

## **KLIMATSKI USLOVI KAO FAKTOR RAZVOJA RATARSTVA BAČKOG PODUNAVLJA**

**Vojislav Deđanski<sup>1</sup>, Nina Čegar<sup>2</sup>, Aleksandar Radulović<sup>3</sup>**

**Apstrakt:** Poljoprivredna proizvodnja je usko vezana za klimatske uslove prostora, a sadašnje promene klime bitno utiču na uslove i mogućnost poljoprivredne proizvodnje. U radu je analizirana povezanost klimatskih elemenata i (prosečna temperatura vazduha, maksimalna temperatura vazduha, padavine) i indeksa (uzastopni broj suvih dana) sa prinosom ratarskih kultura (pšenica, kukuruz, šećerna repa, suncokret, pasulj, krompir, detelina i lucerka) na teritoriji Bačkog Podunavlja u periodu 2005-2015. Rezultati ukazuju da prosečne i maksimalne temperature vazduha imaju najznačajniji uticaj na godišnje prinose. Od izabranih ratarskih kultura, prinos suncokreta i krompira je značajno povezan sa temperaturnim uslovima. Identifikovana su tri pravca razvoja poljoprivredne proizvodnje: apsolutni žitarični pravac, dominantni žitarični pravac sa učešćem industrijskog bilja i pretežni žitarični pravac sa većim učešćem industrijskog bilja. Razumevanje povezanosti klimatskih elemenata i prinosa, kao i pravaca razvoja može doprineti prilagođavanju poljoprivredne proizvodnje izmenjenim klimatskim uslovima.

**Ključne reči:** prinos, klimatske promene, Pirsonova korelacija, Bačko Podunavlje

## **CLIMATE CONDITIONS AS DEVELOPMENT FACTOR OF AGRICULTURE IN BAČKA DANUBE REGION**

**Abstract:** Agricultural production is closely related to the climate conditions, and current climate changes significantly affect the conditions and possibility of agricultural production. In this paper the relationship between climate elements (average air temperature, maximum air temperature, precipitation), index (consecutive number of dry days) and the crop yield (wheat, corn, sugar beet, sunflower, beans, potatoes, clover and alfalfa) in the Bačko Podunavlje during period 2005-2015 was analyzed. The results indicate that average and maximum air temperatures have the most significant influence on annual yields. Of the selected crops, sunflower and potato yields are significantly related to temperature conditions. Three directions of agricultural production development have been identified: the absolute grain direction, the dominant grain direction with the participation of industrial crops and the predominant cereal direction with a greater participation of industrial plants. Understanding the connection between climate elements and yields, as well as development directions, can contribute to the adaptation of agricultural production to changed climatic conditions.

**Key words:** yield, climate change, Pearson's correlation, Bačko Podunavlje.

---

<sup>1</sup> Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, vojislav.dedjanski@gef.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0008-7955-1599

<sup>2</sup> Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, nina.cegar@gef.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-8486-5586

<sup>3</sup> Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, aleksandar.radulovic@gef.bg.ac.rs

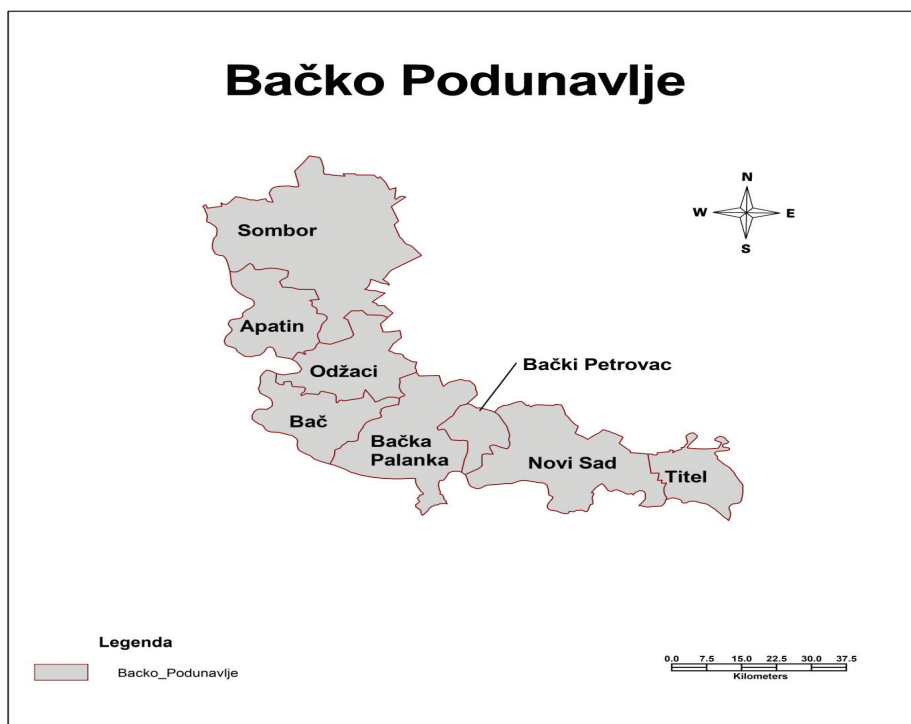
### **UVOD**

Poljoprivreda je grana ekonomije koja je usko vezana za klimatske uslove. Recentne promene klime utiču na uslove poljoprivredne proizvodnje i dovode do smanjenja sigurnosti prihoda. Izloženost klimatskim rizicima u poljoprivredi jeste globalni problem, ali varira između regija (Asfaw & Lipper, 2016). Prema Međunarodnom panelu za klimatske promene (IPCC, 2022) sporiji rast poljoprivredne proizvodnje u umerenim i nižim geografskim širinama tokom poslednjih 50 godina je posledica globalnog zagrevanja. U uslovima viših temperature vazduha i promena režima padavina biljke mogu biti izložene stresu kao što su suše ili topli talasi (Oshunsanya et al, 2019). Istraživanje (Schmidt & Felsche, 2024) ukazuje da klimatski indikatori objasnjavaju 24% anomalija prinosa kukuruza, 22% anomalija prinosa ječma i 2% anomalija prinosa pšenice u Evropi u periodu 1961-2020. Prema istom istraživanju, najznačajniji klimatski indikatori su temperatura vazduha i vlažnost vazduha. U jugoistočnoj Evropi, manji prinos kukuruza je uočen u godinama sa manjom godišnjom i letnjom količinom padavina i višim temperaturama vazduha tokom prolećne sezone (Lopes, 2022).

U Srbiji je uticaj klimatskih elemenata na poljoprivrednu proizvodnju proučavan u Zapadno Bačkom, Šumadijskom i Nišavskom okrugu (Petrović et al.,2020); Šumadiji (Petrović et al., 2019); Somboru i Kragujevcu (Petrović et al., 2023). Stanovništvo zaposleno u poljoprivrednom sektoru je ocenilo ekstremno visoke temperature i sušu kao najznačajnije uticaje klimatskih promena na godišnje prinose (Stričević et al.,2020) Prosečan trend porasta temperature vazduha u Srbiji iznosi 0,6 °C/deceniji u period 1981-2017, što je više od globalnog proseka. Prema projekcijama temperatura vazduha će do kraja veka nastaviti da raste. Najveći pad količine padavina se očekuje u periodu jun-avgust (Đurđević et al., 2018). Ako se uzme u obzir činjenica da je 84% poljoprivrednog zemljišta Srbije zastupljeno u Vojvodini (Stojanović, 2022) ključno je utvrditi povezanost klimatskih elemenata i prinosa u cilju formiranja adekvatnih strategija adaptacije.

### **PROSTOR ISTRAŽIVANJA**

Bačko Podunavlje je teritorija u Republici Srbiji koja obuhvata teritorije šest opština i dva Grada u kojima prema popisu stanovništva iz 2022. godine živi 573058 stanovnika. To su opštine Apatin, Bač, Bačka Palanka, Bački Petrovac, Odžaci i Titel, kao i Gradovi Novi Sad i Sombor. Ovaj prostor obuhvata tok Dunava od ulaska Dunava u Srbiju na teritoriji Grada Sombora pa sve do ušća reke Tise. U geomorfološkom smislu ovaj prostor predstavlja deo Panonske nizije sa veoma plodnim zemljištem koje je idealno za razvoj zemljoradnje. Glavne morfološka obeležja Bačke su plitke i široke doline Dunava i Tise. Aluvijalna ravan Dunava se prema Bukurovu (1975) javlja u dva nivoa. Viši deo predstavlja aluvijalnu terasu, a niži inundacionu ravan Dunava. Na pojedinim mestima, granice ova dva člana nisu jasno izražene. U celini, aluvijalna terasa je nagnuta prema Dunavu i u pravcu njegovog oticanja sa visinama od 84 metara kod Bogojeva do 79 metara kod Titela. Kada je reč o inundacionoj ravni, pravac pružanja je isti kao i pravac oticanja Dunava. Njena širina nije svuda ista te u blizini Sombora oko 26 kilometara dok na primer kod Novog Sada i Petrovaradinske tvrđave samo 700 m. Nadmorska visina ravni se kreće od 85 metara kod Bačkog Monoštora do 76 metara kod Titela. Što se tiče poljoprivredne proizvodnje Bačkog Podunavlja, glavni deo čine proizvodnja žitarica (pšenica i kukuruz), i industrijskog bilja, naročito šećerne repe i suncokreta.



Karta 1. Bačko Podunavlje  
Autori: Vojislav Dedanski, Nina Čegar i Aleksandar Radulović

## PODACI I METODE

Klimatološki podaci su preuzeti sa platforme Digitalni Atlas Klime Srbije (Ministarstvo zaštite životne sredine, 2022) na nivou opština, prostorne rezolucije 10x10 km u periodu od 2005. do 2015. godine. Korišćeni su podaci o prosečnoj godišnjoj temperaturi vazduha, maksimalnoj temperaturi vazduha, godišnjoj sumi padavina i broju uzastopnih suvih dana. Broj uzastopnih suvih dana (CDD), indeks predložen od ETCCDI predstavlja uzastopan broj dana sa količinom padavina manjom od 1mm. Podaci o prinosima su preuzeti iz publikacija Opštine i Regiona Republičkog Zavoda za Statistiku u periodu 2005-2015. Izdvojene su sledeće kulture: pšenica, kukuruz, šećerna repa, suncokret, pasulj, krompir, detelina i lucerka.

Za ispitivanje povezanosti između klimatskih varijabli i prinosa kultura korišćen je Pirsonov koeficijent korelacije sa intervalom poverenja od 95% ( $p < 0,05$ ). Pravci ratarske proizvodnje za svaku jedinicu lokalne samouprave su dobijeni metodom sukcesivnih delitelja. Metod sukcesivnih delitelja predstavlja matematičko-statistički metod koji omogućava normalizaciju podataka i određuje intenzivnost proizvodnje određenih biljnih kultura.

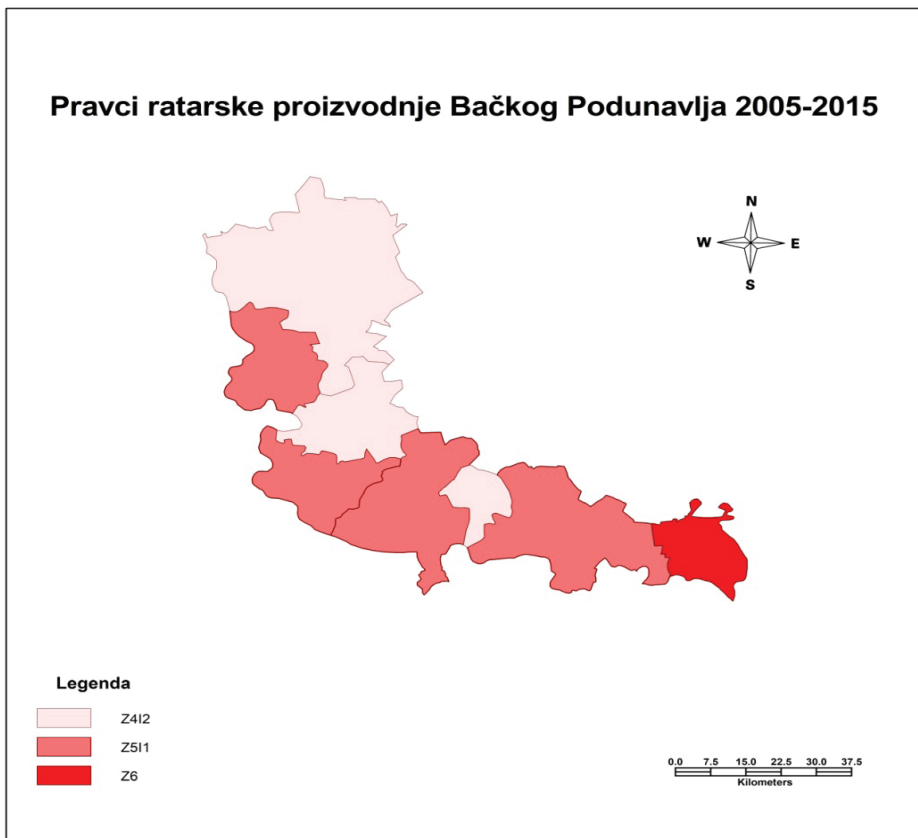
## REZULTATI I DISKUSIJA

Metodom sukcesivnih delitelja u zbirnom periodu 2005-2015 dobijena su tri pravca ratarske proizvodnje Bačkog Podunavlja.

Ž6- apsolutni žitarični pravac

Ž5I1- dominantni žitarični pravac sa učešćem industrijskog bilja

Ž4I2- pretežni žitarični pravac sa većim učešćem industrijskog bilja



Karta 2. Pravci ratarske proizvodnje Bačkog Podunavlja 2005-2015  
Autori: Vojislav Deđanski, Nina Čegar i Aleksandar Radulović

*Z6- apsolutni žitarični pravac* karakterističan je samo za opštinu Titel gde proizvodnja pšenice i kukuruza predstavlja dominantnu ratarsku delatnost.

*Z5I1- dominantni žitarični pravac sa učešćem industrijskog bilja* specifičan je za Sombor, Odžake i Bački Petrovac. Na ovim teritorijama suncokret se, uz žitarice, ističe kao važna ratarska kultura.

## Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine

Z412- pretežni žitarični pravac sa većim učešćem industrijskog bilja evidentiran je na teritoriji Novog Sada, Bačke Palanke, Apatina i Bača. Uz žitarice, šećerna repa predstavlja glavnu ratarsku kulturu ovih teritorija, i direktno je povezana sa industrijom šećera specifičnom za ove krajeve.

Tabela 1. Prosečne vrednosti klimatskih elemenata i klimatskog indeksa u periodu 2005-2015.

Opština	Prosečna temperatura (°C)	Maksimalna temperatura (°C)	Količina padavina (mm)	CDD (broj dana)
Apatin	11,9	17,5	626,3	26,4
Bač	11,9	17,6	634,2	27
Bačka Palanka	11,9	17,5	630	25,7
Bački Petrovac	12	17,5	626	25,2
Odzaci	11,9	17,3	634,4	25,3
Sombor	11,9	17,5	620,0	26,7
Novi Sad	11,9	17,3	634,4	25,2
Titel	12,4	17,6	610,3	25,8

U izabranim opštinama u periodu 2005-2015 srednja godišnja temperatura u proseku iznosi 12 °C, a maksimalna temperatura je u proseku 17,5 °C. U proseku, godišnja količina padavina u osam opština Gornjeg Podunavlja je 652,9 mm. Opština Titel ima najviše prosečne godišnje i maksimalne temperature vazduha, kao i najmanju količinu padavina u posmatranom periodu - 12,4 °C, 17,6 °C i 610,3 mm redom. Prosečan broj uzastopnih broj suvih dana kao indikatora sušnih perioda se u posmatranom periodu kreće od 25 do 27 (Tabela 1).

Tabela 2. Žitne jedinice opština Bačkog Podunavlja 2005-2015

Opštine	Žitarice	Ind.bilje	Krmno bilje	Ukupno
Apatin	6453702	2329376	44870	8827948
Bač	4412776	1108077	12887	5533740
Bačka Palanka	12633240	3318820	91412	16043472
Bački Petrovac	4323214	2128987	17795	6469996
Novi Sad	12712512	2832748	117250	15662510
Odzaci	9623614	4523629	109254	14256497
Sombor	31287242	16796979	204756	48288977
Titel	6036954	975787	70275	7083016

Rezultati Pirsonove korelacije ukazuju na postojanje snažnih veza između prinosa kultura i klimatskih varijabli, međutim samo 26 relacija je pokazalo statističku značajnost ( $p < 0,05$ ). Na prostoru Novog Sada nijedan rezultat nema statističku značajnost. Temperatura ima najveći uticaj na prinos kultura i najčešće se pojavljuje u statistički značajnim vezama. Prosečna temperatura negativno koreliše sa prinosom izuzev u Apatinu gde je pronađena jaka pozitivna veza između prosečne godišnje temperature i godišnjeg prinosa šećerne repe (0,6). Najsnažnija negativna veza je pronađena između prosečnih temperatura vazduha i prinosa pasulja u opštini Titel (-0,8). Porast maksimalnih temperatura vazduha negativno

utiče na prinos kultura. Među analiziranim kulturama, suncokret i krompir se najčešće pojavljuju u značajnim relacijama. Pokazalo se da su i suncokret i krompir osetljive kulture na temperaturne uslove i da njihovi prinosi imaju tendenciju opadanja sa porastom srednjih i maksimalnih temperatura. Tokom letnjih meseci su Petrović et al. (2019) primetili umereno negativnu korelaciju između maksimalnih temperatura i prinosa kukuruza u Kragujevcu i Kraljevu.

Padavine i uzastopni broj sušnih dana su se pokazali kao manje bitni faktori za količinu prinosa. Godišnja količina padavina pozitivno utiče na prinos pšenice u opštinama Bač, Bačka Palanka i Odzaci. Jedino je u značajna negativna korelacija pronađena između količine padavina i prinosa deteline u opštini Bački Petrovac. Nasuprot dobijenim pozitivnim koeficijentima korelacije u Gornjem Podunavlju, istraživanje na prostoru Gruže je pokazalo negativnu vezu između količine padavina i prinosa pšenice (Petrović et al., 2019). U Somboru i Kragujevcu su Petrović et al. (2023) utvrdili da vlažnost vazduha i padavine imaju najveći uticaj na prinos kukuruza. Uzastopni broj suvih dana negativno koreliše sa prinosima lucerke u opštini Bačka Palanka i prinosima pšenice u opštini Bački Petrovac. CDD kao indikator sušnih perioda se nije pokazao presudnim faktorom količine prinosa u osam analiziranih opština, ali poljoprivreda Vojvodine je značajno uslovljena sušama. Tokom suše 2012. godine u Vojvodini je zabeležen pad prinosa kukuruza za 50%, šećerne repe i krompira za 30% (Fiala et al., 2014).

## **ZAKLJUČAK**

Bačko Podunavlje odlikuje visok stepen razvoja celokupne poljoprivrede, u čemu prednjači ratarstvo. Rezultati istraživanja pokazuju da temperaturni uslovi imaju najveću povezanost za godišnjim prinosom kultura. Prema pravcima razvoja ratarske proizvodnje u četiri od osam opština je zastupljen pretežno žitarični pravac sa većim učešćem industrijskog bilja. S obzirom da je pronađena značajna povezanost suncokreta sa prosečnim i maksimalnim temperaturama vazduha, a u skladu sa budućim projekcijama porasta temperature (Đurđević et al., 2018) biće neophodna implementacija agrotehničkih mera za uzgoj suncokreta. Između izabranih klimatskih varijabli i prinosa kultura Pirsonova korelacija je bila uglavnom bez statističke značajnosti, zato bi u budućim istraživanjima trebalo uključiti veći broj klimatskih elemenata i indeksa u analizu, kao i duže vremenske serije. Buduće studije trebalo bi da obuhvate i sezonske i mesečne analize, koje bi omogućile preciznije identifikovanje kritičnih perioda za razvoj pojedinih kultura.

## **ZAHVALNICA**

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, inovacija i tehnološkog razvoja broj 451-03-136/2025-03/200091

## **LITERATURA**

Asfaw, S., Lipper, L. (2016). *Managing climate risk using climate-smart agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Bukurov, B. (1975). Fizičko-geografski problemi Bačke. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti.

Đurđević, V., Vuković, A & Vujadinović Mandić, M. (2018). Climate changes observed in Serbia and future climate projections based on different scenarios of future emissions. United Nations Development Programme.

Fiala, K., Blanka, V., Ladányi, Z., Szilassi, P., Benyhe, B., Dolinaj, D., & Pálfai, I. (2014). Drought Severity and its Effect on Agricultural Production in the Hungarian-Serbian Cross-Border Area. *Journal of Environmental Geography*, 7(3-4), 43–51. <https://doi.org/10.2478/jengeo-2014-0011>

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

Lopes, M. S. (2022). Will temperature and rainfall changes prevent yield progress in Europe? *Food and Energy Security*, 11, e372. <https://doi.org/10.1002/fes3.372>

Ministarstvo zaštite životne sredine, 2022, Digitalni atlas klime i klimatskih promena Republike Srbije. Projekat „Unapređenje srednjoročnog i dugoročnog planiranja mera prilagođavanja na izmenjene klimatske uslove u republici Srbiji“, <https://atlas-klime.eko.gov.rs>

Oshunsanya, S.O., Nwosu, N.J., Li, Y. (2019). Abiotic Stress in Agricultural Crops Under Climatic Conditions. In: Jhariya, M., Banerjee, A., Meena, R., Yadav, D. (eds) Sustainable Agriculture, Forest and Environmental Management. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6830-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6830-1_3)

Petrović, G., Ivanović, T., Knežević, D., Radosavac, A., Obhodaš, I., Brzaković, T., Golić, Z., & Dragičević Radičević, T. (2023). Assessment of Climate Change Impact on Maize Production in Serbia. *Atmosphere*, 14(1), 110. <https://doi.org/10.3390/atmos14010110>

Petrović, G., Karabašević, D., Vukotić, S., Mirčetić, V., Radosavac, A. (2020). The impact of climate change on the corn yield in Serbia. *Acta Agriculturae Serbica*, 25, pp.133 - 140. (10.5937/aaser2050133p). (hal-04903172)

Petrović, G., Labović, B. & Dašić, B. (2019). The influence of climate elements on the yield of agricultural crops in the area of Sumadija in Serbia. *Економика пољопривреде*, 66(1): 173-187.

Republički zavod za statistiku (2005-2015). Opštine i regioni u Republici Srbiji

Schmidt, M. Felsche, E. (2024) The effect of climate change on crop yield anomaly in Europe. *Climate Resilience and Sustainability*, 3, e61. <https://doi.org/10.1002/cli2.61>

Stojanović, Ž. (2022). Agriculture in Serbia. In: Manić, E., Nikitović, V., Djurović, P. (eds) The Geography of Serbia. World Regional Geography Book Series. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74701-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74701-5_15)

Stričević, R., Lipovac, A., Prodanović, S., Ristovski, M. A., Petrović-Obradović, O., Djurović, N., & Djurović, D. (2020). Vulnerability of agriculture to climate change in Serbia: Farmers' assessment of impacts and damages. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 65(3), 263-281.

<https://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>