

Поновљивост топлих лета у Београду

**Анализа броја дана са највишом дневном температуром
једнаком или већом од 35 степени**

Недељко Тодоровић

1. Увод

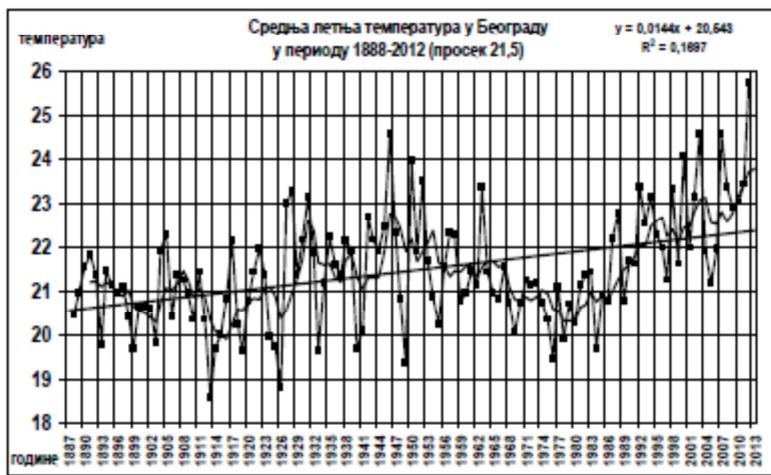
Временске прилике, изражене преко мноштва метеоролошких параметара, непрекидно осцилацију око просечног, равнотежног стања (климатски средњац). Понављају се после неког периода, али практично никад нису исте, већ се у неком одређеном степену (амплитуда) разликују од претходних. Истраживачи покушавају да утврде законитости понављања сличних временских ситуација или неког метеоролошког параметра. Тако, сада су актуелни разни индекси циркулације као што су NAO (North Atlantic Oscillation), AO (arctic Oscillation), PDO (Pacific Decadal Oscillation), LSO (Luni-Solar Oscillation) и циклуси Сунчеве активности. За подручје Београда установљена је корелација између ових индекса и поновљивости хладних зима које су окарактерисане температуром и висином снежног покривача (Paskota M, Vujović D, Todorović N, 2013). У овом раду даје се кратка анализа поновљивости топлих лета у Београду и пројекција за наредне деценије.

2. Подаци

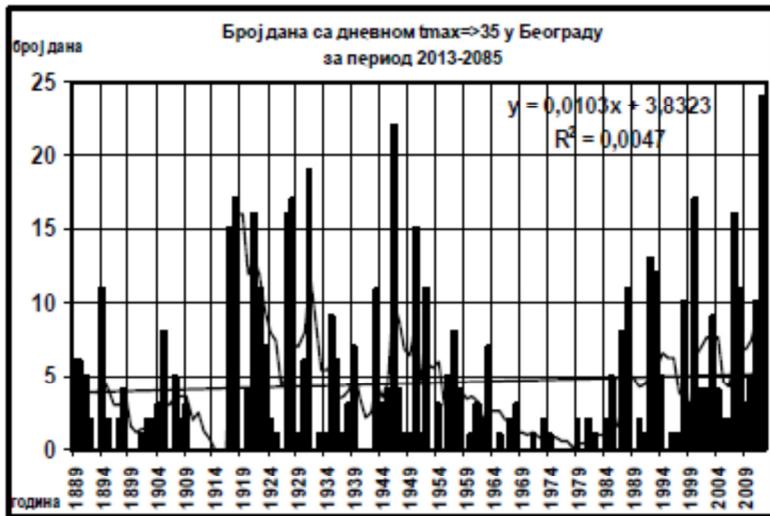
У раду су коришћени подаци о средњој летњој (јун-јули-август) температури и броју дана са највишом дневном температуром једнаком или већом од 35 степени.

3. Метод рада

За анализу су коришћени графици и спектрална анализа података. Топла лета у Београду, изражена преко температурног режима, имају одређену законитост понављања.



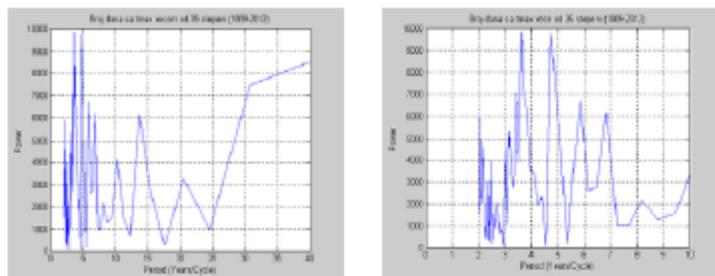
Слика 1. Средња летња температура у Београду



Слика 2. Број дана са највишом дневном температуром једнаком или већом од 35 степени у Београду у периоду 1888-2012. Података о броју дана није било за године 1911., 1914.-1916., 1919., и 1942.

На слици 1 уочавају се периоди са трендом раста и опадања средње летње температуре. Карактеристичне године које раздвајају те периде су 1913. и 1976. с најнижом средњом летњом температуром и дужином периода између њих од 63 године, и године 1946. и 2012. с највишом летњом температуром и периодом између њих у трајању од 66 година. Анализа на основу покретног низа података од 5 година даје дужину тих периода у трајању од приближно исто толико година (64-66 година).

На слици 2 такође се уочавају периоди са чешћом појавом лета са већим или мањим бројем дана са температуром једнаком или већом од 35 степени. Број дана са екстремно високом температуром је у корелацији са средњом летњом температуром (Vujović D, Todorović N, 2008), тако да су дужине уочених периода између карактеристичне године приближног трајања. На основу покретног низа података од 5 година добија се период у трајању од 65 година. Поред тога, могли би се издвојити периоди у којима је број дана са $t_{max} \geq 35$ често био већи од 10 (1917-1952, трајање 35 година, и 1988-2012, трајање 24 године), и периоди када је њихов број био мањи од 10 (1953-1987, трајање 34 године). Дакле, на основу овог критеријума, један цео период (талац) са „топлим“ и „хладним“ летима има трајање од 69 година што је вредност приближна раније добијеним дужинама трајања. Актуелни „топли“ период је непотпун.



Слика 3. Периодограм за број летњих дана са $t_{max} \geq 35$ степени.

Спектрална анализа указује на поновљивост броја дана са $t_{max} \geq 35$ степени сваких 4-5, 14 и 31 годину. Недовољна дужина низа не омогућава добијање вредности следећег дужег периода.

Спектрална анализа летње температуре даје поновљивост од 60 година (Vujović D, Todorović N, 2008). Графички метод анализе средње летње температуре и броја дана са $t_{\text{max}} \geq 35$ степени даје поновљивост од 65 година.

Табела 1. Подударност година са сличним летњим температурним режимом. Подаци у колонама: 1-број карактеристичне године, 2-године, 3-број дана са $t_{\text{max}} \geq 35$ степени у години у колони 2, 4-године, 5-број дана са $t_{\text{max}} \geq 35$ степени у години у колони 4, 6-дужина трајања периода између година у колони 2 и 4. У међуредовима је дужина трајања периода између година у истој колони.

Карактеристични максимуми						Карактеристични минимуми						
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
1	1918	17	1985	5	67	1	1913	0	1976	0	63	
	3		3				13		13			
2	1921	19	1988	11	67	2	1926	0	1989	0	63	
	6		4				3		2			
3	1927	16	1992	13	65	3	1920	4	1983	0	63	
	1		1				3		4			
4	1928	17	1993	13	65	4	1929	1	1991	1	62	
	7		7				3		4			
5	1935	9	2000	17	65	5	1932	0	1995	0	63	
	8		7				8		10			
6	1943	11	2007	16	64	6	1940	0	2005	4	65	
	3		5				1		1			
7	1946	22	2012	24	66	7	1941	0	2006	4	65	
							3		3			
					65,5		8	1944	3	2009	3	63
											63,38	

4. Резултати

Анализа средње летње температуре и броја дана са највишом дневном температуром једнаком или већом од 35 степени на неки начин упарује године са сличним вредностима ових параметара. У прегледној табели 1. дате су године и дужина трајања периода између њих, а главни критеријум је био број дана са највишом дневном температуром једнаком или већом од 35 степени, а као корективни фактор узимана је средња летња температура.

На основу запажања о смењивању топлијих и хладнијих лета могуће је донекле сагледати и њихове будуће осцилације (ритам). Пројекција се састоји у одређивању карактеристичних година с „топлим“ и „хладним“ летима и њиховим одговарајућим

бројем дана са $t_{\max} \geq 35$ степени, поновљивости, вредностима средње летње температуре и тренду оба параметра.

У табели 2, у колони 6, дужина трајања периода између година у колони 2 и 4 је осредњена на 65 година за оба типа карактеристичних тачака, а у колони 5 урачунат је тренд пораста броја дана са $t_{\max} \geq 35$ степени који износи 1 дан на 100 година. На основу карактеристичних тачака датих у табели 2, осцилација и тренда средње летње температуре урађен је график (слика 4).

Табела 2. Пројекција броја дана са $t_{\max} \geq 35$ степени у Београду. Значење вредности је исто као у табели 1.

Карактеристични максимуми						Карактеристични минимуми					
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	1950	15	2015	16	65	1	1949	2	2014	3	65
2							4		4		
2	1952	11	2017	12	65	2	1953	0	2018	1	65
5		5					2		2		
3	1957	8	2022	9	65	3	1955	0	2020	1	65
6		6					4		4		
4	1963	7	2028	8	65	4	1959	0	2024	1	65
5		5					5		5		
5	1968	3	2033	4	65	5	1964	0	2029	1	65
5		5					6		6		
6	1973	2	2038	3	65	6	1970	0	2035	1	65
8		8					6		6		
7	1981	2	2046	3	65	7	1976	0	2041	1	65
4		4					7		7		
8	1985	5	2050	6	65	8	1983	0	2048	1	65
3		3					3		3		
9	1988	11	2053	12	65	9	1986	0	2051	1	65
4		4					3		3		
10	1992	13	2057	14	65	10	1989	0	2054	1	65
1		1					6		6		
11	1993	13	2058	14	65	11	1995	0	2060	1	65
7		7					10		10		
12	2000	17	2065	18	65	12	2005	4	2070	5	65
7		7					1		1		
13	2007	16	2072	17	65	13	2006	4	2071	5	65
5		5					3		3		
14	2012	24	2077	25	65	14	2009	3	2074	4	65

5. Закључак

Поновљивост броја дана са $t_{\max} \geq 35$ степени у периоду 1889-2012. омогућава пројекцију за наредне деценије. Спектрална анализа и графичка метода указују да ће наредних 30-35 година број дана са $t_{\max} \geq 35$ степени опадати, а затим поново расти. Пројекција средње летње температуре је у корелацији са пројекцијом броја дана.

На основу тога у наредне три деценије можемо очекивати тренд пада летњих температура.

У укупном тренду пораста средње годишње температуре у Београду највећи удео имају зимске минималне температуре што је пре свега последица урбанизације (ширење града и стварање топлотног острва и урбанизација непосредно око Метеоролошке опсерваторије). Због тога би пројектовани тренд пада летњих температура једним делом био компензован зимским трендом пораста (ако га буде било) што би на годишњем нивоу узроковало блажи тренд пада средњих годишњих температура.



Слика 4. Број дана са $t_{\max} \geq 35$ степени у Београду од 1889 до 2012, пројекција за период 2013-2085 са трендом на основу покретног низа података од 5 година.

Референце:

1. Vujović D, Todorović N, 2008: The Changes in Extreme Air Temperatures during the period 1887-2007 at Belgrade, Serbia. Ovidius University Annals, Series: Civil Engineering (2008), 1, No. 10, 119-124, Constantza, Romania.
2. Paskota M, Vujović D, Todorović N, 2013: Repetitiveness and underlying characteristics of climatologic parameters in winter *Theor. Appl. Climatol.*, DOI: 10.1007/s00704-012-0788-6, IF₂₀₁₁=1.942 (M₂₂)