

MODEL ZA PROCJENU INTENZITETA I PRODUKCIJE EROZIJSKOG NANOSA MODIFIKACIJOM METODE POTENCIJALA EROZIJE



dr. sc. Nevena Dragičević, dipl. ing. građ.

ŽIVOTOPIS

Nevena Dragičević rođena je 20. lipnja 1984. godine u Rijeci. Osnovnu školu „Brajda“ završava 1998. godine u Rijeci. Godine 2002. završava srednjoškolsko obrazovanje Graditeljsku i poljoprivrednu tehničku školu smjer Tehničar visokogradnje u Rijeci, te iste godine upisuje Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci. Obranom diplomskog rada s temom „Analiza krškog sustava Plitvičkih jezera“, pod vodstvom mentora, doc. dr. sc. Josipa Rubiniča, stječe zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva.

Od lipnja 2008. zaposlena je na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci kao asistent na Katedri za hidrotehniku u okviru Zavoda za hidrotehniku i geotehniku. Godine 2009. upisala je poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, smjer Hidrotehnika priobalnih područja. Doktorski rad pod naslovom „Model for erosion intensity and sediment production assessment based on Erosion Potential Method modification (Model za procjenu intenziteta i produkcije erozijskog nanosa modifikacijom Metode potencijala erozije)“ pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Barbare Karleuše i komentorstvom prof. dr. sc. Nevenke Ožanić obranila je 7. listopada 2016. te time stekla akademski stupanj doktora znanosti iz znanstvenog područja tehničke znanosti, znanstvenog polja građevinarstvo, znanstvene grane hidrotehnika.

Suradivala je na sljedećim znanstvenoistraživačkim projektima: „Hidrologija osjetljivih vodnih resursa u kršu“ (2008.–2014., voditeljica projekta prof. dr. sc. Nevenka Ožanić), bilateralnom hrvatsko-japanskom projektu „Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj“ (2009.–2014., voditeljica projekta prof. dr. sc. Nevenka Ožanić), „Razvoj novih metodologija u gospodarenju vodama i tlom u krškim, osjetljivim i zaštićenim područjima“ (2013.–2016., voditeljica projekta izv. prof. dr. sc. Barbara Karleuša) te međunarodnom projektu „Networking for Drinking Water Supply in Adriatic Region – DRINKADRIA“ (2013.–2016., voditeljica projekta izv. prof. dr. sc. Barbara Karleuša).

Za istraživanje na temu „Implementacija GIS tehnologije za procjenu rizika od poplava i erozije (Implementation of GIS technology for risk assessment of floods and erosion hazards)“ dobila je „The British Scholarship Trust“ stipendiju koja joj je omogućila da provede tri (3) mjeseca na Sveučilištu u Lancasteru (Lancaster Environment Centre University of Lancaster). Istraživanje je provodila pod vodstvom dr. sc. Duncana Whyatta i Gemme Davies.

Doktorska disertacija je obranjena 7. listopada 2016. godine na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

prof. dr. sc. Nevenka Ožanić,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
(komentorica i predsjednica),

prof. dr. sc. Ivica Kisić, Agronomski
fakultet Sveučilišta u Zagrebu (član),

izv. prof. dr. sc. Barbara Karleuša,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
(mentorica i članica)

PRIKAZ RADA

Doktorski rad „Model za procjenu intenziteta i produkcije erozijskog nanosa modifikacijom Metode potencijala erozije“ predstavlja izvorno znanstveno djelo u kojem je na cjeloviti način analizirana problematika erozije tla djelovanjem vode primjenom metode

potencijala erozije (Gavrilović metode) na primjeru sliva Dubračine. Rad se temelji na istraživanju provedenom u sklopu hrvatsko-japanskog bilateralnog znanstvenog projekta pod nazivom „Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods

in Croatia", čiji je voditelj bila prof. dr. sc. Nevenka Ožanić te njegovom nastavku kroz projekt sveučilišne potpore „Razvoj novih metodologija u gospodarstvu vodama i tlima u krškim, osjetljivim i zaštićenim područjima“, čiji je voditelj izv. prof. dr. sc. Barbara Karleuša.

Rad je napisan na engleskom jeziku i proteže se na 178 stranica kroz dvanaest poglavlja. Sadrži ukupno 58 slika i 35 tablica. U radu je citirano 195 znanstvenih djela.

U prvom, uvodnom poglavlju dan je opis problemskog okvira istraživanja, navedeni su objekti, ciljevi i hipoteza istraživanja te navedena i ukratko obrazložena struktura cijelog rada.

U drugom poglavlju, EROZIJA TLA I VEZANI POJMOVI, obrazložene su osnovne definicije terminologije vezane uz eroziju tla i problematiku analiziranu u ovom doktorskom radu. Navedeni su i ukratko obrazloženi faktori utjecaja na erozijske procese. Poseban naglasak dan je na ulogu graditeljstva u upravljanju klimom, vodama i erozijom tla sa osvrtom na hrvatske zakone i regulativu vezanu uz mjere ublažavanja i prevencije erozijskih procesa.

U trećem poglavlju dokorskog rada, KARAKTERISTIKE SLIVA DUBRAČINE I POVIJESNI PREGLED PROBLEMA I PROVEDENIH MJERA VEZANIH UZ NESTABILNOST TALA, dan je povijesni pregled problema vezanih uz erozijske procese prisutne na slivu Dubračine, uključujući i provedenu analizu osviještenosti lokalnog stanovništva o bujičnim poplavama i erozijskim procesima na samome slivu te njihovog poznavanja mjera ublažavanja i prevencije istih.

U četvrtom poglavlju, ODABIR MODELA ZA PROCJENU PRODUKCIJE EROZIJSKOG NANOSA, naglasak je dan na semi-kvantitativne metode. Kratki pregled prethodnih istraživanja vezanih uz odabir najprihvatljivije metode za procjenu intenziteta i produkcije erozijskog nanosa je obrazložen. U ovom poglavlju predložena je i opisana metodologija za odabir modela za procjenu erozije tla (vodom) na području sliva Dubračine te su predstavljeni glavni kriteriji na kojima se temeljio njen odabir. Spomenuti kriteriji uključuju oblik erozije, dostupnost podataka, mjerilo primjene i značajnost parametra, od kojih svaki ograničava i reducira listu primjenjivih modela. Ova metodologija omogućuje relativno brzu i jednostavnu selekciju odgovarajuće metode i može se koristiti na istražnim područjima sličnih karakteristika gdje su prethodno provedena istraživanja i mjerenja na terenu bila ograničena. Primjenom dane metodologije odabrana je Metoda potencijala erozije (Gavrilović metoda).

U petom poglavlju, PREGLED PRIMJENE METODE POTENCIJALA EROZIJE (GAVRILOVIĆ METODE), obrazložena je odabrana metoda potencijala erozije (Gavrilović metoda) koja prema klasifikaciji pripada grupi semi-kvantitativnih metoda, te omogućava procjenu koeficijenta erozije (intenzitet), ukupne godišnje produkcije erozijskog nanosa i godišnje količine transportiranog vučenog i suspendiranog erozijskog nanosa riječnom mrežom. U radu je dan detaljan pregled

primjene ove metode, te je uočeno da istraživanja koja koriste modificiranu formulu za koeficijent retencije erozivnog nanosa, koja sadrži gustoću otjecanja, odnosno odnos između duljine primarnih i sekundarnih vodotoka i površine sliva, daju bolje rezultate u usporedbi s mjerenjima provedenim na terenu. Na temelju toga dana je i naglašena preporuka da se za izračun koeficijenta retencije erozivnog nanosa koristi modificirana formula u svim budućim analizama i istraživanjima, kako bi se izbjegla netočnost u rezultatima modela koji rezultiraju većim dobivenim vrijednostima za godišnju količinu transportiranog vučenog i suspendiranog erozijskog nanosa riječnom mrežom u odnosu na vrijednosti dobivene za ukupnu godišnju produkciju erozijskog nanosa.

U šestom poglavlju, OPIS PARAMETARA METODE I RASPOLOŽIVOST PODATAKA, opisani su ulazni parametri modela. Ulazni parametri u model mogu se podijeliti na prostorno varijabilne i prostorno nevarijabilne. Posebno je istaknut koeficijent erodibilnosti tla koji je temeljen na tipovima tala zastupljenog u slivu, a u znanstvenoj literaturi izdvojen je kao jedan od najznačajnijih parametara u modelima erozije. Koeficijent erodibilnosti tla baziran je na pedološkoj karti sliva kao primarnom izvoru informacije o tipovima tala na odabranom slivnom području, a određen je na temelju nomograma za evaluaciju koeficijenta erodibilnosti tla prema USLE (Universal Soil Loss Equation) metodi, a ne prema Gavrilović metodi. Ovaj pristup za evaluaciju koeficijenta erodibilnosti verificiran je i primijenjen u brojnim metodama, uključujući i USLE, te je njegovom primjenom zaključeno da je prihvatljiviji od predložene opisne i numeričke evaluacije koja se primjenjuje u Gavrilović metodi.

U sedmom poglavlju, GENERIRANJE PARAMETRA GUSTOĆA RIJEČNE MREŽE, parametar gustoća otjecanja je analizirana i generirana tri puta, svaki puta s drugim ograničenjima prostorne varijabilnosti samog parametra. Do danas, kod primjene Gavrilović metode parametar gustoća otjecanja računat je na dva moguća načina: prvi kao jedna unificirana vrijednost za cijelo slivno područje ili kao jedna vrijednost za svaki podsliv unutar slivnog područja, čime se ograničavala njegova prostorna varijabilnost i povećavala greška rezultata modela. Metodologiju korištenu u disertaciji predložio je Dabos i Daroussin (2005.) te je prema njoj izračunata stvarna gustoća otjecanja temeljena na topografskoj karti riječne mreže, a ne na karti drenske mreže generirane iz DEM-a (Digitalnog elevacijskog modela). Karta gustoće otjecanja, generirana prema spomenutoj metodologiji, dala je realističniju ulaznu informaciju u model sa znatno detaljnijom prostornom varijabilnošću ovog parametra. Do danas nema objavljenog istraživanja u kojem se koristi Gavrilović metoda i primjenjuje predložena metodologija za generiranje parametra gustoće otjecanja, te niti jedno publicirano istraživanje nije primijenilo veću i detaljniju prostornu varijabilnost ovog parametra od one na razini

sliva ili podsliva. Iz tog razloga generirana karta za gustoću otjecanja smatra se unaprjeđenjem točnosti i preciznosti Gavrilović metode.

U osmom poglavlju, VREMENSKA VARIJABILNOST I VARIJABILNOST ULAZNIH PODATAKA S OBZIROM NA PROMJENU IZVORA INFORMACIJE U KONTEKSTU NESIGURNOSTI MODELA TEMELJENOG NA METODI POTENCIJALA EROZIJE, provedena je i opisana analiza osjetljivosti metode i nesigurnosti modela temeljenog na Gavrilović metodi. Do danas, analiza osjetljivosti parametara nije provedena niti publicirana za Gavrilović metodu te parametri na koje je metoda najosjetljivija nisu bili definirani. Analiza nesigurnosti modela istaknula je značajnost utjecaja promjene izvora informacije za pojedini parametar na rezultate modela i ukazala na znatno manji utjecaj parametara promjenjivih u vremenu koji su posljedica klimatske promjene u 30 godišnjem vremenskom razdoblju, dok je nesigurnost, s obzirom na izvor informacije, vezana isključivo uz ljudski faktor.

Poseban naglasak u doktorskom radu je dan na analizu intenziteta i produkcije erozijskog nanosa na godišnjoj razini i modifikaciju metode za potrebe procjene istoga na sezonskoj razini, što je opisano u devetom poglavlju doktorskog rada, GODIŠNJA I SEZONSKA PRODUKCIJA EROZIJSKOG NANOSA NA SLIVU DUBRAČINE. Rezultati provedenih analiza dali su procijenjene vrijednosti i prostornu distribuciju koeficijenta erozije, odnosno intenziteta erozije, ukupne godišnje produkcije erozijskog nanosa i godišnje količine transportiranog vučenog i suspendiranog erozijskog nanosa riječnom mrežom za prošlost i sadašnjost. Najveća prostorna promjena kod koeficijenta erozije između dva vremenska razdoblja uočena na slivovima Slani Potok i Mala Dubračina, gdje je površina područja zahvaćenog procesima ekscesivne erozije danas veća u odnosu na prošlost. U radu je istaknuto da je sveukupno smanjenje prosječnih vrijednosti ukupne godišnje produkcije erozijskog nanosa između sadašnjosti i prošlosti neznčajno, za razliku od promjene u prostornoj distribuciji istih rezultata modela pri usporedbi dvaju vremenskih razdoblja.

Posebna vrijednost ovog doktorskog rada je modifikacija metode potencijala erozije (Gavrilović metode) na sezonske vremenske intervale promjenom tri glavna parametra metode: oborine, koeficijenta zaštite tla i temperature. Rezultati su pokazali da najveći doprinos produkciji erozijskog nanosa na slivu Dubračine tokom jedne godine ima jesen, zatim slijedi ljeto, proljeće te na kraju zima. U doktorskom radu je zaključeno da modificiran model Gavrilovića namijenjen za procjenu sezonske produkcije erozijskog nanosa daje dobru aproksimaciju erozije tla i može se koristiti u budućim istraživanjima.

U poglavlju deset, VERIFIKACIJA MODELA ZA PROCJENU EROZIJE TLA, prikazana je verifikacija modela primjenom metode vizualne opservacije i GPS uređaja. Sve verifikacije su dale veoma dobre rezultate i potvrdile visoku točnost generiranih karata.

U poglavlju jedanaest, PREPORUKE MJERA UBLAŽAVANJA EROZIJSKIH PROCESA U CILJU UNAPRJEĐENJA GOSPODARENJA VODAMA I TLIMA NA SLIVU DUBRAČINE, dan je prijedlog mjera ublažavanja i prevenciju erozijskih procesa na slivu Dubračine. Jedna od mjera ublažavanja i prevencije je uklanjanje erozijskog nanosa iz korita vodotoka. Do danas, ova se mjera provodila u prosjeku jednom u godinu i pol. Predloženo je uklanjanje nanosa iz korita vodotoka dva puta godišnje ili najmanje jedan puta godišnje u skladu s procijenjenom produkcijom erozijskog nanosa u različitim sezonskim razdobljima, što bi doprinijelo najviše onim pritokama koje najviše doprinose produkciji i transportu nanosa nizvodno (Malenica, Slani Potok, Mala Dubračina). Nadalje, koeficijent zaštićenosti zemljišta vegetacijskim pokrovom, jedan od najosjetljivijih parametara metode, ima veliki utjecaj na procjenu vrijednosti produkcije erozijskog nanosa. Veoma često se u analizama erozije tla na nekom području zaboravlja da poljoprivredna zemljišta ne čine jedini izvor erozijskog nanosa. Građevinska su zemljišta u područjima urbanog razvoja prepoznata kao značajan izvor erozijskog nanosa u svijetu, ali Gavrilović metodom do danas nisu uzeti u obzir. Građevinska zemljišta, iako kratkog vijeka, imaju značajan utjecaj na količinu erozijskog nanosa unutar godine dana. Preporuča se, kako je i navedeno u doktorskom radu, da se takva područja moraju uzeti u obzir, te je predložena numerička i opisna evaluacija koeficijenta zaštićenosti zemljišta vegetacijskim pokrovom. Ove mjere bi se morale uzeti u obzir u budućim planovima razvoja na području sliva Dubračine i mogu se jednostavno integrirati unutar zakonskog okvira kojeg može definirati lokalna zajednica.

U dvanaestom, zaključnom poglavlju doktorskog rada sumirani su zaključci provedenih istraživanja i analiza.

Ciljevi ovoga doktorskog rada su u radu potpunosti ostvareni: analizirana je mogućnost prilagodbe odabrane metode s godišnjih na sezonske vremenske intervale; analizirani su erozijski procesi na slivu Dubračine te procijenjene godišnje (za prošlost i sadašnjost) i sezonske produkcije erozijskog nanosa; dan je prijedlog mjera ublažavanja i prevencije erozijskih procesa na slivu Dubračine; analiziran je i dan prijedlog prilagodbe metode lokalnim uvjetima na terenu unaprjeđenjem koeficijenta zaštite tla uvođenjem detaljnije gradacije kao i unaprjeđenja koeficijenta erodibilnosti tla; provedena je analiza osjetljivosti na sve njene parametre i definirani su najosjetljiviji parametri; provedena je analiza nesigurnosti modela s obzirom na vremenski varijabilne parametre temperaturu, oborinu i pokrov tla te analiza nesigurnosti modela s obzirom na promjenu izvora informacije za parametre pokrov tla i koeficijent erodibilnosti tla, te je provedena verifikacija modela.

Izvorni znanstveni doprinosi ovoga doktorskog rada očituju se u: unaprjeđenju i razvoju metodologije za odabir najprihvatljivije metode za procjenu erozijskog nanosa; unaprjeđenju metode pri postupku procjene transportiranog erozijskog nanosa unaprjeđenjem metodologije za određivanje koeficijenta gustoće otjecanja uz pomoć Geografskog

informacijskog sustava; unaprjeđenju i prilagodbi Gavrilović metode sa procjene produkcije erozijskog nanosa na godišnjoj razini na sezonske vremenske intervale; prilagodbi koeficijenata zaštite tla te erodibilnosti tla detaljnom razradom numeričke i opisne gradacije parametra s obzirom na lokalne uvjete na terenu; definiranju i rangiranju parametara metode koji proizlaze iz analize parametarske osjetljivosti metode; procjeni nesigurnosti modela s obzirom na vremenski varijabilne parametre i parametre promjenjive s obzirom na promjenu izvora informacije te definiranje najnesigurnijih parametara; izradi karata intenziteta i produkcije erozijskog nanosa kao temeljne podloge za planiranje mjera prevencije i zaštite od erozije.

Očekuje se da će dobiveni rezultati provedenih obrada u doktorskom radu „*Model za procjenu intenziteta i produkcije erozijskog nanosa modifikacijom Metode potencijala erozije*“ imati doprinos u praksi, vezano uz probleme upravljanja tlima i vodama na području sliva Dubračina, s naglaskom na upravljanje erozijom kroz pravovremenu i odgovarajuću primjenu predloženih mjera ublažavanja i prevencije erozijskih procesa te planiranja budućeg urbanog razvoja tog područja.

Na kraju dokorskog rada dan je popis korištene literature, popis tablica i slika sadržanih u radu te životopis doktorantice i popis njezinih objavljenih znanstvenih i stručnih radova. ■