

## УПОРЕДНА АНАЛИЗА ПРОМЕНА ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА У СРБИЈИ НА ОСНОВУ САТЕЛИТСКИХ И ПРИЗЕМНИХ МЕРЕЊА

**Апстракт:** У раду је вршена упоредна анализа промене температуре ваздуха на територији Србије, на основу сетова података приземних и сателитских осматрања, у периоду од 1979. до 2006. године. Анализа тренда је показала да нема амплификације тренда пораста температуре са висином. Намеће се закључак да се пораст температуре ваздуха на истраживаном простору као и на планети у целини не може искључиво објаснити моделима доминације антропогеног ефекта стаклене баште.

**Кључне речи:** температура ваздуха, Србија, приземна мерења, сателитска осматрања.

**Abstract:** In this paper the air temperature changes on the territory of Serbia were investigated, on the basis of data from ground-based and satellite measurements, for the period 1979-2006. The trend analysis has shown that there is no amplification of trend of air temperature increase with altitude. The conclusion imposes itself that the air temperature increase in the researched area as well as on the Earth can not be only explained by models which presume domination of anthropogenic greenhouse effect.

**Key words:** air temperature, Serbia, ground measurements, satellite measurements

### Увод

Објашњења разлике између сателитских и приземних мерења, се генерално могу сврстати у три групе. Прва група тиче се грешака у самом поступку мерења, друга група се односи на различити утицај природних и антропогених фактора на температуру ваздуха на појединим висинама, док се трећа група темељи на разликама у покривености територије осматрањима (*Santer D. ,et al., 2000; Радовановић М., Дуцић В., 2004; Дуцић В. и др., 2005; Живковић Н., Смиљанић С., 2005; Мустафић С., 2006*). Без обзира на све, те разлике су несумњива реалност (*Douglass H., 2004*).

### База података и методологија истраживања

За анализу промена температуре ваздуха коришћени су подаци сателитских осматрања-UAHMSU<sup>1</sup> за период од 1979. до 2006., за простор Србије, затим за Европу, као и за свет у целини. Сателитски подаци NASA су обрађени на Универзитету Алабама у Хантсвилу и доступни су на интернету<sup>2</sup>. Ови подаци се, за разлику од приземних на GHCN<sup>3</sup>, односе на слој тропосфере у првих 8 km висине. Они просторно покривају готово целу планету и доступни су као "гридови" (сегменти)

---

\* мр Јелена Луковић, истраживач приправник, Географски факултет, Београд, Студентски трг 3/3.

Рад представља резултат истраживања пројекта 146005, који финансира Министарство науке Србије.

<sup>1</sup> UAHSU-University of Alabama in Huntsville Microwave Sounding Units

<sup>2</sup> <http://www.co2science.org/scripts/CO2ScienceB2C/data/temperatures/msu.jsp>

<sup>3</sup> GHCN-Global Historical Climate Network-Глобална мрежа климатолошких станица

од по 2.5° географске ширине и географске дужине. Временски су ограничени почетком сателитских осматрања 1979. године (*Christy J. et al., 2000*).

Поред ових коришћени су и подаци са GHCN који су резултат приземних метеоролошких мерења на станицама на копну широм света, а садрже осматрања и са наших простора. Доступни<sup>4</sup> су за период од 1880. као гридови од 5°x5° географске ширине и дужине. Важно је напоменути да број метеоролошких станица у гридовима варира, међутим, одређеним статистичким процедурама извршена је хомогенизација гридова чиме је омогућено њихово међусобно упоређивање.

Методолошки посматрано, у истраживању је, поред општих научних метода, коришћен уобичајен математичко-статистички апарат (коэффициент корелације, анализа линеарног тренда, покретне средње вредности и др.).

Табела 1. Одступање температуре ваздуха за планету, Европу и Србију

Година	Планета		Европа		Србија	
	GHCN	MSU	GHCN	MSU	GHCN	MSU
1979	0.062	-0.064	-0.046	-0.323	0.245	-0.415
1980	0.137	0.103	-0.467	-0.002	-0.788	0.093
1981	0.340	0.062	0.209	0.402	0.042	0.561
1982	0.001	-0.145	0.258	-0.914	0.351	-1.077
1983	0.321	0.042	0.491	-0.437	0.414	-0.602
1984	-0.076	-0.248	0.119	-0.586	-0.160	-0.939
1985	-0.076	-0.207	-0.626	-0.505	-0.434	-0.648
1986	0.121	-0.140	-0.083	0.187	0.106	0.438
1987	0.271	0.121	-0.642	0.437	-0.233	0.924
1988	0.390	0.118	0.303	0.219	0.258	0.675
1989	0.297	-0.103	1.101	0.246	0.559	0.046
1990	0.547	0.080	0.966	-0.021	0.957	0.343
1991	0.363	0.122	0.213	0.355	-0.198	0.268
1992	0.090	-0.198	0.179	0.028	0.822	0.756
1993	0.154	-0.164	-0.094	0.095	0.196	-0.842
1994	0.396	-0.032	0.737	0.082	1.478	0.085
1995	0.429	0.107	0.494	0.272	0.258	0.098
1996	0.158	0.011	-0.062	-0.369	-0.348	-0.259
1997	0.434	0.033	0.452	0.145	-0.117	0.148
1998	0.863	0.503	0.460	0.689	0.578	0.352
1999	0.608	0.027	0.955	0.208	0.776	0.533
2000	0.474	0.020	1.073	0.269	1.607	0.398
2001	0.640	0.188	0.775	0.298	0.784	0.424
2002	0.749	0.306	0.911	0.279	1.280	-0.144
2003	0.700	0.262	0.853	0.521	0.838	0.645
2004	0.649	0.182	0.688	0.456	0.577	0.187
2005	0.737	0.309	0.725	0.629	0.025	0.272
2006	0.804	0.276	0.962	0.424	0.655	0.507
Тренд °C	<b>0.027</b>	<b>0.013</b>	<b>0.039</b>	<b>0.029</b>	<b>0.034</b>	<b>0.024</b>

<sup>4</sup><http://www.co2science.org/scripts/CO2ScienceB2C/data/temperatures/ghcn.jsp>

Упоредни подаци за приземна и сателитска мерења дати су у табели 1. Они се односе на просечно годишње одступање температуре ваздуха у односу на референтни период од 1979. до 1998. за планету у целини, Европу (30-70°N и -10-45°E) и Србију. С обзиром на резолуцију доступних података, за Србију су узете су координате 15-25°E и 45-50°N, у оквиру којих се налази највећи њен део.

Сателитска мерења за све три резолуције показују да је највеће негативно одступање забележено 1984. год. (-0.248°C за планету у целини, -0.586°C за Европу и -0.939°C за Србију).

Табела 2. Покретне петогодишње вредности одступања температуре

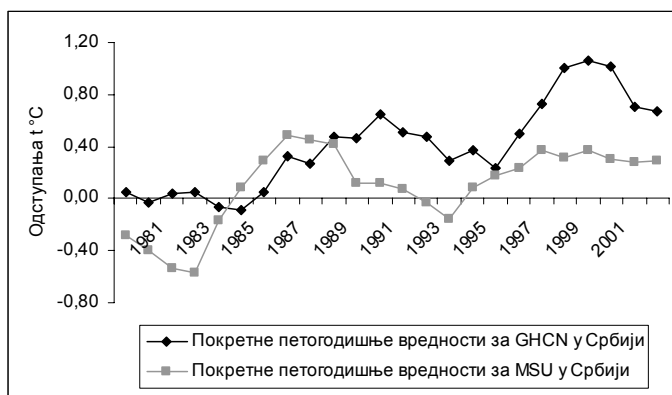
Пентада	Планета		Европа		Србија	
	GHCN	MSU	GHCN	MSU	MSU	GHCN
1979-1983	0.172	-0.001	0.089	-0.255	-0.288	0.053
1980-1984	0.144	-0.037	0.122	-0.307	-0.393	-0.028
1981-1985	0.102	-0.099	0.090	-0.408	-0.541	0.042
1982-1986	0.058	-0.140	0.032	-0.451	-0.565	0.055
1983-1987	0.112	-0.086	-0.148	-0.181	-0.165	-0.062
1984-1988	0.126	-0.071	-0.186	-0.049	0.090	-0.093
1985-1989	0.201	-0.042	0.010	0.117	0.287	0.051
1986-1990	0.325	0.015	0.329	0.214	0.485	0.329
1987-1991	0.374	0.068	0.388	0.247	0.451	0.269
1988-1992	0.338	0.004	0.552	0.165	0.418	0.480
1989-1993	0.290	-0.053	0.473	0.140	0.114	0.467
1990-1994	0.310	-0.039	0.400	0.108	0.122	0.651
1991-1995	0.286	-0.033	0.306	0.166	0.073	0.511
1992-1996	0.245	-0.055	0.251	0.021	-0.033	0.481
1993-1997	0.314	-0.009	0.305	0.045	-0.154	0.294
1994-1998	0.456	0.124	0.416	0.164	0.085	0.370
1995-1999	0.499	0.136	0.460	0.189	0.174	0.230
1996-2000	0.508	0.119	0.576	0.188	0.234	0.499
1997-2001	0.604	0.154	0.743	0.322	0.371	0.726
1998-2002	0.667	0.209	0.835	0.349	0.313	1.005
1999-2003	0.634	0.161	0.914	0.315	0.371	1.057
2000-2004	0.643	0.192	0.860	0.365	0.302	1.017
2001-2005	0.695	0.249	0.791	0.437	0.277	0.701
2002-2006	0.728	0.267	0.828	0.462	0.294	0.675

Упоредна анализа вредности линеарног тренда температуре ваздуха показала је више вредности на основу приземних мерења на GHCN него што је то случај са сателитским осматрањима на MSU, у сва три случаја (табела 1). Приземна мерења показују најнижи тренд за планету у целини (0.027°C по години) у поређењу са вредностима за Европу (0.039°C по години) и Србију (0.034°C по години). Подаци за линеарни тренд у првих 8 km тропосфере на основу сателитских осматрања, такође показују знатно мању промену на глобалном нивоу (0.013°C по години) него за Европу (0.029°C по години) и Србију (0.024°C по години). То је вероватно, последица чињенице да се на глобалном нивоу потиру утицаји локалних и регионалних

климатских фактора, због чега су глобалне амплитуде промене мање. Важно је напоменути да су све израчунате вредности линеарног тренда температуре ваздуха статистички сигнификантне и на нивоу од 0.05 и 0.025 вероватноће ризика прихватања хипотезе.

Очигледно је да између сателитских и приземних мерења постоји разлика у вредности тренда пораста температуре. Та разлика је раније, пре извршених корекција, била нешто већа. Наиме, UAHMSU мерења су до 2005. показивала ниже вредности тренда глобалне температуре ( $0.07^{\circ}\text{C}$  по години). Након извршених корекција у обради података, разлика је смањена, али је још увек видљива. У посматраном периоду, разлика у тренду између приземних на GHCN и сателитских мерења на MSU износила је  $0.014^{\circ}\text{C}$  по години.

Анализа покретних петогодишњих вредности одступања температуре ваздуха (табела 2) је показала синфазну синхроност за планету у целини. То потврђују и подударана вредности најхладније (1982-1986) и најтоплије (2002-2006) пентаде између приземних и сателитских осматрања. Међутим, када се посматрају вредности за Европу, види се да такве синхроности нема. Наиме, најхладнија пентада по GHCN била је од 1984. до 1988. године, док је за MSU била две године раније, од 1982. до 1986. године.



**Графикон 1. Покретне петогодишње вредности одступања температуре ваздуха у Србији**

Исти померај, од две године, примећује се и код минималних покретних петогодишњих вредности за Србију (графикон 1).

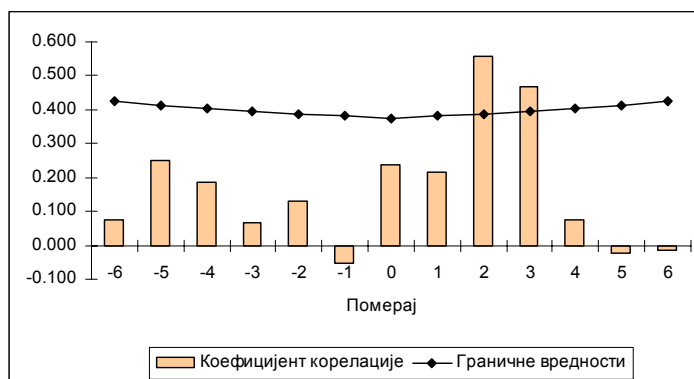
Полазећи од тога да је уочен померај у фази приземних осматрања од две године за Србију, покушали смо да испитамо да ли за то постоји статистичка потврда.

Коефицијент корелације (R) између приземних и сателитских осматрања за период од 1979. до 2006. године, за планету износи 0.88 и статистички је сигнификантан на нивоу вероватноће од 99 %. Вредност коефицијента корелације за Европу, без помераја, статистички је значајна са вероватноћом прихватања хипотезе од 95 % и износи 0.38. Међутим, коефицијент корелације између приземних и сателитских мерења за простор Србије, такође без помераја, од 0.24 није статистички значајан ни на једном нивоу вероватноће прихватања хипотезе. Ове разлике у вредности R могле би се објаснити тиме што се подаци за температуру ваздуха односе на различите висине. Приземна мерења бележе темепаратуру ваздуха на висини од 2 m, док се сателитски подаци односе на првих 8 km тропосфере.

Табела 3. Вредности коефицијента корелације за Србију са померајима у фази

Број елемената	Померај у фази	Коефицијент корелације	Граничне вредности
20	-6	0.073	0.423
21	-5	0.248	0.413
22	-4	0.188	0.404
23	-3	0.065	0.396
24	-2	0.129	0.388
25	-1	-0.054	0.381
26	0	0.238	0.374
25	1	0.216	0.381
24	2	0.559	0.388
23	3	0.467	0.396
22	4	0.073	0.404
21	5	-0.025	0.413
20	6	-0.015	0.423

Анализа коефицијента корелације за Европу и Србију (табела 3) показала је највишу, статистички сигнификантну вредност са померајем од две године (0.559), који се односи на приземна мерења. Померај од три године, такође даје статистички значајну вредност, али нешто нижу (0.467). Вредности коефицијента корелације са померајима од  $\pm 6$  година, као и граничним вредностима приказани су на графикону 4. Ови резултати наводе нас на помисао да се утицај доминантног фактора колебања температуре ваздуха прво појавио у тропосфери, а тек након тога у приземним слојевима. То би можда могло да указује на значај спољашњих климатских фактора у колебању температуре ваздуха (Сунчева, вулканска активност).



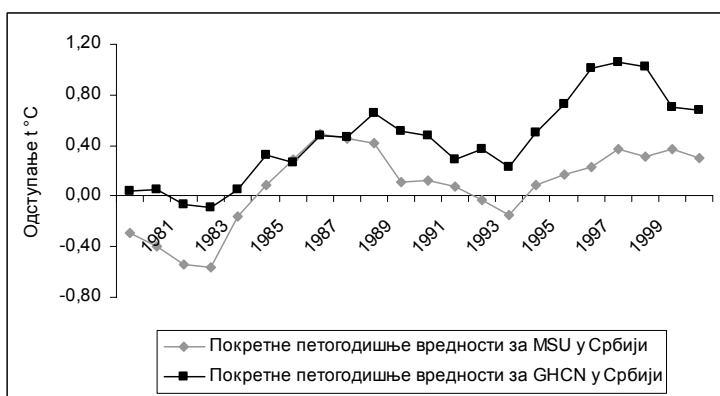
Графикон 2. Коефицијент корелације за Србију са померајима у фази и граничне вредности

Познато је да тропосфера утиче на стратосферу преко Розбијевих таласа. Ипак, концепт по којем стратосфера утиче на тропосферу мање је познат. Последњих година све више је радова (*Kuroda Y., Kodera K., 1999; Shindell T., 1999; Hartmann L. et al. 2000*) у којима се наводи да колебања у стратосферском поларном вртлогу индиректно

утичу на тропосферу ширењем тропосферних планетарних таласа, којима се остварује механизам повратне спреге.

Наиме, *Black R. (2002)* је истражујући утицај форсирања стратосфере на климу приземних слојева, установио да су током Арктичке осцилације<sup>5</sup> (*Arctic oscillation-AO*) климатска колебања под директним утицајем промена интензитета поларног вртлога стратосфере. Тачније, аномалије широких размера у доњим слојевима стратосфере условљавају симетричне, зоналне, ваздушне пертурбације, које се из стратосфере шире према површини Земље. Овај утицај се манифестује као низлазан привремен пулс, који потиче из средњих слојева стратосфере и утиче на промену временских услова у приземним слојевима. Аутор наводи да би овај механизам могао да објасни неколико уочених утицаја стратосфере на климу приземних слојева, међу којима су ефекти вулканских ерупција, сунчеве активности, оштећење озонског омотача, као и антропогеног ефекта стаклене баште.

*Graversen G. и Christiansen B. (2003)* су истраживали месечна и међугодишња колебања у средњим и вишим слојевима стратосфере и тропосфере са акцентом на разлике између двеју хемисфера. Резултате истраживања поредили су са моделима опште циркулације атмосфере. Иако су утврдили низлазна зонална кретања ваздушних маса на међугодишњем нивоу на обе хемисфере, уочили се извесне разлике. Прво, међугодишње колебање је за око 30 % слабије на јужној хемисфери него на северној. Друго, низлазна кретања на јужној хемисфери се углавном јављају током пролећа, док су на северној хемисфери највише заступљена у зимској половини године. Треће, веза између стратосфере и тропосфере је слабија, а размена сигнала бржа на јужној хемисфери него на северној. Годишњи циклус зоналног кретања ваздушних маса такође се међусобно разликује. На јужној хемисфери циклус је јак и показује низлазно кретање са двомесечном периодичношћу. На северној хемисфери годишњи циклус је слабији, не показује низлазно ширење, и више је синусоидалан. На обе хемисфере годишњи циклус као и међугодишња колебања су слабија на основу модела него што то показују добијени резултати.



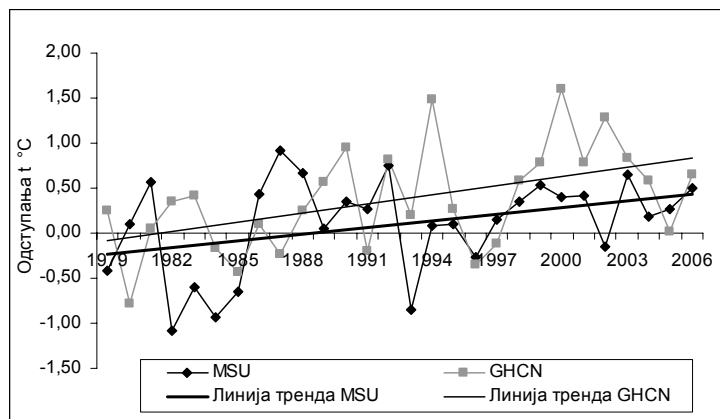
Графикон 3. Покретне петогодишње вредности одступања температуре ваздуха у Србији са померајем од две године

<sup>5</sup> Арктичка осцилација представља доминантан образац несезонских разлика у притиску северно од 20°N. Окарактерисана је аномалијама у притиску на Арктику и истим, али супротног знака на 37-45°N. Могло би се рећи да је Северно атланска осцилација (*North Atlantic Oscillation-NAO*) релативно идентичан појам са Арктичком осцилацијом, међутим, питање који од ова два појма суштински описује динамику атмосфере, још увек је предмет расправа у научним круговима (*Thompson W., Wallace J., 1998*).

Да постоји потврда помераја у фази приземних у односу на сателитске покретне петогодишње вредности одступања температуре ваздуха за Србију, показују и графикон 3.

Полазећи од свега изнетог, покушали смо и да испитамо да ли у периоду сателитских осматрања (1979-2006), за који IPCC износи тврдњу о присутности антропогеног утицаја на температуру ваздуха, географски распоред тренда температуре ваздуха то потврђује.

Упоредна анализа вредности линеарног тренда температуре ваздуха за Србију (15-25°E и 45-50°N) показала је више вредности на основу приземних мерења на GHCN (0.034°C по години) него што је то случај са сателитским осматрањима на MSU (0.024°C по години), што се може уочити и на графикону 4.



Графикон 4. Годишње промене температуре ваздуха сателитских и приземних осматрања за Србију

У раду је анализирана и разлика тренда температуре ваздуха између MSU и GHCN (табела 4).

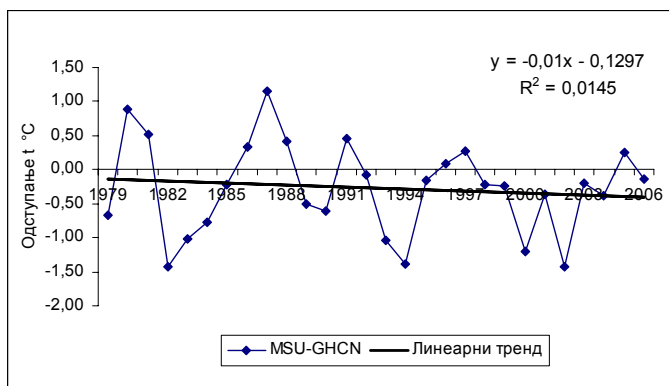
Табела 4. Међугодишња разлика у температури између сателитских и приземних података за Србију

Година	MSU-GHCN	Година	MSU-GHCN
1979	-0.660	1993	-1.038
1980	0.881	1994	-1.393
1981	0.518	1995	-0.161
1982	-1.428	1996	0.089
1983	-1.015	1997	0.265
1984	-0.779	1998	-0.226
1985	-0.213	1999	-0.243
1986	0.332	2000	-1.210
1987	1.156	2001	-0.359
1988	0.417	2002	-1.424
1989	-0.513	2003	-0.192
1990	-0.614	2004	-0.390
1991	0.466	2005	0.248
1992	-0.066	2006	-0.147

Наиме, вредности приземних осматрања одузимање су од сателитских података због тога што се у стручним радовима наводи да би у условима доминације антропогеног ефекта стаклене баште требало очекивати већи пораст температуре ваздуха у средњој и доњој тропосфери него у приземном слоју (Santer D. et al., 2000; NRC 2000; NAS 2001; IPCC<sup>6</sup>). Те процене говоре да би пораст требало да буде већи за 1.2 до 1.5 пута, зависно од географске ширине и примењеног модела.

Анализа података међугодишње разлике трендова температуре ваздуха између сателитских и приземних података за Србију (табела 4) показала је силазни тренд (графикон 4).

То је у складу са чињеницом да је тренд порста температуре у приземном слоју већи. Највећа негативна одступања забележена су у првој и последњој четвртини периода (1982. и 2002.). Заправо, након вулканске ерупције Ел Чичона била је највећа негативна разлика између приземних и сателитских мерења (-1.428°C). Веће негативно одступање забележено је и након ерупције Мт. Пинатуба (-1.038°C). Такође се уочава да се разлика између GHCN и MSU по линији тренда повећава, што није у складу са моделима.



Графикон 5. Разлика у температури између сателитских и приземних података за Србију

Добијени резултати, не иду у прилог хипотези о висинској амплификацији. Напротив, на основу наших прорачуна добили смо да је пораст температуре над Србијом, за 1.4 пута већи у приземном слоју у односу на доњу и средњу тропосферу. Још једном се намеће закључак да се пораст температуре над Србијом у периоду од 1979. до 2006. године не може у потпуности објаснити моделима доминације антропогеног ефекта стаклене баште.

Анализирајући савремене промене температуре ваздуха у Војводини на основу приземних и сателитских података Дуцић В. и др. (2008) су добили идентичне резултате за период од 1979. до 2005. Анализа је показала разлику у тренду температуре ваздуха између ова два осматрачка система. Наиме, пораст температуре у приземном слоју је показао веће вредности (GHCN 0.0384°C годишње, HadCRUT3 0.0398°C годишње, хомогенизовани подаци за Војводину-MSV 0.0425°C годишње) у односу на сателитска осматрања (UAHMSU од 0.0275°C до 0.0288°C годишње). Аутори су закључили да су разлике у тренду температуре између мерења у доњој и средњој тропосфери и оних у приземном слоју физичка реалност.

<sup>6</sup> <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>



## Закључак

Упоредна анализа вредности линеарног тренда температуре ваздуха показала је више вредности на основу приземних мерења на GHCN него што је то случај са сателитским осматрањима на MSU. Подаци за линеарни тренд у првих 8 km тропосфере на основу сателитских осматрања, такође показују знатно мању промену на глобалном нивоу него за Европу и Србију.

Анализа података међугодишње разлике трендова температуре ваздуха између сателитских и приземних података за Србију показала је силазни тренд, што је у складу са чињеницом да је тренд пораста температуре у приземном слоју већи. Највећа негативна одступања забележена су у првој и последњој четвртини периода (1982. и 2002.). Заправо, након вулканске ерупције Ел Чичона била је највећа негативна разлика између приземних и сателитских мерења ( $-1.428^{\circ}\text{C}$ ). Веће негативно одступање забележено је и након ерупције Мт. Пинатуба ( $-1.038^{\circ}\text{C}$ ). Такође се уочава да се разлика између GHCN и MSU по линији тренда повећава, што није у складу са моделима антропогеног ефекта стаклене баште.

Уочен је и померај у фази приземних осматрања у односу на сателитска, од две године за Европу и Србију. Анализа коефицијента корелације за Европу и Србију показала је највишу, статистички сигнификантну вредност са померајем приземних мерења за две године (0.559) у односу на сателитска.

Ови резултати навели су нас на помисао да се утицај доминантног фактора колебања температуре ваздуха прво појавио у тропосфери, а тек након тога у приземним слојевима. То би можда могло да указује на значај спољашњих климатских фактора у колебању температуре ваздуха (сунчева, вулканска активност).

На основу увида у литературу и наших резултата истраживања још једном можемо да закључимо да су разлике у тренду температуре између мерења у доњој и средњој тропосфери и оних у приземном слоју стварна слика термичких односа.

Ипак, нужно кратак низ сателитских осматрања је био ограничавајући фактор у доношењу коначних закључака о узроцима савремених колебања климе.

## ЛИТЕРАТУРА

- Black, R. (2002). Stratospheric forcing of surface climate in the arctic oscillation, *Journal of Climate*, 15, pp. 268-277.
- Christy, J. R., Spencer, R. W. and Braswell, W. D. (2000). MSU tropospheric temperatures: Dataset construction and radiosonde comparisons, *Journal of Climatology*, no. 17, pp. 1153-1170.
- Douglass, D.H., Pearson, B. D., Singer, S. F., Knappenberger, P. C. and Michaels, P. J. (2004): Disparity of tropospheric and surface temperature trends: new evidence, *Geophysical Research Letters*, 31, L13207, pp. 1-5.
- Дуцић, В., Радовановић, М. и Миловановић, Б. (2005). Колебање температуре ваздуха на простору Старе планине у инструменталном периоду, *Гласник српског географског друштва*, свеска LXXXV, број 2, стр. 23-28.
- Дуцић, В., Савић, С. и Луковић, Ј. (2008). Савремене промене температуре ваздуха у Војводини на основу приземних и сателитских података, *Geographica Pannonica*, vol. 12/1, Природно-математички факултет Нови Сад, депарман за туризам, географију и хотелијерство.
- Graversen, G.G. and Christiansen, B. (2003). Downward propagation from the stratosphere to the troposphere: A comparison of the two hemispheres, *Journal of Geophysical Research*, vol. 108, no. d24, 480, doi: 10.1029/2003JD004077.
- 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.
- Hartmann D. L., J. M. Wallace, V. Limpasuvan, D.W. J. Thompson, and J. R. Holton, (2000): Can ozone depletion and global warming interact to produce rapid climate change? *Proc. Nat. Acad. Sci. (Wash. DC)*, 97: pp. 1412-1417.
- Kuroda, Y. and Kodera, K. (1999). Role of planetary waves in the stratosphere-troposphere coupled variability in the northern hemisphere winter. *Geophysical Research Letters*, 26, pp. 2375-2378.

- Мустафић, С. (2006). Просторна дистрибуција отицаја у сливу Темштице, *Гласник српског географског друтва*, свеска LXXXI, број 2, стр. 45-52.
- NAS (2001). *Climate Change Science: An Analysis of Key Questions*. National Academy of Sciences. National Academy Press. Washington DC pp. 1-42.
- NRC (2000). *Reconciling Observations of Global Temperature Change*. National Academy Press, Washington DC, pp. 1-85.
- Радовановић, М. и Дуцић В. (2004). Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века. *Гласник српског географског друтва*, свеска LXXXIV, број 1, стр. 19-28.
- Shindell, D. T., Miller, R. L., Schmidt, G. A. and Pan-dolfo, L. (1999). Simulation of recent northern winter climate trends by greenhouse gas forcing. *Nature*, 399, pp. 452-455.
- Santer, B. D., Wigley, T. M. L., Gaffen, D. J., Bengtsson, L., Doutriaux, C., J. Boyle, S., Esch, M., Hnilo, J. J., Jones, P. D., Meehl, G. A., Roeckner, E., Taylor, K. E. and Wehner, M. F. (2000). Interpreting Differential Temperature Trends at Surface and in the Lower Troposphere, *Science*, 287, pp. 1227-1232.
- Thompson, D. W. J. and Wallace, J. M. (1998): The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophysical Research Letters*, 25, No. 9, 1297-1300.
- Живковић, Н. И смиљанић С. (2005). Изотермна карта Источне Србије. *Гласник српског географског друтва*, свеска LXXXV, број 1, стр. 31-39.

JELENA LUKOVIĆ

#### S u m m a r y

#### COMPARATIVE ANALYSES OF GROUND BASED AND SATELLITE TEMPERATURE MEASUREMENTS ON THE TERRITORY OF SERBIA

The problem of air temperature changes on the Earth has been the priority issue of scientists and professionals in the field. Significant number of papers has been written with various solution proposals to the problem.

In this paper we have analyzed the data obtained from GHCN which are the result of ground-based meteorological observations around the world, comprising also the observations from this area.

The data from satellite observations for the period between 1979 and 2006 were used in the research. Satellite data obtained from NASA were processed at the University of Alabama in Huntsville (UAHMSU). Opposite to the ground-based observations data at GHCN, these data refer to the first layer of troposphere at altitude of 8 km.

The analysis of the data has shown the discrepancy in air temperature trend between ground and satellite measurements. With reference to written resources it may be concluded that the variations in the air temperature trend between measurements made at lower and middle layers of troposphere and those made in the near-surface layer stand for physical reality.

It has been noticed the influence from the upper layers directed to lower layers of the troposphere, which may refer to significance of external factors (Solar activity, volcanic eruption).

The obtained results show the lack of amplification in the increasing trend of air temperature both in Serbia and on the Earth as well, for the period from 1979 to 2006, which may be expected under the conditions of dominating anthropogenic greenhouse effect.