



Globális Felmelegedéspolitikai Alapítvány (Global Warming Policy Foundation, GWPF)
Szakmai tanulmány magyar fordítása a GWPF (Benny Peiser) engedélyével

An Assessment of the Conventional Global Warming Narrative

<https://www.thegwpf.org/content/uploads/2022/09/Lindzen-global-warming-narrative.pdf>

A globális melegedés közkeletű magyarázatának értékelése

Richard Lindzen

Nic Lewis megjegyzéseivel

The Global Warming Policy Foundation
5. szakmai tanulmány

Magyar fordítás:

Szarka László Csaba, Professzorok Batthyány Köre energia-munkacsoport
2025. január 1.



A globális melegedés közkeletű magyarázatának értékelése

Richard Lindzen

5. szakmai tanulmány, The Global Warming Policy Foundation
© Copyright 2022, The Global Warming Policy Foundation

Tartalom

A szerzőről	3
Absztrakt	4
1. A közkeletű magyarázat	5
2. Mennyi a Föld hőmérséklete?	7
3. Milyen a Föld éghajlata?	10
4. Mi határozza meg a trópus-pólus hőmérséklet-különbséget?	12
5. Mi állandósítja a trópusi hőmérsékletet?	12
6. Miben áll a CO₂ éghajlati szerepe?	14
7. Hatások	14
8. Mi ennek a következménye?	15
Köszönetnyilvánítás	16
Hivatkozások	16
Nic Lewis megjegyzése	19
Richard Lindzen válasza	22
A Global Warming Policy Alapítványról	25

A szerzőről

Richard S. Lindzen az MIT (Massachusetts Institute of Technology) professzor emeritusa, légkörkutató, egykori Alfred P. Sloan professzor

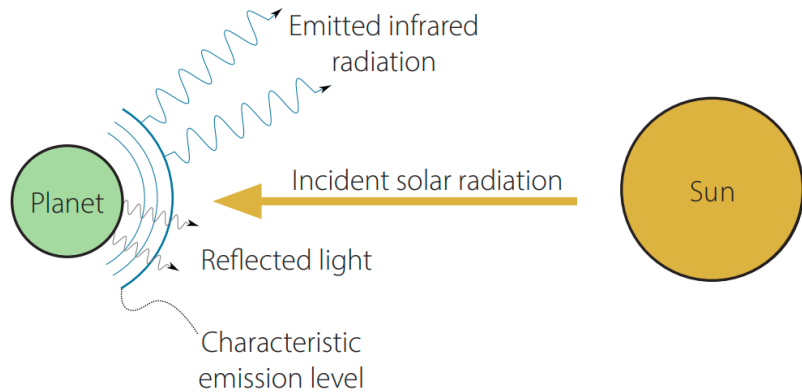
Absztrakt

Az éghajlat és a globális felmelegedés magyarázatát jelenleg az üvegházhatás egydimenziós megközelítése és a szén-dioxid e mechanizmusban játszott szerepe uralja. Áttekintjük röviden ezt a képet. Majd a háromdimenziós éghajlati rendszer fényében rávilágítunk e szemlélet hiányosságaira. Az egyik probléma az, hogy lehetetlen meghatározni, mekkora hőmérséklet felel meg a valóságban az egydimenziós megközelítés hőmérsékletének. Ez pedig ahhoz a régi felismeréshez vezet, hogy a Földön jelenleg is számos éghajlati rendszer uralkodik. Sőt, a trópus és a sarki régiók közötti hőmérséklet-különbségekben évezredek során mélyreható változások játszódtak le, miközben a trópusi régió hőmérséklete alig változott. A közkeletű magyarázat azt feltételezi, hogy a trópuson zajló kis változások a magas földrajzi szélességeken felerősödnek. E feltételezés azonban alaptalan. A különbséget inkább a légkörben és az óceánokban fellépő dinamikus hőszállítás alakítja ki, a vezérlő fluxust pedig a légkör ún. baroklin instabilitása határozza meg. (A baroklin instabilitás annál nagyobb, minél nagyobb a légkörben az azonos hőmérsékletű pontokra és az azonos nyomású pontokra illeszkedő felületek egymással bezárt szöge.) Az átlaghőmérséklet változásai elsősorban a trópus és a pólusok közötti különbség változásaiból adódnak, nem pedig az üvegházhatás változásából. Az erősen változó hőfluxusok ellenére a trópusi hőmérséklet meglehetősen stabil, ez pedig arra utal, hogy a trópus sugárzási-áramlási válaszreakciójában erős negatív visszacsatolások vannak. Végül kitérünk a klímaváltozás úgynevezett hatásaira.

1. A közkeletű magyarázat

Kezdjük az üvegházhatás rövid leírásával, úgy, ahogyan azt a klímaváltozásról szóló népszerű könyvek általában bemutatják (például Emanuel 2018, Krauss 2021). Az 1. ábra a bolygó energiaegyensúlyának leírására használt jellegzetes képtípus.

1. ábra:
Egy hipotetikus bolygó
sugárzásienergia-egyensúlya

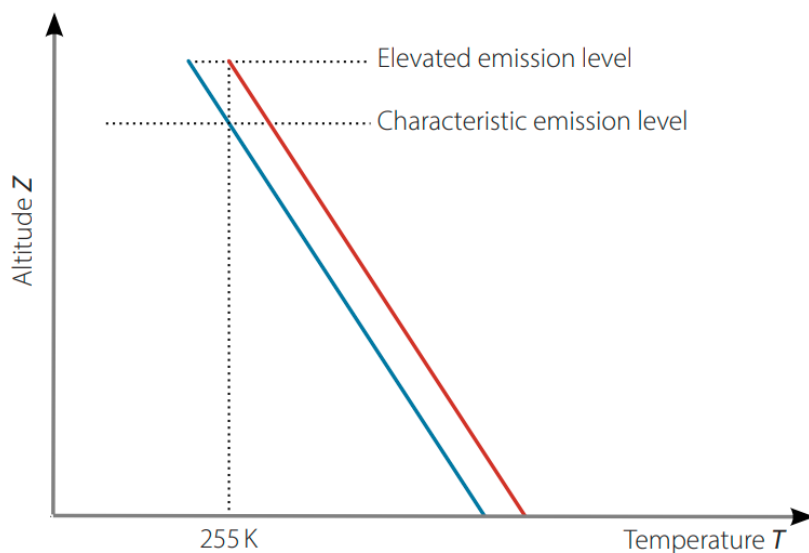


Bár a bolygó és a Nap is gömb alakú, a számok valamiféle átlagot jelentenek, de ezek igazából csak egydimenziós esetben értelmezhetők. A nettó elnyelt napsugárzást (a visszavert sugárzással csökkentett beeső sugárzást) a bolygó által kibocsátott infravörös sugárzásnak kell kiegyensúlyoznia. A magas naphőmérséklet következtében a sugárzás elsősorban a spektrum látható részére esik. A Föld sugárzása a sokkal alacsonyabb hőmérséklete miatt az infravörös tartományban koncentrálódik. A Föld légkörében az infravörös fényt erősen elnyelő légköri összetevők (többnyire vízgőz és felhők, kis koncentrációjú CO_2 , ózon és még kisebb mennyiségű járulékos komponensek) vannak jelen, így a kibocsátás nem jut ki a légkörből, csak egy olyan magassági szint felett, ahol az abszorpció már csekély, aminek következtében lehetségessé válik, hogy a sugárzás kijusson az űrbe. Ezt a szintet „karakterisztikus kibocsátási szintnek” nevezik. A karakterisztikus kibocsátási szint döntő szerepet játszik az üvegházhatásban. Az egyensúly akkor érhető el, ha a hőmérséklet a jellemző kibocsátási szinten 255 Kelvin (K).

Az üvegházi felmelegedés eléréséhez még egy további folyamatot kell figyelembe venni, nevezetesen a hőáramlást (a termikus konvekciót). A sugárzás eredendően konvektív instabilitáshoz vezet; a felszín elegendően melegebbé válik a felette lévő levegőnél, úgyhogy a légkörben magasra hatoló konvekció alakul ki. A gravitációs térben a konvekció a hőmérséklet adiabatikus lapse rate-tel (lapse rate: vertikális hőmérsékleti gradiens) történő csökkenéséhez vezet. Száraz légkör esetén ezt g/c_p -vel adjuk meg (ahol g a nehézségi gyorsulás, c_p pedig a száraz levegő fajhője állandó nyomáson; az eredmény hozzávetőlegesen 9,8 K/km); nedves atmoszférában, ahol páralecsapódás kíséri a hűtést, a helyzet bonyolultabb, de az ehhez kapcsolódó vertikális hőmérsékleti gradiens (lapse rate) körülbelül 6,5 K/km. A sugárzási-áramlási egyensúly áttekintése megtalálható Goody és Yung (1989) tanulmányában. Ha az infravörös sugárzással kölcsönhatásba lépni képes (azaz üvegházhatású) gáz koncentrációja megnő, a jellemző kibocsátási szint megemelkedik, de

a konvekció miatt ott hidegebb van 255 K foknál. A nettó bejövő sugárzással való egyensúly helyreállítása érdekében a magasabbra került új kibocsátási szintnek vissza kell melegednie 255 K-re, ami azt jelenti, hogy e szint alatt a teljes légkör hőmérsékletének meg kell emelkednie. Ez az úgynevezett üvegházhatás lényege, amit a 2. ábra szemléltet.

2. ábra:
Egydimenziós üvegházhatás



Az effektust általában Arrheniusnak, sőt Fourier-nak tulajdonítják, de ez pontatlan. E tudósok ugyan felismerték, hogy bizonyos gázok elnyelik a hősugárzást, de a konvekció szerepét nem ismerték fel.

Az egydimenziós megközelítés ad ugyan némi betekintést a Naprendszer különböző bolygói közötti durva különbségekbe, de meg kell jegyezni, hogy a globális felmelegedésről szóló jelenlegi vita egydimenziós megközelítésen alapul, nagyrészt annak egyszerűsége okán. Azonban, amint be fogjuk látni, a Föld összetett háromdimenziós természetének leírására az egydimenziós megközelítés alapvetően alkalmatlan.

Röviden: általában az iparosodás előtti időszakra jellemző CO_2 -koncentrációjú légkörből indulnak ki, és a kérdés az, hogy ennek a koncentrációnak a megduplázódása mekkora felmelegedéssel jár. Kiderült, hogy a felmelegedés a CO_2 -koncentrációval logaritmikusan változik (ugyanis a CO_2 abszorpció sávjai csaknem telítettek, és az abszorpció a vonalszárnyakhoz kapcsolódik), tehát a koncentráció minden egyes megkétszereződése ugyanakkora felmelegedéssel jár. E növekmény körülbelül $3,5 \text{ W/m}^2$, vagyis a normál fluxus 2%-a, ami körülbelül 1°C -os felmelegedéshez vezet.

Ezt az eredményt nemigen vitatják. Normális esetben a 2%-ot kevésnek tekinthetjük, mivel a gyakori – a magasan fekvő cirrusokban (péhelyfelhőkben), az alacsony szintű felhőkben, az óceáni áramlatokban stb. előforduló – ingadozások a sugárzási mérlegben rendszeresen okoznak ekkora ingadozást. Más szavakkal, Le Chatelier elvével összhangban az éghajlati rendszer erőteljesen képes szembeszállni efféle kényszerekkel. Bár az IPCC nyíltan elismeri a felhőkkel és más tényezőkkel kapcsolatos ismereteink hiányosságát, a globális felmelegedéssel kapcsolatos aggodalmak lényegében azon a feltételezésen alapulnak, hogy a vízgőz, a felhők stb. változásai inkább erősítik a CO_2 hatását nem pedig gyengítik azt. Azaz szerintük ezek

inkább pozitív, mint negatív visszacsatolást jelentenek. A *legtöbb szkeptikus (beleértve magamat is) elsősorban feltételezéseknek a kirívó voltára, mint magára az üvegházhatásra összpontosít.*

Ahogy az imént láttuk, az egydimenziós szemléletre való összpontosítás igencsak érthető. A fizikusok és az asztrofizikusok számára különösen vonzó, mert a lehető legkevesebb részletet tartalmazza, egyúttal azt az érzetet kelti, hogy tökéletesen elsajátították a témát. Itt csak annyit szeretnék megjegyezni, hogy az efféle egyének a sugárzásátvitelt általában mélységében ismerik, de a folyadékdinamikát nem. Az 1D közelítést sokszor mi magunk is komolyan vesszük, pedig illene tudnunk, hogy helytelen. Ennek az volt az oka, hogy a visszacsatoláshoz még ez a durva közelítés is igen kétes feltételezéseket igényelt, és a hozzá felhasznált sugárzásátviteli számítás is tartalmazott pontatlanságokat. Röviden, még ez a túlzottan leegyszerűsített 1D megközelítés sem volt kellőképpen alátámasztva.

Bár az itt kifejtettek jelentik az üvegházhatás hagyományos magyarázatát, az elképzelések legtöbbször a GCM-ként ismert, nagyléptékű légköri modellekre vonatkozik. Ennek a rövidítésnek az eredeti neve „általános cirkulációs modell”. Úgy tűnik azonban, hogy egyre inkább „globális éghajlati modelleknek” nevezik őket. Ezek a modellek ugyan tartalmazzák a valós atmoszféra összetettségének nagy részét, de nem biztosítják a térbeli felbontást olyan folyamatok kezelésére, mint például függőleges konvekció (gomolyfelhő-torony), felhőzet, turbulencia. Emiatt a modellek megkérdőjelezhető paraméterezést igényelnek. Lehetséges azonban a modellekbe akármilyen visszacsatolásokat beépíteni, ami igen sokféle modellezési eredményre vezet. De még ezek a modellek sem jósólnak katasztrófális változást az emelkedő CO₂ miatt. Ráadásul még a jelenlegi klímát sem írják le megfelelően (Boyle, 2006). Különösen rosszul reprezentálják a légkör és az óceán természetes belső változékonyságát, és szinte mindegyikük képtelen megfelelően előre jelezni a globális hőmérséklet általánosan használt mérőszámának változását. Nem szimulálják megfelelően a múlt klímáját sem. Ezt nyíltan elismerte néhány olyan klímamodellező is, aki pedig támogatója a globális felmelegedésről szóló narratívának (Hausfather et al., 2022).

A globális felmelegedés kérdésével kapcsolatos szinte összes kritika a visszacsatolásokra, a modellek hiányosságaira és még egy dologra összpontosított: különféle dolgok megváltozásának következményeire (az úgynevezett „hatásokra”). Erre a másik kérdésre később röviden visszatérek.

2. Mennyi a Föld hőmérséklete?

Az éghajlattal kapcsolatos jelenlegi viták egyik jellemzője a Föld hőmérsékletére való összpontosítás. Noha ez egy egydimenziós képen érthetőnek tűnik, a Föld nem egydimenziós, sőt a Föld hőmérsékletének fogalma önmagában is problematikus, nagyon félrevezető mérőszám.

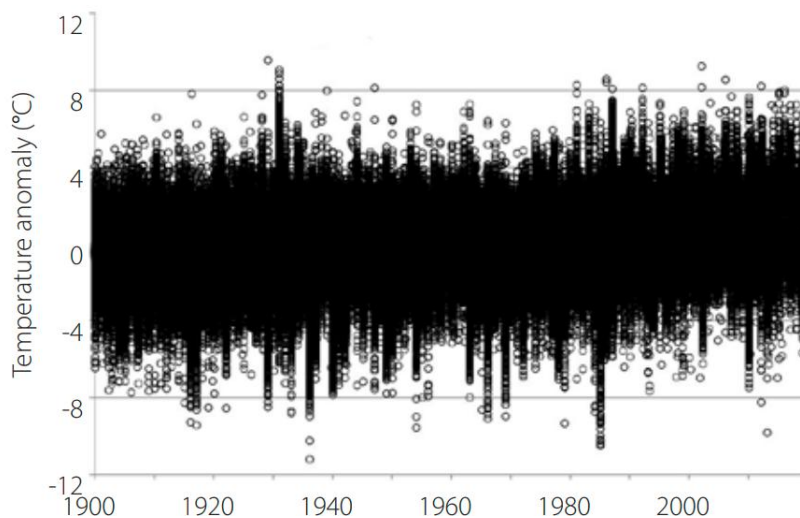
Nyilvánvaló, hogy nem maga az átlaghőmérséklet a félrevezető. De van-e egyáltalán értelme a Mount Everestet a Holt-tengerrel átlagolni? Nem is ezt, hanem az átlagos anomáliát használják, azaz a 30 éves átlagtól való eltérést minden mérőállomáson. Ez az anomália valójában a széles körben elterjedt sűrű adatpontok kis maradéka. Az adatpontok a 3. ábrán láthatók. Az ábra a néhai Stanley Grotch által a Lawrence Livermore Laboratoryban végzett munka Lindzen és Christy-féle (2020)

frissítése. Nézzük meg a függőleges tengelyt, ahol a hőmérsékleti értékkészlet csaknem 20°C-os tartományra terjed ki!

3. ábra:

Évszakos hőmérsékleti anomália az egyes mérő-állomásokon.

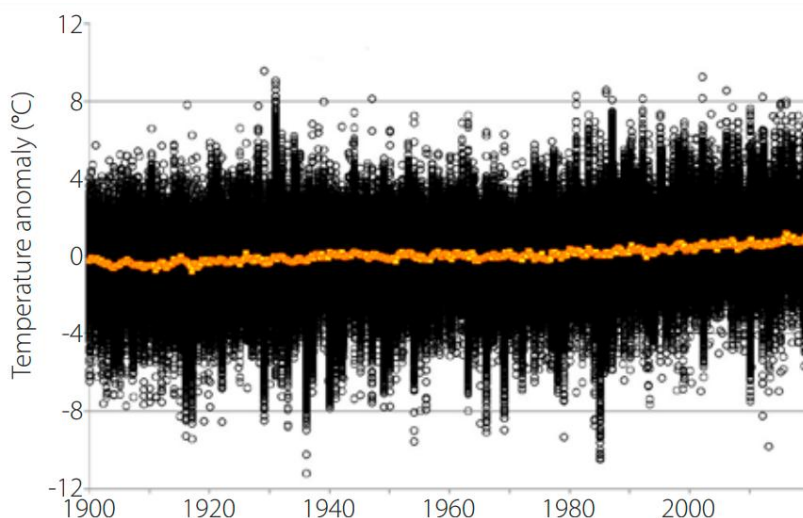
A Berkeley földfelszín-hőmérsékleti adatsort (BEST) használtam, mert ez a legkényelmesebben elérhető



A 4. ábrán az átlagértékek és az adatpontok is láthatók. Az átlagot sárga pontok és narancssárga vonalak mutatják. Az anomália olyan kicsi, hogy bármelyik időpontban csaknem ugyanannyi állomáson van hűvösebb, mint melegebb.

3. ábra:

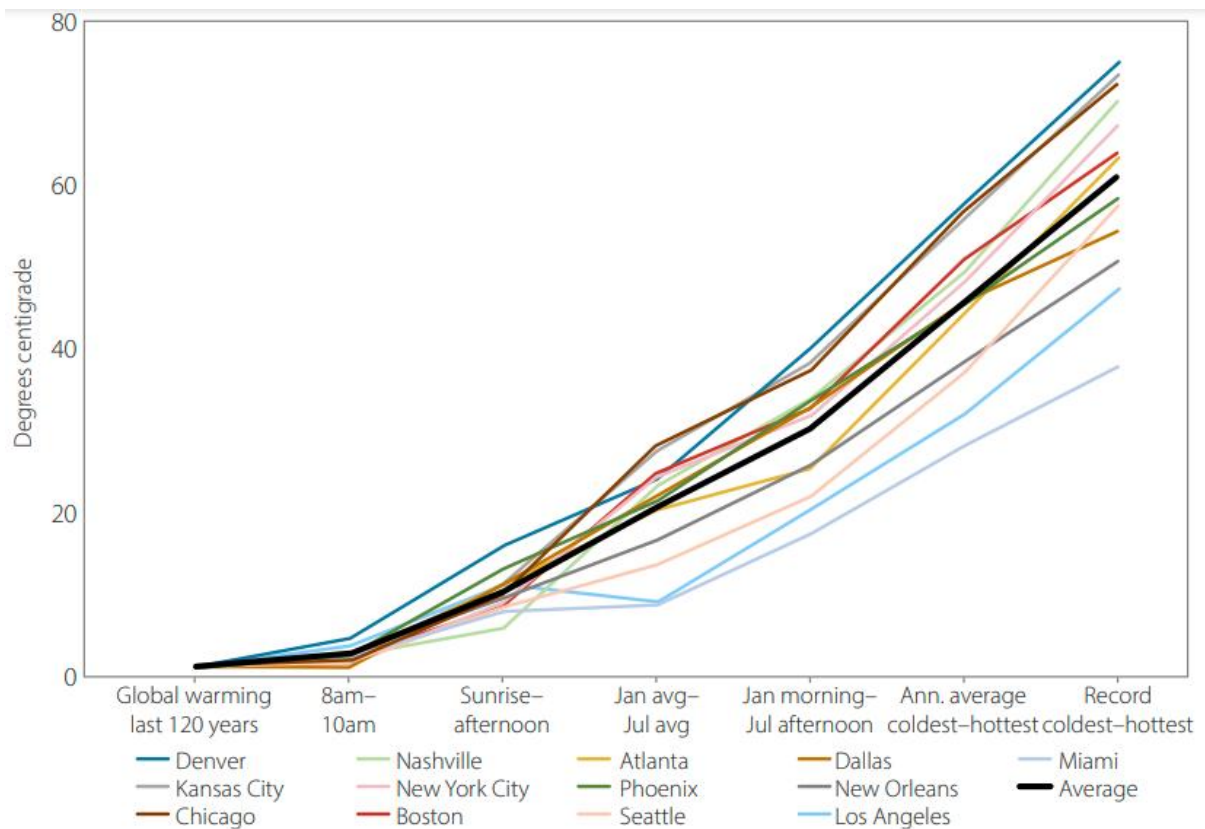
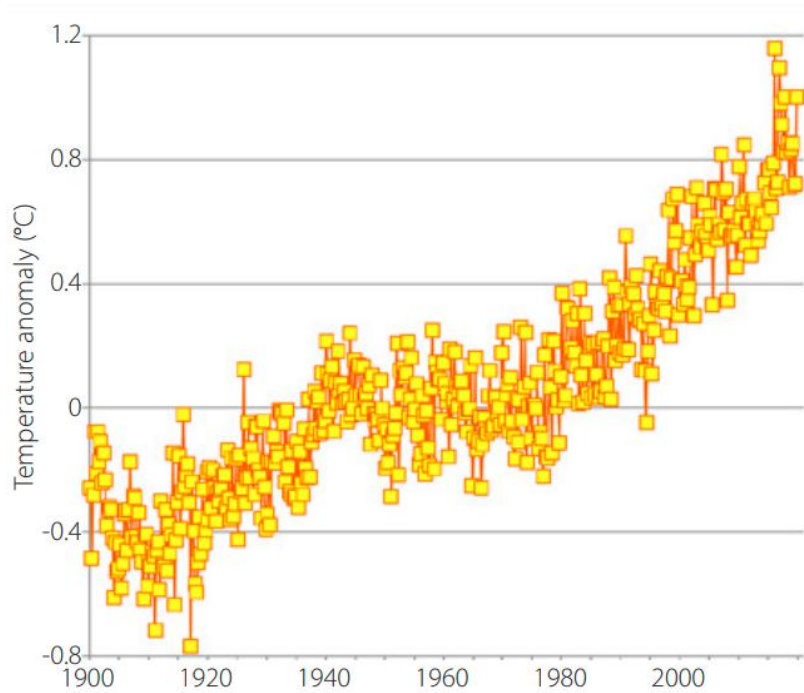
Ugyanaz, mint a 3. ábra, az átlagérték feltüntetésével



Az álcázás érdekében azonban adatpontok nélküli átlaggörbét körülbelül egy nagyságrenddel megnyújtva mutatják be. Az eredmény az 5. ábrán látható.

A megnyújtás és az adatpontok elhagyása azt a tényt kívánja álcázni, hogy még mindig nagyon kis hőmérséklet-változásról van szó. Miközben azt állítják, hogy egy további 0,5°C-os hőmérséklet-emelkedés katasztrófát jelent, érdemes a változás mértékét e perspektívában megítélni. A 6. ábrán összevetjük az átlag kis változásait azokhoz a változásokhoz képest, amelyekkel a mindennapokban találkozunk.

5. ábra: A hőmérsékleti átlagértékek görbéje az adatpontok nélkül

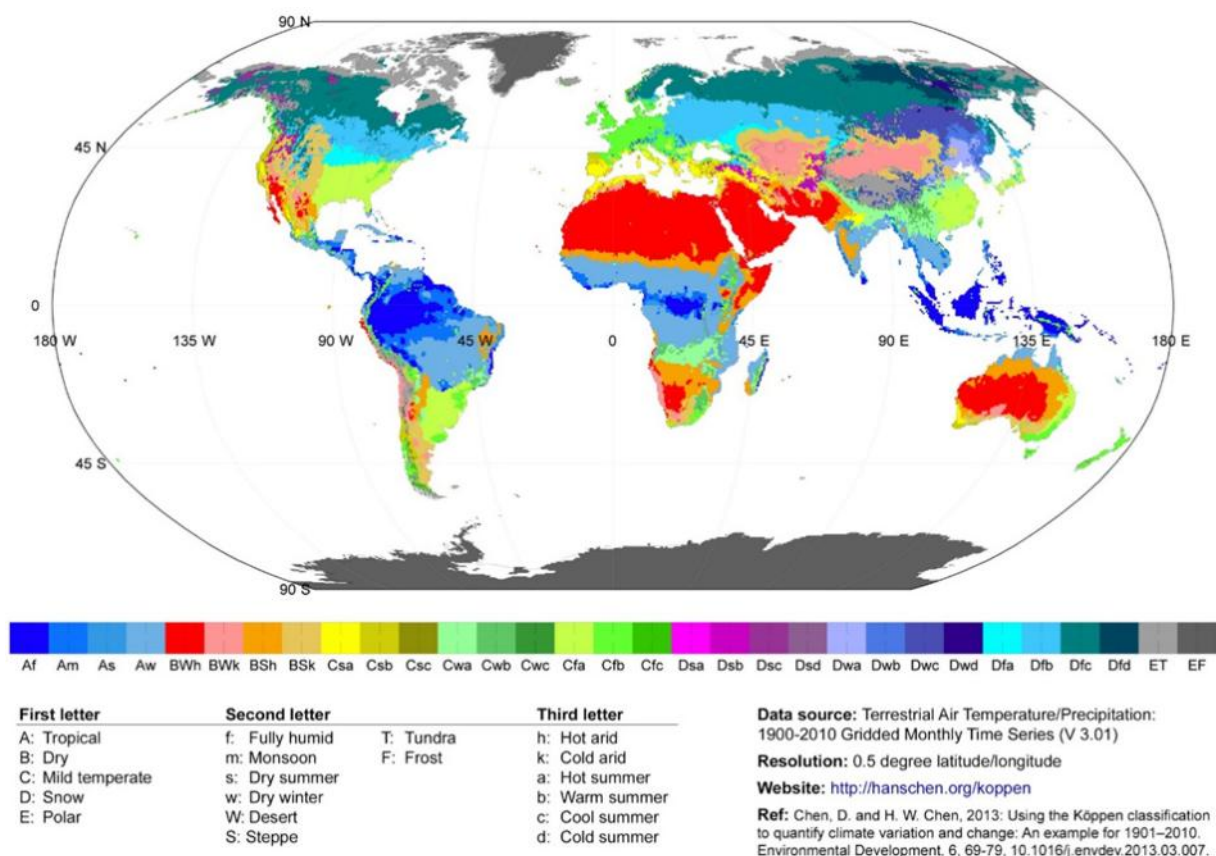


6. ábra: Különbféle hőmérséklet-változások, amelyekkel az ember és a természet többi része szembesül. Hőmérséklet-különbség Celsius fokban, balról jobbra: globális felmelegedés a legutóbbi 120 alatt; reggel 8 és 10 óra között; napfelkelte és délután között; januári és júniusi átlaghőmérséklet között; a januári reggeli és a júliusi délutáni hőmérséklet között; a leghidegebb és a legmelegebb éves átlaghőmérséklet között; a leghidegebb és a legmelegebb hőmérséklet között, az egyes vonalakkal ábrázolt különféle amerikai helyszíneken.

Érdeemes megjegyezni, hogy az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testület I. Munkacsoportjának (IPCC WG1) természettudományi jellegű jelentése sehol nem utal arra, hogy egy 0,5 °C-os további felmelegedés létfenyegetést jelentene. Tulajdonképpen egyáltalán nem szól efféle létfenyegetésekről. Hát akkor honnan származnak ezek az állítások? Úgy tűnik, hogy annak ellenére, hogy a közsférában- és a közpolitikában évtizedek óta állítják a klímanarratíva bizonyosságát, a politikai lépések nem voltak elég agresszívek a klímaválság meghirdetésének igényét hirdető és a klímacelekvést szorgalmazó tábor hívei számára, így egyre jobban eltúlozzák egy állítólagosan küszöbön álló apokalipszis veszélyét. Felesleges hozzátenni, hogy az éghajlattudomány tényleges háttérének tisztázásához ez egyáltalán nem konstruktív hozzájárulás.

3. Milyen a Föld éghajlata?

Fel kell ismerni, hogy az éghajlattudomány 1980 előtt nagyon piciny szakterület volt. 1990-ben az MIT-n a meteorológia, az óceánográfia, a tengeri geokémia, a geológia stb. éghajlattal kapcsolatos vonatkozásaival foglalkozók közül tulajdonképpen senki sem nevezte magát klímakutatónak (manapság már mindenki az). Az 1970-es évekig az éghajlattal foglalkozó meteorológiai irodalom igazából nem is hangsúlyozta, sőt még csak nem is említette az üvegházhatást (*Climatology*, Haurwitz and Austin, 1944, *Climate*, Pfeffer, 1960, *Atmosphere, Weather and Climate*, Barry and Chorley, 1970).



7. ábra: A köppeni osztályozás szerinti éghajlati viszonyokat mutató világtérkép

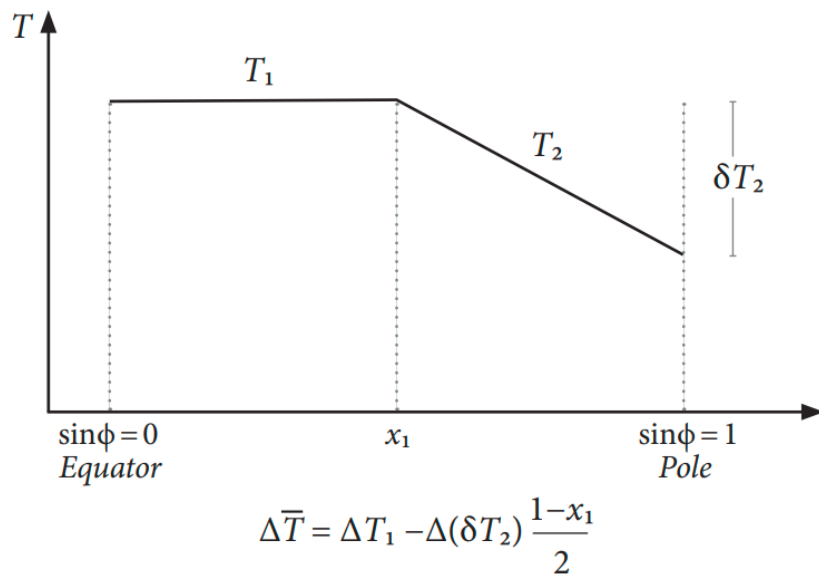
Arra törekedtek inkább, hogy megértsék, hogy az akkori (és tulajdonképpen a ma is érvényes) éghajlati rezsimok miért ennyire

sokfélék. Legegyszerűbben a 7. ábrán látható Köppen-besorolással írhatók le.

E rezsimek magyarázata nagyrészt „magától értetődő” leírás, ami a földtudományokban egyáltalán nem szokatlan. A hozzám hasonló teoretikusok megközelítése általában matematikaibb és koncentráltabb. Gyekszünk elkülöníteni olyan jellemzőket, mint a Hadley-cirkuláció és az állóhullámok. Az óceánográfusoknak megvannak a saját kedvenceik. Milankovics pedig éleslátással azonosította be a pályaváltozásokat a jegesedési ciklusok okaiként – elméletét a legújabb dokumentumok is alátámasztják (Roe, 2006, Edvardsson et al, 2002). Érdekes módon egyik megközelítés sem olyan naiv, hogy azt feltételezte volna, hogy létezik valamiféle átlagos „hőmérséklet”, ami meghatározná a köppen képzés számos jellemzőjét – és hogy lenne egyetlen elsődleges klímaváltozási ok, például a CO₂.

Budyko és Izrael (1991) szovjet klimatológusok megállapították, hogy az éghajlatváltozás leginkább a trópusok és a pólusok közötti hőmérséklet-különbség változásában nyilvánul meg; a trópusi hőmérséklet alig változik. Az átlaghőmérséklet változása szinte teljes egészében a trópus és a sarkvidék közötti hőmérsékletkülönbség változásának köszönhető. Ezt szemlélteti a 8. ábra.

8. ábra: A földi Egyenlítő (sinφ=0) és a Sark (sinφ=1) közötti meridionális hőmérséklet-eloszlás közelítő képe



Vegyük figyelembe, hogy ha ΔT_1 kicsi, akkor a $\Delta \bar{T}$ -t $\Delta(\delta T_2)$ fogja dominálni. A jelentős éghajlatváltozások esetében ez a helyzet. Döntő jelentőségű, hogy $\Delta(\delta T_2)$ nem a ΔT_1 -re adott válasz; azaz nem tekinthető a trópusi folyamatok felerősítésének. Természetesen lehetséges, hogy azokban az időszakokban, amikor $\Delta(\delta T_2)$ kicsi, a $\Delta \bar{T}$ -t ΔT_1 uralja, de ezek az időszakok nem vezetnek jelentős klímaváltozásra.

Az 1980-as évekre, a paleoklimatológia fejlődésével az éghajlattörténet számos vonatkozása egyre egyértelműbbé vált. Egyre tisztábban kezdett látszani az elmúlt körülbelül egymillió év eljegesedéseinek ciklikussága (Imbrie és Imbrie, 1979). A meleg időszakok, mint például az (50 millió évvel ezelőtti) eocén pontosabban meghatározhatók lettek (Shackleton és Boersma, 1981). Az adatok arra utaltak, hogy az egyenlítői hőmérsékletek sem az eljegesedési, sem meleg időszakokban nem tértek el nagyon a jelenlegi értékektől,

miközben a trópus és a magas földrajzi szélességű területek közötti hőmérsékletkülönbség nagymértékben ingadozott (1. táblázat).

1. táblázat:
A trópus és a magas földrajzi szélességek közötti hőmérsékletkülönbség

Időszak	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)
Eocén	~20
Legnagyobb eljegesedés	~60
Ma	~40

Az egyenlítői hőmérséklet-ingadozás sokkal csekélyebb volt.

4. Mi határozza meg a trópus-pólus hőmérsékletkülönbséget?

A mai népszerű narratíva hívei „poláris felerősödést” képzelnek el, de ezt egyes modellek (becsületükre legyen mondva) még kimutatni is képtelenek (Lee et al, 2008). Az trópus-pólus hőmérséklet-különbség fizikai alapja azonban valójában jól ismert. A trópusról a sarki régióba áramló hőfluxus hajtja. Az óceáni áramlatokhoz és számos légköri folyamathoz is kapcsolódnak hőfluxusok. A hőfluxus elsődleges oka azonban az úgynevezett baroklin instabilitáshoz (azaz a légkörben az azonos hőmérsékletű pontokra és az azonos nyomású pontokra illeszkedő felületek egymással bezárt nagy szögéhez) kötődő konvekció (Pedlosky, 1992, Holton és Hakim, 2012, Lindzen, 1990, de a leírás megtalálható gyakorlatilag bármely geofizikai jellegű folyadékdinamikai tankönyvben is).

Ezek az instabilitások végzik el a „szabályozást”, ugyanis olyan hőmérséklet-eloszlást igyekeznek létrehozni, amely az instabilitást kiontja (Lindzen, 2020, Lindzen és Farrell, 1980). Az a tény, hogy a transzport más folyamatoknak, például az óceáni transzportnak és az állóhullámoknak is része, elhagyhatóvá teszi a baroklin instabilitás feltételezését. Mindazonáltal a baroklin semlegesség eléréséhez a baroklin instabilitások miatti hőtranszport is hozzájárul, akármi más is kell még hozzá.

Az instabilitások szabályozásának ismertebb példája az alulról történő fűtés miatti vertikális konvekció. Laboratóriumi méretű összenyomhatatlan folyadékban a konvektív instabilitás a magassággal csökkenő hőmérséklet következménye – a melegebb folyadék felhajtóereje nagyobb.

1. Az áttekintő ismertetést igénylő olvasók számára a következő rövid „Dynamics: Baroklin örvények egy tartályban és a Föld légkörében” című videó megvilágítja, miként alakulnak ki a baroklin instabilitások egy olyan forgó tartályban, amelyet a meleg peremtől a hideg középpontig terjedő hőáram hajt: <https://www.youtube.com/watch?v=5bnmaYOFerk>. A videó a következővel zárul: „Az általános hőmérsékleti kontraszt változásai hatással vannak az örvények viselkedésére, így a klímaváltozás megváltoztathatja a Föld örvényeit és az általuk keltett időjárást”. Megjegyzendő, hogy egy melegebb világban ez a különbség várhatóan csökkenni fog.

A konvekció megszüntetni igyekszik a hőmérséklet függőleges gradiensét. Összenyomható gáz esetében a helyzet bonyolultabb. A konvekció a trópusi légkörben nedves adiabatikus lapse rate-hez (vertikális hőmérsékleti gradienshez) vezet (azaz a hőmérséklet a magassággal csökken). A sugárzási-áramlási egyensúly jóformán csak a trópusra korlátozódik.

A trópusi hőmérséklet stabilitása inkább negatív, mint pozitív visszacsatolásra utal, hiszen a trópusi hőmérséklet a trópusról induló változókéony hőfluxus ellenére is viszonylag állandó marad.

Fontos kérdés, hogy az éghajlatban miért vannak egymástól különböző trópus-pólus hőmérséklet-különbségek? Az elméleti vizsgálatok eredményei szerint az egyensúlyi állapot csak a sarkvidéki tropopauza 6 km körüli szintjén határozza meg a hőmérséklet-különbséget (Jansen és Ferrari, 2013). Ez körülbelül 20 °C (lásd Newell et al., 1972), ami az eocénre jellemző különbség. Úgy tűnik, hogy a felszíni különbség az északi-sarkvidéki inverziók létezéséhez kapcsolódik, ami viszont a jég és a hó jelenlétéhez kötődhet, de jelenleg még nem teljesen ismert. Biztosan szerepet játszhatnak az üvegházhatások változásai, de az eljegesedési ciklusokat tekintve a pályaváltozások miatti változások nyáron a besugárzásban 100 W/m²-es nagyságrendű teljesítménysűrűség-változást eredményeznek az Északi-sarkon, ami az eljegesedés szempontjából a Milankovics-elméletet meghatározó tényezővé emeli (Roe, 2006), míg a CO₂-változás hozzájárulása körülbelül 1,5 W/m².

Nincs értelme azt feltételezni, hogy a trópus és a pólusok közötti hőmérséklet-különbség változása miatti átlagváltozások a CO₂ üvegházhatásban betöltött szerepéből fakadnának. Ez bizonyos szempontból az ok és az okozat összekeverése lenne.

5. Mi állandósítja a trópusi hőmérsékletet?

Mint már említettük, a trópusi hőmérséklet viszonylagos állandósága negatív visszacsatolásokra utal. A negatív visszacsatolásoknak számos módoszata van. A GCM-ekben pozitív visszacsatolásként való megjelenítésüknek kevés tényleges megfigyelési vagy elméleti alapja van, annak ellenére, hogy a modellezők energikusan keresnek olyan bizonyítékokat, amelyek az ötletet alátámasztanák. Az egyik negatív visszacsatolás, amelyre viszont jelentős bizonyítékok állnak rendelkezésre, az úgynevezett írisz-effektus, amelyben a felső vékony cirrusfelhőzet (egy erős üvegházhatású anyag) a felszíni hőmérséklet emelkedésével csökken (Lindzen, Chou és Hou, 2000, Lindzen és Choi, 2021 és bennük található hivatkozások). Ez a mechanizmus potenciálisan elég erős ahhoz, hogy megmagyarázza a korai halvány napparadoxont (Sagan és Mullen, 1972, Rondanelli és Lindzen, 2007). E napparadoxon a 2,5 milliárd évvel ezelőtti Földre vonatkozik, amikor a napsugárzás 30%-kal gyengébb volt, mint ma. Ennek ellenére a megfigyelések arra utalnak, hogy a Föld éghajlata majdnem olyan volt, mint jelenleg, de jégre utaló jelek nélkül. Emlékezzünk vissza, hogy a CO₂ megkétszereződése a sugárzási mérlegben mindössze 2%-os zavart okoz.

6. Miben áll a CO₂ éghajlati szerepe?

Világosan kell látnunk: az a feltételezés, hogy a komplex háromdimenziós klímát nagy számok kis különbsége határozza meg, és hogy ez az átlaghőmérséklet-anómália lenne, valamint, hogy a

szabályozó tényezőt a CO₂ kis hozzájárulása jelentené: abszurd. A Föld éghajlata valóban jelentős változásokon ment keresztül, de ezek nem mutatnak bizonyítékot arra, hogy a CO₂ lenne az ok. Az elmúlt 700 ezer év eljegesedési ciklusaira vonatkozóan a Vostok jégmagokból származó proxy adatok a nagyon durva időbeli felbontás ellenére azt mutatják, hogy a lehülés megelőzi a CO₂-csökkenést (Jouzel et al., 1987, Gore, 2006). Annak a bizonyításához, hogy a felmelegedés is megelőzte a CO₂-növekedést, jobb időbeli felbontásra lenne szükség (Caillon et al, 2003). A régmúlt változásaiban semmi sem utal a szén-dioxiddal való korrelációra, amint azt a 9a ábra (a CO₂-szint és a „hőmérséklet” általánosan bemutatott rekonstrukciója az elmúlt 600 millió évre) mutatja.

Az biztos, hogy a paleoklimatológiai rekonstrukciók bizonyos mértékig spekulatívak – különösen, ami a CO₂-t illeti –, de amint a 9b. ábrán látható, a CO₂ idősor egy lényegesen eltérő rekonstrukciója (Rothman, 2002) sem utal szignifikáns korrelációra.

Különösen nevetséges a CO₂-t „szennyező anyagként” tekinteni. Elsődleges szerepe, hogy a növényi élet tápanyaga legyen. Jelenleg szinte minden növény éhez a CO₂-re. Továbbá, ha a jelenlegi CO₂-szint valamivel több, mint 60%-át eltávolítanánk, annak szörnyű következményei lennének: mindenféle állat szó szerint éhen halna. Ez feltehetően nem vezetne különösebben hideg világhoz, mivel egy ilyen csökkentés csak néhány százalékos változást jelent a sugárzási háztartásban. Végül is, a napsugárzás 30%-os csökkenése körülbelül 2,5 milliárd évvel ezelőtt nem vezetett a mainál sokkal hidegebb Földhöz, ahogy azt korábban a korai halvány napparadoxon kapcsán megjegyeztük.

7. Hatások

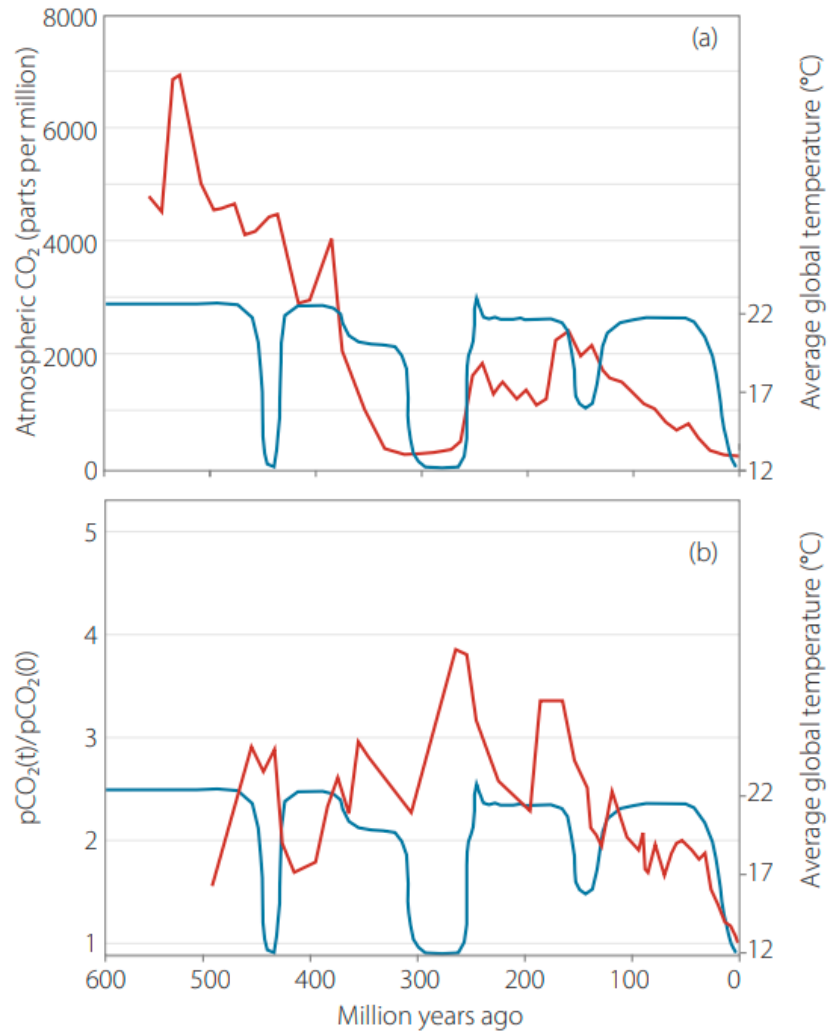
Amit eddig tárgyaltunk, az a fizikára korlátozódott. Nem foglalkoztunk az úgynevezett „hatások” kérdésével, ahol a bármiben megfigyelt változást azonnal a CO₂ hatásának bizonyítékaként állítják be. Egy tipikus példa a 2022. április 19-i Boston Globe-ból:

Egy új közvélemény-kutatás szerint az egyre sürgetőbb nemzetközi figyelmeztetések, valamint a katasztrofális erdőtüzek és a globális felmelegedéssel összefüggő időjárás ellenére is kevesebb massachusetts-i lakos tartja a klímaválságot komoly aggodalomra okot adónak, mint három évvel ezelőtt.

Az elkerülhetetlen következtetés az, hogy dekarbonizálnunk kell. Az irracionális következtetések ilyen nevetséges ugrádozásai jóval túlmutatnak az abszurditáson. Még jó, hogy a massachusetts-ieknek nem ment el a józan esze. A kételkedők azon törekvése azonban, hogy rámutassanak az állítólagos változások hamisan ábrázolására (az erdő- és bozóttüzek száma például néhány nemzedéknyi időre visszatekintve nagymértékben csökkent), sajnálatosan nem jelenti annak a bizarr felvetésnek a cáfolatát, hogy ha az állítólagos változások valósak lennének, akkor szükség volna dekarbonizációra.

9. ábra:

A hőmérséklet és a CO₂ paleoklíma-rekonstrukciója. Hőmérsékleti rekonstrukció: CR Scotese nyomán. CO₂-rekonstrukció (a) RA Berner és Z Kothavala (2001), (b) Rothman (2002) alapján. A publikáció idején a 9a. ábra léptéke helytelen volt; itt már javítva szerepel. Kék: hőmérséklet; piros: szén-dioxid



8. Mi ennek a következménye?

Létrejött egy kvázi-vallási mozgalom, amely abszurd „tudományos” narratívára épül. A mozgalomra hivatkozó politika zavarokat okozott az Egyesült Államok energiarendszerében (aminek a folyamata jelentős szerepet játszott a mostani infláció előidézésében), miközben feloldotta a szankciót a meglévő vezeték megkerülésére tervezett orosz Nordstream 2 vezetékkel szemben. Korábban Ukrajnán keresztül látták el Németországot. Ennek következtében az Európai Unió nagy része betiltotta a palagáz és más fosszilis tüzelőanyag-források kiaknázását, ami sokkal magasabb energiaköltséget, nagyobb energiaszegénységet és Oroszországtól való függést okozott, jelentősen gyengítve a Putyin-féle agressziókkal szembeni ellenállóképességet.

Amennyiben nem jövünk rá arra, hogy a motiváló narratíva abszurd, valószínűleg még csak a kezdetén vagyunk a CO₂ irracionális démonizálásából következő további katasztrófáknak. A pályamódosítás korántsem lesz egyszerű feladat. Ahogy Eisenhower elnök 1961-ben mondott búcsúbeszédében megjegyezte:

A nemzet tudósai fölötti uralom lehetősége állandóan jelen van a szövetségi foglalkoztatás, a projektek allokációi és a pénz hatalma révén, és erre komolyan kell figyelni.

Ám ha a tudományos kutatást és a felfedezést tiszteletben tartjuk – úgy, ahogyan kell –, éberren kell figyelniük arra az ugyanakkora és ellentétes veszélyre is, hogy a közpolitika maga is fogságába kerülhet a tudományos-technológiai elitnek.

Amint azt Lindzen (2008, 2012) részletesen leírta, az Egyesült Államok kormánya az 1990-es évek elejére kötelezte el magát a jelenlegi narratíva mellett, és ennek eredményeként jelentősen megnövelte a finanszírozást. Ezen túlmenően, tekintettel az energiaszektor méretére, minden újjáépítési kísérlet, legyen bármennyire szükségtelen és hatástalan is, óriási lehetőségeket rejt magában a rövid távú hatalmas haszonszerzésre – olyan lehetőségekre, amelyek nyilvánvalóan csábítóak és erősen védettek. Mindennek tetejébe a médiában folyamatosan göbbelsi jellegű klímariogatás uralkodik. A riogatást pedig úgynevezett „megoldások” kísérik, amelyek ugyan foglalkoznak valamivel (nevezetesen a dekarbonizációval), de a klímaváltozás szempontjából amit tesznek, az nagyrészt irreleváns, miközben nagy és értelmetlen fájdalmat okoznak.

Elengedhetetlen, hogy a nyugati civilizáció véget vessen a teljesen indokolatlan riogatással járó károknak, bármilyen nehéz is a feladat.

Köszönetnyilvánítás

A dokumentum elkészítéséhez semmilyen ügynökség vagy párt nem nyújtott támogatást – sem állami, sem magán. William Happer, Simon Scott és William Ponton hasznos javaslatait azonban hálásan köszönjük.

Hivatkozások

1. R.G. Barry and R.J. Chorley, *Atmosphere, Weather, and Climate*, Holt Rinehart and Winston, 1970.
2. R.A. Berner and Z. Kothavala, *Geocarb III: A revised model of atmospheric CO₂ over Phanerozoic time*, *American Journal of Science*, 301 (2001), 182–204.
3. J.S. Boyle, *Upper level atmospheric stationary waves in the twentieth century climate of the Intergovernmental Panel on Climate Change simulations*. *Journal of Geophysical Research* 111 (2006), D14101. <https://doi.org/10.1029/2005JD006612>.
4. M.I. Budyko and Yu. A. Izrael, editors, *Anthropogenic Climatic Change*, University of Arizona Press, 1991.
5. N. Caillon, J.P. Severinghaus, J. Jouzel, et al. *Timing of atmospheric CO₂ and antarctic temperature changes across termination III*, *Science*, 299 (2003), 1728–1731.
6. R.S. Edvardsson, K.G. Karlsson, M. Engholmoe, *Accurate spin axes and solar system dynamics: climatic variations for the Earth and Mars*. *Astronomy and Astrophysics*. 384 (2002), 689–701. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20020029>.
7. K. Emanuel, *What We Know about Climate Change*, MIT Press 2018.
8. R.M. Goody and Y.L. Yung, *Atmospheric Radiation*, Oxford, 1989.
9. A. Gore, *An Inconvenient Truth*, Emmaus, 2006.
10. B. Haurwitz and J.M. Austin, *Climatology*, McGraw-Hill, 1944.
11. Z. Hausfather, K. Marvel, et al, *Nature* 605 (2022), 26–29. doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-022-01192-2>.

12. J.R. Holton and G.J. Hakim, *An Introduction to Dynamic Meteorology*, Academic Press, 2012.
13. J. Imbrie and K.P. Imbrie, *Ice Ages: Solving the Mystery* (Macmillan, London, 1979).
14. M. Jansen and R. Ferrarri, equilibration of an atmosphere by adiabatic eddy fluxes. *Journal of Atmospheric Science* (2013).
<https://doi.org/10.1175/JAS-D-13-013.1>.
15. J. Jouzel, C. Lorius, J. Petit, et al. Vostok ice core: a continuous isotope temperature record over the last climatic cycle (160,000 years). *Nature* 329 (1987), 403–408.
<https://doi.org/10.1038/329403a0>.
16. L.M. Krauss, *The Physics of Climate Change*, Post Hill Press, 2021.
17. M.I. Lee, M.J. Suarez, I.S. Kang, et al., A moist benchmark calculation for the atmospheric general circulation models. *Journal of Climate* 21 (2008), 4934–4954. <https://doi.org/10.1175/2008jcli1891.1>.
18. R.S. Lindzen, An oversimplified picture of the climate behavior based on a single process can lead to distorted conclusions. *European Physical Journal Plus* 135 (2020): 462.
<https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-020-00471-z>.
19. R.S. Lindzen, (2008, 2012) Climate science: is it designed to answer questions. arXiv:0809.3762, available as pdf file on www.arxiv.org, Physics and Society. Also in *Euresis Journal*, 2012, 2, 161-193.
20. R.S. Lindzen and J.R. Christy,
<https://co2coalition.org/wp-content/uploads/2021/08/Global-Mean-Temp-Anomalies12.08.20.pdf>, (2020).
21. R.S. Lindzen and Y.-S. Choi: On the observational determination of climate sensitivity and its implications. *Asian Pacific Journal of Atmospheric Science* (2011), 47, 377–390.
22. R.S. Lindzen, B. Farrell, The role of polar regions in global climate, and the parameterization of global heat transport. *Mon. Weather Rev.* 108 (1980), 2064–2079.
23. R.S. Lindzen *Dynamics in Atmospheric Physics*, Cambridge Univ. Press, 1990.
24. R.S. Lindzen, M.-D. Chou, A.Y. Hou, Does the Earth have an adaptive infrared iris? *Bulletin of the American Meteorological Society* 82(3) (2001), 417–432.
25. R.S. Lindzen and Y.-S. Choi. The Iris effect: a review. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, <https://doi.org/10.1007/s13143-021-00238-1> (2021).
26. R.E. Newell, J.W. Kidson, D.G. Vincent, G.J. Boer, *The Circulation of the Tropical Atmosphere and Interactions with Extratropical Latitudes*, vol. 1. MIT Press, 1972.
27. J. Pedlosky, *Geophysical Fluid Dynamics*, Springer, 1992.
28. R.L. Pfeffer (ed.), *Dynamics of Climate: The Proceedings of a Conference on the Application of Numerical Integration Techniques to the Problem of the General Circulation held October 26–28, 1955* (Pergamon Press, Oxford, 1960), p. 154.
29. G. Roe, In defense of Milankovitch. *Geophysical Research Letters* (2006). <https://doi.org/10.1029/2006GL027817>.
30. R. Rondanelli, R.S. Lindzen, Can thin cirrus clouds in the tropics provide a solution to the Faint Young Sun paradox? *Journal of Geophysical Research* 115 (2010), D02108.
<https://doi.org/10.1029/2009JD012050>.

31. D.H. Rothman, Atmospheric carbon dioxide levels for the last 500 million years, PNAS 99(7) (2002), 4167–4171, <https://doi.org/10.1073/pnas.022055499> (2002).
32. C. Sagan and G. Mullen. Earth and Mars: evolution of atmospheres and surface temperatures. Science 177(4043) (1972), 52–56.
33. N. Shackleton, A. Boersma, The climate of the Eocene ocean. Journal of the Geological Society of London 138 (1981), 153–157.

Nic Lewis megjegyzése

Erről az esszéről az az általános véleményem, hogy számos hasznos pontot tartalmaz, és segíti a laikus olvasókat megismertetni a Föld éghajlati rendszere kulcsfontosságú aspektusaival, bár egyesek számára az érvelés egy-két helyen nehezen érthető. Bár véleményem szerint a visszacsatolások által felerősített CO₂-hatások szerepének lekicsinyítésével kissé túl messzire megy, ez nem kisebbíti az esszé jelentőségét.

Sorra véve az esszé szakaszait, a Közkeletű magyarázat 1. szakasza vitathatatlan, bár a CO₂-koncentráció megduplázódása és az ebből eredő visszacsatolás nélküli globális felmelegedés sugárzó hatására adott értékek valamivel alacsonyabbak, mint a jelenleg széles körben elfogadott becslések.

A visszacsatolások hatásait illetően régóta elfogadott nézet, hogy a légköri vízgőz-koncentráció a globális felmelegedéssel emelkedni fog, pozitív visszacsatolást okozva, felerősítve a felszíni felmelegedést, mivel a vízgőz maga is üvegházhatású gáz (és koncentrációját a hőmérséklet szabályozza). Elég nehéz ezt vitatni, ugyanis a levegő maximális vízgőz tartalma a hőmérséklettel erősen nő, és nincs megfelelő bizonyíték arra vonatkozóan, hogy a légkör páratartalma a hőmérséklettel e maximumhoz képest erősen csökkenne. Mindazonáltal az adiabatikus lapse rate (vertikális hőmérsékleti gradiens) csökkenése a vízgőzkoncentráció növekedésével részben ellensúlyozza a vízgőz visszacsatolását, és (egyéb visszacsatolás hiányában) e két összekapcsolt tényező nettó hatása a CO₂-koncentráció emelkedéséből eredő felmelegedés körülbelül 50%-át teszi ki.

Másrészt továbbra is bizonytalan, hogy a felhőváltozások felerősítik-e a felmelegedést, ahogyan azt az IPCC értékeli¹ (és úgy tűnik, hogy az éghajlatkutatók túlnyomó többsége így gondolja), vagy tompítja-e azt. Bjorn Stevens – a klímakutatók jelenlegi generációjának vitathatatlanul legnyúgzóbb és legbefolyásosabb tagja, és az „IPCC-konszenzus közösségének” nagyon is központi, vezető személyisége – a közelmúltban a pozitív felhőalapú visszacsatolás ellen érvelt, és azt állítja, hogy a felhők inkább tompítják, mint erősítik az éghajlati érzékenységet.² Az IPCC által jelentősnek ítélt további visszacsatolás pozitív, mivel a felszín albedója csökken, ugyanis a felmelegedéskor a magas földrajzi szélességeken a tengeri jég és a hótakaró visszahúzódik. Egy közelmúltban megjelent tanulmány³ azonban (amelynek vezető szerzője nagyon tapasztalt felhőszakértő) úgy találja, hogy a felszíni visszaverődés változásai nincsenek statisztikailag szignifikáns hatással a légkör tetején kialakuló sugárzási trendekre, amelyek a visszacsatolás erősségének elsődleges mértékét jelentik. Összességében ezek a

bizonyítékok a CO₂-koncentráció megduplázódása következtében 1,5–2 °C-os hosszú távú globális felmelegedést („klímaérzékenység”-et) mutatnak – ez körülbelül a fele annak, amit az IPCC visszacsatolási értékelése feltételez, és alig egyharmada annak, amit a CO₂-koncentráció megkétszerezésére számos az éghajlatváltozás előrejelzéséhez legújabban használt globális klímamodell (GCM) kiad.

Lindzen esszéjének 2. része rámutat arra, hogy az elmúlt évszázadban bekövetkezett középhőmérséklet-változások, amelyek a legtöbb klímakutató szerint valószínűleg csaknem teljes egészében az üvegházhatású gázok és más légköri alkotóelemek antropogén változásaira vezethetők vissza, nagyon csekélyek azokhoz a szezonális és egyéb természetes ingadozásokhoz képest, amelyekhez az ember hozzácsokolt. Ennek megfelelően a létfenyegetést emlegetni: illuzórikus. Ezek érvényesek és nagyon fontos megállapítások. Amiket az a tény is alátámaszt, hogy a szélsőséges időjárási jelenségek (például aszályok, árvizek, hurrikánok, hóhullámok stb.) gyakoribb előfordulására vonatkozó bizonyítékok gyengék, illetve nem léteznek, kivéve azt az egyet, hogy gyakoribbak lettek a magas hőmérsékletű időszakok – amint ez várható is olyankor, amikor az átlaghőmérséklet magasabb. Hasonlóképpen, a globális felmelegedés állítólagos káros hatásai mindmáig illuzórikusnak bizonyultak. Nem szaporodtak az erdőtüzek^{4,5}, a jegesmedve-populáció nem csökkent⁶, a korallzátonyok megmaradtak (a Nagy-korallzátony korallborítása rekordot dönt⁷), az alacsony fekvésű atoll-szigetek területe nőtt⁸.

A 3. szakasz vitathatatlan. Kiemelendő, hogy a globális felmelegedés vagy lehűlés elsősorban a pólus–egyenlítő hőmérséklet-különbség változásából származik; az egyenlítői hőmérséklet-változás sokkal kisebb. Ez azt jelenti, hogy az üvegházhatású gázok felmelegedése sokkal nagyobb lesz a hűvösebb, magasabb földrajzi szélességeken (ahol a felmelegedésnek vannak előnyei), mint a trópuson.

A 4. rész, „Mi határozza meg a trópus és a pólusok közötti hőmérséklet-különbséget?” nehéz tudományos kérdést tárgyal, és nem is teljesen érthető. Bebizonyosodott, hogy amint Lindzen is sugallja, a trópusról a pólusok felé irányuló hőszállítás főként átmeneti, instabil baroklin örvények révén történik. Kevésbé világos azonban, hogy mi szabályozza a pólus felé szállított hő nagyságát, és ebből adódóan a trópus-pólus közötti hőmérséklet-különbséget és annak változásait. Egy 2019-es tanulmány szerint ezt energetikai szempontból lehet a legkönnyebben megérteni (azaz kiegyensúlyozza a földrajzi szélesség függvényében változó sugárzási többletet és hiányt), és ez magyarázatot adhat arra, hogy a hőmérséklet-változások miért sokkal nagyobbak a magas földrajzi szélességeken, mint a trópuson. E magyarázat, amennyiben helyes, úgy tűnik számomra, hogy összhangban van a CO₂-koncentráció-változásból eredő üvegházhatással. Mindazonáltal, ahogy Lindzen mondja, úgy tűnik, hogy a sarkvidéki hőmérsékleti inverzió változó nagysága is fontos befolyást gyakorol a trópusi felmelegedés poláris felerősödésére; ez némileg növelheti a globális felmelegedés mértékét. Az Antarktisz felé azonban a Déli-óceán erős hőelnyelése lényegesen késlelteti a felmelegedés felerősödését.

Bár sok kutató vitatja Lindzen állítását, úgy tűnik, hogy az 5. részben tárgyalt trópusi „írisz-effektusra” jelentős bizonyítékok állnak rendelkezésre, bár továbbra sem világos, mennyire erős ez a hatás.

Feltűnő, hogy a 6. fejezetben nincs összefüggés a CO₂-koncentráció és a régmúlt paleoklíma hőmérsékletei között. A geológiai közelmúltban

lezajlott glaciális ciklusok során, ahol a CO₂-koncentráció és a hőmérséklet együtt változik, az ok-okozati összefüggés meghatározásában felmerül még egy további bonyolító tényező is. A hőmérséklet emelkedése várhatóan a CO₂ emelkedését is okozza (mert a CO₂ kevésbé oldódik a melegebb óceánban), így a CO₂ változásának időbeli késése a hőmérsékletváltozáshoz képest nem zárja ki azt, hogy a CO₂ az éghajlatváltozás oka is legyen.

Lindzen esszéjének utolsó részében megfogalmazott pontjai, amelyekben a klímapolitikával és az az által okozott károkkal, valamint a mögöttes riogató narratívával foglalkozik, teljes mértékben indokoltnak tűnnek. Még ha elfogadjuk is, hogy a nettó antropogén CO₂-kibocsátást végső soron nagyon alacsony szintre kell csökkenteni a globális hőmérséklet folyamatos növekedésének megakadályozása érdekében, a jelenlegi politika olyan célokat akar rohamos gyorsasággal elérni, amelyek valószínűleg sokkal több kárt okoznak, mint hasznot. Valójában az Egyesült Királyság szén-dioxid-kibocsátásának gyors csökkentése elhanyagolható hatással lesz a globális felmelegedésre, és az összes többi nyugati országé együttvéve is csak csekély hatású lesz. Az efféle csökkentések tehát elsősorban azt fogják szolgálni, hogy az elit réteg erényesnek érezze magát a lakosság egészének rovására, hacsak más nemzetek nem reagálnak ugyanolyan mélyreható és gyors kibocsátás-csökkentésével, de ez meglehetősen valószínűtlennek tűnik.

Nicholas Lewis független klímakutató, aki az éghajlati érzékenység becslésére és a kapcsolódó statisztikai módszertan fejlesztésére összpontosít. Tíz lektorált publikáció egyedüli vagy vezető szerzője ezen a területen.

Hivatkozások

1. Forster P et al., 2021, The Earth's energy budget, climate feed backs, and climate sensitivity. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press
2. Stevens B (with Kluft L), 2022, Clouds Help Moderate Greenhouse Warming, CFMIP_2022 Conference Presentation.
<https://drive.google.com/drive/folders/1MxQptblqckxLtVbLeJ9ZIRbwURSob9i1>
3. Stephens GL et al., 2022, The changing nature of Earth's reflected sunlight. Proceedings of the Royal Society A. 478(2263):20220053.
4. Liu, Pengfei, et al. 'Improved estimates of preindustrial biomass burning reduce the magnitude of aerosol climate forcing in the Southern Hemisphere'. Science Advances 7.22 (2021).
5. Marlon, Jennifer R., et al. "Climate and human influences on global biomass burning over the past two millennia." Nature Geoscience 1.10 (2008): 697-702. <https://doi.org/10.1038/ngeo313>
6. Crockford, S, The Polar Bear Catastrophe That Never Happened, 2019, <https://www.amazon.com/Polar-Bear-Catastrophe-NeverHappened/dp/0993119085>
7. Australian Institute of Marine Science, 2022, Annual Summary Report of Coral Reef Condition 2021/22.
<https://www.aims.gov.au/monitoring-great-barrier-reef/gbr-condition-summary-2021-22>

8. Duvet, KE, 2019, A global assessment of atoll island planform changes over the past decades. WIREs Climate Change <https://doi.org/10.1002/wcc.557>
9. Armour KC et al., 2019, Meridional atmospheric heat transport constrained by energetics and mediated by large-scale diffusion. Journal of Climate, 32(12), pp. 3655–3680.

Richard Lindzen válasza

Szeretnék köszönetet mondani Nic Lewisnak, hogy figyelmesen végigolvasta dolgozatomat. Legalábbis nyilvánvalóvá teszi, hogy hol nem fejeztem ki magam elég világosan. Ez várható mindannyiszor, amikor egy ilyen összetett témát körülbelül 14 oldalon igyekszünk összefoglalni.

Miután ezt elismertem, meg kell mondanom, hogy Lewis is vétkes: amikor az úgynevezett vízgőz-visszacsatolásról beszél, ő is az általam egydimenziósnek nevezett képet használja. E megközelítésben a páratartalomnak és a relatív páratartalomnak egyetlen értéke van. Azonban, amint azt én és kollégáim már régóta megjegyezték (Lindzen és Mtsai, 2001, valamint az abban található hivatkozások), a páratartalom térben és időben is nagy mértékben változik. Sőt, ahol magas helyfelhők vannak, ott a cirrus határozza meg az effektív emissziós szintet, és a cirrusok térbeli lefedettsége is változó. Ennek eredményeképpen a vízgőz-visszacsatolásnak, mint elszigetelt folyamatnak nincs értelme; egy sokkal inkább általánosított hosszúhullámú visszacsatolást kell elképzelni. Ez pedig negatívnak tűnik (Lindzen és Mtsai, 2001, Lindzen és Choi, 2021, Trenberth és Fasullo, 2009).

Az állítólagos vízgőz-visszacsatolás nélkül még a Lewis által javasolt érzékenység is túlzó. Ha nagy lenne az érzékenység, a modelleknek az állítólagos melegeledést az ellenható szulfát aeroszokok révén ki kellene oltania. Amint azt én és mások is megjegyeztük, számos efféle butaság több szulfát aeroszolt tartalmazott, mint amennyit jelenleg lehetségesnek tartanak. Ezt részletesen a Lindzen (2020)-ben fejtem ki. Azt is szóvá teszem, hogy Lewis azon kijelentése, miszerint enyhén alulbecsültnek tartja azt az állításomat, hogy a CO₂ megduplázódásából eredő kb. 2%-os sugárzási többlet csak körülbelül 1°C-os felmelegedéshez vezet, igencsak kétséges. Amint van Wijngaarden és Happer (2022) kimutatta, a gondos soronkénti számítás szerint a sugárzási többlet nem is 2%, hanem csak körülbelül 1,1%. E cikkben is megjegyzem, a klímatudományi közösség a globális felmelegedési rögatás elindítása előtt meglehetősen kicsi volt, a magukat klímakutatóknak valló egyének számában csak ezt követően indult meg hatalmas növekedés. Kissé megrázó hallani, hogy Nic Lewis a „klímakutatók túlnyomó többségéről” beszél.

Hozzáteszem, hogy az a felfogás, miszerint bármiben bekövetkezett bármiféle kedvezőtlen változás a CO₂ szerepére utal, szintén indokolatlan. Ezen túlmenően emlékeztetném az olvasót, hogy a 2. szakasz arra is rámutat, hogy a globálisan átlagolt hőmérsékleti anomália viszonylag csekély összefüggésben van azzal, ami egy adott mérőállomáson történik.

Úgy tűnik, hogy Lewis ragaszkodik a poláris erősítés fogalmához (azaz, hogy a póluson bekövetkező változások az egyenlítői változások

közvetlen következményei). Amennyire meg tudom állapítani, ez az éghajlati rendszer működésének félreértése – legalábbis a dolgozatomban említett jelentős éghajlatváltozások tekintetében. Ami Lewisnek a 4. szakaszhoz fűzött megjegyzéseit illeti, az üvegházhatású reakciókkal kapcsolatos folyamatok nagyrészt a trópusra korlátozódnak. A trópus és a pólusok közötti hőmérséklet-különbség változásához vezető folyamatok a trópusról kilépő pólusirányú hőáram változásaihoz kapcsolódnak. Az a tény, hogy a trópusi hőmérsékletre az onnan kilépő hőáram változása minimális hatással van, erősen arra utal, hogy a trópuson negatív visszacsatolások tapasztalhatók. Mindehhez hozzá kell még tenni, hogy bár a jelentős éghajlati változások a trópus és a pólusok közötti hőmérséklet-különbség változásaiként írhatók le, még a jelenlegi éghajlat is rengeteg különféle rezsimet tartalmaz, amelyeket a jelenlegi modellek képtelenek pontosan figyelembe venni.

Úgy tűnik, Lewis figyelmen kívül hagyja azt a tényt, hogy az instabilitások miatti hőtranszport a rendszert az instabilitás szempontjából semleges állapotba hozza. Miként megjegyzem, ez az állapot kiszámítható (R.S. Lindzen és B. Farrell, 1980, Stone, 1978, Jansen és Ferrari, 2013), és fontos betekintést nyújt a megfigyelt trópus-pólus közötti különbségekbe.

Ha már szóba került, hogy az eljegesedési ciklusok során a hőmérséklet változása megelőzi a CO₂ változását, akkor eljegesedés esetén ezer évekről, deglaciáció (jégtelenedés) esetébe száz évekről beszélünk. Az efféle fordított ok-okozati összefüggés esélye meglehetősen csekély. Ezen túlmenően, ha ilyen hosszú késések lennének, problémás lenne bármit is kikövetkeztetni a mindössze körülbelül 60 éven át tartó enyhe hőmérséklet-emelkedésből (azaz abból az időszakból, mialatt a megnövekedett CO₂ miatti kényszer jelentős volt). De ami a lényeg, a Milankovics által javasolt keringési kényszer csaknem két nagyságrenddel nagyobb a CO₂-nak tulajdoníthatónál, és biztosítja a megfelelő időfüggést is.

Lewisnak igaza van, amikor megjegyzi, hogy a javasolt politika káros, függetlenül attól, hogy az ember mit gondol az éghajlatváltozás természetéről. Szerintem mindössze arról van szó, hogy amennyiben az üvegházhatású gázok szerepére vonatkozó alapfeltevés téves, ez az állítás kétszeresen is igaz.

Írásom az éghajlati rendszer tényleges működésére vonatkozó nézetemet mutatja be. Mindez az atmoszféra fizikájának és dinamikájának viselkedésével, valamint a Lindzen (1993) óta tartó gondolkodásom evolúciójával kapcsolatos közel 60 éves munka eredménye. Természetesen, mint ahogy a tudományra általában is jellemző, nem valószínű, hogy én mondom ki az utolsó szót e témában. Meggyőződésem azonban, hogy a jelenlegi népszerű narratíva nagyrészt helytelen. Akár igazam van, akár nincs, az az elképzelés, hogy a tudomány „tisztázódott”, meglehetősen valószínűtlen.

Hivatkozások

1. M. Jansen, R. Ferarri, equilibration of an atmosphere by adiabatic eddy fluxes. *J. Atmos. Sci.* (2013). <https://doi.org/10.1175/JAS-D-13-013.1>.
2. R.S. Lindzen and B. Farrell (1980). The role of polar regions in global climate, and the parameterization of global heat transport. *Mon. Wea. Rev.*, 108, 2064-2079.

3. R.S. Lindzen (1993) Climate dynamics and global change. *Ann. Rev. Fl. Mech.*, 26, 353-378.
4. R.S. Lindzen, M.-D. Chou, A.Y. Hou, Does the Earth have an adaptive infrared iris? *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 82(3), 417–432 (2001).
5. Lindzen, R.S. (2020) On Climate Sensitivity, <https://co2coalition.org/wp-content/uploads/2021/08/On-Climate-Sensitivity.pdf>.
6. R.S. Lindzen and Y.-S. Choi: The Iris Effect: a review, *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, <https://doi.org/10.1007/s13143-021-00238-1> (2021).
7. Stone, P. H., 1978: Baroclinic adjustment. *J. Atmos. Sci.*, 35, 561-571.
8. Trenberth, K. E. and J.T. Fasullo (2009), Global warming due to increasing absorbed solar radiation. *Geophys. Res. Lett.*, 36, L07706.
9. W.A. van Wijngaarden and W. Happer (2022) <https://co2coalition.org/wp-content/uploads/2022/03/Infrared-Forcing-by-Greenhouse-Gases-2019-Revised-3-7-2022.pdf>.

A Globális Felmelegedéspolitikai Alapítványról

Az emberek természetesen aggódnak a környezet miatt, és olyan környezetpolitikát szeretnének látni, amelyek védik azt, miközben javítják az emberi jólétet; olyan politikát, amely nem árt, hanem használ.

A Globális Felmelegedéspolitikai Alapítvány (Global Warming Policy Foundation, GWPF) elkötelezetten gyakorlati környezetpolitika-irányú. Célunk, hogy szigorú kutatásokkal és elemzésekkel emeljük a tanulás és a megértés színvonalát, hogy elősegítsük az érdeklődő közvélemény és a döntéshozók közötti kiegyensúlyozott vitát.

Célunk, hogy olyan oktatási platformot hozzunk létre, amelyen közös alapokat lehet kialakítani, segítve a polarizáció és a pártosodás leküzdését. Célunk a vita, a tisztelet és a tudáséhség kultúrájának előmozdítása.

A GWPF kiadványaiban kifejtett nézetek a szerzők, és nem a GWPF (nem annak ügyvivői, Akadémiai Tanácsadó Testület-tagjai, igazgatói) nézetei.