

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Atte Varis  
Lassi Puurunen

LIPERIN NIINIKKOLAMMEN NYKYTILA JA  
KUNNOSTUSSUUNNITELMA

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2015



**Karelia**  
AMMATTIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Tammikuu 2015**  
**Ympäristötekniikan**  
**koulutusohjelma**  
Sirkkalantie 12 A  
80100 JOENSUU  
Puh. (013) 260 6900

**Tekijä(t)**

Atte Varis, Lassi Puurunen

**Nimeke**

Liperin Niinikkolammen nykytila ja kunnostussuunnitelma

**Toimeksiantaja**

Liperin-Ristisalmen osakaskunta

**Tiivistelmä**

Tässä työssä selvitettiin rehevöitymisen oireita ilmentävän Niinikkolammen nykytila, sekä suunniteltiin sen vaatimat kunnostustoimenpiteet. Menetelminä käytettiin maastotöitä, valmisaineistoja, sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta.

Kunnostusaloitteen toimeksiantajana oli Liperinsalon-Ristisalmen osakaskunta ja työ toteutettiin yhteistyössä Karelia ammattikorkeakoulun, Niinikon erä ry:n sekä Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen kanssa.

Niinikkolampi on latvajärvi (33 ha), jonka valuma-alueella (270 ha) on maa- ja metsätaloutta. Järviallas on tilavuudeltaan 1,1 miljoonaa kuutiometriä ja sen suurin syvyys on 9,6 metriä. Veden viipymä altaassa on noin 16 kuukautta.

Vuosien 2013 - 2014 aikana järvestä tutkittiin fysikaalis-kemialliset muuttujat, kuten vedenlaatu ja pohjasedimentti sekä biologiset tekijät, kuten kalasto, vesi- ja rantakasvillisuus ja pohjaeläimet.

Niinikkolampi kärsii rehevöitymisestä, jonka aiheuttaa ulkoinen ja sisäinen kuormitus. Tämä ilmenee järvestä ajoittaisena happikatona pohjan läheisyydessä ja siitä syystä järven kalasto ja pohjaeläimistö on yksipuolistunut.

Niinikkolammen valuma-alueelle suunniteltiin yhteensä neljä kosteikkoa ja luoteesta laskevaan uomaan pohjapatoja. Järven kunnostusmenetelmiksi valikoitui vesikasvien niittäminen, hoitokalastus, järveden hapetus sekä järvestä laskevan uoman ennallistaminen.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 96  
Liitteet 11  
Liitesivumäärä 19

**Asiasanat**

rehevöityminen, vesiensuojelu, valuma-alue, vesistöjen kunnostus, Liperi



**THESIS**  
**January 2015**  
**Degree Programme in**  
**Environmental Technology**  
Sirkkalantie 12 A  
FI 80100 JOENSUU  
FINLAND  
TEL. (013) 260 6900

**Authors**  
Atte Varis, Lassi Puurunen

**Title**  
Current State and Restoration Plan of Lake Niinikkolampi  
**Commissioned by**  
Liperi – Ristisalmi cooperative society

**Abstract**

The purpose of this thesis was to investigate the current state of lake Niinikkolampi and plan the required renovation measures. The methods used in this work were field studies, ready material as well as related literature.

Restoration initiative was commissioned by the Liperinsalo-Ristisalmi cooperative society and the work was carried through in cooperation with Karelia University of Applied Sciences, Niinikon Erä ry and the North Karelian Centre for Economic Development, Transport and the Environment.

Niinikkolampi is a headwater lake (33 ha) with a catchment area (270 ha) of mostly agriculture and forestry. The lake basin has a volume of 1.1 million cubic meters and a maximum depth of 9.6 meters. The water residence time in the pool is approximately 16 months.

The study was conducted between 2013 and 2014. Physico-chemical parameters which were studied, included quality of the water and bottom sediments. Biological factors were fish stocks, macrophytes and benthic fauna.

Niinikkolampi suffers from eutrophication which is caused by external and internal load. This is reflected in the lake's occasional oxygen depletion near the bottom, and for that reason the lake fish populations and benthic fauna are less diverse.

A total of four wetlands in three streams and bottom dams in the northwest stream were assigned for the catchment area. Selected renovation methods for the lake basin are macrophyte mowing, care fishing, water oxidation as well as the restoration of descending stream from the lake.

**Language**  
Finnish

Pages 96  
Appendices 11  
Pages of appendices 19

**Keywords**  
Eutrophication, water protection, catchment area, water restoration

## Sisällys

1	Johdanto.....	8
1.1	Taustaa.....	8
1.2	Toimeksiantaja ja yhteistyötahot.....	9
1.3	Niinikkolammen hydrologis-morfologiset yleistiedot.....	9
1.4	Työnjako.....	13
2	Tietoperusta.....	13
2.1	Käsitteet.....	14
2.2	Veden laatu.....	15
2.2.1	Järviallas.....	15
2.2.2	Fosforimallitarkastelu.....	17
2.2.3	Ulkoinen kuormitus.....	18
2.3	Vesiensuojelutekniset rakenteet.....	20
2.3.1	Kosteikot.....	20
2.3.2	Pohjapadot.....	23
2.4	Maatalouden ei-tuotannollinen investointituki.....	24
2.5	Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali.....	26
2.6	Vesi- ja rantamakrofytyt.....	27
2.7	Kalastorakenne.....	28
2.8	Pohjaeläimet.....	28
3	Työn tavoitteet, aiheen rajausta ja työn toteutus.....	30
3.1	Tarkoitus, tavoitteet ja tutkimusongelmat.....	30
3.2	Työn rajausta.....	30
3.3	Toteutus.....	30
4	Aineisto ja menetelmät.....	32
4.1	Vedenlaadun ja kuormituksen tutkimus.....	32
4.1.1	Järven vedenlaatu.....	32
4.1.2	Ulkoinen kuormitus.....	34
4.2	Osavaluma-alueet ja vesiensuojelutekniset rakenteet.....	35
4.3	Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali.....	36
4.4	Vesi- ja rantamakrofytytien kartoitus.....	38
4.5	Kalastorakenne.....	40
4.5.1	Verkkojen paikat.....	41
4.6	Pohjaeläimet.....	43
5	Tulokset.....	44
5.1	Vedenlaatu.....	44
5.1.1	Syvännehavainnot.....	44
5.1.2	Fosforimallitarkastelu Niinikkolampeen.....	45
5.1.3	Ulkoinen kuormitus.....	47
5.2	Osavaluma-alueet.....	50
5.2.1	Uoma 1.....	50
5.2.2	Uoma 2.....	51
5.2.3	Uoma 3.....	52
5.2.4	Uoma 4.....	53
5.3	Niinikkolammen pohjasedimentti ja redox-potentiaali.....	54
5.4	Vesi- ja rantamakrofytytien kartoitus.....	57
5.5	Kalastorakenne.....	60
5.6	Pohjaeläimet.....	62
6	Tulosten tarkastelu.....	62

6.1	Vedenlaatu.....	63
6.1.1	Järviallas.....	63
6.1.2	Ulkoinen kuormitus .....	65
6.2	Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali.....	67
6.3	Vesi- ja rantamakrofyttien kartoitus.....	67
6.4	Kalastorakenne .....	69
6.4.1	Särkikalojen osuus.....	70
6.4.2	Petokalojen osuus .....	70
6.5	Pohjaeläimet.....	71
7	Kunnostusmenetelmät .....	72
7.1	Järven hapetus .....	72
7.1.1	Hapetuslaitteet.....	73
7.1.2	Päällysveden johtaminen alusveteen.....	74
7.1.3	Kustannukset.....	75
7.2	Vesiensuojelutekniset rakenteet .....	76
7.2.1	Uoma 1 .....	78
7.2.2	Uoma 2 .....	79
7.2.3	Uoma 3 .....	83
7.2.4	Uoma 4 .....	84
7.2.5	Myllypuro .....	84
7.3	Vesikasvien niitto .....	86
7.4	Hoitokalastus .....	89
8	Päätäntä .....	92
8.1	Yhteenveto.....	92
8.2	Virhelähteet.....	93
	Lähteet .....	94

## Liitteet

Liite 1.	Kasvillisuuskartoituksen kenttälomake: linjakartoitus
Liite 2.	Kasvillisuuskartoituksen kenttälomake: välialuekartoitus
Liite 3.	Kosteikoiden vaaituspisteiden koordinaatit
Liite 4.	Kosteikoiden vaaituspisteiden korkeuserot ja välimatkat
Liite 5.	Tavanomaisia kosteikossa viihtyviä kasvilajeja ja niiden kasvupaikka vaatimukset suhteessa rehevyys- ja vedenpinnantasoon
Liite 6.	Niinikkolampeen laskevien uomien virtaamat ja veden laadun havainnot eri ajankohtina
Liite 7.	Niinikkolammen vesikasvien elomuodot ja niiden elinympäristön vaateliaisuustaso
Liite 8.	Koekalastustuloksien kirjaaminen: kenttälomake
Liite 9.	Virtavesien kenttälomake
Liite 10.	Sedimenttitutkimuksen tulokset
Liite 11.	Lehtiartikkeli: Niinikkolampi tutkitaan pohjamutia myöten

## Kuvat, kuviot ja taulukot

- Kuva 1. Niinikkolammen vesimassan jakautuminen syvyyssvyöhykkeittäin
- Kuva 2. Niinikkolammen sijainti ja valuma-alue
- Kuva 3. Hovin kosteikon rakennepiirros
- Kuva 4. Kivistä tehty pohjapatorakenne
- Kuva 5. Järven kasvillisuusvyöhykkeet
- Kuva 6. Vesikasvien elomuodot
- Kuva 7. Vesinäytteenotto Limnos-vesinäytteenottimella
- Kuva 8. Virtaaman mittaamista 24.3.2014 Global Water© – siivikolla
- Kuva 9. Niinikkolammen pohjasedimentti ja redox-potentiaalimittausten havaintopaikat
- Kuva 10. Sedimenttinäyte esillä suokairan terässä
- Kuva 11. Niinikkolammen kasvikartoituslinjat ja välialueet
- Kuva 12. Nordic-verkon rakenne, sijoittuminen eri syvyyssvyöhykkeissä ja pyyntipaikkojen satunnaisotannon periaate
- Kuva 13. Uoman 1 valuma-alue
- Kuva 14. Uoman 2 valuma-alue
- Kuva 15. Uoman 3 valuma-alue
- Kuva 16. Uoman 4 valuma-alue
- Kuva 17. Esimerkki yleisimmin esiintyvistä ruskeasta hienojakoisesti pohjasedimentistä
- Kuva 18. Järven pohjoispääty välialue 4 kohdalla 1.9.2014
- Kuva 19. Myllypuron viereisen pohjukan kasvistoa 1.9.2014
- Kuva 20. Väärävärikuva Niinikkolammesta
- Kuva 21. Kierrätysshapetusmenetelmän hydraulinen toimintaperiaate normaalisti kerrostuvissa järvissä
- Kuva 22. Valtimon Kalliojärvelle rakennettu pitkulainen kosteikko syyskuussa 2014
- Kuva 23. Valtimon Kalliojärvelle rakennettuja pohjapatoja syyskuussa 2014
- Kuva 24. Suunniteltu kosteikko 3
- Kuva 25. Suunniteltu kosteikko 4
- Kuva 26. Valtimon Kalliojärvelle rakennettu kosteikko syyskuussa 2014
- Kuva 27. Suunniteltu kosteikko 2
- Kuva 28. Suunniteltu kosteikko 1
- Kuva 29. Myllypuro alivirtaamatilanteessa 9.9.2014
- Kuva 30. Järvikorte on vallannut Myllypuron edustan
- Kuva 31. Eteläpäädyn järviruovikkoa
- Kuva 32. Tehokalastuksessa poistettavan saalismäärän arviointi veden fosforipitoisuuden perusteella
- Kuvio 1. Kokonaisfosforin ulkoisen kuormituksen jakautuminen 2013 – 2014
- Kuvio 2. Kokonaistypen ulkoisen kuormituksen jakautuminen 2013 – 2014
- Kuvio 3. Kiintoaineen ulkoisen kuormituksen jakautuminen 2013 – 2014
- Kuvio 4. Niinikkolammen koekalastuksen kokonaissaaliin jakaumat kappalemäärän mukaan

- Kuvio 5. Niinikkolammen koekalastuksen kokonaissaaliin jakautuminen biomassan mukaan
- Kuvio 6. Hapen kyllästysaste (%) eri ajankohtina Niinikkolammen syvännä havaintopaikassa päällysvedestä (1,0 m) ja alusvedestä (P-1 m)
- Kuvio 7. Kokonaisfosforipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ ) eri ajankohtina Niinikkolammen syvännä havaintopaikassa päällysvedestä (1,0 m) ja alusvedestä (P-1 m)
- Kuvio 8. Kokonaistyyppipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ ) eri ajankohtina Niinikkolammen syvännä havaintopaikassa päällysvedestä (1,0 m) ja alusvedestä (P-1 m)
- Taulukko 1. Järvikortti
- Taulukko 2. Valuma-alueen maalajit
- Taulukko 3. Järven rehevyystaso veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella
- Taulukko 4. Järven rehevyystaso veden kokonaistyyppien perusteella.
- Taulukko 5. Minimiravinne tarkastelu
- Taulukko 6. Veden ja pohjasedimentin tärkeitä redox-potentiaalin raja-arvoja
- Taulukko 7. Niinikkolammen vedenlaatututkimuksen näytteenotot.
- Taulukko 8. Vesinäytteidenotossa käytetyt välineet
- Taulukko 9. Niinikkolammen laskevien uomien ja lasku-uoman havaintopaikat sekä paikkojen koordinaatit
- Taulukko 10. Niinikkolammen vesi- ja rantamakrofytytien kartoituksessa käytetyt välineet
- Taulukko 11. Kasvien esiintymisprosentit muunnettuna runsausarvioksi.
- Taulukko 12. Tarvittava verkko-öiden kokonaismäärä järven pinta-alan ja syvyysvyöhykkeiden mukaan
- Taulukko 13. Kalastusverkkojen koordinaatit ja pyyntipäivämäärät
- Taulukko 14. Niinikkolammen syvänteen vedenlaadun havainnot
- Taulukko 15. Minimiravinnetarkastelu Niinikkolammelle
- Taulukko 16. Uomien valumat ( $\text{l/s km}^2$ ) eri ajankohtina ja vuosikeskivirtaama MQ ( $\text{l/s}$ )
- Taulukko 17. Niinikkolammen ulkoinen kuormitus 2013 – 2014
- Taulukko 18. Niinikkolammen pohjasedimentin laboratorioanalyysien tulokset
- Taulukko 19. Niinikkolammen havaintopaikkojen redox-potentiaali ja vesisyvytydet
- Taulukko 20. Kasvikartoituksessa havaitut vesikasvit ja niiden esiintyneisyys tutkituista ruudukoista
- Taulukko 21. Kasvikartoituksessa havaitut rantakasvit ja niiden esiintyneisyys tutkituista ruudukoista
- Taulukko 22. Keskimääräinen yksikkösaalis, jossa kalojen kappalemäärät, lajikohtainen yhteispaino ja ekosysteemiekologinen luokka
- Taulukko 23. Pohjaeläinten sijoittuminen havaintopaikoille
- Taulukko 24. Pohjaeläinten suomenkieliset nimet, prosenttiosuudet kaikista pohjaeläimistä ja trofiatasot
- Taulukko 25. Särkikalojen, ahvenkalojen ja petoahventen suhteet toisiinsa yksikkösaaliissa
- Taulukko 26. Hapetusmenetelmän valinta kerrostuneisuustyyppien perusteella

- Taulukko 27. Kosteikoiden suunnitellut pinta-alat ja niiden valuma-alue tarkastelu  
Taulukko 28. Kosteikoiden kokonaisfosforin pidätys  
Taulukko 29. Kosteikoiden kokonaistypen pidätys

#### Lyhenteet

FE	Rauta
KOK.N	Kokonaistyyppi
KOK.P	Kokonaisfosfori
mV	Millivoltti
$\text{NH}_4^+$	Ammonium
$\text{NO}_3^-$	Nitraatti
$\text{NO}_2^-$	Nitriitti
$\text{O}_2$	Happi
PH	Happamuus
$\text{PO}_4^{3-}$	Fosfaatti
SS	Suspendoitunut kiintoaines



# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä selvitetään Liperin kunnassa sijaitsevan Niinikkolammen nykytila ja tutkimustulosten perusteella laaditaan kunnostussuunnitelma järvelle. Järvestä tutkitaan fysikaalis-kemialliset muuttujat, kuten vedenlaatu ja pohjasedimentti, sekä biologiset tekijät, kuten kalasto, pohjaeläimet ja vesi- ja rantakasvillisuus, jotka ilmentävät vesistön ekologista tilaa. Tutkimukset suoritetaan parasta mahdollista tekniikkaa ja asiantuntijuutta hyödyntäen, jotta tulosten virhemarginaalin mahdollisuudet jäisivät pieniksi.

## 1.1 Taustaa

Hanke on käynnistetty Niinikkolammessa havaitun vedenlaadun heikkenemisen takia. Rantakiinteistöjen omistajien huomioita ovat olleet pyydyksien limoittuminen, vesikasvillisuuden lisääntyminen sekä muu virkistyskäytön vähentyminen. Tällä hetkellä järven tilan heikkeneminen näkyy erityisesti virkistyskäytön loppumisena ja viherlevän räjähdysmäisenä levittäytymisenä. Aiemmin järvestä esiintynyt jokirapu on kadonnut. Tiettävästi järvestä ei ole esiintynyt sinilevää.

Järven pohjois- ja eteläpäädyssä vedet nousevat keväisin pelloille ja huuhtovat ravinteita lampeen sekä haittaavat maataloutta. Lammen pinnan arvellaan nousevan kevätylivirtaaman aikana 0,5 metriä. Myllypuroa eli järvestä lähtevää uomaa on aikoinaan perattu alkupätkältään, jolla on todennäköisesti laskettu järven veden pintaa.

Niinikkolammessa on tehty hoitokalastusta nuottaamalla noin 15 vuotta sitten ja pienimuotoisemmin vuonna 2010, minkä seurauksina järven vesi kirkastui. Lammesta saatiin hoitokalastuksissa särkeä, pieniä ahvenia, haukea, sorvaa ja muutamia salakoita. Pohjois-Karjalan ELY-keskus edeltäjiineen ovat ottaneet

vesinäytteitä Niinikkolammen syvänteestä vuosina 1977, 1978, 1984, 1995 ja 2013.

## 1.2 Toimeksiantaja ja yhteistyötahot

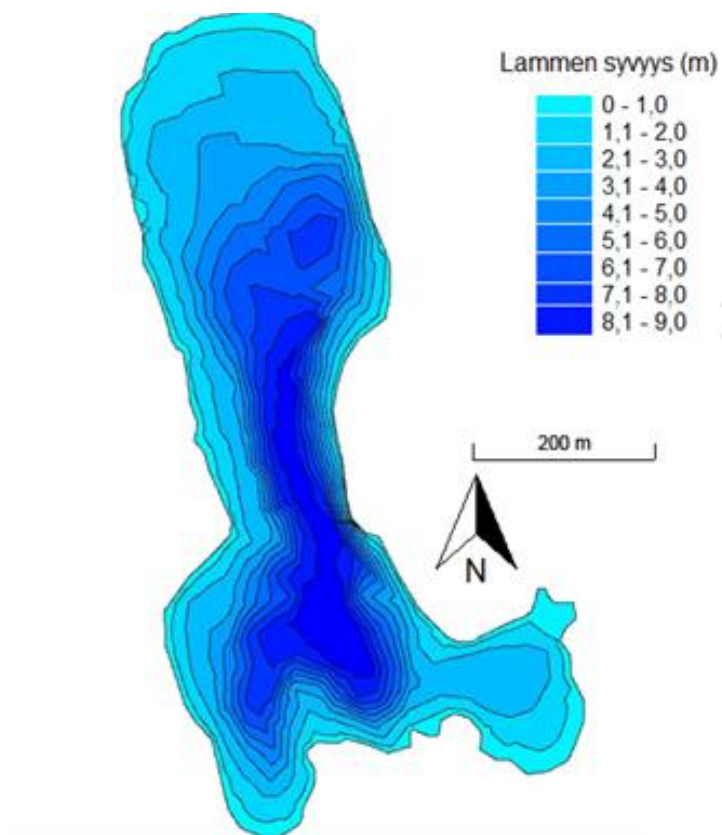
Hankkeen toimeksiantajana toimii Liperinsalon - Ristisalmen osakaskunta. Hankkeelle on myönnetty Leader-rahoitusta ja se toteutetaan yhteistyössä Karelia-ammattikorkeakoulun, Niinikon Erä ry:n ja Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen kanssa.

## 1.3 Niinikkolammen hydrologis-morfologiset yleistiedot

Taulukko 1. Järvikortti. (Hertta tietojärjestelmä, Muokannut: Puurunen & Varis 11.12.2014.)

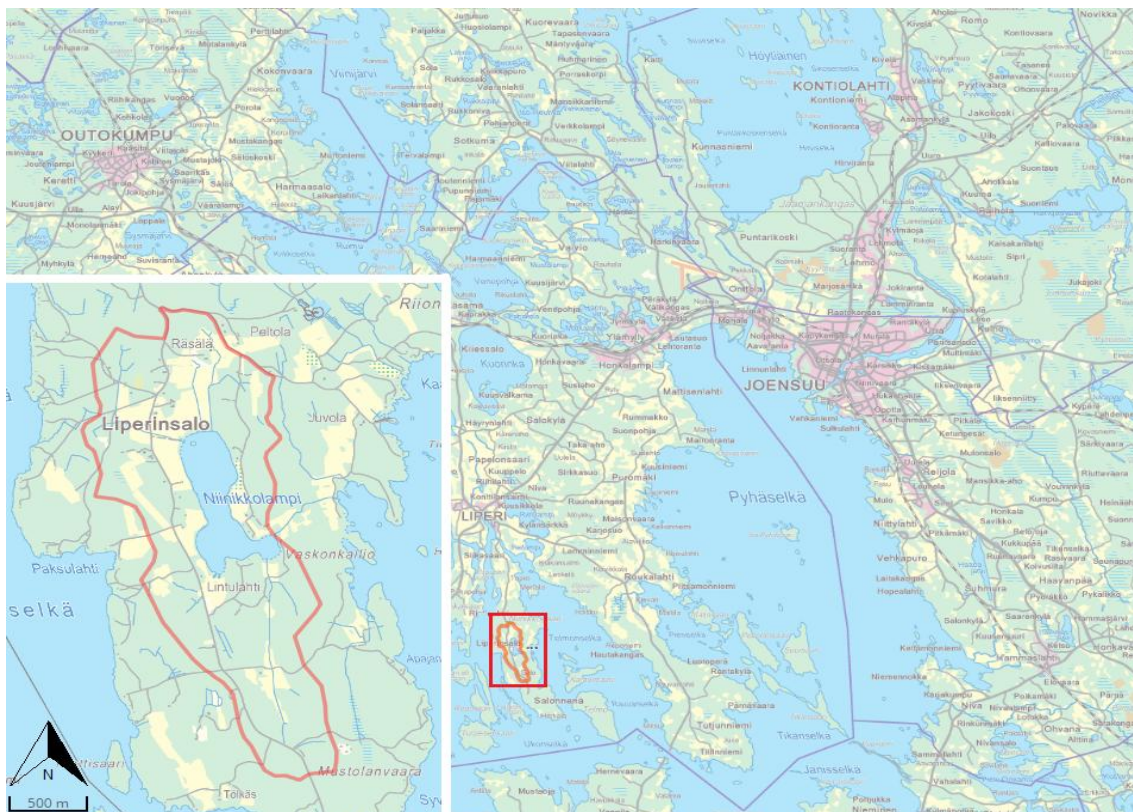
<b>Järvi</b>			
<b>Nimi</b>	Niinikkolampi		
<b>Numero</b>	04.311.1.059	<b>Kunta</b>	Liperi
<b>ELYy</b>	Pohjois-Karjalan ELY ympäristö ja luonnonvarat		
<b>Vesistö</b>	04.311 Oriveden la		
<b>Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)</b>	6927157	<b>Itä (ETRS-TM35FIN)</b>	624605
<b>Pohjoinen (Euref)</b>	62.45462	<b>Itä (Euref)</b>	29.41545
<b>Korkeustaso</b>		<b>Korkeus N2000</b>	
<b>Vesienhoitoalue</b>	Vuoksen vesienhoitoalue		
<b>Säännöstelyhanke</b>			
<b>Luotaus</b>			
<b>Luotaaja</b>	Karelia AMK:n ympäristötekniikan opiskelija-ryhmä		
<b>Luotauksen alku</b>	11/2013	<b>Luotauksen loppu</b>	11/2013
<b>Luotausmenetelmä</b>	Luotinaru		
<b>Linjatiheys</b>	10 m	<b>Luotaustiheys</b>	10 m
<b>Tasosijainnin tarkkuus</b>		<b>Syvyyshavainnon tarkkuus</b>	
<b>Luotaustaso</b>		<b>Luotaustaso N2000</b>	
<b>Kiintopiste</b>			
<b>Asteikko</b>		<b>Luovutus MML:lle</b>	
<b>Saaret</b>			

<b>Saarten rantaviiva</b>	0,1 km	<b>Saarten lukumäärä</b>	1
<b>Saarten pinta-ala</b>	0,0734 ha	<b>&lt; 100 m<sup>2</sup></b>	
		<b>100 m<sup>2</sup> - 1 ha</b>	1
		<b>1 ha - 1 km<sup>2</sup></b>	
		<b>&gt; 1 km<sup>2</sup></b>	
<b>Fysiografia</b>			
<b>Vesiala</b>	33,107 ha	<b>Suurin syvyys</b>	9,6 m
<b>Kokonaisrantaviiva</b>	3,582 km	<b>Tilavuus</b>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
<b>Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)</b>		<b>Itä (ETRS-TM35FIN)</b>	
<b>Pohjoinen (Euref)</b>		<b>Itä (Euref)</b>	
<b>Keskisyvyys</b>	4,8 m	<b>Määrittys</b>	
<b>Yläpuolinen valuma-alue</b>			
<b>Pinta-ala</b>	270 ha	<b>Järvi-ala</b>	0 ha
<b>Lisätieto</b>			
Järven viipymä 16,1 kk, latvajärvi			
<b>Syvyysvyöhykkeet</b>			
<b>Syvyys (m)</b>	<b>Tilavuus (m<sup>3</sup>)</b>		<b>Tilavuus (%)</b>
0 - 1	8513,249		0,8
1,1 - 2	142832,6		12,7
2,1 - 3	101857,1		9,1
3,1 - 4	203485,8		18,0
4,1 - 5	263296,9		23,5
5,1 - 6	59959,42		5,3
6,1 - 7	23353,81		2,1
7,1 - 8	154130		13,7
8,1 - 9,6	163884,1		14,6



Kuva 1. Niinikkolammen vesimassan jakautuminen syvyysvyöhykkeittäin.

Niinikkolammen valuma-alue on 2,7 neliökilometriä (kuva 2) ja alueelta laskee neljä merkittävää uoma järvioltaaseen. Kolme näistä sijaitsee järven pohjoispäädystä ja yksi eteläpäädystä lasku-uoman lähetyvillä. Yleisesti alueella on syvennetty ja suoristettu uomia.



Kuva 2. Niinikkolammen sijainti ja valuma-alue. Pohjakartta: peruskarttarasteri, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen

Järven välittömässä läheisyydessä on runsaasti peltoja, jossa yhdellä tilalla myös karjaa. Valuma-alue on enimmäkseen kivennäismaata ja maaperäkartan perusteella alueella on kuutta eri maalajia (taulukko 2). Valuma-alueella on suhteellisen paljon kallioita, kun taas peltolohkot ovat savea.

Taulukko 2. Valuma-alueen maalajit. (Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos, © Geologian tutkimuskeskus)

Maalaji	Ala (ha)	Osuus valuma-alueesta (%)
Hiekka- ja soramoreeni	125,7	46,5
Kalliomaata	85,4	31,6
Savi	42,8	15,9
Hiesu	10,9	4,0
Hieno hieta	1,7	0,6
Karkea hieta	1,2	0,4

## 1.4 Työnjako

Opinnäytetyö on tehty parityönä. Molemmat ovat olleet mukana kenttätöissä ja työsuunnitelman laatimisessa.

Kansilehti	Molemmat
Tiivistelmä	Molemmat
Abstract	Molemmat
Johdanto	Molemmat
Tietoperusta	
- Järviallas	Lassi
- Fosforimallitarkastelu	Atte
- Ulkoinen kuormitus	Lassi
- Vesiensuojelutekniset rakenteet	Lassi
- Maatalouden ei-tuotannollinen investointituki	Lassi
- Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali	Atte
- Vesi- ja rantamakrofytyt	Lassi
- Kalastorakenne	Atte
- Pohjaeläimet	Atte
Työn tavoitteet, aiheen rajausta ja työn toteutus	Molemmat
Aineisto ja menetelmät	
- Vedenlaadun ja kuormituksen tutkimus	Lassi
- Osavaluma-alueet ja vesiensuojelutekniset rakenteet	Lassi
- Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali	Atte
- Kasvillisuuskartoitus	Lassi
- Kalastorakenne	Atte
- Pohjaeläimet	Atte
Tulokset	
- Syvänehavainnot	Lassi
- Fosforimallitarkastelu Niinikkolampeen	Atte
- Ulkoinen kuormitus	Lassi
- Osavaluma-alueet	Lassi
- Niinikkolammen pohjasedimentti ja redox-potentiaali	Atte
- Vesi- ja rantamakrofytytien kartoitus	Lassi
- Kalastorakenne	Atte
- Pohjaeläimet	Atte
Tulosten tarkastelu	
- Vedenlaatu	Lassi
- Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali	Atte
- Vesi- ja rantamakrofytytien kartoitus	Lassi
- Kalastorakenne	Atte
- Pohjaeläimet	Atte
Kunnostusmenetelmät	
- Järven hapetus	Atte
- Vesiensuojelutekniset rakenteet	Lassi
- Vesikasvien niitto	Lassi
- Hoitokalastus	Atte
Päätäntä	Molemmat

## 2 Tietoperusta

## 2.1 Käsitteet

**Biodiversiteetti** tarkoittaa biologisen elämän monimuotoisuutta (luonnon monimuotoisuus). Lajien monimuotoisuutta mitataan tavallisimmin jollakin alueella tai jossakin ekosysteemissä esiintyvien lajien lukumäärällä. (Biodiversiteetti 13.10.2014.)

**Hapetus- pelkistysaste, eli redox-potentiaali** kertoo järven alusveden ja pohjasedimentin happipitoisuusarvon. Mitä hapekkaampi järven vesi tai pohjasedimentti on, sitä korkeampi redox- arvo (Tossavainen 2013, 197).

**Joutomaa** on maa- ja metsätalouden hyötykäyttöön sopimaton maa-alue (Metla 2012).

**Järvi/Lampi.** ”Eräs määritelmä järven ja lammen erottamiseksi on se, että kysymys on järvestä silloin, kun pääasiassa tuuli aiheuttaa veden sekoittumista, lammesta silloin kun pääasiassa konvektiovirtaukset (jotka ovat lämpötilaerojen aiheuttamia) sekoittavat vettä.” (Särkkä 1996, 19.)

**Luonnonhuuhtoumalla** tarkoitetaan sitä ravinne- ja kiintoainemäärää, jonka sade ja lumen sulamisvedet huuhtoisivat järveen sen valuma-alueelta, vaikka siellä ei olisi minkäänlaista ihmisen vaikutusta (Mattila 2005, 137).

**Resuspensiolla** tarkoitetaan jo pohjalle sedimentoituneen aineksen palaamista vesikiertoon esim. tuulten aiheuttamien veden virtausten vaikutuksesta (Niemi, Köngäs, Hietanen & Horppila 2011).

**Sedimentti** on muualta kulkeutunut, usein vähitellen järven pohjaan kerrostunut orgaaninen ja epäorgaaninen aine (Tossavainen 2013, 96).

**Valuma-alueella** tarkoitetaan maa-aluetta, jolta sadannan ja keväällä sulamisesta kertyvä vesi valuu kohde vesistöön. Valuma-alueen rajoina toimivat

**vedenjakajat**, jotka ovat maastossa olevia harjanteita, jonka molemmin puolin vesi valuu vastakkaiseen suuntaan. (Tossavainen 2013.)

## 2.2 Veden laatu

Suomi on tuhansien järvien maa, jonka jokainen järvi on omalaatuinen. Erityispiirteistään huolimatta, järviä voidaan luokitella samoihin tyypeihin esimerkiksi rehevyys-, humus- ja happamuuspitoisuuksien perusteella (Eloranta 2005, 13). Järven vedenlaatuun vaikuttavat ulkoinen ja sisäinen ravinnekuormitus. Ulkoinen kuormitus on peräisin valuma-alueelta järveen laskevista vesistä ja ilmakehästä sadannan mukana suoraan järvioltaaseen tulevasta vedestä. Sisäistä kuormitusta tapahtuu järven pohjaan sitoutuneiden ravinteiden vapauduttua takaisin veteen heikkohappisissa olosuhteissa. (Tossavainen 2013.)

### 2.2.1 Järviallas

Järven rehevyystaso määritetään yleensä kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella, johon lukeutuu liukoinen fosfori ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) sekä järven eliöstöön ja kasveihin sitoutunut fosfori. Fosforipitoisuudet vaihtelevat järvissä vuodenajan mukaan. Fosforipitoisuuden ”vuosirytmiiin” vaikuttaa järven koko ja erityisesti sen viipymä. Isoissa järvissä, joissa viipymä on suuri, fosforipitoisuus nousee syksyllä ja saavuttaa huippunsa talvella, kunnes kevään tullen levät sitovat ravinteet itseensä. Lyhyt viipymäisissä latvajärvissä, kuten Niinikkolampikin on, fosforipitoisuudet nousevat kevät- sekä syysliviirtaamien aikaan. Kuitenkin voimakkaassa sisäisessä kuormituksessa olevan järven fosforipitoisuudet ovat korkeimmillaan kesäkerrostuneisuuden loppupuolella, jos resuspensio on voimakasta. (Eloranta 2005, 15.)

Karun ja rehevän järven erottaminen on periaatteessa helppoa, mutta järvien vertaaminen toisiinsa tarvitsee yhteisiä raja-arvoja. Työssä tarkastellaan



Tossavaisen (2013) määrittelemiä raja-arvoja kokonaisfosfori ja -typpipitoisuuksien perusteella. Raja-arvot on esitetty taulukoissa 3 ja 4.

Taulukko 3. Järven rehevyystaso veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella. (Tossavainen 2013, 150.)

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

Taulukko 4. Järven rehevyystaso veden kokonaistyyppipitoisuuden perusteella. (Tossavainen 2013, 160.)

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

Järven kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittava tekijä saadaan selville minimiravinnetarkastelulla (taulukko 5), jonka tulokset lasketaan ravinteiden tasapainosuhteista (kaavat 1,2 ja 3) (Pietiläinen 2008, 13–14). Yleisesti Suomen sisävesissä minimiravinteena on fosfori, mutta rehevöityneissä vesissä se voi olla typpi tai jopa molemmat. Kokonaisravinteiden suhde (a) on vähiten herkkä, mineraaliravinteiden suhde (b) edellistä herkempi ja näiden tasapainosuhte (c) herkin kuvaamaan ravinteiden rajoittavuutta (Tossavainen 2013, 169). Aikaisemmassa Tossavaisen (2013) tekemässä minimiravinnetarkastelussa Niinikkolammen syvänteestä otettujen näytteiden perusteella perustuotantoa rajoittavana tekijänä oli typpi.

$$\text{Kaava 1. } (a) = \frac{Kok.N}{Kok.P}$$

$$\text{Kaava 2. } (b) = \frac{NH_4N+NO_2+3NO_3N}{PO_4-P}$$

$$\text{Kaava 3. } (c) = \frac{(Kok.N/Kok.P)}{\frac{NH_4N+NO_2+3NO_3N}{PO_4-P}}$$

Taulukko 5. Minimiravinnetarkastelu. (Tossavainen 2013, 168.)

Kokonaisravinteiden suhde (a)	Mineraaliravinteiden suhde (b)	Ravinteiden tasapaino-suhde (c)	Minimiravinne
< 10	< 5	> 1	N
10–17	5–12	-	N tai P
> 17	> 12	< 1	P

### 2.2.2 Fosforimallitarkastelu

Järven tilaa voidaan tarkastella fosforikuormituksen näkökulmasta. Esimerkiksi veteen liukoiselle fosforipitoisuudelle on asetettu erilaisia raja-arvoja, mitkä määrittelevät järven rehevyytason (taulukko 3). On tärkeää tietää, kuinka paljon fosforia päätyy järveen, sekä kuinka paljon fosforia vapautuu veteen järven pohjasta. On myös huomioitava seikat, että kuinka suuri osa järveen tulevasta fosforista sedimentoituu pohjaan, sekä järven sietokyky, eli suurin sallittu fosforikuorma, jonka järvi voi ottaa vastaan rehevöitymättä järven ekosysteemin kannalta vaaralliselle tasolle. Näiden edellä mainittujen asioiden määrittämisessä käytetään apuna erilaisia matemaattisia fosforimalleja.

Järven veden fosforipitoisuus pystytään laskemaan eri kuormitustilanteissa, kun tiedetään järveen tuleva fosforikuormitus, sekä fosforin nettosedimentaatio, eli sitoutuminen järven pohjaan.

Tuleva fosforikuormitus lasketaan kaavalla

Kaava 4. 
$$C_1 = \frac{I}{MQ}$$

Missä  $C_1$  = tuleva fosforikuorma

$I$  = kuormitus (mg/s)

$MQ$  = vuosikeskivirtaama

Kokonaisfosforin nettosedimentaatio Lappalaisen mukaan on:

Kaava 5. 
$$R = 0,9 * \frac{(C_0 * T)}{280 + C_0 * T}$$

Missä R = fosforin nettosedimentaatiokerroin

$C_1$  = fosforin alkupitoisuus =  $I_p/Q$  mg/m<sup>3</sup>

T = viipymä kuukausina V/Q

Q = virtaama m<sup>3</sup>/s

V = tilavuus m<sup>3</sup>.

Järvelle pystytään määrittämään myös fosforin sietokyky (suurin sallittu kuorma) Lappalaisen kaavalla (Lappalainen 1977, Frisk 1978, 1989). Kun tähän kyseiseen kaavaan asetetaan tavoitearvo, kuinka paljon järvesi voi sisältää liukoista fosforia. Tavoitearvoksi voidaan asettaa esimerkiksi 20 mg/m<sup>3</sup>, jonka katsotaan olevan vakaa ja turvallinen mesotrofian arvo sekä kohtuullinen ja hyvää tilaa edustava arvo Niinikkolammen kaltaisessa järvioltaassa.

Kaava 6.

$$I^* = 0,158 \times \left( \frac{MQ}{T} \right) \times ([c^* \times T] - 280 + [\sqrt{78400 - \{448 \times c^* \times T\} + \{c^{*2} \times T^2\}}])$$

Missä I\* = järven fosforin sieto (suurin sallittu kuorma) (tn kok. P/a).

c\* = fosforin suurin sallittu keskipitoisuus järvessä (mg/m<sup>3</sup>).

### 2.2.3 Ulkoinen kuormitus

Virtavesien mukana tuleva ulkoinen kuormitus on peräisin luonnonhuhutoumasta sekä ihmisen toiminnasta. Ihmisen toiminta valuma-alueella, kuten maa- ja metsätalous, nopeuttavat järven rehevöitymistä kun ravinteiden, metallien ja kiintoaineiden kuormat järveen kasvavat. Valuma-alueen ominaisuudet, kuten maa- ja kallioperä myös vaikuttavat kuormitukseen ja valumavesien määrä riippuu pitkälti vuotuisesta sademäärästä. (Mattila 2005, 137.)

Järveen laskevista uomista tehdään virtaamamittauksia ja otetaan vesinäytteitä, jotta tiedetään, kuinka paljon kuormaa tutkittavaan vesistöön laskee. Seuraavia kaavoja (kaavat 7, 8 ja 9) apuna käyttäen saadaan tulokset esille. Virtaamapainotettu vuosikeskipitoisuus on laskettu kaavalla 7.

Kaava 7.  $c = \frac{(c_1 \cdot Q_1) + (c_2 \cdot Q_2) + (c_3 \cdot Q_3) + (c_4 \cdot Q_4)}{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)}$ , jossa

$c_1, c_2, c_3, c_4$  = ainepitoisuus eri ajankohtina ( $\mu\text{g/l}$ )

$Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  = virtaama eri ajankohtina ( $\text{l/s}$ ).

Vuosikeskivirtaama on laskettu kaavalla 8.

Kaava 8.  $MQ = [A] \cdot [MQ_{1961-1990}]$ , jossa

A = valuma-alueen pinta-ala ( $\text{km}^2$ )

$MQ_{1961-1990}$  = Suomen pitkän aikavälin vuosikeskivaluma ( $\text{l/s km}^2$ ).

Mittauksista ja laskelmista saatujen tietojen perusteella on määritetty kunkin lampeen laskevan uoman kuormitus kaavalla 9.

Kaava 9.  $L = [C] \cdot [MQ] \cdot 31536000$ , jossa

c = virtaamapainotettu vuosikeskipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ ),

MQ = vuosikeskivirtaama ( $\text{l/s}$ ),

31536000 = vuodessa olevien sekuntien määrä

Niinikkolampeen laskee vesien mukana ravinteita myös ranta-alueilta, jotka yhdessä käsittävät 0,98 neliökilometrin alan. Nämä alueet eivät kuulu järveen laskevien pääuomien valuma-alueille, vaikkakin alueilla sijaitsee kaivettuja pelto-ojia.

Niinikkolampeen vaikuttaa suoraan ilmalaskeumana järveen tuleva kuorma. Pitoisuudet on arvioitu vuoden 1998 Ilomantsin Naarvan havaintoasemalla saatujen havaintotietojen perusteella, jossa ilmalaskeuma vuodessa on kokonaistypen osalta  $472 \text{ mg/m}^2$  ja kokonaisfosforin  $23 \text{ mg/m}^2$ . (Tossavainen 2013, 123.)

## 2.3 Vesiensuojelutekniset rakenteet

Vesiensuojeluteknisten rakenteiden tarkoituksena on vähentää valuma-alueelta tulevaa ulkoista kuormitusta järveen. Ulkoista kuormitusta vähennetään vesiensuojeluteknisillä rakenteilla, kuten esimerkiksi kosteikoilla, pintavalutuskentillä ja pohjapadoilla. (Mattila 2005, 137.) Jos ulkoista kuormitusta ei pyritä vähentämään, ovat itse järvioltaan kunnostustoimenpiteet pitkällä aikavälillä turhia.

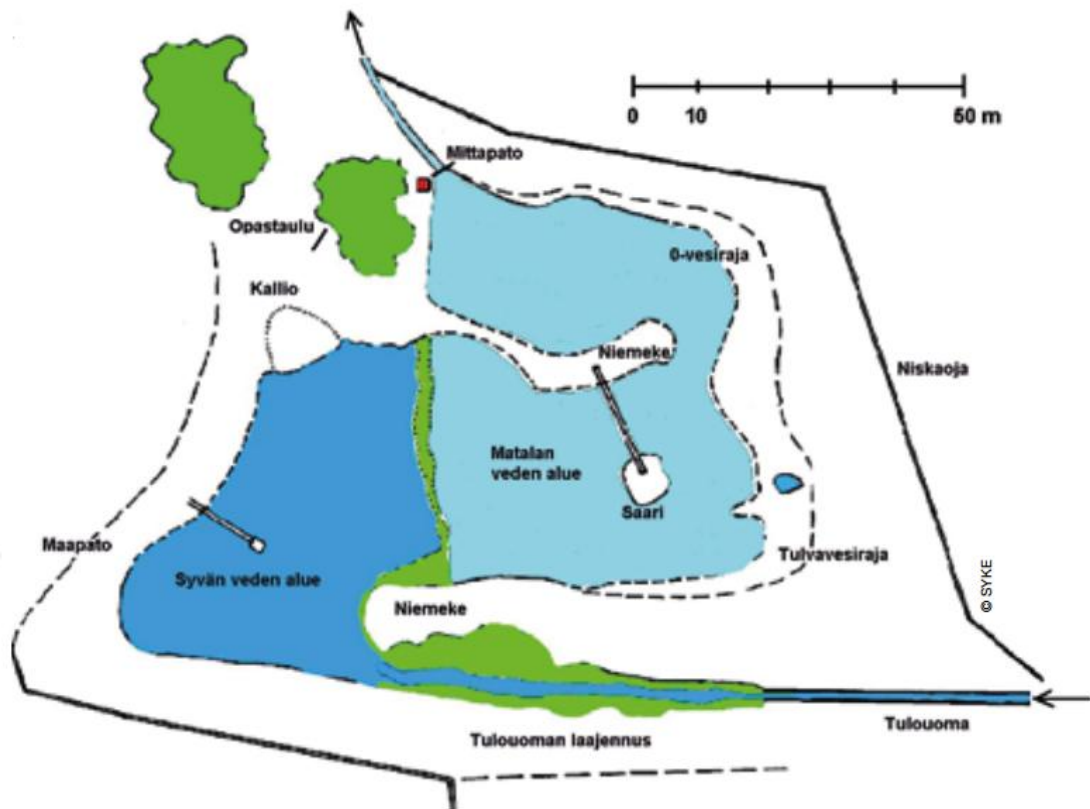
### 2.3.1 Kosteikot

Kosteikolla tarkoitetaan monivaikutteista puron tai joen yhteyteen tehtyä aluetta, joka on suuren osan vuodesta veden peitossa. Myös muun vesistön osan tai valtaojan ja sen reuna-alueen yhteyteen tehty alue täyttää määritelmän. Kosteikot perustetaan niiden luontaisille paikoille herkästi tulviville pelloille, pengerryille kuivatusalueille, pellon reuna-alueelle tai metsämaalle. (Maaseutuvirasto 2012.)

Kosteikot toimivat pääosin vesiensuojeluteknisenä rakenteena, mutta myös elävöittävät alueen maisemaa ja palauttavat luonnon biodiversiteettiä. Kosteikkojen vesiensuojelullinen toiminta perustuu pitkälti veden virtausnopeuden pienenemiseen, jolloin kiintoaines ja siihen sitoutuneet ravinteet sedimentoituvat altaan pohjalle. (Puustinen, Koskiaho, Jormola, Järvenpää, Karhunen, Mikkola-Roos, Pitkänen, Riihimäki, Svensberg, & Vikberg 2007.)

Kosteikon muotoa ei voida yksiselitteisesti ohjeistaa ja muoto riippuukin pitkälti perustamistavasta ja perustamispaikan olosuhteista (kuva 3). Kosteikon rakenteisiin on hyvä käyttää paikalla olevia materiaaleja, kuten kiviä, kivennäismaata, puita ym. Näin kustannukset pysyvät kohtuullisina, kun materiaalia ei tarvitse kuljettaa alueelta pois tai tuoda muualta. Jos kosteikko

perustetaan vanhalle peltoalueelle, on sen alle jäävä pintakerros syytä poistaa maahan sitoutuneiden ravinteiden takia. (Puustinen ym. 2007, 44–46.)



Kuva 3. Hovin kosteikon rakennepiirros. (Kuva: Suomen ympäristökeskus.)

Kosteikossa tulee olla syvempi, allasmainen osa, kiintoaineen keräämiseksi. Yleisesti syväne tulee sijoittaa heti tulouoman jälkeen, joka pinta-alaltaan erottuisi muista kosteikon rakenteista. Syvänteessä tulisi olla vettä alivirtaaman aikanakin vähintään metri. Vesisyvyydestä on hyötyä denitrifikaatioprosessille, joka muuttaa typpeä kaasumaiseen muotoon pohjan hapettomissa oloissa, ja näin ollen vapautuu ilmakehään. (Puustinen ym. 2007, 49.)

Syvennyksen jälkeen vesi ohjataan matalampaan osioon, jonka tehtävänä on poistaa liuennutta fosforia ja lisätä veden hapekkuutta. Pohjamaa jo itsessään sitoo fosforia, mutta prosessia tehostetaan istuttamalla vesikasveja kosteikkoon. (Puustinen ym. 2007, 50.) Vesikasvien juuret tuottavat veteen happea ja edistävät fosforin pidättymistä. (Puustinen ym. 2007, 14). Kasvillisuuden

perustaminen tehdään joko istuttamalla vesikasveja tai antamalla niiden luonnollisesti levitä alueelle. Kasvit, jotka pystyvät käyttämään runsaasti ravinteita ja eivätkä poikkea lähialueen kasvillisuudesta, ovat optimaalisia kosteikolle. (Puustinen ym. 2007, 52.) Taulukko sopivista lajikkeista löytyy liitteenä työn liiteosioista (liite 5).

Kosteikon monimuotoisuuden kannalta on suositeltavaa rakentaa niemekkeitä ja vedenalaisia harjanteita avoimelle vesialueelle, jotka ohjaavat veden virtausta kosteikon matalaan osaan samalla lisäten veden ja maan vaihettumisvyöhykkeitä. Tämä on tärkeää myös kosteikon biologiselle monimuotoisuudelle. Loiva muotoilu niemekkeissä ja ranta-alueilla helpottaa kasvien juurtumista sekä vesilintujen saalistamista ja pesimistä. (Puustinen ym. 2007, 51.)

Tärkeä rakenne kosteikossa on pato ja siinä oleva ylivirtausaukko, jolla voidaan säädellä kosteikon vesipintaa. Patoa rakentaessa on huomioitava miten korkealle vesi voi nousta tulvatilanteessa, jottei vesi pääse tulvimaan pelloille eikä aiheuta rappeuta kosteikon rakenteita. (Puustinen ym. 2007, 46–48.)

### ***Mitoitus***

Kosteikkoa suunniteltaessa on mietittävä kuinka paljon kyseinen rakenne voi pidättää ravinteita sekä tulviiko kosteikko lähialueille tulvakausina. Kosteikon pinta-ala olisi hyvä olla vähintään 1-2 % yläpuolisentaluma-alueen pinta-alasta.

Kokonaisfosforin ja typen pidättyminen on laskettu Puustisen ym. (2007) regressiomallien mukaan;

Kaava 10. kokonaisfosforin pidätys, osuus vuosikuormasta (%) =  $[23,2] \cdot [X^{0,57}]$ ,  
kokonaistypen pidätys, osuus vuosikuormasta (%) =  $[10,47] \cdot [X]$ , joissa  
X = kosteikon pinta-alan osuus (%) yläpuolisesta valuma-alueesta.

Kosteikkoa suunniteltaessa on määritettävä veden pinnan sekä maaston korkeus kosteikon alku- ja loppupäässä, jotta tiedetään, paljon veden pintaa

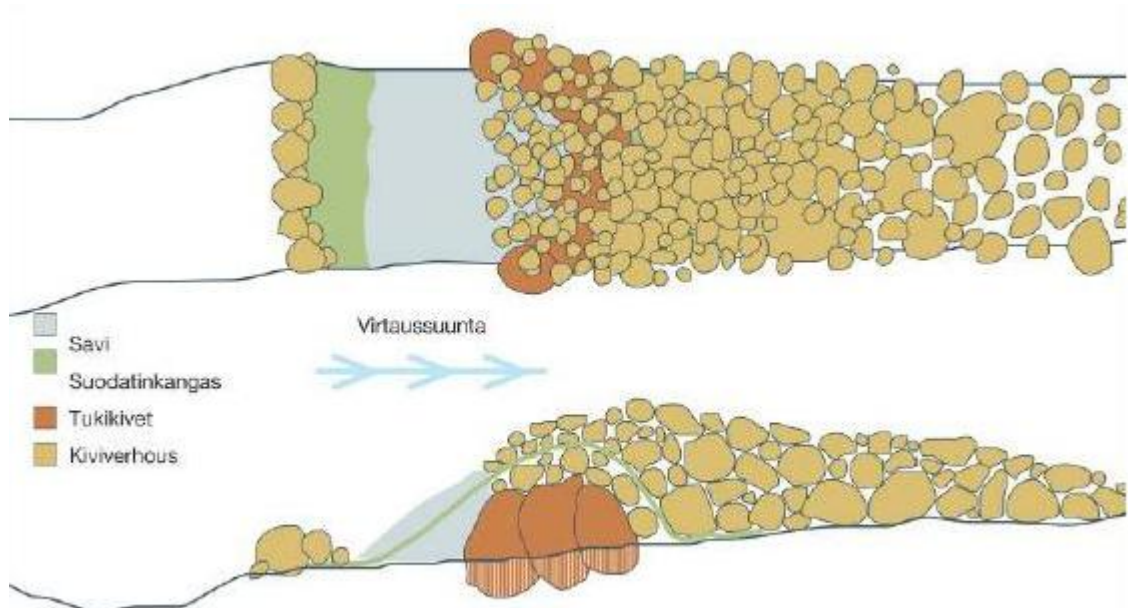
voidaan turvallisesti patorakennelmalla nostaa. Määrittäminen tapahtuu vaaitusvälineillä esimerkiksi optisella vaaituskojeella tai GPS-laitteistolla.

### **2.3.2 Pohjapadot**

Pohjapadot toimivat vesiensuojeluteknisinä rakenteina pidättäen kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita sekä estävät uoman eroosiota. Toiminta perustuu veden virtausnopeuden pienenemiseen, jolloin kiintoaineella on aikaa laskeutua uoman pohjaan. (Puustinen ym. 2007, 53–54.)

Pohjapatoja voidaan tehdä v-aukkoisena mittapadona tai maapatona (kuva 4). V-aukkoisesta mittapadosta on helppo seurata uoman virtaamaa, kun taas maapato on luonnollisen näköinen. Pohjapato sijoitetaan maastossa suoritetun arvioinnin sekä mittausten avulla niin, että sijoituspaikka on mahdollisimman luonnollinen uomalle. Maaperä on tutkittava, jottei maa olisi liian pehmeää padon rakenteille ja näin ollen vajoaisi maahan. (Hagelberg, Karhunen, Kulmala, Larsson & Lundström 2012, 14–16.) On hyvä huomioida, että kaivinkoneilla ja kuorma-autolla pääsee turvallisesti padon rakennuspaikalle sekä rakennusvaiheessa että myöhemmin toteutettavien kunnossapitotöiden vuoksi. Rakennustyöt kannattaa tehdä silloin, kun uomassa ei virtaa paljoa vettä. Paras ajankohta näin ollen on keskikesällä. (Joensuu ym. 2008, 63.)





Kuva 4. Kivistä tehty pohjapatorakenne. Ylempi kuva on ylhäältäpäin ja alempi sivustapäin kuvattu. (Kuva: Ympäristö.fi 10.10.2014.)

Pato on suunniteltava niin, että vesi kulkisi mahdollisimman keskeltä patoa, jottei eroosiota tapahtuisi uoman reunoilla. Padon alajuoksun puoleinen liuska on hyvä rakentaa loivaksi luonnonkivistä, jolloin pohjaeläimet pääsevät helposti kulkemaan rakenteesta lävitse. Padon sydän tehdään lujista materiaaleista kuten suurista kivistä, jotka tiivistetään savella tai suodatinkankaalla. Pato on mahdollista tehdä myös levystä, mutta on huomioitava, että levy asennetaan tarpeeksi syväälle, jotta se pysyisi paikoillaan. (Hagelberg ym. 2012, 14–16.)

## 2.4 Maatalouden ei-tuotannollinen investointituki

Maatalouden ei-tuotannollisen investointituen tarkoituksena on parantaa maatalousympäristössä sijaitsevan vesistön tilaa ehkäisemällä ulkoisen kuormituksen pääsyä vesistöön vesiensuojeluteknisillä rakenteilla sekä palauttaa luonnonmonimuotoisuutta että maisemallisia arvoja (Maaseutuvirasto 2012).

Rekisteröity yhdistys tai viljelijä voi hakea tukea paikalliselta elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselta (ELY-keskus) tarvittavalla lomakkeella. Hakemukseen on liitettävä kartta alueesta, kunnostussuunnitelma ja jos maa-alueita on

vuokralla, niin myös vuokrasopimukset. Tukea maksetaan hyväksytyjen kustannusten, rakenteiden toimivuuden ja tulonmenetysten perusteella enintään 11 500 €/kosteikkohehtaari ja pienille 0,3 tai 0,5 hehtaarin kosteikoille enintään 3 226 €/kosteikko. (Maaseutuvirasto 2012.)

Tuen saamisen edellytyksinä ovat:

- Valuma-alueesta tulee olla peltoa 20 %.
- Rakenteen pinta-alan oltava vähintään 0,5 % valuma-alueesta.
- Yksittäisen alan oltava vähintään viisi aaria ja koko hankkeen vähintään 0,30 hehtaaria.
- Kohteen hoidosta on tehtävä ympäristötuen mukainen monivaikutteisen kosteikon hoitoa koskeva erityistukisopimus ja ympäristötuen perustoimenpiteitä koskeva sitoumus sekä noudatettava ehtoja.
- Yhdistyksen tulee sijaita Leader-toimintaryhmän alueella ja toimintaryhmän tulee puoltaa investointihankkeen hyväksymistä.
- Hankkeen valmistuttua yhdistyksen on tehtävä kohteen hoidosta maatalouden ympäristötuen mukainen monivaikutteista kosteikonhoitoa koskeva erityistukisopimus ja noudatettava alueella täydentäviä ehtoja.
- Hanke toteutettava kahden vuoden kuluessa tuen myöntämisestä.
- Hakijan laadittava suunnitelma investoinnin toteuttamisesta.
- Alueen tulee olla hakijan hallinnassa koko perustamishankkeen toteuttamisen ajan ja lisäksi myös perustamishankkeen jälkeen haettavaksi edellyttävän kosteikon hoitoa koskevan ympäristötuen erityistukisopimuksen ajan. (Maaseutuvirasto 2012.)

Vuoden 2014 alussa alkoi uusi ohjelmakausi, joka kestää vuoteen 2020 asti (Valtiovarainministeriö 2014). Maa- ja metsätalousministeriössä valmistellaan parhaillaan uutta Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmaa (Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma, 2014). Uudistuksessa on pienennetty yläpuolisten peltojen pinta-ala kriteeriä kymmeneen prosenttiin, jotta tuki myönnettäisiin. Täytyy kuitenkin muistaa, että uusi kehittämisohjelma on vielä valmisteluasteella.

## 2.5 Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali

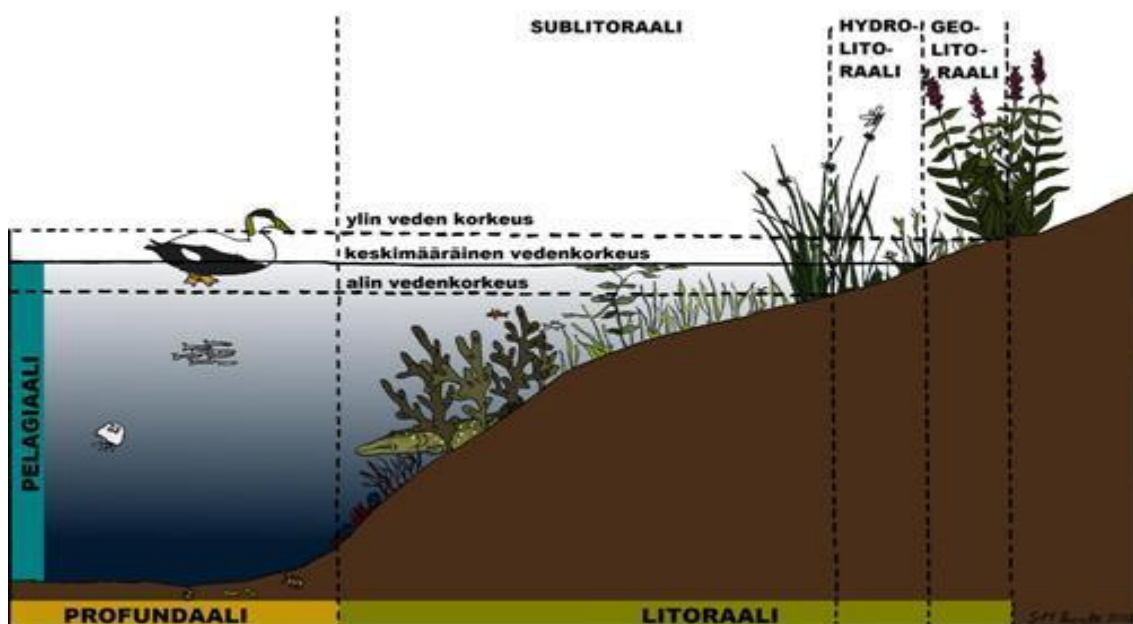
Pohjasedimentin laatu ja määrä on järven nykytilaan keskeisimmin vaikuttavia tekijöitä järveen tulevan ulkoisen kuormituksen lisäksi (Tossavainen 2013, 198). Sedimentin laatuun ja määrään vaikuttavia tekijöitä ovat ulkoinen kuormitus ja veden viipymä järvessä, mitä pidempi viipymä, sitä enemmän veden sisältämiä ravinteita sitoutuu järven pohjasedimenttiin. Sisäisen kuormituksen lähtökohtana on järven pohjaan kertynyt ravinnepitoinen orgaaninen aines, jonka hajotustyö kuluttaa happea. Heikkohappisissa olosuhteissa pohjasta alkaa vapautumaan veteen fosforia joka rehevöittää järveä, sekä heikentää veden laatua. Yleensä luonnontilaisissa ja kohtuullisen vähän kuormitetuissa järvissä myös sisäinen kuormitus on vähäistä (Tossavainen 2013, 96, 97). Mikäli järven alusvesi ja pohjasedimentti on pelkistyneessä tilassa, näyttää happianalyysi 0 mg/l, mutta redox-analyysillä sen sijaan kyetään mittaamaan pelkistyneisyyden voimakkuus (taulukko 6) (Tossavainen 2013, 197).

Taulukko 6. Veden ja pohjasedimentin tärkeitä redox-potentiaalın raja-arvoja (Tossavainen 2013, 198).

$E_h$ -arvo (muutos) (mV)	Kemiallinen/biologinen tapahtuma
+520	Järvivesi on hapella kyllästynyt
+450 → +400	Nitraattityppi → nitriittityppi ( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$ )
+400 → +350	Nitriittityppi → ammoniumtyppi ( $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4$ )
+300 → +200	Ferrirauta → ferrorauta ( $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ )
+300 → +200	Rautafosfaatti → ferrorauta + fosfaatti ( $\text{FePO}_4 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{PO}_4^{3-}$ ) (Järven sisäinen kuormitus)
+240	Muikun ja useiden muiden kalojen mädin kehittymiselle alaraja
+100 → +60	Rikkiatrioksidi → rikki ( $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{S}$ )
-150	Rikkivetyä vapautuu pohjasedimentistä ( $\text{H}_2\text{S}$ )
-250	Metaania vapautuu pohjasedimentistä ( $\text{CH}_4$ )

## 2.6 Vesi- ja rantamakrofyytit

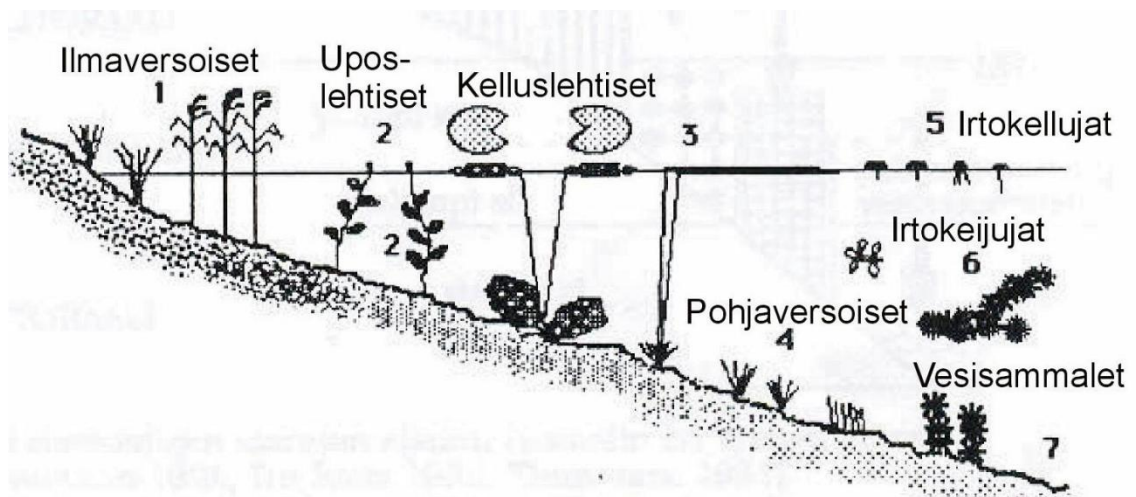
Vesi- ja rantakasvillisuus vaikuttaa suuresti vesistön yleisilmeeseen. Kasvit ovat osa järvimaisemaa ja kortteikot, ruovikot ja kelluslehtinen kasvillisuus ovat tyypillisiä suomalaiselle järvelle. Vesikasveilla on oma tehtävänsä järvessä. Kasvien muodostama litoraalin alue (kuva 5) toimii suodattimena valuma-alueelta tulevalle ravinnekuormitukselle käyttäen vedestä ravinteita, jotka muuten edistävät järven rehevöitymistä. Kasvien juuret myös sitovat pohjan sedimentin sekä rannan maa-aineksen, jolloin ne lieventävät resuspensiota rannoilla. (Kääriäinen & Rajala 2005, 249–250.)



Kuva 5. Järven kasvillisuusvyöhykkeet (Kuva: Rivasto 2014).

Vesi- ja rantamakrofyytit muodostavat alueen, joka on monelle järven ekosysteemissä asuvalle eliölle elintärkeä. Kasvillisuuden seassa asuvat vesikirput sekä monet muut selkärangattomat vähentävät rehevöitymishaittoja käyttämällä ravinnokseen levää ja kuollutta kasvimateriaalia, joka muuten lisäisi järven kuormittavaa biomassaa. Kasvit tarjoavat myös kutupaikkoja kaloille, kuten myös saalistajille, jotka pitävät kalalajien tasapainosuhteet kunnossa. Myös vesilinnut pesivät kasvien sekaan, koska se tarjoaa suojaa ja ravintoa sekä pesänrakennustarpeet ovat lähellä. (Kääriäinen & Rajala 2005, 251.)

Vesikasvit luokitellaan kasvutavan mukaan eri elomuotoihin (kuva 6), jotka sijoittuvat eri litoraalityöhykkeille. Järven pohjan laatu, veden laatu ja rannan muoto vaikuttavat siihen mitä lajeja alueella kasvaa ja kuinka paljon. (Tossavainen 2014, 72.)



Kuva 6. Vesikasvien elomuodot. (Kuva: Leka 2011.)

## 2.7 Kalastorakenne

Kalastorakennetutkimuksilla arvioidaan pintavesien ekologista tilaa. Kalaseurantoja on maassamme tehty erilaisin menetelmin, mutta järvissä yleisin tutkimusmenetelmä on verkkokoekalastus yhteiseurooppalaisen standardin mukaisilla Nordic-verkoilla. Tässä työssä tarkastellaan verkkokoekalastuksen tuottamia tietoja ekologisen tilan luokittelussa sellaisen määrällisten kalayhteisömuuttujien osalta, kuten yksikkösaaliin yksilömäärä, biomassa, lajisuhteet, sekä särkikalojen ja petomaisten ahvenkalojen osuus saaliista. Nämä tutkimukset antavat meille yleistietoa järven tilasta ja niiden avulla pystymme tunnistamaan ja paikantamaan järven ongelmia. (Tammi, Rask, Olin, 2006, 1)

## 2.8 Pohjaeläimet

Useilla pohjaeläinryhmillä on hyvä indikaattoriarvo vesistön tilan suhteen. Pohjaeläimistön lajistoon ja määrään vaikuttavat pohjaveden happipitoisuus, sedimentin laatu ja määrä, sedimentin redox-potentiaali, pohjaeläimiä syövien kalojen määrä sekä pohjaeläimistön keskinäiset peto-saalissuhteet. Yleensä vesistöissä, joissa alusveden happipitoisuus on hyvä ja pintasedimentin redox-arvo korkea, on myös lajistoltaan monipuolinen pohjaeläimistö. Taas päinvastaisissa olosuhteissa lajivalikoima on yleensä suppea, mutta harvojen lajien kappalemäärät voivat silti olla suuriakin. (Tossavainen 2013, 194, 195.)

### **3 Työn tavoitteet, aiheen rajausta ja työn toteutus**

#### **3.1 Tarkoitus, tavoitteet ja tutkimusongelmat**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Niinikkolammen vesiensuojelullinen nykytila sekä laatia selvitysten perusteella tarpeelliset kunnostustoimenpiteet. Työn pääasiallinen tehtävä on paikantaa rehevöitymistä aiheuttavat tekijät sekä luoda suunnitelma, jonka pohjalta järven tilaa voidaan parantaa. Työn tavoitteena on edesauttaa järven kunnostuksen toteutumista sekä antaa toimeksiantajalle ohjeet miten toimenpiteitä tulisi jatkaa ja mihin keskittyä.

Tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Mikä on järven nykytila?
2. Mikä aiheuttaa Niinikkolammen rehevöitymistä?
3. Millaisia kunnostustoimenpiteitä järvi vaatii?

#### **3.2 Työn rajausta**

Tutkimusalueena on Niinikkolampi ja sen valuma-alue. Työ rajautuu järvioltaan ja sen valuma-alueen tutkimuksiin, joiden perusteella laaditaan kunnostussuunnitelma järvelle. Tutkimukset tehdään niin laajasti, ettei jatkotutkimuksia järven kunnostustoimenpiteiden toteuttamiseen vaadita. Järven kunnostustoimenpiteiden toteutuksesta vastaa toimeksiantaja.

#### **3.3 Toteutus**

Järven kunnostustarvetta arvioidaan fysikaalis-kemiallisten ja biologisten tutkimustulosten sekä maastossa tehdyn havainnoinnin perusteella.

Tutkimustulosten ja maastohavaintojen perusteella voidaan paikallistaa kuormitusta aiheuttavat tekijät sekä niistä aiheutuvat ongelmat, jotka luovat pohjan kunnostustoimenpiteiden suunnittelulle. Kunnostustoimenpiteiden arvioinnissa pyritään löytämään kustannustehokkaita vaihtoehtoja ongelmakohtien ratkaisemiseksi.



## 4 Aineisto ja menetelmät

Tässä luvussa tuomme esiin Niinikkolammella tekemiämme tutkimuksia kuluvan vuoden aikana. Tutkimuksissa ovat olleet mukana Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijaryhmiä, talon henkilökuntaa ja kylän asukkaita, jotka ovat lainanneet meille mm. veneitä ja tarjonneet tutkimusten kenttätöiden tilat järven rannalta.

### 4.1 Vedenlaadun ja kuormituksen tutkimus

Niinikkolammen ja sen virtavesien vedenlaatu tutkittiin järven syvänehavaintopaikasta ja siihen laskevista uomista (taulukko 7). Otetut vesinäytteet analysoitiin Suomen ympäristökeskuksen Joensuun laboratoriossa hyödyntäen näin parasta mahdollista asiantuntijuutta ja tekniikkaa. Vesinäytteidenotossa mukana oli limnologi Tarmo Tossavainen, joka varmisti, että näytteenotot menevät ohjeiden mukaan. Vesinäytteet toimitettiin pikimmiten laboratorioon, viimeistään seuraavana päivänä.

Taulukko 7. Niinikkolammen vedenlaatututkimuksen näytteenotot. Syvänteestä näytteet neljästä syvyydestä. I= lopputalven kerrosteisuus, II= kevättäyskierto (uomissa kevytlivirtaama), III= kesäkerrosteisuus, IV= syystäyskierto (uomissa syyslivirtaama).

Näytepaikka	O <sub>2</sub>	Kok.P.	Kok.N.	SS	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P / NO <sub>2</sub> - + NO <sub>3</sub> -N / NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N
Syvänte	I - IV	I - IV	I - IV	-	III
Uoma 1	-	II, IIII	II, IIII	II, IIII	-
Uoma 2	-	II, IIII	II, IIII	II, IIII	-
Uoma 3	-	II, IIII	II, IIII	II, IIII	-
Uoma 4	-	II, IIII	II, IIII	II, IIII	-

#### 4.1.1 Järven vedenlaatu

Vesinäytteet otettiin Niinikkolammen syvänteestä 31.10.2013, 7.2.2014, 20.2.2014, 25.3.2014, 5.6.2014 ja 20.8.2014. (YKJ I: 6930130 P: 3624792).

Näytteitä otettiin jokainen kerta neljästä syvyydestä tärkeimpänä pinta (1 m), sekä metri pohjan yläpuolelta (P -1m). Taulukossa 8. on esitetty näytteenotossa käytetyt välineet.

#### Taulukko 8. Vesinäytteidenotossa käytetyt välineet

---

Limnos-, Ruttner-vedennäytteenotin, jossa lämpötilamittari  
 Luotinaru  
 GPS-laite (Garmin 60 CSx)  
 näytepulloja (0,25 l, 0,5 l, 1 l, lasipullo), ämpäri, kauha, styroksilaatikko  
 reagenssit  
 peruskartta, ilmakekuva, kenttälomake, muistiinpanovälineet  
 pulkka, kaira, naskalit (talviaikaan)

---

Järvinäytteidenotossa on vakiintunut menetelmä, jota noudattamalla varmistutaan tulosten paikkaansa pitävyydestä. Kettusen ym. (2008) mukaan on varmistuttava, että välineet ovat virheettömässä kunnossa ja näytteenotot on tehtävä rauhallisesti (kuva 7). Näytteet tulee analysoida mahdollisimman pian virhemarginaali mahdollisuuden vähentämiseksi (Kettunen, Mäkelä & Rajala 2008, 56).



Kuva 7. Vesinäytteenotto Limnos-vesinäytteenottimella. Näytteenotto Niinikkolammella 7.2.2014 BIYNS11- ja BIYAS11 – ryhmien sekä vaihto-opiskelijoiden kanssa. Toimintaa ohjaa limnologi Tarmo Tossavainen (vas.). (Kuva: Lassi Puurunen).

#### 4.1.2 Ulkoinen kuormitus

Niinikkolampeen laskevista neljästä uomasta (taulukko 9) on vuosien 2013 – 2014 aikana on otettu virtausmittauksia ja vesinäytteitä (31.10.2013, 6.11.2013, 15.5.2014 ja 29.10.2014). Havainnot on pyritty ajoittamaan kevät – ja syystäyskiertojen ajalle, jolloin valuma on suurimmillaan.

Taulukko 9. Niinikkolampeen laskevien uomien ja lasku-uoman havaintopaikat sekä paikkojen koordinaatit. Koordinaatit määritetty Garmin 60CSx-satelliittipaikantimella  $\pm 2 - 3$  metrin tarkkuudella.

Kohde	Koordinaatit (YKJ)
Uoma 1	I: 3624587 P: 6930541
Uoma 2	I: 3625145 P: 6929629
Uoma 3	I: 3624769 P: 6930698
Uoma 4	I: 3624628 P: 6930639
Myllypuro (lasku-uoma)	I: 3625480 P: 6930085



Kuva 8. Virtaaman mittaamista 24.3.2014 Global Water© -siivikolla. Taustalla lämpötilan mittaus. (Kuva: Atte Varis).

Virtaveden näytteenotossa (kuva 8) on etsittävä mahdollisimman edustava paikka mistä näyte otetaan ja varmistuttava, ettei yläjuoksulla sekoiteta uoman vettä ja pohjaa, jolloin ravinnelukummat voivat muuttua merkittävästi ja näyte on pilalla. Näyte voidaan ottaa suoraan pulloon, jolloin varovaisesti suunnataan pullon suuaukko virtaa kohti, kuitenkin niin, ettei pullo kosketa pohjaa. (Kettunen ym. 2008, 50, 15.)

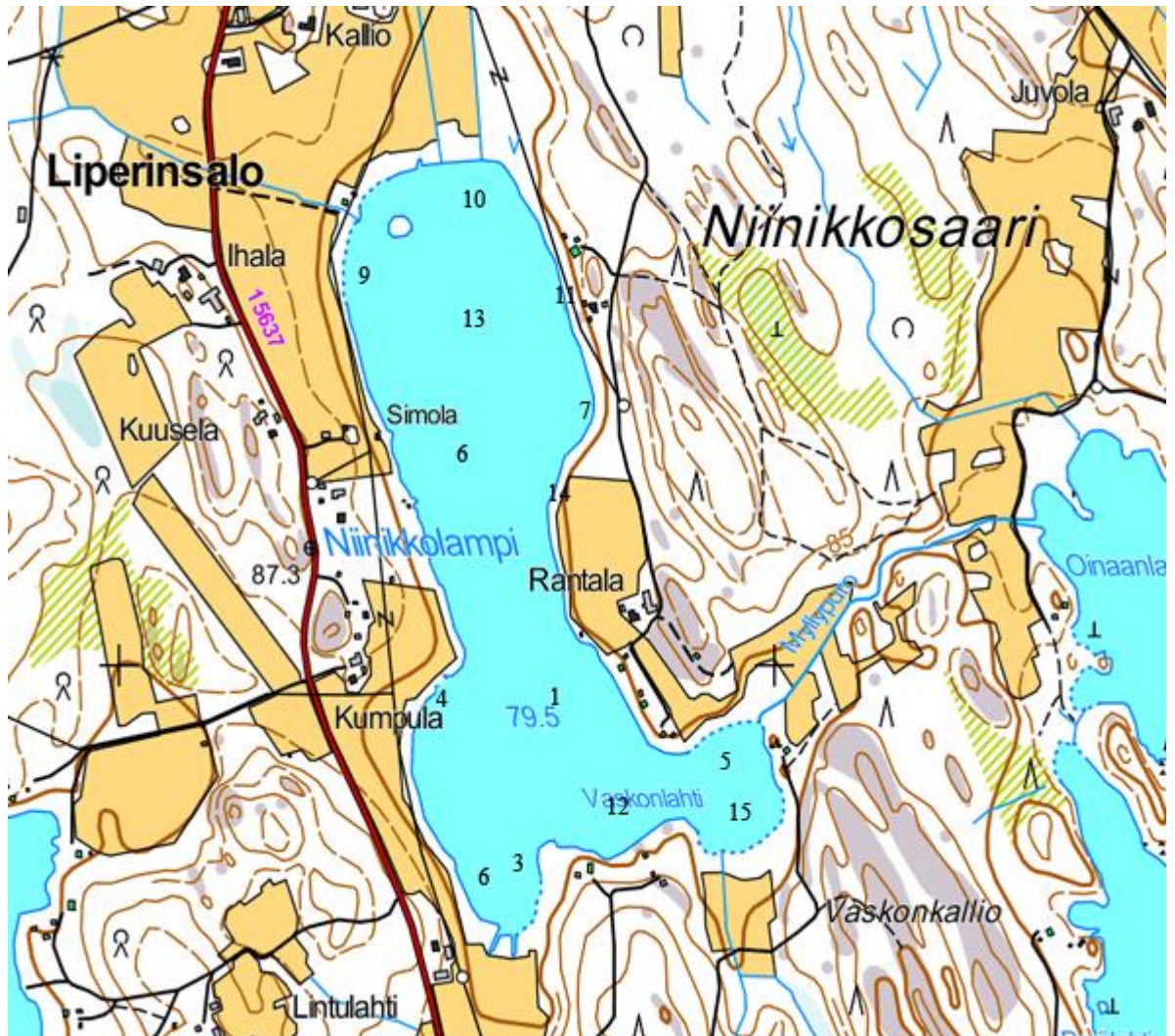
Näytteenoton jälkeen tehdään virtaamamittaukset. Virtaamamittaus suoritetaan siivikolla edustavalta paikalta. Paikka voidaan tehdä itse poistamalla mittauspaikan alajuoksulta kiviä sekä yläjuoksulta irtoavaa maa-ainesta. Alajuoksun kivet voivat vääristää virtaamaa ja yläjuoksulta irtoava maa-aines voi kulkeutua virran mukana propelliin, joka estäisi sen pyörimisen. Uoman halki laitetaan keppi, jota pitkin edetään sahausliikettä tehden niin, että siivikon propellipää käy uoman pohjalla ja pinnalla. Kun koko uoman leveys on sahattu, siivikko näyttää mikä on keskimääräinen virtausnopeus (m/s). Virtaamamittauksen jälkeen mitataan uoman leveys ja sen syvyys eri kohdista, jotta voidaan muuttaa siivikon antama virtaustulos virtaamaksi, litraa sekunnissa.

#### **4.2 Osavaluma-alueet ja vesiensuojelutekniset rakenteet**

Niinikkolammen valuma-alueella on neljä osavaluma-aluetta, jotka ovat järveen laskevien uomien perusteella valikoitu. Osavaluma-alueiden pinta-alojen ja maapohjan selvittämisessä on käytetty apuna maanmittauslaitoksen paikkatietokkuna-sivuston karttaikkunasovellusta sekä maastohavainnot. Osavaluma-alueille on suunniteltu rakennettavaksi vesiensuojeluteknisiä rakenteita, joiden tarkoitus on vähentää uomista järveen kulkeutuvaa ulkoista kuormitusta. Kosteikoiden paikkoja ja ympäröivän maaston korkeus-suhteita mitattiin optisella vaaituskojeella 5.6. ja 8.10.2014 ja mittaustulokset näistä ovat liitteessä 4, joissa etäisyydet on arvioitu karkeasti.

### 4.3 Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali

Niinikkolammen pohjasedimenttitutkimukset suoritettiin kevät-talven 2014 aikana. Näytteenotokerrat sijoituivat helmi–maaliskuulle ja näytteenotopisteet sijoitettiin ympäri lampea, niin että saataisiin lammen tilaa parhaiten kuvaavat sedimenttinäytteet (kuva 9).



Kuva 9. Niinikkolammen pohjasedimentti ja redox-potentiaalimittausten havaintopaikat. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Atte Varis.

Tutkimuksessa selvitettiin sedimenttikerroksen laatu, määrä ja vaihtelevuus eri puolilla lampea. Sedimenttitutkimuksen erityisen kiinnostuksen kohteena oli myös orgaanisen pohja-aineoksen hapetus-pelkistysaste. Sedimenttikerroksen määrää tutkittiin neuvostoliittolaisella teräksestä valmistetulla suokairalla, jonka

päässä oleva ”terä” sulkee sisälleen pystymetrin verran sedimenttiä pyörittäessä (kuva 10).



Kuva 10. Sedimentinäyte esillä suokairan terässä. Näytteessä erottuu hyvin ruskeahko orgaaninen aines ja harmaa puhdas savipohja. (Kuva: Atte Varis.)

Tutkimuksissa pyrittiin pääsemään aina puhtaaseen saviainekseen saakka, mutta neljässä pisteessä ei päästy liian suuresta vesisyvyydestä johtuen. Hapetus-pelkistysaste otettiin pohjan pintasedimentistä Limnos-mallisella viipaloivalla pohjasedimentti näytteenottolaitteella ja mitattiin WTW3210 -kenttämittarilla. Sedimentin määrä tutkittiin yhteensä kolmestatoista havaintopaikasta. Redox-potentiaali mitattiin yhteensä 13 havaintopaikasta.

Sedimenttinäytteet otettiin tarkkaa laboratorioanalyysiä varten 14.3.2014 vain pisteestä 13, joka edustaa sedimentin ulkonäön perusteella tyypillistä Niinikkolammen sedimenttiä. Sedimenttinäytteet otettiin viidestä eri syvyydestä, jotka lähetettiin Suomen ympäristökeskuksen laboratorioon analysoitaviksi. Näytteistä selvitettiin kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, kokonaismassa,

haihdutushäviö ja hehkutusjäännös. Kolmen viimeksi mainitun ominaisuuden avulla saadaan määritettyä sedimentin kokonaismassan jakautuminen veden sekä orgaanisen ja epäorgaanisen (eli mineraali-) aineksen kesken.

#### 4.4 Vesi- ja rantamakrofyttien kartoitus

Niinikkolammen kasvillisuutta kartoitettiin 3.6. ja 5.6.2014 sekä loppukesästä 1.9.2014. Kartoitukset tehtiin Karelia AMK:n ympäristötekniikan opiskelijaryhmien BIYNS11 ja BIYAS11 kanssa. Toimintaa ohjasivat ja asiantuntijoina toimivat Karelia Amk:n lehtorit Tarmo Tossavainen ja Jari Spoof. Järvialueen kasvit kartoitettiin linja- ja välialuekartoituksena, joita kumpiakin oli yhdeksän (kuva 11). Linjat valittiin 15.5.2014 silmämääräisesti ympäri järveä kuvaamaan parhaiten sen kasvillisuutta ja erilaisia kasvuolosuhteita. Taulukossa 10 on esitetty kasvikartoituksessa käytetyt välineet.

Taulukko 10. Niinikkolammen vesi- ja rantamakrofyttien kartoituksessa käytetyt välineet

---

Puukehikot (2kpl); sisämitat 0,5 m x 0,5 m ja 1,0 m x 1,0 m
Paaluja (noin 3 metriä) vähintään 2 kpl/linja kartoituslinjan merkitsemistä ja merkkinarun kiinnitystä varten (+ puukot, kirveet)
GPS – laitteet varapattereineen linjojen alku – ja loppupisteiden tallennuksen
Soutuvene, pelastusliivit, kahluusaappaat, harava jatkovarrella
Luotinaru, rullamitta, paalinaru, metsurinnohauha
Peruskartta, ilmakekuva, kenttälomakkeet (kts. liitteet 1 ja 2), muistiinpanovälineet, kasvien tunnistusopas

---



Kuva 11. Niinikkolammen kasvikartoituslinjat ja välialueet. Linjat merkitty ympyröidyillä numeroilla ja välialueet z - numero. © Maanmittauslaitos.

Ruutulinjakartoituksessa edetään kivennäismaan rajasta niin pitkälle, kunnes pelagiaalialue alkaa, kuitenkin niin, ettei vesikasveja enää esiinny. Linjan päähän pystytetään keppi, johon mittanaru sidotaan. Kartoituksessa edetään aluksi metrin välein, jolloin kenttälomakkeeseen merkitään kaikki kasvit, jotka ovat kehikon sisällä joko kappalemäärin tai peittävyysprosenttein. Näiden tietojen avulla voidaan selvittää kunkin kasvin prosentuaalinen osuus kaikista kasveista (taulukko 11) Vesikasvillisuuden alkaessa vaihdetaan kehikkoa pienempään ja jatketaan samaan tapaan. (Spoof 2014, 1.)

Välialueet kartoitetaan soutamalla alueen vieressä tai kahlaamalla alue. Silmämääräisesti arvioidaan, kuinka paljon kasvillisuutta on rannansuuntaisesti sekä järvelle päin ja merkitään tiedot kenttälomakkeelle. Kenttälomakkeeseen merkitään myös kasvit, joita alueella tavataan. (Spoof 2014, 2.)

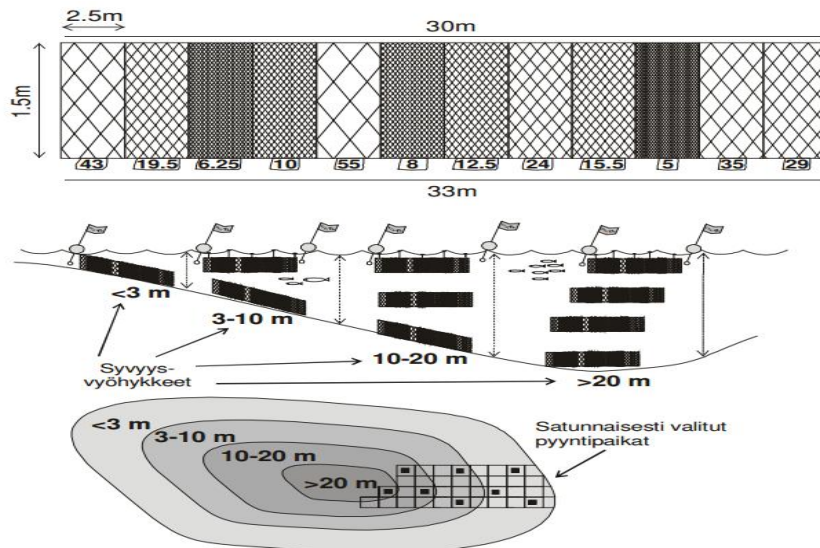


Taulukko 11. Kasvien esiintymisprosentit muunnettuna runsausarvioksi

Hyvin yleinen	76...100 %
Yleinen	51...75 %
Jokseenkin yleinen	26...50 %
Melko yleinen	6...25 %
Jokseenkin harvinainen	1...5 %
Harvinainen	< 1 %

#### 4.5 Kalastorakenne

Niinikkolammen kalasto selvitettiin suorittamalla koekalastukset 11.–12.9.2014, 18.–19.9.2014 ja 6.–7.10.2014. Pitkän lämpimän syksyn ansiosta pyyntikertoja pystyttiin toteuttamaan vielä lokakuun alkupuolella kesäkerrostuneisuuden vallitessa. Ensimmäisillä kahdella pyyntikerralla järveen laskettiin 7 verkkoa kerrallaan. Lokakuun alussa suoritettiin vielä 3 verkkoyötä, jolla saatiin korvattua myös yksi aiemmin hapettomaan vesisyvyYTEEN laskettu verkko (3 – 10 m). Verkkojen pyyntiajaksi tuli noin 12 - 16 tuntia. Verkkokalastus tehtiin NORDIC-yleiskatsausverkoilla, joka on kooltaan 1,5 m korkea ja 30 m leveä ja jossa samassa verkossa on 2,5 metrin pituisina siivuina 12 eri solmuväliä (5; 6,25; 8; 10; 12,5; 15,5; 19,5; 24; 29; 35; 43 ja 55 mm) verkon suunnittelun yhteydessä arvotussa järjestyksessä (kuva 12). Solmuvälit kasvavat kertoimen 1,25 mukaan ja tällä pyritään siihen, että verkon pyydystystehokkuus säilyisi mahdollisimman samana erikokoisille kaloille (Olin, Lappalainen, Sutela, Vehanen, Ruuhijärvi, Saura & Sairanen 2014, 8).



Kuva 12. Nordic-verkon rakenne, sijoittuminen eri syvyysvyöhykkeissä ja pyyntipaikkojen satunnaisotannan periaate (Olin ym. 2014, 8)

#### 4.5.1 Verkkojen paikat

Koekalastuksissa tehtävien pyyntipaikkojen valinta suoritettiin arpomalla, koska satunnaisesti valitut pyyntipaikat vahvistavat tulosten vertailukelpoisuutta sekä pienentävät puoli vahingossa tapahtuvien virheiden (esim. valitaan hyvät saalispaikat) riskiä (Olin ym. 2014, 7).

Vesistöalueen kartta jaettiin ruutuihin ja ruudut numeroitiin. Näistä ruuduista arvottiin verkkojen paikat ympäri järveä (taulukko 13). Verkkopaikkoja valitessa arvonnasta jätettiin pois ranta-alueet, jotka olivat tiheän vesikasvillisuuden peitossa sekä syvyysvyöhykkeet, jotka on todettu hapettomiksi. Niinikkolammen kokoisella pienellä järvellä (33 ha ja 2 syvyysvyöhykettä) koekalastukset kohdistetaan koko vesialueeseen (taulukko 12).

Taulukko 12. Tarvittava verkko-öiden kokonaismäärä järven pinta-alan ja syvyysvyöhykkeiden mukaan. Yhden syvyysvyöhykkeen omaavan järven verkkomäärät löytyvät sarakkeesta I (< 3 m), kahden syvyysvyöhykkeen järvessä sarakkeesta II (< 3 m ja 3 – 10 m), kolmen syvyysvyöhykkeen järvessä sarakkeesta III (< 3, 3 - 10 ja 10 – 20 m) ja neljän syvyysvyöhykkeen järvessä sarakkeesta IV (< 3, 3 - 10, 10 - 20, > 20 m). Niinikkolammen pinta-ala on noin 33 ha ja siinä on 2 syvyysvyöhykettä, joten verkko-öitä tarvitaan 16 (Olin ym. 2014, 6).

Ha	I	II	III	IV
<20	6	10	16	24
21–50	10	16	25	37
51–100	15	21	30	42
101–250	20	26	35	47
251–500	24	30	39	51
501–1000	28	36	48	64
>1000	32	40	52	68

Koekalastuksessa saaduista kaloista kirjattiin ylös verkkokohtaisesti kalojen kappalemäärät ja painot kalalajeittain. Jokaisesta kalalajista otettiin myös satunnainen otos edustusyksilöitä, joista kirjattiin ylös paino ja pituus sekä otettiin suomunäytteet myöhempää laboratoriossa suoritettavaa iänmäärittystä varten. Kalojen iänmäärittys suoritettiin tutkimalla preparoitua suomunäytettä suurentamalla näkyviin suomun vuosirenkaat mikrolukulaitteella.

Taulukko 13. Kalastusverkkojen koordinaatit ja pyyntipäivämäärät

Verkon Numero	Pyyntiajankohta	I Koordinaatti (YKJ)	P Koordinaatti (YKJ)
1	11.–12.9.2014	3624832,74	6929676,61
2	11.–12.9.2014	3624715,43	6929775,42
3	11.–12.9.2014	3624834,15	6929946,10
4	11.–12.9.2014	3624731,59	6930105,90
5	11.–12.9.2014	3624840,13	6930122,46
6	11.–12.9.2014	3624920,41	6929804,58
7	11.–12.9.2014	3625114,07	6929724,99
8	18.–19.9.2014	3624697,41	6930470,26
9	18.–19.9.2014	3624827,42	6930499,75
10	18.–19.9.2014	3624863,61	6930426,78
11	18.–19.9.2014	3624906,71	6930294,42
12	18.–19.9.2014	3624821,77	6930251,05
13	18.–19.9.2014	3624714,84	6930214,00
14	6.–7.10.2014	3624806,94	6930393,85
15	6.–7.10.2014	3625012,52	6929721,35
16	6.–7.10.2014	3624744,75	6929806,12

#### 4.6 Pohjaeläimet

Niinikkolammen pohjaeläinnäytteet otettiin Ekman-noutimella ( $A = 292,4 \text{ cm}^2$ ) standardia SFS 5076 noudattaen. Näytteet otettiin sedimenttinäytteiden ja redox-potentiaalin mittausten yhteydessä yhteensä 13 havaintopaikasta. Ekman-noutimeen jäänyt aines seulottiin 0,5 mm:n seulalla, ja seulottu aines siirrettiin pakasterasiaan, joka täytettiin etanolilla näytteen säilömiseksi. Näytteistä poimittiin pohjaeläimet Karelia-amk:n laboratoriossa, jossa niistä löydetyt taksonit tunnistettiin. Pohjaeläintaulukoita varten Ekman-noutimen pinta-ala on kerrottu vastaamaan neliömetrin kokoista aluetta, ja tätä kerrointa on myös käytetty pohjaeläinmäärien laskemisessa.

## 5 Tulokset

### 5.1 Vedenlaatu

Niinikkolammen syvänteen vedenlaadun havainnot vuosina 2013 – 2014 on esitetty taulukossa 14. Järven minimiravinnetarkastelu löytyy taulukosta 15. Järveen laskevien uomien havainnot ovat taulukoissa 16 ja 17 sekä kuvioissa 1, 2 ja 3.

#### 5.1.1 Syvänehavainnot

Taulukko 14. Niinikkolammen syvänteen vedenlaadun havainnot

Pvm.	Näytesyv. (m)	°C	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> (kyll. %)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> P (µg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>3</sup> -N (µg/l)	NH <sub>4</sub> N (µg/l)
31.10.13	1.0	4.6	11,0	86	17,0	740	-	-	-
	3.0	4.6	11,1	86	17,0	740	-	-	-
	6.0	4.7	11,5	89	17,0	730	-	-	-
	7.7 (P -1)	4.7	11,2	89	17,0	730	-	-	-
7.2.14	1.0	2.0	9,7	70	21,0	910	-	-	-
	3.0	2.8	7,4	55	18,0	850	-	-	-
	8.0 (P -1)	3.2	1,2	9	50,0	1300	-	-	-
20.2.14	1.0	1.8	-	-	-	-	9,0	-	-
	3.0	3.0	-	-	-	-	9,0	-	-
	6.0	3.2	-	-	-	-	11,0	-	-
	6.8	3.2	-	-	-	-	17,0	-	-
	7.8 (P -1)	3.3	-	-	-	-	23,0	-	-
25.3.14	1.0	3.5	7,5	56	21,0	920	-	-	-
	3.0	3.8	7,5	57	22,0	910	-	-	-
	6.0	3.5	3,8	29	26,0	1000	-	-	-
	7.9 (P -1)	3.4	1,2	9	42,0	1200	-	-	-
5.6.14	1.0	18.7	10,1	108	31	740	-	-	-
	3.0	13.3	9,2	88	34	770	-	-	-
	6.0	9.6	6,6	58	25	810	-	-	-
	8.4 (P -1)	8.9	2,1	18	41	1100	-	-	-
20.8.14	1.0	19.6	8,8	95	15	620	-	-	-
	3.0	19.6	8,8	96	12	620	-	-	-
	6.0	10.0	< 0,2	< 2	21	1400	-	-	-
	7.5 (P -1)	8.9	< 0,2	< 2	88	2300	-	-	-
	Kokooma	-	-	-	13	650	< 2	<5	6

Taulukko 15. Minimiravinnetarkastelu Niinikkolammelle.

Kokonaisravinteiden suhde	Mineraaliravinteiden	Ravinteiden
---------------------------	----------------------	-------------

	(a)	suhde (b)	tasapaino- suhde (c)
	325	5,5	59
Minimiravinne	P	N tai P	N

### 5.1.2 Fosforimallitarkastelu Niinikkolampeen

Niinikkolammen kaikkien uomien mukana tuleva fosforikuorma on 48,7 kg/a. Uomien välialueilta valuva fosforikuorma on 34,8 kg/a ja ilmalaskeuman mukana kulkeutuva fosforikuorma on 7,6 kg/a. Yhteensä Niinikkolammen kokonaisfosforikuorma on noin 91,2 kg/a.

Niinikkolampeen tuleva fosforikuormitus

Kok. P. 91,2 kg/a

mg/s = 91 200 000 mg / (365 \* 24 \* 3 600) = 2,8919330... = 2,89 mg/s

$$C_I = \frac{2,89 \text{ mg/s}}{0,02649 \text{ m}^3/\text{s}} = 109,097... = 109,1 \text{ mg/m}^3$$

Kokonaisfosforin nettosedimentaatio Niinikkolammelle

$$R = 0,9 * \frac{(109,1 \text{ mg/m}^3 * 16,1)}{(280 + 109,1 * 16,1)}$$

$$R = 0,9 * \frac{(1 756,51 \text{ mg/m}^3)}{(2 036,51 \text{ mg/m}^3)}$$

$$R = 0,9 * (0,862...)$$

$$R = 0,776... = 77,6 \%$$

Näin ollen 77,6 % Niinikkolampeen tulevasta kokonaisfosforin vuosikuormasta sedimentoituu.

Jos tarkastellaan veteen liukoiseksi jäävää osaa fosforista, lasketaan saamastamme alkupitoisuudesta pois pohjaan sedimentoituva prosenttiosuus.

$$R = 0,776 = 76 \%$$

$$(1 - 0,776) * 109,1 \text{ mg/m}^3 = 24,4384 \text{ mg/m}^3 \sim 24,5 \text{ mg/m}^3$$

$$C_{\text{calc}} = 24,5 \text{ mg/m}^3$$

$$C_{\text{mitattu}} = 27,8 \text{ mg/m}^3 = 27,8 \text{ } \mu\text{g/l}$$

$$(27,8 - 24,5) \text{ mg/m}^3 = 3,3 \text{ mg/m}^3$$

Verrattaessa veden mitattua pitoisuutta laskettuun fosforipitoisuuteen huomataan, että kuutiometrille jää 3,3 mg fosforia, mitä laskettu ulkoinen kuormitus ei selitä, mutta pohjan huonon happitilanteen vuoksi voidaan olettaa sen irtoavan järven pohjasta sisäisenä kuormituksena.

Kun kerrotaan tämä koko Niinikkolammen tilavuudelle  $1\,121\,313 \text{ m}^3$ , saadaan selville vuosittainen sisäisen kuormituksen aiheuttama veteen liuennut fosforimäärä.

$$3,3 \text{ mg/m}^3 * 1\,121\,313 \text{ m}^3 = \frac{3\,700\,332,9 \text{ mg/m}^3}{(1000*1000)} = 3,7 \text{ kg}$$

Vesimassassa liukoisena oleva kokonaisfosfori on  $C_{\text{mitattu}} * 1\,121\,313 \text{ m}^3$

$$27,8 \text{ mg/m}^3 * 1\,121\,313 \text{ m}^3 = 31\,172\,501,4 \text{ mg} = 31,2 \text{ kg}$$

$$\frac{3,7}{31,2} = 0,118.. = 12 \%$$

Vesimassassa liukoisena olevan fosforin kokonaismäärä n. 31,2 kg, josta pohjasta vapautuvaa fosforia n. 12 %. Niinikkolammen suurin sallittu fosforikuorma eli sietokyky lasketaan seuraavalla tavalla.

$$I^* = 0,158 \times \left( \frac{0,02649}{16,1} \right) \times \left( [20 \times 16,1] - 280 + \sqrt{78400 - \{448 \times 20 \times 16,1\} + \{20^2 \times 16,1^2\}} \right)$$

$$= 0,158 \times \left( \frac{0,02649}{16,1} \right) \times ([322] - 280 + \sqrt{78400 - \{144\,256\} + \{103\,684\}})$$

$$= 0,158 \times \left( \frac{0,02649}{16,1} \right) \times (322 - 280 + 194,49)$$

$$= 0,158 \times \left( \frac{0,02649}{16,1} \right) \times 236,49$$

$$= 0,06147... = 0,0615$$

$$= 62 \text{ kg kok. P/a}$$

Jos haluttaisiin päästä veden liukoisen fosforipitoisuuden tavoitearvoon  $20 \text{ } \mu\text{g/l}$ , saisi ulkoinen kuormitus olla enintään 62kg kok. P/a. Nykyinen järven ulkoinen

kuormitus on noin 91 kg kok. P/a, josta pitäisi saada vähennettyä 29 kiloa, eli noin 32 % vuotta kohden, jotta päästäisiin turvallisen mesotrofian tasolle.

Suunnitellut vesiensuojelutekniset rakenteet ovat mitoitettu mahdollisimman suuriksi peltoalueen ja järven välissä sijaitsevalle joutomaalle ja tämän kokoisena ne kykenevät poistamaan ulkoista fosforikuormaa 13,5 kg/a, eli noin 15 % kok P./a. Voidaan siis todeta, että ulkoiseen kuormitukseen nähden fosforikuorman vähenemä on varsin riittämätön (Tossavainen 2014.).

Ulkoista kuormaa on kuitenkin mahdollista pienentää laskettuun tavoitearvoon (62 kg kok. P/a) ja sen toteutumiseen on eri vaihtoehtoja. Yksi vaihtoehto on kasvattaa kosteikkojen pinta-alaa niin, että niillä saadaan riittävä fosforikuorman vähenemä aikaiseksi, mutta tämän vaihtoehdon haittapuolena kosteikoille jouduttaisiin raivamaan tilaa peltoalueilta, tai talousmetsäksi hyödynnettävältä maa-alalta. Toinen vaihtoehto on, että tarkasteltaisi maankäytön käytänteitä maatalous- ja haja-asutusalueilta yhteistyössä Pro Agrian (entinen Pohjois-Karjalan Maatalouskeskus) kanssa, jonka hanke ”RAE – ravinnerävyt euroiksi” on tuottanut ja koonnut tietoa maatiloille ravinteiden käytön tehostamisesta (Tossavainen 2014.). Tämä kyseinen hanke on päättynyt 31.12.2014, eli kyseessä on erittäin tuoretta tutkimustietoa liittyen ravinnekierätyksen käytön tehokkuuteen ympäristön hyödyksi (Pro Agria 2014).

### 5.1.3 Ulkoinen kuormitus

Taulukko 16. Uomien valumat (l/s km<sup>2</sup>) eri ajankohtina ja vuosikeskivirtaama MQ (l/s)

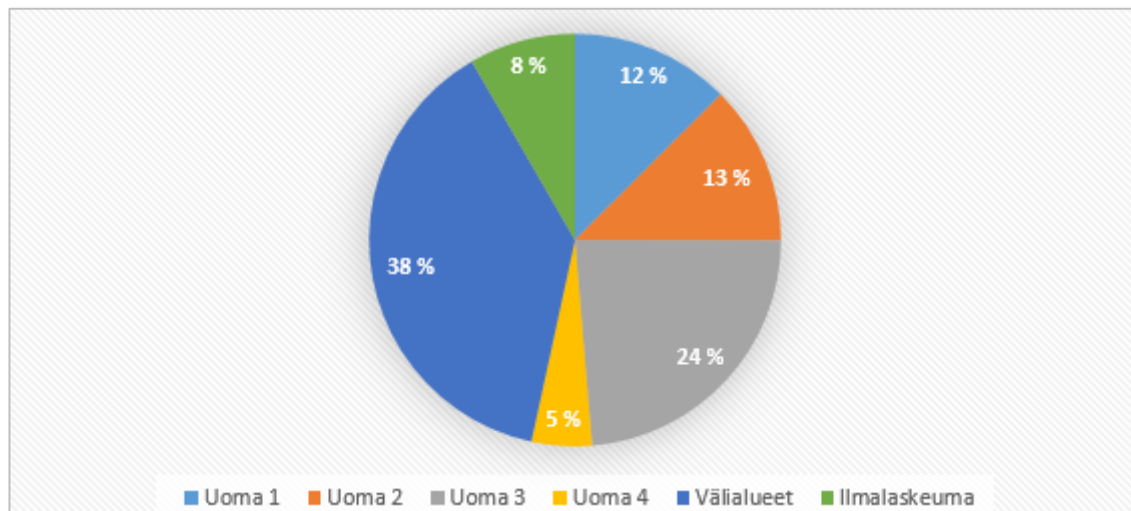
Kohde	6.11.2013	15.5.2014	29.10.2014	MQ
Uoma 1	17,4	31,6	2,0	5,7
Uoma 2	22,2	30,9	7,2	6,1
Uoma 3	41,0	86,3	4,0	2,8
Uoma 4	20,0	77,6	7,1	1,8

Taulukko 17. Niinikkolammen ulkoinen kuormitus 2013 – 2014

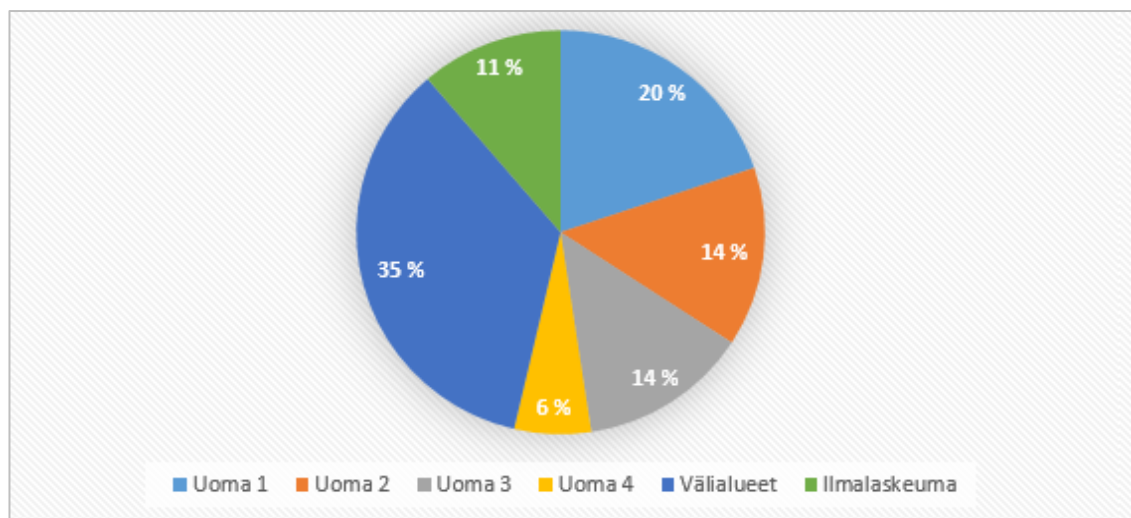
Kohde	Valuma-alue (km <sup>2</sup> )	Kok. P.(kg/a)	Kok. N.(kg/a)	SS.(kg/a)
Uoma 1	0,557	11,4	274,3	947,2
Uoma 2	0,780	11,4	198,9	1269,7



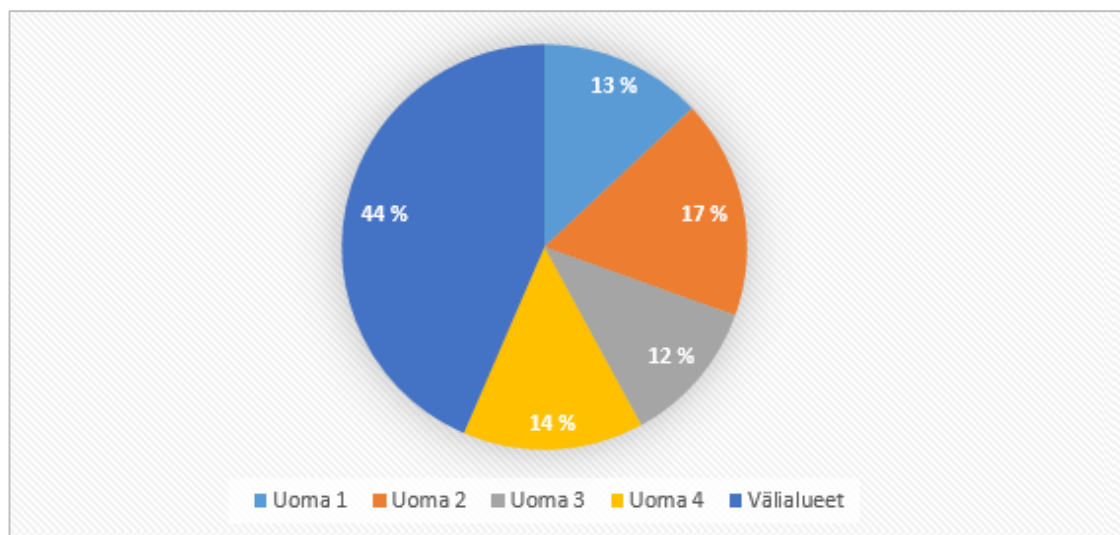
Uoma 3	0,278	21,5	185,2	843,2
Uoma 4	0,085	4,3	84,0	1050,8
Välialueet	0,985	34,8	485	3163,6
Ilmalaskeuma	-	7,6	156	-
Yhteensä	2,7	91	1383	7274,4



Kuvio 1. Kokonaisfosforin ulkoisen kuormituksen jakautuminen 2013–2014



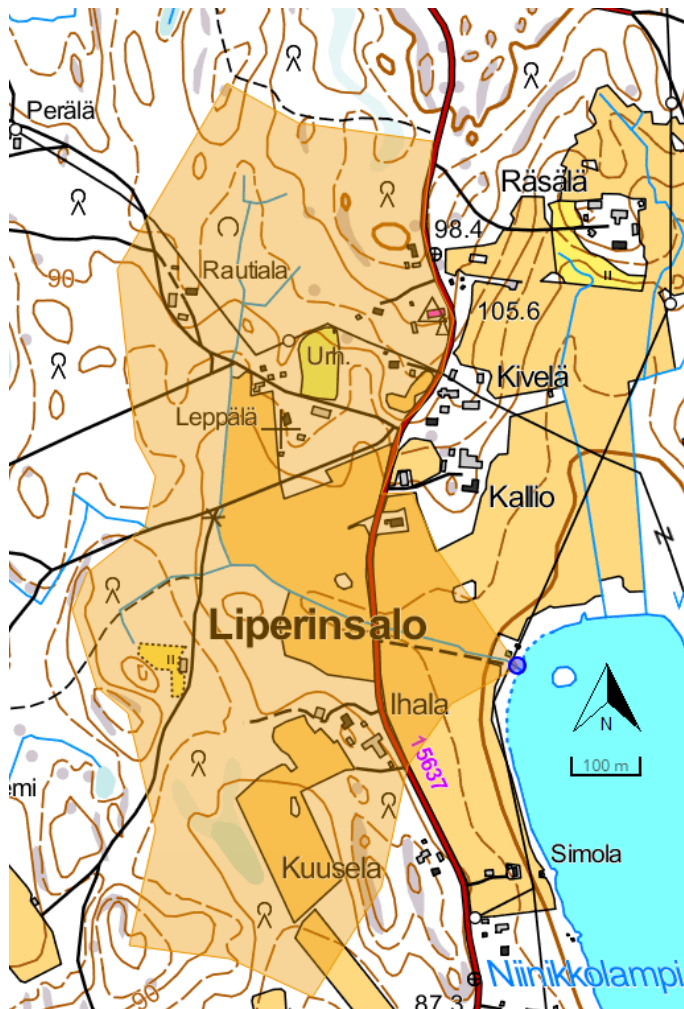
Kuvio 2. Kokonaistypen ulkoisen kuormituksen jakautuminen 2013–2014



Kuvio 3. Kiintoaineen ulkoisen kuormituksen jakautuminen 2013–2014

## 5.2 Osavaluma-alueet

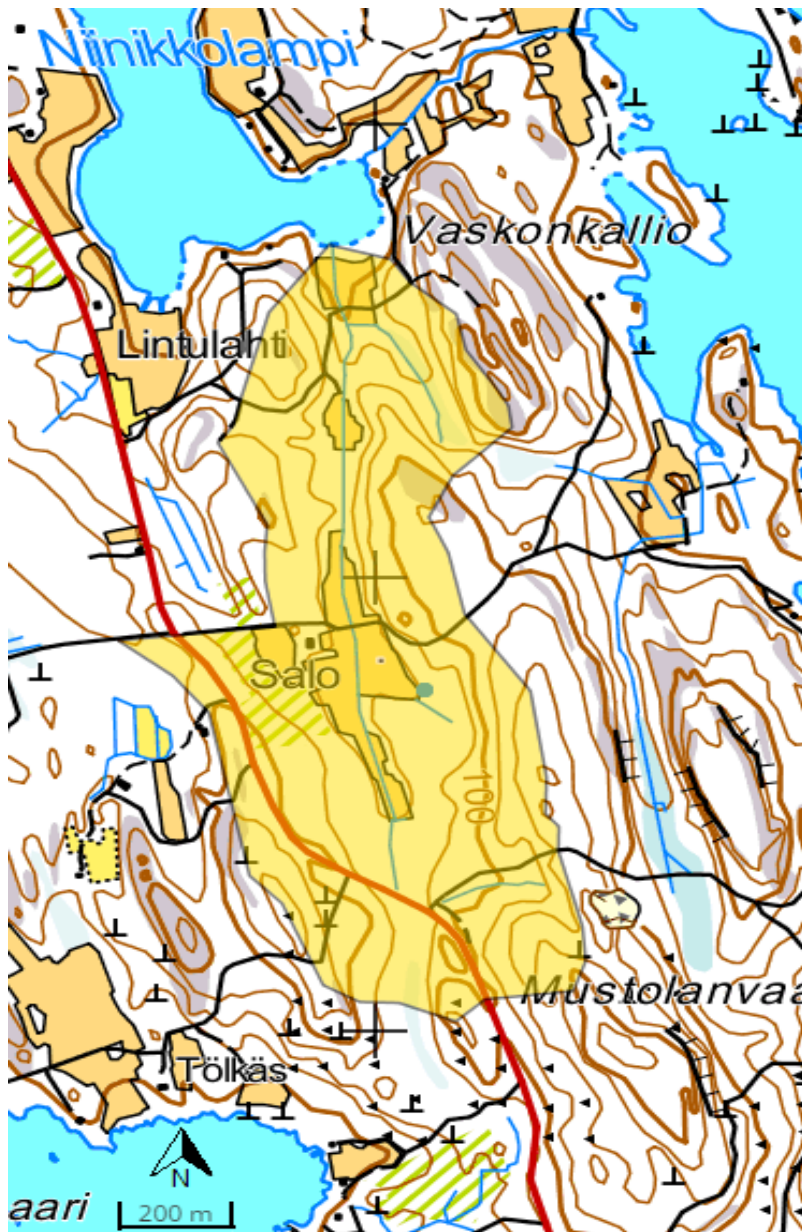
### 5.2.1 Uoma 1



Kuva 13. Uoman 1 valuma-alue. Alue merkitty oranssilla. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen.

Uoma 1 laskee järveen luoteesta, aivan rantamökin vierestä. Valuma-alueella maa on pääosin hiekka- ja sora-moreenia sekä pellot savea, mutta uoman muodostumispaikalla esiintyy myös hienoa hietaa. Ojan valuma-alue on 55,7 hehtaaria ja sen peltoisuus on 31 % (kuva 13). Oja lähtee vanhalta peltoalueelta, jossa kasvaa hoidettua koivikkoa ja jatkaa matkaansa kaivetussa peltouomassa järveen asti.

## 5.2.2 Uoma 2

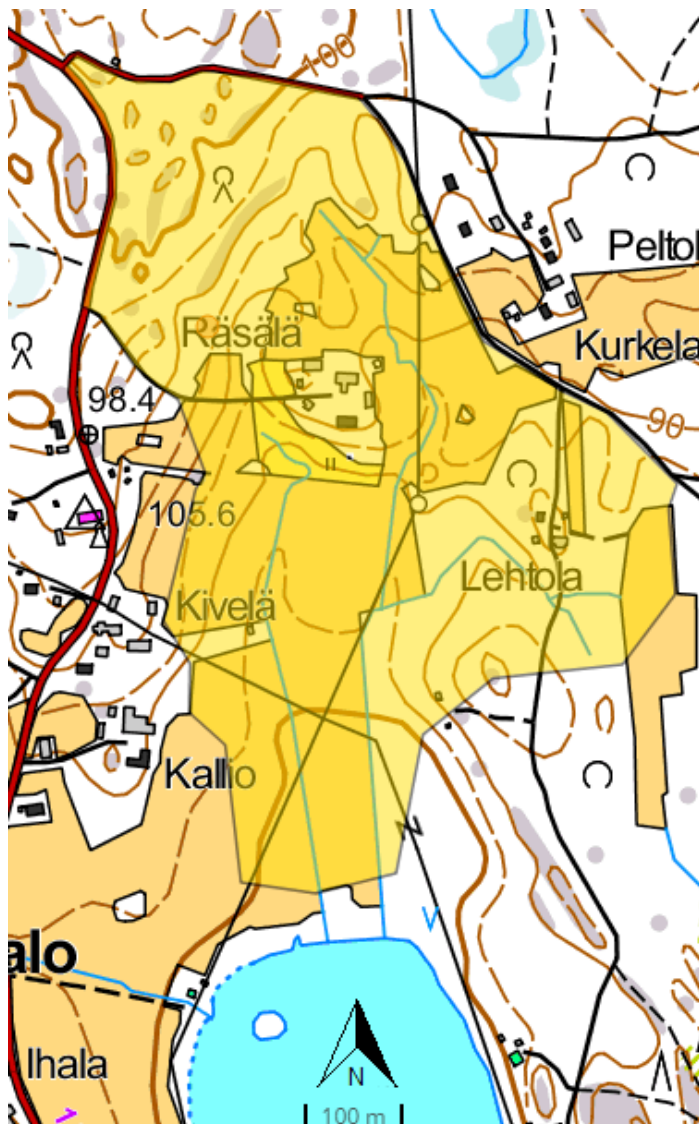


Kuva 14. Uoman 2 valuma-alue. Alue merkitty keltaisella. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen.

Uoman 2 valuma alue (78 ha) on järveen laskevista osavaluma-alueista suurin (kuva 14). Valuma-alue koostuu pääasiassa maa – ja metsätalousmaasta, joista peltoja on noin 7,2 hehtaaria. Uoma on 1,5 kilometriä pitkä noro, joka lähtee päätehakatulta metsätalousalueelta kulki kolmen peltoalueen lävitse ja päätyen Niinikkolampeen. Noro on suurimmaksi osaksi perattu, mutta on luonnontilainen järveltä päin ensimmäisen peltoalueen jälkeen kulki

piilopurona kivikon alla. Uoman suisto on joutomaata, jossa on paljon ranta- sekä vesikasveja ja rantaviiva on hiljalleen siirtynyt järvelle päin. Maa on valuma-alueella pääosin hiekka- ja soramoreenia sekä kalliomaata. Peltoalueet ovat savea.

### 5.2.3 Uoma 3

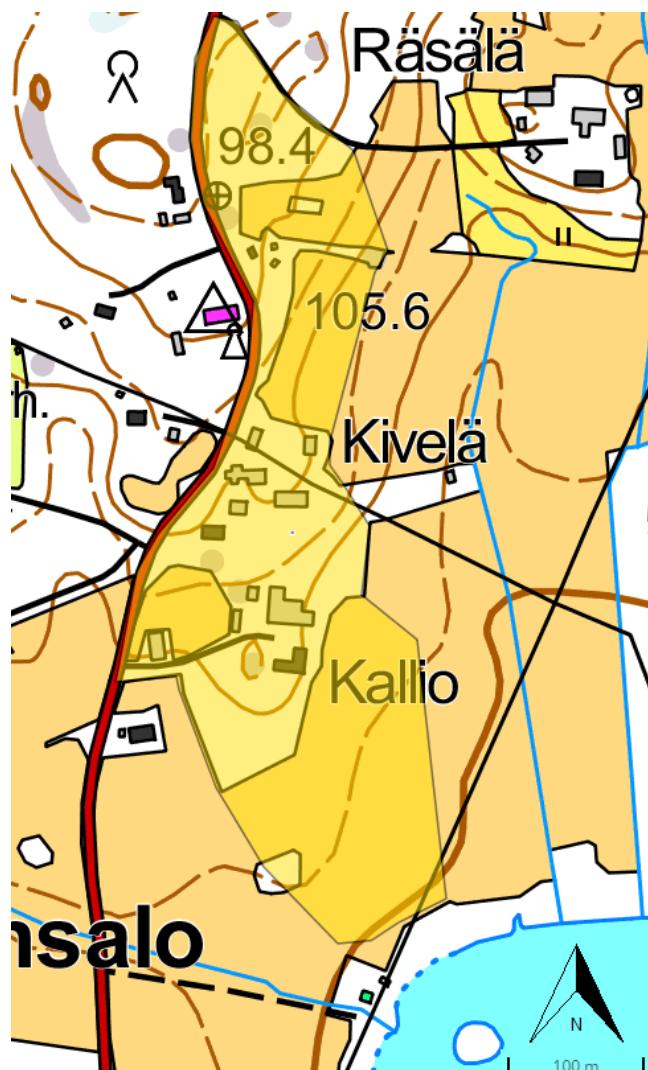


Kuva 15. Uoma 3 valuma-alue merkitty keltaisella. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen.

Uoma 3 tulee pohjoiselta maatalousalueelta, jonka peltopinta-ala on 42 prosenttia valuma-alueesta (kuva 15). Uoma muodostuu kahdella eri pellolla ja

yhtyy 400 metriä ennen järveen laskemistaan suuremmaksi pelto-ojaksi. Uoma 3 käsittää myös 50 metriä länteen oleva salaojaputken. Uoman suisto on joutomaata, joka keväisin on osittain veden vallassa ja täten merkityksetön maa- ja metsätalouden kannalta. Uoman itäisellä puolella on koivikkoa. Maa on valuma-alueella pääosin savea suuren peltoalansa vuoksi, mutta alueella on myös hiekka- ja sora-moreenia sekä noin hehtaarin alue karkeaa hietaa.

#### 5.2.4 Uoma 4



Kuva 16. Uoma 4 valuma-alue merkitty keltaisella. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen.

Uoma 4 kulkee järven pohjoispäädyssä noin 50 metriä länteen uoma 3 salaojaputkesta. Valuma-alue on 8,5 hehtaaria ja peltoala on 51 % valuma-alueesta (kuva 16). Oja muodostuu maatalousalueella ja on koko matkaltaan kaivettua pelto-ojaa päätyen rannassa olevalle joutomaa-alueelle. Maa on alueella savea ja hiekka- ja sora-moreenia. Valuma-alueella on kokoonsa nähden paljon asutusta.

### **5.3 Niinikkolammen pohjasedimentti ja redox-potentiaali**

Sedimenttikairauksessa selvisi, että sedimenttikerroksen paksuus havaintopaikoilla vaihteli välillä 5,25 m – 0,1 m ja niiden keskiarvo on noin 2,55 m. Sedimenttiainesta on kertynyt eniten järven eteläpäätyyn, sekä järven keski- ja pohjoisosaan. Selvästi vähiten sedimenttiä on kertynyt järven keskiosiin itäiselle rannalle, jossa ranta on nopeasti jyrkkenevä. Sedimenttikerroksen kokonaispaksuutta syvänteestä ei voitu määrittää käytössämme olevilla laitteilla, mutta syvänteen pintasedimentin redox-potentiaali pystyttiin selvittämään.

Ulkonäöltään ja koostumukseltaan sedimentti oli havaintopaikoittain jokseenkin vaihtelevaa, mutta pääosin ruskeaa hienojakoista ja vesipitoista ainesta (kuva 17). Monessa sedimenttinäytteessä esiintyi harmaata ”pintasavi” kerrostumaa, sekä selkeitä tummia harmahtavan ruskeita kerrostumia. Sedimentin alapuolinen, järven luonnollinen pohjamassa oli hopean harmaata puhtaan näköistä savea.



Kuva 17. Esimerkki yleisimmin esiintyvistä ruskeasta hienojakoisesti pohjasedimentistä. (Kuva: Atte Varis).

Taulukko 18. Niinikkolammen pohjasedimentin laboratorioanalyysien tulokset. Näyte otettiin, kun kaikki havaintopaikat oli ensin tutkittu, silmämääräisesti arvioituna koko järveä hyvin edustavalta havaintopaikalta 13, 14.3.2014. Havaintopaikan vesisyvyys oli 3,2 metriä. Pintasedimentin (0-2 cm) redox-potentiaali oli tuolloin +75 millivoltia.

Näytesyvyys/analyysi (cm)	0 – 20	20 – 50	80 – 100	130 – 160	190 – 200
Sedimentin ulkonäkö	Vaaleanruskea, hienojakoinen aines	Vaaleanruskea, hienojakoinen aines	Vaaleanruskea, hienojakoinen aines	Tummenevä ruskeahienojakoinen aines	Luultavasti puhdas, hopeinen savi
Vesi (osuus kokonaismassasta, %)	86,3	85,8	77,0	84,2	53,8
Orgaaninen aines (osuus kokonaismassasta, %)	2,4	2,7	3,1	5,2	2,3
Epäorgaaninen (eli mineraali-) aines (osuus kokonaismassasta, %)	11,3	11,5	19,9	10,6	43,9
Yhteensä	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Kokonaistyyppi (g/kg kuivaainetta)	5,6	5,6	4,1	8,6	1,6
Kokonaisfosfori (g/kg kuivaainetta)	1,4	1,4	1,2	0,71	0,78





Taulukko 19. Niinikkolammen havaintopaikkojen redox-potentiaali ja vesisyvydet

Näytteenottopiste	Vesisyvyys (m)	Redox-potentiaaliarvo (mV)
1	8,6	-37,4
2	8,8	-37,4
3	2,65	45,0
4	1,6	98,5
5	1,95	154,5
6	4,4	-35,4
7	2,35	207,8
9	1,5	39,1
10	1,7	15,1
11	4,2	96,6
12	3,2	155,5
13	3	75,2
16	0,75	-35,4

#### 5.4 Vesi- ja rantamakrofyttien kartoitus

Lajeja kartoitettiin Niinikkolammelta yhteensä 37, joista 12 oli vesikasveja (taulukko 20) ja 25 rantakasveja (taulukko 21). Vesikasvien elomuodot ja niiden elinympäristön vaateliaisuustaso on esitetty liitteessä 7. Järven valtalajeja, järviruokoa ja ulpukkaa, kasvoi ympäri järven rantaviivaa. Tiheimmät järviruokoesiintymät olivat järven eteläpäädyssä kun taas ulpukka oli runsaimmillaan pohjoisessa.

Taulukko 20. Kasvikartoituksessa havaitut vesikasvit ja niiden esiintyneisyys tutkituista ruudukoista

Kasvilaji	Esiintyneisyys (%)
ulpukka ( <i>Nuphar lutea</i> )	54,5
järviruoko ( <i>Phragmites australis</i> )	41,2
terttualpi ( <i>Lysimachia thyrsiflora</i> )	19,7
leveäosmankäämi ( <i>Typha latifolia</i> )	11,7
pikkulimaska ( <i>Lemna minor</i> )	9,6
kilpukka ( <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> )	2,1
lahnaruoho ( <i>Isoetes spp.</i> )	1,0
jouhisara ( <i>Carex lasiocarpa</i> )	1,0
viiltosara ( <i>Carex acuta</i> )	0,5
vesitatar ( <i>Polygonum amphibium</i> )	0,5
ratamosarpio ( <i>Alisma plantago-aquatica</i> )	0,5
järvikaisla ( <i>Scirpus lacustris</i> )	välialueella 9

Taulukko 21. Kasvikartoituksessa havaitut rantakasvit ja niiden esiintyneisyys tutkituista ruudukoista

Kasvilaji	Esiintyneisyys (%)
kurjenjalka ( <i>Comarum palustre</i> )	23
okarahkasammal ( <i>Sphagnum squarrosum</i> )	12,3
corpikastikka ( <i>Calamagrostis phragmitoides</i> )	10,2
rantamatara ( <i>Galium palustre</i> )	9,0
rämerahkasammal ( <i>Sphagnum angustifolium</i> )	5,9
harmaasara ( <i>Carex canescens</i> )	5,3
rantayrtti ( <i>Lycopus europaeus</i> )	3,7
pullosara ( <i>Carex rostrata</i> )	3,2
suohorsma ( <i>Epilobium palustre</i> )	2,1
corpikaisla ( <i>Scirpus sylvaticus</i> )	2,1
metsäkorte ( <i>Equisetum sylvaticum</i> )	2,1
suo-orvokki ( <i>Viola palustris</i> )	1,0
lehväsammal ( <i>Plagiomnium</i> )	1,0
rantakukka ( <i>Lythrum salicaria</i> )	1,0
kynsisammal ( <i>Dicranum polysetum</i> )	0,5
rantatädyke ( <i>Veronica longifolia</i> )	0,5
suoputki ( <i>Peucedanum palustre</i> )	0,5
jokapaikansara ( <i>Carex nigra</i> )	0,5
palmusammal ( <i>Climacium dendroides</i> )	0,5
paatsama ( <i>Rhamnus frangula</i> )	0,5
luhtalitukka ( <i>Cardamine pratensis</i> )	0,5
myrkkukeiso ( <i>Cicuta virosa</i> )	0,5
rentukka ( <i>Caltha palustris</i> )	0,5
keltakurjenmieikka ( <i>Iris pseudacorus</i> )	välialueella 6

Järven pohjoispääty oli vesikasvillisuudeltaan runsain (kuva 18). Linjalta 7 löytyi 57 metrin matkalta kasveja, joista vesikasvillisuus oli pääosin ulpukkaa. Ulpukkakasvusto jatkui läpi välialue neljän linjalle 6, jossa se oli myös vallitseva laji.



Kuva 18. Järven pohjoispääty välialue 4 kohdalla 1.9.2014. Kuvan etualalla ulpukan juuristoa noussut veden pintaan. (Kuva: Atte Varis).

Myllypuron edustalla (linja 4) oli runsaasti järviruokoa, mikä peitti näköyhteyden lasku-uomaan kokonaan. Lasku-uoman viereisestä pohjukasta, linjoilta 2 ja 3, kartoitettiin rantakasveja lajistollisesti eniten (kuva 19). Etelässä linjalla 1 kasvillisuutta oli määrällisesti paljon, mutta lajeja kartoitettiin vain kuusi. Linjan viereiset alueet peitti rantaviivassa runsaat järviruokokasvustot ja syvemmillä ulpukka.



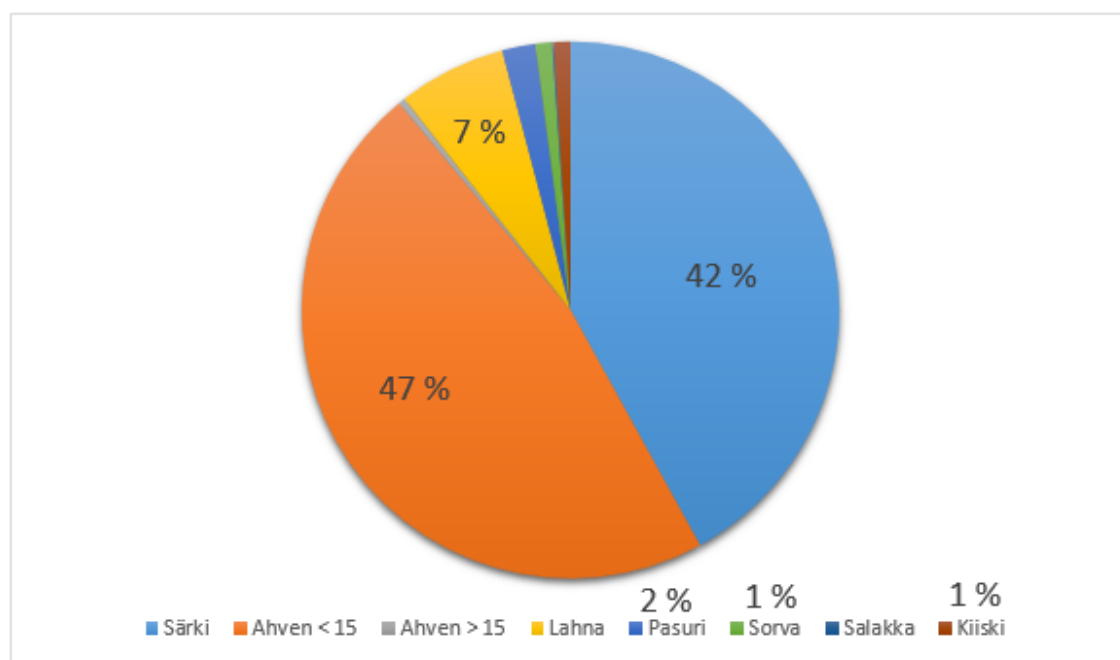
Kuva 19. Myllypuron viereisen pohjukan kasvistoa 1.9.2014. (Kuva: Atte Varis).

Järven keski-osissa, itä- ja länsirannoilla kasvillisuus oli vähäistä. Kasvillisuusvyöhyke jatkui keskimäärin muutamia metrejä rannasta järveen päin ja oli kasvillisuudeltaan valtaosin järviruokoa. Välialueelta 6 löytyi muutama keltakurjenmiekka aivan rantaviivalla.

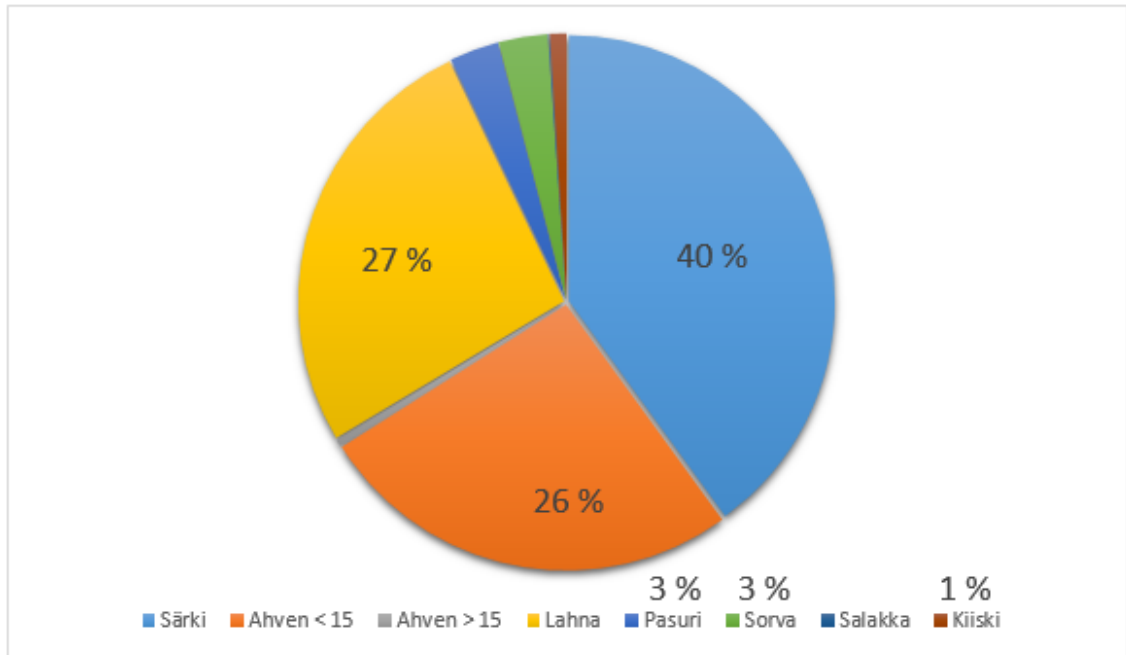
## 5.5 Kalastorakenne

Taulukko 22. Keskimääräinen yksikkösaalis, jossa kalojen kappalemäärät, lajikohtainen yhteispaino ja ekosysteemiekologinen luokka. Murtoluvut kalojen kappalemäärissä selittyvät sillä, että keskimääräinen yksikkösaalis on saatu koekalastuksissa saaduista kalojen kokonaismäärästä jakamalla verkko-öiden lukumäärällä 16.

Kalalajit	Kappalemäärä	Paino (g)	Ekosysteemiekologinen luokka
Ahven<15cm	20,2	309,4	Yleislaji
Ahven>15cm	0,2	38,8	Yleislaji
Lahna	3,1	291,9	Rehevyyden ilmentäjä
Pasuri	0,8	520	Rehevyyden ilmentäjä
Särki	18,4	483,1	Yleislaji
Kiiski	0,3	6,9	Yleislaji
Salakka	0,1	2,5	Tuottoisien vesien kalat
Sorva	0,4	31,9	Rehevyyden ilmentäjä
Yhteensä	43,5	1684,4	



Kuvio 4. Niinikkolammen koekalastuksen kokonaissaaliin jakaumat kappalemäärän mukaan.



Kuvio 5. Niinikkolammen koekalastuksen kokonaissaaliin jakautuminen biomassan mukaan.

Niinikkolammen kalalajisto jakaantuu pitkälti yleiskalalajeihin, sekä rehevyyttä ilmentäviin kalalajeihin. Hapekkaissa, niukkaravinteisissa viihtyvät kalalajit loistavat poissaolollaan. Keskimääräinen yksikkösaalis yksilömäärällisesti tarkasteltuna oli noin 43 kalaa verkkoa kohden ja biomassallisesti se tekee suurin piirtein 1,7kg.

## 5.6 Pohjaeläimet

Pohjaeläinnäytteet otettiin yhteensä 13 havaintopaikasta, mutta pohjaeläimiä löytyi vain 10 havaintopaikan näytteistä (taulukko 23).

Taulukko 23. Pohjaeläinten sijoittuminen havaintopaikoille

Näytteenottopiste	1	2	4	6	7	12	13	14	15	16	Yht.
Vesisyvyys (m)	8,6	8,8	1,6	4,4	2,35	3,2	3	1,07	1,2	0,75	
Chironomidae (m <sup>2</sup> )	65	137	34	34	171	34	342	-	68	103	1573
Chaoburus sp. (m <sup>2</sup> )	0	71	274	68	-	-	-	-	-	-	1060
Anodonta cygnea (m <sup>2</sup> )				34				103			137
Acari (m <sup>2</sup> )								68			68
Sphaerium spp. (m <sup>2</sup> )								137			137
Lymnaea spp. (m <sup>2</sup> )									34	171	205
Ceratopogonidae (m <sup>2</sup> )									34		34
Culicidae (m <sup>2</sup> )										68	68
Trichoptera (m <sup>2</sup> )										68	68

Pohjaeläintutkimuksissa löytyi selkeästi eniten Chironomidae-heimon, sekä chaoburus sp.-heimon yksilöitä (taulukko 24). Surviaissääskeä, sekä sulkasääskeä esiintyi molempia tiheimmin havaintopaikalla 1, josta ei niiden lisäksi muita pohjaeläimiä löytynyt ollenkaan.

Taulukko 24. Pohjaeläinten suomenkieliset nimet, prosenttiosuudet kaikista pohjaeläimistä ja trofiatasot.

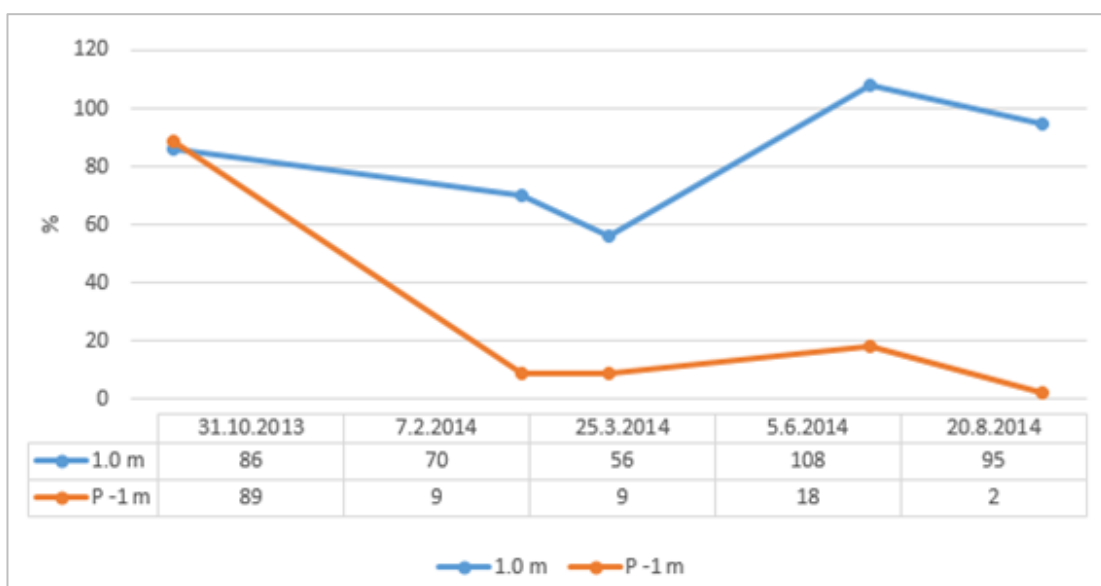
Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Osuus (%)	kaikista	Trofiataso, yleisimmin ilmentää	jota
Chironomidae	Surviaissääski	46,9		Eutrofia	
Chaoburus sp.	Sulkasääski	31,6		Eutrofia	
Anodonta cygnea	Isojärvisimpukka	4,1		-	
Acari	Vesipunkki	2,0		-	
Sphaerium spp.	Pallosimpukka	4,1		Mesotrofia	
Lymnaea spp.	Muunnoslimakotilo	6,1		-	
Ceratopogonidae	Polttiainen	1,0		-	
Culicidae	Hyttynen	2,0		-	
Trichoptera	Vesiperhonen	2,0		Oligotrofia	

## 6 Tulosten tarkastelu

## 6.1 Vedenlaatu

### 6.1.1 Järviallas

Niinikkolammen happitilanne alusvedessä vaihteli voimakkaasti, kun päällysvedessä oli hyvin happea ympäri vuoden (kuvio 6). Talvikerrostuneisuuden aikaan ja kesäkerrostuneisuuden loppupuolella happitilanne järven alusvedessä oli erittäin heikko. Happipitoisuuden ollessa heikko, vapautuu pohjasedimentistä ravinteita veteen, (Saarijärvi & Sammalkorpi 2005, 67) joka näkyy hyvin kokonaisfosforin ja -typen pitoisuuksissa ”piikkinä” kesän lopulla (kuvio 7 ja 8).

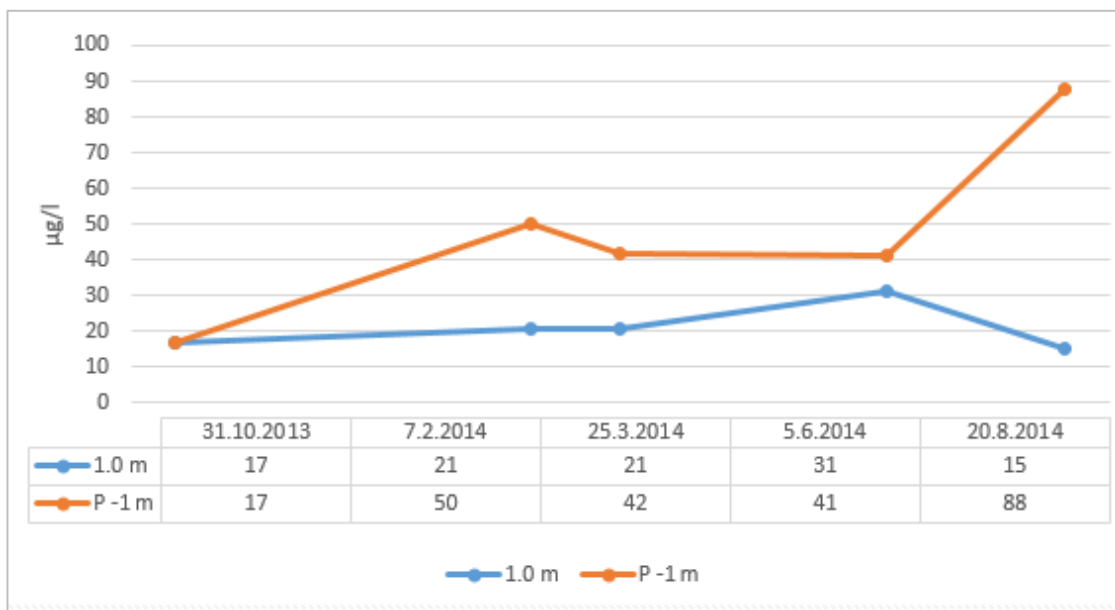


Kuvio 6. Hapen kyllästysaste (%) eri ajankohtina Niinikkolammen syvänte havaintopaikassa päällysvedestä (1,0 m) ja alusvedestä (P-1 m)

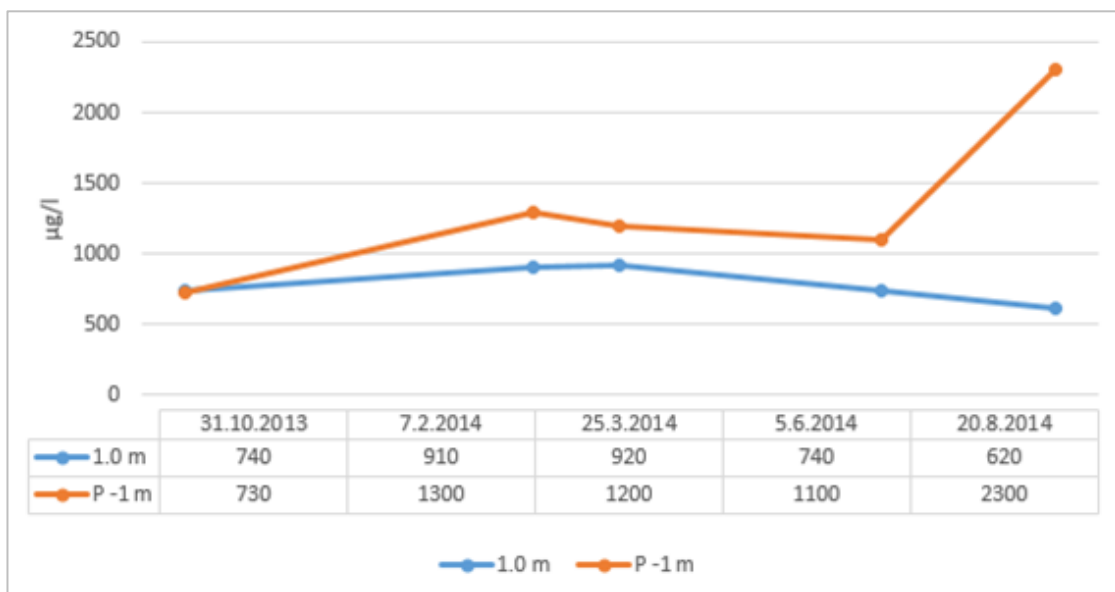
Tuloksista todettiin järven syvänte kaikkien näytteiden keskiarvoksi kokonaisfosforin osalta olevan 27,8 µg/l ja kokonaistypen osalta 964,5 µg/l. Ravinteiden raja-arvoja tarkastellessa, huomattiin kokonaisfosforipitoisuuden olevan mesotrofian tasoa, vaikkakin eutrofian raja-arvot ylittyivätkin useana eri havaintokertana. Samalla todettiin kokonaistyyppipitoisuuden olevan eutrofisille järville tyypillistä (964,5 µg/l). Kesäkerrostuneisuuden loppupuolella kummankin



ravinteiden pitoisuudet olivat korkeimmillaan, kun kokonaistyyppipitoisuus oli jopa hypereutrofisten järvien tasoa.



Kuvio 7. Kokonaisfosforipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ ) eri ajankohtina Niinikkolammen syvänehavaintopaikassa päällysvedestä (1,0 m) ja alusvedestä (P-1 m)



Kuvio 8. Kokonaistyyppipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ ) eri ajankohtina Niinikkolammen syvänehavaintopaikassa päällysvedestä (1,0 m) ja alusvedestä (P-1 m)

Vesinäytteidenottohetkellä tehtiin myös näkösyvyshavainnot. Näkösyvyys oli parhaimmillaan 20.8.2013, jolloin levy havaittiin 2,6 metrin syvyydestä ja huonoimmillaan 5.6.2014, jolloin näkösyvyys oli 1,7 metriä.

Näkösyvyyshavainnot kertovat valuma-alueella sijaitsevien peltojen tuovan savisamentuneisuutta Niinikkolampeen. Ylivirtaamajakson jälkeen vesi oli sameinta, koska valuma lähialueilta oli korkeimmillaan tuoden suurimman osan vuoden kiintoaineista järveen. Kesäkerrostuneisuuden loppupuolella, kun vesi oli kerennyt asettua, oli kiintoaines, ainakin osittain laskeutunut pohjaan.

Minimiravinnetarkastelu tehtiin 20.8.2014 otettujen kokoomanäytteiden perusteella. Tulos jakautui tasan fosforin ja typen kesken, mutta koska kokonaisravinteiden ja mineraaliravinteiden tasapainosuhte (c) kuvaa herkimmin ravinteiden rajoittavuutta, on typpi kasviplanktonin perustuotantoa rajoittava tekijä Niinikkolammessa, joka on yleistä rehevissä vesissä. Pietiläisen (2008, 13–14) mukaan savisamenteisissa vesissä, kuten Niinikkolampikin on, tasapainosuhteet vääristyvät, koska näissä typpi on liuennutta, eikä näin ollen helposti levien käytettävissä. Tämän vuoksi tulokseen on suhtauduttava varauksella.

### **6.1.2 Ulkoinen kuormitus**

Niinikkolammen ulkoisen kuormituksen ”kipupisteenä” voidaan pitää järven pohjoispäädyssä sijaitsevaa maatalousaluetta. Alueelta valuu järveen uomaa 3 pitkin 24 prosenttia Niinikkolammen valuma-alueen kokonaisfosforikuormasta. Samalta maatalousalueelta uoman 3 ja 4 välistä laskee salaojaputki rantaan, josta mitattiin suuria kokonaisfosfori- ja typpipitoisuuksia 29.10.2014. Tämä salaojaputki jätettiin pois uomien tarkkailusta aikaisemmin, koska putkesta ei ollut havaintoa.

Vuosien 1961 – 1990 pitkänajan keskivaluma ( $MQ_{1961-1990}$ ) oli 10,2 l/s, johon voimme verrata omia näytteenottoajankohtia, jotta tiedetään onko näytteemme edustavia. Otettujen virtaamamittausten perusteella kevään näytteenottohetkellä oli selvä ylivirtaamatilanne kaikissa uomissa, kun valuma oli 18 l/s/km<sup>2</sup>. Tämä ajankohta oli erittäin hyvä kuormituksen arvioimiseen. Syksyllä 2013 valuma oli 10 l/s/km<sup>2</sup>, joka on sama kuin pitkänajan keskivaluma

(MQ<sub>1961-1990</sub>). Syksyllä 2014 uomien keskivalunta oli 2,1 l/s/km<sup>2</sup>, joka viittaa selvään alivirtaama tilanteeseen.

Niinikkolammen uomista mitattujen fosforipitoisuuksien ja sen hetkisten virtaamien yhteenlaskettu virtaamapainotettu vuosikeskipitoisuus oli 110 µg/l ja näin ollen järvioltaaseen laskee uomista vuodessa 35 kg/kok.P/km<sup>2</sup>. Luonnontilaisen valumaveden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on Suomessa noin 16 µg/l eli 5 kg/km<sup>2</sup> (Tossavainen 2013, 63). Näiden tietojen perusteella uomista tuleva vesi on 7 – kertainen luonnonhuuhtoumaan verrattuna ja suuruusluokaltaan korkea. Kokonaisfosforin kuormitus Niinikkolampeen mittausten ja eri valumatietojen perusteella oli 91 kg/a.

Suomessa luonnontilaisen valumaveden kokonaistypen keskipitoisuus on noin 435 µg/l, kun taas vuotuinen luonnonhuuhtouma on 130 – 140 kg/kok.N/km<sup>2</sup> (Tossavainen 2013, 63). Tutkittujen uomien yhteenlaskettu virtaamapainotettu vuosikeskipitoisuus oli kokonaistypen osalta 1530 µg/l ja vuosikuorma oli 492 kg/kok.N/km<sup>2</sup>. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että uomissa virtaava vesi on kokonaistyyppipitoisuuksien osalta kohtalaisen korkea suuruusluokkaa. Kokonaistypen kuormitus Niinikkolampeen mittausten ja eri valumatietojen perusteella oli 1383 kg/a.

Ahtiainen (1991) Nurmes-tutkimuksessa kiintoainetta huuhtoutui noin 536 kg /km<sup>2</sup> luonnontilaiselta metsämaalta ja pitoisuudet ovat korkeintaan muutamia milligrammoja litrassa. Niinikkolammen tapauksessa kiintoainepitoisuudet olivat keskimäärin 10 mg/l ja valumaveden mukana Niinikkolampeen laskee kiintoainetta 3212 kg /km<sup>2</sup>, joka on korkea. Yhteensä Niinikkolampeen laskee vuosittain 7275 kg kiintoainetta.

Vertailun vuoksi otimme uoman 2 yläjuoksulta näytteen tien alittavasta rumpuputkesta. Yläpuolinen valuma-alue (n. 5 ha) on kivennäismaata, joka oli päätehakattu. Vesinäytteen kokonaisfosforipitoisuus oli 42 µg/l, kokonaistyyppipitoisuus 610 µg/l ja kiintoainepitoisuus 3,8 mg/l. Nämä ovat lievästi kohonneita lukemia verrattuna luonnontilaiselta kivennäismaalta tulevaan huuhtoumaan.

## 6.2 Järven pohjasedimentti ja redox-potentiaali

Niinikkolammen pohjasedimentti on hyvin vesipitoista. Ruskean hienojakoisen aineksen vesipitoisuus vaihteli välillä 86,3 % - 77,0 %, kun taas syvemmälle mentäessä puhtaaseen hopean harmaaseen saveen asti vesipitoisuus laski 53,8 prosenttiin. Orgaanisen aineksen osuus kokonaismassasta vaihteli välillä 2,3 % - 5,2 %. Epäorgaaninen, eli mineraaliaineksen määrä ruskeassa hienojakoisessa sedimenttimassassa vaihteli välillä 10,6 % - 19,9 %, mutta sen osuus puhtaan hopeisessa savimassassa ylsi jopa 43,9 prosenttiin (taulukko 18).

Ravinnepitoisen sedimenttiaineksen suuri määrä aiheuttaa ongelman yhdessä pohjan huonon happipitoisuuden kanssa. Havaintopisteistä saatujen redox-potentiaaliarvojen mukaan järven pohja on tilassa, jossa sisäinen kuormitus on selvää. Redox-potentiaali arvon laskiessa +300 mV → +200 mV alkaa rautaan sitoutunutta fosforia vapautua (taulukko 21) ja näin ollen aiheuttaa järven sisäisen kuormituksen. Ainoastaan havaintopaikassa 7 redox-arvo ylitti niukasti tuon +200 mV rajan (+207,8 mV).

## 6.3 Vesi- ja rantamakrofyttien kartoitus

Linja- ja välialuekartoituksena toteutettu Niinikkolammen makrofyttien kartoitus oli otannallisesti riittävä. Meissnerin ym. (2012, 22) mukaan pienillä järvillä (0,5 km<sup>2</sup>-5,0 km<sup>2</sup>) suositus on 6-8 päävyöhykelinjaa, kun 0,33 km<sup>2</sup> Niinikkolammella ruutulinoja oli yhdeksän ja välialueita saman verran.

Vesikasveista kuusi lajia oli ilmaversoisia, kaksi irtokellujia ja yksi pohjaversoinen sekä yksi kelluslehtinen. Järvestä ei kartoituksessa löytynyt yhtään uposlehtistä, irtokeijujaa tai vesisammalta ja pohjaversoisia lajejakin oli vain yksi. Nämä lajit yleisesti kärsivät järven rehevöitymisestä, koska veden samentuessa ne eivät saa tarpeeksi valoa ja pohjaan kasaantuu entistä enemmän sedimenttiä rajoittamaan elintilaa. (Lodenius ym. 2010, 25; Niinimäki 2008.)

Vesikasveista kahta lajia esiintyy pelkästään eutrofisissa eli rehevöityneissä vesissä ja jopa seitsemän hyötyy ympäristön rehevöitymisestä. Vesistön rehevöitymisestä hyötyviä lajeja ovat muun muassa kilpukka, leveäosmankäämi ja pikkulimaska. Vähäravinteisissa vesissä viihtyviä terttualpia ja lahnaruohoa löydettiin vain muutamia kappaleita. Järvi on kasvikartoituksen perusteella meso-eutrofisessa tilassa.



Kuva 20. Väärävärakuva Niinikkolammesta. Kuvassa näkyy eteläpään ja lasku-uoman lähialueen makrofyttien leviäminen keskemälle järveä. Pohjakartta: peruskarttarasteri, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen.

Järven itä- ja länsirantojen vähäinen kasvillisuus johtuu järven nopeasta syventymisestä, koska kasvien kiinnittymismahdollisuudet ja valon saanti vaikeutuvat (Leka 2011). Tämä ei ole kasvien levittymiselle ongelma järven etelä- ja pohjoispäädyissä, joissa pohjan kaltevuus on maltillista (kuva 20). Kasvien biodiversiteetti on suppea. Järviruoko valtaa rantaviivaa, kun taas ulpukka vie muiden vesikasvien elintilaa sublitoraalilla. Tämä rajoittaa muiden kasvien pärjäämistä Niinikkolammella, kun kamppailu elintilasta kiihtyy.

#### **6.4 Kalastorakenne**

Kalojen koko- ja ikärakennetutkimuksissa selvisi, että hyvään petokalamittaan asti selvinneet yksilöt eli hauet ja isommat ahvenet olivat kasvaneet hyvää vauhtia ikää ja pituutta verrattaessa, kun taas pienempien ahvenien kasvunopeus oli pääosin vain kohtalaista tai huonoa. Tämä kertoo kovasta ravintokilpailusta järvessä. Koekalastuksissa saatiin kaloista yksilömäärällisesti eniten alle 15 cm pituisia ahvenia, joita ei vielä sen kokoisena luokitella petokaloiksi. Ravintokilpailua koventaa vielä tiheä särkikanta sekä muut samaa ravintoa hyödyntävät särkikalat, kuten lahna, pasuri ja salakka. Lahnojen kasvunopeus oli 50 %:n osalta huonoa ja loput 50 % lahnoista sijoittui kasvunopeudeltaan huonon ja kohtalaisen kasvunopeuden välimaastoon. Särkien kasvunopeus 67 %:n osalta kohtalaista ja loput 33 % huonoa, mikä myös tukee olettamusta näiden kalojen ravintokilpailusta järvestä.

Muista särkikaloista poiketen pasurin kasvunopeus oli 70 %:n osalta hyvää ja loput 28 % tasaisesti kohtalaista tai huonoa. Pasurin hyvän kasvunopeuden Niinikkolammessa selittää sen hyvä sietokyky rehevöitymistä vastaan, tai jopa sen hyötyessä rehevöitymisestä. Pasuri ei ruokaile lahnan tavoin pelkästään pohjaa tonkimalla, vaan napsii syötävää myös vesikasvien pinnalta, mitä rannan läheisyydessä riittää varsin hyvin (Luontoportti Oy 2014).

### 6.4.1 Särkikalojen osuus

Särkikaloista Niinikkolammessa esiintyi särkeä, lahnaa, pasuria, sorvaa ja salakkaa, joita saatiin yhteensä 364 kappaletta, kun pyydettyjen kalojen kokonaismäärä oli 696 kappaletta. Särkikalojen suhteellinen osuus verkkoihin jääneistä kaloista oli 52,3 %.

Taulukko 25. Särkikalojen, ahvenkalojen ja petoahventen suhteet toisiinsa yksikkösaaliissa. Petokaloja ei ole erikseen luokiteltu, koska ainoat koekalastuksissa saadut petokalat olivat yli 15 cm pituisia ahvenia.

Kalaryhmä	keskimääräise n yksikkösaaliin kappalemäärä	keskimääräise n yksikkösaaliin massa (g)	Osuus keskimääräisestä ä yksikkösaaliista (kpl, %)	Osuus keskimääräisestä ä yksikkösaaliista (g, %)
särkikalat	22,75	839,375	52,3	70,1
petoahvenet (pituus yli 15 cm)	0,1875	38,75	0,4	3,2
ahvenkalat	20,7	355	47,6	29,7

### 6.4.2 Petokalojen osuus

Syksyllä toteutettujen virallisten koekalastusten perusteella Niinikkolammen petokalojen osuus muusta kalastosta on huolestuttavan pieni. Koekalastuksissa saaliksi jäi vain 3 kappaletta petokaloiksi luokiteltavia yli 15 cm pituisia ahvenia, joiden prosentuaalinen biomassaosuus muihin saaliskaloihin nähden on vain 3,2 %:n luokkaa, kun taas sen pitäisi olla noin 30 %:n luokkaa, jotta se pystyisi säätelemään nuorien särkikalojen määrää (Ulvi & Lakso 2005, 183). Tuo petokalojen 3,2 %:n biomassaosuus saattaa olla hiukan harhaanjohtava ja todellisuutta pienempi lukema, koska siinä ei näy esimerkiksi järvessä elävät hauet, joiden pyydystettävyys verkoilla loppukesästä on yleensä heikkoa ja satunnaista (Tammi, Rask & Olin 2006, 19). Joka tapauksessa tulokset ovat suuntaa antavia ja haukea ei ole kummoisesti Niinikkolammessa, joten voimme luottaa koekalastuksien tuloksiin.

Niinikkolammessa ongelmana on liian suuri särkikalakanta suhteessa petokaloihin. Särkikalat, etenkin lahnat, ruokailevat pohjan tuntumassa pöyhien ravinnepitoista pohjasedimenttiä vapauttaen sen sisältämiä ravinteita ja pahentaen järven suurta sisäistä kuormitusta entisestään. Suositusten mukainen petokalojen 30 %:n biomassaosuus muuhun kalastoon nähden ei toteudu ja näin ollen järvessä ei ole tarpeeksi petokaloja säätelemässä särkikalakantaa. Sen myötä ongelmana on myös se, että liian kookas särkikalakanta säätelee liiaksi asti leviäviä syöviä vesikirppu- ja eläinplanktonlajeja, jolloin järvi saattaa alkaa jopa räjähdysmäisesti levittymään. Järvessä onkin jo havaittu runsain määrin vedessä kelluvaa rihmalevää.

## 6.5 Pohjaeläimet

Niinikkolammen pohjaeläintutkimuksissa havaittiin, että järven pohjaeläinvalikoima oli melko suppea ja kahden pohjaeläinheimon dominoima. Nämä kaksi pohjaeläinryhmää ovat surviaissääsket, jonka prosenttiosuus kaikista pohjaeläimistä on 46,9 %, sekä sulkasääsket, jonka toukat kaikista pohjaeläimistä on puolestaan 31,6 %. Ilmeisesti surviais- ja sulkasääsken toukat ovat sopeutuneet Niinikkolammen ankarista olosuhteista huolimatta varsin hyvin. Ne kykenevät pakenemaan niitä syövilä petokaloilta piiloon heikkohappiseen pohjasedimenttiin. Molemmat näistä dominoivista pohjaeläinheimoista edustavat järven eutrofista tilaa.

Surviais- ja sulkasääskien runsas esiintyminen ja taas muiden lajien vähäinen esiintyminen viittaisi Niinikkolammen pohjan huonoon happitilanteeseen. Muiden lajien vähäiseen esiintymiseen voi olla syynä myös kalaston rakenne, jossa petokaloja on vähän, mutta pohjaeläimiä ravintonaan käyttäviä kalalajeja on paljon. Kalat eivät myöskään viihdy hapettomissa olosuhteissa ja näin ollen matalammissa hapekkaissa havaintopaikoissa voi olla huomattavasti enemmän kalojen aiheuttamaa laidunnusta.



## 7 Kunnostusmenetelmät

Kunnostusmenetelmiä harkitessa tulee tunnistaa järven luontainen tyyppi. Tämä tarkoittaa sitä, ettei aseteta tavoitteeksi muuttaa luontaisesti rehevää järveä karujen järvien kaltaiseksi, mutta pyritään lieventämään ihmisen aikaansaamaa rehevöitymistä. (Eloranta 2005, 13.)

### 7.1 Järven hapetus

Yleensä järvissä ilmenee rehevöitymisen oireita jo ennen varsinaista happikatoa. Ja vaikka järven happikato onkin seurausta rehevöitymisestä, se on myös yksi rehevyyden aiheuttajista, sillä pohjan hapettomuus aiheuttaa fosforin vapautumista, eli järven sisäistä kuormitusta. (Lappalainen & Lakso 2005, 151.) Järven huonoa happitilannetta on mahdollista korjata ja siitä johtuvaa sisäistä kuormitusta alentaa. Tämä yleensä vaatii ympärivuotista, usean vuoden kestävästä järven hapettamista. Hapettamisella ylläpidetään aineen ja energian kiertoa sekä parannetaan sedimentin pintakerroksia, jotta ne kykenisivät sitomaan paremmin ravinteita. Hapettamisen kaksi keskeisintä syytä on eliöiden kemiallis-fysikaalisen elinympäristön kohentaminen sekä hillitä fosforin sisäistä kuormitusta.

Järven alusveteen ja pohjaan asti suunnatun hapetuksen avulla voidaan elvyttää alusveden ja pohjan aerobinen hajotustoiminta, turvata kalojen ja pohjaeläimien elämän edellytyksiä sekä parantaa typpikiertoa. Estää anaerobisia prosesseja sekä haitallisten yhdisteiden syntymistä, hillitä fosforin liukenemistä pohjasedimentistä takasin veteen ja alentaa veteen liuenneen raudan ja mangaanin pitoisuuksia (Ulvi & Lakso 2005, 153).

### 7.1.1 Hapetuslaitteet

On olemassa monia eri menetelmiä joiden soveltuvuus ja kustannustehokkuus vaihtelevat käyttökohteen mukaan. Pääasiassa nämä menetelmät voidaan jakaa kolmeen perusryhmään:

- Hapen liuottaminen ilmasta (tai happisäiliöstä veteen),
- hapen lisääminen veteen kemikaalina, tai
- hapekkaan veden johtaminen alusveteen (Lappalainen & Lakso 2005, 153).

Ongelmana kahdessa ensimmäisessä vaihtoehdossa on niiden vaatimat mahdolliset happikaasut, tai kemikaalit, joiden hankkiminen lisää menetelmien kustannuksia. Ne voivat olla välttämättömiä keinoja kohteissa missä happi voi loppua talven aikana kokonaan, mutta eivät pärjää kustannustehokkuudessa kolmannelle vaihtoehdolle, jos järven päällysvesi pysyy hapekkaana ympäri vuoden (Lappalainen & Lakso 2005, 156 - 158).

Niinikkolammessa päällysvesi pysyy hapekkaana ympäri vuoden, mutta happitilanne järven pohjassa ja etenkin syvänteessä vaihtelee voimakkaasti. Heikoimmillaan happitilanne on talvikerrostuneisuuden aikana sekä kesäkerrostuneisuuden loppupuolella. Tällaiseen kohteeseen on perusteltua suositella menetelmää, jossa hapekasta vettä johdetaan alusveteen, mutta kerrostuneisuutta ei yleensä ole suositella purettavaksi (kuva 21).

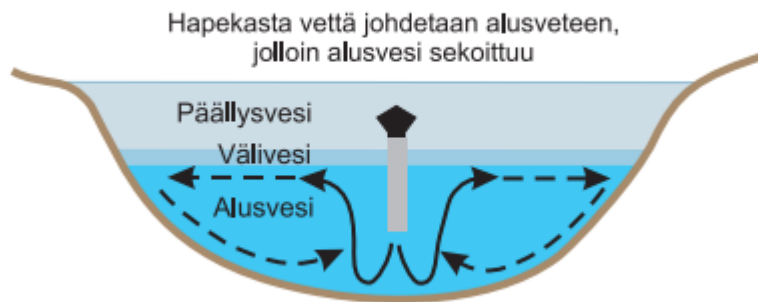
Taulukko 26. Hapetusmenetelmän valinta kerrostuneisuustyyppin perusteella (Lappalainen & Lakso 2005, 160)

Järven kerrostuneisuustyyppi	Talvi	Kesä
Matalat järvet, joissa ei esiinny kesäistä lämpötilakerrostuneisuutta	Hapetustarve (lisähappea joko vaakakierrätyksellä tai siihen yhdistetyllä hapetuksella)	Ei hapetustarvetta
Matalahkot järvet, joissa esiintyy epämääräistä ja/tai vaihtelevaa kesäkerrostuneisuutta	Hapetustarve tai tilanteen mukaan kierrätystarve	Joko kerrostuneisuuden säätely (pakotetut välikierrot), kerrostuneisuuden esto tai alusveden hapetus
Syvät järvet, joissa esiintyy kesäinen lämpötilakerrostuneisuus	Alusveden hapetus tai kierrätysvapetus (kerrostuneisuuden purku ei ole yleensä suotavaa)	Alusveden hapetus tai kierrätysvapetus (kerrostuneisuuden esto mahdollista, mutta ei yleensä suotavaa)

### 7.1.2 Päällisveden johtaminen alusveteen

Kun hapekasta päällisvettä johdetaan hapettomaan alusveteen, voidaan tällaisesta menetelmästä puhua alusveden kierrätysvapetuksena (Lappalainen & Lakso 2005, 153). Mixox-kierrätysvapetusta (kuva 21) on käytetty Suomessa jo noin 30 vuotta yli 70 kohteessa. Tässä menetelmässä hapellista päällisvettä johdetaan järven pohjalle ja veden kerrostuneisuutta pystytään säätämään tarpeen mukaan. Happea siirtyy alusveteen päällisveden happipitoisuuden tulon mukainen määrä ja tiheyserojen vuoksi se sekoittuu tehokkaasti. Näin ollen alusveden tilavuus kasvaa ja sen vaikutukset lämpötilaan ovat kaksisuuntaiset: kesällä alusveden lämpötila nousee ja talvella laskee. Kierrätysvapen etuina on sen vähäinen energiantarve ja yleensä se kykenee siirtämään happea alusveteen 5 - 15kg/kWh (Lappalainen & Lakso 2005, 158).

**Kerrostuneisuutta lievästi muuttava toimintatapa  
(syvä järvi)**



Kuva 21. Kierrätyshapetusmenetelmän hydraulinen toimintaperiaate normaalisti kerrostuvissa järvissä (Lappalainen & Lakso 2005, 159.)

Mixox-kierrätyshapetin laitteen käyttö on erityisen tärkeää aikoina, jolloin alusveden happipitoisuus on huonoimmillaan, eli loppupalvesta ennen kevät ylivirtaaman alkua sekä kesäkerrostuneisuuden loppuvaiheessa. Syysylivirtaaman aikaan laitteen käytöllä ei ole merkityksellistä syytä, koska vesi sekoittuu jo luonnostaan tarpeeksi hyvin, sekoittaen happipitoista vettä syvänteeseen alusveteen asti. Mixox-kierrätyshapetin laitteen sijoittaminen olisi järkevintä järven syvänteeseen. Syvänteeseen yläpuolelta se pystyisi vaikuttamaan suoraan sinne missä happiongelma on suurin.

### 7.1.3 Kustannukset

Järven hapetuskustannukset ovat aina tapauskohtaisia. Hapetuksen kustannuksia pystytään arvioimaan veteen siirretyn happikilon hintaa verrattaessa pinta-ala yksikköä kohden. Pitkäaikaisessa hapetuksessa on tärkeää, että kilowattituntia kohden veteen siirretty happimäärä on mahdollisimman suuri. Yksikkökustannukset kierrätyshapetuksessa ovat yleensä 0,05 – 0,2 euroa/kg. Järven pinta-alaan suhteutettuna hapettamisen vuosikulut ovat suuruudeltaan 40 – 200 euroa/ha (Lappalainen & Lakso 2005, 163). Niinikkolammen pinta-alaan (33ha) suhteutettuna hapetuksen vuosikustannukset olisivat näin ollen 1320 – 6600 euroa.

Järviveden hapetuksessa on huomioitava että se ei yksin kunnostusmenetelmänä kykene korjaamaan järven rehevöitymisongelmaa. Hyvin suunniteltuna siitä on iso apu järven sisäisen kuormituksen hillitsemisessä, mutta tarvitsee apunaan esimerkiksi hoitokalastusta ja ennen kaikkea ulkoisen kuormituksen vähentämistä.

## **7.2 Vesiensuojelutekniset rakenteet**

Vesiensuojelutekniset rakenteet on pyritty suunnittelemaan niin, ettei niistä synny suurta taloudellista haittaa sekä kustannukset pysyvät minimissä (kuva 22). Parissa tapauksessa on tästä jouduttu hieman poikkeamaan, jotta rakenteiden perustamisella olisi hyötyä ulkoisen kuormituksen pidättämisessä ja maatalouden ei-tuotannollisen investointituen kriteerit täytyisivät. Kosteikoiden perustamisille ei ole laskettu hinta-arviota, koska on kyläyhdistyksen päätettävissä, kuinka he haluavat projektissa edetä, eikä ole tietoa minkälaista kalustoa ja tietotaitoa heillä on omasta takaa. Suunnitellut rakenteet ovat esitetty taulukossa 27 ja niiden pidätyskyvyt taulukoissa 28 ja 29.



Kuva 22. Valtimon Kalliojärvelle rakennettu pitkulainen kosteikko syyskuussa 2014. Kosteikkopaikka on samantapainen kuin Niinikkolammen suistot, jotka ovat joutomaata. (Kuva: Tarmo Tossavainen).

Taulukko 27. Kosteikoiden suunnitellut pinta-alat ja niiden valuma-alueetarkastelu.

Kohde	Pinta-ala (ha)	Valuma-alue (ha)	Pinta-alojen suhde (%)	Peltoisuus (%)
Kosteikko 1	0,21	8,5	1,78	51
Kosteikko 2	0,50	32,7	1,53	42
Kosteikko 3	0,26	19,1	1,38	10
Kosteikko 4	0,78	58,8	1,33	15

Taulukko 28. Kosteikoiden kokonaisfosforin pidätys

Kohde	Kokonaisfosforin pidättyminen (%)	Kokonaisfosforikuorma rakenteelle (kg/a)	Muuttunut kokonaisfosforin kuorma (kg/a) 2013–2014
Kosteikko 1	25,4	4,2	3,1
Kosteikko 2	32,3	21,5	14,5
Kosteikko 3	27,9	8,3	6
Kosteikko 4	27,3	11,4	8,3
Yhteensä		45,4	31,9

Taulukko 29. Kosteikoiden kokonaistypen pidätys

Kohde	Kokonaistypen pidättyminen (%)	Kokonaistyyppikuorma rakenteelle 2013–2014 (kg/a)	Muuttunut kokonaistypen kuorma (kg/a)
Kosteikko 1	2,2	84	82,2
Kosteikko 2	5,2	185,2	175,6
Kosteikko 3	2,7	182,6	177,7
Kosteikko 4	8,2	198,9	182,6
Yhteensä		650,7	618,1

Kaikkien kosteikko kohteiden rakentamisen myötä ravinteiden ulkoinen kuormitus vähenisi fosforin osalta 13,5 kg ja typen osalta 32,6 kg vuodessa. Suuret kiintoainepartikkelit vajoavat kosteikon pohjaan, jolloin kiintoainekuorma vähenisi jonkin verran.

### 7.2.1 Uoma 1



Kuva 23. Valtimon Kalliojärvelle rakennettuja pohjapatoja syyskuussa 2014. (Kuva: Tarmo Tossavainen.)

Uoman 1 kaivettuun pelto-noroon on hyvä tehdä pohjapatoja (kuva 23). Pohjapatoja on mahdollisuus kaivaa noin 500 metrin matkalle 20 - 25 metrin välein. Pohjapatojen ravinteiden pidätyskyky on yksilöllistä ja niiden tehokkuutta on tutkittu vähän. Siksi rakenteiden pidätys selviää vesinäytteiden avulla vasta rakenteiden valmistuttua. Peräkkäin rakennettujen pohjapatojen ravinteiden pidätyskyky on kuitenkin parempi kuin yksittäisen padon ja on näyttävän näköinen.

### **7.2.2 Uoma 2**

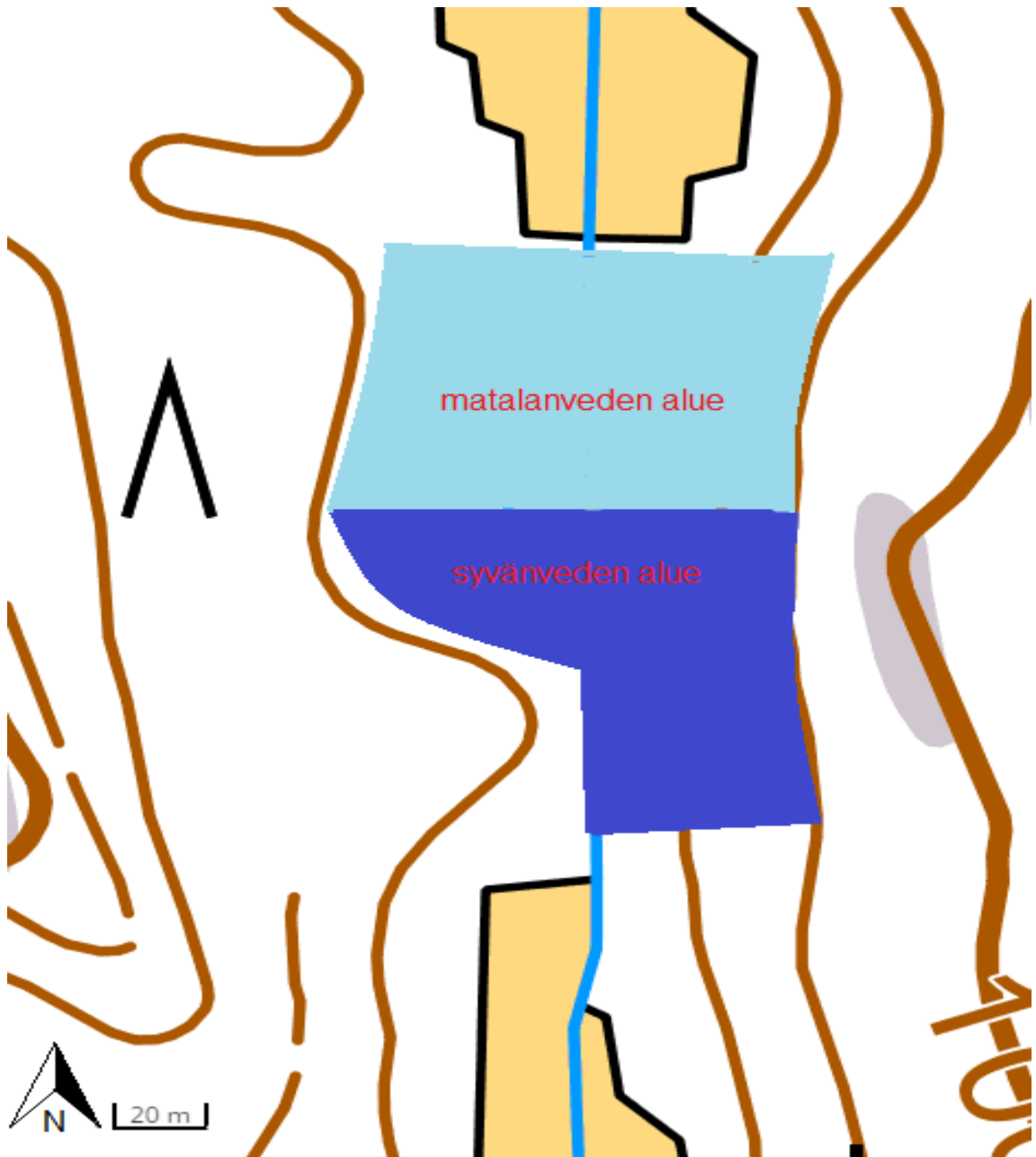
Uomaan on suunniteltu kaksi kosteikkoa, jotka yhdessä pystyisivät poistamaan enemmän ravinteita ja toimisivat paremmin tulvapiikkien leikkaajan kuin iso kosteikko suistossa. Yksin suistoon rakennettava kosteikko ei myöskään olisi riittävä pidättämään valuma-alueelta tulevaa kuormitusta, eikä täyttäisi maatalouden ei-tuotannollisen investointituen kriteerejä. Kosteikolle 4 on käytetty uoman suistossa mitattuja ravinnepitoisuuksia, vaikkakin voidaan olettaa kuorman olevan kohteelle pienempi, koska valuma-alue on pienempi. Tämä siksi, koska tästä kohtaa uomasta ei ole otettu vesinäytteitä. Myös kosteikolle 3 on käytetty niitä teoreettisia arvoja, jotka lähtevät kosteikon 4 jälkeen.





Kuva 24. Suunniteltu kosteikko 3. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen.

Uoman suistoon mahtuisi noin 0,26 hehtaarin kosteikko (kuva 24), joka olisi 1,4 % yläpuolisesta osavaluma-alueesta, kun uoman varrelle rakennettaisiin toinen kosteikko (kuva 25). Kosteikko pidättäisi vuotuisesta kuormasta fosforia 27,9 % ja typpeä 2,7 %, jolloin uomasta järveen laskisi kuusi kiloa fosforia ja 177 kiloa typpeä vuodessa.



Kuva 25. Suunniteltu kosteikko 4. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen.

Kosteikolle 4 on tilaa noin 0,8 hehtaaria ja tässä mittakaavassa toteutettuna se olisi pinta-alaltaan 1,3 % yläpuolisesta valuma-alueesta. Kosteikko kykenisi arviolta pidättämään 27,3 % fosforia ja 8,3 % typpeä, ja näin ollen kosteikosta laskeutuu 8,3 kiloa fosforia ja 182,6 kiloa typpeä vuodessa. Vaikka kosteikkoa ei ole suunniteltu järven rantaan, on muitakin samantapaisia kosteikoita tehty Pohjois-Karjalassa (kuva 26).



Kuva 26. Valtimon Kalliojärvelle rakennettu kosteikko syyskuussa 2014. (Kuva: Tarmo Tossavainen).

## 7.2.3 Uoma 3



Kuva 27. Suunniteltu kosteikko 2. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen

Uoman suistoon suunniteltu kosteikko on 0,5 ha, joka tässä mittakaavassa toteutettuna olisi 1,53 % yläpuolisesta valuma-alueesta (kuva 27). Kosteikkoa ei voida järkevästi toteuttaa pelkälle joutomaa-alueelle, koska kosteikon ravinteiden pidätyskyky olisi olematonta, eikä kohteen kriteerit täytyisi ei-tuotannollista maataloustukea silmällä pitäen. Tämän takia kosteikon kokoon on laskettu itäistä koivikkoaluetta sähkölinjalle asti. Jos itäinen koivikkoalue ei sovi laajennettavaksi, voidaan kosteikkoa laajentaa myös länteen tai pohjoiseen, jolloin osa peltoalueesta tulisi kosteikon käyttöön. Kosteikko pidättäisi vuotuisesta kuormastaan fosforia 32,3 % ja typpeä 5,2 %, jolloin uomasta järveen laskisi 14,5 kg fosforia ja 175,6 kg typpeä vuodessa.

### 7.2.4 Uoma 4



Kuva 28. Suunniteltu kosteikko 1. Maastokartta, Paikkatietoikkuna © Maanmittauslaitos. Kohdetiedot: Lassi Puurunen.

Uomalle 4 suunniteltu kosteikko (kuva 28) on 0,21 hehtaaria käsittäen 1,78 % valuma-alueesta. Uoman suisto on joutomaata ja näin ollen erinomainen perustamispaikka kosteikolle. Kosteikko pidättäisi vuotuisesta kuormastaan fosforia 25,4 % ja typpeä 2,2 %, jolloin uomasta järveen laskeva kuorma olisi fosforin osalta 3,1 kg/a ja 82,2 kg/a typen osalta.

### 7.2.5 Myllypuro

Niinikkolampi laskee vetensä Myllypuron kautta Telmonselkään (Orivesi, Suur-Saimaa). Myllypuro kulkee alkumatkastaan peltojen välissä peratussa uomassa jatkaen matkaansa metsikköön. Metsikössä uoma kulkee luonnontilaisessa uomassa kivimassojen läpi tehden keväisin puron ympäristöstä elävän

solisevine vesineen. Puron varrella kasvaa paljon pajukkoa ja saniaisia, kun taas purossa olevien kivien pinnalle on muodostunut sammalta (kuva 29).



Kuva 29. Myllypuro alivirtaamatilanteessa 9.9.2014. (Kuva: Atte Varis).

Myllypurossa ns. vesiensuojeluteknisiä rakenteita ei tarvitse rakentaa, mutta puron kunnostaminen parantaisi puroekosysteemin rakennetta ja maisema elävöityisi. Peltojen jälkeen puron reunoilla on paljon kiviä, jotka todennäköisesti on nostettu uomasta pois, kun puroa on aikoinaan perattu. Näiden kivien siirtämisellä takaisin uomaan mahdollistettaisiin puron luonnontilan palautuminen. Palautuminen tarkoittaisi virtausnopeuksien monipuolistumista sekä biodiversiteetin kohentumista.

### 7.3 Vesikasvien niitto

Vesikasvien niitolla voidaan parantaa järven ekosysteemissä elävien elinoloja ja muuttaa veden virtausta. Niitto kannattaa suorittaa kalojen kutuaikojen ulkopuolella esimerkiksi heinä-elokuun vaihteessa, jolloin kuteminen ei kärsi. Tällöin myös vesikasvien ravinnemäärät ovat korkeimmillaan versoissa ja pienimmillään juurissa, jolloin uudelle kasvulle on vähemmän ravinteita. Niittoa ei saa viivästyttää, koska kasvukauden lopussa ravinteet ovat siirtyneet juurille odottamaan seuraavaa kasvukautta ja siementen avulla lisääntyvät kasvit ovat jo kehittäneet siemeniä. Jos niitto suoritetaan useammin kuin kerran kesässä, on hyvä aloittaa ennen kasvien kukkimista kesäkuun lopulla ja uudestaan 3-4 viikon päästä. On huomioitavaa, että niitto on tehtävä useampana kesänä, jotta kasvustot saadaan kuriin. (Kääriäinen & Rajala 2005, 262.)

Kasvien niittojäte on nostettava pois järvestä, jottei kasvimateriaali hajoa järveen tuottaen lisää kuormittavaa biomassaa. Niittojätettä voidaan läjittää pellolle, mutta on kuitenkin huomioitava, ettei kasvimassaa sijoiteta järven välittömään läheisyyteen, jolloin siinä olevat ravinteet huuhtoutuvat takaisin vesistöön. Niittoa ei kannata tehdä tuuliseen aikaan jolloin jäte voi ajautua ympäri järveä ja näin ollen haitata järven virkistyskäyttöä. (Kääriäinen & Rajala 2005, 262–263.)

Niinikkolammessa suurina määrinä esiintyvä ulpukka on ruopattava, jos halutaan pysyviä tuloksia. Ulpukan juuristossa on paljon ravinteita uuteen kasvuun, joten juuristo on saatava järven pohjalta pois. Tämä on hyvä toteuttaa syksyllä, jolloin veden samentumisesta ei ole haittaa virkistyskäytössä. (Kääriäinen & Rajala 2005, 262.)

Niinikkolammen lasku-uoman (Myllypuro) edusta on voimakkaasti rehevöitynyt (kuva 30). Järviruovikko on kasvanut haitallisen tiheäksi, ja siksi lähtevä uoma ei vedä tarpeeksi hyvin. Tämä on haittana varsinkin keväisin, jolloin vesi nousee pelloille asti huuhtoen ravinteita järveen ja haitaten maanviljelyä. Järviruovikkoon tulisi niittää uoma, jotta vesi pääsisi vapaasti virtaamaan Myllypuroon ilman esteitä. Tästä on hyötyä myös kevättulvan aikaan, jolloin vesi

ei pääsisi nousemaan pelloille, koska lasku-uoma vetäisi hyvin. Niitetty uoma toisi myös vaihteluvyöhykkeitä vesikasvien sekaan, mikä helpottaisi esimerkiksi petokalojen elinoloja ja näin ollen myös alueen ekosysteemin tilaa.



Kuva 30. Järvikorte on vallannut Myllypuron edustan. Kuva otettu lasku-uomasta järveen päin. (Kuva: Atte Varis).

Järven eteläpääty, on rehevöitynyt (kuva 31). Alueella kasvaa tiheä järviruovikko, joka tulisi niittää ainakin osaksi, jos aluetta ei päätetä ruopata. Niiton avulla mahdollistettaisiin järven petokaloille, etenkin hauelle, kutupaikkoja, mikä auttaisi koko järven ekosysteemiä. Niitto tulee rajata länsipuolen pellon alkuun, ettei tuhota hyvää suojavyöhykettä, joka pidättää



peltoilta tulevia ravinteita ja ehkäisee eroosiota ja resuspensiota. Tämän vuoksi itä- ja länsipuolen rantojen järviruokokaistaleita ei tarvitse, eikä tule niittää.



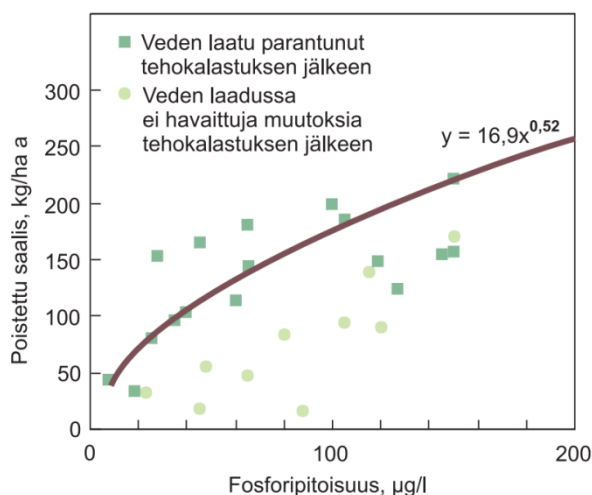
Kuva 31. Eteläpäädyn järviruovikkoa. (Kuva: Lassi Puurunen.)

Kesien 2013 - 2014 aikana on ollut runsaasti viherlevää vedenpinnalla. Tämä on haitannut järven rannalla asuvien ihmisten virkistyskäyttöä ja jopa pesuveden otto järvestä on ollut hankalaa. Pohjois – Karjalan ELY – keskus havaitsi kesällä 2013, että kyseessä on todennäköisesti rihmalevää. Jotta rihmaleväkasvustoa pystytään rajoittamaan, on niitettävä maltillisesti leviä syövien eliöiden elintiloja, jotta niiden populaatio ei pienene merkittävästi.

Vesikasvillisuuden niitto olisi hyvä suorittaa talkoovoimin, koska niitettävät alueet eivät ole suuria. Näin ollen niittoon ei tarvita erillisiä niittokoneita ja rahallinen panostus jää pieneksi. Jos niitto suoritetaan koneella, eikä esimerkiksi viikatteella, pitää ilmoittaa paikalliseen ELY – keskukseseen kuukautta ennen niiton aloittamista. Koneettomasti suunnitellusta niitosta ei tarvitse ilmoittaa. (Elinkeino,- liikenne- ja ympäristökeskus 2013.) Järven kasvillisuuden kehitystä kannattaa seurata, ja jos järviruovikot tihenevät liiaksi, on hyvä niittää niihin viiden metrin väyliä ja aukkoja järven ekok systeemin parantamiseksi. Kuollut kasvusto rehevöittää järveä entisestään, joten sen kerääminen vähintään kerran vuodessa olisi suotavaa.

## 7.4 Hoitokalastus

Rehevöitymisen seurauksena Niinikkolammen särkikalakanta on runsastunut ja näin ollen edesauttaa järven rehevöitymistä. Kunnostustoimenpiteenä tulisi pyrkiä tasaamaan lajisuhteita, joka tässä tapauksessa tarkoittaisi petokalakantojen vahvistamista ja särkikalakannan pienentämistä esimerkiksi tehokalastuksella. Tehokalastuksen saalistavoite voidaan laskea järven fosforipitoisuuden ja pinta-alan perusteella. Suomalaisissa ja Keski-Eurooppalaisissa ravintoketjujen kunnostusprojekteissa on havaittu että särkivaltaisissa järvissä poistettu kalamäärä korreloi suoraan fosforipitoisuuden kanssa (Horppila & Sammalkorpi 2005, 178).



Kuva 32. Tehokalastuksessa poistettavan saalismäärän arviointi veden fosforipitoisuuden perusteella. Kun poistettujen särkikalajien määrä on ollut vähintään käyrän osoittamaa suuruusluokkaa, on veden laadussa saatu aikaan ainakin lyhytaikainen muutos (Jeppesen & Sammalkorpi 2002).

Vuoden 2013 ja 2014 aikana otettujen vesinäytteiden perusteella Niinikkolammen keskimääräiseksi fosforipitoisuudeksi on saatu 27,8 µg/l. Etelä- ja Keski-suomen rehevissä järvissä, joissa fosforipitoisuudet ovat alle 50 µg/l, järkevä saalistavoite on 50 - 100 kg/ha (Horppila & Sammalkorpi 2005, 179).

Niinikkolammen saalistavoite pystytään laskemaan Jeppesen & Sammalkorpi (2002) kaavalla;

Kaava 11.  $y = 16,9x^{0,52}$

Missä  $x$  = veden mitattu fosforipitoisuus  
 $y$  = tehokalastuksen saalistavoite

Saalistavoite Niinikkolampeen lasketaan seuraavasti:

$$y = 16,9 * 27,8^{0,52} = 95,2 \text{ kg/ha}$$

$$95,2 \text{ kg/ha} * 33 \text{ ha} = 3142,7... = 3143 \text{ kg/ha/a}$$

95,2 kg/ha eli 3143 kg vuodessa 2-3 vuoden ajan.

Tehokalastus voidaan toteuttaa useilla eri menetelmillä. Niinikkolammen kokoisessa pienessä järvessä särkien poistamiseksi tehokkainta olisi käyttää pienisilmäisiä 10-15mm silmäkoolla olevia verkkoja, joilla saadaan poistettua tehokkaasti pieniä särkikalaja. Lisäksi voidaan käyttää myös rysiä tai kevyttä nuotta suurempien lahnojen ja kalaparvien poistamiseen. Jos kalojen kutualueet ovat tiedossa, myös katiskoilla voidaan saada aikaa hyviä tuloksia. (Horppila & Sammalkorpi 2005, 181, 182).

Tehokalastusta voidaan tukea vielä kalaistutuksilla. Istuttamalla järveen esimerkiksi haukia, saadaan parannettua järven omaa kalakantojen säätelykykyä. Särkikalakannan pienentyessä lajien välinen kilpailu ravinnostakin pienentyy, jolloin esimerkiksi ahvenet saavat paremmat olosuhteet kasvaa petokalamittaan asti, jolloin niistä tulee myös järven omia tehokalastajia. Isommat ahvenet ja hauet ovat myös kalastajien mieleen, jolloin Niinikkolammen virkistyskäyttöarvo kasvaa.

Istutusten lisäksi olisi tärkeää tarkistaa haukien kutualueiden kuntoa. Mikäli kutualueet ovat kasvaneet umpeen, voidaan niitä aukaista niittämällä käytäviä tiheään ruovikon matalimpiin osiin. Tällöin hauen poikasille saadaan lisää elinpiiriä ja kutukypsät kalat saavat kutualueita. Suositeltu käytävän leveys on noin 5 metriä. (Horppila & Sammalkorpi 2005, 184.)

Tällaisilla kunnostustoimilla voitaisiin saada kuriin järven sisäistä kuormitusta, kuin myös virkistyskäyttöä haittaavaa leväongelmaa. Yhdessä muiden kunnostustoimenpiteiden kanssa tehokas kalastorakenteen manipulointi nopeuttaa ja tehostaa järven palautumista ennalleen ja saadaan aikaan pysyviä positiivisia vaikutuksia järven kuntoon nähden.

## 8 Päättäntä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Niinikkolammen nykytila ja suunnitella sen vaatimat kunnostustoimenpiteet. Kunnostusaloitteen toimeksiantajana on Liperinsalon-Ristisalmen osakaskunta. Tutkimuksen aloittivat Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijat yhdessä limnologi Tarmo Tossavaisen ja lehtori Kaija Saramäen kanssa. Järvestä tutkittiin biologiset tekijät, kuten kalasto, vesi- ja rantakasvillisuus sekä pohjaeläimet, jotka ilmentävät vesistön ekologista tilaa, sekä fysikaalis-kemialliset muuttujat, kuten vedenlaatu ja pohjasedimentti.

### 8.1 Yhteenveto

Tutkimustulokset osoittivat järven tilan rehevöityneeksi, jonka aiheuttaa ihmistoiminta järven valuma-alueella. Ihmistoiminnan seurauksena järven ravinnepitoisuudet ovat kohonneet kun ulkoisen kuormituksen myötä orgaaninen- ja mineraaliaines kulkeutuu järvioltaaseen. Osa aineksesta laskeutuu järven pohjasedimenttiin. Orgaanisen aineksen hajoitustoiminta kuluttaa happea ja hapettomissa oloissa järven pohja alkaa luovuttamaan fosforia liukoiseksi alusveteen aiheuttaen näin sisäistä kuormitusta. Tämä ilmenee kohonneina ravinnepitoisuuksina järvessä. Kohonneet ravinnepitoisuudet ja huono happitilanne aiheuttavat epätasapainoa järven ekosysteemissä, kun kaikki lajit eivät pärjää vallitsevissa olosuhteissa. Tämä näkyy etenkin kalaston sekä pohjaeläinten yksipuolistumisena.

Runsaan ulkoisen ja sisäisen kuormituksen vähentämiseksi tarvitaan kunnostustoimenpiteitä. Ulkoista kuormitusta on mahdollista saada kuriin suunnitelluilla vesiensuojeluteknisillä rakenteilla. Jos ulkoista kuormitusta ei pyritä vähentämään, ovat itse sisäisen kuormituksen kunnostustoimenpiteet pitkällä aikavälillä turhia. Ulkoisen kuormituksen vähentämisessä ensisijaisen tärkeää on, että pohjoiselta maatalousalueelta valuvat vedet ohjattaisiin

suunnitellun kosteikon kautta järveen, koska se on suurin yksittäinen kuormittaja järven valuma-alueella. Kevätylivirtaamien aikana järvenpinta nousee pelloille saakka, joka haittaa maanviljelyä ja huuhtoo pelloilta runsaasti ravinteita järveen. Niittämällä järvestä laskevan uoman edusta järvikortteikosta ja poistamalla uoman pohjalla oleva orgaaninen aines, tasaisi se paremmin vedenpintaa ylivirtaamien aikaan, eikä vesi nousisi pelloille asti.

Sisäisen kuormituksen aiheuttajana on hapen loppuminen alusvedestä, minkä tuloksena pohjasedimentti alkaa luovuttamaan ravinteita takaisin vesimassaan. Pahimmat sisäisen kuormituksen ajankohdat osuvat talvi- ja kesäkerrosteisuuden loppupuolille, jolloin olisi tehokasta käyttää järviveden kierrätysshapetinlaitetta kuormituksen hillitsemiseksi. Myös hoitokalastuksella voitaisiin osaltaan auttaa hillitsemään sisäistä kuormitusta, kun lajisuhteiden tasaamisen myötä pohjassa ruokailevien kalojen määrä vähenee. Petokalojen istuttaminen ja niiden ruokailu- ja pesimispaikkojen parantaminen, auttaisi pitämään kalakannan peto-saalissuhteen tasapainossa.

## **8.2 Virhelähteet**

Kalastotutkimusta tehdessä koekalastukset sijoituivat loppukesälle ja alkusyksylle, milloin haukien pyynti verkoilla on satunnaista, tai jopa heikkoa (Tammi ym. 2006, 19). Niinikkolammella keväällä tehdyissä opetustarkoituksellisissa koekalastuksissa saatiin saaliiksi myös haukia, mutta syksyn virallisissa kalastuksissa ei ollenkaan. Tämä voi vähäisesti vaikuttaa peto-saaliskala suhteiden tuloksiin. Kasvikartoituksessa osassa ruuduista kasvit ovat arvioitu silmämääräisesti prosentuaalisen peittävyden mukaan, eikä kappalemäärin, joka voi vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Kuitenkin otannan ollessa enemmän kuin riittävä, ei mahdollisuutta suureen virhemarginaaliin ole.

## Lähteet

- Ahtiainen, M. 1991. Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja – sarja A. Biodiversiteetti. 13.10.2014. <http://www.luonnontila.fi/fi/biodiversiteetti>. 10.12.2014.
- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2013. Vesikasvien niitto. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B892CDF98-F7DD-42B7-B2DD-DC78DC9CEB35%7D/76769>. 12.11.2014.
- Eloranta, P. 2005. Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet. Teoksessa Ulvi, T & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita 13-26.
- Hagelberg, E., Karhunen, A., Kulmala, A., Larsson, R. & Lundström, E. 2012. Käytännön kosteikkosuunnittelu. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B82026A72-8B6B-4ECC-A6F4-22ADC373F20D%7D/54557>. 12.11.2014
- Joensuu, S., Hynninen, P., Heikkinen, K., Tenhola, T., Saari, P., Kauppila, M., Leinonen, A., Ripatti, H., Jämsén, J., Nilsson, S. & Vuollekoski, M. 2012. Metsätalouden vesiensuojelu –kouluttajan aineisto. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B0826DCC9-B85D-4F68-AE38-6CB7515E0CA1%7D/91697>. 12.11.2014.
- Kettunen, I., Mäkelä, A. & Heinonen, P. 2008. Vesistötietoa näytteenottajille. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Kääriäinen, S. & Rajala, L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Teoksessa Ulvi, T & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita 249-270.
- Lappalainen, M. 1977, Frisk 1978, 1989. Teoksessa Tossavainen T. BIY2021 Soveltavan limnologian perusteet 2014.
- Lappalainen M., Lakso E., 2005. Järven hapetus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita 153-166
- Leka, J. 2011. Vesikasvien elomuodot ja vesikasvit järvien tilan seurannassa, Pyhäjärvi-instituutti. [http://www.pyhajarvi-instituutti.fi/image/pdf-tiedostot/vesikasvit\\_koulutus\\_23082011\\_pyhajarvi\\_instituutti.pdf](http://www.pyhajarvi-instituutti.fi/image/pdf-tiedostot/vesikasvit_koulutus_23082011_pyhajarvi_instituutti.pdf). 9.12.2014
- Lodenius, M., Manninen, S., Nieminen, T., Raikinen, H., Ranta, P. & Willamo, R. 2010. Bioindikaattorit. [http://www.helsinki.fi/ymparistotieteet/opiskelu/ymparistomuutos\\_ja\\_poliittikka/opmon/Opmon21-2010c.pdf](http://www.helsinki.fi/ymparistotieteet/opiskelu/ymparistomuutos_ja_poliittikka/opmon/Opmon21-2010c.pdf). 12.11.2014
- Luontoportti Oy. 2014. Pasuri. <http://www.luontoportti.com/suomi/fi/kalat/pasuri> 12.12.2014
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2014. Luonnos 4. Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmaksi 2014-2020. [http://www.mmm.fi/attachments/maaseutu/mZu0GyoRB/Luonnos4\\_Manner-Suomen\\_maaseudun\\_kehittamisohjelmaksi\\_2014-2020\\_15.4.2014.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/maaseutu/mZu0GyoRB/Luonnos4_Manner-Suomen_maaseudun_kehittamisohjelmaksi_2014-2020_15.4.2014.pdf). 12.11.2014
- Maaseutuvirasto. 2012. Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ei-tuotannollinen investointituki 2012 -opas. <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Ymp%C3%A4rist%C3%B6tuen%20erityistukien%20esitteet%202012/YE%20esite%20Monivaikutteisen%20>

- [kosteikon%20perustaminen%20-%20ei-tuotannollinen%20investointituki%202012.pdf](#). 12.11.2014
- Mattila, H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Teoksessa Ulvi, T & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita 137-150.
- Meissner, K., Aroviita, J., Hellsten, S., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kuoppala, M., Mykrä, H. & Vuori, K-M. 2012. Jokien ja järvien biologinen seuranta – Näytteenotosta tiedon tallentamiseen. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BB948034F-7F9D-4EAB-A153-92FA2DDEDBBE%7D/29725>. 6.1.2015.
- Metsäntutkimuslaitos. Suomen metsät 2012: Peruskäsitteet ja tietolähteet. 2.3.2012. <http://www.metla.fi/metinfo/kestavyys/basic.htm>. 10.12.2014
- Niemistö, J., Köngäs, P., Hietanen, S. & Horppila, J. 2011. Sisäinen fosforikuormitus ja sedimentin hapenkulutus Vesijärven Enonselällä. Helsingin yliopisto, Ympäristötieteiden laitos.
- Niinimäki, J. 2008. Rehevöityneiden järvien ravintoketjukurkunnostus ja hoito. vedos 2. <http://www.enajarvi.fi/Jarvien%20kunnostus%20ja%20hoito%20JN%2010%203%202008%20Ve%202.pdf>. 12.11.2014
- Olin, M., Lappalainen, A., Sutela, T., Vehanen, T., Ruuhijärvi, J., Saura, A. & Sairanen, S. 2014, RKTL:n työraportteja 21/2014, Ohjeet standardinmukaisesti koekalastuksiin.
- Pietiläinen, O-P. (toim.) 2008. Yhdyskuntien typpikuormitus ja pintavesien tila. Suomen Ympäristökeskus. Helsinki.
- Puustinen, M., Koskiahho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38401/SY\\_21\\_2007.pdf?sequence=3](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38401/SY_21_2007.pdf?sequence=3). 12.11.2014
- Pro Agria. 2014. RAE – ravinnehävikit euroiksi. <http://www.proagria.fi/hankkeet/rae-ravinnehavikit-euroiksi-291> 15.1.2015
- Rivasto, S-M. 2014. Vedenalaiset vyöhykkeet. Saaristomeren vedenalainen luonto. Metsähallitus. <http://www.luontoon.fi/saaristomeri/luonto/vedenalaisetmaisemat?inheritRedirect=true>. 09.10.2014
- Saarijärvi, E. & Sammalkorpi, I. 2005. Kunnostustarpeen määrittäminen. Teoksessa Ulvi, T & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita 61-74.
- Sammalkorpi, I., Horppila, J., 2005. Ravintoketjukurkunnostus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita 171-189.
- Spoof, J. 2014. Lehtori. BIY2020 Vesikasvikartoitusmenetelmät -luentomoniste. Karelia ammattikorkeakoulu.
- Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö- Limnologian perusteet. Tampere: Gaudeamus.
- Tammi, J., Rask, M., Olin, M. 2006, Kala- ja riistaraportteja nro 383, Kalayhteisöt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa.
- Tossavainen, T. 2013. Lehtori. BIY2006 Näytteenotto-, suunnittelu- ja mittaustekniikka-luentomoniste. Karelia-ammattikorkeakoulu.



Tossavainen, T. 2014. Lehtori. BIY2020 Vesistöjen tilan arviointi ja seuranta-luentomoniste. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Valtiovarainministeriö. 2014. Valtion talousarvioesitykset. Talousarvioesitys 2014.

<http://budjetti.vm.fi/indox/sisalto.jsp?year=2014&lang=fi&maindoc=/2014/tae/hallituksenEsitys/hallituksenEsitys.xml&id=/2014/tae/hallituksenEsitys/YksityiskohtaisetPerustelut/30/20/43/43.html>. 9.12.2014





Kosteikoiden vaaituspisteiden koordinaatit.

<b>Kosteikko</b>	<b>Piste</b>	<b>I</b>	<b>P</b>
1	1	624458	6927731
	2	624453	6927738
	3	624430	6927733
	4	624424	6927711
2	5	624557	6927753
	6	624551	6927798
	7	624492	6927778
	8	624502	6927740
3	9	624928	6926730
	10	624934	6926701
	11	624966	6926697
	12	625002	6926701
	13	624997	6926716
	14	624888	6926707
	15	624882	6926732
	16	624917	6926727
	17	624922	6926702
4	1	624963	6926266
	2	624938	6926262
	3	624910	6926253
	4	624888	6926204
	5	624917	6926166
	6	624920	6926117
	7	624961	6926121
	8	624951	6926145
	9	624965	6926208

Kosteikoiden vaaituspisteiden korkeuserot ja välimatkat.

Kosteikko 1.

Vaaitusväli piste 1 – piste 2

- linjan pituus 8m
- pisteen 1 korkeus 1,54m
- pisteen 2 korkeus 1,35m-> korkeusero 0,18m

Vaaitusväli piste 2 – piste 3

- linjan pituus 26m
- pisteen 2 korkeus 1,50m
- pisteen 3 korkeus 1,29m-> korkeusero 0,20m

Vaaitusväli piste 3 – piste 4

- linjan pituus 15m
- pisteen 3 korkeus 0,92m
- pisteen 4 korkeus 1,50m-> korkeusero -0,57m

Kosteikko 2.

Vaaitusväli piste 5 – piste 6

- linjan pituus 40m
- pisteen 5 korkeus 1,56m
- pisteen 6 korkeus 1,34m-> korkeusero 0,22m

Vaaitusväli piste 6 – piste 7

- linjan pituus 59m
- pisteen 6 korkeus 1,38m
- pisteen 7 korkeus 1,51m-> korkeusero -0,13m

Vaaitusväli piste 7 – piste 8

- linjan pituus 38m
- pisteen 7 korkeus 1,35m
- pisteen 8 korkeus 1,54m-> korkeusero -0,19m

Kosteikko 3.

Vaaitusväli piste 9 – piste 10

- linjan pituus 22m
- pisteen 9 korkeus 1,52m
- pisteen 10 korkeus 1,05m-> korkeusero 0,47m

Vaaitusväli piste 10 – piste 11

- linjan pituus 33m
- pisteen 10 korkeus 1,29m
- pisteen 11 korkeus 1,53m-> korkeusero -0,24m

Vaaitusväli piste 11 – piste 12

- linjan pituus 35m
- pisteen 11 korkeus 1,63m
- pisteen 12 korkeus 1,50m-> korkeusero 0,13m

Vaaitusväli piste 12 – piste 13

- linjan pituus 18m
- pisteen 12 korkeus 1,54m
- pisteen 13 korkeus 1,05m-> korkeusero 0,49m

Vaaitusväli piste 14 – piste 15

- linjan pituus 28m
- pisteen 14 korkeus 1,04m
- pisteen 15 korkeus 1,26m-> korkeusero 0,22m

Vaaitusväli piste 16 – piste 17

- linjan pituus 42m
- pisteen 16 korkeus 1,17m
- pisteen 17 korkeus 1,36m-> korkeusero 0,19m

Vaaitusväli piste 18 – piste 19

- linjan pituus 33m
- pisteen 18 korkeus 1,31m
- pisteen 19 korkeus 1,24m-> korkeusero -0,07m

Kosteikko 4.

Vaaitusväli piste 1 – piste 2

- linjan pituus 34m
- pisteen 1 korkeus 0,81m
- pisteen 2 korkeus 0,71m-> korkeusero -0,10m

Vaaitusväli piste 2 – piste 3

- linjan pituus 33m
- pisteen 2 korkeus 1,24m
- pisteen 3 korkeus 1,07m-> korkeusero -0,17m

Vaaitusväli piste 3 – piste 4

- linjan pituus 54m

- pisteen 3 korkeus 1,88m
- pisteen 4 korkeus 1,24m-> korkeusero -0,64m

Vaaitusväli piste 4 – piste 5

- linjan pituus 56m
- pisteen 4 korkeus 1,30m
- pisteen 5 korkeus 1,08m-> korkeusero -0,22m

Vaaitusväli piste 5 – piste 6

- linjan pituus 57m
- pisteen 5 korkeus 1,39m
- pisteen 6 korkeus 1,21m-> korkeusero -0,18m

Vaaitusväli piste 6 – piste 7

- linjan pituus 44m
- pisteen 6 korkeus 1,25m
- pisteen 7 korkeus 1,17m-> korkeusero -0,08m

Vaaitusväli piste 7 – piste 8

- linjan pituus 44m
- pisteen 7 korkeus 1,53m
- pisteen 8 korkeus 1,02m-> korkeusero -0,51m

Vaaitusväli piste 8 – piste 9

- linjan pituus 60m
- pisteen 8 korkeus 1,41m
- pisteen 9 korkeus 2,39m->korkeusero 0,98m

Tavanomaisia kosteikossa viihtyviä kasvilajeja ja niiden kasvupaikka vaatimukset suhteessa rehevyys- ja vedenpinnantasoon. (Puustinen ym. 2007. 52)

Kasvilaji	Kasvupaikan rehevyystaso	Kasvusyvyyys (cm)
Ranta-alpi ( <i>Lysimachia vulgaris</i> )	-	+40 – (-10)
Sarat ( <i>Carex sp.</i> )	-	+40 – (-25)
Rantakukka ( <i>Lythrum salicaria</i> )	-	+30 – (-10)
Vehka ( <i>Calla palustris</i> )	mesotrofia	+10 – (-10)
Kurjenmiekkä ( <i>Iris pseudacorus</i> )	meso - eutrofia	+10 – (-10)
Ratamosarpio ( <i>Alisma plantago aquatica</i> )	meso - eutrofia	0 – (-25)
Leveäosmankäämi ( <i>Typha latifolia</i> )	meso - eutrofia	0 – (-50)
Järviruoko ( <i>Phragmites australis</i> )	ei merkitystä	0 – (-120)
Järvikaisla ( <i>Schoenoplectus lacustris</i> )	ei merkitystä	-10 – (-50)
Lumme ( <i>Nymphaea alba</i> )	ei merkitystä	-25 – (-150)
Ulpukka ( <i>Nuphar lutea</i> )	ei merkitystä	-25 – (-150)
Ahvenvita ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> )	ei merkitystä	-30 – (-100)
Uistinvita ( <i>Potamogeton natans</i> )	ei merkitystä	-30 – (-100)



Niinikkolampeen laskevien uomien virtaamat ja veden laadun havainnot eri ajankohtina.

Ajankohta	Kohde	Kok. P.(µg/l)	Kok. N.(µg/l)	SS. (µg/l)	Q (l/s)
6.11.2013	Uoma 1	78	1300	3,8	9,7
	Uoma 2	65	1000	5,1	17,3
	Uoma 3	350	1600	3,4	11,4
	Uoma 4	87	1500	6,1	1,7
15.5.2014	Uoma 1	55	1700	6,4	17,6
	Uoma 2	50	1100	9,1	24,1
	Uoma 3	190	2000	9,7	24
	Uoma 4	72	1500	23,0	6,6
29.10.2014	Uoma 1	95	1500	3,0	1,1
	Uoma 2	85	940	3,9	5,6
	Uoma 3	220	8500	66,0	1,1
	Uoma 4	86	1400	6,6	0,6

Niinikkolammen vesikasvien elomuodot ja niiden elinympäristön vaateliaisuustaso.

Lajit	Elomuoto	Vaateliaisuustaso
leveäosmankäämi ( <i>Typha latifolia</i> )	ilmaversoiset ( <i>helofyytit</i> )	meso-eutrofia
pikkulimaska ( <i>Lemna minor</i> )	irtokellujat ( <i>lemnidit</i> )	eutrofia
terttualpi ( <i>Lysimachia thyrsoflora</i> )	ilmaversoiset ( <i>helofyytit</i> )	oligo-mesotrofia
lahnaruoho ( <i>Isoetes spp.</i> )	pohjaversoiset ( <i>isoetidit</i> )	oligotrofia
kilpukka ( <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> )	irtokellujat ( <i>lemnidit</i> )	eutrofia
ulpukka ( <i>Nuphar lutea</i> )	kelluslehtiset ( <i>nymfeidit</i> )	oligo-eutrofia
järviruoko ( <i>Phragmites australis</i> )	ilmaversoiset ( <i>helofyytit</i> )	oligo-eutrofia
järvikaisla ( <i>Scirpus lacustris</i> )	ilmaversoiset ( <i>helofyytit</i> )	meso-eutrofia
viiltosara ( <i>Carex acuta</i> )	ilmaversoiset ( <i>helofyytit</i> )	meso-eutrofia
vesitatar ( <i>Polygonum amphibium</i> )	kelluslehtiset ( <i>nymfeidit</i> )	meso-eutrofia
jouhisara ( <i>Carex lasiocarpa</i> )	ilmaversoiset ( <i>helofyytit</i> )	oligo-eutrofia
ratamosarpio ( <i>Alisma plantago-aquatica</i> )	ilmaversoiset ( <i>helofyytit</i> )	meso-eutrofia



Virtavesien kenttälomake.

KENTTÄLOMAKE / JHI  
Niinikonlampi, Uoma  
Oletettu kok.syvyyys [m]

9

0  
-54  
Liperi

Sivu 1 / 2  
PVM/KLO

LISÄTIETO

Näytteenottajat:	Kestäväöljät			Kirjaaja	
Hanke	GY028	GY028	GY028	GY028	GY028
Lims-numero					
Alkusyvyys (m) (surface)		uoma 1	uoma 2	uoma 3	uoma 4
Loppusyvyys (m)					
Lämpötila (yes)		___ °C	___ °C	___ °C	___ °C
Astiat		1L 161	1L 161	1L 161	1L 161
		1L 161	1L 161	1L 161	1L 161
		3 HK FEK 161	3 HK FEK 161	3 HK FEK 161	3 HK FEK 161
Tiedot	GY028 Niinikonlampi, lampeen laskevat uomat, Tarmo Tossavainen	GY028 NiinikkoU	GY028 NiinikkoU	GY028 NiinikkoU	GY028 NiinikkoU
	GY028 Niinikko	NTOT-323G 1L	NTOT-323G 1L	NTOT-323G 1L	NTOT-323G 1L
		PTOT-315G FEK	PTOT-315G FEK	PTOT-315G FEK	PTOT-315G FEK
		SS-360G 1L	SS-360G 1L	SS-360G 1L	SS-360G 1L

Näytteenotto (klo)

Q:n mittaus:

$\bar{v}$  (m/s)

l (m)

Z (cm)

=> Q (l/s)

Koordinaatit

(YKJ)

Piste 3. näytteet otettu 7.2.2014. Vesisyvyys 2,9 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
3624826 P: 6929585

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm - 50cm	tumman ruskea, musta hienojakoinen aines
50cm - 200cm	vaalean ruskea hienojakoinen aines
200cm - 345cm	vaiheittain kovenevaa, "savimaisempaa"
345cm - 400cm	tumman ruskea hienojakoinen aines, hieman punertava, kovenee
400cm - 525cm	savettuu, syvemmälle ei päästy

Piste 4. näytteet otettu 25.2.2014. Vesisyvyys 1,6 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
3624707 P: 6929844

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm - 55cm	Ruskea hienojakoinen aines
55cm - 70cm	vaihtuminen saveksi
70cm - 100cm	hopeinen savi, luultavasti puhdasta

Piste 5. näytteet otettu 25.2.2014. Vesisyvyys 1,95 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
3625151 P: 6929749

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm - 40cm	"pintasavi"
40cm - 65cm	harmaita viivoja runsaasti muuten vaalean ruskeassa hienojakoisessa aineksessa
40cm - 385cm	vaalean ruskea hienojakoinen aines
385cm - 395cm	tumman ruskea hienojakoinen aines
395cm - 455cm	vaihtuminen saviseksi
455cm - 485cm	hopeinen savi, luultavasti puhdasta

Piste 6. näytteet otettu 25.2.2014. Vesisyvyys 4,4 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
3624217 P: 6930207

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm - 30cm	"pintasavi", tummia viivoja
30cm - 310cm	ruskea hienojakoinen aines, syvemmälle ei päästy

Piste 7. näytteet otettu 27.2.2014. Vesisyvyys 2,35 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
3624908 P: 6930275

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm - 50cm	tummahko ruskea hienojakoinen aines
50cm - 140cm	vaalen ruskea, harmahtava hienojakoinen aines
55cm,65cm,75cm,85cm	selvät tummat viivat, 2-3cm leveät
140cm - 190cm	punertavan ruskea hienojakoinen aines, seassa tummia viivoja
190cm - 210cm	harmaa, luultavasti savinen
210cm - 280cm	luultavasti harmaan hopeinen savi, seassa runsaasti tummia viivoja

Piste 9. näytteet otettu 25.2.2014. Vesisyvyys 1,5 metriä. Koordinaatit YKJ:  
I:3624592 P:6930470

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm - 80cm	ruskea hienojakoinen aines
80cm - 100cm	hopeinen savi, luultavasti puhdasta

Piste 10. näytteet otettu 27.2.2014. Vesisyvyys 1,7 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
3624742 P: 6930555

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm - 95cm	vaalean ruskea, harmahtava hienojakoinen aines
60cm	paksu tumma viiva
95cm - 135cm	tumman ruskea hienojakoinen aines
135cm - 170cm	vaihtuminen, harmaantuminen
170cm - 240cm	luultavasti pääosin savea
240cm - 300cm	luultavasti puhdas savi, seassa runsaasti tummia viivoja

Piste 11. näytteet otettu 27.2.2014. Vesisyvyys 4,0 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
P:

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm - 30cm	harmaan vihertävä luultavasti pintasavi, seassa tummia viivoja
30cm - 40cm	vaihtuminen
40cm - 100cm	tumman ruskea hienojakoinen aines
100cm - 233cm	vaalean ruskea, harmahtava hienojakoinen aines
165cm - 180cm	tummia viivoja
233cm - 293cm	punertavan ruskea hienojakoinen aines, seassa tummia viivoja, syvemmälle ei päästy



Piste 12. näytteet otettu 25.2.2014. Vesisyvyys 3,2 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
3624976 P: 6929676

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm – 10cm	"pintasavi"
10cm – 100cm	ruskea hienojakoinen aines
25cm	selvästi erottuva tumma viiva
60cm	sama kuin 25cm
100cm - 200cm	lukuisia tummia viivoja, sedimentti kiinteytyy
150cm	selvästi erottuva paksu tumma viiva
200cm – 250cm	noen ruskea hienojakoinen aines
250cm – 270cm	vähitellen vaaleneva ruskea hienojakoinen aines
270cm – 300cm	luultavasti puhdas savi, seassa mustia raitoja

Piste 13. näytteet otettu 25.2.2014. Vesisyvyys 2,9 metriä.

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm – 140cm	vaalean ruskea hienojakoinen aines
140cm – 180cm	tummempaan ruskea hienojakoinen aines
180cm – 220cm	vaihtuminen savisuuteen
220cm – 240cm	hopeinen savi, luultavasti puhdasta

Piste 14. näytteet otettu 14.3.2014. Vesisyvyys 1,07 metriä. Koordinaatit YKJ:  
I: 3624879 P: 6930150

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm – 10cm	valtaosin puhdasta savea, häivähdys rusehtavaa, suuria <u>makrofyttikappaleita</u> , syvemmälle ei päästy

Piste 15. näytteet otettu 25.2.2014. Vesisyvyys 1,2 metriä. Koordinaatit YKJ: I:  
3625173 P: 6929675

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm – 55cm	luultavasti pintasavi
55cm – 105cm	tumman ruskea hienojakoinen aines, runsaasti harmaita viivoja
100cm	kariketta, makrofytti kappaleita
105cm – 200cm	luultavasti puhdasta hopeista savea

Piste 16. näytteet otettu 14.3.2014. Vesisyvyys 0,75 metriä. Koordinaatit YKJ:  
I: 3624774 P: 6929559

Sedimenttisyvyys	Luonnehdinta
0cm – 125cm	vaihtelevan ruskea hienojakoinen aines
125cm – 175cm	harmaan hopeinen, luultavasti puhdas savi

20.2.2014

KOTISEUTU  
UUTISET

7

# Niinikkolampi tutkitaan pohjamutia myöten

## TUTKIMUS

Kalansaaliit ovat pienentyneet eikä veden kunto houkuttele uimareita kesäisin. Asiaan on luvassa korjaus – lammen tila tutkitaan ja kunnostustoimenpiteet suunnitellaan tulosten selvittyä.

– Lets put the putki pullon pohjaan.

– Oultain englanniksi, koska mukana on ryhmä ulkomaisia vaihto-opiskelijoita.

Ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelijat olivat toiso perjantaina tutkimassa Liperissä Niinikkolammen veden laadua – jään alta mitattua happipitoisuutta kertoo limnologille polton. Rehevöityvä lampi kun voi talven aikana kuluttaa kaiken hapen loppuun. Niinikkolammen tilanne ei alustavien tulosten valossa näytä ilman toivotonalta.

– Tyydyttävät lukemat, Tossavainen tulkitsee tulosta.

Opiskelijajoukko haastautuu ympäri lampen, näytteitä otetaan eri syvyyksistä. Tutkimuslaitteiden koordinaattori on laitetu kofalilleen alemmin.

Niinikkolammen tutkimukset käynnistyivät jo viime syksynä tulva-ai-

kaan, jolloin mitattiin lämpen virtaavista vesistä muun muassa typpi- ja fosforipitoisuuksia. Vilskettä lammella tulee olemaan jatkossakin. Keväällä jäiden suletus tehdään kokeellista ja kartoitetaan lammen kasvillisuutta ja pohjaeläitä.

### Tuloksista toimintaan

Niinikkolammen ekologista tilaa selvitetään Leader-rabitoituksen turvin. Liperin ja Riihimäen osakunnan hanke toteutetaan yhteistyössä Karelian ammattikorkeakoulun kanssa.

Jotta tutkimustulokset saadaan hyötykäyttöön, tekevät ympäristöteknologiaopiskelijat Atte Varis ja Lassi Puiminen loppuyötyönsä lammen kunnostussuunnitelman.

– Yhtenä toimenpiteenä voi olla kosteikkojen perustaminen ympäröivien peltojen ja lammen välillä. Kosteikon kasvit käyttävät valamavesistä ravinteita ennen kuin ne pääsevät vesiin. Atte Varis kertoo.

Muita ratkaisuja voivat olla esimerkiksi laskeutuslaitteet, syvänteet joihin kiintoaineet pysähtyvät. Mikäli veden alhainen happipitoisuus todetaan ongelmaksi, voidaan lampeen asentaa talven ajaksi koneellinen hapetin. Roskakalan ruohtaus on myös tehokkoin todettu menetelmä.

Karelia-ammattikorke-

Niinikkolammen happipitoisuus näytti alustavien tutkimusten valossa tyydyttävältä.



koulu on tehnyt vesistöjen kuntokartoituksia ja kunnostussuunnitelmia useissa kohteissa ympäri Pohjois-Karjalaa ja niiden pohjalta on myös ryhdytty toimenpiteisiin. Kunnostustöiden tekemiseen on haettava rahoitusta erikseen.

– Viime vuosina on tapahtunut ryytitys toteutuksessa – teemme paljon yhteistyötä Meräskeskuksen kanssa, joka on tarttunut kunnostushankkeisiin toisaan. Tutkimukset eivät jää pöytälaatikkoon.

– Lets put the putki pullon pohjaan.

Tossavainen mainitsee esimerkkinä Kalliojärven ja Jukajärven kunnostustyöt.

– Jukajärvellä ongelmaksi oli veden happamuus. Sinne rakennettiin kosteikko, joka pysyy pidättämällä peitti neljänosan valamavesien happamuutta aiheuttavista aineista.

Tossavainen kertoo ettei kosteikon ja muiden ratkentoellisten osatusten jälkeen menee pari kolme vuotta ennen kuin tilanne tasaantuu ja tuloksia saadaan aikoihin.

Niinikkolammella kytäntöön toimin päätään kun kunnostussuunnitelma valmistuu ensi syksynä viimeisten näytteitten ottamisen jälkeen.

Tuula Vuori