

---

Petar Marčetić

# Analiza aridnosti zemljišta u Kolubarskom okrugu za period od 1967. do 2017.

---

*Indeks aridnosti za neku oblast pokazuje suvoću zemljišta preko podataka o količini padavina i temperature vazduha. Računanje indeksa aridnosti Kolubarskog okruga urađeno je sa ciljem da se analizira promena indeksa aridnosti kroz godine, kao i indeksa na sezonskom i mesečnom nivou. U radu je korišćena De Martonova formula za godišnji indeks aridnosti, kao i modifikovana De Martonova formula za mesečne vrednosti. Promena indeksa aridnosti posmatrana je u pedesetogodišnjem periodu (od 1967. do 2017. godine) na osnovu podataka meteorološke stanice u Valjevu. Na osnovu analiziranih podataka primećena je varijacija indeksa aridnosti kroz godine kao i na mesečnom nivou. Srednji indeks aridnosti za ovaj period pokazuje da je klima u ovom kraju vrlo humidna i pogodna za život.*

---

## Uvod

Klima i klimatske promene su tokom proteklih godina veoma aktuelna tema, pa samim tim dolazi do pojave sve većeg broja istraživačkih radova na ovu temu. Ove promene značajno utiču na naše okruženje, životnu sredinu i uslove na život u njoj. Pojava suše predstavlja jedan od velikih izazova za mnoge ekosisteme i društva. S toga je potrebno analizirati vremenske i prostorne promene klimatskih uslova, kako bi se regioni, posebno poljoprivrednog karaktera, adaptirali na promene i sprečili velike ekološke i ekološke štete,

Dve glavne karakteristike klime koje su najbolji pokazatelj klimatskih uslova neke oblasti su temperatura vazduha i količina padavina. Temperatura vazduha se meri na 2 metra visine u hladu (van domašaja direktnog toplotnog zračenja). Promene temperature uočavaju se na dnevnom, mesečnom, sezonskom, pa i godišnjem nivou. Najčešće se računa srednja vrednost za određeni dan, mesec ili godinu (CRU 2003). Količina padavina izražava se u litrima po metru kvadratnom, i u to se ubrajaju sve padavine koje padnu na neko područje u određenom vremenskom periodu, na osnovu čega se dobija mesečna, odnosno godišnja suma padavina.

---

*Petar Marčetić (2000),  
Ruma, učenik 4. razreda  
Mitrovačke gimnazije u  
Sremskoj Mitrovici*

*MENTORKA:  
Elena Tadić,  
studentkinja  
Prirodno-matematičkog  
fakulteta Univerziteta u  
Novom Sadu,  
Departman za  
geografiju, turizam i  
hotelijerstvo*

Indeks aridnosti preko ova dva parametra opisuje klimu i uslove za život neke oblasti. On nam ukazuje koliko je neko područje podložno suši, što, između ostalog, ima veliki značaj za poljoprivredu u toj oblasti. Na primer, kukuruz je osetljiviji na sušu nego suncokret, stoga ako prilikom analize utvrdimo da je neko područje aridnije klimu, možemo da zasadimo suncokret, čime ćemo imati sigurniji prinos.

U ovom radu biće izračunat indeks aridnosti za Kolubarski okrug u periodu od 1967. do 2017. godine. Analizom mesečnih sezonskih i godišnjih vrednosti indeksa pratićemo promenu klimatskih uslova u ovom periodu, kao i aridnost u toku godine.

## Metodologija

### Fizičko-geografske karakteristike istraživanog područja

Kolubarski okrug se nalazi u zapadnoj Srbiji i obuhvata opštine Valjevo, Ub, Mionica, Ljig, Lajkovac i Osečina. Na ovom području se uočavaju dve morfostrukturne celine: Panonski basen (nizijski deo) i Unutrašnji Dinaridi (planinski deo). U nizijskom delu najznačajniji oblici reljefa su kotline i rečne doline Uba, Tamnave i Kolubare, a južno od valjevske kotline je planinski deo ovog područja, čiji se greben prostire pravcem zapad-istok. Ovaj planinski niz je poznat pod nazivom Valjevske planine. Vrhovi planina su zaravnjeni, a padinske strane ka severu relativno blage. Centralne i najmasivnije su planine Povlen (1346 m) i Maljen (1103 m), između kojih je usečena klisura reke Gradac. Tu su još i planine Suvobor, Rajac, Magleš, Jablanik i Medvednik. Sastavljene su najviše od trijaskog krečnjaka, dok na prostoru Maljena i Suvobora preovlađuje serpentinit. U ovom predelu razvijen je kraški reljef u više oaza. Južno od Valjeva prostiru se Lelički i Bačevački kras, sa leve, odnosno desne strane doline Gradca. Lelički kras karakterišu nizovi vrtača, a česti su i začepljeni ponori. U okolini Valjeva ima i nekoliko pećina, od kojih je najpoznatija Petnička pećina (Lazarević 1996).

Kolubarski okrug odlikuje umerenokontinentalna klima, zime su duge i hladne, a leta topla (Đukanović 2000). Srednja godišnja temperatura je oko 11°C, pri čemu je najhladniji mesec januar, a najtopliji jul. Padavine su ravnomerno raspoređene tokom cele godine, sa najvećim količinama u junu, a najmanjim u februaru. Godišnje se izluči u proseku od 500 do 700 mm vodnog taloga, a najviše u periodu od aprila do septembra.

### Indeks aridnosti

U ovom radu je za analizu prostornih i vremenskih trendova klime korišćen indeks aridnosti razvojen od strane francuskog naučnika De Martona (Emmanuel de Martonne). De Martonov indeks aridnosti može se računati na godišnjem nivou, ali i na nekom kraćem vremenskom periodu, te su u ovom radu analizirane i mesečne i sezonske vrednosti ovog indeksa

(De Martonne 1920, prema Coscarelli *et al.* 2004). Godišnja vrednost De Martonovog indeksa aridnosti izračunava se prema formuli:

$$I_{DM} = \frac{P}{T + 10} \quad (1)$$

Indeks aridnosti ( $I_{DM}$ ) dobija se tako što se godišnja suma padavina ( $P$ ) podeli srednjom godišnjom temperaturom  $T$ , izraženoj u °C i uvećanoj za 10. Dodavanjem broja 10 izbegavaju se negativne vrednosti indeksa za krajeve u kojima je vrednost srednje godišnje temperature ispod nule. Dobijene vrednosti indeksa mogu se svrstati u kategorije, pa tako imamo:

- < 10 – aridna klima
- 10–20 – semiaridna klima
- 20–24 – mediteranska klima
- 24–28 – semihumidna klima
- 28–35 – humidna klima
- 35–55 – vrlo humidna klima
- > 55 – ekstremno humidna klima

Mesečne i sezonske vrednosti dobijaju se pomoću istog oblika formule (1), ali sa izvesnim modifikacijama. Mesečna vrednost se dobija preko sledeće formule (Coscarelli *et al.* 2004):

$$I_m = \frac{12P_m}{T_m + 10} \quad (2)$$

U jednačini (2) indeks je dobijen tako što se mesečna suma padavina ( $P_m$ ) množi sa 12 i deli srednjom mesečnom temperaturom ( $T_m$ ) uvećanoj za 10. Jednačina indeksa aridnosti za mesečne vrednosti predstavlja klasičnu De Martonovu jednačinu za godišnje vrednosti za godinu u kojoj svih 12 meseci imaju iste vrednosti količine padavina i temperature. Sezonske vrednosti dobijaju se po istom principu, samo na tromesečnom nivou, i računaju se preko formule (Coscarelli *et al.* 2004).

$$I_s = \frac{12P_s}{T_s + 10} \quad (3)$$

U formuli (3), za sezonske vrednosti suma padavina za tri meseca tog godišnjeg doba množi se sa 4 i deli srednjom temperaturom ta tri meseca, kojoj se, kao i u prethodne dve formule, dodaje 10.

Indeks aridnosti je odličan pokazatelj klimatskih uslova neke oblasti. De Martonova formula za izračunavanje indeksa je veoma praktična, jer uz male modifikacije moguće je izračunati i mesečne i sezonske vrednosti indeksa. Kao što je napomenuto, indeksi suše za određene periode u toku godine su veoma značajni podaci u poljoprivredi.

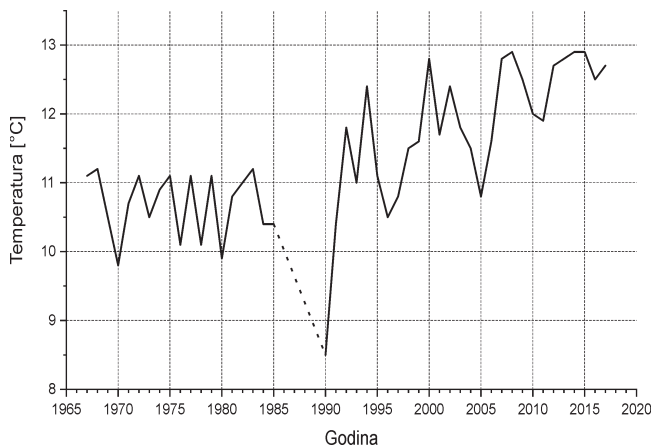
Indeks aridnosti je izračunat za period od 1967. do 2017. Izostavljen je period od 1986. do 1989. godine, usled nedostatka podataka. Podaci za količinu padavina i temperaturu preuzeti su iz meteoroloških godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda za stanicu Valjevo (RHMZ Srbije 2019). Podaci su tabelirani u programu Microsoft Excel.

## Rezultati

Na osnovu analiziranih podataka izrađeni su grafikoni promene temperature i padavina za period od 1967. do 2017. godine (slike 1 i 2). Takođe, urađen je i grafikon indeksa aridnosti (slika 3).

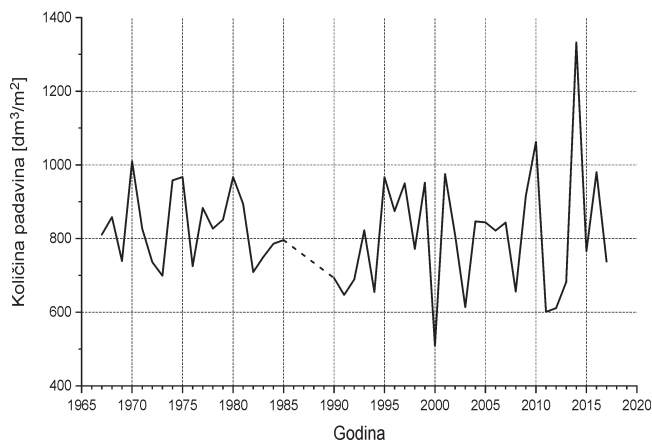
Sa grafika temperature može se primetiti da se srednja godišnja temperatura povećala od druge polovine dvadesetog veka, do danas. Prema Popoviću i Đurđeviću na teritoriji cele Srbije prisutno je povećanje prosečne temperature vazduha. Oni su na osnovu analize prosečnih vrednosti temperatura na prostoru Srbije za period od 1951. Do 2007. ustanovili da su se, pored prosečnih godišnjih vrednosti, povećao intenzitet letnjih temperatura (Popović i Đurđević 2009)

Za razliku od temperature, kod padavina (slika 2) nije došlo do takve promene vrednosti. Kod padavina je došlo do povećanja ekstremnih vrednosti padavina, pa tako imamo ekstremno niske vrednosti količine padavina za 2000. godinu i ekstremno visoke vrednosti za 2014. godinu.



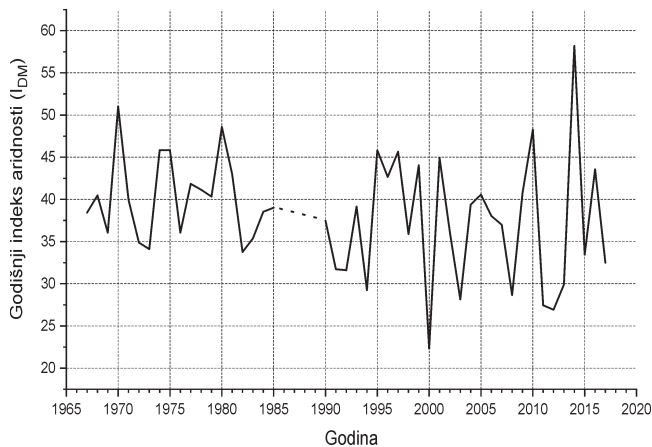
Slika 1. Srednja godišnja temperatura vazduha za period 1967-2017.

Figure 1. Mean annual temperature values for the 1967-2017 period



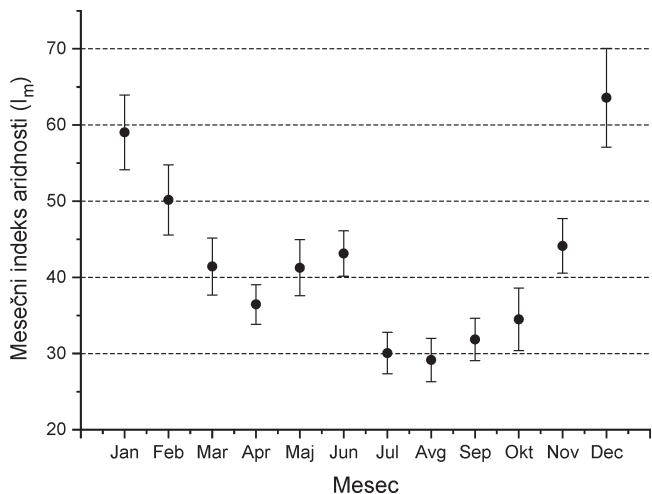
Slika 2. Količina padavina za period 1967-2017.

Figure 2. Precipitation values for the 1967-2017 period



Slika 3. Godišnje vrednosti De Mortonovog indeksa aridnosti

Figure 3. The annual values of the De Martonne aridity index



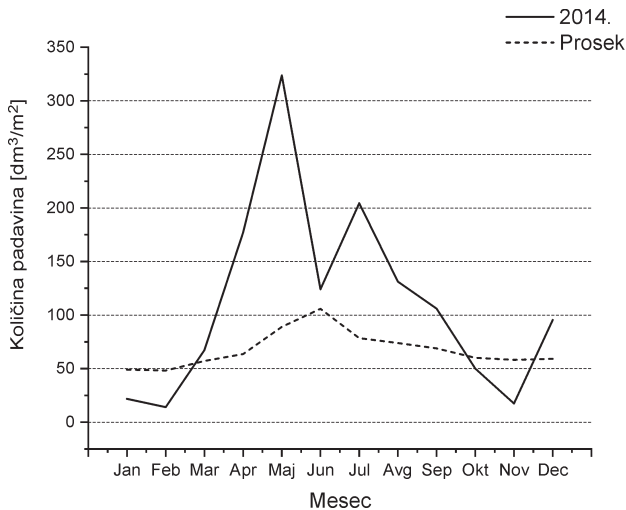
Slika 4. Prosečne mesečne vrednosti indeksa aridnosti za period 1967-2017. Vertikalnim linijama je označena standardna greška srednje vrednosti.

Figure 4. The mean monthly values of the De Martonne aridity index for the 1967-2017 period. Vertical bars denote the standard error of mean.

Na grafikonu godišnjih vrednosti indeksa aridnosti (slika 3), može se uočiti da tokom analiziranog perioda on veoma liči na grafik promene padavina. Mesečne vrednosti indeksa aridnosti (slika 4) pokazuju da klima valjevskog kraja od jula do oktobra odgovara humidnoj klimi (vrednost indeksa pripada intervalu od 28 do 35), dok je u decembru i januaru klima ekstremno humidna (vrednost indeksa veća od 55).

## Diskusija

Indeks aridnosti Valjevskog kraja po De Martonovoj skali pripada intervalu vrlo humidne klime ( $I_{DM} = 38.4$ ). Međutim, indeks iz godine u godinu dosta varira, pa samim tim imamo sušne i vlažne godine. Na vrednost indeksa dosta utiču padavine. Najmanja vrednost padavina zabeležena je 2000. godine kada je palo samo 508.7 mm padavina, što se direktno odrazilo na klimu pa se vrednost indeksa spustila čak do intervala



Slika 5. Srednja mesečna količina padavina za period 1967-2017. (isprekidana linija) i mesečna količina padavina 2014. godine (puna linija)

Figure 5. The mean monthly precipitation values for the 1967-2017 period (dashed line) and monthly precipitation values for 2014 (solid line)

mediteranske klime ( $I_{DM} = 22.3$ ). Najveća količina padavina zabeležena je 2014. godine i to čak 1332.4 mm, što je za oko 500 mm više nego u proseku (slika 5). Indeks aridnosti se te godine popeo čak do ekstremno humidne klime.

Temperatura ipak ne utiče toliko na indeks koliko padavine, usled manjeg raspona vrednosti padavina. Količina padavina 2004. i 2005. godine bila je približno jednaka, ali je 2004. godina bila za 0.7°C toplija od 2005. i to je direktno uticalo da vrednost indeksa za 2005. godinu bude veća od prethodne.

## Zaključak

Primećena je velika zavisnost indeksa aridnosti od padavina (kriva promene padavina je veoma slična krivi promene indeksa) tokom godina. Međutim, na mesečne vrednosti indeksa mnogo veći uticaj ima temperatura, zbog većih varijacija (prosečne mesečne temperature variraju u opsegu od 30 stepeni Celzijusa, dok godišnje variraju u nekoliko puta manjem opsegu). Izračunavanje ovog indeksa za valjevski okrug pokazalo nam je da ovo područje ima veoma pogodnu klimu za život i razvoj poljoprivrede. Međutim česte su varijacije indeksa kroz godine (uslovljene varijacijama padavina) pa uvek postoji mogućnost da će neka godina biti sušnija a neka vlažnija. Prisutan je trend porasta ekstremnih vrednosti u poslednjih 20 godina, pa tako imamo sve sušnije i sve vlažnije godine.

Dalja istraživanja bi trebalo da budu usmerena ka ispitivanju vrednosti indeksa i na okolnim meteorološkim stanicama, te ustanoviti da li je trend porasta ekstremnih vrednosti prisutan i u okolini. Problem prilikom izrade rada predstavljalo je nepostojanje podataka sa više mernih stanica u ovom regionu. U daljim istraživanjima bi se mogla uraditi prostorna distribucija indeksa u široj oblasti ovog kraja.

## Literatura

- Coscarelli R, Gaudio R, Caloiero T. 2004. Climatic trends: an investigation for a Calabrian basin (southern Italy). *The basis of civilization – water science?*, **286**: 255.
- CRU 2003. Global average temperature change 1856–2003. <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>. Pristupljeno: 23.09.2019.
- Đukanović Đ. 2000. *Klima Valjevskog kraja*. Valjevo: Skupština opštine Valjevo
- Lazarević R. 1996. *Valjevski kras*. Beograd: Srpsko geografsko društvo
- Popović T., Đurđević V. 2009. *Promena klime u Srbiji i očekivani uticaji*. Beograd: Agencija za zaštitu životne sredine
- RHMZ Srbije 2019. *Meteorološki godišnjak – klimatski podaci*. Beograd: Republički hidrometeorološki zavod Srbije [http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija\\_godisnjaci.php](http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php)

---

*Petar Marčetić*

### Soil Aridity Analysis in the Kolubara District for the Period from 1967 to 2017

An aridity index for a certain terrain indicates the degree of dryness, and the parameters that are used to calculate this index are the quantity of precipitation and air temperature. The calculation of this index for the Valjevo district was done with the purpose of analyzing the variation of the aridity index through the years, months and seasons. The De Martonne formula was applied to achieve these results. The change of the aridity index was observed in the period 1967-2017, and the data was taken from the meteorological station in Valjevo. After the calculation of the index and the creation of graphs, the variation of the aridity index throughout the years was noticed, as well as on a monthly level. The average aridity index for this period has shown that the climate in this area is very humid and suitable for life.

