

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Jarno Hiltunen
Lauri Hämäläinen

KONTIOLAHDELLA SIJAITSEVAN JUKAJOEN ALAJUOKSUN LIM-
NOLOGINEN TILA JA ALUSTAVA KUNNOSTUSSUUNNITELMA

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018



OPINNÄYTETYÖ
Kevät 2018
Ympäristötekniikan
koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
Puh. (013) 260 600

Tekijät
Jarno Hiltunen, Lauri Hämäläinen

Nimeke
Kontiolahdella sijaitsevan Jukajoen limnologinen tila ja alustava kunnostussuunnitelma

Toimeksiantaja
Selkien kyläyhdistys

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä selvitettiin Jukajoen limnologinen tila ja pohdittiin suistoalueelle sopivia kunnostustoimenpiteitä. Tutkimuksen keskipiste oli pohjasedimenttitutkimuksessa, kalastorakennetutkimuksessa ja vedenlaadun tarkkailussa. Lisäksi tehtiin riskianalyysi kunnostustoimenpiteiden tekemättä jättämiseen liittyvistä riskeistä suistoalueen vesiekosysteemille. Saatuja tuloksia vertailtiin Henna-Kaisa Meriläisen pro gradu tutkielmassa tehtyihin pohjasedimenttitutkimuksiin Jukajoen suistoalueella.

Jukajoen suistoalue on Jukajoen valuma-alueen liettynein alue, joka sijaitsee Kontiolahden kunnan alueella. Suistoalueen pinta-ala on noin 41 ha ja yläpuolisen Jukajoen valuma-alueen pinta-ala on noin 8 200 ha. Jukajoki ja sen osavaluma-alueet kuuluvat Jukajoen ja -järven valuma-alueen kunnostushankkeeseen. Koekalastuksen teki suistoalueella Karelia-ammattikorkeakoulu syksyllä 2017.

Jukajoen suistoalueen merkityksellisimmät ongelmat ovat peräisin Jukajoen valuma-alueelta vuosikymmenten aikana purkautuneesta kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta. Korkean kuormituksen johdosta pohjaan on kertynyt höttömainen, hyvin vesipitoinen musta sedimentti.

Kunnostustoimenpiteiksi soveltuvat parhaiten pohjan imuruoppaus ja Jukajoen suistossa suoritettava hoitokalastus.

Kieli

suomi

Sivuja 59

Liitteet 3

Asiasanat

ruoppaus, liete, sedimentit, vesistöjen kunnostus



THESIS
Spring 2018
Degree Programme in
Environmental Technology
Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
Puh. (013) 260 600

Authors

Jarno Hiltunen, Lauri Hämäläinen

Title

The limnological state of Jukajoki, located in Kontiolahti and an introductory restoration plan

Commissioned by

Selkien kyläyhdistys

Abstract

The thesis studied Jukajoki's limnological status and considered the rehabilitation measures suitable for the estuary. Focus of the research was on bottom sedimentation research, structure of fish population and monitoring of water quality. In addition, a risk analysis was carried out on the risks associated with non-reforestation to the estuarine aquatic ecosystem. The results obtained were compared to the bottom sedimentation studies of Henna-Kaisa Meriläinen's master's thesis in Jukajoki estuary.

Jukajoki estuary is one of the most sunken areas in the Jukajoki catchment area, located in municipality of Kontiolahti. Surface area of Jukajoki estuary is about 41 ha and catchment area of Jukajoki is about 8 200 ha. Jukajoki and its subdivisions are part of the Jukajoki project. Experimental fishing in the estuary has been done by the Karelia university of applied sciences in autumn 2017.

The most significant problems in the Jukajoki estuary originate from the solids and nutrient loads discharged from the Jukajoki river basin for decades. Due to the high load, a black, sedimented, highly aqueous black deposit has accumulated on the bottom.

The most suitable rehabilitation measures are bottom suction and management fishing.

Language

Finnish

Pages 59

Appendices 3

Keywords

dredging, silt, sediments, restoration

Sisällys

1	Johdanto.....	7
1.1	Taustaa.....	7
1.2	Toimeksiantaja.....	8
2	Tietoperusta.....	9
2.1	Keskeiset käsitteet.....	9
2.2	Jukajoen valuma- sekä suistoalue.....	10
2.3	Vedenlaatu.....	12
2.4	Järvien kunnostustekniikat.....	13
2.5	Pohjasedimentin imuruoppaus.....	14
2.6	Pohjasedimentti.....	15
2.7	Pohjaeläimet.....	15
2.8	Kalastorakenne.....	16
2.9	Metsäojitus.....	17
3	Työn tarkoitus ja tavoitteet, aiheen rajausta ja tutkimustehtävät.....	18
3.1	Tarkoitus ja tavoitteet.....	18
3.2	Aiheen rajausta ja tutkimustehtävät.....	19
4	Toteutus: aineisto ja menetelmät.....	19
4.1	Pohjan tilan tutkimus.....	23
4.2	Vedenlaatatutkimus.....	26
4.3	Kalastorakennetutkimus.....	29
5	Jukajoen tutkimustulokset.....	30
5.1	Pohjan tila.....	30
5.1.1	Pohjasedimentin määrä ja ulkonäkö.....	30
5.1.2	Pohjaeläimet.....	35
5.2	Vedenlaatu.....	37
5.3	Kalastorakenne ja yksikkösaalis.....	38
5.4	Koekalastussaaliin kalayksilöiden kasvun arviointi ja iänmääritys.....	40
6	Tulosten tarkastelu.....	41
6.1	Pohjan tila.....	41
6.1.1	Pohjasedimentti.....	41
6.1.2	Pohjaeläimistö.....	42
6.2	Vedenlaatu.....	42
6.3	Kalastorakenne.....	43
6.4	Koekalastussaaliin kalayksilöiden kasvun arviointi ja iänmääritys.....	43
7	Pohdinta.....	43
7.1	Vertailu Henna-Kaisa Meriläisen pro gradu -tutkielman tuloksiin.....	44
7.2	Ehdotukset kunnostustoimenpiteiksi.....	45
7.3	Kunnostustoimenpiteiden kustannukset.....	45
7.4	Kunnostustoimenpiteiden tekemättömyyden aiheuttamat riskit.....	46
7.5	Työn tarkastelu.....	47
7.6	Oppimisprosessi ja ammatillisen kasvun ja kehityksen kuvaus.....	47
7.7	Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus.....	48
7.8	Toimenpidesuosituksia ja jatkotutkimusaiheet.....	48
8	Kiitokset.....	49
	Lähteet.....	50

Kuvat, taulukot ja kuvat

- Kuva 1. Jukajoen valuma-alue, keltaisella korostettu alue lähellä sijaitsevan Papulanpuron valuma-alue.
- Kuva 2. Jukajoen lähivaluma-alue. Lisäksi vesinäytteenottoaikat merkittynä numeroin.
- Kuva 3. Jukajoen suistoalue kuvattuna Pengerien alapuolelta ylävirtaan päin.
- Kuva 4. Imuruoppausta rantavesistössä.
- Kuva 5. Nordic-koekalastusverkon havainnekuva ja satunnaisotannan periaate eri syvyysvyöhykkeille.
- Kuva 6. Jukajoen tutkimusalue.
- Kuva 7. Pengertien yläpuoliset havaintopaikat 1–98 talvella 2017.
- Kuva 8. Pengertien alapuoliset havaintopaikat 99–141 talvella 2017.
- Kuva 9. Pohjaeläinten näytteenottoaikat talvella 2017.
- Kuva 10. Pohjaeläinten näytteenottoaikat havaintopaikalla 13. 23.1.2017.
- Kuva 11. Pohjan tilan tutkimuksessa tutkimuslinja valittiin poikki Jukajoen Luode-kaakko-akselilla noin kymmenen metrin välein Pengertien yläpuolisella alueella 24.1.2017.
- Kuva 12. Jukajoen vedenlaadun havaintopaikat.
- Kuva 13. Vesianalyysipaikat syyskuussa 2017.
- Kuva 14. Nordic-koekalastusverkkojen sijainnit syyskuussa 2017.
- Kuva 15. Jukajoen suistoalueen tyypillinen pohjasedimenttinäyte. Kuva havaintopaikalta 18 näytesyvyydestä 0 - 72 cm.
- Kuva 16. Luontaisenuoman tyypillinen pohjasedimenttinäyte savensekainen hiekka heti mustan vesittyneen massan jälkeen. Kuva havaintopaikalta 47 vesisyvyydestä 0 - 254 cm.
- Kuva 17. Jukajoen suurimmat sedimenttikertymät.
- Kuva 18. Jukajoen loppuosasta saatuja pohjaeläinnäytteitä havaintopaikoilta 10, 13, 73, 79 ja 94. Pohjaeläinten määrä laboratorio määrityksissä oli hyvin niukkaa.
- Kuva 19. Pohjaeläinnäyte havaintopaikalta 94 rinnakkaisnäyte 1/3 23.1.2017. Näytteestä löytyi 3 kpl Chironomidae eli surviaissääsken toukkaa ja 1 kpl Asellus aquaticus eli vesisiira.

- Taulukko 1. Järven rehevyystaso veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella.
- Taulukko 2. Järven rehevyystaso veden kokonaistyyppipitoisuuden perusteella.
- Taulukko 3. Shannon-Wiener-indeksiluokkien selitykset ja raja-arvot.
- Taulukko 4. Jukajoen suistoalueella kevättalvella 2017 käytetty välineistö.
- Taulukko 5. Jukajoen suistoalueen pohjaeläimet ja niiden merkitykset kevättalvella 2017 havaintopaikoittain.
- Taulukko 6. Jukajoen ja sen suistoalueen vedenlaadun havainnot vuosina 2010 - 2017. Punaisella korostetut ovat huomattavasti normaalista poikkeavia arvoja.
- Taulukko 7. Jukajoen keskimääräisen koekalastussaaliin (= yksikkösaaliin, 12 verkkoyötä Nordic-verkoilla) keskeiset tunnusluvut.
- Taulukko 8. Jukajoen syksyn 2017 ahvenyksilöiden arvioitu kasvu ja ikä.
- Taulukko 9. Jukajoen syksyn 2017 haukiyksilöiden arvioitu kasvu ja ikä.
- Taulukko 10. Jukajoen syksyn 2017 lahnayksilöiden arvioitu kasvu ja ikä.
- Taulukko 11. Jukajoen syksyn 2017 särkiyksilöiden arvioitu kasvu ja ikä.

- Kuvio 1. Jukajoen suistoalueen Pengertien yläpuolisen alueen haivaintopaikkojen 1 - 98 pohjasedimentin suhde vesisyvyyteen keväällä 2017.
- Kuvio 2. Jukajoen suistoalueen Pengertien alapuolisen alueen haivaintopaikkojen 99 - 141 pohjasedimentin suhde vesisyvyyteen keväällä 2017.
- Kuvio 3. Kalaston keskimääräinen jakauma lajeittain vuonna 2017 tehdyn koekalastuksen tuloksista.

Kaavat

- Kaava 1. Shannonin entropian laskukaava.

Liitteet

- Liite 1. Artikkelin kalakuolemista Jukajoella Iltalehdessä 17.2.2012
- Liite 2. Jukajoen suistoalueen Pengertien yläpuolisten havaintopaikkojen 1-98 pohjasedimentin ulkonäkö keväällä 2017.
- Liite 3. Jukajoen suistoalueen Pengertien alapuolisten havaintopaikkojen 99-141 pohjasedimentin ulkonäkö keväällä 2017.

Lyhenteet

- Lt lämpötila
ha hehtaari

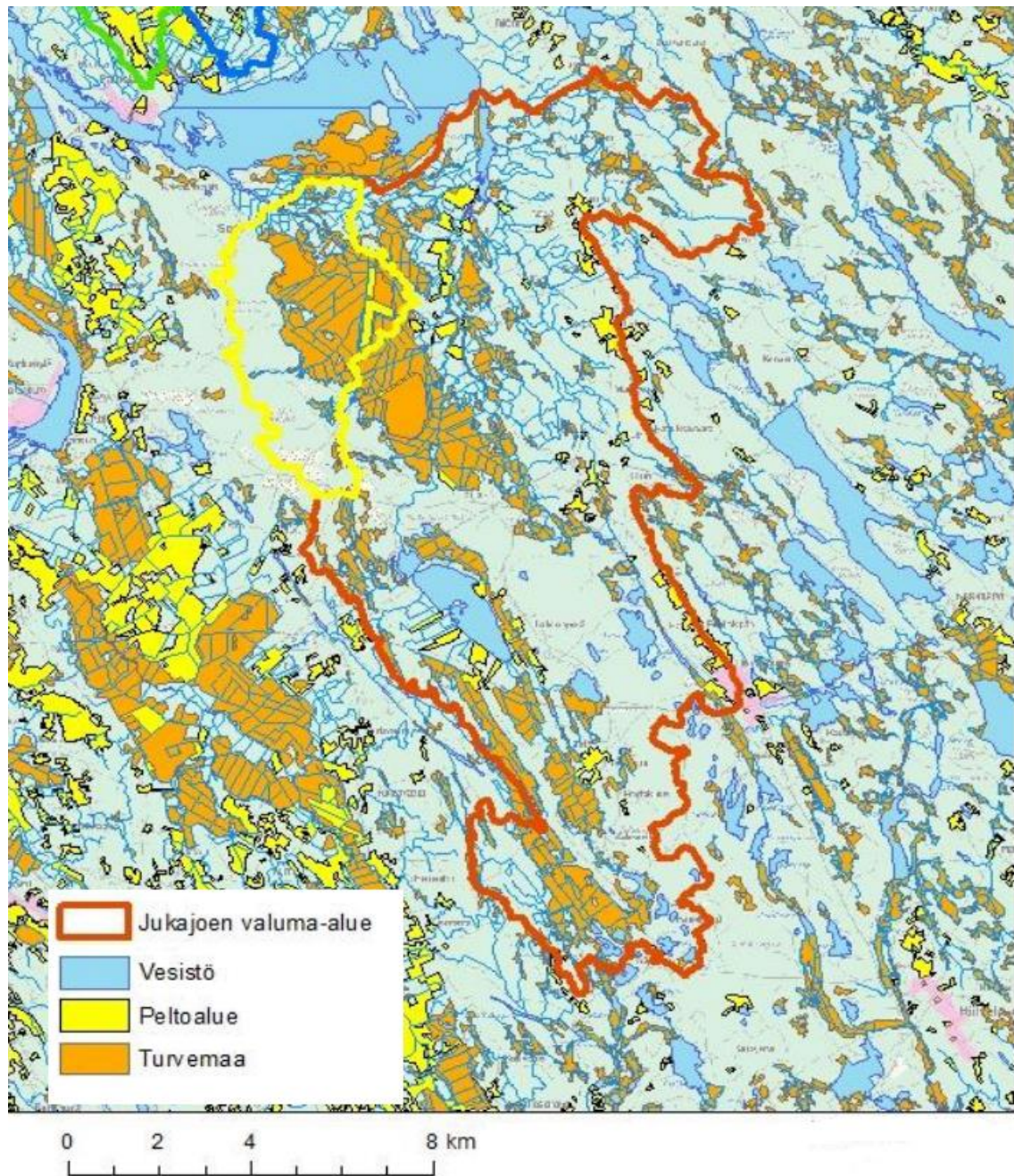
1 Johdanto

1.1 Taustaa

Jukajoki on tummavetinen joki Kontiolahden kunnan alueella, joka alkaa Jukajärvestä ja päättyy Pielisjokeen. Jukajokeen laskee neljä suurempaa puroa, joista opinnäytetyön kannalta merkitsevä on Vapon Linnunsuon entiseltä turvetuotantoalueelta tuleva Linnunpuro. Opinnäytetyön tutkimusten kohteena on Linnunsuon entisen jo käytöstä poistuneen turvetuotantoalueen vaikutus Jukajoen limnologiseen tilaan, jossa on otettava huomioon myös Kangasveden patoaltaan mahdollinen vaikutus suistoalueen vesistölliseen tilaan.

Jukajoki on yksi Selkien kyläyhdistyksen Jukajoen ja -järven valuma-alueen kunnostushankkeen kohdevesistöistä. Toimeksiantaja Selkien kyläyhdistys on yksi hankkeen pääyhteistyökumppaneista. Hanketoimenpiteet painottuvat Jukajoella lähinnä vesialueilla sekä joen valuma-alueilla suoritettaviin vesiensuojelutoimenpiteisiin. Näitä ovat kosteikoiden ja muiden vesiensuojeluteknisten rakenteiden perustaminen (Osuuskunta Lumimuutos).

Jukajoen suistoalue sijaitsee noin 17 kilometrin päässä Joensuun keskustasta pohjoiskoilliseen. Paikalliset ihmiset sekä kesäasukkaat ovat olleet huolestuneita alueen rehevöitymissuuntauksesta ja liettymisestä jo pitkään. Jukajoen arvo virkistys- ja muussa käytössä on väistämättä alentunut alueen nykytilan negatiivisen kehityksen johdosta. Jukajoen suistoalueesta nyt tehtävä opinnäytetyö voidaan katsoa osaksi Jukajoki hanketta tukeviin toimenpiteisiin.



Kuva 1. Jukajoen valuma-alue, keltaisella korostettu alue lähellä sijaitsevan Papulanpuron valuma-alue (MML, Syke 2017).

1.2 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Selkien kyläyhdistys, joka on perustettu kesäkuussa 1978. Yhdistyksen puheenjohtajana toimii dosentti, kaupallinen kalastaja Tero Mustonen. Selkien kyläyhdistyksen eräänä tavoitteena on osallistua

Jukajoki-hankkeeseen. Yhdistyksen jäsenistöön kuuluu pääasiassa Jukajoen valuma-alueella asuvia paikallisia ihmisiä, kesäasukkaita, yhteisöjä ja yrityksiä. (Selkien kyläyhdistys.)

2 Tietoperusta

2.1 Keskeiset käsitteet

Imuruoppaus tarkoittaa sedimentin eli maan poistamista vesistön pohjasta pumpaamalla tai imemällä sedimenttimassa putkea tai letkua pitkin maalle. Imuruoppaus on useimmiten kustannustehokas menetelmä, vaikka se vaatii yleensä erillisen läjitysaltaan imetylle massalle. (Insinööritoimisto Lassinaro Oy.)

Jukajoki-hanke on Selkien kyläyhdistyksen ja OSK Lumimuutoksen koordinoima Itä-Suomen suurimpia valuma-aluekunnostushankkeita. Se käynnistyi kestäkuussa 2015 ja kestää vuoteen 2018. Hankkeen päärahoittajat ovat Joensuun kaupunki, Kontiolahden kunta, Selkien ja Alavin kyläyhdistykset, maanomistajat, metsäyhtiöt, Vapo, kalastuskunnat, Pielisjoen kalastusalue ja muut rahoittajat ja sponsorit. Toimintaa vetää ohjausryhmä, jossa on Joensuun kaupungin, Kontiolahden, kylien ja viranomaisten edustajat. Valuma-aluekunnostuksella pyritään saamaan Jukajokeen ja -järveen tuleva ulkoinen kuormitus, kuten kiintoaines, ravinnekuormat ja rautapäästöt kuriin. Lisäksi ennallistetaan elinympäristöjä ja lisätään luonnon monimuotoisuutta. (Lumimuutos osuuskunta.)

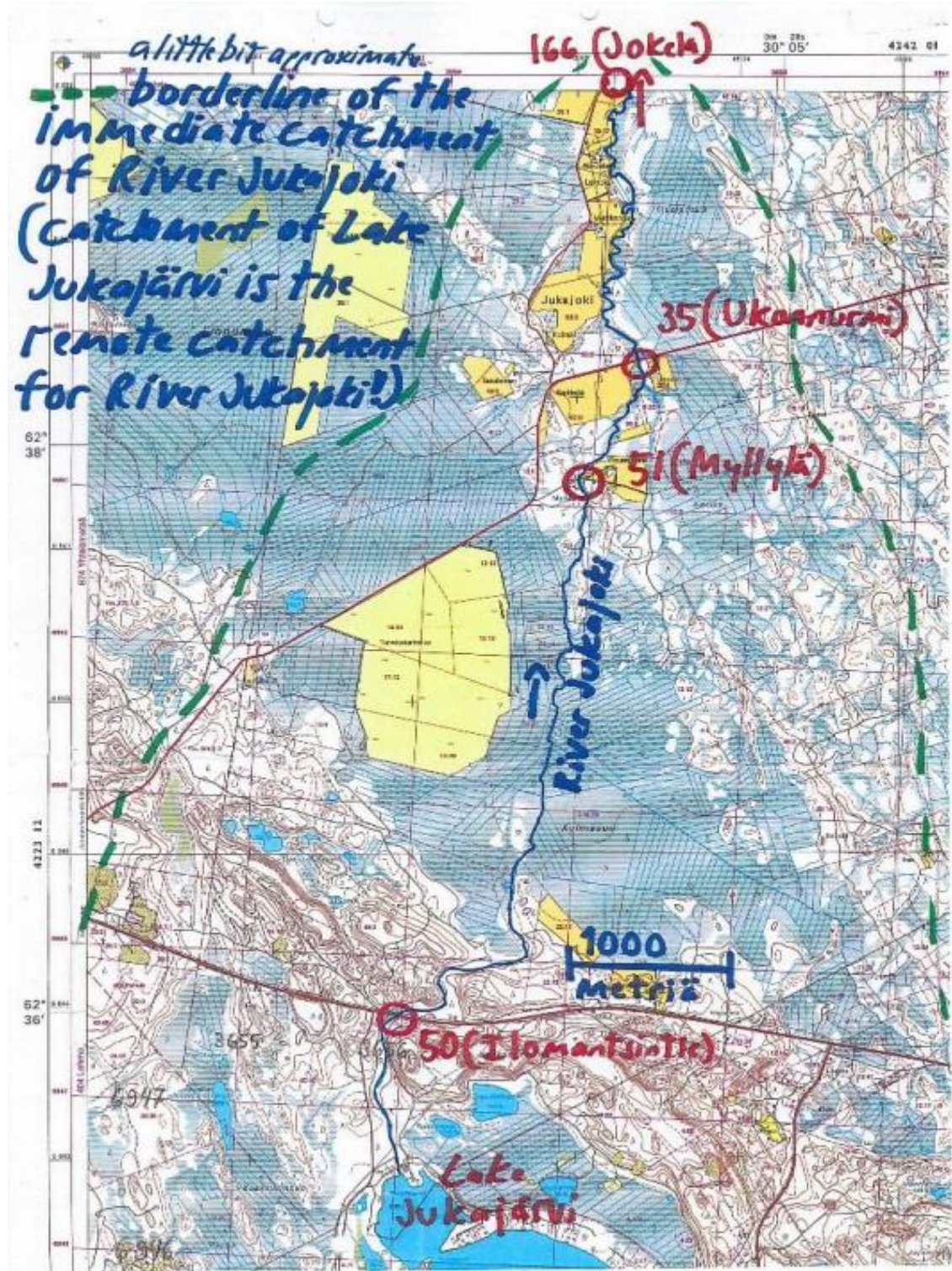
Pohjasedimentti on vesistön pohjalle ajan saatossa laskeutunut epäorgaanisen ja orgaanisen aineksen kerros. Orgaaninen ja epäorgaaninen aines on peräisin muun muassa valuma-alueelta tulevasta aineksestä. Pohjasedimenttiin laskeutuu lisäksi vesistön hajotustoiminnasta ja perustuotannosta syntyvää ainesta. Pohjasedimentti on tärkeä osa koko vesistön ainetasetta. Se toimii tärkeänä elinympäristönä järvieliöstölle, kuten pohjaeläimille. (Happo 2016, 3 - 5.)

Valuma-alueella tarkoitetaan aluetta, jolta sulamisvesinä tai sadantana kulkeutuvat vedet päätyvät samaan purkautumispisteeseen, esimerkiksi jokeen tai muuhun vesistöön. Valuma-aluetta rajaavat ympäröivästä maastosta korkeammalla olevat vedenjakajalinjat, joista valumavedet kulkeutuvat eri purkautumispisteisiin.

Vesiensuojeluteknisillä rakenteilla tarkoitetaan pääasiassa virtavesiin sijoitettavia teknisiä rakenteita, joiden tarkoituksena on vähentää valuma-alueelta purkuvesistöön kohdistuvan ulkoisenkuormituksen ravinteiden määrää. Rakenteita ovat muun muassa pintavalutuskentät, laskeutusaltaat, pohja- ja putkipadot, kosteikot, lietekuopat sekä eroosiosuojaukset. (Eloranta 2010, 80-96.)

2.2 Jukajoen valuma- sekä suistoalue

Jukajoen valuma-alueelta valuvat vedet purkautuvat Pielisjokeen. Jukajoen valuma-alue on pinta-alaltaan noin 82 km². Jukajoen valuma-alueella sijaitsevat Linnunsuon turvetuotantoalueet, ovat kokoluokaltaan suuria. Turvetuotantoalueet ovat luokiteltu rehevöitymistasoltaan reheviksi ja vedenlaadultaan tyydyttäväiksi. Valuma-alueen ominaisuuksien vaikutuksesta myös Jukajoen loppuosa on rehevöitynyt ja liettynyt. (Tossavainen 2017.)



Kuva 2. Jukajoen lähivaluma-alue. Lisäksi vesinäytteenottoaikat merkittinä numeroin (Tossavainen BIY2024).

Maatalous Jukajoen valuma-alueella on varsin vähäistä. Sen sijaan reilu neljännes metsämaan pinta-alasta on turvemaata. Suurin osa turvemaista on vuosien

saatossa ojitettu, jonka seurauksena turvemailta valuu ravinteita ja etenkin kiintoainetta päätyen Jukajokeen. (Tossavainen 2017.)

Jukajoen suistoalue alkaa heti Pengertien jälkeen ja se leviää huomattavasti Pengertien yläpuoliseen jokiuomaan nähden. Tämä selittyy sillä, että se on osa Kuurnan voimalaitoksen aiheuttamaa patoallasta, jolloin veden pinta on noussut normaalia ylemmäksi. Kuurnan voimalaitos otettiin käyttöön vuonna 1970.



Kuva 3. Jukajoen suistoalue kuvattuna Pengertien alapuolelta ylävirtaan päin 24.1.2017 (Kuva: Lauri Hämäläinen).

2.3 Vedenlaatu

Vesistön vedenlaatuun vaikuttaa sen valuma-alueelta saapuva ulkoinen kuormitus sekä vesistössä itsessään tapahtuva sisäinen kuormitus. Jukajoen tapauksessa sisäisellä kuormituksella ei merkitsevää vaikutusta, koska kyseessä on virtavesi, jolloin hapekasta vettä on aina tarjolla. Opinnäytetyössä hyödynnetään Tossavaisen (2016) määrittelemiä raja-arvoja eri rehevöitymistasoille. Määritetyt raja-arvot järville on sovellettavissa myös jokiolosuhteissa (Tossavainen 2017).

Taulukko 1. Järven rehevyystaso veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella

Kokonaisfosfori (µg/l)	Järven rehevyystaso
< 5	ultraoligotrofinen (erittäin karu)
5–10	oligotrofinen (karu)
10–35	mesotrofinen (lievästi rehevöitynyt)
35–100	eutrofinen (rehevöitynyt)
> 100	hypereutrofinen (ylirehevöitynyt)

Taulukko 2. Järven rehevyystaso veden kokonaistyyppipitoisuuden perusteella

Kokonaistyyppi (µg/l)	Järven rehevyystaso
< 400	oligotrofinen (karu)
400–600	mesotrofinen (lievästi rehevöitynyt)
600–1500	eutrofinen (rehevöitynyt)
> 1500	hypereutrofinen (ylirehevöitynyt)

2.4 Järvien kunnostustekniikat

Käytössä olevat kunnostustekniikat järvien kunnostuksen osalta jaetaan kahdeksaan eri kategoriaan (Tossavainen 2016a):

1. Vesimassan hapettaminen tai ilmastaminen

2. Järven pinta-alan tai vedenkorkeuden muuttaminen
3. Järven virtausten ja virtaamien muuttaminen
4. Määrätyn vesikerroksen poisjohtaminen
5. Sedimentin eristäminen, poistaminen tai jokin muu käsittely
6. Biomassan (makrofytyt, kalasto) poistaminen
7. Fosforin saostaminen kemiallisesti järvessä
8. Muut vaihtoehtoiset menetelmät

Jukajoen tapauksessa soveltuvimmat kunnostustekniikat liittyvät suoraan pohja-sedimenttiin ja sen tilaan vaikuttaviin toimenpiteisiin. Näitä tekniikoita lisää seuraavassa alaluvussa.

2.5 Pohjasedimentin imuruoppaus

Imuruoppauksen tarkoituksena on poistaa vesistöön kuulumaton aines pohja-sedimentistä ja näin ollen palauttaa vesistön ja etenkin pohjan tila luontaiselle tasolle. Toimenpide suoritetaan kelluvalla kalustolla avovesikautena. Ruoppaajan puomiin kiinnitetään 2 m korkea ja 960 kg painava jyrsinpumppu, jonka alaosassa on 0,5 m korkea ja 0,6 m leveä jyrsinkruunu. Kruunu on varustettu kulutushampailla ja se on rakenteeltaan ruuvimainen. Pumpkaus sekä imu tapahtuvat kruunussa yhtäaikaaisesti. Ruoppaajan kyljestä lähtee letku, joka vedetään vesistöä pitkin maalle ja loppumatka maata pitkin läjitysalueelle. Tässä tapauksessa, kun kyseessä on isohko imuruoppaus, voidaan käyttää myös laippaliitoksilla liitettävää kelluvaa putkistoa ja maalla rumpuputkia pikaliitoksella. Isommissa pumpkausurakoissa voidaan käyttää myös välipumppuja tapauskohtaisesti. Nostokorkeuden vedenpinnasta läjitysaltaalle ei tulisi olla yli 10 m, jonka jälkeen ruoppauksen teho alkaa laskea riippuen pohjan laadusta ja tehdyn linjan pituudesta. Teoreettinen nostokorkeus on kuitenkin 20 m.

Imuruoppaus aloitetaan yleensä syvän puolelta ja edetään kohti rantaa. Tilapäinen minimi imuruoppaus syvyys on 0.5 m esimerkiksi rannan lähetyvillä, koska pumppu tarvitsee vettä. Laajemmalla alueella minimi on 0,8 m. Tehokkain ruop-

paussyvyys on 3,5 m ja maksimi 5,5 m. Tässä tapauksessa syvyyttä on maksimissaan 4 m pohjalietteen paksuuden ollessa sen keskimääräisen 0,39 cm. Ruopatun pohjan tulisi olla vähintään vaakatasossa luonnolliseen syvyyteen saakka, kuoppien tekoa tulee välttää. (Insinööritoimisto Lassinaro Oy.)



Kuva 4. Imuruoppausta rantavesistössä (Kuva: ruoppauspalvelu.com).

2.6 Pohjasedimentti

Pohjasedimentin tärkeimmät muuttujat ovat sedimentin paksuus, vesipitoisuus, laatu, mahdolliset haitta-aineet (metallit, myrkyt) sekä epäorgaanisen ja orgaanisen aineksen määrä. Pohjasedimenttitutkimus olisi hyvä ajoittaa kevättalvella vesistön talvikerrosteisuuden ollessa loppuvaiheessa, jolloin happitilanne on heikoimmillaan ja alusveden hapettomuus on todennäköisintä. (Särkkä 1996, 61–62.)

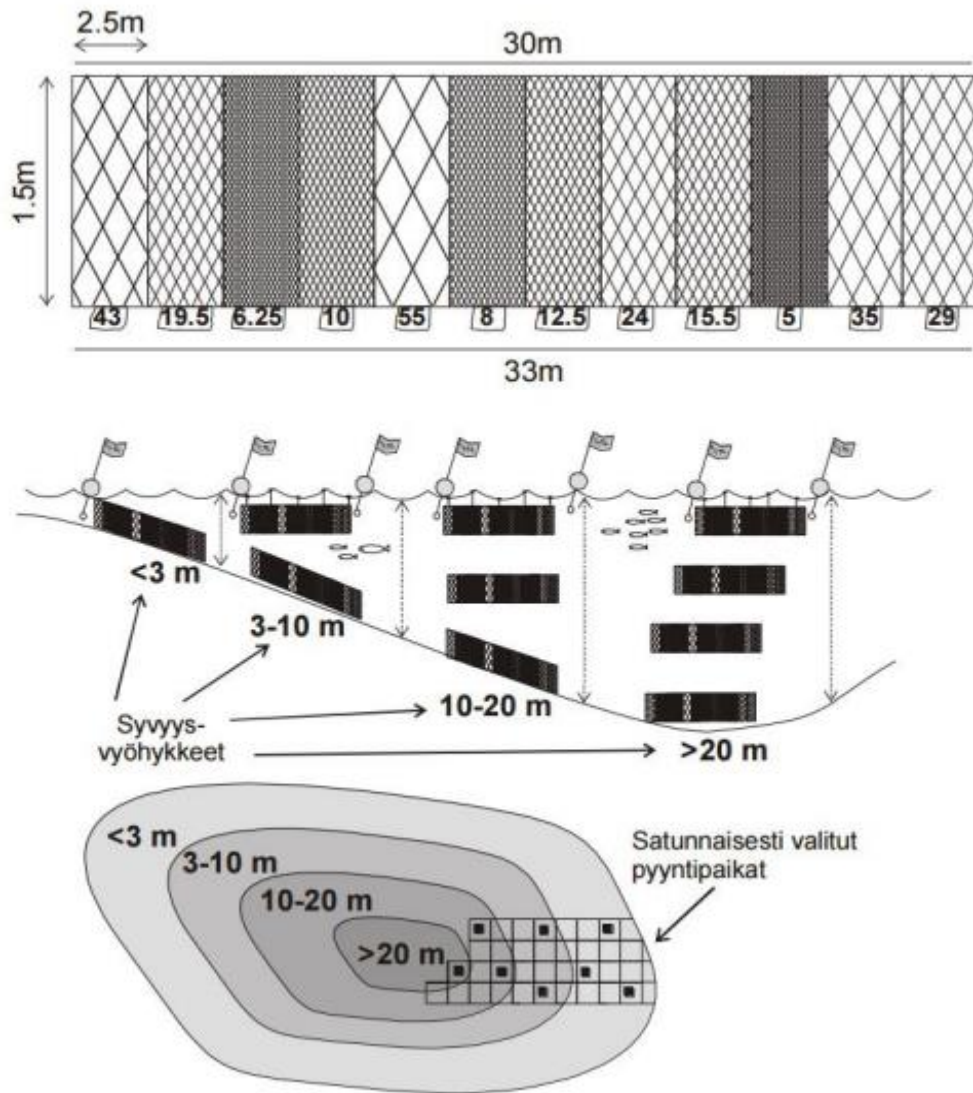
2.7 Pohjaeläimet

Pohjaeläimistö indikoi voimakkaasti vesistön vesimassan sekä pohjan rehevöitymistasoa ja yleistilaa. Eri pohjaeläinlajit ovat sopeutuneet elämään veden eri happipitoisuuksissa ja rehevyytasoilla. Suurin osa pohjaeläimistä viettää suurimman osan elämästään toukkina eläen vesistön pohjalla jopa vuosien ajan. Pohjaeläimet eivät juurikaan liiku, eli ne pysyttelevät samoilla paikoilla ja tämä auttaa vesistön tilan tutkimisessa pitkällä aikavälillä. (Särkkä 1996, 96–98.)

Tyypillisesti pohjaeläinten toukat kuoriutuvat aikuisiksi hyönteisiksi keväällä ja alkukesästä (Särkkä 1996, 105). Otollisinta aikaa pohjaeläintutkimukselle on siten talvi, jolloin pohjaeläinten määrä on suurimmillaan ja näytteenotto on helpohkoa tehdä tukevan jään päältä. Pohjaeläinlajien määrästä ja diversiteetistä kerätty tieto täydentää sedimenttimittauksin saatavaa käsitystä pohjan ja alusveden yleistilasta.

2.8 Kalastorakenne

Jukajoessa suoritettiin koekalastus kesällä 2017 Karelia-ammattikorkeakoulun toimesta. Koekalastus suoritettiin Nordic-koekalastusverkoilla, joiden pituus 30 metriä, korkeus on 1,5 metriä ja silmäkoot vaihtelevat 5–55 millimetrin välillä. Nordic-koekalastusverkkojen silmäkoko vaihtelee 2,5 metrin välein, niin että yhdessä verkossa on 12 eri silmäkokoa satunnaisessa järjestyksessä. Jukajoen vesialueen syvyysvyöhykkeiden ja pinta-alan perusteella laskettiin koekalastuksen laajuudeksi 12 verkkoyötä hajautettuna eri päiville. Kalastorakenne perusteellisesti mitattuna indikoi yleensä hyvin vesistöissä vallitsevaa tilaa.



Kuva 5. Nordic-koekalastusverkon havainnekuva ja satunnaisotannan periaate eri syvyysvyöhykkeille (Olin ym. 2014).

Koekalastuksen saaliita vertailtiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (nyk. Luonnonvarakeskus, Luke) esittämiin raja-arvoihin ja laajaan tutkimusaineistoon (Tammi ym. 2006).

2.9 Metsäojitus

Metsäojituksella pyritään poisjohtamaan alueen käyttöä haittaavaa vettä ja täten luomaan paremmat olosuhteet metsätaloudelle. Metsäojituksen negatiivinen vaikutus vesistöihin on yleensä huomattava. Metsäojitus likaa vesistöjä ja tuhoaa

kalojen potentiaalisia kutupaikkoja. Ojituksen yhteydessä irtoaa aina kiintoainesta ja se pyritään sitomaan erilaisin keinoin, kuten lietekuopilla tai rakentamalla pintavalutuskenttiä ja sakeutusaltaita. Kiintoaineksen lisäksi ojituksessa vapautuu ravinteita (fosfori, typpi, kalium), joiden huuhtoutumisen estäminen vesistöön on vaikeaa. (2015. Metsänhoidon suositukset suometsien hoitoon, työopas. Tappion julkaisuja)

3 Työn tarkoitus ja tavoitteet, aiheen rajausta ja tutkimustehtävät

3.1 Tarkoitus ja tavoitteet

Työn tarkoituksena on kartoittaa Jukajoen suistoalueen limnologinen nykytila. Näiden tietojen pohjalta tutkimusalueelle laaditaan alustava kunnostussuunnitelma. Kunnostussuunnitelmaan on tarkoitus sisällyttää toimenpiteitä, joiden avulla vesialueen tila saadaan kohenemaan. Kunnostussuunnitelman päällimmäisenä tavoitteena on palauttaa Jukajoen vesialueen aine- ja ravinnekierto normaalin, terveen kiertokulun mukaiseksi. Opinnäytetyössä arvioidaan kunnostustoimenpiteiden kustannusten lisäksi sitä, mitä kunnostustoimenpiteiden teettä jättämisestä voisi seurata.

Toimeksiantajan pyynnöstä (Mustonen) Jukajoen suistoalueen pohjasedimenttitutkimuksen tuloksia tullaan vertailemaan Henna-Kaisa Meriläisen pro gradu -tutkielmaan. Pro gradu -tutkielmassa on tehty pohjasedimenttitutkimusta Jukajoen suistoalueen lisäksi kolmessa muussa Kangasveteen laskevassa virtavesistössä ja saatuja tuloksia on vertailtu keskenään. Tässä tapauksessa vain Jukajoesta saadut tulokset olivat merkityksellisiä. Tarkoituksena on verrata saatuja tuloksia jo tehtyihin tuloksiin.

Opinnäytetyö kehittää aiempaa osaamista, joka on hankittu opiskelujen aikana. Olennainen osa opinnäytetyön tiedonkeruusta perustuu pohjasedimentin mitaus- ja näytteenottotekniikkaan. Lisäksi työn projektimuotoisuus lisää projektinhallintataitoja sekä yhteistyötä eri sidosryhmien ja ihmisten kanssa.

3.2 Aiheen rajaus ja tutkimustehtävät

Opinnäytetyö on tutkimusotteeltaan kvantitatiivinen tutkimus, johon sisältyy tutkimuksellisia ja toiminnallisia piirteitä. Tutkimuksellisia piirteitä ovat analysointi, pohdinta, johtopäätökset ja raportointi. Toiminnallista puolta opinnäytetyössä ilmentävät useat kenttätutkimuspäivät ja opinnäytetyöhön liittyvät muut tutkimustehtävät.

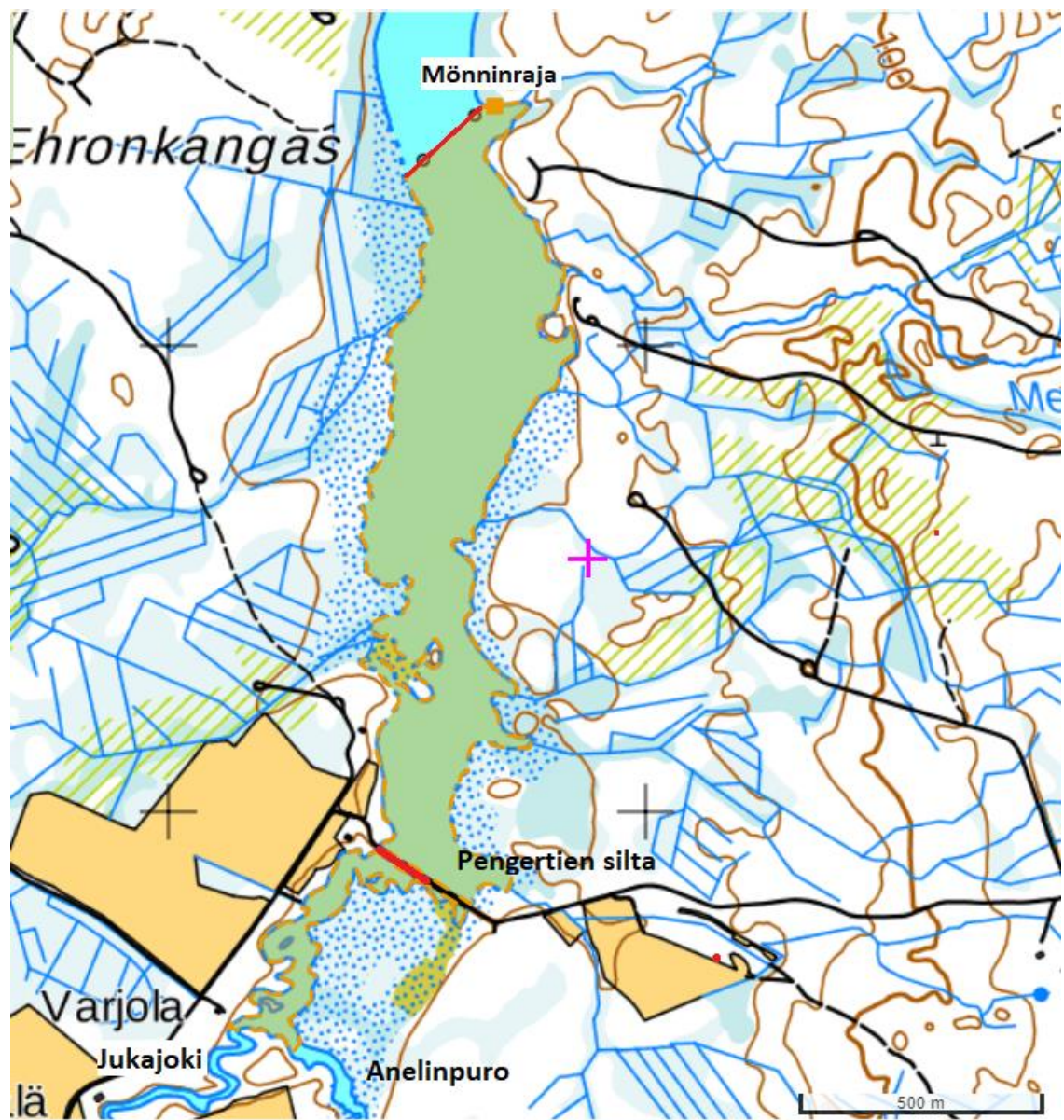
Opinnäytetyö keskittyy Jukajoen alajuoksun loppuosaan eli suistoalueeseen. Pääasiallinen tutkimusalue asettuu etelä-pohjoinen-akselille välille Anelinpuro – Mönnin-raja (kuva 6). Suurin osa tutkimustehtävistä ja näytteenotosta tapahtuu Jukajoen suistoalueella ja sen edustalla. Ylempänä Jukajoella tehdään vesianalyysi- ja virtaamamittauksia.

Aiheen rajauksena keskitytään pohjasedimenttitutkimuksiin, pohjaeläinnäytteisiin ja koekalastuksilla saatuihin kalastorakenteisiin. Kyseessä on virtavesi, jossa ei ole tarpeen arvioida tai mitata myöskään sisäistä kuormitusta nopean ohivirtaaman ja hapekkaan veden takia.

Alueella on aiemmin suoritettu sedimenttitutkimusta, joten opinnäytetyö tuottaa vertailukelpoista tutkimustietoa. Lisäksi pohja- ja vertailuaineistoina hyödynnetään alueella aiemmin suoritettuja tutkimuksia, joita ovat mm. Henna-Kaisa Meriläinen Pro gradu -tutkielma ja Pöyryn selvitys Linnunsuon turvetuotantoalueen liettymistä Jukajoessa ja sen suistoalueella.

4 Toteutus: aineisto ja menetelmät

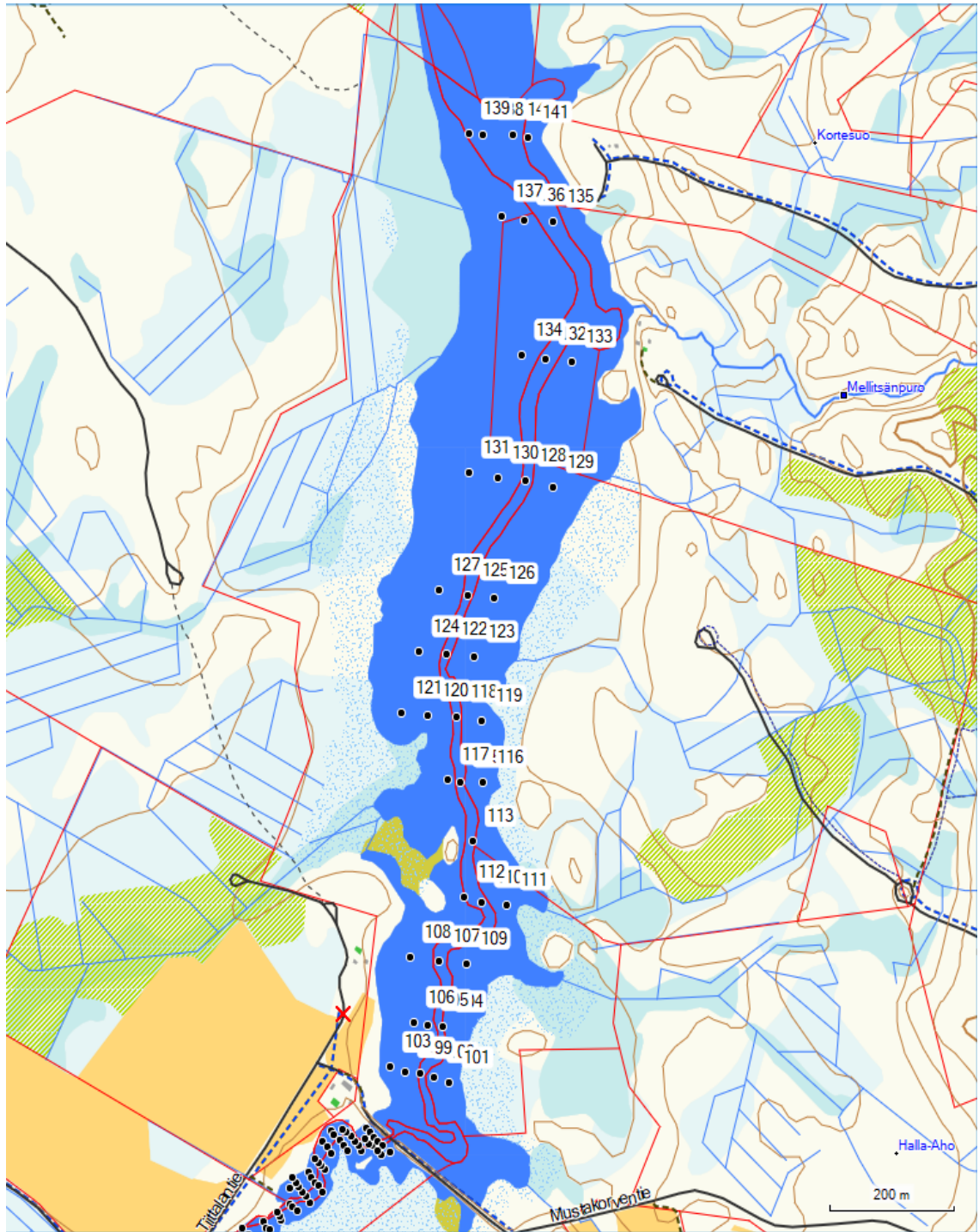
Opinnäytetyön havaintopaikkojen sijainnit valittiin niin, että niistä saatiin mahdollisimman kattava otanta ja sitä kautta selkeä näkemys alueen nykytilasta. Jukajoen suistoalue on pääkohteena, josta merkittävä osa havaintopaikoista oli Pengertien yläpuolisesta alueesta Anelinpurolle saakka ja loput sitten Pengertien alapuolisesta alueesta Mönnin-rajalle saakka (kuva 6). Havaintopaikkojen linjaksi valittiin luode-kaakko läpi joen alkaen läheltä penkkaa päättyen vastapuolen penkalle (kuva 11). Lisäksi havaintopaikat keskittyivät pääasiassa Jukajoen luontaiseen uomaan ja sen läheisyyteen.



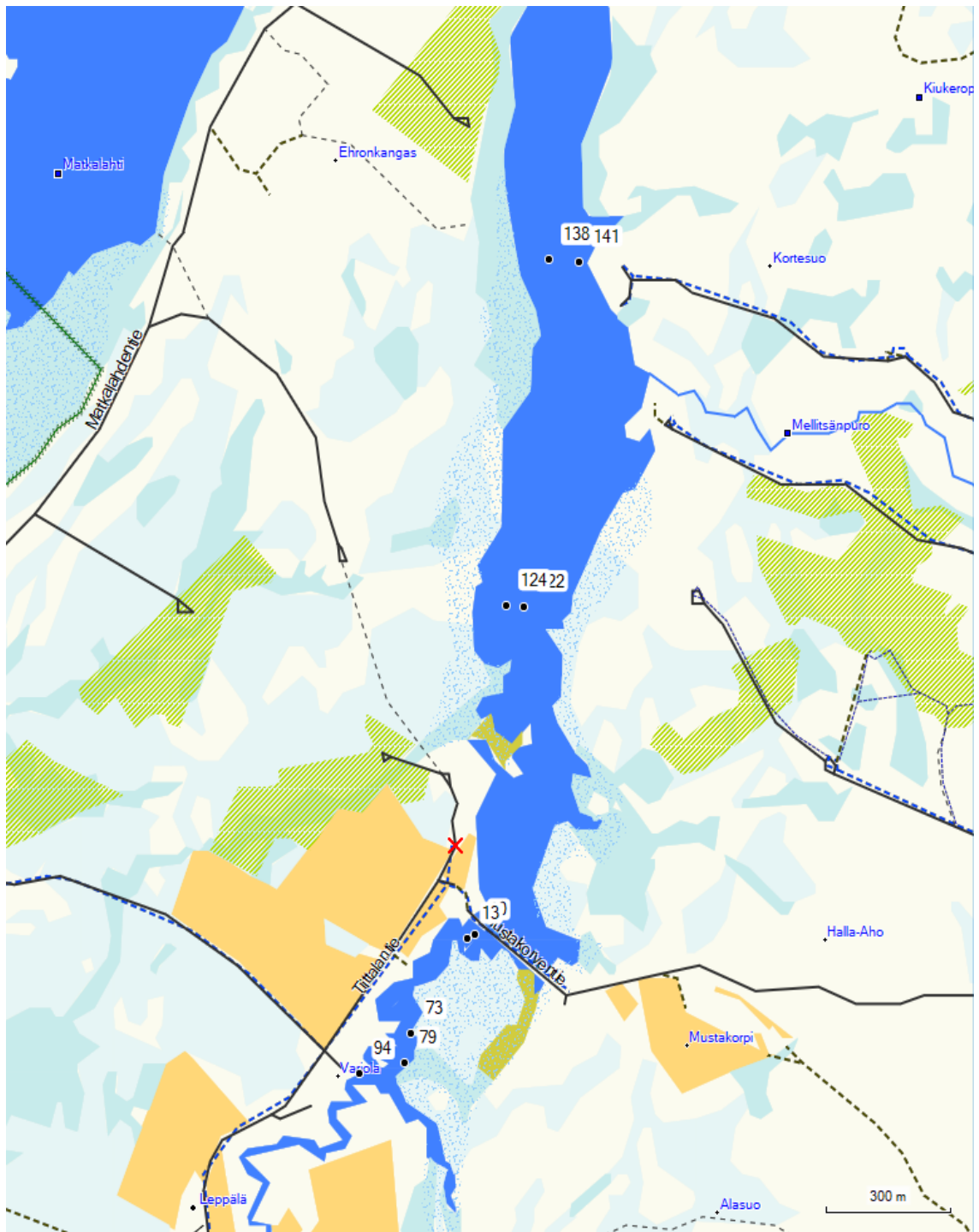
Kuva 6. Jukajoen tutkimusalue (Retkikartta.fi 2017).



Kuva 7. Pengertien yläpuoliset havaintopaikat 1–98 talvella 2017.



Kuva 8. Pengertien alpuoliset havaintopaikat 99–141 talvella 2017.



Kuva 9. Pohjaeläinten näyteenottoaikat talvella 2017.

4.1 Pohjan tilan tutkimus

Jukajoen suistoalueen pohjasedimentin ulkonäköä, määrää ja jakautumista tutkittiin tammi-huhtikuussa 2017 141 eri havaintopaikalla. Näytteitä otettiin pääasiassa joen poikki luode-kaakko suunnassa ja vertailun vuoksi myös luontaisesta uomasta. Turvekairaa käytettiin näytteenottamiseen suistoalueella.

Pohjaeläinten tutkimukseen valikoitiin havaintopaikkoja Pengertien molemmin puolin. Havaintopaikkoja valittiin yhteensä 9 kappaletta. Näytteenottopaikoilta otettiin kolme rinnakkaista näytettä, jotka säilöttiin pakasterasioihin myöhempää analysointia varten. Pohjaeläinten tunnistus, poiminta ja dokumentointi tapahtuivat näytteenotosta viikon kuluessa Karelia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Diversiteetti pohjaeläimille saatiin arvioitua Shannon-Wiener-indeksin avulla (taulukko 3). Indeksi määritellään myös nimellä Shannonin entropia, joka on tehollisen lajimäärän logaritmi.

Kaava 1. Shannonin entropian laskukaava.

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

P_i on lajin i osuus havaintopaikan kokonaisuusilömäärästä. Indeksien arvo kasvaa, mitä enemmän eri lajeja havaitaan. Indeksien vaihteluväli on 1...5 (taulukko 3).

Taulukko 3. Shannon-Wiener-indeksiluokkien selitykset ja raja-arvot (Tossavainen 2016c, 16).

Luokka	Indeksiarvo	Shannon-Wiener
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



Kuva 10. Pohjaeläinten näytteenottoa havaintopaikalla 13. 23.1.2017 (Kuva:Tarmo Tossavainen).



Kuva 11. Pohjan tilan tutkimuksessa tutkimuslinja valittiin poikki Jukajoen Luode-kaakko-akselilla noin kymmenen metrin välein Pengertien yläpuolisella alueella 24.1.2017 (Kuva: Tarmo Tossavainen).

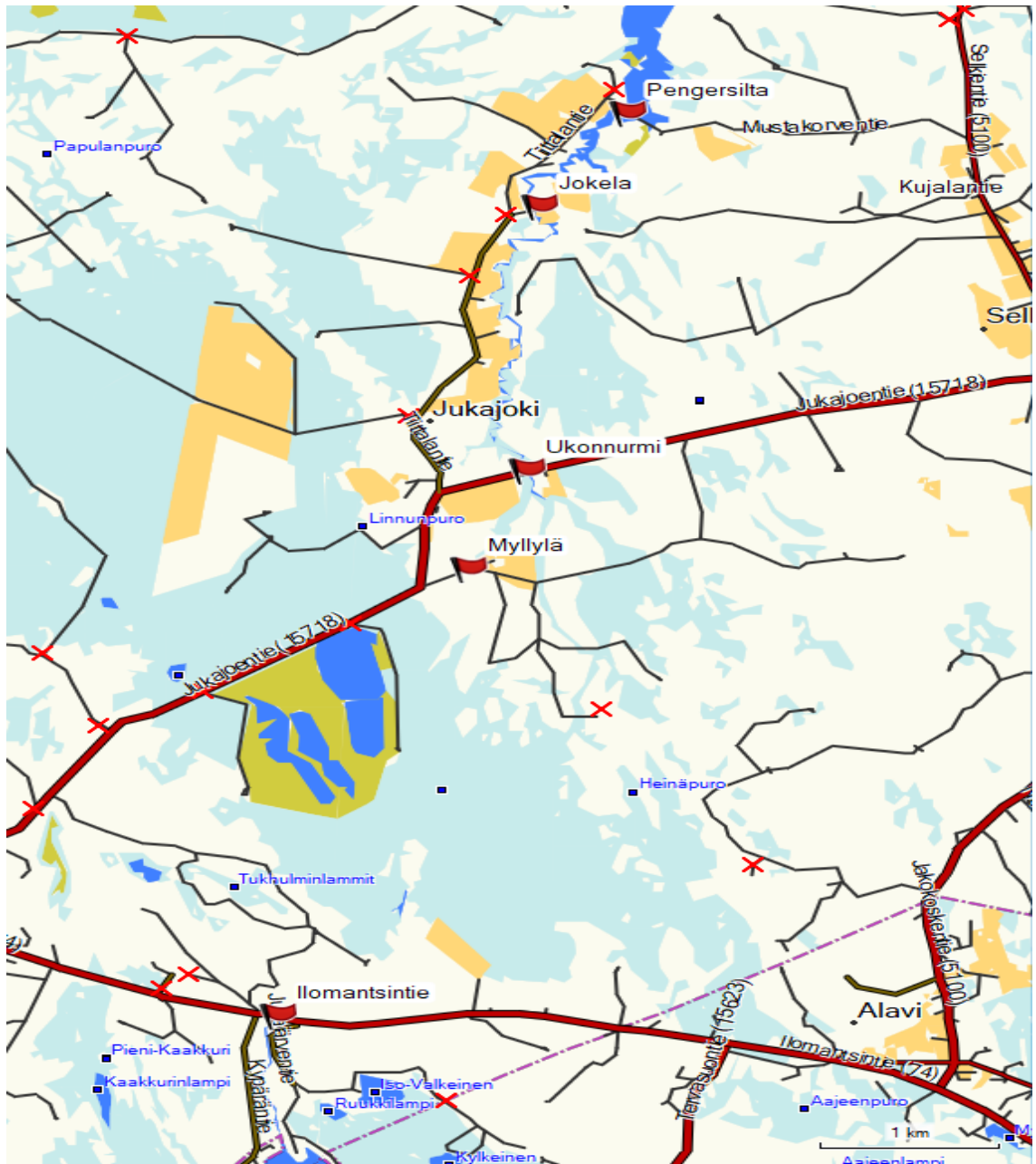
4.2 Vedenlaatututkimus

Vedenlaatututkimuksessa seurattiin Jukajoen yläpuolisen alueen (Ukonnurmi, Jokela, Ilomantsintie, Myllylä) vedenlaatua ja sitä verrattiin Linnunpuron alapuolisen alueen, etenkin Jukajoen suistoalueen vedenlaatuun vuoden 2017 aikana. Lisäksi näkösyvyys katsottiin Jukajoen suistoalueella. Ajoitus vedenlaatututkimukselle pyrittiin järjestämään siten, että saatiin kattava otanta niin talvialivirtaamasta, kevään ylivirtaamasta, kesän alivirtaamasta sekä syksyn ylivirtaamasta.

Keskeisinä muuttujina vedenlaatua tutkittaessa olivat veden pH, lämpötila ja rautapitoisuus. Vesinäytteet säilöttiin välittömästi näytteenottopulloihin, ja ne laitettiin

kylmälaukkuihin myöhempää jatkotutkimusta varten, joka tehtiin Karelia ammattikorkeakoulun laboratoriossa.

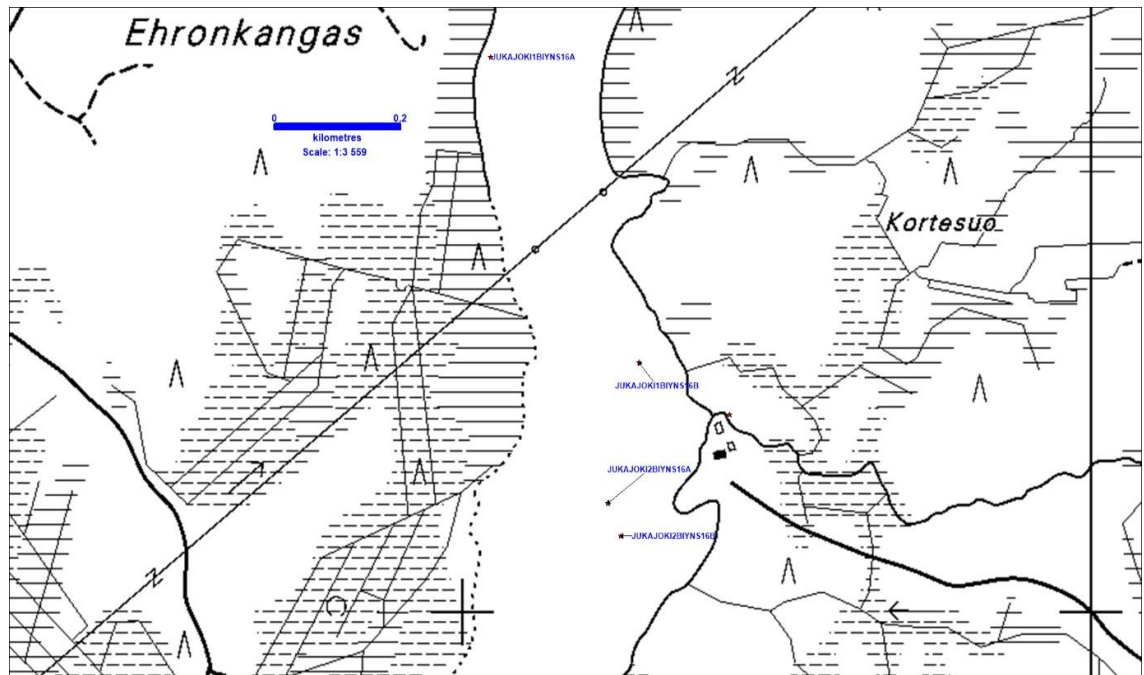
Vertailu- ja pohja-aineistona käytettiin Jukajoella aiemmin suoritettuja vedenlaatuun liittyviä tutkimuksia Karelia-ammattikorkeakoulun ottamista näytteistä sekä Suomen ympäristökeskuksen Hertta-tietokannasta Jukajoella ja Jukajärvellä.



Kuva 12. Jukajoen vedenlaadun havaintopaikat.

Taulukko 4. Jukajoen suistoalueella kevättalvella 2017 käytetty välineistö

Tutkimusvaihe	Käytetty välineistö	Lisähuomiot
Pohjasedimentti	Turvekaira ja jatkovarret, rullamitta, kamera, lehtiö, kynä	Jokainen näyte kuvattiin ja mitattiin sekä näytteen koostumus kirjattiin lehtiöön.
Pohjaeläimistö	Ekman-tyyppinen näytteenotin, pakasterasioita, sihtiämpäri	Näytteet käytiin läpi Karelia-AMK:n tiloissa
Vesinäytteenotto, näkösyvyys	Limnos- vesinäytteenotin	
Koekalastus	NORDIC-yleiskatsausverkko, soutuvene, pyydysmerkit ja kohot, mitta, puntari	Saalis mitattiin ja punnittiin paikan päällä. Iänmääritys tehtiin Karelia-AMK:n tiloissa
Havaintopaikka koordinaattien tallennus	Garmin 60CSx -satelliittipaikannin	Koordinaattien tarkkuus $\pm 2 \dots \pm 3$ metriä
Muu käytetty välineistö	Moottorisaha, luotinaru, ahkio, jääsaha, jääkairat	

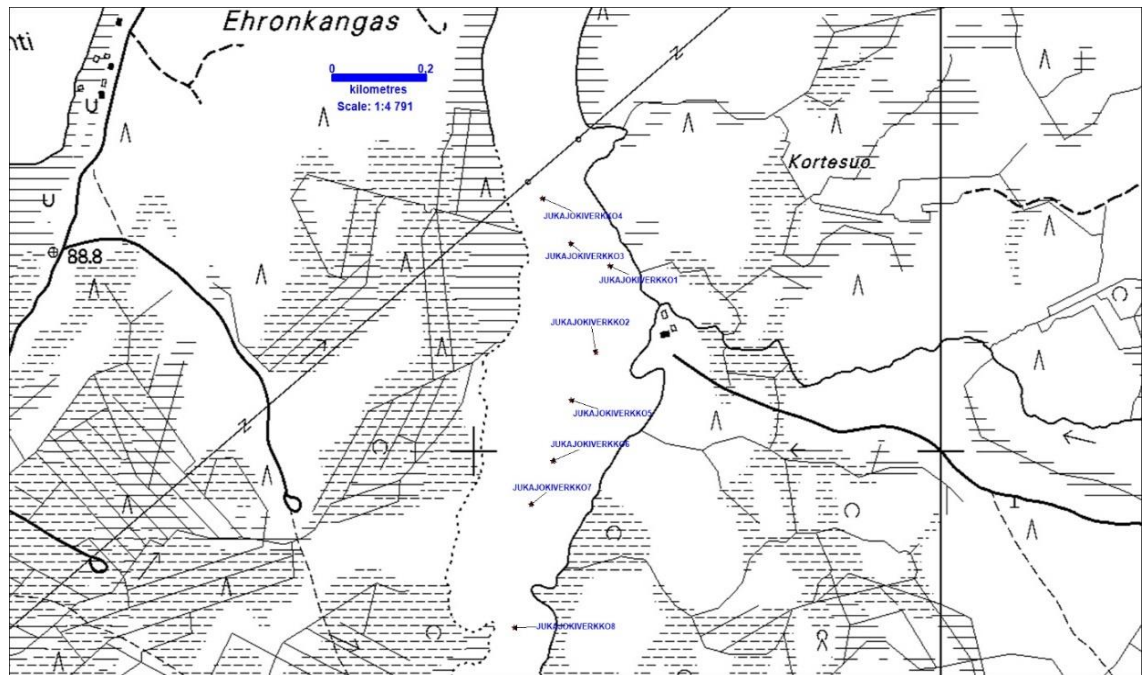


Kuva 13. Vesianalyysipaikat syyskuussa 2017

4.3 Kalastorakennetutkimus

Tutkimuksessa alueella suoritettiin 12:an verkkoyön mittainen koekalastus Nordic-koekalastusverkoilla, kalastuksen jakautuessa useammalle viikolle. Koekalastuksen verkkojen paikat valikoituvat Pengertien alapuoliselle alueelle, jossa vesistön leveys on leveimmillään ja syvimmillään, näin ollen verkot saatiin järkevästi mahtumaan veteen. Saaduista tuloksista kirjattiin saadut saaliit ja verkkojen koordinaatit ja näin ollen saatiin laadittua kattava otanta Excel- ja Word-tiedostoiksi. Lisäksi Karelia ammattikorkeakoulun laboratoriossa tehtiin kalojen suomenäytteiden analysointi BIYNS16 -ryhmän toimesta, joilla saatiin selville arvio kalojen kasvunopeudesta.

Koekalastukseen sopivan paikan löytäminen vaati työtä, jotta verkko saatiin kunnolla asetettua pyytämään alueen mataluuden ja runsaan vesikasvuston johdosta. Suoritimme kesällä 2017 lisäksi dosentti kaupallinen kalastaja Tero Mustosen pyynnöstä rysäpyynnin suistoalueella kokeilumielessä.



Kuva 14. Nordic-koekalastusverkkojen sijainnit syyskuussa 2017.

5 Jukajoen tutkimustulokset

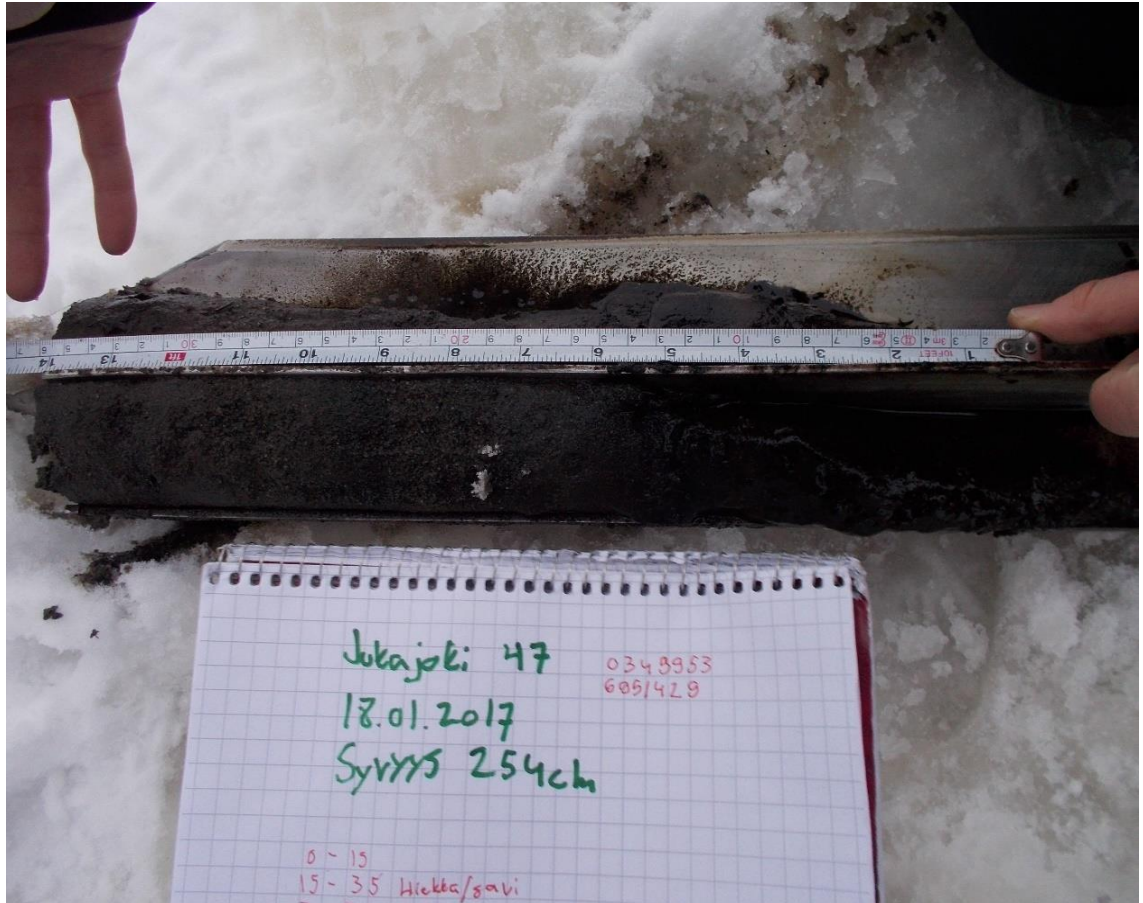
5.1 Pohjan tila

5.1.1 Pohjasedimentin määrä ja ulkonäkö

Liitteessä 2 on esitetty Jukajoen suistoalueen Pengertien yläpuolisen alueen pohjasedimentin ulkonäkö ja rakenne havaintopaikoilta 1–98. Liitteessä 3 on esitetty Jukajoen suistoalueen Pengertien alapuolisen alueen pohjasedimentin ulkonäkö ja rakenne havaintopaikoilta 99–141. Suurimmat sedimentti kertymät löytyivät näytteenottopaikoilta 18, 19, 20, 51, 53, 61, 75, 76, 78, 79, 89 ja 99 (kuva 17). Suurin kertymä on kuvattu sinisellä lipulla.

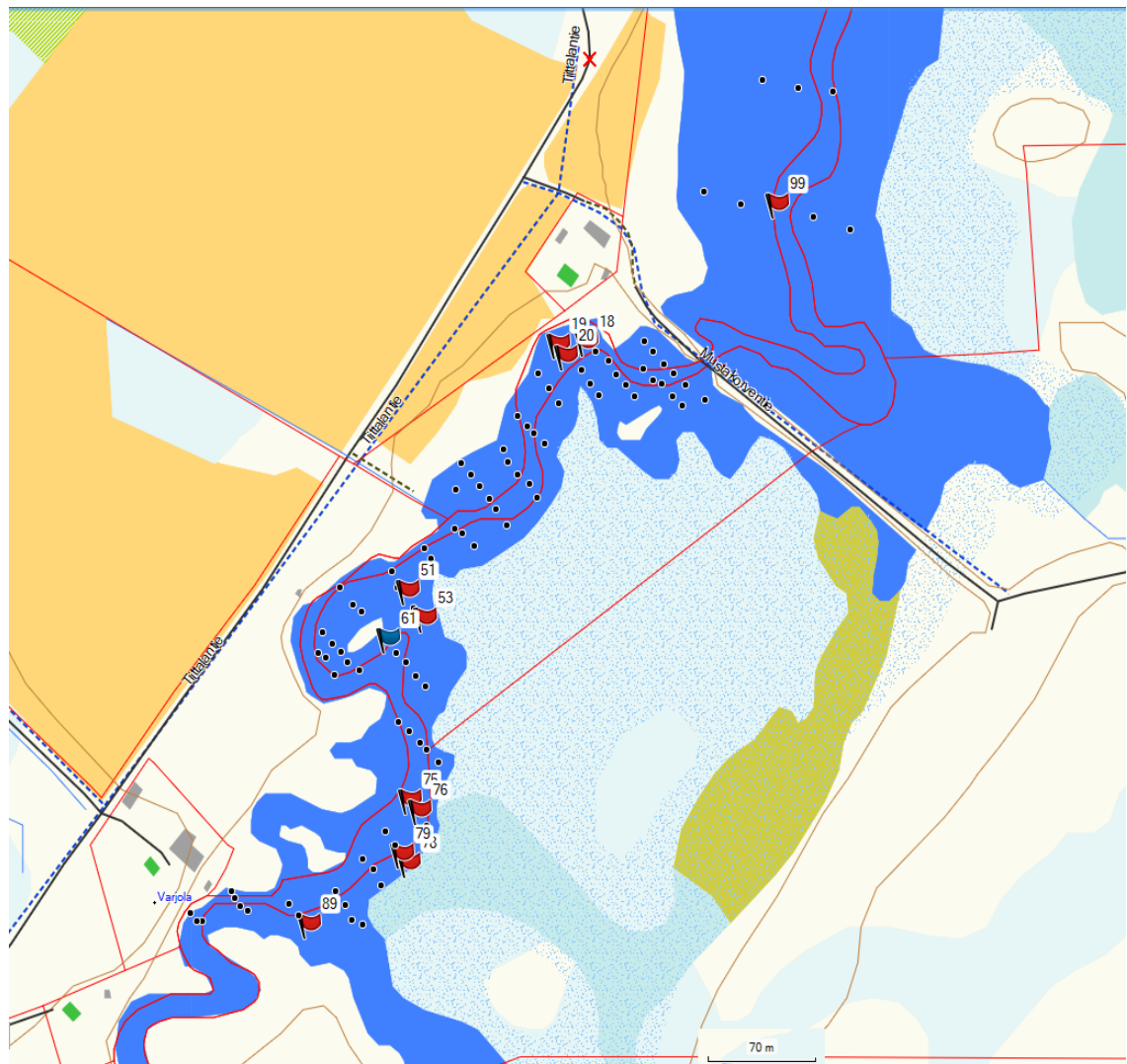


Kuva 15. Jukajoen suistoalueen tyypillinen pohjasedimenttinäyte. Kuva havaintopaikalta 18 näytesyvyydestä 0–72cm 17.1.2017 (Kuva: Tarmo Tossavainen).



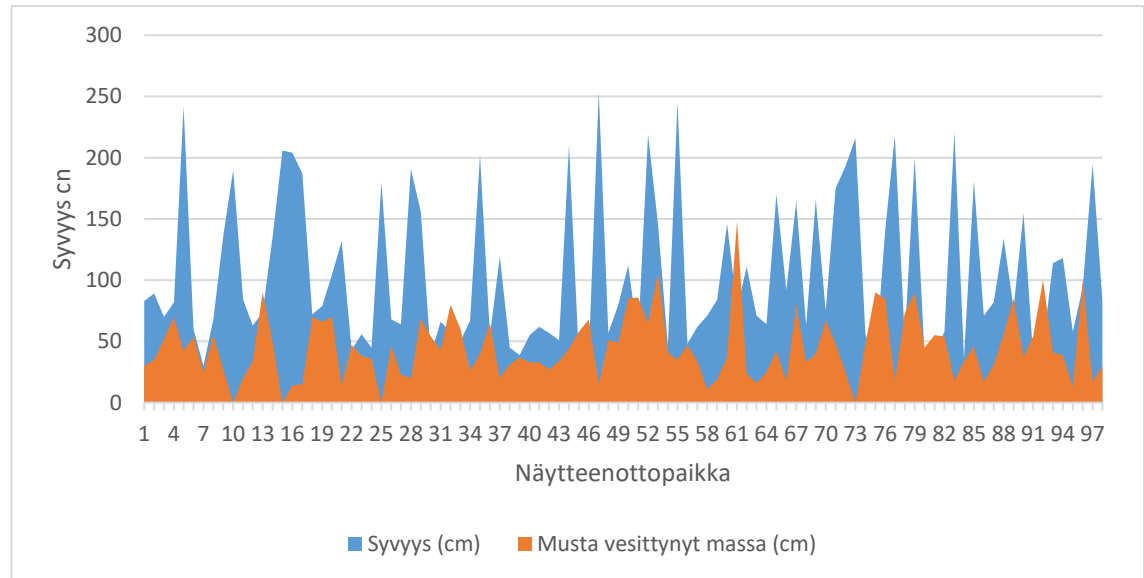
Kuva 16.

Luontaisenuoman tyypillinen pohjasedimenttinäyte savensekainen hiekka heti mustan vesittyneen massan jälkeen. Kuva havaintopaikalta 47 vesisyvyydestä 0–254cm 18.1.2017 (Kuva: Tarmo Tossavainen).

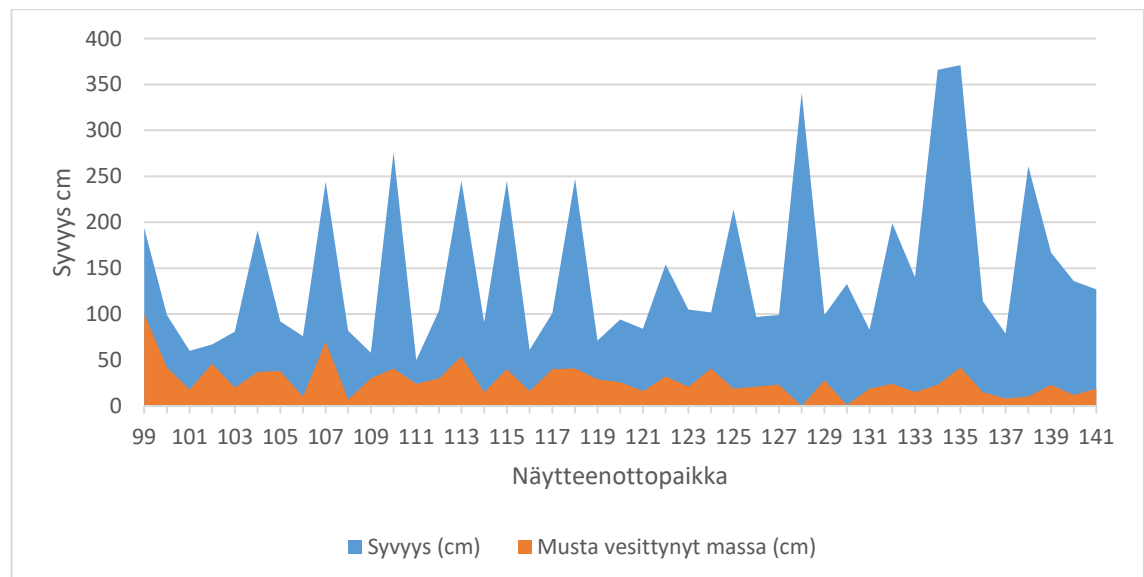


Kuva 17. Jukajoen suurimmat sedimenttikertymät 18.1.2017.

Kuvio 1. Jukajoen suistoalueen Pengertien yläpuolisen alueen havaintopaikkojen 1–98 pohjasedimentin suhde vesisyvyyteen keväällä 2017.



Kuvio 2. Jukajoen suistoalueen Pengertien alapuolisen alueen havaintopaikkojen 99–141 pohjasedimentin suhde vesisyvyyteen keväällä 2017.



5.1.2 Pohjaeläimet

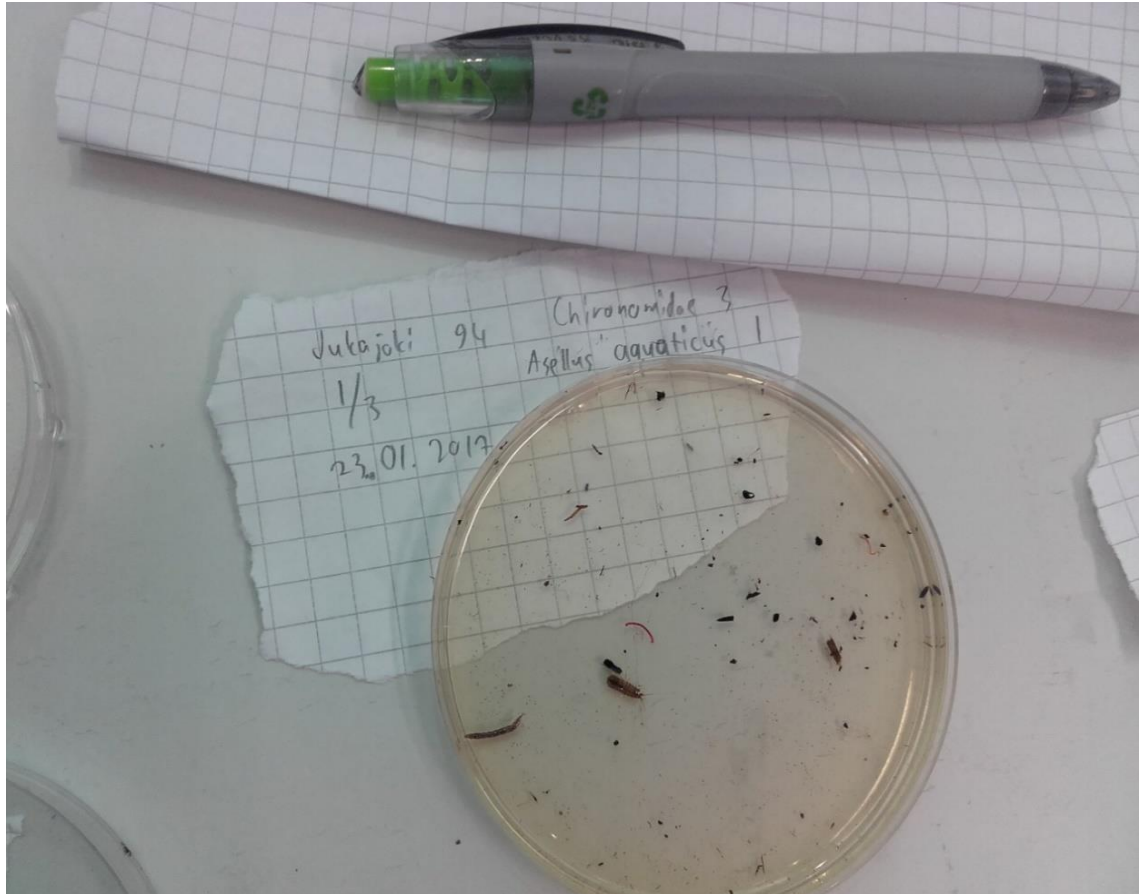
Alueella suoritettiin pohjaeläinten mittaus yhdeksästä havaintopaikasta kolmella rinnakkaisella näytteenotolla Karelia ammattikorkeakoulun Ekman-noutimella (kuva 10). Yhteensä pohjaeläimiä löytyi 27 näytteestä 143 kpl. Pohjaeläimistä löytyi 7 eri pohjaeläintaksonia.

Taulukko 5. Jukajoen suistoalueen pohjaeläimet ja niiden merkitykset kevättalvella 2017 havaintopaikoittain.

Havaintopaikka	Taksoni (kpl/m ²)						
	Chironomidae	Chaoborus sp.	Oligochaeta	Hyrachnidia	Ceratopogonidae	Asellus aquaticus	Argyroneta aquatica
	Surviaisääski	Sulkasääski	Havasukasmato	Vesipunkki	Polttiainen	Vesi-siira	Vesihämähäkki
10 (23.1.)	170		24				
13 (23.1.)	364						
73 (23.1.)	85	12					
79 (23.1.)	413						
94 (23.1.)	109					12	
122 (11.4.)	49		24				
124 (11.4.)	146						
138(11.4.)	219			12	12		12
141 (11.4.)	24		24				
Keskiarvo	175,48	1,33	8,00	1,33	1,33	1,33	1,33
Osuus (%)	92,3 %	0,7 %	4,2 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %
Shannon-Wiener indeksi	0,38						
Vesiekosysteemin rehevyystaso taksoni	Yleensä eutrofia	Eutrofia	Yleensä eutrofia	Hyvä yleistila	Eutrofia	Mesotrofia	Eutrofia



Kuva 18. Jukajoen loppuosasta saatuja pohjaelännäytteitä havaintopai-koilta 10, 13, 73, 79 ja 94. Pohjaeläinten määrä laboratorio mää-rityksissä oli hyvin niukkaa (Kuva: Lauri Hämäläinen).



Kuva 19. Pohjaeläinnäyte havaintopaikalta 94 rinnakkaisnäyte 1/3 23.1.2017. Näytteestä löytyi 3 kpl Chironomidae eli surviais-sääsken toukkaa ja 1 kpl *Asellus aquaticus* eli vesisiira. (Kuva: Lauri Hämäläinen.)

5.2 Vedenlaatu

Vedenlaatuanalyysit vuosina 2010–2017 havaintopaikoittain esitetynä taulukossa 6. Vesinäytteitä otettiin niin Sykkeen Hertta-tietokannasta kuin myös Jukajoelta ja sen suistoalueelta opinnäytetyön kenttätöitä tehtäessä. Vedenlaadusta mitattiin Jukajoella eri mittauspaikoilla (Ilomantsintie 50, Myllylä 51, Ukonnurmi 35, Jokela 166, Pengertie ja suistoalue) veden pH, lämpötila ja rautapitoisuus.

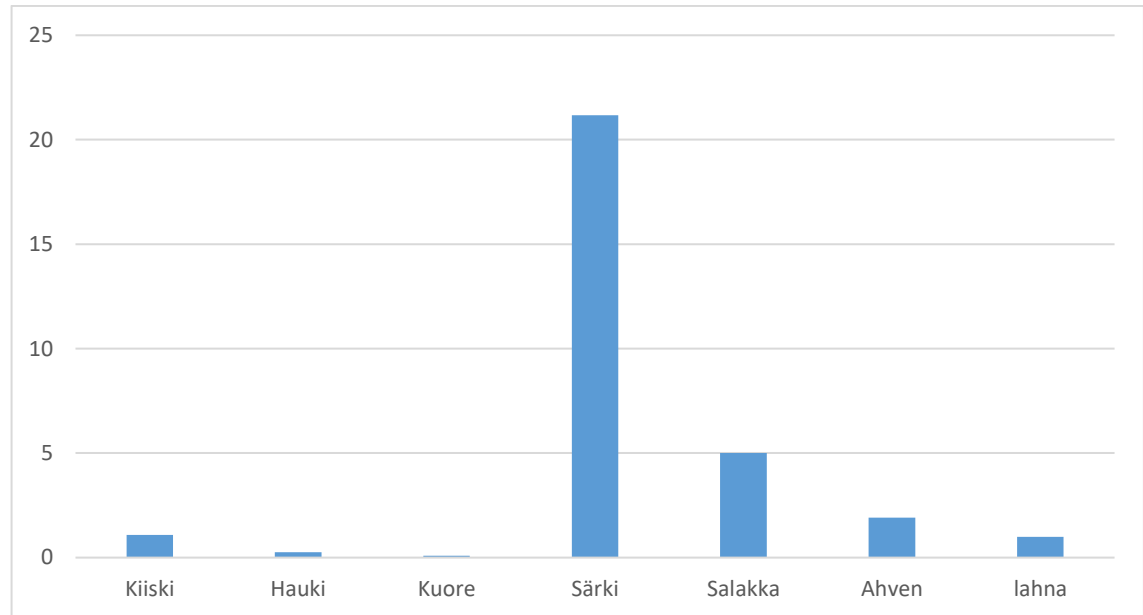
Taulukko 6. Jukajoen ja sen suistoalueen vedenlaadun havainnot vuosina 2010–2017. Punaisella korostetut ovat huomattavasti normaalista poikkeavia arvoja.

Havaintopaikka	Päivämäärä	Lämpötila	pH	Fe (µg/l)
		°C		µg/l
Ilomantsintie 50	8.9.10	10,7	6,05	4300
	23.8.11	16,0	5,96	3400
	25.9.12	9,7	5,91	3600
	28.9.15	11,3	6,00	2360
	17.5.17	8,5	5,63	2650
Myllylä 51	8.9.10	9,9	6,44	3200
	23.8.11	14,0	6,37	2900
	25.9.12	9,0	5,26	3600
	1.9.15	13,8	6,60	2900
	17.5.17	7,7	5,72	2470
Ukonnurmi 35	8.9.10	10,0	3,39	15000
	23.8.11	14,1	3,65	8000
	10.9.12	10	4,86	4300
	1.9.15	14,1	6,60	3200
	17.5.17	7,5	5,65	2430
Jokela 166	8.9.10	10,3	3,39	8500
	12.10.12		4,94	4600
	1.10.15	8,8	6,22	3020
Pengersilta	7.12.11	0,9	4,40	
Jukajoen suisto	4.9.17	11,3	6,44	

5.3 Kalastorakenne ja yksikkösaalis

Kalastotutkimus suoritettiin Pengertien alapuolisella vesistöalueella 12 verkkoyön mittaisella tutkimuksella sen jakautuessa useammalle viikolle loppukesällä 2017. Ohessa selvitys kalaston jakaumasta lajikohtaisesti.

Kuvio 3. Kalaston keskimääräinen jakauma lajeittain vuonna 2017 tehdyn koekalastuksen tuloksista.



Taulukko 7. Jukajoen keskimääräisen koekalastussaaaliin (= yksikkösaaliin, 12 verkkoyötä Nordic-verkoilla) keskeiset tunnusluvut.

Keskimääräinen yksikkösaalis (g)	663,25		
Keskimääräinen yksikkösaalis (kpl)	30,50		
	Kpl	Grammaa	Osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista
pedot (massa)	..	51,67	7,8 %
pedot (kpl)	0,25	..	0,8 %
särkikalat (massa)	..	472,92	71,3 %
särkikalat (kpl)	27,17	..	89,1 %
kaikki ahvenet + kiisket (massa)	..	138	20,8 %
kaikki ahvenet + kiisket (kpl)	3	..	9,8 %

5.4 Koekalastussaaliin kalayksilöiden kasvun arviointi ja iänmääritys

Jukajoen koekalastussaaliin eräiden kalayksilöiden pituudet, arvioidut kasvunopeudet ja iänmääritykset ilmenevät taulukoista 8 - 11.

Taulukko 8. Jukajoen syksyn 2017 koekalastussaaliin eräiden ahvenyksiöiden arvioitu kasvu ja ikä.

Ahven		
Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
23	8+/9+	Kohtalainen
14	5+	Kohtalainen
18	6+/7+	Kohtalainen
12	4+/5+	Kohtalainen
8	3+	Kohtalainen
12	4+	Kohtalainen+

Taulukko 9. Jukajoen syksyn 2017 haukiyksilöiden arvioitu kasvu ja ikä.

Hauki		
Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
30	4+	Kohtalainen
28	4+	Heikon kohtalainen
40	4+ (5+)	Kohtalaisen hyvä

Taulukko 10. Jukajoen syksyn 2017 lahnayksiöiden arvioitu kasvu ja ikä.

Lahna		
Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
15	4+	Heikohkon kohtalainen
14	4+	Kohtalaisen huono
16,5	6+	Heikko+
15	5+	Kohtalaisen huono
17	4+	Kohtalainen
16,5	5+	Kohtalainen

Taulukko 11. Jukajoen syksyn 2017 särkiyksilöiden arvioitu kasvu ja ikä.

Särki		
Pituus (cm)	Ikä	Arvioitu kasvunopeus
12	5	(kohtalaisen) heikko
14	5	heikon kohtalainen
14	5	heikon kohtalainen
12	5	(kohtalaisen) heikko
14	5	heikon kohtalainen
14	4	kohtalaisen hyvä
13	5	kohtalaisen huono
12	5	(kohtalaisen) heikko
8	3	kohtalaisen huono
13	5	kohtalaisen huono
12	4	kohtalainen+
12	4	kohtalainen+
13	4	kohtalainen+
15	7	huono
15	6	kohtalaisen huono (huono)
15	7	huono
18	6	kohtalainen+
20	10	heikko

6 Tulosten tarkastelu

6.1 Pohjan tila

6.1.1 Pohjasedimentti

Jukajoen suistoalueen pohjan tila on pohjasedimenttimittausten perusteella varsin huonossa tilassa. Pohjassa oli vesipitoista liettynyttä mustaa orgaanista ainesta, jonka keskipaksuus oli 39,5 cm. Enimmillään vesipitoista liettynyttä mustaa orgaanista ainesta löytyi 148 cm, vesisyvyyden ollessa 76 cm (havaintopaikka 61). Tyypillisesti lähes jokaisesta tehdystä pohjasedimenttikairauksesta löytyi mustaa liettynyttä orgaanista massaa, minkä jälkeen löytyi puunsekaista hiekkaa, savea tai ruskeaa orgaanista ainetta. Näytteenottoa, joista ei löytynyt mainittavasti orgaanista ainetta oli luonnollisessa uomassa (näytteenottopaikat 10,

25, 73 ja 128), joissa oli sedimenttikairalla tutkien kivikkoa ja näin ollen mahdollisen virtauksen takia liettynyt massa ei ole päässyt sedimentoitumaan.

Jukajoen suistoalueeseen vaikuttaa myös Kuurnan voimalaitoksen pato, joka tekee suistoalueesta osan patoallasta. Patoaltaan alueelle on jäänyt muun muassa entisiä metsämaita, joten pohjasedimentin koostumuksesta näiltä alueilta löytyi metsälle tyypillistä ruskeaa orgaanista ainetta. Tumma vesittynyt massa oli levinnyt kaikkialle näille entisille metsämaillekin.

6.1.2 Pohjaeläimistö

Shannon-Wiener-indeksin arvo pohjaeläinaineistolle on 0,38, mikä ilmentää erittäin matalaa biodiversiteettiä (taulukko 3) pohjaeläimistössä. Taulukossa 5 mainitut havainnot pohjaeläintaksonien merkityksistä ilmentävät pääasiassa eutrofisen, mesotrofisen ja hyvän yleistilan vesistön tilaa. Käytännössä Jukajoen pohjaeläimistö kuvaa vahvaa eutrofista tilaa, koska näytteistä löytyi ainoastaan yksi siira (näytteenottoaika 94) ja vesipunkki (näytteenottoaika 138), jotka ovat kuvaavat paremmassa tilassa olevan vesistön tilaa.

6.2 Vedenlaatu

Saaduista eri virtaamajaksoilla otetuista näytteistä selvisi, että veden pH on vaihdellut erittäin heikon eli todella happaman (3,39) ja hyvän (6,44) arvon välissä, rautapitoisuus on vaihdellut lähes keskimääräisen (2 360 µg/l) ja erittäin korkean (15 000 µg/l) välillä.

Vanhemmista vesinäytteistä voitiin havaita, että 8.9.2010 veden rautapitoisuus Ukonnurmen näytteenottoaikalla on ollut erittäin korkea (15 000 µg/l). Kun taas vuonna 2015 veden rautapitoisuus Ukonnurmen näytteenottoaikalla on ollut 3 200 µg/l. Myllylän näytteenottoaikalla, joka sijaitsee Ukonnurmen ja Linnunpuuron yläpuolella ei vastaavanlaisia huomattavia pitoisuuksien vaihteluja ole havait-

tavissa. Veden pH:n muutoksista voidaan havaita, että veden happamuus vahvistuu Jukajoella alavirtaan päin välillä Myllylä - Ukonnurmi, joiden välissä sijaitsee Linnunpuron purkupiste.

6.3 Kalastorakenne

Kalastorakenne koostui pääasiassa pienistä särkikaloista, petokalojen osuus oli vähäinen. Petokalat koostuivat ahvenista ja muutamista hauista, jotka olivat koluokaltaan pieniä. Kaloista tutkittiin laboratorioissa suomenäytteistä myös ikä. Kalojen koosta ja ikäarvioista voitiin havaita, että kalojen kasvunopeus on keskimäärin ollut heikon kohtalainen. Särkikalojen keskimääräinen ikä (6 v) viittaa siihen, että särkikalojenkutu ei ole mahdollisesti onnistunut alhaisen pH:n takia useaan vuoteen (kalakuolemat 2010–11 liite 1).

Koekalastuksen tuloksista voidaan päätellä, että vesistön kalastorakenne on pahasti vääristynyt runsaan särkikalakannan suhteesta petokaloihin. Lisäksi kalojen ikärakenne on pahasti vääristynyt ja kalat ovat kitukasvuisia huonon ravintotilanteen ja olosuhteiden johdosta.

6.4 Koekalastussaaliin kalayksilöiden kasvun arviointi ja iänmääritys

Kaikkien tutkittujen petokalojen (ahvenet ja hauet) arvioitu kasvunopeus oli keskimäärin kohtalaista (taulukot 9 ja 10). Tutkittujen lahnojen arvioitu kasvunopeus oli keskimäärin myös kohtalaista (taulukko 11). Tutkittujen särkien arvioitu kasvunopeus osoittautui heikon kohtalaiseksi (taulukko 12).

7 Pohdinta

Jukajoen loppuosa on lyhytviipymäinen suistoalue ennen sen purkupistettä Pielisjokeen. Suistoalueen läpi virtaa Jukajoen valuma-alueen vedet, joista merkittävänä kuormittajana voidaan pitää Linnunpuroa pitkin saapuvan entisen jo käytöstä poistuneen turvetuotantoalueen purkuvesiä.

Kyseinen suistoalue on liian pieni käsittelemään siihen kohdistuvaa ulkoista kuormitusta luonnollisin mekanismein. Tällöin aine ja energia eivät kierrä tarpeeksi tehokkaasti. Aineen ja energian kasautumisen seurauksena kalastorakenne vääristyy, pohja liettyy ja perustuotanto kiihtyy.

Suistoalueen pohjaan kertynyt tumma hyvin vesipitoinen pohjasedimentti on mitä ilmeisemmin seurausta metsäojitusten tuottamasta ulkoisesta kuormituksesta, etenkin turvetuotannon vaatimista soiden kuivattamisen tuomasta aineksesta. Sedimentin vesittyneet ja höttömäinen musta vesittyneet massa ei anna suotuisia olosuhteita pohjassa eläville pohjaeläimille. Tämän takia monimuotoisuus pohjaeläimistöissä on erittäin heikko. Yleensä luonnontilaisen virtavesistön pohjaeläimistö on runsas virtaavan hapekkaan veden takia.

Pitkäaikaisen huonon kehityssuunnan johdosta Jukajoen suistoalue on Jukajoen huonoimmassa tilassa oleva alue. Liettyminen on edennyt niin pitkälle, että vesiekosysteemi ei sitä itse pysty korjaamaan ilman kunnostustoimenpiteisiin ryhtymistä.

7.1 Vertailu Henna-Kaisa Meriläisen pro gradu -tutkielman tuloksiin

Pro gradu -tutkielmaan voidaan vertailla ainoastaan luontaisenuomaan tehdyistä pohjasedimentti kairauksista, koska pro gradu -tutkielma keskittyi ainoastaan niihin. Pro gradu -tutkielmassa saadut sedimenttitulokset täsmäävät aika lailla opinäytetyössä tehtyihin sedimenttituloksiin luontaisen uoman osalta. Tulosten tarkastelun kannalta tämä vahvistaa sitä, että työ on toistettavissa oleva saatujen tuloksien yhdennäköisyyden takia. Toisaalta useat opinäytetyössä otetuista sedimenttinäytteistä on otettu muualta kuin luontaisesta uomasta, joten myös Kuurnan voimalaitoksen tuottaman tulva-alueiden alle jääneet alueet sisältävät myös metsämaille tyypillisiä ravinteita. Pääasiassa koko alueelle on levinnyt tätä mustaa liettyä orgaanista ainetta.

7.2 Ehdotukset kunnostustoimenpiteiksi

Jukajoen suistoalueella käytännöllisesti kallis, mutta käytännöllisesti paras kunnostustoimenpide on imuruoppaus, jossa pohjalla olevaa vesittyntä massaa imetään koneellisesti pois, tällöin pohjalle jää vain luontainen savi ja hiekka; metsämaa alueille jää kuitenkin metsämaalle tyypillinen maa-aines, mutta musta vesittyntä massa voidaan poistaa melkein kokonaan.

Ongelmana muille tekniikoille tulee se, että Jukajoki laskee Pielisjokeen, joka on tulevaisuudessa mahdollinen järvilohen kutujoki, jota aiotaan kehittää ja parantaa järvilohelle soveltuvaksi, niin ei ole mahdollista juoksuttaa pohjasedimenttiä eteenpäin esimerkiksi pohjan pöyhinnällä.

Pohjan hapetusta tässä tapauksessa ei välttämättä tarvita, koska kyseessä on virtavesi, jolloin hapekasta vettä on aina tarjolla myös vähähappisina talvikuukausina.

Kalastollista poistoa ja petokalojen istutusta voidaan suorittaa, jolloin mahdollisesti kalastonrakenne saadaan terveelle pohjalle. Petokalojen määrä suhteessa särkikaloihin tulisi olla hyvä ja kaloilla on riittävät olosuhteet normaaliin kasvuun nykyiseen kitukasvuisuuteen verrattuna.

7.3 Kunnostustoimenpiteiden kustannukset

Imuruoppaus on siisti toimenpide, koska siinä saadaan sedimenttimassa ohjattua putkea tai letkua pitkin jopa yli puolen kilometrin matkan päähän läjitysaltaaseen, jolloin ei tarvita erikseen rantaa, massan siirtokalustoa tai pihaa. Tämä kaikki laskee imuruoppauksen hintaa ja näin ollen parantaa kustannustehokkuutta. Imuruoppauksen kustannuksiin ja tehoon vaikuttaa merkittävästi ruopattavan massan laatu. Lieju, teollisuuslietteet ja muta ovat helpoimpia, tasarakeinen hiekka, pehmeä siltti (hiesusavi) ja savi onnistuvat myöskin helposti. Monirakeinen hiekka / sora ja kova siltti ovat huomattavasti vaikeampia puhumattakaan moreenista, joka on lähes mahdoton ruopattava.

Tässä tapauksessa massan määrä on suuri, joten läjitysalueen pinta-ala täytyy olla tarpeeksi suuri, jotta ylijäämävesi ja massat eivät pääse selkeytymättä takaisin vesistöön. Siirtoaineena imuruoppauksessa toimii vesi, jota pienimmillään on arviolta 50 % ja suurimmillaan 90 % lietteestä. Läjitysallas suunnitellaan tapauskohtaisesti ja tässä tapauksessa se on huomattavan suuri, jolloin se tarvitsee välipatoja. Altaan minimikokona pidetään vuorokauden lietetuottoa, joka on niin sanottu vuorokauden viipymä, joka on keskimäärin jyrsinpumpulla luonnollisissa uomissa 1600 m³. Allas on yleensä edullisin tuottaa paikallisella urakoitsijalla (traktori-kaivuri, perälevy tai kaivinkone). Ruoppauksen tuottama massa on yleensä hyvä kasvualusta kalkituksen jälkeen ja se sisältää runsaasti ravinteita. (Insinööritoimisto Lassinaro Oy.)

Imuruoppauksen kustannukset koostuvat ruoppauksen määrästä ja läjitysaltaan koosta (Insinööritoimisto Lassinaro Oy). Jukajoen suistoalueen vesipinta-ala on noin 40,9 ha (Retkikartta.fi). Suistoalueen keskimääräinen mustan vesittyneen massan määrä on siis massan keskimääräinen paksuus kerrottuna vesistön pinta-alalla $0,3954 \text{ m} \times 408880 \text{ m}^2 = 161\,671,2 \text{ m}^3$. Kuutiokannaksi on arvioitu noin 5€ (Kilpeläinen), joten imuruoppauksen hinnaksi tulee $161\,671,2 \text{ m}^3 \times 5 \text{ €/m}^3 = 808\,355,8 \text{ €}$.

7.4 Kunnostustoimenpiteiden tekemättömyyden aiheuttamat riskit

Kunnostustoimenpiteiden tekemättä jättäminen aiheuttaisi nykyisen kehityssuunnan jatkumisen häiriöiden ja oireiden lisääntyessä. Vesialueen virkistyskäytön arvo laskisi entisestään. Lisäksi happaman ja paljon orgaanista ja epäorgaanista ainesta sisältävän veden johtuminen Pielisjokeen voi tuottaa lisäoireita ja häiriöitä vesiekosysteemissä tulevaisuudessa alemmilla vesiosuuksilla.

Kalakuolemat tulisivat lisääntymään entisestään tulevien tulvakausiensa aikana, jolloin hyvin hapanta ja rautapitoista vettä pääsee tulvimaan yli vesiensuojeluteknisten rakenteiden. Lisäksi pohjan nykyinen musta liettyneet massa ei ole hyvä kasvualusta eliöille eikä kaloille, mikä johtaa nykyisen vääristyneen kalastorakenteen ja heikon vesieliöstön jatkumiseen.

7.5 Työn tarkastelu

Opinnäytetyön pääasiallisena tarkoituksena oli kartoittaa Jukajoen suistoalueen nykyinen limnologinen tila, jossa pääkohteena oli pohjasedimentin tutkiminen ja sen vesiekosysteemiin aiheuttamiin riskitekijöihin keskittyminen. Tavoitteet saavutettiin opinnäytetyön osalta, mutta käytännön työt ovat vasta alussa. Imuruoppaus ja mahdollinen hoitokalastus ovat tulevia toimenpiteitä alueella ylempien valuma-alueiden kunnostusten jälkeen. Nyt tehty opinnäytetyö toimii hyvänä pohjana tulevaisuudessa tehtäville tutkimuksille ja kunnostustoimille.

Jukajoki-hanke tukee näitä hankkeita, joita tulevaisuudessa on mahdollista tehdä ja hanke onkin jo saanut aikaan vesistönkunnostustoimenpiteitä ympäri Jukajoen ja järven valuma-alueita. Tehdyillä toimenpiteillä Jukajoen vesistön tilaa on saatu eheytettyä.

Merkitsevin Jukajokeen laskevista uomista on Linnunpuro, joka tuottaa Jukajoen valuma-alueen eniten kuormittavan veden. Linnunpuron vesi on peräisin Linnunsuon entiseltä turvetuotantoalueelta, jossa on jo aiemmin tehty vesistönsuojelun kannalta merkitseviä kunnostustoimenpiteitä, joten tätä positiivista kehityssuuntaa tulisi jatkaa, jotta Jukajoki saadaan kokonaisuutena alkuperäisempään tilaan.

7.6 Oppimisprosessi ja ammatillisen kasvun ja kehityksen kuvaus

Keskeisimpänä teemana opinnäytetyössä on ollut aiemman tiedon hyödyntäminen. Lisäksi opinnäytetyössä on täytynyt luoda täysin uutta tietoaaineistoa ja jäsenellä se. Täsmällistä ja johdonmukaista työskentelyä on vaadittu käsiteltäessä suurta tietomateriaalia sekä kirjoittaessa opinnäytetyöraporttia. Työn kokonaisvaltainen käsittely on ollut haasteellista ja aikaa vievää, mutta toisaalta myös palkitsevaa. Motivaatiota ja mielenkiintoa on lisännyt se, kun työ on edennyt pala kerrallaan kohti valmistumistaan.

Tutkimustyön laajuus selvisi alkutalvesta 2017 kenttätutkimusten yhteydessä. Opinnäytetyön työmäärä on ollut suurta niin kenttäolosuhteissa kuin myös raportin kirjaamisessa. Työ ei kuitenkaan ole ollut liian haasteellista varsinkaan, kun meitä on ollut tekemässä kaksi. Tutkimusten ja työn edetessä on kehittynyt tietynlainen ote ja rutiini tekemiseen, mikä on nopeuttanut prosessin etenemistä. Kiinnostus vastaavanlaiseen projektimuotoiseen työhön vesistön kunnostukseen on kasvanut työn edetessä. Tulevaisuudessa toivomme lisää kehitystä vesistöjen kunnostuksen parissa työelämän merkeissä.

7.7 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön tutkimuksessa saadut tulokset täsmäsivät aiemmin suoritettuun pohjasedimenttitutkimukseen Jukajoella Henna-Kaisa Meriläisen pro gradu -tutkielmaan ja näin ollen tutkimus on täysin toistettavissa oleva.

Vesinäytetutkimuksessa käytettiin sertifioitujen laboratorioiden sijaan Karelia-ammattikorkeakoulun omia analysointi- ja mittausmenetelmiä. Ennen tätä opinnäytetyötä tehdyissä aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että tutkimusten mitaustulokset eroavat korkeintaan 10 % sertifioitujen ja ammattikorkeakoulun välillä. (Tossavainen 2017c.) Yleisesti hyväksyttäviä käytäntöjä ja toimintaperiaatteita on noudatettu kaikkia analyysejä tehtäessä. Näin ollen erot mitaustuloksissa eivät ole suuria, joten saatuja tuloksia voidaan pitää vertailukelpoisina ja täysin pätevinä.

7.8 Toimenpidesuosituksien ja jatkotutkimusaiheet

Jukajoen suistoalueen jatkotutkimusaiheet keskittyvät yläpuolisen valuma-alueen kuormituksen tarkkailuun ja mahdollisten vesiensuojeluteknisten rakenteiden rakentamiseen ja suunnitteluun. Tärkeimpänä seikkana on saada Jukajoen suistoalueen yläpuolisen valuma-alueen tuottama kuormitus sopivalle tasolle, jotta mahdollisen imuruoppauksen jälkeen suistoalue ei liettyisi uudelleen. Etenkin

Linnunpuroa pitkin tuleva hyvin hapan kuormitus tulisi saada kuriin erilaisten vesiensuojeluteknisten rakenteiden avulla.

8 Kiitokset

Tutkimuksessa on ollut mukana niin opiskelijoita kuin paikallisia asukkaita. Paikallisia kesäasukkaita on ollut mukana projektissa mm. kertomassa alueen historiasta ja lainaamalla veneitä. He ovat antaneet luvan kulkea pihojen poikki kenttätutkimuspäivinä. Mukana on ollut myös vaihto-opiskelijoita ja harjoittelijoita. Lisäksi suuret kiitokset kuuluvat ympäristö- ja energiatekniikan BIYNS16-opiskelijaryhmälle, joka oli mukana koekalastuksissa, vesinäytteiden otossa sekä kalojen iän suomumäärityksissä. Suuret kiitokset dosentti, kaupallinen kalastaja Tero Mustoselle, lehtori Tarmo Tossavaiselle ja Selkien kyläyhdistykselle hyvästä yhteishengestä opinnäytetyön eri vaiheissa.

Lähteet

- Eloranta, A. 2010. Virtavesien kunnostus. Helsinki: Kalatalouden keskusliitto. Insinööritoimisto Lassinaro Oy. Imuruoppaus. <https://www.lassinaro.fi/ruoppaus/imuruoppaus> 24.1.2018.
- Kilpeläinen, J 2017. Suullinen tiedonanto. 27.10.2017.
- Lumimuutos osuuskunta
<http://www.lumi.fi/jukajoen-ja-jarven-valuma-alueen-kunnostus-hanke-pohjois-karjala/jukajoen-valuma-aluekunnostushanke-2015-2017/> 19.5.2017.
- Maanmittauslaitos.
<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/> 22.2.2017.
- Meriläinen, H-K. 2015. Valuma-alueen maankäytön vaikutusten tunnistaminen jokisedimentistä vakaiden isotooppien ja kasvijäänteiden avulla.
http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20160034/urn_nbn_fi_uef-20160034.pdf 22.2.2017.
- Olin, M., Lappalainen, A., Sutela, T., Vehanen, T., Ruuhijärvi, J., Saura, A. & Sairanen, S. 2014. Ohjeet standardinmukaisesti koekalastuksiin. RKTL:n työraportteja 21/2014. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
<http://hdl.handle.net/10138/153535> 22.5.2017.
- Retkikartta.
<https://retkikartta.fi/> 16.1.2018.
- Selkien kyläyhdistys. Hallitus.
<http://kylayhdistys.selkie.fi/content/selkien-kyl%C3%A4yhdistyksen-hallitus> 22.2.2017.
- Selkien kyläyhdistys.
<http://kylayhdistys.selkie.fi/http%3A%252Fkylayhdistys.selkie.fi> 22.2.2017.
- Selkien kyläyhdistys. 2015. Toimintasuunnitelma.
<http://kylayhdistys.selkie.fi/content/toimintasuunnitelma> 22.2.2017.
- Syke.
<http://paikkatieto.ymparisto.fi/value/> 23.2.2017.
- Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö, limnologian perusteet. Tampere: Tammerpaino Oy. 22.2.2017.
- Tossavainen, T. 2016a. BIY2024. Vesistöjen kunnostustekniikat. 21.2.2017.
- Tossavainen, T. 2017 Suullinen tiedonanto. 22.2.2017.
- Tossavainen, T. 2012. Pohjaeläimistön tunnistusopas. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. 22.2.2017.
- Tossavainen, T. 2016a. BIY2024. Limnologinen projekti -opintojakso. Kareliam mattikorkeakoulu. 20.2.2017.
- Vanhatalo, K., Väisänen, P., Joensuu, S., Sved, J., Koistinen, A. & Äijälä, O. (toim.) 2015. Metsänhoidon suositukset suometsien hoitoon. Tapion julkaisuja.
<http://www.metsanhoitosuosituks.fi/wp-content/uploads/2016/08/Metsanhoiton-suositukset-Suometsienhoitoon-Tapio-2015.pdf> 22.2.2017.

Artikkeli kalakuolemista Jukajoella Iltalehdessä 17.2.2012

Jukajoen kalakuolemien syy selvisi

Perjantai 17.2.2012 klo 10.07



Poliisin arvion mukaan kalakuolemat ovat aiheutuneet todennäköisesti Vapo Oy:n Linnunsuon turvetuotantoalueelta purkautuneiden happamien ja rautapitoisten kuivatusvesien aikaansaamasta Jukajoen veden happamuuden alenemisesta.

Poliisi ei käynnistä esitutkintaa viime kesänä Kontiolahden Jukajoessa havaituista kalakuolemista. Asiasta teki tutkintapyynnön Selkien kyläyhdistys Pohjois-Karjalan poliisilaitokselle.

Tutkintapyynnön mukaan Kontiolahden Selkiellä virtaavassa Jukajoessa oli havaittu kesällä 2010 ja 2011 kalakuolemia ja ympäristön tilan huononemista.

Alueella turvetuotantoa harjoittavalla Vapo Oy:llä on ollut tapahtuma-aikaan Itä-Suomen ympäristölupaviraston myöntämä lupa.

Poliisin näkemyksen mukaan asiassa ei ole tullut ilmi sellaisia seikkoja, joiden perusteella voitaisiin epäillä kenenkään tahallaan tai törkeästä tuottamuksesta toimineen lain tai sen nojalla annettujen määräysten vastaisesti siten, että teko olisi ollut omiaan aiheuttamaan ympäristön pilaantumista tai muuta vastaavaa ympäristön haitallista muuttumista.

Poliisi on myös selvittänyt, että alueella käytetyt vesiensuojelumenetelmät ovat olleet ympäristöluvan mukaisia, eikä niiden rakenteissa ole todettu puutteita tai laiminlyöntejä.

IL

Jukajoen suistoalueen Pengertien yläpuolisten havaintopaikkojen 1-98 pohja-sedimentin ulkonäkö kevättälvella 2017 (jatkuu seuraavilla sivuilla).

Ha- vainto- paikka	Vesi- syv. (cm)	Sedi- mentin näy- tesyv. (cm)	Sedimentin ulkonäkö
1	83	0-30	Musta vesipitoinen hienojakoinen aines
		30-41	Rusehtavaa savimaista ainesta.
2	89	0-35	Mustaa vesittynyttä massaa
		35-47	Rusehtavaa savimaista ainesta
3	70	0-52	Mustaa vesittynyttä massaa
		52-73	Rusehtavaa savimaista ainesta
4	82	0-70	Mustaa vesittynyttä massaa
		70-89	Rusehtava savimainen aines
5	242	0-42	Musta vesittynyttä massaa
6	60	0-54	Mustaa vesittynyttä massaa
		54-63	Ruskea savimainen aines
7	30	0-25	Mustaa vesittynyttä massaa
		23	Vaalea raita
		25-44	Rusehtava savimainen aines
8	68	0-55	Mustaa vesittynyttä massaa
		55-61	Ruskea savimainen aines
9	136	0-27	Mustaa vesittynyttä massaa
		27-48	Ruskea savimainen aines
10	190	0-20	Huonosti hajonnutta orgaanista ainesta. Lehtiä ja oksia
			Virtaaman takia ei sedimenttiä
11	84	0-20	Mustaa vesittynyttä massaa
		20-43	Ruskea savimainen aines
12	63	0-34	Mustaa vesittynyttä massaa
		34-44	Ruskea savimainen aines
13	74	0-90	Mustaa vesittynyttä massaa
		90-100	Ruskea savimainen aines
14	135	0-50	Mustaa vesittynyttä massaa
		50-54	Hiekan ja mustan massan seos
15	206		Ei näytettä, kivikko ja vesi kirkasta
16	204	0-14	Mustaa vesittynyttä massaa
		14-16	Hiekan ja mustan massan seos
17	187	0-15	Liejua, jossa mukana soraa, jonka halkaisija
			noin 5mm

Ha- vainto- paikka	Vesi- syv. (cm)	Sedi- mentin näy- tesyv. (cm)	Sedimentin ulkonäkö
18	72	0-70	Mustaa vesittynyttä massaa
		70-84	Ruskea kiinteä aines
19	79	0-66	Mustaa vesittynyttä massaa
		66-75	Ruskea savimainen aines
20	104	0-70	Mustaa vesittynyttä massaa
		70-83	Rusehtavaa orgaanista ainesta
21	132	0-14	Mustaa vesittynyttä massaa
		14-26	Hiekan ja mustan massan seos
22	43	0-47	Mustaa vesittynyttä massaa
		47-59	Savimainen massa, jossa hiekkaa seassa
23	56	0-38	Mustaa vesittynyttä massaa
		38-48	Rusehtava savimainen aines
24	45	0-36	Mustaa vesittynyttä massaa
		36-58	Ruskea kiinteä aines
25	180		Kohteessa ei sedimenttiä. Kivikko
26	68	0-47	Mustaa vesittynyttä massaa
		47-56	Ruskea kiinteä aines
27	64	0-23	Mustaa vesittynyttä massaa
		23-32	Ruskea kiinteä aines
28	191	0-20	Mustaa vesittynyttä massaa
		20-49	Rusehtava kiinteä massa, seassa hiekkaa ja savi- maista ainesta
29	156	0-15	Hajoamaton orgaaninen aines. Lehtiä ja oksia
		15-84	Mustaa vesittynyttä massaa
		84->	Hiekkaa
30	39	0-54	Mustaa vesittynyttä massaa
		54-62	Ruskea kiinteä aines
31	66	0-43	Mustaa vesittynyttä massaa
		43-55	Ruskea kiinteä aines
32	58	0-80	Mustaa vesittynyttä massaa
		80-93	Ruskea kiinteä aines
33	50	0-60	Mustaa vesittynyttä massaa
		60-73	Ruskea kiinteä aines
34	67	0-26	Mustaa vesittynyttä massaa
		26-46	Ruskea kiinteä aines
35	202	0-40	Mustaa vesittynyttä massaa
		40-53	Huonosti hajonnut orgaaninen aines
		53-68	Ruskea kiinteä aines
		68-71	Hiekkaa

Ha- vainto- paikka	Vesi- syv. (cm)	Sedi- mentin näy- tesyv. (cm)	Sedimentin ulkonäkö
36	55	0-65	Mustaa vesittynyttä massaa
		65-73	Ruskea kiinteä aines
37	119	0-20	Mustaa vesittynyttä massaa
		20-35	Ruskea kiinteä aines
38	45	0-31	Mustaa vesittynyttä massaa
		31-46	Ruskea kiinteä aines
39	39	0-37	Mustaa vesittynyttä massaa
		37-55	Ruskea kiinteä aines
40	55	0-33	Mustaa vesittynyttä massaa
		33-55	Metsämaata, juuria
41	62	0-33	Mustaa vesittynyttä massaa
		33-56	Rusehtava, kuivahko, juuria, lievä metaanin haju
42	57	0-27	Mustaa vesittynyttä massaa
		27-42	Ruskea kiinteä aines
43	51	0-34	Mustaa vesittynyttä massaa
		34-38	Ruskea kiinteä aines
44	210	0-44	Mustaa vesittynyttä massaa
		44-52	Ruskea kiinteä aines
45	37	0-58	Mustaa vesittynyttä massaa
		58-63	Ruskea kiinteä aines
46	39	0-68	Musta hienojakoinen aines
		27-68	Vaaleita ja ruskeita raitoja
47	254	0-15	Mustaa vesittynyttä massaa
		15-35	Hiekkaa
		30-35	Hiekka/savi/orgaaninen aines
48	57	0-51	Mustaa vesittynyttä massaa
		51-63	Rusehtava savimainen aines
49	80	0-49	Mustaa vesittynyttä massaa
		49-63	Ruskea kiinteä aines
50	112	0-85	Mustaa vesittynyttä massaa
		85-100	Ruskea kiinteä aines
51	53	0-86	Mustaa vesittynyttä massaa
52	219	0-65	Musta vesittynyt massa, jossa seassa lehtiä
		65-100	Ruskea kiinteä aines + hiekkaa
53	146	0-106	Mustaa vesittynyttä massaa
		106-190	Hiekkaa + mustia raitoja epäsäännöllisin välein
54	46	0-41	Mustaa vesittynyttä massaa
		41-57	Ruskea kiinteä aines

Ha- vainto- paikka	Vesi- syv. (cm)	Sedi- mentin näy- tesyv. (cm)	Sedimentin ulkonäkö
55	246	0-35	Mustaa heikosti hajonnutta orgaanista ainesta, lehtiä, oksia
		35-53	Hiekkaa + puuta
		53-68	Ruskea savimainen massa, jossa seassa puuta
56	48	0-47	Mustaa vesittynyttä massaa
		47-75	Ruskea savimainen aines
57	62	0-34	Mustaa vesittynyttä massaa
		34-54	Ruskea savimainen aines
58	71	0-11	Mustaa vesittynyttä massaa
		11-39	Ruskea savimainen aines
59	84	0-19	Mustaa vesittynyttä massaa
		19-57	Tiivis ruskea/savimainen massa, seassa hiekkaa
60	146	0-37	Mustaa vesittynyttä massaa
		37-56	Savimainen massa
61	76	0-148	Mustaa vesittynyttä massaa
		148-188	Hiekka/savi eloperäinen seos
62	111	0-24	Mustaa vesittynyttä massaa
		24-47	Rusehtava savimainen aines
		41-47	Savea
63	71	0-16	Mustaa vesittynyttä massaa
		16-42	Ruskea kiinteä aines
64	64	0-25	Mustaa vesittynyttä massaa
		25-51	Savimainen massa
65	170	0-42	Mustaa vesittynyttä massaa
		42-78	Puhtaan oloista savea
66	92	0-18	Mustaa vesittynyttä massaa
		18-38	Savea
67	164	0-80	Mustaa vesittynyttä massaa
		29-33	Puhdasta savea
		80-100	Hiekkaa
68	63	0-33	Mustaa vesittynyttä massaa
		33-54	Ruskea kiinteä aines
69	166	0-40	Mustaa vesittynyttä massaa
		40-43	Savea
		43-90	Ruskea kiinteä aines
		90-100	Puuta
		100-200	Puu/hiekka/musta vesittynyt/ruskea massa kerrostumia
70	75	0-67	Mustaa vesittynyttä massaa, jossa seassa hiekkaa

Ha- vainto- paikka	Vesi- syv. (cm)	Sedi- mentin näy- tesyv. (cm)	Sedimentin ulkonäkö
71	175	0-48	Mustaa vesittynyttä massaa
		48-71	Hiekkaa + tummaa ainesta
72	193	0-75	Orgaanista hajoamatonta ainesta
		75-100	Mustaa vesittynyttä massaa
		100-138	Hiekkaa, jossa seassa hieman orgaanista ainesta
73	216		Ei näytettä, kivikko
74	56	0-48	Mustaa vesittynyttä massaa
		48-83	Hiekkaa + ruskeaa kiinteää ainesta
75	33	0-90	Mustaa vesittynyttä massaa
76	141	0-85	Mustaa vesittynyttä massaa
		85-100	Hiekkaa
77	218	0-18	Mustaa vesittynyttä massaa
		18-44	Ruskea kiinteä aines
		44-63	Savea
78	52	0-73	Mustaa vesittynyttä massaa
		73-94	Ruskea/harmaa massa
79	200	0-90	Mustaa vesittynyttä massaa
		90-93	Hiekkaa
80	37	0-45	Mustaa vesittynyttä massaa
		45-61	Ruskea kiinteä massa
81	39	0-55	Mustaa vesittynyttä massaa
		55-61	Ruskea kiinteä massa
82	58	0-54	Mustaa vesittynyttä massaa
		54-58	Rusehtavan harmaa massa
83	221	0-18	Mustaa vesittynyttä massaa
84	36	0-34	Mustaa vesittynyttä massaa
		34-38	Harmaa/rusehtava massa
85	181	0-46	Mustaa vesittynyttä massaa
86	71	0-17	Mustaa vesittynyttä massaa
		17-35	Savea
		33-41	Ruskea savimainen aines
87	82	0-31	Mustaa vesittynyttä massaa
		31-45	Savea

Ha- vainto- paikka	Vesi- syv. (cm)	Sedi- mentin näy- tesyv. (cm)	Sedimentin ulkonäkö
88	134	0-56	Mustaa vesittynyttä massaa
		56-72	Ruskeahko savimainen aines
89	77	0-85	Mustaa vesittynyttä massaa
		85-100	Ruskea vesittynyt massa + puuta
		100-111	Ruskea massa + puuta
90	155	0-37	Mustaa vesittynyttä massaa
		37-45	Musta kiinteä massa, sekä hiekkaa
91	38	0-52	Mustaa vesittynyttä massaa
		52-54	Harmaa + kiinteä musta massa
92	47	0-100	Mustaa vesittynyttä massaa
93	114	0-41	Mustaa vesittynyttä massaa
		41-100	Kiinteä mustan ruskea massa
		100-103	Kiinteä mustan ruskea massa sekä puuta
94	118	0-39	Mustaa vesittynyttä massaa
95	58	0-13	Mustaa vesittynyttä massaa
		13-23	Ruskea kiinteä aines
96	94	0-100	Mustaa vesittynyttä massaa, jossa loppua kohden hiekkaa seassa
97	195	0-17	Mustaa vesittynyttä massaa
		17-44	Ruskea kiinteä massa
		44-50	Rusehtava savimainen aines
98	83	0-30	Mustaa vesittynyttä massaa
		30-36	Rusehtava kiinteä massa, jossa seassa hiekkaa

Jukajoen suistoalueen Pengertien alapuolisten havaintopaikkojen 99-141 pohjasedimentin ulkonäkö kevättalvella 2017.

Ha- vainto- paikka	Vesi- syv. (cm)	Sedimen- tin näy- tesyv. (cm)	Sedimentin ulkonäkö
99	194	0-100	Mustaa vesittynyttä massaa
100	99	0-42	Mustaa vesittynyttä massaa
		42-67	Ruskea kiinteä massa
101	60	0-18	Mustaa vesittynyttä massaa
		18-27	Rusehtava kiinteä massa, jossa seassa hiekkaa
102	67	0-46	Mustaa vesittynyttä massaa
		46-62	Rusehtava savimainen massa
		62-72	Turvemaa
103	81	0-20	Mustaa vesittynyttä massaa
		20-27	Savea
104	191	0-37	Mustaa vesittynyttä massaa
		37-55	Ruskea kiinteä massa
105	92	0-38	Mustaa vesittynyttä massaa
		39-49	Ruskea kiinteä massa
106	76	0-10	Mustaa vesittynyttä massaa
		10-26	Savea
		26-37	Hiekkaista savea
107	244	0-70	Mustaa vesittynyttä massaa
		63-70	Harmahtavan mustaa vesittynyttä massaa
108	82	0-7	Mustaa vesittynyttä massaa
		7-29	Savea
109	58	0-30	Mustaa vesittynyttä massaa
		30-62	Savea
110	276	0-41	Mustaa vesittynyttä massaa
111	50	0-24	Mustaa vesittynyttä massaa
		24-49	Savea
112	104	0-30	Mustaa vesittynyttä massaa
113	245	0-54	Mustaa vesittynyttä massaa
		54-57	Hiekkaa
114	91	0-15	Mustaa vesittynyttä massaa
115	245	0-40	Mustaa vesittynyttä massaa
			Kivikkoinen luonnonuoma
116	61	0-16	Mustaa vesittynyttä massaa
		16-21	Hiekkaista savea
			Metaanin haju
117	101	0-40	Mustaa vesittynyttä massaa
		40-48	Savea
118	247	0-41	Mustaa vesittynyttä massaa
		41-58	Hiekkaista savea
119	71	0-29	Mustaa vesittynyttä massaa
			Kivikko

Ha- vainto- paikka	Vesi- syv. (cm)	Sedi- mentin näy- tesyv. (cm)	Sedimentin ulkonäkö
120	94	0-26	Mustaa vesittynyttä massaa
		26-28	Harmahtava massa
121	84	0-16	Mustaa vesittynyttä massaa
		16-20	Ruskea kiinteä aines
122	154	0-32	Mustaa vesittynyttä massaa
		32-40	Ruskea kiinteä aines
		40-42	Savea
123	105	0-21	Mustaa vesittynyttä massaa
		21-42	Ruskea kiinteä aines
124	102	0-41	Mustaa vesittynyttä massaa
		41-49	Ruskea kiinteä aines
125	214	0-19	Mustaa vesittynyttä massaa
		19-46	Ruskea kiinteä aines
126	97	0-21	Mustaa vesittynyttä massaa
		21-46	Ruskea savimainen aines
127	99	0-23	Mustaa vesittynyttä massaa
128	341		Ei näytettä, luonnonuoma
129	99	0-28	Tumman ruskea vesittynyt massa
130	133	0-1	Mustaa vesittynyttä massaa
		1-41	Ruskea kiinteä aines
131	83	0-19	Mustaa vesittynyttä massaa
		19-31	Ruskea kiinteä aines
132	199	0-24	Mustaa vesittynyttä massaa
		24-65	Ruskea kiinteä aines
133	140	0-15	Mustaa vesittynyttä massaa
		15-32	Ruskea kiinteä aines
134	366	0-23	Mustaa vesittynyttä massaa
135	371	0-42	Mustaa vesittynyttä massaa
		42-47	Hiekkaa
136	114	0-15	Mustaa vesittynyttä massaa
		15-28	Ruskea kiinteä aines
137	79	0-8	Mustaa vesittynyttä massaa
		8-12	Hiekkaa
138	261	0-10	Mustaa vesittynyttä massaa
		10-50	Hiekkaa
139	167	0-23	Mustaa vesittynyttä massaa
		23-54	Ruskea kiinteä aines
140	136	0-12	Mustaa vesittynyttä massaa
		12-42	Savea
141	127	0-19	Mustaa vesittynyttä massaa
		19-28	Ruskea kiinteä aines