

Nesigurnost modela za procjenu erozije u funkciji varijabilnih ulaznih podataka

Nevena Dragičević¹, Barbara Karleuša¹, Nevenka Ožanić¹

(1) Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, Republika Hrvatska, {nevena.dragicevic; barbara.karleusa; nevenka.ozanic}@uniri.hr

Sažetak

U ovom je radu analizirana nesigurnost modela temeljenog na metodi potencijala erozije s obzirom na promjenu izvora informacije za parametar koeficijent zaštićenosti pokrova. Ulazni podaci, na kojima se navedeni koeficijent temelji, redom su *Landsat 8* satelitska snimka, *Corine* baza podataka o pokrovu tla te podaci o namjeni zemljišta preuzeti iz Prostornog plana područja posebnih obilježja Vinodolske doline. Definirana su tri scenarija. Prvi se temelji na *Landsat 8* snimci, drugi na Prostornom planu, a treći na *Corine* bazi podataka. Generirana su tri izlaza iz modela (i) koeficijent erozije, (ii) ukupna godišnja produkcija erozijskog nanosa i (iii) ukupna godišnja količina transportiranog vučenog i suspendiranog nanosa riječnom mrežom. Provedena je analiza nesigurnosti modela na temelju uzorka te na temelju cijele populacije. Analiza je upozorila na značajna odstupanja i samog koeficijenta zaštićenosti tla i izlaznih rezultata modela.

Ključne riječi: Gavrilovićeva metoda, metoda potencijala erozije, prostorna varijabilnost, izvor informacije, erozija tla

Uncertainty of the erosion assessment method in the function of variable input data

Abstract

This paper analyses erosion potential method uncertainty due to a change in the information source for soil protection coefficient. Input data, upon which the coefficient is based, are Landsat 8 satellite image, Corine land cover database and land use data from Spatial Plan of Vinodol Valley. Three scenarios are defined. First is based on Landsat image, second on Spatial plan and the third on Corine database. Three model outputs are generated (i) erosion coefficient, (ii) total annual volume of detached soil and (iii) actual sediment yield. The conducted analysis is based upon sample size as well as upon the entire population. The analysis has indicated significant oscillation both in soil protection coefficient and in model outputs.

Keywords: Gavrilović method, erosion potential method, spatial variability, information source, soil erosion

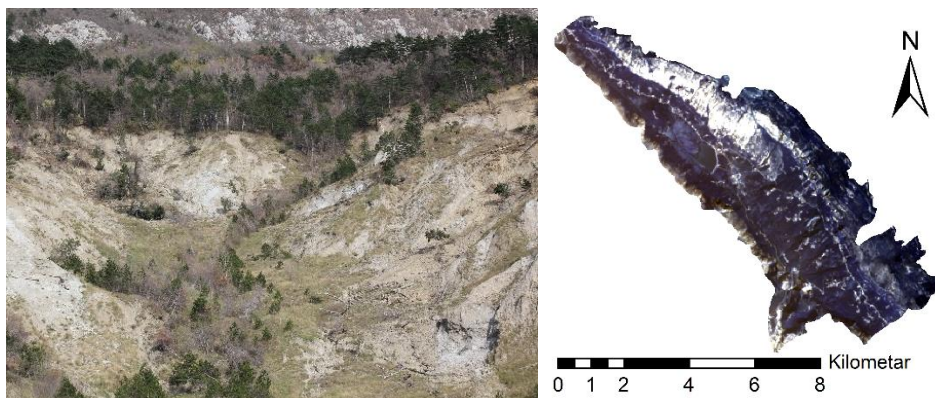
1. Uvod

U ovom je radu analizirana parametarska nesigurnost modela temeljenog na metodi potencijala erozije. Ova je metoda namijenjena procjeni erozije za područje Mediterana s karakteristikama bujičnih tokova i krškim terenom. Motivacija za provedbu ovog istraživanja proizlazi iz problema prikupljanja podloga za potrebe izrade modela procjene erozijskih procesa na slivu Dubračine. U Hrvatskoj ne postoje agencije niti institucije koje prikupljaju i vode bazu različitih unificiranih podataka i pokrova tla, koji je predmet analize u ovom radu, i drugih parametara poput vrste tla, temperature, oborina itd. Podaci su dostupni, ali iz različitih raspršenih izvora informacija. Javlja se problem kada su istu podlogu izradili u više navrata različiti izvori (izrađivači). Cilj je ovoga rada ukazati na potencijalni problem u odstupanjima rezultata modela koji proizlaze iz izbora odgovarajućih podloga kada su izrađene i dostupne iz različitih izvora.

2. Istražno područje: sliv Dubračine

2.1. Karakteristike sliva

Sliv Dubračine (Slika 1) nalazi se u Vinodolskoj dolini smještenoj u Primorsko–goranskoj županiji. Veličine je 43 km², strme topografije s najnižom nadmorskom visinom od 0 m n.m., te najvišom od 920 m n.m. Glavni vodotok, Dubračina, veličine je 13.7 km te ima dvanaest manjih pritoka bujičnog karaktera. Slivno područje karakterizira vodopropusni karbonatni stijenski kompleks u gornjem i vodonepropusni flišni stijenski kompleks u donjem dijelu sliva.

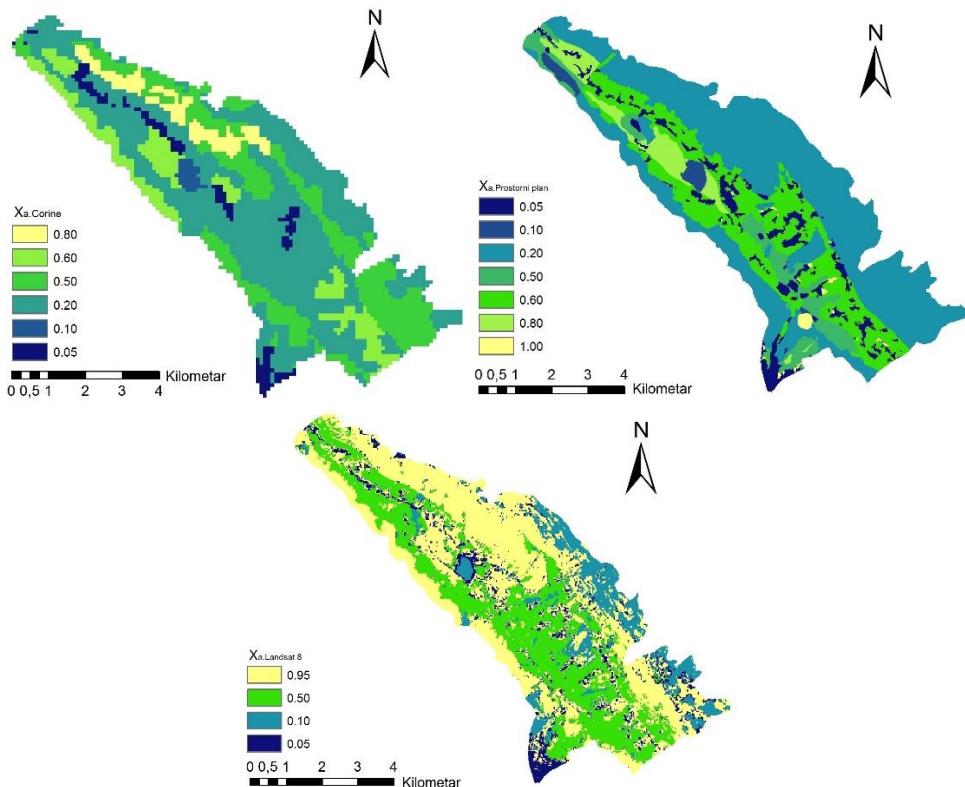


Slika 1. (a) područje sliva zahvaćeno ekscesivnim erozijskim procesima **(b)** sliv rijeke Dubračine

Područje sliva Dubračine, a posebno njeni podslivovi Slani potok i Mala Dubračina, područja su izražene erozije i lokalnih klizišta koja ugrožavaju okolna naselja i prometnice.

2.2. Ulazni podaci

Prije izrade modela za procjenu erozije, na slivu Dubračine je, zbog nedostatka ulaznih podataka za model, provedeno detaljno istraživanje koje je obuhvatilo niz različitih izvora (DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod, općina Vinodol, Hrvatske vode, USGN – *United States Geological Survey*, itd.) te podatke prikupljene obilaskom terena. Za pojedine karakteristike sliva poput pokrova, odnosno namjene tla, te tipa tla dobivene su podloge iz nekoliko različitih izvora informacija. U ovom je radu analiziran utjecaj korištenih podloga različitih izvora informacija za koeficijent zaštite tla (Slika 2) na rezultate modela. Koeficijent zaštite tla temelji se na podacima o pokrovu tla odnosno namjeni tla. Prikupljene su tri podloge. Prva podloga temelji se na *Corine* bazi podataka o pokrovu tla, druga na podacima o namjeni zemljišta preuzetih iz Prostornog plana posebnih obilježja Vinodolske doline, a treća na obradi satelitskih snimki *Landsat 8* preuzetih s USGS baze podataka pomoću ERDAS IMAGINE programskog paketa.



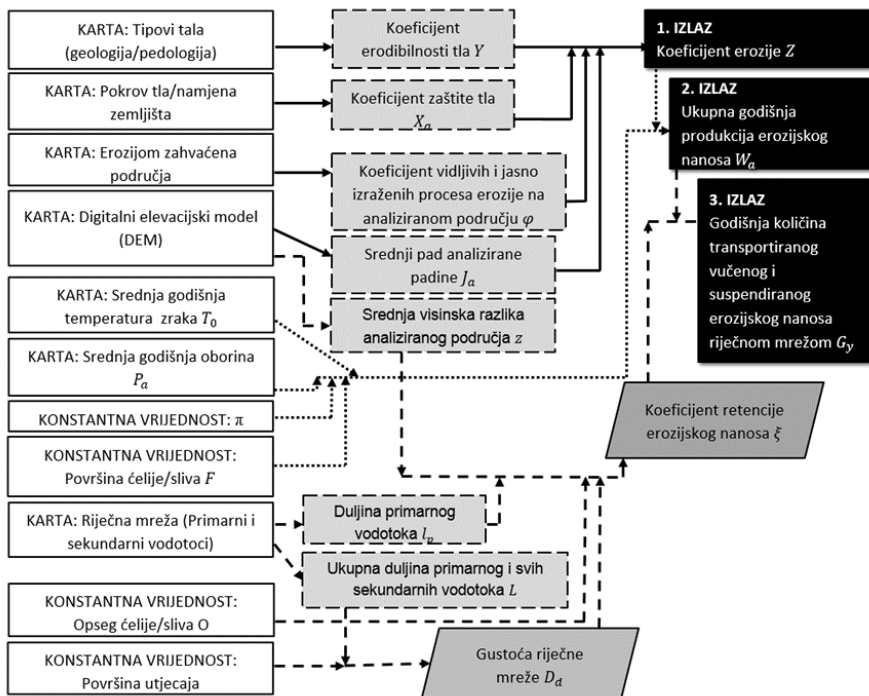
Slika 2. Koeficijent zaštite tla generiran na temelju (a) CORINE, (b) Prostornog plana, (c) Landsat 8 satelitskih snimki

Ova tri izvora informacija ponajprije se razlikuju po dostupnoj rezoluciji. Corine podloga rezolucije je 100 x 100 m, Prostorni plan 25 x 25 m, a Landsat satelitske snimke 15x15 m.

Osim rezolucije, razlikuju se i po kategorizaciji zemljišta odnosno pokrova tla. Razlike u rezoluciji i prostornoj distribuciji koeficijenta zaštite tla proizlaze iz navedenih razlika u podlogama.

3. Metoda potencijala erozije

Metoda potencijala erozije, također poznata kao Gavrilović metoda [1], razvijena je 60-ih godina prošloga stoljeća na temelju detaljnih terenskih istraživanja na slivnom području rijeke Morave. To je semikvantitativna metoda namijenjena kvantifikaciji erozijskih procesa procjenom potencijala erozije, produkciji erozijskog nanosa i transporta nanosa riječnom mrežom na godišnjoj razini, kartiranju erozije i klasifikaciji bujica. Najčešći rezultati primjene ove metode su ukupna godišnja produkcija erozijskog nanosa, koeficijent erozije i količina transportiranog i vučenog erozijskog nanosa riječnom mrežom (Slika 3) [2]. Ukupna godišnja produkcija erozijskog nanosa je tlo raspoloživo za odvajanje u vremenskom intervalu od jedne godine u metrima kubičnim, uslijed djelovanja erozivnih agenata i specifičnih karakteristika lokalnog područja. Koeficijent erozije je nedimenzionalni parametar koji numerički i opisno daje intenzitet erozije na godišnjoj razini te predstavlja indikator potencijala erozije na nekom području. Količina transportiranog vučenog i suspendiranog erozijskog nanosa riječnom mrežom odnosi se na transportirani nanos za razdoblje od jedne godine, mjereno u nožici sliva [1, 2].



Slika 3. Dijagram toka modela temeljen na metodi potencijala erozije

Za područje sliva Dubračine izrađen je model u ArcGis programskom paketu koji se temelji na metodi potencijala erozije. Cilj modela bio je izračunati i izraditi karte potencijala erozije, ukupne godišnje produkcije erozijskog nanosa te godišnje količine transportiranog vučenog i suspendiranog erozijskog nanosa riječnom mrežom. Analizirani parametar koeficijent zaštite tla utječe na sva tri rezultata modela, kao što je i vidljivo iz dijagrama toka prikazanog Slikom 3.

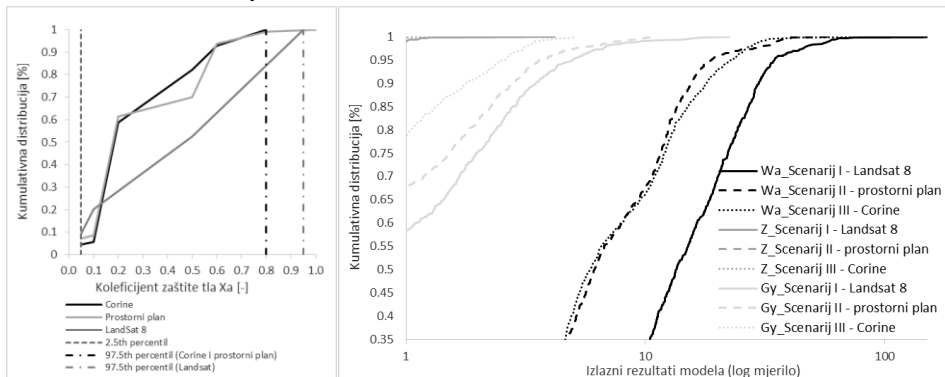
4. Analiza nesigurnosti modela

Analiza nesigurnosti provedena je koristeći dva različita pristupa. Prvi pristup analizira nesigurnost modela s obzirom na izvor informacije na temelju definiranog uzorka (1005 nasumce generiranih točaka primjenom *Geospatial Modelling Environment* i R 8386. 3.2.3. programskim paketima). Drugi pristup analizira nesigurnost modela uzimajući u obzir cijelu populaciju, odnosno cijeli sliv.

Za potrebe analize nesigurnosti modela definirana su tri scenarija. U prvom scenariju pokrov tla se temelji na obradi *Landsat* satelitske snimke, u drugom su korišteni podaci o namjeni zemljišta iz Prostornog plana, a u trećem scenariju korišten je *Corine* pokrov tla.

5. Rezultati modela

Za svaki scenarij generirana su sva tri izlaza iz modela: (i) koeficijent erozije, (ii) ukupna godišnja produkcija erozijskog nanosa i (iii) godišnja količina transportiranog vučenog i suspendiranog nanosa riječnom mrežom. Analiza nesigurnosti provedena na temelju uzorka obuhvatila je deskriptivnu statistiku za parametar koeficijenta zaštite tla te rezultate modela za sva tri scenarija. Srednja vrijednost koeficijenta zaštite tla temeljena na *Corine* i Prostornom planu iznosi 0.35, a za *Landsat* 0.63. Maksimalne i minimalne vrijednosti koeficijenta znatno manje odstupaju, odnosno minimalne vrijednosti za sva tri scenarija iznose 0.05, a maksimalne redom 0.95 (*Landsat*), 1.0 (Prostorni plan) i 0.8 (*Corine*). Na slici 4 prikazana je kumulativna distribucija vjerojatnosti za koeficijent zaštite tla (X_a) te izlazi iz modela za sva tri scenarija.



Slika 4. Kumulativna distribucija vjerojatnosti za koeficijent zaštićenosti pokriva i izlazne rezultate modela [3]

Iz prikazanog se može uočiti da se koeficijent zaštićenosti tla značajno razlikuje za svaki izvor informacije, te su razlike vidljive pri usporedbi izlaznih rezultata modela. Isto potvrđuje i analiza nesigurnosti modela koja uzima u obzir cijelu populaciju (Tablica 1). Ukupna međusobna odstupanja vrijednosti koeficijenta zaštićenosti tla u slivu dosežu do 45.5% s obzirom na primijenjeni izvor informacije. Sva tri rezultata modela odstupaju između 23.5% i 50.9%, što je najizraženije kod koeficijenta erozije i ukupne godišnje produkcije erozijskog nanosa.

Tablica 1. Nesigurnost izlaznih rezultata modela i odstupanja koeficijenta zaštićenosti pokrova uzimajući u obzir cijelu populaciju [3,4]

Koeficijent zaštite tla X_a [-]	Promjena X_a u odnosu na scenarij 1 [%]	Postotna promjena u izlaznim rezultatima modela u odnosu na scenarij 1		
		[% Z_f]	[% $W_{a,f}$]	[% $G_{y,f}$]
Prostorni plan	-45.5	-46.0	-46.9	-23.5
Corine	-45.0	-45.0	-44.7	-50.9

6. Zaključak

Analiza prikazana u ovom radu provedena je u cilju definiranja nesigurnosti modela s obzirom na implementaciju određenog izvora informacije za ulazni parametar koeficijenta zaštićenosti tla. Za metodu potencija erozije autori Dragičević i dr. ranije su proveli analizu osjetljivosti metode [5] za 13 njenih parametara. Analizom je zaključeno da je koeficijent zaštićenosti tla parametar s najvećim utjecajem na metodu. S toga je bilo iznimno važno provesti analizu nesigurnosti za ovaj parametar i definirati moguća odstupanja u rezultatima modela koji proizlaze iz primjene različitih izvora informacije. Ova je analiza pokazala da primjena različitih izvora informacije može značajno utjecati na rezultate modela, u ovom slučaju i do 50% odstupanja u njihovim izlaznim vrijednostima.

Literatura

- [1] Gavrilović, S.: Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji, Izgradnja, specijalno izdanje, pp. 1-292, 1972.
- [2] Dragičević, N., Karleuša, B., Ožanić, N.: A review of the Gavrilović method (erosion potential method) application, Građevinar, 68(9), pp. 715-725, 2016, doi:10.14256/JCE.1602.2016
- [3] Dragičević, N., Karleuša, B., Ožanić, N., Kisić, I.: Effect of Source-Varying Input Data on Erosion Potential Model Performance, Geocarto International, accepted and available online, pp. 1-14, 2018, doi: 10.1080/10106049.2018.1474273
- [4] Dragičević, N., Karleuša, B., Ožanić, N.: Effect of land cover / use change on soil erosion assessment in Dubračina catchment (Croatia), European Water, 57, pp. 171-177, 2017.
- [5] Dragičević, N., Karleuša, B., Ožanić, N.: Erosion Potential Method (Gavrilović Method) Sensitivity Analysis, Soil and Water Research, 12(1), pp. 51-59, 2016, doi:10.17221/27/2016-SWR