

O podnebni občutljivosti na vsebnost CO₂ v ozračju

On the Climate Sensitivity to Atmospheric CO₂ Concentration

Erik Margan
Experimental Particle Physics Dept.
Jožef Stefan Institute
Ljubljana, Slovenia
erik.margan@ijs.si

Povzetek

Medvladni odbor za podnebne spremembe (IPCC) v svojem zadnjem poročilu (AR6, 2020) določa za 3°C višjo globalno povprečno temperaturo kot najverjetnejšo vrednost podnebne občutljivosti na podvojitve koncentracije toplogrednih plinov v ozračju, kar naj bi se zgodilo do konca XXI stoletja, upoštevajoč scenarij BAU (*business as usual*). Ob tem navaja še najverjetnejše območje zanesljivosti med 2°C in 4,5°C. Pokazali bomo, da način določanja podnebne občutljivosti (ki temelji na termičnem sevalnem ravnovesju planeta) kot ga uporabljajo pri IPCC sloni na nekaterih napačnih predpostavkah in je zato zgrešen, tako določena vrednost občutljivosti pa je previsoka. Predstavili bomo pravilen način za določanje tega parametra, po katerem bomo dobili mnogo nižjo vrednost.

Ključne besede

Podnebna občutljivost, vsebnost toplogrednih plinov, sevalno ravnovesje, adiabatno segrevanje, prenos toplote v ozračju.

Abstract

Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) in its latest report (AR6, 2020) states a 3°C higher global average temperature as the most likely value of the climate sensitivity to a doubling of greenhouse gases concentration, which is predicted to occur by the end of the XXI century under the BAU (*business as usual*) scenario. A most likely range of 2°C to 4.5°C is also stated. It will be shown here that the method of estimating the climate sensitivity as used by the IPCC (which is based on the thermal radiative balance) is wrong, so the obtained sensitivity is too high. Here a correct method is given, by which a much lower sensitivity value is obtained.

Keywords

Climate sensitivity, concentration of greenhouse gases, thermal radiative balance, adiabatic warming, atmospheric heat transfer.

Opomba

V pričujočem prispevku je predstavljena vsebina članka [1] posodobljena na osnovi novjših podatkov iz zadnjega poročila IPCC AR6. Hkrati so v ponujeni razlagi pravilnega načina izračuna podnebne občutljivosti popravljene nekatere manjše metodološke nedoslednosti, v skladu s standardno teorijo regulacije v povratnih zankah.

1 Definicija podnebne občutljivosti

IPCC v svojih poročilih uporablja dve definiciji podnebne občutljivosti, pri čemur se obe nanašata na spremembo globalne povprečne temperature pod vplivom podvojitve vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju. V prvem primeru gre za prehodno občutljivost (*transitional climate sensitivity*, TCS), kjer se količina toplogrednih plinov postopoma povečuje do podvojitve. Ta način se uporablja za določanje učinka različnih scenarijev omejevanja izpustov toplogrednih plinov in je dokaj zapleten za izračunavanje, ne prinaša pa spoznanja o dinamičnih lastnostih in odzivu podnebja kot sistema. Ravnovesna občutljivost (*equilibrium climate sensitivity*, ECS) pa predvideva podvojitve vsebnosti toplogrednih plinov v razmeroma kratkem času, nakar spremlja odziv sistema dokler ta ne doseže novo termično ravnovesje pri ustrezno višji temperaturi. Zato je ta način bolj primeren za določanje lastnosti Sistema in njegove odzivnosti, poleg tega pa je razmeroma preprost za izračun. V nadaljevanju bomo uporabljali ECS in razložili ugotovitve, ki iz tega izhajajo.

2 Termično sevalno ravnovesje planeta

IPCC kot osnovo za izračun globalne povprečne temperature izhaja iz zahteve po termičnem sevalnem ravnovesju: koliko toplote sprejme planet od Sonca, toliko je mora tudi oddati, pri čemur pa je mogoče, da se del toplotnega toka začasno ohrani v snovi z visoko termično kapaciteto (v primeru Zemlje je to voda), zaradi česar se ravnovesje ob spremembi pogojev vzpostavi šele po razmeroma dolgem času.

Sevalno ravnovesje določajo poleg sončevega sevanja (s površinsko gostoto sevalne moči $S_0 = 1361 \text{ W/m}^2$) še geometrija in rotacija planeta. Vstopno sevanje je sorazmerno površini kroga z radijem enakim radiju planeta ($A_s = \pi R^2$), izstopno sevanje pa je sorazmerno celotni površini planeta ($A_p = 4\pi R^2$). Povprečna gostota sevalne moči vstopnega sevanja je zato enaka sončevemu sevanju pomnoženemu z razmerjem obeh površin:

$$j_v = S_0 A_s / A_p = S_0 / 4 = 340,25 \text{ W/m}^2$$

Vendar do površja planeta ne pride celotno sevanje, del se odbije od svetlih površin oblakov, ter poledenelih in zasneženih površin. Ocenjena povprečna vrednost albeda znaša $a = 0,294$. Zato