

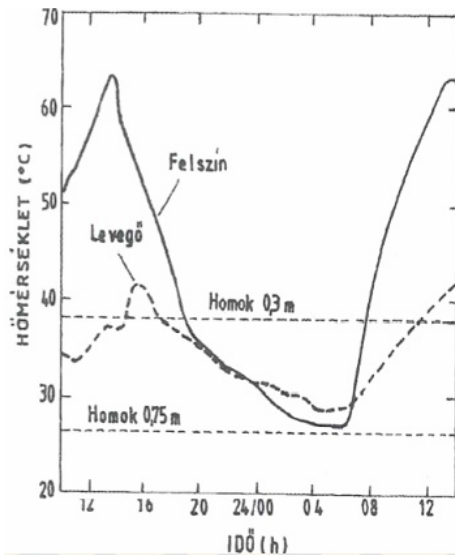
Egyszerű módszerek a légköri szén-dioxid-koncentráció-változás hatásának elemzésére

Reményi Károly

az MTA rendes tagja
remeni1@freemail.hu

A földfelszínre energetikai egyensúlyt felírni, a hőkapacitások és a felületi változások miatt nagyon bonyolult, és sok hibalehetőséget rejt magában, egyesek szerint elméletileg is hibás. A mérésekkel is leginkább ellenőrizhető a légkör felső határa, mert ott a legbiztonságosabban mérhető jellemző, a napállandó áll rendelkezésre. Viszonylag nagy pontossággal ismeretesek a CO₂-koncentráció és a gáz fizikai jellemzői. A Nap sugárzása egy 5800K hőmérsékletű fekete test sugárzásaként tárgyalható. A Wien-törvényt tekintve a napsugárzási spektrum maximuma kb. 0,5 mikrométeres hullámhossznál van, és a sugárzott energia 99%-a a 0,15–4 μm hullámhossztartományba esik (a sugárzás 7%-a az UV, 44%-a a látható és 49%-a az infravörös hullámhossztartományba). A napsugárzásból a levegő 15–16%-ot, a felhőzet viszonylag keveset, 4%-ot abszorbeál.

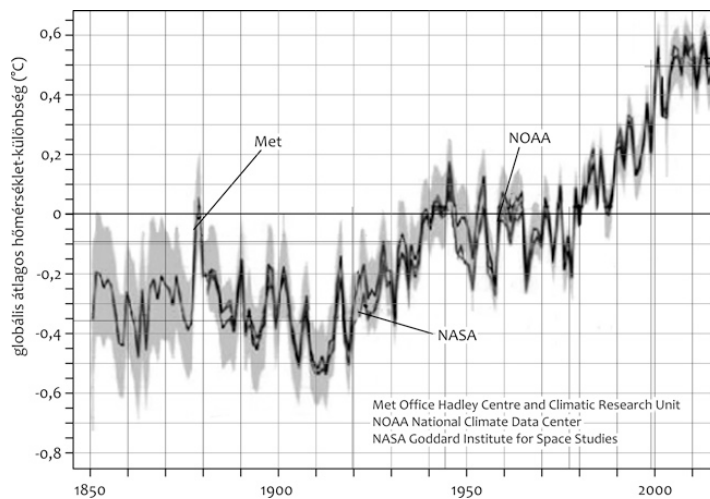
Sajnos a „globális” hőmérséklet esetében megfelelő mérési eszközök megléte esetén is, megfelelő definíció hiányában, az értékek vitathatók. A definíció igénye sokszor ingerültséget is okoz, de mindig kitérnek a meghatározástól. A globális hőmérsékletre nem volt (és nincs) megfelelő meghatározás. Megjelent az „Earth’s surface” hőmérséklet nem tisztán definiálva, majd a szilárd felszínnél a felszín közeli 1,5–2 m-en lévő hőmérsékletet definiálták globálisnak. Hamar kiderült, hogy ennek nem csak mérés technikai, hanem elméleti problémái is vannak. A felszín változatossága miatt, például Oklahoma magasalföldje, hegyláncai, a Sziklás-hegységtől nyugatra a Sierra Nevadáig terjedő hegyrengetegek, a sivatagok, az esőerdős területek esetében nehéz elképzelni mit lehet reálisan 1,5–2 m felszín feletti mérőhelynek érteni. A tengerfelszín feletti mérés helyett a felszín közelében, a vízben mért hőmérséklet értéket választották. E mellett a kutatóállomások elhelyezkedésében lévő nagy különbségek (Vosztok 3488 m, Mauna Loa 4170 m, tengersizinti állomások stb.) miatt szintén nehéz a mért értékeket egy globális értékbe illeszteni. Sajnos az irodalom ezen problémák megoldásának részletes ismertetésére nem tér ki. Pedig minden méréshez a körülmények ismertetése elengedhetetlen. A szilárd talajon a valóságos felszín (amely sugárzással és konvekcióval adja le a felvett hőt) és a közeli levegő közötti kölcsönhatás is különleges körültekintést igényel, a talaj és a közeli levegő hőmérséklete között akár 30–40 °C hőmérséklet-különbség is lehet. például a sivatagban bizonyos napszakokban (a talajhomok hőmérséklete 70 °C, a levegőé 40 °C (1. ábra.).



1. ábra Napi hőmérséklet-változás nyáron a felszín közeli levegőben és két talajmélységben a Szahara egy homokdűnéjében (Bíróné Kircsi, 2005)

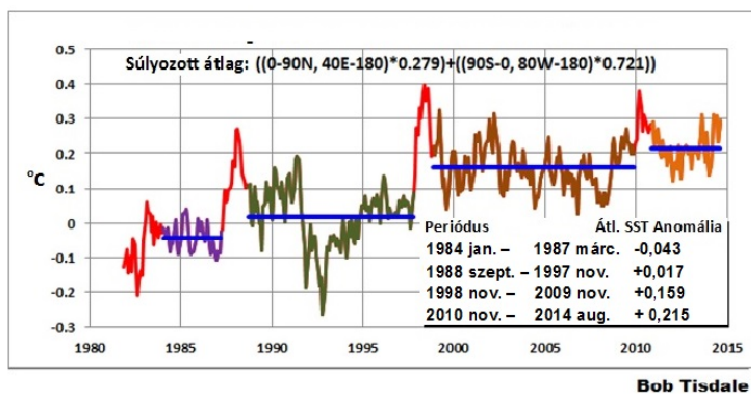
A mérési helyek nagy száma mellett is a Föld sok helyén csekély a lefedettség. Az utóbbi évtizedek technikai fejlődésének hatására nagyon sok új jelenséget tártak fel, de az alapproblémát, a globális felmelegedés kérdését egyértelműen nem oldották meg. A CO₂ mérése „globálisan” elfogadható, de a „globális” hőmérsékletre való hatásának az irodalomban található eltúlzott mértéke nem igazolható.

A nemzetközi irodalomban konszenzussal fogadnak el értékeket, például hogy az utóbbi százötven évben a globális hőmérséklet főleg a CO₂-kibocsátás következtében a pár évvel ezelőtti és még sok helyen található adat szerint 0,74 °C-kal, újabb adatok szerint 0,85 °C-kal emelkedett. Lektorom szerint ez nem nagy különbség, de ez valójában közel 15%-os emelkedés, ami azért nem elhanyagolható. A NASA által közölt diagramból (2. ábra) azonban ennél lényegesen figyelemreméltóbb, gondolatébresztő, jelenleg még tudományosan nem értékelt jelenség olvasható ki. Amíg a szén-dioxid-koncentráció folyamatosan emelkedett, addig a ciklikusan változó hőmérséklet átlaga harminc–negyven évig azonos szinten maradt, majd viszonylag gyors (de nem nagy) növekedéssel új szinten állt be: állandó szint 1880–1920 között, majd 0,23 °C szintemelkedés, 1945–1975 között állandó szint, majd 0,45 °C szintemelkedés 1998-ig. Jelenleg az 1998-ban elkezdődött állandósági tartományban vagyunk, a diagramban az utolsó év 2013 (2. ábra). A szinteket részletesebben elemezve az egyes szakaszokban esetleg kisebb hőmérséklet-csökkenés állapítható meg. A teljes időszakban 1850–2010 között a légköri CO₂-koncentráció gyakorlatilag folyamatosan növekedett (Reményi, 2014).



2. ábra. A Met Office¹, a NASA² és a NOAA³ hőmérsékletadatai az utóbbi százötven évre

Hasonló gondolatmenet alapján készített lépcsős diagram (3. ábra) az irodalomban is található, amely egymástól független szerzőktől jelent meg (URL1). Ugyancsak hasonló gondolatokat vetett fel a Magyar Tudományos Akadémián 2014. október 29-én előadást tartott Vincent Courtillot, a Francia Tudományos Akadémia Tagja is (Courtillot, 2014).



3. ábra. A különböző tengerek felületi hőmérsékletének változása lépcsős diagrammal ábrázolva.

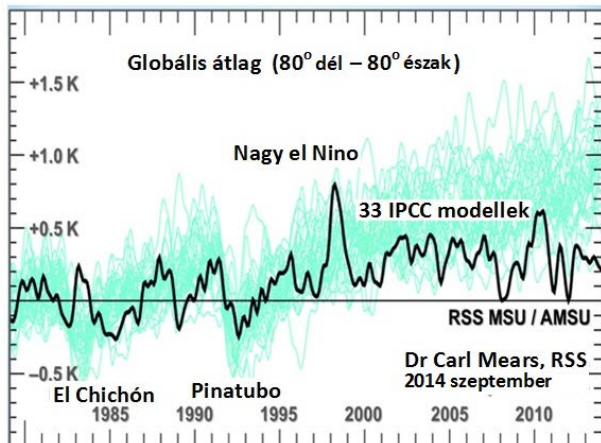
Nem kívánok részletesen foglalkozni a médiát uraló és a közvéleményt is sok esetben félrevezető, homogenizált, sokszor korrigált és újraelemzett, a mérőműszerek „rekalibrálásával” létrehozott adatokkal készült IPCC-prognózisokkal. A médiában irányított, sajátos módszerrel végzett elemzésekkel, csak az általuk elismert tudósok 95%-os egyetértésére való hivatkozással szemben nagyon nagy számban igen jelentős kutatók (neves egyetemeken, például Harvard, MIT stb.) nem értenek egyet a „hivatalosság” tett

¹ Met Office – az Egyesült Királyság (Országos Meteorológiai Szolgálat)

² NASA – National Aeronautics and Space Administration (Amerikai Űrkutatási Hivatal)

³ NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (Nemzeti Óceán- és Légkörkutató Intézet)

globális felmelegedés ember általi szerepének eltúlzásával. Sajnos a felmérési módszer itt sem került ismertetésre. Ezekre vonatkozó „szkeptikus” megbélyegzés is helytelen, mert inkább azok szkeptikusok, akik a természet feletti uralom lehetőségét vindikálják a maguk számára. A globális felmelegedés „kutatásában” már jelentős csalások is lelepleződtek (nem a tévedésekre gondolok). A „hivatalos” prognózis és a valóságos folyamat összevetését mutatja a 4. ábra (URL1).



4. ábra. Az IPCC-33 modelljének egymásra rajzolásával bemutatott, prognosztizált hőmérséklet-változási tartomány összehasonlítása az RSS MSU (Remote Sensing Systems Microwave Sounding Units) által az 1979–2014 között mért valóságos értékekkel. Átmeneti lehűlést 1983-ban az El Chichón, 1991-ben a Pinatubo vulkánok okoztak, és jelentős felmelegedési ugrás látható az El Niño éghajlati jelenség 1998-ban történt fellépésekor.

Bár az utóbbi tizenöt évben a szén-dioxid-koncentráció folyamatosan növekedett, a mérések szerint a globális hőmérséklet nem változott. Az IPCC modelljeinek többsége ezt nem jelezte, mindössze egy adta vissza stagnálást. Azzal magyarázzák, hogy a hó a tengerek mélyebb rétegeibe áramlott, és ez nem jelezhető. Az óriási mennyiségű hiányzó hó nehezen magyarázható.

Korábban a szén-dioxid-koncentráció és a globális hőmérséklet között korrelációról beszéltek. Akkor sem indokolt bizonyosan korrelációról beszélni, ha például két jellemző valamely paraméter változásával hasonló jelleget mutat. A korreláció lineáris ok-okozati kapcsolatot feltételez. Ez a CO₂-koncentráció és a globális hőmérséklet változásakor nem igazolható. Számos időszakban tény az ellentétes irányú változás (például 1940–1970), vagy a stagnálás (1998–).

A hőmérséklet-változás elemzésekor fontos jellemző az adott légköri komponenshez tartozó sugárzási kényszer és a légköri érzékenység. A sugárzási kényszer fogalmát a TAR- és a korábbi IPCC-jelentések újították fel. Venkatachalam Ramaswamy és munkatársai (2001) definíciója szerint: „A sugárzási kényszer (RF – radiative forcing) a troposzférában elnyelt nettó (a besugárzás mínusz a kisugárzás) sugárzási energia (napsugárzás plusz a hosszuhullámú sugárzás) megváltozása Wm⁻²-ben. A sugárzási egyensúlyt a sztratoszféra hőmérsékletének alakulása biztosítja, továbbá a felszíni és a

troposzféra hőmérséklettel és állapottal az új feltételeknek megfelelően zavarmentessé teszi a rendszert.” A sugárzási kényszer fogalmát gyakran használják a klímaváltozást kiváltó különböző okok hajtóerejének méréséhez. Ez az elvileg használható módszer a valóságban nagyszámú, jelentős bizonytalansággal meghatározható fizikai paraméter és jellemző ismeretét igényli. Az eredmény konszenzussal születik meg, ez nem nevezhető tudományos módszernek. Newton is, Einstein is bizonyos folyamatok általános jellemzőinek meghatározását minél egyszerűbb módszer alkalmazásával tartják kedvezőbbnek, és óvnak a természeti folyamatok megerősökölésétől. (Isaac Newton szerint: *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*[*The Rules of Reasoning in Philosophy*] *RULE I*, „We are to admit no more causes of natural things, than such as are both true and sufficient to explain their appearances”. *Modern History Sourcebook*, és Einstein: „Everything should be made as simple as possible, but no simpler.” *On the Method of Theoretical Physics* *The Herbert Spencer Lecture, delivered at Oxford* (10 June 1933); „ A természetfilozófia matematikai alapelvei [Gondolkodási szabályok a filozófiában], I Szabály „Nem kell több okot feltételezni a természet dolgaiban, mint ami igaz és elégséges a megértéséhez”. *Modern történeti források*, és Einstein: *Mindent olyan egyszerűen kell csinálni, ahogyan az lehetséges, de nem egyszerűbben*”. Az elméleti fizika módszeréről” Herbert Spencer előadás, Oxford 1933, június 10).

A fizikai valósághoz közelebb álló gondolatmenettel, a légkörben végbemenő változásokat külön nem elhatárolva számolhatjuk a CO₂ hatását. Az alapelv az, hogy a légkör határán kell hosszú távon sugárzási (energetikai) egyensúlynak lennie. E nélkül a globális változás érzékeltetésére minden kísérletezés káoszba fullad, és parttalan vitát eredményez. A kutatások részeredményei ettől függetlenül nagyon értékesek. A légköri belső viszonyok (sugárzásintenzitás, hőmérséklet-eloszlás) átrendeződését feltételezzük. A Földre, a Napról besugárzott hőnek, a földfelszínről és a közbenső közegekből a biológiai, kémiai és fizikai folyamatokban fel nem használt részét a világűrbe vissza kell sugározni. A légköri szén-dioxid-koncentráció-növekedés miatti abszorpció-növekedéssel az alsóbb rétegeken való átsugárzás, csak a rétegek hőmérsékletének növekedésével történhet meg. Így alakul ki a légkör határára számítható egyensúlyi hőmérséklet. Számos ismertetés található, amely szerint a CO₂-koncentráció növekedésekor optikai telítettségi jelenség lép fel, tehát egy határon túl további koncentráció-növekedés már nem játszik szerepet. Ezt a jelenséget jelenleg nem vizsgáljuk, közelítésként a vizsgált tartományban folyamatosságot tételezünk fel. A számítások közelítőek, azaz a CO₂ hatását folyamatosnak tekintjük, bár nyilvánvaló az eddigiekből, hogy ez sem áll fenn, ezzel itt a biztonság irányában térünk el. A sokparaméteres vizsgálat nagyobb hibalehetőségét azonban elkerüljük.

A statikus, hosszú távon érvényesülő energetikai egyensúly a légkör felső határára értelmezhető. Az energetikai folyamatok jelentős része „valós idejű” folyamat, de a különböző tarolók időben lezajló folyamatokat eredményeznek. Természetesen nem vita kérdése, hogy a rendkívül bonyolult földi rendszer állandó dinamikus változásban van, ez is alátámasztja, hogy a földfelületre lehetetlen egyensúlyi feltételezésekkel élni. A földi és a légköri belső folyamatok részletes elemzése nélkül a Föld energetikai egyensúlya a légkör határára az átmeneti fizikai, kémiai és biológiai folyamatok lezajlásával közelítőleg értelmezhető. Általánosan feltételezve azt, hogy a belső, különböző irányú sugárzások eredőjeként a légkör határán a kisugárzásnak a besugárzás hőként maradt részével egyensúlyban kell lennie. Ha a rendszeren belül változás van (például CO₂-növekedés), akkor az alsó rétegek hőmérsékletének változnia kell úgy, hogy az egyensúly helyreálljon. A CO₂-koncentráció növekedése esetén a légköri abszorpció növekedése miatt növekedni kell az alsó rétegek hőmérsékletének, mert a visszasugárzásnak a hosszabb hullámokat

elnyelő rétegen kell áthatolnia (munkahipotézis). Ez a módszer alkalmas egy ún. szükséges „globális” hőmérséklet-növekedés meghatározására.

A növekvő szén-dioxid-koncentráció hatásának vizsgálatához alapadatok (Major, 2012):

napállandó: $S_0 = 1366 \text{ W/m}^2$, a gömbnek feltételezett teljes földfelületre : $S = 341,5 \text{ W/m}^2$

Visszatükröződés: $R = 0,3 \times 341,5 = 102,45 \text{ W/m}^2$, $4R = 409,8 \text{ W/m}^2$

A sugárzásban részt vesz: $S = 341,5 - 102,5 = 239 \text{ W/m}^2$

Nyomatékosan hangsúlyozzuk, hogy a valóságban megismételhető mérésekkel rendelkezésre álló adatokkal ellátható egyszerű, elfogadható határon belüli pontosságú képletekkel dolgozunk. A következőkben általunk kidolgozott és neves egyetemek tananyagában szereplő egyszerű módszereket ismertetünk, amelyek alkalmasak lehetnek a szén-dioxid által okozott, globálisnak értékelt hőmérséklet-változások számítására. Ismételten hangsúlyozzuk, hogy a CO₂ közvetlen szerepének tisztázása a cél, visszacsatolások nélküliek a számítási módszerek, nem mondjuk, hogy azoknál jobbak. A felhasznált kevés adat viszonylag pontosan, széles körben ismert, ellentétben a számos, hittre alapozó, sok megismerhetetlen adattal dolgozó, rendkívül bonyolult modellel. A korszerűnek számító modellekkel ellentétben számításaink az 570 ppm-re jósolt 3–4 °C hőmérsékletemelkedés helyett 2 °C érték alattit jósolnak. A számításokkal a múltra vonatkozólag a ténylegesen megvalósult értékek adódnak. Az eddigi korszerű modellek jóslatai a valóban megvalósult értékektől jelentősen eltértek (4. ábra).

1. módszer

Az iparosodás óta nemzetközileg elfogadott globális hőmérséklet-emelkedés értékére az irodalom széles körében még idézett értéket vesszük fel: 0,74 K, a földfelszínhez közeli hőmérséklet 288 K. A légkör határán feltételezett egyensúlyi egyenletből ezen időszakra a CO₂-koncentráció növekedése hatásának számításához szükséges adatok egyszerűen számíthatók. A számításokat bárki tetszés szerint, általa helyesnek tartott értékekre elvégezheti.

A módszer közelítő, a másodrendű tagok elhanyagolásával történik a számítás.

A napállandó: $S = 1366 \text{ W/m}^2$

$S = \sigma T_N^4$ T_F a visszasugárzási hőmérséklet, $T_N + 33 = 288 \text{ K} = (278,6 + 9,4) \text{ K}$

A visszasugárzás növekménye: $\Delta S = \sigma(T_F^4 - T_N^4)$, számítása egyszerű számtani művelet:

$$\Delta S = \sigma[(T_N + \Delta T_F)^4 - T_N^4] = \sigma[(T_N + \Delta T_F)^2 \cdot (T_N + \Delta T_F)^2 - T_N^4] =$$

$$= \sigma[(T_N + \Delta T_F)^2 \cdot (T_N + \Delta T_F)^2 - T_N^4], \text{ a másodrendű kis tagokat elhanyagolva:}$$

$$= \sigma[T_N^4 + 4T_N^3 \Delta T_F - T_N^4] = \sigma 4T_N^3 \Delta T_F$$

$\Delta T_F = \alpha \ln c/c_0 : (\sigma 4T_N^3)$, ahol c az aktuális, c_0 a vonatkoztatási szén-dioxid-koncentráció.

Az α állandó számításához a mért 0,74 °C értéket elfogadva, a radiatív-konvektív modellekkel kapott eredmények empirikus közelítésére talált képletet alkalmazva:

$$\Delta T_F = 0,74 = \alpha \ln c/c_0 : (\sigma 4T_N^3) = \alpha \ln 400/280 : 4 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 288^3 = \alpha \cdot 0,3567/5,42 \text{ és ebből}$$

$\alpha = 11,2 \text{ W/m}^2$ a valóságból számítva.

$$\Delta T_F = 10,87/5,14 \cdot \ln c/c_0 = 2,07 \cdot \ln c/c_0.$$

1. táblázat

CO ₂ ppm	ln c/c ₀	ΔT _F K
280	0	0
350	0,223	0,46
400	0,357	0,74
450	0,474	0,98
500	0,58	1,2
600	0,762	1,57

2. módszer

A beeső sugárzás a különböző rétegeken átáramlik, azok elnyelnek, a fősugár tovább áramlik. A légköri adatok és a koncentrációváltozások ismeretesek, így a rendszer különböző helyein az energiaviszonyok számíthatók. A beeső sugárzás gyengülése:

$$S = S_0 e^{-\epsilon p l}$$

ahol ϵ a relatív emisszióképesség, például a komponens nyomásának és rétegvastagságának szorzata.

A rendszerben marad $S = S_0(1 - e^{-\epsilon p l})$

Az egyensúlyhoz a rendszer szükséges belső sugárzása: $4S+4R+1/(2S)$, ebből számítható a rendszer globális belső hőmérséklete.

$$T = \sqrt[4]{\frac{4S + 4R + 1/2S}{4\sigma}}$$

2. táblázat

CO ₂ ppm	ϵ	$p \cdot l$ bar·m	$239(1 - e^{-\epsilon p l})$ W/m ²	$1/(2S)$ W/m ²	$4S+4R$ W/m ²	$4S+4R+1/(2S)$ W/m ²	T K	ΔT K
280	0,198	2,17	83,6	41,8	1366	1407,8	280,72	0
350	0,205	2,7	101,52	50,76	1366	1416,78	281,16	0,44
400	0,21	3,1	114,16	57,08	1366	1423,08	281,48	0,76
450	0,215	3,5	126,4	63,2	1366	1429,2	281,78	1,06
500	0,225	3,9	139,44	69,72	1366	1435,72	282,1	1,38
600	0,23	4,64	157,6	78,8	1366	1444,8	282,55	1,83

3. módszer

A légkör relatív emisszió-képességére a sugárzásgyengülés képletét közvetlenül is lehet közelítőleg alkalmazni. A hatás kétszer érvényesül: a légkör az általa abszorbeált hőt a világűr felé és a földfelületre visszasugározza. A felületre beeső rövid és hosszúhullámú sugárzás legnagyobb részt hosszúhullámúként sugárzódik vissza. A sugárzásgyengülés képlete (sajnos az irodalomban itt kevés mérési adat található):

$$a_g = 1 - e^{-0,712\sqrt{pl}}$$

Az egyensúlyhoz szükséges magasabb hőmérséklet:

$$T_e = \sqrt[4]{\frac{\left(1 + \frac{a_g^2}{4}\right)S + 4R}{4\sigma}}$$

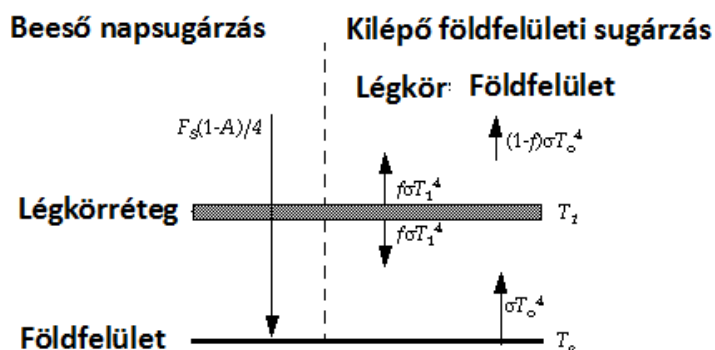
3. táblázat

CO ₂ ppm	a _g	a _g ² /4	T _e K
280	0,65	0,106	283,6
350	0,69	0,119	284,2
400	0,714	0,128	284,6
450	0,736	0,135	285,0
500	0,755	0,143	285,3
600	0,785	0,154	285,8

A 3. táblázatból láthatóan, ha a szén-dioxid-koncentráció 280 ppm-ről 500 ppm-re növekszik, az 1,7 K hőmérsékletemelkedést eredményez. (280 → 500 ppm 1,7 K)

4. Harvard-módszer

Figyelemre méltó, hogy a világ egyik leghíresebb egyeteme, a Harvard tananyagában is egyszerű módszert tartanak célszerűnek a globális hőmérséklet-változás számításához (Jacob, 1999). A légkör tömegében az üvegházgázok gyakoriságának növekedése miatt fellépő sugárzási kényszer változása hatására megbomlik a sugárzási egyensúly. A hőmérsékleti hatást a sugárzási kényszer és a légkör érzékenységének ismeretében számítják (Jacob, 1999). Kiindulásában hasonlít az általam készített 1. módszerhez.



6. ábra. Egyszerű üvegházmodell. A földfelszín egységnyi felületén a sugárzási fluxus szemléltetése

$$\Delta T_o = \lambda \Delta F$$

$$\lambda = \frac{1}{4\left(1 - \frac{f}{2}\right)\sigma T_o^3}$$

$$\Delta F = \left(1 - \frac{f}{2}\right) \sigma T_o^4 - \left(1 - \frac{f + \Delta f}{2}\right) \sigma T_o^4 = \frac{\Delta f}{2} \sigma T_o^4$$

$$T_o = \left[\frac{F_S (1 - A)}{4\sigma \left(1 - \frac{f}{2}\right)} \right]^{\frac{1}{4}}$$

$F_S = 1366 \text{ W/m}^2$; Az albedó, $A = 0,25$; 280 ppm-nél a relatív emissziós tényező $f = 0,2$; 600 ppm-nél $f = 0,23$; $\Delta F/2 = 0,015$.

$T_o = 266,2$, $\lambda = 0,2577 \sim 0,26$

$\Delta T_o = \lambda \Delta F$

$\Delta F = 0,015 \cdot 5,77 \cdot 50,2 = 4,27$

$\Delta T_o = \lambda \Delta F = 0,26 \cdot 4,27 = 1,11 \text{ K}$

A Harvard-módszer szerint, ha a szén-dioxid-koncentráció 280 ppm-ről 600 ppm-re növekedik, az 1,1 K hőmérsékletemelkedést okoz. (A CO_2 280ppm \rightarrow 600ppm hatás 1,11K emelkedés).

Ha például $\Delta F = 2 \text{ W/m}^2$ $\Delta T_o = 0,26 \cdot 2 = 0,52 \text{ K}$

Az ismertetett 4 módszer számítási eredményeinek összehasonlítása a 4. táblázatban található.

4. táblázat

CO ₂ ppm	ΔT különböző módszerekkel °C					
	Alap	1	2	3	Harvard	Átlag
280	0	0	0	0	0	0
600		1,57	1,83	2,2	1,1	1,67

Figyelemre méltó, hogy minden számítási módszer a jelenlegi szén-dioxid-koncentrációhoz, a 0,74 °C hőmérséklet-változáshoz közeli értéket ad. A 600 ppm-re való növekedéskor biztonsággal mondhatóan nem éri el a „bűvös” 2 °C értéket. Emlékeztetni kell arra, hogy a CO_2 ténylegesen kibocsátott mennyiségének legfeljebb csak a fele marad a légkörben, a felét a különböző természeti elemek (fizikai és biológiai) lekötik, vagy hasznosítják. A lekötés mértéke a jövőben még növekedhet is. Az általam ismertetett és esetleg vitatott adatok felhasználásával végzett számítások ellenére is emlékeztetni kell, hogy komoly tudósok a klímaváltozás kezelésének jelenlegi módszerét is vitatják. Ezt én a klímakutatókra hagyom.

Összefoglalás

A természetben létező óriási változásokhoz képest hiú ábránd az emberi szereplésnek hosszabb távon alapvető befolyást tulajdonítani. A klímakutatásban is a nagyon értékes megismeréseket a tényleges hasznosításuk helyett, a bizonytalanságok miatt nagyrészt gazdasági hasznosításra és pánikkeltésre használják. Bár nagyon sok paraméter fontosságát hangsúlyozzák, mégis a végeredményt leszűkítik a szén-dioxid (illetve az üvegházgázok) kibocsátásának alapvető szerepére. Továbbra sem kívánok a klímaváltozással kapcsolatos vitába bekapcsolódni, csupán a szén-dioxid szerepére tesztek néhány észrevétel hőtechnikai és energetikai szempontból. Elsősorban Newton és Einstein figyelmeztetése alapján, a globális értékek meghatározásakor a lehetséges

leegyszerűbbekre teszek néhány javaslatot. Véleményem szerint e közelítő módszerek pontossága elegendő az elméletileg megfelelő definícióval és méréssel még vitathatóan alátámasztott globális hőmérséklet-változásban a szén-dioxid szerepének meghatározására. A konszenzus nem tudományos módszer. A klímaváltozás evidencia. A médiával túltámogatott pánikkeltés helyett helyesebb lenne az igen mélyreható kutatási eredményeket reális lehetőségekre hasznosítani.

Kulcsszavak: globális felmelegedés, energetikai egyensúly, egyszerű képletek, szén-dioxid

IRODALOM

- Bíróné Kircsi Andrea (2005): *Bioklimatológia* 2. rész, 2.ea, módszerbioklimsivatagihőmérs.pdf, KLTE, Debrecen, 2005 B1051a
- Courtillot, Vincent (2014): *Dangerous Global Warming: Myth Or Reality? On Scientific Discovery, Consensus and Debate: A Personal Experience*. MTA Székház, Felolvasóterem, Budapest, 2014. október 29.
- Jacob, Daniel J. (1999): *Introduction to Atmospheric Chemistry*. Princeton University Press Chapter 7. The Greenhouse Effect
<http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/bookchap7.html>
- Major György (2012): A napállandó mérések újabb eredményei. In: 38. *Meteorológiai Tudományos Napok – A légkörfizika és a levegőkémia a modern meteorológiában*, 2012. nov. 22–23. MTA Székház,
<https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKewjBi-m4gl7NAhVFVBQKHZ7WC4sQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.met.hu%2Fdownloads.php%3Ffn%3D%2Fmetadmin%2Fattach%2F2013%2F01%2F38-meteorologiai-tudomanyos-napok-osszefoglalo-2012.pdf&usq=AFQjCNEvz5P2UqllndCfSQYA-K9Xvpa5Gg&bvm=bv.123664746,d.d24&cad=rjt>
- Ramaswamy, Venkatachalam et al. (2001): *Radiative Forcing of Climate Change*, IPCC
https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKewi82OPh_43NAhVCXBQKHWcyCgYQFggjMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.grida.no%2Fclimate%2Fipcc_tar%2Fwg1%2Fpdf%2Ftar-06.pdf&usq=AFQjCNFh7enlnTq4i1osuH_ElLF7JtOuw&cad=rjt
- Reményi Károly (2014): Globális lehülés, globális felmelegedés, szén-dioxid, *Magyar Tudomány*. 175, 9, 1105–1116. <http://www.matud.iif.hu/2014/09/10.htm>
- URL1: *It's Official: No Global Warming for 18 Years 1 Month... Global Temperature Update* By Christopher Monckton of Brenchley. (Bob Tisdale 2014 okt.) [http://wattsupwiththat.com/2014/10/02/its-official-no-global-warming-for-18-years-1-month/!](http://wattsupwiththat.com/2014/10/02/its-official-no-global-warming-for-18-years-1-month/)