

INTEGRISANI GEOGRAFSKI PRISTUP PROUČAVANJA EROZIJE ZEMLJIŠTA

**Sanja Mustafić¹, Milena Nikolić²,
Predrag Manojlović¹, Tanja Dobrosavljević¹**

Apstrakt: Kao globalni fenomen erozija zemljišta predstavlja važan faktor kauzalnih veza između prirodne sredine s jedne strane, i demografskih, ekonomskih i ekoloških aspekata razvoja određenog prostora s druge strane. Osnovni karakter procesa erozije zemljišta je isti, ali intenzitet procesa je različit i zavisi od karakteristika navedenih faktora koji na datom prostoru deluju. Shodno tome, nameće se potreba proučavanja interaktivnog i multikolinearnog delovanja prirodne sredine i ljudske aktivnosti na isti. Geografska proučavanja ove problematike predstavljaju polaznu osnovu konkretizacije kauzalnih odnosa sredine u kojoj procesi erozije u većoj ili manjoj meri deluju. Na taj način geografski pristup definiše determinaciju uzroka stanja, ali i potencijalnih posledica koje proces erozije zemljišta, izazvan prirodnim i antropogenim faktorima, implicira na stanje i kvalitet životne sredine. Geografski pristup predstavljen je kroz četiri osnovna polazišta, a to su: kvantifikacija intenziteta mehaničke i hemijske vodne erozije; prostorno-vremenska distribucija intenziteta erozije; utvrđivanje trenda promene intenziteta erozivnog procesa, determinacija dominantnih geografskih faktora koji utiču na intenzitet erozije zemljišta.

Ključne reči: geografski pristup, erozija zemljišta, geografski faktori

INTEGRATED GEOGRAPHICAL APPROACH TO THE STUDY OF SOIL EROSION

Abstract: As a global phenomenon, soil erosion is an important factor in the causal relationship between natural environment on the one hand, and demographic, economic and environmental aspects of development of a particular area on the other hand. The main character of the process of soil erosion is the same, but the intensity of the process is different and depends on the characteristics of the above mentioned factor which acts on a given area. Consequently, there is a need to study the interactive and multicollinearity effects of the natural environment and human activities. Geographic studies of this problem are the starting point of concretization of causal relations between environments in which the erosion processes operate to a greater or lesser extent. In this way, the geographic approach defines the determination of the causes and the potential consequences of the process of soil erosion caused by natural and anthropogenic factors, which include the conditions and quality of the environment. Geographical approach is demonstrated through four fundamental starting points: Quantification of the intensity of the mechanical and chemical water erosion; Spatial-temporal distribution of the intensity of erosion; Determining the trend of change of intensity of erosion; Determination of the dominant geographic factors affecting the intensity of soil erosion.

Key words: geographical approach, soil erosion, geographical factors

¹ Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Beograd, sanjam@gef.bg.ac.rs

² Univerzitet u Nišu - Prirodno-matematički fakultet, Niš, nmilena@pmf.ni.ac.rs

Erozija zemljišta zauzima sve značajnije mesto u spektru savremenih geomorfoloških, geografskih i interdisciplinarnih istraživanja vezanih za probleme životne sredine. Geografska proučavanja problematike erozije zemljišta predstavljaju polaznu osnovu konkretizacije kauzalnih odnosa geoprostora u kome procesi erozije u većoj ili manjoj meri deluju. Na taj način *geografski pristup* definiše determinaciju uzroka stanja, ali i potencijalnih posledica koje proces erozije zemljišta, izazvan prirodnim i antropogenim faktorima, implicira na stanje i kvalitet životne sredine.

Geografski pristup proučavanja erozije zemljišta predstavljen je kroz četiri osnovna polazišta: 1. *Kvantifikacija intenziteta mehaničke i hemijske vodne erozije*; 2. *Prostorno-vremenska distribucija intenziteta erozije*; 3. *Utvrđivanje trenda promene intenziteta erozivnog procesa*; 4. *Determinacija dominantnih geografskih faktora koji utiču na intenzitet erozije zemljišta*.

Realizacija ovako postavljenog geografskog pristupa podrazumeva višefazni istraživački postupak.

I faza - *Formiranje baze podataka*. Načelno, formiranje adekvatne baze podataka i njena verifikacija podrazumeva pristup koji se zasniva na relacijskim odnosima i vezama koncipiranim po obrascu: ulazni parametri (tačni, pouzdani, verodostojni) → metode (numerička i grafička obrada) → implementacija u GIS → vizuelizacija (prostorna i vremenska) (Мустафић С., Манојловић П., Драгићевић С., 2007). Pri tome, treba imati u vidu da kvalitet i ocena pouzdanosti krajnjih GIS proizvoda zavisi, pre svega, od *nivoa i kvaliteta ulaznih podataka*. Iz tog razloga moraju se uspostaviti zajednički pokazatelji koji bi predstavljali opštu meru kvaliteta tih podataka, a to su njihova tačnost, pouzdanost i verodostojnost (Јоксич Д., Бајат Б., 2007).

II faza - *Odabir naučnih metoda istraživanja erozije zemljišta*. Imajući u vidu činjenicu da se erozijom zemljišta bave stručnjaci različitih profila, svako u domenu svog istraživanja postavljajući odgovarajuće ciljeve i ukazuje na složenost samog procesa. Iz tog razloga u naučnoj i stručnoj literaturi figurira veliki broj različitih metoda i modela.

III faza - *Statistička obrada podataka*. Obrada podataka koja podrazumeva uvid u elementarna obeležja proučavane pojave, utvrđivanje srodnosti podataka, tip i karakter veza između njih i formiranje matematičkih modela koji definišu stanje intenziteta erozivnih procesa. Najčešća je upotreba komercijalnih programa kao što su Statistica, Origin, SPSS i sl.

IV faza - *Implementacija formirane baze podataka u GIS*. Važnost adekvatnog odabira GIS orijentisanog programa ogleda se u činjenici da je za formiranje osnove modela za rekognosciranje razvoja intenziteta erozije zemljišta neophodno da programski paket omogućava: unakrsnu matematičko-logičko-statističku analizu proizvoljnog broja parametara, što podrazumeva unakrsno podržavanje i transparentnost izabranih ležera, module koji podržavaju mogućnost grafičke manipulacije sa ležerima. Na primer, softverska implementacija morfometrije polazna je osnova digitalnog prikaza reljefa (Adediran A.O. et al., 2004), tako da je analiza topografskih karakteristika terena u funkciji određivanja potencijala erozije nekog prostora daleko olakšana primenom DEM-a i satelitskih snimaka (Milevski I., Dragičević S., Kostadinov S., 2007), što samim tim implementira brze procene i uticaj različitih tipova nagiba na ostale relevantne faktore koji utiču na proces erozije zemljišta. Prema tome, neophodno superponiranje različitih osnova ima za cilj dobijanje proizvoda u vidu različitih sinteznih karata. Jedan od programskih paketa koji se pokazao kao relevantan za obradu, analizu i sinezu podataka je Geomedia Intergraph (Мустафић С., 2006; Мустафић С., Костадинов С., Манојловић П., 2008).

Kvantifikacija intenziteta mehaničke i hemijske vodne erozije

Da bi se na adekvatan način izučavao proces erozije sa geografskog aspekta neophodno je sagledati postojeće metode istraživanja koje se mogu primeniti sa svrhom da na adekvatan način daju odgovore na postavljene ciljeve i zadatke istraživačkog rada. Pogodnost primene metoda zavisi od oblasti koja se istražuje, tipa istraživanja i dostupnosti podataka. Najbolje rezultate daju kombinacija empirijskih i terenskih istraživanja.

Za potrebe proučavanja intenziteta erozije zemljišta u naučnoj i stručnoj praksi figuriraju mnogobrojne metode i modeli, ali na globalnom nivou najveću promenu ima USLE metod (Wischmeier and Smith, 1978), sa svojim varijetetima RUSLE, MUSLE. Upotreba metoda je ograničena, pre svega, za predviđanje gubitaka tla za višegodišnje periode. Nedostatak metoda ogleda se u nemogućnosti primene u uslovima naglog gubitka zemljišta, na primer usled bujućnog poplavnog talasa i ekstremnih kratkotrajnih padavina (Костадинов С., 2008). Značaj metoda ogleda se u činjenici da pruža mogućnost praćenja geneze nanosa. Promene u razvoju erozivnih procesa predstavljene su kvantitativnim veličinama, i kao takva ima značajnu ulogu za definisanje procesa erozije kao globalnog fenomena. Varijetei RUSLE 1,06 i RUSLE 2 dizajnirani su da rade u novijim Windows okruženjima sa ciljem da korisnicima obezbede bolju vizuelizaciju podataka i manipulaciju nad njima. Poslednja verzija daje bolje informacije o interakcijama između faktora tokom simulacije erozivnih procesa, što ima za posledicu i jasnije i preciznije rezultate (Toy, T.J., Foster, G.R., Renard, K.G., 2002). Metod koji ima snažnije fizičko-geografske osnove nego USLE, lakši je i fleksibilniji, i kao takav primenljiviji za modelovanje erozivnih procesa (Ustun B., 2008), je Morgan-Morgan-Finney metod. Zasniva se na proračunu predviđanja godišnjeg gubitka zemljišta sa prostora ranga veličine parcele na padinama. Osnova modela bila je da, pored nastojanje da zadrži univerzalnost USLE metoda, obuhvati i savremeni napredak u razumevanju erozivnih procesa. Revidirana verzija metoda (Morgan R.P.C., 2001) dala je rezultate koji pokazuju da model obezbeđuje tačnije informacije o poreklu nanosa i kvantifikaciji godišnjeg pronosa nanosa, i to na nivou koeficijenta korelacije od 0,94 za oticanje, odnosno 0,84 za nanos.

U Srbiji najširu upotrebu ima *empirijski obrazac Gavrilović S. (1972) za proračun produkcije nanosa (W)*, koji je u izvesnoj meri modifikovan od strane (Лазаревић П., 1985). Metod Gavrilovića pripada grupi regionalnih metoda i u svetskoj literaturi okarakterisan je kao polu-kvantitativni metod koji daje najbolje rezultate na regionlnoj nivou (Vente J., Poesen J., 2005). Preimena terenskih metoda za proučavanje intenziteta mehaničke i hemijske erozije bazira se na hidrotehničkom i hidrohemijском методу. Zasnivaju se na monitoringu praćenja koncentracija suspendovanog i hemijski rastvorenog nanosa u rečnom toku. Pri tome adekvatan monitoring podrazumeva svakodnevno uzimanje uzoraka za utvrđivanje suspendovanih čestica, dok su za utvrđivanje RMM dovoljna petnaestodnevna uzorkovanja (Манојловић П., Страх А., 1990/1991).

Prostorna distribucija intenziteta erozije zemljišta

Formirana baza podataka koja je inkorporirana u odgovarajući geografski informacioni sistem, omogućava sagledavanje intenziteta erozije sa više aspekata. Kompletna prostorna analiza podrazumeva utvrđivanje intenziteta erozije zemljišta na nivou većih i manjih predeonih celina (sliva, subslivova), administrativnih teritorijalnih jedinica (npr. opština) i sa aspekta visinske zonalnosti. Metodološki i saznajni doprinos inkorporiranih podataka u odgovarajući programski paket, ogleda se u mogućnosti obrade svih relevantnih parametara, definisanih odabranim metodom ili modelom, na nivou jediničnih polja. Upotrebom "grid sistema" omogućeno je izdvajanje manjih lokacija sa jakom i ekscisivnom erozijom, kao i lokacija sa potencijalnim zonama ugroženosti zemljišta erozivnim procesima, što je od posebnog značaja.

Utvrđivanje trenda promene intenziteta erozivnog procesa

Za dalji rad i utvrđivanje zašto je došlo do promene u intenzitetu erozije, posebna pažnja mora se posvetiti vremenskoj perspektivi. Vremenska analiza obuhvata dva aspekta: intergodišnja varijabilnost intenziteta erozije i intragodišnja varijabilnost intenziteta erozije. Uvođenjem u istraživački postupak *analizu i dekompoziciju vremenskih serija*, podrazumeva praćenje dinamike intenziteta erozije u odnosu na baznu osnovu i dinmiku intenziteta preko pokretne osnove (lančani indeksi).

Trend analiza vremenskih serija najbolje se definiše na dva načina: primenom jednostavne analize trendova, uz korišćenje linearne regresije za uspostavljanje linije trenda i primene kumulativnih dijagrama (Walling D.E., 2006, Walling D.E., Fang D., 2003) i sagledavanje intenziteta promena na nivou utvrđivanja statističke značajnosti koristeći neparameterske tesove, kao što je Mann-Kendall test (Zhang S. et al., 2008).

DETERMINACIJA DOMINANTNIH GEOGRAFSKIH FAKTORA KOJI UTIČU NA INTENZITET EROZIJE ZEMLJIŠTA

”Ispitivanje i utvrđivanje intenziteta vodne erozije spada u niz problema koji se ne mogu idealno rešiti. To dolazi otuda što je veoma teško, pa i nemoguće, diferencirati sve brojne faktore, a zatim multiplicirati sve te faktore u svim mogućim kombinacijama” (Лазаревић Р., 2004). Determinacija geografskih faktora podrazumeva utvrđivanje samostalnog i interaktivnog uticaja fizičko-geografskih faktora na eroziju zemljišta s jedne strane, i uticaj antropogenog faktora sa druge strane.

Od posebnog značaja je definisanje varijabilnih faktora na intenzitet erozije. To se pre svega odnosi na *hidrološke i klimatske faktore*.

Utvrđivanje uticaja *hidroloških faktora* na dinamiku pronosa supednovanog i hemijskog nanosa, podrazumeva, pre svega, značaj količine oticajne vode predstavljene preko proticaja ili specifičnog oticaja. Što podrazumeva:

- determinaciju pronosa nanosa prema frekvencijskoj distribuciji specifičnih oticaja
- determinacija pronosa nanosa u odnosu na stanja ekstremne vodnosti;
- vremensku raspodelu pronosa nanosa u funkciji vremenske raspodele oticaja (utvrđivanje ekscesivnosti erozivnog procesa).

Utvrđivanje uticaja *klimatskih faktora* na dinamiku pronosa supednovanog i hemijskog nanosa, uključuje:

- padavine kao determinantna intenziteta erozije
- temperatura vazduha kao determinantna intenziteta erozije.
- godišnje doba kao determinanta intenziteta erozivnog procesa

Determinacija *antropogenog faktora* na intenziteta erozije zemljišta podrazumeva utvrđivanje:

- promene intenziteta erozije zemljišta sa aspekta pokazatelja populacione dinamike;
- promene intenziteta erozije sa aspekta populacione veličine naselja;
- promene u načinu korišćenja zemljišta;
- uticaja antierozivnih mera na intenzitet erozije zemljišta.

ZAKLJUČAK

Praćenje promena u intenzitetu erozije zemljišta i pronosa nanosa na dugoročnom nivou ukazuje na to da su te promene osetljive na uticaje mnogobrojnih faktora, kao što su klimatske promene, antropogena delatnost, konzervacijski radovi, izgradnja rezervoara i sl. (Walling D.E., Fang D., 2003). Proučavanje promena intenziteta erozije zemljišta kao funda-

mentanog procesa, koji je koncipiran na geografskom sagledavanju svih relevantnih faktora koji na njega utiču, višestruko je značajan:

1. Ovakav pristup rezultira razvoj brojnih konceptualnih i kvantitativnih modela, koji odlikavaju mehaniku samog procesa erozije zemljišta,
2. Pruža dobru osnovu za kompleksnu komparativnu analizu prostora, koja svoj aplikativni značaj ima u funkciji prostornog planiranja i zaštite životne sredine.

LITERATURA

Adediran, A., Paracharidis, I., Poscolieri, M., Pavlopoulos K. (2004). Computer-assisted discrimination of morphological units on north-central Crete (Greece) by applying multivariate statistics to local relief gradients. *Geomorphology*, 58, 357-370.

Јоксвић Д., Бајат Б. (2007). Оцене квалитета ГИС производа. У: Зборник радова са Првог конгреса српских географа, књ.3, Београд.

Лазаревић, Р. (2004). Експериментална истраживања интензитета водне ерозије. Београд: Друштво бујичара Србије и Црне Горе

Лазаревић, Р. (1985). Нови поступак за одређивање коефицијента ерозије. *Ерозија*, 13.

Костадинов, С. (2008). Бујични токови и ерозија. Београд: Шумарски факултет Универзитета у Београду.

Манојловић, П., Стах, А. (1990/1991). Честина узорковања текућих вода у функцији утврђивања интензитета хемијске ерозије. Зборник радова Географског факултета ПМФ, 37/38, 49-56.

Milevski, I., Dragičević, S. i Kostadinov, S. (2007). Digital Elevation Model and satellite images an assessment of soil erosion potential in the Pcinja catchment. *Гласник Српског географског друштва*, 87 (2), 11-20.

Morgan, R. (2001). A simple approach to soil loss prediction: a revised Morgan-Morgan-Finney model. *Catena*, 44 (4), 305-322.

Мустафић, С., Костадинов, С., Манојловић, П. (2008). Угроженост акумулације ”Завој” ерозивним процесима - методолошки, сазнајни и заштитни аспект. *Гласник Српског географског друштва*, 88 (1), 29-42.

Мустафић, С., Манојловић, П. и Драгићевић, С. (2007). Примена телетекционих метода и ГИС-а у истраживањима ерозионих процеса. Зборник радова Географског института ”Јован Цвијић”, САНУ, 57, 465-473.

Toy, T.J., Foster, G.R., Renard, K.G. (2002). *Soil Erosion: Processes, Prediction, Measurement, and Control*. New York: John Wiley and Sons

Ustun, B. (2008). Soil Erosion Modelling By Using Gis & Remote Sensing : A Case Study, Ganos Mountain. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, B7, 1681-1684.

Vente, J., Poesen, J. (2005). Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: Scale issues and semi-quantitative models. *Earth-Science Reviews* 71, 95-125.

Walling, D.E. (2006). Human impact on land-ocean sediment transfer by the world's rivers. *Geomorphology*, 79, 192-216.

Walling, D.E., Fang D. (2003). Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers. *Global and Planetary Change*, 39, 111- 126.

Wischmeier & Smith (1978). Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington: US Department of Agriculture.

Zhang, S., Lu, X., Higgitt, D., Chen A., Han, J.T., Sun, H.G. (2008). Recent changes of water discharge and sediment load in the Zhujiang (Pearl River) Basin, China. *Global and Planetary Change*, 60, 365-380.

PLANIRANJE NAMENE ZEMLJIŠTA U ZONI INFRASTRUKTURNOG KORIDORA – PRIMER AUTOPUTA E-761 POJATE-PRELJINA

Dušan Šljivančanin¹, Dubravka Pavlović², Nikola Ristić³

Apstrakt: Realizacija infrastrukturnih koridora u dužem vremenskom periodu iziskuje značajne impakte po pitanju korišćenja i organizacije prostora, strukturi i intenzitetu demografskih kretanja i ukupnom privrednom razvoju područja u njegovoj užoj i široj teritorijalnoj zoni uticaja. U prostorno-planskom smislu, prostorni planovi područja posebne namene infrastrukturnih koridora predstavljaju polaznu osnovu za prepoznavanje konflikta u budućem korišćenju zemljišta i iznalaženju odgovarajućih rešenja njihove relativizacije u prostoru, radi zadovoljenja interesa i na lokalnom nivou. Cilj ovog rada je, da na primeru planiranog koridora autoputa E-761 Pojate-Preljina, prikaže problematiku definisanja namene zemljišta u uslovima složenih prirodnih, privrednih i demografskih karakteristika, kakva je Zapadno-moravska razvojna osovina u Republici Srbiji. Poseban osvrt biće usmeren i ka mogućnostima usklađivanja planske i projektne dokumentacije tokom izrade ove vrste planova, preispitivanju planskih rešenja na područjima jedinica lokalnih samouprava, uz prikaz definisanja zona eksproprijacije zemljišta sa elementima njihovog sprovođenja.

Cljučne reči: infrastrukturni koridor, namena zemljišta, planovi posebne namene, eksproprijacija zemljišta.

LAND USE PLANNING IN THE ZONE INFRASTRUCTURE CORRIDOR – EXAMPLE OF THE HIGHWAY E-761 POJATE-PRELJINA

Abstract: Implementation of infrastructure corridors in the long run requires a significant impact on the use and organization of space, structure and intensity of demographic trends and the overall economic development of the area in its immediate and wider territorial zone of influence. In terms of spatial planning, spatial plans for special-purpose infrastructure corridors represent a starting point for identifying conflicts in the future land use and finding appropriate solutions to their relativization in the area, to meet interest and at the local level. The aim of this study is that the example of the planned corridor of the E-761 Pojate-Preljina, presents the issues of defining land use in terms of complex natural, economic and demographic characteristics, such as West Morava axis of development in the Republic of Serbia. Particular reference will be directed and the possibilities of harmonizing planning and

¹ dipl. prostorni planer - master, Jugoslovenski institut za urbanizam i stanovanje – JUGINUS doo, Andrićev venac 2/II, Beograd, e-mail:dusan.s@juginus.rs

² dipl. prostorni planer Jugoslovenski institut za urbanizam i stanovanje – JUGINUS doo, Andrićev venac 2/II, Beograd, e-mail:dubravka@juginus.rs

³ dipl. inž. saobraćaja, DB International GmbH, Terazije 16/III, Beograd, e-mail:nikola.ristic@db-international.de