

МАЊИ ПРИЛОЗИ – SUPPLEMENTS

Пецељ Милован¹
Зоран Говедар²
Зоран Станивуковић²

УТИЦАЈ РАЗВОЈА ГРАДОВА НА ТОК ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА

Увод

Значај познавања климе неког подручја је од изузетне важности за човјека. Данас готово да нема привредне гране и уопште људске активности на коју климатске прилике немају утицај. Због тога се често поставља проблем климе савременог доба, у којем живимо, користећи све благодети модерне цивилизације. Промјена климе у оваквим условима има другачији карактер, од њеног темпа промјене у блиској прошлости, која се одвијала без присуства разних продуката модерног доба. То је разлог зашто многи аутори данас отворено истичу бојазан од драматичних промјена климе на коју данас указују многобројне студије у цијелом свијету. Као један од најзначајних метеоролошких елемената којим се валоризуу димензије климатских промјена јесте температура ваздуха. Међутим, ефекат загријавања због повећања концентрације најзначајнијих гасова у атмосфери, који доводе до појаве ефекта стаклене баште, може лако изазвати “суперинтерглацијацију”, када би температура ваздуха била виша за неколико степени од неколико посљедњих интерглацијалних периода.

Клима Земље као и свака друга појава или скуп појава подложна је непрекидним промјенама. Те климатске промјене, кроз историју њеног развоја, биле су покретане различитим узрочницима, од којих многи ни до данас нису објашњени. Овакве глобалне климатске промјене имале су углавном постепен карактер, узрокован најчешће помјерањем положаја земљине осе према Сунцу. Свједочанства промјене климе током разних геолошких епоха сачувана су у фосилима, земљишним слојевима, планинским масивима, океанским дубинама итд. Напретком научних сазнања из области природноматематичких наука, човјек се све више занимао за климу у прошлости. У жељи да проникне у тајне климе, да сазна каква га стања атмосфере очекују у блиској и даљој будућности, схватио је да

¹ Филозофски факултет Српско Сарајево

² Шумарски факултет Бања Лука

велики дио одговора мора потражити проучавајући климу блиске и далеке прошлости. Ово је био довољно велики изазов за једног великог научника прве половине 20. вијека Милутина Миланковића, да математички изрази ток климе у протеклих 600 000 година. Формулишући математичку теорију појаве ледених доба на земљи, која је потврђена после његове смрти, показао је да су она узрокована првенствено промјеном у нагибу земљине осе, која утиче на расподјелу сунчевог зрачења на њеној површини. На овај начин могуће је дати глобалне карактеристике климе у ближој или даљој будућности. С обзиром да су ове промјене споре, да се мјере хиљадама година оне омогућавају опстанак већине врста живог свијета. Стављајући у однос данашње вријеме, и појам леденог доба, можемо рећи да је период инергације на измаку, и да полако тонемо у мрак новог леденог доба. Међутим, овакво схватање из прве половине прошлог вијека веома је тешко разумјети гледајући из данашње перспективе, када постоје бројна истраживања која доказују нешто потпуно супротно. Појам глобалног отопљавања је веома озбиљан те му се данас посвећује велика пажња како научних тако и највиших политичких кругова у цијелом свијету. Тако Пецељ М. (2000) истиче, између осталог, да ако се не заустави тренд раста гасова “ефеката стаклене баште” последице би биле двоструко увећање садржаја CO_2 у ваздуху и могуће просјечно повећање температуре ваздуха за 1,5 до 4,5°C. Многи научници предвиђају драматичне климатске промјене до краја овога вијека, уз пораст температуре ваздуха чак до 5,8°C. Ипак, прогнозирање климатских промјена за период од једног вијека мало поуздано, тим прије што најдужа континуирана метеоролошка осматрања трају једва два вијека. Током протекла два вијека су примјетни краћи циклуси колебања климе, наравно у мањим границама, што би се требало озбиљно узети у обзир приликом прогноза на дужи временски период. Други важан елемент у праћењу климатских промјена одређеног подручја је сталност положаја и услова у којима се налазе метеоролошке станице, кроз дуги временски период.

Познато је да на загријавање приземних слојева ваздуха највећи утицај има подлога, односно вегетација, тип земљишта итд. Управо измјена ових услова у блиској околини станице може имати велики утицај на прикупљене податке. Из овог разлога, при анализи промјена климе неког подручја потребно је узимати податке са оних станица гдје није нарушен природни амбијент њене околине (најчешће изградњом разних објеката). Позната је чињеница да већи градови имају специфичну “*градску климу*”. Да би се приказао утицај пораста величине града, и измјене уже околине метеоролошке станице, у овом раду ће се упоредити температуре ваздуха за период од протеклих 50 година између метеоролошких станица Сански Мост и Бања Лука, које се налазе у веома сличним географским и орографским условима.

1.0. ОБЈЕКАТ РАДА

Објекти који су обухваћени у овом раду су двије метеоролошке станице: Бања Лука и сански Мост, чији је географски положај: 44° 47', СГШ, 17 13', ИГД, односно, 44°46', СГС, 16 42', ИГД. Како видимо из географских координата, ова два објекта се налазе на готово истој СГШ, на рубном дијелу Панонске низије. Обе станице смјештене су у ријечним долинама (Врбаса и Сане), на сличним геолошким подлогама и надморској висини (153 м односно 158 м), те се налазе у веома сличним орографским условима. С обзиром на ове чињенице, може се рећи да су ови објекти веома погодни за поређење температура ваздуха, а што је и циљ овог рада.

2.0. МЕТОД РАДА

Да би смо видјели колико опрезан треба бити приликом давања програма о промјенама климе за краћи или дужи временски период, неопходно је узети у обзир све метеоролошке елементе који карактеришу климу неког подручја. Веома важан фактор који утиче на вриједност метеоролошких елемената јесте ненарушеност природних услова у којима се мјере вриједности тих елемената.

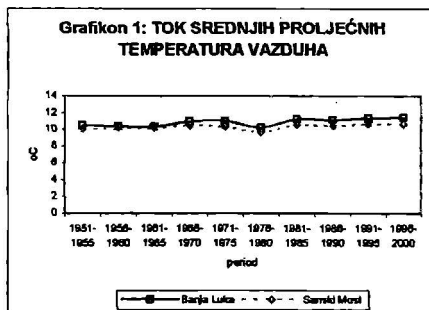
Значај непромјењености природних услова мјеста осматрања може се сагледати, уколико упоредимо барем двије станице које се налазе у сличним природним условима за исти временски период, осматрања, од којих се једна налази у неизмјењеним условима, а друга је током истог периода доживјела значајне промјене уже околине. Анализа података о средњим температурама ваздуха за изабране метеоролошке станице вршена је примјеном метеоролошко-статистичких метода обраде. Анализа података температуре ваздуха вршена је за период од 1951-2000. године. При том је анализиран ток средње мјесечне температуре ваздуха по годишњим добима, за периоде од по 5 година, као и средње температуре у наведеним периодима за најхладнији и најтоплији мјесец (јануар, јули). На основу вриједности средњих температура ваздуха и разлика између тих вриједности утврђени су трендови по годишњим добима. Добијени резултати су приказани табеларно и графички.

3.0. РЕЗУЛТАТ РАДА

У почетку анализираног периода није било веће разлике у ужој околини метеоролошких станица, највећа разлика у овим условима се појављује у периоду интензивне изградње Бања Луке (нагли пораст броја становника и индустријски развој) током 70-тих година, која се и до данас задржала, са прекидом таквог тренда развој у посљедњој декади прошлога вијека.

Табела 1. Средње прољећне температуре ваздуха (°C)

Период	Б. Лука	С. Мост	Разлика
1951-1955	10,6	10,1	0,5
1956-1960	10,4	10,2	0,2
1961-1965	10,4	10,2	0,2
1966-1970	11,0	10,5	0,5
1971-1975	11,1	10,4	0,7
1976-1980	10,3	9,7	0,6
1981-1985	11,3	10,6	0,7
1986-1990	11,2	10,5	0,7
1991-1995	11,4	10,7	0,7
1996-2000	11,5	10,7	0,8

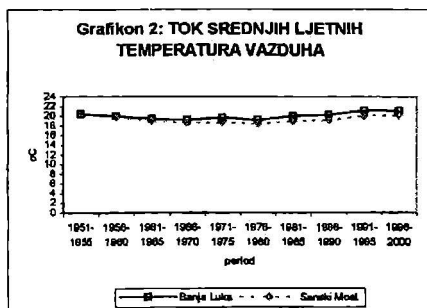


Из табеле 1 и графикана 1 може се видјети да је најмања разлика између средњих прољећних температура ваздуха у периоду 1956-1960 и 1961-1965, те износи 0,2°C, а највећа разлика се биљежи у периоду 1996-2000. године када износи 0,8°C.

Разлика између средњих прољећних температура за цијели период износи 0,5°C, на почетку периода 0,2°C, а на крају 0,8°C, из чега се јасно може видјети тренд пораста разлика у температури ваздуха прољећног периода.

Табела 2. Средње љетње температуре ваздуха (°C)

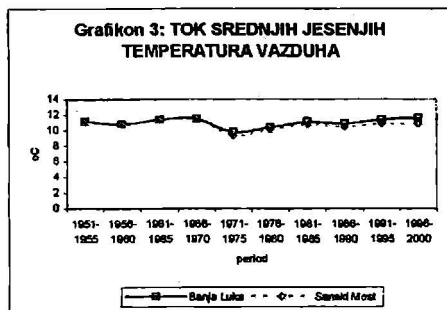
Период	Б. Лука	С. Мост	Разлика
1951-1955	20,4	20,4	0,0
1956-1960	20,0	19,8	0,2
1961-1965	19,5	19,1	0,4
1966-1970	19,3	18,7	0,6
1971-1975	19,7	18,8	0,9
1976-1980	19,3	18,5	0,8
1981-1985	20,0	19,0	1,0
1986-1990	20,3	19,2	1,1
1991-1995	21,1	20,0	1,1
1996-2000	21,1	20,2	0,9



Највећа разлика у температури ваздуха као што је и логично, због интензитета загријавања је у љетном периоду, што се види из табеле 2. На почетку анализираниг периода нема разлике у просјечним температурама. Међутим, у наредном периоду постоји разлика од 0,2°C, те се она стално повећава и достиже свој максимум у периоду 1991 - 1995. године и износи чак 1,1°C. Просјечна разлика за цијели љетни период износи 0,7°C, што довољно говори о порасту разлике за 57% од просјечне вриједности.

Табела 3. Средње јесење температуре ваздуха (°C)

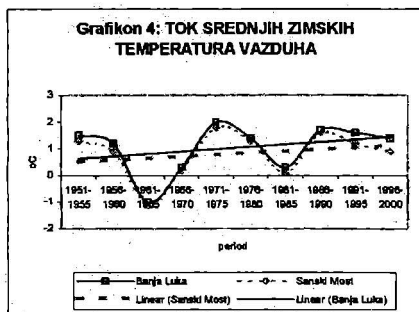
Период	Б. Лука	С. Мост	Разлика
1951-1955	11,2	11,1	0,1
1956-1960	10,8	10,8	0,0
1961-1965	11,4	11,4	0,0
1966-1970	11,5	11,4	0,1
1971-1975	9,8	9,4	0,4
1976-1980	10,4	10,1	0,3
1981-1985	11,1	10,8	0,3
1986-1990	10,9	10,5	0,4
1991-1995	11,4	10,9	0,5
1996-2000	11,6	10,9	0,7



Из табеле 3 и графика 3 можемо видјети да у јесењем периоду постоје веома мале разлике у температури ваздуха. Средња разлика за цијели период износи 0,3°C, а највиша 0,5°C у периоду 1991-1995. године. И у овом годишњем добу је уочљив тренд пораста разлика према крају цијелокупног периода. Разлога мале разлике у температурама ваздуха за цијелокупни период лежи у великој промјенљивости времена у овом годишњем добу, чешићем проласку ваздушних депресија, те малом проценту тишина, а с друге стране већем броју дана са маглом, у којим је искључено загријавање подлоге од стране сунца чиме се разлике умањују.

Табела 4. Средње зимске температуре ваздуха (°C)

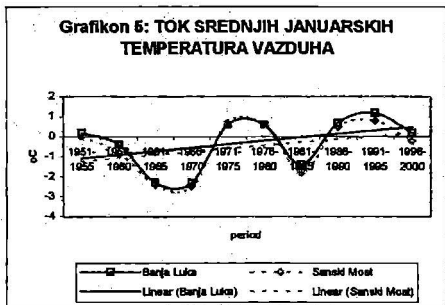
Период	Б. Лука	С. Мост	Разлика
1951-1955	1,5	1,3	0,2
1956-1960	1,2	0,9	0,3
1961-1965	-1,0	-1,1	0,1
1966-1970	0,3	0,2	0,1
1971-1975	2,0	1,8	0,2
1976-1980	1,4	1,3	0,1
1981-1985	0,3	0,1	0,2
1986-1990	1,7	1,6	0,1
1991-1995	1,6	1,2	0,4
1996-2000	1,4	0,9	0,5



На графикону 4 приказане су средње зимске температуре, из којих се може видјети да је најмања разлика у периоду 1961-1965 године износи 0,1°C, а највећа 0,5°C а забиљежена је у периоду 1996-2000. године. Средња разлика за ово годишње доба износи 0,2°C.

Табела 5. Средње јануарске температуре ваздуха (°C)

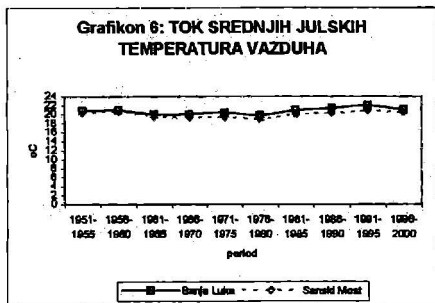
Период	Б. Лука	С. Мост	Разлика
1951-1955	0,2	0,0	0,2
1956-1960	-0,4	-0,8	0,4
1961-1965	-2,3	-2,3	0,1
1966-1970	-2,3	-2,5	0,2
1971-1975	0,6	0,7	0,1
1976-1980	0,6	0,6	0,0
1981-1985	-1,4	-1,8	0,4
1986-1990	0,7	0,5	0,2
1991-1995	1,2	0,8	0,4
1996-2000	0,2	-0,2	0,4



Из табеле 5 и графикана 5 може се уочити да у периоду 1976-1980 године нема разлике у средњим температурама ова два мјеста, док је највећа разлика 0,5°C забиљежена у периодима 1956-1960, 1991-1995 и 1996-2000. године. Разлика средњих јануарских температура за цјелокупни период износи 0,2°C, што значи да је разлика у посљедња два петогодишња периода већа за више од два пута у односу на средње одступање.

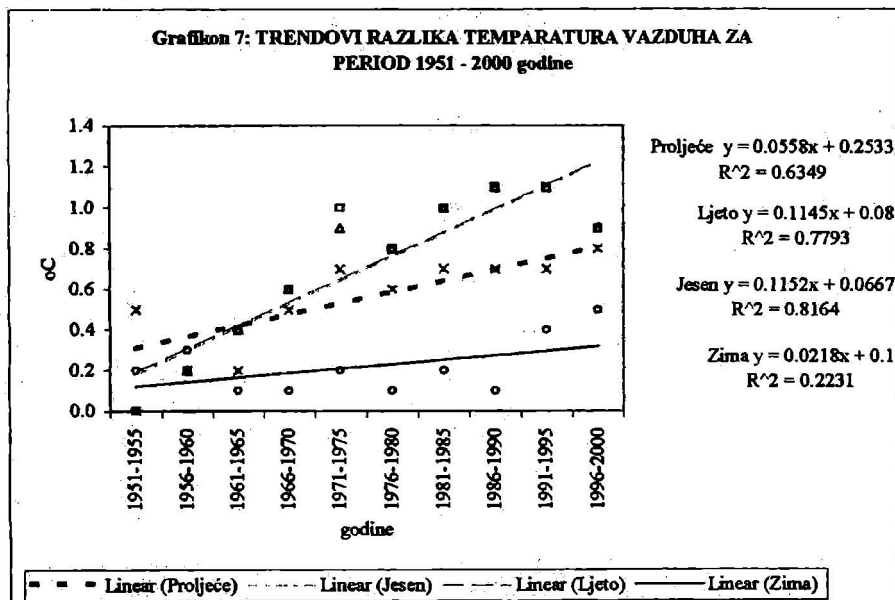
Табела 6. Средње јулске температуре ваздуха (°C)

Период	Б. Лука	С. Мост	Разлика
1951-1955	20,9	20,4	0,5
1956-1960	21,0	20,8	0,2
1961-1965	20,1	19,7	0,4
1966-1970	20,2	19,5	0,7
1971-1975	20,5	19,5	1,0
1976-1980	19,9	19,1	0,8
1981-1985	21,0	20,1	0,9
1986-1990	21,5	20,4	1,1
1991-1995	22,1	20,9	1,2
1996-2000	21,1	20,6	0,5



Најуочљивије разлике у средњој температури ваздуха између Бања Луке и Санског Моста могу се видјети из табеле 6 и графикана 6. Најмања разлика је у периоду 1956-1960. године, и износи 0,2°C, а највећа је у периоду 1991-1995. године износи 1,2°C, што је у односу на средње одступање цијелог периода (0,7°C), више за 71%.

На графикону 7 приказани су трендови разлика средњих температура ваздуха по годишњим добима. Вриједности које су изравнавате правим линијама у циљу одређивања тренда добијене су као разлике средњих температура ваздуха из табела 1,2 3 и 4. Анализа временских серија има за циљ постављање аналитичког израза за тренд (Прањић, А. 1986.).

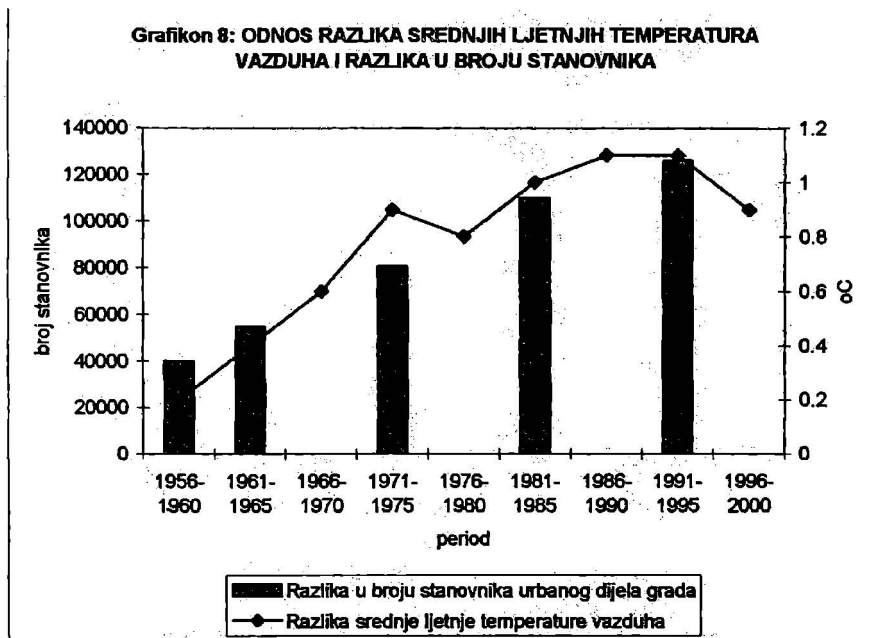


Временски низови састоје се од тренда, периодичне, сезонске и случајне компоненте. Главни смјер ове појаве (разлика између температура - у) посматрана је кроз цијели анализирани период (1951-2000.) и он представља тренд појаве. Циклична колебања разлика средњих температура ваздуха у периодима (интервалима) по 5 година најизраженија су у зимском годишњем добу. С обзиром да су ова колебања изражена за периоде дуже од 1 године то их називамо периодичним колебањима. Добијени тренд изражен преко једначине правца и циклично периодично колебање средњих температура у зимском периоду представља систематску компоненту временског низа. Да су ова циклична колебања изражена и јасно уочљива видимо и на основу графикана 4 и 5, који се управо односе на анализу средњих температура за зимски временски период.

Вриједности коефицијената који одређују нагнутост правца (угао између правца тренда и апсцисе) су највеће за годишња доба јесен и лето, а правци трендова се практично преклапају. То указује да су разлике у средњим температурама најизраженије у току лета и јесени, а уједно да оне имају општи тренд сталног повећавања. Иако се и овдје назире цикличност колебања анализиране појаве, ипак она није тако изражена као у зимском периоду.

С обзиром да смо констатовали да се најуочљивије разлике у средњим температурама ваздуха уочавају у лјетњем годишњем добу то смо на графикону 8

приказали однос између разлика средњих температура ваздуха (табела 2) за љето и разлика у броју становника Бања Луке и Санског Моста на основу података о попису становника из 1948, 1953, 1961, 1971, 1981 и 1991. године. Уочава се да пораст разлика у броју становника прати пораст разлика средњих љетњих температура ваздуха. Утицај индустријског развоја и цјелокупне инфраструктуре која прати повећање броја становника неминовно се одражава на околину метеоролошке станице у којој се прикупљају подаци о метеоролошким елементима. Због тога је овај однос посебно наглашен након 1971. године.



4.0. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе средњих температура ваздуха по годишњим добима, те најхладнијем и најтоплијем мјесецу на овим метеоролошким станицама могу се извести следећи закључци:

1. Прољећни период је током цијелог упоређиваног 50-годишњег периода хладнији у Санском Мосту за $0,5^{\circ}\text{C}$, а највећа разлика се биљежи на крају овог периода ($0,8^{\circ}\text{C}$).

2. У периоду љетних мјесеци, када је загријавање земљине површине најинтензивније, разлике су највеће ($1,1^{\circ}\text{C}$), за период осматрања 1991-1995. године.

3. Највеће разлике средњих температура ваздуха у току зимских мјесеци ($0,5^{\circ}\text{C}$) су у периоду 1991-1995. године.

4. Највеће разлике у зимским мјесецима ($0,5^{\circ}\text{C}$) забиљежене су у периоду 1996-2000. године.

5. Најхладнији мјесец у години има разлику од $0,4^{\circ}\text{C}$ за период 1996-2000. године.

6. Разлика између температура ваздуха најтоплијег мјесеца у години код ове двије станице су највеће у периоду 1991-1995. године износе $1,2^{\circ}\text{C}$.

7. Из приказаних података можемо видјети да најбољи увид у тренд отопљавања могу дати температуре најтоплијег мјесеца у години.

8. На основу анализираних података за сва годишња доба, а узимајући у обзир велику сличност у положају наведених метеоролошких станица, може се закључити да разлике у тренду температуре ваздуха у ова два мјеста нису узрокована само глобалним климатским промјенама, већ је један од главних узрока у овом случају промјена услова околине у непосредној близини станица. Другим ријечима нагли развој Бања Лука, у посљедњих 30-так година се одразио на пораст температуре у значајној мјери.

9. Добијени тренд изражен преко једначине правца и циклично периодично колебање средњих температура у зимском периоду представља систематску компоненту временског низа.

10. Анализа тренда разлика средњих температура ваздуха показује да су разлике у седњим температурама најизраженије у току лjeta и јесени, а уједно да оне имају општи тренд сталног повећавања. Иако се и овдје назире цикличност колебања анализираних појаве, ипак она није тако изражена као у зимском периоду.

11. Пораст разлика у броју становника прати пораст разлика средњих лjetњих температура ваздуха. Овај однос је посебно наглашен након 1971. године што се може објаснити наглим индустријским развојем Бања Луке у периоду 1971. до 1991. године, јер утицај индустријског развоја и cjелокупне инфраструктуре која прати повећање броја становника неминовно се одражава на околину метеоролошке станице у којој се прикупљају подаци о метеоролошким елементима.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вујевић, Р. (1956): Климатолошка статистика. "Научна књига", Београд
2. Imbrie, John C I. P, Katherine (1979): Ice ages. Nenj Jersey
3. Миланковић, М. (1941): Kanon der Erdbestrahlung und seine Annjendung am Eiszeitproblem, Royal Serbien Academy, Београд
4. Милосављевић, М. (1972): Метеорологија, Научна књига, Београд
5. Милосављевић, М. (1985): Климатологија Научна књига, Београд
6. Милосављевић, Р. (1973): Општа класификација типова климе Босне и Херцеговине. Шумарски факултет Универзитета у Сарајеву, Сарајево
7. Пецелј, М. Јовић, Г., Станивуковић, З., Говедар, З. (2001): Глобалне климатске промјене и анализа температурних промјена у Босни и Херцеговини. Зборник природно-математичких наука, Бања Лука, Година II, бр. 2-3, 307-316
8. Пецелј, М. (1992): Ритмичке и глобалне промјене климе и њихов утицај на измјене у ландшафтској сфери. Географско друштво БиХ, Сарајево
9. Пецелј, М. (2000): Глобалне климатске промјене и ефекат стаклене баште. Зборник радова, Урбанистички завод Републике Српске, Бања Лука.
10. Ракићевић, Т. (1994): Отопљавање климата - узроци посљедице. Земља и људи св. 41, СГД, Београд
11. Revkin, C.A. (1988): Discover Publication. Inc. ("Живјети са дејством стаклене баште") преузето из часописа Земља и њена енергија.