

**WATER SHED SAFETY PLAN -TYÖKALUN KEHITTÄMINEN JA  
PILOTOINTI KUHALANOJAN VALUMA-ALUEELLA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Kestävä kehitys, Forssa

Kevät 2023

Samuli Riihijärvi

Kestävä kehitys

Tiivistelmä

Tekijä Samuli Riihijärvi

Vuosi 2023

Työn nimi Water Shed Safety Plan -työkalun kehittäminen ja pilotointi Kuhalanojan valuma-alueella

Ohjaajat Tero Ahvenharju ja Rauni Varkia

---

Opinnäytetyössä pilotoidaan ja luodaan ohjeistus (Water Shed Safety Plan) WSSP-työkalun käyttöön. Pääasiallisiksi sidosryhmiksi ja työkalun käyttäjiksi on tarkoitettu Suomessa virassa ympäristön ja maankäytön parissa työskentelevät henkilöt. Työn toimeksiantajana toimi Hämeen ammattikoulun HULVATTU-hanke, eli Huleveden hallinta kaupunkivaluma-alueelähtöisessä turvallisuussuunnittelussa, ja viranomaistyöyhteistyökumppanina Forssan kaupunki.

WSSP on työkalu, joka vastaa tarpeeseen luoda viranomaiskäyttöön paikkatietopohjainen ratkaisu hulevesien turvallisuus pohjaiseen hallintaan. Työkalun tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva hulevesien riskeistä, kaupunkivaluma-alueista sekä maankäytöstä, joiden avulla huleveden hallintaa voidaan ohjata. WSSP-ohjeet sekä -tietokanta, mahdollistavat sidosryhmille käytännön keinot ja raamit hallinnan toteuttamiseksi.

Sidosryhmien tarpeet kuten taitopohja, talous ja aikaekonomia, pyrittiin huomioimaan työkalua kehitettäessä. WSSP:sta tehtiin helppo, tuottamalla käyttövalmiit ohjeet, viemällä automatisaatio mahdollisimman pitkälle ja suosimalla valmiita paikkatietoaineistoja. Talouteen vastattiin hyödyntämällä avoimen lähdekoodin paikkatietosovelluksia sekä suosimalla sidosryhmille avoimia aineistoja. Ajankäyttöä pyrittiin hillitsemään työvaiheiden yksinkertaistamisen avulla, ja sulkemalla kenttädatan kerääminen ulkopuolelle. Lisäksi WSSP:sta luotiin modulaarinen, jonka avulla työvaiheita voidaan räätälöidä sidosryhmäkohtaisesti.

Opinnäytetyön toiminnallisena tuloksena syntyivät WSSP-ohje ja WSSP-tietokanta. WSSP-ohje kertoo yksityiskohtaisesti, kuinka käytännössä paikkatietokanta ja karttatasot luodaan. WSSP-tietokanta sisältää paikkatietoaineistojen selitykset ja perustelut. Näiden kahden dokumentin avulla, yhdessä HULVATTU-hankkeen loppuraportin kanssa, sidosryhmät kykenevät hyödyntämään sekä soveltamaan WSSP:ta hulevesien turvallisuus pohjaisessa hallinnassa.

Ohjeet tuotettiin QGIS 3.22.7 ohjelmistolle. WSSP hyödyntää myös muita FOSS4G (Free and Open Source Software for Geospatial) geospaatialisia kirjastoja ja paikkatietoalustoja. Kaikkia osia käytetään WSSP:sa ainoastaan QGIS:in käyttöliittymän kautta.

Avainsanat Valuma-alue, paikkatieto, viranomaisyhteistyö, hulevesi, QGIS

Sivut 58 sivua ja liitteitä 152 sivua

The aim of this functional thesis was to create and pilot a guide for the use of the WSSP (Water Shed Safety Plan) tool. The intended target group and stakeholders of WSSP being all public office holders working with land use and environment in Finland. The commissioner of the thesis was the project HULVATTU of the Häme University of Applied Sciences, whereas the City of Forssa was the public office co-operator. The project focused on stormwater management in urban catchment-based safety planning.

WSSP is a tool for public officials that responds to the need to create geospatial solution for the safety-based stormwater management. The purpose of the tool is to create an encompassing overview of the stormwater risks, urban watersheds, and land use, which is used to provide framework for stormwater management. The WSSP guide and the database provide stakeholders with practical means and framework to implement stormwater management.

The needs of stakeholders, such as skill base, economy and time allocation were considered, when developing the tool. WSSP was made easy to utilize by producing ready-set instructions, executing automation as much as possible and favouring ready geospatial datasets. The economy aspect was considered by utilizing open-source GIS and by favouring open data for the stakeholders. In addition efforts were made to limit time spent, by simplifying processes and phases and by excluding the field data collection. Moreover, WSSP was created to be modular which ensures customisability of the tool.

As a result of this thesis, the WSSP guide and database were created. The guide was produced for QGIS 3.22.7 software version. WSSP also utilizes FOSS4G (Free and Open-Source Software for Geospatial) geospatial libraries and platforms. WSSP uses these only through the QGIS. The guide details processes of creating spatial databases and the methods used. The database contains explanations and justifications for the spatial databases, such as classes, categories, and formats. The created documents and the final report of the HULVATTU project will help the stakeholders to utilize and apply the WSSP in the safety-based stormwater management.

Keywords Drainage basin, geographic information, stormwater, public office cooperation, QGIS

Pages 58 pages and appendices 149 pages

## Sisälllys

1	Johdanto .....	2
2	Hulevesiä koskeva lainsäädäntö, hulevesistrategia -ja ohjelmat. ....	3
2.1	Lainsäädäntö .....	3
2.2	Hulevesistrategiat -ja ohjelmat .....	7
3	Kestävän kehityksen viitekehys ja hulevesien hallita .....	7
4	Paikkatieto työkaluna WSSP:ssa ja hulevesien hallinnassa .....	9
4.1	Hydrologia ja valuma-alue .....	10
4.2	Korkeusmalli ja valuma-alueen määrittely .....	12
4.3	Kaupunkimaisen valuma-alueen määrittely .....	13
4.4	Maankäyttö .....	14
4.5	Maankäyttöluokkien määrittely .....	15
4.6	Muutosalueet .....	16
4.7	Riskiluokittelu ja -kartoitus .....	16
5	Pilotointi ja tulokset .....	17
5.1	Pilotointi .....	17
5.2	Pilotoinnin tulokset .....	18
5.3	WSSP-valuma-aluemoduuli .....	18
5.4	WSSP-maankäyttö- ja -muutosaluemoduulit .....	25
5.5	Muutosalueiden pilotointi .....	31
5.6	WSSP-riskimoduuli .....	31
5.7	Tulvamallinnuksen pilotointi .....	40
6	Pohdinta .....	41
6.1	Tarkkuus .....	41
6.2	Jatkokehittäminen ja loppusanat .....	43
	Lähteet .....	44

## **Liitteet**

Liite 1. WSSP-tietokanta

Liite 2. WSSP-ohjeet

## Käsite- ja lyhenneluettelo

**FOSS4G** eli (Free and Open Source Software for Geospatial) on kokoelma avoimen lähdekoodin paikkatietojärjestelmiä (OSGEO, n.d.-a).

**g.region** on GRASS GIS rajaustyökalu, jolla voidaan rajata laskualuetta työtilassa. (GRASS development team, n.d-a).

**GRASS, GRASS GIS** eli (Geographic Resources Analysis Support System) on ilmainen paikkatieto-ohjelmisto. Ohjelmistoa käytetään geospaatialisen aineiston, hallintaan, analysointiin, taittamiseen, temporaalisspaatialiseen mallintamiseen ja datan visualisointiin. (OSGEO, n.d.-b).

**GDAL** on kirjasto erimuotoisten rasteri- ja vektoripaikkatietoformaattien käsittelyn mahdollistamiseksi (GDAL. n.d.).

**Huleveden haitta- ja haitta-ainetekijä.** Haitta-aineita ovat kiintoaine, metallit, ravinteet orgaaniset yhdisteet, bakteerit ja virukset sekä suolat. Haittatekijöitä ovat lämpö, PH, orgaaniset hiilet, sameus, ja torjunta-aineet. (Nurhonen, 2020, ss. 3–13)

**OSGeo** eli (Open Source Geospatial Foundation) Yhdistys, joka kehittää, organisoii useita eri avoimen lähdekoodin paikkatietojärjestelmiä. (OSGEO n.d.-c).

**QGIS** on ilmainen, avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmisto, joka tukee geospaatialisen aineiston katselua, muokkaamista, taittamista ja analysointia. (QGIS n.d.-a).

**SAGA, SAGA GIS** on avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmisto, joka tukee geospaatialisen aineiston muokkaamista (Sourceforge, n.d.).

**SIMWE** (SIMulated Water Erosion) on menetelmä maanpinnan veden virtauksen, sedimentin kulkeutumiseen ja lyhyen aikavälin maastotarkasteluun (Mitasova, 2005 s. 1479; GRASS development team n.d-b).

## 1 Johdanto

Hulevedeksi kutsutaan rakennettujen alueiden sade-, sulamisvesiä, joita johdetaan pois rakenteiden pinnoilta. Veden luonnollinen kierto poikkeaa luonnontilaisesta kaupungeissa, suuremman sadannan ja erityisesti korkeamman läpäisemättömyyden takia. Luonnontilassa maanpinta on aina kytköksissä pohjaveteen mutta rakennetuilla läpäisemättömillä alueilla yhteys katkeaa toisinaan. (Kuntaliitto, 2012, ss. 10, 18)

Hulevesitulvat ovat viimeiset vuodet olleet yhä enemmän esillä. Suomen suurissa kaupungeissa tulvi vuonna 2022 yli uutiskynnyksen (Annala, 2022; Laukkanen, 2022). Porissa 2007 tulvi tuhat kiinteistöä (Ymparisto.fi, n.d.-a). Ilmiö koskettaa noin 85 % prosenttia suomalaisista, jotka asuvat kaupungistuneilla alueilla (UN, 2018). Hulevesitulvat johtuvat taajamien suuremman sadannan ja ilmastonmuutoksen ohella läpäisemättömyydestä (Ymparisto.fi, n.d.-a). Tulvat aiheuttavat merkittäviä taloudellisia tappioita ja humanitäärisiä kriisejä (Valtioneuvosto, 2020). Tulvimisen ohella on havahduttu hulevesien kuljettamiin haitta-aineisiin sekä -tekijöihin, jotka voivat pilata ympäristöä (Vesi.fi, 2022a; Kuntaliitto, 2012, s. 20; YM, n.d.).

Jatkuva kaupungistuminen ja siitä seuraava kaupunkien laajeneminen, lisää läpäisemättömyyttä kaupunkiympäristössä rakennetun alan lisääntyessä (UN, 2018; Kuntaliitto, 2021). Eräänä uhkakuvana voidaan myös nähdä alati tiivistyvä kaupunkirakenne, jonka takia läpäisevän pinnan ala vähenee (HSY, n.d.). Urbanisaation ja siitä syntyvien haasteiden ohella, ilmastonmuutos tulee lisäämään sadantaa Suomessa 5–30 %, mikä taas voi johtaa lisääntyviin hulevesien haittoihin (Kuntaliitto, 2012, s. 98; Ilmasto-opas.fi, 2017).

Asianmukaisella hulevesien hallinnalla, sekä suunnittelutyöllä pystytään ehkäisemään hulevesien haittoja. Lainsäädäntö on lisännyt kuntien vastuuta viime vuosikymmeneltä lähtien. Avuksi kasvavaan vastuuseen laadittiin kuntien käyttöön hulevesiopas (Kuntaliitto, 2012, s. 1). Monet kunnat ovatkin varautuneet hulevesien hallintaan tuottamalla hulevesistrategioita hulevesioppaan mukaisesti (Nurhonen, 2020, s. 20).

HULVATTU-hankkeessa tunnistettiin tarve käytännölliselle paikkatietopohjaisille ratkaisuille osana hulevesien hallintaa (HULVATTU, 2023). Lainsäädäntö ja hulevesiopas, sekä -strategiat eivät anna suoria ohjeita, kuinka toimia. Laki velvoittaa, hulevesiopas ohjaa ja -strategiat

auttavat päämäärän saavuttamisessa. HULVATTU-hankkeen pilottikunnilla ollut kovinkaan hyviä käytännön keinoja hulevesien turvallisuus pohjaiseen hallintaan, kyselyn mukaan suurimmiksi ongelmiksi koettiin osaaminen, resurssipula ja vastuu (HULVATTU, 2023).

Opinnäytetyö vastaa kysymykseen: kuinka voidaan ratkaista hulevesien hajakuormituksen aiheuttamia valuma-aluekohtaisia riskejä paikkatiedon keinoin? Vastauksena tutkimuskysymykseen esitetään HULVATTU hankkeessa innovoivaa Watershed Safety Plan työkalua eli WSSP:ta (HULVATTU, 2023). WSSP perustuu tarpeelle tuottaa käyttövalmis, nopea ja halpa ratkaisu viranomaisten ja -haltijoiden käyttöön, hulevesien turvallisuus pohjaiseen hallintaan. Opinnäytetyössä WSSP pilotoidaan Forssan Kuhalanojalla. Työkalulle luotiin ohjeistus ja tietokantaopas, jotka liitettiin osaksi opinnäytetyötä.

## **2 Hulevesiä koskeva lainsäädäntö, hulevesistrategia -ja ohjelmat.**

Kunnilla on lakisääteisiä velvoitteita koskien hulevesiä ja niiden hallintaa (Vesi.fi, 2022b). Lainsäädännön täyttämässä kuntia auttavat muun muassa hulevesistrategiat ja -ohjelmat. Tässä luvussa käydään läpi mitä lakeja kuntien tulee huomioida hulevesien hallinnassa. Lisäksi käydään läpi, miten hulevesistrategiat sekä -ohjelmat auttavat tässä tehtävässä.

### **2.1 Lainsäädäntö**

Kuntaliitto (2017, s. 16) mukaan olennaiset huleveden hallintaa koskevat lait ovat:

- Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010)
- Maankäyttö ja rakennuslaki (132/199)
- Vesihuoltolaki (119/2001)
- Vesilaki (587/2011)

Lisäksi hulevesiin ja huleveden hallintaa liittyvät:

- Ympäristönsuojelulaki (2014/527)
- Luonnonsuojelulaki (1096/1996)
- Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta (669/1978)

- Maantielaki (503/2005)
- Ratalaki (110/2007)
- Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (2004/1299)

Kunnan on lakisääteisesti tehtävä hulevesitulvariskien alustava arviointi ja tarkistettava arviointi kuuden vuoden välein (Ymparisto.fi, n.d.-b). Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 tarkoituksena on estää ja minimoida tulvien aiheuttamat taloudelliset humanitääriset sekä ekologiset vahingot. Lailla pyritään yhteensovittamaan ympäristön ja yhteiskunnan tarpeet (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010).

Maankäyttö ja rakennuslakia sovelletaan hulevesien hallinnassa. Laki on eräs keskeisimpiä lakeja huleveden hallinnassa (Vesi.fi, 2022b). Laissa määritellään hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet. Maankäyttö- ja rakennuslain 2014/682, § 103 a § 103 b, § 103 c, § 103 d § 103 g, § 103 j, § 103 k, § 103 l, § 103 m, § 103 n §, 103 o mukaan kunta on vastuussa hulevesien:

1. Valvonnasta.
2. Hulevesimaksujen asettamisesta ja perimisestä.
3. Yksityisen sekä julkisen hulevesijärjestelmien rajakohtien yhteensovittamisesta asemakaava-alueilla.
4. Hulevesihallinnan järjestämisestä.
5. Hulevesimääräyksistä; laadun, määrän, viivyttämisen, imeyttämisen, hulevesijärjestelmän liittymisistä ja muista rinnastettavista seikoista kiinteistöillä.
6. Hulevesisuunnitelmien hyväksymisestä.
7. Hulevesijärjestelmän toteuttamisesta.
8. Määräysvallasta hulevesien haitan poistamiseksi kiinteistöillä.

Kunnan vesihuolto huolehtii hulevesistä vesihuoltoalueella Vesihuoltolain 2014/681 § 2 mukaisesti:

Tätä lakia sovelletaan myös rakennetulla alueella maan pinnalle, rakennuksen katolle tai muulle pinnalle kertyvän sade- tai sulamisveden (hulevesi) viemärointiin siltä osin kuin vesihuoltolaitos siitä huolehtii. Mitä tässä laissa säädetään hulevesistä, koskee lisäksi perustusten kuivatusvesiä. Laissa

myöhemmin tarkennetaan, että hulevesiä koskevat lisäksi pykälät 12, 13, 16 ja 17 (Vesihuoltolaki 2014/681 §17 e).

Vesihuoltolaitoksen on määrättävä kiinteistön välittömään läheisyyteen liittymiskohta, eikä tästä saa aiheuta omistajalle, tai haltijalle kohtuuttomia kustannuksia (Vesihuoltolaki 2014/681 12 §). Vesihuoltolain 2014/681 § 13 mukaisesti, vesihuoltolaitoksella on oikeus tarkistaa kiinteistöillä hulevesiverkkoon liitetyt hulevesirakenteita. Laki myös säättää huleveden hallintaan liittyvästä valitusoikeudesta, sekä hulevesien laatua, määrää, käsittelyä, tai johtamista koskevien ympäristötietojen julkisuudesta. Hulevesien ympäristötietojen suhteen sovelletaan mitä lakia viranomaisten toiminnan julkisuudesta (1999/621). (Vesihuoltolaki 2014/681 § 13)

Kiinteistön on aina liityttävä kunnan vesihuollon toiminta-alueella hulevesijärjestelmään, ellei vapautusta myönnetä, tai mikäli vesihuoltolaitos ei ole järjestänyt hulevesiviemärintiä alueella. Vapautuksen voi myöntää kunnan viranhaltija. (Vesihuoltolaki 2014/681; 17 b §, §17 c) Hulevesiä ei saa johtaa jätevesiviemäriin, muutamia poikkeuksia huomioimatta (Vesihuoltolaki 22.8.2014/681 § 17 d).

Vesilaki säätelee kaikkia vesitaloushankkeita ja lupamenettelyitä (Vesilaki 2011/587 § 1). Hulevesihanke voi vaatia aluevalvontaviraston luvan, kun toimitaan esimerkiksi tietyillä vesiluontotyypeillä, ja pohjavesialueilla (Vesihuoltolaki 2011/587 luku 2, § 2, §3, luku 5, §1, luku 2, § 11). Laki myös säätelee ojitusta ja ojitushankkeiden luvanvaraisuutta, jotka ovat osa huleveden hallintaa. (Vesihuoltolaki 2011/587 luku 5)

Ympäristösuojelulaki 2014/527 säättää yleisesti ympäristön pilaantumisen torjunnasta. Hulevesien osalta tärkeimpinä tavoitteina voidaan pitää:

- 1) ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja; 2) turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö, tukea kestävää kehitystä sekä torjua ilmastonmuutosta; (Ympäristösuojelulaki 2014/527, §1).

Hulevedet voivat aiheuttaa ympäristön pilaantumista (Vesi.fi, 2022a). Hulevesien haitta-aineita ja haittatekijöitä ei säätele oma lainsäädäntö. Suomessa on voimassa eri lakeja, joissa raja-arvoja vesiä ja ympäristöä koskien määritellään yleisesti. (Nurhonen, 2020, s. 82) Pilaantumisen ollessa mahdollista, hulevesien johtamiselle on oltava ympäristölupa (Ympäristösuojelulaki 2014/527 luku 2, § 6). Luvan voi myöntää kunnan viranomaisen tai elinkeino- ja ympäristökeskus (Ympäristösuojelulaki 2014/527 § 22). Kunta voi myös säätää erikseen hulevesistä ympäristösuojelumääräyksissä (Ympäristösuojelulaki 2018/1166 § 202). Luonnonsuojelulaissa säädetään eliölajien suojelusta ja -rauhottamisesta, sekä pyritään säilyttämään tiettyjä luontotyyppisiä (Luonnonsuojelulaki 1996/1096 § 29, § 37, § 38, § 39, § 42).

Suomi on jaettu vesiensuojeluvyöhykkeisiin, joissa osana vesienhoitosuunnitelmaa on hulevesien hallinnan kehitys ja suunnittelu (Valtioneuvoston asetus vesienhoitoalueista 1303/2004; Kuntaliitto, 2017, s.22). Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 2004/1299 § 1 säättää vesien tilan ennallistamisesta ja tilan parantamisesta. Lain tavoitteena on:

vesien laadun lisäksi vesien riittävyys, vesien kestävä käyttö, vesipalvelut ja niiden taloudellinen selvitys, tulvariskien hallinta, vesien virkistyskäyttö, vesien välityksellä leviävät taudit sekä vesiekosysteemien suojelu ja vesiekosysteemeihin suoraan yhteydessä olevien maaekosysteemien ja kosteikkojen suojelu.

Laissa kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta 669/1978 säädetään velvollisuuksista koskien puhtaanapitoa, kunnossapitoa, liikennekelpoisuudetta ja liukkauden torjuntaa asemakaava-alueella. Laki sisältää hulevesien kannalta toimenpiteitä, jotka parantavat hulevesien laatua ja vähentävät hulevesitulvariskiä, sekä osoittaa ketkä ovat missäkin velvollisia ylläpitämään mitään alueita. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta 669/1978)

Maantielaki 503/2005 § 4 säättää mahdollisten hulevesirakenteiden sijoittamisesta maantiealueelle seuraavasti:

Tiealueeseen kohdistuva työ sekä rakennelmien, johtojen ja muiden laitteiden sijoittaminen tiealueelle vaatii tienpitoviranomaisen luvan. Lupa voidaan myöntää, jos toimenpiteestä ei aiheudu vaaraa liikenteelle eikä haittaa tienpidolle. Luvan saaja on velvollinen tekemään rakennelman tai laitteen ja pitämään sen kunnossa tienpitoviranomaisen ohjeiden mukaan. Jos rakennelman tai laitteen käyttämisestä aiheutuu vaaraa liikenteelle tai haittaa tienpidolle, on luvan saaja velvollinen kustannuksellaan tekemään tienpitoviranomaisen vaatimat muutokset taikka siirtämään tai poistamaan rakennelman tai laitteen.

Maantielain kaltaisesti Ratalaki 2018/998 § 36 säättää:

Rautatiehen kohdistuvaan työhön sekä johtojen, rakennelmien ja laitteiden sijoittamiseen rautatiealueelle sovelletaan tämän lain säännöksiä, ellei oikeudesta toimenpiteen suorittamiseen säädetä erikseen muussa laissa. Jos toimenpiteen suorittaminen perustuu muun lain nojalla annettuun viranomaisen päätökseen, on rataverkon haltijan ja toimenpiteen suorittajan sovittava toimenpiteen suorittamisajankohdasta ja toteutustavasta.

## **2.2 Hulevesistrategiat -ja ohjelmat**

Osana huleveden hallintaa kunnissa voidaan laatia hulevesistrategioita, tai -ohjelmia, joissa kuntaorganisaation kesken sovitaan hulevesien hallinnan päämäärät, keinot sekä linjaukset. Hulevesistrategialla ja -ohjelmalla tarkoitetaan asiakirjaa, jolla voidaan ohjata kunnan hulevesiasioita. Hulevesiohjelma on tyypillisesti hulevesistrategiaa tarkempi asiakirja, jossa strategiaa täsmällisemmin esitetään vastuutahot ja aikataulut. (Kuntaliitto, 2012, s. 74; Ymparisto.fi, n.d.-c)

## **3 Kestävän kehityksen viitekehys ja hulevesien hallita**

Perimmäisenä tavoitteena WSSP:la on hulevesien hallinnan parantaminen. Huleveden mukana kulkee eri muuttujien mukaan vaihtelevia määriä huleveden haitta-aineita ja -tekijöitä (Vesi.fi, 2022a; Kuntaliitto, 2012, s. 126). Nämä vaikuttavat ympäristöön ja vesiin

moninaisesti, usein ei-toivotulla tavalla (Ymparisto.fi, n.d.-d). Esimerkiksi hulevesitulvat voivat aiheuttaa merkittäviä ongelmia ihmiselle ja ympäristölle. Asianmukaisella suunnittelutyöllä ja hallintaratkaisulla huleveden haitoista voidaan päästä eroon.

Hulevesien muodostumisen estämisellä ja määrän vähentämisellä, sekä paikallisella hyödyntämisellä voidaan vähentää sen haittoja. Hulevedestä ei voi kehkeytyä haittaa, jos sitä ei synny. Tyypillisesti määrän vähentäminen toteutetaan läpäisemättömien pintojen alan pienentämisellä, eli kasvattamalla infiltraatiota ja lisäämällä kasvillisuutta edistämään imeytymistä sekä haihduntaa (Kuntaliitto, 2012, s. 20; Ymparisto.fi, n.d.-d). Kasvillisuuden ja vihreän infrastruktuurin lisääminen parantaa viihtyisyyttä sekä edistää luonnon monimuotoisuutta. Läpäisemättömyyden vähentäminen, auttaa valmistautumaan ilmastonmuutoksen seurauksena kasvavan sadannan aiheuttamiin hulevesitulviin. (Kuntaliitto, 2012, ss. 12, 110; EEA, 2015)

Huleveden viivyttäminen ja käsittely voidaan toteuttaa luonnonmukaisesti ja kestävästi. Pysyvät vesirakenteet, kuten kosteikot, lammikot, altaat sekä toisinaan kuivuvat sadevesipainanteet ja kaivannot, voivat ehkäistä huleveden aiheuttamia haittoja (Kuntaliitto, 2012, s. 20). Biosuodatus on Suomessa harvoin käytetty menetelmä huleveden puhdistamiseksi. Tässä menetelmässä vesi suodatetaan maakerrosten läpi ja vesi puhdistuu. Suurin osa vedestä jatkaa imeytymättä matkaansa eteenpäin. (Ymparisto.fi, n.d.-d)

Tämäkaltaiset vesiympäristöt huleveden hallintaratkaisut, lisäävät luonnon monimuotoisuutta ja parantavat taajamien viihtyvyyttä (Kasvio ym., 2016, s. 17).

Biodiversiteettiä ja kestävästä kaupunkikehitystä samoin tukevat huleveden hallintakeinona viherkatot, sadepuutarhat ja läpäisevät päällysteet (Tang ym., 2021, s. 2). Kuvassa 1 on esiteltynä ne kestävästä kehityksen Agenda 2030 tavoitteet, joiden toteuttamista WSSP:n käytöllä pyritään edistämään.

Kuva 1. WSSP:n Tärkeimmät kestävän kehityksen kulmakivet (mukaiillen UN, n.d.).



#### 4 Paikkatieto työkaluna WSSP:ssa ja hulevesien hallinnassa

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda hulevesien turvallisuuspohjaiseen hallintaan työkalu. Työkalun keskiössä on paikkatieto, joten WSSP:n ohjelmistoksi valittiin avoimen lähdekoodin QGIS sekä FOSS4G -paikkatietosovellukset. Kaikkia ohjelmistoja käytettiin QGIS:n kautta, jotta työkalu pysyisi mahdollisimman suoraviivaisena. QGIS, GDAL ja GRASS ovat ilmaisia, joten WSSP ei synnytä lisäkustannuksia käyttäjälle lisenssimaksuina. On kuitenkin mahdollista, että koulutus sekä tietotuki maksavat. Opetteluun käytetyt työtunnit ovat myös kulutettua aikaa. Sidosryhmien taloudellisten intressien ohella, ohjelman valintaan vaikutti myös aiempi käyttökokemus ja suosio. Erään artikkelin mukaan QGIS on suosituin avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmisto (GISPO, 2021). Useat korkeakoulut, ja virastot sekä yksityiset toimijat tarjoavat kurseja sekä hyödyntävät ohjelmaa työelämässä (Qgis.org, n.d-b).

Paikkatietojärjestelmät ja -menetelmät ovat tärkeitä työkaluja hydrologiassa ja vesien hallinnassa (Naidu, 2015, s. 67). Hulevedet ovat nimensä mukaisesti vesiä, eli niihinkin voidaan soveltaa monia hydrologian työkaluja. Mallintamalla ja kuvailemalla

hydromorfologista maailmaa voidaan muun muassa sijoittaa hulevesien rakenteita, ennustaa hulevesitulvariskiä määrittää kaupunkivaluma-alueita (SYKE, 2018; Campbell & Parace, 2014; Jato-Espino ym., 2016, s. 10).

Maankäytön haasteita kyetään myös ratkomaan paikkatiedon keinoin (Chang, 2016, s. 10).

Maankäytöllä tarkoitetaan jotain luokiteltavissa olevaa aluetta, jossa ihmisen toiminta määrää sen luokan. Maatalousalueilla ihmisen toimintaa leimaa esimerkiksi viljely. (ESRI, n.d.-a) Maankäyttö on kytköksissä vahvasti läpäisemättömyyteen, ja tätä kautta huleveden määrään, haitta-aineisiin sekä -tekijöihin (Kuntaliitto, 2012, ss. 127–128, 131). Maankäytön mukaan voidaan esimerkiksi ihmistoiminnan perusteella sijoittaa alueille kelpoisimpia hulevesirakenteita (Kuntaliitto, 2012, s. 203).

Riski on samoin paikkatiedon avulla arvioitavissa ja hallittavissa (Chang, 2016, s. 10).

Hulevesien riskin arvioinnissa, ja riskinhallinnassa voidaan soveltaa erilaisia sosiaalisia, biofyysisiä ja hydromorfologisia -muuttujia. Näitä riskejä voivat olla esimerkiksi kaltevuus, ja läpäisemättömyys sekä ihmistoiminta. Kaltevuuden kasvaessa virtausnopeus kasvaa, mikä johtaa muun muassa eroosion kiihtymiseen (LUKE, 2021). Läpäisemättömyys taas on suoraan kytköksissä huleveden määrään (HSY, n.d.). Ihmistoiminta on usein kytköksissä mitä haitta-aineita ja -tekijöitä huleveden mukana kulkeutuu (Kuntaliitto, 2012, s. 127).

#### **4.1 Hydrologia ja valuma-alue**

Hydrologisessa tutkimuksessa valuma-alue on tyypillisesti keskeinen tutkimuskohde (Chang, 2016, s. 312). Valuma-alueella tarkoitetaan jotain maantieteellistä aluetta, jolta vesi virtaa kohti valittua purkupistettä. Vesistönjakajien, eli muuta ympäristöä korkeampien pinnanmuotojen mukaan, valuma-alue jakautuu pienemmiksi osa-valuma-alueiksi. (Pidwirny, 2006, The Drainage Basin Concept)

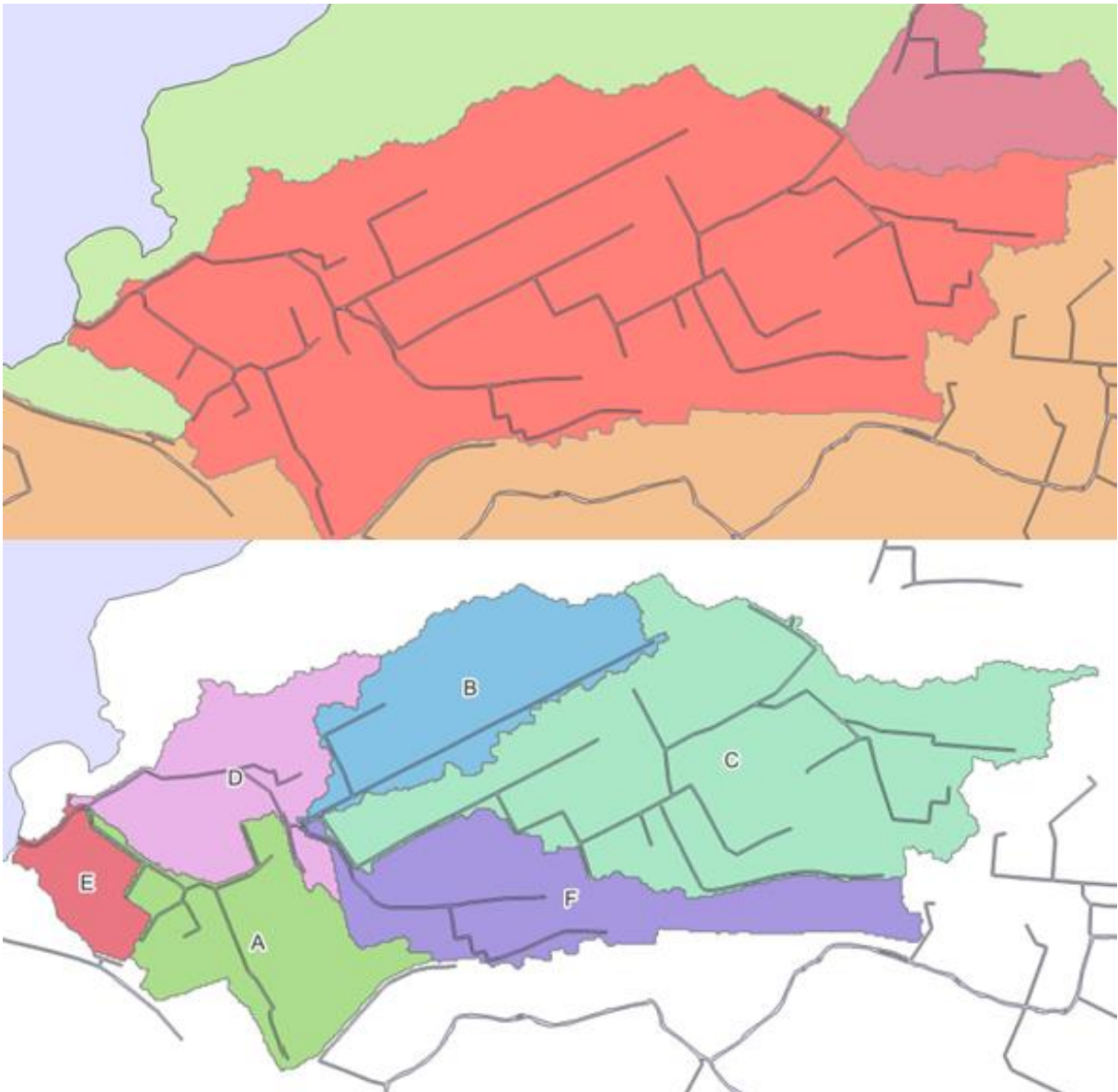
Vesi valuu luonnollisesti painovoimaisesti alaspäin. Se kerääntyy virtaamaksi, joista se lopulta yhtyy mereen. Virtaamaa ruokkii pinta-, pohjavalunta, sulamis- sekä vakavedet, pintavalunta ja sadanta. Virran kulkiessa alas se muodostaa uomaston, josta valuma-alue koostuu. (Pidwirny, 2006, The Drainage Basin Concept) Uomasto ja valuma-alue, voidaan uomien sijainnin sekä aseman perusteella jakaa alisteisiksi toisilleen (Strahler, 2013, ss. 479–480). Toisaalta valuma-alueet myös ovat jaettavissa vedenjakajien ja lähtöaineiston

tarkkuuden ehdoilla, tarkoituksenmukaisessa skaalassa osavaluma-alueiksi (Pidwirny, 2006, The Drainage Basin Concept).

Valuma-aluejakoa soveltamalla voidaan kohdentaa tutkia tarkkaan muun muassa vesistöjen haitta-aineiden alkuperää. Otetaan esimerkiksi Itämeri ja sen fosforikuorman vähentäminen. Itämeren fosfori on pääosin peräisin maatalouden hajakuormituksesta (Ymparisto.fi, 2015). Meren valuma-alue on jaettavissa vedenjakajien mukaan osavaluma-alueiksi, joista päästään kiinni mistä fosfori on peräisin. Veiksel on eräs meren suurimmista laskevista, joista ja sen fosforikuormitus Itämereen oli vuosina 1995–2014 korkein (Räike ym., 2017, s. 7). Eräs tapa kohdentaa fosforin hallintakeinoja ja selvittää joen fosforikuormituksen tarkkaa alkuperää, olisi tutkia miltä osavaluma-alueelta aine on peräisin. Tällä tapaa voitaisiin kulkea sivu-uomasta, puroon, ja lopulta noroon.

Samaa periaatetta voidaan soveltaa hulevesiverkoston, haitta-aineita ja -tekijöitä hallittaessa. Aineistojen tarkkuuden sallimissa rajoissa, voidaan tarkastella hulevesiverkoston avo-ojia, putkia, ja lopulta päätyen ränniin, kunnes päästään kiinni haluttuun kokoluokkaan, aineiston ja vedenjakajien sallimissa rajoissa. Kuvassa 2 on esiteltyä eräs valuma alue, joka on pilkottu näillä ehdoilla tarkempiin osavaluma-alueisiin.

Kuva 2. Kartta valuma-alueen hulevesijärjestelmästä jaettuna eri tavalla vedenjakajien mukaan.



#### 4.2 Korkeusmalli ja valuma-alueen määrittely

WSSP:n on pystyttävä luomaan valuma-alue tarkasti, nopeasti, helposti ja halvasti.

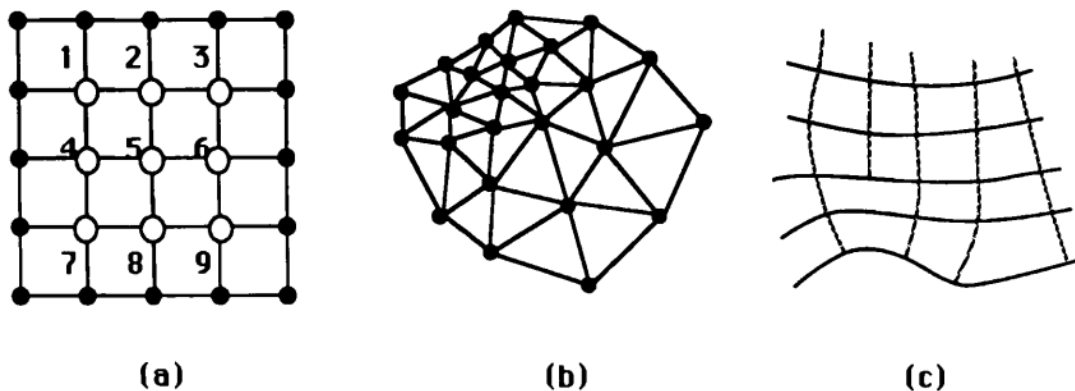
Pilotoinnissa valuma-alueen digitaalinen määrittely valittiin menetelmäksi sidosryhmien etujen vuoksi, sillä sen arveltiin säästävän aikaa sekä vähentävän inhimillisen virheen mahdollisuutta. Valuma-alueen digitaalinen määrittäminen vaatii digitaalisen korkeusmallin.

Pilotoinnissa korkeusmallina käytetään avointa maanmittauslaitoksen tarjoamaa hilamuotoista KM2 eli Korkeusmalli 2 m rasteriaineistoa. KM 2 hilakoko on kaksi metriä ja korkeustarkkuus keskimäärin 30 cm (MML, n.d.-a). Aineisto valittiin ylitse Korkeusmalli 10 m,

paremman resoluutionsa ja tarkemman korkeustietonsa takia. Hilakoko on merkittävä tekijä valuma-alueen mallintamisessa, ja paremmalla resoluutiolla saadaan tarkempia valuma-alueita (Chang, 2016, s. 309).

Korkeusmalli eli DEM (Digital elevation model) edustaa paljaan maan topografiaa numeroarvoina. Kasvillisuus, ja rakenteet ovat poistettu mallista. Tieto on tavallisesti tallennettu tasaisina hiloina, joissa jokainen hila edustaa korkeusarvoa, tai TIN (Triangulated irregular network), eli epäsymmetrisenä kolmioverkkona. (MML, n.d.-b; USGS, n.d.) Kolmioverkko, digitaalinen korkeusmalli hilamuodossa ja korkeuskäyrät ovat esitettyinä kuvassa 3.

Kuva 3. Korkeusdatan erilaiset esitysmuodot A Pistehila, B Kolmioverkko C Korkeuskäyrät (Moore ym., 1991, s. 4).



MML:n (n.d.-b) mukaan DTM (Digital Terrain Model), eli maastomalli tarkoittaa maan pintaa kuvaavaa mallia, jossa on korkeusarvon lisäksi jotain muuta tietoa, kuten kaltevuuksia. DSM (Digital Surface Model) eli pintamalli kuvaa puhtaasti pinnan topografiaa, siitä ei ole poistettu puita tai mitään rakenteita. (MML, n.d.-b) TIN-, DSM-, tai DTM-aineistoja ei ollut pilotoinnin aikana saatava avoimesti, joten niitä ei kokeiltu pilotoinnissa.

### 4.3 Kaupunkimaisen valuma-alueen määrittely

WSSP on tarkoitettu käytettäväksi kaupunkialueilla. Taajamissa vesi kulkee usein maan pinnan alla putkissa, rummuissa ja siltojen peittämänä. Korkeusmalli 2 m ei mallinna maanalaista hulevesiverkkoa. Ainoastaan sillat ovat näistä rakenteista poistettu aineistosta (MML, n.d.-c). Rummut ja putket, joissa suurin osa peitteisestä hulevedestä virtaa, ovat

olennainen hulevesiverkostoa. Huleveden peitteisyys on huomioitava, sillä muuten valuma-alueita ei voida määrittellä tarkasti.

Pilotoinnissa peitteisen uomaston mallintamiseksi korkeusmallissa valittiin polttaminen. Polttaminen on hyvin tyypillinen tekniikka, jolla virtaamaa saadaan ohjattua korkeusmallissa (Lindsay, 2015). Korkeusmallin polttaminen tarkoittaa, että hilojen korkeusarvoja lasketaan ennalta määrittelyistä kohdista (Lindsay, 2012). Kuvassa 4 vertaillaan poltettua ja polttamatonta korkeusmallia. Uomat erottuvat poltetussa korkeusmallissa selkeästi tummempina alueina. Polttaminen auttaa myös topografialtaan tasaisilla alueilla virtaussuunnan muodostamisessa (Ollila, 2022, s. 22).

Kuva 4. Vasemmalla polttamaton – ja oikealla poltettu korkeusmalli, liitteen 2 menetelmiä hyödyntäen.



Polttomenetelmiä on useita erilaisia (Ollila, 2022, ss. 23–27). Pilotoinnissa ei vertailtu eri menetelmien kelpoisuutta, vaan polttoprosessi pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena sidosryhmien etuja ajatellen. WSSP:ssa kaikki vesiverkon osat, poltetaan samanarvoisesti korkeusmalliin vesiverkoston sijaintitiedon avulla.

#### 4.4 Maankäyttö

Ihmisen toiminta alueittain on hulevesien haitta-aineiden- ja haittatekijöiden kannalta erittäin merkittävää. Huleveden laatu on sidoksissa alueelliseen maankäyttöön. Erikoisainen toiminta tuottaa erilaista haittaa, riippuen ihmistoiminnan luonteesta. Esimerkiksi teollisen

toiminnan ja asuinalueiden hulevesien haitat poikkeavat toisistaan. (Kuntaliitto, 2012, ss.126–127)

#### 4.5 Maankäyttöluokkien määrittely

Varsinaista standardisoitua ja modernia hulevesiä koskevaa maankäyttöluokittelua ei löydetty pilotoinnissa. Kuntaliiton (2012) Hulevesioppaassa ei metodologisesti erotella maankäyttöluokkia, vaikka maankäyttöä käsitelläänkin. HULVATUSSA kuitenkin havaittiin tarve vakioituille maankäyttöluokille, jotta ihmistoiminnan kuvaaminen olisi mahdollisimman helppoa, johdonmukaista, sekä vertailukelpoista kaikkien toimijoiden kesken (HULVATTU, 2023).

Kuusisto (2002, s. 21) erottaa yhdeksän erilaista maankäyttöluokkaa yleistettynä sekä 16 tarkempaa luokkaa, molemmat homogeenisen hydrologisen vaikuttavuuden perusteella. Peltola-Thies (2005, ss. 33–35) esittää maanmittauslaitoksen SLICES-aineistoon pohjautuvaa, kuutta yleistettyä maankäyttöluokkaa. SLICES-aineiston ylläpito on lopetettu, eikä se ole enää saatavilla. Molempien tutkimusten maankäyttöluokkiin on sidottu ihmistoiminnan lisäksi muutakin ominaisuustietoa. Kuusisto kiinnittää maankäyttöluokkiin keskimääräisen läpäisemättömyyden ja laskee EIA:n empiirisesti jokaiselle luokalle. Peltola-Thies sitoo luokkiin ominaisuuskuormituksen.

Pilotoinnissa päätettiin, että WSSP-maankäyttöluokittelu kuvasi ainoastaan ihmistoimintaa, ja ihmistoiminnasta aiheutuvaa riskiä. Kansallista maankäyttöä kuvaava CLC 2018 - rasteriaineisto suljettiin ulkopuolelle osin vesitekniikan opiskelijoiden palautteen perusteella. Myös koettu rasteriaineiston jäykkyys, sekä tarkkuus ja hilakoko vaikuttivat päätökseen. Yleiseurooppalainen EEA:n (n.d.) tuottama vektoriaineisto, Urban Atlas ei kattanut pilottialuetta, joten se täytyi sulkea ulkopuolelle. Kaukokartoitus suljettiin pois sidosryhmien etujen mukaisesti liian teknisesti vaativana, ja aikaa vievänä.

Lähtöaineistoksi WSSP-maankäyttöluokitteluun valittiin yleiskaava. Yleiskaava ei kuvaa maankäyttöä välttämättä nykyajassa, vaan se kuvaa maankäyttöä myös tulevaisuudessa. Jotta yleiskaava saadaan kuvaamaan todellista maankäyttöä, on sitä täydennettävä. Maankäyttöluokat muodostettiin sidosryhmien palautteen sekä lähtöaineiston ehdoilla

(HULVATTU, 2023). Maankäyttöluokka on WSSP:ssa jaettu 12 eri maankäyttömuotoon. Maankäyttöluokka ja -muodot on määritelty tarkemmin liitteessä 1.

#### **4.6 Muutosalueet**

HULVATUSSA tunnistettiin tarve muutosalueiden löytämiseksi. Muutosalueet määritettiin alueiksi, jotka voivat muuttua maankäytöltään niin, etteivät ne enää muistuta aiempaa. Esimerkiksi metsäalueen muuttuessa väljäksi asuinalueeksi, muuttuu sen hydromorfologinen luonne hulevesien kannalta niin perusteellisesti, ettei sitä voi pitää enää samana maankäyttömuotona. (HULVATTU, 2023)

Tarve muutosalueiden paikantamiseksi vaikutti yleiskaavan valintaan maankäytön pohja-aineistona. Muutosalueiden avulla voidaan muun muassa sijoittaa rakenteita resurssiviisaasti ja oikeille alueille. Esimerkiksi mikäli jokin metsäalue on muuttumassa tiheäksi asuinalueeksi, voidaan muutosalueiden avulla reagoida asianmukaisella tavalla.

#### **4.7 Riskiluokittelu ja -kartoitus**

Riskin arviointi, tai kuvaaminen onnistuu paikkatiedon keinoin. Tyypillisiä paikkatiedon riskisovelluksia ovat erilaiset luonnonkatastrofin todennäköisyyttä, tai vaikuttavuutta kuvaavat kartat. (Chang 2016, s. 10) SYKE:n tulvariskikartat ovat esimerkki paikkatiedon ja hydrologian soveltamisesta riskinhallinnassa kansallisella tasolla (Ymparisto.fi, n.d -e).

Riskin tunteminen on olennainen osa hulevesien hallintaa. Jotta voidaan ohjata resursseja, työtä ja hallintatoimenpiteitä valuma-aluekohtaisesti, on tunnettava alueen hulevesiä koskeva riski. WSSP:ssa riskit ja riskin arvottaminen perustuu Kuntaliittoa (2012 s. 21) mukailleen siihen, että hulevesien hallinnan tavoitteena on jokin, tai osa seuraavista:

- huleveden laatua ja laatutekijöitä tulee parantaa
- huleveden määrää vähennetään
- hulevesitulvien ehkäisemiseksi sekä laadun parantamiseksi tulee viivyttää ja imeyttää
- hulevettä tulee paikallisesti hyödyntää

Kaikki tekijät, jotka voivat vaikuttaa negatiivisella tavalla yllä mainittuihin tavoitteisiin, tuottavat riskiä. Riskille on Gaafar ym., (2019 s. 15) tutkimuksesta lainattu liukuvat arvot asteikolla 0–5. Pilotoinnin arvot on pyritty perustelemaan tieteellisesti, eri tutkimusten kautta. Riskiarvot laskettiin NVDI:lle, maalajin hydrologiselle läpäisevyydelle, keskimääräiselle kaltevuudelle, etäisyydelle valuntaverkkoon ja ihmistoiminnalle sekä läpäisemättömyydelle. Nämä valittiin aineistojen saavutettavuuden, ja WSSP prosessin periaatteiden mukaisesti. Jokainen pilotoitu riski on kuvattu yksityiskohtaisesti liitteessä 1.

WSSP:n riskiluokittelu ei kata kaikkia osa-alueita. Riskiluokittelu välttämättä sovellu sidosryhmien jokaisen alaryhmän, jokaiseen käyttötarkoitukseen. Esimerkiksi sosiokulttuurilliset, ja kunnossapidon arvot eivät välttämättä kohtaa WSSP-riskiluokituksen kanssa. WSSP:n riskistä puuttuvat muun muassa esteettiset tavoitteet ja suojelukohteet. Riskiluokittelu ei ota kantaa, kuinka todennäköinen riski on. Tärkeä osa hulevesien riskienhallintaa on hulevesitulvariskin tunteminen, jossa tulee tietää missä tulvii ja missä sijaitsevat tulvimiselle herkätkohteet. WSSP:sa pilotoitiin tulvariskiä r.sim.water työkalun avulla, jolla voidaan mallintaa tulvimista. (GRASS development team n.d.-b).

## **5 Pilotointi ja tulokset**

WSSP:n pilotointi toteutettiin Forssan Kuhalanojan alueella, joka on määritelty kuvassa 9. Alue valikoitui pilottialueeksi maantieteellisen sijaintinsa takia, ja koska valmistelemaa työtä oli jo tehty osana HAMK:n vesitekniikan 2021 moduulia. Opiskelijoiden esiselvitystyö tarjosi ponnistuslaudan työkalun kehittämisen aloittamiseen ja lähtöaineistojen valintaan. Forssan kaupungin viranomaisyhteistyön ansiosta oli mahdollista hyödyntää ja testata oikeita aineistoja, hulevesiviemärin - sekä yleiskaavan teknistä piirrosta. Aineistojen tarjonnan lisäksi kaupunki edustaa osaa WSSP:n sidosryhmästä.

### **5.1 Pilotointi**

Sidosryhmien käytettävissä olevien aineistojen tutustuminen aloitettiin tutustumalla paikan päällä Forssan kaupungintalolla huhtikuussa 2022. Tutustumisen perusteella arvioitiin sidosryhmien kunnallisten aineistojen soveltuvuutta pilotointiin. Tutustumisen ja HULVATTU-hankkeen ensimmäisen työpajan perusteella päädyttiin siihen, että kaupungin

sekä vesilaitoksen paikkatietoaineistoista hyödynnetään ainoastaan yleiskaavan ja hulevesiviemärien teknisiä piirroksia.

Sidosryhmien etujen mukaan päätettiin, ettei WSSP vaadi aineiston keräämistä kentältä. Asia nostettiin esille ensimmäisessä kaupunkityöpajassa. (HULVATTU, 2023) WSSP:sa kaikki lähtöaineistot ovat valmiiksi sidosryhmien, tai ulkopuolisten tahojen tuottamaa. Aineistot ovat avoimia ja maksuttomia sidosryhmille. Periaatteena on, että prosessoimalla, fuusioimalla ja analysoimalla erilaisia paikkatietoaineistoja pystytään hulevesien turvallisuus pohjaisen hallintaan. WSSP:sta pyrittiin toteuttamaan modulaarinen. Ohje eli, liite 2 koostuu itsenäisistä kokonaisuuksista, jotka ovat suurimmaksi toteutettavissa itsenäisesti toisistaan riippumatta. Työkalut ja jopa ohjelmistot ovat moduulien sisällä vaihdettavissa, sillä käytetyt menetelmät eivät ole QGIS-, tai GRASS-alustoista riippuvaisia.

## 5.2 Pilotoinnin tulokset

Pilotoinnin tuloksena syntyivät WSSP-ohjeet (liite 2) ja -tietokanta (liite 1). Molemmat ovat opinnäytetyön liitteinä. Ohjeissa käydään vaihe vaiheelta läpi, kuinka aineistoja käsitellään ja muokataan käyttötarkoitusta vastaavaksi. Ohjeiden perimmäisenä tarkoituksena on, että sidosryhmillä olisi aina vähintään yksi avoin mahdollinen tapa suorittaa WSSP.

Tietokanta kuvailee ja perustelee WSSP:n moduulien ominaisuustiedot ja formaatit. Forssan Kuhalanojasta luotiin lisäksi liitteen 2 ohjeilla liitteen 1 mukaiset paikkatietokannat. Tuotetut paikkatietokannat luovutettiin työn tilaajalle eli HAMK:lle jonka tehtävänä on jakaa aineistot eteenpäin pilottikunnalle.

## 5.3 WSSP-valuma-alue moduuli

Hulevesiverkoston peitteisyyden takia kaupunkivaluma-alueen määrittelyssä suljettiin nopeasti ulkopuolelle selainpohjaiset työkalut: SYKE:n VALUE ja Metsäkeskuksen valuma-alue työkalu. VALUE:n hilakoko on 10 metriä ja siihen on poltettu UOMATIETO10 mukaiset uomat (SYKE, 2020). Nämä ovat riittämättömät kaupunkivaluma-alueen tarkkaan kuvaukseen. Metsäkeskuksen ArcGIS-pohjainen valuma-alue työkalu käyttää 2 m sekä 10 m hilakoon aineistoa ja korkeusmalliin ei ole poltettu uomia. (Metsäkeskus, 2018).

KM2:n ohella harkittiin laserkeilausaineiston 5 p ja droonikuvauksen hyödyntämistä. Droonikuvaus suljettiin pois korkeusmallin hankkimisessa. Menetelmä rikkoo WSSP:n kenttäaineiston keräämisestä vapaata työskentelytapaa, ja vaatisi erityisosaamista, sekä aikaa. MML:n laserkeilausaineisto 5 p on pistepilvi, jonka pistetiheys on  $5/m^2$  (MML, n.d.-c). Aineistosta voitaisiin johtaa KM2:hta tarkempi korkeusmalli. KM 2 pistetiheys on  $0,5/m^2$  ja sen hilakoko kaksi metriä (MML, n.d.-b). Pistepilvestä korkeusmallin luominen onnistuu QGIS:lla LAStools-työkalun avulla. Työkalua voidaan käyttää QGIS:in käyttöliittymän kautta (QGIS.org, n.d.-c). Ongelmaksi muodostuivat hinta sekä laserkeilausaineiston, että LAStools-lisenssin kanssa (MML, n.d.-c; Rapidlasso, n.d.). Lisäksi LAStoolssin käyttö vaatii osaamista, ja aikaa. Lopullinen hylkäys tapahtui aineiston kattavuuden takia, koska laserkeilausaineisto 5 p ei nykyisellään kata koko pilottialuetta.

Digitaalisen korkeusmallin valinnan jälkeen on päätettävä virtaussuunta-algoritmi ja työkalu. Valuma-alueen määrittely vaatii virtaussuunta-algoritmin (Sippel, 2010, s. 1). WSSP hyödyntää GRASS r.watershedia virtaussuunnan määrittämiseksi. Tämä työkalu käyttää D8 (Deterministic eight-node) virtaussuunta-algoritmia valuma-alueiden määrittämiseksi (GRASS Development Team, n.d.-c). Algoritmin toimintaperiaate GRASS-GIS koodauksena on esitetty kuvassa 5. D8 on hila-aineistoon pohjautuva malli, jossa algoritmi tuottaa valitusta lähtöhilasta virtaussuunnan vertaamalla korkeusarvoja kahdeksaan naapuriin, etsien aina alimman arvon, kunnes alempia arvoja ei enää löydy. Algoritmi laskee veden virtaussuunnan, käyttämällä viereisten hilojen arvoja hyväksi. Valuma-alue muodostuu virtaussuunnan osoittamista hiloista. (GISGeography, 2022a; Esri n.d-b)

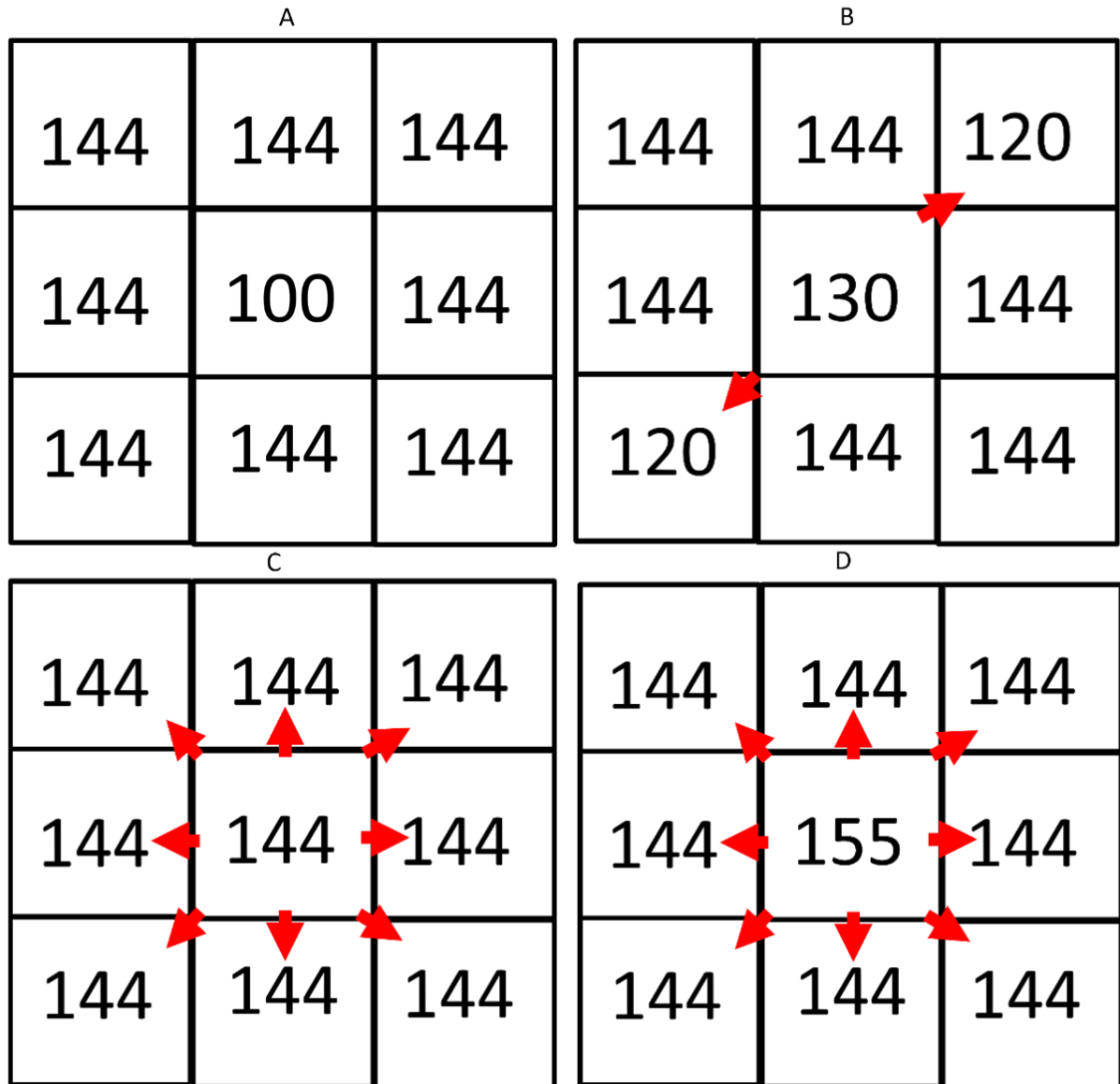
D8:n virtaussuunta-algoritmissa on heikkouksia. Se on rajoitettu vain kahdeksaan suuntaan (Sippel, 2010, ss. 21–22). Hilasta lähtee vain yksi virtaussuunta kohti alempaa arvoa, vaikka todellisuudessa vesi voi jakaantua useampaan hilaan (Moore ym., 1991, s. 19). R.watershed puuttuu D8-algoritmin yksisuuntaisen virtaussuuntaan MFD (multiple flow direction)-parametrin avulla. MFD:n ja yksisuuntaisen virtaussuunnan, SFD:n (singleflow direction) erot on demonstroitu kuvassa 5. MFD muuttujaa hyödyntäen, veden virtaussuunta jakautuu naapurihilojen kaltevuuden painokertoimen avulla kaikkiin niihin naapurisoluihin, jotka omaavat pienemmän korkeusarvon. (GRASS Development Team n.d -c)

Kuva 5. GRASS virtaussuunta-algoritmin koodaus, ja toiminta eri parametreillä. Oikealta vasemmalle: D8 GRASS virtaussuunnat, SFD (singleflow direction) D8 MFD (multiflow direction)

3	2	1	144	143	142	144	143	142
4		8	142	115	113	142	115	113
5	6	7	145	116	111	145	116	111

Korkeusmalli voi myös sisältää arvoja, tai luonnollisia topografisia muodostumia, jotka heikentävät D8-algoritmin tuloksia. Näitä ovat korkeusmallin satulat, huiput, nielut ja tasanteet (Sippel, 2010 s. 21). Kuvassa 6 esitetään D8 mallia heikentävät korkeusmallin arvot. Huiput ja nielut voivat myös olla korkeusmallin virheellisiä arvoja (ESRI, n.d.-c). Korkeusmallin kuopat voivat pysäyttää virtauksen mallintamisen kokonaan, siksi on tarpeellista täyttää (filling) kuopat (Chang, 2016, 305).

Kuva 6. A nielu, kuoppa B. satula C. tasanne D. huippu



FOSS4G-perheessä on useita eri täyttötyökaluja ja -menetelmiä korkeusmallin täyttöön (SAGA n.d.-a; SAGA n.d.-b; -SAGA n.d.-c; GRASS Development Team, n.d.-d). Kaikilla täyttömenetelmillä on omat sovelluksensa ja niillä päästään hieman erilaisiin tuloksiin. Paras tulos saadaan yhdistelemällä ja kokeilemalla eri menetelmiä. (Wang Ym., 2019, ss. 84, 93–94)

WSSP:sa ei kuitenkaan tarvitse täyttää korkeusmallia, valuma-alueen määrittämisessä. R.watershed hyödyntää least-cost-path-search algoritmia välttääkseen virtaussuunnan pysähtymisen kuoppiin, sillä virtauksen osuessa kuoppaan työkalu etsii vähiten kaltevan rinteen naapurihiloista ja jatkaa matkaansa (GRASS Development Team, n.d.-c). Pilotoinnissa ei tämän takia kokeiltu erilaisia täyttötyökaluja, tai -menetelmiä, vaikka täyttäminen on

useimmiten vaadittua, jotta virtaussuunta-algoritmit toimisivat. Lisäksi täyttämättä jättäminen suoraviivaistaa WSSP-prosessia, ja helpottaa sidosryhmien työtaakkaa.

R.watershed osoittautui myös muunneltavimmaksi, nopeimmaksi ja ketterimmäksi käyttöä. QGIS:ssa saatavilla olevat SAGA:n hydrologiset työkalut eivät yltäneet samaan. Ongelmana on myös se, että korkeusmalli vaatisi aina tasaamista SAGA:n työkalujen kanssa ja kelpoisin tasaustyökalu olisi etsittävä. SAGA:n hydrologiset työkalut ovat yksinkertaisia käyttöä, mutta eivät olleet yhtä muunneltavissa. SAGA:n hydrologissa työkaluissa ei ole g.region kaltaista alueen rajausta, jossa käyttäjä voi määrittellä laskettavan alueen. Rajauksella voidaan vaikuttaa laskuaikaan, ja aineistoja ei tarvitse leikata. Lopulta SAGA:n työkalut suljettiin ulos tuen loppuessa, QGIS:in 3.30 versioon mennessä (Github, n.d.-c).

R.watershed myös tuottaa (drainage direction) virtaussuuntataso, jonka avulla mitä tahansa pistettä ja sen yläpuolista virtaa voidaan tarkastella r.water.outlet työkalulla. R.water.outlet on työkalu, jolla voidaan valita mikä tahansa purkupiste kartalta virtaussuuntatasoa soveltaen (GRASS Development team, n.d.-e). Työkalun todettiin pilotoinnissa olevan käytännöllinen apu valuma-alueiden määrittämiseksi.

WSSP-valuma-aluemoduulia varten pyydettiin Forssan vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkko, joka saatiin teknisenä piirroksena. Aineisto sisälsi epäjatkuvuuskohtia, jotka vaikuttavat tulokseen. Esimerkiksi Kuhanoja itsessään oli useiden epäjatkuvien viivageometrioiden edustama. Paras mahdollinen tulos olisi saatu yhtenäisellä viiva- tai monikulmiomuotoisella aineistolla, kuvassa 7 on esimerkki epäjatkuvuudesta. Forssassa ei ollut kaupunkityöpajojen, perusteella niin merkittävästi pumppuja, että niitä olisi ollut tarpeen ottaa huomioon. (HULVATTU, 2023)

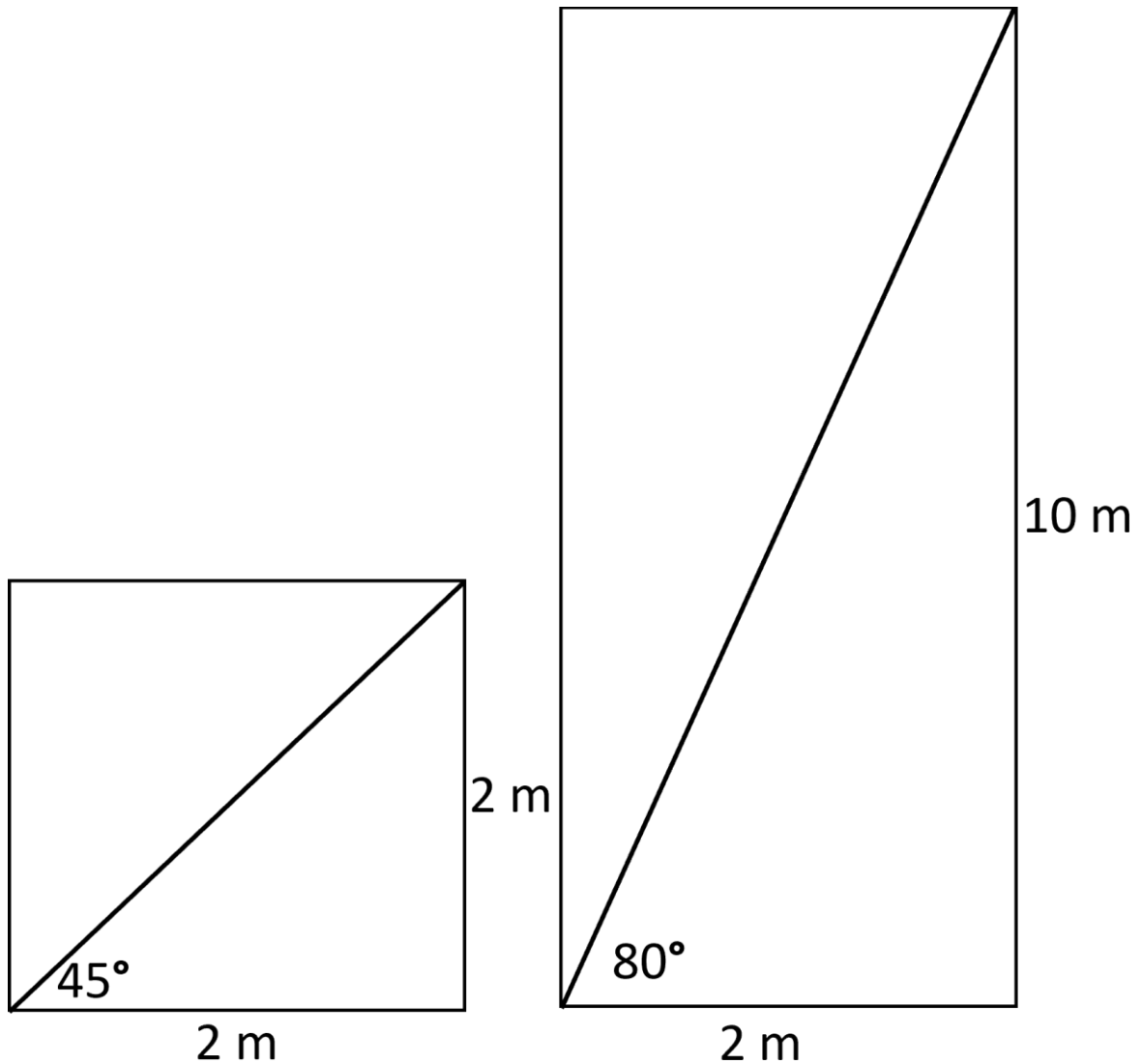
Hulevesiviemäriverkkoon yhdistettiin MML:n maastotietokannan hydrografiset kohteet ja rakenteista altaat. Maastotietokanta valittiin aineistoksi saavutettavuuden ja helppokäyttöisyyden takia. Yhdistettäessä Forssan ja maastotietokannan aineistoja niin sanotuksi ”polttotasoksi”, huomattiin että sama avouoma kunnan ja MML:n välillä saattoi poiketa toisistaan sijainniltaan. Kuvassa 7 on nähtävillä sijainnin poikkeavuudet korkeampina hiloina, uoma keskellä. Pilotoinnissa ei otettu kantaa siihen, kumpi sijainti on oikea. Molempia kohdeltiin samanarvoisina, mikä joissain tapauksissa saattoi johtaa kaksoisuomiin ja rinnakkaisten virtaussuuntien syntymiseen.

Kuva 7. Hulevesiverkon epäjatkuvuuskohdat ja eroavaisuudet edustettuna korkeusmallissa.



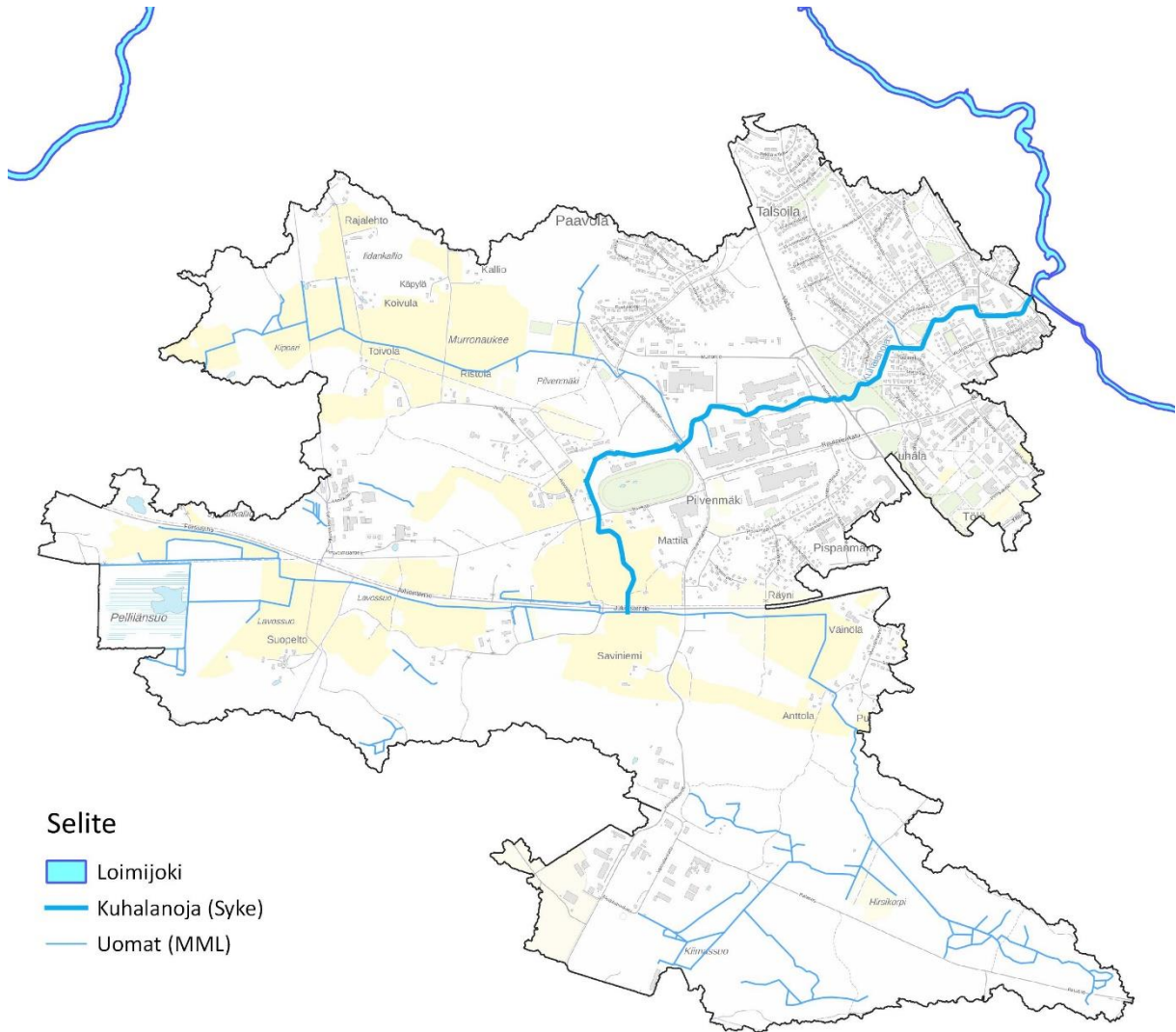
Peitteisyyden läpäisemiseksi on asetettava polttoarvo. Tällä tarkoitetaan sitä määrää, jonka verran korkeusarvoa lasketaan korkeusmallissa. Pilotoinnissa arvoksi asetettiin 10 metriä. Tämän määrään arveltiin riittävä, korkeimpienkin esteiden läpäisemiseksi. R.watershedä käytettäessä polttoarvo voi olla erittäin suurikin, sillä least-cost-search algoritmi nostaa virtaussuunnan aina kuopista. Esimerkiksi Raudaskoski, (2016, s. 81) käyttää tutkimuksessaan 100 metrin polttoarvoa samalla työkalulla. On kuitenkin huomionarvoista, että polttoarvolla on vaikutusta r.watershed MFD-parametriin. Polttoarvojen kasvaessa poltettujen ja ei-poltettujen välinen hilojen kaltevuus kasvaa. Polttoarvon kasvamisen merkitys kaltevuudelle on demonstroitu kuvassa 8. Hilojen välisen kaltevuuden kasvaminen voi mahdollisesti johtaa osittaiseen virtojen katoamiseen. Pilotoinnissa ei testattu järjestelmällisesti erilaisia polttoarvoja, joten muuttujan merkittävyyttä ei tunneta.

Kuva 8. Polttoarvon kasvaessa kaltevuus kasvaa, joka vaikuttaa MFD-parametriin.



Korkeusmalliin poltettiin vesiverkosto 10 metrin polttoarvolla, samanarvoisesti liitteen 2 ohjeiden mukaisesti. Viivamuotoiset geometriat puskuroitiin, jotta aineistosta saatiin yhtenäinen monikulmio. Kuhalanoja on virtavesi, joten r.water.outlet työkalua sekä r.watershed:a sovellettiin yhdessä valuma-alueen määrittämiseksi. Poltetun korkeusmallin, ja valittujen työkalujen tuloksena saatiin kuvassa 9 esitetty Kuhalanojan valuma-alue.

Kuva 9. Kухalanojan valuma-alue määriteltynä WSSP-valuma-aluemoduulin mukaisesti.



#### 5.4 WSSP-maankäyttö- ja -muutosaluemoduulit

Maankäyttöluokkien maankäyttömuotojen ohella, kaupunkityöpajoissa keskusteltiin myös yksikkökoosta, sirpaleisuudesta sekä reunavaikutuksesta. Yksikkökoolla tarkoitetaan tässä yhteydessä pienintä mahdollista maankäyttö- ja muutosalueen kokoa. Sirpaleisuudella tarkoitetaan kapeita, kiilamaisia muotoja, jotka halkovat kohteita. Reunavaikutuksella tarkoitetaan tarkastelevan alueen reunan lähellä kohteita, jotka voivat yksikkökoon vaikutuksesta kadota. Kuvassa 10 on sinisellä ympyröitynä sirpalemaisista muotoista ja kapeista väyliä.

Kuva 10. Havainnollistamiskuva sirpaleisuudesta ja kapeudesta.



Milloin metsä on metsä, milloin puisto on puisto? Tähän kysymykseen pyrittiin löytämään vastaus kolmannessa kaupunkityöpajassa. (HULVATTU, 2023) Yleiskaavassa ei ole alarajaa kohteen pinta-alalle, ja erittäin pieniäkin pinta-aloja saatetaan hyödyntää muun muassa viheralueiden sijoittamisessa (HULVATTU, 2023). Mitä pienempää yksikkökokoja WSSP käyttäisi, sitä tarkemmin WSSP kuvaisi maailmaa, mutta sitä haasteellisemmaksi korjaaminen muuttuisi ja sirpaleisuus kasvaisi. Kaupunkityöpajoista ei saatu vastausta yksikkökokoon. Pienimmäksi mahdolliseksi maankäyttö- ja muutosalueeksi WSSP:sa määritettiin mielivaltaisesti arvo 0,5 ha. Sirpaleisuudesta ja kapeudella arveltiin olevan vähän merkitystä ja kasvattavan turhaan sidosryhmien työtä. Tästä syystä tekijä huomioitiin ainoastaan kaavaa täydentävien aineistojen käsittelyssä. (HULVATTU, 2023) Kuvassa 11 on ehdotus kapeuden korjaukseksi digitoimalla.

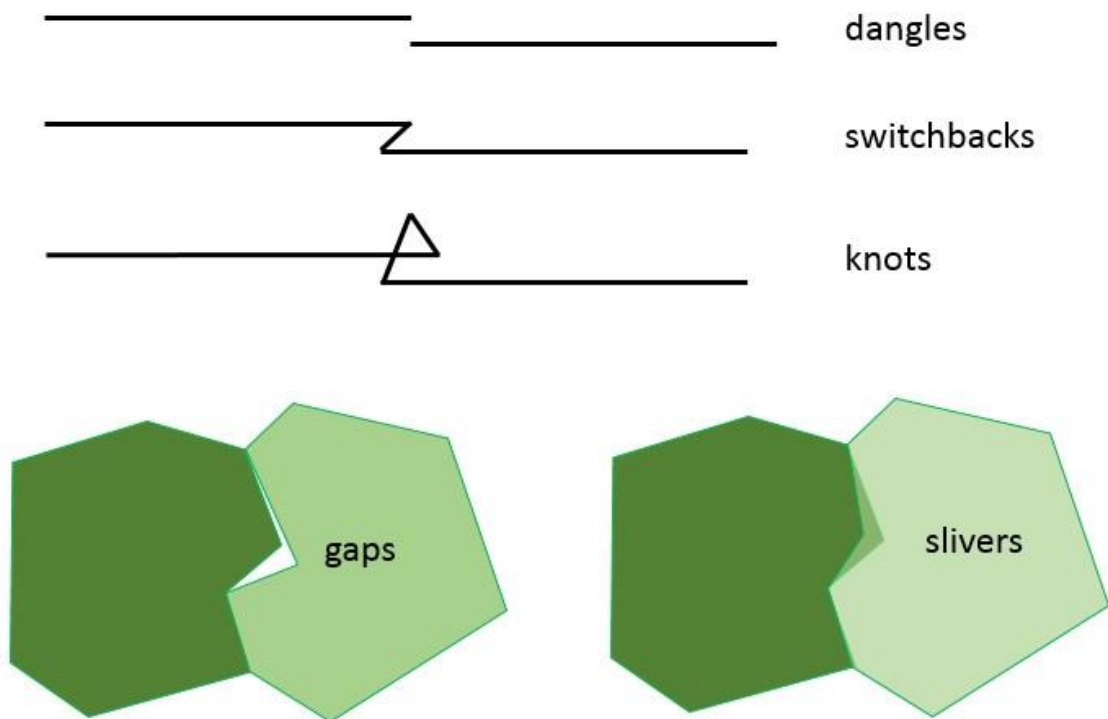
Kuva 11. Havainnollistamiskuva sirpaleisuuden ja kapeuden korjaamiseksi.



Maankäytön muodostamista varten Forssasta pyydettiin yleiskaava teknisenä piirroksena. Pilotoinnissa huomattiin, että parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi, lähtöaineiston tulisi olla yhtenäinen, topologisesti ehjä sekä virheetön monikulmio. Ominaisuustieto, josta käy ilmi kaavanmukainen käyttötarkoitus, on ehdoton oikean WSSP-maankäyttöluokan määrittämiseksi. Valmis QGIS:in tukema vektoritiedosto poistaisi myös yhden välivaiheen WSSP-prosessista, mutta on huomioitava, että sidosryhmillä ei välttämättä ole tällaista valmiiksi tehtynä. Forssan yleiskaava ei kattanut koko Kuhalanojan valuma-aluetta. Syynä tähän on, että pilottialuetta ei ole kokonaan yleiskaavoitettu, ja koska valuma-alue ylittää osin Jokioisten kunnan hallintoalueelle.

Forssan yleiskaava sisälsi topografisia virheitä, kuten reikiä, välejä ja limittäisyyksiä sekä geometrian hukkapaloja. Kuvassa 12 on edustettuna muutamia yleisiä topografisia virheitä. Nämä virheet ovat korjattava, sillä ne laskevat aineiston laatua, voivat tuottaa virheitä paikkatietoa-analyseissa, ja -mallintamisessa (Chang, 2016, ss. 48–49). Topografiset virheet ovat odotettavissa teknisiä piirroksia käsitellessä, sillä ihmisen digitoidessa käsin syntyy lähes aina virheitä (Chang, 2016, s. 131).

Kuva 12. Topografisia virheitä (European Commision, n.d.).



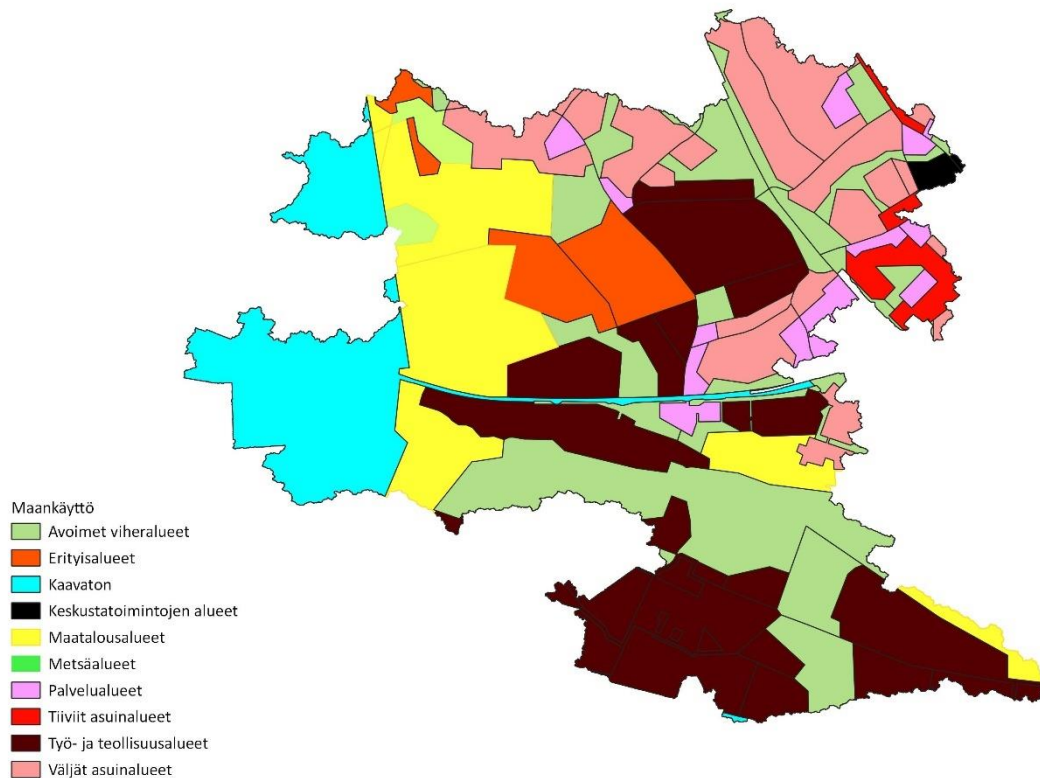
Pilotoinnissa limittäisyys (slivers, overlap) haittaa muutosalueiden määrittämisessä sekä pinta-alojen laskemisessa. Reiät (gaps) sekä välit edustavat puuttuvaa dataa. Geometrian hukkapalat (dangles) lisäävät kohteiden reunojen pituutta, mikä voi johtaa väärin tuloksiin reunan pituutta hyödyntäessä.

Pilotoinnissa todettiin, että FOSS4G-perheen tarjoamat työkalut eivät riittäneet kaikkien virheiden korjaamiseen automaattisesti. Liitteen 2 mukaisia menetelmiä sovellettiin yleiskaavan geometrian korjaamiseksi. Geometrian hukkapalat poistettiin hyödyntämällä remove dangles -toimintoa. Reiät poistettiin hyödyntämällä dissolve-difference -menetelmää, jonka avulla syntyneet kohteet liitettiin rajan omaavan naapurin kanssa, hyödyntäen eliminate -toimintoa. Loput virheet paikannettiin check geometries -työkalun avulla. Kaikkien topografisten korjaus ei kyseisellä työkalulla onnistunut, joten topografinen eheyttäminen viimeisteltiin käsin digitoimalla.

Tämän jälkeen maankäyttö luokiteltiin liitteen 2 mukaisesti WSSP-maankäyttöluokittelun perusteella. Käytännössä tämän tarkoitti kaavan käyttötarkoitusta vastaavan ominaisuustiedon hyödyntämistä uudelleenluokittelussa. Forssassa kaavan käyttötarkoitusta

kuvaava ominaisuustieto oli ainoastaan numerona, joka hankaloitti määrittelyä jossain määrin. Kaavattomille alueille annettiin tässä vaiheessa maakäyttöluokka ”kaavaton”. Yleiskaavan mukaiset virkistysalueet määritettiin avoimiksi viheralueiksi siitä huolimatta, oliko alue metsäalue vai avoin viheralue, sillä kaava ei erota metsäisiä ja avoimia virkistysalueita toisistaan. Tuloksena syntyi kuvassa 13 esitetty ”korjaamaton maankäyttö.”

Kuva 13. Korjaamaton maankäyttö, luokiteltuna WSSP:n mukaan.



Tämän vaiheen jälkeen aloitettiin niin sanotun korjatun maankäytön muodostaminen. Liitteen 2 ohjeiden mukaisesti MML:n maastotietokannasta valittiin käyttötarkoitukseen soveltuvat maastotietokannan kohderyhmät. Pilottialueelta, Forssasta ja Jokioisilta hankittiin maatalousalueet, vakavedet, virtavedet, kentät ja puistot sekä niityt. Maastotietokannan kohteista kaikki alle 0,5 ha kohteet ja reiät poistettiin. Tämän jälkeen maastotietokannan kohteille annettiin WSSP-maankäyttöluokka, liitteen 2 ohjeiden mukaisesti.

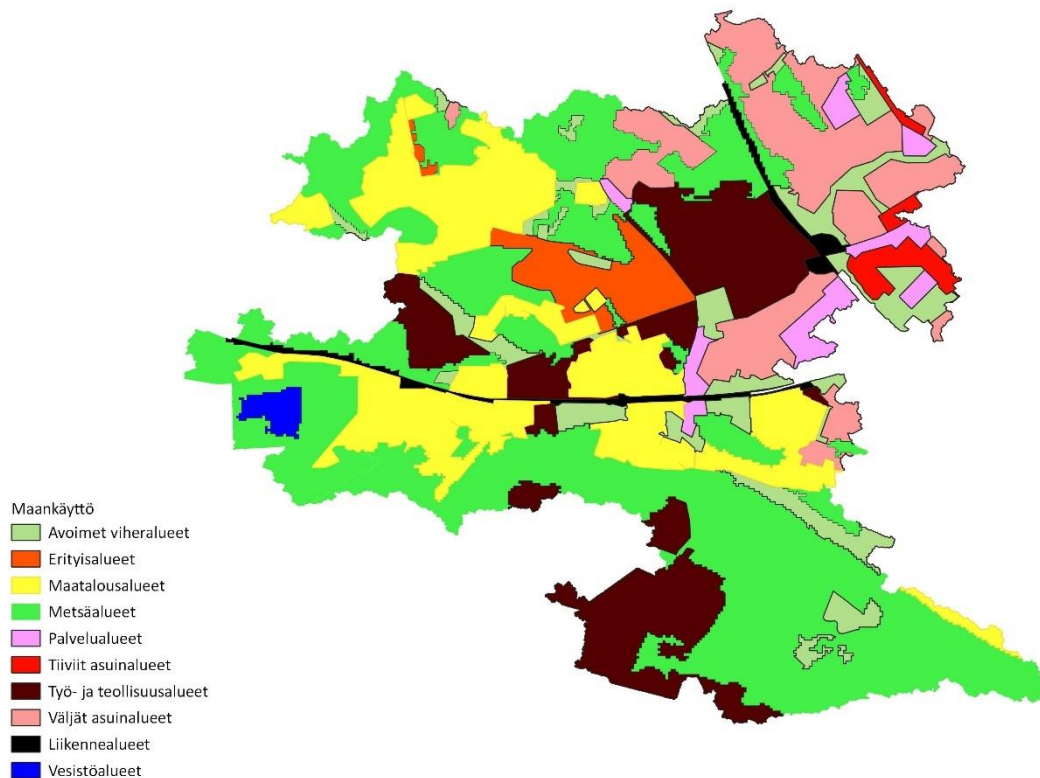
Käyttökelpoista vektoriaineistoa metsistä ei löydetty pilotoinnissa. Metsät luotiin LUKE:n avointen aineistojen tiedostopalvelusta saatujen rasterien avulla. Puuston korkeudesta ja latvustiheyden rastereista muodostettiin taso, joka määritteli metsän yli 5 metriä korkeaksi

ja vähintään 10 % latvustiheydeltään. Tästä muodostettiin vektoritaso, josta poistettiin kaikki alle 0,5 ha kohteet ja reiät.

Tämän lisäksi maankäyttöä korjattiin ilmakuvan perusteella, sillä ”kaavattomia” alueita oli korjattava. Tämä tarkoitti lähinnä liikennealueiden digitointia käsin, sillä Forssan yleiskaava ei ollut jatkuva, yhtenäinen monikulmio. Liikennealueet olisi voitu digitoida hyödyntäen maastotietokannan mukaisia tiestötietoja ja puskurointia.

Pilvenmäen ravirata ja sen hevostallit määritettiin erityisalueeksi. Perusteluina tälle määrittelylle, ovat hevostalous ja -tapahtumat alueella, jotka muodostavat hulevesien kannalta uniikin ihmistoimintamuodon. Lisäksi pilottialueen eteläinen teollisuusalue olisi voitu määrittää erityisalueeksi. Kenttä- tai keskustuomintojen alueita ei löydetty pilottialueelta. Poikkeuksetta kenttäalueet sisältyivät muihin maankäyttöluokkiin, niiden jäädessä pienimmän mahdollisen yksikkökoon alle. Ilmakuvan avulla voitiin todeta, että keskustatoimintojen alueita ei ole vielä syntynyt pilottialueelle. Kaiken tämän tuloksena syntyi kuvassa 14 esitetty, ”korjattu maankäyttö.”

Kuva 14. Korjattu maankäyttö, luokiteltuna WSSP:n mukaan.



## 5.5 Muutosalueiden pilotointi

Muutosalueet paikannettiin vertaamalla korjaamatonta ja korjattua maankäyttöä toisiinsa. Muutosalueet on esitetty kuvassa 15. Menetelmänä käytettiin intersect -toimintoa, jonka jälkeen attribuuttitaulukosta voitiin nähdä muutosalueet. Kaikki alle 0,5 ha alueet poistettiin liian pieninä, ja osittain aineiston selkeyttämiseksi. Myös muutosalueita korjattiin käsin, sillä kaavan oletettiin olevan osittain vanhentunut. Johtuen yleiskaavan luokitteluista, muutokset metsäalueiksi tai avoimiksi viheralueiksi eivät näy WSSP:n tuottamana.

Kuva 15. Kuhlanojan muutosalueet. Muutosalueet muodostuvat niistä kaavoitetuista alueista, jotka voivat muuttua tulevaisuudessa hulevesien hallinnan kannalta merkittävästi.



## 5.6 WSSP-riskimoduuli

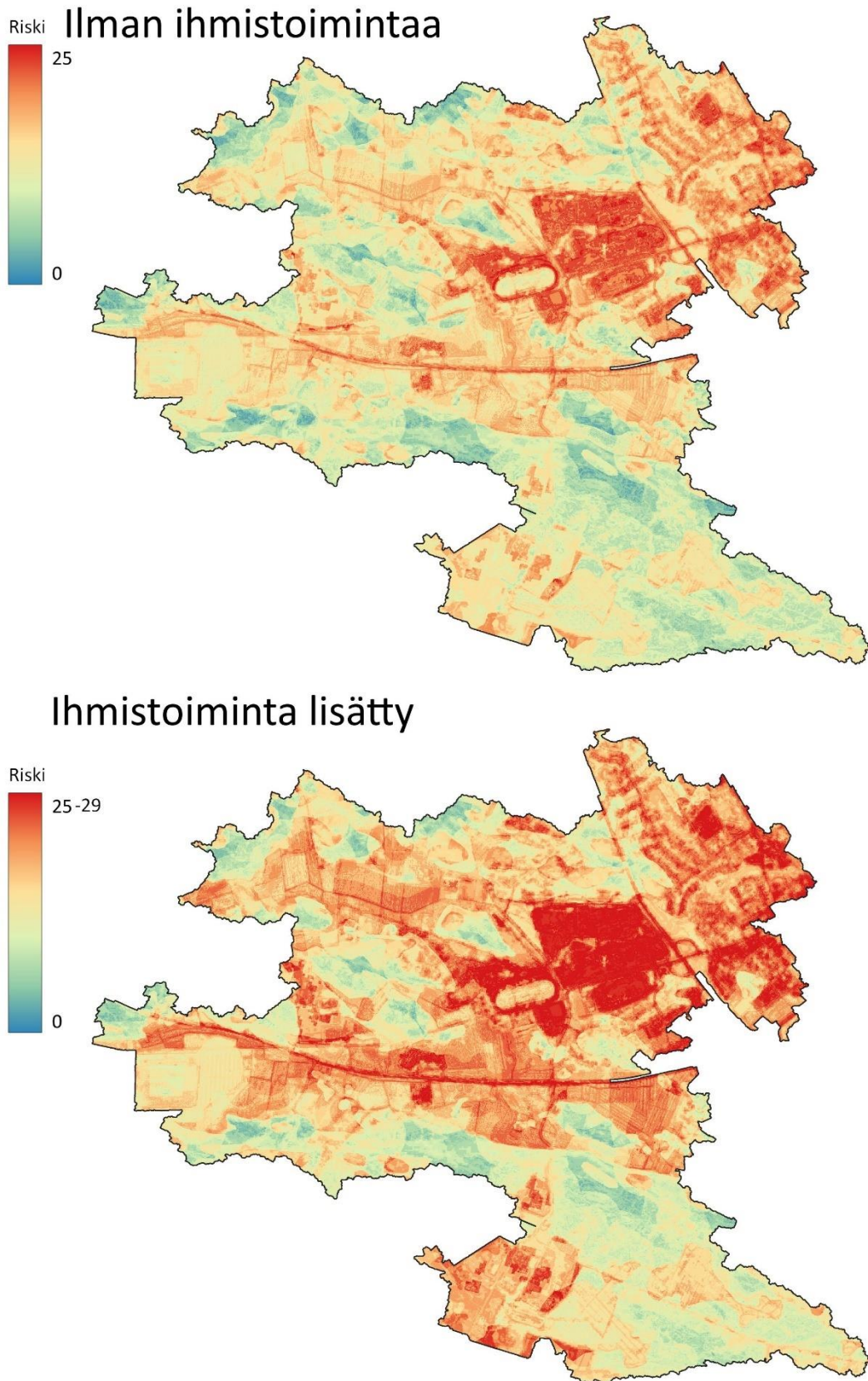
Rasterin solukokoa ja koordinaattijärjestelmää muuntaessa syntyy vääristymiä (GISgeography. 2022b). Tästä syystä riskimoduulin hilakooksi valittiin 2 m ja kansallista koordinaattijärjestelmää suositettiin, jotta säästyttäisiin enimmiltä muunnoksilta. Pilotoinnissa enemmistö lähtöaineistoista on kansallisessa koordinaattijärjestelmässä.

Pilottialueelle laskettiin riskeiksi NVDI, (normalised vegetation index), maalajin hydrologinen johtavuus, läpäisevyys, kaltevuus ja etäisyys valuntaverkkoon, sekä ihmistoiminnan aiheuttama riski. Lopuksi riskit laskettiin yhteen. Alueelta ei löytynyt karttapalveluiden mukaan sulfaattimaita tai pohjavesialueita (GTK, n.d.-a.; SYKE, n.d.). Pilotoinnissa ei voitu laskea enempää riskejä johtuen aikarajoitteista ja aineiston hankkimisen aikatauluista. Kaikki riskit ovat samanarvoisia, ja erottelua ei tehdä eri riskitekijöiden välillä. Riskit ovat yhteenlaskettuna laskettuna kuvassa 16, ilman ihmistoimintaa ja ihmistoiminnan kanssa.

Suurin riski sijoittuu pilotoinnin mukaan Pilvenmäen teollisuusalueelle. Tämä johtuu siitä, että teollisuusalue on suurilta osin läpäisemätön, kasvipeitteetön ja lähellä vesistöä. Lisäksi maaperä ei sovi imeyttämiseen. Myös ihmistoiminta aiheuttaa riskiä. Tuloksen voi nähdä myös kuvista 16–20.

Lasketun riskin lisäksi on huomioitava aina paikalliset tekijät. Kuhalanoja kulkee siltojen ali ja putkien läpi alueella. Putket ja sillat muodostavat vedenkulun kannalta esteitä, jotka estävät veden kulkua ja kasvattavat tulvariskiä. Teollisuusalueen tulviminen voi olla riski ekonomisesti ja ekologisesti, riippuen toiminnan tyypistä. Alueella on useita ympäristövalvonnan alaisia toimijoita, jotka voivat vaarantaa luontoa ja ympäristöä, hulevesien kautta (HULVATTU, 2023).

Kuva 16. Yhteenlaskettu riski ilman ihmistoimintaa ja ihmistoiminta mukaan laskettuna.

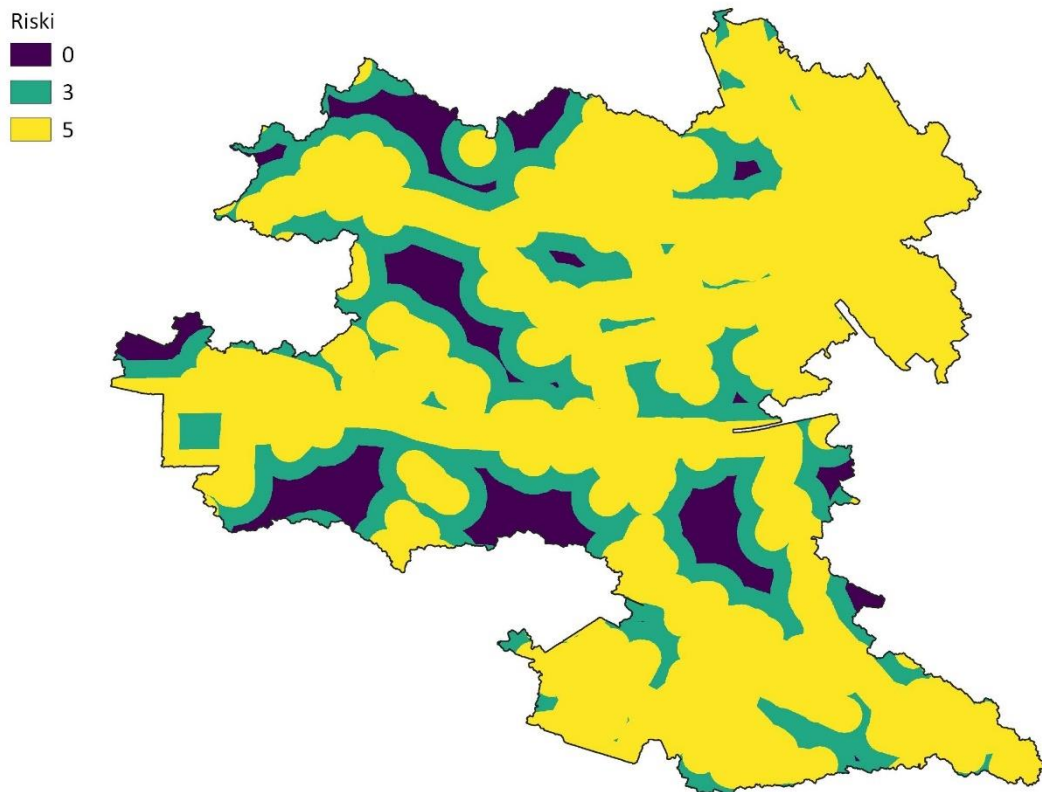


Etäisyyden kasvaessa valuntaverkkoon riski vähenee. Riski johdettiin puskuromalla eri etäisyyksiä vesiverkostosta, jonka jälkeen syntyneet vektorit yhdistettiin, arvoitettiin ja

rasteroitiin. Yksinkertaistuksen vuoksi riski laskettiin etäisyytenä polttotasoon eikä esimerkiksi avovesiin, ja hulevesikaivoihin. Polttotaso koostui WSSP-valuma-aluemoduulissa yhteen liitetystä hulevesiviemäristä ja maastotietokannan kohteista. Lähtöaineiston epätarkkuudet vaikuttavat tason riskiarvoihin. Puskurointietäisyydet, ja riskiarvot ja lainattiin Gaafar ym., (2019 s. 14) tutkimuksesta, jossa arvioitiin monoklooriamiinin riskiä. Kuvassa 17 on esitetty pilottialueella esiintyvä etäisyyden valuntaverkkoon aiheuttama riski.

On mahdollista, että hulevedet vaatisivat haitta-aine- ja tekijäkohtaisen etäisyysriskin. Esimerkiksi kiinteä jäte, kuten tupakantumppi voi kulkea veden mukana pitkään, kun taas lämpö voi tasaantua hyvinkin nopeasti. Puskurointietäisyyksiä voisi myös olla useampia.

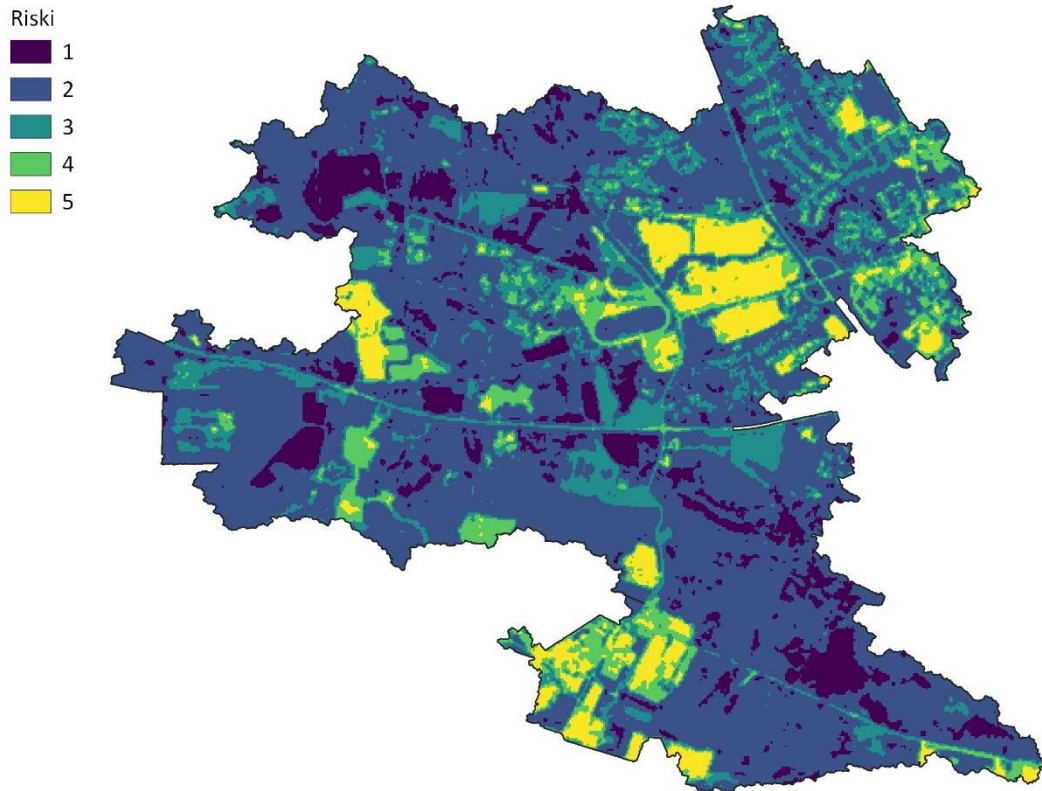
Kuva 17. Etäisyyden valuntaverkkoon aiheuttama riski.



Kasvillisuuden vähetessä riski kasvaa. NVDI:n puutteen aiheuttama riski laskettiin suoraan SYKE:n NDVI:n maksimiarvo 2021 aineistosta. Rasteri luokiteltiin uudelleen, ja hilakoko muunnettiin 10 metristä 2 metriin. WSSP-riskimoduulin kansallisen karttalehtijaon avulla projektiovirheitä ei pitäisi syntyä. Kuvassa 18 on esitetty pilottialueella esiintyvä kasvillisuuden puutteen aiheuttama riski. Aineistontarjoaja on skaalannut alkuperäiset arvot -1 ja 1, välille 0 ja 200, joten WSSP:n uudelleen skaalaus asteikoille 0–5, on kolmas muunnos.

Tämä voi tuottaa epätarkkuutta. Lähtöaineisto valittiin helppokäyttöisyytensä takia, sillä muutoin NVDI olisi pitänyt laskea satelliittikuvien aallonpituusalueista.

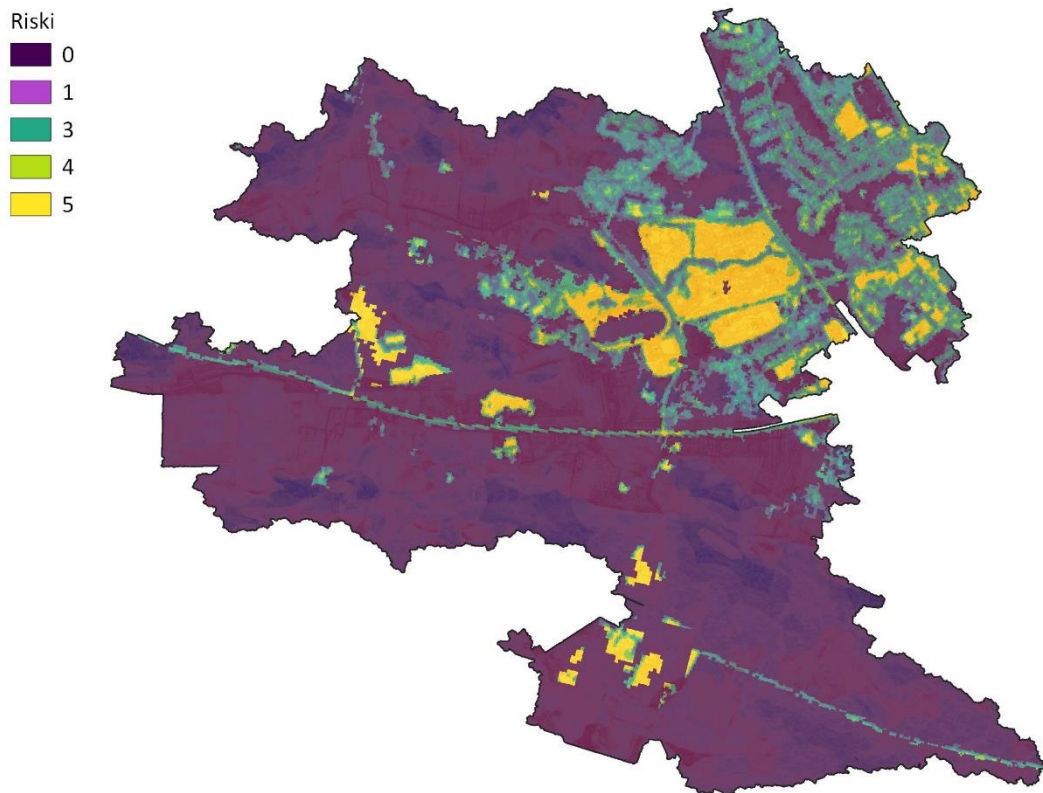
Kuva 18. (NVDI) kasvillisuuden puutteen aiheuttama riski



Läpäisemättömyyden kasvaessa riski nousee. Riski johdettiin EAA:n Imperviousness 2018 aineistosta. Aineisto leikattiin, projektoitiin ja hilakoko laskettiin 10 metristä 2 metriin. Muunnosten aiheuttamien epävarmuuksien lisäksi, lähtöaineiston virheet vaikuttavat tulokseen. Kuvassa 19 on esitettyä pilottialueella esiintyvä läpäisemättömyyden aiheuttama riski.

Läpäisemättömyys lasketaan WSSP:ssa TIA:lla, EIA:n sijaan. Valinta suoraviivaistaa WSSP:ta. TIA:n valinta perustui siihen, ettei käytännöllistä menetelmää löydetty EIA:n johtamiseen. TIA eli total impervious area on EIA:ta, eli effective impervious area heikompi huleveden läpäisevyyttä kuvaava muuttuja (Sutherland, 2000, ss. 282–284). Vaadittavat tiedot olivat osittain tarjolla laskentaan, lukuun ottamatta kattojen hydrologista yhteyttä hulevesiverkkoon. EIA olisi voitu laskea empiirisesti Sutherlandin kaavan mukaan (Sutherland, 2000, ss. 282–284).

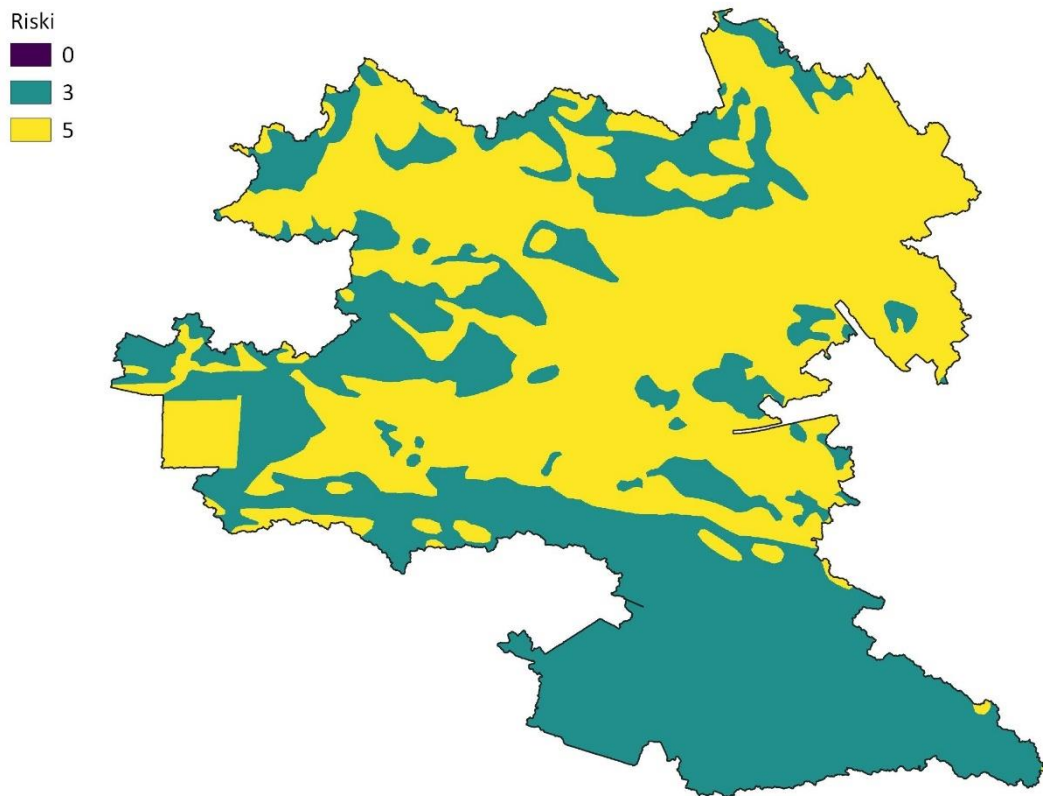
Kuva 19. Lämpisemättömyyden aiheuttama riski.



Maaperän hydrologisen johtavuuden vähentyessä riski kasvaa. Riski luotiin hyödyntäen GTK:n Maaperä 1:20 000 mukaisia pintamaalajeja. Aineisto leikattiin ja eri maalajeille annettiin riskiarvot mukaisesti, jossa GTK (n.d.-b) arvottaa maalajeille vedenjohtavuuden asteikolla 1–3. Tämä luokittelu muunnettiin vastaamaan WSSP:n arvoja. Lopuksi aineisto rasteroitiin. Kuvassa 20 on esitettyä pilottialueella esiintyvä maaperän hydrologisen johtavuuden aiheuttama riski.

Pohjamaalajia ei huomioitu riskinarvioinnissa. Kaikille maalajeille ei ollut GTK:n (n.d.-b) lähteessä vedenjohtavuusarvoa, joten nämä maalajit jouduttiin arvottamaan tapauskohtaisesti. Liukuvien vedenjohtavuusarvojen kohdalla käytettiin suurinta mahdollista arvoa.

Kuva 20. Maaperän hydrologisen johtavuuden tuottama riski.

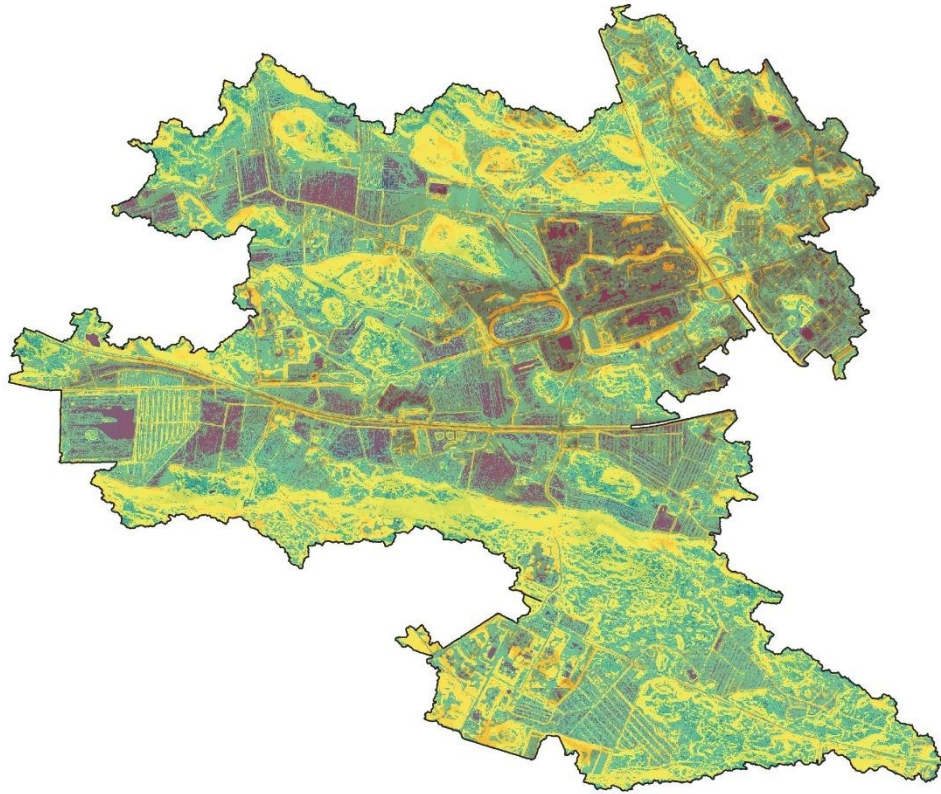


Kaltevyyden kasvaessa riski kasvaa. Riski johdettiin Korkeusmalli 2 m aineistoa hyödyntäen. Riskiarvo on lainattu Kuusiston (2002, s. 22) purojen raskasmetallitutkimuksesta, WSSP:hen. Kaltevyydesta on muodostettu kolme riskiluokkaa. Kuvassa 21 on esitettyä pilottialueella esiintyvä kaltevyyden aiheuttama riski.

Kaltevyyden laskettiin nimenomaisesti alkuperäiseen polttamattomaan korkeusmalliin, sillä hulevesiverkoston polttaminen malliin olisi vääristänyt kaltevyyksiä. Koska DSM tai DTM-aineistoja ei ollut avoimesti saatavilla, jouduttiin hyödyntämään DEM-aineistoa. Tästä KM 2 aineistosta on poistettu rakenteita, kuten siltoja ja rakennuksia sekä kasvillisuutta. Pilotoinnissa ei arvioitu näiden tekijöiden merkittävyyttä tai puutteita, mutta on selvää, että esimerkiksi rakennukset olisivat kasvattaneet kaltevyyksiä rakennetuilla alueilla.

Kuva 21. Kaltevuuden tuottama riski.

Riski  
0  
3  
5



Ihmistoiminnan aiheuttama riski arvioitiin osana HULVATTU-hanketta. (HULVATTU, 2023).

Riski on lainattu suoraan HULVATTU, (2023) mukaisesti opinnäytetyöhön, sekä liitteisiin.

Riski johdettiin antamalla WSSP-maankäytölle taulukossa 1 osoitetut riskiarvot. Erityisalueet on arvioitava aina tapauskohtaisesti, johtuen maankäyttöluokan luonteesta. Taulukossa 1 käytetyt arvot ovat pilottialueen hevosradan, ja sen läheisen tallitoiminnan riskiluokitus.

Kuva 22 esittää pilottialueella ihmistoiminnan aiheuttaman riskin.

Taulukko 1. Ihmistoiminnan arviointi HULVATTU (2023) työryhmän toimesta. Lyhenteet:

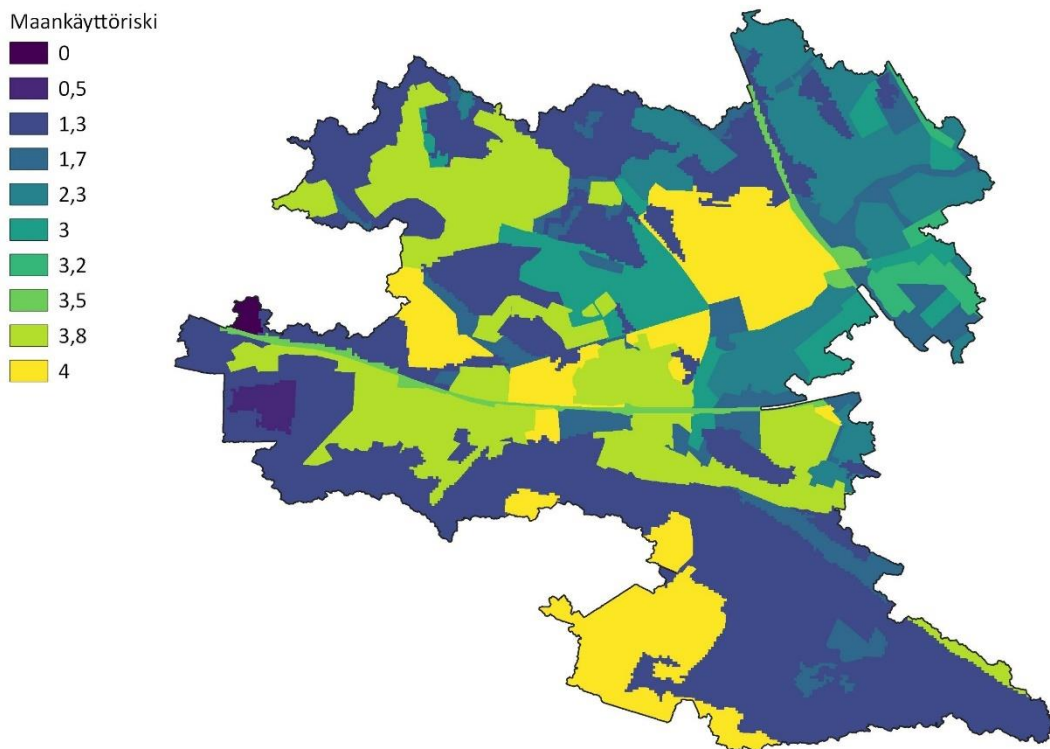
VA=Väljät asuinalueet TA=Tiiviit asuinalueet KA=Keskusta-alueet TTA=Työ-teollisuusalueet

PA=Palvelualueet AV=Avoimet viheralueet MA=Metsäalueet LA=Liikennealueet

KA=Kenttäalueet MA=Maatalousalueet VA=Vesialueet EA=Erityisalueet

Riskitekijä	VA	TA	KA	TTA	PA	AV	MA	LA	KA	MA	VeA	EA
Tila, mahtuminen	1	4	5	4	3	1	0	4	2	0	0	1
Laatu, kiintoaine	2	4	5	5	4	1	1	4	2	5	0	4
Laatu, haitta- aineyhdisteet	2	3	4	4	3	1	1	4	2	5	0	3
Hallinnoijan osaaminen ja vastuu	4	2	3	2	2	0	0	0	2	4	1	4
Satunnaiskäyttäjät	4	4	5	5	3	3	1	4	1	4	1	2
Päätöksentekijöiden määrä suhteessa pinta- alaan	1	2	3	4	3	4	5	5	3	5	1	4
Keskiarvo	2	3	4	4	3	2	1,3	4	2	3,8	0,5	3

Kuva 22. Ihmistoimintaa kuvaava riski.



## 5.7 Tulvamallinnuksen pilotointi

Tulvariskin ollessa olennainen osa hulevesien turvallisuuspohjaista hallintaa, pilotoinnissa pyrittiin löytämään työkalu tulvimisen mallintamiseen, sidosryhmien tarpeet huomioiden. Pilotoinnissa kokeiltiin GRASS r.sim.water -työkalua jota ajettiin QGIS:n käyttöliittymän kautta.

R.sim.water SIMWE:en pohjautuva virtauksen simulaatiomalli, joka on suunniteltu alueellisesti vaihtelevaan maastoon, maaperään, peitteeseen ja sademäärään. Simulaation avulla voidaan tuottaa tietoa virtaamasta, ja veden syvyydestä valitulla aikavälillä sekä muuttujilla. (GRASS development team, n.d.-b)

Työkalun käyttöä puolsi kaksi norjalaista tutkimusta Virtue, (2021); Li ym., (2020), joissa SIMWE-mallia hyödynnettiin hulevesitutkimuksissa Oslossa. Tutkimuksissa todetaan, että työkalu soveltuu hulevesien tulvamallintamiseen, parhaiten silloin kun simuloidaan saturoitunutta ja hulevesiputket ovat tukkiutuneet. Mallissa voidaan simuloida maaperän

imeytymistä, mutta saturaatiota ei voida mallintaa. (Virtue 2021, s. 39; GRASS development team, n.d.-b; Li ym., 2020, s. 368)

Pilotoinnissa käytetyssä QGIS-versiossa on ohjelmointivirhe, jonka takia on luotava tasoja, jotka eivät ole normaalisti pakollisia työkalussa. Lisäksi tulvasimulaation välimittaukset eivät toimineet käytetyssä versiossa ollenkaan QGIS:n käyttöliittymän kautta. (Github, n.d.-a; Github, n.d.-b). GRASS GIS sovelluksen kautta simulaatiot toimivat normaalisti.

Pilotoinnissa havaittiin työkalun olevan liian raskas sidosryhmien käyttöön. Sen lisäksi, ettei työkalu toimi oikein nykyisessä versiossa, on tarvittavien tasojen ja parametrien valmistelu liian resurssi-intensiivistä. Tämän pohjalta todettiin, että sidosryhmien etuja palvelisi eniten toistaiseksi julkaisemattomat kansalliset paikkatietopalvelut -sekä aineistot. Alustava karttapalvelu julkaistaan 2023 (Ymparisto.fi, n.d-a).

## 6 Pohdinta

Sidosryhmien tarpeisiin oli haastava vastata. Paikkatieto ei tyypillisesti ole yksinkertaista, nopeaa ja halpaa. WSSP:n tarkkuus ja käytettävyys olivat kynnyskysymyksiä. Jos yksinkertaistettiin, katosi tarkkuutta. Jos haluttiin nopeaa, katosi tarkkuutta. Jos haluttiin halpaa, piti hillitä ajankäyttöä ja tämä tarkoitti taas tarkkuuden katoamista.

Jatkuva tasapainottelu sidosryhmien tarpeiden ja opinnäytetyön tavoitteiden saavuttamiseksi oli vaativaa. Eräs tärkeimmistä kysymyksistä jäi kokeilematta, onko WSSP käytettävissä niillä resursseilla mitä sidosryhmille on annettu? Osaavatko sidosryhmät hyödyntää ohjeita tarpeeksi hyvin?

### 6.1 Tarkkuus

Opinnäytetyössä käytetyt menetelmät ovat ainoastaan niin tarkkoja, kuin lähtöaineistotkin. Näiden täydellinen korjaus on täysi mahdottomuus, ilman valtavaa työpanosta. LUKE:n metsäaineistoissa virheitä esiintyi muun muassa sähköpylväiden kohdilla ja voima-aseilla, joten ilmakuva- ja paikallistuntemus oli välttämätön apu työssä. GTK:n aineistot

ovat samoin osin puutteellisia. Esimerkiksi täytemaat ovat hydrauliselta johtavuudeltaan täysi kysymysmerkki. Kaikille maalajeille ei myöskään löydetty vedenjohtavuusarvoa.

Yleiskaavan topografiset virheet vaativat paljon töitä, koska kaikkia virheitä ei saatu automaattisesti korjattua. Tämä ei ole sidosryhmien etujen mukaista. Vesiverkon rinnakkaisuomat ja epäjatkuvuudet synnyttivät epätarkkuutta. Paras tulos olisi saatu korjaamalla aineistoa. Hulevesi ohjataan hulevesiverkoston pääsääntöisesti painovoimaisesti, mutta sitä voidaan myös pumpata luonnollisen valuma-alueen ulkopuolelta (Kuntaliitto, 2012, s. 21). Mikäli hulevettä siirretään painovoiman vastaisesti, WSSP:n käyttämät menetelmät eivät toimi valuma-alueiden määrittämiseksi veden pumppausalueilla.

Lähtöaineiston virhearvot ja puutteet vaikuttavat koko ketjun ajan. Samoin inhimilliset virheet kantavat pitkälle. Maankäytön luokittelua ei pystytty täysin automatisoimaan, jolloin osa korjaamisista jää inhimillisen virheen piiriin. Ylipäätään maankäyttöluokittelu ja sen prosessi ei ole, niin kevyt kuin sen olisi suotava olla. Käyttövalmis maankäyttöaineisto kuten Kansallinen CORINE keventäisi valtavasti WSSP:ta. Tämä on kuitenkin rasteriaineisto, jota ei ole yhtä helppo käsitellä kuin vektoriaineistoa, eikä se ole yhtä ketterästi muunneltavissa. Paras mahdollinen nykyinen käyttövalmis aineisto, olisi luultavasti vektorimuotoinen EAA:n Urban Atlas. Valitettavasti nykyseilläään aineisto kattaa ainoastaan osan Suomea. Ongelmana kuitenkin kaikkien kaavan ulkopuolisten aineistojen kohdalla on, että niillä ei löydetä muutosalueita. Muutosalueet voidaan paikantaa ainoastaan kaavaa ja todellista maankäyttöä vertaamalla. Vaihtoehtoisesti koko konsepti muutosalueista pitäisi hylätä, jolloin paljon laajempi määrä aineistoja olisi käytettävissä.

Riskikartoituksessa menetelmät ja periaate ovat asianmukaisia, mutta riski yltää lähinnä konseptitodistuksen tasolla. Riskiarvot ovat perusteltuja ja osin lainattuja hulevesitutkimuksista, mutta arvot ovat korkeintaan suuntaa antavia. Tämä johtuu yksinkertaisesti huleveden riskin monikantaisesta luonteesta. Haitta-aineet ja -tekijät ovat erikaltaisesti sidoksissa erityyppisiin riskeihin. Esimerkiksi kiinteä jäte, kuten tupakantumppi ei välitä samalla tavalla maaperän hydraulisesta johtavuudesta, toisin kuin vaikkapa fosfori. Tumppi voi kulkea veden mukana valtavia matkoja. On taas paljon todennäköisempää, että fosfori imeytyy maaperään tai reagoi jotenkin vedessä. Näin ollen uskon, että riskin tarkastelun tulisi olla jopa haitta-aine ja haittatekijäkohtaista.

## 6.2 Jatkokehittäminen ja loppusanat

WSSP-, ja erityisesti ohjeet vaatisivat testaamista sidosryhmiltä. WSSP:ta ei ole käyttänyt kukaan muu kuin HULVATTU-työryhmä. Testauksen avulla työkalua voitaisiin kehittää paremmin vastaamaan sidosryhmien tarpeita ja mahdolliset virheet oikaista. Lisäksi palautteen perusteella maankäyttö- ja muutosalueita, sekä riskiluokittelua. Mielenkiintoista olisi myös kokeilla asemakaavaa maankäytön ja muutosalueiden lähtöaineistona, sillä tästä voitaisiin mahdollisesti johtaa yleiskaavaa tarkemmat, sekä yksityiskohtaisemmat alueet.

Olen tyytyväinen pilotoinnin tuloksiin. Ennen kaikkea kaikki käytetyt ohjelmistot ja menetelmät ovat kaikkien saavutettavissa. Uskon että ohjeilla on sovelluksia WSSP:n ulkopuolellakin, niin kauan kun QGIS pysyy suhteellisen muuttumattomana. Käytetyt paikkatiedon menetelmät ovat ajattomia ja yleisesti käytettyjä, joita voi hyödyntää, niin kauan kunnes uudet paremmat keinot syrjäyttävät ne. Modulaarisuus sallii sen, että osia WSSP:sta voi hyödyntää, tai vaihtaa, mikä helpottaa käyttöönottoa. Puuttuvia riskejä voitaisiin lisätä, sillä WSSP-esittää riskiluokittelulle raamit mielestäni hyvin.

Lopuksi haluan kiittää koko HULVATUN väkeä ja hankkeen yhteistyökuntien henkilökuntaa. Erityisesti projektijohtajaa Outi Tahvosta, tutkijayliopettaja Harri Mattilaa sekä projektityöntekijä Virpi Hannukselaa ja tutkimusassistentti Anu Koposta.

## Lähteet

- Annala, P. (17.8.2022). Oulussa useita alikulkuja suljettuna – ukkosmyrskyn jäljiltä tulvii vielä ympäri kaupunkia. *Yle*. <https://yle.fi/a/3-12579476>
- Campbell, J., Parace T. (2014). Delineating drainage networks in urban areas. *Methods*.
- Chang, K. (2016). *Introduction to Geographic Information Systems*. University of Idaho.
- EEA. (2015). *Green infrastructure: better living through nature-based solutions*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/articles/green-infrastructure-better-living-through>
- EEA. (n.d.). *Urban Atlas*. European Environment Agency. Haettu 5.7.2022 osoitteesta <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>
- ESRI. (n.d.-a). GIS Dictionary:Land use. Haettu 10.11.2022 osoitteesta <https://support.esri.com/en/other-resources/gis-dictionary/term/7222014a-d7b2-4af5-8720-e6ef15297097>
- ESRI. (n.d.-b). *How Flow Direction works*. Haettu 22.7.2022 osoitteesta <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-direction-works.htm>
- ESRI. (n.d.-c). *Exploring Digital Elevation Models (DEM)*. Haettu 23.7.2022 osoitteesta [https://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Exploring%20Digital%20Elevation%20Models%20\(DEM\)](https://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Exploring%20Digital%20Elevation%20Models%20(DEM))
- European Commission (n.d.). *Geospatial features in LPIS*. Haettu 2.2.2023 osoitteesta [https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/index.php/Geospatial\\_features\\_in\\_LPIS](https://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/index.php/Geospatial_features_in_LPIS)
- Gaafar M., Shereif H., Thian Y. Gan E. & Davies G. (2019). A practical GIS-based hazard assessment framework for water quality in stormwater. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118855>
- GDAL. (n.d.). *GDAL*. Haettu 13.2.2023 osoitteesta <https://gdal.org/>

- GISgeography. (2022a). *Flow Direction Calculates Water Direction Using Slope*. Haettu 8.3.2023 osoitteesta <https://gisgeography.com/flow-direction/>
- GISgeography. (2022b). *Raster Resampling for Discrete and Continuous Data*. Haettu 8.3.2023 osoitteesta <https://gisgeography.com/raster-resampling/>
- GISPO. (10.5.2021). How big is the QGIS community? <https://www.gispo.fi/en/blog/how-big-is-the-qgis-community/>
- Github. (n.d-a). *r.sim.water parameters*. Haettu 30.10.2022 osoitteesta <https://github.com/qgis/QGIS/issues/50568>
- Github. (n.d-b). *updated parameters for r.sim.sediment*. Haettu 30.10.2022 osoitteesta <https://github.com/qgis/QGIS/pull/50637>
- Github. (n.d-c). *[processing] Drop unmaintained saga provider from QGIS install*. Haettu 2.9.2022 osoitteesta <https://github.com/qgis/QGIS/pull/50834>
- GRASS development team. (n.d.-a). *g.region*. Haettu 25.10.2023 osoitteesta <https://grass.osgeo.org/grass82/manuals/g.region.html>
- GRASS Development Team. (n.d.-c). *r.watershed*. Haettu 2.6.2022 osoitteesta <https://grass.osgeo.org/grass82/manuals/r.watershed.html>
- GRASS Development Team. (n.d-b). *r.sim.water*. Haettu 20.10.2022 osoitteesta <https://grass.osgeo.org/grass82/manuals/r.sim.water.html>
- GRASS Development Team. (n.d-d). *r.fill.dir*. Haettu 22.7.2022 osoitteesta <https://grass.osgeo.org/grass82/manuals/r.fill.dir.html>
- GRASS Development Team. (n.d-e). *r.water.outlet*. Haettu 5.5.2022 osoitteesta <https://grass.osgeo.org/grass82/manuals/r.water.outlet.html>
- GTK. (n.d.-a). *Happamat sulfaattimaat*. Haettu 7.7.2022 osoitteesta <https://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>
- GTK. (n.d.-b). *Maalajien kuvaus ja soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin*. Haettu 23.10.2022 osoitteesta <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvausjasoveltuvuus.htm>

HSY. (n.d.). *Hulevesi kaupunkiympäristössä*. Haettu 5.6 2022 osoitteesta

<https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/hulevesi-kaupunkiymparistossa/>

HULVATTU. (2023). [Julkaisematon lähde]

Ilmasto-opas.fi. (2017). *Sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat*. Haettu 10.10

osoitteesta <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/sademaarat-kasvavat>

Jato-Espino, D., Sillanpää, N., Charlesworth, S., Andrés-Doménech, I. (2016). Coupling GIS with Stormwater Modelling for the Location Prioritization and Hydrological Simulation of Permeable Pavements in Urban Catchments. *Water* 2016, 8(10).

<https://doi.org/10.3390/w8100451>

Kasvio, P., Ulvi, T., Koskiaho, J., Jormola, J. (2016). Kosteikkojen ja biosuodatusalueiden toimivuus hulevesien käsittelyssä - HULE-hankkeen loppuraportti.

<http://hdl.handle.net/10138/160201>

Kuntaliitto. (2012). Hulevesiopus. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481->

[hulevesiopus](https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopus)

Kuntaliitto. (2017). Hulevesioppaan päivitettyt luvut lainsäädännön muutosten osalta.

<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2017/1829-hulevesioppaan-paivitetyt-luvut-lainsaadannon-muutosten-osalta>

Kuntaliitto. (2021). *Ekologinen kestävyys ja kaupungistuminen*.

<https://www.kuntaliitto.fi/yhdyskunnat-ja-ymparisto/kaupunkikehittaminen>

Kuusisto, P. (2002). Kaupunkirakentamisen vaikutus pieniin valuma-alueisiin ja vesistöihin Suomessa. *HELSINGIN YLIOPISTON MAANTIETEEN LAITOKSEN JULKAISUJA B48*.

<https://docplayer.fi/16706646-Kaupunkirakentamisen-vaikutus-pieniin-valuma-alueisiin-ja-vesistoihin-suomessa.html>

Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta 669/1978.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1978/19780669>

Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620>

Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 2004/1299.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041299>

Laukkanen, J. (24.8.2022). Hurja näky Tampereen aamussa: kadut tulvivat rankka--sateiden jäljiltä. *Iltä-Sanomat*. <https://www.is.fi/tampereen-seutu/art-2000009023769.html>

Li, H., Gao, H., Zhou, Y., Xu, C-X., Ortega, R. & Sælthun, R. (2020). Usage of SIMWE model to model urban overland flood: a case study in Oslo. *Hydrology Research (2020) 51 (2)* 366–380. <https://doi.org/10.2166/nh.2020.068>

Lindsay, J. (2015). The practice of DEM stream burning revisited. *Earth Surf. Process. Landforms 41*, 658–668

Lindsay, J. (2012). *Burn streams into DEM*. Haettu 30.9.2022 osoitteesta <https://jblindsay.github.io/ghrg/Whitebox/Help/BurnStreams.html>

LUKE. (2021). *Peltojen vesieroosio*. Haettu 10.6.2022 osoitteesta <https://www.luke.fi/fi/peltojen-vesieroosio>

Luonnonsuojelulaki 1096/1996. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096>

Maankäyttö ja rakennuslaki 132/1999. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maantielaki 503/2005. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050503>

Metsäkeskus. (2018). *Käyttöohje: Valuma-alueen määrittämis-työkalu geoprosessointipalveluna*. Haettu 6.6.2022 osoitteesta <https://docplayer.fi/47602340-Kayttoohje-valuma-alueen-maaritys-tyokalun-kaytto-karttapalvelussa.html>

Mitasova, H., Thaxton, C., Hofierka, J., McLaughlin, R., Moore, A. & Mitas, L. (2005). Path sampling method for modeling overland water flow, sediment transport and short term terrain evolution in Open Source GIS. *Proceedings of the XVth International Conference on Computational Methods in Water Resources*. 1479–1490. [https://doi.org/10.1016/S0167-5648\(04\)80159-X](https://doi.org/10.1016/S0167-5648(04)80159-X)

MML. (n.d-a). *Korkeusmalli 2 m*. Haettu 10.10.2022 osoitteesta

<https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantunvalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/korkeusmalli-2-m>

MML. (n.d-b). *Korkeusmallit*. Haettu 10.10.2022 osoitteesta

<https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/korkeusmallit>

MML. (n.d-c). *Laserkeilausaineisto 5 p*. Haettu 5.10.2022 osoitteesta

<https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantunvalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/laser-scanning-data-5-p>

Moore, I-D., Grayson, R-B. & Ladson, A. R. (1991). Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological Processes*, vol. 5, no. 1, s. 3-30 <https://doi.org/10.1002/hyp.3360050103>

Naidu, D. (2015). Use of GIS in hydrological investigations. *International journal of multidisciplinary advanced research trends* 2(4).

<https://www.researchgate.net/publication/321069487>

Nurhonen, N. (2020). *Hulevesien hallinnan tila ympäristölupavelvollisissa laitoksissa*.

[Diplomityö, Tampereen yliopisto]. Trepo. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202002091964>

Ollila, K. (2022). Pintavalunnan GIS-pohjainen mallintaminen – tapauksena topografialtaan tasainen metsäojitettu Jäälinjärven valuma-alue [Pro Gradu, Oulun yliopisto]

<http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202209203429>

OSGEO. (n.d.-a). *FOSS4G*. Haettu 25.10.2023 osoitteesta

<https://wiki.osgeo.org/wiki/FOSS4G>

OSGEO. (n.d.-b). *GRASS GIS*. Haettu 25.10.2023 osoitteesta <https://grass.osgeo.org/>

OSGEO. (n.d.-c). *About*. Haettu 25.10.2023 osoitteesta <http://www.osgeo.org/about/>

Peltola-Thies, J. (2005). Rakennetun ympäristön aiheuttama vesistökuormitus.

<https://docplayer.fi/24437535-Rakennetun-ympariston-aiheuttama-vesistokuormitus.html>

Pidwirny, M. (2006). *Fundamentals of Physical Geography*.

<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html>

Qgis.org (n.d.-a). *Features*. Haettu 17.11.2022 osoitteesta

[https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user\\_manual/preamble/features.html](https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user_manual/preamble/features.html)

Qgis.org. (n.d.-b). *Sustaining members and Donors*.

[https://qgis.org/fi/site/about/sustaining\\_members.html](https://qgis.org/fi/site/about/sustaining_members.html)

Qgis.org. (n.d.-c). *LAStools*. Haettu 6.10.2022 osoitteesta

<https://plugins.qgis.org/plugins/LAStools/>

Rapidlasso. (n.d.). *Pricing*. Haettu 6.10.2022 osoitteesta <https://rapidlasso.com/pricing/>

Raudaskoski, O. (2016). Hulevesien hallintavaihtoehtojen mallinnus tiiviissä taajamassa.

[Diplomityö, Aalto-yliopisto]. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201603291566>

Räike, A., Brynska, W., Ennet, P., Frank-Kamenetsky, D., Gustafsson, B., Haapaniemi, J., Koch,

D., Kokorite, I., Larsen, S-E, Oblomkova, N., Plunge S., Sonesten, S. & Svendsen, L. (2017).

The seven biggest rivers in the Baltic Sea region Baltic Marine Environment Protection

Commission. [https://helcom.fi/post\\_type\\_publ/bsep163-seven-biggest-rivers-in-the-](https://helcom.fi/post_type_publ/bsep163-seven-biggest-rivers-in-the-baltic-sea-region/)

[baltic-sea-region/](https://helcom.fi/post_type_publ/bsep163-seven-biggest-rivers-in-the-baltic-sea-region/)

SAGA-GIS. (n.d-a). *Tool Fill Sinks (QM of ESP)*. Haettu 7.10.2022 osoitteesta [https://saga-](https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/6.4.0/sim_qm_of_esp_1.html)

[gis.sourceforge.io/saga\\_tool\\_doc/6.4.0/sim\\_qm\\_of\\_esp\\_1.html](https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/6.4.0/sim_qm_of_esp_1.html)

SAGA-GIS. (n.d-b). *Tool Fill Sinks (Wang & Liu)*. Haettu 7.10.2022 osoitteesta [https://saga-](https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/6.4.0/ta_preprocessor_4.html)

[gis.sourceforge.io/saga\\_tool\\_doc/6.4.0/ta\\_preprocessor\\_4.html](https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/6.4.0/ta_preprocessor_4.html)

SAGA-GIS. (n.d-c). *Tool Fill Sinks XXL (Wang & Liu)*. Haettu 7.10.2022 osoitteesta

[https://saga-gis.sourceforge.io/saga\\_tool\\_doc/6.4.0/ta\\_preprocessor\\_5.html](https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/6.4.0/ta_preprocessor_5.html)

Sippel, K. (2010). *Algoritmin ja korkeusmallin resoluution vaikutus valuma-alueen*

*laskentatulokseen*. [Diplomityö, Aalto- Ylipisto]. <https://docplayer.fi/67816886->

[Algorithm-ja-korkeusmallin-resoluution-vaikutus-valuma-alueen-laskentatulokseen.html](https://docplayer.fi/67816886-Algorithm-ja-korkeusmallin-resoluution-vaikutus-valuma-alueen-laskentatulokseen.html)

Sourceforge. (n.d.). *SAGA GIS*. Haettu 13.2.2023 osoitteesta

<https://sourceforge.net/projects/saga-gis/>

Strahler, A. (2013). *Introducing Physical Geography*. 6<sup>th</sup> edition. Wiley.

Sutherland, R. (2000). Methods for Estimating the Effective Impervious Area of Urban Watersheds: The Practice of Watershed Protection. *Watershed Protection Techniques 2* (1), 282–284. [https://owl.cwp.org/mdocs-posts/elc\\_pwp32/](https://owl.cwp.org/mdocs-posts/elc_pwp32/)

SYKE. (2018). *Hulevesien tulvakartta auttaa kuntia riskien hallinnassa*. Haettu 10.11.2022 osoitteesta [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiskirjeet/Vesikirje/Hulevesien tulvakartta auttaa kuntia ris\(47985\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiskirjeet/Vesikirje/Hulevesien_tulvakartta_auttaa_kuntia_ris(47985))

SYKE. (2020). VALUE - *Valuma-alueen rajaustyökälun KÄYTTÖOHJEET*. Haettu 6.6.2022 osoitteesta <http://paikkatieto.ymparisto.fi/value/valueohje.pdf>

SYKE. (n.d.). *Latauspalvelu LAPIO*. Haettu 7.7.2022 osoitteesta <https://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/latauspalvelu.html>

Tang, S., Jiang, J., Zheng, Y., Hong, Y., Chung, E-S., Asaad, S., Wei, Y. & Wang, X. (2021). Robustness analysis of storm water quality modelling with LID infrastructures from natural event-based field monitoring. *Science of The Total Environment* 753. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142007>

UN. (2018). *World Urbanization Prospects*. United nations. [Haettu 5.6 2022 osoitteesta https://population.un.org/wup/DataQuery/](https://population.un.org/wup/DataQuery/)

UN. (n.d.). *Communications materials*. Haettu 12.12.2022 osoitteesta <https://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/>

USGS. (n.d.) *What is a digital elevation model (DEM)?* U.S. Geological Survey. Haettu 1.9.2022 osoitteesta <https://www.usgs.gov/faqs/what-digital-elevation-model-dem>

Valtioneuvosto. (2020). *Tulvat lisääntyvät Suomessa, varautumisella pienennetään vahinkoja*. Haettu 9.6 2022 osoitteesta <https://valtioneuvosto.fi/-/1410837/tulvat-lisaantyyvat-suomessa-varautumisella-pienennetaan-vahinkoja>

Valtioneuvoston asetus vesienhoitoalueista. (1303/2004)

Vesi.fi. (2022a). *Hulevesien ympäristöriskit*. Haettu 11.10 osoitteesta

<https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-ymparistoriskit/>

Vesi.fi. (2022b). *Hulevesien hallinnan vastuut ja ohjeistus*. Haettu 7.8 2022 osoitteesta

<https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-hallinnan-vastuut-ja-ohjeistus/>

Vesihuoltolaki 119/2001. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Vesilaki 587/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Virtue J. (2021). Using the SIMulated Water Erosion (SIMWE) hydrological model to analyse potential flooding hotspots and the effects of Low Impact Developments (LIDs). A case study for the management of the Alna River catchment in Oslo, Norway. [Masterarbeit, Institut der Humboldt-Universität zu Berlin]

Wang, Y-J., Qin, C-Z., & Zhu A-X. (2019). Review on algorithms of dealing with depressions in grid DEM. *Annals of GIS* 25(2) 83–97.

<https://doi.org/10.1080/19475683.2019.1604571GRASS>

YM. (n.d.). *Vesiensuojelun tehostamisohjelma*. Ympäristöministeriö.

<https://ym.fi/vedenvuoro>

Ymparisto.fi. (2015). *Itämeren fosforikuorma Suomesta*. Haettu 22.11.2022 osoitteesta

[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Mika\\_on\\_Itameren\\_tila/Itameren\\_fosforikuorma\\_Suomesta](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Mika_on_Itameren_tila/Itameren_fosforikuorma_Suomesta)

Ymparisto.fi. (n.d.-a). *Hulevesitulvat*. Haettu 5.6 2022 osoitteesta

<https://www.ymparisto.fi/hulevesitulvat>

Ymparisto.fi. (n.d.-b). *Tulvariskilainsäädäntö*. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/tulviin\\_varautuminen/tulvariskien\\_hallinta/Tulvariskilainsaadanto](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/tulviin_varautuminen/tulvariskien_hallinta/Tulvariskilainsaadanto)

Ymparisto.fi. (n.d.-c). *Hulevesisanasto:Hulevesistrategia*. Haettu 10.11.2022 osoitteesta

[https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesiensuojelu/Yhdyskunnat\\_ja\\_hajaasutus/Hulevesien\\_hallinnan\\_kehittaminen/Hulevesisanasto](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesiensuojelu/Yhdyskunnat_ja_hajaasutus/Hulevesien_hallinnan_kehittaminen/Hulevesisanasto)

Ymparisto.fi. (n.d.-d). *Hulevedet*. Haettu 11.11.2022 osoitteesta

<https://www.ymparisto.fi/hulevedet>

Ymparisto.fi. (n.d-e). *Tulvakartat*. Haettu 12.12.2023 osoitteesta

<https://www.ymparisto.fi/tulvakartat>

Ympäristönsuojelulaki 2014/527. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

# HULVATTU WSSP- tietokanta

OPINNÄYTETÖ LIITE 1  
SAMULI RIIHIJÄRVI

## Sisälllys

WSSP-työkalan tietokanta.....	2
WSSP valuma-aluemoduuli .....	2
Yhdistetty korkeusmalli.....	2
Polttotaso .....	2
Poltettu korkeusmalli.....	3
Valuma-alue ja osavaluma-alueet .....	3
WSSP maankäyttö- ja muutosaluemoduulit.....	3
Maankäyttöluokan viitekehys .....	4
Korjaamaton maankäyttö .....	4
Korjattu maankäyttö.....	4
Muutosalueet .....	5
Maankäyttömuodot.....	6
Keskustatoimintojen alueet .....	6
Työ- ja teollisuusalueet.....	6
Palvelualueet.....	7
Kenttäalueet.....	7
Liikennealueet .....	7
Väljät asuinalueet.....	7
Tiiviit asuinalueet .....	8
Maatalousalueet .....	8
Avoimet viheralueet .....	8
Metsäalueet .....	9
Vesistöalueet.....	9
Erityisalueet .....	9
WSSP Riskimoduuli .....	10
Riskiarvo.....	10
WSSP riskiarvon muodostuminen .....	10
Kaltevuus.....	11
Maalajin hydrologinen läpäisevyys .....	11
Etäisyys valuntaverkkoon.....	13
(TIA) Läpäisemättömyys .....	13
(NVDI) Kasvipeitteisyys .....	13
Ihmistoiminta .....	14
Yhdistetty riskikartta.....	16
Pohjavesialueet .....	16
Sulfaattimaat.....	16
Tulvariski .....	16
Muut riskit ja kuntakohtaiset erityistarpeet .....	17

## WSSP-työkalun tietokanta

Tämä dokumentti sisältää kaikki HULVATTU-hankkeessa kehitetyn WSSP-työkalun paikkatietoaineistojen selitykset sekä WSSP-moduulien kuvailut. WSSP-moduulit ovat pääsääntöisesti itsenäisiä kokonaisuuksia, jotka voidaan toteuttaa toisistaan riippumatta. Sidosryhmillä tarkoitetaan HULVATTU-hankkeen sidosryhmiä. Dokumentissa täsmennetään:

- Maankäyttöluokituksen luokittelukriteerit ja maankäyttömuodot
- Muutosalueiden määrittely ja muodostaminen
- Valuma-alueiden määrittelyt ja määrittelyyn vaadittavat tasot
- Riskien kuvaukset ja perustelut

## WSSP valuma-aluemoduuli

Moduuli koostuu osavaluma- ja valuma-alueista, polttamattomasta korkeusmallista, poltetusta korkeusmallista sekä polttotasosta.

Kaupunkimaisten valuma-alueiden muodostamisessa on otettava huomioon hulevesiviemäriverkon peitteisyys. Tässä WSSP hyödyntää menetelmänä niin sanottua polttamista. Polttamisella tarkoitetaan sitä, että korkeusmallin korkeusarvoja lasketaan ennalta määritetyistä kohdista (Lindsay, 2012).

Sidosryhmien resurssien ja tarpeiden takia WSSP:ssä vesiverkko poltetaan samanarvoisesti koko valuma-alueen laajuudesta. Yksinkertaistamisen takia hulevesiviemäriverkosta hyödynnetään ainoastaan sijaintia, ei korkoa, leveyttä tai muuta fyysistä ominaisuutta.

### Yhdistetty korkeusmalli

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Vapaa/karttalehtijako
Lähtöaineisto(t)	Korkeusmalli 2 m
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Taso koostuu maanmittauslaitoksen KM2 aineiston yhdestä tai useammasta karttalehdestä. Tasosta tuotetaan poltettu korkeusmalli, jota käytetään valuma-alueiden määrittelyssä. Tasoa käytetään lisäksi keskimääräisen kaltevuuden laskemisessa, josta johdetaan kaltevuuden tuottama riski.

### Polttotaso

Formaatti	GPKG
Tyyppi	Vektori
Geometria	Monikulmio
Kattavuus	Yhdistetty korkeusmalli
Lähtöaineisto(t)	MML hydrografia, rakenteet & kunnallinen hulevesiviemäriverkosto
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Polttotaso edustaa koko vesiverkostoa. Tavoitteena on luoda koko vesiverkosta mahdollisimman kattava ja yhtenäinen vektoritaso, johon kuuluvat kaikki vaka- ja virtavedet.

Polttotaso koostuu kunnallisista ja kansallisista aineistoista. Maanmittauslaitoksen maastotietokannan hydrografisista viiva- ja monikulmiomuotoisista kohteista valitaan tarpeen mukaan: Järvivesi (36200), Merivesi

(36211), Virtavesi, alle 2 m (36311), Virtavesi 2-5m (36312) ja Virtavesialue (36313). Lisäksi rakenteista tarvitaan: Allas – alue (44300).

Kunnallisesta hulevesiviemäriverkostosta tarvitaan vähintään viiva tai monikulmiomuotoiset vesiverkoston peitteiset osat, kuten rummut ja putket. Lisäksi mukana voi olla erikokoiset avouomat ja muut vesirakenteet. Pistemäiset kohteet kuten kaivot eivät ole tarpeellisia WSSP:sa.

WSSP huomioi vesiverkostosta ainoastaan sijaintitiedon. Mikäli kunnalliset ja kansalliset aineistot eroavat saman uoman suhteen sijainniltaan, voidaan aineistoa korjata digitoimalla. Pilotoinnissa polttotasoa ei korjattu.

Polttotason avulla korkeusmallin korkeusarvoja lasketaan ennalta määritetyistä paikoista. Tasoa hyödynnetään myös etäisyyden aiheuttaman riskin arvioinnissa. Polttoprosessin suoraviivaistamiseksi polttotaso on geometrialtaan monikulmio.

### Poltettu korkeusmalli

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Yhdistetty korkeusmalli
Lähtöaineisto(t)	Yhdistetty korkeusmalli & Polttotaso
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Taso koostuu maanmittauslaitoksen KM 2 aineistosta, yhdestä tai useammasta karttalehdestä (Yhdistetty korkeusmalli). Tasoon poltetaan polttotason osoittamat uomat. Tasosta määritetään valuma- ja osavaluma-alueet. WSSP:sa käytetty valuma-alueen määrittäytökalu ei vaadi korkeusmallin täyttämistä.

### Valuma-alue ja osavaluma-alueet

Formaatti	Vapaa
Tyyppi	Vapaa
Geometria/hilakoko	Vapaa/vapaa
Kattavuus	Vapaa
Lähtöaineisto(t)	Poltettu korkeusmalli
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Valuma-alueet ja osavaluma-alueet luodaan tarkoituksenmukaisessa skaalassa vedenjakajien ja lähtöaineiston ehdoilla. Tyyppi on vapaa.

### WSSP maankäyttö- ja muutosaluemoduulit

Moduuli koostuu korjaamattomasta maankäytöstä, korjatusta maankäytöstä ja muutosalueista.

Selkeää standardisoitua hulevesikohtaista maankäyttöluokittelua ei löydetty HULVATTU-hankkeessa. WSSP:n maankäyttöluokittelussa pyrittiin ottamaan huomioon sidosryhmien tarpeet sekä resurssit ja lähtöaineistojen rajoitteet. Tarpeita kartoitettiin pilottikuntien työpajoissa, joissa keskusteltiin maankäyttöluokista. (HULVATTU, 2023) Työpajoissa päätettiin, että WSSP-maankäyttöluokittelun lähtöaineistona käytettäisiin yleiskaavaa (HULVATTU, 2023).

WSSP:n maankäyttö ei kuvaa maailmaa absoluuttisen tarkasti, sillä luokittelua oli karkeistettava sidosryhmien resurssien ja käytettyjen lähtöaineistojen ehdoilla. Maankäytön luokittelun helpottamiseksi eri maankäyttömuodot voivat sisältää siihen kuulumattomia alueita.

Kaupunkityöpajojen lisäksi Kuusiston (2002) & Peltola-Thies (2005) hulevesitutkimusten käyttämät maankäyttöluokittelut auttoivat hahmottelemaan luokkia. Tutkimusten tietoa sovellettiin niiltä osin, kuin se oli sidosryhmien ehdoilla ja valitulla lähtöaineistoilla mahdollista. WSSP:n maankäyttöluokan maankäyttömuodot eivät ole täysin homogeenisiä. Luokan sisällä voi olla vaihtelua esimerkiksi läpäisevän pinnan määrässä ja ihmistoiminnan luonteessa sekä skaalassa.

## Maankäyttöluokan viitekehys

Maankäyttöluokka määrittelee alueet hulevesiin vaikuttavan ihmistoiminnan perusteella. Maankäyttöluokittelun maankäyttömuodot ovat perusteltu kolmen tekijän perusteella:

### 1. Hulevesiin vaikuttava ihmisen toiminta

Jokaisella maankäyttömuodolla on omanlaisensa ihmisen toiminnasta aiheutuva alueellinen vaikutus hulevesiin. Ihmisen toiminta kuormittaa hulevesiä erilaatuisesti ja erimäärissä. Esimerkiksi teollinen toiminta eroaa kuormitukseltaan ja haitta-aineiltaan olennaisesti asuinalueista (Kuntaliitto, 2012 s. 126–127).

### 2. Ihmistoiminnan asettamat rajoitteet hulevesiratkaisuille

Erilainen ihmistoiminta alueella sekä omistussuhteet rajoittavat ja raamittavat hulevesiratkaisuja. Ihmistoiminta luo alueittain toisistaan poikkeavia biofyysisiä ympäristöjä. Yleistäen keskusta- ja teollisuusalueilla esiintyy laajoja läpäisemättömiä pintoja. Palvelualueiden vieressä on tyypillisesti suuria läpäisemättömiä parkkialueita ja nauhamaiset viherrakenteet voivat puuttua kokonaan.

Sosioekonomiset tekijät, kuten omistussuhteet määräävät osin hulevesiratkaisuja ja ohjaavat huleveden hallintaa. Väljillä asuinalueilla on tyypillisesti enemmän omistajia, kuin tehdasalueilla. Samat hulevesiratkaisut eivät välttämättä sovi kaikille alueille, riippuen ihmistoiminnasta ja sosioekonomisista tekijöistä.

### 3. Hulevesien kannalta merkittävä rakentamaton alue

Kaikista maankäyttömuodoissa ei varsinaisesti synny merkittävässä määrin hulevettä. Näitä ovat esimerkiksi (pääpiirteittäin rakentamattomat) WSSP:n mukaiset metsä- ja maatalousalueet sekä avoimet viheralueet. Nämä alueet ovat kuitenkin merkittäviä pintavesien ja hulevesien kannalta, sillä maa- ja metsätalousalueet vaikuttavat tutkitusti vesien laatuun (Ymparisto.fi, 2022-a). Avointen viheralueiden maaperä voi ihmistoiminnan vuoksi tiivistyä, jolloin veden infiltraatio heikkenee (Ward A. 2015, s. 65). Lisäksi nämä rakentamattomat alueet voivat toimia hulevesirakenteiden sijoituspaikkona.

## Korjaamaton maankäyttö

Formaatti	GPKG
Tyyppi	Vektori
Geometria	Monikulmio
Kattavuus	Vapaa/ WSSP valuma-aluemoduuli
Lähtöaineisto(t)	Yleiskaava & WSSP Valuma-alue
Koordinaattijärjestelmä	Vapaa/Kuntakohtainen

Korjaamaton maankäyttö edustaa kaavoitettua maailmaa ja sitä, millaiseksi alue voi muuttua hulevesien kannalta tulevaisuudessa. Kaavan käyttötarkoitusta vastaavasta ominaisuustiedosta johdetaan WSSP maankäytön mukaiset maankäyttömuodot.

## Korjattu maankäyttö

Formaatti	GPKG
Tyyppi	Vektori
Geometria	Monikulmio
Kattavuus	Vapaa/ WSSP valuma-aluemoduuli
Lähtöaineisto(t)	Korjaamaton maankäyttö, Maastotietokanta, Puuston keskipituus 2019 (dm) & Puuston latvuspeittävyys, koko puusto 2019
Koordinaattijärjestelmä	Vapaa/Kuntakohtainen

Korjattu maankäyttö edustaa maailmaa nykyisellään. Täydentämällä korjaamatonta maankäyttöä saadaan todenmukainen kuva maankäytöstä, eli korjattu maankäyttö. Taso muodostetaan korjaamattoman maankäytön, maastotietokannan ja metsätiedon sekä digitoimisen avulla.

Alle 0,5 hehtaarin kohteet sulatetaan osaksi sitä maankäyttömuotoa, jonka kanssa kohde jakaa pisimmän rajan. Alle 0,5 hehtaarin reiät poistetaan ja täytetään. Täytöstä syntyneet kohteet liitetään siihen maankäyttömuotoon, jonka kanssa muoto jakaa pisimmän rajan.

Ilmakuvan avulla korjaaminen ja käsin digitoimisen laajuus on käyttäjästä ja yleiskaavan topologisesta ehjyydestä kiinni. Käyttötarkoitukseen soveltumattoman yleiskaavan muokkaaminen sopivaksi vie aikaa.

### Muutosalueet

Formaatti	GPKG
Tyyppi	Vektori
Geometria	Monikulmio
Kattavuus	Vapaa/ WSSP valuma-aluemoduuli
Lähtöaineisto(t)	Korjaamaton maankäyttö & Korjattu maankäyttö
Koordinaattijärjestelmä	Vapaa/Kuntakohtainen

Muutosalueet ovat niitä alueita, jotka voivat hulevesien kannalta muuttua hydromorfologisilta ominaisuuksiltaan niin paljon, ettei niitä voi pitää enää samana maankäyttömuotona. Muutosalueet luodaan vertaamalla korjaamatonta maankäyttöä ja korjattua maankäyttöä keskenään. Alle 0,5 hehtaarin muutosalueet poistetaan.

## Maankäyttömuodot

Maankäyttöluokka on jaettu 12 eri maankäyttömuotoon.

1. Keskustatoimintojen alueet
2. Työ- ja teollisuusalueet
3. Palvelualueet
4. Kenttäalueet
5. Liikennealueet
6. Väljät asuinalueet
7. Tiiviit asuinalueet
8. Maatalousalueet
9. Avoimet viheralueet
10. Metsäalueet
11. Vesialueet
12. Erityisalueet

Alueet voivat sisältää siihen jonkin verran kuulumattomia maankäyttömuotoja. Kaikki alle 0,5 hehtaarin kohteet sulatetaan osaksi sitä luokkaa, jonka kanssa kohde jakaa pisimmän rajan. Liikennealueita pienempien teiden katsottiin kuuluvan osaksi sitä luokkaa, jonka sisällä tiet kulkevat. Samoin kenttäalueista voidaan katsoa suurimman osan kuuluvan osaksi sitä luokkaa, jonka välittömässä yhteydessä alue on.

### Keskustatoimintojen alueet

Alueet, joissa taajaman palvelut ja asutus ovat keskittyneet alueelle. Näitä alueita ovat kaavassa merkityt keskusta-alueet.

Tyypillisesti läpäisemättömien pintojen määrä on maankäyttöluokan korkein. Läpäisevät pinnat ovat pistemäisiä tai kapeita nauhamaisia nurmialueita. Alueet ovat tehokkaasti hulevesiviemäroityjä. Vanhemmilla keskusta-alueilla voi olla myös sekaviemärointiä (Vesi.fi n.d, & Määttä, Lakka & Kauppinen, 2019).

Hulevesien kuormitusta keskustatoimintojen alueilla tyypillisesti aiheuttaa valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet, rakenteiden ja pintojen korroosio sekä kulkuneuvojen renkaiden ja muiden osien kuluminen. Liikenteestä syntyy myös ilmaperäistä laskeumaa. Alueiden liikenneväyliä voidaan hiekoittaa sekä suolata talvisin. Joissakin keskustoissa voi olla katulämmitys, joka pitää alueen sulana ja vähentää hiekoituksen sekä suolaamisen tarvetta, mutta nostaa pintavaluntaa talvisaikaan. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135). Alueet ovat tehokkaasti kuivattuja ja yleensä hulevesiviemäroityjä. Hulevesien käsittelyn lähtökohtana on, että kiinteistön hulevedet käsitellään tontilla ja että vesiä ei saa johtaa toisen tontille

### Työ- ja teollisuusalueet

Alueet, joissa pääsääntöinen ihmistoiminta liittyy erilaiseen elinkeinoelämään. Kaikki teollinen-, liikekeskus- ja palvelutuotanto kuuluvat ryhmään. Alueiden henkilö- ja tavaraliikenne on vilkasta. Näitä alueita ovat esimerkiksi tehtaat, kauppakeskukset, pajat, korjaamot ja romuttamot sekä polttoaineasemat.

Läpäisemättömien pintojen määrä on tyypillisesti korkea. Alueella on tyypillisesti paljon kattopinta-alaa. Laajoja asfaltti- tai kiviaineskenttiä sekä pysäköintialueita esiintyy suurten rakennusten yhteydessä. Läpäisevien pintojen määrä on tyypillisesti vähäinen. Nauhamainen kasvillisuus ja yksittäiset puut dominoivat laikuittaisia viheralueita. Joutomaita ja pientareita saattaa esiintyä.

Alueet ovat yleensä tehokkaasti kuivattuja ja hulevesiviemäroityjä. Alueen kenttiä voidaan hiekoittaa tai suolata talvisin. Jotkin teolliset toimijat voivat olla ympäristövalvonnan alla. Kevyen liikenteen ohella alueilla voi olla raskasta liikennettä ja toimialan mukaan myös vaarallisten aineiden kuljettamista. Hulevesien käsittelyn lähtökohtana on, että kiinteistön hulevedet käsitellään tontilla ja että vesiä ei saa johtaa toisen tontille

Hulevesien kuormitusta työ- ja teollisuusalueilla aiheuttaa tyypillisesti valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet, rakenteiden pintojen korroosio sekä renkaiden ja kulkuneuvojen muiden osien kuluminen. Teollisesta toiminnasta, polttamisesta ja liikenteestä syntyy ilmaperäistä laskeumaa. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135)

### Palvelualueet

Alueet, jotka pitävät sisällään julkisia tai yksityisiä palveluita. Näitä alueita ovat esimerkiksi koulut, sairaalat, päiväkodit, päivittäistavara-kaupat ja kunnalliset palvelut.

Läpäisemättömien pintojen määrä on tyypillisesti korkea. Alueella voi olla paljon kattopinta-alaa ja laajoja pysäköintialueita sekä asfaltoituja pihvoja. Läpäisevät pinnat voivat olla muun muassa murskepintoja tai kasvillisuuden peittämää. Tyypillisesti kasvillisuusalueet ovat pienehköjä ja muodostuvat nauhamaisista tai pistemäisistä puu-, nurmi- ja pensasalueista.

Hulevesien kuormitusta palvelualueilla aiheuttaa tyypillisesti valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet. Rakenteiden ja pintojen korrosio, ilmaperäinen laskeuma liikenteestä sekä liikenteen renkaiden ja kulkuneuvojen muiden osien kuluminen. Alueiden liikenneväyliä ja niihin liittyviä pysäköintialueita voidaan hiekoittaa sekä suolata talvisin. Kevyen liikenteen ohella alueilla voi olla raskasta liikennettä, joka voi kuitenkin olla kohtuullista. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135). Hulevesien käsittelyn lähtökohtana on, että kiinteistön hulevedet käsitellään tontilla ja että vesiä ei saa johtaa toisen tontille. Alueet ovat tehokkaasti kuivattuja ja yleensä hulevesiviemäroityjä.

### Kenttäalueet

Alueet, jotka ovat maa tai -kiviainespintaisia, laakeita ja avoimia. Aluetta leimaa lyhyt tai olematon latvuskerros ja esteettömyys sekä tiivistynyt maaperä. Näitä ovat esimerkiksi erilliset pysäköintialueet, sorakentät, ja läjitysalueet.

Läpäisemättömän pinnan määrä vaihtelee materiaalin mukaan. Hulevettä syntyy pinnan materiaalin ja maaperän tiiviiden mukaisesti. Ihmistoiminta alueilla on vaihtelevaa.

Hulevesien kuormitusta kenttäalueilla aiheuttaa valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet, rakenteiden pintojen korrosio sekä liikenteestä syntyvä ilmaperäinen laskeuma ja kulkuneuvojen osien kuluminen. Kasvivaltaisella alueella voi tapahtua rikkakasvien kemiallista poistoa tai torjuntaa. Tällaisella alueella voi olla myös toistuvaa lannoittamista ja kastelua, joka kasvattaa kuormitusta. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135) Alueet voivat olla hulevesiviemäroityjä.

### Liikennealueet

Alueet, jotka ovat rakennettuja ja päällystettyjä kulkuväyliä. Merkittävin ihmistoiminta on henkilöliikenne ja tavaraliikenne. Liikennealueita ovat valtatiet ja kantatiet, eli päätieverkko. Lisäksi yleiskaavan mukaiset liikennealueet luokitellaan liikennealueiksi.

Hulevesien kuormitusta liikennealueilla aiheuttaa tyypillisesti valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet. Merkittäviä päästölähteitä ovat erityisesti teiden kuluminen ja korrosio, kulkuneuvojen renkaiden ja muiden osien kuluminen sekä ilmalaskeuma. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135) Talvisin auraus, hiekoitus ja suolaus vaikuttavat hulevesikuormaan. Vaarallisten aineiden kuljetusta tapahtuu alueilla muita alueita useammin. Liikenteen määrä, erityisesti raskas liikenne sekä liikenteen huono sujuvuus lisää päästöjä huleveteen (Romppanen ym., 2016). Alueet ovat tehokkaasti ylläpidettyjä kuivattuja ja hulevesiviemäroityjä.

### Väljät asuinalueet

Alueet, joissa pääsääntöisesti asutaan vakituisesti. Alueita dominoivat talot ja niiden pihat sekä puutarhat. Näitä ovat esimerkiksi omakotitalot, rivitalot, paritalot ja näiden tontit.

Alueiden kattopinnat muodostavat mosaiikkimaisen kuvan ja peittävät alleen osan alueesta. Tontit voivat olla osin katettuja. Osa maanpinnasta voi olla asfaltoitua tai kivettyä. Alue pitää tyypillisesti sisällään hoidettuja nurmialueita, puutarhoja sekä puustoa ja pensaita.

Alueen liikennemäärä on tyypillisesti enimmäkseen henkilöliikennettä. Alueiden asukkaat vaikuttavat hulevesien riskeihin moninaisesti. Latvuspeitteisyys ja pihojen hoito on vaihtelevaa. Hulevesien käsittelyn lähtökohtana on, että hulevedet käsitellään tontilla ja että vesiä ei saa johtaa toisen tontille. Alueet ovat tyypillisesti hulevesiviemäroityjä.

Hulevesien kuormitusta väljillä asuinalueilla aiheuttaa valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet, rakenteiden ja pintojen korroosio, ilmaperäinen laskeuma liikenteestä sekä liikenteen renkaiden, kulkuneuvojen muiden osien kuluminen. Autonpesu kesäisin ja hiekoittaminen talvisin lisäävät kuormaa. Lisäksi pihojen ja puutarhojen lannoittaminen sekä torjunta-aineet voivat kuormittaa hulevesiä. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135)

#### Tiiviit asuinalueet

Alueet, jossa pääsääntöisesti asutaan vakituisesti. Rakennukset ja rakenteet ovat asukkaiden kesken jaettuina. Näitä ovat esimerkiksi luhti- ja kerrostaloalueet. Lisäksi näiden yhteiset välittömässä läheisyydessä sijaitsevat rakenteet, kuten parkkipaikat ja pihavarastot.

Alueiden kattopinnat muodostavat suurehkoja yhtenäisiä kokonaisuuksia. Kookkaat pysäköintialueet esiintyvät rakennuksen yhteydessä. Laajat asfalttipihat ovat väljää asuinalueetta yleisempiä ja peittävämpiä. Lämpäisemätöntä pintaa on tyypillisesti enemmän kuin väljän asutuksen alueella.

Lämpäisevää pintaa esiintyy mm. murske- ja nurmialueina. Pensaita ja puita kasvaa yksittäin, nauhamaisesti tai pieninä ryppäinä. Pienet leikkikentät ja puistot ja virkistysalueet laikuttavat aluetta. Taloyhtiöt tyypillisesti ohjaavat asukastoimintaa. Asukkaat vaikuttavat toimintaan moninaisesti. Hulevesien käsittelyn lähtökohtana on, että hulevedet käsitellään tontilla ja että vesiä ei saa johtaa toisen tontille. Hulevesiviemäroinnin laajuus vaihtelee alueittain.

Hulevesien kuormitusta tiiviillä asuinalueilla aiheuttaa: Valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet. Pienten viheralueiden lannoittaminen ja torjunta-aineet voivat kuormittaa hulevesiä. Rakenteiden ja pintojen korroosio, ilmaperäinen laskeuma liikenteestä sekä kulkuneuvojen renkaiden ja muiden osien kuluminen. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135)

#### Maatalousalueet

Alueet, jotka ovat pääsääntöisesti maatalouden käytössä ja joita leimaa kausittainen maanmuokkaus. Näitä alueita ovat esimerkiksi pellot, laidunmaat, peltolaitumet, kesannot sekä laajat puutarhat ja kasvimaat.

Aluetta leimaa kausittainen maanmuokkaus, lepokaudet, lannoitus ja kasvinsuojeluaineet. Edellä mainittujen tekijöiden laatu ja skaala vaihtelee. Alueet ovat tyypillisesti tehokkaasti kuivattuja, ja salaojitus on yleistä. Muutamista rakennuksista ja harvoista teistä syntyvän huleveden määrä on vähäistä. Tyypillisesti alueilla ei ole suuria lämpäisemättömiä pintoja, eivätkä maatalousalueet yleensä ole hulevesiviemäroityjä.

Maatalousalueilla ei pääsääntöisesti synny hulevettä. Hulevesiä ovat rakennettujen alueiden sade-, sulamisvedet, joita johdetaan pois rakenteiden pinnoilta (Kuntaliitto, 2012, s. 10). Sen sijaan maatalousalueilta syntyy vesien hajakuormitusta (MTK, 2021). Peltovaltaisilla maatalousalueilla maanmuokkauksien takia pelto jää pitkäksi ajanjaksoksi ilman kasvillisuutta. Avoin mullos on herkkä erityisesti syys- ja talvisateille, jolloin pintavalunnan mukana kulkee paljon kiintoaineita. (Ymparisto.fi, n.d)

Hulevesien kuormitusta aiheuttaa vähäisissä määrin valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet. Muutamien rakenteiden ja pintojen korroosio sekä kuluminen. Peltokoneiden käyttö aiheuttaa ilmaperäistä laskeumaa, lisäksi renkaiden ja muiden osien kulumisesta aiheutuu päästöjä. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135)

#### Avoimet viheralueet

Alueet, jotka ovat avoimia, kasvipeitteisiä ja vähälatuspeitteisiä. Tyypillisiä toimintoja alueille ovat virkistyskäyttö sekä erilaiset tapahtumat. Näitä alueita ovat esimerkiksi: Puistot, niityt, hautausmaat, urheilukentät.

Alueiden pinnat ovat hyvin vettälämpäiseviä. Alueet ovat avoimia, eli joko täysin tai osaksi puuttomia. Avoimilla viheralueilla ei tyypillisesti synny paljon hulevettä, sillä hulevesi on rakennetuille alueille ominainen ilmiö. On kuitenkin huomioitava, että ihmistoiminnan myötä maanpinta voi kuitenkin tiivistyä, mikä vaikuttaa olennaisesti

veden infiltraatioon (Ward A. 2015, s. 65). Alueiden yhteydessä voi esiintyä myös tyypillisesti kenttäalueita tai rakenteita, joissa hulevettä syntyy.

Hulevesien kuormitusta avoimilla viheralueilla aiheuttaa vähäisissä määrin valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet. Harvojen rakenteiden ja pintojen korroosio sekä kuluminen. Urheilukentät voivat olla muovipäälysteisiä, jolloin mikromuovia siirtyy ympäristöön. Niittyalueet voivat olla monikäyttöisiä ja toimia esimerkiksi talvisin lumenkaatopaikkana. Viheralueiden lannoittaminen sekä torjunta-aineet voivat kuormittaa hulevesiä. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135; Ymparisto.fi 2022-b)

#### Metsäalueet

Alueet, joiden maan pintaa peittää latvuskerros. Alueiden tulee olla latvuspeitteisyydeltään yli 10 % ja kasvuston keskikorkeuden yli 5 metriä. Alueiden tulee olla vähintään 20 metriä leveitä 0,5 ha laajoja katkeamattomia kokonaisuuksia. Metsäalueet on muodostettu FAO:n (n.d.) määritelmää mukailleen. FAO:n (n.d.) määritelmästä poiketen leveyttä on pudotettu 25 metristä 20 metriin johtuen WSSP:sa käytetyn LUKE:n lähtöaineiston hilakoosta.

Metsäalueilla ei tyypillisesti synny hulevesiä. Hulevesiä ovat rakennettujen alueiden sade-, sulamisvedet, joita johdetaan pois rakenteiden pinnoilta (Kuntaliitto, 2012, s. 10). Sen sijaan metsäalueella syntyy vesien hajakuormitusta, niin luonnontilaisista metsistä kuin metsätaloudenkin seurauksena. Hakkuut, lannoitus ja metsäteiden rakentaminen voivat aiheuttaa väliaikaista vesistökuormitusta. Metsätalouden toimenpiteistä erityisesti ne, jotka kasvattavat eroosiota, kuten virtaaman kasvu ja maan paljastuminen voivat aiheuttaa ravinne- sekä kiintoainekuormitusta. (MTK, 2020).

Alueella voi olla muutamia rakenteita, kuten teitä ja rakennuksia, joissa hulevettä syntyy. Hulevesien kuormitusta aiheuttaa vähäisissä määrin valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet ja roskat, eläinperäiset sekä kasviperäiset jätteet. Muutamien rakenteiden ja pintojen korroosio sekä kuluminen. Metsäkoneiden käyttö aiheuttaa ilmaperäistä laskeumaa, lisäksi renkaiden ja muiden osien kulumisesta aiheutuu päästöjä. (Mustonen, 1986 s. 46 & Kuntaliitto, 2012 s. 125–135)

#### Vesistöalueet

Alueet, jotka ovat veden peitossa. Kaikki kaavanmukaiset sekä maastotietokannan vaka- ja virtavesialueet luetaan kuuluvaksi luokkaan. Näitä ovat esimerkiksi meri- järvi-, lampi- kanava ja virtavesialueista joet sekä kaavan vesialueet. Vesialueella ei synny hulevettä, sillä hulevesi on rakennetuille alueille ominainen ilmiö

#### Erityisalueet

Alueet, jotka paikkatuntemuksen tai muun lähteen perusteella jäävät aiemmin mainittujen luokkien ulkopuolelle. Näitä alueita ovat esimerkiksi lentokentät ja raviradat sekä vanhat kaatopaikat.

Erityisalueet ovat alueita, jotka ovat niin merkittäviä ja uniikkeja hulevesien kannalta, ettei niitä ole järkevä luokitella mihinkään aiempaan luokkaan. Erityisalueita on aina tarkasteltava tapauskohtaisesti.

## WSSP Riskimoduuli

Moduuli koostuu kuudesta arvoitettavasta riskistä ja kahdesta tapauskohtaisesti arvioitavasta riskistä.

Hulevesiin kohdistuva riskiluokittelu kehitettiin aiempien tutkimusten, avointen aineistojen ja sidosryhmien palautteen ja ehtojen perusteella. WSSP:sa yhdistetty riskikartta muodostuu kuudesta tekijästä, joille jokaiselle annetaan arvo 0–5 välillä. Nämä arvoitettavat riskit lasketaan lopuksi yhteen, jolloin saadaan yhdistetty riskikartta. Pohjavesialueet ja happamat sulfaattimaat, jotka tulee huomioida hulevesien turvallisuus pohjaisessa hallinnassa, ei anneta riskiarvoa, eikä niitä lasketa yhdistettyyn riskikarttaan.

Riskimoduulin tavoitteena on tunnistaa ne alueet, jossa riskiä esiintyy ja täsmentää hulevesiratkaisuja resurssiviisaasti.

### Riskitekijät

- Keskimääräinen kaltevuus [MML]
- Etäisyys vastaanottavaan vesiverkkoon [MML, vesilaitoksen hulevesiviemärijärjestelmä]
- (TIA) Lämpösiirtokyky [EAA]
- (NVDI) kasvipeitteisyys [SYKE]
- Maaperän hydrologinen johtavuus [GTK]
- Ihmistoiminta [Kuntakohtainen yleiskaava]

### Arvioitavat riskit

- Pohjavesialueet [SYKE]
- Happamat sulfaattimaat [GTK]

### Riskiarvo

Riskiarvot keskimääräisen kaltevuuden ja etäisyyden vastaanottavaan vesistöön osalta, on perusteltu hulevesitutkimusten arvoilla. Näiden arvot on lainattu suoraan tutkimuksista, joissa konteksti voi olla erilainen, kuin WSSP:sa. Keskimääräisen kaltevuuden riskiarvot lainattiin suoraan purojen raskasmetallitutkimuksesta (Kuusisto, 2002, s. 1). Etäisyys vastaanottavaan vesiverkkoon lainattiin suoraan klooriamiinitutkimuksesta (Gaafar ym., 2015, s. 1).

Lukuun ottamatta ihmistoiminnasta muodostuvaa riskiä, riskit ovat suoria uudelleenluokitteluja. (TIA) Lämpösiirtokyky on luokiteltu prosentista 0–100 % uudelleen riskiarvoiksi 0–5. (NVDI) kasvipeitteisyys on luokiteltu uudelleen 0–200 asteikosta asteikoille 0–5. Maaperän hydrologinen johtavuus on skaalattu GTK:n (n.d.) vedenjohtavuusarvoista 1–3 uudelleen riskiarvoiksi 0–5. Ihmistoiminnasta syntyvä riski perustuu HULVATTU työryhmän sisäiseen arviointiin siitä, kuinka suuri ihmistoiminnan tuottama riski on WSSP-maankäyttöluokissa (HULVATTU, 2023)

Yhdistetyn riskikartan kokonaisriskiarvot ovat sumeita lukuja. WSSP:n käyttäjän tulee arvioida käytettyjä riskiarvoja ja karttatasoja kriittisesti, sekä hyödyntää omaa paikallistuntemusta alueesta tehdessään päätöksiä huleveden turvallisuus pohjaisesta hallinnasta. On mahdollista, että eri haitta-aineet ja -haittatekijät skaalautuvat eri tavalla riskitekijöiden mukaan.

### WSSP riskiarvon muodostuminen

WSSP:n riskiluokitus perustuu kestäviin ekologiin hajautettuihin hulevesiratkaisuihin. Esimerkiksi sosiokulttuurilliset ja kunnossapidon arvot eivät välttämättä näy WSSP-riskin määrittämisessä. WSSP:n riskiluokitus ei nykyisessä muodossaan huomioi esteettisiä arvoja ja kulttuurisesti merkittäviä suojelukohteita tai kriittistä infrastruktuuria.

Riskin määrittely perustuu siihen, että huleveden hallinnassa on päämääränä Kuntaliiton (2012 s. 20) mukaiset tavoitteet:

- huleveden laatua ja laatutekijöitä tulee parantaa
- huleveden määrää tulee vähentää
- hulevesiä tulee viivyttää ja imeyttää hulevesitulvien ehkäisemiseksi sekä laadun parantamiseksi

- hulevettä tulee hyödyntää paikallisesti

Kaikki ne tekijät, jotka voivat vaikuttavat negatiivisella tavalla näihin tavoitteisiin voivat tuottaa riskiä.

#### Kaltevuus

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Vapaa/karttalehtijako
Lähtöaineisto(t)	Maaperä 1:20 000/1:50 000
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Kuvaa hilan keskimääräistä interpoloitua kaltevuutta. Kaltevuus vaikuttaa valumakertoimeen ja mahdollisiin hulevesiratkaisuihin sekä kasvattaa eroosiota (Kuntaliitto, 2012, s. 92 & LUKE, 2015). Riski kasvaa täten kaltevuuden noustessa. Riskiarvo on jaettu Kuusisto (2002, s. 22) mukaillen kolmeen riskiluokkaan:

Tasainen (0–1°) josta saadaan 0 riskiarvo

Kalteva (1–4°) josta saadaan 3 riskiarvo

Hyvin kalteva (< 4°) josta saadaan 5 riskiarvo

#### Maalajin hydrologinen läpäisevyys

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Vapaa/karttalehtijako
Lähtöaineisto(t)	Maaperä 1:20 000/1:50 000
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Kuvaa maaperän hydrologista läpäisevyyttä. Hydrologinen läpäisevyys on suoraan kytköksissä veden infiltraatioon (Ward A. 2015, s. 65). Täten riski kasvaa maaperän hydrologisen läpäisevyyden vähentyessä.

WSSP riskiluokittelu ei ota huomioon muita veden infiltraatioon vaikuttavia tekijöitä, kuten maalajin paksuutta, mikro- ja makrobiologista toimintaa, lämpötilaa, kuivuusjaksoja tai pohjamaalajia (Ward A. 2015, s. 65).

Vedenjohtavuuden luokittelu pohjautuu GTK (n.d). mukaisiin luokitteluihin maalajeista.

Kaikille GTK:n määrittämille Maaperä 1:20 000 –pintamaalajiluokille, ei ole annettu vedenjohtavuusarvoa GTK (n.d) Yhteenveto maalajien soveltuvuudesta eri käyttötarkoituksiin – dokumentissa. Näille maalajeille on annettu arvo WSSP:sa tapauskohtaisesti. Lisäksi joillakin maalajeilla on liukuvia arvoja. Näissä tapauksissa on käytetty aina korkeampaa vedenjohtavuutta WSSP riskiarvon muodostamisessa.

1 = Huonosti vettä läpäisevä maalaji, josta saadaan riskiarvo 5

2 = Kohtuullisesti vettä läpäisevä maalaji, josta saadaan riskiarvo 3

3 = Hyvin vettä läpäisevä maalaji, josta saadaan riskiarvo 0

Taulukko 1. WSSP-maalajien muunnostaulukko HL=Hydrologinen läpäisevyys

PINTAMAALAJI	HL-GTK	HL-WSSP
Hienoainesmoreeni (HMr) RT	1	5
Kalliomaa (Ka) RT	1	5
Kartoittamaton (0)	1	5
Lieju (Lj) RT	1	5
Liejuhiesu (LjHs) RT	1	5
liejuinen Hiekka (LjHk) RT	1	5
liejuinen hieno Hieta (LjHht) RT	1	5
liejuinen Hieta (karkea) (LjHt) RT	1	5
Liejusavi (LjSa) RT	1	5
Rakka (RaKa) RT	1	5
Rapakallio (RpKa) RT	1	5
Savi (Sa) RT	1	5
Turvetuotantoalue (Tu) RT	1	5
Täytemaa (Ta)	1	5
Hiekkamoreeni (Mr) RT	2	3
hieno Hiekka (HHk) RT	2	3
hieno Hieta (HHt) RT	2	3
Hiesu (Hs) RT	2	3
karkea Hieta (KHt) RT	2	3
Rahkaturve (St) RT	2	3
Saraturve (Ct) RT	2	3
Soramoreeni (SrMr) RT	2	3
Hiekka (Hk) RT	3	0
Kiviä (Ki) RT	3	0
Lohkareita (Lo) RT	3	0
Sora (Sr) RT	3	0
Vesi (Ve)	3	0

### Etäisyys valuntaverkkoon

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Vapaa/karttalehtijako/
Lähtöaineisto(t)	Polttotaso
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Kuvaa etäisyyden tuottamaa riskiä. Alueet, jotka ovat lähempänä valuntaverkkoa voivat laskea haitta-aineita ja -tekijöitä nopeammin sekä runsaammin purkuvesistöön. Gaafar ym., (2019 s. 17 mukaan Aydi 2018). Riski vähenee etäisyyden kasvaessa valuntaverkkoon. Riskiarvo on jaettu Gaafar ym., (2019, s. 14) mukailleen kolmeen riskiluokkaan.

< 100 m, josta saadaan riskiarvo 5

100–200 m, josta saadaan riskiarvo 3

> 200 m, josta saadaan riskiarvo 0

### (TIA) Läpäisemättömyys

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Vapaa/karttalehtijako
Lähtöaineisto(t)	Imperviousness
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Kuvaa läpäisemättömyyden aiheuttamaa riskiä. Läpäisemättömyys on kytköksissä suoraan huleveden määrään sekä haitta-aine ja -tekijä kuormitukseen (Kuntaliitto, 2012, s. 131, 134). Läpäisemättömyys lasketaan WSSP:sa TIA:n arvoja käyttäen. Riskiarvo on luokiteltu prosenteista uudelleen viiteen eri riskiluokkaan.

100–80 %, josta saadaan riskiarvo 5

80–60 %, josta saadaan riskiarvo 4

60–40 %, josta saadaan riskiarvo 3

40–20 %, josta saadaan riskiarvo 2

20–0 %, josta saadaan riskiarvo 1

0 %, josta saadaan riskiarvo 0

### (NVDI) Kasvipeitteisyys

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Vapaa/karttalehtijako
Lähtöaineisto(t)	NDVI:n maksimiarvo v.2021
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Kuvaa kasvipeitteisyyden puutteen aiheuttamaa riskiä. Kasvipeitteisyys lisää haihduntaa ja kasvillisuuden juuristo lisää imeytymistä (Ward A. 2015, s. 65). Kasvipeitteisyyden vähetessä riski kasvaa.

Kasvipeitteisyyden riski on temporaalinen ja edustaa ainoastaan lähtöaineistosta laskettua riskiarvoa.

Kasvipeitteisyyteen vaikuttavat tekijät, kuten vuodenaika ja ilmasto-olosuhteet eivät ole huomioituna WSSP:sa.

NVDI:n arvot ovat käytetyssä SYKE:n (2021) aineistossa skaalattu -1–1 asteikolta uudelleen asteikolle 0–200. Tämä muunnos on huomioitu WSSP-ohjeissa. Riskiarvo on luokiteltu mikrometreistä uudelleen viiteen eri riskiluokkaan.

-1–0,2 µm = (0–120), josta saadaan riskiarvo 5

0,2–0,4 µm = (120–140), josta saadaan riskiarvo 4

0,4–0,6 µm, (140–160), josta saadaan riskiarvo 3

0,6–0,8 µm, (160–180), josta saadaan riskiarvo 2

0,8–1 µm, (180–200), josta saadaan riskiarvo 1

1 µm > (200–2000), josta saadaan riskiarvo 0

#### Ihmistoiminta

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Vapaa/karttalehtijako
Lähtöaineisto(t)	Korjattu maankäyttö
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Kuvaa ihmisen toiminnasta aiheutuvaa hulevesiin kohdistuvaa riskiä. HULVATTU-hankkeen työryhmä arvioi ihmistoiminnan riskiä kuudella tekijällä. Ihmistoiminnan tuottama riski on kuvailtu tarkemmin HULVATTU 2023 loppuraportissa. Jokaiselle maankäyttömuodolle on arvioitu luokkakohtainen riski asteikolla 0–5.

Taulukko 2. Ihmistoiminta. Lyhenteet: VA=Väljät asuinalueet TA=Tiiviit asuinalueet KA=Keskusta-alueet TTA=Työ-teollisuusalueet PA=Palvelualueet AV=Avoimet viheralueet MA=Metsäalueet LA=Liikennealueet KA=Kenttäalueet MA=Maatalousalueet VA=Vesistöalueet EA=Erityisalueet

Riskitekijä	VA	TA	KA	TTA	PA	AV	MA	LA	KA	MA	VeA	EA
Tila, mahtuminen	1	4	5	4	3	1	0	4	2	0	0	1
Laatu, kiintoaine	2	4	5	5	4	1	1	4	2	5	0	4
Laatu, haitta- aineyhdisteet	2	3	4	4	3	1	1	4	2	5	0	3
Hallinnoijan osaaminen ja vastuu	4	2	3	2	2	0	0	0	2	4	1	4
Satunnaiskäyttäjät	4	4	5	5	3	3	1	4	1	4	1	2
Päätöksentekijöiden määrä suhteessa pinta- alaan	1	2	3	4	3	4	5	5	3	5	1	4
Keskiarvo	2	3	4	4	3	2	1,3	4	2	3,8	0,5	3

### Yhdistetty riskikartta

Formaatti	TIF
Tyyppi	Rasteri
Hilakoko	2 m
Kattavuus	Vapaa/karttalehtijako
Lähtöaineisto(t)	Kaltevuus, Maalajin hydrologinen läpäisevyys, Etäisyys valuntaverkkoon, (NVDI) Kasvipeitteisyys, (TIA) Läpäisemättömyys, Ihmistoiminta
Koordinaattijärjestelmä	EPSG:3067

Yhdistetty riskikartta kokoo arvoitettavat riskit. Tason avulla nähdään missä suurin yhteenlaskettu riski sijaitsee. Taseon voidaan sisällyttää kaikki tai vain osa riskitekijöistä.

### Pohjavesialueet

Formaatti	-
Tyyppi	-
Geometria/hilakoko	-
Kattavuus	-
Lähtöaineisto(t)	-
Koordinaattijärjestelmä	-

Pohjavesialueita säätelevät eri lait ja määräykset ja vesihankkeet voivat vaatia AVI:n lupaa (Kuntaliitto 2012 s 22). Pohjavesialueet tarkastetaan WSSP:sa limittäisyyden mukaan. Riskiarvoa ei voida antaa, koska pohjavesialueella riski on arvioitava aina pohjavesialuekohtaisesti. Pohjaveden laatu voi kärsiä hulevesien imeytttämisestä, mutta mikäli vettä johdetaan alueelta pois, voi vedenpinnanlasku aiheuttaa myös ongelmia (Kuntaliitto, 2012, ss. 24–26).

Pohjavesialueiden sijainti löydetään muun muassa [SYKE:n rajapinnoista](#).

### Sulfaattimaat

Formaatti	-
Tyyppi	-
Geometria/hilakoko	-
Kattavuus	-
Lähtöaineisto(t)	-
Koordinaattijärjestelmä	-

Suomessa happamat sulfaattimaat sijaitsevat rannikon seudulla. Sulfaattimaat vaikuttavat rakentamisen aikaisiin päästöihin ja rakenteiden sijoitteluun (Autiola ym., 2022 s. 75, 79). Sulfaattimaat tarkastetaan WSSP:sa limittäisyyden mukaan. Riskiarvoa ei voida antaa, koska happamat sulfaattimaat eivät luonnontilaisena aiheuta riskiä hulevesille (Autiola ym., 2022 s. 27).

Sulfaattimaiden sijainti löydetään [GTK:n rajapinnoista](#).

### Tulvariski

Formaatti	-
Tyyppi	-
Hilakoko	-
Kattavuus	-
Lähtöaineisto(t)	-
Koordinaattijärjestelmä	-

WSSP:ta pilotoitaessa havaittiin tulvariskin laskemisen olevan erittäin työvoimaintensiivinen prosessi. Näin ollen tulvariskin laskemista ei otettu osaksi WSSP:tä. On sidosryhmien etujen mukaista, että tulvariski hankitaan 2023 julkaistavasta SYKE:n (n.d.) karttapalvelusta, tai muusta vastaavasta rajapinnasta.

## Muut riskit ja kuntakohtaiset erityistarpeet

Tarkasteltavassa kunnassa voi olla myös joitain muita muuttujia, paikallisolosuhteita sekä riskejä, jotka täytyy ottaa huomioon. Riskejä voidaan liittää harkinnanvaraisesti osaksi WSSP-riskiä. Näitä riskejä ovat muun muassa:

- Arseenimaat
- Kriittinen tai herkkä infrastruktuuri
- Sosiokulttuuriset- ja maisemasuojelukohteet
- Ympäristövalvontakohteet
- PIMA-alueet
- Luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeät vesiympäristöt ja luonnonsuojelukohteet
- Rakennustyömaat
- Vedenhankintakohteet
- Uimarannat
- Sekaviemärialueet
- Kunnossapito/kuntoluokitus
- Pohjaveden pinnankorkeus

## Lähteet

- Autiola M., Suonperä S., Suvanto S., Napari M., Nylund M., Kupiainen V., Vienonen V., Forsman J., Suikkanen T., Auri J., Boman A. & Mattbäck S. (2022). *Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin*. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-222-8>
- Aydi A. (2018). Evaluation of groundwater vulnerability to pollution using a GIS-based multi-criteria decision analysis. *Groundwater for Sustainable Development* 7. 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2018.06.003>
- FAO. (n.d). *2 Definitions of Forest, other land uses, and Trees outside forests*. Haettu 15.2.2023 osoitteesta [https://www.fao.org/3/ad665e/ad665e03.htm#P199\\_9473](https://www.fao.org/3/ad665e/ad665e03.htm#P199_9473)
- Gaafar M., Shereif H., Thian Y. Gan E. & Davies G. (2019). A practical GIS-based hazard assessment framework for water quality in stormwater. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118855>
- GTK. (n.d). *Yhteenveto maalajien soveltuvuudesta eri käyttötarkoituksiin*. Haettu 10.2.2023 osoitteesta <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvausjasoveltuvuus.htm>
- HULVATTU. (2023). [Julkaisematon lähde]
- Kuntaliitto. (2012). Hulevesiopas. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>
- Kuusisto, P. (2002). Kaupunkirakentamisen vaikutus pieniin valuma-alueisiin ja vesistöihin Suomessa. HELSINGIN YLIOPISTON MAANTIETEEN LAITOKSEN JULKAISUJA B48. <https://docplayer.fi/16706646-Kaupunkirakentamisen-vaikutus-pieniin-valuma-alueisiin-ja-vesistoihin-suomessa.html>
- Lindsay J. (2012). Burn streams into DEM. Haettu 30.9.2022 osoitteesta <https://jblindsay.github.io/ghrg/Whitebox/Help/BurnStreams.html>
- MTK. (2020). *Metsätalouden vesiensuojelu*. <https://www.mtk.fi/-/metsatalouden-veisiensuojelu>
- MTK. (2021). *Maatalouden vesiensuojelu*. <https://www.mtk.fi/-/maatalouden-veisiensuojelu>
- Mustonen S. (1986). Sovellettu hydrologia.
- Peltola-Thies J. (2005). Rakennetun ympäristön aiheuttama vesistökuormitus. <https://docplayer.fi/24437535-Rakennetun-ympariston-aiheuttama-vesistokuormitus.html>
- Romppanen M., Klinga T., Kokoi M., Uski V-M., Erävuori L., Huhtinen T., Pitkäranta R., Kerko E., Parviainen S., Vaittinen T., & Poskiparta A. (2016). Valtatien 9 parantaminen välillä Onkamo–Niirala, YVA-menettely, YVA-selostus. <https://www.doria.fi/handle/10024/125823>
- SYKE (n.d.). *NDVI:n maksimiarvo v.2021*. Haettu 6.2.2023 osoitteesta <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/ndvi-n-maksimiarvo-v-2021>
- Vesi.fi. (n.d). *Sekaviemäri*. Haettu 22.2.2023 osoitteesta <https://www.vesi.fi/sanasto/sekaviemari/>
- Ward A., Stanley W., Trimble S., Burckhard R., & Lyon J. (2015). *Environmental hydrology*. 3rd Edition. <https://doi.org/10.1201/b19120>
- Ymparisto.fi (n.d). *Maatalouden vesiensuojelu*. Haettu 28.2 osoitteesta <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Maatalous>
- Ymparisto.fi. (2022-a). *Maa- ja metsätalouden vesistökuormitus jatkuu, mutta suojelutoimilla voi vaikuttaa*. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Maa\\_ja\\_metsatalouden\\_vesistokuormitus\\_ja\(62325\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Maa_ja_metsatalouden_vesistokuormitus_ja(62325))
- Ymparisto.fi. (2022-b) *Jalkapallokenttien kumirouhepäästöjä voidaan vähentää yksinkertaisilla ratkaisuilla*. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Jalkapallokenttien\\_kumirouhepaastoja\\_voi\(63177\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Jalkapallokenttien_kumirouhepaastoja_voi(63177))

# HULVATTU WSSP- ohjeet

OPINNÄYTETYÖ LIITE 2  
SAMULI RIIHIJÄRVI

## Sisälllys

Johdanto ja käyttötarkoitus.....	3
Valmistelut ja aineistot .....	4
Ohjeiden käyttö .....	4
Batch processing .....	5
Extent/ GRASS region extent .....	6
Avataan tason välilehti .....	6
Kenttälaskin (Field calculator).....	8
Aineiston tiputtaminen työtilaan.....	8
Kuvien seuraaminen .....	8
Digitointi .....	8
Tallentaminen väliaikaisena .....	8
Linkit avoimiin aineistoihin .....	9
Liitännäiset .....	10
Liitännäisten asennus .....	10
Yleiskaavan ja hulevesiverkoston tekniset vaatimukset WSSP:sa .....	12
WSSP valuma-aluemoduuli.....	14
Tiivistelmä.....	14
Esivalmistelut ja korkeusmallin luominen .....	15
QGIS- tukeman vektoritiedoston tuominen.....	18
Teknisen piirustuksen tuominen .DWG ja .DFX .....	18
Polttotason täydentävät aineistot .....	21
Polttotason geometrian muuntaminen.....	21
Polttotason yhdistäminen .....	23
Polttotason leikkaaminen.....	24
Korkeusmallin polttaminen .....	26
Muotoilu ja häivyttäminen .....	29
Valuma-alueiden ja uomaverkon määrittäminen r.watershed:lla .....	32
R.watershed .....	34
R.watershed laskenta-alueen rajaus .....	37
R.water.outlet .....	40
Valuma-alueiden polygonisointi .....	41
Uomien polygonisointi .....	43
WSSP Maankäyttöluokka- ja muutosaluemoduuli.....	45
Tiivistelmä.....	45
QGIS- tukeman vektoritiedoston tuominen.....	46

Teknisen piirustuksen tuominen .DWG ja .DFX .....	46
Pirstaleisen viivamuotoisen geometrian muuntaminen monikulmioksi .....	47
Kaavan käyttötarkoitusta vastaavan tiedon liittäminen monikulmioon sijainnin avulla .....	48
Projekointi .....	52
Yleiskaavan topologisten virheiden korjaus .....	53
Topologinen tarkistus .....	53
Reikien paikkaus, ja aineiston leikkaaminen .....	57
Limittäisyyden poistaminen Check Geometries, ja digitoinnin avulla .....	66
Maankäyttöluokittelu .....	69
Maankäyttöluokittelu QGIS:n avulla .....	70
Maankäyttöluokittelu taulukointiohjelman avulla .....	74
Täydentäminen Maanmittauslaitoksen aineistoilla .....	77
Täydentäminen Luonnonvarakeskuksen aineistoilla .....	82
Korjatun maankäytön luominen .....	90
Digitointi ja ilmakuva- ja korjaus .....	92
Muutosalueiden määrittäminen .....	93
WSSP-riskimoduuli .....	97
Tiivistelmä .....	97
Esivalmistelut .....	98
Kaltevuus .....	99
Maalajin hydrologinen läpäisevyys .....	102
Läpäisemättömyys .....	105
NDVI .....	108
Etäisyys valuntaverkkoon .....	109
Maankäyttöluokkakohtaisen ihmistoiminnan aiheuttama riski .....	115
Riskin yhteen laskeminen .....	117
Pohjavesialueet ja Happamat sulfaattimaat .....	121
Tulvariski .....	121

## Johdanto ja käyttötarkoitus

Tämä dokumentti sisältää ohjeet (Water Shed Safety Plan) eli WSSP:n toteuttamiseen. Ohjeiden tarkoituksena on neuvoa lukijaa luomaan WSSP-paikkatietokannat. Ohjeissa oletetaan, että lukijalla on perusosaaminen paikkatiedosta. Ohjeet on kirjoitettu QGIS 3.22.7, jonka kautta kaikkia FOSS4G geospaatialisia kirjastoja (GDAL) sekä -sovelluksia (GRASS GIS) käytetään. Ohjeet eivät välttämättä toimi muilla QGIS-versioilla, eivätkä toimi ilman GRASS GIS sovellusta. Pilotointi toteutettiin Windows 10 käyttäjärjestelmällä.

WSSP on tarkoitettu viranomaiskäyttöön hulevesien turvallisuuspohjaiseen valuma-alue tarkasteluun. WSSP:n avulla voidaan tutkia hulevesien taajamien alueellisia riskejä, tarkastella maankäyttöä ja muutosalueita, muodostaa taajamissa valuma-alueita.

Kaikki WSSP:sa käytetyt menetelmät ovat tyypillisiä paikkatiedon menetelmiä. Lähtöaineistot ovat valmiiksi tuotettuja, joita muokkaamalla päästään haluttuun lopputulokseen, kenttädataa ei tarvitse kerätä. Hulevesiviemäriverkon ja yleiskaavan tekninen piirustus ei ole välttämättä avointa aineistoa sidosryhmien ulkopuolisille ryhmille. WSSP:sa on myös sovellettu muutamia maksuttomia liitännäisiä työskentelyn helpottamiseksi. Näiden käyttö on suositeltavaa.

Ohjeiden yksikkönä toimii aina metrit, ellei toisin mainita. Koordinaatistona käytetään ensisijaisesti EPSG:3067, ETRS-TM35FIN – järjestelmää, ellei toisin mainita. Ohjeiden osittaisena käyttökielenä on englanti, johtuen QGIS:n puutteellisesta suomenkielisestä käännöksestä.

Yksiköt voi vaihtaa metreiksi: *Options -> Map tools*

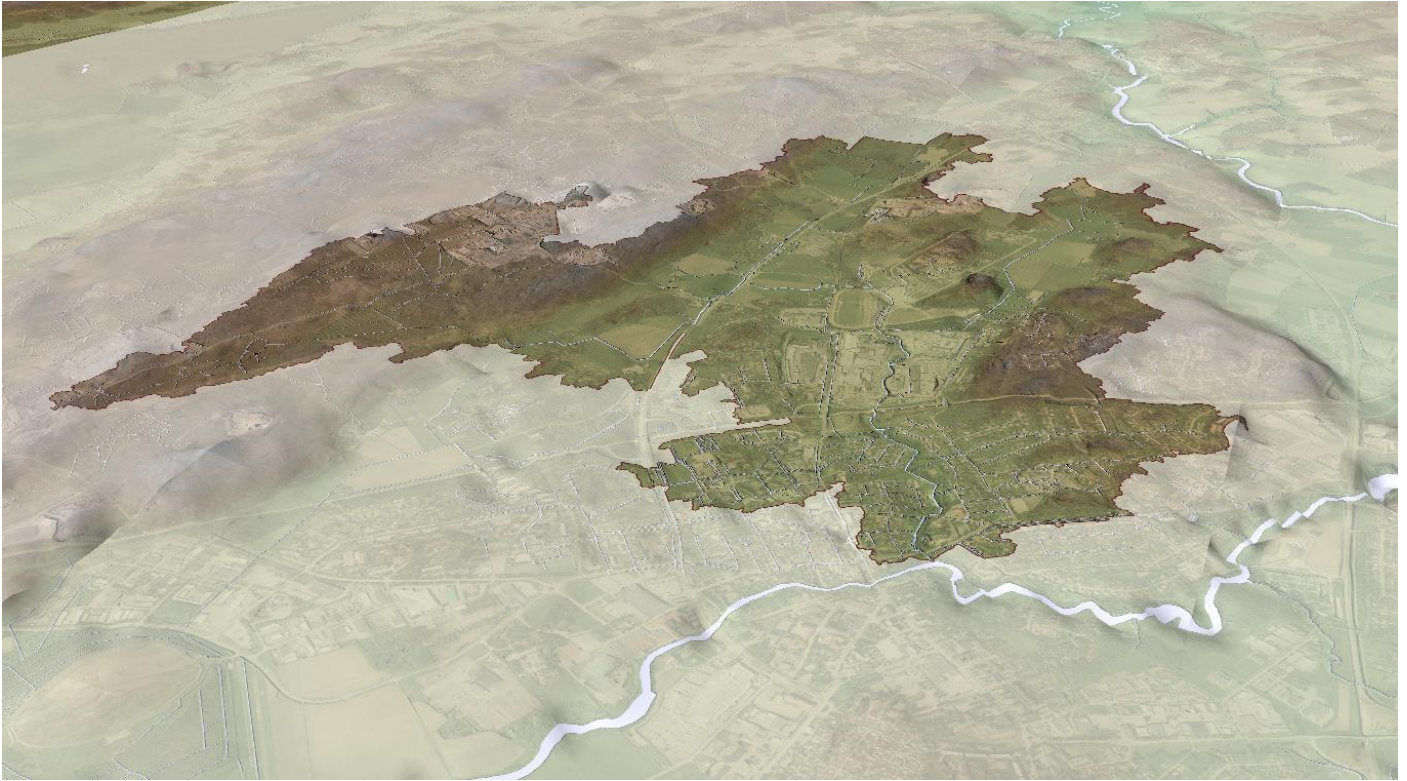
Kielen voi vaihtaa: *Options -> General*. Asetusten vaihtamisen jälkeen ohjelma on käynnistettävä uudelleen.

Koordinaattijärjestelmän asetukset voi vaihtaa: *Options -> CRS*

WSSP-ohje koostuu kolmesta moduulista:

1. WSSP valuma-alue moduulissa määritellään tarkasteltavan vesistön valuma-alueet ja tarpeen mukaan osavaluma-alueet.
2. WSSP Maankäyttöluokka- ja muutosalue moduulissa luodaan hulevesien maankäyttöluokittelu ja paikannetaan muutosalueet.
3. WSSP-riski moduulissa kartoitetaan hulevesien alueelliset riskit.

# Valmistelut ja aineistot

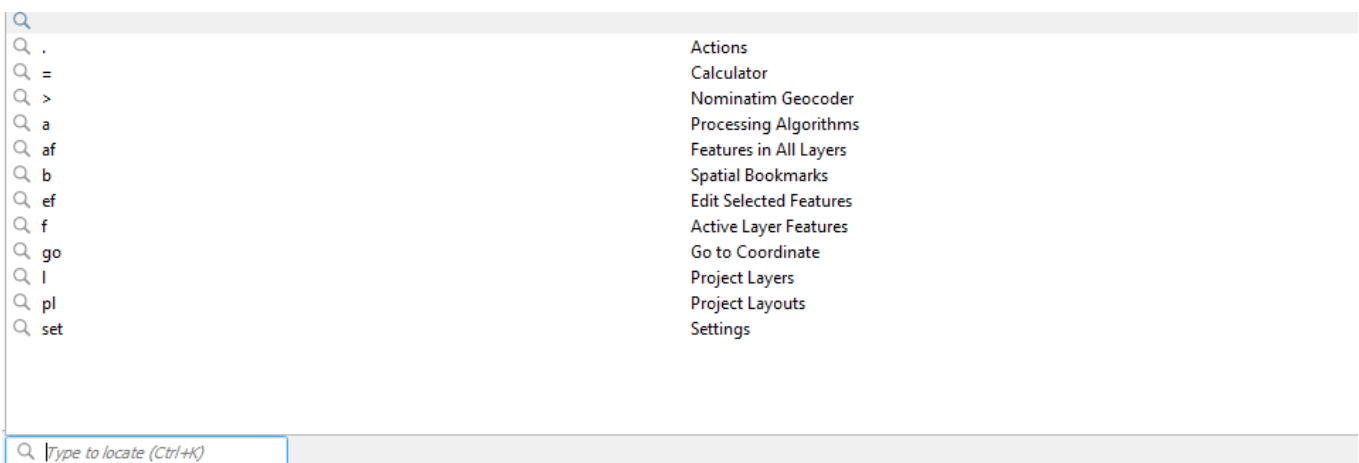


Kuva 1. Kuvituskuva. Pilottialueen kolmiulotteinen kartta.

Ennen WSSP:n aloittamista on suositeltavaa lukea tai tutustua WSSP tietokantaan ja HULVATTU loppuraporttiin. Tietokanta sisältää kaikki WSSP-työkalun paikkatietoaineistojen selitykset sekä WSSP-moduulien kuvailut.

## Ohjeiden käyttö

Ohjeiden seuraamisen nopeuttamiseksi voidaan käyttää hakutoimintoa. Standardinäkyvässä hakutoiminto (Ctrl+ k), löytyy QGIS:n vasemmasta alanurkasta. Ohjeissa hakutermin on väritetty **punaisella**. Käyttämällä hakutoimintoa, ohjeissa esitettyä polkua ei ole pakko seurata, vaan hakutermin voi kopioida suoraan hakupalkkiin. **QGIS sisältää toisinaan useita samannimisiä -ja kaltaisia työkaluja, joten hakutoiminnon kanssa on syytä olla tarkka!**

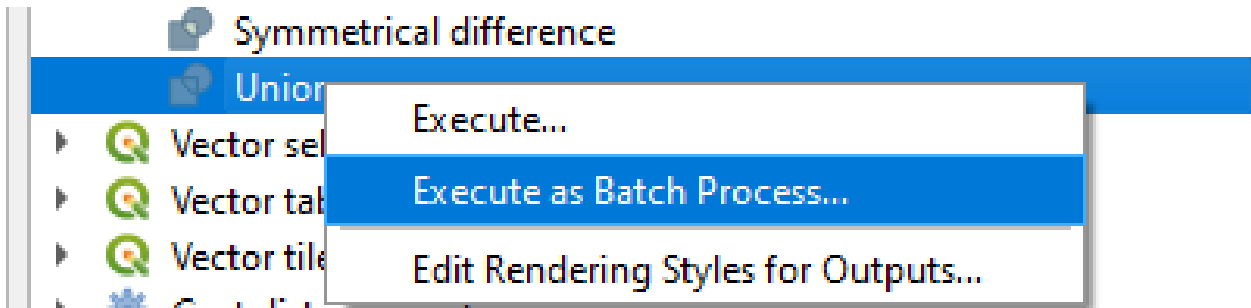


Kuva 2. Hakutoiminto

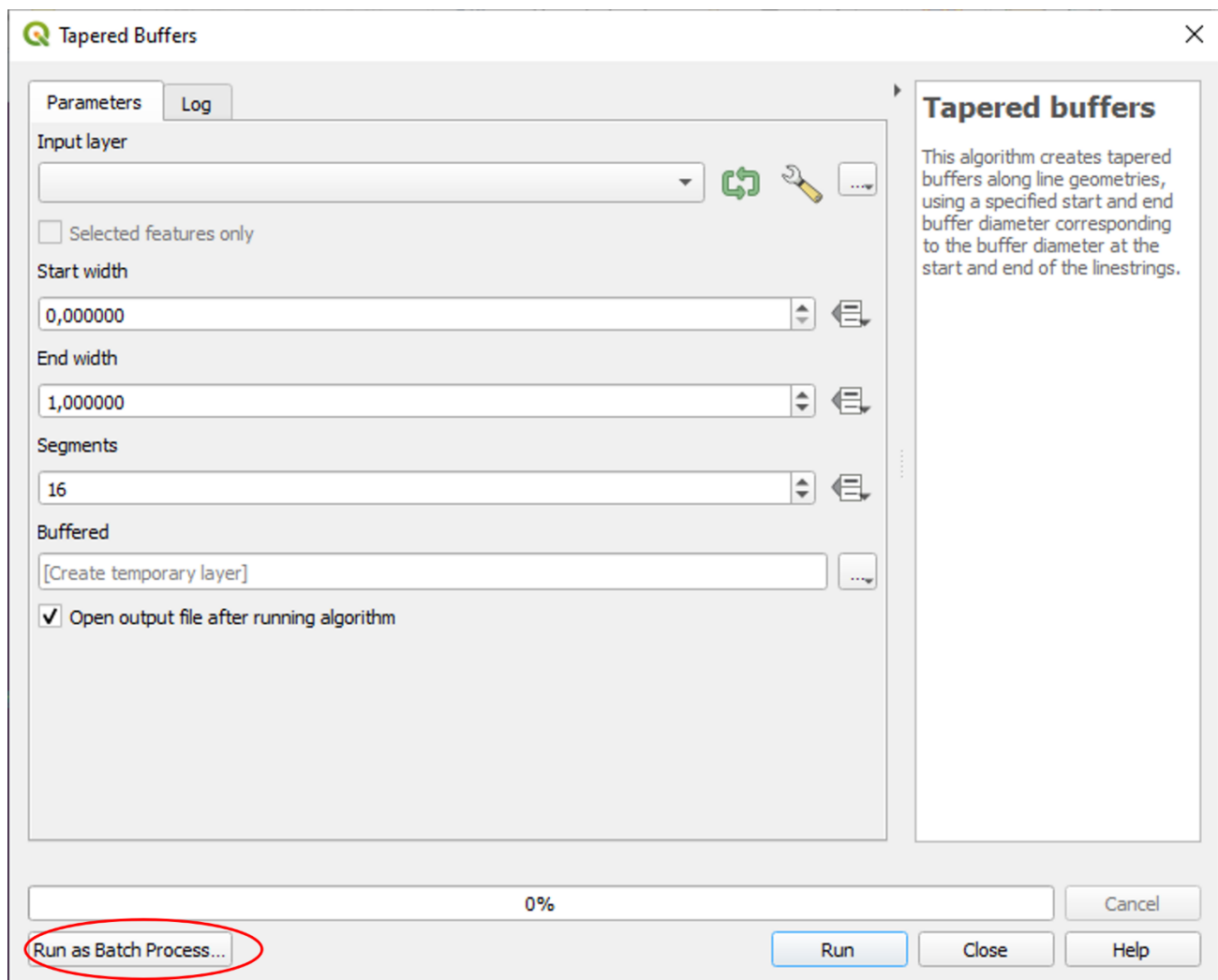
Kursiivilla viitataan joko tason nimeen kuten ”*polttotaso*.” Sillä voidaan myös viitata toimintoon, työkaluun tai parametriin kuten *layers panel*. **Lihavoinnilla** korostetaan **kriittisiä** tai huomionarvoisia asioita.

Batch processing

Ohjeissa on toisinaan tarve toteuttaa prosessi erissä. Tällä tarkoitetaan *batch processing* -toimintoa. Toiminnon avulla voidaan toteuttaa työkaluja erissä, valitulle määrälle aineistoa. Esimerkiksi useita eri tasoja voidaan leikata samanaikaisesti. Toiminnolla voidaan asettaa samat, tai eri parametrit eri tasoille.



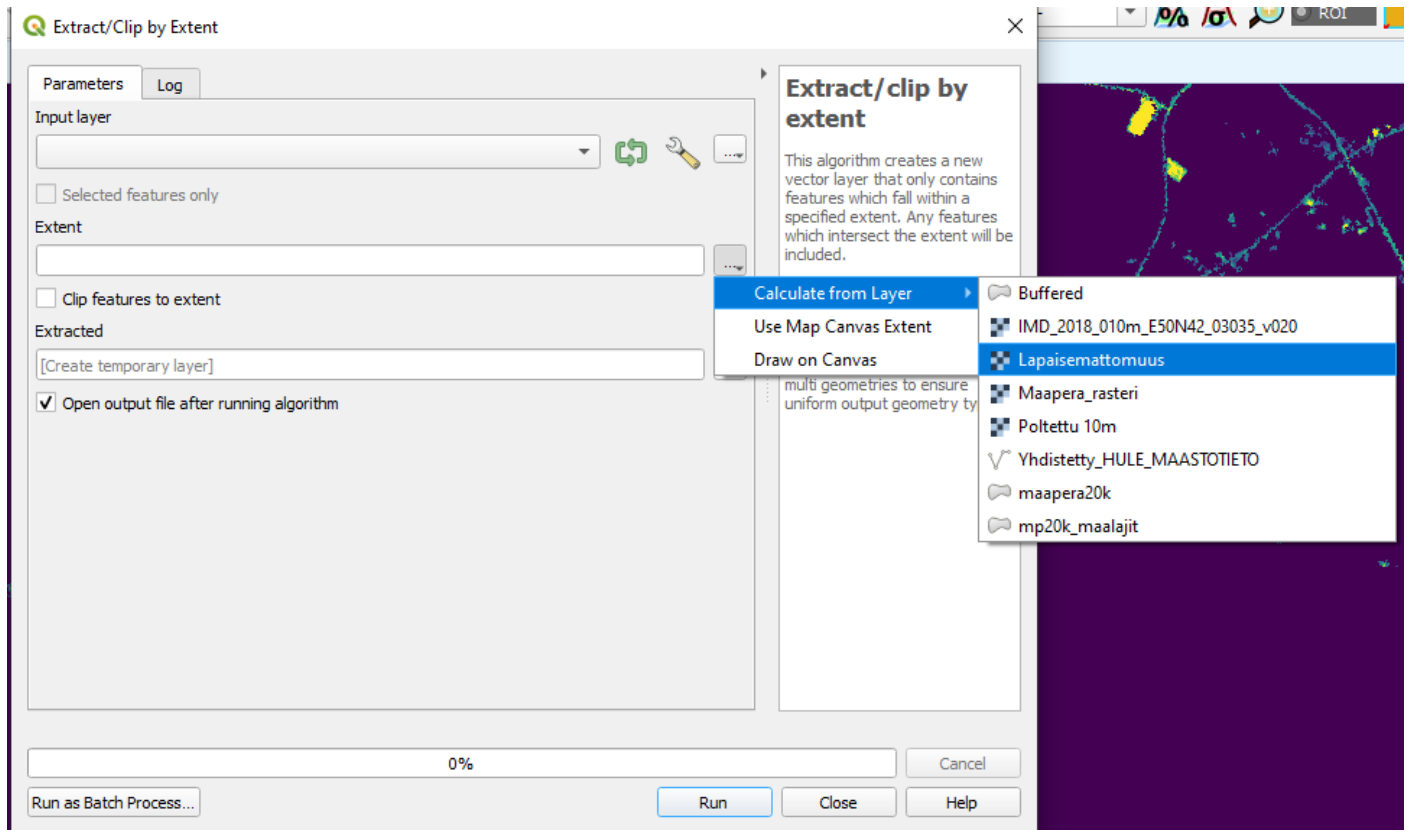
Kuva 3. Batch processing, Processing toolbox -kautta.



Kuva 4. Batch Processing työkalun kautta.

## Extent/ GRASS region extent

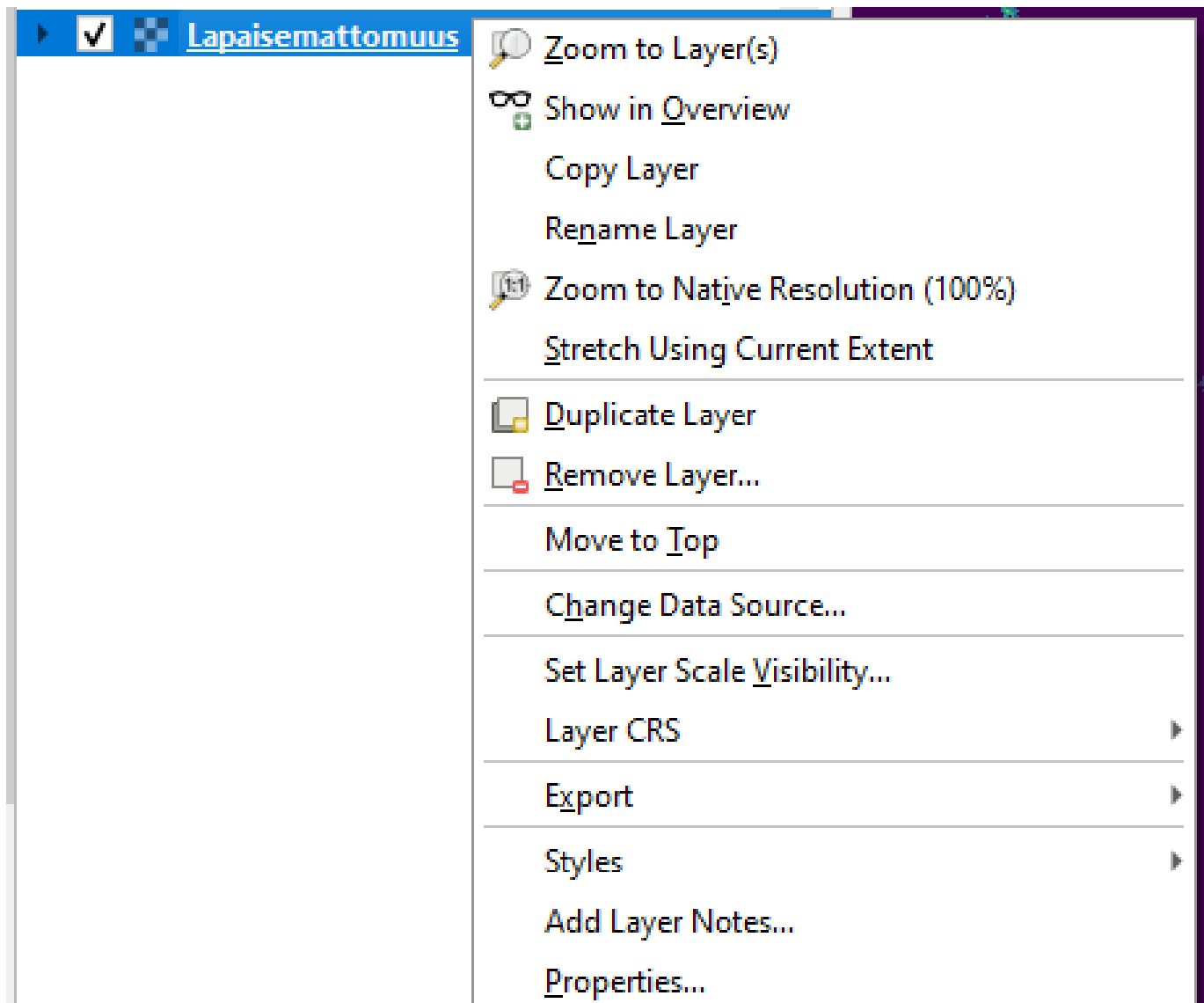
Useissa *GRASS*- työkaluissa on mahdollista säätää työkalu toimimaan tietyllä alueella. Laskettava alue voidaan piirtää työtilaan hiirellä, valita työtilan ikkunasta, asettaa koordinaateilla tai piirtää valitusta tasosta. Mikäli toiminto on tarjolla, asetus löytyy joko suoraan työkalusta tai *Advanced parameters* -> *Grass region extent*.



Kuva 5. Extent. Laskualueen rajaus rasteritasolla.

## Avataan tason välilehti

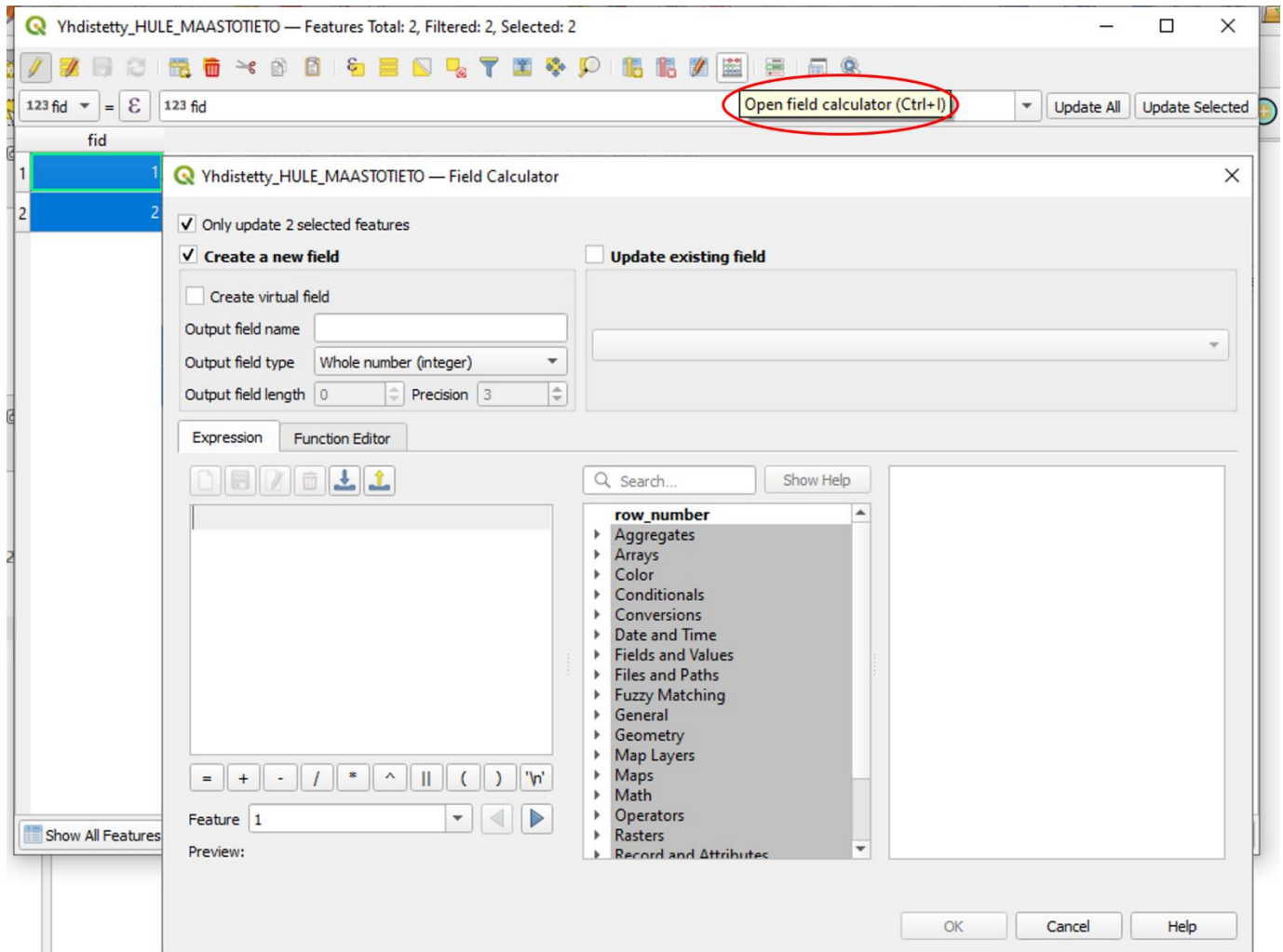
Ohjeissa tason välilehdellä tarkoitetaan tasoikkunasta (*layers panel*) avattavaa ikkunaa, jossa on useita eri toimintoja. Muun muassa tason ominaisuudet, tyylit ja attribuuttitaulukko sekä *geometry calculator* -liitännäinen löytyvät tason välilehdeltä.



Kuva 6. Tason välilehti.

## Kenttälaskin (Field calculator)

Kenttälaskimeen pääsee käsiksi attribuuttitaulukon kautta, joko avaamalla tason välilehden tai valitsemalla attribuuttitaulukon työkaluriviltä (Ctrl+i) tai *Open field calculator*



Kuva 7. Kenttälaskin.

## Aineiston tiputtaminen työtilaan

Ohjeissa viitataan usein aineiston "tiputtamiseen". Tällä tarkoitetaan yksinkertaisesti aineistojen liittämistä työtilaan. Liitettävät tiedostot valitaan sekä raahataan *layers panel* päälle ja tiputetaan. Kaikki QGIS:n tukemat tiedostomuodot voidaan liittää työtilaan kyseisellä tavalla.

## Kuvien seuraaminen

Johtuen pilotoinnin ja ohjeiden testauksen pituudesta, kaikki kuvat eivät ole ajantasaisia. **Kirjalliset ohjeet menevät aina kuvien esittämien parametrien ja toimien edelle.** Kuvat on tarkoitettu täydentämään kirjallisia ohjeita, eikä niitä ole pakollista hyödyntää.

## Digitointi

Digitoinnilla viitataan vektoritason muokkaamiseen *Vertex tool* -työkalun avulla. Digitointia ei erikseen ohjeisteta WSSP:sa, vaan oletetaan, että lukija kykenee digitoimaan omatoimisesti.

## Tallentaminen väliaikaisena

Ohjeissa väliaikaisella tallentamisella viitataan QGIS:n luomiin väliaikaisiin tasoihin. Halutessaan kaikki tasot voidaan tallentaa pysyvästi, tunnistettavalla tavalla. Vaihtoehtoisesti *memory layer saver* -liitännäinen tekee tasoista pysyviä.

## Linkit avoimiin aineistoihin

Tämä osio sisältää linkit kaikkiin hyödynnettävissä oleviin avoimiin aineistoihin. Aineistot tulee korvata uudemmilla ja tarkemmilla aineistoilla sitä mukaa, kun niitä julkaistaan.

**HUOM! Kunnallinen aineisto, kuten hulevesijärjestelmän ja kaavan tekniset piirrokset eivät ole avointa aineistoa sidosryhmien ulkopuolisille käyttäjille. Niiden käyttö on kuitenkin välttämätöntä WSSP:n parhaan mahdollisen toteutuksen kannalta.**

### Maanmittauslaitos

Aineistot: Korkeusmalli 2 m, Ilmakuvat, Maastotietokanta

<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/tiedostopalvelu>

### Suomen ympäristökeskus

Aineistot: NVDI

<https://ckan.ymparisto.fi/dataset/ndvi-n-maksimiarvo-v-2021>

### Geologian tutkimuskeskus

Aineistot: Maaperä 1:20 000 / 1:50 000

<https://hakku.gtk.fi/fi/locations/search>

### European Environmental Agency

Aineistot: Imperviousness Density 2018

<https://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/imperviousness/status-maps/imperviousness-density-2018>

### Luonnonvarakeskus

Aineistot: Puuston keskipituus 2019 (dm), Puuston latvuspeittävyys koko puusto 2019

<https://kartta.luke.fi/opendata/valinta.html>

## Liitännäiset

Kaikki käytetyt liitännäiset ovat maksuttomia. Liitännäiset eivät ole välttämättömiä, mutta ne helpottavat työskentelyä. Ohjeet on kirjoitettu liitännäisiin nojaten. Kaikki käytetyt liitännäiset voidaan asentaa suoraan QGIS:n kautta.

- autoSaver
- Multipart Split
- Geometry calculator

## Liitännäisten asennus

Asenna ylempanä luetellut liitännäiset. Seuraa asentamisessa lisäosan tarjoajan ohjeita, mikäli tarpeellista.

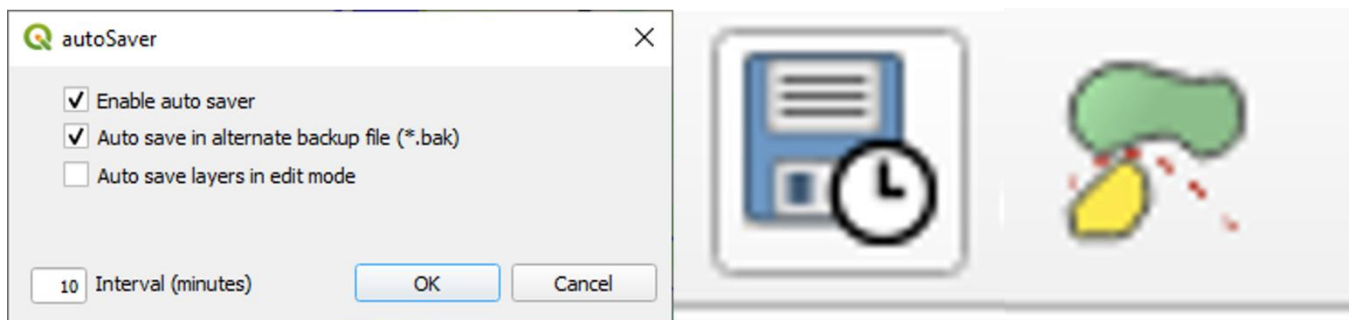
1. Avataan liitännäishallinta. Tämä löytyy ylimmältä riviltä. *Plugins -> Manage and install plugins -> All*. Kirjoitetaan hakuriville asennettavan lisäosan nimi ja asennetaan lisäosa. -> *Install plugin*.

2. Toistetaan vaihe 1. uudelleen kunnes kaikki liitännäiset on asennettu.

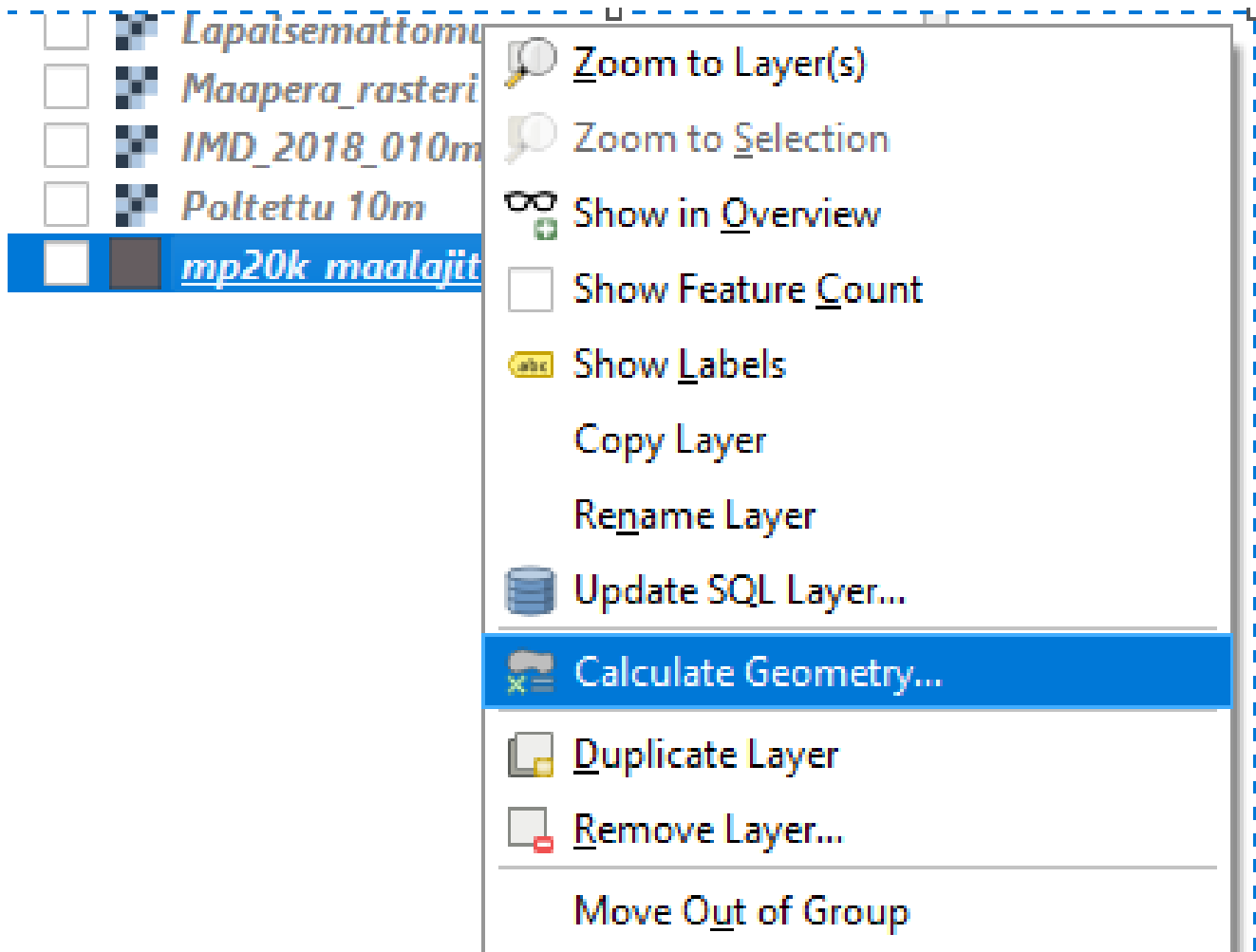
*autoSaver* -liitännäinen tallentaa työtilan ja tasojen muokkaukset käyttäjän määrittämässä aikaikkunassa ja vähentää ylivoimaisten esteiden (ohjelmiston kaatuminen, sähkökatko) aiheuttamaa työhävikkiä. **Lisäosa täytyy muistaa kytkeä päälle aina, kun työtilan aukaisee**. Asennuksen jälkeen lisäosa löytyy *Data Source Manager Toolbar* -työkaluriviltä.

*Multipart Split* on editointityökalu, jonka avulla voidaan nappia painamalla muuttaa moniosaiset geometriat yksiosaisiksi. Asennuksen jälkeen lisäosa löytyy *Advanced Digitizing Toolbar* -työkaluriviltä. Liitännäisen käytön voi kiertää *singleparts to multipart* -komennon avulla.

*Geometry calculator* nopeuttaa vektorien pinta-alan laskemista. Asennuksen jälkeen liitännäinen löytyy tason välilehdeltä (*layers panel*). Liitännäisen käytön voi kiertää kentälaskimen avulla.



Kuva 8. Autosaver -liitännäiset ja autosaver kuvake. Oikealla multipart split kuvake.



Kuva 9. Geometry calculator -liitännäinen.

## Yleiskaavan ja hulevesiverkoston tekniset vaatimukset WSSP:sa

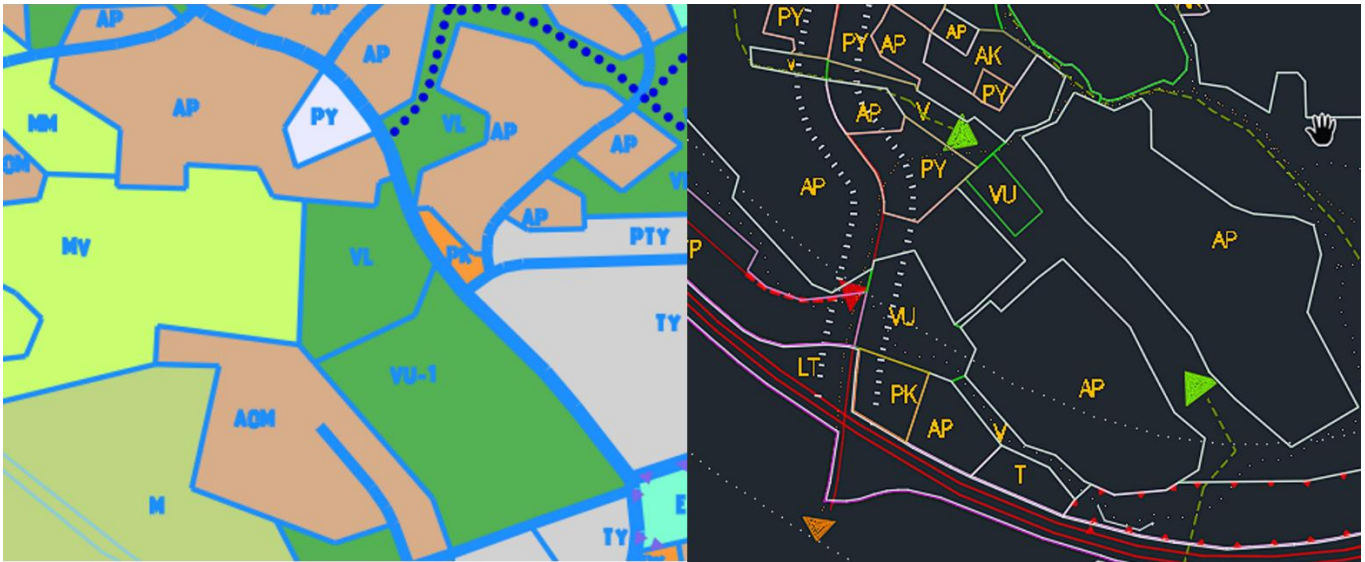
Korkeusmallin hydrologisessa eheyttämisessä apuna toimii kunnallinen hulevesiviemäriverkosto. WSSP-maankäyttöluokituksessa ja muutosalueiden paikantamisessa lähtöaineistona toimii yleiskaava.

Paras mahdollinen tulos saadaan, kun hulevesiverkosto ja yleiskaava hankitaan:

1. QGIS:in [tukema vektoritiedostona](#).
2. Teknisenä piirustuksena .DWG- tai .DFX-muodossa. (QGIS ei tue 2018–2020 AUTOCAD-piirroksia).

**Yleiskaavan on oltava topografisesti ehjä ja geometrialtaan monikulmio.** Kaavan epäjatkuvuudet, limittäisyydet ja reiät vaativat korjausta sekä tarkoittavat lisätöitä, tai korjaamatta jätettäessä vääristävät tuloksia, riippuen topografian rikkinaisuudesta.

**Jokaisella yleiskaavan kohteella tulee olla kaavanmukaista käyttötarkoitusta vastaava ominaisuustieto.** Käyttötarkoitusta vastaava ominaisuustieto on oleellinen, sillä ilman sitä ei voida luokitella maankäyttöä. Idealisesti ominaisuustietona on yleiskaavan käyttötarkoitusta vastaava lyhenne (AS, AS/I, V, W, VP jne.) Mikä tahansa käyttötarkoitusta merkitsevä ominaisuustieto käy, kuten numerosarja.



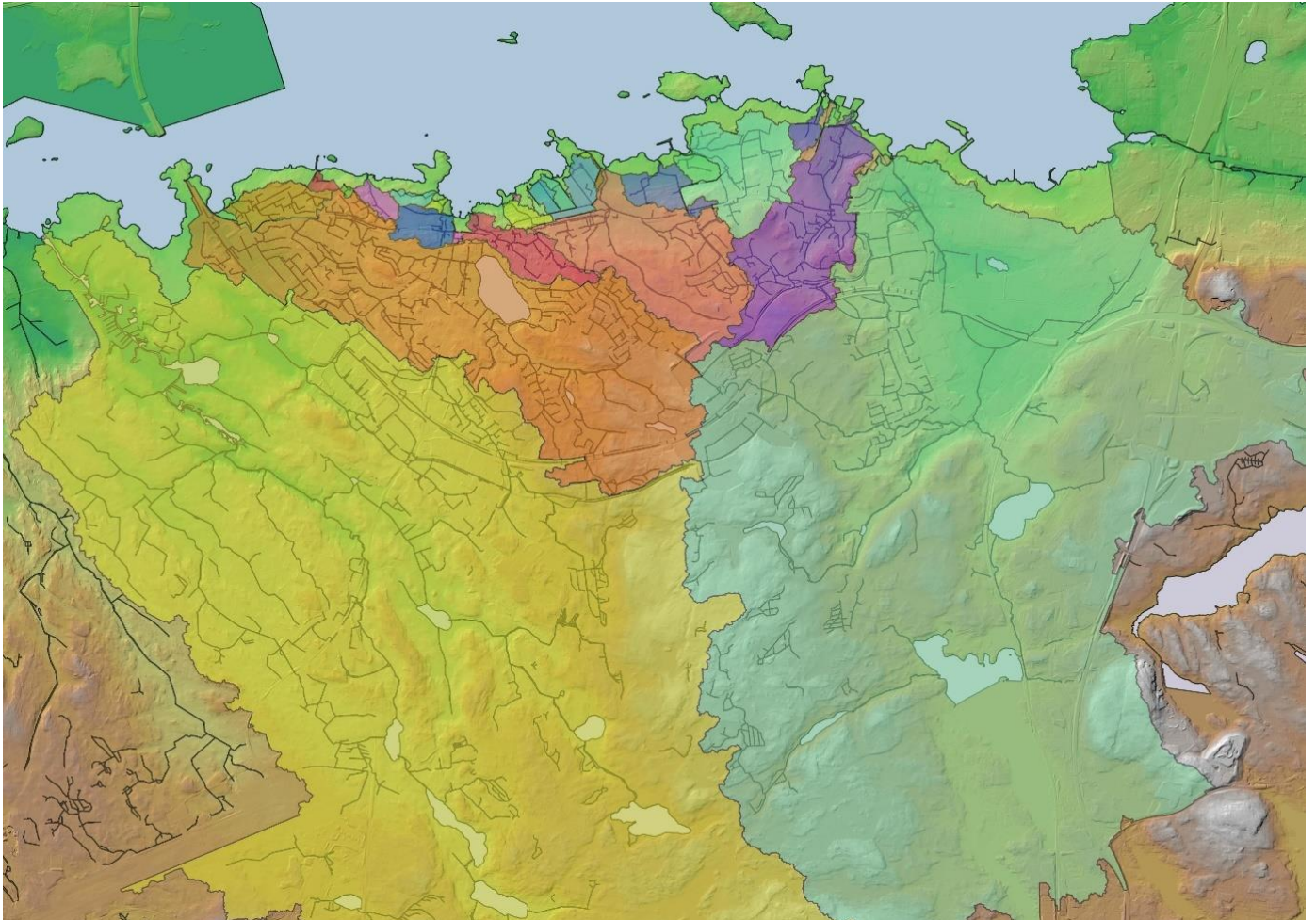
Kuva 10. Vasemmalla monikulmiomuotoinen ja jatkuva kaava. Värit osoittava kaavanmukaisen käyttötarkoituksen. Oikealla viivamuotoinen kaava, jossa käyttötarkoitusta ilmaisee erillinen pistetaso.

**Hulevesiverkoston on oltava jatkuva ja geometrialtaan viiva.** Epäjatkuvuuskohtat tuottavat virheitä valuma-alueiden laskuissa, mutta eivät estä WSSP:n toteuttamista. Hulevesiviemäriverkosto ei vaadi ominaisuustietoa, sillä nykyisellään WSSP hyödyntää pelkästään ”uomien” sijaintitietoa.



Kuva 11. Vasemmalla hulevesiverkoston mukana on tarpeetonta dataa, (ruskeat ja mustat viivat), joka tekee työstä raskaampaa. Pääuoma on epäjatkuvien sinisten viivojen edustama. Oikealla ei ole ylimääräisiä tasoja ja data on yhtenäisempää.

# WSSP valuma-aluemoduuli



Kuva 12. Kuvituskuva. Erään pilottialueen päävesistöön päätyvät osavaluma-alueet.

## Tiivistelmä

Moduulin avulla pystytään määrittämään kaupunkivaluma-alueet, huomioiden hulevesiviemäriverkon osien peitteisyyden. On suositeltavaa luoda erillinen työtila WSSP valuma-aluemoduulia varten. Tämän moduulin tavoitteena on:

- Luoda valuma- ja osavaluma-alueet osavaluma-alueet
- Luoda ”yhdistetty korkeusmalli”
- Luoda ”polttotasoa”
- Luoda ”poltettu korkeusmalli”

Moduulissa tarvittavat lähtöaineistot:

- Korkeusmalli 2 m
- Maastotietokannan mukaiset vaka- ja virtavedet
- Kunnallinen hulevesiverkosto

Valuma-alueiden määrittämiseksi kaupunkiympäristössä WSSP hyödyntää MML Korkeusmalli 2 m -aineistoa. Jotta hulevesiviemäristö saadaan edustetuksi korkeusmallissa, käytetään WSSP:sa menetelmänä

polttamista. Tällä tarkoitetaan sitä, että korkeusmallin hilojen arvoja lasketaan ennalta määritetyistä paikosta. WSSP:sa koko vesiverkostoa lasketaan samanarvoisesti niin kutsutun *polttotason* avulla.

WSSP:hen valittu valuma-alue työkalu *r.watershed* ei vaadi korkeusmallin täyttämistä. *R.watershed* ohittaa korkeusmallin nielut, niin kutsutun *least-cost*-algoritmin avulla. Ohjeissa ei esitetä, kuinka korkeusmalli täytetään. Mikäli *r.watershed* korvataan jollakin toisella valuma-alue työkalulla, on korkeusmallin nielujen täyttö tehtävä ennen valuma-alueiden muodostamista. Täyttämässä voidaan käyttää GRASS GIS: *r.fill.dir* tai SAGA GIS: *Fill sinks*, *Fill sinks (wang & liu)*, *Fill sinks xxl (wang & liu)* - työkaluja.

### Esivalmistelut ja korkeusmallin luominen

On tiedettävä karkeasti, kuinka suurelle alueelle tarkasteltava valuma-alue ylettyy, jotta valuma-alueen määrittelyyn tarvittava osa hulevesiverkostoaineistoa voidaan hankkia. Lisäksi aineistontarjoajalta tulee pyytää myös metatiedot. Metatiedon puuttuessa, vähin mitä tarvitaan on aineiston koordinaattijärjestelmä. Mikäli koordinaattijärjestelmää ei tunneta, aineistoa ei saada sijoitettua oikein.

1. Luodaan työtila. Tallennetaan työtilan tunnistettavalla nimellä.

**Mikäli tarkasteltavan alueen hulevesiverkosto on kokonaan hyödynnettävissä, eikä erillisiä aineistopyyntöjä tarvitse tehdä, voidaan ohittaa kohdat 1a–1 c ja siirtyä suoraan kohtaan 2.**

1.a Tarkasteltavalta alueelta rajataan valuma-alue selainpohjaisella työkalulla. Karkean alustavan rajauksen voi tehdä selaimessa SYKEN [Value valuma-alue-työkalua](#) hyödyntäen.

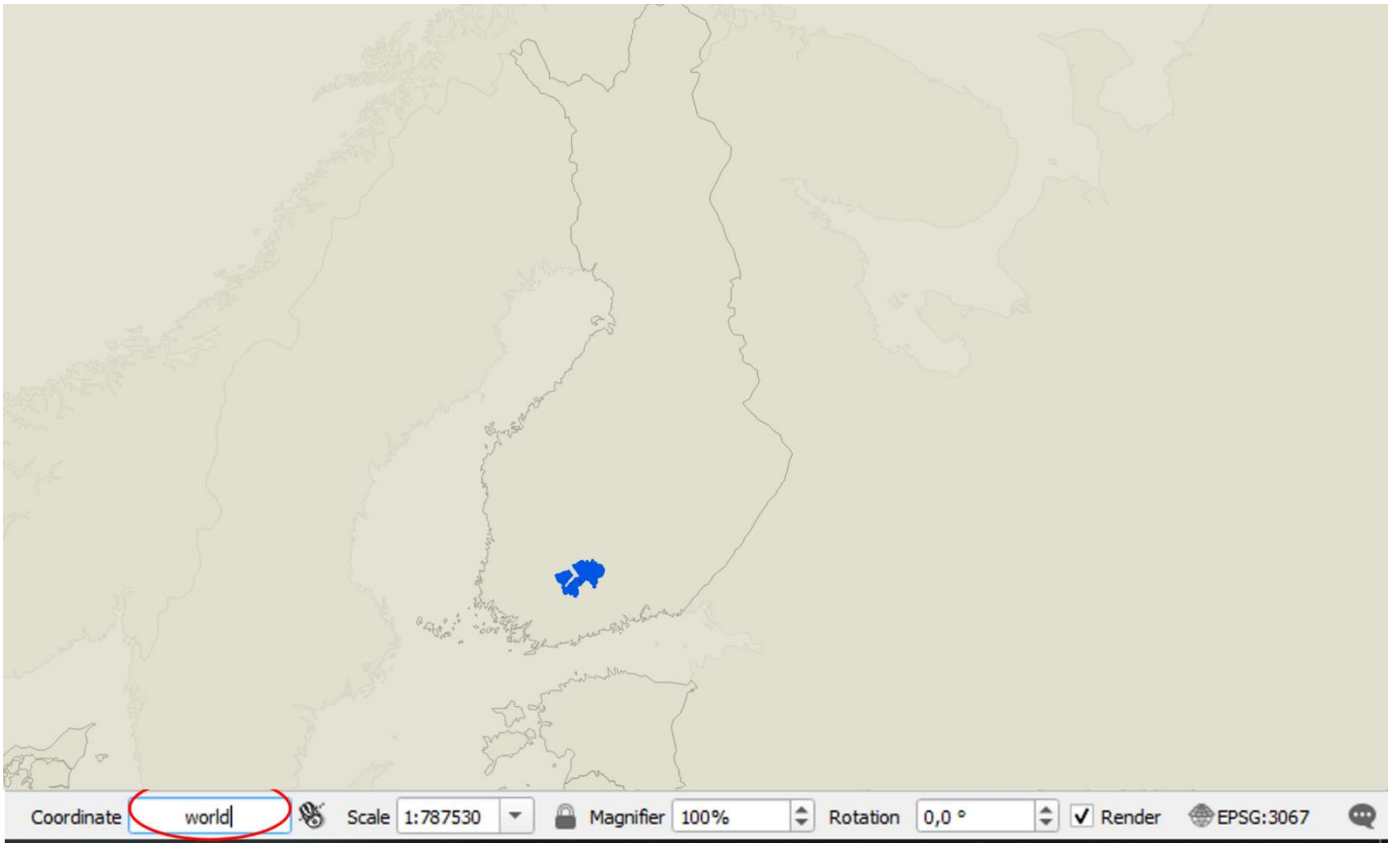
1.b Tarkasteltavalta alueelta rajataan valuma-alue selainpohjaisella työkalulla. Karkean alustavan rajauksen voi tehdä selaimessa [metsäkeskuksen valuma-alue työkalua](#) hyödyntäen.

1.c Määritetään valuma-alue käsin.

2. Ladataan lähtöaineisto valuma-alueen määrittämiseen. Määrityksessä lähtöaineistona toimii Maanmittauslaitoksen *Korkeusmalli 2 m*. [Aineisto ladataan GeoTIFF-kuvina](#).

Kuvia tulisi ladata riittävän kattavasti. Erytisen tärkeää on, ettei tarkasteltava valuma-alue ole liian lähellä kuvan reunaa, koska reunan lähellä syntyy eniten valuma-alueiden vääristymiä.

3. Puretaan ladatut tiedostot ja tiputetaan aineisto työtilaan. Tarkistetaan sijainti *world*-komennolla. Komento kirjoitetaan työtilassa alareunan koordinaattiriville ja painetaan syöttönäppäintä. *Coordinate -> World*



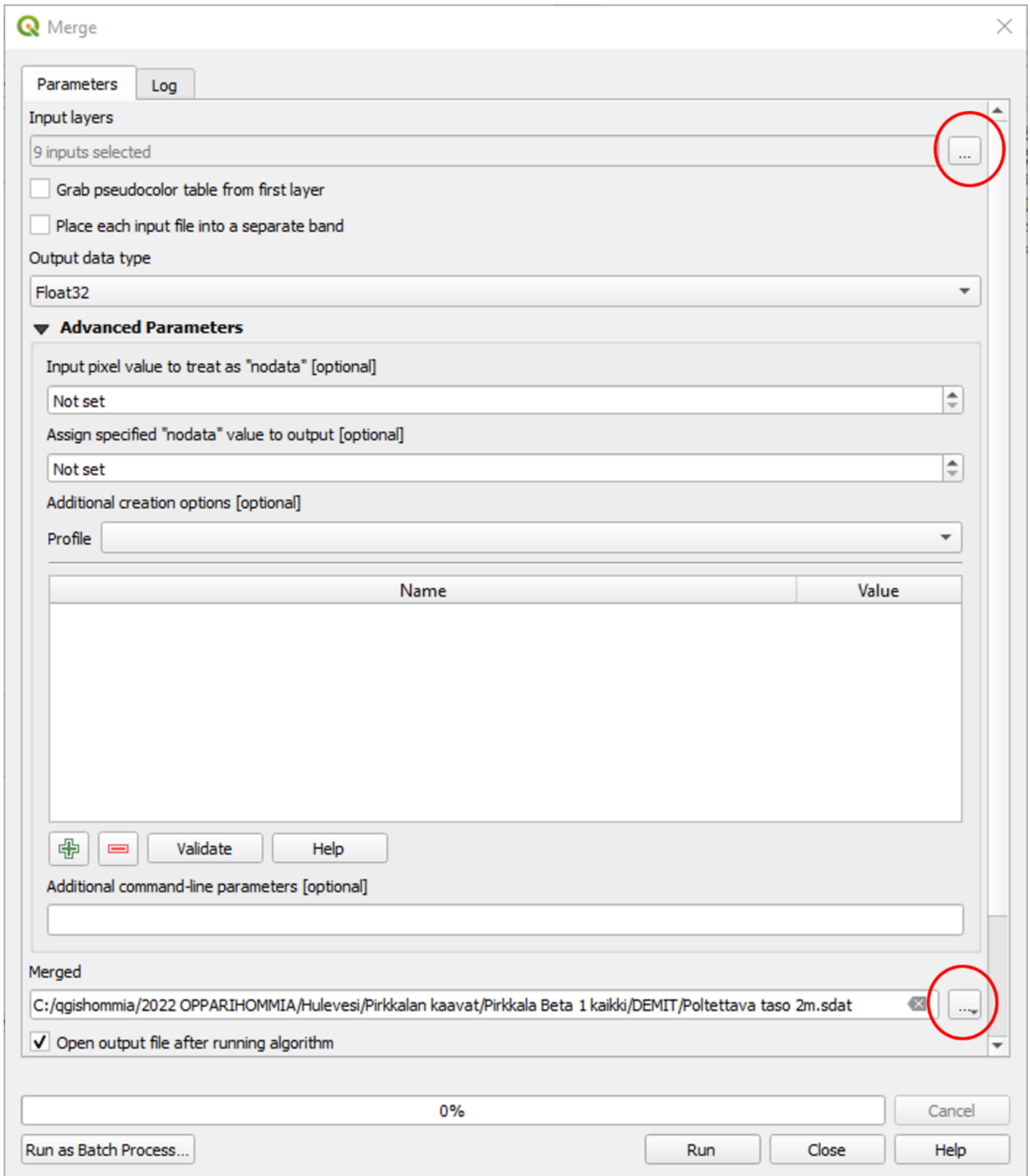
Kuva 13. Sijainnin tarkistaminen World -komennolla.

4. Yhdistetään ladatut geoTIFF-kuvat. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *GDAL*->*Raster Miscellaneous*-> *Merge*

5. Valitaan yhdistämisen parametrit:

- *Input layers* -> Valitaan kaikki yhdistettävät rasterit.
- Tallennetaan ja nimetään "*yhdistetty\_korkeusmalli*".

-> *Run*.



Kuva 14. Rasteritasojen yhdistämisen parametrir.

6. Poistetaan tai piilotetaan yksittäiset ladatut geoTIFF-kuvat. Avataan tason välilehti ja toistetaan kaikille prosessi yhdistämättömille kuville. -> *Delete layer*.

## QGIS- tukeman vektoritiedoston tuominen

Mikäli hulevesiverkosto on QGIS:n tukema vektoritiedosto toimitaan tämän otsikon alaisilla ohjeilla. **Mikäli aineisto on tekninen piirustus, tämä kohta ohitetaan.**

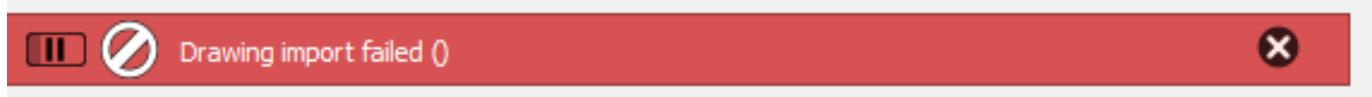
1. Haetaan hulevesiverkoston vektoriaineisto. Valitaan vektoritiedosto ja tiputetaan se työtilaan.
2. Tarkistetaan sijainti. *World*.

## Teknisen piirustuksen tuominen .DWG ja .DFX

Mikäli hulevesiverkosto on tekninen piirustus, toimitaan tämän alaotsikon ohjeiden mukaisesti. **Mikäli hulevesiverkosto on valmiiksi QGIS:n tukema vektoritiedosto tämä kohta ohitetaan.** Tekninen piirustus pitää tuoda ja muuntaa QGIS:sa luettavaksi tiedostomuodoksi. Hulevesiverkosto tarvitaan *polttotasoa* varten.

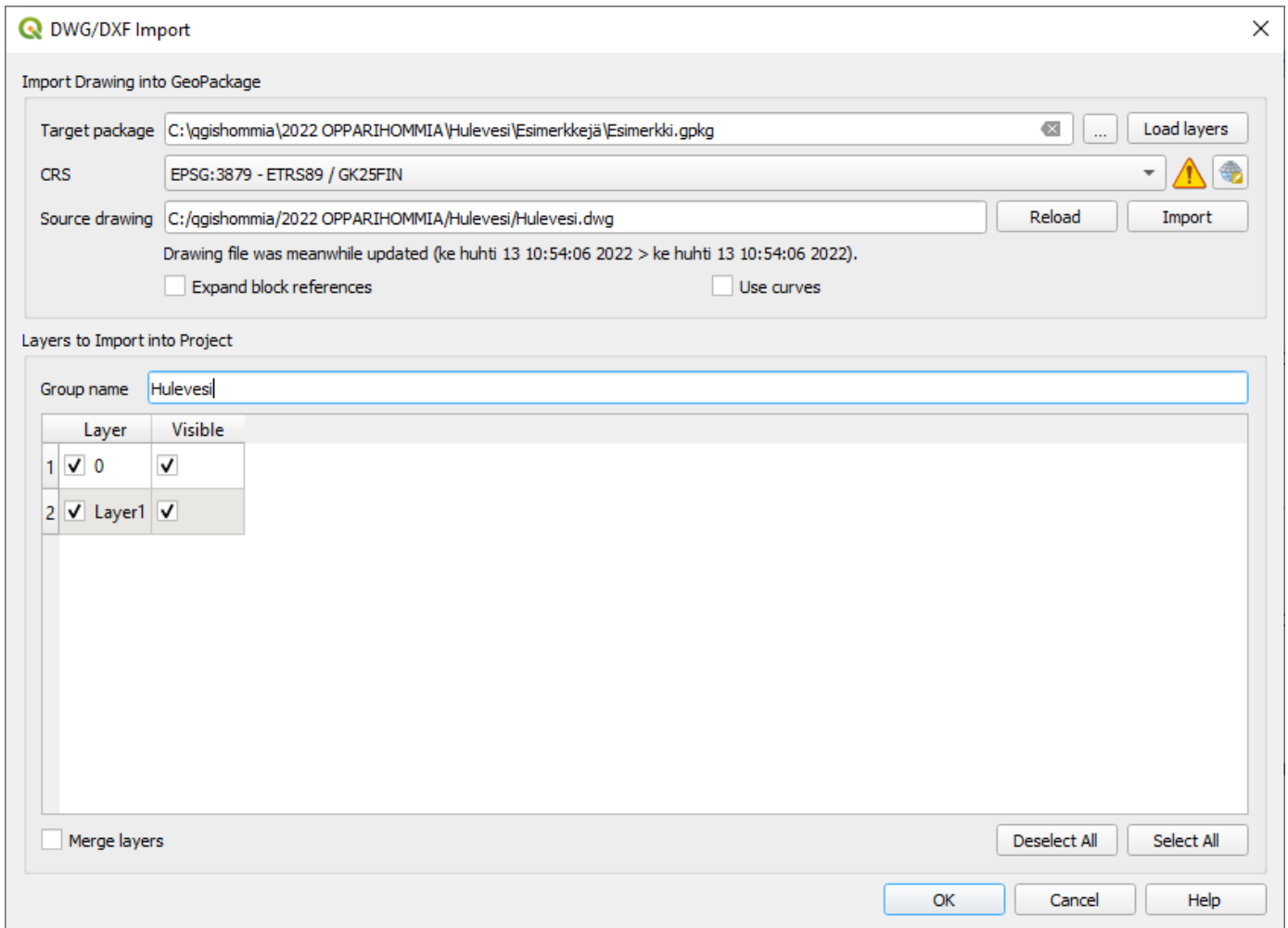
1. Tuodaan tekninen piirustus työtilaan. *Project -> Import/Export -> Import layers from DWG/DFX*.
2. Valitaan teknisen piirroksen parametrit.
  - *Target package* -> Tallennetaan ja nimetään tunnistettavalla tavalla. Suositeltu tiedostomuoto on *geopackage*.
  - *Select CRS* -> Valitaan teknisessä piirroksessa käytetty koordinaattijärjestelmä. Tieto selviää piirroksen mukana saaduista metatiedoista tai vastaavasta tietolähteestä, kuten kaavan piirtäjältä kysymällä. (**Tyypillisesti käytetään kunnallista EUREF-FIN koordinaattijärjestelmää**).
  - *Source Drawing* -> Alkuperäinen tekninen piirustus.

Saadessasi viestin *Drawing import failed ()* aineisto ei ole yhteensopivaa QGIS:n kanssa. Aineistoa on muokattava muussa ohjelmistossa luettavaksi.



Kuva 15. Virheviesti teknisen piirustuksen tuomisessa.

QGIS aloittaa välittömästi tuomaan aineistoa. Riippuen aineiston laajuudesta, sen tuomisessa voi kestää.



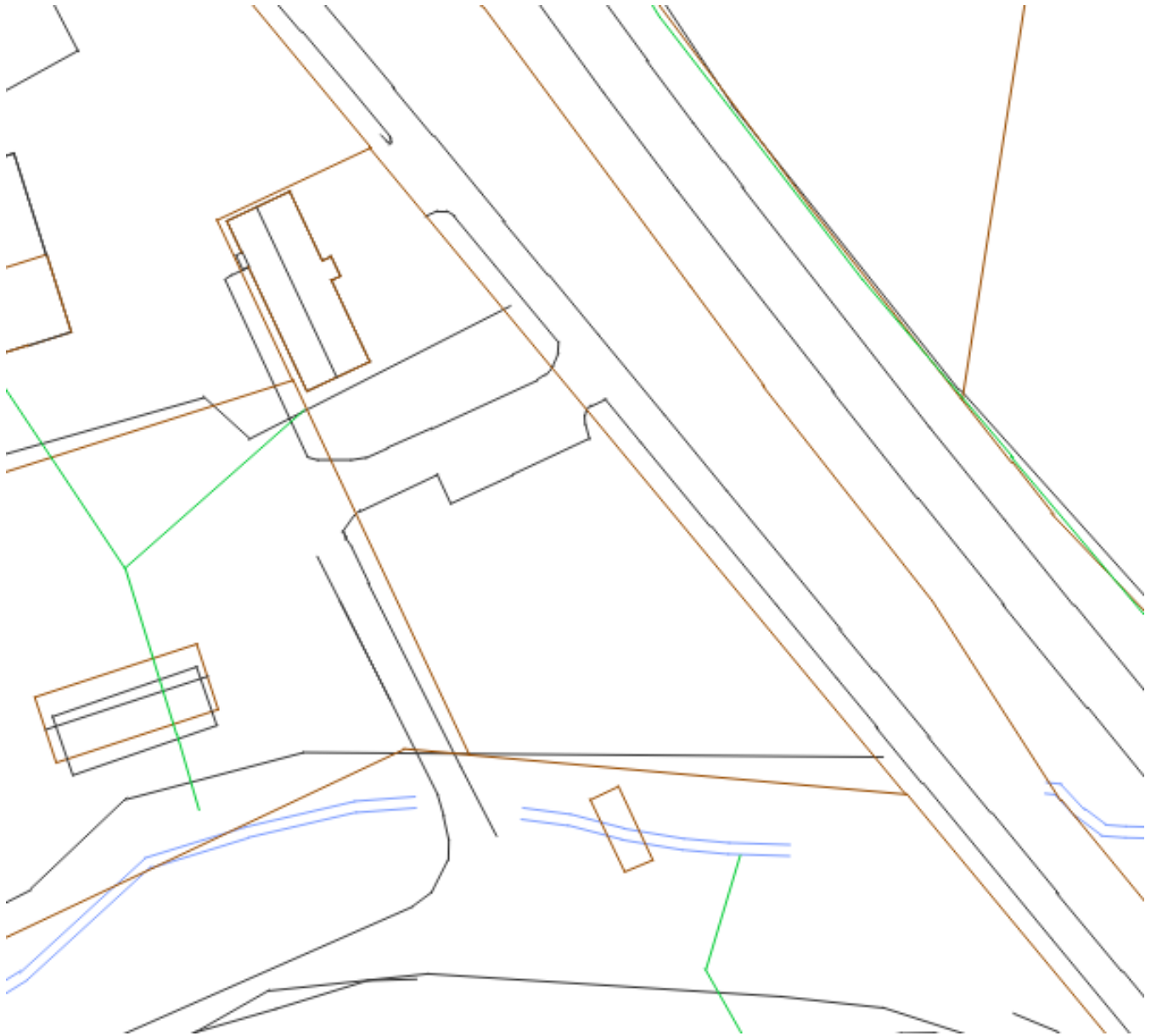
Kuva 16. Teknisen piirroksen tuomisasiasetukset

4. Nimetään ryhmä. -> *Group name*. -> *Ok*.

5. Tarkistetaan sijainti vertaamalla aineistoa ”*yhdistetty\_korkeusmalli*” tasoon.

6. Tarkistetaan aineisto. Tarpeellisia kohteita ovat viivamuotoiset putket, rummut ja avo-ojat. Viivamuotoiset vakavedet, kuten järvet, altaat meri ja lammet eivät ole välttämättömiä ja ne voidaan poistaa harkinnanvaraisesti. Pistekohteet, kuten kaivot eivät ole tarpeellisia.

**Mikäli tuodussa tiedostossa on saman tason sisällä ylimääräisiä kohteita, kuten tieviivoja, rakenteita tai tontin rajoja, tulee ne poistaa. Voidaan tehdä aineiston tarjoajalle uusi aineistopyyntö, tai toimia kohdan 7. mukaisesti.**



Kuva 17. Vain vihreät (hulevesiputket) ja siniset (avo-ojat) ovat tarvittavaa tietoa. Muut tiedot on poistettava tai piilotettava.

**7. Tämä kohta ohitetaan, mikäli ylimääräistä tietoa ei ole hulevesiverkostossa.** Avataan tason attribuuttitaulukko. Attribuuttitaulukon ominaisuustietojen avulla maalataan ne kohteet, jotka halutaan erottaa omaksi tasokseen. Avataan tason välilehti. *Attribute table* -> Valitaan kohteet -> Avataan tason välilehti -> *Export selected* -> *Save as*. Tallennetaan tunnistettavalla tavalla -> *OK*.

7b. Tarkistetaan tulos.

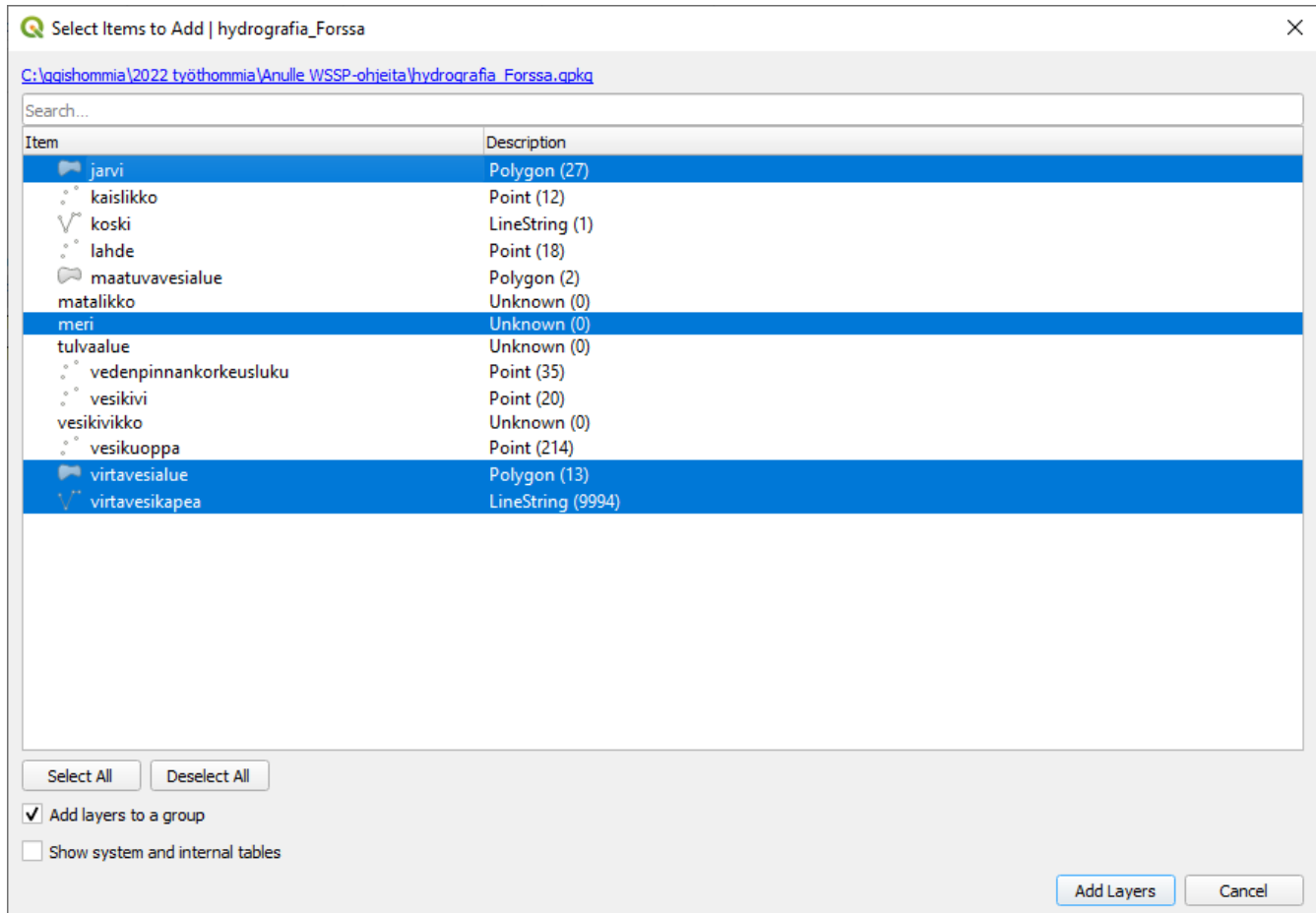
## Polttotason täydentävät aineistot

*Polttotaso* koostuu kunnallisesta hulevesiverkostosta ja kansallisista maastotietokannan kohteista. Tarvittavat kansalliset *Polttotason* osat haetaan [MML-karttapalvelusta](#).

1. Ladataan tarvittavat maastotietokannan kohteet. Tiedostopalvelu -> Lataa avoimia aineistoja -> Maastotietokanta -> Kunta -> Hydrografia/Rakennukset (altaat löytyvät rakennusten alta).

- Kunnista tulee olla valittuna ne kunnat, joiden alueille valuma-alue, tai tutkittava alue ylettyy.
- Teemoista valittuna tulee olla hydrografia ja rakennukset.

2. Tiputetaan tiedostot työtilaan ja valitaan tarpeelliset tiedot. -> *Add layers*.



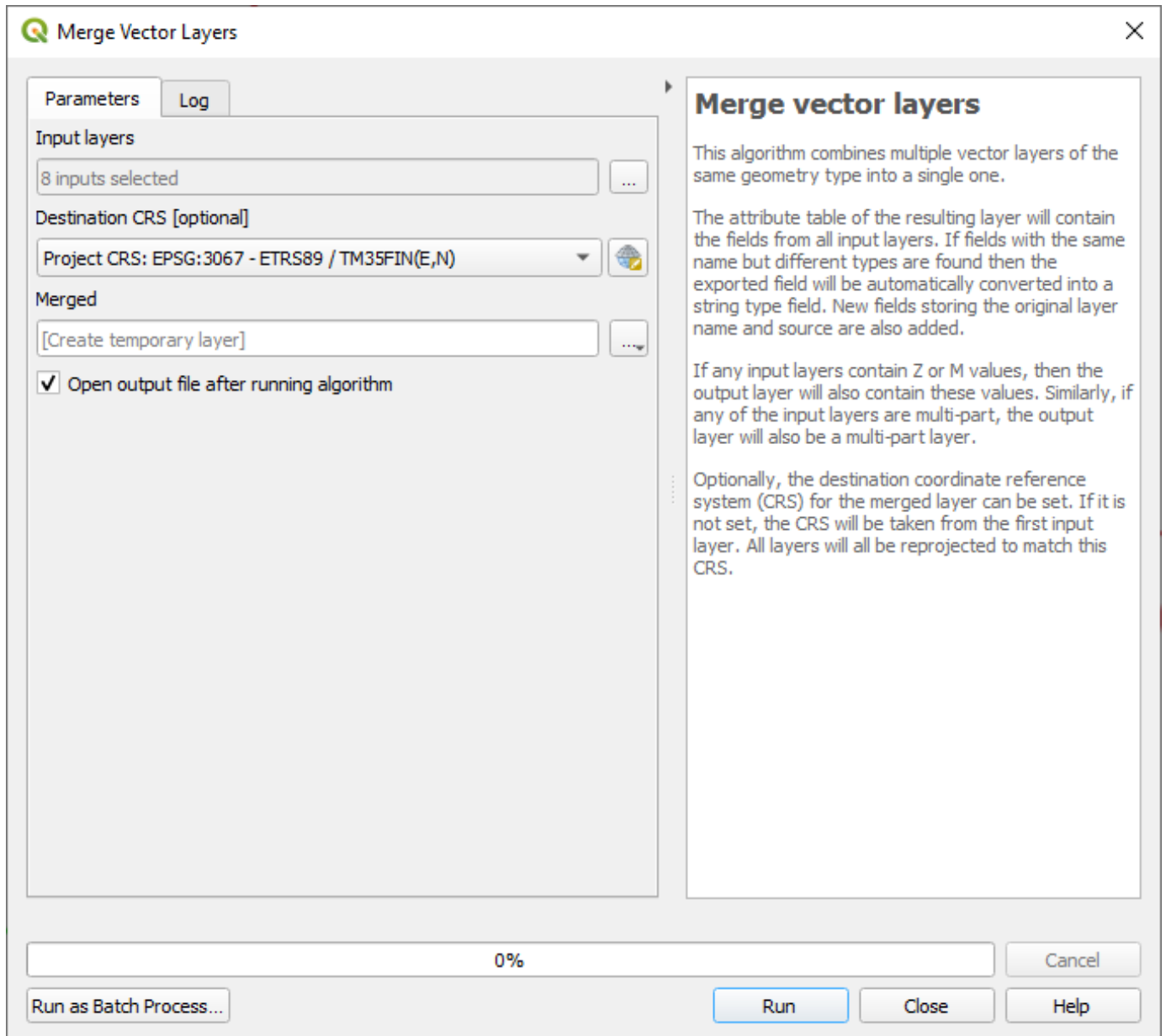
Kuva 18. Hydrografian mukana tulee tarpeettomia kohteita, joita ei tarvitse tuoda.

3. Tarkistetaan maastotietokannan kohteet. Mikäli kohteilla ei ole sisältöä, ne voidaan poistaa (sisämaassa esimerkiksi meri).

## Polttotason geometrian muuntaminen

Työtilassa pitäisin olla nyt hulevesiverkko ja maastotietokannan kohteet *polttotason* muodostamista varten. *Polttotason* geometria on muunnettava WSSP:sa valitun työkalun takia. Tämä toteutetaan puskuroimalla kaikkia viivamuotoisia kohteita samanarvoisesti, jotta niistä tulee monikulmioita.

1. Yhdistetään maastotietokannan ja hulevesiverkoston viivamuotoiset aineistot. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector General* -> *Merge vector layers*



## 2. Valitaan parametrit.

- *Input layers* -> Valitaan kaikki geometrialtaan viivamaiset kohteet, eli hulevesiverkko ja maastotietokannan kapeat virtavedet.
- *Destination CRS [optional]* -> muunnetaan kaikki kohteet kansalliseen koordinaattijärjestelmään. EPSG:3067, ETRS-TM35FIN.
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*.

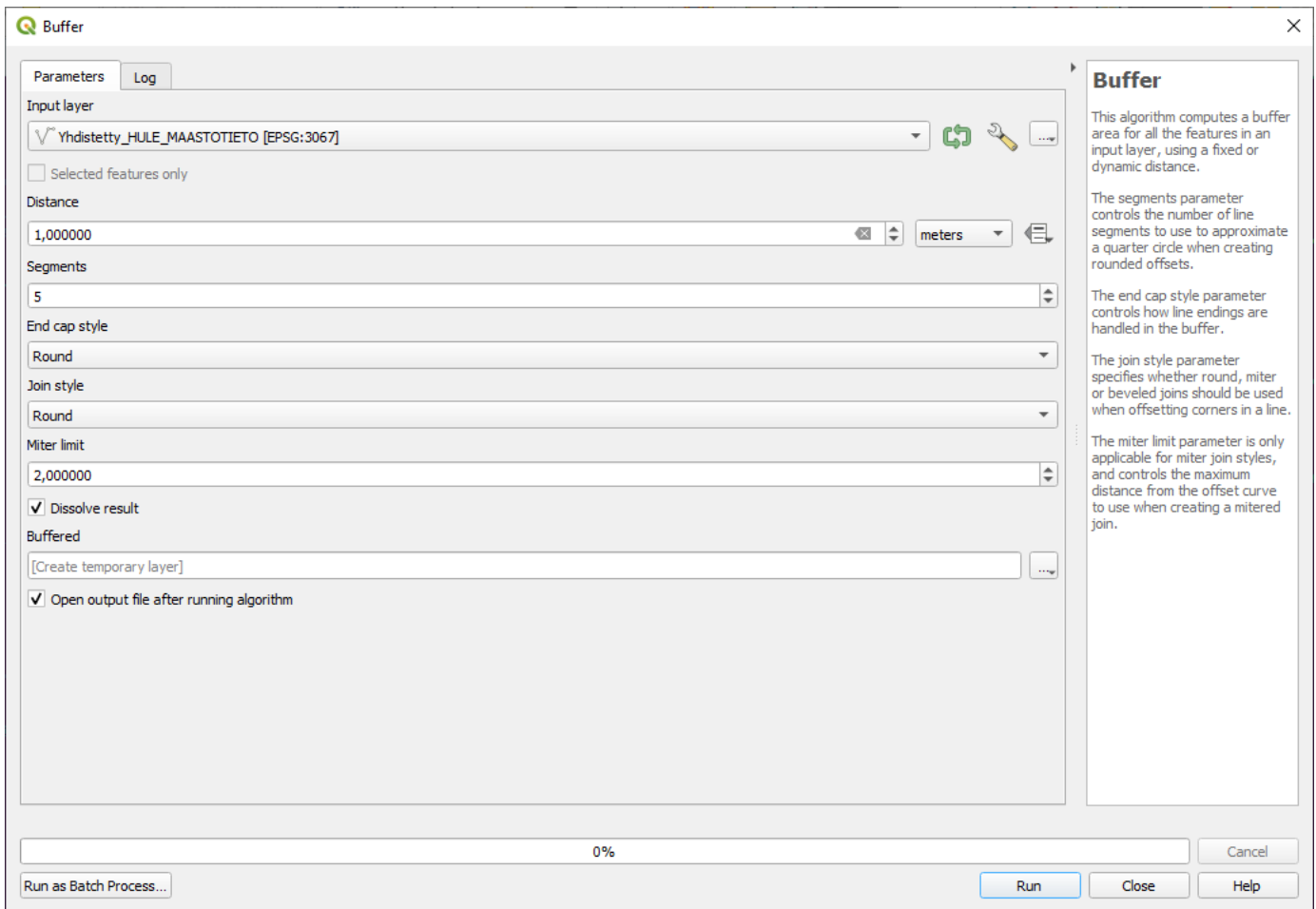
## 3. Muunnetaan yhdistetty viivamuotoinen taso puskuroimalla monikulmioksi. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector geometry* -> *Buffer*

## 4. Valitaan puskuroinnin parametrit:

- *Input layer* -> Äskettäin luotu sulatettu viivataso eli "merged".
- *Distance* -> Puskurointietäisyys. Arvoksi asetetaan 1 metri.
- *Dissolve result* ->
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> Run.

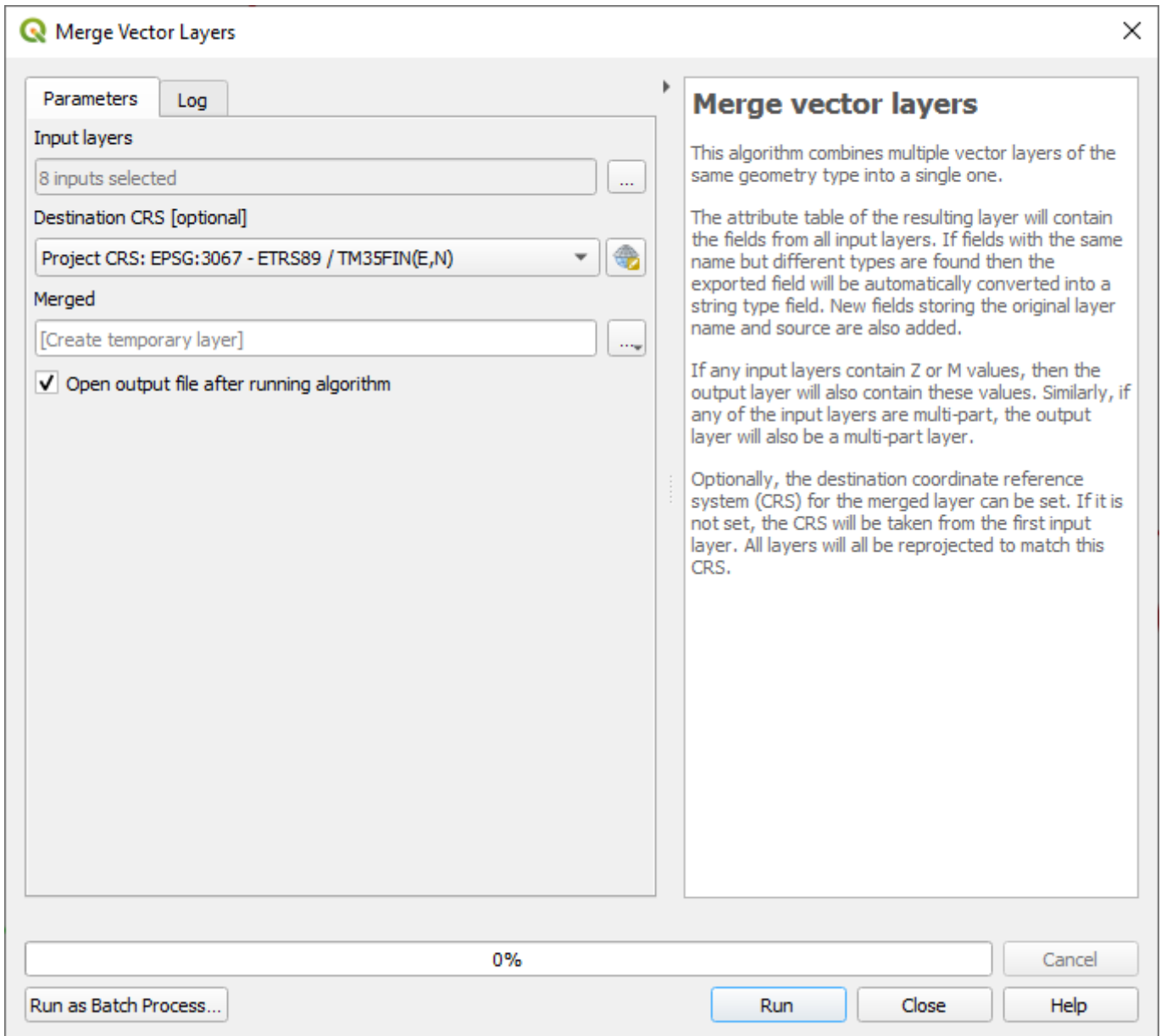
5. Nimetään *merged* uudelleen. Avataan tason välilehti -> *rename layer* -> "*merged1*".



## Polttotason yhdistäminen

Puskuroituitu uomatieto *Buffered* on yhdistettävä monikulmiomuotoisiin maastotietokannan vaka- ja virtavesiin.

1. Yhdistetään puskuroitu taso *Buffered* ja maastotietokannan monikulmiot yhteiseksi polttotasoksi.  
*Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector General* -> *Merge vector layers*



Kuva 19. Vektoritasojen yhdistäminen.

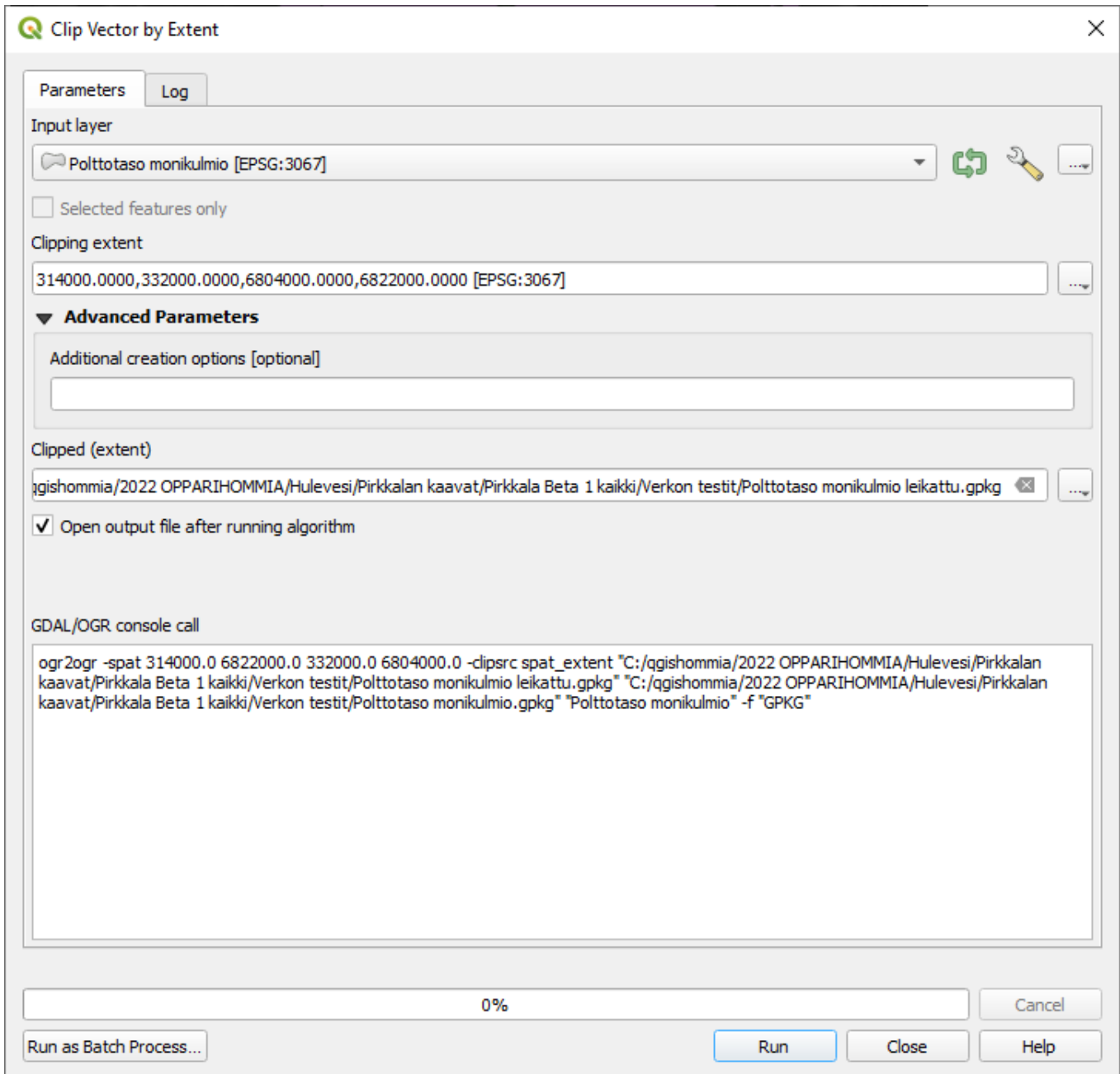
## 2. Valitaan yhdistämisen parametrit:

- *Input layers* -> Valitaan puskuroidut viivatasot *Buffered*. Lisäksi kaikki maastotietokannan geometrialtaan monikulmiomuotoiset aineistot kuten altaat, järvet, meret ja virtavesialueet.
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*.

## Polttotason leikkaaminen

1. Leikataan *merged* tasosta valuma-alueen ulkopuolelle jäävät osat. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *GDAL*-> *Vector geoprocessing* -> *Clip vector by extent*

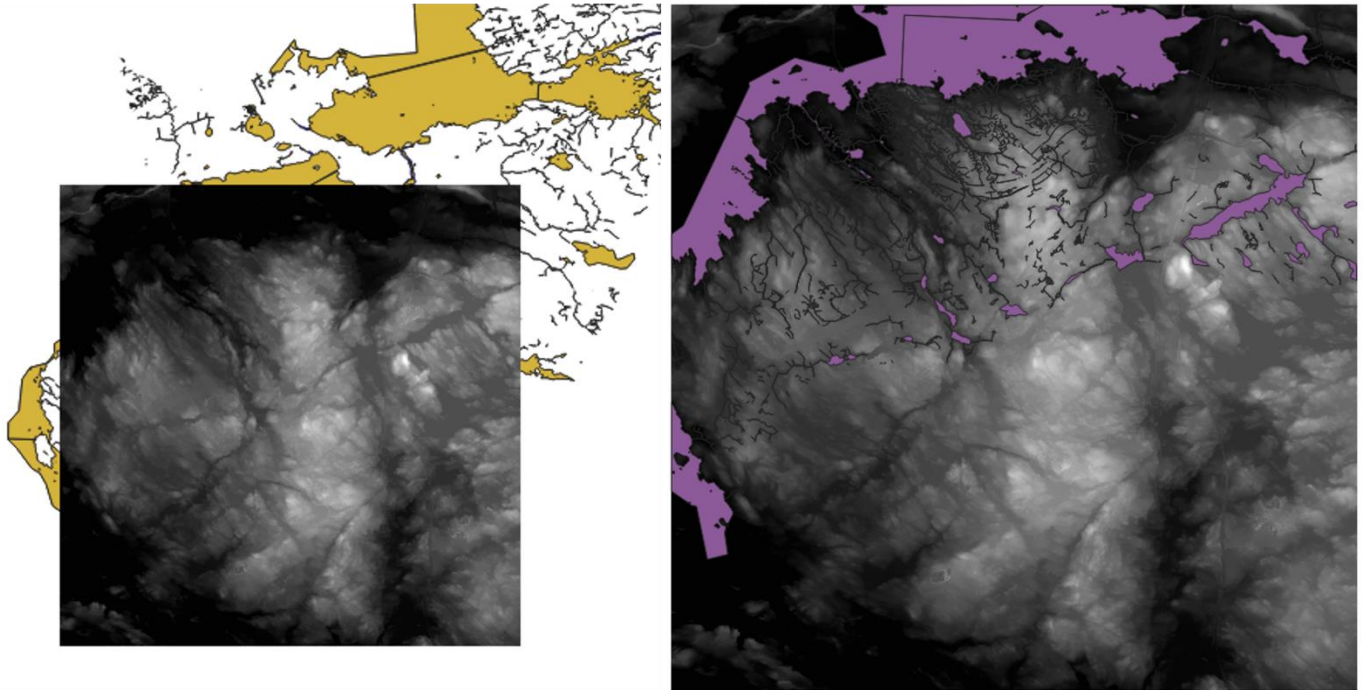


Kuva 20. Vektorin leikkaaminen rasterista määritetyillä rajoilla.

## 2. Valitaan leikkauksen parametrit:

- *Input layer* -> *merged*
- *Clipping extent* -> *Calculate from Layer* -> *yhdistetty\_korkeusmalli*
- Tallennetaan ja nimetään "*polttotaso*"

-> *Run*.



Kuva 21. Leikkaamisen tulos. Vasemmalla leikkaamaton vektori. Oikealla leikattu

### Korkeusmallin polttaminen

Viedään moduulin alussa luotu *yhdistetty\_korkeusmalli* uudeksi tasoksi ja nimetään se uudelleen. Tämä on tehtävä sillä työkalu muuten polttaa *yhdistetyn korkeusmallin*, jolloin sitä ei voi hyödyntää enää WSSP:n myöhemmässä vaiheessa.

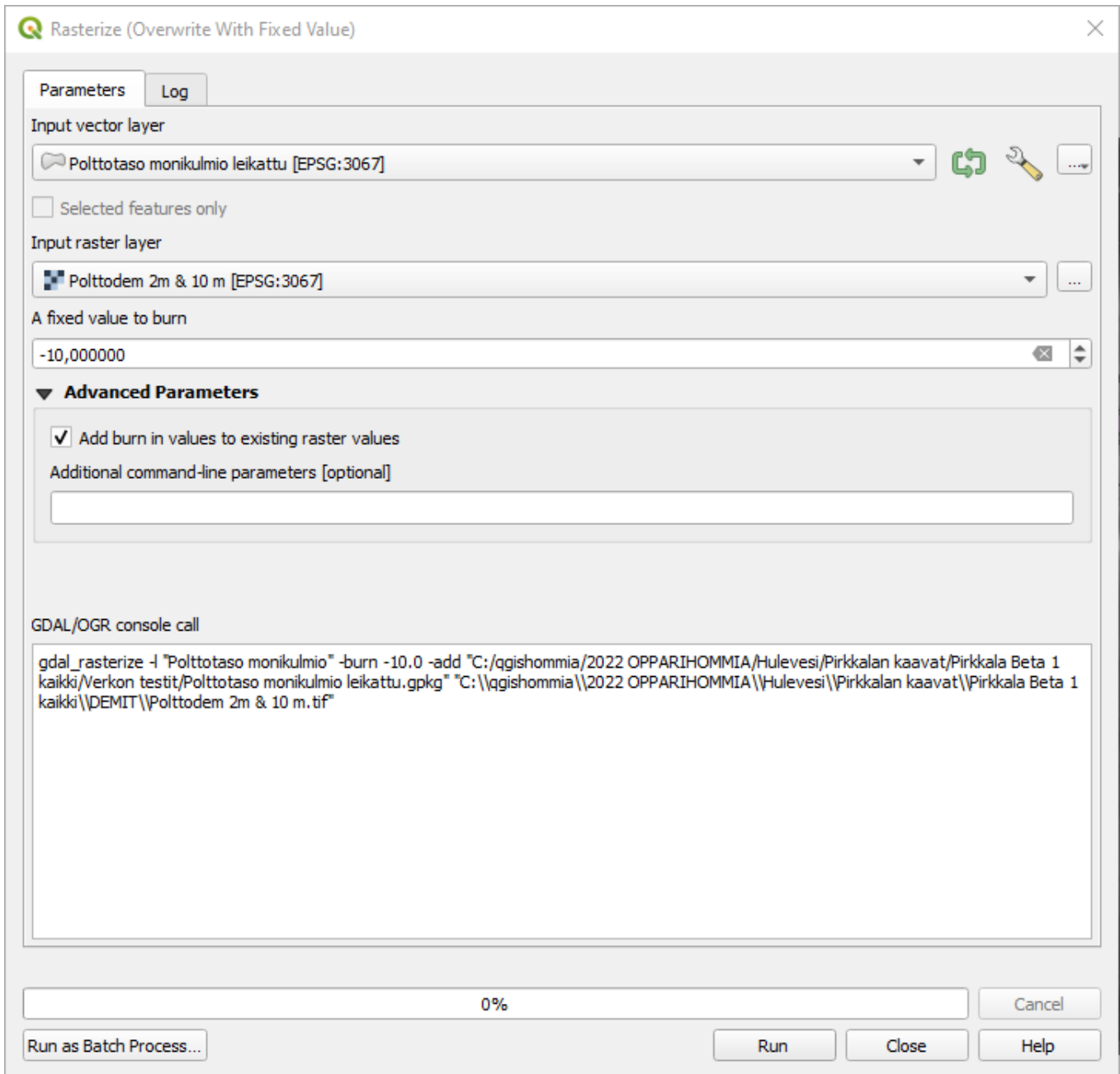
1. Avataan tason välilehti ja valitaan *Export -> Save as ->* Tallennetaan ja nimetään *poltettu\_korkeusmalli*  
-> *Run*.

2. Haetaan polttotyökalu. *Processing -> Processing Toolbox -> GDAL -> Vector conversion -> Rasterize (Overwrite with Fixed Value)*

3. Valitaan polttamisen parametrit:

- *Input vector layer -> polttotaso.*
- *Input raster layer -> poltettu\_korkeusmalli.*
- *A fixed value to burn -> -10. Arvon on oltava negatiivinen ja työtilan yksiköt metrejä!*
- *Advanced Parameters -> Add burn in values to existing raster values ->*

-> *Run*.



Kuva 22. Polttotyökalu ja parametrit.

3. Tarkistetaan tulos. Polton tulisi näkyä nyt selkeästi poltetussa korkeusmallissa (*poltettu\_korkeusmalli*). Tulosta voi selkeyttää hyödyntämällä alempia seuraavan kohdan ohjeita.

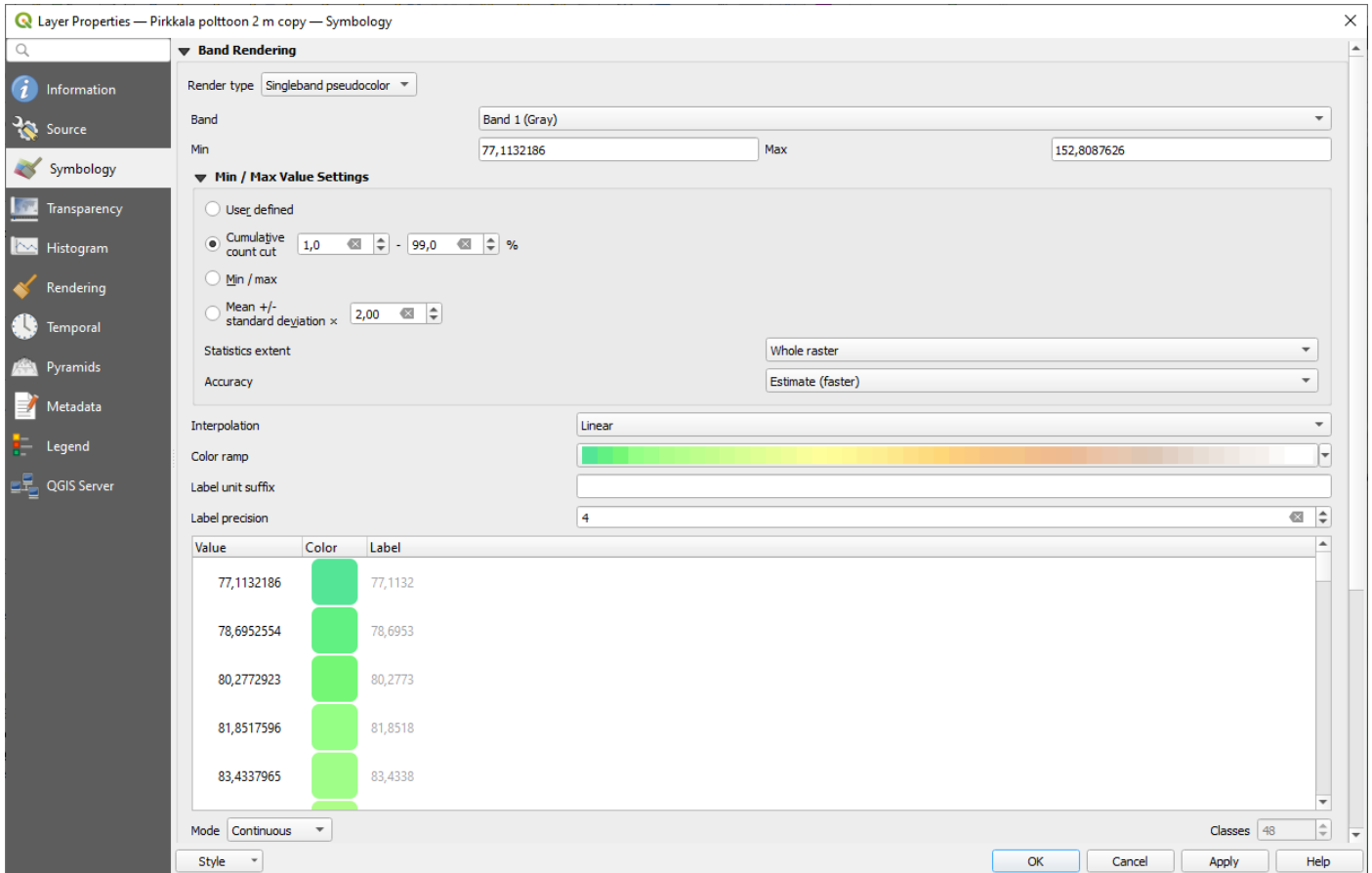


*Kuva 23. Poltettu korkeusmalli. Polttotason osoittamat uomat näkyvät selkeästi.*

## Muotoilu ja häivyttäminen

**Tämä kohta voidaan ohittaa**, mikäli poltettuja uomia tai korkeusmallia ei tarvitse taittaa, tai rasterin tarkastelu ei ole tarpeellista työtilassa.

1. Selkeytetään rasteria. *Min / Max Value Settings* -> *Cumulative count cut*. -> Valitaan arvoiksi 1 ja 99 % -> *Apply/Ok*

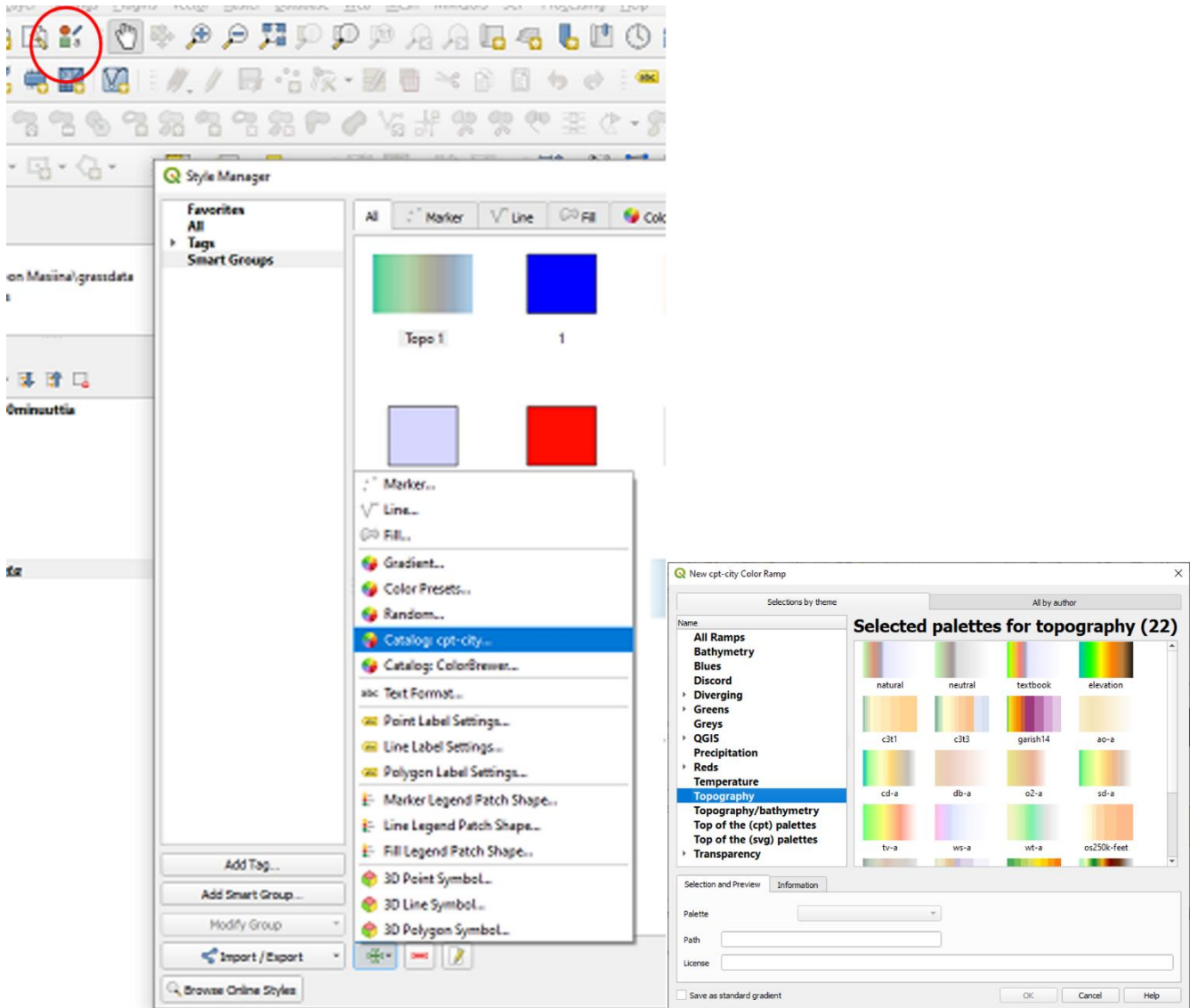


Kuva 24. Rasteritason minimi- ja maksimiarvot.

2. Monistetaan taso. Avataan *poltetu\_korkeusmalli* välilehti -> *Duplicate layer*.

3. Muokataan monistetun tason *poltetu\_korkeusmalli\_copy* tyyliä. Avataan tason välilehti. Valitaan topografiaa parhaiten edustavat värit. *Properties* -> *Symbology*-> *Singleband pseudocolor* -> *Color ramp* -> *Topography*.

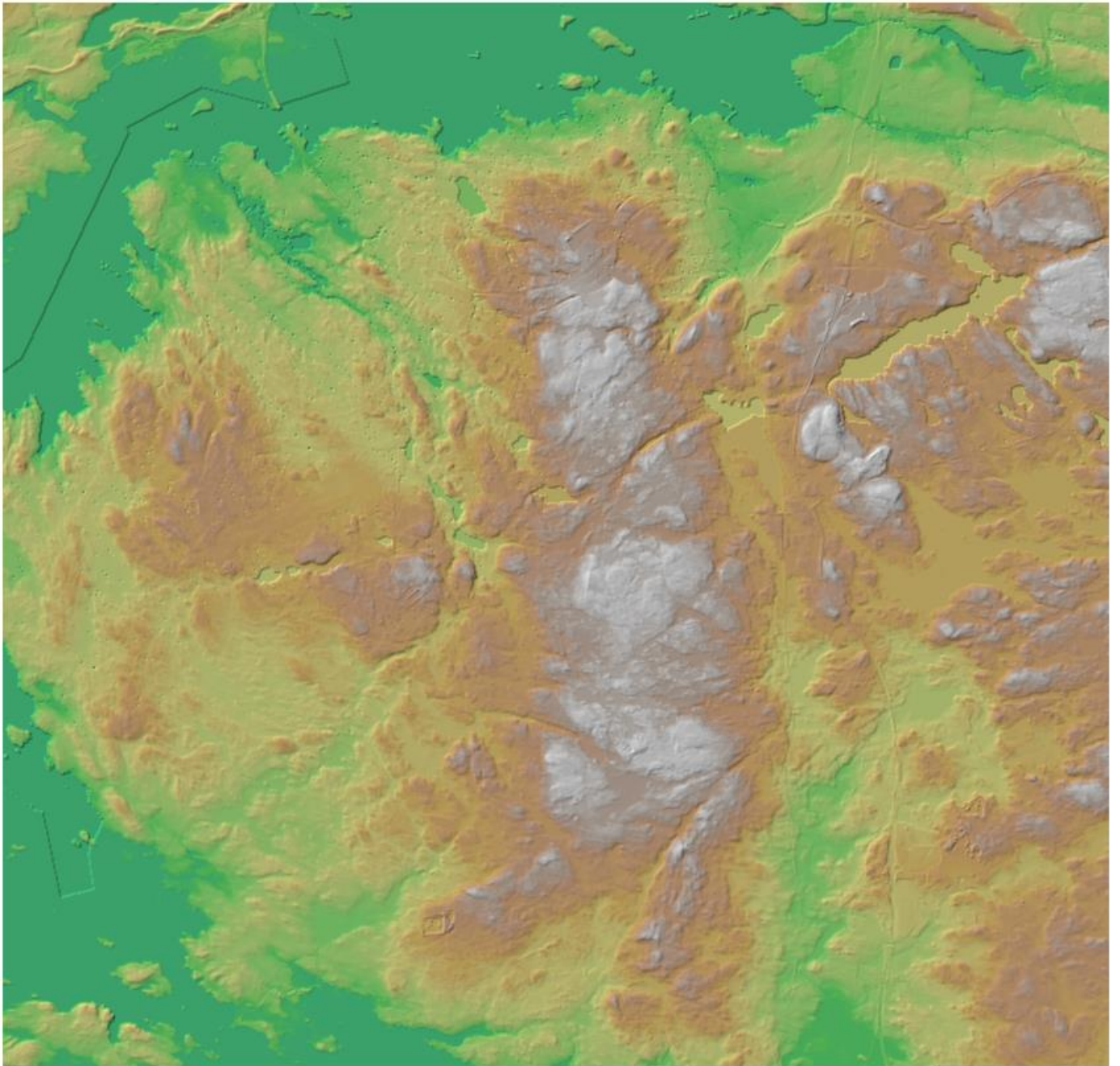
Tyyliä voi hakea lisää tyylikirjastosta:



Kuva 25. Tyylikirjasto.

4. Muokataan "poltettu\_korkeusmalli" tason tyyliä. Avataan tason välilehti. -> Properties -> Symbology-> Render type -> Hillshade -> Layer rendering -> Blending mode -> Multiply. -> Apply/ok.

5. Tasot tulee asettaa allekkain työtilassa (layers panel).



*Kuva 26. Topografinen karttatyö, jossa toinen taso luo rinnevarjostuksen.*

## Valuma-alueiden ja uomaverkon määrittäminen r.watershed:lla

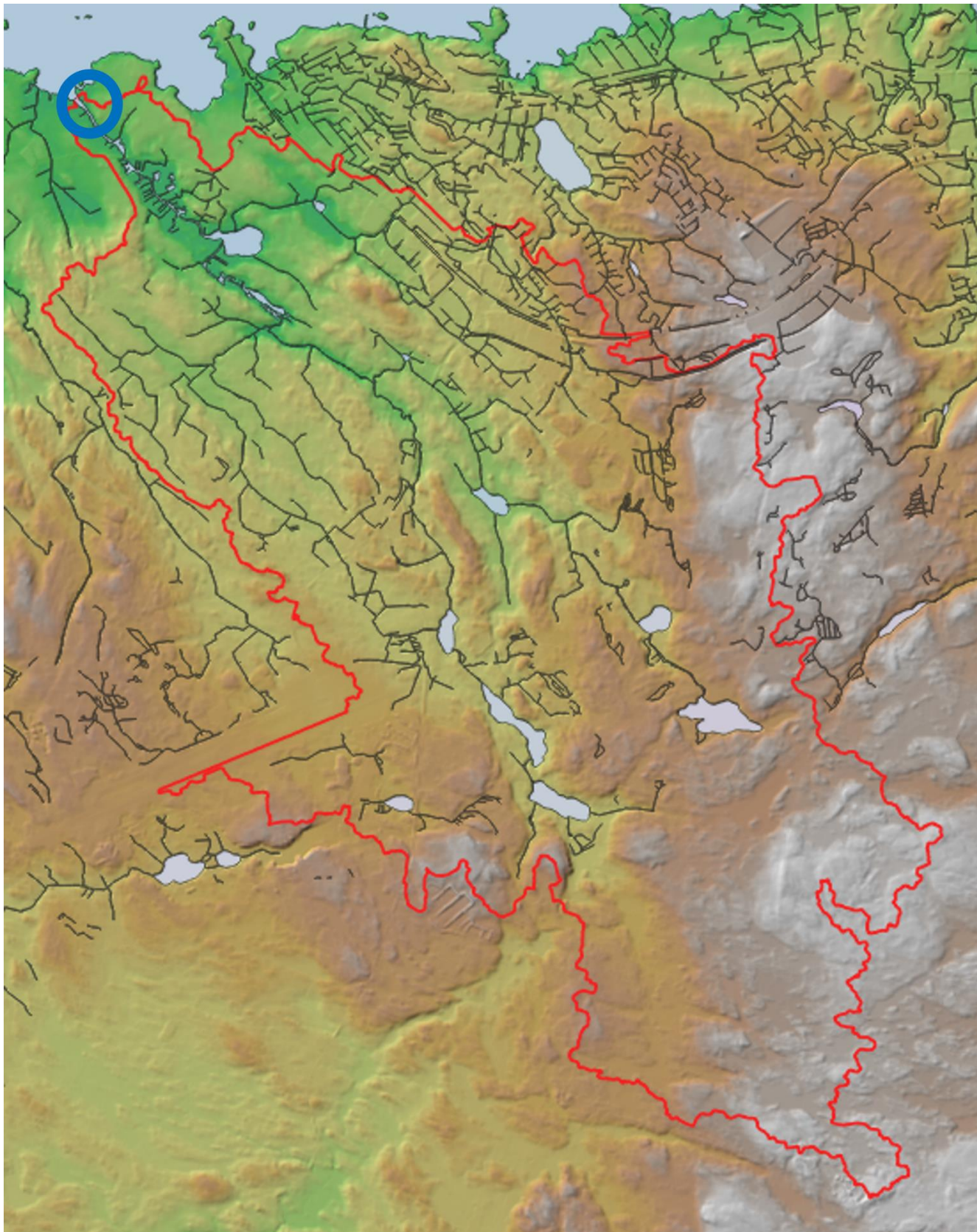
Valuma-alueiden määrittämisessä ohjeita täytyy soveltaa, riippuen minkäläistä valuma-aluetta määritetään. Valuma-alueet luodaan halutussa skaalassa, lähtöaineiston (korkeusmallin hilakoko) ja vedenjakajien ehdoilla. Valuma-alueet tallennetaan vapaana tyyppinä.

- Järven, tai muun vastaavan vakaveden valuma- tai osavaluma-alueen määrittämisessä tulee hyödyntää r.watershed tuottamaa valuma-alue- ja uomaverkkotasoja. Tällöin vakavesialueen valuma-alue koostuu *Unique label for each watershed* tasoista, joiden *Stream Segments* on hydrologisessa yhteydessä tarkasteltavaan vesistöön.



Kuva 27. Järven valuma-alue koostuu niiden uomien valuma-alueista, jotka laskevat järveen. (Kuvassa järvi rajattuna punaisella, ja järven valuma-alue sinisellä.)

- Uoman, tai muun vastaavan vesistön valuma-alue, jolla on selkeä purkupiste, määritetään hyödyntämällä r.watershed:n virtaussuuntatasoa (*drainage direction*) ja r.water.outlet työkalua. Tällöin r.water.outlet työkalulle osoitetaan uoman purkupiste, jolloin työkalu laskee osoitetun hilan alapuolisen valuma-alueen.



Kuva 28. Uoma määritetään purkupisteestä. (Kuvassa valuma-alue punaisella. Purkupiste sinisellä ympyröitynä)

## R.watershed

R.watershed on WSSP:n valuma-alueen määrittäjätyökalu. Työkalu tuottaa virtaussuuntatason, valuma-alueet ja valuma-alueiden pääuomat käyttäjän määrittämässä skaalassa.

1. Haetaan valuma-alueen määrittäjätyökalu. *Processing* ->*Processing toolbox* -> *GRASS* -> *Raster(r\*)* -> *r.watershed*

2. Valitaan tasojen muodostamiseen vaadittavat parametrit:

- *Elevation* -> *poltettu\_korkeusmalli*
- *Convergence factor for MFD*. -> **5**. (Tämä arvo määrää, kuinka suuri konvergenssi uomilla on. Arvolla 1 on suurin eriytyminen, mikä muodostaa eniten uomia, arvolla 10 taas päinvastoin).
- *Minimum size of exterior watershed basin* -> **20000**. Parametrilla valitaan pienin mahdollinen koko valuma-alueille. Arvo on pakollinen. Pienemmät arvot vaativat enemmän laskuaikaa sekä ovat raskaampia käsitellä, mutta muodostavat pienempiä ja tarkempia valuma-alueita.
  - Arvo määrittää *Unique label for each watershed basin* rasterin koon ja tarkkuuden.
  - Arvo määrittää *Stream segments* rasterin tarkkuuden

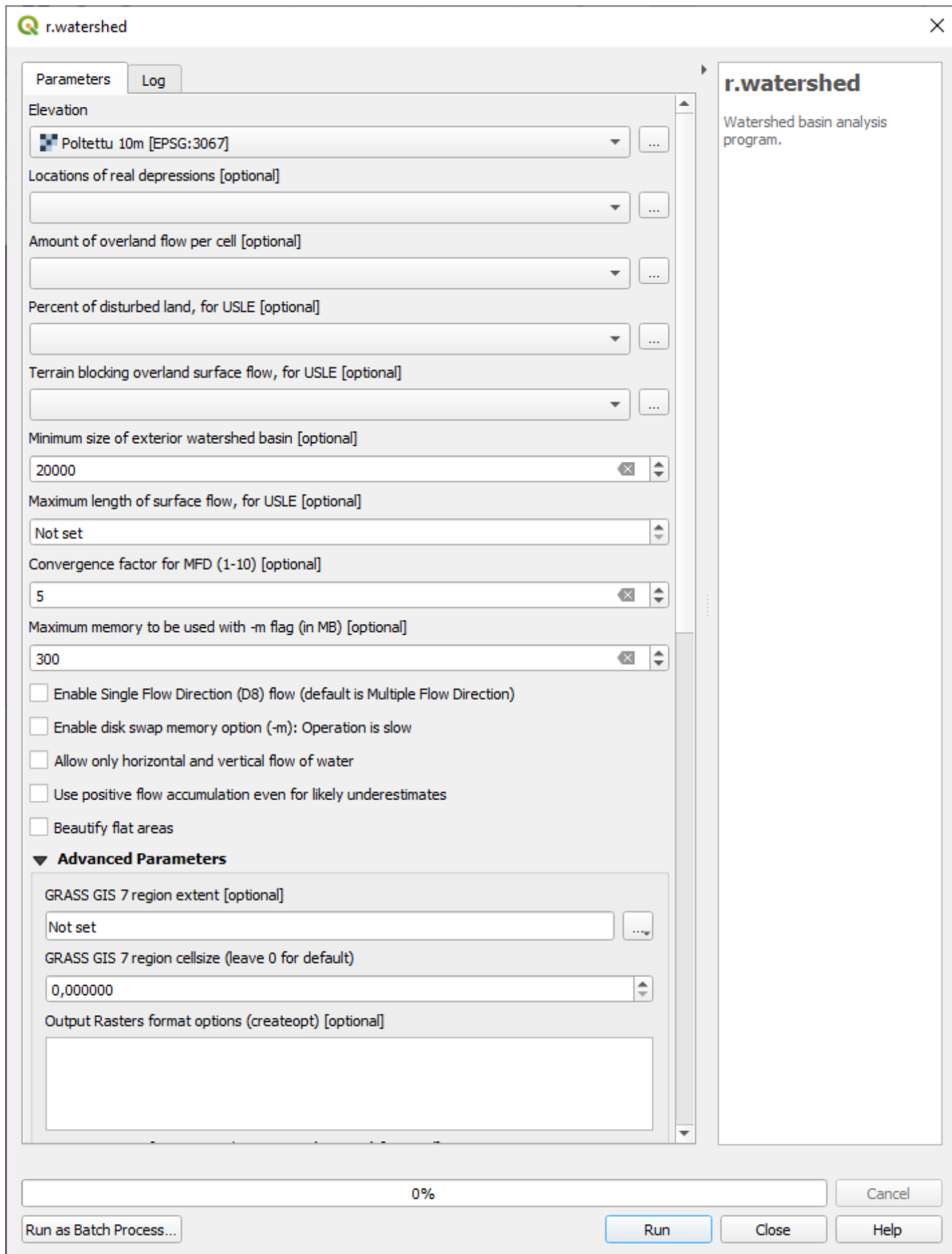
3. Valitaan ne laskutulokset, jotka ovat tarpeellisia:

- *Drainage direction* -> Tallennetaan ja nimetään tunnistettavalla tavalla.
- *Unique label for each watershed basin* -> Tallennetaan ja nimetään tunnistettavalla tavalla.
- *Stream segments* Tallennetaan ja nimetään tunnistettavalla tavalla.
- Muihin kohtiin -> *Skip output*. Valinnalla ohitetaan muut laskutulokset.

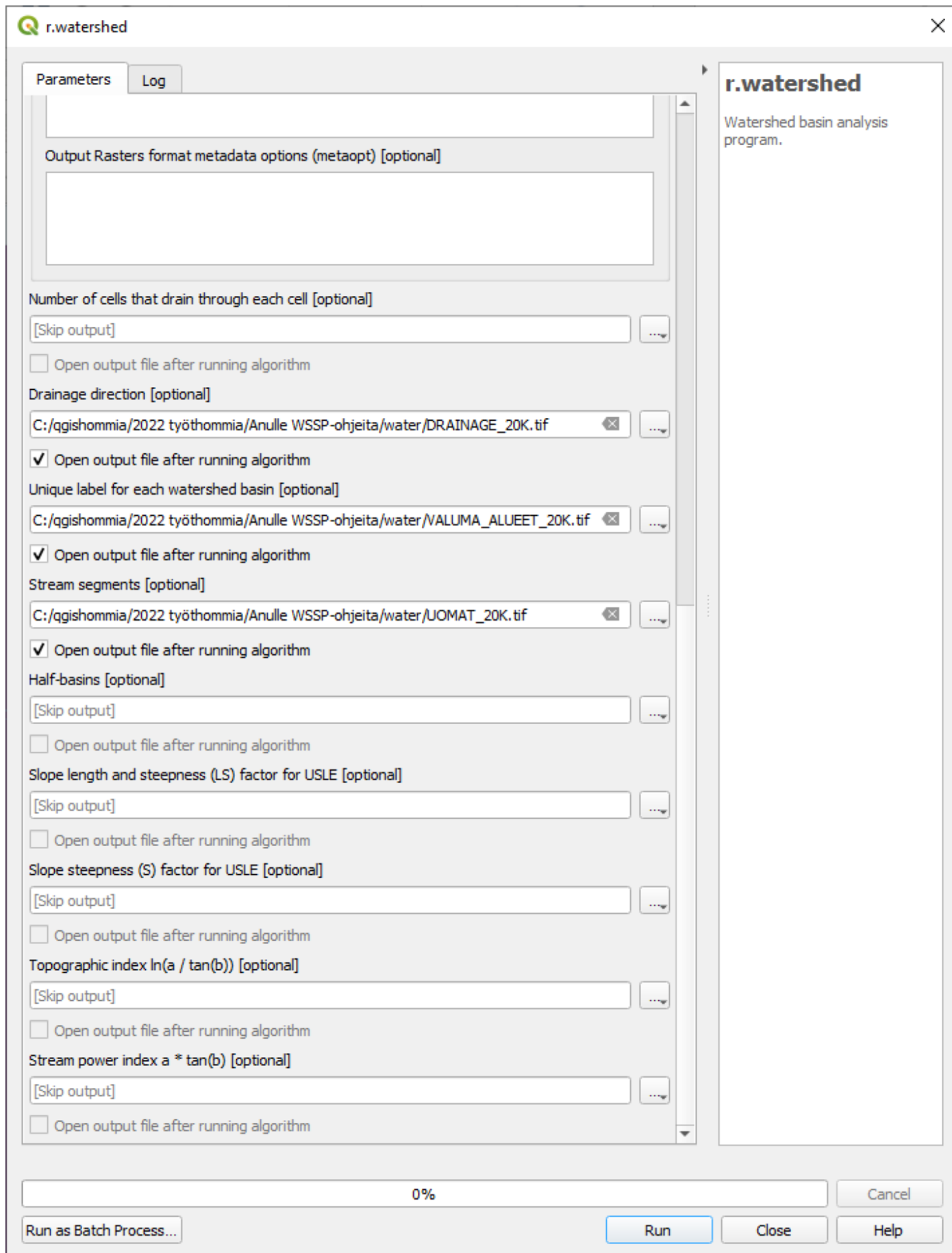
-> *Run*.

4. Tarkistetaan tulos, sulkematta työkalua (Kuvassa 31. esimerkkejä)

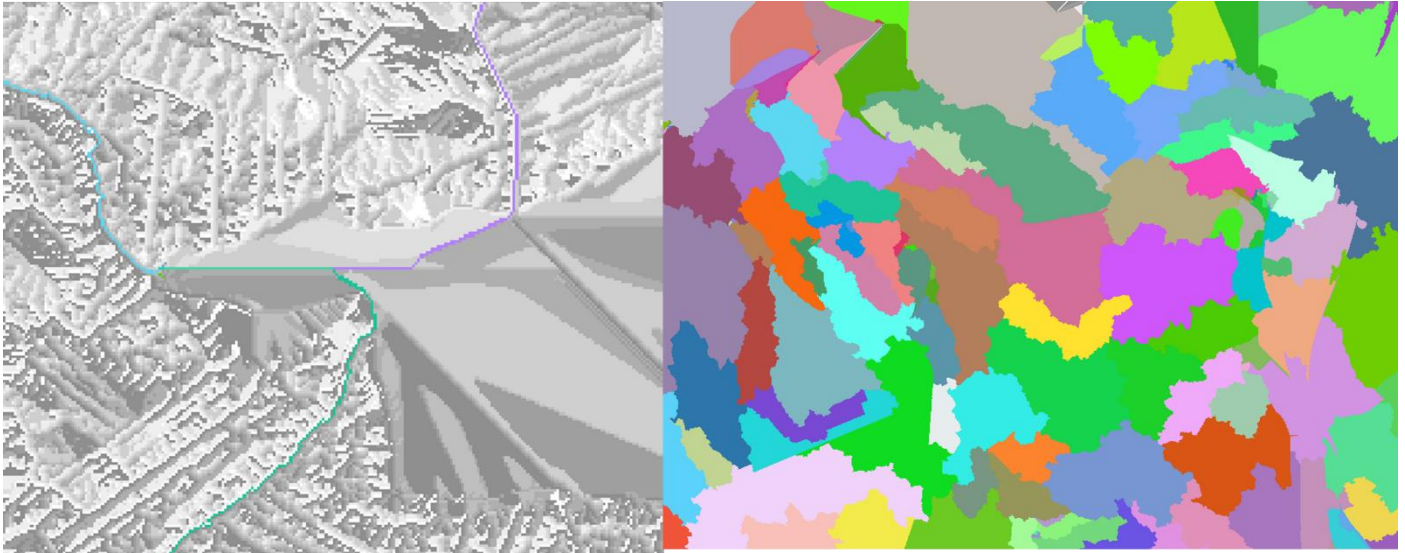
- *Unique label for each watershed basin* taso osoittaa minimiarvojen mukaiset valuma-alueet.
- *Stream segments* taso osoittaa laskettujen valuma-alueiden uomien sijainnit.
- *Drainage direction* taso osoittaa virtaussuunnan. Tasoa tarvitaan *r.water outlet* työkalussa.



Kuva 29. R.watershed parametrin.



Kuva 30. R.watershed tarvittavat laskutulokset.



Kuva 31. Laskutulokset. Vasemmalla harmaan sävyisenä Drainage direction ja päällä väreillä Stream segments. Oikealla Unique label for each watershed basin.

#### R.watershed laskenta-alueen rajaus

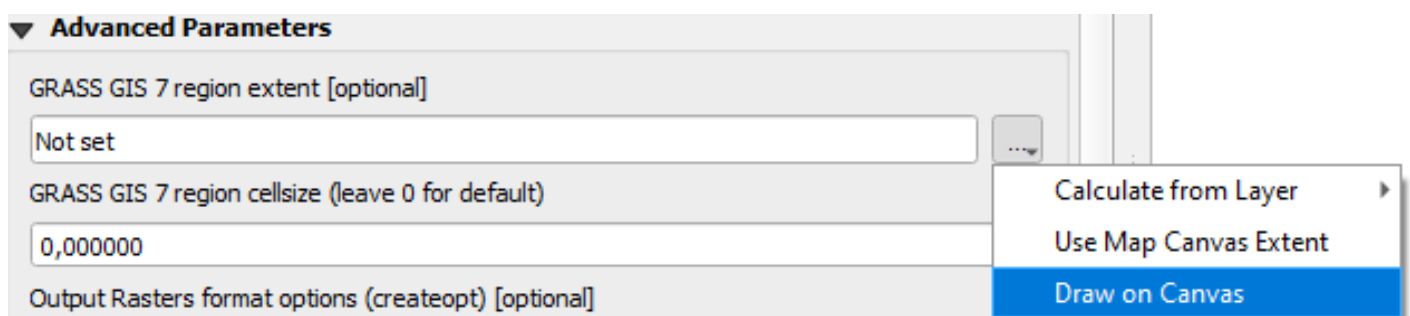
Työkalun laskualuetta voidaan rajata. Tämä helpottaa tarkasteltavan alueen pilkkomista osavaluma-alueiksi.

1. Toimitaan tismalleen samoin kuin kohdassa *R.watershed* lukuun ottamatta seuraavia vaiheita:

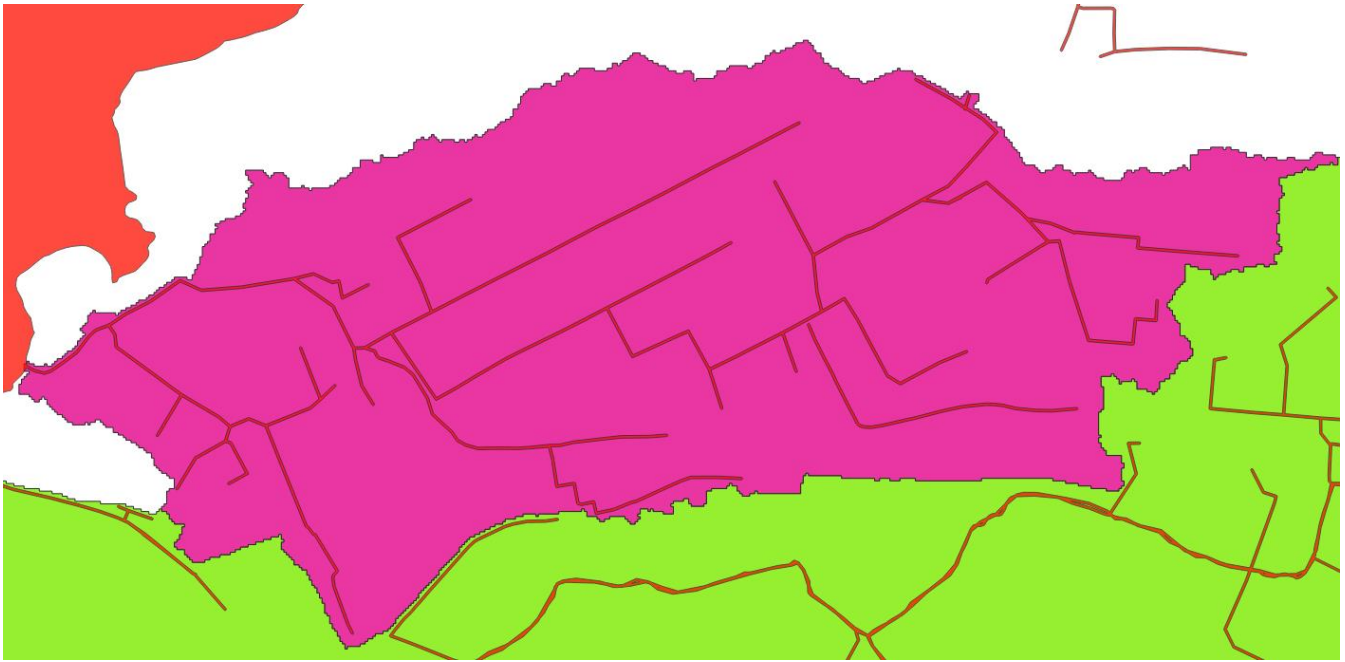
2. *Minimum size of exterior watershed basin* -arvoa tulee säätää ehdotettua pienemmäksi, riippuen tarkasteltavan alueen koosta. Arvot voivat olla esimerkiksi 2000 tai 5000.

3. Rajataan alue pienemmäksi kartalla. *Advanced parameters* -> *Grass Gis 7 region extent* -> *Draw on canvas*.

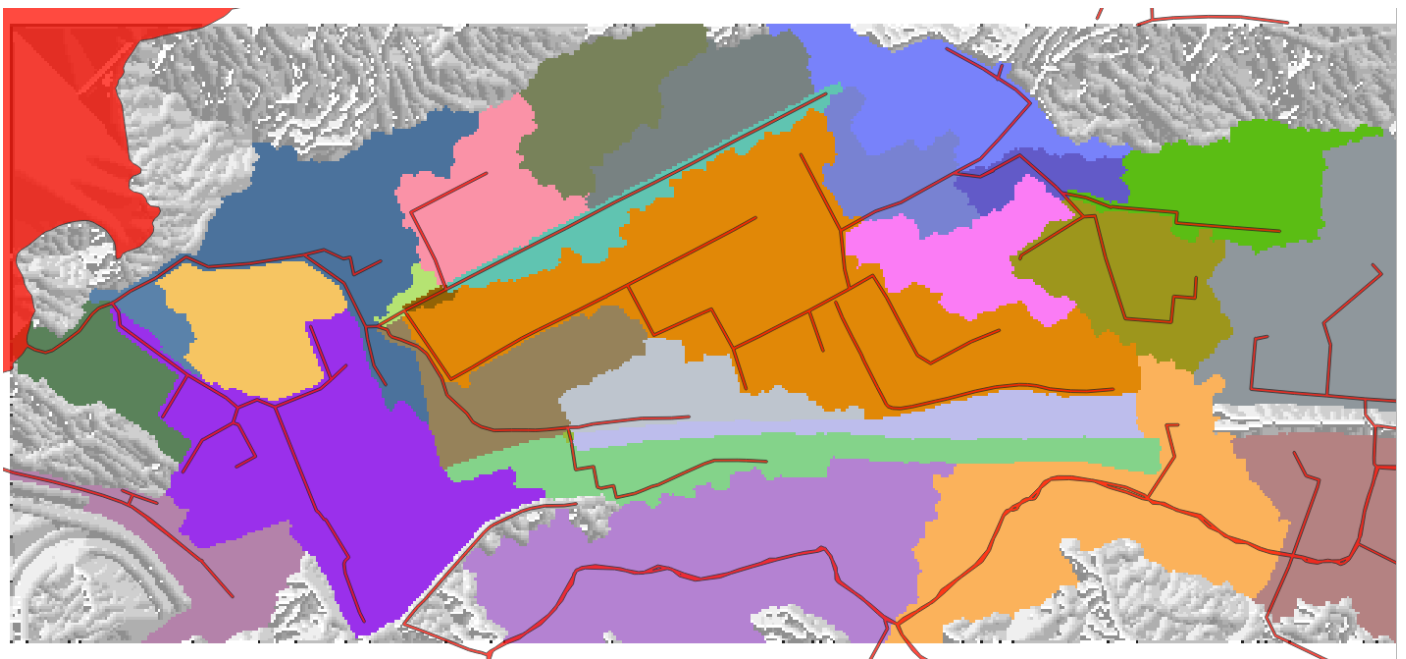
Alue voidaan esimerkiksi piirtää hyödyntäen aiemmin luotua *Unique label for each watershed basin* tason ulkorajoja noudatellen.



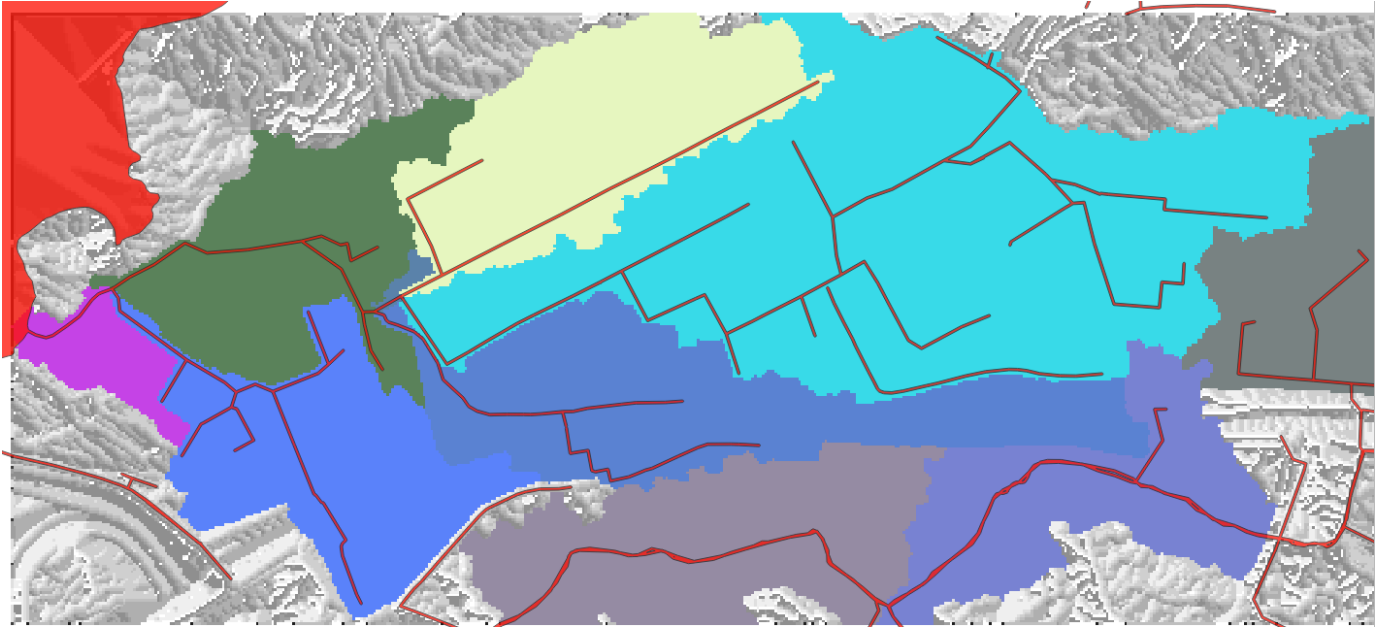
Kuva 32. Grass GIS rajaustoiminto.



Kuva 33. Eräs alue uomaverkkoineen. Valuma-alue on piirretty määritetty  $r.watershed$  laskutulosta ja  $r.water.outlet$ :a hyödyntäen. ( Minimum size of exterior watershed basin 20000)



Kuva 34. Sama valuma-alue rajattuna ja laskettuna eri minimikoolla. (Minimum size of exterior watershed basin 2000)



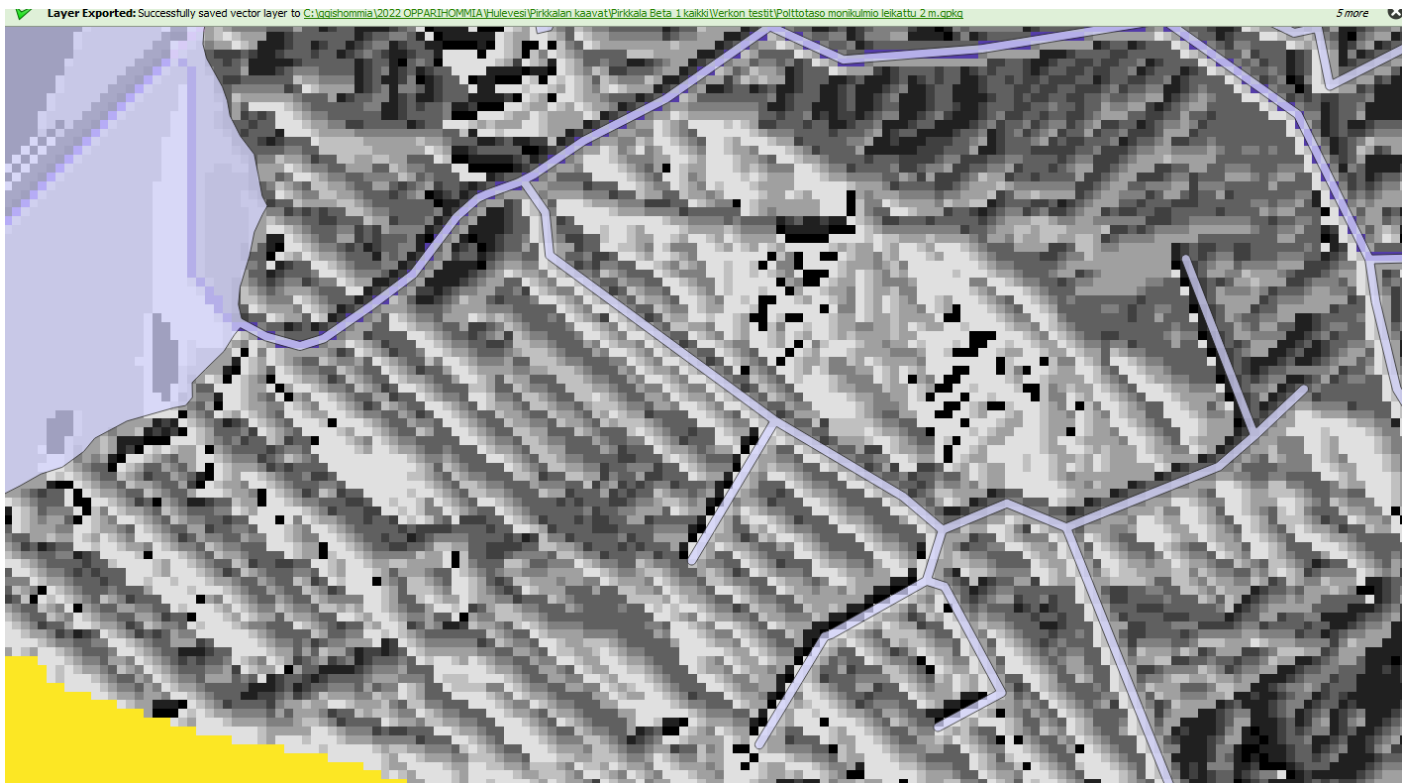
Kuva 35. Sama valuma-alue rajattuna ja laskettuna. (Minimum size of exterior watershed basin 5000)

R.water.outlet

R.watershed tuottaa *drainage direction* rasteritason, josta voidaan muodostaa tietyn hilan yläpuolinen valuma-alue r.water.outlet:lla. Työkalu on hyödyllinen tarkastellessa vesistöjä, joilla on selkeä purkupiste.

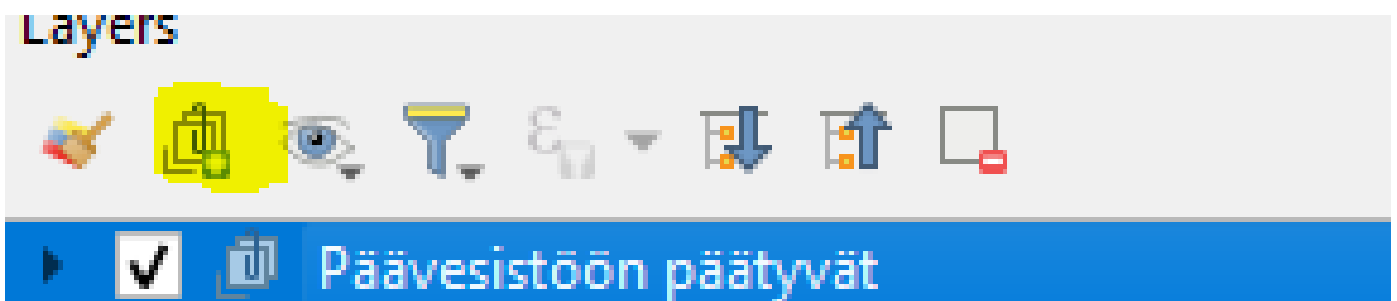
1. Toimiakseen r.water.outlet vaatii r.watershed:n tuottaman *drainage direction* tason. Tämä tuotetaan aiemmin ohjeistetulla tavalla.

2. Järjestetään tasot työtilassa. Tavoitteena on, että uomien sijainnit löytyvät. *Drainage direction* ja *polttotaso* voivat olla tässä apuna. Myös *stream segments* ja *poltettu\_korkeusmalli* voivat auttaa.



Kuva 36. Esimerkki järjestyksestä.

3. Luodaan ryhmä tasoikkunaan ja nimetään ryhmä tunnistettavalla tavalla. Maalataan ryhmä. (Tällä tapaa maalaamalla ryhmän, voidaan kaikki tasot asettaa automaattisesti ryhmän sisälle, kun käytetään mitä tahansa työkalua).



4. Haetaan työkalu. *Processing* -> *Processing toolbox* -> *GRASS* -> *Raster (r\*)* -> *r.water.outlet*

5. Valitaan r.water outlet parametrit:

- *Name of the input raster map* -> "Drainage direction" virtaussuuntarasteri
- *Coordinates of the outlet point* -> Valitse tarkasteltavan uoman purkupiste työtilasta

Coordinates of outlet point

0.000000,0.000000 [EPSG:3878]



▶ **Advanced Parameters**

- Tallennetaan tilapäisenä.

-> **Run. Sulkematta työkalua!**

8. Tarkistetaan tulos. Mikäli tuotettu valuma-alue "Basin" on vain muutaman hilan kokoinen, on syynä todennäköisimmin virtaussuuntatason (drainage direction) kannalta väärä purkupiste (*coordinates of outlet point*). **Oikean hilan löytäminen voi vaatia toisinaan useita yrityksiä!** Tasoja voi myös järjestellä uudelleen, kunnes mieluisa järjestys löydetään.

8b. Väärät tasot tulee poistaa -> *delete layer*. Valitaan uusi purkupiste ja kokeillaan uudelleen, kunnes oikea hila löytyy.



Kuva 37. R.water.outlet laskentatulokset erälle uomalle.

9. Toistetaan prosessia tarpeen mukaan uudelleen.

Valuma-alueiden polygonisointi

**Tämä kohta toteutetaan, mikäli valuma-alueita on tarpeen muuntaa vektoreiksi. Muutoin kohta ohitetaan.** Valuma-alueet on muutettava vektoreiksi, jotta niille voidaan laskea ominaisuustietoja.

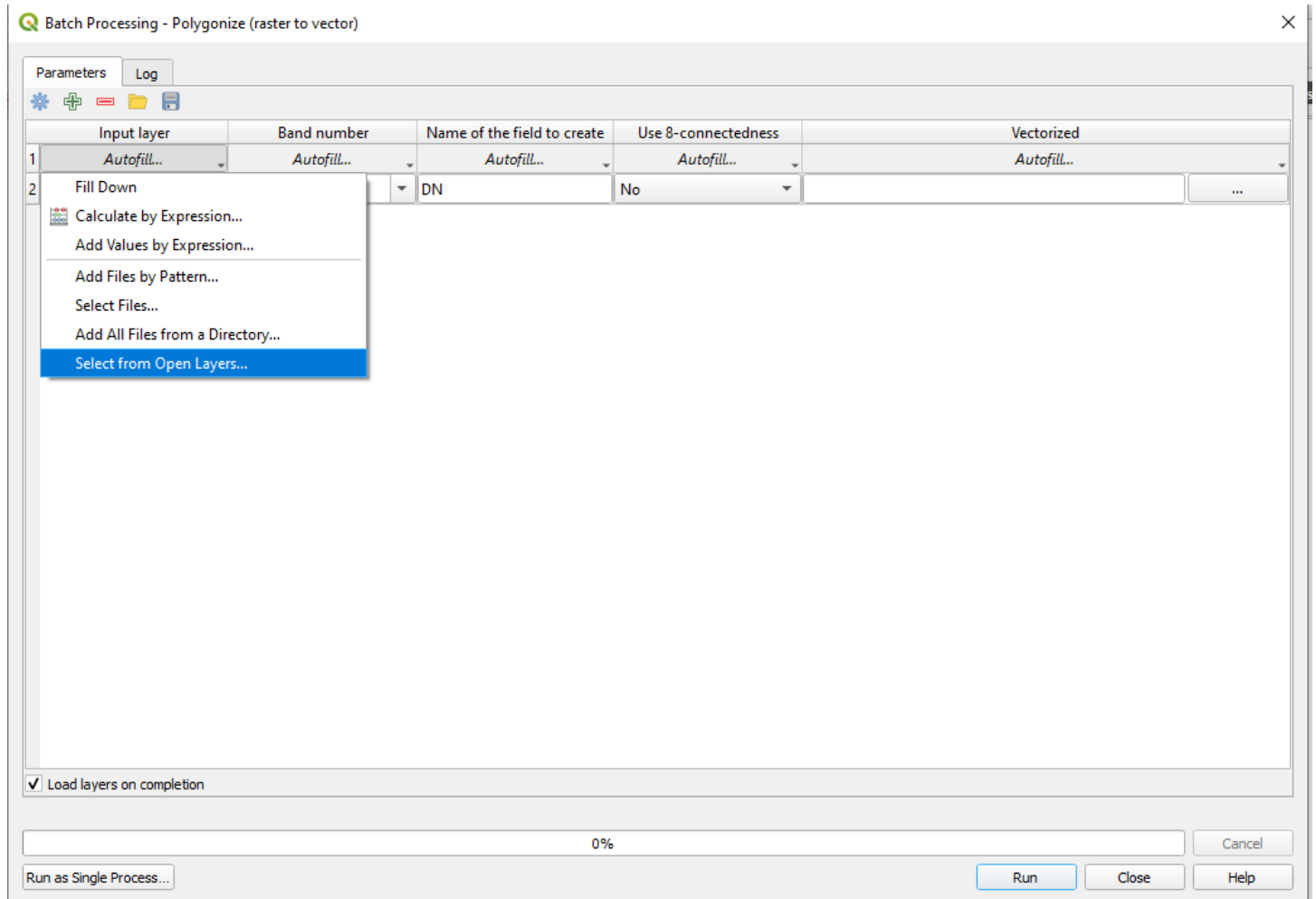
1. Haetaan polygonisointityökalu ja toteutetaan **tarpeen mukaan** prosessi erinä. Mikäli polygonisoidaan vain yhtä tasoa, vaihtoa ei tarvitse toteuttaa erissä. *Processing-> Processing toolbox -> GDAL-> Raster conversion -> **Polygonize** -> Execute as Batch process*

2. Valitaan polygonisoinnin parametrit (erissä).

- *Input layers -> Autofill Select From open layers* -> Valitaan kaikki ne tasot, jotka halutaan muuttaa vektoreiksi.

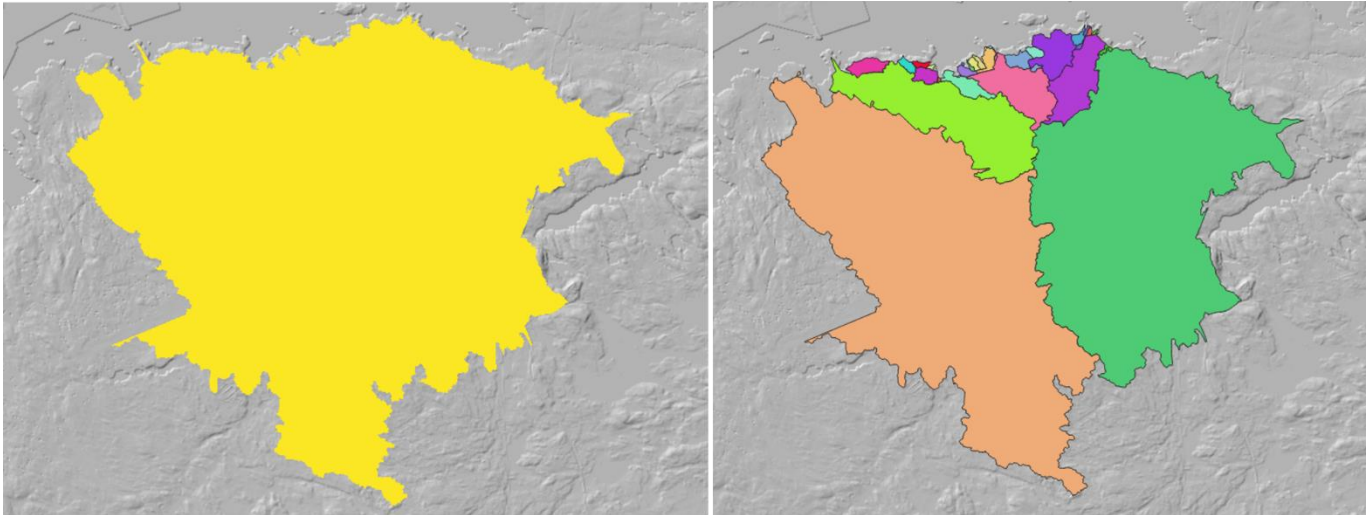
- *Band number Autofill* -> Käytetään oletusasetusta.
- *Use 8-connectedness* -> *Autofill* -> No.
- *Vectorized.* -> *Painetaan kolmea pistettä ja etsitään tallennuspaikka* -> *Voidaan kirjoittaa etuliite tiedostonimeen (esim. kunta "VALU\_", "OSAVALU\_")* -> *Autofill* -> *Autofill settings* -> *Fill with numbers* -> ok.
- *Load layers on completion*

-> *Run.*



Kuva 38. Polygonisoinnin parametrejä.

3. Yhdistetään tasot, mikäli tarpeellista. Processing-> Processing toolbox -> Vector General -> **Merge vector layers**



Kuva 39. Polygonisoinnin tulos. Kuvassa keltaisella rasteritasoja. Oikealla usealla värillä vektoritasot.

### Uomien polygonisointi

**Tämä kohta toteutetaan, mikäli uomia on tarpeen muuntaa vektoreiksi. Muutoin kohta ohitetaan.**  
Toisinaan uomia voi olla tarpeellista polygonisoida.

1. Haetaan työkalu. *Processing* -> *Processing toolbox* -> *GRASS*->*Raster(r.\*)* -> *r.to.vect*

2. Valitaan polygonisoinnin parametrit:

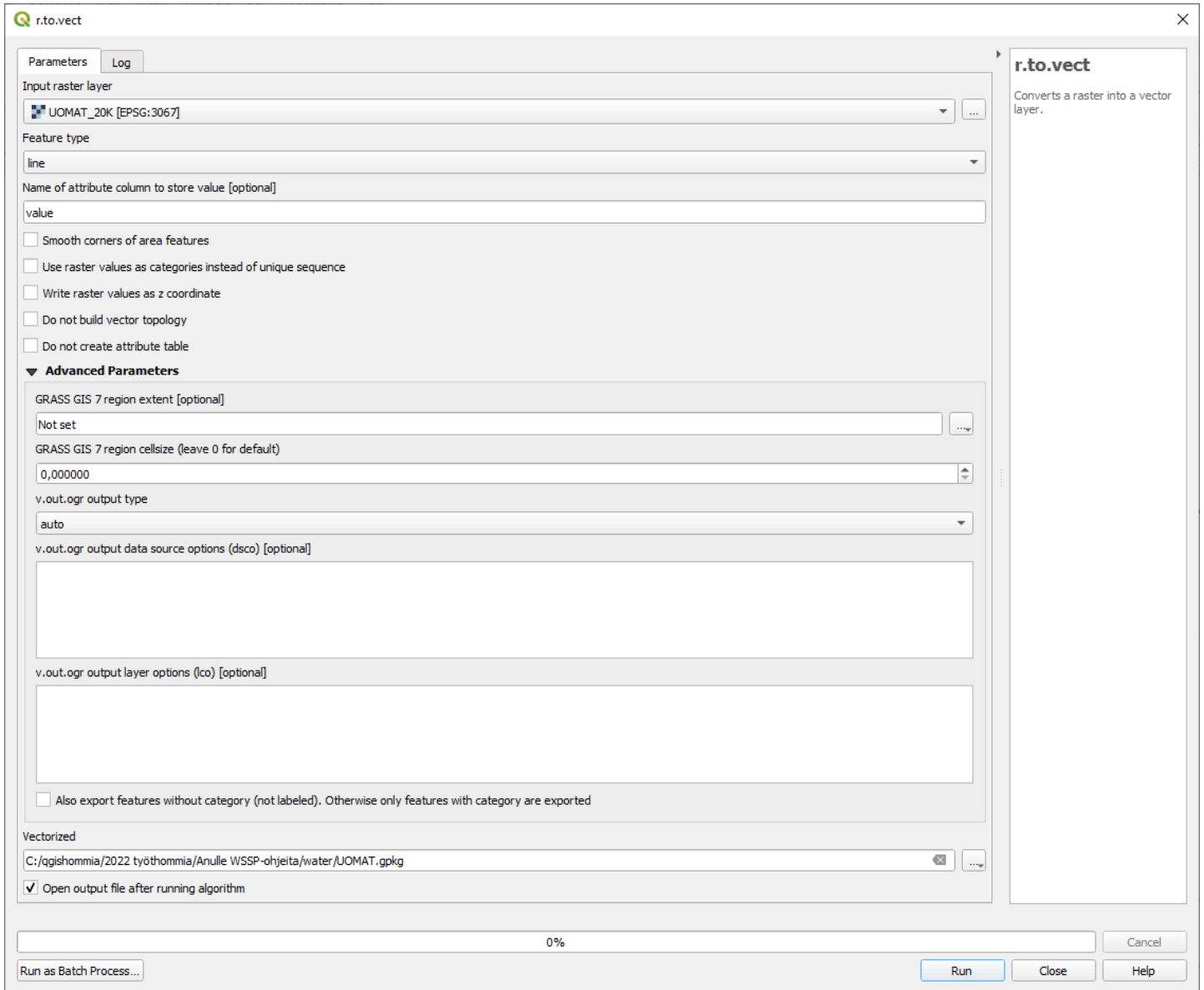
- *Input raster layer* -> *Stream segments*.
- *Feature type* -> *Line*.
- Tallennetaan tunnistettavalla tavalla.

-> *Run*.

2b. Jos työkalu ei tuota vektoritasoa, täytyy ohentaa. *Processing* -> *Processing toolbox* -> *GRASS*->*Raster(r.\*)* -> *r.thin*

->*Run*.

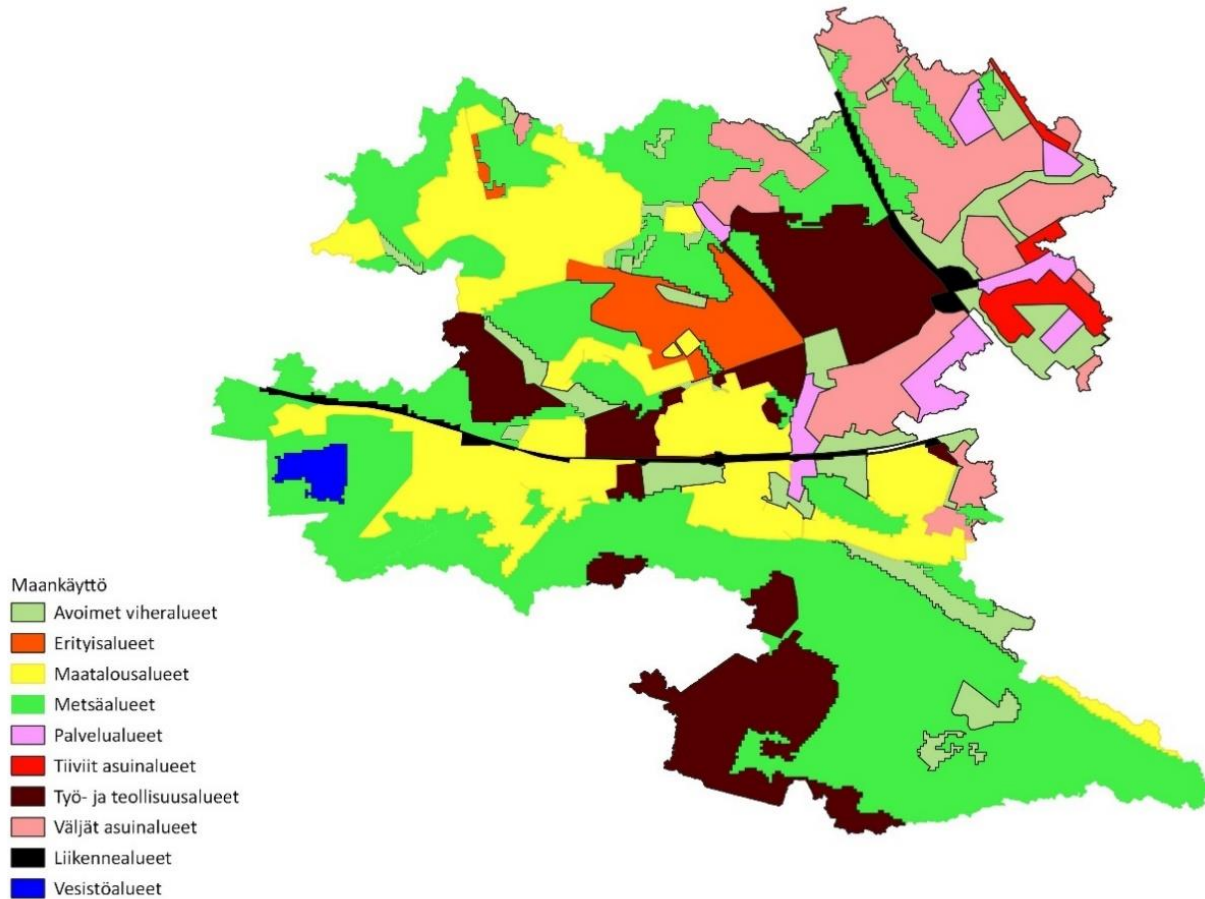
Palataan ohennetun aineiston kanssa kohtaan 2.



Kuva 40. Uomien polygonisoinnin parametrit.

3. Yhdistetään tasot, mikäli tarpeellista. Processing-> Processing toolbox -> Vector General -> **Merge vector layers**

# WSSP Maankäyttöluokka- ja muutosaluemoduuli



Kuva 41. Maankäyttö pilottialueella WSSP:n määritelmien mukaan.

## Tiivistelmä

On suositeltavaa luoda erillinen työtila maankäyttöluokkamoduulia varten. Moduulissa muunnetaan lähtöaineisto vastaamaan WSSP maankäyttöluokittelua. Tämän avulla saadaan käsitys hulevesien kannalta merkittävien maankäyttömuotojen laajuudesta ja ihmistoiminnan merkityksestä maankäyttömuodoittain. Lisäksi luokittelun avulla voidaan paikantaa muutosalueet. Muutosalueet ovat niitä alueita, jotka voivat muuttua hydromorfologiselta luonteeltaan niin paljon, ettei niitä voi pitää enää samana maankäyttömuotona. Moduulin tavoitteena on:

- Muuntaa yleiskaava vastaamaan WSSP maankäyttöluokkia (*"korjaamaton maankäyttö"*)
- Luoda nykytilaa heijasteleva maankäyttötaso (*"korjattu maankäyttö"*)
- Määrittää *"muutosalueet"*

Moduulissa tarvittavat lähtöaineistot:

- Yleiskaava
- Maastotietokannan tarvittavat kohteet
- LUKEN metsätiedon tarvittavat kohteet

Jotta maankäyttöluokittelu voidaan tehdä, on muutettava kaavan käyttötarkoituserä vastamaan WSSP:n maankäyttöluokkia. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi kaavan käyttötarkoitusta ilmaisevasta ominaisuustiedosta kuten V, PY, tulee luokat "Palvelualueet" sekä "Vesialueet" jne. Käyttötarkoituksettomalle kohteelle annetaan luokka "Kaavaton"

**Yleiskaavan on oltava topografisesti ehjä ja geometrialtaan monikulmio. Lisäksi jokaisella yleiskaavan kohteella tulee olla kaavanmukaista käyttötarkoitusta vastaava ominaisuustieto.** Mikäli aineisto ei täytä näitä ehtoja, tarkoittaa tämä lisätyötä. Topografiset virheet tulee korjata, jotka ohjeistetaan. Viivamuotoinen geometria vaatii polygonisoinnin. Ilman ominaisuustietoa maankäyttöluokittelua ei voi tehdä. Polygonisointi ja ominaisuustiedon lisääminen pistetasoilla ohjeistetaan.

### QGIS- tukeman vektoritiedoston tuominen

Mikäli hulevesiverkostoaineisto on QGIS:n tukema vektoritiedosto toimitaan seuraavasti. **Mikäli aineisto on tekninen piirros, tämä kohta ohitetaan.**

1. Haetaan aineisto. Valitaan vektoritiedosto ja tiputetaan se työtilaan.
2. Tarkistetaan sijainti World-komennolla. *Coordinates -> World.*
3. Tarkistetaan ominaisuustiedot ja -muoto. Avataan tason välilehti. -> *Attribute table.*

Tuodun tiedoston on sisällettävä jokin ominaisuustieto, josta kaavan käyttötarkoitusta vastaava tieto käy ilmi. Tämä voi olla lyhenne (W, AS, V, PA) tai mikä tahansa muu käyttötarkoitusta vastaava tieto. Yleiskaavan tulee olla topografisesti ehjä monikulmio. Topografinen korjaus esitellään ohjeissa.

### Teknisen piirustuksen tuominen .DWG ja .DFX

Tekninen piirustus pitää tuoda ja muuntaa QGIS:issa luettavaksi tiedostomuodoksi. **Mikäli aineisto on QGIS:n tukema vektoritiedosto, tämä kohta ohitetaan.** Mikäli kaavan tekninen piirustus saadaan viivamuotoisena, eikä se sisällä tarpeellista ominaisuustietoa, se tulee muuntaa monikulmiomuotoon.

1. Tuodaan tekninen piirustus työtilaan. *Project -> Import/Export -> Import layers from DWG/DFX.*
2. Valitaan tuomisen parametrit:
  - *Target package* -> Tallennetaan ja nimetään tunnistettavalla tavalla. Suositeltu tiedostomuoto on *geopackage (GPKG)*.
  - *Select CRS* -> Valitaan teknisessä piirroksessa käytetty koordinaattijärjestelmä. Tieto selviää piirustuksen mukana saaduista metatiedoista tai vastaavasta tietolähteestä, kuten kaavan piirtäjältä kysymällä. (**Tyypillisesti käytetään kunnallista EUREF-FIN koordinaattijärjestelmää**).
  - *Source Drawing* -> Alkuperäinen tekninen piirustus.

3. Nimetään ryhmä. -> *Group name.* -> *Ok.*

4. Tarkistetaan sijainti. *Coordinates -> World.*

5. Tarkistetaan tuodun aineiston muoto ja ominaisuustiedot. Attribuuttitaulukosta pitää löytyä kaavan käyttötarkoitusta vastaava tieto jokaiselle kohteelle.

6. Piilotetaan tai poistetaan tarpeettomat tasot. Tarpeellisia tasoja ovat monikulmiomuotoinen yleiskaava ja mahdollisesti kaavan käyttötarkoitusta ilmaiseva pistetaso.

Pirstaleisen viivamuotoisen geometrian muuntaminen monikulmioksi

**Tämä kohta ohitetaan, mikäli aineisto on yhtenäinen monikulmio valmiiksi.** Tässä osiossa opastetaan, kuinka aineisto korjataan käyttökelpoiseksi silloin, kun se tuodaan ohjelmaan viivamuotoisena ja sirpaleisena.

1. Haetaan geometrioiden yhdistämisen työkalu *Processing* -> *Processing toolbox* -> *Vector Geometry* -> *Snap Geometries to a layer*.

2. Valitaan geometrian yhdistämisen parametrit:

- *Tolerance (1)*
- *Behaviour* -> *Snap to anchor nodes*
- Tallennetaan välikaisena.

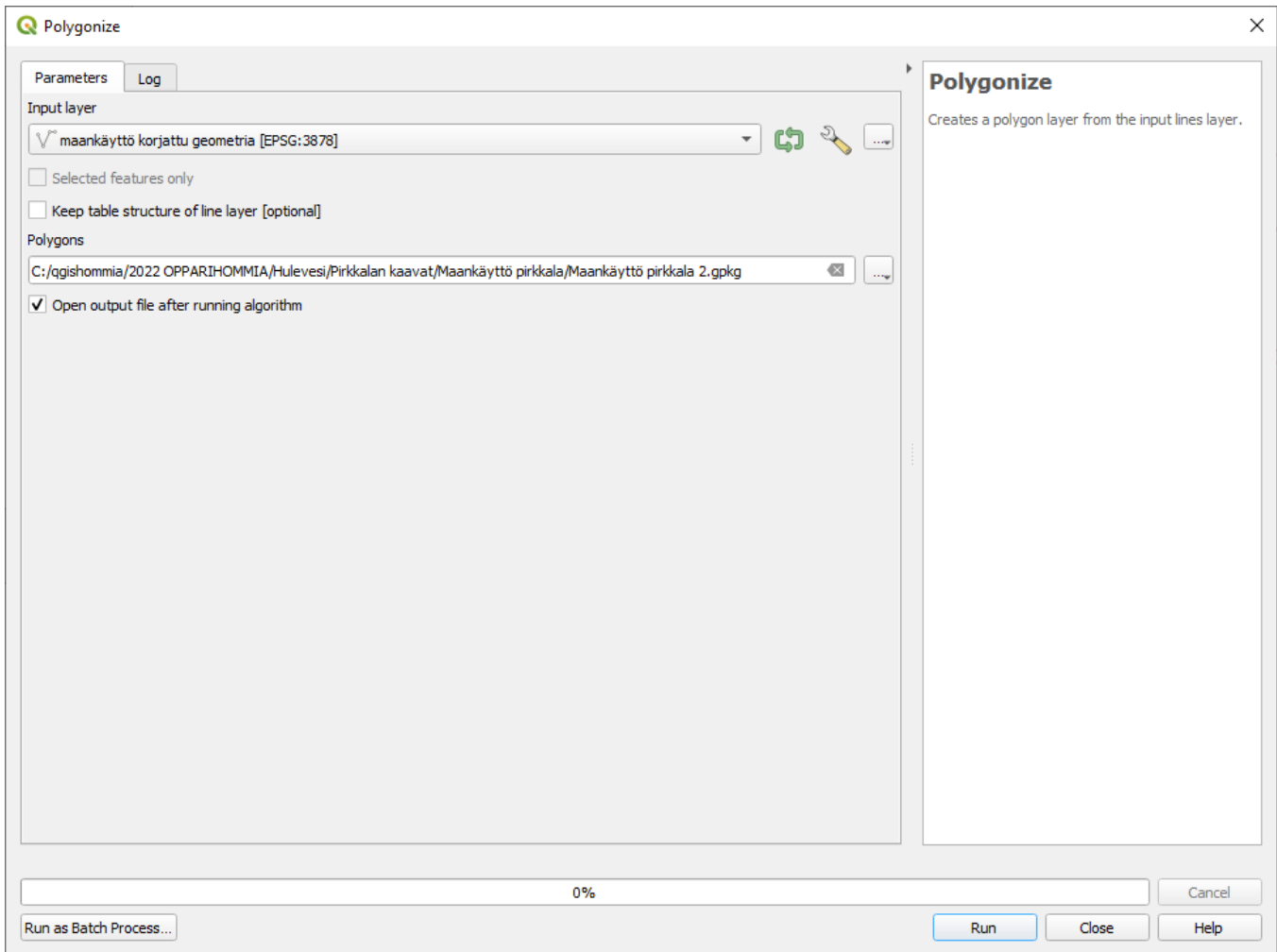
-> *Run*.

3. Muodostetaan luodusta vektorista monikulmio. *Processing* -> *Processing toolbox* -> *Vector Geometry* -> *Polygonize*.

4. Valitaan polygonisoinnin parametrit:

- *Input layer* -> *Snapped Geometries*
- Tallennetaan tunnistettavalla tavalla.

-> *Run*.



Kuva 42. Viivamuotoisen geometrian muuntaminen monikulmioksi.

5. Tarkistetaan tulos vertaamalla viiva- ja monikulmiomuotoista vektoritasoa. Korjataan mahdolliset virheet käsin digitoimalla. *Snap Geometries to a layer, Tolerance* -arvoa voidaan koittaa säätää käsitöiden välttämiseksi. **Pilotoinnissa huomattiin, että yhtä metriä suuremmat arvot voivat muuttaa kaavaa olennaisella tavalla!**

Kaavan käyttötarkoitusta vastaavan tiedon liittäminen monikulmioon sijainnin avulla

**Tämä kohta ohitetaan, mikäli aineistossa on kaavan käyttötarkoitusta vastaava ominaisuustieto.**

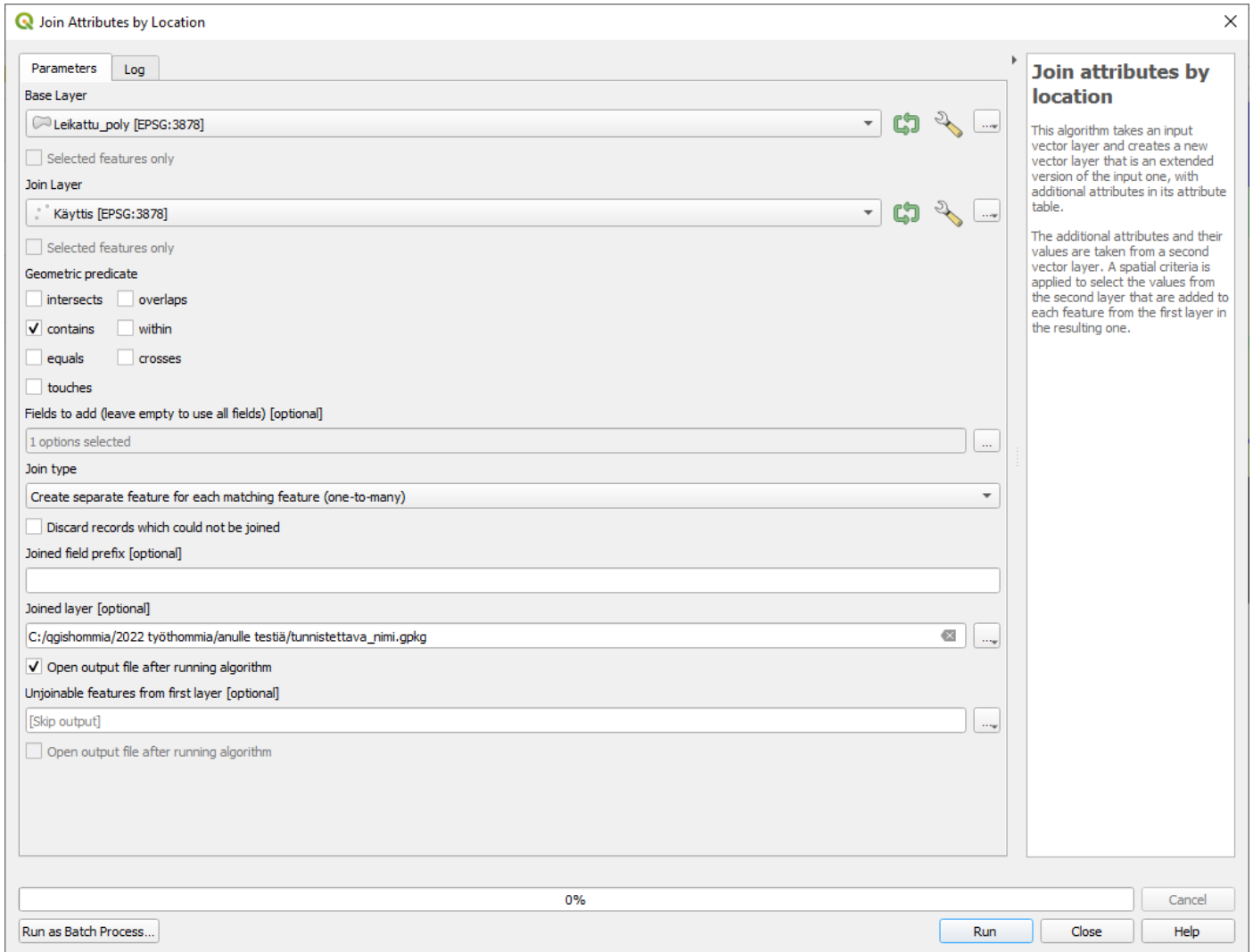
Monikulmioon voidaan liittää sijainnin avulla ominaisuustieto.

1. Haetaan sijainnin perusteella liittämisen työkalu. *Processing Toolbox* -> *Vector general* -> *Join attributes by location*

2. Valitaan sijainnin perusteella liittämisen parametrit:

- *Base layer* -> (edellisessä vaiheessa luotu taso) Taso josta puuttuu kaavan käyttötarkoitusta vastaava ominaisuustieto
- *Join layer* -> Taso joka sisältää kaavan käyttötarkoituksen (pistemuotoinen)
- *Geometric predicate* -> Contains
- *Fields to add* -> Valitaan se ominaisuustieto, joka sisältää kaavan käyttötarkoituksen
- *Join type* -> Take attributes of the first matching feature only (one-to-one)
- *Joined layer* -> Tallennetaan taso tunnistettavalla tavalla.

-> *Run*.



Kuva 43. Sijainnin perusteella ominaisuustietojen liittämisen parametrit.

**Menetelmä on ainoastaan, niin tarkka kuin lähtöaineisto ilman korjaamista ja tarkistamista.** On mahdollista, että alueet sisältävät useita pisteitä tai pisteet eivät osu monikulmioihin. Lisäksi on mahdollista, että väärä piste osuu kohteeseen. Tästä seuraa epätarkkuuksia, jotka joudutaan korjaamaan käsin attribuuttitaulukkoa ja pistetasoa vertaamalla. Rinnakainen kuvatarkastelu voi myös auttaa korjauksessa.

Maankäyttö lopullinen SHP — Features Total: 140, Filtered: 140, Selected: 0

FID	text
1	2 NULL
2	22 NULL
3	24 NULL
4	34 NULL
5	38 NULL
6	44 NULL
7	48 NULL
8	67 NULL
9	71 NULL

Show All Features

Coordinate: 24479434 6816458 | Scale: 1:21690 | Magnifier: 100% | Rotation: 0,0 ° | Render | EPSG:3878

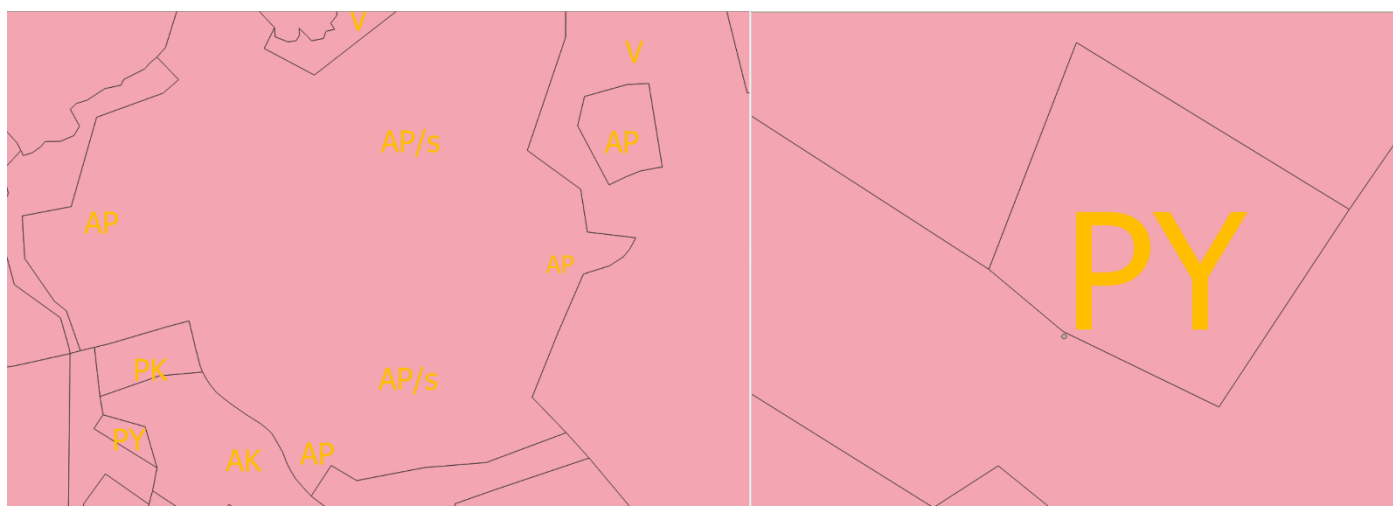
Kuva 44. Attribuuttitaulukon voi kiinnittää työtilaan.

Joined layer — Features Total: 140, Filtered: 140, Selected: 1

FID	text
1	0 EV
2	1 T
3	2 NULL
4	3 AP/s
5	4 TP
6	5 PK
7	6 AK
8	7 PK
9	8 V
10	9 VU
11	10 AP
12	11 T
13	12 AP
14	13 VU
15	14 TP
16	15 EV
17	16 V
18	17 V
19	18 PY
20	19 AK
21	20 V
22	21 PY
23	22 NULL

Show All Features

Kuva 45. Tason attribuuttitaulukko. NULL-arvot ovat niitä arvoja, joiden kohteiden sisällä ei ollut pistettä, joka ilmaisisi käyttötarkoitusta.



Kuva 46. Vasemmalla tilanne, jossa useita pisteitä osuu saman kohteen sisälle. Oikealla pistetaso ei osu kohteen sisälle. Kaikki tämä tuottaa virhettä.

## Projekointi

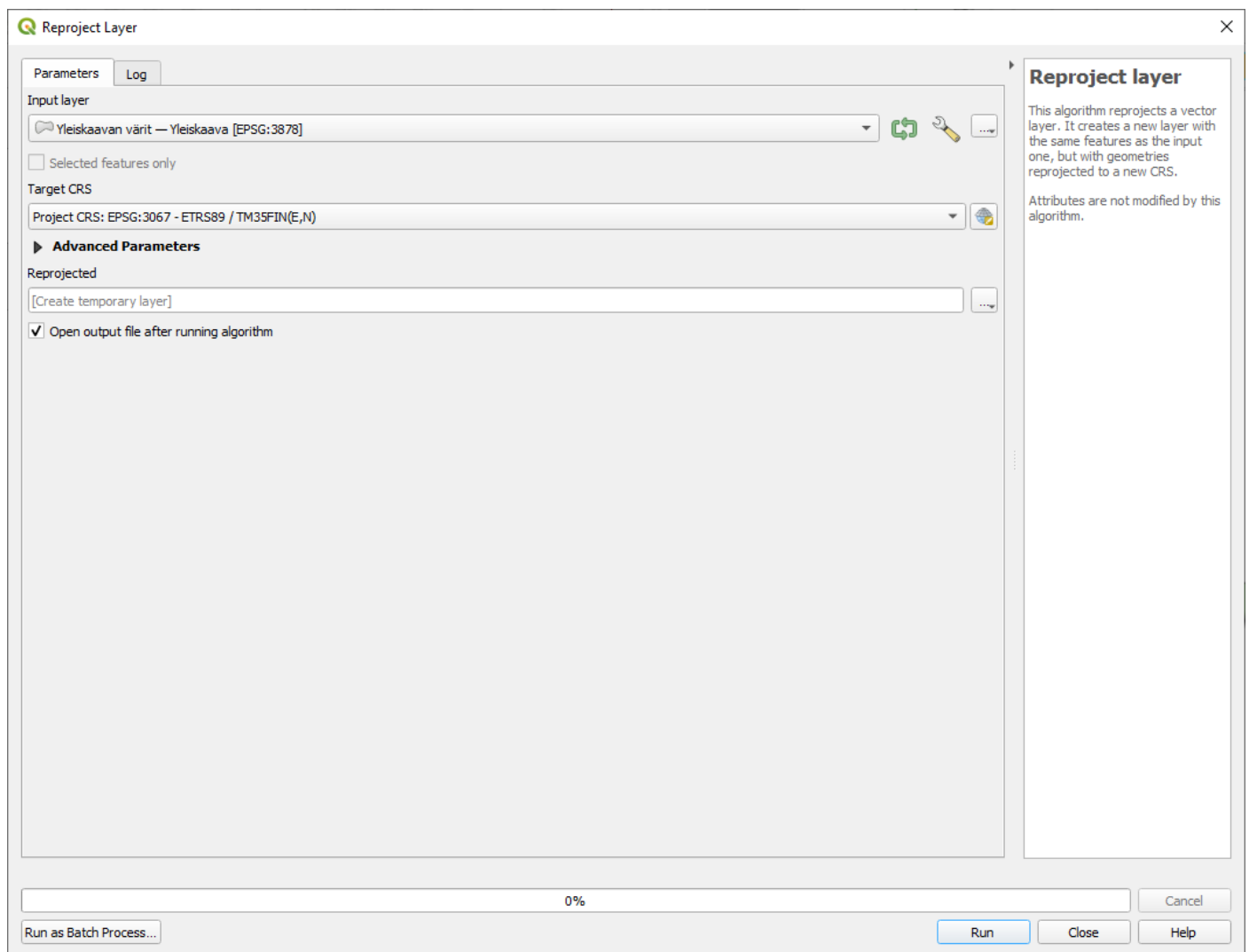
Ennen korjauksen aloittamista kaava tulee projektoida uudelleen EPSG:3067, ETRS-TM35FIN järjestelmään. Vaihtoehtoisesti kaikki ne aineistot, joita liitetään, tulee projektoida kunnalliseen koordinaatistoon.

1. Haetaan projektointityökalu -> Vector general -> **Reproject Layer**

2. Valitaan projektoinnin parametrit:

- *Input layer* -> Yleiskaava (Uudelleen projektoitava taso).
- *Target CRS* -> EPSG:3067, ETRS-TM35FIN.
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*.



Kuva 47. Uudelleen projektoinnin parametrit.

## Yleiskaavan topologisten virheiden korjaus

Kaikista HULVATTU pilottikunnista hankitut lähtöaineistot (yleiskaavat) sisälsivät topologisia virheitä. Yleiskaavojen teknisissä piirroksissa oli limittäisyyksiä ja reikiä sekä geometrioiden hukkapaloja.

Aineiston virheet voidaan hyväksyä, tai ne voidaan korjata. Topologinen eheyttäminen vie aikaa. Mikäli aikaa ei ole täydelliseen korjaukseen, on suositeltavaa korjata vähintään suurimmat virheet, kuten kokonaisten kohteiden päällekkäisyydet ja suuret reiät.

- Geometrian hukkapalat (*Dangles*) voivat aiheuttaa virheitä liitettäessä kohteita toisiinsa yhteisen rajan perusteella.
- Limittäisyydet (*Overlaps*) edustavat virheellistä tietoa.
- Reiät (*Gaps*) edustavat puutteellista dataa.

Topologisten virheiden korjaamiseen ja paikantamiseen on kolme valmista työkalua:

- *Topology checker plugin* - Automaattiset tarkistukset, mutta käsin korjaukset
- *Geometry Checker plugin* - Automaattinen tarkistukset, mutta puoliautomaattiset korjaukset
- *V.clean* - Automaattiset tarkistukset ja korjaukset GRASS:in avulla

Yksikään työkalu ei osoittautunut pilotoinnissa aukottomaksi. Käsin korjaamisessa hyödynnettiin digitointia, *fix geometries*-, ja *remove dangles*- työkaluja. Reiät täytettiin *buffer*-, *dissolve*-, *difference*-, työkaluja hyödyntäen. *V.clean* toimii heikosti, tai ei ollenkaan QGIS 3.27 versiossa. Tästä syystä työkalua ei suositella käytettäväksi. GRASS GIS ohjelmalla työkalu toimii paremmin.

Kaikkia virheitä ei todennäköisesti saada poistettua. **Vähin mitä täytyy tehdä, on suurimpien reikien täyttäminen.**

### Topologinen tarkistus

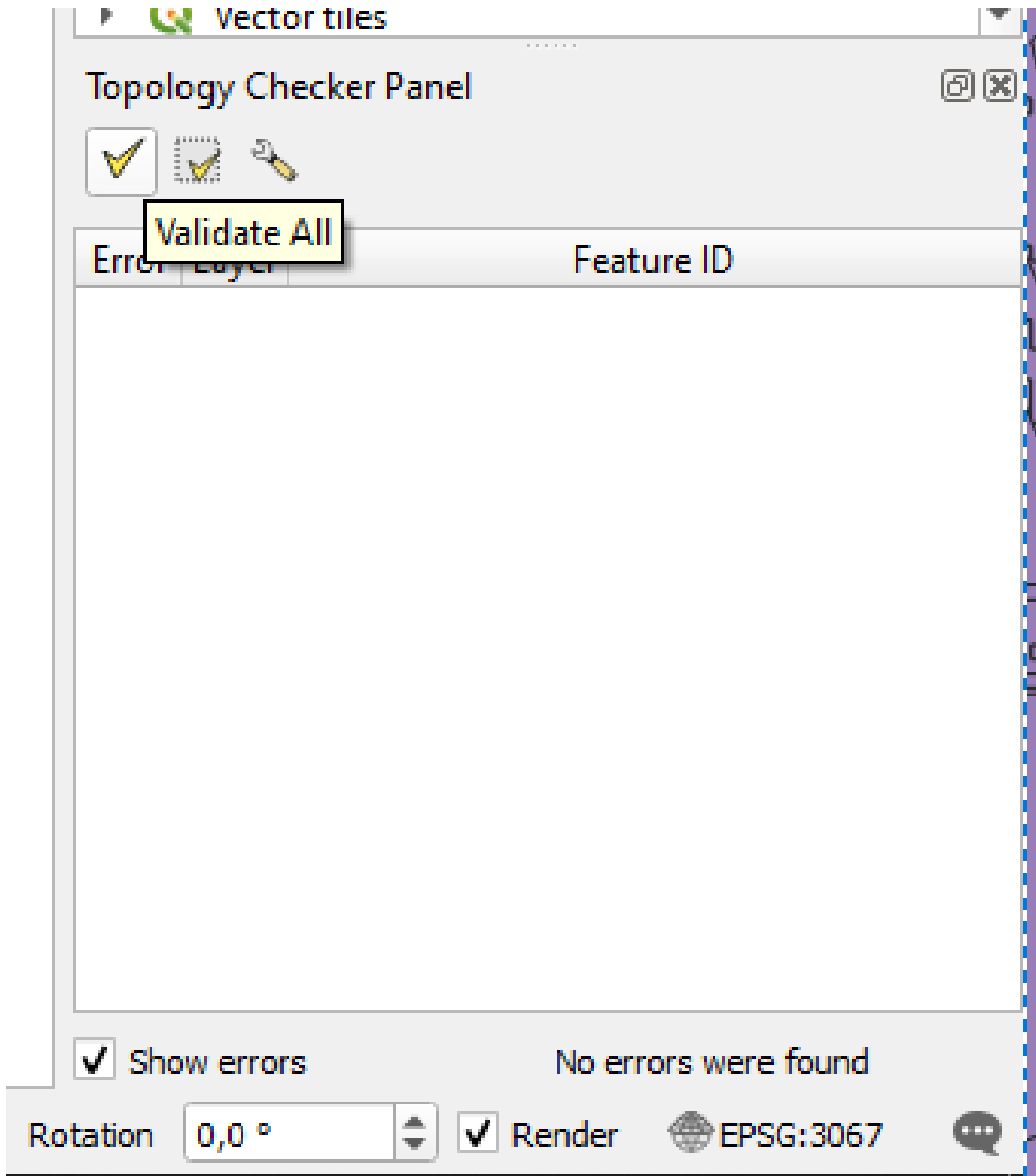
Topologinen tarkistus voidaan tehdä nopeasti. **Mikäli virheitä on vähän, koko topografisen eheyttämisen voi ohittaa.** Huomionarvoista on, että *Geometry Checker plugin* voi antaa eriäviä tuloksia.

1. Valitaan työkaluriviltä: *Vector* -> *Topology Checker plugin*

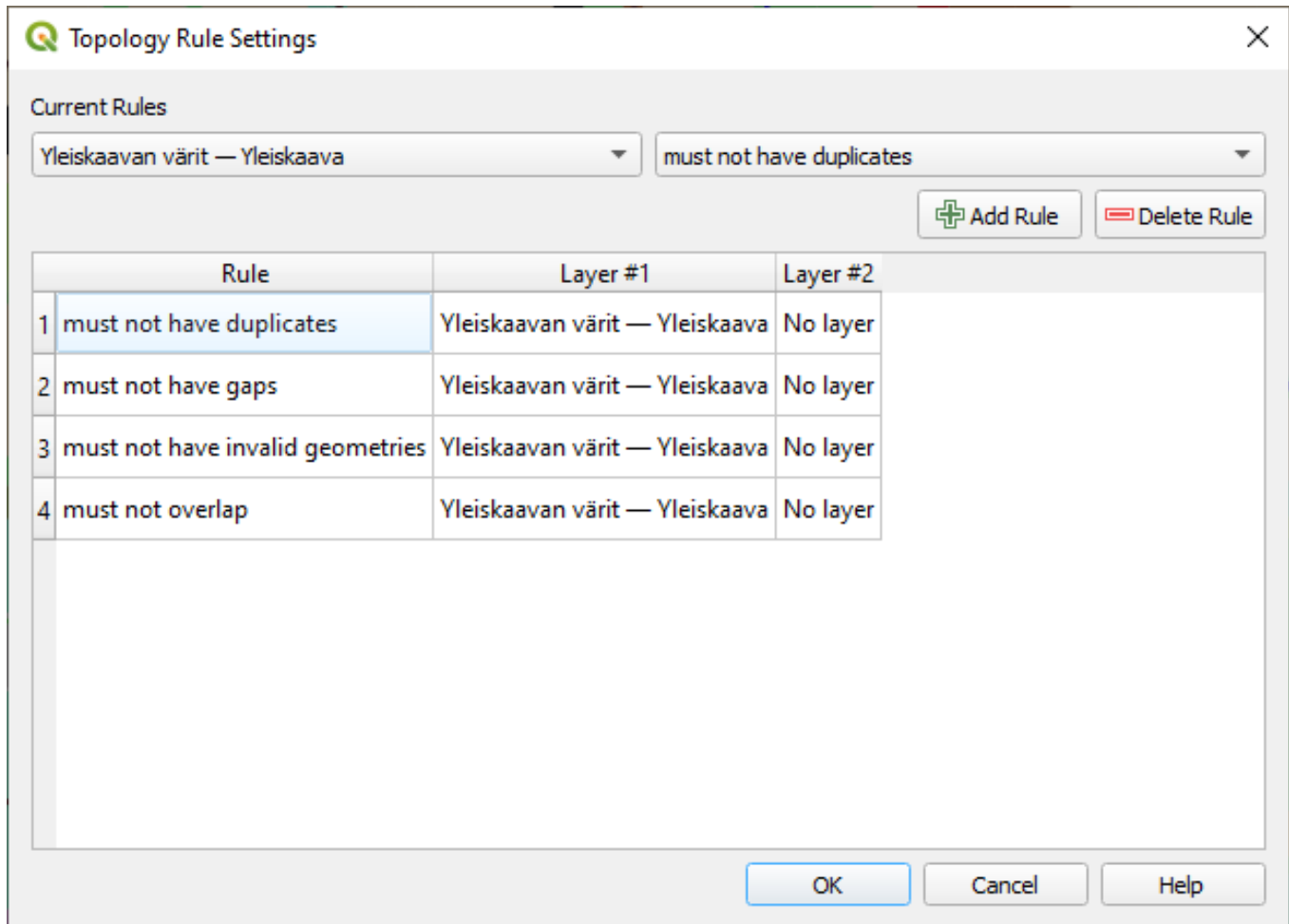
2. Valitaan topologisen tarkistuksen parametrit, lisäämällä tason seuraavat säännöt:

- *Must not have duplicates*
- *Must not have gaps*
- *Must not have invalid geometries*
- *Must not overlap*

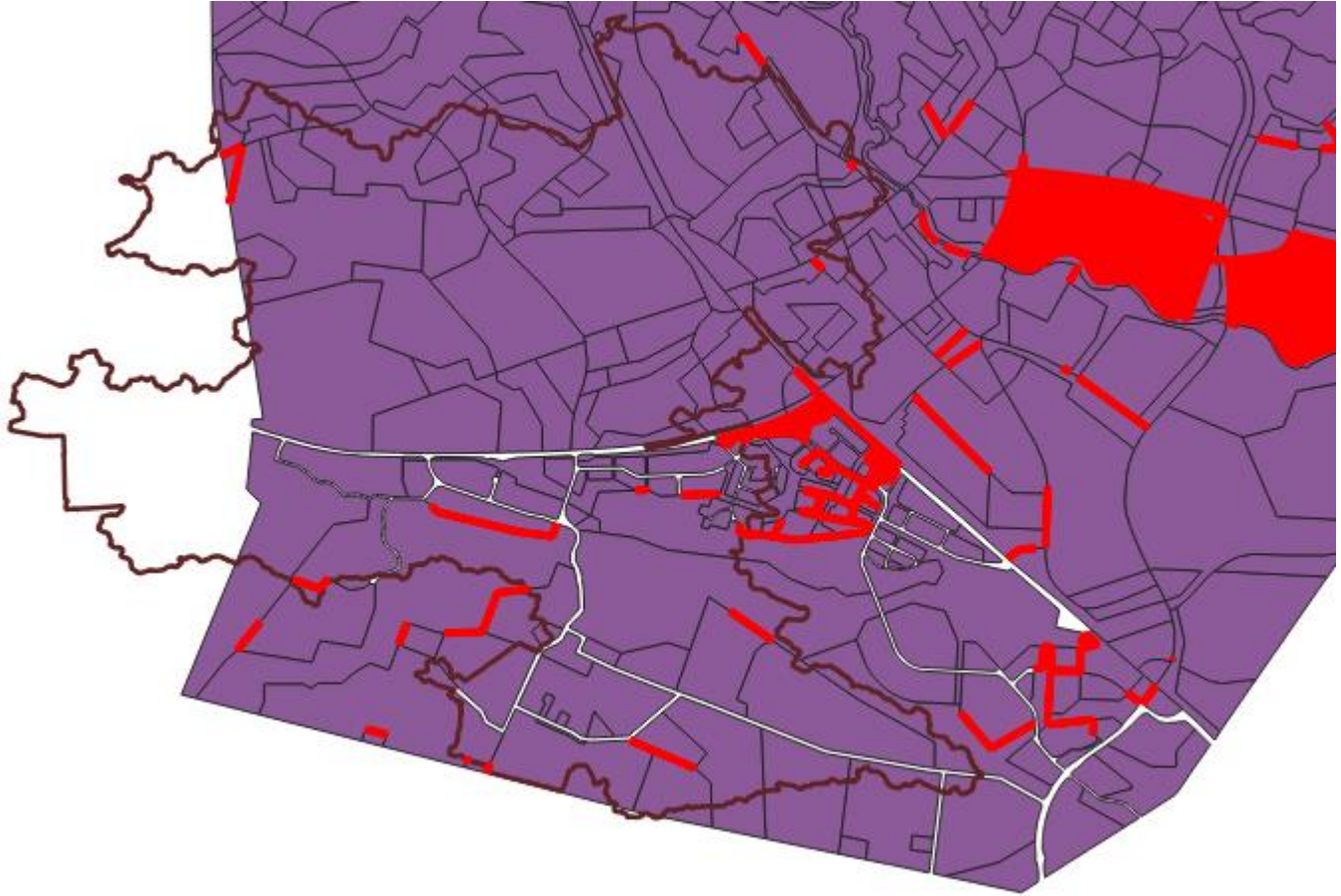
3. Painetaan *Ok* -> *Validate all*.



Kuva 48. Topologisen tarkistuksen validointi.



Kuva 49. Topologisen tarkistuksen säännöt

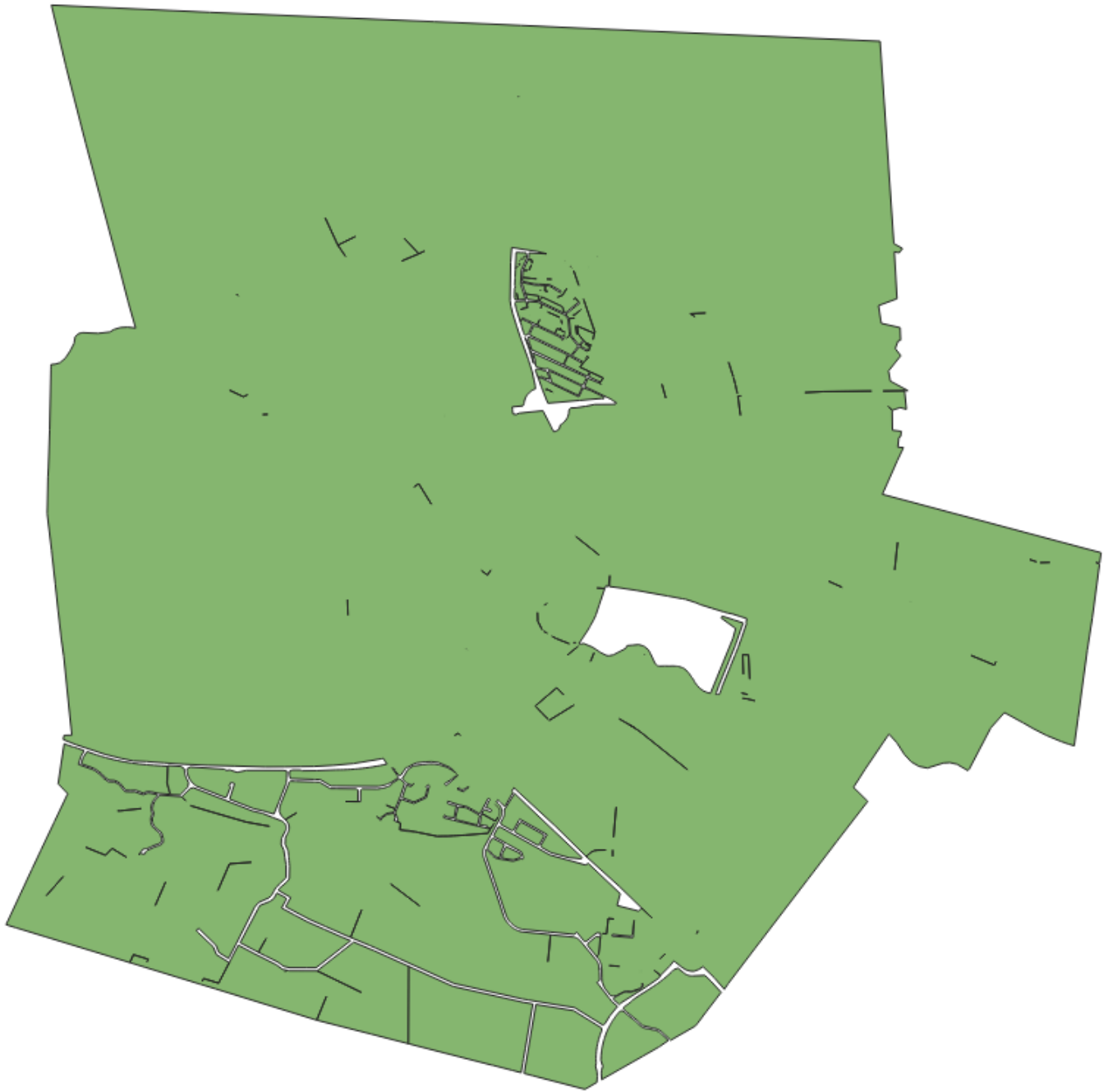


Kuva 50. Topologisen tarkistuksen tulokset. Kuvassa violetilla kaava. Punaisella virheet. Ruskealla valuma-alue.

Pilotoinnissa virheiden laajuus vaihteli neliösenteistä-kilometreihin, ja määrä sadoista virheettömään. Lisäksi on huomionarvoista, että *Topographic checker* ei kykene paikantamaan niitä kohtia, jotka ovat "auki" reunoista (valkoiset halkovat muodot kuvassa 49). Nämä kuitenkin edustavat puuttuvaa dataa, joten nekin on täytettävä.

3. Tarkistetaan reikien sijainti sulattamalla ja luodaan seuraavaa vaihetta varten työtaso. *Processing toolbox* -> *Vector Geometry* -> *Dissolve*

-> *Run*.



Kuva 51. Sulatustyökalun tulos. Reiät näkyvät selkeästi valkoisena, tai mustana viivana.

Reikien paikkaus ja aineiston leikkaaminen

Reikiä voi paikata digitoimalla tai toisella vektoritasolla. Kaikkien liitettävien aineistojen tulee olla samassa koordinaattijärjestelmässä.

Yksinkertaisin tapa korjata reikiä on puskuroida aineistoa positiivisella ja negatiivisella arvolla. Tämän jälkeen puskuroitu aineisto liitetään ja puskuroimattomaan. Puskurointi aiheuttaa vääristymiä.

1. Haetaan puskurointityökalu. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector geometry* -> *Buffer*

## 2. Valitaan puskuroinnin parametrit:

- *Input layer* -> *Dissolved*
- *Distance* -> 50 (**Metrimäärän tulee olla riittävä, jotta suurin osa rei'istä täyttyy ja avoimet päät umpeutuvat. Liian suuri puskuri aiheuttaa suuria vääristymiä**).
- *Segments* -> 5 (vähintään)
- *End cap style* -> Flat
- *Join style* -> Miter
- *Dissolve result* ->
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> Run.

The screenshot shows the QGIS Buffer dialog box with the following settings:

- Parameters** (selected tab) | Log
- Input layer:** Dissolved [EPSG:3067]
- Selected features only
- Distance:** 50,000000 meters
- Segments:** 5
- End cap style:** Flat
- Join style:** Miter
- Miter limit:** 2,000000
- Dissolve result
- Buffered:** [Create temporary layer]
- Open output file after running algorithm

Progress bar: 0%

Buttons: Run as Batch Process..., Run, Close, Help

Kuva 52. Puskuroinnin parametrit.

## 3 Toistetaan prosessi puskuroidulle (*buffered*) tasolle, mutta käytetään negatiivista puskuria.

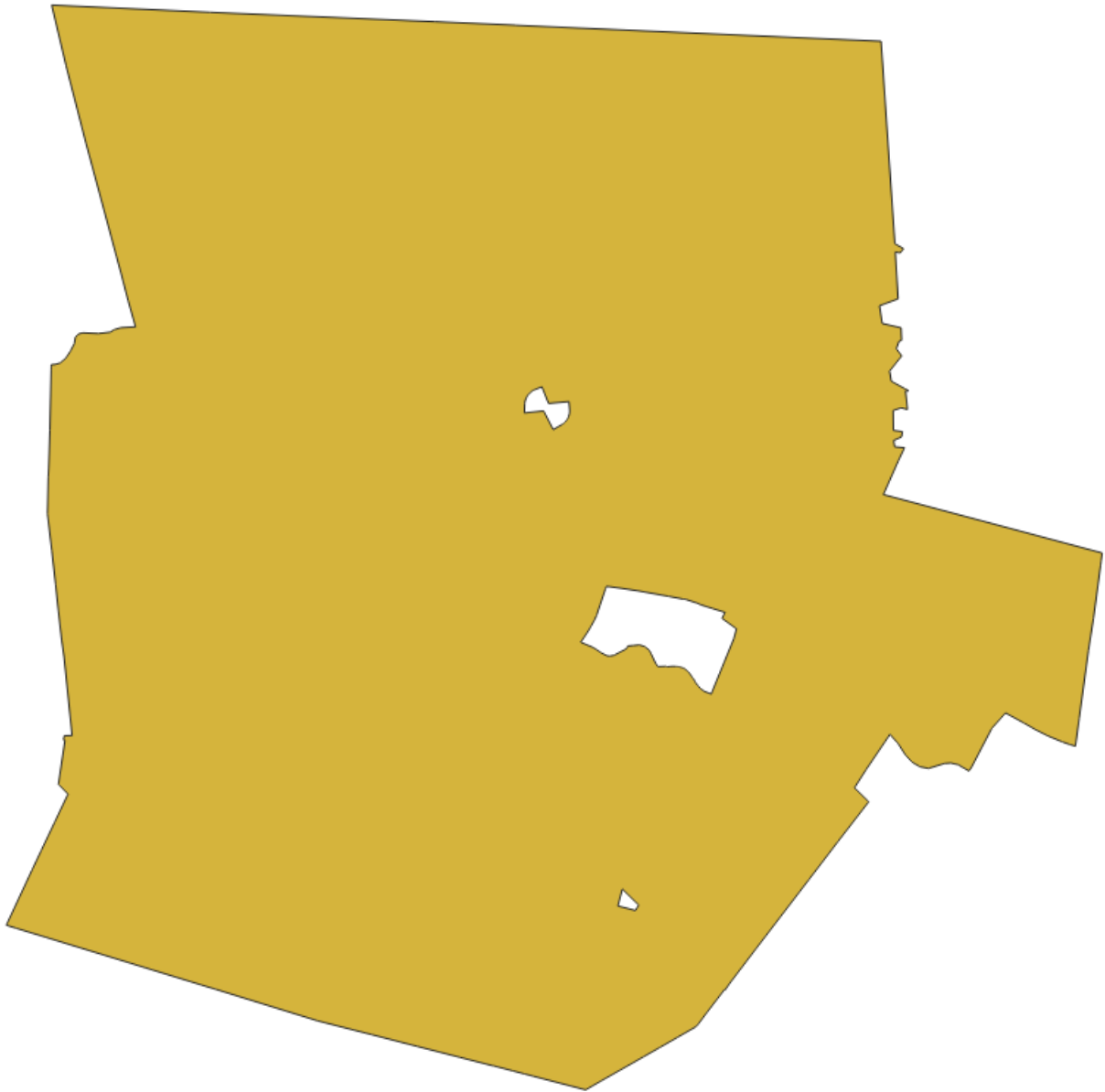
## 4. Valitaan puskuroinnin parametrit:

- *Input layer* -> *Buffered*
- *Distance* -> - 50 (**Metrimäärän tulee olla sama kuin aiemmassa vaiheessa, mutta negatiivinen!**)
- *Segments* -> (Vähintään viisi)

- *End cap style* -> Flat
- *Join style* -> Miter
- *Dissolve result* ->
- Tallennetaan väliaikaisena.

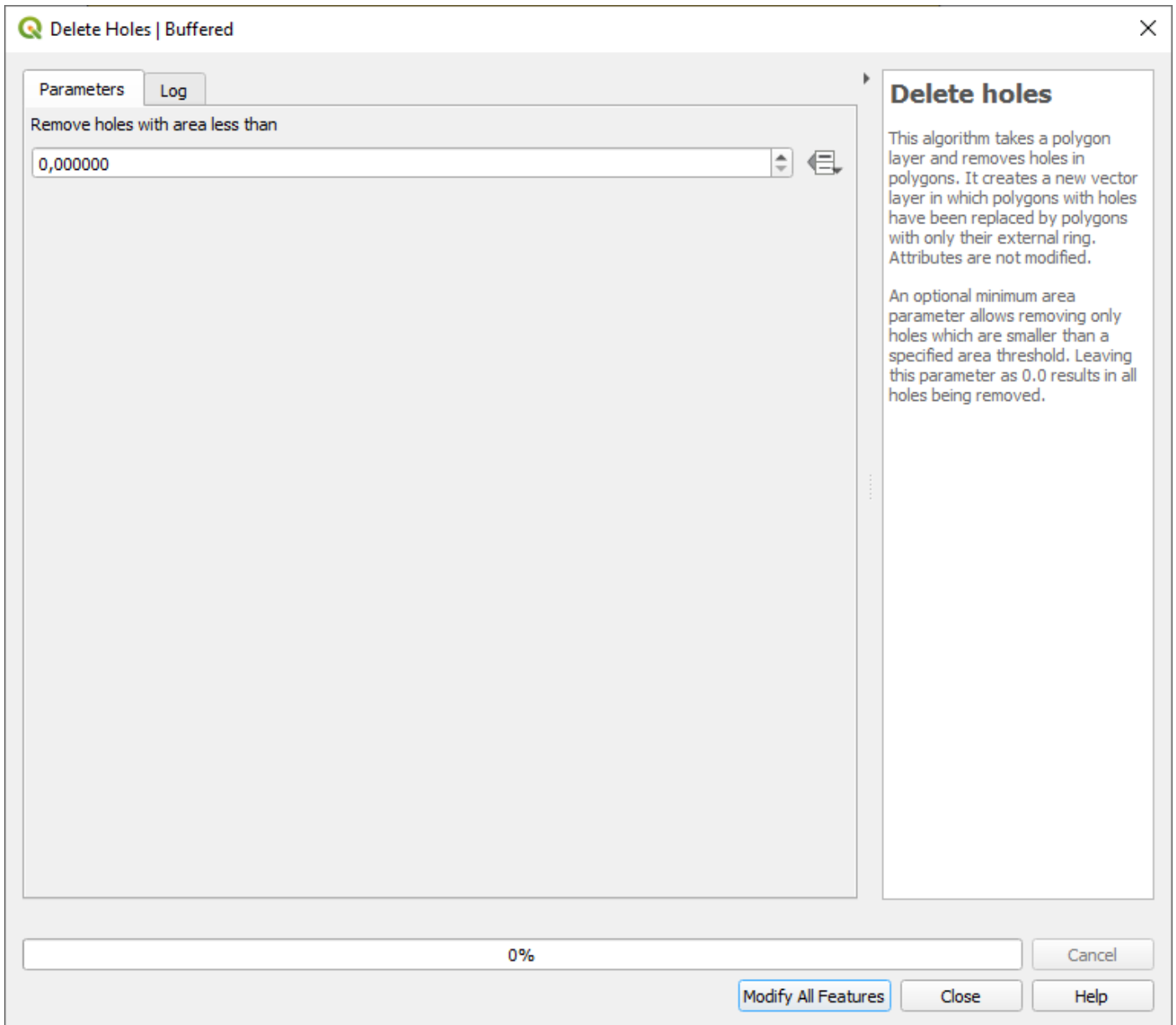
-> *Run*. Tarkistetaan ja nimetään tulos uudelleen. Avataan tason välilehti -> *Rename layer* -> "buffered2"

Menetelmä aiheuttaa ulkoreunojen vääristymää. Pilotoinnissa tämä vääristymä vaihteli senteistä muutamaan metriin.



Kuva 53. Puskuroitu taso.

5. Poistetaan *buffered2* -tasosta reiät automaattisesti. *Processing toolbox*-> *vector-geometry* -> *delete holes*  
-> *remove holes with area less than* -> 0

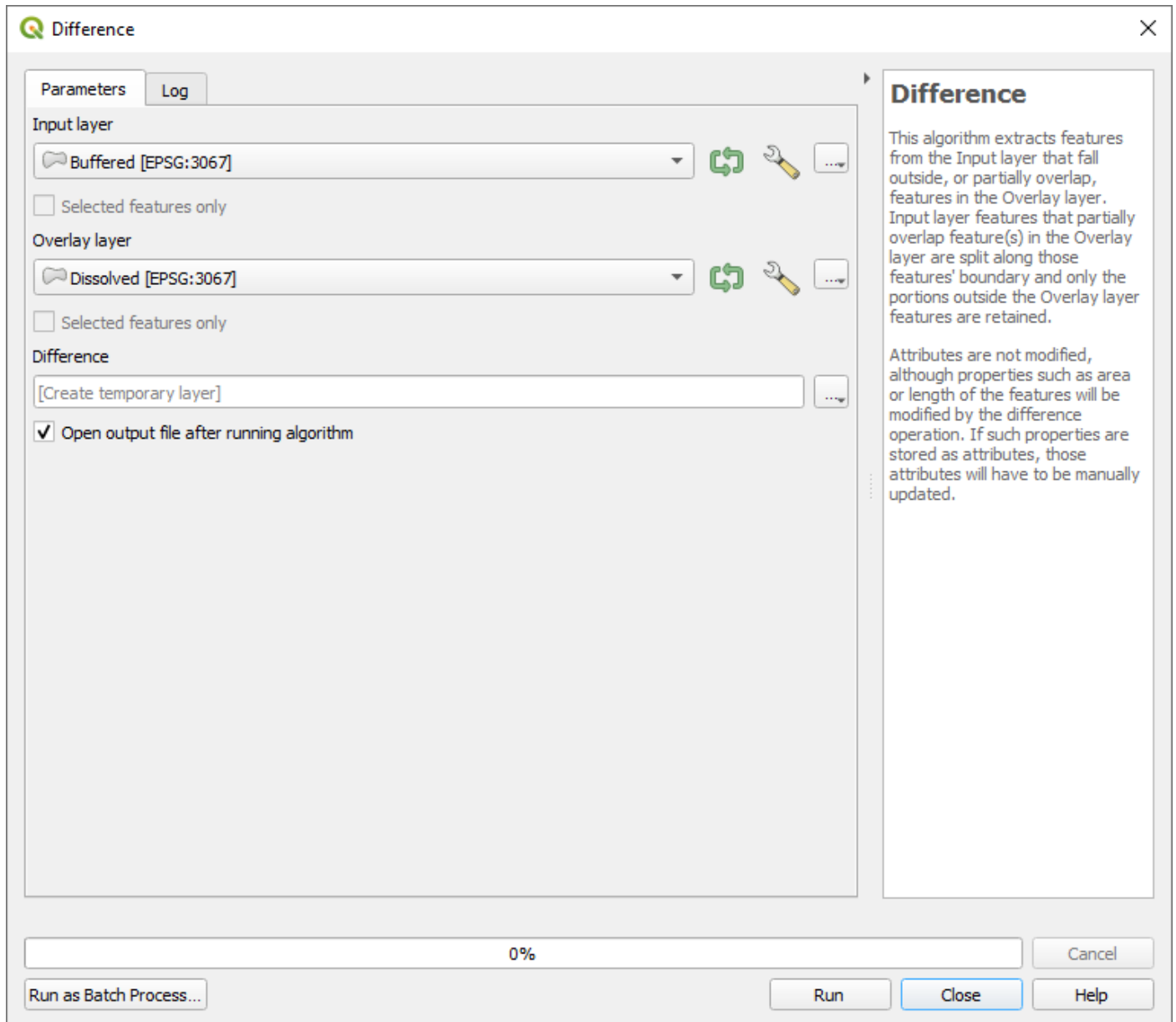


Kuva 54. Reikien poiston parametrit.

6. Etsitään puskuroidun ja puskuroimattoman tason väliset erot, liittämistä varten. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector overlay* -> *Difference*

7. Valitaan erotuksen parametrit:

- *Input layer* -> *buffered2* (puskuroitu ja täytetty taso)
- *Overlay* -> *Dissolved*



Kuva 55. Erotustyökalun parametrit.



Kuva 56. Erotuksen tulos.

8. Liitetään erotus (uudelleen projektoituun) kaavaan. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector General* -> *Merge vector layers*

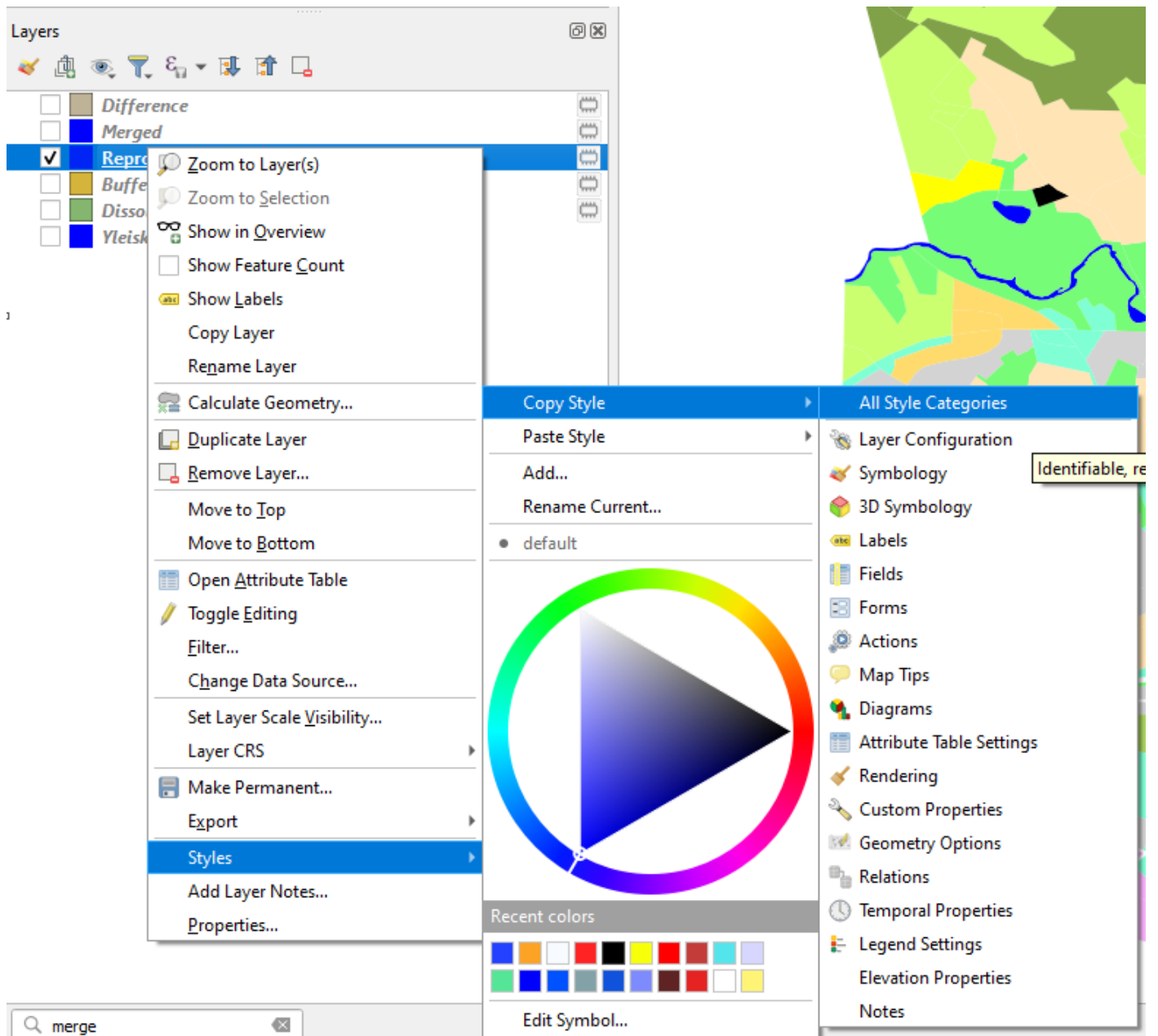
9. Valitaan liittämisen parametrit:

- *Input layers* -> *Reprojected* ja *Difference* (uudelleen projektoitu kaava ja erotus).
- Tallennetaan väliaikaisena.

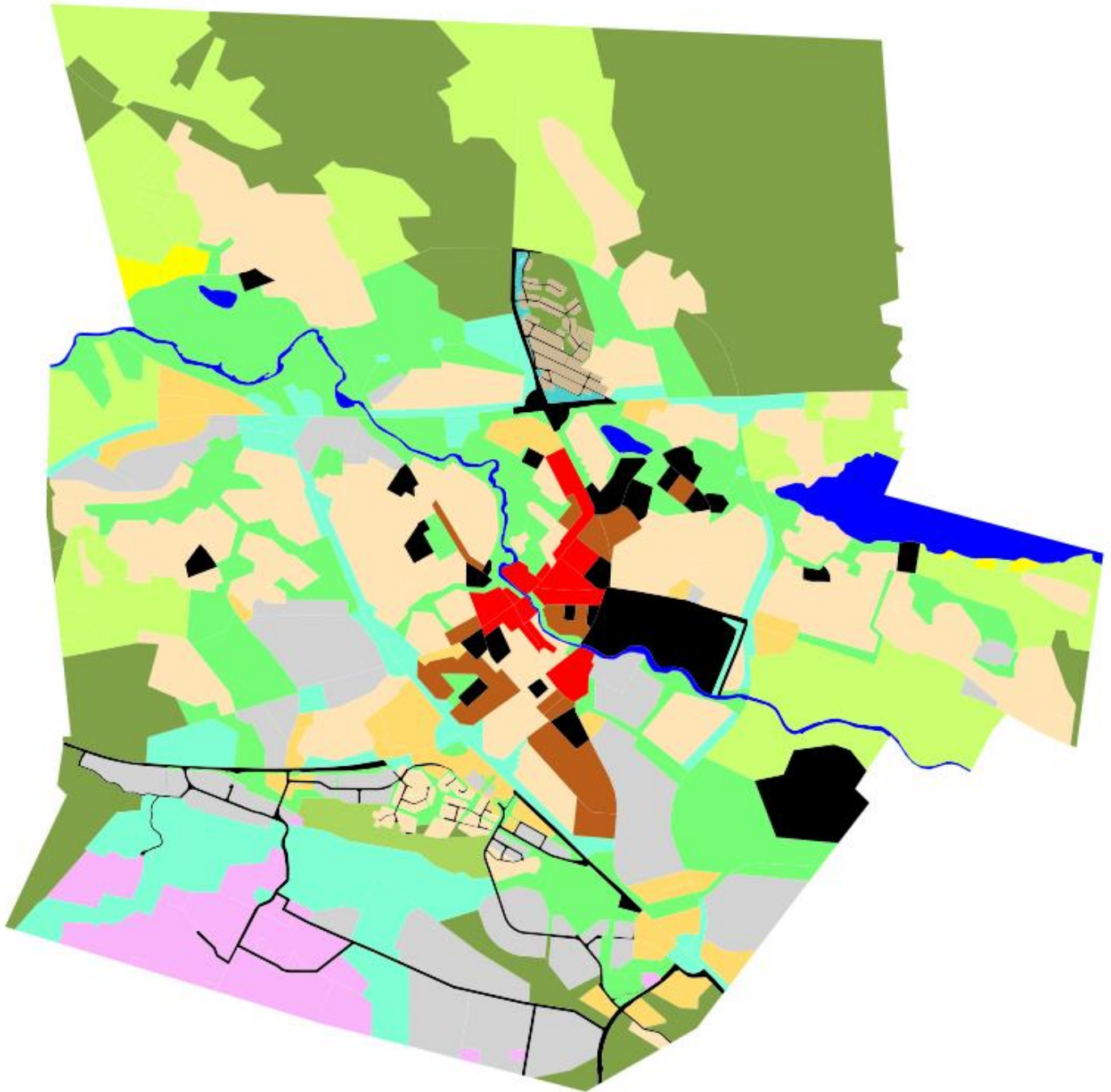
-> *Run*.

10. Kopioidaan ja liitetään luotuun "merged" tasoon yleiskaavan tyyli. Avataan yleiskaavatason välilehti. *Styles* -> *Copy Style* -> *All categories*.

11. Liitetään tyylit. Avataan *merged* tason välilehti *Styles* -> *Paste Style* -> *All categories*.



Kuva 57. Tyylin liittäminen.



Kuva 58. Reikien täytön tulos.

12. Viedään luotu taso uudeksi tasoksi. Avataan tason välilehti. *Export -> Save as -> "maankaytto\_tarkistus" -> Select Fields to export and their export options -> "Fid" kenttää ei viedä.*

**Save Vector Layer as...**

Format: GeoPackage

File name: työthomia\Anulle WSSP-ohjeita\maanköyttö\vdlin\korjaamaton\_maankaytto.gpkg

Layer name: korjaamaton\_maankaytto

CRS: EPSG:3067 - ETRS89 / TM35FIN(E,N)

Encoding: UTF-8

Save only selected features

▼ **Select fields to export and their export options**

Name	Type	Replace with displayed values
<input type="checkbox"/> fid	Integer64	
<input checked="" type="checkbox"/> handle	Integer	<input type="checkbox"/> Use Range
<input checked="" type="checkbox"/> block	Integer	<input type="checkbox"/> Use Range
<input checked="" type="checkbox"/> etype	Integer	<input type="checkbox"/> Use Range
<input checked="" type="checkbox"/> space	Integer	<input type="checkbox"/> Use Range
<input checked="" type="checkbox"/> layer	String	

Select All      Deselect All

Replace all selected raw field values by displayed values

Persist layer metadata

▼ **Geometry**

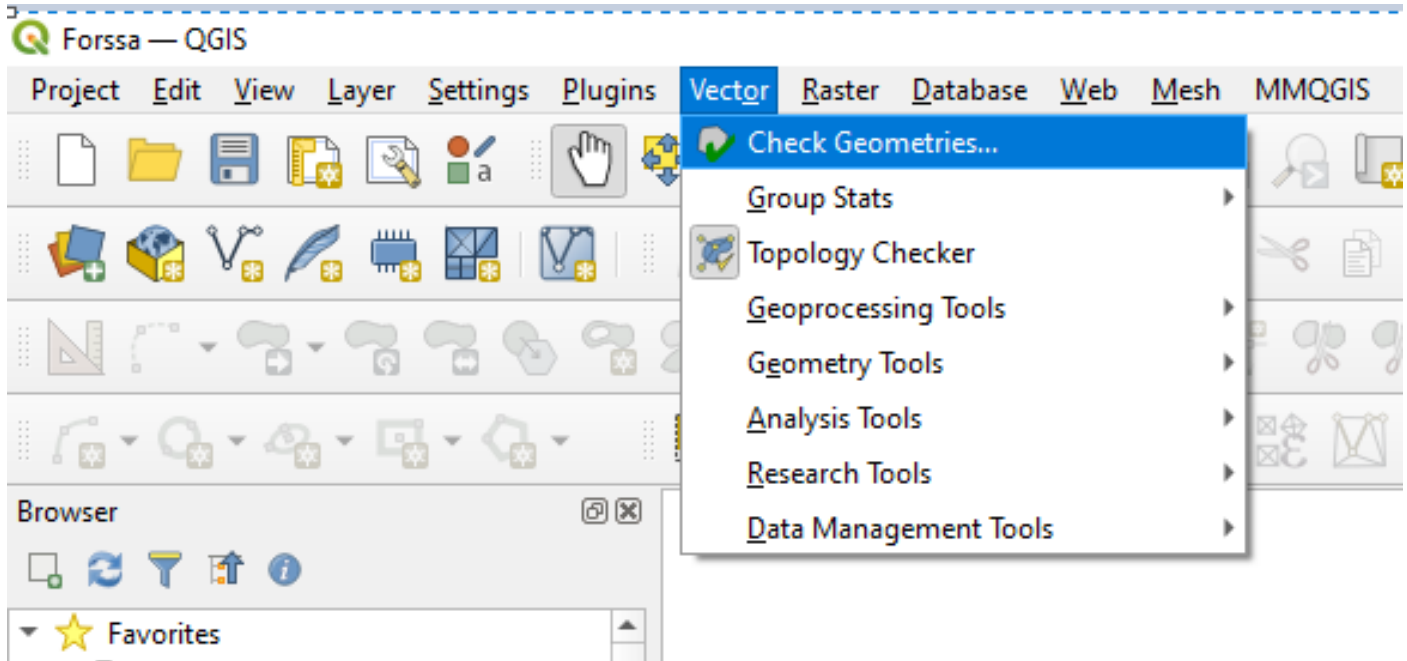
Geometry type: Automatic

Add saved file to map    **OK**    Cancel    Help

Kuva 59. Tallentamisen asetukset. Uniikkia tunnistetta ei viedä.

Limittäisyyden poistaminen Check Geometries, ja digitoinnin avulla  
Seuraavaksi poistetaan limittäisyydet. Suoritetaan topologinen tarkistus *Check geometries* -työkalulla.  
Työkalussa on useita eri parametreja, joista WSSP hyödyntää vain osaa. Työkalu ei osoittautunut parhaaksi mahdolliseksi työkaluksi poistaa reikiä.

1. Valitaan työkaluriviltä: *Vector* -> *Check geometries*.



Kuva 60. Check geometries

2. Valitaan geometrian tarkistuksen parametrit

- Input Vector layers -> *“maankaytto\_tarkistus”*
- Topology Checks -> Check for overlaps smaller than -> 0
- Output directory -> tunnistettava paikka
- Output vector layers -> Create new layers -> filename prefix *“Check”*

-> *Run*.

**Check Geometries**

Setup Result

Self intersections  Self contacts

Duplicate nodes  Polygon with less than 3 nodes

**▼ Geometry properties**

Polygons and multipolygons may not contain any holes

Multipart objects must consist of more than one part

Lines must not have dangles

**▼ Geometry conditions**

Minimal segment length (map units) 2,000000

Minimum angle between segments (deg) 1,000000

Minimal polygon area (map units sq.) 700,000000

No sliver polygons

Maximum thinness 1

Max. area (map units sq.) 0,000000

**▼ Topology checks**

Check for duplicates

Check for features within other features

Check for overlaps smaller than (map units sq.) 0,000000

Check for gaps smaller than (map units sq.) 0,000000

Points must be covered by lines

Points must properly lie inside a polygon

Lines must not intersect any other lines

Lines must not intersect with features of layer Buffered

Polygons must follow boundaries of layer Buffered

*Note: Topology checks are performed in the current map CRS.*

Tolerance 1E-16

**Output vector layers**

Modify input layers

Format GeoPackage

Create new layers

Output directory C:/qgishommia/2022 työthommia/Anulle WSSP-ohjeita/maankäyttö/vclin Browse

Filename prefix Check

Run

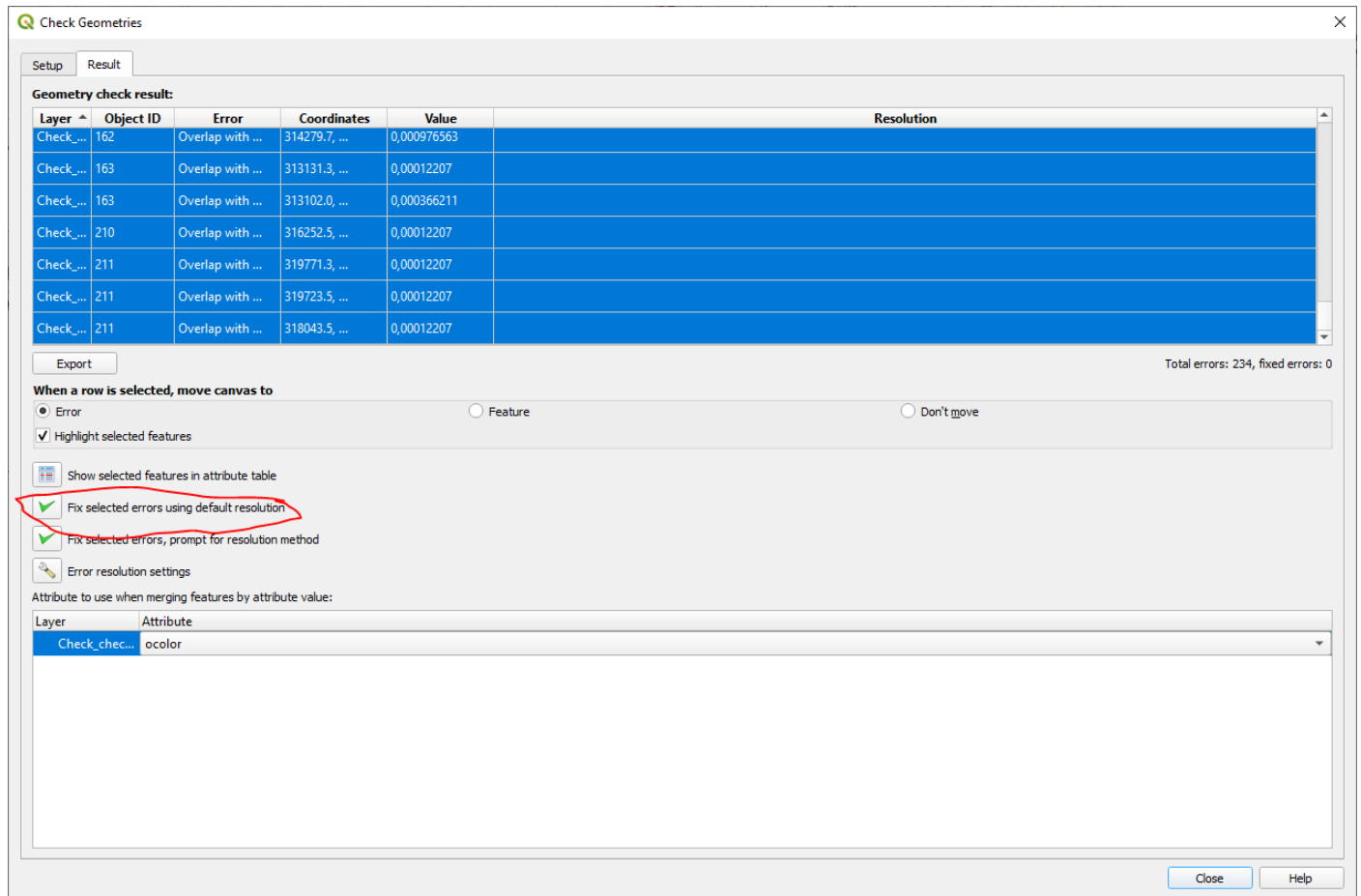
Close Help

Kuva 61. Check Geometries tarkistuksen parametrit.

3. Tarkistetaan tulos. *Check geometries* luo uuden tason, johon korjaukset tulevat. Maalataan kaikki virheet, ja valitaan alavalikosta attribuutiksi kaavan käyttötarkoitusta vastaava ominaisuustieto.

Attribute to use when merging features by attribute value -> kaavan käyttötarkoitusta vastaava tieto

-> *Fix selected errors using default resolution.*



Kuva 62. *Check geometries* korjauksen parametrit.

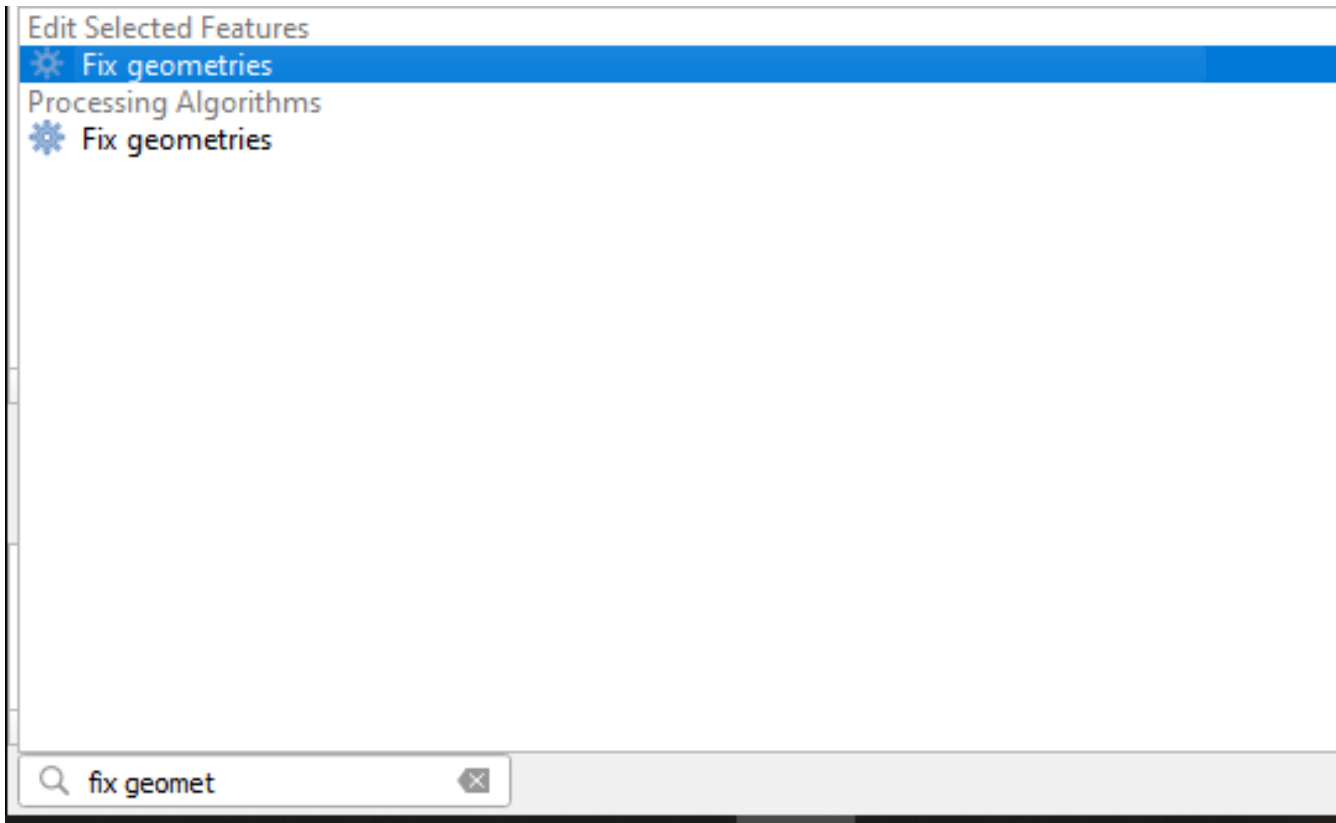
Useimmat virheet korjaantuvat työkalulla, mutta todennäköisesti virheitä jää aineistoon. Tulosta kannattaa verrata alkuperäiseen topografisesti rikkinäiseen tasoon. Suuret virheet tulee korjata käsin digitoimalla, kun työkalua on käytetty. Kun aineisto on riittävän ehjää, siirrytään seuraavaan vaiheeseen.

4. Tallennetaan topologisesti ehjä tiedosto. Avataan "Check" tason välilehti. *Export* -> *Save as*. Tallennetaan nimellä "*korjaamaton\_maankäyttö*" -> *Ok*.

5. Ajetaan *fix geometries* samalle tasolle hakuikkunan kautta. -> **Fix geometries**

(edit selected features)

6. Tarkistetaan ID. Uniikki tunniste ei saa sisältää "autogenerate" arvoja. Muutetaan arvot käsin, tai viedään uudeksi tiedostoksi ilman "fid" arvoa.



## Maankäyttöluokittelu

Maankäyttöluokittelun voi tehdä joko QGIS:sa tai taulukointiohjelmassa. WSSP:sa maankäyttöluokka on jaettu yhteensä 12 eri maankäyttömuotoon. Maankäyttöluokan tarkemmat määritelmät sekä selitteet löytyvät WSSP tietokannasta. Maankäyttömuotoja ovat:

*Keskustatoimintojen alueet*

*Työ- ja teollisuusalueet*

*Palvelualueet*

*Kenttäalueet*

*Liikennealueet*

*Väljät asuinalueet*

*Tiiviit asuinalueet*

*Maatalousalueet*

*Avoimet viheralueet*

*Metsäalueet*

*Vesialueet*

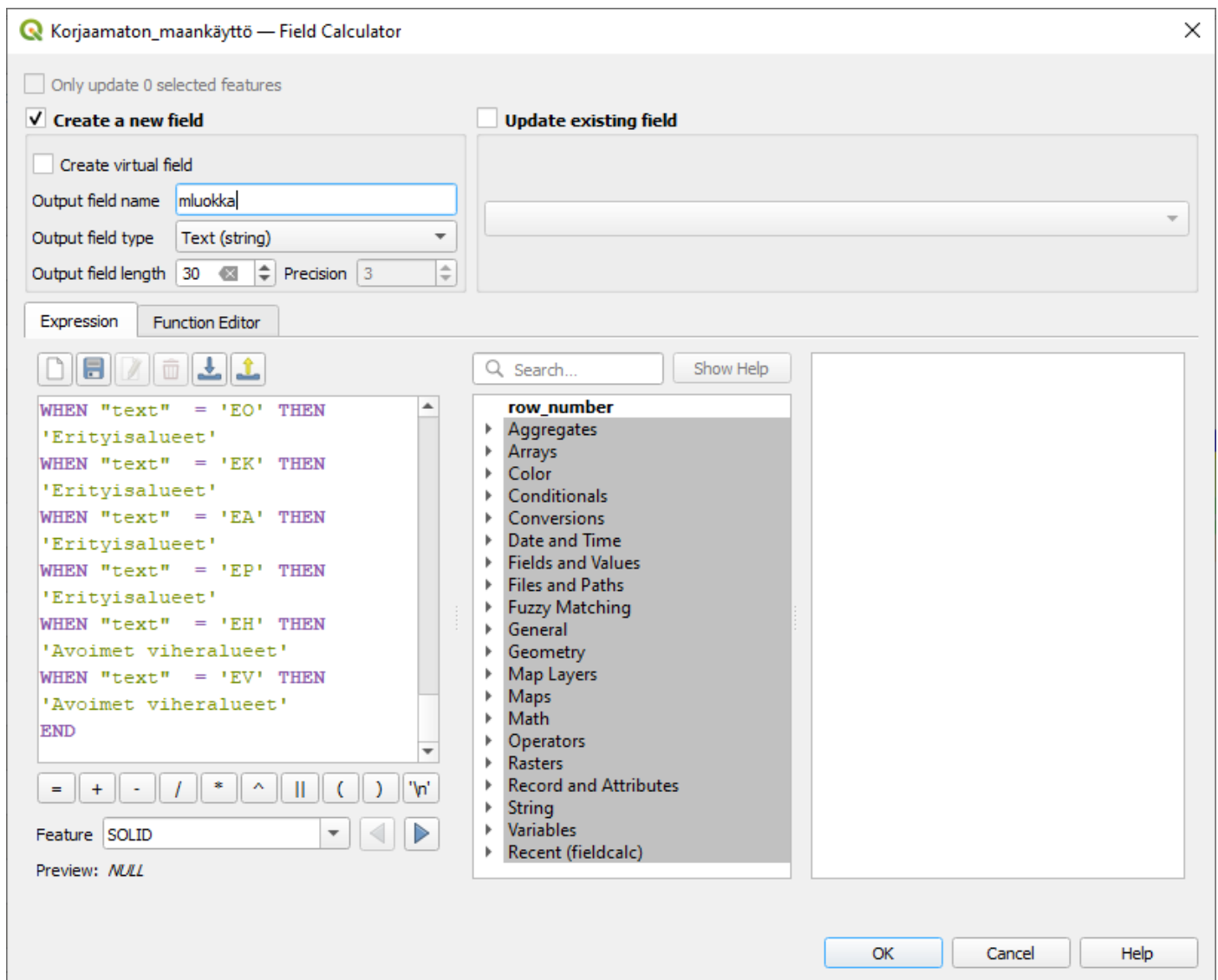
*Erityisalueet*

## Maankäyttöluokittelu QGIS:n avulla

1. Avataan kenttälaskin ja luodaan uusi ominaisuustieto ”korjaamattomalle maankäytölle”. Avataan ”korjaamaton\_maankäyttö” välilehti ja valitaan *Open attribute table* -> *Edit* -> *field calculator*.

2. Valitaan uuden kentän parametrit:

- *Create a new field* ->
- *Output field name* -> mluokka
- *Output field type* -> Text
- *Length* -> 30



Kuva 63. Kenttälaskin ja maankäyttöluokittelun parametrit.

3. Tuotetaan kaavan käyttötarkoitusta vastaavasta ominaisuustiedosta lausekkeen avulla WSSP maankäyttöluokat. Muokkaamalla seuraavaa lauseketta päästään tavoiteltuun tulokseen:

CASE

WHEN "kaavan käyttötarkoitusta vastaava kenttä" = 'kaavan käyttötarkoitusta vastaava ominaisuustieto'  
THEN 'WSSP maankäyttömuoto'

END

Lausekkeen keltaiset osat ovat muokattavia kohtia. CASE aloittaa ja END lopettaa lausekkeen.

## Esimerkki lausekkeesta jossa "text" on kaavan käyttötarkoitusta vastaava sarake, jolloin lyhenteen avulla saadaan luotua maankäyttöluokat:

---

CASE

WHEN "text" = 'AK' THEN 'Tiiviit asuinalueet'

WHEN "text" = 'AP' THEN 'Väljät asuinalueet'

WHEN "text" = 'AT' THEN 'Väljät asuinalueet'

WHEN "text" = 'C' THEN 'Keskustatoimintojen alueet'

WHEN "text" = 'KM' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'

WHEN "text" = 'P' THEN 'Palvelualueet'

WHEN "text" = 'V' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'W' THEN 'Vesialueet'

WHEN "text" = 'PY' THEN 'Palvelualueet'

WHEN "text" = 'PL' THEN 'Palvelualueet'

WHEN "text" = 'TP' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'

WHEN "text" = 'T' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'

WHEN "text" = 'TT' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'

WHEN "text" = 'TV' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'

WHEN "text" = 'TY' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'

WHEN "text" = 'T/kem' THEN 'Erityisalueet'

WHEN "text" = 'VL' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'VU' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'VL' THEN 'Metsäalueet'

WHEN "text" = 'R' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'RA' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'RM' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'RL' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'RV' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'RP' THEN 'Maatalousalueet'

WHEN "text" = 'L' THEN 'Liikennealueet'

WHEN "text" = 'LT' THEN 'Liikennealueet'

WHEN "text" = 'LHA' THEN 'Liikennealueet'

WHEN "text" = 'LTA' THEN 'Liikennealueet'

WHEN "text" = 'L' THEN 'Liikennealueet'

WHEN "text" = 'LH' THEN 'Palvelualueet'

WHEN "text" = 'LR' THEN 'Liikennealueet'

WHEN "text" = 'LL' THEN 'Erityisalueet'

WHEN "text" = 'E' THEN 'Erityisalueet'

WHEN "text" = 'LS' THEN 'Erityisalueet'

WHEN "text" = 'ET' THEN 'Avoimet viheralueet'

WHEN "text" = 'EN' THEN 'Erityisalueet'

WHEN "text" = 'EJ' THEN 'Erityisalueet'

WHEN "text" = 'EO' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EK' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EA' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EP' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EH' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'EV' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'S' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'SL' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'SM' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'SR' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'SRS' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'M' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'MT' THEN 'Maatalousalueet'  
WHEN "text" = 'ME' THEN 'Maatalousalueet'  
WHEN "text" = 'MA' THEN 'Maatalousalueet'  
WHEN "text" = 'MY' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'MU' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'W' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'AK/s' THEN 'Tiiviit asuinalueet'  
WHEN "text" = 'AP/s' THEN 'Väljät asuinalueet'  
WHEN "text" = 'AT/s' THEN 'Väljät asuinalueet'  
WHEN "text" = 'C/s' THEN 'Keskustatoimintojen alueet'  
WHEN "text" = 'KM/s' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'  
WHEN "text" = 'P/s' THEN 'Palvelualueet'  
WHEN "text" = 'V/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'W/s' THEN 'Vesialueet'  
WHEN "text" = 'PY/s' THEN 'Palvelualueet'  
WHEN "text" = 'PL/s' THEN 'Palvelualueet'  
WHEN "text" = 'TP/s' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'  
WHEN "text" = 'T/s' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'  
WHEN "text" = 'TT/s' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'  
WHEN "text" = 'TV/s' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'  
WHEN "text" = 'TY/s' THEN 'Työ- ja teollisuusalueet'  
WHEN "text" = 'T/kem/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'VL/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'VU/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'VL/s' THEN 'Metsäalueet'  
WHEN "text" = 'R/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'RA/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'RM/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'RL/s' THEN 'Avoimet viheralueet'

```
WHEN "text" = 'RV/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'RP/s' THEN 'Maatalousalueet'  
WHEN "text" = 'L' THEN 'Liikennealueet'  
WHEN "text" = 'LT/s' THEN 'Liikennealueet'  
WHEN "text" = 'LHA/s' THEN 'Liikennealueet'  
WHEN "text" = 'LTA/s' THEN 'Liikennealueet'  
WHEN "text" = 'L/s' THEN 'Liikennealueet'  
WHEN "text" = 'LH/s' THEN 'Palvelualueet'  
WHEN "text" = 'LR/s' THEN 'Liikennealueet'  
WHEN "text" = 'LL/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'E/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'LS/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'ET/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'EN/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EJ/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EO/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EK/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EA/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EP/s' THEN 'Erityisalueet'  
WHEN "text" = 'EH/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'EV/s' THEN 'Avoimet viheralueet'  
WHEN "text" = 'S/s' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'SL/s' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'SM/s' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'SR/s' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'SRS/s' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'M/s' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'MT/s' THEN 'Maatalousalueet'  
WHEN "text" = 'ME/s' THEN 'Maatalousalueet'  
WHEN "text" = 'MA/s' THEN 'Maatalousalueet'  
WHEN "text" = 'MY/s' THEN 'Tarkistettava'  
WHEN "text" = 'MU/s' THEN 'Tarkistettava'  
  
END
```

Ylempi lauseke voidaan kopioida suoraan laskentaikkunaan. Lausekkeen arvo *"tarkastettava"* on väliaikainen arvo, sillä kaavan käyttötarkoituksesta ei saada suoraan WSSP-maankäyttömuotoa. Esimerkiksi kaavamerkintä *"M"* eli maa- ja metsätalousvaltainen alue, voi olla WSSP-luokituksessa joko *"Metsäalueet"*, tai *"Maatalousalueet"*.

-> Ok

3. Tarkistetaan tulos. Mikäli tyhjiä arvoja (*Null*) löytyy, on lauseketta tai attribuuttitaulukkoa käsin muokattava vastamaan WSSP-maankäyttömuotoja.

Maankäyttöluokittelu taulukointiohjelman avulla

**Tämä kohta ohitetaan, mikäli luokittelu tehtiin aiempien ohjeiden mukaan QGIS:sa.** Pilotoinnissa hyödynnettiin MS-Excel taulukointiohjelmaa. Maankäyttöluokittelun voi tehdä myös muulla taulukointiohjelmalla. Luokittelun voi toteuttaa joko QGIS:sa, tai vaihtoehtoisesti missä tahansa CSV:ta tukevassa taulukointiohjelmassa.

1. Muunnetaan vektoritiedosto taulukointiohjelmassa luettavaan muotoon. Avataan tason välilehti ja valitaan *Export -> Save as*. Valitaan tallenteen ominaisuudet. Format Ms Office XML Spreadsheet [XLSX] tai Comma separated Value [CSV]

Save Vector Layer as...

Format: MS Office Open XML spreadsheet [XLSX]

File name: Taulukko\_Maankaytto

Layer name: Taulukko\_Maankaytto

CRS: EPSG:3878 - ETRS89 / GK24FIN

Encoding: UTF-8

Save only selected features

▼ **Select fields to export and their export options**

Name	Type	Replace with displayed values
<input checked="" type="checkbox"/> fid	Integer64	
<input checked="" type="checkbox"/> color	String	
<input checked="" type="checkbox"/> ocolor	Integer	<input type="checkbox"/> Use Range
<input checked="" type="checkbox"/> color24	Integer	<input type="checkbox"/> Use Range
<input checked="" type="checkbox"/> Area	Integer	<input type="checkbox"/> Use Range

Replace all selected raw field values by displayed values

Persist layer metadata

▼ **Geometry**

Geometry type: Automatic

Add saved file to map

OK Cancel Help

Kuva 64. Vektorin muuntaminen taulukoksi.

3. Selkokielistetään luokat taulukointiohjelmassa. Mitään arvoja ei saa poistaa. Luodaan maankäyttöluokille oma nimetty sarake "mluokka" johon kirjataan WSSP-maankäyttöluokat.

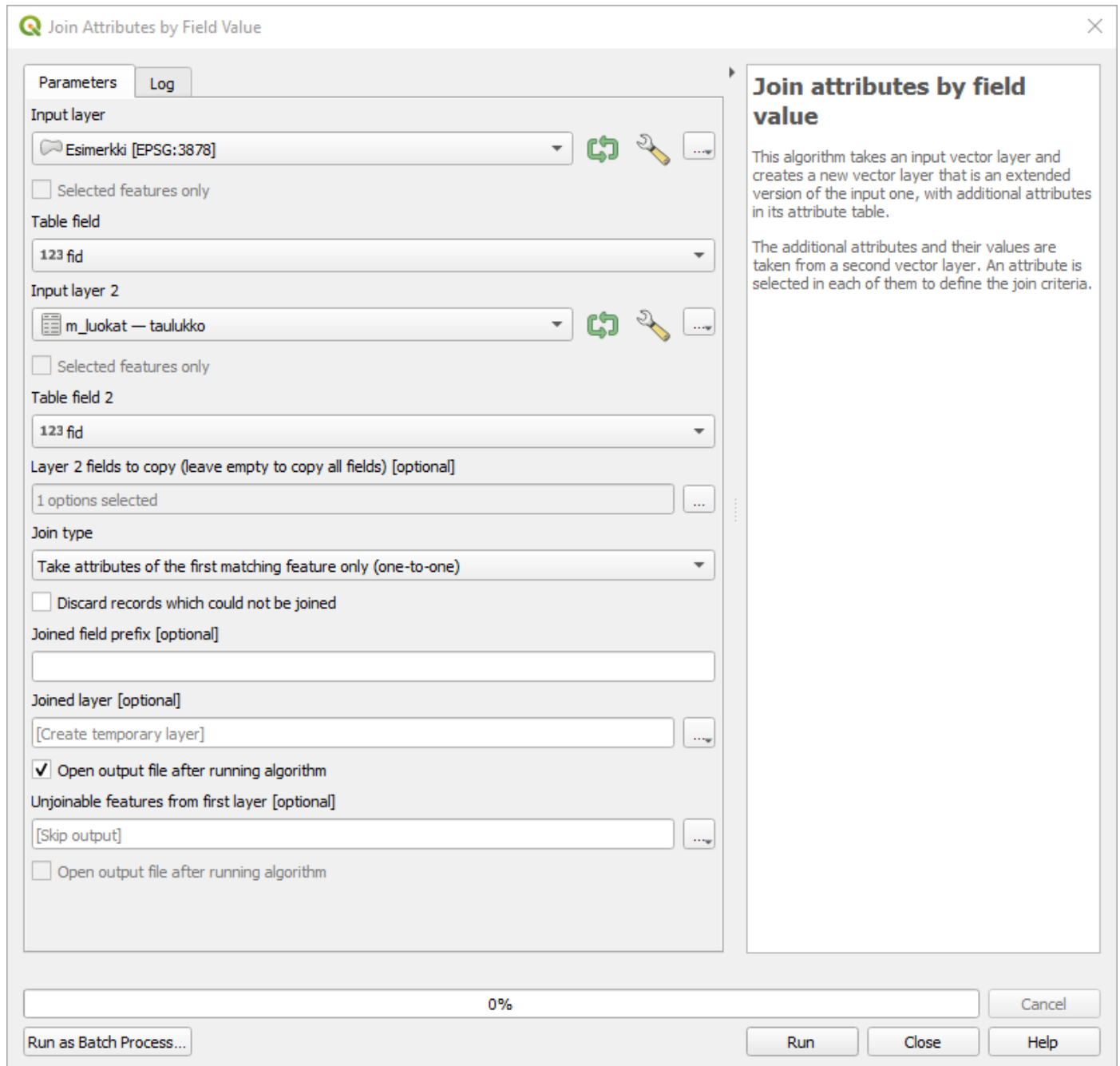
4. Kun maankäyttöluokittelu on tehty, taulukko suljetaan ja tiputetaan työtilaan.

5. Liitetään taulukko ja *korjaamaton\_maankaytto* yhteen uniikin tunnisteiden avulla. (Tyypillisesti "ID" tai "fid" ) *Processing* -> *Toolbox* -> *Vector general* -> *Join attributes by field value*.

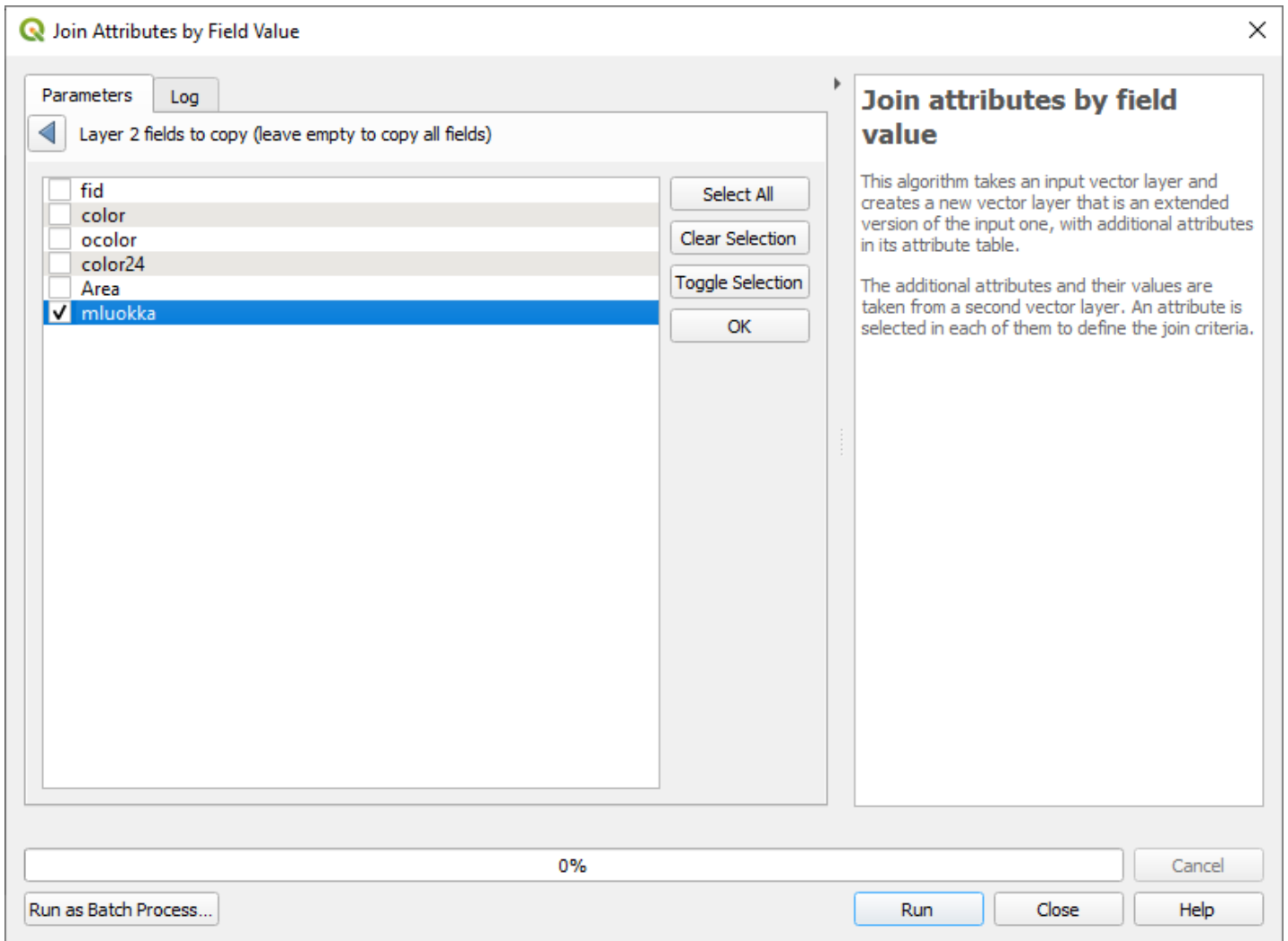
6. Valitaan attribuuttien liittämisen parametrit:

- *Input layer* -> "korjaamaton\_maankäyttö"
- *Table field* -> Fid. (uniikki tunniste)
- *Input layer 2* -> *Maankäyttöluokiteltu taulukko*
- *Table field 2* -> Fid. (uniikki tunniste)
- *Layer 2 fields to copy* -> "mluokka" -> ok.
- Tallennetaan tunnistettavalla nimellä.

-> Run.



Kuva 65. Taulukon ja vektorin yhteen liittämisen uniikin tunnisteiden avulla.



Kuva 66. Liitettävät kentät. Ainoastaan maankäyttöä edustava " m luokka" tarvitaan taulukosta.

7. Tarkistetaan tulos. . Mikäli tyhjiä arvoja (*Null*) löytyy, ne on täytettävä.

### Täydentäminen Maanmittauslaitoksen aineistoilla

Jotta maankäytöstä saadaan nykytilaa edustava, on sitä täydennettävä.

1. Tarvittavat osat haetaan [MML-karttapalvelusta](#). Näitä kohteita ovat muun muassa: Niitty (32800), Puisto (32900), Urheilu- ja virkistysalue (33100), Virtavesialue (36313) 32400, Pelto (32611) Puutarha (32612), Allas (44300) Merivesi (36211) ja Järvivesi (36212). **Maastotietokannan kohteet muutetaan myöhemmin vastaamaan WSSP-maankäyttöluokittelua.**

2. Tiputetaan aineisto työtilaan. Leikataan aineisto ja toteutetaan prosessi osissa. *Processing-> Processing toolbox-> Vector overlay-> Clip -> Execute as Batch process* **Ennen leikkausta, on tarkistettava, että geometriat on korjattu tasolle (fix geometries, sille tasolle jolla leikataan) ja että koordinaattijärjestelmät ovat kaikilla tasoilla samat.**

3. Valitaan leikkauksen parametrit

- *Input layers* -> Maastotietokannan kohteet
- *Overlay layer* -> "korjaamaton\_maankäyttö"

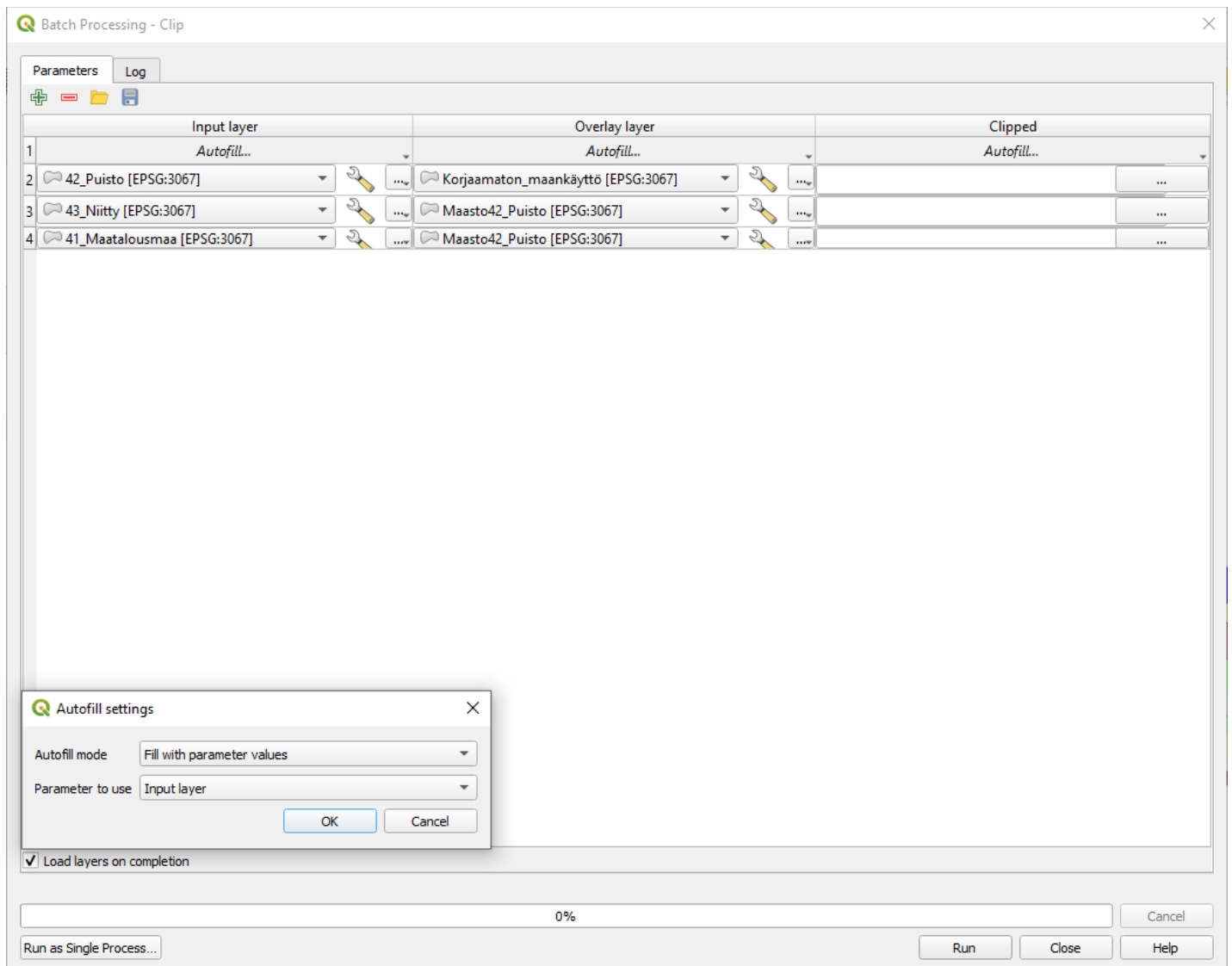
- *Clipped* -> Painetaan kolmea pistettä ja etsitään tallennuspaikka -> Voidaan kirjoittaa etuliite tiedostonimeen (esim. kunta "OULU\_", KUUSAMO\_") -> Autofill mode-> Fill with parameter values -> Parameter to use -> Input layer -> Ok
- Load layers on completion ->

-> Run.

File name:

Save as type:

Kuva 67. Lisäämällä etuliitteen, tiedostonimet ovat helpommin erotettavissa.



Kuva 68. Maastotietokannan leikkaaminen erissä.

4. Yhdistetään kaikki leikatut maastotietokannan kohteet. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector General* -> **Merge vector layers**

- Tallennetaan väliaikaisena.

5. Lasketaan maastotietokannan kohteiden pinta-alat liian pienten kohteiden poistoa varten. Avataan juuri äsken luodun "merged" tason välilehti -> *Calculate geometry*

6. Poistetaan kaikki alle 0,5 HA kohteet. Avataan tason attribuuttitaulukko ja kytketään muokkaus päälle. Järjestetään "area" -sarake alimmasta suurimpaan. Maalataan kaikki alle 5000 m<sup>2</sup> kohteet ja poistetaan ne.

7. Poistetaan kaikki alle 0,5 HA reiät. *Processing*-> *Processing toolbox*-> *Vector-geometry* -> *Delete holes* -> *Remove holes less than* -> *5000*.

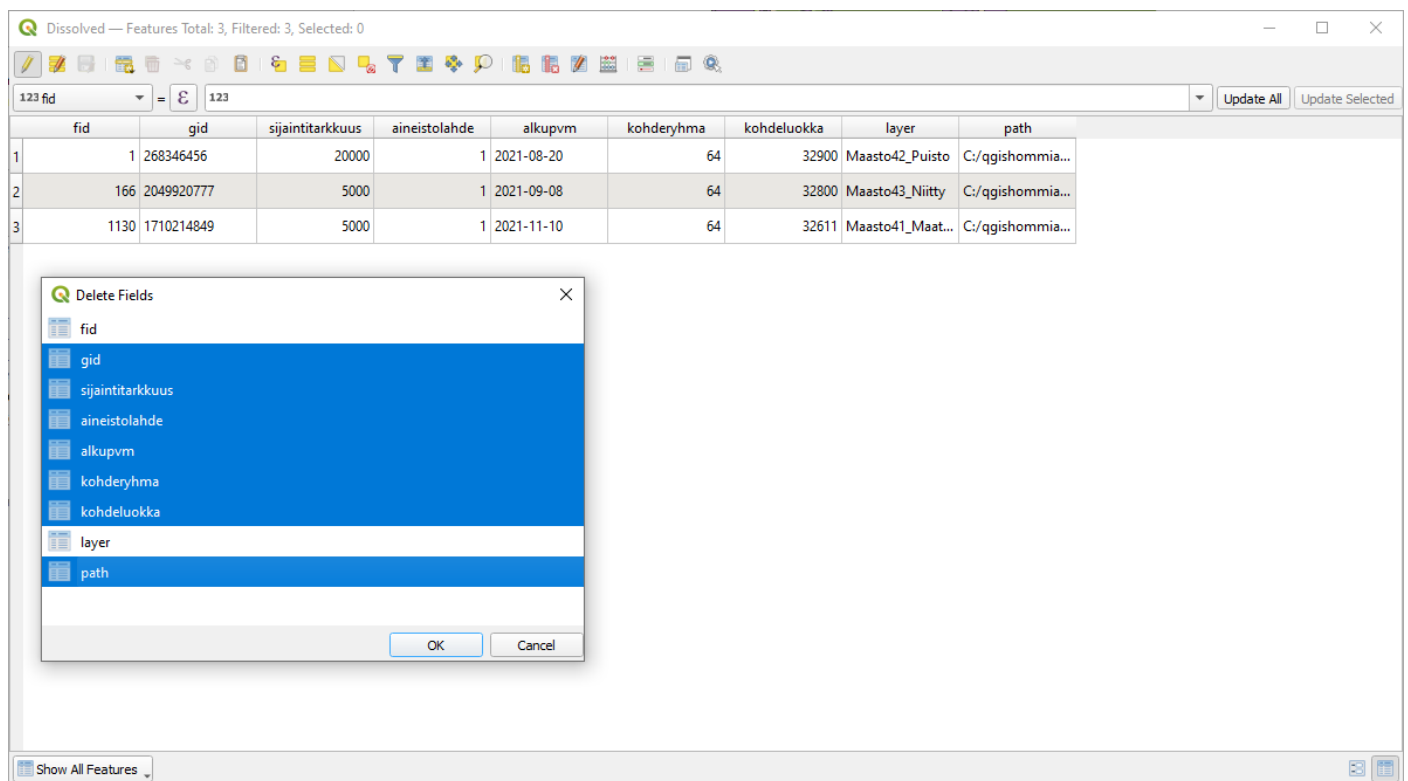
8. Sulatetaan maastotietokannan kohteet. *Processing toolbox* -> *Vector Geometry* -> *Dissolve*

9. Valitaan sulatuksen parametrit

- *Dissolve Fields [optional]* -> *Layer*
- Tallennetaan väliaikaisena,

-> *Run*.

10. Poistetaan turhat attribuutit. Tarpeellisia tasoja on vain alkuperäistä kohteen käytötarkoitusta ilmaiseva tieto (layer) ja uniikki tunniste. (FID, tai ID). Avataan tason välilehti. *Attribute table* -> *Delete fields*



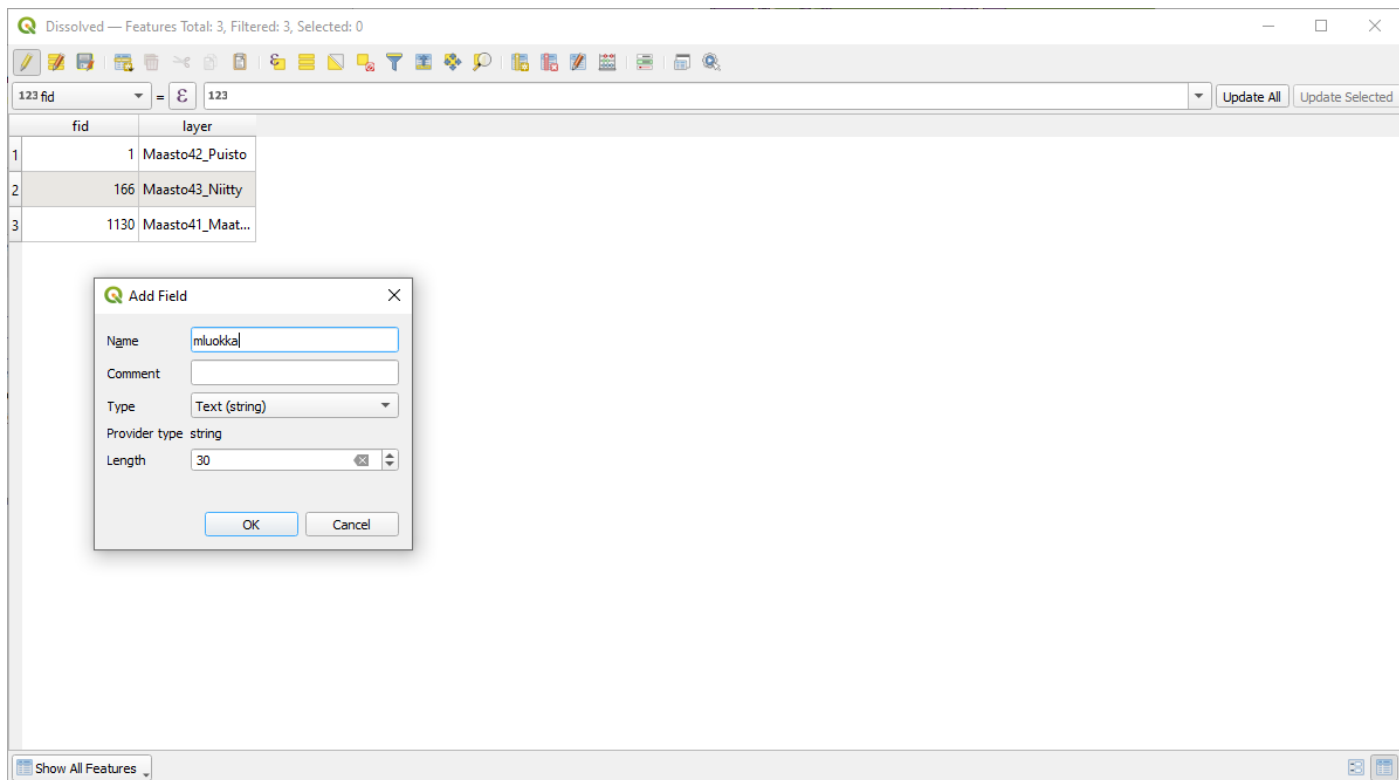
Kuva 69. Turhien kenttien poisto.

10. Luodaan "mluokka" -maankäyttöä kuvaava attribuutti. -> *Add field*

Valitaan uuden kentän parametrit:

- *Name* -> *mluokka*
- *Type* -> *Text*
- *Lenght* -> *30*

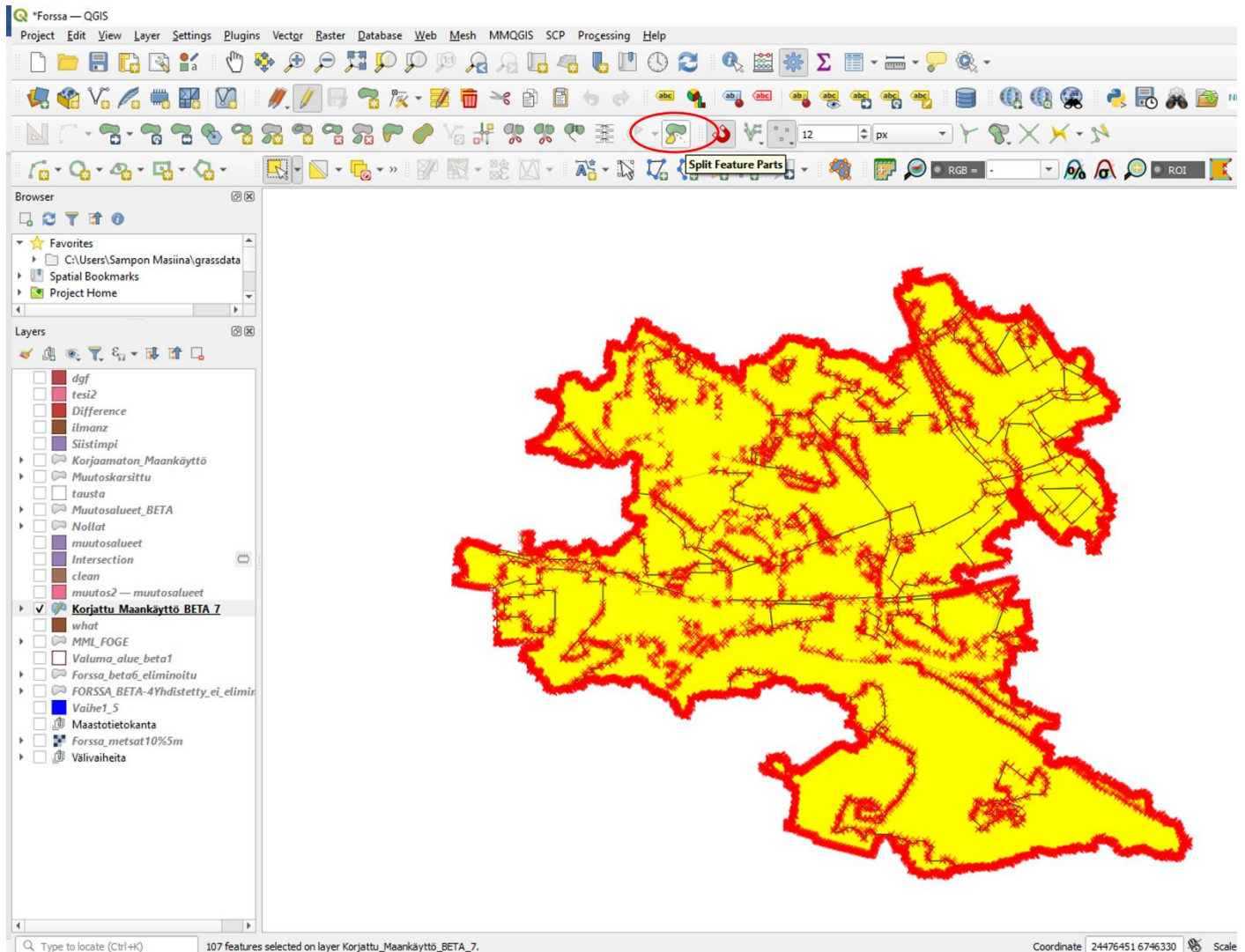
-> *Ok*.



Kuva 70. Kentän luominen

11. Annetaan maastotietokannan kohteille WSSP-luokitus "mluokka" sarakkeelle. Apuna voi käyttää WSSP-tietokantaa.

12. Rikotaan työstettävä taso *dissolved* yksiosaiseksi- *multipart split* liitännäisen avulla. Työkalu löytyy asennuksen jälkeen digitointityökaluriviltä. Kytetään muokkaus päälle ja valitaan työkaluriviltä: *Split feature parts*



Kuva 71. Taso maalataan, editointi kytetään päälle ja kohteet rikotaan liitännäisen avulla.

13. Viedään taso pysyväksi. Avataan tason välilehti. *Export -> Save as -> Select Fields to export and their export options -> "Fid" -kenttää ei viedä. Tallennetaan nimellä "maastotietokannan\_kohteet"*

## Täydentäminen Luonnonvarakeskuksen aineistoilla

Metsäköyhällä tai urbaanilla alueella ei metsäaineistoa välttämättä tarvitse hyödyntää.

1. [Ladataan karttalehdittäin metsä-aineistot LUKE latauspalvelusta](#). Lähtöaineistona metsien määrittämisessä toimii ”*Puuston latvuspeittävyys koko puusto 2019*” ja ”*Puuston keskipituus 2019 (dm)*”  
**Uusinta aineistoa suositetaan. Mikäli alueelta ei ole aineistoa saatavilla, on luotettava aiempien vuosien aineistoihin.**

2. Puretaan aineistot ja tiputetaan ne työtilaan. Mikäli alue on useamman karttalehden alueella, on aineisto yhdistettävä. Toistetaan prosessi tarvittaessa molemmille lähtöaineistoille, puuston keskipituudelle ja -latvuspeitteisyydelle. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *GDAL*->*Raster Miscellaneous*-> **Merge**

3. Leikataan rasteri aineistot. Toistetaan prosessi molemmille lähtöaineistoille, puuston keskipituudelle ja -latvuspeitteisyydelle. *Raster*->*Extraction* -> **Clip raster by Mask layer**

- *Input layer* -> *Puuston latvuspeittävyys koko puusto 2019*” ja ”*Puuston keskipituus 2019 (dm)*”
- *Mask layer* -> ”*korjaamaton\_maankäyttö*”
- *match extent of the clipped raster to the extent of the mask layer* ->
- Tallennetaan tasot nimillä ”*peitto*” ja ”*pituus*”

4. Luokitellaan *peitto* uudelleen. *Processing* -> *GRASS* -> *Raster(r\*)* ->***r.reclass***

5. Valitaan luokittelun parametrit:

- *Input raster layer* -> ”*Peitto*”
- Kirjataan uudelleenluokittelun säännöt. Tarkoituksena on luokitella alle 10 % peittävyiden omaavat alueet nollassi ja yli 10 % omaavan arvon yhdeksi.

Sääntö on:

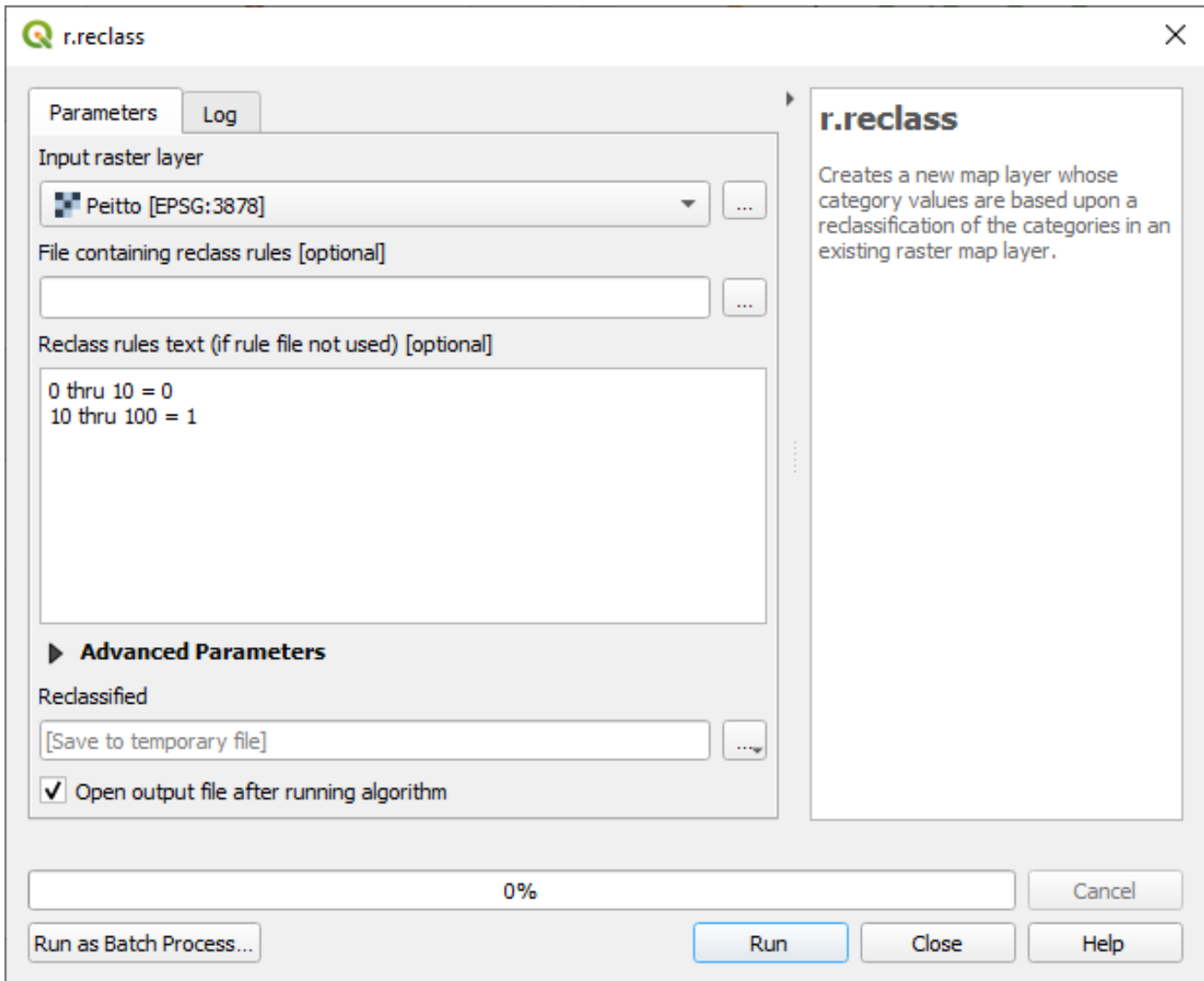
---

0 thru 10 = 0

10 thru 100 = 1

---

-> *Run*.



Kuva 72. Metsän peitteisyyden uudelleenluokittelu.

6. Toistetaan uudelleenluokittelun prosessi "pituus" rasterille. Valitaan määrittelyökalu. *Processing* -> *GRASS* -> *Raster(r\*)* -> *r.reclass*

7. Valitaan uudelleen luokittelun parametrit:

- *Input raster layer* -> "pituus"
- Kirjataan uudelleenluokittelun säännöt. Tarkoituksena on luokitella alle 5 metriä korkeat alueet nollassi ja yli 5 metriä korkeat alueet yhdeksi. (Lähtöaineisto on desimetreinä)

Sääntö on:

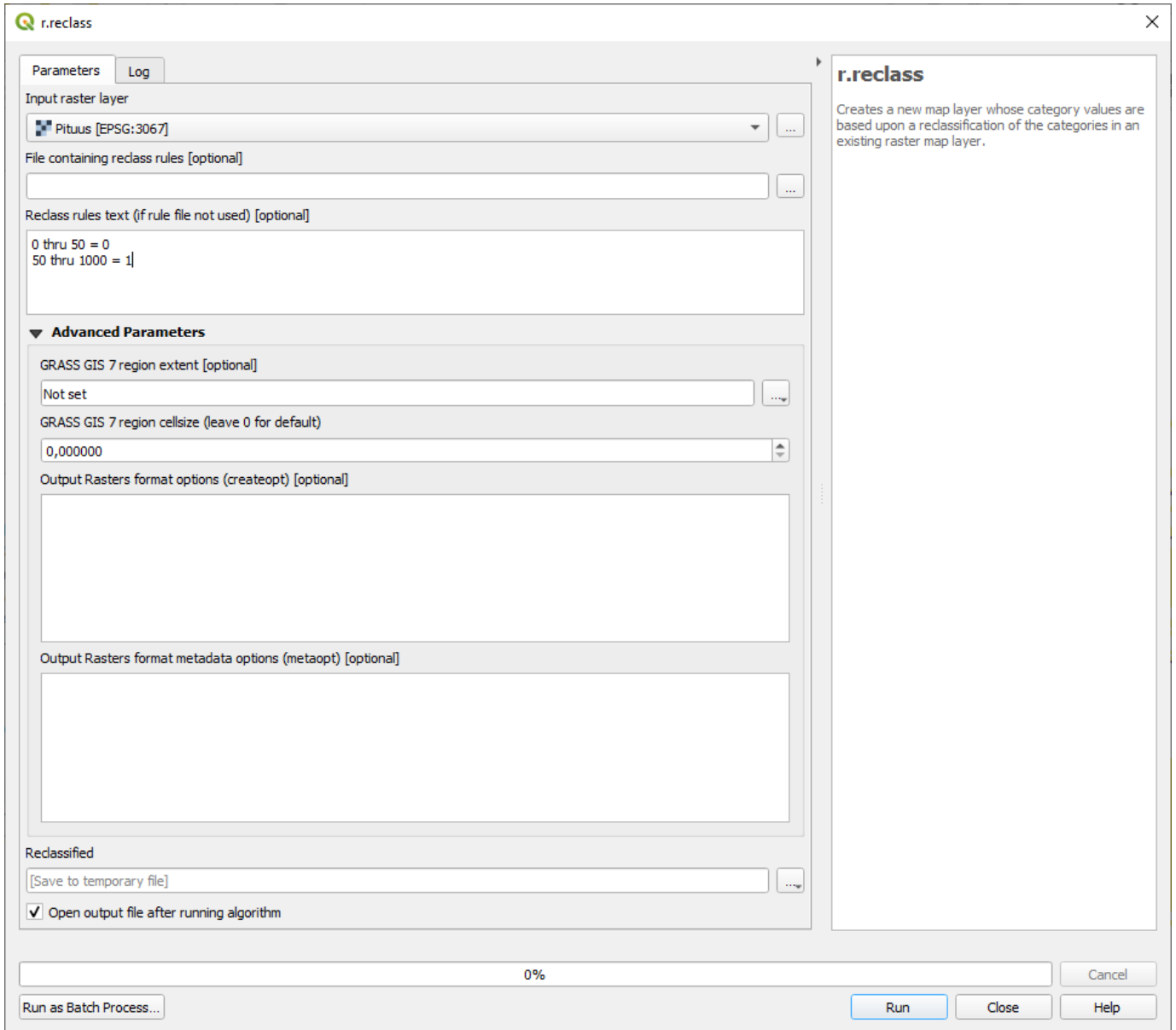
---

0 thru 50 = 0

50 thru 1000 = 1

---

-> *Run*.



Kuva 73. Pituuden uudelleen luokittelun säännöt.

10. Lasketaan "peitto" ja "pituus" yhteen, jotta voidaan muodostaa metsät. Raster-> **Raster Calculator**

- Laskentaikkunaan -> "reclassified"+"reclassified" (uudelleenluokitellut peitto ja pituus)
- *Output layer*-> Tallennetaan ja nimetään tunnistettavalla tavalla

-> Ok.

**Raster Calculator**

**Raster Bands**

- Peitto@1
- Pituus@1
- keskipituus\_vmi1x\_1519\_L4@1
- latvuspeitto\_vmi1x\_1519\_L4@1
- Reclassified@1
- Reclassified\_1@1

**Result Layer**

Create on-the-fly raster instead of writing layer to disk

Output layer: etariskikartta\Forssa\_metsat10%5m

Output format: GeoTIFF

**Spatial Extent**

Use Selected Layer Extent

X min: 24474581,00396 X max: 24479878,08506

Y min: 6741386,51294 Y max: 6745753,62043

**Resolution**

Columns: 331 Rows: 273

Output CRS: EPSG:3878 - ETRS89 / GK24FIN

Add result to project

**Operators**

+	*	(	min	IF	cos	acos
-	/	)	max	AND	sin	asin
<	>	=	abs	OR	tan	atan
<=	>=	!=	^	sqrt	log10	ln

**Raster Calculator Expression**

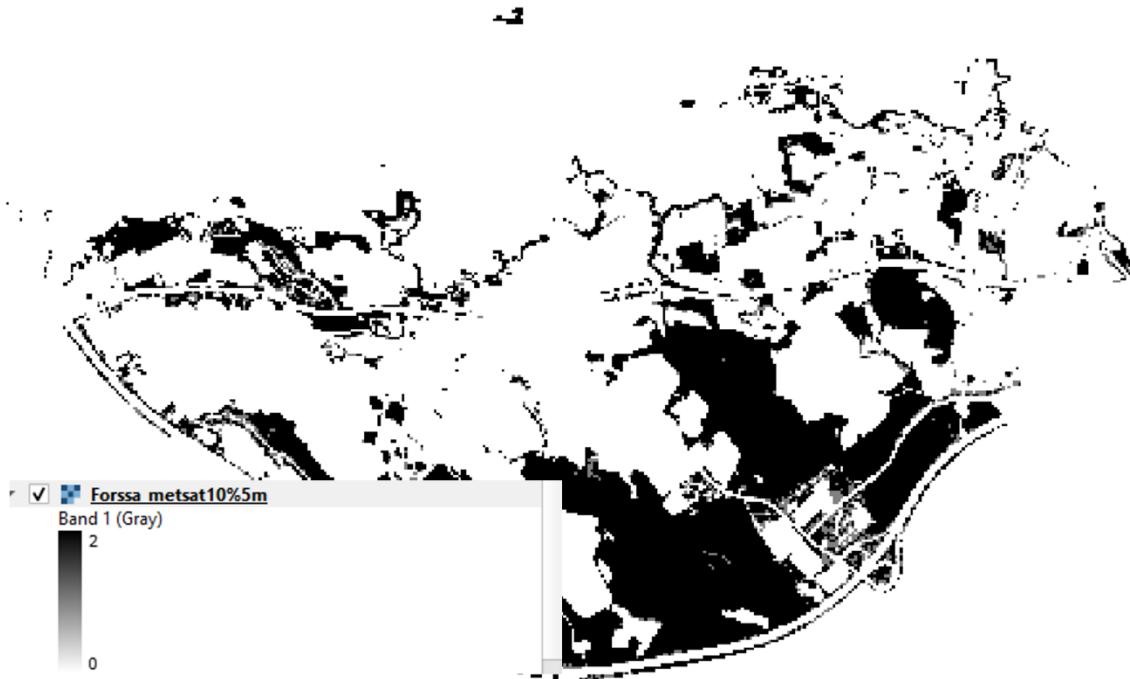
"Reclassified@1" + "Reclassified\_1@1"

Expression valid

OK Cancel Help

Kuva 74. Rasterilaskimen parametrit.

Kaikki arvon 2 ylittävät hilat voivat olla nyt metsiä, WSSP:n määritelmän mukaan. Kaikki alle 2 alittavat arvot eivät voi olla WSSP:n määritelmän mukaan metsiä.



Kuva 75. Tulos. Kaikki arvon 2 ylittävät hilat voivat olla nyt metsiä, WSSP:n määritelmän mukaan

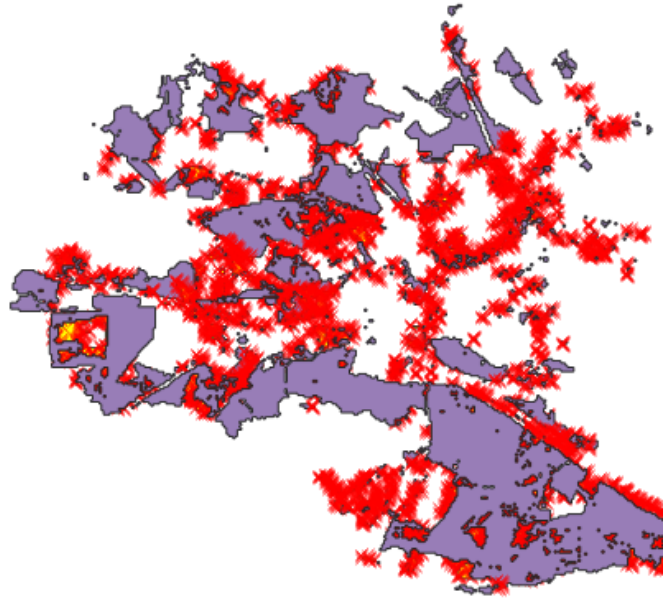
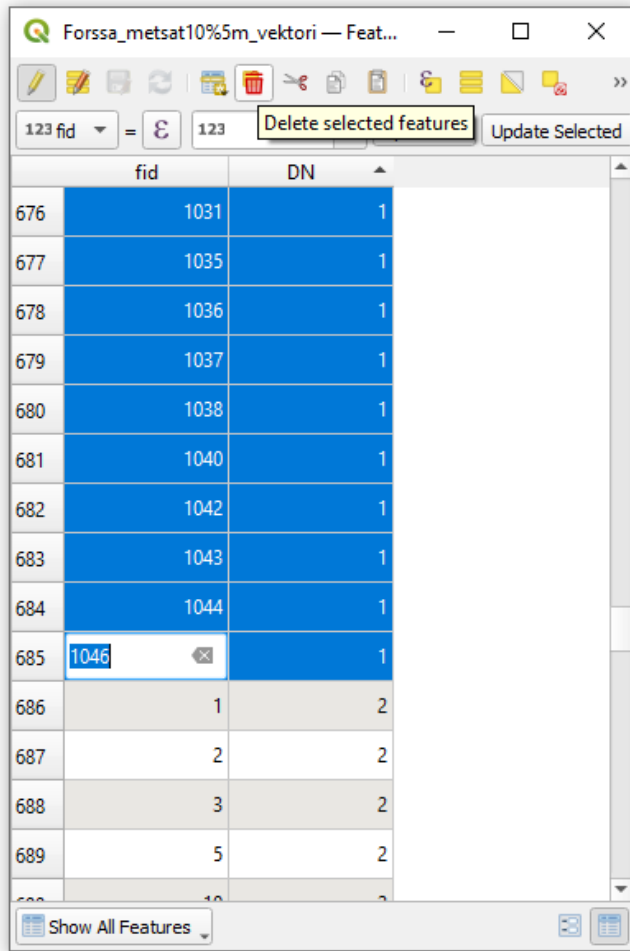
11. Muunnetaan aineisto rasterista vektoriksi. *Raster -> Conversion -> Polygonize (raster to vector)*

- Tallennetaan väliaikaisena

-> *Run.*

11b. Tarvittaessa leikataan vektorimuotoinen metsätaso tarkasteltavan alueen rajoilla (yleiskaavan rajoilla, tai valuma-alueen rajoilla) *Processing-> Processing toolbox-> Vector overlay-> Clip*

12. Avataan äsken luodun tason *Vectorized* attribuuttitaulukko ja kytketään muokkaus päälle. Järjestetään "DN"-kenttä alimmasta suurimpaan. Maalataan kaikki kahden alittavat arvot ja poistetaan ne.



Kuva 76. Parametrien alittavien arvojen poisto.

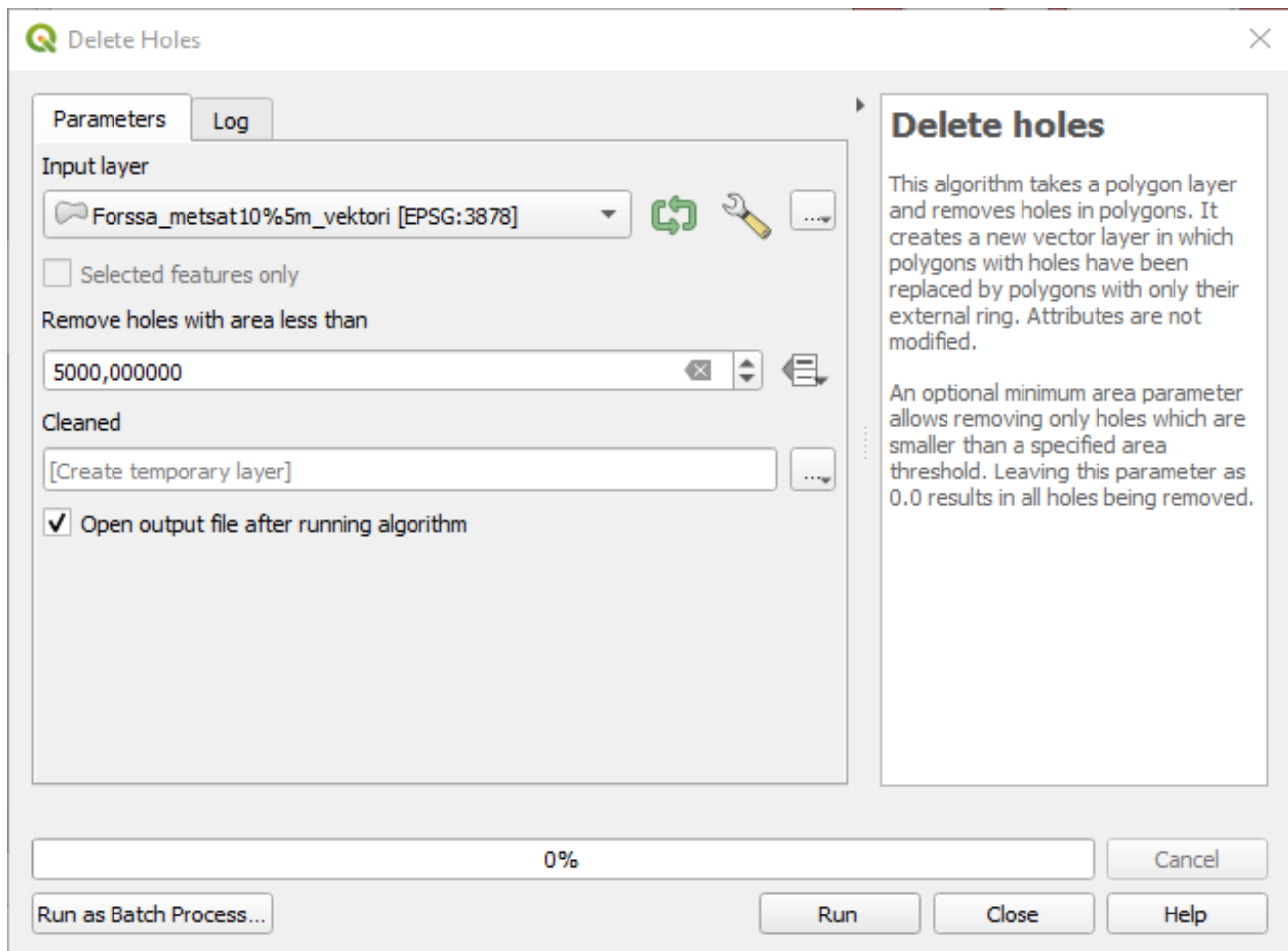
Kohteiden on muodostettava 20 metriä leveitä ja 5000 neliömetriä laajoja sekä yhtenäisiä kokonaisuuksia, jotta WSSP:n määritelmän mukaan ne olisivat metsäalueita.

13. Lasketaan alueiden pinta alat, ja poistetaan parametrien alle jäävät arvot. Avataan *vectorized* välilehti -> *calculate geometry*

14. Poistetaan kaikki alle 0,5 HA kohteet. Avataan tason attribuuttitaulukko ja kytketään muokkaus päälle. Järjestetään "area" -sarake alimmasta suurimpaan. Maalataan kaikki alle 5000 arvot ja poistetaan ne.

15. Poistetaan kaikki alle 0,5 HA reiät. Maalataan koko taso ja kytketään editointi päälle. *Edit. Processing-> Processing toolbox-> Vector-geometry -> Delete holes -> Remove holes less than -> 5000*

-> *Run.*



Kuva 77. Metsäalueiden reikien poisto.



Kuva 78. Vasemmalla "reikäinen" metsätaso ja oikealla "reiätön" metsätaso. Vasemmalla on myös käytetty 20 % latvuspeitteisyyttä metsän määrittämiseksi.

16. Luodaan "mluokka" -maankäyttöä kuvaava attribuutti, äskettäin tuotetulle "cleaned" tasolle. -> Add field

Valitaan uuden kentän parametrit

- Name -> mluokka
- Type -> Text

- *Lenght* -> 30

-> *Ok*.

17. Annetaan WSSP-luokitus ”m luokka” sarakkeelle. Kirjoitetaan riville -> *Metsäalueet*

18. Viedään taso pysyväksi. Avataan tason välilehti. *Export* -> *Save as*. Tallennetaan nimellä ”*metsät*”

19. On suositeltavaa, että tulosta verrataan ilmapokuvaan. Erityistä huomiota vaativat korkeat sekä peitteiset rakenteet, kuten esimerkiksi voima-, sähkölinjat sekä jakeluasemat. Korjaaminen tehdään digitoimalla.



*Kuva 79. Metsätaso voimalaitoksen yläpuolella. Puuta muistuttavat rakenteet tuottavat vääristymiä.*

## Korjatun maankäytön luominen

Korjattu maankäyttö noudattaa seuraavaa hierarkiaa: maastotietokanta on tarkin, sitten metsätaso ja viimeisenä yleiskaava.

1. Etsitään metsien ja maastotietokannan erotus. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector overlay* -> *Difference*

2. Valitaan erotuksen parametrit

- *Input layer* -> "metsät"
- *Overlay layer* -> "maastotietokannan\_kohteet"

-> *Run*.

3. Yhdistetään vektorit erotus ja maastotietokannan\_kohteet. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector general* -> *Merge vector layers*

- *Input layers* -> *maastotietokannan\_kohteet* ja *difference*
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*.

Avataan tason välilehti ja nimetään tulos uudelleen. *Rename* -> "maasto\_metsä"

4. Poistetaan tai nimetään uudelleen *difference* tunnistettavalla nimellä

5. Etsitään yleiskaavan (*korjaamaton\_maankäyttö*) ja täydentävän aineiston (*maasto\_metsä*) erot. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector overlay* -> *Difference*

6. Valitaan erotuksen parametrit

- *Input layer* -> *korjaamaton\_maankäyttö*
- *Overlay layer* -> *maasto\_metsä*

-> *Run*.

7. Yhdistetään. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector general* -> *Merge vector layers*

- *Input layers* -> *maasto\_metsä* ja *difference*
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*.

Avataan tason välilehti ja nimetään tulos uudelleen. *Rename* -> "Lähes\_korjattu\_maankäyttö"

8. Sulatetaan "Lähes\_korjattu\_maankäyttö". *Processing* -> *Processing toolbox* -> *Vector Geometry* -> *Dissolve*

9. Valitaan sulatuksen parametrit:

- *Dissolve Fields [optional]* -> mluokka
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*.

10. Tarkistetaan *dissolved* uniikki tunniste. Uniikin tunnisteen puuttuessa, viedään taso pysyväksi ilman *fid* tai *ID* ominaisuustietoa. *Export* -> *Save as*. Rikotaan *dissolved* -taso yksiosaiseksi *multipart split* liitännäisen avulla. Työkalu löytyy asennuksen jälkeen *digitointityökaluriviltä*. -> *Split feature parts*.

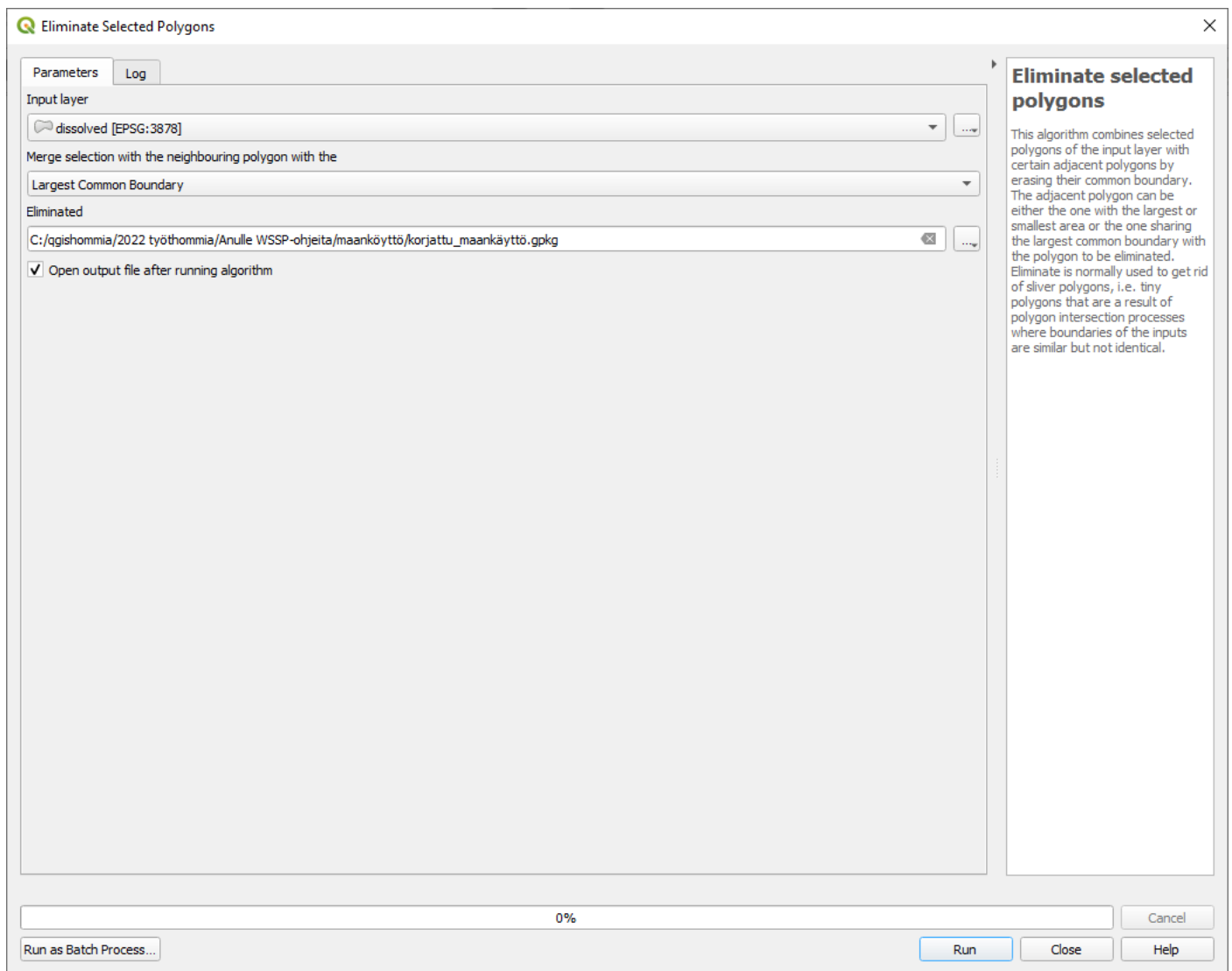
10. Lasketaan kaikki alle 0,5 hehtaarin kohteet. Avataan tason välilehti -> *Calculate geometry*

11. Sulatetaan kaikki alle 0,5 HA kohteet osaksi sitä kohdetta, jonka kanssa kohde jakaa pisimmän rajan. Avataan tason attribuuttitaulukko. Muokkaus kytketään päälle. Järjestetään "area"-kenttä alimmasta suurimpaan. Maalataan kaikki arvot, jotka jäävät alle 5000. Haetaan eliminointityökalu. *Processing -> Processing toolbox -> Eliminate selected polygons*

12. Valitaan eliminoinnin parametrit

- *Merge selection with the neighbouring polygon with the -> Largest Common Boundary*
- Tallennetaan nimellä "korjattu\_maankäyttö"

-> *Run.*



Kuva 80. Eliminointi.

## Digitointi ja ilmakuvakorjaus

Riippuen lähtöaineistojen ajantasaisuudesta ja tarkkuudesta sekä soveltuvuudesta WSSP:en, voi olla tarpeellista digitoida *korjattua maankäyttöä*. Digitoinnin laajuus ja tarkkuus on kiinni käyttäjästä. On suositeltavaa käyttää korkearesoluutioista ilmakuvaa korjausta varten. Apuna korjaamisessa voi myös hyödyntää *Fix geometries* ja *Remove Dangles* työkaluja. **Ennen digitoinnin aloittamista kannattaa luoda varmuuskopio**. Avataan tason *korjattu\_maankäyttö* välilehti -> Export -> saves as. Tallennetaan nimellä *"Varmuuskopio\_korjattu\_maankäyttö"*



Kuva 81. Ylempänä WMS-palvelu ja alempana ladattu rasteritaso.

## Muutosalueiden määrittäminen

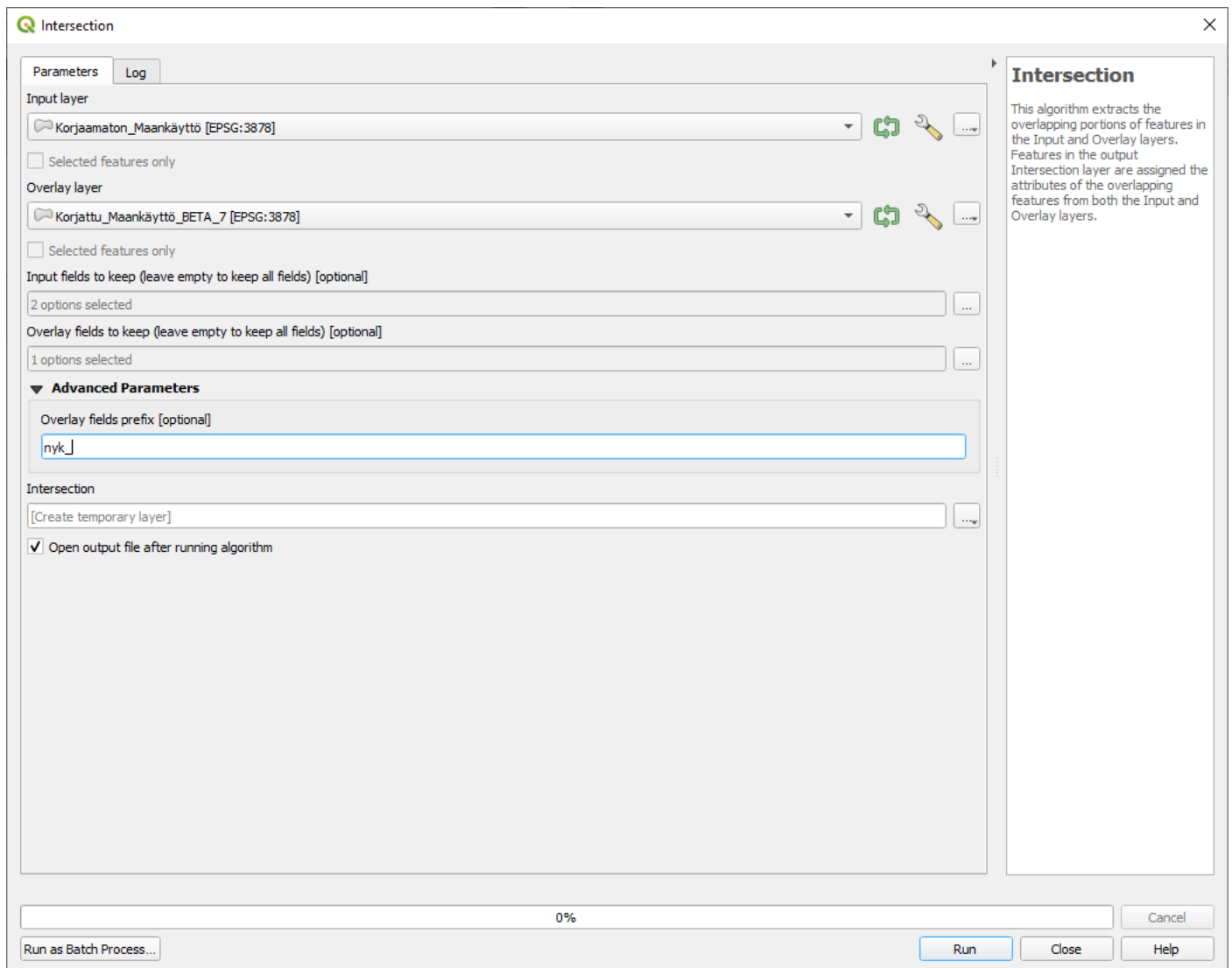
Muutosalueet ovat niitä alueita, jotka tulevat muuttumaan hydromorfologiselta luonteeltaan niin paljon, ettei niitä voi pitää enää samana maankäyttömuotona. Muutosalueet määritetään vertaamalla korjaamatonta ja korjattua maankäyttöä keskenään.

1. Etsitään leikkauskohdat. *Processing* -> *Processing toolbox* -> *Vector overlay* -> **Intersection**

2. Valitaan leikkauskohtien parametrit:

- *Input layer* -> "korjaamaton\_maankäyttö"
- *Overlay layer* -> "korjattu\_maankäyttö"
- *Input fields to keep (Leave empty to keep all fields) [Optional]* -> fid, mluokka
- *Overlay fields to keep (Leave empty to keep all fields) [Optional]* -> mluokka
- *Overlay fields prefix [optional]* -> nyk\_

-> *Run*.



Kuva 82. Muutosalueiden paikantamisen parametrit.

3. Etsitään muutosalueet. Avataan luodun tason attribuuttitaulu ja kenttälaskin. *Attribute table -> Field calculator*

4. Valitaan uuden kentän parametrit

- *Create a new field* ->
- *Output field name* -> "muutos"
- *Output field type* -> Whole number (integer)

Kopioidaan kenttälaskimeen lauseke:

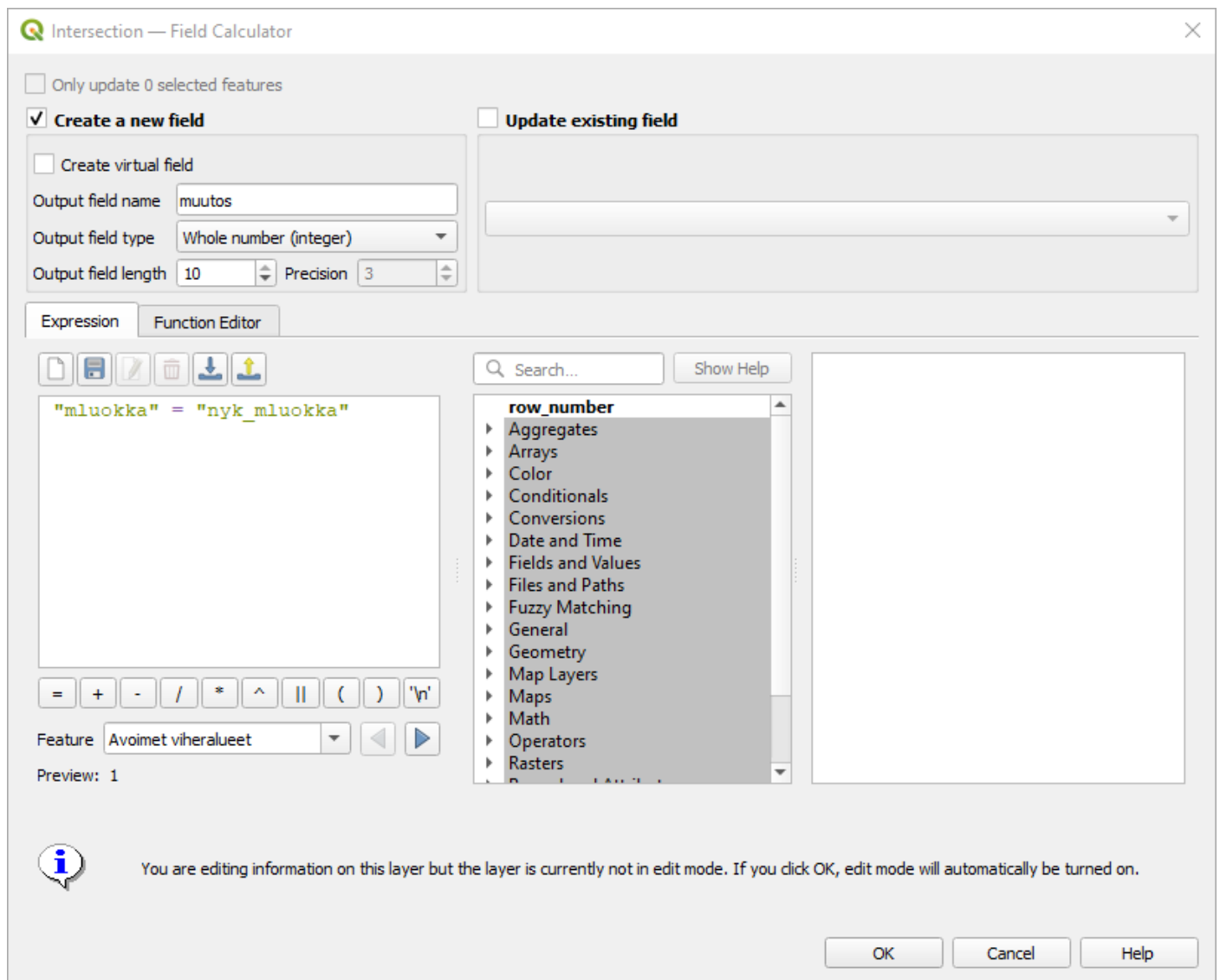
---

"mluokka" = "nyk\_mluokka"

---

-> *Ok*.

Nyt kentän muutos edustaa muutosalueita. Arvot 0 ovat muutosalueita ja nollan ylittävät arvot (1) muuttumattomia alueita.



Kuva 83. Muutosalueiden laskeminen kenttälaskimen avulla.

fid	mluokka	nyk_mluokka	muutos
1	Avoimet viheral...	Avoimet viheral...	1
2	Palvelualueet	Palvelualueet	1
3	Avoimet viheral...	Avoimet viheral...	1
4	Palvelualueet	Metsäalueet	0
5	Palvelualueet	Maatalousalueet	0
6	Palvelualueet	Palvelualueet	1
7	Palvelualueet	Palvelualueet	1
8	Palvelualueet	Palvelualueet	1
9	Avoimet viheral...	Avoimet viheral...	1
10	Avoimet viheral...	Metsäalueet	0
11	Väljät asuinalueet	Väljät asuinalueet	1
12	Väljät asuinalueet	Metsäalueet	0
13	Palvelualueet	Metsäalueet	0
14	Palvelualueet	Maatalousalueet	0
15	Palvelualueet	Palvelualueet	1
16	Palvelualueet	Metsäalueet	0
17	Palvelualueet	Metsäalueet	0

Kuva 84. Arvot 0 ovat muutosalueita, ja nollan ylittävät arvot (1) muuttumattomia alueita.

*Mluokka* osoittaa kaavan osoittaman WSSP-maankäyttöluokan. *Nyk\_mluokka* edustaa nykytilan mukaista maankäyttöä, *korjatun maankäytön* mukaisesti. *Muutos* osoittaa onko alue muuttumassa vai ei.

5. Rikotaan taso yksiosaiseksi *multipart split* liitännäisen avulla. Työkalu löytyy asennuksen jälkeen digitointityökaluriviltä. -> *Split feature parts*

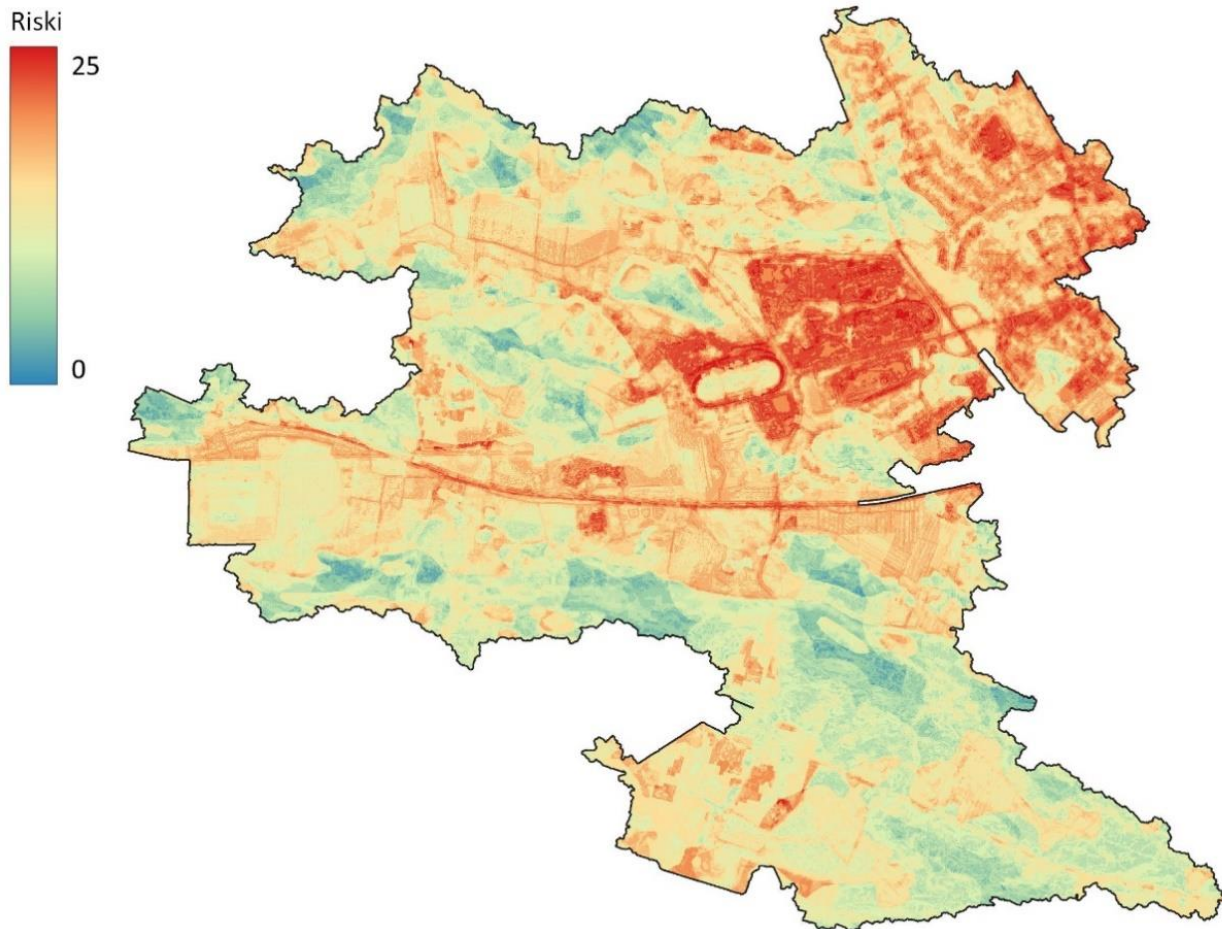
6. Avataan attribuuttitaulu ja korjataan käsin:

- Poistetaan kaikki arvon "1" omaavat kohteet (nämä eivät ole muutosalueita).
- Lasketaan kohteiden pinta-ala, ja poistetaan kaikki 0,5 hehtaarin kohteet. (*Calculate geometry*).
- Poistetaan kaikki arvot, joilla ei ole kaavan osoittamaa maankäyttöluokkaa (kaavattomat alueet).
- Poistetaan kaikki tason osoittamat muutokset avoimista viheralueista metsiksi. (WSP ei pysty osoittamaan muutoksia viheralueista metsiksi, johtuen lähtöaineiston tarkkuudesta). Aineisto voidaan järjestää uudelleen työskentelyn helpottamiseksi attribuuttitaulukossa.
- Tarkastellaan erityisalueiden muutokset ja poistetaan paikkaansa pitämättömät tulokset.
- Erityistä huomiota kaipaavat kaavan maa ja metsätalouden piiriin kuuluvat alueet. Näiden muutoksia ei välttämättä saada näkymään, metsistä maatalouden alueiksi ja päinvastoin. Kohteet tulee poistaa.
- Käytetään maalaisjärkeä ja paikkatuntemusta. Menetelmä on ainoastaan niin tarkka kuin lähtöaineistot.



Kuva 85. Pilottialueen muutosalueet.

# WSSP-riskimoduuli



Kuva 86. Yhteenlaskettu hulevesiin kohdistuva riski pilottialueella, ilman ihmistoimintaa.

## Tiivistelmä

On suositeltavaa luoda erillinen työtila riskien kokoamista varten. Moduulin avulla voidaan arvioida hulevesiin kohdistuvia biofysisiä ja ihmistoiminnan aiheuttamia riskejä, ja kohdistaa toimenpiteitä resurssiviisaasti.

WSSP-riskit voidaan periaatteessa laskea minkä tahansa kokoiselle alueelle, mutta työmäärä voi kasvaa. Ainoastaan ihmistoiminnan riski ei skaalaudu, sillä laskuja rajoittaa yleiskaavan kattavuus. Ohjeissa riski lasketaan aiemmin tuotetulle ”*yhdistetty\_korkeusmalli*” tasolle. Tämä taso toimii riskiaineiston rajoina. Rajoina voidaan myös käyttää kansallisia karttalehtiä. Moduulin tavoitteena on:

- Luoda riskirasterit kuvaamaan 1. kasvillisuutta, 2. kaltevuutta, 3. läpäisemättömyyttä, 4. maaperän vedenjohtavuutta, 5. etäisyyttä valuntaverkkoon ja 6. ihmistoimintaa
- Luoda yhteenlaskettu riskirasteri

Moduulissa tarvittavat lähtöaineistot:

- NVDI:n maksimi-arvot 2021 [SYKE]
- Korkeusmalli 2 m [MML]
- Imperviousness [EEA]
- Maaperä 1:20 000 / 1:50 000 [GTK]

- Polttotaso [WSSP]
- WSSP-maankäyttöluokittelu [WSSP]

Riskiarvot (*r.reclass, reclassify by table*) ovat vaihdettavissa harkinnanvaraisesti. Ohjeissa esitetyt arvot ovat WSSP-tietokannassa tarkemmin perusteltuja lukuja väliltä 0–5.

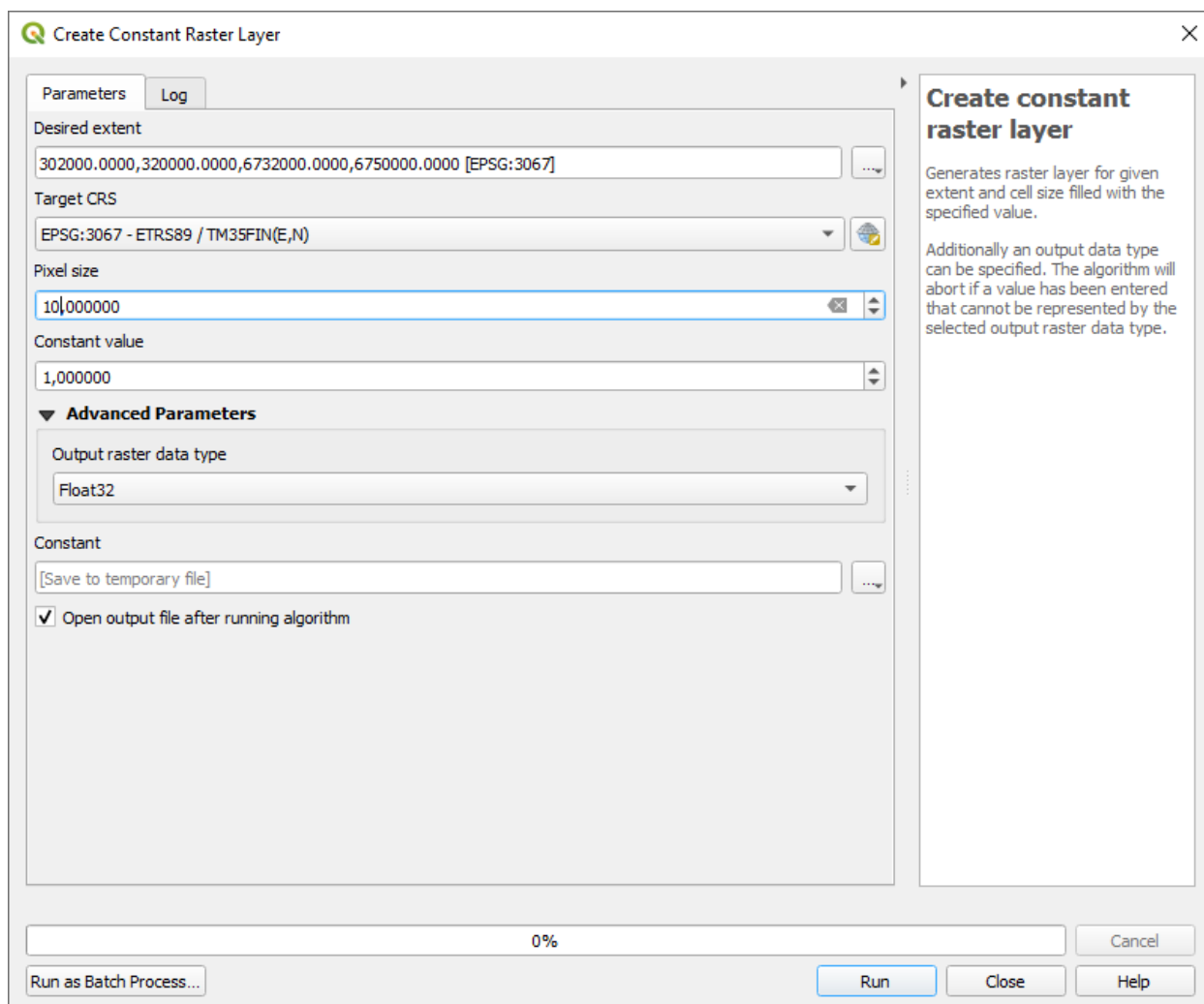
### Esivalmistelut

1. Luodaan työtila. Tiputetaan työtilaan *yhdistetty\_korkeusmalli* (Mikäli tiedostoa ei ole, luodaan tämä noudattamalla WSSP valuma-aluemoduulin ohjeita.
2. Tallennetaan työtila nimellä "WSSP\_riski"
3. Tarkistetaan sijainti. -> *World*.
4. Luodaan maskitaso riskirastereiden leikkaamista varten. Processing ->Processing Toolbox-> Raster creation -> **Create constant raster layer**

Valitaan maskitason parametrit:

- *Desired extent* -> *yhdistetty\_korkeusmalli*
- *Pixel size* -> 10
- *Constant value* -> 1
- Tallennetaan väliaikaisena

-> *Run*.



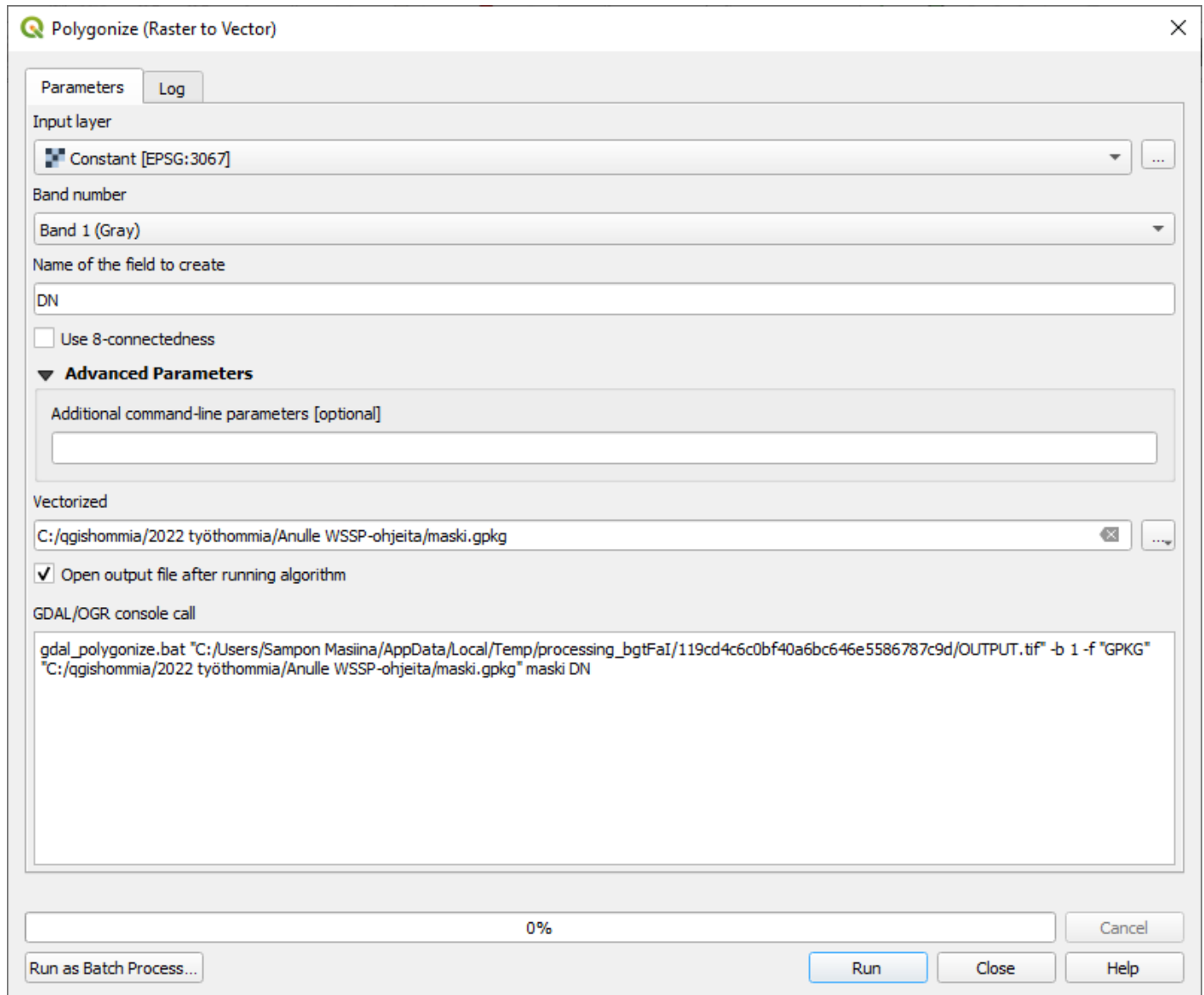
Kuva 87. Maskitason parametrit.

5. Muutetaan rasteri vektoriksi Processing-> Processing toolbox -> GDAL->Raster conversion -> **Polygonize (raster to a vector)**

Valitaan muuntoparametrit:

- *Input layer -> constant*
- Tallennetaan nimellä "maski"

-> Run.



Kuva 88. Maskitason polygonisoinnin parametrit.

## Kaltevuus

Kaltevuus lasketaan käsittelemättömästä MML- KM2 aineistosta. Laskemisessa hyödynnetään aiemmin ladattua ja yhdistettyä korkeusmallia, **jota ei ole poltettu** "yhdistetty\_korkeusmalli". Aineisto käy myös muun aineiston rajaajana.

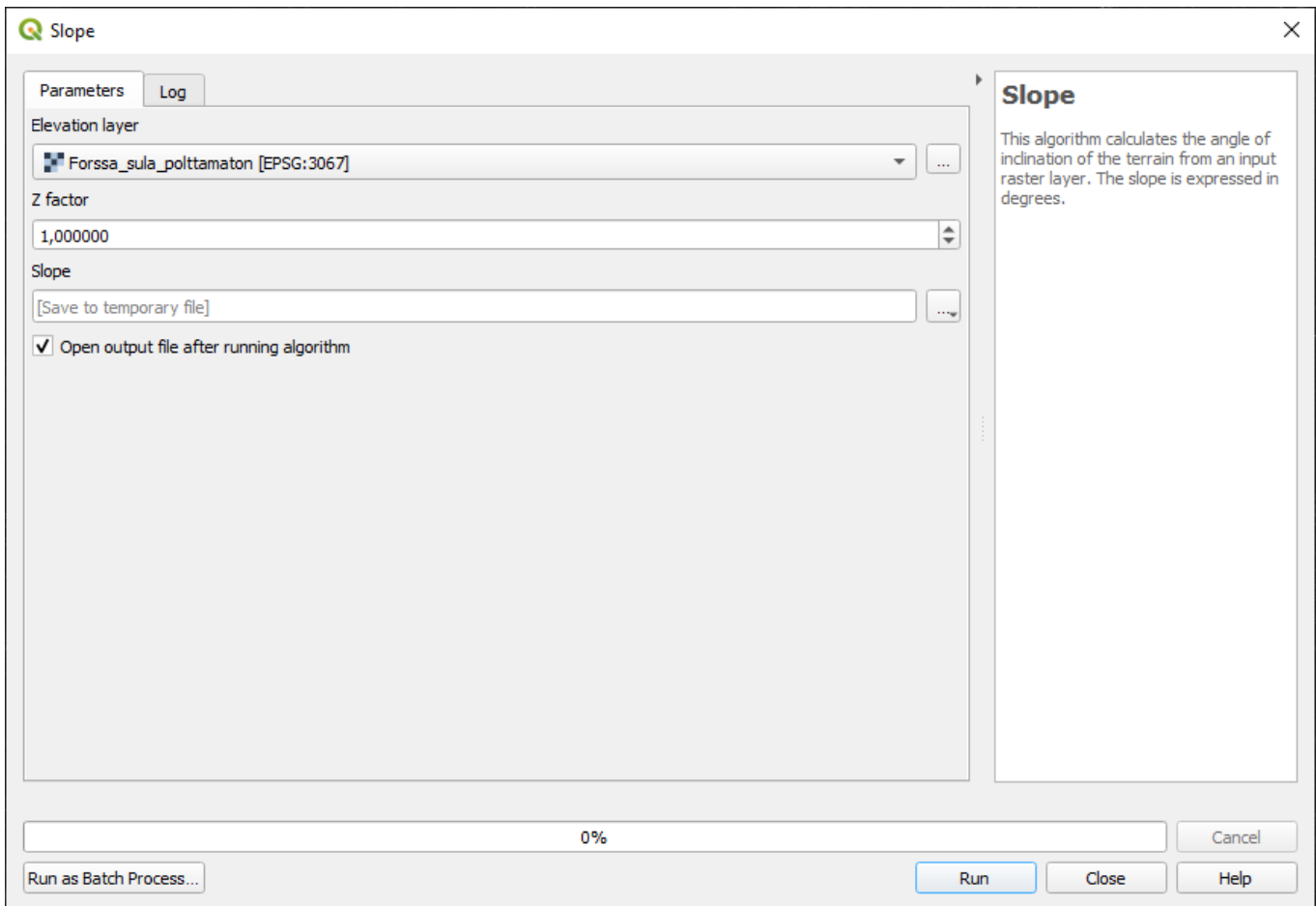
1. Haetaan kaltevuuden laskentatyökalu. *Processing -> Processing Toolbox-> Raster terrain analysis-> Slope*

2. Valitaan kaltevuuden laskennan parametrit:

- *Elevation layer -> "yhdistetty\_korkeusmalli"*
- *Z factor -> 1*

- Tallennetaan väliaikaisena

-> *Run.*



Kuva 89. Kaltevuuden laskentatyökalu.

3. Luokitellaan kaltevuuden aste arvot WSSP-riskiarvoiksi. *Processing Toolbox*-> *Raster*-> *GRASS* -> *Raster(r.\*)* -> *r.reclass*

Valitaan uudelleen luokittelun parametrit:

- Input raster layer -> *slope*
- Reclass rules text -> Kopioidaan sääntö *reclassify rules* -ikkunaan.
- Tallennetaan nimellä "*kaltevuus\_riski*"

Sääntö on:

---

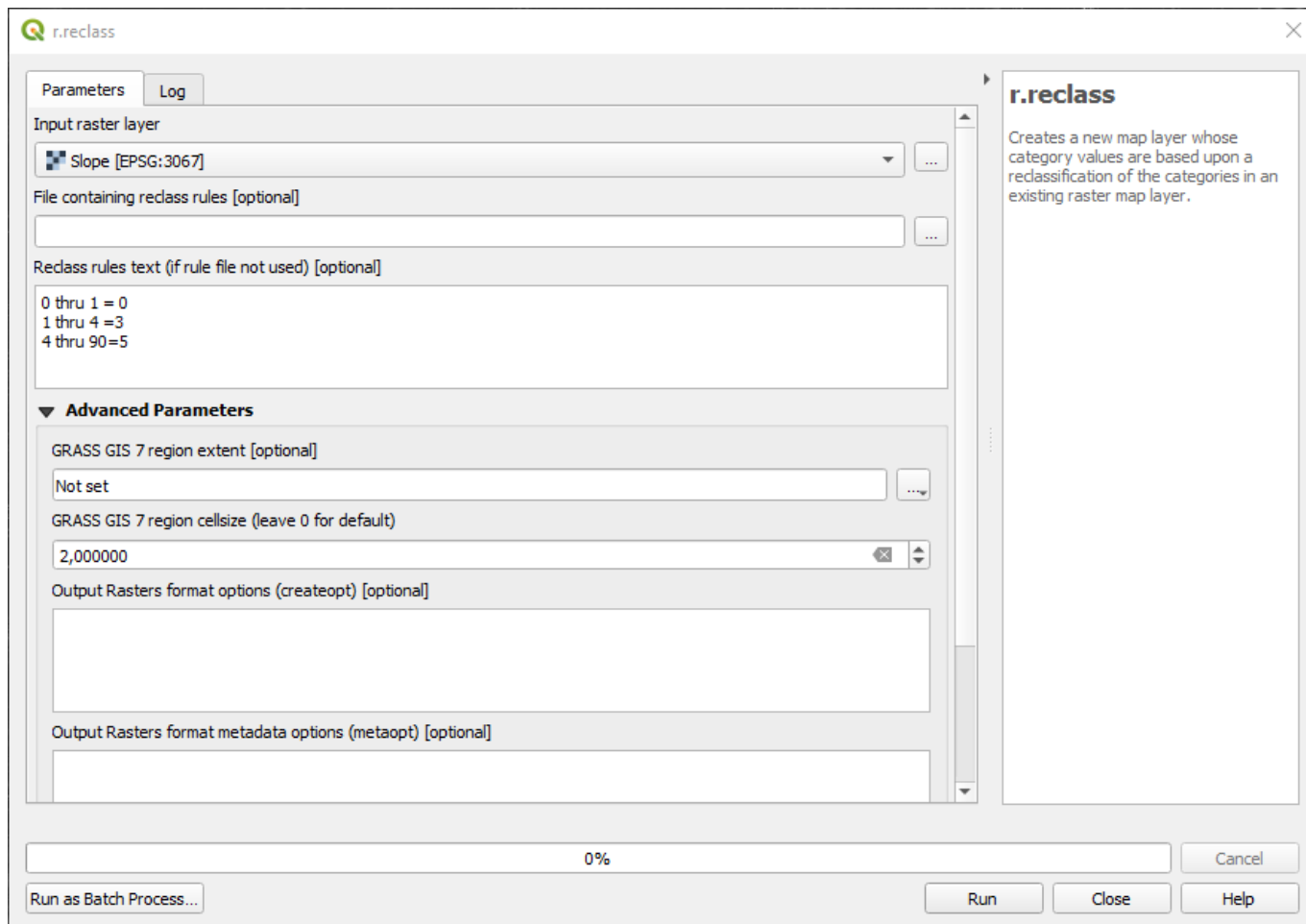
0 thru 1 = 0

1 thru 4 = 3

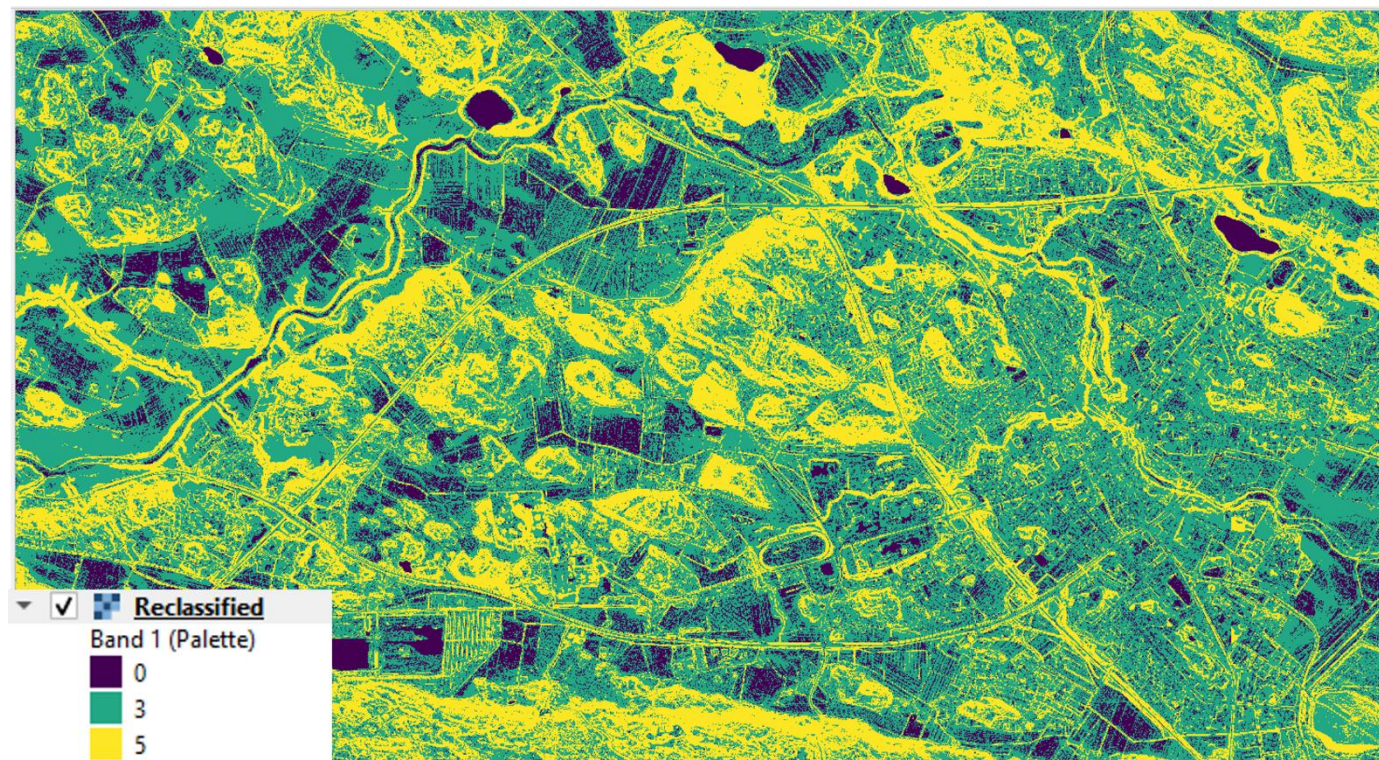
4 thru 90 = 5

---

-> *Run.*



Kuva 90. Kaltevuuden uudelleen luokittelun säännöt.



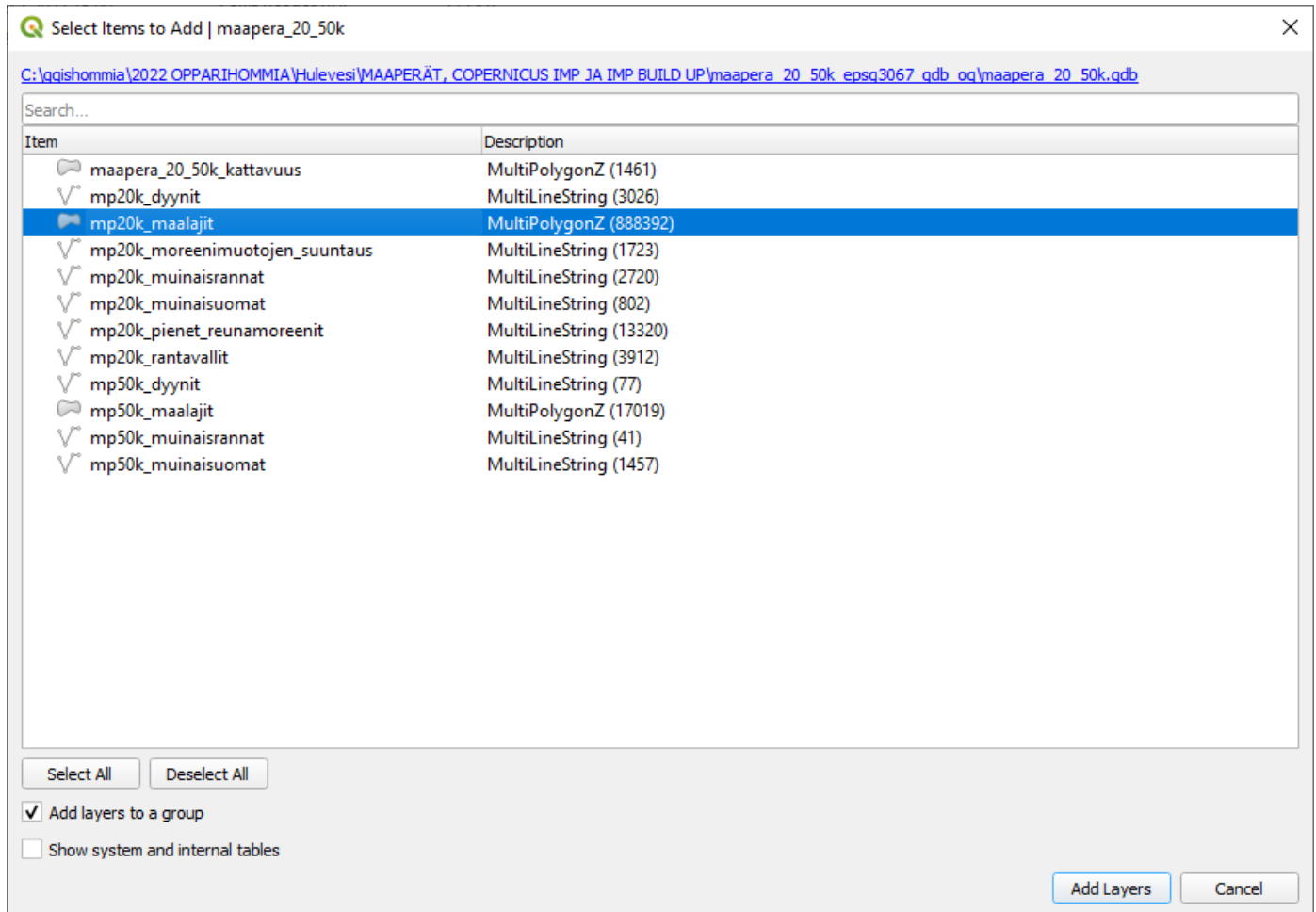
Kuva 91. Kaltevuus WSSP:n riskiluokittelun mukaan.

## Maalajin hydrologinen läpäisevyys

Riskiluokittelun pohja-aineistona toimii GTK:n ”Maaperä 1:20 000 / 1:50 000” aineisto. WSSP riskiluokittelu perustuu GTK:n antamiin vedenjohtavuusarvoihin.

1. Ladataan aineisto GTK:n rajapintapalvelusta [Maaperä 1:20 000 / 1:50 000 aineisto](#).

2. Puretaan ja tiputetaan aineisto työtilaan. Valitaan *mp20k\_maalajit*. Muut kohteet ovat tarpeettomia. -> *Add layers*.



Kuva 92. Tarvittavat kohteet GTK:n aineistoista.

3. Leikataan aineisto. *Processing* -> *Processing Toolbox* ->GDAL -> *Vector geoprocessing* -> *Clip vector by extent*

4. Valitaan leikkauksen parametrit:

- *Input layer* -> juuri ladattu mpk20k\_maalajit
- *Extent* -> *yhdistetty\_korkeusmalli*
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*.

5. Avataan tason *clipped* attribuuttitaulu ja kenttälaskin. Luodaan uusi kenttä riskiluokittelua varten. *Attribute table* -> *Field calculator*

## 6. Valitaan uuden kentän parametrit:

- *Create a new field* ->
- *Output field name* -> HL
- *Output field type* -> Whole number (integral)

Kopioidaan seuraava lauseke kenttälaskimen ikkunaan:

---

CASE

WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Hienoainesmoreeni (HMr) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Kalliomaa (Ka) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Kartoittamaton (0)' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Lieju (Lj) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Liejuhiesu (LjHs) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'liejuinen Hiekka (LjHk) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Hienoainesmoreeni (HMr) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'liejuinen hieno Hieta (LjHht) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Liejusavi (LjSa) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Rakka (RaKa) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Rapakallio (RpKa) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Savi (Sa) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Turvetuotantoalue (Tu) RT' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Täytemaa (Ta)' THEN '5'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Hiekkamoreeni (Mr) RT' THEN '3'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'hieno Hiekka (HHk) RT' THEN '3'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'hieno Hieta (HHt) RT' THEN '3'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Hiesu (Hs) RT' THEN '3'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'karkea Hieta (KHt) RT' THEN '3'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Rahkaturve (St) RT' THEN '3'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Saraturve (Ct) RT' THEN '3'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Soramoreeni (SrMr) RT' THEN '3'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Hiekka (Hk) RT' THEN '0'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Kiviä (Ki) RT' THEN '0'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Lohkareita (Lo) RT' THEN '0'  
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Sora (Sr) RT' THEN '0'

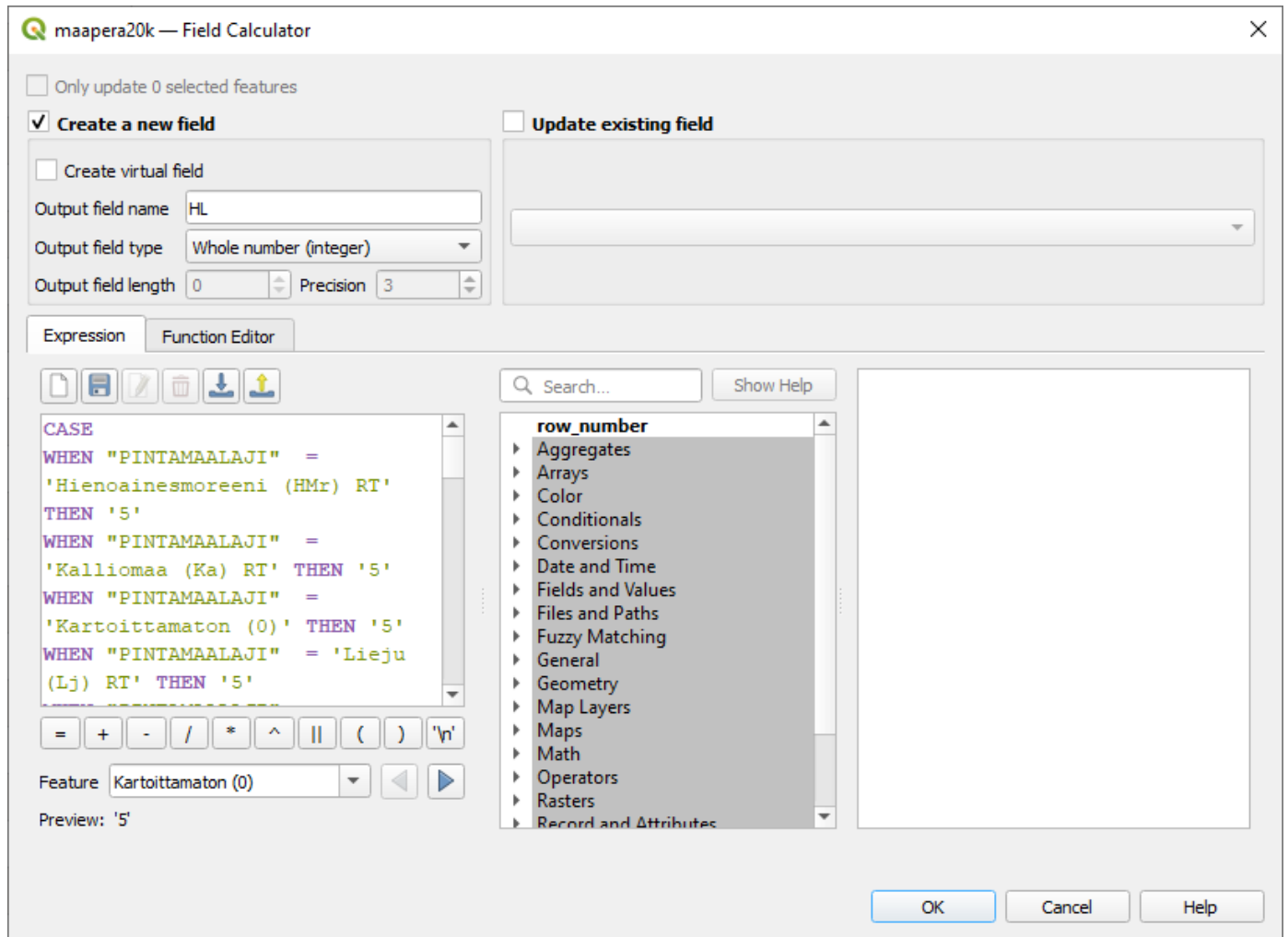
WHEN "PINTAMAALAJI" = 'Vesi (Ve)' THEN '0'

ELSE NULL

END

-> OK.

Lauseke sisältää kaikki *mp20k\_maalajit* – pintamaalajiluokkien arvot ja muuntaa ne automaattisesti WSSP-riskiluokkia vastaaviksi arvoiksi. **Mikäli lähtöaineisto erii, on lauseketta muokattava.**



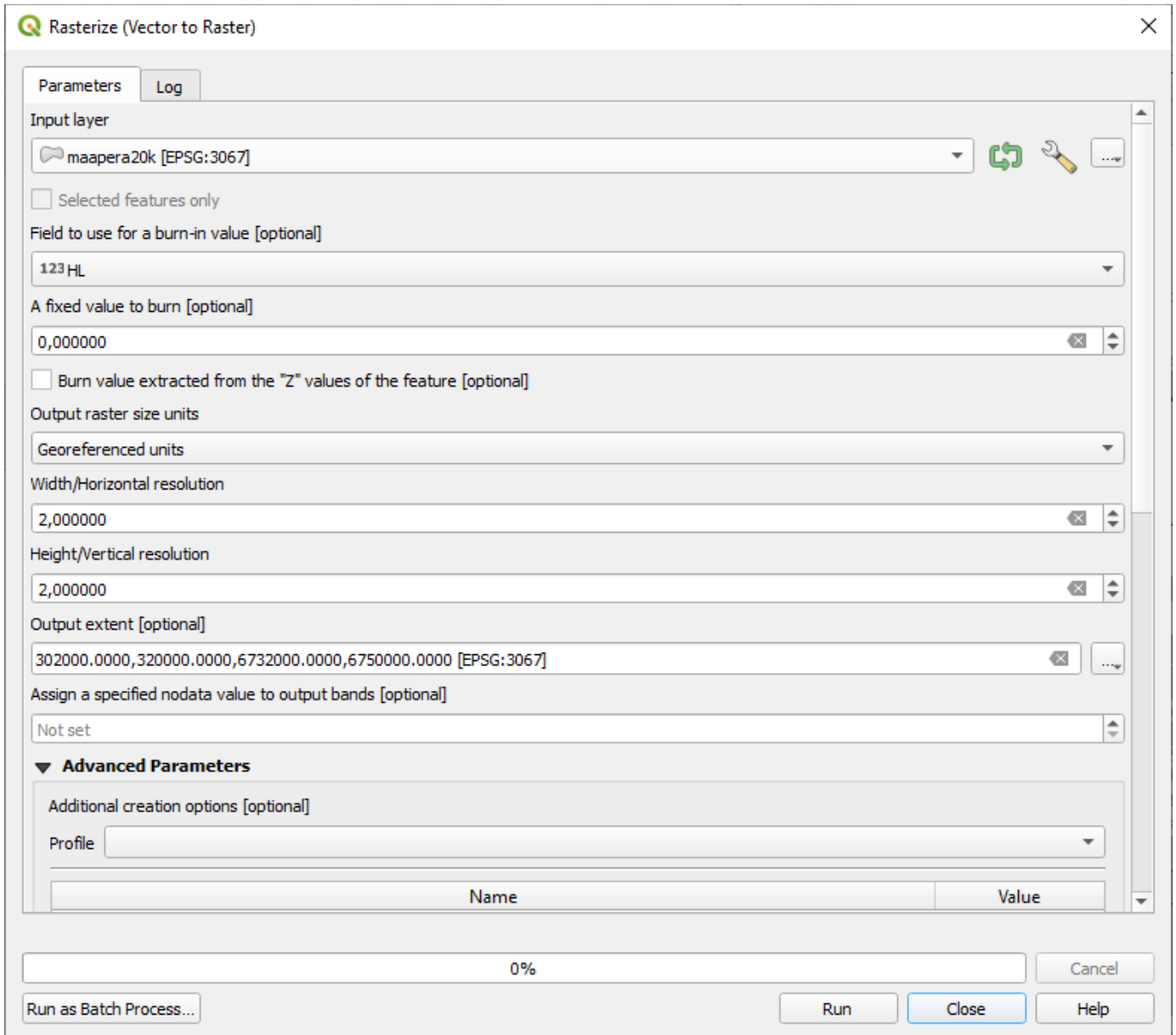
Kuva 93. Maaperän riskiluokittelu kenttälaskimessa.

7. Muutetaan vektori rasteriksi. Haetaan työkalu. *Processing -> GDAL -> Vector conversion -> Rasterize (Vector to Raster)*

8. Valitaan muunnoksen parametrit.

- *Input layer -> Clipped*
- *Field to use a burn-in value [optional] -> juuri luotu attribuutti "HL"*
- *Output raster size units -> Georeferenced units (yksikköjen tulee olla metrejä)*
- *Height/ Horizontal resolution -> 2*
- *Width/ Vertical resolution -> 2*
- *Output extent [optional] -> "yhdistetty\_korkeusmalli"*
- *Assign a specified no data value to output bands [optional] -> not set*
- Tallennetaan nimellä *"maaperan\_hydrologinen\_johtavuus\_riski"*

-> Run.



Kuva 94. Maaperävektorin muuntaminen rasteriksi.

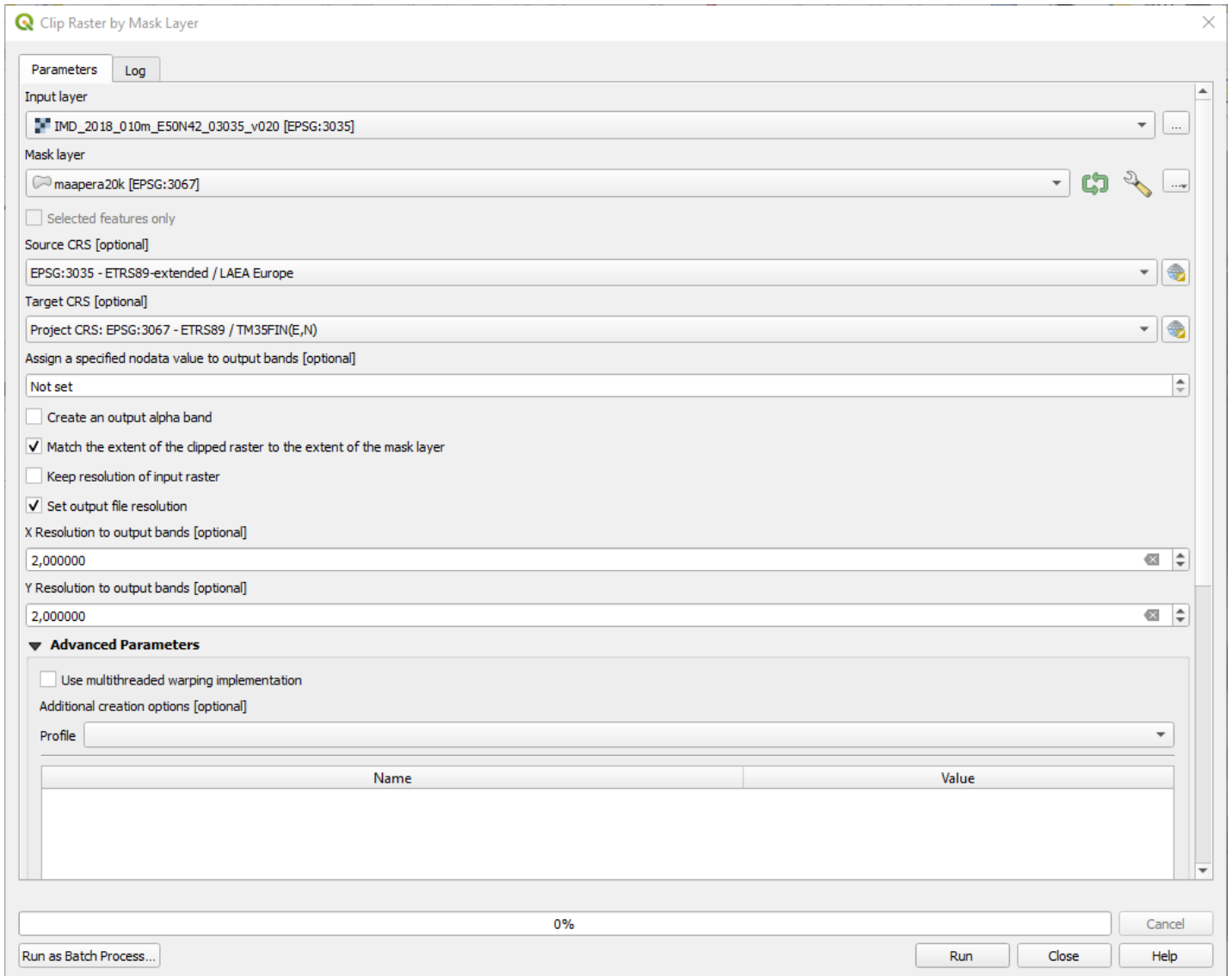
## Läpäisemättömyys

Läpäisemättömyys lasketaan WSSP:sa TIA:lla. Lähtöaineistona toimii yleiseurooppalainen European Environmental Agency:n tuottama *Imperviousness*, jossa läpäisemättömyys on kuvattu prosentteina.

1. Ladataan [European environmental agency läpäisemättömyysaineisto](#).
2. Puretaan aineisto ja tiputetaan työtilaan riittävä määrä tasoja. Poistetaan ylimääräiset tasot.
3. Yhdistetään tasot, mikäli tarpeellista. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *GDAL*->*Raster Miscellaneous*-> *Merge*
4. Leikataan rasteritaso. *Processing* -> *Processing toolbox* – *GDAL* -> *Raster Extraction* -> *Clip raster by Mask layer*.
6. Valitaan leikkauksen parametrit

- *Input layer* -> "Reprojected" (projektoitu läpäisemättömyysaineisto)
- *Mask layer* -> "Clipped" (maaperästä leikattu aiemman työvaiheen taso)
- *Match the extent of the clipped raster* ->
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> Run.



Kuva 95. Läpäisemättömyysaineiston leikkauksen parametrit.

7. Projektoidaan valtiolliseen koordinaatistoon ja muunnetaan hilakoko. *Processing* -> *Processing toolbox* – *GDAL* -> *Raster projections* -> *Warp (reproject)*

8. Valitaan uudelleen projektion parametrit:

- *Input layer* -> Läpäisemättömyysaineisto
- *Target CRS [optional]* -> EPSG:3067, ETRS-TM35FIN
- *Output file resolution in target georeferenced units [optional]* -> 2
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> Run.

9. Luokitellaan aineisto WSSP:n mukaisiin riskiluokkiin. *Processing ->Processing toolbox -> GRASS -> Raster(r\*) ->r.reclass*

Valitaan uudelleen luokittelun parametrit

- Reclass rules text -> Kopioidaan alempi sääntö reclassify rules ikkunaan.
- Tallennetaan nimellä "läpäisemättömyys\_riski"

Sääntö on:

0 thru 1 = 0

1 thru 20 = 1

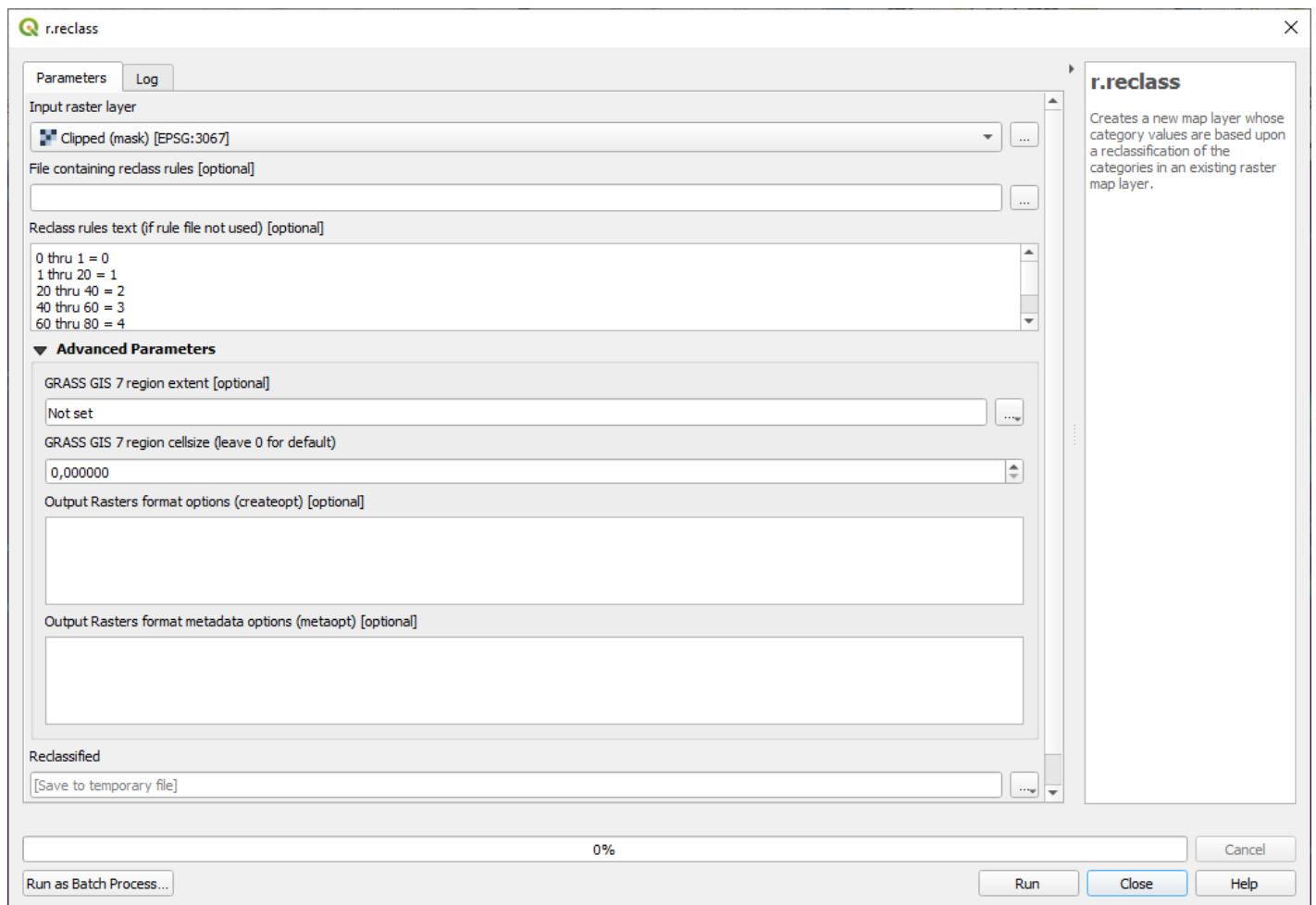
20 thru 40 = 2

40 thru 60 = 3

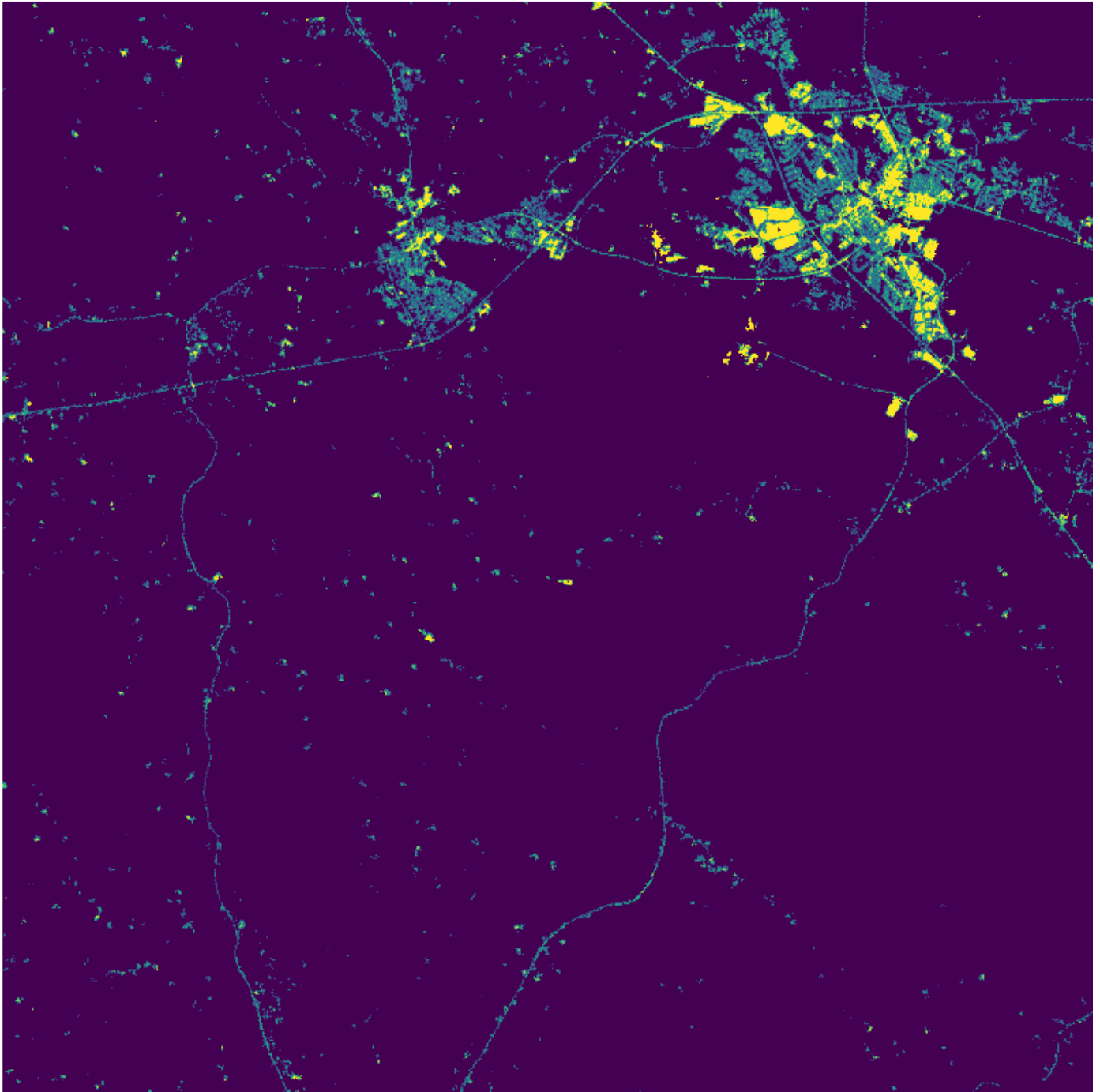
60 thru 80 = 4

80 thru 100 = 5

-> *Run.*



Kuva 96. Läpäisemättömyyden uudelleenluokittelun säännöt.



Kuva 97. Läpäisemättömyys WSSP:n riskiluokittelun mukaan.

## NDVI

Normalisoitu kasvillisuusindeksi luokitellaan uudelleen SYKEN tuottamasta aineistosta. Vaihtoehtoisesti ”NDVI:n maksimiarvo 2021 Etelä-Suomi” tai/ja ”NDVI:n maksimiarvo 2021 Pohjois-Suomi”. Rajatapauksissa molemmat.

1. [Ladataan SYKE NDVI:n maksimiarvo 2021.](#) Puretaan aineisto ja raahataan työtilaan tarkasteltavan alueen kattava määrä tasoja.
2. Yhdistetään tasot, mikäli tarpeellista. *Processing-> Processing toolbox -> GDAL->Raster Miscellaneous-> Merge*

3. Leikataan taso ja muunnetaan koordinaatisto. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *GDAL*-> *Raster extraction* -> *Clip raster by mask layer*

Valitaan leikkauksen parametrit

- *Input layer* -> NDVI:n maksimiarvo 2021, tai yhdistetty taso.
- *Target CRS* -> EPSG:3067, ETRS-TM35FIN
- *Mask layer* -> maski (esivalmisteluina luotu maskitaso).
- *Match the extent of the clipped raster* ->
- *Set output file resolution* ->
- *X Resolution to output bands [optional]* -> 2
- *Y Resolution to output bands [optional]* -> 2
- Tallennetaan väliaikaisena.

4. Luokitellaan aineisto uusiksi. *Processing* -> *Processing toolbox* -> *GRASS* -> *Raster(r\*)* -> *r.reclass*

Valitaan uudelleen luokittelun parametrit

- Kopioidaan alempi sääntö *reclassify rules* ikkunaan.
- Tallennetaan nimellä "*NVDI\_riski*".

Sääntö on:

---

0 thru 120 = 5

120 thru 140 = 4

140 thru 160 = 3

160 thru 180 = 2

180 thru 200 = 1

200 thru 2000 = 0

---

-> *Run*.

### Etäisyys valuntaverkkoon

Riski lasketaan WSSP valuma-aluemoduulin aikana luodusta *polttotasosta*. Mikäli *polttotaso* ei ole luotu, se pitää luoda.

1. Tiputetaan "*polttotaso*" työtilaan.

2. Puskuroidaan *polttotaso*a 100 metrillä ja 200 metrillä. *Processing*-> *Processing toolbox* -> *Vector geometry* -> *Buffer*

3. Valitaan puskuroinnin parametrit:

- *Input layer* -> *polttotaso*
- *Distance* -> 100
- *Dissolve result* ->
- Tallennetaan väliaikaisena

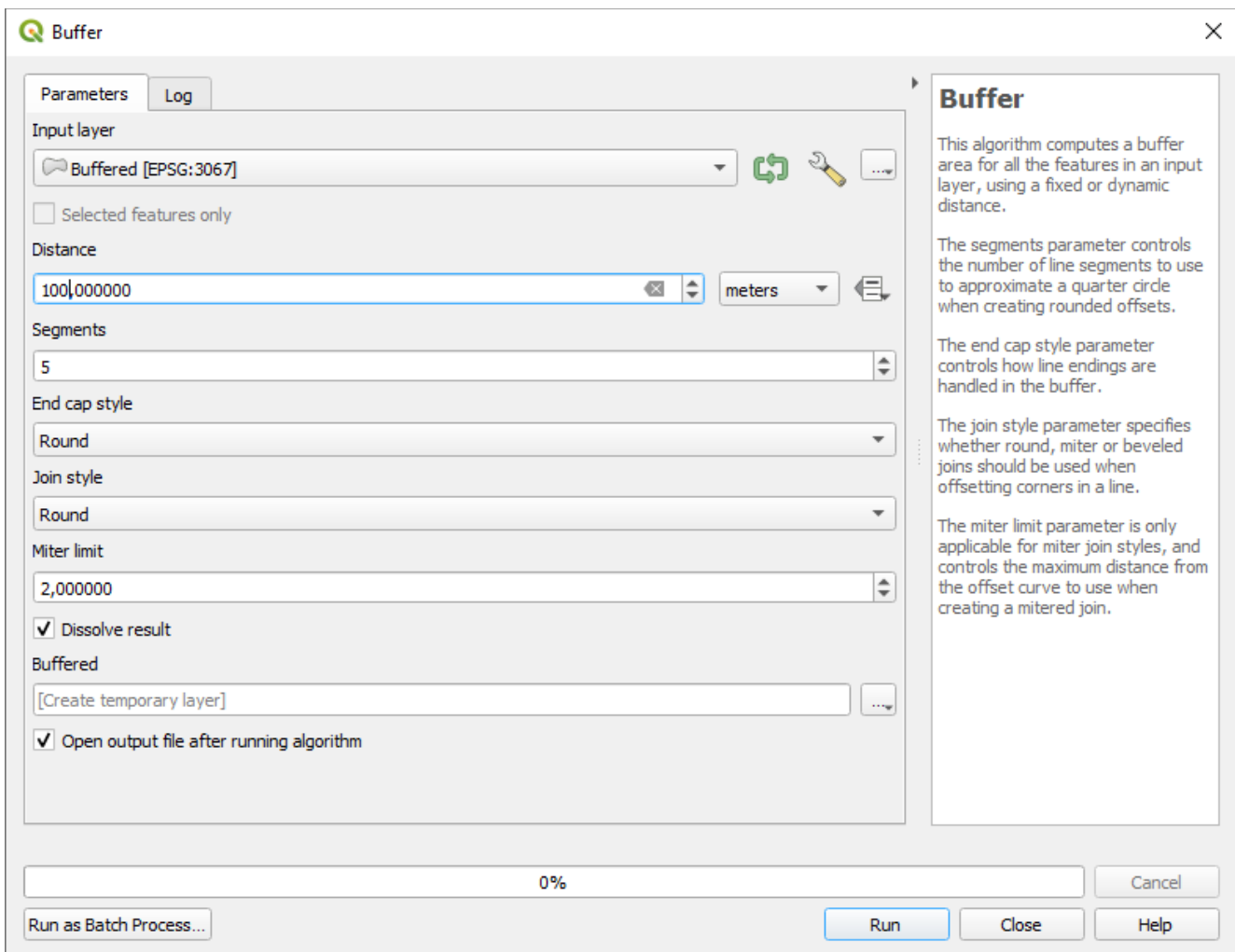
-> *Run*. Ei suljeta työkalua. Tarkistetaan tulos ja nimetään taso uudelleen -> *Rename layer* -> "*100*"

#### 4. Puskuroidaan toisen kerran polttotaso:

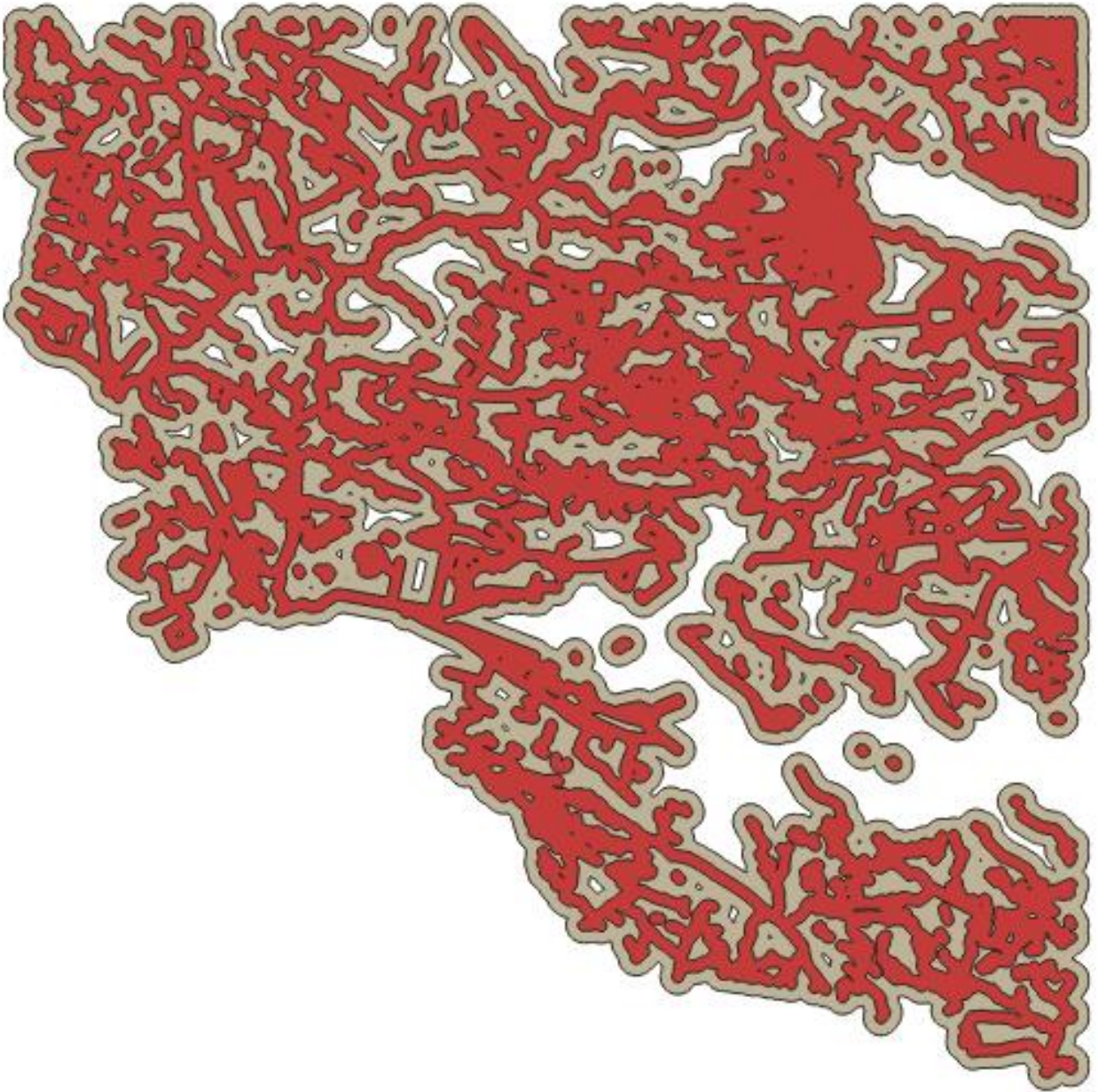
Valitaan puskuroinnin parametrit:

- *Input layer* -> *polttotaso*
- *Distance* -> 200
- *Dissolve result* ->
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*. Tarkistetaan tulos ja nimetään taso uudelleen -> *Rename layer* -> "200"



Kuva 98. Etäisyyden puskurointi.

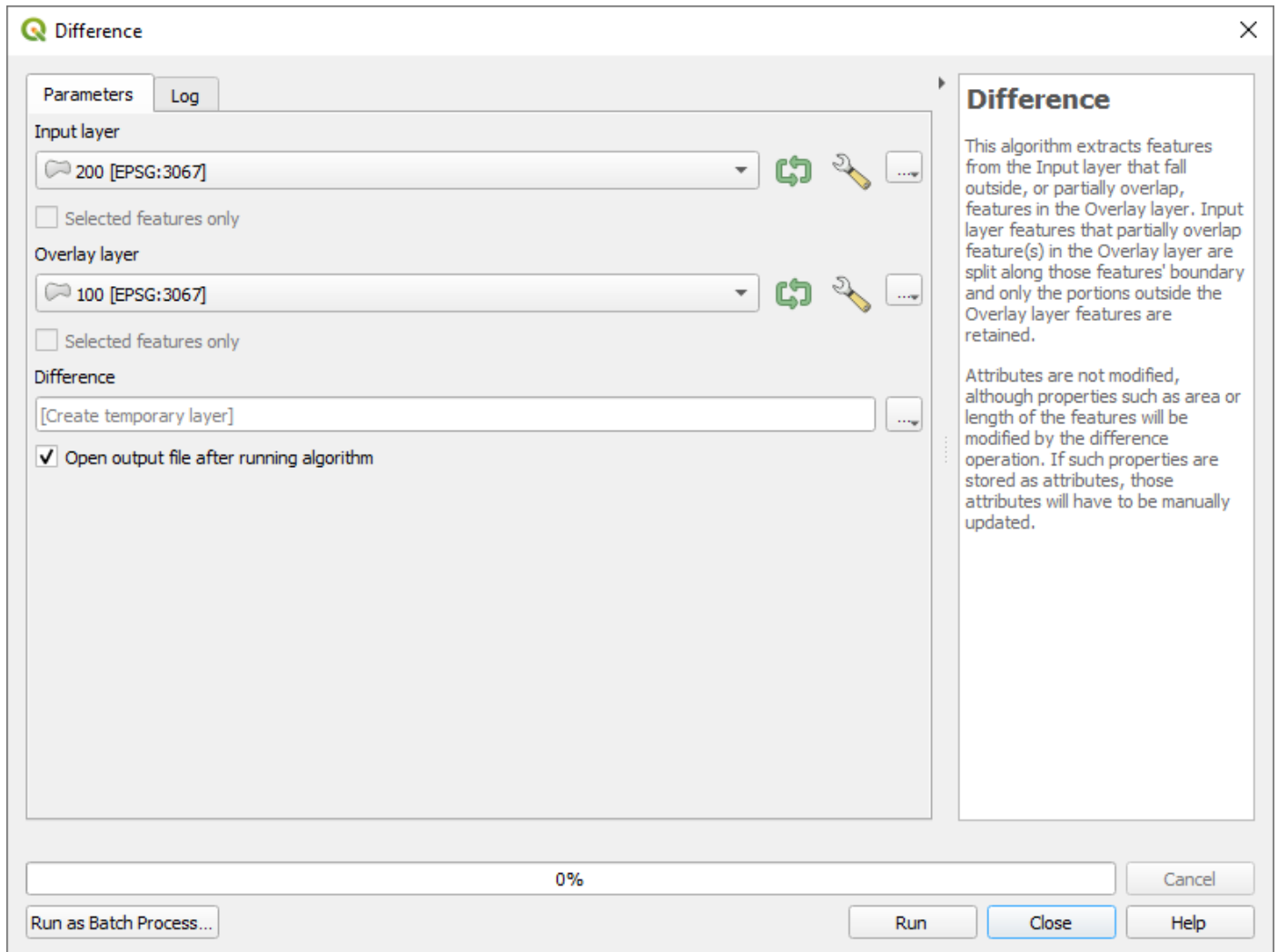


5. Erotetaan tasosta "200" taso "100." Haetaan työkalu. *Processing*-> *Processing toolbox* ->*Vector overlay* -> *Difference*

6. Valitaan erotuksen parametrit:

- *Input layer* -> 200
- *Overlay layer* -> 100
- Tallennetaan väliaikaisena.

-> *Run*.



Kuva 99. Etäisyyden erotuksen parametrit.



Kuva 100. Puskuroinnin erotus.

7. Yhdistetään vektorit. *Processing*-> *Processing toolbox* ->*Vector general* -> *Merge vector layers*

8. Valitaan yhdistämisen parametrit:

- Valitaan yhdistettäväksi *100* ja *difference*
- Tallennetaan tilapäisenä.

-> *Run*.

9. Luodaan riskiarvoa varten uusi kenttä. Avataan tason "*merged*" välilehti. -> *Attribute table* -> *edit* -> *new field*

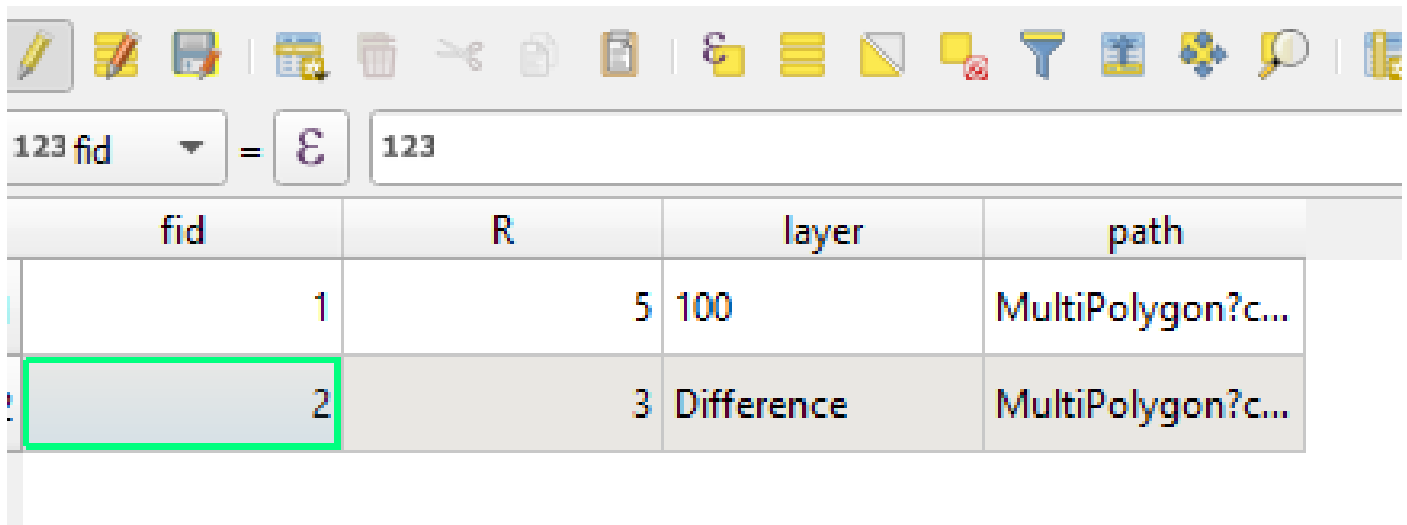
Valitaan uuden kentän parametrit:

- *Name* -> *R*
- *Type* -> *Whole number (integer)*
- *Length* -> *10*

-> *OK*.

10. Asetetaan attribuuttitaulukon kautta kentän "R" arvoksi 5 ja 3, etäisyyden mukaisesti. 100 metrille annetaan riskiarvo 5 ja 200 metrille annetaan riskiarvo 3.

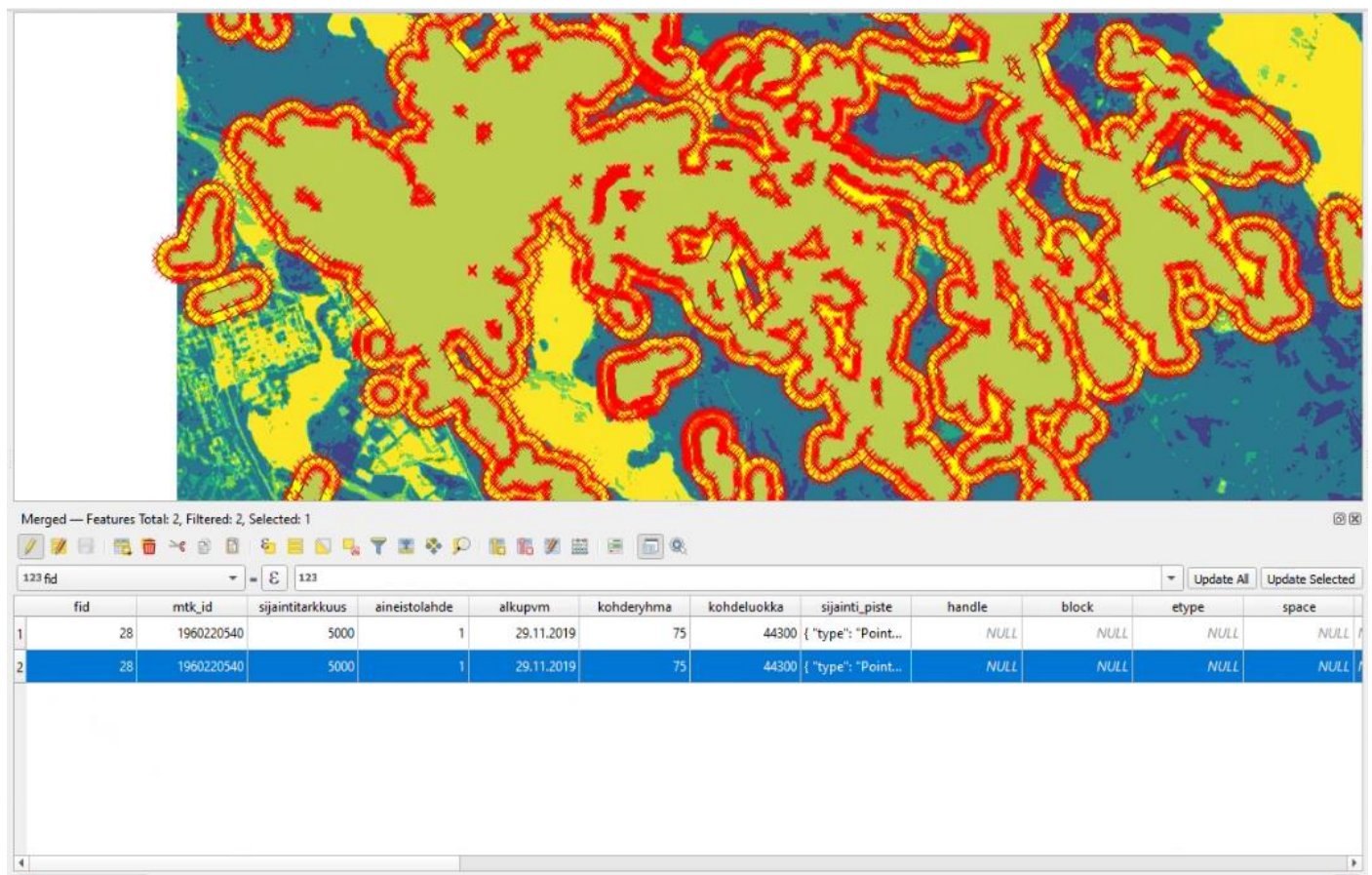
11. Korjataan kentän "fid" arvot eriarvoisiksi. **Muuten rasterointi ei toimi.**



The screenshot shows the QGIS attribute table for a layer named '123 fid'. The table has four columns: 'fid', 'R', 'layer', and 'path'. Two rows are visible. The first row has fid 1, R 5, layer 100, and path MultiPolygon?c... The second row has fid 2, R 3, layer Difference, and path MultiPolygon?c... The second row is highlighted with a green border.

fid	R	layer	path
1	5	100	MultiPolygon?c...
2	3	Difference	MultiPolygon?c...

Kuva 101. Riskiarvon asettaminen layer tiedon avulla.



The screenshot shows a QGIS interface with a map of a risk area. The map displays a complex shape with a color gradient from blue to red, indicating different risk levels. Below the map is the attribute table for the 'Merged' layer. The table has 13 columns: 'fid', 'mtk\_id', 'sijaintitarkkuus', 'aineistolahde', 'alkupvm', 'kohderyhma', 'kohdeluokka', 'sijainti\_piste', 'handle', 'block', 'etype', and 'space'. Two rows are visible, both with fid 1 and 2, and R values of 5 and 3 respectively.

fid	mtk_id	sijaintitarkkuus	aineistolahde	alkupvm	kohderyhma	kohdeluokka	sijainti_piste	handle	block	etype	space
1	28	1960220540	5000	1	29.11.2019	75	44300 {"type": "Point..."}	NULL	NULL	NULL	NULL
2	28	1960220540	5000	1	29.11.2019	75	44300 {"type": "Point..."}	NULL	NULL	NULL	NULL

Kuva 102. Riskiarvon voi myös asettaa kiinnittämällä attribuuttitaulukon työtilaan ja maalaamalla kohteen.

12. Muutetaan vektori rasteriksi. Haetaan työkalu. *Processing* -> *Processing toolbox* -> *GDAL* -> *Vector conversion* -> *Rasterize (Vector to raster)*

13. Valitaan muunnon parametrit:

- *Input layer* -> "Merged"
- *Field to use a burn-in value [optional]* -> juuri luotu attribuutti "R"

- *Output raster size units* -> Georeferenced units (yksikköjen tulee olla metrejä)
- *Height/ Horizontal resolution* -> 2
- *Width/ Vertical resolution* -> 2
- *Output extent [optional]* -> "yhdistetty\_korkeusmalli"
- *Assign a specified nodata value to output bands [optional]* -> not set
- Tallennetaan nimellä "Etäisyyden\_riski"

Rasterize (Vector to Raster)

Parameters Log

Input layer  
Merged [EPSG:3067]

Selected features only

Field to use for a burn-in value [optional]  
123 R

A fixed value to burn [optional]  
Not set

Burn value extracted from the "Z" values of the feature [optional]

Output raster size units  
Georeferenced units

Width/Horizontal resolution  
2,000000

Height/Vertical resolution  
2,000000

Output extent [optional]  
302000.0000,320000.0000,6732000.0000,6750000.0000 [EPSG:3067]

Assign a specified nodata value to output bands [optional]  
Not set

▼ **Advanced Parameters**

Additional creation options [optional]  
Profile

Name	Value

0%

Run as Batch Process... Run Close Help

Kuva 103. Etäisyyden muunnon parametrit.

## Maankäyttöluokkakohtaisen ihmistoiminnan aiheuttama riski

Riski lasketaan hyödyntäen maankäyttö ja muutosaluemoduulissa luotua "korjattua maankäyttöä" Jokaiselle luokalle on HULVATUSA arvioitu luokkakohtainen riski.

**Erityisalueet tulee arvottaa aluekohtaisesti.** Lausekkeessa on riskiarvo 3.0, mutta sitä voidaan muuttaa joko lausekkeessa itsessään tai myöhemmin käsin attribuuttitaulukon kautta.

1. Tuodaan WSSP-maankäyttötaso (*korjattu\_maankäyttö*) työtilaan.
2. Luodaan riskiarvoa varten uusi kenttä. Avataan tason välilehti. *Attribute table* -> *Field calculator*

Valitaan uuden kentän parametrit

- *Create a new field* ->

- *Output field name* -> "R"
- *Output field type* -> Decimal Number (real)
- Kopioidaan lauseke kenttälaskimeen:

Kopioitava lauseke:

---

CASE

```
WHEN "mluokka" = 'Väljät asuinalueet' THEN '2.3'  
WHEN "mluokka" = 'Tiiviit asuinalueet' THEN '3.2'  
WHEN "mluokka" = 'Keskusta-alueet' THEN '4.2'  
WHEN "mluokka" = 'Työ- ja teollisuusalueet' THEN '4.0'  
WHEN "mluokka" = 'Palvelualueet' THEN '3.0'  
WHEN "mluokka" = 'Avoimet viheralueet' THEN '1.7'  
WHEN "mluokka" = 'Metsäalueet' THEN '1.3'  
WHEN "mluokka" = 'Liikennealueet' THEN '3.5'  
WHEN "mluokka" = 'Kenttäalueet' THEN '2.0'  
WHEN "mluokka" = 'Maatalousalueet' THEN '3.8'  
WHEN "mluokka" = 'Vesialueet' THEN '0.5'  
WHEN "mluokka" = 'Eriyisalueet' THEN '3.0'
```

END

---

3. Tarkistetaan tulos attribuuttitaulukosta. Tyhjiä arvoja ei pitäisi olla, mikäli ohjeita on noudatettu. Mikäli tyhjiä arvoja on, niin lausekkeessa on virhe tai vektoritasossa on eriäviä parametrejä.

Tämä tarkoittaa sitä, että lauseketta tai vektoritasoa on muunnettava vastaamaan toisiaan. Esimerkiksi maankäyttömuodon tulee olla juuri maatalousalueiden kohdalla "Maatalousalueet". Mikään muu arvo, kuten "maatalousalueet" tai "peltoalueet", ei tuota tulosta.

---

CASE

```
WHEN "attribuutin nimi" = 'maankäyttömuoto' THEN 'riskiarvo'
```

END

---

4. Muutetaan vektori rasteriksi. *Processing* -> *Processing Toolbox* -> *GDAL* -> *Vector conversion* -> *Rasterize (Vector to Raster)*

Valitaan muunnoksen parametrit.

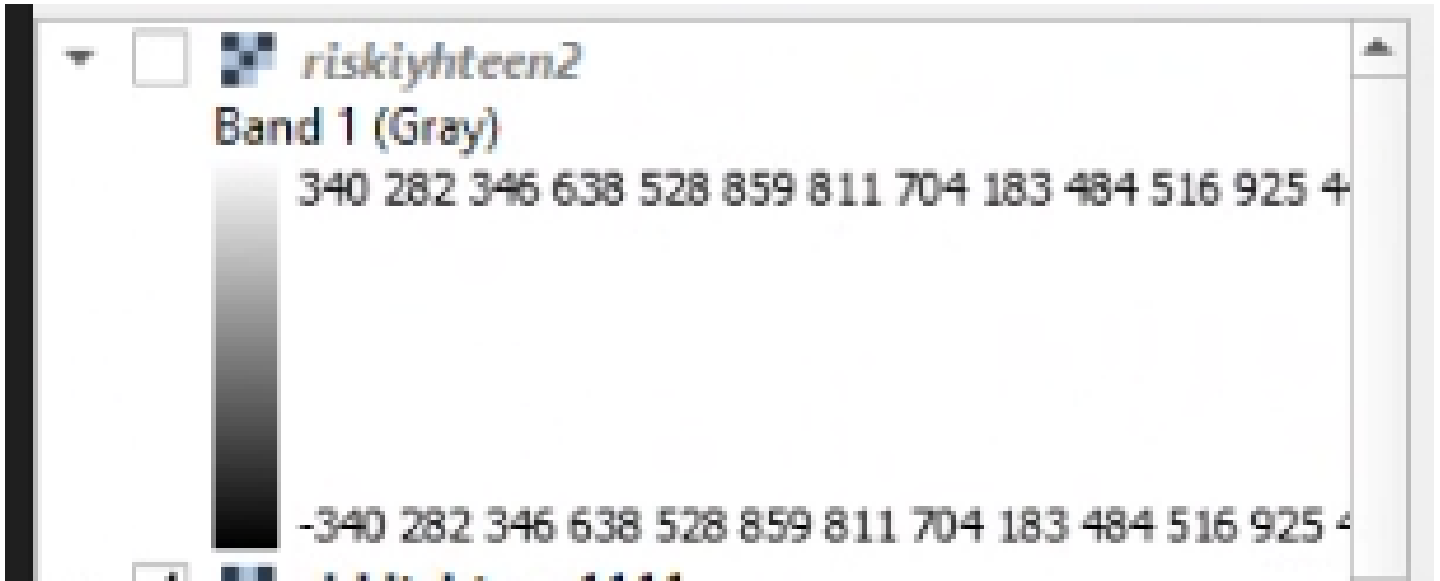
- *Input layer* -> "korjattu\_maankäyttö"
- *Field to use a burn-in value [optional]* -> juuri luotu attribuutti "R"
- *Output raster size units* -> Georeferenced units (yksikköjen tulee olla metrejä)
- *Height/ Horizontal resolution* -> 2
- *Width/ Vertical resolution* -> 2
- *Output extent [optional]* -> "yhdistetty\_korkeusmalli"

- Assign a specified nodata value to output bands [optional] -> not set
- Tallennetaan nimellä "Ihmistoiminnan\_riski".

### Riskin yhteen laskeminen

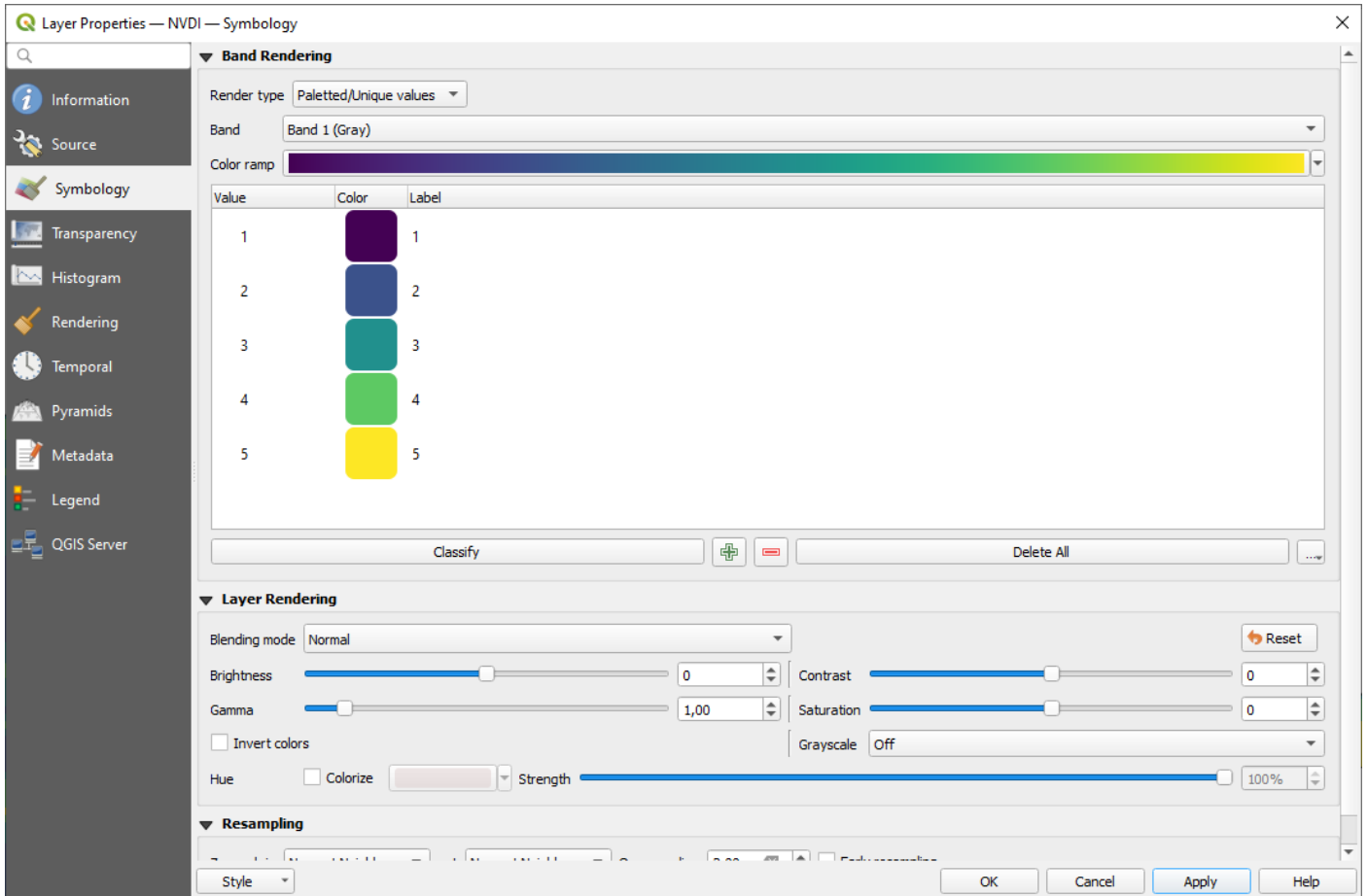
Riskeistä voidaan muodostaa yhtenäinen riskirasteri. Kaksi tai enemmän riskejä voidaan laskea yhteen. Yhteenlaskettuun rasteriin voidaan lisätä arvoja myöhemmin.

1. Tarkastetaan kaikki lasketut riskiä kuvaavat rasteritasot ja luokitellaan ne uudelleen virhearvojen poistamiseksi. (Pilotoinnissa esiintyi joko virhe, tai ominaisuus, jonka luonne jäi selvittämättä. Tämä tuotti virheellisiä laskutuloksia yhteenlaskettaessa). **Toistetaan prosessi jokaiselle tasolle.**



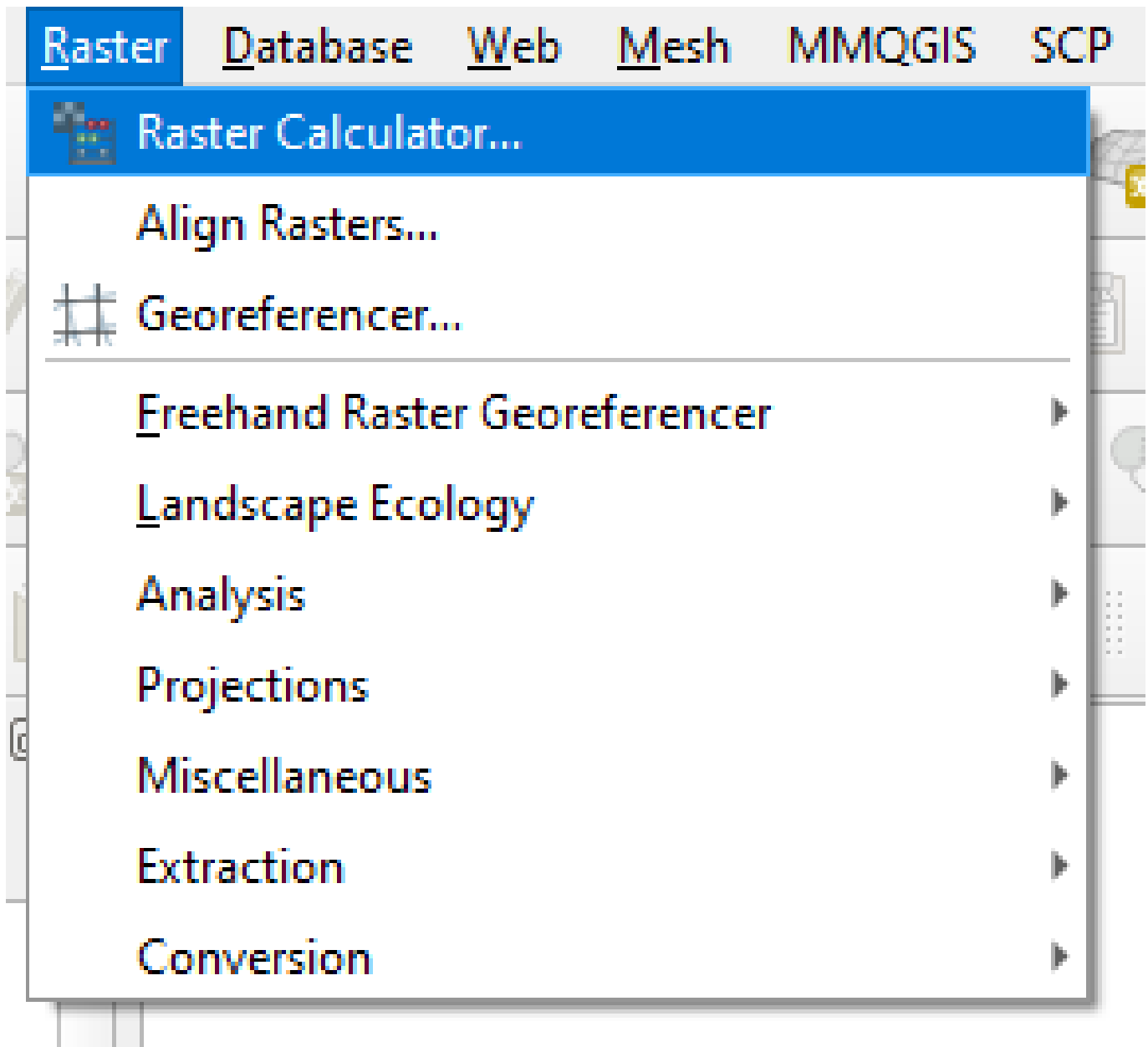
Kuva 104. Virheellinen yhteenlaskun tulos, joka johtuu siitä, että taso tai useampi taso sisältää virheellisiä arvoja.

2. Avataan tarkasteltavan tason välilehti. -> *Properties* -> *Symboloy*-> *Render type* -> *Paletted/Unique values* -> *Classify*.



Kuva 105. Rasteritason symbolit

3. Haetaan rasterilaskin työkaluriviltä *Raster-> Raster calculator*



Kuva 106. Rasterilaskin.

#### 4. Valitaan rasterilaskurin parametrit:

- *Raster bands* ja *Operators*-> Valitaan tasot ja asetetaan plusmerkki jokaiseen väliin.
- *Output layer* -> Nimetään yhteenlaskettujen riskitasojen mukaisesti, tunnistettavalla tavalla, "Riski\_ ilman\_ ihmistoimintaa", tai "Riski\_yhteenlaskettu"
- *Spatial extent* -> Tarkistetaan X ja Y koordinaatit. Koordinaatiston on oltava jaettavissa kahdella.
- *Output CRS* -> Tarkistetaan koordinaattijärjestelmä EPSG:3067, ETRS-TM35FIN
- *Resolution* -> Tarkistetaan hilakoko.

-> Ok.

Raster Calculator
✕

### Raster Bands

- Etaisyys\_riski@1
- IMD\_2018\_010m\_E50N42\_03035\_v020@1
- Ilman\_ihmista@1
- KALTEVUUS\_RISKI@1
- Maapera\_hyd\_joht@1
- NDVI\_Max\_etel@1
- NVDI@1
- Yhd\_korkeusmalli@1
- clipped@1
- ihmisen kanssa@1
- lapaisemattomyys\_riski@1
- maankäyttö\_risk@1

### Result Layer

Create on-the-fly raster instead of writing layer to disk

Output layer:  ...

Output format:

#### Spatial Extent

X min:  X max:

Y min:  Y max:

#### Resolution

Columns:  Rows:

Output CRS:  ⚠️ 🌐

Add result to project

### ▼ Operators

+	*	(	min	IF	cos	acos
-	/	)	max	AND	sin	asin
<	>	=	abs	OR	tan	atan
<=	>=	!=	^	sqrt	log10	ln

### Raster Calculator Expression

```
"KALTEVUUS_RISKI@1" + "maankäyttö_risk@1" + "Etaisyys_riski@1" +
"Maapera_hyd_joht@1" + "lapaisemattomyys_riski@1""NVDI@1"
```

Expression invalid

Kuva 107. Rasterilaskimen parametrit. Kuvassa viimeisen ja toiseksi viimeisen tason väliltä puuttuu plusmerkki, joten lauseke ei ole validi.

5. Mikäli tarpeen, tulosta voidaan muotoilla. **Tämä kohta voidaan ohittaa, mikäli tulosta ei ole tarpeen tarkastella työtilassa, tai siitä ei tehdä taittoa.** Avataan tason välilehti -> *Properties* -> *Symbolology* -> *Render type* -> *Paletted/Unique values* -> *Classify*. -> *Color Ramp* -> *Viridis* tai *Spectral* -> *Invert color ramp* tarpeen vaatiessa.

## Pohjavesialueet ja Happamat sulfaattimaat

Happamat sulfaattimaat voidaan tarkistaa GTK:n rajapinnoista, ja pohjavesialueet SYKEN rajapinnoista. Pohjavesialueet on huomioitava aina tapauskohtaisesti, eikä niille siksi voida antaa riskiarvoa. Happamat sulfaattimaat eivät tuota riskiä, mikäli ne pysyvät luonnontilaisina.

## Tulvariski

Tulvariski hankitaan SYKEN 2023 julkaisemasta hulevesien tulvariskipalvelusta, tai hankitaan konsulttityönä. Tulvariskikartat eivät olleet saavutettavia pilotoinnin aikana. QGIS:n tulvasimulointia ei saatu toimimaan pilotoinnin aikana tyydyttävällä tavalla, ja sidosryhmien etujen mukaisesti.