

Tarmo Tossavainen

**Jukajoen (Kontiolahti)  
vesistöalueella sijaitsevan  
ennallistetun Linnunsuon ja  
kosteikon vesiensuojelutekninen  
toimivuus v. 2020**

Tutkimusraportti



Julkaisusarja

Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C: Raportteja, 78

Tekijä

Tarmo Tossavainen, Karelia-ammattikorkeakoulu

Valokuvat

Tarmo Tossavainen, ellei toisin mainittu

© Tekijä ja Karelia-ammattikorkeakoulu



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

ISBN 978-952-275-332-8

ISSN 2323-6914

Karelia-ammattikorkeakoulu 2021

# Sisällys

|   |    |
|---|----|
| Tiivistelmä.....  | 5  |
| 1 Alkusanat.....  | 7  |
| 2 Tutkimusalue .....  | 8  |
| 2.1 Ennallistamisalue "Linnunsuo NORD" .....  | 8  |
| 2.2 Linnunsuon kosteikko.....   | 18 |
| 2.3 Jukajoki.....   | 23 |
| 3 Aineisto ja menetelmät.....   | 25 |
| 3.1 Ennallistamisalueen "Linnunsuo NORD" havaintopaikat.....  | 25 |
| 3.2 Linnunsuon kosteikon havaintopaikat.....  | 27 |
| 3.3 Jukajoen ja siihen laskevien uomien havaintopaikat .....  | 27 |
| 3.4 Tutkimusmenetelmät ja -välineet .....   | 28 |
| 4 Tulokset .....  | 33 |
| 4.1 Ennallistamisalue Linnunsuo NORD .....  | 33 |
| 4.2 Linnunsuon kosteikko.....   | 38 |
| 4.3 Ennallistamisalueen "Linnunsuo NORD" ja Linnunsuon<br>kosteikon yhteinen lasku-uoma Jukajokeen..... | 41 |
| 4.4 Jukajoki .....  | 43 |
| 5 Tulosten tarkastelu.....  | 45 |
| 5.1 Ennallistamisalue "Linnunsuo NORD" .....  | 45 |
| 5.2 Linnunsuon kosteikko.....   | 47 |

|  |    |
|--|----|
| 5.3 Jukajoki.....  | 48 |
| 6 Yhteenveto ja johtopäätökset.....  | 50 |
| Lähteet.....   | 52 |
| Liitteet.....  | 55 |
| Liite 1. Tutkimusalueen havaintopaikkojen koordinaatit, 6<br>taulukkoa. .... | 55 |



# Tiivistelmä

Tässä raportissa tarkasteltu Linnunsuon aluekokonaisuus ja siellä tehtyjen vesiensuojeluteknisten rakenteiden sekä kunnostus- ja ennallistamistöiden toimivuus on merkittävään yksittäinen tekijä Jukajoen fysikaalis-kemiallisen ja ylipäätään kokonaisekologisen toipumisen kannalta, yhdessä joen "alkulähteen" Jukajärven kuntoutumisen kanssa. Linnunsuon ennallistaminen (metsäojien tukkiminen ja puuston poisto noin 70 hehtaarin alalta) tehtiin syksyllä 2020. Ojajatkosten kestävyyttä veden patoamisessa kannattaa tarkkailla muutamien kevät- ja syysylivirtaamien aikana ja jälkeen. Ojajatkoksille kehittyi varsin nopeasti kasvillisuutta, joka sitoo ja lujittaa niiden rakennetta.

Tämä tutkimus toimii lähtökohtana ennallistamisen monitoroinnille. Mainittavia johtopäätöksiä ennallistamisen vaikutuksista on vielä liian aikaista tehdä. Vuosien 2017 ja 2020 havainnot ennen ja välittömästi ennallistamisen jälkeen ovat kuitenkin merkittäviä. Vaikka ennallistamisalueen ojasto oli tehokkaasti tukittu ja puusto poistettu juuri ennen marraskuun 2020 havaintokierrosta, niin koko ennallistamisalueelta lähtevän veden pH (4,8) oli sama kuin ennen ennallistamista huhtikuussa 2017. Molemmilla havaintokerroilla vallitsi selkeä ylivirtaama. Ennallistamisalueen valumavedessä alumiinipitoisuudet (30...80 µg/l) marraskuussa 2020 olivat hyvin maltillisia. Alumiinin pitoisuuksia ei mitattu ennen ennallistamistöitä.

Ravinteiden (P, N) huuhtoutumista ei ole toistaiseksi Linnunsuon ennallistetulta alueelta tutkittu, koska rehevöityminen ei ole Jukajoen vesistöalueen merkittävä nykyinen ongelma, vaan kriittisin kuormitus koostuu happamuudesta ja raskasmetalleista. Ravinteita ja myös kiintoainetta kannattaa monitoroida lähitulevaisuudessa happamuusasteen ja edellä mainittujen metallien lisäksi, yhdessä aina näytteenoton yhteydessä tehtävän virtaamamittauksen eli valumatilanteen todentamisen kanssa. Näiden seuranta mahdollisimman vaihtelevissa valumaoloissa on oleellista, jotta ennallistamisen vaikutukset kyetään arvioimaan. Jukajoen vesistöalueen kunnostus- ja hoitohanke on alkanut vuonna 2012 ja jatkuu edelleen. Vaikka varsinainen kalibrointijakso, ts. ennallistamisalueen seuranta ennen ennallistamistöitä, rajoittuu kevään 2017 kahteen havaintokertaan, niin välittömästi Aittokorvenlammesta lähtevän veden (pääosin ennallistamisalueen yläpuolella) laatu toimii tyydyttävänä vertailukohtana ennallistamistöiden vaikutusten arvioinnille.

Linnunsuon kosteikon lähtevän veden happamuusaste vaihteli noin pH 4,0...pH 6,2 (aritmeettinen keskiarvo pH 4,7). Tilanne on oleellisesti kohonnut kosteikon rakentamisen (v.

2013, täydennyksiä tehty sen jälkeen) ansiosta. Sitä ennen alueella sijainneelta turvetuotantoalueelta (tuotannossa v. 1985–2010) virtasi Jukajokeen vettä, jonka pH vaihteli valumaoloista riippumatta noin pH 2,7...pH 3,2. Tämä aiheutti Jukajoessa erittäin vakavia ekologisia ongelmia, kuten laajoja kalakuolemia vuosina 2010 ja 2011. Maaliskuussa 2019 Linnunsuon kosteikon lähtevään uomaan asennettiin automaattinen mittalaite. Se mittaa aurinkokennosta saatavan energian avulla kosteikosta lähtevän veden pH:n, sähkönjohtavuuden ja lämpötilan 15 minuutin välein. Siten tärkeimmän yksittäisen Jukajoen tilaa vaurioittaneen alueen vesistökuormituksen fysikaalis-kemiallinen monitorointi on nykyään hyvin hallinnassa.

Vuosina 2019–2020 Linnunsuon alueen lounaiseen eteläkolkkaan konstruointiin neljäs kosteikkoallas. Sen vesi oli havaintoajankohtina touko- ja lokakuussa 2020 erittäin kirkasta ja hyvin hapanta (pH 3,7 ja 3,8). Lähtötilanne on siten hyvin samankaltainen kuin kolmella, v. 2013 kaivetulla kosteikkoaltaalla. Autotrofiset ja heterotrofiset eliöt löytävät väijäämättä tiensä myös tälle altaalle ja veden pH alkaa kohota. Tämän uuden altaan vedenlaatua, etenkin pH:ta, kannattaa ehdottomasti ajoittain seurata. Linnunsuon kosteikkoalueen neljä osa-allasta on erotettu toisistaan pengerryksillä, jotka estävät veden vaihtuvuuden altaiden välillä.

Jukajoen veden pH oli syys-joulukuussa 2020 tyydyttävällä (pH 5,8...6,4) tasolla. Aineisto on suppea; useimmat havainnot tehtiin alivirtaamatilanteessa. Jukajoki on Jukajärven lisäksi täysin keskeinen vuonna 2012 alkaneen vesistön kunnostus- ja hoitohankkeen kohde, joten sen fysikaalis-kemiallista sekä biologista monitorointia on ehdottomasti jatkettava, myös ajoittain intensiivisellä otannalla.

# 1 Alkusanat

Suuret kiitokset Osuuskunta Lumimuutokselle, yhdyshenkilönään tutkijatohtori Tero Mustonen ja vesistökunnostusyrittäjä Janne Raassinalle mielenkiintoisen ja alati ajan-kohtaisen (hajakuormituksen hallinta, metsätalouden voimakkaasti muuttama vesistö ja suoennallistamiskohde) tutkimuskohteen osoittamisesta.



## 2 Tutkimusalue

### 2.1 Ennallistamisalue ”Linnunsuo NORD”

Linnunsuo NORDiksi nimetty (Mustonen 2020) ojitettu isovarpuräme ennallistettiin noin 70 hehtaarin alalta syksyllä 2020 (kuvat 5, 8 ja 9). Ennallistetun alueen omistaa Osuus-  
kunta Lumimuutos ja ennallistamistyön toteutti vesistö-kunnostusyrittäjä Janne Raas-  
sina Kontiolahdelta. Metsäojat padottiin konetyönä noin 100 metrin välein ja ojituksen  
myötä kehittynyt puusto poistettiin. Aittokorvenlammen länsipuolinen maasto on kalte-  
vampaa muuhun ennallistamisalueeseen verrattuna. Siellä ojakatkoksia tehtiin noin 50  
metrin välein.

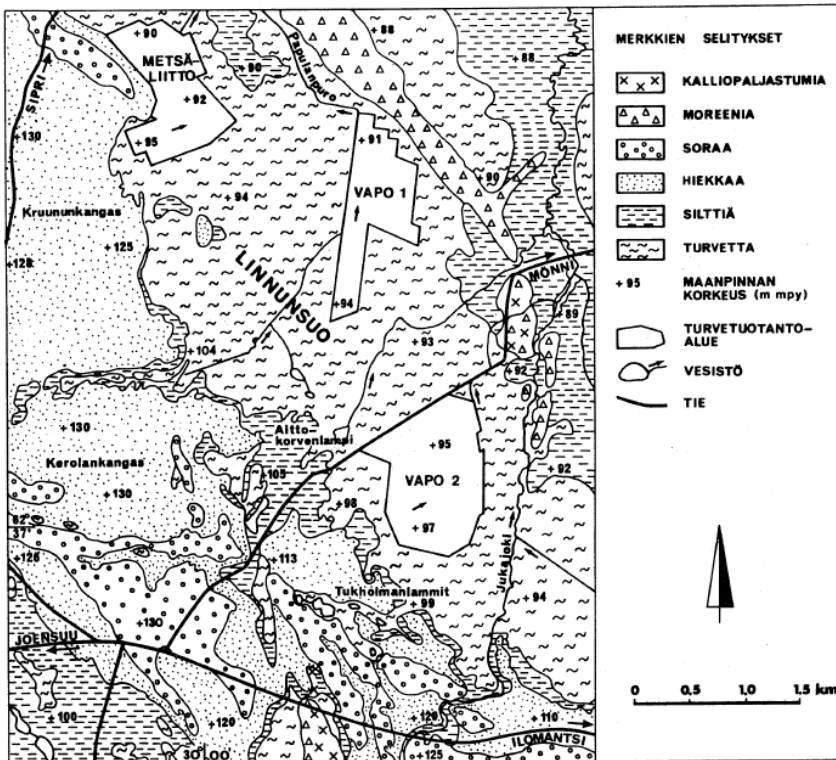
Mäkelä (1988) on tarkastellut Linnunsuon turvetuotanto-  
ojitusten vaikutuksia ympäris-  
tön pohjavesitasoon (kuvat 1-4). Linnunsuon laidassa sijaitsevat lammet, kuten Aitto-  
korvenlampi, ovat lähdelampia, jotka saavat pääosan vedestään pohjavesistä (Mäkelä  
1988, 16). Linnunsuo on maaston myötäinen keidassuo. Se saa vetensä pääasiassa sa-  
teesta eli on ombrotrofinen systeemi. Suon länsiosat, kuten Aittokorvenlammen alue,  
saavat vettä myös harjualueelta valuvista pohjavesistä. Siten Linnusuota voidaan  
osaksi pitää minerotrofisena (Mäkelä 1988, 11). Linnunsuo on lähinnä Salpausselän poh-  
javesien purkautumisalueella, jossa pohjaveden muodostuminen on hyvin vähäistä  
(Mäkelä 1988, 15).

Alue valmisteltiin (ojitus ja puuston poisto) turvetuotantoa varten vuosina 1984-1986.  
Koko alue on aikaisemmin metsäojitettu (Mäkelä 1988, 12).

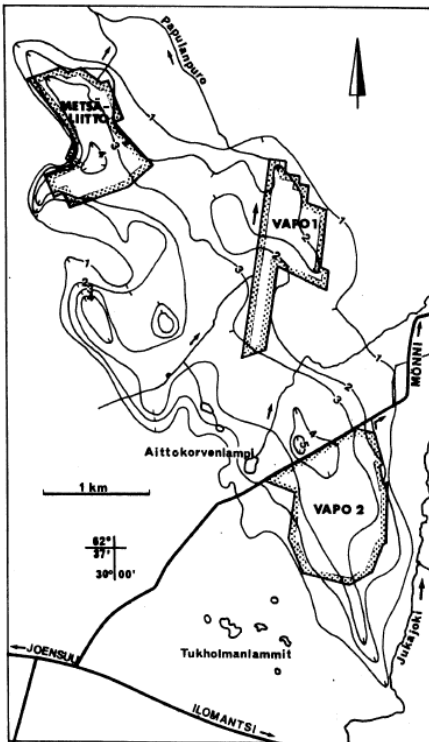
VAPO Oy:n alueilla kaikki ojitukset on tehty 1,8 metrin syvyyteen lukuun ottamatta paik-  
koja, joissa kivennäismaa on tullut aiemmin vastaan.

Linnunsuon alueelle ja lähiympäristöön asennettiin kesällä 1984 yhteensä 16 pohjave-  
den havaintoputkea (kuvat 4 ja 17). Aittokorvenlammen, Jukajärven ja suurimman Tuk-  
holmanlammen vedenkorkeudet vaaittiin sulan kauden aikana kerran kuukaudessa  
(Mäkelä 1988, 13). Tarkkailun aikana vuosina 1984-1988 Aittokorvenlammen vedenpinta  
oli noin 1,5 metriä alempana alueen pohjavedenpintaan (havaintopaikka V6) verrat-  
tuna (Mäkelä 1988, 20). Ojituksilla ei ollut vaikutusta tutkimusalueen lampien vesipintoi-  
hin. Linnunsuon ojitusten lopullinen vaikutus ympäristön pohjavesitasoon ei lyhyen tark-  
kailukauden (1984-1988) aikana ilmeisesti ehtinyt tulla näkyviin. Tähän osaltaan vaikutti

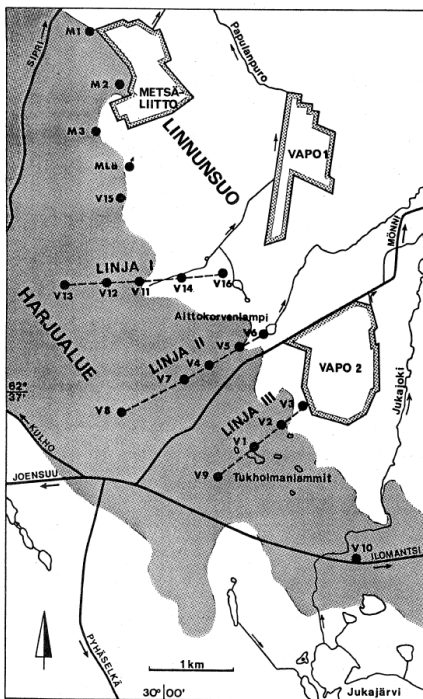
tutkimusalueen hienojakoinen ja homogeeninen maaperä, jossa pohjaveden virtaus on hidasta (Mäkelä 1988, 24). Mäkelä (1988, 26) suositteli tarkkailun jatkamista ojitusten vaikutusten selvittämiseksi. Tästä ei ole tietoa.



**Kuva 1.** Maaperäkartta Linnunsuon ja lähiympäristön tutkimusalueesta (Mäkelä 1988, 10).

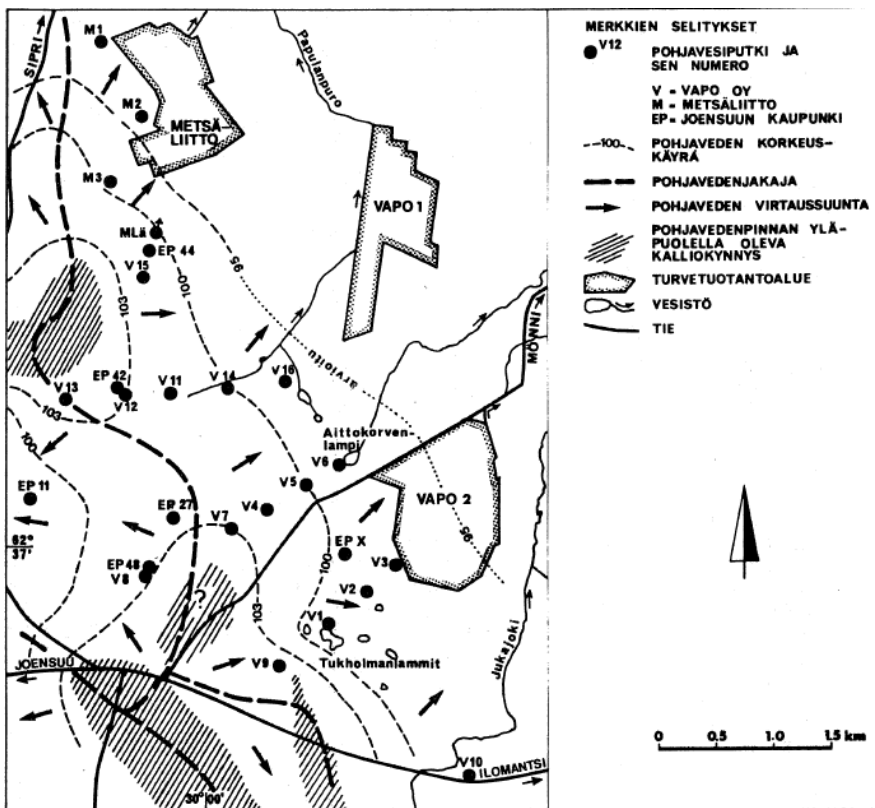


**Kuva 2.** Linnunsuon turvekerroksen paksuus metreinä Geologisen tutkimuslaitoksen ja VAPO Oy:n kairausten mukaan (Mäkelä 1988, 11).

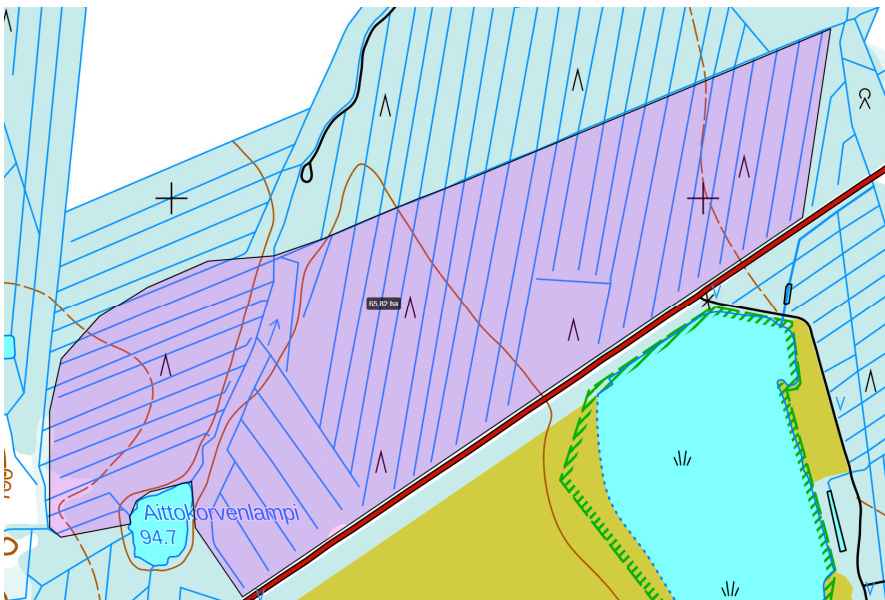


**Kuva 3.** Linnunsuon turvetuotantoalueiden tarkkailupisteet vuosina 1984-1988. V = VAPO Oy, M = Metsäliitto. (Mäkelä 1988, 14).





**Kuva 4.** Hydrogeologinen kartta Linnunsuon ja lähiympäristön tutkimusalueesta vuosina 1984-1988 (Mäkelä 1988, 16).



**Kuva 5.** Vuonna 2020 ennallistettu Aittokorvenlammensuon alue. Rajaus on tehty Maanmittauslaitoksen Paikkatietoikkunassa 17.02.2021.



**Kuva 6.** Aittokorvenlammen lasku-uoma kohtalaisen kevätylivirtaaman ( $q = 25,9 \text{ l/s km}^2$ ) aikana 25.04.2017. Uoma oli tällä kohdin ohuessa jääpeitteessä. Sen päälle oli huuhtoutunut metsäojastosta runsaasti lähes pikimustaa hienojakoista turvelietettä, joka sisältää runsaasti ainakin rautaa (katso myös taulukko 3) ja humuksen lisäksi.



**Kuva 7.** Näkymä Aittokorvenlammensuolta 16.05.2017. Tämä on syksyllä 2020 ennallistettua aluetta. Kevätylivirtaamajakso oli jo tällä aivan latvavesistöllä ohitse ja ojavesien lämpötila vaihteli noin  $+5...+10 \text{ }^\circ\text{C}$  (katso tarkemmin myös taulukko 4).

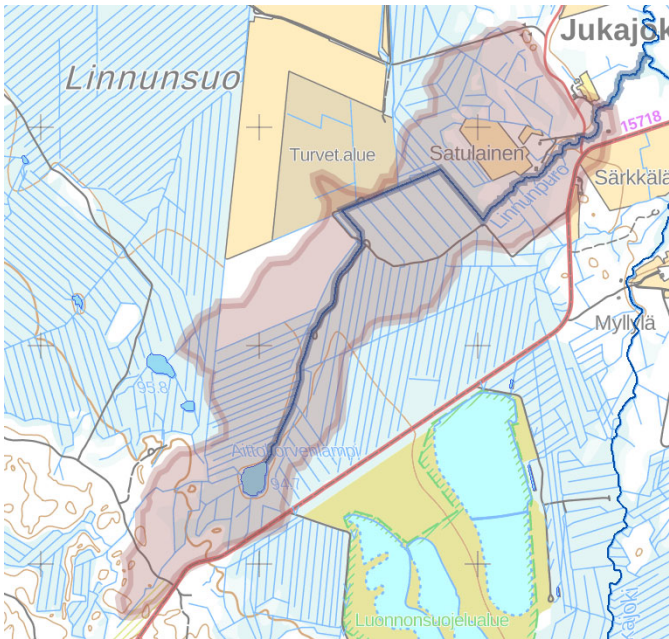




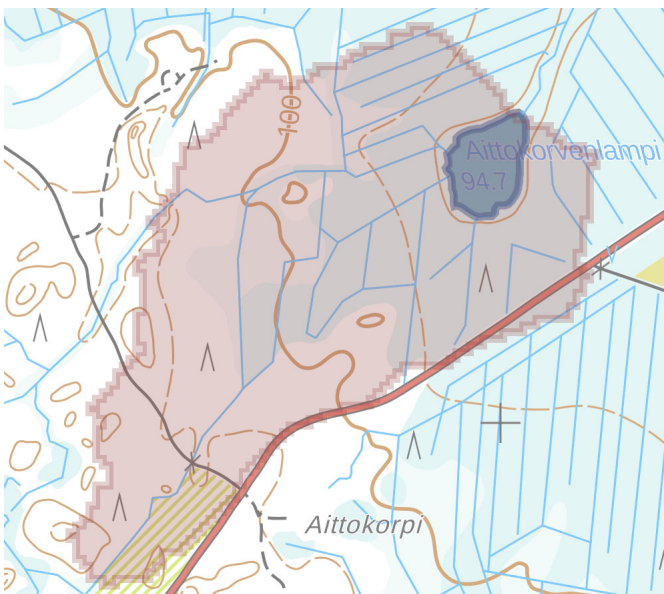
**Kuva 8.** Aittokorvenlammensuon ("Linnunsuo NORD") ennallistaminen etenee loppukesällä 2020. Kaivinkoneella tukitaan parhaillaan metsäojaa aivan Aittokorvenlammempuron äärellä. Foto: Osuuskunta Lumimuutos.



**Kuva 9.** Perusnäkyä juuri ennallistetulta Aittokorvenlammensuolta 19.11.2020.

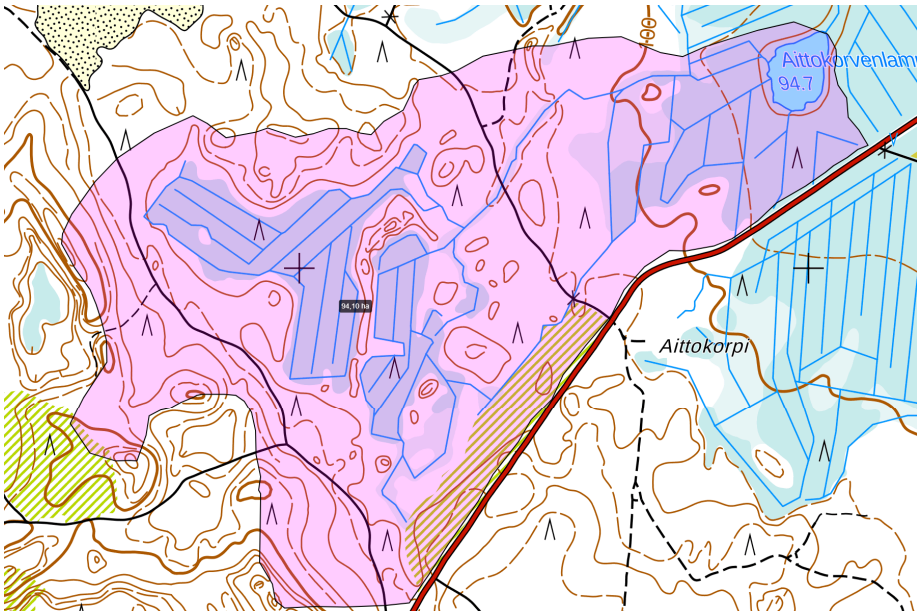


**Kuva 10.** Linnunpuron vesistöalue (1,83 km<sup>2</sup>). Järvisyys = 0,7 % (0,01 km<sup>2</sup> [1,3 hehtaaria]). Siten valuma-alueen pinta-ala on noin 1,82 km<sup>2</sup>. Rajaus on määritetty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10-ohjelmalla 17.12.2020. Rajaus on oleellisen virheellinen. Aittokorvenlammesta lähtevä uoma kääntyy noin 500 metriä virrattuaan itäkoilliseen pitkään metsäojaan. Se yhtyy Linnunsuon kosteikon lasku-uomaan Särkkälän peltoalueesta noin 200 metriä lounaaseen.



**Kuva 11.** Aittokorvenlammen vesistöalue (34,0 hehtaaria). Järvisyys = 3,7 % (1,3 hehtaaria). Siten valuma-alueen pinta-ala on noin 32,7 hehtaaria. Rajaus on määritetty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10-ohjelmalla 17.12.2020. Rajaus on tarkastettu huhtikuun lopulla 2021 voimakkaan ylivirtaaman aikana (katso myös kuva 12).





**Kuva 12.** Aittokorvenlammen vesistöalue (94,1 hehtaaria). Rajaus on tarkastettu maastossa kevätylivirtaaman aikana huhtikuun viimeisellä viikolla 2021. Aittokorvenlammen vesiala on 1,3 hehtaaria, joten sen valuma-alueen pinta-ala on 92,8 hehtaaria.



**Kuva 13.** Kaivinkoneella juuri tehty ojakatkos ennallistetulla Aittokorvenlammensuolla 19.11.2020.



**Kuva 14.** Kaivinkoneella juuri tehty ojakatkos ennallistetulla Aittokorvenlammensuolla aivan Aittokorvenlammenpuron rannassa 19.11.2020. Tuolloin vallitsi voimakas syysliviirtaama, 78,5 l/s km<sup>2</sup>. Hienojakoisesta aineksesta tehdyn ojakatkoksen ali virtasi hiukan vettä puroon. Ojakatkosten pitävyys on tarkistettava tulevien kevät- ja syysliviirtaamien aikana. Ennallistetun alueen (isovarpurämeojikko) maaperä on hyvin soveliaista pitävien ojakatkosten rakentamiselle. Oikovirtauksista ei ole keskimäärin vaaraa. Ojakatkoksen pitävyyttä voidaan kohentaa asettamalla raskaat painot (pöllejä, kiviä) ojakatkoksen päälle. Ylä-Karjalan vesistökuunnostushankkeissa vuosina 1995–2001 ojakatkos tehtiin turvematoista ja katkoksen molemmin puolin hakattiin leikalla tukipaalutus. Turvemattorakenne tiivistyy ja alkaa kasvettua suhteellisen nopeasti (esim. Tossavainen, Karjalainen & Karjalainen 1999).



**Kuva 15.** Näkymä Aittokorvenlammelta 19.11.2020. Lammen lasku-uoma on vasemmalla.



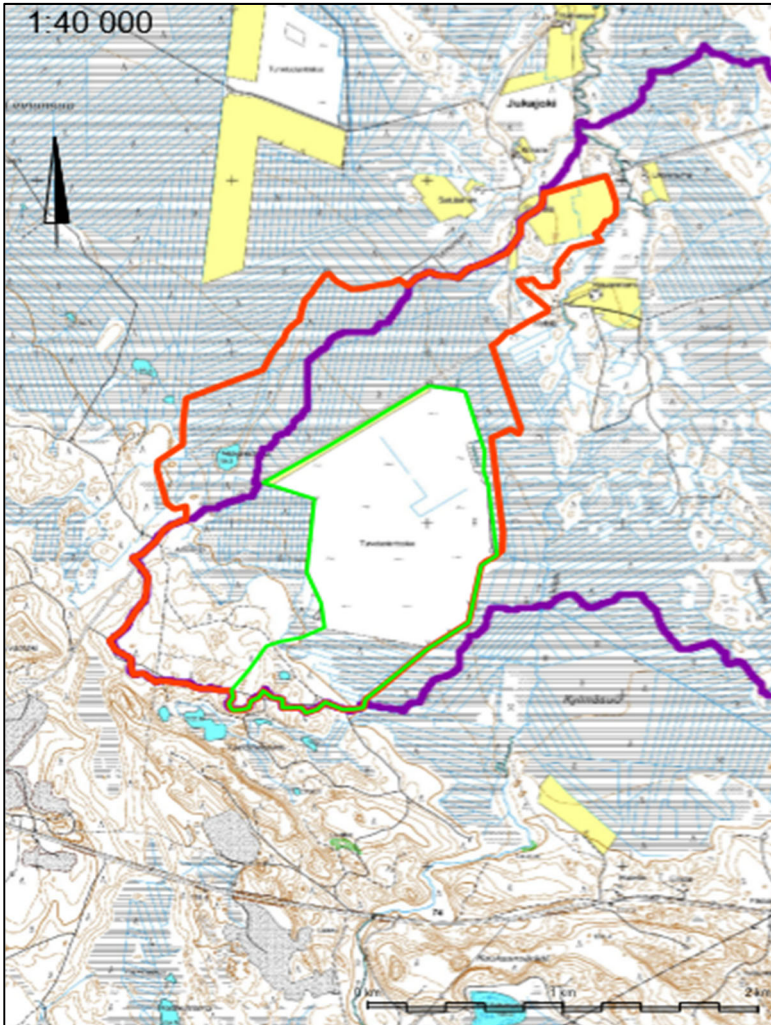


**Kuva 16.** Suoraan etelästä Aittokorvenlampeen laskevan metsäojan alajuoksu (havaintopaikka "HAPPO 1") 19.11.2020.



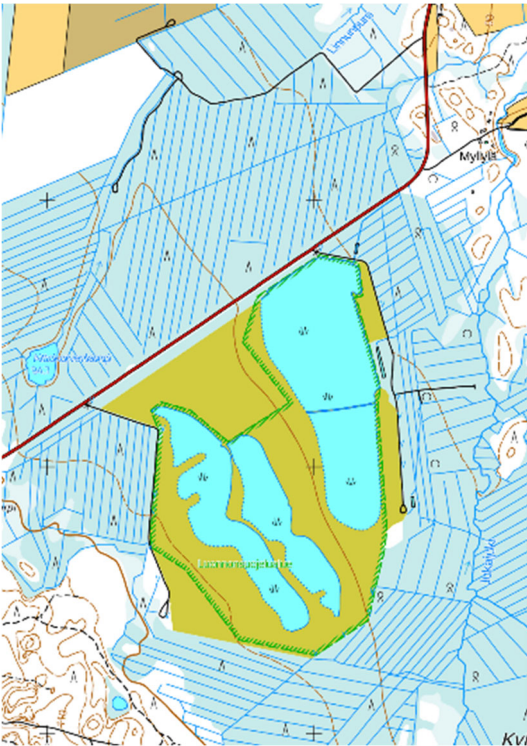
**Kuva 17.** Aittokorvenlammen etelärannalla sijaitseva pohjavesiputki "V6" (Mäkelä 1988, 14, katso myös kuva 4).

## 2.2 Linnunsuon kosteikko



**Kuva 18.** Linnunsuon kosteikon ja siitä lähtevän uoman valuma-alue on 3,34 km<sup>2</sup>. Kartassa valuma-alueen raja on merkitty punaisella. Vihreällä on karttaan merkitty Linnunsuon kosteikon valuma-alue, joka on 1,47 km<sup>2</sup>. (Paloniitty & Pehkonen 2017, 33).





**Kuva 19.** Linnunsuon kosteikko lähiympäristöineen. Läntisimmän altaan länsi- ja lounaispuolelle on rakennettu neljäs osa-allas vuosina 2019–2020. Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 28.01.2021.



**Kuva 20.** Näkymä Linnunsuon kosteikon pohjoisrannalta 19.11.2020. Etelätuulen nopeus oli kuvaushetkellä noin 20 m/s.



**Kuva 21.** Näkymä Linnunsuon kosteikkoalueen lounaiskolkkaan 27.05.2020.



**Kuva 22.** Linnunsuon kosteikkoalueen lounainen, vuosina 2019-2020 rakennettu allas 27.05.2020.





**Kuva 23.** Linnunsuon kosteikkoalueen toiseksi läntisimmän altaan länsivalli 27.05.2020.



**Kuva 24.** Linnunsuon kosteikon lähtevä uoma 19.05.2020.





**Kuva 25.** Linnunsuon laajan kosteikkoalueen välittömästi alapuolinen kosteikko 19.05.2020. Se on rakennettu vuonna 2017.



**Kuva 26.** Linnunsuon pienestä kosteikosta (m/2017; katso myös kuva 25) lähtevä uoma 19.05.2020.





**Kuva 27.** Linnunsuon tutkimustukikohta pienen kosteikon länsirannalla 19.05.2020.

## 2.3 Jukajoki



**Kuva 28.** Kalastolle kunnostettua Jukajoen yläjuoksun koskialuetta välittömästi kunnostustöiden jälkeen 7.10.2019. Aikoinaan uittoa varten perattuun uomaan on pääosin konetyönä siirretty asentokiviä ja kivi- + puusuisteita.





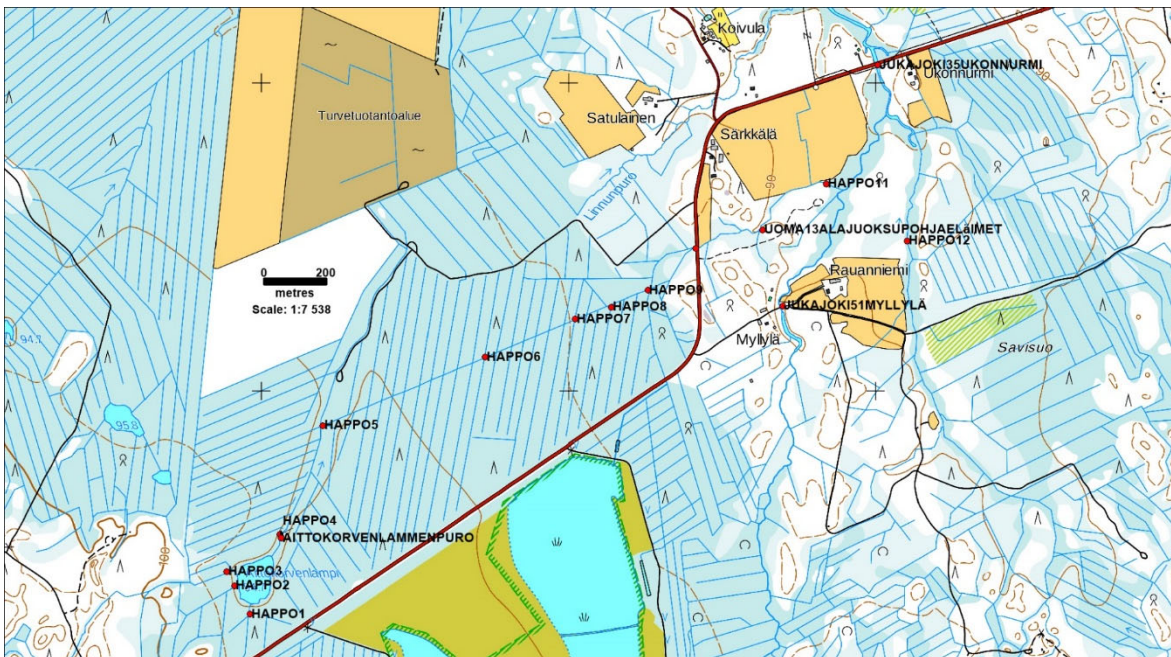
**Kuva 29.** Kalastolle kunnostettua Jukajoen yläjuoksun koskialuetta itärannan luonnonsuojelualueen kohdalla (pohjaveden tihkupinta-alue) 05.10.2020.



**Kuva 30.** Raunioituneet myllyn rakenteet Jukajoen Myllylän havaintopaikalla 51 07.10.2019. Kuvanoton jälkeen jokiuomassa olevaa kynnystä on porrastettu taimenen kululle soveliaaksi.

# 3 Aineisto ja menetelmät

## 3.1 Ennallistamisalueen "Linnunsuo NORD" havaintopaikat

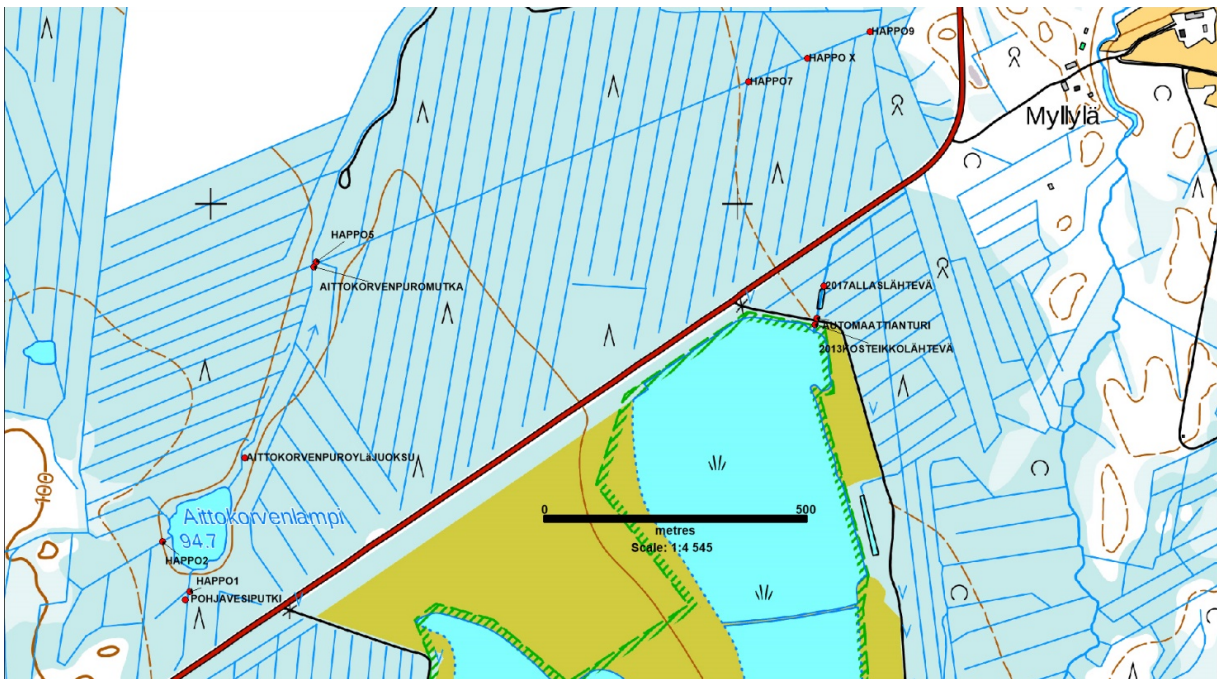


**Kuva 31.** Aittokorvenlammensuon alueen vedenlaadun ja virtaamien havaintopaikat 25.04.2017.





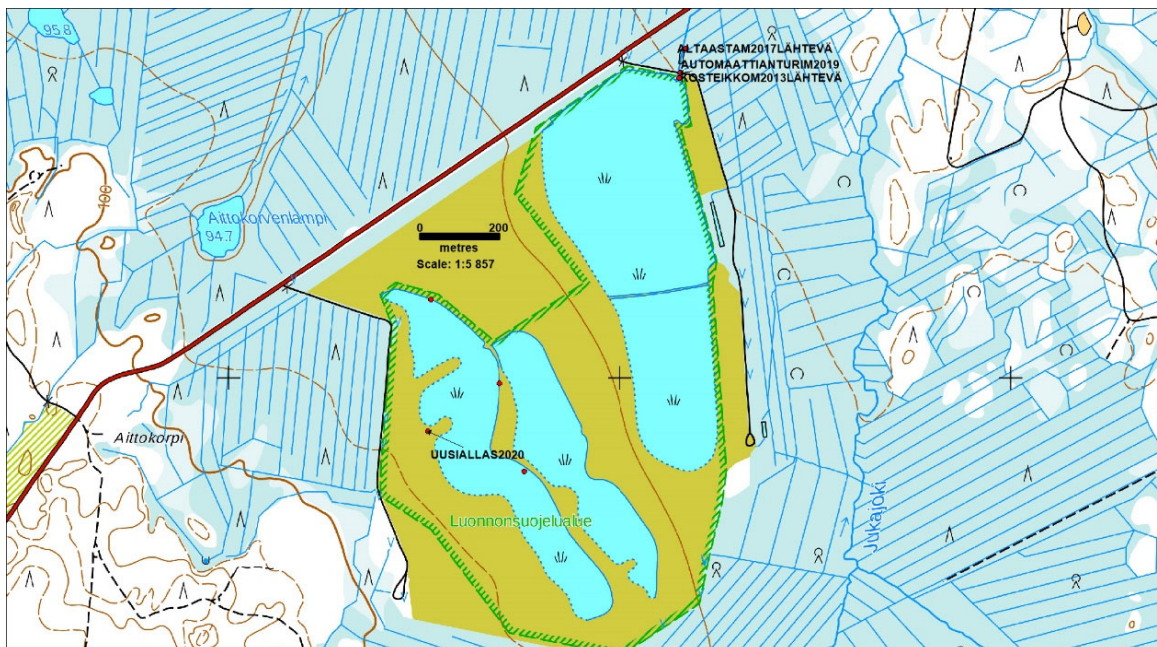
**Kuva 32.** Aittokorvenlammensuon alueen vedenlaadun ja virtaamien havaintopaikat 16.05.2017.



**Kuva 33.** Aittokorvenlammensuon alueen vedenlaadun ja virtaamien havaintopaikat 19.11.2020.

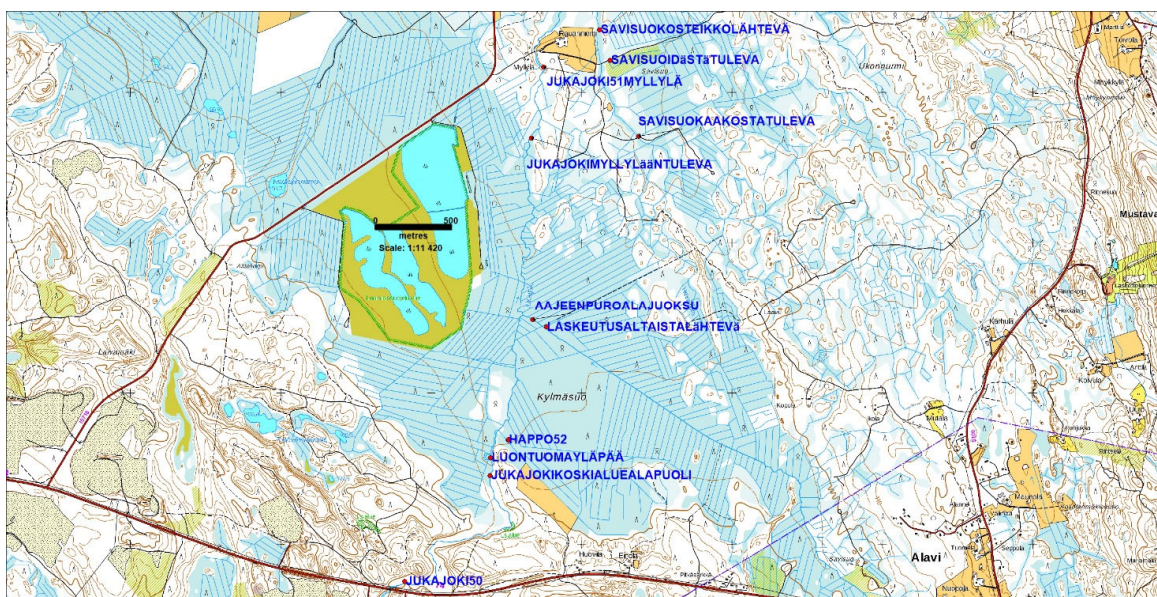


## 3.2 Linnunsuon kosteikon havaintopaikat



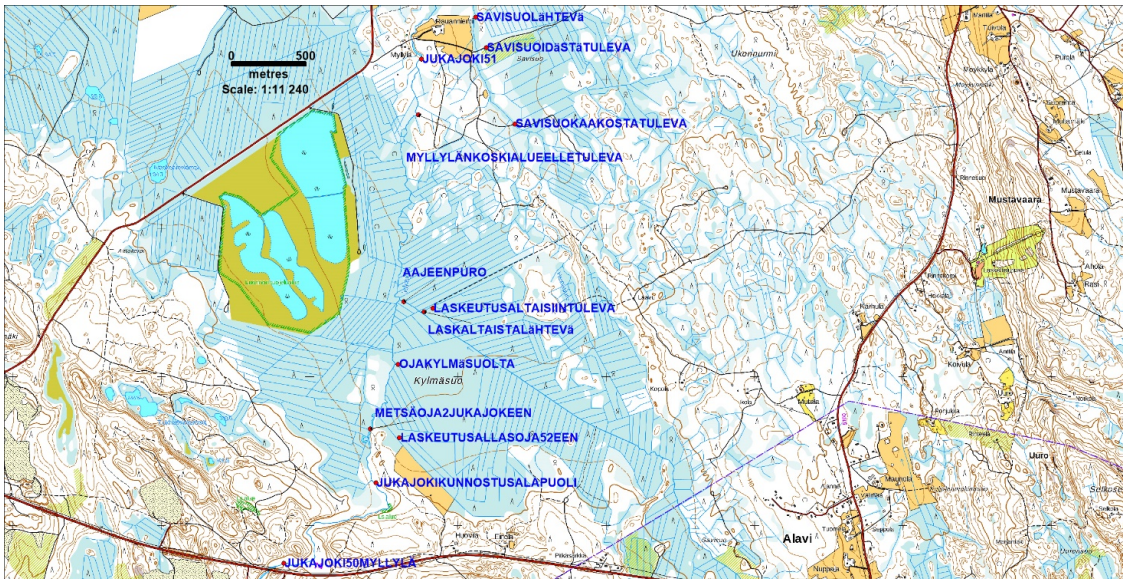
**Kuva 34.** Linnunsuon kosteikon vedenlaadun ja virtaamien havaintopaikat vuonna 2020.

## 3.3 Jukajoen ja siihen laskevien uomien havaintopaikat



**Kuva 35.** Jukajoen alueen vedenlaadun havaintopaikat 30.09.2020.





**Kuva 36.** Jukajoen alueen vedenlaadun havaintopaikat 05.10.2020.

## 3.4 Tutkimusmenetelmät ja -välineet

Vedenlaadun, virtaamien ja pohjaelämistön mittausten sekä havaintojen ajankohdat ilmenevät kappaleesta 4. Tämän raportin aineiston hankinnassa käytetyt välineet on esitetty taulukossa 1. Kenttä- ja laboratoriotyöskentelyä on esitelty kuvissa 37 ja 39–42.

**Taulukko 1.** Tässä tutkimuksessa käytetyt keskeiset laitteet ja välineet.

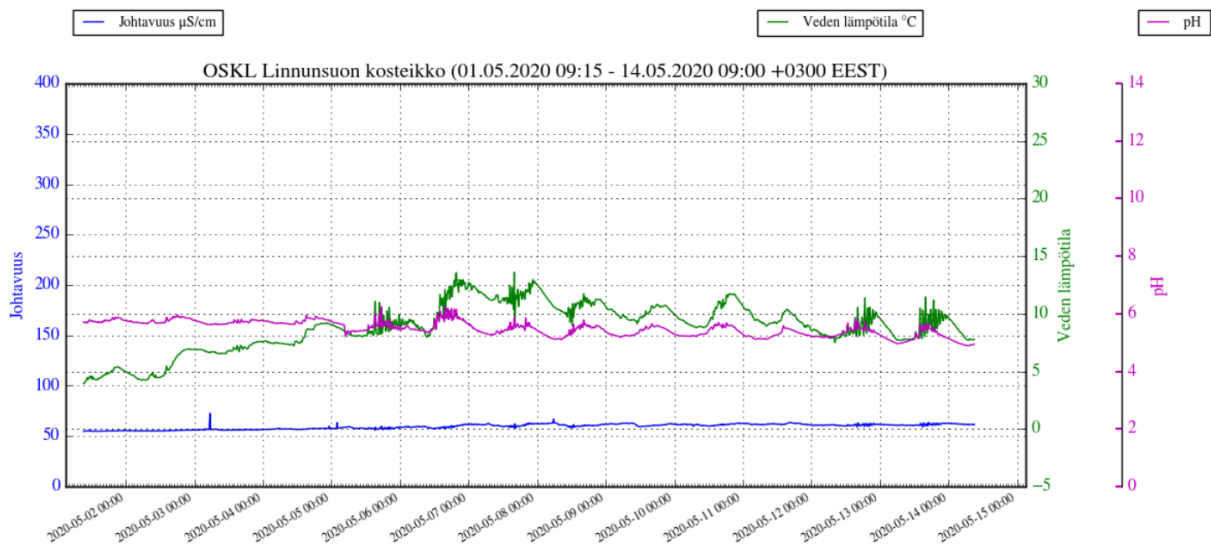
| Tutkimusvaihe  | Laitteet ja menetelmät  |
|--|---|
| Pohjasedimentin näytteenotto                           | Turvekaira, näytteenotto-osan pituus 1,0 m, jatko-varret  |
| Pohjasedimentin redox-potentiaalimittaus               | Viipaloiva Limnos-sedimenttinoudin, redox-kenttämittari EZDO8200M, elektrodin kalibrointiliuos  |
| Virtaamamittaus  | Flowatch™ -siivikko varusteineen  |
| Pohjaelämistö  | Ekman-tyyppinen näytteenotin varusteineen järvi- ja kosteikkohavaintopaikoilla, potkuhaavi varusteineen virtavesien havaintopaikoilla, mikroskoopit             |
| Vesinäytteenotto ja laboratorioanalyysit (Karelia-amk) | Limnos-vesinäytteenotin, filterifotometri WTW S 12 A varusteineen, pH-mittari EZDO8200M, happikenttämittari YSI ODO, sähkönjohtavuuden mittausta EZDO 4022 COND |
| Veden laboratorioanalyysit                             | Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, Joensuun laboratorio  |



|  |   |
|--|---|
| Havaintopaikkojen koordinaattien tallennus   | Garmin GPSMAP64 –satelliittipaikanninlaite;<br>Koordinaattien tarkkuus $\pm 2... \pm 3$ metriä                    |
| Muut keskeiset varusteet   | Ahkiot, moottorisaha, jääkairat (4" ja 6"), luotinaru, rullamitta   |
| Linnunsuon suuresta kosteikosta lähtevän veden automaattinen pH:n, sähkönjohtavuuden ja lämpötilan mittaus 15 minuutin välein. Katso myös kuva 38. | EHP-data Oy:n maaliskuussa 2019 asentama automaattianturi, joka saa toimintaenergiansa aurinkokennon välityksellä |



**Kuva 37.** Tarmo Tossavainen mittaa Flowatch™ -siivikolla Linnunsuon kosteikon lähtevän uoman virtausnopeuksia virtaaman määritystä varten 29.04.2020. Tulosten kirjaajana toimii tutkijatoh-  
tori Tero Mustonen Kontiolahdesta ja tilannetta tarkkailee Veeti Raassina. Foto: Janne Raassina.



**Kuva 38.** Linnunsuon kosteikon lähtevän veden pH, sähkönjohtavuus ja lämpötila automaattianturin mittaamana 15 minuutin välein 01.05.–15.05.2021.



**Kuva 39.** Aittokorvenlammensuon alueen vesinäytteen pH:n mittaus 20.11.2020.



**Kuva 40.** Aittokorvenlammensuon vesinäytteiden sähkönjohtavuuden mittaus 20.11.2020.



**Kuva 41.** Aittokorvenlammensuon vesinäytteiden raudan ja alumiinin pitoisuuksien mittaus 20.11.2020.





**Kuva 42.** Tarmo Tossavainen on juuri ottanut pohjaeläinnäytteen Jukajoen vesistöalueella loka-kuussa 2020. Kuva: Opiskelija Ville Hirvonen, Karelia-ammattikorkeakoulu.

Pohjaeläimistön biodiversiteetti arvioitiin ns. Shannon-Wiener -indeksin avulla. 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 kokonaisuusilömäärästä. Indeksien arvo on sitä suurempi mitä enemmän lajeja havaitaan (taulukko 2).

**Taulukko 2.** Arvio biodiversiteetistä Shannon-Wiener -indeksin avulla.

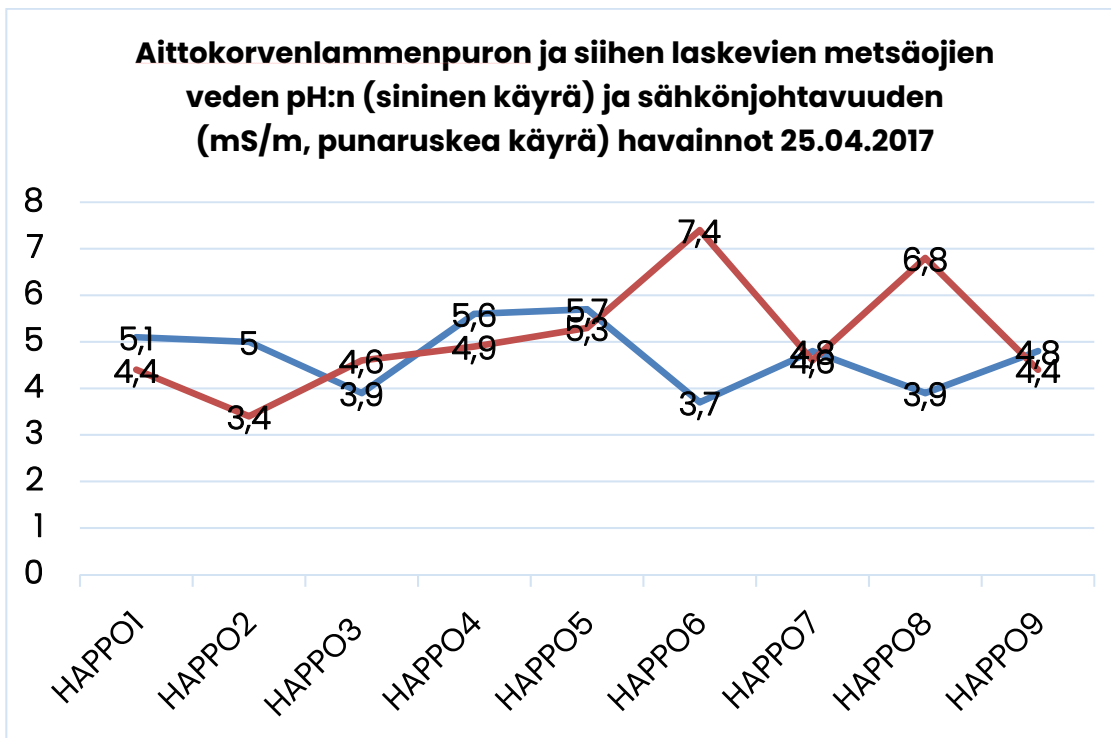
| Luokka | Indeksiarvo     | Shannon-Wiener -indeksi |
|--------|-----------------|-------------------------|
| 1      | Erittäin korkea | > 3,71                  |
| 2      | Korkea          | 2,97 – 3,71             |
| 3      | Melko korkea    | 2,22 – 2,97             |
| 4      | Matala        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

# 4 Tulokset

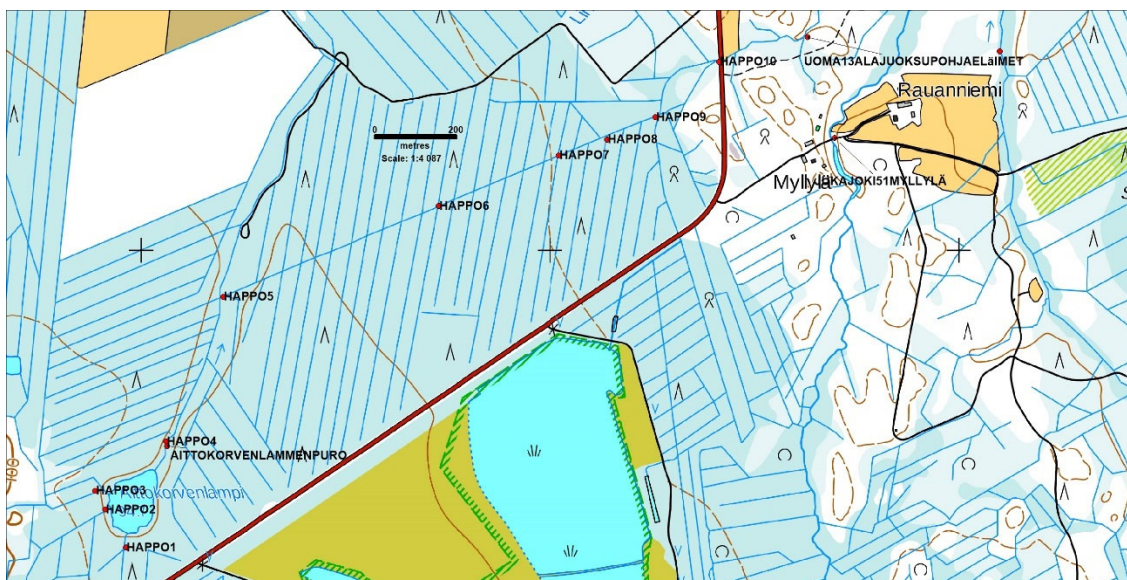
## 4.1 Ennallistamisalue Linnunsuo NORD

**Taulukko 3.** Aittokorvenlammensuon alueen vedenlaadun ja virtaamien mittaukset kevätylivirtaaman aikana 25.04.2017. Havaintopaikat ja mittaustulokset on esitetty yläjuoksulta alajuoksulle. Katso havaintopaikkojen sijainti kuvasta 44.

| Havaintopaikka | Havaintopaikan yleisluonnehdinta         | Lt (°C) | Sähkönjohtavuus (mS/m) | pH  | Q (l/s) | Fe (µg/l) | q (l/s km <sup>2</sup> ) |
|----------------|--|---------|------------------------|-----|---------|-----------|--------------------------|
| HAPPO1         | Oja                                      | +0,7    | 4,4                    | 5,1 |         | 2480      |                          |
| HAPPO2         | Vuolas oja                               | +0,3    | 3,4                    | 5,0 |         | 1540      |                          |
| HAPPO3         | Vuolas oja                               | +0,4    | 4,6                    | 3,9 |         | 1030      |                          |
| HAPPO4         | Aittokorvenlammempuro yläjuoksu          | +1,6    | 4,9                    | 5,6 | 8,5     | 2670      | 25,9                     |
| HAPPO5         | Aittokorvenlammempuro                    | +1,4    | 5,3                    | 5,7 |         | 2990      |                          |
| HAPPO6         | Oja                                      | +0,0    | 7,4                    | 3,7 |         | 630       |                          |
| HAPPO7         | Aittokorvenlammempuro                    | +1,0    | 4,6                    | 4,8 |         | 2550      |                          |
| HAPPO8         | Oja                                      | +1,5    | 6,8                    | 3,9 |         | 1790      |                          |
| HAPPO9         | Aittokorvenlammempuro ennen yhtymäkohtaa | +0,8    | 4,4                    | 4,8 |         | 2660      |                          |
| HAPPO10        | Siltarumpu, Jukajoentie                  | +2,2    | 8,9                    | 5,2 |         | 3980      |                          |
| HAPPO11        | Puro 13 alajuoksu                        | +2,4    | 8,8                    | 5,4 |         | 3910      |                          |



**Kuva 43.** Aittokorvenlammenpuron ja siihen laskevien metsäojien veden pH:n ja sähkönjohtavuuden havainnot 25.04.2017. Havainnot etenevät yläjuoksulta alajuoksulle. Havaintopaikkojen sijainti ilmenee kuvasta 44.



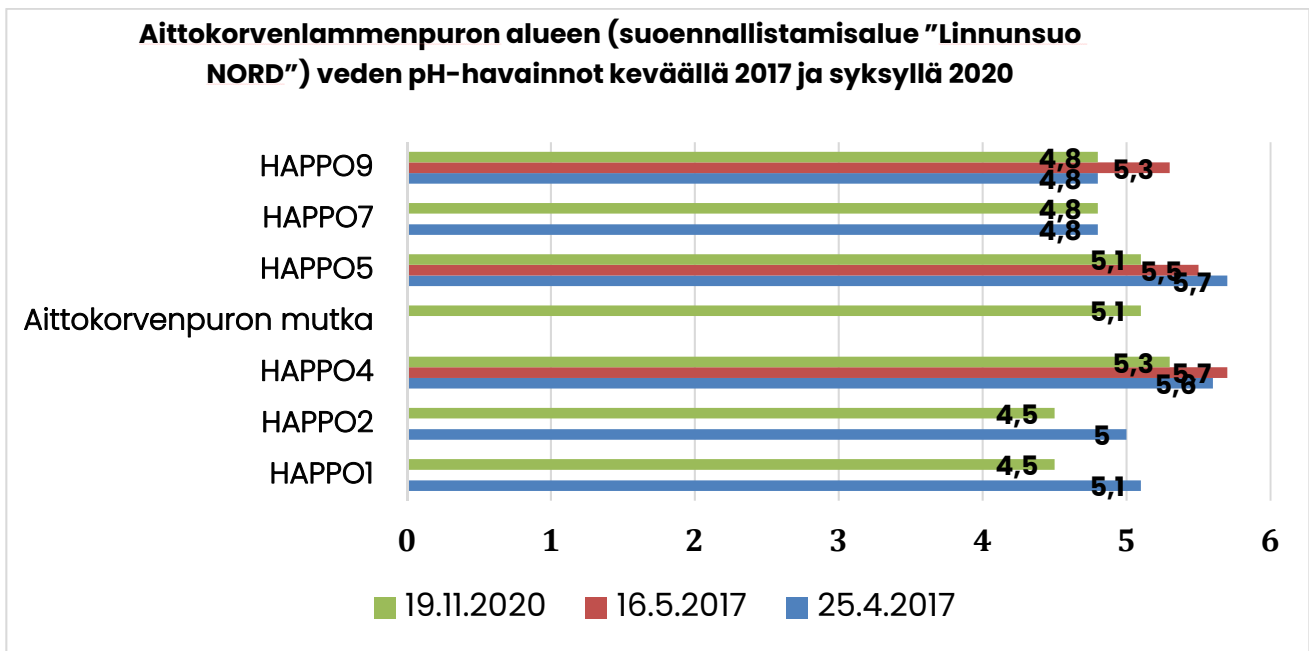
**Kuva 44.** Aittokorvenlammen alueen vedenlaadun havaintopaikat 25.04.2017. Alkuperäinen kartta: Maanmittauslaitos, Avoimien aineistojen tiedostopalvelu 27.01.2021.

**Taulukko 4.** Aittokorvenlammen alueen vedenlaadun mittaukset 16.05.2017. Valuma oli tuolloin 5,0 l/s km<sup>2</sup>.

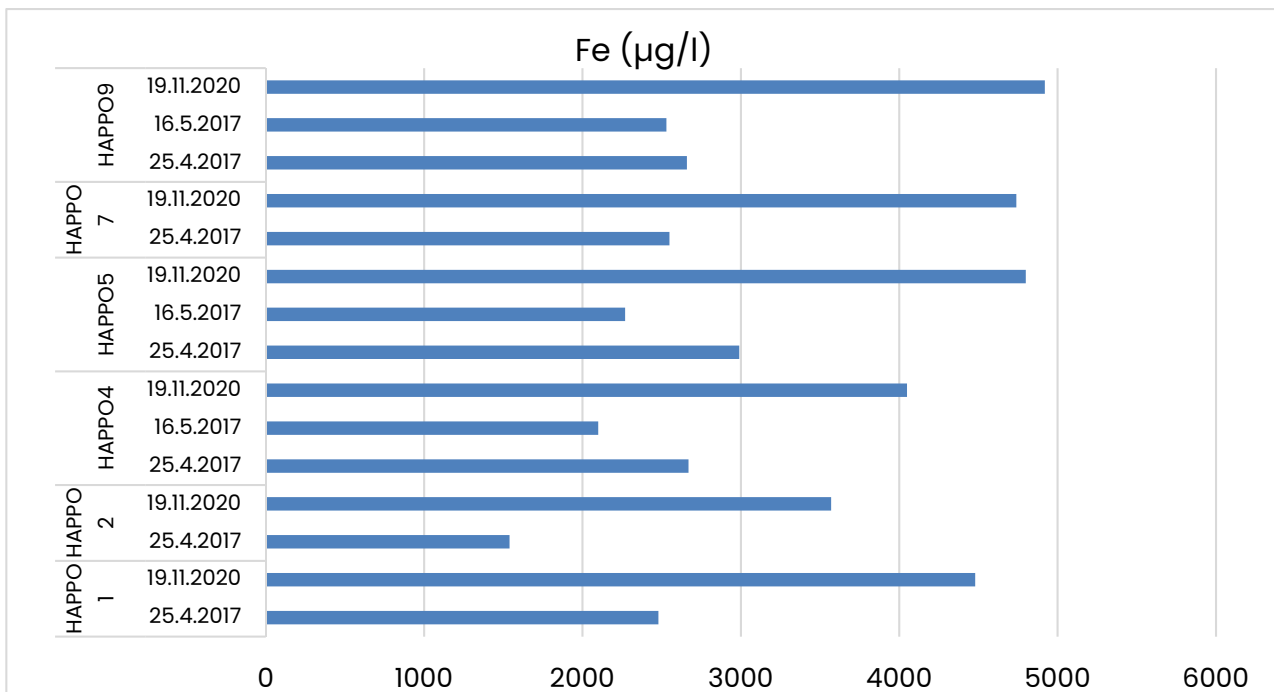
| Havaintopaikka | Havaintopaikan yleisluonnehdinta              | Lt (°C) | Sähk.joht. (mS/m) | pH  | Fe (µg/l) |
|----------------|---|---------|-------------------|-----|-----------|
| HAPPO9         | Aittokorvenlammenpuro, alajuoksu              | +5,2    | 4,9               | 5,3 | 2530      |
| HAPPO63        | Metsäoja etelästä Aittokorvenlammenpuroon     | +4,2    | 3,7               | 4,6 | 2350      |
| HAPPO64        | Metsäoja etelästä Aittokorvenlammenpuroon     | +6,7    | 4,6               | 5,7 | 3940      |
| HAPPO5         | Aittokorvenlammenpuro, keskijuoksun iso mutka | +7,7    | 5,3               | 5,5 | 2270      |
| HAPPO65        | Metsäoja lounaasta Aittokorvenlammenpuroon    | +2,8    | 7,3               | 5,5 | 3030      |
| HAPPO4         | Heti Aittokorvenlammesta lähtevä              | +8,6    | 4,7               | 5,7 | 2100      |

**Taulukko 5.** Aittokorvenlammen vesistöalueen vedenlaadun ja virtaaman mittaukset kaikilta niiltä havaintopaikoilta, joilta on havaintoja sekä vuodelta 2017 että 2020.

| Hav.paikka                   | Hav.pvm    | Havaintopaikan luonnehdinta            | Lt (°C) | Sähk.joht. (mS/m) | pH  | Fe (µg/l) | Al (µg/l) | Q (l/s) | q (l/s km <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|------------|--|---------|-------------------|-----|-----------|-----------|---------|--------------------------|
| HAPPO1                       | 25.04.2017 | Metsäoja Aittokorvenlampeen            | +0,7    | 4,4               | 5,1 | 2480      | ..        |         | 25,9                     |
|                              | 19.11.2020 | etelästä                               | +5,8    | 5,5               | 4,5 | 4480      | 30        |         | 78,5                     |
| HAPPO2                       | 25.04.2017 | Metsäoja Aittokorvenlampeen            | +0,3    | 3,4               | 5,0 | 1540      | ..        |         | 25,9                     |
|                              | 19.11.2020 | lounaasta                              | +4,8    | 4,1               | 4,5 | 3570      | 80        |         | 78,5                     |
| HAPPO4                       | 25.04.2017 | Aittokorvenlammenpuro yläjuoksu,       | +1,6    | 4,9               | 5,6 | 2670      | ..        | 8,47    | 25,9                     |
|                              | 16.05.2017 | Heti lammesta lähtevä                  | +8,6    | 4,7               | 5,7 | 2100      | ..        | ..      | ..                       |
|                              | 19.11.2020 |  | +2,8    | 5,4               | 5,3 | 4050      | 70        | 25,7    | 78,5                     |
| Aittokorvenlammenpuron mutka | 19.11.2020 | Aittokorvenlammenpuro, keskijuoksu     | +3,0    | 5,4               | 5,1 | 4690      | 40        |         | 78,5                     |
| HAPPO5                       | 25.04.2017 | Aittokorvenlammenpuro, keskijuoksu     | +1,4    | 5,3               | 5,7 | 2990      | ..        |         | 25,9                     |
|                              | 16.05.2017 |  | +7,7    | 5,3               | 5,5 | 2270      | ..        |         | ..                       |
|                              | 19.11.2020 |  | +3,5    | 5,4               | 5,1 | 4800      | 50        |         | 78,5                     |
| HAPPO7                       | 25.04.2017 | Aittokorvenlammenpuro, lähes alajuoksu | +1,0    | 4,6               | 4,8 | 2550      | ..        |         | 25,9                     |
|                              | 19.11.2020 |  | +4,0    | 5,4               | 4,8 | 4740      | 40        |         | 78,5                     |
| HAPPO9                       | 25.04.2017 | Aittokorvenlammenpuro, alajuoksu       | +0,8    | 4,4               | 4,8 | 2660      | ..        |         | 25,9                     |
|                              | 16.05.2017 |  | +5,2    | 4,9               | 5,3 | 2530      | ..        |         | ..                       |
|                              | 19.11.2020 |  | +4,4    | 5,3               | 4,8 | 4920      | 50        |         | 78,5                     |



**Kuva 45.** Aittokorvenlammenpuron alueen (suoennallistamisalue "Linnunsuo NORD") veden happamuuden havainnot keväällä 2017 ja syksyllä 2020 alajuoksulta yläjuoksulle. Havaintopaikkojen sijainti ilmenee kuvasta 46.



**Kuva 45a.** Aittokorvenlammenpuron alueen (suoennallistamisalue "Linnunsuo NORD") veden rautapitoisuuden havainnot keväällä 2017 ja syksyllä 2020 alajuoksulta yläjuoksulle. Havaintopaikkojen sijainti ilmenee kuvasta 46.

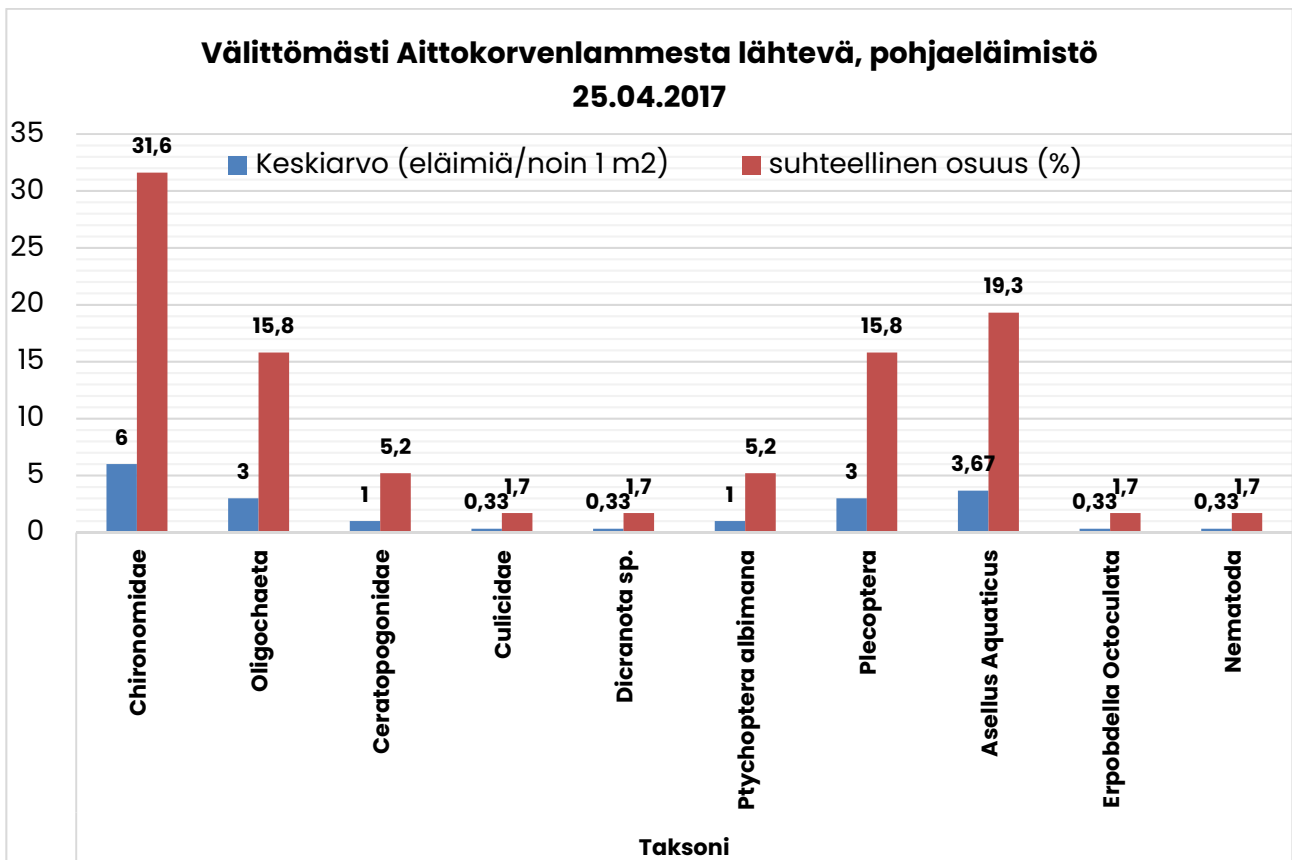




**Kuva 46.** Aittokorvenlammen vesistöalueen havaintopaikat 19.11.2020. Havaintopaikka "HAPPO4" on sama kuin havaintopaikka "Aittokorvenlammenpuro yläjuoksu".

**Taulukko 6.** Aittokorvenlammen välittömästi lähtevän uoman pohjaeläimistö, 25.4.2017. Kaikki näytteet on otettu standardimenetelmällä, potkuhaavilla 30 sekuntia noin 1 neliömetrin alalta. Shannon-Wiener -indeksi on 1,86. Sen perusteella arvioituna biodiversiteetti on matala.

| Aittokorvenlammenpuro yläjuoksu | Taksoni       |             |                 |             |               |                       |             |                  |                       |             |              |
|---------------------------------|---------------|-------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------------|-------------|------------------|-----------------------|-------------|--------------|
|                                 | Chi-ronomidae | Oligochaeta | Ceratopogonidae | Culicidae   | Dicranota sp. | Ptychoptera al-bimana | Plecoptera  | Asellusaquaticus | Erpobdella octoculata | Nematoda    | Yht.         |
| 1                               | 11            | 0           | 0               | 0           | 1             | 1                     | 0           | 0                | 0                     | 0           |              |
| 2                               | 1             | 5           | 0               | 0           | 0             | 2                     | 3           | 3                | 0                     | 0           |              |
| 3                               | 6             | 4           | 3               | 1           | 0             | 0                     | 6           | 8                | 1                     | 1           |              |
| <b>Keskiarvo</b>                | <b>6</b>      | <b>3</b>    | <b>1</b>        | <b>0,33</b> | <b>0,33</b>   | <b>1,00</b>           | <b>3,00</b> | <b>3,67</b>      | <b>0,33</b>           | <b>0,33</b> | <b>19</b>    |
| <b>osuus (%)</b>                | <b>31,6</b>   | <b>15,8</b> | <b>5,2</b>      | <b>1,7</b>  | <b>1,7</b>    | <b>5,2</b>            | <b>15,8</b> | <b>19,3</b>      | <b>1,7</b>            | <b>1,7</b>  | <b>100,0</b> |



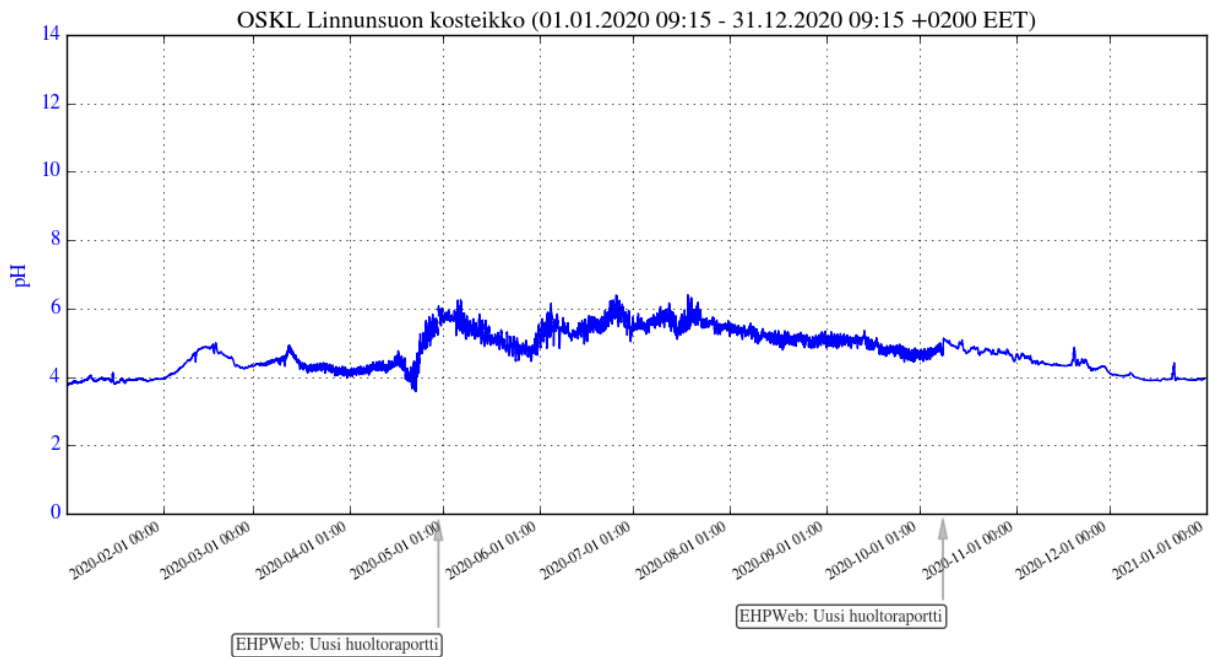
**Kuva 47.** Aittokorvenlammenpuro, välittömästi lammesta lähtevä, pohjaeläimistö 25.04.2017. Tulokset perustuvat kolmeen rinnakkaisnäytteeseen, jotka on otettu standardimenetelmällä potkuhaavilla 30 sekunnin ajan noin yhden neliömetrin alalta.

## 4.2 Linnunsuon kosteikko

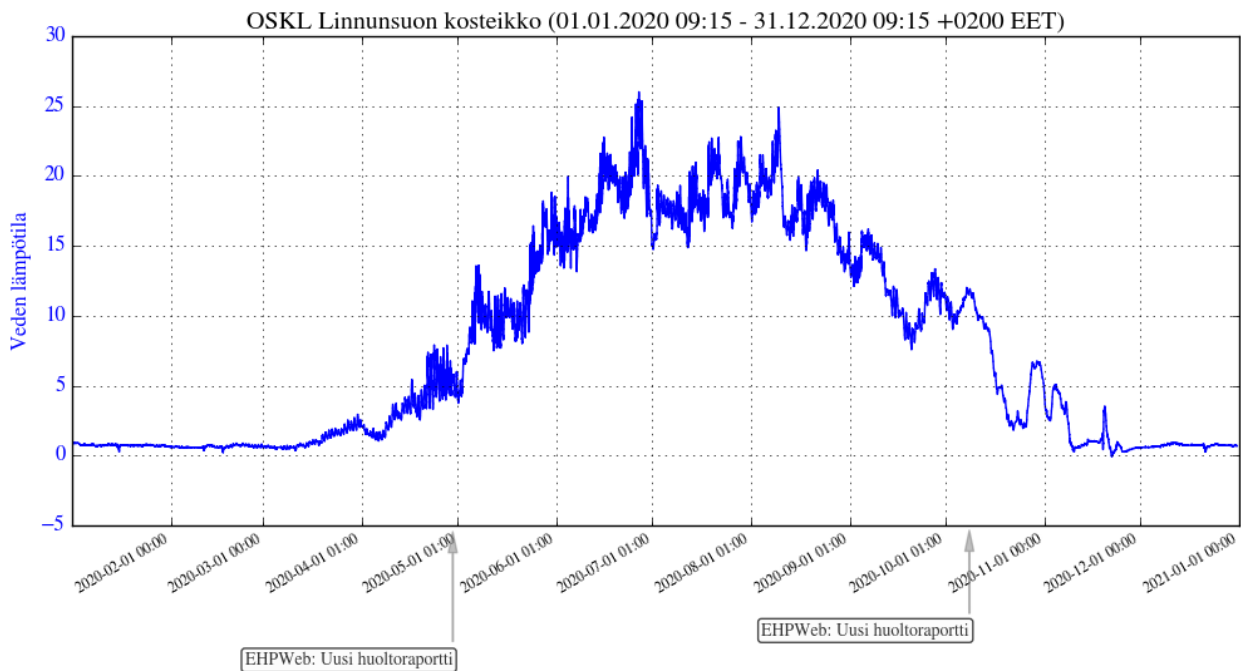
Linnunsuon kosteikkoalueen omat mittaukset on esitetty taulukossa 7. EHP-data Oy:n asentaman automaattielektrodin mittaustulokset vuonna 2020 ilmenevät kuvista 47a-47c.

**Taulukko 7.** Linnunsuon kosteikkoalueen vedenlaadun ja -määrän havainnot vuonna 2020.

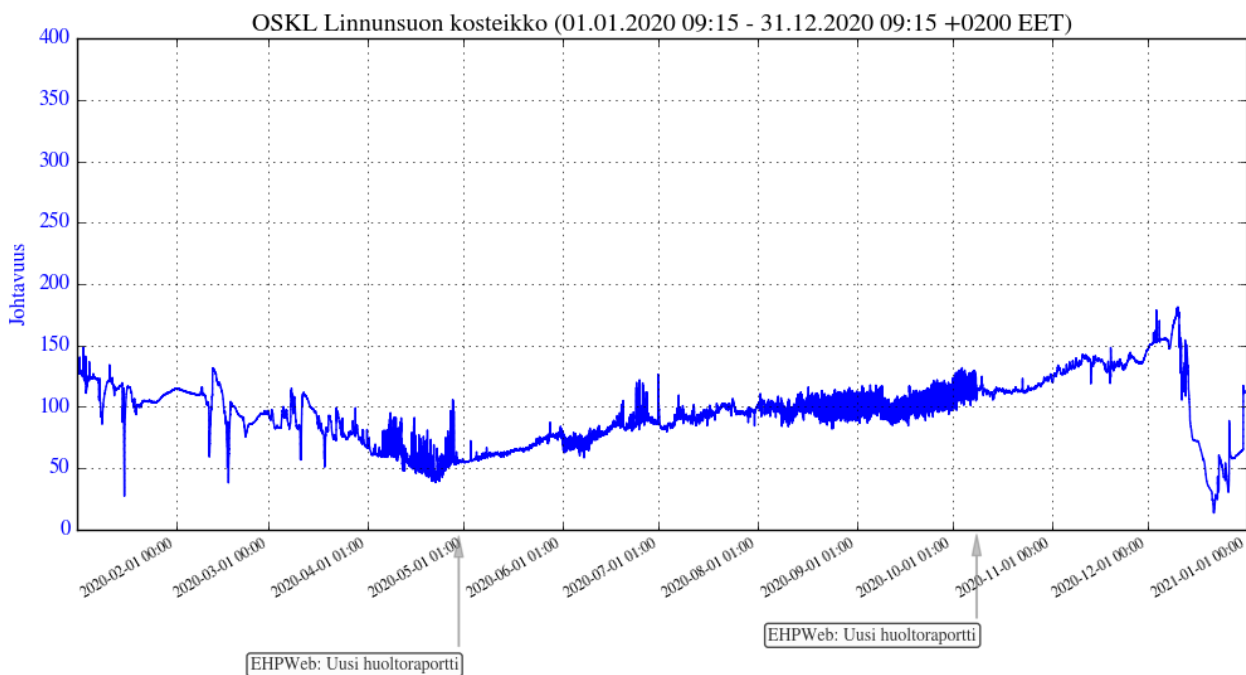
| Havaintopaikka                                | Pvm    | Q (l/s) | Lt. (°C) | pH   | pH, Savo-Karjala Oy | Sähk.joht. (mS/m) | Fe (µg/l) | Mn (µg/l) | Al (µg/l) |
|---|--------|---------|----------|------|---------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Linnunsuo, v. 2017 rakenn. altaasta lähtevä   | 29.04. | 5,3     | +4,8     | 6,1  | ..                  | 7,6               | ..        | ..        | ..        |
|   | 19.05. | 14,7    | +10,2    | 5,3  | ..                  | 6,5               | 5000      | 976       | 71        |
|   | 27.05. | 9,1     | +17,3    | 5,1  | 5,3                 | 7,5               | ..        | ..        | ..        |
|   | 28.09. | ..      | +13,1    | 4,9  | ..                  | 13                | ..        | ..        | ..        |
|   | 07.10. | ..      | ..       | 5,6  | ..                  | 10,5              | ..        | ..        | ..        |
|   | 08.12. | 47,5    | +0,8     | 4,2  | ..                  | 15,5              | 1010      | 420       | 335       |
| Linnunsuo, automaattianturi, omat mittaukset  | 29.04. | ..      | +5,3     | 6,2  | ..                  | 7,7               | ..        | ..        | ..        |
|   | 19.05. | ..      | +10,0    | 5,3  | ..                  | 6,6               | ..        | ..        | ..        |
|   | 27.05. | ..      | +14,5    | 5,1  | 5,3                 | 7,2               | ..        | ..        | ..        |
|   | 02.06. | ..      | +17,0    | 5,8  | ..                  | 6,8               | 4900      | 938       | 50        |
|   | 28.09. | ..      | ..       | 5,0  | ..                  | 13                | ..        | ..        | ..        |
|   | 07.10. | ..      | ..       | 5,3  | ..                  | 10,6              | ..        | ..        | ..        |
|   | 20.10. | ..      | +3,3     | 4,7  | ..                  | 11,4              | ..        | ..        | ..        |
|   | 08.12. | ..      | ..       | 4,15 | ..                  | 15,7              | 1010      | 414       | 370       |
| Linnunsuo, EHP-automaattianturi               | 29.04. | ..      | +5,3     | 6,0  | ..                  | 5,6               | ..        | ..        | ..        |
|   | 19.05. | ..      | ..       | 5,0  | ..                  | 6,5               | ..        | ..        | ..        |
|   | 27.05. | ..      | +14,1    | 4,7  | 5,3                 | 7,5               | ..        | ..        | ..        |
|   | 02.06. | ..      | +14,1    | 5,3  | ..                  | 6,8               | ..        | ..        | ..        |
|   | 07.10. | ..      | +11,4    | 4,9  | ..                  | 11,4              | ..        | ..        | ..        |
|   | 20.10. | ..      | ..       | ..   | ..                  | ..                | ..        | ..        | ..        |
| Linnunsuo, isosta kosteikosta lähtevä         | 08.12. | ..      | +0,8     | 4,05 | ..                  | 16                | ..        | ..        | ..        |
|   | 29.04. | 5,3     | +5,3     | 6,2  | ..                  | 7,6               | ..        | ..        | ..        |
|   | 19.05. | 14,7    | +11,7    | 5,2  | ..                  | 6,7               | 4860      | 966       | 72        |
|   | 27.05. | 9,1     | +20,0    | 5,0  | 5,2                 | 7,7               | ..        | ..        | ..        |
|   | 02.06. | 2,1     | +20,0    | 5,2  | ..                  | 6,6               | 4850      | 949       | 50        |
|   | 26.08. | 6,5     | ..       | 5,4  | ..                  | 10,9              | ..        | ..        | ..        |
|   | 28.08. | 6,2     | ..       | 5,5  | ..                  | 10,5              | ..        | ..        | ..        |
|   | 28.09. | ..      | +13,1    | 4,9  | ..                  | 13                | ..        | ..        | ..        |
| Linnunsuo, uusi eteläinen kosteikkoallas 2020 | 07.10. | ..      | ..       | 5,3  | ..                  | 10,6              | ..        | ..        | ..        |
|   | 08.12. | 47,5    | +0,9     | 4,2  | ..                  | 15,2              | 1040      | 413       | 329       |



**Kuva 47a.** Linnunsuon kosteikkoalueelta lähtevän veden pH-havainnot 15 minuutin välein vuonna 2020 EHP-data Oy:n asentaman automaattielektroдин mittaamana. Kaksi pH-minimitilannetta on aiheutunut elektrodin huollosta, jolloin se on puhdistettu väkevällä hapolla ("EHPWeb: Uusi huoltoraportti").



**Kuva 47b.** Linnunsuon kosteikkoalueelta lähtevän veden lämpötilan havainnot 15 minuutin välein vuonna 2020 EHP-data Oy:n asentaman automaattielektroдин mittaamana.

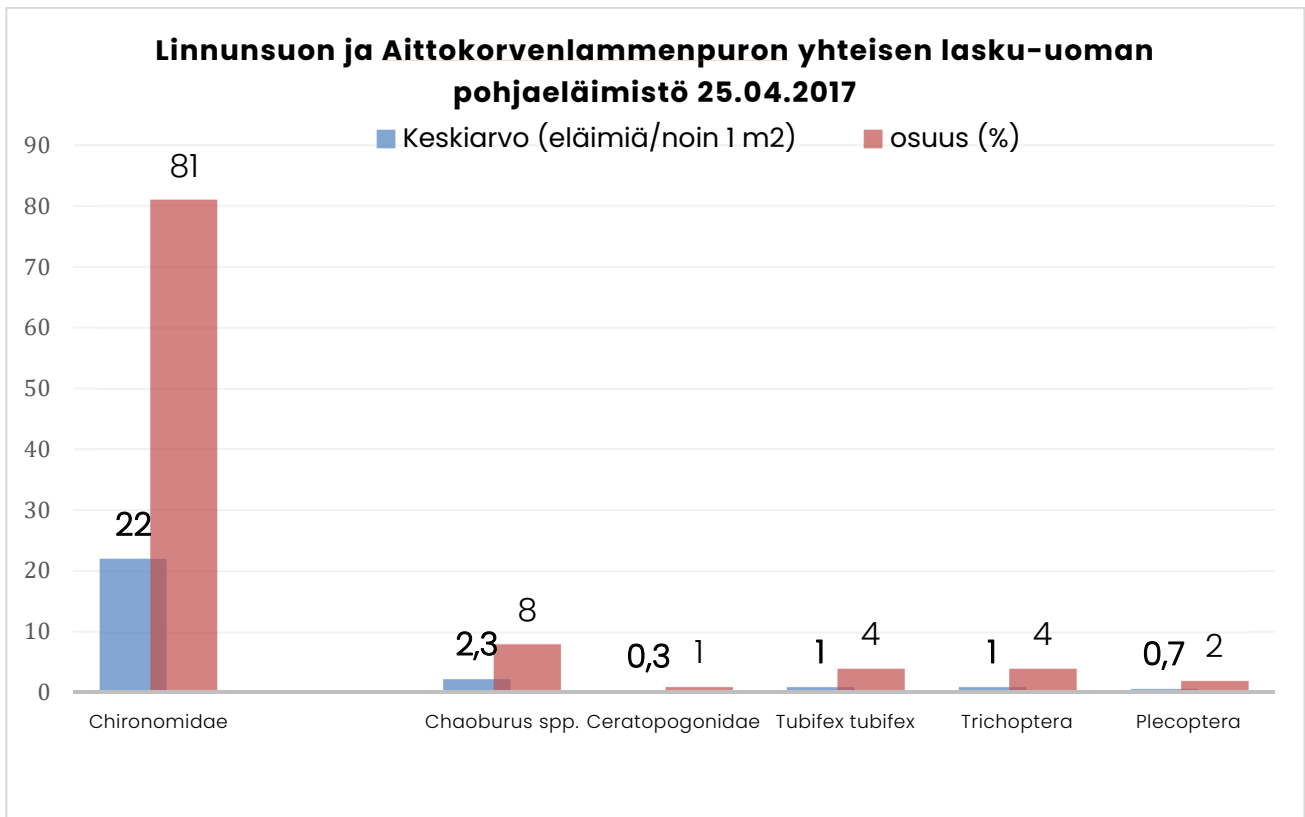


**Kuva 47c.** Linnunsuon kosteikkoalueelta lähtevän veden sähkönjohtavuuden ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) havainnot 15 minuutin välein vuonna 2020 EHP-data Oy:n asentaman automaattielektrodin mittamana.

## 4.3 Ennallistamisalueen ”Linnunsuo NORD” ja Linnunsuon kosteikon yhteinen lasku-uoma Jukajokeen

**Taulukko 8.** Linnunsuon kosteikon ja Aittokorvenlammenpuron yhteisen uoman pohjaeläimistö, 25.4.2017. Kaikki näytteet on otettu standardimenetelmällä, potkuhaavilla 30 sekuntia noin 1 neliömetrin alalta. Shannon-Wiener -indeksi on 0,75. Sen perusteella arvioituna biodiversiteetti on erittäin matala.

| Rinnakkaisnäyte               | Taksoni       |                |                 |                 |             |            | Yht.         |
|-------------------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|--------------|
|                               | Chi-ronomidae | Chaoborus spp. | Ceratopogonidae | Tubifex tubifex | Trichoptera | Plecoptera |              |
| 1                             | 21            | 3              | 0               | 2               | 0           | 2          |              |
| 2                             | 12            | 3              | 1               | 0               | 2           | 0          |              |
| 3                             | 34            | 1              | 0               | 1               | 1           | 0          |              |
| <b>Keskiarvo</b>              | <b>22</b>     | <b>2,3</b>     | <b>0,3</b>      | <b>1</b>        | <b>1</b>    | <b>0,7</b> | <b>27,7</b>  |
| <b>suhteellinen osuus (%)</b> | <b>81,0</b>   | <b>8,0</b>     | <b>1,0</b>      | <b>4,0</b>      | <b>4,0</b>  | <b>2,0</b> | <b>100,0</b> |



**Kuva 48.** Linnunsuon kosteikon ja Aittokorvenlammenpuron yhteisen uoman pohjaeläimistö, 25.4.2017. Kaikki näytteet on otettu standardimenetelmällä, potkuhaavilla 30 sekuntia noin 1 neliömetrin alalta. Shannon-Wiener -indeksi on 0,75. Sen perusteella arvioituna biodiversiteetti on erittäin matala.

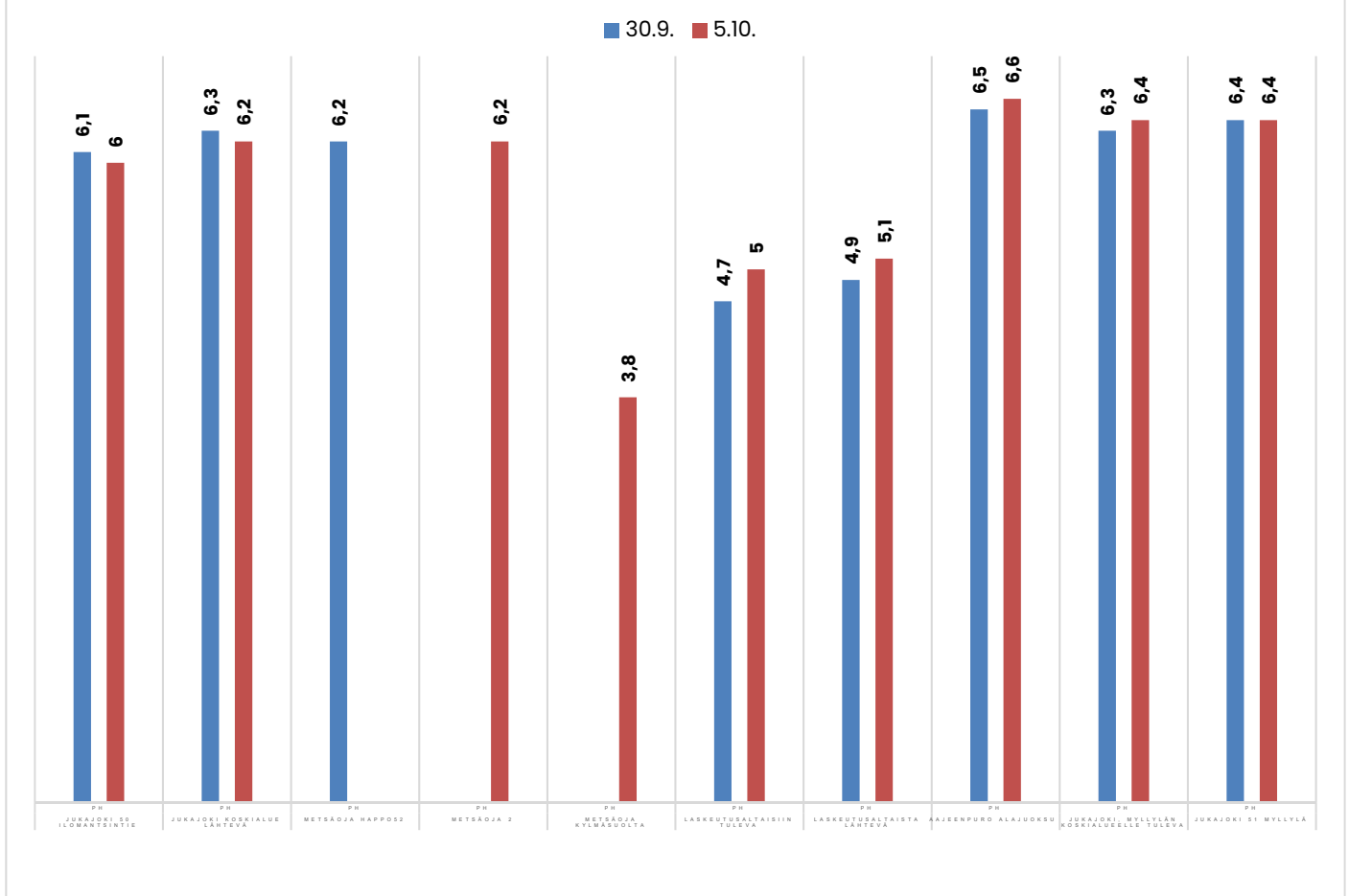


## 4.4 Jukajoki

**Taulukko 9.** Jukajoen ja eräiden siihen laskevien uomien vedenlaadun ja virtaaman havainnot syksyllä 2020.

| Havaintopaikka                          | Pvm   | Q (l/s) | q (l/s km <sup>2</sup> ) | Lt. (°C) | pH  | sähk.joht. (mS/m) |
|---|-------|---------|--------------------------|----------|-----|-------------------|
| Jukajoki 50 Ilomantsintie               | 30.9. | 252,6   | 6                        | +11,3    | 6,1 | 7,3               |
|   | 5.10. | 336,8   | 8                        |          | 6,0 | ..                |
| Jukajoki, koskialue lähtevä             | 30.9. | 258,6   | 6                        |          | 6,3 | 7,7               |
|   | 5.10. | 344,8   | 8                        |          | 6,2 | ..                |
| Metsäoja HAPPO 52                       | 30.9. |         | 6                        |          | 6,2 | 11,6              |
| Metsäoja 2                              | 5.10. |         | 8                        |          | 6,2 | ..                |
| Metsäoja Kylmäsuolta Jukajokeen         | 5.10. |         | 8                        |          | 3,8 | ..                |
| laskeutusaltaista lähtevä               | 30.9. |         | 6                        |          | 4,9 | 5,5               |
|   | 5.10. |         | 8                        |          | 5,1 | ..                |
| laskeutusaltaisiin tuleva               | 5.10. |         | 8                        |          | 5,0 | ..                |
| Aajeenpuro alajuoksu                    | 30.9. | 93,6    | 6                        |          | 6,5 | 12,4              |
|   | 5.10. | 124,8   | 8                        |          | 6,6 | ..                |
| Jukajoki, Myllylän koskialueen yläpuoli | 30.9. | 371,4   | 6                        |          | 6,3 | 7,6               |
|   | 5.10. | 495,2   | 8                        |          | 6,4 | ..                |
| Jukajoki 51 Myllylä                     | 30.9. | 377,4   | 6                        |          | 6,4 | 6,6               |
|   | 5.10. | 503,2   | 8                        |          | 6,4 | ..                |
| Savisuon kosteikko lähtevä              | 30.9. | 24,6    | 6                        |          | 5,5 | 4,5               |
|   | 5.10. | 32,8    | 8                        |          | 5,9 | ..                |
| Savisuon kosteikolle idästä tuleva      | 30.9. | 12,2    | 6                        |          | 4,8 | 3,2               |
|   | 5.10. | 16,2    | 8                        |          | 5,0 | ..                |
| Savisuon kosteikolle kaakosta tuleva    | 30.9. | 11,6    | 6                        |          | 5,6 | 3,5               |
|   | 5.10. | 15,4    | 8                        |          | 5,9 | ..                |
| Jukajoki 35 Ukonnurmi                   | 8.12. | 1026,7  | 14,2                     | +0,3     | 5,8 | 5,8               |
| Jukajoki 166 Jokela                     | 8.12. | 1104,8  | 14,2                     | +0,2     | 5,8 | 5,7               |

### JUKAJOEN ALUEEN PH ILOMANTSINTIEN JA MYLLYLÄN VÄLILLÄ YLÄJUOKSULTA ALAJUOKSULLE



**Kuva 49.** Jukajoen ja eräiden siihen laskevien uomien veden pH Ilomantsintien ja Myllylän välillä 30.09.2020 ( $q = 6,0 \text{ l/s km}^2$ ) ja 05.10.2020 ( $q = 8,0 \text{ l/s km}^2$ ).

# 5 Tulosten tarkastelu

## 5.1 Ennallistamisalue ”Linnunsuo NORD”

Linnunsuon ennallistaminen on tehty varsin tehokkaasti. Metsäojat on tukittu riittäväillä katkoksilla ja ojituksen myötä suolle aikoinaan ilmaantunut puusto on poistettu. Ennallistettu alue toimii valuma-aluekokonaisuutena. Toisin sanoen valuma-alueen ja ojitetun suon yhteys on ennallistamisen myötä palautettu, eikä suon kuivatus minkään ojan kautta ole enää mahdollista. Ojatkosten kestävyyttä veden patoamisessa kannattaa tarkkailla muutamien kevät- ja syysylivirtaamien aikana ja jälkeen. Ojatkoksille kehittyy varsin nopeasti kasvillisuutta, joka sitoo ja lujittaa niiden rakennetta. Nyt vielä hie- man karun oloinen katkos maastoutuu ympäristöönsä vähitellen huomaamattomaksi.

Läntinen suon kolikka on selkeästi minerotrofista aluetta. Suolla on tällöin järven tapaan ympäröivä valuma-alue. Ojituksella, ensinnäkin suon ja kivennäismetsämaan rajalla sijaitsevilla niskaojilla, tämän valuma-alueen vaikutus suon vesi- ja ravinnetalouteen ja koko suoekosysteemin fysikaalis-kemialliseen ja biologiseen tilaan on lähes katkaistu. Kivennäismetsämailta tuleva valumavesi ja sen kuljettama aines pääsee leviämään ennallistamisen yhteydessä tehtävien ojatkosten ansiosta tehokkaasti suolle. Suon vesi- ja ravinnetalous vähitellen palautuu jokseenkin luonnontilaiseksi.

Avovesikaudella virtaamien tyrehtyessä ja ojatkosten kestäessä tukitut ojat kasvavat vääjäämättä umpeen ja luontainen soistuminen etenee. Tukitut ojat kasvavat umpeen viimeistään muutaman vuosikymmenen kuluttua.

Tämä tutkimus toimii lähtökohtana ennallistamisen monitoroinnille. Mainittavia johtopäätöksiä ennallistamisen vaikutuksista on vielä aivan liian aikaista tehdä. Joka tapauksessa vuosien 2017 ja 2020 havainnot ovat merkittäviä. Aittokorvenlampi on korvaamaton lähtökohta ennallistamisen seurannalle. Kaksi lampeen laskevaa metsäojaa on myös tukittu ja niiden lähiympäristön puusto on poistettu osana ennallistamista. Tämä hiukan heikentää Aittokorvenlammen merkitystä vertailupaikkana. Heikentävän vaikutuksen suuruutta on mahdoton tarkemmin arvioida. Se voidaan olettaa melko maltilliseksi, koska pohjavesivirtaama lampeen on ilmeisesti suhteellisen suuri (Mäkelä 1988, 16).

Aittokorvenlammen lähtevän ja ylipäätään koko ennallistetun alueen vedenlaatua ja virtaamia kannattaa ehdottomasti edelleen seurata. Monitoroitavia vedenlaadun ominaisuuksia ovat pH, rauta, mangaani, alumiini, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, fosfaattifosfori, nitraattityppi ja ammoniumtyppi sekä kiintoaine. Näiden seuranta mahdollisimman vaihtelevissa valumaoloissa on oleellista, jotta ennallistamisen vaikutukset kyetään luotettavasti arvioimaan. Kaikkien näiden muuttujien jatkuva seuranta ei ole tarpeen. Jukajoen vesistöalueen kunnostus- ja hoitohanke on alkanut vuonna 2012 ja jatkuu edelleen (esim. Osuuskunta Lumimuutos 2019). Jukajoen tilan kannalta kriittisin kuormitus koostuu happamuudesta ja raskasmetalleista. Siten vähintään niiden ajoittainen seuranta yhdessä valumatilanteen dokumentoinnin kanssa on välttämätöntä.

Verrattaessa kevään 2017 ja marraskuun 2020 mittaustuloksia on ennallistamistöiden lisäksi vedenlaatuun vaikuttanut myös valumatilanne. Huhtikuussa 2017 valuma oli noin 2,5 -kertainen (noin 25,9 l/s km<sup>2</sup>) Suomen pitkän aikavälin keskivalumaan (Mq2000-2011 9,7 l/s km<sup>2</sup>) verrattuna (taulukko 5). Toukokuussa 2017 vallitsi selkeä alivirtaamatilanne (noin 5 l/s km<sup>2</sup>; taulukko 5). Välittömästi ennallistamistöiden jälkeen marraskuussa 2020 tulvatilanne (lähes 80 l/s km<sup>2</sup>) oli miltei huipussaan (taulukko 5). Yleisesti voimakaiden ylivirtaamien vallitessa valumavesi huuhtelee orgaanisia maa-aineksia ja esimerkiksi happamien humusyhdisteiden huuhtoutuminen on merkittävästi tehokkaampaa kuin alivirtaamien aikana. Vähävetisinä aikoina ojastojen veden kontakti mineraalimaakerrokseen on suhteellisesti paljon suurempaa ja pH korkeampi.

Keväällä 2017 Aittokorvenlammen lähtevän veden pH oli 5,6...5,7 ja syksyllä 2020 (pH 5,3) hieman happamampaa. Vaikka ennallistamisalueen ojasto oli tehokkaasti tukittu ja puusto poistettu juuri ennen marraskuun 2020 havaintokierrosta, niin koko alueelta lähtevän veden pH (4,8; havaintopaikat "HAPPO7" ja "HAPPO9") oli täsmälleen sama huhtikuun 2017 ylivirtaamajakson havaintoihin verrattuna (taulukko 5, kuva 45).

Raudan pitoisuudet Aittokorvenlammenpurossa vaihtelivat 2550...2990 µg/l huhtikuun 2017 ylivirtaaman aikana ja 4050...4920 µg/l marraskuussa 2020 voimakkaan tulvan aikana (taulukko 5, kuva 45a). Rautapitoisuudet olivat siten noin 1,5...1,9 -kertaisia ennallistamisen jälkeen. Syksyn 2020 voimakas ylivirtaama on luultavasti jonkin verran kohottanut pitoisuuksia. Heti Aittokorvenlammen lähtevässä vedessä rautaa oli 1,5-kertainen pitoisuus huhtikuuhun 2017 verrattuna (taulukko 5, kuva 45a). Kahden Aittokorvenlampeen tulevan vuolaan ojan tukkiminen on osaltaan ainakin jonkin verran kohottanut raudan pitoisuuksia. Ylipäätään voimakas ennallistamistyö kaivinkoneella (ojakatkokset) ja monitoimikoneella (puuston poisto) on kohottanut raudan pitoisuuksia ainakin

jonkin verran, yhdessä tulvaolojen kanssa. Maaperän rauhoittuessa ja ojakatkosten kasvettua raudan pitoisuudet pienenevät.

Kortelaisen ym. (2003, 20) laajassa, koko maan kattavassa tutkimuksessa raudan luonnonhuuhtoutuma oli  $320 \text{ kg/km}^2/\text{a}$  ja sitä vastaava luonnontilaisen valumaveden (puroveden) keskipitoisuus on tällöin noin  $995 \mu\text{g/l}$ , kun keskivirtaaman laskentaperusteena käytetään  $Mq_{1961-1990, \text{Suomi}} = 10,2 \text{ l/s km}^2$ . Siten Linnunsuon alueen veden rautapitoisuudet ovat varsin korkeita.

Alumiinin pitoisuudet ( $30\text{--}80 \mu\text{g/l}$ ) marraskuussa 2020 olivat hyvin maltillisia (taulukko 5). Yhdessä alhaisen pH:n (noin alle 5) kanssa hiukankin kohonneet (noin yli  $200 \mu\text{g/l}$ ) alumiinipitoisuudet ovat hyvin turmiollisia useille kehittyneille vesieliöryhmille. Keväällä 2017 alumiinin pitoisuuksia ei mitattu.

Huhtikuussa 2017 otetuissa Aittokorvenlammenpuron yläjuoksun pohjaeläinnäytteissä oli ilahduttavasti jonkin verran myös vaatelaita koskikorenon (Plecoptera) toukkia, rehevöitymistä yleisesti sietävien surviaissääsken (Chironomidae) toukkien ja harvasukamatojen (Oligochaeta) sekä vesisiirujen (*Asellus aquaticus*) lisäksi (taulukko 6, kuva 47).

## 5.2 Linnunsuon kosteikko

Linnunsuon kosteikon lähtevän veden omat pH-havainnot suppealta havaintojaksolta vaihtelivat  $4,2\text{--}6,2$  vuonna 2020 (taulukko 7). Automaattielektrodin erittäin kattavat mitaustulokset vaihtelivat pH  $3,8\text{--}6,2$  (keskiarvo pH  $4,7$ ) (kuva 47a). Tilanne on oleellisesti kohonnut kosteikon rakentamisen (vuonna 2013, täydennyksiä sen jälkeen) ansiosta. Sitä ennen alueella sijainneelta turvetuotantoalueelta virtasi Jukajokeen vettä, jonka pH vaihteli valumaoloista riippumatta noin pH  $2,7\text{--}3,2$  (esim. Tossavainen 2018b). Tämä aiheutti Jukajoessa erittäin vakavia ekologisia ongelmia, kuten laajoja kalakuolemia vuosina 2010 ja 2011. Maaliskuussa 2019 Linnunsuon kosteikon lähtevään uomaan asennettiin automaattinen mittalaite. Se mittaa aurinkokennosta saatavan energian avulla kosteikosta lähtevän veden pH:n, sähkönjohtavuuden ja lämpötilan 15 minuutin välein (esim. Sutinen 2019, Tossavainen 2020). Siten tärkeimmän yksittäisen Jukajoen tilaa vaurioittaneen alueen vesistökuormituksen fysikaalis-kemiallinen monitorointi on nykyään erinomaisesti hallinnassa. Automaattianturin tarkkuutta seurataan jatkuvasti ja se vaatii säännöllisesti (kahdesti vuodessa) huollon.



Joulukuussa 2020 Linnunsuon kosteikkoalueelta lähtevän veden pH oli 4,2 (taulukko 7). Tällöin alumiinipitoisuus nousi varsin korkeaksi, 329...370 µg/l (taulukko 7). Ilmiö on aiemminkin havaittu Linnunsuon kosteikon vesissä (esim. Tossavainen 2020a) ja se on jo kauan tunnettu myös maaperän happamoitumisen yhteydessä ja siitä aiheutuviin kasvillisuusvaurioihin kytkeytyen.

Vuosina 2019–2020 Linnunsuon alueen lounaiseen eteläkolkkiaan kaivettiin neljäs kosteikkoallas. Sen vesi oli havaintoajankohtina touko- ja lokakuussa 2020 erittäin kirkasta ja hyvin hapanta (pH 3,7 ja 3,8). Lähtötilanne on siten hyvin samankaltainen kuin kolmella, v. 2013 kaivetulla kosteikkoaltaalla. Turvetuotannon jäljiltä altaan pohjaan jääneen maa-aineksen laatu ja määrä vaihtelee (ks. Tossavainen 2020a) ja se aiheuttaa myös vedenlaadun vaihteluita osa-altaiden välille. Perustuotanto (vesi- ja ranta-makrofytyt sekä kasviplankton) ja kaikinainen heterotrofinen eliöstö (pohjaeläimet, eläinplankton, linnut) löytävät väijäämättä tiensä myös tälle altaalle ja veden pH alkaa kohota. Tämän eteläisen altaan veden pH kannattaa ehdottomasti ajoittain seurata. Linnunsuon kosteikkoalueen neljä osa-allasta on erotettu toisistaan pengerryksillä, jotka estävät veden vaihtuvuuden altaiden välillä.

Aittokorvenlammen ja Linnunsuon kosteikon yhteisen lasku-uoman pohjaeläimistöä tutkittiin huhtikuussa 2017. Havaintopaikka on päällisin puolin pikkusievä koskimainen, kivikko- ja hiekkapohjainen alue tiheähkön nuorehkon sekametsän keskellä. Pääosa näytteistä löydetyistä taksoneista oli yleisesti rehevöitymistä ja liettymistä sietäviä otuksia, kuten surviaissääsken (*Chironomidae*) toukkia. Näytteissä oli myös ilahduttavasti muutamia vesiperhosen (*Trichoptera*) ja koskikorenon (*Plecoptera*) toukkia. Nämä ovat varsin vaateliaita, hapekkaan ja korkeintaan niukasti liettyneen virtavesiekosysteemin tyypillisiä edustajia (taulukko 8 ja kuva 48). Linnunsuon kosteikon ja ennallistetun LinnunsuoNORDin ekosysteemien kehittyessä ja muuttuessa tätä havaintopaikkaa kannattaa edelleen monitoroida.

## 5.3 Jukajoki

Jukajoki vastaanottaa sekä Linnunsuo NORDin ennallistetun alueen että Linnunsuon kosteikon ainevirtaamat. Siten myös sen nykyistä vedenlaatua oli erittäin perusteltua hiukan selvittää vuonna 2020. Syksyiset mittaustulokset on esitetty taulukossa 9. Se sisältää lisäksi muutamia mittauksia Jukajokeen laskevista uomista ja vesiensuojeluteknisiin rakenteisiin tulevista ja lähtevistä vesistä. Vastaavien havaintopaikkojen

mittauksia huomattavasti laajemmalla ja monipuolisemmalla otannalla (nimenomaan hyvin vaihtelevissa valumaoloissa) on tarkastellut aiemmin Tossavainen (2018b, 2020a).

Syys- ja lokakuun havaintojankohtina vallitsi selkeä alivirtaamatilanne, 6...8 l/s km<sup>2</sup>. Tällöin Jukajoen veden pH vaihteli yläjuoksulta (havaintopaikka Ilomantsintie 50) keski-juoksulle (Myllylä 51) 6,0...6,4 (taulukko 9, kuva 49). Suomen luontaisille kalalajeille veden pH:n minimi on noin 5,5, mikäli vedenlaatu (kiintoaine, metallit, happi) muutoin on riittävän hyvää. Ravulle veden pH:n minimi on noin 6. Alajuoksulla sijaitsevien Ukonnurmen ja Jokelan havaintopaikkojen vedenlaatuun vaikuttavat sekä Linnunsuon laajan kos-teikkoalueen että Linnunsuo NORDin ainevirtaamat. Joulukuun alussa niiden veden pH (5,8) oli myös tyydyttävällä tasolla, kun huomioidaan lisäksi tuolloin vallinnut selkeähkö ylivirtaamatilanne, 14,2 l/s km<sup>2</sup>.

Jukajoen havaintoaineisto oli nyt tarkoituksellisesti suppea. Jukajoki on yhdessä sen lähtöalue Jukajärven kanssa kunnostus- ja hoitohankkeen operatiivisessa keskiössä, joten sen intensiivistä vedenlaadun ja hydrologian sekä biologian monitorointia on ehdottomasti jatkettava lähitulevaisuudessa.

## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä raportissa tarkasteltu Linnunsuon aluekokonaisuus ja siellä tehtyjen vesiensuojeluteknisten rakenteiden ja kunnostus- sekä ennallistamistöiden toimivuus on merkittävään yksittäinen tekijä Jukajoen fysikaalis-kemiallisen ja ylipäättään kokonaisekologisen toipumisen kannalta, yhdessä joen alkupisteen Jukajärven kuntoutumisen kanssa.

Linnunsuon ("Linnunsuo NORD") ennallistamistyö (metsäojien tukkiminen ja puuston poisto noin 70 hehtaarin alalta) tehtiin syksyllä 2020. Sen vaikutuksia vedenlaatuun ja Jukajokeen päätyvään kuormitukseen ei vielä voida päätellä, mutta tämä raportti muodostaa oleellisen alkupaukun tuolle monitoroinnille. Mittaustulosten perusteella perusteellinen ennallistaminen ei välittömästi vaikuttanut valumaveden happamuuteen. Rautapitoisuudet kohosivat noin 1,5...1,9 -kertaisiksi. Tämä selittyy ainakin osittain voimakkaalla kaivinkonetyöllä ja puuston poistolla. Osa kohonneesta raudan huuhtoutumasta voi selittyä myös ennallistamisen jälkeisellä voimakkaalla tulvatilanteella. Leivonmäen Haapasuolla maaperän korkea rautapitoisuus saattoi vähentää fosforin huuhtoutumista (Nieminen & Jarva 1996, Zak ym. 2010). Myöskään Konilamminsuolta (Silvan ym. 2005) fosforia ei juurikaan vapautunut ennallistamisen yhteydessä. Toisaalta ojien tehokas tukkiminen ja puuston poisto ovat omiaan heikentämään ainakin tilapäisesti turpeen happitilannetta vettymisen vuoksi, jolloin fosforin ja myös raudan voimistunut huuhtoutuminen on mahdollista. Ravinteiden huuhtoutumista ei ole toistaiseksi Linnunsuon ennallistetulta alueelta tutkittu, koska rehevöityminen ei ole Jukajoen vesistöalueen merkittävä nykyinen ongelma. Sitä kannattaa monitoroida lähitulevaisuudessa. Sama koskee kiintoainepitoisuuden sekä edelleenkin muutamien metallien (Fe, Al, Mn) ja happamuusasteen seuranta, yhdessä aina näytteenoton yhteydessä tehtävän virtaamamittauksen eli valumatilanteen todentamisen kanssa. Vaikka varsinainen kalibrointijakso, ts. ennallistamisalueen seuranta ennen ennallistamistoimia, rajoittuu kevään 2017 kahteen havaintokertaan, niin välittömästi Aittokorvenlamasta lähtevän veden laatu toimii tyydyttävänä vertailukohtana ennallistamistoimien vaikutusten arvioinnille.

Linnunsuon noin 100 hehtaarin turvetuotantoalueelta kaivettiin turvetta vuosina 1985–2010. Sieltä lähtevä valumavesi (pH kaikissa valumatilanteissa noin 2,7...3,2, rautaa vähintään kymmeniä milligrammoja litrassa) vaurioitti pahoin Jukajoen ekosysteemiä. Vuonna 2013 alueelle konstruointiin kolme kosteikkoallasta, joiden kokonaisala on noin 70 hehtaaria. Vuosina 2019–2020 kosteikkoa on laajennettu uudella altaalla. Kosteikkoalueelta lähtevän veden pH vaihteli noin 3,8...6,2 (aritmeettinen keskiarvo pH 4,7) vuonna



2020. Siten tilanne on oleellisesti parantunut turvetuotannon lakkauttamisen ja kosteikkoaltaiden konstruoinnin jälkeen. Kosteikon autotrofinen ja heterotrofinen eliöstö kehittyy ja muuntuu vääjäämättä ajan myötä. Altaat ovat matalia (keskisyvyys korkeintaan noin 0,5 metriä). Valuma-alue on hyvin pieni, koska turvetuotantoalue aikoinaan rajattiin erittäin syvällä ja leveällä ojituksella ympäröivästä maasta. Siten kosteikkojen ainakin osittainen umpeenkasvu on todennäköistä. Kosteikkojen vesi on tällä hetkellä kohtalaisen karua, oletettavasti korkeintaan mesotrofista, joten umpeenkasvu on suhteellisen hidasta.

Jukajoen veden pH oli loppuvuonna, syys-joulukuussa 2020 tyydyttävällä (pH 5,8...6,4) tasolla. Aineisto on suppea; useimmat havainnot tehtiin alivirtaamatilanteessa. Jukajoki on Jukajärven lisäksi täysin keskeinen vuonna 2012 alkaneen vesistön kunnostus- ja hoitohankkeen kohde, joten sen fysikaalis-kemiallista sekä biologista monitorointia on ehdottomasti jatkettava, myös ajoittain intensiivisellä otannalla.

# Lähteet

Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.) 2013. Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188.

Ahtiainen, M. 1991. Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja nro 45, Sarja A.

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

Kortelainen, P., Finer, L., Mattson, T., Ahtiainen, M., Sallantausta, T., Kubin, E. ja Saukkonen, S. 2003. Luonnonhuuhtoutuma 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.

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 31th 2017. 88 pages. (Kooste sekä Marion Laventuren että Antoine Schererin opinnäytetöistä).

Lyytikäinen, V., Vuori, K.-M., Kotanen, J. 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, Joensuun tutkimuskeskus, 77–87.

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

Mustonen, T. & Tossavainen, T. 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.

Mäkelä, J. 1988. Kontiolahden Linnunsuon turvetuotanto-ojitusten vaikutukset ympäristön pohjavetasoon. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 66.

Nieminen, M. & Jarva, M. 1996. Phosphorus adsorption by peat from drained mires in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11 (4): 321–326.

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

Osuuskunta Lumimuutos 2019. Elpyvä Jukajokemme.

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

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

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., Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja nro 21.

Silvan, N., Vasander, H., Sallantausta, T., & Laine, J. 2005. Hydraulic nutrient transport in a restored peatland buffer. *Boreal Environment Research* 10 (3): 203–210.

Sutinen, I. 2019. Automaattisen vedenlaadun monitorointi Linnunsuon kosteikolla (Kontiolahti) ja sen alapuolinen Jukajoen vedenlaatu 1978–2019. Opinnäytetyö. Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma. Karelia-ammattikorkeakoulu, Joensuu.

Tikkanen, T. 1987. Vesistö tutkimuksen perusmenetelmät. Laboratoriotyöt. Kurssi LIMNO 16. Biologian osa. Opetusmoniste. Helsingin yliopisto, Limnologian laitos.

Torpström, H. 2011. Kosteikon rakennesuunnitelmat. VAPO Oy, 22.3.2017.

Tossavainen, T., Karjalainen, J. & Karjalainen, K. 1999. Miestyövoimalla hajakuormitus kuriin: Pohjois-Karjalan vesistö kunnostukset. *Suomen Kalastuslehti* 3/1999, 29–35.

Tossavainen, T. 2009. Mujejärven–Palojärven vesistöalueen ympäristönhoitohanke vuosina 1998 – 2000. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja nro 267.



Tossavainen, T. 2014. Kontiolahden ja Joensuun alueilla sijaitsevan Jukajärven nykytila sekä alustava kunnostus- ja hoitotoimien pohdinta. Jukajärven lasku-uoman Jukajoen nykytilan alustava tarkastelu. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C, Raportteja: 12.

Tossavainen, T. 2016a. Jukajärven pintavalutuskentän ja kosteikon toimivuus hajakuormituksen pidättäjänä. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C, Raportteja: 37.

Tossavainen, T. 2016b. Ruukkisuuden kosteikon toimivuus hajakuormituksen pidättäjänä 2 – 3 vuotta rakentamisen jälkeen. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C, Raportteja: 36.

Tossavainen, T. 2017. Jukajoen lähivaluma-alueen happamuustutkimus, kevät ja alkukesä 2017. Jukajoen vesistöalueen kunnostushanke. Toimeksiantaja Selkien kyläyhdistys ry. Julkaisematon raporttiluonnos.

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.

Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Third Edition. Elsevier Academic Press.

Zak, D., Wagner, C., Payer, B., Augustin, J. & Gelbrecht, J. 2010. Phosphorus mobilization in rewetted fens: the effect of altered peat properties and implications for their restoration. *Ecological Applications* 20: 1336–1349.

# Liitteet

## Liite 1. Tutkimusalueen havaintopaikkojen koordinaatit, 6 taulukkoa.

**Taulukko 1/6.** Linnunsuon alueen havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) 25.04.2017.

```
HAPP01toHAPP012maasto25042017
H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,25 01 FREEMWARE 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 HAPP01 36V 347219 6947172 Golf I 100,7 25.4.2017 06.26.18
W HAPP02 36V 347177 6947269 Golf I 102,2 25.4.2017 06.36.31
W HAPP03 36V 347157 6947317 Golf I 98,3 25.4.2017 06.48.14 VUOLAS UOMA
W HAPP04 36V 347341 6947421 Golf I 99,1 25.4.2017 07.01.33
W HAPP05 36V 347513 6947761 Golf I 91,4 25.4.2017 07.41.22
W HAPP06 36V 348059 6947933 Golf I 91,4 25.4.2017 09.08.14
W HAPP07 36V 348363 6948029 Golf I 97,7 25.4.2017 09.26.46 PÄÄUOMA
W HAPP08 36V 348484 6948057 Golf I 95,9 25.4.2017 09.40.48 OJA PUROON
W HAPP09 36V 348607 6948100 Golf I 88,9 25.4.2017 09.57.40 PÄÄUOMA
W HAPP10 36V 348775 6948221 Golf I 89,4 25.4.2017 10.12.48 JUKAJOENTIEN RUMPU PURO13 +
AITTOKORVENLAMMENPURO
W HAPP11 36V 349218 6948391 Golf I 84,6 25.4.2017 10.59.59 UOMA13 ALAJUOKSU
W UOMA13ALAJUOKSUPOHJAEÄLÄIMET 36V 348997 6948261 Golf I 85,9 25.4.2017 11.19.57
W JUKAJOKI51MYLLYLÄ 36V 349039 6948009 Golf I 97,5 25.4.2017 12.30.44
W HAPP012 36V 349462 6948182 Golf I 89,1 25.4.2017 12.47.34 HEINÄPURO14 ALAJUOKSU
W JUKAJOKI35UKONNURMI 36V 349420 6948759 Golf I 81,3 25.4.2017 13.11.50
W AITTOKORVENLAMMENPURO 36V 347343 6947409 Golf I 89,8 25.4.2017 13.41.16 YLÄJUOKSU POHJAEÄLÄINNÄYTTEET
```

**Taulukko 2/6.** Linnunsuon alueen havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) 16.05.2017.

HAPP0tutkimuspaikatJaJUKAJOEN4paikkaa16052017

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,25 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 JUKAJOKI166JOKELA 36V 349600 6950827 Golf I 84,1 16.5.2017 07.19.47
W JUKAJOKI35UKONNURMI 36V 349420 6948763 Golf I 81,2 16.5.2017 07.37.12
W JUKAJOKI51MYLLYLÄ 36V 349032 6947998 Golf I 92,0 16.5.2017 07.51.21
W JUKAJOKI50ILOMANTSINTIE 36V 347714 6944517 Golf I 101,8 16.5.2017 08.14.39
W HAPPO9 36V 348575 6948087 Golf I 78,9 16.5.2017 09.32.46 AITTOKORVENLAMMENPURON PÄÄUOMA
W HAPPO63 36V 348442 6948048 Golf I 91,2 16.5.2017 09.52.00 METSÄOJA ETELÄSTÄ
AITTOKORVENLAMMENPURON
W HAPPO64 36V 348365 6948018 Golf I 84,3 16.5.2017 09.58.20 METSÄOJA ETELÄSTÄ
AITTOKORVENLAMMENPURON
W HAPPO5 36V 347512 6947757 Golf I 99,0 16.5.2017 10.32.13 AITTOKORVENLAMMENPURON ISO MUTKA
W HAPPO65 36V 347407 6947527 Golf I 107,3 16.5.2017 10.50.29 METSÄOJA LOUNAASTA
AITTOKORVENLAMMENPURON
W HAPPO4 36V 347350 6947401 Golf I 102,6 16.5.2017 10.56.40 AITTOKORVENLAMMENPURO HETI LAMMESTA
LÄHTEVÄ
W HAPPO56 36V 349535 6948842 Golf I 89,7 16.5.2017 11.46.34 METSÄOJA POHJOISESTA JUKAJOKEEN
W HAPPO57 36V 349284 6949149 Golf I 85,0 16.5.2017 12.07.48 METSÄOJA IDÄSTÄ JUKAJOKEEN
W HAPPO59 36V 349321 6949410 Golf I 92,7 16.5.2017 12.29.04 VUOLAS METSÄOJA IDÄSTÄ JUKAJOKEEN
    
```

**Taulukko 3/6.** Jukajoen alueen havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) 30.09.2020.

```

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 JUKAJOKI50 36V 347843 6944582 Golf I 88,5 30.9.2020 05.57.38 PH 6,14 7,3MSM 11,3C
W JUKAJOKIKOSKIALUEALAPUOLI 36V 348474 6945227 Golf I 97,5 30.9.2020 07.00.21 PH 6,31 7,7 MSM
W LUONTUOMAYLÄPÄÄ 36V 348487 6945345 Golf I 98,9 30.9.2020 07.09.40
W HAPPO52 36V 348614 6945452 Golf I 92,9 30.9.2020 07.31.18 PH 6,17 11,6 MSM 8C
W 011 36V 348617 6945453 Golf I 94,6 30.9.2020 07.34.47
W LASKEUTUSALTAISTALÄHTEVÄ 36V 348936 6946172 Golf I 91,4 30.9.2020 08.19.33 PH 4,9 5,5 MSM
W 012 36V 348851 6946230 Golf I 95,5 30.9.2020 09.38.54
W AAJEENPUROALAJUOKSU 36V 348850 6946228 Golf I 99,6 30.9.2020 09.39.33 6,48 PH SÄHKJOHT 12,4
MSM
W JUKAJOKIMYLLYLÄÄNTULEVA 36V 348954 6947436 Golf I 84,8 30.9.2020 10.27.29 PH6,26 SÄHKJOHT 7,6 MSM
W JUKAJOKI51MYLLYLÄ 36V 349079 6947898 Golf I 89,9 30.9.2020 11.04.50 PH 6,36 11C SÄHKJOHT
6,6MSM
W SAVISUOKOSTEIKKOLÄHTEVÄ 36V 349473 6948110 Golf I 75,0 30.9.2020 11.20.47 5,5 PH 4,5 MSM
W SAVISUOIDÄSTÄTULEVA 36V 349524 6947903 Golf I 87,3 30.9.2020 11.41.11 4,83 PH 3,2MSM
W SAVISUOKAAKOSTATULEVA 36V 349666 6947381 Golf I 81,8 30.9.2020 12.01.25 PH 5,57 JOHTIS 3,5MSM
    
```

**Taulukko 4/6.** Jukajoen alueen havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) 05.10.2020.

```

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 JUKAJOKI50MYLLYLÄ 36V 347841 6944574 Golf I 99,1 5.10.2020 06.03.50 4,0MS/M 6,0PH
W JUKAJOKIKUNNOSTUSALAPUOLI 36V 348511 6945055 Golf I 104,7 5.10.2020 07.20.38 5,4MSM PH 6,2
W METSÄOJA2JUKAJOKEEN 36V 348508 6945421 Golf I 100,9 5.10.2020 07.51.59 PH6,2 12,3MSM
W LASKEUTUSALLASOJA52EEN 36V 348697 6945343 Golf I 104,6 5.10.2020 08.14.20 MÄÄRITÄ VALUMAALUE
W OJAKYLMÄSUOLTA 36V 348735 6945837 Golf I 95,7 5.10.2020 08.31.45 6,6 MSM PH 3,8
W AAJEENPURO 36V 348812 6946253 Golf I 88,1 5.10.2020 08.50.04 PH 6,6 5,4MSM
W LASKALTAISTALÄHTEVÄ 36V 348940 6946171 Golf I 85,6 5.10.2020 09.56.35 PH 5,1 3,0MSM
W LASKEUTUSALTAISIINTULEVA 36V 349002 6946190 Golf I 86,9 5.10.2020 10.02.56 3,0MSM PH 5,0
W MYLLYLÄNKOSKIALUEELLETULEVA 36V 349026 6947497 Golf I 86,5 5.10.2020 10.50.05 6,4 PH 5,5MSM
W JUKAJOKI51 36V 349083 6947866 Golf I 99,9 5.10.2020 11.11.22 MSM 5,6 6,4PH
W SAVISUOKAAKOSTATULEVA 36V 349668 6947375 Golf I 85,4 5.10.2020 11.33.53 PH 5,9 3,7MSM
W SAVISUOIDÄSTÄTULEVA 36V 349523 6947904 Golf I 85,0 5.10.2020 11.52.08 PH 5,0 MSM 2,8
W SAVISUOLÄHTEVÄ 36V 349471 6948114 Golf I 85,1 5.10.2020 12.08.06 PH 5,9 3,4MSM

```

**Taulukko 5/6.** Linnunsuon kosteikon havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) 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

```



**Taulukko 6/6.** Aittokorvenlammen suoennallistamisalueen (Linnunsuo NORD) sekä Linnunsuon kosteikon vedenlaadun havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) 19.II.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 HAPPO9                                  | 36V | 348602 | 6948101 | Golf        | I | 91,7   | 19.11.2020 | 07.44.36 | PÄÄUOMA 4,4C 3HK-261  |
| W HAPPO X<br>LASKEVA OJA                  | 36V | 348479 | 6948062 | Golf        | I | 95,7   | 19.11.2020 | 07.58.11 | LUOTEESTA PÄÄUOMAAN   |
| W HAPPO7                                  | 36V | 348364 | 6948028 | Golf        | I | 89,5   | 19.11.2020 | 08.10.17 | PÄÄUOMA 4,0C 3HS-1905 |
| W HAPPO5                                  | 36V | 347514 | 6947765 | Golf        | I | 91,9   | 19.11.2020 | 09.07.45 | 3,5 C 3P-291          |
| W AITTOKORVENPUROMUTKA                    | 36V | 347508 | 6947756 | Golf        | I | 93,0   | 19.11.2020 | 09.15.08 | 3,0C 3HK-532          |
| W AITTOKORVENPUROYLÄJUOKSU<br>3HS-32 2,8C | 36V | 347344 | 6947407 | Golf        | I | 88,5   | 19.11.2020 | 09.42.54 | HETI LAMMESTA LÄHTEVÄ |
| W HAPPO2                                  | 36V | 347174 | 6947264 | Golf        | I | 90,2   | 19.11.2020 | 10.09.16 | 4,8C 3P-339           |
| W HAPPO1                                  | 36V | 347216 | 6947164 | Golf        | I | 97,6   | 19.11.2020 | 10.21.20 | 5,8C 3-268            |
| W POHJAVESIPUTKI                          | 36V | 347207 | 6947150 | Golf        | I | 93,3   | 19.11.2020 | 10.27.40 |                       |
| W 2017ALLASLÄHTEVÄ                        | 36V | 348470 | 6947630 | Golf        | I | 88,1   | 19.11.2020 | 12.06.58 | 2,5C 3P-765           |
| W AUTOMAATTIANTURI                        | 36V | 348451 | 6947570 | Golf        | I | 87,1   | 19.11.2020 | 12.16.53 | 3P-646                |
| W 2013KOSTEIKKOLÄHTEVÄ                    | 36V | 348447 | 6947558 | Golf        | I | 87,3   | 19.11.2020 | 12.21.38 | 3,3C 3P-738           |