

A múlt, a jelen és a jövő klímaváltozásainak geomatematikája, geostatistikája

Szarka László Csaba
geofizikus-mérnök, az MTA rendes tagja
szarka@ggki.hu

MTA Geomatematikai Albizottság
Geomatek mindenkinek c. vitadélutánja
2024. május 29.

BEVEZETŐ GONDOLATOK

Klímatudomány =

fizika + kémia + biológia (asztro-tól a geo-ig, földtudományok) + humántudományok (+ matematika, mindenben). Nincs ember a Földön, aki mindent tud.

Több évtizedes kutatói-tudományszervezői tapasztalataim birtokában igyekszem megismerni a legkülönfélébb szakterületi eredményeket, megérteni a jelenségeket, valamint a talált (vélt) ellentmondásokat feltárni.

Az ideális természettudomány empirikus, objektív és racionális. A geomatematikának, a geostatisztikának kimagasló felelőssége van az adatok megjelenítésében (az empirikus jellegben), az adatok leképezésében (az objektivitásban) és az adatok értelmezésében (a racionalitásban).

A matematika (így a geomatematika és a geostatisztika) eredendően objektív és racionális.

Kérdések:

1. A klímaváltozás terén a geomatematika és a geostatisztika kellően valóságalapú-e?
2. Mit tehetünk a tényalapúság, az elfogulatlanság, és az ésszerűség együttes érvényesítése érdekében?

Tartalom

Saját példák a tényalapú megközelítésről

Néhány típushiba

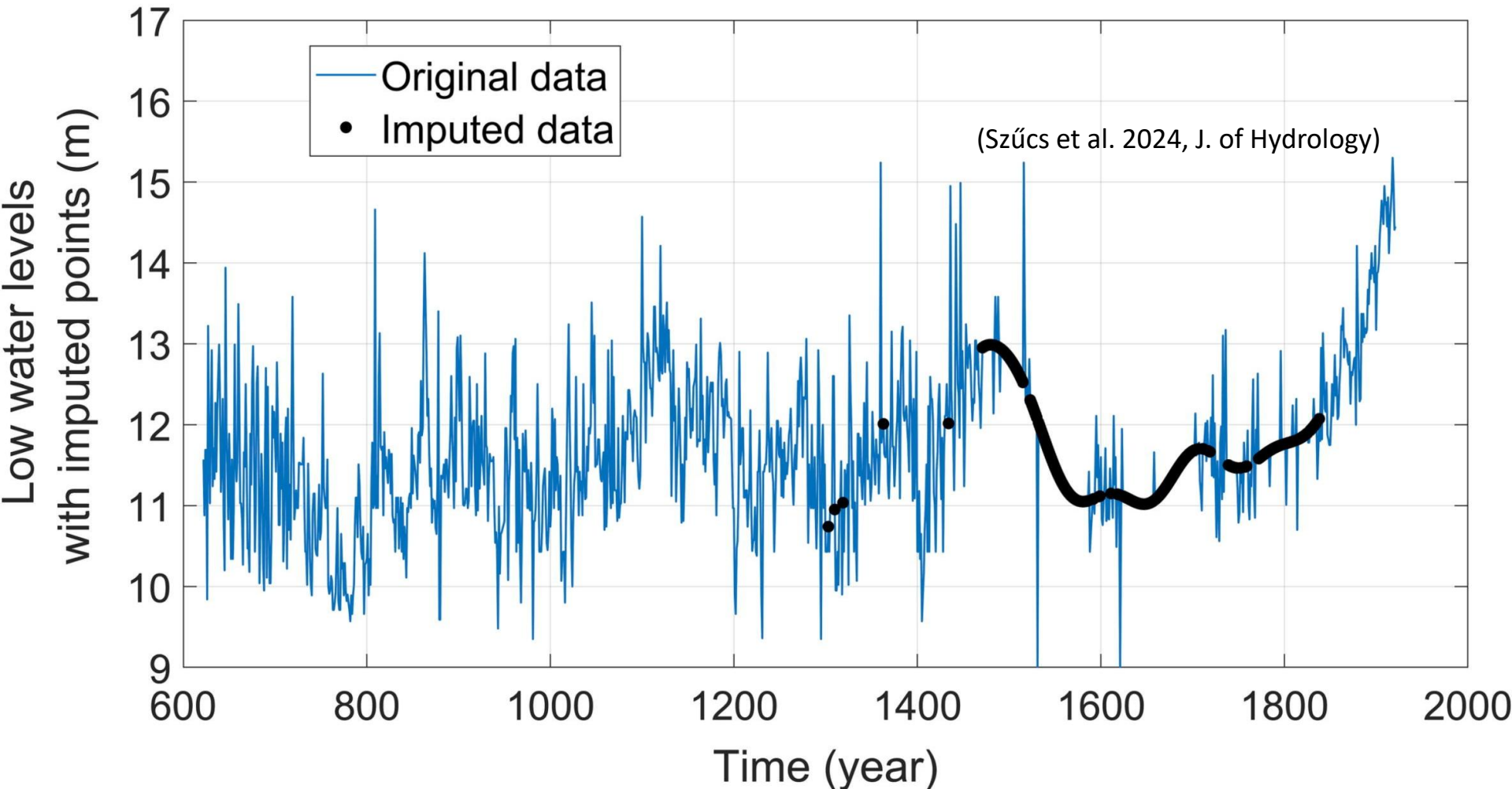
(adatok és szórás, korreláció, extrapoláció, ok és okozat)

Konklúzió: nyitottabbnak kellene lenni

egymástól eltérő értelmezési lehetőségek iránt

MÚLT → JELEN → JÖVŐ (1. saját példa)

A Nílus vízállásának (az éves minimumszint) 622 és 1921 közötti alakulása:



2024 februárjában a világon egyedülállóan hosszú, ember által tudatosan mért kvantitatív éghajlati idősort adtunk a klímakutatók kezébe.

(Az előrejelzés alapja: ugyanaz a matematikai jelleg – perzisztencia – jellemzi a jövőt is.)

Szűcs P. et al. (2024), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169424000878>

Éghajlatingadozások tehát vannak, sőt néha oly mértékűek és tartalmúak, hogy akinek nincs módjában 50-100 évet áttekinteni, egyen-irányú változásnak gondolhatja azokat...”

(Berkes Zoltán, 1940: Réthly Antal munkatársa)

„Földtörténeti mértékkel mérve megbízható statisztikai adatok elenyésző szakaszon állnak rendelkezésünkre. Ebből extrapolálni sarlatánság.”

(Pethő Attila matematikus, 2023, az MTA rendes tagja)

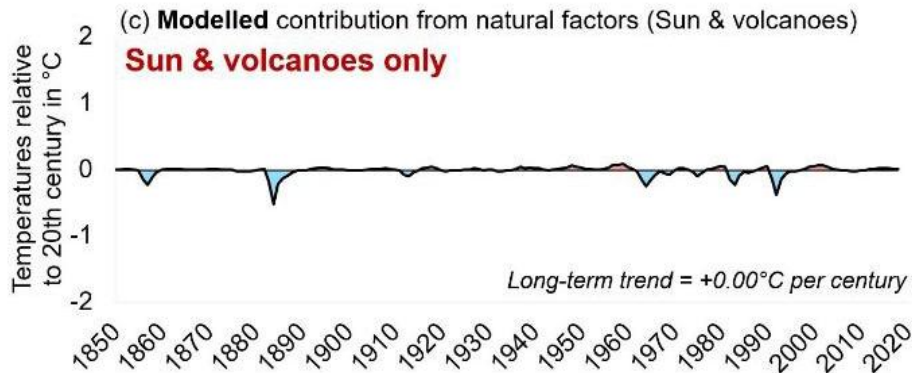
AZAZ KLÍMAMODELL-ALAPON NEM TUDHATÓ, MIT HOZ A JÖVŐ

MÚLT, JELEN → JÖVŐ (2. saját példa)

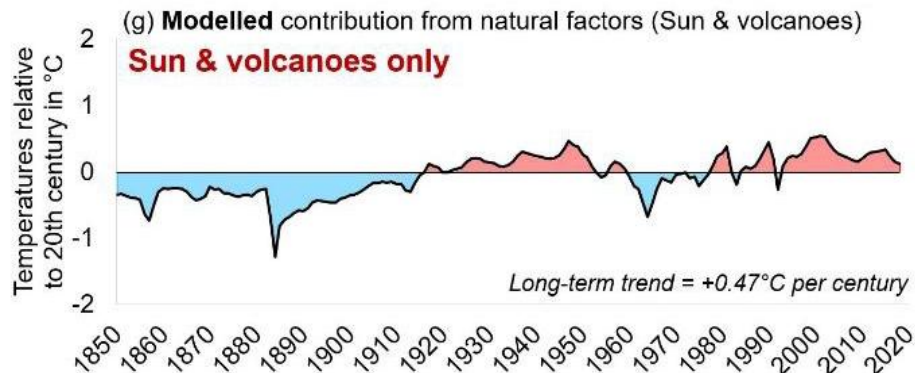
A Nap lehetséges hőmérséklet-változtató hatására levonható következtetés attól függ, hogy

(1) melyik TSI-idősort fogadjuk el, (2) a „vidéki+városi” vagy a „csak vidéki” hőmérsékleti idősort fogadjuk-e el!

(EGYETLEN MEGENGEDETT TSI ÉRTELMEZÉS, IPCC)

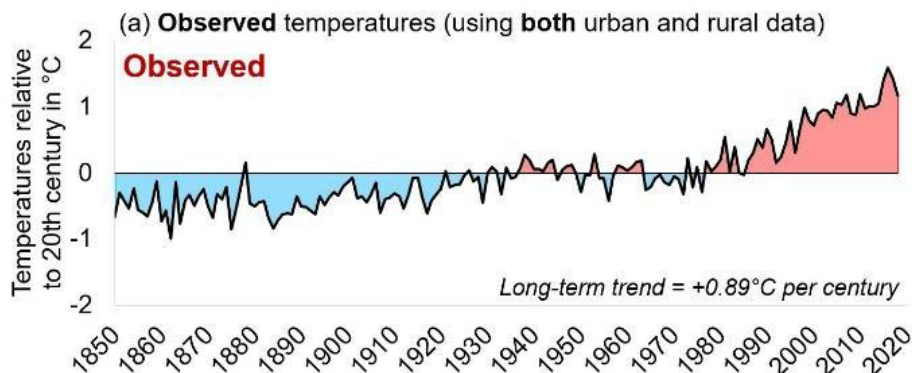


TÖBB MÁS LEHETSÉGES ÉRTELMEZÉS KÖZÜL EGY: (Connolly et al. 2021)



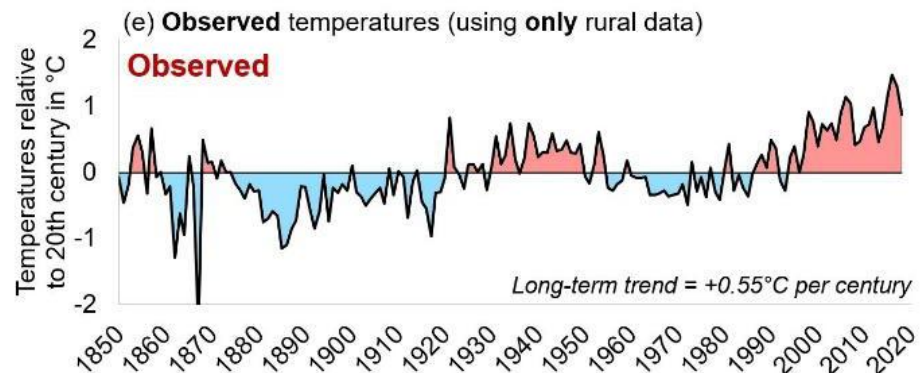
VIDÉKI + VÁROSI MET. ÁLLOMÁSOK EGYÜTTESÉBŐL

Theory 1: Climate change is mostly human-caused



CSAK VIDÉKI MET. ÁLLOMÁSOKBÓL

Theory 2: Climate change is mostly natural



„Bentről” extrapolált „kinti” hőmérsékletek bevonásával

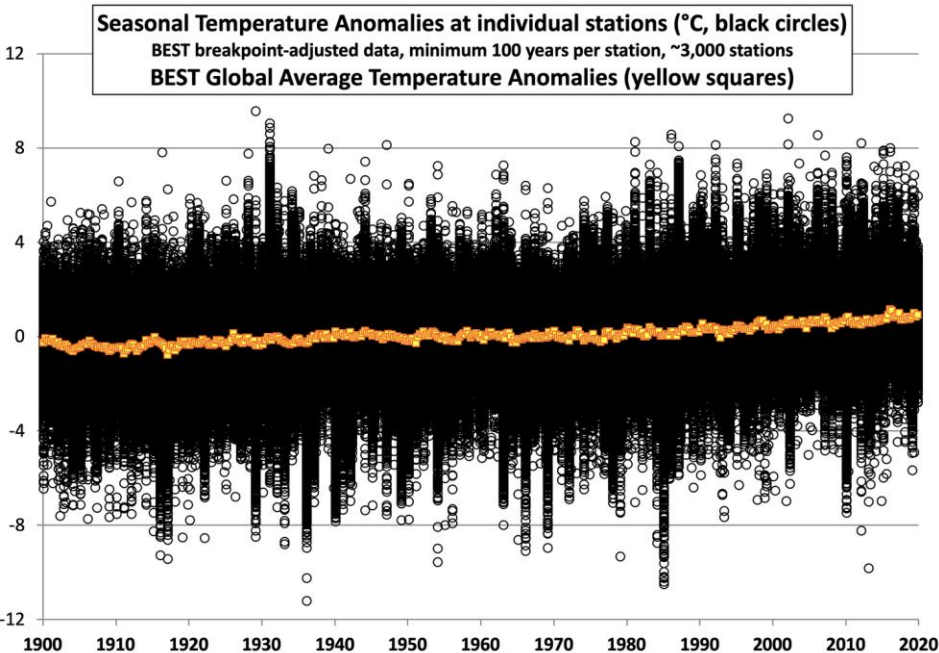
Csak „kint” mért hőmérsékleti adatokból, azaz a „bentről” extrapolált „kinti” hőmérsékleti adatok nélkül

ADATPONTOK, ÁTLAG, SZÓRÁS

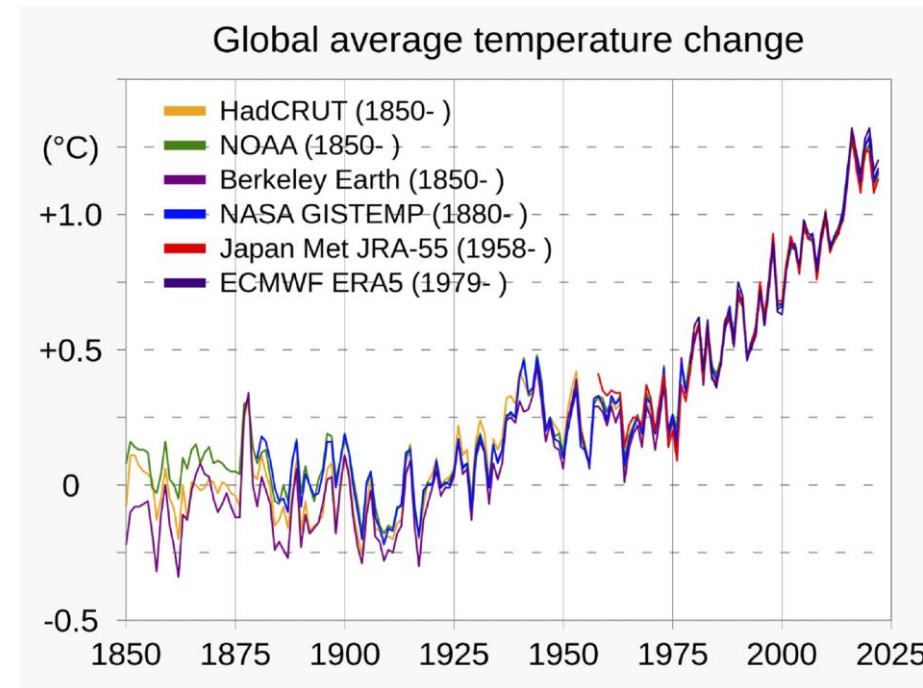
Az idősorokat adatpontok, sőt szórás nélküli ábrázolása: megtévesztő

1900-2020 között a két hőmérsékleti idősor ugyanaz

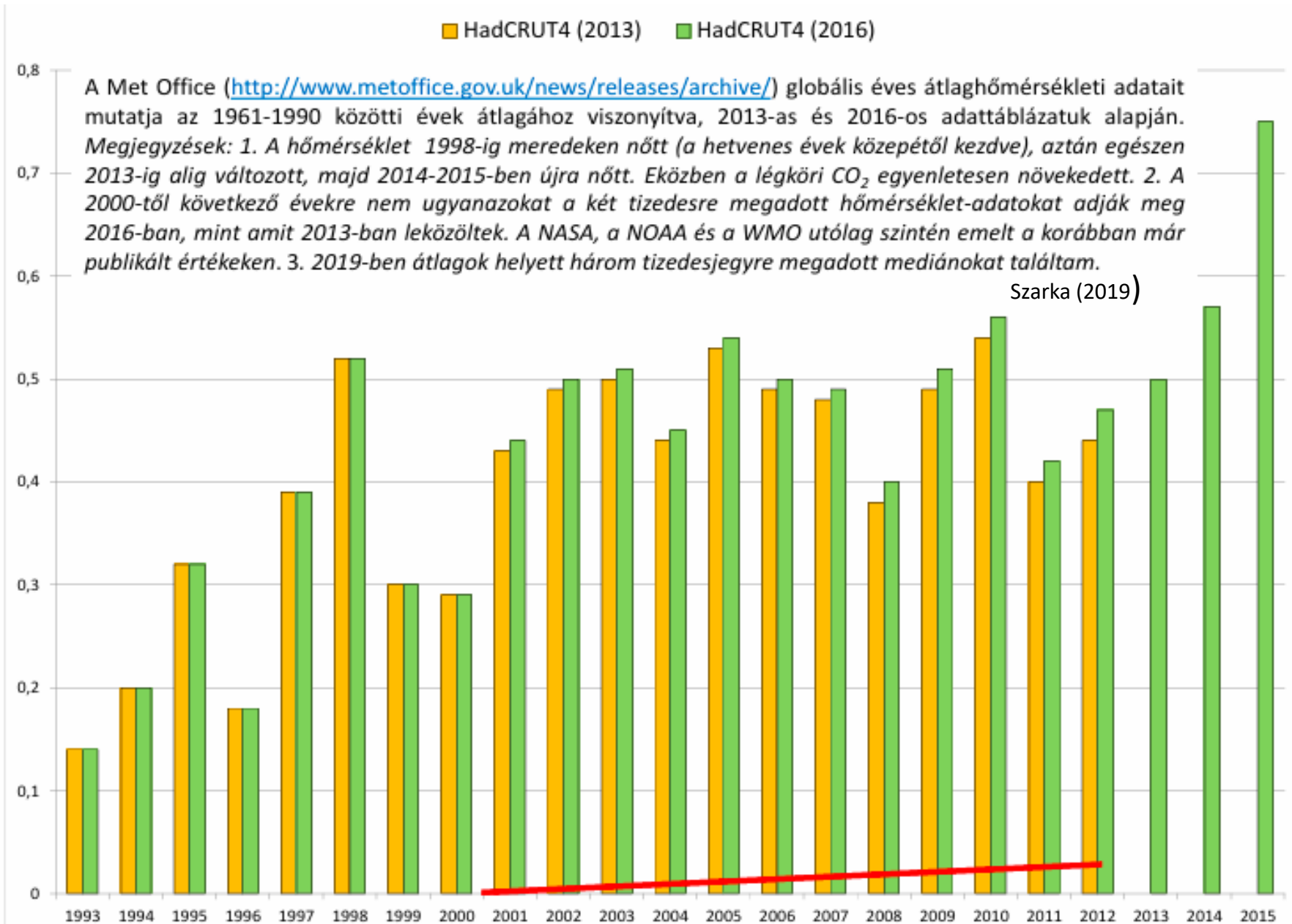
Globális hőmérsékletváltozási idősor
adatpontokkal



Globális hőmérsékletváltozási idősor
adatpontok és szórás nélkül



Adatbázisban közzétett adatok utólagos és szisztematikus megmásítása (3. saját példa)



Kérdésem: kimutathatók-e az efféle beavatkozások?

VAN-E, VAGY NINCS TREND?

Predicting and managing *extreme weather events*

Jane Lubchenco and Thomas R. Karl

Earth's climate is warming, and destructive weather is growing more prevalent. Coping with the changes will require collaborative science, forward-thinking policy, and an informed public.

Lubchenco J, Karl T R (2012): Physics Today

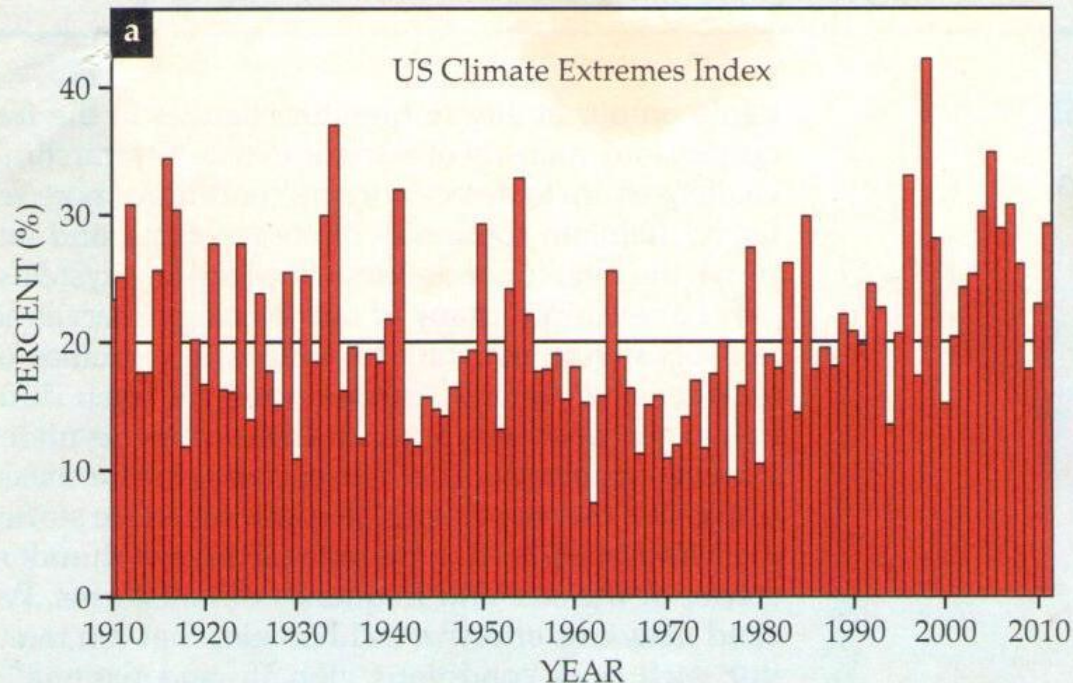


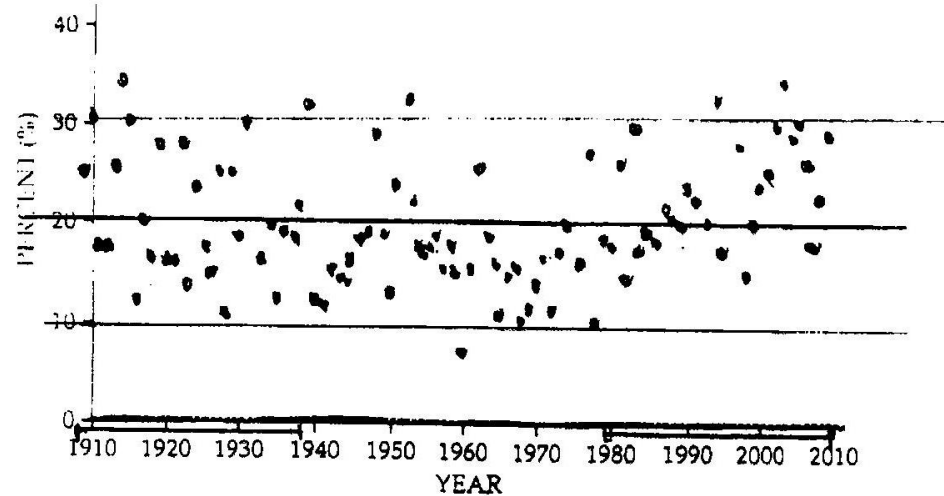
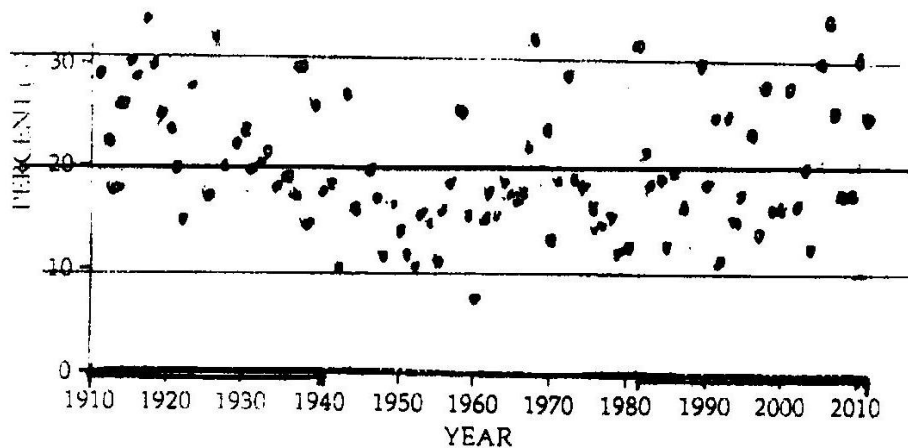
Figure 2. Weather and climate extremes.

(a) The US Climate Extremes Index shows that, collectively, the area percentage of the country experiencing extreme monthly temperature, drought severity, soil water surplus, days with and without precipitation, land-falling hurricane activity, and one-day heavy precipitation events in any given year has grown steadily over the past several decades. (Extremes are defined as monthly averages that rank in the top or bottom 10th percentile of all data on record.) The black line is the average from 1910 to 2011. (b-e) The area percentages of the country experiencing extremes in selected indicators.

VAN-E, VAGY NINCS TREND?

John F Clauser (2022. évi fizikai Nobel-díjas) ábrái

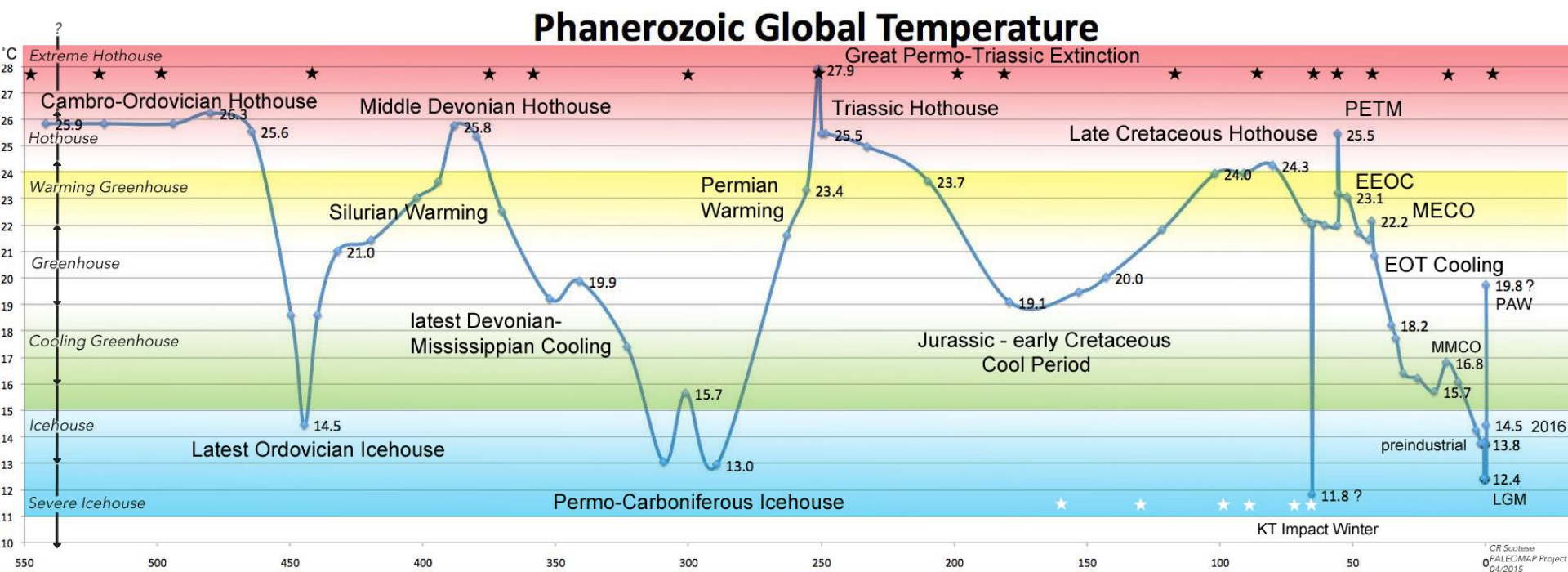
Mindkét grafikon közvetlenül az előző ábrából származik. Teljesen azonosak, kivéve, hogy az egyik fordítva (balról jobbra) van ábrázolva, azaz balra telik az idő. Ha figyelmesen megnézzük, látni fogjuk, hogy ezek egymás tükörképei. Ha nem tudjuk megállapítani, hogy ezek közül a grafikonok közül melyik van helyesen ábrázolva, és melyik egyezik az előző dián szereplő piros ábrával (és melyik van időben visszafelé), akkor - minden ellenkező állítással szemben - a szélsőséges időjárási események gyakoriságának állítólagos közelmúltbeli növekedését nem mutatják egyértelműen az adatok..



John F Clauser 2024. május 8-ai előadásának videofelvétele:

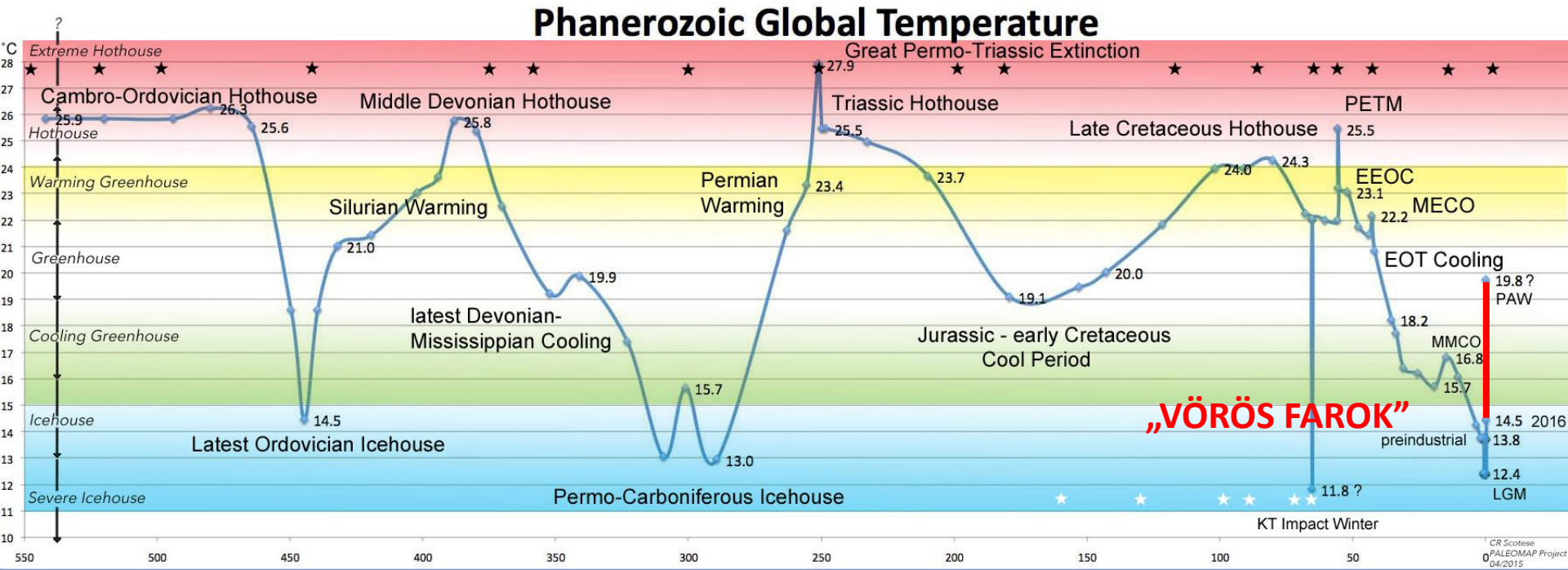
<https://youtu.be/zpcqzZliEag>

KLÍMAMODELL-ALAPÚ ELŐREJELZÉSEL MEGTOLDOTT HŐMÉRSÉKLETI REKONSTRUKCIÓ



The New and Improved Global Temperature Curve for the Last 540 Million Years. PETM= Paleocene-Eocene Thermal Maximum (55.8 Ma), EEOC=Early Eocene Climatic Optimum (54 Ma – 46 a), MECO = Mid-Eocene Climatic Optimum(42 Ma), EOT = Eocene-Oligocene Transition (40 Ma – 33 Ma), MMCO=Mid-Miocene Climatic Optimum (15Ma – 13Ma), LGM= Last Glacial Maximum (21,000 years ago), 2016 = Modern MAT, PAW = Post-Anthropogenic Warming. White stars indicate rapid cooling episodes (Stoll-Schrag Events²⁶) at 160Ma, 127Ma, 97Ma, 91Ma, 71Ma, and 65 Ma). Black stars represent rapid warming episodes (Kidder-Worsley Events¹⁶) at (Present---day, 15Ma, 43Ma, 56Ma, 65Ma, 93Ma, 120Ma, 183Ma, 200Ma, 251Ma, 300Ma, 359Ma, 374Ma, 444Ma, 499Ma, 520Ma, and 542 Ma). (Scotese 2016)

KLÍMAMODELL-ALAPÚ ELŐREJELZÉSEL MEGTOLDOTT HŐMÉRSÉKLETI REKONSTRUKCIÓ

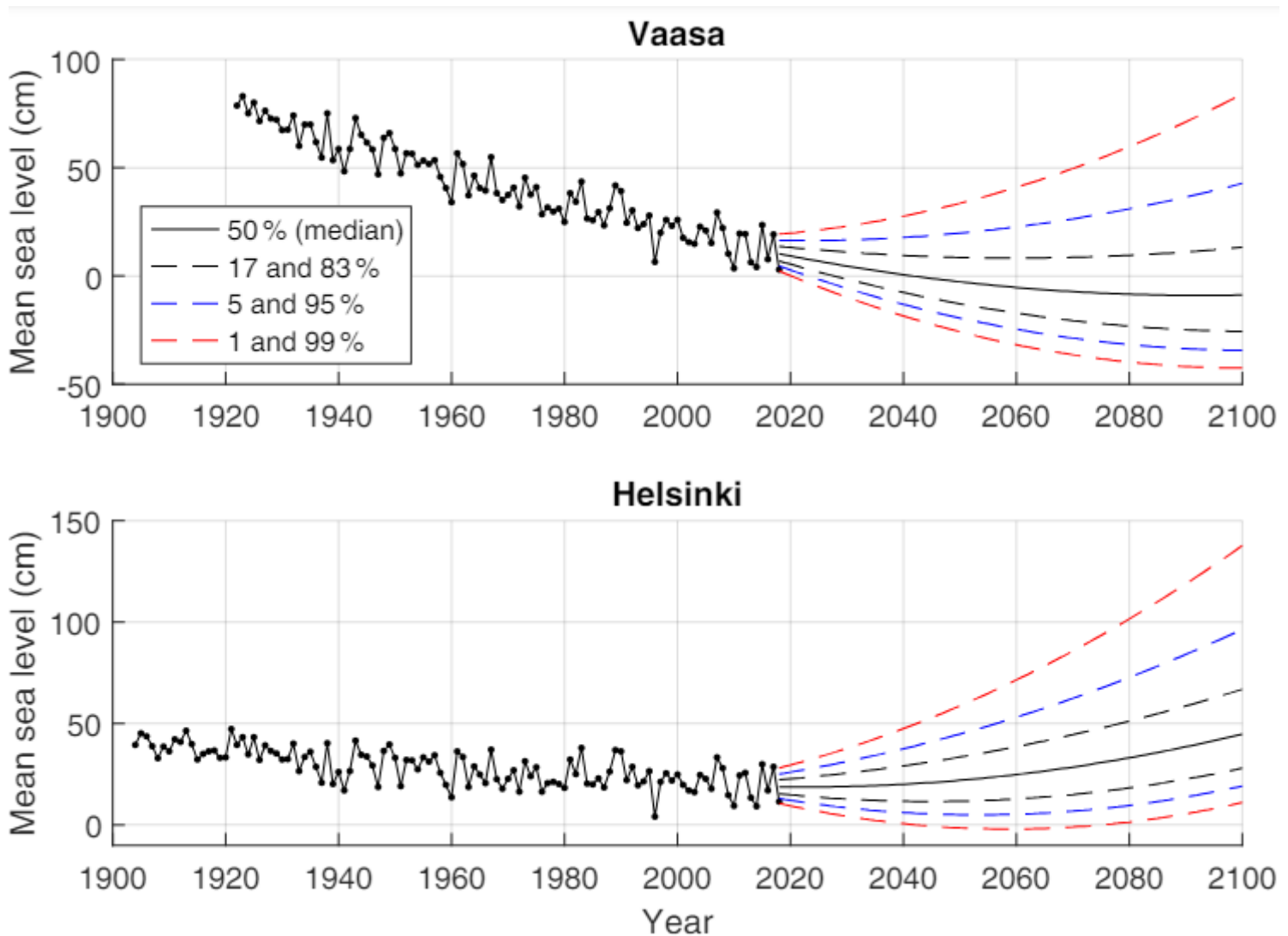


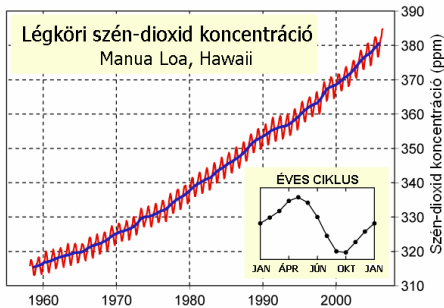
„VÖRÖS FAROK”

CR Scotese
PALEOMAP Project
04/2015

The New and Improved Global Temperature Curve for the Last 540 Million Years. PETM= Paleocene-Eocene Thermal Maximum (55.8 Ma), EEOC=Early Eocene Climatic Optimum (54 Ma – 46 a), MECO = Mid-Eocene Climatic Optimum(42 Ma), EOT = Eocene-Oligocene Transition (40 Ma – 33 Ma), MMCO=Mid-Miocene Climatic Optimum (15Ma – 13Ma), LGM= Last Glacial Maximum (21,000 years ago), 2016 = Modern MAT, PAW = Post-Anthropogenic Warming. White stars indicate rapid cooling episodes (Stoll-Schrag Events²⁶) at 160Ma, 127Ma, 97Ma, 91Ma, 71Ma, and 65 Ma). Black stars represent rapid warming episodes (Kidder-Worsley Events¹⁶) at (Present---day, 15Ma, 43Ma, 56Ma, 65Ma, 93Ma, 120Ma, 183Ma, 200Ma, 251Ma, 300Ma, 359Ma, 374Ma, 444Ma, 499Ma, 520Ma, and 542 Ma). (Scotese 2016)

Tengerszint-emelkedés: ilyen előrejelzések is születnek...





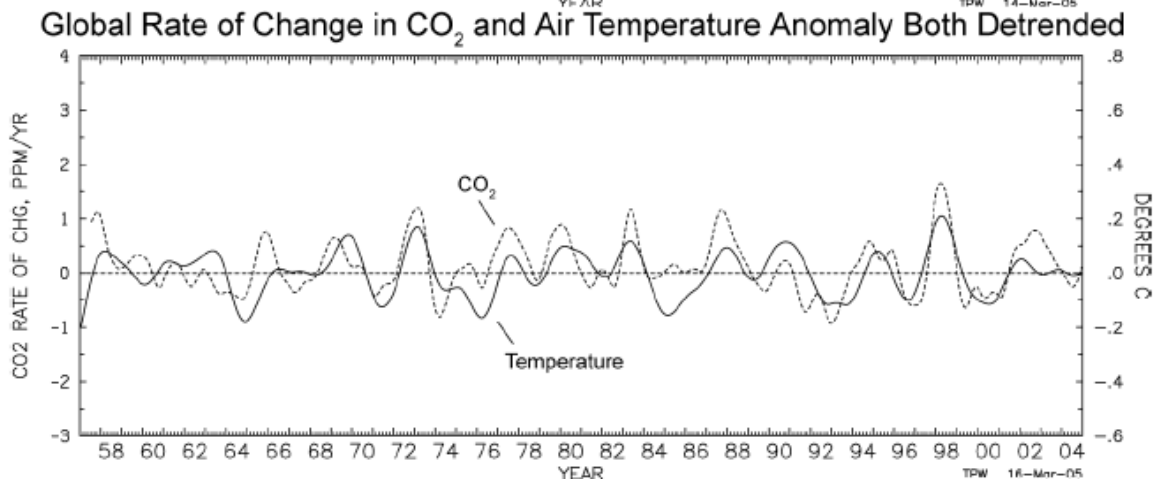
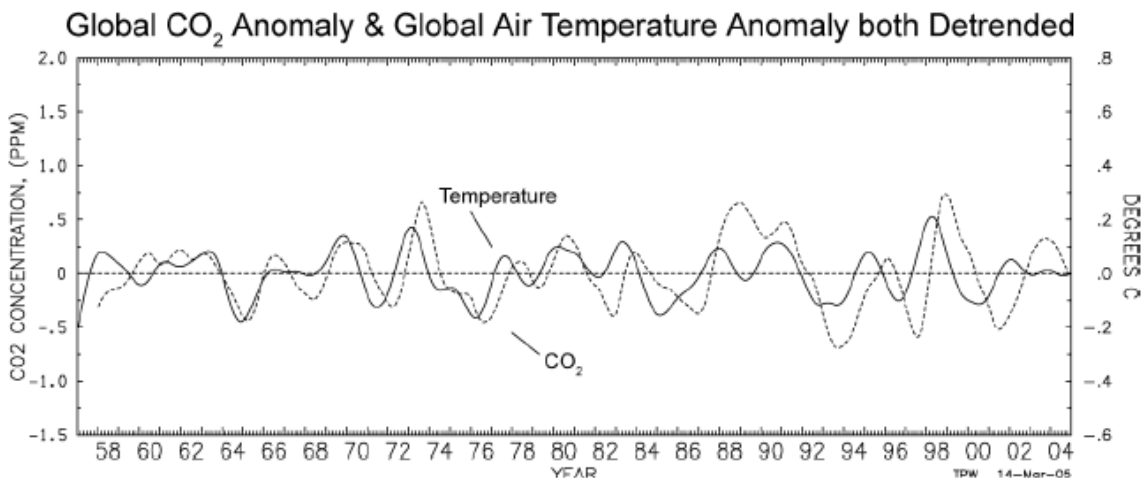
OK ÉS OKOZAT (a Keeling-görbe)

Mi van előbb:
 ΔT vagy ΔCO_2 ?

ΔT^a
és
 ΔCO_2^a

Charles David KEELING
(2005, Tyler Prize Lecture)

ΔT^a
és
 $\Delta CO_2^a / \Delta t$



Kérdés: vajon mi az ok és mi az okozat?

A MATEMATIKA CSÚCSA: EGZAKT ANALITIKUS KÉPLETEK

Milankovics (1920) 1914-1918 között Budapesten levezetett analitikus képlete

$$\frac{dW}{dt} = \frac{I_0}{\rho^2} [\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos (\omega + \psi)]$$

segítségével a Nap dW/dt sugárzási teljesítménye)
a tengelye körül forgó, de légkör nélküli Föld minden pontjára,
minden időpontra kiszámolható!

dW/dt : a Földet egységnyi idő alatt érő napsugárzás

φ, ψ : földrajzi szélesség és hosszúság

δ : a Nap deklinációja (a Nap
és a földi egyenlítő közötti szög)

ω : óraszög (1 óra=15°)

I_0 : a Nap teljesítménye

ρ : Nap-Föld távolság

Az effajta analitikus képletek
a természet lényegi működésének, azaz
a Természet intelligenciájának megértéséről tanúskodnak.
(Ellentétben a mesterséges intelligenciával.)

ÉRTELMEZÉS, MINT INVERZ PROBLÉMA

Jelöljük

- az emberi eredetű hatótényezőket **A**-val („**A**ntropogén”),
- a Földön kívüli („**E**xtraterresztikus”) hatótényezőket **E**-vel,
- a Föld belsejéből származókat **I**-vel („**I**nternal”),
- a közöttük lévő – tetszőlegesen összetett és véletlenekkel terhelt – függvénykapcsolatot (azaz az időben és térben változó megfigyelési adatok leképezését) pedig **O**-val („**o**bservation”), akkor

$$f(A, E, I) = O$$

Ennek az összefüggésnek csak akkor lehet a megoldása az

$$A = f^{-1}(O)$$

ha **E** és **I** nem változik sem időben, sem térben.

De változik. Nagyon is.

Konklúzió:

Nyitottnak kell lenni
többféle értelmezési lehetőség iránt.
(Pl. hogy $A \ll E$, $A \ll I$)