

Suojakaistarajaus-työkalu

Mikko Kesälä
Metsäkeskus



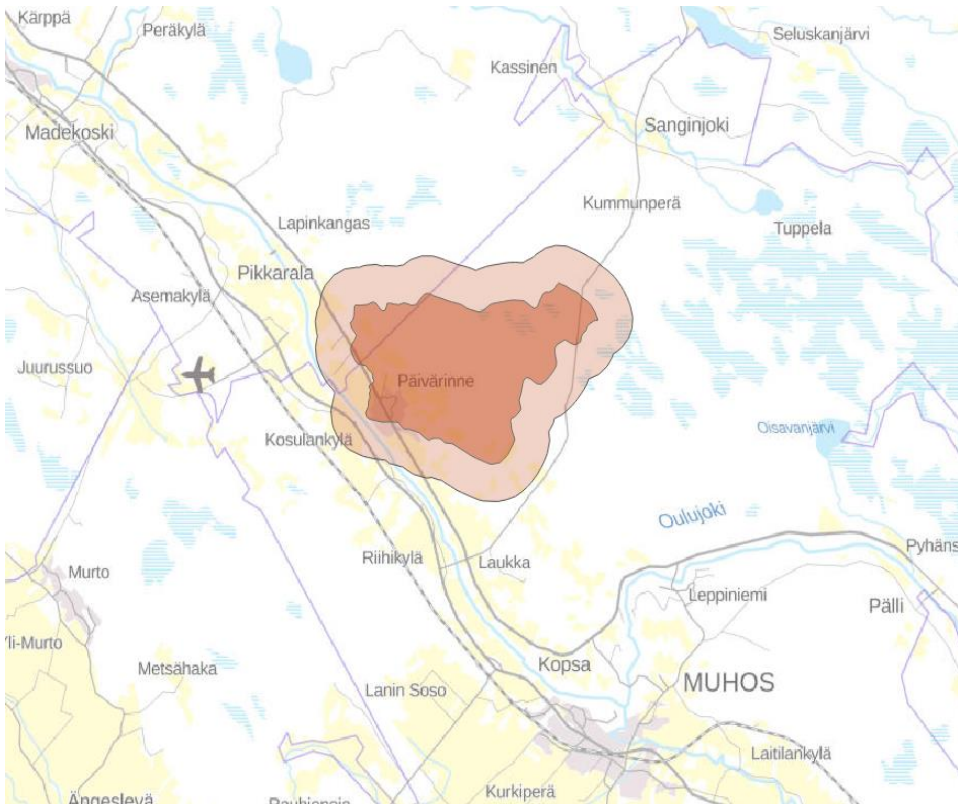
Tavoite

- Tuottaa paikkatietoa vaihtelevan levyisestä suojavyöhykkeestä, jossa
 - Huomioidaan vesireitit
 - Kiintoaineksen eroosio
- Tuottaa laskennalliset tiedot suojavyöhykkeen kiintoaineen pidättymisestä
 - Kuinka paljon kiintoainesta erodoituu hakkuun vaikutuksesta
 - Kuinka paljon siitä päätyy vesistöön
 - Kuinka paljon pidättyy



Vesireittien laskenta

Laskenta-alue 1 km bufferilla



Toteutetaan korkeusmallista (DEM)

DEM-käsittely

- Muokataan hydrologisesti eheä DEM

Virtausuunnan määrittäminen

- D8
- MDF
- **DINF**

Laskenta-alueen määrittämisen ongelma

- Riittääkö jako3-vaiheen laskenta-alueeksi?

Virtaussuunnan määrittäminen

D8 (Direction 8 eli 8:n suunnan malli)

- Virtaukset menevät matalimman korkeusarvon soluun
- Ylikorostaa virtausreittejä
- Tasaisilla alueilla virtauksien leviäminen ei tule ilmi

MDF (Multiple direction flow)

- Laskee potentiaaliarvon jokaiselle suunnalle
- Vähemmän käytetty menetelmä
- Tasoittaa virtauksia potentiaaliarvon mukaisesti

DINF

- Laskee virtaussuunnan 0 – 360 asteen välille
- Tasoittaa virtauksia suunta-arvon mukaisesti
- Käytetään Metsäkeskuksen massatase-laskennassa

Korkeusmalli

42	41	40.5	40.2
40	41	40	40
42	40	39	38
43	43	38	

Suuntarasteri

↗	↘	→	↓
←	↘	↘	↓
→	→	↘	↓
←	→	→	

Kiintoaineen erodoituminen

- **RUSLE-eroosiomalli:**

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

- R = Sadetekijä

- Interpoloitu sademäärä 1km x 1 km (mm / ha / a)

- K = Maaperätekijä

- Maaperän eroosio kertoimet on julkaistu Lilja, H (2017) eroosiotutkimuksissa

- LS = Maanpintatekijä

- Rinteen pituus ja kaltevuus 2 m x 2 m (useita laskentamalleja)
- Mitä pidempi ja jyrkempi rinne sitä korkeampi LS-arvo

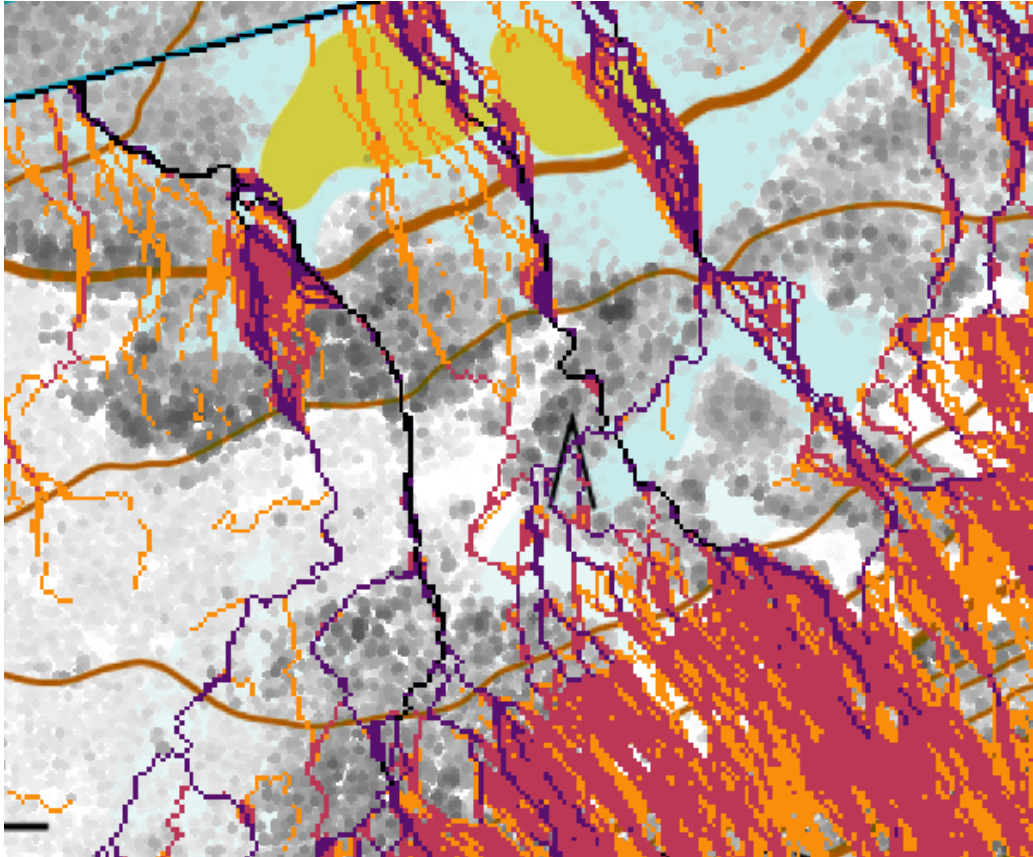
- C = Kasvillisuuskerroin

- P = Salaojituksen eroosiovaikutuksen kerroin (ei käytetä metsämailla)



RUSLE-eroosiomalli kuvastaa maaperän eroosioherkkyyttä. Mallin tuloksena on lähtevä kiintoaine 2 m x 2 m solulta (kg / ha / a) ensimmäisenä vuona maanmuokkauksesta

Massatase kiintoainekuorman kumuloitumisena

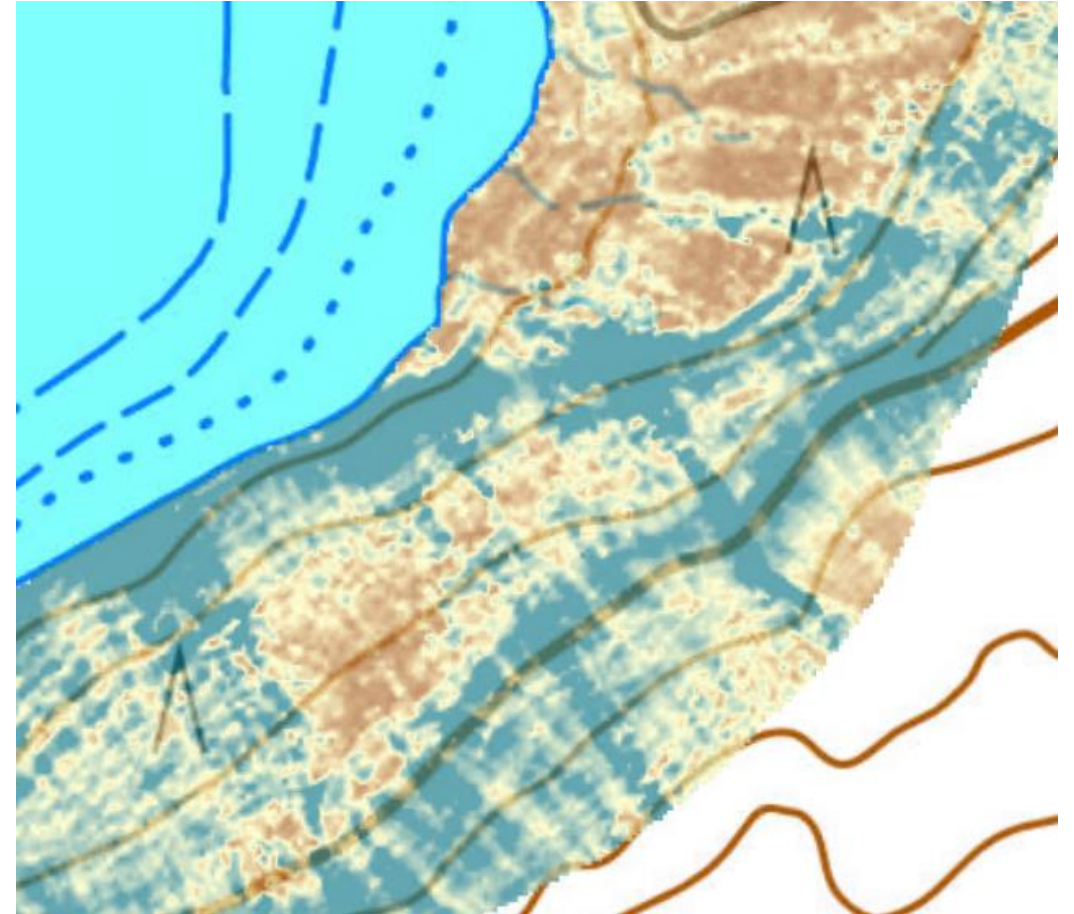


Massataseen algoritmi kumuloi kiintoaineen kulkeutumista vesireittejä pitkin

- Massatase:
$$\text{Outflowing Mass} = (\text{Loading} - \text{Absorption} + \text{Inflowing Mass}) \times \text{Efficiency}$$
- Pidättynyt kiintoaine:
$$\text{Retention mass} = (\text{Loading} - \text{Absorption} + \text{Inflowing Mass}) \times (1 - \text{Efficiency})$$
- Tekijät
 - Loading = RUSLE-eroosiomalli (kg / ha / a)
 - Absorption = ei käytetä
 - Inflowing mass = Soluun virtaava massatase
 - Efficiency = skaalattu LS-tekijä

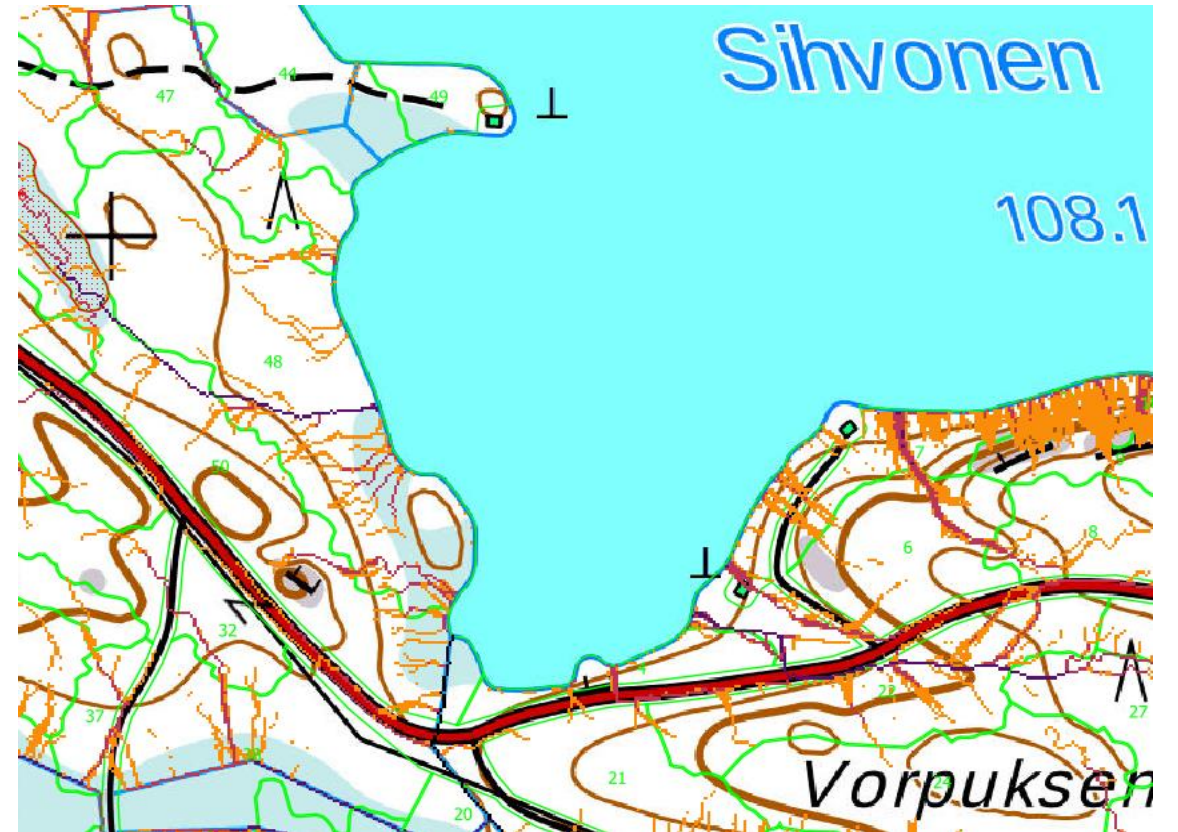
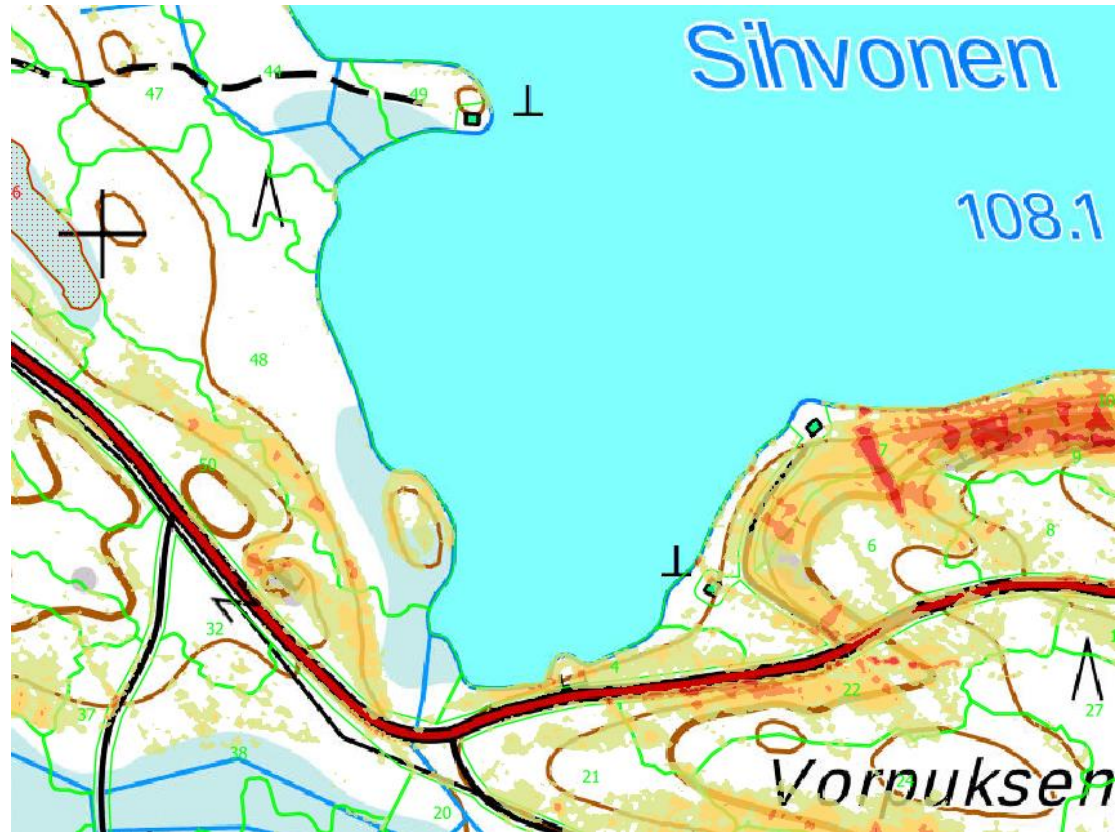
LS-tekijä

- Topografian vaikutus eroosioon
 - L: rinteiden pituus
 - S: rinteiden kaltevuus
- LS-tekijä on suojavyöhykemallissa sekä eroosiomallin tekijänä että pidättymisen tekijänä
 - $$L_{ij} = \frac{(A_{i,j-in} + D^2)^{m+1} - A_{i,j-in}^{m+1}}{D^{m+2} * x_{i,j}^m * 22.13^m}$$
- Pidättymisen kerroin on skaalattu 0 -1 välille, jossa 1 edustaa heikkoa pidättymistä ja 0 voimakasta pidättymistä
 - Keskiarvo koko Suomessa on n. 0.1





RUSLE ja massatase vertailua



Korkeusmalli

42	41	40.5	40.2
40	41	40	40
42	40	39	38
43	43	38	

Suuntarasteri

↗	↘	→	↓
←	↘	↘	↓
→	→	↘	↓
←	→	→	

RUSLE

0.3	0.4	0.8	0.8
0.7	0.7	0.4	0.9
0.5	0.7	1.0	0.9
0.5	1.5	1.5	

LS-tekijä

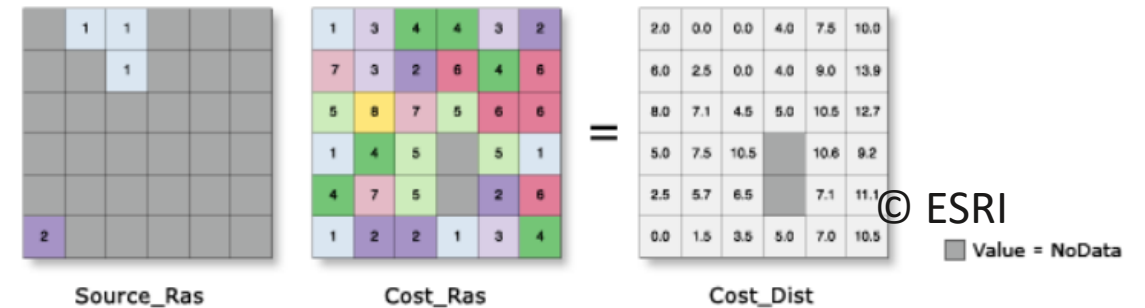
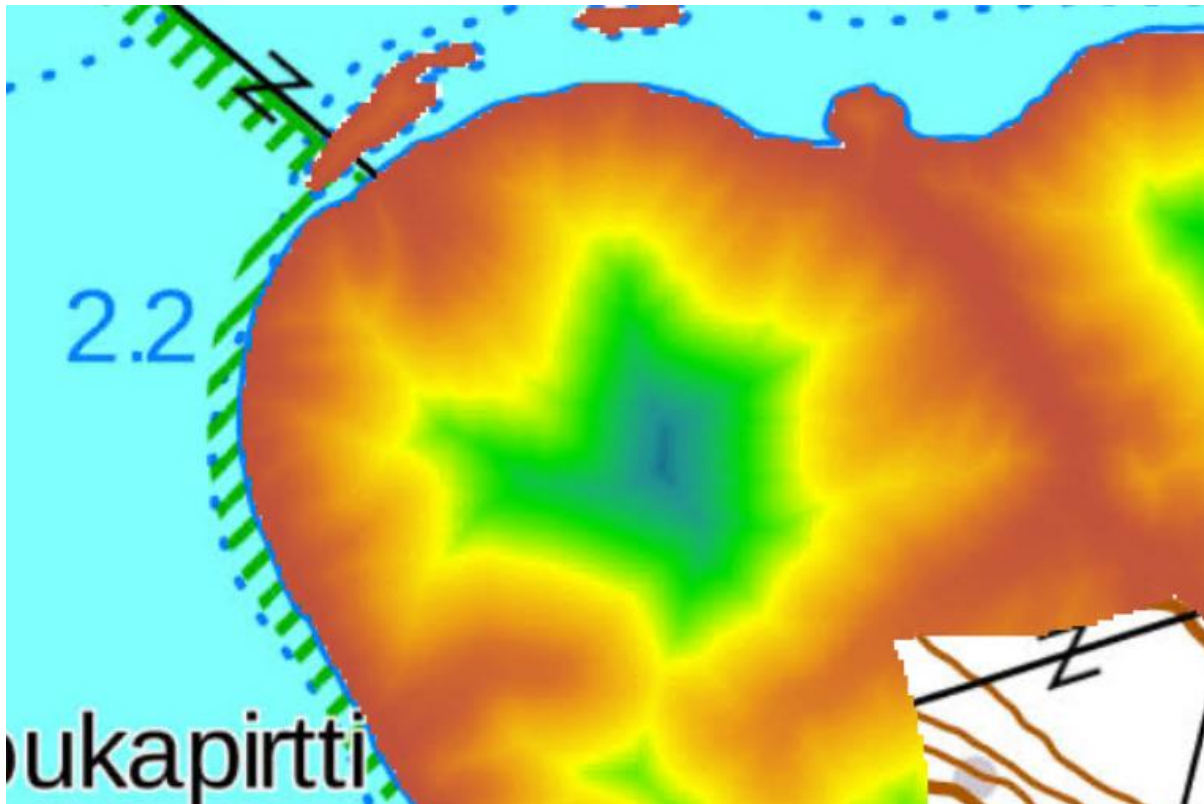
0.1	0.2	0.1	0.15
0.4	0.2	0.15	0.1
0.05	0.2	0.1	0.2
0.25	0.1	0.2	

$MF = (RUSLE + \text{Inflowing mass}) * \text{ls factor}$

	0.08	0.08	0.17
	0.14	0.14	0.26
0.05	0.2	0.405	0.58
	0.15	0.45	MF: 1.435

- Työkalu laskee taustalla korkeusmallista massatasetta koko hakkuun alalta vesistöön suojakaistalla ja ilman suojakaistaa
- Kuva demonstroi laskennan yhden askeleen suojakaistalla
 - Hakkuualalla LS-tekijä on 1

Kustannusetäisyys suojavaöhykelaskennassa

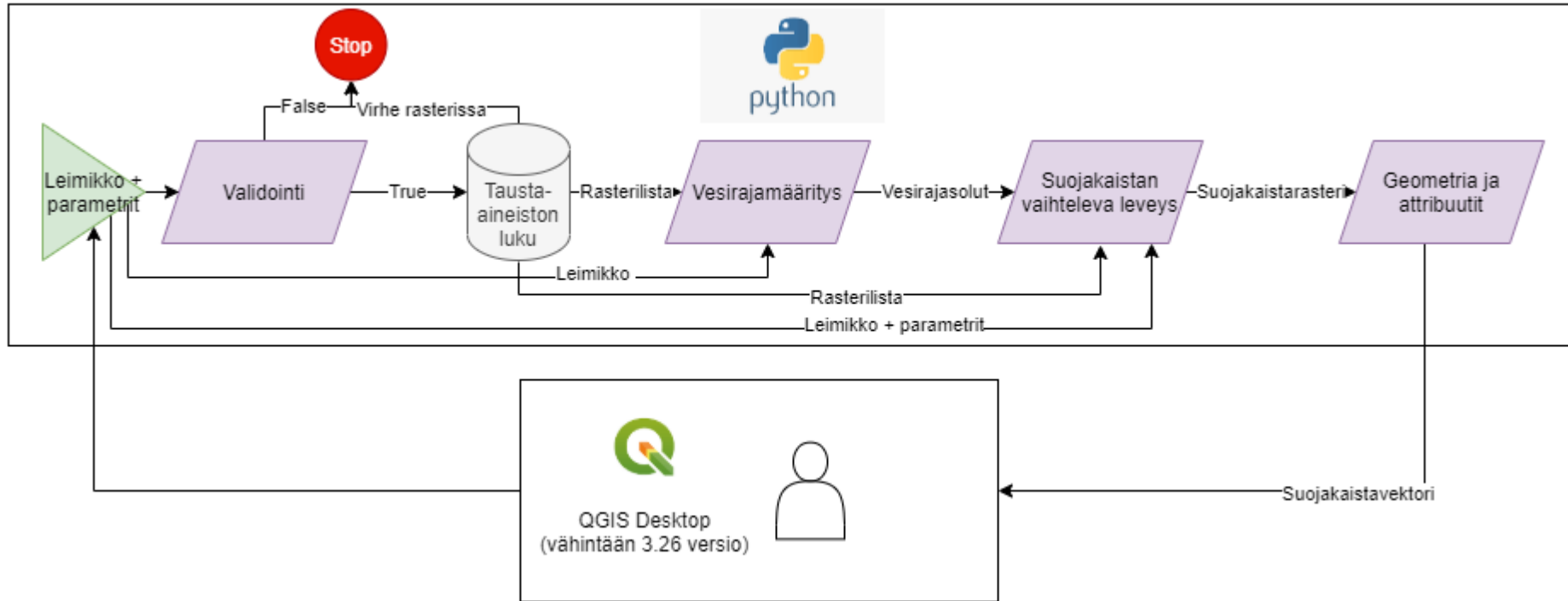


$$\text{Cost_Dist} = \text{CostDistance}(\text{Source_Ras}, \text{Cost_Ras})$$

- Kustannusetäisyys-algoritmia käytetään geometrian muodostamisen taustalla
 - Mitä pienempi arvo sitä parempi se on suojavaöhykkeelle
- Kustannusetäisyydellä saadaan huomioitua etäisyys vesistöön



Työkalu prosessikaaviona





Pohdinta

- Ensimmäinen Metsäkeskuksen avoimen lähdekoodin geoprosessointiskripti
- Tietävästi ensimmäinen geoprosessointiskripti vaihtelevan levyisen suojakaistan määrittämiseen
- Maaperätiedon spatiaalinen epätarkkuus
 - Vaikuttaa laskennan pidättymisen tunnuslukuihin
- Kiintoaineen pidättymisestä paikkatietomalli
 - Massatase-algoritmin absorption ja efficiency tekijä
- Työkalun kehitystä jatketaan väitöskirjatutkimuksessa
 - Metsäkeskus ylläpitää työkalua
- Linkit:
 - Ohjeistus: <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/aineistot-paikkatieto-ohjelmille/tyokalut>
 - Lähdekoodi: https://github.com/SuomenMetsakeskus/smk_tools