

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Joonas Hirvonen
Emma-Noora Pölönen

Puruveden Ristilahden ja Mehtolanlahden nykytila sekä alustava
kunnostus- ja hoitosuunnitelma

Opinnäytetyö
Joulukuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Syksy 2015
Ympäristötekniikan
koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 Joensuu
Puh. (013) 260 600

Tekijä(t)

Joonas Hirvonen, Emma-Noora Pölönen

Nimeke

Puruveden Ristilahden ja Mehtolanlahden nykytila sekä alustava kunnostus- ja hoitotoimenpidesuositus

Toimeksiantaja

Pro Puruvesi ry

Tiivistelmä

Tässä työssä selvitettiin Puruveden Ristilahden ja Mehtolanlahden nykytila sekä suunniteltiin näiden vaatimat hoitotoimenpiteet ja arvioitiin jo tehtyjen kunnostustoimenpiteiden toimivuus.

Työn toimeksiantajana oli Pro Puruvesi ry ja työ toteutettiin yhteistyössä Karelia-ammattikorkeakoulun kanssa.

Ristilahti on Puruveden rehevöitynein osa, joka sijaitsee Kiteen kunnan alueella. Ristilahden pinta-ala on noin 300 hehtaaria ja valuma-alue lähes 3 000 hehtaaria. Ristilahden viipymä on 8 kk 3 vk 2 pv.

Ristilahden tutkimuksessa on käytetty vuosina 2011–2015 tehtyjä vedenlaatututkimustietoja. Vuoden 2014 syksyllä Karelia-ammattikorkeakoulu on tehnyt kalastorakennetutkimuksen ja vuoden 2015 syksyllä vesi- ja rantamakrofyyttikartoituksen.

Mehtolanlahti on kooltaan noin 200 hehtaaria, ja se sijaitsee Ristilahden itäpuolella Kiteen ja Savonlinnan rajalla. Mehtolanlahdella on syksyllä 2015 tehty sekä kalastorakennetutkimus, että makrofyyttikartoitus.

Ristilahdella ja Mehtolanlahdella on ollut suuria ongelmia rehevöitymisen ja sinilevän kanssa. Molemmat ovat matalia vesialtaita, ja niiden tuleva kuormitus on suuri. Lisäksi molemmissa on huomattavaa hoitokalastuksen tarvetta sekä sisäistä kuormitusta.

Suositteluja toimenpiteitä ovat hoitokalastus, ruoppaus, niitto ja tulevan kuormituksen pidentäminen.

Kieli Suomi

Sivuja 72; liitteitä 4; liitesivuja 34

Asiasanat

Rehevöityminen, hoitokalastus, kuormitus, hoitotoimenpide



THESIS
Autumn 2015
Degree Programme in
Environmental Technology
Karjalankatu 3
FIN 80200 Joensuu
Tel. (013) 260 600

Author(s)

Joonas Hirvonen, Emma-Noora Pölönen

Title

Current State and Restoration Plan of Bay Ristilahti and Bay Mehtolanlahti

Commissioned by

Pro Puruvesi ry

Abstract

The purpose of this thesis was to investigate the current state of Bay Ristilahti and Bay Mehtolanlahti and plan required renovation measures and estimate renovation measures already made by Metsäkeskus.

This thesis was commissioned by Pro Puruvesi association and work is accomplished with Karelia University of Applied Sciences.

Bay Ristilahti is located in the municipality of Kitee. Surface area of Bay Ristilahti is approximately 300 hectares and the water residence time in the pool is 8 months, 3 weeks and 2 days.

In this thesis have been used water quality data which has been researched in the years 2011 - 2015. Fish stock researched has done in Autumn 2014 by a Karelia University of Applied Sciences. Macrophyte mapping researched in Autumn 2015.

Bay Mehtolanlahti located in municipalities of Kitee and Savonlinna. In Autumn 2015 has been made research of Fish stock and macrophytes.

Both bays have problems with eutrofication and blue-green algae. Both bays are shallow water pools and the incoming load from the catchment area is high.

Recommended renovation methods are macrophyte moving, care fishing, water oxidation, dredging and hold incoming load.

Language

Finnish

Pages 72

Appendices 4

Pages of appendices 34

Key words

Eutrofication, care fishing, loading, renovation

Sisällys

1	Johdanto.....	9
	1.1 Taustaa.....	9
	1.2 Toimeksiantaja.....	11
2	Tietoperusta.....	12
	2.1 Keskeiset käsitteet.....	12
	2.2 Ristilahden yleistiedot.....	13
	2.3 Mehtolanlahden yleistiedot.....	14
	2.4 Vedenlaatu.....	16
	2.4.1 Fosforimallitarkastelu.....	17
	2.4.2 Ulkoinen kuormitus.....	18
	2.5 Järvien kunnostustekniikat.....	18
	2.5.1 Kosteikko.....	18
	2.5.2 Pintavalutuskenttä.....	19
	2.5.3 Laskeutusallas.....	19
	2.5.4 Hapetus ja pohjan pöyhintä.....	20
	2.5.5 Ruoppaus ja niitto.....	20
	2.6 Pohjaeläimet, pohjasedimentti ja redox-potentiaali.....	21
	2.6.1 Pohjaeläimet.....	21
	2.6.2 Pohjasedimentti ja redox-potentiaali.....	21
	2.7 Vesi- ja rantamakrofyytit.....	22
	2.8 Kalastorakenne.....	23
3	Työn tarkoitus ja tavoitteet.....	24
	3.1 Tarkoitus ja tavoitteet.....	24
	3.2 Aiheen rajaus.....	24
4	Aineisto ja menetelmät.....	25
	4.1 Vedenlaatu.....	25
	4.2 Kalastotutkimus.....	25
	4.3 Pohjan tilan tutkimus.....	27
	4.4 Ranta- ja vesimakrofyyttien kartoitus.....	28
5	Ristilahden tutkimustulokset.....	29
	5.1 Ristilahden vedenlaatu.....	29
	5.1.1 Ristilahden fosforimallitarkastelu.....	31
	5.1.2 Ulkoinen kuormitus.....	33
	5.2 Osavaluma-alueet.....	36
	5.2.1 Haukkolanjoki.....	36
	5.2.2 Kuolemanlamminjoki.....	39
	5.2.3 Sahinoja.....	42
	5.2.4 Vinosillanoja.....	45
	5.2.5 Lähi- ja välivaluma-alueet.....	48
	5.3 Ristilahden ranta- ja vesimakrofyytit.....	50

	5.4	Ristilahden kalastorakenne	52
	5.5	Ristilahden pohjan tila	53
	5.5.1	Pohjasedimentti.....	53
	5.5.2	Pohjaeläimet	57
6		Mehtolanlahti	60
	6.1	Kalastorakenne	60
	6.2	Ranta- ja vesimakrofyttikartoitus	62
7		Suosittelavat kunnostustoimenpiteet	65
	7.1	Ristilahti.....	65
	7.2	Mehtolanlahti.....	66
8		Pohdinta.....	68
	8.1	Tarkastelu	68
	8.2	Menetelmän ja toteutuksen arviointi sekä työnjako	68
	8.3	Tutkimuksen luotettavuus.....	70
	8.4	Oppimisprosessi ja ammatillisen kasvun ja kehityksen kuvaus.....	70
	8.5	Toimenpidesuosituksset ja jatkotutkimusaiheet	71
Lähteet		.....	72

Kuvat

- Kuva 1. Ristilahden ja Mehtolanlahden sijainti kartalla
Kuva 2. Ristilahden ja Haudanlahden syvyyskartta
Kuva 3. Mehtolanlahden ja Ristilahden sijainti kartalla
Kuva 4. Vesikasvien elomuodot
Kuva 5. Nordic-yleiskatsausverkon rakenne ja syvyysvyöhykkeittäin ositetun satunnaisotannan periaate
Kuva 6. Pohjasedimentin ja pohjaelämistön havaintopaikat kevättalvella 2015
Kuva 7. Herttatietojärjestelmästä poimittujen havaintopaikkojen sijainnit kartalla
Kuva 8. Haukkolanjoen osavaluma-alue
Kuva 9. Kuolemalamminjoen osavaluma-alue
Kuva 10. Sahinojan osavaluma-alue
Kuva 11. Vinosillanojan osavaluma-alue
Kuva 12. Lähivaluma-alueen kartta
Kuva 13. Nordic-yleiskatsausverkkojen sijainti Ristilahden koekalastuksessa
Kuva 14. Puruveden Ristilahden pohjasedimentin ja pohjaelämistön havaintopaikat kevättalvella 2015
Kuva 15. Ristilahdella havaintopaikalta 5 saatuja pohjaeläinnäytteitä
Kuva 16. Mehtolanlahden kalansaalista päästämässä
Kuva 17. Nordic-yleiskatsausverkkojen sijainti Mehtolanlahden koekalastuksessa

Kaavat

- Kaava 1. Tulevan fosforikuorman laskukaava
Kaava 2. Nettosedimentaatio Lappalaisen mallin mukaan
Kaava 3. Järven kokonaisfosforin sietokyvyn laskukaava
Kaava 4. Kokonaisfosforin- ja typen pidättyminen kosteikossa
Kaava 5. Shannonin entropian laskukaava

Taulukot

Taulukko 1.	Järven rehevyystaso kokonaisfosforipitoisuuden perusteella
Taulukko 2.	Järven rehevyystaso kokonaistypen pitoisuuden perusteella
Taulukko 3.	Veden ja pohjasedimentin tärkeitä redox-potentiaaliarvoja
Taulukko 4.	Ristilahden pohjasedimentin ja pohjaelämistön havaintopaikat kevättalvella 2015
Taulukko 5.	Shannon-Wiener – indeksiarvojen selitykset ja luokkien arvot
Taulukko 6.	Ristilahden vedenlaadun havainnot vuosina 2011–2015
Taulukko 7.	Mitattu vuosittainen ravinnekuorma Ristilahteen
Taulukko 8.	Ristilahden koekalastuksen tunnusluvut
Taulukko 9.	Puruveden Ristilahden havaintopaikkojen 1-10 pohjasedimentin ulkonäkö ja muut visuaaliset havainnot
Taulukko 10.	Ristilahden havaintopaikkojen 5A, 11, 12 ja 13 pohjasedimentin ulkonäkö ja muut visuaaliset havainnot
Taulukko 11.	Ristilahden pintasedimentin redox-potentiaali
Taulukko 12.	Ristilahden pohjaeläinhavainnot kevättalvella 2015
Taulukko 13.	Ristilahdella havaittujen pohjaeläintaksonien indikaattoriarvot
Taulukko 14.	Mehtolanlahden koekalastuksen tunnusluvut
Taulukko 15.	Veden luonnontilaisuuden tai vain häiriintyneisyyden osoittajia
Taulukko 16.	Veden häiriintymisen tai lievän likaisuuden osoittajia.
Taulukko 17.	Veden likaisuuden osoittajia

Kuviot

- Kuvio 1. Ristilahden kokonaistypen vuosikuormituksen jakautuminen eri mittauspisteissä
- Kuvio 2. Ristilahden kokonaisfosforin vuosikuormituksen jakautuminen eri mittauspisteissä
- Kuvio 3. Ristilahden kokonaiskiintoaineen vuosikuormituksen jakautuminen eri mittauspisteissä
- Kuvio 4. Haukkolanjoen valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)
- Kuvio 5. Haukkolanjoen valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (%)
- Kuvio 6. Kuolemalamminjoen valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)
- Kuvio 7. Kuolemalamminjoen valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (%)
- Kuvio 8. Sahinojan valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)
- Kuvio 9. Sahinojan valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (%)
- Kuvio 10. Vinosillanojan valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)
- Kuvio 11. Vinosillanojan valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (%)
- Kuvio 12. Lähivaluma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)
- Kuvio 13. Lähivaluma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (%)

Lyhenteet

Kok. P	kokonaisfosfori
Kok. N	kokonaistyyppi
a-chl.	a-tyyppin klorofylli, lehtivihreä
O ₂	happi
PO ₄ ³⁻	fosfaatti
NO ₂	nitriitti
NO ₃	nitraatti
NH ₄ ⁺	ammonium
mV	millivoltti
Fe	rauta
Mn	mangaani
Ha	hehtaari

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Puruvesi on Suur-Saimaan vesistöalueeseen kuuluva järvi, joka sijaitsee Savonlinnan ja Kiteen kuntien alueella. Ristilahti ja Mehtolanlahti ovat osa Puruvedettä ja sijaitsevat Kiteen puolella. Osa Mehtolanlahdesta on Savonlinnan alueella. Ristilahden ja Mehtolanlahden sijaintia Suomessa voi tarkastella kuvassa 1.

Tämä opinnäytetyön toimeksiantaja on Pro Puruvesi ry ja tarkoituksena on arvioida Ristilahden ja Mehtolanlahden nykytila, pohjan tila sekä sisäinen ja ulkoinen kuormitus. Tässä opinnäytetyössä selvitetään Metsäkeskuksen tekemien parannustoimenpiteiden (kosteikot yms.) arviointi sekä suunniteltujen parannusteknisien toimenpiteiden arviointi. Ristilahden kalastorakennetutkimus on tehty syksyllä 2014. Mehtolanlahden kalastorakennetutkimus sekä Ristilahden ja Mehtolanlahden makrofyttikartoitus on tehty vuoden 2015 elo-syyskuussa. Aiemmin Ristilahdella on tutkittu myös pohjasedimentti ja pohjaeläimet, näitä tietoja käytämme valmisaineistona tässä opinnäytetyössä.

Tämän opinnäytetyön ohjaajana toimii Tarmo Tossavainen ja tarkastajana Jari Spoo. Pro Puruvesi ry:n yhteyshenkilönä toimii puheenjohtaja Reijo Jantunen.

Ristilahden ja Mehtolanlahden alueella on paljon asutusta, niin vakituista kuin kesäasutustakin, joten vesistön käyttö- ja viihtyvyysarvo alueen asukkaille on korvaamaton.



Kuva 1. Ristilahden ja Mehtolanlahden sijainti kartalla

1.2 Toimeksiantaja

Pro Puruvesi ry perustettiin 15.7.2010 tekemään työtä Puruveden puhtaan tulevaisuuden puolesta. Ensimmäisen toimintavuoden painopiste oli Puruveden lahti- ja ranta-alueiden tilanteen selvittäminen sekä Puruveden tilanteen tunnetuksi tekeminen. Yhteistoimintaa alettiin rakentaa erityisesti paikallisella ja seudullisella tasolla. Samanaikaisesti kehitettiin yhdistyksen omaa toimintaa jäsenhankintoihin. Pro Puruvesi ry on poliittisesti sitoutumaton ja tarkastelee Puruvettä tasapuolisesti (Toiminta ja tavoitteet 2012).

2 Tietoperusta

2.1 Keskeiset käsitteet

Indifferentillä tarkoitetaan biologiassa lajia, jolla ei ole juuri vaatimuksia elintason suhteen.

Redox-potentiaali eli hapetus-pelkistysaste kertoo pohjasedimentin happipitoisuuden. Mitä korkeampi on happipitoisuus, sitä korkeampi on myös redox-potentiaali (Särkkä 1996, 60).

Sedimentti on muualta kulkeutunut, usein vähitellen kerrostunut orgaaninen ja epäorgaaninen aines (Tossavainen 2014b, 128).

Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan, että vesialtaan pohjasta vapautuu fosforia sekä metalleja johtuu pohjan vähäisestä hapen määrästä.

Sisävesi Life IP -hanke on Metsäkeskuksen koordinoima EU-rahoitteinen hanke. Sisävesi Life IP- hankkeen tarkoitus on parantaa sisä- ja rannikkovesien tilaa ja yhteen sovittaa sisävesiä koskevia direktiivejä. Tämän lisäksi hankkeessa kerätään uutta tietoa vesiluonnosta ja edistetään vesien hoidon, luonnonsuojelun, kestävän luonnonvarojen hoidon sekä elinkeinotoiminnan yhteistyötä. Konkreettisia vesienhoidon toimenpiteitä hankkeessa ovat pilottialueilla tehtävät vesiensuojelurakenteet, esimerkkikohteet, aktivointi ja ympäristökasvatus (Purveden vesiensuojelun yleissuunnitelma 2013, 111).

Taksoneilla tarkoitetaan biologisessa luokittelussa eliöryhmiä, jotka ovat toisistaan erotettuja.

Trofioilla tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan seuraavia asioita: ultraoligotrofinen eli erittäin karu, oligotrofinen eli karu, mesotrofinen eli lievästi rehevä, eutrofinen eli rehevöitynyt ja hypereutrofinen eli ylirehevöitynyt.

Ulkoinen kuormitus tarkoittaa valuma-alueelta järveen tulevaa ravinnekuormitusta sekä ilmalaskeumaa.

Valuma-alueella tarkoitetaan vedenjakajien rajaamaa aluetta, jolta vesi kulkeutuu samaan vesistöön.

2.2 Ristilahden yleistiedot

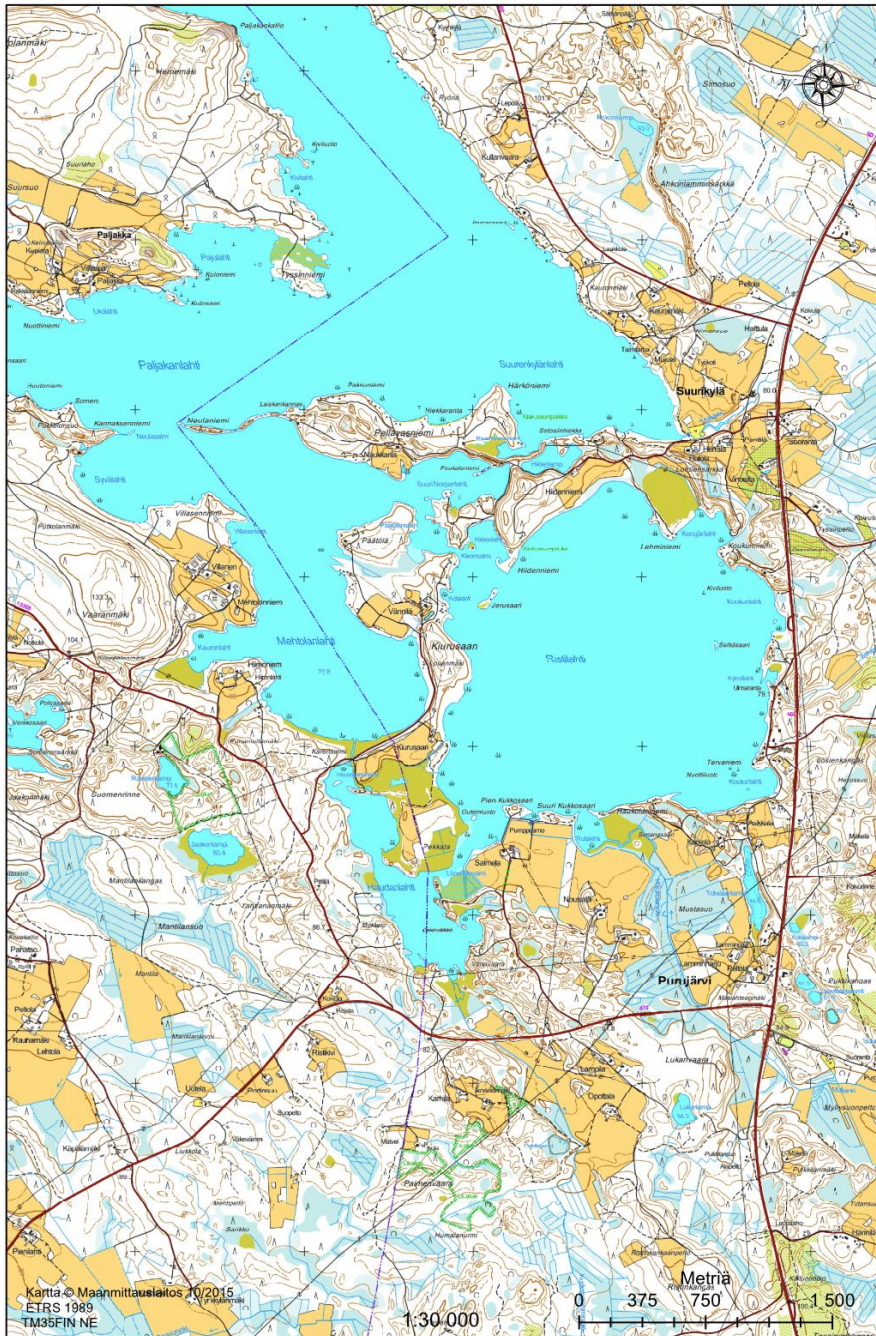
Ristilahti on osa Suur-Saimaaseen kuuluvaa Puruvettä ja sijaitsee Puruveden itärannalla. Ristilahti on Puruveden rehevöitynein alue. Ristilahti sijaitsee Kiteen kunnan alueella ja sen vesialueen pinta-ala on 3,22 km². Ristilahden valuma-alueen pinta-ala on 29 km². Viipymä Ristilahdella on 8 kk 3 vk ja 2 pv. Ristilahden keskisyvyys on 2,02 m, joka on laskettu syvyyspisteiden mukaan (kuva 2).



Kuva 2. Ristilahden ja Haudanlahden syvyyskartta
(Kohdetiedot: Joonas Hirvonen)

2.3 Mehtolanlahden yleistiedot

Mehtolanlahti sijaitsee Savonlinnan ja Kiteen kuntien alueella (kuva 3) ja kuuluu myös Suur-Saimaaseen. Mehtolanlahden vesialueen pinta-ala on 2 km². Keski-syvyys Mehtolanlahdella on 2,5 m. Mehtolanlahtea, kuten viereistä Ristilahtea on vaivannut rehevöityminen ja huomattava sinileväongelma.



Kuva 3. Mehtolanlahden ja Ristilähdet sijainti kartalla

2.4 Vedenlaatu

Vedenlaatuun vaikuttaa vesialtaaseen tuleva ulkoinen kuormitus ja sisäinen kuormitus. Sisäistä kuormitusta syntyy, kun pohjaan on kertynyt ravinnepitoista orgaanista ainesta, jonka hajotustyö kuluttaa happea. Ulkoinen kuormitus tulee valuntana valuma-alueelta vesistöön laskevista vesistä ja ilmalaskeumasta.

Järvien rehevyystaso luokitellaan kokonaisfosfori- ja typpipitoisuuden perusteella. Työssä käytetään Tossavaisen (2014b) määrittelemiä raja-arvoja. Alla olevissa taulukoissa on fosfori- ja typpipitoisuuksien raja-arvot.

Taulukko 1. Järven rehevyystaso veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella

Kok. P ($\mu\text{g/l}$)	Järven rehevyystaso
< 5	Ultraoligotrofinen (erittäin karu)
5 - 10	Oligotrofinen (karu)
10 - 35	Mesotrofinen (lievästi rehevöitynyt)
35 - 100	Eutrofinen (rehevöitynyt)
> 100	Hypereutrofinen (ylirehevöitynyt)

Taulukko 2. Järven rehevyystaso veden kokonaistypen pitoisuuden perusteella

Kok. N ($\mu\text{g/l}$)	Järven rehevyystaso
< 400	Oligotrofinen (karu)
400 - 600	Mesotrofinen (lievästi rehevöitynyt)
600 - 1500	Eutrofinen (rehevöitynyt)
> 1500	Hypereutrofinen (ylirehevöitynyt)

2.4.1 Fosforimallitarkastelu

Kaava 1. Tulevan fosforikuorman laskukaava

$$C_i = I/MQ$$

C_i = tuleva fosforikuorma

I = kuormitus (mg/s)

MQ = vuosikeskivirtaama.

Kaava 2. Nettosedimentaatio Lappalaisen mallin mukaan

$$R = 0,9 * ([C_i/T] / [280 + C_i * T])$$

Missä,

R = kokonaisfosforin nettosedimentaatiokerroin

C_i = fosforin vuosikuorma

V = tilavuus (m³)

MQ = virtaama (m³/s)

T = viipymä kuukausina ($T=V/MQ$).

Kaava 3. Järven kokonaisfosforin sietokyvyn laskukaava

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

Missä,

I^* = järven fosforin sieto (tonnia)

c = järven suurin sallittu keskipitoisuus järvessä (mg/m³).

2.4.2 Ulkoinen kuormitus

Ulkoinen kuormitus on peräisin luonnonhuuhtoumasta ja ihmistoiminnasta valuma-alueella. Ihmistoimintaa valuma-alueella on mm. maa- ja metsätalous, joka omalta osaltaan nopeuttaa järven rehevöitymistä. Myös ilmalaskeuma on ulkoista kuormitusta.

Ristilahteen laskeva ilmalaskeumapitoisuudet on arvioitu Savonlinnan Punkaharjun mittausasemalta saatujen tietojen mukaan, jossa ilmalaskeuma vuodessa on 13 mg/m² kokonaisfosforia ja 580 mg/m² kokonaistyppeä (Spoof 2014.)

Ristilahteen tulevista uomista on otettu vesinäytteitä ja tehty virtaamamittauksia. Virtaamamittauksia on otettu melko vähän, mutta näiden tietojen pohjalta pystytään laskemaan Ristilahteen laskevista uomista tuleva kuormitus.

2.5 Järvien kunnostustekniikat

Vesiensuojeluteknisiä rakenteita ovat mm. kosteikko, pintavalutuskenttä ja laskeutusallas, joilla pidätetään valuma-alueelta tulevaa hajakuormitusta. Hapetuksella ja pohjan pöyhinnällä parannetaan pohjan happitilannetta. Ruoppauksella ja niitolla laajennetaan vesipinta-alaa ja poistetaan ravinteita ja happea kyllättävää orgaanista ainesta.

2.5.1 Kosteikko

Kosteikolla tarkoitetaan vesistökuormitusta vähentävää ojan, puron, joen tai muun vesistön osaa ja sen ranta-aluetta, joka suuren osan vuodesta on veden peitossa ja muunkin ajan pysyy kosteana. Kosteikko perustetaan yleensä pantoamalla. Kosteikossa on tyypillisesti vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. Kosteikoon on hyödyllistä liittää avovesipintainen syvän veden alue. (Puustinen & Jormola 2009.)

Kosteikoilla pyritään vähentämään veden kiintoaine- ja ravinnekuormaa fysikaalis-kemiallisten, biologisten ja mekaanisten prosessien avulla. Kosteikon pinta-alan tulisi olla vähintään 1 - 2 prosenttia yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta, jotta kosteikko olisi riittävän tehokas.

Kosteikon fosforin ja typen pidättyvyys lasketaan Puustisen ym. (2007) regressioyhtälöiden mukaan seuraavasti:

Kaava 4. Kokonaisfosforin pidätys (osuus vuosikuormasta, %) = $(23,2) \cdot (x^{0,57})$ ja kokonaistypen pidätys (osuus vuosikuormasta, %) = $(10,47) \cdot (x)$, joissa x on kosteikon pinta-ala yläpuolisesta valuma-alueesta.

2.5.2 Pintavalutuskenttä

Pintavalutuskenttä on luonnontilainen tai luonnontilaisen kaltainen suoalue, jossa on sekä mekaanisia että biologisia puhdistusprosesseja. Pintavalutuskentällä vesi ohjataan virtaamaan turpeen pintakerroksissa, jossa suokasvillisuus ja turvekerros ovat pidättämässä kiintoainesta, lietettä ja kuluttamassa ravinteita. Myös pieneliöt käyttävät veden ravinteita hyödykseen ja näin ollen puhdistavat vettä. Pintavalutuskenttää voi hyvällä syyllä sanoa luonnolliseksi puhdistusmenetelmäksi. (Järvien kunnostustekniikoista).

2.5.3 Laskeutusallas

Laskeutusallas on ojan tai puron yhteyteen patoamalla tehty vesiallas, jonka pääasiallisena tarkoituksena on pidättää kiintoainesta ja estää sen pääsy vesistöön (Puustinen & Jormola 2009.)

Laskeutusaltaan toimintaperiaate on veden virtausnopeuden pienentäminen, jolloin kiintoaines ja ravinteet laskeutuvat altaan pohjalle. Laskeutusaltaan tulisi olla vähintään 0,1-0,2 % yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta.

2.5.4 Hapetus ja pohjan pöyhintä

Hapetuksen ja pöyhinnän tavoitteena on lisätä pohjan ja pohjaveden happitilannetta. Hapetuksessa sijoitetaan veteen hapetin, joka liuottaa happea ilmasta veteen, tai siirtää hapekasta pintavettä pohjakerrokseen. Myös hapen lisääminen veteen kemikaaleina on yksi hapetuksen keinoista.

Pohjan pöyhinnän tavoitteena on, että pohjan happipitoisuutta saadaan parannettua. Pöyhintä voi tapahtua käyttämällä esimerkiksi kahden veneen väliin kytettyä kettinkiä tai muuta pohjaa pölyttävää laitetta (Järvien kunnostamiskeinoista.)

Valuma-alueen kuormitusta on pienennettävä ennen kuin hapetuksella ja pohjan pöyhinnällä on pidempiaikaista vaikutusta. Hapetuksen tavoitteena on saada riittävän hapettunut sedimentin pinta, joka on pidättää hyvin fosforia ja sedimentin pinnan redox-potentiaali olisi vähintään +300 mV.

Hapetuksen hinta on arviolta 40–200 €/ha/a, johon ei ole huomioitu hapetuslaitteiston hankintahintaa vaan ainoastaan käyttökustannukset.

2.5.5 Ruoppaus ja niitto

Ruoppauksella tarkoitetaan maa-aineksen ja lietteen koneellista poistamista vesialueen pohjasta (Rannan ruoppaus). Ruoppauksen kustannukset riippuvat ruopattavan massan määrästä, läjityksestä ja kuljetuksesta. Ruoppaus on pienimuotoisesti toteutettuna ilmoitusvelvollisuuden alainen. Alle 500 m³ ruoppauksissa ilmoitus tehdään paikalliseen ELY-keskukseen. Suuremmissa, yli 500 m³ ruoppaushankkeissa tarvitaan aluehallintoviraston lupa.

Niitolla pystytään vähentämään veden happea kuluttavan ja ravinteita pidättävän rantamakrofyttien määrää sekä suurentamaan vesialtaan vesipinta-alaa. Niitto tulee aina suunnitella hyvin ja niitetty materiaali on varastoitava ja käsiteltävä oikein.

2.6 Pohjaeläimet, pohjasedimentti ja redox-potentiaali

2.6.1 Pohjaeläimet

Pohjaeläimet indikoivat veden ja pohjan laatua. Pohjaeläimistön lajistoon ja määrään vaikuttavat happipitoisuus, sedimentin laatu ja määrä, redox-potentiaali, pohjaeläimiä syövien kalojen määrä sekä pohjaeläimistön keskinäiset peto-saalissuhteet (Tossavainen 2014b, 197.)

2.6.2 Pohjasedimentti ja redox-potentiaali

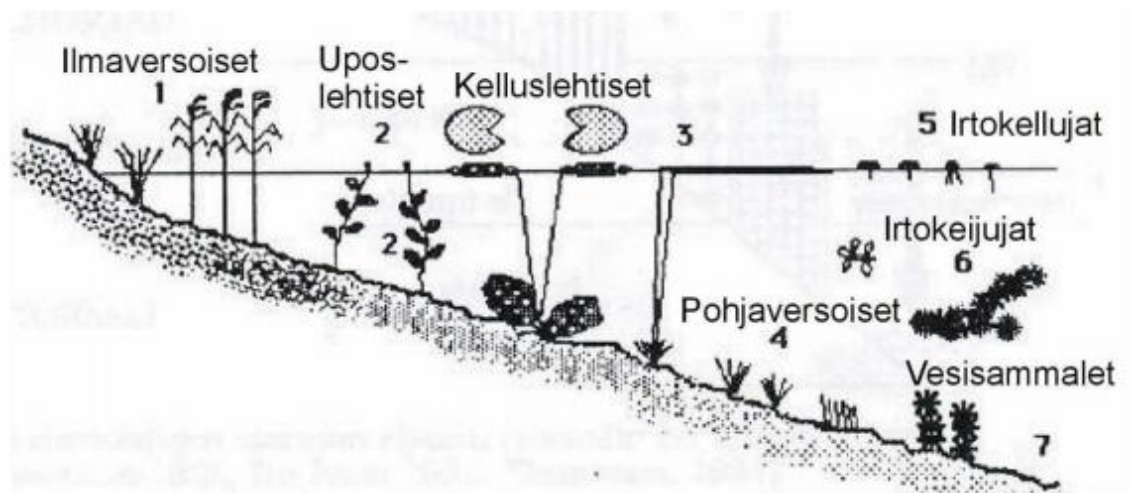
Pohjasedimenttitutkimuksen paras ajankohta on talvikerrostuneisuuden loppuvaihe, jolloin pohjan happitilanne on heikoimmillaan (Tossavainen 2014b, 127).

Taulukko 3. Veden ja pohjasedimentin tärkeitä redox-potentiaaliarvoja

E_h -arvo (mV)	Kemiallinen tai biologinen tapahtuma
+520	järvivesi on hapella kyllästynyt
+450 → +400	$\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$
+400 → +350	$\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4^+$
+300 → +200	Fe^{3+} (ferrirauta) → Fe^{2+} (ferrorauta)
+300 → +200	$\text{FePO}_4 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{PO}_4^{3-}$ (järven sisäinen kuormitus)
+240	muikun ja useiden muidenkin kalojen mädin kehittymiselle alaraja
+100 → +60	$\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{S}$
- 150	H_2S :ä (rikkivety eli divetyysulfidi) alkaa vapautua pohjasedimentistä
- 250	CH_4 (metaani) alkaa vapautua pohjasedimentistä

2.7 Vesi- ja rantamakrofytyt

Vesi- ja rantakasvillisuus on tärkeä osa suomalaista vesiluontoa ja maisemaa. Kasvillisuudella on merkittävä rooli vesiekosysteemissä, sillä se tarjoaa suojaa ja ravinteita veden eliöille ja linnuille sekä pidättää rannalta tulevaa kuormitusta. Makrofytyt myös kuluttavat vedessä olevaa happea ja ravinteita. Tämä voi ilmetä runsaana rehevöitymisenä tai esimerkiksi happikatona kasvien kulutettua kaiken hapen. Makrofytytien elomuodot on kuvattu kuvassa 4.



Kuva 4. Vesikasvien elomuodot (Leka 2011)

2.8 Kalastorakenne

Kalastorakennetta tutkimalla voidaan arvioida kalaston määrää, ikää sekä kehitystä sekä todeta sen vaikuttavuutta veden laatuun. Vakiintunut tapa järvi-ekosysteemin kalastorakenteen tutkimukseen on Nordic-yleiskatsausverkon käyttäminen. Kalastorakenteen tutkimuksessa määritellään yksikkösaalis, biomassassa sekä särkikalojen ja petokalojen osuus saaliista. Kalastorakennetutkimuksen tuloksena saadaan arvio kalaston määrästä, kasvukehityksestä ja mahdollisesta hoitokalastustarpeesta. Tammen ym. (2006) regressiosuhteen avulla voidaan arvioida veden fosforipitoisuutta kalaston perusteella.

3 Työn tarkoitus ja tavoitteet

3.1 Tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyössä selvitetään Puruveden Ristilahden nykytila eli sisäinen kuormitus, ulkoinen kuormitus eli valuma-alueelta tuleva kuormitus ja ilmalaskeuma sekä pohjan nykytila. Opinnäytetyössä on tutkittu myös viereisen Mehtolanlahden kalastorakenne ja vesikasvillisuus. Ristilahti ja Mehtolanlahti tulevat olemaan olennainen osa Sisävesi Life IP –hanketta, ja tätä opinnäytetyötä tullaan käyttämään hankkeessa.

Laskemme Ristilahden sisäisen ravinnekuormituksen ja valuma-alueelta tulevan kuorman. Arvioimme, millaisia kunnostustoimenpiteitä alueelle voisi tehdä ja arvioimme myös, miten jo olemassa olevat Metsäkeskuksen tekemät suunnitelmat toimivat ja kuinka valuma-alueelta tuleva ravinnekuormitus saataisiin mahdollisimman pieneksi. Arvioimme mahdollisten kunnostustoimenpiteiden taloudellisuutta ja tehokkuutta alueella. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on vastata kysymyksiin, mikä on Ristilahdelle tuleva ulkoinen kuormitus ja mitä toimenpiteitä Ristilahdella ja sen valuma-alueella tulisi tehdä, että lahden ulkoista kuormitusta saataisiin hillittyä.

3.2 Aiheen rajaus

Opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa Puruveden Ristilahteen ja käsitellään Mehtolanlahtea tehtyjen tutkimusten osalta. Tutkimuskohteina ovat Ristilahden nykytilan kartoitus, sisäinen kuormitus, ulkoinen kuormitus ja pohjan tila. Ristilahdella ja Mehtolanlahdella on tehty kalastorakennetutkimus ja makrofytyttikartoitus sekä Ristilahden pohjan tilan tutkimus vuosien 2014–2015 aikana.

4 Aineisto ja menetelmät

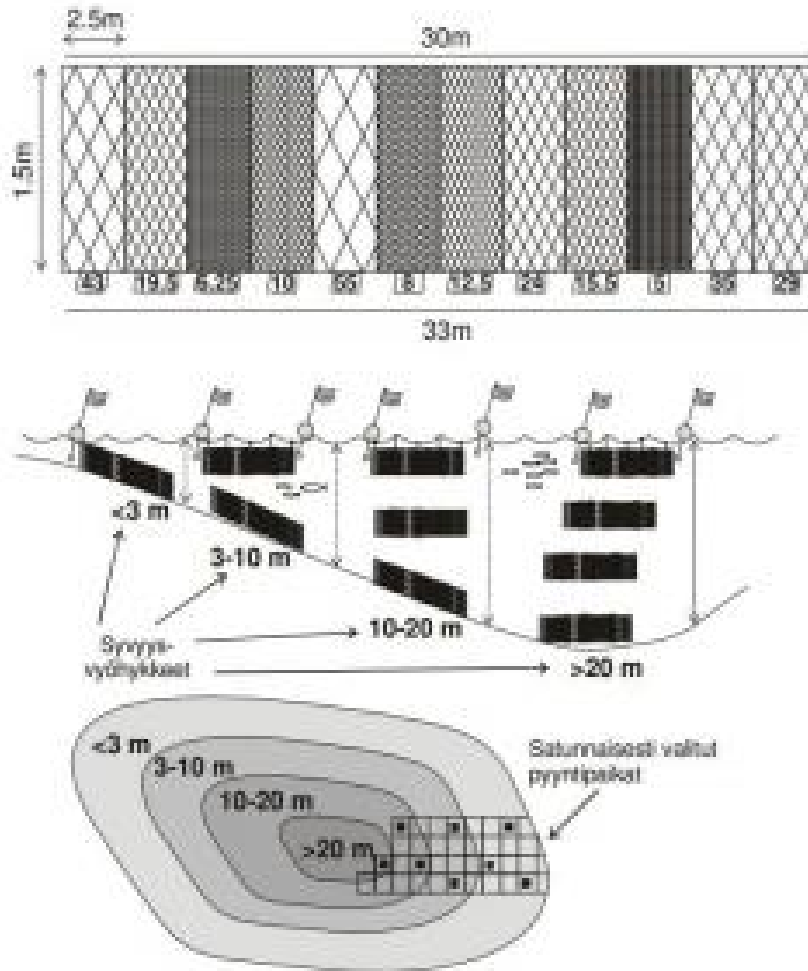
Tämä työ on toteutettu tekemällä maastotutkimusta ja näytteenottoja Ristilahdella ja Mehtolanlahdella sekä näiden pohjalta tehtyjen laboratoriotutkimusten ja tutkimusraporttien (kalastoraportit, pohjan tilan tutkimusraportti ja makrofyyttikartoitus) analysointia ja yhteenvetoa.

4.1 Vedenlaatu

Ristilahdella on suoritettu vedenlaadun mittaukset vuosina 2011–2015. Näytteet on otettu 1 m syvyydestä (24.3.2014 myös 1,8 m syvyydestä). Taulukossa 6 sivulla 30 on näytteenoton päivämäärät ja vedenlaatua koskevat analyysit. Vedenlaatatiedot on poimittu Suomen ympäristökeskuksen Herttatietojärjestelmästä.

4.2 Kalastotutkimus

Koekalastuksissa käytettävä Nordic-verkko on yleiskatsausverkko. Sen koko on 1,5 m x 30 m, jossa samassa verkossa on 2,5 metrin pituisina kaistaleina 12 eri solmuväliä (5; 6,25; 8; 10; 12,5; 15,5; 19,5; 24; 29; 35; 43 ja 55 mm) verkon suunnittelun yhteydessä satunnaistetussa järjestyksessä. Solmuvälit kasvavat kertoimen 1,25 mukaan ja tällä pyritään siihen, että verkon pyydystystehokkuus säilyisi mahdollisimman samana erikokoisille kaloille. Tarvittava pyyntivuoro-kausien määrä riippuu tutkittavan vesialueen pinta-alasta ja syvyyssuhteista (Tossavainen 2015b).

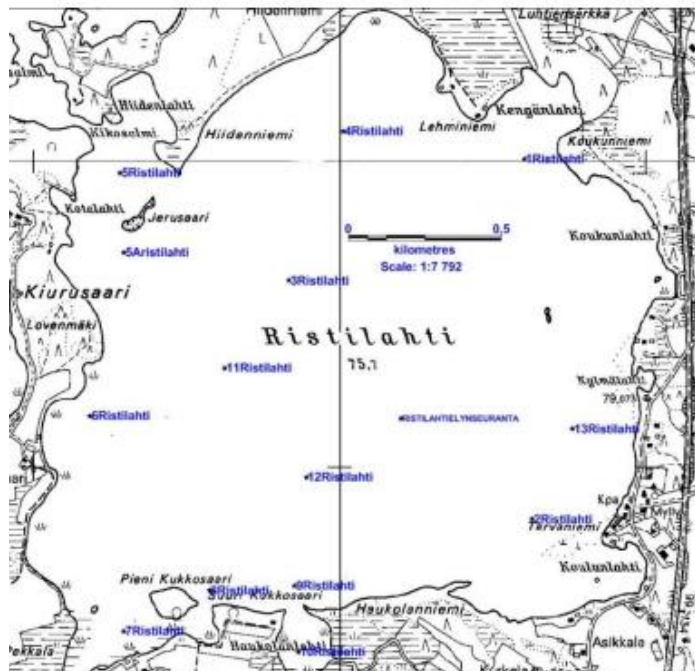


Kuva 5. Nordic-yleiskatsausverkon rakenne ja syvyysvyöhykkeittäin ositetun satunnaisotannan periaate (Olin ym. 2014)

4.3 Pohjan tilan tutkimus

Taulukko 4. Ristilahden pohjasedimentin ja pohjaeläimistön havaintopaikat kevättalvella 2015 (Tossavainen 2015a, 9)

Havaintopaikka	Vesisyvyys helmikuun alussa 2015 (m)	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	
		I	P
1 (Kengänlahden edusta)	1,77	643339	6860114
2 (Tervaniemen edusta)	2,50	643420	6858940
3 (ulappa, melko keskellä Ristilahtea)	2,41	642589	6859681
4 (Hiidenniemen ja Lehminiemen välillä)	2,19	642743	6860177
5 (Kikosalmen edusta)	1,35	642020	6860007
5A (Jerusaari-Kotalahti)	1,84	642045	6859748
6 (Kiurusaaren edusta)	1,70	641958	6859210
7 (Löppölänsalmen edusta)	1,23	642102	6858513
8 (Pienen ja Suuren Kukkosaaren välissä)	1,42	642375	6858659
9 (Rutalahden edustalla)	1,69	642653	6858687
10 (Rutalahti)	0,75	642675	6858472
11 (ulappa)	2,54	642391	6859387
12 (ulappa)	2,30	642675	6859043
13 (Kymälälahden tukikohdan edusta)	2,30	643538	6859240



Kuva 6. Ristilahden pohjasedimentin ja pohjaeläimistön havaintopaikat kevättalvella 2015 (Tossavainen 2015a, 9)

Pohjaeläimistön havaintopaikat on esitetty koordinaatein taulukossa 5, sekä kartalla kuvassa 6. Pohjaeläimistön biodiversiteetti arvioitiin Shannon-Wiener -indeksin avulla (taulukko 5). Kyseinen indeksi tunnetaan myös nimellä Shannonin entropia joka on tehollisen lajimäärän logaritmi joka lasketaan kaavalla 4.

Kaava 5. Shannonin entropian laskukaava:

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

Missä P_i on i lajin osuus paikan kokonaisuusilömäärästä. Indeksien arvo on sitä suurempi mitä enemmän lajeja havaitaan. Indeksien arvo vaihdella välillä 1 – 5 (taulukko 5).

Taulukko 5. Shannon-Wiener –indeksi-arvojen selitykset ja luokkien arvot (Tossavainen 2015a, 9)

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

4.4 Ranta- ja vesimakrofyttien kartoitus

Ranta- ja vesimakrofyttien kartoitus toteutettiin silmämääräisesti arvioiden makrofyttilajit ja niiden runsaus. Makrofyttikartoitus toteutettiin Ristilahdella 27.8.2015 ja Mehtolanlahdella 1.9.2015. Makrofyttikartoituksen toteuttivat tämän opinnäytetyön laatija Joonas Hirvonen ja ohjaava opettaja, limnologi Tarmo Tossavainen.

5 Ristilahden tutkimustulokset

5.1 Ristilahden vedenlaatu

Taulukossa 6 (Tossavainen 2015) on Hertta-tietokannasta poimitut Ristilahdella vuosina 2011–2015 otetut vesinäytteet. Taulukossa on tiedot veden lämpötilasta mittaushetkellä, happipitoisuus, kokonaistypen, ammoniumtypen, nitraattinitriittitypen, kokonaisfosforin, fosfaattifosforin eli liukoisen fosforin, a-klorofyllin, raudan ja mangaanin pitoisuudet.

Kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvo on 21 µg/l, joka on mesotrofiselle järvelle tyypillinen lukema (taulukko 1, s. 16). Mittaustuloksissa on suuriakin vaihteluita, vuoden 2011 syksyllä kokonaisfosforipitoisuudeksi on mitattu kahdella mittauskerralla 52 µg/l ja 38 µg/l. Nämä lukemat ovat rehevöityneelle järvelle tyypillisiä ja ovat huomattavasti suurempia kuin muilla mittauskerroilla vuosina 2011–2015. Tämä voi kertoa sisäisestä kuormituksesta, mutta myös kokonaistyyppi-pitoisuus on näillä mittauskerroilla korkeampi, joten voi olla myös mahdollista, että Ristilahteen on päässyt suurempi ravinnekuorma ennen näytteiden ottoa. Kokonaistyyppi-pitoisuuksien keskiarvo on 585 µg/l.

Kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuus on myös syksyllä 2011 ollut erittäin korkea, 12.9.2011 a-klorofyllipitoisuus on ollut 97 µg/l, joka on ylirehevälle järvelle tyypillinen pitoisuus.

Muilla mittauskerroilla Ristilahden kokonaisfosforipitoisuus on selkeästi mesotrofisen järven luokkaa. Kokonaistyyppi-pitoisuus on selkeästi mesotrofisen ja lievästi eutrofiselle järvelle tyypillinen ja a-klorofyllipitoisuuden keskiarvo Ristilahdessa on 23 µg/l, joka eutrofiselle järvelle tyypillinen lukema.

Taulukko 6. Ristilahden vedenlaadun havainnot vuosina 2011–2015

Pvm	Kok. syv.	Näytesyv.	Lt.	O ₂	O ₂	kok. N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ +NO ₃ -N	kok. P	PO ₄ ³⁻ -P	a-chl	Fe	Mn
	m	m	°C	mg/l	kyll. %	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
17.2.2011	2	1	0,1	9,8	67	510	..	..	12	..	..	..	..
7.7.2011	2,2	1	22,2	8,9	102	300	..	..	28	..	13	..	..
12.9.2011	2,3	1	15,6	10,3	100	1400	10	5	52	3	97	..	..
26.10.2011	2	1	4,5	11,6	90	1000	6	5	38	2	37	..	..
30.1.2012	2,5	1	1,2	10,3	73	650	..	..	17	..	..	340	20
19.4.2012	2	1	2,5	7,3	54	660	..	..	15	..	..	710	78
16.7.2012	3,1	1	20,1	7,9	87	440	..	..	25	..	13	590	37
		2	19,9	7,8	86	..	..	..	..	..	..	..	..
17.4.2013	2	1	1,3	10,1	71	610	..	..	13	..	..	850	61
11.7.2013	2,8	1	21,6	8,2	93	520	..	..	25	..	8,4	960	42
24.3.2014	2,8	1	4,4	13,5	104	550	9	130	13	2	..	340	9,3
		1,8	4,2	5,2	39	590	3	180	16	4	..	680	140
24.6.2014	2,7	1	16,3	9,3	95	430	2	5	18	2	6,9	490	21
27.8.2014	2	1	16,4	8,9	91	570	2	5	20	2	..	..	..
3.11.2014	3,1	1	2,3	12,3	90	460	15	41	18	3	4,3	550	22
19.3.2015	2,4	1	2,4	9,8	72	530	22	210	12	3	..	460	50
23.7.2015	3,1	1	18,9	8,2	89	460	2	5	25	2	13	520	35
31.8.2015	3,2	1	17,8	8,9	94	440	2	5	17	2	16	450	31
5.10.2015	3	1	8,9	10,5	91	410	5	5	16	2	..	430	19
Keskiarvo	..	..	..	9,4	84	585	7	54	21	2,5	23	567	44

5.1.1 Ristilahden fosforimallitarkastelu

Ristilahteen tuleva fosforikuormitus kaikilta uomilta on yhteensä 335 kg/a, ilma-laskeumana 41,9 kg/a ja uomien välialueilta tuleva fosforikuorma on 39,3 kg/a. Yhteensä fosforin ulkoinen kuormitus Ristilahteen on 416 kg/a.

Ristilahteen tuleva fosforikuorma:

$$\text{Kok. P} = 415,74 \text{ kg/a} / 31536000 = 13,18 \text{ mg/s}$$

$$C_i = 13,18 \text{ mg/s} / 0,281 \text{ m}^3/\text{s} = 46,91 \text{ mg/m}^3$$

Viipymä (T) on 8,8 kk

Nettosedimentaatio Ristilahteen:

$$R = 0,9 * (46,91 \text{ mg/m}^3 * 8,8 \text{ kk}) / (280 + 46,91 \text{ mg/m}^3 * 8,8 \text{ kk}) = 0,9 * (412,808) / (692,808) = 0,53626$$

0,53626... = Ristilahden nettosedimentaatio on 53,6 %.

$$C_{\text{calc}} = (1 - 0,53626) * 46,91 = 21,754 \text{ mg/m}^3.$$

Ristilahdella todellisten mitattujen pitoisuuksien keskiarvo on 21 mg/m³.

$$21 - 21,754 = -0,754 \text{ mg/m}^3.$$

Laskennallisesti Ristilahteen tulee enemmän fosforia kuin siitä on mitattu keskiarvo vuosina 2011–2015. Todellisen mitatun ja Lappalaisen mallilla lasketun fosforipitoisuuden ero on vain noin 3,6 %, joten Lappalaisen malli soveltuu hyvin Ristilahdelle.

$$\text{Vesimassassa olevan fosforin määrä on } C_{\text{mitattu}} * V_{\text{Ristilahti}} = 21 \text{ mg/m}^3 * 6\,542\,954 \text{ m}^3 = 137,4 \text{ kg}.$$

Järven nykyinen ulkoinen fosforikuorma on siis 416 kg/a. Suurin sallittu kuorma 20 µg/l on mesotrofiselle eli lievästi rehevöityneelle järvelle turvallinen lukema. Mesotrofisen veden vaihteluväli on 10 – 35 µg/l. Lasketaan järven sietokyky seuraavaksi:

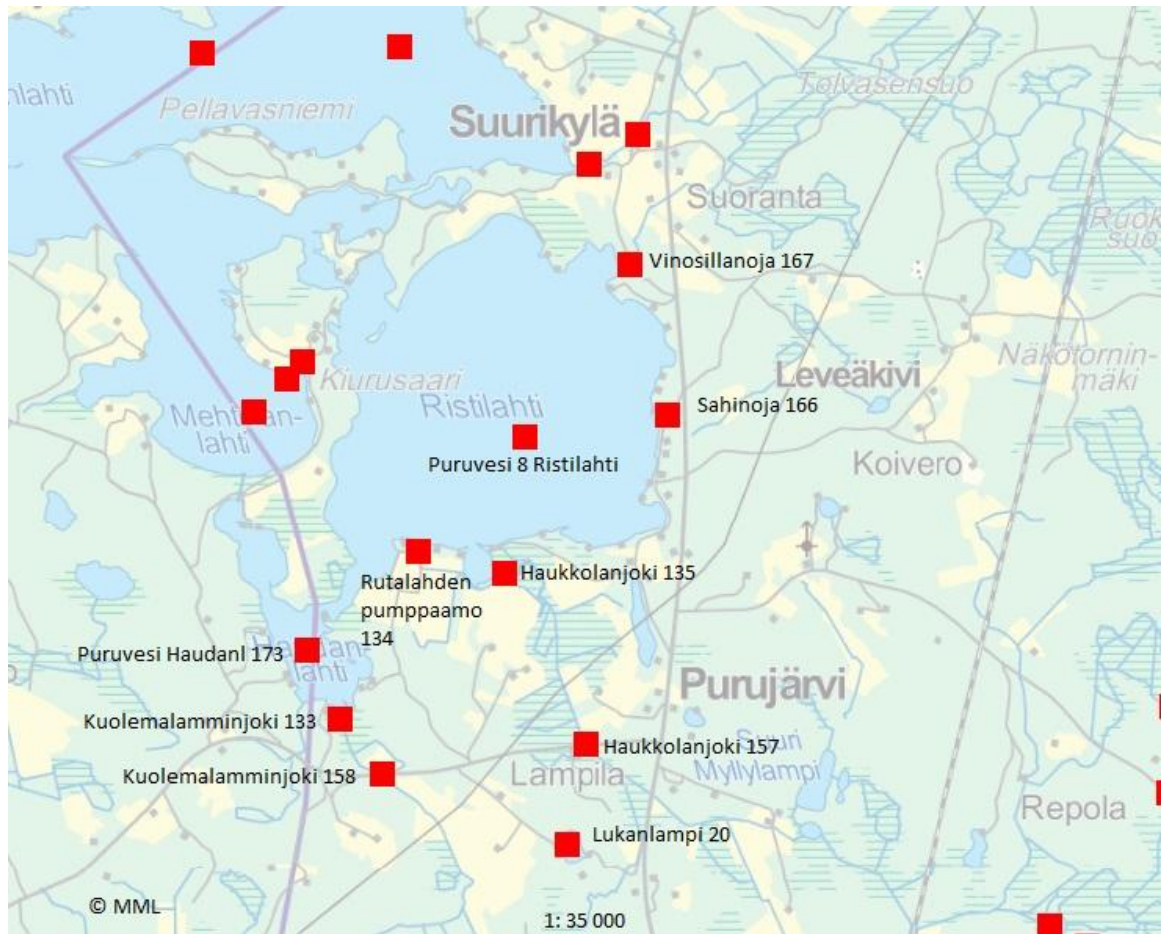
$$I = 0,158 * (0,031932) * ([176] - 280 + [\sqrt{78400 - \{78848\} + \{30976\}}]) = 356,812 \text{ kg/a}$$

eli Ristilahden ulkoista kuormitusta olisi vähennettävä $416 - 356,812 = 59,2$ kg/a.

Ristilahden kokonaisfosforin sietokyky on 357 kg/a. Ristilahteen tulevasta vuosittaisesta kokonaisfosforikuormasta tulisi pidättää 59,2 kg eli 16,6 %, että järven sietokyky ei ylittyisi.

Luonnonhuuhtoumana kokonaisfosforia tulee Ristilahteen 85 kg/a eli tämä on ilman ihmistoimintaa Ristilahteen tuleva fosforin määrä kokonaisvaluma-alueelta.

5.1.2 Ulkoinen kuormitus



Kuva 7. Hertsatietojärjestelmästä poimittujen havaintopaikkojen sijainnit kartalla

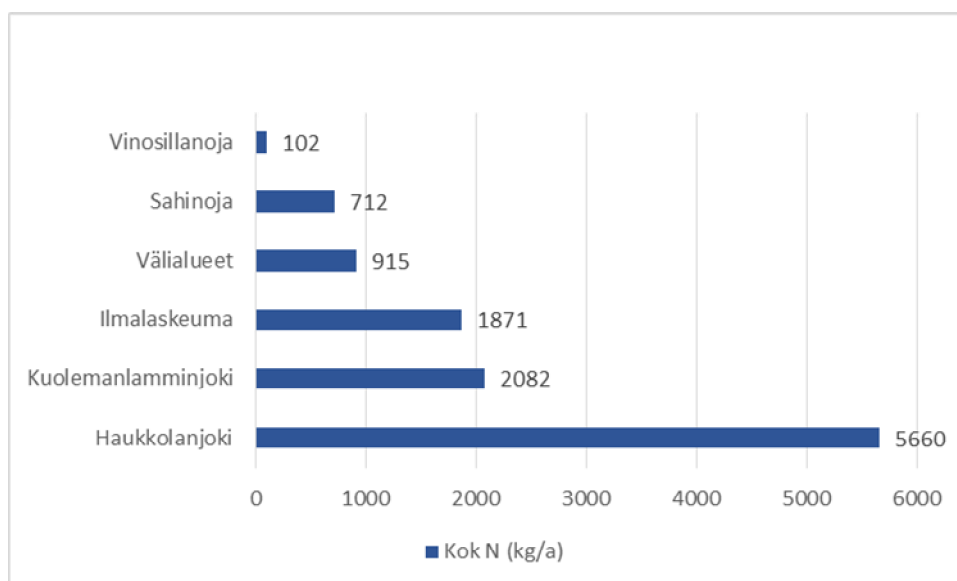
Uomilla on mitattu hyvin niukasti virtaamia, joten virtaamat on laskettu käyttäen Suomen pitkän aikavälin vuosikeskivalumaa $MQ_{2000-2011}$ 9,7 l/s km². Uomilta mitatut virtaamat ovat liitteessä 4.

Taulukko 7. Mitattu vuosittainen ravinnekuorma Ristilahteen

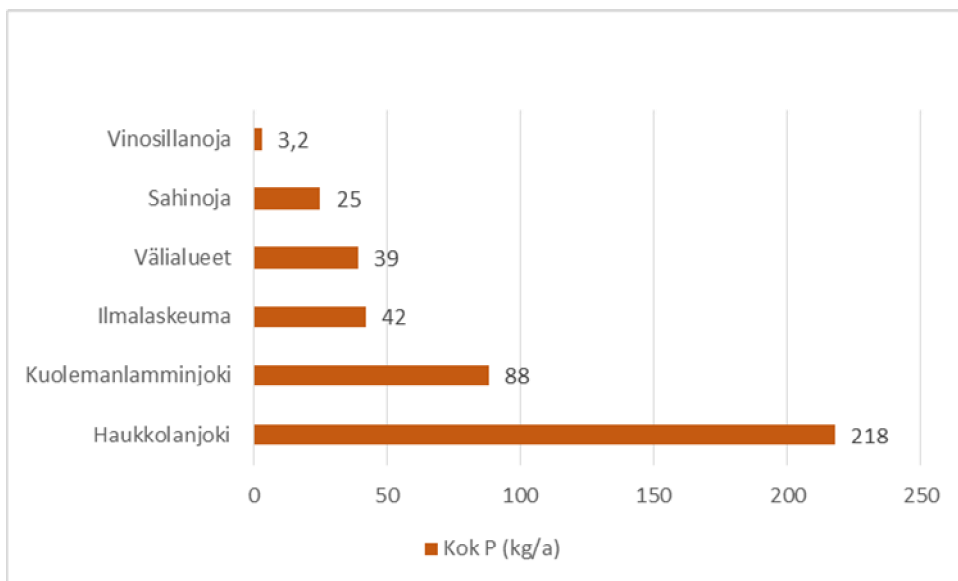
Uoma	Valuma-alue (km ²)	Kok P (kg/a)	Kok N (kg/a)	Kiintoaine (kg/a)
Haukkolanjoki	16,09	218	5660	19688
Kuolemanlamminjoki	8,60	88	2082	12105
Sahinoja	1,22	25	712	7116
Vinosillanoja	0,28	3	102	102
Ilmalaskeuma	-	42	1871	-
Välialueet	2,40	39	915	4170
Yhteensä	28,59	416	11342	43181

Ristilahden valuma-alueelta tuleva kokonaisfosforikuormitus on 14,5 kg/km²/a, typpikuorma 396,7 kg/km²/a ja kiintoainekuormitus 1510,4 kg/km²/a (kts. taulukko 7).

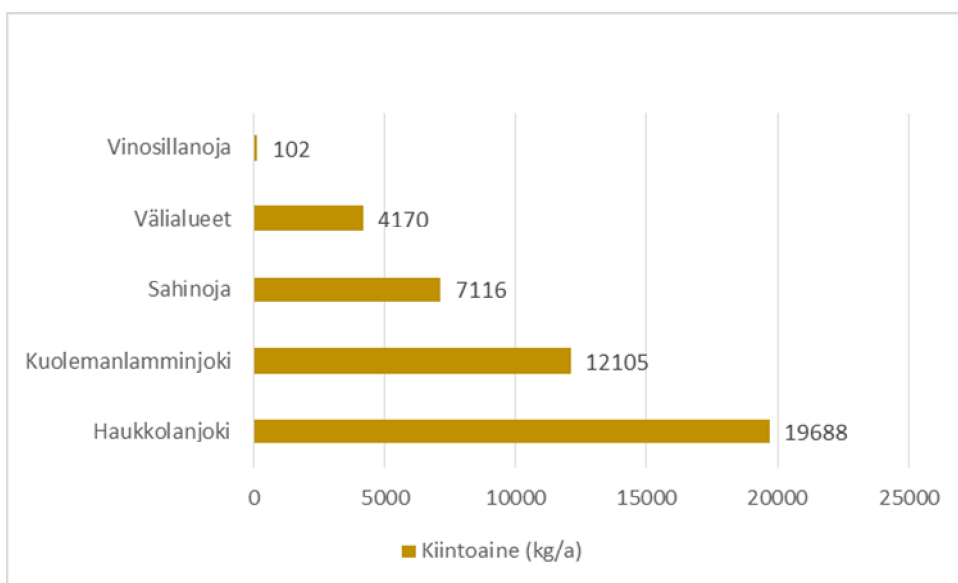
Ristilahteen tuleva virtaamapainotettu typpipitoisuus on laskettu uomilta tulevan virtaamapainotettujen typpipitoisuuksien keskiarvo, joka on 1261 µg/l. Tämä on eutrofisille järville tyypillinen typpipitoisuuslukema.



Kuvio 1. Ristilahden kokonaistypen vuosikuormituksen jakautuminen eri mittauspisteissä



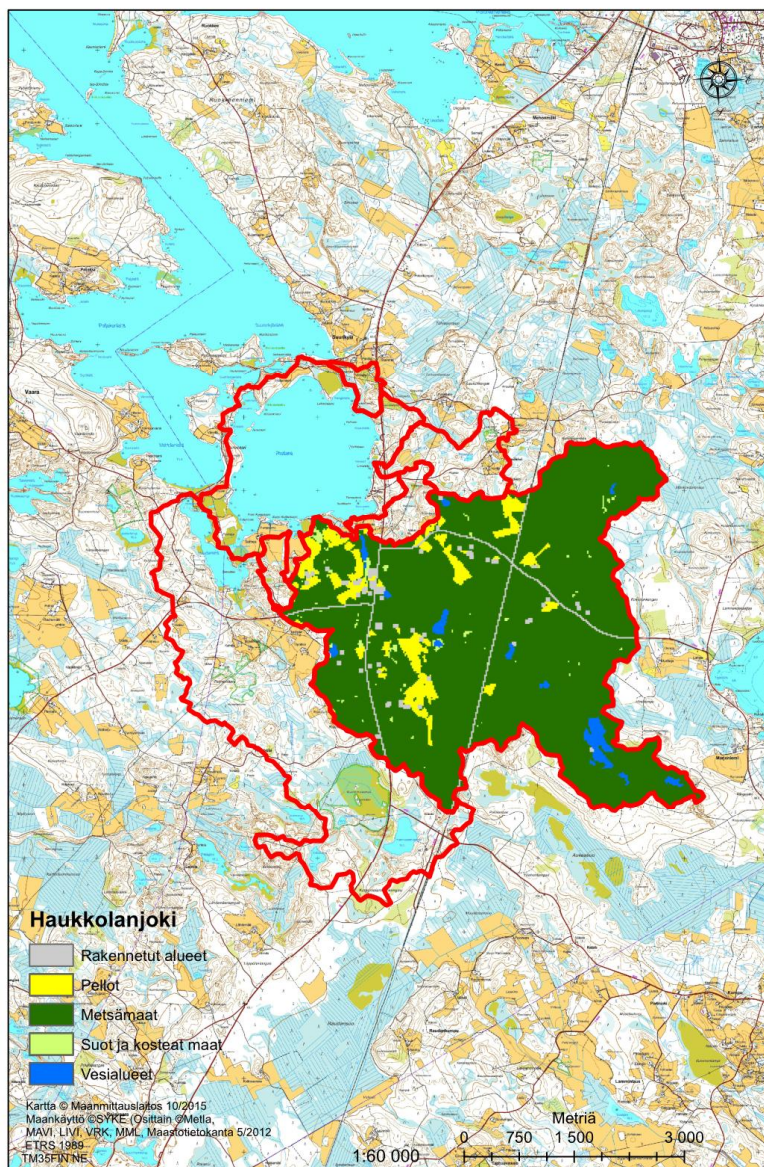
Kuvio 2. Ristilahden kokonaisfosforin vuosikuormituksen jakautuminen eri mittauspisteissä



Kuvio 3. Ristilahden kokonaiskiintoaineen vuosikuormituksen jakautuminen eri mittauspisteissä

5.2 Osavaluma-alueet

5.2.1 Haukkolanjoki



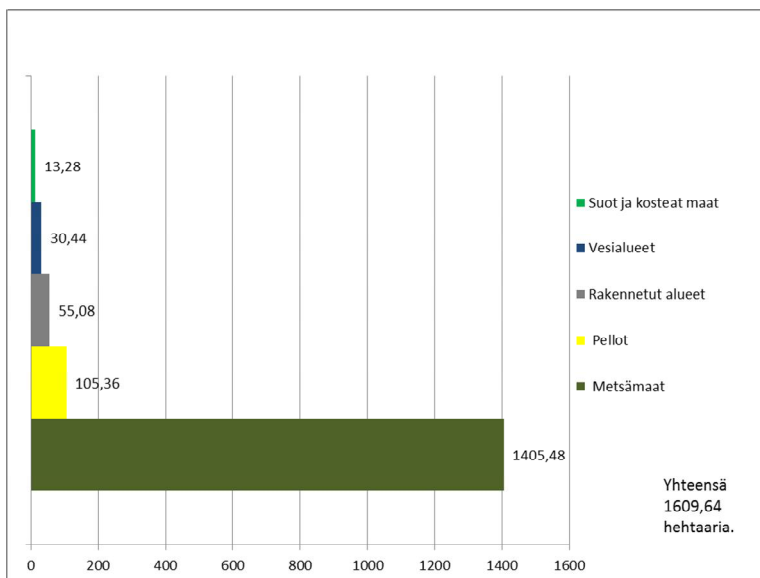
Kuva 8. Haukkolanjoen osavaluma-alue

Haukkolanjoen osavaluma-alueen pinta-ala on 16,1 km², joka on suurin osavaluma-alue Ristilahdella. Haukkolanjoen valuma-alue sijaitsee Ristilahden kaakkoispuolella. Vuosittainen kokonaisfosforikuorma Haukkolanjoelta tuleva kuorma on n. 218 kg/a, joka on 13,6 kg/km²/a. Kokonaistypikuorma on 5 660 kg/a

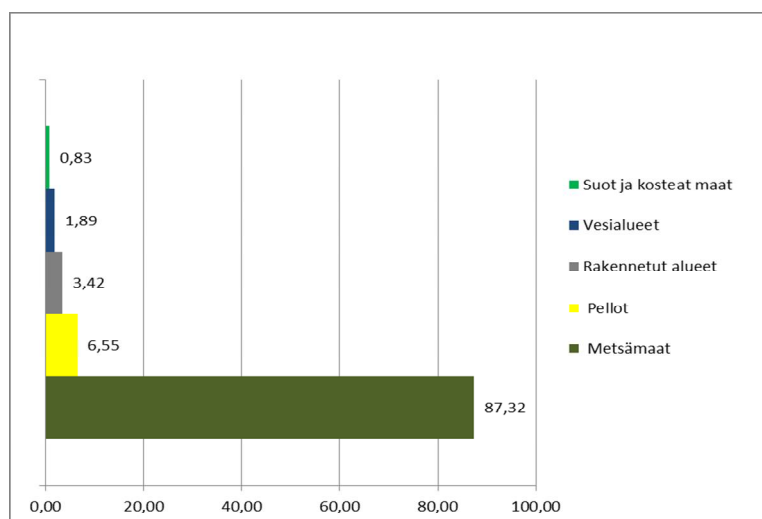
eli 351,8 kg/km²/a. Vuosittainen kiintoainekuormitus Haukkolanjoesta Ristilahden on 19 688 kg/a, joka on 1 224 kg/km²/a. Keskimääräinen metsämailta tuleva kuormitus on 11 kg/km²/a fosforia ja 190 kg/km²/a typpeä (Tossavainen 2014b, s. 80). Haukkolanjoen osavaluma-alueen osuus kokonaisvaluma-alueesta on 56,3 %. Osuus tulevasta kokonaiskuormituksesta on fosforilla 52,4 %, typellä 49,9 % ja kiintoaineella 45,6 %.

Haukkolanjoen valuma-alueelta tulevan ravinne- ja kiintoainekuorman pidättämiseksi paras vaihtoehto on rakentaa kosteikko. Metsäkeskuksen suunnitelman mukaan (2013) Haukkolanjoelle on suunniteltu kosteikko, jolle ei ole tarkkaa pinta-alaa suunnitelmassa mainittu. Jos kosteikon pinta-ala on 1,5 % yläpuolisesta valuma-alueesta, joka on Haukkolanjoen valuma-alueesta 24 hehtaaria. 24 hehtaarin kosteikko pidättäisi fosforia 29,2 % vuosittaisesta kuormasta eli 63,6 kg. Typpeä kosteikko pidättäisi 15,7 % eli 888,6 kg vuosittaisesta typpi-kuormasta.

Kuvioissa 4 ja 5 on kuvattu valuma-alueen maankäyttöä hehtaareina ja prosenttiosuuksina. Kuten koko Ristilahden jokaisella osavaluma-alueella myös Haukkolanjoen valuma-alueella suurin osa on metsämaata (87,3 %). Peltoja on 6,6 % ja rakennettua aluetta 3,4 % osavaluma-alueen pinta-alasta. Tarkemmat maankäyttötiedot on esitetty liitteessä 1.

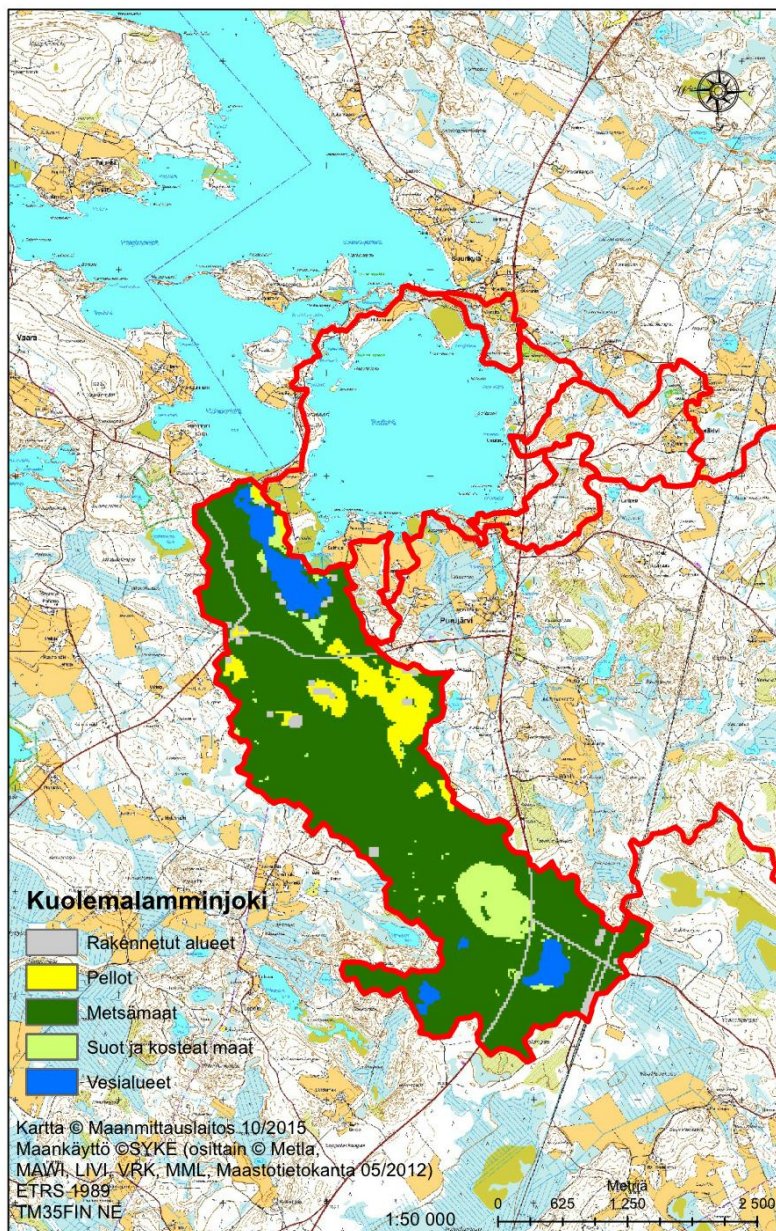


Kuvio 4. Haukkolanjoen valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)



Kuvio 5. Haukkolanjoen valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (%)

5.2.2 Kuolemanlamminjoki



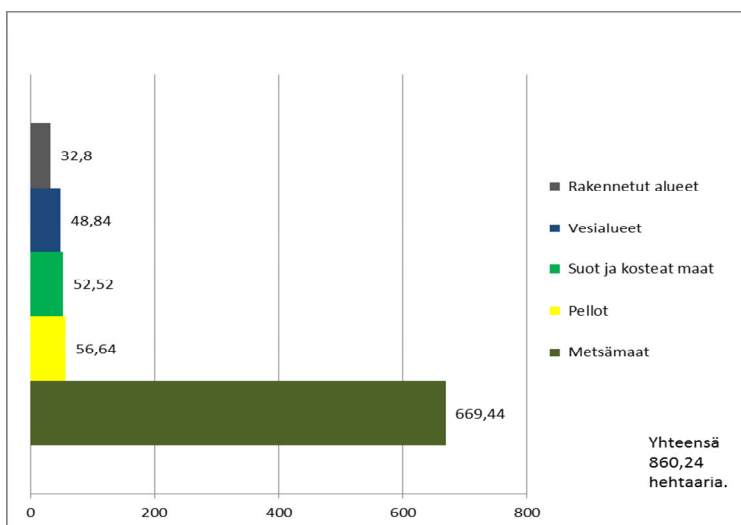
Kuva 9. Kuolemanlamminjoen valuma-alue

Kuolemanlamminjoen osavaluma-alue sijaitsee Ristilahden lounais – eteläpuolella. Kuolemanlamminjoen valuma-alue on 8,6 km², joka on 30 % Ristilahden kokonaisvaluma-alueesta. Valuma-alueelta tuleva vuosittainen fosforikuorma on 88 kg/a, mikä on 10,2 kg/km²/a. Typeä valuma-alueelta tulee vuosittain 2 082 kg, joka on neliökilometriä kohden 242 kg/a. Kiintoainesta alueelta valuu Risti-

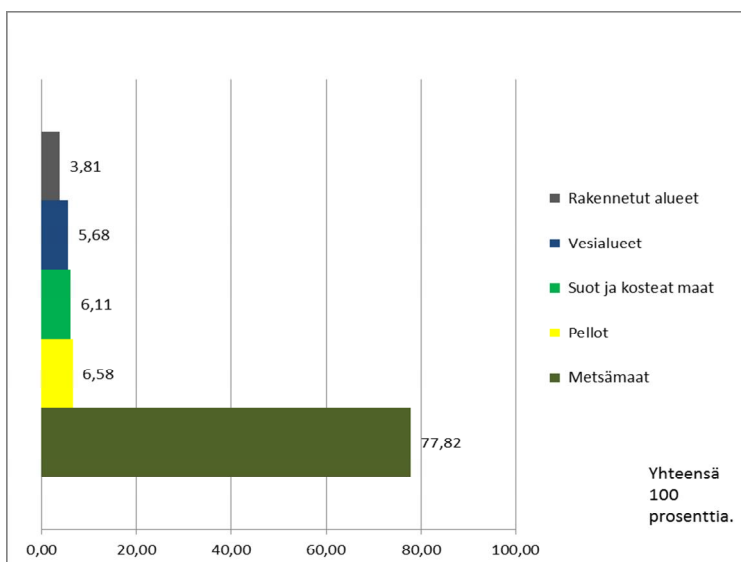
lahteen 12 105 kg/a eli 1 407 kg/km²/a. Keskimääräinen metsämailta tuleva kuormitus on 11 kg/km²/a ja 190 kg/km²/a (Tossavainen 2014b, s.80). Osuus tulevasta kokonaiskuormituksesta on fosforilla 21,2 %, typellä 18,4 % ja kiintoaineella 28 %.

Metsäkeskuksen yleissuunnitelmassa (2013) Kuolemanlamminjoen osavaluma-alueelle on suunnitteilla kosteikko, jolle ei ole pinta-alaa mainittu. Kosteikon tulee olla 1-2 % yläpuolisesta valuma-alueesta, joten suunnitellun kosteikon ollessa 1,5 % valuma-alueesta vuosittaisesta fosforikuormasta pidättäisi 29,3 % eli 25,8 kg. Typpikuormasta tämän kokoinen kosteikko pidättäisi vuosittain 610 kg joka on 15,7 %.

Kuvioissa 6 ja 7 on kuvattu Kuolemanlamminjoen maankäyttö hehtaareina ja prosenttiosuuksina. Metsämaan osuus on suurin 77,8 %, peltoa alueella on 6,6 %, suoalueita 6,1 % ja rakennettuja alueita 3,8 %. Tarkemmat maankäyttötiedot ovat liitteessä 1.

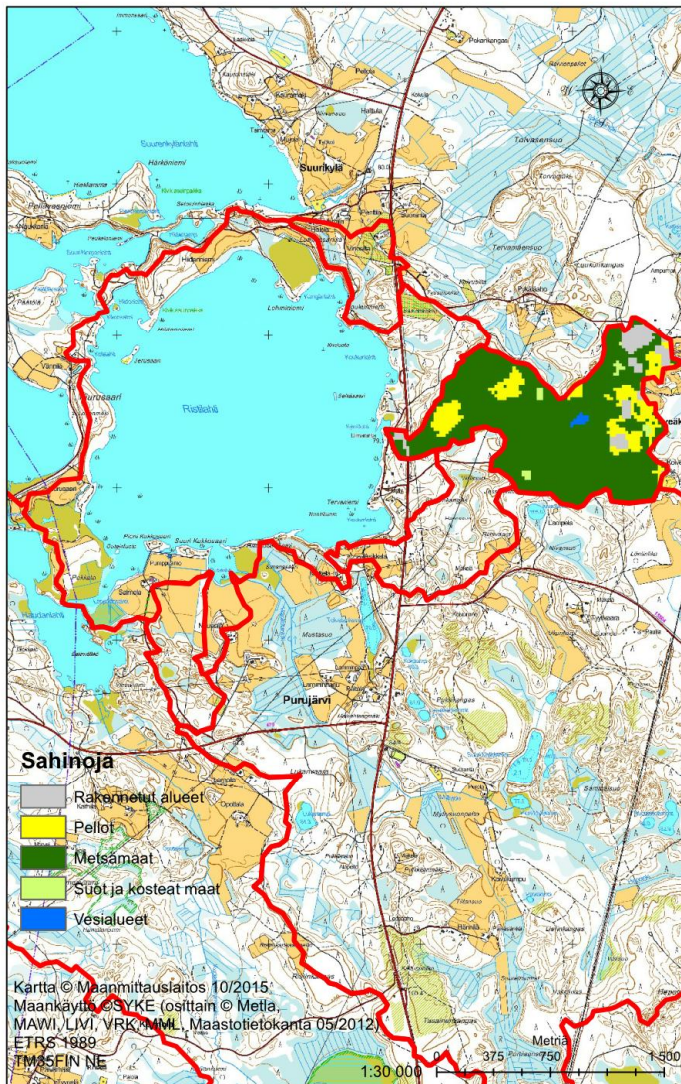


Kuvio 6. Kuolemanlamminjoen maankäyttö päätyypeittäin (ha)



Kuvio 7. Kuolemanlamminjoen maankäyttö päätyypeittäin (%)

5.2.3 Sahinoja



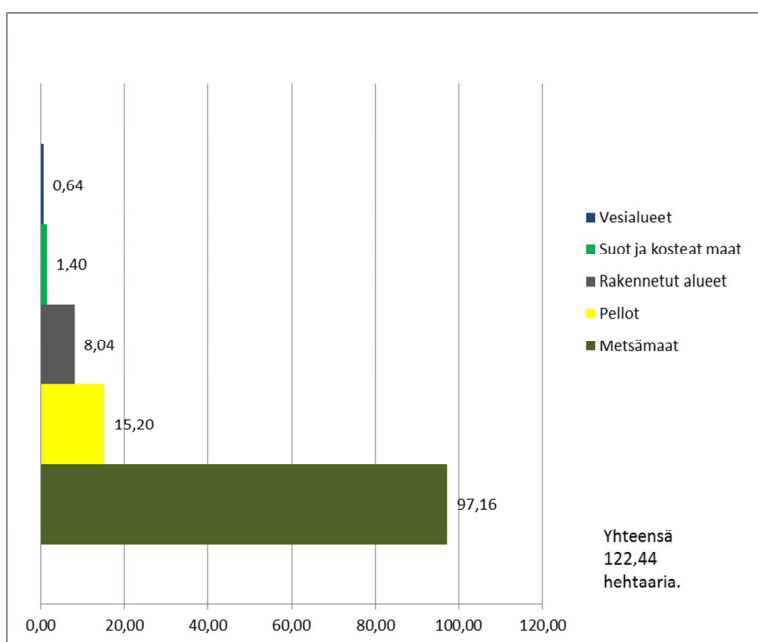
Kuva 10. Sahinojan valuma-alue

Sahinojan osavaluma-alue sijaitsee Ristilahden itäpuolella. Sahinojan valuma-alueen pinta-ala on 1,2 km² eli 4,2 % kokonaisvaluma-alueesta. Sahinojalta tuleva vuosittainen fosforikuorma on 25 kg/a, joka on 20,5 kg/km²/a. Typen vuosittainen kuormitus on 712 kg/a eli 581 kg/km²/a ja kiintoaineen vuosikuorma on 7 116 kg/a eli 5 812 kg/km²/a. Sahinojalla on mitattu kiintoainepitoisuus vain kerran, keväällä 2015. Keskimääräinen metsämailta tuleva kuormitus on 11

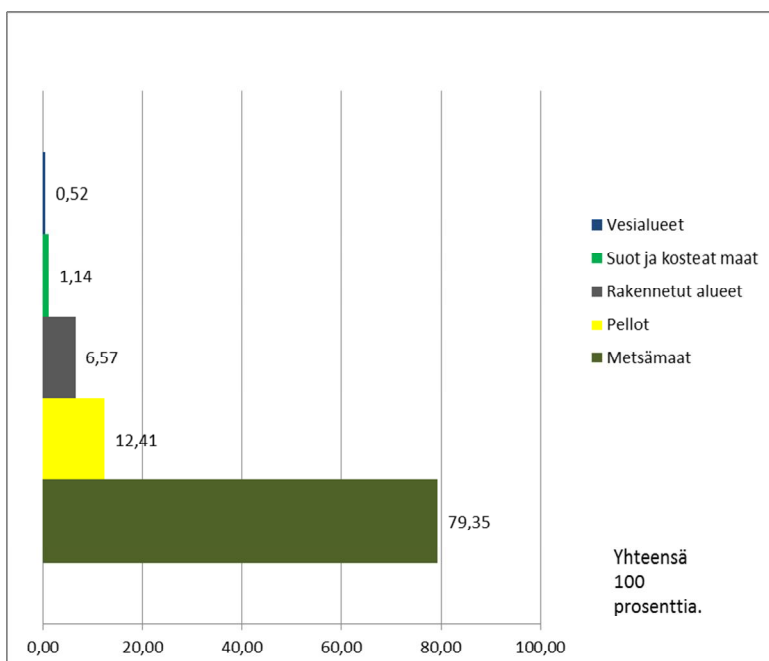
kg/km²/a ja 190 kg/km²/a (Tossavainen 2014b, s.80). Osuus kokonaiskuormituksesta on fosforilla 6 %, typellä 6,3 % ja kiintoaineella 16,5 %.

Sahinojalta tuleva ravinne- ja kiintoainekuormitus on Ristilahden osavaluma-alueista suurin neliökilometriä kohden. Metsäkeskuksen yleissuunnitelmassa (2013) on Sahinojalle suunniteltu kosteikko, mutta kosteikolle ei ole mainittu suunniteltua pinta-alaa. Sahinojalle tulisi rakentaa kosteikko, kosteikon pinta-ala tulisi olla 1,8 hehtaaria, jos kosteikon osuus yläpuolisesta valuma-alueesta on 1,5 %. Tämän kokoinen kosteikko pidättäisi kokonaisfosforia 7,3 kg vuodessa ja typpeä 112 kg vuodessa. Kiintoainekuorma Sahinojalta on huomattava, joten kosteikko toimii myös kiintoainekuorman pidättäjänä.

Kuvioissa 8 ja 9 on kuvattu Sahinojan osavaluma-alueen maankäyttö hehtaareina ja prosentteina. Myös Sahinojan valuma-alueella metsämaata on eniten eli 79,4 %. Peltoja on 12,4 %, rakennettuja alueita 6,6 % ja suoalueita 1,4 %. Liitteestä 1 löytyvät tarkemmat tiedot maankäytöstä.

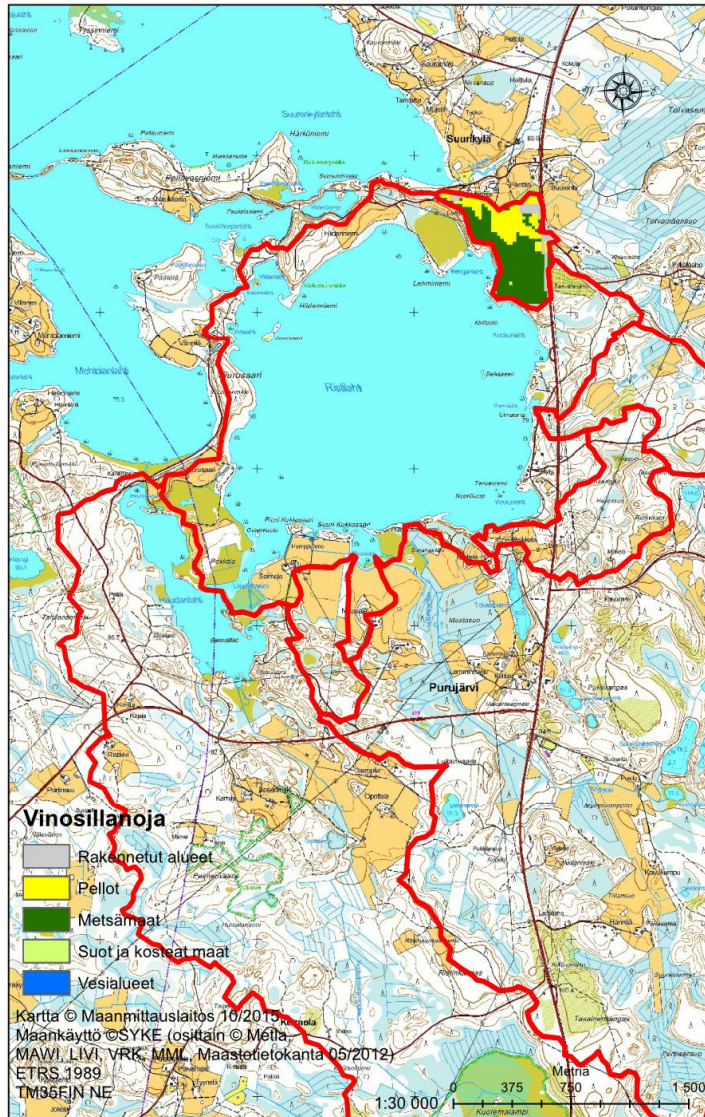


Kuvio 8. Sahinojan osavaluma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)



Kuvio 9. Sahinojan osavaluma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (%)

5.2.4 Vinosillanoja



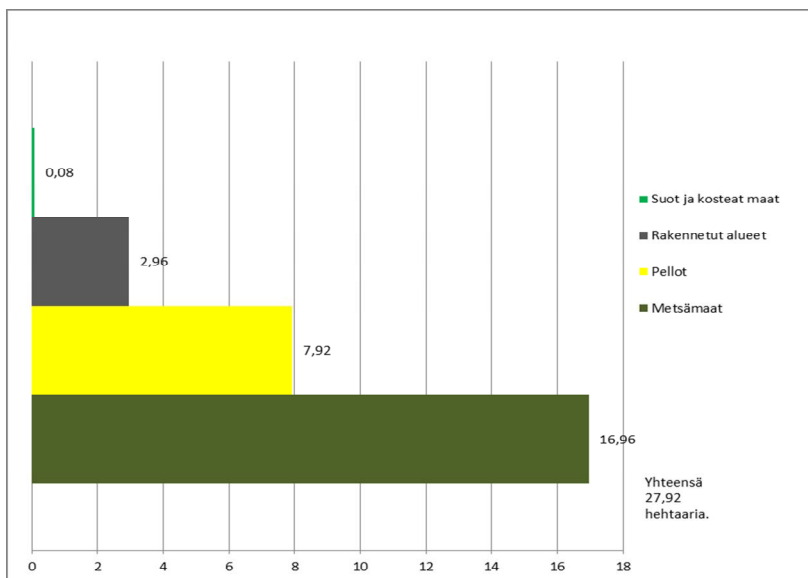
Kuva 11. Vinosillanojan valuma-alue

Vinosillanojan osavaluma-alue on pienin Ristilاهten laskevista mitatuista osavaluma-alueista. Sen pinta-ala on 0,28 km², mikä on 0,1 % valuma-alueen kokonaispinta-alasta ja se sijaitsee Ristilاهden koillispuolella. Vinosillanojan osavaluma-alueelta tuleva fosforikuorma on 3,2 kg/a eli 11,4 kg/km²/a. Vuosittainen typpikuorma Ristilاهden on 102 kg eli 367 kg/km²/a ja kiintoainekuormitus antoi saman tuloksen eli 102 kg/a, joka on 367 kg/km²/a. Kiintoainepitoisuudesta on vain yksi mittaustulos keväältä 2015. Keskimääräinen metsämailta tuleva kuor-

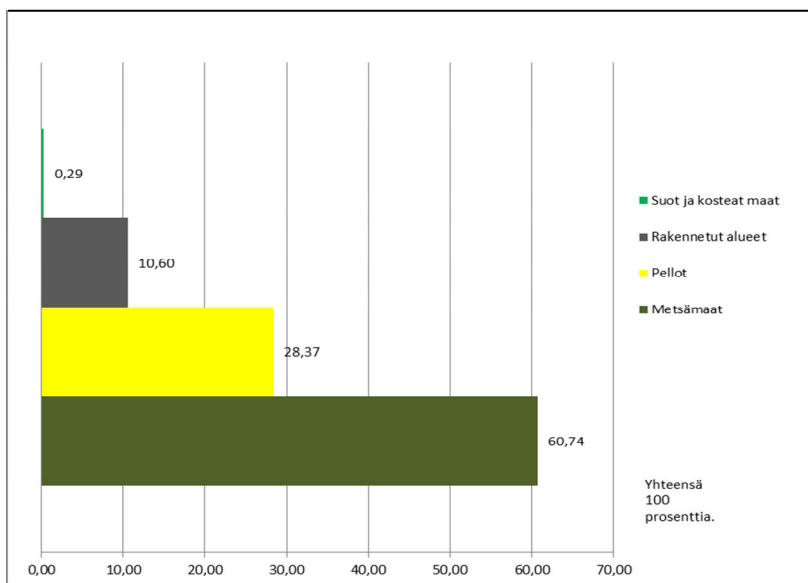
mitus on 11 kg/km²/a ja 190 kg/km²/a (Tossavainen 2014b, s.80). Osuus kokonaiskuormituksesta on fosforilla 0,7 %, typellä 0,9 % ja kiintoaineella 0,2 %.

Vinosillanojan osavaluma-alueelle rakennettavan kosteikon pinta-ala olisi 0,42 ha eli 4 200 m², jos kosteikon pinta-ala on 1,5 % yläpuolisesta valuma-alueesta. Fosforia kosteikko pidättäisi 0,9 kg vuodessa ja typpeä 30 kg vuodessa. Vinosillanojan osavaluma-alue on niin pieni, että täytyy miettiä olisiko näin pienelle valuma-alueelle taloudellisesti järkevää rakentaa kosteikkoa, koska valuma-alueelta tuleva ravinnekuorma on pieni suhteessa muihin osavaluma-alueisiin.

Vinosillanojan osavaluma-alueella suurin osa on muiden osavaluma-alueiden tapaan metsämaata (60,7 %). Peltomaata valuma-alueella on 28,4 %, rakennettuja alueita 10,6 % ja suoalueita 0,3 %. Kuvioissa 10 ja 11 on kuvattu Vinonsillanojan valuma-alueen maankäyttö päätyypeittäin hehtaareina ja prosentteina. Tarkemmat maankäyttötiedot löytyvät liitteestä 1.

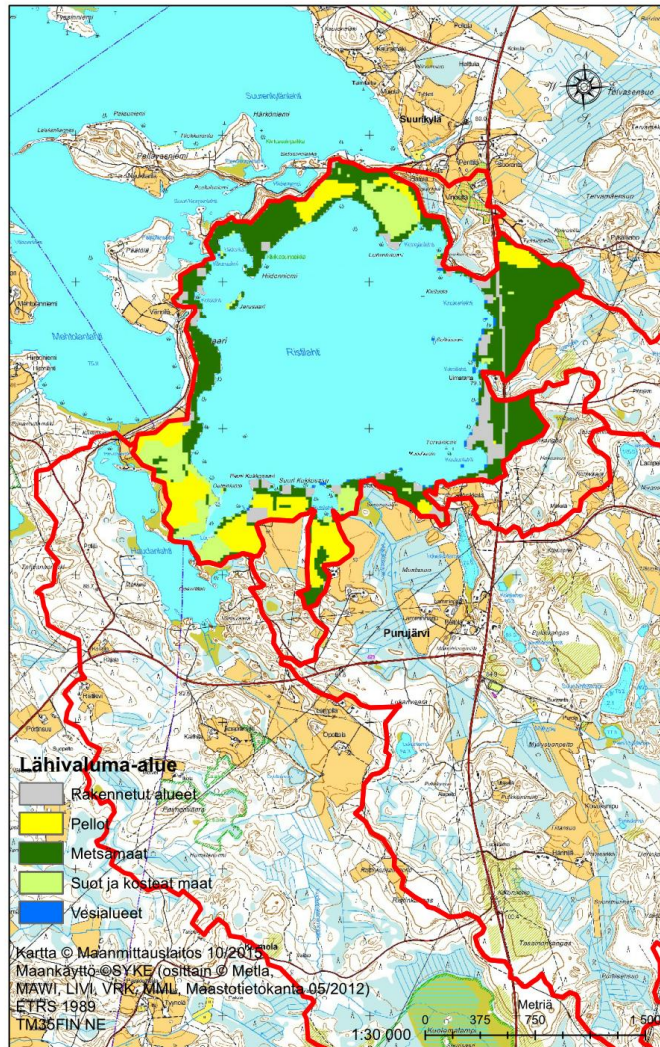


Kuvio 10. Vinosillanojan osavaluma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)



Kuvio 11. Vinosillanojan osavaluma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (%)

5.2.5 Lähi- ja välivaluma-alueet

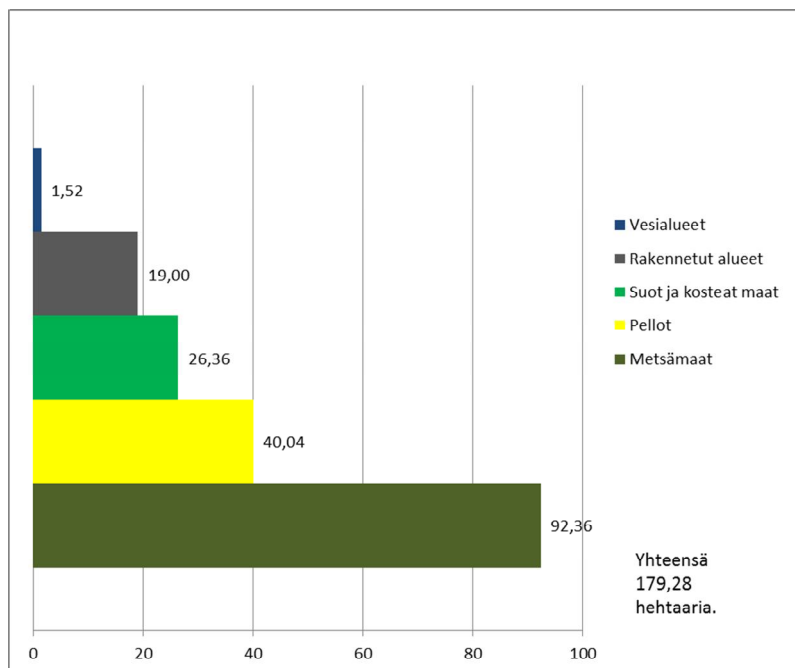


Kuva 12. Lähivaluma-alueen kartta

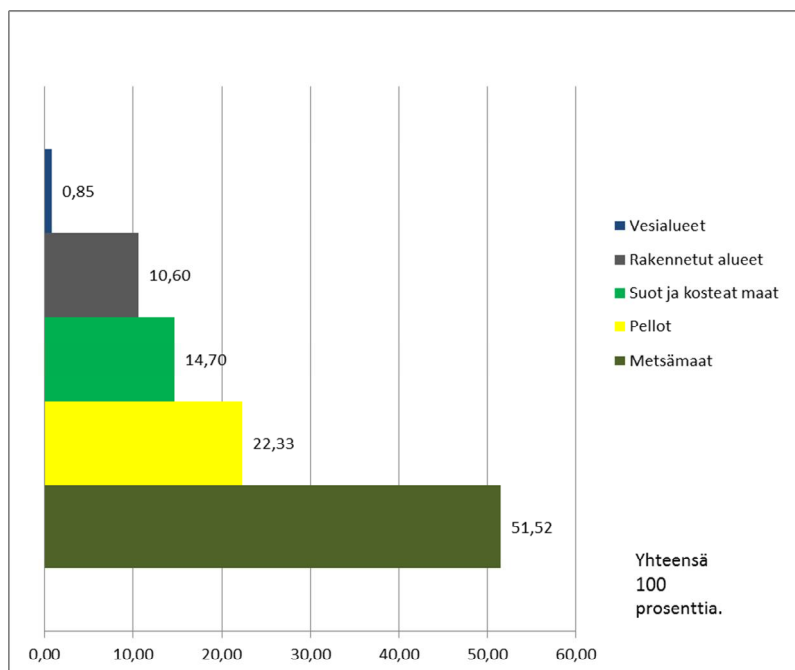
Ristilahden lähivaluma-alueen pinta-ala on 1,8 km², jonka lisäksi muodostuu kaksi välialuetta Ristilahden etelä- ja kaakkoispuolelle, joiden pinta-ala yhteensä on 0,6 km². Lähi- ja välivaluma-alueiden pinta-ala on yhteensä 2,4 km². Näiltä alueilta ei ole pitoisuusmittaustuloksia, joten on käytetty Ristilahden valuma-alueen keskiarvoja. Täten laskennallinen pitoisuus alueella on fosforille 39 kg/a mikä on 16,3 kg/km²/a, typelle 915 kg/a, joka tarkoittaa 381 kg/km²/a, ja kiintoaineelle 4 170 kg/a mikä on neliökilometriä kohden 1 738 kg/a. Keskimääräinen metsämaita tuleva kuormitus on 11 kg/km²/a ja 190 kg/km²/a (Tossavainen

2014b, s.80). Osuus kokonaisuormituksesta on fosforilla 9,4 %, typellä 8,1 % ja kiintoaineella 9,7 %.

Kuvioissa 12 ja 13 on kuvattu lähivaluma-alueen maankäyttö päätyypeittäin hehtaareina ja prosenttiosuuksina. Tarkemmat tiedot maankäytöstä löytyvät liitteestä 1. Metsämaata lähivaluma-alueella on Ristilahden osavaluma-alueille tyypilliseen tapaan eniten (51,2 %). Peltoja lähivaluma-alueella on 22,3 %, suo-alueita 14,7 %, rakennettuja alueita 10,6 % ja suoalueita 0,9 %.



Kuvio 12. Lähivaluma-alueen maankäyttö päätyypeittäin (ha)



Kuvio 13. Lähivaluma-alueen määnkäyttö päätyypeittäin (%)

5.3 Ristilahden ranta- ja vesimakrofyytit

Puruveden rehevöitynein alue on Metsäkeskuksen tekemän Puruveden yleissuunnitelman mukaan Ristilahti. Ristilahteen laskee suhteellisen suurten valuma-alueiden uomia, kuten Haukkolanjoki. Jokaiselta valuma-alueelta valuu Ristilahteen ravinteita, joita Ristilahden ranta- ja vesimakrofyytit sekä kasviplanktonit, käyttävät hyödykseen. Sinileväkukinnot ja havainnot ovat viime vuosina yleistyneet Ristilahdella. Tämä on paikallisten ansiota, sillä havainnot on ilmoitettu aiempaa paremmin ja levän tunnettuus on lisääntynyt.

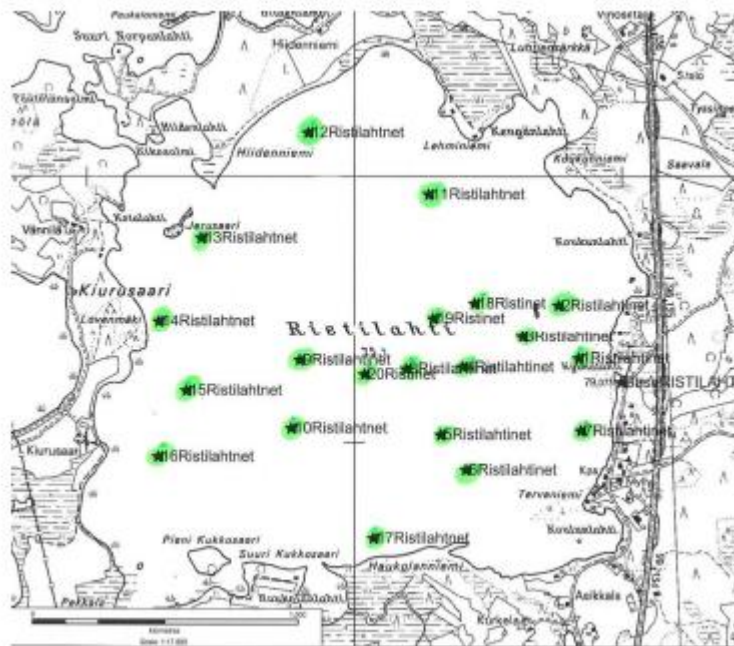
Ristilahden rehevyyttä osoittaa suuresti järviruoko (*Phragmites australis*), joka on hallitsevana lajina ilmaversoisista (*helofyyttisistä*) kasveista. Järviruoko ei itsessään sinänsä indikoi mitään sen suurempaa sillä se on ravinteista riippumaton, mutta Ristilahden runsas ruokojen määrä kertoo, että tarjolla on runsaasti ravinteita käytettäväksi. Ilmaversoisista muita mainittavia lajeja ovat leveös-mankäämi (*Typha latifolia*) sekä järvikaisla (*Schoenoplectus lacustris*), joista erityisesti leveös-mankäämi indikoi veden runsasta ravinnepitoisuutta. Sitä löytyykin usein lahtien pohja-alueilta, jonne mahdollisesti runsas ravinnepitoinen aine on kasaantunut. Järvikaisla kuuluu sarakasveihin, jotka indikoivat veden häiriintymistä tai lievää likaisuutta. Myös kaikki edellä mainitut ilmaversoiset

kasvit hyötyvät suuresti rehevöitymisestä, ja tämä näkyy kasvillisuuden lisääntymisenä.

Kellulehtisistä (*nymfeidit*) päähavainnot olivat kelluskeiholehdessä (*Sagittaria natans* Pall.), ulpukoissa (*Nuphar lutea*, isoulpukka) ja valkolumpeissa (*Nymphaea alba*). Lumpeissa suurinta otantaa edustaa Suomenlumme (*Nymphaea tetragona*) sekä Pohjanlumme (*Nymphaea alba*). Molemmat lumeet esiintyvät runsaslukuisina ja hyötyvät suuresti rehevästä vesialueesta sekä pohjan sedimenttipitoisuudesta. Tämä ilmenee mm. siten, että kivipohjaisilla alueilla ei lumpeita esiintynyt. Kelluskeiholehden runsaslukuinen esiintyminen kertoo veden ja pohjan suuresta ravintopitoisuudesta ja sen hyötyminen rehevästä kasvupaikasta näkyy helposti. Kelluskeiholehteä on paikoitellen niin runsaasti, että liikkuminen vesiteitse alueella on vaikeaa. Uposlehtisen (*elodeidit*) pääluokkaa edusti karvalehti (*Ceratophyllum demersum*), joka on irtokelluja (*lemnidit*), mutta kokonaisuudessaan veden alla.

Kasvillisuuden raja veden syvyydessä mitattuna oli noin 2,1–2,4 metriä riippuen pohjan laadusta. Kivipitoisilla alueilla kasvillisuuden määrä oli huomattavasti vähäisempi kuin sedimenttipitoisilla. Tämä on ymmärrettävää ravinteiden saataavuuden perusteella. Myös valon määrällä on väliä, sillä varjoisilla paikoilla kasvillisuutta oli huomattavasti vähemmän kuin aurinkoisella rannalla.

5.4 Ristilahden kalastorakenne



Kuva 13. Nordic- yleiskatsausverkkojen sijainti Ristilahden koekalastuksessa (Tossavainen, 2014a)

Ristilahden kalastorakenne tutkittiin vuoden 2014 syksyllä Karelia-ammattikorkeakoulun toimesta. Keskimääräinen yksikkösaalis 20 verkkoyön otannalla oli 2,8 kg, joka on 179 kalayksilöä (Tossavainen 2014a).

Tammen ym. (2006) laatiman regressiosuhteen mukaan Ristilahden veden kokonaisfosforipitoisuus olisi keskimääräisen yksikkösaaliin (2,8 kg, 179 kalayksilöä) perusteella noin 75 - 90 $\mu\text{g/l}$. Nämä pitoisuudet ovat eutrofisille järville tyyppisiä (Tossavainen 2014a.)

Särkikalojen (särki, lahna, pasuri ja salakka) osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista on 56,4 %. Petoahventen eli yli 15 cm osuus oli 26,2 % kaikkien petokalojen osuus 29,8 % (Taulukko 8). Petokalojen osuus kalasaaliista on hyvällä tasolla, mutta särkikalojen määrä kertoo hoitokalastuksen tarpeesta.

Kalastosta on tehty iänmääritys. Tulosten mukaan petokalojen kehitys on iän mukaista. Särki- ja lahnayksilöiden iän mukainen kasvu on ollut huonoa tai kohtalaista. Tämä kertoo särkikalojen suuresta määrästä suhteessa tarjolla olevaan

ravintoon. Särkikalat tyypillisesti käyttävät ravinnokseen myös pohjasedimenttiä, mikä osaltaan voi aiheuttaa sisäistä kuormitusta Ristilahdessa ja edesauttaa rehevöitymistä.

Taulukko 8. Ristilahden koekalastuksen tunnusluvut (Tossavainen 2014a)

Kalaryhmä	Keskimääräisen yksikkösaaliin kappalemäärä	Keskimääräisen yksikkösaaliin massa (g)	Osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista (kpl, %)	Osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista (g, %)
särkikalat	104,9	1581	58,6	56,4
ahven, pituus yli 15 cm (ts. petoahvenet)	8,7	733	4,9	26,2
ahven, kaikki	72,7	1105	40,6	39,5
petokalat	8,8	835	4,9	29,8

5.5 Ristilahden pohjan tila

Ristilahden pohjan tilan tutkimuksen on toteuttanut Karelia-ammattikorkeakoulu kevättalvella 2015 (Tossavainen 2015a). Pohjan tilan tutkimuksessa on selvitetty pohjasedimentin nykytila, pintasedimentin redox-potentiaali sekä pohjaeläimistö.

5.5.1 Pohjasedimentti

Ristilahdella tumman, vesipitoisen sedimentin kokonaismäärä vaihtelee suuresti. Havaintopaikoilla 1 - 13 sedimentin määrä on 25 - 319 cm. Sedimentin laatu ja määrä on esitetty taulukoissa 19 ja 20, sivuilla 43 ja 44. Tossavaisen (2015a) mukaan keskimäärin ainesta oli 105 cm, joten vesipitoisen sedimentin kokonaismäärä on karkeasti n. 3 milj. t, josta kuiva-aineen osuus on n. puoli miljoonaa tonnia. Tossavaisen (2015a) laskelmien mukaan kokonaisfosforin määrä sedimentissä on 272 t ja kokonaistypen määrä on 4 700 t.

Pohjasedimentin laboratorionäyte otettiin havaintopisteeltä 3 (kuva 14, s. 56). Lisäksi kartalle on merkitty Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen vedenlaadun seurantapiste tunnuksella "Ristilahtielynseuranta" (Tossavainen 2015a). Näyte ana-

lysoitiin Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistyksen laboratoriossa Tampereella. Laboratoriotulosten mukaan sedimentin vesipitoisuus oli 82,2 %, joten kuiva-aineen osuus oli 17,8 %. Orgaanisen aineksen osuus 3 %, mineraaliaineen osuus 14,8 %, kokonaisfosforin kuiva-ainepitoisuus 0,52 g/kg ja typen kuiva-ainepitoisuus sedimentissä on 9 g/kg.

Taulukko 9. Puruveden Ristilahden havaintopaikkojen 1-10 pohjasedimentin ulkonäkö ja muut visuaaliset havainnot (Tossavainen 2015a, 15)

Havaintopaikka	Vesisyv.(m)	Sedimentin näytesyvyys (cm)	Sedimentin ulkonäkö
1 (Kengänlahden edusta)	1,77	0-115	Hyvin vesipitoista, lievästi ruskehtavan pikimustaa hienojakoista ainesta
		115-117	Hopeanharmaata, luultavasti varsin puhdasta savea
2 (Tervaniemen edusta)	2,50	0-107	Ruskehtavan mustaa, hienojakoista vesipitoista ainesta
		107-126	Jokseenkin pikimustaa, hienojakoista vesipitoista ainesta
		176-	Jokseenkin pikimustaa, hienojakoista vesipitoista ainesta, seassa hiekkää
3 (ulappa, melko keskellä Ristilahtea)	2,41	0-319	Lähes pikimustaa, hienojakoista vesipitoista ainesta
		319-349	Ilmeisen puhtas hopeanharmaa savi, jossa runsaasti epäsäännöllisin välein ohuita (noin 1...10 mm) jokseenkin pikimustia raitoja
4 (Hiidenniemen ja Lehminiemen välillä)	2,19	0-80	Hyvin vesipitoista, lievästi ruskehtavan pikimustaa hienojakoista ainesta
		80-87	Hopeanharmaata, luultavasti varsin puhdasta savea
5 (Kikosalmen edusta)	1,35	0-100	Hyvin vesipitoista, jokseenkin pikimustaa hienojakoista ainesta
		100-198	Jokseenkin pikimustaa hienojakoista ainesta, vesipitoisuus ehkä noin 60...70%
		198-200	Tummanharmaata hienojakoista ainesta, ehkä saven ja orgaanisen aineksen sekoitus
		205-258	Ilmeisen puhtas hopeanharmaa savi, jossa runsaasti epäsäännöllisin välein ohuita (noin 1...10 mm) jokseenkin pikimustia raitoja
6 (Kiurusaaren edusta)	1,70	0-25	Pikimustaa hienojakoista, vesipitoista ainesta
		25-41	Ruskeaa hienojakoista ainesta, valtaosin hiekkää
7 (Löppölän salmen edusta)	1,23	0-15	Hajoamatonta vesisammalmassaa
		15-30	Vaaleanruskeaa hienojakoista ainesta; hiekan ja orgaanisen aineksen sekoitusta
		30-50	Ruskehtavan mustaa, hienojakoista ainesta, seassa ehkä hiukan savea
8 (Pienen ja Suuren Kukkoisaaren välissä)	1,42	0-25	Hyvin vesipitoista, hienojakoista ainesta, seassa hiekkää runsaasti
		25-40	Hienojakoista hiekkää, mustan liuennon orgaanisen aineksen värjäämää, seassa hyvin huonosti hajonneita makrofyyttien kappaleita
9 (Rutalahden edustalla)	1,69	0-61	Ruskehtavan pikimustaa hienojakoista ainesta. pinnimmäisessä 0-10 cm:ssä hienojakoista hiekkää seassa
10 (Rutalahti)	0,75	0-128	Ruskehtavan mustaa hienojakoista vesipitoista ainesta, pinnimmäisen 0-25 cm:n vesipitoisuus hyvin korkea
		128-130	Melko puhtaanoloista harmaata savea, seassa karkeaa orgaanista ainesta

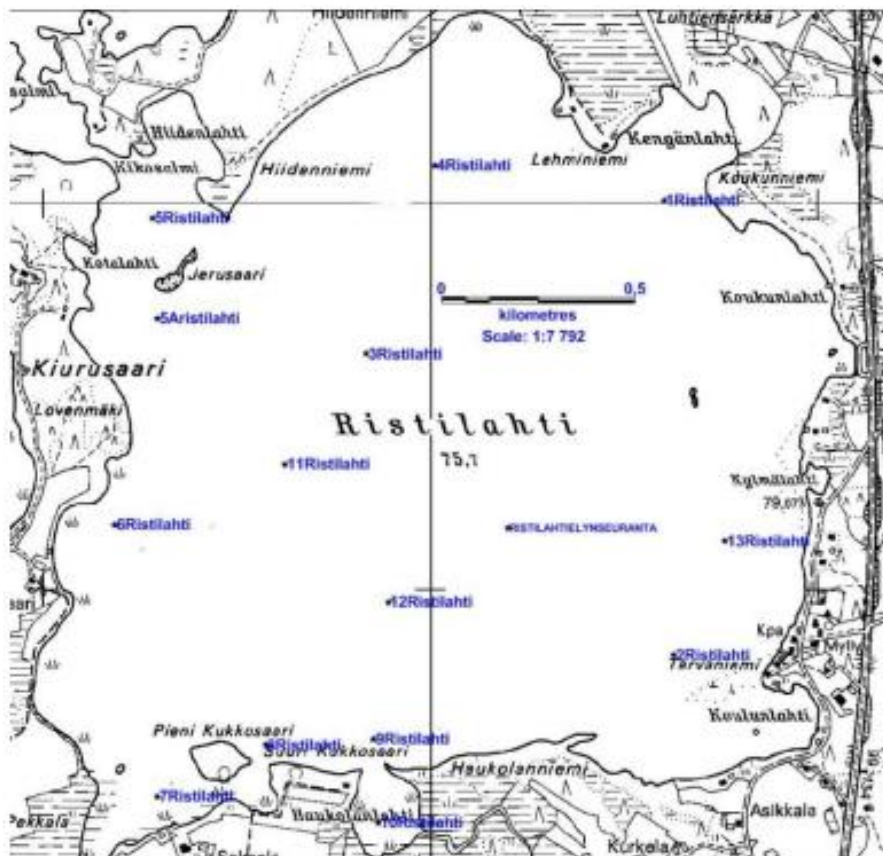
Taulukko 10. Ristilahden havaintopaikkojen 5A, 11, 12 ja 13 pohjasedimentin ulkonäkö ja muut visuaaliset havainnot (Tossavainen 2015a, 15)

Havaintopaikka	Vesisyv.(m)	Sedimentin näytesyvyys (cm)	Sedimentin ulkonäkö
5A (Jerusaanen eteläpuolella)	1,74	0-9	Tummanruskeaa, hienojakoista, hyvin vesipitoista ainesta
		9-26	Tummanruskeaa, kuivakkaa, runsaasti karkeaa elioperäistä ainesta seassa
11 (keskinen ulappa)	2,39	0-157	Tummanruskeaa, hyvin vesipitoista ainesta, hiukan huonosti hajonnutta makrofyttiaainesta seassa
		157-200	ilmeisen puhdasta harmaata savea
12 (Haukolanniemestä noin 400 metriä pohjoiseen)	2,41	0-35	Tummanruskeaa, hienojakoista hyvin vesipitoista ainesta
		35-58	Jokseenkin mustaa hienojakoista vesipitoista ainesta
		58-62	Hienojakoista mineraaliainesta, ts. hiekkää
13 (Kylmälahden uimarannan edusta)	2,25	0-10	Hienojakoista ja hyvin vesipitoista tummanruskeaa ainesta
		10-93	Tummanruskeaa hienojakoista ainesta
		93-95	Hienojakoista mineraaliainesta, ts. hiekkää

Paras ajankohta redox-potentiaalin tutkimiselle on talvikerrostuneisuuden loppuvaihe, jolloin happitilanne on heikoimmillaan ja johon tämäkin tutkimus ajoitettiin. Ristilahdella tutkimus suoritettiin vuoden 2015 helmi- ja maaliskuussa, jossa 13 havaintopaikalla tehtiin yhteensä 25 mittausta. Mittauspaikat on esitetty kuvassa 14, sivulla 56. Tutkimuksessa selvisi, että redox-potentiaali vaihteli välillä -142 - +485 mV (taulukko 11, sivulla 56). Vain kahdella mittauspaikalla (havaintopaikat 1 ja 9) tulos ylitti +300 mV, joka on perusedellytys fosforin pidätykselle vesialtaan pohjasedimentissä. Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että sisäisen kuormituksen riski eli fosforin ja metallien, kuten raudan ja mangaanin, vapautuminen pohjasta on huomattavan suuri. Redox-potentiaalin tärkeitä arvoja taulukossa 3 (s. 21). (Tossavainen 2015a.)

Taulukko 11. Ristilahden pintasedimentin redox-potentiaali (E_h) havaintopaikoilta 1 - 13 keväällä 2015 (Tossavainen 2015a)

Havaintopaikka (vesisyvyys)	E_h 24.02.2015 (mV)	E_h 17.03.2015 (mV)	E_h 24.-25.03.2015
1 (1,77 m)	Ei mitattu	+485	+197
2 (2,50 m)	Ei mitattu	-2	+6
3 (2,41 m)	-77	-28	+133
4 (2,19 m)	-34	-142	+91
5 (1,35 m)	+115	+105	+35 (5A)
6 (1,70 m)	+194	-131	Ei mitattu
7 (1,23 m)	+215	Ei mitattu	+175
8 (1,42 m)	Ei mitattu	-8	+175
9 (1,69 m)	+399	Ei mitattu	+159
10 (0,75 m)	+48	Ei mitattu	Ei mitattu
11 (2,54 m)	Ei mitattu	Ei mitattu	+128
12 (2,30 m)	Ei mitattu	Ei mitattu	+114
13 (2,30 m)	Ei mitattu	Ei mitattu	+69
Olosuhteet	Havaintopaikkojen 3, 4 ja 5 mittausta saattoi häiritä navakka tuuli	Tyyntä, muutama aste lämmintä, moitteettomat mittausolot	24.3. kova, navakka tuuli, +3 °C, 25.3. +0 °C, tyyntä, hyvä mittaussää



Kuva 14. Puruveden Ristilahden pohjasedimentin ja pohjaelämistön havaintopaikat keväällä 2015 (Tossavainen 2015a)

5.5.2 Pohjaeläimet

Ristilahdella tutkittiin kevättalvella 2015 myös pohjaeläimistö 14 havaintopaikalla, joissa havaittiin 22 näytteestä 12 eri pohjaeläintaksonia (taulukko 12). Mahdollisesti taksoneita voi olla enemmänkin, pääasiassa surviaissääski lajeja (Tossavainen 2015a). Kuva 15 laboratoriossa tutkitusta pohjaeläinsaaliista on sivulla 59. Kuvassa näkyvät järvisimpukat olivat jo kuolleet ennen näytteenottoa.

Pohjaeläimistön tila Ristilahdella on heikko. Useat havaitut taksonit ilmentävät veden mesotrofiaa ja eutrofiaa. Taulukossa 13, sivulla 59 on havaittujen pohjaeläintaksonien indikaattoriarvot.

Pohjaeläimistö on arvioitu käyttämällä Shannon-Wienerin indeksiä (taulukko 5, sivulla 28). Shannon-Wiener indeksin arvoksi on Ristilahden pohjaeläintutkimuksissa saatu 1,72, joka ilmentää pohjan vähäistä eliöstön biodiversiteettiä. Myös taksonien vähäinen määrä tukee tutkimuksen tulosta pohjan tilasta.

Taulukko 12. Ristilahden pohjaeläinhavainnot kevättalvella 2015 (Tossavainen 2015a)

Havaintop aika (pvm)	Taksoni (kp/m ²)												
	<i>Chironom idae</i>	<i>Chaobu rus spp.</i>	<i>Oligochae ta</i>	<i>Ceratopogo nidae</i>	<i>Asellu s aquati cus</i>	<i>Stagnicol a palustris</i>	<i>Nemato da</i>	<i>Lymna ea sp.</i>	<i>Anodont a cygnea</i>	<i>Trichopte ra</i>	<i>Pisidium spp.</i>			Planorbi dae
	surviaiss ääski	Sulkasi äski	Harvasuka mato	Polttiainen	vesijä ra	Järvilimak otilo	sukkula mato	Limako tilo	Järvisimp ukka	Vesiperh onen	hernesim pukka	Kiekkok otilo	
1 (12.2.)	138	69	208	277	0	0	69	0	0	0	0	0	
1 (26.3.)	138	0	138	138	0	0	69	35	0	0	0	0	
2 (12.2.)	519	0	104	208	0	0	415	0	0	173	0	0	
2 (25.3.)	277	0	0	138	0	0	69	0	0	0	0	0	
3 (12.2.)	761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3 (24.3.)	796	104	69	381	0	0	0	0	0	35	0	0	
4 (12.2.)	35	0	0	0	0	0	0	0	0	104	104	69	
4 (24.3.)	311	35	35	35	0	0	69	0	35	0	0	0	
5 (12.2.)	346	104	346	69	0	0	0	0	0	0	0	0	
5A (24.2.)	381	0	173	277	0	0	138	0	69	0	0	0	
5A (24.3.)	138	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	
6 (24.2.)	104	0	277	69	0	0	138	0	0	0	0	0	
7 (24.2.)	0	0	0	0	69	35	0	0	0	0	0	0	
7 (24.3.)	0	35	0	173	346	0	69	0	0	35	0	0	
8 (12.2.)	0	0	35	0	242	0	35	0	0	0	0	0	
8 (25.3.)	69	0	104	104	554	0	69	0	0	138	0	0	
9 (12.2.)	69	0	69	277	0	0	69	0	0	0	0	0	
9 (25.3.)	69	0	35	346	0	0	0	0	0	0	0	0	
10 (12.2.)	415	35	69	242	0	0	0	0	0	0	0	0	
11 (24.3.)	761	35	104	35	0	0	0	0	0	0	0	0	
12 (25.3.)	623	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	
13 (25.3.)	346	35	246	242	0	0	311	0	0	0	0	0	
keskiarvo	286	21	91	137	55	2	72	2	5	22	5	3	
osuus (%)	40,8	3,0	13,0	19,5	7,9	0,3	10,3	0,3	0,7	3,1	0,7	0,4	

Taulukko 13. Ristilahdella havaittujen pohjaeläintaksonien indikaattoriarvot

Taksoni	Vesiekosysteemin rehevyytaso, jota ilmentää, suosii, sietää
Surviaissääsken toukka (Chironomidae)	Yleensä eutrofia
Sulkasääsken toukka (<i>Chaoborus</i> sp.)	Eutrofia
Harvasukasmato (Oligochaeta)	Yleensä eutrofia
Polttiaisen toukka (Ceratopogonidae)	Eutrofia
Vesisiira (<i>Asellus aquaticus</i>)	Mesotrofia
Limakotilo (<i>Lymnaea</i> sp.)	Mesotrofia
Sukkulamato (Nematoda)	eutrofia
Järvisimpukka (<i>Anodonta cygnea</i>)	Oligotrofia...mesotrofia
Vesiperhosen toukka (Trichoptera)	Oligotrofia
Hernesimpukka (<i>Pisidium</i> sp.)	Oligotrofia
Kiekkokotilo (Planorbidae)	Oligotrofia...mesotrofia



Kuva 15. Ristilahdella havaintopaikalta 5 saatuja pohjaeläinnäytteitä. Kuvan järvisimpukat olivat jo näytteenottohetkellä kuolleita. (Kuva: Tarmo Tossavainen)

6 Mehtolanlahti

6.1 Kalastorakenne



Kuva 16. Mehtolanlahden kalansaalista päästämässä Joonas Hirvonen (vas.) ja Olavi Tynkkynen. Kuva: Tarmo Tossavainen (2015b).

Mehtolanlahdella on suoritettu koekalastus syksyllä 2015 (kuva 16). Koekalastus tehtiin Nordic-yleiskatsausverkolla (kuva 5, s. 26). Mehtolanlahden vesiala on noin 200 hehtaaria ja suurin syvyys keskivedenkorkeudella 3,5 m. Mehtolanlahden koekalastus suoritettiin 25.8. - 10.9.2015. Yhteensä verkkoöitä kerjettiin 22 (Tossavainen 2015b).

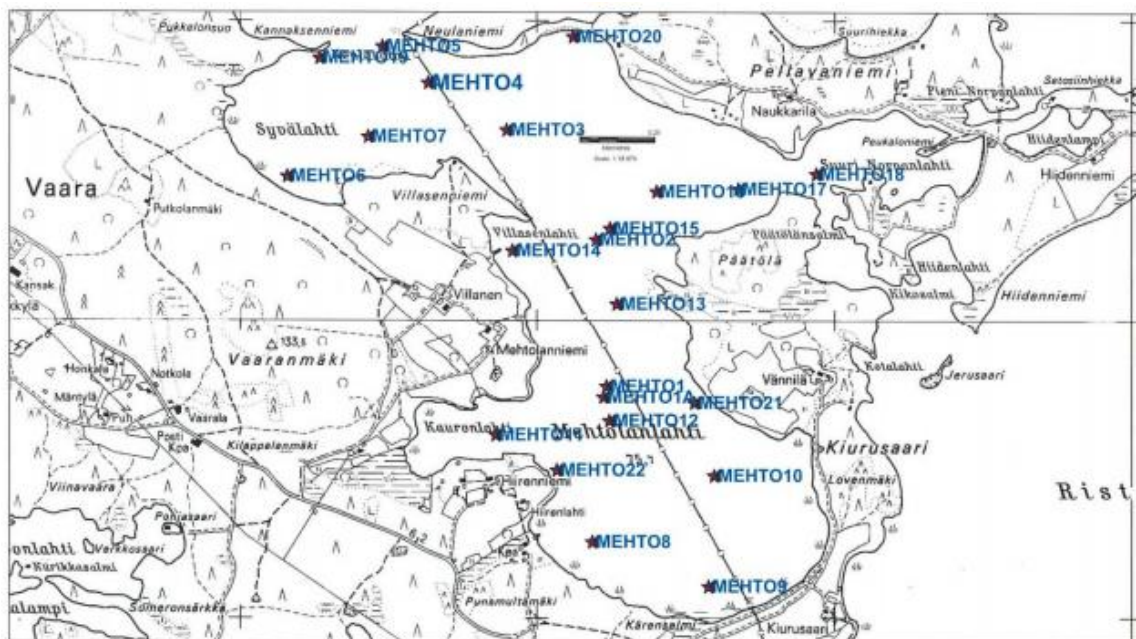
Tammen ym. (2006) laatiman regressiosuhteen mukaan Mehtolanlahden veden kokonaisfosforipitoisuus olisi keskimääräisen yksikkösaaliin biomassan (1,8 kg, 56 kalayksilöä) perusteella noin 14 - 35 µg/l. Nämä pitoisuudet ovat mesotrofisille järville tyypillisiä arvoja. (Tossavainen 2015b.)

Särkikalojen (särki, lahna, sorva ja salakka) osuus keskimääräisestä yksikkösaaliista on 44 %. Petoahventen eli yli 15 cm pituisten yksilöiden osuus oli

30,9 % kaikkien petokalojen osuus 37,7 % (Taulukko 24, sivulla 50). Mehtolanlahdella petokalojen osuus on hyvä ja särkikalojen osuus Tammen ym. (2006) mukaan on hyväkuntoisten vertailujärvien tasolla.

länmäarityksessä saatujen tulosten mukaan petokalojen kasvunopeus on kohtalaisen hyvä. Särkikalojen kasvunopeus oli kohtalainen tai heikko, joka ilmentää särkikalojen suurta määrää käytettävissä olevaan ravintoon nähden. Voidaan olettaa särkikalojen käyttävän ravinnokseen myös pohjasedimenttiä, joka aiheuttaa osaltaan sisäistä kuormitusta Mehtolanlahdessa ja edesauttaa rehevöitymistä.

Petokalojen osuus kalasaaliista on hyvällä tasolla, mutta särkikalojen, etenkin lahnojen, suuri määrä kertoo hoitokalastuksen tarpeesta. Hoitokalastuksessa on huomioitava haukikannan säilyttäminen hyvällä tasolla.



Kuva 17. Nordic-yleiskatsausverkkojen sijainti koekalastuksessa (Tossavainen, 2015b)

Taulukko 14. Mehtolanlahden koekalastuksen tunnusluvut

	kpl	massa (g)	osuus (kpl, %)	osuus (g, %)
särkikalat	23,3	767,3	41,9	44,0
ahven > 15 cm	4,7	539,5	8,5	30,9
ahven, kaikki	31,5	846,8	56,7	48,5
petokalat	4,8	658,6	8,7	37,7

6.2 Ranta- ja vesimakrofyyttikartoitus

Mehtolanlahden kasvillisuus on verrattavissa Ristilahteen. Mehtolanlahdella on suuri Neulasalmi, jonka kautta vesi pääsee vaihtumaan nopeammin ja suurina määrinä. Mehtolanlahden veden laatu on suuresti kiinni tuulen suunnasta. Jos tuoretta, hapekasta ja raikasta vettä tulee pohjoisesta tuulen vaikutuksen vuoksi, on tällöin Mehtolanlahden veden laatu hetkellisesti parempi ja veden vaihtuvuus on suurin eroavaisuus verrattuna sulkeutuneempaan Ristilahteen. Mehtolanlahden sinileväkukinnot ovat olleet huomattavia viime vuosina. Paikallisten kertoman mukaan jopa koko Mehtolanlahti on ollut sinilevän vallassa, jolloin sen käyttö on ollut ajoittain mahdotonta.

Mehtolanlahden kasvillisuus koostuu lähinnä järviruo'osta (*Phragmites australis*) jota on paikoin runsaasti, jopa yli sata metriä leveä vyöhyke rannasta mitattuna. Järvikaislaa (*Scirpus lacustris*) ilmenee paikoin, yleisesti muutaman neliön kokoisina kasvustoina. Leveäosmankäämin (*Typha latifolia*) levinneisyys ei ole vielä kovin suuri, mutta paikoin sen kasvustot ovat runsaita, kymmenien neliöiden kokoisia. Mehtolanlahti on rannoiltaan aika matala, sillä suurin syvyys löytyy Neulasalmesta (n. 5 m), ja Neulasalmesta puhaltavat tuulet ovat seurausta sille, että Mehtolanlahden pohjan sedimentti lähtee liikkeelle. Mehtolanlahden rannat ovat pääosin erilaisten sarakasvien eri leveydellisen vyöhykkeen vaikutuksen alainen. Sarakasvit indikoivatkin veden häiriintymistä tai lievää likaantu-

mista, mutta sarojen runsas määrä kertoo, että tätä tapahtumaa on jatkunut jo niin kauan että sarakastele on kasvanut runsaaksi. Mehtolanlahden kasvillisuuden raja veden syvyydessä mitattuna noudattaa hieman yli kahden metrin syvyyttä. Rannat ovat paikoin karuja, syviä ja kivisiä joka näkyy siten että ranta- ja vesikasvillisuus jopa paikoin puuttuu näiltä kohdilta. Mehtolanlahden keskellä on 3-4 metrin syväne, josta kasvaa runsaasti ahvenvitaa (*Potamogeton perfoliatus*).

Taulukko 15. Veden luonnontilaisuuden tai vain häiriintyneisyyden osoittajia

Kasvilaji	Tieteellinen nimi	Indikoi
Järvikorte	<i>equisetum fluviatile</i>	indifferentti
Lahnanruoho	<i>Isoëtes lacustris</i>	oligotrofia

Taulukko 16. Veden häiriintymisen tai lievän likaisuuden osoittajia

Kasvilaji	Tieteellinen nimi	Indikoi
Järviruoko	<i>Phragmites australis</i>	indifferentti
Kurjenmiekkä	<i>Iris pseudacorus</i>	eutrofia
Luhtasara	<i>Carex vesicaria</i>	mesotrofia-eutrofia
Pullosara	<i>Carex rostrata</i>	indifferentti
Ratamosarpio	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	mesotrofia-eutrofia
Ulpukka	<i>Nuphar lutea</i>	indifferentti
Viiltosara	<i>Carex acuta</i>	mesotrofia-eutrofia

Taulukko 17. Veden likaisuuden osoittajia

Kasvilaji	Tieteellinen nimi	Indikoi
Karvalehti	<i>Ceratophyllum demersum</i>	eutrofia
Kelluskeiholehti	<i>Sagittaria natans</i>	mesotrofia-eutrofia
Leveäosmankäämi	<i>Typha latifolia</i>	mesotrofia-eutrofia
Lumme	<i>Nymphaea alba</i> , <i>Nymphaea tetragona</i>	indifferentti, oligotrofia- mesotrofia
Uistinvita	<i>Potamogeton natans</i>	indifferentti

7 Suositeltavat kunnostustoimenpiteet

7.1 Ristilahti

Suuren särkikalakannan vuoksi on suositeltavaa suorittaa hoitokalastustoimenpiteitä. Tossavaisen (2014a) laskelmien mukaan poistettava saalismäärä olisi n. 80 kg/ha, mikä tarkoittaa noin 20 tonnin saalista vuodessa. Hoitokalastusta olisi jatkettava 3–4 vuotta.

Valuma-alueelta tuleva kuormitus on saatava kuriin. Metsäkeskuksen Puruveuden kunnostussuunnitelmassa on tehty alustavia kunnostustoimenpidesuunnitelmia valuma-alueelta tulevan kuormituksen pidättämiseksi myös Ristilahden valuma-alueelta. Metsäkeskuksen suunnittelemissa kunnostustoimenpiteistä on toteutettu yksi kosteikko Ristilahden valuma-alueella.

Valuma-alueella oleva haja- ja kesäasutus voivat omalta osaltaan lisätä valuma-alueelta tulevaa kokonaisravinnekuormitusta.

Metsäkeskus on teettänyt esitettyjen hoitotoimenpiteiden vaikuttavuusarvioinnin FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:llä. Metsäkeskuksen suunnitelman mukaan mahdollisesti toteutettavat kosteikot ym. vesiensuojelutekniset rakenteet ovat kooltaan pieniä, mutta rakenteita on sijoitettu valuma-alueelle useampia, joten niiden yhteisvaikutus on riittävällä tasolla. Kosteikon tulisi olla 1–2 % yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta, mikä tarkoittaa esimerkiksi että meidän laskelmien mukaan Haukkolanjokeen suunnitellun kosteikon tulisi olla 16-32 ha, Sahinojaan 1,2–2,4 ha ja Vinosillanojaan 0,3–0,6 hehtaaria. Sahinojalta Ristilahden tuleva kuormitus suhteessa valuma-alueen kokoon on niin merkittävä, että ravinteiden lähteet tulisi tutkia kunnolla. Lisäksi on myös suunniteltava mahdollisia laskeutusaltaita ja pintavalutuskenttä. Jos jokaiseen osavaluma-alueeseen rakennettaisiin vain kosteikko, jonka pinta-ala on 1,5 % yläpuolisesta valuma-alueesta saadaan koko valuma-alueelta tulevasta kokonaisfosforista pidätettyä 30 % eli n. 100 kg/a ja kokonaistypestä 16 % eli n. 1 640 kg/a.

Vesikasvien niitto ja ruoppaus on suositeltavaa vesipinta-alan kasvattamiseksi. Mutta vesikasvien tärkeä ekologinen merkitys on otettava huomioon ennen niiton ja ruoppauksen suorittamista. Ruoppauksen hinta voi myös olla suuri riippuen poistettavan pohjasedimentin määrästä ja ruoppaustekniikasta. Ruoppauksessa ja niitossa on lisäksi huomioitava saadun kasvi- ja sedimenttijätteen loppusijoituspaikka ja kuljetus. Jos ruopattava määrä on yli 500m³, tarvitaan lupa aluehallintovirastolta.

Suoritettujen mittausten mukaan myös Ristilahden hapettaminen voisi edesauttaa fosforin pidättymistä pohjasedimenttiin. Hapettamisesta on saatu hyviä kokemuksia esimerkiksi Kiteenjävellä ja Tohmajävellä.

Hapettamisen ja hoitokalastuksen yhdistäminen valuma-alueella tehtäviin vesiensuojeluteknisiin rakenteisiin nopeuttaisi Ristilahden tilan paranemista. Yhdessä toteutetut hoitotoimenpiteet myös osaltaan ehkäisisivät sinileväesiintymiä. Hoitotoimenpiteitä ei missään nimessä kannata tehdä yksitellen, vaan niitä on yhdistettävä muihin. Jos valuma-alueelta tulevaa kuormitusta ei saada kuriin, mutta Ristilahtea esimerkiksi ruopataan, ongelma ei poistu – vaan siirtyy kenties muutamilla vuosilla.

7.2 Mehtolanlahti

Mehtolanlahden pohjoisosassa oleva Neulasalmi on iso avoin alue, joka mahdollistaa lahden veden suuren vaihtuvuuden. Veden laadun suuret vaihtelut voivat osakseen johtua tuulen suunnasta, jolloin pohjoisesta tuullessa, ajautuu Mehtolanlahteen täysin erilaatuista vettä. Lahteen kuitenkin kaikkien tehtyjen havaintojen mukaan kertyy ravinteita ja sedimenttiä joka kuormittaa lahtea.

Mehtolanlahdella on myös suuri hoitokalastuksen tarve. Hoitokalastuksen saalistavoite olisi Tossavaisen (2015b) mukaan noin 60 kg/ha, joka tarkoittaa noin 12 tonnin vuosittaista saalista. Hoitokalastuksen kesto olisi noin 3–4 vuotta, jotta riittävän suuri kalaston ikäjakauma tulisi saaliiksi.

Mehtolanlahteen tuleva ulkoinen kuormitus tulisi myös tutkia tarkemmin, sillä sitä ei ole riittävästi tutkittu ja täten ei voida tarkoin todeta valuma-alueelta tulevaa kuormituksen määrää ja laatua.

Mehtolanlahden mahdollinen hoitokalastus voitaisiin osin yhdistää vesikasvien niittoon ja mahdollisesti myös ruoppaukseen, jolloin sisäistä kuormitusta saadaan vähennettyä. Koska valuma-alueelta tulevaa kuormitusta ei tiedetä, on mahdotonta sanoa millaisia hyötyjä em. hoitotoimenpiteillä on mahdollista saavuttaa.

8 Pohdinta

8.1 Tarkastelu

Työn tavoitteet on saavutettu, mutta työn valmistuttua on vielä avoimia kysymyksiä ja selvitettäviä asioita. Ristilahden valuma-alueelta tulevan kuormituksen laskemisessa on epäselviä asioita, kuten peltoviljely, metsämaan käyttö ja mahdollinen ojitus sekä asutuksen aiheuttama kuormitus. Laskelmamme ovat tehty vesinäytteiden pohjalta, joten vaikka maankäyttötietoja ei tiedetä, on arvioitu kuormituksen määrä luotettava. Laskelmat on tehty otettujen näytteiden perusteella, joten voidaan todeta kenttätyön olevan erittäin ratkaisevassa osassa tässä opinnäytetyössä. Karelia-ammattikorkeakoulun laatimat tutkimusraportit ovat olleet tärkeässä roolissa tätä työtä laadittaessa.

Metsäkeskuksen Puruveden yleissuunnitelma on antanut hyviä viitteitä mahdollisista vesiensuojeluteknisistä rakenteista ja erityisesti niiden sijainnista. Yleissuunnitelma tosin koskee koko Puruveden aluetta ja meidän opinnäytetyön paikkopiste on Ristilahdessa. Yleissuunnitelmassa ei ole erikseen panostettu yksittäisiin Puruveden osa-alueisiin, joten tämän kaltaiset opinnäytetyöt ovat tarpeellisia. Yleissuunnitelmassa on mainittu Ristilahden olevan Puruveden rehevöitynein osa, joka vaatii erityistä huomiota kunnostuksen suhteen.

8.2 Menetelmän ja toteutuksen arviointi sekä työnjako

Opinnäytetyö toteutettiin käyttäen pääosin Hertta – tietokannasta saatuja vedenlaatu- ja vesistö- tutkimuksia, Karelia-ammattikorkeakoulun tutkimusraportteja sekä Metsäkeskuksen Puruveden yleissuunnitelmaa. Voidaan arvioida, että kirjallisia lähteitä on ollut tarjolla kattavasti ja tutkimustietoa kohtuullisesti. Tässä opinnäytetyössä esille mahdolliset hoitotoimenpiteet ovatkin täysin sellaisenaan toteutuskelpoisia kohennettaessa Ristilahden ja Mehtolanlahden tilaa.

Tämä opinnäytetyö on suoritettu parityönä. Arvioinnin helpottamiseksi olemme laatineet työnjaon taulukon.

Tiivistelmä	Molemmat
Abstract	Emma
Johdanto	Emma
Tietoperusta	
Keskeiset käsitteet	Emma
Ristilahden yleistiedot	Joonas
Mehtolanlahden yleistiedot	Joonas
Vedenlaatu	Emma
Järvien kunnostustekniikat	Joonas
Pohjaeläimet, pohjasedimentti ja redox-potentiaali	Emma
Vesi- ja rantamakrofyytit	Joonas
Kalastorakenne	Joonas
Työn tarkoitus ja tavoitteet	
Tarkoitus ja tavoitteet	Emma
Aiheen rajaus	Emma
Aineisto ja menetelmät	
Vedenlaatu	Emma
Kalastotutkimus	Joonas
Pohjan tilan tutkimus	Emma
Ranta- ja vesimakrofyyttien kartoitus	Joonas
Ristilahden tutkimustulokset	
Ristilahden vedenlaatu	Emma
Osavaluma-alueet	Joonas
Ristilahden ranta- ja vesimakrofyytit	Joonas
Ristilahden kalastorakenne	Joonas
Ristilahden pohjan tila	Emma
Mehtolanlahti	
Kalastorakenne	Emma
Ranta- ja vesimakrofyyttikartoitus	Joonas
Suositteltavat kunnostustoimenpiteet	
Ristilahti	Molemmat

Mehtolanlahti	Molemmat
Pohdinta	
Tarkastelu	Molemmat
Menetelmän ja toteutuksen arviointi...	Molemmat
Tutkimuksen luotettavuus	Molemmat
Oppimisprosessi...	Molemmat
Toimenpidesuositukset ja jatkotutkimusaiheet	Molemmat
Liitteet, kartat, taulukot (jos ei toisin mainittu)	Joonas

8.3 Tutkimuksen luotettavuus

Opinnäytetyön haasteellisin osuus oli Ristilahteen tulevan kuorman laskeminen ja arviointi. Tämä johtuu siitä, että Ristilahden valuma-alue on suuri ja siellä on paljon monenlaista toimintaa maataloudesta asutukseen, joten kaikkein tarkinta mahdollista kuormitustietoa ei ollut saatavilla. Suurimmat virheet, jotka tätä opinnäytetyötä laadittaessa on voinut tapahtua, olisivat tapahtuneet jo kenttätyövaiheessa. Luotamme kuitenkin näytteidenoton ammattilaismaiseen laatuun, eikä ole syytä olettaa että näytteiden ottamisessa olisi tapahtunut virhettä.

Valuma-alueiden määrittämisessä on käytetty ArcGis 10.1 ohjelmaa, joka määrittä valuma- ja osavaluma-alueet automaattisesti maanpinnan mukaan. Tietokone-laskelman mukaan valuma-alueiden pinta-ala on hieman erilainen kuin Metsäkeskuksen suunnitelmassa, mutta tämä ei tuloksiin vaikuta ratkaisevasti.

8.4 Oppimisprosessi ja ammatillisen kasvun ja kehityksen kuvaus

Tätä opinnäytetyötä laadittaessa on ollut ratkaisevaa erilaisten kompromissien tekeminen, sillä paljon eri lähteistä saatujen tietojen yhdistäminen laadukkaasti on ajoittain ollut haasteellista. Tällaisen opinnäytetyön kokoaminen vaatii lukemattomia työtunteja, ei vain meiltä – vaan myös niiltä, jotka ovat tämän mahdollistaneet maasto- ja laboratoriotyöskentelyllään. Myös paikallisten ihmisten, kuten Olavi Tynkkysen, suuri panostus ja lähihistorian tiedon jakaminen on ollut

erittäin tärkeää, jotta toimenpiteisiin Ristilahden ja Mehtolanlahden tilan parantamiseksi alun perin ryhdyttiin.

8.5 Toimenpidesuosituksat ja jatkotutkimusaiheet

Toimenpidesuosituksena on, että mainittuihin vesiensuojeluteknisiin toimenpiteisiin ryhdytään. On myös tärkeää, että Mehtolanlahden valuma-alueelta tuleva kuormitus tutkitaan. Lisäksi tulisi selvittää valuma-alueilla olevien kiinteistöjen jätevesien vaikutukset vedenlaatuun niin Mehtolanlahden kuin Ristilahden valuma-alueilla. Molempien lahtien valuma-alueilla on paljon haja- ja loma-asutusta. Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (209/2011) velvoittaa asianmukaisen käsittelylaitoksen perustamista. Asetus koskee niitä kiinteistöjä, joita ei ole liitetty eikä aiota liittää vesihuoltolaitosten viemäriverkkoon.

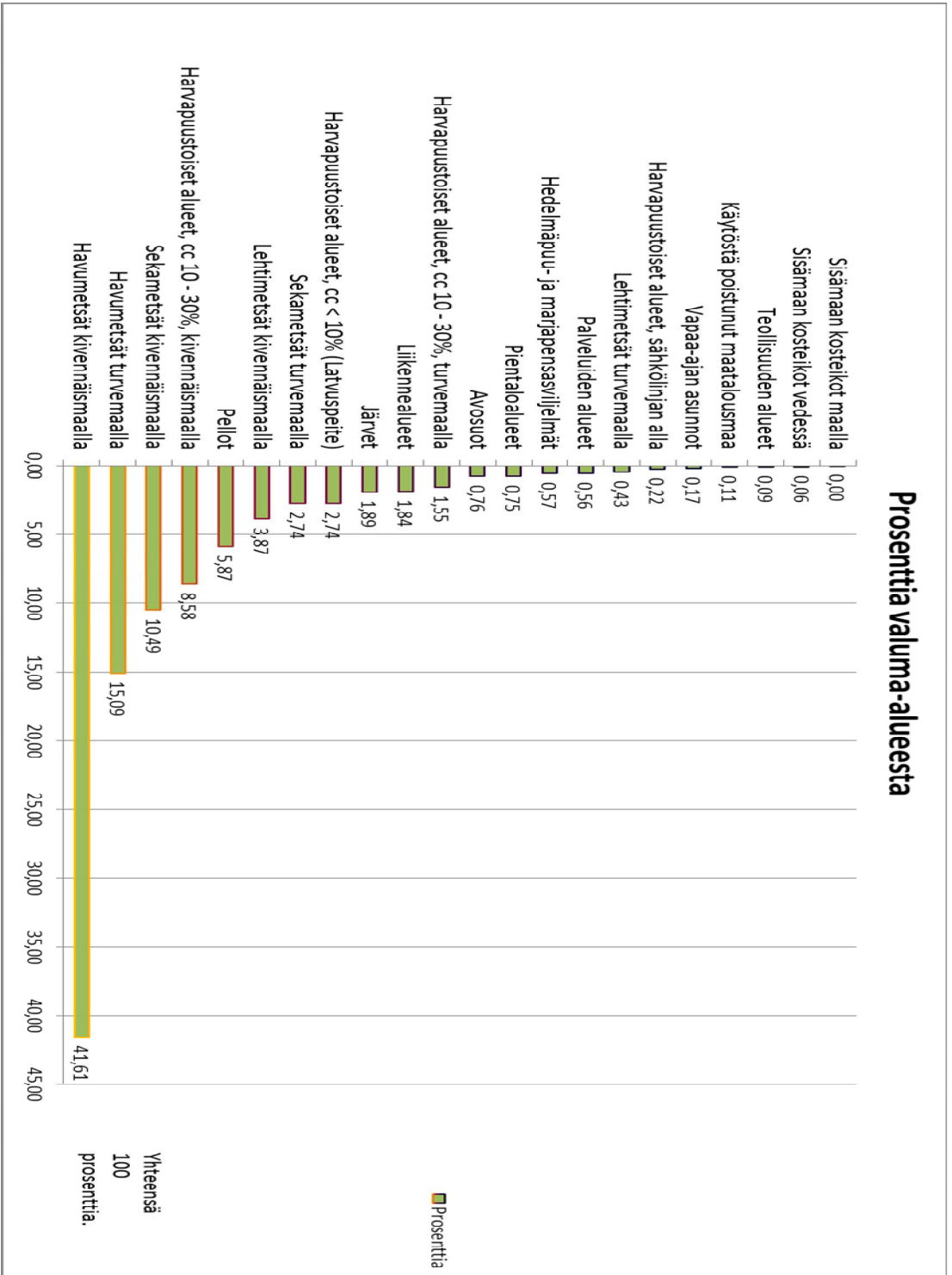
Lähteet

- Järvien kunnostustekniikoista. 2015. <http://cc.oulu.fi/~ejeronen/research/herodot/tyot/Papinj/Kunnostaminen.htm#Pohjanpoyh>. 18.11.2015.
- Metsäkeskus. 2013. Puruveden vesiensuojelun yleissuunnitelma. http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/puruvesi_yleissuunnitelma_p.pdf. 17.11.2015.
- 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. 20.11.2015.
- Lodenius, M. 2010. Bioindikaattorit. http://www.helsinki.fi/ymparistotieteet/opiskelu/ymparistomuutos_ja_poliittikka/opmon/Opmon21-2010c.pdf. 17.11.2015.
- Olin, M., Lappalainen, A., Sutela, T., Vehanen, T., Ruuhijärvi, J., Saura, A. & Sairanen, S. 2014, RKTL:n työraportteja 21/2014, Ohjeet standardimukaisiin koekalastuksiin.
- Puustinen, M. & Jormola, J. 2009. Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ja hoito. Maaseutuvirasto.
- 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.
- Rannan ruoppaus. 2013. http://www.ymparisto.fi/fi-fi/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Rannan_ruoppaus. 18.11.2015.
- Spoof, J. 2014. BIY2021. Luentomateriaali. Karelia-ammattikorkeakoulu.
- Tammi, J., M. Olin ja M. Rask 2006. Kalayhteisöt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Kala- ja riistaraportteja nro 383. Helsinki. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/rp383_verkko.pdf. 21.11.2015
- Tominta ja tavoitteet. 2012. http://www.purpuvesi.fi/toiminta_ja_tavoitteet.php. 19.11.2015.
- Tossavainen, T. 2014a. Puruveden Ristilahden kalastorakenne syksyllä 2014. Karelia-ammattikorkeakoulu.
- Tossavainen, T. 2014b. BIY2020 Soveltavan limnologian perusteet. Karelia-ammattikorkeakoulu.
- Tossavainen, T. 2014c. BIY2020 Vesistöjen kunnostustekniikat. Karelia-ammattikorkeakoulu.
- Tossavainen, T. 2015a. Puruveden Ristilahden pohjan nykyinen tila: Sedimentin laatu ja määrä sekä pohjaeläimistö kunnostussuunnitelun perustaksi. Käsikirjoitus. Karelia-ammattikorkeakoulu. Joensuu, 45 s.
- Tossavainen, T. 2015b. Puruveden Mehtolanlahden kalastorakenne syksyllä 2015 sekä alustavat kalastonhoidon suositukset. Käsikirjoitus. Karelia-ammattikorkeakoulu. Joensuu, 26 s.
- Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 209/2011.
- Vesienpuhdistusmenetelmä valitaan tapauskohtaisesti. <http://www.turveinfo.fi/ymparisto/vesienpuhdistusmenetelmat>. 20.11.2015.

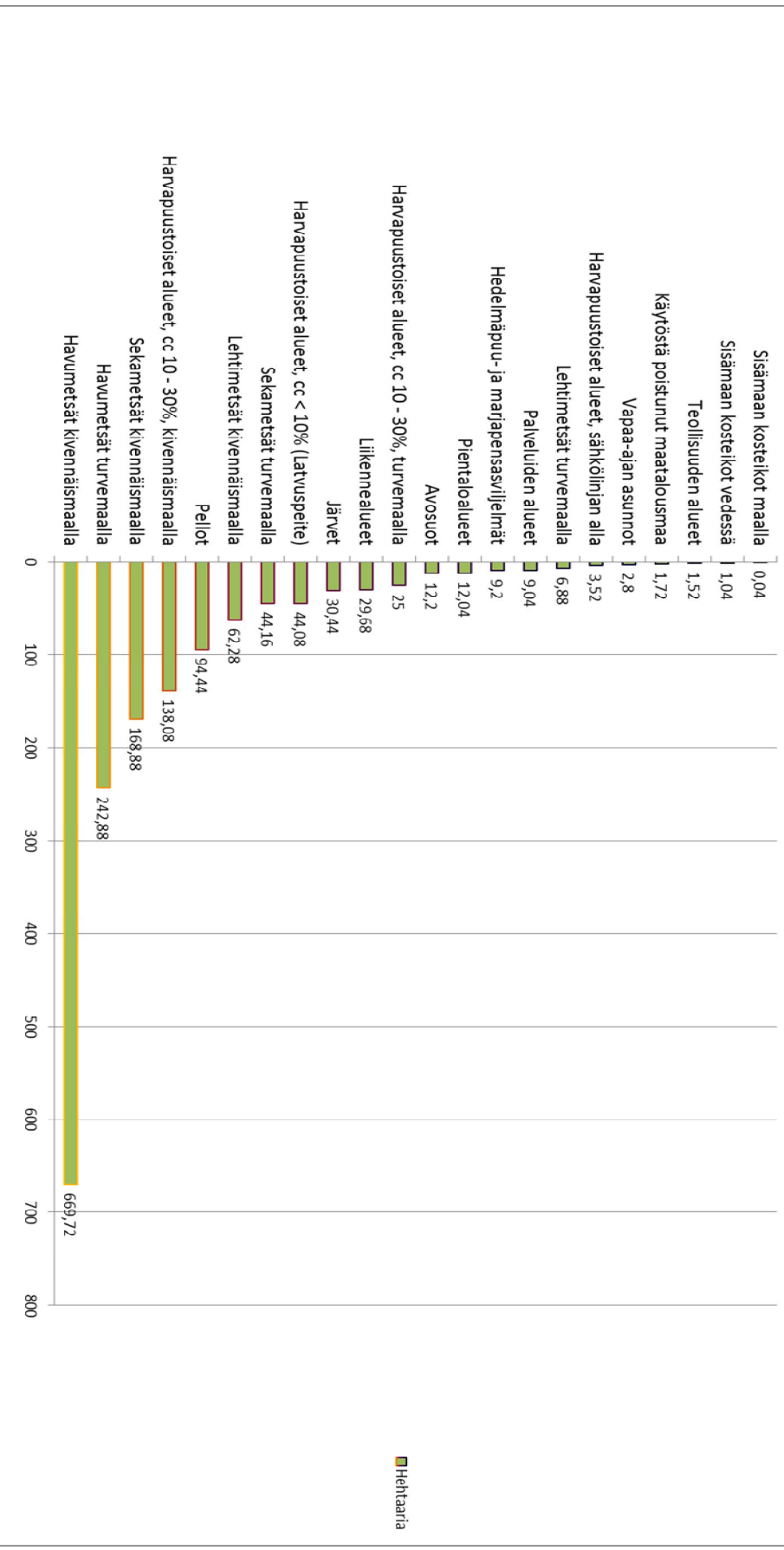
Liitteet

Liite 1	Osavaluma-alueiden maankäyttötiedot
Liite 2	Ristilahden makrofyttipisteet
Liite 3	Mehtolanlahden makrofyttipisteet
Liite 4	Ristilahteen laskevien uomien näytteenottopäivien virtaamat

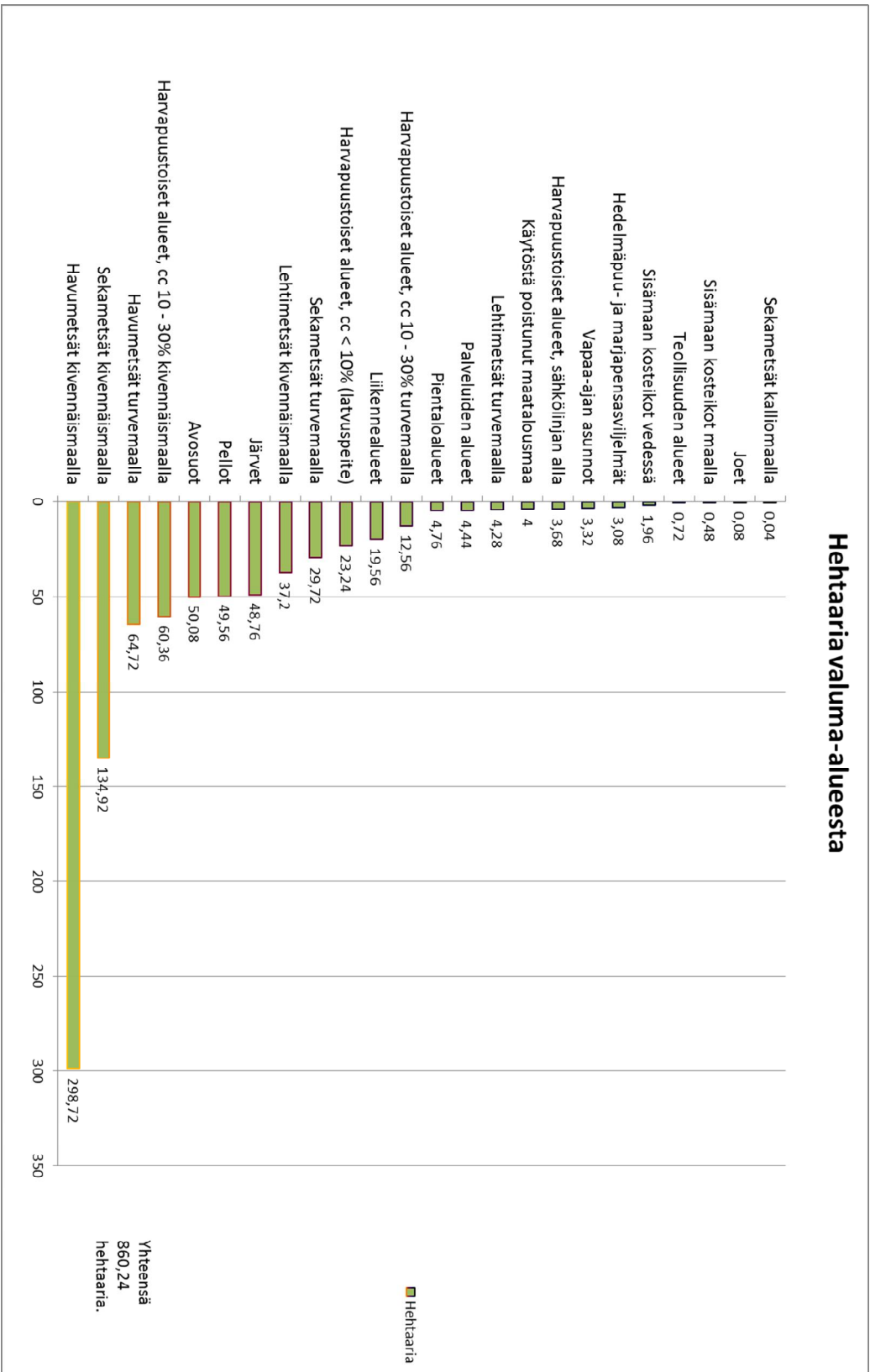
Haukkolanjoen osavaluma-alue.

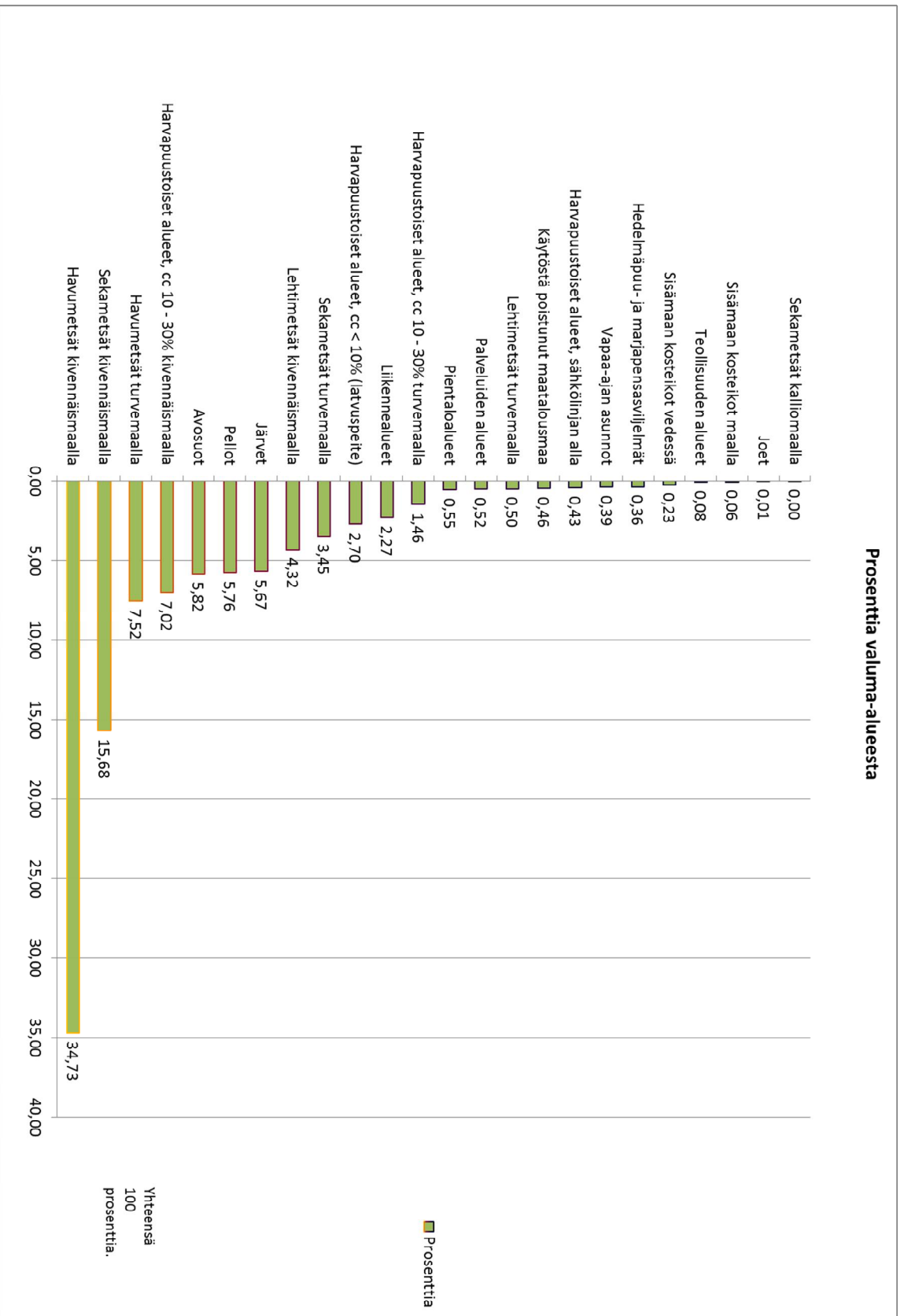


Pinta-ala valuma-alueesta, hehtaaria

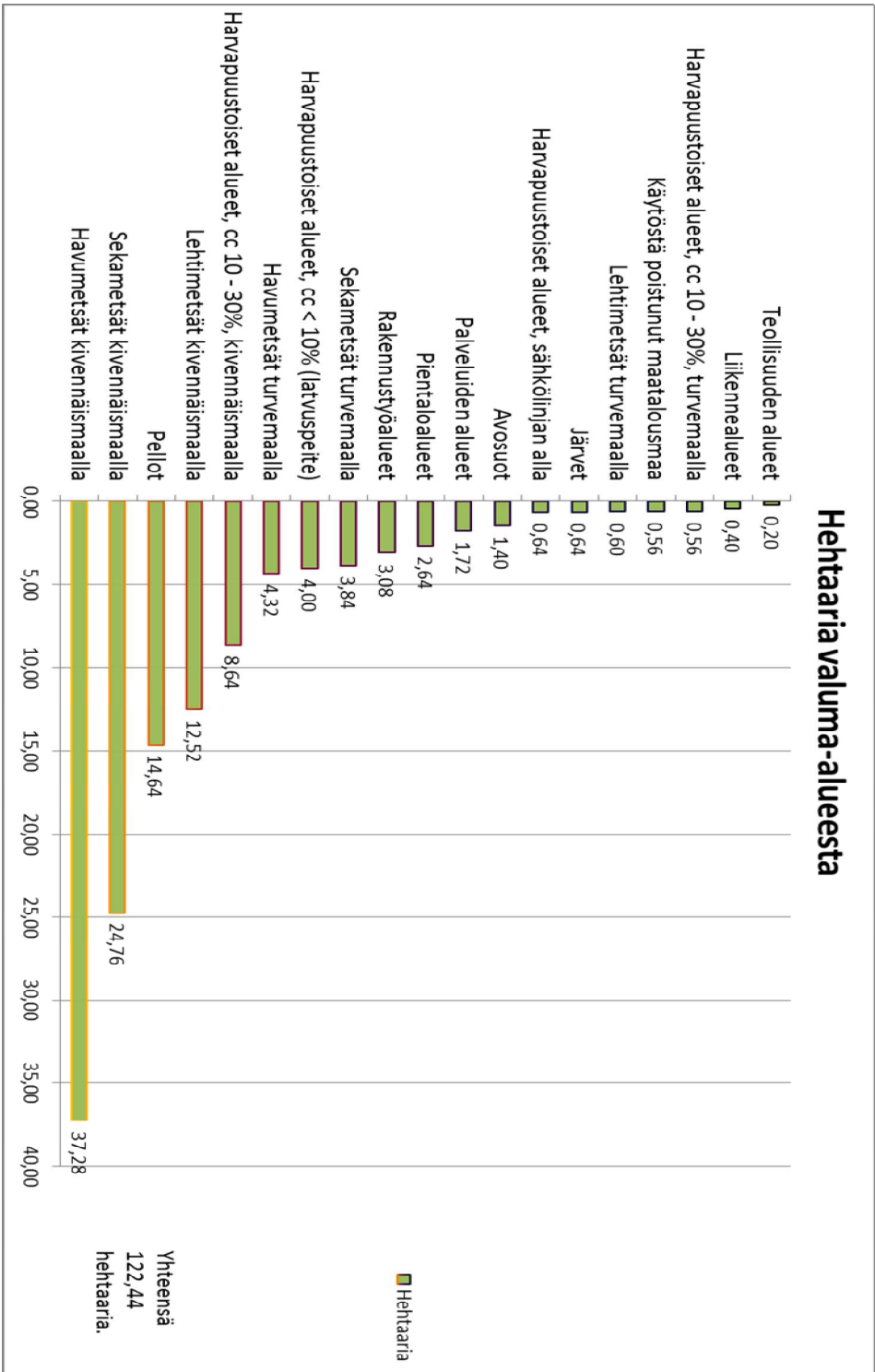


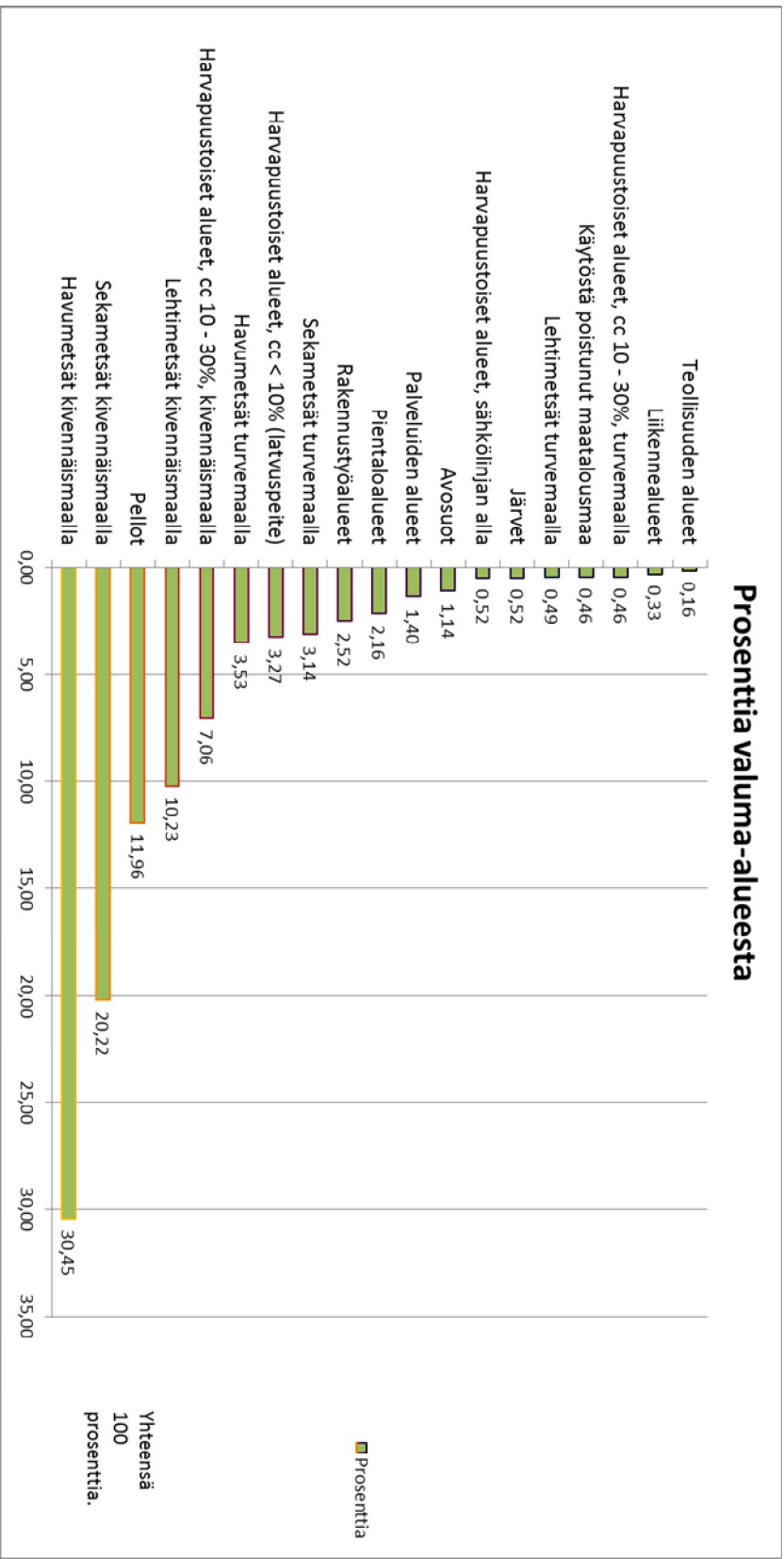
Kuolemanlamminjoen osavalue-alue.



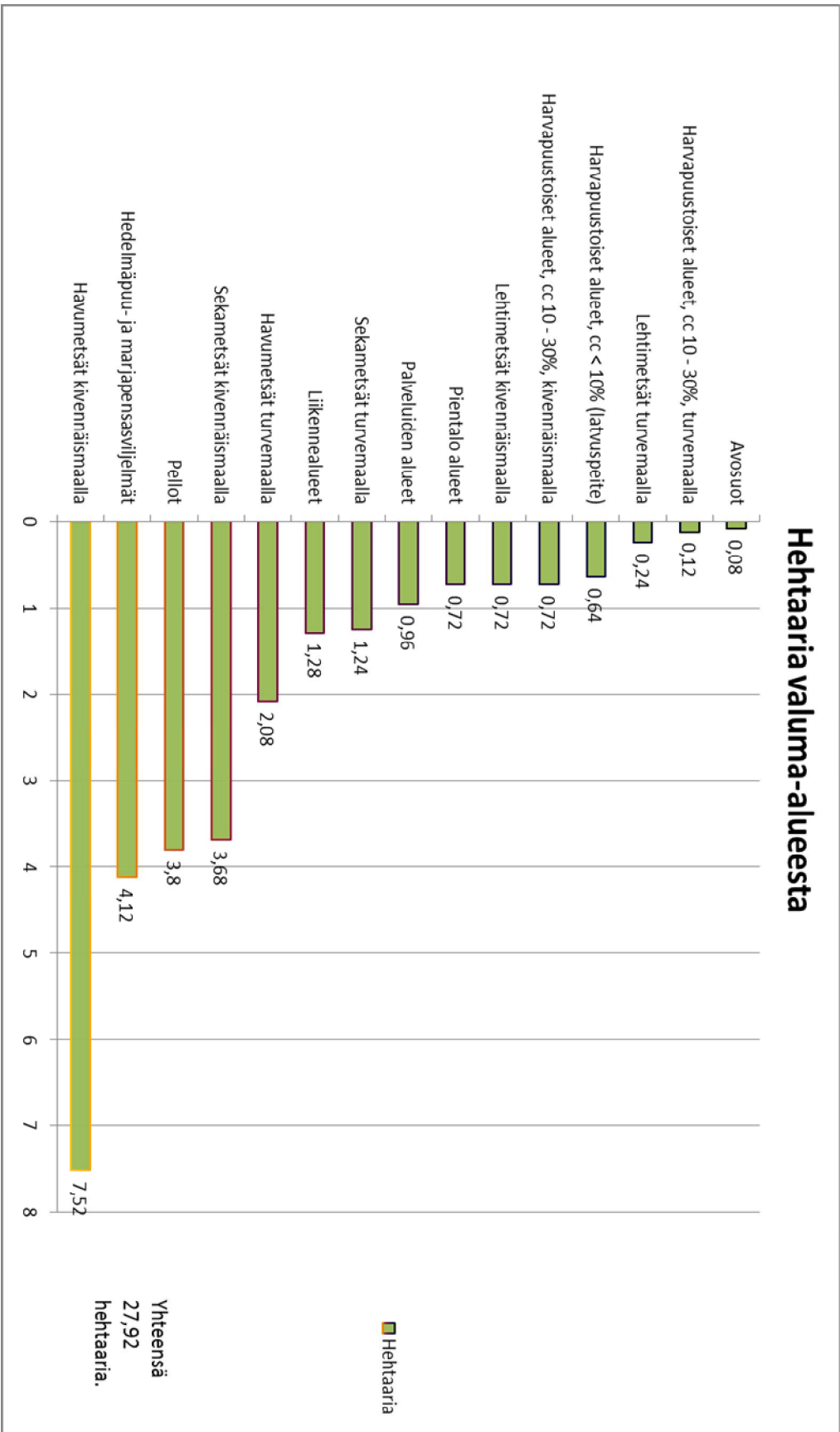


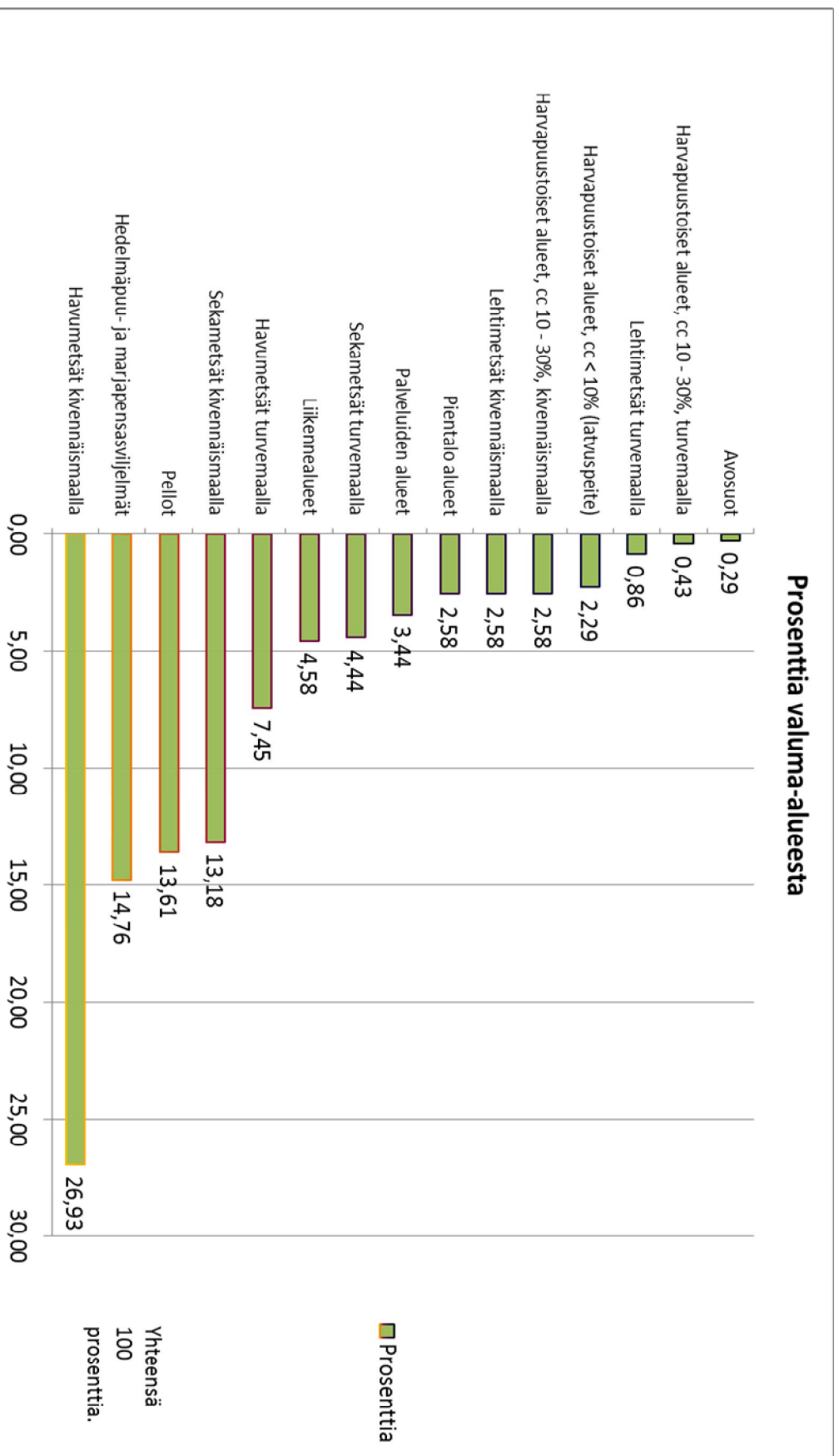
Sahinajan osavalue-alue



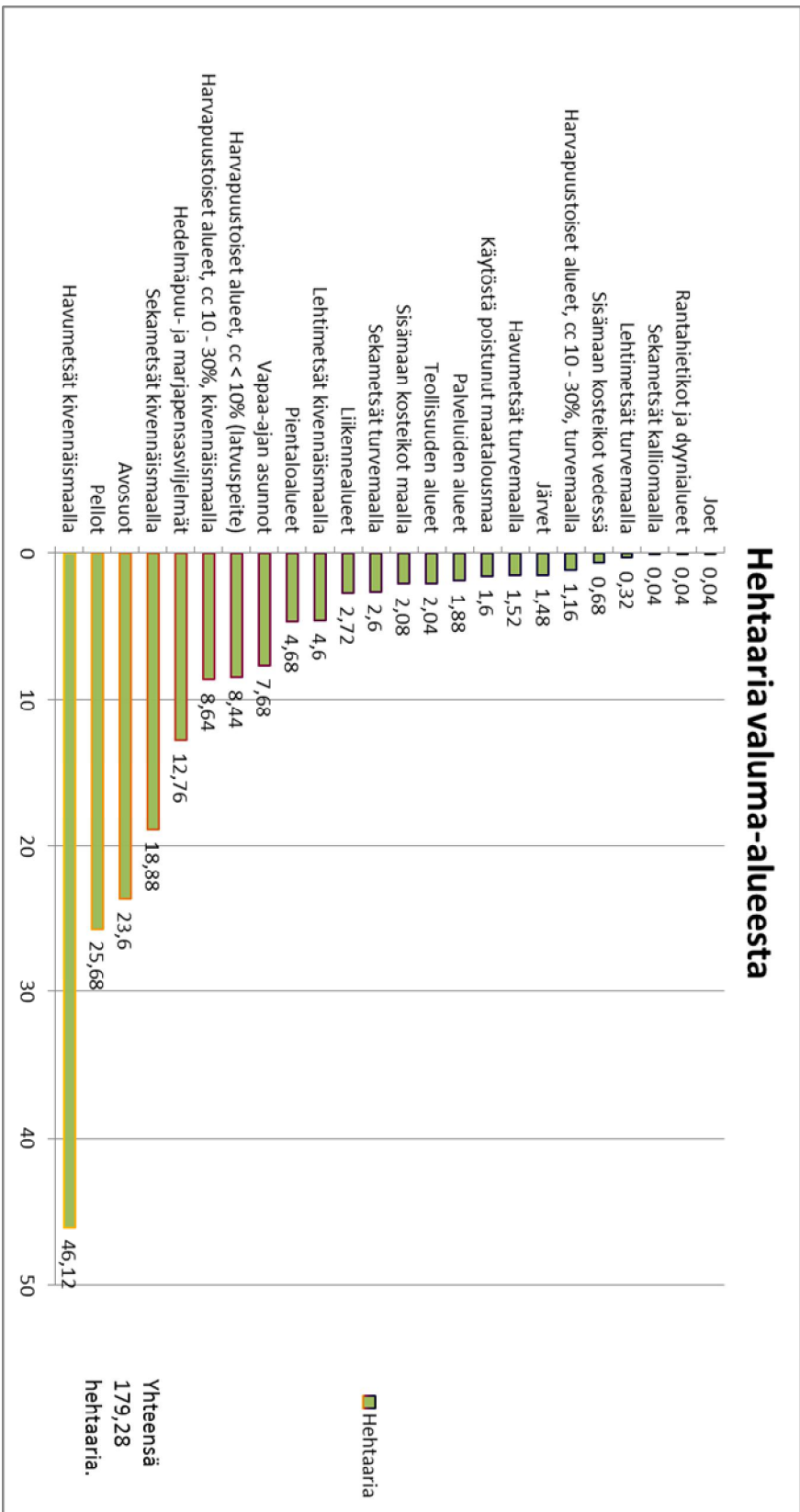


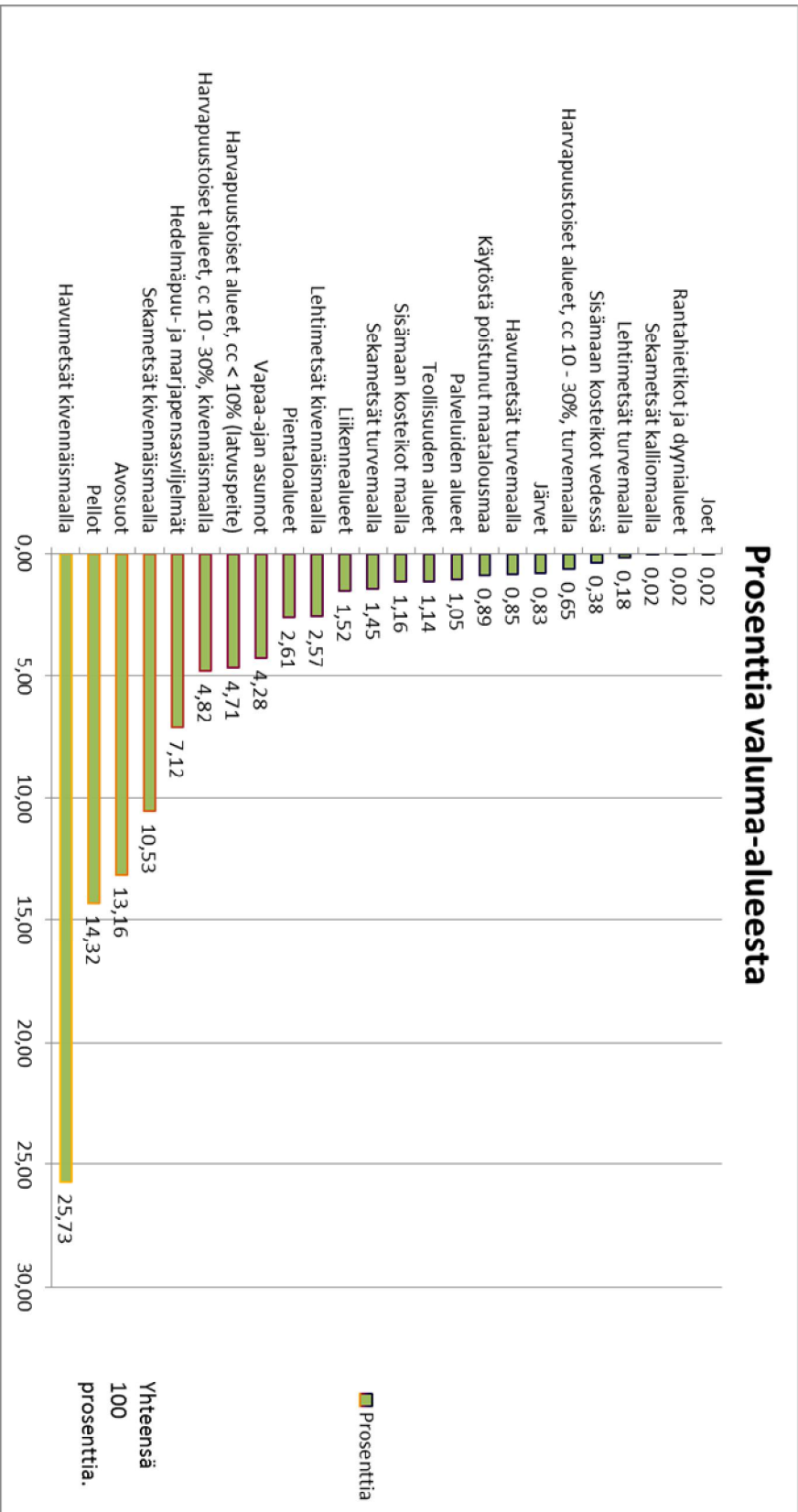
Vinosillanojan osavaluma-alue.



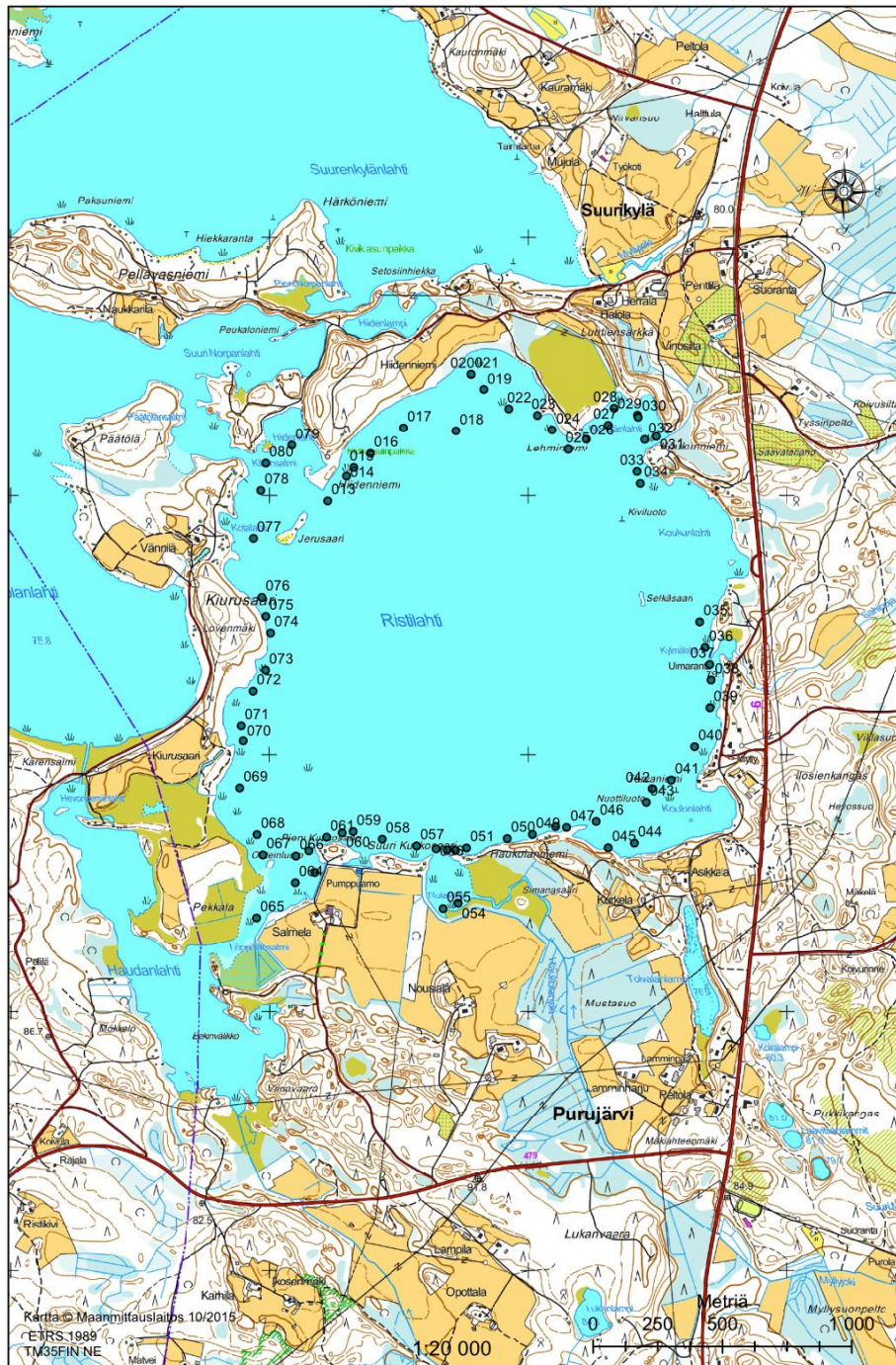


Lähivaluma-alue.





Ristilahden makrofytyypisteet.



Ristilahti 27.8.2015

Paikka 013. Syvyys 1,5 metriä. Järviruokoa (*Phragmites australis*) 30 metrin vyöhykkeellä, seassa harvakseltaan kelluskeiholehteä (*Sagittaria Natans pall*).

Paikka 014. Järviruo'on reunusta on vakiintunut noin 2,1 -2,2 metrin syvyyteen. Seassa edelleen harvakseltaan kelluskeiholehteä.

Paikka 015. Niitetty alue alkaa (asumus, mökki, tai vastaava).

Paikka 016. Niitetty alue päättyy, muutamia isoulpukoita havaittu (*Nuphar lutea*). Järviruokoa noin 60 metrin päähän asti rannasta. Seassa niin kelluskeiholehteä kuin myös uistinvitaa (*Potamogeton Natans L.*) noin 10 x 10 metrin alue, jossa runsaammin. Makrofyytin reunaman vesisyvyys noin 2.5 metriä.

Paikka 017. Ruokokasvustoa on noin 70 - 80 metriä rannasta. Keiholehteä, uistinvitaa ja ulpukoita näkyy harvakseltaan seassa.

Paikka 018. Järviruo'on paljous lisääntyy 200 metriin (matalikko oletettavasti, sillä ruovikon raja seuraa noin 2,2 metrin syvyyden rajaa.). Seassa kelluskeiholehteä, uistinvitaa ja ulpukoita. Ulpukoita on myös kauemmas rannasta.

Paikka 019. Hiidenniemen ja Lehminiemen välinen ravinteikas lahti.

Paikka 021. Lahden pohjassa leveäosmankäämi (*Typha latifolia*) kasvusto noin 30 x 50 metriä. Rantamalla myös järvikortetta (*Equisetum fluviatile*) sekä erilaisia saroja kuten viiltosaraa (*Carex Acuta*), pullosaraa (*Carex Rostrata*), sekä jokapaikansaraa (*Carex Nigra*). Havaittu myös yksittäisiä rantakukkia (*Lythrum salicaria*).

Paikka 22. Lehminiemen itäpuoli. Järviruokoa on noin 100 metriin saakka rannasta. Ruo'on reunama seuraa aika tarkalleen 2,2 metrin vesisyväystä. Ruovikko on niitetty asutuksen edestä.

Paikka 23. Lehminiemessä on havaittu rantakukkaa asutuksen rannassa. Järviruokoa harvakseltaan noin 10 metriin asti rannasta, jonka jälkeen noin 10 metrin järvikaislikko (*Schoenoplectus lacustris*). Kaislikon rajassa noin 2 metriä vettä.

Paikka 24. Järviruokoa 30 – 50 metriä rannasta, kelluskeiholehteä harvakseltaan seassa.

Paikka 25. Järviruokoa noin 50 metriä, noudattaa 2.0 metrin syvyysrajaa.

Paikka 26. Järviruokoa on noin 30 metriin asti rannasta. Ulpukkaa, keiholehtiä ja järvikortteita on havaittu.

Paikka 27. Ruovikkoa noin 20 metriä rannasta, jonka jälkeen huomattavasti kelluskeiholehteä ja uistinvitaa noin 30 metrin matkalla. Siimapalpakkoa (*Sparganium gramineum*) on havaittu harvakseltaan. Myös ulpukkahavaintoja.

Paikka 28. Lumme, tarkemmin valkolumme (pohjanlumme ja/tai Suomen lumme, myöhemmin lumme (*Nymphaea alba* tai *Nymphaea tetragona*) kukkii. Järviruokoa noin 20 metriä rannasta, jonka jälkeen 50 metriä lumpeita ja ulpukoita, kasvillisuutta yhteensä noin 70 metriä rannasta. Seassa kelluskeiholehteä ja uistinvitaa.

Paikka 29 Kengänlahden pohja. Järviruokoa 200 metrin leveydeltä 20-30 metrin patjana. Havaittu rantakukka + jokapaikansara –saareke (paikka 030). Muutamia järvikaisloja lahdella.

Paikka 031. Leveäosmankäämi kasvusto kooltaan noin 10 x 5 metriä. Järviruokoa on noin 20 metriin rannasta ja harvakseltaan ulpukoita.

Paikka 032. Uistinvita- ja siimapalpakkoesiintymä noin 10 x 10 metriä.

Paikka 033. 5 x 5 metrin järvikaislatupsuja. Järviruokoa noin 70 metriä rannasta ainakin 50 metriä leveällä vyöhykkeellä.

Paikka 034 jälkeen mökkiranta on niitetty, kuten lähes koko Koukunlahti.

Paikka 035. Järviruokoa on noin 60 metrin leveydeltä. Kartan mukaan matalikkoa, kasvusto noudattaa noin 2 metrin veden syvyyskäyrää nätisti.

Paikka 036. Lisäys äskeiseen: Harvakseltaan järvikaisloja, muuten jatkuu ennallaan. Uimarannan kohdalta on niitetty ja seassa kelluskeiholehteä enemmän.

Paikka 037. Lisäys edellisiin, ulpukoita ja järvikaislaa enemmän.

Paikka 038. Asumuksen kohdalta on niitetty, muuten ruokoa 50 - 60 metriin rannasta.

Paikka 039. Järviruokoa on noin 60 metriin rannasta, ulpukoita harvakseltaan.

Paikka 040. Talojen edustat niitetty.

Paikka 041. Ruokoa yli 100 metriin rannasta. Kelluskeiholehteä, uistinvitaa ja ulpukkaa harvakseltaan seassa.

Paikka 042. Tervaniemen matalikko, näkyviä suuria kiviä. Ruovikkoa ainakin 150 metriin rannasta, lisäksi harvakseltaan järvikortteita.

Paikka 043. Koulunlahti on niitetty auki, muuten järviruokoa reilusti

Paikka 044. Ruovikkoa vähemmän, koska syvä ranta. Jokapaikansaraa ja rantakukkaa havaittu. Kelluskeiholehteä harvakseltaan.

Paikka 045. Haukolanniemen pohjukassa ulpukkaa, ranta syvä joten ei juuri kortetta. Rannalla saroja.

Paikka 046. Haukolanniemen päässä on kapea ruovikko 30 metriä, jonka jälkeen 20 metriä kaislikkoa. Ahvenvitaa (*Nymphaea alba*) havaittu harvakseltaan.

Paikka 047. Haukolanniemen kuppeessa, tauko rannassa. Rannan kasveja mm. pullo-, viilto-, ja jokapaikansara, kurjenjalkaa (*Potentilla palustris*). Kova hiekkapohja. Havain- toja on mm. lahnaruohosta (*Isoëtes echinospora*) sekä kuolleista järvisimpukoista (*Anodonta anatina*). Yksittäisiä ratamosarpioita (*Alisma plantago-aquatica*) rannan tun- tumassa. Uposlehtisistä karvalehteä (*Ceratophyllum demersum*).



Kuva Haukolanniemestä Koulunlahden suuntaan. (Kuva: Joonas Hirvonen).

Paikka 048. Järviruovikkoa alkaa taas näkyä noin 10 metriin asti rannasta, 50 metriä leveä vyöhyke. Ruovikon raja noudattaa syvyyttä 2.2 metriä.

Paikka 049. Noin 7 x 2 metrin kaislikko ja samankokoinen järviruokokasvusto.

Paikka 050. 6 x 8 Metrinen kelluskeiholehti kasvusto, ruovikkoa vain harvakseltaan.

Paikka 051. Haukolanlahti. Ruovikon alku, syvyyttä 1.8 metriä.

Paikka 052. Ruovikon syvyys kasvanut 50 metriin rannasta.

Paikka 053. Pullo-, viilto- ja jokapaikansaraa tuppaana noin 20 x 30 metrin alueena. Haukolanlahden huulilla siimapalpakkoa. Uistinvitaa runsaasti koko lahdessa, seassa siimapalpakkoa. Lumpeita ja ulpukoita runsaasti. Kaisloja kymmenkunta, kasvuston koot noin 7 x 4 metriä. Karvalehteä havaittu lahden keskiosasta lahden pohjukkaan saakka runsaasti. Saratuppoja rannan tuntumassa. Rantakukka paikannettu kohtaan 054. Yksittäinen rantapalpakko (*Sparganium emersum*) havaittu.



Kuva Haukolanlahden pohjasta. (Kuva: Joonas Hirvonen).

Paikka 055 Haukolanlahden pohja. Osmankäämikasvustoa noin 5 x 20 metrin kasvusto. Ratamosarpioita yksittäin. Ahvenvitaa muiden lisäksi. Havaittu laulujoutsen (*Cygnus cygnus*) poikue ja nokikana (*Fulica atra*)

Paikka 056 Ruovikkoa noin 50 metrin matkalla, Haukolanlahti "päättyy". Ruovikon raja noudattaa 2 metrin vesisyvyyttä. Harvakseltaan ulpukkaa noin 50 metriä ruovikon rajasta.

Paikka 057. Talon kohta on niitetty, kelluskeiholehtivyöhykkeen leveys ainakin 100 metriä. Veden syvyys 2,1 – 2,2 metriä.

Paikka 058. Niitetty kohta päättyy. 100 metriä ruovikkoa rannasta, jonka jälkeen noin 50 metriä ulpukkaa. Seassa on harvakseltaan lumpeita.

Paikka 059. Järviuokovyöhyke kaventuu 50 metriin.

Paikka 060. Niitetty noin 100 metrin leveydeltä, ruokoa muuten noin 50 metriä rannasta.

Paikka 061. Laituri. Haudanlahti alkaa. (Salmelan puoli)



Kuva. Haudanlahden salmen kasvillisuutta. (Kuva: Joonas Hirvonen).

Paikka 062. Haudanlahden salmi noin 30 metriä ruokoa jonka jälkeen 30 metriä kelluskeiholehteä ja uistinvitaa sekaisin runsaasti.

Paikka 063. Ruovikko jatkuu samana. Järvikortetta, lumpeikkoa, ulpukoita, uistinvitaa ja keiholehtiä runsaasti. => kasvillisuus lisääntyy.

Paikka 064. Äskeiseen listaan lisätään siimapalpakkoa joka jatkuu.

Paikka 065. Kääntöpaikka, yksittäisiä kaisloja ja lumpeita edellisten kasvien lisäksi.

Paikka 066. Pekkalan puoli 100 metriä ruovikkoa. Seassa kelluskeiholehteä, uistinvitaa ja ulpukkaa.

Paikka 067. Ruokoa noin 50 metriä jonka jälkeen tasaisesti 50 metriä uistinvitaa, kelluskeiholehteä ja ulpukkaa.

Paikka 068. Järviruokokasvuston syvyys nousee 200 metriin rannasta.

Paikka 069. Ruo'on määrä vähenee 50 metriin rannasta, jonka jälkeen 30 metriä kelluskeiholehteä runsaasti, seassa ulpukkaa jonka osuus jatkuu 50 metriä ruovikosta. Ruovikon raja yhä noin 2 metrin vedessä, kasvillisuutta yhteensä noin 130 metriä rannasta.

Paikka 070. Järviruovikon määrä kasvaa 100 metriin rannasta.

Paikat 071 – 072. Kelluskeiholehti runsastuu paikassa 071, jatkuu yhtenä mattona aina paikkaan 072 asti. Seassa uistinvitaa. Ruovikkoa 50 metriä rannasta, koko matkalla, muutamia kaisloja ja ulpukoita harvakseltaan.

Paikka 073. Ruovikko jatkaa 50 metriä rannasta, jonka jälkeen 50 metriä kelluskeiholehteä, uistinvitaa ja ulpukkaa harvakseltaan.

Paikka 074. Lovenmäen vuoksi syvä ranta jossa ruovikkoa n. 10 metriin rannasta, vettä 2.1 metriä. Muutamia järvikortteita havaittu.

Paikka 075. Rannassa muhkeat sarat, ruokoa harvakseltaan 10 metriä.

Paikka 076. 10 metriä ruokoa, jonka jälkeen 50 metriä kelluskeiholehteä, uistinvitaa ja muutama ulpukka.

Paikka 077. Asumusten (talo, mökki, vastaava) kohdat niitetty, muuten Kotalahden kohdalla ruovikkoa noin 70 metriin saakka rannasta, muutamia ulpukoita ja kelluskeiholehtiä.

Paikka 078. Kikosalmi alkaa. Kasvillisuus pysyy ennallaan.

Paikka 079. Hiidenlahti (Kuva) täynnä keiholehteä. Uistin- ja ahvenvitaa havaittu runsaasti. Lumpeita ja ulpukoita runsaasti. Muutamia kaislatupsuja noin 2 x 3 metrisiä. Ruovikon osuus noin 5 metriä rannoilta. Paljon karvalehteä. Rannoilla sarakasveja ja kurjenjalkaa.



Kuva Hiidenlahdesta. (Kuva: Joonas Hirvonen).

Paikka 080 Kikosalmeen – Ristilahti päättyy.

Mehtolanlahden makrofytyypisteet.



Mehtolanlahti 01.09.2015

Lähtö Hiirenlahdesta. Tukikohta Olavi Tynkkysen pihamaalla.

Piste 081. Tynkkysen piha. Rannassa harva ruovikko (Järviruoko, *Phragmites australis*), kelluskeiholehteä (*Sagittaria natans pall.*) noin 50 metriin saakka rannasta. Lisäksi ulpukkaa (*Nuphar lutea*) ja lummetta (valkolummetta eli pohjanlummetta (*Nymphaea alba*) tai Suomenlummetta (*Nymphaea tetragona*) tiheästi. Karvalehteä (*Ceratophyllum demersum*, syn. *Ceratophyllum apiculatum*) runsaasti kahden metrin syvyyteen saakka. Ahvenvitaa (*Potamogeton perfoliatus*) seassa harvakseltaan.

082. Kasvillisuuden rajassa syvyys 2.1 metriä. Ulpukkavyöhykkeen rajassa näkyvissä karvalehteä. Haravakoe 2.4 metristä - karvalehteä, mutta erittäin vähän.

083. Sama vyöhyke jatkuu, niitetty mökkiranta.

084. Rantakatselmus. Kurjenjalkaa (*Comarum palustre*), saroja (viilto-, pullo- ja joka paikan saraa; *Carex acuta*, *Carex rostrata*, *Carex nigra*), Järvikortetta, kelluskeiholehteä. Ruovikon raja noin 3 metriä rannasta.

085. Ruovikon raja samassa. Kelluskeiholehteä noin 10 metriä ruovikon rajasta harvakseltaan. Ei ulpukoita/lumpeita.

086. Karvalehteä havaittu. Ruovikon raja on noin 5 metriä rannasta, 2,1 metrin syvyyteen saakka.

087. Hiirenniemi, syvyyttä 2,7 metriä.

088 Rantakukkaa (*Lythrum salicaria*) havaittu yksittäisinä. Karu kivikkoinen ranta. Kaurolahti alkaa.

089 Saravyöhyke noin metrin leveytenä rannasta, jatkuvana. Yksittäisiä lumpeita ja ulpukoita. Karvalehteä havaittu, ei ruokoa rannalla.

090 Siimapalpakkoa (*Sparganium gramineum*) yksittäisenä kasvustona, pieni ruovikko noin 15 x 20 metriä. Karvalehteä jatkuvana. Saravyöhyke jatkuu.

091 Ulpukkaa ja kelluskeiholehteä noin 25 metriä rannasta. Saravyöhyke sama.

092. Saravyöhykkeen leveys kasvaa noin kahteen metriin. Kelluskeiholehteä ja ulpukkaa noin 50 metriin saakka rannasta. Ruovikkoituminen alkaa.

093. Niitetty laiturin kohta.

094. Veden syvyys n. 1,8 metriä, karvalehteä, lummetta ja ulpukkaa esiintyy runsaasti

095. Ruovikon syvyys kasvanut jo 30 metriin rannasta.

096 Veden syvyys tässä pisteessä metrin, ruovikon määrä sama.

097. Ruovikon syvyys 100 metriä Mehtolanniemeen päin. Koko lahden pohjassa ulpukkaa ja mahdollisesti lummetta noin 100 metriä ruovikon reunan jälkeen. Koko lahden pohja umpeen kasvanut. Uistinvitaa harvakseltaan, kelluskeiholehteä enemmän. Järvi-ruokoa vain metrin syvyyteen saakka.

098 Ruovikon rajassa edelleen vain metri vettä. Ruovikkoa edelleen lahden pohjaan saakka.

099. Pari pientä kaislatupsua 2 x 3 metriä, kasvuston seassa.

100. Mehtolanniemen puolella ruovikkoa noin 20 metrin kaistale

101. Kelluslehtisten raja lahden pohjassa (rajan toinen pää laituri Hiirenniemen puolella). Syvyys 2.1 metriä

102. Ruovikko jatkuu 20 - 30 metrin syvyydeltä rannasta. Karvalehteä, muutamia ulpu-koita. Lahnaruohoa kelluu veden pinnassa - kova pohja.

103. Kelluslehtisen raja pienessä lahdessa. Rannan perukassa leveäosmankäämiä (*Typha latifolia*) noin 30 x 30 metrin alue. Pienessä lahdessa lummetta, ulpukkaa, kelluskeiholehteä.

104. Ruokoa noin 10 - 15 metriä rannasta, kelluskeiholehteä tämän lisäksi 5 metriä.

105. Ruovikon määrä kasvanut 20 - 30 metriin, kelluskeiholehteä noin 50 x 10 metrin tiheämpi lautta.
106. Veden syvyys 1.2 metriä, havaintoja karvalehdestä. Ruovikon reuna kaventunut 5 - 10 metriin.
107. Ruovikko vakiintunut 10 metriin, kelluskeiholehteä lisäksi 30 metriä, veden syvyys 2,4 metriä
108. Kaislikko noin 10 x 10 metriä. Ruovikkoa noin 15 metriä rannasta, kelluskeiholehteä harvakselltaan. Veden syvyys 1.5 metriä, kivinen pohja.
109. Saravyöhykettä noin 3 metriä, keiholehteä noin 50 metriin saakka rannasta, ranta mahdollisesti vanhaa laidunta.
110. Järvikortetta (*Equisetum fluviatile*) sarojen jälkeen noin 7 metriä rannasta, ruovikkoa jälleen. Karvalehteä jälleen parin metrin syvyydelle asti runsaasti.
111. Ruovikkoa noin 30 metriin rannasta, kelluskeiholehteä tämän jälkeen noin 50 metriä.
- 112 Villasenlahti. Saravyöhyke noin 3 - 5 metriin, ruokoa 30 metriä, kelluskeiholehteä noin 70 metriä rannasta + osa ruovikon seassa. Ruovikon reunassa lisäksi 7 metrin kaistale runsaasti ulpukkaa.
113. Piste Villasenlahden kasvillisuuden keskipisteestä.
114. Villasenniemen kärki. Kärjestä saroja 60 metrin matkalla, jonka jälkeen 30 metriä ruovikkoa. Lahnaruohoja havaittu. Isoja kiviä, koossa 10 - 100 + cm
115. Äskeisen pisteen pohjoispuolella 30 metriä leveä kelluskeiholehden runsas esiintymä, saraa noin 2 metriä rannasta, näyttäisi olevan lähinnä viiltosaraa. Rannassa lisäksi ratamosarpiota (*Alisma plantago-aquatica*). Yksittäisiä ulpukoita havaittu, kivikko-pohja.
- 116 Siimapalpakkoa vähänlaisesti. Kasvillisuus muuten lähes sama. Sarojen vesisyvyys noin 60 cm vyöhykkeen reunassa.

117. Kelluskeiholehtiesiintymä, noin 10 metriin saakka rannasta. Yksittäisiä viiltosaroja.
- 118 Saravyöhykkeen leveys 1 - 3 metriin, kelluskeiholehteä 3 metriä rannasta. Kelluskeiholehden vesisyvyysraja noin 2 metriä. Harvoja siimapalpakoita.
119. Syvälahteen. Saunamökin kohdalta on niitetty ruoko rannasta, hiekkaranta. Todennäköisesti luonnonmukainen.
120. Karvalehteä, kelluskeiholehden syvyysraja 2.4 metrissä. Saraa 2 - 3 metriä rannasta. Muutamia järviruokoja.
121. Kelluskeiholehteä harvakseltaan. Vedensyvyys 2 metriä.
122. Kivistä ja matalaa, leveäosmankäämiä rannassa.
- 123 Siimapalpakkoa harvakseltaan. Osmankäämiesiintymän koko noin 10 x 2 metriä.
124. Veden syvyys 1.2 m. Kelluskeiholehdet hiipuvat 1.5 metrin syvyydelle. Mökinkohta niitetty.
125. Kelluskeiholehtien rajassa syvyyttä 2.7 metriä. Ruovikkoa 10 - 15 metriä rannasta. Lahden pohjassa huomattavasti ulpukkaa ja lummetta
126. Ruovikon rajassa 2 metriä vettä. Ruovikossa seassa kelluskeiholehteä ja järvikorretta, saravyöhyke 2-3 metriä rannassa. Karvalehteä ruovikon rajassa
127. Ruovikkoa jälleen 25 - 30 metriä rannasta, rajassa syvyyttä 2 metriä, ei kelluskeiholehteä havaittu
128. Syvyys ruovikon rajassa 2,1 metriä (syvyyden mittauskohta).
129. Erittäin huomattavasti kelluskeiholehteä, ulpukoita harvakseltaan.
130. Ruokoa noin 50 metriin saakka rannasta, 5 x 3 metrin kaislatuppoja.
131. Kaislatupsuja rannassa, lahden pohjassa paljon ruokoa jonka jälkeen noin 30 metriä kelluskeiholehteä.

132. Talon kohta niitetty laajalti
133. Kannaksenniemi. Syvyyttä 2 metriä, karvalehteä havaittu. Kiviä pohjassa.
134. Siimapalpakkoa esiintyy harvoina kasvustoina. Rannassa saratuppaita
135. Karu ranta jatkuu.
136. Siimapalpakko havaittu.
137. Koko niemi saraa + harvakseltaan rantakukkaa ja järviruokoa.
138. Niemen kärki, harvoja saroja. Salmen maksimisyvyys 5.1 metriä. Neulaniemi saraista, Mehtolanlahden puoli karu.
139. Syvyys 2,1 metriä, siimapalpakkoa.
140. Ruovikko alkaa noin 2 metrin levyisenä, syvyyttä 1.5 metriä.
141. Ruovikko päättyy, saroja vähän. Kivinen ranta, karvalehteä on.
142. Saravyöhykettä alle 2 metriä, ei jatkuvana.
143. Kelluskeiholehteä pieniä esiintymiä. Saroja harvakseltaan.
144. Ruovikkotupsu
145. Ranta-alpia (*Lysimachia vulgaris*) yksittäisenä kasvustona
146. Karuna jatkuu edelleen
147. 2 metrin saravyöhyke alkaa jatkuvana.
148. Siimapalpakkoa noin 6 x 3 metrin esiintymä
149. Pieni ruovikko noin 6 x 5 metriä.

150. Hiekkauimaranta. Sarat päättyvät, ulpukkaesiintymä 10 x 10 metriä.
151. Kelluskeiholehteä noin 10 metriä rannasta, saravyöhyke alle 2 metriä rannassa. Uimarannan vierellä pieni ruovikko. Karvalehteä havaittu.
152. Mökkiranta, hiekkarantana. Kelluskeiholehteä.
153. Ruovikkoa noin 5 metrin matkalla rannasta, kelluskeiholehteä noin 20 metriä tämän jälkeen. Vesiputki mökille pinnassa, ei merkitty mitenkään.
154. Saraa noin 10 metriä rannasta jonka jälkeen 20 metriä kelluskeiholehteä ja karvalehteä. Yksittäisiä järvikortteita.
155. Saravyöhyke muhkeutuu, järviruokoa vähän harvakseltaan
156. Saravyöhyke 10 metriä rannasta. Kelluskeiholehteä noin 20 metriä. Karvalehteä. Lahnaruohoa runsaasti.
157. Järvikortetta metrin syvyyteen saakka. Saravyöhyke noin 10 metriä, jonka jälkeen 20 metriä kortetta, seassa karvalehteä runsaasti, ruokoa harvakseltaan
158. Saravyöhyke noin 20 metriä, muutamia järvikortteita seassa. Karvalehteä on runsaasti. Hienojakoisen näköinen pohja, karvalehti hiipuu jo metrin syvyydessä, runsaasti lahnaruohoa havaittu kelluvan pinnalla.
159. Laiturien välissä ruovikkoa ja kelluskeiholehteä
160. Ruovikkoa 20 - 40 metriin rannasta, syvyys noin 1.5 tässä pisteessä. Seassa ei havaittu muita kasveja.
161. Ruovikon sekaan kelluskeiholehteä, runsastuu.
162. Suuri Norpanlahti alkaa. Kasvisto sama, ulpukkaa ruo'on seassa ja noin 10 metriä ruokovyöhykkeen ulkoreunasta.
163. Kelluskeiholehden rajassa syvyys 2,1 metriä

164. Ruovikko harvenee, saravyöhyke noin 5 metriä rannasta, ulpukkaa sen jälkeen 25 metriin saakka, karvalehteä havaittu 2.1 metrin syvyyteen saakka.
165. Saravyöhyke vähäinen, noin 5 metriä ruokoa, 1.5 metrin syvyyteen saakka. jonka jälkeen noin 15 metriä ulpukkaa ja karvalehteä.
166. Ruoko loppui, ulpukkaa noin 20 metriä rannasta ja saravyöhyke noin metrin.
167. Ahvenvitaa ulpukoiden seassa, myös karvalehteä.
168. Ruovikko noin 5 x 30 metriä + 10 m ulpukkaa sirotellusti. Karvalehteä mukana pohjassa.
169. Lahden pohja. Karvelehteä, sirotellusti ulpukkaa noin 30 metriä. Pieni noin 10 x 3 metrin ruovikko. Rannassa kapea saravyöhyke
170. Peukalonniemen kärjessä viiltosaraa noin 30 x 4 metrin kaistale, kelluskeiholehteä lauttana noin 30 metriä, seassa uistinvitaa (*Potamogeton natans*) harvakseltaan.
171. Uistinvitalautta noin 5 x 5 metriä.
172. Kaislaesiintymä 10 x 2 metriä. Saravyöhyke jatkuu edelleen huomattavana.
173. Saravyöhyke noin 2 metriä, lummetta ja ulpukkaa noin 20 metriä rannasta.
174. Uistinvitalautta noin 4 x 2 metriä, saravyöhyke sama. Koko lahti harvakseltaan lummetta ja ulpukkaa, uistinvitalauttoja noin 10 kappaletta, saravyöhyke ympäri 1 - 3 metriä.
175. Ranta-alpia satunnaisia yksittäiskappaleita
176. Lahden "pohjapussukan" eli kasvillisuuden raja.
177. Pikkusaaren takana uistinvitaa ja ulpukkaa.
178. Uistinvitaa ja kelluskeiholehtilauttoja 6 x 4 metriä 2-3 kappaletta. Ulpukkaa huomattavasti.

179. Ruovikko noin 20 x 30 metriä. Saravyöhyke jatkuu noin 2 metriä rannasta. Kelluskeiholehteä ruovikon seassa ja noin 10 metriä sen jälkeen.
180. Ulpukkaa 2.1 metrin syvyyteen saakka. Pikkukaislikko 2 x 5 metriä. Kapea saravyöhyke jatkuu, ulpukkaa noin 30 metriä rannasta saakka
181. Pieni kaislikko noin 60 x 3 metriä, jatkuu harvakseltaan ruovikon seassa Päätolän salmeen saakka. Salmessa rauhoitusalue.
182. Saravyöhyke noin 3 metriä, harvakseltaan ruovikkoa, lummetta ja ulpukkaa. Syvyys noin 2.4 metriä kasvillisuusrajassa. Kelluskeiholehteä ja uistinviaa runsaasti paljon.
183. Kääntöpaikka Päätolänsalmessa. Syvyys 3 metriä, rannassa kelluskeiholehteä ja ulpukkaa 2 metrin syvyyteen asti. Saravyöhyke jatkuu. Järvikortteita harvakseltaan. Kivipohja
184. Yksittäisiä kaisloja havaittu. Kortetta harvakseltaan. Ruovikko alkaa. Ulpukkaa noin 10 metriin rannasta.
185. Ruovikon rajassa syvyys 2 metriä. Ruovikon koko noin 60 x 25 metriä
186. Järvikortteita harvakseltaan, kelluskeiholehteä noin 25 metriin saakka rannasta.
187. Ruovikko alkaa 20 - 30 metriin rannasta, syvyyttä 2.1 metriä.
188. Saravyöhyke noin 3 metriä, jonka jälkeen 20 - 30 metriä ruokoa. Kelluskeiholehteä lauttana noin 20 x 55 metriä. Karvalehteä täälläkin.
189. Ruovikko harva 5 - 15 metriä. Kivikkoista.
190. Ruovikon seassa saraa 3 metrin vyöhyke, kivikkopohja. Ruovikko levenee rannasta
191. Ruokoa noin 20 - 40 metriä rannasta vaihtelevasti, iso kelluskeiholehti esiintymä noin 40 x 15 metriä.

192. Ruovikon reunassa syvyyttä 2 metriä. Kelluskeiholehteä lauttana noin 40 x 10 metriä.
193. Massiivisen ruovikon pää noin 60 metrissä rannasta niitto alue välissä, vähän kelluskeiholehteä.
194. Ruokoa noin 15 metriä, asumusten kohdilla niittoja tehty.
195. Maksimaallinen ruovikon leveys noin 150 metriä rannasta, syvyys 2.5 - 2,6 metriä.
196. Ruovikkoa 20 metriä, syvyyttä 2 metriä. Asumusten kohdalta ruovikko on niitetty.
197. 1.8 metriä vettä. Kaislikko noin 30 x 5 metriä. Kelluskeiholehteä. Ruovikkoa ainakin 40 metriä rannasta.
198. Järvikortteita suppeasti. Ruokoa edelleen 30 - 40 metriä..
199. Kelluskeiholehti esiintymä ruokojen edustalla noin 70 x 25 metriä.
200. Ruokoa 10 - 20 metriä rannasta.
201. Kelluskeiholehteä noin 15 metriä ruovikon reunasta. Ruovikkoa 30 metriä
202. Kelluskeiholehti päättyy hetkellisesti
203. Ruokoa 30m jonka jälkeen 30m kelluskeiholehteä. Osa varmasti myös ruovikon seassa.
204. Harva kaislikko, noin 1.7 metriä syvyyttä. ruovikkoa ainakin 30 metriä rannasta. Kelluskeiholehti esiintymä runsaana noin 10 - 30 metriä noin 2 metriin syvyyteen saakka. Yksittäisiä uistinuitoja ja siimapalpakoita.
205. Niitetty ranta, ympärillä ruovikkoa noin 50 metriä rannasta.
- 206 Ruovikko noin 25 metriä rannasta, kelluskeiholehteä ja karvalehteä runsaasti. Lahnaruohoa havaittu.

- 207 Ruokoa noin 60 metriin asti rannasta. Ulpukkaa seassa ja jälkeen harvakseltaan.
208. Ruokoa noin 80 metriä rannasta. Kaislaa harvakseltaan seassa kuten myös ulpukkaa ja paljon karvalehteä. Syvyys kasvillisuuden rajassa 2 metriä
209. Pieni kaislikko noin 2 x 2 metriä, järvikortteita ja kelluskeiholehteä. Ruovikkoa rannasta noin 20 - 40 metriä.
210. Osmankäämikasvuston alkupiste.
211. Osmankäämi päättyy, osmankäämin vyöhykkeen syvyys 10 metriä. Järvikortteita ja karvalehteä runsaasti.
212. Ruovikkoa noin 80 metriin rannasta, yksittäisiä ulpukoita. Kasvillisuusrajalla noin 2 metriä vettä
213. Ruovikkoa noin 80 metriä rannasta jonka jälkeen 20 metriä kelluskeiholehteä ja karvalehteä. Kasvillisuuden raja noudattaa 2 metrin vesisyvyysrajaa.
214. Ruovikkoa noin 80 - 100 metriä jonka jälkeen kelluskeiholehteä 20 metriä.
215. Kärensalmi. Ruovikkoa noin 60 - 80 metriä rannasta, muutamia ulpukoita, lumpeita ja kelluskeiholehtiä ruovikosta 30 metriä. Syvyys kasvillisuusrajalla 2.1 metriä.
216. Syvyys 2.4 metriä, harvalukuisen ruovikon raja. noin 150 metriä rantaan.
217. Ruovikon raja 70 metriä rannasta, syvyys 2 metriä.
218. Syvyys 2,1 metriä rantaan noin 150 metriä. Harva ruovikko
219. Ruovikkoa noin 60 metriä, syvyys 2.2 metriä. Kelluskeiholehteä seassa harvakseltaan.

220. Kaisloja harvakseltaan, mutta laajasti. Ulpukkaa ja lummetta runsastuen. Asumusten kohdat niitetty. Paluu Hiirenlahteen.

Muokkaus 02.09.2015. Mehto 1 - 1A kohdalla runsas ahvenvitakasvusto, vaikka vettä yli 3 metriä. Ympärillä vettä ainakin 3,6 - 3,9 metriä.

Muokkaus 03.09.2015. Ahvenvitakasvusto on löydetty hieman pohjoisemmasta MEHTO 2 pisteen Norpanlahdenpuolelta.

Ristilahteen ja Mehtolanlahteen laskevien uomien näytteenottopäivien virtaamat

Haukkolanjoki 135

8.11.2011 Ei virtaamaa mitattu

27.12.2011 Ei virtaamaa mitattu

25.4.2012 Ei virtaamaa mitattu

31.10.2012 Vesi huomattavasti normaalia korkeammalla ja uoma niin leveä, ettei virtaamaa saatu mitattua

24.4.2013 Ei virtaamaa mitattu

31.10.2013 Ei virtaamaa mitattu

27.5.2014 Q=188 l/s (tarkkuudeltaan karkea)

21.4.2015 Q= 84 l/s

Haukkolanjoki 157

23.2.2011 Ei virtaamaa mitattu

17.5.2011 Ei virtaamaa mitattu

26.9.2011 Ei virtaamaa mitattu

8.11.2011 87 l/s

27.12.2011 Ei virtaamaa mitattu

26.4.2012 Q= 585 l/s

6.8.2012 Ei virtaamaa mitattu

31.10.2012 Ei virtaamaa mitattu, vesi liian korkealla

25.4.2013 Q= 314 l/s

31.10.2013 Ei virtaamaa mitattu

22.5.2014 Ei virtaamaa mitattu

Kuolemanlamminjoki 133

8.11.2011 Q= 27 l/s

27.12.2011 Ei virtaamaa mitattu

25.4.2012 Q= 307 l/s

30.10.2012 Veden pinta erittäin korkealla, ei pysty mittaamaan virtausta

24.4.2013 Uomassa erittäin heikko virtaus, vesipinta järven tasossa

Kuolemanlamminjoki 133

31.10.2013 Ei virtaamaa mitattu
27.5.2014 Uomalla ei virtausta lainkaan
17.7.2014 Ei virtaamaa mitattu
21.4.2015 Q= n. 40 l/s

Kuolemanlamminjoki 158

23.2.2011 Ei virtaamaa mitattu
17.5.2011 Ei virtaamaa mitattu
26.9.2011 Ei virtaamaa mitattu
8.11.2011 Q= 31 l/s
27.12.2011 Ei virtaamaa mitattu
26.4.2012 Q= 266 l/s
30.10.2012 Q= 94,7 l/s
25.4.2013 Q= 148 l/s
31.10.2013 Ei virtaamaa mitattu
22.5.2014 Kosteikkonäyte

Lukanlampi 20

13.8.1985 Ei virtaamaa mitattu

Oja 58 Vännilä

21.9.2010 Ei virtaamaa, näyte seisovasta vedestä, voimakas ammoniakkin haju

Paljakanlahti 095

12.9.2011 Ei virtaamaa mitattu

Rutalahti 134

8.11.2011 Ei virtaamaa mitattu
24.4.2013 Q= 52 l/s, näyte pumppaamon purkuputken päässä

Rutalahti 134

27.12.2011 Ei virtaamaa mitattu
25.4.2012 Q= 52 l/s

30.10.2012 Uomassa ei virtausta, pumput eivät päällä

31.10.2013 Ei virtaamaa mitattu

Sahinoja 166

21.4.2015 $Q = 10 \text{ l/s}$

Vinosillanoja 167

21.4.2015 $Q = 10\text{-}12 \text{ l/s} = 11 \text{ l/s}$