



Priredila: Maja RUJNIĆ-SOKELE

Drukčiji pogled na zatopljenje klime, polarne medvjede i pingvine

Američka je vlada 2008. g. dodala polarne medvjede na popis ugroženih životinja, u skladu sa *Zakonom o ugroženim vrstama*. Vladini znanstvenici obrazložili su tu odluku trendovima zatopljenja i gubitka ledenih površina u morima kao glavne prijetnje bijelim medvjedima. Odluka je donesena na temelju brojnih znanstvenih izvještaja koji dokazuju da je morski led iznimno važan za opstanak polarnih medvjeda (slika 1). Naime, svi dostupni znanstveni modeli pokazuju da će se količina leda sve više smanjivati. Ledene sante medvjedima služe kao platforma za lov na tuljane te za prolazak do arktičkih obala i medvjedih brloga. Tuljani, koji cijele godine žive u Arktičkom oceanu, na površinu izlaze svakih 5 do 15 minuta kako bi udahnuili zrak kroz otvore na ledenim santama, a polarni ih medvjedi strpljivo čekaju pokraj tih otvora, satima, pa i danima.¹

Zaključci su na prvi pogled jednostavni: antropogeni CO₂, nastao ljudskim djelovanjem, uzrokuje zagrijavanje Zemlje, što izaziva otapanje leda pa su sve dulja razdoblja otvorenog mora tijekom ljeta i jeseni koja smetaju polarnim medvjedima u lovu na tuljane i razmnožavanju, što će u konačnici dovesti do smanjenja njihove populacije. Međutim nije sve tako jednostavno kako se na prvi pogled čini.

SLIKA 1 - Polarni medvjed postao je zaštićena vrsta²

U gotovo svakome povijesnom dobu promjena vremena doživljavala se kataklizmički, većinom kao Božja odmazda za ljudsku pohlepu i grijeh. Najpoznatija je biblijska priča o potopu, Noi i njegovoj arci (slika

2). Sedamdesetih godina prošloga stoljeća pučanstvo se bojalo globalnog zahladnjenja, a danas globalnog zatopljenja. Medije već godinama preplavljaju razna katastrofična predviđanja o sudbini majčice Zemlje koja traži žrtvu zbog objesnoga i neumjerenog trošenja fosilnih goriva. Činjenica je da izgaranjem fosilnih goriva u atmosferu odlaze velike količine ugljikova dioksida, glavnoga stakleničkog plina, a klimatske promjene događaju se na cijelom planetu, no je li zaista uzročnik svih tih promjena antropogeni CO₂?

SLIKA 2 - Noina arka³

Učinak staklenika

Učinak staklenika je ustvari prirodni proces koji pomaže zagrijavanju Zemljine površine i atmosfere, a posljedica je činjenice da određeni atmosferski plinovi, kao što su ugljikov dioksid, vodena para i metan, imaju sposobnost promjene energijske ravnoteže planeta apsorpiranjem infracrvenog zračenja koje se emitira sa Zemljine površine. Bez učinka staklenika života na planetu vjerojatno ne bi bilo jer bi prosječna temperatura površine Zemlje bila -18 °C, za razliku od današnjih 15 °C.⁴

Kako energija sa Sunca prolazi kroz atmosferu, zbivaju se razni događaji. Dio se energije (26 %) odbija i rasprši nazad u svemir putem oblaka i ostalih atmosferskih čestica. Oko 19 % dostupne energije apsorbiraju oblaci, plinovi (kao ozon) i čestice u atmosferi. Ostalih 55 % solarne energije prolazi kroz Zemljinu atmosferu, 4 % se odbija nazad od površine u svemir. U prosjeku oko 51 % Sunčeva zračenja dođe do površine. Energija se zatim koristi za brojne procese, koji uključuju zagrijavanje površine tla,

topljenje leda i snijega, isparivanje vode i fotosintezu biljaka.⁴

Zbog zagrijavanja tla Sunčevim zračenjem, Zemljina površina zrači energiju u infracrvenom pojasu. Ta emisija energije uglavnom odlazi u svemir, no samo se mali dio zaista vrati u svemir, a većinu odlaznoga infracrvenog zračenja apsorbiraju staklenički plinovi.⁴

Atmosferska apsorpcija infracrvenog zračenja uzrokuje stvaranje dodatne toplinske energije u Zemljinu atmosferskom sustavu. Toplije molekule atmosferskih stakleničkih plinova počinju zračiti energiju u svim smjerovima. Više od 90 % emisije infracrvenog zračenja vraća se natrag na Zemljinu površinu, gdje ga površina apsorbira. Zagrijavanje površine infracrvenim zračenjem uzrokuje ponovno zračenje površine, i taj se ciklus stalno ponavlja, sve dok se infracrveno zračenje potpuno ne iscrpi.⁴

(Ne)sigurnost računalnih modela

Količina toplinske energije dodane atmosferi stakleničkim učinkom kontrolira se koncentracijom stakleničkih plinova u Zemljinoj atmosferi. Svim važnijim stakleničkim plinovima (ugljkov dioksid, metan, didušikov oksid) povišene su koncentracije od početka industrijske revolucije (oko 1700.)⁴

Znanstvenici predviđaju da će povišene koncentracije stakleničkih plinova pojačati učinak staklenika i uzrokovati zatopljenje, pri čemu se količina zatopljenja izračunava računalnim modelima. Ti modeli procjenjuju da će npr. udvostručenje koncentracije glavnoga stakleničkog plina, ugljikova dioksida, povećati prosječnu globalnu temperaturu između 1 i 3 °C. Međutim numeričke jednadžbe računalnih modela ne mogu s dovoljnom točnošću simulirati učinak brojnih mogućih negativnih povratnih sprega. Primjerice, većina modela ne može točno simulirati negativan učinak koji ima povećan pokrov oblaka na ravnotežu zračenja toplije Zemlje. Povišenje Zemljine temperature uzrokovalo bi veće isparivanje vode iz oceana, što bi atmosferu učinilo oblačnijom. Dodatni oblaci tada bi odbijali veću količinu Sunčeve energije nazad u svemir, čime bi se smanjila količina solarnog zračenja apsorbi-

ranog atmosferom i Zemljinom površinom pa bi učinak staklenika imao suprotno djelovanje.⁴

Iako se danas svaka promjena vremena pripisuje promjeni klime, geolozi proučavanjem Zemljinih procesa znaju da se klima tijekom različitih razdoblja Zemlje stalno mijenjala. Prof. Ian Plimer, australski geolog, ima svoje viđenje o promjeni klime. Iako se slaže s klimatolozima da CO₂ pripada u stakleničke plinove, njegova istraživanja pokazala su da je najvažniji staklenički plin – vodena para.

Promjena klime očima geologa

Moderna geologija ustanovila je stalne cikluse događaja koji mijenjaju klimu na Zemlji. Ti ciklusi uključuju galaktički ciklus u trajanju od 143 milijuna godina, orbitalne cikluse Zemlje u trajanju od 100 000, 41 000 i 23 000 godina, solarne cikluse u trajanju od 1 500, 210, 87, 22 i 11 godina te nutacijski ciklus od 18,6 godina. Svi oni utječu na količinu zračenja koja dolazi do Zemlje. Antropogeni CO₂ proglašen je glavnim uzrokom globalnog zatopljenja pa su uvedene mnoge mjere, većinom u razvijenim zemljama, kako bi se smanjilo njegovo ispuštanje. Među ostalim, trgovanje s CO₂ postalo je vrlo unosna opcija.⁵

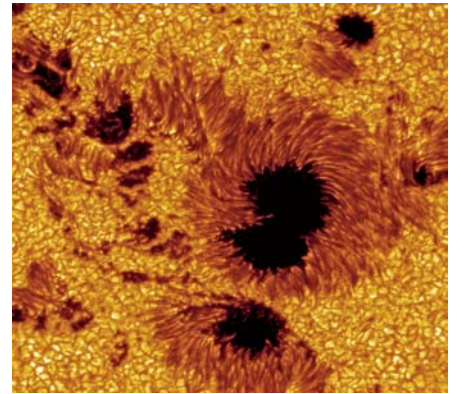
Međutim, u geološkoj prošlosti na Zemlji postojala su razdoblja u kojima je razina CO₂ bila mnogo viša nego što je danas (slika 3). Organizmi apsorbiraju atmosferski CO₂, a iz sedimentata u kojima je zarobljen može se saznati njegova koncentracija u prošlosti. Tako je u davnoj prošlosti Zemlje, u kambriju (prije 550 milijuna godina), koncentracija CO₂ bila čak 7 000 ppm (dijelova na milijun, e. *parts per million*), postupno je padala do koncentracija sličnih današnjima u permu (prije 300 milijuna godina) te je ponovno porasla do 2 000 ppm u doba dinosaura.

No ne postoji korelacija s temperaturom Zemljine površine tijekom tih geoloških razdoblja, štoviše – tijekom razdoblja najviše razine CO₂ postoje geološki dokazi o zaleđivanju.⁵

U razdoblju prije 400 000 i 100 000 godina razine CO₂ kretale su se od 200 do 300 ppm s ciklusima od oko 100 000 godina između najviših vrijednosti. Prosječne Zemljine temperature imale su slične cikluse, ali s pomakom od 800 godina. Te su se temperature oduvijek mijenjale – prije 16 000 godina sjeverna hemisfera doživjela je veliko zahladnjenje, koje je primjerice većinu Velike Britanije prekrilo ledom. Prosječne godišnje temperature bile su od +15 do -10 °C kako su se ledene sante stvarale i otapale, no od posljednjega ledenog doba promjene prosječne godišnje temperature smanjile su se na ±3 °C.⁵

Izvor topline za površinu Zemlje i atmosferu je Sunce. Sunčevo zračenje nije konstantno i slijedi točno određene cikluse koji se mogu odrediti mjerenjem aktivnosti Sunčevih pjega, što se čini već 150 godina. Intenzitet solarnog ciklusa mjeri se maksimalnim brojem Sunčevih pjega. Pjege (slika 4) su područja na Sunču koja su pojačane magnetne aktivnosti. Što je više pjega, vjerojatnija je pojava velikih solarnih oluja koje su povezane sa zatopljenjem na Zemlji; što je manje pjega, vjerojatnije je zahladnjenje.⁶ Kozmičko zračenje stvara niske oblake koji odbijaju svjetlost, kao i nove kemikalije u gornjoj atmosferi (npr. radioaktivni izotop ugljika ¹⁴C) koje se s vremenom natalože u sedimentima i mogu biti izmjerene i datirane.⁵

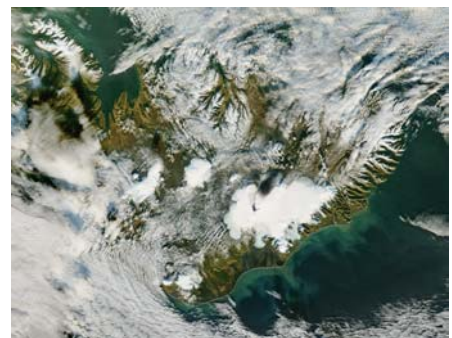
Od 15. do 19. stoljeća, kada je Temza bila pod ledom, djelovanje Sunčevih pjega bilo je na vrlo niskoj razini, a slično je i danas.⁵ Novi 11-godišnji ciklus solarnih oluja trebao je početi u jesen 2006., no započeo je tek u siječnju 2008.^{6,8}



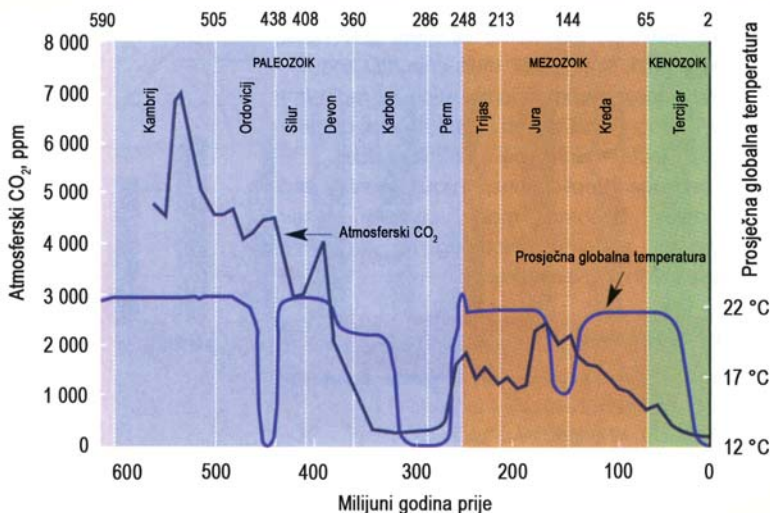
SLIKA 4 - Sunčeve pjege⁷

Visoke razine CO₂ u kambriju opadale su kako je život na Zemlji evoluirao. Ponovno povišenje koncentracija CO₂ u mezozoiku dogodilo se zbog vulkanske aktivnosti. Prijelaz između perma i trijasa obilježila je velika erupcija bazalta u Sibiru, a sukladno i povećanje CO₂.⁵

Vulkanski plinovi većinom su sastavljeni od vodene pare i ugljikova dioksida. Međunarodno udruženje za klimatske promjene odbacilo je procjenu CO₂ od vulkanskih aktivnosti, no 85 % vulkana nalazi se na srednjooceanskim hrptovima dugim 64 000 km, koji su geološki aktivni jer nova magma stalno izbija na oceansko dno te u koru na rascjepu duž osi hrpta i u njegovoj blizini. Erupcije ispuštaju velike količine CO₂ koji se reciklira kroz morsku vodu i sedimente morskog dna. Podvodni vulkani (slika 5) utječu i na ledene površine. Na Antarktici brojni aktivni podledenjački vulkani ubrzavaju normalno stvaranje ledenjaka i kretanje leda prema moru. Ukupni morski led povećao se u razdoblju od 1978. do 2006. Na Arktiku se također povećala količina leda, bez obzira na erupcije 13 % CO₂ iz podvodnih vulkana.⁵



SLIKA 5 - Podledenjački vulkan na Islandu⁹



Slika 3 - Kretanje prosječne globalne temperature Zemljine površine i koncentracije CO₂⁵

Prijeti li apokalipsa?

Slično misli i engleski biogeograf prof. em. Philip Stott. Prema njemu, ni povijest ni prirodna znanost ne podupiru apokaliptičnu sudbinu kakva se prognozira. Ekstremni vremenski uvjeti oduvijek su prisutni, a ne postoji dokaz o njihovu sustavnom

povećanju. Razina mora povećava se od kraja posljednjega ledenog doba, najbrže prije oko 12 000 godina. Posljednjih stoljeća prosječna brzina povećavanja razine mora bila je relativno jednolika, a bila je veća u prvoj polovini 20. stoljeća nego u drugoj.¹⁰

Ni utjecaj na poljoprivredu nije baš sasvim jasan. Primjerice, Indija se zagrijavala tijekom druge polovine 20. stoljeća, a u tom razdoblju prinosi su se bitno povećali. Utjecaj na bolesti također nije određen. Zarazne bolesti, kao što je malarija, ne ovise toliko o temperaturi koliko o siromaštvu i zdravlju stanovništva, a općenito se može reći da je izloženost hladnoći opasnija od izloženosti vrućini.¹⁰

Od 1998. prosječna temperatura Zemljine površine, prema svjetskim mjerenjima temperature, nije se nimalo povećala. Štoviše, trend je bio kombinacija stagniranja i hlađenja. Jednostavno rečeno, od 1998. nije bilo globalnog zatopljenja bez obzira na činjenicu da je u istom razdoblju atmosferski CO₂ nastavio rasti, od 368 ppm (volumno) u 1998. pa do 384 ppm u 2007. Količina metana pritom se također povećavala, stopom od oko 0,5 % između 2006. i 2007. Naravno, 10-godišnji podatci pokrivaju prekratko razdoblje za zaključivanje, što je činjenica koju ni oni koji zastupaju ideju globalnog zatopljenja često ne naglašavaju. Međutim, posljednji podatci pokazuju kako će temperatura Zemlje ostati na istoj razini barem još jedno desetljeće zbog fenomena koji se naziva atlantska višedekadna oscilacija (e. *Atlantic Multidecadal Oscillation*). Uzrok te oscilacije, koja je povezana s toplim strujama koje donose toplinu iz tropa europskim obalama, još nije potpuno objašnjen, no čini se

da se ciklus ponavlja svakih 60 do 70 godina. To bi moglo djelomično objasniti porast globalne temperature početkom prošlog stoljeća prije hlađenja koje se događalo kasnih 40-ih godina.⁶

Pingvini za kraj

S druge strane Zemlje nalazi se Antarktika, čije su se ledene površine povećavale brzinom od oko 5 % po desetljeću,¹¹ s najvećim porastom prošle godine. Iako su biolozi na temelju računalnih modela predvidjeli izumiranje carskih pingvina zbog promjene klime i smanjenja ledenih površina,¹² oni (slika 6) će ustvari morati mnogo dulje hodati do svojih gnijezda zbog povećanja ledenih površina.



SLIKA 6 - Carski pingvini spremni za dugo putovanje preko leda¹³

No što je s medvjedima s početka priče? Površina arktičkog leda naglo se smanjila posljednjih nekoliko godina, međutim gubici su potpuno nadoknađeni neočekivanim stvaranjem leda u posljednjim mjesecima 2007. i prvim mjesecima 2008.¹⁴ Možda se ni polarnim medvjedima, baš kao ni carskim pingvinima, ne piše tako crno, barem

ne što se tiče ugroženosti njihova životnog prostora. A gotovo je sigurno da ih više od otpuštanja ugljikova dioksida u atmosferu ugrožava jedna druga vrsta ljudske djelatnosti – lov.

KORIŠTENA LITERATURA

1. Barringer, F.: Polar Bear is Made a Protected Species, May 15, 2008, www.nytimes.com/2008/05/15/us/15polar.html, 19. 4. 2009.
2. [www.gapadventures.com/images/press_photos/Destination_Photos/Norway,%20Sptsbergen%20\(Arctic\)%20-%20Polar%20Bear.jpg](http://www.gapadventures.com/images/press_photos/Destination_Photos/Norway,%20Sptsbergen%20(Arctic)%20-%20Polar%20Bear.jpg), 19. 4. 2009.
3. www.beginningingenesi.com/fake%20ark.jpg, 19. 4. 2009.
4. Pidwirny, M.: *Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition*, www.physicalgeography.net/fundamentals/7h.html, 19. 4. 2009.
5. Plimer, I.: Climate Change, a geologist's view, *Materials World*, March 2009.
6. Stott, P.: Cognitive Dissonance, August 19, 2008., climaterealist.com/index.php?id=1705, 19. 4. 2009.
7. www.solarphysics.kva.se/NatureNov2002/press_images_eng.html, 19. 4. 2009.
8. science.nasa.gov/headlines/y2008/10jan_solarcycle24.htm, 19. 4. 2009.
9. visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=6610, 19. 4. 2009.
10. Stott, P.: Global Warming Is Not a Crisis, March 9, 2007, abcnews.go.com/International/story?id=2938762&page=1, 19. 4. 2009.
11. nsidc.org/data/seaice_index/images/s_plot.png, 19. 4. 2009.
12. Emperor Penguins March Toward Extinction, Feb 05, 2009, www.spacedaily.com/reports/Emperor_Penguins_March_Toward_Extinction_999.html, 19. 4. 2009.
13. antarctic.ucsd.edu/images/EMPERORECHO.JPG, 19. 4. 2009.
14. arctic.atmos.uiuc.edu/cryosphere/IMAGES/global.daily.ice.area.withtrend.jpg, 19. 4. 2009.

Vijesti

Priredila: Maja RUJNIĆ-SOKELE

Aseptičko punjenje osjetljivih napitaka u PET bocu

Aseptička ambalaža rabi se kako bi se produljio vijek trajanja osjetljivih napitaka koji se skladište na sobnoj temperaturi (sokova, čajeva, vode s okusom i energijskih napitaka). *Combi Predis™ FMA* je *Sidelov* inovativni, jednostavni sustav za puhanje boca i punjenje osjetljivih napitaka u aseptičkim uvjetima. Osnovna razlika između *Sidelove* i neke druge slične opreme je tzv. *suha izrada predobljka*, pri čemu je pranje boca zamijenjeno suhim steriliziranjem predobljka pri ulasku u peč primjenom pare vodikova peroksida.



Suha sterilizacija PET predobljka

Suha sterilizacija predobljka ima bitne prednosti. Na tradicionalnoj aseptičkoj liniji za punjenje boca potroši se dnevno oko 250 m³ vode i 200 L kemikalija, a *Predisov* sustav suhe sterilizacije dekontaminira predobljke primjenom pare vodikova peroksida – voda se ne troši, a uporaba kemikalija znatno je smanjena. Ostale prednosti uključuju uštedu energije i izradbu lakših boca jer se visokotemperaturnom sterilizacijom predobljka, a ne boca, izbjegava toplinsko naprezanje praznih boca.

PET planet insider, 4/2009.