

ASOCIJACIJA PROSTORNIH PLANERA SRBIJE
UNIVERZITET U BEOGRADU - GEOGRAFSKI FAKULTET



PLANSKA I
NORMATIVNA
ZAŠTITA
PROSTORA I
ŽIVOTNE
SREDINE

UREDNICI
DR JELENA LUKOVIĆ
DR ALEKSANDAR ĐORĐEVIĆ

Zbornik radova
mladih istraživača



**ASOCIJACIJA PROSTORNIH PLANERA SRBIJE
UNIVERZITET U BEOGRADU - GEOGRAFSKI FAKULTET**

u saradnji sa

AMBERO Consulting Gesellschaft mbH
Ministarstvom prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

organizuju

osmi naučno-stručni skup
sa međunarodnim učešćem

**PLANSKA I NORMATIVNA
ZAŠTITA PROSTORA
I ŽIVOTNE SREDINE**

Zbornik radova mladih istraživača

Urednici:
Dr Jelena Luković
Dr Aleksandar Đorđević

Beograd, april 2015.



**ASOCIJACIJA PROSTORNIH PLANERA SRBIJE
UNIVERZITET U BEOGRADU - GEOGRAFSKI FAKULTET**

Izdavač:

Asocijacija prostornih planera Srbije
Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet

Za izdavača:

Mr Zoran Radosavljević
Dr Dejan Filipović

Urednici:

Dr Jelena Luković
Dr Aleksandar Đorđević

Tehnički urednik:

Msr Milan Radović

Priprema i dizajn korica:

Mr Aleksandra Gojšina-Vukelić
Msr Milan Radović

Štampa:

„ArtS DESIGN“ - Beograd

Tiraž:

200 primeraka

Beograd, april 2015.

Publikovanje zbornika radova mladih istraživača finansijski pomogli:

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
Inženjerska komora Srbije

Napomena: Referati su štampani u obliku autorskih originala te Organizacioni i Uređivački odbor ne preuzimaju odgovornost za tehnički i stručni sadržaj.

PROGRAMSKI ODBORI SKUPA

KOORDINACIJA SKUPA:

Dr Dejan Filipović, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Dr Velimir Šećerov, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Mr Zoran Radosavljević, predsednik APPS, Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture

POČASNI ODBOR SKUPA:

Dr Snežana Bogosavljević Bošković, Ministar poljoprivrede i zaštite životne sredine
Dr Zorana Z. Mihajlović, Ministar građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture
Dr Srđan Verbić, Ministar prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Dr Dejan Filipović, dekan, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Harald Müller, AMBERO Consulting Gesellschaft mbH
Jenő Maglai, gradonačelnik Subotice
Timea Tripolszki, direktor Zavoda za urbanizam Grada Subotice

NAUČNI ODBOR SKUPA:

Dr Milovan Pecelj, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet – predsednik
Dr Vladan Ducić, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Dr Dejan Đorđević, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Dr Bogdan Lukić, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Dr Jugoslav Nikolić, Republički hidrometeorološki zavod
Dr Jasna Petrić, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije
Dr Ratko Ristić, Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet
Dr Aleksandra Đukić, Univerzitet u Beogradu – Arhitektonski fakultet
Dr Goran Trbić, Univerzitet u Banja Luci – Prirodno-matematički fakultet
Dr Slavoljub Dragičević, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Dr Snežana Đurđić, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Dr Dragutin Tošić, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet

ORGANIZACIONI ODBOR SKUPA:

Miroslav Marić, Institut za puteve a.d. Beograd – predsednik
Dragoslav Pavlović, Urbanistički zavod Beograd
Dušan Momčilović, Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture
Irene Wöbke, AMBERO Consulting Gesellschaft mbH
Mr Dejan S. Đorđević, JP Palanka razvoj Smederevska Palanka
Mr Zoran Stipić, Zavod za urbanizam Grada Subotice
Msr Ivana Stefanović, Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture
Msr Milan Radović, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Msr Branko Protić, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet
Msr Aleksandra Gajić, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije
Žarko Duškov, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet

UZROCI I POSLEDICE KLIMATSKIH PROMENA

M.Sc. Dejan Doljak¹, M.Sc. Ljubica Petrović²

Apstrakt: U petom izveštaju Međuvladinog panela o klimatskim promenama konstatovano je „nesumnjivo zagrevanje klimatskog sistema“, ali i da je „veoma verovatno da je čovek glavni uzrok zagrevanja od sredine 20 veka“. Projekcije promena u klimatskom sistemu, izvedene na osnovu različitih modela i scenarija antropogenih delovanja, ukazuju na porast globalne temperature do kraja 21. veka u intervalima od 1,5 do 4,8°C. Na osnovu ovih projekcija Radna grupa II, u okviru IPCC-a, ukazuje na rizike sa kojima će se čovečanstvo suočiti u budućnosti, kao i mogućnosti za prilagođavanje. Paralelno sa teoretičarima koji u centar globalnog zagrevanja stavljaju čoveka, razvijala se jedna manja, i ne tako glasna, grupa skeptika, koja poseduje uverljive dokaze da se zapravo radi o prirodnom kolebanju klime. Da li nam preti globalno zagrevanje ili je čovečanstvo na pragu novog ledenog doba? U ovom radu iznećemo tvrdnje i jednih, i drugih o promenama klime, i pokušati da odgonetnemo da li su ove promene koje osećamo u stvari lokalnog karaktera.

Gljučne reči: efekat staklene bašte, ostrva toplote, Sunčeve pege, kosmičko zračenje, lokalni aerogađivači

CAUSES AND CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE

Abstract: In the fifth report of the Intergovernmental Panel on Climate Change it was concluded that „warming of the climate system is unequivocal“ and that it is „extremely likely that the human has been dominant cause of the observed warming since the mid-20th century“. Projections of changes in the climate system derived from various models and scenarios of anthropogenic forcings indicate an increase in global temperatures by the end of 21st century in the interval of 1.5 to 4.8°C. Based on these projections, the Working Group II under the IPCC, indicates the risks that the mankind will be faced in the future, as well as the opportunities for adaptation. Parallel with the theorists who put the human in the center of global warming, it has been developing a small and not so loud group of skeptics, who has credible evidence that these changes are actually natural climate fluctuations. Is the global warming threatening us or is humanity on the doorstep of a new ice age? In this paper we will present the claims of both parties on climate changes, and try to figure out if these changes, that we feel, has actually local character.

Key words: greenhouse gasses effect, heat islands, Sunspots, cosmic radiation, local air polluters

¹ doktorant, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, 11000 Beograd, dejan.doljak@gmail.com

² Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Studentski trg 3/3, 11000 Beograd, ljubica.p88@gmail.com

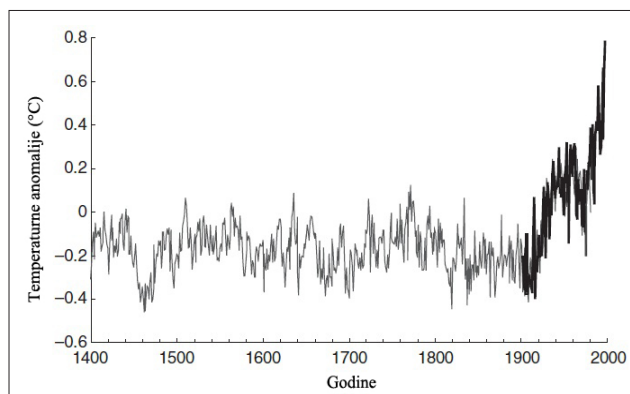
UVOD

Iako mislimo da poznajemo našu planetu i njenu klimu, ona ne prestaje da nas iznenađuje svojim ekstremnim pojavama, koje nas ponekad zaplaše do te mere da pomislimo da nastupa smak sveta. Događaji u Srbiji poput žestoko hladnih februarskih dana tokom zime 2012. godine, prošlogodišnje majske poplave, letošnjih tornada u Vojvodini, ledena kiša u Majdanpeku, kao i ekstremno visoke temperature izmerene u Beogradu i ostalim našim gradovima, skrenuli su pažnju javnosti na klimatske promene. Počeli smo da se bavimo vremenskom prognozom više od samih Engleza, a putem informacionih medija upoznajemo se sa nepogodama iz celog sveta. Većina ljudi to prihvata kao promene klime iako se zapravo radi o promenama koje su, uglavnom, lokalnog karaktera. Posebno su zabrinjavajući podaci specijalizovanih agencija koje ukazuju da je prosečna globalna temperatura porasla nakon 1861. godine, a da je tokom 20. veka taj rast iznosio oko 0,6°C. Da li su rezultati instrumentalnih merenja na meteorološkim stanicama za poslednjih 200 godina dovoljan dokaz da je došlo do izmene meteoroloških režima, odnosno promena klime? Ako jesu, onda to otvara novo pitanje: da li je čovek odgovoran za takvo stanje ili je samo reč o prirodnom kolebanju klime?

ČOVEK KAO UZROK KLIMATSKIH PROMENA

Kontraverzni temperaturni grafikon „hockey stick“, koji su dali Michael E. Mann i drugi pokrenuo je diskusiju u naučnim krugovima o čovekovom uticaju na klimatski sistem. Grafikon prikazuje temperaturna odstupanja od prosečnih vrednosti za period od 1961. do 1990. godine. Ime je dobio po diskontinuitetnom obliku koji nastaje oko 1900. godine (pre toga tok je bio relativno „ravan“) zbog porasta srednje godišnje temperature, što u celini daje izgled hokejskog štapa (Gomez, B. & Jones J.P., 2010). Napravljen je na osnovu podatka dobijenih pomoću mernih instrumenata kao i drugih dostupnih podataka iz celog sveta dobijenih različitim metodama, kao što su one koje koriste godove na drvetu, sedimente u ledu, itd. Podaci dobijeni metodama za rekonstrukciju klime na grafikonu su prikazani tanjom linijom, dok su oni koje su zabeležili merni instrumenti prikazani debljom linijom. Problem validnosti ovog grafikona odnosi se na kvalitet različitih podataka i metode koje su korišćene za njihovo spajanje.

Slika 1. Grafikon promena temperature tokom proteklih 1000 godina, tzv. „hockey stick“



Izvor: *Research Methods in Geography: Critical Introductions to Geography (2010), str. 129*

U Petom izveštaju IPCC-a konstatovano je „nesumnjivo zagrevanje klimatskog sistema“ nastalo kao posledica antropogene emisije gasova sa efektom staklene bašte (GHG). Poznato je da u smeši gasova u atmosferi ugljen-dioksid učestvuje sa 0,033%, što je dovoljno za stvaranje „efekta staklene bašte“, bez koga bi temperatura vazduha na Zemlji bila za 21°C niža od sadašnje i iznosila bi -7°C (Dukić, D., 1998). Međutim, problem nastaje usled antropogene emisije CO₂ i ostalih pet vrsta zagađivača koji sprečavaju Zemlju da održi radijacioni bilans, zbog čega dolazi do porasta prosečne temperature vazduha. Ovi zagađivači nastaju kao rezultat ljudskih aktivnosti, posebno u proizvodnji energije, industrijskim procesima, poljoprivrednim aktivnostima, u saobraćaju, kao i usled krčenja šuma. Najznačajniji i najrasprostranjeniji među njima je ugljen-dioksid (CO₂) sa učešćem od 43,1% (Gore, A.A., 2009). Količina oslobođenog metana (CH₄) je znatno manja od ugljen-dioksida, ali je metan 10 puta moćniji u pogledu zadržavanja toplote u atmosferi. Za razliku od ostalih gasova sa efektom staklene bašte, čađ u tehničkom smislu nije gas, već se sastoji od sitnih čestica ugljenika, pa se zbog toga, popularno, naziva još i „crni ugljenik“. Njegov uticaj na globalno zagrevanje je nešto drugačiji u odnosu na ostalih pet zagađivača i obično se ne zadržava u atmosferi duži vremenski period, jer ga iz vazduha ispira kiša. Čestice crnog ugljenika dospevaju na glečere i tako umanjuju njihov albedo, zbog čega dolazi do ubrzanog topljenja. Značajnu ulogu u globalnom zagrevanju imaju industrijske hemikalije iz grupe halokarbonata (halogenovani ugljovodonici) kao što su tetrafluoretan, sumpor heksafluorid i zloglasni hlorofluorougljenik. Iako nemaju direktan uticaj na zadržavanje toplote u atmosferi ugljen-monoksid i lakoispaljiva organska jedinjenja, usled reakcije sa drugim zagađivačima, dovode do stvaranja ozona niskog nivoa, koji je moćan gas sa efektom staklene bašte i ozbiljan zagađivač vazduha. Poslednji, ali ne i manje važan, uzrok globalnog zagrevanja je azotni oksid (N₂O) koji nastaje usled primene azotnih đubriva u poljoprivredi, dok manje količine nastaju prilikom sagorevanja fosilnih goriva, ali i zbog lošeg upravljanja prirodnim đubrivom i otpadom organskog porekla (Gore, A.A., 2010).

Četiri nova scenarija, pod nazivom Representative Concentration Pathways (RCPs), na kojima se temelje projekcije zagrevanja klimatskog sistema u budućnosti, predstavljeni su u petom izveštaju IPCC-a. Oni su izvedeni na osnovu procene promena u energetsom fluksu (radiative forcing- RF) 2100. godine u odnosu na vrednosti iz 1750. godine, nastale usled koncentracije gasova sa efektom staklene bašte, i izražava se u W m⁻². Prvi scenario predviđa smanjenje ovih gasova (RCP 2.6), druga dva scenarija njihovu stabilizaciju (RCP 4.5 i RCP 6), a poslednji vrlo visoke emisije (RCP 8.5). U okviru ovih scenarija, pomoću modela za simulaciju, dobijeni su podaci o koncentraciji CO₂ u rasponu od 412 ppm do 936 ppm, kao i CH₄ i N₂O, preračunati kao ekvivalent CO₂ u rasponu od 475 ppm do 1313 ppm (IPCC, 2014).

Prema ovim scenarijima, izuzev onog koji predviđa smanjenu emisiju GHG, temperatura vazduha na planeti će porasti za više od 1,5°C do kraja 21. veka u odnosu na prosek za period od 1850. do 1900. godine. Zagrevanje iznad 2°C je „verovatno“ za scenarije RCP 6.0 i RCP 8.5, dok je za scenario RCP 4.5 „više verovatno nego što nije“. Moguće je da će zagrevanje preći 4°C prema scenariju sa visokom emisijom gasova sa efektom staklene bašte, ali je ta verovatnoća procenjena na 33-66% (IPCC, 2013).

Na osnovu ovih projekcija, Radna grupa II, u publikaciji pod nazivom „Climate change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability- Summary for Policymakers“, ukazuje na neke od rizika sa kojima će se suočiti priroda i društvo do kraja 21. veka:

- Rizik od nestašice površinskih i podzemnih voda, naročito u sušnim regionima subtropskog pojasa, ali i povećanja vodenih resursa na većim geografskim širinama. Klimatske promene uticaće na smanjenje kvaliteta vode za piće zbog povećanja temperature, sedimenata, hranljivih materija i zagađivača usled obilnih kiša ili dugotrajnih suša, kao i usled poremećaja postrojenja za preradu vode prilikom poplava.
- Većina kopnenih i slatkovodnih vrsta će se suočiti sa rizikom od izumiranja naročito ukoliko dođe do promene uslova staništa, prekomerne eksploatacije, zagađenja i pojava invazivnih vrsta. Ukoliko se ništa ne preduzme po pitanju smanjenja emisije

Uzroci i posledice klimatskih promena

gasova sa efektom staklene bašte, doći će do iznenadnih i nepovratnih promena na regionalnom nivou, u pogledu sastava, strukture i funkcije kopnenih i vodenih ekosistema, uključujući i močvare. Usled globalnog otopljanja, deforestacije i degradacije ekosistema doći će do oslobađanja ugljenika koji je skladišten u kopnenoj biosferi (tresetišta, zone večitog snega i leda, šume). Odumiranje šuma uticaće ne samo na mogućnost za skladištenje ugljenika, već i na biodiverzitet, kvalitet vode, osećaj prijatnosti, kao i ekonomsku aktivnost.

- Potapanje, plavljenje i erozija priobalnih oblasti, malih ostva, kao i nekih zemalja koje leže na nižim nadmorskim visinama, usled podizanja nivoa Svetskog mora, mogu prouzrokovati velike troškove naročito u ribarskim zajednicama ali i onima u kojima je turizam značajan izvor prihoda.
- Prostorna smena morskih vrsta nastala usled otopljanja, odnosno njihova migracija ka većim geografskim širinama i lokalno izumiranje u tropskim i poluzatvorenim morima. Acidifikacija okeana, nastala kao posledica hemijske reakcije ugljen-dioksida u vodi, dovodi do trajnog rizika po morske i polarne ekosisteme. Naročito su ugroženi visoko kalcifikovani mekušci, bodljokošci i koralni grebeni, ali i rakovi i ribe.
- Problemi ishrane i urušavanje sistema za proizvodnju hrane, uključujući i nestabilnost cena hrane povezani su sa sušama, poplavama, promenljivošću padavina i ekstremnim događajima. Za većinu useva (pšenicu, pirinač i kukuruz) u tropskim i umerenim regionima predviđeno je opadanje proizvodnje usled povećanja lokalne temperature od 2 ili više °C. Porast globalne temperature oko 4°C, u odnosu na nivo s kraja 20. veka, u kombinaciji sa povećanom potražnjom hrane, doveli bi do problema prehrane stanovništva na globalnom i regionalnom nivou.
- Urbana područja su najviše izložena negativnim posledicama klimatskih promena: pored zagađenog vazduha prisutan je i rizik od toplotnog stresa, ekstremnih padavina, poplava, klizišta, nedostatka pijaće vode, itd. Ovim rizicima su podložnije one urbane oblasti koje nemaju osnovnu infrastrukturu i službe za reagovanje u vanrednim situacijama, kao i one gde su stambene jedinice lošijeg kvaliteta.
- Rizik od gubitaka sredstava za život i ruralnih prihoda, zbog ograničenog pristupa vode za piće i navodnjavanje, kao i smanjenja poljoprivredne proizvodnje. Ovom riziku su najviše izloženi farmeri i pastiri koji raspolažu oskudnim kapitalom u polusušnim regionima.
- Klimatske promene će uticati na smanjenje trajanja grejne sezone, ali će dovesti i do većih potreba za hlađenjem, naročito u sektoru stanovanja i komercijalnim delatnostima. Učestali i/ili snažniji ekstremni vremenski događaji i hazardi, stvorice pritisak na osiguravajuća društva, posebno u zemljama u razvoju. Ekonomske gubitke nastale usled klimatskih promena teško je proceniti, zbog brojnih pretpostavki i faktora koji se ne uzimaju u obzir. Prema grubim procenama, usled porasta temperature oko 2°C, ekonomski gubici na godišnjem nivou iznosiće od 0,2 do 2% prihoda (± 1 standardna devijacija oko srednje vrednosti).
- Tokom 21. veka, klimatske promene će uticati na porast broja ljudi lošeg zdravstvenog stanja, pogotovo u zemljama sa niskim primanjima. To podrazumeva veću verovatnoću da dođe do povreda, bolesti i smrti usled toplotnih talasa i požara; rizik od gladi usled smanjene proizvodnje hrane u siromašnim oblastima; rizik od gubitka radne snage; kao i rizik od bolesti koje nastaju usled pojave patogenih mikroorganizama i toksičnih supstanci u vodi i hrani, ali i od insekata koji prenose parazite (npr. malarični komaraci). Očekuju se skromni efekti smanjenja smrtnosti i oboljenja usled smanjenja broja ekstremno hladnih dana, ali kako vreme bude odmicalo, rasprostranjenost i jačina negativnih uticaja nadmašiće ove pozitivne učinke.

- Promene migratornih obrazaca, porast broja nasilničkog ponašanja, u vidu civilnih i među-grupnih ratova, kao i širenje siromaštva u razvijenim, i zemljama u razvoju, samo su još jedan odraz nastupajućih klimatskih promena.

Poseban problem predstavljaju tzv. „urbana ostrva toplote“ nastala kao posledica urbanizacije, pri čemu dolazi do promene termičkih osobina nekadašnje podloge. Asfaltirana podloga i gradska kanalizacija omogućavaju brzo oticanje padavina, pa se troši manje toplote na isparavanje. Betonske konstrukcije, asfaltna podloga i nedostatak vegetacije dovode do akumulacije toplote koja se tokom noći izračuje, pa su noćne, odnosno jutarnje temperature u zimskom periodu veće od onih u okolini. Osim toga, oslobađa se velika količina toplote iz industrijskih postrojenja, individualnih ložišta, vozila, ali i fiziološka toplota samih stanovnika grada. Tako se, na primer, na osnovu podataka o prosečnim dekadnim temperaturama vazduha u Beogradu i Rimskim Šančevima (10 km severno od centra Novog Sada), koje su dali Katić i njegovi saradnici, a kasnije dopunili Ducić i Anđelković, došlo do saznanja da je temperatura u Beogradu porasla za 1,4°C, a u Rimskim Šančevima 0,4°C (Ducić, V. & Radovanović, M., 2005). Razlika u temperaturi od 1°C pokazuje da je temperatura u Beogradu porasla pod uticajem urbanizacije, dok je u Rimskim Šančevima ona rezultat kolebanja termičkog režima (Ducić, V. & Radovanović, M., 2005). Landsberg je 1983. godine, na osnovu podataka o rastu intenziteta urbanog ostrva toplote za veliki broj gradova u svetu, odredio interval porasta temperature, koji iznosi od 0,5 do 3°C (Ducić, V. & Radovanović, M., 2005).

SUNČEVA AKTIVNOST KAO FAKTOR KOLEBANJA KLIME

Taman kada smo se uverili da je antropogena emisija gasova sa efektom staklene bašte odgovorna za globalno otopljanje, pojavile su se suprotne teze drugih naučnika. Naime, oni tvrde da je nemoguće da je industrijsko društvo odgovorno za povećanje temperature tokom 20. veka, jer podaci pokazuju da se najveći porast temperature odigrao pre 1940. godine, kada je industrijska proizvodnja bila relativno mala, a da je počela da opada u periodu tzv. posleratnog ekonomskog buma. Još veći paradoks u pogledu korelacije emisije štetnih gasova i temperature ogleda se u periodu ekonomske recesije, kada se temperatura eksponencijalno povećava, nasuprot opadanju emisije CO₂.

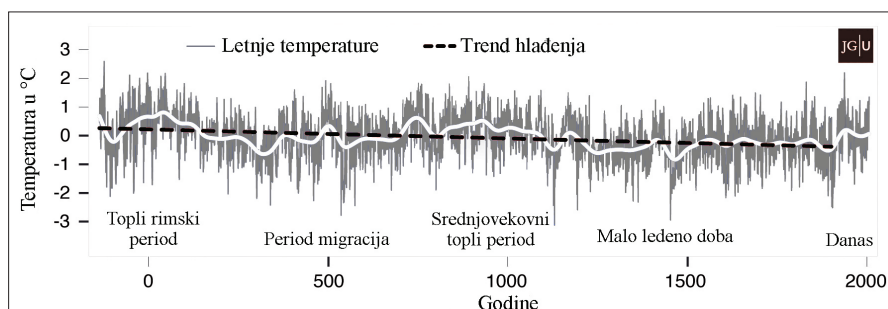
Rekonstrukcije temperature na osnovu sedimenata u moru, ledu, snegu, kao i na osnovu izotopa ugljenika i hemijskih elemenata koji se talože u godovima drveća, pokazuju da se klima menjala 2 000 godina unazad, kada nije bilo industrije i automobila koji bi emitovali štetne gasove. Naučna studija koja je objavljena u časopisu „Nature Climate Change“, bazira se na podacima gustine godova iz polufosilizovanih stabala bora iz Finske Laponije, koje su merili prof. dr Jan Esper i njegov tim. Veća širina godova ukazuje na topli, a uža na borealni tip klimate. Na osnovu tih podataka dobijen je grafikon koji pokazuje da su temperature na području severne Evrope u Srednjem veku i za vreme starog Rima bile veće za 1°C nego što su danas.

Izgleda da ugljen-dioksid nikada nije određivao globalnu temperaturu. Ali ako nije on, zašto onda dolazi do kolebanja meoroloških režima? Odgovor na ovo pitanje pronalazimo na najbližoj, i za život na Zemlji, najznačajnijoj zvezdi, odnosno na Suncu. Britanski astronom Edward Walter Maunder zapazio je 1893. godine da je u periodu malog ledenog doba bilo malo vidljivih pega na Suncu. Veliki broj istraživača bavio se brojanjem Sunčevih pega verujući da više pega nagoveštava toplije vreme. Neke analize su bile tako dobre da su na osnovu promene broja Sunčevih pega davane prognoze klimatskih elemenata (Ducić, V. & Radovanović, M., 2005). Rekonstrukcijom Sunčeve aktivnosti za poslednjih 1000 godina, metodom sadržaja radioaktivnog ugljenika C¹⁴ u godovima drveća, uočeno je značajno podudaranje sa kolebanjem temperature na Zemlji. Naime, dokazano je da je tokom „klimatskog optimuma“ (period od 10. do 13. veka) Volfov broj (indeks odnosa površine i broja pega) bio visok, dok je za vreme „malog ledenog doba“ (1450-1700. god.) ovaj broj bio izrazito nizak, zbog čega je dobio naziv Maunder minimum (Ducić, V. & Radovanović, M.,

Uzroci i posledice klimatskih promena

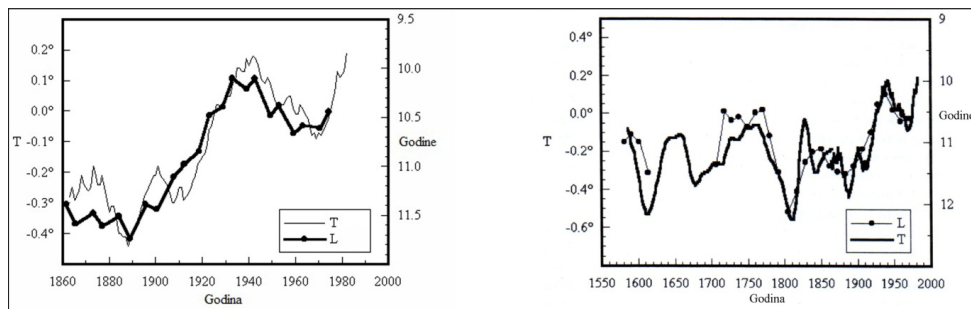
2005). Danas znamo da su Sunčeve pege jaka magnetna polja koja se pojavljuju za vreme jače solarne aktivnosti. Dokazano je da su ciklusi Sunčevih pega kraći za vreme jače, a duži za vreme slabije aktivnosti Sunca. Naučnici Danskog meteorološkog instituta Henrik Sven-smark i Eigil Friis-Christensen odlučili su da sakupe podatke o Sunčevim pegama u 20. veku i da ih uporede sa podacima temperature vazduha iznad kopna na severnoj hemisferi za poslednjih 130 godina. Rezultati podudarnosti su bili iznenađujuće dobri, pa su naučnici, da bi odbacili mogućnost čiste slučajnosti, ubrzo napravili poređenje za duži vremenski period, ovoga puta za period od 400 godina koji, takođe, potvrđuje dobre veze između Sunčeve aktivnosti i temperature vazduha na Zemlji.

Slika 2. Grafikon koji prikazuje trend hlađenja klime severne Evrope



Izvor: <http://www.uni-mainz.de/eng/15491.php>

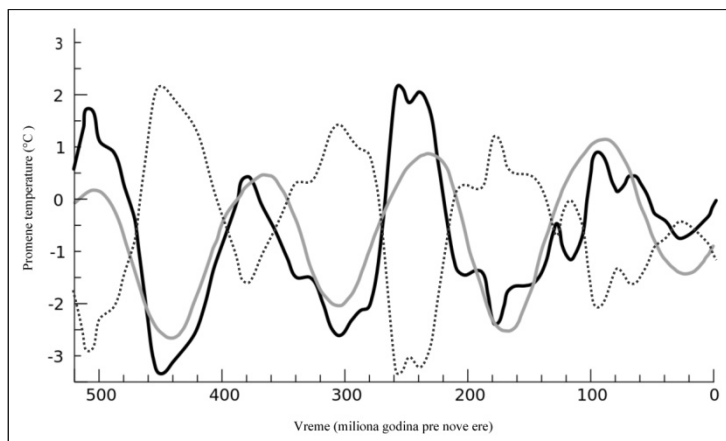
Slika 3. Dužina Sunčevih ciklusa (tanja linija- L) i temperature na kopnu severne hemisfere (deblja linija-T) po pokretnim jedanaestogodišnjim vrednostima. Levi grafikon prikazuje podatke za proteklih 130 godina (Firs-Crisstensen & Lassen, 1991), a desni za proteklih 400 godina (Firs-Crisstensen & Lassen, 1995).



Izvor: Ducić, V. & Radovanović, M., 2005: „Klima Srbije“, str. 109 i 110.

Naučnici sa Armang opservatorije u Irskoj zapazili su da je bilo hladnije kada su Sunčevi ciklusi duži, nego kada su oni kraći. Hipoteza o povezanosti Sunčevog vetra, u periodima jače solarne aktivnosti i kosmičkih zraka koji utiču na stvaranje oblaka, a time i promene temperature, dobila je svoj epilog kada je astrofizičar Nir Shaviv uporedio sopstvene podatke o kosmičkom zračenju (koji utiču na formiranje oblaka) sa podacima o temperaturi za poslednjih 600 miliona godina koje je napravio geolog Jan Veizer. Tada je uočeno da kada se kosmičko zračenje povećavalo, temperatura je opadala i obrnuto, odnosno da su oblaci i Zemljina klima usko povezani.

Slika 4. Korelacija između fluksa kosmičkog zraka (siva linija) i promene temperature (ispredkidana linija). Crna linija predstavlja prevrnutu liniju promene temperature kako bi se bolje sagledala podudarnost sa kosmičkim zračenjem (Shaviv & Veizer, 2008).



Izvor: modifikovano prema http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paleo-cosmic_flux.svg

Pored ovih rekonstrukcija, Gray (2000) navodi još dve metode koje ne pokazuju znake globalnog zagrevanja. Reč je o merenjima pomoću vremenskih balona (radiosonde) i satelita (Microwave Sound units-MUS) prema kojima je zagrevanje u gornjoj atmosferi skoro duplo manje nego na zemljinoj površini, što se ne uklapa u teoriju o globalnom zagrevanju.

Radovanović i Gomes (2008) u knjizi „Sunčeva aktivnost i šumski požari“ citiraju navode profesora dr Peter Dorana sa Univerziteta u Luizijani, u vezi promena ledenog pokrivača na Antarktiku: „Iskrivljeno mišljenje da se kontinentalno zagrevanje moglo bi da potiče od činjenice da je većina osmatračkih stanica bazirana na antartičkom poluostrvu- jezičak zemlje koji štrči severno od kontinenta ka Južnoj Americi- oblasti koja se zaista, dramatično zagreva“. Na osnovu merenja, sa vremenskih stanica, u periodu od 1986. do 2000. godine, u oblasti Mc Murdo Dry Valleys (najveća oblast bez leda na Antarktiku), Peter zaključuje da se ovaj region hladi u proseku za 0,125 °F.

Profesor geologije Don Easterbrook objavio je 2011. godine knjigu „Klimatologija zasnovana na dokazima“ u kojoj tvrdi da povećana emisija CO₂ nije uzrok klimatskih promena, držeći se čvrsto hipoteze da su one uslovljene prirodnim procesima. On je dokazao pomoću svog grafikona, koji je kasnije proširio, da su projekcije IPCC-a u periodu od 2000. do 2010. godine, pogrešne. Easterbrook navodi da je nerealno što ti isti ljudi očekuju od nas da shvatimo njihove stogodišnje prognoze ozbiljno, kada su greške za period od samo 10 godina, bile ogromne.

ZAKLJUČAK

Da se klima menjala od davnina, svedoče brojni prirodni dokazi, poput fosilnih morena i starih cirkova pronađenih na nižim geografskim širinama, ležišta treseta i kamenog uglja, mreže rečnih dolina i presahlih jezerskih basena sa fosilnim rečnim terasama, tamni slojevi gline koji se formiraju na dnu jezera, širi i užji godovi na poprečnom preseku stabla drveta itd. Osim toga, podaci o vremenu i klimi čuvaju se u starim beleškama, letopisima, ali se mogu utvrditi i na osnovu arheoloških nalaza koji svedoče o uslovima života ljudi u različitim

Uzroci i posledice klimatskih promena

podnebljima. Dušan Dukić u univerzitetskom udžbeniku „Klimatologija“ iz 1998. godine daje opis klimatskih promena na području Evropskog kontinenta počev od srednjeg veka pa na dalje. On piše da je za vreme klimatskog optimuma klima bila topla i vlažna, i da su tada površine na Islandu, koje danas prekrivaju lednici, bile pogodne za zemljoradnju. Normani su uspevali da svojim malim brodovima bezbedno prođu kroz Devisov moreuz i stignu do Grenlanda i primorja Severne Amerike. Zahlađenjem klime, za vreme malog ledenog doba, ponovo su se pojavila ledena polja i bregovi koji su onemogućili plovidbu ka Grenlandu. Lednici su okovali severne krajeve Norveške gde su ljudi prestali da se bave zemljoradnjom, a surove zime i letnje nepogode postale su vrlo česte. Negde oko 1850. godine ponovo je počelo otopljanje klime. Došlo je do otapanja površina pod ledom na Severnom ledenom okeanu. Porast temperature morske vode omogućio je migraciju riba i ribara ka severu, a laste se zadržavaju na Farskim ostrvima i Islandu. Međutim, u oblastima nižih geografskih širina klima se nije menjala hiljadama godina unazad, o čemu svedoče kipovi uklesani u peščare Sinaja, akvadukti izgrađeni na prostorima Antičke Grčke i nekadašnjeg Rimskog carstva, granica gajenja vinove loze i mogućnosti sazrevanja ploda urmine palme, itd.

Instrumentalna merenja nisu dovoljno duga i koegzistentna da bi se sa sigurnošću moglo reci da je došlo do promene klime. Sve je izvesnije da se radi o klimatskim ciklusima, usled promena Sunčeve aktivnosti koja utiče, ne samo na intenzitet atmosfere cirkulacije, nego i na njen tip. Činjenica je da je čovek delovao na lokalnu klimu, naročito stvaranjem „urbanih ostrva toplote“ i zagađenjem vazduha od izduvnih gasova iz automobila, industrijskih postrojenja, individualnih ložišta, itd.

Jednom prilikom čuveni američki političar i sociolog Daniel Patrick Moynihan, dao je izjavu koja bi vrlo lako mogla opisati polemiku o klimatskim promenama: „Svako ima pravo na sopstveno mišljenje, ali ne i na sopstvene činjenice“.

LITERATURA

- Ducić, V., & Radovanović, M. (2005). Klima Srbije. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- Dukić, D. (1998). Klimatologija. Beograd: Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu
- Radovanović M., & Gomes, F.P.J. (2008): Sunčeva aktivnost i šumski požari. Beograd: Geografski institut „Jovan Cvijić“ SANU.
- Gore, A.A. (2010). Naš izbor: putevi rešavanja klimatske krize. (Z. Paunović, prev.). Beograd: Geopoetika
- Durkin, M. (8. mart 2007). The Great Global Warming Swindle [documentary movie]. Preuzeto sa <https://www.youtube.com/watch?v=D-m09IKtYT4>
- Singer F., & Sitz F. (1999). Hot Talk, Cold Science: Global Warming's Unfinished Debate. The Independent Institute.
- Gomez, B. & Jones J.P. (2010). Research Methods in Geography: Critical Introductions to Geography. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-4051-0710-5
- Esper, J., Frank, D.C., Timonen, M., Zorita, E., Wilson, R.J.S., Luterbacher, J., ... & Buntgen, (2012). Orbital forcing of tree-ring data. Nature Climate Change: DOI 10.1038/NCLIMATE1589.
- Easterbrook, D.J. (2011) Geologic evidence of recurring climate cycles and their implications for the cause of global climate changes: The Past is the Key to the Future: in Evidence-Based Climate Science, Elsevier Inc., p.3-51. DOI: 10.1016/B978-0-12-385956-3.10001-4
- Gray, V. (22. novembar 2000). The cause of global warming. Preuzeto 3. mart 2015, sa <http://www.john-daly.com/cause/cause.htm>

**Zbornik radova mladih istraživača,
Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine, Palić-Subotica, 2015.**

Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., ... & White, L.L. (eds.) (2014). Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: World Meteorological Organization.

Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J.,... & Midgley, P.M. (eds.) (2013). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom & New York: Cambridge University Press