

Modellekről, amelyek alkalmatlanok a klímafolyamatok leírására – a CO₂ lenne a globális hőmérséklet titkos vezérlőgombja?

A konszenzussal elfogadottnak hazudott klímavédelemi politika szerint a globális felmelegedést az emberi tevékenységgel összefüggő (antropogén) széndioxid kibocsátás okozza. Ezt a téves állítást az ún. klímamodellek szimulációs eredményeivel próbálják igazolni. Ezzel az áltudományos játszadozással semmi gond sem lenne, de erre a hamis állításra épül az energiatermelés dekarbonizációja, és ezzel az energiaellátás biztonságának veszélyeztetése. E folyamat elérkezett arra a határmezsgyére, hogy az „élenjáró” országokban egyre szaporodnak az ebből eredő áramellátási gondok (USA, Anglia, Németország, Ausztrália).

Az alábbiakban **Willis Eschenbach** amerikai fizikus cikke alapján érdekesítő módon tájékozódhatunk az „ilyen és olyan modellekről”, azok hasznosságáról és alkalmatlanságáról, a klímamodellekre fókuszálva. A cikk nem könnyen emészthető. Az itteni ismertetés a rövidített német fordítás alapján készült, további rövidítésekkel. Ezért, akinek módjában áll, érdemes a német változatot¹, még inkább az eredeti angol változatot² is elolvasni.

A szerző hiteles véleményében nem kételkedhetünk, mivel - amint írja – már korán összebarátkozott a számítógépekkel, számos jelentős modellezési munkában részt vett, és már akkor foglalkozott a tőzsdei piacok modellezésével, amikor a legtöbb ember erről még nem is hallott. Erről így tájékoztat:

Aki írásaimat olvasta, az tudhatja, hogy messze vagyok attól, hogy szeressem a számítógépes klímamodelleket. Valaki megkérdezett, hogy mi bajom van a számítógépes modellekkel? Miért nem bízok a modellekben, amikor ők szinte mindenre használják azokat?

Nos, ezen a területen egész életem során szerzett tapasztalataim alapján néhány dolog felől biztosíthatom önöket a **számítógépes klímamodellek**, de általában a számítógépes modellek felől. Íme néhány rövid összefoglalás:

- Egy számítógépes modell nem egyéb, mint fizikai megjelenése azon személy meggyőződésének, feltételezéseinek, téves ideáinak, félreértéseinek, aki a modellt megalkotta (a programot írta). Mindennek, amit a számítógép végez, ezeket a meggyőződéseket és félreértéseket hihetőkné és megfontoltnak **kell láttatni**. Oh, és milyen gyorsan vétenek hibákat. Ezt én is már többször megéltem.
- A számítógépes klímamodellek a modelleknek olyan osztályába tartoznak, amelyeket **„iteratív” modelleknek** nevezzük. Egy időlépéshez tartozó eredményeik a következő időlépéshez tartozó számítások bemenő adatait képezik. Ezáltal e modellek notórikusan bizonytalanok, instabilok és belengésekre hajlamosak. Ezért normál esetben mesterségesen korlátozni kell az érvényességi tartományokat.

¹ EIKE Willis Eschenbach: Es gibt solche Modelle und solche Modelle

² <https://wattsupwiththat.com/2021/03/12/there-are-climate-models-and-there-are-climate-models/>

- Mindenki igazolhatja, aki pl. tőzsdei részvénytársasági modellekkel foglalkozott, hogy a múltbeli folyamatokat abszolút hibamentesen képesek reprodukálni, de nagy valószínűséggel **teljesen hibás előrejelzést adnak a jövőre nézve**. Ezt én is megélttem.

- Tényként kell kezelni, ha egy klímamodell a múltbeli klímaváltozást akár perfekt módon képes leírni, **NEM** jelenti egyúttal azt, hogy a valóságnak pontos bemutatása, és **NEM jelenti, hogy a jövő előrejelzésére képes**.

- Az időjárás és a klíma **kaotikus rendszerek**, amiért notórikusan nehezen modellezhetők, akár rövid időperiódusokra is. Ezért tapasztaljuk azt, hogy a jövőbeni előrejelzések (pl. egy forgószél útvonala) nem folytonos vonal (pálya), hanem egyre jobban széttartó mező („tölcsér”).

- Az informatikának egy speciális ága van, amelyet V&V-nek rövidítünk, ami alatt a **verifikációt és validációt** értjük. Ezek az eljárások arra szolgálnak, hogy alkalmazásukkal bizonyosságot szerezzünk arról, hogy az elkészült szoftver alkalmas arra a feladatra, amilyen célból elkészült. Az interneten a precíz definíciók megtalálhatók. (A hivatkozott cikkek is röviden tartalmazzák). A klímamodelleknél, már a cél megfogalmazása is problematikus.

- Egy átlagos lift vezérlési programjának a V&V eljárása összetettebb, mint a klímamodelleké. Ha viszont egy számítógépes modellt nem vetnek alá kellően kiterjedt és szigorú V&V eljárásnak, akkor **nincsen bizonyíték arra, hogy a modell a valóságnak megfelel**. Mi egy Marsszondát elvesztettünk, mert valaki egy számszerű értéket a programban nem számított át metrikus mértékegységre. Pedig tudjuk, hogy a NASA-nál a programokat rendkívül alapos és kiterjedt V&V-nek vetik alá.

- A számítógépes modellezők - engem is néha beleértve – azon ellenállhatatlan elvárással élnek, mely szerint **a valós világot felválthatják a modellvilággal**. Ilyeneket mondanak: mi bebizonyítottuk a mi modellünkkel, hogy az X klímajelenséget az Y hajtóerő működteti. Sajnos a modellezők ezzel nem csak magukat tévesztik meg ebben a témakörben.

- Minél több **beállítandó paramétert** tartalmaz egy modell, annál kisebb a valószínűsége annak, hogy a modell a valóságot pontosan leképezi. A klímamodellek több tucatnyi ilyen paraméterrel rendelkeznek. A hivatkozott cikkek táblázatosan 25 ilyen paramétert fel is sorolnak. De mi a probléma a modell-paraméterekkel? Egy megtörtént esettel megvilágítható, amely a **Freeman Dyson** híres fizikus és a még híresebb **Enrico Fermivel** történt. Amint Freeman Dyson elmesélte:

1953 tavaszán óriási erőfeszítésekkel meghatároztuk a Meson-proton szórás gráfjait. Örömmel konstatáltuk, hogy a számított eredményeink viszonylag jól egyeznek Fermi mérési adataival. Ezért egy találkozási lehetőséget kértem, hogy az eredményeinket megmutassam Ferminek. Büszkén utaztam Ithacából Chicagoba. Fermi alig vetett egy pillantást a gráfokat tartalmazó csomagra, helytel kínált, és udvariasan a feleségem és az akkor újszülött fiunk egészsége felől érdeklődött, aki közben 15 éves lett. Akkor nyugodt és egyenes hangon ismertette az ítéletnek megfelelő véleményét: két út létezik az elméleti fizikában a számítások elvégzésére. **Az egyik út, amelyet én előnyben részesítek, abból áll, hogy a folyamatról először egy világos fizikai képet (elméletet) alkotunk, majd elvégezzük a számításokat.** (Egy ilyen világos és jó elmélet a kvantum-elektrodinamika.) A másik út, hogy

egy precíz és önmagában konzisztens matematikai formalizmust (modellt) hozunk létre. Általában az egyik utat járjuk.

Elkeseredésemben még megkérdeztem Fermit, nincsen meghatva attól, hogy a számítási eredményeink olyan jól egyeznek a mérési eredményeivel? Erre megkérdezte, hogy vajon hány tetszőleges paramétert használtuk a számításainkban? Négyet – válaszoltam. Erre ő: nagyon jól emlékszem a **John von Neumannra** (azaz a magyar Neumann Jánosra), aki a következőt szokta mondani: négy paraméterrel be tudok csomagolni egy elefántot, és öttel hagyom, hogy lerázza a csomagolást. Ezzel a beszélgetésünk véget ért, visszatértem Ithacába és a hallgatóimnak tovább adtam a tanulságot.

- A klíma minden bizonnyal az a **legkomplexebb rendszer**, amelyet az ember modellezni próbál. Nem kevesebb, mint hat nagy alrendszerből áll. És egyik alrendszert sem ismertünk meg még igazán. Ezek: az óceánok, az atmoszféra, a litoszféra, a krioszféra, a bioszféra és az elektroszféra. Csak **pont béli, hiányos és durva méréseink vannak** mindegyikről. Közben mindegyiknek vannak belső ciklusai, mechanizmusai, eseményei, rezonanciái és visszacsatolásai, és egymással is **bonyolult kölcsönös hatáskapcsolatban** vannak. És fontos jelenségeik vannak az **időskálán** a nanoszekundumos és milliós éves időtartományokban, és **térben** a nanométeres tartományoktól az egész planétánkra kiterjedő folyamatokig. **Számos olyan belső és külső hatás érvényesül, amelyeknek a mértékét és a hatásmechanizmusát sem ismerjük.** Ilyen például a napszélnek a bioszférára gyakorolt hatása, hiszen még csak néhány évtizede dolgozunk ezen a projekten. Modelljeink, a valóságos világ komplexitását illetően olyanok, mint a kézműves sablonok. Csak sablonok.

- Akik ezen a területen dolgoznak, tudják, hogy sok esetben a számítógépes futtatások eredményei nem igazolják a programozó elvárásait, meggyőződését, felfogását, hibás ideáit és tévedéseit. De **ezeket a futtatási eredményeket nem teszik közzé**, mert kilépnek a szimuláció elvárt mezőjéből. A szerző bemutat egy ábrát, amely a globális hőmérsékletnek a következő 45 évre vonatkozó prognózisát mutatja be, 414 modell összesen kétezer futtatási eredménye alapján. A modellezett görbefelhő tölcserszerűen széttart, a 45-dik évhez tartozóan a tartomány már meghaladja a 12 °C szélességet. Hát mennyire tudományos értékű az a modellezés, ahol az eredmények ennyire eltérőek? Amikor a széndioxid koncentráció duplázásához tartozó hőmérsékletváltozást (klímaszenzitivitás értékét) 0,5 - 4,5 °C-ra becsülik a különböző szerzők. (Az IPCC tanulmányok átlagolással 3 °C érték mellett áll ki.) Akik azt hiszik, hogy a klímamodellek bármit is bebizonyítanak, vagy megerősítenek az elmúlt 500 év alapján a következő 100 évre nézve, azok a bolondok paradicsomában élnek. Ezeknek a modelleknek a világa nem a valós világ.

Szeretném tisztázni, hogy magam a modellek tucatjait készítettem, és nem vagyok a modellek ellen. Egész életemben modellprogramokat írtam, használtam. **Mert vannak ilyen programok, meg olyan programok.** Egyik oldalon vannak azok a programok, amelyeket tesztelnek és egy alapos és szerteágazó V&V eljárásnak vetik alá, és az eredményeik összehasonlításra kerülnek a modellezett valós világ (folyamat) eredményeivel, és a pontosság kielégítő. Igen, használjuk ezeket a modelleket, pl. szondák navigálására, vagy új repülőgépek szárnyfelületeinek a tervezéséhez.

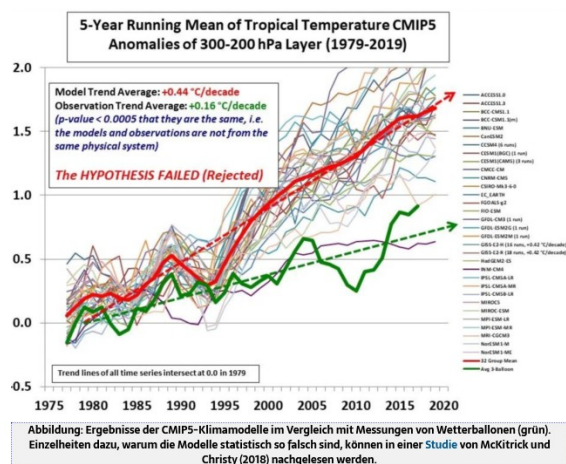
A **klímamodellek** sajnos nem tartoznak ezen modellek osztályába. Hiszen említettük, hogy a nagyszámú klímamodell milyen eltérő eredményeket ad csupán a klíma egyetlen paraméterének előrejelzésére is. Az nem lehet tudományos eredmény semmiképpen, hogy akkor átlagolással egyetlen hőmérséklet görbét veszünk alapul és az egész klímavédelem megalapozásához, annak szerteágazó súlyos velejáróit, következményeit nem mérlegelve.

Végül, mint aki az egész életében számítógépprogramozó volt, nem kívánok ellentmondani annak a véleménynek, hogy „minden modell téves, egyesek mégis hasznosak”. Vegyük például a CDF modelleket, amelyeket a Boeing-mérnökök használnak a Jumbo-Jets szárnyfelületeinek a tervezéséhez, vagy azokra a modellekre gondolok, amelyekkel a felvonóink vezérlését tervezik (a toronyépületek bonyolult rendszereire is gondolva). Gondolja-e valaki, hogy ezek a modellek hibásak? Aki így gondolná, nem ülne repülőgépre és nem szállna be a liftbe. Pedig **ezek a modellek sem egzakt reprodukciói a realitásoknak, de éppen ez az, amit „modellnek” nevezünk** ...és éppen elég igazak ahhoz, hogy az olyan konkrét szituációkban is, amikor életről és halálról van szó, rájuk hagyatkozassunk.

Engedjék meg, hogy e kérdést teljesen világosan megfogalmazzam. A mellett, hogy az igaz modellek abszolúte hasznosak, bizonyosan lehetséges, hogy egy hamis modell is lehet hasznos.

De ha egy modell hamis, és mégis hasznos, akkor **feltétlenül tudnunk kell, hogy MIÉRT hamis**. Ha tudjuk, hogy a program hibás eredménnyel futott le, módunkban áll a hiba kijavítása. De a komplex iteratív klímamodellek esetén, amelyek több tucatnyi paraméterrel rendelkeznek, és amelyeknél egy ciklus eredményei a következő ciklus bemenő adatai, és amelyeknél egy százéves folyamat félórás időlépésekkel történő szimulációja esetén 1,75 millió szimulációs lépésre van szükség, **szinte lehetetlen meghatározni, hogy a szimuláció hol siklott ki**. Pl. egy paraméter volt hibás, amely a 10 000 láb magasságban a hőmérsékletet hivatott megadni? Vagy hibás volt az a paraméter, amelyre bizonyos hónapokban a jégtömbök olvadásának a számításához van szükség? Szinte lehetetlen az ilyen hibák felfedése, ezért ilyen esetekben arra sincsen lehetőség, hogy tanuljunk hibáinkból.

A klímamodelleket addig „szabják”, hogy az elmúlt időszak felmelegedési trendjét igazolják, és ennek az érdekében **a modell-paraméterek értékeit a program futtatása közben is változtatják**. Nem csoda, ha így a modell az elmúlt időszakot „reprodukálni képes”. És ugyanígy érhető el, hogy a globális hőmérséklet modellezett görbéi, és az átlagosnak deklarált görbe (piros színnel) emelkedjen, amint az **alábbi ábrán** látható.



A globális hőmérséklet modellezett és mért függvényei

S mivel ismert, hogy a légköri szén-dioxid koncentráció is egy emelkedő függvény szerint nő, könnyű a kettő közötti szoros korrelációt kimutatni. S íme a „bizonyíték”, hogy a globális hőmérséklet az antropogén szén-dioxid kibocsátás következménye. **Pedig a kettő között nincsen ok-okozati kapcsolat!** Hiszen az ábrán az is látható, hogy **légbalonos mérések** görbéje (zöld színnel) jelentősen eltér a modellezett görbétől. De ha figyelmesen megnézzük az ábrát, látható, hogy egyetlen modellezett függvény jól követi a mért értékeket. Ez az orosz klímamodell szimulációs függvénye, hiszen az ő modelljük nem követi szolgálai módon az IPCC támogatásával kifejlesztett modellt, számos más hatást is figyelembe vesz. Ez külön is tanulságos a klímavédelmi mozgalmak hitelessége szempontjából. Hát igen, amint mondtuk, van ilyen és van olyan modell is.

Egyébként a szerző egyik záró bekezdésében azt írja, hogyha én is azt gondolnám, hogy a szén-dioxid a globális hőmérséklet vezérlőgombja, akkor az általam kidolgozott modell eredményei is ezt a feltételezést tükröznék vissza és verifikálnák. Vajon akkor az éppen elfogadottnak deklarált klímamodellek lennének „bizonyítékai” a reális világnak?

* * *

Szabadjon végül a saját tapasztalataimmal is igazolni a szerző álláspontját és felfogását. Műegyetemi oktatói tevékenységem idején sok tapasztalatra tettünk szert az erőművi berendezések **szabályozási köreinek modellezése** területén. Különösen tanulságos és szakmailag izgalmas a két főberendezéshez, a gőzkazánokhoz és a gőzturbinákhoz tartozó szabályozási körök vizsgálata.

Már a korai időszaktól kezdve több erőműben is un. **szakaszdinamikai méréseket** végeztünk. Az egyes szabályozási körök (frissgőznyomás -, frissgőzhőmérséklet -, dobvízszint szabályozás stb.) szabályozott szakaszai dinamikus modelljeinek mérés útján való meghatározása érdekében. A szabályozott szakaszok un. **átmeneti függvényeit** (bemenő ugrásfüggvényre adott kimeneti válaszfüggvény) regisztráltuk, majd azokat un. grafoanalitikus módszerekkel értékeltük. Ehhez külön **identifikációs kézikönyvet** állítottunk össze.³ E módszerek alkalmazásával közvetlenül a szabályozott szakaszok un. átviteli függvényeit, mint

³ Petz Ernő – Czinder Jenő: Grafoanalitikus szakaszidentifikáció. Budapesti Műszaki Egyetem Továbbképző Intézete. Sorozatszám:5078. Budapest, 1979.

transzformálttartományi **matematikai modelleket** kaptuk eredményül. De hát a szerző fenti gondolatmenete szerint, vajon ezek miféle modellek? Vegyük példaként a frissgőzhőmérséklet szabályozási körét. Ennek feladata a kazánból kilépő frissgőzhőmérséklet állandó értéken tartása, a túlhevítő felületek közé beépített gőzhűtőbe fecskendezett tápvíz módosítása útján. A túlhevítőről, mint szabályozott szakasról viszont (az elméleti modellalkotás alapján) tudjuk, hogy egy elosztottparaméterű berendezés, amely parciális differenciálegyenletekkel írható le. Az említett grafoanalitikus módszer alkalmazásával mi viszont **közelítő lineáris koncentráltparaméterű modellt** kapunk eredményül. Tehát **a modellünk máris eltér a valóságtól** (ahogy a szerző említi: „téves”). De e közelítő modellel sokkal egyszerűbben dolgozhatunk. Az említett átviteli függvényből közvetlenül felépíthető egy analógszámítógépi modell, és így pl. összehasonlítható az erőműben kimért átmeneti függvény a modellezett átmeneti függvénnyel. Tételezzük fel, hogy a túlhevítő dinamikai tulajdonsága egy kéttárolós arányos taggal (másodrendű differenciálegyenlettel) írható le közelítően a grafoanalitikus identifikáció alapján. Ekkor a közelítő modell **három paraméterrel** fog rendelkezni: az arányos átviteli tényezővel és két időállandóval. Hogy a modellünk kellő módon használható (pontos) legyen, következik a **modell finomítása**. Az analóg számítógépen addig finomítjuk a három paraméter értékét, amíg a kimért átmeneti függvény és a modellezett függvény viszonylag jól fedik egymást. Ezzel eljutottunk a célul kitűzött szakaszmodellünkhöz. E modellel a számítógépen felépítjük a szabályozási kört (azaz illesztjük a modellezett szabályozót (esetleg szabályozókat), és vizsgáljuk a zárt szabályozási kör működését, pl. az optimális behangolási értékek meghatározása céljából. Ezek ismerete birtokában visszamegyünk az erőműbe, hogy most már a valóságos szabályozási kör optimális működését is beállítsuk. Kissé bonyolult és fáradságos, de sokoldalú tapasztalataink alapján jól és **eredményesen használható modellezési eljárás**. Pedig több lépcsőben is eltértünk a valóságos technológiai berendezés pontos leírásától. Tudatosan egyszerűbb közelítő modellt alkalmaztunk, a paraméterértékek finomításával viszont jól használhatóvá tettük. Persze a valóság egy kicsit ennél is bonyolultabb, mivel pl. a gőzkazánok szakaszdinamikai tulajdonságai változnak a teljesítmény függvényében, ezért a dinamikai méréseket legalább három teljesítményen kell lefolytatni. Így meghatározhatók a modellek paraméterértékeinek a teljesítmény szerinti változása. Ha e változások jelentősek, akkor un. adaptív szabályozókat kell alkalmazni, amelyeknél a behangolási értékek változnak a kazán teljesítményének a függvényében. Ilyen adaptív gőzhőmérséklet szabályozókat épített be a Hartmann és Braun cég a Dunamenti Hőerőmű 200 MW-os blokkjainál.

Fontos tehát, hogy a modell a célnak megfelelően, kellő pontossággal és eredményesen használható legyen!

A klímamodellekben meg akkor fogunk hinni, ha kísérleti úton felvették az átmeneti függvényeket, és azok értékelésével, vagy más (esetleg statisztikus módszerekkel) meghatározták a modellek paraméterértékeit. Ehhez néhány évezred talán elegendő is lesz. Addig viszont elégedjünk meg egyelőre azzal, hogy a klímamodellek a múltat már képesek leírni.

(Petz Ernő, 2021. 03. 25.)

