

UDK/UDC: 551.324.6:551.588.7

Prejeto/Received: 02.03.2016

Pregledni znanstveni članek – Review scientific paper

Sprejeto/Accepted: 30.03.2016

PODNEBNE SPREMEMBE – DVOMI IZ PRETEKLOSTI IN SEDANJOSTI CLIMATE CHANGES – DILEMMAS FROM THE PAST AND THE PRESENT

Ognjen Bonacci¹

¹ Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske 15, 21000 Split

Izvleček

Prispevek obravnava vprašanje, povezano s podnebnimi spremembami: »Se klima res spreminja zaradi človeških dejavnosti ali se spreminja naravno?« Obravnavana sta dva primera. Prvi primer je iz preteklosti. Radarske slike puščave Mauritanian so razkrile reko, ki se razteza na dolžini več kot 500 km, kar kaže na možnost obstoja rastlinstva in živalstva v preteklosti na tem območju. Radarske slike, posnete z japonskega satelita za opazovanje Zemlje, so pod plitvimi nanosi peska zaznale pradedni rečni sistem strug, z očitno smerjo toka iz notranjosti celine proti Atlantskemu oceanu. Reka je odvajala vodo med vlažnimi obdobji, ki so se pojavljala na tem območju v zadnjih 245 000 letih. Voda je najverjetneje po teh strugah tekla nazadnje pred 5000 leti. Drugi primer obravnava nedavne procese na Antarktiki. Porast mase ledenega pokrova na Antarktiki presega njene izgube. V obdobju 1992–2001 je masa ledenega pokrova (snežna akumulacija) preseгла maso izgub ledu. V obdobju 2003–2008 je ta presežek znašal približno 82 ± 25 Gt na leto, kar predstavlja 4 % površinske masne bilance in je ekvivalentno letnemu znižanju gladine morja za 0,23 mm.

Ključne besede: podnebne spremembe, zniževanje gladine morja, ledeni pokrov, Antarktika, Sahara.

Abstract

The paper discusses the question regarding climate change: "Is climate really changing due to human activities or is it changing naturally?" In the paper two examples are covered. The first one is from the past. Radar images of the Mauritanian desert have revealed a river stretching for more than 500 km and suggest that plants and wildlife once thrived there. Radar images taken from a Japanese Earth observation satellite spotted the ancient river system beneath the shallow, dusty surface, apparently winding its way from inland towards the Atlantic Ocean coast. The river carried water to the sea during the periodic humid spells that took hold in the region over the past 245,000 years. Water may last have coursed through the channels 5,000 years ago. The second example discusses recent process in the Antarctic. Mass gains of the Antarctic ice sheet that exceed losses. During the period 1992–2001, the Antarctic mass gain from snow accumulation exceeded the mass loss from ice discharge. During 2003–2008, the gain exceeded the loss by about 82 ± 25 Gt per year, which is 4 % of the surface mass balance and is equivalent to 0.23 mm per year sea-level fall.

Keywords: climate changes, sea level fall, ice sheet, Antarctic, Sahara.

¹ Stik / Correspondence: obonacci@gradst.hr

© Bonacci O.; Vsebina tega članka se sme uporabljati v skladu s pogoji [licence Creative Commons Priznanje avtorstva – Nekomercialno – Deljenje pod enakimi pogoji 4.0.](#)

© Bonacci O.; This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution – Non Commercial – Share Alike 4.0 Licence.](#)

1. Uvod

IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (2013) ugotavlja, da lahko z 90 % verjetnostjo trdimo, da se naš planet globalno segreva in da je osnovni razlog za ta nevarni proces v antropogeni emisiji toplogrednih plinov. Javni mediji in vedno večkrat tudi politiki so podobno kot v vseh drugih stvareh našega življenja izkoristili svojo nesporno moč prepričevanja javnosti in tako prevzeli glavno vlogo pri promociji takšne ali drugačne resnice. To je povzročilo, da se v zadnjih nekaj desetletjih pojav poplav, suš in tudi številnih drugih ekstremnih naravnih, geofizikalnih procesov, ki se zgodijo kjer koli na našem planetu, pripisuje izključno ali vsaj v pretežni meri globalnemu segrevanju, ki naj bi bilo posledica antropogenih emisij toplogrednih plinov. Globalno segrevanje kot posledica človeških dejavnosti je postalo nova dogma, v katero si danes malokdo upa dvomiti.

Posamezniki ali skupine, ki si kljub vsemu upajo dvomiti v predpostavke IPCC, so proglašeni za skeptike oz. nevedne, neodgovorne, nevarne in maloštevilne posameznike, ki želijo preprečiti boj proti globalnemu segrevanju. Dogaja se, da je celo resnim znanstvenikom, ki razpolagajo z močnimi znanstvenimi argumenti, težko ali pogosto celo nemogoče objaviti članek, v katerem želijo le znanstveno, argumentirano razpravljati o predpostavkah IPCC. Ne glede na to pa skeptiki so in vedno bodo. Pravzaprav lahko zelo koristijo prav zagovornikom teorije globalnega segrevanja, saj je na njihova vprašanja potrebno odgovarjati z znanstvenimi argumenti in ne z argumenti moči, kot se to danes velikokrat počne.

Poleg tega obstajajo zelo različne vrste skeptikov, od tistih, ki v celoti zavračajo teorijo o globalnem segrevanju, tistih, ki se strinjajo, da globalno segrevanje obstaja, a se ne strinjajo, da je predvsem ali celo samo posledica antropogenih emisij toplogrednih plinov, do tistih, ki dvomijo samo o posameznih zaključkih, vezanih na to zelo kompleksno problematiko oz. postavljajo provokativna, a logična vprašanja, na katera znanost še nima odgovorov. Zaradi pomanjkanja argumentiranih odgovorov se danes mnogoštevilni

zagovorniki teorije globalnega segrevanja (treba je priznati, da jih je neprimerljivo več kot skeptikov) pogosto zatekajo k omalovaževanju, ignoriranju in podcenjevanju nasprotnih mnenj in/ali vprašanj. To pa zagotovo ni metoda znanstvenega dokazovanja pravilnosti določenih stališč. Ko se v znanosti, in ne samo v njej, na kakršen koli način poskuša zadržati ali zanemariti kritično razmišljanje ali svobodno razpravo, stvari postanejo dogma, izgubijo smisel in niso več znanost.

Primer, kako se informacijam, ki niso popolnoma v soglasju z IPCC razlagami stalnega naraščanja globalne temperature zraka na našem planetu, ne posveča dovolj pozornosti, je slika 1, povzeta po Roberts et al. (2015). Pri tem je treba poudariti, da ne gre za njihov originalni rezultat, temveč so jo omenjeni avtorji prevzeli iz dokumentacije IPCC. Na njej so vrisane opazovane in z različnimi modeli izračunane vrednosti odstopanj od srednjih letnih temperatur zraka na Zemlji za obdobje 1900–2013, izražene v stopinjah Kelvina (°K). Avtorji članka Roberts et al. (2015) so ob razlagi slike opozorili, da je v zadnji dekadici prišlo do nepričakovano blagega naraščanja globalne srednje temperature zraka. To nepričakovano prekinitev z modeli napovedanega porasta globalne temperature zraka avtorji prej omenjenega članka imenujejo z angleškim izrazom »hiatus« in trdijo, da je ta izzval veliko zanimanje strokovne in širše javnosti. Iz slike 1 je jasno razvidno, da ne moremo govoriti niti o blagem porastu temperature zraka na planetu, saj v zadnjih skoraj dvajsetih letih povprečna letna temperatura zraka na Zemlji pravzaprav pada. Nastopil je neki »zastoj« v porastu temperature zraka, kjer se večja razlika med rezultati modela in realnostjo.

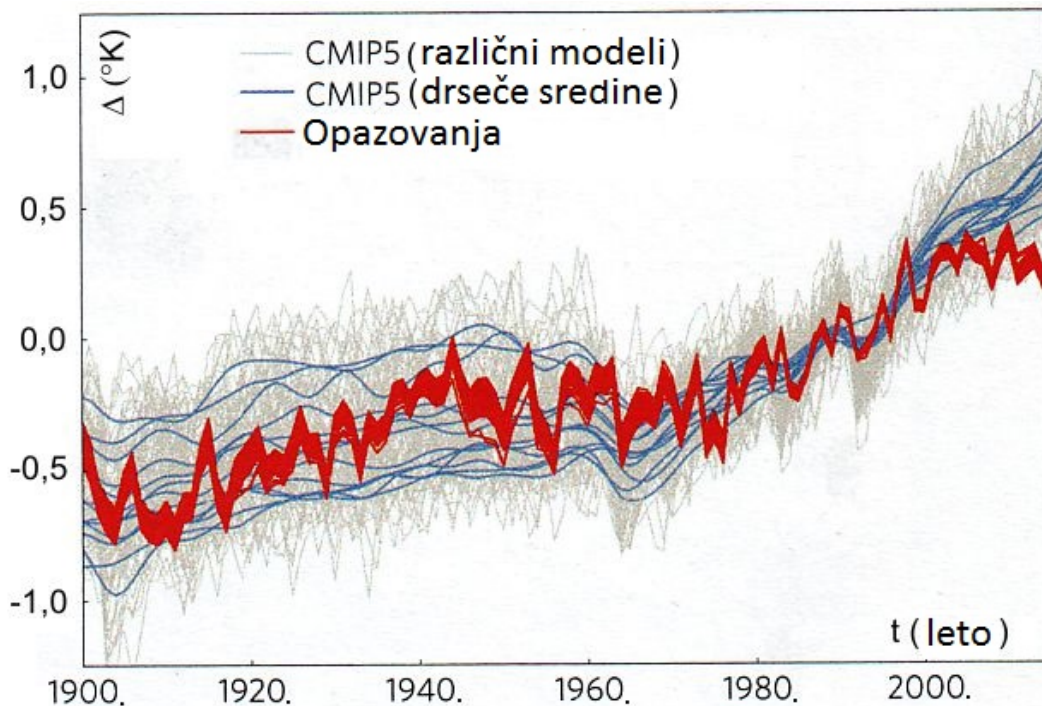
Zdi se, da pomembna ugotovitev zgoraj omenjenih avtorjev v resnici ni izzvala velikega zanimanja javnosti. O tem pojavu bi lahko bila javnost informirana izključno prek vrhunskih znanstvenih revij, ki pa so večinoma za javnost nedostopne, poleg tega pa je širša javnost tudi premalo izobražena, da bi lahko spremljala znanstvene vsebine. O takih vsebinah pa ne pišejo sredstva javnega obveščanja, ki so dostopna širši javnosti in na podlagi katerih se ustvarja javno mnenje. Enostavno povedano, javnost o teh pojavih ni

obveščena. Razlika med modeliranimi in merjenimi vrednostmi temperature zraka v zadnjih dvajsetih letih pa je vse večja. Prave znanstvene razlage za tako »problematično« obnašanje globalne temperature zraka ni. Znanstveniki pojav poznajo in iščejo odgovore, javnost pa s tem zagotovo ni dovolj seznanjena. Predvsem skeptiki si želijo, da znanost najde zanesljive odgovore in jih javno objavi.

Tega prispevka ni treba jemati kot kritiko ali zanihanje splošno sprejetega koncepta o globalnem segrevanju Zemlje zaradi antropogenih emisij toplogrednih plinov, temveč kot pomoč k celovitosti njegove razlage in dokazovanja. Zanesljive odgovore na dvome in vprašanja, ki bodo postavljena v prispevku (obstajajo še številna

druga vprašanja, ki tukaj ne bodo predstavljena) je potrebno sprejeti, če želimo oblikovati učinkovito strategijo in taktiko boja za trajnostni razvoj življenja na planetu. Z molkom in ignoriranjem dvomov tega ne bo mogoče doseči oz. bodo sprejete napačne odločitve. Vprašanja se bodo vedno porajala, tudi če jih nekateri ignorirajo.

Izmed številnih dilem, na katere bi znanost morala odgovoriti, bosta v prispevku izpostavljeni dve, na prvi pogled povsem nasprotujoči si in nedosledni. Prva je povezana z razlago sprememb klime na danes najtoplejšem in najbolj suhem delu planeta, v Sahari v ne tako davni preteklosti (pred približno 5000 leti). Druga pa se nanaša na razlago posledic procesov, ki se dogajajo na najhladnejšem delu našega planeta, na Antarktiki.



Slika 1: Primerjava opazovanih in z različnimi modeli izračunanih srednjih letnih temperatur zraka na Zemlji za obdobje 1900–2013, izraženih v stopinjah Kelvina ($^{\circ}\text{K}$) (prirejeno po Roberts et al., 2015).

Figure 1: Comparison of observed and simulated global mean surface air temperature on the Earth for the period 1900–2013, in degrees Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) (adopted after Roberts et al., 2015).

2. Sahara

Sahara je največja vroča puščava na Zemlji s površino približno $9 \times 10^6 \text{ km}^2$. Pokriva večino območja severne Afrike in se razteza prek enajstih držav: Mavretanije, Zahodne Sahare, Malija,

Maroka, Alžirije, Nigra, Tunizije, Libije, Čada, Sudana in Egipta. V zadnjih dveh milijonih let se je podnebje na tem območju spremenilo, o čemer pričajo številni dokazi. Glede na aktualne podnebne spremembe oz. podnebno spremenljivost bi bilo nujno potrebno razložiti razloge za

spremembo klime na tem območju v zadnjih 10000 letih. Številne najdbe (fosili, neolitsko orodje, risbe v jamah) pričajo o tem, da je bila pred nekaj tisoč leti Sahara rodovitna in polna življenja. To pomeni, da je bila še nedavno klima na tem območju veliko bolj vlažna in ugodnejša za razvoj rastlinskih in živalskih vrst in s tem tudi za naseljevanje in življenje človeka. Risbe mnogih živali (žirafe, antilope, sloni, levi, nosorogi, krokodili, itd.), kot tudi človeških dejavnosti (lov in ples), najdene na stenah skal območja Sahare so stare okoli 7000 let. Na sliki 2 je predstavljena risba žirafe, najdena v planinski jami Tassil n'Ajjer (Južna Alžirija).



Slika 2: Neolitska risba, najdena na območju Sahare v Tassil-n-Ajjer (Plateau of the Chasms) (Lajoux, 1977).

Figure 2: Neolithic painting found in Tassil-n-Ajjer (Plateau of the Chasms) region of the Sahara (Lajoux, 1977).

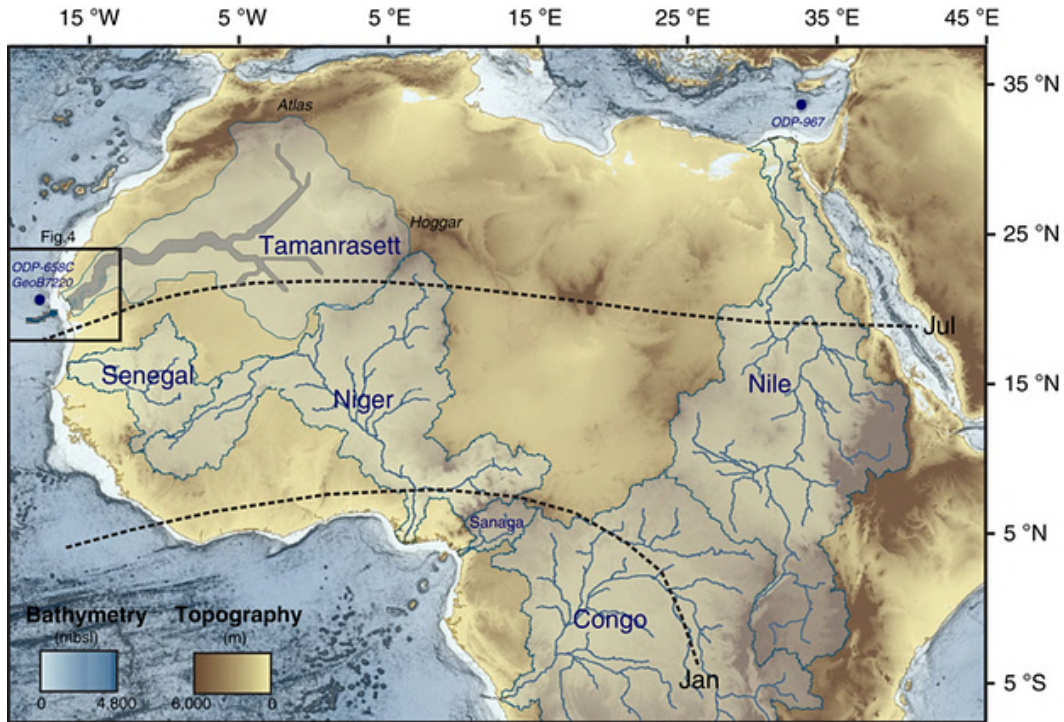
Kröpelin (2012) navaja, da je v obdobju od 8500 do 5300 let pred našim štetjem obstajala t.i. zelena Sahara in na njeni plodni zemlji so takrat živeli ljudje. Ugotovitve potrjujejo, da je bil južni del Sahare v tistem obdobju pokrit z gozdom, severni pa s travo. Na južnem delu so obstajala jezera, v

katerih so živele številne vrste rib. Obstaja predpostavka, da je bilo v tem obdobju največje jezero na planetu jezero Čad. Danes je od njega ostalo bore malo, a njegova površina in volumen se v zadnjih 100 letih intenzivno zmanjšujeta. Kröpelin (2012) domneva, da je Sahara današnje stanje vroče in suhe puščave dosegla ne dolgo tega, v približno zadnjih 2700 letih. Območje Sahare se je približno 4600 let (od leta 5300 do 700 pred našim štetjem) počasi spreminjalo iz rodovitne v puščavsko krajino.

O tem, da so bile nekoč za območje Sahare značilne obilne padavine priča tudi dejstvo, da v njenem osrednjem delu, globoko pod terenom (več kot 800 m), še danes najdemo številne in z vodo bogate vodonosnike, iz katerih črpajo vodo (Bonacci, 1998). Eden izmed največjih in najbolj raziskanih (čeprav še vedno ne dovolj) je Nubijski vodonosnik, ki se razprostira na površini $2,18 \times 10^6$ km² čez države Čad, Libija, Sudan in Egipt (Heinl in Brinkmann, 1989; Bonacci, 2012).

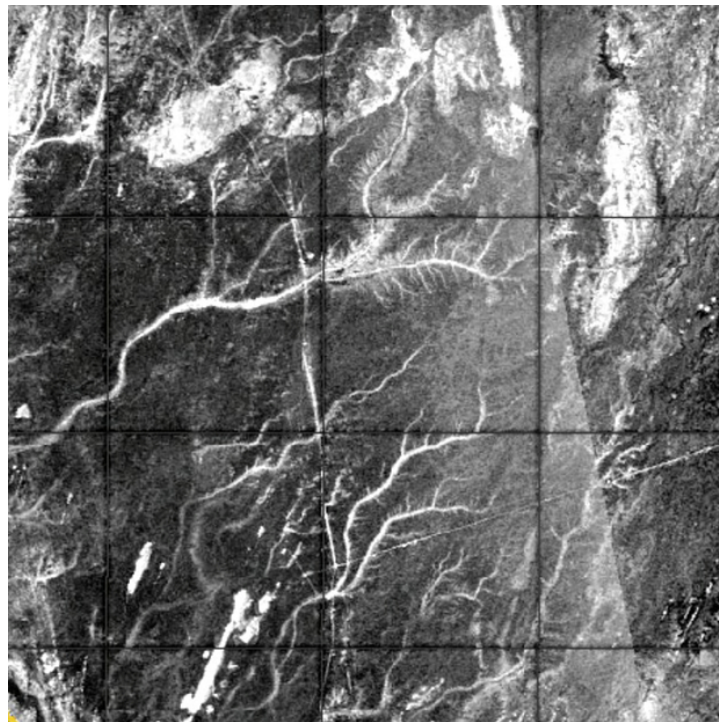
Kröpelin in Swezey (2006) ter Kröpelin (2012) trdijo, da je proces širjenja Sahare v zadnjih nekaj dekadah ustavljen. Ugotavljajo, da na robu puščave pade vedno več padavin in da se na tem območju spet pojavlja rastlinstvo.

Da je Sahara z znanstvenega vidika še vedno »tabula rasa«, potrjujejo tudi rezultati najnovejših raziskav (The Guardian, 2015). Na območju Zahodne Sahare so pod nanosi peska odkrili obstoj razvejane rečne mreže, katere dolžina znaša več kot 1000 km. Paleo-reko so poimenovali Tamanrasset (slika 3). Njej izvir je bil na planoti Hoggar, ki danes pripada Alžiriji. Po njej so pred le nekaj tisoč leti tekle večje količine vode. Rečno mrežo so odkrili z radarskimi posnetki japonskega satelita (slika 4). Znanstveniki predpostavljajo, da je bila reka aktivna v obdobju zadnjih 245 000 let in da je presahnila pred 5000 leti. Do takrat je bila Sahara zelo živa z aktivnim rečnim sistemom. To je eden od jasnih dokazov, da se klima lahko spreminja relativno hitro. Za sprejetje učinkovitih strategij za blažitev posledic globalnega segrevanja je ključnega pomena, da se poiščejo vzroki, ki so povzročili, da se je tako veliko območje v relativno kratkem času spremenilo iz rodovitne, vlažne in zelene pokrajine v eno največjih puščav na planetu.



Slika 3: Karta Sahare s prepoznanim glavnim tokom t.i. reke Tamanrasset (The Guardian, 2015).

Figure 3: Map of the Sahara with designated main course of the proposed Tamanrasset River (The Guardian, 2015).



Slika 4: Radarska slika odkrite paleo-reke. Voda je verjetno po novoodkriti rečni mreži tekla nazadnje pred 5000 leti. (Fotografija: Philippe Paillou; The Guardian, 2015).

Figure 4: A radar image of the discovered paleo-river. Water may last have coursed through the newly discovered network's channels 5,000 years ago. (Photograph: Philippe Paillou; The Guardian, 2015).

Treba je poudariti, da se je obseg Sahare kot puščave v preteklosti ves čas spreminjal. Ta proces traja še danes, ko se puščava širi, kar negativno vpliva na vodno bilanco Sredozemlja in tudi širše. Ne smemo zanemariti tudi dejstva, da intenzivno in nekontrolirano črpanje nafte in plina na priobalnih območjih vpliva na zniževanje kopnega.

3. Antarktika in Arktika

Antarktika je kontinent na južnem polu, katerega površina znaša 14×10^6 km², kar predstavlja 10 % vsega kopnega na Zemlji. Približno 98 % tega, po velikosti petega kontinenta, je pokritega z ledom povprečne debeline 1900 m. Ocenjeno je, da je na Antarktiki uskladiščenih 30×10^6 km³ ledu, kar predstavlja približno 90 % sladke vode našega planeta.

21. 7. 1983 je bila na klimatološki postaji Vastok, postavljeni 3900 m nad morjem, izmerjena najnižja temperatura zraka na našem planetu, in sicer -89,2 °C. S satelitskimi merjenji pa je bila na Antarktiki zabeležena še nižja temperatura, in sicer -93,2 °C. Najvišja temperatura zraka je bila na Antarktiki (Hope Bay) izmerjena 24. 3. 2015 in je znašala 17,5 °C. Povprečna letna količina padavin na tem kontinentu je 166 mm.

NASA je objavila, da je led na morski gladini okrog Antarktike v letu 2014 dosegel nov rekord (NASA, 2014). Pokrival je več površine okoliškega oceana kot kadar koli od obdobja, ko razpolagamo s satelitskimi merjenji, ki so se začela v poznih sedemdesetih letih prejšnjega stoletja, pa do danes. Pri tem je potrebno poudariti, da je trend naraščanja količine ledu na Antarktiki bistveno manjši od izgube morskega ledu na drugem koncu planeta, t.j. Arktiki. Od konca sedemdesetih let je Arktika v povprečju izgubila 53 900 km² morskega ledu, medtem ko je za Antarktiko ugotovljeno povprečno povečanje za 18 900 km² (NASA, 2014).

Frieler et al. (2015) poudarjajo, da projekcije sprememb bilance mase ledu na površini Antarktike kažejo na njegov negativni doprinos k dviganju gladine morja v 21. stoletju. To pomeni, da do konca stoletja ne pričakujemo porasta gladine oceana, temveč njegovo znižanje, ne glede

na pričakovani porast globalne temperature zraka na planetu. Razlog povečane akumulacije ledu na Antarktiki je v dejstvu, da se ne le pričakuje, temveč je že opaženo povečanje količine padavin nad Antarktiko. Vzrok so večje količine vlage v zračnih masah, ki se gibljejo čez kontinent.

Dejstvo je, da se led na robovih Antarktike tali zaradi prej omenjenega porasta temperature zraka. Zwally et al. (2015) so dokazali, da je kljub vsemu porast mase ledu na kontinentalnem delu Antarktike znatno večji od taljenja na robovih. Na to dejstvo je že pred desetimi leti opozarjal Leroux (2005). Takrat njegovih ugotovitev in podanih argumentov strokovni in znanstveni krogi ne le, da niso prepoznali, temveč so jih preprosto zanemarili in nadaljevali s paničnim opozarjanjem, da bo globalno segrevanje povzročilo dvig gladine morja na našem planetu. Z različnimi modeli globalnega kroženja so napovedali, da lahko do leta 2100 dvig gladine morja znaša od 10 cm do 1 m ali celo več.

Wendel (2016) navaja, da so najnovejše raziskave potrdile, da je do zmanjšanja ledenega pokrova Antarktike v preteklosti prihajalo tudi v obdobjih, ko je koncentracija CO₂ v atmosferi presegala vrednost 600 ppm. Ker je danes ta koncentracija bistveno nižja, avtor predvideva, da trenutno ni nevarnosti zmanjševanja ledenega pokrova na Antarktiki. Vrednost 600 ppm imenuje »point of no return«.

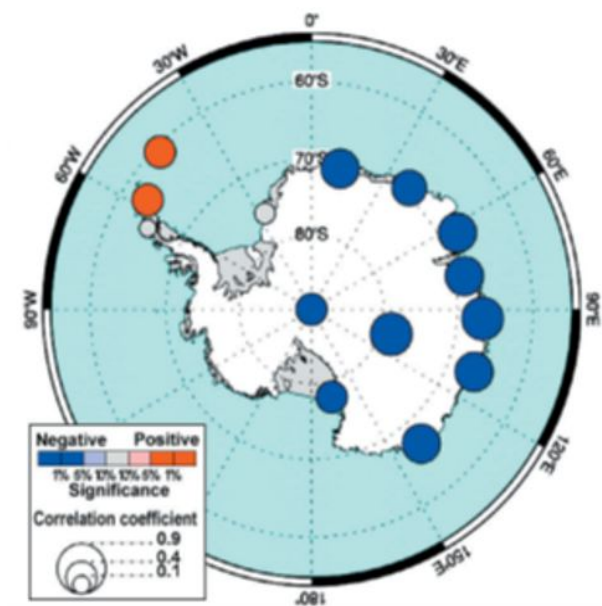
Pomembno je opozoriti na dejstva, na katera je opozarjal že Leroux (2005), v povezavi z vlogo Antarktike v procesu dviganja gladine morja. Na strani 424 njegove »spregledane« knjige, kjer je svoje ugotovitve zelo dobro argumentiral in znanstveno utemeljil, je zapisano: »Antarktika predstavlja 90 % kriosfere. Njeno hipotetično taljenje bi lahko dvignilo gladino oceana za 70 m. Južni del Antarktike pokriva površino 10×10^6 km² in na njem se nahaja 85 % vsega ledu tega kontinenta. Debelina ledu tu doseže tudi 4,8 km. Temperatura na njegovi površini, z izjemo obalnega roba, se giblje med -70 °C in -50 °C, odvisno od geografske širine in dolžine. Predpostavljeno globalno segrevanje ne more resneje vplivati na tako maso ledu. Pravzaprav to sploh ni več vprašanje, saj so opazovanja pokazala, da se temperatura na tem območju znižuje. Postel-

Vinay (2002) poudarja, da se led na Antarktiki bistveno ne spreminja. Glavna masa ledu se ni stalila od časa nastanka pred 60 milijoni let. Larious (1983) navaja, da je masa ledu na Antarktiki nespremenjena od konca zadnje ledene dobe (vsaj zadnjih 20 000 let). Parkinson (2002) pa je opozorila, da satelitski posnetki iz obdobja 1979–1999, ko je prišlo do bistvenega porasta temperature zraka, kažejo na porast debeline ledu na Antarktiki.

O trendih upadanja temperature zraka na Antarktiki so objavljeni številni članki v vodilnih svetovnih znanstvenih publikacijah. V nadaljevanju omenjamo le rezultate dveh takih objav. Prostorske analize meteoroloških podatkov Antarktike, ki so jih izvedli Doran et al. (2002) kažejo trend zniževanja temperature zraka na Antarktiki v obdobju 1966–2000, predvsem v poletnem in jesenskem obdobju. Na lokaciji McMurdo Dry Valleys je npr. znižanje temperature v obdobju 1986–2000 znašalo 0,7 °C. Overland et al. (2008) pa v svoji študiji ugotavljajo, da je bil v jesenskih mesecih obdobja 1957–2004 na desetih klimatoloških postajah na Antarktiki opažen statistično značilen trend upadanja temperature zraka, na dveh klimatoloških postajah spremembe niso bile zaznane in le na dveh postajah, lociranih na severozahodnem robu Antarktike, je bil zaznan statistično značilen porast temperature zraka. Lokacija postaj je prikazana na sliki 5, kjer so klimatološke postaje s statistično značilnim porastom temperature zraka označene z rdečimi pikami, tiste s statistično značilnim upadanjem temperature zraka z modrimi pikami in postaje brez statistično značilnih sprememb s sivimi pikami. Značilnost trenda je ponazorjena z velikostjo točk.

To poglavje, v katerem obravnavamo problematiko najhladnejšega dela našega planeta, bomo zaključili z informacijo o pojavu ledu na Velikih jezerih ZDA in Kanade, ki so jo podali Clites et al. (2014). Konec aprila 2014 je bilo z ledom pokritega 23 % jezera Huron, 10 % jezera Michigan in 51 % jezera Superior. Pred letom 2014 je največja pokritost z ledom jezera Superior znašala približno 30 %, in sicer v letu 1979. V tistem času je bil ledeni pokrov na drugih Velikih

jezerih zelo majhen ali ga sploh ni bilo. V 40-letnem obdobju opazovanj Velikih jezer, do konca aprila 2014 niso zabeležili omembe vrednega ledenega pokrova na jezerih Michigan, Erie in Ontario. Led se je v omenjenem obdobju pojavljal le na jezeru Huron.



Slika 5: Ocenjene spremembe temperature zraka pri tleh na Antarktiki v jesenskem obdobju 1957–2004 (Overland et al., 2008).

Figure 5: Estimated change in Antarctic autumn near-surface temperatures in 1957–2004 (Overland et al., 2008).

4. Zaključki

V prispevku omenjena dejstva, zbrana iz verodostojne znanstvene literature, kažejo na nujnost podajanja zanesljivih znanstvenih odgovorov na sledeči dve ključni vprašanji, ki sta povezani s podnebnimi spremembami oz. podnebno spremenljivostjo in globalnim segrevanjem:

1. Kaj je vzrok, da je na današnjem prostoru Sahare pred relativno kratkim časom prišlo do drastičnih sprememb klime, ki je to prostrano regijo spremenila iz rodovitne pokrajine v puščavo?
2. Kako bo povečevanje mase ledu na Antarktiki vplivalo na spremembo gladine oceana?

Odgovor na prvo vprašanje bi lahko pomagal razumeti, potrditi ali vsaj popraviti danes vsesplošno sprejeto trditev (obstajajo skeptiki, ki vanjo ne verjamejo), da so antropogene emisije toplogrednih plinov glavni vzrok globalnega segrevanja.

Odgovor na drugo vprašanje pa se zdi še pomembnejši od prvega. Kot eno najhujših posledic učinka globalnega segrevanja se navaja prav dvig gladine oceana. Če se to res zgodi, bo prišlo do preplavitve številnih rodovitnih in gosto naseljenih območij, ključnih za našo civilizacijo. Prišlo bi do vdora slane morske vode v priobalne vodonosnike sladke vode, ki so bistvenega pomena za življenje na posameznih območjih. Potrebno bo izseljevanje prebivalcev z otokov ipd. Pravzaprav se je proces izseljevanja ponekod že začel.

Iz vsebine članka je mogoče ugotoviti, da se je za povečevanje mase ledu na Antarktiki vedelo že pred več deset leti. Šele v zadnjem času pa se to dejstvo upošteva tudi v nekaterih globalnih modelih, tako da so nekateri od njih predvideli celo brez upoštevanja globalnega segrevanja planeta znižanje gladine oceana za nekaj centimetrov. Morebitni dvig gladine oceana ni samo posledica taljenja ledu, temveč tudi posledica širjenja mase vode zaradi segrevanja. Pri tem ne smemo zanemariti dejstva, da na proces dviganja ali zniževanja gladine vode v oceanih na različnih delih planeta vplivajo tudi številni drugi dejavniki, kot so lokalni in regionalni geološki procesi (dviganje in spuščanje Zemeljske površine), naravni vnosi materialov v morja in oceane in različni večji antropogeni posegi. Vse to kaže, da je potrebno veliko bolj poglobljeno raziskati in znanstveno razložiti (brez vmešavanja politike in medijev) te zelo zapletene in za sedaj premalo raziskane procese, da bi lahko poiskali učinkovitejše odgovore na te izzive prihodnosti.

Ne smemo zanemariti dejstva, da so celo najnovejši in najbolj zapleteni modeli klimatskih sprememb relativno enostavni v primerjavi s naravno kompleksnostjo in do sedaj še vedno premalo raziskanimi interaktivnimi procesi med kopnim, atmosfero, oceani in biosfero. To je razlog, da podajo različni modeli zelo različne rezultate. Zdi se, da bo preteklo še veliko časa, da

bo znanost sposobna razumeti vse te kompleksne procese. Pri odkrivanju resnice o vzrokih in posledicah podnebnih sprememb oz. podnebne spremenljivosti pa vse večji problem predstavlja dejstvo, da se znanstvenike, ki upajo postaviti vprašanja, ki niso v skladu z ugotovitvami IPCC, proglašajo za skeptike, nevedne in neodgovorne osebe. Njihovih del se ne objavlja oz. se jih poskuša utišati. To zagotovo ni pot, ki bi omogočala rešiti to zapleteno in za življenje na planetu ključno problematiko.

Viri

Bonacci, O. (1998). Opskrba vodom Libije. *Hrvatska Vodoprivreda* VII **64**, 9–11.

Bonacci, O. (2012). Voda i život u Sahari!? *Hrvatske Vode* **20(81)**, 139–144.

Clites, A.H., Wang, J., Campbell, K.B., Gronewold, A.D., Assel, R.A., Bai, X., Leshkevich, G.A. (2014). Cold water and high ice cover on Great Lakes in spring 2014, *EOS* 95(**24**), 305–312.

Doran, P.T., Priscu, J.C., Berry Lyons, W., Walsh, J.E., Fountain, A. G., McKnight, D.M., Moorhead, D.L., Virginia, R.A., Wall, D.H., Clow, G.D., Fritsen, C.H., McKay, C.P., Parsons, A.N. (2002). Antarctic climate cooling and terrestrial ecosystem response. *Nature* **415**, 517–520.

Frieler, K., Clark, P.U., Feng He, Buizert, C., Reese, R., Ligtenberg, R.M., van den Broeke, M.R., Winkelmann, R., Levermann, A. (2015). Consistent evidence of increasing Antarctic accumulation with warming. *Nature Climate Change* **5(4)**, 348–352.

Heinl, M., Brinkmann, P.J. (1989). A groundwater model of the Nubian aquifer system. *Hydrological Sciences Journal* **34(4)**, 426–450.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2013). »Summary for Policymakers« in: *Climate Change 2013: The physical science basis*. Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, Cambridge University Press: 29 p.

Kröpelin, S. (2012). »La fin du Sahara vert« in: *Des Climats et des Hommes*. Direction Jean François Berger, Coéditions La Découverte - Universcience éditions - Météo-France - Institut national de recherches archéologiques préventives, Editions La Découverte, Paris: 201–219.

- Kröpelin, S., Swezey, C.S. (2006). Revisiting the Age of the Sahara Desert. *Science* **312**, 1138–1139.
- Lajoux, J.D. (1977). Tassili n'Ajjer: Art Rupestre du Sahara Préhistorique Paris, Le Chêne.
- Lariou, C. (1983). Les données des carottes de glace de l'Antarctique: Évolution du climat et de l'environnement atmosphérique depuis le Dernier Maximum Glaciaire. *Bulletin de l'Institut Géologique de Bassin d'Aquitaine* **33**, 37–49.
- Leroux, M. (2005). *Global warming - myth or reality? The erring ways of climatology*. Springer Verlag, Berlin and Praxis Publishing, Chichester, 504 p.
- NASA (2014). <https://www.nasa.gov/content/goddard/antarctic-sea-ice-reaches-new-record-maximum> (pridobljeno 8. 1. 2015.)
- Overland, J., Turner, J., Francis, J., Gillett, N., Marshall, G. (2008). The Arctic and Antarctic: two faces of climate change. *EOS* **89(19)**, 177–178.
- Parkinson, C.L. (2002). Trends in the length of the Southern Ocean sea-ice season, 1979-99. *Annals of Glaciology* **34**, 435–440.
- Postel-Vinay, O. (2002). Les pôles fondent-ils? *Nature* **358**, 34–43.
- Roberts, C.D., Palmer, M.D., McNeall, D., Collins, M. (2015). Quantifying the likelihood of a continued hiatus in global warming. *Nature Climate Change* **5(4)**, 337–342.
- The Guardian (2015). <http://www.theguardian.com/science/2015/nov/10/ancient-river-network-discovered-buried-under-saharan-sand> (Pridobljeno 8. 1. 2015.)
- Wendel, J. (2016). Scientists find the point of no return for Antarctic ice cap, *EOS*, **97**, doi:10.1029/2016EO047929 (Published 10. 3. 2016.).
- Zwally, H.J., Jun Li, Robbins, J.W., Saba, J.L., Donghui, Yi, Brenner, A.C. (2015). Mass gains of the Antarctic ice sheet exceed losses. *Journal of Glaciology* **61(230)**, 1019–1036.