

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Juha Hyvärinen

LIEKSAN VUONISJÄRVEN LIMNOLOGISET TUTKIMUKSET JA
ALUSTAVA KUNNOSTUSSUUNNITELMA

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2013
Ympäristötekniikan
koulutusohjelma

Sirkkalantie 12 A
80100 JOENSUU
(013) 260 6900

Tekijä
Juha Hyvärinen

Nimeke
Lieksan Vuonisjärven limnologiset tutkimukset ja alustava kunnostussuunnitelma

Toimeksiantaja
Vuonisjärven kyläyhdistys ry

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä kootaan yhteen Lieksan kunnassa Pohjois-Karjalassa sijaitsevan Vuonisjärven limnologisten tutkimusten tulokset sekä valuma-alueen tarkastelu. Tutkimustulosten mukaan Vuonisjärveen kohdistuu korkea ulkoinen ravinnekuormitus, joka tulee pääasiassa järveä ympäröiviltä alueilta maatalousalueilta. Vuonisjärvi on rehevöitynyt, ja se on sisäkuormitteisessa tilassa.

Vuoden 2012 aikana tehtyjen Vuonisjärven vedenlaatu- ja pohjasedimenttitutkimusten mukaan järvi on kokonaisfosforipitoisuuden perusteella eutrofinen, sen kevättalvinen happitilanne on heikko, ja pohjasedimentin tila on huono. Valuma-alueella peltoalueiden yläpuolisten metsä- ja suovaltaisten alueiden aiheuttama kuormitus on pientä.

Ulkoista kuormitusta voidaan vähentää vesiensuojeluteknisin rakentein. Ulkoisen kuormituksen merkittävät tulopaikat järveen on paikallistettu. Mahdollisten vesiensuojeluteknisten rakenteiden sijaintipaikat on kartoitettu maastossa, ja ne on merkitty erillisiin kartakuviin.

Ulkoisen kuormituksen vähentäminen järven kestävyttä vastaavalle tai pienemmälle tasolle muodostaa perustan järven tilan paranemiselle. Järven kalastorakenne tulisi selvittää verkkokoekalastuksin, ja arvioida sen perusteella tarve hoitokalastukselle. Virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseksi voidaan vesikasvillisuutta niittää sekä uimarantoja ruopata.

Kieli
suomi

Sivuja 44
Liitteet 2
Liitesivumäärä 2

Asiasanat
Lieksa, rehevöityminen, vesiensuojelu, vesistöjen kunnostus



THESIS
May 2013
Degree Programme in
Environmental Technology

Sirkkalantie 12 A
FI 80100 JOENSUU
FINLAND
+358 13 260 6900

Author
Juha Hyvärinen

Title
Limnological Studies and Preliminary Plans of Restoration of Lake Vuonisjärvi in Lieksa

Commissioned by
Vuonisjärven kyläyhdistys ry

Abstract

The purpose of this thesis is to report the results of the limnological studies conducted on and around Lake Vuonisjärvi. These studies consist of studies of water quality, the state of bottom sediment and the external load of nutrients. According to the results, the lake is suffering from eutrophication and there is practically no oxygen in the hypolimnion in winter times.

Observations on the catchment area of the lake were also taken place. The purpose of these observations was to pay attention to the land use and conditions of the ravines. Based on these observations, some potential places to construct structures, which are meant to reduce the amount of nutrients in the water, were mapped.

In the future, the goal is to reduce the current excessive input of nutrients below the mathematically calculated critical point that the lake cannot stand. There could also be some actions to be performed in the lake in order to ensure moderate or even good utilization possibilities of Lake Vuonisjärvi.

Language
Finnish

Pages 44
Appendices 2
Pages of Appendices 2

Keywords
Eutrophication, nutrient input, preservation of water resources

Nimiö

Tiivistelmä

Abstract

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Taustaa	6
1.2	Toimeksiantaja	6
2	Järvi- ja valuma-aluekunnostuksen perusteet	8
2.1	Suomen järvien kunnostustarve	8
2.2	Ulkoinen kuormitus ja sen vähentäminen	8
2.2.1	Huuhtouma ja ilmalaskeuma	8
2.2.2	Ulkaisen kuormituksen vähentäminen	9
3	Tutkimusmenetelmät ja aineisto	10
4	Vuonisjärvi ja sen valuma-alue	14
4.1	Vuonisjärvi ja sen nykytila	14
4.2	Järveen laskevat uomat	15
4.2.1	Uomat 1, 7 ja 8 (Määttälän ojat)	16
4.2.2	Uomat 9 ja 10 (Vinkaran ojat)	17
4.2.3	Uoma 2 (Luvehniemi)	18
4.2.4	Uoma 4 (Saunapuro)	20
4.2.5	Uoma 3 (Pitkälahdenpuro)	24
5	Tutkimustulokset ja niiden tarkastelu	29
5.1	Järven vedenlaatu	29
5.2	Järveen tulevat vedet ja niiden aiheuttama kuormitus	31
5.2.1	Järveen tulevien vesien määrä	31
5.2.2	Järveen tulevien vesien laatu	33
5.2.3	Kuormitus Vuonisjärveen	36
5.3	Pohjasedimentin laatu ja määrä	40
5.4	Pohjaeläimistö	41
6	Toimenpiteitä Vuonisjärven tilan parantamiseksi	43
6.1	Vuonisjärveen tuleva ulkoinen kuormitus on saatava kuriin	43
6.2	Mahdollisia toimenpiteitä järviolueella	43
	Lähteet	44

Liitteet

- Liite 1. Vuonisjärven silmämääräiset pohjasedimenttihakinnat sekä hape-
tus-pelkistysasteen mittaustulokset
- Liite 2. Vuonisjärven yläpuolisten Majalammen ja Verkkojärven silmämää-
räiset pohjasedimenttihakinnat.

Kuvat ja taulukot

- Kuva 1. Vuonisjärven sijoittuminen Pielisen itäpuolella Pohjois-Karjalassa
- Kuva 2. Vuonisjärven järvihavaintopaikat sekä järveen laskevien uomien vedenlaatuhavaintopaikat
- Kuva 3. Kartta alueen avovesistä, virtausuomista ja soista
- Kuva 4. Vuonisjärveen laskevat joki- puro ja ojauomat
- Kuva 5. Näkymä Vinkaran ojien kohdalta
- Kuva 6. Vuonisjärven pohjoisosa
- Kuva 7. Näkymä Luvehniemen rannassa
- Kuva 8. Näkymä Saunapuron yläjuoksulla
- Kuva 9. Vuonisjärven kaakkoisosa
- Kuva 10. Saunapuron yläjuoksu
- Kuva 11. Pitkälahden alajuoksun uomaa
- Kuva 12. Pitkälahdenpuron alajuoksu
- Kuva 13. Pitkälahdenpuron yläjuoksu
- Kuva 14. Turvekairalla nostettu pohjasedimenttinäyte

Taulukko 1. Havaintopaikkojen nimet, koodit ja koordinaatit

Taulukko 2. Vuonisjärven syvänehavaintopaikan vedenlaatu maaliskuussa 2012.

Taulukko 3. Vuonisjärven syvänehavaintopaikan vedenlaatu kesäkuussa 2012.

Taulukko 4. Vuonisjärven syvänehavaintopaikan vedenlaatu syyskuussa 2012

Taulukko 5. Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat ja valumat pinta-alayksikköä kohti keväällä 2012

Taulukko 6. Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat ja valumat pinta-alayksikköä kohti syksyllä 2012

Taulukko 7. Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat sekä kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen ja kiintoaineen pitoisuudet keväällä 2012

Taulukko 8. Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat sekä kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen, ammoniumtypen, nitraatti- ja nitriittityypen sekä kiintoaineen pitoisuudet syksyllä 2012

Taulukko 9. Kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen sekä kiintoaineen virtaamapainotetut keskipitoisuudet järveen laskevissa uomissa vuonna 2012

Taulukko 10. Kokonaisfosforin kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012

Taulukko 11. Fosfaattifosforin kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012

Taulukko 12. Kokonaistypen kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012

Taulukko 13. Kiintoaineen kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012

Taulukko 14. Vuonisjärven pohjasedimentin laboratorioanalyysin tulokset

Taulukko 15. Vuonisjärven pohjaeläimistön yhteenvetotaulukko

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Tässä työssä kootaan yhteen Lieksan Vuonisjärvellä ja sen valuma-alueella vuoden 2012 aikana tehdyt tutkimukset ja niiden tulokset. Vuonisjärven nykytilan arvioinnissa on käytetty mittareina veden laatua, pohjasedimentin tilaa sekä valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen määrää. Tutkimustulosten perusteella laaditaan järven ja sen valuma-alueen alustava kunnostussuunnitelma toimenpide-ehdotuksineen. Tavoitteina ovat sekä vesistön ekologisen tilan että ympäristön virkistyskäyttöarvon parantaminen.



Kuva 1. Vuonisjärven (musta suorakulmio) sijoittuminen Pielisen itäpuolella Pohjois-Karjalassa. Pohjakartta: yleiskarttarasteri, Paikkatietoikkuna 4/2013 © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.

1.2 Toimeksiantaja

Tämän työn toimeksiantaja on Vuonisjärven kyläyhdistys ry. Kyläläiset, joita kyläyhdistys edustaa, ovat olleet huolestuneita kotijärvensä heikentyneestä tilasta kesäisine sinileväesiintymisineen ja talvisine kalakuolemineen. He halusivat selvittää, mitä on tehtävissä järven tilan parantamiseksi, ja tähän tarvittiin

kylän ulkopuolista asiantuntijatahoa. Yhteistyökumppaniksi valittiin Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu (nyk. Karelia-ammattikorkeakoulu).

2 Järvi- ja valuma-aluekunnostuksen perusteet

2.1 Suomen järvien kunnostustarve

Ihminen on vaikuttanut Suomen järviin muutaman viime vuosisadan aikana las-kemalla niiden pintoja. Tämä yhdistettynä järviemme pieneen vesitilavuuteen ja ulkoisen kuormituksen kasvuun ovat omiaan altistamaan järviä veden laadun ja ekologisen tilan heikentymiselle. (Lehtoranta 2005.) Ulkoinen kuormitus maasamme juontaa juurensa karja- ja viljelytalouden alkamiseen sekä myöhemmin metsä- ja suo-ojituksiin. Oma lukunsa on teollisuuden ja yhdyskuntien aiheut-tama pistekuormitus, joka on vaikuttanut erityisesti joihinkin asutuskeskusten vierellä sijaitseviin vesistöihin.

Maamme suuret järvet ovat pääosin hyvässä tai jopa erinomaisessa kunnossa, kun teollisuuden ja yhdyskuntien jätevesikuormitusta on saatu vähennettyä. Näiden pistekuormittajien parannettua puhdistustehokkuuttaan on katseita alet-tu suunnata järvien valuma-alueiden hajakuormitukseen. Juuri hajakuormitus yhdistettynä järven sisäiseen kuormitukseen on pienten järvien yleinen ongelma aiheuttaen mm. kesäisiä sinileväkukintoja. Ensisijaisesti tulisi puuttua valuma-alueelta tulevaan ulkoiseen kuormitukseen, minkä jälkeen järven tilan kohentu-mista voidaan edesauttaa itse järvessä tehtävillä kunnostustoimilla. (Lehtoranta 2005.)

2.2 Ulkoinen kuormitus ja sen vähentäminen

2.2.1 Huuhtouma ja ilmalaskeuma

Valuma-alueelta tuleva kuormitus voidaan jakaa luonnonhuuhtoumaan ja ihmis-toiminnan synnyttämään kuormitukseen. Luonnonhuuhtoumasta on saatu tietoa tutkimalla luonnontilaisia valuma-alueita, joissa kuormitus muodostuu kokonaan tai lähes kokonaan luonnonhuuhtoumasta ja ilmalaskeumasta (Mattila 2005). Kun järven valuma-alueella on ihmistoimintaa, kuten maa- ja metsätaloutta,

kasvaa huuhtouma pääsääntöisesti verrattuna luonnontilaiseen alueeseen. Tätä huuhtouman kasvua kutsutaan hajakuormitukseksi, kun kuormituslähteet ovat ”hajallaan” esimerkiksi metsä- ja pelto-ojien muodossa, tai pistekuormitukseksi, kun kyseessä on iso yksittäinen päästölähde, kuten yhdyskunnan jätevedenpuhdistamo tai teollisuuslaitos. Haja-asutusalueilla ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus tulee luonnonhuuhtouman kanssa samoja reittejä pitkin, eli vesien mukana.

Ihmisen aiheuttama kuormitus juontaa juurensa maankäytön muutoksiin, eli esimerkiksi soiden ja metsien ojituksiin sekä peltojen raivaukseen. Metsien käsittelyssä tyypillistä on, että kuormitusmäärät vähenevät kasvillisuuden kasvaessa noin viiden - kymmenen vuoden kuluessa lähelle luonnontilaisia määriä. Toimenpiteet, joissa maanpintaa rikotaan tai pintamaata sitovaa kasvillisuutta poistetaan, altistavat maan veden aiheuttamalle eroosiolle. Lisäksi, kun kasvillisuus poistetaan, se ei enää ole sitomassa vedessä olevia ravinteita. Veden mukana lähtevät liikkeelle erityisesti hienojakoiset maa-ainekset ja näihin sitoutuneet ravinteet. Mitä kaltevammat pinnanmuodot, sitä herkempää maa on eroosiolle. (Mattila 2005)

2.2.2 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Lähtökohtana järvien kunnostuksessa on, että järven ulkoinen kuormitus on saatava vähennettyä ns. turvalliselle tasolle, jonka järvi voi ottaa vastaan ilman, että lisärehevoitymistä tapahtuu. Tämä turvallinen taso voidaan määrittää matemaattisella kaavalla. Sisäisestä kuormituksesta kärsivän järven kohdalla pelkkä ulkoisen kuormituksen vähentäminen ei välttämättä riitä, vaan valuma-alueella tehtävien kunnostusten lisäksi on myös itse järvestä tehtävä kunnostus- ja hoitotoimia.

Ulkoisen kuormituksen vähentämisessä pyritään ensinnäkin estämään ravinteiden ja kiintoaineen joutuminen ojiin ja puroihin sekä toiseksi poistamaan niitä vedestä ennen purkautumistaan järveen. Siihen, miten paljon eri aineita veteen tulee, vaikuttaa moni seikka, kuten maaperän kaltevuus, kasvipeitteisyys sekä ravinteiden määrä maassa.

3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Perustiedot Vuonisjärvestä, mm. tiedot Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen ja sen edeltäjien suorittamista vesinäytteenotoista ja niiden tuloksista, on kerätty Suomen ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta. Perustiedot järvestä ja sen valuma-alueesta, mm. järveen laskevien uomien lukumäärä ja sijainnit, on toteutettu peruskarttatarkastelulla. Järven valuma-alueen rajan määrittämisessä on avustanut biologi Tiina Käki Pohjois-Karjalan ELY-keskuksesta.

Havaintoaineistot, joihin tämä työ täysin perustuu, on kerätty vuonna 2012 tehtyjen maasto- ja järvikäyntien aikana. Aineistojen keruusta ovat vastanneet Juha Hyvärinen ja opettaja Tarmo Tossavainen. Työvoimana ovat lisäksi toimineet Karelia-ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutusohjelman opiskelijat.

Järvellä tehdyt tutkimukset jakautuivat talvella jään päältä tehtäviin tutkimuksiin sekä avovesikaudella veneestä tehtäviin tutkimuksiin. Maaliskuussa 2012 tutkittiin järven veden happi- ja ravinnepitoisuuksia noutamalla vesinäytteet järven syvänehavaintopaikasta. Vesinäytteet noudettiin samasta paikasta myös avovesikaudella kesäkuussa ja syyskuussa. Näytteet analysoitiin Suomen ympäristökeskuksen laboratoriossa Joensuussa. Työhypoteesi oli, että järven alusveden kevättalvinen happitilanne on niin heikko, että pohjasedimenttiin sitoutunut fosfori ei pysy siellä, vaan vapautuu veteen. Tällöin järvi olisi siis sisäkuormitteisessa tilassa. Tutkimuksella tämä hypoteesi joko vahvistettaisiin tai kumottaisiin.

Maaliskuun aikana tehtiin myös järven pohjasedimenttitutkimus. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää pohjasedimentin laatu ja määrä. Keskeisiä tutkimuskysymyksiä olivat ensinnäkin, onko eri puolilla järveä havaittavissa eroa hienojakoisen orgaanisen aineksen muodostaman kerroksen paksuudessa, ja toiseksi, mikä on pohjasedimentin hapetus-pelkistysaste. Kenttätutkimuksessa käytettiin jatkettavaa rautaista ns. suokairaa, joka uppoaa hyvin pehmeään ainekseen ja sulkee sisäänsä yhden metrin mittaisen pystysuoran sedimenttinäytteen.

Näytesarjoissa mentiin niin syväälle, kuin kaira saatiin uppoamaan. Näytteistä kirjattiin silmämääräiset havainnot sedimentin koostumuksesta ja ulkonäöstä, sekä mitattiin erilaisten kerrostumien paksuudet.

Pohjasedimentin pinnasta määritettiin sen hapetus-pelkistysaste. Tämä on yleisesti käytetty analyysi, joka kertoo, minkälainen eläimistö ja kalasto alueella voi menestyä. Hapetus-pelkistysasteen määrittämiseksi otettiin Limnos-mallisella viipaloivalla pohjasedimenttinäytteenottolaitteella näytteet. Mittaukset tehtiin WTW3210 -kenttämittarilla. Lisäksi talletettiin edustavat näytteet tarkkoja laboratoriotutkimuksia varten. Nämä analyysit teetettiin Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen laboratoriossa Tampereella.

Valuma-alueella tehdyt tutkimukset sisälsivät järveen laskevien uomien kartoituksen, vedenlaadun selvityksen sekä maankäytön tarkastelun uomien läheisyydessä. Alkutyö tehtiin karttataarkastelun muodossa, minkä jälkeen uomat paikannettiin maastossa sekä varmennettiin pääuomien todellinen reitti kartoissa olevien mahdollisten virheiden ja puutteiden varalta. Kevätylivirtaamajakson 2012 aikana määritettiin uomien virtaamat virtaamamittaria eli siivikkoa hyväksi käyttäen sekä otettiin vesinäytteet ravinnepitoisuuksien selvittämiseksi. Veden ravinnepitoisuus- ja valuntatiedot ovat välttämättömiä järveen tulevan ulkoisen kuormituksen laskemiseksi.

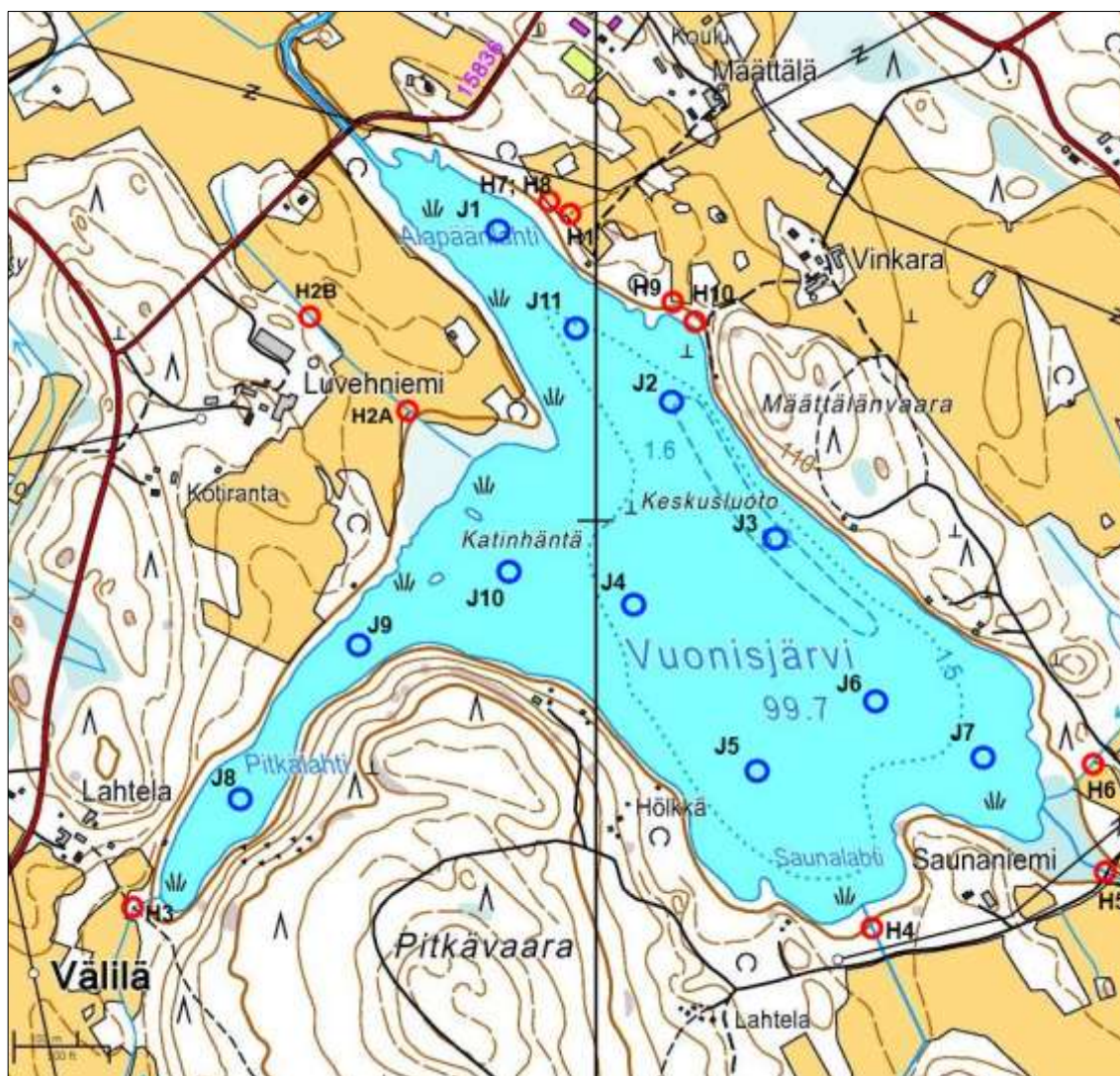
Näytteenotto- ja havaintopisteiden koordinaatit määritettiin ja tallennettiin maastossa Garmin GPSmap 60 Cx -paikantimella. Paikanmäärittämisen virhe tällaisella kuluttajan paikannuslaitteella on noin 5 - 10 metriä tasossa. Koordinaattipisteiden hallintaan käytettiin Garmin MapSource -paikkatieto-ohjelmaa. Kaikki tässä raportissa ilmoitettavat koordinaatit ovat ETRS-TM35FIN-koordinaatiston tasokoordinaatteja. Maanmittauslaitos otti ne käyttöön vuonna 2010 vanhan kartastokoordinaattijärjestelmän seuraajana (Maanmittauslaitos 2010).

Taulukko 1. Vuonisjärven järvihavaintopaikkojen (J_n) sekä järveen laskevien uomien (H_n) vesinäytteenottopaikkojen nimet ja koordinaatit ETRS-TM35FIN -tasokoordinaatistossa. Yksittäiseen havaintopaikkaan viitattaessa käytetään tässä raportissa nimen sijasta sen koodia. Paikkojen sijainnit kartalla näkyvät kuvassa kaksi.

havaintopaikan koodi	havaintopaikan nimi	sijainti	
		E	N
J1	-	655812	7005463
J2	-	656095	7005196
J3	-	656298	7004990
J4	-	656140	7004869
J5	-	656208	7004657
J6	-	656467	7004716
J7	-	656617	7004615
J8	-	655430	7004561
J9	-	655612	7004791
J10	-	655881	7004928
J11	-	655950	7005333
H1	Määttälän eteläinen pelto-oja	655949	7005495
H2A	Luvehniemenoja	655699	7005184
H2B	Luvehniemenoja (syksy 2012)	655531	7005342
H3	Pitkälahdenpuro	655247	7004359
H4	Saunapuro	656480	7004286
H5	Verkkojoki	656835	7004428
H6	Muikkulanoja	656820	7004603
H7	Määttälän keskinen pelto-oja	655936	7005518
H8	Määttälän pohjoinen pelto-oja	655925	7005535
H9	Vinkaran läntinen pelto-oja	656142	7005368
H10	Vinkaran itäinen pelto-oja	656171	7005326
H11	Pitkälahdenpuron yläjuoksu	656114	7002872

Uomien varret tutkittiin maastossa sinne suunniteltavia vesiensuojeluteknisiä rakenteita silmälläpitäen. Tutkimukseen sisältyi silmämääräinen tarkastelu, jossa havainnoitiin oja- tai purouoman kaltevuutta, kivisyyttä ja maalajia sekä välittömän lähiympäristön luonnontilaisuutta. Silmämääräisen tarkastelun tueksi otettiin valokuvia. Lisäksi tärkeimmissä kohteissa tehtiin perusteellisemmat tutki-

mukset vaaitsemalla kosteikon tai pintavalutuskentän kannalta oleellisten maastonpisteiden korkeuseroja. Apuna oli myös Pohjois-Karjalan ammattiopiston maanmittausalan opiskelijoita opettajansa Seppo Myllerin johdolla määrittämässä suunniteltavien vesiensuojeluteknisten rakenteiden alueita. Alustavat kohdesuunnitelmat on koottu opiskelijatyönä yhteen. Tässä työssä esitetään niiden keskeinen sisältö, joka toimii pohjana kohteiden tarkemmalle rakennussuunnittelulle.



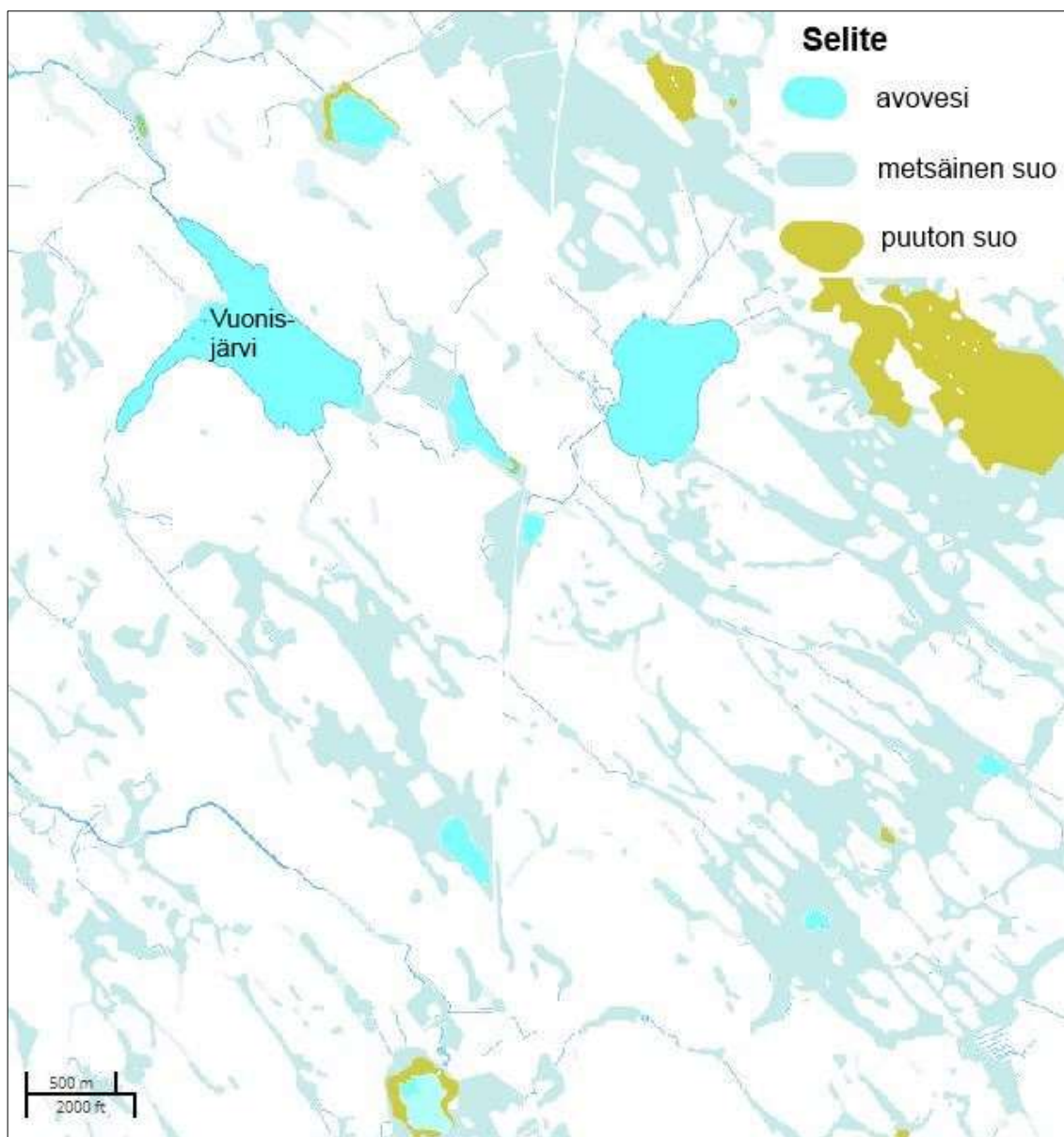
Kuva 2. Vuonisjärven järvihavaintopaikat (J_n) sekä järveen laskevien uomien vedenlaatuhavaintopaikat (H_n). Pohjakartta: peruskarttarasteri, Paikatietoikkuna 3/2013 © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.

4 Vuonisjärvi ja sen valuma-alue

4.1 Vuonisjärvi ja sen nykytila

Tarkasteltava järvi on Pielisen Vuonislahden itäpuolella Lieksan kunnassa sijaitseva Vuonisjärvi. Se kuuluu Pielisen lähivaluma-alueeseen ja siten Vuoksen vesistöön. Yläpuolista valuma-aluetta järvellä on 25 km². Järvi luokitellaan järvi-en tyypittelyssä pieneksi ja matalaksi runsashumukseksi järveksi, jolla on pinta-alaa noin 65 hehtaaria. Järvi on matala keskisyvyyden ollessa vain 1,5 metriä ja suurimmankin syvyyden ollessa vain 5,3 metriä. Järven keskivedenpinnan korkeustaso merenpinnasta N60-järjestelmässä on 99,7 metriä. Järven laskujokea Ruunapuroa on perattu vedenpinnan laskemiseksi. Järven purkupisteessä on nykyisin pohjapato. (Hertta 2012)

Mataluuden ja valuma-alueen maaperän ravinteikkuuden perusteella järvi on luonnostaakin mesotrofinen eli lievästi rehevöitynyt ja on altis lisärehevöitymiselle. Rehevöityminen puolestaan altistaa järven happikadolle tai vähintäänkin happivajeelle. Sen sijaan järvellä ei ole happamoitumisongelmaa. Mitä järven ja sen valuma-alueen kunnostustoimissa voidaan parhaimmillaan tavoitella, on että järven vedenlaatu vastaisi alueen luonnonolosuhteiden mukaisen luonnon-tilaisen Vuonisjärven vedenlaatua.



Kuva 3. Karttakuva, johon on merkitty alueen järvet, lammet, joet, purot ojat sekä suot. Aluetta luonnehtivat kivennäismaakankaat sekä vaarat, joiden välissä sijaitsee pieniä järviä sekä soita ja soistuneita metsämaita. Pohjakartta: maastotietokannan elementit "vesi" ja "suot", Paikkatietoikkuna 4/2013 © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.

4.2 Järveen laskevat uomat

Valuma-aluearkastelussa kartoitettiin yhteensä kymmenen Vuonisjärveen laskevaa puro- tai ojauomaa (kuva). Yhteistyössä maanomistajien kanssa on tarkasteltu uomiin mahdollisesti soveltuvia vesiensuojeluteknisiä rakenteita. Rakenteiden suunnittelussa keskeisiä lähtökohtia ovat niiden kyky vähentää jär-

veen päätyvää ravinnekuormaa riittävän tehokkaasti sekä se, että ne sopivat ympäristöönsä aiheuttamatta haittaa maa- ja metsätaloudelle.



Kuva 4. Vuonisjärven laskevat joki- puro ja ojuomat. Pohjakartta: peruskartta-rasteri, Paikkatietoikkuna 3/2013 © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.

4.2.1 Uomat 1, 7 ja 8 (Määttälän ojat)

Ojat 1, 7 sekä 8 muodostavat osakokonaisuuden järven koillisrannalla, sillä ne sijaitsevat hyvin lähekkäin. Ojat laskevat yhdensuuntaisesti loivasti viettävällä rinteellä kohti järveä. Maanomistaja Olavi Lampenin mukaan uoma 7 on tämän kokonaisuuden pääuoma, joskin kevään 2012 virtaamamittauksissa uomassa 8 oli selvästi suurin virtaama. Uomaan 7 johdetaan tällä hetkellä Määttälän talon jätevedet, ja uomaan 8 Vuonisjärven koulun esikäsitellyt jätevedet. Jatkossa jätevesikuormasta päästään eroon, kun alueelle valmistuu viemärointi. Pellon ja järven välissä on kovapohjainen maakaistale, johon loivan viettävyyden johdosta sopisi hyvin pintavalutuskenttä. Ojiin voidaan tehdä padot, joilla vedet ohjataan valumaan pitkin maata niin, että ravinteita ja kiintoainetta pidättyy maahan ja kasvillisuuteen.

4.2.2 Uomat 9 ja 10 (Vinkaran ojat)

Ojat 9 ja 10 muodostavat kahden ojan kokonaisuuden järven länsirannalla (kuva 5). Ojan 9 alapäähän järven pinnan tasolle on tehty pieni allasmainen rakenne, joka kasvaa tällä hetkellä korkeista ravinnepitoisuuksista kertovaa pikkulimaskaa. Tämän kosteikkoaltaan laajentaminen voisi parantaa ravinteiden pidättyvyyttä. Ojassa 10 on kaivettuna hieman järven pinnan yläpuolelle pieni kosteikkoallas, josta vesi virtaa ylivuotona järveen. Tämä kosteikko on hyvä alku, mutta lienee liian pieni. Sen toimintaa voitaisiin tehostaa laajentamalla kosteikkoa ylävirtaan päin. Toinen kosteikkoallas voitaisiin rakentaa nykyisen yläpuolelle niin, että veden pinta siinä tulisi hieman korkeammalle kuin nykyisessä. Lisäksi vielä alemmasta altaasta tukittaisiin nykyinen virtaus ja ohjattaisiin vedet pintavaluntana järveen.



Kuva 5. Näkymä Vinkaran ojien kohdalta. Ojaan yhdeksän on jo aiemmin kaivettu pientä lietekuopan tapaista rakennetta, mikä kertoo positiivisesta suhtautumisesta vesiensuojeluun. (Kuva: Juha Hyvärinen.)



Kuva 6. Vuonisjärven pohjoisosaa. Järveen laskevat tarkastellut uomat sekä mahdolliset kunnostuskohteet on merkitty. Pohjakartta: maastotietokannan elementit "vesi", "rakennukset", "liikenneverkko", "pellot", "suot" ja "korkeuskäyrät", Paikkatietoikkuna 4/2013 © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.

4.2.3 Uoma 2 (Luvehniemi)

Oja 2 on Luvehniemen karjatilalta lähtevä oja. Vuonna 2012 on tehty Luvehniemen tilan kohdalla sijaitsevalla paikallisella vedenjakajalla veden virtaus suunnan muutos niin, että osa vesistä ohjautuu pois Vuonisjärvestä kohti Ruunapuroa. Täten Vuonisjärveen virtaavaa vesimäärää on saatu vähennettyä. Edelleen kuitenkin ojaan tulee vettä, jotka purkautuvat Vuonisjärveen. Näin käy erityisesti sateisina aikoina. Vanhaisäntä Matti Turusen mukaan vesistön pilaantumisen riskin muodostaa erityisesti tuorerehun teon ja käsittelyn yhteydessä syntyvät ravinnepitoiset vedet sateisena aikana. Riskin pienentämiseksi aiotaan Turusen mukaan tehdä parannuksia. Tilalla on luovuttu syyskynnöstä ja siirrytty suorakylvöön, mikä on hyvä asia ravinnehuuhtoumien pienentämisen kannalta.

Järvenlaskujen jäljiltä jääneestä vesijättömaasta on Luvehniemen kohdalla muodostunut koivua kasvavaa rantaluhtaa, jonka läpi oja 2 virtaa. Läheisyydessä on myös hakamaita, jotka ovat nykypäivänä maatalouden perinneympäristöjä. Luhdan kohdalle on maanomistaja jo tehnyt ojaan kosteikonomaista laajennusta. Tässä kohdassa maasto sallisi tehtävän pitkäomaisen kosteikon, jonka alkupää voisi esimerkiksi olla syvä ja keski- ja loppuosa matala pää. Syvään päähän laskeutuvaa kiintoaineista ruopattaisiin aika ajoin pois osana kosteikon kunnossapitoa. Tästä kosteikosta tulisi sen verran laaja, että se voisi houkutella vesilintujakin.



Kuva 7. Näkymä Luvehniemen rannassa. Luvehniemen pellot ulottuvat aivan matalan sekä järven veden pinnankorkeuden vaihteluille alttiin ranta-alueen tuntumaan saakka. (Kuva: Juha Hyvärinen.)

Kuten jo edellä mainittu, ojan 2 yläpäähän tulevat vedet on käännetty virtaamaan pohjoiseen pois Vuonisjärvestä, mutta tämä ei estä vesiensuojelun parantamista myös näiden vesien osalta, sillä vedet virtaavat Vuonisjärvestä laskevaan Ruunapurtoon ja edelleen Pieliseen. Välittömästi tilan alapuolella on alue, johon voisi sijoittaa pienehkön kosteikon tilalta tulevien ravinnepitoisten valumavesien puhdistamiseksi. Turusen mukaan ojan nykyistä vedenpintaa on mahdollista nostaa aiheuttamatta haittaa pelloille.

4.2.4 Uoma 4 (Saunapuro)

Saunapuro tuo vesiä Vuonisjärven valuma-alueen lounaisosista (kuva 8). Se on suurimmaksi osaksi perattu uoma; lähinnä Vuonisjärven eteläpuolisten peltojen yläpuolelta alkava noin 0,4 km:n mittainen osuus on luonnontilaisen kaltaista mutkittelevaa ja kapeaa uomaa. Tälle osuudelle sijoittuu myös aukkohakkuu-alue, jonka yläpuolelta alkaa voimakkaasti perattu kaivettu osuus. Ennen Melaniemen ja Saunakankaan välistä suo-osuutta hakkuuaukon yläpuolella on mahdollinen purokunnostuskohde paikassa, jossa uomassa on pienellä matkalla koskimaista osuutta. Tämän yläpuolella maaston viettävyys ja samalla virtaus tasaantuu. Uoma on kaivettu yhä syvemmäksi suo-osuudelle tultaessa. Suolla pääuomaan liittyy useita pieniä, eriasteisesti umpeen kasvaneita ojia, joista osassa virtaa jonkin verran vettä. Tuoreita perkausjälkiä ei ole näkyvissä. Tällaisten umpeenkasvaneiden ojien aiheuttama vesistökuormitus on yleensä pieni.

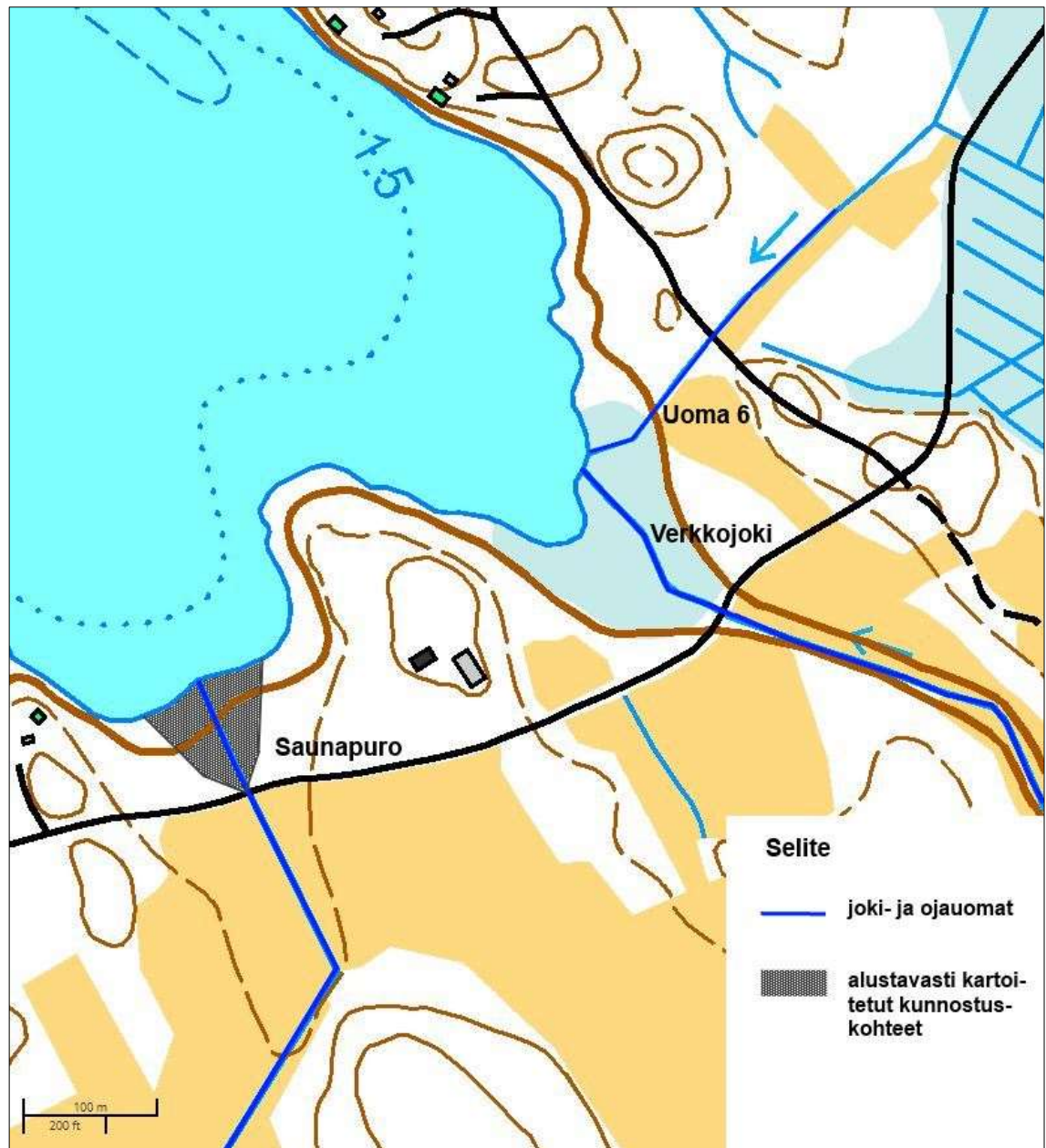


Kuva 8. Näkymä Saunapuron yläjuoksulla. Saunapuron tämä osuus on perattu suoraksi. Mahdollinen purokunnostuskohde pohjapatoineen. (Kuva: Juha Hyvärinen).

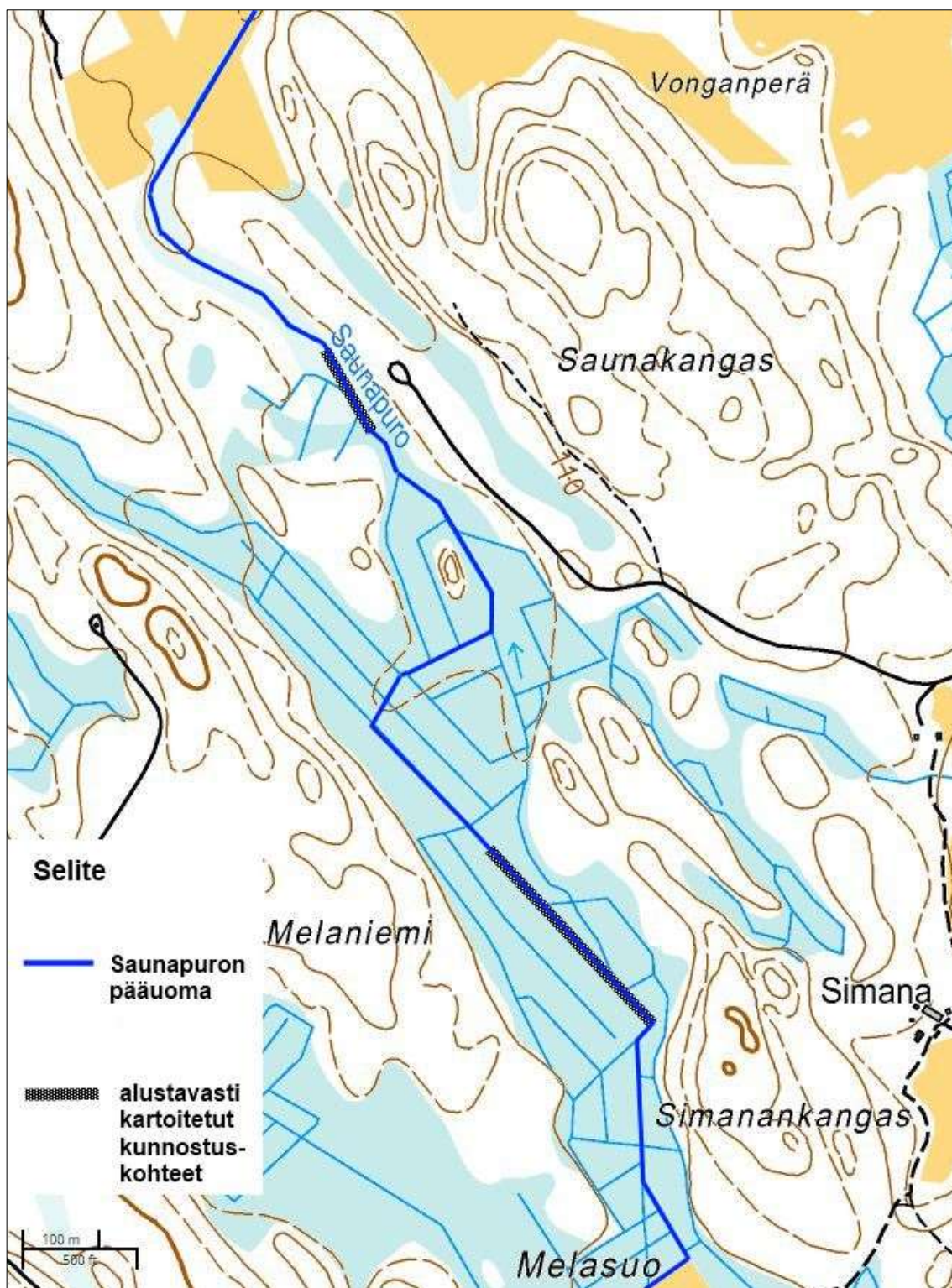
Melaniemen ja Simanankankaan välisellä osuudella on myös mahdollinen purokunnostuskohde, jossa ojan penkoilla olevia perkauskiviä voidaan käyttää pohjapatojen ja suisteiden rakentamisessa. Kunnostuskohteesta hieman ylävirtaan päin on näkyvissä myös vanha luontainen purouoma, joka kuitenkin on jäänyt niin ylös, ettei sitä voida kunnostuksessa hyödyntää. Samalla alueella on myös nähtävissä lietekuoppia joissakin pääuomaan laskevissa ojissa.

Melasuon kupeessa olevan pellon kohdalla pääuoma kulkee pellon luoteis- ja lounaisreunoja pitkin. Pellon ja Melalammen välinen suo-osuus on ojitettu. Nykyinen peruskartta tämän alueen osalta ei ole ajantasainen. Saunapuron pääuoman voidaan katsoa alkavan Melalammesta, jonka alapuolella on pieni pätkä luonnontilaisen kaltaista mutkittavaa uomaa.

Merkittävin suositeltava vesiensuojelutekninen rakenne Saunapuroon olisi Välijoen tilustien ja Vuonisjärven väliin sijoittuva kosteikko. Alue on järven laskujen jäljiltä syntynyttä vesijättömaata, joka kasvaa nykyisin koivua. Maa viettää loivasti, mikä sopii hyvin kosteikolle. Yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on verraten iso, $2,3 \text{ km}^2$, josta johtuen myös keskivirtaama on iso. Kosteikko tarvitsee paljon pinta-alaa ja on suunniteltava niin, että viipymä saadaan tarpeeksi pitkäksi.



Kuva 9. Vuonisjärven kaakkoisosa. Vuonisjärven kaakkoisosaan laskevat Saunapuro, Verkkojoki ja uoma 6 (Muikkulanoja). Verkkojoki on virtaamallaan ylivoimaisesti suurin Vuonisjärveen laskeva uoma. Suuren virtaaman vuoksi ei liene mahdollista rakentaa kosteikkoa, jonka viipymä olisi tarpeeksi suuri. Sen sijaan Saunapuron kohdalla sekä virtaama että maasto voisivat mahdollistaa kosteikon rakentamisen. Pohjakartta: maastotietokannan elementit "vesi", "rakennukset", "liikenneverkko", "pellot", "suot" ja "korkeuskäyrät", Paikkatietoikkuna 4/2013 © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.



Kuva 10. Saunapuron yläjuoksu sekä sen varrelle alustavasti kartoitetut kunnostuskohteet. Pohjakartta: peruskarttarasteri, Paikkatietoikkuna 3/2013 © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.

4.2.5 Uoma 3 (Pitkälahdenpuro)

Pitkälahden päähän laskeva Pitkälahdenpuro kulkee alaosiltaan ensimmäiset 1,8 km läpi maanviljelysalueiden (kuva 11). Kevään 2012 vedenlaatututkimusten mukaan Pitkälahdenpuron veden ravinnepitoisuudet olivat ojan alapäässä paljon korkeammat kuin vertailupisteessä peltoalueen yläpuolella. Tätä peltoalueen kohdalla veteen tulevaa ravinnelisäystä vähentämään voidaan ojan alaosiin rakentaa vesiensuojeluteknisiä rakenteita.

Alimmaisiksi eli alimpien peltojen ja järven väliin jäävälle vesijättömaa-alueelle on mahdollista rakentaa kosteikko. Kosteikkoa ei ehkä ole mahdollista tehdä niin isoksi kuin yläpuolisen valuma-alueen pinta-alan perusteella olisi tarpeen. Seuraavana ylävirran suunnalla ensimmäisten peltolohkojen yläpuolella pienen metsäsaarekkeen kohdalla, jossa ojauomassa on jonkin verran pudotusta, on mahdollinen purokunnostuskohde. Tähän tulisi kivisiä pohjapatoja ja suisteita. Metsäsaareke näyttää olevan vanhaa laidunmaata, ja olisi siten suositeltavaa säilyttää se maatalouden perinneympäristönä.

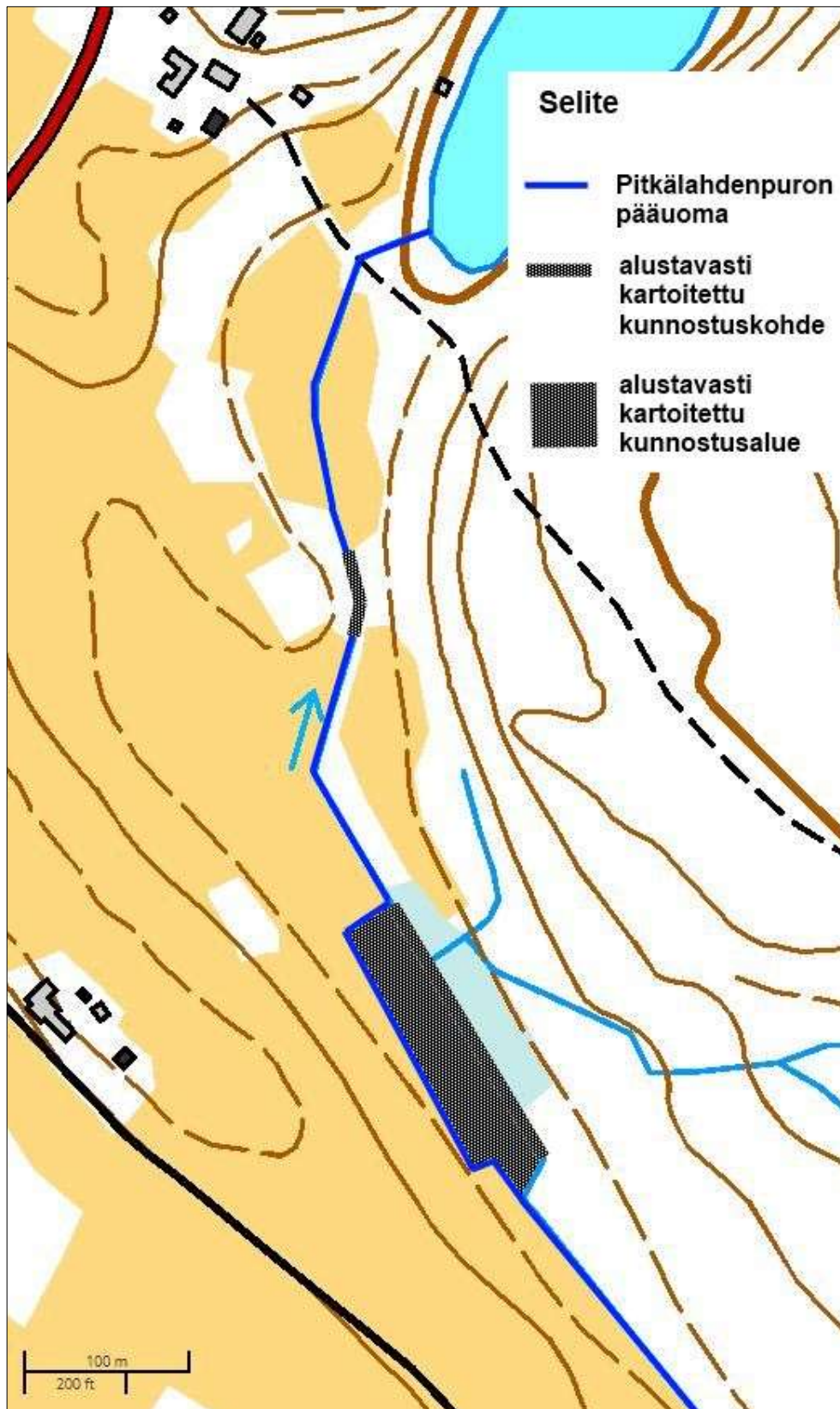
Seuraava kohde yläpuolella on ojassa nykyisin oleva kanavamainen laajennus, jonka leveys on noin neljä metriä. Tämä toimii tälläkin hetkellä jo jossain määrin kosteikkoaltaana hidastaen veden virtausta ja mahdollistaen vesikasvillisuuden muodostumisen. Kohdetta voisi kunnostaa leventämällä allasta sekä ruoppaamalla allasta soveltuvilta osin. Altaan alkupäästä tulisi kosteikon syvä pää.

Seuraava yläpuolinen kohde sijaitsee alueella, joka nykyisessä peruskartassa on merkitty soistuneeksi alueeksi. Maastotarkastelun perusteella alue on entistä pelto- tai laidunmaata, jossa on lukuisia kuoppia. Voidaan päätellä, että kuoppista on joskus kaivettu maa-ainesta johonkin tarkoitukseen. Alueen kohdalla ojan pääuoma on lounainen, pellon laidassa kulkeva uoma. Toinen uoma kulkee soistuneen maa-alueen keskivaiheilla maaston alavimmassa kohdassa pääuoman koillispuolella, ja on nykyisin sammaloitunut. Kohteella harkinnanarvoinen toimenpide voisi olla vanhojen kuoppien hyödyntäminen siten, että ojavedet ohjataan ketjussa kuopasta toiseen joko kuoppien välisiä avo-ojia tai rumpuputkia pitkin. Tällöin syntyisi kosteikkoketju. Kuoppien korkeussuhteet tulee määrit-

tää niiden toiminnan varmistamiseksi. Tarvittaessa niiden korkeutta ja syvyyttä muokataan koneellisesti. Toinen, kevyempi vaihtoehto olisi, että noin puolet vesistä ohjattaisiin koilliseen uomaan, mikä vähentäisi isojen virtaamien aiheuttamaa eroosiota.



Kuva 11. Pitkälahdenpuron alajuoksun uomaa. Vesi oli keväällä 2012 ruskean sameaa runsaasta kiintoainemäärästä johtuen. (Kuva: Juha Hyvärinen.)



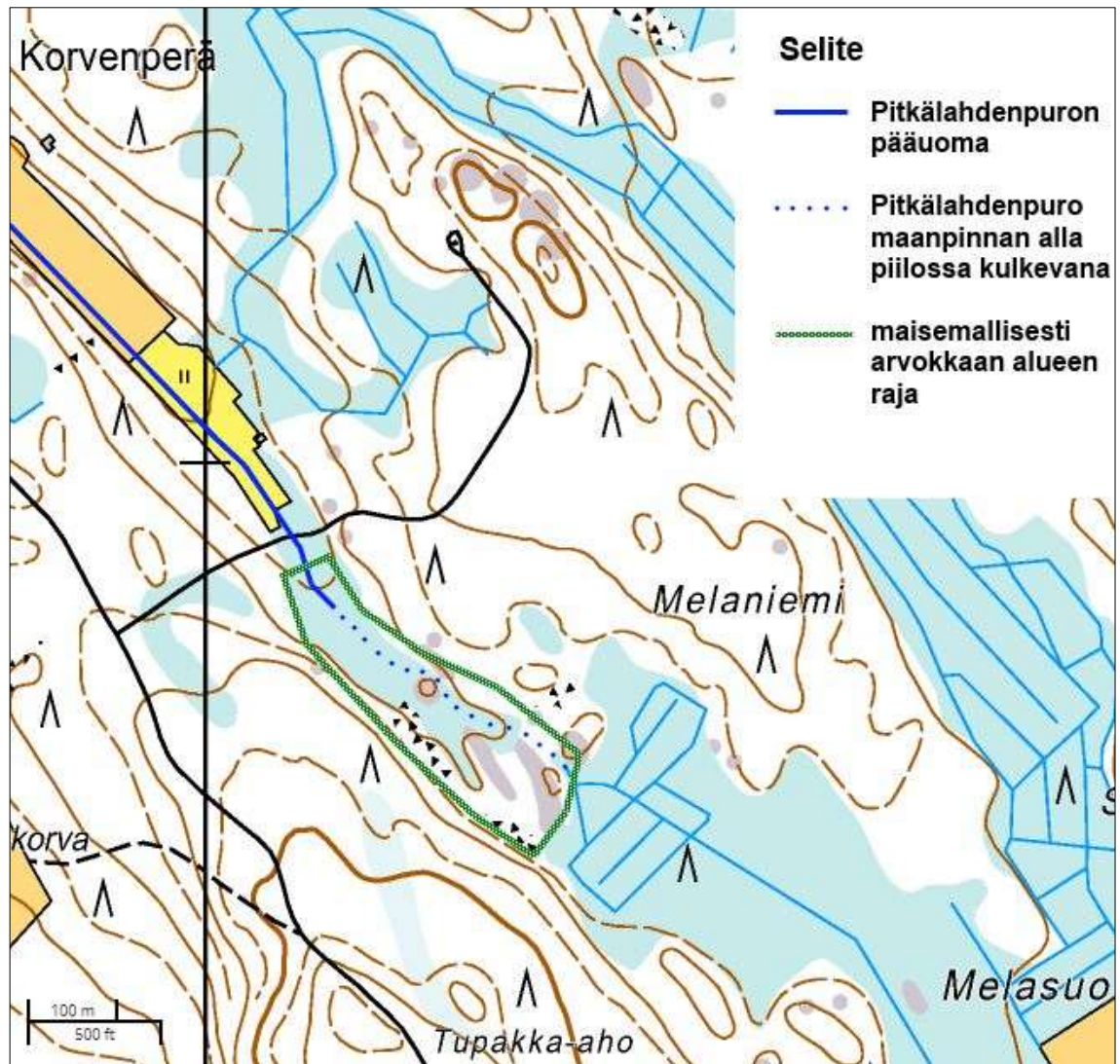
Kuva 12. Pitkälahdenpuron alajuoksu. Alajuoksun varrelle suunniteltujen veiensuojeluteknisten rakenteiden tarkoituksena on vähentää Vuonisjärveen joutuvaa ravinnekuormaa. Pohjakartta: maastotietokannan elementit "vesi", "rakennukset", "liikenneverkko", "pellot", "suot" ja "korkeuskäyrät", Paikkatietoikkuna 3/2013 © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.

Kuoppa-alueen jälkeen oja kulkee suorana uomana aktiivikäytössä olevan peltoalueen keskellä aina peltoalueen yläpäähän saakka. Tällä alueelle ei ole suunniteltu vesiensuojeluteknisiä rakenteita. Peltoalueen yläpuolista aluetta kutsutaan nimellä Pitkälahdenpuron yläjuoksu.

Pitkälahdenpuron yläjuoksu peltojen yläpuolella on metsäistä valuma-alueita. Kevään 2012 vesinäytteen perusteella tältä latva-alueelta tulevat vedet edustavat ravinnetasoiltaan tyypillisiä metsäisten valuma-alueiden vesiä.

Peltojen yläpuolella näytepaikasta 11 alkaen n. 20 metriä ylöspäin on mahdollinen purokunnostuskohde, jossa perattua purouomaa voi kunnostaa rakentamalla perkuukivistä puroon suisteita ja kynnyksiä. Kunnostettava alue päättyy kohtaan, jossa puro umpeutuu sammalikon ja kivikon alla kulkevaksi piilopuroksi. Soistunut metsäalue Melaniemen ja Tupakkakankaan välissä on myös kivikkoinen, mikä on selvästi vaikeuttanut ojan kaivamista. Vesi kulkee nyt sammalpeitteen alla kivien välissä ja alla, mikä tekee alueesta tältä osin vähintäänkin luonnontilaisen kaltaisen. Sen vuoksi alue merkittiin maastotarkastelussa maisemallisesti ja ekologisesti arvokkaaksi alueeksi.

Suoalueen katkaisee kallioselänne, jonka kaakkoispuolella alkaa hieman korkeammalla sijaitseva Melasuo. Täältä on suo-ojitus kaivettu johtamaan vedet kohti Pitkälahdenpuroa. Oja kuitenkin päättyy kivikkoiseen maastoon antaen veden hakea luontainen reitti kohti Pitkälahdenpuroa. Täten suoalue toimii isona luontaisena pintavalutuskenttänä, eikä mitään rakennustoimia tarvita.



Kuva 13. Pitkälahdenpuron yläjuoksu. Puro kulkee louhikkoisessa maastossa sammal- ja jäkäläpeitteisen kivikon uumenissa. Kahden kangasmet-säalueen (Melaniemi ja Tupakka-aho) välissä sijaitsevaa kosteaa, soistunutta metsämaastoa voidaan raivaamattomuutensa johdosta pitää maisemallisesti ja myös ekologisesti arvokkaana alueena. Poh-jakartta: peruskarttarasteri, Paikkatietoikkuna 4/2013 © Maanmittaus-laitos. Kohdetiedot: Juha Hyvärinen.

5 Tutkimustulokset ja niiden tarkastelu

5.1 Järven vedenlaatu

Vuonisjärvellä sijaitsee valtion ympäristöhallinnon seurantojen näytteenotto- paikkapaikka, josta on olemassa vedenlaatutietoja 1960-luvulta saakka. Tästä samasta paikasta (J3), joka on myös Vuonisjärven syvin kohta, otettiin vesinäyt- teet kolme kertaa vuoden 2012 aikana (taulukot 2–4). Paikka on vesinäyt- teenoton kannalta Vuonisjärven edustavin, koska se sijaitsee järven ainoassa syvänteessä sekä keskivaiheilla järveä kaukana järveen saapuvista tulovirtaa- mista.

Näytteenottoajankohdat olivat kevättalvi (18.3.), alkukesä (18.6.) sekä syksy (20.9.). Ensimmäinen ajankohta edustaa järven talvikerrostuneisuuden loppu- vaihetta, jolloin järven alusveden happipitoisuus on tavallisesti alhaisimmillaan. Toinen ajankohta edustaa kesän kerrostuneisuutta, jolloin päällysvesi on alus- vettä lämpimämpää. Keväisen täyskierron jäljiltä järven happitilanne on päässyt kevättalvesta parantumaan, mutta on kuitenkin heikko. Kolmas eli syksyn näyt- teenottoajankohta kertoo tilanteen alkusyksystä, jolloin veden lämpötila on las- kenut kesän lukemista, ja matalassa järvessä vesimassa on tuulten avustamina päässyt sekoittumaan pinnasta pohjaan saakka. Täten vesi on jokseenkin tasa- laatuista kaikissa näytesyvyyksissä.

Taulukko 2. Vuonisjärven syvänehavaintopaikan (J3) vedenlaatu 18.3.2012 (Tossavainen 2013)

Vuonisjärven vedenlaatu 18.3.2012				
mitattu suure / näytesyvyys (m)	1,0	2,0	3,0	4,2
kokonaistyyppi ($\mu\text{g}/\text{l}$)	1200	1100	1300	1600
kokonaisfosfori ($\mu\text{g}/\text{l}$)	30	31	53	66
happi (mg/l)	0,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2
hapen kyllästysaste (%)	4	< 2	< 2	< 2
lämpötila ($^{\circ}\text{C}$)	2,5	3,9	3,9	4,1

Taulukko 3. Vuonisjärven syvänehavaintopaikan (J3) vedenlaatu 18.6.2012
(Tossavainen 2013)

Vuonisjärven vedenlaatu 18.6.2012				
mitattu suure / näytesyvyys (m)	1,0	2,0	3,0	4,0
kokonaistyyppi ($\mu\text{g}/\text{l}$)	920	920	870	960
kokonaisfosfori ($\mu\text{g}/\text{l}$)	54	55	64	57
happi (mg/l)	6,6	6,2	1,1	< 0,2
hapen kyllästysaste (%)	72	67		
lämpötila ($^{\circ}\text{C}$)	19,7	19,6	16,4	13,6

Taulukko 4. Vuonisjärven syvänehavaintopaikan vedenlaatu 20.9.2012 (Tossavainen 2013)

Vuonisjärven vedenlaatu 20.9.2012			
mitattu suure / näytesyvyys (m)	1,0	3,0	4,2
kokonaistyyppi ($\mu\text{g}/\text{l}$)	980	990	920
kokonaisfosfori ($\mu\text{g}/\text{l}$)	50	49	48
happi (mg/l)	-	8,5	8,3
lämpötila ($^{\circ}\text{C}$)	13,1	13,1	13,1

Vuoden 2012 vesinäytetulosten mukaan Vuonisjärvi on veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella selvästi eutrofinen eli rehevöitynyt. Vesinäytteistä analysoidujen kokonaisfosforipitoisuuksien vaihteluväli oli 30 - 66 $\mu\text{g}/\text{l}$, mikä vastaa eutrofisten järvien tasoa (ks. Eloranta 2005).

Järven happitilanne oli myös heikko, mikä oli odotettavissa. Kevättalvella syvänehavaintopaikan koko vesikerros oli käytännössä katsoen hapetonta. Järven alusvesi oli sitä myös kesäkuussa. Syksyllä kun vesimassa oli päässyt sekoittumaan, oli hapekasta vettä päässyt myös pohjalle.

5.2 Järveen tulevat vedet ja niiden aiheuttama kuormitus

5.2.1 Järveen tulevien vesien määrä

Vuonisjärveen tuleva hetkellinen virtaama määritettiin kaksi kertaa vuoden 2012 aikana eli kevät- ja syysylivirtaamajaksojen aikaan. Tulovirtaama mihin tahansa järveen muuttuu jatkuvasti vuodenajan ja säätilan mukaan. Järven valuma-alueen koko, maankäyttömuodot sekä järvisyysaste vaikuttavat siihen, kuinka nopeasti virtaamatilanteet muuttuvat. Vuonisjärven kaltaisen melko latvoilla olevan järven virtaamatilanteet muuttuvat melko nopeasti vuodenajan ja sään mukaan. Vuonisjärveen tulevan veden määrän ja laadun määrittämisen ajankohdat sijoitettiin kevääseen, jolloin sulamisvesien ansiosta virtaamat ovat korkeimmillaan sekä toisaalta syksyyn, jolloin syyssateiden ja pienen haihdunnan johdosta on ajallinen virtaamahuippu meneillään. Näin saadaan edustavasti määritettyä huippuvirtaamat ja toisaalta huippukuormitus, sillä mitä enemmän vettä virtaa, sitä enemmän sen mukaan voi myös lähteä erilaisia aineita, mm. ravinteita.

Kaksi havaintosarjaa vuodessa ei anna edustavaa kuvaa järveen päätyvän veden, ja sen mukana kulkevien aineiden, määrästä. Niinpä vuodessa tulevan vesimäärän laskemiseksi käytetään valtakunnallista pitkän aikavälin keskivaluntatietoa, tai vaihtoehtoisesti Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmästä saatavaa vuosikohtaista keskivalunta-arvoa. Keskivalunta-arvo kertoo, kuinka monta litraa sekunnissa vettä keskimäärin tulee pintavaluntana yhden neliökilometrin kokoiselta alueelta. Tämä arvo tasoittaa vuodenaikojen väliset vaihtelut valumissa, ja kolmenkymmenen vuoden keskiarvo hyvin myös vuosien väliset vaihtelut.

Vuosien 1961 - 1990 keskivalunta-arvo on $10,2 (l/s) \times (1/km^2)$, litraa sekunnissa neliökilometriä kohti (Tossavainen 2013). Vuoden 2012 vastaava arvo on $15,85 (l/s) \times (1/km^2)$ (Linjama 2012). Vuosi 2012 on siis ollut kolmenkymmenen vuoden vertailujaksoa sateisempi. Kuormituslaskelmien lopputulos eroaa merkittävästi, jos käytetään vuosien 1961 - 1990 keskiarvon sijasta vuoden 2012 arvoa. Jälkimmäinen arvo antanee kuitenkin edustavan käsityksen siitä, millainen oli valuma- ja kuormitustilanne vuonna 2012.

Kevään ja syksyn 2012 virtaamahavainnoista (taulukot 5 ja 6) nähdään, että selvästi vuolain Vuonisjärveen laskevista uomista on Verkkojoki (H5), jonka yläpuolinen valuma-alue on myös kaikkein suurin. Isohko virtaama on myös Saunapurossa (H4) sekä Pitkälahdenpurossa (H3). Edellä mainitun kolmen uoman virtaamat laskettuna yhteen muodostivat 96 % kaikista järveen tulevista vesistä keväällä 2012. Ne keräävät vetensä kaukaa metsäisiltä alueilta; muut uomat verrattain pieniltä aloilta, jotka ovat suurimmaksi osaksi peltoa.

Taulukko 5. Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat ja valumat pinta-alayksikköä kohti keväällä 2012. 7.5.2012 (Tossavainen 2013)

Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat ja valumat			
havaintopaikka	virtaama (l/s)	yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala (km ²)	virtaama pinta-alayksikköä kohti ((l/s) * (1/km ²))
H1	1	0,021	52,4
H2	5	0,094	56,4
H3	200	1,93	103,3
H4	140	2,33	59,2
H5	550	26,87	20,4
H6	7	0,13	53,1
H7	0,5	0,011	45,5
H8	11	0,073	148,0
H9	4	0,031	129,0
H10	4	0,046	89,1
yhteensä	~ 920		

Taulukko 6. Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat ja valumat pinta-alayksikköä kohti syksyllä 2012. 26.9.2012 (Tossavainen 2013)

Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat ja valumat			
havaintopaikka	virtaama <i>l/s</i>	yläpuolisen valuma- alueen pinta-ala	virtaama pinta- alaysikköä kohti
H1	-	0,021	-
H2	1	0,094	9,6
H3	21	1,93	10,9
H4	30	2,33	12,8
H5	390	26,87	14,7
H6	1	0,13	7,7
H7	-	0,011	-
H8	-	0,073	-
H9	-	0,031	-
H10	-	0,046	-

5.2.2 Järveen tulevien vesien laatu

Vuonisjärveen laskevien uomien vedenlaatu tutkittiin keväällä 2012. Näytepaikoista otetuista vesinäytteistä tutkittiin kokonais- ja fosfaattifosforipitoisuudet sekä kokonaistyppe- ja kiintoainepitoisuudet. Lisäksi määritettiin virtaamat aikayksikköä kohti. Virtaama- ja pitoisuustiedoista on johdettu järveen päätyvät ainekuormat.

Taulukoissa 7 ja 8 esitetään Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat sekä kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen ja kiintoaineen pitoisuudet keväällä ja syksyllä 2012. Merkittävän korkeat ainepitoisuudet on kirjoitettu punaisella ja luonnollisen tasoiset pitoisuudet taas vihreällä.

Silmiinpistävästä huomiona voidaan nostaa esiin Luvehniemenojan (H2) suuret ravinne- ja kiintoainepitoisuudet. Vaikka tämän ojan virtaama ei iso olekaan, aiheuttavat mitatut pitoisuudet kuitenkin merkittävän kuormituksen. Niin ikään pelloilta tulevien Määttälän oja 7 sekä Vinkaran ojien 9 ja 10 ravinnepitoisuudet

olivat korkeita. Sitä vastoin tutkimuksen vertailupaikan, eli Pitkälahdenpuron metsäisen yläjuoksun, pitoisuudet olivat luonnontilaisen kaltaiselle valuma-alueelle tyyppisiä. Tällainen vertailupaikka rakennetun ympäristön sekä viljely- maiden yläpuolella on hyvä olla olemassa, jotta saadaan luonnontilaisesta maastosta tulevan veden laatu vertailuarvoksi.

Taulukko 7. Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat sekä kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen ja kiintoaineen pitoisuudet keväällä 2012 (Tossavainen 2013)

Järveen laskevien uomien virtaamat ja keskeiset ainepitoisuudet					
havainto- paikka	virtaama <i>l/s</i>	kokonais- fosfori ($\mu\text{g/l}$)	fosfaatti- fosfori ($\mu\text{g/l}$)	kokonais- typpi ($\mu\text{g/l}$)	kiintoaine (mg/l)
H1	1	120	45	1700	29
H2	5	3100	2200	22000	87
H3	200	120	61	2000	77
H4	140	44	18	930	9
H5	550	41	7	1100	4
H6	7	65	23	930	16
H7	0,5	460	390	7000	28
H8	11	97	39	2000	14
H9	4	310	89	5600	69
H10	4	190	130	3500	46
H11	44	20	6	4480	4

Taulukko 8. Vuonisjärveen laskevien uomien virtaamat sekä kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen, ammoniumtypen, nitraatti- ja nitriittitypen sekä kiintoaineen pitoisuudet syksyllä 2012 (Tossavainen 2013)

Järveen laskevien uomien virtaamat ja keskeiset ainepitoisuudet							
havaintopaikka	virtaama l/s	kokonaisfosfori ($\mu\text{g}/\text{l}$)	fosfaattifosfori ($\mu\text{g}/\text{l}$)	kokonaistyyppi ($\mu\text{g}/\text{l}$)	ammonium- typpi ($\mu\text{g}/\text{l}$)	nitraatti- ja nitriittityppi ($\mu\text{g}/\text{l}$)	kiintoaine (mg/l)
H1	-	-	-	-	-	-	-
H2	1	500	480	5900	3000	540	24
H3	21	62	29	1100	4	180	3
H4	30	64	10	830	6	62	3
H5	390	24	21	920	6	31	3
H6	1	67	22	1200	3	<6	3
H7	-	-	-	-	-	-	-
H8	-	-	-	-	-	-	-
H9	-	-	-	-	-	-	-
H10	-	-	-	-	-	-	-
H11	22	16	4	660	<5	<5	<1

Taulukko 9. Kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen sekä kiintoaineen virtaamapainotetut keskipitoisuudet järveen laskevissa uomissa vuonna 2012 (Tossavainen 2013)

Virtaamapainotetut pitoisuudet järveen laskevissa uomissa				
havain- topaikka	virtaama- painotettu kokonais- fosforin keskipitoi- suus ($\mu\text{g}/\text{l}$)	virtaama- painotettu fosfaattifos- forin keski- pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{l}$)	virtaama- painotettu kokonaisty- pen keski- pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{l}$)	virtaama- painotettu kiintoaineen pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{l}$)
H1	120	45	1 700	29
H2	2 723	1 950	19 663	78
H3	114	58	1 914	70
H4	46	17	912	8
H5	34	13	1 025	3
H6	65	23	964	14
H7	460	390	7 000	28
H8	97	39	2 000	14
H9	310	89	5 600	69
H10	190	130	3 500	46
H11	19	5	539	3

5.2.3 Kuormitus Vuonisjärveen

Tämän alaluvun keskeisin tehtävä on selvittää, kuinka iso ulkoinen kuormituksen Vuonisjärveen kohdistuu. Taulukoissa 10–13 esitetyt kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen sekä kiintoaineen kuormat ovat laskennallisia perustuen vuoden 2012 ylivartaamajaksojen ainepitoisuuksiin sekä laskennallisiin vuosikeskivirtaamiin.

Taulukko 10. Kokonaisfosforin kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012 (Tossavainen 2013)

Kokonaisfosforin kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012					
havaintopaikka	virtaama-painotettu kokonaisfosforin keskipitoisuus ($\mu\text{g/l}$)	vuosikeski-virtaama 2012 (l/s)	kokonaisfosforin vuosikuorma (kg)	kokonaisfosforin vuosikuorma pinta-alayksikköä kohti (kg/km^2)	osuus vuosikuormasta (%)
1	120	0,3	1	60	0
2	2 723	1,5	128	1 361	17
3	114	30,6	110	57	14
4	46	36,9	53	23	7
5	34	425,9	455	17	59
6	65	2,1	4,2	33	0,6
7	460	0,2	2,5	230	0,3
8	97	1,2	3,5	48	0,5
9	310	0,5	4,8	155	0,6
10	190	0,7	4,4	95	0,6
yhteensä		500	~ 770 (kg)		100

Taulukko 11. Fosfaattifosforin kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012 (Tossavainen 2013)

Fosfaattifosforin kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012					
havaintopaikka	virtaama-painotettu fosfaattifosforin keskipitoisuus ($\mu\text{g/l}$)	vuosikeski-virtaama 2012 (l/s)	fosfaattifosforin vuosikuorma (kg)	fosfaattifosforin vuosikuorma pinta-alayksikköä kohti (kg/km^2)	osuus vuosikuormasta (%)
1	45	0,3	0,5	22	0,1
2	1 950	1,5	92	975	26,2
3	58	31	56	29	16,0
4	17	37	19	8	5,5
5	13	426	173	6	49,4
6	23	2,1	1,5	11	0,4
7	390	0,2	2,1	195	0,6
8	39	1,2	1,4	19	0,4
9	89	0,5	1,4	44	0,4
10	130	0,7	3,0	65	0,9
yhteensä		500	~ 350 (kg)		100

Taulukko 12. Kokonaistypen kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012 (Tossavainen 2013)

Kokonaistypikuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012					
havaintopaikka	virtaama-painotettu kokonaistypen keskipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{l}$)	vuosikeski-virtaama 2012 (l/s)	kokonaistypen vuosikuorma (kg)	kokonaistypen vuosikuorma pinta-alayksikköä kohti (kg/km^2)	osuus vuosikuormasta (%)
1	1 700	0.3	18	850	0,1
2	19 663	1.5	924	9 828	5,1
3	1 914	31	1 847	957	10
4	912	37	1 062	456	5,9
5	1 025	426	13 762	512	77
6	964	2.1	63	482	0,3
7	7 000	0.2	38	3 499	0,2
8	2 000	1.2	73	1 000	0,4
9	5 600	0.5	87	2 799	0,5
10	3 500	0.7	80	1 749	0,4
yhteensä		500	~ 18 000 (kg)		100

Taulukko 13. Kiintoaineen kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012 (Tossavainen 2013)

Kiintoaineen kuormitus Vuonisjärveen vuonna 2012					
havaintopaikka	virtaama-painotettu kiintoaineen keskipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{l}$)	vuosikeski-virtaama 2012 (l/s)	kiintoaineen vuosikuorma (kg)	kiintoaineen vuosikuorma pinta-alayksikköä kohti (kg/km^2)	osuus vuosikuormasta (%)
1	29	0,3	0,3	14	0,2
2	78	1,5	3,7	39	2,8
3	70	31	67	35,0	52
4	8	37	8,9	3,8	6,9
5	3	426	45	1,7	35
6	14	2,1	0,9	7,2	0,7
7	28	0,2	0,2	14,0	0,1
8	14	1,2	0,5	7,0	0,4
9	69	0,5	1,1	34,5	0,8
10	46	0,7	1,1	23,0	0,8
yhteensä		500	~ 130 (kg)		100

Laskelmien mukaan Vuonisjärveen kohdistuva kokonaisfosforin kuorma vuonna 2012 oli noin 770 kg, fosfaattifosforin noin 350 kg, kokonaistypen 18 000 kg ja kiintoaineen kuorma 130 kg. Näitä kaikkia lukuja voidaan pitää korkeina luonnonhuuhtoumaan verrattuna (Tossavainen 2013).

Havaitaan, että kokonaisfosforin kuormituksesta 90 % tulee kolmesta uomasta, jotka ovat Luvehniemenoja, Pitkälahdenpuro ja Verkkojoki. Verkkojoki tuo järveen selvästi suurimman kuorman; onhan sen kattaman valuma-alueen pinta-alakin selvästi suurin sisältäen myös alavia viljelysmaita. Fosfaattifosforin osalta edellä mainittujen kolmen uoman kuormituksen yhteisosuus on vielä vähän suurempi, eli 91,6 %.

Luvehniemenojan suuret ominaiskuormitusluvut, eli kuormat pinta-alayksikköä kohti, kiinnittävät taulukoissa huomiota. Luku on suurin Vuonisjärveen laskevista uomista niin kokonaisfosforin, fosfaattifosforin, kokonaistypen kuin kiintoaineenkin osalta. Näiden vesien johtaminen pois päin Vuonisjärvestä ratkaisee ongelman siltä osin, mitä tulee tavoitteeseen vähentää järveen kohdistuvaa ulkoista kuormitusta, mutta toisaalta siirtää ongelman vain muualle, eli tässä tapauksessa Ruunapuroon ja sitä kautta kohti Pielistä. Niinpä toimenpiteet vesistökuormituksen syntymisen ehkäisemiseksi ovat perusteltuja riippumatta siitä, mihin ilmansuuntaan vedet johdetaan.

5.3 Pohjasedimentin laatu ja määrä

Vuonisjärven pohjasedimenttitutkimukset tehtiin maaliskuun 2012 puolivälissä. Näytteenottoverkosto sijoitettiin tasaisesti eri puolille järveä (kuva 9). Havaittiin, että Vuonisjärven pohjaan on kertynyt vaihtelevan paksuinen kerros hienojakoista vesipitoista lietettä. Tämän kerroksen paksuuden vaihteluväli oli 0,5 - 3,5 m. Sen alapuolella vastaan alkoi tulla savensekaista ainesta ja lopulta puhdasta savea. Useissa paikoissa savikerros alkoi vähitellen vaihettua, mutta paikoin oli havaittavissa myös erittäin selkeä raja. Pohjasedimenttinäytteiden kuvaukset esitetään liitteessä 1. Vertailun vuoksi pohjasedimenttinäytteet otettiin myös Vuonisjärven yläpuolisista Majalammesta ja Verkkojärvestä (liite 2).



Kuva 14. Turvekairalla nostettu pohjasedimenttinäyte. Tarpeeksi syvälle mentäessä hopeanharmaa savikerros tulee vastaan. (Kuva: Juha Hyvärinen.)

Pohjasedimenttinäytteet laboratorioanalyysia varten otettiin havaintopaikasta J4. Paikka sijaitsee järven keskiosissa kaukana tulovirtaamista. Tässä kohdassa pehmeän ja hienojakoisen vesipitoisen aineskerroksen paksuus edustaa jär-

ven havaintopaikkojen keskitasoa (n. 1,2 metriä). Analyysitulokset esitetään taulukossa 3.

Taulukko 14. Vuonisjärven havaintopaikan J4:n pohjasedimentin laboratorioanalyysin tulokset. (Tossavainen 2013.)

Vuonisjärven pohjasedimentin laboratorioanalyysin tulokset					
Havaintopaikka J4:näytekerros	Vesipitoisuus (%)	Orgaanisen aineksen pitoisuus (%)	Mineraaliaineuksen pitoisuus (%)	Kokonaisfosforin määrä (g/kg kuivaainetta)	Kokonais-typen määrä (g/kg kuivaainetta)
0 - 6 cm	83,9	3,1	13,0	1,4	6,0
6 - 40 cm	80,3	2,9	16,8	1,2	4,3
40 - 70 cm	80,2	2,7	17,1	2,1	3,6
90 - 110 cm	61,1	1,8	37,1	1,0	1,2
120 - 130 cm	44,3	1,2	54,5	0,7	< 0,5

Tuloksista taulukossa kuusi nähdään, että ylimmät sedimenttikerrokset ovat vetisimpiä, niiden orgaanisen aineksen pitoisuus on suurin ja mineraaliaineuksen pitoisuus pienin. Näissä kerroksissa myös fosforin ja typen määrät ovat isoimpia. Havaintopaikka J4:n kohdalla pohjasedimentin pinnasta lukien 1,2 metrin syvyydessä ruskean värinen aines loppuu, ja hopeanharmaa savikerros alkaa. Tässä kohtaa aineksen vesipitoisuus laskee alle viidenkymmenen prosentin ja mineraaliainesta on tällöin valtaosa aineksesta.

5.4 Pohjaeläimistö

Järvessä tavatut pohjaeläinlajit ja niiden runsaussuhteet kertovat järviökosysteemin tilasta. Voidaan todeta, että pohjaeläinhavainnot tukevat käsitystä Vuonisjärven tilasta, kun järven veden sekä pohjasedimentin laatu tiedetään. Taulukossa seitsemän esitetään järvessä talvella 2012 tehdyn pohjaeläintutkimusten tulokset.

Taulukko 15. Vuonisjärven pohjaeläinhavaintojen yhteenvetotaulukko (Tossavainen 2013)

Vuonisjärven pohjaeläimet maaliskuussa 2012				
tieteellinen nimi	suomenkielinen nimi	esiintyvyyksiheys keskimäärin	osuus kaikista	trofiataso, jota yleisimmin ilmentää
<i>Chironomidae</i>	surviaissääski	2009	81,4	eutrofia
<i>Tanypodinae</i>	surviaissääski	118	4,8	eutrofia
<i>Asellus aquaticus</i>	vesisiira	25	1,0	mesotrofia
<i>Anodonta cygnea</i>	järvisimpukka	3	0,1	hyvä tila
<i>Acari spp.</i>	vesipunkki	28	1,1	
<i>Pontoporeia affinis</i>	valkokatka	34	1,4	
<i>Pontoporeia affinis</i>	katka	25	1,0	
<i>Ephemeroptera</i>	päivänkorento	22	0,9	oligotrofia
<i>Odonata</i>	sudenkorento	25	1,0	oligotrofia
<i>Oligochaeta</i>	harvasukasmato	65	2,6	eutrofia
<i>Planorbis spp.</i>	kiekkokotilo	22	0,9	(mesotrofia)
<i>Tipulidae</i>	vaaksiainen	3	0,1	eutrofia
<i>Ceratopogonidae</i>	polttiainen	90	3,7	(eutrofia)
Yhteensä		2469	100,0	

6 Toimenpiteitä Vuonisjärven tilan parantamiseksi

6.1 Vuonisjärveen tuleva ulkoinen kuormitus on saatava kuriin

Edellä luvussa viisi esitettyjen tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että Lieksan Vuonisjärvi on korkeiden ravinnepitoisuuksien ja heikon happitilanteen vuoksi kunnostustoimia tarvitsevassa tilassa. Kuten luvussa kaksi on todettu, ensimmäinen askel rehevöityneen järven tilan parantamiseksi on saada järveen tuleva ulkoinen kuormitus kuriin. Ilmalaskeuma sekä valuma-alueelta lähtöisin oleva luonnonhuuhtouma ovat asioita, joihin ei voida vaikuttaa. Sen sijaan tarkastelemisen arvoista on, kuinka voimme vähentää ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutumista veteen, sekä toisaalta, miten voisimme poistaa veteen jo huuhtoutuneita aineita. Ulkoisen kuormituksen alentaminen järven kestokykyä vastaavalle siedettävälle tasolle luo pohjan itse järven tilan parantumiselle.

6.2 Mahdollisia toimenpiteitä järviolueella

Kuormittuneen ja talvisesta happikadosta kärsivän järven tilaa voidaan yleensä parantaa hapettamalla. Tästä on hyviä kokemuksia mm. Kiteenjävellä Kiteellä. Tässä tapauksessa, koska järven koko vesimassa on talvella hapetonta, ei päälyysveden ja alusveden kierrättämisestä ole hyötyä. Sen sijaan tarvittaisiin hapetin, joka ottaa hapen ilmasta.

Järven kalastorakennetta ei selvitetty näiden tutkimusten yhteydessä. Kalastorakennetta olisi hyvä tutkia verkkokoekalastuksella, jonka tulosten perusteella voidaan päättää mahdollisesta hoitokalastuksesta.

Uimiseen käytettäviä rantoja voidaan täsmäkunnostaa ruoppaamalla ja sora-
tamalla pohjaa sekä poistamalla vesikasvillisuutta. On huomattava, että ruoppaus aiheuttaa väliaikaista samentumishaittaa, ja on luvanvaraista toimintaa. Lisäksi järvellä voitaisiin tehdä kasvillisuuskartoitus ja arvioida, olisiko vesikasvillisuutta tarpeen poistaa.

Lähteet

- Eloranta, P. 2005. Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=32238&lan=fi>. 22.9.2009.
- Hertta 5.2. Valtion ympäristöhallinnon virastot. 2012. <http://wwwp2.ymparisto.fi/scripts/hearts/>.
- Lehtoranta, V. 2005. Johdanto. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=32238&lan=fi>. 22.9.2009.
- Linjama, T. 2012. Vettä... eli valumatietoja. Sähköpostiviesti. teppo.linjama@ely-keskus.fi. 17.12.2012.
- Maanmittauslaitos. 2010. Maanmittauslaitos vaihtoi etrs89-koordinaattijärjestelmään. <http://www.maanmittauslaitos.fi/tiedotteet/2010/05/maanmittauslaitos-vaihtoi-etr89-koordinaattijarjestelmaan>.
- Mattila, H. 2005. Järvien kunnostusmenetelmät. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=32239&lan=fi>. 22.9.2009.
- Tossavainen, T. 2013. Lieksan Vuonisjärven limnologinen tutkimus kunnostussuunnittelun perustaksi. Julkaisematon. Hankkeen sisäinen jakelu.

Taulukko 16. Vuonisjärven silmämääräiset pohjasedimenttihakinnat sekä hapetus-pelkistysasteen mittaustulokset.

Vuonisjärven pohjasedimenttihakinnat maaliskuussa 2012		
Havaintopaikka (vesisyvyys)	Hapetus-pelkistysaste (0 - 2 cm)	Sedimentin kuvaus
J1 (1,1 m)	191 mV	– sedimenttisyvytydessä 0 - 72 cm vaaleahkonruskeaa vesipitoista hienojakoista ainesta – 72 - 100 cm: aines vähitellen harmaaksi saveksi muuttuvaa – 100 - 193 cm lievästi liukuva sävy edelleen kohti hopeanharmaata savea
J2 (1,6 m)	231 mV	– 0 - 275 cm: vaaleanruskeaa vesipitoista ainesta – 275 - 290 cm: aines muuttuu vähitellen harmaaksi saveksi – 290 - 300 cm: hopeanharmaata savea, jossa mustia ohuita raitoja melko tasaisin välein
J3 (5,2 m)	80 mV	– 0 - 165 cm: hienojakoista tummahkonruskeaa vesipitoista ainesta; kaira ei uponnut syvemmälle
J4 (1,6 m)	30 mV	– 0 - 83 cm: hienojakoista tummahkonruskeaa vesipitoista ainesta – 83 - 120 cm: lähes puhdas hopeanharmaa savi, mutta lievä ruskehtava sävy – 120 - 165 cm: puhdas hopeanharmaa savi
J5 (1,8 m)	- 31 mV	– 0 - 346 cm: vaaleahkonruskeaa hienojakoista vesipitoista ainesta – 346 - 380 cm: saven ja ruskean hienojakoisen aineksen sekoitusta
J6 (1,8 m)	174 mV	– 0 - 220 cm: vaaleahkonruskeaa hienojakoista vesipitoista ainesta – 220 - 270 cm: asteittainen vaihtuminen saveksi – 270 cm +: puhdas hopeanharmaa savi, jossa melko tasaisin välein ohuita mustia raitoja
J7 (1,9 m)	84 mV	– 0 - 350 cm: vaaleahkonruskeaa hienojakoista ainesta – 350 - 370 cm: hienojakoisen aineksen sekaan ilmestyy hieman harmaata savea
J8 (2,5 m)	- 182 mV	– 0 - 15 cm: hyvin vaaleanruskeaa hienojakoista ainesta – 15 - 268 cm: vaaleahkonruskeaa hienojakoista ainesta
J9 (1,2 m)	- 3 mV	- 0 - 334 cm: vaaleahkonruskeaa hienojakoista vesipitoista ainesta
J10 (1,4 m)	- 39 mV	- 0 - 50 cm: tummahkonruskeaa hienojakoista vesipitoista ainesta - 50 - 80 cm: selvä raja, jonka jälkeen puhdasta savea; kairalla ei päästy enää syvemmälle
J11 (1,4 m)	- 26 mV	- 0 - 72 cm: vaaleahkonruskeaa hienojakoista vesipitoista ainesta - 72 cm +: puhdas hopeanharmaa savi

Taulukko 17. Vuonisjärven yläpuolisten Majalammen ja Verkkojärven silmämääräiset pohjasedimenttihakinnat.

Majalammen ja Verkkojärven pohjasedimenttihakinnat		
Havaintopaikka (vesisyvyys)	Hapetus- pelkistys- aste (0 - 2 cm)	Sedimentin kuvaus
Majalampi 1 (0,8 m)	ei mitattu	- 0 - 340 cm: tummahkonruskeaa hienojakoista vesipitoista ainesta; näytteenoton yhteydessä pohjasta purkautui pohjasta isohko määrä kaasuja, oletettavasti ainakin metaania (CH ₄) ja rikkivetyä (H ₂ S) - 340 - 380 cm: ruskean hienojakoisen aineksen väritämä harmaa savi - 380 cm +: puhdas hopeanharmaa savi
Verkköjärvi 1 (2,2 m)	ei mitattu	- 0 - 300 cm: tummahkonruskeaa hienojakoista vesipitoista ainesta; syvemmälle ei päästy