



**METSÄTALOUSMAAN
EROOSIOALTTIIDEN UOMIEN
PAIKANTAMINEN**

Case Parkanon Kuivasjärvi

Teija Mäkelä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015
Metsätalouden koulutusoh-
jelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutusohjelma

MÄKELÄ, TEIJA:

Metsätalouden eroosioalttiiden uomien paikantaminen
Case Parkanon Kuivasjärvi

Opinnäytetyö 97 sivua, joista liitteitä 22 sivua
Toukokuu 2015

Kuivasjärvi on Parkanon pohjoisosassa, Pirkanmaalla, sijaitseva järvi. Kuivasjärven pinta-ala on 6,37 km² ja sen valuma-alue on noin 160 km². Vuonna 2013 järvessä tavattiin poikkeuksellisen runsas leväkukinta. Tämän seurauksena järven tilan parantamiseksi perustettiin kansanliike. Tämä opinnäytetyö on osa Parkanon Kuivasjärven kunnostussuunnitelmahanketta, jolle työn päätarkoitus oli etsiä järven valuma-alueen metsätaloukselta vesiensuojeluun soveltuvia kohteita. Myöhemmin aiheesta muodostui Suomen metsäkeskuksen Pirkanmaan yksikön julkisille palveluille tehtävä opinnäytetyö, jonka tapauksena toimii Kuivasjärven kunnostussuunnitelmahanke. Opinnäytetyön tavoitteeksi tuli toimenpide-ehdotusten tekemisen lisäksi löytää työtapa uomaerosion tutkimiseen ja selvittää, millaisilla kohteilla eroosioalttiita uomia on. Työ toteutettiin paikkatiedon ja kohdennetun maastohavainnoinnin avulla.

Opinnäytetyö esittelee yhden keinon tutkia uomaerosiota ja maastotöiden suuntaamisessa käytettävää paikkatietoaineistoa. Eroosioalttiita kohteita olivat hienojakoisilla mailla virtaavat uomat. Nykyään tapahtuvaa eroosiota oli nähtävissä myös karkeajakoisemmillä maalajeilla uoman valuma-alueen kasvaessa suureksi. Luonnontilaisissa joissa ja puroissa uomaerosiota ei esiintynyt, mutta uoman perkaus nostaa eroosioalttiutta selvästi. Eroosioalttiutta lisää myös lähteestä kaivettu suora yhteys uomaan riippuen purkautuvan pohjaveden määrästä. Eroosioalttiutta näkyi myös metsitettyjen peltojen uomissa.

Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää työssä, jossa tarvitsee tutkia metsätalouden uomaerosiota tai vesiensuojelua. Tulosten avulla maastohavainnot voidaan suunnata tehokkaammin oikeisiin uomiin ja kohteisiin, joissa tapahtuu eroosiota tai on kerääntynyt kiintoainesta. Työn aikana löytyi eroosiolle alttiita kohteita, joille tehtiin ehdotuksia vesiensuojelutoimenpiteistä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Program in Forestry

MÄKELÄ, TEIJA:
Locating Erodable Channels of Forestry Land
Case Lake Kuivasjärvi in Parkano

Bachelor's thesis 97 pages, appendices 22 pages
May 2015

The purpose of this thesis was to study the phenomenon channel erosion in the catchment area of Lake Kuivasjärvi situated in Northern Pirkanmaa in Southern Finland. The aim was to find suitable locations for water protection in forestry land, a method to study channel erosion and find, what kind of places are erodable. The work was carried out using geographical data and allocated field investigation.

The surface area of Lake Kuivasjärvi is 6,37 km² and the catchment area is approximately 160 km². In 2013 there was an exceptional heavy algal bloom. This led up to establishing a popular movement to improve the state of the lake. This thesis is a part of the lake's restoration plan commissioned by the movement. Later The Finnish Forest Centre also commissioned the thesis to find out about the areas sensitive to erosion and methods for studying channel erosion.

This thesis describes one method to study channel erosion and material that can be used while planning the allocated field investigation. Erodable channels were in fine-grained soil types. The erosion taking place nowadays consisted also of more coarse soil types if the catchment area grew large. In natural streams and rivers channel erosion does not take place. The risk rose significantly if channel had been cleared. Erodability rose if there was a ditch from a spring depending how much groundwater erupted from it. Erodability was also seen in the ditches of afforested fields.

With the results field investigations can be directed more effectively on erodable channels and right locations where erosion has taken place or suspended solids have been collected.

Key words: Lake Kuivasjärvi, channel erosion, erodability

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	METSÄTALouden VESISTÖKUORMITUS	8
2.1	Metsätalous vesistöjen kuormittajana.....	8
2.2	Kuormittavia toimenpiteitä	9
2.2.1	Kunnostusojitus.....	9
2.2.2	Hakkuut ja maanmuokkaus	11
2.3	Valuma-alue suunnittelu	13
3	VESIENSUOJELURAKENTEET	15
3.1	Kaivu- ja perkauskatkot	15
3.2	Laskeutusaltaat ja lietekuopat	15
3.3	Pintavalutus kentät	16
3.4	Suojakaistat	17
3.5	Patorakenteet.....	17
3.6	Kosteikot	19
4	PAIKKATIETOAINIESTOT VESIENSUOJELUN SUUNNITTELUSSA	20
4.1	Paikkatietoaineistot	20
4.2	Paikkatietoanalyysit	21
4.3	Toteutetut metsätalouden toimenpiteet	24
5	UOMAEROOSIO	26
5.1	Eroosio	26
5.2	Uomaerosion näkyminen	27
6	MAASTOTYÖT	33
6.1	Ennakkomateriaali maastotöiden suunnittelussa	33
6.1.1	Paikkatietoaineistot ja -analyysit	33
6.1.2	Muu aineisto	35
6.1.3	Paikkatiedon hyödyntäminen vesiensuojelun suunnittelussa.....	37
6.2	Maastohavaintojen kohdentaminen uomiin	38
6.3	Eroosioalttiita kohteita	41
7	KUIVASJÄRVEN VALUMA-ALUEET	45
7.1	Kuivasjärven lähivaluma-alue	45
7.2	Nivusjärven osavaluma-alue	48
7.3	Vääräjoen osavaluma-alue	50
7.4	Vatajanjoen osavaluma-alue	52
8	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	55
8.1	Kuivasjärven lähivaluma-alue	55
8.2	Vääräjoen osavaluma-alue	58

8.3 Vatajanjoen osavaluma-alue	64
9 POHDINTA.....	67
LÄHTEET	71
LIITTEET	76
Liite 1. Kuivasjärven 3. jakovaiheen osa-valuma-alueet.....	76
Liite 2. Pinta-maalaji	77
Liite 3. Pohjamaalaji.....	78
Liite 4. Kuivasjärven valuma-alueen uomaerosioanalyysi.....	79
Liite 5. Kosteikko- ja pintavalutuskenttäanalyysi	83
Liite 6. Maastolomakkeen täyttöohje	86
Liite 7. Maastolomake, eroosioherkkyys	95
Liite 8. Maastohavaintokohteiden sijainti	96
Liite 9. Vesiensuojeluehdotusten sijainti.....	97

1 JOHDANTO

Kuivasjärvi on Pirkanmaalla Parkanon kaupungin pohjoisosassa sijaitseva järvi (kuvio 1). Kuivasjärvi kuuluu Ikaalisten reitin valuma-alueeseen ja Kokemäenjoen vesistöalueeseen. Järven pinta-ala on 6,37 km², ja sen keskisyvyys on noin 3,5 m. Järven syvin kohta on 15,7 m. (Järviwiki 2014.) Kuivasjärven ekologinen tila on luokituksestaan tyydyttävä (Antikainen ym. 2014, 208).



KUVIO 1. Parkanon Kuivasjärvi Suomen kartalla

Kuivasjärven tila oli puhututtanut varsinkin järven ranta-asukkaita vuosikautia. Poikkeuksellisen suuri leväkukinta vuonna 2013 ja muut järven tilaan heikentävästi vaikuttavat seikat herättivät tahdon perustaa kansanliike järven tilan parantamiseksi. Kuivasjärven kansanliike perustettiin 8.8.2013 Lamminkosken kodalla. (Kuivasjärven kansanliike Parkanossa, Pirkanmaalla 2015.) Kansanliike haki kalastuskunnan kautta EU-rahoituksen järven valuma-alueen kunnostushankkeelle. Hankkeen vastaavana vetäjänä toimii Kuivasjärven kalastuskunnan puheenjohtaja Tapio Kalli ja tieteellisenä koordinaattorina Tero Mustonen. Hankkeessa toteutettiin kaksi opinnäytetyötä. Opinnäytetyö keskittyy valuma-alueen metsätalousmaan eroosioalttiiden uomien ja mahdollisten vesiensuojeluun soveltuvien kohteiden paikantamiseen. Mirjami Kuoppala teki hankkeelle valuma-alueen kuormitus selvityksen.

Myöhemmin aiheesta muotoutui Suomen metsäkeskuksen Pirkanmaan yksikön julkisille palveluille (nykyisin Metsäkeskuksen läntisen palvelualueen elinkeinopalvelut) tehtävä opinnäytetyö, jonka tapauksena on Parkanon Kuivasjärven kunnostussuunnitelmahanke. Tavoitteena oli selvittää, millaisilla kohteilla metsätalouden eroosioalttiita uomia on. Maastotöiden kohdentamiseen ja tekemiseen yritin löytää mahdollisimman hyvää ja tehokasta työtapaa. Maastotyöt tein visuaalisin havainnoin.

Järvien valuma-alueet voivat olla kooltaan hyvin laajoja. Kuivasjärvi kuuluu Kuivasjärvenjoen valuma-alueeseen, joka on noin 16 000 ha jakautuen neljään eri osavaluma-alueeseen (Valuma-aluejako 2010). Kuivasjärven valuma-alueeseen kuuluvat lähivaluma-alueen lisäksi Vääräjoen, Nivusjärven ja Vatajanjoen valuma-alueet (liite 1). Valuma-alueilla on erilaisia maankäyttömuotoja kuten metsätalous, maatalous ja haja-asutus, jotka kuormittavat alapuolisia vesistöjä. Metsätaloutta harjoitetaan laajoilla alueilla, ja sen merkittävyys kuormituksesta voi olla huomattava varsinkin latvavesissä (Joensuu, Kauppila, Lindén & Tenhola 2013, 11). Tunnistamalla eroosioalttiit kohteet voidaan suunnitella vesistökuormitusta vähentäviä vesiensuojelurakenteita ja –ratkaisuja mahdollisimman tehokkaasti.

Eroosioalttiiden kohteiden löytyminen on helpottunut paikkatietoaineistojen ja -analyysien avulla. Maastotöitä voidaan vähentää käyttämällä suunnittelussa saatavilla olevaa ennakkomateriaalia. Paikkatiedon antamat analyysit perustuvat laskelmiin, jotka eivät kuitenkaan pysty huomioimaan kaikkia erilaisia tekijöitä, joita on todellisuudessa. Opinnäytetyön aikana käytin RiverLifeGIS-työkalun avulla tehtävää uomaeroosioanalyysia (Alahuhta, Rintala & Martinmäki 2007, 19).

Opinnäytetyö kokoaa yhteen ajatuksiani ja hankkeen aikana tekemiäni havaintoja. Se ei kuitenkaan kerro varmasti, missä eroosiolle alttiita uomia on. Työ vastaa, missä sellaisia kohteita saattaisi olla. Työn tarkoitus on myös herättää ajatuksia ja auttaa kohdistamaan huomiota oikeisiin kohteisiin ja seikkoihin sekä maastossa sekä maastokäyntien suunnittelussa.

2 METSÄTALOUDEN VESISTÖKUORMITUS

2.1 Metsätalous vesistöjen kuormittajana

Metsätalouden vesistökuormitus on luonteeltaan hajakuormitusta eli kokonaiskuormitus koostuu monista eri lähteistä. Vesistökuormitus syntyy kasvavien valuntavesien, liuenneiden orgaanisten aineiden, ravinne- ja kiintoainepitoisuuksien yhteisvaikutuksesta (Hiltunen, Rissanen & Leinonen 2011, 95). Eroosion ja huuhtoutumisen kautta kuormitus päätyy pienveteen tai vesistöön, jos sitä estävää vesiensuojelurakennetta tai -ratkaisua ei ole toteutettu.

Suuri osa huuhtoutumista, noin 60–80 % koko vuoden huuhtoutumista, syntyy kevään ja syksyn ylivaluntojen aikoina (Kenttämies 2006, 22). Metsätalouden osuudeksi ihmisen aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta on arvioitu olevan fosforista noin 6 % ja typestä noin 5 %. Todellisuudessa metsätalouden kuormitus voi olla alueittain suurempaa. Kuormituksen merkittävyys nousee latvavesissä, joihin ei kohdistu paljoakaan muuta kuormitusta (Sillanpää ym. 2006, 12). Kuormituksen pitkäaikaisuus ja metsätalouden harjoittaminen laajoilla alueilla nostavat kuormituksen merkittävyyttä latvavesissä. (Joensuu ym. 2013, 11.)

Kuormitukseen vaikuttavat:

- toteutettu toimenpide, ajankohta ja pinta-ala
- etäisyys vesistöstä
- maaperän ominaisuudet (rakenne ja maalaji)
- topografia
- valuma-alueen kasvipeite
- pohjavedenpinnan läheisyys maanpinnasta
- virtaamiin vaikuttavat tekijät kuten valuma-alueen koko ja sademäärä. (Joensuu ym. 2013, 11.)

Ilman ihmistoimintaakin syntyy vesistökuormitusta. Sitä kutsutaan taustakuormitukseksi tai luonnonhuuhtoutumaksi. Kuormitusta on vaikea arvioida, mutta sitä ei huomioida vesistökuormitukseksi, koska se on luontaista aineiden kiertokulkua (Joensuu ym. 2012a, 14). Luonnontilaisten metsien kiintoaines- ja ravinnehuuhtoutumat ovat vähäistä

(Vuollekoski & Joensuu 2006, 113). Kiintoaineen huuhtoutuminen ja kulkeutuminen uomissa ylläpitää purojen ja jokien muutosprosessia sekä elinympäristöjä. Jos kiintoaineen määrä ylittää virtaveden läpikuljetuskyvyn ja sitä kerääntyy uoman pohjalle, voidaan sitä pitää ongelmana. (Marttila, Tammela & Kløve 2008, 16.)

Metsätalouden vesiensuojelussa vältetään tai vähennetään eri toimenpiteistä johtuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta vesistöihin ja pienvesiin. Tähän pyritään hyvällä ennakkosuunnittelulla ja tunnistamalla vesiensuojelun kannalta kriittiset kohteet. Ravinnekkuormitusta merkittävämpi on kiintoainekuormitus, koska suurin osa ravinteista on sitoutunut kiintoaineseen. Kiintoainekuormitusta aiheutuu, kun maata sitovaa pintakasvillisuutta poistetaan tai pintavesien kulkureittejä muutetaan eri toimenpiteiden vaikutuksesta (Joensuu ym. 2013, 13).

Vesistökuormitus vaikuttaa pienveden tai vesistön veden laatuun ja muuttaa elinympäristön ominaisuuksia. Kiintoaine samentaa vettä ja muuttaa pohjan laatua. Virtaavissa vesistöissä kiintoaines tukkii pohjamateriaalin välejä, minkä seurauksena esimerkiksi kalojen kutupaikat ja piilopaikat katoavat. Kiintoaines voi vähentää elinympäristöltään vaativien lajien esiintymistä. Ravinteet rehevöittävät vesistöjä, mikä lisää veden perustuotantoa. Tämä taas voi aiheuttaa leväkukintoja ja veden samentumista. Orgaaninen kiintoaines kuluttaa happea hajotessaan ja vapauttaa ravinteita. (Seppälä 2014, 9.)

2.2 Kuormittavia toimenpiteitä

2.2.1 Kunnostusojitus

Metsätalouden toimenpiteistä kunnostusojitus on suurin vesistökuormittaja (Joensuu ym. 2013, 12). Kunnostusojituksessa tavoitellaan puuston parempaa kasvua laskemalla pohjaveden tasoa kasvun kannalta optimaaliselle tasolle. Kunnostusojituksessa aiheutetaan kiintoainekuormitusta ja muutoksia valunnassa sekä valumavesien laadussa. Kuormitus riippuu toimenpiteen laadusta, johon vaikuttavat toteutus ja vesiensuojelurakenteiden toimivuus.

Ojien eroosioalttiuteen vaikuttavat eniten maalaji, vesimäärä ja ojan pohjan kaltevuus. Näistä kaksi jälkimmäistä vaikuttavat veden virtausnopeuteen uomassa. (Joensuu ym.

2013, 53.) Kiintoainekuormitus voi olla vähintäänkin yhtä suurta kuin uudisojituksen aikana. Erityisesti laskuojan kunnostaminen vaikuttaa huuhtoutumiin. Kuormitus on kunnostusojituksissa suurempaa, koska pitkälle maatunut turve on eroosioherkempää kuin maatumaton turve ojittamattomilla soilla (Sillanpää ym. 2006, 13; Hiltunen ym. 2011, 99). Perkauksen myötä ojat ulottuvat syvemmälle ja siten pidemmälle maatuneeseen turpeeseen. Myös ojien luiskien turve on uudisojituksen jälkeen pidemmälle maatumutta ja ilmeisesti eroosioherkempää (Päivänen 207, 121). Lisäksi turvekerroksen ohentumisen myötä suurempi osa ojista ulottuu kivennäismaahan saakka, mikä lisää eroosioherkkyyttä riippuen alla olevasta maalajista.

Kiintoainekuormitus on suurimmillaan kahtena toimenpiteen jälkeisenä vuotena, mutta keskimäärin kymmenessä vuodessa kuormitus palautuu lähelle ennen toimenpidettä olevaa tasoa (Joensuu, Vuollekoski & Karosto 2006, 87; Joensuu ym. 2012b, 40). Jos oja ulottuu eroosioalttiiseen maalajiin, vaikutukset voivat näkyä jopa vuosikymmenien ajan toimenpiteestä (Mattsson, Ahtiainen, Kenttämies & Haapanen 2006, 78). Varsinkin lajittuneet hiekka-, hieta- ja hiesumaat ovat eroosiolle herkkiä. Heikosti maatumella turvemaalla ja karkealajitteisilla kivennäismailla kuormitus voi laskea aikaisemmalle tasolle jopa 3–4 vuodessa. (Hiltunen ym. 2011 99.)

Osa ravinteista on sitoutunut kiintoaineeseen, mutta osa liukenee veteen. Ojitusten aiheuttamat ravinnehuuhtoutumat vaihtelevat huomattavasti erilaisten olosuhteiden takia (Mattsson, Ahtiainen, Kenttämies & Haapanen 2006, 78). Jos ojan perkaus ulottuu kivennäismaahan saakka, kuormitus voi olla suurempaa kuin pelkkään turpeeseen kaiveutussa uudisojituksessa. Fosforikuormitus voi nousta huomattavasti, jos turpeen alla oleva maalaji on hienojakoista. Pääosa fosforista on sitoutunut hienojakoiseen kivennäismaa-ainekseen. (Hiltunen ym. 2011, 100.) Myös typen, varsinkin ammoniumtypen, huuhtoutuminen lisääntyy. Typpipitoisuus voi olla melkein 20 vuotta korkeampi verrattuna toimenpidettä edeltäneeseen tasoon. Natriumin, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin pitoisuudet kasvavat, mutta arvot palautuvat ennen toimenpidettä olevalle tasolle noin viiden vuoden kuluttua. Joillakin alueilla on todettu korkeita rauta- ja alumiinipitoisuuksia välittömästi kaivuun jälkeen. (Joensuu ym. 2006, 85–89.)

Muutoksia tapahtuu myös valumavesien happamuudessa. Valumavesien pH nousee lähes aina kunnostusojituksessa. Muutos johtuu todennäköisesti siitä, että vedet valuvat syvemmissä maakerroksissa kunnostusojituksen jälkeen (Päivänen 2007, 121). Vaikutus

kestää runsaat kymmenen vuotta (Joensuu ym. 2006, 87). Valumavedet voivat myös happamoitua voimakkaasti rehevillä, runsasrikkisillä soilla tai sulfaattimailla tehdyn kunnostusojituksen myötä (Joensuu ym. 2013, 52).

Toisin kuin uudisojitus, kunnostusojitus ei yleensä lisää valumavesien humuspitoisuutta (Finèr 2013). Humus on turpeesta veteen liuennutta orgaanista ainesta, joka värjää veden kellertäväksi tai ruskeaksi. Kunnostusojituksen jälkeen humuspitoisuus keskimäärin vähenee, mutta palautuu noin kymmenessä vuodessa aikaisemmalle tasolle. (Joensuu ym. 2006, 87; Hiltunen ym. 2011, 99.)

Kunnostusojituksella voidaan vaikuttaa valuntaan, jos ojitusalueella tehdään paljon täydennysojia suhteessa perkaukseen (Päivänen 2007, 121). Täydennysojien kaivamisella nopeutetaan veden pintavaluntaa ja lähtemistä valuma-alueelta. Tämä kasvattaa ylivirtaamahuippuja ja vähentää alivirtaamaa kuivina aikoina. Jos kunnostusojitus on pääosin perkausta, vaikutus virtaamahuippuihin ei ole yleensä merkittävä.

2.2.2 Hakkuut ja maanmuokkaus

Hakkuiden ja maanmuokkauksen vesistökuormitukseen vaikuttavat mm. toimenpidealueen etäisyys vesistöstä, toimenpiteen voimakkuus, kohdealueen pinta-ala, topografia, maalaji sekä suojakaistan leveys ja ominaisuudet. Kasvatushakkuiden vaikutukset turve- ja kivennäismailla vaikuttavat melko vähän ravinne- ja kiintoainekuormitukseen (Joensuu ym. 2013, 39). Kasvatushakkuissa maanpintaa rikotaan vähemmän kuin päätehakkuissa, ja ravinteita hyödyntävää kasvillisuutta on hakkuun jälkeen enemmän, minkä takia vesistöön kohdistuva kuormitus on pienempää.

Päätehakkuissa, kantojen nostossa ja maanmuokkauksessa rikotaan maanpintaa ja poistetaan pintakasvillisuutta, mikä voi aiheuttaa eroosiota ja siten kiintoaine- ja ravinnehuuhtoutumia. Huuhtoutumien kasvun pääpaino kohdistuu muutamaan toimenpiteen jälkeiseen vuoteen, jolloin on runsaasti hajoavaa hakkuutähdettä, mutta vähän ravinteita ja maata sitovaa kasvillisuutta (Vuollekoski & Joensuu 2006, 113; Joensuu ym. 2012b, 30). Kiintoainetta huuhtoutuu rikkoutuneesta maanpinnasta ja urapainaumista. Kiintoainehuuhtoutumat riippuvat hyvin paljon paikallisista olosuhteista ja metsänkäsittelytyvästä. Tutkimuksissa on todettu leveiden metsäisten suojavyöhykkeiden vähentävän

kiintoainekuormitusta merkittävästi (Haapanen, Kenttämies, Porvari & Sallantaus 2006, 57; Mattson ym. 2006, 81).

Päätehakuilla ja maanmuokkauksella muutetaan metsän ravinteiden kiertokulkua. Pääosa puustoon sitoutuneista ravinteista on lehdissä ja neulasissa (Joensuu ym. 2012a, 17). Erityisesti hakkuut lisäävät kuolleen orgaanisen aineen määrää hakkuutähteillä, jotka vapauttavat ravinteita hajotessaan. Uudistushakkuissa ja maanmuokkauksessa vähennetään kasvillisuuden määrää, minkä takia vapautuvia ravinteita hyödyntävää kasvillisuutta on hakkuun jälkeen vähemmän. Jos ravinteet eivät sitoudu kasvillisuuteen, mikrobiin tai kemiallisesti maahan, voivat ne huuhtoutua vesistöihin (Piirainen 2007, 304). Fosfori pidättyy hyvin kivennäismaahan, ja typpi sitoutuu hajotustoimintaan (Joensuu ym. 2012a, 17). Valumavesien rautapitoisuudet voivat nousta selvästi joillakin kohteilla. Kaliumin huuhtoutumat kasvavat selvästi hakkuiden jälkeen, mutta alenevat nopeasti kasvillisuuden lisääntyessä. Suojakaistat saattavat lisätä vesiliukoisten ravinteiden, varsinkin fosfaattifosforin, huuhtoutumia. (Haapanen ym. 2006, 57–59.) Tämä voi johtua maaperän ominaisuuksien ja valumavesien reittien muuttumisesta suojavyöhykkeen jättämisen seurauksena (Saari, Finér & Laurén 2009, 7).

Turvemaiden metsänuudistamisen huuhtoutumat eroavat kangasmaiden aiheuttamasta kuormituksesta erilaisten olosuhteiden ja kasvupaikan takia. Turvemailla uudistamishakkuut lisäävät veden happamuutta ja humuksen huuhtoutumista. Uudistushakkuu lisää humuskuormitusta valunnan määrän kasvaessa. Happamoituminen on todennäköisesti yhteydessä humuskuormitukseen, sillä humuspitoinen vesi on tavallisesti hapanta (Seppälä 2014, 17). Humuskuormituksen kasvaessa valumavesien happamuus voi nousta. Turvemaiden sulan maan aikaisissa hakkuissa kiintoainekuormitus on suurempaa kuin roudan aikaan. Vesiliukoista fosforia huuhtoutuu karulta soilta hajoavista hakkuutähteistä, ja runsasravinteisilta soilta huuhtoutuu ammonium- ja nitraattityppeä. Myös kaliumin huuhtoutumat kasvavat. (Joensuu ym. 2012a, 17.)

Uudistushakkuut muuttavat kohteen sadantaolosuhteita. Hakkuiden ja maanmuokkauksen myötä valunta kohdealueelta lisääntyy poistettaessa puustoa ja kasvillisuutta. Puuston latvusto pidättää osan sateesta, mistä se haihtuu takaisin ilmakehään (Piirainen 2007, 302). Tämän takia avoimen paikan maasadanta on metsikkösadantaa suurempi. Jos valuma-alueella on eroosioherkkyyttä, valunnan lisääntyminen voi nostaa huuhtoutumia merkittävästi (Haapanen ym. 2006, 56).

2.3 Valuma-aluesuunnittelu

Metsätalouden vesiensuojelun suunnittelu on käytännössä vakiintunut hanke- ja työmaatasolle. Valuma-aluesuunnittelulla tarkoitetaan vesistön tai muun vesimuodostumaan vesiensuojelun suunnittelua valuma-alueen mittakaavassa. Suunnittelun tavoitteena on pitää valuma-alueelta huuhtoutuva kuormitus halutulla tasolla ja tunnistaa riskikohteet. Valuma-aluesuunnittelun voi ymmärtää myös suppeammin, esimerkiksi pelkkänä kuormituksen arviointina. (Hiltunen ym. 2011, 96; Hiltunen ym. 2014, 4.)

Vesiensuojelun suunnittelu valuma-alueella on eri toimijoiden vapaaehtoista yhteistyötä. Metsätaloudessa valuma-aluesuunnittelu on täydentävä vesiensuojelutoimenpide. Tämä voi tulla kyseeseen, jos on tavallista suurempi tarve kuormituksesta aiheutuvien vesistövaikutusten hallintaan. Yhteistyöllä voidaan vähentää tai tasata kuormitusta valuma-alueelta alapuoliseen vesimuodostumaan, esimerkiksi jakamalla suunnitellut metsänhoitotoimenpiteet pidemmälle ajanjaksolle. (Hiltunen ym. 2014, 4.)

Oppaassa Metsätalouden vesiensuojelun suunnittelu valuma-alueella (2013) on määritetty valuma-aluesuunnittelun ajattelumalli, joka sisältää kuusi vaihetta.

1. vaiheessa määritellään vesimuodostuma, jonka tilaan halutaan vaikuttaa.
2. vaiheessa määritellään alueen maantieteelliset ominaisuudet ja mahdolliset suunnittelussa huomioitavat ympäristöongelmat, kuten happamoituminen tai vesimuodostumien kiintoaine. Tämän vaiheen aikana selvitetään valuma-alueen tila ja siihen vaikuttavat tekijät vesienhoitosuunnitelmasta sekä muuta kohdealuetta koskevaa tietoa eri toimijoilta kohdealueesta. Lisäselvitysten tarve arvioidaan tässä vaiheessa.
3. vaiheessa määritellään tavoitteet.
4. vaiheessa selvitetään, mikä estää asetettuun tavoitteeseen pääsemisen.
5. vaiheessa suunnitellaan ja toteutetaan toimenpiteet, joilla arvioidaan päästävän asetettuun tavoitteeseen.
6. vaiheessa mitataan tai arvioidaan, millainen tulos toimenpiteillä saavutettiin. Jos tuloksissa on nähtävissä puutteita, toimenpiteitä tehostetaan tavoitteeseen pääsemiseksi. (Hiltunen ym. 2014, 15–16.)

Metsätalouden toimenpiteistä johtuvan kuormituksen vähentäminen valuma-alueella on haasteellista, koska alueella on useita toimijoita. Käsittelyalueet ovat pienialaisia, ja vesistövaikutukset ovat paikallisesti ja ajallisesti vaihtelevia. (Vesiensuojelun suunnittelun kehittäminen valuma-alueella 2014.) Jos vesiensuojelun suunnittelu ja toteutus tehtäisiin koko valuma-alueelle eri toimijoiden kanssa yhteistyönä, päästäisiin vesistöjen ja resurssien kannalta tehokkaampaan tulokseen. Toimenpiteiden hajauttaminen eri alueille ja vuosille tasaisi vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta pidemmälle aikavälille. Valuma-alueella vesiensuojelussa pystyttäisiin käyttämään yhteisiä tehokkaita vesiensuojeluratkaisuja kuten kosteikoita ja pintavalutuskenttiä. (Finér 2013.)

3 VESIENSUOJELURAKENTEET

3.1 Kaivu- ja perkauskatkot

Kaivu- ja perkauskatkot ovat ojakohtaisia vesiensuojeluratkaisuja kunnostusojituksessa. Kaivukatkot ovat uusiin ojiin tai naveroihin kaivamatta ja koskematta jätettyjä kohtia. Toiminnaltaan kaivukatko muistuttaa pintavalutuskenttää pienoiskoossa. Jos kyseessä on vanha oja, voidaan kunnostusojituksessa jättää perkauskatkoja. Näissä ojaan tai naveroon jätetään kohtia käsittelemättä, jolloin uomaan jää paikoin kasvillisuutta. Perkauskatkon kasvillisuus hidastaa virtausta ja pidättää osan kiintoaineesta. (Joensuu ym. 2013, 19.)

Katkojen pituus vaihtelee tapauskohtaisesti muutamasta metristä kymmeneen metriin. Lyhyissä kaivukatkoissa on riski, että tulva-aikana kynnys huuhtoutuu pois voimakkaan virtauksen mukana. Virtausolosuhteisiin vaikuttavat mm. valuma-alueen koko ja sademäärä. Kaivu- ja perkauskatkot ovat ensisijaisesti yhden kuivatusojan vesiensuojeluratkaisuja. (Joensuu ym. 2013, 19.)

3.2 Laskeutusaltaat ja lietekuopat

Laskeutusaltaan toiminta perustuu veden virtausnopeuden hidastamiseen ja mukana kulkeutuvien hiukkasten laskeutumiseen altaan pohjalle painovoiman vaikutuksesta. Hiukkasten laskeutumisnopeus riippuu partikkelien koosta. Laskeutusaltaat toimivat parhaiten karkeilla maalajeilla. Hienoa hietaa ja sitä karkeampaa maa-ainesta poistavan laskeutusaltaan enimmäisvaluma-alueeksi suositellaan 40–50 ha (Joensuu ym. 2012b, 16).

Mitoituksessa yritetään arvioida laskeutusaltaaseen tulevan lietteen määrä. Laskeutusallas mitoitetaan yleensä hienon hiedan mukaan. Jos yläpuolisen valuma-alueen maalaji tunnetaan, laskeutusallas voidaan mitoittaa karkeamman maalajin mukaan. Jos valuma-alueella on hienojakoista maalajia, mitoitus on tehtävä tarkkaan. Allas menettää tehonsa hienon maa-aineksen osalta huomattavasti ennen kuin laskeutusallas on täynnä. (Joensuu ym. 2012b, 16.)

suu ym. 2013, 23–24.) Altaan täytyttyä siitä voi huuhtoutua virran mukaan kiintoainetta. Kuormittamattomia tai umpeen kasvaneita laskeutusaltaita ei tarvitse tyhjentää.

Lietekuopat ovat uusiin tai perattaviin ojiin, vähintään 100 m välein, kaivettavia kuoppia. Tavoitekoko kuopalle on noin 1-2 m³ tilavuus ojan pohjatason alapuolelle kaivuhetkellä. (Joensuu ym. 2013, 19.) Lietekuopat keräävät tilavuutensa verran yläpuoliselta valuma-alueelta tulevaa kiintoainetta.

3.3 Pintavalutuskentät

Metsätalouden vesiensuojelussa pintavalutuskenttä tarkoittaa yleensä vesistön ja käsitteilyalueen väliin jäävää aluetta, jonne vedet johdetaan. Vesi suodattuu maaperän ja kasvillisuuden läpi, mikä hidastaa veden virtausta sekä pidättää ravinteita ja kiintoainetta. Puhdistustulokseen vaikuttavat valuma-alue, oikovirtaukset sekä kentän koko, kaltevuus, kasvillisuus ja turvekerroksen paksuus (Joensuu ym. 2013, 22). Puhdistustuloksen kannalta paras tulos saavutetaan, kun maanpinta on rikkomaton eikä pintakasvillisuutta ole vaurioitettu. Pintavalutuskentäksi soveltuu tasainen maa-alue, jolle vesi saadaan jakautumaan tasaisesti. Parhaiten pintavalutukseen soveltuvat puuttomat tai vähäpuus- toiset turvemaat. Alueen tulisi olla loivasti viettävä, jottei vesi jäisi seisomaan kentälle. Sopivin kaltevuus on noin 1 %. (Hiltunen ym. 2011, 102.)

Pintavalutuskentän koko tulisi olla vähintään 1 % kentän yläpuolisesta valuma-alueesta, jonka pinta-alan olisi hyvä olla alle 50 ha (Joensuu ym. 2013, 22). Metsähallituksen metsätalouden ympäristöoppaan (2011) ohjeistus valuma-alueen koolle on alle 30 ha, jottei kentälle keräänty liikaa kiintoainetta ja ravinteita. Suhteessa pienempiäkin pinta- valutuskenttiä kannattaa käyttää, vaikka niiden tehokkuus on alhaisempi.

Hyvin toimiva pintavalutuskenttä sitoo tehokkaasti veteen liuennutta orgaanista ainetta (jopa 20–30 %) ja kiintoainetta (jopa 70–100 %). Tutkimustulokset ja käsitykset pinta- valutuskenttien toimivuudesta vaihtelevat. Ravinteiden pidättyminen ei ole yksiselitteis- tä, pahoin vettyneiltä mailta virtaavaan veteen voi liueta jonkin verran fosforia. (Hiltu- nen ym. 2011, 102.)

3.4 Suojakaistat

Suojakaistoilla voidaan vähentää eri metsänhoidon toimenpiteissä aiheutuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta vesistöihin. Suojakaista on vesistön tai pienveden ja käsittelyalueen väliin jätettävä mieluiten koskematon puustoinen metsävyöhyke. Suojakaistan leveyteen vaikuttavat vesistön tai pienveden tyyppi, luonnontilaisuus, pintaveden liikuminen ja määrä, kaltevuus ja maalaji (Joensuu ym. 2013, 18). Vesistön tulvimisaluetta ei voi huomioida leveyteen, koska ravinteet ja kiintoaine voivat huuhtoutuvat vesistöön tulvavyöhykkeeltä.

Uudistushakatuilla ja muokatuilla kohteilla, joilla on käytetty leveitä suojakaistoja, on todettu olevan merkittävästi pienempi vesistökuormitus kuin suojakaistattomilla kohteilla (Kenttämies 2006, 38). Samanlaiseen tulokseen on myös päädytty muissa tutkimuksissa, joissa on käytetty leveää ja metsäistä suojavyöhykettä. Kuten aiemmin on mainittu (sivu 12), suojakaistalta voi liueta valumaveteen ravinteita, varsinkin fosfaattifosforia (Haapanen ym. 2006, 57).

3.5 Patorakenteet

Pohjapato

Pohjapato on uoman pohjalle kivistä, puusta tai muusta materiaalista tehty patorakenne, jolla pyritään hidastamaan virtausnopeutta. Muiden patorakenteiden tavoin se kerää yläpuolelleen karkeaa kiintoainetta ja vähentää uomaerosioriskiä virtausnopeuden hidastuessa. (Joensuu ym. 2013, 30.) Pohjapadon avulla voidaan nostaa alivedenkorkeutta yläpuolisessa ojassa, pienvedessä tai vesistössä (Pohjapadot ja –kynnykset 2014). Koska padon kynnys on uoman pohjatasoa korkeampi, nousee uoman vedenpinta padon vaikutusalueella. Vesitilavuuden kasvaessa pohjapato vaikuttaa tasaavasti virtaamiin. Pohjapatoja voidaan sijoittaa useita peräkkäin. Silloin voidaan puhua pohjapatosarjasta tai putousportaista. Pohjapatosarjalla voidaan pienentää patojen välistä uoman kaltevuutta, minkä avulla saadaan hidastettua virtausnopeutta patojen välillä. Kaltevuustavoite määritellään maalajin virtausnopeuden mukaan. (Joensuu ym. 2013, 30.)

Putkipato

Putkipato on metsäojaan rakennettava tierumpua muistuttava rakenne, jolla voidaan pienentää hetkellisesti tulvahuippujen virtausta patoamalla vettä rakenteen yläpuoliseen ojastoon. Vähentämällä virtausta ja siten virtausnopeutta, eroosioriski pienenee. Suurin vaikutus kohdistuu padon yläpuoliselle padotulle osuudelle virtausnopeuden hidastuessa. Virtauksen hidastamisella edistetään liikkeelle lähteneen kiintoaineen uudelleen laskeutumista. Putkipato tulee sijoittaa siten, että padon yläpuolelle saadaan mahdollisimman paljon varastotilavuutta suhteessa tulevaan vesimäärään. Mitoituksessa on huomioitava, ettei vesi nouse liian korkealle ylivirtaamien aikana. Liian korkea vedenpinnantasoo voi haitata puuston kasvua. Ensisijaisesti putkipatoja käytetään turvemaidilla (Joensuu ym. 2013, 25–27).

Settipato

Settipato on yleensä rummun yhteydessä oleva metallista valmistettu kehikko, jossa olevalla padolla voidaan säätää yläpuolisen veden korkeutta ja virtausta (Joensuu ym. 2013, 28). Padossa voidaan käyttää esimerkiksi lankkuja tai v-mallista patoa. Pato tehostaa kiintoaineen jäämistä, esimerkiksi yläpuoliseen laskeutusaltaaseen, sekä estää sen huuhtoutumisen tulva-aikana.

V-pato

V-padosta vesi kulkee v-muotoon tehdyn yläreunan kautta. Rakenteeseen voidaan käyttää esim. leikattua vesivaneria. Levy kaivetaan maan sisään ja tuetaan kivillä, jotta rakenne kestäisi myös tulva-ajan voimakkaat virtaamat. V-pato soveltuu pienehköihin kohteisiin. Patoon laitettavalla mitta-asteikolla voidaan seurata virtaamia. (Joensuu ym. 2013, 29.)

Munkki

Munkki on patopenkereeseen sijoitettava säätökaivo, jolla pystytään säätämään yläpuolisen alueen vedenpinnan korkeutta mekaanisen levyn avulla. Vesi tulee munkkiin putken kautta ja menee ulos laskuojan tasolle sijoitetun putken kautta. Putkien koko määritellään tulva-ajan suurimman mahdollisen virtaaman mukaan. Munkki sopii ympärivuotiseen käyttöön, koska se ei yleensä jäädy talvella. (Joensuu ym. 2013, 28–29.)

3.6 Kosteikot

Metsätaloudessa vesiensuojelussa kosteikolla tarkoitetaan patoamalla tai kaivamalla tehtyä, osittain avovesipintaista, vesiensuojelurakennetta. Kosteikko on suurempien virtaamien aikaan veden peitossa ja muina aikoina kostea. Kosteikoilla voidaan pidättää yläpuoliselta valuma-alueelta tulevaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Toimiakseen tehokkaasti kosteikon on oltava tarpeeksi suuri. Tavoitteena on 1–2 vuorokauden viipymä myös keskiylivirtaaman aikana. (Joensuu ym. 2013, 31–33.) Lyhyen viipymän aikana vain karkea kiintoaines ehtii laskeutua. Jos kosteikkoon syntyy voimakkaita oikovirtauksia tai viipymä jää lyhyeksi, laskeutunut kiintoaines voi lähteä uudelleen liikkeelle (Hammar, Haapala, Eronen & Hämäläinen 2006, 7).

Ravinteiden sitoutuminen kosteikkoon ei ole yksiselitteistä. Kosteikko voi toimia fosforin lähteenä, jos vesikasvit käyttävät kosteikon maaperässä olevaa fosforia vedessä olevan asemesta. (Hammar ym. 2006, 7). Ensisijaisesti kosteikko tulisi perustaa luontaisesti kosteille paikoille, kuten herkästi tulviville alueille tai vanhoihin lampikuivioihin. Mieluiten sellaiseen kohteeseen, jossa kosteikko voidaan perustaa patoamalla ja pengertämällä. Näin vältetään huomattavalta kaivamiselta, joka itsestään aiheuttaa kiintoaine- ja ravinnehuuhtoutumia. (Joensuu ym. 2013, 31.)

Kosteikko vaatii huoltamista toimivuuden varmistamiseksi. Kasvillisuutta tarvitsee niittää umpeenkasvun estämiseksi jopa vuosittain. Niittojäte pitää kuljettaa muualle hajoamisen ja vapautuvien ravinteiden takia. Lisäksi se mataloittaa kosteikkoa ja vähentää vesitilavuutta. Tulopäähän kannattaa tehdä syväne, joka tyhjennetään lietteestä tarvittaessa. Myös ojan suihin ja kosteikon syvänteisiin kertyy kiintoainesta. Patorakenteet tulisi tarkistaa keväällä ja syksyllä ja korjata vuodot mahdollisimman nopeasti. (Joensuu ym. 2013, 36.)

4 PAIKKATIETOAINIESTOT VESIENSUOJELUN SUUNNITTELUSSA

4.1 Paikkatietoaineistot

Paikkatietoaineistoja analysoimalla voidaan paikantaa eroosioalttiita kohteita. Suurin osa aineistosta on sähköisessä muodossa, jolloin niitä voidaan tutkia paikkatieto-ohjelman avulla. Yleensä paikkatietomateriaaliin on liitetty ominaisuustietoja, kuten rasteriaineistossa pikseleiden arvot. Osaa materiaalista voidaan tutkia vain visuaalisesti, kuten ilmakuvia.

Ennen paikkatietoaineistojen tarkempaa tutkimista tarvitsee määrittellä kohteen valuma-alue. Jos kyseessä on iso vesistö, valuma-alueen rajat voi olla määritetty 2. tai 3. jakovaiheen valuma-alueetasolle. Suomen ympäristökeskuksen valuma-aluejako on hierarkkinen, ja siinä on enintään kolme jakovaihetta (Valuma-aluejako 2013). Laajin valuma-alue on 1. jakovaiheessa jakautuen pienemmiksi osa-alueiksi alemmilla jako-vaiheilla. Kuivasjärven 3. jakovaiheen valuma-alueet ovat liitteessä 1. Kolmatta jakovaihetta pienemmän vesistön valuma-alue voidaan rajata esimerkiksi paikkatietojärjestelmän työkaluilla. VALUE-valuma-alueen rajaustyökalu on Suomen ympäristökeskuksessa laadittu työkalu, jolla pystytään määrittämään uomaverkoston halutulle pisteelle valuma-alue (VALUE- Valuma-alueen rajaustyökalu 2015). Palvelussa ei pysty tekemään valuma-alue-rajauksia jokaiselle uomalle, vain suurimpiin pääuomiin. Uomaverkosto on Suomen ympäristökeskuksen aineisto.

Kohdealueen rajauksen jälkeen voidaan tutkia valuma-aluetta visuaalisesti, esimerkiksi ilmakuvilta. Kuvilta ei pysty hahmottamaan uomaeroosiota, mutta näkyvimpiä vesien-suojelutoimenpiteitä pystyy erottamaan ja tekemään puustotulkintaa. Ilmakuvien käytössä on hyvä tietää kuvausvuosi. Muutoksia, esimerkiksi maankäyttömuotoon, on saat- tanut tulla nykypäivän ja kuvausajankohdan välillä. Toinen hyvä visuaalinen lähde on perinteinen peruskartta. Korkeuskäyristä pystyy tekemään havaintoja maastonmuodoista ja uomien valuma-alueista. Korkeuskäyrien avulla pystyy karkeasti arvioimaan uoman kaltevuutta ja mahdollisesti liikkeelle lähteneen maa-aineksen laskeutumispaiikkoja. Digitaalisen korkeusmallin avulla pystytään tarkastelemaan valuma-alueen topografiaa tarkemmin numeeristen arvojen avulla.

Vanhempia peruskarttoja on saatavissa myös digitaalisina. Maanmittauslaitos on julkaissut verkkopalvelun, josta voi ladata omalle koneelle kuvatiedostona vuosina 1949–1992 painettuja peruskarttoja ja vuosien 1959–1984 topografikarttoja (Maanmittauslaitos 2013). Vanhoja peruskarttojen avulla pystyy hahmottamaan ojen ikää ja ojitustilannetta eri vuosina. Uomia on myös saatettu muuttaa palvelussa julkaistujen karttojen laatimisvuosien välillä. Joistakin puroista pystyy päättämään uoman alkuperäisen muodon ennen perkausta. Maankäytön muutoksista, esimerkiksi peltojen metsityksestä, pystyy tekemään havaintoja vertaillaessa eri-ikäisiä peruskarttoja.

Peruskarttojen tekemisen pohjalla käytettävää maastotietokantaa pystyy hyödyntämään valuma-alueen ominaisuuksien tutkimisessa. Aineistosta löytyy samoja tietoja kuin peruskartasta, mutta sähköisessä muodossa. Maastotietokannan avulla voidaan laskea esimerkiksi kohdealueen rajauksen jälkeen esim. valuma-alueen soiden yhteispinta-ala. Valuma-alueen tarkasteluun tarkempi ja soveltuvampi väline on esimerkiksi RiverLife-GIS-työkalu, jonka avulla voidaan tehdä analyyseja tai yhteenvetoja maankäyttömuodoista (Alahuhta ym. 2007, 19). Tarkemmin työkalun toiminnasta on luvussa 4.2 paikkatietoanalyysit.

Paikkatietoaineistot antavat yleiskuvaa valuma-alueesta. Korkeusmallin lisäksi Geologisen tutkimuskeskuksen maaperäaineisto on hyvä aineisto uomaerosion tutkimisessa. Aineisto sisältää vuosina 1972–2007 aikana tuotettua tietoa pohja- ja pintamaasta (liitteet 2 ja 3). Pohjamaana on esitetty 1 metrin syvyydessä oleva maalaji. Kuvioiden koko on yleensä yli 2 ha, poikkeuksena saaret, suo- ja peltosaarekkeet sekä geologisesti merkittävät kohteet. Pintamaa on pohjamaan päällä oleva 0,4–0,9 metriä paksu maakerros. Pintamaa-kuvion minimipinta-ala on 4 ha. Vaikeasti rajattavia maakerroksia ja alle 0,4 metriä paksuisia kerroksia voidaan esittää pistetietoina, jos niiden vaikutusalue on vähintään 4 ha. Maalajien lisäksi aineistossa on geologisia maaperämuodostumia ja muita kartoituskohteita, esimerkiksi pienet kalliohavainnot ja muinaisrannat. (Geologinen tutkimuskeskus 2015.)

4.2 Paikkatietoanalyysit

Paikkatietoaineistojen avulla voidaan tehdä erilaisia paikkatietoanalyyseja. Tähän soveltuvia työkaluja ovat mm. RiverLifeGIS ja vesiensuojelurakenteiden kartoitustyökalu.

RiverLifeGIS on paikkatietotyökalu, jolla voidaan mm. mallintaa vesistökuormitusta, tarkastella valuma-alueen maankäyttöä prosenttisuuksina ja arvioida käyttömuotojen muuttumisen vaikutusta. Ohjelmisto on vuosina 1998–2001 käynnissä olleen RiverLife-projektin lopputulos. Tämän jälkeen ohjelmistoa on käytetty ja kehitetty eri projekteissa. (RiverLifeGIS 2015.) RLGIS sisältää myös Suomen metsäkeskuksen ideoiman ominaisuuden uomien eroosioherkkyyden analysoinnista maaperän, kaltevuuden ja virtaaman perusteella (liite 4). (Alahuhta ym. 2007, 19.) Uomaeroosioriskin analysointityökalu on suunniteltu erityisesti kunnostusojituksen suunnittelua varten.

Aineistot analyysien tekemiseen ovat numeerinen korkeusmalli, uomaverkosto ja maalajiaineisto. Korkeusmallin ja uomaverkoston avulla pystytään tekemään analyysi, miten pintavedet virtaavat uomaverkostoon. Virtaama määräytyy tarkastelupisteen yläpuolisen valuma-alueen ja valuman mukaan. Mallissa käytetään vakiona 100 l/s/km^2 valumaa. Uoman kaltevuus virtaussuunnassa lasketaan korkeusmallin ja virtausverkon avulla. Uoman virtausnopeus tarkastelupisteelle määräytyy uoman dimensioiden, virtausvastuksen ja virtaussuunnan kaltevuuden mukaan. Virtausnopeus lasketaan korkeusmallin pikseleille. Näistä valitaan uomaa kuvaavat pikselit, joiden tiedot johdetaan uomaviivoille. Uoman dimensioina käytetään ojakauhan mittoja, ja virtausvastuksena Manningin kerrointa vastakaivetussa ojassa (vakio). Eroosioalttiuden laskemisessa otetaan huomioon maaperäaineisto. Lähtökohtana eroosioherkkyysanalyysille on oletus, että eroosiota tapahtuu maalajin rajanopeuden ylittyessä. Työkalun avulla voidaan siis laskea valuma-alueen pinta-ala, ojan kaltevuus, laskennallinen virtausnopeus ja eroosioalttius uoma-verkoston pisteille. (Leinonen 2009, 7–15.) Näistä voidaan tehdä omat teemakartat.

RiverLifeGIS:n uomaeroosioriskianalyysi antaa aineistojen perusteella uomaverkoston viivoille arvot:

- kaltevuus - %, yhden desimaalin tarkkuudella
- virtaama - l/s, litran tarkkuudella
- ala - yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala ha, 1000 m^2 tarkkuudella
- nopeus - cm/s, senttimetrin tarkkuudella
- syvyys – veden korkeus ojassa cm, senttimetrin tarkkuudella
- suunta – virtaussuunta, pää- ja väli-ilmansuunnat
- eroosio – eroosioriskin suuruus, kohtalainen = 1, suuri = 2

Analyysit perustuvat oletuksiin ja yleistyksiin, joten ne eivät kuvaa todellisuutta tarkasti. Lisäksi lähtömateriaalissa voi olla virheitä. Uomaverkoston dimensiot ovat mallinnuksessa ojissa, puroissa ja joissa samat, mikä ei todellisuudessa pidä paikkaansa. Lisäksi uomien kasvillisuutta, valuma-alueen metsäpeitteen vaikutusta valuntaan, toteutettujen vesiensuojelurakenteiden vaikutusta sekä uomien mataloitumista ja kulumista ei huomioida mallinnuksessa. Virtausnopeus lasketaan yksittäisille 10 m osuuksille, mutta todellisuudessa nopeus vaihtelee. (Leinonen 2009, 17.) Mitä pidemmälle analyysissä mennään, sitä enemmän yleistyksiä käytetään ja epätarkempi mallin antama tulos on. Eroosioalttius on huomattavasti epätarkempi kuin valuma-alueen koon määrittäminen analyysillä.

Työkalun toimivuutta ojitusalueella on tutkinut Tapio Tuukkanen diplomityössään RiverLifeGIS -paikkatietotyökalun soveltuvuus turvemetsätalouden ojaeroosioriskin arviointiin. Lähtöaineistojen korjaamisen jälkeen mallin ennusteen luotettavuus eroosioriskialueilla on n. 52 % ja eroosioriskittömillä alueilla n. 83 %. Tulosten perusteella virtaamien ja virtausnopeuden kasvaessa riskiarvion luotettavuus laskee huomattavasti. (Tuukkanen 2010, 2.)

Paikkatiedon avulla pystyy myös tekemään analyysin mahdollisista vesiensuojelurakenteista (liite 5). Kartoitustyökalu on suunniteltu ensisijaisesti kosteikoiksi ja pintavalutuskentiksi soveltuvien alueiden paikantamiseen. Työkalun avulla pystytään etsimään paikkatiedon avulla sellaisia alueita, jotka sopivat käyttäjän antamiin rajaehtoihin. Analyysin lähtöaineistona toimivat pintavesiteema (RLGIS), valuma-alueen rajausta, korkeusmalli ja aineisto turvemaista. Eri aineistoille on tehty oletusarvoja, joiden perusteella etsitään vesiensuojeluun soveltuvia kohteita. Valittavat uomat ovat oletukseltaan valuma-alueeltaan 50–1000 ha, ja rakenteille potentiaalisia kohteita etsitään 200 m etäisyydeltä. Valuma-alueen koolla huomioidaan laskuojien tunnistaminen ja kuormituksen kulkeutumisreitit. Korkeusmallista etsitään kohteita, joiden laskettu maanpinnan kaltevuus on 0-2 %. Maanmittauslaitoksen numeerisesta maastotietokannasta rajataan soistumat ja suot, joiden yhtenäinen vähimmäispinta-ala on yli 1 ha. (Vesiensuojelurakenteiden kartoitustyökalu 2012, 1–4.)

Työkalu kosteikoiksi ja pintavalutuskentiksi soveltuvien kohteiden etsintään voi auttaa löytämään hyvin vesiensuojeluun soveltuvia kohteita. Jos alueella on laajoja turvema-alueita, analyysi voi antaa tulokseksi laajoja kohteita kuten Kuivasjärven Vääräjoen

osavaluma-alueella. Analyysi ei ota huomioon kohteella tehtyjä toimenpiteitä tai puus-toa, joten visuaalisella tarkastelulla pitää rajata osa tuloksista pois.

Paikkatietoanalyysit sain valmiina Lari Väliotalta Suomen metsäkeskuksesta. Omaa kokemusta näiden tekemisestä minulla ei ole. RLGIS:n ja vesiensuojelurakenteiden kar-toitustyökalun lisäksi on muitakin työkaluja. Uomaerosion arviointiin tehtyjä malleja on esimerkiksi WEPP (The Water Erosion Prediction Project 2015) ja EUROSEM (Eu-ropean Soil Erosion Model 2015), jotka soveltuvat pienille valuma-alueille. Malleissa uomaerosio on yksi osa eroosioprosesseja, minkä takia niitä ei ole tehty pelkän uoma-erosion analysointiin (Tuukkanen 2010, 46).

4.3 Toteutetut metsätalouden toimenpiteet

Vesistökuormituksen arviointiin on erilaisia työkaluja kuten KALLE, KUSTAA, FEMMA ja KUHA (Hiltunen ym. 2014, 12). Vesistökuormitusmalleista KUHA-malli on työkalu, jolla voidaan arvioida metsätalouden kuormituksen suuruutta nykyhetkellä ja tulevaisuudessa valuma-alueella. Mallin avulla voidaan arvioida yksittäisen toi-menpiteen kuormittavuutta suhteutettuna muihin työlajeihin samalla valuma-alueella. Malli soveltuu myös vesiensuojelurakenteiden tehokkuuden arviointiin laskennallisesti. KUHA-mallin tarkoitus on näiden lisäksi tukea vesienhoitosuunnitelmien toimenpide-ohjelmien toteutusta tarkentamalla metsätalouden kuormitusarvioita. (KUHA-tilin käyttöohje 2014, 3.)

Toimenpiteiden sijainnin ja toteutumivuoden avulla voidaan laskea valuma-alueen ar-vioitu metsätalouden kuormitus nykyhetkelle. Koska toimenpiteen vesistökuormitus jatkuu vielä useamman vuoden toteutumisen jälkeen, voidaan tehdä myös arvio tulevien vuosien kuormituksesta. Tiedossa olevat tulevat metsänhoitotoimenpiteet nostavat kuormitusarvioita. Vesistöihin kohdistuvan kuormituksen vähentäminen tapahtuu mää-rittelemällä ja toteuttamalla toimenpiteet, joiden avulla asetetut vähennystavoitteet voi-daan saavuttaa. Jos lähtötilannetta ei tiedetä, on vaikeaa hahmottaa tulevaisuuden tavoit-teet. (KUHA-tilin käyttöohje 2014, 3.)

Metsätalouden aiheuttama vesistökuormitus voidaan laskea esimerkiksi KUHA-mallin avulla. Suomen metsäkeskuksella on tieto metsätalouden rahoituslailla tuetuista ojitus-

hankkeista ja saapuneiden metsänkäyttöilmoitusten perusteella tehdyistä hakkuista. Metsänkäyttöilmoitusten voimassaoloaika on kaksi vuotta, joten tarkkaa toteutumisuotta on hankala määrittää. Metsähallituksella ja metsäyhtiöiden omien metsien kunnostusojitustiedot ovat organisaatioiden omilla tietojärjestelmissä.

KUHA-malli on tehty Excel-pohjalle, jonne syötetään eri metsätalouden toimenpiteet tietoineen omille välilehdilleen. Laskenta perustuu kokonaisfosforin ja kokonaistypen ominaiskuormituslukuihin. Ominaiskuormitus tarkoittaa toimenpiteen aiheuttamaa keskimääräistä hehtaarikohtaista ravinne- ja kiintoainelisyästä luonnonhuuhtoutumaan. Perinteisesti kuormitusta on laskettu ominaiskuormituslukujen ja toimenpidealueiden mukaan. KUHA-malli tarkentaa ominaiskuormituslukuja kohteen ja vesistön välisen virtausreitillä ominaisuuksilla ja huomioi vesiensuojelurakenteiden vaikutukset. Skenaariokäyrä näyttää fosfori-, typpi- ja kiintoainekuorman, minkä metsätaloustoimet lisäävät luonnonhuuhtoutumaan ja muuhun vesistökuormitukseen. Tulokset ovat suuntaa-antavia. Valuma-aluekohtaisesti tuloksia voidaan verrata toisiinsa ja päätellä, minne vesiensuojelutoimet on kannattavinta suunnata. (KUHA-taulukon käyttöohje 2014, 5, 14–15.)

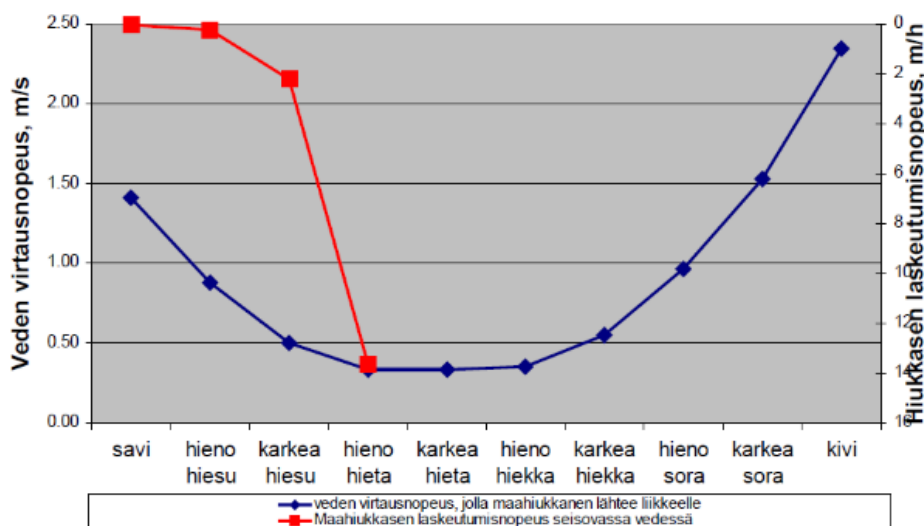
5 UOMAEROOSIO

5.1 Eroosio

Maanpinnan kulumista eli eroosiota tapahtuu erityisesti veden vaikutuksesta. Eroosioon kuuluvat vaiheet ovat maa-aineksen huuhtoutuminen, kulkeutuminen ja kasaantuminen. Eroosioon vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi maalaji, kaltevuus, rinteen pituus, maan vedenläpäisykyky, valuma-alueen koko sekä sateiden ajankohta, määrä ja voimakkuus (Joensuu ym. 2013, 12–13). Veden aiheuttama eroosio voidaan jakaa kahteen luokkaan niiden syntymisen perusteella: uoma- ja pintaeroosioon. Pintaeroosiota tapahtuu sade- pisaroiden ja pintavalunnan vaikutuksesta. Sadepisarat rikkovat maahiukkasten sidoksia ja liikuttavat irronneita partikkeleita. Uomaeroosio tapahtuu veden virtausenergian irrottaessa ja kuljettaessa maa-hiukkasia. Uomaeroosioon vaikuttavat mm. maalaji, kasvillisuus, läpäisevyys ja kosteus. (Hiltunen ym. 2011, 97; Joensuu ym. 2012a, 15.)

Eroosioalttiuteen vaikuttaa olennaisesti uoman kasvillisuus. Sammal voi muodostaa uomaan laajan suojaavan maton, joka sitoo maa-ainesta. Turvemaiden ojissa voi kasvaa myös paljon tupasvillaa tai saroja. Kasvillisuus pidättää yläpuoliselta valuma-alueelta tulevaa kiintoainekuormitusta ja hyödyntää ravinteita kasvussaan (Joensuu ym. 2012a, 16). Uomien eroosioalttiutta tutkiessa on hyvä arvioida, miltä uoman kasvillisuus näyttää kevään ylivaluntojen aikana. Jos uomassa ei ole maa-ainesta sitovaa kasvillisuutta, on oja alttiina veden virtauksesta eroosivoimalle. Uoman reunoilla saattaa olla kasvillisuutta, mutta uoman pohja voi olla paljas kasvillisuudesta ja siten alttiina eroosiolla.

Maalajitteiden huuhtoutumisherkkyys ja maa-hiukkasten laskeutumisnopeus vaihtelee (kuvio 2). Mitä hienojakoisempaa maa-aines on, sitä hitaampi virtauksen on oltava, jotta se laskeutuu uoman pohjalle. Jos esimerkiksi savea lähtee liikkeelle veden mukana, on hyvin todennäköistä, ettei se laskeudu ennen vesistöä. Jos uoman muoto on selvästi muuttunut eroosion vaikutuksesta, kerääntyy kiintoaines kohteesta alavirtaan. Liikkeelle lähtenyt kiintoaines kerääntyy sellaisiin kohtiin, joissa veden virtausnopeus laskee tarpeeksi maalajin hiukkaskoosta riippuen. Tällaisia kohtia on tasaisilla mailla, joissa uoman pohjan kaltevuus on pieni. Muodoltaan laajapohjaisessa uomassa virtausnopeus hidastuu veden virratessa laajemmalla alalla. Mutkittelevassa uomassa kiintoainetta voi kerääntyä mutkan ulkokaarteeseen.



KUVIO 2. Maalajitteiden huuhtoutumisherkkyys ja laskeutumisnopeus (Joensuu ym. 2013, 61)

Kiintoaineen kulkeutuminen uomassa voidaan jakaa karkeasti virtauksen mukana tai pohjan myötäisesti kulkeutuvaan kiintoaineeseen. Virtauksen mukana liikkuva hienompi maa-aines (savi, turve ym.) voi kulkeutua pitkiäkin matkoja ennen laskeutumistaan. Karkea kiintoaines kulkeutuu lähellä uoman pohjaa. Maa-aineksen kulkeutumiseen uomassa vaikuttavat virtaavan veden määrä ja nopeus. (Marttila ym. 2008, 16–17.)

Uomaerosio on lisääntynyt varsinkin valuma-alueilla, joiden veden varastoitumista on muutettu voimakkaasti. Luonnontilaiset valuma-alueet varastoivat vettä enemmän kuin voimakkaasti muokatut valuma-alueet. Veden varastoitumista valuma-alueelle on vähentänyt voimakkaasti aikaisemmin toteutetut soiden ojittamiset sekä lampien ja järvien kuivattamiset. Purojen suoristamiset nopeuttavat sade- ja sulamisvesien virtausta valuma-alueelta. Myös luonnonuomien pohjalle kerääntynyt kiintoaines vähentää uoman luontaisia syvyysvaihteluja ja vesitilavuutta. (Marttila ym. 2008, 18.)

5.2 Uomaerosion näkyminen

Tässä aluvussa käsitellään tarkemmin uomaerosion näkymistä. Havainnot perustuvat maastotöiden aikana tehtyihin havaintoihin. Samankaltaisiin havaintoihin on päätyntä myös Mari Nieminen Suomen metsäkeskuksesta. Mari Niemisen laatimassa maastolo-

makkeessa ja sen täyttöohjeessa (liite 6) on luokiteltu uomaerosio viiteen eri luokkaan. Maastolomake on suunniteltu toteutettujen ojitusten vesiensuojelun tilan tietojen koostamiseen, ja auttamaan uusien kunnostusojituskohteiden vesiensuojelurakennetarpeiden paikallistamisessa. Vaikka lomake on suunniteltu erilaiseen työhön, se käsittää myös uomaerosion ja vesiensuojeluun liittyviä seikkoja.

Lomakkeen ohjeistuksen jaottelu uomaerosiosta:

1. Uomassa ei eroosiota tai liestymiä, luiskat ovat stabiloituneet, eikä ojan pohjalla näy tasajakoista hienojakoista kiintoainesta.
2. Uomassa on paikoitellen vähäisiä liestymiä, jotka eivät vaikuta veden virtaukseen.
3. Uomassa on runsaasti liestymiä, joiden takia uoman profiili muuttunut ja tilavuus on selvästi pienenentynyt. Kasaantunut kiintoaines on hienojakoista ja tasajakoista.
4. Ojan luiskat ovat pysyneet muodossaan. Vesi on kuluttanut ojan pohjalle kapean uran, jossa vesi virtaa. Virtaukselle altis uoman osa on hienojakoista tai maatunutta turvetta
5. Uoman luiskat ovat paljaat. Roudan sulaminen keväällä irrottaa ojan luiskista uutta kiintoainesta. Luiskista ja ojan pohjasta irronnut kiintoaine tai turve ei kasaannu pysyvästi ojan pohjalle, vaan se kulkeutuu alajuoksulle, varsinkin tulva-aikoina keväällä ja syksyllä. Ojan koko (isompi) ja luiskan muoto poikkeavat selvästi kaivun jälkeisestä.

Lomake on suunniteltu kunnostusojitusalueiden tietojen keräämiseen ja vesiensuojelurakennustarpeiden paikantamiseen, minkä takia jaottelussa huomioidaan vain ojissa tapahtuva eroosio. Uomaerosiota tapahtuu myös puroissa ja joissa. Liitteessä 7 on tarkennettu eroosioriskin luokittelua. Uoman eroosioherkkyyden luokitus riippuu uoman pinta- ja pohjamaalajin ominaisuuksista.

Uomaerosio näkyy ojan profiilin muuttumisena. Kaivetuissa lasku- ja kokoojajissa eroosio on voimakkainta suurempien virtaamien takia. Varsinkin ojien uomaprofiilin muuttuminen jyrkkäreunaiseksi ja pohjaltaan leveiksi viittaa voimakkaaseen eroosioon (kuva 1). Harvoin oja kaivetaan tämän muotoisiksi. Kuvassa oja on kaivettu kivennäismaahan ja eroosion vaikutuksesta erikokoisia kiviä on tullut esiin. Myös peratuissa

puroissa uoman reunat ovat voineet muotoutua jyrkkäreunaisiksi eroosion vaikutuksesta.



KUVA 1. Ojaeroosiota kivennäismaalla olevassa uomassa (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Uomaeroosio ei kohdistu pelkästään uoman luiskiin. Vanhoissa turvemaiden lasku- tai kokoojajojissa eroosio voi näkyä uoman pohjaan uurtaneena syvänä ja kapeana veden virtausreittinä (kuva 2). Usein tällaiset ojat ylettyvät karkeaan kivennäismaahan saakka tai muu päällä ollut hienojakoisempi maa-aines on jo kulkeutunut alavirtaan veden mukana. Paksuun turpeeseen kaivetuissa ja matalissa lasku- ja kokoojajojissa vesi voi virrata turvekerroksessa. Vesi virtaa yleensä kapeassa tilassa. Uran syvyys voi olla yli 10 cm, ja sen pohjalla ja syvällä pystysuorissa reunoissa ei ole kasvillisuutta. Uomassa pohjan kaltevuus on voinut pienentyä, ja virtaus hidastua eroosion myötä. Toisaalta syvemmissä kerroksissa turve on pidemmälle maatuneempaa ja eroosiolle alttiimpaa. Alavirrassa uomaan kerääntynyt orgaaninen kiintoaines voi olla peräisin useiden vuosien ajalta. Käynnissä olevaa eroosiota voi olla hankala määrittää.



KUVA 2. Vesi on uurtanut uomansa ojan pohjaan (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Erosion vaihteita ovat maa-aineksen huuhtoutuminen, kulkeutuminen ja kasaantuminen. Uoman pohjalle kerääntynyt kiintoaines on merkki eroosiosta. Kerääntynyt kiintoaines ei välttämättä ole kokonaan peräisin yläpuolisesta uomaverkosta vaan se voi olla peräisin myös valuma-alueelta, esim. metsänuudistamisalan maanmuokkauksesta. Kohteen yläpuolella on eroosiota, ja virtaus hidastuu tarpeeksi kiintoaineen uudelleen laskeutumiseksi. Uoma voi mataloitua selvästi, ja vesi virtaa laajalla alalla uoman pohjalla.

Kiintoaine voi kerääntyä kaivetuissa ojissa ns. ylisyviin osuuksiin. Oja voi olla kaivettu syväksi ja uoman pohjan kaltevuutta on pienennetty. Veden liike hidastuu, ja uomaan voi kerääntyä runsaasti kiintoainesta. Ylisyviä ojaosuuksia voi löytyä vanhoista ojista, mutta niitä käytetään nykyäänkin vesiensuojelussa. Uoman reuna voi olla melkein pystysuora (kuva 3). Kaikissa ylisyvissä ojissa uoman reunat eivät välttämättä ole jyrkkiä kuten kuvassa, vaan ne ovat voineet säilyttää kaltevan muodon. Nämä näyttävät syviltä ja paljon vettä kerääviltä valta- tai laskuojilta, joissa veden virtaus on hidasta.



KUVA 3. Ylisyvä oja (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Ylisyvä oja voi olla suunnittelematon. Ojan kaivamisessa ei ole huomioitu pohjan kaltevuutta tarpeeksi, ja ojaan on syntynyt veden liikettä hidastava osio. Vedenpinta pysyy korkeana pitkään, ja vuosien jälkeen uomaprofiili muuttuu. Uoman pohjalle on voinut kerääntyä kiintoainesta, mikä nostaa edelleen vedentasoja ojassa. Koska osa ojista on vanhoja, ja ne ovat olleet muokkaamattomia kaivamisen jälkeen vuosikymmeniä, on vaikea sanoa, millainen ojan profiili on ollut alun perin. Vesi on voinut muuttaa uoma voimakkaasti tai se on kaivettu ylisyväksi.

Ylisyviin ojiin on saattanut kerääntyä runsaasti kiintoainetta, varsinkin orgaanista kiintoainesta. Uoman pohjalle kerääntynyt orgaanista kiintoainesta ei muodosta hienojakoisen kivennäismaa-aineksen tapaan kovaa patjaa uoman pohjalle. Lähteekö kevyt, pääosin turpeesta koostuva, patja liikkeelle voimakkaampien sateiden valunnan tai lumen sulamisvesien aikaan liikkeelle? Normaalivirtauksen aikana vesi virtaa kiintoaineksen päällä. Uomaan on hankala kehittyä kasvillisuutta, ja kevyt turpeesta koostuva patja uoman pohjalla ei anna kasvien juurille tukevaa kasvualustaa. Tyhjentämällä uoma kasvatettaisiin vesitilavuutta ja hidastettaisiin virtausta. Onko ylisyvien ojien pohjia hyödyllistä tyhjentää vai edesautetaanko laskeutuneen kiintoaineen kulkeutumista kohti vesistöjä? Lähteekö myös tyhjennetyin uoman pohjasta kiintoainesta liikkeelle? Uoman tyhjentäminen voi lisätä kiintoainehuuhtoutumia.

Joissakin tapauksissa uoma on kulunut niin paljon, ettei maa-ainesta enää lähde paljoakaan liikkeelle. Tapahtuvan eroosion voi huomata ojan luiskissa tai pohjalla turpeen tai

kivennäismaan ollessa näkyvissä ja kasvillisuuden puuttuessa. Vaikkei erodoituneen kiintoaineksen määrä vaikuta vuositasolla suurelta, useiden vuosien aikana se voi kasvaa huomattavaksi. Uoman profiilin muutokset kertovat aikaisemmin tapahtuneesta eroosiosta, mutta voimakas eroosio on jo tapahtunut. Uomaerosio tulisi huomata tarpeeksi aikaisin ja estää kiintoaineen päätyminen vesistöön tai pienveteen.

6 MAASTOTYÖT

6.1 Ennakkomateriaali maastotöiden suunnittelussa

Jokaisen uoman tarkka havainnointi antaa hyvää tietoa eroosiotilanteesta, mutta se on hidasta ja osin turhaa. Uomaerosion tutkimisessa kannattaa hyödyntää mahdollisimman paljon paikkatietoa, jolloin maastokäynnit voidaan kohdentaa tarkemmin eroosioalttiisiin paikkoihin ja kohtiin, joihin kulkeutuva maa-aines todennäköisesti laskeutuu.

Tässä alaluvussa esitellään, miten paikkatietoaineistoja ja –analyysija voidaan hyödyntää maastohavaintokohteiden suunnittelussa. Muutakin ennakkomateriaalia ja tietämystä valuma-alueesta kannattaa hyödyntää, jos sellaista on saatavilla. Alaluvussa annetaan myös esimerkkejä, miten paikkatietoa voi hyödyntää vesiensuojelurakenteiden ja –ratkaisujen suunnittelussa.

6.1.1 Paikkatietoaineistot ja –analyysit

Valuma-alueen rajauksen jälkeen kannattaa tutustua vesien reitteihin. RiverLifeGIS:n avulla pystyy helposti hahmottamaan pääuomat ja vesien kulkeutumisen kohti isompia vesistöjä. Uomaerosiomallinnuksessa uoman viivoille lasketaan eroosion vaikuttavia tekijöitä, esimerkiksi virtaama ja valuma-alue. Näistä pystyy tekemään teemakartan, joiden avulla vesien kulkeutumista on helppo tutkia. Tämän jälkeen on helpompi tutustua mm. Geologisen tutkimuskeskuksen maaperäaineistoihin ja korkeusmalliin, koska silloin ymmärtää uomien valuma-alueet ja virtaamat. Kun tuntee eroosion vaikuttavat tekijät, ja yhdistää tämän tiedon eri paikkatietoaineistojen tulkintaan, pystyy löytämään helpommin eroosiolle alttiita kohteita ja kiintoaineen laskeutumispaikkoja. Erillisten paikkatietoaineistojen tutkiminen yhtä aikaa on työlästä. Paikkatietoanalyysit ottavat huomioon erilaisia aineistoja, mutta ne tekevät yleistyksiä mallinnuksessa. Jotta analyysien tuloksia pystyisi tulkitsemaan paremmin, pitää tuntea mallinnuksen periaatteet.

RLGIS:n avulla pystyy tekemään erilaisia teemakarttoja eroosion vaikuttavista tekijöistä, joita kannattaa hyödyntää maastokäyntien suunnittelussa. Uomaerosioanalyysin

antamaa ennustetta tapahtuvasta eroosiosta kannattaa hyödyntää harkiten, sillä analyysia ei ole suunniteltu 3. jakovaiheen valuma-alueen uomaerosioriskin arviointiin. Eroosioherkkyysanalyysi osoittaa eroosioherkiksi monia kokooja- ja pääojia purojen ja jokien lisäksi (liite 4). Eroosiota oli pääsääntöisesti nähtävissä kohteilla, jotka olivat analyysin antamalla eroosioalttiilla uomilla. Osassa uomista eroosioherkkyys on laskeutunut vuosikymmenten aikana. Koska analyysin osoittamia eroosioherkkiä uomia oli paljon, ja vain pienessä osassa tapahtuu yhä selvää eroosiota, ei analyysi anna realistista tulosta eroosiosta. Tulos on enemmänkin suuntaa antava. Se osoittaa, mistä uomista kannattaa tehdä havaintoja.

Analyysin tuloksia kannattaa tulkita yhdessä yksittäisten paikkatietoaineistojen kanssa.. Korkeusmallin ja maalajiaineiston erilliset tulkinnat tarkentavat, minne eroosioherkkien uomia maastohavaintoja kannattaa suunnata. Tämä voi vaikuttaa turhalta eroosioriskimallin ottaessa huomioon mm. maalajin ja kaltevuuden, mutta ilman lisätulkintaa maastohavaintojen tarkka kohdentaminen on hankalaa.

Uoman kaltevuutta pystyy arvioimaan peruskartan korkeuskäyristä, mutta tarkempaa tietoa saa rasterimuodossa olevasta korkeusmallista. Muuttamalla korkeusmallin värin esimerkiksi liukuväriksi pystyy näkemään helposti valuma-alueen korkeusvaihtelut. Kun paikkatietojärjestelmällä tutkittavan korkeusmallin päälle lisää Suomen ympäristökeskuksen uomaverkostoaineiston, pystyy näkemään, onko uomissa voimakasta kaltevuutta. Veden virtausnopeus kasvaa kaltevuuden kasvaessa, mikä nostaa kohteen eroosioriskiä. Kohteille, joissa kaltevuus vaikuttaisi merkittävästi uoman virtausnopeuteen, kannattaa suunnata maastohavaintoja. Luonnontilaisissa purouomissa kohteella saattaa olla pieni koski.

Maaperäaineiston tulkintaa voi tehdä samalla tekniikalla kuin uomien kaltevuuden tulkintaa. Kun laittaa uomaverkoston maaperäaineiston päälle, on helppo nähdä uomien maalajit. Geologisen tutkimuskeskuksen maaperäaineistossa on erikseen aineistot pohja- ja pintamaalajista. Ensisilmäykseltä aineistot saattavat vaikuttaa pitkälti samanlaisilta, mutta paikoin pintamaalaji eroaa pohjamaasta. Uoman pohja voi ulottua pohjamaahan (metrin syvyydessä oleva maalaji), mutta uoman luiskat tai reunat on kaivettu pintamaalajiin. Kumpaakin maaperäaineistoa kannattaa tutkia. Sivulla 27 kuviossa 2 on maalaajittain huuhtoutumisherkkyydet. Kuvion perusteella karkeasta hiekasta karkeaan hiesuun olevat maalajit ovat herkimpiä huuhtoutumaan virtaavan veden mukaan. Jos

uomia virtaa näillä maalajeilla, kannattaa niistä tehdä havaintoja. Jos eroosio on jatkuva, voi olla, ettei uomaan kehity maa-ainesta sitovaa kasvillisuutta.

RLGIS:n uomaeroosiomallinnus antaa uomaviivoille muitakin laskettuja arvoja kuin eroosion: kaltevuus (%), virtaama (l/s), yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala (ha), nopeus (cm/s), syvyys (cm) ja virtaussuunta. Näistä pystyy tekemään teemakartan tekemällä oman väriluokituksen arvoille. Liian montaa luokkaa ei kannata sisällyttää samaan karttaan, koska teemakartasta voi tulla epäselvä. Eroosiomallinnuksen laskemaa kaltevuutta pystyy tutkimaan myös korkeusmallista. Analyysin antamaa tulosta voi tulkita peruskartan tai korkeusmallin kanssa. Virtaamasta ja valuma-alueen koosta tehtäviä teemakarttoja pystyy hyödyntämään tutkiessa vesien virtausreitit. Näistä saatavaa tietoa kannattaa hyödyntää myös tilanteissa, joissa kohteelle suunnitellaan vesiensuojelutoimenpidettä. Jos valuma-alue on laaja, voi olla, ettei kohteelle kannata tehdä mitään, vaan suunnitella pienempiä toimenpiteitä yläpuoliselle valuma-alueelle. Nopeudesta, syvyydestä ja ilmansuunnasta pystyy tekemään teemakarttoja, mutta en näe niiden hyötyä olennaisina maastotöiden suunnittelussa.

Lisätietoa uomista pystyy saaman tutkimalla eri vuosien peruskarttoja. Näin pystyy päättämään uomien ikää ja alkuperäistä muotoa purojen osalta. Vanhimpia oja on saatettu muokata useamman kerran, jolloin niihin on kohdistunut muita enemmän eroosiota. Eroosion jäljet voivat näkyä selvästi, mutta eroosioalttius on laskenut vuosien varrella. Esimerkiksi turvemaalla oja on voinut ulottua tai vesi on uurtanut uomansa kivennäismaahan saakka. Hienojakoisin kivennäismaa-aines on jo huuhtoutunut virtauksen mukana. Toinen hyvä visuaalinen lähde on ilmakuvat, joilta pystyy tekemään havaintoja esimerkiksi uomien koosta ja valuma-alueen puustosta. Ennallistettavaksi soveltuvia, vähäpuustoisia ojitettuja soita, voidaan etsiä ilmakuvan avulla. Ilmakuvia käytettäessä on otettava huomioon kuvausvuosi.

6.1.2 Muu aineisto

Jos kohdealueelta on saatavissa vedenlaadunmittauksia, voi niitäkin hyödyntää suunnittelussa. Mittauksissa näkyvät kaikkien maankäyttömuotojen ja luonnonhuuhtouman vaikutus eri mittausarvoihin. Mittaustulokset eivät kerro metsätalouden aiheuttamaa kuormitusta paitsi tilanteessa, jossa koko yläpuolinen valuma-alue on vain metsätalo-

usmaata. Tuloksiin kannattaa suhtautua varauksella. Suurin osa huuhtoutumista syntyy ylivaluntojen aikana (Kenttämies 2006, 22). Tulosten tarkastelussa olisi hyvä tietää, millaiset virtaamaolosuhteet mittausajankohtana on ollut.

Toteutettuja metsätalouden toimenpiteitä voi myös yrittää hyödyntää maastotarkastusten rajaamisessa. Metsätalouden kuormituksen kannalta merkittävimpien kolmannen jakovaiheen valuma-alueiden paikantamista on tehty TASO-hankeessa, jonka aikana kehitettiin turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelua (TASO-hanke 2013). Suomen metsäkeskus selvitti kyseisessä hankkeessa valuma-alueiden kuormitusta Saarijärven reitin alueella. Selvityksen aikana tehtiin purojen ja valuma-alueiden kunnostushanke eli PUREVA-hankemalli, jonka osatavoite on ehkäistä tulvien ja vesistökuormituksen syntymistä latvavesissä ja valuma-alueella. Saarijärven reitin pinta-ala on yhteensä 311 958 ha, josta noin 75 % on metsätalousmaata. Laajasta kohdealueesta osa kolmannen jakovaiheen valuma-alueista jätettiin lähes kokonaan tarkemman selvityksen ulkopuolelle. Tällaisia olivat alueet, joilla ei ollut tehty kunnostusojituksia lainkaan tai vain vähän viimeisen kymmenen vuoden aikana. Hakkuiden ja uudistamisalueiden merkittävyyttä painotettiin ojitushankkeita vähemmän. (Jämsén 2012, 1–9.) Tällaista toimintatapaa voi hyödyntää valuma-alueen sisällä, jos joillakin alueilla ei analyysien ja arvioiden mukaan vaikuttaisi olevan merkittävää eroosioalttiutta.

Paikallistietämys tai muuta kautta saatu tietämys valuma-alueesta voi auttaa maastokäyntien kohdentamista. Aiemmin toteutettujen vesiensuojelurakenteiden sijainnin tunteminen vähentää maasto-töiden määrää. Näiden paikantaminen ilmakuvan perusteella on hankalaa, koska ilmakuvat voivat olla useamman vuoden vanhoja. Toimenpide on saatettu tehdä ilmakuvan ottamisen jälkeen. Osa vesiensuojelurakenteista voi näkyä hyvin ilmakuvalla, mutta laskuojissa olevia kaivukatkoja ja pintavalutuskenttiä on vaikea erottaa puuston alta. Ennallistettuja soita pystyy erottamaan ilmakuvulta. Peruskartalle muutosten vieminen saattaa kestää kauan.

Muuta tietämystä valuma-alueesta voi olla esimerkki majavien esiintyminen. Vatajanjoen valuma-alueella peratussa purouomassa asustelee majavia, jotka ovat rakentaneet muutamia patoja purouomaan. Nämä nostavat vedenpinnan tasoa patojen välillä ja niiden yläpuolella. Virtausnopeus hidastuu padon takia, ja pato pidättää osan kiintoainesta yläpuolelleen. Ihmisen rakentamilla patorakenteilla pyritään samaan hallitummin

aiheuttamatta liiasta vedenpinnan noususta johtuvia puustotappioita. Tämä on yksi esimerkki, miten muuta tietämystä voi hyödyntää maastohavaintojen kohdentamisessa.

6.1.3 Paikkatiedon hyödyntäminen vesiensuojelun suunnittelussa

Kun on löydetty vesistöä kuormittavia kohteita, on suotavaa suunnitella, miten kuormitusta pystyttäisiin vähentämään. Aikaisemmin mainitusti (s.23) on kehitetty vesiensuojelurakenteiden kartoitustyökalu, joka on ensisijaisesti suunniteltu pintavalutuskentiksi ja kosteikoksi soveltuvien kohteiden paikantamiseen paikkatiedon avulla (Vesiensuojelurakenteiden kartoitustyökalu 2012, 1). Analyysi voi auttaa kohteiden paikantamisessa, mutta Kuivasjärven alueelta analyysi ei antanut tulokseksi helposti toteutettavia kosteikoita tai pintavalutuskentäksi soveltuvia kohteita. Kuivasjärven valuma-alueella pinnanmuodot ovat pääosin laakeita ja suoalueet ovat laajoja, joten osa analyysin antamista kohteista oli hyvin laajoja. Analyysin antamia tuloksia kannattaa rajata pois ilmakuvien ja korkeusmallin perusteella ennen maastotöitä. Esimerkiksi, jos kohteella on hyvin kasvava puusto, vesiensuojelurakenteen toteuttaminen ei ole välttämättä taloudellisesti kannattavaa metsänomistajalle.

Korkeusmallin avulla voidaan tarkastella esimerkiksi, kuinka paljon kaivamista ja patoamista kosteikon toteuttaminen vaatisi. Korkeusmallin avulla voidaan suunnitella, kuinka korkea pato nostaisi vedenpinnan halutulle tasolle. Kosteikkoa voidaan myös suunnitella toisinpäin: jos uomaan ja kahden nousevan maastonmuodon väliin tehtäisiin x metriä korkea pato, kuinka paljon vedenpinta nousisi kohteen yläpuolella? Jos korkeusmallin käsittely ja luokituksen muuttaminen kosteikon suunnittelua varten tuntuu hankalalta, voi ainakin ArcMapin avulla korkeusmallista tehdä korkeuskäyriä esimerkiksi 0,5 metrin välein. Tällöin pystyy näkemään suoraan korkeuskäyristä, kuinka korkealle vedenpinta nousisi padon vaikutuksesta.

Uomaeroosiomallinnuksen antamasta analyysistä pystyy näkemään kohteen eroosioennusteen lisäksi kohteen valuma-alueen ja virtaaman (ks.s. 22). Jos eroosioalttiin kohteen valuma-alue on laaja, kannattaa etsiä kohteen yläpuoliselta valuma-alueelta tulvanhallintarakenteille (esim. kosteikot, pintavalutuskentät, setti- ja putkipadot) soveltuvia kohteita. Tulvanhallintarakenne tasaa ylivaluntojen voimakkaita virtauksia pidemmälle ajalle, mikä vähentää uomaeroosiota rakennelman ylä- ja alapuolella. Jos kosteikon tai pin-

tavalutuskentän suositeltava koko ei täyty, niin kannattaa muistaa, että pienemmälläkin rakenteella voidaan vaikuttaa virtaamiin. Kiintoaineen ja ravinteiden pidätyskyky voi kuitenkin laskea, kun rakenteen koko on suhteessa pienempi kuin virtaama vaatisi. Jos toteuttavia kosteikoita tai pintavalutuskentiksi soveltuvia kohteita ei löydy analyysin avulla, voi näitä yrittää etsiä manuaalisesti. Mallin antama tulos perustuu laskemiin ja aineistossa saattaa olla virheitä, joten kohteita saattaa löytyä analyysin tulosten lisäksi. Paikkatietoanalyysit toimivat apuna suunnittelussa, mutta liikaa niiden tuloksiin ei kannata luottaa.

Joillakin valuma-alueilla saattaa olla laaja ojaverkosto, mitä voi hyödyntää vesiensuojelussa. Jos jokin uoma on eroosioaltis, voidaan yrittää johtaa osa uoman virtaamasta toiseen uomaan. Jos korkeuserot ovat pienet, niin tämä voi onnistua helposti. Jos tähän ratkaisu päädytään, pitää miettiä, mitä tästä voi aiheutua. Aiheutuuko muutoksesta toisen uomaverkoston alapuolelle tulvia tai muuta haittaa?

6.2 Maastohavaintojen kohdentaminen uomiin

Paikkatiedon avulla pystytään suunnittelemaan järkevästi, mihin uomiin maastohavainnot kannattaa kohdistaa. Koko uomasta ei kannata tehdä havaintoja, vaan kohdistaa havainnot tiettyihin kohtiin uomaa. On todennäköistä, etteivät uoman ominaisuudet vaihtele voimakkaasti lyhyellä matkalla. Maalaji saattaa vaihtua, mutta sen voi todeta maaperäaineistosta. Purojen ja jokien uoman profiili vaihtuu nopeasti, jos niitä on perattu. Käsitellyt osuudet ovat kuitenkin pääsääntöisesti pitkiä ja yhtenäisiä.

Pääsääntöisesti ojien tutkimisessa maastokäynnit kannattaa kohdentaa laskuojiin. Sarkaojissa virtaamat ovat yleensä pieniä, ja niihin kehittyy maa-ainesta sitovaa kasvillisuutta nopeasti. Suurin eroosio kohdistuu yleensä laskuojaan, jolta suoalueen valumavedet laskevat suurempaan pääuomaan, puroon, järveen tai lampeen. Ensin kannattaa katsoa, onko laskuojan suulle kerääntynyt kiintoainesta. Jos ojan suulla ei ole merkkejä eroosiosta tai kerääntyneestä kiintoaineesta, ei välttämättä ole tarvetta tarkastella laskuojan valuma-aluetta tarkemmin. Ojaverkostossa voi olla eroosiota, mutta varsinkin ojien sammalkasvillisuus pidättää osan pohjakulkeutumasta. Jos kiintoaines pidättyy hyvin ennen laskuojan suuta, onko tarvetta suunnitella vesiensuojelutoimia? Harvoin

kuitenkaan on tilannetta, ettei vuosia jatkuvasta kiintoainekuormituksesta jäisi ojan suulle tai purkupisteelle mitään jälkeä.

Laskuojan suulle on voinut kerääntyä vuosien mittaan kiintoainesta, mutta laskuoja on kymmenien metrien matkan rakkasammaleen valloittama (kuva 4). Tässä tapauksessa ei ole järkevää tutkia ojastoja tarkemmin. On todennäköistä, että yläpuolinen ojasto on myös sammaloitunut. Kasvillisuus vähentää uomaerosioriskiä ja hidastaa virtausta. Jos kuormitus näyttäisi vielä jatkuvan, kannattaa lasku- ja kokooajajaa tutkia tarkemmin. Kiintoaineksen lähtöpistettä kannattaa miettiä paikkatietoanalyysien, maaperäaineiston ja peruskartan korkeuskäyrien avulla. Maasto-havainnot tehdessä on hyvä huomioida, että osa uomaan kerääntyneestä kiintoainesta voi olla peräisin hakkuu- ja kunnostusojitusalueilta. Kunnostusojitusalueilta tuleva liete voi näkyä vuosien vielä jälkeen toimenpiteestä alapuolisessa uomassa. Kiintoaineen lähtö-paikkaa auttaa hahmottamaan sen katsominen, onko kyseessä orgaaninen aines, kivennäismaa vai kumpaakin.



KUVA 4. Umpeenkasvaneen ojan suulle on kerääntynyt kiintoainesta (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Laskuojat voivat johtaa suoalueen vedet suoraan järveen, lampeen, puroon tai toiseen laskuojaan. Järviä ympäröiville vähäpuustoisille rämeille tai nevoille maastohavainnot ei kannata suunnata. Kyse voi olla hitaasti pinnanmyötäisesti umpeen kasvavasta järvestä. Laskuoja voi olla hyvin syvä eikä kiintoainesta näykään uomassa, kun oja on todennäköisesti kaivettu vesistön tasolle. Virtaus hidastuu kaltevuuden pienentyessä. Ylivirtaama-aikoina vesi voi nousta näissä uomissa järven vedenpinnan noustessa. Tällaisia

uomia on myös muualla kuin vesistöjen vähäpuustoisilla rämevyöhykkeillä. Uoman reunoista saattaa huuhtoutua maa-ainesta, mikä ei todennäköisesti johdu veden voimakkaasta virtauksesta, vaan liestymisestä tulva-aikana.

Jos yksi laskuoja kulkee useiden suoalueiden läpi toimien myös kokoojajana, kannattaa maastotöitä suunnata uoman eri kohtiin eikä vain uoman alavirtaan. Jos paikkatietoaineistojen perusteella uomassa vaikuttaisi olevan selvästi eroosioalttiita kohteita, maastohavainnot kannattaa kohdistaa ainakin niihin. Valuma-alueeltaan laajat ojat ovat voineet olla aikanaan pieniä puroja, jotka on perattu ojamaiseksi. Näiden valuma-alue voi olla hyvin laaja. Jos uomassa on eroosiota, voi liikkeelle lähtenyt kiintoaines kulkeutua voimakkaan virtauksen vuoksi pitkälle alavirtaan. Kulkeutuvaa maa-ainesta voi löytää kohteilta, joissa virtaus hidastuu ja maa-aines laskeutuu uoman pohjalle tai tulva-alueelle. Hyviä havaintokohtia ovat erilaiset padottavat kohteet, esimerkiksi ojarummut (kuva 5). (Jämsén 2012, 4–5.)



KUVA 5. Painunut ojarumpu uomassa (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Lasku- ja kokoojajojen lisäksi kannattaa tehdä havaintoja peratuista puroista. Alla olevassa kuvassa (6) on perattua puro-osuutta, jossa eroosion jäljet selvästi näkyvillä. Muokatut uomat ovat yleensä luonnonuomia lyhyempiä, minkä takia niiden kaltevuus ja virtausnopeus ovat kasvaneet. Luonnontilaisen tai luonnontilaisen kaltaisessa purossa uoma on yleensä mutkitteleva ja leveydeltään ja syvyydeltään vaihteleva. (Marttila ym. 2008, 15.) Jos pääuomassa, jolla on laaja valuma-alue, on näkyvissä selvää eroosiota virtauksen takia, kannattaa miettiä, onko mahdollista vaikuttaa veden virtaukseen tulva-

huippujen aikana. Tulvanhallintarakenteilla, kuten kosteikko, pintavalutuskenttä tai putkipato, voidaan vaikuttaa valumahuippujen voimakkuuteen tasaamalla virtausta pidemmälle ajalle. Näillä voidaan vaikuttaa alapuolisen valuma-alueen eroosiotilanteeseen.



KUVA 6. Uomaeroosiota peratussa purossa (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Suunnitellessa maastotöitä pitää huomioida, ettei ojissa aina virtaa vettä ympäri vuoden. Lumen sulamisten ja voimakkaiden sateiden jälkeen uomissa voi virrata runsaasti vettä. Jos vettä on uomassa runsaasti, ja se on todella humuspitoista, uoman pohjasta ja reunoista voi olla hankala tehdä havaintoja. Vaikka virtaus olisi voimakasta, ei veden mukana kuljettamaa kiintoainesta välttämättä näy. Valuma-alueen ollessa laaja, voi vettä riittää pitkälle kuivaan ajanjaksoon.

Liitteessä 8 on kartta Kuivasjärven valuma-alueella tehtyjen maastohavaintokohteiden sijainneista. Maastotyöt tehtiin vuoden 2014 kesällä. Kuivasjärven osavaluma-alueet poikkesivat hyvin paljon toisistaan. Maastohavaintojen kohdentamisesta pystyy näkemään, ettei uomaerosion tutkimiseen pysty antamaan kaikille valuma-alueille sopivaa ohjeistusta.

6.3 Eroosioalttiita kohteita

Maastokäynneiltäni huomasin muutamia kohteita, joissa eroosiota tapahtui tai näkyi tavallista enemmän. Osa on ennalta arvattavia, ja näitä on helppo päätellä paikkatietoai-

neiston avulla. Eroosiolle alttiit kohteet kannattaa tunnistaa maastokäyntien suunnittelussa, jotta huomio pystytään suuntamaan tehokkaammin vesiensuojelun kannalta merkittäville kohteille.

Eroosioalttiita kohteita ovat hienojakoisilla mailla sijaitsevat uomat, joiden virtaus on tarpeeksi voimakasta maahiukkasten huuhtoutumiseksi. Geologisen tutkimuslaitoksen maaperäaineiston avulla pystyy paikantamaan hienojakoisia maalajeja. Aineisto ei ole täysin tarkka maalajien rajautumisen suhteen. Hienojakoisilla mailla uomiin ei välttämättä ole pystynyt kehittymään maa-ainesta sitovaa kasvillisuutta. Aineiston avulla maastohavaintoja pystyy helpommin suuntamaan näille kohteille. Pellot sijaitsevat yleensä hienojakoisimmilla ja viljavimmilla mailla. Jos pellon jälkeen tai sitä ennen on metsää, kannattaa sinne kohdistaa havaintoja.

Hienojakoisten maalajien lisäksi eroosiota löytyy uomista, joiden valuma-alueet ovat suuria. Suurimmat virtaukset ovat järvien välisissä puroissa ja joissa. Osa uomista on perattu ja suoristettu sekä suojaavaa kivikkoa on poistettu uiton tieltä. Lisäksi soiden ojitusten jälkeen valumahuiput ovat kasvaneet. Eroosio näkyy uomien reunojen pystysuorassa muodossa. Tällaista näkyy kivennäis- ja turvemaiden uomissa. Paikoin eroosio syö maa-ainesta uoman reunoja huomattavasti pidemmältä (kuva 7). Laajalta vetensä kerääviin uomiin voi olla vaikea tehdä vesiensuojelurakenteita, joiden mitoitus perustuu kohteeseen tuleviin vesimääriin.



KUVA 7. Uomaerosio vaikutus uoman reunojen muotoon (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Eroosiota oli vähän nähtävissä sellaisten suoalueen laskuojissa, joiden valuma-alue oli alle 50 hehtaarin. Usein laskuoja on sammaleen peitossa, jos kohteella ei ole tehty kunnostusojitusta. Jos laskuojaan tuli laajan, yli 100 hehtaarin, tai useamman suoalueen vedet, oli eroosion aiheuttamia muutoksia uomassa todennäköisemmin nähtävissä. Jos valuma-alueen suoalueet ovat ojittamattomia tai ojaverkosto on harva, todennäköisyys eroosiolle ei ole suuri. Tosin eroosioalttius voi olla pienentynyt turvemailla veden uurtamalla reittinsä syväksi ja kapeaksi ojan pohjalle (ks. s. 29). Kivennäismaalle kaivetussa laskuojassa eroosio on selvemmin näkyvässä, koska vesi ei pysty uurtamaan ojan pohjaa yhtä helposti kuin turvemailla.

Eroosiota voi lisätä lähde, jos siitä on kaivettu suora yhteys ojaan. Osasta lähteitä voi purkautua runsaasti pohjavettä, mikä voi vaikuttaa huomattavasti virtaukseen. Peruskartalta voi paikantaa lähteitä, mutta niiden vaikutuksen ojan virtaamiin pystyy arvioimaan vain maastossa. Jos ojassa virtaava vesi on kirkasta, lähteestä purkautuvaa vettä voi olla johdettu ojaan.

Jos uomassa on maa-ainesta sitovaa sammalkasvustoa, on eroosio vähäisempää. Metsitetyillä pelloilla sammaleen muodostuminen uomaan oli joillakin kohteilla vähäistä, ja muuta kasvillisuutta on niukasti jos ollenkaan. Maankäyttömuodon muuttuminen metsästä pelloksi muuttaa voimakkaasti maaperää, varsinkin turvemaata. Viljelyksen aikana turvemaata muuttuu fysikaalisilta ominaisuuksiltaan oleellisesti erilaiseksi, kuin se on luonnontilaisella suolla. Viljelyksen aikana orgaaninen aines hajoaa, ja maa tiivistyy pitkäaikaisen kuivatuksen takia. Turpeen tiivistyminen saattaa heikentää vedenläpäisevyyttä. Pohjaveden yläpuoliset turvekerrokset laskeutuvat kuivatuksen vaikutuksesta veden nosteen loppuessa, ja alapuoliset kerrokset tiivistyvät yläpuolisten kerrosten painon vaikutuksesta. Maanviljelyn aikana turvemaan ominaisuudet muuttuvat vaihtelevasti riippuen alkuperäisestä suotyypistä, turvemaan paksuudesta, maanmuokkauksen voimakkuudesta, lannoituksista, kuivatukselta ja peltoviljelyksenä oloajan pituudesta. (Päivänen 2007, 83–85.)

Metsitetyn pellon puuston kasvaessa ja latvuston sulkeutuessa varsinkin valaistusolosuhteet muuttuvat. Elinympäristön muuttuessa vallitseva kasvillisuus muuttuu myös. Kasvillisuuden muuttuminen peltokasvillisuudesta metsäkasvillisuudeksi on hidaskasvillisuusprosessi (Wall 1998, 446). Pelto-ojat poikkeavat metsäojista kasvillisuudeltaan ja niiden muuttuminen on myös hidasta. Kun peltokasvillisuus vähenee eikä metsäkasvillisuus

korvaa uoman kasvillisuutta, on todennäköistä, että maa-aines on enemmän suorassa vaikutuksessa virtaavan veden kanssa.

7 KUIVASJÄRVEN VALUMA-ALUEET

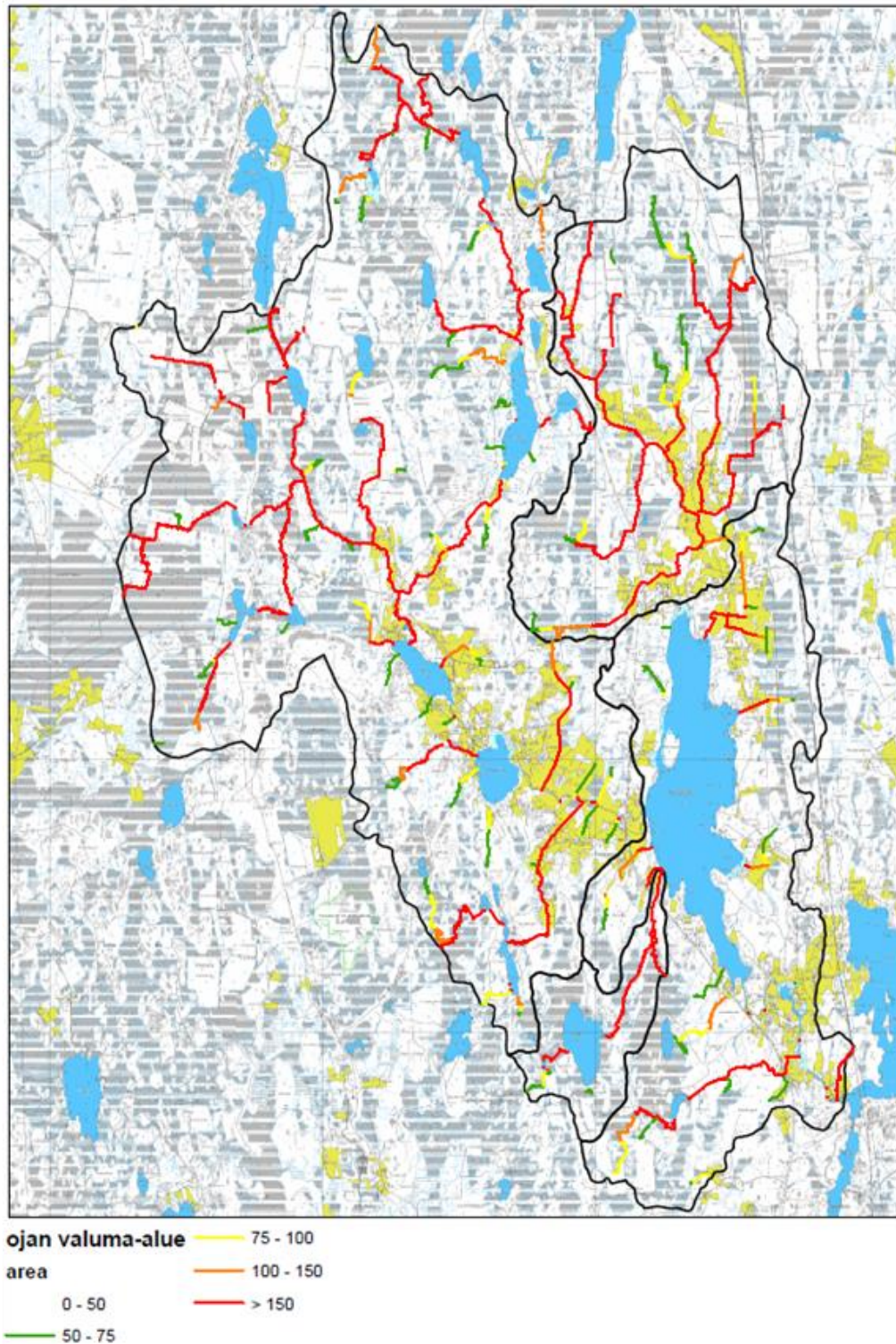
7.1 Kuivasjärven lähivaluma-alue

Kuivasjärven lähivaluma-alue kuuluu Kuivas-Jarvanjoen valuma-alueeseen (35.561), joka on pinta-alaltaan 3880 ha (Valuma-aluejako 2010). Kuivasjärven luusuaan rajoittuvan valuma-alueen koko on 2850 ha (Pollari 2005, 13). Valuma-alueella pellot ovat pääosin Kuivasjärven lähellä, valuma-alueen koillisosassa ja Kuivas-Jarvanjoen varrella. Valuma-alueella on turvetuotantoa alueen lounaisosan rajalla. Metsämaata alueesta noin 2540 ha (Kuoppala 2015, 11) eli noin 65 %. Soita valuma-alueella on noin 750 ha eli metsämaasta noin 29 % (Maastotietokanta 2010). Kuivas-Jarvanjoen valuma-alueella vesistöjä on yhteensä 680 ha (Maastotietokanta 2010). Valuma-alueeseen kuuluvat Kuivasjärven lisäksi Kakkurinlampi, Kivilampi ja Lokalampi, joka laskee Kuivas-Jarvanjokeen.

Kuivasjärven lähivaluma-alueella on jo ennen 1960-lukua ollut muutamia ojia (Vanhat painetut kartat 221207_1959; 221109_1959). Nykyään nämä ojat palvelevat kokoojajoina. Tilanne muuttui täysin reilun kahdenkymmenen vuoden aikana, ja 1980-luvun puoleen väliin mennessä uudistusojitukset oli saatettu päätökseen. Kuivasjärven lähivaluma-alueen uudistusojituksista pääosa tehtiin 1960-luvun lopussa ja 1970-luvun alussa, mutta vielä 1980-luvun alussa työtä täydennettiin. Kunnostusojituksia on tehty pääosin 1990-luvun lopussa. Vuosituhannen vaihtumisen jälkeen kunnostusojitusta on tehty vähemmän, ja alat ovat olleet pienempiä ja hajanaisempia. Tiedot uudis- ja kunnostusojituksista on saatu Suomen metsäkeskuksen Kemera-rahoitetuista hankkeista ja Metsähallitukselta tietojenluovutuspyynnöllä.

Kuivas-Jarvanjoen valuma-alue on muodoltaan pitkä ja kapea. Kuivasjärveen laskee useita uomia, joiden valuma-alueet eivät kasva suuriksi. Kuviossa 3 on nähtävissä, että suurimmat vesiuomat ovat valuma-alueen koillis- ja eteläosissa. Osassa ojista virtaa vettä vain suurempien virtaamien aikana valuma-alueiden ollessa pieniä. Geologian tutkimuslaitoksen maalajiaineiston perusteella hienojakoisimmat maalajit ovat aivan järven lähetyvillä. Eroosiota oli nähtävissä näiden alueiden metsämaalla paikoin. Osassa eroosio on jo pääosin tapahtunut, minkä takia eroosioalttius on laskenut vuosien var-

rella. Maastohavaintojen perusteella lähivaluma-alueen metsätalousmaan uomat eivät ole erityisen eroosioalttiita muuta kuin hienojakoisilla maalajeilla.

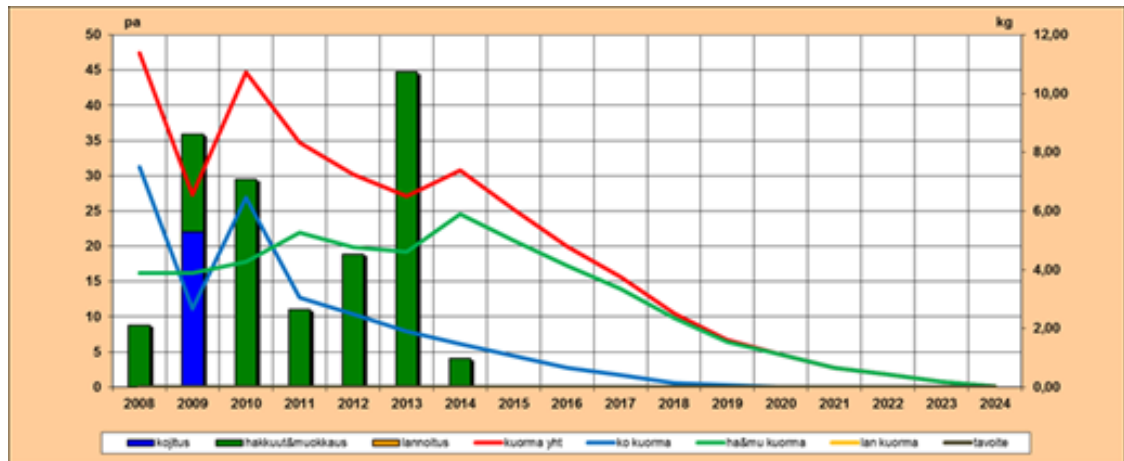


KUVIO 3. Kuivasjärven uomien valuma-alueet. Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamaa kuormitusta voidaan arvioida KUHA-mallin avulla. Arviot eivät kerro todellista kuormitusta, minkä takia suoria johtopäätöksiä tulosten perusteella metsätalouden vesistökuormituksesta ei kannata tehdä. Laskelmat tehtiin vuoden 2014 kesällä. Tiedot toteutetuista metsänhoitotoimenpiteistä saatiin Suomen metsäkeskuksesta metsänkäyttöilmoituksista ja Kemera-tuetuista kunnostusojituksista sekä Metsähallitukselta tietojenluovutuspyynnöllä.

KUHA-malli antaa skenaariokäyrän arvioidusta metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamasta vesistökuormituksesta. Sininen pylväs kuvaa kunnostusojitusta ja vihreä hakkuuta ja maanmuokkausta hehtaareina. Keltainen pylväs kuvastaisi lannoitusta. Skenaariokäyrä näyttää fosfori- ja typpikuorman samoilla värikoodeilla. Sininen käyrä näyttää fosforikuormituksen lisäksi kiintoainekuorman vaikutuksen ravinnekuormitukseen. Kunnostusojitustaulukossa on arvio toimenpiteestä aiheutuvasta kiintoainekuormituksesta. Oletuksena on käytetty irtoavan kiintoaineen sisältää 0,1 prosenttia fosforia (suhde 1:1000). Punainen viiva kertoo eri toimenpiteiden aiheuttaman kuormituksen summattuna. Koska toimenpide aiheuttaa vesistökuormitusta toimenpiteen jälkeisinä vuosina, ei käyrä laske heti nolnaan tulevien vuosien aikana. Tulevaisuudessa tehdyt toimenpiteet nostavat käyrää. Mirjami Kuoppalan tekemien vedenlaadunmittausten perusteella Kuivasjärven tuotantoa voivat säädellä sekä fosfori että typpi (2015, 56). Tämän takia KUHA-tarkastelussa kannattaa huomioida kummatkin ravinteet.

Kuivasjärven lähivaluma-alueella on tehty kunnostusojitusta vuonna 2009. Toimenpiteiden vaikutukset näkyvät vuoden 2010 fosforikuormituspiikissä (kuvio 4). Hakkuut lisäävät myös fosforikuormitusta, muttei yhtä voimakkaasti kuin kunnostusojitukset kuten kuvaajasta on nähtävissä. Vuonna 2013 on tehty edellisvuotta enemmän hakkuuta, mutta se ei aiheuta hakkuun kuormituksen suurta nousua. Vuonna 2014 fosforikuormitus nousi edellisestä vuodesta. Sitä ennen se oli laskenut vuodesta 2010 saakka.



KUVIO 4. Lähivaluma-alueen KUHA-laskelma fosforikuormituksesta

Vuonna 2014 typpikuormitus oli tarkasteluvälillä korkeimmillaan (kuvio 5). Edelliseen kuvaajaan verrattessa on hyvä huomioida, että oikeanpuoleinen asteikko (kg) on erilainen, vaikka vasemmanpuoleinen asteikko (pa eli pinta-ala) on samanlainen. Kunnostusojituksen sinistä käyrää ei ole kuvaajassa, joten sillä ei arvioida olevan typpikuormituksen merkittävää vaikutusta. Hakuiden vaikutus typpikuormitukseen näkyy selvästi.



KUVIO 5. Lähivaluma-alueen KUHA-laskelma typpikuormituksesta

7.2 Nivusjärven osavaluma-alue

Nivusjärven (35.562) valuma-alue on kooltaan noin 600 ha (Valuma-aluejako 2010). Valuma-alueen eteläosassa sijaitsee osa Vapon turvetuotantoalueesta ja vähän peltoa Kuivasjärveen laskevan uoman varrella. Valuma-alueella on metsämaata noin 510 ha (Kuoppala 2015, 11) eli noin 84 % valuma-alueesta. Soita metsämaasta on 270 ha eli noin 53 % (Maastotietokanta 2010). Valuma-alueesta merkittävä osa on turvemaata.

Vesistöjä valuma-alueella on Nivusjärvi ja Hautalampi, joiden yhteispinta-ala on n. 70 ha (Maastotietokanta 2010).

Valtaosa Nivusjärven osavaluma-alueen ojitetuista soista uudisojitettiin 1970-luvun alussa, mutta vielä 1980-luvulla tehtiin vielä vähän lisäystä ojaverkkoon. Kunnostusojituksia on tehty 1990-luvun lopulla ja seuraavaksi vajaan 15 vuoden päästä. Valuma-alueen kunnostusojitukset ovat olleet yhtenäisiä ja kokoon suhteutettuna alat ovat olleet laajahkoja. Nivusjärven valuma-alueen suoluonto on kuitenkin säilynyt muita osavaluma-alueita luonnontilaisempana. Varsinkin Nivusjärven ympärillä on paljon ojittamattomia vähäpuustoista rämevyöhykettä.

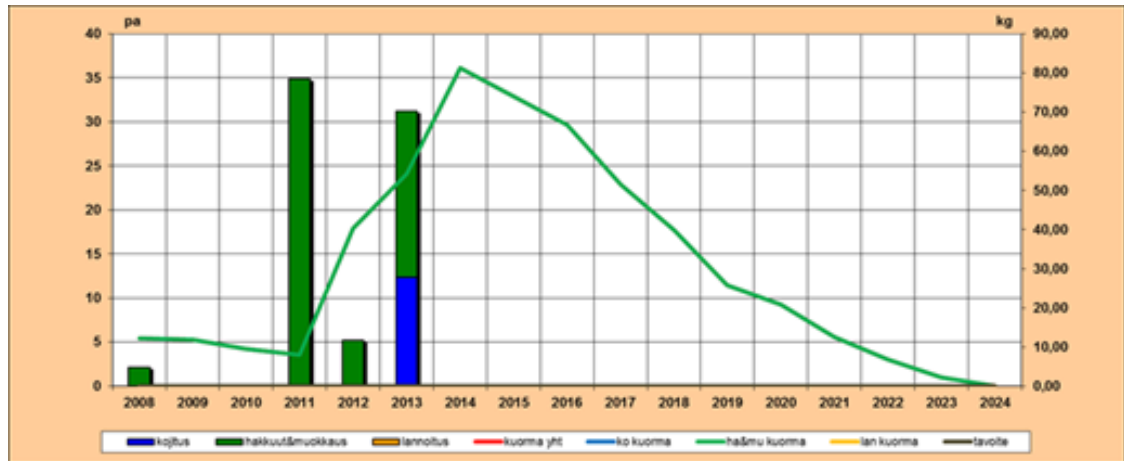
Osa valumavesistä laskee ensin Nivusjärveen lasku-uoman kautta Kuivasjärveen. Nivusjärven ja Kuivasjärven välillä olevat uomat laskevat suoraan lasku-uomaan. Kuvios-
ta 3 (s. 45) pystyy näkemään, kuinka suurimmat uomat ovat lammen ja järvien välillä. Muiden uomien valuma-alueet pysyvät pääosin alle 50 ha. Maastohavaintojen mukaan Nivusjärveen laskevissa uomissa ei ole merkittävää uomaeroosiota. Kuivasjärveen laskeva purossa ei ollut uomaeroosiota tai merkittävää kiintoainekuormitusta.

Nivusjärven valuma-alueen KUHA-laskelmien mukaan suurin fosforikuormitus kohdistui vuodelle 2014 edellisenä vuonna tehtyjen kunnostusojitusten myötä (kuvio 6). Metsätalouden fosforikuormitusta lisäävät vuoden 2013 kunnostusojituksen ja laajojen hakkuiden lisäksi vuoden 2011 hakkuut. Metsätalouden fosforikuormitus on Kuivasjärven lähivaluma-alueen kuormitusta pienempi, tosin valuma-alueen koko on myös huomattavasti pienempi.



KUVIO 6. Nivusjärven valuma-alueen KUHA-laskelma fosforikuormituksesta

Korkein metsätalouden aiheuttama typpikuormitus oli tarkastelujakson aikana vuonna 2014 (kuvio 7). Hakkuiden määrissä on nähtävissä vuosina 2011 ja 2013 voimakas nousu edellisiin vuosiin verraten. Vuoden 2011 jälkeen typpikuormituksen nousu vuoteen 2014 on jyrkkä. Nivusjärven typpikuormitus on fosforin tapaan Kuivasjärven lähivaluma-aluetta matalampi.



KUVIO 7. Nivusjärven valuma-alueen KUHA-laskelma typpikuormituksesta

7.3 Vääräjoen osavaluma-alue

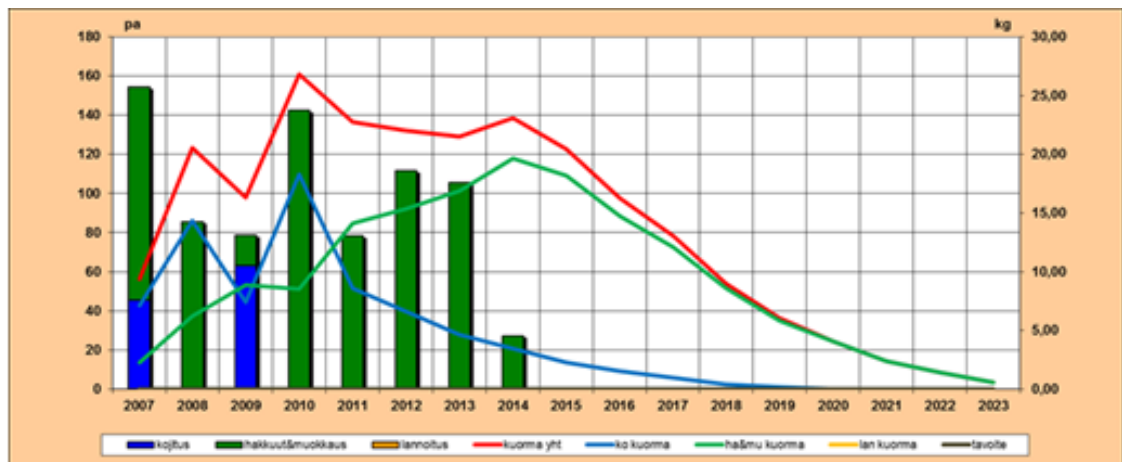
Vääräjoki laskee Kuivasjärveen pohjoisesta. Vääräjoen valuma-alue (35.564) on pinta-altaan 3070 ha. Pellot keskittyvät valuma-alueen eteläosaan suurimpien vesiuomien varrelle. Valuma-alueen pohjoisosassa on Vapon turvetuotantoalueita. Metsää valuma-alueella on 2490 ha (Kuoppala 2015, 11) eli noin 81 %. Soita on 1060 ha eli metsämaasta noin 43 % (Maastotietokanta 2010). Valuma-alueella sijaitsee kaksi pientä lampea, Liesilampi ja Nokilampi, joiden yhteispinta-ala on 2 ha (Maastotietokanta 2010). Valuma-alueella on huomattavan laajoja ojitettuja suoalueita, joiden valumavedet kääntyvät useiden pääuomien kautta yhdistyen lopuksi Vääräjoeksi.

Vatajanjoen valuma-alueella oli muutamia alueita ojastoverkoston piirissä ennen 1960-lukua (Vanhat painetut kartat 221207_1959; 221208_1959). Uudisojitus aloitettiin jo 1960-luvun alkuosassa valuma-alueen länsiosassa ja itäpuolella vuosikymmenen loppupuolella. Pääosin ojitukset tehtiin 1980-lukuun mennessä. Vielä 1980-luvulla tehtiin vähemmässä määrin ojituksia. Kunnostusojituksia alettiin tehdä ensimmäiseksi ojitetuil-

la alueilla 1990-luvulla. Vuosina 2004–2009 aikana kunnostusojitettiin merkittävä määrä alueita valuma-alueen pohjoispuolella.

Vääräjoen valuma-alueen lammilla ei ole pienien tilavuuksiensa takia juurikaan merkitystä veden virtauksen hidastajina. Tämän ja valuma-alueen pitkän muodon takia vedet virtaavat uomissa useita kilometrejä suoraan Kuivasjärveen ilman merkittävää hidastumista. Kaikista Kuivasjärven osavaluma-alueista metsätalousmaan uomaerosio oli voimakkainta Vääräjoen valuma-alueella. Valuma-alueen hienojakoisimmat maat sijaitsevat Vääräjoen varrella, mikä lisää eroosioriskiä alavirrassa.

KUHA-mallinnuksen mukaan Vääräjoen metsätalouden fosforikuormitus oli muita osavaluma-alueita suurempi vuonna 2014, vaikka Vatajanjoen osavaluma-alue on huomattavasti suurempi. Valuma-alueella on tehty kunnostusojituksia vuosina 2007 ja 2009, minkä takia fosforikuormitus on pysynyt tarkastelujaksolla korkeana (kuvio 8). Myös hakkuiden ja maanmuokkauksen huomattavat pinta-alat nostavat kuormitusta.



KUVIO 8. Vääräjoen valuma-alueen KUHA-laskelma fosforikuormituksesta

Myös typpikuormitus on muita osavaluma-alueita korkeampi suuren hakkuupinta-alan vuoksi. Hakkuumäärät ovat pysyneet korkeina usean vuoden ajan, minkä takia kuormitus nousee voimakkaasti vuoteen 2014 (kuvio 8). Tulokset ovat vain arvioita metsätalouden aiheuttamasta ravinnekuormituksesta, mutta niiden avulla voi päätellä, missä metsätalouden kuormitus on merkittävin muihin valuma-alueisiin verrattaessa. Tulosten mukaan Kuivasjärven osavaluma-alueista suurin metsätalouden aiheuttama kuormitus tulee Vääräjoen valuma-alueelta.



KUVIO 9. Vääräjoen valuma-alueen KUHA-laskelma typpikuormituksesta

7.4 Vatajanjoen osavaluma-alue

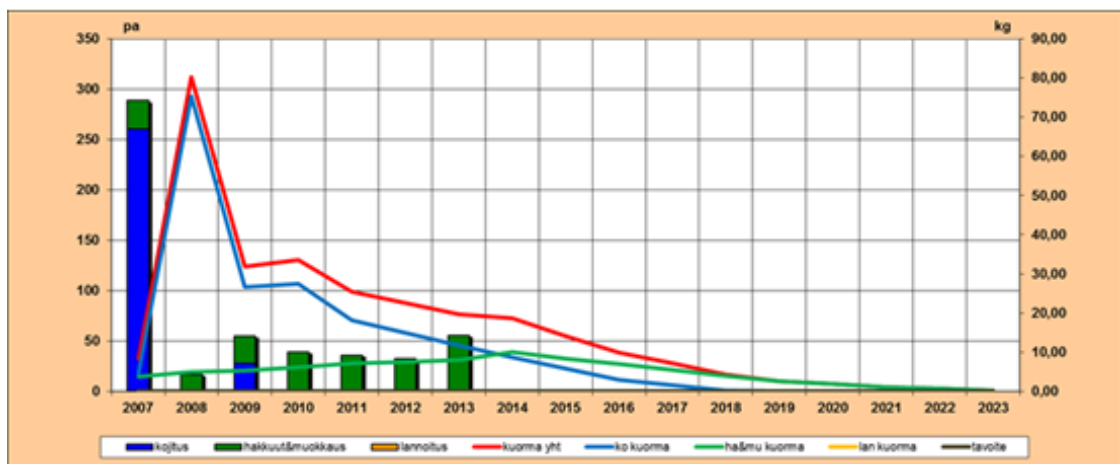
Vatajanjoen valuma-alue (35.563) on Kuivasjärveen laskevista osavaluma-alueista laajin keräten vedet 9590 ha alueelta. Vatajanjoki laskee Kuivasjärveen vesistön länsipuolelta. Pellot ovat pääosin keskittyneet Vatajanjoen varrelle ja Vatajanjärven ja Ylisenjärven ympärille. Valuma-alueen pohjoispuolella on suurin osa Vapon turvetuotantoalueista. Metsää valuma-alueesta on noin 7760 ha eli noin 81 %. Soita on 3210 ha eli metsämaasta noin 41 %. Järviä ja lampia valuma-alueella on merkittävä määrä, yhteensä 430 ha (Maastotietokanta 2010).

Valuma-alueella oli ennen 1960-lukua paikoin ojaverkostoa, mutta laajimmat suoalueet olivat ojittamatta (Vanhat painetut kartat 221207_1959; 221208_1959; 221205_1959; 221204_1959). Uudisojitukset 1960-luvulla olivat 1970-lukuun verraten pinta-alaltaan pienempiä ja hajanaisempia. Pääosin toimenpiteet keskittyivät valuma-alueen keskiosiin. Suuremmat ja laajemmat ojitukset toteutettiin 1970-luvulla keskittyen valtaosin valuma-alueen pohjois- ja eteläosiin. Soiden ojitusta jatkettiin vielä 1980-luvulle hajanaisemmin ja pienempinä kokonaisuuksina. Kunnostusojituksia alettiin toteuttaa 1990-luvulla, mutta laajemmin vuosien 2007–2009 aikana.

Valuma-alue on laaja, mutta lukuisat järvet ja lammet tasaavat vedenlaatua ja pidättävät kuormitusta (Pollari 2005, 14). Järviin laskevia ojastoja on paljon, minkä takia kaikkien uomien valuma-alueet eivät kasva laajoiksi. Tietenkin järvien välisten uomien valuma-

alueet kasvavat suuriksi, mutta järvet hidastavat veden virtausnopeutta. Järvien vedenpinnan taso nousee valumahuippujen aikana ja vesitilavuus kasvaa. Ilman järviä uomissa vedentaso nousisi korkeaksi ja paine voimakkaammalle virtaukselle kasvaisi. Järvien välisissä uomissa on nähtävissä selvää uomaeroosiota. Suurten virtaamien ja valuma-alueiden takia niihin on haastavaa tehdä vesiensuojelurakenteita. Tulvanhallinrakenteet soveltuisivat hyvin valuma-alueelle, mutta en löytänyt työn aikana valuma-alueelta helposti toteutettavia kosteikoita tai pintavalutuskentiksi soveltuvia alueita. Valuma-alueelle soveltuva ratkaisu voisi olla putkipatojen rakentaminen, esimerkiksi kunnostusojitusten yhteydessä.

Vatajanjoen valuma-alueella on tehty kunnostusojitusta huomattavasti vuonna 2007 (kuvio 10). Tämä näkyy vuoden 2008 korkeana fosforikuormituksena. Nopean nousun jälkeen kuormitus laskee voimakkaasti seuraavaan vuoteen, minkä jälkeen lasku hidastuu. Voimakkaasta laskusta huolimatta valuma-alueen vesistökuormitus on lähivaluma-alueetta merkittävästi suurempi. Valuma-alueet eivät kuitenkaan ole täysin vertailukelpoisia, koska Vatajanjoen valuma-alue on muita osavaluma-alueita huomattavasti suurempi.



KUVIO 10. Vatajanjoen valuma-alueen KUHA-laskelma fosforikuormituksesta

Vatajanjoen osavaluma-alueella metsätaloudesta peräisin oleva typpikuormitus on korkeimmillaan vuotena 2014 toisin kuin fosforikuormituksen kohdalla (kuvio 11). Hakkuumäärät voivat vaikuttaa pieniltä muihin kuvaajiin verrattaessa, mutta vuosittain hakkuualat ovat olleet yhteensä yli 50 ha. Typpikuormitusta kuvaava käyrä nousee voimakkaasti hakkuuiden takia. Typpikuormitus Vatajanjoen osavaluma-alueelta on Nivusjärven ja lähivaluma-alueen kuormitusta suurempi.



KUVIO 11. Vatajanjoen valuma-alueen KUHA-laskelma typpikuormituksesta

8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tässä luvussa esittelen ehdotuksia vesiensuojelurakenteista ja -ratkaisuista Kuivasjärven osavaluma-alueille. Toimenpide-ehdotusten tarkoitus on vähentää uomaeroosiota kohteella ja sen alapuolella sekä pidättää yläpuoliselta valuma-alueelta tulevaa kiintoainekuormitusta. Ehdotukset perustuvat omiin havaintoihin ja päätelmiin.

Kohteet ovat Kuivasjärven lähivaluma-alueella, Vääräjoen ja Vatajanjoen valuma-alueilla. Nivusjärven valuma-alueella ei ollut nähtävissä merkittävää uomaeroosiota. Liittessä 9 on kartta toimenpide-ehdotusten sijainneista. Varmasti muitakin vesiensuojeluratkaisuja löytyy valuma-alueilta. Erityisesti tulvanhallintaratkaisut Vääräjoen ja Vatajanjoen valuma-alueilla vähentäisivät uomaeroosiota pääuomissa.

8.1 Kuivasjärven lähivaluma-alue

Kohde 1: Pohjapato

Ninilahteen laskeva oja kerää vetensä Härkävuoren luoteispuolelta olevalta suolta, Kakkurinlammen valuma-alueelta ja Kakkurinnevan eteläpuoliselta rämeeltä. Uoman valuma-alue on 128 ha. Oja kulkee peltojen jälkeen metsikön halki suoraan Kuivasjärveen. Metsikön läpi virtaavassa uomassa ei ole ennen rannan kaislikkoa juurikaan virtausta hidastavaa kasvillisuutta.

Metsiköstä on aikoinaan otettu maata ja yksi maanottokuoppa on ojan vieressä (kuva 8). Kohde löytyy liitteen 9 olevasta kartasta. Ojaan voisi tehdä pohjapadon. Patoaminen nostaisi ojan vedenpinnantasoa ylivirtaama-aikoina. Tätä voitaisiin alentaa käyttämällä vieressä olevaa maanottokuoppaa veden vaihtoehtoisena reittinä. Kuopan pinta-ala on n. 1,5 a ja keskimäärin 40 cm syvä eli tilavuus on n. 60 m³. Maanottokuoppa voisi toimia veden liikettä hidastavana laskeutusaltaana, josta nykyiseen uomaan voisi johtaa esimerkiksi oja, jossa on matala pohjapato.



KUVA 8. Maanottokuoppa (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Valuma-alueen yläpuolella on nähtävissä paikoin eroosioriskiä. Toimenpiteen avulla pystyttäisiin pidättämään kiintoainesta ennen Kuivasjärveä. Ehdotus perustuu enemmänkin helppoon toteutukseen, ja maanottokuopan hyvään sijaintiin lähellä Kuivajärveä ja siihen laskevaa ojaan kuin saataviin hyötyihin. Jos ojan valuma-alueella esim. kunnostusojitetaan tai käsitellään muuten maata, voi toimenpiteellä olla suurempi merkitys vesiensuojelussa.

Kohde 2: Laskeutusallas

Kivijärven koillispuolelta olevalta rämeeltä pääosin vetensä keräävä oja virtaa pienen pellon kautta järveen. Valuma-alue on 72. Ojan valuma-alueella ei ole paljon peltoa, mutta ne sijaitsevat hienojakoisella maalla. Ojassa on ennen rantametsää ojarumpu, jonka järven puolelle on kerääntynyt paljon lietettä. Suurempien vesimäärien liikkeessä järveen vesi työntää rummun edestä lietettä järveen. Virtauksen hidastamiseksi ennen ojarumpua voisi tehdä laskeutusaltan, joka keräisi myös kiintoainesta yläpuoliselta valuma-alueelta. Pohjapadolla voisiin tehostaa kiintoaineen pidättäytymistä.

Kohteen yläpuolisella valuma-alueella on nähtävissä vähän eroosiota. Uoma kulkee valtatie alin rummun kautta, mikä todennäköisesti hidastaa ylivirtaamia ja voi pidättää osan kiintoaineesta. Kuivasjärveen laskevassa uomassa oleva kiintoaine on osittain peräisin myös järven läheltä olevalta pellolta. Järkevintä olisi tehdä toimenpide, joka hyödyttäisi sekä maa- että metsätaloutta.

Kohde 3: Pohjapato

Oja kerää vetensä Teerinevalta saakka kulkien pitkän matkan peltojen halki. Valuma-alue on 160 ha. Ennen Kuivasjärveä on metsäkaistale, jonka läpi oja kulkee. Maalaji on hienojakoista. Tällä matkalla uomassa ei ole paljoa virtausta hidastavaa kasvillisuutta, mikä lisää eroosioriskiä. Oja on syvimmillään heti pellon jälkeen, ja uoma mataloituu ja levenee kohti järveä (kuva 9). Eroosiota voidaan vähentää rakentamalla metsäkaistaleelle pohjapato, joka hidastaisi virtausta ja samalla keräisi kiintoainesta.



KUVA 9. Kuivasjärveen laskeva oja (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Lähellä Kuivasjärveä uoma on mataloitunut selvästi vuosien aikana tapahtuneen kiintoainekuormituksen takia. Osa kiintoaineesta on peräisin metsätalousmaalta, mutta myös uoman varrelta olevilta pelloilta. Maaperäaineiston mukaan pellot sijaitsevat pääosin hienojakoisilla mailla. Pellon ja järven väliseen metsikköön tehtävästä rakenteesta hyötyisi maa- ja metsätalous. Yläpuoliselta valuma-alueelta ei löytynyt helposti toteuttavaa kosteikkoa tai pintavalutukseen soveltuvaa kohdetta. Vaikka ylivirtaamia pystyttäisiin tasoittamaan, on mahdollista, että eroosiota tapahtuisi silti. Mielestäni toimivin ratkaisu on sijoittaa hienojakoiselle maalle virtausta hidasta ja kiintoainekuormitusta pidättävä vesiensuojeluratkaisu, jonka toteutus vaatii mahdollisimman vähän kaivutyötä. Laskeutusaltaan kaivaminen voisi nostaa kiintoainekuormitusta selvästi muutaman vuoden kaivuun jälkeen.

8.2 Vääräjoen osavaluma-alue

Kohde 4: Pohjapato tai vesien kulkureitin muuttaminen

Louhinevan laajalta suoalueelta alkunsa saava ojitusverkosto kerää vetensä 437 ha alueelta eteläpäässä kulkevaan kokoojaajaan. Aikaisempaan toimenpiteenä on kaivettu laskeutusallas pellon viereen (kuva 10). Allas on n. 20 m² ja kesällä siinä oli vettä n. 50 cm. Paikoin vettä saattoi olla vain muutamia senttejä. Tämä johtuu siitä, ettei laskeutusaltaan pohja ole kaivettu ojan pohjatasoa juurikaan syvemmälle. Laskeutusaltaita ei suositella näin suurille valuma-alueille, koska niiden pitäisi olla suuria toimiakseen tehokkaasti kiintoaineen kerääjinä. Allas toimii lähinnä virtauksen hidastajana, mutta tilavuuden ollessa pieni vaikutus etenkin ylivirtaaman aikoihin on vähäinen. Vaikutusta voitaisiin lisätä altaan tilavuutta kasvattamalla.



KUVA 10. Laskeutusallas (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Kohteelle laskevissa pääuomissa vesi on uurtanut reittinsä ojan pohjatasoa huomattavasti syvemmälle. Aivan pohjalle ei voi kehittyä kasvillisuutta, minkä takia virtaava vesi on suorassa vaikutuksessa turpeen kanssa. Kiintoainekuormituksen määrää on vaikea arvioida, mutta sen tapahtuminen on jossain määrin todennäköistä. Mahdollinen toimenpide voisi olla pohjapato laskeutusaltaan jälkeisen ojaan. Uoman tilavuus on laskenut lietteen ja karikkeen kerääntyessä ojan pohjalle, joten sen poistaminen voisi hidastaa virtausta uomatilavuuden kasvaessa. Pohjapadolla voidaan vähentää kerääntyvän kiintoaineen liikkumisen alavirtaan.

Valuma-alue koostuu pääosin laajasta ojitetusta Louhinevan suoalueesta. Osa alueesta on jätetty ojittamatta, mutta sitä on vaikea hyödyntää pintavalutuksena. Alue toimii vesivarastona, josta valumavedet vapautuvat ojitetua aluetta hitaammin lähimpään ojaan. Kosteikkoa valuma-alueelle ei pysty toteuttamaan. Putkipadon käyttäminen voi olla haastavaa, koska pääuoman valuma-alue on laaja. Voimakkaiden ylivaluntojen aikana padon kestäminen voi olla kyseenalaista.

Mahdollinen vaihtoehto voi olla vesien kulkureitin muuttaminen. RLGIS:llä tehtävän uomaerosioriskianalyysin tuloksen avulla pystyy tekemään virtauksesta teemakartan. Analyysin perusteella vedet kulkisivat pellon vierustaa pitkin etelään, mutta todellisuudessa vedet kulkevat pohjoiseen. Analyysissä huomioidaan maanpinnanmuodot, joten vesien suunnan muuttaminen ei välttämättä olisi työlästä. Uoman virtaama voitaisiin johtaa kahteen eri uomaan. Jos suuntausta muutettaisiin, liittyisi osa valumavesistä reilun kilometrin alempana Vääräjokeen laskevaan uomaan vähentäen tällä matkalla uomaerosiota. Etelään laskevassa uomassa kasvaa runsaasti rahkasammalta, joka hidastaisi virtausta ja pidättäisi osan kiintoaineesta.

Kohde 5: Lietekuoppien tyhjennys

Louhinevan pohjoispäähän on tehty kunnostusojitus vuonna 2011, ja osa lietekuopista on täynnä. Ojaluiskiinkin ei ole vielä tullut kasvillisuutta, joten niihin kohdistuu eroosiota. Lietekuoppien alapuolelle on kulkeutunut kiintoainesta mataloittaen uomaa. Kiintoainesta lähtee vielä liikkeelle, joten lietekuoppien toimivuus olisi tarpeellista. Toimenpidealueelta kulkeutunutta lietettä oli nähtävissä jonkin verran pitkällä alavirrassa. Kohde 5 sijaitsee kohteen 4 yläpuolisella valuma-alueella.

Kohde 6: Pohjapatoketjutus

Oja kerää vetensä laajoilta suoalueilta aivan Kuivasjärven valuma-alueen pohjoisosista. Valuma-alue on 700 ha, ja uoma on perattu ja suoristettu puro. Metsän jälkeen uoma kulkee peltojen kautta Kuivasjärveen. Maalaji pelloilla on hienojakoista. Ennen peltoa uomaan on paikoin kerääntynyt liettä ja uomaerosio on selvästi nähtävissä (kuva 11). Tulva-aikoina vettä virtaa uomassa runsaasti, mikä on kuluttanut reunoja ja uomaa vuosikymmenien aikana. Pohjapatoketjutuksella pystyttäisiin hidastamaan veden liikettä ja vähentämään kiintoaineen kulkeutumista yläpuoliselta valuma-alueelta.



KUVA 11. Uomaeroosiota ja kerääntynyttä kiintoainesta (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Kohteen yläpuolella on laaja ojaverkosto. Ojitetut alueet ovat laajoja, ja yksi kokoojaaja kulkee usean suoalueen läpi. Lähes kaikki turvemaat on ojitettu järjestelmällisesti, ja valuma-alueen pinnanmuodot ovat laakeat. Sopivia kosteikkoja tai pintavalutuskenttiä ei valuma-alueelta löytynyt. Kuten kohteella 4, putkipadon kestäminen valuma-alueen kasvaessa laajaksi voi olla epätodennäköistä. Ennen peltoa uomaan on laitettu rumpu, joka vähän hidastaa ylivaluntojen virtausta (kuva 5, sivu 40). Ylivirtaama-aikoina vedenpinta nousee korkealle ja vesi virtaa rummun ylitse. Rumpu toimii ylivirtaamien tasoittajana ja kiintoaineen kerääjänä.

Alapuolinen uoma on eroosioaltis, mutta virtaamien tasaaminen on haastavaa. Pohjapato pystyisi paikoin suojaamaan uomaa virtaukselta, ja pidättämään yläpuolelleen kiintoainesta. Kohteen valuma-alue on laaja, minkä takia yksi pohjapato ei riitä. En näe löytänyt kohteelle muuta toimivaa ratkaisua. Jos yläpuoliselle valuma-alueelle pystyttäisiin toteuttamaan tulvanhallintaratkaisuja, olisi tulos parempi. Tällaisia kohteita ei työn aikana kuitenkaan tullut vastaan.

Kohde 7: Pohjapatoketjutus

Oja kerää laajalta alueelta vetensä, ojien risteyskohdan valuma-alue on noin 2030 ha. Ojien risteyskohta on metsitettyä peltoa. Matkuslammen kautta tulevan ojan valuma-

alue on n. 440 ha ja pohjoisesta päin tulevan on n. 1590 ha. Uomien pohjalla ei ole ollenkaan maa-ainesta sitovaa kasvillisuutta. Pohjoisesta tuleva uoma leveä ja reunat ovat paikoin syöpyneet pystyreunaisiksi tai sortuneet vuosien saatossa. Matkuslammelta tuleva uoma ei ole kärsinyt eroosiosta kovin paljon, mutta syvä uoma on paljas kasvillisuudesta. Ojien yhtymäkohtaan oli kerääntynyt runsaasti kiintoainesta, mistä on pääteltävissä kummastakin ojasta kulkeutuvan kiintoainesta (kuva 12).



KUVA 12. Valtaojien risteyskohta (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Eroosion vaikutuksesta uoma on pohjoisesta päin paikoin huomattavasti leventynyt ja muutama paju on kaatunut uomaan tukevan maa-aineksen erodoituessa (kuva 13). Uoman pohja on paikoin selvästi mataloitunut. Kuluneeseen uomaan ei ole tullut kasvillisuutta, joka sitoisi kiintoainesta. Pajuista roikkuvista oksista on nähtävissä, kuinka korkealla virtaus on ylivirtaama-aikoina.



KUVA 13. Uomaan kallistuneita pajuja (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Erosion vähentämiseksi ja kiintoaineen kulkeutumisen estäminen on mahdollisella pohjapatokatjetutuksella. Uoma on syvä, joten patoaminen ei nostaisi vettä tasamaalle saakka. Ketjutusta tarvitsisi tehdä ennen ojien yhtymäkohtaa, koska pienempiä vesimääriä on helpompi hallita kuin suuria. Ojien yhtymäkohdan jälkeiseen uomaan tarvitsee myös jatkaa pohjapatokatjetutusta, koska uoma ja sen tilanne on samanlainen. Kohteet 8 ja 9 ovat tämän kohteen yläpuolisella valuma-alueella. On todennäköistä, ettei pelkällä pohjapatokatjetutuksella pystytä vähentämään kohteen eroosioalttiutta merkittävästi.

Kohde 8: Pohjapatokatjetutus

Kohde 8 sijaitsee edellisen kohteen pohjoisesta päin tulevassa uomassa. Valuma-alue on 1400 ha. Ennen kohdetta Jylhänkylästä tulevaan uomaan liittyy Vapon turvetuotantoalueelta tuleva oja. Vesiensuojeluratkaisuna oja on kaivettu ylisyväksi, minkä takia virtaus hidastuu selvästi. Yhtymäkohdan jälkeen uomaan on kerääntynyt lietettä. Ojan ympärillä on tehty avohakkuu eikä uoman reunaan ole jätetty puustoa. Uoman pohjalla on varmaan ollut lietettä aikaisemmin, mutta hakkuun jälkeen paikoin uoman reunoista on lähtenyt veden vaikutuksesta maa-ainesta liikkeelle (kuva 14). Pohjapatokatjetutuksella vähennetään lietteen kulkeutumista alavirtaan ja hidastaa virtausta, mikä vaikuttaisi positiivisesti kohteen 8 tilanteeseen. Kohde 9 sijaitsee tämän kohteen yläpuolella.



KUVA 14. Valtaojaan kerääntynyttä kiintoainesta (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Kohde 9: Pintavalutuskenttä

Tervajärvi on Jylhänkylässä sijaitseva laaja suoalue. Puusto on hieskoivua ja mäntyä, joiden kasvu on parempaa ojien läheisyydessä. Suon läpi kulkevan tien ympärillä on puutonta nevaa tai vähäpuustoista suota (kuva 15). Yläpuolinen valuma-alue on 1020 ha. Valuma-alue on pääosin hiekkamoreenia ja alavilla kohdilla turvemaata. Yläpuolisen valuma-alueen vedet virtaavat Tervajärven reunaan pitkin kaivetussa ojassa, mutta osa vedestä kulkee suon läpi. Nykyinen uoma voitaisiin tukkia ja johtaa vedet kokonaan suon läpi pintavalutuksena, mikä hidastaisi virtausta ja pidättäisi yläpuolisen valuma-alueelta tulevaa kiintoainesta ja ravinteita. Valuma-alue ei ole erityisen herkkä eroosiolle, mutta ojan alapuolella on nähtävissä voimakasta eroosiota (kohde 7). Toimenpiteellä pystyttäisiin vähentämään eroosioriskiä virtausnopeuden hidastuessa alapuolisella valuma-alueella.



KUVA 15. Tervajärvi (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

8.3 Vatajanjoen osavaluma-alue

Kohde 10: Pohjapato

Mustaojaan laskeva oja kerää vedet pääosin Pöytäkankaan ja Hirsimäen väliseltä alueelta. Valuma-alue on 48 ha. Mustaojan ja tien välissä vesi virtaa metsitetyn pellon läpi, jossa uomaan on paikoin kasvanut mm. mesiangervoa, muttei sammalta (kuva 16). Laskekohdassa ei ole juurikaan maa-ainesta sitovaa kasvillisuutta. Koska sitovaa kasvillisuutta ei ole kehittynyt paljoa uomaan, on aina riski, että ylivirtaamien aikoina Mustaojaan päätyy kiintoainetta. Kohteen valuma-alue ei ole laaja, joten kasvillisuuden vähäisyys ei riipu virtaamasta. Tämän takia vesiensuojelurakenne on hyvä kohdistaa suoraan eroosioalttiin kohteeseen. Pohjapadolla voidaan hidastaa virtausta, mikä vähentäisi eroosiota. Tien kohdalta uoma on matala, mutta syvenee Mustaojaa kohti. Uoman mataluuden takia pohjapatoketjutus ilman uoman syventämistä on haasteellista.



KUVA 16. Metsitetyn pellon läpi virtaava oja (Kuva: Teija Mäkelä 2014)

Kohde 11: Laskeutusallas ja pohjapato

Mukankanavaan liittyvä oja kerää valumavedet 470 ha alueelta. Uoman virtaus ei ollut voimakasta, vaikka valuma-alue on laaja. Yläpuolisella valuma-alueella on metsätalouden lisäksi maataloutta ja turvetuotantoa. Voi olla, että Vapon tekemät vesiensuojelurakenteet tasaavat yläpuolisen valuma-alueen virtausta. Ennen puroa oja kulkee noin 200 m pellon reunaa. Ojan suulle on kerääntynyt kiintoainesta, jota löytyy myös huomattavasti pellon reunaa kulkevasta uomasta (kuva 16). Vesi virtaa ennen puroa kapeana virtana lietteen keskellä. Kiintoaineen kulkeutumista pystyttäisiin vähentämään laskeutusaltaan ja pohjapadon yhdistelmällä.



KUVA 16. Uomaan on kerääntynyt lietettä (Kuva: Teija Mäkelä)

Liete on todennäköisesti kerääntynyt ojaan vuosien saatossa, mutta määrä on huolestuttava. Voi olla, ettei nykyään tapahtuva kuormitus ole suurta. Liete lähtee helposti liikkelle, esimerkiksi kosketuksen seurauksesta, virran mukaan. Yläpuolisessa uomassa ei ollut nähtävissä voimakasta eroosiota. Osa kiintoaineesta on todennäköisesti uoman vieressä olevalta pellolta. Toimenpide olisi varmistus, ettei kiintoaines päädy suoraan puroon. Rakenne hyödyttäisi metsätalouden lisäksi maataloutta. Mielestäni virtaama ei ole liian voimakas laajasta valuma-alueesta huolimatta pohjapadon ja laskeutusaltan yhdistelmälle.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää työtapa uomaerosion tutkimiseen valuma-alueetasolla ja löytää eroosioherkkiä kohteita. Työ esittää yhden visuaalisen tavan lähestyä aihetta. Työ oli osana Parkanon Kuivasjärven kunnostussuunnitelmahanketta, jolle oleellista oli löytää potentiaalisia vesiensuojelukohteita. Vastaavanlaisia opinnäytetöitä on tehty Jukajärven (Kiiskinen 2013) ja Pieksjärven (Kiviluoma 2009) valuma-alueilla. Näissä opinnäytetöistä pystyy näkemään, minne maastokäynnit on kohdennettu, mutta ei erityisesti neuvota maastotöiden suuntaamisessa. Tämä opinnäytetyö voi antaa seuraavalle samankaltaiselle työlle paremmat lähtökohdat ja helpottaa maastotöiden suunnittelua.

Koska jokainen valuma-alue on omanlaisensa, ei systemaattista ohjeistusta uomaerosion tutkimisesta pysty antamaan. Jos valuma-alue on laaja, kannattaa kohdistaa maastokäyntejä eikä tutkia tarkkaan jokaista uomaa. Maastokohteiden valitsemisessa kannattaa hyödyntää mahdollisimman paljon paikkatietoaineistoja ja –analyyssejä. Aineistoissa voi olla virheitä ja analyysit pohjautuvat laskelmiin ja yleistyksiin. Ne eivät kerro todellisuutta, mutta toimivat apuna maastotöiden suunnittelussa.

RiverLifeGIS:n eroosioriskimallinnusta kannattaa käyttää hyväksi, kun suunnittelee, mihin uomiin maastohavainnointia olisi hyvä suunnata. Eroosiomallinnusta ei kannata yksistään käyttää maastotöiden suunnittelussa, koska se antaa liian herkästi suuren eroosioriskin moneen uomaan, varsinkin puroille, joille, laskuojille ja osalle kokoojajojista. Malli tekee paljon yleistyksiä. Se ei huomio esimerkiksi uoman kasvillisuutta tai tilaa (oja, joki, luonnontilainen tai perattu puro), mitkä vaikuttavat olennaisesti eroosioalttiuteen.

Kaikkien eroosioalttiiden tilanteen toteaminen maastossa olisi työlästä. Uomaerosion tutkimisessa kannattaa käyttää kohdennettua maastohavainnointia. On todennäköistä, etteivät uoman ominaisuudet muutu voimakkaasti lyhyellä matkalla, jos siinä ei ole erityistä eroosioalttiutta voimakkaan kaltevuuden tai hienojakoisen maalajin takia. Yksittäisten paikkatietoaineistojen, kuten korkeusmallin ja maaperäaineistojen, avulla maastotöitä voidaan suunnata kohteille, joissa todennäköisesti tapahtuu eroosiota tai on kerääntynyt kiintoainesta.

Maastohavaintojen kohdistamista haasteellisempaa on tunnistaa tapahtuva uomaerosio. Eroosiotilanne voi vaikuttaa toisen silmissä pienemmältä kuin toiselle henkilölle. On hyvä tunnistaa, että vuoden aikana pieneltä vaikuttava kiintoainekuormitus voi kasvaa useiden vuosien aikana huomattavaksi. Voimakkaasti erodoituneet uomat on helppo tunnistaa, mutta niissä huomattavin eroosio on jo tapahtunut. On vaikeaa tunnistaa, kuinka paljon eroosiota tapahtuu vielä. Nykyään tapahtuvan eroosioalttius näkyy uoman maa-aineksen ollessa suorassa vaikutuksessa veden kanssa. Kannattaa kuitenkin miettiä, miltä uoman kasvillisuus todennäköisesti näyttää keväällä ylivaluntojen aikana.

Eroosioalttiita kohteita voi löytää monenlaisista kohteista. Työn aikana omien havaintojeni mukaan muita eroosioalttiimpia uomia on hienojakoisilla maalajeilla. Geologisen tutkimuskeskuksen maaperäaineisto auttaa paikantamaan näitä kohteita. Uomissa, joiden valuma-alue kasvaa suureksi, on myös todennäköistä nähdä vielä tapahtuvaa eroosiota. Luonnontilaisen kaltaisissa joissa ja puroissa eroosio on uoman ominaisuuksien, kuten mutkitteluuden, kivisyyden ja tulvatasanteiden, takia perattuja uomia vähäisempää. Osa peratuista puroista näyttää nykyään valtaojilta. Näihin kannattaa kiinnittää huomioita, koska niiden valuma-alueet ovat luonnostaan laajoja. Myös metsitettyjen peltojen ojat voivat olla eroosioalttiita. Maaperän ominaisuudet muuttuvat maanviljelyn aikana. Metsityksen jälkeen peltokasvillisuus alkaa hitaasti korvautua metsäkasvillisuudella. Pelto-ojien heinäkasvillisuus vähenee niille suotuisten olosuhteiden muuttuessa. Jos metsäkasvillisuus ei korvaa nopeasti vähenevää peltokasvillisuutta, uoman kasvipeite vähenee ja maa-aines on aiempaa enemmän suorassa kosketuksessa virtaavan veden kanssa. Eroosioalttiutta saattaa näkyä myös ojassa, johon on kaivettu yhteys lähteestä. Jos pohjavettä purkautuu runsaasti, lisää tämä uoman virtausta selvästi.

Kun on löydetty eroosioalttiita kohteita, on hyvä miettiä, miten eroosiota pystytään vähentämään. Vesiensuojelutoimenpiteitä suunniteltaessa on hyvä huomioida rakenteiden toimivuuden ja mitoituksen perustuvan kohteeseen tuleviin vesimääriin. Ison pääuoman sijaan kannattaa etsiä mahdollisia kohteita esimerkiksi kosteikoille, pintavalutuskentille ja patorakenteille yläpuoliselta valuma-alueelta. Suurin eroosio syntyy tulva-aikoina. Edellä mainituilla ratkaisuilla voidaan vaikuttaa tasaavasti ylivaluntoihin.

Hankkeen aikana oli tavoite etsiä vesiensuojeluun soveltuvia kohteita. Maastotöiden aikana löytyi vesistöä kuormittavia kohteita. Vesiensuojelurakenteiden toimivuus ei ole aina tehokasta, joten toimenpide-ehdotusten vaikutusta metsätalouden vesistökuormi-

tukseen on vaikea arvioida. Kuivasjärven valuma-alueella lähes kaikki suoalueet on ojitettu järjestelmällisesti ja puroja on perattu. Valuma-alueet varastoivat vettä aikaista vähemmän ja valumavesien virtausta on nopeutettu, minkä takia ylivirtaamat ovat voimakkaita. Suurien uomien eroosiota on vaikea vähentää ilman tulvanhallintaratkaisuja, joilla tasoitetaan ylivirtaamahuippuja pidemmälle aikavälille. Pintavalutuskentiksi soveltuvia ojittamattomia vähäpuustoisia suoalueita ei juuri ole. Helposti toteutettavia kosteikkokohteita valuma-alueelta ei löytynyt. Yksi vaihtoehto on rakentaa putkipatoja soveltuville kohteille, esimerkiksi kunnostusojitusten yhteydessä. Putkipadon avulla vesien pidättäminen ojastoon saattaa olla metsänomistajan mielestä huono vaihtoehto, jos omistaja ajattelee korkean vedenpinnan aiheuttavan puustolle vaurioita, vaikkei näin pääsisi tapahtumaan hyvän suunnittelun ansiosta.

Kuivasjärven valuma-alueella löytyy vesiensuojelusta kiinnostuneita maanomistajia. Maanomistajien oma-aloitteisuudesta suoalueita on ennallistettu Kuivasjärven valuma-alueella hankkeen aikana. Maastotöiden aikana vastaan tuli myös muutamia uusia vesiensuojelurakenteita. Kuivasjärven valuma-alue on haastava vesiensuojelurakenteiden suunnittelun kannalta. Voimakkain eroosio kohdistuu pääuomiin, joissa valuma-alue kasvaa suureksi, varsinkin Vatajanjoen ja Vääräjoen osavaluma-alueilla. Tehokkain keino pääuomien eroosion vähentämiseksi ovat tulvanhallintaratkaisut, mutta aikaisemmin mainitusti kosteikoiksi ja pintavalutuskentiksi soveltuvia kohteita valuma-alueelta ei juuri löytynyt. Jos valuma-alueella on asukkaita, jotka ovat kiinnostuneita järven tilasta ja omistavat maata valuma-alueella, löytyy vesiensuojeluun soveltua kohteita myös maanomistajien toimesta. Kiinnostusta vesiensuojeluun vaikuttaisi Kuivasjärven maanomistajien keskuudesta löytyvän toteutettujen toimenpiteiden perusteella.

Keskittyminen erillisten rakenteiden tekemiseen ei riitä järven tilan parantamiseen. Eroosioalttiiden uomista lähtee virtaavan veden mukana kiintoainesta. Näihin kannattaa yrittää vaikuttaa vesiensuojelurakenteilla. Osa uomissa kulkevasta kiintoaineesta on peräisin metsätalouden toimenpidealueilta. Vesiensuojelurakenteilla pystytään vähentämään kuormituksen kulkeutumista uomissa, mutta lähtökohtaisesti pitäisi estää toimenpiteestä aiheutuva vesistökuormitus mahdollisimman hyvin. Maastotöiden aikana vastaan tuli kohteita, joissa vesiensuojelu oli huomioitu vaihtelevasti. Hakkuualueen läpi kulkevan uoman valuma-alueita ei välttämättä huomioida, koska perattu puro näyttää valtaojalta. Kuivasjärven tilaa ei merkittävästi paranna vesiensuojelurakenteet, jos ei aktiivisesti yritetä vähentää kuormituksen syntymistä. Tämä koskee myös metsätaloutta

kuin muitakin valuma-alueen maankäyttömuotoja. Vesiensuojelu pitäisi huomioida entistä paremmin. Toimenpiteissä pitäisi huomioida alueen läpi kulkevat vesiuomien valuma-alueet eikä vain rajoittua käsittelyalueeseen. Vesiensuojelun parantaminen edistää Kuivasjärven tilaa, mutta tilan näkyvä kohentuminen on hidas prosessi.

LÄHTEET

Alahuhta, J., Rintala, J. & Martinmäki, K. 2007. RiverLifeGIS vesiensuojelun tukena. Vesitalous 6/2007, 19–23. Luettu 15.3.2015.

<http://www.vesitalous.fi/vesitalous-lehdet/oikeus-veteen/>

Antikainen, M., Arrajoki-Alanen, M., Bilaletdin, Ä., Frisk, T., Heino, H., Isid, D., Joensuu, K., Lahti, J., Lehtonen, E., Luonsi, A., Moilanen, S., Peltonen, A., Salo, H. & Vainonen, A. 2014. Ehdotus Pirkanmaan vesienhoidon toimenpideohjelmaksi 2016–2021. Luonnon 1.10.2014. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Luettu 9.4.2015.

www.ymparisto.fi/download/noname/%7B700663C4-9AFF-41EC-A1A7-264481ED71AB%7D/103659

European Soil Erosion Model. 2015. Luettu 15.4.2015.

<http://www.es.lancs.ac.uk/people/johnq/EUROSEM.html>

Finér, L. 2013. Metsäojitus lisää kiintoaineen kulkeutumista vesistöihin, mutta vähentää humuskuormitusta. Tiedote 9.10.2013. Luettu 5.3.2015.

<http://www.metla.fi/tiedotteet/2013/2013-10-09-kunnostusojitus.htm>

Geologinen tutkimuskeskus. 2015. Maaperä 1:20 000 / 1:50 000. Päivitetty 27.2.2015. Luettu 1.4.2015.

http://tupa.gtk.fi/paikkatieto/meta/maapera_20_50k.html

Haapanen, M., Kenttämies, K., Porvari, P. & Sallantausta, T. 2006. Kivennäismaan uudistushakkuun vaikutus kasvinravinteiden ja orgaanisen aineen huuhtoutumiseen. Raportti Kurussa ja Janakkalassa sijaitsevien tutkimusalueiden tuloksista. Teoksessa Kenttämies, K. & Mattson, T. (toim.) 2006. Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816. Suomen ympäristökeskus, 43–62. Luettu 25.3.2015.

<http://helda.helsinki.fi/handle/10138/40492>

Hammar, T., Haapala, A., Eronen, P. & Hämäläinen, J. 2006. Kosteikoiden ja laskeutusaltaiden vesiensuojelullisesta merkityksestä metsätalouskuormitteisilla alueilla. Pohjois-Savon ympäristökeskuksen raportteja 5/2006. Luettu 2.4.2015.

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/44998>

Hiltunen, T., Jämsén, J., Joensuu, S., Heikkinen, K. & Vuollekoski, M. 2014. Opas metsätalouden vesiensuojelun suunnitteluun valuma-alueetasolla. TASO-hanke. Turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelun kehittäminen. Luettu 21.3.2015.

www.ymparisto.fi/download/noname/%7BB4D051AA-B2A5-4FED-9E57-91045CB5418C%7D/97048

Hiltunen, T., Rissanen, K. & Leinonen, A. 2011. Vesi. Teoksessa Päivinen, J., Björkqvist, N., Karvonen, L., Kaukonen, M., Korhonen, K., Kuokkanen, P., Lehtonen, H. & Tolonen, A. (toim.) 2011. Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 67, 95–111. Luettu 12.3.2015.

<http://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/mt/ymparistoopas2011.pdf>

Joensuu, S., Hynninen, P., Heikkinen, K., Tenhola, T., Saari, P., Kauppila, M., Leinonen, A., Ripatti, H., Jämsén, J., Nilsson, S. & Vuollekoski, M. 2012a. Metsätalouden vesiensuojelu. Metsätalouden vesiensuojelu -kouluttajan aineisto. TASO-hanke. Turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelun kehittäminen. Luettu 5.3.2015.
www.ymparisto.fi/download/noname/%7B0826DCC9-B85D-4F68-AE38-6CB7515E0CA1%7D/91697

Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. (toim.) 2012b. Hyvän metsänhoidon suositukset. Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. Luettu 12.3.2015.
<http://www.tapio.fi/files/tapio/verkkojulkaisut/Vesiensuojeluopas%20nettiin.pdf>

Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2013. Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu. Työopas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

Joensuu, S., Vuollekoski, M. & Karosto, K. 2006. Kunnostusojitusten pitkäaikaisvaikutuksia. Teoksessa Kenttämies, K. & Mattson, T. (toim.) 2006. Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816. Suomen ympäristökeskus, 83–90. Luettu 25.3.2015.
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/40492>

Jämsén, J. 2012. PUREVA-selvityksen tulokset. Saarijärven reitti. TASO-hanke. Turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelun kehittäminen. Luettu 31.3.2015.
www.ymparisto.fi/download/noname/%7B14807D2D-67D8-4DBB-BC38-CD70C5FECD89%7D/98645

Kenttämies, K. 2006. Metsätalouden fosfori- ja typpikuormituksen määritys. Teoksessa Kenttämies, K. & Mattson, T. (toim.) 2006. Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816. Suomen ympäristökeskus, 9–28. Luettu 27.3.2015.
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/40492>

Kiiskinen, T. 2013. Jukajärven valuma-alueen kunnostustarpeen arviointi. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Karelia-ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Luettu 25.4.2015.
<https://www.theseus.fi/handle/10024/55739>

Kiviluoma, P. 2009. Pieksjärven vesiensuojeluhanke. Tuloksen Surnuinjoen valuma-alueelta. Metsätalouden koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Luettu 25.4.2015.
<http://www.theseus.fi/handle/10024/5142>

KUHA-taulukon käyttöohje. Päivitetty 12.2.2014. Luettu 1.4.2015.
www.ymparisto.fi/download/noname/%7B0B6F3BAB-CC77-43EB-89BA-B5EE750AC7B1%7D/96739

Kuivasjärven kansanliike Parkanossa, Pirkanmaalla. 2015. OSK Lumimuutos. Luettu 1.4.2015.
<http://www.lumi.fi/kuivasjarven-kansanliike-parkanossa-pirkanmaalla>

Kuoppala, M., 2015. Parkanon Kuivasjärven valuma-alueen kunnostustarpeen arviointi. Environmental Engineering. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Luettu 3.4.2015.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87587/Kuoppala_Mirjami.pdf?sequence=1

Leinonen, A. 2009. Paikkatiedon hyödyntäminen kunnostusojitusten vesiensuojelun suunnittelussa. Metsätalouden vesiensuojelupäivät 29.–30.9.2009 Oulu. Luettu 20.3.2015.

http://www.tapio.fi/files/tapio/Vesiensuojelup_iv_t_09/Leinonen_Antti.pdf

Marttila, H., Tammela, S. & Kløve, B. 2008. Johdatus virtavesien prosesseihin. Teoksessa Ahola, M. & Havumäki, M. (toim.) 2008. Purokunnostusopas. Käsikirja metsäpuurojen kunnostajille. Ympäristöopas. Kainuun ympäristökeskus & Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 15–18. Luettu 2.4.2015.

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38835>

Mattson, T., Ahtiainen, M., Kenttämies, K. & Haapanen, M. 2006. Avohakkuun ja ojituksen pitkäaikaisvaikutukset valuma-alueen ravinne- ja kiintoainehuuhtoumiin. Teoksessa Kenttämies, K. & Mattson, T. (toim.) 2006. Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816. Suomen ympäristökeskus, 73–81. Luettu 28.3.2015.

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/40492>

Piirainen, S. 2007. Päätehakkuun ja maanmuokkauksen vaikutus metsän vesi- ja ravinnevirtoihin. Metsätieteen aikakauskirja 3/2007, 302–306. Luettu 27.3.2015.

<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff07/ff073302.pdf>

Pohjapadot- ja kynnykset. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Päivitetty 18.12.2014. Luettu 13.4.2015.

[http://www.ymparisto.fi/fi-](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ ja_kynnykset)

[FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ ja_kynnykset](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ ja_kynnykset)

Pollari, M. 2005. Parkanon Kuivasjärven kuormitusselvitys ja alustava kunnostussuunnitelma. Ympäristötekniikan osasto. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Päivänen, J. 2007. Suot ja suometsät. Järkevän käytön perusteet. Helsinki: Metsäkustannus Oy.

RiverLifeGIS. 2015. The Water Information System for Europe. WISE-RTD. Luettu 15.4.2015.

<http://www.wise-rtd.info/en/info/riverlifegis>

Saari, P., Finér, L. & Laurén, A. 2009. Metsätaloudessa vesistöjen ja pienvesien suojavyöhykkeille asetetut tavoitteet ja niiden toteutuminen. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 124. Luettu 28.4.2015.

www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp124.pdf

Seppälä, M. 2014. Metsätalouden vesistökuormitus ja vesiensuojelusuositukset. Luettu 28.4.2015.

<http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/taso-metsatalouden-vesiensuojelu-ekp.pdf>

Sillanpää, P., Bilaletdin, Ä., Kaipainen, H., Frisk, T. & Sallantaus, T. 2006. Metsätalouden aiheuttaman kuormituksen laskentamenetelmä. Pirkanmaan ympäristökeskus. Suomen ympäristö 817. Luettu 25.3.2015.

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/40652>

TASO-hanke. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Päivitetty 19.12.2014. Luettu 30.3.2014.

<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/TASOhanke>

Tuukkanen, T. 2010. RiverLifeGIS -paikkatietotyökalun soveltuvuus turvemetsätalouden ojaeroosioriskin arviointiin. Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. Oulun yliopisto. Diplomityö. Luettu 19.4.2015.

<http://www oulu.fi/poves/pages/publ/dipl/tapiotuukkanen.pdf>

Maanmittauslaitos. 2015. Vanhat painetut kartat tulivat verkkopalveluun. Lehdistötiedote 09.12.2013. Luettu 1.4.2015.

<http://www.maanmittauslaitos.fi/tiedotteet/2014/01/vanhat-painetut-kartat-tulivat-verkkopalveluun>

Maastotietokanta. 2010. Maanmittauslaitos. Päivitetty 1.4.2010. Tietoaaineisto.

<https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>

VALUE- Valuma-alueen rajaustyökalu. 2015. Suomen ympäristökeskus. Päivitetty 1.4.2015. Luettu 28.3.2015.

http://www.syke.fi/fi-FI/Palvelut/Ymparistotietojarjestelmat/Vesistotietojarjestelma/Valumaaluejarjestelma/VALUE_valumaalueen_rajaustyokalu

Valuma-aluejako. 2010. Suomen ympäristökeskus. Paikkatietokanta.

<http://www.d3.ymparisto.fi/d3/aineistolataus.htm>

Vanhat painetut kartat. 221109_1959.jpg. Peruskartta 1:20 000. Maanmittauslaitos. Luettu 18.3.2015.

<http://vanhatpainetutkartat.maanmittauslaitos.fi/>

Vanhat painetut kartat. 221204_1959.jpg. Peruskartta 1:20 000. Maanmittauslaitos. Luettu 18.3.2015.

<http://vanhatpainetutkartat.maanmittauslaitos.fi/>

Vanhat painetut kartat. 221205_1959.jpg. Peruskartta 1:20 000. Maanmittauslaitos. Luettu 18.3.2015.

<http://vanhatpainetutkartat.maanmittauslaitos.fi/>

Vanhat painetut kartat. 221207_1959.jpg. Peruskartta 1:20 000. Maanmittauslaitos. Luettu 18.3.2015.

<http://vanhatpainetutkartat.maanmittauslaitos.fi/>

Vanhat painetut kartat. 221208_1959.jpg. Peruskartta 1:20 000. Maanmittauslaitos. Luettu 18.3.2015.

<http://vanhatpainetutkartat.maanmittauslaitos.fi/>

Vesiensuojelun suunnittelun kehittäminen valuma-alueetasolla. 2014. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Päivitetty 3.7.2014. Luettu 9.3.2015.

http://www.ymparisto.fi/fi-FI/TASOhanke/Metsatalouden_vesiensuojelun_kehittaminen/Vesiensuojelun_suunnittelun_kehittaminen_valumaalueetasolla

Vesiensuojelurakenteiden kartoitustyökalu. Käyttöohje v. 1.0. Suomen metsäkeskus 2012. Luettu 30.3.2015.

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BF8CF024F-FA9F-46F4-83F6-7F1D82A9978B%7D/91704>

Wall, A. 1998. Peltomaan muutos metsämaaksi. Metsitettyjen peltojen maan ominaisuudet, kasvillisuuden kehitys ja lajimäärä. Metsätieteen aikakauskirja 3/1998, 443–450. Luettu 24.3.2015.

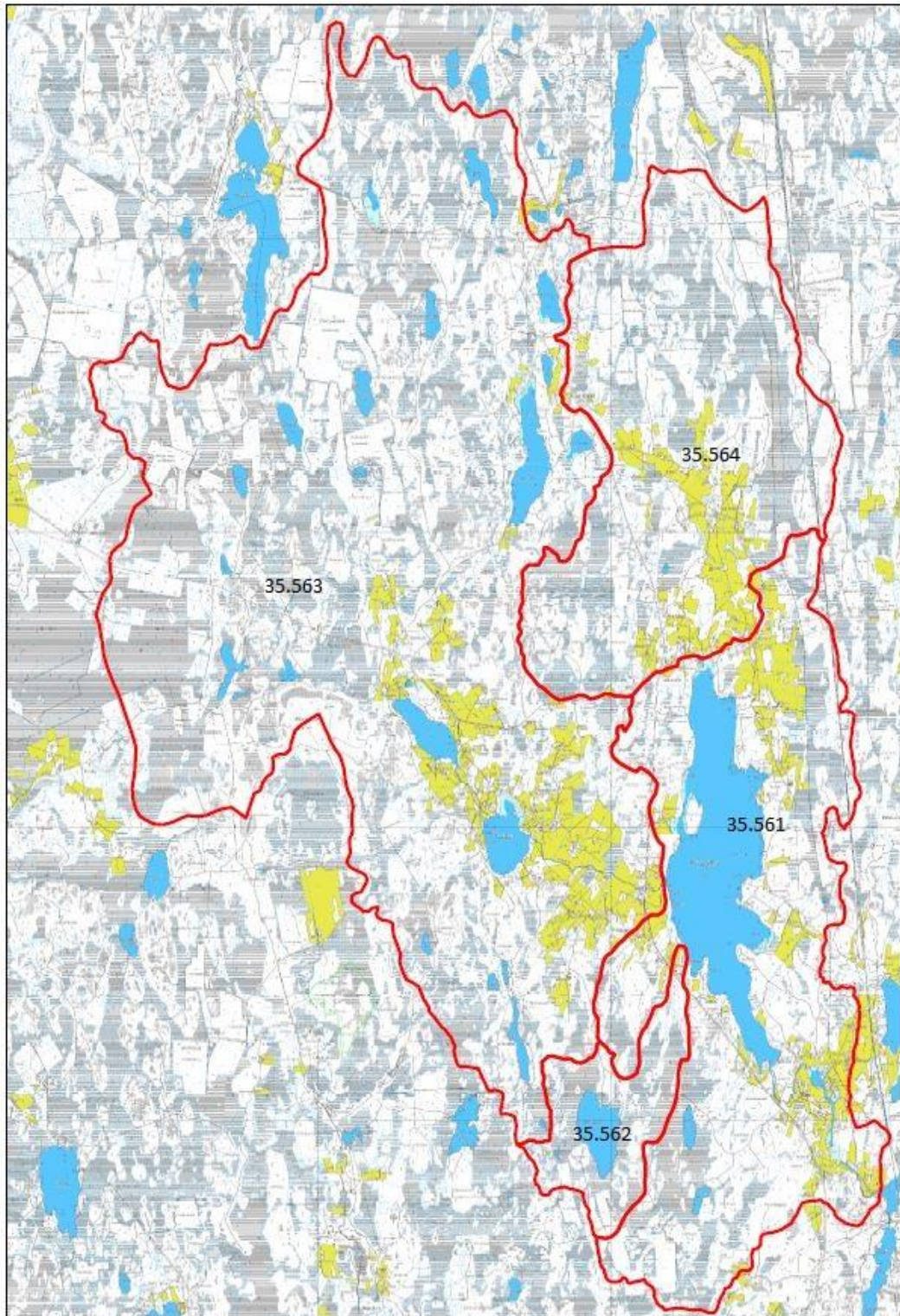
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff98/ff983443.pdf>

Water Erosion Prediction Project. 2015. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Päivitetty 3.4.2015.

<http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=10621>

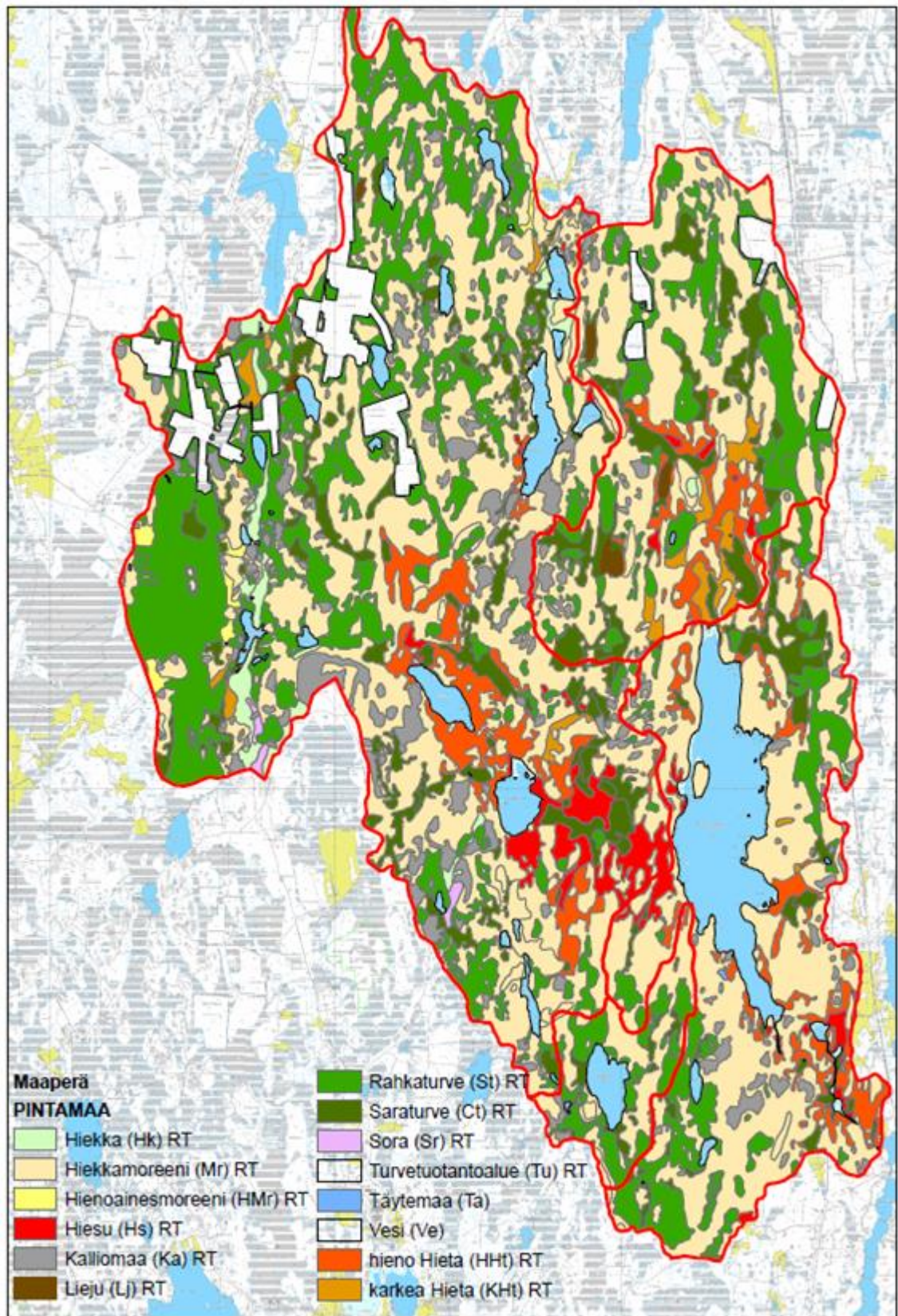
LIITTEET

Liite 1. Kuivasjärven 3. jakovaiheen osa-valuma-alueet



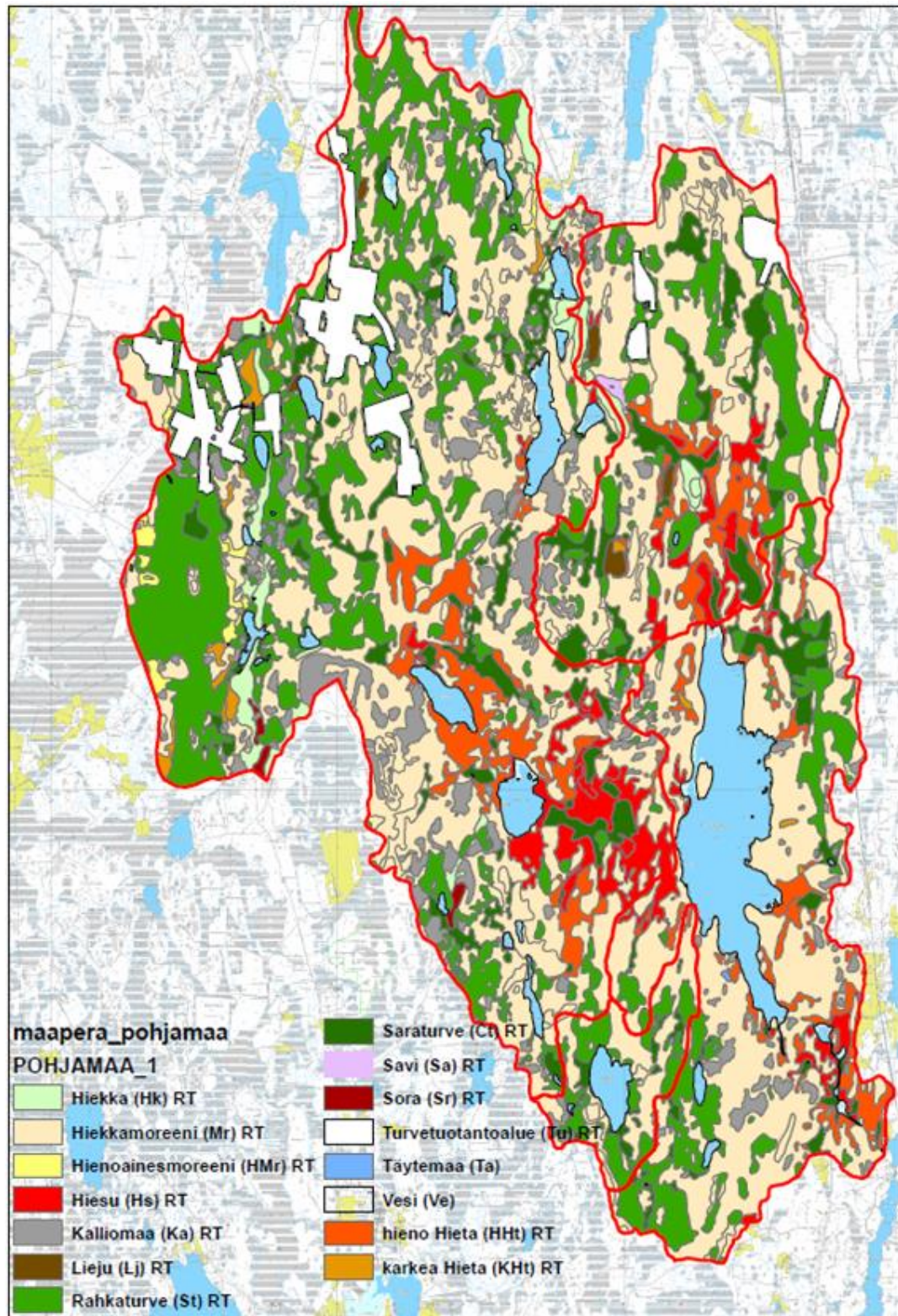
Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

Liite 2. Pinta-maalaji



Maaperäkartta 1:20 000 © Geologian tutkimuskeskus 2014; Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

Liite 3. Pohjamaalaji

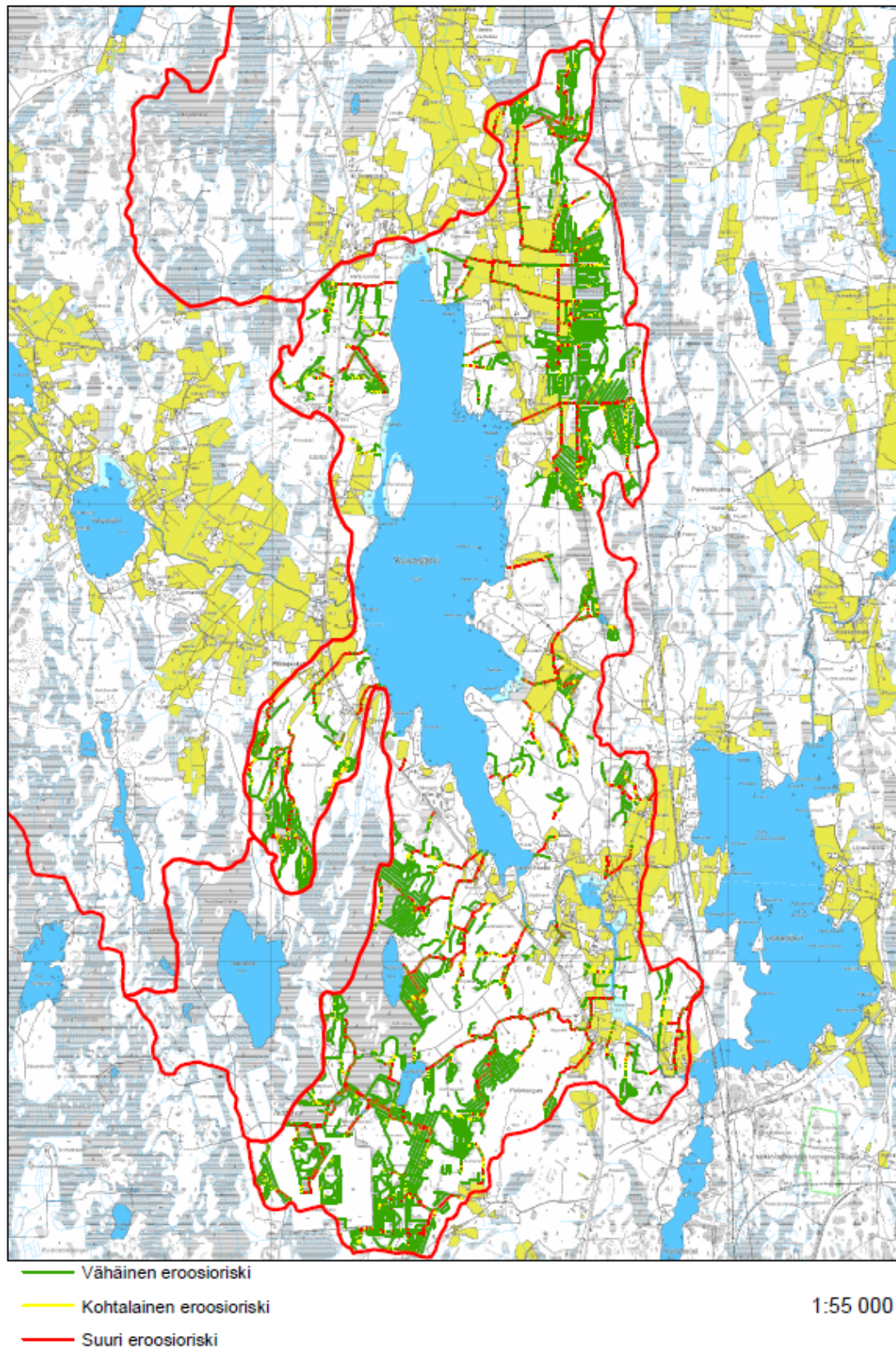


Maaperäkartta 1:20 000 © Geologian tutkimuskeskus 2014; Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

Liite 4. Kuivasjärven valuma-alueen uomaerosioanalyysi

1 (4)

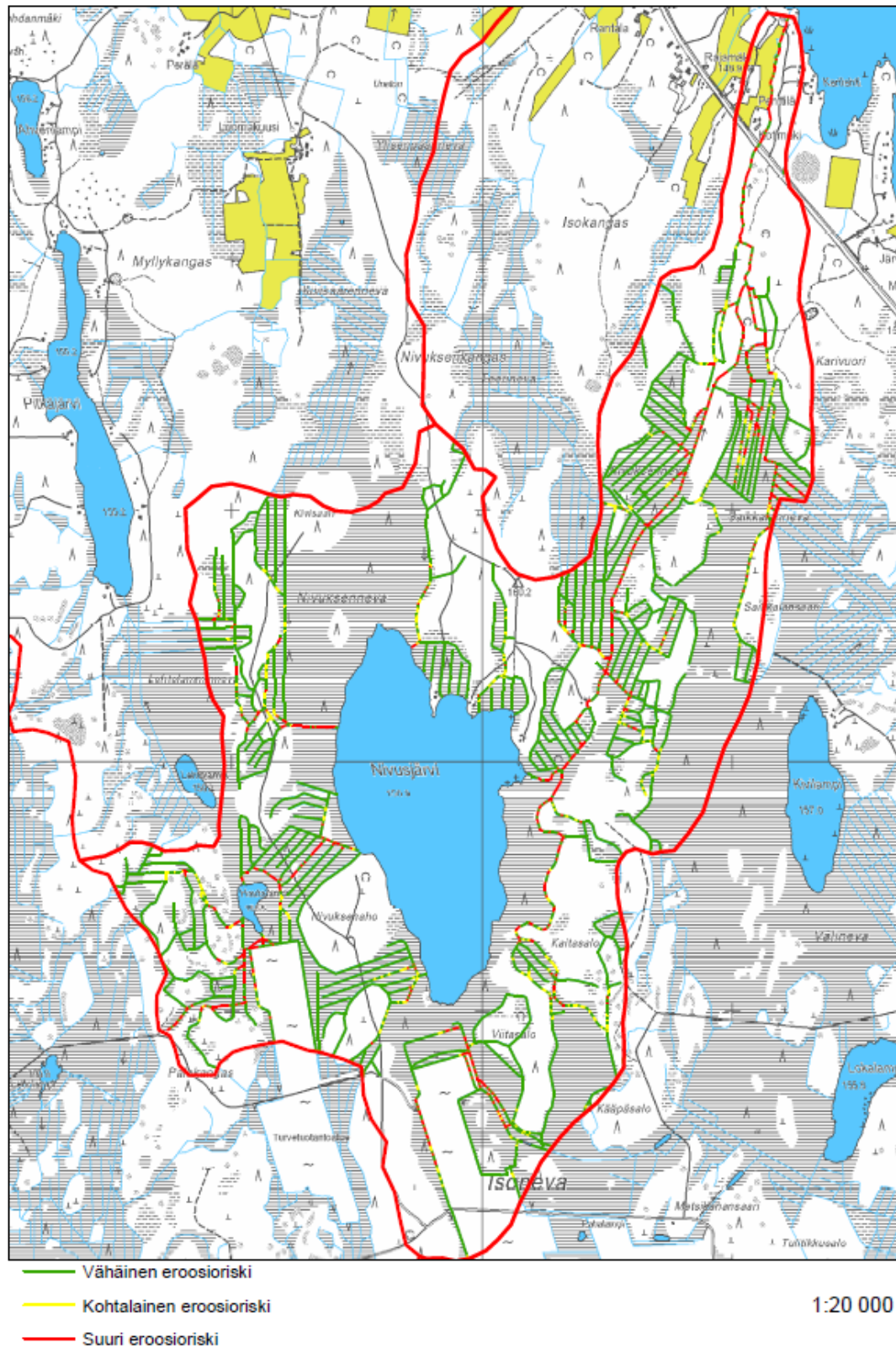
Kuivasjärven lähivaluma-alue



Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

(jatkuu)

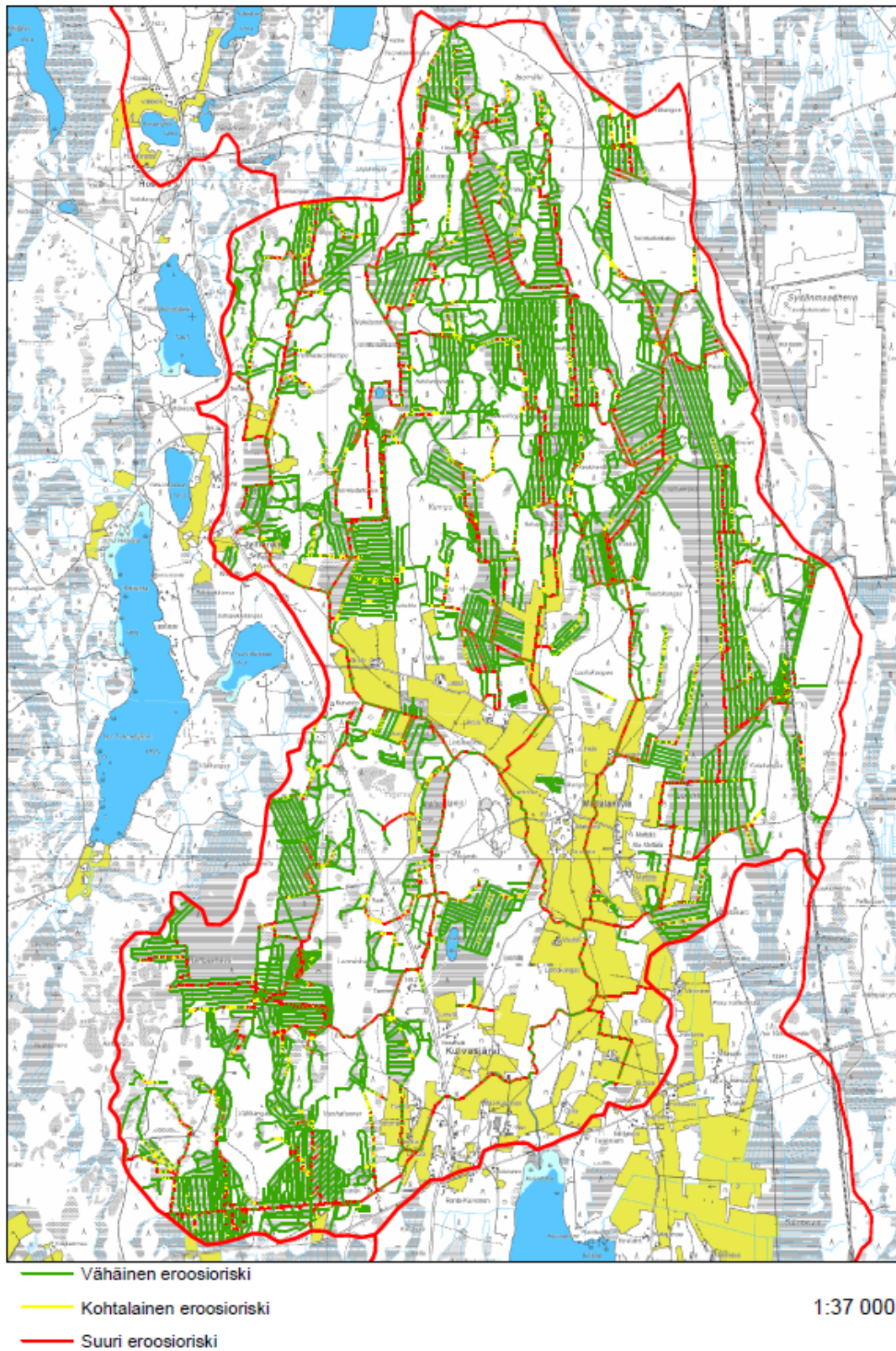
Nivusjärven valuma-alue



Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

(jatkuu)

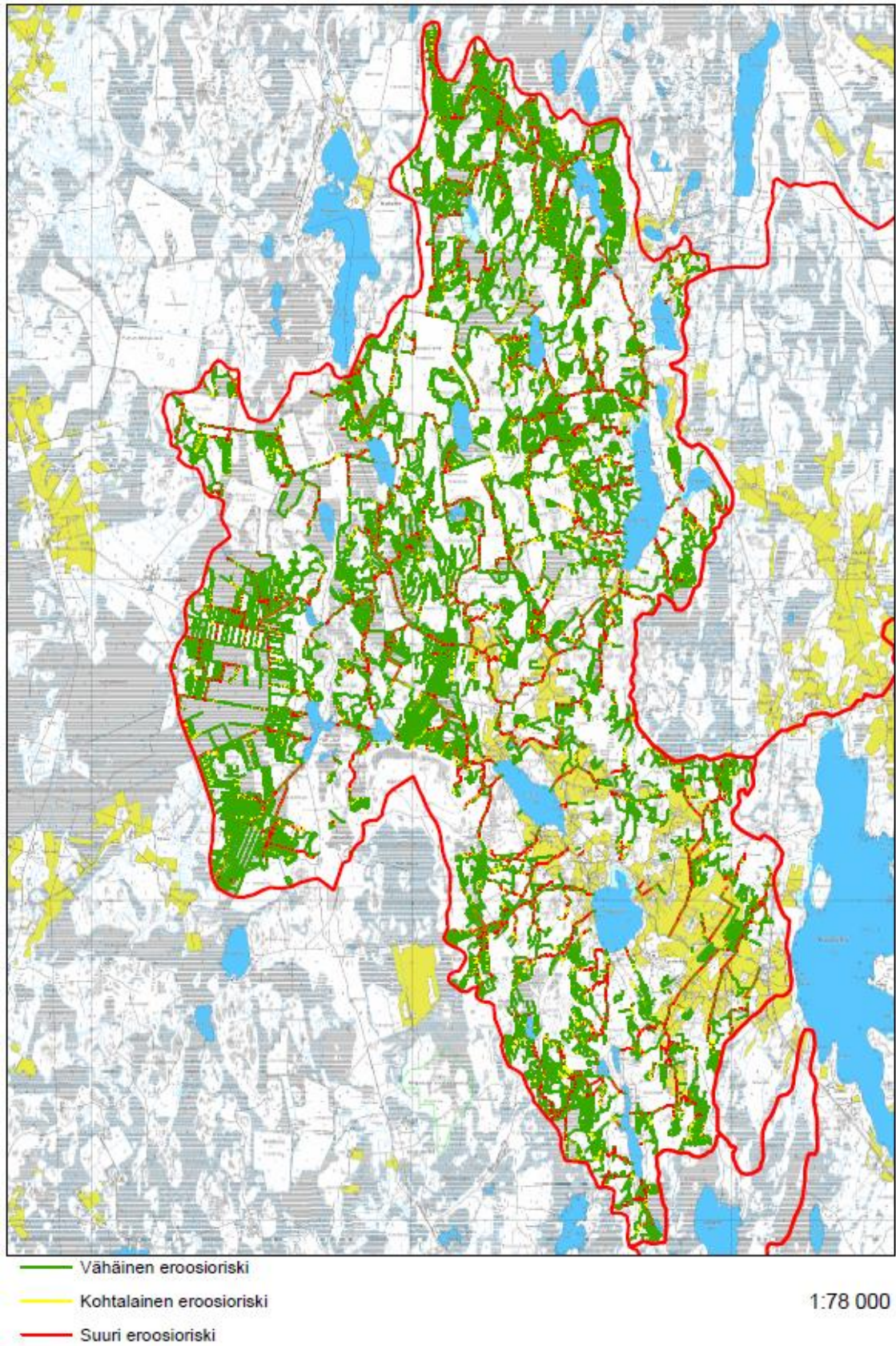
Vääräjoen valuma-alue



Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

(jatkuu)

Vatajanjoen valuma-alue

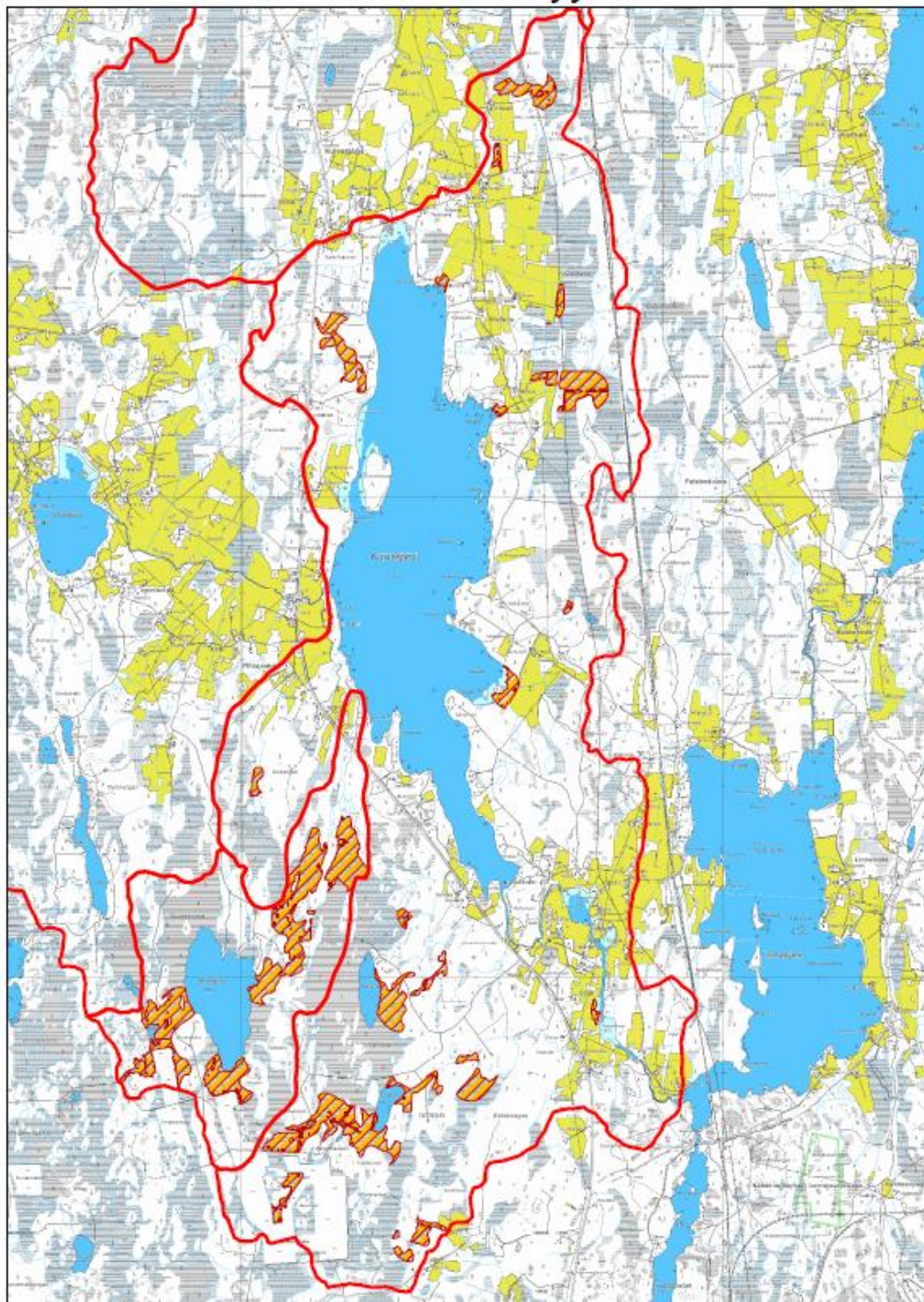


Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

Liite 5. Kosteikko- ja pintavalutuskenttäanalyysi

1 (3)

Kuivasjärven lähivaluma-alue ja Nivusjärven valuma-alue



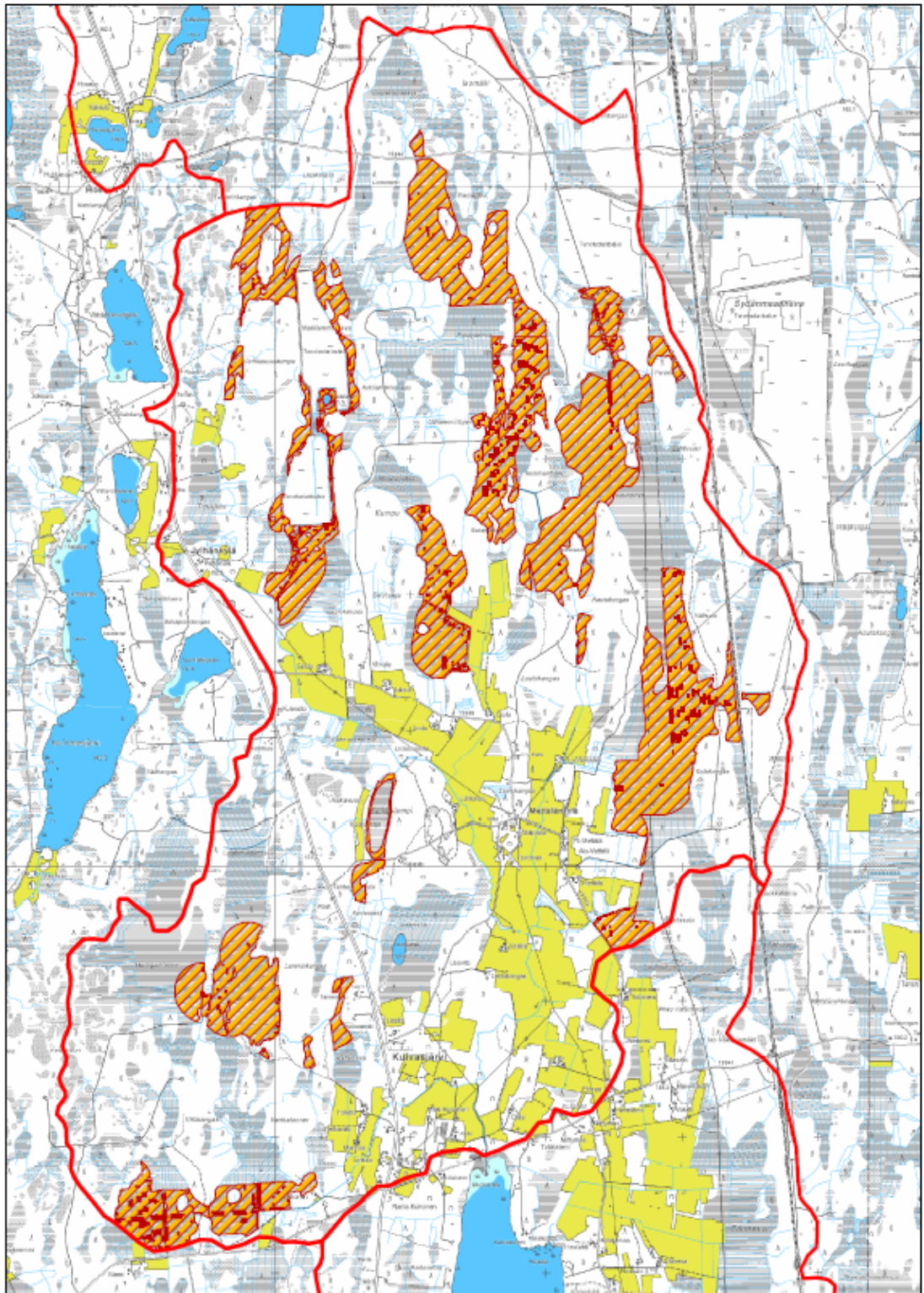
 kosteikko

1:54 000

Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

(jatkuu)

Vääräjoen valuma-alue



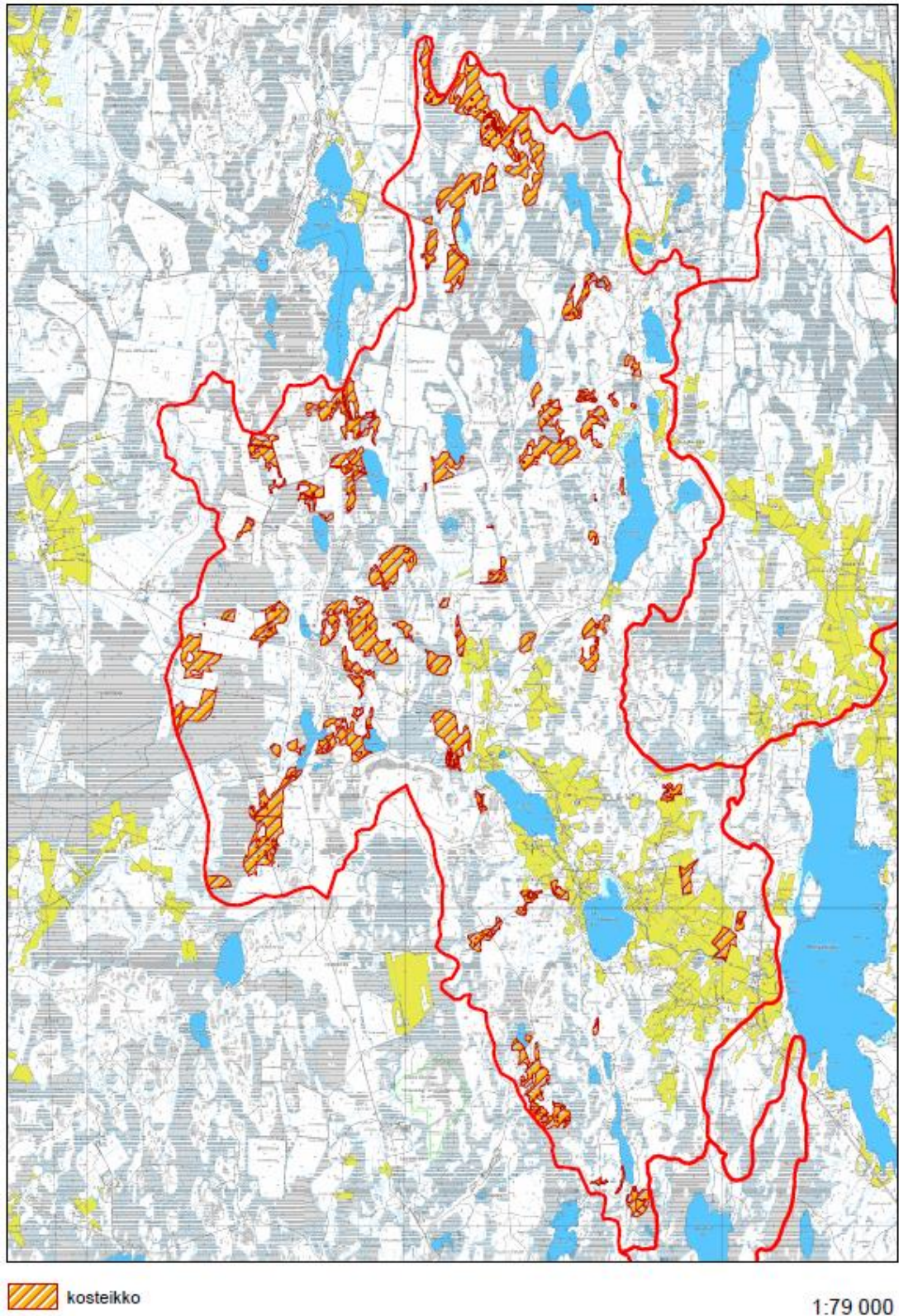
 kosteikko

1:38 000

Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

(jatkuu)

Vatajanjoen valuma-alue



Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

Maastotarkastuslomakkeen täyttöohje

pohjana käytetty soveltuvin osin Etelä-Savon ja Kaakkois-Suomen metsäkeskusten maastotarkastuslomaketta ja niihin liittyvää ohjeistusta

Maastolomakkeen tarkoituksena on koota tietoa jo toteutettujen ojitusten vesiensuojelun tilasta (seurantalomake) sekä auttaa uusien kunnostusojitusalueiden vesiensuojelurakennetarpeiden paikallistamisessa. Seurantatarkastelussa on kerrallaan yksi 3.jakovaiheen valuma-alueen valumalohkon ojitusalueen purkautumislohko.

Ojituslohkon purkupisteet, eli pisteet, josta alueen vesi purkautuu purkuvesistöön, määritellään kartalta/maastossa. Ojitusalue jaetaan purkupisteiden mukaisesti purkautumislohkoihin, kuitenkin niin, että purkautumislohko VOI OLLA LAAJEMPI KUIN OJITUSALUE. (Eli mukaan voidaan ottaa ojitushankkeiden ulkopuolella olevia, samaan purkupisteeseen laskevia ojia).

Kullekin purkautumislohkolle täytetään oma lomake.

Perustiedot

Tila(t)

tilat, joiden alueella tarkastelussa olevat ojat sijaitsevat

Valuma-alue:

Valuma-alueella tarkoitetaan ympäristöhallinnon 3. jakovaiheen vesistötunnusta (esim. 35.442).

Valuma-lohko:

Valumalohko on osa 3. jakovaiheen valuma-aluetta.

Valumalohkon vedet laskevat vesistöön tai puroon yhden tai useamman purkupisteen kautta. Valumalohkot ovat siten valumalohkon purkupisteestä tarkasteltuna käsitteilyltään ja/tai ominaisuuksiltaan yhtenäisiä valuma-alueita. Valuma-lohkojen pinta-ala voi vaihdella hehtaareista joihinkin satoihin hehtaareihin.

Valumalohkon tunnus on kaksiosainen. Tunnuksen ensimmäinen osa on valumalohkon tunnus. Tunnus saadaan antamalla 3.jakovaiheen valuma-alueen lohkoille kirjaintunnus juoksevasti A-O:n. (esim. A). Toinen osa muodostuu valumalohkon purkuvesistölle annetusta tunnuksesta.



Kuva 1. Ympäristöhallinnon 3. jakovaiheen valuma-aluejako vasemmalla ja oikealla em. valuma-alue jaettuna pienempiin valuma-aluelohkoihin.



Purkuvesistö:

Purkuvesistöllä tarkoitetaan vesilain mukaisia vesistöjä. Myös puro lasketaan purkuvesistöksi. Puron luonnontilan muuttaminen perkaamalla ei muuta vesistöstatusta. Valumalohkojen purkuvesistöjen tunnuksat saadaan numeroimalla valumalohkon sisällä olevat purkuvesistöt juoksevasa järjestyksessä.



Kuva 2. Valuma-lohkon (vihreä viiva) purkuvesistö (sininen viiva).

Ojituslohko:

Valuma-lohko jaetaan edelleen pienemmiksi, ojituksen kannalta mielekkäiksi kokonaisuuksiksi (esim. tietyn alueen aiemmat toteutetut ojitus hankkeet).

Ojituslohkon tunnus koostuu valumalohkon tunnuksesta sekä ojitusalueelle erikseen annettavasta kirjaintunnuksesta (a-ö)

Ojituslohkon laskuojan purkupiste:

Purkupisteen koordinaatit määritetään ja/tai kohde merkitään vähintäänkin kartalle.

Purkautumislohko

Purkautumislohko muodostuu ojituslohkon eri purkautumispisteisiin laskevista ojakokonaisuuksista. Kuvassa 3 olevat ojat laskevat samaan purkautumispisteeseen, joten ko. ojituslohkolla on vain yksi purkautumislohko. Purkautumislohkon tunnus koostuu valumalohkon tunnuksesta (A-O), ojituslohkon tunnuksesta (a-ö) sekä purkulohkolle annettavasta järjestysnumerosta (1 -).





Kuva 3. Vihreä viiva kuvaa ojituslohkoa ja aniliininpunainen pallo purkupistettä.

Aiemmat ojitukset

- aiemmat hanketiedot
- ojituslaji tarkastelussa olevalla alueella
- koko hankkeen hyötyala / tarkastelussa olevan alueen hyötyala ha

Tarkastelussa olevien valuma-alueiden ojahankkeet on tallennettu MapInfoon, joten tietojen tulisi löytyä helposti. Kertokaa mahdollisista puutteista ja virheistä!

Lannoitukset

- *karttaliite
 - aiemmat hanketiedot
 - käytetty lannoite, määrä kg/ha sekä koko hankkeen hyötyala / tarkastelussa olevan alueen hyötyala ha
- Tarkastelussa olevien valuma-alueiden lannoitushankkeet (Virrat) on tallennettu MapInfoon, joten tietojen tulisi löytyä helposti. Kertokaa mahdollisista puutteista ja virheistä!

Puusto

- pääpuulaji
- ojituslohkon keskimääräinen puustonmäärä (m^3/ha) saadaan luotsista – huom! metsäsuunnitelmien ajantasaisuus!
- maastossa kannattaa mitailla, ainakin jos ms-tiedot vanhat
- aiempien hankkeiden puustotiedot (jos papereista löytyy)
- > kasvu $m^3/ha/v$ eri aikajaksoilla (?)
- kasvu luotsista?

Kasvupaikka

alueen suo/turvekangastyypit (ms kuviot luotsista)

- Luotsi
- aikaisemmat hankkeet
- nykytilan tiedot- maastossa!
- VMI-aineisto

maaperätiedot kuvioille: gtk:n sekä luotsi-tiedot – jos maastossa näyttää, että tiedoissa "virhe" korjataan tiedot maastohavaintojen pohjalta



LUONTOKOHTTEET

*ojituslohkolla olevat luontokohteet tulostetaan luontotietojärjestelmästä kartalle
Jos alue on pohjavesialueella -> pohjavesiluokka merkitään lomakkeeseen

- **Luontokohteiden säilyminen**

1= ei muutosta
2= kohteessa ja sen ominaispiirteissä havaittavissa muutoksia
3= kohde "menetetty"

Sanallinen arvio syistä, jotka ovat johtaneet kohteen luontoarvojen heikkenemiseen.

- **Mahdolliset uudet maastossa havaittavat luontokohteet**

*kohteet piirretään kartalle ja numeroidaan
kuviointi ja tietojen kerääminen
sanallinen kohdekuvaus – selvitys siitä minkä tyyppisestä kohteesta on kyse
luontokohteen puustotiedot puulajeittain (ppa, rinnankorkeus läpimitta, keskipituus, ikä)
kuviotiedot: kehitysluokka
alaryhmä; 1= kangas, 2= korpi, 3= räme, 4= neva, 5=letto
kasvupaikka; 1= lehto tai vastaava suo (ja ruohoturvekangas), 2= lehtomainen kangas, vastaava suo ja ruohoturvekangas,
3= tuore kangas, vastaava suo ja mustikkaturvekangas, 4=kuivahko kangas, vastaava suo ja puolukkaturvekangas, 5=
kuiva kangas, vastaava suo ja varputurvekangas, 6= karukkokangas, vastaava suo (ja jäkäläturvekangas), 7= kalliomaa ja
hietikko
maalaji
lahopuun määrä m3/kuvio (karkea arvio)

PURKUPISTE

Arvioidaan lasku-uoman merkitystä kuormituksen kannalta. Onko purkupisteessä merkkejä nykyhetkellä, tai vasta tapahtuneesta kuormituksesta, joka tulee todennäköisesti jatkumaan (esim. seuraava kevätulva). Selvästi aikaisemmin tapahtuneita merkkejä kuormituksesta ei arvioida (esim. vesistön puolelle muodostuneet "deltat").

1= purkupisteessä ei näy ollenkaan merkkejä tuoreesta kuormituksesta.

2= Purkupisteessä on merkkejä ajoittain tapahtuvasta kuormituksesta. Purkupisteen tuoreet liestymät ovat niin vähäisiä, etteivät ne vaikuta vedenvirtaukseen.

3= Purkupisteessä merkkejä vasta tapahtuneesta/ylhä jatkuvasta kuormituksesta. Liestymät ovat tukkineet myös lasku-uomaa, jo se voi olla pahimmassa tapauksessa kokonaan tukossa. Purkupisteen läheisyyteen on voitu tehdä laskeutusallas, joka on täyttynyt niin, että kevätulvien aikaan altaasta irtoaa aikaisemmin kasautunutta ainesta. Umpeenkasvaneeseen ojaan voi sammalen päälle olla keräytynyt tuoretta kiintoainesta.

- **Vesiensuojelutarve purkupisteessä (1990–2000 –luvun hankkeet)**

Vesiensuojelutarve purkupisteessä arvioidaan nykyhetken perusteella. Arvioinnissa otetaan huomioon silmämääräisesti purkupisteelle tuleva kuormitus (purkupisteen tila) sekä arvioitu vesiensuojelun toimivuus.
Toimivuus

1= ei välitöntä vesiensuojelutarvetta, purkupisteelle ei kohdistu silmämääräistä kiintoainekuormitusta. Jos purkupisteelle kohdistuu silmämääräistä kiintoainekuormitusta, tulee vesiensuojelun kokonaistoimivuuden olla vähintään tyydyttävä.

2=välitön vesiensuojelutarve, purkupisteelle kohdistuu silmämääräisesti havaittavaa kiintoainekuormitusta, joka pääsee vesistöön tai puroon. Purkupisteen vesiensuojelun taso on huono.



Jos purkupisteellä havaitaan merkkejä vasta tapahtuneesta kuormituksesta tulee tähän etsiä syitä etsiä ylempää purkautumislohkon/valumalohkon uomista. Havainnointi tapahtuu silmämääräisesti, jolloin pystytään arvioimaan lähinnä kiintoainekuormitusta. Toisaalta kiintoainekuormitus voi ilmentää myös jossakin määrin ravinnekuormitusta. Ravinnekuormitus voi ilmetä selvästi ympäristöstään poikkeavana kasvillisuutena purkupisteessä ja purkuvesistön puolella purkupisteen kohdalla.

- **Purkupisteen alapuolinen alue**

tarkasteltavan purkupisteen alapuolisen alueen laajuus vaihtelee tapauskohtaisesti mm. maastonmuotojen mukaisesti

onko havaittavissa selkeää liettymistä?

1= ei merkkejä liettymisestä, 2= merkkejä ajoittain tapahtuvasta liettymisestä, 3= merkkejä vasta tapahtuneesta/ jatkuvasta liettymisestä

poikkeavaa kasvillisuutta?

1= kasvillisuus ei poikkeava, 2= kasvillisuudessa nähtävissä rehevöitymistä

Tietoja purkupisteen tilasta käytetään hyväksi, kun arvioidaan purkautumislohkon ja sitä kautta koko valumalohkon nykytilaa ja vesiensuojelutarvetta Koko valumalohkon vesiensuojelutarvetta arvioitaessa otetaan huomioon purkupisteen vesiensuojelutarpeen lisäksi mm. tiedot valuma-alueen kuormitukseen vaikuttavista pysyvistä ominaisuuksista (maalajit, kaltevuudet), toimenpidemääristä ja tyypeistä.

Jos purkupisteen tila on huolestuttava, kohdennetaan tarkempi tarkastelu myös ojitusalueen yksittäisiin ojiin

OJAT, JOISSA EROOSIOTA (irtoamista ja kasaantumista) on havaittavissa, merkitään ja nimetään kartalle

Maastossa arvioidaan uoman syöpymistä ja lietteiden kasaantumista tällä hetkellä. Ojassa voi tarkastelupisteessä olla liestymiä, jotka ovat syntyneet kun ojan luiskat ovat sortuneet tai liestymät ovat tulleet ylempää uomasta. Yleensä vanhassa uomassa, jonka luiskat ovat stabiloituneet, liestymät tarkastelupisteessä kertovat ylempänä tapahtuvasta eroosiosta, jonka lähde on syytä selvittää. Ylempänä irronnut aines kasaantuu paikoille, jossa virtausnopeus hiljenee. Itse uoman pohja ei näissä paikoissa syövy. Uoman pohjan syöpyminen voi tunnistaa siitä, että ojan syvyys kasvaa. Vesi voi olla kaivertanut pohjan selvästi alemmaksi, kuin se on ollut alun perin kaivun jälkeen. Tätä voi havainnoida alaosaan jyrkästä luiskan muodosta. Keskkikarkeilla ja karkeilla moreenimailla, ojan pohjan syöpyminen lakkaa yleensä siinä vaiheessa, kun ojan pohjan leikkauspinnasta on huuhtoutunut hienempi aines pois ja jäljelle on jäänyt eroosiota kestävä karkea aines. Syöpyvillä maatuoneilla turvemilla ojan pohja voi syöpyä kivennäismaahan asti, jonka laadusta riippuen eroosio loppuu.

Eroosio

1= uomassa ei eroosiota tai liestymiä, luiskat ovat stabiloituneet, eikä ojan pohjalla näy tasajakoista hienojakoista kiintoainesta

2= uomassa on paikoitellen vähäisiä liestymiä, jotka eivät vaikuta veden virtaukseen

3 = uomassa on runsaasti liestymiä, joiden takia uoman profiili muuttunut ja tilavuus on selvästi pienentynyt, kasaantunut kiintoainesta on hienojakoista ja tasajakoista.

4= ojan luiskat ovat pysyneet muodossaan, vesi on kuluttanut ojan pohjalle kapean uran, jossa vesi virtaa. Virtaukselle altis uoman osa on hienojakoista tai maatunutta turvetta.

5= Uoman luiskat ovat paljaat. Roudan sulaminen keväällä irrottaa ojan luiskista uutta kiintoainesta. Luiskista ja ojan pohjasta irronnut kiintoaine tai turve ei ole kasaannut pysyvästi ojan pohjalle, vaan se kulkeutuu alajuoksulle, varsinkin tulva-aikoina keväällä ja syksyllä. Ojan koko (isompi) ja luiskan muoto poikkeavat selvästi kaivun jälkeisestä

- Lisäksi maastossa arvioidaan syöpyneiden ojien **maaperä; maa-/ turvelaji sekä turpeen paksuus sekä tehdään vesiensuojelliset korjausehdotukset**



AIEMMAT VESIENSUOJELUTOIMET JA NIIDEN TOIMIVUUS

Toimenpiteiden toimivuuden arvioinnissa pyritään arvioimaan kuormituksen pääsyä vesistöön ja rakenteiden korjaus/täydennystarvetta.

Kohteet merkitään ja numeroidaan kartalle

- **Laskeutusaltaat** – arvioidaan vain, jos tehty

Toimivuus

1=HYVÄ laskeutusaltaan mitoitus on riittävä, se ei sijaitse tulvavyöhykkeellä, altaassa on jäljellä reilusti vapaan veden tilavuutta. Alapuolisessa uomassa ei ole merkkejä altaan läpi kulkeutuneesta kiintoaineesta.

2=TYDYTTÄVÄ, laskeutusaltaan toiminta on osittain riittämätöntä, mutta altaalla on kuitenkin selvä positiivinen vaikutus. Vajavainen toiminta voi johtua liian pienestä mitoituksesta sijainnista tai osittaisesta täyttymisestä. Altaan alapuolella voi olla vähäisiä merkkejä läpi kulkeutuneesta kiintoaineesta.

3=HUONO, laskeutusaltaalla ei ole merkitystä vesiensuojelun kannalta. Allas on täytynyt täydellisesti. Tulva-aikaiset vedet irrottavat vähän veden aikana pidättynyttä kiintoainesta uudelleen liikkeelle. Altaan alapuolella on selviä merkkejä altaan läpi kulkeutuneesta kiintoaineksestä.

Syy

Jos laskeutusaltaan toiminta on arvioitu tyydyttäväksi tai huonoksi, tulee syy yksilöidä

- 1= toimenpide alimitoitettu
- 2=väärä sijoitus (tulvavyöhyke)
- 3=maaperän kaltevuus
- 4=allas täynnä

Korjausehdotukset (tekstinä)

- **Perkaamattomat/umpeutuneet laskuojat**

Arvioidaan onko vesistöön laskevassa laskuojassa umpeen kasvanutta/perkaamatta jätettyä osuutta, jolla on merkitystä vesiensuojelun kannalta. Ojan vesiensuojelullinen toimivuus arvioidaan aina ojan purkupisteestä.

Toimivuus

1=HYVÄ. Laskuojan ja vesistön välissä on "riittävän pitkä pätkä" umpeenkasvanutta ojaa. Ojan pohjat ja luiskat ovat paksun rahkasammalen peitossa ja vesi virtaa osittain rahkasammalen seassa. Ojassa ei ollenkaan kasvipeitteetöntä pintaa. Rahkasammaleeseen pidättyy tehokkaasti kiintoainesta. Tulva-aikana vesi ei välttämättä sovi kokonaan ojaan vaan se levittäytyy osittain ojan ulkopuolelle.

2= TYDYTTÄVÄ. Laskuojaan on muodostunut vedenvirtausta hidastavaa ja kiintoaineista sitovaa kasvillisuutta. Ojassa ei ole yhtenäistä rahkasammalpeitettä ja ojan pohjan kasvillisuus voi koostua ruohoista ja heinistä. Perkaamattoman ojan osuus voi myös olla liian lyhyt suhteessa vesimäärään, jolloin lievää liettymistä on havaittavissa myös uoman perkaamattomassa osassa.

3= HUONO. Laskuojassa ei ole ennen vesistöä osuutta, jossa olisi vedenvirtausta hidastavaa ja kasvillisuutta sitovaa kasvillisuutta. tai umpeenkasvanut/perkaamaton oja on niin lyhyt/liettynyt, ettei sillä ole merkitystä vesiensuojelun kannalta. Pelkästään ojaluisissa olevalla kasvillisuudella ei ole merkitystä veden virtauksen hidastamisessa ja kiintoaineen sitomisessa.

Huom. Laskuojissa, jossa virtaa ympäri vuoden paljon vettä ei varsinaisen perkaamattoman uoman pituudella ole merkitystä, jos ojan pohjalla ei ole vedenvirtausta hidastavaa ja kiintoainesta pidättävää kasvillisuutta.



Liukoisten ravinteiden pidättyminen laskuojaan on yleensä joka tapauksessa erittäin vähäistä liian pienen viipymän takia.

Huom. Vaikka laskuoja on tällä hetkellä umpeenkasvanut, eikä kiintoainekuormitusta pääse purkupisteelle asti, voidaan ojaa tulevaisuudessa joutua perkaamaan yläpuolisen alueen kuivatustehon ylläpitämiseksi. Tällöin vesiensuojelun kannalta on syytä muistaa jättää vesistön ja perattavan uoman välille riittävästi perkaamatonta uomaa.

Syy

Jos perkaamattoman/umpeutuneen ojan toiminta on arvioitu tyydyttäväksi tai huonoksi, tulee syy yksilöidä
1= liian lyhyt
2=kasvillisuutta ei ole/ liian vähän

Korjausehdotukset (tekstinä)

- **Pintavalutuskentät**

Toimivuus

1=HYVÄ. Pintavalutuskentän mitoitus ja kaltevuus on riittävä. Alapuolisella alueella ei ole merkkejä kentän läpi kulkeutuneesta kiintoaineesta eivätkä ympäröivät alueet ole kärsineet vettymishaitoista.

2=TYDYTTÄVÄ. Pintavalutuskentän toiminta on osittain riittämätöntä, mutta kentällä on kuitenkin selvä positiivinen vaikutus. Vajavainen toiminta voi johtua liian pienestä mitoituksesta sijainnista tai oikovirtauksista. Kentän alapuolella voi olla vähäisiä merkkejä läpi kulkeutuneesta kiintoaineesta.

3= HUONO. Pintavalutuskentällä ei ole merkitystä vesiensuojelun kannalta. Alueen alapuolella on selviä merkkejä kentän läpi kulkeutuneesta kiintoaineksestä.

Syy

sanallinen arvio pintavalutuskentän tyydyttävästä tai huonosta toimivuudesta

Korjausehdotukset (tekstinä)

- **Muut rakenteet**

kuten kaivukatkot, pohjapadot, rinteeseen laskut

Toimivuus

1= HYVÄ. Rakenteen mitoitus on riittävä. Alapuolisella alueella ei ole merkkejä läpi kulkeutuneesta kiintoaineesta.

2=TYDYTTÄVÄ. Rakenteen toiminta on osittain riittämätöntä, mutta sillä on kuitenkin selvä positiivinen vaikutus. Rakenteen alapuolella voi olla vähäisiä merkkejä läpi kulkeutuneesta kiintoaineesta.

3= HUONO. Rakenteella ei ole merkitystä vesiensuojelun kannalta. Alueen alapuolella on selviä merkkejä läpi kulkeutuneesta kiintoaineksestä.

Syy

sanallinen arvio pintavalutuskentän tyydyttävästä tai huonosta toimivuudesta

Korjausehdotukset (tekstinä)



• **Vesiensuojelun kokonaistoimivuus**

Vesiensuojelun toimivuutta arvioitaessa otetaan huomioon etenkin perkaamattomien/umpeenkasvaneiden lasku-uomien sekä laskeutusaltaiden ja pintavalutuskenttien toimivuus. edellä mainittujen vesiensuojelurakenteiden toimivuus tällä hetkellä.

Toimivuus

1=HYVÄ, kun perkaamattoman ojan/umpeenkasvaneen osan osuus laskuojasta on riittävä, että sillä selvä merkitys kiintoaineen pidättymiseen. Mahdollinen kiintoainekuormitus on pidättynyt laskuojan yläjuoksulle tai yläpuoliseen laskeutusaltaaseen/pintavalutuskenttään. Vesi virtaa purkupisteessä osittain sammalen seassa niin että perkaamattoman uoman/umpeenkasvun merkitys olisi yksistään hyvä myös ilman laskeutusallasta. Perkaamattoman/umpeenkasvaneen uoman toimivuuden tulee olla hyvä, jotta kokonaistoimivuus olisi hyvä.

2=TYDYTTÄVÄ, kun perkaamattomien/umpeenkasvaneiden ojien toimivuus on vähintään tyydyttävä, jos mahdollisesti purkupisteen yläpuolelle tehty laskeutusallas toimii vähintään tyydyttävästi. Kokonaistoimivuus on tyydyttävä, myös ilman laskeutusallasta/pintavalutuskenttää, kun mahdollinen kiintoainekuormitus pysähtyy suurimaksi osaksi perkaamattoman uoman matkalle, eikä järveen pääse silmin havaittavaa kiintoainekuormitusta. Jos perkaamattoman/umpeutuneen ojan toimivuus on huono, ja purkupisteeseen tulee kiintoainekuormitusta, tulee lasku-uomassa olla laskeutusallas, jonka toimivuus on vähintään hyvä. Tällöin kokonaiskuormitus on korkeintaan tyydyttävä.

3=HUONO, kun perkaamattoman ojan toimivuus on huono, eikä lasku-uomassa ole hyvin toimivaa laskeutusallasta.

Korjausehdotukset (tekstinä)

PINTAVALUTUKSEEN JA ENNALLISTETTAVIKSI SOPIVIEN KOHTEIDEN LÖYTÄMINEN

- ☞ suojavyöhykkeet
- ☞ pintavalutuskentät
- ☞ kosteikot
- ☞ lähteet
- ☞ suot

☞ kiinnitetään huomiota ojittamattomiin ojitusalueen osiin, luonnontilaisiin pikkusoihin (ei METE) sekä ennallistettaviin ojitusalueen osiin ja pikkusoihin, jotka palvelisivat pintavalutuskenttänä vesistöön päin tai olisivat monimuotoisuuden kannalta merkityksellisiä ennallistettavia kohteita (pienehköt, puuttomat/vähäpuustoiset paksuturpeiset läpivirtausuot, joilla selvä korkeusero)

☞ sekä kosteikoksi sopiviin alueisiin – luonnostaan jo kosteikkomaisia – ojaa "leventämällä synnyttäviä" – laskeutusaltaan ja pintavalutuskentän yhdistelmiä – tms.
huom. toimivia kun kuormitus suurta – valuma-alueelta tuleva kuormitus olisi hyvä sisältää metsätalouden lisäksi myös peltoja, haja-asutusta...

KUNNOSTETTAVAT OJAT

Kuvioidaan kunnostusojitettava alue metsänhoidon tarpeen mukaisiin kuvioihin

Metsänhoitokoodit:

- 1A= ojalinjoiden raivaus (2,5 m + 2,5 m)
- 1B= ojalinjoiden raivaus (4 m + 1 m)
- 2= puuston raivaus laskeutusaltaan ja läjityspaikan alueelta



3= taimikonhoito
4=nuorenmetsän kunnostus
5= harvennus
6= uudistaminen
7= lannoitus
8= ei toimenpiteitä

Riskiluokituksen 2-3 alueilla sekä maaperältään eroosioherkillä eli luokkien 3-4 alueilla olevat kunnostettavat ojat otetaan tarkempaan tarkasteluun. Tarkastelussa otetaan huomioon vain ne ojat, joiden kunnostaminen katsotaan tarpeelliseksi. Täydennysojituksessa tarkastelu tehdään suunnitellulta oja-alueelta.

Ko. alueiden ojien maa-/turvelaji, turpeen paksuus ja turpeen maatuneisuus määritellään maastossa sekä suunnitellaan ojakohtaiset vesiensuojeluratkaisut (kuten perkaamatta jättäminen, kaivukatkot, pohjapadot, laskeutuskuopat). Tavoitteena on maastotarkastelun perusteella tunnistaa eroosioalttiit kunnostettavat uoman osat.

Ojan nimi ja havaintopiste (koordinaatit tai etäisyys laskusuunnassa olevaan seuraavaan ojien yhtymä/risteyskohtaan, tai piste kartalla)=> oltava selkeä, sillä pisteen sijainti tallennetaan myös paikkatietoon.

- Maalaji:

Tarkastelupisteestä arvioidaan alueen pääasiallinen maalaji (ei huomioida ojan pohjalle mahdollisesti tulleita liestymiä). Tietoja verrataan numeerisen maaperätietokannan tietoihin.

- Turpeen paksuus:

Ojan kohdalta mitataan turvekerroksen paksuus. Paksuus ilmoitetaan metrin kymmenesosan tarkkuudella.

- Turpeen maatuneisuus:

Turpeen maatuneisuuden määrittelyssä käytetään kymmenportaista von Postin turpeen maatuneisuuden luokittelua. Määrittelyn tavoitteena on tunnistaa eroosioherkät maatuneet turpeet.

OJITUSLOHKON VESIENSUOJELU

alueelle suunniteltavat vesiensuojelurakenteet merkitään kartalle ja tarvittavat maastotiedot kootaan muistiin

Vesiensuojelullisesti olisi hyvä miettiä jo tässä vaiheessa vesien hajauttamista eri purkupisteisiin, jolloin päästäisiin toteuttamaan pienempimittakaavaisia vesiensuojeluratkaisuja. Ihanteellinen valuma-aluekoko olisi 15–30 ha.

Rakenteiden mitoituksen vaatimat puuttuvat taustatiedot

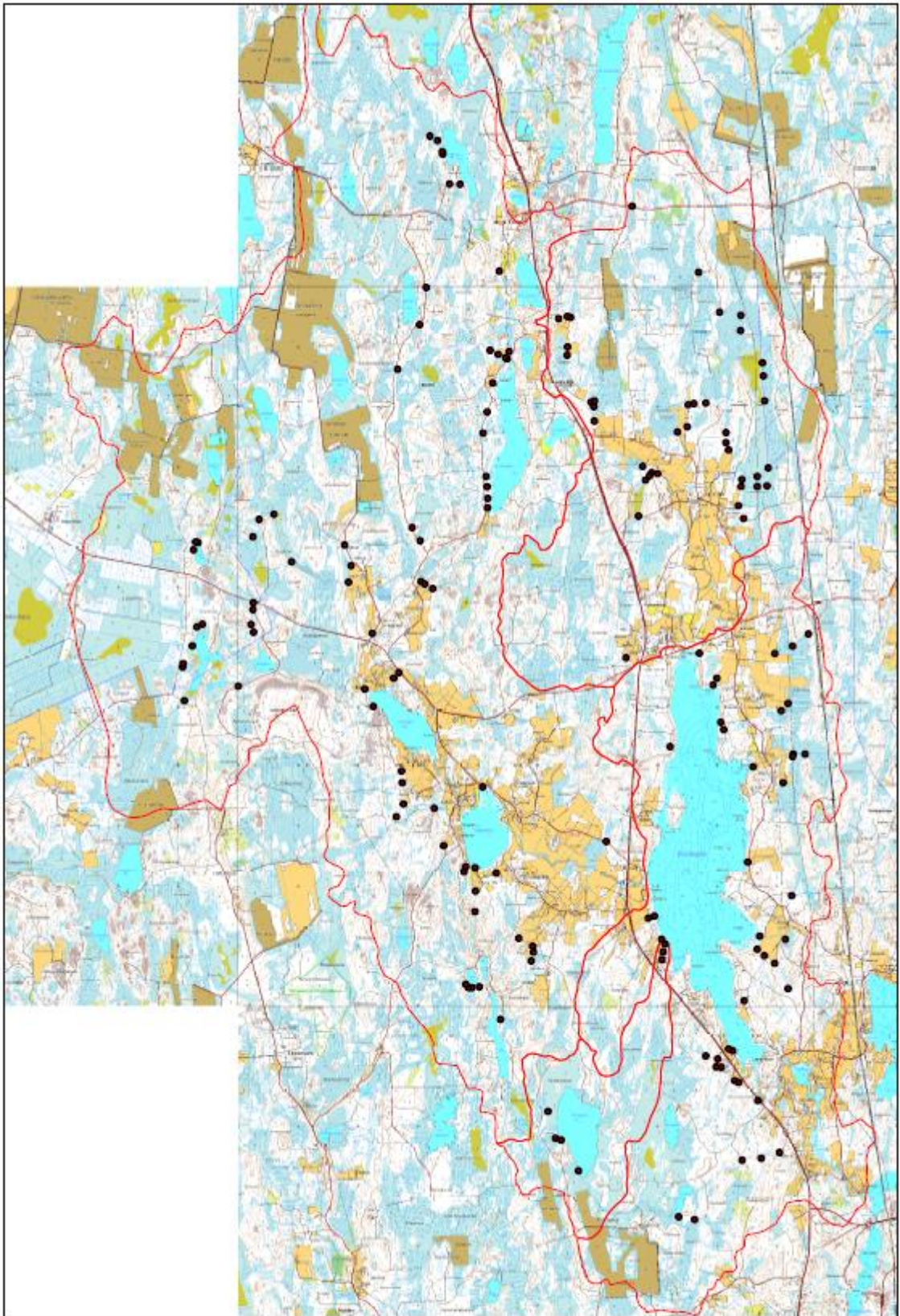
Turvallisuus+ muuta huomioon otettavaa



Liite 7. Maastolomake, eroosioherkkyys

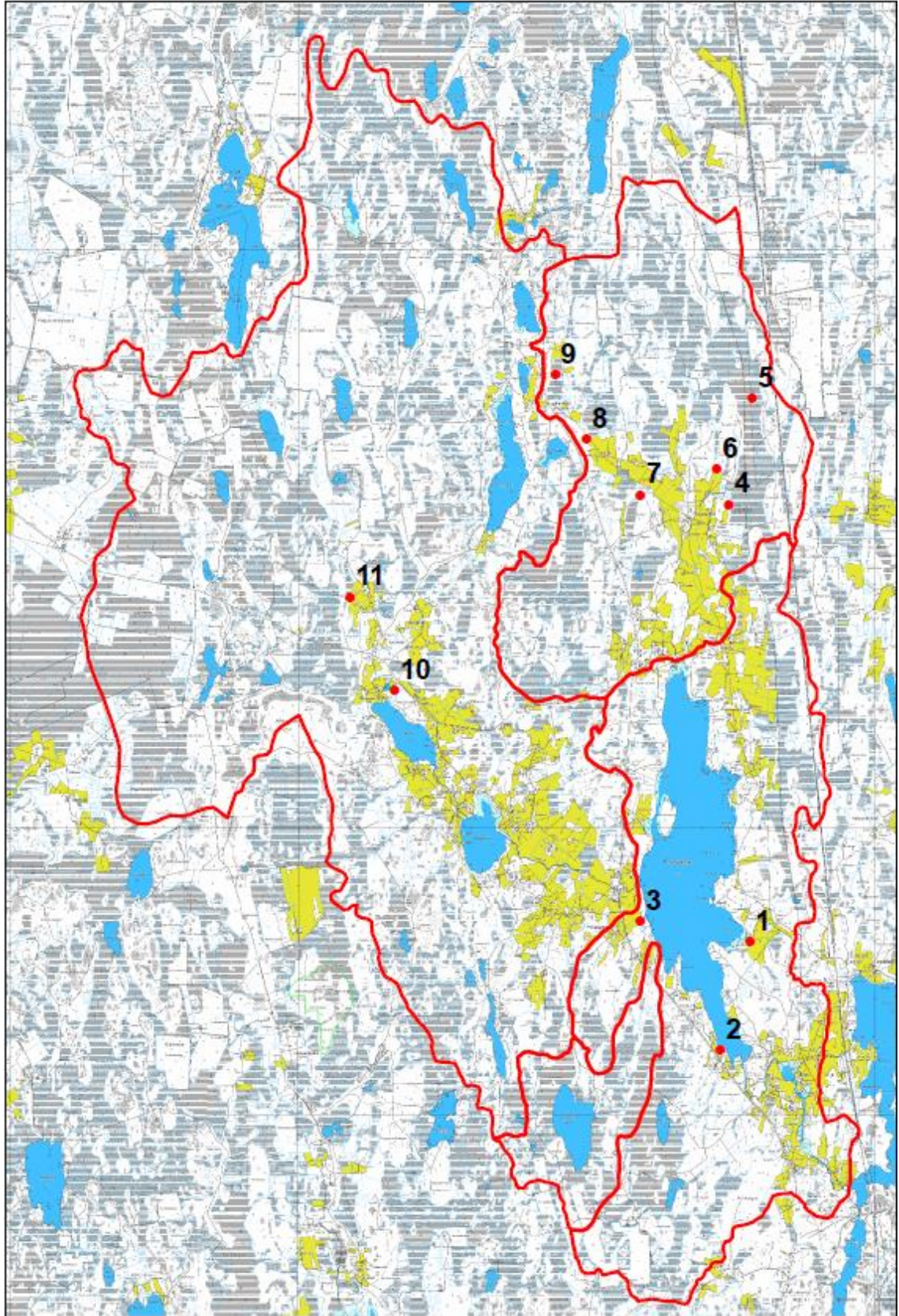
MAALAJI	eroosioherkkyys (1-4)
Turve yli 1 m	1
Mr, SMr	1
Turve 0,4-1 m alla kallio	1
Turve 0,4-1m alla Mr, SMr	2
Soistuma, alla Mr, SMr	2
lajittunut HMr	3
Turve 0,4-1m alla lajittunut HMr	4
Soistuma alla lajittunut HMr	4

Liite 8. Maastohavaintokohteiden sijainti



Peruskartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.

Liite 9. Vesiensuojeluehdotusten sijainti



Taustakartta, © Maanmittauslaitos 2014; Valuma-aluejako, © Suomen ympäristökeskus 2014.