

BESZÉLJENEK AZ ADATOK!

GEOFIZIKAI ALAPÚ KLÍMALEKÉPEZÉS

A. J. (GUUS) BERKHOUT
GEOFIZIKUS, PROFESSZOR EMERITUS,
A DELPHI KONZONCIUM KORÁBBI ELNÖKE,
A CLINTEL ELNÖKE



A Geofizikai Tavaszi Szimpóziumon (GSS), a texasi Houstonban 2025. március 6-án elhangzott előadás (A.J. (Guus) Berkhout: Let the data speak - Climate imaging with geophysical knowledge) bővített változatának (<https://clintel.org/wp-content/uploads/2025/03/Guus-Berkhout-Let-the-data-speak-March-2025.pdf>) magyar fordítása. Eredeti előadás: <https://clintel.org/houston-lecture-by-guus-berkhout-let-the-data-speak/>

Tartalom

Bevezetés: Objektív rendszertudományra van sürgősen szükség	4
Klímamodellezés: Beszéljen az elmélet!	8
Klímaleképezés: Beszéljenek az adatok!	12
Következtetés: A politikusokat tartsuk távol a klímatudománytól!	16
Életrajzi áttekintés	18
A Klímaintelligencia (Clintel) Alapítványról	19

Bevezetés:

Objektív rendszertudományra van sürgősen szükség

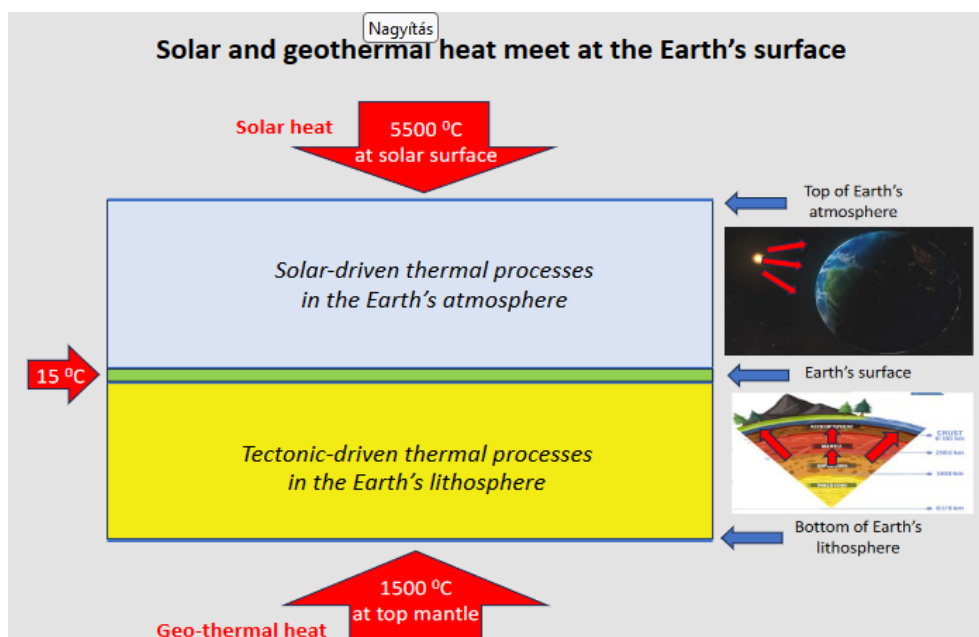
Összetett rendszerek tudományos kutatása egymástól elkülönült tudományos szervezetekben lehetetlen. Ráadásul a tudományos kutatás eredményét sohasem lenne szabad a politika kívánságának alárendelni.

Korunk nagy kérdéseit szemügyre véve azt kell látnunk, hogy a világ kormányai a helyes megoldások megtalálásában kudarcot vallottak. Gondoljunk csak a klímaváltozásra és az energia-átmenetre. A kudarc egyik oka az, hogy e területeken a klímatudomány fősodra alkalmatlan erre a célra. Biztos, hogy nagyon sok tudományos szakterületnek javulnia kell. A tudományos kutatásban eltöltött 60 évem tapasztalata alapján megtanultam, hogy jelentős előrehaladás sokféle, eltérő szakterület eredményeinek összevetéséből születik. Nem csupán egyetlen tudományos diszciplínát alapul véve, hanem egymással érintkező, több területet. E következtetés bizonyára nem hat a meglepetés erejével, hiszen körülöttünk a világ összetett, azaz ezernyi alrendszer van egymással összeköttetésben. Ez azt jelenti, hogy a valóságos világot lehetetlen egyetlen diszciplína alkotórészeivel leírni. Más szavakkal, a valóságos világ egy hatalmas összetett rendszerként működik, így a tudományos kutatást ennek megfelelően kell végezni.

Miután 2016-ban a Delphi konzorciumtól nyugdíjba mentem, kutatásaimat a Föld klímarendszere terén folytattam. Tapasztalt kutatóként megdöbbentő volt látni, hogy a fősodort jelentő klímamodellek nem a valóságos világot írják le, hanem politikai narratívát közvetítenek. 2019 elején Marcel Crok tudományos újságíróval együtt létrehoztam a Clintel (Climate Intelligence, Klímaintelligencia) alapítványt. Az azóta eltelt 6 év során a Clintel a valóságnak megfelelően, tudományos alapon tájékoztatja az embereket a klímatudományról és a klímapolitikától. Efféléről a legtöbben korábban még csak nem is hallottak. Nézetünk kulcsfontosságú a Clintel Éghajlati Világyilatkozata (World Climate Declaration, WCD) foglalja össze, ami szerint nincs klímavészhelyzet. A nyilatkozatot világszerte már csaknem 2000 kutató, mérnök és gazdasági szakember írta alá, közöttük két Nobel-díjas tudós.

E tanulmányban bemutatom, hogy a Föld belsejét kutató geofizika ismereteit hogyan lehet a földfelszín feletti térségre vonatkozó klímatudományi ismeretekkel kombinálni. Az 1. ábrán azt láttatom, hogy a Föld felszíne a napvezérelt természeti folyamatok és a földi litoszféra tektonika-vezérelt természeti folyamatainak találkozási helye. A természeti létfeltételeket e két rendszer együttesen határozza meg.

A klímatudomány fősodra mára mély válságba került. Túl sokat foglalkozott a modellekkel és túl keveset a valósággal. Ennek az lett az eredménye, hogy a valóságot már azelőtt igyekeznek sietősen megérteni, mielőtt megismernék, mi is tulajdonképpen a valóság. És ami a legrosszabb, hogy a fősodorhoz tartozó klímakutatók a klímarendszert egy szűk kulcslyukon át nézegetik.



1. ábra: A Föld légkörében végbemenő, a Nap által vezérelt természeti folyamatok összetalálkoznak a tektonika-vezérelt litoszférabeli folyamatokkal. A földfelszíni életfeltételeket kettő együtt határozza meg.

Ennek az a következménye, hogy a klímamodellek a végletekig leegyszerűsítettek, a vita beszűkült és a hajtóerők politikai jellegűek. Mindig tartasuk szem előtt, hogy a politikusok nagyon vonzódnak az elméleti modellekhez. E modellek révén ugyanis gátlás nélkül csúfolják meg a tudományt azzal, hogy a modellek eredményeit a saját elképzeléseiknek megfelelően igazítják. Nem meglepő, hogy a modelljeik egytől egyig apokaliptikus jövőbeni melegedést mutatnak. Mindennek szerencsétlen következménye a Net Zero klímapolitika és a zöldenergia-projekt. Amennyiben az efféle intézkedéseket és projekteket tovább folytatják, tönkreteszik a nyugati világot. Ennek pedig Kína és Oroszország örülne a legjobban.

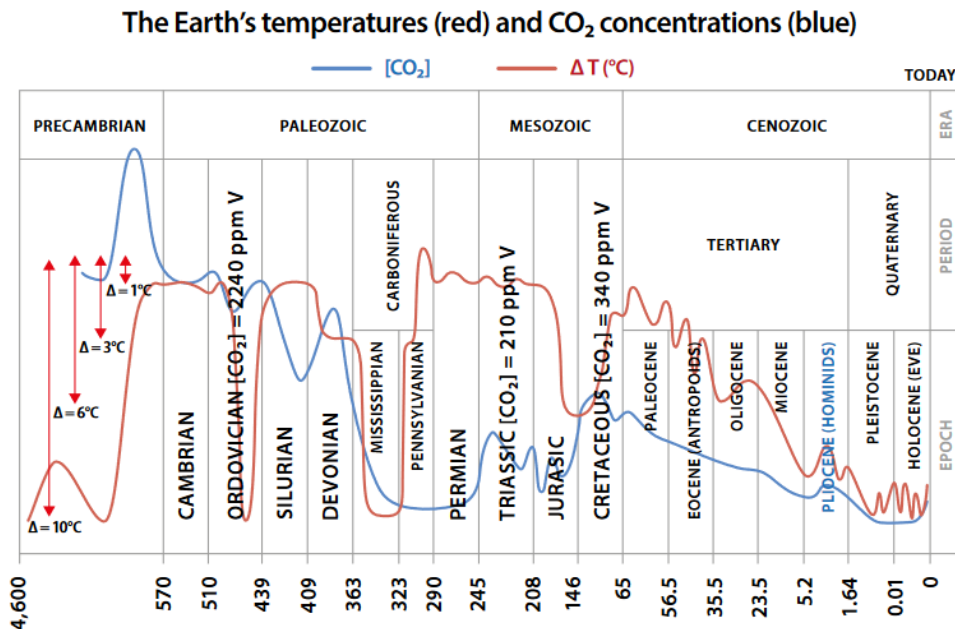
Állítom, hogy ha nagyon összetett rendszerek kutatásával foglalkozunk, pl. a Föld négydimenziós geológiai rendszerével vagy a Föld négydimenziós klímarendszerével, a kutatásnak adatalapúnak kell lennie. Az elméleti modellekre való támaszkodással szemben a valóságos mérések vezetnek csak átfogó ismeretekhez. Nem elég kulcslyukon át nézegetni a mai történéseket, hanem – az ajtót kitarva – figyelembe kell venni a történelmi adatokat is. Ne feledjük, hogy a klímaadatok sok millió évre visszamenően megőrződnek a *geológiai* archívumban.

A 2. ábrából az látható, hogy a földi éghajlata az utóbbi 570 millió év alatt számos meleg és hűvös periódust élt át. Az is észrevehető, hogy földtörténeti léptékben ma éppen minimuma van a CO₂-szintnek. Kéretik figyelembe venni, hogy 150 ppm alatt a földi élet elpusztul, mert a növények kihalnak. Hatalmas pénzeket költeni arra, hogy üres gázmezőkben CO₂-t tároljunk, tudományos értelemben botorság, gazdaságilag pedig szörnyen veszteséges.

Érdekes *geofizikai* példa, hogy az El Niño és a La Niña jelenségek lehetséges, hogy nem is légköri eredetűek, hanem a földkéreg tektonikailag vezérelt természetes folyamatainak megnyilvánulásai. Sokkal jobban kellene ismernünk az óceánok aljzatát.

Szerintem a geofizikusok gazdag tudományos ismerete és az általuk képviselt – az ostobaságot elkerülni akaró – hozzáállás nagy segítséget jelentene a fősodorhoz tartozó klímatudomány jelenlegi válságának a megoldásában. Ez az egyedi kombináció nagy

segítségét jelenthetne a fősodorbeli klímamodellek alapvető hibái egy részének kijavításához. Joggal remélhetjük, hogy a földi éghajlat jobb megértése jelentősen átforgalmazná a mai klíma- és energiapolitikát. Ne feledjük, hogy a fizika és a gazdaságtudomány korrekt ismeretein alapuló energia-átmenet elengedhetetlen előfeltétele a nyugati világ prosperitása folytatódásának.



2. ábra: A geológiai archívum (a legutóbbi 570 millió év üledékes-, palaeontológiai- és oxigénizotóp-adatainak együttese) feltárja, hogy a Föld éghajlata számos meleg és hideg időszakból állt. Az is látható, a mai CO₂-szint történelmi mélyponton van.

A leképezés (a „képalkotás”, a magyar szaknyelvben inkább az első honos) a sokdimenziós mérések átalakítása a vizsgálat tárgyát képező rendszer 3D képévé. Gondoljunk az egészségügyre, ahol orvosi képalkotó eljárások sokasága, pl. CT és MRI ad információt az emberi test belső részeinek állapotáról. A mérések különféle időpontokban való megismétlésével jutunk a 4D képhez.

Gyakran halljuk a klímamodellezőktől, hogy meg kell bízunk a modelljeikben, „mert csak egyetlen Földünk van, és a Földrendszer változásait egyedül a modelleken keresztül lehet megismerni.” Ez hamis állítás. A 4D geofizikai leképezés például egy jól bevált non-invazív eljárás, ami információt nyújt a Föld geológiai rendszeréről, tér- és időtartományban. A klímára alkalmazott 4D képalkotás (a 4D klímaleképezés) ugyanezt a szerepet töltheti be: térben és időben vizsgálható általa a Föld éghajlata.

Ne feledjük: a leképezéshez nem kell értenünk a kutatott rendszeren belül lejátszódó összetett mechanizmust. Következésképp, a 4D képekből származó ismeret alapvető fontosságú a gyors döntéshozatalban, amikor a döntéshozóknak nincs idejük megvárni, hogy a megbízható tudományos modellek elkészüljenek. Más szavakkal: összetett valóságos világunkban általában nincs idő kivárni, hogy már a cselekvés előtt elérhető legyen az igazi tudományos magyarázat. A valóságban bölcsőbb a döntést nagypontosságú leképezésekre alapozni, mint éretlen elméleti modellekre. Tehát a maga bizonyosságaival és bizonytalanságaival együtt a leképezés a

mérnökök és a közgazdászok számára tipikus munkakörnyezetté vált. Azt remélem, hogy a klímaleképezés forradalmat indít el a klímapolitikában. Nem is kell külön hangsúlyozni, mekkora szükség lenne erre.

A következőkben áttekintem a klímamodelllezés és a klímaleképezés alapjellemzőit, amelyek egyébként a felszín alatti térséget kutató geofizikában a mindennapos gyakorlat részét alkotják.

Klímamodellezés: Beszéljen az elmélet!

A klímarendszer rendkívül összetett. A fősodorhoz tartozó modellek túlságosan leegyszerűsítők, ezért a modellezési eredmények messze nem a valóságos világot jelenítik meg. Ez olyan klímapolitikához vezetett, amely a klímára hatástalan, ugyanakkor rendkívüli veszélyt jelent a nyugati világ gazdaságai számára.

A klímamodellezésben néhány csatolt elméleti összefüggésből indulunk ki. Pszeudoméréseket generálva diszkrétizáljuk, és megoldjuk a csatolt differenciálegyenleteket. E folyamatot általában numerikus szimuláció néven emlegetik. Tehát a modellezéssel megpróbáljuk rekonstruálni az elméleti összefüggések által azt, amit a valóságos világban észlelünk. Komplex rendszerek esetén, pl. a földi klímarendszerben a modellezés óriási tudományos kihívást jelent.

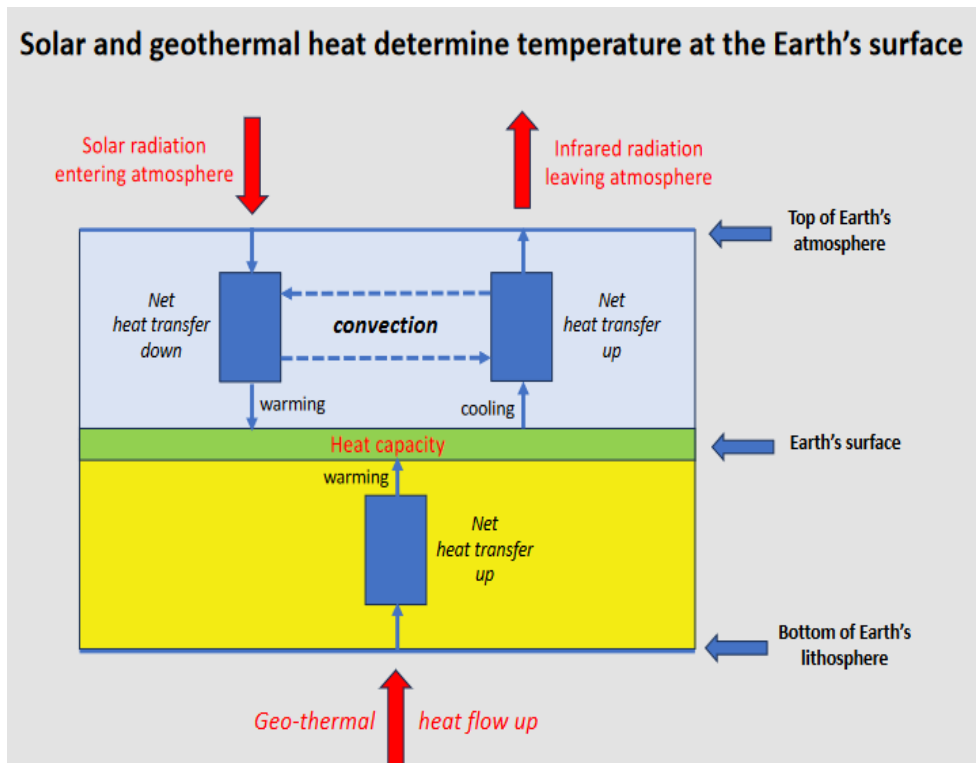
A 3. ábra vázlatosan mutatja, hogy az úrból bejövő napsugárzás a légkörön keresztül a Föld gömbszerű felszínére jut. A numerikus sugárzási folyamat eredménye megadja, hogyan világítja meg a Nap a földfelszínt. A folyamat során az aeroszolok és a felhőzet révén visszaverődések és elnyelődések is lejátszódnak. Tekintettel a földfelszín hőkapacitási tulajdonságaira, a bejövő napenergia elnyelődése a felszín *felmelegedéséhez* vezet.

Ezután a felmelegedett felszín minden rácspontja infravörös sugárzási forrássá válik. E másodlagos források infravörös energiája felfelé sugárzódva jut vissza a világűrbe. A kimenő nettó infravörös sugárzás miatt a felszín lehűl. Az aeroszoloknak és a felhőzetnek tulajdoníthatóan visszaverődés és elnyelődés a felfelé történő sugárzáskor is történik. A felfelé haladó infravörös sugárzás egy része üvegházhatású gázok, pl. a széndioxid (CO_2) által is, de különösen a vízgőz (H_2O) révén nyelődik el.

Globális felmelegedés van, amennyiben a nettó bejövő napsugárzás nagyobb, mint a nettó kimenő infravörös sugárzás. Vegyük észre, hogy bejövő napenergia és a kimenő infravörös energia szabályozásában az aeroszolok és a felhőzet a meghatározók.

Ne feledjük, hogy ez csak a sugárzási történet. Egyidejűleg hőátadás konvekció révén is végbemegy. Ráadásul a H_2O fázisátalakulásai (jégből vízzé és vízgőzzé, illetve a folyamat fordítottja) melegítő és hűtő hatást is kifejtenek. Vegyük észre, hogy az

összes említett fizikai folyamat egymással összekapcsolódik. Mindezen folyamatok közepette a légkör földköpeny-eredetű geotermikus fűtése is folyik.



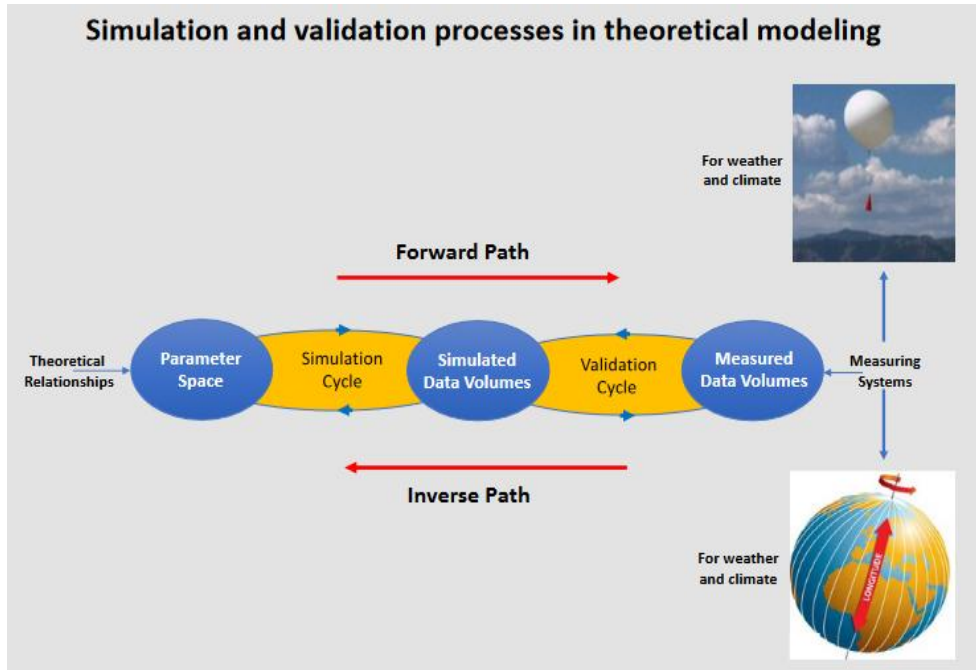
3. ábra: A klímamodellekben az űrből érkező napsugárzás numerikusan terjed a légkörön át a gömbszerű fölfelszín felé. A nettó bejövő napenergia elnyelése melegebb felületet eredményez. Ezután a felmelegedett felület infravörös hőforrásként működik, és energiát sugároz vissza az űrbe. Ez az infravörös sugárzás hidegebb felülethez vezet. Ezen légköri folyamatokon felül hat a forró köpenyből származó geotermikus felmelegedés.

Az eddigieket összegezve, remélem, sikerült tisztáznom, hogy a 4D klímamodellézési folyamat csodálatos tudományos kihívás. Azt állítani, hogy „a tudományos háttér tisztázott”, politikai fikció és tudományosan értelmezhetetlen. Vajon miért hallgat erről az akadémiai világ?

Ezután, hipotézisek és algoritmusok speciális kiválasztásával, a komplex szimulációt kritikai validációs folyamat követi. A validáció során a modellparamétereket úgy optimalizálják, hogy a szimulált és a valóságos mérés közötti különbség (az ún. reziduál) a lehető legkisebb legyen. Az optimalizált modellparaméterektől elvárjuk, hogy konkrét fizikai jelentéssel rendelkezzenek, és a reziduál kicsiny legyen. Semmi meglepő nincs abban, hogy a klímamodellézésben a szimuláció és a validáció is távol áll attól, hogy tisztázottnak lehessen tekinteni.

A 4. ábrán a szimuláció és a validáció két ciklusos iterációs folyamatként van bemutatva, együttesen lemniszkátát formálva. Balról jobbra haladva, a szimulációs ciklus nem csak a szimulált mérést adja meg, hanem a hipotézis és az algoritmusok érzékenységről is információt szolgáltat. Majd a validációs ciklusban nem csupán a szimulált és a valóságos mérés közötti különbség lesz minimális, de optimalizált

modellparamétereket kell szolgáltatnia és a paraméterek statisztikai szignifikanciáját is ki kell elégítenie.



4. ábra: Az éghajlati modellezés iterációs folyamatokat foglal magában, két összekapcsolt cikluson keresztül. A szimulációs ciklusban balról jobbra haladva a mérések numerikusan generálódnak. A validációs ciklusban a rendszerparamétereket úgy optimalizálják, hogy a modellezett világ hasonlítson a valóságos világra.

Különleges mérési rendszerekben gyakran megkövetelik az elméleti modell validációját is. Gondoljunk például a Nagy Hadronütköztetőre, ami megerősítette a Higgs bozon létezését. Amint már Albert Einstein megmondta: „Akármennyi kísérletet végezhetek, nem kapok végleges bizonyítékot arra, hogy igazam van, de az, hogy nincs igazam, egyetlen kísérlettel is bebizonyítható.”

Tartsuk észben, hogy a modelleredmények az elméleti előfeltevéstől és a modellező által belevitt számítási egyszerűsítésektől függenek. A modellező kutatóknak értékelniük kell hipotéziseik érzékenységét, és mennyiségi meghatározást kell adniuk a numerikus egyszerűsítések modelleredményekre gyakorolt hatásáról. Ha ezeket közvetlenül nem tárják fel, a modellezésnek csekély tudományos értéke van, és a modelleredmények a gyakorlatban kevéssé alkalmazhatók. Szerencsétlenség, hogy e tudományos információ a fősodorhoz tartozó klímanarratívából teljességgel hiányzik.

A nagyon hatásos fősodorbeli hipotézisekre jó példa a klímodellekben alkalmazott pozitív visszacsatolás. A CO₂ melegedést okoz, ami a hipotézis szerint még több légköri vízgőztartalmat jelent, ami tovább fokozza a melegedést. Ez vezet aztán arra a következtetésre, hogy a CO₂-nek jelentős hatása van a melegedésre. Magyarázatot adhat arra, hogy a fősodorbeli klímodellek miért eredményeznek ijesztően magas hőmérsékletemelkedést a növekvő CO₂-koncentráció hatására.



5. ábra: Az afféle klímaaktivisták, mint António Guterres és a tinédzser Greta Thunberg, merészen jósolgatnak sohanapján bekövetkező katasztrófákat

A klímaijesztgetés narratívája a magyarázat arra is, hogy olyan befolyásos klímaaktivisták, mint António Guterres, Al Gore, John Kerry és a tinédzser Greta Thunberg miért jövendölnek soha be nem következő klímakatasztrófákat. Az 5. ábra félelemkeltő állításokra mutat példákat. Nagyon hosszú listája van azoknak az apokalipszist jósoló határidőknek, amelyek már időközben bekövetkeztek, de a megjósolt katasztrófák egytől-egyik elmaradtak.

Amint említettem, a tudományos haladás számára a legnagyobb veszélyt az jelenti, ha a tudományos kutatás és a politikai döntéshozatal túlságosan összefonódik. Mindezt könnyen érthetővé válik, ha arra gondolunk, hogy a kutatók és a döntéshozók motivációja alapvetően eltérő. A kutatók szeretik, ha a szimulált értékek és a tényleges mérések között vannak eltérések, ez ugyanis lehetőséget ad számukra elméleti ismereteik bővítésére. A döntéshozók viszont utálják az efféle különbségeket, mert zavarják kedvenc modelljük alkalmazását. Nagy a kísértés bennük, hogy inkább a kellemetlen mérési eredményeket korrigálják ahelyett, hogy a modellt fejlesztenék tovább, sőt ami még rosszabb: a mérési eredményeket figyelmen kívül hagyják.

A következőkben azt magyarázom el, hogy a klímaleképezés a kutatóknak és a döntéshozóknak egyaránt lehetőséget ad az olyan információk hasznosítására, amelyek nem valamilyen elméleten, hanem méréseken alapulnak. Különösen az összetett rendszerekben mutatja a gyakorlat, hogy a döntéshozóknak helyénvalóbb lenne a leképezés gazdagságára, mint a gyenge modellekre hagyatkozniuk. Ezt mondatja a Föld mélyét kutató geofizikusok élettapasztalata.

Klímaleképezés: Beszéljenek az adatok!

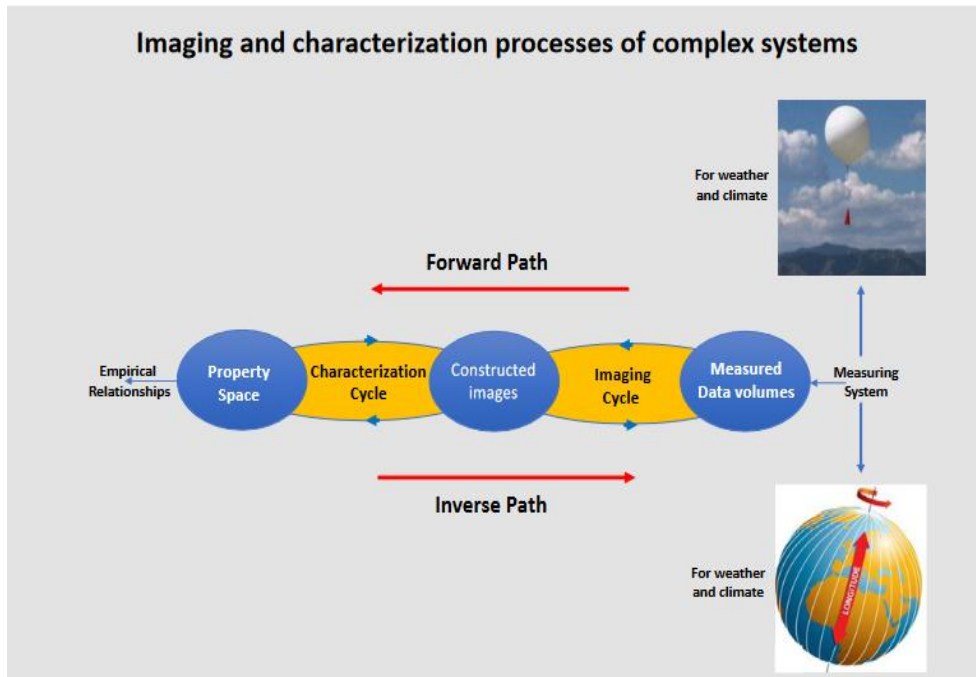
A klímaleképezés (klíma-képalkotás, klímakép-alkotás) nem elméleti összefüggéseken, hanem műszeres mérések eredményein alapul. A mérések eredendően magukban foglalják azt, hogy a Föld gömbszerű, a földfelszín fölött összetett légkör, a felszín alatt összetett geológia található, a Föld forog a ferde tengelye körül, és kering a Nap körül. A mérések olyan tulajdonságokra is kiterjednek, amelyekkel nem is vagyunk tisztában.

A leképezés a modellezés ellentéte. A leképezésben nem foglalkozunk elméleti összefüggésekkel, és nem végzünk mérési szimulációt a számítógép segítségével, hanem valóságos méréseket végzünk (aminek a neve gyakorta „távérzékelés”). A számítógépet mindössze a mérési eredmények átalakítására használjuk jól strukturált grafikus képpé. A klímaleképezésben tehát egyáltalán nincs szimuláció, hanem olyan mennyiségeket mérünk, mint a hőátadás. Ha például megmérjük a *felfelé* haladó infravörös sugárzási teret vízléggömbök (víztartalmú időjárási ballonok) és műholdak révén, becslést tehetünk a Föld felszínének hőmérsékletére. Ráadásul, ha a vízléggömbökkel és műholdakkal megmérjük a *lefelé* irányuló napsugárzást, a képi ábrázolás becslést ad a földfelszín hőkapacitására.

Bizonyára többen észrevették már a klímaleképezés és a szeizmikus leképezés közötti funkcionális hasonlóságot. A földfelszín Nap általi természetes megvilágítása például ugyanazt a szerepet játssza, mint a szénhidrogén-tároló szeizmikus források általi mesterséges megvilágítása. A választ mindkét esetben egy felfelé irányuló hullámtér reprezentálja. Ez a felfelé haladó hullámtér információt szolgáltat a kutatás tárgyáról. A földfelszíne fölötti ballonmérések – nevezzük őket vertikális klímaszelvényezésnek (Vertical Climate Profiling, azaz VCP-mérések) – ugyanazt a funkcionális szerepet töltik be, mint a földfelszín alatti vertikális szeizmikus szelvényezési mérések (Vertical Seismic Profiling, azaz VSP-mérések). A jobb képalkotás érdekében léggömbök együttesével rengeteg adatot lehet begyűjteni.

A klímaleképezés során olyan jó minőségű mérőműszerekre van szükség, amelyek ezeket a hőtranszportokat térben és időben is pontosan tudják mérni. A leképezéssel foglalkozó kutatók a műszerfejlesztők elsődleges ügyfelei. Gondoljunk csak a látványos mikroszkóp- és távcsőfejlesztésekre. Ilyen például a legújabb James Webb Űrteleszkóp a korai Univerzumban kialakult első galaxisok megtalálására. Gondolhatunk az időjárás- és környezetfigyeléshez legújabban alkalmazott Geostacionárius Működési Környezet Műholdra (GOES-T) is.

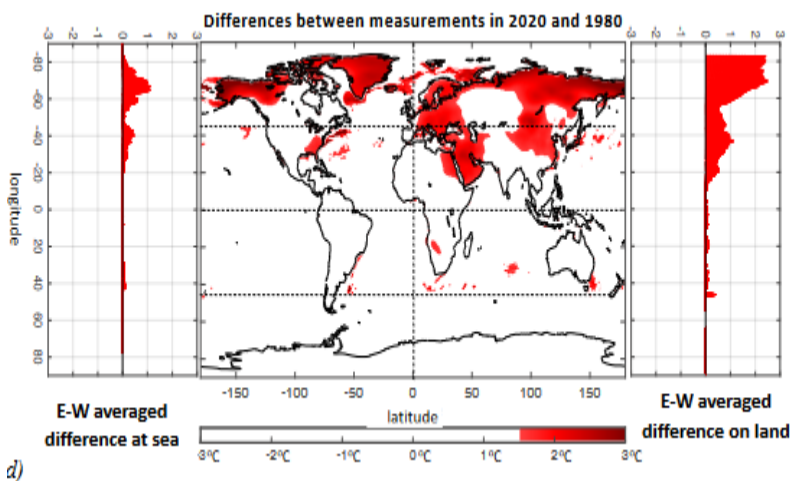
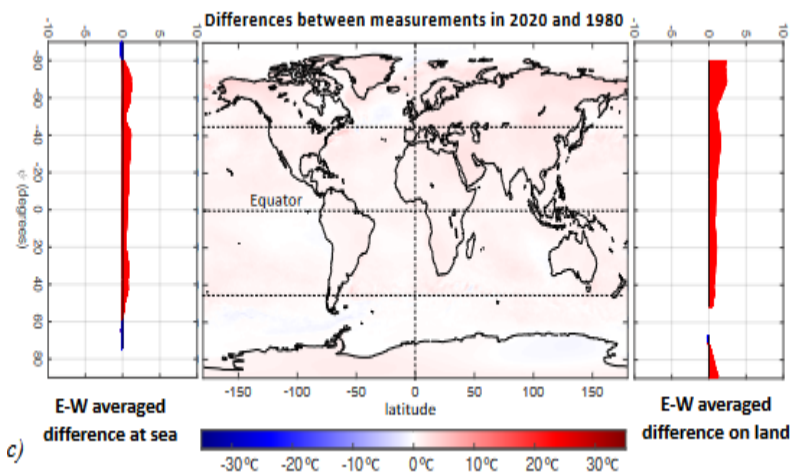
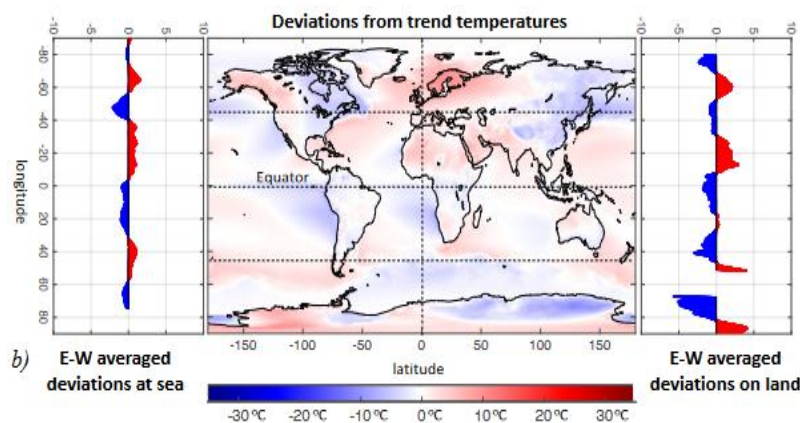
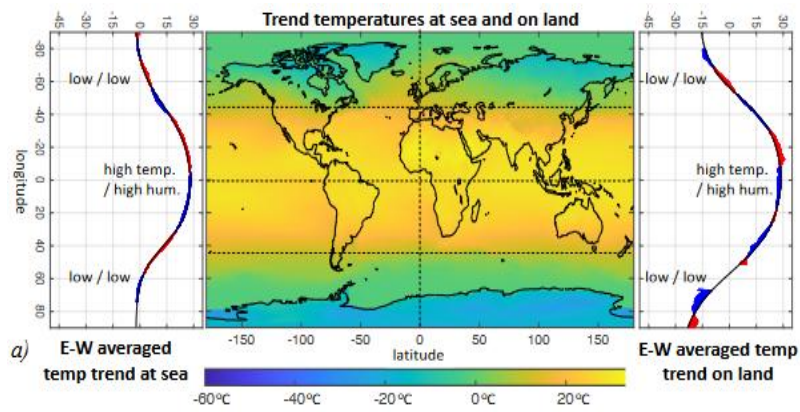
De gondolhatunk a Delphi konzorciumra is, ahol a Delphi akvizíciós projektben teljesítették a Delphi leképezési projekt igényeit. Az egyik érdekes eredmény a szimultán forrásoknak is nevezett ún. vegyes akvizíciós koncepció volt.



6. ábra: A klímaleképezés iteratív folyamatokat is magában foglal két összekapcsolt cikluson keresztül. Jobbról balra haladva a leképezési ciklusban a mérések numerikusan képpé alakulnak. A jellemzési ciklusban megbecsülik az olyan tulajdonságokat, mint a minták, attribútumok és empirikus kapcsolatok.

A 6. ábra azt mutatja, hogy a klímaleképezés is két összekapcsolt cikluson keresztüli iterációs folyamatot foglal magában. A képalkotási folyamat a diagram jobb oldalán kezdődik a felfelé és lefelé irányuló mért sugárzási terek kiválasztásával. A következő lépés az, hogy ezekből a sugárzási hullámterekből hőmérsékleti képeket készítsünk térben és időben. Ezek a 4D képek a klímarendszer viselkedését mutatják be a Föld felszínén. A jellemzési ciklusban a képekben olyan tulajdonságokat keresnek, mint minták, attribútumok és empirikus kapcsolatok.

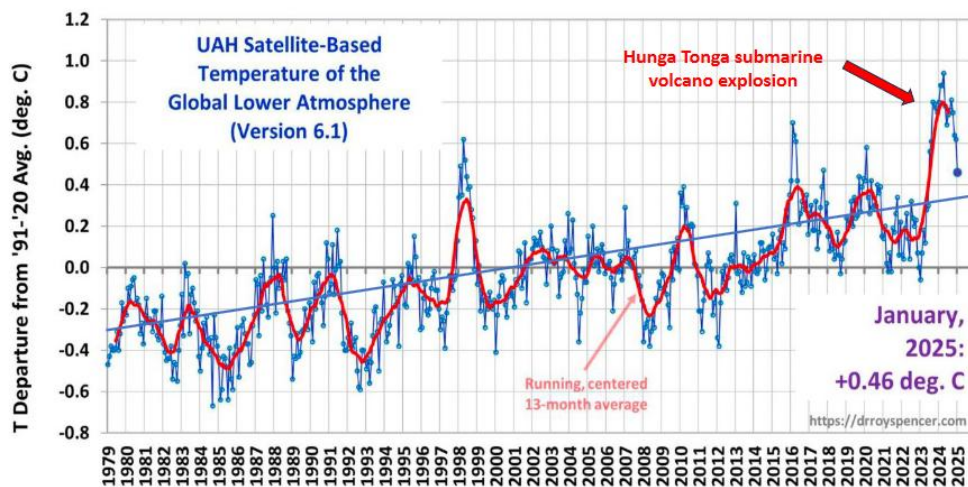
A 7. ábra betekintést ad az általunk készített leképezési eredményekbe: a klímaképekbe. A klímakép az óceánok és kontinensek feletti légköri hőmérsékletet mutatja az 1980-2020 közötti időszakban. A 7a. ábrán a kelet-nyugati irányban kiátlagolt trendek – a bal és a jobb oldalon látható két görbe – jelentős csökkenést mutatnak, ha az Egyenlítőtől a sarkok felé haladunk. Ez a változás jól leírható egy nagy negatív visszacsatolási tényezővel rendelkező visszacsatolási folyamattal. A 7b. ábrán a trendhőmérséklettől való eltérések láthatók, a 7c. ábra a 2020-as és 1980-as hőmérsékletek közötti különbséget mutatja, a 7d. ábra pedig megismétli a 7c. ábrát, és csak azokat a területeket jeleníti meg, ahol a teljes felmelegedés +1,50 fok felett van.



7. ábra: (a) A hőmérsékleti trend alakulása 1980 és 2020 között, kétoldalt a K-Ny irányban átlagolt trendekkel a tengeren (bal oldalon) és a szárazföldön (jobb oldalon); (b) eltérések a hőmérsékleti trendtől, kétoldalt a K-Ny irányban átlagolt trendekkel a tengeren (bal oldalon) és a szárazföldön (jobb oldalon); (c) a 2020-as és az 1980-as mérések közötti különbség, kétoldalt a K-Ny irányban átlagolt trendekkel a tengeren (bal oldalon) és a szárazföldön (jobb oldalon); (d) ugyanaz, mint (c), azzal az eltéréssel, hogy csak a 1,5 foknál nagyobb felmelegedések vannak jelölve.

4D klímaképeink azt mutatják, hogy az időjárási és éghajlati folyamatokban nem a szén-dioxid, hanem a vízgőz a domináns molekula. Ezért a klímaváltozásban a páratartalom a kulcsfontosságú tulajdonság. Egy vízbolygó esetében (a Föld felszínének 71%-a víz) – ez egyáltalán nem meglepő.

A felmelegedésével kapcsolatos riogató viták elsősorban csupán az időfüggvényen alapulnak, ami azt jelenti, hogy az összetett 4D-s képet szimpla 1D-s képpé egyszerűsítik: a $T(x,y,z,t)$ -től $T(t)$ lesz, lásd a 8. ábrát. A fősodorhoz tartozó kutatók ezt az egyszerű 1D hőmérsékleti képet egyetlen tényezővel: a CO_2 -vel magyarázzák. Az egyetlen legegyszerűbb okra való visszavezetés valóban nagyon vonzó lehet. A filozófus Ockham már a 14. században megírta: „A legegyszerűbb magyarázat a legjobb”. Ockham ezzel a kijelentésével azt akarta mondani, hogy ha tetszőlegesen választhatunk különféle olyan modellek között, amelyek mindegyike jól magyarázza a megfigyeléseket, válasszuk azt, amelyik a legkevesebb feltételezéssel él. A 20. században Einstein ugyanezt a következőképpen fogalmazta meg: „Mindent a lehető legegyszerűbbé kell tenni, de annál nem egyszerűbbé.” Az elmúlt évtizedekben láttuk, hogy az egytényezős klímamodell túl primitív ahhoz, hogy képes legyen megmagyarázni a klíma valóságos világát. Miért burkolóznak hallgatásba a tudományos akadémiák?



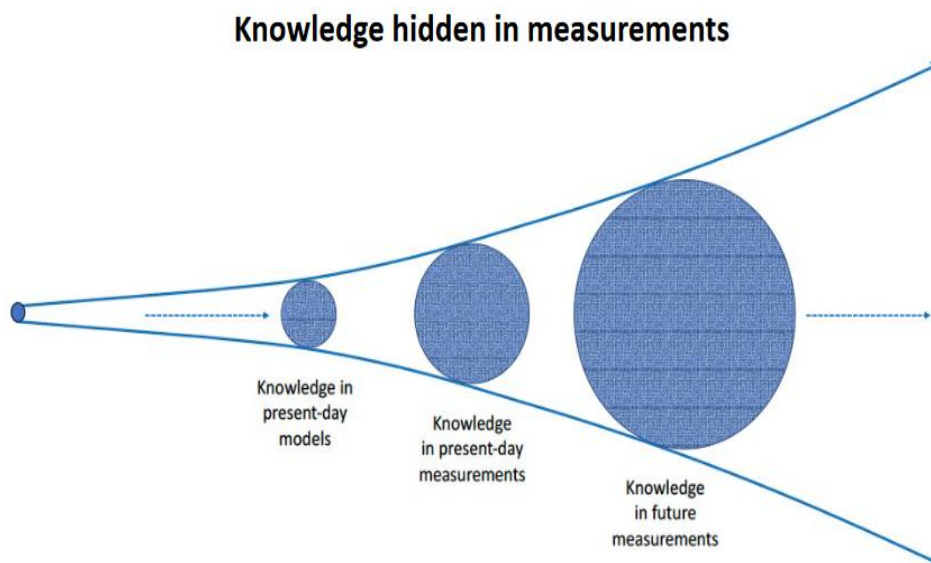
8. ábra: A globális átlaghőmérséklet (GMT) alakulása 1979 és 2025 között. Figyeljük meg, hogy a térre vonatkozó mindenféle információt kiátlagolták (v. ö.: 7. ábra).

Következtetés:

A politikusokat távol kell tartani a klímatudománytól!

A politikavezérelt éghajlati modelleket a földfelszín alatti és a felszín fölötti 4D képeknek kell felváltaniuk. A Föld felszíne feletti és felszín alatti képalapú információk alapján joggal számíthatunk arra, hogy a klímamodellek jelentősen javulnak majd. Ez elvezet a szilárd tudományos-gazdasági alapú energiapolitikához.

Amikor a klímamodellezést és a klímaleképezést (a klíma-képalkotást) összehasonlítjuk, fontos felismerni, hogy egy modell csak olyan ismereteket tartalmaz, amelyekkel már korábban is rendelkezünk. Ezzel szemben a mérések sok olyan ismeretet hozhatnak, amelyek még nincsenek birtokunkban. Vagyis a modellezésben csupán a meglévő ismeretekre építünk, a leképezésben viszont új ismereteket keresünk. A leképezést egy tudományos felfedezőút intelligens kincsvadászatának tekinthetjük. Bonyolult helyzetekben az őszinte kutatók tudatában vannak annak, hogy amit nem tudunk, az sokkal több lehet, mint amit tudunk. Ezért bonyolult helyzetekben a tisztességes kutatók szerények maradnak, és soha nem vetemednének pl. olyan bombasztikus kijelentésekre, hogy „a tudományos háttér tisztázott”.



9. ábra: Az új tudásnak új mérésekből kell származnia. Ha folytatjuk a műszerek és mérési programok fejlesztését, számíthatunk a tudományos adatok robbanásszerű növekedésére.

A 9. ábra azt jelzi, hogy a tudományos adatok mennyisége az elkövetkező évtizedekben drámaian meg fog növekedni. Az ember képessége elégtelen az irdatlan – terabájtnyi – adatmennyiségekben való keresgéléshez. A mesterséges intelligencia (AI) technológia jelenleg folyó fejlesztései nélkülözhetetlenek lesznek ahhoz, hogy segítsék az emberiséget a fent említett tudományos felfedezőúton. Ne feledjük, a mesterséges intelligencia csak a segéd; a vezető szerepet a kutatónak kell betöltenie ezen az úton. És arról se feledkezzünk el, hogy a mesterséges intelligenciával támogatott leképezési-jellemzési folyamat számítása hatalmas mennyiségű energiát igényel. Ebből is kiderül, hogy szélturbinákra és napelemekre alapozva nem lehet virágzó jövőt építeni. A Green (New) Deal, a Zöld (Új) Megállapodás koldusbotra juttat.

A mai szélsőséges időjárási események nagy problémát jelentenek, mivel komoly hatással vannak mindennapi életünkre. Ahhoz, hogy hatékony intézkedéseket vezethessünk be, jobban kell értenünk a bonyolult folyamatok mögött meghúzódó fizikát. Ahogy már kifejtettem, a klímakutatási programok egymástól túlságosan elszigeteltek. Még ennél is aggasztóbb, hogy a politikusok kisiklatták a klímatudományt.

A politikavezérelt klímamodellek szerint a szélsőséges időjárás az éghajlatváltozás következménye, és az éghajlatváltozást mi, emberek okozzuk. Ennek az lett az eredménye, hogy megrekedtünk a félretájékoztató polgárok és egy hibás energiaátmenet szintjén. Sajnos a Net Zero klímapolitika és a zöldenergia-projektek a hatalmas jövedelemforrást jelentenek klímariogatóknak. Minden tőlük telhetőt megtesznek azért, hogy a klímanarratíva fősodrat életben tartsák.

Mondanivalóm lényege, hogy a Föld éghajlati rendszere rendkívül összetett, és az éghajlattudomány nagyon különféle szakterületek tudásintegrációját igényli: „innovációt integrációval”. A még előttem álló években minden tőlem telhetőt megteszek annak érdekében, hogy áthidaljam a szakadékot a forró Nap által vezérelt, földfelszín fölötti természetes folyamatok tudománya, valamint a forró földköpeny által vezérelt felszínalatti természetes folyamatok tudománya között. Ebben a törekvésben a leképezés jelenti a kulcsfontosságú technológiát. Ha egyesítjük a klímakutató- és a geofizikus közösségek tudományos ismereteit és tapasztalatait, továbbá távol tartjuk a politikusokat a tudományos kutatómunkától, nagy szolgálatot tehetünk az emberiségnek.

Remélem, sokan csatlakoznak hozzám ezen az úton. Kérjük, olvassák el a Clintel Éghajlati Világnyilatkozatát, és ha egyetért a tartalmával, írja alá. Kérjük, fontolja meg a Clintel Alapítvány fontos munkájának támogatását.

Hivatkozás:

Véglegesítés alatt áll egy könyvünk; 2025 decemberétől remélhetőleg elérhető lesz: Guus Berkhout és Gerrit Blacquere: A Föld Bolygó klímaleképezése: beszéljenek az adatok (Imaging the Climate of Planet Earth, let the data speak, December 2025).

Vázlatos életrajz

A geoenergia-iparban (Shell, 1964-1976) végzett tudományos karrierjei után Guus Berkhout professzor 1976 és 2008 között a Delft University of Technology (TU Delft) geofizikai és akusztikai képzési tanszékét vezette.

1982-ben megalapította a Delphi konzorciumot egy több projektből álló geofizikai képzési program végrehajtására. 34 éven át dolgozott a Delphi tudományos igazgatójaként. 1998-2001 között tagja volt a Delfti Egyetem Igazgatóságának volt, ahol a tudományos kutatásért és a szellemi tulajdonért volt felelős.

Az elmúlt évtizedek során Guus Berkhout a holland kormány tanácsadója volt a Schipholi repülőtér környezeti problémái kezelésében, az Európai Bizottságnak pedig innovációs ügyekben. 2019-ben társalapítója volt a Climate Intelligence Foundation-nek (Clintel, magyarul: Klímaintelligencia Alapítvány). A Clintel Éghajlati Világnyilatkozatát (WCD) mára csaknem 2000 tudós, köztük két Nobel-díjas írta alá.

Több száz lektorált tudományos cikket írt a közterek hangvezérléséről, valamint a litoszféra felső részének geofizikai leképezéséről.

Prof. Berkhout a Holland Királyi Művészeti és Tudományos Akadémia (KNAW) tagja, a Holland Mérnöki Akadémia (AcTI) érdemes tagja, az Amerikai Kutatási Geofizikusok Társaságának (SEG), valamint az Európai Földtudományi Kutatók és Mérnökök Szövetségének (EAEG) tiszteletbeli tagja.

A holland társadalomnak nyújtott kivételes szolgálatai elismeréseként megkapta az „Officier in de Orde van Oranje-Nassau” királyi kitüntetést.



A Klímaintelligencia (Clintel) Alapítványról

A Clintel Alapítvány amszterdami (Hollandia) székhelyű agytröszt; 2019-ben alapította Guus Berkhout holland emeritus professzor és Marcel Crok tudományos szakíró.

A Clintel klímatudományi és klímapolitikai figyelő szervezetként működik. Az első évében útjára indította az Éghajlati Világnyilatkozatot, amely kimondta, hogy „nincs klímavészhelyzet”. E nyilatkozatot mára csaknem 2000 tudós és szakértő írta alá. köztük két Nobel-díjas.

A Clintel könyv alakban kritikát adott ki az IPCC legújabb jelentéséről, „The Frozen Climate Views of the IPCC” (Az IPCC befagyott klímáfelfogása) címmel. A Clintel részt vesz a 2024-es „Climate: The Movie” (Klímmozi) című klímadokumentumfilm promóciójában és terjesztésében.

A Clintel kormányoktól és az ipartól független. Adományozóik magánszemélyek és kisvállalatok a világ minden tájáról. A Clintel az Egyesült Államokban „501(c)3”.

Munkánk támogatásához kérjük, látogasson el a clintel.org/donate oldalra.

További információért látogasson el a clintel.org weboldalra, vagy lépjen kapcsolatba a szerzővel: guus.berkhout@clintel.org

Magyar fordítás: Szarka László Csaba, lektorálás: Bársony István
(Professzorok Batthyány Köre energia-munkacsoport, <https://pbk.info.hu/energetika-es-klimapolitika/>)

2025. március 11.