	0	0	1	1	0	52
8	8	21	1	1	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	0	41
<b>Kes-kiarvo</b>	<b>10,6</b>	<b>22,6</b>	<b>2,1</b>	<b>2,9</b>	<b>1,9</b>	<b>0,3</b>	<b>3,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>46,6</b>
<b>%-osuus</b>	<b>0,23</b>	<b>0,49</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>1</b>
<b>Shannon-Wiener -indeksi 1,65</b>																

**Liite 4.** Taulukko 2/5. Kissapuron Ylätammen havaintopaikan pohjaeläimistön havainnot 01.10.2020.

Taksoni (yksilöä/m <sup>2</sup> )														
Kissapuro, Ylätammi 01.10.2020	Chironomidae	Oligochaeta	Plecoptera	Hydrachnidia	Ephemeroptera	Megaloptera	Asellousaquiticus	Trichoptera	Cyclopoida	Hirudinea	Tabanidae	Ceratopogonidae	Notonectidae	Yhteensä
Rinnakkaisnäyte (nro)	survivaissääsken toukka	harvasukas mato	koskikorennon toukka	vesipunkki	päiväkorennon toukka	kaislakorennon toukka	vesisiira	vesiperhosen toukka	Hankajalkaisäyräinen	Juotikas	Paarman toukka	Polttiaisen toukka	maliluainen	
1	21	0	1	0	16	0	10	41	0	2	0	0	1	
2	10	0	0	2	25	1	5	0	0	3	0	0	0	
3	6	8	2	1	22	0	3	9	1	0	0	1	0	
4	15	1	2	0	12	3	6	14	6	0	0	0	0	
5	13	1	3	0	0	0	0	87	0	1	0	0	0	
6	9	0	0	1	2	0	0	16	0	0	1	0	0	
<b>Keskiarvo</b>	<b>12,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,3</b>	<b>0,7</b>	<b>12,8</b>	<b>0,7</b>	<b>4</b>	<b>27,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>64</b>
<b>%-osuus</b>	<b>0,19</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,20</b>	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,43</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1</b>
<b>Shannon-Wiener -indeksi 1,63</b>														

**Liite 4.** Taulukko 3/5. Kissapuron Alatammen havaintopaikan pohjaeläimistön havainnot 01.10.2020.

Taksoni (yksilöä/m <sup>2</sup> )										
Kissapuro, Alatammi, 01.10.2020	Chironomidae	Oligochaeta	Plecoptera	Hydrachnidia	Ephemeroptera	Trichoptera	Tabanidae	Pisidium	Sphaerium cornutum	Yht.
Rinnakkaisnäyte (nro)	survivaissääsken toukka	harvasukas mato	koskikorennon toukka	vesipunkki	päiväkorennon toukka	vesiperhosen toukka	Paarman toukka	hernesimpukka	Pallosimpukka	
1	3	0	0	2	3	1	0	0	0	9
2	2	1	2	1	9	0	0	0	0	15
3	1	0	1	0	0	2	1	1	0	6
4	0	1	0	0	6	4	1	0	0	12
5	0	1	4	0	1	0	0	0	1	7
6	0	1	2	0	0	3	0	0	9	15
<b>Keskiarvo</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>	<b>3,2</b>	<b>1,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>1,7</b>	<b>10,7</b>
<b>%-osuus</b>	<b>0,09</b>	<b>0,06</b>	<b>0,14</b>	<b>0,05</b>	<b>0,30</b>	<b>0,16</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,16</b>	<b>1,00</b>
<b>Shannon-Wiener -indeksi 1,93</b>										

**Liite 4.** Taulukko 4/5. Kissapuron Kissapurontien havaintopaikan pohjaeläimistön havainnot 22.09.2020.

Taksoni (yksilöä/m <sup>2</sup> )												
Kissapuro, Kissapurontie 22.09.2020	Chironomidae	Oligochaeta	Plecop- tera	Hydrachnidia	Ephemeroptera	Megalo- ptera	Asellus aquaticus	Nematoda	Trichoptera	Pisidium sp.	Lam- petra planeri	yhteensä
Rinnakkaisnäyte (nro)	surviais- sääsken- toukka	har- vasukas- mato	koski- koren- non toukka	vesi- punkki	päivä- koren- non toukka	kaisla- koren- non toukka	vesi- siira	suk- kula- mato	vesiperho- sen toukka	herne- sim- pukka	pikku- nahki- ainen	
1	3	0	0	0	3	5	2	0	0	0	0	13
2	1	0	0	0	9	0	0	1	0	0	0	11
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
5	5	0	0	1	0	5	0	0	0	2	0	13
6	11	4	2	0	4	0	0	0	0	0	0	21
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
8	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6
<b>Keskiarvo</b>	<b>3,9</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>9,1</b>
<b>%-osuus</b>	<b>0,42</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,22</b>	<b>0,14</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>1,00</b>
<b>Shannon-Wiener -indeksi 1,73</b>												

**Liite 4.** Taulukko 5/5. Kissapuron alajuoksun havaintopaikan pohjaeläimistön havainnot 22.09.2020.

Taksoni (yksilöä/m <sup>2</sup> )							
Kissapuron ala- juoksu 22.09.2020	Chironomidae	Oligochaeta	Hydrachnidia	Nematoda	Orectochilus villosus	Eristalis sp.	yhteensä
Rinnakkaisnäyte (nro)	(surviais- sääsken- toukka)	(har- vasukas- mato)	(vesi- punkki)	(sukkula- mato)	(hämyhopeaseppä)	Likakärpä- sen toukka	
1	4	0	0	1	0	0	5
2	1	1	0	0	0	0	2
3	1	0	0	0	0	0	1
4	2	0	0	0	1	0	3
5	0	0	0	0	0	0	0
6	1	3	1	0	0	1	6
7	1	1	0	0	0	0	2
8	0	0	0	0	0	0	0
<b>Keskiarvo</b>	<b>1,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>2,4</b>
<b>%-osuus</b>	<b>0,53</b>	<b>0,26</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>1</b>
<b>Shannon-Wiener -indeksi 1,31</b>							

**LIITE 5. Virtaamapainotettujen pH-arvojen (2016–2017 ja 2020) laskennan perustana olevat mittaustulokset. Kissapuron Alatammen, Kissapurontien ja alajuoksun havaintopaikkojen aineisto. 3 taulukkoa.**

**Liite 5.** Taulukko 1/3. Kissapuron alajuoksun havaintopaikan pH- ja virtaamahavainnot vuosina 2015–2016 sekä vuonna 2020 ja niiden perusteella määritetyt virtaamapainotetut oksoniumioni- ja pH-arvot.

<b>Kissapuron alajuoksu</b>				
<b>Ovaskainen &amp; Rouvinen (2017, 81)</b>	<b>pH</b>	<b>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (mol/l)</b>	<b>q (l/s km<sup>2</sup>)</b>	<b>virtaamapainotettu [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]</b>
11.12.2015	5,1	7,94328x10 <sup>-6</sup>	12,5	1,46764 x 10 <sup>-5</sup> mol/l
22.03.2016	6,0	0,000001	6,4	vastaava pH on 4,8
29.03.2016	6,2	6,30957x10 <sup>-7</sup>	3,8	
06.04.2016	6,0	0,000001	8,0	
15.04.2016	4,5	3,16228x10 <sup>-5</sup>	27,7	
02.06.2016	5,8	1,58489x10 <sup>-6</sup>	5,9	
02.09.2016	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	4,3	
<b>Tossavainen (2021)</b>	<b>pH</b>	<b>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (mol/l)</b>	<b>q (l/s km<sup>2</sup>)</b>	<b>virtaamapainotettu [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]</b>
02.06.2020	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	6,0	9,94516 x 10 <sup>-6</sup> mol/l
22.09.2020	5,2	6,30957x10 <sup>-6</sup>	13,0	vastaava pH on 5,0
01.10.2020	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	6,3	
07.10.2020	5,8	1,58489x10 <sup>-6</sup>	8,0	
20.10.2020	5,5	3,16228x10 <sup>-6</sup>	12,4	
26.10.2020	5,2	6,30957x10 <sup>-6</sup>	15,4	
29.10.2020	4,5	3,16228x10 <sup>-5</sup>	21,1	
08.12.2020	5,5	3,16228x10 <sup>-6</sup>	14,2	

**Liite 5.** Taulukko 2/3. Kissapuron Kissapurontien havaintopaikan pH- ja virtaamahavainnot vuosina 2015–2017 sekä vuonna 2020 ja niiden perusteella määritetyt virtaamapainotetut oksoniumioni- ja pH-arvot.

<b>Kissapuro, Kissapurontie</b>				
<b>Ovaskainen &amp; Rouvinen (2017, 81)</b>	<b>pH</b>	<b>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (mol/l)</b>	<b>q (l/s km<sup>2</sup>)</b>	<b>virtaamapainotettu [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]</b>
11.12.2015	5,3	5,01187x10 <sup>-6</sup>	12,8	1,71191x10 <sup>-5</sup>
22.03.2016	6,1	7,94328x10 <sup>-7</sup>	6,7	vastaava pH on 4,8
29.03.2016	6,2	6,30957x10 <sup>-7</sup>	3,9	
31.03.2016	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	5,0	
06.04.2016	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	8,0	
15.04.2016	4,5	3,16228x10 <sup>-5</sup>	27,5	
02.06.2016	6,0	0,000001	6,0	
02.09.2016	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	4,4	
26.09.2016	6,1	7,94328x10 <sup>-7</sup>	4,0	
29.09.2016	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	8,0	
09.11.2016	5,5	3,16228x10 <sup>-6</sup>	4,8	
21.03.2017	6,1	7,94328x10 <sup>-7</sup>	6,6	
08.05.2017	4,4	3,98107x10 <sup>-5</sup>	29,5	
<b>Tossavainen (2021)</b>	<b>pH</b>	<b>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (mol/l)</b>	<b>q (l/s km<sup>2</sup>)</b>	<b>virtaamapainotettu [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]</b>
2.6.2020	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	6,0	6,84416x10 <sup>-6</sup>
22.9.2020	5,3	5,01187x10 <sup>-6</sup>	13,0	vastaava pH on 5,2
7.10.2020	5,8	1,58489x10 <sup>-6</sup>	7,9	
19.10.2020	5,6	2,51189x10 <sup>-6</sup>	11,9	
20.10.2020	5,5	3,16228x10 <sup>-6</sup>	12,4	
26.10.2020	5,3	5,01187x10 <sup>-6</sup>	15,4	
29.10.2020	4,7	1,99526x10 <sup>-5</sup>	21,1	
8.12.2020	5,5	3,16228x10 <sup>-6</sup>	14,2	

**Liite 5.** Taulukko 3/3. Kissapuron Alatammen havaintopaikan pH- ja virtaamahavainnot vuonna 2016 sekä vuonna 2020 ja niiden perusteella määritetyt virtaamapainotetut oksoniumioni- ja pH-arvot.

<b>Kissapuro, Alatammi</b>				
<b>Ovaskainen &amp; Rouvinen (2017, 81)</b>	<b>pH</b>	<b>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (mol/l)</b>	<b>q (l/s km<sup>2</sup>)</b>	<b>virtaamapainotettu [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]</b>
22.03.2016	6,0	0,000001	6,0	1,50749x10 <sup>-5</sup>
29.03.2016	6,1	7,94328x10 <sup>-7</sup>	5,3	vastaava pH on 4,8
31.03.2016	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	5,6	
06.04.2016	6,1	7,94328x10 <sup>-7</sup>	9,4	
15.04.2016	4,5	3,16228x10 <sup>-5</sup>	32,4	
02.06.2016	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	6,8	
02.09.2016	5,9	1,25893x10 <sup>-6</sup>	5,1	
<b>Tossavainen (2021)</b>	<b>pH</b>	<b>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (mol/l)</b>	<b>q (l/s km<sup>2</sup>)</b>	<b>virtaamapainotettu [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]</b>
02.06.2020	6,1	7,94328x10 <sup>-7</sup>	6,0	3,51107x10 <sup>-6</sup>
22.09.2020	5,5	3,16228x10 <sup>-6</sup>	13,0	vastaava pH on 5,5
01.10.2020	5,8	1,58489x10 <sup>-6</sup>	6,3	
26.10.2020	5,5	3,16228x10 <sup>-6</sup>	15,4	
29.10.2020	5,3	5,01187x10 <sup>-6</sup>	21,1	
08.12.2020	5,4	3,98107x10 <sup>-6</sup>	14,2	

**LIITE 6. Lakeenjärven järvikortti (Suomen Ympäristökeskus, Herta-ympäristötietojärjestelmä 25.01.2021).**

Lakeenjärvi	04.337.1.022	Kunta	Joensuu
ELYy	Pohjois-Karjalan ELY ympäristö ja luonnonvarat		
Vesistö	04.337 Jukajoen va		
Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)	6940469	Itä (ETRS-TM35FIN)	659795
Pohjoinen (Euref)	62.56047	Itä (Euref)	30.10897
Korkeustaso		Korkeus N2000	
Vesienhoitoalue	Vuoksen vesienhoitoalue		
Luotaaja	Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri		
Luotauksen alku	11.01.1994	Luotauksen loppu	12.01.1994
Luotausmenetelmä	Talviluotaus, graafinen paikannus		
Linjatiheys	100 m	Luotaustiheys	25 m
Tasosijainnin tarkkuus	20 m	Syvyyshavainnon tarkkuus	0,1 m + 1% syvyydestä
Luotaustaso	N60+118,50	Luotaustaso N2000	N2000+118,72
Kiintopiste			
Asteikko		Luovutus MML:lle	
Saarten rantaviiva	km	Saarten lukumäärä	
Saarten pinta-ala	ha	< 100 m <sup>2</sup>	
		100 m <sup>2</sup> - 1 ha	
		1 ha - 1 km <sup>2</sup>	
		> 1 km <sup>2</sup>	
Fysiografia			
Vesiala (Ranta10)	32,139 ha	Suurin syvyys	11,3 m
Kokonaisrantaviiva (Ranta10)	2,623 km	Tilavuus	1035 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)	6940487	Itä (ETRS-TM35FIN)	659817
Pohjoinen (Euref)	62.56062	Itä (Euref)	30.10942
Keskisyvyys	3,3 m	Määrittäminen	
Yläpuolinen valuma-alue			
Pinta-ala	ha	Järviala	ha
Syvyys m	Pinta-ala ha		Tilavuus 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
0	31,2		1035
1,5	26,4		602,9
3	17,1		276,65
6	0,5		12,65
10	0,1		0,65

