

ЗАШТИТА ПРИРОДЕ PROTECTION OF NATURE	Бр. 60/1–2 № 60/1–2	страна 641–652 page 641–652	Београд, 2009 Belgrade, 2009	УДК: Scientific paper
---	------------------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------------

Владан Дуцић¹, Јелена Луковић², Бошко Миловановић³

ПРОМЕНЕ ТЕМПЕРАТУРА И ПАДАВИНА У СРБИЈИ У ДРУГОЈ ПОЛОВИНИ XX ВЕКА У СКЛОПУ ГЛОБАЛНИХ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Извод: У раду су обрађени трендови температура и падавина у периоду 1949–2006. на мрежи од 18 метеоролошких станица у Србији. Друга половина двадесетог века је посебно интересантна за ову врсту истраживања јер у њој по тврдњама Међувладиног панела за климатске промене (IPCC) у климатским колебањима доминира антропогени утицај. Тај утицај се уочава као глобални пораст температуре, а у нашем региону, би требало пре свега да се уочи као смањење количине падавина.

За детектовање и оцену тренда коришћен је Ман-Кендалов тест. Због слабе осетљивости на појединачне грешке и аутлејере (тј. ретке, атипично екстремне вредности), за оцену нагиба тренда је одабран Сенов приступ. На годишњем нивоу, на неколико станица (Београд, Неготин, Зајечар, Палић, Сомбор, Призрен, Златибор, Сјеница) је уочен статистички значајан узлазни тренд температуре ваздуха. На нивоу целе Србије, постоји узлазни тренд температуре ваздуха, али без статистичке значајности ($z=1,44$). Слични резултати се добијају и при анализи апсолутно максималних температура ваздуха. Само у Врању, Смедеревској Паланци и Сомбору постоји статистички значајан узлазни тренд, док код апсолутно минималних температура ни на једној станици није детектована значајност било узлазног, било силазног тренда. У погледу падавина (на годишњем нивоу) Србија у целини бележи несигнификантан позитивни тренд ($z=0,64$). Неготинска крајина показује значајан негативан тренд, док крајњи југ, односно југозапад Србије (Златибор, Сјеница, Призрен) показују статистички значајан позитиван тренд. Дакле, промене температуре у Србији у другој половини XX века су по знаку у складу са глобалним променама, али нису статистички значајне. Промене количине падавина не оправдавају хипотезу о доминацији антропогеног ефекта стаклене баште. Да би се што детаљније испитале карактеристике посматраних климатских елемената, анализирани су и њихове сезонске вредности.

Кључне речи: Глобалне климатске промене, IPCC, Србија, температура, падавине.

Abstract: The paper deals with temperature and precipitation trends in the period 1949–2006 recorded in the network of 18 meteorological stations in Serbia. The second half of the 20th century is particularly interesting for this type of research, because in this period, according to statements of the Intergovernmental Panel on

¹ Географски факултет, Студентски трг 3/III, 11000 Београд, vladan@gef.bg.ac.yu

² Географски факултет, Студентски трг 3/III, 11000 Београд, jelenalu@yahoo.com

³ Завод за заштиту природе Србије, Ивана Рибара 91, 11070 Нови Београд, paleoklimat@yahoo.com

Climate Change (IPCC), anthropogenic influence has a dominant role in climate oscillations. This influence is reflected in the increase in global temperature, while in our region it should be noted first of all as decrease of precipitation quantity.

For detecting and evaluation of trends Mann-Kendall test was used. Due to poor sensitivity to individual errors and outliers (i.e. rare, atypical extreme values), for evaluation of the trend movement Senn's method was chosen. At annual level, in several stations (Belgrade, Negotin, Zaječar, Palić, Sombor, Prizren, Zlatibor, Sjenica), statistically significant upward air temperature trend has been noted. At the level of the whole Serbian territory upward air temperature trend is present, although without statistical significance ($z=1,44$). Similar results have been obtained by the analysis of absolutely maximum air temperatures. Only in Vranje, Smederevska Palanka and Sombor statistically significant upward trend is present; when absolutely minimum temperatures are in question neither upward nor downward trends have been detected in any of the stations. When precipitation is in question (at annual level) insignificant positive trend ($z=0,64$) has been noted for Serbia on the whole. Negotinska Krajina shows significant negative trend, while the extreme south regions, i.e. south west regions of Serbia (Zlatibor, Sjenica, Prizren) demonstrate statistically significant positive trend. According to this, temperature changes in Serbia in the second half of the 20th century demonstrate to be in compliance with the global change, although they are statistically insignificant. Changes in total precipitation quantities do not justify the hypothesis on dominance of the anthropogenic greenhouse effect. Annual draught index according to Em. de Marton records irrelevant changes, on the basis of which a conclusion could be drawn that in Serbia on the whole there has been no change in landscape type in the monitored period. In order to examine characteristics of the monitored climatic elements their seasonal values have been analyzed as well.

Key words: Global climate change, Serbia, temperature, precipitation, draught

УВОД

Међувладин панел за климатске промене IPCC (2007) је у више наврата давао своје процене могућег утицаја људских активности, пре свега, емисије CO₂ на температуру ваздуха. Последње процене су из 2007. године и по њима би температура ваздуха до краја овог века, под условом да се настави антропогена емисија CO₂ могла да порасте између 2°C и 4.5°C. Дајући процене будућих колебања климе на нашим просторима, Поповић, Јовановић (1994) истичу да је утицај антропогеног ефекта стаклене баште довео до нарушавања енергетског биланса и до глобалног загревања атмосфере.

Према подацима GHCN (Global Historical Climate Network)* који су резултат приземних метеоролошких мерења, на простору Европе (30–70°N, 10°W–45°E) је дошло до статистички значајног повећања температуре ваздуха од 0.13°C по декади у периоду 1949–2006. године.

Према пројекцијама IPCC⁴ на простору јужне Европе би по појединим сценаријима могло доћи до смањења годишње количине падавина за по 1% по декади, односно 5% по декади у летњим месецима.

Имајући у виду наведене пројекције, покушали смо да испитамо промене ових климатских елемената на простору Србије у периоду 1949–2006. године.

БАЗА ПОДАТАКА, МЕТОДОЛОГИЈА И РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

За анализу промена температуре ваздуха и количине падавина коришћени су подаци са мреже од 18 метеоролошких станица у Србији у поменутом периоду.

* Подаци са GHCN — Глобалне мреже климатолошких станица су доступни на сајту www.co2science.org

⁴ <http://www.grida.no/climate/ipcc/regional/097.htm>

Табела 1. Резултати анализе тренда средњих годишњих температура ваздуха у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
Београд	2,23	*	11,70
Димитровград	-1,35		9,93
Кикинда	1,51		10,86
Крагујевац	1,45		10,96
Крушевац	1,03		10,87
Негојин	2,52	*	10,87
Ниш	0,55		11,43
Нови Сад	1,57		10,89
Палић	1,65	+	10,59
Призрен	1,80	+	11,76
Сјеница	2,10	*	5,961828
Смедеревска Паланка	1,10		10,99886
Сомбор	1,79	+	10,58004
Ваљево	1,62		10,77124
Велико Градичиће	-0,42		11,10104
Врање	-0,53		10,8994
Зајечар	1,84	+	10,27596
Златибор	2,61	**	6,93
Србија	1,44		10,6232
Србија без Београда и Ниша	1,40		10,49394

Табела 2. Резултати анализе тренда годишњих сума падавина у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
Београд	-0,10		695,90
Димитровград	0,43		632,23
Кикинда	-0,43		569,00
Крагујевац	0,52		621,34
Крушевац	0,27		626,31
Негојин	-2,00	*	708,47
Ниш	0,43		570,24
Нови Сад	0,87		567,70
Палић	1,04		521,06
Призрен	1,83	+	680,85
Сјеница	2,58	*	638,3463
Смедеревска Паланка	1,23		591,8333
Сомбор	0,70		568,328
Ваљево	0,42		775,6112
Велико Градичиће	-0,08		664,75
Врање	-1,36		629,3
Зајечар	-1,01		623,8443
Златибор	3,16	**	861,43
Србија	0,64		635,4522

Табела 3. Резултати анализе тренда апсолутно максималних температура ваздуха у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
<i>Београд</i>	1,17		35,35
<i>Димитровград</i>	0,78		35,21
<i>Кикинда</i>	0,87		34,81
<i>Крагујевац</i>	1,62		35,82
<i>Крушевац</i>	1,51		35,89
<i>Негојин</i>	0,68		35,62
<i>Ниш</i>	1,43		36,65
<i>Нови Сад</i>	-0,38		35,54
<i>Палић</i>	0,42		34,57
<i>Призрен</i>	1,56		35,80
<i>Сјеница</i>	1,04		30,51047
<i>Смедеревска Паланка</i>	1,91	+	34,9087
<i>Сомбор</i>	2,25	*	33,68858
<i>Ваљево</i>	0,61		35,775
<i>Велико Градишће</i>	0,95		35,23235
<i>Врање</i>	1,81	+	34,45
<i>Зајечар</i>	1,05		35,73962

Табела 4. Резултати анализе тренда апсолутно минималних температура ваздуха у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
<i>Београд</i>	0,63		-12,05
<i>Димитровград</i>	0,21		-16,51
<i>Кикинда</i>	1,00		-16,72
<i>Крагујевац</i>	-0,21		-15,92
<i>Крушевац</i>	0,41		-18,32
<i>Негојин</i>	0,62		-18,81
<i>Ниш</i>	-0,44		-13,15
<i>Нови Сад</i>	0,54		-17,68
<i>Палић</i>	1,00		-16,02
<i>Призрен</i>	1,37		-14,21
<i>Сјеница</i>	1,27		-27,2213
<i>Смедеревска Паланка</i>	1,10		-19,5038
<i>Сомбор</i>	0,32		-16,8353
<i>Ваљево</i>	1,38		-17,6154
<i>Велико Градишће</i>	0,21		-15,525
<i>Врање</i>	-1,10		-14,4919
<i>Зајечар</i>	0,01		-17,85

У раду је за детектовање и оцену тренда коришћен Ман-Кендалов тест. Због слабе осетљивости на појединачне грешке и аутлејере (тј. ретке, атипично екстремне вредности), за оцену нагиба тренда је одабран Сенов приступ.

На годишњем нивоу, на неколико станица (Београд, Неготин, Зајечар, Палић, Сомбор, Призрен, Сјеница, Златибор*) је уочен статистички значајан ($\alpha=0,01-0,1$) узлазни тренд температуре ваздуха. На нивоу целе Србије, постоји узлазни тренд температуре ваздуха, али без статистичке значајности. Негативан тренд (без статистичке значајности) је забележен на југу и југоистоку земље (Врање и Димитровград) и на станици Велико Градиште (табела 1).

Ако се Србија посматра као целина (као просек вредности по годинама на посматраним станицама), у посматраном периоду је дошло до незнатног повећања количине падавина. Само Неготинска крајина бележи статистички значајан пад ($\alpha=0,05$), док је у Призрену, Сјеници и Златибору уочен статистички значајан пораст количине падавина у посматраном периоду ($\alpha=0,01-0,1$). Смањење количине падавина је очито у делу Војводине (станица Кикинда) и у долинама Тимока (станица Зајечар) и Дунава (Велико Градиште), као и на крајњем југу Србије (станица Врање), док у Београду постоји незнатно смањење количине падавина у посматраном периоду. На осталим станицама је уочен позитиван тренд количине падавина, али без статистичке значајности (табела 2).

Апсолутно максималне температуре бележе статистички значајан пораст температуре на свега три станице (Смедеревска Паланка, Сомбор и Врање — $\alpha=0,05-0,1$). На свим осталим станицама (осим у Новом Саду) такође постоји позитиван тренд температуре ваздуха. Са друге стране, апсолутно минималне температуре које на највећем броју станица (изузев Врања,

Табела 5. Резултати анализе тренда јесењих температура ваздуха у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	B
<i>Димитровград</i>	-2,05	*	11,09
<i>Кикинда</i>	-0,52		11,42
<i>Крагујевац</i>	-0,49		11,92
<i>Крушевац</i>	-0,91		11,84
<i>Неготин</i>	-0,22		11,37
<i>Ниш</i>	-1,05		12,46
<i>Нови Сад</i>	-0,50		11,59
<i>Палић</i>	-0,27		11,07
<i>Призрен</i>	-0,11		12,63
<i>Сјеница</i>	-0,48		7,58
<i>Смедеревска Паланка</i>	-1,10		11,84524
<i>Сомбор</i>	-0,02		11,01667
<i>Ваљево</i>	-0,30		11,43194
<i>Велико Градиште</i>	-1,55		12,02143
<i>Врање</i>	-1,76	+	12,21795
<i>Зајечар</i>	-1,10		10,92193
<i>Златибор</i>	0,09		8,233333

* Низ за станицу Златибор се односи на период 1952–2006. година

Табела 6. Резултати анализе тренда летњих температура ваздуха у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	B
<i>Димитровград</i>	-0,26		18,96
<i>Киkinда</i>	1,64		20,30
<i>Крагујевац</i>	1,64		19,85
<i>Крушевац</i>	1,21		20,10
<i>Негојин</i>	1,90	+	21,28
<i>Ниш</i>	0,69		20,89
<i>Нови Сад</i>	1,06		20,54
<i>Палић</i>	2,49	*	19,99
<i>Призрен</i>	2,02	*	21,23
<i>Сјеница</i>	1,97	*	14,47
<i>Смедеревска Паланка</i>	1,11		20,27072
<i>Сомбор</i>	2,06	*	19,98256
<i>Ваљево</i>	2,13	*	19,91441
<i>Велико Градичиће</i>	0,34		20,53378
<i>Врање</i>	0,61		20,14083
<i>Зајечар</i>	1,86	+	20,18333
<i>Златибор</i>	1,70	+	15,58978

Табела 7. Резултати анализе тренда пролећних температура ваздуха у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	B
<i>Димитровград</i>	0,54		9,52
<i>Киkinда</i>	1,86	+	10,81
<i>Крагујевац</i>	1,93	+	10,54
<i>Крушевац</i>	1,79	+	10,61
<i>Негојин</i>	2,83	**	10,73
<i>Ниш</i>	1,24		11,17
<i>Нови Сад</i>	2,09	*	10,69
<i>Палић</i>	1,96	+	10,56
<i>Призрен</i>	1,87	+	11,37
<i>Сјеница</i>	1,48		5,809804
<i>Смедеревска Паланка</i>	1,50		10,85652
<i>Сомбор</i>	1,72	+	10,69167
<i>Ваљево</i>	2,22	*	10,44359
<i>Велико Градичиће</i>	1,01		11,02821
<i>Врање</i>	1,21		10,47619
<i>Зајечар</i>	2,36	*	10,16054
<i>Златибор</i>	2,69	**	5,807778

Ниша и Крагујевца) показују узлазни тренд, ни на једној од станица не показују значајније промене по линији тренда.

Промене температуре ваздуха у току јесењих месеци бележе негативан тренд на скоро свим станицама (изузев Златибора где постоји незнатан узлазни тренд). На крајњем југу и југоистоку, на станицама Димитровград и Врање је забележен статистички значајан пад температуре ваздуха. У току летњих месеци се бележи пораст температуре ваздуха. Осим Димитровграда, све станице бележе узлазни тренд, док на осам станица (Неготин, Зајечар, Палић, Сомбор Призрен, Сјеница, Златибор и Ваљево) постоји статистичка значајност. У току пролећних месеци на свим станицама постоји позитиван тренд, а на чак једанаест са статистичком значајношћу ($\alpha=0,01-0,1$).

Табела 8. Резултати анализе тренда зимских температура ваздуха у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
<i>Димитровград</i>	-1,07		0,52
<i>Киkinда</i>	0,20		0,55
<i>Крагујевац</i>	-0,31		1,65
<i>Крушевац</i>	-0,44		1,24
<i>Неготин</i>	1,23		0,36
<i>Ниш</i>	-0,43		1,75
<i>Нови Сад</i>	0,41		0,91
<i>Палић</i>	-0,04		0,50
<i>Призрен</i>	0,11		1,79
<i>Сјеница</i>	1,07		-3,72
<i>Смедеревска Паланка</i>	-0,38		1,611111
<i>Сомбор</i>	0,28		0,701211
<i>Ваљево</i>	-0,45		1,590044
<i>Велико Градиште</i>	-0,67		1,216667
<i>Врање</i>	-0,67		1,166667
<i>Зајечар</i>	0,48		0,158804
<i>Златибор</i>	0,48		-2,24444

У току зимских месеци ни на једној станици не постоји статистички значајан тренд температуре ваздуха. Међутим, постоје значајне разлике по знаку. На истоку земље, у Неготинској крајини и долини Тимока постоји позитиван тренд (станице Неготин и Зајечар), док је на југоистоку и југу земље тренд негативан (Ниш, Димитровград и Врање). Негативан тренд зимских температура ваздуха бележе станице Велико Градиште, Смедеревска Паланка, Ваљево, Крагујевац и Крушевац, док у деловима Бачке (Нови Сад, Сомбор) постоји незнатно позитивно одступање по линији тренда. На југозападу Србије (станице Сјеница, Златибор и Призрен) такође постоји позитиван тренд температуре ваздуха.

У току јесени само Нови Сад показује позитиван, статистички значајан тренд промене количине падавина. У источном (Неготин, Зајечар) и јужном делу Србије постоји опадање количине падавина (Ниш, Врање) по линији тренда, док је у остатку Србије присутан позитиван тренд.

Табела 9. Резултати анализе јесењих сума падавина у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
<i>Димитровград</i>	0,66		134,03
<i>Кикинда</i>	0,96		103,50
<i>Крагујевац</i>	1,38		123,02
<i>Крушевац</i>	0,75		131,60
<i>Негојин</i>	-1,64		182,46
<i>Ниш</i>	-0,52		138,72
<i>Нови Сад</i>	1,91	+	93,47
<i>Палић</i>	0,85		109,18
<i>Призрен</i>	1,07		199,89
<i>Сјеница</i>	1,60		174,93
<i>Смедеревска Паланка</i>	1,49		125,1429
<i>Сомбор</i>	1,08		111,76
<i>Ваљево</i>	0,85		158,5
<i>Велико Градишће</i>	0,34		128,9926
<i>Врање</i>	-1,49		173,7471
<i>Зајечар</i>	-0,98		142,6061
<i>Златибор</i>	1,02		230,859

Табела 10. Резултати анализе летњих сума падавина у Србији

Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
<i>Димитровград</i>	0,21		182,78
<i>Кикинда</i>	-0,05		176,84
<i>Крагујевац</i>	0,72		201,06
<i>Крушевац</i>	-0,09		195,04
<i>Негојин</i>	0,68		124,57
<i>Ниш</i>	0,70		144,28
<i>Нови Сад</i>	1,01		167,90
<i>Палић</i>	0,76		176,77
<i>Призрен</i>	1,46		121,46
<i>Сјеница</i>	1,74	+	168,68
<i>Смедеревска Паланка</i>	0,78		193,2885
<i>Сомбор</i>	1,04		170,0421
<i>Ваљево</i>	0,97		238,2236
<i>Велико Градишће</i>	0,78		195,7409
<i>Врање</i>	0,23		148,3
<i>Зајечар</i>	0,45		149,7811
<i>Златибор</i>	1,52		239,3462

Табела 11. Резултати анализе пролећних сума падавина у Србији

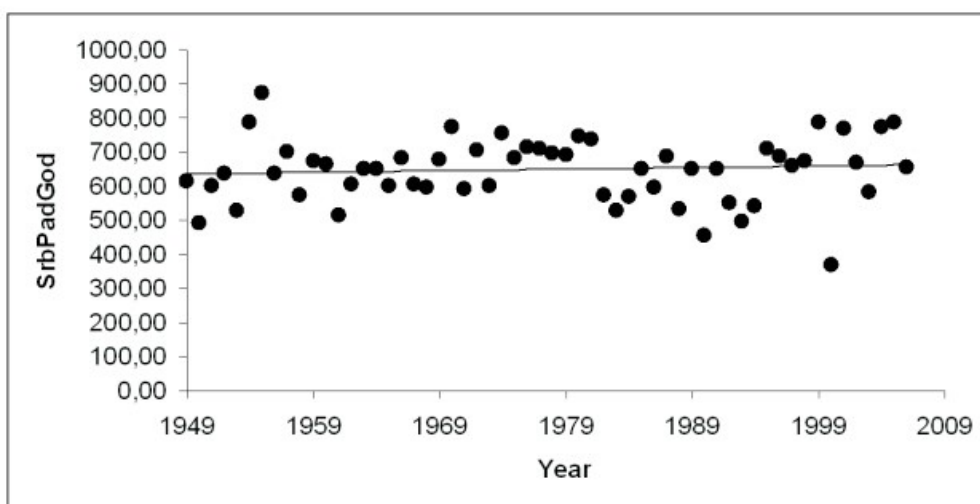
Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
<i>Димитровград</i>	-0,74		173,19
<i>Кикинда</i>	-0,15		128,61
<i>Крагујевац</i>	-0,91		164,95
<i>Крушевац</i>	-1,03		191,91
<i>Негојин</i>	-2,29	*	190,74
<i>Ниш</i>	0,72		140,71
<i>Нови Сад</i>	0,10		145,11
<i>Палић</i>	0,03		118,90
<i>Призрен</i>	1,29		160,97
<i>Сјеница</i>	1,40		149,38
<i>Смедеревска Паланка</i>	-0,64		157,9875
<i>Сомбор</i>	-0,26		133,4132
<i>Ваљево</i>	-0,81		204,7
<i>Велико Градишће</i>	-1,09		179,4429
<i>Врање</i>	-0,71		156,0909
<i>Зајечар</i>	-1,60		177,1079
<i>Златибор</i>	1,41		215,858

Табела 12. Резултати анализе зимских сума падавина у Србији

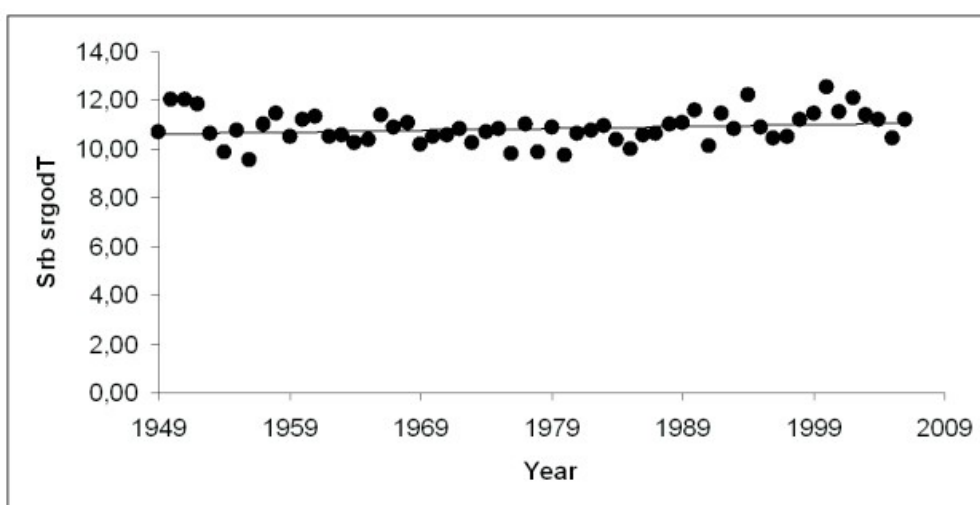
Метеорол. станица	Тест Z	Сигниф.	В
<i>Димитровград</i>	-0,14		123,93
<i>Кикинда</i>	-1,56		132,40
<i>Крагујевац</i>	-0,50		126,75
<i>Крушевац</i>	-0,28		130,01
<i>Негојин</i>	-1,26		162,51
<i>Ниш</i>	-0,43		131,87
<i>Нови Сад</i>	-1,31		144,24
<i>Палић</i>	-0,35		112,42
<i>Призрен</i>	0,74		178,08
<i>Сјеница</i>	1,12		131,79
<i>Смедеревска Паланка</i>	-0,06		131,0403
<i>Сомбор</i>	-1,31		135,7875
<i>Ваљево</i>	-0,83		168,1338
<i>Велико Градишће</i>	-1,56		167,0665
<i>Врање</i>	-1,33		140,9
<i>Зајечар</i>	-0,99		146,9044
<i>Златибор</i>	2,56	*	165,7984

У току летњих месеци само Кикинда и Крушевац показују негативне промене количине падавина. На свим осталим станицама је присутан позитиван тренд количине падавина, с тим што само у Сјеници постоји статистичка значајност.

У читавом источном делу Србије у току пролећних месеци, почевши од Кикинде на северу преко Великог Градишта, Неготина (где постоји статистичка значајност), Зајечара до Димитровграда, па до Ваљева, Смедеревске Паланке, Крагујевца, Крушевца на западу је присутан негативан тренд падавина (са изузетком Ниша). Са друге стране, запад, односно југозапад Србије (станице Златибор, Сјеница, Призрен) показује пораст количине падавина. Такође, Нови Сад и Палић показују незнатан пораст количине падавина, док је у Сомбору присутан негативан тренд. У току зимских месеци, на скоро читавој територији Србије је присутно смањење количине падавина, али без статистичке значајности. Изузетак представља југ, односно југозапад Србије, где је на станицама Призрен, Сјеница и Златибор (где постоји и статистичка значајност) дошло до пораста количине падавина у посматраном периоду.



Графикон 1. Тренд годишњих сума падавина у Србији



Графикон 2. Тренд средње годишње температуре ваздуха у Србији

На основу добијених резултата, стиче се утисак да изразитих промена количине падавина и температуре ваздуха у посматраном периоду није било.

До идентичних резултата дошли су и Радовановић и Дуцић (2004), који су анализирали колебања температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века. На мрежи од 20 главних метеоролошких станица, условно хомогено распоређених на територији Србије, они су посматрали просте диференције средње температуре последње и прве декаде (1951–1960. и 1991–2000. год.).

Анализирана је и веза између промена температуре ваздуха у Србији са променама типова циркулације. Они су утврдили да на пораст температуре пре свега утичу промене доминантних типова атмосферске циркулације, из меридионално јужног у ”топлији” зонални тип.

Аутори су истакли да се антропогени ефекат стаклене баште не може са сигурношћу уочити на основу приказаних резултата декадних температурних промена. Истакли су да у колебању температуре ваздуха у Србији, пресудну улогу имају промене у доминантним типовима атмосферске циркулације.

Са друге стране, Ducić et al., (2006) су испитивали повезаност количине падавина у Србији са одређеним показатељима циркулације атмосфере (NAO и ENSO) у периоду 1951–2000. године. За NAO, као и за ENSO, утврђена је веза са падавинама у Србији на декадном нивоу. У раду је наведено да би се евентуална веза између проучаваних параметара могла објаснити индиректним механизмом ENSO утицаја на NAO индекс (Harrison and Larkin, 1998).

Smith et al. (2006) су посматрали промене количине падавина на планети у периоду сателитских осматрања (1979–2006). Они су такође уочили ENSO сигнал у многим регионима света. Повећање количине падавина у појединим областима је праћено смањењем у другим, те нема тренда глобалне промене годишњих сума падавина. Тако да и поред чињенице да је планетарна температура несумњиво порасла у поменутом периоду, глобалне промене количина падавина није било, што указује на чињеницу да модели антропогеног ефекта стаклене баште потцењују природну варијабилност климата..

ЗАКЉУЧАК

На основу приказаних резултата уочава се да су промене температуре у Србији у другој половини XX века по знаку у складу са глобалним променама, али нису статистички значајне. Сезонска структура промена температуре не указује на доминантан антропогени ефекат. Промене количине падавина у Србији као целини се не уклапају у приказане пројекције IPCC. На основу свега изложеног, мишљења смо да би у будућим истраживањима било неопходно посветити већу пажњу природним факторима колебања климе, како би се стекла потпунија слика о савременим климатским променама.

ЛИТЕРАТУРА

- DUCIC V., MILOVANOVIC B., LUKOVIC J. (2006): Connection between Enso Index, Nao Index and decadal scale variability of precipitation in Serbia. Third International Conference- Global changes and regional challenges, Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Geology and Geography, 28–29 April 2006, Sofia, Bulgaria, Proceedings, pp. 137–142.

- HARRISON D. E., LARKIN N. K. (1998): El Nino-Southern Oscillation sea surface temperature and wind anomalies. *Rev. Geophys.*, no. 36, pp. 353–399.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), *Climate Change (2007): The Scientific Basis. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge.
- ПОПОВИЋ Т., ЈОВАНОВИЋ О. (1994): Процена климатских промена на подручју СР Југославије до 2020. године, 11. саветовање хидрауличара и хидролога, ЈДХИ и ЈДХ, Београд.
- РАДОВАНОВИЋ М., ДУЦИЋ В. (2004): Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века, Гласник српског географског друштва, свеска LXXXIV, бр. 1, стр. 19–28.
- SMITH T.M., YIN X., GRUBER A. (2006). Variations in annual global precipitation (1979–2004), based on the Global Precipitation Climatology. Project 2.5° analysis. *Geophysical Research Letters* 33: 10.1029/2005GL025393.

VLADAN DUCIĆ, JELENA LUKOVIĆ, BOŠKO MILOVANOVIĆ

TEMPERATURE AND PRECIPITATION CHANGES IN SERBIA IN THE SECOND HALF OF THE 20TH CENTURY IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

Summary

The paper deals with temperature and precipitation trends in the period 1949–2006 recorded in the network of 18 meteorological stations in Serbia. The second half of the 20th century is particularly interesting for this type of research, because in this period, according to statements of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), anthropogenic influence has a dominant role in climate oscillations. This influence is reflected in the increase in global temperature, while in our region it should be noted first of all as decrease of precipitation quantity.

For detecting and evaluation of trends Mann-Kendall test was used. Due to poor sensitivity to individual errors and outliers (i.e. rare, atypical extreme values), for evaluation of the trend movement Senn's method was chosen. At annual level, in several stations (Belgrade, Negotin, Zaječar, Palić, Sombor, Prizren, Zlatibor, Sjenica), statistically significant upward air temperature trend has been noted. At the level of the whole Serbian territory upward air temperature trend is present, although without statistical significance ($z=1,44$). Similar results have been obtained by the analysis of absolutely maximum air temperatures. Only in Vranje, Smederevska Palanka and Sombor statistically significant upward trend is present; when absolutely minimum temperatures are in question neither upward nor downward trends have been detected in any of the stations. When precipitation is in question (at annual level) insignificant positive trend ($z=0,64$) has been noted for Serbia on the whole. Negotinska Krajina shows significant negative trend, while the extreme south regions, i.e. south west regions of Serbia (Zlatibor, Sjenica, Prizren) demonstrate statistically significant positive trend.

In some previous papers correlation between temperature changes in Serbia and atmosphere circulation is analyzed. Ducic V, Radovanovic M. (2004) found that higher air temperature are well correlated with zonal type of circulation. They also found that warming effect of green house gases can not be noticed on the base of decadal temperature changes, and stressed that the most important factor is the change of dominant type of circulation. Similarly, Ducic et al., (2006) found connection between changes of NAO и ENSO in period 1951–2000. and amount of precipitation in Serbia on decadal scale.

According to the shown results, temperature changes in Serbia in the second half of the 20th century demonstrate to be in compliance with the global change, although they are statistically insignificant. Changes in total precipitation quantities do not justify the hypothesis on dominance of the anthropogenic greenhouse effect. Annual draught index according to Em. de Marton records irrelevant changes, on the basis of which a conclusion could be drawn that in Serbia on the whole there has been no change in landscape type in the monitored period.

According to this, it is necessary to focus future research on natural factors of climate changes.