

**Klíímaváltozás a fizikai
káoszelmélet szemléletében:**

A párhuzamos földi klímák elmélete



**Id. P. Brueghe
1565**

Állítások:

A klímadinamika jellegéből adódóan jogos azt gondolni, hogy a fizika törvényei végtelen sok (de nem akármilyen) párhuzamos időbeli klímatörténetet tesznek lehetővé.

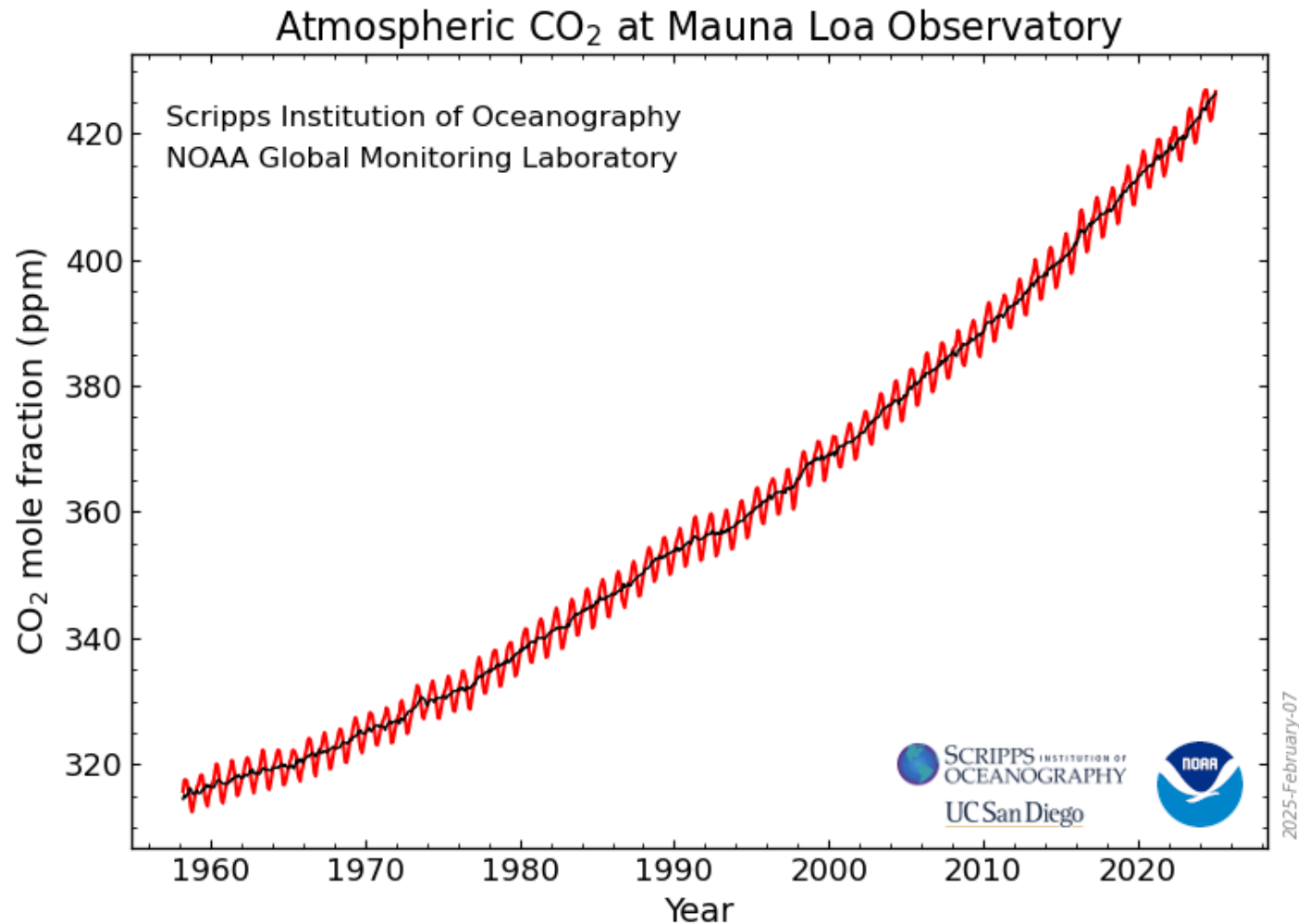
Ezek közül az egyikben élünk, és méréssel nem szerezhethetünk tudomást a többről.

Ha azonban hosszabbtávú előrejelzést végzünk, azt az összes lehetséges (szimulált) klímajövő együttese alapján lehet megtenni.

I. ELŐZETES

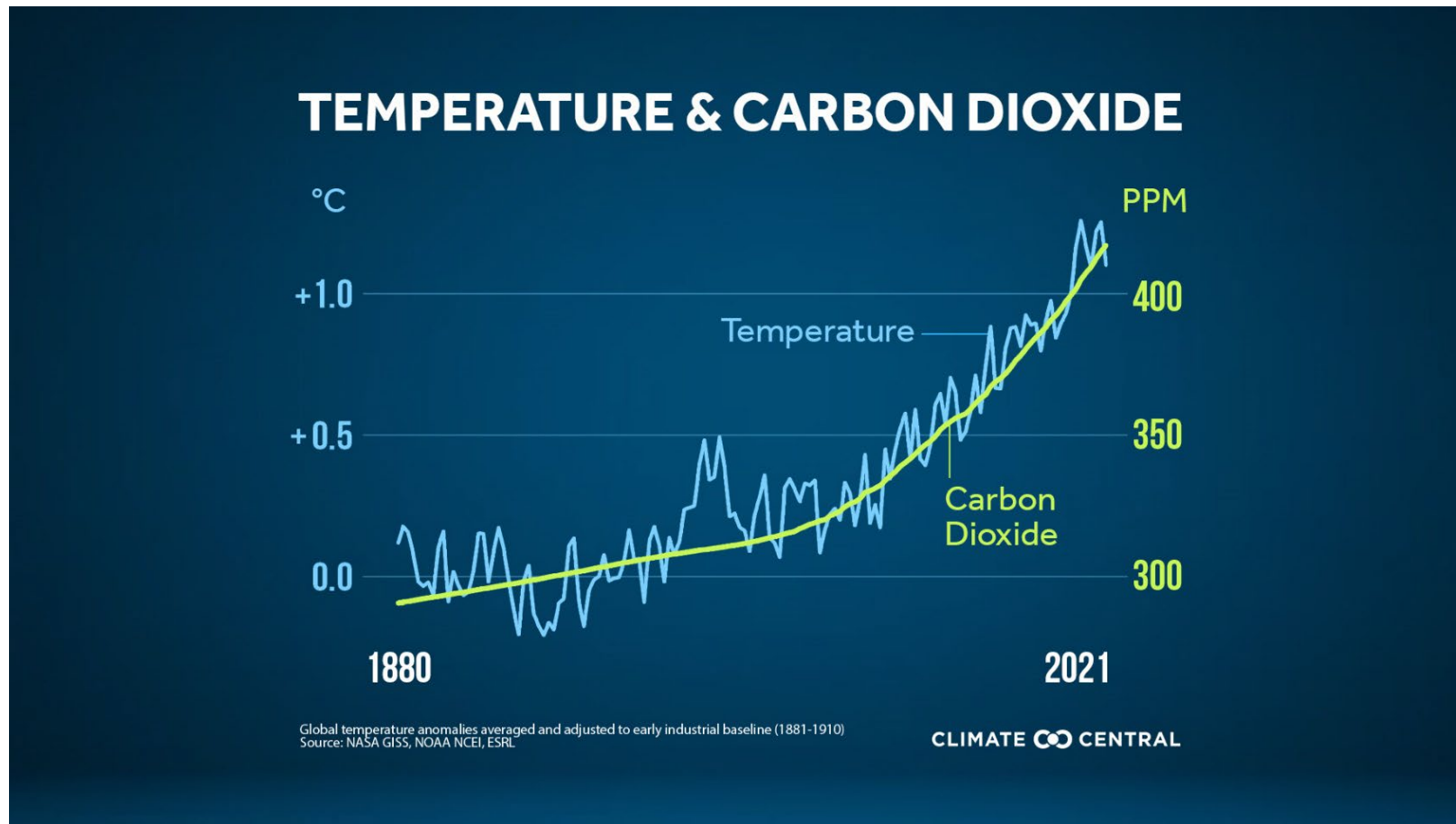
A klímaváltozás alapjelensége

A Manua Loa-i obszervatórium mért adatai a CO₂ koncentrációra a mérések kezdte óta:



A klímaváltozás alapjelensége

A Föld felszíni átlaghőmérséklete és a CO₂ koncentráció közötti kapcsolat

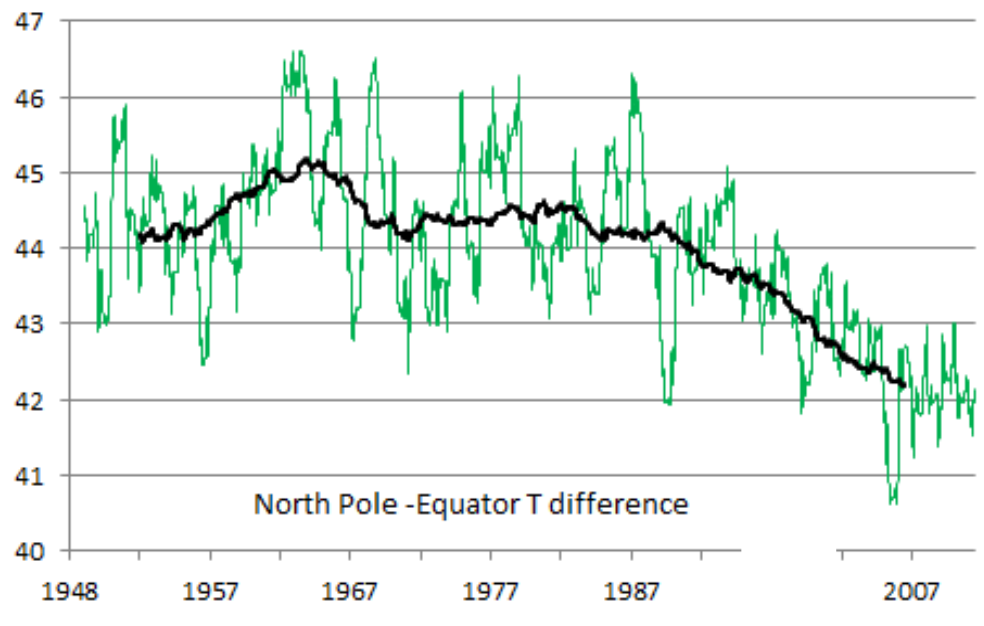


A klímaváltozás egyik hajtóereje

A sarkvidék - Egyenlítő közötti hőmérsékletkontraszt is **változik**

Mért adatok

ΔT



A sarkok jobban melegszik, mint az Egyenlítő

Általános megfigyelés: a klíma **eltolódó paraméterű** rendszer, melyek több vonásban eltérnek a hagyományos rendszerektől

II. EGYSZERŰ (talán a legegyszerűbb) KLÍMAMODELL

Lorenz, Tellus 36A, 98 (1984)

Csak 3 globális változó:

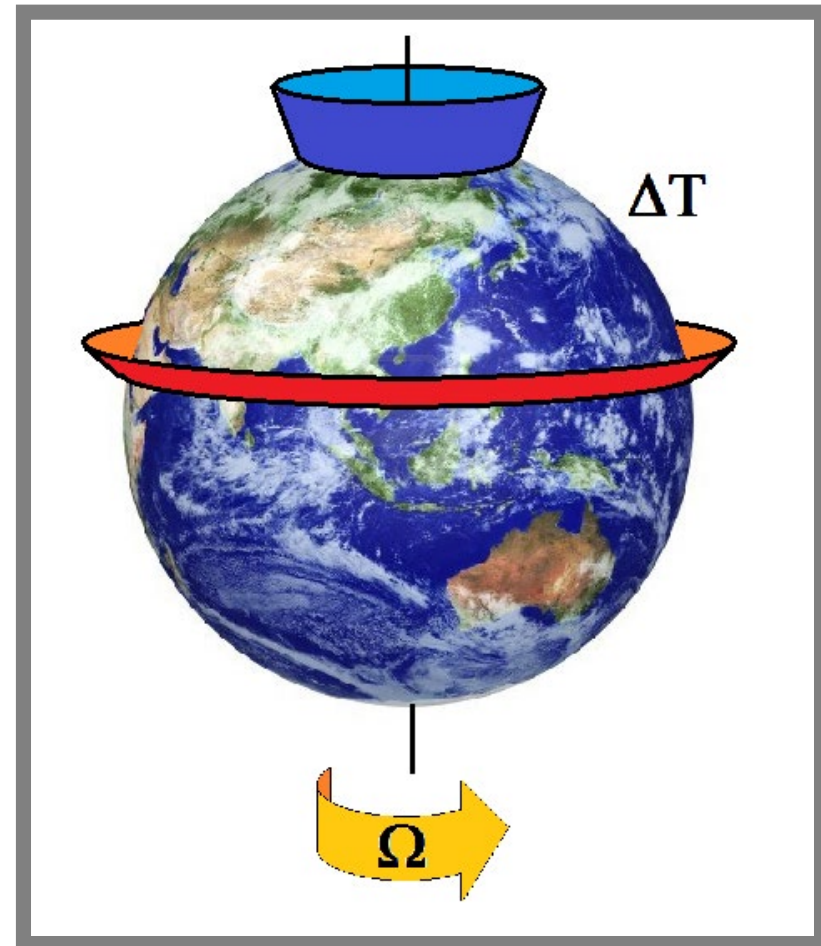
x: a nyugati szél átlagos erőssége
az északi féltekén

y, z: a hőátadás erőssége, vagyis a
ciklonok aktivitása

Időegység: **5 nap** (a ciklonok átlagos
élettartama)

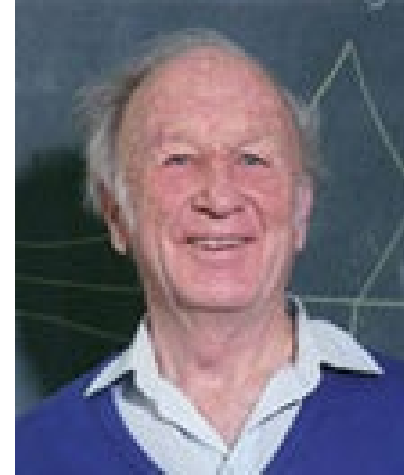
Paraméter:

$F_0 \sim \Delta T$ az Északi sarok és az
Egyenlítő közötti hőmérséklet-
kontraszt



Megfogalmazója

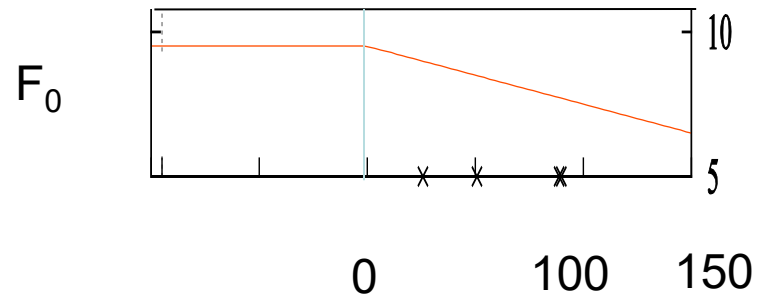
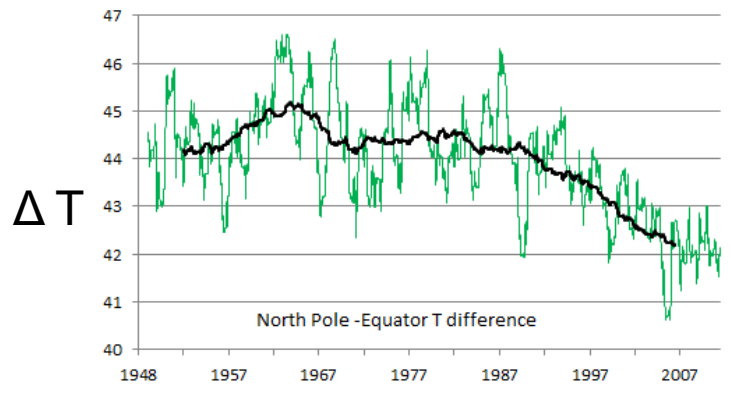
Edward Lorenz
meteorológus
(1917-2008)



F_0 : az Egyenlítő és az Északi sark közötti ΔT
hőmérsékletkontraszt .

A klímaváltozásra is érvényes modellben a mérés alapján az F_0
paramétert időfüggővé tettük:

Drótos, Bódai, Tél, Probabilistic concepts in a changing climate,
Journal of Climate **28** (2015)



A klímaváltozásunk a **0. évben kezdődik**
s 150 évig tart.

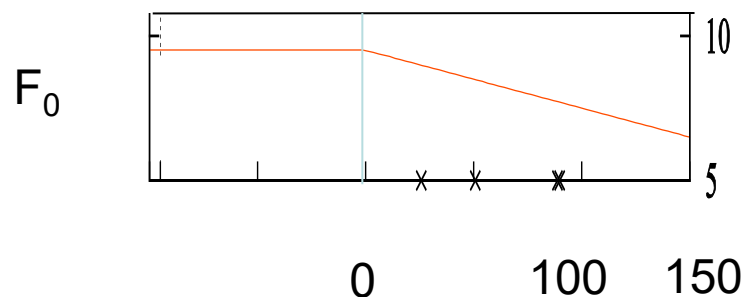
A klímaváltozásos Lorenz-modell

3 közönséges diff. egyenlet, zaj nélkül

$$\begin{aligned}\dot{x} &= -y^2 - z^2 && -x/4 &+ F(t)/4, \\ \dot{y} &= xy && -4xz &-y &+ 1 \\ \dot{z} &= xz && + 4xy &-z.\end{aligned}$$

Szezonális besugárzás $F(t)=F_0(t)+2 \sin(2 \pi t/T)$, $T=1$ év, de **rámpával**

$$F_0(t) = \begin{cases} 9.5 & , \text{ if } t \leq 0, \\ 9.5 - \frac{2t}{100T} & , \text{ if } t > 0. \end{cases}$$



Az átlagos hőmérséklet-kontraszt

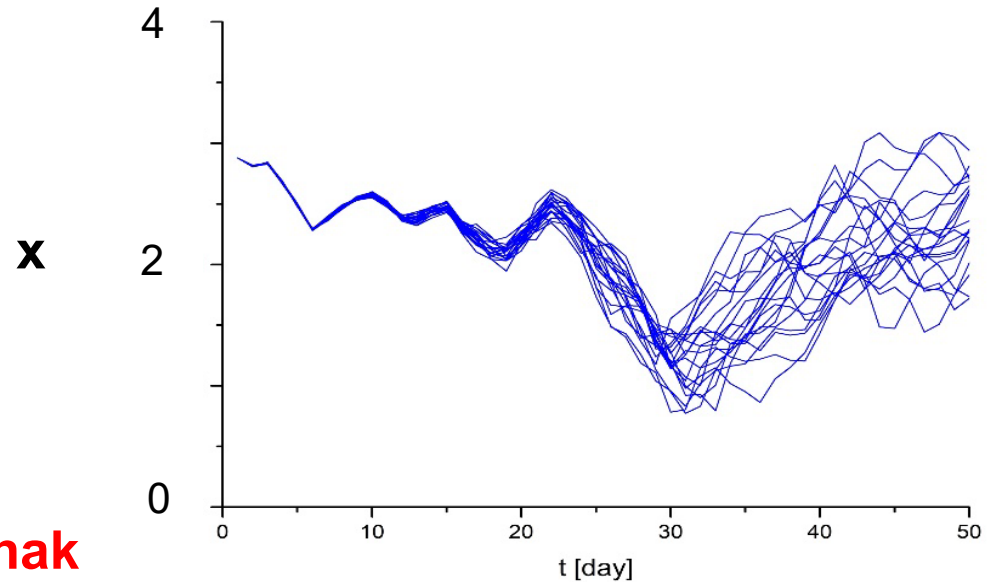
$F=9.5$ ről $F=6.5$ -re csökken 150 év alatt.

Az időegység 5 nap, $T=1$ év=73 egység.

Az ábrák a $z=0$ síkban készülnek,
évenként vett január 1-i metszeten

Szimulálás

Nagyon közeli x (nyugati szél) értékekkel indított 20 megoldás:

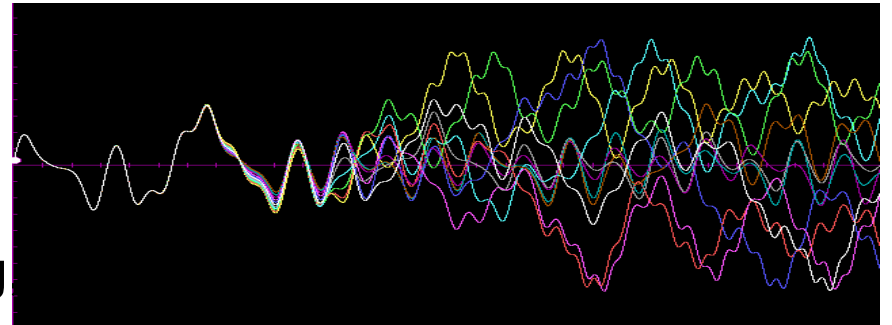


A megoldások nem maradnak együtt, gyorsan szétválnak!

Fáklyadiagram

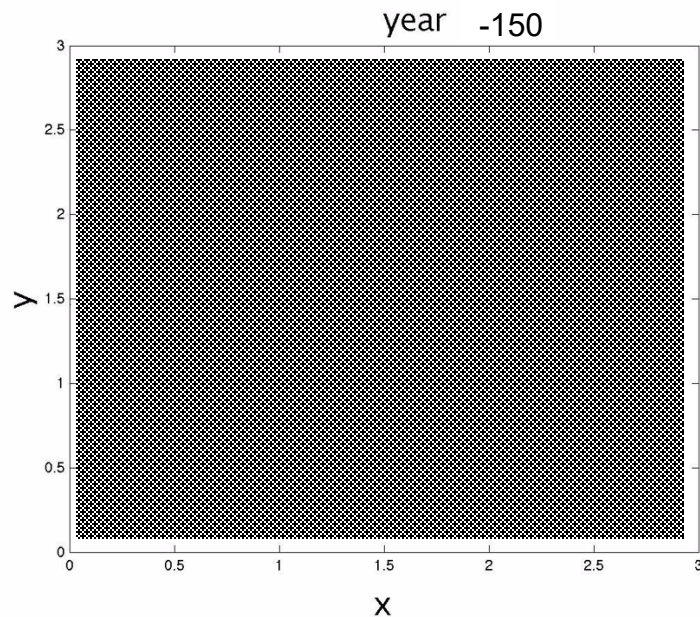
Gerjesztett ingák esetében:

Mindkettőben **pillangó effektus**:
azaz kezdőfeltételre való érzékenység
a **káosz** egyértelmű jele

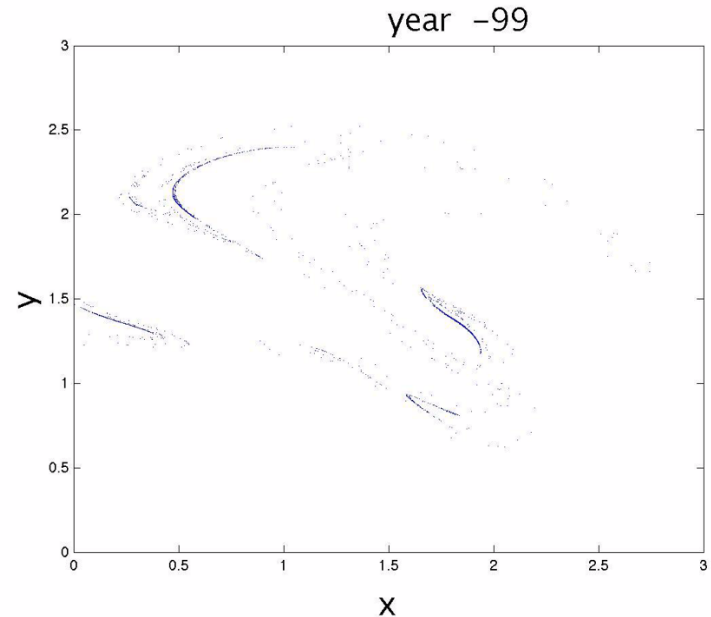


Szimulálás

Nagyon különböző kezdeti állapotokból indulva, a **nyugati szél** erőssége (x), **ciklonaktivitás** (y) változók követése a klímaváltozás előtti (negatív) években, amikor $z=0$.

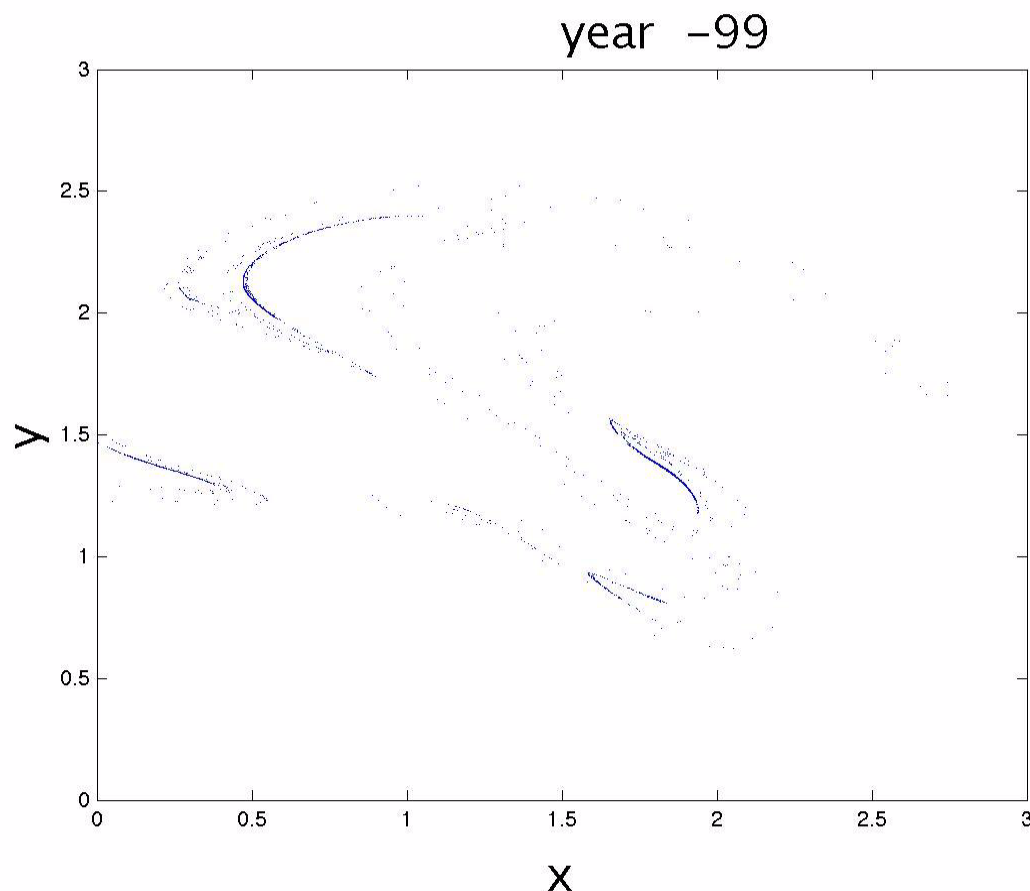
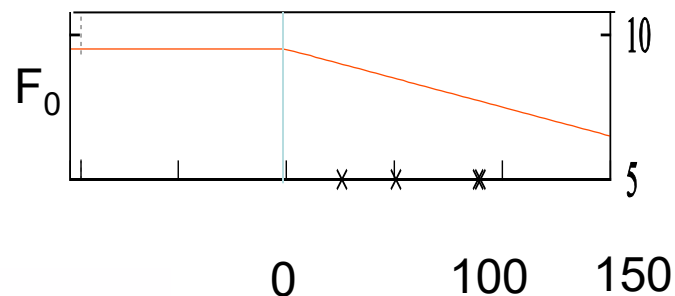


Sok kezdeti klímaállapotból indulunk az év január 1-én. Mindegyiket egyszerre állítjuk meg adott év január 1-én.



A megoldások **összetartanak**, a rendszer **elfelejti** kezdeti állapotát. Ez az állapoteloszlás a rendszer tulajdonsága, attraktora. Az összetartás ideje kb. 5 év. Végtelen sok klímaállapot létezik.

Szimulálásból kapott videó,
mindig jan. 1-én **Bódai Tamás**



Minden kék pont egy
lehetséges (x,y)
klímaállapot.

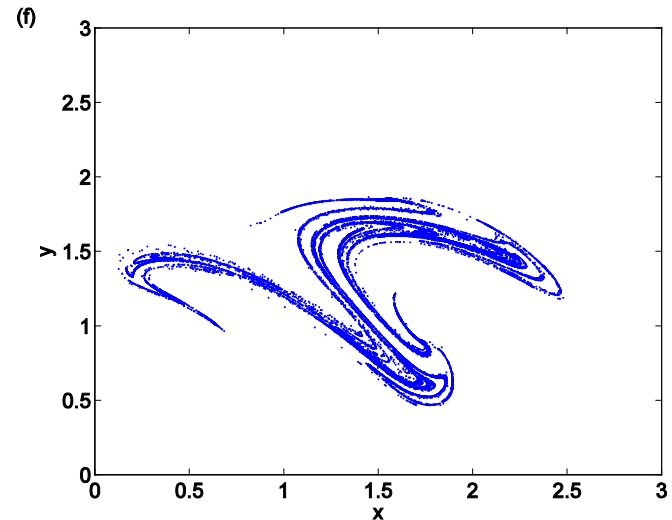
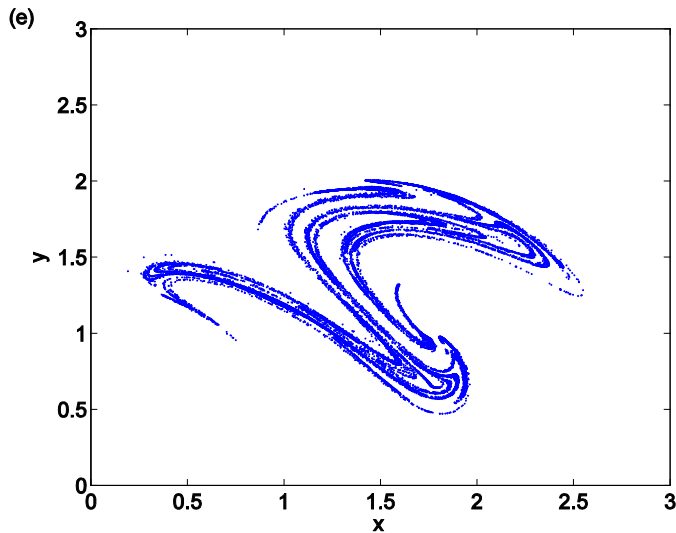
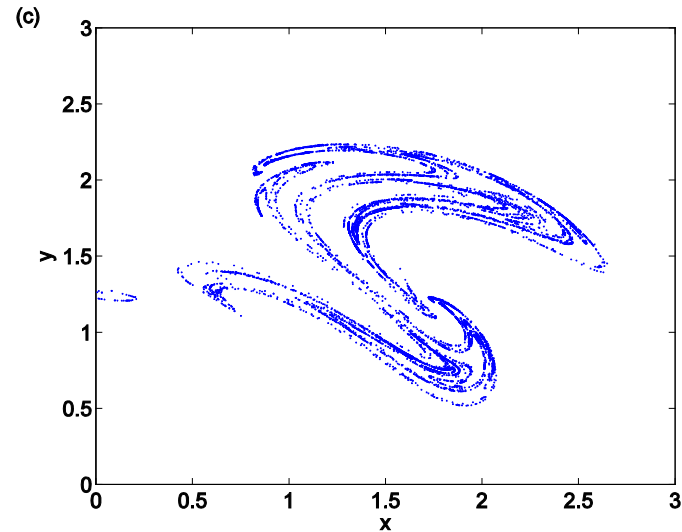
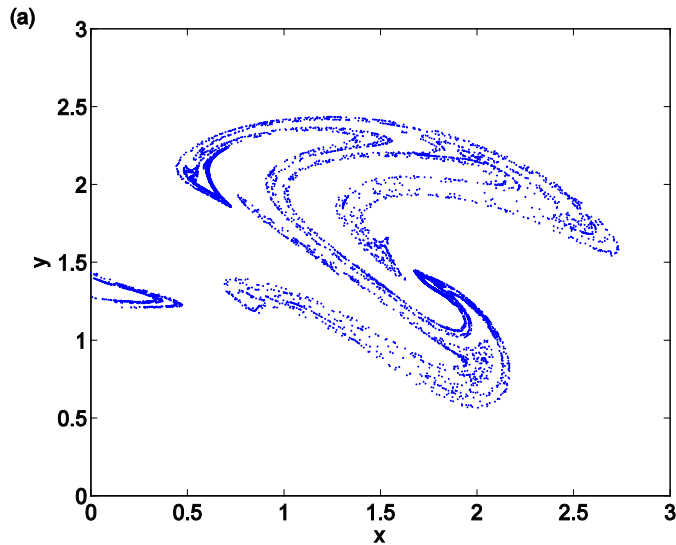
Sok van, de nem akármilyen
(jóval több a fehér pont)

A lehetséges klímaállapotok
tárháza **módosul** időben a
klímaváltozás során

A lehetséges állapotok
nagy száma és kiterjedtsége
végig megmarad, csak
változik

Változékonyság egyes években

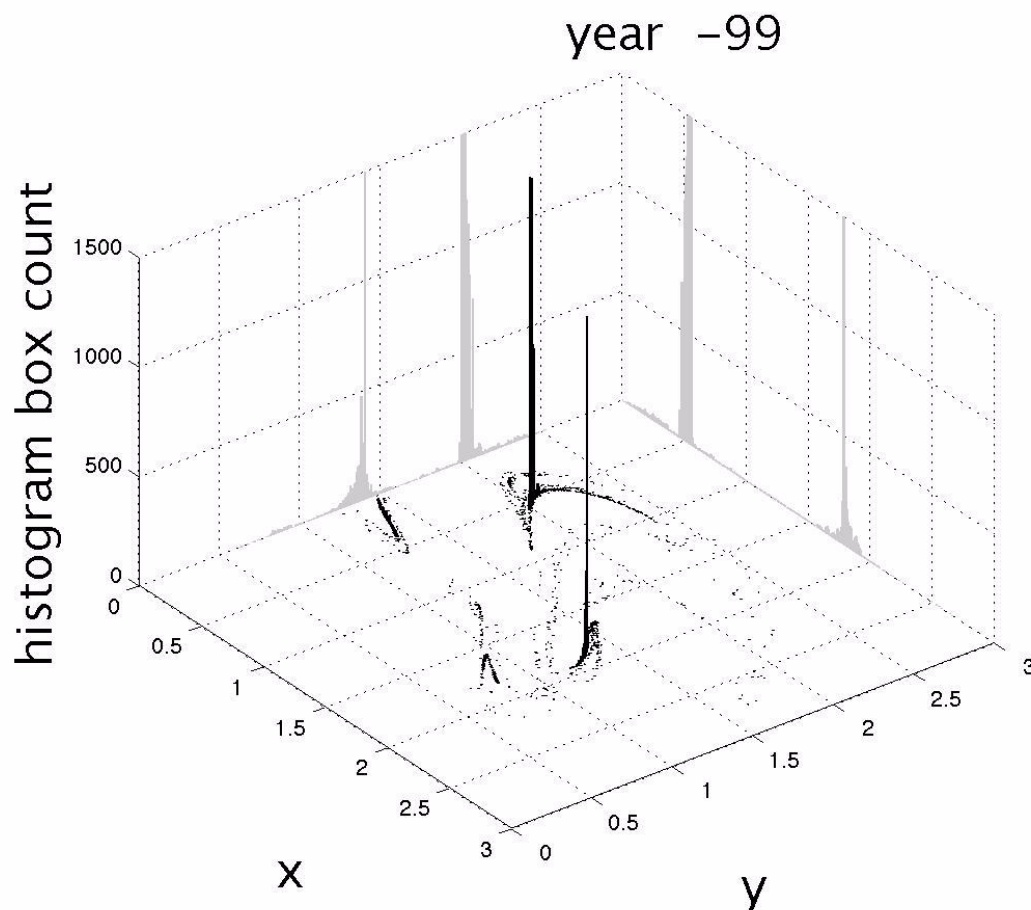
A klímaváltozás kezdete utáni 25., 75., 125. és 150. év január 1-én:



Az eloszlás kiterjedtsége változik, de mindig véges.

A megengedett állapotok nincsenek egyenletesen elosztva: Valószínűségeloszlás tartozik hozzájuk

Szimulálás, mindig jan. 1-én **Bódai Tamás**

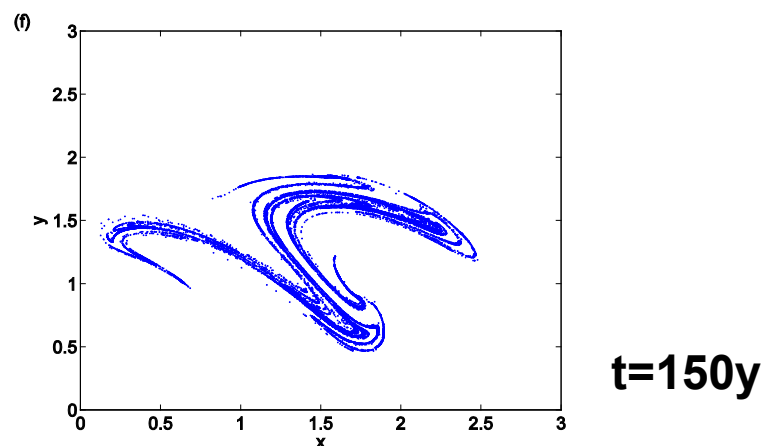
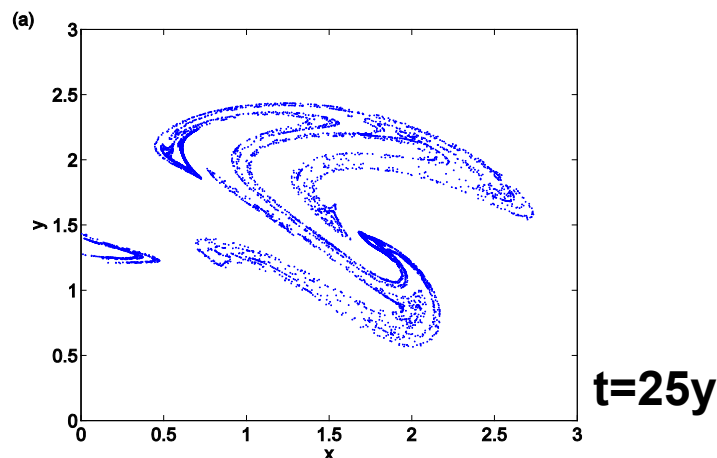


Minden naphoz tartozik egy valószínűség-eloszlás.

A lehetséges klímaállapotok eloszlása is módosul időben a klímaváltozás során. Ez a belülről eredő statisztika is a változékonyság része.

Ezzel, a minden pillanatban ismert eloszlással képezhetünk klimatikus **átlagokat**.

A párhuzamos földi klímák elmélete



A lehetséges **globális** állapotok összessége változik időben (még az év azonos napján is). A megengedett pontokat tekinthetjük különböző **klímatörténetekhez** tartozó pillanatnyi értékeknek.

Képzeli el a földi klíma számos másolatát az attraktoron, ezek különbözően változnak **azonos fizikai törvényeket követve, adott besugárzás, stb. mellett**. (Nem olyan, mint a párhuzamos univerzumok.) Ezek mind lehetséges klímáink.

A párhuzamos földi klímatörténetek tehát éppen a klíma kaotikus jellegét tükrözik.
Bódai et al, [A párhuzamos földi klímák elmélete](#), Magyar Tudomány 2017/2, 188 (2017),
Herein et al, [The theory of parallel climate realizations ...](#) Scientific Reports 7 (2017),
Herein et al, [Where are the coexisting parallel climates?](#) Chaos 33, 031104 (2023)

III. BONYOLULT KLÍMAMODELL

Egy ma elfogadott amerikai klímamodell: **CESM_LE**

Community Earth System Model_ **Large Ensemble** (National Center for Atmospheric Research, Boulder), $\sim 10^7$ változó (az előzőben 3 volt)

Danabasoglu et al: *The Community Earth System Model*, J. Adv. Model Earth 12, 2020

A „nagy” 40 párhuzamos klíma szimulálást jelent.

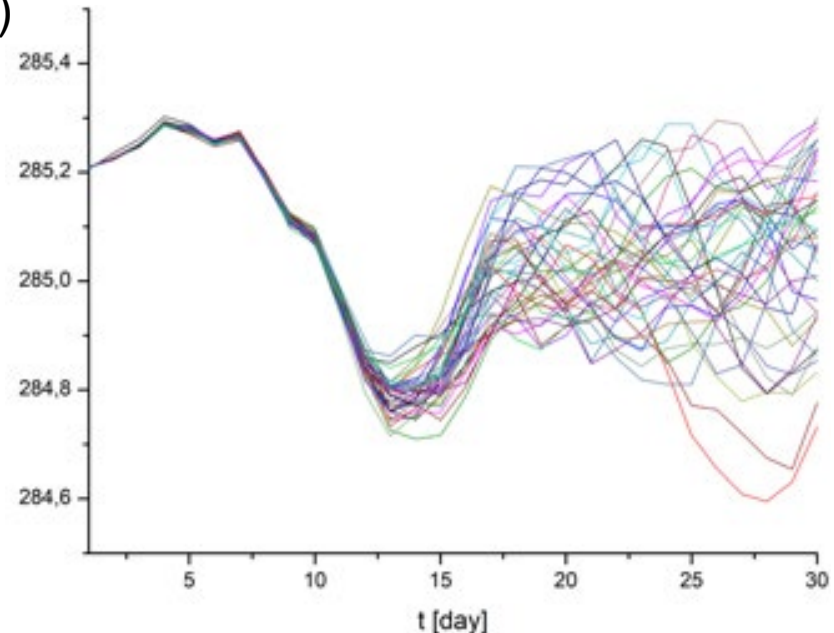
Nagyon közeli (10^{-14} fokkal eltérő) hőmérsékletű szimulálás indul 1920-ban. A követett mennyiség itt a Föld felszíni átlaghőmérséklete: TS

TS (K)

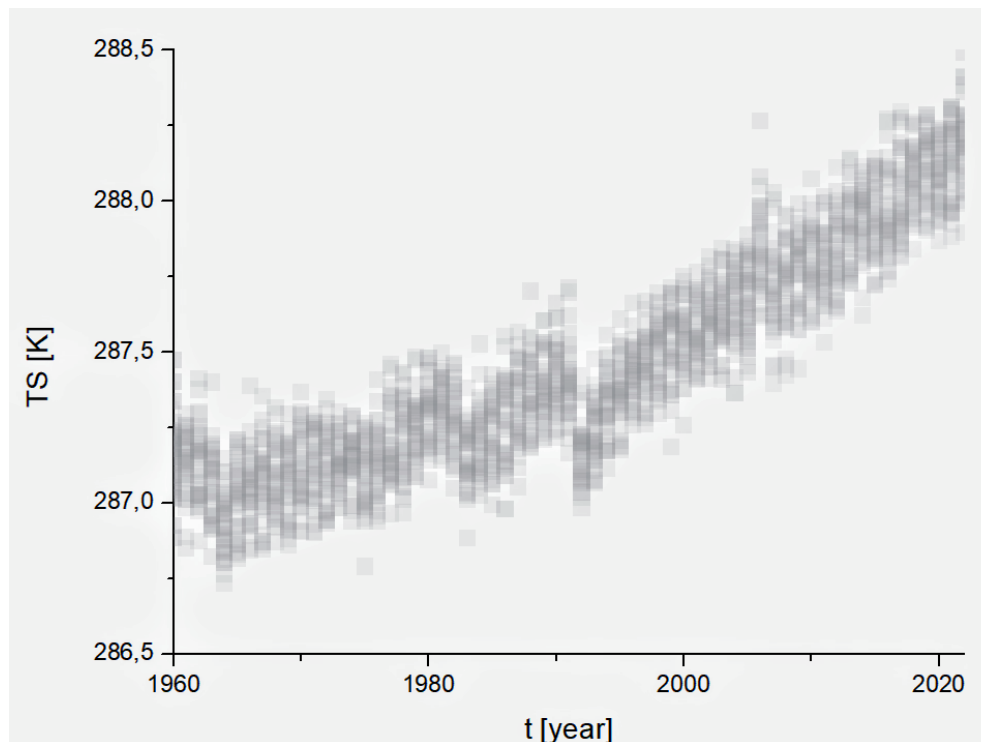
Az eredmény az első 50 napban:

A megoldások nem maradnak együtt, gyorsan szétválnak!
Fáklyadiagram

Kibomlanak a párhuzamos klímák!
Konvergencia az attraktorhoz: 40 év



Ugyanez a szimulálás az 1960 és 2022 közötti időre ezt adja



Első gondolat: ez **nem jó!** (Túl nagy a hiba, kb. 0,5 fok)

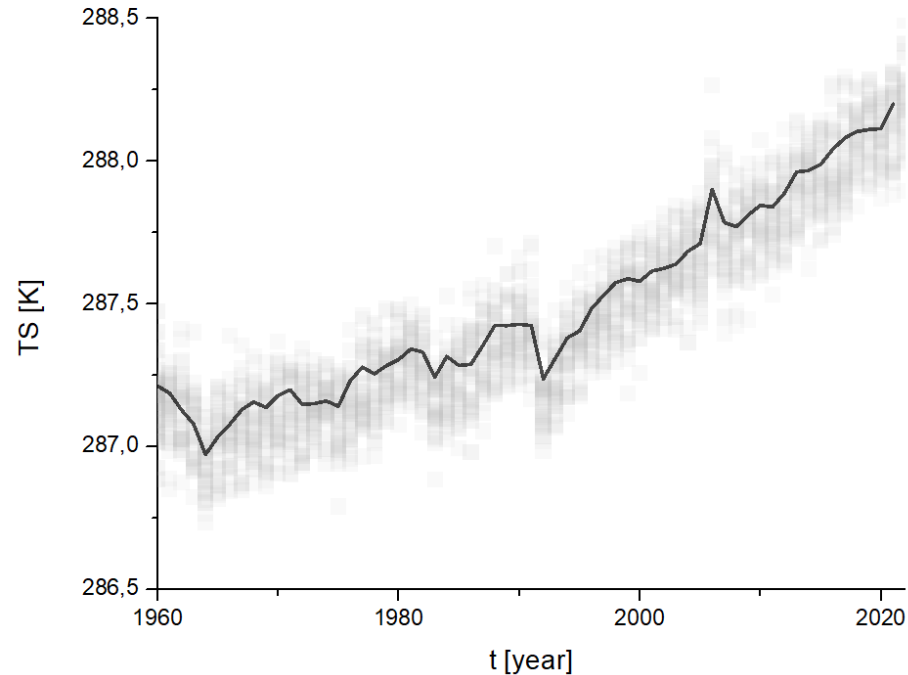
Második gondolat: **hátha a párhuzamos földi klímákat** látjuk!

Tényleg, a 0,5 fok, a lehetséges klímák tipikus eltérése, nem numerikus hiba!

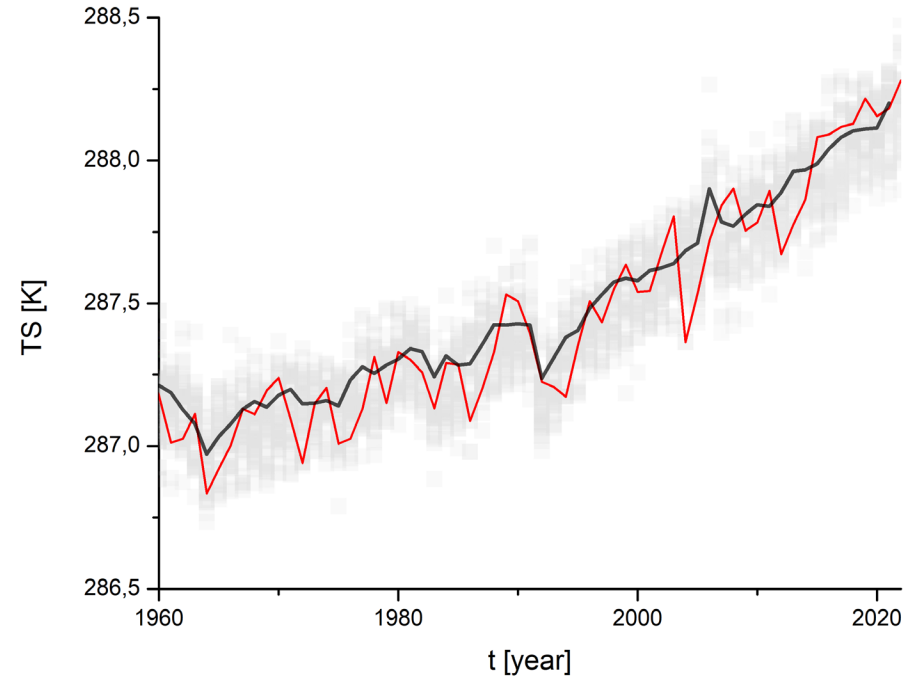
A szimulálást nézve, melyik a mi klímánk?

Mindegyik

Elemzés (Herein Mátyás)

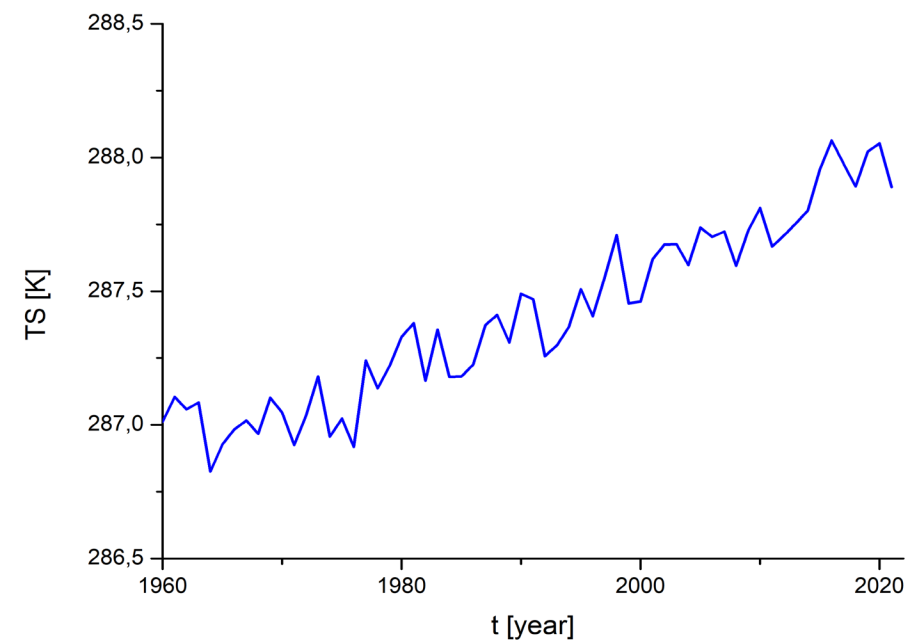


A fekete görbe a lehetséges
klímák átlaga

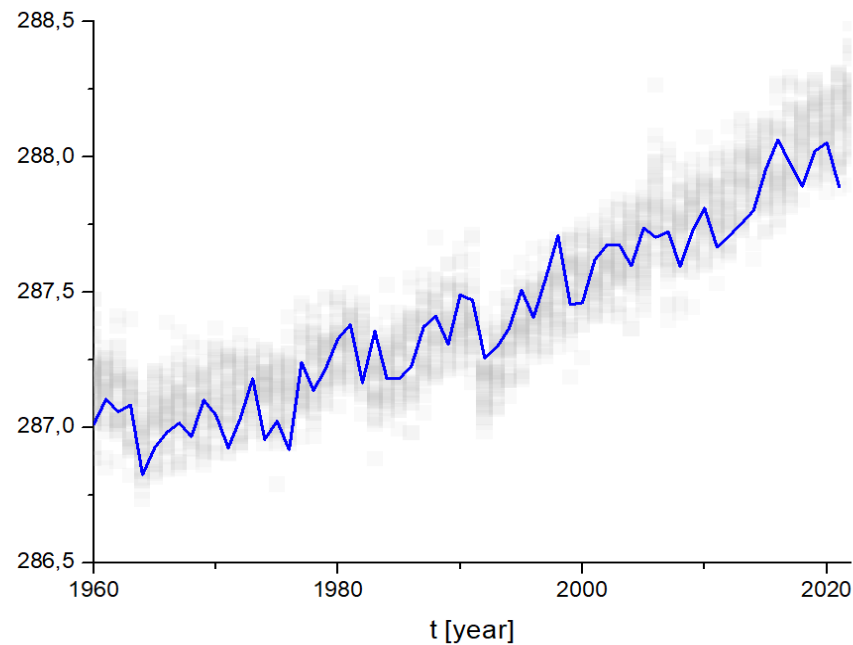


Piros görbe **egyetlen** a sok
klíma közül (a többi is hasonló,
de nem ugyanez). A piros
sokkal jobban rezeg, mint az
átlag.

A fő kérdés: hogyan viszonyul ez a szimulálás egyetlen mért klímánkhoz?

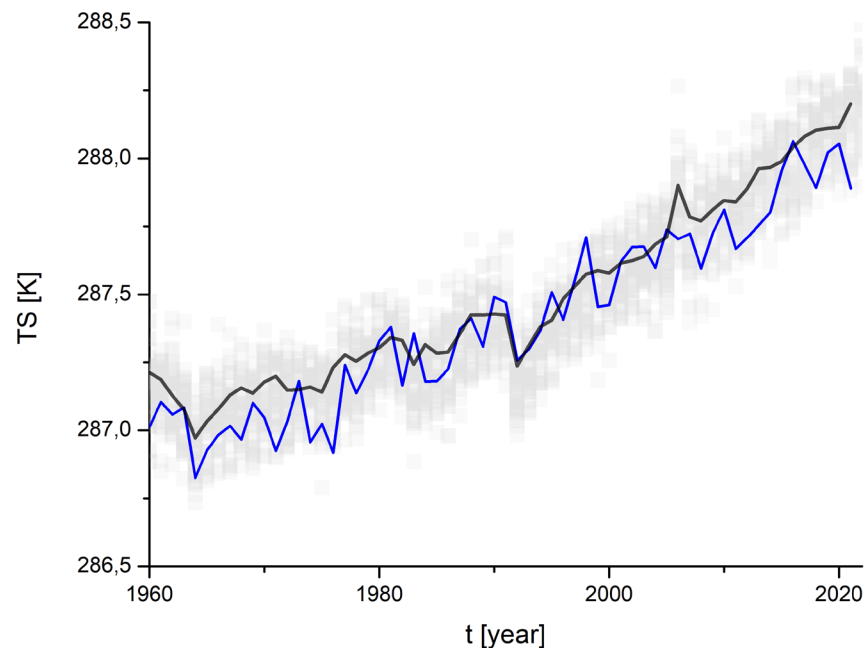
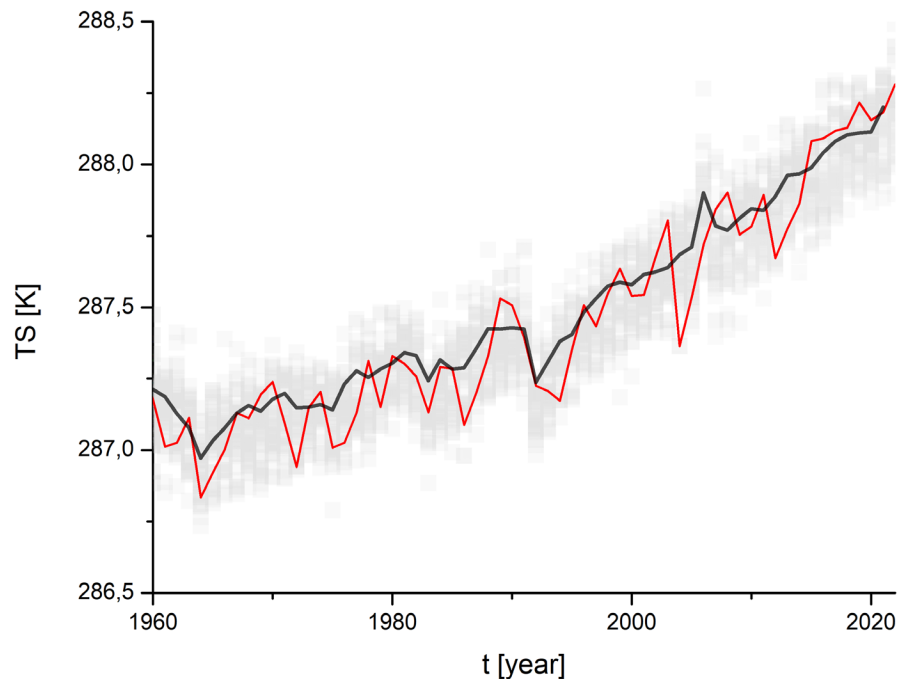


A mért felszíni átlaghőmérséklet



A mért és a szimulált párhuzamos
klímaeredmények egymásra téve

A fő kérdés: hogyan viszonyul ez a szimulálás egyetlen mért klímánkhoz?



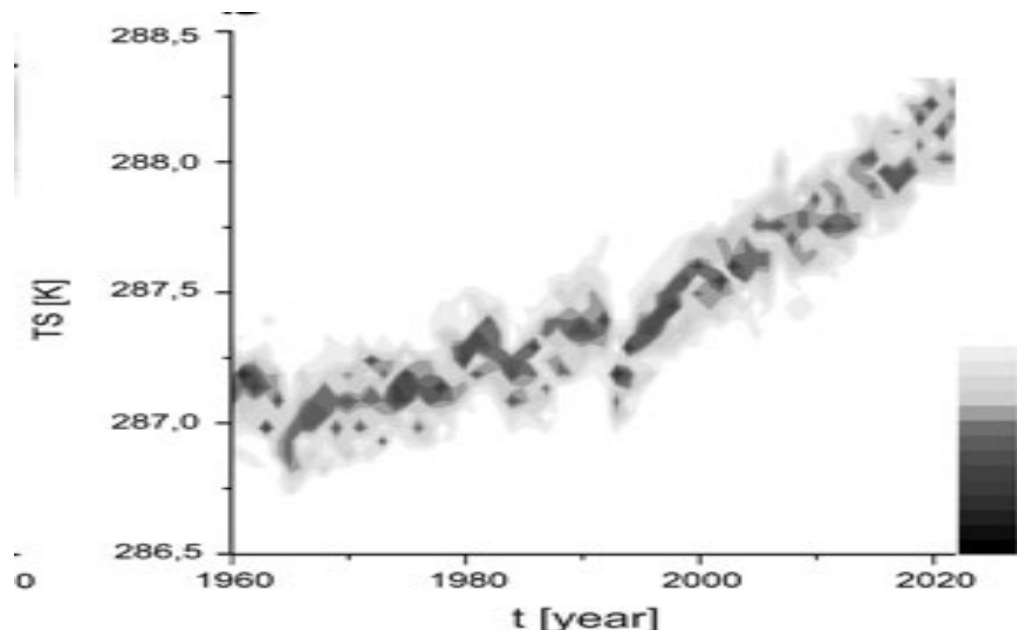
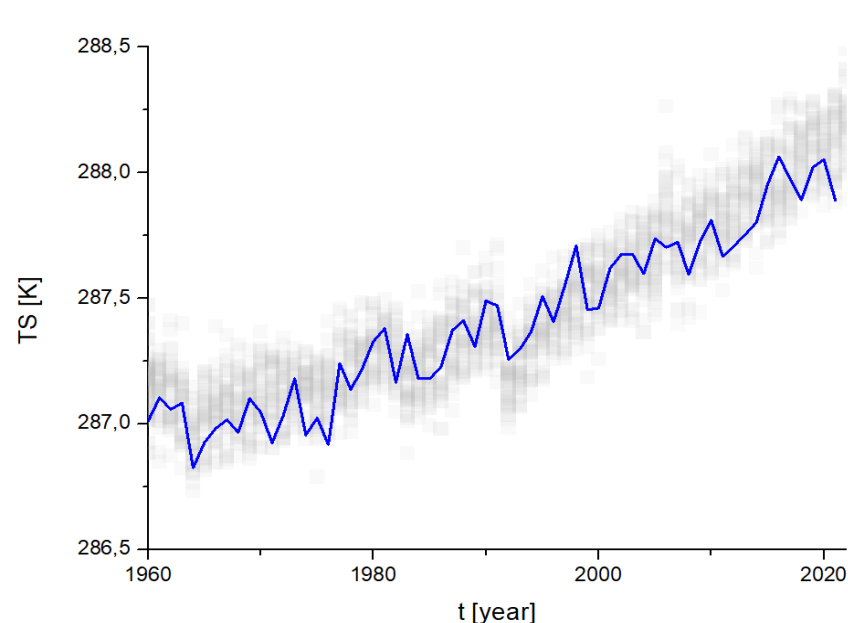
Az átlag egyetlen szimulált klímával és a mérttel.

A mért nem lehet azonos egyetlen szimulálttal sem, de az átlaggal sem el.

A szimulálás akkor megbízható, ha a mért **olyan jellegű** mint bármelyik párhuzamos klíma.

Nem remélhetjük, hogy a mért görbe közelébe esik a szimulálás, mint hagyományosan, mert ez káosz!

A fő kérdés: hogyan viszonyul ez a szimulálás egyetlen mért klímánkhhoz?



A **mi klímánk** mellett ott látszanak a párhuzamos klímákhoz tartozó szürke értékek. Nem egyedileg, hanem **statisztikában**.

Adott évben ilyen valószínűséggel fordulnak elő hőmérsékletértékek. Ez a helyes **klíma-előrejelzés**. Az is megadható, minek 0 a valószínűsége

A mi mért klímatörténetünk véletlen bolyongás a párhuzamos klímák átlaga körül. Az egyezés jobb a „vártnál”. Még 6-8 ilyen jó modellt ismerünk.

Az párhuzamos klímák gondolata globális **lehűlés** esetén is érvényes lenne.

IV. KITÉRŐ: KÉTSZEMÉLYES HINTA



Az alapgondolat családcentrikus:
az együtt hintázás öröme.
A szülő szemben is tud ülni a gyerekekkel.

De a **fizika is más!**

Az általam hallott első reakciók:
„Jaj, a kisfiam nem szereti!”
„Nem jó, mert időnként fejbe rúg a gyerek”

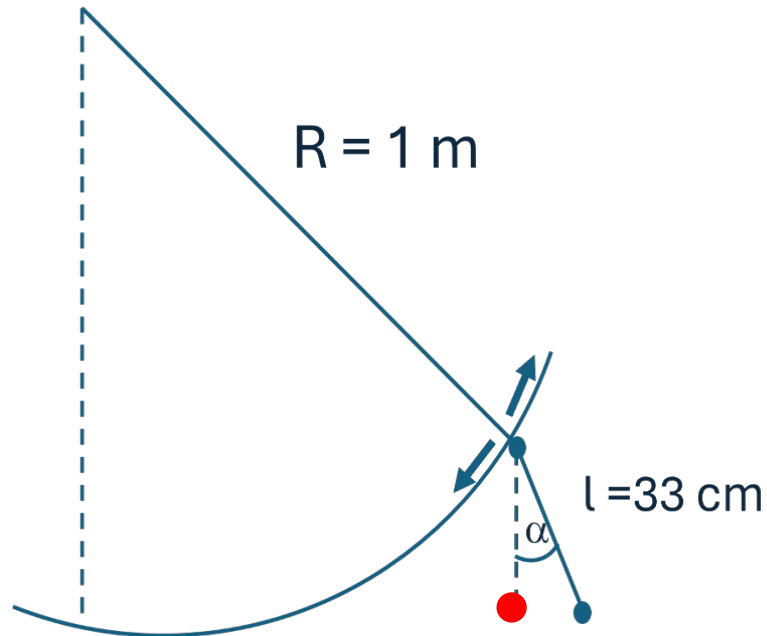
Az „**időnként**” káoszra utalhat.

A mi tapasztalatunk



A hinta egyszerűsített leírása

A kis hintára figyelünk



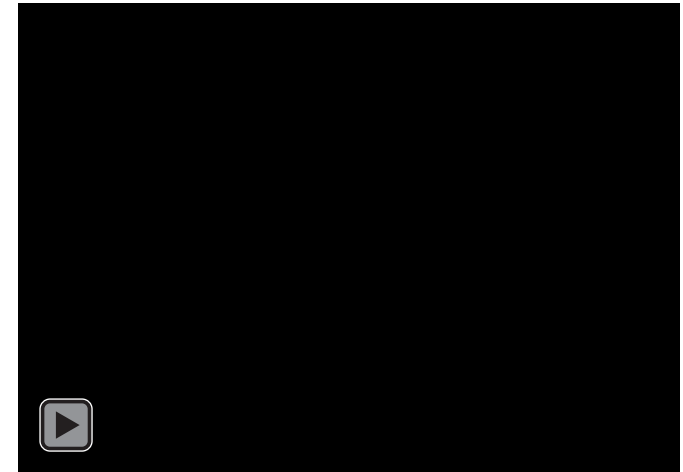
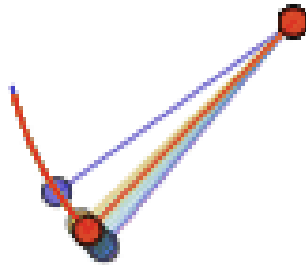
Merev rudak.

A kis hinta felfüggesztési pontja
köríven mozog.

A szülő hajtása periodikus.

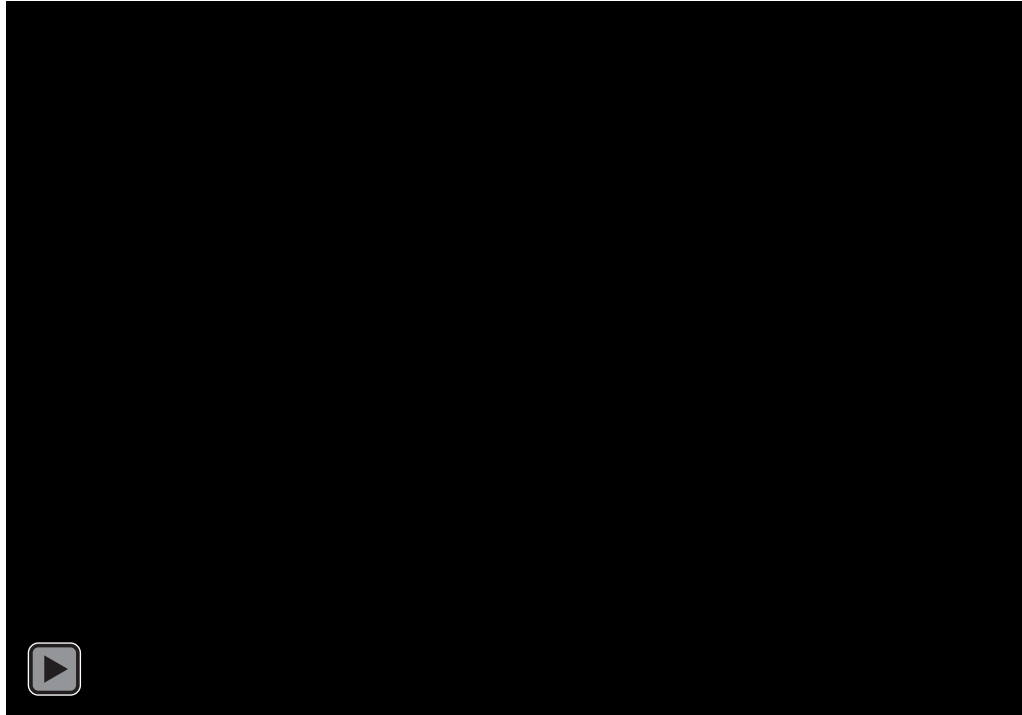
A **Newton-egyenlet** felírható

15 nagyon közelről (0,1 fok különbséggel) indított hinta
együttes mozgása, oldalról nézve Kovács Tamás



A megoldások nem maradnak
együtt, gyorsan szétválnak!
Fáklyadiagram

A 15 hinta együttese a felfüggesztési pontot is mutatva (lassítva) Kovács Tamás



Látszik, hogy a **hintáztatás** ugyanaz minden esetben,
a **hintázás** mégis más.

Amit látunk, a **párhuzamos gyerekhintáztatások** elmélete/szimulálása

Kérdés: a szimulálásban melyik az én unokám/gyerekem?

Mindegyik (az elején sem tudtam őket megkülönböztetni)

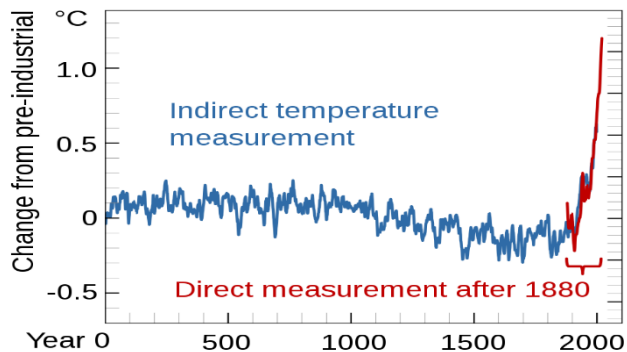
Összefoglalás/ismétlés:

A klímadinamika/káosz jellegéből adódóan jogos azt gondolni, hogy a fizika törvényei végtelen sok (de nem akármilyen) párhuzamos időbeli történetet tesznek lehetővé.

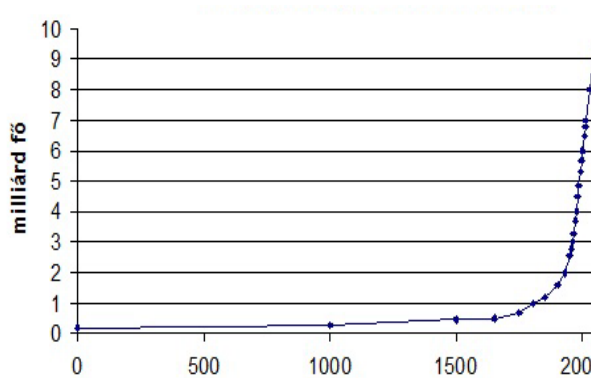
Ezek közül az egyikben élünk, és méréssel nem szerezhethetünk tudomást a többről.

Ha azonban hosszabbtávú előrejelzést végzünk, azt az összes lehetséges (szimulált) jövő együttese alapján lehet megtenni.

V. MEGJEGYZÉSEK egyszerű állampolgárként



A Föld felszíni átlaghőmérséklete (TS)

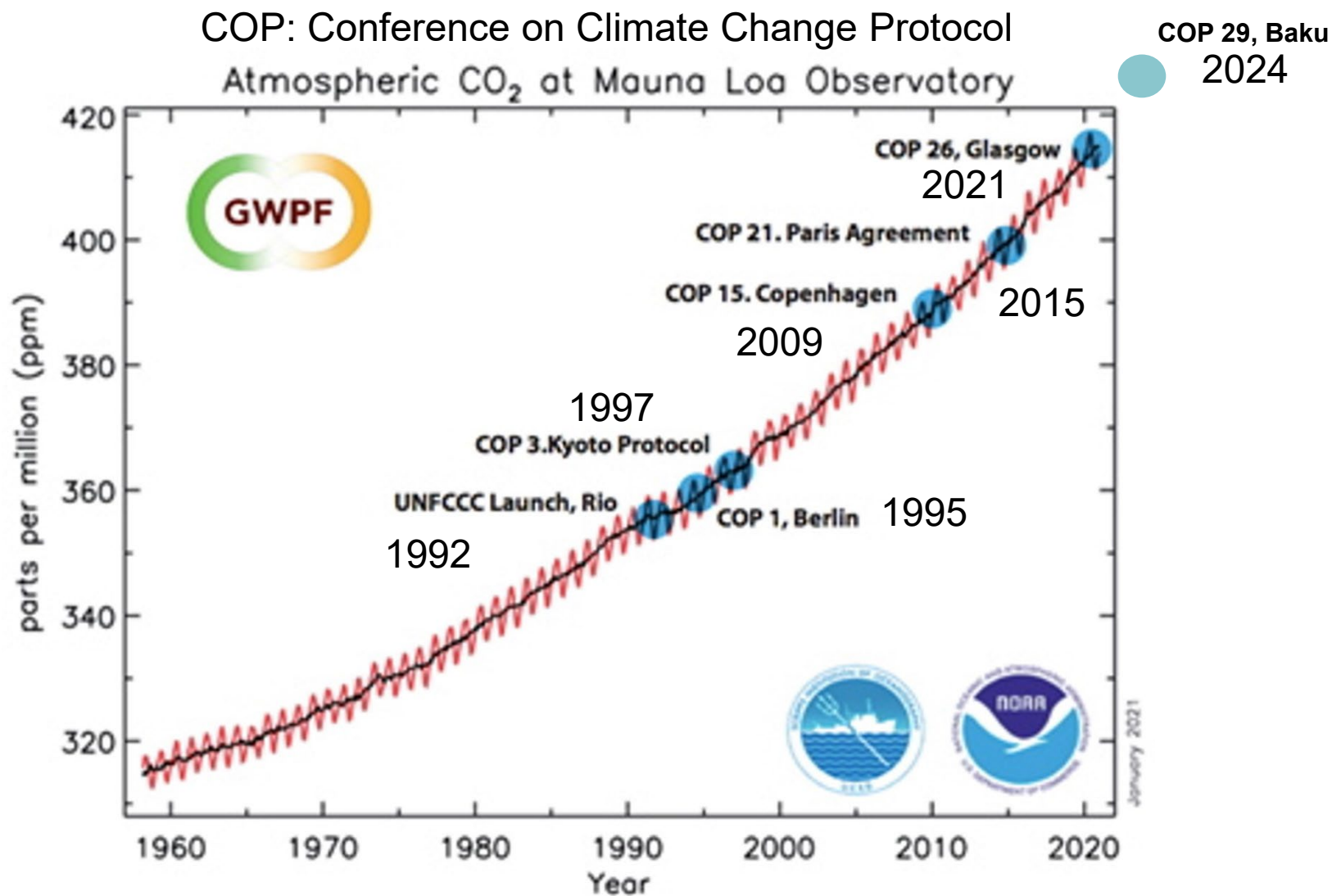


A Föld népessége

Nem **szabad kizárni**, hogy a népességnek is szerepe van a klímaváltozásban

Látni kell, hogy egyéni hozzájárulásunk a klíma-kérdéshez, **1/(8 milliárd)**, azaz 10^{-10} súlyú.

Nemzetközi egyezmények és megfigyelt CO₂ adatok



Forrás: Kiss Ádám,
The Global Warming Policy Foundation

A párizsi megállapodás, 2015

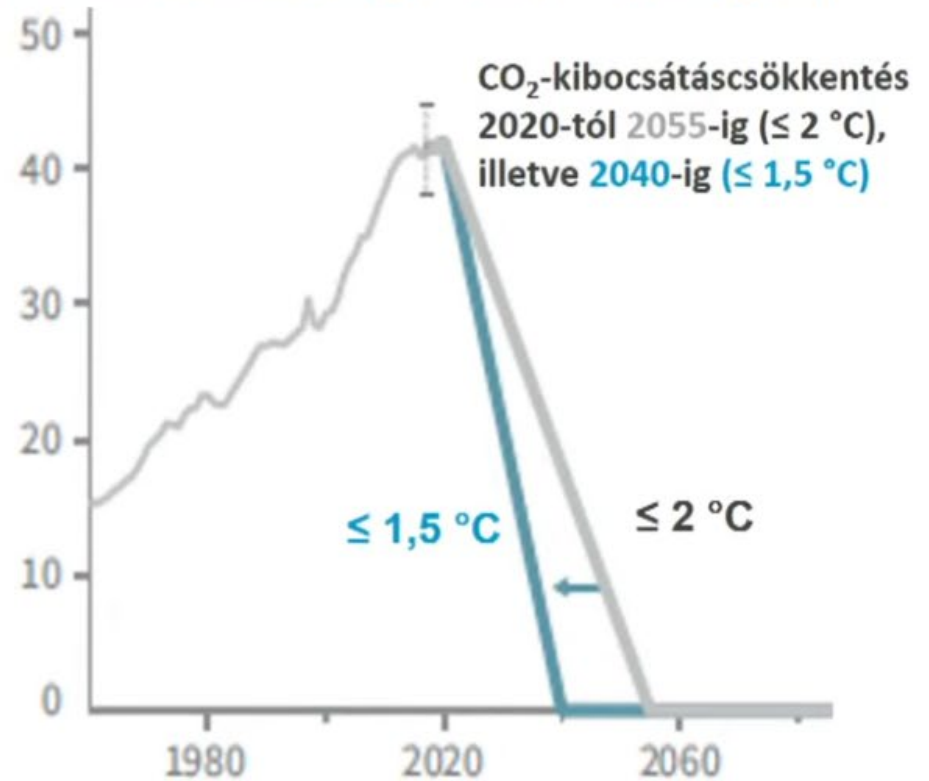


A párizsi megállapodás értelmében az antropogén CO₂-kibocsátást be kell szüntetni, **0-ra kell csökkenteni.**

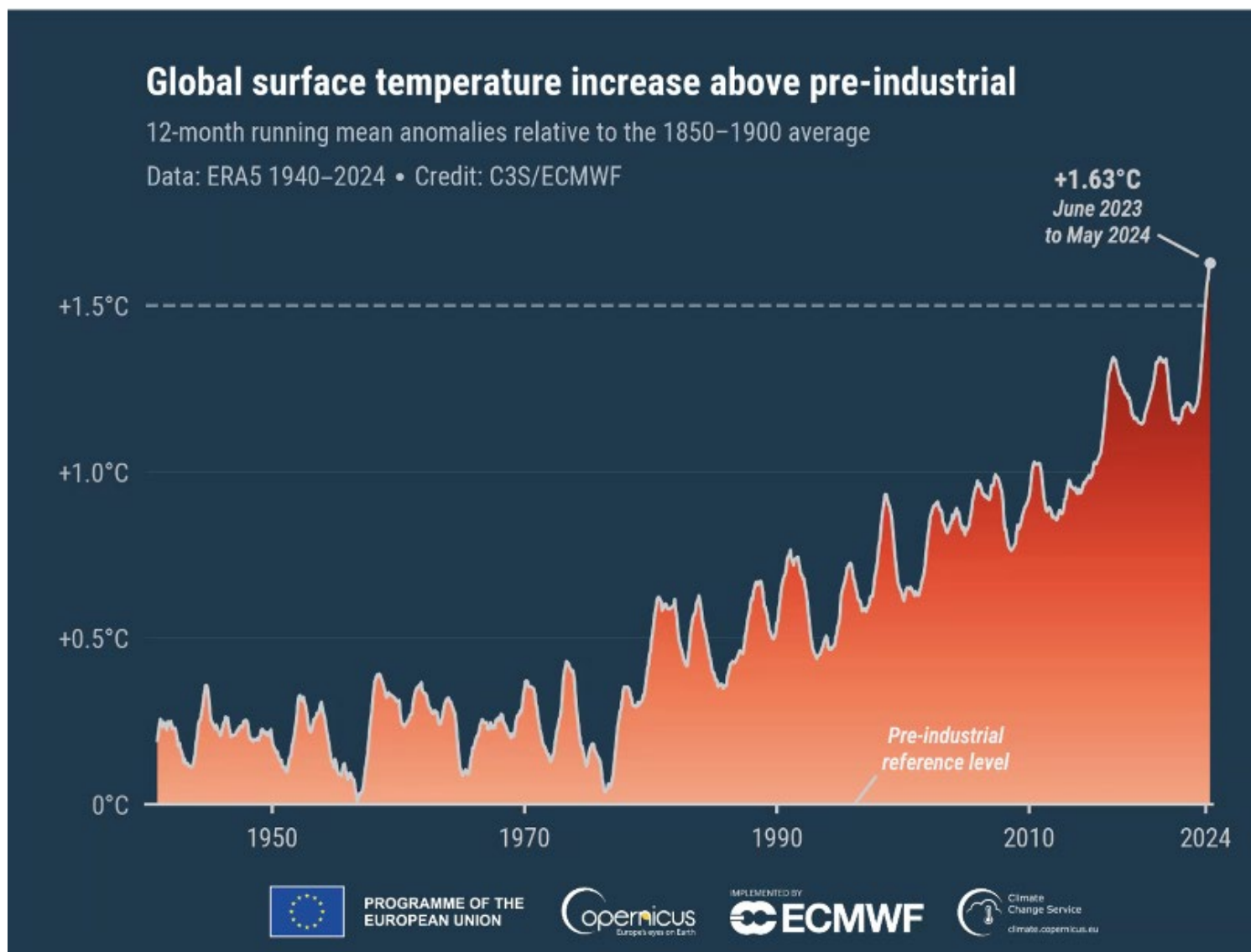
≤ 2 °C – esetén 2055-ig

≤ 1,5 °C – esetén 2040-ig

Globálisan összegzett CO₂-kibocsátás
(milliárd tonna CO₂ évente – GtCO₂/év)



A párizsi megállapodás és a valóság, 2025



Az IPCC saját kiadványa, 2019:

A címlap mutatja, hogy platónak kellene lennie a hőmérsékletben, de ennek máig semmi nyoma.

Tegyünk meg mindent, de ne nyomorítsuk meg magunkat a klímaváltozás „megállításának” igényével, elégedjünk meg a „fékezésével” (vagy akár „elfogadásával”) (?)

A klímaaktivisták előírják, hogy ne egyek steak-et,

de nem merik mondani, hogy a **háborúk károsak a klímára.**

Nem szabad hinni a klíma-rettegőknek!

