

# ГЕОХАЗАРД У СРБИЈИ У 21. ВЕКУ – ЗНАЊЕ ЈЕ НАЈБОЉИ БЕДЕМ ПРОТИВ СТИХИЈЕ

ГЕОХАЗАРД У СРБИЈИ У 21. ВЕКУ  
– ЗНАЊЕ ЈЕ НАЈБОЉИ БЕДЕМ ПРОТИВ СТИХИЈЕ

SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

---

LECTURE SERIES

Book 5

GEOHAZARD IN SERBIA  
IN THE 21<sup>st</sup> CENTURY

– KNOWLEDGE IS THE BEST BASTION  
AGAINST THE NATURAL DISASTERS

Accepted at the 4<sup>th</sup> meeting of the Department of Mathematics,  
Physics and Geosciences on 24 May 2019

Editor  
VLADICA CVETKOVIĆ  
Corresponding Member of SASA

BELGRADE 2019

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

---

ЦИКЛУС ПРЕДАВАЊА

Књига 5

ГЕОХАЗАРД У СРБИЈИ  
У 21. ВЕКУ

– ЗНАЊЕ ЈЕ НАЈБОЉИ БЕДЕМ  
ПРОТИВ СТИХИЈЕ

Примљено на IV скупу Одељења за математику, физику и гео-науке  
од 24. маја 2019. године

Уредник  
ВЛАДИЦА ЦВЕТКОВИЋ  
дописни члан САНУ

БЕОГРАД 2019

Издаје  
*Српска академија наука и уметности*  
Београд, Кнеза Михаила 35

Лектура и коректура  
*Невена Ђурђевић*  
*Снежана Крсчић-Букарица*

Превод резимеа  
*Аутори*

Технички уредник  
*Никола Стевановић*

Тираж 350 примерака

Штампа  
ЈП *Службени гласник*

ISBN 978-86-7025-844-0

© Српска академија наука и уметности 2019

## САДРЖАЈ

Владица Цветковић, <i>Уводна реч</i> .....	7
Ана Младеновић, Славица Радовановић, <i>Сеизмички hazard у Србији</i> .....	11
Ana Mladenović, Slavica Radovanović, <i>Seismic hazard in Serbia</i> .....	22
Зоран Стевановић, <i>Процена ризика од несигурности воде за пиће у Србији</i> .....	25
Zoran Stevanović, <i>Risk assessment of drinking water shortage in Serbia</i> .....	44
Славиша Трајковић, <i>Просторно-временске карактеристике суша у Србији</i> .....	45
Slaviša Trajković, <i>Spatiotemporal characteristics of droughts in Serbia</i> .....	64
Биљана Аболмасов, <i>Hazard од клизавица у Србији у 21. веку</i> .....	65
Biljana Abolmasov, <i>Landslide hazard in Serbia in the 21<sup>st</sup> century</i> .....	87
Видојко Јовић, <i>Загађење земљишта – узроци и последице</i> .....	89
Vidojko Jović, <i>Soil pollution – causes and consequences</i> .....	97

Дејан Прелевић, <i>Да ли је вулкански хазард ђрејња за ђодручје Балканској ђолуосјрва?</i> . . . . .	99
Dejan Prelević, <i>Is volcanic hazard a threat for the area of Balkan Peninsula?</i> . . . . .	119
Слободан Марковић, <i>Климајске ђромене – ђеојерсјекјива</i> . . . . .	121
Slobodan Marković, <i>Climate changes – geoperspective</i> . . . . .	129

## УВОДНА РЕЧ

Зборник радова под насловом: „Геохазард у Србији у 21. веку – знање је најбољи бедем против стихије“ представља резултат истоименог циклуса предавања, који је у периоду од априла до јуна 2018. године одржан у Српској академији наука и уметности. Посебним циклусима предавања САНУ показује жељу да појача своју друштвену улогу тиме што би, поред великог броја активности у којима се промовишу искључиво врхунски научни резултати, организовала скупове посвећене неким од најважнијих проблема савременог српског друштва. Садржај предавања ових посебних циклуса подједнако је усмерен како експертима тако и широком аудиторијуму, другим речима, најсавременија научна знања пласирају се на начин да њихов значај за заједницу буде највидљивији.

У оквиру циклуса „Геохазард у Србији у 21. веку – знање је најбољи бедем против стихије“ одржано је укупно седам предавања. Њима су тематски обухваћени ако не сви, онда сигурно најважнији геолошки хазарди с којима се наш простор може суочити у овом веку. Неки од ових геохазарда су нам нажалост и „блиски“ и познати, попут земљотреса и клизишта, неки нам тек „куцају на врата“, као што су проблеми недостатка квалитетне воде или озбиљног загађења земљишта, док неке од приказаних гео-опасности доживљавамо мање узнемирујућима зато што су (само привидно) далеко од нас, било у простору, на пример вулкани, или у времену, као што су глобалне промене климе.

У првом раду Зборника, А. Младеновић и С. Радовановић приказују најважније аспекте сеизмичког хазарда у Србији. На разумљив, али научно савремен начин, у раду се објашњава зашто се код нас догађају релативно јаки земљотреси, премда подручје Србије није близу места генерисања највеће количине тектонске енергије у региону. Посебна пажња поклања се чињеници да је штета коју ови земљотреси праве несразмерно велика. Рад пружа и осврт на проблеме у дефинисању сеизмичког хазарда на територији наше земље, наглашавајући притом који се стандарди морају поштовати при прикупљању података и примењивању методологије за ваљану процену хазарда.



У раду „Процена ризика од несташице воде за пиће у Србији“ аутор З. Стевановић описује тренутно стање водних ресурса у Србији, при чему многе податке приказује и у историјском контексту. На тај начин из рада је могуће сазнати не само какав је *status preasens* већ и о каквим трендовима је реч, као што је, на пример, дуготрајно повећање капацитета централизованог водоснабдевања у последњих шездесет година или осетно смањење учешћа подземних вода у снабдевању водом у Србији. Аутор закључује да Србија „припада групи земаља Европе са довољним ресурсима подземних и површинских вода за дугорочно задовољавање потреба становништва у пијаћој води, као и потреба у области индустрије, енергетике, наводњавања пољопривредних површина.“

Вода је и у фокусу трећег прилога у овом Зборнику. У оригиналном раду „Просторно-временске карактеристике суша у Србији“ аутор С. Трајковић истиче да су штете од суше по правилу веће од оних које настају другим природним хазардима у Србији. На пример, штета од суше из 2012. године процењена је на милијарду и осамсто милиона евра, што за сто милиона евра надмашује ону изазвану колосалним поплавама из 2014. године. Аутор приказује резултате вишегодишњих истраживања на развоју хидроинформационог система за праћење и правовремену најаву суше. На основу приказаних података, у Србији су издвојена три региона: северни, западни и јужни, који се међусобно разликују према угрожености од суше, као и по мерама за ублажавање последица суше.

Четврти прилог се бави клизиштима. У свом прегледном раду под насловом „Хазард од клизишта у Србији у XXI веку“ ауторка Б. Аболмасов даје процену „да је 16–20% територије Србије под активним или умиреним процесом клижења“, при чему детаљно образлаже најважније узроке ових природних појава. У раду се даје критички осврт на тренутну праксу која се тиче уношења података у национални катастар клизишта, и изводи закључак да због незадовољавајућег стања у вези с катастром, тренутно није ни могуће дати најтачнију процену хазарда од клизишта у Србији.

Рад „Загађење земљишта – узроци и последице“ академика Видојка Јовића тиче се све присутнијег проблема загађења земљишта у нашем подручју. У раду су приказане информације о основним узроцима и типовима загађења (рударство, индустрија и друго) и дати примери угроженог земљишта у различитим подручјима Србије.

У прилогу под насловом „Да ли је вулкански хазард претња за подручје Балканског полуострва?“ Д. Прелевић најпре пружа основне информације о унутрашњој динамици наше планете, а затим, без непотребних детаља, али уз излагање најважнијих научних чињеница, објашњава како вулкани настају и зашто се појављују само у (геолошки) одређено време и на одређеном месту. Из ових информација следи приказ тренутне ситуације хазарда од вулканских ерупција за подручје Србије, да би у закључном делу била описана три могућа сценарија по којима би подручје Балканског полуострва могло да буде угрожено вулканским ерупцијама.

Последњи рад у Зборнику носи наслов: „Климатске промене – геоперспектива“, а његов аутор је С. Б. Марковић, дописни члан САНУ. У свом прегледном раду аутор анализира климатске варијабилности на нашој планети у односу на концентрацију гасова који изазивају такозвани ефекат стаклене баште, и то за читав период кенозоика (последњих 65,5 милиона година). Аутор закључује да се „тренутно налазимо у последњој топлој фази (интергласијалу) квартарног леденог доба, која је још увек далеко хладнија од палеоценско-еоценског климатског максимума“. У својим закључним поглављима аутор даје и низ личних осврта на тренутне проблеме у сагледавању будућих климатских промена.

Према свему што је садржано у наведеним прилозима овај Зборник у потпуности испуњава мисију посебних циклуса предавања у САНУ. У њему су разматрана научна питања од чијих одговора не зависи само напредак једне струке нити читаве науке, већ опстанак свих нас, и зато то знање никако не сме да остане само експертима. На тај начин, САНУ доприноси путу Србије ка модерној заједници, у којој научници слушају једни друге и раде заједно на најважнијим питањима, а знање до којих они долазе бива употребљено на прави начин.

Два аспекта овог Зборника желим посебно да истакнем. Први се тиче његове актуелности. Довољан је и летимичан поглед на неко од средстава информисања да би се видело да је оно што наши најпозванији научници тематизују у овом Зборнику најтешње повезано с нашим свакодневним животом. О томе сведоче наслови, попут: „Zrenjanin: Zašto je voda žuta?“ (<https://www.danas.rs/drustvo/zrenjanin-zasto-je-voda-zuta/>), „Klimatske promene: Nivo mora porašće za dva metra“ (<https://www.bbc.com/serbian/lat/svet-48349291>) или „Italijanski vulkan Etna se ponovo aktivirao“ (<https://www.slobodnaevropa.org/a/29976226.html>). Чак и када узмемо у обзир да вести у данашњој, интернетом контролисаној медијској комуникацији, имају увек нешто драматичнији тон, остаје утисак изражене актуелности. Најзад, истовремено с приређивањем за штампу овог зборника у којем се као пример подручја угроженог клизиштима приказује карта Крупња (стр. 74, слика 2), исто подручје бива поново директно погођено бујичним поплавама, а на територији Крупња је на снази ванредна ситуација и влада непрестана опасност од активирања клизишта.

Други аспект је везан за чињеницу да се Зборник одликује високим нивоом критичког мишљења. Осим тога што се у многим радовима указује на лоше стање у Србији када је реч о предусловима за процену хазарда, Зборник доноси и контрастне погледе на једну од данас најосетљивих друштвено-научних тема као што је човеков утицај на климатске промене.

Иако ни као научници нисмо у стању да спречимо, па ни да у детаљима предвидимо велике поплаве и земљотресе, постоји велики број чињеница које су нам веома добро познате, на пример, да се не сме градити свуда и на било који начин. Знамо да ће и вода и обрадиво земљиште бити стратешки ресурси у блиској будућности и да се то мора узети у обзир у одлукама које

доносимо данас, а чије ћемо последице осетити већ сутра. Познато нам је да у Србији нема вулкана који могу бити активни у наредним миленијумима, али истовремено знамо шта се може очекивати од веома јаких ерупција у свету, које ће неминовно уследити. Од седам великих ерупција од последњег леденог доба до данас само се једна догодила када је на земљи живело више од једне милијарде људи, а постоје предвиђања да ће само до краја овог века на земљи живети 12 милијарди људи. Ако би се поновила само једна колосална ерупција, попут оне на месту данашњег језера Тоба на Суматри од пре око 74 хиљаде година, то би људску расу могло да врати на предцивизацијски ниво.

Све што знамо као научници и истраживачи мора бити што пре усвојено од стране целокупне заједнице. Овај Зборник представља само једну од многих активности Српске академије наука и уметности које имају за циљ да научна знања што пре допру до свих, а нарочито до оних који доносе најважније одлуке за читаво друштво.

Владица Цветковић,  
дописни члан САНУ

# КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ – ГЕОПЕРСПЕКТИВА

СЛОБОДАН Б. МАРКОВИЋ\*·\*\*

**А п с т р а к т.** – Сведоци смо великог глобалног интереса за феномен климатских промена, како дела научне заједнице тако и најшире јавности. Општи интерес за климатске промене носи велику разноврсност разумевања овог проблема у широком распону, од потцењивања могућих последица до неумерених катастрофичних интерпретација. Овакав незапамћени глобални интерес за разумевање механизма климатске динамике представља нормалну реакцију савремене цивилизације, која још увек суштински зависи од климе.

Посматрано из аспекта дуготрајних кенозојских климатских промена ми се налазимо у последњој топлој фази (интерглатијалу) квартарног леденог доба, која је још увек далеко хладнија од палеоценско-еоценског климатског максимума. Многи савремени научници тврде да ће пораст емисије гасова ефекта стаклене баште у атмосферу узроковати значајно глобално загревање Земље.

У овој прегледној студији анализирана је варијабилност климе Земље у односу на количину присуства гасова који изазивају ефекат стаклене баште током последњих 65,5 милиона година, као потенцијални основ за боље разумевање савремених покушаја сагледавања будућих климатских промена.

*Кључне речи:* Земља, ефекат стаклене баште, климатске промене и ледено доба

## 1. УВОД

Клима је средње стање атмосферских/климатских елемената у дужем временском периоду. Поред средњих вредности ових елемената и њихове екстремне вредности су веома битне за адекватно разумевање динамике процеса у приземном делу атмосфере. Упркос драматичном технолошком развоју, савремена цивилизација није у стању да климом (сврсисходно) управља, па у великој мери зависи од климатске динамике. Зато не чуди да се климатска истраживања налазе у жижи интересовања, како научне тако и најшире профане јавности.

Инструментални период метеоролошких осматрања, током којег се систематски мере климатски елементи, није дужи од два века. Најдужи низови

---

\* Катедра за физичку географију, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду

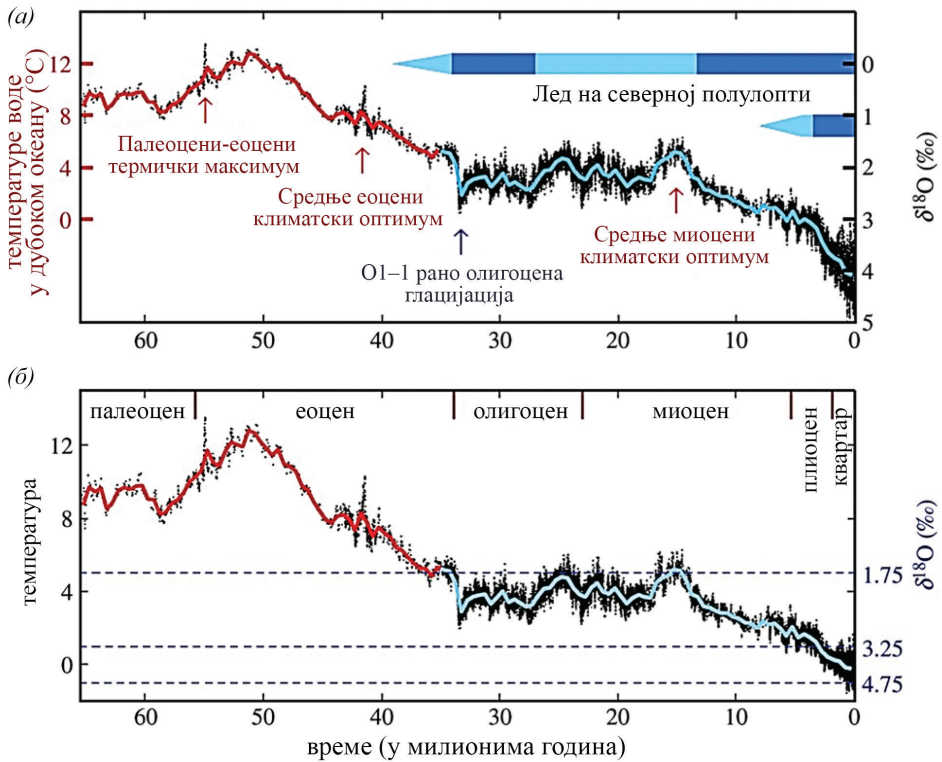
\*\* Српска академија наука и уметности, Кнеза Михаила 35, Београд

климатских мерења углавном су везани за локације највећих светских градова који су временом брзо расли, па се ови подаци не могу увек сматрати потпуно репрезентативним показатељима климатских промена у инструменталном периоду. Идући у археолошку и геолошку прошлост још је теже прецизно реконструисати климатску еволуцију. Занимљиво је да се еволуција хоминида догађала током генерално неповољних климатских флукуација квартарног леденог доба. Савремени људи су постали доминантни у односу на неандерталце на европском континенту током релативно наглих смена хладних и нешто топлијих, стадијалних и интерстадијалних фаза последњег глацијалног периода, пре око 40.000 година (Obrecht et al., 2017; Chu, 2018). Такође, све више научних студија истиче да је уздизање и нестанак многих праисторијских и историјских култура и цивилизација било последица испољавања некадашњих екстремних климатских услова (e.g. Giosan et al., 2012).

## 2. КЕНОЗОЈСКЕ КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

Генерално посматрано, клима Земље осцилује у мегациклусима, који екстремно варирају од доминације тропског климата до ултрахладног периода познатог као „снежна лопта“. Последњи такав мегаклиматски циклус догодио се током кенозоика. Међутим, несумњиво је да је кенозојска клима на глобалном нивоу постепено постајала све хладнија (Zachos et al., 2008, 2011). На слици 1а) приказане су промене вредности  $\delta^{18}\text{O}$  у води глобалног дубоког мора према Zachos et al. (2008). Дуготрајне кенозојске климатске промене крећу се у великом распону, од палеоценско-еоценског климатског максимума (ПЕКМ), до максималног захвађења забележеног током неколико последњих глацијала квартарног леденог доба.

Флукуација вредности  $\delta^{18}\text{O}$  у води глобалног дубоког мора одсликавају промене запремине леда на глобалном нивоу. Тако је стварање леденог покривача на Антарктику интензивирано након ране олигоценске глацијације, док је процес стварања поларне ледене капе на северној полулопти започео знатно касније, пре око три милиона година. Доњи део слике 1б) садржи очекиване температуре воде у дубини океана и показује да температурна амплитуда између ПЕКМ и најхладнијих пеистоцених глацијала прелази  $12^\circ\text{C}$ . Поређења ради, током последњег глацијалног максимума, пре приближно 23.000 година, када је лед прекривао већи део Северне Америке и значајне делове западног дела Евроазије, глобална годишња температура била је мања за око  $5^\circ\text{C}$  од данашње (Hansen et al., 2013). Међутим, утврђивање међусобног односа удела запремине леда, температура и нивоа светског мора у овом јединственом палеоклиматском запису, као и квантификовање концентрације гасова ефекта стаклене баште (ГЕСТ) у атмосфери, током дугог геолошког раздобља кенозоика ипак је у великој мери спекулативан.

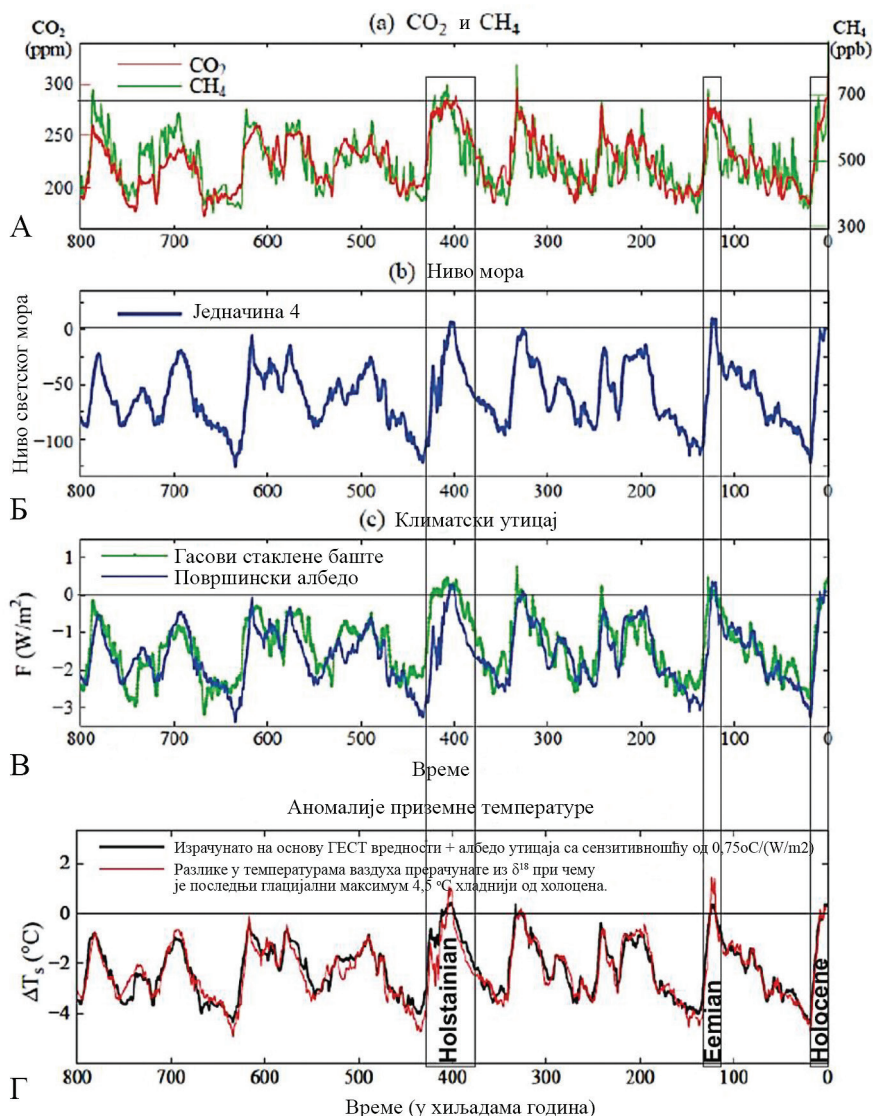


Слика 1. а)  $\delta^{18}\text{O}$  у води глобалног мора према Zachos et al. (2008) и б) очекиване температуре воде у дубини океана према Hansen et al. (2013); црне тачке означавају измерене вредности, а црвена и плава линија имају временску резолуцију од 500.000 година (Hansen et al., 2013, модификовано)

Идући према гелешкој садашњости, палеоклиматски записи постају све поузданији за сагледавање односа удела запремине леда, температура и нивоа светског мора и њихових релација са динамиком ГЕСТ. Спектакуларне антарктичке бушотине у леду, а пре свих EPICA Dome C, која је са дужином од 3.260 m досегла дно антарктичког леда (EPICA community members, 2004, Jouzel et al., 2007), пружају нам изванредну могућност да упоредимо палеотемпературе и концентрацију ГЕСТ сачуваних у заосталим ваздушним мехурићима ледених буштина током последњих 800.000 година (слика 2). Значајнији скок ГЕСТ догодио се током интергласијала холштајнијан (Holstainian) пре приближно 420.000 година и то за око 40 ppm  $\text{CO}_2$  у односу на старије интегласијале (слика 2a). Последица тог скока у концентрацији ГЕСТ било је повећање глобалног нивоа мора за неколико метара (слика 2b) и релативно мало повећање глобалне температуре (слика 2r). Слична ситуација се догодила и током претпоследњег интергласијала имијан (Eemian)



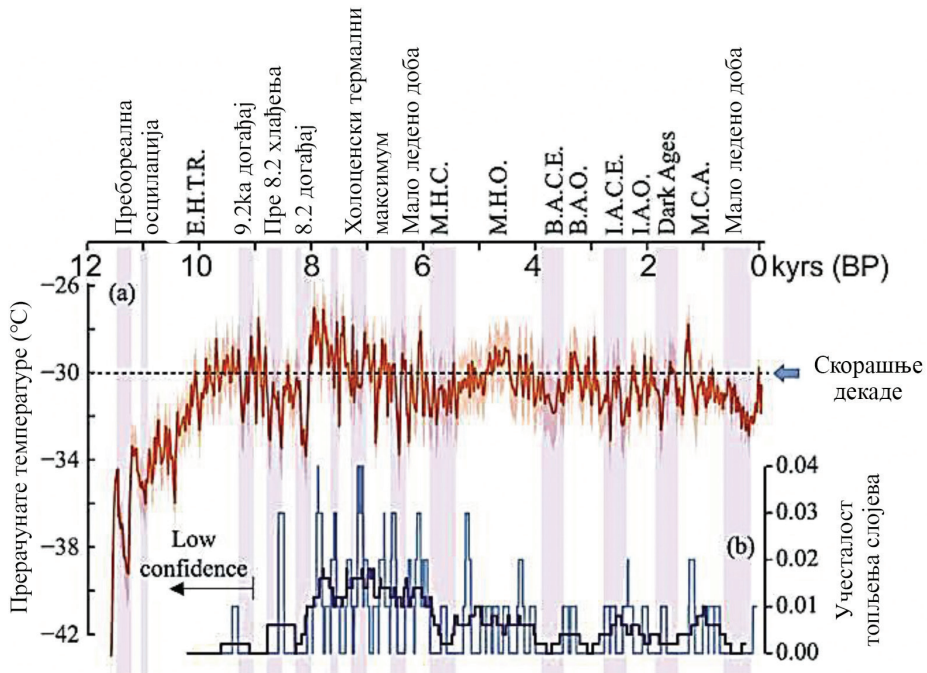
(слика 2а) пре приближно 120.000 година, који је имао сличну, па чак и мању, концентрацију ГЕСТ него у преиндустријско доба, у холоцену, савременом/ садашњем интергласијалу (Hansen et al., 2013).



Слика 2. а) концентрација ГЕСТ (EPICA community memmbers, 2004)  $\text{CO}_2$  је приказан црвеном, а  $\text{CH}_4$  зеленом линијом, б) промене нивоа светског мора, в) климатски утицај ГЕСТ приказан зеленом линијом и албеда приказан плавом линијом и г) аномалије приземне температуре, где црвена линија представља аномалије температуре ваздуха прерачунате на основу вредности ГЕСТ + албеда, са сензитивношћу од  $0,75^{\circ}\text{C}/(\text{W}/\text{m}^2)$ .

Црна линија представља разлике у температурама ваздуха где је последњи глацијални максимум  $4,5^{\circ}\text{C}$  хладнији од холоцена. Посебно су уоквирени савремени интерглацијал холоцен (Holocene), претпоследњи интерглацијал имијан (Eemian) и интерглацијал холштајнијан (Holstianian) (Hansen et al., 2013, модификовано)

Као што слика 2 показује, утврђене промене присуства ГЕСТ у атмосфери током последњих осам глацијално-интерглацијалних циклуса нису узроковале значајније промене нивоа мора, односно приземне температуре атмосфере. Остаје да се пронађе одговор на суштинско питање, како ће се одвијати климатске промене у условима повећане емисије  $\text{CO}_2$  за додатних 130 ppm до 140 ppm у односу на преиндустријски период?



Слика 3. а) температуре прерачунате за ледену бушотину *Summit* на Гренланду и б) (светлоплава линија) фреквенција топљења ледених слојева у резолуцији 100 (светлоплава линија), E.H.T.R. = рано холоцени пораст температуре, M.H.C. = хладни период холоцена, M.H.O. = средње холоцени оптимум, B.A.C.E. = хладни период бронзаног доба, B.A.O. = оптимум бронзаног доба, I.A.C.E. = хладни период гвозденог доба, I.A.O. = оптимум гвозденог доба, M.C.A. = средњовековна аномалија (Kobashi et al., 2018, модификовано).



Међутим, измерене и реконструисане температуре ваздуха на глобалном нивоу не дају ни приближно тако драматичан пораст као у случају повећања емисије атмосферског  $\text{CO}_2$ . Слика 3а) показује да су температуре прерачунате у односу на одговарајуће вредности за гренландску ледену бушотине *Summit* током већег дела холоцена биле углавном стабилне, и у више наврата веће него савремене температуре (испрекидана линија на слици 3а), упркос знатно мањем присуству ГЕСТ у тадашњој атмосфери (Kobashi et al., 2018).

### 3. КОЛИКО СМО БЛИЗУ ПРОЦЕНЕ БУДУЋИХ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА?

Без намере да се умањи неопходност све веће бриге људи за будућност наше планете, у даљем тексту ће бити дат кратак осврт на напоре у тзв. заустављању негативних последица климатских промена. На серији климатских конференција, од којих је прва одржана у Кјоту 1997. године, а последња у Паризу 2015. године, усвојено је више протокола и споразума о борби против глобалног загревања, као негативне последице климатских промена. На тај начин су створени међународни правни оквири: (1) да се клима сматра за комерцијални ресурс и (2) да се клима може користити као политички инструмент.

Тако су отпочете опсежне научно-стручне и пропагандне активности. Једна од најзначајнијих је оснивање Међувладиног панела о климатским променама (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), чије је оснивање одобрила Генерална скупштина Уједињених нација како би се политичким лидерима држава обезбедиле поуздане информације о климатским променама, њиховом утицају, ризицима, прилагођавању и њиховом ублажавању. Главна активност IPCC је објављивање периодичних извештаја о климатским променама. У овим извештајима провејавају садржаји „васпитног застрашивања“. Тако се климатске промене сматрају неподесним феноменом, а одржавање климе пре индустријског утицаја сматра се пожељним. Такав став је у супротности с варијабилном природом климе. Овакво становиште, упркос драматичном савременом развоју науке, хелиоцентрично схватање климатских промена, подређује геоцентричним, па чак и етноцентричним и егоцентричним поимањима. IPCC у својим документима глобално загревање превасходно доводи у везу са емисијом ГЕСТ услед употребе фосилних горива. Иако IPCC извештаји нису научни радови, ови документи су доминантно најцитиранији у савременим климатолошким студијама, тако да се слободно може рећи да попримају карактеристике „светих књига“. Потпуни „благослов“ за овакве активности представљала је додела Нобелове награде за мир за 2007. годину, коју су поделили IPCC и Алберт Арнолд Гор, тадашњи потпредседник САД (Gavrilov et al., 2016).

Промовисана су три „крунска“ доказа за глобално отопљавање и успостављање „негативних“ будућих климатских промена: повећање температура током инструменталног периода, повећана емисија CO<sub>2</sub> и нумеричко моделирање климе будућности. Најдужи низови инструменталних климатских података по правилу се везују за највеће светске градове, чије су метеоролошке станице временом биле под све већим утицајем урбане климе. Други проблем представљају непрестане реанализе и прерачунавања реално измерених метеоролошких података. Према IPCC глобална просечна приземна температура је порасла за мање од 1°C у периоду 1880–2012. године (IPCC, 2013). Упркос изостанку изворних података на основу којих су добијени ови крајњи резултати загревања атмосфере, оно није створило катастрофичну глобалну ситуацију, напротив сведоци смо незапамћеног демографског бума. Планетарни број становника се у овом периоду увећао седам пута, а наша цивилизација је достигла највећи технолошки напредак. Тако, стиче се утисак да је пораст температуре током инструменталног периода осматрања атмосфере имао више поспешујући него штетни утицај.

Највећи број савремених климатских студија сматра повећану концентрацију CO<sub>2</sub> за главни узрок глобалног загревања. Концентрација овог гаса у атмосфери мери се на мало места, а најпознатије мерно место је опсерваторија на Хавајима, чија се мерења користе као илустрација драматичног пораста присуства CO<sub>2</sub> у атмосфери. Хаваји нису најрепрезентативније место за мерење концентрације CO<sub>2</sub>, због интензивне вулканске активности овог архипелага. Такође, још увек није разјашњена улога CO<sub>2</sub> у процесу апсорпције дуготаласног зрачења Земље, што је и даље један од недовољно познатих области у физици атмосфере (Gavrilov et al., 2016).

Нумеричке симулације климе употребом климатских модела и стандардизованих сценарија понуђени су као најсврсисходније решење да се предвиде/процене будуће климатске промене на основу претпостављеног пораста CO<sub>2</sub> условљених пројектованом потрошњом фосилних горива. Интеграције тих модела често иду неколико десетина година у будућност. Такве прогнозе сматрају се неком врстом објективне процене о будућности климе, ако се претпостављени сценарио реализује. Како веома мали број људи заиста разуме бројна ограничења које имају климатски модели, већина истраживача је фасцинирана овом методологијом и безрезервно прихвата често застрашујуће добијене резултате (Gavrilov et al., 2016). Носиоци ових помало догматских схватања агресивно се односе према колегама који изражавају скепсу према катастрофичном погледу на климатске промене, што се суштински коси са природом научних истраживања која представљају слободуман, сталожен и неагресиван приступ у сагледавању стварности, како природне, тако и друштвене.

#### 4. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Седамдесетих година прошлог века научници Џорџ Кукла и Робли Метјус (Kukla and Metthews, 1972) послали су забрињавајућу поруку америчком председнику Ричарду Никсону, изражавајући бојазан да ће предстојеће захлађење климе проузроковати бројне озбиљне проблеме. Тада је председникова администрација организовала панел посвећен проблему краја садашњег интергласијала. Кратко након тога, пажња научне и најшире јавности била је усмерена у потпуно супротном правцу, ка проблему глобалног отопљавања Земље. Да ли се ближимо крају садашњег интергласијала или улазимо у суперинтергласијал чији аналог не можемо пронаћи међу плеистоценским интергласијалним фазама? Да ли ће забрињавајући пораст емисије ГЕСТ заиста проузроковати катастрофичне будуће климатске промене како показују нумерички прорачуни различитих климатских сценарија? Праве одговоре на постављена питања показаће време. Међутим, да би нас будућност што мање изненадила, потребно је климатска истраживања вратити у научно окриље и тако спречити исхитрену комерцијализацију климе као најважнијег јавног ресурса на Земљи.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Gavrilov, M. B., Marković, S. B., Mladjan, D., Zarić, M., Pešić, A., Janc, N., Todorović, N. 2016. Global warming – between myth and reality, International Scientific Conference “Archibald Reiss Days”, 10–11 March 2016, Academy Of Criminalistic And Police Studies, Proceedings of International Significance, Vol II, Proceedings, 304–313.
- Giosan, L., Clift, P. D., Macklin, M. G., Fuller, D. Q., Constantinescu, S., Durcan, J. A., Stevens, T., Geoff, D. A. T., Tabrez, A. R., Gangal, K., Adhikari, R., Alizai, A., Filip, F., VanLaningham, S., Syvitsk, J. P. M. Fluvial landscapes of the Harappan civilization. PNAS 109, 10138-10139.
- Hansen J, Sato M, Russell G, Kharecha P. 2013. Climate sensitivity, sea level and atmospheric carbon dioxide. Phil Trans R Soc A 371, 20120294.
- IPCC, 2013: Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf) (February 11, 2016, 1:37 AM).
- Kobashi, T., Menviel, L., Jeltsch-Thommes, A., Vinther, B. M., Box, J. E., Muscheler, R., Nakaegawa, T., Pfister, P. L., Doring, M., Leuenberger, M., Wanner, H., Ohmura, A. 2018, Volcanic influence on centennial to millennial Holocene Greenland temperature change. Sci. Rep. 8, 4292.
- Kukla, G. J., Metthews, R. K. 1972. When Will the Present Interglacial End? Science 178, 190–202.

Obreht, I., Hambach, U., Veres, D., Zeeden, C., Böskén, J., Stevens, T., Marković, S. B., Klasen, N., Brill, D., Burow, C., Lehmkuhl, F., 2017. Shift of large-scale atmospheric systems over Europe during late MIS 3 and implications for Modern Human dispersal. *Sci. Rep.* 7, 5848.

*Slobodan Marković*

## CLIMATE CHANGES – GEOPERSPECTIVE

### S u m m a r y

We are witnessing a growing global interest in the phenomenon of climate change, both among the general public and within the larger part of the scientific community. The widespread interest in climate change implies a wide range of different understandings of this problem, from underestimating the potential consequences, to excessive catastrophic interpretations. Such an unprecedented global interest in understanding the mechanisms of climate dynamics is the normal reaction of modern civilization, which is, essentially, still dependent on the climate.

Viewed from the aspect of long-term Cenozoic climate changes, we are living in the last warm phase (interglacial) of the Quaternary Ice Age, which is still far cooler than the Paleocene-Eocene climate maximum. Many modern scientists have argued that an increase in greenhouse gas emissions into the atmosphere will cause significant global warming of the Earth. This review study analyzes the variability of the Earth's climate with respect to the amount of greenhouse gas over the last 65.5 million years, as a potential basis for a better understanding of contemporary attempts to get an insight in future climate change.