

<sup>1</sup>гл.ас. д-р СУ „Св. Климент Охридски“ - София  
hpopov@gea.uni-sofia.bg

## CHANGES IN THE REGIEME OF AIR TEMPERATURE IN REPUBLIC OF SERBIA

Jelena Svetozarevic, Assistant Prof. Dr. Hristo Popov,  
SU "St. Kliment Ohridski" - Sofia  
hpopov@gea.uni-sofia.bg

**Abstract:** *Republic of Serbia is located in western part of Balkan Peninsula, in Southeastern Europe. North part of the country is located in the Middle Danube Valley, Sava Valley and Tisa Valley. In the middle part is located river valleys of Drina, Kolubara and Morava. In this research are used monthly and annual data for air temperatures /precipitation from 15 meteorological station evenly distributed around the Republic of Serbia. Data from meteorological stations are for the recent period 1991-2019 are provided by Serbian National Institut of Meteorology and Hydrology. These data are used to calculate annual temperature, trends in annual and monthly temperatures.*

**Keywords:** Air temperature, Climate change, Serbia,

### Въведение

Актуалността на темата е продиктувана от промените в климата на Земята и регионалните им проявления, които занимават научната и по-широка общественост в последните няколко десетилетия. Научните изследвания, базирани на дългогодишни измервания и моделни симулации потвърдиха, че средната температура на Земята се повишава през 20-ти век, но това не е еднакво в различните региони на планетата и отделните десетилетия на разглеждания период (Solomon et al., 2007, IPCC First Assessment Report, 1990, IPCC Second Assessment Report: Climate Change, 1995, IPCC Third Assessment Report: Climate change, 2001). Това мотивира изследването на редиците на климатичните елементи в различни райони с цел да се конкретизира проявлението на климатичната промяна като функция на локалните климатообразуващи фактори. Тези изследвания засягат най-често режима на температурата и валежите, като най-важни за човешката дейност. Изменението на режима на температурата на въздуха в приземния слой на атмосферата и на другите климатични характеристики в различни региони от света, е една от най-разработваните теми след втората половина на ХХ в. В последните десетилетия те са ориентирани към глобалното затопляне на климата, както и изследванията за възможните последици от тези изменения с цел адаптация към тях на природните и социално-икономическите системи. Едно от практическите направления в изследванията е взаимовръзката между изменчивостта на климата и биопродуктивността на земеделските култури. Въпросът е особено значим в контекста на докладите на Междуправителствена експертна група по изменението на климата (Intergovernmental panel on climate change – IPCC), според които очакваната комбинация от високи температури и повишаваща се влажност на въздуха ще компрометират дейностите на открито и най-вече земеделието (IPCC 2013). Прогнозата през 2100 година за териториите, при които се наблюдава комбинацията от високи температури и висока влажност на въздуха е, че през част от годината

повечето видове човешка дейност на открито, включително земеделската реколтата ще бъдат компрометираны (IPCC 2013). Някои сценарии на CESM (Community Earth System Models) показват, че за Средиземноморието и умерените ширини можем да очакваме повишение на температурите на въздуха и намаляване на валежите. (IPCC 2013; Попов, Топлийски 2015)

Получената статистика е от значение като цяло за живота на хората и в частност за дейността на различни отрасли на икономиката (земеделие, промишленост, транспорт, туризъм, здравеопазване, спорт и др.) (Попов, Пенева 2015). Зависимостта на човека и стопанската дейност от природните условия и в частност от климатичните се очерта още по-категорично през последните пет – шест десетилетия. Това се отнася не само за земеделието, но и за други отрасли на стопанството като енергетика, строителство, транспорт, добивна промишленост, туризъм и пр., които в различна степен са пряко или косвено зависими от климата. Фокусът на интерес е въпросът за причините за тези промени.

Колеланията на климата в Сърбия са свързани с промените, както в макроциркуляционните процеси, така и с локалните особености на територията. Физическите свойства на въздушните маси и тяхното географско разпределение имат голямо значение, защото определят времето върху големи площи. По резултатите на В. Дучич и М. Радулович в учебника „Климата в Сърбия“, използват периода 1951-2000 г. Най-голямо колебание на температурите на въздуха отчитат при станциите в източна Сърбия, както и в части от Войводина и северозападна Сърбия. Станциите на юг и югоизток имат негативен линейен тренд. Техният анализ показва, че най-изразените промени са отчетени през пролетта и есента. В настоящата статия са използвани данните на средногодишните и средно месечните температури на въздуха са взети от РХМЗС (Републички хидрометеоролошки завод Србйие).

*Таблица 1 – Наименованията на станциите, тяхната географска дължина, географска ширина и надморската височина*

Име	Географска дължина	Географска ширина	Надморска височина
Белград	20° 28'	44° 48'	132m
Вальево	19° 55'	44 ° 17'	174m
Вранье	21° 55'	42 ° 33'	433m
Зренянин	20° 23'	45 ° 24'	80m
Кикинда	20° 28'	45 ° 51'	81m
Копаоник	20° 48'	43 ° 17'	1711m
Крагуйевац	20° 56'	44 ° 02'	181m
Лесковац	21° 57'	42 ° 59'	231m
Ниш	21 °54'	43 ° 20'	202m
Нови Сад	19° 50'	45 ° 19'	86m
Сйеница	20° 00'	43 ° 16'	1038m
Сомбор	19 ° 05'	45 ° 46'	87m
Сремска митровица	19° 33'	45 ° 01'	81m
Черни връх	21° 58'	44 ° 08'	1037m

## Дискусия

### Промени в средно годишните температури

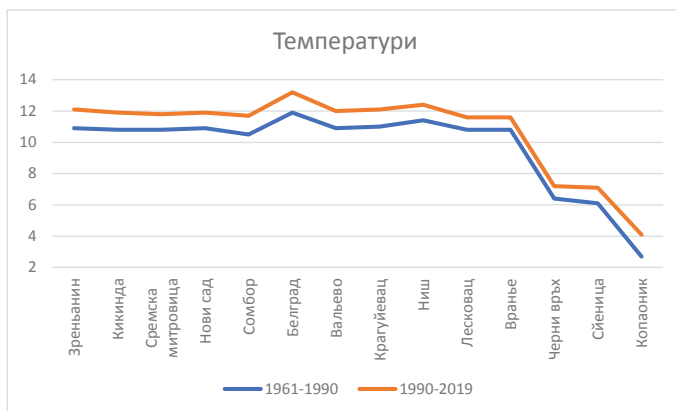
Ст. Сйеница е най-студеното място в Сърбия (Ракичевич). Сйеничката котловина е една от най-високите котловини на Балканския полуостров, която се намира на надморска височина от 1038 m. Заобиколена е от всички страни от планините: Голия, Явор планина и Ядовичка планина. От тези планини през зимата студеният въздух се спуска и се формира инверсии, и поради високите планини, които са около котловината, въздухът почти не се движи. Най-горещата станция за период 1990-2019 година е ст. Белград със средногодишна температура 13,2 °C. Най-студената станция е Копаоник – 4,1 °C. (Таблица 2)

Линейния тренд на средногодишните температури показва положителни стойности при всичките станции, като най-високи са за ст. Пирот 0,8 °C/10 год., ст. Белград и ст. Ниш 0,7°C/10 год, а най-ниски за ст. Крагуйевац 0,4°C/10 год . (Таблица 2)

Средногодишната температура за ст. Белград за периодът 1990-2019 г. е 13,2 °C. Следващата най-гореща станция е Ниш с 12,4 °C, като се има предвид, че това е вътрешна станция заобиколена от планини със силно изразен континентален характер. Най-ниската средногодишна температура е изчислена при най-високата станция в Сърбия – ст. Копаоник с 4,1° C. Сърбия е страна, която е отдалечена от морета и океани и е отворена широко към континенталният климат на северна, източна и западна Европа, което е и причината тя да има силно изразен континентален климат с големи амплитуди, топло лято и студена зима. Средно годишна температура на въздуха за период 1990 – 2019 г. с надморска височина до 300 m е 12 °C, с надморска височина до 500m е 11,6°C, а с надморска височина над 1000m е 6,1 °C.

Изследвайки двата периода (1961-1990 и 1990-2019) регистрираме увеличаване на средно годишните температури в границите от 0,8 °C до 1,4 °C. С по-високи стойности е затоплянето в северната част на страната, докато в по-южните райони затоплянето е до 1°C. За периода 1961-1990 г. в извънпланински станции средно годишните температури са в интервала от 10,5 °C до 11,9 °C, в планинските над 1000 m са между 6,1 °C и 6,4 °C, а над 1500 m са от 2 до 3 °C до. За период 1990-2019 г. в извън-планинските станции средно годишните температури са в интервала от 11,6 °C до 13,2°C, а в планинските над 1000 m са около 7°C, докато над 1500 m е между 4 -5 °C.

От средногодишните стойности и за двата периода ясно се вижда, че във всичките станции температурата на въздуха за период 1990 – 2019 г се е повишила в сравнение с периода 1961 – 1990 г. Най – големите колебания се виждат при планинската ст. Копаоник и ст. Белград с около 1,4 °C, а най-малките са при ст. Вранье и ст. Лесковац 0,8°C.



Фиг.1 Изменение на средногодишните температури на въздуха (станциите са подредени според надморската височина от низините към планините)

Таблица 2: Средногодишна температура за период 1961-1990 г. и 1990-2019 г. и линейния тренд за период 1990-2019 година

Име	Средно годишна температура 1961-1990 година	Средно годишна температура 1990-2019 година	Линейния тренд 1990-2019 година
Белград	11,9	13.2	$y = 0.0711x + 12.079$
Вальево	10,9	12	$y = 0.0652x + 11.03$
Вранье	10,8	11.6	$y = 0.0529x + 10.78$
Зренянин	10,9	12.1	$y = 0.0635x + 11.133$
Кикинда	10,8	11.9	$y = 0.0554x + 11.083$
Копаоник	2,7	4.1	$y = 0.0558x + 3.2722$
Крагуйевац	11	12.1	$y = 0.048x + 11.364$
Лесковац	10,8	11.6	$y = 0.0588x + 10.698$
Ниш	11,4	12.4	$y = 0.0617x + 11.477$
Нови Сад	10,9	11.9	$y = 0.0711x + 10.874$
Сйеница	6,1	7.1	$y = 0.0588x + 6.2313$
Сомбор	10,5	11.7	$y = 0.0585x + 10.764$
Сремска митровица	10,8	11.8	$y = 0.0505x + 11.025$
Черни връх	6,4	7.2	$y = 0.0571x + 6.2648$

### Промени в средно месечните температури

Най-високата средно януарска температура за период 1990-2019 г. има ст. Белград (1,9°C) поради силно изразено градско влияние, докато останалите станции с надморска височина до 300 m имат от 0,5 °C до 1,3 °C. В районите с надморска височина от 300 до 500 m средната януарска температура е от - 0,1 °C до 0,1 °C. При станциите с надморската височина над 1000 m средна януарска температура е между -4,5 °C и -3,3 °C. С най-силно изразен континентален климат е Войводина. В планините над 1000 m преобладава планинският климат, който е със сравнително дълга и студена зима и

кратко лято. На всеки 100 m надморската височина температура се понижава с 0,56 °C (Rakićević). През февруари най-топлата станция е Белград (3,8 °C) и ст. Ниш (3,1 °C), а най-студената е ст. Копаоник (-4,3 °C). През пролетните месеци най-топлата станция е Белград, след нея ст. Ниш и ст. Вальево, а най-студената ст. Копаоник. През летните месеци отново най-топлите станции са ст. Белград и ст. Ниш, при които средните месечни температури за юли и август са над 23 °C, докато при всичките останали са около 22 °C. В планинските станции (Сйеница, Черни връх и Копаоник) варирането е от 11,3 °C за ст. Копаоник до 17,7 °C за ст. Черни връх. През есените температурите се бавно понижават, като с всеки следващия месец температурите падат с средно 5 °C. Отново при всичките месеци най-високи температури отчитаме в Белград, а най-ниски в ст. Копаоник. През декември ст. Сйеница е по-студена от ст. Копаоник. (таблица 4) Най-вероятната причина за това е, че Сйеница която е котловина и е заобиколена от планини по-дълго време задържа студената въздушна маса.

Най-топлият месец за периода 1990-2019 г. е юли (таблица 4), освен при станциите Копаоник, Черни връх и Вранье, където най-топлият месец е август. При станциите с по-голяма надморска височина температурният максимум е изместен през август. Най-високите средномесечни стойности са разпределени в станциите с по-ниската надморска височина (Банат, Поморавье). Изключение е ст. Ниш, която се намира на надморската височина от 202 m, но има сравнително високи стойности.

На цялата територия на Сърбия най-студеният месец е януари. Единствените станции с отрицателни температури през януари са планинските и ст. Пирот, която се намира в умерено-континентален климат и е заобиколена от Стара и Сува планина. Причината за това, че в ст. Пирот е отрицателна температурата е малкият ъгъл на падане на слънчевите лъчи и краткото време на инсолация и отрицателният радиационен баланс през този месец. При планинските станции (Копаоник, Сйеница и Черни връх) отрицателни стойности имат всичките зимни месеци (декември, януари, февруари), а ст. Копаоник има такива и през месец март. Най-студената зима е в планинските части, в област Банат и крайните източни части, като причината е голяма континенталност и отдалечеността от големите водни басейни. По-топла зима имат станции Белград, Вальево, Крагуйевац. Ст. Крагуйевац, поради обиколността от много планини, има местен по-топъл климат. На таблица 3 може да видим големите годишни амплитуди, като най-големи са в Войводина и са около 22,5 °C, което е следствие на голямата континенталност и отвореност към Европа, докато в планините и местата с местен климат амплитудите не са толкова добре изразени. Характерната черта на климата в Сърбия е неговата голяма променливост. Т.е. през зимните месеци, в по-голямата част, страната е под влияние на студените атлантически въздушните маси, с много сняг и сравнително топла зима, но има и периоди, когато нахлува студеният полярен въздух от север и североизток и зимата тогава е с малко сняг и студена. Също така през лятото нахлува топъл въздух свързан с антициклоните възникващи по Азорския максимум и времето в страната тогава е горещо и сухо. През зимите, когато нахлуват полярните въздушни маси, средните температури са доста ниски и в повечето случаи отрицателни, а когато е под влияние на океанските или тропическите въздушни течения, средните зимни температури са по-топли. Температурите през зимните месеци на всички станции са значително променливи в сравнение с летните месеци.

При средно месечните температури и в двата периода минималните температури са през януари а максималните през юли, освен при ст. Копаоник и ст. Черни връх когато максималните температури са изместени през август.

Чрез анализа за период 1961-1990 г. и 1990-2019 г., може да кажем, че при ст. Белград температурата се е увеличила през всичките месеци със средно 1 °С, като през юли и август температурите средно са се увеличили с 2 °С. Най-малко увеличаване на температурата се забелязва през есента и декември, като декември увеличаването е едва 0,6 °С. Ст. Вальево най-голямо увеличение на температурата на въздуха има през юли и август, средно около 2 °С, докато при останалите месеци увеличаването е около 1 °С.

Минималното увеличение е през зимата, по-малко от 1 °С. Ст. Вранье е станция с по-голяма надморска височина и при нея средно месечните температури не са се увеличили много. Най-голямото увеличаване се наблюдава през юни, юли и август, със средно 2 °С, докато при останалите месеци увеличаването е под 1 °С. Минималното увеличаване е през декември 0,2 °С. Ст. Зренянин най-голямо увеличаване има през юни, юли, август и ноември, над 2 °С, през април и октомври със средно увеличаване 1 °С, докато останалите месеци увеличаването е по-малко от 1 °С. При ст. Кикинда се наблюдава най-голямо увеличаване на температурата през януари и август със средно 2 °С, над 1 °С увеличаване имат месеците май, юни, юли и ноември, докато при останалите месеци увеличаването е под 1 °С.

Таблица 3: Средно месечни температури 1961-1990 г. и 1990-2019 г.

Станции	период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Белград	1961-1990	0.4	2.8	7.2	12.4	17.2	20.1	21.8	21.4	17.7	12.5	7	2.3
	1990-2019	1.9	3.8	8.4	13.5	18.2	21.9	23.8	23.7	18.4	13.3	8.1	2.9
Вальево	1961-1990	-0.4	2.0	6.3	11.1	16.0	19.1	20.8	20.2	16.5	11.2	6.1	1.5
	1990-2019	1.1	2.9	7.3	12.1	16.9	20.8	22.5	22.2	17.0	12.0	7.1	2.0
Вранье	1961-1990	-0.7	2.0	6.1	11.0	15.6	18.6	20.7	20.6	16.9	11.6	5.9	1.0
	1990-2019	0.1	2.6	6.7	11.8	16.1	20.1	22.2	22.3	17.1	12.0	6.6	1.2
Зренянин	1961-1990	-0.9	1.9	6.3	11.2	16.7	19.3	20.9	20.5	16.8	11.4	5.4	1.3
	1990-2019	0.5	2.4	7.1	12.5	17.5	21.2	22.8	22.7	17.4	12.2	7.1	1.6
Кикинда	1961-1990	-1.5	1.2	5.9	11.4	16.6	19.6	21.1	20.4	16.7	11.3	5.5	0.9
	1990-2019	0.5	2.1	7.0	12.4	17.4	21.1	22.8	22.5	17.1	11.8	6.7	1.3
Копеоиник	1961-1990	-5.6	-5.5	-3.2	1.2	6.4	9.0	11.3	11.4	8.2	4.1	-0.7	-3.9
	1990-2019	-4.5	-4.3	-1.7	2.5	7.4	11.3	13.2	13.6	8.9	5.1	1.5	-3.4
Крагујевац	1961-1990	-0.1	2.2	6.3	11.3	16.1	19.0	20.6	20.2	16.7	11.4	6.4	1.8
	1990-2019	1.3	3.0	7.2	12.1	16.7	21.0	22.6	22.2	17.0	12.1	7.5	2.2
Лесковац	1961-1990	-0.8	1.9	6.2	11.3	16.2	19.0	20.7	20.3	16.4	11.0	5.8	1.0
	1990-2019	0.1	2.4	6.9	11.7	16.4	20.4	22.3	22.0	16.6	11.5	6.5	1.5
Ниш	1961-1990	-0.2	2.5	6.7	11.9	16.6	19.5	21.3	21.1	17.2	11.9	6.4	1.7
	1990-2019	0.8	3.1	7.5	12.6	17.2	21.1	23.2	23.1	17.8	12.6	7.5	2.2
Нови сад	1961-1990	-1.0	1.5	6.0	11.4	17.1	19.6	21.1	20.6	16.9	11.5	5.9	1.2
	1990-2019	0.7	2.3	6.5	12.4	16.6	20.8	22.4	22.3	17.2	12.0	6.9	1.6
Сјеница	1961-1990	-5.0	-2.7	1.3	6.1	10.9	13.7	15.3	15.0	11.7	7.0	2.3	-2.6
	1990-2019	-3.5	-1.8	2.2	6.9	11.5	15.3	17.0	16.8	12.2	8.0	3.2	-2.2
Сомбор	1961-1990	-1.3	1.3	5.7	11.1	16.3	19.3	20.7	20.0	16.2	10.9	5.3	0.9
	1990-2019	0.6	2.0	6.6	12.2	17.2	21.0	22.5	22.0	16.8	11.6	6.3	1.3
Сремска митровица	1961-1990	-0.8	1.8	6.2	11.5	16.5	19.3	20.7	20.2	16.5	11.2	5.7	1.2
	1990-2019	0.6	2.3	7.2	12.4	17.4	20.8	22.0	21.6	16.6	11.6	6.8	2.2
Черни врх	1961-1990	-4.2	-3.0	1.0	6.4	11.5	14.1	16.0	15.8	12.6	7.3	1.8	-2.3
	1990-2019	-3.3	-2.3	1.5	6.8	11.7	15.4	17.5	17.7	12.5	7.5	2.5	-2.0

При ст. Копаоник най-голямо увеличаване на температурите имат месеците юни, юли, август и ноември, над 2 °С, септември и декември имат по-малко от 1 °С, а всички останалите месеци са със средномесечно увеличаване на температурата над 1 °С. Ст. Крагуйевац през юли и август има увеличаване на температурата над 2 °С, през юни и ноември увеличаването е средно с 1 °С, а при останалите месеци увеличаването е под 1 °С. При ст. Лесковац се наблюдават малки колебания в сравнение с 1961-1990 г. Увеличаване със средно 2 °С се наблюдава през юли и август, през юни и ноември увеличаването е със средно 1 °С, а при останалите месеци увеличаването е по-малко от 1 °С, като минималното е през май 0,2 °С. При ст. Ниш най-големите колебания в сравнение с 1961-1990 г. са през юли и август около 2 °С, увеличаване на температурата над 1 °С е в месеците януари, юни и ноември. В останалите месеци увеличаването е под 1 °С. Станция Нови сад има най-малки колебания през двата периода. През месец май температурите са еднакви и за двата периода. През януари, юни, юли и август температурата се е увеличила с повече от 1 °С. Ст. Сйеница през месеците януари, юни, юли, август и октомври имат увеличаване на температурата с над 1 °С, при останалите месеци, увеличаванията са под 1 °С, като минималните увеличавания са през май 0,3 °С и декември 0,4 °С. При ст. Сомбор най-големите увеличавания на температурата се забелязват през август с 2 °С и през януари 1,9 °С. При останалите станции увеличаванията на температурата са средно около 1 °С, като минималното увеличаване се наблюдава през декември 0,4 °С. При ст. Сремска митровица минимално увеличаване на температурата се наблюдава през септември 0,1 °С, през декември за разлика от останалите станции които имат минимално увеличаване на температурата, ст. Сремска митровица има увеличаване с 1 °С. Също така при почти всичките станции през август увеличаванията на температурата са около 2 °С, но при ст. Сремска митровица, температурата се е повишила с 0,8 °С. При ст. Черни връх температурата се е повишила с над 1 °С в юни, юли и август, при останалите станции увеличаването е под 1 °С.

### **Заклучение**

От казаното до тук и таблица 3 можем да обобщим, че увеличаването на средно месечните температури на въздуха в период 1990-2019 г. в сравнение с периода 1961-1990г. е с около 1°С. Най-голямото увеличаване на температурата на въздуха е през лятото, основно през юли и август със средно 2°С. За по-голямата част от повечето станции голямо увеличаване на температурата се наблюдава и през ноември. Най-големите увеличавания на температурата имат станциите с по-голяма надморска височина и някои от станциите в северната част на територията. В планинските станции има и голямо увеличаване на температурата през януари. Минималното увеличение на температурата на въздуха при всичките станции се забелязва през декември със средно 0,5°С, с изключение на ст. Сремска митровица която през декември има увеличаване на температурата с 1°С.

При средногодишните температури и за двата периода ясно се вижда, че във всичките станции температурата на въздуха за период 1990 – 2019 г се е повишила в сравнение с периода 1961 – 1990 г. с около 1 °С. Най – големите колебания се виждат при планинската ст. Копаоник и ст. Белград с около 1,4 °С, а най-малките са при ст. Вранье и ст. Лесковац 0,8°С.

### Литература

Попов, Хр., Д. Топлийски. 2015. Моделиране на въздействието на глобалното изменение на Сборник от научни конференции с международно участие „География и регионално развитие“, Фондация „ЛОПС“, с.151-166.

Попов, Хр., Е. Пенева. 2015. Режим на температураите и валежите по долините на реките Струма, Места и Вардар за периода 1951-1990 г. Год.СУ, т. 107, ГГФ, кн.2-География, с. 39-53

Rakićević Tomislav, Зборник радова KLIMA BEOGRADA

IPCC First Assessment Report.1990 Scientific Assessment of Climate change – Report of Working Group. <http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>

IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995 The Science of Climate Change.

IPCC Third Assessment Report: Climate change 2001. The Scientific Basis

IPCC Fourth Assessment Report: Climate change 2007. The Scientific Basis

IPCC Fifth Assessment Report. Climate change 2013. Synthesis report.

Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). 2007, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.