

КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ГОДИШЊИХ И СЕЗОНСКИХ СРЕДЊИХ ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА У ВРШЦУ И ЗРЕЊАНИНУ У ПЕРИОДУ 1949-2010

COMPARATIVE ANALYSIS OF ANNUAL AND SEASONAL MEAN AIR TEMPERATURE IN VRŠAC AND ZRENJANIN DURING THE PERIOD 1949-2010

Драган Милошевић¹, Др Стеван Савић^{II}

РЕЗИМЕ: У раду је извршена анализа средњих годишњих и сезонских температура ваздуха на метеоролошким станицама Вршац и Зрењанин за период од 1949. до 2010. године. У раду су приказане тенденције и просторно-временске карактеристике температуре ваздуха на обе станице. Такође, коришћена је компаративна анализа резултата са метеоролошких станица како би се уочило да ли постоји значајнија разлика у температурним карактеристикама између Вршца и Зрењанина.

Анализом средњих температура ваздуха уочен је тренд раста годишње и сезонских температура на обе метеоролошке станице, осим током јесени. Статистички најзначајнији трендови раста се јављају током пролећа и лета. Компаративна анализа је показала да локални модификаторски фактор, у овом случају кошава, доприноси температурним разликама између станица, нарочито током хладнијег дела године. Резултати декадних анализа сезонских и годишњих вредности за Вршац и Зрењанин потврђују пораст температуре ваздуха у току истраживаног периода што прати глобална кретања температуре.

Кључне речи: температура ваздуха, температурни трендови, компаративна анализа, Вршац, Зрењанин

^I Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Трг Доситеја Обрадовића 3, Нови Сад; www.dgt.uns.ac.rs; e-mail: draganmilosevic88@yahoo.com

^{II} Центар за климатолошка и хидролошка истраживања, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду; Трг Доситеја Обрадовића 3, 21000 Нови Сад; www.dgt.uns.ac.rs/page.php?4; e-mail: stevan.savic@dgt.uns.ac.rs

ABSTRACT: *This work deals with analysis of annual and seasonal mean air temperature time series in Vršac and Zrenjanin during the period 1949-2010. Toward obtaining important results, several methods were employed. Also, comparative analysis have been used to show is there a significant difference between temperatures in Vršac and Zrenjanin. The analysis of mean air temperature trends showed increase of the annual and seasonal series (except in autumn), on both stations. Mann-Kendall test showed statistically significant increase in spring and summer time series. Comparative anasysis showed that local climate modifiers contributed to temperature differences between the two regions. Furthermore, the wind košava has significant influence on temperature values in Vršac, especially in colder seasons. The analysis of mean air temperature by decades in Vršac and Zrenjanin has confirmed temperature rise in the analysed period what is in accordance with movement of global temperature.*

Key words: *air temperature, temperature trends, comparative analysis, Vršac, Zrenjanin*

УВОД

Отопљавање климата је недвосмислено што се може уочити на основу запаженог пораста температуре ваздуха и океана, широко распрострањеног отапања снега и леда на површини наше Планете и пораста нивоа Светског мора. Упоредо са порастом температуре, приметан је и значајан пораст броја људи заинтересованих за ову проблематику.

У Четвртом извештају о процени климатских промена Међувладиног Панела за климатске промене (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change), наводи се да је у периоду од 1906. до 2005. године, тренд пораста средње температуре ваздуха на глобалном нивоу износио 0,74°C (IPCC, 2007). На пораст температуре ваздуха указују и резултати истраживања CRU (Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, UK) за период 1850-2010, који показују да су последња деценија XX века и прва деценија XXI века најтоплије две деценије у серији (CRU, 2011).

До сада је објављен значајан број научних радова са резултатима анализе трендова температуре ваздуха у земљама у окружењу (Maugeri and Nanni, 1998; Domonkos and Zoboki, 2000; Ventura et al., 2002; Ogrin, 2003; Alexandrov et al., 2004; Jaagus, 2006; Filipiak, 2007). Истраживања на тему температурних промена на простору Србије спровели су Радовановић и Дуцић (2004), Дуцић и Радовановић (2005), Ђорђевић (2008), Луковић (2008), Савић (2009).

Циљ овог рада је да се дефинишу тенденције кретања и просторно-временске карактеристике годишњих и сезонских средњих температура ваздуха на метеоролошким станицама Вршац (ВШ) и Зрењанин (ЗР). Коришћењем компаративне анализе резултата са метеоролошких станица, уочиће се евентуална разлика у температурним карактеристикама, односно постојање локалних фактора који доводе до формирања микроклиматског система на простору Вршца и Зрењанина. Истовремено, корелацијом добијених резултата и резултата других истраживача, показаће се да ли су промене температуре ваздуха у складу са трендовима промена на Европском континенту, односно планетарном нивоу или постоје одређене регионалне разлике.

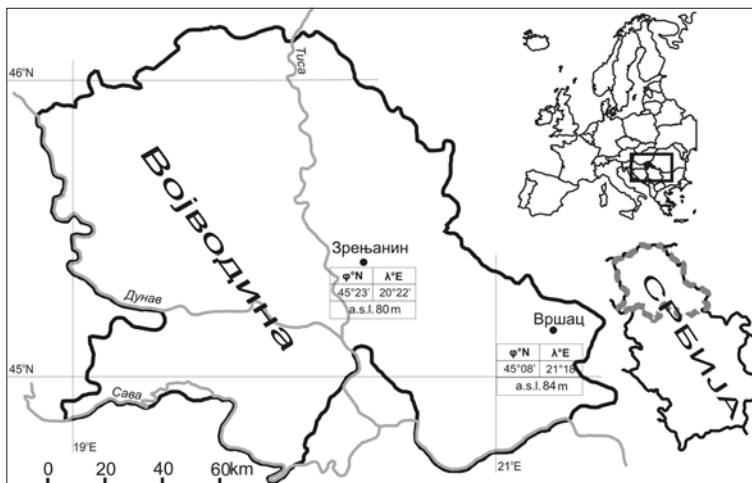
ПОЛОЖАЈ, БАЗА ПОДАКА И МЕТОДЕ

Метеоролошке станице Зрењанин и Вршац смештене су у централном и југоисточном делу територије Војводине (северна Покрајина Републике Србије) (прилог 1) и најкраће ваздушно растојање између ове две станице износи 78 km (Google Earth, 2011). Истраживано подручје представља део великог унутрашњег басена Панонске низије коју карактерише умерено-континентални климат. Знатна удаљеност од главних извора влажности (Атлантски океан и Средоземно море) и високе планине (Алпи, Динариди и Карпатско-балканске планине) које уоквирују басен, дају обележје климе истраживаног простора. Такође, јужнији положај Вршца, Вршачке планине у његовој близини и доминантна кошава у хладнијем делу године могу да се јаве као модификатори микроклиматских карактеристика.

Међу првим истраживачима, Букуров (1978) даје основне температурне прилике Бачке, Баната и Срема за период 1950-1969. године. Опширнији приказ температурних карактеристика Војводине дали су Катић и сар. (1979), Соколовић и сар. (1984), Бугарски и Марковић (Bugarski and Marković, 1996; 1997), Лазић и Павић (2003), Савић (2009) и Савић и Лазић (2009) у својим радовима.

У овом раду су анализирани средње годишње и сезонске температуре ваздуха са метеоролошких станица Вршац и Зрењанин за период од 1949. до 2010. године. Подаци су добијени на основу климатолошког програма осматрања, односно три термина читавања вредности током једног дана. Подаци месечних вредности, који су коришћени за креирање базе података средњих годишњих и сезонских температура ваздуха на станицама Вршац и Зрењанин, преузети су из Метеоролошких годишњака Републичког хидрометеоролошког завода.

Линеарна регресија је коришћена за добијање трендова временских серија средњих годишњих и сезонских температура ваздуха.



Прилог 1. Положај метеоролошких станица Зрењанин и Вршац и њихове координате

Figure 1. Locations of Zrenjanin and Vršac and their coordinates

Мен-Кендал (Mann-Kendall) непараметарски статистички тест (Sneyers, 1990) је коришћен за показивање статистичке значајности трендова. За калкулацију је коришћен софтверски пакет МАКЕСЕНС (MAKESENS), који је развијен од стране Финског Метеоролошког Института (Salmi et al., 2002). Статистичка значајност је дефинисана на нивоу слободe од 90%, 95% и 99%.

За временску анализу средњих температура ваздуха је коришћен хистограм (стубасти графикон), који графички приказује учесталост појављивања одређених група података.

Висине трендова нису одређиване на основу сирових података узетих из годишњака, већ су израчуната одступања од "0" (нулте) вредности за сваку анализирану временску серију, а затим су добијене криве и графички представљене. "0" вредност представља средњу вредност временског периода (1949-2010) и израчуната је за сваку анализирану временску серију. Статистичка анализа и графичко представљање трендова, урађено је помоћу софтверског пакета Statistica 8.0.

РЕЗУЛТАТИ

У овом раду је извршено графичко приказивање и анализирање линије тренда температурних временских серија на годишњем и сезонском нивоу за метеоролошке станице Вршац (ВШ) и Зрењанин (ЗР), као и просторно-временска анализа.

Трендови годишњих и сезонских температура ваздуха

Високи позитивни трендови средњих годишњих и сезонских температура ваздуха на обе метеоролошке станице (табела 1) показују да је највероватније дошло до одређених температурних промена у другој половини XX и првој деценији XXI века. У току истраживаног периода дошло је до тенденције раста просечне температуре ваздуха на годишњем нивоу од 0,6°C/62г. у ВШ (прилог 2а) до 1,0°C/62г. у ЗР (прилог 2б). Према Мен-Кендал тесту годишњи тренд раста се показује као статистички значајан само у Зрењанину.

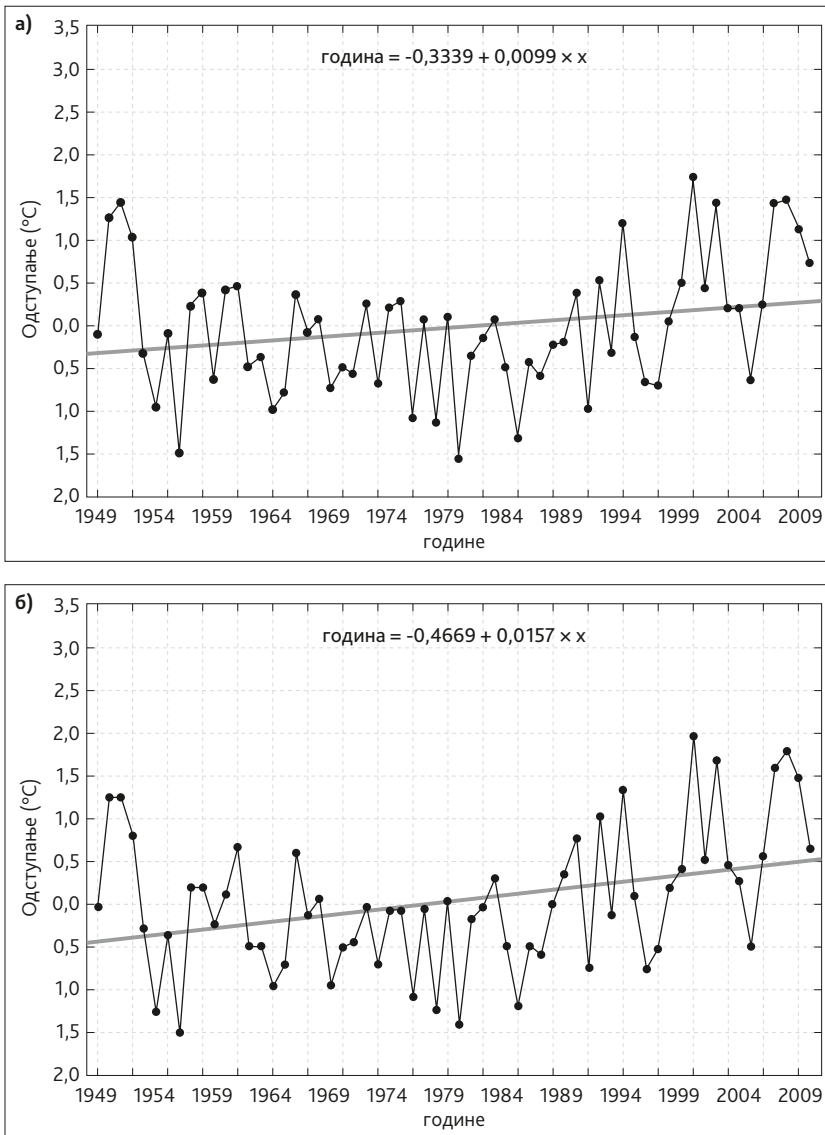
На метеоролошким станицама ВШ и ЗР се током зимског периода уочавају позитивни трендови кретања температуре ваздуха (табела 1), али немају статистички значајан пораст. То је највероватније из разлога што је дисперзија, односно расипање вредности зимских временских серија веће у односу на пролећне и

Табела 1. Висине трендова (°C/62г) сезонских и годишњих средњих температура ваздуха у Вршцу и Зрењанину; **болд*** – сигнификантност на 90%, **болд*** – сигнификантност на 95% и **болд**** – сигнификантност на 99%

Table 1. Trends (°C/62g.) of seasonal and annual mean air temperatures in Vršac and Zrenjanin: bold - significance 90%, bold* - significance 95% and bold** - significance 99%*

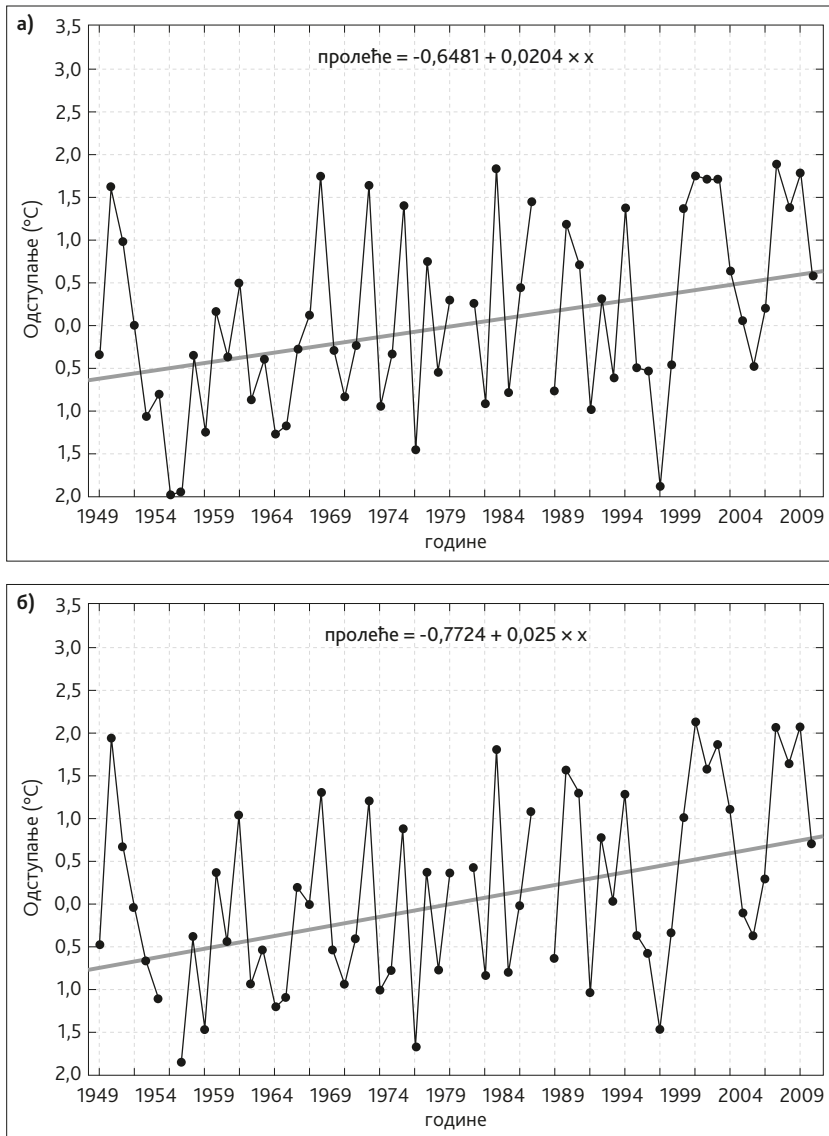
мет. станице	ЗИМА	ПРОЛЕЋЕ	ЛЕТО	ЈЕСЕН	ГОДИНА
Вршац	0,7	1,3**	1,0*	-0,4	0,6
Зрењанин	1,4	1,6**	1,1*	-0,1	1,0*

летње низове (Савић, 2009). Статистички значајнији трендови раста температуре ваздуха се уочавају у пролећном делу године на обе станице (прилози 3а и 3б; табела 1). Истовремено, летњи период показује тренд раста, који је нешто нижи у односу на пролећни, али такође статистички значајан на обе станице. Међутим, током јесени јавља се тренд опадања температуре ваздуха на обе станице и ове вредности немају статистичку значајност (табела 1).



Прилог 2. Криве и трендови средње годишње температуре ваздуха у:
а) Вршцу и б) Зрењанину

Figure 2. Curves and trends of time series for annual mean air temperature in: a) Vršac and b) Zrenjanin



Прилог 3. Криве и трендови пролећних средњих температура ваздуха у:
а) Вршцу и б) Зрењанину

Figure 3. Curves and trends of time series for spring mean air temperature in: a) Vršac and b) Zrenjanin

Просторно-временска анализа

Анализиране су разлике сезонских и годишњих температура ваздуха на метеоролошким станицама Вршац и Зрењанин. Такође, извршена је анализа сезонских и годишњих температура ваздуха по декадним периодима са освртом на поређење првих и последњих двадесет година истраживаног периода, како би се

утврдило да ли се појава „глобалног отопљавања“ односи и на истраживани простор.

Разлике сезонских и годишњих временских серија

Анализирајући средње сезонске и годишње температуре ваздуха у ВШ и ЗР, уочавају се разлике у температури које се крећу од 0,3°C до 0,9°C (табела 2). Највише разлике су уочене у зимском периоду када је у ВШ виша температура за 0,9°C у односу на ЗР. У току пролећа ВШ је топлији од ЗР за 0,3°C. Летња температура на обе станице има идентичну вредност, а током јесени је температура у ВШ виша за 0,7°C. Средња годишња температура ваздуха је виша за пола степена у ВШ и износи 11,7°C (табела 2). Даљом анализом се уочавају тенденције све нижих разлика у температури ваздуха (прилози 4а и 4б) између ВШ и ЗР у свим сезонама и на годишњем нивоу.

Табела 2. Просечне температуре ваздуха (°C) у Вршцу и Зрењанину

Table 2 - Mean air temperature (°C) in Vršac and Zrenjanin

мет. станице	ЗИМА	ПРОЛЕЋЕ	ЛЕТО	ЈЕСЕН	ГОДИНА
Вршац	1,6	11,8	21,0	12,3	11,7
Зрењанин	0,7	11,5	21,0	11,6	11,2

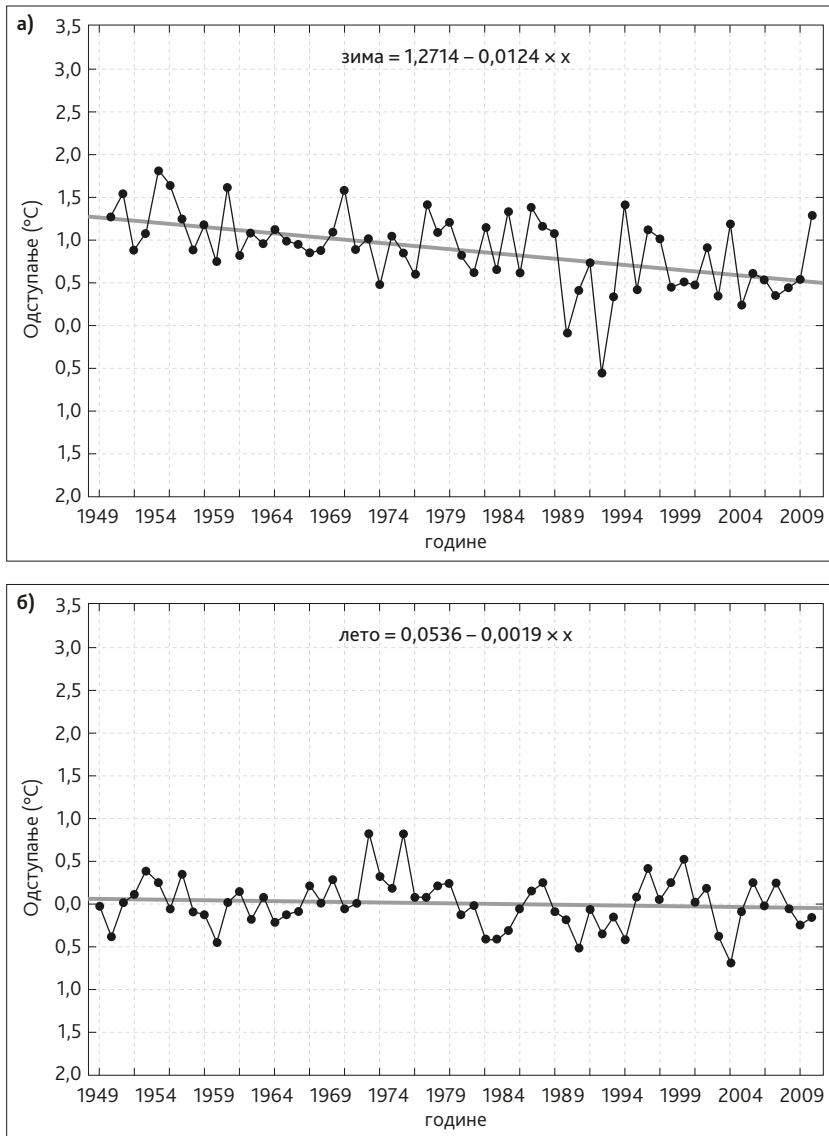
Добијени резултати разлика средњих температура ваздуха између две анализиране метеоролошке станице указују да постоје мале, али ипак приметне разлике између њих. Ове разлике су вероватно настале под утицајем кошаве која има доминантнији утицај на кретање температурних вредности у Вршцу него у Зрењанину.

Анализа средњих температура ваздуха по декадним серијама

У овом раду се приступило анализи средњих температура ваздуха по декадним периодима у циљу утврђивања карактеристика осцилација и тенденција кретања температуре ваздуха током истраживаног периода. Шест деценија је дефинисано на следећи начин: D1 – период 1949-1958; D2 – период 1959-1968; D3 – период 1969-1978; D4 – период 1979-1988; D5 – период 1989-1998 и D6 – период 1999-2010. година.

Анализирајући декадне временске серије сезонских и годишњих средњих температура ваздуха, може се извести генерални закључак да прва деценија XXI века (D6) и последња деценија XX (D5) представљају најтоплије периоде на обе станице. У току последње деценије приметан је пораст температуре ваздуха на годишњем нивоу за 0,7°C у ВШ (прилог 5а), односно 0,9°C у ЗР (прилог 5б). Са друге стране, најхладније деценије су D3 (1969-1978) и D4 (1979-1988).

Веома изражено повећање средњих температура ваздуха јавља се током пролећа (прилози 6а и 6б) и лета (нарочито у D6) на обе станице. Пролећне и летње температуре имају изразито високе вредности у последњој деценији у односу на све остале деценије и та разлика износи преко 1°C. Током јесени и зиме се, такође, јавља пораст

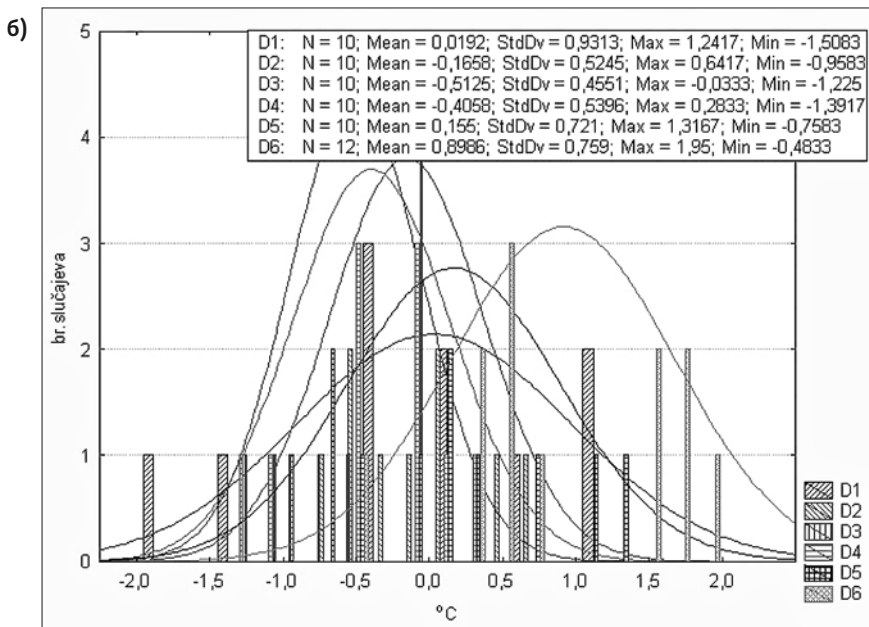
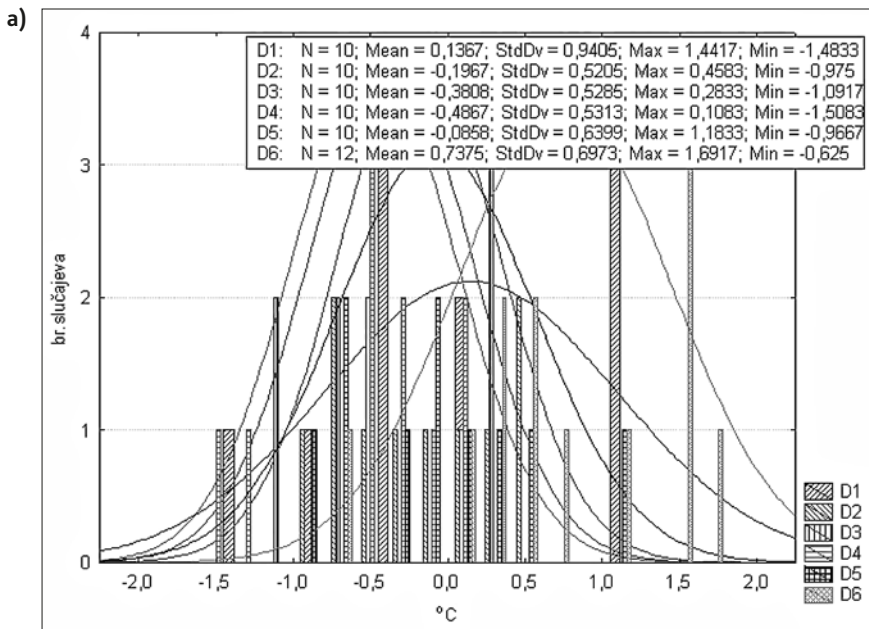


Прилог 4. Разлике зимских (а) и летњих (б) средњих температура ваздуха између Вршца и Зрењанина

Figure 4. Differences of winter (a) and summer (b) mean air temperatures between Vršac and Zrenjanin

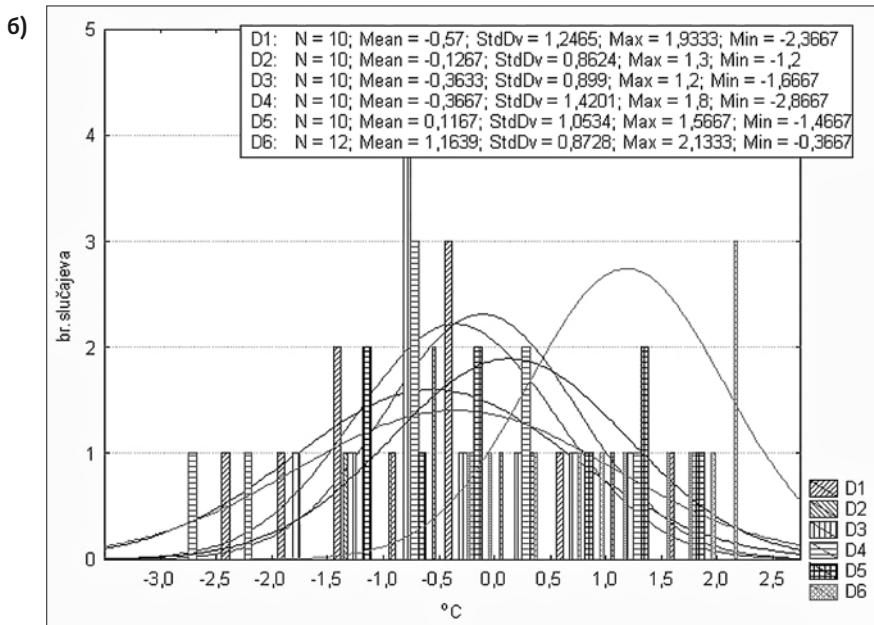
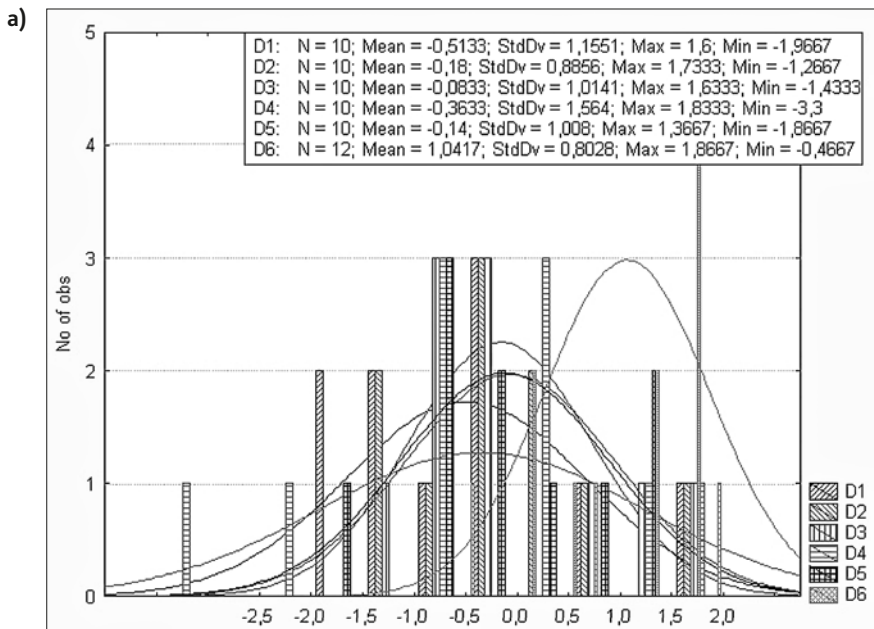
температуре ваздуха у току последње деценије (од 0,3°C до 0,7°C). У току последњих двадесетак година приметан је пораст температуре ваздуха најтоплије и најхладније године по деценији што има одраза на средњу деценијску температуру.

Да би се још боље увидело колики је пораст температуре ваздуха у току последњих двадесет година, извршено је поређење овог периода са првих двадесет година истраживаног периода. Период од 1949. до 1968. године је означен са D1, а



Прилог 5. Хистограм декадних годишњих временских серија температуре ваздуха за метеоролошку станицу: а) Вршац и б) Зрењанин

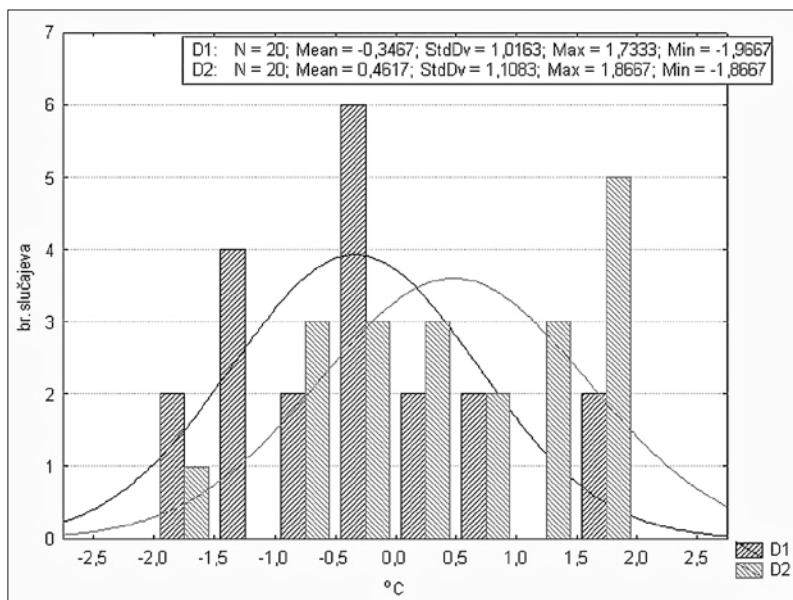
Figure 5. Histogram of annual time series per decade for meteorological stations: a) Vršac and b) Zrenjanin



Прилог 6. Хистограм декадних пролећних временских серија температуре ваздуха за метеоролошку станицу: а) Вршац и б) Зрењанин

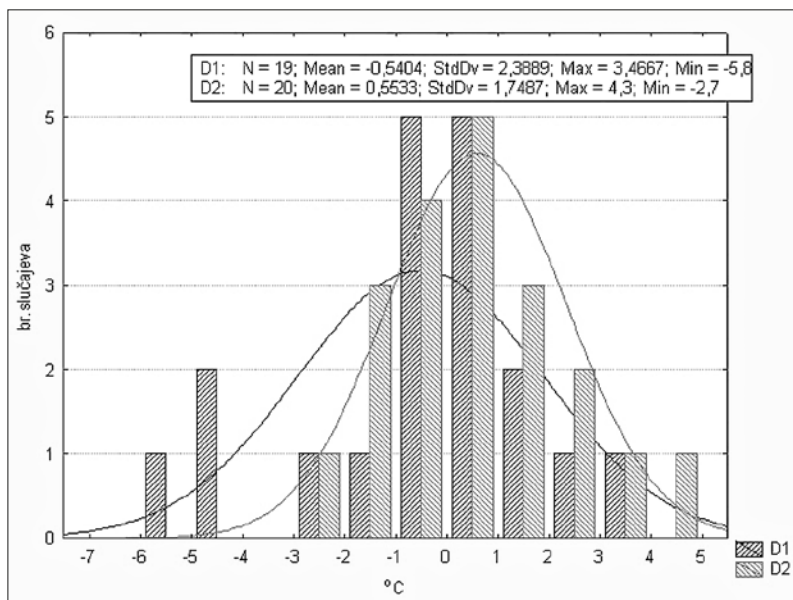
Figure 6. Histogram of spring time series per decade for meteorological stations:

a) Vršac and b) Zrenjanin



Прилог 7. Хистограм пролећних временских серија температуре ваздуха за метеоролошку станицу Вршац

Figure 7. Histogram of spring time series for meteorological station in Vršac



Прилог 8. Хистограм зимских временских серија температуре ваздуха за метеоролошку станицу Зрењанин

Figure 8. Histogram of winter time series for meteorological station in Zrenjanin

период од 1991. до 2010. године са D2. Код ВШ је уочен највећи пораст температуре током пролећа ($0,8^{\circ}\text{C}$) (прилог 7), лета ($0,7^{\circ}\text{C}$) и зиме ($0,6^{\circ}\text{C}$). У ЗР је уочен највећи пораст температуре ваздуха током зиме ($1,1^{\circ}\text{C}$) (прилог 8), пролећа (1°C) и лета ($0,7^{\circ}\text{C}$). Једино је током јесени приметан пад температуре ваздуха на обе метеоролошке станице од $-0,2^{\circ}\text{C}$ у ВШ до $-0,4^{\circ}\text{C}$ у ЗР. У току последњих двадесет година је дошло до пораста температуре ваздуха од $0,4^{\circ}\text{C}$ у ВШ до $0,6^{\circ}\text{C}$ у ЗР на годишњем нивоу у односу на првих двадесет година истраживаног периода.

ДИСКУСИЈА

Према приказаним резултатима анализе трендова, може се констатовати да се статистички значајан пораст средње температуре ваздуха јавио током пролећа и лета на обе станице и на годишњем нивоу само у ЗР (ВШ: пролеће $1,3^{\circ}\text{C}/62\text{г}$, лето $1,0^{\circ}\text{C}/62\text{г}$; ЗР: пролеће $1,6^{\circ}\text{C}/62\text{г}$, лето $1,1^{\circ}\text{C}/62\text{г}$ и година $1,0^{\circ}\text{C}/62\text{г}$).

На територији Србије највећи пораст је током пролећа и лета и управо те вредности представљају узрок пораста температуре током деведесетих (Радовановић и Дуцић, 2004). Слична ситуација добијена је и за простор Војводине, како за просечне, тако и за екстремне температуре ваздуха (Савић, 2009).

Високи и статистички значајни позитивни трендови током пролећа и лета у ВШ и ЗР се генерално поклапају са резултатима истраживања температурних трендова других истраживача на простору Европе. Огрин (Ogrin, 2003) анализирајући стогодишње трендове годишње и сезонских средњих температура ваздуха за континентални део Словеније, добија високе позитивне вредности трендова за зимске, летње и пролећне периоде, односно тенденције раста су око $1,0^{\circ}\text{C}$. Позитивни трендови зимских и пролећних температура су забележени и у Естонији (Jaagus, 2006). Александров и сар. (Alexandrov et al., 2004) проучавајући простор Бугарске закључују да се значајан пораст средњих температура догодио током летњег периода године, што се поклапа и са добијеним резултатима у овом раду.

Компаративном анализом добијених резултата са метеоролошких станица је уочено да ВШ генерално има више температуре од ЗР. Више средње температуре ваздуха током зиме (ВШ $1,6^{\circ}\text{C}$ и ЗР $0,7^{\circ}\text{C}$), пролећа (ВШ $11,8^{\circ}\text{C}$ и ЗР $11,5^{\circ}\text{C}$) и јесени (ВШ $12,3^{\circ}\text{C}$ и ЗР $11,6^{\circ}\text{C}$) у ВШ највероватније настају као последица утицаја кошава. Ветар има карактеристике да смањује велике осцилације екстремних температура, односно у овом случају кошава, редукује број ледених и мразних дана током зиме и раног пролећа, а самим тим и минималне температуре. Редукција минималних екстремних температура и појава, одражава се и на средње сезонске и годишње температуре ваздуха, што се показало и у овој студији (Савић, 2009). Такође, кошава има и фенски карактер минималних размера. Истовремено, у прилог претходно наведеној констатацији иде и чињеница да лети два истраживана града имају исту температуру ваздуха, што може бити последица тога што се кошава у том делу године ретко јавља.

Анализе на глобалном нивоу указују на тренд раста температуре од $0,10$ до $0,16^{\circ}\text{C}/\text{декади}$ у периоду 1956-2005. године (IPCC, 2007). Поређењем ових резулта-

та са подацима за ВШ и ЗР за исти период, уочен је тренд раста температуре ваздуха од $0,12^{\circ}\text{C}/\text{декади}$ у ВШ до $0,18^{\circ}\text{C}/\text{декади}$ у ЗР. На основу овога, може се уочити да истраживани простор прати глобална кретања температуре ваздуха са нешто вишим вредностима раста температуре. Анализе на простору Европског континента (Wiin-Nielsen, 1997; Parry, 2000; Alexandrov et al., 2004; Scherrer et al., 2006), као и на територији Србије (Радовановић и Дуцић, 2004; Ђорђевић, 2008), указују да је у последњих неколико деценија дошло до пораста средњих температура, нарочито последњих двадесетак година. Резултати добијени за простор централне и југоисточне Војводине се добрим делом поклапају са претходно изнетим констатацијама.

ЗАКЉУЧАК

На основу анализа и резултата добијених у овом раду, могу се извести следећи закључци:

- Приметан је тренд раста температуре ваздуха у току свих сезона, осим јесени, и на годишњем нивоу у Вршцу и Зрењанину. Значајно је нагласити да трендови раста имају више вредности у Зрењанину. Статистички значајан тренд раста се јавља у пролећном и летњем делу године на обе станице, где су вредности тренда изнад $1,0^{\circ}\text{C}/62\text{г}$. На годишњем нивоу статистички значајан тренд се јавља само у Зрењанину ($1,0^{\circ}\text{C}/62\text{г}$). Нешто ниже вредности, али такође са трендовима раста се јављају се током зимског периода. Са друге стране, једино јесењи период показује тренд пада температуре ваздуха. Приметан је и тренд раста годишњих максималних и минималних температура.
- На основу добијених резултата, очигледно је да локални модификаторски фактори, пре свега кошава, вероватно утичу на кретање температуре ваздуха у Вршцу, нарочито током зиме, пролећа и јесени. Тада Вршац има вишу температуру у односу на Зрењанин, док се лети кошава ретко јавља па две станице имају исту температурну вредност за ову сезону. На основу тога, у даљим климатолошким истраживањима овог простора, неопходно је ставити акценат и на друге параметре, пре свега учесталост ветрова и сл.
- Теза о температурним променама током последњих тридесетак година у доброј мери се потврђује и у резултатима декадних анализа сезонских и годишњих температурних вредности за Вршац и Зрењанин. Наиме, у готово свим случајевима, као најтоплије декаде су се показале последња декада ХХ и прва декада ХХI века, док су најхладније биле декаде 70-их и 80-их година ХХ века. Добијене резултате потврђују и бројни научни радови објављени последњих неколико година, а који се баве температурним трендовима на простору Европе.
- У циљу добијања комплетније и поузданије слике кретања температуре ваздуха на простору Србије у току друге половине ХХ и почетка ХХI века, потребно је наставити истраживања температурних параметара користећи комплексније статистичке и климатолошке методе.

НАПОМЕНА

Анализе представљају резултат истраживања у оквиру пројекта под бројем 114-451-262-2011 који финансира Секретаријат за науку и технолошки развој Аутономне Покрајине Војводине.

ЛИТЕРАТУРА

- Alexandrov, V., Schneider, M., Koleva, E. and Moisselin, J.M. (2004): Climate variability and change in Bulgaria during the 20th century. *Theoretical and Applied Climatology* 79: 133-149.
- Bugarski, D. and Marković, S. (1996): Climate of Yugoslav Banat. The Second Regional Geography Conference in Romania, Buzias-Timisoara.
- Bugarski, D. and Marković, S. (1997): Climate of Yugoslav Banat. In: *Geographic Monographs of European Regions – Banat*. Abonyine-Palotas, J. et al. (eds.). University of Novi Sad-Faculty of Natural Science-Institute of Geography, West University of Timisoara-Faculty of Chemistry-Biology-Geography-Department of Geography, Jozef Attila University-Department for Economic Geography, Novi Sad-Timisoara-Szeged: 12-19.
- Букуров, Б. (1978): Бачка, Банат и Срем. Матица српска, Одељење за природне науке, Нови Сад: 1-141.
- Ventura, F., Pisa Rossi, P. and Ardizzoni, E. (2002): Temperature and precipitation trends in Bologna (Italy) from 1952 to 1999. *Atmospheric Research* 61, 203-214.
- Domonkos, P. and Zoboki, J. (2000): Climate changes during the 20th century in Hungary. *Reconstruction of Climate and its modeling*, Prace Geograficzne, fascicle 107, Institute of Geography of the Jagiellonian University: Cracow.
- Дуцић, В. и Радовановић, М. (2005): Клима Србије. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд: 1-212.
- Djordjević, S. V. (2008): Temperature and precipitation trends in Belgrade and indicators, of changing extremes for Serbia. *Geographica Pannonica*, Vol. 12, 62–68.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Jaagus, J. (2006): Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation. *Theoretical and Applied Climatology* 83: 77-88.
- Катић, П., Ђукановић, Д. и Ђаковић, П. (1979): Клима САП Војводине. Пољопривредни факултет – Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад: 1-237.
- Климатолошки годишњаци 1985-1990. Покрајински хидрометеоролошки завод, Нови Сад.
- Лазић, Л. и Павић, Д. (2003): Клима Баната- Географски аспекти стања и правца развоја Србије (Војводине)- БАНАТ. Универзитет у Новом Саду, Природно-ма-

- тематички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад: 1-171.
- Луковић, Ј. (2008): Упоредна анализа промена температуре ваздуха у Србији на основу сателитских и приземних мерења. Гласник Српског географског друштва 88/1, Београд: 79-87.
- Maugeri, M. and Nanni, T. (1998): Surface air temperature variations in Italy: Recent trends and an update to 1993. *Theoretical and Applied Climatology* 61, 191-196.
- Метеоролошки годишњаци 1951-1984. Савезни хидрометеоролошки завод, Београд.
- Метеоролошки годишњаци 1991-2000. Републички хидрометеоролошки завод Србије, Београд.
- Ogrin, D. (2003): Spreminjanje temperature zraka in padavin po letnih časih v Ljubljani in Trstu v obdobju 1851-2002. *Dela* 20, 115-131.
- Parry, M.L. (Ed.) (2000): *Assessment of Potential Effects and Adaptation for Climate Change in Europe: Summary and Conclusions*. Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich, UK: 24 pp.
- Радовановић, М. и Дуцић, В. (2004): Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века. Гласник српског географског друштва 84/1, Београд: 19-28.
- Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., Amnell, T. (2002): Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates – The excel template application MAKESENS. Finnish Meteorological Institut, Report code FMI-AQ-31, Helsinki: 1-35.
- Савић, С. (2009): Кретање екстремних температуре ваздуха на подручју Војводине у периоду 1951-2000. Докторска дисертација у рукопису. Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад: 1-272.
- Савић, С. и Лазић, Л. (2009): SNHT анализа сезонских и месечних температура ваздуха у Војводини (Србија). Зборник Департмана за Географију, туризам и хотелијерство 38: 58-87.
- Sneyers, R. (1990): On the statistical analysis of series of observations. WMO, Technical Note (143). Geneve: World Meteorological Organisation: 1-192.
- Sokolović, G., Radičević, D., and Ranković, S. (1984): Basic Characteristics of the Precipitation and Temperature Fields in Yugoslavia: Contribution to The Maps of the Climate Atlas, Vol. 1. Belgrade, Yugoslavia: Federal Hydrometeorological Institute.
- Scherrer, S., Appenzeller, C. and Liniger, A.M. (2006): Temperature trends in Switzerland and Europe: Implications for climate normals. *International Journal of Climatology* 26, 565-580.
- Filipiak, J. (2007): Variability of thermal conditions in the area of Northwestern Poland in the second half of the 20th century. *Quaestiones Geographicae* 26A: 15-21.
- Wiin-Nielsen, A. (1997). A note on hemispheric and global temperature changes. *Atmosfera* 10: 125-135.
- www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming/
- <http://www.hidmet.gov.rs/>
- www.googleEarth.com (верзија 2011)