

mr Branislava Lalić¹, prof. Dragutin T. Mihailović¹, mr Slavica Malinović²

¹Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

²CIMSI-Centar za meteorologiju i modeliranje životne sredine,
Univerzitet u Novom Sadu

EKSTREMNE TEMPERATURE VAZDUHA U VOJVODINI U PERIODU 1948-2003.

EXTREME TEMPERATURES IN VOJVODINA DURING 1948-2003. PERIOD

Abstract

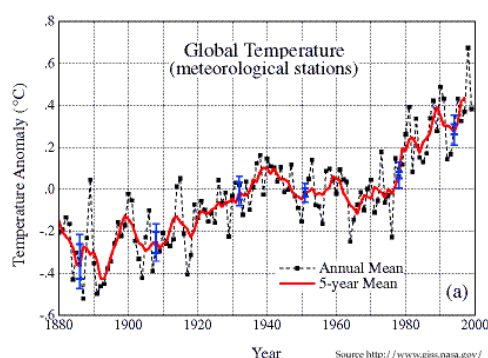
Mean values of temperature as well as frequency of occurrence of extreme events and their intensity can affect substantially the ecosystems, the society and the economy of a region. The spatial and temporal distribution of extreme temperatures on the Vojvodina province during 1948-2003 period have been analysed for summer and winter seasons. Continuous time series of data for five meteorological stations (Kikinda, Novi Sad, Sremska Mitrovica, Sombor, Zrenjanin) were taken into account.

Key words: *Extreme temperatures, climate indices, time series, trend*

UVOD

Poslednje decenije XX veka obeležio je rastući interes naučne javnosti za promene klime i posledice koje ova pojava može da prouzrokuje u celom društvu (Peterson and Vose, 1997; Hansen et al., 1998; IPCC, 2001). Jedno od najuočljivijih obeležja klimatskih promena je izražena varijabilnost osmotrenih vrednosti temperature vazduha i površine tla tokom poslednjeg veka, odnosno od 1880. godine kada su otpočela prva pouzdana i sistematska merenja i beleženja temperature u svetu (Angell, 1988; Karl et al., 1991; Angell, 1999; NRC, 2000; Hansen et al., 2001). Na osnovu GISS (NASA

Goddard Institute for Space Studies) podataka o površinskoj temperaturi Zemlje (Sl. 1) može da se uoči da su za planetu najtoplije godine bile 1998. i 2001. Izražen trend porasta temperature u poslednjih 30 godina se povezuje sa porastom koncentracije gasova staklene bašte i pojavom El Ninja u ovom periodu. Prema podacima IPCC-a (Intergovernmental Panel on Climate Change) (IPPC, 1996) od kraja XIX veka pa do 1994. godine srednja globalna temperatura je porasla između 0,3 i 0,6 °C.



Slika 1. Trend globalne srednje godišnje površinske temperature u odnosu na presek za period 1951-1980.

Figure 1. Trend of global annual surface temperature relative to 1951-1980 mean.

Međutim, praćenje klimatskih promena lokalnih ili globalnih razmera ne može da bude zasnovano samo na analizi polja srednje temperature. Ponekad su daleko značajnije i izraženije sezonske promene ekstremnih temperatura vazduha (Cacciamani et al., 1994; Garrett Campbell and Vonder Haar, 1997; Frich et al., 2001, Tomozeiu et al., 2003), kao i učestalost i intenzitet njihovih karakterističnih vrednosti (mrazni, ledeni, letnji i tropski dani, tropske noći). Ove pojave mogu suštinski da izmene stanje celokupnog ekosistema i da utiču na ekonomiju i kvalitet života čitavih regiona. Zato je brižljivo praćenje srednjih i ekstremnih vrednosti meteoroloških elemenata, a pre svih temperature vazduha, nezaobilazni prvi korak u praćenju i predviđanju promena klime u budućnosti.

Analiza prostorne i vremenske raspodele temperature vazduha u Vojvodini i Srbiji na mesečnom ili godišnjem nivou može da se nađe u ograničenom broju radova (Mihailović, 1997; Mihailović i sar., 1998; Mihailović i sar., 2001; Đukanović, 2002; Lalić i sar., 2002; Mijušković i sar., 2002; Popović, 2002). U ovim radovima, međutim, nije mnogo pažnje posvećeno tendencijama temperature koje mogu jasnije da ukažu na njihove buduće promene. Iz tog razloga će, u daljem tekstu, biti analizirani trendovi srednjih maksimalnih i minimalnih temperatura vazduha u Vojvodini tokom leta i zime. U tu svrhu su korišćeni podaci osmotreni tokom poslednjih 30, odnosno 55, godina kako bi jasnije bio izdvojen efekat zagrevanja u poslednje tri decenije.

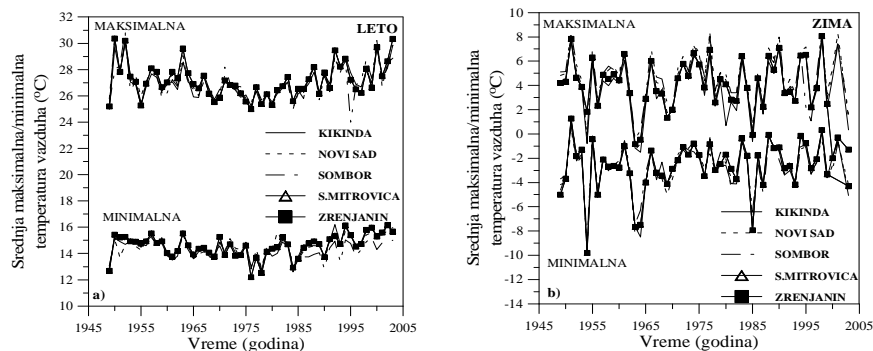
KORIŠĆENI PODACI I METOD

Pod pojmom "vremenska serija" nekog meteorološkog elementa podrazumeva se kontinuirani niz osmotrenih vrednosti uređenih, obično u ravnomernim razmacima, tokom posmatranog vremenskog intervala. Glavni cilj analize vremenskih serija jeste da se objasne procesi koji generišu osmotrene vrednosti i da se predvide vrednosti posmatranog elementa u budućnosti. U novije vreme, u istraživanjima klime, ova analiza se obavlja korišćenjem metoda teorije determinističkog haosa. Jedna takva analiza je obavljena za vremensku seriju srednje temperature vazduha na Rimskim Šančevima za period 1957-1999 (Mihailović i Đorić).

U ovom radu su korišćene dve vremenske serije srednjih mesečnih maksimalnih i minimalnih temperatura vazduha za pet gradova u Vojvodini: Novi Sad, Sombor, Zrenjanin, Kikinda i Sremska Mitrovica. Prva serija obuhvata period od 1948. do 2003. godine, a druga od 1974. do 2003. godine. Srednja sezonska, letnja i zimska, temperatura vazduha je izračunavana kao srednja vrednost za mesece decembar, januar i februar, odnosno jun, jul i avgust. Trendovi ekstremnih temperatura tokom leta i zime izračunavani su korišćenjem linearne, odnosno polinomijalne, regresije.

REZULTATI I DISKUSIJA

Analizom odgovarajućih vremenskih serija može da se uoči izražen pad srednje maksimalne temperature vazduha tokom leta (sl. 2a) u periodu 1948-1975. godine, a

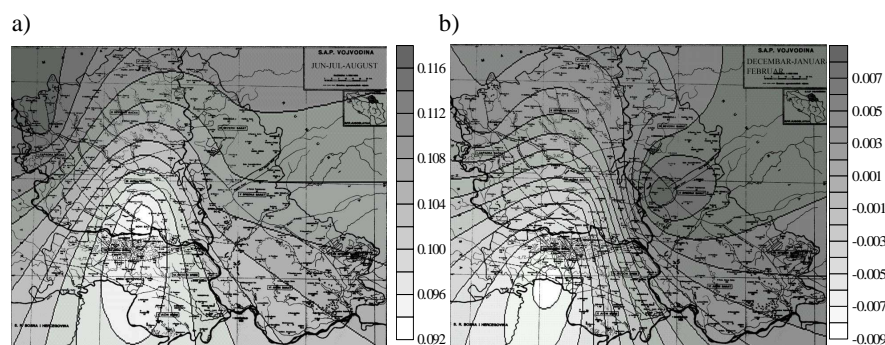


Slika 2. Promene letnjih i zimskih ekstremnih temperatura vazduha u Vojvodini u periodu 1948-2003. godina.

Figure 2. Evolution of winter and summer extreme air temperatures in Vojvodina during the 1948-2003 period.

zatim njen značajan porast u narednih 30 godina. Stoga je, u ovom periodu, prosečan trend znatno manji od odgovarajućeg trenda u poslednje tri decenije. Za razliku od leta, promene maksimalne temperatura vazduha su tokom zime (sl. 2b) mnogo manje izražene.

Oblast značajnog pozitivnog trenda maksimalnih letnjih temperatura (sl. 3a) zahvata celu Vojvodinu sa najvećim vrednostima na severozapadu Bačke (0,116 °C/godišnje). Nasuprot ovome, minimalne zimske temperature (slika 3b) su se veoma malo menjale u posmatranom periodu, beležeći porast u centralnom Banatu, a pad na jugozapadu Srema.



Slika 3. Distribucija trenda maksimalnih letnjih (a) i minimalnih zimskih (b) temperatura vazduha u Vojvodini u periodu 1974-2003. godina.
Figure 3. Summer maximum (a) and winter minimum (b) trend distributino during 1974-2003 period.

ZAKLJUČAK

Uvidom u podatke prikupljene tokom poslednjih 55 godina merenja temperature vazduha u Vojvodini može da se uoči da su najtoplija leta bila 1952. i 2003. godine, dok su najhladnije zime bile 1954. i 1985. godine. Poređenjem vremenskih serija ekstremnih temperatura vazduha zaključeno je sledeće:

- ◆ maksimalne temperature tokom leta beleže značajan pozitivan trend u svim krajevima Vojvodine;
- ◆ porast maksimalne temperature je mnogo veći od porasta minimalne temperature;
- ◆ ekstremne temperature tokom zime veoma malo odstupaju od višegodišnjeg proseka.

Slične rezultate su dobili i Frič (Frich et al., 2002), koji je analizirao temperaturne serije na globalnim razmerama, i Tomozeiu (Tomozeiu, 2003) za regiju Emilija-Romanja u Italiji.

U radu je pokazano da postoje značajne razlike u trendovima srednjih sezonskih maksimalnih i minimalnih temperatura vazduha u periodu 1948-2003. godina, odnosno 1974-2003. godina. Predmet daljih istraživanja u ovoj oblasti svakako treba da bude izbor optimalnog vremenskog niza i odgovarajućeg regresionog metoda koji će najbolje predvideti vrednosti ekstremnih temperatura vazduha na ovim prostorima u budućnosti.

REFERENCE

1. Angell J. K.: *Variations and trends in tropospheric and stratospheric global temperatures, 1958-87*, J Climate, 1, 1296-1313, 1988.
2. Angell, J. K.: *Comparison of surface and tropospheric trends estimated from a 63-station radiosonde network, 1958-1998*, Geophys. Res. Lett., 26, 2761-2764, 1999.
3. Cacciamani C., Nanni S., Tibaldi S.: *Mesoclimatology of winter temperature and precipitation in the Po Valley of Northern Italy*, Int.J.of Climatol., 14, 777-814, 1994.
4. Đukanović D.: *Bioclimatic resources of Zlatibor*, 18th International Conference on Carpathian Meteorology, 7-11 October, Extended Abstracts, 32-34, Belgrade (Yugoslavia), 2002.
5. Frich P., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank M.G., Peterson T.: *Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of twentieth century*, Climate Research, 19, 193-212, 2002.
6. Garrett Campbell G., Vonder Haar T.H.: *Comparison of surface temperature minimum and maximum and satellite measured cloudiness and radiation budget*, Journal of Geophysical Research (D14), 16639-16645, 1997.
7. Hansen J., Sato M., Glascoe J., Ruedy R.: *A common-sense climate index: Is climate changing noticeably?* Proc. Natl. Acad. Sci., 95, 4113-4120, 1998.
8. Hansen J., Ruedy R., Sato M., Imhoff M., Lawrence W., Easterling D., Peterson T., Karl T.: *A closer look at United States and global surface temperature change*, J. Geophys. Res., 106, 23947-23963, 2001.
9. Intergovernmental Panel on Climate Change: *Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group I to the second assessment report of the IPCC*, Cambridge University Press, 39, New York, 1996.
10. Intergovernmental Panel on Climate Change: *Climate Change 2001*, Cambridge Univ. Press, 49, New York, 2001.
11. Karl T. R., Kukla G., Razuvayev V.N., Changery M. J., Qualey R.G., Heim R.R., Easterling D.R., Bin Fu C.: *Global warming: evidence for asymmetric diurnal temperature change*, Geophysical Research Letters, 18 (12), 2253-2256, 1991.

12. Lalić B., Mihailović D.T., Arsenić I.: *Analiza kišnog faktora Langa za potrebe klimatske karakterizacije Vojvodine*, EKO-Konferencija 2002, Zdravstveno bezbedna hrana, 25-28 septembar, Tematski zbornik, 69-74, Novi Sad, 2002.
13. Mihailović D.T.: *Njiva: između zemljišta i klime*, XXXI Seminar agronoma, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova, 29, 63-71, Novi Sad, 1997.
14. Mihailović D.T., Nikolić-Đorić, E., Kapor, D.: Chaotic behavior of the energy balance equation on soil-atmosphere interface depending on changes in soil heat capacity, *Geophys. Res. Lett.* (In press).
15. Mihailović D. T., Molnar I., Čirović M., Lalić B., Marinković B., Crnobarac J.: *Analiza vremenskih uslova gajenja glavnih ratarskih kultura u 1996/1997. godini*, XXXII Seminar agronoma Vojvodine, Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 30, 565-583, Novi Sad, 1998.
16. Mihailović D.T., Arsenić I., Lalić B., Radlović D., Koči I.: *Toplotni indeks tokom izrazito visokih temperatura u mesecu julu 2000. godine u Novom Sadu*, Naučni skup Matice Srpske - Zdravlje ljudi u Vojvodini, 17-18 januar, Tematski zbornik, 85-91, Novi Sad, 2001.
17. Mijušković D., Delević S., Perović T.: *Spring frosts in the period of flowering*, 18th International Conference on Carpathian Meteorology, 7 to 11 October 2002, Extended Abstracts, 66-69, Belgrade (Yugoslavia), 2002.
18. National Research Council: *Reconciling Observations of Global Temperature Change*, National Academy Press, 85 pp, Washington DC, 2000.
19. Peterson T.C., Vose R.S.: *An overview of the Global Historical Climatology Network temperature database*, Bull. Amer. Meteorol. Soc., 78, 2837-2849, 1997.
20. Popović T.: *Is it already warm? Temperature trend on the territory of FR Yugoslavia*, 18th International Conference on Carpathian Meteorology, 7 to 11 October 2002, Extended Abstracts, 108-110, Belgrade (Yugoslavia), 2002.
21. Tomozeiu R., Pavan V., Cacciamani C.: *Changes in extreme minimum and maximum temperature in Emilia-Romagna as derived from observed data during 1960-2000 period*, Sixth European Conference on Applications of Meteorology, September 15-19, Abstracts, p.13, Rome (Italy), 2003.