



# HungaroMet

Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt.

Lakatos Mónika

## Az éghajlatváltozás háttere és megfigyelt tendenciák

[lakatos.m@met.hu](mailto:lakatos.m@met.hu)

Az éghajlatváltozás nyomában: okok és bizonyítékok WS, 2024. június 27. , HungaroMet

# Újságírói megkeresések 2024

Média mint  
negyedik  
hatalmi ág?

klímaegyezmény  
tragikusáradások  
Kárpát-medence egészségügy  
alkalmazkodás  
iparosodás  
kibocsátások  
aszály városihősziget hatások  
anómália erdőtűz  
fehér üvegházhatás  
ElNino fok  
időjárásmódosítás évszakok  
tomboló Párizs klímaváltozás  
LaNina sokéves felhőszakadás  
klímamodellek  
szélsőségek következmények  
karácsony  
referenciaidőszak

# Miről lesz szó?

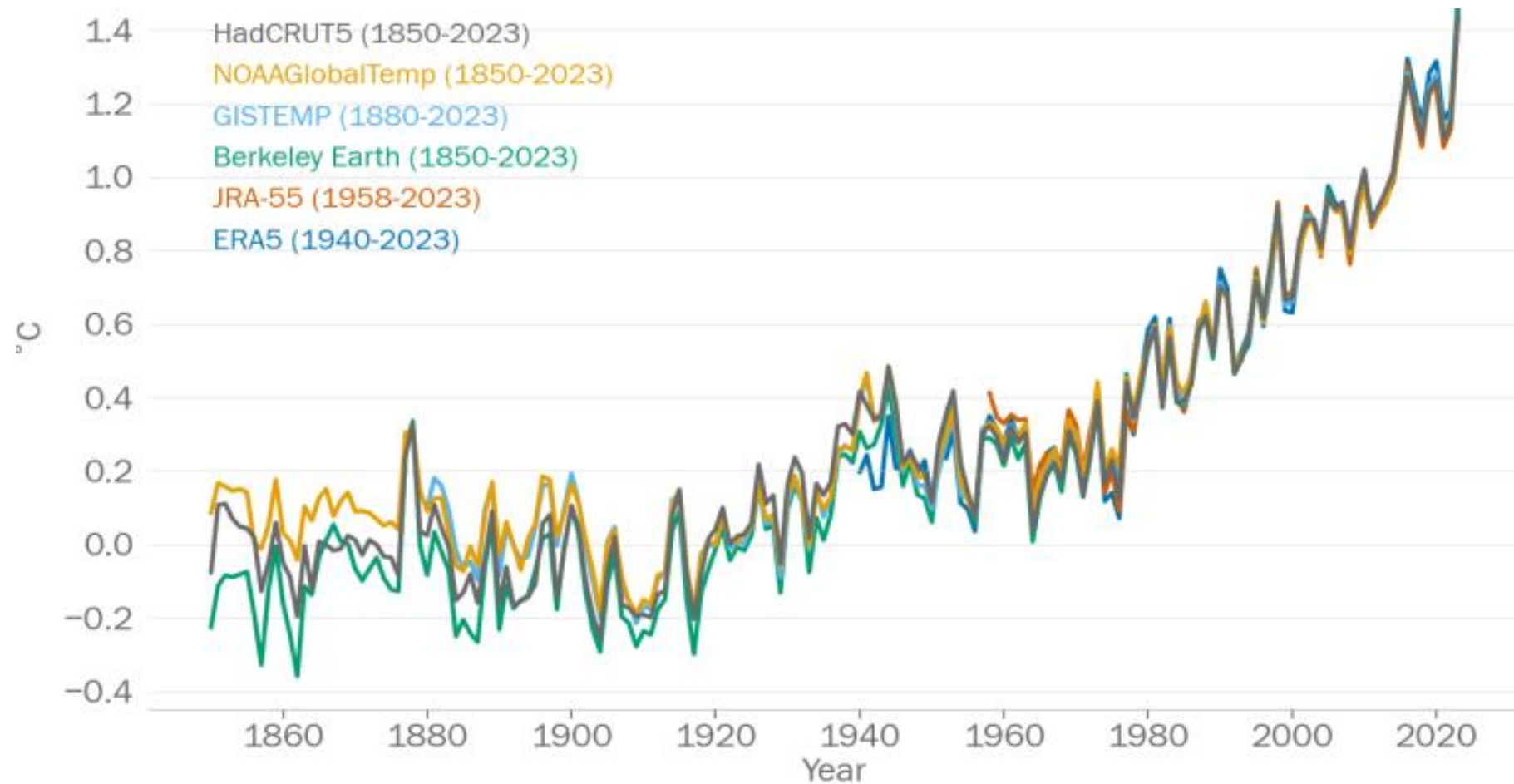
- Hol tart a melegedés most?
- Okok és bizonyítékok
- Globális és hazai trendek
- Szélsőségek és éghajlatváltozás - attribúciós vizsgálatok
- Milyen információ forrásokra, adatbázisokra támaszkodva tudunk nyilatkozni az éghajlatváltozásról



# Globális felszínhőmérséklet az 1850-1900 időszakhoz viszonyítva

2023-as globális  
átlaghőmérséklet  
 $1,45 \pm 0,12$  °C-kal  
az iparosodás előtti  
szint felett (1850–  
1900)

WMO: World  
Meteorological  
Organization



Created: 2024-01-10 16:56:20

# Hol tartunk 2024 májusában?

2024 május, **1,52 C°-kal** melegebb az iparosodás előtti időszak átlagánál

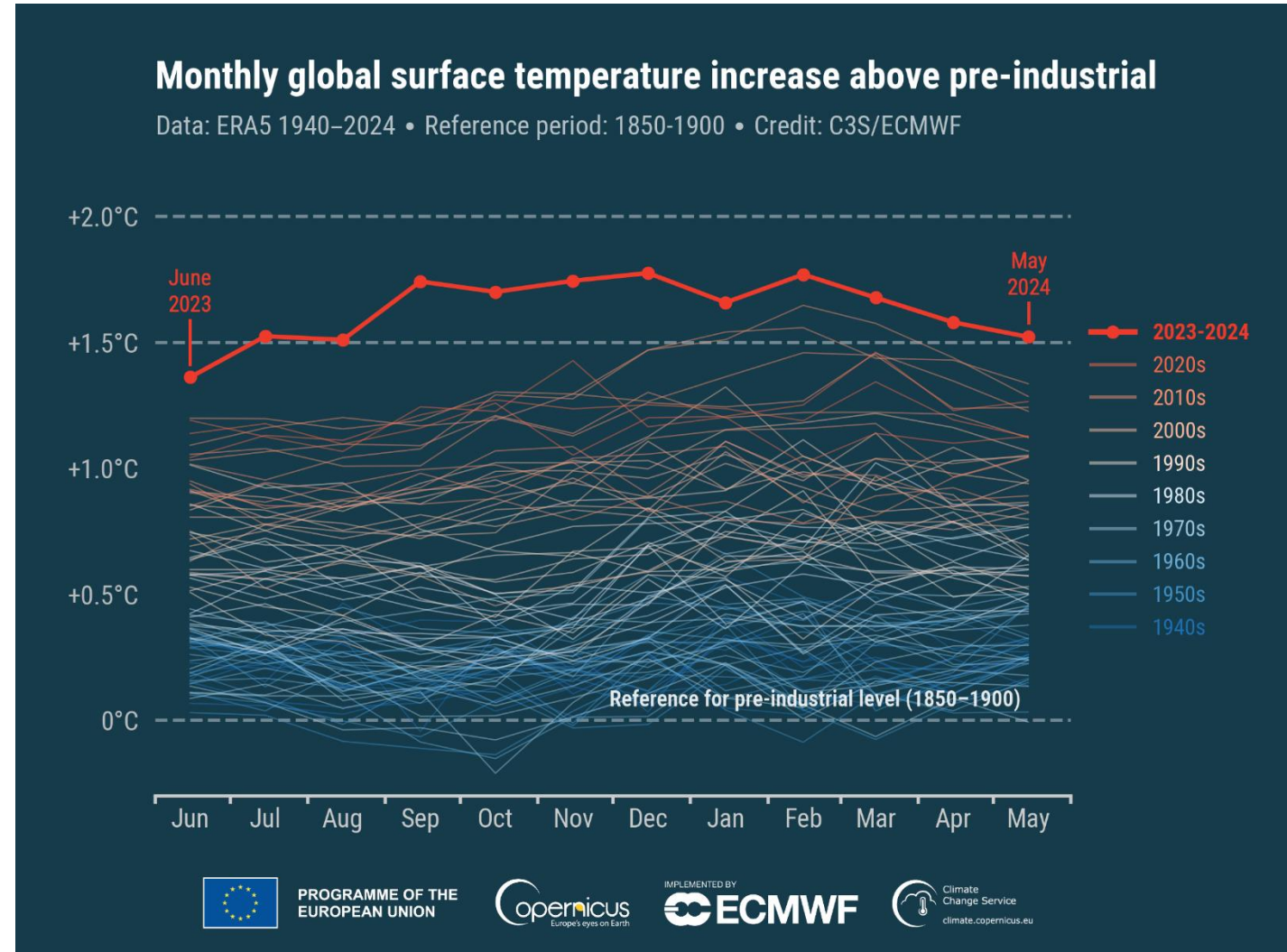
**11. egymás utáni** hónap **1,5°C** feletti anomáliával

ERA5 reanalízis adatok

**C3S** - Copernicus Climate Change Service



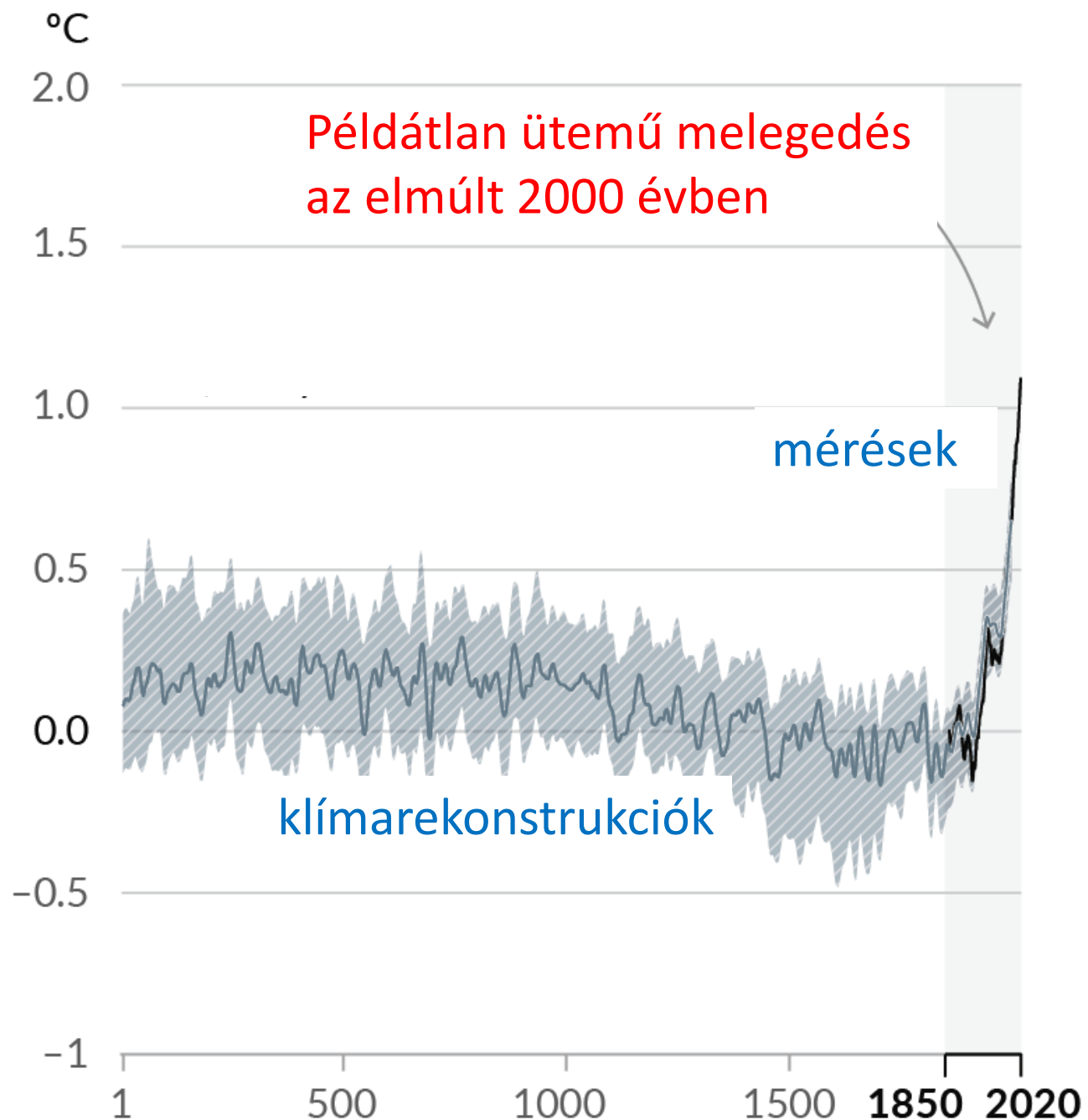
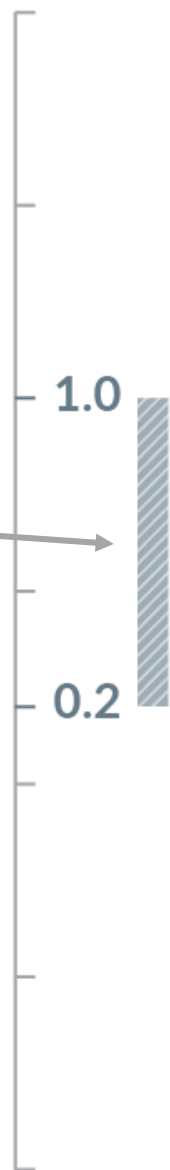
## Havi globális felszínhőmérséklet anomáliák 2023 június – 2024 május



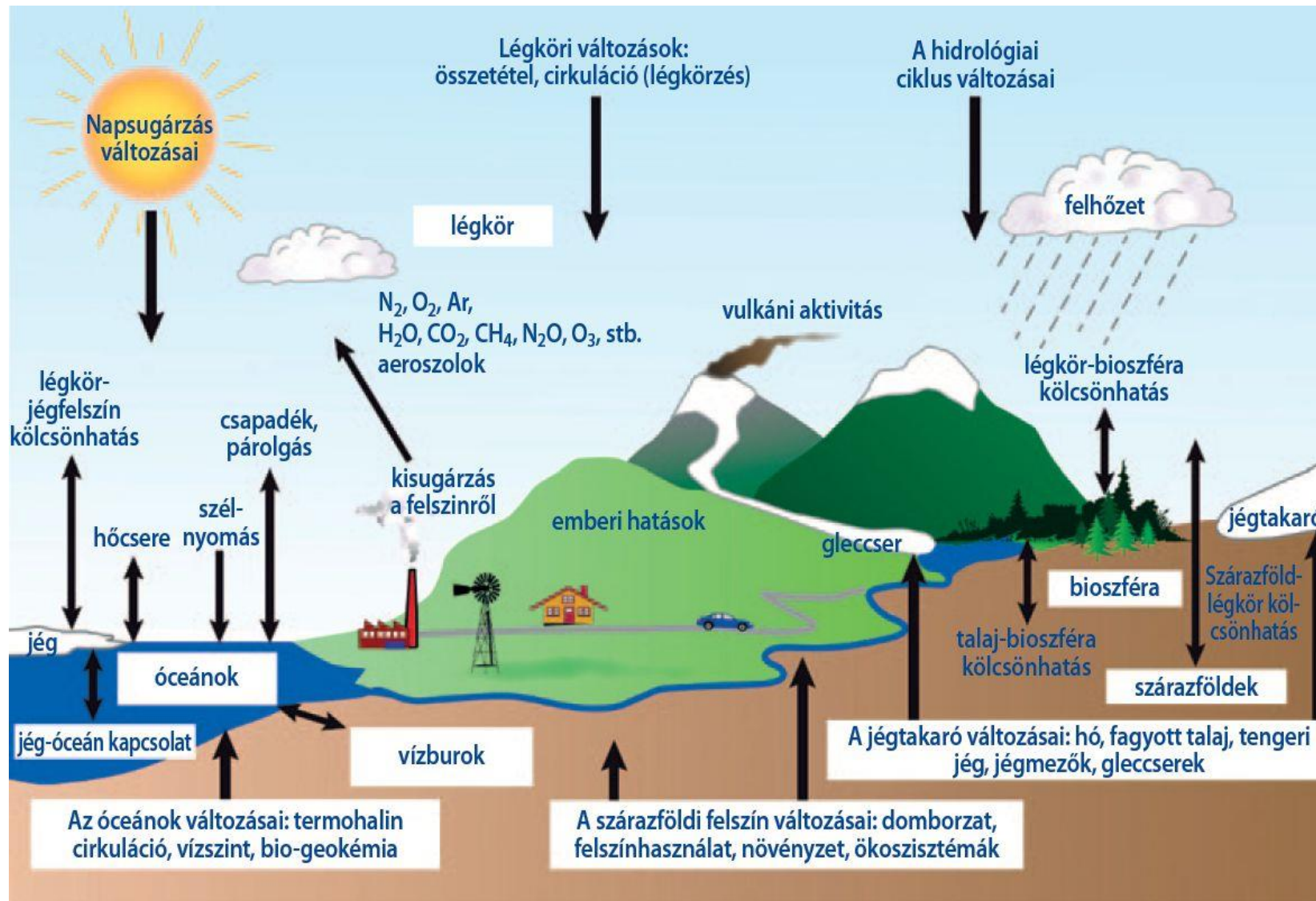
# Hogy jutottunk el ide?

Az elmúlt 100 000 év legnagyobb hőmérséklet-emelkedése, kb. 6500 évvel ezelőtt lépett fel és több évszázadig tartott a melegedés folyamata

IPCC AR6 jeletése



# Az éghajlati rendszer

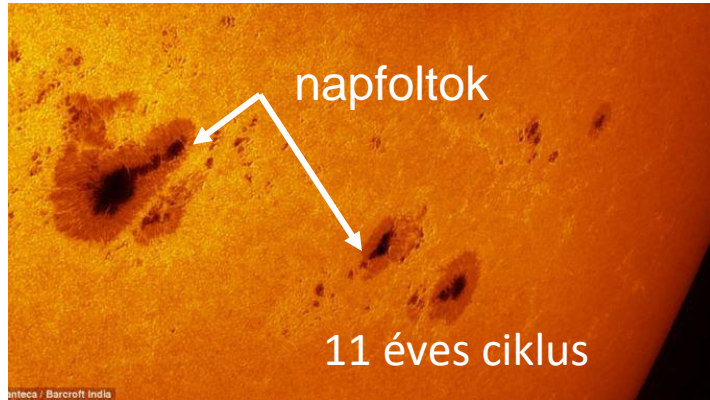


Az alábbi geoszférák kölcsönható együttese:

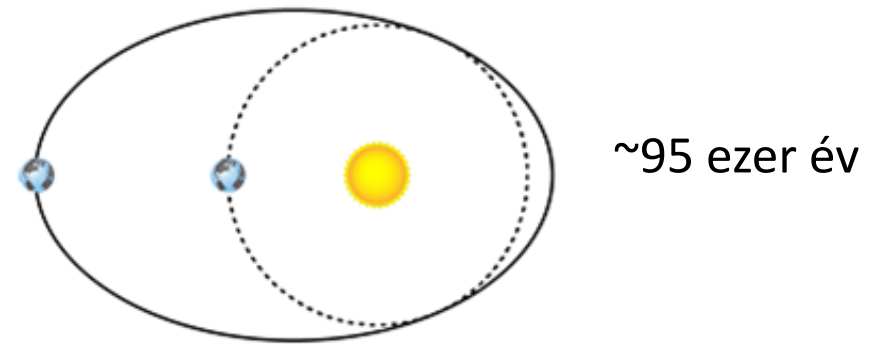
- légkör
- vízburok (felszíni és felszín alatti vizek)
- jég (hó- és jégtakaró)
- földfelszín
- élővilág

# Éghajlatalakító tényezők – természetes okok

## Napsugárzás változása



## Föld pályaelemeinek módosulása (Milankovics-ciklus)

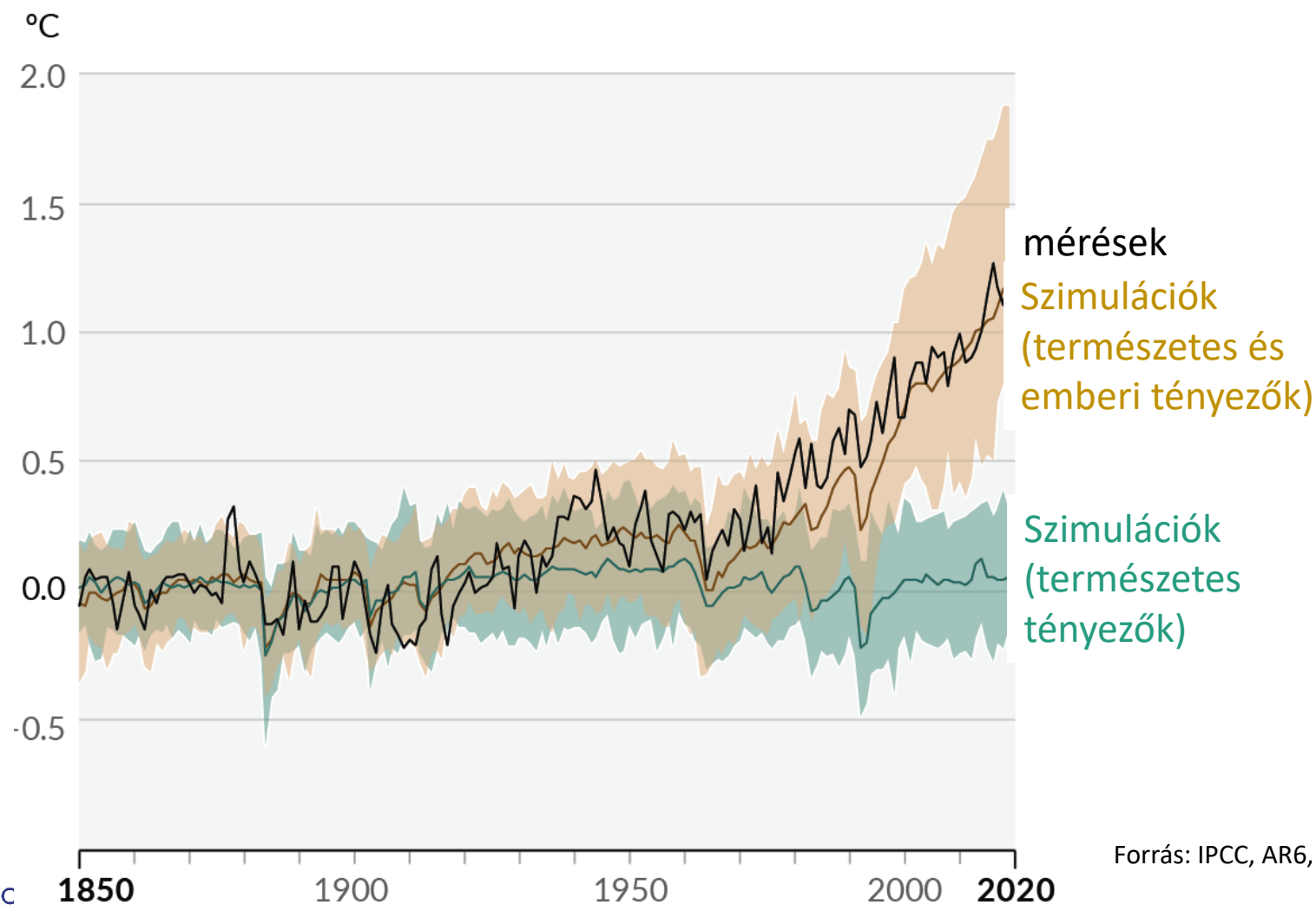


## Vulkánkitörések



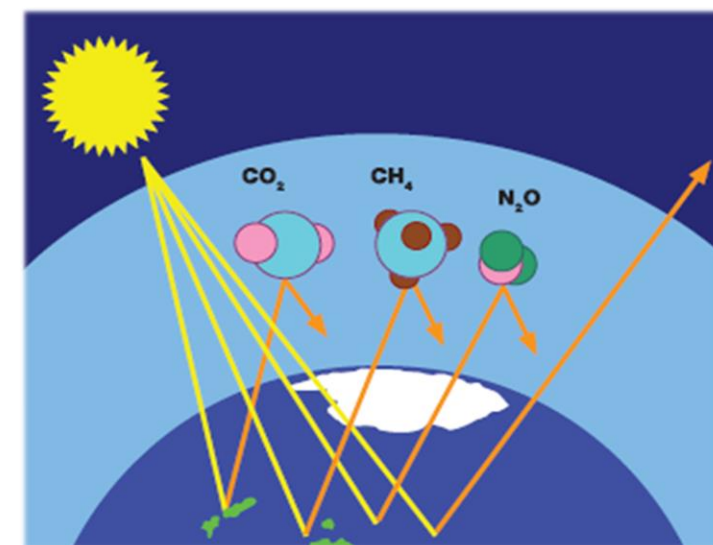


# Emberiség, mint éghajlatalakító tényező – Honnan tudjuk, hogy az ember a felelős a jelenlegi klímaváltozásért?



Forrás: IPCC, AR6, WG1

## Üvegház hatás



# Éghajlatalakító tényezők – **belső változékonyság**

- Az egyes éghajlati elemek között szoros kölcsönhatás van
- Nem lineáris visszacsatolások

## Pozitív (öngerjesztő) visszacsatolás

**Növekvő hőmérséklet**



© NASA

fokozódó üvegházhatás

olvadó permafroszt

metán felszabadulás

## Negatív (csillapító) visszacsatolás

**Növekvő hőmérséklet**

intenzívebb párolgás

több felhő

kisebb besugárzás

**csökkenő hőmérséklet**



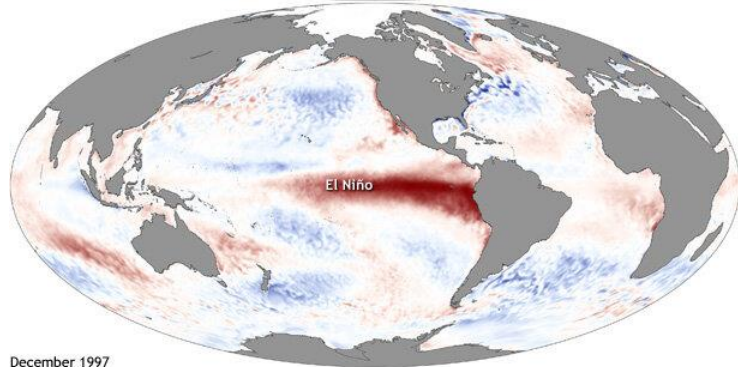
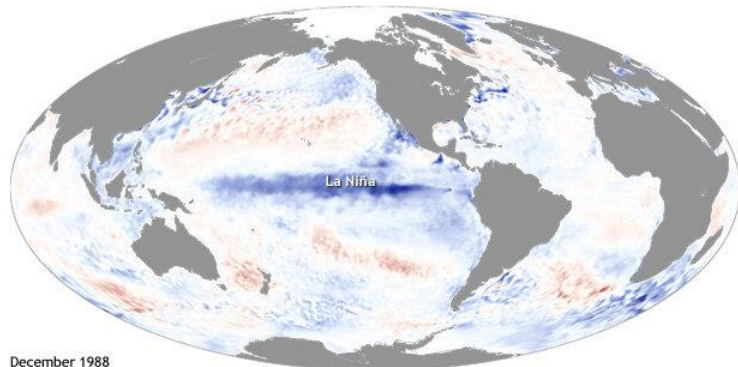
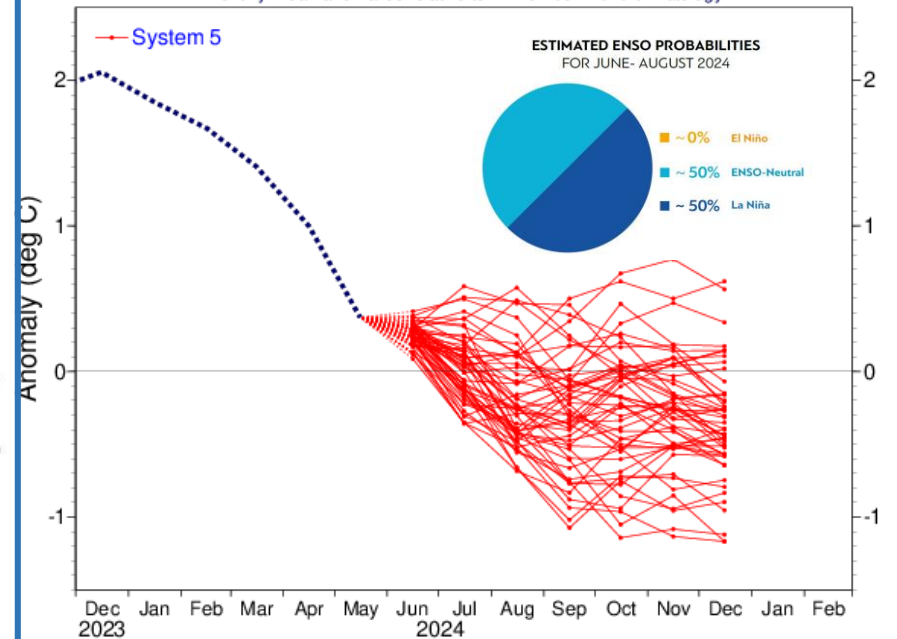
©Zbynek Burival on Unsplash

# Belső változékonyság - El Nino jelenség – fokozza a melegedés hatását

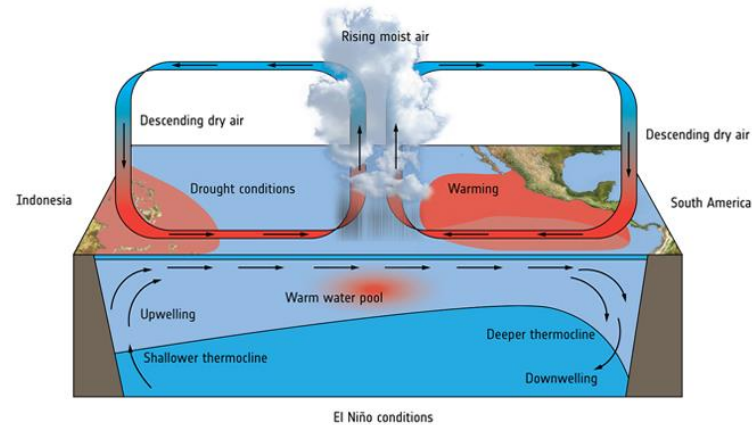
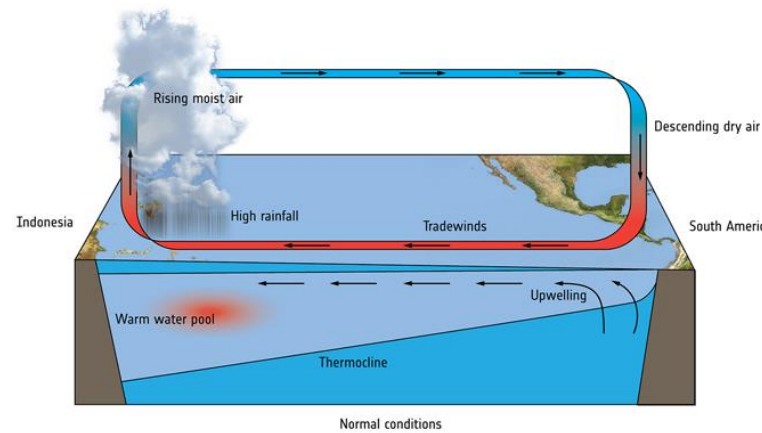


## WMO El Niño/La Niña Update

NINO3.4 SST anomaly plume  
ECMWF forecast from 1 Jun 2024  
Monthly mean anomalies relative to ERA5 1981-2010 climatology

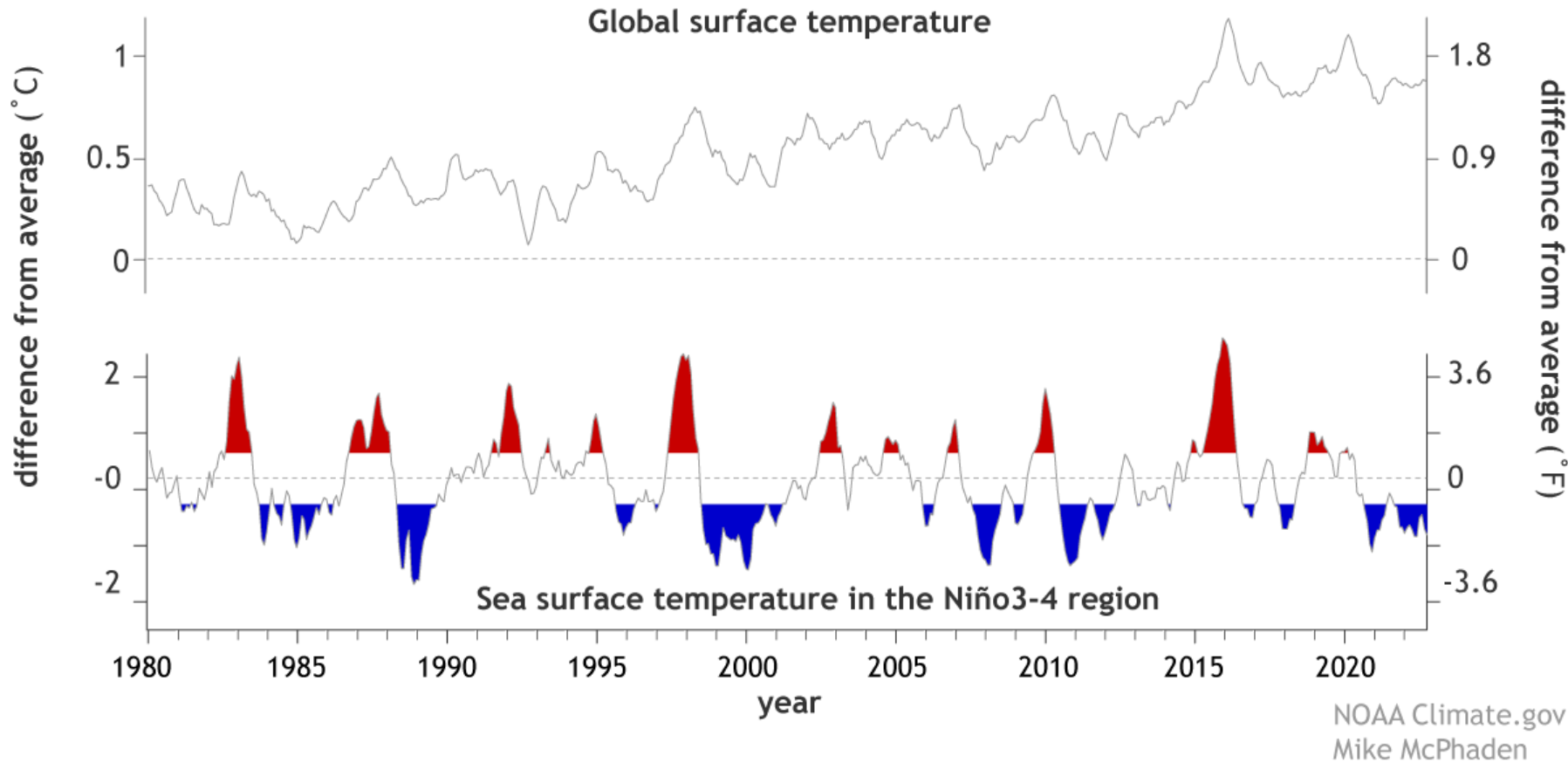


Difference from average temperature (°F)  
-9 0 9



earthhow.com

# El Nino és a globális felszínhőmérséklet



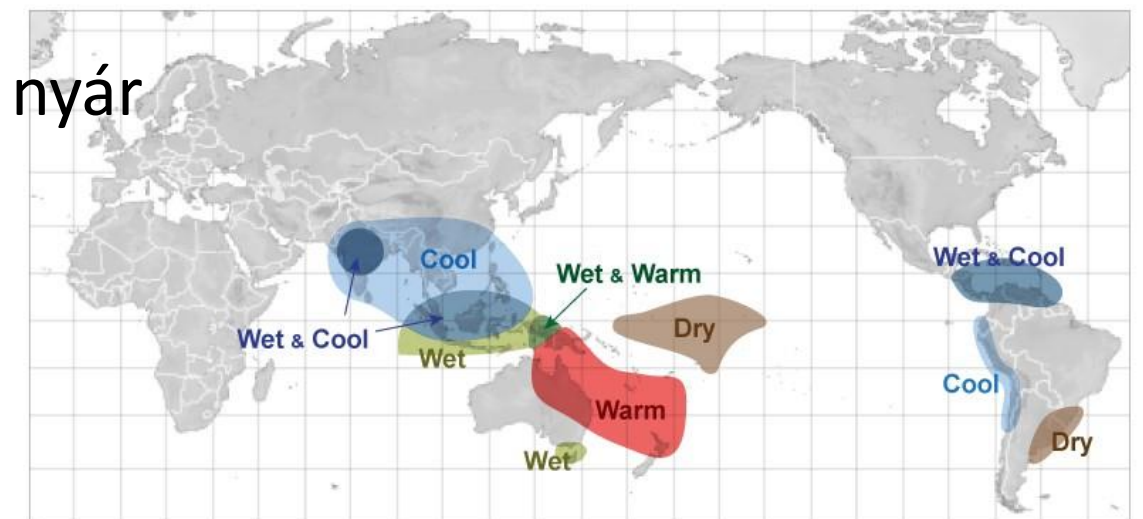
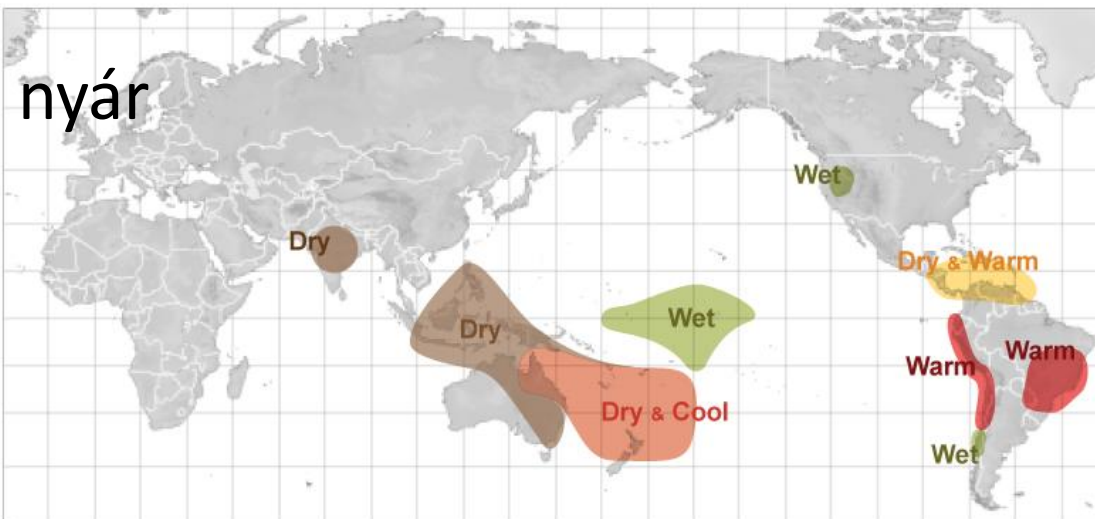
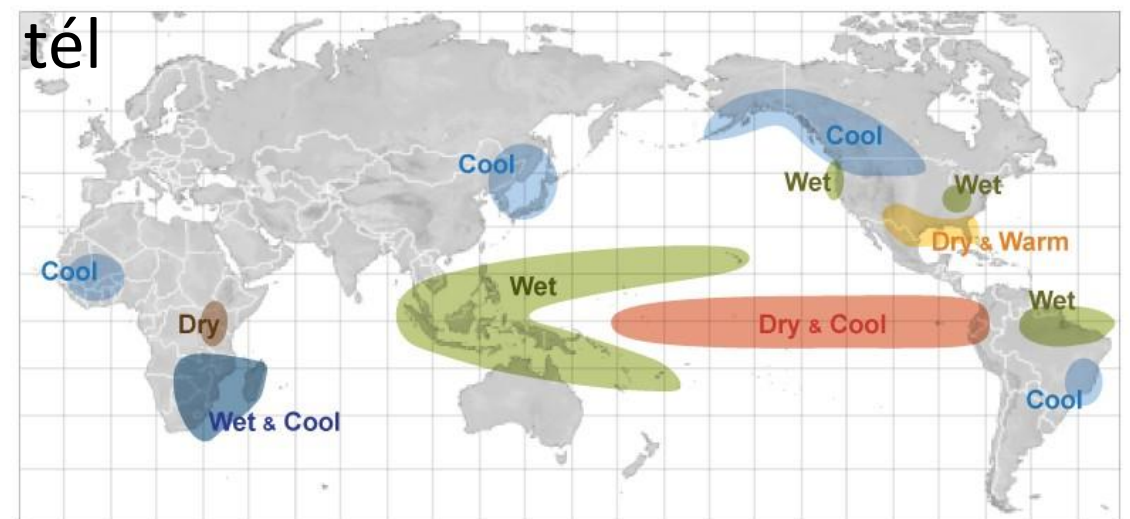
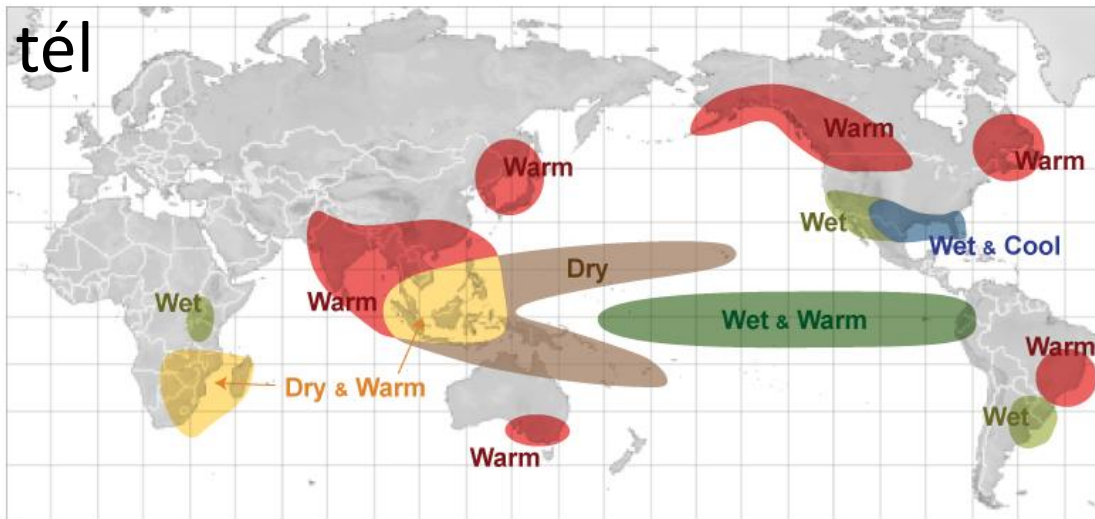
**TOP 10 év – 2023  
rekordmeleg**

- 2023
- 2016
- 2020
- 2019
- 2017
- 2015
- 2022 (és 2015)
- 2018
- 2021 (és 2018)
- 2014

# Hatás a Kárpát-medencére?

## El Nino

## La Nina

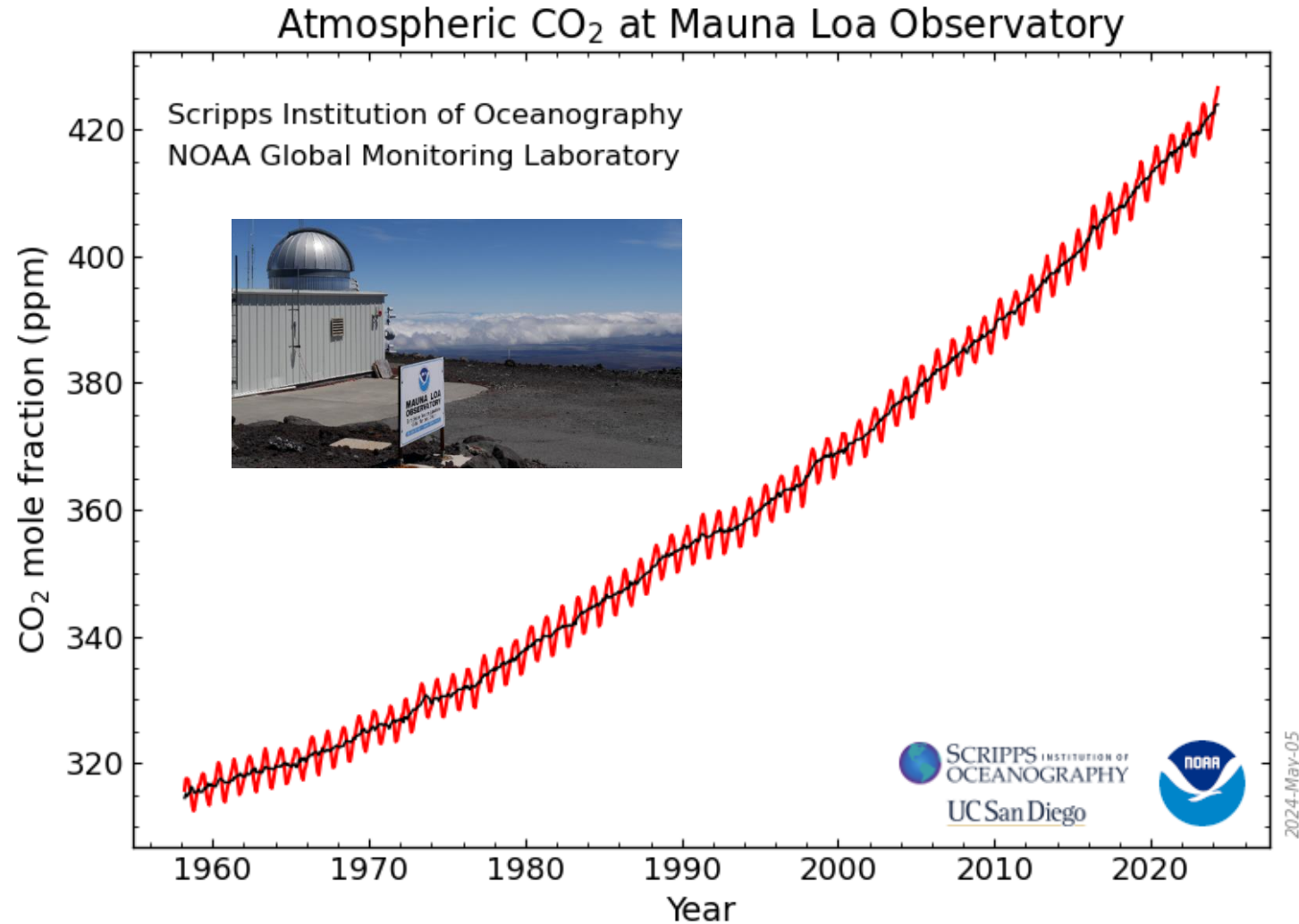


# Gyorsuló kibocsátások

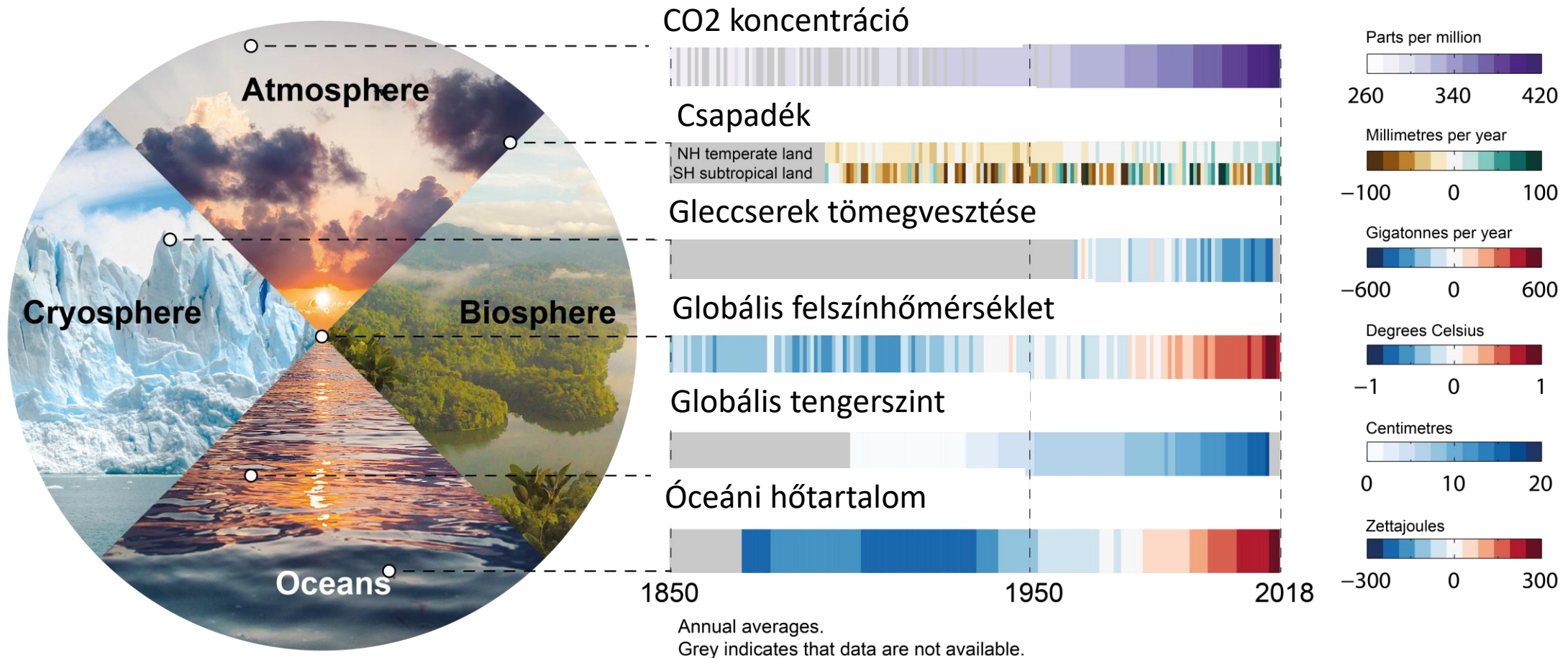
- A szén-dioxid koncentrációja 2023-ban 2,4 ppm-rel magasabb, mint 2022-ben (419ppm)
- A metáné 11 ppb-vel (1902 ppb)



## WMO Global Atmosphere Watch (GAW) Program



# Az éghajlati rendszer minden elemében megmutatkoznak a változások



Forrás: IPCC, AR6, WG1

# Hogy nőtt a tudásunk az idők során?

## IPCC jelentések sorozata, IPCC AR6 2021

- ✓ 1990 és 2021 között a megfigyelések, a modellek és az éghajlati rendszer működésének megértése javult
- ✓ Emberi hatás domináns – > tény
- ✓ 1887 állomás (1861–1990) - ma 40,000 állomás (1750–2020)
- ✓ Műholdas távérzékelés: hőmérséklet, hótakaró, sugárzási egyenleg. Ma: hőmérséklet, krioszféra, sugárzási egyenleg. CO<sub>2</sub>, tengerszint, felhők, aeroszolok, felszínborítottság és mások
- ✓ Éghajlati modellek – globális (500-ról 100km-es felbontás) és regionális modellek megjelenése
- ✓ Fizikai és biogeokémiai folyamatok pontosabb modellezése



### Understanding

#### Human influence on climate

Energy budget

**? Suspected**  
Open  
(inconsistent estimates)

Sea level budget

Open  
(inconsistent estimates)

#### Observations

Global warming since late 1800s

0.3–0.6°C

Land surface temperature

1887 stations (1861–1990)

Geological records

5 million years (temperature)  
5 million years (sea level)  
160,000 years (CO<sub>2</sub>)

Global ocean heat content

1955–1981 (two regions)

Satellite remote sensing

Temperature, snow cover,  
Earth radiation budget

#### Established fact

Closed  
(inputs = outputs + retained energy)

Closed  
(sum of contributions = observed sea level rise)

0.95–1.20°C

Up to 40,000 stations (1750–2020)

65 million years (temperature)  
50 million years (sea level)  
450 million years (CO<sub>2</sub>)

1871–2018 (global)

Temperature, cryosphere, Earth radiation budget, CO<sub>2</sub>,  
sea level, clouds, aerosols, land cover, many others

### Climate models

State of the art

General circulation models

Typical model resolution

500 km

Major elements

Circulating atmosphere and ocean

Radiative transfer

Land physics

Sea ice



Global

Earth system models

100 km



Circulating atmosphere and ocean



Radiative transfer



Land physics



Sea ice



Atmospheric chemistry



Land use/cover



Land and ocean biogeochemistry



Aerosol and cloud interactions



Regional

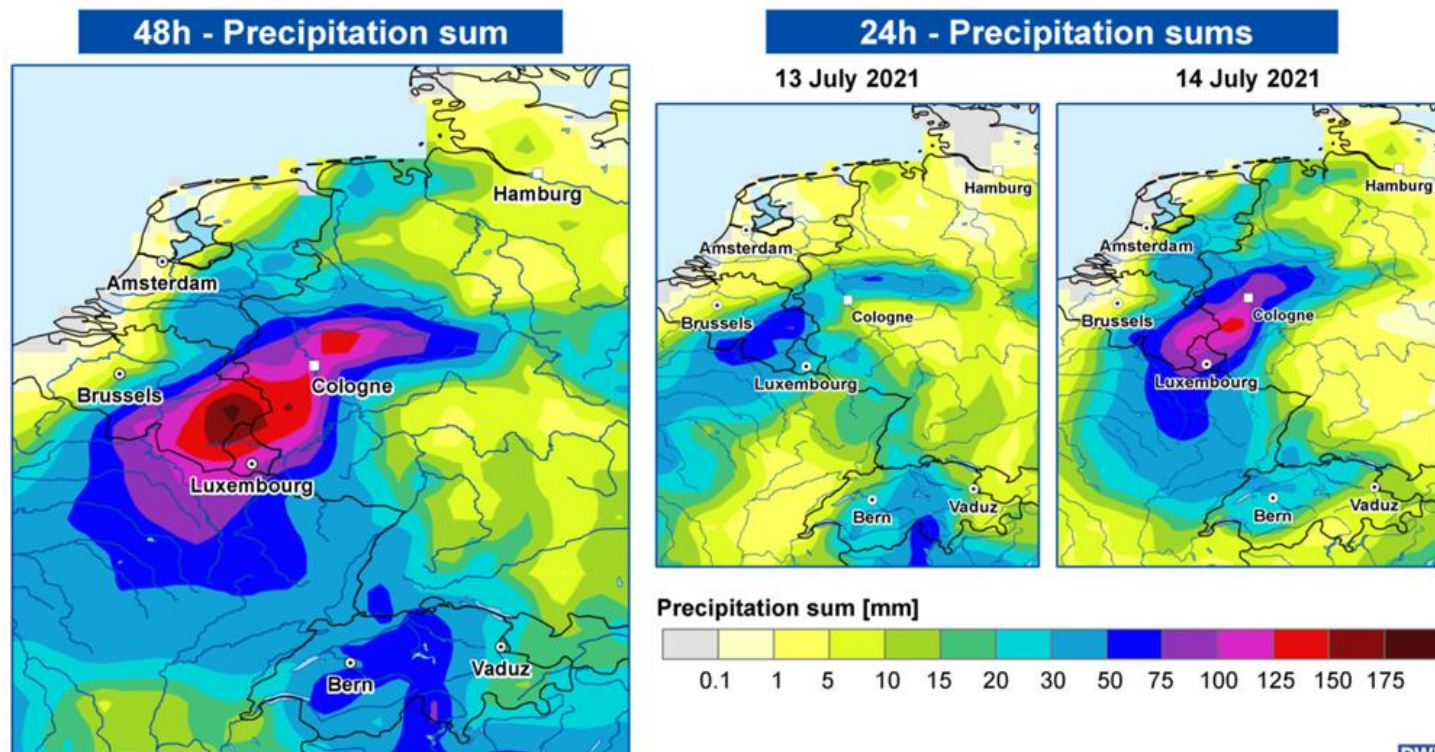
High-resolution models

25–50 km



# Szélsőséges jelenségek és az éghajlatváltozás kapcsolata –attribúció

2021. július 11-20. közötti villámárvizes Németország nyugati részén és Belgiumban



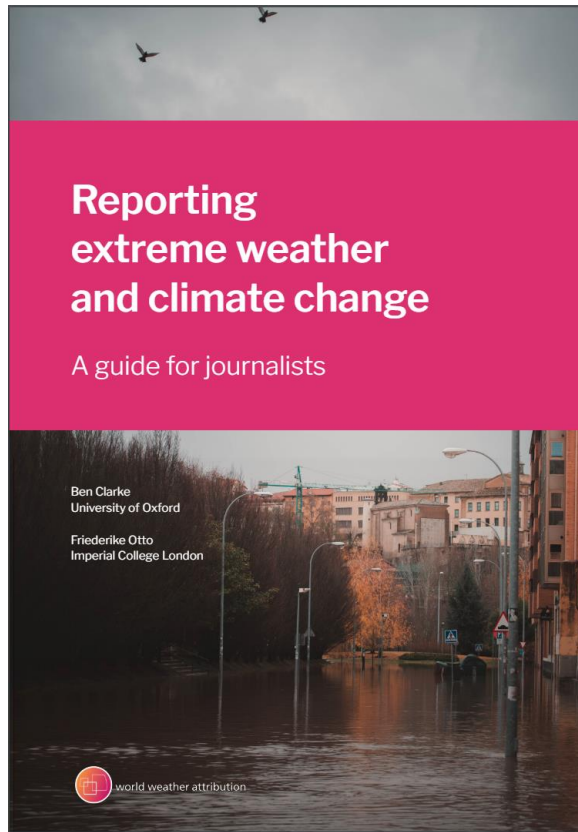
Precipitation data: Extended version of E-OBS. Graphic credits: © Deutscher Wetterdienst 2021 (Last update: 19.08.2021).  
Geodata: © GeoBasis-DE/BKG 2020 (Last update: 01.01.2020).

DWD  
Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand

- ~200 halálos áldozat
- Az éghajlatváltozás körülbelül **3-19%-kal növelte** az egynapos maximális csapadékesemény intenzitását a nyári időszakban ebben a nagy térségben
- Egy ilyen egynapos esemény bekövetkezésének **valószínűsége 1,2-9-szeresére nőtt**
- **Módszertan:** visszatérési értékek, modellfuttatás emberi tényezőkkel és anélkül

<https://www.worldweatherattribution.org/>

# „Reporting guide for journalists” (12 nyelven elérhető)



## Extreme events and climate change

### One-page checklist!

The following is a very basic overview for each extreme weather type covered in this guide. Further information on each type is given in the guide, including the best current science, descriptions of how it works and important points to note to ensure accurate reporting.

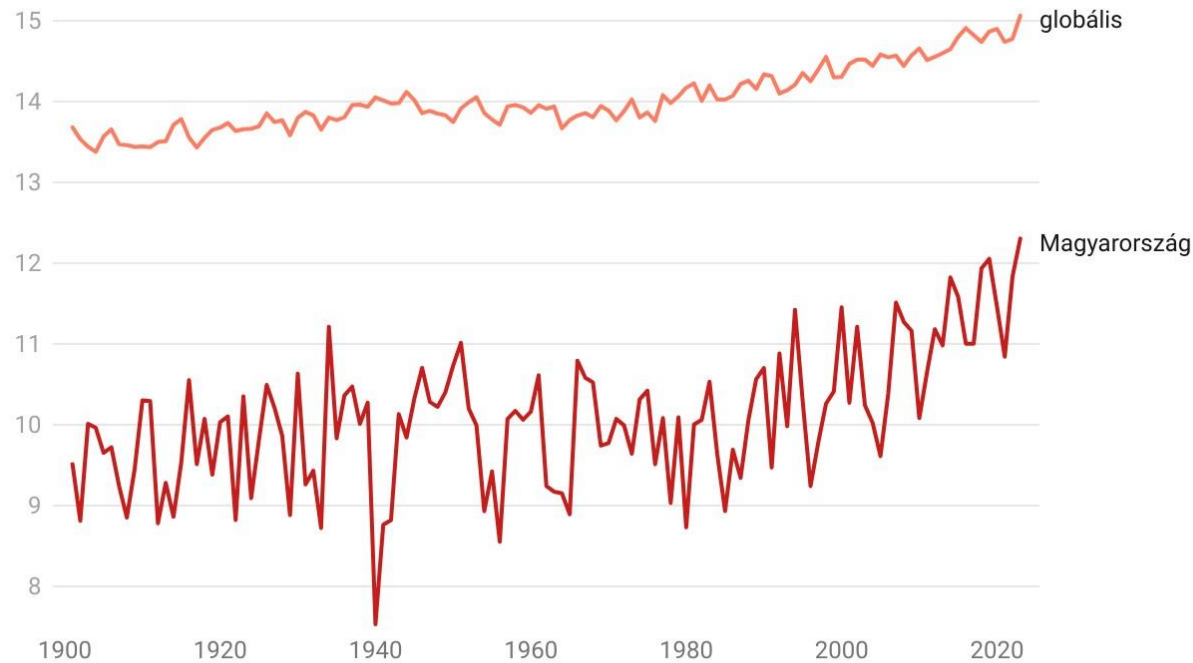
Extreme weather	Key messages	Points of note and caution
Heatwave	Every heatwave in the world is now made stronger and more likely to happen because of human-caused climate change.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Don't be too cautious — heatwaves are unilaterally linked to global warming.</li> </ul>
Floods	Extreme rainfall is more common and more intense because of human-caused climate change across most of the world. Flooding has likely become more frequent and severe in some locations as a result, though it is also affected by other human factors.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flooding is linked to heavy rain but is also caused by human factors, such as water management and defences.</li> <li>Coastal flooding is generally on the rise due to sea level rise, but is unrelated to rainfall-based floods.</li> </ul>

Tropical cyclones	The overall number of tropical cyclones per year has not changed, but climate change has increased the occurrence of the most intense and destructive storms. Extreme rainfall from tropical cyclones has increased substantially, in line with rainfall from other sources. Storm surges are higher due to climate change-driven sea level rise.	<ul style="list-style-type: none"> <li>There is no increase of cyclones overall.</li> <li>Individual cyclone intensities and wind speeds are not currently higher because of global warming</li> </ul>
Heavy snow	Every instance of extreme cold across the world has decreased in likelihood and intensity due to climate change. It is unclear how heavy snowfall events have changed in most places, but they may have increased in intensity in parts of East and North Asia, North America and Greenland.	<ul style="list-style-type: none"> <li>There is very high confidence of fewer cold extremes, though these are still possible.</li> <li>Snowfall changes are extremely uncertain.</li> <li>Polar vortices changes are not yet clear.</li> </ul>
Droughts	Droughts are becoming more common and more severe due to climate change in some areas only, including Europe, the Mediterranean, southern Africa, central and eastern Asia, southern Australia, and western North America - there is some evidence of increases in western and central Africa, northeast South America, and New Zealand.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Droughts are very complex and diverse, making it difficult to acknowledge certainty.</li> <li>There are many factors to consider other than climate change in the case of impactful droughts, particularly regarding water management.</li> </ul>
Wildfires	Fire weather is increasing in parts of all continents, with clear attributable increases in both probability and total burned area in southern Europe, northern Eurasia, the US, and Australia, and some evidence in southern China.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data records of fires are very limited in some areas, making attribution very challenging.</li> <li>Human activities, such as forest management and ignition sources, are also important factors.</li> </ul>

# Hazai éghajlati trendek

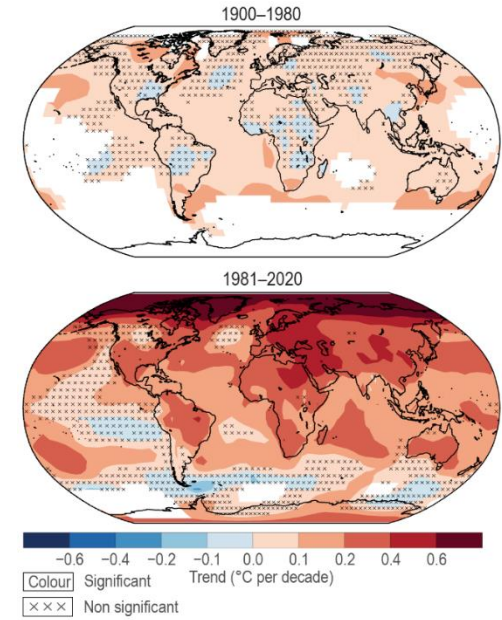
# A Kárpát-medence az átlagosnál jobban melegező régiók között

## Globális és hazai évi átlaghőmérséklet (°C), 1901-2023

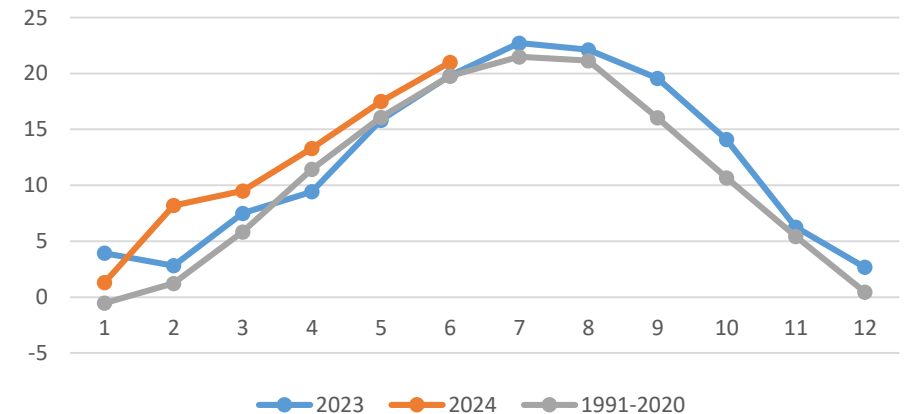


Created with Datawrapper

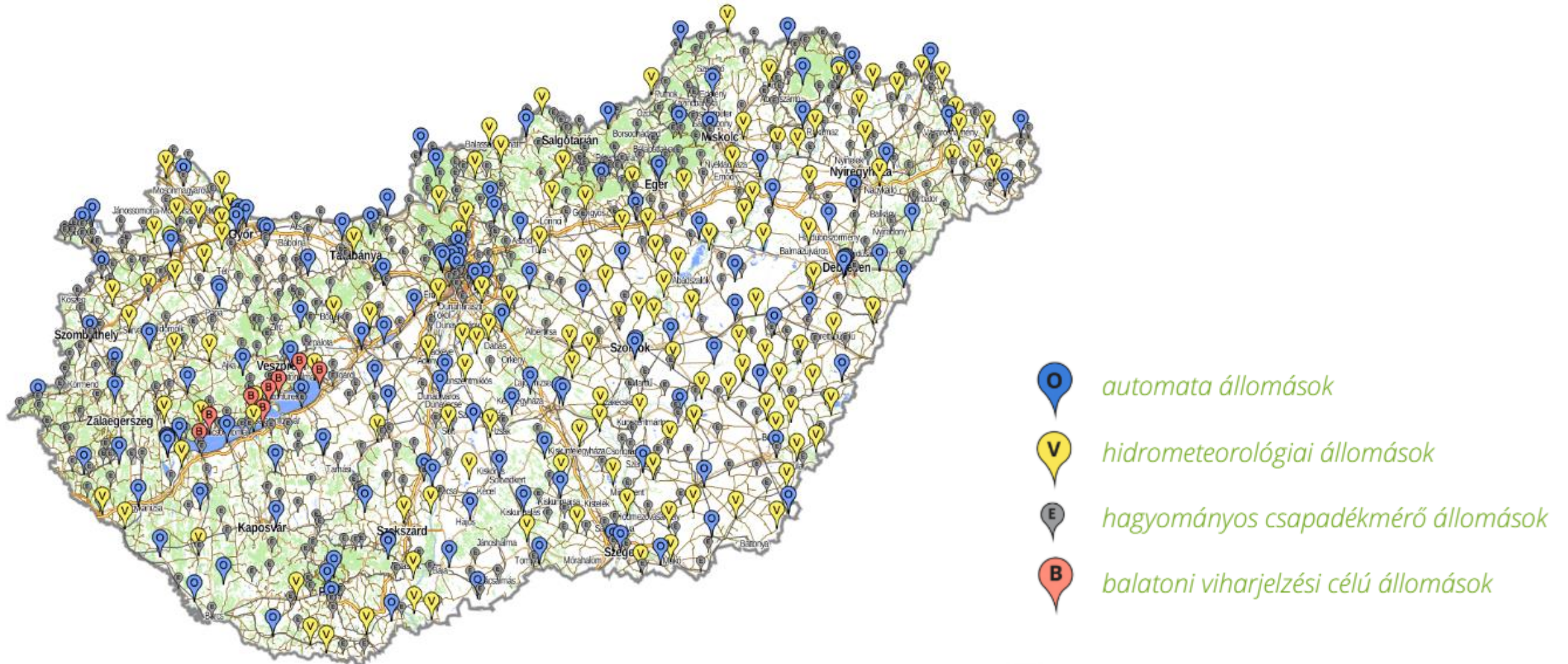
A hazai változás **1,5°C** 1901-től, míg a globális sor **1,2°C-os** emelkedést jelez a lin. trend modell szerint



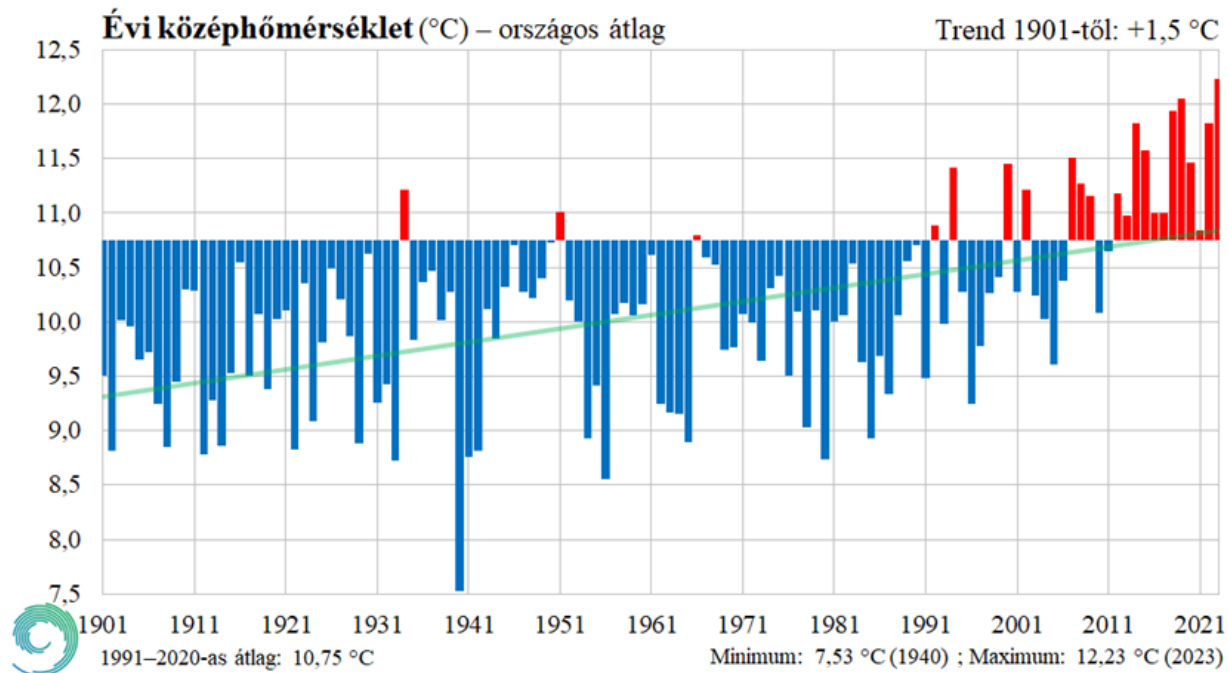
## Magyarország, havi középhőmérsékletek 2023, 2024



# Éghajlati adatok forrása – **éghajlati adatbázis** – HungaroMet felszíni mérőhálózat



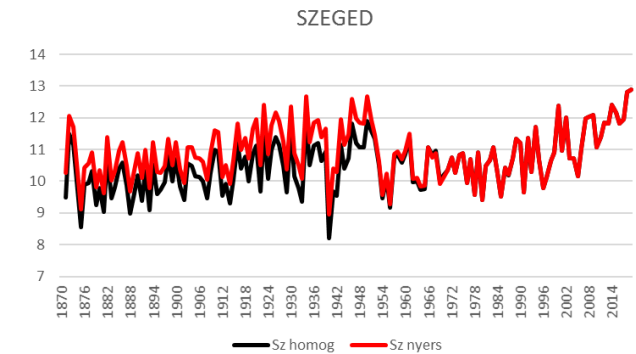
# Reprezentatív adatok előállítása (MASH, MISH rendszerek)



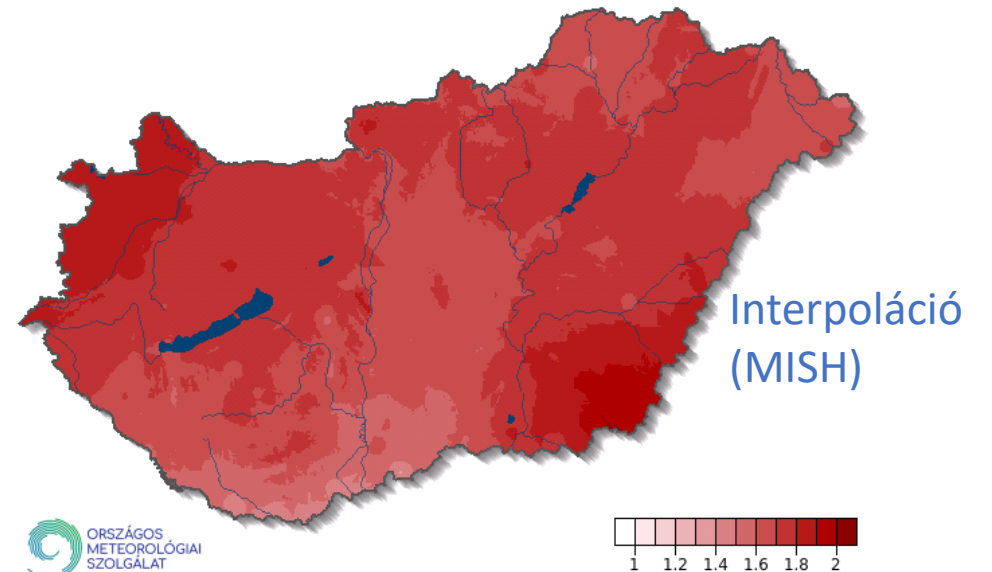
Homogenizált, interpolált országos átlagok



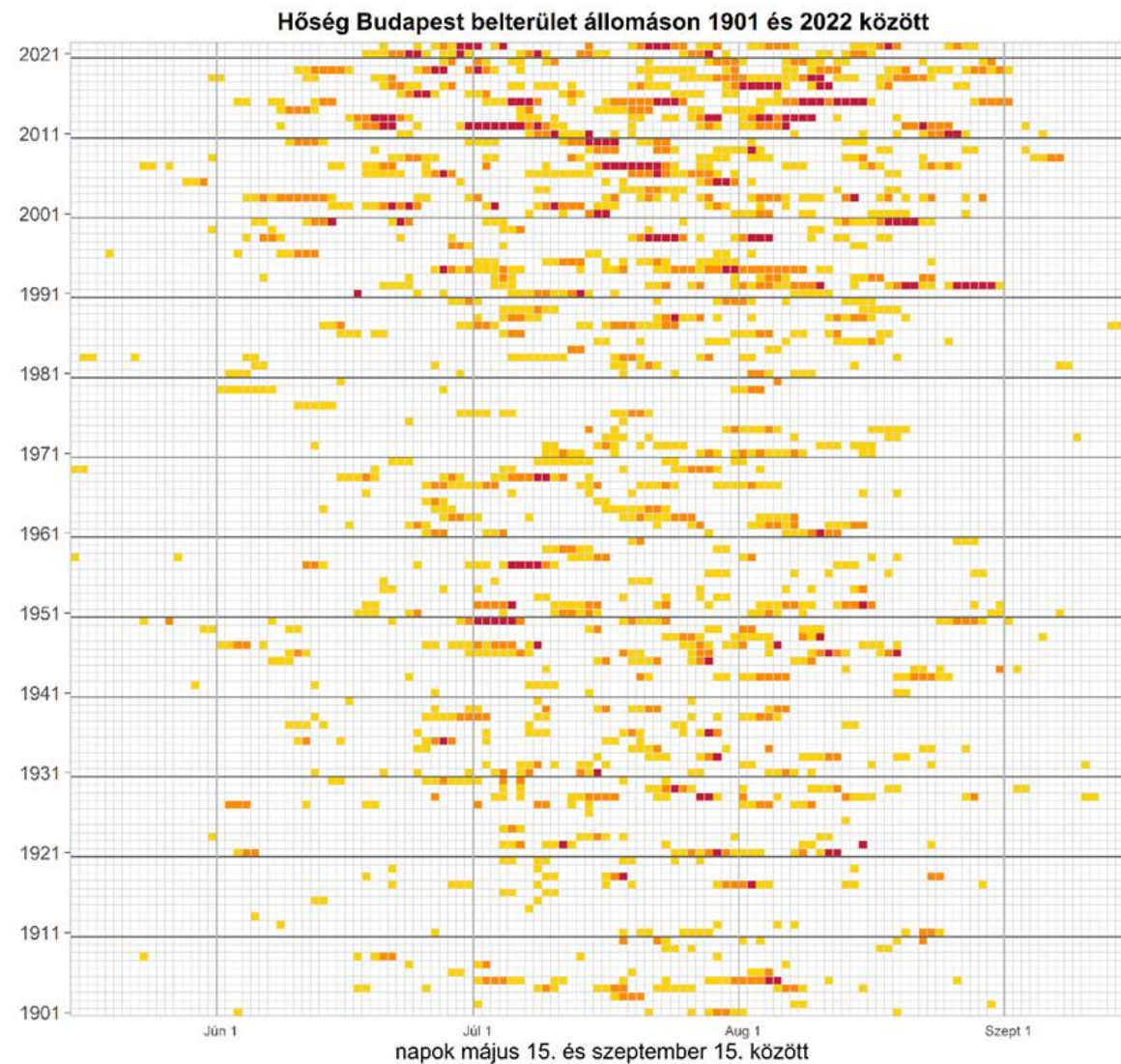
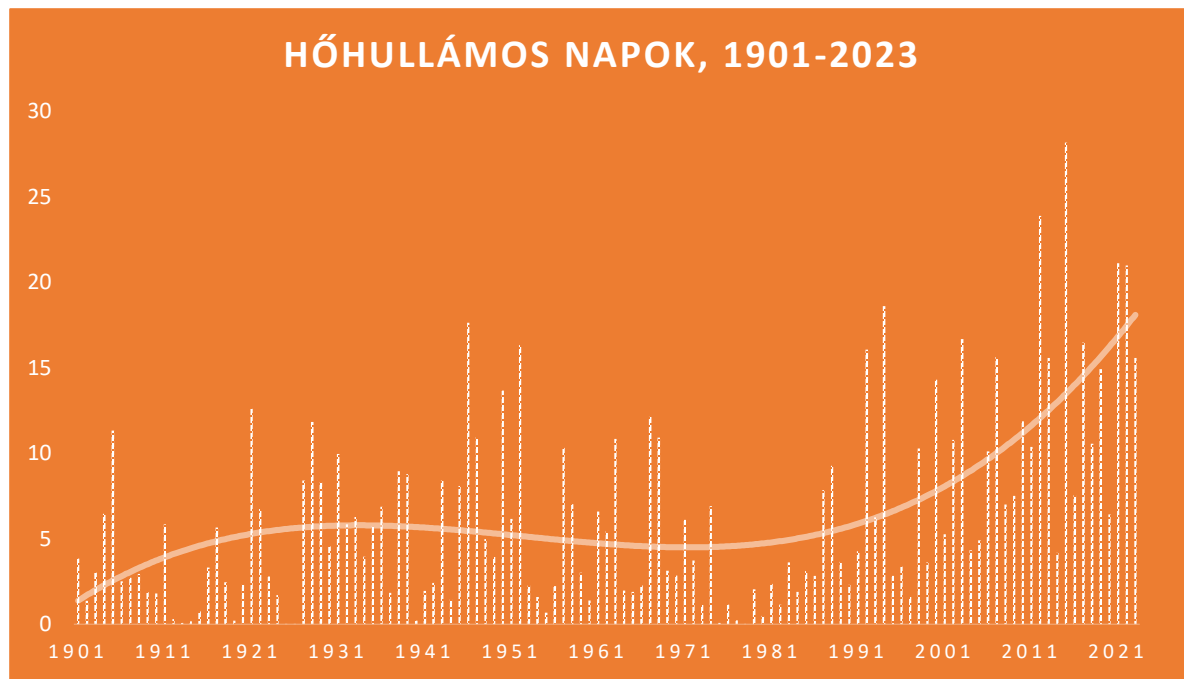
## Homogenizálás (MASH)



Éves középhőmérsékletek változása 1981-2020 (°C)

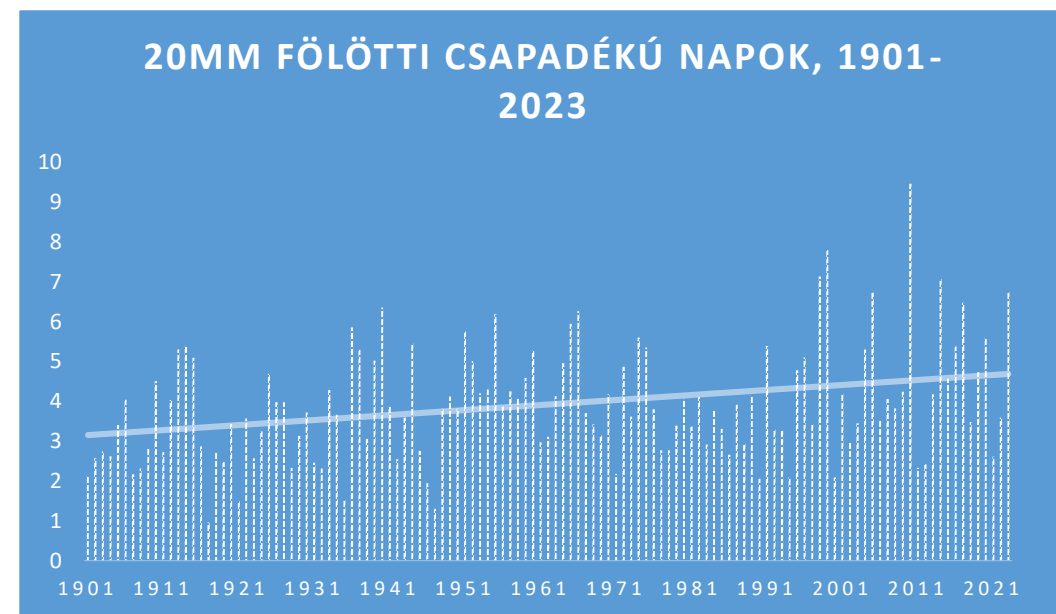
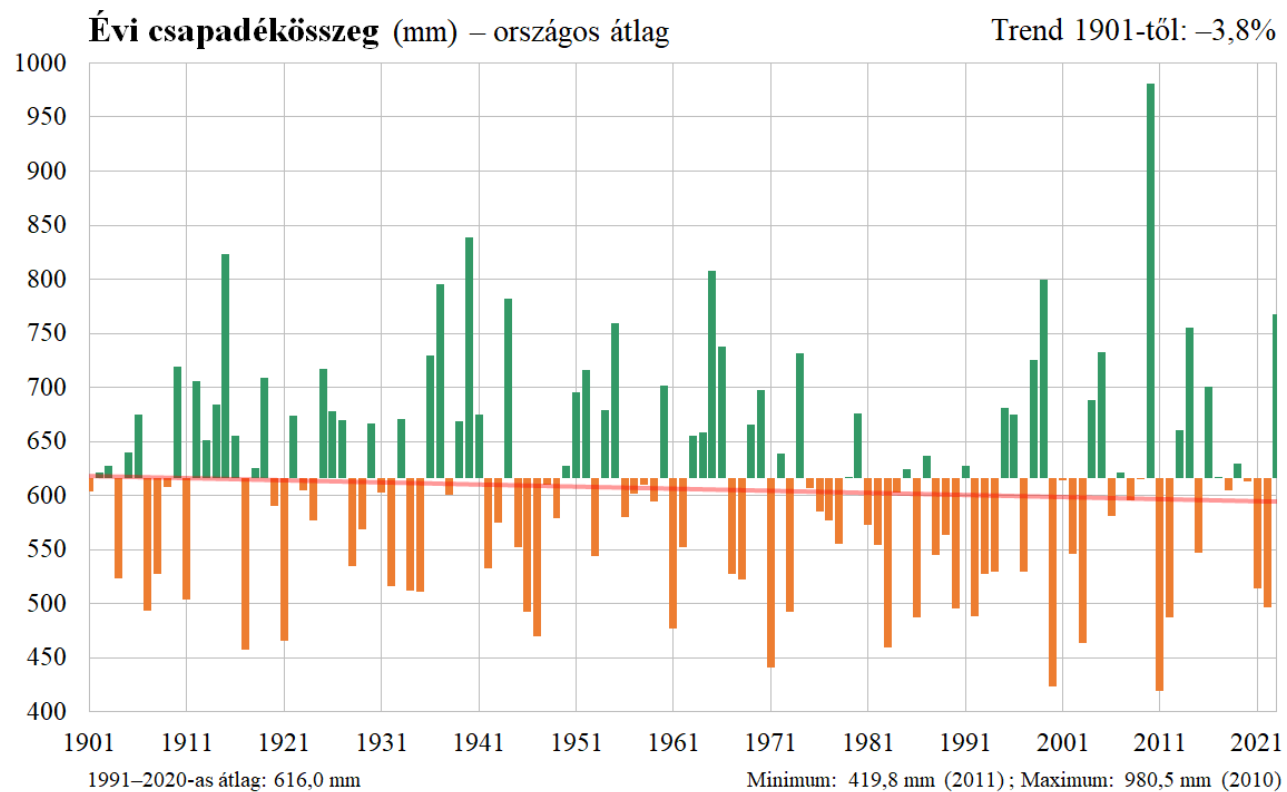


# Hőhullámos napok, $T_a \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , országos átlag



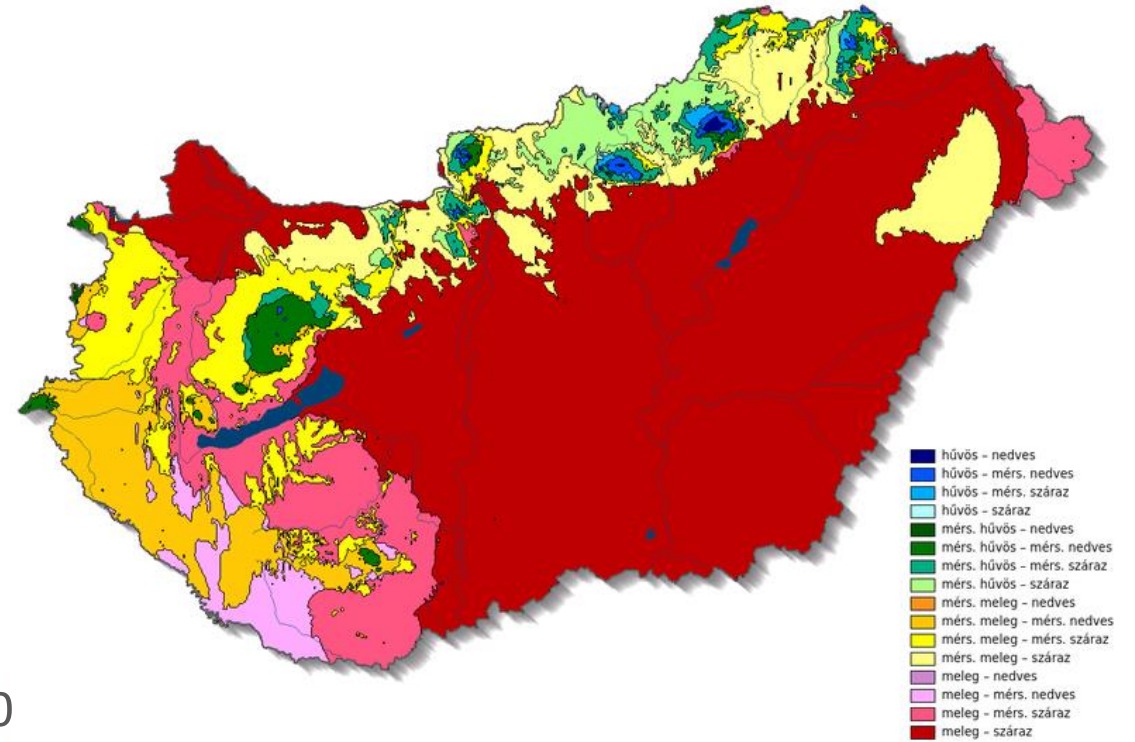
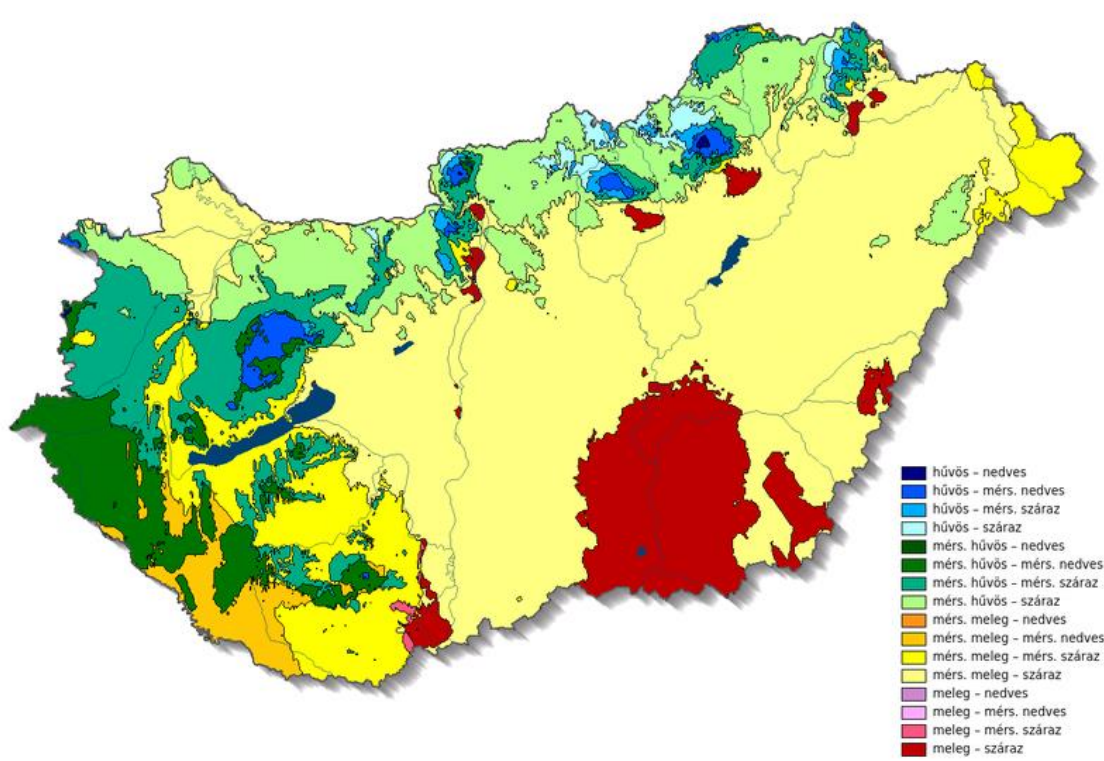
25 °C  $\leq T_{\text{átlag}} < 27 \text{ }^\circ\text{C}$  27 °C  $\leq T_{\text{átlag}} < 29 \text{ }^\circ\text{C}$   $T_{\text{átlag}} \geq 29$

# Csapadékváltozások, növekvő aszályhajlam, intenzívebb csapadékhullás





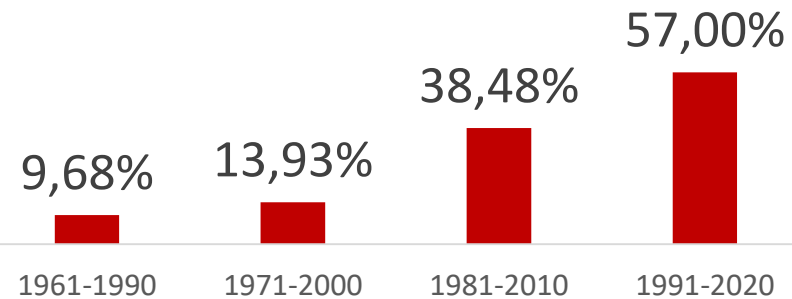
# Éghajlati körzetek eltolódása 1961-1990 / 1991-2020



100

50

0



# Adat - és információ források

- IPCC, WMO (trello, embargós anyagok)
- Copernicus – több nyelvű sajtóinformáció
- [www.met.hu](http://www.met.hu)
  - Éghajlat / Éghajlatváltozás aloldalak
  - Havi, évszakos éghajlati értékelők
  - Eseti tanulmányok a szélsőségekről
  - Rövid évszakos videók
  - Publikus mérési adatok: [odp.met.hu](http://odp.met.hu)



## ÉGHAJLAT

### Magyarország éghajlata



Az OMSZ tárolja és kezeli a hazai időjárési és éghajlati adatsorokat, rekordokat. Számos Magyarországra vonatkozó hasznos adat, leírás található az oldalakon, térképekkel, grafikonokkal színesítve.

- ▶ Általános éghajlati jellemzés
- ▶ Éghajlati visszatekintő
- ▶ Városok éghajlati jellemzői
- ▶ 150 éves éghajlati adatsorok
- ▶ Éghajlati adatsorok 1901–2020
- ▶ Időjárési rekordok
- ▶ Hőmérsékleti szélsőértékek
- ▶ Csapadék szélsőértékek
- ▶ Bioklimatológia

### Éghajlatváltozás



Az éghajlat tényleges változása három - valószínűleg egymással párhuzamosan ható - okra vezethető vissza. Ezek az átlagosan...

### Föld éghajlata



Miért van az, hogy emitt sivatag, amott őserdő, távolabb legelő van? S miért különböznek ezek is egymástól? A válasz kulcsát az éghajlatban kereshetjük.

- ▶ Jelenlegi éghajlat
- ▶ Éghajlatot alakító tényezők
- ▶ Elmúlt évezred éghajlata
- ▶ Földtörténeti korok éghajlata
- ▶ Múlt forrásai
- ▶ WMO állásfoglalás
- ▶ Meteorológiai rekordok

### Csapadékinintzés



Az intenzív, rövid idejű csapadékhullás hatással van a természeti és az épített környezetre is. A...

Köszönöm szépen a figyelmet!

