

# Узроци и последице глобалног загревања

Дубравка Перовић<sup>1</sup>,  
Теа Спасојевић-Шантић<sup>2</sup>

Прегледни рад  
UDC:502.36:551.583.1/7

## УВОД

Глобално загревање је један од највећих проблема садашњице, чија сложеност превазилази оквире буђења еколошке свести код модерног човека. Политичка и неизоставна економска конотација овог феномена, у којем се истичу и продубљују разлике између сиромашних земаља и високо индустријализованог Запада, достиже митске размере. Међународно признање овог проблема и жеља да се спречи његов даљи негативни развој је био један од основних циљева Кјото протокола. Протокол је настао 1997. године али је ступио на снагу тек 2005. године, потписало га је 197 чланица Уједињених нација [1].

Најпознатији заговорник глобалног загревања је бивши амерички потпредседник *Al Gore*, који је своју кампању о алармантности ситуације глобалног загревања овековечио документарним филмом "An Inconvenient Truth" 2006. године, иначе награђеним са два Оскара. Због своје улоге у формирању Одбора за климатске промене УН као и медијском кампањом зарад унапређења свести о глобалном загревању, добио је Нобелову награду за мир, коју је поделио са међународним одбором, у чијем је стварању и учествовао. Суштину глобалног загревања можемо сагледати у значајном порасту температуре, због појачане емисије гасова стаклене баште, током релативно кратког периода, за коју је одговоран људски фактор већим делом и сама природа једним делом. Ефекат стаклене баште чини окосницу проблема глобалног загревања. Први научник који је дошао до спознаје о овом проблему је Француз, *Joseph Fourier* још 1824. године, али прво истраживање које повезује емисију гасова у атмосферу са загревањем планете, извео је шведски научник, *Svante Arrhenius* 1896. године. Узроци глобалног загревања, за које се већина научника слаже, да су довели до негативног климатског развоја и самим тим непосредном погоршавању квалитета живота самог човека су природни и антропогени [2].

Адресе аутора: <sup>1</sup>perovic.dubravka@gmail.com,  
<sup>2</sup>tea.spasojevic@institutims.rs

Рад примљен: 21. 07. 2013.

## 1. ПРИРОДНИ УЗРОЦИ ГЛОБАЛНОГ ЗАГРЕВАЊА

### Ослобађање метана из арктичких тундри и мочвара

Присутност метана у већим количинама у арктичким областима је уочена још 1940. године. Годишње се над Европом, након завршетка II Светског рата, емисија метана увећава за 1% или 2%. Северне мочварне области и тундре у Канади, Сибиру и Скандинавији производе највише метана и на неким географским ширинама је пронађена толика емисија метана „да ће доћи до температурне разлике од 6-8°C у наредних 50 година, према тренутним климатским моделима". Производња и емисија метана је врло осетљива на промене температуре тла и влаге, те ће влажнија и топлија клима имати за последицу већу емисију метана [3].

### Промене у Земљиној орбити

Српски научник Милутин Миланковић је у својим прорачунима кренуо од претпоставки да клима зависи од количине Сунчевог зрачења коју примају различити делови Планете Земље и да ова количина зрачења зависи од растојања до Сунца и положаја Земље у простору. Користио је математичке прорачуне орбиталних параметара Лудвига Пилгрима (*Ludwig Pilgrim*) датих за протеклих милион година, и утврдио је три основна елемента који се периодично мењају кроз историју и у вези су са променом климе: периодична промена положаја Земљине осе – прецесије за циклус од 23.000 година, периодична промена нагиба Земљине осе према еклиптици за циклус од 41.000 година и периодична промена ексцентричности Земљине орбите од 100.000 – 105.000 година.

Коначну потврду Миланковићева астрономска теорија добија са *CLIMAP* пројектом (*Climate Mapping, Analysis and Prediction*) који је извођен од 1971 - 1976. године анализом седимената са океанског дна. Сходно томе је јасно да према овоме, након глобалног загревања може доћи до новог леденог доба, што је главни аргуменат Америке у супротстављању протоколу из Кјота [4,5].

### Варијација у емисији енергије Сунца и сунчеве пеге

Соларне варијације су промене у количини енергије коју емитује Сунце. Најизразитија про-

мена у смени соларних варијација је њихов једанаестогодишњи циклус (или циклус сунчевих пега). Сунчеве пеге су иначе тамнија и хладнија места на површини Сунца чија се распрострањеност и величина смењују након већ споменутог циклуса. Истраживања која су се усмерила на повезаност сунчевих пега и климатских промена на Земљи су понекад наилазиле на климатске последице, понекад и не, тако да теорија о њиховом неизоставном утицају на глобално загревање није у потпуности доказана [6].

#### *Вулканске активности*

У свету постоји и даље низ активних вулкана приликом чијих ерупција долази до емисије водене паре, угљендиоксида, сулфатдиоксида, хидрогенхлорида, хидрогенфлуорида и пепела директно у стратосферу, око 16 до 32 *kt* изнад земље. Приликом ерупције долази до претварања сулфатдиоксида у сулфатну киселину која се распршује у стратосферу стварајући сулфат аеросол. Уколико је аеросолава честица већа од 2  $\mu$  тада пропушта сунчеву радијацију, али задржава истовремено одавање земљине топлоте и тако директно долази до загревања стратосфере. Уколико је честица мања од 2  $\mu$  онда је крајња последица хлађење тропосфере, иначе, појава аеросола у ваздуху је знак да ће убрзо доћи до падавина, најчешће киселих киша [7].

## 2. АНТРОПОГЕНИ УЗРОЦИ ГЛОБАЛНОГ ЗАГРЕВАЊА

### *Пренасељеност и велики број становника*

Светска популација представља укупан број живих људи на планети Земљи у одређеном тренутку, а према Америчком бироу за попис становништва број становника планете Земље достигао је 2013. 7.074.000 људи, што има несагледиве последице по животну средину и утицај на глобално загревање. Већи број становника изискује додатно исцрпљивање природних ресурса, нафте, шума, обрадивих површина, свеже воде, као и већи број моторних возила која емитују издувне гасове у атмосферу [8].

### *Појачана индустријализација*

Ширење индустријског сектора у свету сматра се једним од основних фактора који директно утичу на глобално загревање. Ову ставку ипак треба гледати из статистичког угла, као и у претходној, јер су ова два чиниоца међусобно повезани. Некадашња тоталитарна друштва су ушла у глобалну трку за индустријском и самим тим економском превлашћу, а због убрзаног напретка нису стигле да обрете пажњу и на негативне последице које фабрике могу да произведу, што је довело до несагледавих последица и по питању глобалног загревања [9].

### *Сагоревање фосилног горива као основног извора енергије*

Превоз људи, авио, бродски и земни транспорт робе, производња струје и учешће у индус-

трији су имали за учинак да фосилна горива постану извор енергије број један. У САД више од 90% емисије гасова стаклене баште долази од сагоревања фосилних горива.

У глобалном загревању, гасови настали сагоревањем фосилног горива су поред учешћа у загревању планете и главни чиниоци општег загађења ваздуха, воде и земље. У последњих 20 година се упорно трага за алтернативним изворима енергије који би могли да надоместе ове већ једним делом исцрпљене енергенте [10].

### *Нестанак шума*

Нестанак великих шумских пространа је један од најозбиљнијих проблема у контексту глобалног загревања. Дрвеће које апсорбује угљен-диоксид и потом емитује кисеоник је од виталног значаја за сам опстанак живог света. Потреба људи да секу шуме зарад дрвне грађе као и простора за земљорадњу или изградњу индустрије довело је до васколиког уништења биодиверзитета. Посебно су угрожене тропске шуме, које нестају спаљивањем а површина се користи за обрађивање. Претварање шумских пространа у обрадиво земљиште доприноси ослобађању око 1.6 *GT* годишње-угљендиоксида у атмосферу, док емисија гасова стаклене баште достиже емисију од око 6.3 *GT* угљендиоксида годишње [11].

### *Рупе у озонском омотачу*

Повећање соларног *UV* зрачења је резултат рупа у озонском омотачу које утиче на биогеохемијске циклусе, мењајући емисију гасова стаклене баште, попут угљен-диоксида и низа других гасова. Последице овога су повећање загађења у ваздуху урбаних екосистема као и киселе кише у руралним областима. Озон, који је и сам гас стаклене баште служи као филтер *UV* зрачења. Он може да блокира део *IR* зрачења које се емитује са земље, али ако је озон у стратосфери уништен, онда је и његов допринос ефекту стаклене баште смањен. Фреон и халогени, штете озонском омотачу, веома су јаки гасови стаклене баште који доприносе потенцијалом проблему глобалног загревања [12].

## 3. ПОСЛЕДИЦЕ ГЛОБАЛНОГ ЗАГРЕВАЊА

### *Нестанак биодиверзитета*

Нестанак биодиверзитета, који укључује угроженост појединих животињских и биљних врста као и њихов комплетан нестанак, је једна од најосетливијих последица глобалног загревања. Тренд глобалног загревања ће имати велике последице по биодиверзитет, тиме што ће се тропска и субтропска подручја проширити, а животињске врсте из подручја са умереном климом ће нестати или мигрирати ка половима. Поларне врсте ће нестати, а сама клима ће постати влажнија од просечне, углавном због то-

пљења ледених и снежних површина што ће допринети порасту водених површина које ће задесити недостатак кисеоника у дубљим и средњим нивоима океана и мора, насталим услед веће температуре воде и појачаног присуства угљендиоксида при топлијој клими но иначе [13].

#### Климатске промене

Почев од индустријске револуције, средином XVIII века, људске активности су значајно допринеле повећању гасова стаклене баште који су додатно изменили композициону структуру атмосфере. Промене у атмосфери су вероватно и утицале на пораст температуре, временске непогоде и подизање нивоа мора. Ове климатске појаве варирају такође и природним путем, тако да одређивање климатских промена је у вези са променљивошћу природе наспрам самих људских активности. Температура на површини Земље се увећала током протеклих година и то у две фазе, од 1910 – 1940. ( $0,35^{\circ}\text{C}$ ) и снажније од 1970. године до данас ( $0,55^{\circ}\text{C}$ ).

Број временских непогода циклона, торнада, бунамија и друго је учестала током последњих десет година [14].

#### Подизање нивоа мора и океана

Глобално загревање директно утиче на топљење глечера и сталних ледених површина на северној хемисфери и самим тиме повећањем нивоа мора и океана као и на смањеност салинитета. Ниво мора се од 1880. године до наших дана подигао за око  $220\text{mm}$  и представља претњу, јер 10% становништва у свету живи у нижим приобалним областима а уз сталну тенденцију глобалног загревања доћи ће до нестанка 22% приобаља, а самим тим и биодиверзитета. Поплаве ће према проценама нанети велику материјалну штету као и директно угрозити приобалне екосистеме [15, 16].

#### Загађење ваздуха и воде

Загађење воде и ваздуха су директно повезани са глобалним загревањем. Антропогено изазване емисије угљендиоксида, метана и других гасова стаклене баште су довеле до појачаног загревања Земље. Загађење воде је исто још једна од последица загревања планете. Океани утичу директно на температуре саме Земље држећи је избалансираном а такође су примарни извори кисеоника, јер микроорганизми са дна океана прерађују угљендиоксид и стварају  $\text{O}_2$ . Велика количина угљендиоксида доводи и до повећане киселости океана и мора што доприноси смањењу рН вредности [17].

#### Киселе кише

Киселе кише су последица повећаног садржаја  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}$  и осталих једињења у атмосфери. Тако, сви они дају, у контакту са кицом, киселине  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HNO}_2$ .

Емисије гасова из фабрика, термоелектрана, саобраћаја и других извора доспевају до облака и стапају се са молекулима воде у њима, справаљајући неки од киселих талоба. Киселе кише штетно утичу на животну средину, што се огледа у закисељавању река, језера и површинских вода, уништењу флоре и фауне, оштећење материјала и споменика културе и имају индиректни утицај на здравље људи [18, 19]. Међутим, пре пар година појавила се теорија да управо киселе кише, могу да ублаже глобално загревање, јер сулфат из киселих киша може ограничити загревање успоравајући и блокирајући производњу  $\text{CH}_4$  у влажним пределима и мочварама који стварају микроорганизми на тим стаништима, иначе највећи произвођачи истог.

#### ЗАКЉУЧАК

Глобално загревање настаје из два извора, један је природни на који не можемо да утичемо, али можемо да га одређеним мерама минимизирамо а други извор је антропогени на који имамо утицај и могућност коришћења „зелених“ технологија, све у циљу заштите становништва и животне средине. Међутим, највећи проблем јесте како ће се човек прилагодити новим температурним променама. Око глобалног загревања мишљења су, широм света, подељена, али су сви сагласни око једне чињенице, наша планета лагано, постаје све топлија.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] United nations framework convention on climate change (1995): "Kyoto protocol", [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)
- [2] National aeronautics and space administration (NASA) earth observatory: " Svante Arrhenius", [http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Arrhenius/arrhenius\\_3.php](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Arrhenius/arrhenius_3.php)
- [3] Dlugokencky E.J et al. (1998): "Measurements of an anomalous global methane increase during 1998", Geophysical research letters, vol. 28, no. 3., pages 499-502 february 1, 2001, [ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/pub/tmp/gomez/dlugokencky\\_grl\\_2001.pdf](ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/pub/tmp/gomez/dlugokencky_grl_2001.pdf)
- [4] Факултет за примењену екологију-Футура (2012): „Астрономска теорија Милутина Миланковића“, <http://www.futura.edu.rs/servisi/materijali/ASTRONOMSKA%20TEORIJA%20O%20KLIMATSKIM%20PROMENAMA.pdf>
- [5] National oceanic and atmospheric administration NOAA(2009): "Astronomical Theory of Climate Change", <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/milankovitch.html>
- [6] Foukal P. et al. (2006): "Variations in solar luminosity and their effect on the Earth's climate", Nature 443, 161-166 (14 September 2006), DOI:10.1038/nature05072, Доступно на: <http://www.nature.com/nature/journal/v443/n7108/abs/nature05072.html>
- [7] US Geological survey (2012): "Volcanic Gases and Climate Change Overview", Доступно на: <http://volcanoes.usgs.gov/hazards/gas/climate.php>

- [8] U.S. Census Bureau (2013): "The total population of the World", <http://www.census.gov/popclock/world.html>
- [9] Weart R. Spencer. (2008): "The Discovery of Global Warming", ISBN-13:978-0-674-03189-0 (pbk. ed.: alk. paper), USA
- [10] Environmental protection agency EPA (2012): "Global Emissions", <http://www.epa.gov/climate-change/ghgemissions/global.html>
- [11] Watson T. Robert et al. (2000): "Land use, land use change, and forestry", ISBN 0521 80083 8, Cambridge university press
- [12] National center for atmospheric research (2013): "Ozone in the atmosphere", <http://ncar.ucar.edu/learn-more/about/pollution>
- [13] United nations environment programme, World conservation monitoring centre (2013): "Impacts of Climate Change on Biodiversity", [http://www.unep-wcmc.org/impacts\\_56.html](http://www.unep-wcmc.org/impacts_56.html)
- [14] United nations framework convention on climate change (2013): "How are Temperatures on Earth Changing ?", [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1\\_faqs.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1_faqs.pdf)
- [15] CSIRO marine and atmospheric research (2012): "Sea level rise", <http://www.cmar.csiro.au/index.html>
- [16] FitzGerald M. Duncan et al. (2008): "Coastal Impacts Due to Sea-Level Rise", Annual review of earth and planetary sciences, vol. 36:601-647, may 2008, DOI:10.1146/annurev.earth.35.031306.140139, <https://darchive.mblwhoilibrary.org/bitstream/handle/1912/273/SEALEV~1.pdf?sequence=1>
- [17] Raven, J. A. et al. (2005): "Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide", The Royal Society, June 2005, ISBN 0 85403 617 2, [http://coralreef.noaa.gov/aboutcrop/strategy/repriorization/groups/resources/climate/resources/oa\\_royalsociety.pdf](http://coralreef.noaa.gov/aboutcrop/strategy/repriorization/groups/resources/climate/resources/oa_royalsociety.pdf)
- [18] EPA (2013): "Acid rain", <http://www.epa.gov/acidrain/>
- [19] Will Knight (2004): "Acid rain limits global warming", Proceedings of the National Academy of Sciences, DOI: 10.1073/pnas.0404412101, <http://www.newscientist.com/article/dn6231-acid-rain-limits-global-warming.html>

## ИЗВОД

### УЗРОЦИ И ПОСЛЕДИЦЕ ГЛОБАЛНОГ ЗАГРЕВАЊА

Глобално загревање је један од најсложенијих проблема садашњице који се манифестује повећањем просечне температуре земљине атмосфере од почетка двадесетог века. Сматра се да је узрок настанка услед повећаних емисија CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> који доводе до ефекта стаклене баште. Глобално загревање је настало низом природних узрока попут: ослобађање метана из арктичких тундри и мочвара; промене у Земљиној орбити; варијације у емисији енергије Сунца и сунчеве пеге; вулканске активности и емисије аеросола које оштећују озонски омотач. Међутим узроци настали људским деловањем су убрзали овај процес и као неке од битнијих можемо да наведемо: пренасељеност и велики број становника; појачана индустријализација; сагоревање фосилног горива као основног извора енергије; нестанак шума; рупа у озонском омотачу, као и сам начин живота људи у урбаном екосистему.

**Кључне речи:** глобално загревање, гасови стаклене баште, деградација животне средине, озонски омотач, киселе кише

## ABSTRACT

### CAUSES AND CONSEQUENCES OF GLOBAL WARMING

Global warming is one of the most complex problems in the world, which is manifested by the rise of the earth's average temperature, started at the beginning of the twentieth century. The increased emission of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> is considered to be the cause of the global warming, which leads to the greenhouse effect. Global warming arose from the sequence of natural causes such as the release of methane gas from arctic tundras and wetlands, changes in the Earth's orbit, the variation in the emission of the Sun and sunspots, volcanic activity and aerosol emissions that deplete the ozone layer. However, human activity have caused the acceleration of this process and, among some most important activities, we should mention: the overpopulation and a large population, the increased industrialization, the combustion of fossil fuels as a primary energy source, the deforestation, holes in the ozone layer as well as the lifestyle of people in urban ecosystem. These causes are followed by an even longer list of consequences which has been felt and will be felt in the future: the biodiversity loss, the climate change, the sea and ocean level rise, the air and water pollution, acid rain, and it has been relatively recently shown that acid rain can prevent a large release of methane, and thereby mitigate global warming.

**Key words:** global warming, greenhouse gases, environmental degradation, , ozone layer, acid rain