

Kiss Károly:

Klíímaváltozás: Hőség, szárazság és ami majd ezután jön

Július 14-én a trópusi és a mérsékelt égövi óceánok és tengerek felszíni átlagos hőmérséklete melegebb volt, mint bármikor a modern időkben. Május óta Európán három hőhullám söpört végig, és az Economist szerint ez tízezrek halálát okozza.¹ Kína tengerparti térségéből több, mint egy millió embert kellett kiköltöztetni a Bavi nevű szupertájfún miatt, mely energiáját a túlfűtött óceánból veszi. Mindenhol erdőtüzek égnek. Az El Nino is készülődik a Csendes-óceán térségében. A klímaváltozás önmagát erősítő folyamat. A tudósokat most legjobban az foglalkoztatja, hogy miért csökken ilyen vészes mértékben a Föld fényvisszaverő képessége, miért nő a napenergia elnyelése.

A klímaváltozás nemzetközileg elfogadott elmélete szerint az antropogén (emberek által kiváltott) jelenség, az ipari tevékenység során keletkező üvegházhatású gázok okozzák. A széndioxid, a metán, a dinitrogénoxid és a fluortartalmú gázok a napfényt átengedik, amely a föld felszínét felmelegíti, de ugyanezek a gázok a hőt csapdába ejtik, nem engedik visszaverődni a világűrbe. Tudnunk kell, hogy emellett a kezdetektől fogva létezik egy természetes üvegházhatás, ahol a vízpára, a légköri természetes széndioxid valamint a metán játssza ezt a szerepet; valójában ez teszi lakhatóvá Földünket, ugyanis enélkül 33 fokkal alacsonyabb lenne a felszíni hőmérséklet. Az ipari tevékenység következtében megnövekvő széndioxid és metánkoncentráció okozza tehát a klímaváltozást.

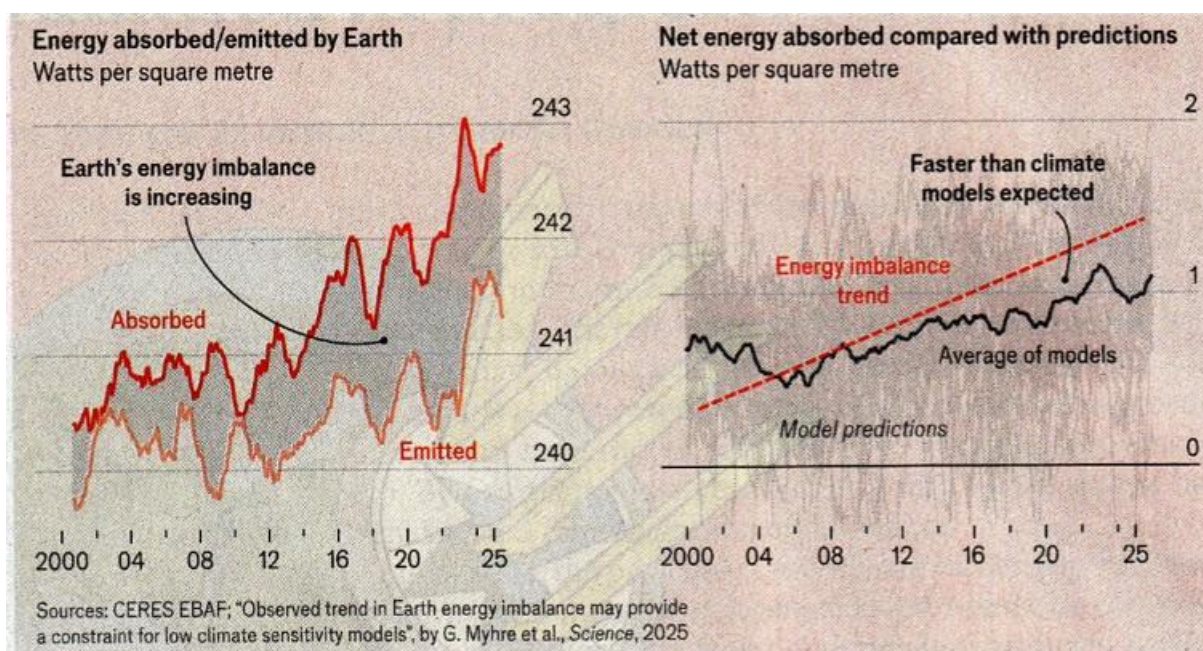
Az ún. „klímaszkeptikusok” (köztük neves magyar tudósok) ezt nem fogadják el. Azt állítják, hogy ezeknek az emberi tevékenységből származó üvegházhatású gázoknak az aránya eltörpül a legnagyobb üvegházhatású gáz, a vízpára mellett, tehát nem lehetnek okai a globális felmelegedésnek. (Megkérdeztem az AI-t: szerinte a vízpára 36-70, a széndioxid 9-26 százalékban felelős a természetes üvegházhatásért – ezek a széles határértékek nagy bizonytalanságra utalnak.) Én azzal szoktam érvelni, hogy a légkör egy rendkívül bonyolult, komplex rendszer, és az ilyen rendszerekben nem állapíthatók meg teljes bizonyossággal az ok-okozati láncolatok. Ennélfogva – és tekintve, hogy a globális felmelegedés végső soron romba döntheti az emberi civilizációt – komolyan kell vennünk a feltételezést, hogy a klímaváltozást emberi tevékenység váltja ki és mindent meg kell tennünk a feltételezett okok visszaszorítására. Már csak azért is, mert ha elfogadjuk, hogy a felmelegedés antropogén jellegű, abból az következik, hogy kevesebb energiát és anyagot kell felhasználnunk, és a fogyasztói társadalmat háttérbe kell szorítanunk, a kultúrára és az emberi kapcsolatokra kell helyeznünk a hangsúlyt – ez kívánatos. Arról nem is beszélve, hogy az ásványi szénhidrogének (szén, olaj, földgáz) kitermelése, feldolgozása és felhasználása során rendkívül nagy károk keletkeznek a természetben és az emberi egészségben (többek között a keletkező kéndioxidnak tulajdoníthatóan).

A klímaváltozás, a felmelegedés önmagát erősítő folyamat. Olvad a sarki jég, a gleccserek, ezáltal csökkennek a napsugárzást visszaverő felületek. Melegszenek a tengerek: emiatt a

¹ The Economist July 18th 2026. Leader és Reflections on a warming planet.

tengeráramok a felszín közelébe hozzák a metánt, mely az elhalt élőlények tetemeiből keletkezik, így több metán kerül a légkörbe. Elkezdődött a permafroszt, az örökké fagyott, elsősorban szibériai és kanadai, Sarkkörön túli területek felolvadása. A korábban befagyott mocsarakból hatalmas mennyiségű metán kerül a légkörbe. Fontos megemlítenünk, hogy a klímaváltozásban jelentős szerepet játszik a trópusi esőerdők nyakló nélküli irtása is. – Bár, Amazóniában az utóbbi években ez szerencsére lelassult, de voltak olyan évek amikor percenként több futballpálya nagyságú esőerdőt vágtak ki, hogy szóját termeljenek és szarvasmarhát tartsanak a felszabadult területeken. Délkelet-Ázsiában már szinte alig maradtak dzsungel. Ezek az őserdők temperálják a légkört azáltal, hogy a lehulló csapadékot szivacsoként magukba szívják, majd elpárologtatják. (Az esőerdők irtása elsősorban a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoribbá válására ad magyarázatot.)

Ami most a legaggasztóbb: a Föld fényvisszaverő képességének, „albedójának” a váratlanul gyors csökkenése (azaz a megnövekedett hőelnyelés). Az óceánok felmelegedése felgyorsult. A Föld által elnyelt napenergia több, mint 90 százalékát az óceánok veszik fel. A képződő felhők átengedik a Napból érkező fénysugárzást, de üvegházhatásként működnek, és – az emberi tevékenység következtében felszaporodó üvegházhatású gázokkal (elsősorban a széndioxiddal és a metánnal) együtt nem engedik vissza a hővé vált sugárzást.



(The Economist, 18th July 2026: Reflections on a warming planet)

A bal oldalsó diagram azt mutatja, hogy 2000 óta egyre nő a Föld által elnyelt és visszasugárzott hőmennyiség különbsége. A jobb oldali pedig, hogy ez a folyamat gyorsabb, mint amilyennek a klímamodellek előre jelezték.

A nemzetközi klímavédelmi egyezmények azt célozzák, hogy a század közepére nullára kellene csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását, oly módon, hogy a megtörtént kibocsátást semlegesíteni kell (pl. erdők ültetésével, modern technológiákkal). De

klímaszakértők szerint a Föld energiaelnyelő képessége oly mértékben nő, hogy e hosszútávú cél tarthatatlan. De mitől növekszik ennyire a hőelnyelés? Az ok rémisztő és kiábrándító.

Régóta azon vagyunk, hogy a fosszilis energiahordozók (szén, kőolaj, földgáz) arányát csökkentsük az energiatermelésben és felhasználásban, mert nem csak növelik az üvegházhatást okozó CO_2 -t és metánt, de az emberi egészségre és a természeti környezetre ártalmas kéndioxid is keletkezik a felhasználás során. Igen ám, de a kéndioxid-molekulákból apró részecskék képződnek (aeroszol), melyek visszaverik a fényt, a napsugárzást, és ez a hatás most erősen lecsökkent. 2019-ben még 81 millió tonna volt a légköri kénkibocsátás, ez most 69 millió tonnára esett vissza. Ez nagyon rossz hír. Miközben tehát klímavédelmi okok miatt mérsékeljük az üvegházhatású gázok kibocsátását és a megújuló energiákra állunk át, a kéndioxid csökkenő légköri koncentrációja miatt gyengül a napsugárzás visszaverődése. Ez a felelős a megnövekedett hőelnyelés feléért. (Ráadásul a hatás nem is nagyon érthető: az ásványi tüzelőanyagok felhasználásának csökkenése nem csak kisebb kéndioxid-kibocsátással jár; egyúttal kevesebb felmelegedést okozó széndioxid és metán kerül a légkörbe. – Ez is a korábbi megállapítást erősíti: a légkör rendkívül bonyolult, komplex rendszer.)

A bejövő és a visszaverődő energiamennyiség különbözete 2000 óta megduplázódott (!). Ez gyorsabb, mint amivel a hosszútávú klíamodellek számoltak. Ennek a többlet-energiának a 90 százalékát az óceánok nyelik el. Az El Nino az a jelenség/folyamat, amely a trópusi tengerek mélyén elraktározódott hőt a felszínre hozza és pusztító hurrikánokat, tájfunokat okoz.

A 2022 július 26-án, 103. születésnapján meghalt James Lovelock szerintem korunk legnagyobb klímatudósa volt. Nagyon pesszimistán ítélte meg a jövőt, úgy tartotta, hogy az emberiség nem képes a rövidtávú előnyökről lemondani perspektivikus céljai érdekében. Egy valamiben látott perspektivikus megoldást: hogy a MI fejlődése révén olyan hatalmas eszközök birtokába kerülünk, amelyek segítenek majd megoldani a globális környezeti problémákat, így pl. megállítani a klímaváltozást. Ezeket a módszereket „geo-engineering”-nek nevezik. Ezek közé tartozik az az elképzelés, hogy szulfát-aeroszollal árasztjuk el a légkört, mely visszaveri a bejövő napsugarakat és ezáltal csökkenti a felmelegedést. Reménykedjünk, mert a mostani folyamatok a Föld lakhatatlanná váláshoz vezethetnek.

Bp, 2026 július