

Prostorna i vremenska raspodela potencijalne ugroženosti područja Vojvodine procesima eolske erozije

Radovan Savić¹, Ljubomir Letić², Pavel Benka¹, Gabrijel Ondrašek³,
Vesna Nikolić²

¹Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, Srbija

²Šumarski fakultet, Beograd, Srbija

³Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Eolska erozija predstavlja značajan vid degradacije obradivih poljoprivrednih zemljišta. Prirodni i antropogeni faktori na području Vojvodine pogoduju nastanku i razvoju intenzivnih vetroerozionih procesa. Među brojnim uzročnim faktorima složenog procesa eolske erozije (reljef, klima, zemljište, vegetacija, način korišćenja zemljišta, organizacija zemljišne teritorije itd.) u ovom radu se analizira klima, kao agresivna komponenta erozije. Prvenstveno vetar, a zatim padavine i temperature, odnosno njihova nepovoljna koincidencija, direktno ili indirektno utiču na potencijalnu opasnost od pojave i razvoja eolske erozije. Stvarna realizacija procesa, tj. produkcija eolskog nanosa, zavisi i od svih ostalih relevantnih činilaca. Na osnovu definisanog klimatskog faktora izdvojena su područja i periodi sa različitim stepenom potencijalne ugroženosti i opasnosti od nastanka eolske erozije. Konstatovano je da prema klimatskom faktoru područje Banata može da se smatra 3 do 4 puta ugroženije od ostalih delova Vojvodine. Najintenzivniji erozioni procesi mogući su tokom ranog proleća (april) i jeseni (oktobar), posebno u izrazito sušnim godinama.

Ključne reči: eolska erozija, erozioni faktori, intenzitet erozije, degradacija zemljišta.

Uvod

Kada se čovek nađe u oblaku prašine koju je podigao vetar sa oranica beskrajne vojvođanske ravnice, obično zažmuri i okrene glavu na drugu stranu. Ne razmišlja da se upravo tada odvijaju snažni procesi eolske erozije pri kojima se degradira plodno obradivo zemljište, akvatorije i celokupna životna sredina, da je to značajan problem pred kojim se ne smeju zatvarati oči i okretati glava (Savić, 1999).

Prema razmatranjima USDA (1998, 1999), područje Vojvodine se na osnovu prirodnih karakteristika nalazi u zoni umerenih do srednjih intenziteta eolske erozije. Međutim, istovremeno je ocenjeno da je rizik od nastanka i intenziviranja ovih procesa izazvanih ljudskim delovanjem visok do vrlo visok. Razlozi za ovakvu ocenu ugroženosti nalaze se u činjenici da prirodni i još u većoj meri antropogeni faktori pogoduju nastanku i razvoju eolske erozije. Kontinentalna klima prostrane Panonske nizije sa čestim i jakim vetrovima brzine na mah i preko 40 m/s; Godišnje sume padavine ponekad i ispod 300 mm; Velike temperaturne amplitude; Izrazito ravničarski reljef; Nedovoljna (6,4%) i loše raspoređena šumovitost; Oko 75% površina pod oranicama; Zemljište finog mehaničkog sastava povremeno bez ikakvog vegetacionog pokrivača; Neodgovarajući način korišćenja i organizacije zemljišne teritorije; Komasicijom i arondacijom ukрупnjene poljoprivredne parcele; Izmenjena struktura setve; Višegodišnji ekstremno sušni periodi; male površine pod sistemima za navodnjavanje itd. samo su neki od faktora koji ukazuju da je potencijalna ugroženost Vojvodine eolskom erozijom zaista velika. Međusobno sadejstvo navedenih faktora i njihova nepovoljna koincidencija, uz eventualnu realizaciju prognoziranih klimatskih promena, mogu vetroerozione procese na ovom izrazito poljoprivrednom području intenzivirati sve do ekcesivnih razmera i oblika (Letić et al., 2001; 2008; Letić i Savić, 2002; 2007; Savić et al., 2000; 2002; Savić i Letić, 2002; 2003; 2008)

Među brojnim uzročnim faktorima složenog procesa eolske erozije u ovom radu se posebno ukazuje na klimu, kao agresivnu komponentu vetroerozionih procesa. Na osnovu vrednosti posebno definisanog i sračunatog klimatskog faktora eolske erozije izvršeno je prostorno i vremensko zoniranje i analiza potencijalne ugroženosti područja Vojvodine.

Materijal i metode rada

Pri kvantifikaciji mogućih uticaja klime na rezultujući proces eolske erozije, u zavisnosti od izabrane metode, raspoloživih podataka, lokalnih uslova i sl., uzima se u obzir različit broj relevantnih parametara i njihove različite međusobne relacije (Chepil et al., 1962, Hagen et al, 1996; Panebianco and Buschiazzo, 2008; Skidmore, 1986; Van Pelt and Zobeck, 2004; Woodruff and Armbrust, 1968). Iz takvog pristupa proizašli su mnogobrojni indeksi, koeficijenti i slične veličine, pa i tzv. "klimatski faktori eolske erozije". Modifikacijom i prilagođavanjem nekih od ovih izraza za uslove Vojvodine (Savić, 1999) izveden je klimatski faktor (CF) koji se može izraziti kao:

$$CF = \frac{v^2 \cdot N}{I_s}$$

Gde su: v - maksimalna srednje mesečna brzina vetra (m/s)
 N - broj dana u mesecu sa vetrom jačine preko 6 Bofora
 I_s - indeksa suše deMartona, mesečna vrednost

Dakle, u obzir se uzimaju brzina i trajanje vetra, kao i padavine i temperature (objedinjeno preko indeksa suše). Izrazom su obuhvaćeni samo parametri koji se nalaze u redovnom programu merenja hidrometeorološke službe, te za primenu ovog faktora nije potrebno vršiti dodatna merenja. Ovako iskazan klimatski faktor ne zavisi samo od pojedinačnih veličina, nego od njihove nepovoljne koincidencije (pojava vetra u sušnom periodu). CF predstavlja indeksnu, relativnu vrednost (bezdimezionalna numerička veličina) koja ukazuje da li na nekom području postoje manje ili više izraženi agresivni klimatski (pred)uslovi za eventualni pojavu procesa eolske erozije. Na osnovu sračunatih vrednosti CF moguća je prostorna i vremenska komparacija i zoniranje potencijalne ugroženosti nekog područja eolskom erozijom. Veća vrednost CF ukazuje na povećanu mogućnost za razvoj erozionih procesa - "erozivni potencijal". Stvaran intenzitet eolske erozije, odnosno produkcija nanosa, kako je već napomenuto, zavisi i od niza drugih prirodnih, a naročito antropogenih faktora. Korelativne veze između ovako definisanog CF i izmerenih količina eolskog nanosa na eksperimentalnim stanicama u Vojvodini čvršće su nego kod primene nekih drugih u literaturi pominjanih klimatskih faktora, pa se može smatrati da CF na prihvatljiv način ukazuje na potencijalnu opasnost od eolske erozije (Savić, 1999; Savić et al., 2004; 2011).

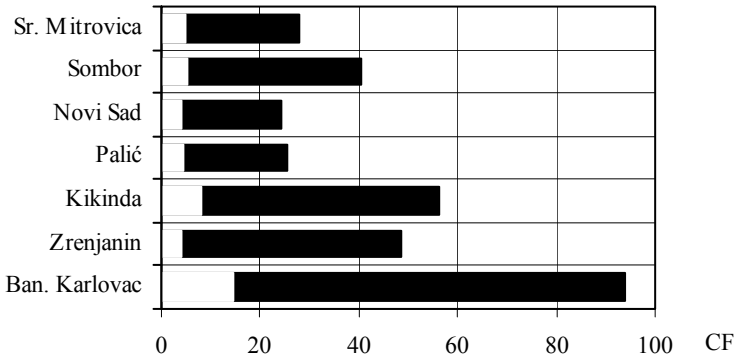
Globalna procena potencijalne ugroženosti zemljišta Vojvodine procesima eolske erozije izvršena je na osnovu proračuna mesečnih vrednosti klimatskog faktora eolske erozije za podatke sa svih glavnih meteoroloških stanica u Vojvodini: tri u Banatu (Banatski Karlovac, Zrenjanin i Kikinda); tri u Bačkoj (Palić, Novi Sad i Sombor) i jedne u Sremu (Sremska Mitrovica) u periodu od 1992. do 2009. godine. Obrada podataka i kartografski prikazi izvršeni su primenom računarskog programa WinGis.

Rezultati i diskusija

Klimatske osobenosti čak i unutar relativno malog područja kao što je Vojvodina mogu biti značajne sa aspekta različitih preduslova za iniciranje procesa eolske erozije. U tom smislu, izvedena veličina klimatskog faktora eolske erozije (CF) ukazuje na nepovoljnu koincidenciju klimatskih elemenata ključnih za potencijalni nastanak i razvoj erozionih procesa (brzina i trajanje vetra, padavine i temperature), (Savić et al., 2004; 2011). Pomoću klimatskog faktora izdvojena su područja gde su relevantni činioci najagresivniji, odnosno gde su najverovatniji uslovi za pojavu eolske erozije (slike 1 i 2). Takođe su definisani periodi kada snažan vetar nailazi na suhu podlogu (najveće vrednosti - "špicevi" CF, slika 3). Primenom ovog faktora pruža se mogućnost za veoma jednostavnu direktnu komparaciju uslova za nastanak eolske erozije na različitim područjima i u različitim periodima (unutargodišnjim i višegodišnjim).

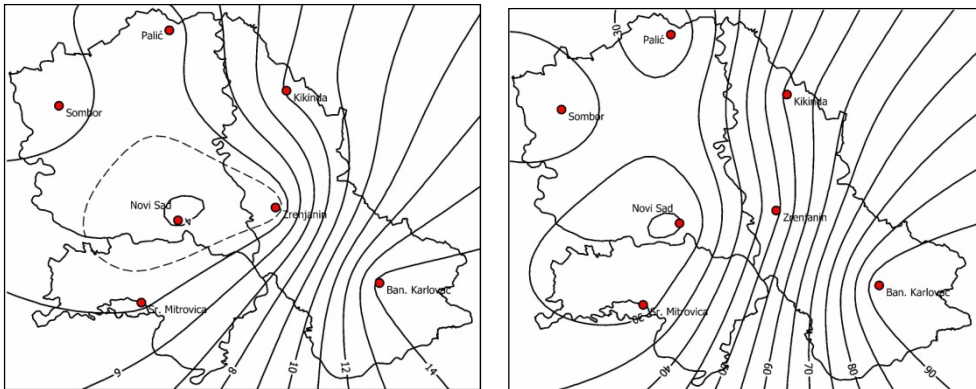
Analiza klimatskog faktora eolske erozije pokazala je da se za pojedine lokalitete prosečne mesečne vrednosti CF, za razmatrani višegodišnji period, kreću od 4 do 15, dok su najveće vrednosti CF u tom periodu u rasponu od 25 pa čak do oko 95 (slika 1). Odnosno, da je maksimalni rizik od pojave eolske erozije 5 do 12 puta veći u

odnosu na prosečne uslove. Npr. za Banatski Karlovac prosečna vrednost CF je 14,4 a maksimalna 94, uz njihov odnos od 6,5. Za Zrenjanin prosečna i maksimalna vrednost su redom 4 i 48,5 a njihov odnos je 12,1 itd. (slika 1). Na ovaj način su, na osnovu vrednosti CF eolske erozije, izdvojena potencijalno najugroženija vetroeroziona područija u Vojvodini (slika 2). Potvrđeno je da je to područje Banata (Banatski Karlovac, Kikinda i Zrenjanin) gde su maksimalne i srednje mesečne vrednosti CF tokom višegodišnjeg perioda prosečno 3 do 4 puta veće nego u ostalim rejonima. U pojedinim mesecima ove razlike mogu biti i višestruko veće.



Sl. 1. Raspon od prosečnih do maksimalnih vrednosti klimatskog faktora eolske erozije (CF) za analizirane lokalitete

The range from average to maximum values of climatic factors of wind erosion (CF) for analysed localities

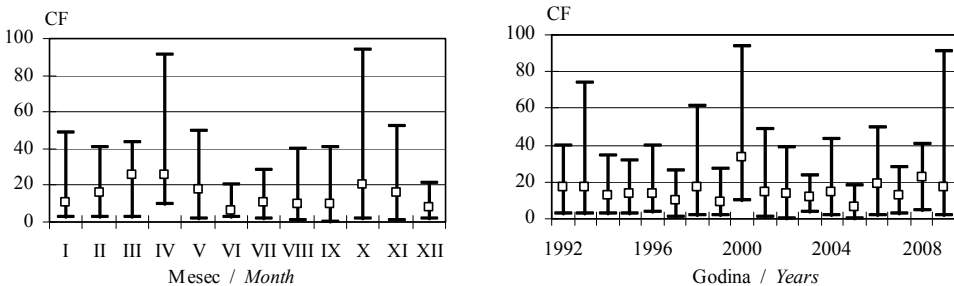


Sl. 2. Izolinije prosečnih i maksimalnih mesečnih vrednosti klimatskog faktora eolske erozije (CF)

Isolines of the average and maximum monthly values of the wind erosion climatic factor (CF)

Stepen potencijalne ugroženosti zemljišta Vojvodine eolskom erozijom uslovljen je i vremenskom - sezonskom raspodelom pojedinih klimatskih elemenata. Unutar godine se, prema najvećim vrednostima CF, mogu izdvojiti tipični vetroerozioni periodi. Gotovo za sve lokacije oni se najčešće javljaju tokom ranog proleća (mart i/ili april) i jeseni (oktobar). U tim periodima je najveća potencijalna opasnost od eolske erozije, odnosno tada je agresivnost klimatskih uslova i do 12 puta izraženija u odnosu na prosek. Unutargodišnja distribucija CF prikazana je na primeru lokaliteta Banatski Karlovac (slika 3). Treba još naglasiti da upravo u tim kritičnim mesecima ni vegetacija ne pruža dovoljnu zaštitu zemljištu, pogotovo na poljoprivrednim obradivim površinama, što dodatno utiče na realno povećanje intenziteta erozije (Savić et al., 2002; Savić i Letić, 2008).

Takođe se može uočiti da su najizraženiji uslovi za razvoj erozionih procesa tokom perioda sa jakim i čestim vetrovima. Tako je u aprilu 1998. i 2009. godine bilo čak 19 odnosno 22 dana sa vetrom jačim od 6 bofora, što je rezultiralo vrlo visokim maksimalnim i prosečnim vrednostima CF u tom mesecu (slika 3a). Pored toga, najveće vrednosti CF javljaju se i tokom najsušnijih godina. Npr. za Banatski Karlovac karakteristične godine sa maksimalnim vrednostima ("špicevima") CF su 2000. sa sumom padavina $\Sigma P = 295$ mm i 1993. ($\Sigma P = 450$ mm) itd., (slika 3b).



Sl. 3. Minimalne, maksimalne i prosečne vrednosti klimatskog faktora eolske erozije (CF), mesečna i godišnja raspodela, Banatski Karlovac
Minimum, maximum and average values of the wind erosion climatic factor (CF), monthly and annual distribution, Banatski Karlovac

Praktična vrednost sprovedenih analiza ogleda se u uočavanju područja i perioda sa potencijalno najvećom opasnošću od degradacije i gubitaka obradivog zemljišta. Ta područja zahtevaju povećan stepen antierozionih mera. Na eolskom erozijom najugroženijim delovima područja infrastrukturni objekti, melioracioni sistemi, kanalske deonice, akumulacije i druge akvatorije ili vodoprivredni objekti zahtevaju intenzivnije održavanje i uspostavljanje adekvatne zaštite. Prostorno i vremensko zoniranje područja na osnovu klimatskog faktora eolske erozije može da posluži i kod planiranja lokacija i tipa vetrozaštitnih pojaseve, izbora i primene konzervacionih sistema poljoprivrede ili nekih drugih zaštitnih mera i radova, oceni stanja životne sredine, ekološkog vrednovanja prostora i sl.

Zaključak

Klimatski faktor eolske erozije ukazuje samo na potencijalnu opasnost, odnosno na postojanje više ili manje izraženih uslova za nastanak eolske erozije (erozivni potencijal klime). U kojoj meri će se erozioni procesi stvarno razviti zavisi i od svih drugih relevantnih faktora i njihove nepovoljne koincidencije. Klimatski faktor omogućava prostornu i vremensku komparaciju i zoniranje potencijalne ugroženosti nekog područja eolskom erozijom.

Literatura

1. *Chepil W.S., Siddoway F.H., Armbrust D.V.* (1962) Climatic factor for estimating wind erodibility of farm fields. *Jour. Soil and Water Conserv.* 17(4/1962):162-165.
2. *Hagen L.J., Wagner L.E., Tatarko J.* (1996) Wind Erosion Prediction System (WEPS)", p. 284, WERU, Kansas, USA.
3. *Letić Lj., Savić R., Božinović M.* (2001) Nemirni pesak, monografija, str. 160, JP Palić-Ludaš, Subotica.
4. *Letic Lj., Savic R.* (2002) Wind erosion in Vojvodina, The Fifth International Conference on Aeolian Research, ICAR5, p.164-167, Lubbock, Texas, USA.
5. *Letić Lj., Savić R.* (2007) Soil degradation by wind erosion in Vojvodina, International Conference: Erosion and torrent control as a factor in sustainable river basin management, p. 1-6, Belgrade.
6. *Letić Lj., Savic R., Velojic M.* (2008) Wind erosion researches and monitoring in Vojvodina, Needs and priorities for research and education in biotechnology applied to emerging environmental challenges in SEE countries", p. 61-65, Novi Sad.
7. *Panebianco J.E., Buschiazzo D.E.* (2008) Erosion predictions with the Wind Erosion Equation (WEQ) using different climatic factors, *Jour. Land Degradation & Development*, 19 (1/2008), 36-44.
8. *Savić R.* (1999) Ugroženost zemljišta Vojvodine eolskom erozijom, Doktorska disertacija, str. 170, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
9. *Savić R., Božinović M., Letić Lj.* (2000) Eolska erozija kao faktor degradacije akvatorija, *Časopis Vodoprivreda*, br. 183-185 (2000/1-3), str. 214-219, Beograd, 2000.
10. *Savić R., Letic Lj., Božinović M.* (2002) Eolska erozija na obradivom zemljištu, *Časopis Letopis naučnih radova*, 26/1 (2002), str. 60-66, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
11. *Savić R., Letić Lj.* (2003) Wind erosion on light soils in Vojvodina, *Jour. Annals of Faculty Engineering Hunedoara*, I (2/2003), 5-10.
12. *Savić R., Benka P., Letić Lj.* (2004) Klimatsko zoniranje eolske erozije, Savetovanje: Poljoprivreda između suša i poplava, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, str. 74-79, Novi Sad.

13. *Savić R., Letić Lj.* (2008) Degradacija zemljišta i akvatorija procesima eolske erozije, *Časopis Zaštita prirode*, br. 60/1-2 (2008), str. 653-661, Beograd.
14. *Savić R., Letić Lj., Benka P., Bezdán A., Nikolić V.* (2011) Climatic factor of wind erosion, 22nd International Symposium: Food safety production, p. 497-499, Trebinje, BiH.
15. *Skidmore E.L.* (1986) Wind erosion climatic erosivity. *Climatic Change* 9(1-2):195-208.
16. *US Dep. of Agriculture, USDA* (1998): The Wind Erosion Vulnerability map. (<http://soils.usda.gov>)
17. *US Dep. of Agriculture, USDA* (1999): The Risk of Human-Induced Wind Erosion map, (<http://soils.usda.gov>)
18. *Van Pelt R.S., Zobeck T.M.* (2004) Validation of the Wind Erosion Equation (WEQ) for discrete periods, *Jour. Environmental Modelling & Software* 19 (2004) 199–203.
19. *Woodruff N.P., Armbrust D.V.* (1968) A monthly climatic factor for the wind erosion equation. *Jour. Soil and Water Conserv.* 23(3):103-104.

Spatial and Temporal Distribution of Potential Vulnerability to Wind Erosion Processes in Vojvodina

Radovan Savić¹, Ljubomir Letić², Pavel Benka¹, Gabrijel Ondrašek³,
Vesna Nikolić²

¹*Faculty of Agriculture, Department for Water Management, Novi Sad, Serbia*

²*Faculty of Forestry, Belgrade, Serbia*

³*Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia*

Abstract

Wind erosion represents a significant type of degradation of arable agricultural soil. Natural and anthropogenic factors in Vojvodina are favourable for the occurrence and development of intensive wind erosive processes. Along with the numerous causal factors of a complex process of wind erosion (relief, climate, soil, vegetation, manner of land usage, land consolidation, etc.), the accent in this paper is especially on climate as an aggressive component of wind erosion processes. Primarily wind, and then precipitation and temperatures, i.e. unfavourable coincidence of the aforementioned climatic elements, directly or indirectly affects the potential occurrence and development of wind erosion. Actual realisation of the process, that is, forming of wind deposits, depends on all the other relevant factors. Based on unfavourable coincidence of climatic factors, one can distinguish areas and periods when the conditions of potential occurrence of wind erosion are at its most aggressive. It has been determined that, according to the climatic factors, the area of Banat is more endangered than other areas in Vojvodina (3 to 4 times more). The most intensive processes are possible in early spring (April) and in autumn (October), especially in extremely dry years.

Key words: wind erosion, erosion factors, intensity of erosion, soil degradation.

Radovan Savić

E-mail Address:

rassa@polj.uns.ac.rs