

## Ali je civilizacija res ogrožena?

Odmev na interview z dr. Lučko Kajfež Bogataj v Nedelu, 6.1.2019,

<<https://www.delo.si/nedelo/civilizacije-kakrsno-poznamo-ne-bo-vec-133929.html>>

V zadnjem času smo v vseh medijih, tudi v Delu, lahko zasledili vrsto objav povezanih z klimatsko problematiko, spodbujenih z nedavnim mednarodnim srečanjem COP24 v poljskih Katowicach. Med temi objavami posebej odmeva interview z dr. Lučko Kajfež Bogataj v Nedelu 6.1.2019, v katerem se pod vprašaj postavlja nič manj kot nadaljnji obstoj človeške civilizacije, če ne preprečimo podnebnih sprememb!

Že predšolski otroci vedo, da kričanje »Volk, volk!« učinkuje samo dvakrat, tretjič se nihče več ne ozre. A pri klimatologih je očitno drugače. V 70tih letih so nas nenehno svarili, da zaradi uporabe fosilnih goriv pospešeno drsimo v ledeno dobo, nakar so v 80tih obrnili ploščo in začeli opozarjati, da se planet zaradi istih razlogov nevarno pregreva.

Kako resne so te nevarnosti? Je obstoj civilizacije res ogrožen? V obeh primerih je šlo za spremembo za okoli 0,5°C v 20 letih: od leta 1945 do 1975 je povprečna globalna temperatura padala, nato pa od leta 1975 do leta 1998 naraščala in na podlagi te rasti so z računalniškimi klimatskimi modeli naredili projekcije do leta 2100 z razponom možnega ogrevanja za 2°C do 6°C (kot navajajo poročila, ki jih objavlja Medvladni odbor za podnebne spremembe, IPCC, pri Organizaciji združenih narodov). Te projekcije so narejene predvsem na podlagi rasti vsebnosti ogljikovega dioksida, CO<sub>2</sub>, v ozračju, ta že dalj časa narašča za približno 0,5% letno.

Toda v zadnjih 20 letih so temperaturni trendi ostali znotraj merilne napake, ±0,25°C (če izvezemo občasne kratke, 3-5 mesecev trajajoče sunke, ki so posledica Pacifiške oscilacije ljubkovalno imenovane El Niño, »Božiček«, ker se pojavlja vedno okrog božiča, ter ohlajanja zaradi večjih vulkanskih izbruhov). Govorimo torej o dolgoročnih spremembah, ki so na meji tistega, kar sploh lahko zanesljivo izmerimo. In to kljub temu, da se je vsebnost CO<sub>2</sub> v ozračju v tem času povečala za dobrih 10% in sicer s 360 na 400 delcev na milijon (ang., parts per million, ppm).

Seveda, mediji nas bombardirajo z vedno novimi temperaturnimi rekordi iz meseca v mesec, ker se sklicujejo na meritve, ki se izvajajo pri tleh v meteoroloških postajah, te pa so v večini primerov blizu večjih naselij ali celo znotraj njih, ter ob letališčih, zato izkazujejo prej lokalno kot globalno ogrevanje. Ta trend pa je le za okoli 0,2 do 0,3°C (v 20 letih!) večji kot kažejo satelitske meritve. Te so sicer nekoliko manj natančne, toda enakomerno zajemajo celotno površje planeta, skupaj z oceani in polarnimi območji, zato je globalno gledano njihova merilna napaka manjša, kot je pri med seboj zelo oddaljenih meteoroloških postajah, katerim je za vmesna področja potrebno vpeljati matematično ocenjene popravke. Tako satelitske meritve, kot meritve višjih plasti ozračja z meteorološkimi baloni, že 20 let ne izkazujejo statistično pomembnega povečanja temperatur.

Ta problem priznavajo tudi znanstveniki, ki pripravljajo poročila za IPCC, ti govorijo o začasni »pavzi« v globalnem ogrevanju in v znanstvenih objavah poskušajo to tolmačiti na različne načine. V zadnjem času je najpogosteje objavljana domneva, da oceani vsrkajo mnogo več toplote, kot so domnevali prej. Prvi je to domnevo postavil klimatolog Kevin Trenberth že leta 2012, a mu je znani oceanolog Carl Wunsch, ki

sicer tudi sam zagovarja teorijo o človeškem vplivu na klimo, oporekal in na osnovi globinskih meritev z morskimi bojami ARGO dokazal, da ta domneva ne drži. Isto domnevo so Tom Karl in sodelavci (2015) poskušali prikazati kot posledico statističnih napak v obdelavi izmerjenih podatkov, a so doživeli ostro kritiko iz lastnih vrst prav zaradi nepravilnosti v obdelavi podatkov. Podobna zgodba se je ponovila septembra 2018 s še eno neuspešno statistično razlago. Seveda so v medijih, tudi domačih, močno napihnilo poročila o ogrevanju, med tem ko so nasprotno trditve povsem prezrli.

Domneva o človeškem vplivu na klimo sloni na dejstvu, da CO<sub>2</sub> absorbira del toplotnega (infra-rdečega, IR) sevanja Zemlje proti vesolju in sicer v razmeroma ozkem pasu valovnih dolžin med 14-16 μm (milionink metra). S tem naj bi prispeval k preprečevanju ohlajanja ozračja, zlasti ponoči. Temu pravijo »toplogredni učinek«, ker deluje podobno kot pokrivanje zelenjavnih nasadov. O toplogrednem učinku zemeljskega ozračja je prvi objavil študijo francoski matematik Fourier, ki pa je jasno zapisal pogoje pri katerih ta učinek velja: *»če toplemu zraku preprečimo da se dviguje in širi, potem...«*. Kasneje je švedski fizik in kemik Svante Arrhenius objavil več raziskav o vplivu CO<sub>2</sub> na ogrevanje ozračja, a so vse doživele hude kritike, posebej oster je bil Knut Ångström, ki je prvi objavil absorpcijski spekter CO<sub>2</sub> in ugotovil, da je ta že pri takratni koncentraciji bil v nasičenju, zato dodatne količine učinka ne povečajo.

V medijih pogosto navajajo, da je o toplogrednem učinku CO<sub>2</sub> prepričanih 97% znanstvenikov. Ne le mediji, tudi ameriški predsednik Barak Obama je to številko večkrat navedel v svojih javnih nastopih: *»97% znanstvenikov pravi, da so klimatske spremembe dejstvo, povzročča jih človek in so nevarne!«*. Pregledov znanstvenih objav v tem oziru je bilo več, med prvimi Naomi Oreskes s sodelavci, 2004, kjer je v resnici samo 25% objav jasno izražalo stališče do človeškega vpliva. Podobno raziskavo znanstvenih objav je opravil leta 2013 John Cook, takrat še študent Univerze v Queenslandu, s sodelavci; pregledanih je bilo okoli 11.900 objav (čeprav je objav s področja klimatologije še mnogo več!), svoje prepričanje v izključno človekov vpliv na ogrevanje ozračja pa je nedvomno zapisalo samo 1,6%, velika večina objav, 7.900 ali 66%, je bila do tega neopredeljena, 3% pa je jasno izrazilo dvom o človeškem vplivu na klimo. A tako Cook kot Oreskes sta v svojo statistiko vštela vse, ki ideji o človeškem vplivu niso jasno nasprotovali!

Vendar je resnica še bolj presenetljiva: 99,9% znanstvenikov pritrjuje dejstvu, da se klima spreminja, ter da CO<sub>2</sub>, naj je ta naravnega ali človeškega izvora, ima nek vpliv na ogrevanje! Namreč maloštevilni so znanstveniki, ki so prepričani da CO<sub>2</sub>, tako kot vsi drugi »toplogredni« plini, pri tleh sicer deluje ogrevalno, vendar v odprtem ozračju v višjih plasteh bolj ohlaja ozračje (ideja temelji na različni gostoti zraka na različnih višinah in posledično daljši prosti poti fotonov, ter verjetnosti, da molekula CO<sub>2</sub> odda zajeto sevanje predno trči s sosednjo zračno molekulo, toda podrobna razlaga je teoretično zapletena, zato se s tem tukaj ne bomo ukvarjali).

Kje je potem razlika?

Ena temeljnih razlik med pogojno rečeno »skeptičnimi« znanstveniki in zagovorniki človeškega vpliva na toplogredni učinek je v vlogi vodne pare. Te je v ozračju pogosto od 50 do 500 krat več kot CO<sub>2</sub>, poleg tega pa vodna para zajema toplotno sevanje v zelo širokem pasu valovnih dolžin, od vidne svetlobe do daljnega IR sevanja, zato je vodna para daleč najpomembnejši toplogredni plin. Vendar so zagovorniki toplogrednega učinka prepričani, da pri tem deluje pozitivna povratna zanka: več CO<sub>2</sub> v ozračju pomeni rahlo višjo temperaturo, kar poveča izparevanje oceanov in toplejši zrak lahko sprejme več vodne pare, to pa dodatno ogreje ozračje in površje oceanov, zaradi česar iz oceanov uhaja še več CO<sub>2</sub>, kar potem spet zviša temperaturo in tako v krog. Nasprotno pa »skeptiki« trdijo, da po eni strani izparevanje ohlaja površje oceanov, po drugi pa več vodne pare v ozračju pomeni izdatnejšo tvorbo oblakov, ki prestrežejo

sončno sevanje in preprečijo ogrevanje tal, zato je tudi ozračje hladnejše. Vpričo dejstva, da že manjša sprememba vlažnosti zraka ima po velikosti enak, a po predznaku obraten učinek kot podvojitve koncentracije CO<sub>2</sub>, trdijo, da vodna para gledano v celoti znižuje temperaturo ozračja in ne obratno. Tako naj bi zagovorniki toplogrednega učinka verjeli, da vodna para ojačuje učinek CO<sub>2</sub> za približno trikrat, med tem ko nasprotniki trdijo, da ga zmanjša vsaj na polovico.

Res je, da človeški izpusti CO<sub>2</sub> sunkovito naraščajo: od leta 2000 skoraj s podvojeno letno stopnjo, predvsem zaradi hitrega razvoja Kitajske, Indije, Brazilije in še nekaterih drugih, ki so povečale porabo premoga za skupno 3 milijarde ton letno, med tem ko v EU in ZDA skupni izpusti že 9 let počasi padajo, predvsem zaradi množičnega prehoda na toplotno učinkovitejši zemeljski plin namesto premoga. Kljub temu pa meritve vsebnosti CO<sub>2</sub> v ozračju, ki jih izvajajo na opazovalnici Mauna Loa na Havajih, kažejo na umirjanje letnih rasti na enaki ravni kot pred 15 leti!

Kako naj si to razložimo? Najprej je treba vedeti, da naravna sprememba vsebnosti CO<sub>2</sub> sledi spremembi temperature, in ne obratno. To opažamo tako pri sezonskih spremembah iz zime v poletje, kot pri večletnih presledkih, pa tudi na večstoletni ravni (kot kažejo analize globokih vrtin v polarnem ledu pri postajah Vostok in EPICA na Antarktiki, ter GISP2 na Grenlandiji). To pomeni, da narava, predvsem oceani, lahko oddajo ali vsrkajo neprimerno večje količine CO<sub>2</sub> kot jih lahko ustvarja človek s porabo fosilnih goriv. Zaloge CO<sub>2</sub> raztopljene v oceanih (140 bilijonov ton) so 45 krat večje kot je CO<sub>2</sub> v celotnem ozračju (3100 milijard ton), letno pa oceani vsrkajo in spet izpustijo za dobrih 330 milijard ton CO<sub>2</sub>. Prav tako zemlja vsebuje okoli trikrat več CO<sub>2</sub> kot ozračje, letno pa se zaradi bioloških procesov izmenja okoli 440 milijard ton, približno polovico tega pretoka prispevajo rastline, preostalo pa bakterije v zemlji. V primerjavi s temi količinami je celotni človeški prispevek 33 milijard ton razmeroma majhen, okoli 4%, in sicer na podlagi razmerja 33/(330+440). Pozor: v literaturi bolj pogosto navajajo številke, ki se nanašajo na sam ogljik, C, namesto CO<sub>2</sub>, za pretvorbo delite zgornje številke s 3,67 kar je ulomek atomskih mas, (12+2×16)/12. Poudarimo naj še, da od vseh navedenih števil natančno poznamo samo delež človeških izpustov (ker so ti povezani z energijskim knjigovodstvom), vse ostalo so zelo grobe ocene in ni verjetno, da so naravni viri in ponori CO<sub>2</sub> v ravnovesju, mnogo bolj verjetno je, da se to iz različnih vzrokov s časom močno spreminja. Zato že majhno neravnovesje med naravnimi viri in ponori zadostuje, da pojasni večino sprememb v ozračju, z ali brez človeškega prispevka.

Računalniški klimatski modeli, ter dokumenti, ki jih na tej podlagi izdaja Medvladni odbor za podnebne spremembe (IPCC) predvidevajo, da enkrat izpuščen CO<sub>2</sub> ostane v ozračju za 130 let ali več. Toda znanstvena literatura (več kot 40 študij) navaja mnogo manjše številke, od 3 do 15 let, v povprečju 6. In ker na letni ravni znašajo človeški izpusti 4% rasti, potem tudi dolgoletna kumulativna vsebnost CO<sub>2</sub> kot posledica človeških izpustov ne more presegati 15-20% delež celotne količine CO<sub>2</sub> v ozračju.

Če pa še upoštevamo (kar je ugotovil že Arrhenius), da vpliv CO<sub>2</sub> na ogrevanje sledi logaritmični zakonitosti, da torej vsaka podvojitve vsebnosti CO<sub>2</sub> v ozračju ustreza povečanju temperature za okoli 1°C, potem smo tudi po najbolj črnogledih napovedih zanesljivo znotraj ciljev, ki jih je predlagal IPCC na nedavnem srečanju v Katowicach. Po sedANJI stopnji rasti vsebnosti CO<sub>2</sub> bomo leta 2100 od sedanjih 400 prišli na okoli 540-560 ppm, kar pomeni da nikakor ne bomo mogli doseči podvojitve (na 800 ppm), ki je potrebna za dodatno 1°C. Torej so cilji, ki smo si jih zastavili in sprejeli pod taktirko IPCC, izpolnjeni že brez kakršnih koli omejitev izpustov in je ves vik in krik okoli CO<sub>2</sub> in klimatskih sprememb povsem nepotreben!

Koliko pa je sploh CO<sub>2</sub> nevaren? Omenili smo že da je ta hip vsebnost tega plina v ozračju okoli 400 ppm. Vemo pa, da rastline nujno potrebujejo CO<sub>2</sub> za fotosintezo, katere produkt je sladkor, ki je hkrati energijsko skladišče in gradnik za nekatere življenjsko pomembne sestavine v celicah. Ob tem pa sproščajo kisik, O<sub>2</sub>, ki ga vdihujemo. Vemo tudi, da če vsebnost CO<sub>2</sub> pade pod 150 ppm, se fotosinteza ustavi in rastline odmrejo. Tisti, ki pridelujejo rastlinske proizvode v rastlinjakih dobro vedo, da rastline hitreje rastejo in dajejo večje plodove, če je ozračje nekoliko toplejše in je v njem vsebnost CO<sub>2</sub> med 1.500 in 2.500 ppm, torej do 6 krat več kot na prostem. Ameriška agencija NASA s satelitskimi posnetki ugotavlja, da je danes planet za okoli 15% bolj zelen, kot je bil pred 30 leti in to ravno v bolj suhih predelih. To pripisujejo dejstvu da rastline ob večji vsebnosti CO<sub>2</sub> potrebujejo manj por na spodnji strani listja, zato skozi njih izgubljajo manj dragocene vode, ki jo črpajo prek korenin. Na mednarodni vesoljski postaji se oglasi alarm, če vsebnost CO<sub>2</sub> preseže 5.000 ppm, v podmornicah pa je varnostna meja pri 8.000 ppm. V človeškem izdihu je vsebnost CO<sub>2</sub> 44.000 ppm, pa kljub temu zdravniki priporočajo pomagati ponesrečencem z umetnim dihanjem usta na usta (ob nujno potrebni masaži srca). Skratka, sedanja vsebnost CO<sub>2</sub> sploh ni problematična; veliko resnejši problem predstavljajo druge snovi, ki nastajajo pri izgorevanju in nižja ko je temperatura izgorevanja več je teh snovi (saje, žveplov dioksid, itd.).

Ob vsem povedanem se poraja vprašanje zakaj IPCC vztrajno promovira hipotezo o dominantnem vplivu človeka na klimo, ki je na tako trhljih nogah, da jo morajo podpirati z nenehnim ustrahovanjem in svaritvami pred katastrofami vseh vrst (nobena njihova napoved se do sedaj ni uresničila in se tudi ne more!). Hkrati ko se sklicujejo na znanost, pa odklanjajo kakršno koli znanstveno razpravo in zahtevajo takojšnjo akcijo s strani politike. Seveda je politika zainteresirana za čim širše obdavčenje prebivalstva in gospodarstva; če to lahko upraviči z reševanjem planeta in trkanjem na slabo vest posameznikov, ki se zavedajo svojih okolijskih »grehov«, toliko lažje potem uveljavijo bolj obremenilno zakonodajo. Toda v praksi so s pavšalnim obdavčenjem in trgovino s kvotami izpustov zadevo pripeljali do absurdnega prodajanja odpustkov, podobno kot nekoč katoliška cerkev, s tem pa reševanja resničnih okolijskih problemov in postavljanja ustreznih čistilnih naprav za resnično nevarne snovi ne spodbujajo. Zelene aktivistične skupine bi se torej mirno lahko odpovedale nepotrebni gonji proti CO<sub>2</sub>, dela jim zaradi tega še dolgo ne bo zmanjkalo.

In za konec: v objavljenem besedilu v Nedelu dr. Kajfež Bogatajeva navaja, da naj bi vpliv Sonca na porast temperature ozračja bil samo 0,25W/m<sup>2</sup>, med tem ko naj bi človeški vpliv bil 12× večji, 3W/m<sup>2</sup> enakovrednega toplotnega sevanja. Dopuščam sicer možnost, da novinar ni dobro razumel dr. Kajfež Bogatajeve in je številke zapisal po svoje. Dejstva pa so ravno obratna. V dokumentih IPCC (znanstveno poročilo AR5) najdemo, da je mogoče celotno preteklo ogrevanje ozračja od predindustrijske dobe do danes pojasniti z 0,5W/m<sup>2</sup> ogrevanja zaradi toplogrednega učinka (kar vključuje CO<sub>2</sub> in 3× večji povratni učinek vodne pare). Hkrati pa najnovejše študije sončnega sevanja kažejo, da je vpliv Sonca mnogo večji kot smo verjeli do sedaj, in sicer naj bi se sončno sevanje dolgoročno spreminjalo več kot 2W/m<sup>2</sup>, zlasti pomembne so spremembe v območju UV in X-žarkov, kar merimo šele zadnjih 15 let z najsodobnejšimi sateliti. Podobne rezultate dobimo na podlagi analize vsebnosti nekaterih radioaktivnih izotopov, kot so <sup>14</sup>C, <sup>18</sup>O, <sup>10</sup>Be in drugi, ki nastajajo v ozračju zaradi sončnega in kozmičnega sevanja in se nalagajo v sedimentih morskega dna in jezer, v stalaktitih v podzemnih jamah, ter v polarnem ledu. Vpliv Sonca se izraža tudi posredno prek koronarnih izbruhov ioniziranih plinov in močnejšega magnetnega polja ob večji aktivnosti Sonca, kar potem vpliva na ozonsko plast ter odklon visoko energijskih nabitih kozmičnih delcev.

Lahko torej sklepamo, da nam v nasprotju z naslovom v Nedelu objavljenega besedila ne grozi nobena katastrofa. Kvečjemu smo lahko zaskrbljeni zaradi prihajajočega ohlajanja, do katerega bo prišlo zaradi občutnega zmanjšanja Sončeve aktivnosti, kar satelitske meritve že potrjujejo. Dr. Kajfež Bogatajevo sem sicer zelo cenil, ker je v nasprotju z večino drugih vedno govorila v umirjenih tonih, res da opozarjala na ogrevanje ozračja in povečevanje onesnaževanja, ter pozivala k ukrepanju, a nikoli panično, nikoli ni grozila s katastrofami (kot je to pogosto počel denimo nekdanji ameriški podpredsednik in nobelovec Al Gore, ki nam je grozil s 6m visoko poplavo zaradi taljenja polarnega ledu, sam pa si je pred leti privoščil več deset milijonov drago posestvo ob morju na samo 1m nadmorske višine!). Zato sem nad izjavami dr. Kajfež Bogatajeve v Nedelu presenečen.

Erik Margan

Ljubljana, 9.1.2019.