

# Paikkatietopohjaisen purojen tilan arviointimenetelmän kehittäminen

## Menetelmän tarve, perusteet ja käyttömahdollisuudet

PienvesiGIS-hanke

Raportti

Kati Häkkilä, Minna Kuoppala, Jani Heino, Teemu Ulvi ja Liisa Hämäläinen

Suomen ympäristökeskus

6.5.2015



## Sisällys

1	Johdanto.....	3
2	Kehitystyön lähtökohta.....	3
3	Pienvesien tila ja kunnostus- ja suojelutarpeet.....	4
4	Paikkatietopohjaisen arviointimenetelmän kehittäminen .....	5
5	Käytetyt paikkatietoaineistot.....	6
5.1	Uoman geometriatieto.....	6
5.2	Maaston korkeusmalli .....	6
5.3	Maankäyttöaineisto .....	6
5.4	Soiden ojitustilanneaineisto.....	6
5.5	Maaperäaineisto .....	6
5.6	Kasvupaikan päätyyppi.....	6
6	Paikkatiedosta lasketut muuttujat ja niiden tilastolliset testit.....	7
6.1	Puron fyysisiä ominaisuuksia kuvaavat muuttujat .....	7
6.1.1	Puron mutkaisuus.....	7
6.1.2	Puron keskimääräisen kaltevuuden laskenta .....	7
6.1.3	Puron fyysisiä ominaisuuksia kuvaavien muuttujien tilastollinen tarkastelu .....	8
6.2	Puron valuma-aluetta kuvaavat muuttujat .....	12
6.2.1	Valuma-alueiden määrittäminen .....	12
6.2.2	Maankäyttö ja maankäytön muutokset.....	12
6.2.3	Maaperä .....	13
6.2.4	Kasvupaikan päätyypit purojen puskurialueilla.....	14
6.2.5	Valuma-aluemuuttujien tilastollinen tarkastelu .....	14
7	Yhteenveto purojen ja valuma-alueiden ominaisuuksia kuvaavista muuttujista ja niiden korrelaatioista luonnontilaisuusindeksin kanssa .....	15
8	Toimenpidesuositukset arviointimenetelmän jatkokehittämiseksi .....	17
9	Valtakunnallinen toimintamalli purojen tilan arviointiin ja kunnostuksen ja suojelun edistämiseen...	17
10	Yhteenveto.....	18
	Lähteet.....	18

## 1 Johdanto

Tässä raportissa kuvataan, miten pienten virtavesien muuttuneisuutta luonnontilasta voitaisiin arvioida paikkatietoaineistojen ja -menetelmien avulla. Raportissa esitetään, mitkä paikkatietomenetelmillä arvioitavat tekijät kuvaavat parhaiten purojen muuttuneisuutta ja mitä paikkatietoaineistoja arvioinnissa voidaan hyödyntää. Raportissa pohditaan myös, minkälaista jatkokehitystyötä tarvitaan, jotta menetelmästä tulisi laajasti käyttökelpoinen työkalu purojen tilan tarkastelun tueksi. Raportissa esitetään myös arvioita menetelmän käyttötarpeesta Suomessa ja laajan valtakunnallisen pienvesien tila-arvioinnin toteuttamismahdollisuuksista paikkatiedon hyödyntämiseen pohjautuvilla menetelmillä.

Raportti on hankkeen ”Pienvesien tilan kartoitus ja tiedon hyödyntäminen vaelluskalojen palauttamisessa lijoen valuma-alueella (PienvesiGIS)” lopputuote. Hankkeen perusideana oli selvittää, voidaanko paikkatietoaineistojen perusteella arvioida pienten virtavesien tilaa ja niiden muuttuneisuutta luotettavasti. Hankkeessa testattiin useita erilaisia purojen ja niiden valuma-alueiden ominaisuuksia kuvaavia muuttujia ja tarkasteltiin niiden soveltuvuutta luonnontilaisuuden arviointiin. Työssä testikohteena oli lähes 60 puroa lijoen vesistöalueella, jossa Metsähallitus on tehnyt mittavia purojen maastoinventointeja. Tietopohjaa pienistä puroista oli käytettävissä tältä alueelta selvästi enemmän kuin missään muualla Suomessa. Tulosten perusteella valittiin purojen luonnontilaisuutta parhaiten kuvaavat muuttujat arviointimenetelmän pohjaksi.

Hankkeen toteutti Suomen ympäristökeskus vuosina 2014-15. Osarahoittajana oli Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus Euroopan aluekehitysrahaston kautta.

## 2 Kehitystyön lähtökohta

Pienvesiksi luetaan pienet purot, lähteet, lammet, fladat ja kluuvit. Pienvedet muodostavat lajirikkaan luontoympäristön, jonka virkistyskäyttöarvo on myös suuri. Ne muodostavat lukumääräisesti suurimman osan pintavesistä ja vaikuttavat sekä hydrologisesti että ekologisesti alapuolisiin vesistöihin. Niiden lajistollinen monimuotoisuus on myös usein suuri. (Meyer ym. 2007, Downing ym. 2006 & 2012).

Pienten virtavesien ja lampien tilasta ja muuttuneisuudesta luonnontilaan verrattuna on hyvin vähän tietoa. Suurempien jokien ja järvien tilaa on seurattu laajasti, mutta pienvesien tilan seuranta on tehty vähän eikä se ole ollut systemaattista. Parempi tietämys pienvesien tilasta olisi kuitenkin tarpeen, koska ne ovat erittäin tärkeitä monien eliölajien elin- ja lisääntymisalueina ja hyvin suuressa roolissa luonnon monimuotoisuuden turvaajina. Ne myös eroavat ominaispiirteiltään isommista vesistä ja niiden tilan parantamisen tarpeet ja keinot ovat myös osin erilaisia kuin suuremmissa vesissä.

Vesienhoidon suunnittelun meneillään olevalla toisella suunnittelukaudella on otettu tarkasteluun aiempaa pienempiä pintavesiä, mutta niiden kunnostus- ja suojelutarpeen ja mahdollisuuksien arviointi on hyvin hankalaa tiedon puutteen takia. Tiedon kokoaminen pienvesistä perinteisillä maastotarkasteluilla ja näytteenotto- ja mittausmenetelmillä ei ole mahdollista, koska työ vaatisi huomattavasti lisäresursseja. Niitä ei ole näköpiirissä, vaan päinvastoin vesien tilaseurantojen resursseja ovat vähenemässä. Tässä tilanteessa ainoa tapa arvioida riittävässä mittakaavassa pienvesien tilaa ja niiden kunnostus- ja suojelutarpeita on pyrkiä hyödyntämään erilaisia olemassa olevia paikkatietoaineistoja ja -menetelmiä.

Aloite arviointimenetelmän kehittämiseksi tuli ympäristöministeriön koollekutsumalta pienvesien suojelu- ja kunnostusstrategiaa valmistelevalta työryhmältä. Strategiatyön taustalla ovat vuonna 2009 hyväksytyt ensimmäiset vesienhoitosuunnitelmat kaudelle 2009-2015. Niissä yhdeksi ohjauskeinoksi oli tunnistettu pienvesien ennallistamisohjelman laatiminen. Vuonna 2013 valmistui kansallinen vesien kunnostusstrategia (Olin 2013), jonka yhteydessä nähtiin tarpeelliseksi laatia erillinen pienvesien suojelu- ja kunnostusstrategia. Siinä tullaan määrittelemään toimenpiteitä jäljellä olevien luonnontilaisten pienvesien säilyttämiseksi ja tilaltaan heikentyneiden pienvesien kunnostamiseksi. Strategialuonnoksen mukaan sen tavoitteena tulee olemaan pienvesien arvostuksen lisääminen ja niiden tilan parantaminen.

Strategialla luodaan suuntaviivat sille, että pienvesien säilyttämis- ja ennallistamistarpeet voidaan ottaa paremmin huomioon vesienhoitosuunnitelmien laadinnassa ja toteuttamisessa sekä muissa pienvesiin vaikuttavissa linjauksissa ja toiminnoissa. (Ympäristöministeriö 2014). Tässä raportissa kuvattu arviointimenetelmä voisi omalta osaltaan vastata strategian tavoitteisiin ja tuottaa tarpeellista lisätietoa pienvesien tilasta suojele- ja kunnostustyön tueksi.

### 3 Pienvesien tila ja kunnostus- ja suojelutarpeet

Pienvesien merkitys osana vesiekosysteemejä ja luonnon monimuotoisuuden turvaajina on suuri. Pienvesien laatua ja niiden eliöstöä uhkaavat monet ihmisperäiset muutokset, joiden laajuus vaihtelee suurista ajallisista ja alueellisista tasoista hyvin paikallisiin ja nopeasti toteutuviin muutoksiin. Osin tai täysin ihmisperäisiä muutoksia pienvesissä aiheuttavat ilmastonmuutos, maankuivatus ja rakentaminen, arvokkaiden elinympäristöjen sirpaloituminen, veden laadun heikkeneminen sekä paikalliset fyysiset muutokset ympäristön rakenteessa (Ohtonen ym. 2005). Kaikilla näillä tekijöillä on merkittävä suora tai epäsuora vaikutus eliöstöön.

Tiedot pienvesien nykytilasta ja toteutetuista kunnostuksista vaihtelevat suuresti alueittain, eivätkä eri hankkeiden yhteydessä kerätyt tiedot ole usein vertailukelpoisia keskenään. Laajimman pienvesien tilaa valtakunnallisesti arvioineen, maastoinventointeihin perustuvan tutkimuksen toteuttivat vesi- ja ympäristöpiirit vuosina 1989-1993 (Räike 1993). Tämän jälkeen pienvesien tilan ja lajiston selvityksiä on Suomessa tehty lähinnä eri tutkimusprojektien yhteydessä. Tietoja ei ole myöskään tallennettu systemaattisesti tietojärjestelmiin. Tietojen puutteellisuus vaikeutti mm. sisävesiluontotyyppien uhanalaisuuden arviointia, minkä yhteydessä tehtiin toimenpide-ehdotuksia lisätiedon kokoamiseksi (Raunio ym. 2008). Suojele- ja kunnostustarpeen arvioimiseksi sekä luonto- ja lintudirektiivin toimeenpanon tueksi tarvitaan lisää tietoa pienvesien tilasta.

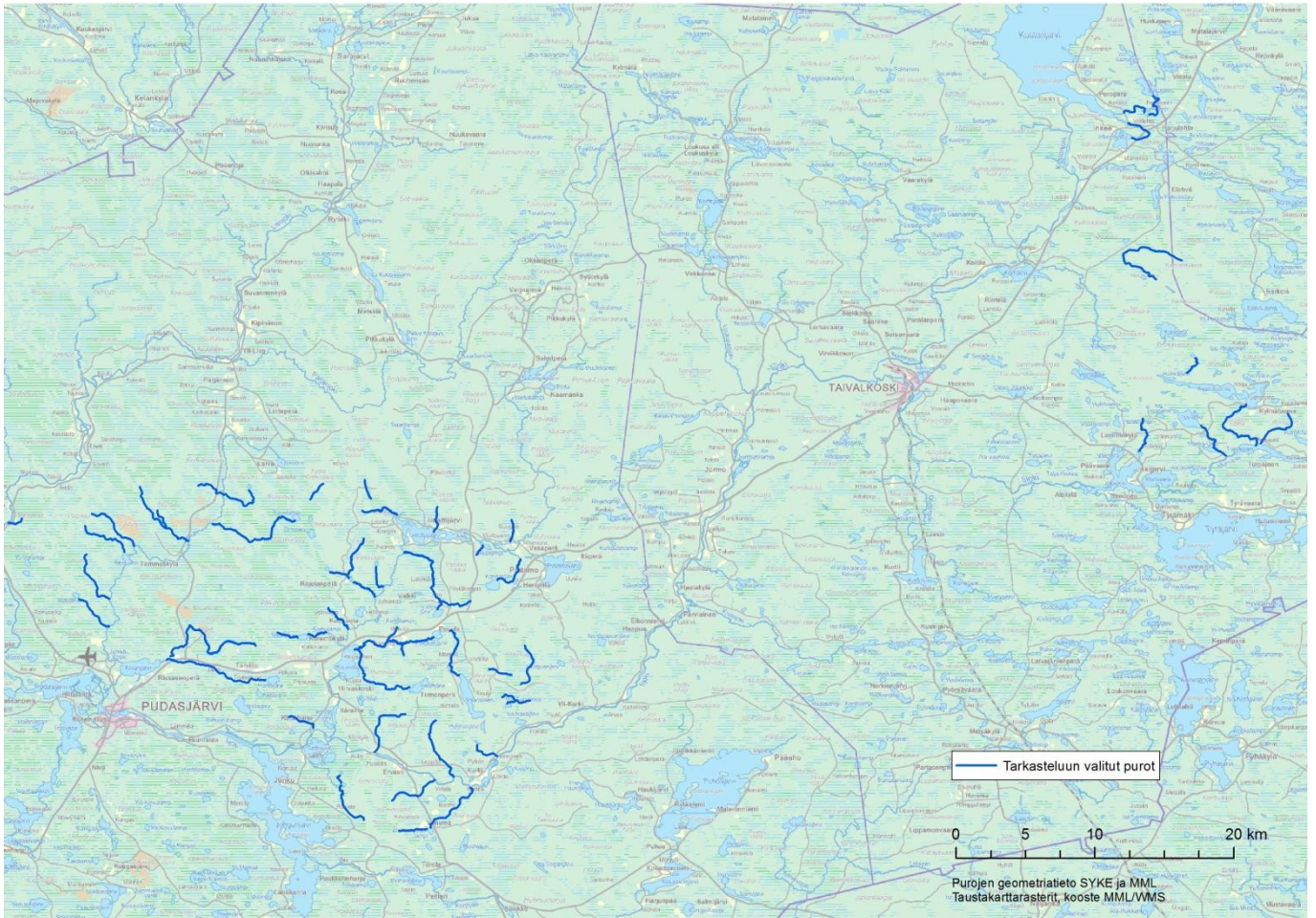
Pienvesien inventointien tulisi olla maantieteellisesti kattavia käsittäen kunkin pienvesityypin vaihtelun koko Suomen alueella. Ainoastaan vertailemalla laaja-alaista vaihtelua kussakin pienvesityypissä voidaan saada yleisnäkemys eri pienvesityyppien sisäisestä vaihtelusta, suojelutarpeista sekä ihmisperäisistä uhista. Koska ei ole realistista kartoittaa kaikkia Suomen pienvesiä maastokäyntien tai biologisen näytteenoton perusteella, eri pienvesityyppien levinneisyys voisi olla mahdollista kartoittaa paikkatieto- eli GIS-perusteisin menetelmin. Tämän kartoituksen avulla voitaisiin valita kohteita tarkempaa fyysikaalis-kemiallista havainnointia ja biologista näytteenottoa varten. GIS-menetelmien avulla voidaan kunkin purokohteen valuma-alueelta mitata tai laskea kartta-aineistoista muuttujia, jotka kuvaavat eliöstölle tärkeitä luontaisia tekijöitä sekä ihmistoiminnan intensiteettiä ja laajuutta.

Suurten jokien sivu- ja latvapurojen merkitys kalojen lisääntymiselle erityisesti ihmisten voimakkaasti muuttamissa vesistöissä aiheuttaa yhden merkittävän tarpeen purovesistöjen inventoinnille, koska vaelluskalojen lisääntymis- ja elinolosuhteiden parantaminen on noussut erittäin tärkeäksi tavoitteeksi. Tästä syystä menetelmän kehitystyö päätettiin keskittää koskemaan puroihin ja sitä pienempiin virtavesiin. Pienen virtaveden kokorajauksessa noudatettiin pienvesistrategian valmistelussa käytettyä määritelmää, joka perustuu vesilakiin. Lainsäädännön mukaan purolla tarkoitetaan jokea pienempää virtaavan veden vesistöä, jonka valuma-alue on alle 100 km<sup>2</sup>. Mikäli uomassa virtaa jatkuvasti vettä ja kulkee merkittävässä määrin kalaa, se määritellään puroksi valuma-alueen koosta riippumatta. Norolla tarkoitetaan puroa pienempää, valuma-alueeltaan alle 10 km<sup>2</sup>:n vesiuomaa.

Hankkeen kohdealueeksi valikoitui Iijoki, jonne suunnitellaan lohien ja meritaimenen vaellusyhteyksien palauttamista, ja siksi alueella on tarpeen selvittää lisääntymiselle soveliaita purovesistöjä etenkin voimakkaasti rakennetulla alajuoksulla. Iijoki on määritelty kansallisessa kalatiestrategiassa yhdeksi lohikalajien luonnonkierron palauttamisen kärkikohteeksi ja joelle on tehty kalateiden yleissuunnitelma. Iijoen keskiosassa on lisääntymisalueita, jotka voivat tulla käyttöön sen jälkeen, kun alajuoksun voimalaitoksiin suunnitellut kalatiet ovat valmistuneet.

## 4 Paikkatietopohjaisen arviointimenetelmän kehittäminen

Purojen muuttuneisuutta kuvaavat muuttujat voidaan jakaa kahteen ryhmään: purojen fyysisiä ominaisuuksia ja niiden valuma-alueita kuvaaviin muuttujiin. Hankkeen alussa käytiin läpi ympäristöhallinnossa käytettävissä olevat paikkatietoaineistot ja niiden perusteella valikoitiin muuttujia, jotka voisivat kuvata purojen muuttuneisuutta luonnontilasta. Menetelmän kehitystyön testikohteiksi valittiin yhteensä 58 puroa lijoen vesistöalueen keskijuoksulta, jotka on inventoitu maastossa Metsähallituksen ja entisen Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen (nykyään Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus) kehittämällä inventointimenetelmällä (Hyvönen ym. 2005, Ahola ja Havumäki 2008). Inventoituja puroja lijoen valuma-alueella on lähes 500, mutta niistä valikoitiin testikohteiksi sellaiset, joiden sijaintialueelta oli saatavissa laserkeilaukseen perustuva tarkka KM2-korkeusmalli (Maanmittauslaitos) (Kuva 1).



Kuva 1. Arviointimenetelmän kehitystyön testikohteiksi valikoidut purot.

Maastoinventoinnissa puro jaetaan sellaisiin jaksoihin, jotka ovat keskeisten hydro-morfologisten ominaisuuksien perusteella yhtenäisiä puron osia. Jaottelu purojaksoihin tehdään uoman muotojen, virtausolosuhteiden, rantavyöhykkeen kasvutyyppin ja ihmisen toiminnan vaikutuksen perusteella. Jokaiselle purojaksolle arvioidaan luonnontilaisuusluku asteikolla 0-5, jossa 0-arvon saavaa puroa on ihmistoiminta muuttanut voimakkaasti ja puroa voitaisiin kuvailla ”suoraksi ränniksi” ja arvon 5 saavaa puroa voidaan pitää luonnontilaisena. Valitun 58 puron inventointiaineistosta jokaiselle purolle laskettiin yksi luonnontilaisuutta kuvaava luku väliltä 0-5 purojaksojen luonnontilaisuuslukujen keskiarvona.

Seuraavassa vaiheessa laskettiin eri paikkatietoaineistoista puron tai valuma-alueen ominaisuuksia kuvaavia muuttujia, joiden riippuvuussuhteita testattiin maastoinventointiaineiston kanssa tilastomatematisilla menetelmillä. Testien perusteella paikkatietomuuttujien joukosta oli mahdollista löytää sellaiset, jotka kuvasivat purojen luonnontilaisuuden astetta parhaiten. Työn vaiheista ja tuloksista on kerrottu seuraavissa luvuissa tarkemmin.

## 5 Käytetyt paikkatietoaineistot

Menetelmän kehitystyössä käytettiin kuutta eri paikkatietoaineistoa, joista poimittiin ja laskettiin yhteensä 33 muuttujaa, joiden osalta testattiin, kuinka hyvin ne kuvaavat purojen muuttuneisuutta luonnontilasta. Seuraavassa on esitelty käytetyt paikkatietoaineistot.

### 5.1 Uoman geometriatieto

Uomien geometriana käytettiin Ranta10-aineistoa, joka on topologisesti eheä Suomen vesistöjä kuvaava paikkatietoaineisto. Aineisto pohjautuu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan vuosien 2000–2008 aineistoon (mittakaavat 1:5 000-1:10 000). Maastotietokannan vesiin sisältyvistä kohteista mukaan on otettu yli 2 m leveät joet (yli 5 m leveät joet tallennetaan alueina). Alle 2 metriä leveiden uomien, joita Ranta10-aineisto ei sisällä, geometriatietona käytettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannan uoma-aineistoa (2003).

### 5.2 Maaston korkeusmalli

Uomien kaltevuutta arvioitiin korkeusmalli 2 (KM2) avulla, joka on laskettu Maanmittauslaitoksen keväällä 2008 aloittaman valtakunnallisen laserkeilauksen laserpisteaineiston maanpintaluokan ja virtavesiluokan pisteistä 2 m × 2 m ruutukokoon. Vakavesialueet on määritetty maastotietokannan rantaviivojen mukaan keilaushetken mukaiseen veden korkeuteen.

### 5.3 Maankäyttöaineisto

Maankäyttötiedot poimittiin CORINE Land Cover 2006 -aineistosta, joka kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2006. Aineisto koostuu rasterimuotoisesta paikkatietokannasta (erotuskyky 25 × 25 m). Aineisto on tuotettu SYKEssä olemassa oleviin paikkatietoaineistoihin sekä satelliittikuvatulkintaan perustuen.

### 5.4 Soiden ojitustilanneaineisto

Soiden ojitustilanne -paikkatietoaineisto (SOJT\_09b1) on rasterimuotoinen (25 m × 25 m) aineisto, joka luokittelee koko Suomen turvemaat ojittamattomiin, ojitetuihin ja turpeenottoalueisiin. Aineisto on tehty Maanmittauslaitoksen maastotietokannan (vuosi 2008) ja CORINE 2006 -maanpeiteaineistojen avulla.

### 5.5 Maaperäaineisto

Maaperäaineistona käytettiin vuosien 2002-2009 aikana tuotettua maaperän digitaalista aineistoa aineistoa koko Suomen alueelta mittakaavassa 1:200 000. Karttoitusmittakaava on ollut 1:50 000 – 1:200 000. Aineistosta käytettiin pohjamaadataa.

### 5.6 Kasvupaikan päätyyppi

Kasvupaikan päätyypin arvioinnissa käytettiin monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineistoa vuodelta 2011. Kasvupaikan päätyyppi jakaa metsämaan, kitumaan ja joutomaan kivennäismaiksi ja soiksi ja suot edelleen korpiin, rämeisiin ja avosoihin. Aineisto kattaa metsätalouden maan (VMI-maaluokista metsä-, kitu- ja joutomaan). Tässä aineistossa muu maa ja vesialueet on rajattu pois käyttäen maastotietokannan elementtejä, jotka lähinnä vastaavat VMI:n muita maaluokkia kuin metsä-, kitu- ja joutomaata. Ruutukoko on 20 m × 20 m.

## 6 Paikkatiedosta lasketut muuttujat ja niiden tilastolliset testit

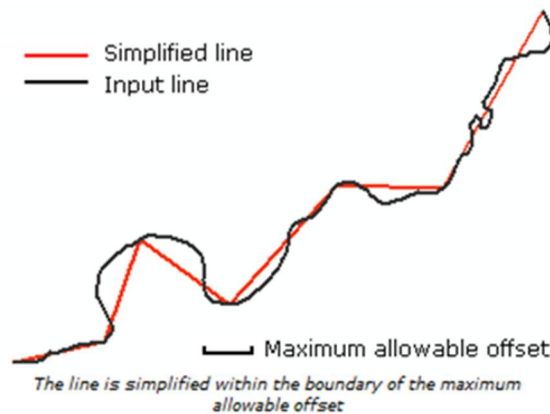
### 6.1 Puron fyysisiä ominaisuuksia kuvaavat muuttujat

#### 6.1.1 Puron mutkaisuus

Usein ihminen on muuttanut purojen geometriaa suoristamalla luontaisesti mutkittelevia uomia. Paikkatietomenetelmän avulla puroille laskettiin mutkaisuutta kuvaava indeksi, jossa alkuperäisestä purouoman geometriatiedosta laskettiin suoristettu uoma, jonka pituutta verrattiin alkuperäisen uoman pituuteen.

Laskenta tehtiin seuraavasti:

- Valittiin purojen geometriatiedot. Aineistoina käytettiin Ranta10-aineistoa ja maastotietokannan uoma-aineistoa.
- Laskettiin suoristus viiva-aineistolle. Alkuperäisestä geometriasta laskettiin yleistyksen ArcGIS:n Editing Toolsin Generalize-työkalulla. Yleistykselle määritettiin raja-arvo (maximum allowable offset), joka kertoo, kuinka kaukana uusi suoristettu viiva voi olla alkuperäisestä viivasta (etäisyys on pienempi kuin määritetty toleranssi (Kuva 2). Laskenta tehtiin sekä 10 että 50 metrin raja-arvoilla.



Kuva 2. Uomageometrian yleistyksen laskennan periaate.

- Laskettiin mutkaisuusindeksi, jossa verrattiin alkuperäistä purojen uoman pituutta suoristetun uoman pituuteen (Kaava 1). indeksi on jatkuva muuttuja, jonka arvo on  $\geq 1$ . Mitä lähempänä indeksin arvo on lukua yksi, sitä vähemmän eroa on alkuperäisen ja suoristetun viivan välillä, eli sitä suurempi purouoma on.

$$\text{Mutkaisuus}_{10 \text{ tai } 50} = \frac{(\text{alkuperäinen uoman pituus, m})}{(\text{suoristettu uoman pituus, m})}$$

#### 6.1.2 Puron keskimääräisen kaltevuuden laskenta

Puron kaltevuuden laskenta tehtiin seuraavasti:

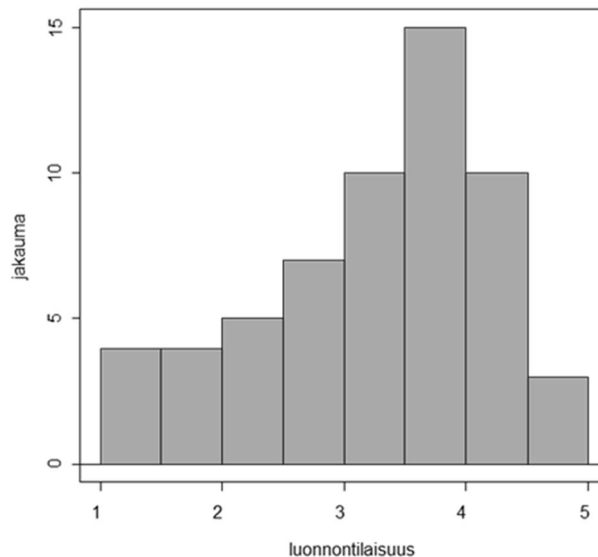
- Valittiin purojen geometriatieto. Viiva-aineistoina käytettiin Ranta10-aineiston ja maastotietokannan uoma-aineistoa.
- Laskettiin puroille maksimi- ja minimikorkeudet (m), keskimääräinen korkeus (m) ja kaltevuus (%) ArcGISin 3D Analyst -laajennusosan Add Surface Information -työkalulla. Korkeus laskettiin KM2-korkeusmallista.

### 6.1.3 Puron fyysisiä ominaisuuksia kuvaavien muuttujien tilastollinen tarkastelu

Tilastollisten tarkastelujen tavoitteena oli selvittää, kuinka hyvin maastossa arvioitua puron luonnontilaisuuslukua voidaan kuvata paikkatietomenetelmillä arvioiduilla puron fyysisiä ominaisuuksia kuvaavilla muuttujilla..

#### Puron luonnontilaisuus

Kullekin puroille laskettiin inventoitujen purojaksojen luonnontilaisuusarvojen keskiarvona yksi jatkuva luonnontilaisuusmuuttuja. Valitussa purojoukossa esiintyi kaikkia luonnontilaisuusluokkia väliltä 1-5. Eniten aineistossa oli puroja, joiden luonnontilaisuus oli välillä 3,5-4. Aineiston jakauma on esitetty kuvassa 3. Jakauma poikkeaa jonkin verran normaalijakaumasta.

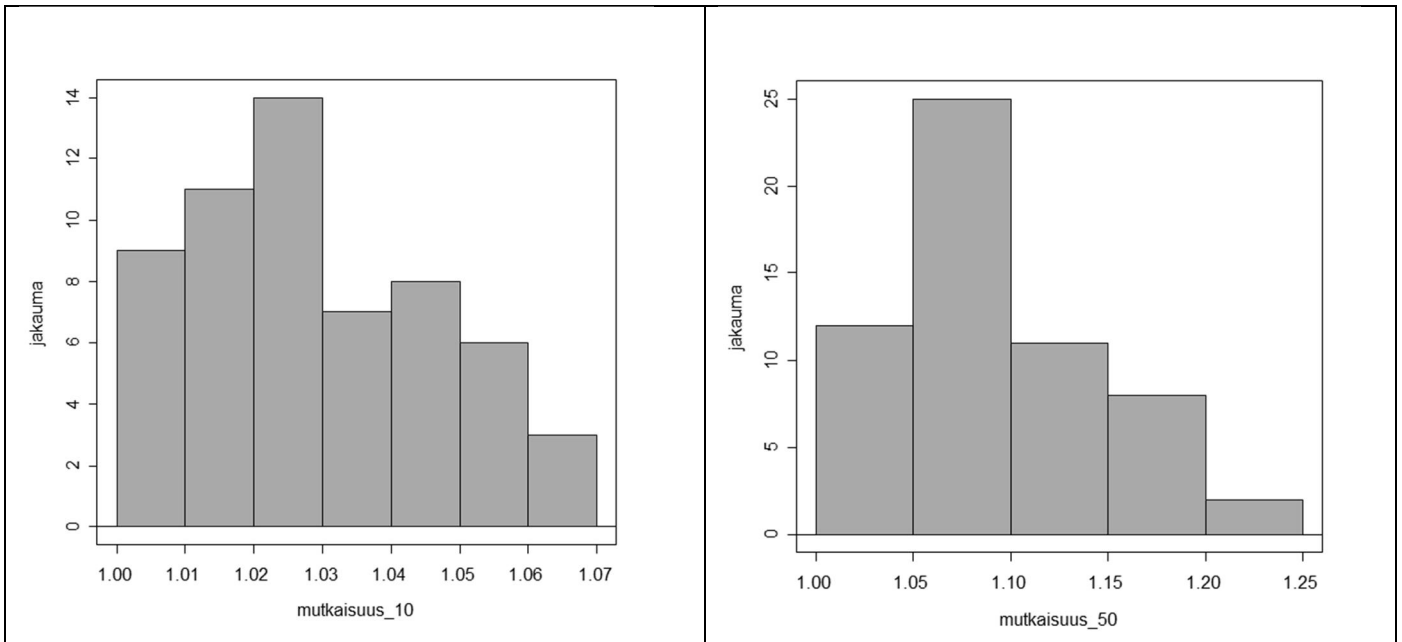


Kuva 3. Puroille laskettujen keskimääräisten luonnontilaisuusarvojen jakauma.

#### Puron mutkaisuus

Purojen mutkaisuudelle laskettiin kaksi indeksiä, joissa toisessa käytettiin sallittuna poikkeama-arvona 10 metriä ja toisessa 50 metriä. Mutkaisuus\_10-indeksin arvo vaihteli aineistossa välillä 1,000-1,068 ja mutkaisuus\_50-indeksin arvo 1,01-1,224 (kuva 4). Jakaumat poikkeavat jonkin verran normaalijakaumasta ja sen vuoksi puron luonnontilaisuuden ja fyysisten ominaisuuksien välisiä korrelaatioita testattiin Spearmanin korrelaation avulla.

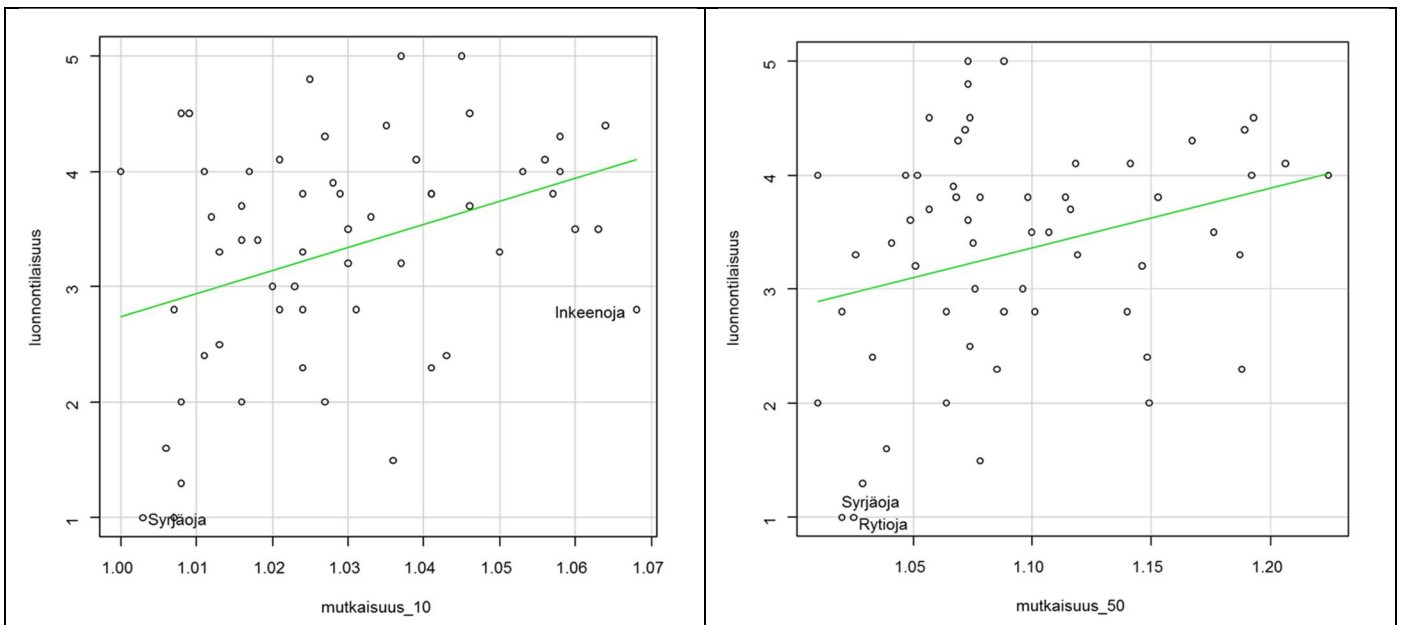




Kuva 4. Puron mutkaisuutta kuvaavien muuttujien jakaumat.

Mutkaisuusindeksien ja luonnontilaisuuden välinen riippuvuus ei ole kovin vahva ja hajontaa on paljon. Kuvasta 5 voidaan kuitenkin nähdä, että purot, jotka saavat suuremman mutkaisuusindeksiä, ovat maastoinventoinnissa saaneet korkeampia luonnontilaisuusarvoja kuin täysin suorat purot. Jonkinasteinen lineaarinen nouseva trendi voidaan muuttujien välillä siis havaita.

Mutkaisuus\_10-indeksillä oli heikko positiivinen, mutta merkitsevä korrelaatio ( $r_s = 0,341$ ,  $p = 0,009$ ) luonnontilaisuuden kanssa. Mutkaisuus\_50-indeksillä oli myös heikko positiivinen korrelaatio luonnontilaisuuden kanssa ( $r_s = 0,260$ ,  $p = 0,049$ ), mutta korrelaatio oli heikompi kuin mutkaisuus\_10-indeksin ja luonnontilaisuuden välillä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että mutkaisuus\_10-indeksi korreloi paremmin luonnontilaisuuden kanssa.

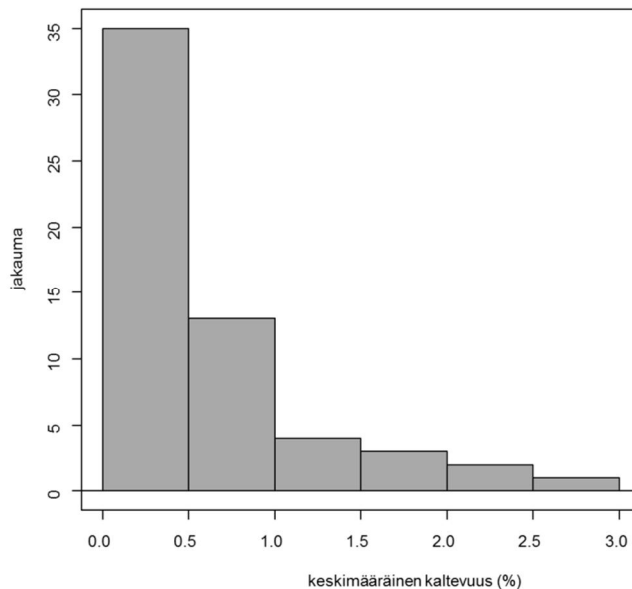


Kuva 5. Purojen mutkaisuuden ja luonnontilaisuuden välinen riippuvuus suhteessa kahdella tavalla mitattuun mutkaisuusindeksiin.

## Puron kaltevuus

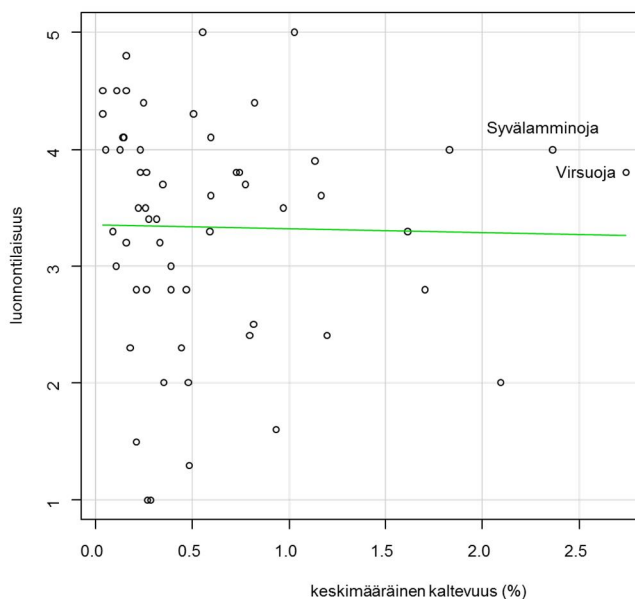
Maaston korkeusvaihtelut vaikuttavat purojen mutkaisuuteen. Alueilla, joissa korkeuseroja on paljon, purot ovat yleensä luontaisesti suurempia ilman, että niitä olisi ihminen toiminnallaan suoristanut. Alavilla alueilla, joissa korkeusvaihteluja on vähän, purot mutkittelevat luontaisesti enemmän.

Puroille laskettiin keskimääräinen kaltevuus (%). Aineistossa purojen kaltevuus vaihteli välillä 0,03 - 2,7 %. Kaltevuusjakauma on esitetty kuvassa 6. Aineistossa oli eniten puroja, joiden keskimääräinen kaltevuus oli alle 0,5 %. Aineiston jakauma poikkeaa selvästi normaalista.



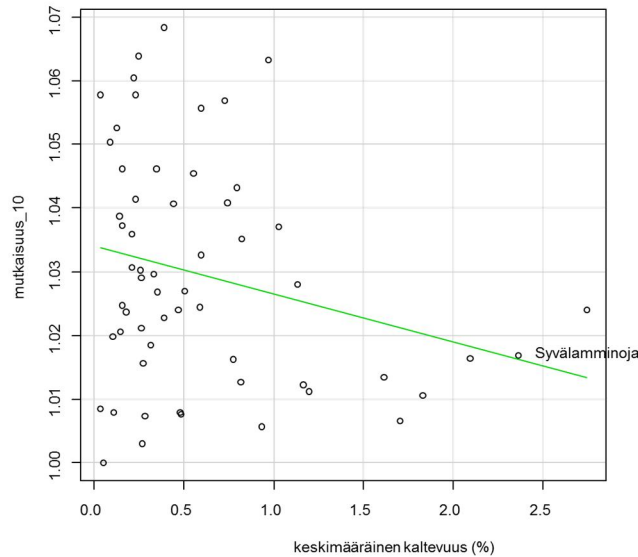
Kuva 6. Purojen keskimääräisen kaltevuuden (%) jakauma.

Puron keskimääräisen kaltevuuden ja luonnontilaisuuden välillä ei ole selvää riippuvuutta. Luonnontilaisuusarvossa on hajontaa todella paljon, kun kaltevuus on alhainen (kuva 7). Spearmanin korrelaatiotestin perusteella purojen keskimääräisen kaltevuuden korrelaatio luonnontilaisuuden kanssa on hyvin heikko ( $r_s = -0,170$ ,  $p = 0,202$ ). Tulokset viittaavat siihen, että kaltevilla alueilla luonnontilaisuus ei saa tässä aineistossa lähtökohtaisesti pienempiä arvoja.



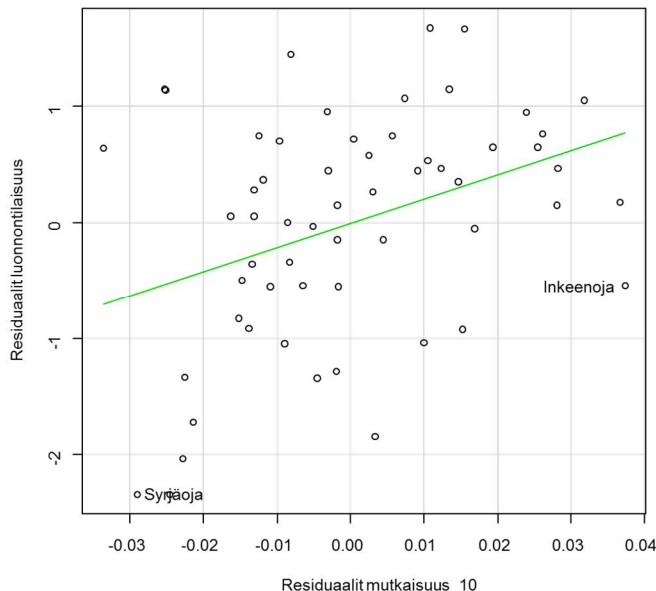
Kuva 7. Purojen keskimääräisen kaltevuuden ja luonnontilaisuuden välinen riippuvuus.

Spearmanin korrelaatiolla testattiin myös keskimääräisen kaltevuuden ja mutkaisuus\_10-indeksin välistä riippuvuutta. Näiden muuttujien välillä oli heikko negatiivinen, mutta merkitsevä korrelaatio ( $r_s = -0,198$ ,  $p = 0,025$ ) (kuva 8). Tulokset viittaavat siihen, että kaltevilla alueilla mutkaisuusindeksi saa pienempiä arvoja ja tämän vuoksi kaltevuuden vaikutus täytyy poistaa muuttujasta.



Kuva 8. Purojen keskimääräisen kaltevuuden ja mutkaisuuden välinen riippuvuus.

Kaltevuuden vaikutus poistettiin luonnontilaisuutta ja mutkaisuutta kuvaavista muuttujista ja tarkasteltiin näin laskettujen uusien muuttujien välistä korrelaatiota Spearmanin korrelaation avulla. Mutkaisuus- ja luonnontilaisuusmuuttujien residuaalien välillä oli positiivinen merkitsevä korrelaatio ( $r_s = 0,340$ ,  $p = 0,009$ ), joka oli lähes samansuuruinen kuin alkuperäisten mutkaisuus- ja luonnontilaisuusmuuttujien välinen korrelaatio ( $r_s = 0,341$ ,  $p = 0,009$ ) (kuva 9). Tulosten perusteella voidaan todeta, ettei tarkastellussa purojoukossa kaltevuudella ollut vaikutusta muuttujiin.

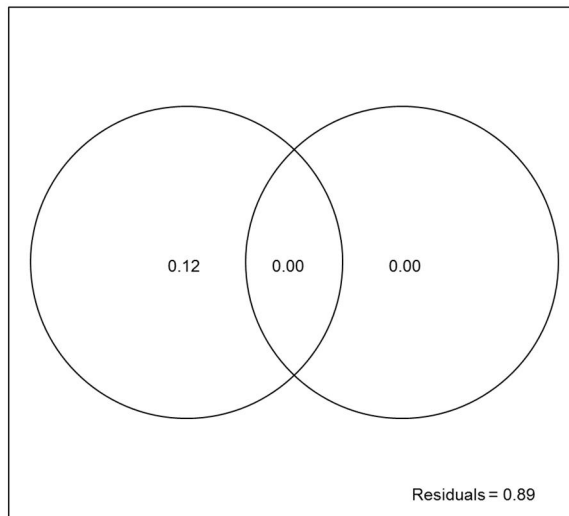


Kuva 9. Korrelaatio mutkaisuus\_10-indeksin ja luonnontilaisuuden muuttujien residuaalien välillä, kun kaltevuus on huomioitu.

### Luonnontilaisuuden selittäminen usean muuttujan avulla

Lisäksi testattiin, paljonko puron mutkaisuus ja keskimääräinen kaltevuus selittävät yhdessä puron luonnontilaisuudesta. Venn-diagrammissa (kuva 10) vasemmalla on puhdas mutkaisuuden vaikutus, oikealla puhdas kaltevuuden vaikutus ja keskellä niiden jaettu vaikutus luonnontilaisuusindeksiin.

Mutkaisuuden vaikutus luonnontilaisuusindeksiin on 0,12. Kaltevuuden ja muuttujien jaettu vaikutus ovat negatiivisia, joten ne tulkitaan nolliksi. Arvot ovat korjattuja selitysasteita (Adjusted R<sup>2</sup>).



Kuva 10. Venn-diagrammi, jossa on esitetty tulokset mutkaisuus\_10 -indeksiin ja kaltevuuden vaikutuksista luonnontilaisuusindeksiin. Venn-diagrammissa vasemmalle on puhdas mutkaisuuden vaikutus, oikealla puhdas kaltevuuden vaikutus ja keskellä niiden jaettu vaikutus luonnontilaisuusindeksiin. Arvot ovat korjattuja selitysasteita (Adjusted R<sup>2</sup>; Residuals = selittämätön vaihtelu).

## 6.2 Puron valuma-alueita kuvaavat muuttujat

### 6.2.1 Valuma-alueiden määrittäminen

Purojen valuma-alueet määritettiin Suomen ympäristökeskuksessa kehitetyllä VALUE-työkalulla, jolla voidaan laskea halutun pisteen yläpuolinen valuma-alue. Laskennassa käytetään 10 metrin korkeusmallia. Lisäksi puroille määritettiin 20 m leveät puskurialueet kummallekin puolelle puroa ArcGIS-ohjelman Buffer-työkalulla.

### 6.2.2 Maankäyttö ja maankäytön muutokset

Valuma-alueen maankäyttöluokkien ja maankäyttöluokkien muutosten pinta-alat laskettiin käyttäen ArcGIS-ohjelman Spatial Analyst- laajennusosan Tabulate area -työkalua. Määrittämistä varten valuma-alueet jaettiin tarvittavaan määrään kohdeluokkia siten, että samaan kohdeluokkaan ei tullut päällekkäisiä valuma-alueita. Kohdeluokat muutettiin rasterimuotoon käyttäen samaa ruutukokoa kuin maankäyttörasterissa ja kohdistuen ne (Snap raster) maankäyttörasteriin ja antamalla rasterin solulle arvo puron yksilöivän sarakkeen mukaan. Tabulate area -työkalulla saaduista pinta-aloista laskettiin eri maankäyttöluokkien prosenttiosuudet kunkin puron valuma-alueella. Tilastollista tarkastelua varten maankäyttöaineiston muuttujat yhdistettiin kymmeneen luokkaan (Taulukko 1).

Taulukko 1. Corine-maakäyttöluokkien yhdistäminen aineiston käsittelyä varten.

Alkuperäinen Corine-aineiston luokka	Aineiston käsittelyssä käytetty luokka
Tiiviisti rakennetut asuinalueet	Rakennettu alue
Väljästi rakennetut asuinalueet	Rakennettu alue
Teollisuuden ja palveluiden alueet	Rakennettu alue
Liikennealueet	Rakennettu alue
Maa-aineisten ottoalueet	Rakennettu alue
Kaatopaikat	Rakennettu alue
Kesämökit	Rakennettu alue
Käytössä olevat pellot	Maatalous
Käytöstä poistuneet pellot	Maatalous
Laidunmaat	Maatalous
Lehtimetsät kivennäismaalla	Kivennäismaan metsät
Havumetsät kivennäismaalla	Kivennäismaan metsät
Havumetsät kalliomaalla	Kivennäismaan metsät
Sekametsät kivennäismaalla	Kivennäismaan metsät
Sekametsät kalliomaalla	Kivennäismaan metsät
Lehtimetsät turvemaalla	Turvemaan metsät
Havumetsät turvemaalla	Turvemaan metsät
Sekametsät turvemaalla	Turvemaan metsät
Harvapuustoiset alueet , cc <10%	Harvapuustoiset alueet kivennäismaalla
Harvapuustoiset alueet, cc 10-30%, kivennäismaalla	Harvapuustoiset alueet kivennäismaalla
Harvapuustoiset alueet, cc 10-30%, kalliomaalla	Harvapuustoiset alueet kivennäismaalla
Harvapuustoiset alueet, käytöstä poistuneet maatalousmaat	Harvapuustoiset alueet kivennäismaalla
Kalliomaat	Harvapuustoiset alueet kivennäismaalla
Harvapuustoiset alueet, cc 10-30%, turvemaalla	Harvapuustoiset alueet turvemaalla
Rantahietikot ja dyynialueet	Rantahietikot
Sisämaan kosteikot maalla	Kosteikot ja avosuot
Sisämaan kosteikot vedessä	Kosteikot ja avosuot
Avosuot	Kosteikot ja avosuot
Turvetuotantoalueet	Turvetuotantoalueet
Joet	Vesistöt
Järvet	Vesistöt

### 6.2.3 Maaperä

Maaperäaineisto leikattiin valuma-alueilla käyttäen ArcGIS-ohjelman Intersect-työkalua ja valuma-aluekohtaiset pinta-alat laskettiin Summary Statistics –työkalulla. Pinta-aloista laskettiin eri maaperäluokkien prosenttiosuudet purojen valuma-alueilla. Testipurojen valuma-alueilla esiintyvät pohjamaan maaperäluokat ovat:

- Hienojakoinen maalaji, päälajitetta ei selvitetty
- Kalliomaa
- Kalliopaljastuma
- Karkearakeinen maalaji, päälajitetta ei selvitetty
- Kiviä
- Paksu turvekerros
- Rakka
- Sekalajitteinen maalaji, päälajitetta ei selvitetty
- Vesi

#### 6.2.4 Kasvupaikan päätyypit purojen puskurialueilla

Kasvupaikan päätyyppien pinta-alat laskettiin käyttäen ArcGIS-ohjelman Spatial Analyst- laajennusosan Tabulate area –työkalua. Ennen määrittämistä puskurialueet muutettiin rasterimuotoon käyttäen samaa ruutukokoa kuin maankäyttörasterissa ja kohdistaan ne (Snap raster) em. rasteriin ja antamalla rasterin solulle arvo puron yksilöivän sarakkeen mukaan. Pinta-aloista laskettiin eri kasvupaikan päätyyppien prosentiosuudet kunkin puron puskurialueella.

#### 6.2.5 Valuma-alueuuttujen tilastollinen tarkastelu

Puron luonnontilaisuuden ja valuma-alueuuttujen välisiä korrelaatioita testattiin Spearmanin järjestyskorrelaation avulla, koska muuttujien jakaumat poikkesivat usein selkeästi normaalista. Yleisesti ottaen valuma-alueuuttujen hajonnat olivat suuria ja korrelaatiot melko heikkoja luonnontilaisuusindeksin kanssa.

#### Kasvupaikan päätyypit

Suurimmalla osalla purojen puskurialueista avosoiden osuus oli pieni, alle 10 %, ja yli 30 %:n osuus oli vain muutamalla kohteella. Avosoilla oli tilastollisesti heikko positiivinen, mutta merkitsevä korrelaatio ( $r_s = 0,425$ ,  $p = 0,001$ ) luonnontilaisuuden kanssa. Kangasmetsien ja rämeiden osalta hajonnat olivat suuria eikä puron luonnontilaisuuden riippuvuus niiden osuudesta ollut selkeää. Korpia oli vähän suurimmalla osalla purojen puskurialueista eikä myöskään niillä ollut selkeää korrelaatiota luonnontilaisuusindeksin kanssa.

#### Maankäyttöluokat

Tutkimusalueen purojen valuma-alueilla oli varsin vähän rakennettuja alueita ja maataloutta. Pääosin niiden osuus oli alle 5 %. Nämä muuttajat eivät korreloineet purojen luonnontilaisuuden kanssa.

Kivennäismaan metsien osuus valuma-alueilla oli suuri. Maankäyttöaineiston muuttujista tämä korreloi vahvimmin luonnontilaisuuden kanssa korrelaatiokertoimen ( $r_s$ ) ollessa 0,33 ( $p = 0,012$ ). Luonnontilaisuuden kanssa negatiivisesti korreloivat harvapuustoiset metsät kivennäismaalla ( $r_s = -0,312$ ,  $p = 0,017$ ) ja harvapuustoiset metsät turvemaalla ( $r_s = -0,308$ ,  $p = 0,019$ ). Kun sekä kivennäismaan että turvemaan harvapuustoiset metsät yhdistettiin samaan muuttujaan, oli negatiivinen korrelaatio luonnontilaisuusindeksin kanssa selväsi vahvempi eli  $r_s = -0,470$  ( $p = 0,0002$ ). Hieman korrelaatiota oli myös vesistöjen ja luonnontilaisuusindeksin välillä ( $r_s = 0,285$ ,  $p = 0,030$ ). Vesistöjä oli kuitenkin valuma-alueilla hyvin vähän.

#### Maankäyttöluokkien muutokset

Vuosien 2000 ja 2006 Corine-maanpeiteaineistojen muutosaineistosta analyysiin otettiin mukaan hakkuut eli alueet, joilla sulkeutuneet metsät olivat muuttuneet harvapuustoisiksi alueiksi. Hakattuja metsiä oli valuma-alueilla pääosin alle 6 %. Hajonta hakkuiden ja luonnontilaisuuden suhteen oli suurta, eikä merkitsevää korrelaatiota purojen luonnontilaisuuden ja hakkuiden välillä ollut.

#### Soiden ojitustilanne

Ojittamattomien soiden osuus oli purojen valuma-alueilla pääosin alle 30 %. Soiden ojitustilanneaineistosta saatujen muuttujien korrelaatiot luonnontilaisuuden kanssa olivat heikkoja. Ojitetun turvemaan ja luonnontilaisuusindeksin välinen korrelaatio oli negatiivinen ( $r_s = -0,301$ ,  $p = 0,022$ ) ja ojittamattoman turvemaan puolestaan positiivinen ( $r_s = 0,219$ ,  $p = 0,099$ ). Turvetuotantoalueita purojen valuma-alueilla oli hyvin vähän, eikä niillä havaittu olevan merkitsevää korrelaatiota purojen luonnontilaisuuden kanssa.

#### Maaperä

Maaperäaineiston muuttujista vedellä ( $r_s = 0,341$ ,  $p = 0,009$ ) ja rakalla ( $r_s = 0,270$ ,  $p = 0,040$ ) oli heikko positiivinen korrelaatio luonnontilaisuuden kanssa. Molempia oli valuma-alueilla hyvin vähän.

Yleisimmillä maaperäluokilla, paksulla turpeella ja sekalajitteisella maalajilla, hajonta oli suurta eikä korrelaatiota luonnontilaisuuden kanssa havaittu. Myöskään muut maaperämuuttujat eivät korreloineet luonnontilaisuusindeksin kanssa.

## 7 Yhteenveto purojen ja valuma-alueiden ominaisuuksia kuvaavista muuttujista ja niiden korrelaatioista luonnontilaisuusindeksin kanssa

Taulukossa 2 on esitetty yhteenveto tehtyjen tilastollisten analyysien tuloksista. Taulukossa tulokset on esitetty tarkastelutasoittain (puro-uoma, valuma-alue, puskurialue) järjestettynä selitysasteen itseisarvon perusteella laskevaan järjestykseen.

Yhteenvetotaulukosta nähdään, että puron fyysisiä ominaisuuksia kuvaavista muuttujista parhaiten luonnontilaisuusastetta kuvaa mutkaisuusindeksi, joka on laskettu käyttäen 10 metrin raja-arvoa (mutkaisuus\_10). Valuma-alue muuttujista, jotka kuvaavat ihmisen toimintaa valuma-alueella, parhaiksi osoittautuivat harvapuustoisten alueiden osuus (sisältää sekä kivennäis- että turvemaalla sijaitsevat metsät) ja ojitettujen turvemaiden osuus. Harvapuustoiset alueet sisältävät luontaisesti vähäpuustoisten alueiden lisäksi tehdyt hakkuut. Valuma-alueen luontaisia ominaisuuksia kuvaavia muuttujia (esim. maaperä) ei voi käyttää kuvaamaan ihmistoiminnan vaikutuksia purojen tilaan.

Testiaineistolla (58 puroa) tehtyjen analyysien perusteella valittujen muuttujien ja luonnontilaisuusasteen riippuvuudet eivät ole kovin voimakkaita, mutta suuntaa antavia johtopäätöksiä parhaiksi osoittautuneiden muuttujien avulla purojen luonnontilaisuuden asteesta voidaan tehdä. Aineisto oli kuitenkin sen verran pieni, että menetelmän toimivuuden varmistamiseksi tarvitaan lisätarkasteluja suuremmalla puroaineistolla.

Taulukko 2. Tilastollisten analyysien tulokset perustuen Spearmanin järjestyskorrelaatioon. Jos p-arvo > 0,05, muuttujan ja luonnontilaisuusasteen riippuvuussuhde ei ole tilastollisesti merkitsevää. Vihreällä merkityt muuttujat valittiin purojen luonnontilaisuuden arviointimenetelmän perusmuuttujiksi. Vaikka kaltevuuden ja luonnontilaisuuden välinen korrelaatio oli tässä aineistossa heikko, se on syytä ottaa menetelmään yhdeksi perusmuuttujaksi, koska eri tyyppisissä luonnontilaisuusasteissa sen vaikutus voi olla merkittävä.

Aineisto	Muuttuja	$r_s$	p-arvo
Purojan fyysisiä ominaisuuksia kuvaavat muuttujat			
Ranta10	Mutkaisuusindeksi (offset 10m)	0,341	0,009
Ranta10	Mutkaisuusindeksi (offset 50m)	0,260	0,049
KM2	Keskimääräinen kaltevuus	-0,170	0,202
Puskurialuetta kuvaavat muuttujat			
Kasvupaikan päätyyppi	Avosuo	0,425	0,001
Kasvupaikan päätyyppi	Korpi	-0,197	0,138
Kasvupaikan päätyyppi	Räme	-0,088	0,513
Kasvupaikan päätyyppi	Kangas	-0,086	0,519
Valuma-aluetta kuvaavat muuttujat			
Corine 2006	Harvapuustoiset alueet (kiv. maa + turvemaa)	-0,470	0,000
Maaperä (pohjamaa)	Vesi	0,341	0,009
Corine 2006	Kivennäismaan metsät	0,330	0,012
Corine 2006	Harvapuustoiset alueet kivennäismaalla	-0,312	0,017
Corine 2006	Harvapuustoiset alueet turvemaalla	-0,308	0,019
Soiden ojitustilanne	Ojitettu turvemaa	-0,301	0,022
Corine 2006	Vesistöt	0,285	0,030
Maaperä (pohjamaa)	Rakka	0,270	0,040
Soiden ojitustilanne	Ojittamaton turvemaa	0,219	0,099
Maaperä (pohjamaa)	Sekalajitteinen maalaji	0,195	0,142
Corine 2006	Turvemaan metsät	-0,191	0,152
Soiden ojitustilanne	Muu (sojt)	0,161	0,228
Maaperä (pohjamaa)	Hienojakoinen maalaji	-0,159	0,235
Soiden ojitustilanne	Turvetuotantoalue (sojt)	-0,132	0,324
Corine 2006	Turvetuotantoalueet	-0,132	0,324
Corine 2006 muutokset	Hakattu metsä	-0,119	0,375
Maaperä (pohjamaa)	Karkearakeinen maalaji	-0,106	0,429
Corine 2006	Avosuot ja kosteikot	0,084	0,532
Maaperä (pohjamaa)	Kalliopaljastuma	0,072	0,590
Corine 2006	Rakennetut alueet	-0,057	0,673
Maaperä (pohjamaa)	Kallioma	-0,051	0,703
Corine 2006	Maatalous	-0,033	0,806
Maaperä (pohjamaa)	Paksu turvekerros	-0,033	0,808
Maaperä (pohjamaa)	Kiviä	-0,022	0,870
Corine 2006	Rantahietikot	-0,019	0,887



## 8 Toimenpidesuosituksien arviointimenetelmän jatkokehittämiseksi

PienvesiGIS-pilottihankkeen tulokset osoittavat, että purojen muuttuneisuutta luonnontilasta on mahdollista suuntaa antavasti arvioida eräiden paikkatietoaineistoista saatavien muuttujien avulla. Hankkeen tulokset pohjautuvat kuitenkin melko pieneen purojoukkoon (58 kpl), joten menetelmän perusteiden varmistamiseksi lisäanalyysijä suuremmalla otoksella tarvitaan. Testipurojen joukko on myös melko pieneltä maantieteelliseltä alueelta, joten niiden perusteella ei voida vielä tehdä johtopäätöksiä arviointimenetelmän sopivuudesta muun tyyppisille alueille, esim. maastonmuodoiltaan jyrkemmille seuduille. Myös menetelmän validointi toiseen suuntaan eli sen tulosten varmistaminen maastoinventoinneilla puroilla, joita ei ole aiemmin inventoitu, on ehdottomasti tarpeellista, että menetelmän toimivuus ja käyttökelpoisuus voidaan varmistaa ennen sen laajaa hyödyntämistä.

Menetelmän jatkokehitystyö voisi jakautua seuraaviin vaiheisiin:

- 1) Laajennetaan tehtyjä tarkasteluja lijoen vesistöalueella hyödyntämällä laajaa puroinventointidataa, jota on kaikkiaan lähes 500 purota. Hankkeen aikana osoittautui, että laserkeilaukseen perustuva tarkka korkeusmalli ei ole välttämätön, vaan kaikkialta saatavissa oleva karkeampi korkeusmalli riittää tarkastelujen tekemiseen, joten hyödyntämätöntä aineistoa on paljon. Tätä lisättestaustyötä on suunniteltu sisällytettäväksi valmisteilla olevaan, sisävesiin keskittyvään Freshabit Life-hankkeeseen.
- 2) Testataan menetelmää puroinventointidatalla muualla Suomessa luonnonolosuhteiltaan erityyppisillä kohdealueilla. Tätä työtä on myös suunniteltu tehtäväksi em. Life-hankkeessa.
- 3) Testataan menetelmää alueilla, joilta ei ole saatavissa valmista puroinventointiaineistoa. Paikkatietoanalyysien tulosten perusteella valitaan kohdepurojen joukko, jotka käydään inventoimassa maastossa ja verrataan maastokäyntien tuloksia analyysituloksiin.

Näiden jatkovaiheiden jälkeen voidaan tehdä lopulliset johtopäätökset, minkä tyyppisiin tarkasteluihin paikkatietopohjainen arviointimenetelmä soveltuu, kuinka luotettavia menetelmän antamat tulokset ovat ja miten menetelmää voitaisiin laajasti hyödyntää valtakunnallisesti.

## 9 Valtakunnallinen toimintamalli purojen tilan arviointiin ja kunnostuksen ja suojelun edistämiseen

Pienvesien suojelu- ja kunnostusstrategiassa purojen tilan kattava arviointi on nostettu yhdeksi kärkiteemaksi. Purojen suuren lukumäärän takia paikkatietopohjaisten menetelmien hyödyntäminen on ainoa mahdollisuus valtakunnallisesti kattavan arvioinnin toteuttamiseksi. Seuraavassa on esitetty vaiheistettu toimintamalli, miten arviointi voitaisiin toteuttaa.

- 1) Laaditaan yksityiskohtainen työsuunnitelma purojen tila-arvioinnin toteuttamisesta. Työsuunnitelman osana esitetään aikataulu, kustannus- ja rahoitussuunnitelmat.
- 2) Kehitetään ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin tarpeelliset osiot arviointitietojen tallentamista varten.
- 3) Priorisoidaan vesistöalueet tai vesienhoitoalueet, missä järjestyksessä arviointi tehdään. Keskitytään aluksi alueille, joissa nykytiedon ja asiantuntija-arvioiden mukaan purojen tila on todennäköisesti voimakkaimmin muuttunut luonnontilasta ja joissa siksi on suurimmat kunnostus- ja suojelutarpeet.
- 4) Työn nopeuttamiseksi menetelmän tiettyjä vaiheita automatisoidaan (mm. valuma-alueiden rajaaminen ja maankäyttömuotojen arviointi).
- 5) Varmistetaan arviointitulosten oikeellisuutta ja luotettavuutta pistokoeluonteisesti maastoinventoinneilla. Laaditaan maastoinventointi- ja näytteenottosuunnitelmat purokohteille, joihin liittyy erityisiä luonto- tai muita arvoja tai jotka herättävät muulla erityistä huomiota.
- 6) Esitetään tulosten perusteella arvio purojen kunnostus- ja suojelutarpeesta vesistö- tai vesienhoitoalueittain ja valtakunnallisesti.
- 7) Laaditaan alueelliset purokunnostuksen yleissuunnitelmat. Tehdään tarvittaessa ehdotuksia uusiksi puoluonnon suojelukohteiksi.

Purojen tilan arvioinnin toteuttaminen valtakunnallisesti kestää useita vuosia. Karkea arvio työn vaatimasta toteutusajasta on 3-5 vuotta. Työn eteneminen riippuu siihen saatavien resurssien määrästä. Tämän pilottihankkeen yhteydessä ei voitu vielä testata menetelmän soveltamista laajemmassa mittakaavassa, joten sen vaatimasta työajasta esim. yhtä puroa, purokilometriä tai tarkastelualueen pinta-alaa kohti ei voida vielä arvioida. Siksi ei myöskään ole mahdollista esittää arviota valtakunnallisen arviointityön resurssitarpeista ja kustannuksista, mutta ne tulevat olemaan suuruusluokaltaan muutama satatuhatta euroa.

Osia arviointityön jatkokehittämisestä pyritään sisällyttämään suunnitteilla oleviin hankkeisiin (mm. Freshabit). Arviointityö voidaan toteuttaa joko ympäristöhallinnon omana työnä tai kilpailutettuna ostopalveluna tai molempien yhdistelmänä. Ostopalvelujen hankkiminen arviointityön alkuvaiheessa ei ole kuitenkaan mahdollista, koska arviointimenetelmää ja arvioinnin toteuttamista täytyy vielä pilotoida ja kehittää, että löydetään kustannustehokkuuden, tulosten luotettavuuden ja laadunhallinnan kannalta parhaat toimintatavat.

## 10 Yhteenveto

PienvesiGIS-hankkeen tulokset osoittavat, että purojen tilaa on mahdollista suuntaa antavasti arvioida paikkatietoaineistojen perusteella. Menetelmä vaatii kuitenkin vielä jatkokehittämistä ja lisätestejä laajemmilla aineistoilla, että sen toimivuudesta ja soveltuvuudesta voidaan esittää tarkempia arvioita.

Pilottihankkeen perusteella voidaan todeta, että purojen tilasta olisi mahdollista saada yleiskäsitys valtakunnallisesti ilman laajoja maastoinventointeja ja kattavaa vedenlaadun ja biologisten muuttujien seuranta. Arvioinnin tulosten perusteella inventointeihin ja seurantoihin saatavilla olevia resursseja olisi mahdollista kustannustehokkaasti priorisoida purokohteisiin, joihin liittyy erityisiä kunnostustarpeita tai luonto- tai muita arvoja.

Raportissa on esitetty monivaiheinen toimintamalli, miten valtakunnallinen purojen tilan arviointi voitaisiin toteuttaa. Lisätiedon kokoaminen puroista on nostettupienvesien kunnostus- ja suojelustrategian yhdeksi kärkiteemaksi ja siten arviointityön aloittaminen voi olla realistista jo lähivuosina.

## Lähteet

Ahola M. ja Havumäki M. (toim.). 2008. Purokunnostusopas - Käsikirja metsäpurojen kunnostajille. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.

Downing, J.A., Prairie, Y.T., Cole, J.J., Duarte, C.M., Tranvik, L.J., Striegl, R.G., McDowell, W.H., Kortelainen, P., Caraco, N.F., Melack, J.M. & Middelburg, J.J. 2006. The global abundance and size distribution of lakes, ponds and impoundments. *Limnology and Oceanography* 51: 2388-2397.

Downing, J.A., Cole, J.J., Duarte, C.M., Middelburg, J.J., Melack, J.M., Prairie, Y.T., Kortelainen, P., Striegl, R.G., McDowell, W.H. & Tranvik, L.J. 2012. Global abundance and size distribution of streams and rivers. *Inland Waters* 2: 229-236.

Hyvönen, S., Suanto, M., Luhta P., Yrjänä T. & Moilanen E. 2005. Puroinventoinnit lijoen valuma-alueella vuosina 1998-2003. Alueelliset ympäristöjulkaisut 403. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.

Meyer, J.L., Strayer, D.L., Wallace, J.B., Eggert, S.L., Helfman, G.S. & Leonard, N.E. 2007. The contribution of headwater streams to biodiversity in river networks. *Journal of the American Water Resources Association* 43: 86-103.

Ohtonen, A., Lyytikäinen, V., Vuori, K-M., Wahlgren, A. & Lahtinen, J. 2005. Pienvesien suojelu metsätaloudessa. *Suomen ympäristö* 727: 1-84.

Olin, S. (toim.) 2013. Vesien kunnostusstrategia. Ympäristöministeriön raportteja 9/2013.

Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.). 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 8/2008.

Räike, A. 1993. Valtakunnallinen pienvesi-inventointi. Alustavat tulokset vuosilta 1989-1993. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja Nro 588.

Ympäristöministeriö. 2014. Pienvesien suojele- ja kunnostusstrategia. Luonnos 28.10.2014.