ZAŠTITA OKOLIŠA, Kem. Ind. **69** (3-4) (2020) 204–205

ZAŠTITA OKOLIŠA

Uređuje: Vjeročka Vojvodić

Union of Concerned Scientists

Objavljeno 6. lipnja 2009.
Ažurirano 3. kolovoza 2017.

Zašto CO_2 zaokuplja najviše pažnje kada postoji toliko drugih stakleničkih plinova?*

HEATHER CC-BY-2.0 (FLICKR)

Klimatske promjene ponajprije su uzrokovane prevelikom količinom ugljikova dioksida (CO_2) u atmosferi. To preopterećenje ugljikom uglavnom je uzrokovano izgaranjem fosilnih goriva poput ugljena, nafte i plina ili sječama i požarima šuma. Postoje i drugi staklenički plinovi* (od metana do vodene pare), ali CO_2 nas dovodi u najveći rizik od nepovratnih promjena ako se nastavi akumulirati u atmosferi. Dva su ključna razloga zašto.

CO_2 je uzrokovao većinu zagrijavanja i očekuje se da će se njegov utjecaj nastaviti

CO_2 je više nego ijedan staklenički plin – pokretač zagrijavanja Zemlje doprinio klimatskim promjenama između 1750. i 2011. godine.

Međuvladina komisija za klimatske promjene (*The Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) objavila je 2013. globalnu procjenu klime koja je uspoređivala utjecaj triju promjena na okoliš koje su posljedica ljudskih aktivnosti između 1750. i 2011.godine. To su emisije ključnih plinova koji hvataju toplinu (stakleničkih plinova) i sitnih čestica (aerosola) kao i promjena namjene zemljišta.

Mjereći obilje plinova koji zarobljavaju toplinu u ledenim jezgrama, atmosferi i ostalim klimatskim pogonima, zajedno s modelima, IPCC je izračunao "prisilno zračenje" (engl. *radiative forcing – RF*) svakog pokretača klime – drugim riječima, neto povećanje (ili smanjenje) u količini energije koja doseže Zemljinu površinu i koja se može pripisati tom klimatskom pokretaču.

Pozitivne vrijednosti RF-a predstavljaju prosječno površinsko zagrijavanje, a negativne prosječno površinsko hlađenje. Analiza IPCC-a pokazala je da od svih klimatskih pokretača nastalih ljudskim djelatnostima, CO_2 ima najveći pozitivni RF (vidi sliku 1). Ostali plinovi imaju moćniju molekulsku sposobnost toplotnog hvatanja po molekuli od CO_2 (npr. metan), ali su, jednostavno, manje zastupljeni u atmosferi.

CO_2 ostaje u atmosferi

CO_2 ostaje u atmosferi dulje od ostalih glavnih plinova koji izazivaju učinak staklenika, a ispuštaju se u atmosferu kao rezultat ljudskih aktivnosti. Emitiranom metanu (CH_4) potrebno je oko deset godina za napuštanje atmosfere (pretvara se u CO_2), a dušikovom oksidu (N_2O) oko jednog stoljeća.

Međutim, nakon emisije CO_2 u atmosferu, 40 % će ostati u atmosferi 100 godina, 20 % će ostati 1000 godina, dok će 10 % ostati u atmosferi 10 000 godina. To doslovno znači da emisije štetnih plinova koje danas oslobađamo iz naših automobila i elektrana uspostavljaju klimu koju će naša djeca i unuci naslijediti.

Što je s vodenom parom?

Vodena para je najzastupljeniji staklenički plin, ali o tome se rijetko govori u raspravama o klimatskim promjenama koje uzrokuju ljudi. Glavni razlog je taj što vodena para ima kratak ciklus u atmosferi (prosječno 10 dana) prije nego što se ugradi u vremenske događaje i vrati na Zemlju te se ne može nakupljati u atmosferi na isti način kao ugljikov dioksid. Međutim, s vodenom parom postoji začarani krug, jer što se u atmosferu emitira više CO_2 i raste temperatura Zemlje, to vode više isparava u Zemljinu atmosferu, što dodatno povećava temperaturu planeta. Atmosfera s višom temperaturom tada može zadržati više vodene pare nego prije.

Previše dobrih stvari: preopterećenje ugljikom

Zemlja prima energiju koja putuje od sunca u raznim valnim duljinama, od kojih neke vidimo kao sunčevu svjetlost, a druge su nam nevidljive golim okom, poput ultraljubičastog zračenja kraće valne duljine i infracrvenog zračenja dulje valne duljine.

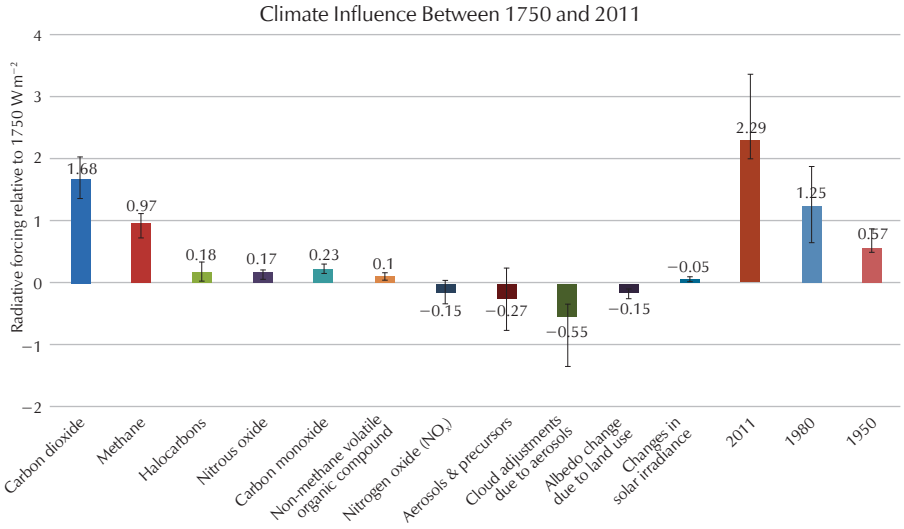
Dok ta energija prolazi kroz Zemljinu atmosferu, dio se vraća u svemir s oblacima i malim česticama poput sulfata, dio se reflektira sa Zemljine površine, a dio apsorbira u atmosferi česticama čađe, stratosferskog ozona i vodene pare (vidi žute strelice na slici 2 za relativne proporcije). Preostalu solarnu energiju apsorbira sama Zemlja zagrijavajući površinu planeta.

Kada bi se sva energija emitirana sa Zemljine površine (narančasta strelica "toplinska površina" na slici 2) vratila/pobjegla u svemir, planet bi bio previše hladan za ljudski život.

Srećom, kako je prikazano na slici 2 (narančasta strelica "toplinska donja površina"), dio te energije ostaje u atmosferi, odakle se vraća na Zemlju pomoću oblaka oslobađajući energiju padalinama (kišom ili snijegom) ili je apsorbiraju atmosferski plinovi sastavljeni od triju ili više atoma, poput vodene pare (H_2O), ugljikova dioksida (CO_2), dušikova oksida (N_2O) i metana (CH_4).

Dugovalno zračenje koje apsorbiraju ti plinovi reemitira se u svim smjerovima, uključujući i povratak prema Zemlji, a dio te reemi-

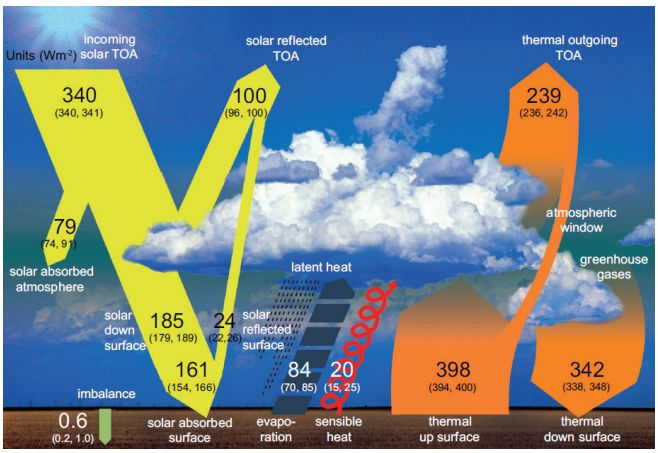
* Izvor: https://www.ucsusa.org/resources/why-does-co2-get-more-attention-other-gases (29. 2. 2020.).



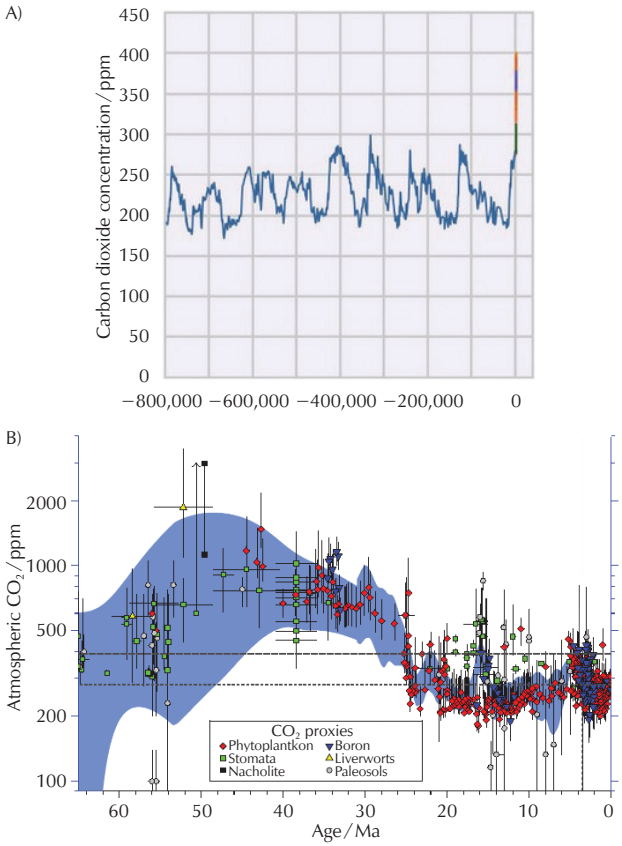
Slika 1 – Ugljikov dioksid (CO_2) najviše je pridonio klimatskim promjenama između 1750. i 2011. Jedinice koje zrače radijacijom izražene su kao snaga (vati) na kvadratni metar površine Zemlje.

tirane energije ponovno se apsorbira i s tim plinovima reemitira u svim smjerovima. Neto učinak je da se većina odlazećeg zračenja zadržava u atmosferi, umjesto da se premjesti u veće visine, u svemir.

Stakleni̇čki plinovi koji hvataju toplinu u uravnoteženom omjeru, djeluju poput pokrivača koji okružuje Zemlju, održavajući temperature u rasponu koji omogućava napredovanje života na planetu s tekućom vodom. Na žalost, ti se plinovi – posebno CO_2 – akumuliraju u atmosferi u povećanim koncentracijama zbog antropogenih djelatnosti navedenih na početku članka. Kao rezultat toga, izolacijski pokrivač postaje previše gust i pregrijava Zemlju jer manje energije (topline) odlazi u svemir.



Slika 2 – Zemljin trenutačni prosječni energetski proračun. Brojevi predstavljaju količinu energije koja je povezana sa svakim izvorom u vatima po kvadratnom metru. Brojevi u zagradama predstavljaju raspon nesigurnosti mjerenja (izvor: IPCC AR5).



Slika 3 – A (EPA): detalji koncentracije atmosferskog CO_2 (ppm) u razdoblju prije 800 000 godina do 2017. godine;
B (IPCC): Atmosferska koncentracija CO_2 tijekom posljednjih 65 milijuna godina u dijelovima na milijun (ppm).

Dugoročna perspektiva

Zapisi na jezgri ledenog Antarktika živo ilustriraju porast atmosferske razine CO_2 koji je danas veći od razina zabilježenih u posljednjih 800 000 godina (slika 3A). Atmosferske razine CO_2 između 1750. i 2011. (slika 1) porasle su za 40 % (2013. godine atmosferska razina CO_2 prvi je put u ljudskoj povijesti premašila 400 milijuna dijelova na milijun). Polovica emisija CO_2 povezana s ljudskim djelatnostima dogodila se samo u posljednjih 40 godina. CO_2 (i drugi plinovi koji se emitiraju iz industrijskih i poljoprivrednih izvora) zadržavaju toplinu u atmosferi, pa ne čudi što smo svjedoci porasta prosječne globalne temperature.

Na isti način kao što emisija CO_2 u prošlosti doprinosila promjenama klime kakve već danas doživljavamo, emisije koje trenutačno oslobađamo pomoći će odrediti klimatsku budućnost naše djece i unuka.