

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Sonja Pursiainen

LOTOKANJOEN VALUMA-ALUEEN VESISTÖKUNNOSTUSTARPEIDEN
KARTOITUS

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2017
Metsätalouden koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
013 260 600

Tekijä
Sonja Pursiainen

Nimeke
LOTOKANJOEN VALUMA-ALUEEN VESISTÖKUNNOSTUSTARPEIDEN KARTOITUS

Toimeksiantaja
Pro Onkamojärvet ry

Tiivistelmä

Rehevöityminen on varsin yleinen ongelma Suomen pintavesissä, sillä noin viidesosa maamme järvipinta-alasta kärsii sen aiheuttamista haitoista. Rehevöityminen johtuu ihmistoimien seurauksena kasvaneesta valuma-aluekuormituksen määrästä. Merkittävässä asemassa rehevöitymisen torjunnassa on valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen määrän vakiinnuttaminen vesistön kannalta kestäväälle tasolle. Vesistökuormituksen määrää voidaan vähentää tehokkaasti valuma-alueelle kohdennettavien kunnostus-toimien avulla.

Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä kartoitus Lotokanjoen valuma-alueen vesistö-kunnostustarpeista Pro Onkamojärvet ry:lle. Valuma-alueen yleiskunnon selvityksellä oli tarkoitus saada vastaus siihen, voidaanko valuma-alueelta tulevia vesiä ohjata jatkossa käymään Pieni-Onkamolla järven tilaa heikentämättä. Järvialue on jo ennestään rehevöi-tyntynyt ja siitä johtuvat haitat ovat vaikuttaneet merkittävästi alueen ekologiseen tilaan sekä virkistyskäyttöarvoihin.

Kartoitus toteutettiin maastohavainnointina kesän 2016 aikana, ja sen pohjalta koostettiin havaintokartat alueesta. Karttojen lisäksi tehtyjä havaintoja käsitellään työssä havainno-listavan kuvamateriaalin avulla.

Kartoituksen pohjalta voitiin todeta, että valuma-alueella on selkeitä kunnostustarpeita. Tämän vuoksi alueelta tulevien vesien ohjaaminen Pieni-Onkamolle ei ole nykytasolla suositeltavaa.

Kieli

suomi

Sivuja 77

Liitteet 1

Liitesivumäärä 9

Asiasanat

Valuma-alue, vesiensuojelu, kartoitus, valuma-aluekunnostus, suunnittelu



THESIS
March 2017
Degree Programme in Forestry

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
013 260 600

Author
Sonja Pursiainen

Title
SURVEY OF RESTORATION NEEDS IN LOTOKANJOKI CATCHMENT AREA

Commissioned by
Pro Onkamojärvet Association

Abstract

Eutrophication is quite a common problem in surface waters in Finland because about one-fifth of the surface of our lakes suffers from disadvantages caused by it. Eutrophication is caused as a result of human activity in the catchment area. A key role in the fight against eutrophication is getting the amount of nutrient emissions to a sustainable level. The amount of the water pollution can effectively be reduced by catchment area renovations.

The purpose of this study was to make a survey for Pro Onkamojärvet Association about restoration needs in Lotokanjoki catchment area. Survey was supposed to answer if it is possible to guide the catchment area waters to visit in Small Onkamo without deterioration of the lake. The lake is already affected by eutrophication, and the disadvantages have influenced significantly to the ecological status of the lake as well as recreational values.

The survey was conducted as a terrain observation during the summer of 2016, and the findings were transferred to maps. Relevant findings are also presented through illustrative images.

On the basis of the survey it was found that the catchment area has clear rehabilitation needs. As a result, it is not recommended to guide catchment area waters to Small Onkamo at the current level.

Language

Finnish

Pages 77
Appendices 1
Pages of Appendices 9

Keywords

Catchment area, water conservation, survey, catchment area restoration, planning

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Vesistön rehevöitymisen syyt.....	7
3	Valuma-aluekuormitus ja sen muodot.....	8
	3.1 Ravinteet	9
	3.2 Kiintoaine	10
	3.3 Rautapitoisuus	11
	3.4 Happamoituminen	12
4	Valuma-alueen maankäytön vaikutus vesistökuormitukseen.....	14
	4.1 Metsätalous.....	16
	4.2 Maatalous.....	16
	4.3 Turvetuotanto	17
	4.4 Haja-asutus	18
5	Valuma-alueiden kunnostuksen tavoitteet ja menetelmät	19
	5.1 Laskeutusaltaat	19
	5.2 Lietekuopat ja kaivu- sekä perkauskatkot.....	20
	5.3 Pohjapadot ja –kynnykset	20
	5.4 Pintavalutuskentät	21
	5.5 Kosteikot	22
	5.6 Virtaamanhallinta	23
	5.7 Suojavyöhykkeet	23
6	Pro Onkamojärvet ry	23
7	Työn tausta ja tavoitteet.....	24
	7.1 Järvien kunnostusten vaiheet.....	24
	7.2 Työn tavoitteet.....	26
8	Maastohavainnot	28
	8.1 Lotokanjoen valuma-alue	29
	8.2 Rauanjoen valuma-alue	39
	8.2.1 Elinjoki.....	40
	8.2.2 Rauanjoki	46
	8.3 Särkijoen valuma-alue.....	57
	8.3.1 Särkijoki	58
	8.3.2 Kivioja	67
9	Päätelmät.....	72
10	Pohdinta.....	73
	Lähteet.....	75

Liitteet

Liite 1 Valuma-alueiden maastohavainnot

1 Johdanto

Pieni-Onkamo on Vuoksen päävesistöön kuuluva matala, vähähumuksinen järvi. Se on osa Onkamojärviä, johon kuuluu lisäksi myös Suuri-Onkamon ja Honselän järviolueet. Pieni-Onkamo sijaitsee noin 34 kilometrin päässä Joensuuista, aivan Hammaslahden kylän tuntumassa. Pinta-alaltaan se on 12,6km² suuruinen järvi, jolla on rantaviivaa 50 kilometrin verran. Järven keskivedenkorkeus on N60+76,88m, keskisyvyys 2,2 metriä ja suurin syvyys noin 7 metriä. Vuotuinen vaihtelu on noin 40cm luokkaa. Järven suurin saari on 60 hehtaarin kokoinen Reposaaari.

Pieni-Onkamolla on valuma-alueita kokonaisuudessaan 281km² verran. Tästä valtaosan muodostaa 151km² suuruinen Lotokanjoen alue, joka koostuu kokonaisuutena Lotokanjoen omasta ja sen yläpuolella olevista Särkijoen sekä Rautajoen valuma-alueista. Tämän lisäksi toisen merkittävän lisäjuoksun muodostaa Suuri-Onkamon valuma-alue, joka on 90km² suuruinen. Suuri- ja Pieni Onkamon pinta on suurin piirtein samassa tasossa toisiinsa nähden, mikä mahdollistaa Suuri-Onkamon vesien kulun Salmensillan salmen kautta Pieni-Onkamon puolelle.

Onkamojärvien vesien pois-lasku-uomana toimii Pieni-Onkamon pohjoispäästä lähtevä Nivajoki, mitä pitkin myös Lotokanjoen suunnalta tulevat vedet virtaavat nykyisin Pyhäselälle. Alun perin Lotokanjoki on laskenut suoraan Pieni-Onkamojärveen, mutta sen virtaama ohjattiin laskemaan Nivajokeen muutama vuosikymmen sitten.

Pieni-Onkamo kärsii rehevöitymisen aiheuttamista haitoista. Ongelma on yhteinen koko Onkamojärvien alueella ja järviolueiden heikko tila onkin aiheuttanut huolta alueella asuvien ihmisten keskuudessa jo pitkään. Merkit vesistön tilan heikkenemisestä ovat olleet nähtävissä jo usean vuosikymmenen ajan ja rehevöitymisen kiihtymisen myötä järvien virkistyskäyttömahdollisuudet ovat heikentyneet merkittävästi. Ennen kunnostustoimien aloittamista oli Onkamojärvillä havaittu muun muassa jatkuvaa levämäärien lisääntymistä sekä muiden vesi-

kasvien massaesiintymiä. Kasvillisuuden lisäksi järvien pohja-alueille oli kertynyt runsaasti mutaa sekä lietettä, paikoin jopa metrien paksuiseksi kerrostumaksi. Näiden lisäksi myös kalaverkkojen limoittumista sekä kalojen makuvirheitä oli raportoitu asukkaiden toimesta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä maastokäynteihin pohjautuva karttoitus Pieni-Onkamon yläpuolisten valuma-alueiden kunnosta. Tavoitteena oli paikantaa valuma-alueilla esiintyvät selkeät kuormituslähteet sekä ongelmakohdat ja tuoda ne toimeksiantajan tietoon. Työalue rajautui maantieteellisin perustein Lotokanjoen-, Särkijoen-, ja Rauanjoen valuma-alueisiin.

2 Vesistön rehevöitymisen syyt

Rehevöitymistä voidaan pitää varsin yleisenä ongelmana Suomen vesistöissä, sillä noin viidesosa maamme järvipinta-alasta kärsii sen aiheuttamista haitoista (Suomen Ympäristökeskus SYKE 2015). Rehevöityminen johtuu liiallisesta ihmistoiminnasta peräisin olevien ravinteiden kertymisestä vesistöön, minkä seurauksena vesistön perustuotannon toiminta kiihtyy merkittävästi. Tämä aiheuttaa ranta- ja vesikasvillisuuden sekä planktonlevien määrän lisääntymisenä vesistöissä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11.)

Rehevöityminen on järven kannalta haitallinen prosessi, koska sen seurauksena vesistön ekologinen tila väijäämättä heikkenee. Vesi samenee, levämäärät runsastuvat ja vesikasvit alkavat vallata yhä isompia alueita perustuotannon voimakkaan kasvun myötä. Lajisto yksipuolistuu pitkässä aikajuoksussa, kun karumpiin oloihin sopeutuneet eliölajit häviävät muuttuneiden elinolojen myötä. Tämä näkyy etenkin kalakannassa, joka muuttuu särkivaltaiseksi. Lisäksi vedessä tapahtuva hapenkulutus kasvaa runsastuneen kasvimassan hajoamisen myötä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11-12.)

Kasvanut hapenkulutus voi aiheuttaa etenkin talviaikaan pohja-alueiden happikatoa. Hapettomissa oloissa järven sisäinen kuormitus käynnistyy, eli järven pohjalle kertynyt pohjasedimentti alkaa vapauttamaan siihen sitoutuneita ravinteita. (Suomen Ympäristökeskus SYKE 2016.) Tapahtumaketjun seurauksena vesistön ravinnepitoisuudet kohoavat entisestään. Hapettomissa oloissa tapahtuvan hajotustoiminnan seurauksena pohja-alueille alkaa myös muodostua myrkyllistä rikkivetyä, mikä aiheuttaa yhdessä hapenpuutteen kanssa pohjaeliöstön kuolemissa. (Järviwiki 2014.)

Rehevöitymisen seurauksena tapahtuvien muutoksien myötä vesistön virkistyskäyttöarvo laskee. Suurin haitta tapahtuvista muutoksista aiheutuu vesistön lähiympäristön vakituisille asukkaille sekä kesäasukkaille, joille alueen käyttö esimerkiksi kalastuksen, uimisen, veneilyn tai muun virkistyskäytön muodossa on erityisen tärkeä osa arkielämää.

Vesistön rehevöitymistä indikoivat seuraavat merkit

- veden kanssa kosketuksessa olevien materiaalien limoittuminen, esimerkiksi rantakivet ja kalaverkot
- lisääntynyt levien määrä sekä leväkukinnat
- värimuutokset vedessä sekä näkösyvyyden huonontuminen
- vesikasvillisuuden määrän lisääntyminen ja muutokset lajistossa
- rantojen mataloituminen umpeenkasvun seurauksena
- muutokset vesilintujen määrässä sekä lajistossa
- muutokset järven kalakannassa: Arvokalojen määrän väheneminen ja vastaavasti särkikalojen määrän lisääntyminen
- kalojen makuvirheet
- kalakuolemat
- vedessä havaittava paha haju ja maku
- Aiheutuvat terveyshaitat ihmisille ja eläimille: uimareiden iho-oireet sekä vettä juovien ihmisten/eläinten myrkytysoireet.

Rehevöitymiselle alttiita ovat etenkin matalat, vähävetiset järvalueet, joiden kuormituksen sietokyky on pienen vesitilavuuden vuoksi alhainen. Niissä rehevöitymisen merkit voivat ilmetä varsin nopeasti ravinnekuormituksen kasvun myötä. Isommat, runsasvetisemmät järvet voivat puolestaan sietää kasvanutta ravinnekuormituksen määrää pitkiäkin aikoja ilman näkyviä muutoksia. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2016.)

3 Valuma-aluekuormitus ja sen muodot

Vesistön tilan heikkeneminen johtuu lähes aina valuma-alueelta tulevasta liian suuresta ulkoisen kuormituksen määrästä. Valuma-alueelta sijaitsevista päästölähteistä peräisin olevat ravinne- ja kiintoainehuuhtoumat kulkeutuvat alueen jokia, puroja, noroja ja ojia pitkin alapuoliseen vesistöön, jonne ne kerääntyvät sekä alkavat ajan myötä aiheuttaa ongelmia pitoisuusmäärien kasvun myötä. Tämä näkyy muun muassa vesistöjen rehevöitymisenä, mataloitumisena sekä umpeenkasvuna.

Valtaosa vesistöihin kulkeutuvasta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta aiheutuu ihmisen toiminnasta valuma-alueilla. Päästölähteinä toimivat pääasiassa valuma-alueella sijaitsevat haja- ja pistekuormituslähteet, joita käsitellään tarkemmin kappaleessa 5. Ihmistoiminnan lisäksi myös sateet ja lumen sulamisvedet kuljettavat ravinteita ja kiintoainetta valuma-alueelta vesistöön luonnonhuuhtouman muodossa. Vesistökuormituksesta puhuttaessa tarkoitetaan kuitenkin luonnonhuuhtouman ylittäviä päästöjä, jotka ovat peräisin ihmisen toiminnasta. Ulkoisen kuormituksen määrään vaikuttavia tekijöitä ovat pääasiassa valuma-alueen ihmistoiminnan vaikuttavuus, valuma-alueen luontaiset ominaisuudet sekä valumavesien määrä. (Mattila 2005, 137.)

3.1 Ravinteet

Fosfori (P) ja typpi (N) ovat vesistön perustuotannon voimakkuutta sääteleviä ravinteita, jotka määrittelevät perustuotannon tason yhdessä valon sekä lämpötilan kanssa.

Fosforilla (P) on tärkeä rooli kasvin energia-aineenvaihdunnassa, minkä vuoksi sen puute näkyykin useimmiten heikentyneenä kasvuna. Fosfori esiintyy luonnossa joko liukoisen fosfaattifosforin tai kiintoaineeseen sitoutuneet partikkelimaisen fosforin muodossa. Nämä kaksi muodostavat yhdessä kokonaisfosforin, jota käytetään mittaussuureena vesistön rehevyystason määrittelyssä. Kokonaisfosforin ohella vedestä voidaan kuitenkin määrittää pelkästään liukoisen fosforin osuus. Vesikasvit sekä levät pystyvät hyödyntämään liukoisessa muodossa olevaa fosforia suoraan, minkä vuoksi se kuvastaakin tarkemmin perustuotannon käytettävissä olevaa ravinnemäärää. Fosfaattifosforin pitoisuudet ovatkin tyypillisesti alhaisimmillaan kasvukauden aikana, jolloin vesikasvit ja levät käyttävät sitä kasvuunsa. Fosfaattifosforin määrä on kuitenkin riippuvainen kokonaisfosforin määrästä. Fosfori on tyypillisesti järviemme minimiravinne, jonka määrä tai puute vaikuttaa perustuotannon tasoon. (Niinimäki & Penttinen 2014, 13 – 14.)

Fosforin ohella myös typpi (N) vaikuttaa perustuotannon tasoon, mikäli se esiintyy vesistön minimiravinteena. Eliöt tarvitsevat typpeä proteiinien ja nukleiinihappojen rakentamisessa. Typpi esiintyy vedessä ammoniumina, ammoniakkinä, nitraattina, nitriittinä sekä vapaana typpinä. Nämä muodostavat kokonaisytyppen, jota mittasuurena käytetään kokonaisfosforin ohella vesistön rehevyyden arvioinnissa. Leville käyttökelpoisia ovat epäorgaaniset typpiyhdisteet, joista yleisimpiä ovat nitraatti ja ammonium. Typen kierron kannalta olennainen prosessi maa- ja vesiekosysteemeissä on nitrifikaatio, jossa typpi sitoutuu biomassaan ja vapautuu eliöiden kuoleamisen myötä epäorgaanisena typpinä. (Niinimäki & Penttinen 2014, 17.)

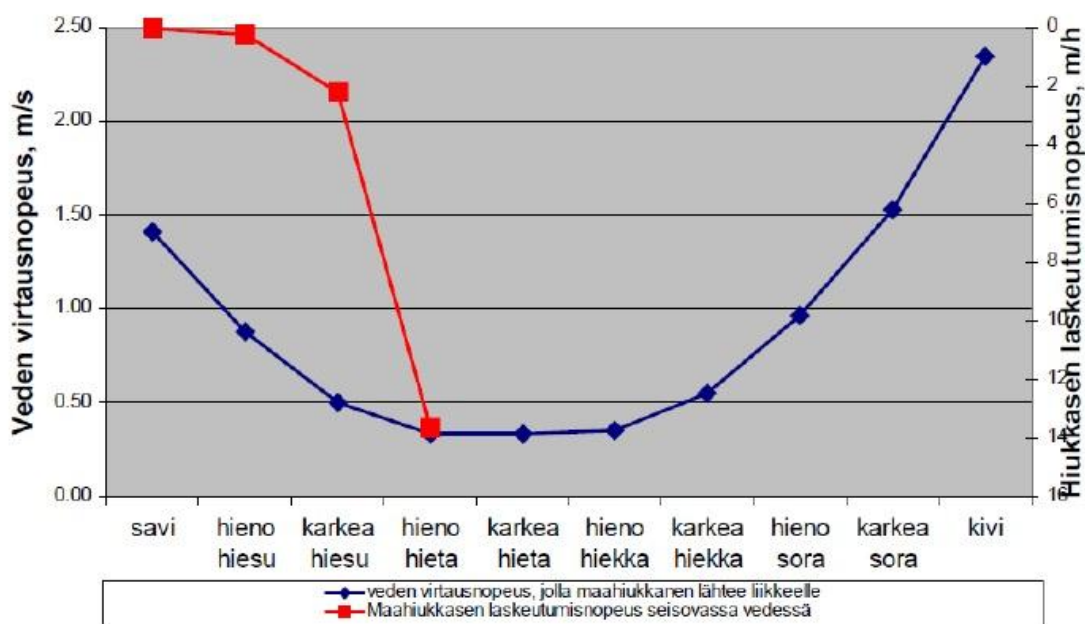
3.2 Kiintoaine

Kiintoaineella tarkoitetaan virtavesien mukana kulkeutuvaa hiukkasmaista ainesta, jonka partikkelikoko ylittää 0,45 mikrometriä. Kiintoaine voi olla joko eloperäistä ainesta tai elotonta kivennäismaa-ainesta. Kiintoainekuormitus johtuu maaperän eroosiosta valuma-alueella, minkä seurauksena virtaveden mukana lähtee kulkeutumaan irronnutta eroosioainesta alapuolista vesistöä kohti. Kiintoaine kulkeutuu uomassa joko pohjaa pitkin liikkuen tai veteen sekoittuneena. Kiintoaine aiheuttaa muun muassa veden samentumista, pohja-alueiden liettymistä, mataloitumista sekä vesistön hapenkulutuksen kasvua eloperäisen aineksen hajoamisen myötä (Palviainen & Finér 2013, 11.) Valuma-alueelta tulevan kiintoainekuormituksen haitat näkyvät pääasiassa järvissä sekä lammissa, jonne virtaveden mukana kulkeva kiintoaines lopulta sedimentoituu.

Kiintoaineeseen sitoutuu myös ravinteita, minkä vuoksi kiintoainekuormitus lisää samalla myös vesistöön kohdistuvaa ravinnekuormituksen määrää. Ravinteista typpi (N) sitoutuu pääasiassa orgaaniseen kiintoaineeseen ja fosfori (P) puolestaan kivennäismaalajeihin. (Seppälä 2014, 15.)

Maaperän laatu vaikuttaa myös merkittävästi valuma-alueelta lähtevän kiintoainekuormituksen määrään. Mitä hienojakoisemmista maalajeista on kyse, sitä suuremmaksi lähtevä kiintoainekuormitus tyypillisesti muodostuu korkean huuh-

toutumisherkkyden vuoksi. Kaikkein herkimmin huuhtoutuvia maalajitteita ovat hieno ja karkea hieta sekä hieno hiekka (kuvio 1).



Kuvio 1. Maalajitteiden huuhtoutumisherkkyys ja niiden laskeutumisnopeus. (Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu 2012, s.61)

3.3 Rautapitoisuus

Veden rautapitoisuus riippuu pitkälti vesistön ominaispiirteistä. Korkeat rautapitoisuudet ovat tavallisia suovaltaisilla valuma-alueilla, joiden vedet ovat varsin humuspitoisia. Tämä johtuu siitä, että rauta sitoutuu vedessä oleviin humusyhdisteisiin. Kirkkaissa, karuissa vesissä rautapitoisuudet jäävät puolestaan usein alhaisiksi humusaineiden puuttumisen vuoksi. Rauta voi humuksen lisäksi olla kuitenkin sitoutuneena kiintoaineeseen, minkä vuoksi eroosiolla on myös vesistön rautapitoisuutta lisäävä vaikutus. (Oravainen 1999, 21.)

Raudan liukenemiseen sedimentistä vaikuttaa olennaisesti veden happitilanne. Hapettomissa oloissa rauta-3 (Fe^{3+}) ioni pelkistyy rauta-2 ioniksi (Fe^{2+}), joka liukenee veteen huomattavasti alkuperäistä ionimuotoa tehokkaammin. Vapautunut rauta hapettuu keväisin ja syksyisin tapahtuvan pinta- ja pohjaveden sekoittumisen yhteydessä ja samalla se sitoo myös fosforia sedimentteihin. Hyvä-

kuntoisessa vesistössä tämä prosessi estää veden fosforipitoisuuden nousemisen haitalliselle tasolle. (Oravainen 1999, 22.)

3.4 Happamoituminen

Happamoitumisella tarkoitetaan veden heikentynyttä kykyä neutraloida happamia yhdisteitä, mikä näkyy veden pH-arvon alenemisena. Vesistöjä happamoitavia yhdisteitä ovat rikkidioksidi (SO₂) sekä typen oksidit (NO_x), jotka kulkeutuvat vesistöihin ilmalaskeuman muodossa. (Vuori, Bäck, Hellsten, Karjalainen, Kauppila, Lax, Lepistö, Londesborough, Mitikka, Niemelä, Niemi, Perus, Pietiläinen, Pilke, Riihimäki, Rissanen, Tammi, Tolonen, Vehanen, Vuoristo & Westberg 2006, 41 – 42.) Näiden oksidien pääasiallisia päästölähteitä ovat teollisuus, energiantuotanto sekä liikenne.

Happamoituminen voi laskeuman ohella tapahtua myös rikkipitoisten sedimenttien hapettumisen seurauksena. Hapettumisreaktiossa sedimenteistä uuttuu rikkihappoa, jolla on voimakas, ympäristöä happamoittava vaikutus. Rikkohappo liuottaa maaperästä myrkyllisiä metalleja, jotka voimakkaan happamoitumisen kanssa vahingoittavat sekä tappavat kasvi- ja vesieliöstöä. (Suomen Ympäristökeskus SYKE 2014.) Tällaisia rikkipitoisia sedimenttejä sisältäviä alueita ovat rannikolla sijaitsevat happamat sulfaattimaat sekä ympäri maata esiintyvät mustaliuskealueet. Merkittäviä, laaja-alaisia mustaliuskealueita tavataan Kainuun lisäksi Pohjois-Karjalan ja Lapin alueella (Karppinen, Komulainen, Kousa, Nikkarinen & Tornivaara 2012, 4). Pieni-Onkamon valuma-alueella tiedetään myös olevan mustaliuskeista kallioperää.

Osa Suomen vesistöistä on myös luontaisesti happamia veden runsaan humuspitoisuuden vuoksi. Tämä on tyypillistä suovaltaisilla valuma-alueilla, joissa humusta pääsee huuhtoutumaan runsaasti järviin sekä jokiin. (Luonnontila 2013.) Humuksen happamoittava vaikutus perustuu siinä oleviin orgaanisiin humus- ja fulvohappoihin, jotka ovat luonteeltaan heikkoja happoja (Heikkinen & Alasaarela 1988, 6).

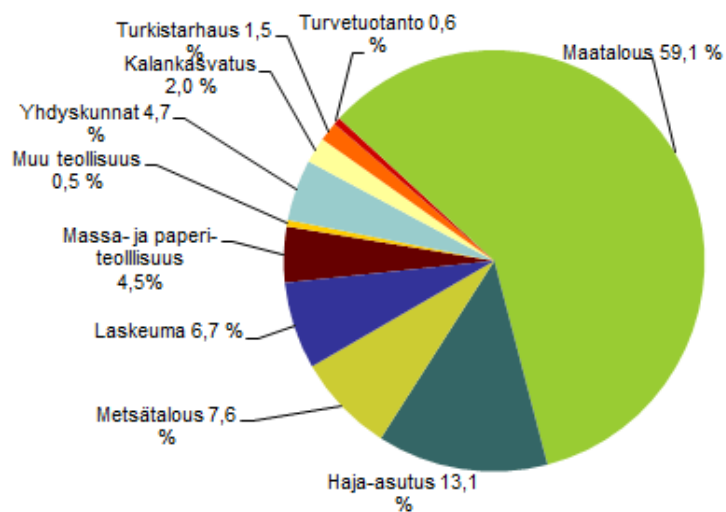
Suomen vesistöt ovat tyypillisesti herkästi happamoituvia, koska kallioperässä esiintyy vain niukasti kalkkia (Vuori ym. 2006, 42). Happamoitumisen seurauksena kaloissa, pohjaeläimissä, vesikasveissa sekä pohjalevissä tapahtuu muutoksia. Veden pH:n laskiessa alle 6 kalkkikuoristen eliöiden määrä alkaa vähentyä ja useiden kalalajien lisääntyminen häiriintyy. Tämä näkyy ajan mittaan saalismäärien pienentymisenä. Lisäksi myös vesistöjen suurkasvisto muuttuu vähälajiseksi. Happamoitumisesta johtuvia ongelmia voidaan kuitenkin korjata kalkituksen avulla. Toimenpiteen tavoitteena on turvata veden tilan säilyminen ekosysteemin kannalta hyvänä ja vakaana. Kalkitusaineena voidaan käyttää esimerkiksi kalkkikivijauhetta, dolomiittia, poltettua kalkkia tai sammutettua kalkkia. Kalkitusta käytetään pääasiassa ilmaperäisen laskeuman tai rikkipitoisten sedimenttien hapettumisen myötä happamoituneiden vesistöjen tilan korjaamisessa. Luontaisesti happamien vesistöjen kalkitus ei sen sijaan ole tarkoituksenmukaista tai suositeltavaa toimintaa. (Weppling & Iivonen 2005, 274 – 277.)

4 Valuma-alueen maankäytön vaikutus vesistökuormitukseen

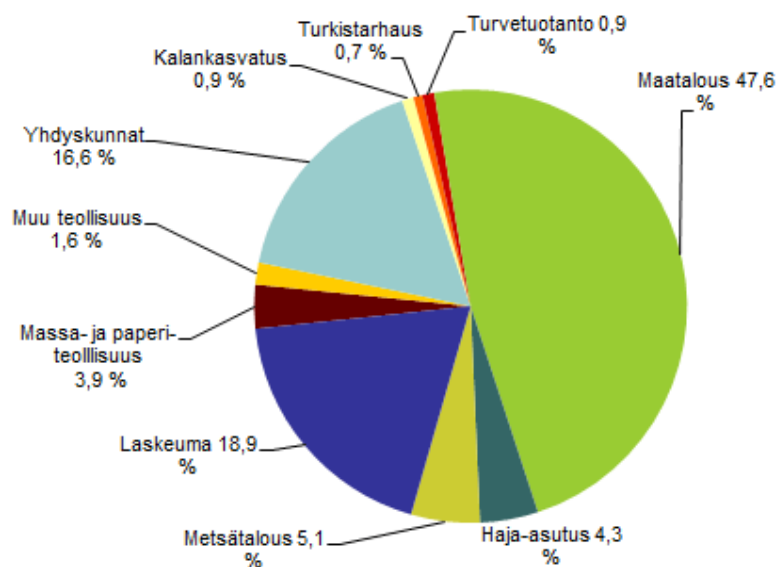
Merkittävä osa vesistöjä kuormittavista ravinne- ja kiintoainepäästöistä on nykyisin peräisin valuma-alueilla sijaitsevista hajakuormituslähteistä. Koska hajakuormitus muodostuu useista valuma-alueella sijaitsevista, määrittelemättömistä päästölähteistä, on kuormituksen vähentäminen, estäminen sekä valvonta kokonaisuudessaan varsin hankalaa. Hajakuormitukselle tyypillistä on voimakas, vuodenaikoihin sidonnainen vaihtelu, mikä noudattaa samaa rytmikkaa luonnonhuuhtouman kanssa (Sutela, Olin, Vehanen & Rask 2007, 2). Merkittävimpinä hajakuormituksen lähteinä toimivat maa- ja metsätalous sekä haja-asutus.

Pistekuormituskohteilta tulevaan vesistökuormitukseen on pystytty sen sijaan vaikuttamaan varsin tehokkaasti kehityksen myötä ja tällaisten kohteiden päästömäärät ovat selvästi pienentyneet parantuneen valvonnan sekä syntyvien jätevesien tehostuneen käsittelyn myötä. (Suomen Ympäristökeskus SYKE 2016.) Pistekuormituslähteinä toimivat tyypillisesti teollisuuslaitokset, turkistarhat, kalankasvattamot sekä turvetuotantoalueet.

Fosforipäästölähteet



Typipäästölähteet



Kuvio 2. Fosfori- ja typipäästöjen jakautuminen päästölähteittäin Suomessa vuonna 2015. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2016).

4.1 Metsätalous

Metsätalouden toimenpiteiden osalta merkittävimmät vesistövaikutukset aiheutuvat kiintoainekuormituksen määrän kasvusta. Kiintoainekuormitusta aiheuttavia toimenpiteitä ovat maanmuokkaus, kantojen nosto, tienrakennus, koneiden urapainamat sekä kunnostusojitus, joka yksittäisenä toimenpiteenä on merkittävin kiintoainekuormituksen lisääjä. (Seppälä 2014, 12.) Maanpintaa rikkovat toimenpiteet altistavat maan eroosiolle sekä syöpymiselle, koska kasvillisuus ei ole enää sitomassa sitä paikalleen.

Kiintoainekuormituksen lisäksi vesistöihin kohdistuu myös jonkin verran ravinnekuormitusta metsätalouden toimenpiteiden seurauksena. Lannoitukset sekä hakkuualueelle jätetyt hakkuutähteet lisäävät maaperässä olevien ravinteiden määrää käsittelyalueella ja tämän seurauksena myös valumavesiin pääsee liukenemaan enemmän ravinteita. Tämän lisäksi ravinteita kulkeutuu vesistöihin myös kiintoaineseen sitoutuneena. (Seppälä 2014, 15.) Metsätaloudesta aiheutuva ravinnekuormituksen määrä on kuitenkin valtakunnallisella tasolla varsin matala verrattuna muihin hajakuormituslähteisiin, sillä ainoastaan 7,6 % fosforipäästöistä ja 5,1 % typpipäästöistä aiheutui metsätalouden toimien seurauksena vuonna 2015 (kuvio 2). Metsätalouden vaikutusalueen alle jää kuitenkin useimmiten sellaisia kohteita, jotka ovat muiden päästölähteiden ulottumattomissa. Näitä ovat esimerkiksi herkäät latvavedet, purot sekä muut puhtaat pienvedet.

4.2 Maatalous

Maatalous aiheuttaa Suomessa kaikesta ihmisperäisestä toiminnasta eniten ravinnekuormitusta vesistöihin. Fosforikuormituksesta 59,1 % ja typpikuormituksesta 47,6 % on peräisin maataloudesta (kuvio 2). Maataloudesta aiheutuva vesistökuormitus on pääasiassa hajakuormitusta, jonka ensisijaisena lähteenä toimivat peltoviljelyalueet. Viljelyalueilta tulevat päästöt aiheutuvat pääasiassa peltujen lannoituksen myötä kasvavasta ravinnehuuhtouman määrästä sekä alueilla tapahtuvan eroosion seurauksena syntyvästä kiintoainekuormituksesta.

Hajakuormituksen lisäksi jotkin maatalouden rakenteista muodostavat myös pistekuormituslähteitä. Näitä ovat muun muassa kotieläintuotannossa käytettävät karjasuojat ja lantalat. (Kipinä-Salokannel 2013, 2.)

Maataloudesta aiheutuvan vesistökuormituksen määrä riippuu monesta tekijästä. Vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi

- valuma-alueella oleva peltojen määrä
- peltoalueiden sijoittuminen vesistöihin nähden
- peltojen maalajite sekä kaltevuus
- peltojen käyttömuoto
- viljelytekniikka
- peltojen vesitalous
- lannoitteiden käyttömäärä ja levitystekniikka
- karjanlannan ja virtsan varastointi, käsittelytapa, jatkokäyttö
- sade- ja virtaamamäärät.

Suurin osa maatalouden vesistökuormituksesta tulee kasvukauden ulkopuolisena aikana, peltojen ollessa paljaana. (Kipinä-Salokannel 2013, 3 – 4.)

4.3 Turvetuotanto

Turvetuotannosta aiheutuva ravinnekuormituksen osuus on valtakunnallisella tasolla varsin alhainen, sillä vain 0,6 % fosforipäästöistä sekä 0,9 % typpipäästöistä on lähtöisin kyseisestä päästölähteestä (kuvio 2). Tämä kuitenkin johtuu tuotantoalueiden suhteellisen pienestä pinta-alamäärästä muihin maankäyttömuotoihin verrattuna.

Turvetuotantoalueet ovat paikallisesti usein merkittäviä pistekuormituslähteitä, jotka toimivat pitkäaikaisina kuormituslähteinä alapuolisille vesistöille. Turvetuotantoalueiden käyttöaika sijoittuu 20 – 30 vuoden välille, ja alueet kuormittavat alapuolen vesistöjä tuotannon lopettamisen jälkeenkin. Turvetuotannosta syntyvä vesistökuormitus muodostuu pääosin kiintoaine- ja humuskuormituksesta,

jonka lisäksi alueilta tulee myös jonkin verran typpi- sekä rautakuormitusta. (Selänne & Saari 2012.) Erityisesti orgaanisen kiintoainekuormituksen suhteen turvetuotantoalueilla voi olla hyvin suuri paikallinen vaikutus.

Turvetuotannon lopettamisen jälkeen alueen maankäyttömuoto muuttuu. Turvetuottajan vastuulla on tuotantoalueen jälkihoito, jonka jälkeen maanomistajan vastuulle siirtyy uudesta maankäyttömuodosta huolehtiminen. Huomioimisen arvoista on, että turvetuottajan vastuu tuotantoalueesta päättyy, kun vuokrasopimuksen ja ympäristösopimuksen mukaiset ehdot täyttyvät. (Turveteollisuusliitto 2008, 13.)

4.4 Haja-asutus

Haja-asutuksen vesistökuormitus muodostuu pääasiassa käsittelemättömistä talousjätevesistä, joita tulee viemäriverkoston ulkopuolelle jäävistä kiinteistöistä. Talousjätevesillä tarkoitetaan keittiöstä, pesutiloista, pyykinpesusta, käymälöistä sekä muista vastaavista tiloista sekä laitteista tulevaa jätevettä, joka sisältävää erilaisia rasvoja, ruuantähteitä, virtsaa, ulosteita sekä erilaisia kotitalouksissa käytettäviä kemikaaleja. (Ympäristöministeriö 2011, 10 – 11.)

Välitön haitta jätevesistä muodostuu yleensä asukkaiden lähiympäristölle, mutta ne voivat myös kulkeutua vesistöön esimerkiksi ojia pitkin, pintavalunnan muodossa tai kiinteistöistä suoraan vesistöön johdettuna. Jätevedet voivat heikentää myös pohjaveden tilaa, mikäli ne pääsevät imeytymään maakerrosten läpi pohjaveteen asti. (Ympäristöministeriö 2011, 10 – 11.) Haja-asutuksen osuus vesistöihin päätyvästä ravinnekuormituksesta oli Suomessa vuonna 2015 fosforipäästöjen osalta 13,1 % sekä typpipäästöjen osalta 4,3 % verran (kuvio 2).

5 Valuma-alueiden kunnostuksen tavoitteet ja menetelmät

Valuma-alueille kohdennettavat kunnostustoimet ovat ensiarvoisen tärkeässä asemassa vesistöjen tilan korjaamisessa, koska vesistöjen heikentynyt kunto johtuu lähes aina liian suuresta valuma-aluekuormituksen määrästä. Valuma-alueelta tuleva kuormituksen määrä tulisikin pyrkiä saamaan kestäväälle tasolle, jotta vesistön kunnan elpyminen olisi mahdollista ja varsinaisten vesialueelle kohdennettavien kunnostustoimien tekeminen olisi järkevää. Valuma-alueella esiintyvien kuormituslähteiden ja ongelmakohtien tunnistaminen sekä huolellinen, tapauskohtaisesti tehtävä toimenpiteiden suunnittelu on avainasemassa toimivien vesiensuojeluratkaisujen toteuttamisessa. (Raassina 2014.)

5.1 Laskeutusaltaat

Laskeutusaltaiden tehtävänä on uomassa kulkevan kiintoaineksen sekä siihen sitoutuneiden ravinteiden pysäyttäminen. Altaiden toiminta perustuu siihen, että veden allastuessa virtausnopeus hidastuu riittävästi ja veden mukana kulkevat hiukkaset pääsevät sedimentoitumaan altaan pohjalle. Rakenteen toimivuuden kannalta on tärkeää, että vesi viipyy altaassa riittävän kauan sekä virtausnopeus laskee tarpeeksi alhaiseksi, jotta hiukkaset ennättävät sedimentoitua ennen kuin vesi poistuu altaasta. (Joensuu, Kauppila, Lindén & Tenhola 2012, 16.)

Pääsääntöisesti riittävä virtaaman ja altaan vedenpinnan pinta-alan suhde saavutetaan, mikäli altaan pinta-ala sijoittuu 3-8 m²/valuma-aluehehtaari ja lietetilavuus 2-5m³/valuma-aluehehtaari välille käytetystä mitoitusvirtaamasta riippuen. (Joensuu ym. 2012, 58.)

Koska altaat toimivat kiintoaineen pidättäjinä, niiden tilavuus pienenee alkupe-
räisestä kaivutilavuudesta kiintoaineen kertymisen myötä. Tilavuuden vähene-
minen johtaa altaan toimintatehon laskuun. Altaiden pysyminen toiminnallisena
vesiensuojelurakenteena edellyttääkin niiden tyhjentämistä sopivin väliajoin.
Täyttynyt allas muodostaa itsessään kuormituslähteen, koska siitä pääsee

huuhtoutumaan jo aikaisemmin sedimentoitunutta kiintoainetta alapuolisiin vesistöihin. (Joensuu ym. 2012, 17 – 18.)

5.2 Lietekuopat ja kaivu- sekä perkauskatkot

Kaivu- ja perkauskatkoilla voidaan vähentää ojakohtaista vesistökuormituksen määrää. Kaivukatkoilla tarkoitetaan ojiin sekä naveroihin jätettäviä koskemattomia osuuksia, joissa maanpinta sekä kasvillisuus säilytetään ehjänä. Näiden kaivamatta jätettyjen osuuksien tarkoituksena on pidättää kiintoainetta ja ravinteita vedestä. Toiminnallisesti ne vastaavatkin pintavalutuskenttää pienoiskoos- sa. Jätettävien kaivukatkojen pituus määräytyy virtaaman määrän sekä maalajin perusteella ja tämän vuoksi niiden pituus voikin vaihdella muutamista metristä muutamiin kymmeneen metriin. Vanhoihin ojiin jätettävien perkauskatkojen pituus on puolestaan muutamien metrien luokkaa. Perkaamalla jätetty sammal- kasvusto hidastaa veden virtausnopeutta sekä suodattaa samalla epäpuhtauksia vähemmäksi. (Joensuu ym. 2012, 13 – 14.)

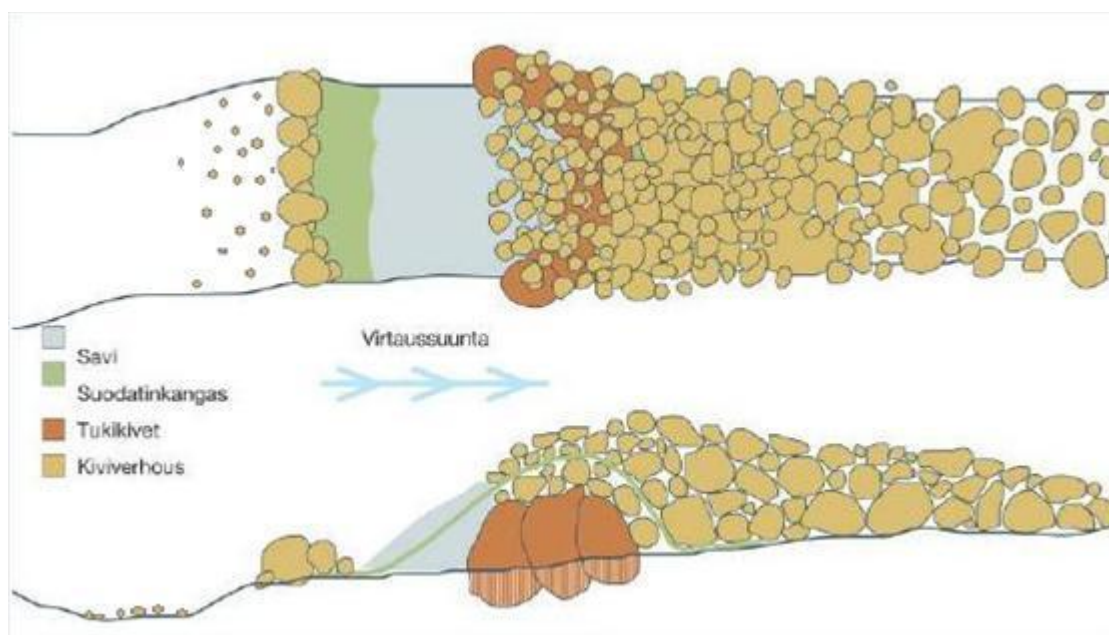
Lietekuopat ovat ojiin kaivettavia syvennyksiä, joiden tarkoituksena on estää kiintoaineen huuhtoutuminen ojista kaivuprosessin aikana. Lietekuoppien tilavuuden tulisi kaivuuhetkellä olla 1-2 kuutiometriä, jotta lietekapasiteetti olisi niissä riittävä. (Joensuu ym. 2012, 14.)

5.3 Pohjapadot ja -kynnykset

Pohjapadot sekä -kynnykset ovat tyypillisesti luontaisia koski- ja virtapaikkoja jäljitteleviä rakenteita, joiden avulla pystytään nostamaan uoman vedenkorkeutta, hidastamaan veden virtaamaa, pidättämään kiintoainetta sekä ehkäisemään reunojen sortumista (kuva 3). Niitä voidaan rakentaa yksittäin tai vaihtoehtoisesti usean pohjapadon tai -kynnyksen ketjuna, jolloin ne muodostavat putouspor- taikon. Niiden rakennusmateriaalina voidaan käyttää esimerkiksi kiveä, kivi- louhetta, soraa tai puuta. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2015.) Pohjapatojen ja -kynnyksien rakentamisella voidaan vaikuttaa tehokkaasti uoman kaltevuus-

teen ja sitä kautta virtaaman nopeuteen, mitkä ovat avaintekijöitä uomaerosion ehkäisemisessä.

Virtavesien lisäksi pohjapatoja ja -kynnyksiä voidaan rakentaa myös muiden vesiensuojelurakenteiden yhteyteen. Esimerkiksi kosteikoissa pohjapadoilla voidaan ohjailta vesien kulkua ja edistää veden levittäytymistä kosteikkoalueelle. Laskeutusaltaissa pohjapadon rakentaminen purkukynnyksen yhteyteen puolestaan tehostaa altaan toimintaa. (Joensuu ym. 2012, 24.)



Kuva 1. Mallikuva pohjapadosta. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2015.)

5.4 Pintavalutuskentät

Pintavalutuskentän tehtävänä on pidättää kiintoainetta ja ravinteita valumavesistä. Pintavalutuskenttä tulisi sijoittaa tasaiselle, kasvettuneelle maa-alueelle, jossa vedet pääsevät tehokkaasti suodattumaan maaperän ja kasvillisuuden läpi. Tavoitteena on, että veden liike saadaan hidastumaan ja se pääsee leviämään laajalle alueelle. Kentän tehokkuutta voidaan parantaa yläpuolelle sijoitettavalla laskeutusaltaalla, josta valumavedet ohjataan jako-ojien avulla kentälle. (Joensuu ym. 2012, 14 – 15.)

Pintavalutuskenttä tulisi mitoittaa riittävän suureksi, jotta veden virtaus hidastuu tarpeeksi paljon ja vesi pääsee suodattumaan maan pintakerroksen ja kasvillisuuden läpi. Suositeltava pintavalutuskentän koko on vähintään 1% yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. Tätä pienemmätkin alueet kannattaa kuitenkin hyödyntää kiintoaineen pidättäjinä matalasta pidätystehosta huolimatta. Pienen pintavalutuskentän vähäistä pidätystehoa voi kompensoida sijoittamalla sen muiden vesiensuojelurakenteiden läheisyyteen, kuten esimerkiksi laskeutusaltaiden tai virtaamansäätörakenteiden alapuolelle. Lisäksi pienialaisia pintavalutuskenttiä voidaan ketjuttaa toisiinsa, jolloin kokonaispintavalutusala saadaan lähemmäksi suositusten mukaista. (Joensuu ym. 2012, 15.)

5.5 Kosteikot

Vesiensuojelussa kosteikolla tarkoitetaan yleensä kaivamalla, patoamalla sekä pengertämällä perustettua aluetta, joka on valtaosan vuodesta veden peittämänä ja joka säilyy kuivempinakin kausina kosteana. Kosteikot toimivat valuma-alueelta tulevan kiintoaineen ja ravinteiden pidättäjinä ja vähentävät niiden kulkeutumista alapuolisiin vesistöihin. Lisäksi kosteikoiden avulla voidaan vähentää myös rikkipitoisten sedimenttien hapettumisesta aiheutunutta happo- ja metallikuormituksen määrää. (Joensuu ym. 2012, 24.) Kosteikot tasaavat myös uomien virtaamia ja varastoivat vettä tulva-aikoina.

Kosteikot toimivat vesienpuhdistuksen ohella myös luonnon monimuotoisuutta lisäävänä rakenteena, koska niissä vallitsevat elinolot ovat suotuisia monille kasvi- ja eläinlajeille. Esimerkiksi monet vesi- ja kahlaajalinnut käyttävät kosteikkoja pesintäpaikkanaan. Lisäksi kosteikot ovat maisemallisesti sekä virkistyskäyttömahdollisuuksiltaan arvokkaita kohteita. (Alhainen, Niemelä, Siekinen, Svensberg, Kuittinen, Nurmi, Väyrynen, Rautiainen, Väänänen, Nummi, Berndtson & Korhonen 2015, 8.) Otollisia kosteikkojen paikkoja ovat luontaisesti kosteat alueet, joiden muu käyttöarvo on vähäinen.

5.6 Virtaamanhallinta

Virtaamanhallinnalla tarkoitetaan virtaamissuhteisiin vaikuttamista erilaisten rakenteiden avulla. Rakenteilla pyritään säätämään veden virtausnopeus riittävän alhaiseksi, jotta maa-aines ei pääse lähtemään liikkeelle virran mukana. Pääasiassa virtaaman säätö toteutetaan erilaisten patojen, kuten putki-, setti-, v-, tai pohjapatojen sekä munkin avulla. (Joensuu ym. 2012, 19.) Virtaaman säädön suunnittelussa tulisi ottaa huomioon valuma-alueen koko, kohteen maalaji, uoman kaltevuus, alueen ojitusvoimakkuus sekä uomaston kuivatusvara, sillä ne kaikki vaikuttavat siihen miten paljon ja millä keinoilla virtaamaa voidaan säätää. (Raassina 2012, 22 – 23.)

5.7 Suojavyöhykkeet

Suojavyöhyke on pellon tai rakennetun alueen ja vesistön väliin jätetty viljelemätön, luonnonkasvillisuuden peittämä alue. Suojavyöhykeelle otollisia paikkoja ovat kaltevat, eroosioherkät uomat sekä helposti tulvivien peltojen läpi kulkevat vesistöjen varret. Suojavyöhykkeillä pystytään ehkäisemään eroosio-ongelmia sekä ravinteiden ja torjunta-aineiden huuhtoutumista vesistöön. Lisäksi uomien liettyminen sekä kunnossapitotarve vähenee. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2014.)

6 Pro Onkamojärvet ry

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Pro Onkamojärvet ry. Yhdistys on perustettu vuonna 2013 ja sen kotipaikka sijaitsee Rääkkylässä. Pro Onkamojärvet ry pyrkii toiminnallaan edistämään vesien- ja ympäristönsuojelua Onkamojärvien alueella sekä toimii liikkeelle laittavana tahona alueelle kohdennettavissa hoito- ja kunnostushankkeissa. Yhdistyksellä oli jäseniä vuoden 2015 lopussa reilut parisataa. Jäsenistö koostuu kahdesta kunnasta, neljästä kyläyhdistyksestä, kahdesta kalavesien osakaskunnasta, yhdestä yrityksestä sekä 201 henkilö-

jäsenestä. Kunnostushankkeita on Onkamojärvien alueella tehty vuosien 2009 – 2013 välisenä aikana Niemisen ja Sintsin Seudun Kyläyhdistys ry:n toimesta. Kyläyhdistyksen koordinoimien kunnostushankkeiden päättyessä toimintaa jatkamaan perustettiin Pro Onkamojärvet ry. (Pro Onkamojärvet ry 2016.)

7 Työn tausta ja tavoitteet

7.1 Järvien kunnostusten vaiheet

Onkamojärvillä esiintyneisiin ongelmiin ryhdyttiin puuttumaan syksyllä 2008, jolloin Niemisen ja Sintsin Seudun Kyläyhdistys ry laittoi vireille suunnitelmat kunnostustoimien tekemisestä Onkamojärvien alueella. Kunnostustoimet lähtivät liikkeelle Vedet puhtaaksi - esiselvityshankkeella helmikuussa 2009, ja sen päärahoittajana toimi Keski-Karjalan Jetina ry. Hankkeella selvitettiin, mitä toimia Onkamojärvillä sekä niiden valuma-alueilla pitäisi tehdä veden laadun parantamiseksi. Hankkeessa selvisi, että Onkamojärvien kunnan parantaminen edellyttää mittavien puro- ja ojakunnostuksien toteuttamista valuma-alueilla, särkivaltaisen kalastorakenteen korjaamista hoitokalastuksen avulla sekä vesikasvillisuuden poistamista umpeutuvilta ranta- ja lahtialueilta.

Kyläyhdistyksen lisäksi hankkeessa olivat mukana Pohjois-Karjalan Ympäristökeskus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja kalastorakennetutkimuksiin erikoistunut biologi. Tämän lisäksi Pohjois-Karjalan Metsäkeskus teki selvityksen metsäisten valuma-alueiden kunnostustarpeesta.

Onkamojärvien kunnan kohentamiseksi on järviolueilla tehty vuosina 2010 – 2016 välisenä aikana seuraavia toimenpiteitä:

- Järviolueelta on hoitokalastettu yhteensä 344 655kg:n verran vähempiarvoista kalalajistoa vinoutuneen kalastorakenteen korjaamiseksi.
- Ruovikoiden niitto on tehty yhteensä 98 hehtaarin alalla koko Onkamojärvien alueella ja näistä 29 hehtaaria sijoittuu Pieni-Onkamon alueelle.

Niitot on pyritty tekemään kolmena peräkkäisenä kesänä kasvukauden aikana. Tavoitteena on ollut edistää alueiden virkistyskäyttömahdollisuuksia, parantaa veden kiertoa saarten ja mantereiden välisillä alueilla sekä estää matalien rantojen soistumista.

- Kelluslehtisten poistokoneen koekäyttö vuonna 2015, jossa poistettiin noin 2,5 ha alalta kelluslehtisiä juurineen.
- Imuruoppauskoneen koekäyttö. Tavoitteena käyttää imuruoppauskonetta valuma-alueilla olevien laskeutusaltaiden kunnostamiseen sekä pienimuotoiseen lietteen poistoon matalilla lahtialueilla kuten esimerkiksi Pieni-Onkamon Levälähdellä.

Tämän lisäksi myös valuma-alueilla on tehty seuraavia toimia vuosien 2010-2014 välisenä aikana:

- Metsäisellä alueella on tehty 40 pohjapatoa, 30 lietekuopan tyhjennystä, 18 laskeutusallasta, 5 pintavalutus- tai suotautumiskenttää, 2 kosteikkoja ja yksi suon ennallistaminen. Näiden lisäksi on tehty kaivukatkoja, kiveyksiä ja ojanpenkkojen loivennuksia metsäoajiin, veden kulkureitin muutoksia, virtaumansäätöpatoja sekä yksi puron kunnostus.
- Maatalousvaltaisella alueella on tehty kaksi kosteikko-laskeutusallas-pohjapatoketjua.

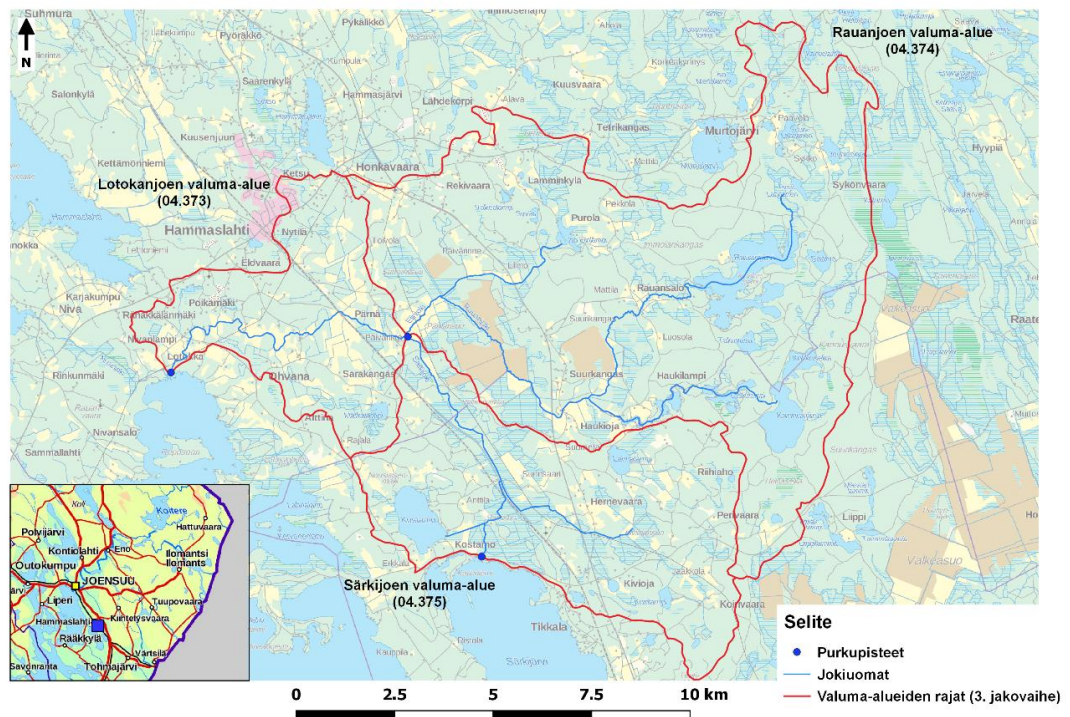
Työskentely Onkamojärvien tilan kohentamiseksi jatkuu aktiivisena ja suunnitelmia lähivuosina tehtävistä toimista on jo joiltakin osin tehty. Vetovastuu Onkamojärvien kunnostamisesta on siirtynyt Pro Onkamojärvet ry:lle.

7.2 Työn tavoitteet

Kartoitus perustui maastossa tehtävään silmämääräiseen havainnointiin. Työalueen laajuuden vuoksi maastohavainnointi keskittyi pääasiassa valuma-alueilla olevien jokiuomien lähiympäristöön (kuva 2). Maastokäynneillä tehdyistä havainnoista koostin kartat QGIS-ohjelmalla, jotka ovat tämän opinnäytetyön liitteenä. Tämän lisäksi havaintoja on tietyiltä osin tarkoitus esitellä työssä sanallisesti sekä kuvien muodossa, jotta kartoissa esitettävät havainnot konkretisoituisivat. Tavoitteenani oli, että kartoituksessa tuotettua informaatiota valuma-alueiden kunnosta voitaisiin hyödyntää jatkossa alueelle kohdennettavien valuma-aluekunnostuksien suunnittelussa sekä toteutuksessa.

Vaikka opinnäytetyö oli käytännössä toiminnallinen kokonaisuus, voidaan sen tutkimusongelmana pitää seuraavaa: Onko Pieni-Onkamon yläpuolisten valuma-alueiden kunto riittävän hyvä, että Lotokanjokea pitkin tulevat vedet voisi nykytasolla ohjata käymään Pieni-Onkamolla järven tilaa heikentämättä? Kartoituksen pohjalta tehtävää päätelmää olisi mahdollista hyödyntää Lotokanjoen ja Nivajoen yhtymäkohtaan kaavaillun patohankkeen suunnittelussa, koska tässä yhteydessä virtaaman uudelleenohjaus Pieni-Onkamolle olisi myös mahdollista. Kyseisen rakenteen pääasiallisena tarkoituksena olisi alimman vedenkorkeuden säätäminen sekä tulvahuippujen taseus alueella.

Työssä esitetyt huomiot sekä päätelmät valuma-alueiden kunnosta perustuvat työn tekijän kesällä 2016 tekemiin silmämääräisiin maastohavaintoihin. Työhön ei sisällytetty vesinäytteiden ottamista, tutkimista tai analysointia, koska työn tekijän koulutustausta sekä resurssit niiden toteuttamiseen olivat riittämättömät.



Kuva 2. Pieni-Onkamon yläpuoliset valuma-alueet. (Taustakartta, © Maanmittauslaitos, 2016; Maastokartta, © Paikkatietoikkuna, 2016; Purkupisteet, valuma-aluejako ja uomaverkosto, © SYKE, 2016.)

8 Maastohavainnot

Tässä osiossa esitellään kesän 2016 aikana tehtyjä maastohavaintoja sanallisessa muodossa sekä maastokäynneillä otettujen kuvien avulla. Kuvia tuli maastokäyntien yhteydessä otettua kokonaisuudessaan melkein 700 kappaletta, mutta vain murto-osa näistä on esittelemisen arvoisia. Tarkoitus onkin keskittyä esittelemään työn kannalta relevantti ja havainnollistava kuvamateriaali, jonka avulla myös toimeksiantaja saa käsityksen alueen yleiskunnosta, siellä esiintyvistä ongelmista ja mahdollisista kunnostustarpeista.

Suuri kuvamateriaalin määrä selittyy sillä, että yksittäisistä kohteista on otettu lähes poikkeuksetta useita kuvia edustavan otoksen tai kokonaiskuvan saamiseksi. Kuvat on otettu pääosin työn tekijän matkapuhelimen kameralla, minkä vuoksi niiden laatu ei ole paras mahdollinen. Tämän takia myös heilahtaneita kuvia tuli paljon, mikä kasvatti omalta osaltaan edellä mainittua kokonaiskuvamäärää merkittävästi.

8.1 Lotokanjoen valuma-alue

Taulukossa 1 on esitetty Lotokanjoen valuma-alueen perustiedot. Valuma-alue on varsin metsävaltainen, mutta reilu yksi viidesosa siitä on peltokäytössä. Pinta-alaltaan se on reilun 19km² kokoinen. Vakituisesti asuttuja kiinteistöjä alueella on 202 kappaletta ja loma-asuntoja 26 kappaletta.

Taulukko 1. Lotokanjoen valuma-alueen tiedot. (Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta 2016.)

Vesistöalueen tiedot

Numero	04.373
Nimi	Lotokanjoen a
Vesienhoitoalue	1 Vuoksen vesienhoitoalue
Pinta-ala paikkatietoaineistosta [km ²]	19,64
Järvisyys [%]	0,66
Soiden osuus vesistöalueen maa-alasta [%]	6,46

Vesistöalueen kuormitusta aiheuttava maankäyttö

Maankäyttöluokka	Pinta-ala [km ²]	Prosentteina	Oma ja yläpuolinen pinta-ala [km ²]	Kuormitustyyppi
Luokittelemattomat metsätalouden maat	13,91	70,77	108,80	Metsätalous Luonnonhuuhtouma
A121 Rivi- ja kytettyjen pientalojen alueet	0,06	0,33	0,06	Hulevesi
A122 Erillispientalojen alueet	0,61	3,11	2,13	Hulevesi
E11 Pellot	4,17	21,23	12,99	Maatalous Luonnonhuuhtouma
E12 Monivuotiset nurmet ja niityt	0,10	0,49	0,97	Maatalous Luonnonhuuhtouma
E212 Käytöstä poistuneet maatalousmaat	0,07	0,38	1,03	Metsätalous Luonnonhuuhtouma
H111 Säännöstelemättömät luonnonvedet	0,16	0,79	17,75	Laskeuma

Haja-asutuksen määrä

Asutustyyppi	Varustetaso	Kpl
Loma-asutus	Korkeatasoiset asunnot/ painotettu keskiarvo	4
Loma-asutus	Vaativammasti varustetut asunnot vain kuivakäymälä	22
Vakituinen asutus	Korkeatasoiset asunnot/ painotettu keskiarvo	192
Vakituinen asutus	Vaativammasti varustetut asunnot vain kuivakäymälä	10

Havaintopaikka 1: Lotokanjoen ja Nivajoen yhtymäkohta

Maastokartoitus lähti kokonaisuudessaan liikkeelle Lotokanjoen ja Nivajoen yhtymäkohdasta, joka näkyy kuvassa 3. Taka-alalle kuvassa jää Pieni-Onkamo, jonka ranta on pahoin ruovikoitunut. Ruovikon määrän runsaus ja sen peittävyys yllättivät, vaikka olin tietoinen ranta-alueella esiintyvistä ongelmista ennen maastotöiden aloittamista. Näkymä antoi konkreettisen esimerkin järven rehevöityneestä tilasta. Joen virtaama oli havaintohetkellä seesteinen, lähes olematon, minkä vuoksi uoman vesi oli seisovan oloista.



Kuva 3. Näkymä jokien yhtymäkohdassa. Lotokanjoen virtaama ohjattu nuolen osoittamalla tavalla Nivajokeen, veden kulkeutuminen Pieni-Onkamolle estetty pääosin väliojan avulla. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 2: Lotokanjoen alkuosuus

Lotokanjoen välitön lähiympäristö oli ensimmäisen 2,5 kilometrin matkalta hyvässä kunnossa, eikä osuudelta noussut esiin huomioimisen arvoisia havaintoja. Joen sekä siihen johtavien ojien reunamat olivat ehjiä eikä merkkejä eroosiosta ollut havaittavissa. Lisäksi peltojen reunoille oli jätetty asianmukaiset, yli kolmen metrin levyiset suojakaistaleet. Yleisnäkymät osuudelta on havainnollistettu kuvassa 4.



Kuva 4. Hyväkuntoinen osuus, ei tarvetta toimenpiteille. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 3: Pohjakynnykset

Esimerkkikuvia jokeen vetävistä ojalinjoista, joiden kunnossa olisi parantamisen varaa (kuva 5). Pienen pohjakynnyksen tekeminen ojan päähän vähentäisi kiintoaineen huuhtoutumista jokeen ja vähentäisi näin ojakohtaista kuormitusmäärää merkittävästi. Vastaavanlaiset paikat ovat merkitty havaintokarttoihin merkinnällä ”Pohjakynnys” (liite 1).



Kuva 5. Kuvissa näkyvät ojanpäädyt sijaitsevat Lotokanjoen varrella. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 4: Sierasuon laavu

Joki on syönyt ohijuoksu-uoman Sierasuon laavun kohdalle (kuva 6). Ohijuoksu-uoman reunamat olivat havaintohetkellä paljaat eikä merkkejä kasvettumisesta ollut nähtävissä. Eroosio tulee jatkumaan, mikäli korjaustoimia ei tehdä. Ohijuoksu-uoman päädyn tukkimista voisi harkita, ettei vesi pääse kuluttamaan reunoja lisää. Vaihtoehtoisesti reunat voisi kivetä eroosion estämiseksi, mikä olisi myös maisemallisesti parempi vaihtoehto.



Kuva 6. Ohijuoksu-uoma näkyy kuvassa oikealla, nuolen osoittamassa kohdassa. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 5: Jokuoman eroosio

Esimerkkikuvia Lotokanjoen reunojen eroosiosta (kuva 7). Virtaaman voimakkuus on saanut joen reunat hajoilemaan sekä syöpymään vaihtelevassa määrin. Valuma-alueilta kartoituksen yhteydessä löytyneet eroosioituneet tai sille alttiit osuudet on merkitty maastohavaintokarttoihin punaisella viivalla (liite 1). Uomassa tapahtuvaa eroosiota voidaan pyrkiä hillitsemään virtaaman säädön avulla tai syöpyvien kohtien eroosiosuojauksella. Eroosiosuojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi karkeaa kivimateriaalia käyttäen.



Kuva 7. Näkymät ovat Lotokanjoen varrelta. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 6: Tulvatasanteelle huuhtoutunutta kiintoainesta

Tulvatasanteelle huuhtoutunutta kiintoainesta, jota kasvillisuus ei ole ennättänyt vielä peittämään (kuva 8). Silmämääräisellä arviolla voidaan todeta, että joen kevättulvien aikana on kiintoainetta kulkenut melko paljon virtaaman mukana. Kuvan otettu jonkin matkaa Sierasuon laavun jälkeen, Ohvanantien suuntaan mentäessä. Tämä oli oikeastaan ainoa selkeä paikka, jossa kiintoainehuuhtouman merkit olivat tulvatasanteella vielä selvästi nähtävissä. Muilta osin jäljet olivat jääneet jo kasvillisuuden alle.



Kuva 8. Kiintoainehuuhtoumaa Lotokanjoen tulvatasanteella. Kuva otettu alkukesästä 2016, kesäkuun ensimmäisten päivien aikoihin. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 7: Ohvanantien itäpuoleisen pellon reunaoja

Ohvanantien viereisen pellon reunaoja oli varsin huonokuntoisen näköinen (kuva 9). Korjaus olisi suositeltavaa pellon pienestä koosta huolimatta, koska se on sijainnilisesti niin helposti saavutettavissa. Pelto oli havaintohetkellä kesannolla.



Kuva 9. Huonokuntoinen, kuiva oja. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 8: Yleisnäkymä junaradalta

Kuvassa 10 on esitelty näkymiä junaradan läheisyydestä. Näkymät joen molempiin suuntiin olivat havaintopaikalta moitteettomat. Radan varteen tulevien Ruukinsuon ja Ruunakorven ojat olivat hyvässä kunnossa radan läheisyydestä tarkasteltuna.

Saunapuroa pitkin tullut vesi oli havaintohetkellä visuaalisesti hyvän näköistä eikä sameutta ollut nähtävissä. Puron päädyssä oli kuitenkin selviä merkkejä veden kulutuksesta, minkä vuoksi pohjakynnyksen tekeminen olisi perusteltua.



Kuva 10. Vasemmalla ja keskellä: Näkymä ratasillan läheisyydestä Lotokanjoen molempiin suuntiin. Oikealla: Ruunakorven suunnalta tuleva oja. Alla: Saunapuron yhtymäkohta Lotokanjokeen. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 9: Mahdollinen pohjapadon paikka

Kuvassa 11 on jokiuomassa oleva luontainen virtapaikka, joka soveltuisi hyvin pohjapadon rakennuspaikaksi. Jokiuomaan tehtävillä pohjapadoilla voitaisiin hidastaa veden virtaamaa ja vähentää siten uoman eroosioitumista. Tämän lisäksi pohjapadot toimisivat myös kiintoaineen pidättäjinä, vähentäen alapuolen vesistöihin päätyvää kuormituksen määrää. Ne estäisivät erityisesti kiintoaineen pohjavierintää uomassa.

Vastaavanlaiset paikat ovat merkitty havaintokarttoihin merkinnällä ”Mahdollinen pohjapadon paikka” (liite 1). Tässä opinnäytetyössä pohjapatojen paikoiksi on maastohavaintojen perusteella valikoitu sellaisia paikkoja, joissa jokiuoman profiili olisi patorakenteelle luontaisesti jo jossain määrin otollinen.



Kuva 11. Kuvassa näkyvä osuus sijaitsee Alavan peltoalueen ja Pärnätien välillä. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

8.2 Rauanjoen valuma-alue

Taulukossa 2 on esitetty Rauanjoen valuma-alueen perustiedot. Ennalta tiedettynä pistemäisinä kuormituslähteinä ovat valuma-alueella sijaitsevat Pärnän-suon ja Rauansuon käytöstä poistuneet turvetuotantoalueet.

Taulukko 2. Rauanjoen valuma-alueen tiedot. (Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta 2016.)

Vesistöalueen tiedot

Numero	04.374
Nimi	Rauanjoen <u>va</u>
Vesienhoitoalue	1 Vuoksen vesienhoitoalue
Pinta-ala paikkatietoaineistosta [km ²]	74,71
Järvisyys [%]	6,40
Soiden osuus vesistöalueen maa-alasta [%]	18,41

Vesistöalueen kuormitusta aiheuttava maankäyttö

Maankäyttöluokka	Pinta-ala [km ²]	Prosentteina	Oma ja yläpuolinen pinta-ala [km ²]	Kuormitustyyppi
Luokittelemattomat metsätalouden maat	59,10	79,10	59,10	Metsätalous Luonnonhuuhtouma
A122 Erillispientalojen alueet	0,65	0,87	0,65	Hulevesi
D121 Turvetuotantoalueet	3,30	4,42	3,30	Turvetuotanto
E11 Pellot	4,81	6,43	4,81	Maatalous Luonnonhuuhtouma
E12 Monivuotiset nurmet ja niityt	0,26	0,34	0,26	Maatalous Luonnonhuuhtouma
E212 Käytöstä poistuneet maatalousmaat	0,30	0,40	0,30	Metsätalous Luonnonhuuhtouma
H111 Säännöstelemättömät luonnonvedet	5,09	6,81	5,09	Laskeuma

Haja-asutuksen määrä

Asutustyyppi	Varustetaso	Kpl
Loma-asutus	<u>Korkeatasoiset asunnot/ painotettu keskiarvo</u>	28
Loma-asutus	<u>Vaativammasti varustetut asunnot vain kuivakäymälä</u>	146
Vakituinen asutus	<u>Korkeatasoiset asunnot/ painotettu keskiarvo</u>	262
Vakituinen asutus	<u>Vaativammasti varustetut asunnot vain kuivakäymälä</u>	27

8.2.1 Elinjoki

Tässä osiossa esitellään Elinjoen läheisyydestä tehdyt havainnot. Koska valuma-alueella läpi kulkee kaksi jokiuomaa, jaetaan kummankin joen läheisyydestä tehdyt havainnot erillisten alaotsikoiden alle esittämisen selkeyttämiseksi.

Havaintopaikka 10: Pärnälän pelto-ojat

Kuvassa 12 näkyvät Pärnälän pelto-ojat, joissa oli selkeästi havaittavissa runsaasti maaperästä liuennutta rautasakkaa. Lisäksi pelto-ojien reunamat olivat kaivettu liian jyrkiksi, jonka vuoksi osa penkoista on lähtenyt jo hajoilemaan. Peltojen reunojen loiventamista tai eroosiosuojauksen tekemistä olisi syytä harkita.



Kuva 12. Pelto-ojien pohjalla on runsaasti rautaa. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 11: Elinjoen pahoin eroosioitunut osuus

Elinjoki on pahoin eroosioitunut noin 300-400 metrin matkalta (kuva 13). Osuus sijoittuu Sammalsuon alapuoliselle osuudelle, ennen Elinjoen ja Rauanjoen yhdistymistä. Elinjoen reunat ovat syöpyneet virran vaikutuksesta pahoin, mistä johtuen kiintoainetta on lähtenyt alueelta runsaasti liikkeelle. Merkkejä kiintoainehuuhtoumasta oli tulvatasanteella sekä uoman pohjalla, jonne irtonaista maa-ainesta oli paikoin kerrostunut runsaasti.

Osuus vaatii ehdottomasti kunnostustoimia. Alustavana toimenpideehdotuksena on pohjakynnyksien tekeminen 50-100 metrin välein eroosioituneelle osuudelle. Putousportaikon avulla virtaama voidaan laskea riittävän alhaiseksi, mikä ehkäisee eroosion jatkumisen. Tätä havaintoa voidaan pitää yhtenä maastokartoituksen merkittävimpanä löytönä Pieni-Onkamon yläpuoliselta valuma-alueelta.





Kuva 13. Alueelta on lähtenyt virran mukana liikkeelle runsain määrin kiintoainetta. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 12: Majavan padot

Elinjoesta löytyi kaksi majavan rakentamaa patoa, jotka sijaitsevat edellä esitellyn vaikeasti eroosioituneen jokiosuuden yläpuolella (kuva 14). Patoja on ollut aikaisemmin useampiakin, sillä ainakin yhden puretun padon jäänteet huomasin maastossa kulkiessani. Myös tuoreita ruokailujälkiä oli nähtävissä alueella, jotka viittaavat siihen, että majava oleskelee alueella aktiivisesti. On todennäköistä, että edellä esitellyn (havaintopaikka 11) osuuden eroosio-ongelmat on ainakin osittain aiheutettu ylivirtaaman aikaan puretuilla majavan padoilla.

Patojen hallittu purkaminen sekä niiden korvaaminen tarvittaessa kestävämmällä vesiensuojelurakenteella voisi olla kohteelle soveltuva vaihtoehto. Majava olisi myös suositeltavaa pyrkiä hävittämään alueelta, koska tällä tavalla voitaisiin jatkossa välttyä uusilta padoilta sekä alueen mahdolliselta tulvittumiselta.



Kuva 14. Vasemmanpuoleisissa kuvissa on Elinjoesta löytynyt isompi pato, jolla on jo selvä vaikutus veden tasoon. Oikealla oleva pato on puolestaan huomattavasti pienempi ja sen vaikutus on vielä varsin vähäinen. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 13: Elinjoen varrella olevat turvetuotantoaikaiset laskeutusaltaat

Kuvissa 15 ja 16 on näkymiä Elinjoen varrella sijaitsevista Pärnänsuon turvetuotantoalueen vesiensuojelurakenteista. Pärnänsuo oli turvetuotantokäytössä vuosien 1980 – 2010 välisen ajan. Vanhat tuotantoalueet on tuotannon lopettamisen jälkeen myyty lähitilallisille ja ne on otettu pääosin peltoviljelykäyttöön. (Torpström 2012, 2 – 4.)



Kuva 15. Kuvissa näkyy Elinjoen eteläpuolella oleva yksittäinen isompi laskeutusallas. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Turvetuotannon jäljiltä alueelle on jäänyt laskeutusaltaiden yhteyteen esimerkiksi metallisia säätöpatoja, jotka tulevat hajoamaan ajan saatossa luontoon. Hajoamisprosessi on erittäin nopea etenkin happaman veden kanssa tekemisissä olevien rakenteiden osalta. Metallirakenteet olisivat syytä raivata alueelta välittömästi pois.

Lisäksi altaiden ruoppaus olisi suositeltavaa, koska niitä ei mitään todennäköisimmin ole tyhjennetty aikoihin. Tyhjennyksen myötä altaiden koko saataisiin palautettua alkuperäiseen kaivutilavuuteen, mikä varmistaisi altaiden toiminnallisuuden myös jatkossa. Altaita olisi myös potentiaalista kaivaa nykyistä suuremmiksi.



Kuva 16. Elinjoen pohjoispuolella oleva, useasta pienemmästä laskeutusaltaasta muodostuva al-lasketju. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 14: Runsas rautaesiintymä Elinsuolla

Kuvassa 17 on Elinsuon ojalinjastosta löytnyt runsas rautaesiintymä. Rautaa esiintyi paljon Elinjoen havaintokarttaan (liite 1) merkityllä pienehköllä alueella. Rauta on uuttunut ympäröivästä maa- ja kallioperästä pohjaveden vaikutuksesta.



Kuva 17. Maa- ja kallioperästä tihkunutta rautaa. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

8.2.2 Rauanjoki

Tässä osiossa esitellään Rauanjoen läheisyydestä tehdyt havainnot. Koska valuma-alueella kulkee kaksi jokiuomaa, jaetaan kummankin joen läheisyydestä tehdyt havainnot erillisten alaotsikoiden alle esittämisen selkeyttämiseksi.

Havaintopaikka 15: Pärnänsuon entisen turvetuotantoalueen reunaoja sekä siitä lähtevät väliojat jokeen

Vasemmalla puolella kuvassa näkyy vanhan turvetuotantoalueen reunaoja, jonka kunto oli havaintohetkellä kohtalainen (kuva 18). Reunaojan hyödyntämistä Rauanjoen sivu-uomana voisi harkita tulevaisuudessa, mikäli se kunnostettaisiin alueella olevien laskeutusaltaiden ohessa asianmukaisella tavalla. Rauanjoen vesien osittainen ohjaus sivuojaan auttaisi tasaamaan veden virtaamaa alueella ja pitäisi sen hillittynä etenkin ylivirtaaman aikana.

Rauanjoen sekä tuotantoalueen reunaojan välille oli kaivettu myös muutamia väliojia (kuvassa 18 oikealla). Väliojien reunat olivat monelta osin liian jyrkkiä, eroosioherkän oloisia ja niiden kunto oli yleisesti heikohko. Mikäli edellä mainittu virtaaman uudelleenohjaus tullaan joskus toteuttamaan, olisi väliojien tukkiminen tai vähintään eroosiosuojauksen tekeminen tässä yhteydessä aiheellista.



Kuva 18. Havainnollistavat kuvat reunaojasta sekä yhdestä väliojasta. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 16: Pärnänsuon entisen turvetuotantoalueen reunalla oleva kolmen lasketusaltaan ketju

Kuvassa 19 on näkymiä Rauanjoen loppupäässä sijaitsevasta kolmen lasketusaltaan ketjusta, joka on muiden rakenteiden ohessa kuulunut osaksi Pärnänsuon turvetuotantoalueen vesiensuojelujärjestelyitä. Kaikissa kolmessa altaassa vesi oli havaintohetkellä visuaalisesti todella kehnon näköistä. Veden väri vaihteli tummasta vaalean ruskeaan altaiden välillä ja lisäksi vesi oli todella samentunutta. Tämän seurauksena näkösyvyys oli käytännössä olematon. Keskimäisen altaan pinnalla kellui lisäksi irtonaisia turvepaakkuja. Altaista näki heti, ettei niitä ole huollettu pitkään aikaan. Altaiden kunnostus olisi ensiarvoisen tärkeässä asemassa lähitulevaisuudessa, jotta niissä muhivat kertymät eivät pääsisi huuhtoutumaan kevättulvien tai runsaan sadannan seurauksena jokeen.

Altaiden väliset osuudet olivat myös kasvettuneet. Kasvillisuudesta ei kuitenkaan ole varsinaisesti haittaa, vaan sillä on pikemminkin vettä suodattava vaikutus. Tämän vuoksi ne olisi ainakin pääosin suotavaa jättää perkaamatta. Havaintohetkellä altaiden väliset osuudet olivat täysin kuivia.





Kuva 19. Näkymiä kolmen laskeutusaltaan ketjulta. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 17: Vanhan tuotantoalueen läpi kulkeva oja Majakummun läheisyydessä

Kuva 20 on otettu Pärnänsuon tuotantoalueen viereen vetävältä tieltä. Kuten kuvasta voi huomata, on ojan kunto varsin heikko. Reunamat ovat sortuneet monin paikoin merkittävästi ja ojan pohjalla oleva vesi on varsin sakean oloista. Oja vetää suoraan Rauanjokeen, joten ainakin laskevaan päätyyn olisi suositeltavaa rakentaa pohjakynnys, joka estäisi ojasta irtoavan aineksen päätyminen suoraan jokeen. Tämän lisäksi reunojen eroosiosuojauksen tekeminen olisi aiheellista.



Kuva 20. Heikkokuntoinen ojalinja. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 18: Rauanjoen uomaan kertynyttä kiintoainesta ja puurojua Majakummun läheisyydessä

Kuvassa 21 on Rauanjoen uomaan kertynyttä kiintoainesta ja puurojua Majakummun kaakkoispuolella. Näkymät on esitetty uoman molempiin suuntiin. Uomaan kasaantunut kiintoaine muodosti pienen saarekkeen, joka oli jo ennättänyt kasvettumaan. Uoma oli tältä kohden muutenkin mataloitunut jossain määrin kerääntyneen kiintoaineen myötä. Tämän lisäksi irtonaista puurojua oli alkanut kerääntymään saarekkeen rinnalle, muodostaen potentiaalisen padon alun. Majavan ruokailujälkiä sekä kaatamia puita oli nähtävissä alueella, joten voidaan olettaa, että puurojua on alkanut kertymään uomaan majavan toimesta.



Kuva 21. Jokuomaan on kasautunut kiintoainetta ja puuta. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 19: 6-tien länsipuolisen suoalueen näkymät Rauanjoen varrelta

Kuvassa 22 on näkymiä 6-tien länsipuoliselta alueelta. Metsävaltaisella suoalueella oli jonkin verran havaittavissa joen reunamien eroosiota, joskin hajoamat eivät olleet vielä muodostuneet merkittävän suuriksi. Alueella olevat ojat olivat puolestaan varsin hyväkuntoisen oloisia. Virtaaman hidastamisella voitaisiin tälläkin osuudella vähentää jatkossa tapahtuvan eroosioitumisen määrää.



Kuva 22. Kuvia Rauanjoen metsäiseltä suo-osuudelta. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 20: Näkymiä Rauansuon turvetuotantoalueelta

Kuvissa 23, 24 ja 25 on näkymiä Rauansuon entiseltä turvetuotantoalueelta. Rauansuon osalta viimeinen turvetuotantovuosi oli 2013 ja saman vuoden lopulla alue myytiin kokonaisuudessaan lähitilallisille viljelyskäyttöön (Torpström 2014, 3 – 4).

Entiseltä tuotantoalueelta nousi jonkun verran esiin mainitsemisen arvoisia asioita:

- Alueen vasemmassa alareunassa oleva laskeutusallas vaatisi kunnostusta. Tämänhetkinen puhdistusteho on oman arvioini mukaan liian alhainen altaan kaventuneen koon perusteella. Altaan vesi oli havaintohetkellä hailakan harmaata ja veden pinnalla kasvoi runsaasti kelluslehtisiä vesikasveja. Lisäksi altaan reunamat olivat kasvettuneet melko lailla. Näkymä altaasta on kuvan 23 vasemmassa yläkulmassa.
- Osassa ojista veden pinta oli havaintohetkellä aivan limaskan peitossa, mikä indikoi runsasta fosforin määrää vedessä. Tämän lisäksi muutamissa alueen ojalinjoissa vesi oli myös poikkeuksellisen kirkasta, mikä puolestaan viittaa voimakkaaseen happamuuteen. Tarkempaa vedenlaadun määrittystä alueelta lähtevistä vesistä voisi harkita.
- Alueen länsi-/lounaispuoli oli havaintohetkellä varsin vettynyt. Tätä aluetta pystyttäisiin hyödyntämään kosteikkona, mikäli maanomistaja suostuisi sen rakentamiseen.
- Tuotantoalueen alapuolella olevalla Suurkankaan alueella oli havaittavissa runsasta rautakertymää ojissa.



Kuva 23. Yleisnäkymiä entiseltä tuotantoalueelta. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Kuvassa 24 on näkymiä kahdelta tuotantoalueen oikeassa alareunassa sijaitsevalta altaalta. Harmaavetinen ja kasvettumaton allas on tuotantoalueen sisäpuolella oleva pitkänomainen laskeutusallas, joka on uuden omistajan toimesta muutettu jo lintukosteikoksi. Kasvettunut allas on puolestaan aivan tuotantoalueen kaakkoiskulmassa sijaitseva pienempi laskeutusallas, johon ei ole vielä kohdistettu toimia tuotannon lopettamisen jälkeen. Tämäkin allas olisi suositeltavaa kunnostaa pieneksi kosteikoksi edellä mainitun tavoin, joskin kasvillisuutta olisi tässä yhteydessä hyvä pyrkiä säästämään.



Kuva 24. Alueella olevia isompia laskeutusaltaita. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Kuvassa 25 näkyy tarkemmin alueelta löytyneet putki- ja patorakenteet. Ylhäällä näkyvää säätöpatoa ja sulkua on jossain vaiheessa käytetty alueen koillispuoleisten vesien säätelyssä. Havaintohetkellä rakenteella ei kuitenkaan ollut vaikutusta alueen vesien kulkuun.

Alueen yläosassa vesiä ohjataan vielä aktiivisesti huuhteluputkilla. Huuhteluputkien avulla vesi johdetaan koko yläpuoliselta osiolta alueen vasemmassa laidassa sijaitsevaan kokoojaojaan, jota pitkin veden johdetaan lounaiskulman ojastoa kohden. Tätä kautta vedet lähtevät kulkemaan vähitellen Rauanjoen suuntaan.



Kuva 25. Ylhäällä: Kasvettuneen altaan läheisyydestä oleva säätöpato ja sulku. Alhaalla: Tuotantoalueella olevia huuhteluputkia. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 21: Haukiojan osuus

Tekolammelta Haukiojaan tuleva vesi oli kirkkaan ja selkeän näköistä. Uoma oli hyväkuntoinen koko matkalta, joten siksi tältä osuudelta ei noussut esiin mainittavia havaintoja (kuva 26).



Kuva 26. Haukiojan kirkas vesi. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

8.3 Särkijoen valuma-alue

Taulukossa 3 on esitetty Särkijoen valuma-alueen perustiedot. Valuma-alue on noin 35km² suuruinen ja se on muiden työhön sisältyneiden alueiden tavoin varsin metsävaltainen. Vakituisesti asuttuja kiinteistöjä valuma-alueella on 129 kappaletta ja loma-asuntoja 51 kappaletta.

Taulukko 3. Särkijoen valuma-alueen tiedot. (Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta 2016.)

Vesistöalueen tiedot

Numero	04.375
Nimi	Särkijoen a
Vesienhoitoalue	1 Vuoksen vesienhoitoalue
Pinta-ala paikkatietoaineistosta [km ²]	34,49
Järvisyys [%]	4,35
Soiden osuus vesistöalueen maa-alasta [%]	22,04

Vesistöalueen kuormitusta aiheuttava maankäyttö

Maankäyttoluokka	Pinta-ala [km ²]	Prosentteina	Oma ja yläpuolinen pinta-ala [km ²]	Kuormitustyyppi
Luokittelemattomat metsätalouden maat	27,10	78,59	35,79	Metsätalous Luonnonhuuhtouma
A122 Erillispientalojen alueet	0,41	1,19	0,88	Hulevesi
D121 Turvetuotantoalueet	0,12	0,35	0,12	Turvetuotanto
E11 Pellot	3,52	10,21	4,01	Maatalous Luonnonhuuhtouma
E12 Monivuotiset nurmet ja niityt	0,41	1,19	0,62	Maatalous Luonnonhuuhtouma
E212 Käytöstä poistuneet maatalousmaat	0,42	1,21	0,66	Metsätalous Luonnonhuuhtouma
H111 Säännöstelemättömät luonnonvedet	1,57	4,55	12,51	Laskeuma

Haja-asutuksen määrä

Asutustyyppi	Varustetaso	Kpl
Loma-asutus	Korkeatasoiset asunnot/ painotettu keskiarvo	4
Loma-asutus	Vaativammasti varustetut asunnot vain kuivakäymälä	47
Vakituinen asutus	Korkeatasoiset asunnot/ painotettu keskiarvo	118
Vakituinen asutus	Vaativammasti varustetut asunnot vain kuivakäymälä	11

8.3.1 Särkijoki

Särkijoen ja Kiviojan havainnot on jaettu omien alaotsikoiden alle käsittelyn selkeyttämiseksi. Tässä osiossa esitellään Särkijoen tehtyjä havaintoja.

Havaintopaikka 22: Särkijoen alkuosuus, Särkijärven pääty

Särkijärveltä jokeen tuleva vesi oli visuaalisesti todella hyvän näköistä, sillä se oli täysin kirkasta eikä veden mukana näyttänyt kulkevan lainkaan partikkeleita (kuva 27). Joen alkuosuutta pääsi etenemään maastossa noin 200 metriä, jonka jälkeen alueella eteneminen muuttui mahdottomaksi runsaiden vesimäärien vuoksi. Veden laatu ei kuitenkaan ollut muuttunut miksiäkään Porokuokan tilan kohdalla tehdyssä tarkastelussa, minkä vuoksi voidaan olettaa, ettei ensimmäisen kilometrin osuudella esiinny merkittäviä ongelmia. Merkkejä majavan oleskelusta oli myös havaittavissa joen alkuosuudella, mikä ainakin osittain selittää alueen tulvittumisen.

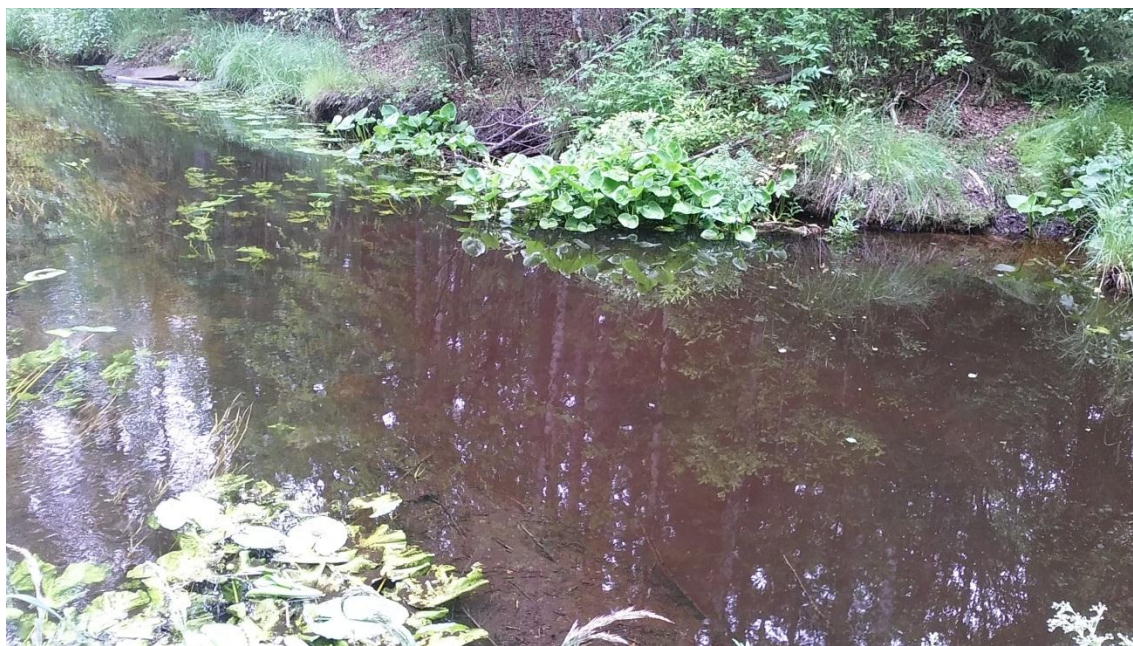




Kuva 27. Joen alkuosuudella virtaava vesi oli kirkkaan ja hyvälaatuisen oloista. (Kuvat: Sonja Pur-siainen.)

Havaintopaikka 23: Kiviojan ja Särkijoen risteymä

Kuvassa 28 näkyy Kiviojan ja Särkijoen risteyskohta. Särkijärven suunnalta tuleva vesi oli edelleen kirkkaan ja selkeän oloista, havaittavaa muutosta veden laadussa ei ollut tapahtunut ensimmäisen 2 kilometrin matkalla laisinkaan. Tälle täyden vastakohtaan muodosti kuitenkin Kiviojan suunnalta tuleva vesi, joka oli todella tumman ja samean, partikkelipitoisen näköistä. Vesi seisoj allastuneen oloisena uomien yhtymäkohdassa eikä siinä ollut havaintohetkellä nähtävissä selkeää virtausta. Todennäköisesti havaintohetkellä Särkijoen suunnalta tuleva voimakkaampi virtaama esti vesien sekoittumisen kunnolla uomien yhtymäkohdassa ja sai Kiviojan veden seisahtumaan. Tilanne ei varmasti ole pysyvä, vaan vedet väistämättä sekoittuvat jonain muuna ajankohtana tehokkaammin. Havaintoa voidaan pitää merkittävänä, koska Kiviojan suunnalta tuleva heikkolaatuinen vesi on selkeä Särkijoen veden laatua heikentävä tekijä.



Kuva 28. Uomien risteyskohta. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 24: Jokuomaan kaatuneet puut

Kuvassa 29 näkyy Särkijokeen kaatuneita puunrunkoja, joiden vaikutuksesta joen virtaama on syönyt reunapenkkaa merkittävästi. Havaintohetkellä joen vesi oli kuitenkin sen verran alhaalla, etteivät puut vaikuttaneet veden virtaamaan. Syöymistä on tapahtunut uoman molemmin puolin.



Kuva 29. Uomassa makaavia puunrunkoja. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 25: Iso rautatasanne Särkijoen varrella

Kuvassa 30 näkyy joen varrelta löytynyt kiintoaineesta ja raudasta muodostunut isohko tasanne. Koska tasanne on täysin kasvettumaton, on siinä olevien kertymien huuhtoutumisriski suuri etenkin kovemman virtaaman aikana.



Kuva 30. Selkeästi havaittava maatasanne, jonka päälle on kertynyt rautasakkaa. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 26: Yleisnäkymiä Särkijoen varrelta

Kuvassa 31 on esitelty yleisnäkymiä Särkijoen varrelta. Joen varret ovat pääosin metsäisiä ja uoman yleisilme on varsin vaihteleva, kuten kuvista voi havaita. Selkeitä eroosion merkkejä ei joen varrella ollut nähtävissä Suokkolan läheistä pellonreunaa lukuun ottamatta. Tämä on esitelty tarkemmin havaintopaikka 27:ssä. Pohjakasvillisuuden määrä vaihteli, sillä paikoin kasvillisuutta oli runsaasti ja tietyillä osuuksilla ei juuri lainkaan. Vaihtelu voi selittyä ainakin osittain uoman varjostuksen määrän vaihtelusta. Kalahavaintoja tuli myös tällä joella tehtyä läpikulun yhteydessä.





Kuva 31. Särkijoen yleisilme. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 27: Särkijoen varrella oleva eroosioriskialtis pellonreuna

Suokkolan länsipuolisen peltoalueen reunat ovat erittäin korkeat ja jyrkkäreunaiset, minkä vuoksi niiden eroosioriski on merkittävä (kuva 32). Paikoin hajoamia oli alkanut jo muodostumaan. Pellon reunaman pengertämistä loivemmaksi sekä virtaaman hidastamista olisi syytä harkita.



Kuva 32. Murtunut pellonreuna. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 28: Särkijoen loppupään rehevä osuus

Kuvassa 33 on näkymiä Särkijoen loppupäästä. Havaintokartassa (liite 1) näkyvällä osuudella joen kasvillisuus muuttui silmiinpistävän reheväksi. Rehevyyttä oli havaittavissa uomassa viimeisen parin- kolmensadan metrin matkalla ennen joen yhtymistä Lotokanjokeen. Voisiko rehevyys mahdollisesti johtua yläpuolen peltoalueelta huuhtoutuvista ravinteista?



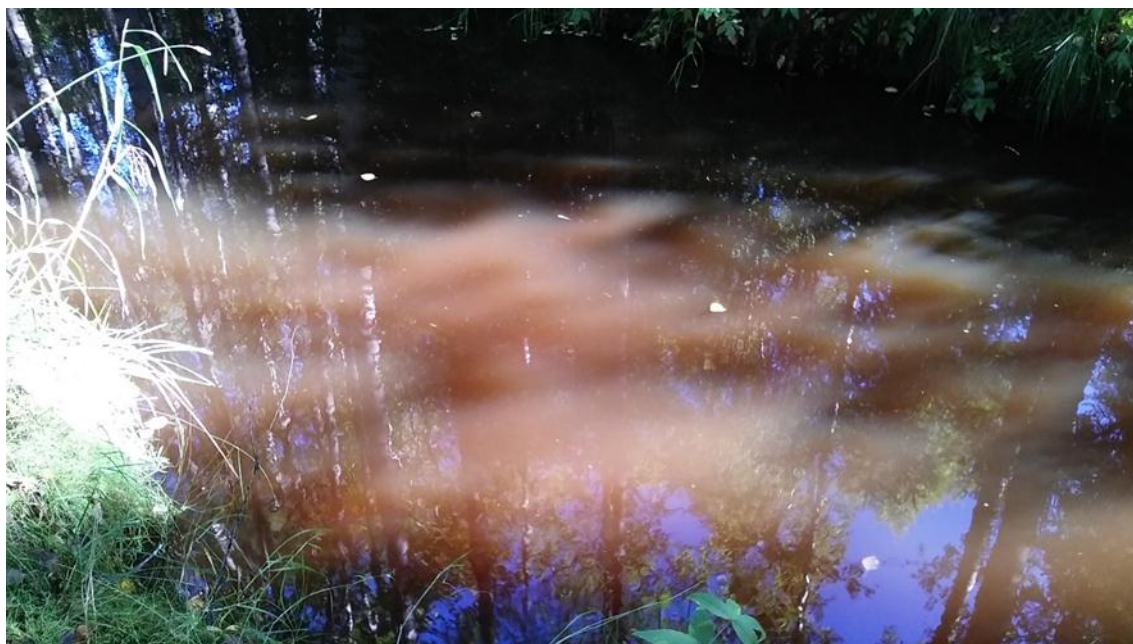
Kuva 33. Uomassa kasvaa runsaasti vesikasvillisuutta. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

8.3.2 Kivioja

Särkijoen ja Kiviojan havainnot on jaettu omien alaotsikoiden alle käsittelyn selkeyttämiseksi. Tässä osiossa esitellään Kiviojalta tehtyjä havaintoja.

Havaintopaikka 29: Kiviojan tumma, samea vesi

Tarkempi havainnekuva Kiviojan sunnalta tulevan veden laadusta (kuva 34). Vesi on väritään tumman ruskeaa ja siinä oleva runsas partikkelimäärä heijastaa valoa voimakkaasti. Tästä johtuen näkösyvyys oli käytännössä olematon. Veden laadun voi silmämääräisesti arvioida heikoksi.



Kuva 34. Kuva otettu Kiviojan alkuosuudelta. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 30: Junaradan itäpuolella oleva eroosioitunut oja Kiviojan kulmassa

Kuvassa 35 on huonokuntoinen ojalinja junaradan läheisyydestä, jonka reunat ovat hajoilleet merkittävästi. Lisäksi ojan pohjalle oli nähtävissä rautasakkaa. Pohjakynnyksen rakentaminen ojan päätyyn sekä syöpyneen osuuden reunojen tukeminen karkeammalla materiaalilla olisi suositeltavaa huuhtoumien määrää vähentämiseksi.



Kuva 35. Heikossa kunnossa oleva oja. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 31: Kiviojan perattava osuus sekä mahdollinen laskeutusaltaan paikka

Rössäkänosuolla uomaan oli kasaantunut maa-ainesta sekä kasvillisuutta, jonka seurauksena uoma on kaventunut muutamissa paikoin varsin reilusti. Kaventuneen uomaosuuden perkaus olisi aiheellista (kuva 36).

Huomiota herätti myös uoman notkelmamaainen profiili. Uomassa oli 200 – 300 metrin matkalla varsin leveä, kasvettunut tasanne, joka on todennäköisesti kevättulvien aikana ainakin osittain veden peittämänä. Tasanteen poiskaivulla olisi mahdollista muodostaa pitkänomainen laskeutusallas alueelle.



Kuva 36. Kiviojan kaventunut osuus. (Kuvat: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 32: Koiripuron ja Lahnalamminpuron risteyskohta

Koiripuron ja Lahnalamminpuron risteyskohdassa oli havaittavissa, että Koiripuron suunta on näistä kahdesta selvästi kuormittavampi. Tältä suunnalta tulevan virtaaman mukana kulkevat partikkelit oli selkeästi nähtävissä havaintohetkellä (kuva 37). Lahnalamminpuron suunnalta tuleva vesi oli puolestaan tyypillisen, tumman humusveden oloista.



Kuva 37. Koiripuron ja Lahnalammin risteyskohta maastossa. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

Havaintopaikka 33: Alasuon pellon kulma

Koiripuron virtaama on eroosioinut Alasuon pellonreunan pahoin. Puroa pitkin tuleva vesi ohjautuu pellon reunaan nuolella havainnollistetulla tavalla, mikä selittää kulmauksen syöpmisen (kuva 38). Pellon kulmauksen kiveäminen eroosion pysäyttämiseksi olisi suositeltavaa.



Kuva 38. Syöpynyt pellonreuna. (Kuva: Sonja Pursiainen.)

9 Päätelmät

Kartoituksen perusteella merkittävimpinä valuma-alueilla esiintyvinä ongelmina voidaan pitää seuraavia:

- Elinjoen pahoin eroosioitunut osuus Sammalsuon alapuolella. Kunnostustarve akuutti, virtaaman hidastaminen tällä osuudella ehdottomassa avainasemassa eroosioitumisen pysäyttämiseksi.
- Kiviojan suunnalta tuleva vesistökuormitus. Opinnäytetyötä varten tehtyjen maastokäyntien puitteissa ei löytynyt selvää, pääasiallista kuormituslähdettä alueelta, joka selittäisi havainnon merkittävyyden. Joitakin pienempiä korjaustarpeita alueelta tuotiin kuitenkin esille. Pääasiallisten kuormituslähteiden paikantaminen sekä niiden korjaaminen olisi jatkoon kannalta tärkeää, jotta Kivioja ei enää tulevaisuudessa heikentäisi merkittävästi Särkijoen vedenlaatua ja sitä kautta alapuolisten vesistöjen kuntoa. Koiripuron suunta olisi suositeltavaa priorisoida jatkossa tehtävissä maastokartoituksissa etusijalle.
- Valuma-alueilla olevien vanhojen turvetuotantoaikaisten vesiensuojelurakenteiden kunto. Näiden osalta tarkempi kuntokartoitus ja niiden pohjalta toteutettu kokonaisvaltainen kunnostusten suunnittelu voisi olla oikea etenemissuunta.

Havaittujen ongelmien korjaaminen lähitulevaisuudessa olisi todella tärkeää, jotta alueelta tuleva ulkoisen kuormituksen määrä saataisiin hillitylle tasolle. Tämä loisi edellytykset alapuolisten vesistöjen kunnostamiselle sekä sitä kautta tilan elpymiselle tulevaisuudessa.

Happamuuteen viittaavia havaintoja nousi maastokäyntien yhteydessä esiin ainoastaan Särkijoen loppupään ojalinjoissa sekä Rauansuon turvetuotantoalueella olevissa altaissa. Tarkat paikat käyvät ilmi maastohavaintokartoista (liite 1). On kuitenkin huomioitava, että maastotöiden aikana tehtyt pH-mittaukset olivat todella satunnaisia, koska tekijällä ei ollut mahdollisuutta pitää pH-mittaria mukana kaikkina maastopäivinä. Tämän vuoksi opinnäytetyössä ei pystytty an-

tamaan kattavaa kuvaa valuma-alueilla olevien happamien kohteiden kokonaisuudesta tai kommentoimaan niiden merkittävyyttä sen tarkemmin.

Tehdyn kartoituksen pohjalta voidaan todeta, ettei valuma-alueiden kunto ole tällä hetkellä riittävän hyvä, jotta vesien uudelleenohjausta Pieni-Onkamolle voisi pitää realistisena vaihtoehtona. Järveen kohdistuva ulkoisen kuormituksen määrä kasvaisi uudelleenohjauksen myötä merkittävästi, mikä heikentäisi jo ennestään rehevöityneen järven tilaa entisestään.

10 Pohdinta

Opinnäytetyöhön sisältyneiden maastotöiden ajoittumista voidaan pitää lähtökohtaisesti haastavana. Aloitin maastossa kulkemisen kesäkuun alkupuolella, jolloin kasvillisuus oli jo noussut sekä kasvanut monin paikoin varsin reheväksi. Tämä haittasi visuaaliseen havainnointiin perustuvaa työskentelyä varsin suuresti, koska esimerkiksi eroosio- sekä huuhtoumajäljet peittyivät selkeimpiä paikkoja lukuun ottamatta täysin kasvillisuuden alle. Sen vuoksi onkin huomioitava, että tehty kartoitus ei anna täydellistä kuvaa työhön sisältyneiden valuma-alueiden kunnosta, vaan se antaa käytännössä havaintohetkeen sidonnaisen tilannearvion maastossa kuljetusta alueesta. Runsaan kasvillisuuden lisäksi myös valuma-alueiden vähäinen valunnan määrä oli työskentelyä vaikeuttava tekijä. Valtaosa ojustosta oli maastotyöskentelyn aikana täysin kuivia, minkä vuoksi arvion tekeminen niiden kuormittavuuden tai korjaustarpeen osalta oli käytännössä mahdotonta. Paras aika maastotyöskentelylle olisi ollut huhti- toukokuun tietämällä heti lumien sulamisen jälkeen, koska runsaampien kevätvalumien aikana valuma-alueelta tulevien huuhtoumahavaintojen tekeminen olisi ollut lähtökohtaisesti helpompaa sekä eroosiojäljet olisivat olleet selkeästi nähtävissä. On kuitenkin huomioitava, että tässäkin tapauksessa kertahavainnointi olisi kuvannut vain havainnointiajankohtaa.

Työskentelyprosessi tuntui ajoittain haastavalta etenkin kirjallisen prosessin osalta. Joitakin asiakokonaisuuksia lähdin työn teoriaosuudessa käsittelemään

turhan laaja-alaisesti sekä yksityiskohtaisesti työn kehukseen nähden, mikä loi kokonaisuudesta alussa sekalaisen vaikutelman. Pysin karsimaan ja tiivistämään osioita työn lopulliseen versioon melko paljon, koska halusin kokonaisuudesta eheän. Teoriaosiota varten jouduin myös opiskelemaan melko paljo itselle täysin uusia asioita, joita ei metsätalousinsinöörin koulutusohjelmassa ole sivuttu lainkaan. Tämä ei ole kuitenkaan huono asia ja koen, että tämä opinnäytetyön tekeminen on ollut henkilökohtaisella tasolla palkitseva oppimisprosessi.

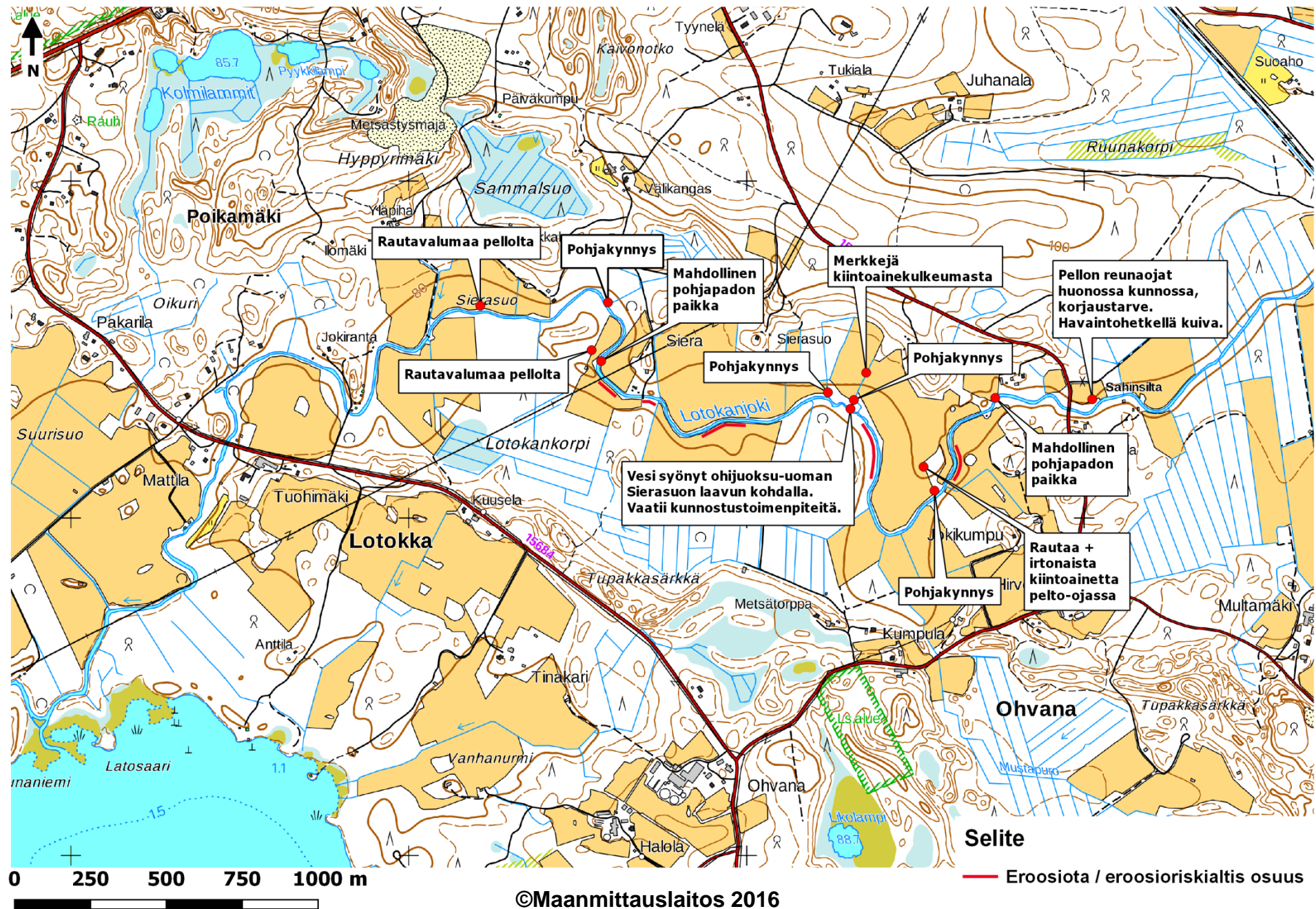
Lähteet

- Alhainen, M., Niemelä, T., Siekkinen, J., Svensberg, M., Kuittinen, J., Nurmi, J., Väyrynen, H., Rautiainen, M., Väänänen, V., Nummi, P., Berndtson, S. & Korhonen P. 2015. Kosteikko-opas. Suomen riistakeskus. <http://www.slideshare.net/Riistakeskus/kosteikkoopas>. 13.8.2016.
- Heikkinen, K. & Alasaarela, E. 1988. Happamoituneiden vesistöjen neutralointi. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 18. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus, 11.
- Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja, 13 – 24, 58, 61.
- Järvi&meriwiki. 2014. Happikato. <https://www.jarviwiki.fi/wiki/Happikato>. 24.9.2016.
- Karppinen, H., Komulainen, H., Kosua, A., Nikkarinen, M. & Tornivaara, A. 2012. Haitalliset alkuaineet Kainuun kaivovesissä – Loppuraportti. <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/1145691/Haitalliset+aineet+-loppuraportti.pdf/0a5f2c19-0504-4c9f-86f0-4fa6c2a0ad98>. 12.11.2016.
- Kipinä-Salokannel, S. 2013. Maatalouden ympäristövaikutusten muodostuminen, valuma-aluekohtaisia tarkasteluja. Varsinais-Suomen ELY-keskus, vesien tilan yksikkö. Maatalouden ympäristöneuvojien koulutuspäivät. <file:///E:/1/Kipinä-Salokannel%20Maatalouden%20ympäristövaikutusten%20muodostuminen.pdf>. 23.10.2016.
- Luonnontila.fi. 2013. Happamoituminen. <http://www.luonnontila.fi/fi/elinymparistot/sisavedet/sv4-happamoituminen>. 5.11.2016.
- Mattila, H. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. 2005. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita, 137.
- Niinimäki, J. & Penttinen, K. 2014. Vesienhoidon ekologiaa – Ravintoverkkokunnostus. Helsinki: Books on Demand GmbH, 13 – 17.
- Oravainen, R. 1999. Vesistötulosten tulkinta-opasvihkonen. Tampere: Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, 21 – 22.
- Palviainen, M. & Finér, L. 2013. Kunnostusojituksen vaikutus vesistöjen humuskuormitukseen. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B482AEFDD-91BB-4837-9068-1988A3C09CD6%7D/94655.pdf>. 13.10.2016.

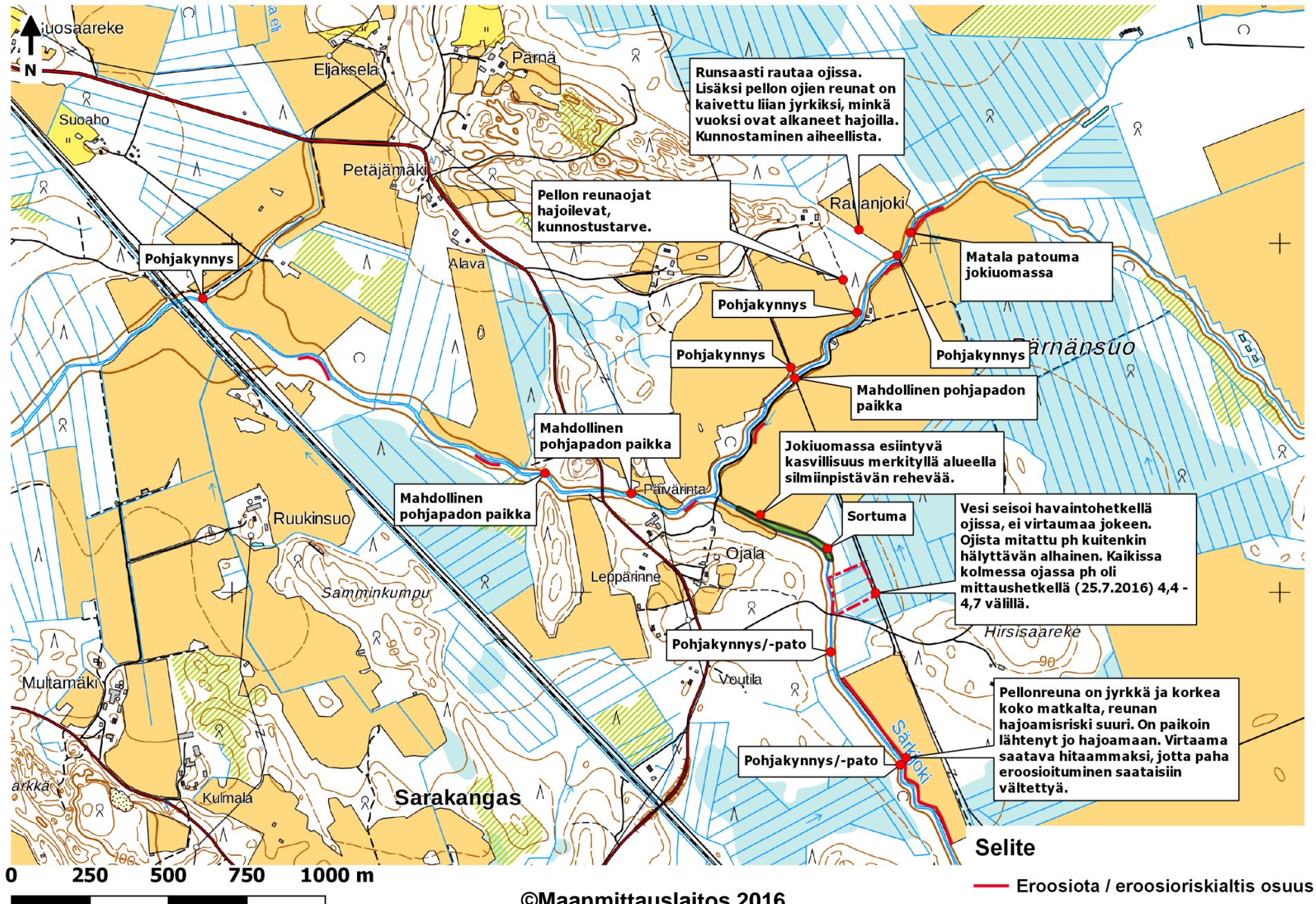
- Pro Onkamojärvet ry. 2016. <https://www.onkamojarvet.fi/>. 19.7.2016.
- Raassina, J. 2012. Jukajärven valuma-alueen kunnostuksen suunnitteluhanke. Julkaisematon, 21 – 22.
- Raassina, J. 2014. Vesistöjen ja valuma-alueiden kunnostus. <http://www.otso.fi/Ajankohtaista/tabid/440/ArticleID/29/Default.aspx>. 11.9.2016.
- Sarvilinna, A., Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, 11 – 12.
- Selänne, A. & Saari, P. 2012. Turvetuotannon vesistökuormitus. Turvetuottajien vesiensuojelukoulutus. Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. pdf. 12 – 15.
- Seppälä, M. 2014. Metsätalouden vesistökuormitus ja vesiensuojelusuositukset. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/taso-metsatalouden-vesiensuojelu-ekp.pdf>. 8.10.2016.
- Suomen ympäristökeskus SYKE 2015. Pohjapadot ja –kynnykset. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ ja_kynnykset. 22.9.2016.
- Suomen Ympäristökeskus SYKE. 2014. Happamoituminen. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Virtavesien_kunnostus/Kunnostustarvetta_ aiheuttavia_tekijoita/Happamoituminen. 2.8.2016.
- Suomen ympäristökeskus SYKE. 2014. Suojakaistat- ja vyöhykkeet. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Suojakaistat_ ja_vyohykkeet. 13.8.2016.
- Suomen ympäristökeskus SYKE. 2015. Vesistöjen kunnostus ja hoito. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus. 13.9.2016.
- Suomen Ympäristökeskus SYKE. 2016. Järven rehevöityminen. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostustarvetta_ aiheuttavia_tekijoita/Rehevoityminen. 17.9.2016.
- Suomen ympäristökeskus SYKE. 2016. Teollisuuden ja yhdyskuntien ravinnepäästöt vähentyneet murto-osaan 1980-luvulta. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Makea_vesi_ ja_meri/Teollisuuden_ ja_yhdyskuntien_ravinnepaas\(28651\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Makea_vesi_ ja_meri/Teollisuuden_ ja_yhdyskuntien_ravinnepaas(28651)). 3.9.2016.

- Suomen Ympäristökeskus SYKE. 2016. Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistojen_ravinnekuormitus_ja_luonnon_huhtouma. 18.10.2016.
- Sutela, T., Olin, M., Vehanen, T. & Rask, M. 2007. Hajakuormituksen vaikutukset järvien ja jokien kalastoon ja ekologiseen tilaan. <http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/raportti411.pdf>. 15.12.2016.
- Torpström, H. 2012, 2014. Pärnänsuon / Rauansuon turvetuotantoalueen lopettamisilmoitus. heikki.torpstrom@vapo.fi. 14.10.2016.
- Turveteollisuusliitto ry. 2008. Turvetuotantoalueiden jälkikäyttö – opas alan toimijoille. http://www.kuivaturve.fi/images/kuivaturve/Turvetuotannon_jalkikayttoopas.pdf. 12.12.2016.
- Weppling, K. & Iivonen, P. Happamoitumisen torjunta. 2005. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus. Helsinki: Edita, 274 – 277.
- Vuori, K., Bäck, S., Hellsten, S., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Lax, H., Lepistö, L., Londesborough, S., Mitikka, S., Niemelä, P., Niemi, J., Perus, J., Pietiläinen, O., Pilke, A., Riihimäki, J., Rissanen, J., Tammi, J., Tolonen, K., Vehanen, T., Vuoristo, H. & Westber, V. 2006. Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet. Suomen ympäristö 807. Helsinki: Suomen ympäristökeskus
- Ympäristöministeriö. 2011. Haja-asutuksen jätevedet – Lainsäädäntö ja käytännöt. file:///E:/1/YO_2011_Haja-asutuksen_jatevedet_verkkoversio.pdf. 13.11.2016.

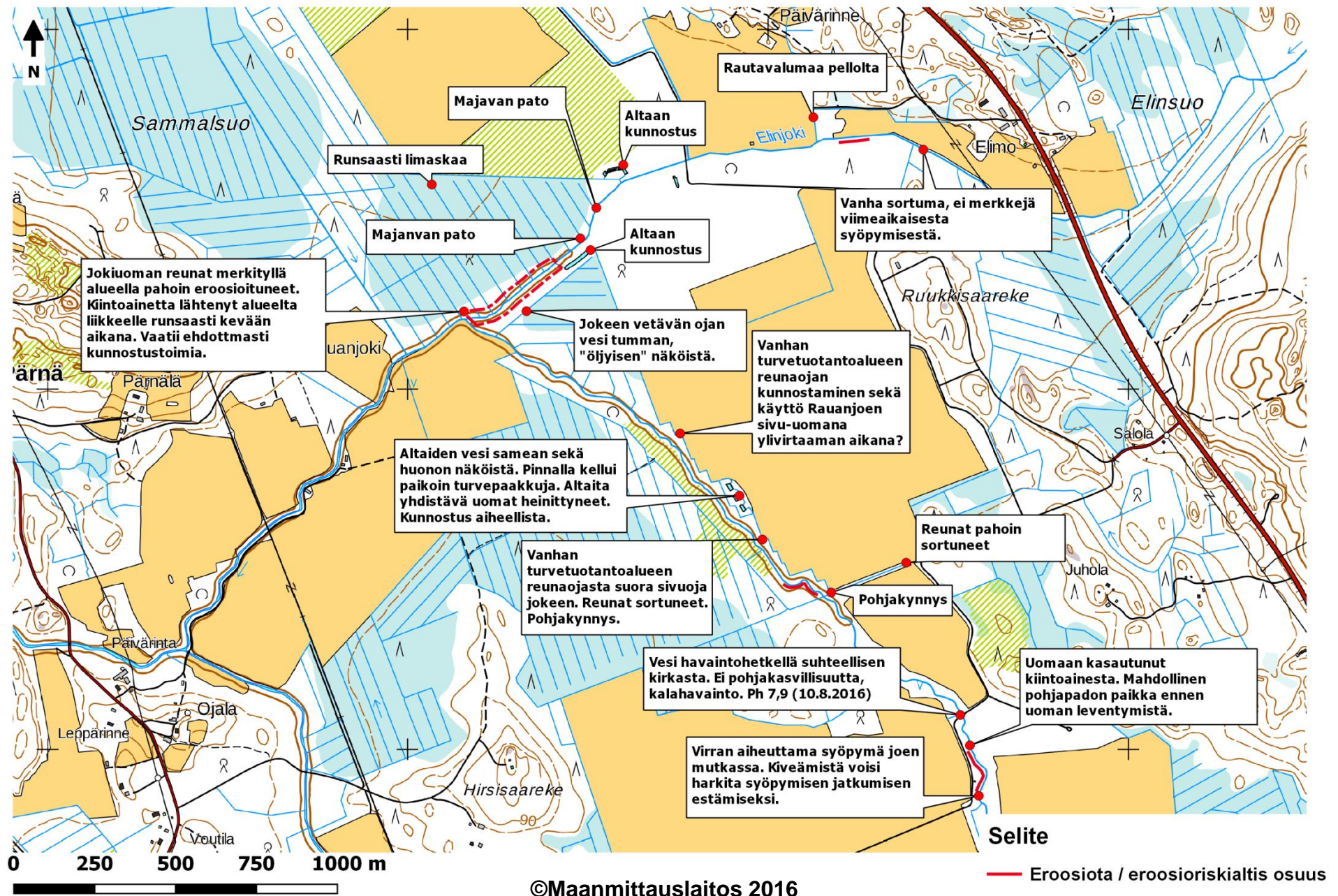
Valuma-alueiden maastohavainnot



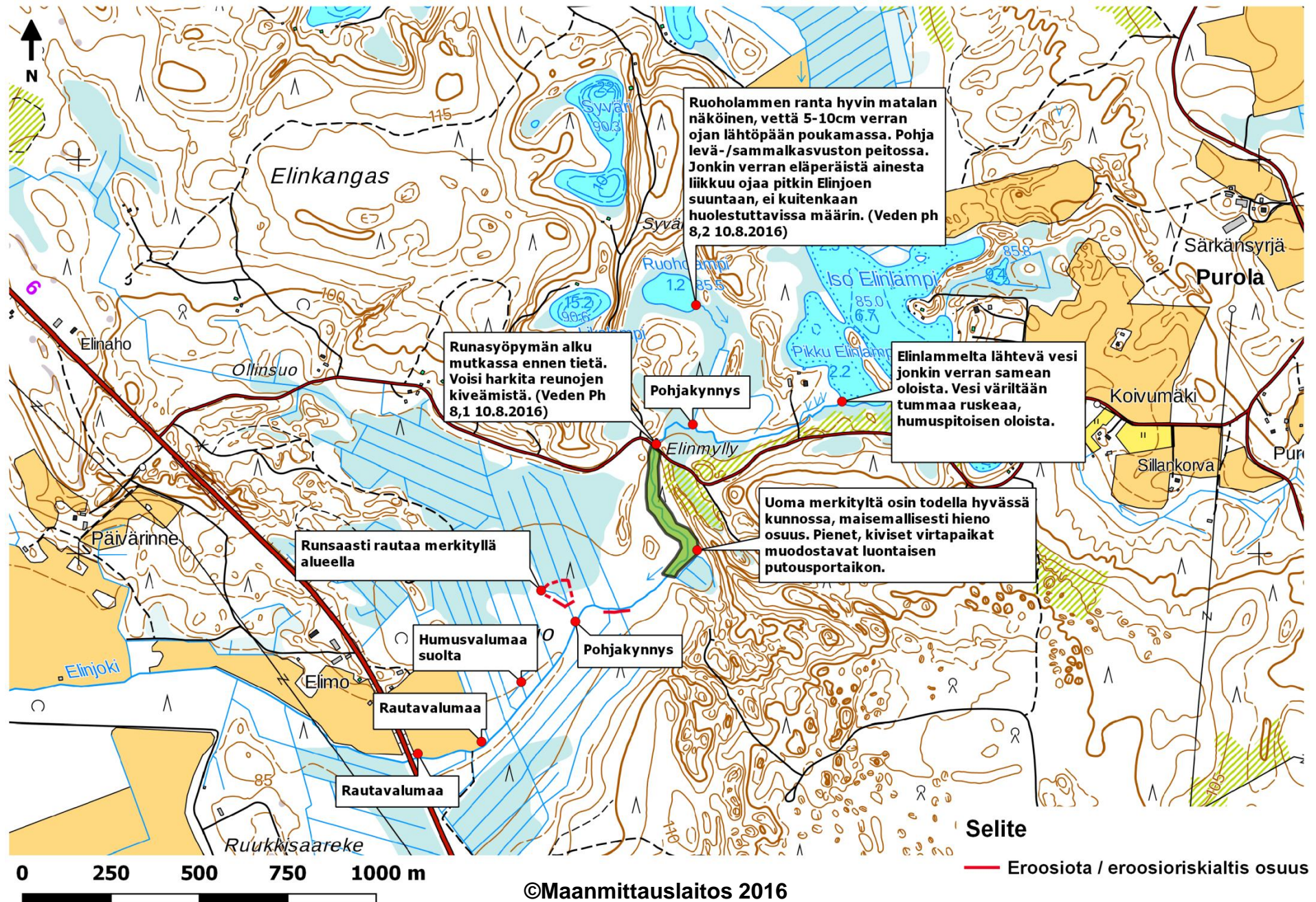
Valuma-alueiden maastohavainnot



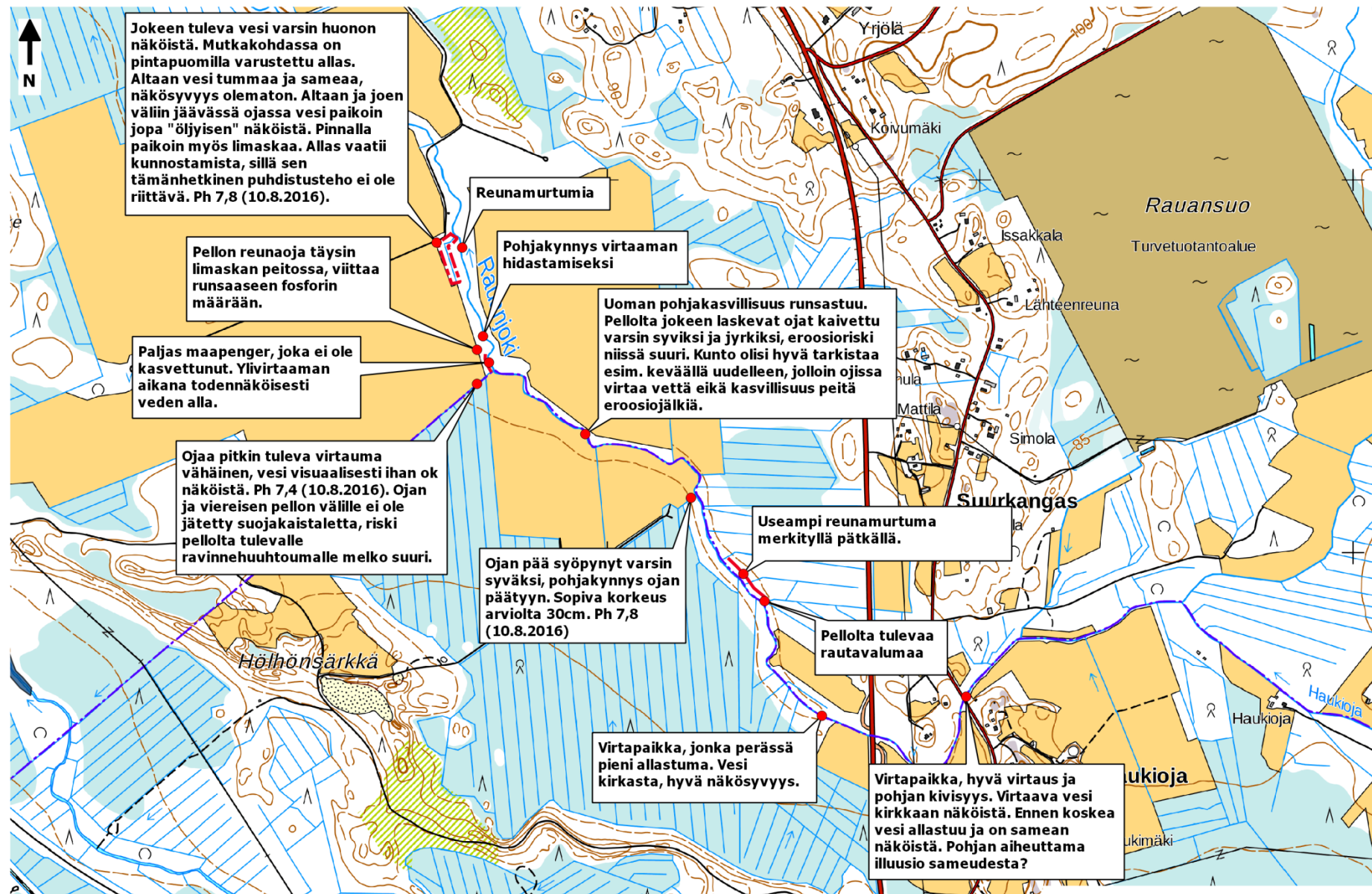
Valuma-alueiden maastohavainnot



Valuma-alueiden maastohavainnot



Valuma-alueiden maastohavainnot



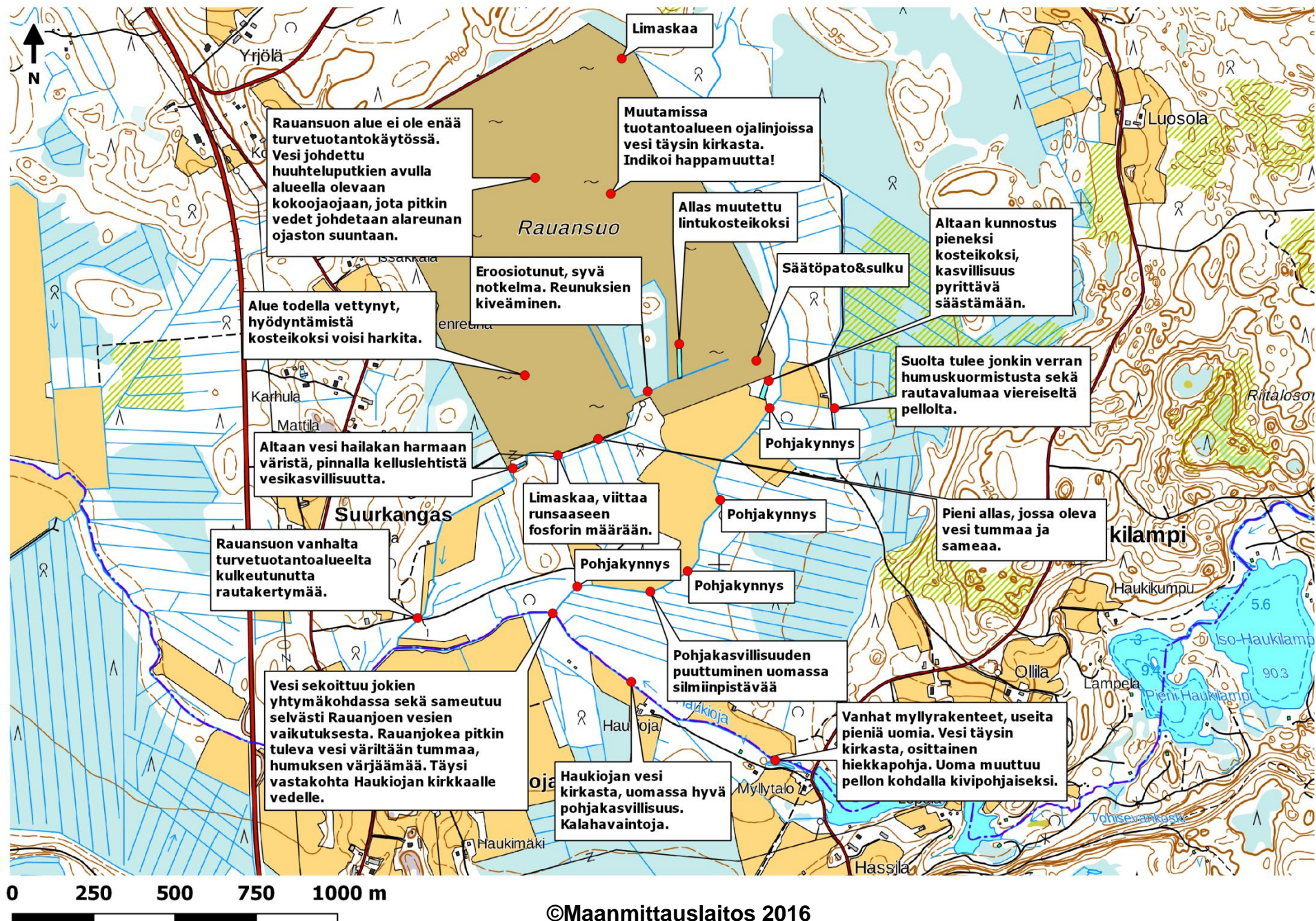
Selite

0 250 500 750 1000 m

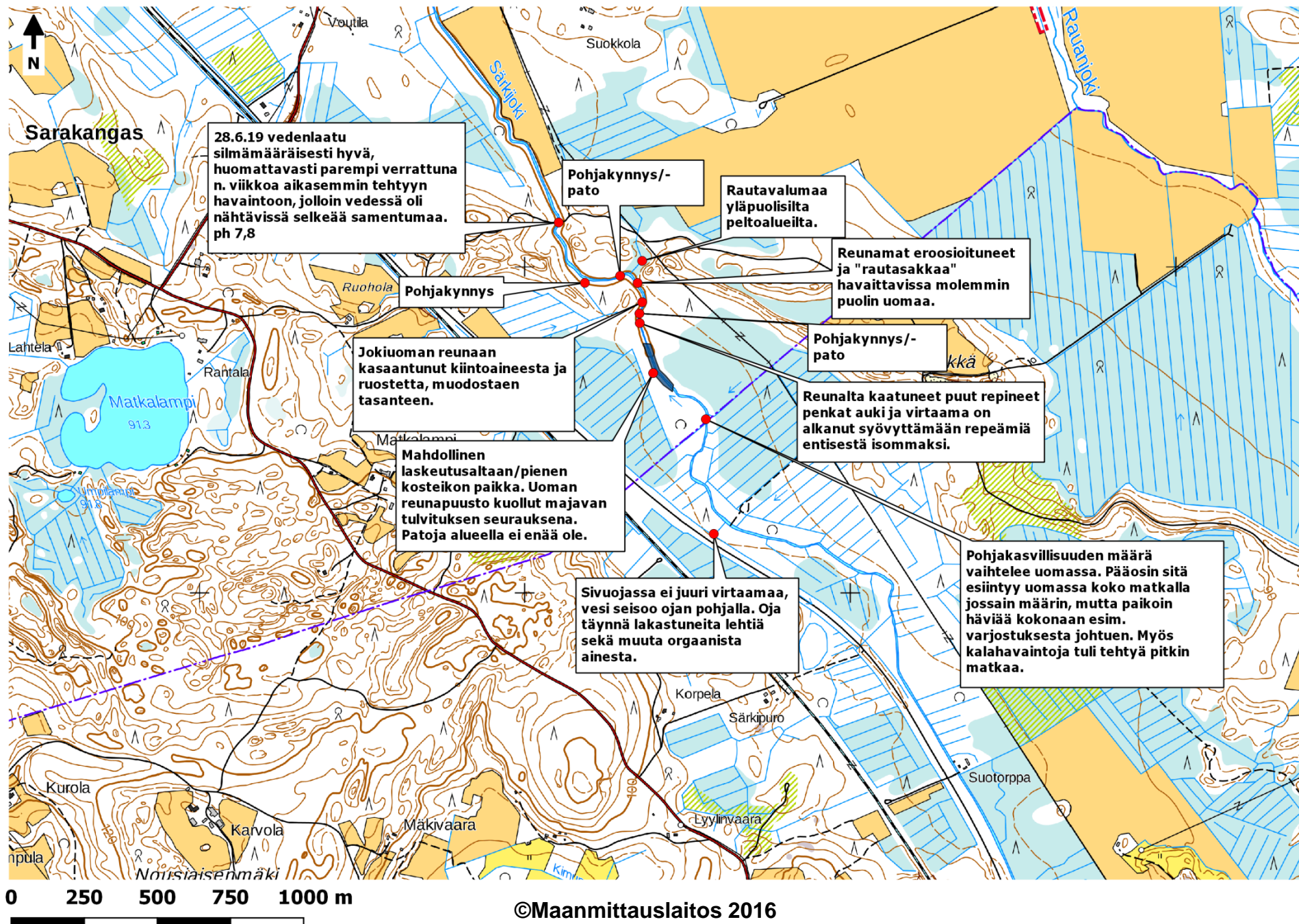
©Maanmittauslaitos 2016

— Eroosiota / eroosioriskialtis osuus

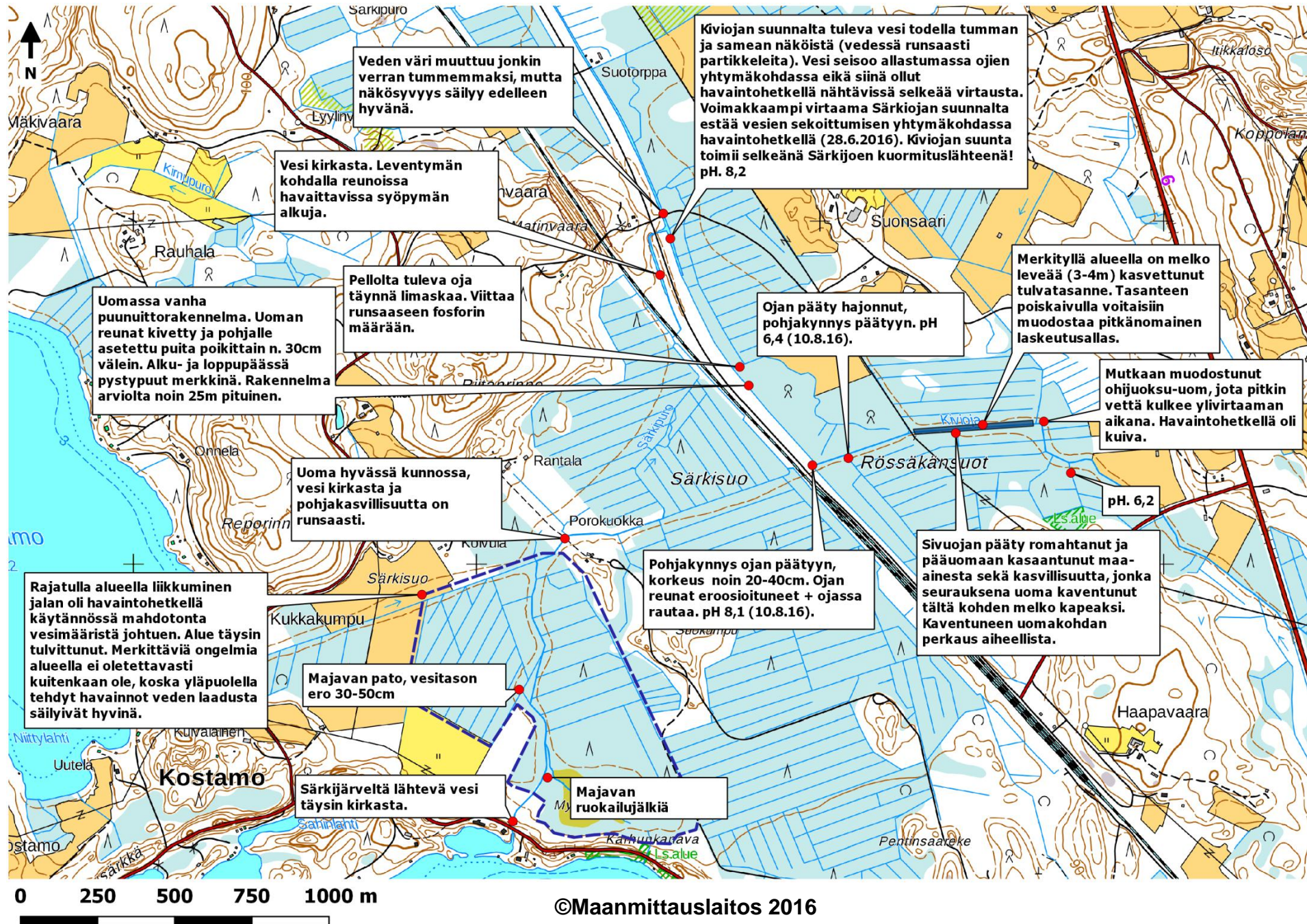
Valuma-alueiden maastohavainnot



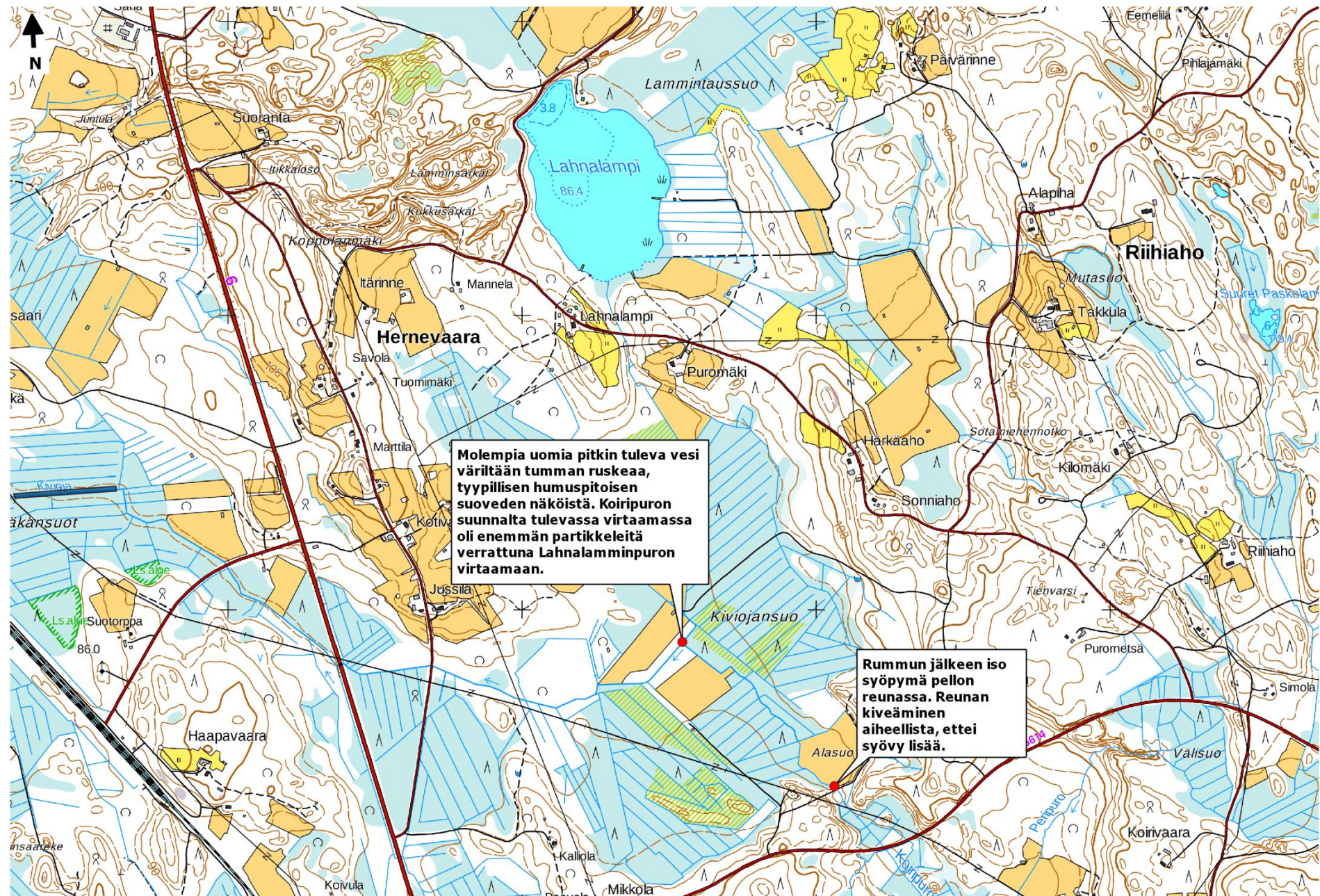
Valuma-alueiden maastohavainnot



Valuma-alueiden maastohavainnot



Valuma-alueiden maastohavainnot



0 250 500 750 1000 m