

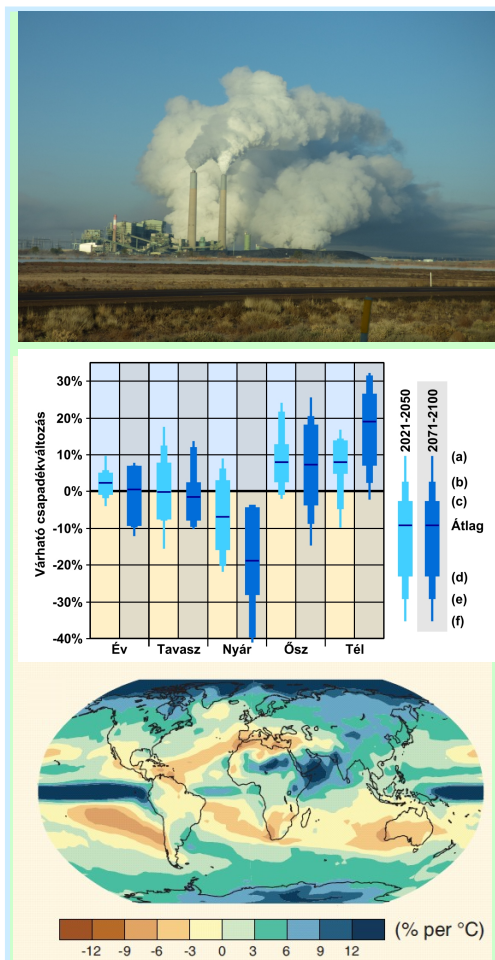
# Változó éghajlat, szélsőségek

BARTHOLY JUDIT

Eötvös Loránd Tudományegyetem

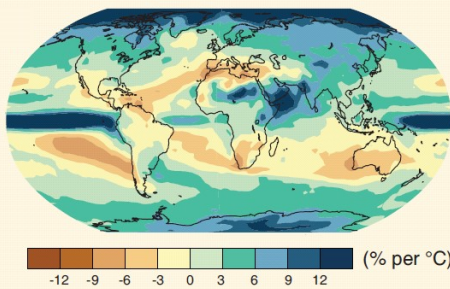
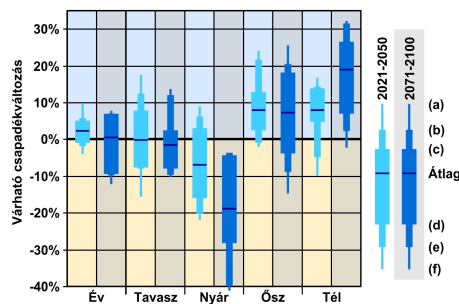
Meteorológiai Tanszék

Budapest



## Vázlat

- A közelmúlt detektált változásai
- Jövőbeli tendenciák és várható következmények
- Időjárási és éghajlati szélsőségek
- A párizsi klímacsúcs tárgya, eredményei, a megállapodás ratifikálása



## Vázlat

- A közelmúlt detektált változásai
- Jövőbeli tendenciák és várható következmények
- Időjárási és éghajlati szélsőségek
- A párizsi klímacsúcs tárgya, eredményei, a megállapodás ratifikálása

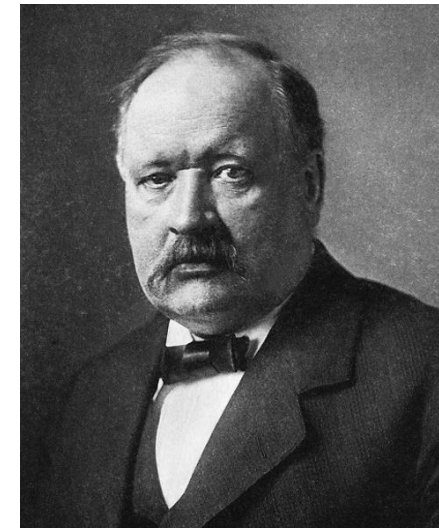
## Az üvegházhatású gázok melegítő hatása nem újdonság:



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



**John Tyndall (1862):**  
Néhány légköri alkotóelem  
(pl. vízgőz, szén-dioxid) elnyeli  
az infravörös tartományú sugárzást

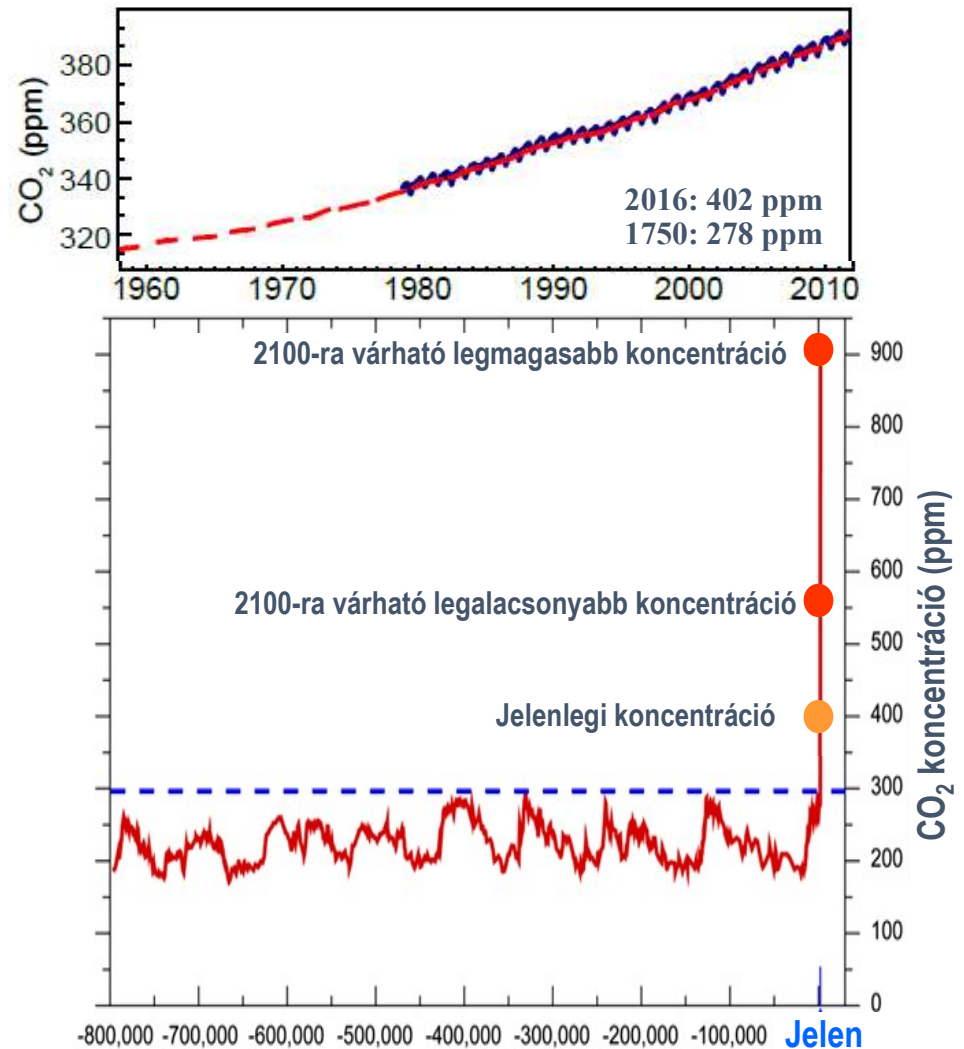


**Svante Arrhenius (1896):**  
A légköri szén-dioxid-szint  
megduplázódása 5-6 °C-os  
melegedést okoz

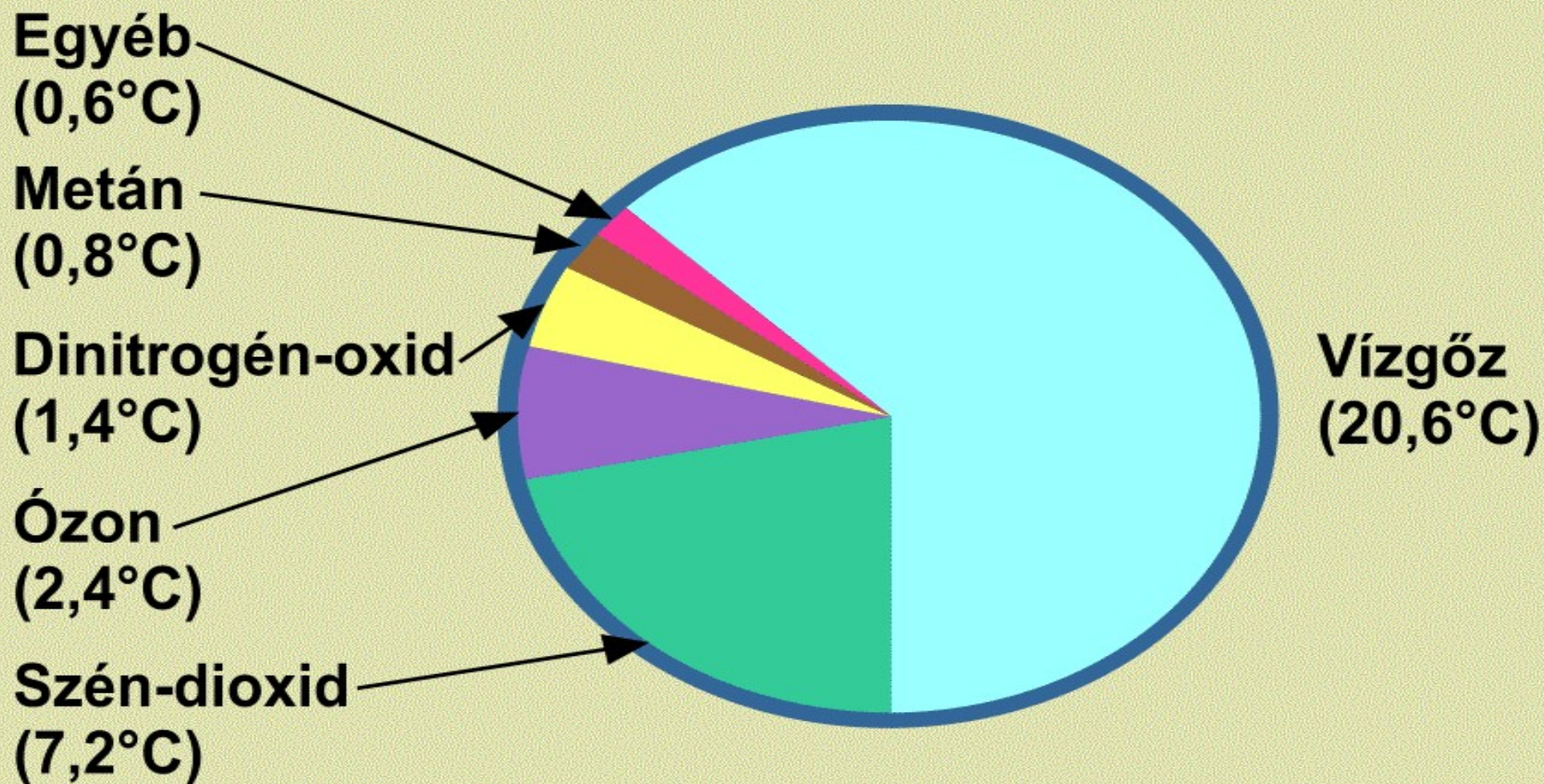


## A légkör összetételének változása (1750-től napjainkig)

- 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

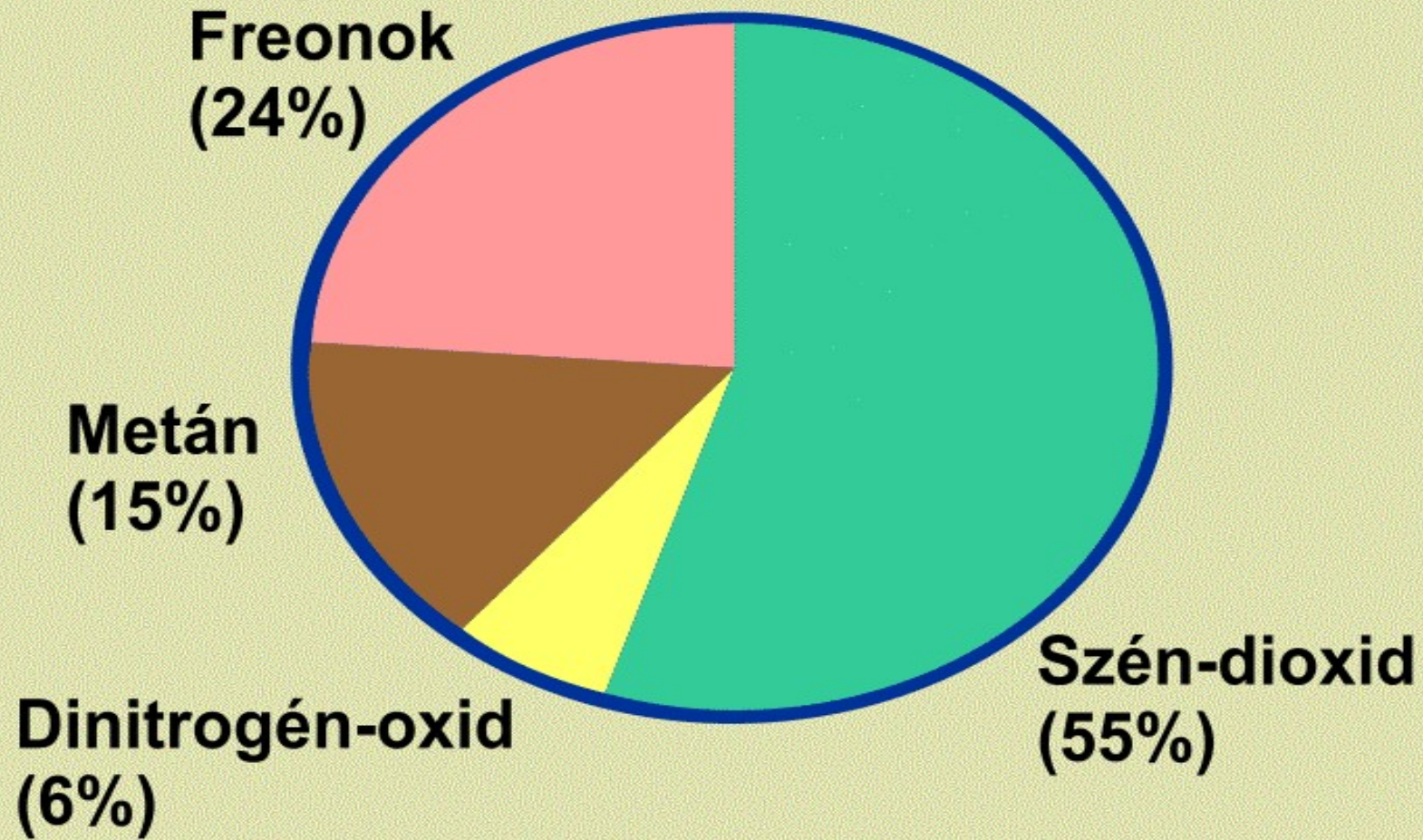


## Az üvegházhatású gázok hozzájárulása a 33°C-os földi átlaghőmérséklet többletéhez



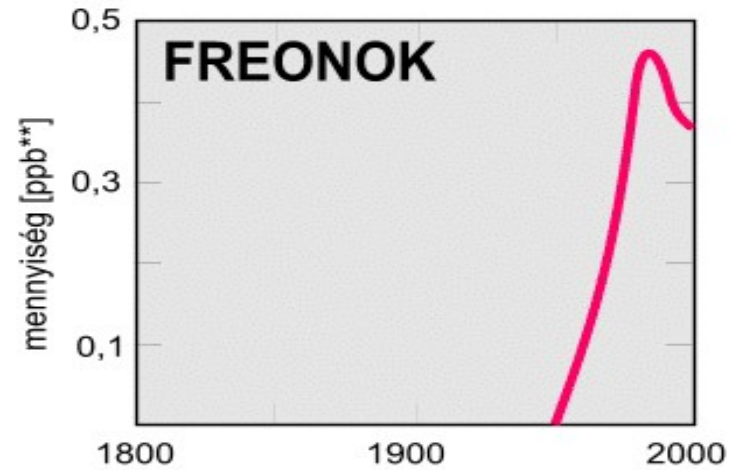
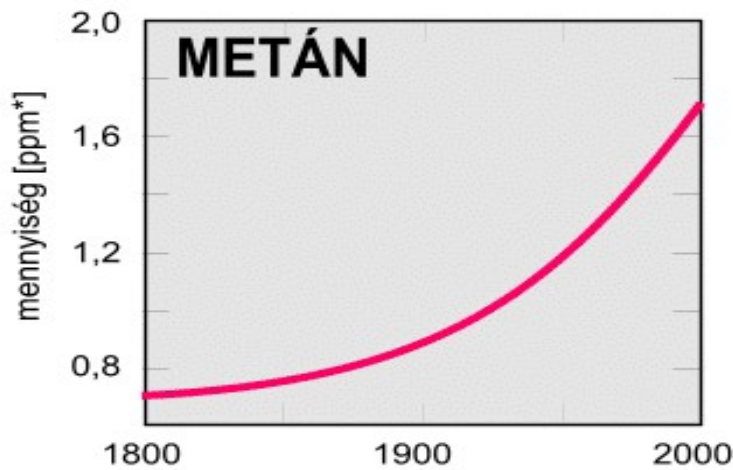
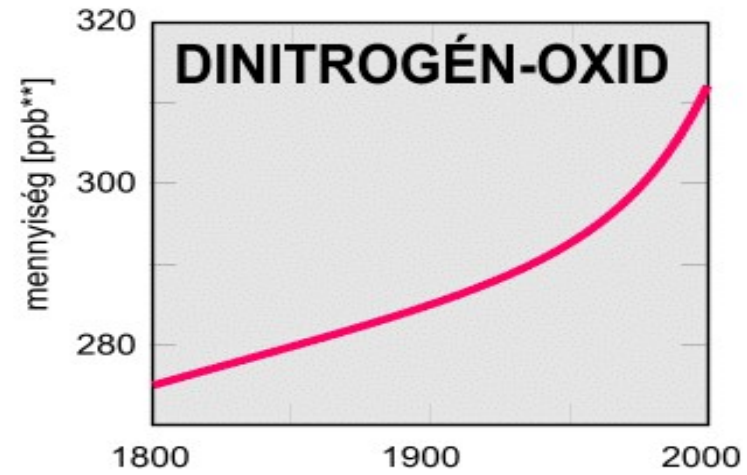
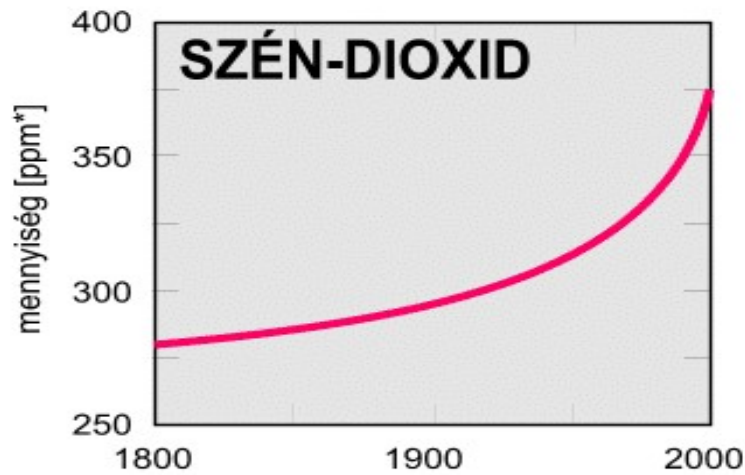


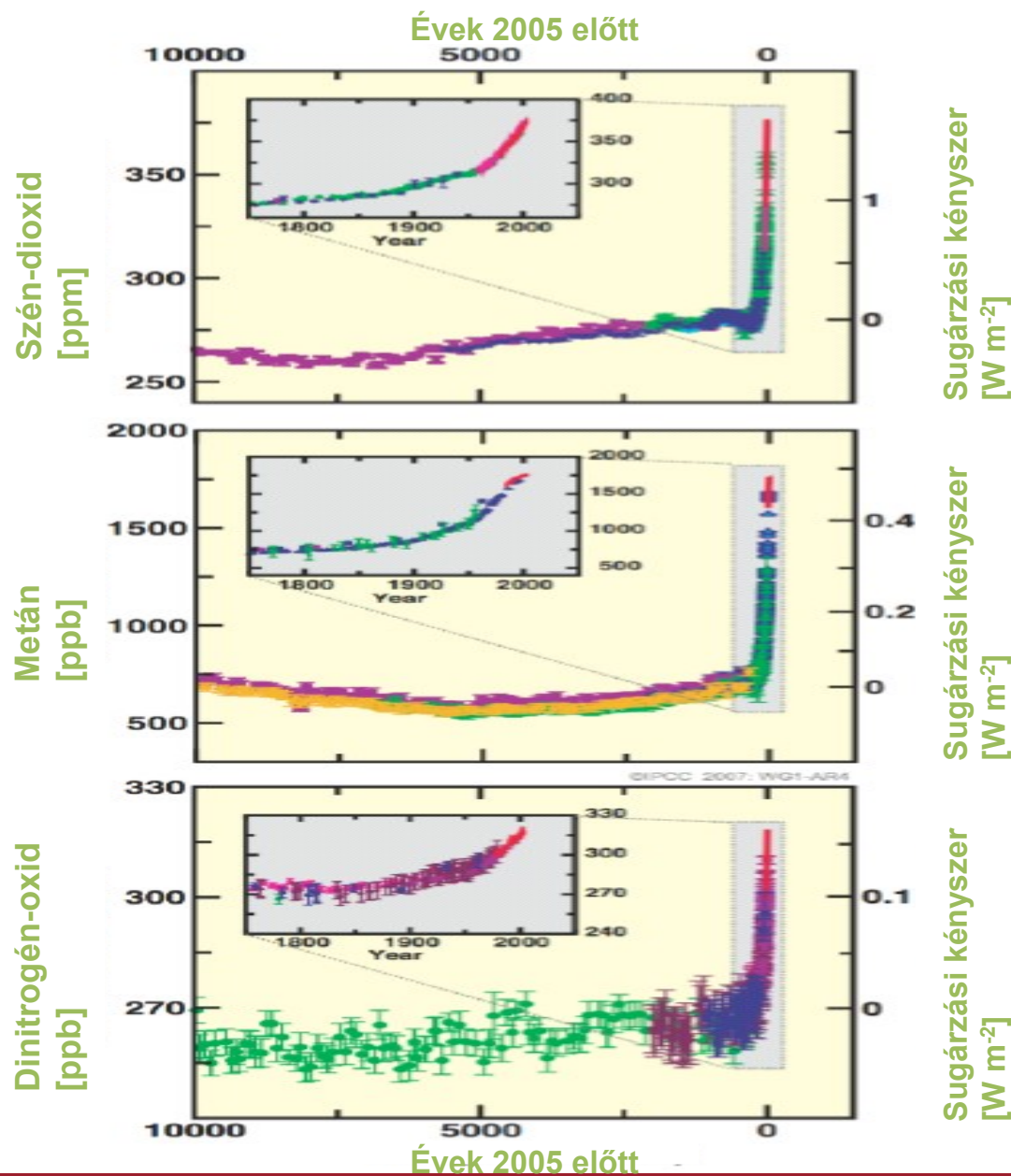
## Az üvegházgázok hozzájárulása a globális melegedéshez





# Fontosabb üvegházgázok koncentrációjának változása a légkörben (1800-2000)





**IPCC 2007 JELENTÉS  
NÉHÁNY ÚJ ELEME,  
EREDMÉNYE:**

**Légköri üvegházgázok  
mennyiségének változása  
jégfurat minták és műszeres  
mérések alapján**

**10 000 évre  
visszamenően**

Forrás: IPCC



# 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%

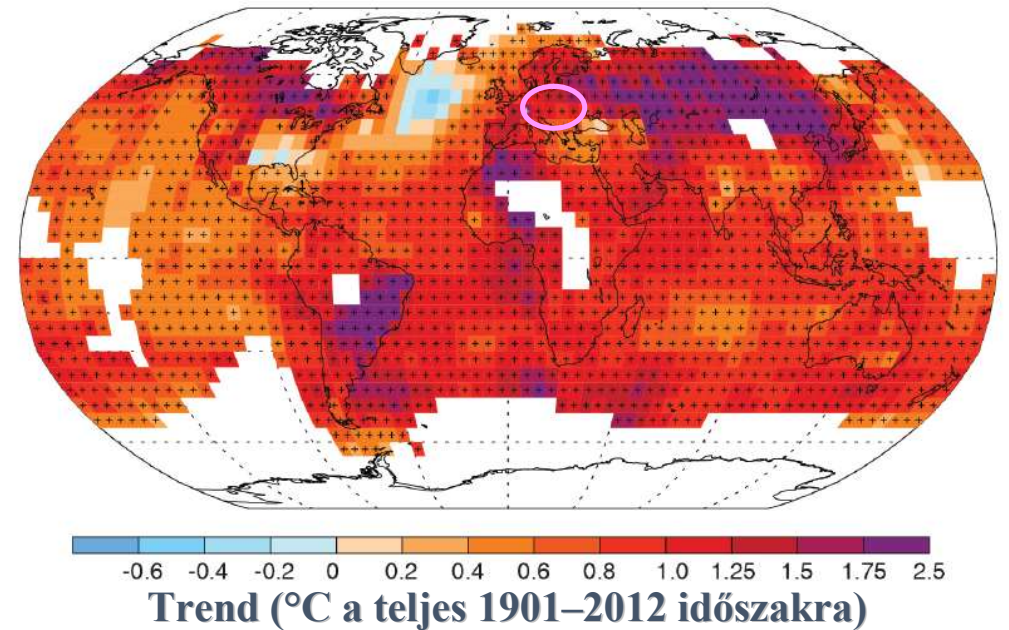
## Antropogén eredetű metán források

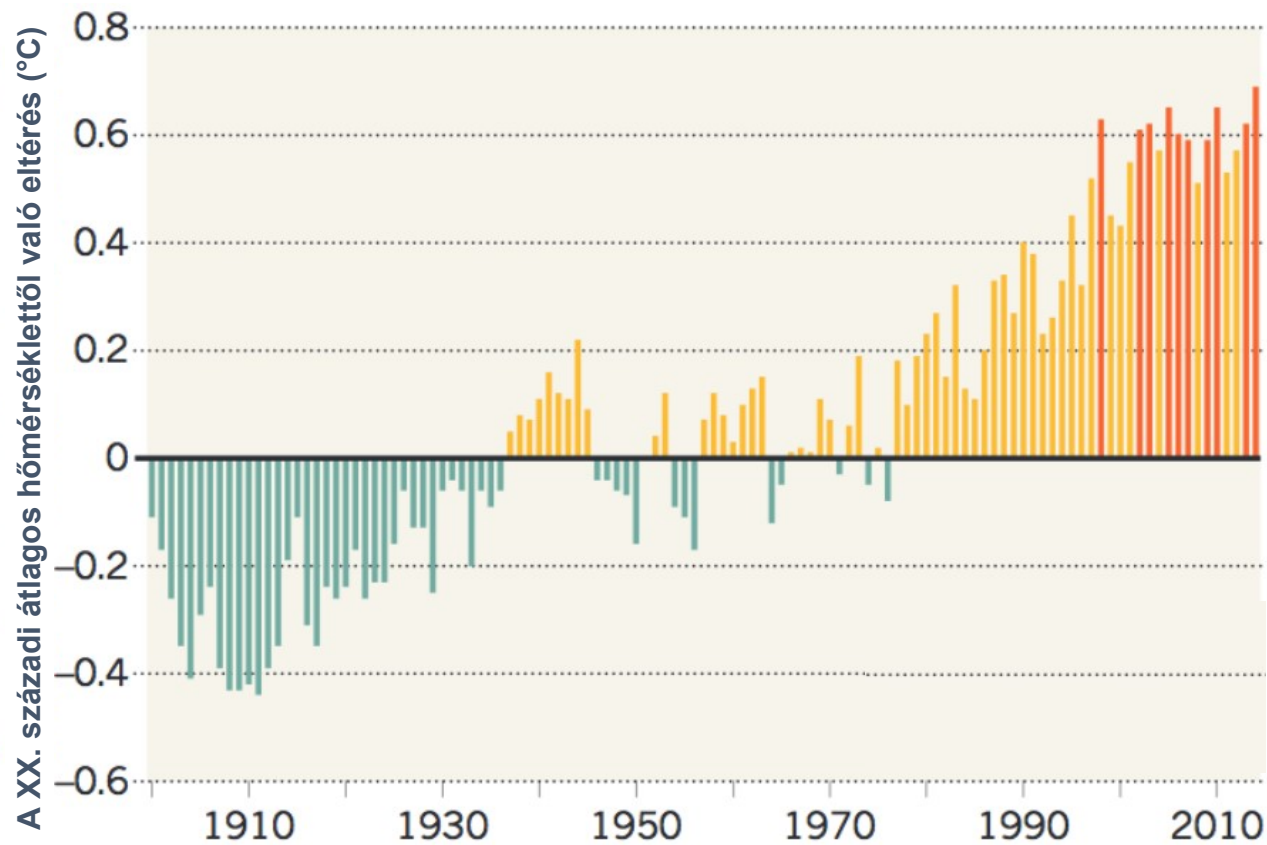
Állattartás 28%
Bányászat 25%
Rizs termesztés 15%
Szerves hulladék, műtrágya 15%
Biomassza égetés 10%
Szántóföld feltörés 7%



# Hőmérséklet-emelkedés: 1851-től napjainkig

- A globális átlaghőmérséklet a XIX. század közepe óta 0,89 °C-kal emelkedett, a szárazfölkök átlaghőmérséklete 1,3 °C-kal
- Minden évtized átlaghőmérséklete nagyobb volt, mint az azt megelőző 3 évtizedé
- **A melegedés mértéke a Kárpát-medencében 1,0-1,25 °C** (○)
- Valószínűtlen, hogy a **városi hősziget** hatás és a **földhasználat**-változások együttesen több mint 10%-át adnák a detektált melegedési trendeknek





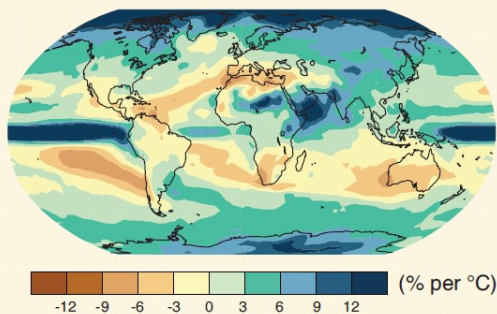
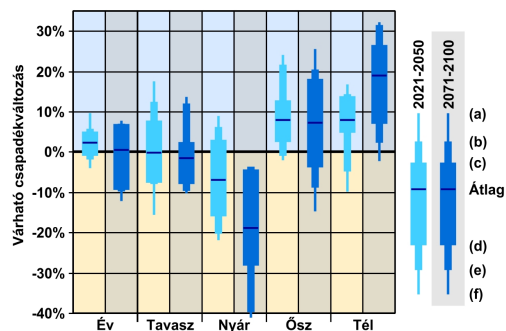
Növekvő globális  
átlaghőmérséklet

A rendszeres  
műszeres mérések  
kezdeté óta  
a **10 legmelegebb év**  
**1998 után** volt

■ Az átlagosnál hűvösebb

■ Az átlagosnál melegebb

■ A 10 legforróbb év

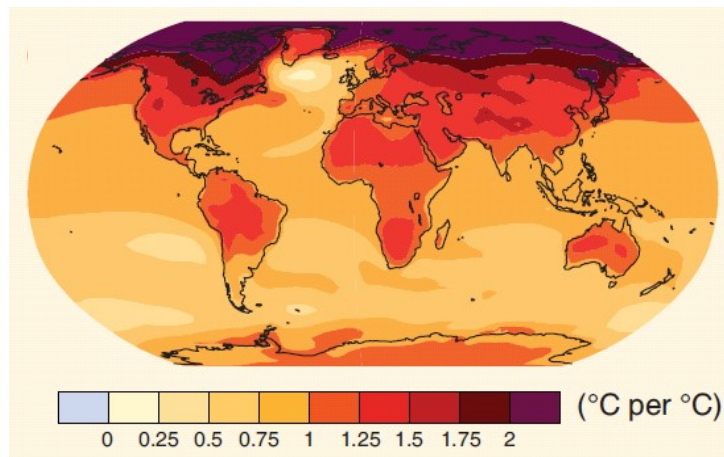


## Vázlat

- A közelmúlt detektált változásai
- **Jövőbeli tendenciák és várható következmények**
- Időjárási és éghajlati szélsőségek
- A párizsi klímacsúcs tárgya, eredményei, a megállapodás ratifikálása

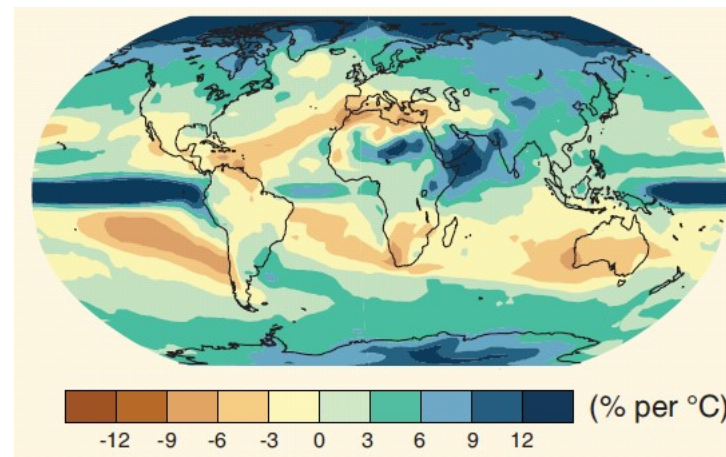
# Az 1 °C-os melegedéshez tartozó várható klímaváltozás mértéke

## Hőmérséklet-változás



- óceánok < szárazföldek
- legnagyobb várható melegedés (> 2°C): északi poláris területeken

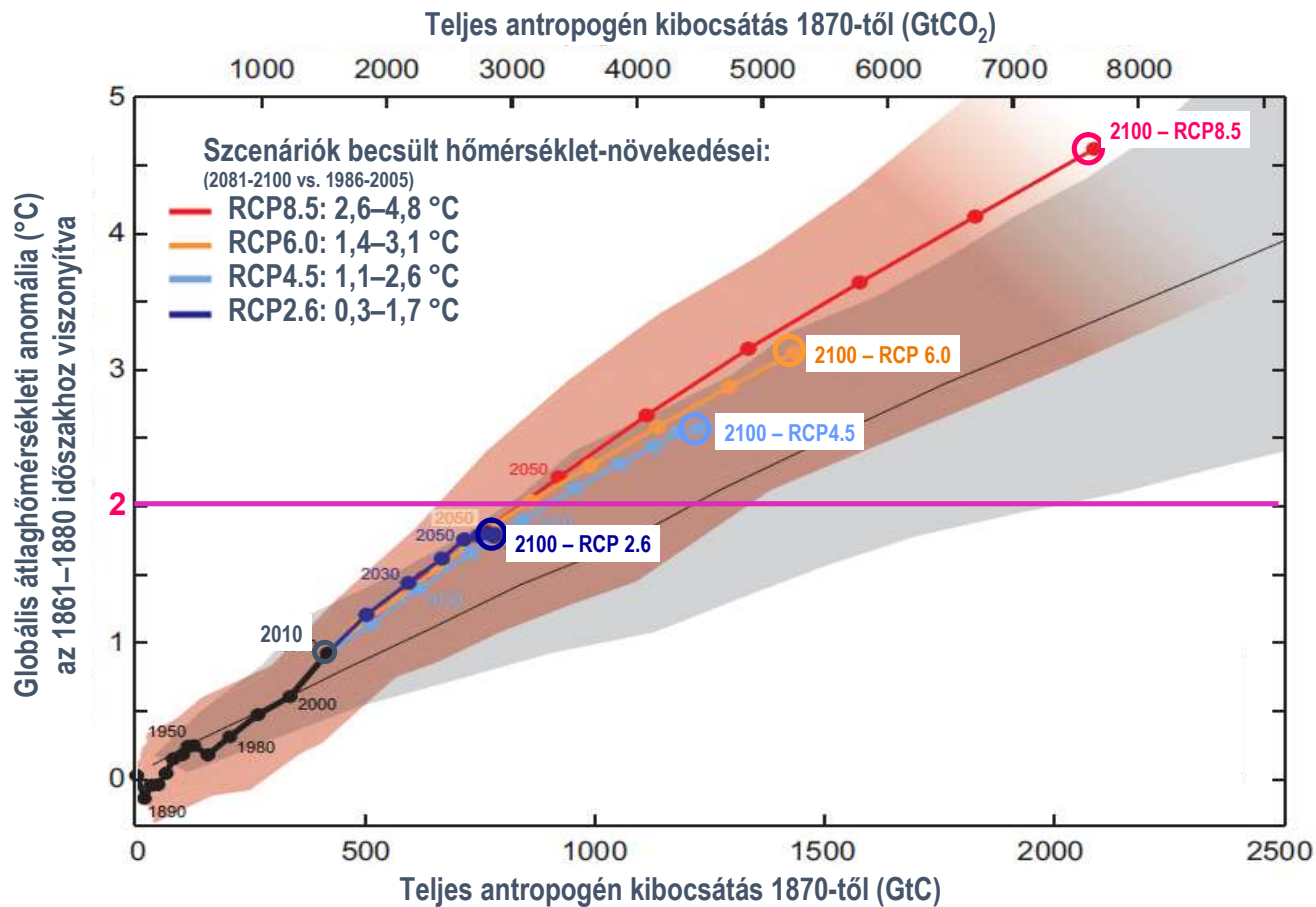
## Csapadékváltozás



- nagyobb növekedés (> +10%): trópusi óceán, poláris területek
- nagyobb csökkenés (< -6%): Földközi-tenger térsége, szubtrópusi óceáni medencék keleti része



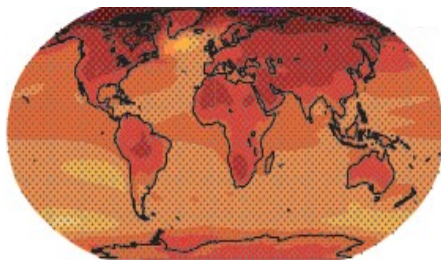
# A globális melegedés és az antropogén eredetű szén-dioxid-kibocsátás kapcsolata



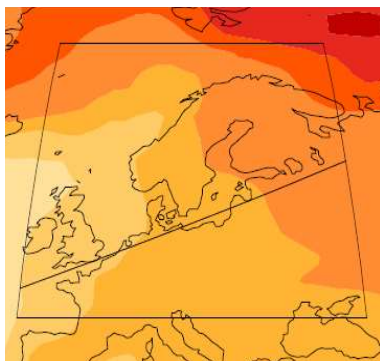
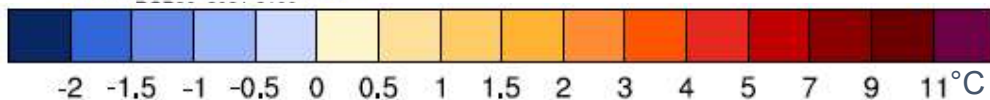
Optimista forgatókönyv



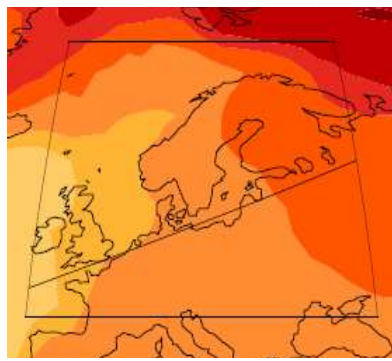
Pesszimista forgatókönyv



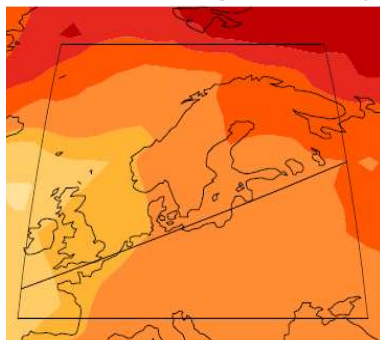
2081–2100



2046–2065

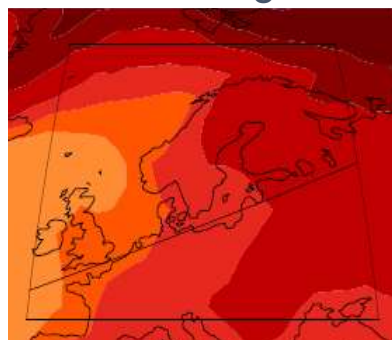


Optimista forgatókönyv



2081–2100

Pesszimista forgatókönyv



A várható globális és európai melegedés mértéke (évi átlag)

Referencia-időszak: 1986–2005

**2046–2065:**

- nagyobb melegedés: északi poláris területeken, kontinens belsejében

**2081–2100:**

- jelentős a különbség a forgatókönyvek között
- nagyobb melegedés: kontinentális területeken

**Európában:  
DNY–ÉK irányú növekedés**

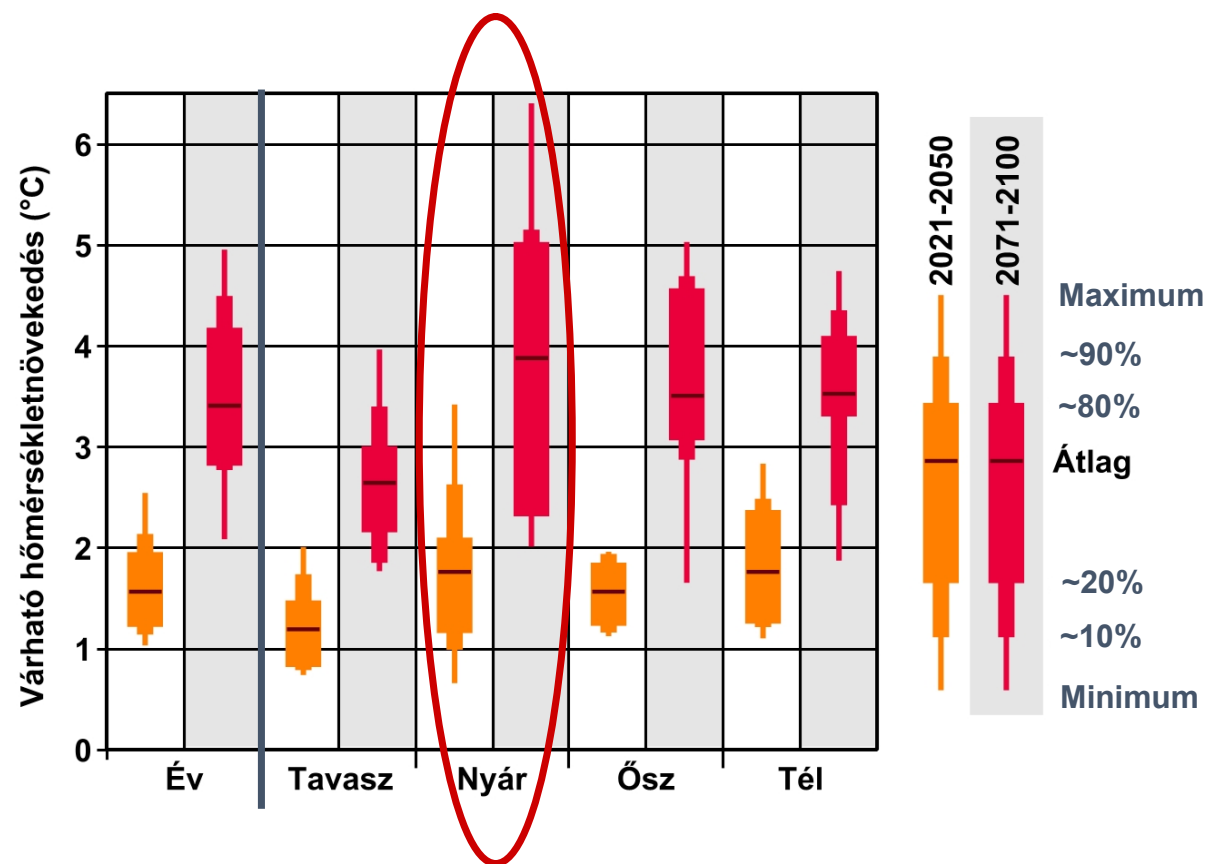
# Várható éves és évszakai hőmérséklet-változás

## Magyarországon

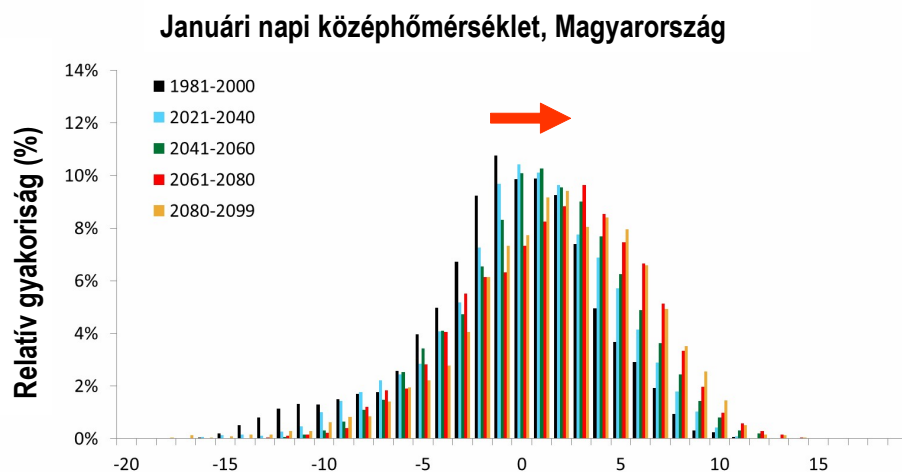
(11 modellszimuláció, közepes forgatókönyv figyelembevételével)

Várható melegedés mértéke  
2021–2050-re: 1 °C – 2,5 °C,  
2071–2100-ra: 2 °C – 5 °C  
(referencia-időszak: 1961–1990)

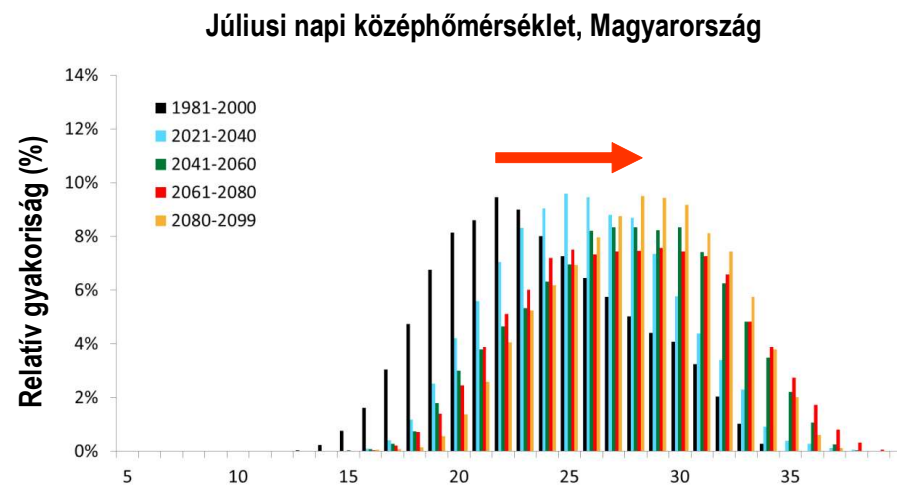
a legerősebb melegedés **nyáron** valószínűsíthető



# Napi középhőmérsékletek várható eltolódása (közepes forgatókönyv figyelembevételével)

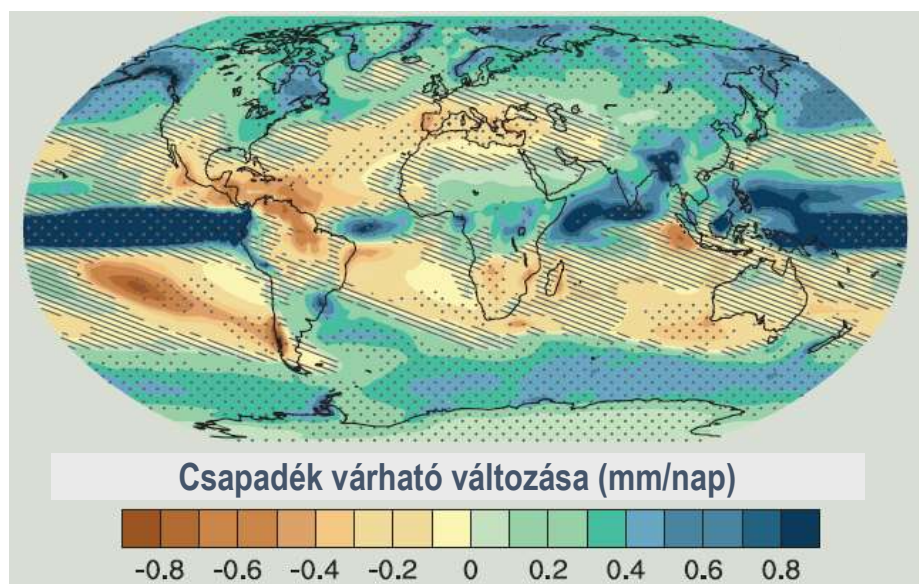


Téli melegedés várható mértéke:  
 $2\text{ }^{\circ}\text{C} - 4\text{ }^{\circ}\text{C}$

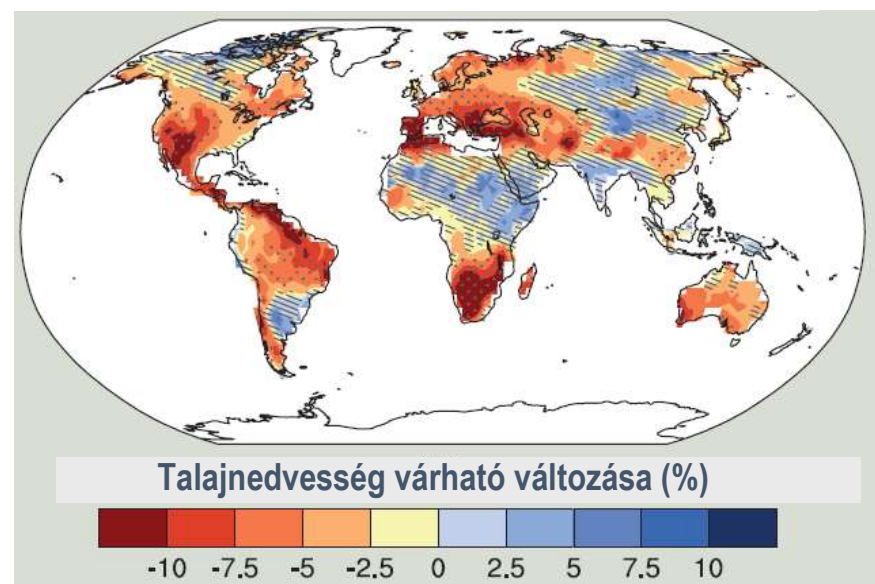


Nyári melegedés várható mértéke:  
 $4\text{ }^{\circ}\text{C} - 7\text{ }^{\circ}\text{C}$

## A hidrológiai ciklus elemeiben is jelentős változás várható 2081–2100 (RCP8.5 scenárió) vs. 1986–2005



- nagyobb növekedés ( $> +250$  mm/év):  
trópusi óceán
- nagyobb csökkenés ( $< -130$  mm/év):  
**Földközi-tenger** térsége,  
szubtrópusi óceáni medencék keleti része



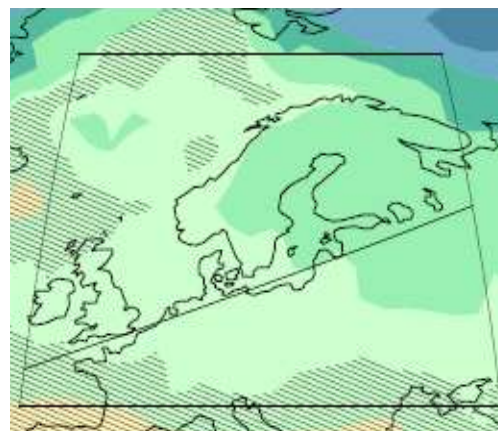
- jelentős csökkenés ( $< -10\%$ ):  
**Földközi-tenger** térsége,  
Észak- és Közép-Amerika, Dél-Afrika
- növekedés ( $> +7\%$ ):  
Kanada északkeleti része



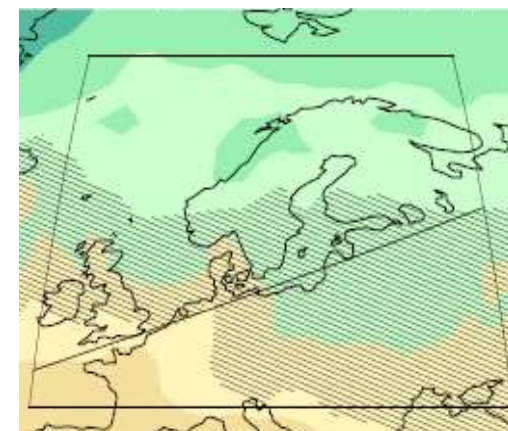
# Várható csapadékváltozás Európában (pesszimista forgatókönyv figyelembevételével)

A Kárpát-medence térségében a **téli** félévben csapadéktöbblet, a **nyári** félévben csapadékhiány valószínűsíthető

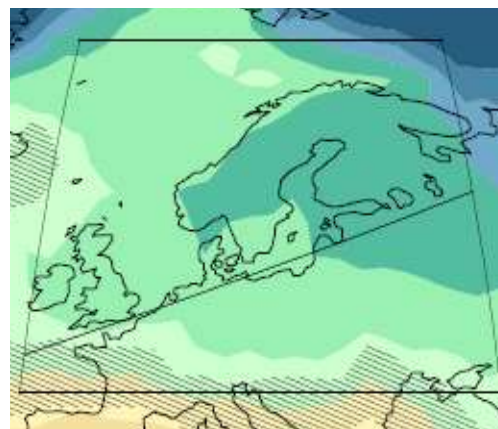
(referencia-időszak: 1981–1999)



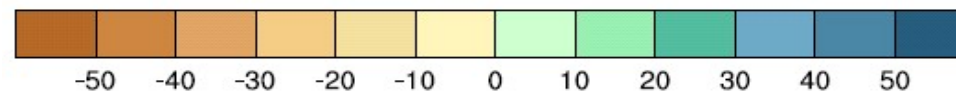
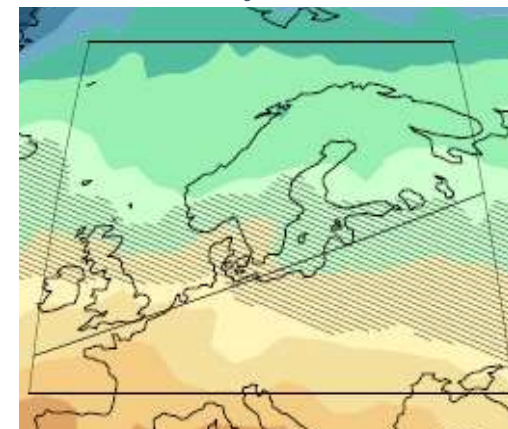
Téli félév



Nyári félév



2081–2100

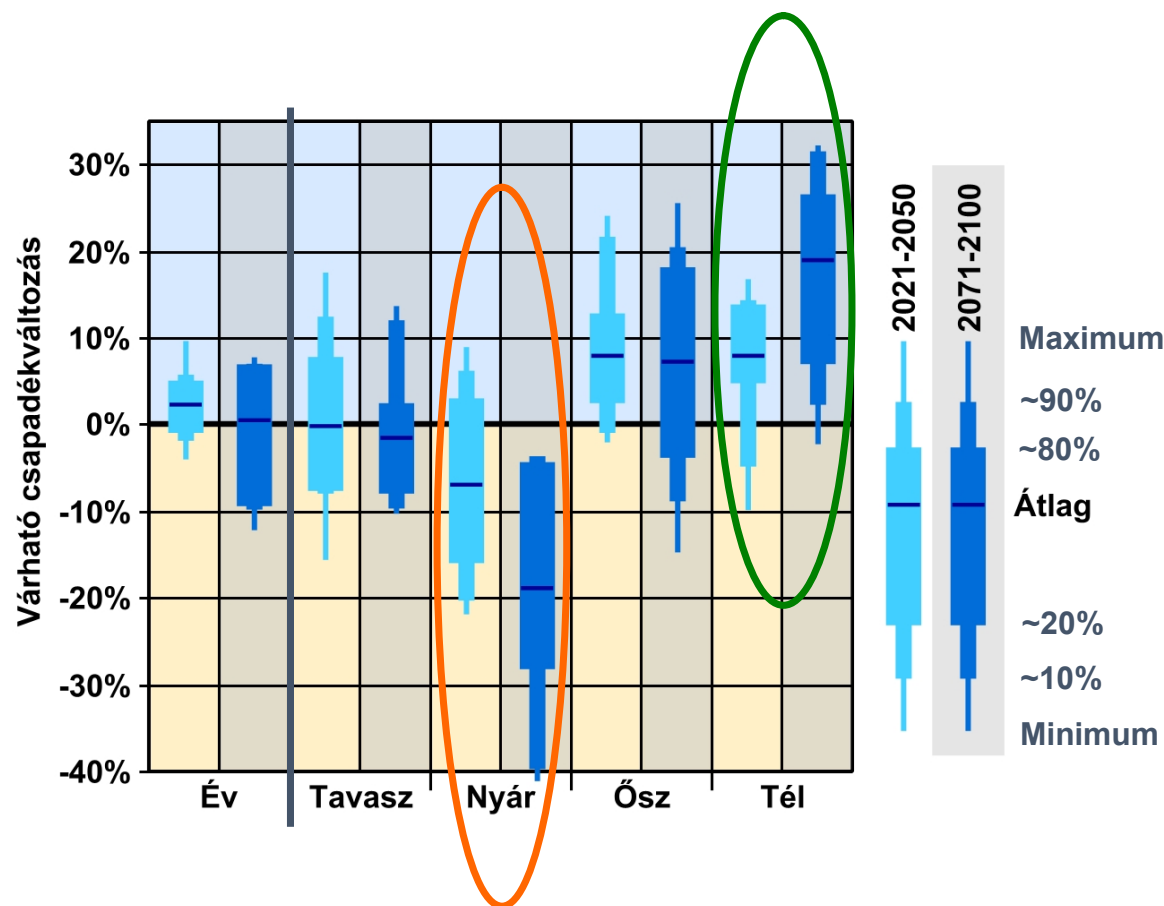


[%]

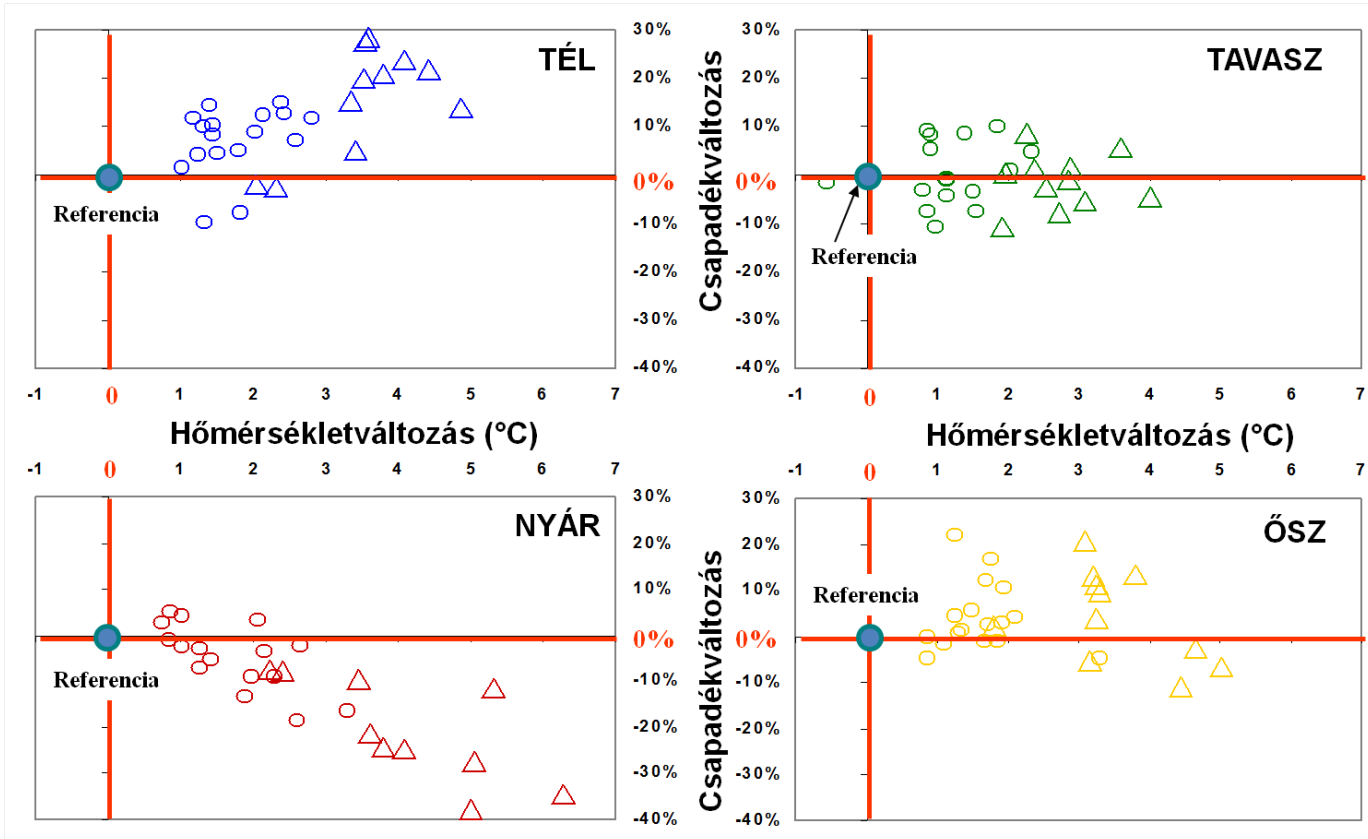
# Várható éves és évszakai csapadékváltozás Magyarországon (11 modellszimuláció, közepes forgatókönyv figyelembevételével)

Várható változások:  
**szárazabb nyarak és csapadékosabb telek**

2071–2100-ra:  
kb. –20% a nyári csökkenés mértéke, kb. +20% a téli növekedés mértéke  
(referencia-időszak: 1961–1990)



# Magyarországra várható hőmérséklet- és csapadékváltozás

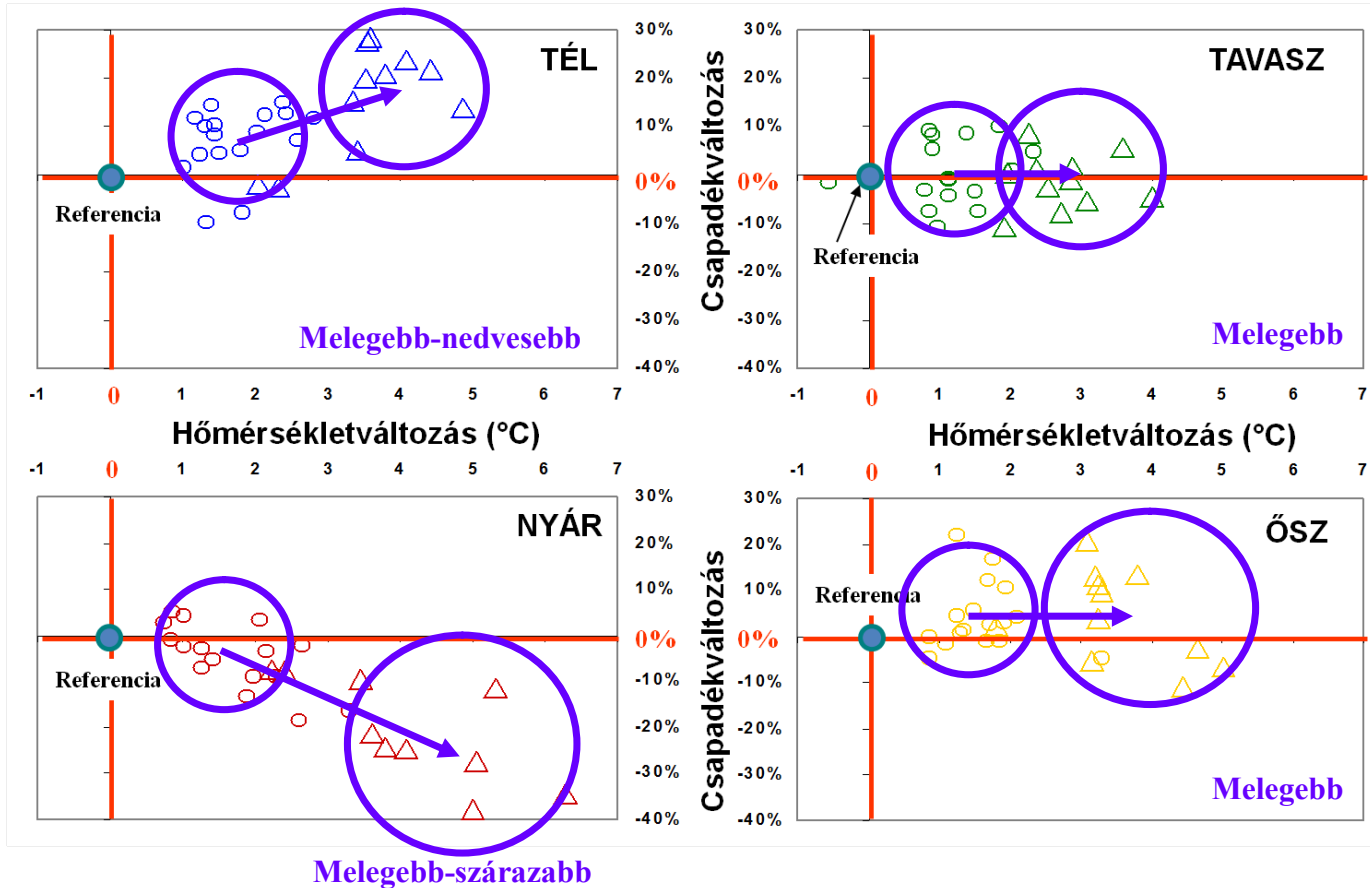


- Referencia-időszak:  
1961–1990

Modellszimulációk eredményei  
(közepes forgatókönyv):

- 2021–2050 (16 szimuláció)
- △ 2071–2100 (11 szimuláció)

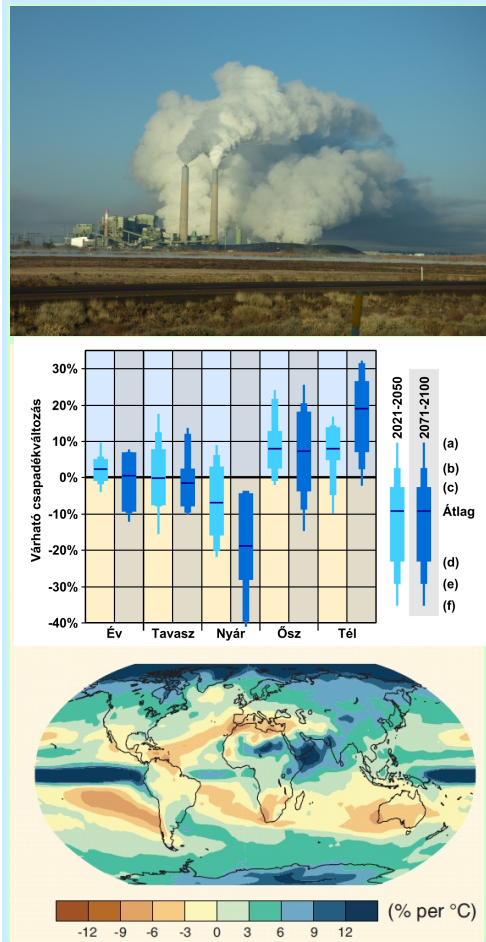
# Magyarországra várható hőmérséklet- és csapadékváltozás



- Referencia-időszak:  
1961–1990

Modellszimulációk eredményei  
(közepes forgatókönyv):

- 2021–2050 (16 szimuláció)
- △ 2071–2100 (11 szimuláció)



## Vázlat

- A közelmúlt detektált változásai
- Jövőbeli tendenciák és várható következmények
- **Időjárási és éghajlati szélsőségek**
- A párizsi klímacsúcs tárgya, eredményei, a megállapodás ratifikálása





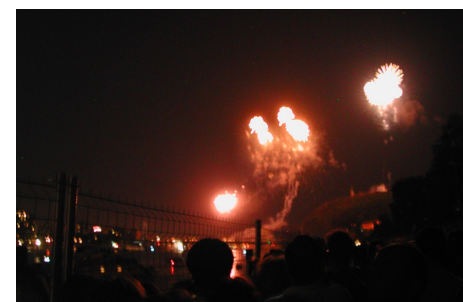
## Az időjárási és éghajlati szélsőségek hatása függ:

⇒ a szélsőség jellegétől és mértékétől

(2013. március 15. **hóvihar**)

⇒ a térség sérülékenységétől  
(2013. dunai **árvíz**)

⇒ a térség kitettségétől  
(2006. augusztus 20.  
**viharos zivatar** - Budapest)

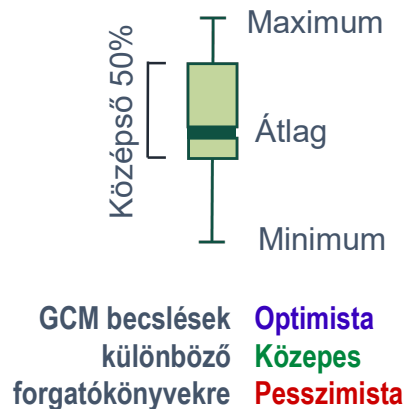
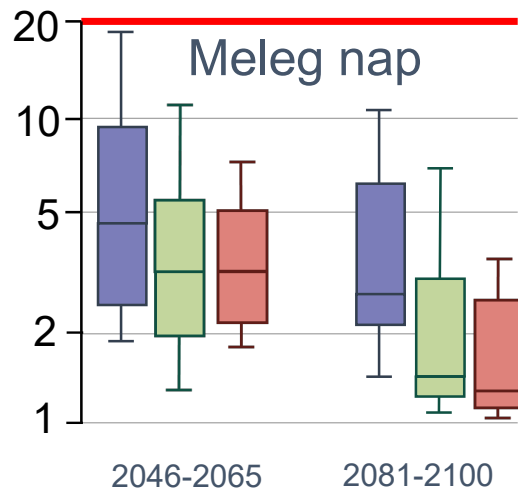


# A szélsőségek gyakoriságnövekedése várható Közép-Európában

## TÖBB MELEG NAP

Jelenleg **20 évente** előforduló szélsőséges napi maximumok jövőbeli előfordulási gyakorisága:

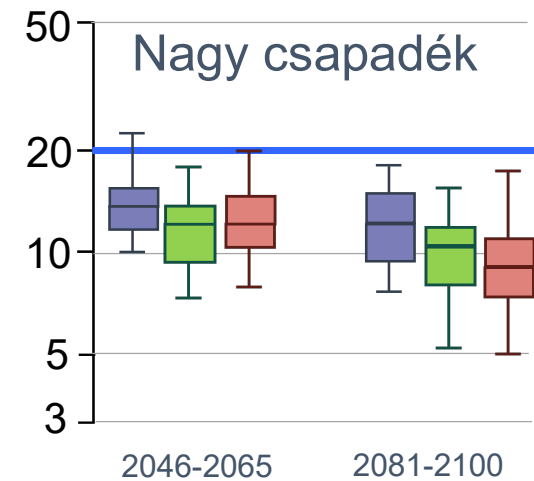
2-10 évente (2046–2065)  
1-6 évente (2081–2100)

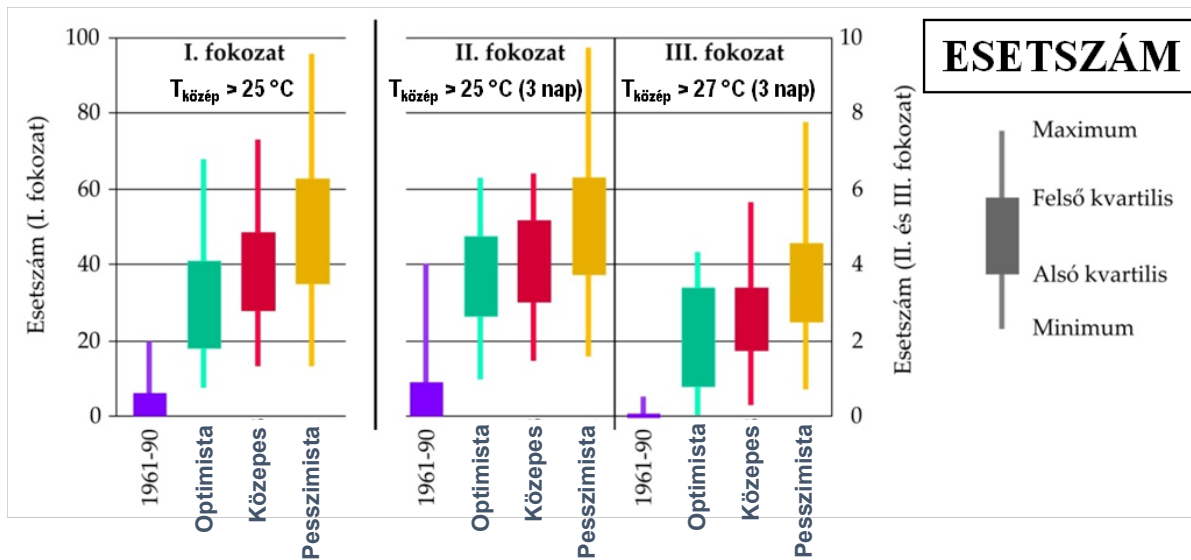


## TÖBB NAGY CSAPADÉKÚ NAP

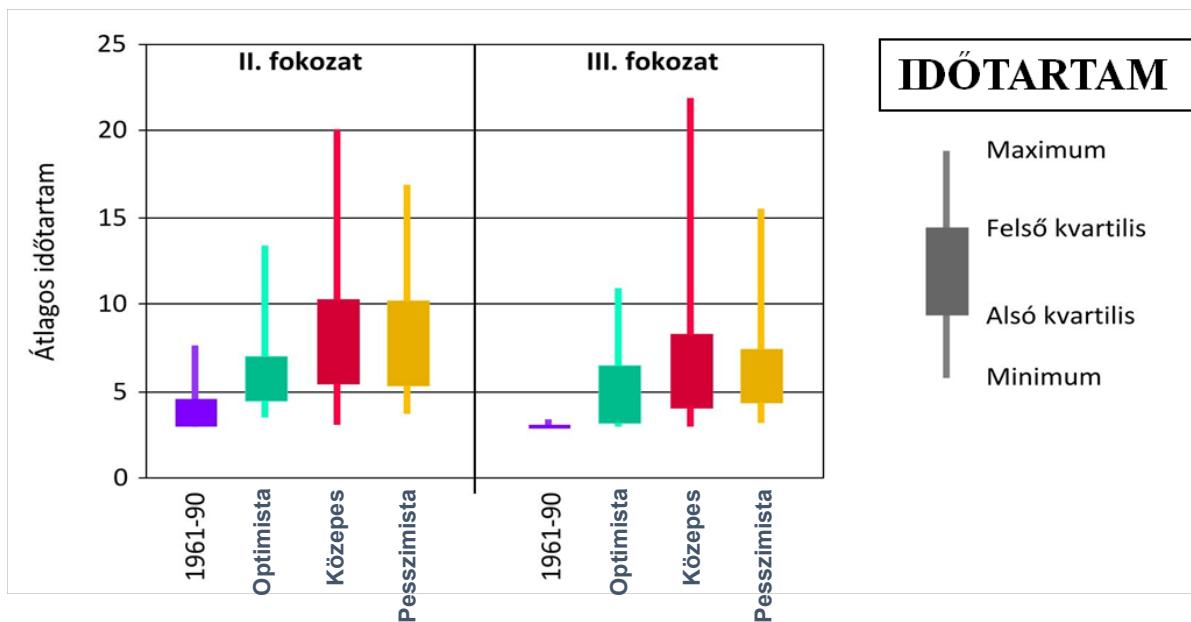
A jelenleg **20 évente** egyszer előforduló szélsőségesen nagy napi csapadékok jövőbeli előfordulási gyakorisága:

10-15 évente (2046–2065)  
8-16 évente (2081–2100)





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

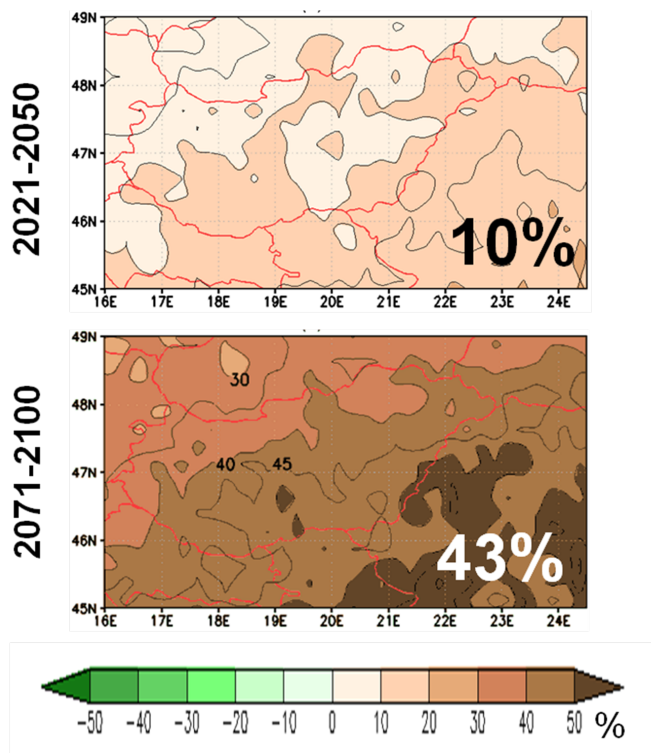


A XXI. század végére

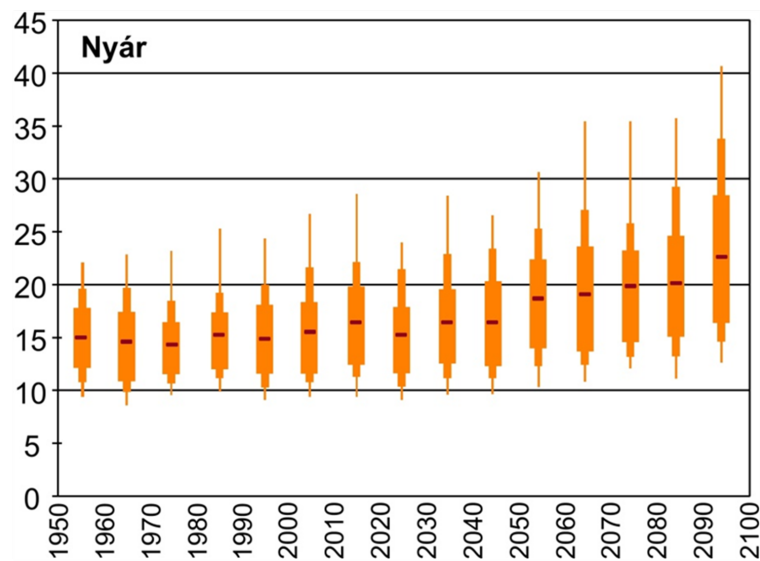
- a különböző fokozatú hőségriasztások gyakorisága akár **tízszerezésére** nőhet

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

# Száraz időszakok maximális hosszának nyárra várható változásai Magyarországon



Referencia-időszak: 1961–1990



Átlagos növekedési trend: 5,1 nap/évszázad

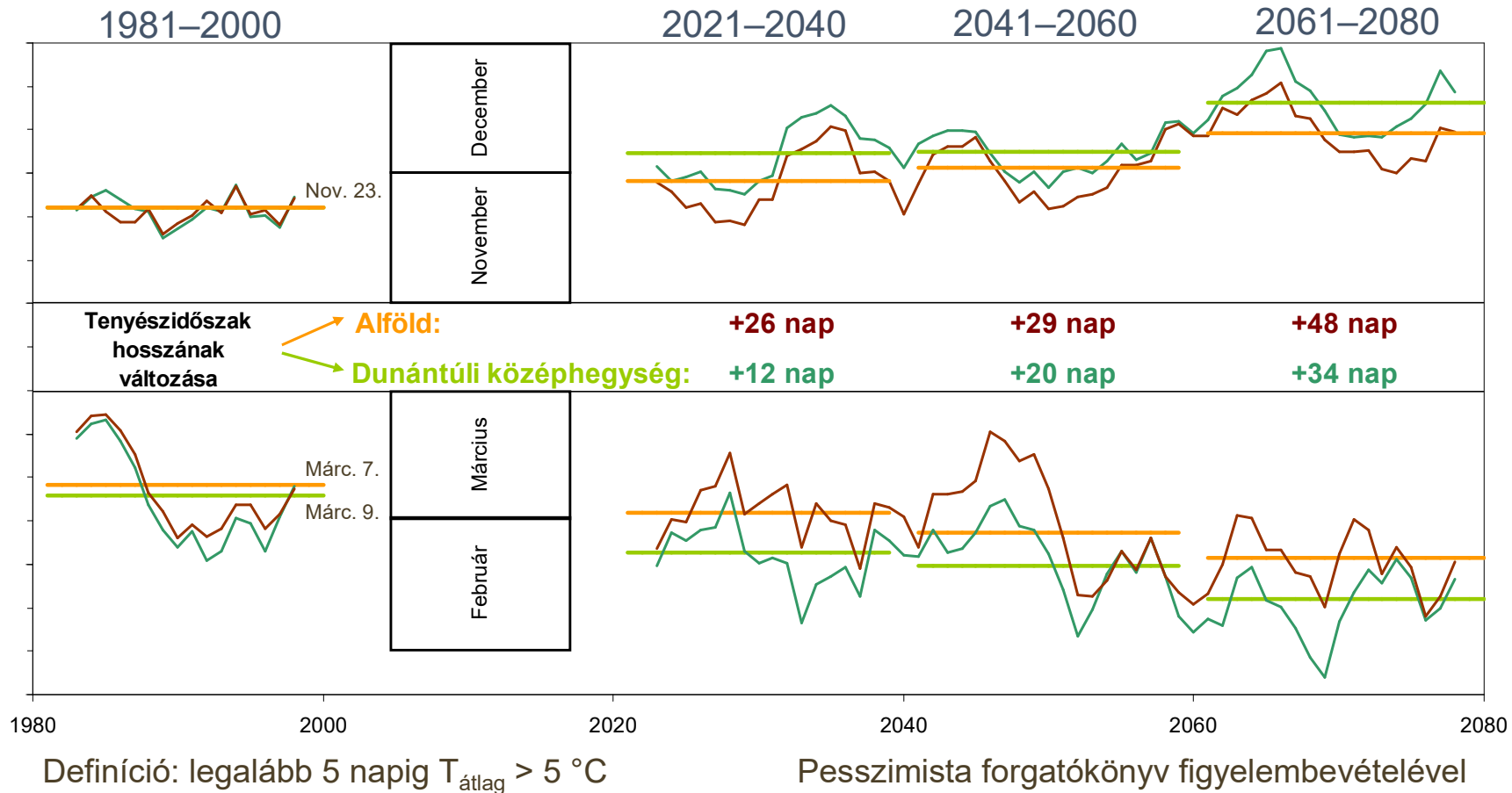
Maximális növekedési trend: 11,7 nap/évszázad

11  
modellszimuláció  
eredménye alapján,  
közepes  
forgatókönyv  
figyelembevételével

**Jelentős nyári  
növekedés**



# A melegedés hatására növekszik a tenyészidőszak hossza







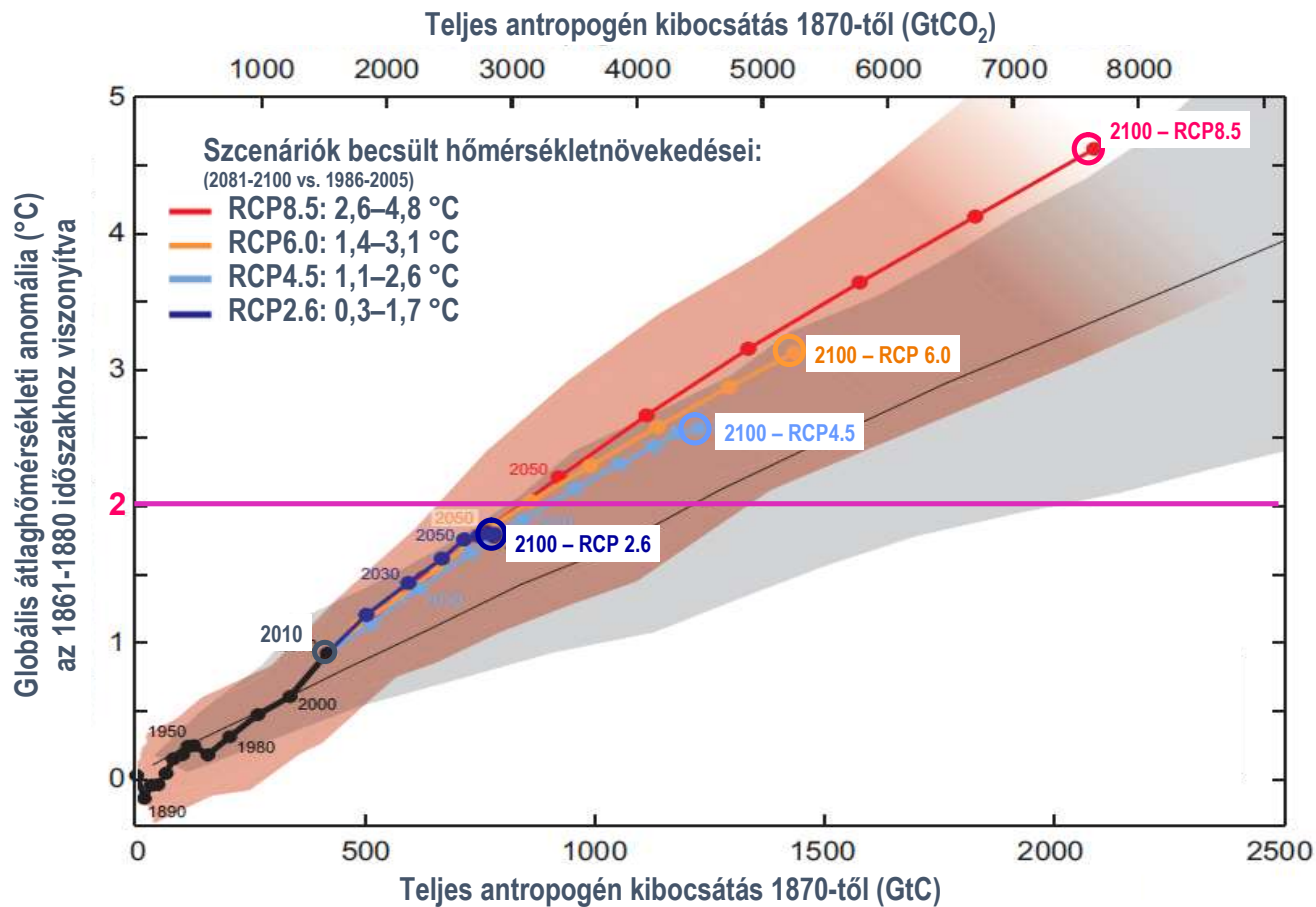
# PÁRIZSI KLÍMACSÚCS (2015. 11. 30. – 12. 12.)

- tárgya,
- eredményei,
- a megállapodás ratifikálása

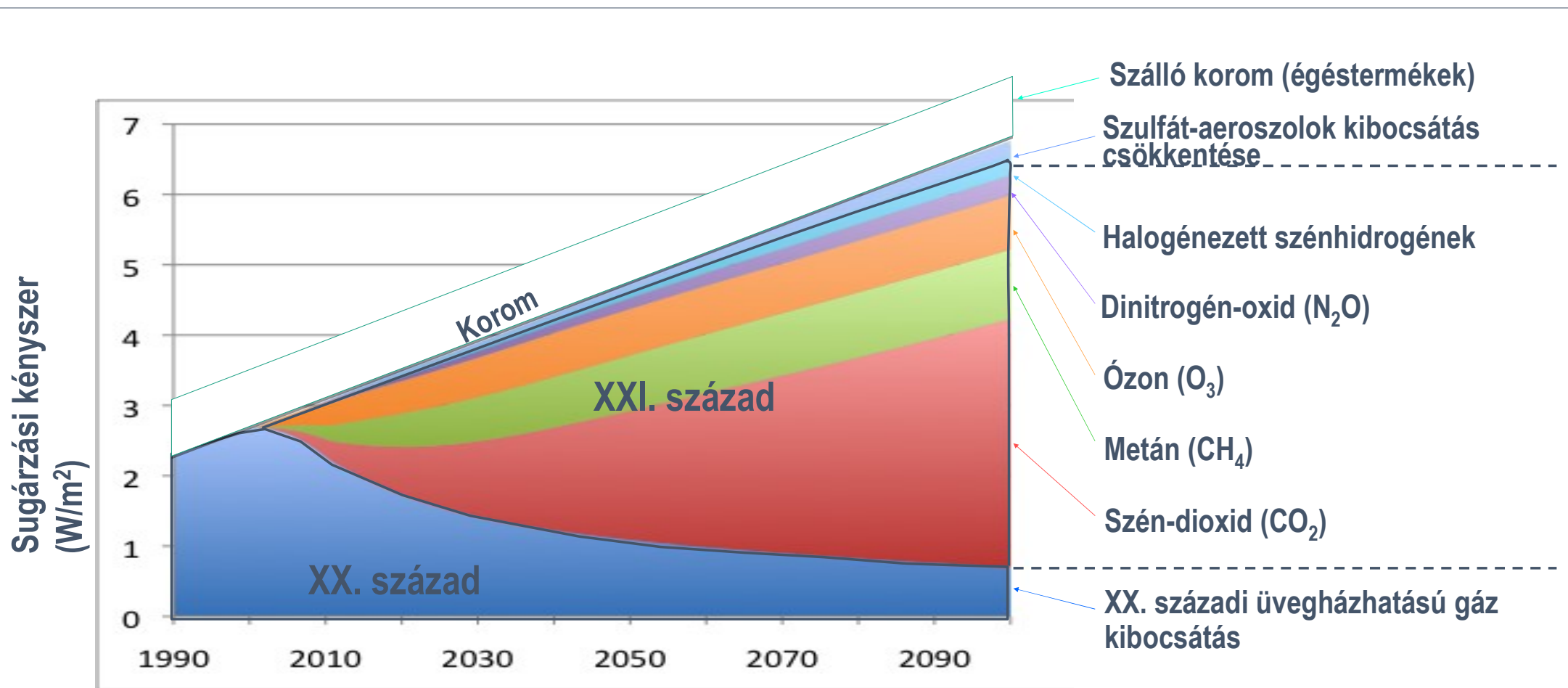
**“Nincs B terv, mert nincs B bolygó”**

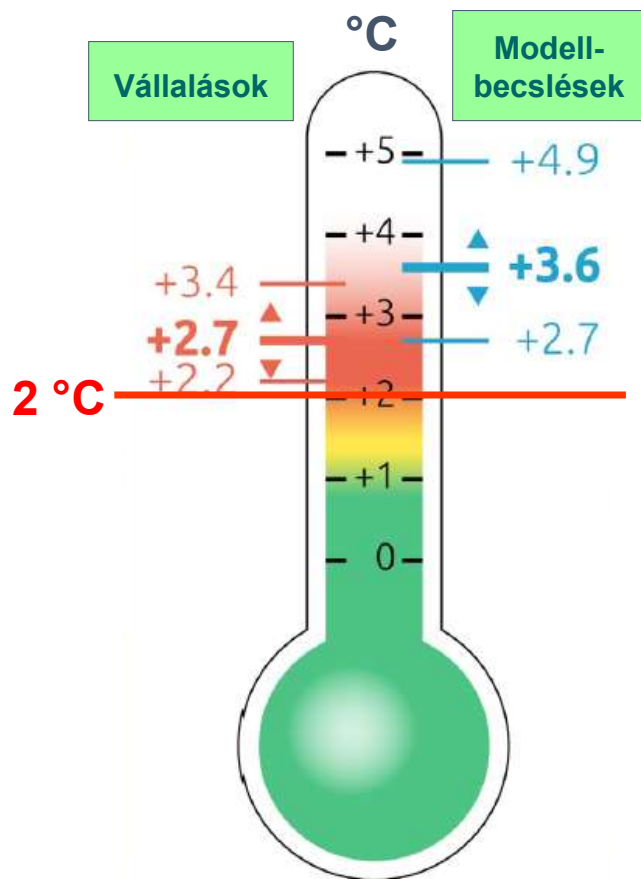
Ban Ki-moon, ENSZ-főtitkár

# A globális melegedés és az antropogén eredetű szén-dioxid-kibocsátás kapcsolata



## Az üvegházhatású gázok XX. századi és XXI. századi antropogén kibocsátásának hatása: sugárzási kényszer növekedés



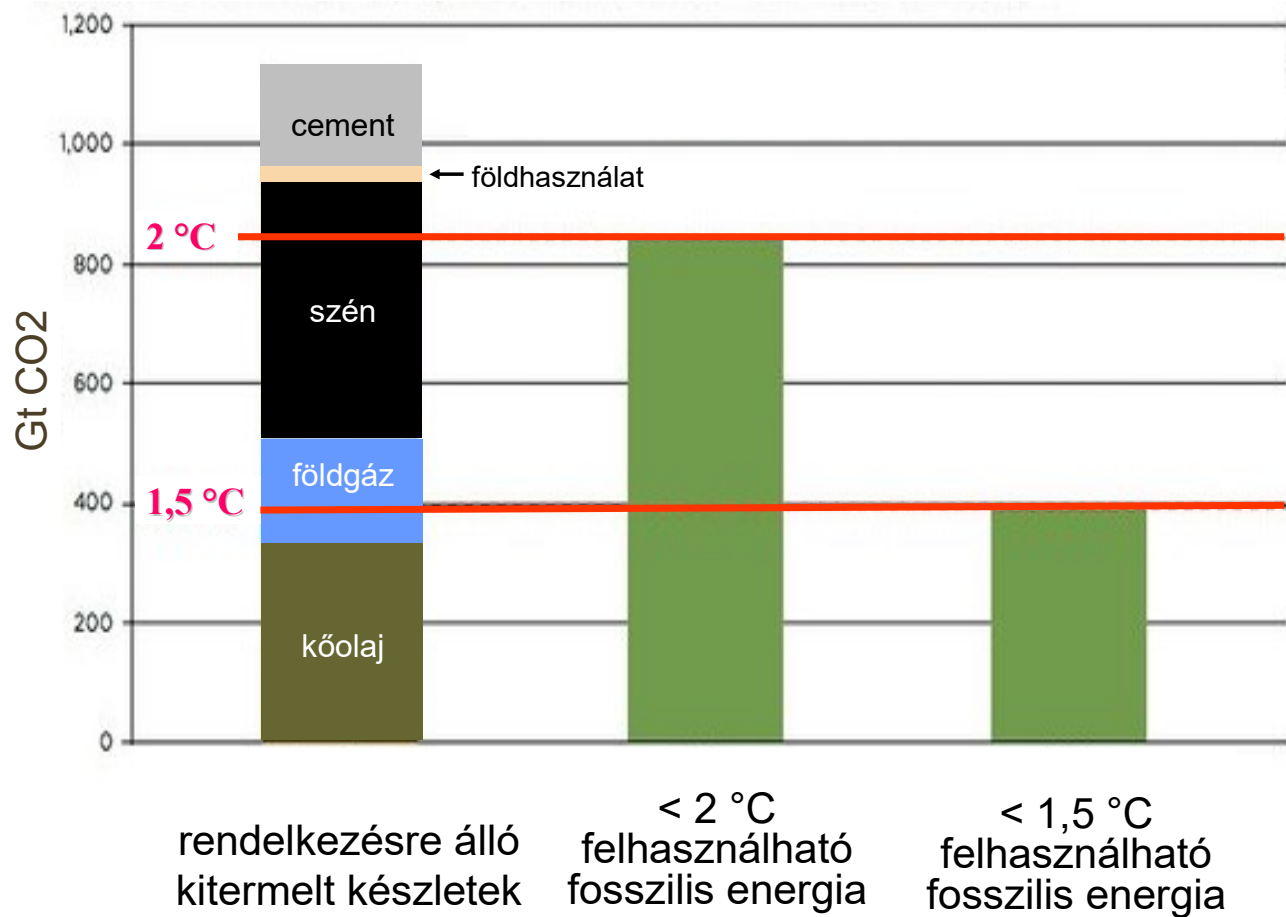


## Mi volt a párizsi klímakonferencia tétje? (2015. 12. 12.)

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

**Klímaszimulációk alapján becsült jövőkép**  
Várható melegedés mértéke: 2,7 °C – 4,9 °C  
Medián: 3,6 °C

**Vállalások a párizsi konferencia előtt**  
az egyes országok, országcsoportok részéről  
Várható melegedés mértéke: 2,2 °C – 3,4 °C  
Medián: 2,7 °C

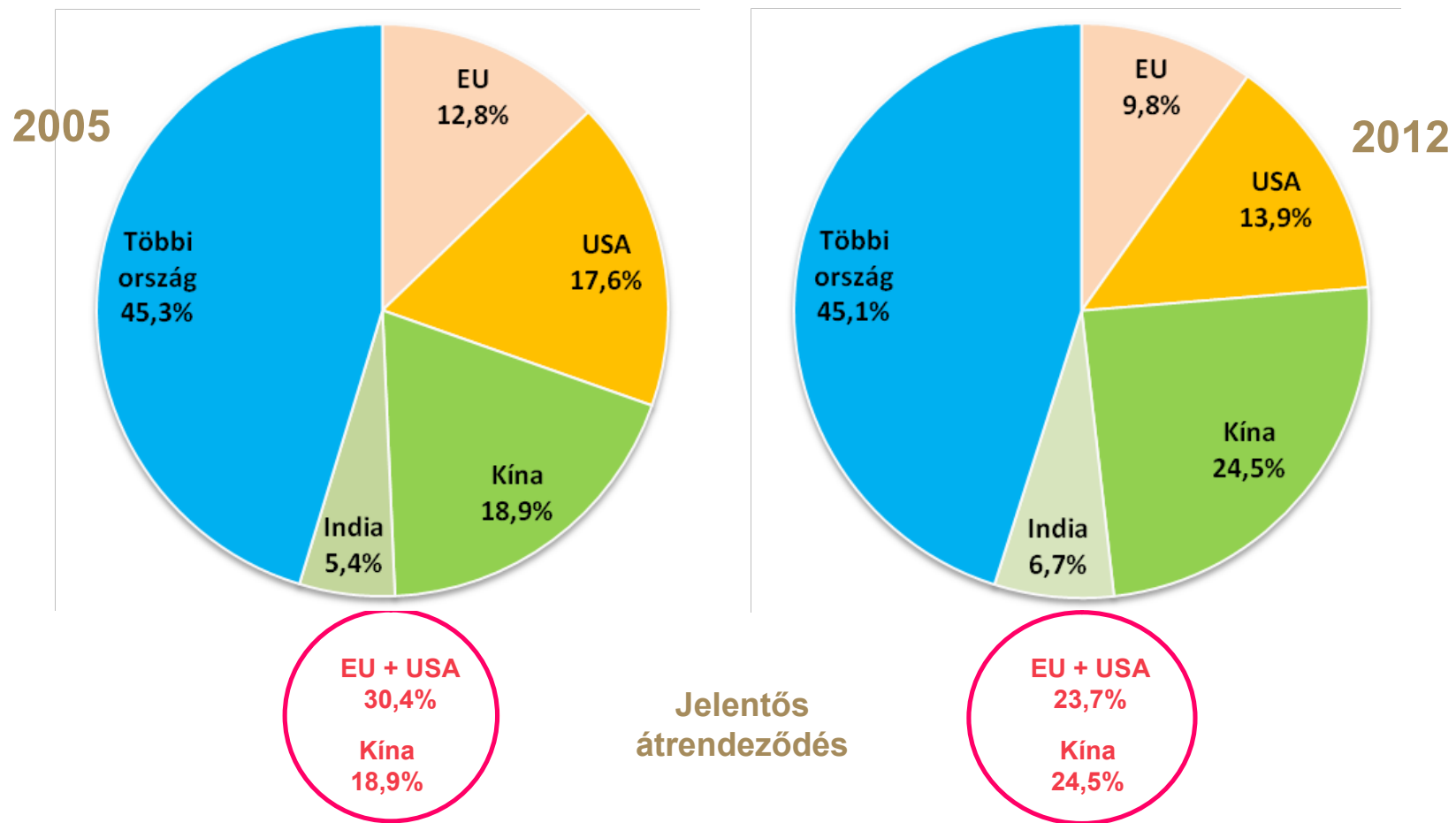


Forrás: World Energy Council, (IPCC)

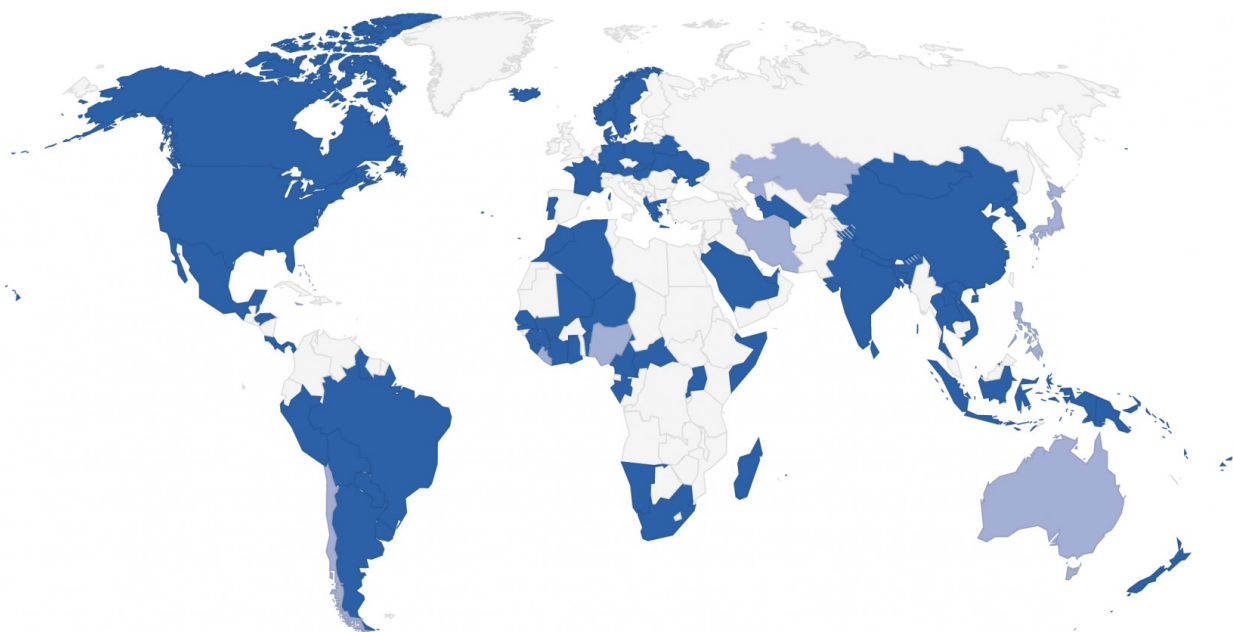
Becsült emisszió  
a már kitermelt  
fosszilis energia  
készletekből,  
illetve a  
földhasználatból,  
cementgyártásból



## A globális üvegházhatású gázok kibocsátásának gyors átrendeződése



## A ratifikációs folyamat állása



■ Már ratifikálták  
(97 ország)

■ 2016. végéig ratifikálni fogják  
(10 ország)

Az érvénybe lépés feltételeinek teljesítése: 2016.10.05.  
Az egyezmény életbe lépésének időpontja: **2016.11.04.**

# Párizsi klímaegyezmény ratifikálása 2016. 11. 04.

A ratifikáló  
országok  
száma

55

Érvénybe  
lépés  
feltétele

55%

107

2016. év  
végéig  
teljesült

77,8%

# Összefoglaló

- Az antropogén eredetű klímaváltozás már egyértelműen **detektálható**.
- Van eszközünk az éghajlat várható változásainak becslésére: globális és regionális **klímamodellek**.
- Modellszimulációk alapján a XXI. század végére várható klímaváltozás nagyon jelentős és a globális melegedés mértéke az optimista becslések szerint is messze **meghaladja a 2 °C-ot**.
- Ezért gyors cselekvésre van szükség. Ennek első lépését láthatjuk talán a 2015. december 12-én létrejött és **2016. november 4-én életbe lépett párizsi klímaegyezményben**

Köszönöm a figyelmet!