

FÓKUSZBAN A KLÍMAVÁLTOZÁS – KONFERENCIA

2026. MÁJUS 26. -- BUDAPEST, HERMAN OTTÓ KONF. KÖZPONT

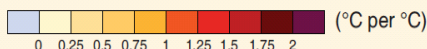
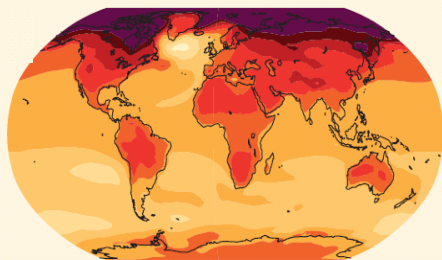
A globális melegedés hatása Magyarországon

– globális melegedés – okok

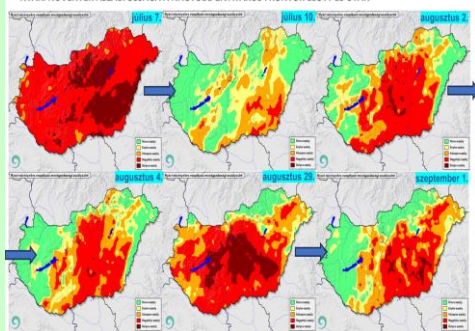
– hazai változások – szélsőségek

BARTHOLY JUDIT EGYETEMI TANÁR,
PROFESSZOR EMERITUS

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
METEOROLÓGIAI TANSZÉK



NYÁRI NÖVÉNYEK ASZÁLYOSSÁGA A NAGYOBB ZIVATAROS FRONTOK ELŐTT ÉS UTÁN



Vázlat

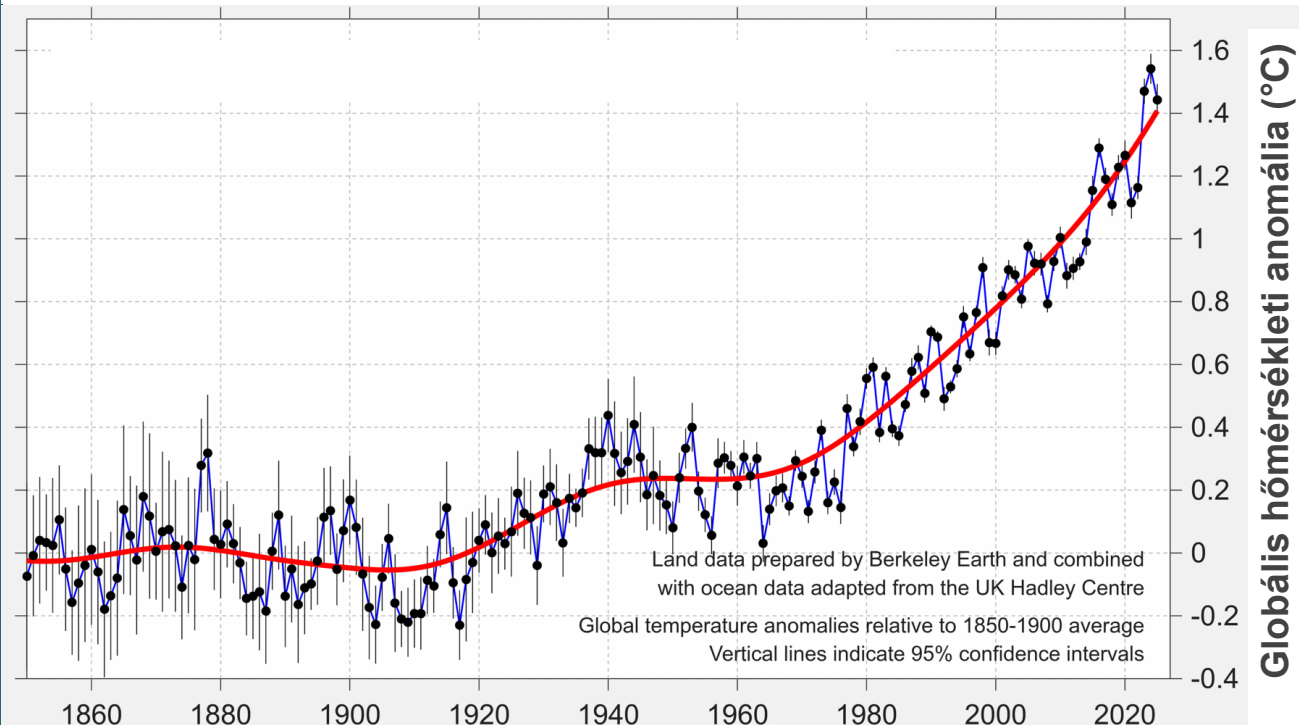
- A már detektált **változások**
- A párizsi megállapodás és az új **1,5 °C-os cél**
- **IPCC-jelentés – 2021-2023 (AR6)**
- **Hazai tendenciák, mi várható?**
- **Gyakoribb és intenzívebb időjárási és éghajlati szélsőségek**

**Növekvő
globális
átlag-
hőmérséklet**

**Három
legmelegebb év:
2023, 2024, 2025**

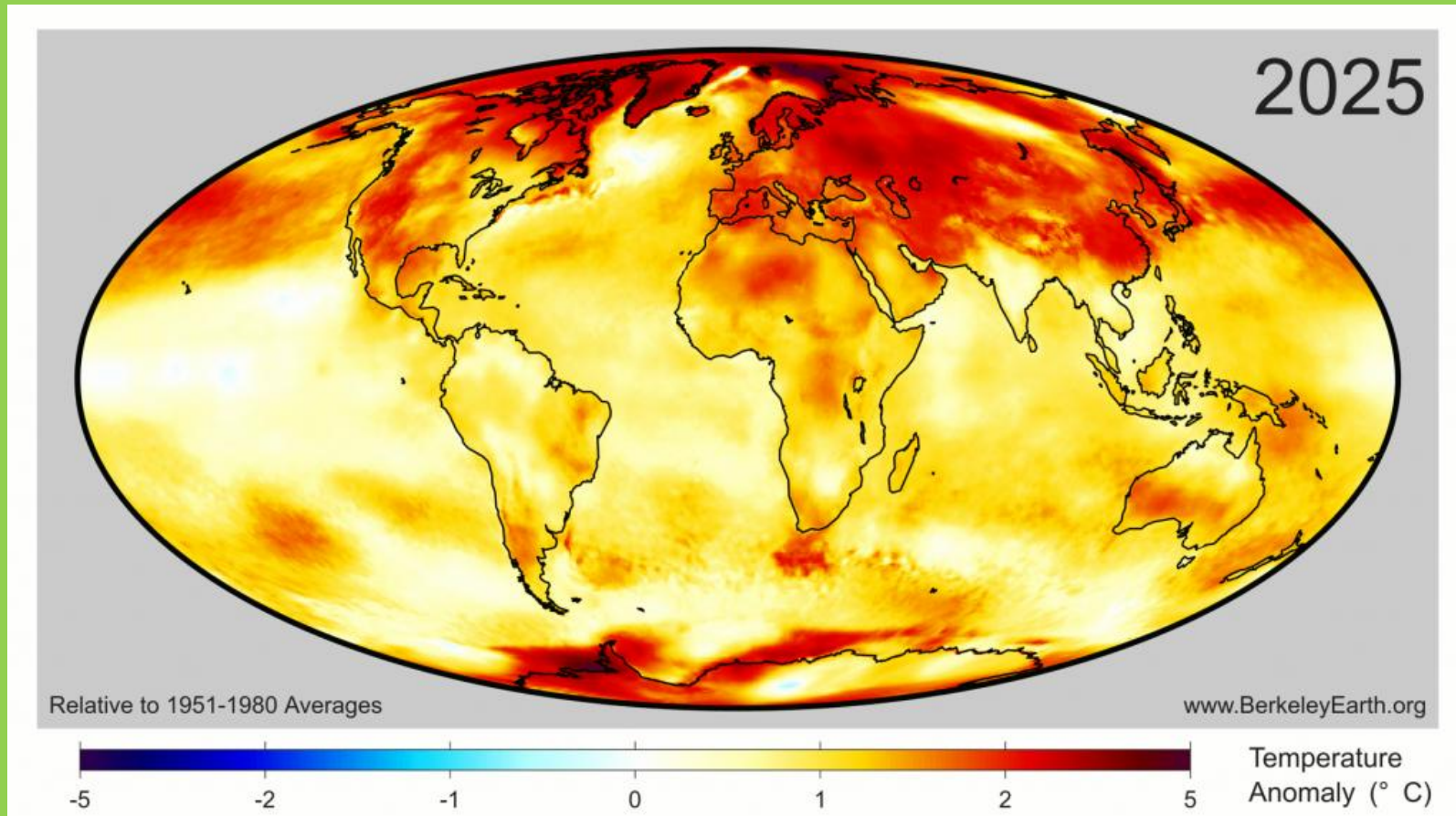
*(Referencia-időszak:
1850 - 2025)*

A globális átlaghőmérséklet anomáliái 1850-2025



Forrás: Berkeley Earth, 2026

Globális hőmérsékleti anomália – 2025 (referencia-időszak: 1951–1980)



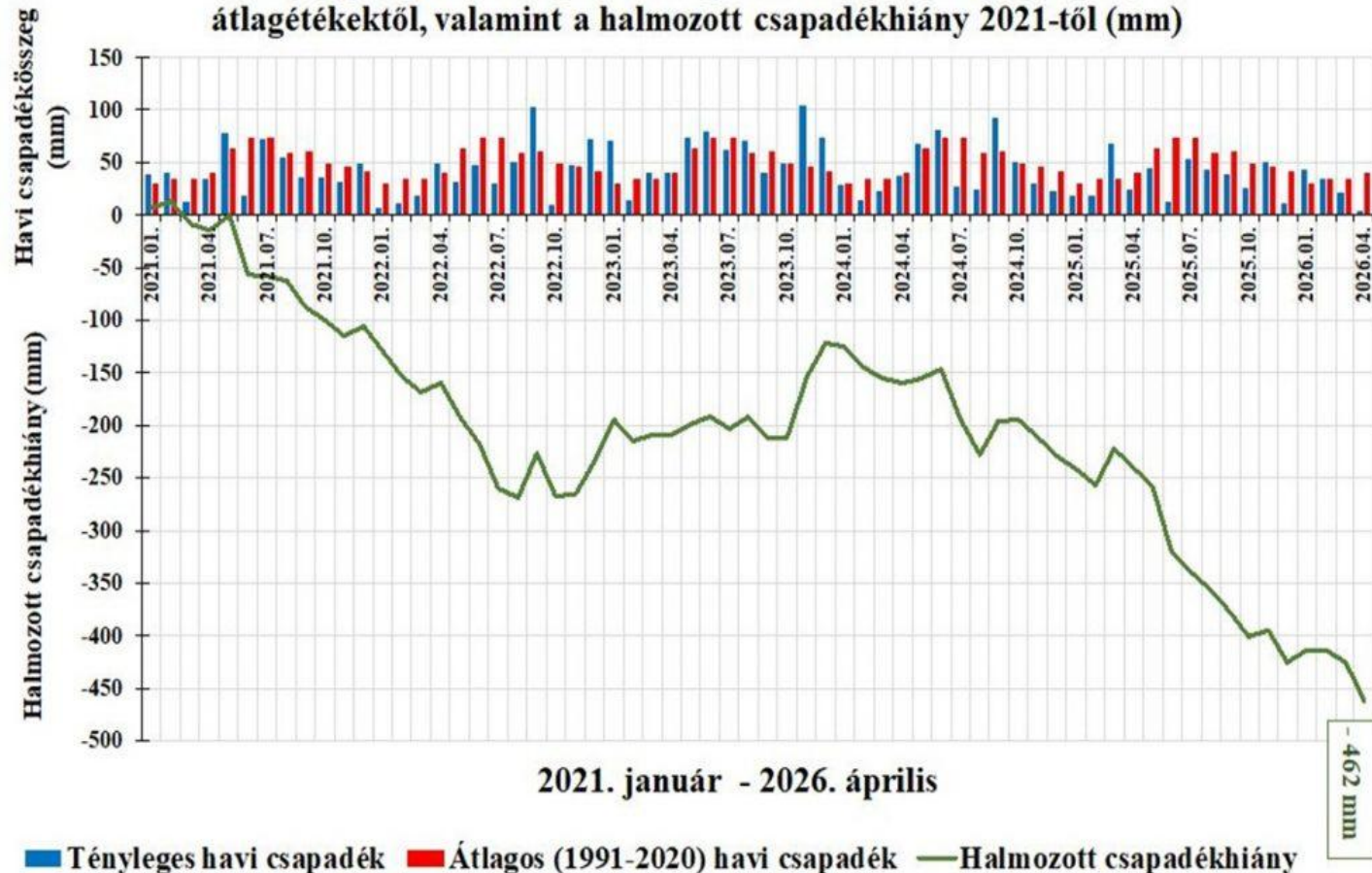
Globálisan (1951-től) mért harmadik legmelegebb év: 2025
Három legmelegebb év: 2023, 2024, 2025

USA Kalifornia --- Los Angeles -- Tűzvészek 2024.ősz --- 2025. tavasz, nyár



Forrás: AFP/Justin Sullivan

Országos területi csapadékátlag eltérése a sokévi (1991-2020) átlagétékektől, valamint a halmozott csapadékhiány 2021-től (mm)

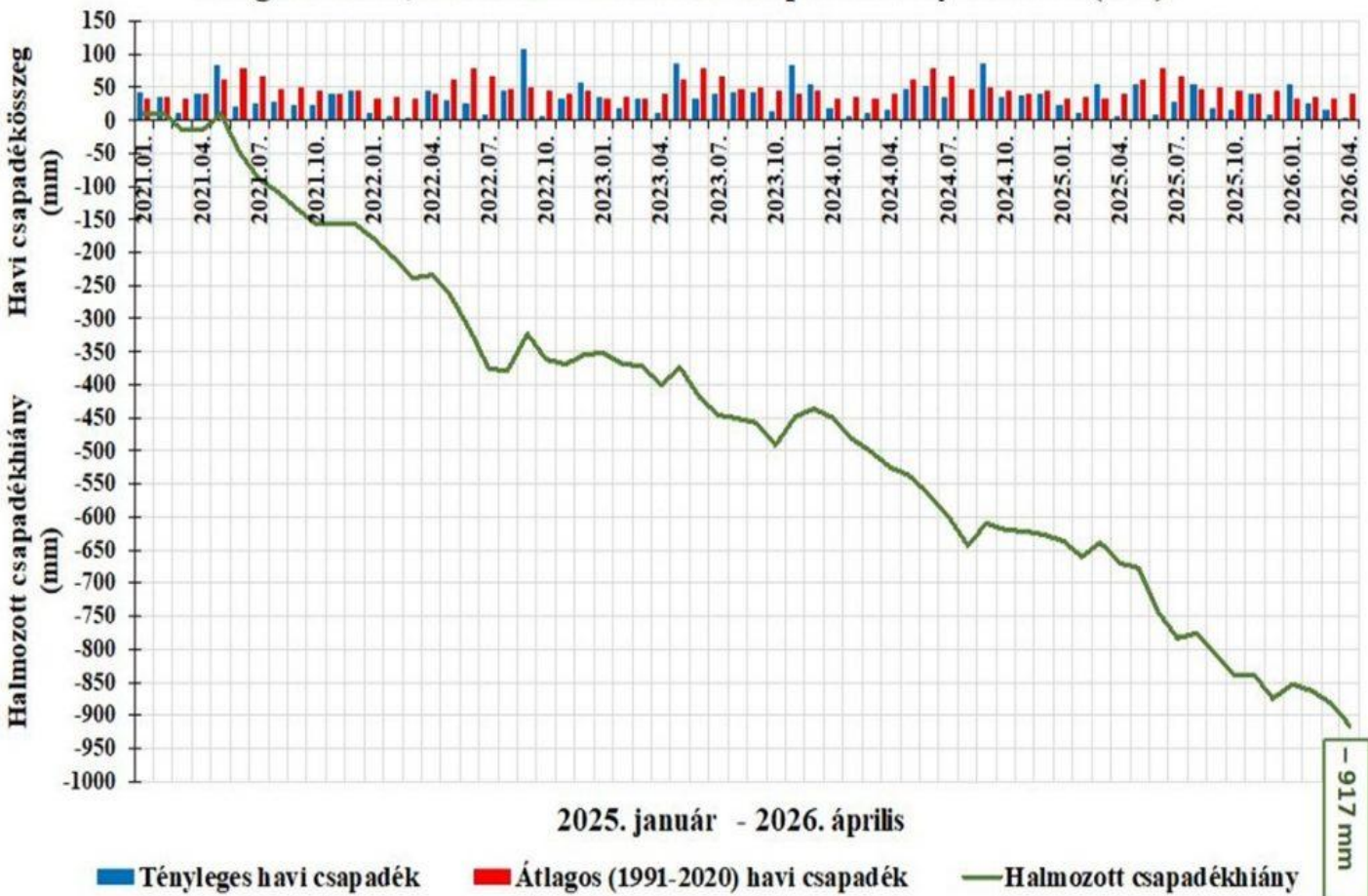


Országos havi területi csapadékátlag anomáliák

(referencia: 1991-2020)

Halmozott Csapadékhiány (2021.01. – 2026.04.)

Hódmezővásárhely - havi csapadékösszegek eltérése a sokévi (1991-2020) átlagértékektől, valamint a halmozott csapadékhiány 2021-től (mm)



2025. január - 2026. április

- 917 mm

Hódmezővásárhely havi csapadékátlag anomáliái
(referencia: 1991-2020)

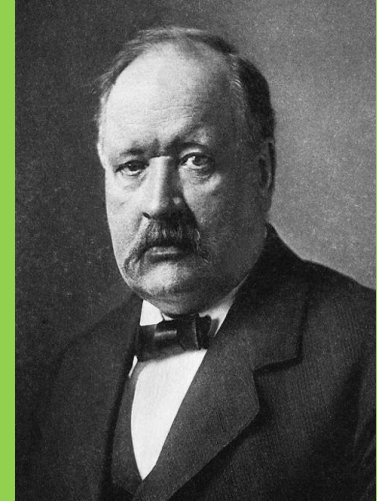
Halmozott csapadékhiány (2021.01. – 2026.04.)

*Az üvegházhatású
gázok melegítő hatása
nem újdonság:*

*közel 200 éve tudjuk,
ennek ellenére nem
törődtünk a
következményekkel*



Joseph **Fourier** (1824):
Az ún. **üvegházhatás**
következtében a földi
klíma melegebb



Svante **Arrhenius** (1896):
A légköri **szén-dioxid**-szint
megduplázódása 5-6 °C-os
melegedést okoz



- **Miért nem** jött létre több évtizeden keresztül **nemzetközi megállapodás** az üvegházhatású gázok antropogén kibocsátásának csökkentéséről???
- Egy hordó ára kb. **83 USD** (≈ 26 ezer Ft).
(most akár 120 USD is lehet....)
- Egy hordó kőolaj felhasználása **25 ezer fizikai munkaórát vált ki**, ami megfelel kb. **félmillió USD**-nak.
- A felhasznált kőolaj munkadíj-ekvivalense:
 ≈ 1 Ft/h

A világ **leggazdagabb**
embereiből
hányan a vagyona
egyezik meg
a Föld **legszegényebb**
felének vagyonával????

Mérhetetlen polarizáció

Igazágtalan
egyenlőtlenségek

A világ **8** leggazdagabb
emberének vagyona



A világ **legszegényebb**
50%-ának vagyona
(**4.141.500.000** ember)

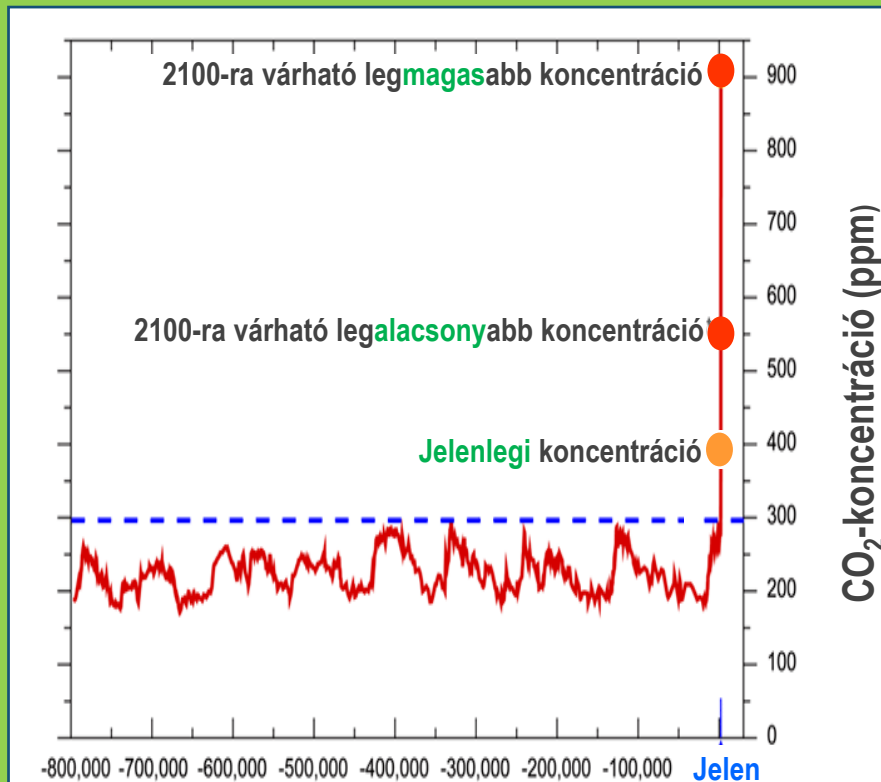
A légköri **szén-dioxid-**
koncentráció
44%-kal emelkedett

A légköri **metán**koncentráció
153%-kal emelkedett

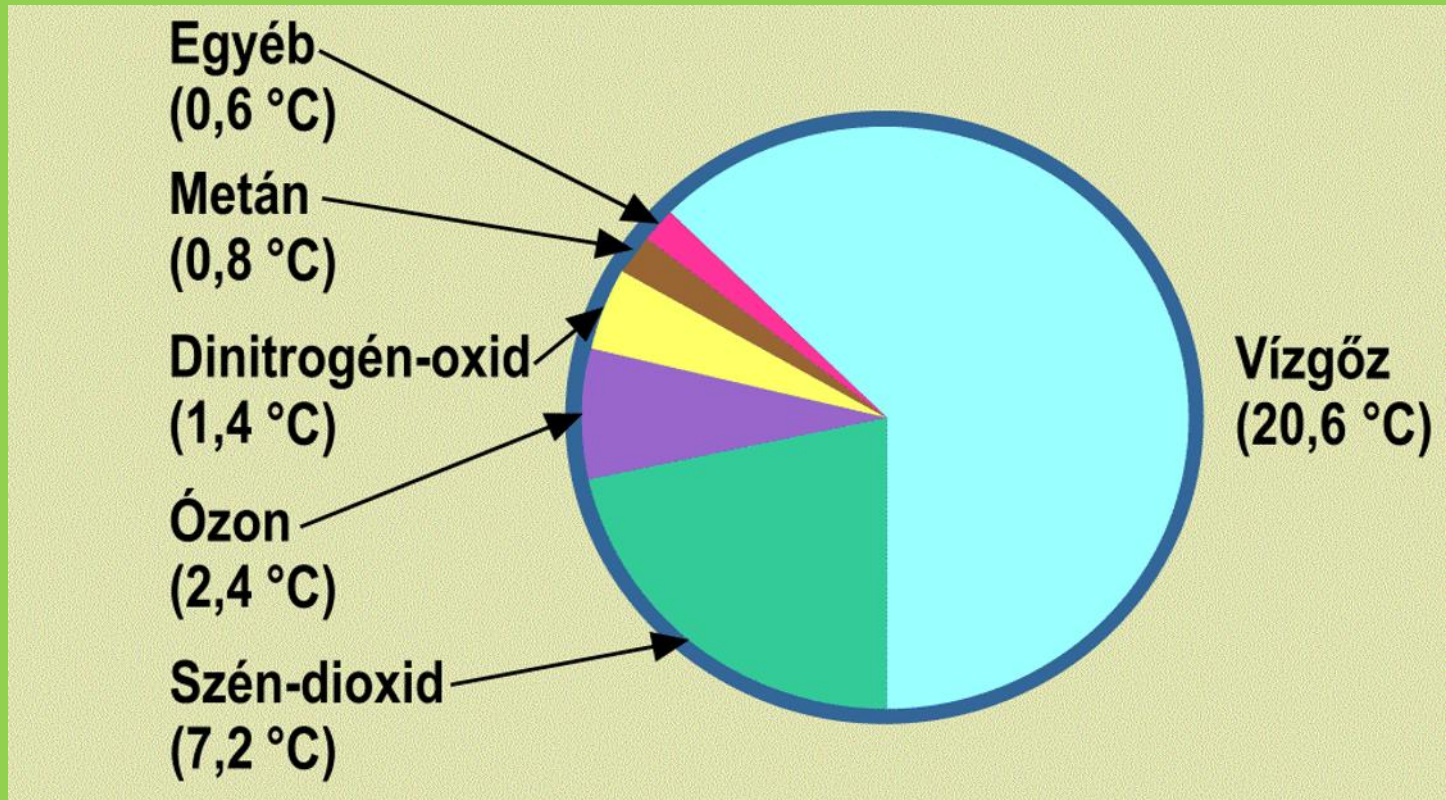
A légköri **dinitrogén-oxid-**
koncentráció
21%-kal emelkedett

Antarktisi jégfuratminták
alapján: az elmúlt **800 ezer**
évben nem fordult elő ilyen
magas koncentrációérték

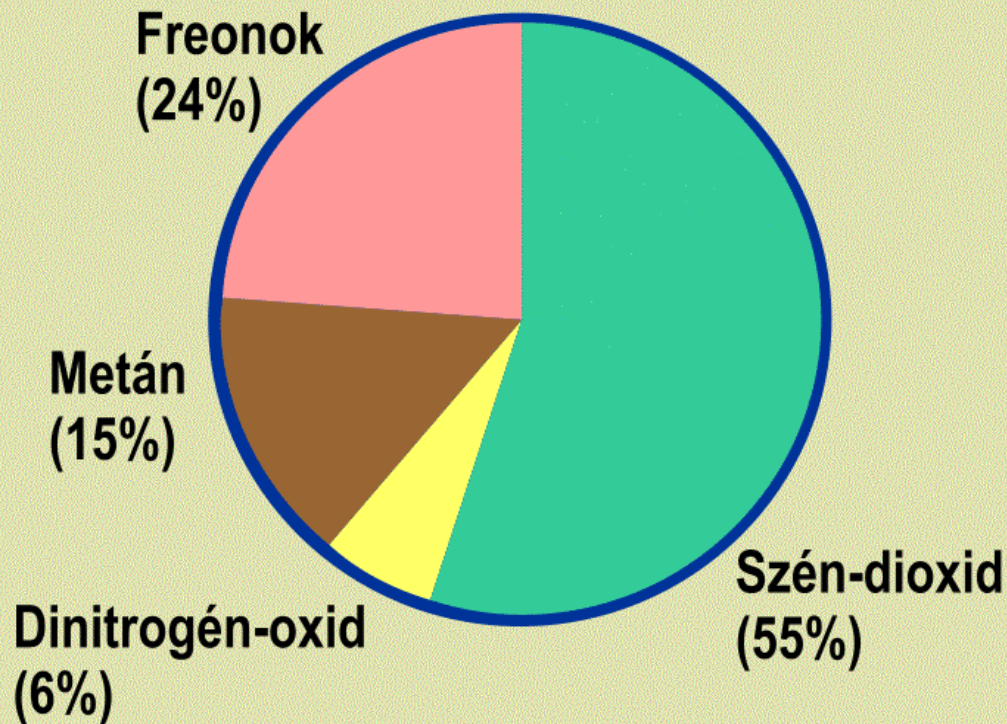
A légköri szén-dioxid-koncentráció változása az elmúlt 800 ezer évben



A **természetes** üvegházhatású gázok hozzájárulása a 33 °C-os felszínközeli átlaghőmérséklet-**többlet**hez



Az antropogén eredetű üvegházhatású gázok hozzájárulása a globális melegedéshez



A szén-dioxid és a metán antropogén forrásai

Antropogén eredetű szén-dioxid-források

Erőművek, finomítók 46%
Erdőirtás 23%
Cementgyárak 12%
Gázgyárak 9%
Acélgyárak 5%
Egyéb 5%

Antropogén eredetű metánforrások

Állattartás 28%
Bányászat 25%
Rizs- termesztés 15%
Szerves hulladék, műtrágya 15%
Biomassza- égetés 10%
Szántóföld- feltérés 7%

*„Nincs B terv, mert nincs B bolygó”
Ban Kimun, ENSZ-főtitkár*

*Mi volt a párizsi
klímakonferencia tétje?
(2015. 12. 12.)*

*Sikerül-e a
„visszafordíthatatlansági”
küszöb (< 2 °C) alatt
maradni?*



Párizsi klímacsúcs

(2015. 11. 30.–12. 12.)



A párizsi klímaegyezmény

életbelépése

2016. 10. 05.

A ratifikáló
országok
száma

55

Életbe-
lépés
feltétele

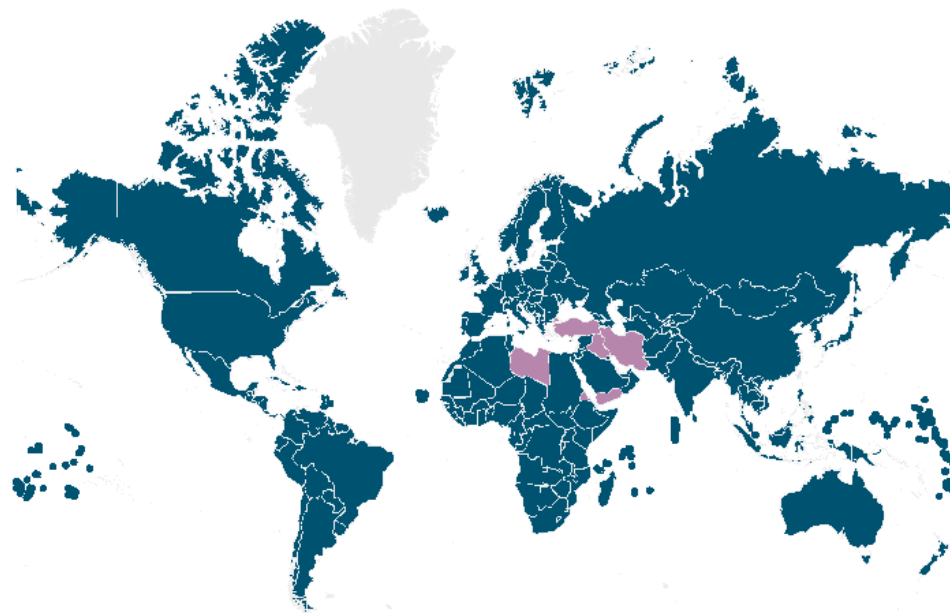
55%

A kibocsátásért
felelősök
aránya

191

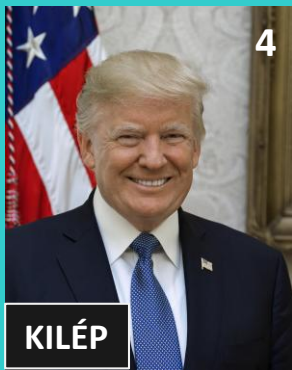
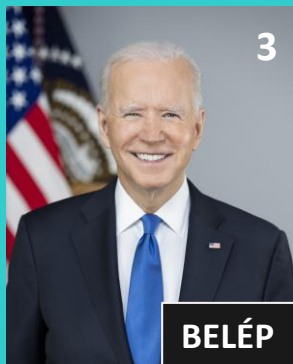
2021.11.03.

97,2%



Aláíró országok száma: 195
Ratifikáló országok száma: 191

Amerikai Egyesült Államok – párizsi megállapodás



1 Barack **Obama**, az USA elnöke
aláírta a párizsi megállapodást 2015. 12. 13-án
A megállapodás ratifikálása: 2016. 04. 22-én

2 Donald **Trump**, az USA elnöke
2019. 11. 04-én bejelentette, hogy az USA
felmondja a párizsi megállapodást
Kilépés dátuma: 2020. 11. 04.

3 Joe **Biden**, az USA új elnöke vezetésével az USA
visszalépett – 2021. 01. 20.

4 2025. januárjától **ismét** Donald **Trump**, az USA
elnöke, s megint bejelenti, hogy az USA kilép a párizsi
megállapodásból
Kilépés dátuma: 2025. 01. 21.

Szégyen....



Szarvasmarhatartás Dél-Amerikában
(a kivágott amazonasi őserdők helyén)

IPCC-2021-2023—AR6:

2100-ra a kumulatív antropogén CO₂-emisszió növekedésével **csökken** az óceánok és a szárazföld CO₂-elnyelése

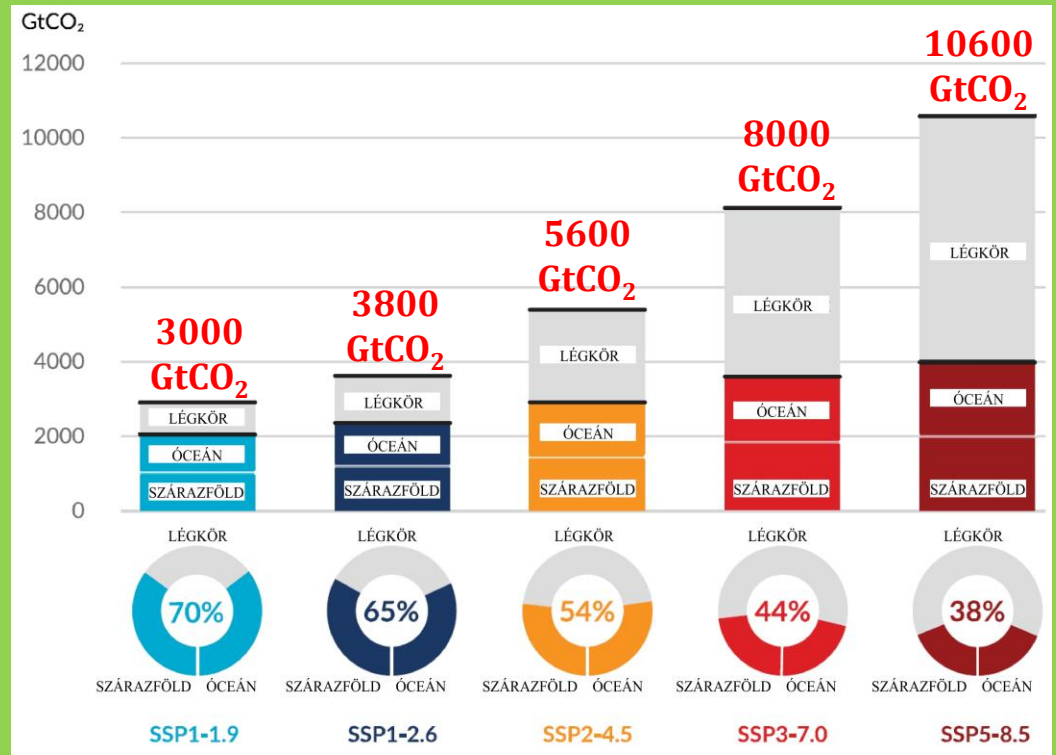
5 új scenárió

SSP1-1.9 – **30%**

SSP5-8.5 – **72%**

marad a légkörben

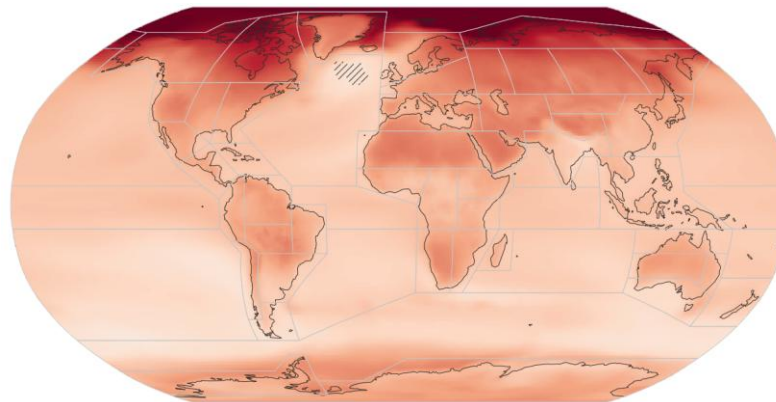
Változnak az antropogén CO₂-emisszió elnyelési arányai
5-ször annyi CO₂ marad a légkörben



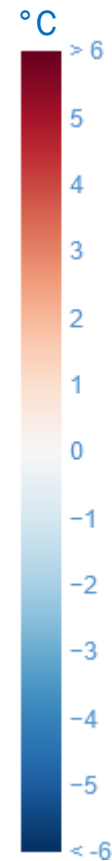
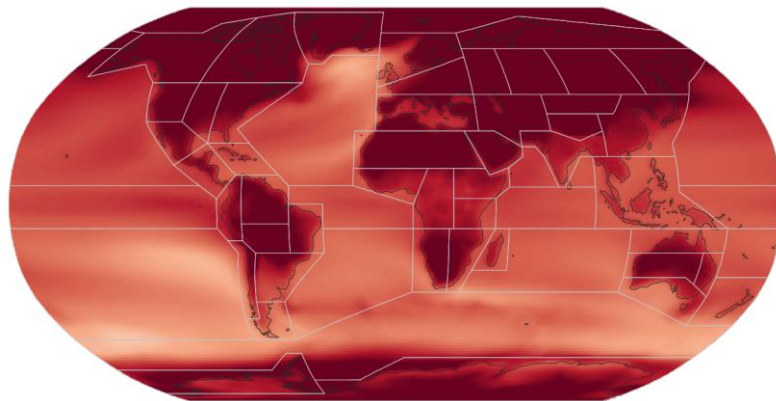
Globális hőmérsékletváltozás

Referencia-időszak:
1850–1900

2 °C globális melegedés esetén



SSP5-8.5 forgatókönyv (2081–2100)



Várható regionális hőmérséklet-változás nyáron és télen (REGCM4.3, 10 km, referencia-időszak: 1981–2000)

NYÁR

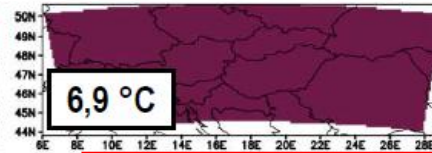
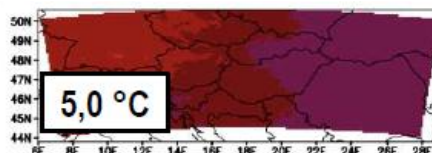
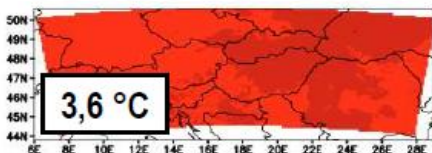
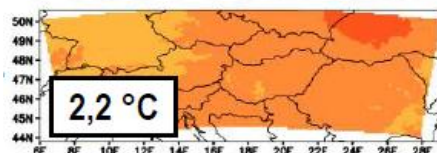
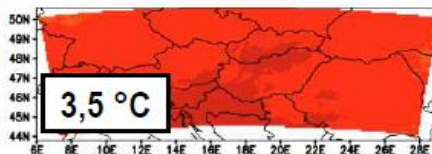
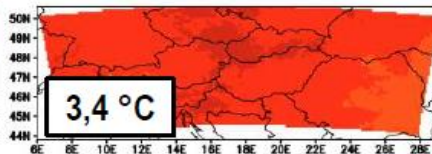
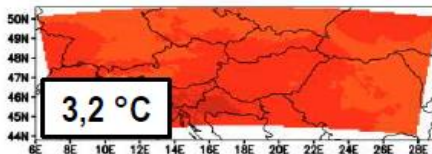
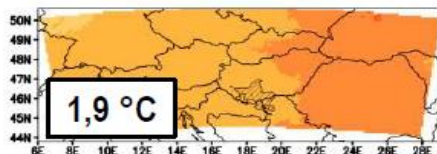
2021-2040

2041-2060

2061-2080

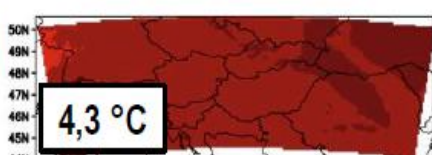
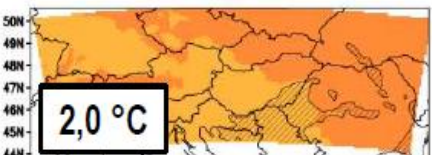
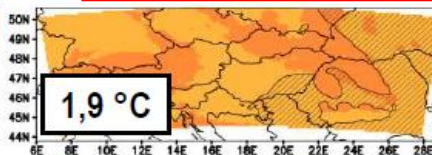
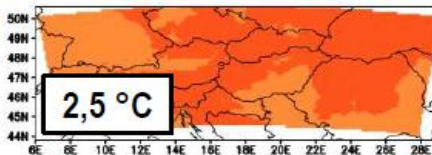
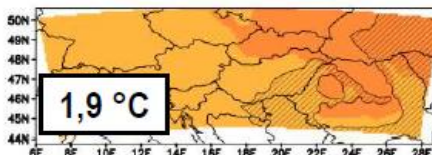
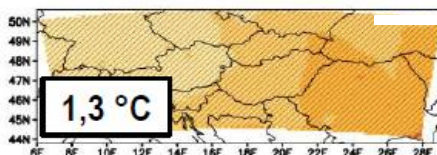
2080-2099

Optim.
Pesszim.



>> 2 °C !!

Optim.
Pesszim.



TÉL

RCP4.5
RCP8.5

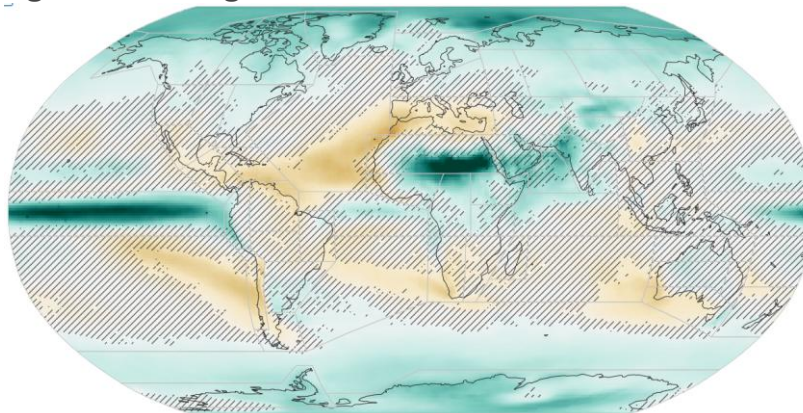
RCP4.5

RCP8.5

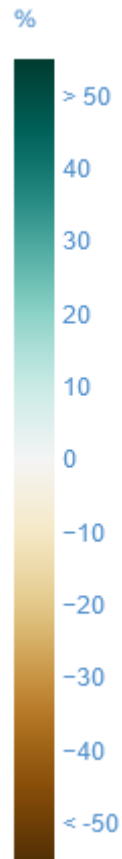
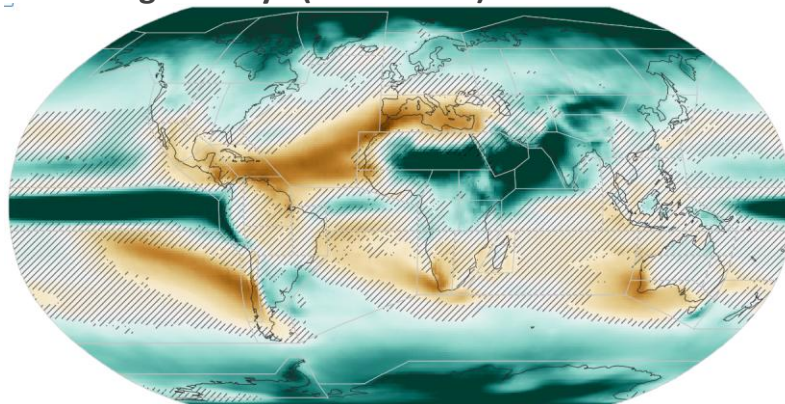
Globális csapadékváltozás

*Referencia-időszak:
1850–1900*

2 °C globális melegedés esetén

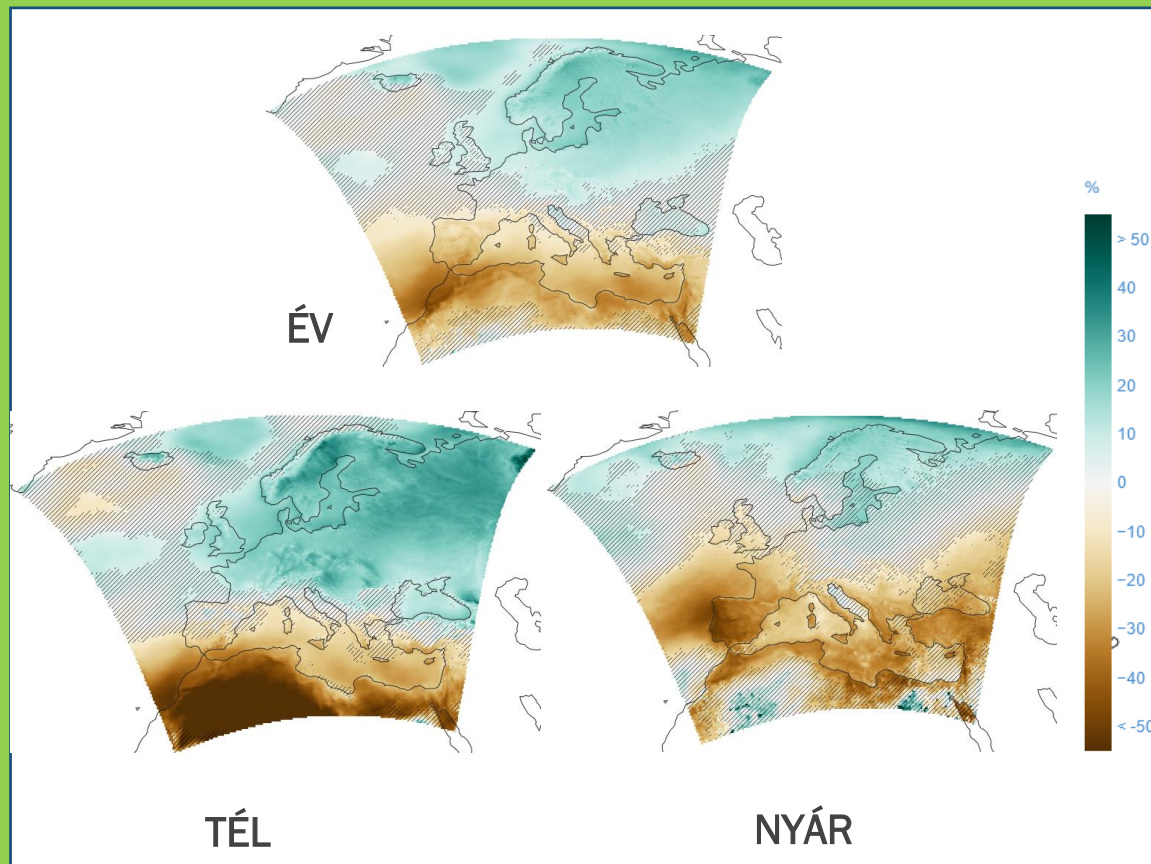


SSP5-8.5 forgatókönyv (2081–2100)



**Várható csapadékváltozás
Európában
a pesszimista
RCP8.5 forgatókönyv
esetén
a 2081–2100 időszakra**

**Referencia-időszak:
1981–2010**



Várható regionális csapadékváltozás nyáron és télen (REGCM4.3, 10 km, referencia-időszak: 1981–2000)

NYÁR

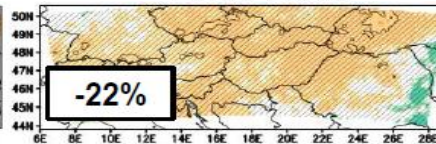
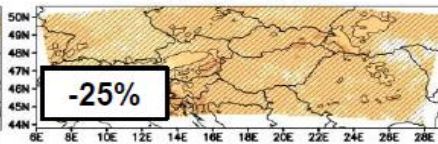
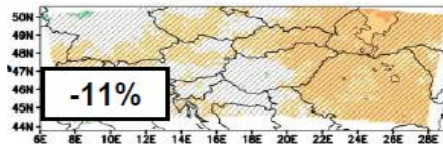
2021-2040

2041-2060

2061-2080

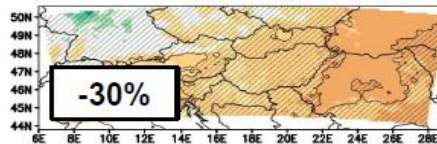
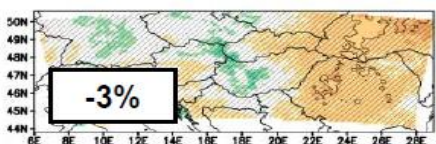
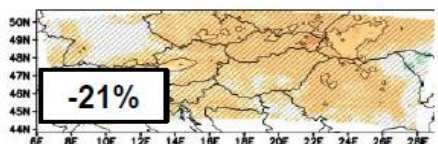
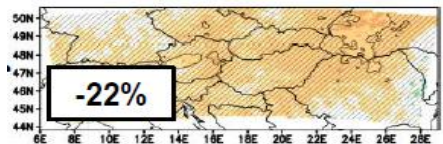
2080-2099

Optim.



RCP4.5

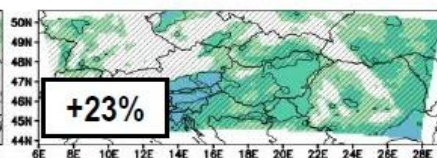
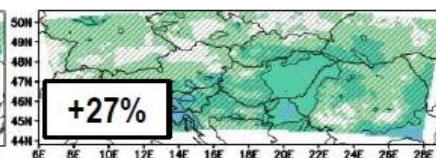
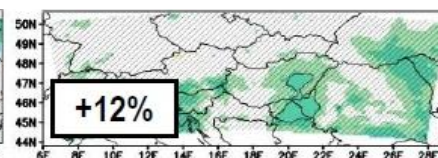
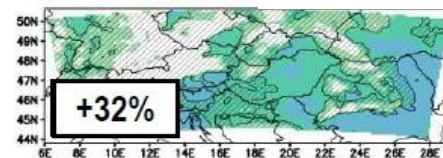
Pesszim.



RCP8.5

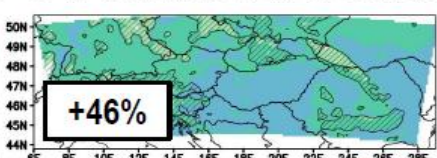
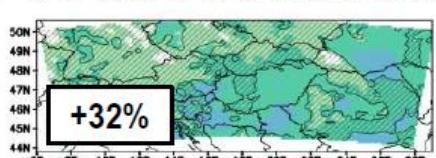
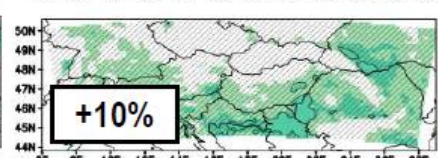
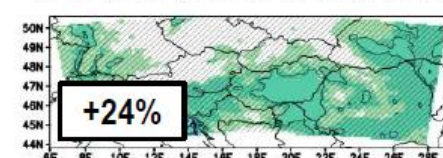


Optim.



RCP4.5

Pesszim.



RCP8.5

TÉL

**Gyakoribb és intenzívebb
szélsőségek**

Eltolódó évszakok

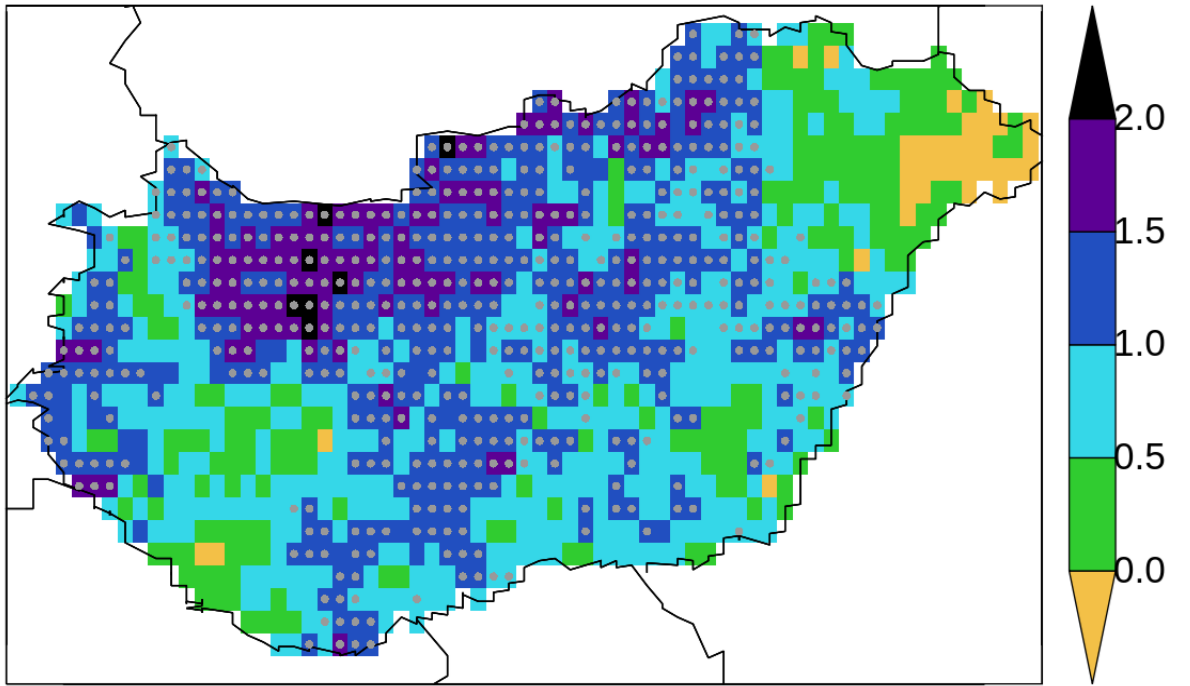
Gyakoribb és intenzívebb szélsőségek

Csehország -- tornádó -- Dél-Morvaország -- 2021.06.25.



Nyári nagy csapadékok (> 20 mm) – MÚLT - 1971-2022 (2x21 év)

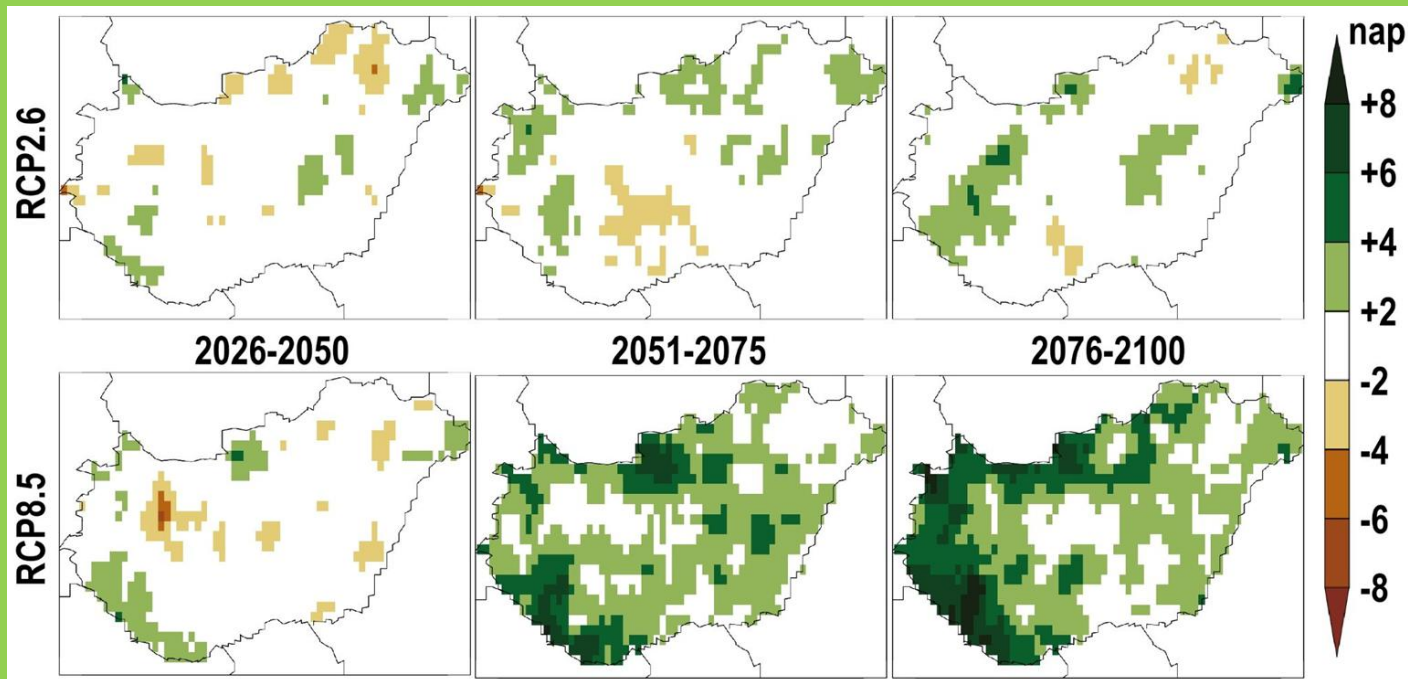
Nagycsapadékok (> 20 mm) április-szeptember közötti számának változása 1971-1995 és 1998-2022 között [db/év]



Nyári nagy csapadékok (>40 mm) gyakoriság növekedése

Mi várható a XXI. század során?

(40 mm-nél nagyobb napi csapadékok száma)

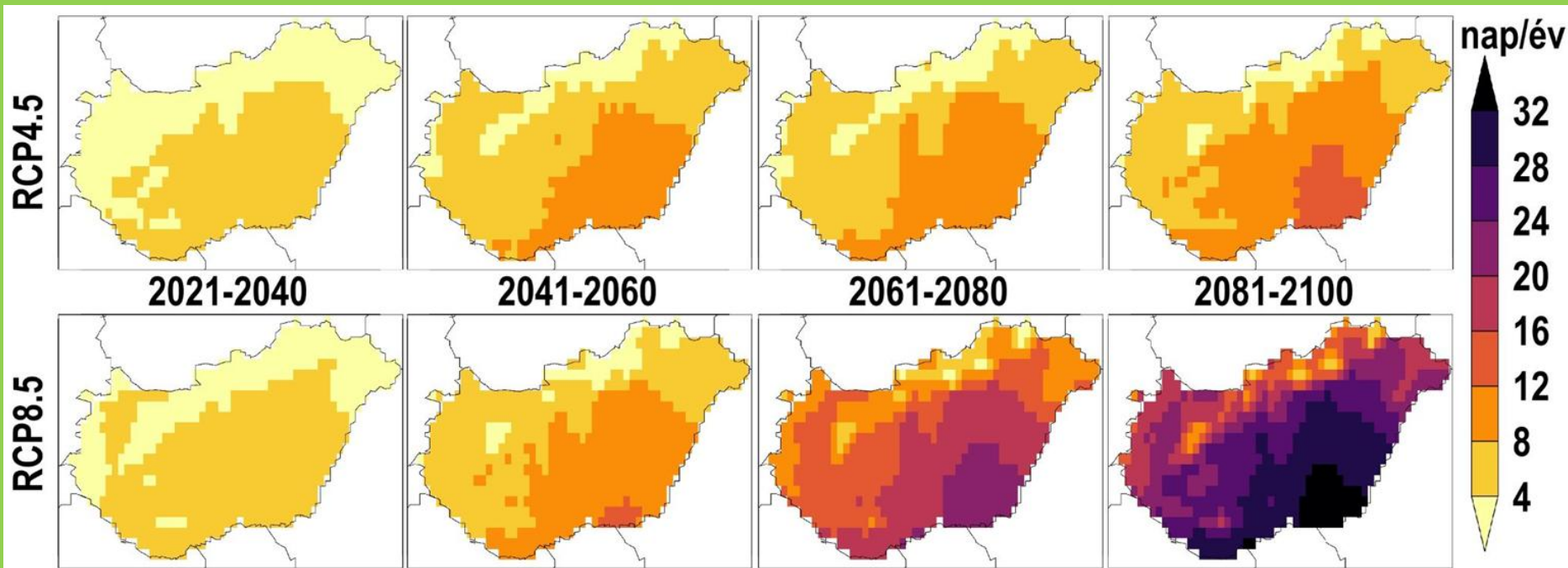


Referencia adat:
Budapest:
11 nap
(1998-2022)

Hőség

Mi várható a XXI. század során?

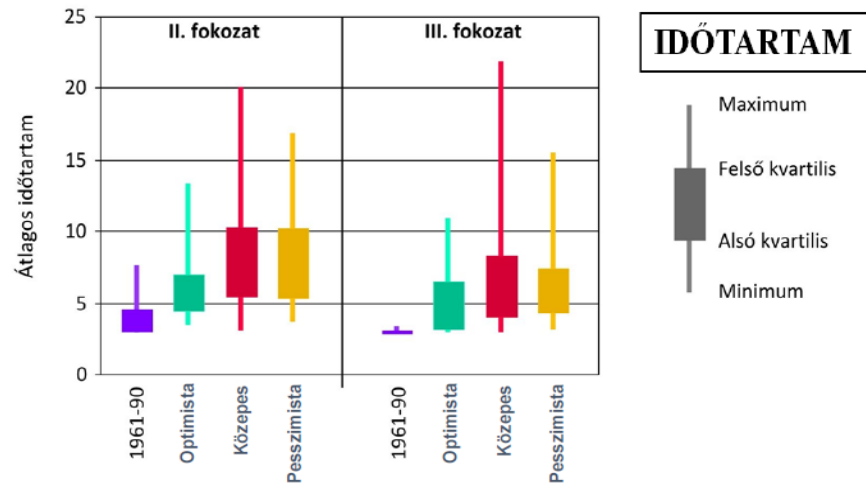
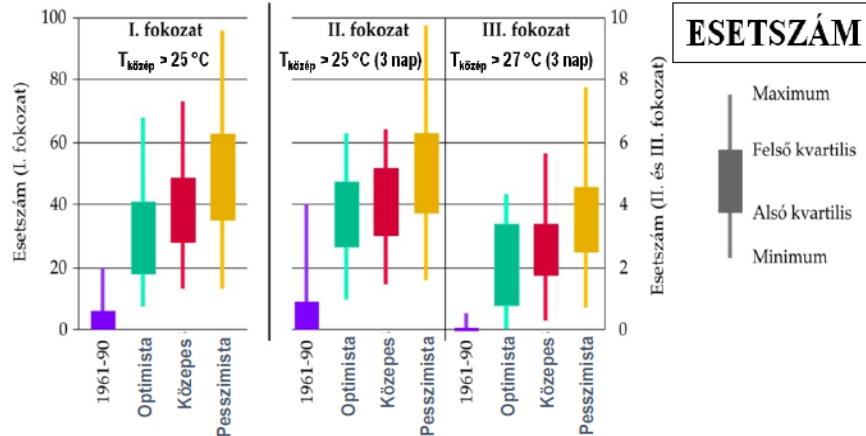
Harmadfokú hőhullámos napok számának változásai



A **hőségriasztások** számának és időtartamának várható változása Magyarországon, 2071–2100

A XXI. század végére a különböző fokozatú hőségriasztások gyakorisága akár **tízszerezése** nőhet.

A hőségriasztások átlagos éves időtartama akár **kétszerezése** is meghosszabbodhat a referencia-időszakhoz képest



Eltolódó évszakok

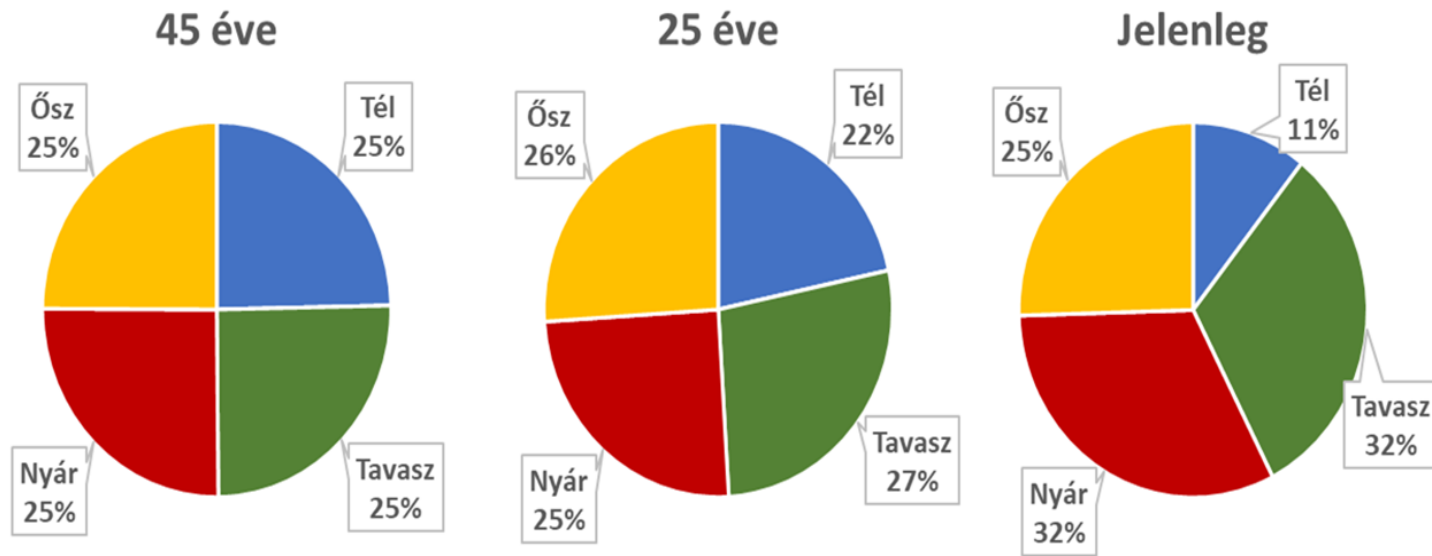
Tavaszi és nyári:

25-25 nappal hosszabbak, mint 45 éve,
az év közel $\frac{2}{3}$ -át lefedik

Nyári:

1 héttel korábban kezdődik,
2 héttel később ér véget

Az egyes évszakok éven belüli átlagos aránya Magyarországon



Köszönöm a figyelmet!

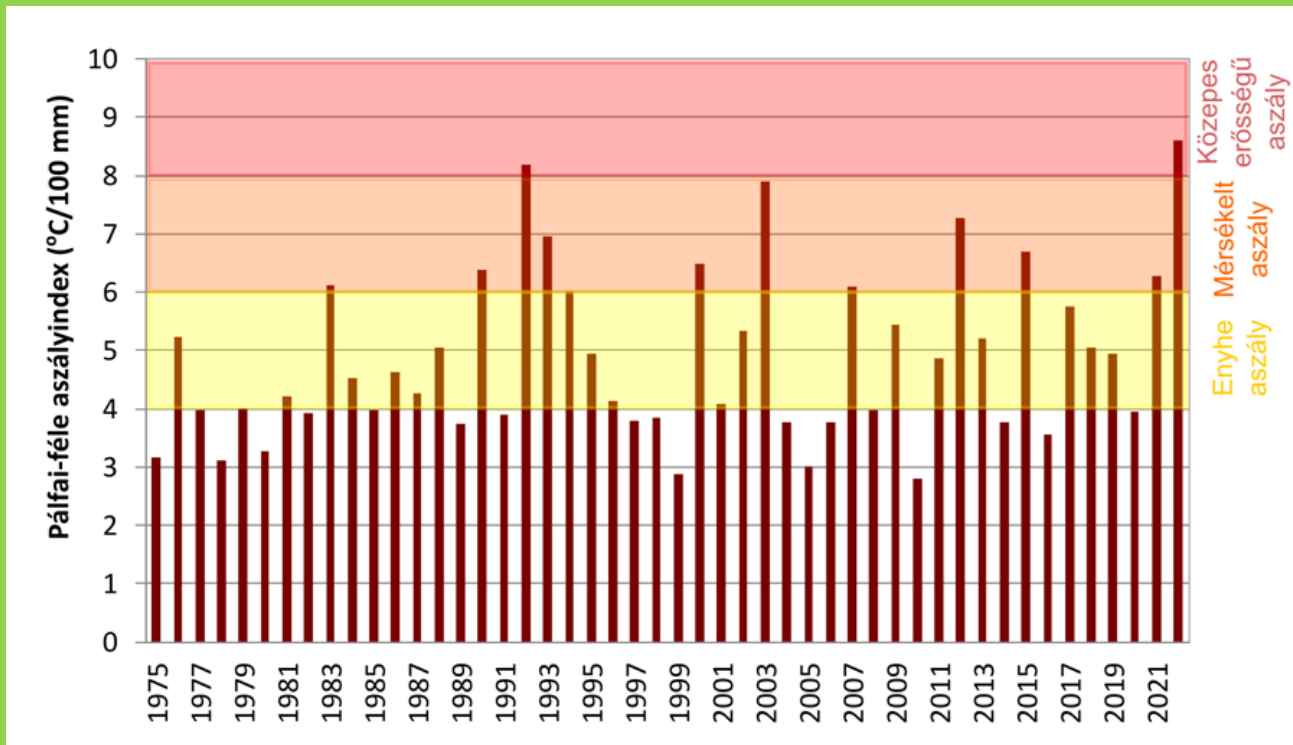
Legújabb eredmények:

-- **Aszályindexek**

-- Vegetációs időszak hossza

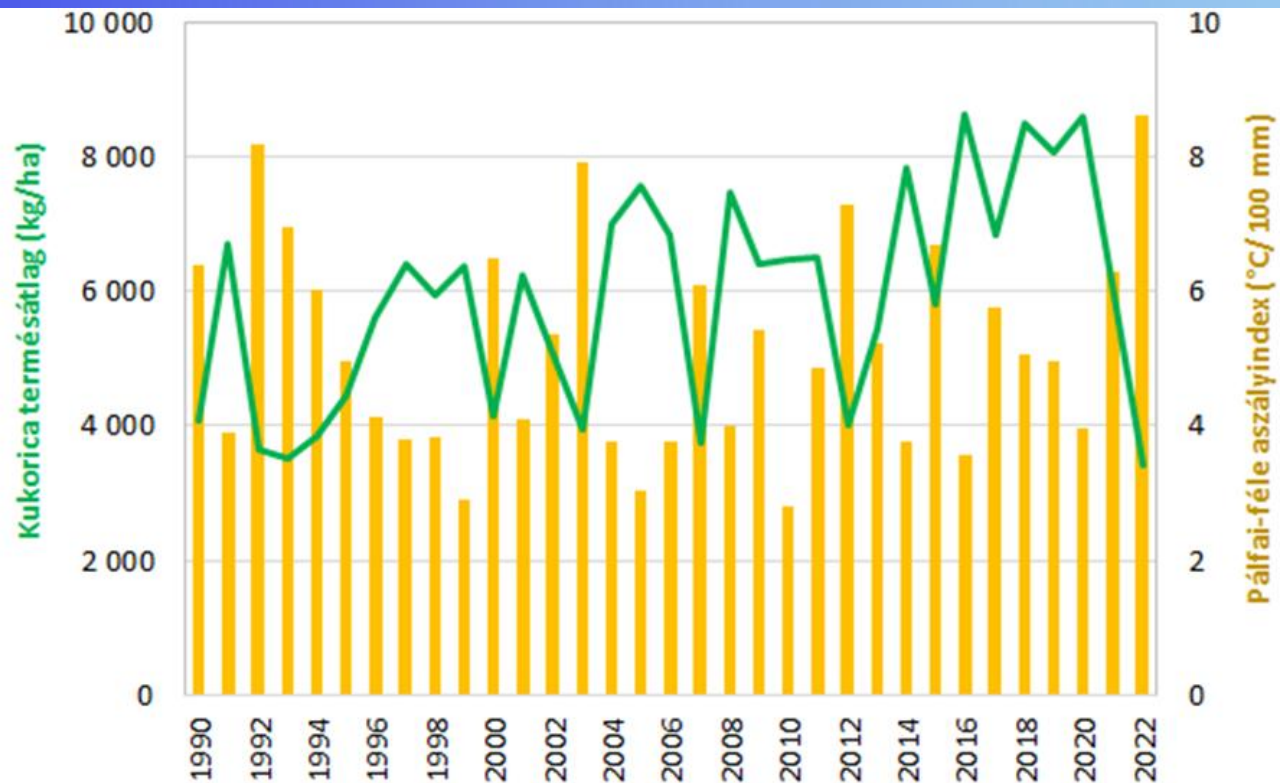
Pálfai-féle aszályindex -- Hőmérséklet és csapadék (1975-2022 időszak)

- **2022 a legsúlyosabb aszály** a Pálfai-index alapján (1975 óta)
- Országos átlag: Közepes erősségű aszály: 2 évben fordult elő: **1992 és 2022**
- Mérsékelt aszály: 10 évben fordult elő
- Aszálymentes: 20 év (1975-2022: 48 évből)



Pálfai-féle aszályindex – kukorica termésátlag

- A PADI korrelációja a hőmérséklettel 0,63; a csapadékkal -0,69; a termésátlaggal **-0,74**
- A kukorica termésátlaga **2022-ben volt a legalacsonyabb: 3420 kg/ha (KSH), a PADI ekkor volt a legmagasabb: 8,6 °C/100 mm**
- Ha a termésátlag < 4000 kg/ha, a PADI > 6 °C/100 mm

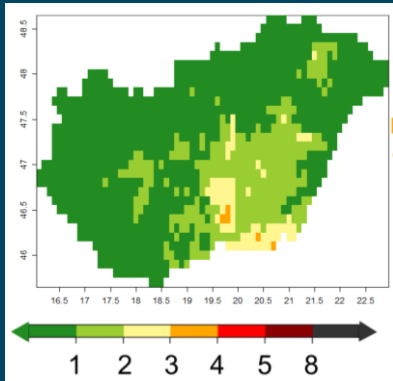


Pálfai aszály index -- jövő

Közepes/súlyos erősségű aszályos évek területi aránya (20 év):

- 2001-2020: 5%
- 2081-2100: RCP2.6: 4%
- RCP4.5: 13%
- RCP8.5: 26%

2001-2020 (HUCLIM)



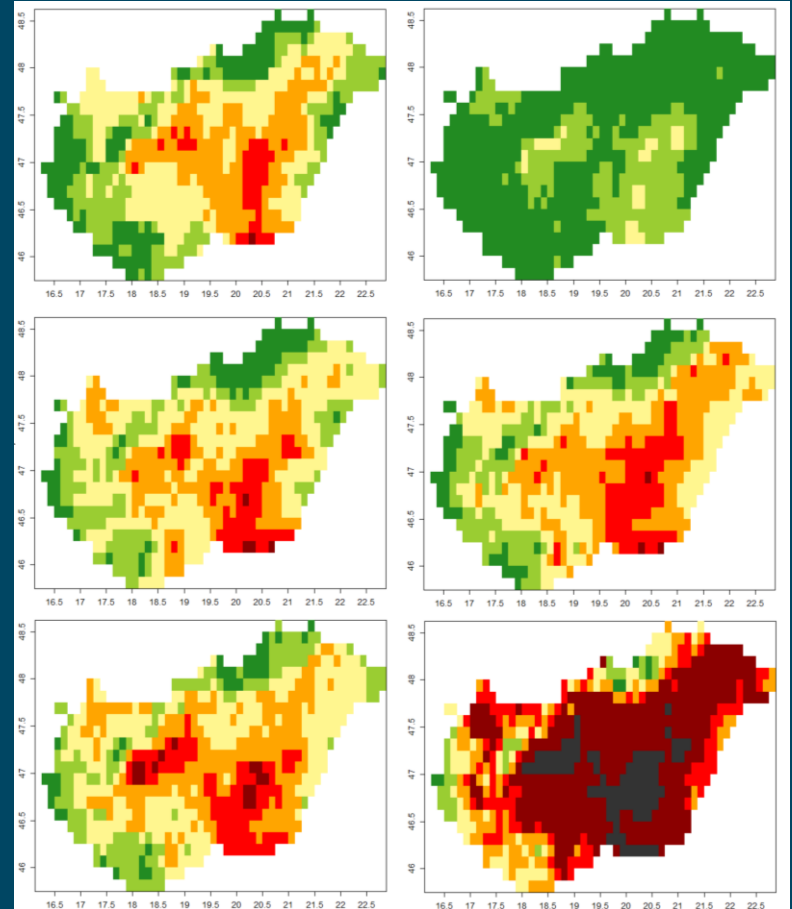
RCP2.6

RCP4.5

RCP8.5

2041-2060

2081-2100

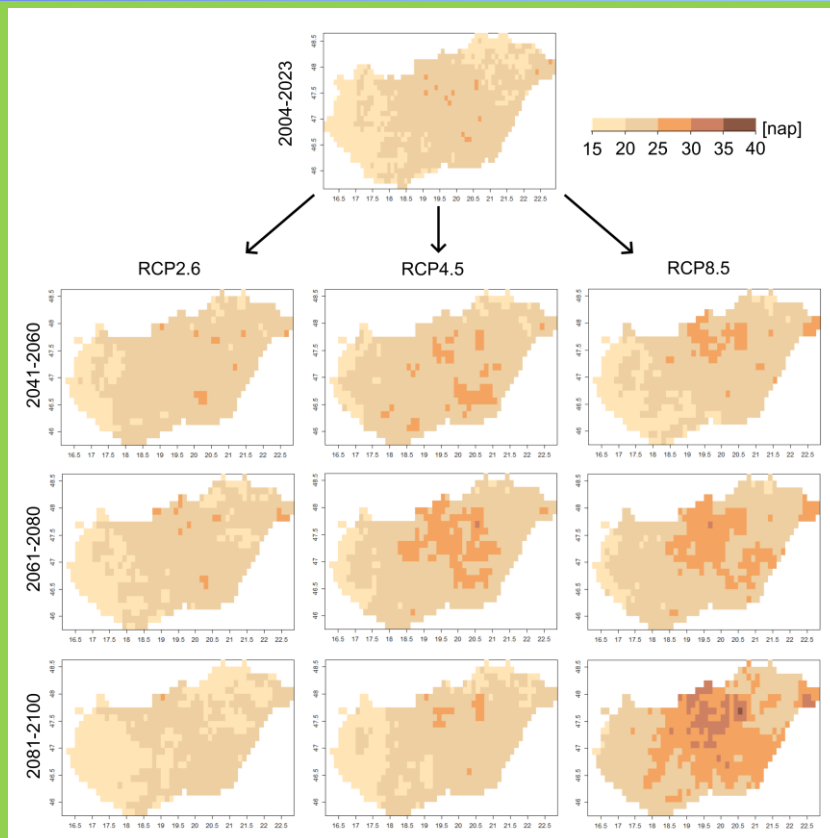


Közepes vagy súlyos erősségű
aszályos évek száma (20 évből)
Pálfai aszályindex alapján

Az egymást követő száraz napok maximális száma (CDD₃)

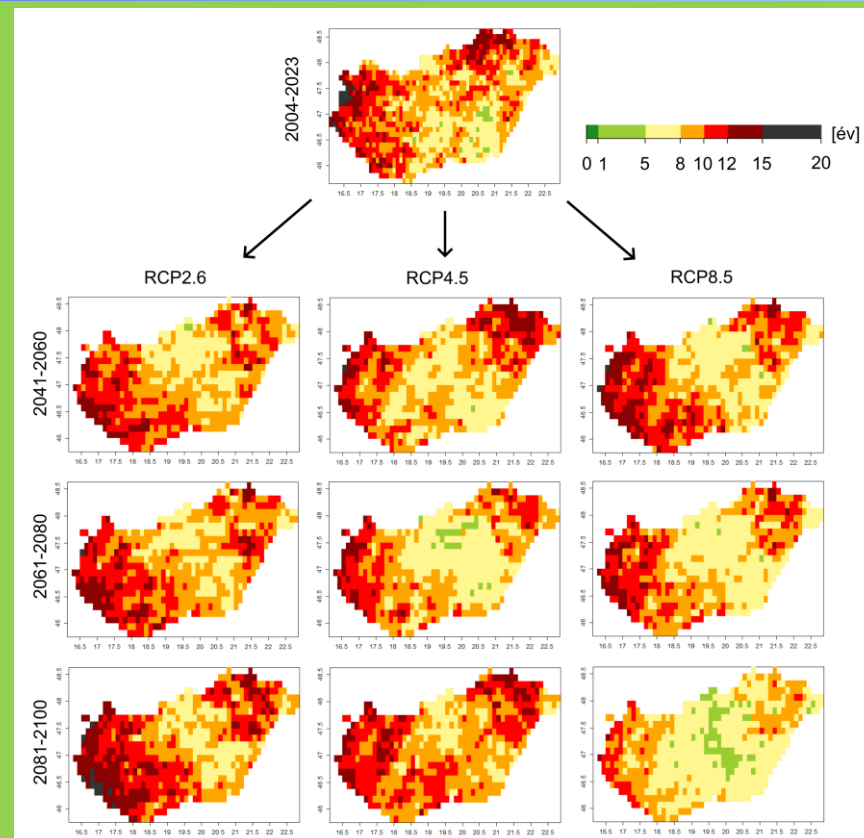
- CDD (Consecutive Dry Days) Július és szeptember közötti időszak vizsgálata, 3 mm-es küszöb
- **2004-2023:** az ország nagy részén **20-25 nap**; nyugati és északkeleti területeken alacsonyabb (országos átlag 21 nap)
- **RCP2.6:** nem várható jelentős változás
- **RCP4.5:** a század közepén magasabb értékek, majd csökkenés
- **RCP8.5:** az idő előrehaladtával egyre **magasabb értékek**, egyes területeken az évszázad végére **akár 30 nap**

Adatbázis: HungaroMet, [Meteorológiai Adattár](#); CORDEX szimulációk
Kis & Pongrácz, 2025 IJC, <https://doi.org/10.1002/joc.8903>



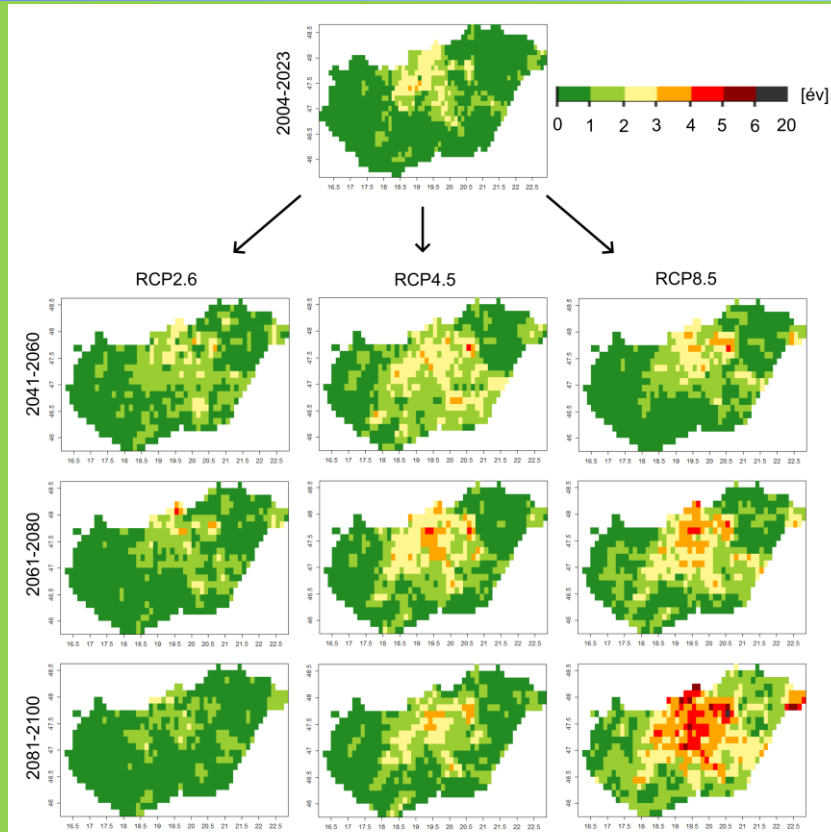
Közepesen hosszú (10-20 nap) egybefüggő száraz időszakok (CDD₃)

- **2004-2023:** Dél-Alföldön 5-8 évben (20 évből), legészakibb és nyugatibb régiókban > 12 évben
- **RCP2.6:** nem várható jelentős változás, de a század végére délnyugaton > 15 év
- **RCP4.5:** 2061-2080-ban ritkább (5-8 év) előfordulás az ország középső részén
- **RCP8.5:** ritkább előfordulás, akár kevesebb mint 5 évben (a csökkenés kedvezőnek tűnhet, de a súlyosabb kategóriák esetén növekedés várható – az enyhébb kategóriák rovására)



Extrém hosszú (≥ 40 nap) egybefüggő száraz időszakok (CDD_3)

- **2004-2023:** 20 évből maximum 1 évben az ország nagyobb részén ($> 60\%$)
- **RCP2.6:** 2081-2100-ra csökkenés (nagyobb területen ritkább előfordulás)
- **RCP4.5:** 2061-2080-ra gyakoribb előfordulás az ország északi-középső területein, de a század végére csökkenés indul meg
- **RCP8.5:** egyre nagyobb területen gyakoribbá váló kategória, a század végére a közép-magyarországi régióban, az észak-magyarországi régió keleti felén és Jász-Nagykun-Szolnok megyében a 20 évből legalább 5 évben



Erdészeti szárazsági mutató

- Jelentős különbségek a forgatókönyvek között

- Azonnali kibocsátáscsökkentés: maihoz hasonló viszonyok

- **Későbbi kibocsátáscsökkentés:** erdőssztyepp térhódítása

- **Kibocsátáscsökkentés nélkül:** sztyepp kategória megjelenése, dominánssá válása;

bükkösök kiszorulása

- Uralkodó kategória:

- 2005-2024:

kocsánytalan tölgyes, cseres

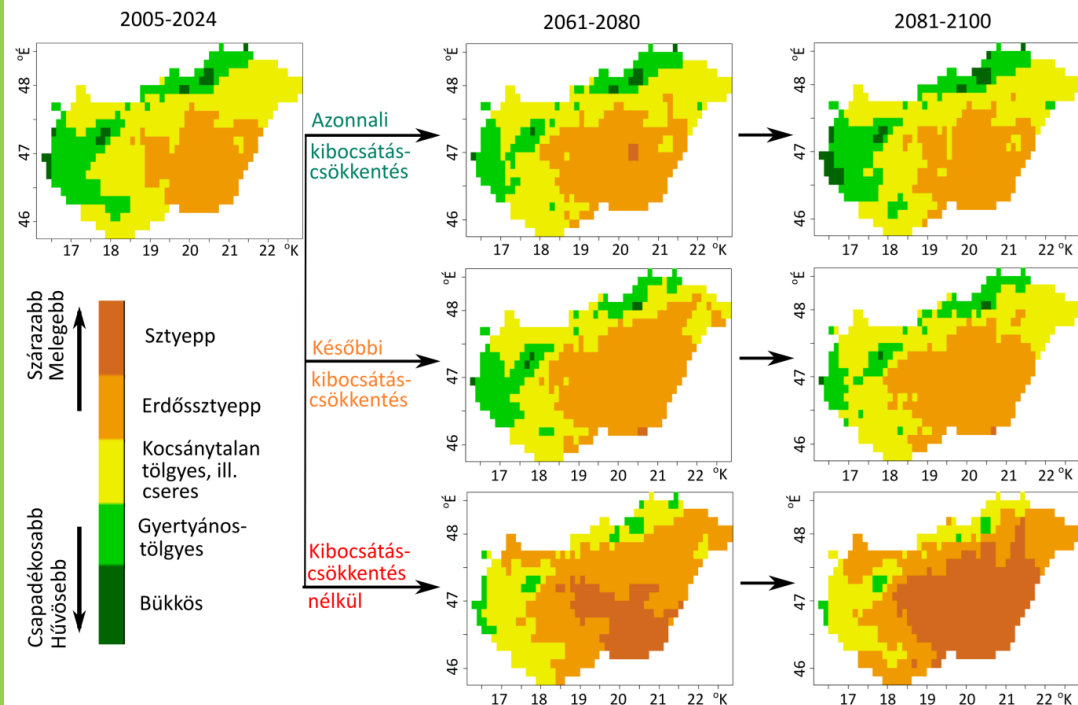
- 2081-2100: scenárió-függő

kocsánytalan tölgyes, cseres;

erdőssztyepp;

sztyepp

Az erdészeti szárazsági mutató várható alakulása Magyarországon



Legújabb eredmények:

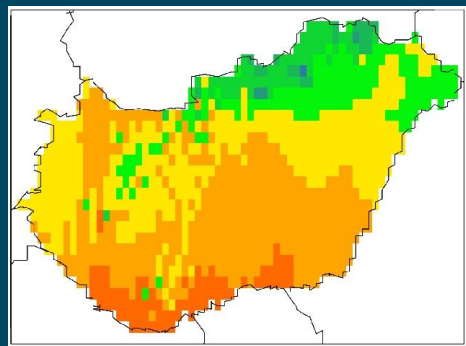
-- Aszályindexek

-- **Vegetációs időszak hossza**

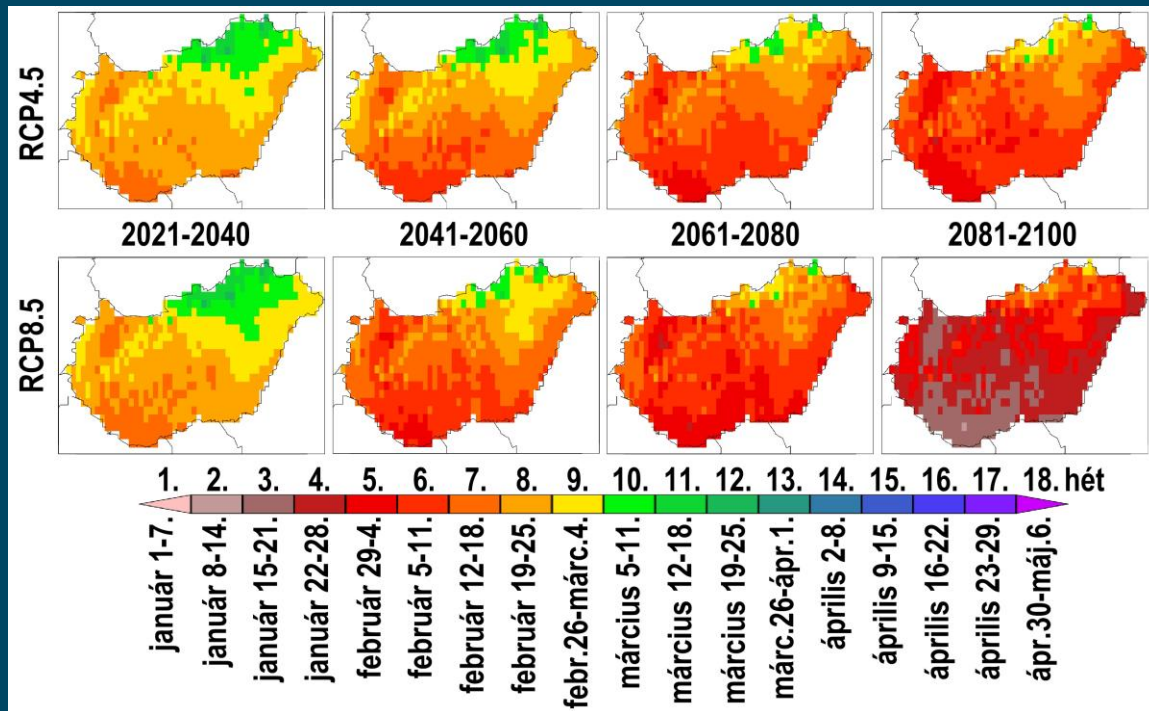
Vegetációs időszak kezdete

Hidegtűrő növények

$T_{\text{közép}} > 5 \text{ }^\circ\text{C}$
(min. 5 napig)



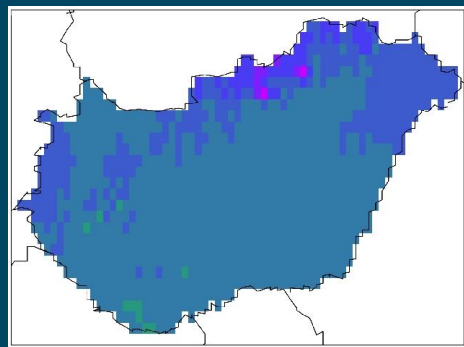
2001-2020 (HUCLIM)



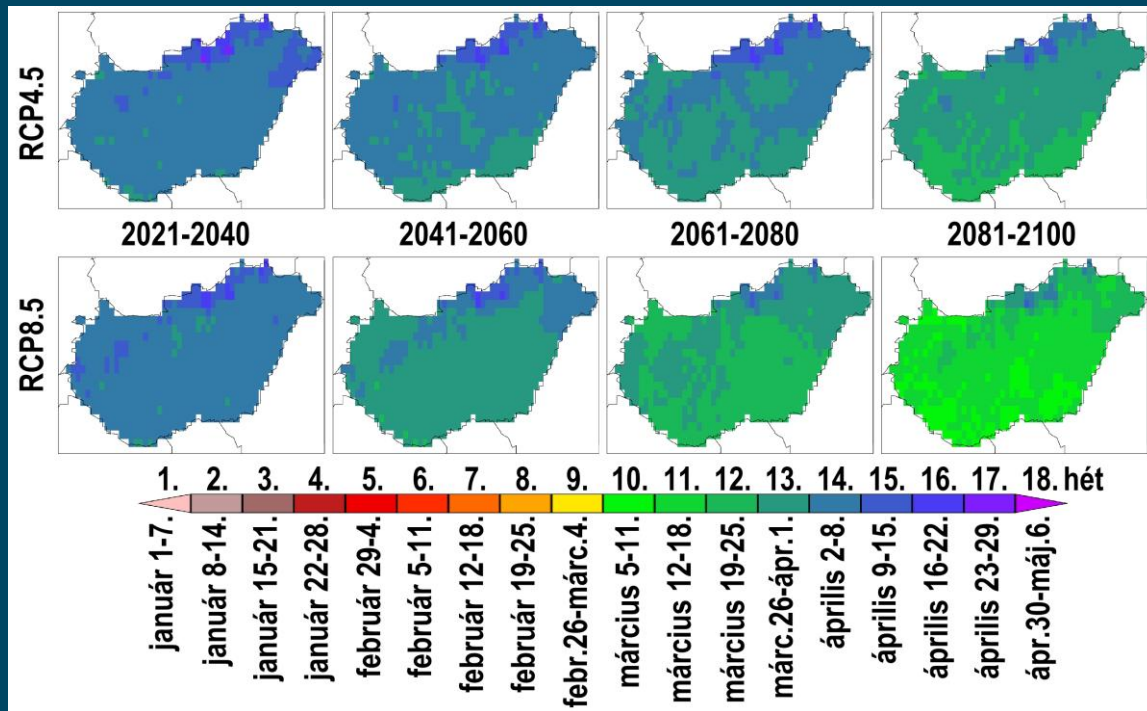
Vegetációs időszak kezdete

Melegkedvelő növények

$T_{\text{közép}} > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
(min. 5 napig)

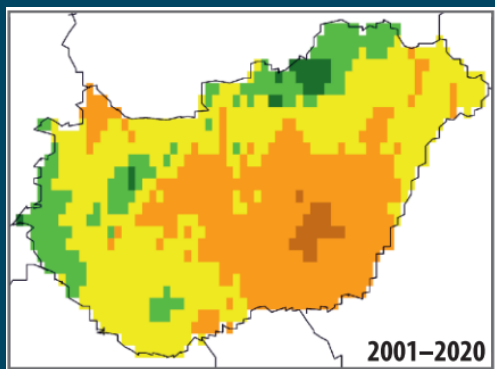


2001-2020 (HUCLIM)



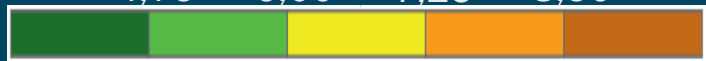
Növényzet várható módosulása

2001-2020 (HUCLIM)



FAI (erdészeti aszály index) alapján

4,75 6,00 7,25 8,50

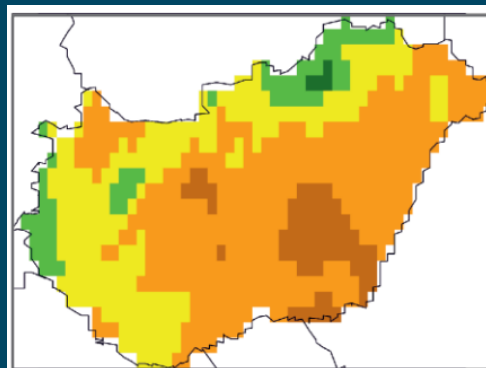


bükkös gyertyános/
tölgyes

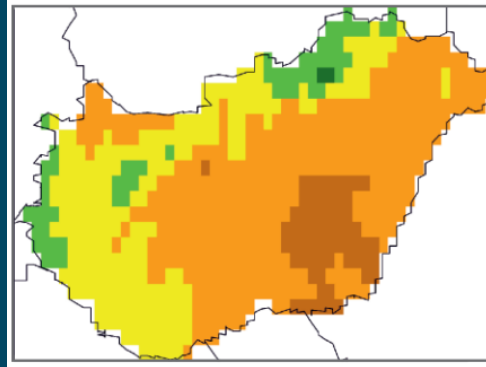
erdős sztyepp

kocsánytalan tölgyes/csertölgyes

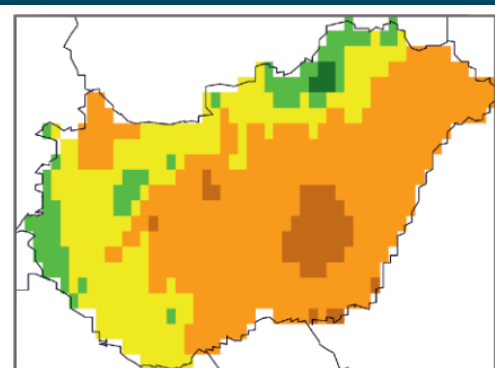
2041-2060



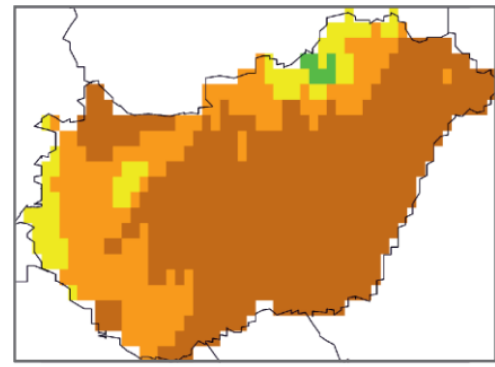
2041-2060



2081-2100



2081-2100



• Összefoglalás

- A melegedés hatására a hőmérsékleti (**meleg**) szélsőségek várhatóan **gyakoribbá és intenzívebbé** válnak (RCP2.6 < RCP4.5 < RCP8.5)
- A **hideg** szélsőségek (kisebb mértékben) **csökkennek**
- A **csapadék szélsőségesebbé válik**:
 - gyakoribb nyári aszály (RCP8.5)
 - RR40 gyakorisága várhatóan nő RCP8.5 esetén