

A jövőbeli éghajlati projekciók bizonytalanságai és kommunikációjuk

Szépszó Gabriella (szepszo.g@met.hu),
Krüzselyi Ilona, Szabó Péter, Zsebeházi Gabriella

Klínamodellező Csoport
Éghajlati Osztály



40. Meteorológiai Tudományos Napok
2014. november 20.

TARTALOM

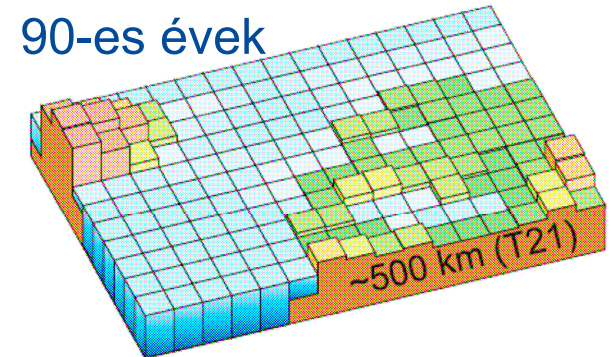
1. Motiváció
2. Bizonytalanságok
3. Számszerűsítés
4. Tervek, kihívások

Motiváció

- Az éghajlati rendszer viselkedése és a jövőbeli klímaváltozás numerikus modellek segítségével tanulmányozható
- A meteorológiai előrejelzések (időjárás-előrejelzések és éghajlati projekciók) szükségszerűen bizonytalanságokat tartalmaznak
- A felhasználók elvárásai (adatigénye) és a meteorológiai modellek lehetőségei között némi rés van: a felhasználók alapvetően a mérések pontosságához (?) és részletességéhez „vannak szokva”
- Hogyan lehet ezt szakmailag vállalható módon áthidalni?

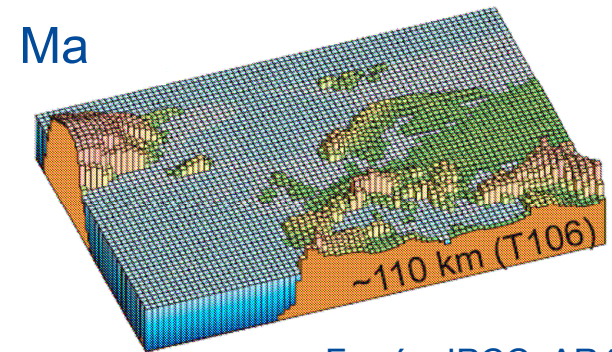
Éghajlati modellezés

- Teljes éghajlati rendszer leírása: kapcsolt modellekkel
- Globális modellek: 100-200 km-es horizontális felbontás
- Globális információk finomítása: regionális éghajlati modellekkel
- Kisebb terület, finomabb (10-25 km-es) felbontás, folyamatok pontosabb leírása

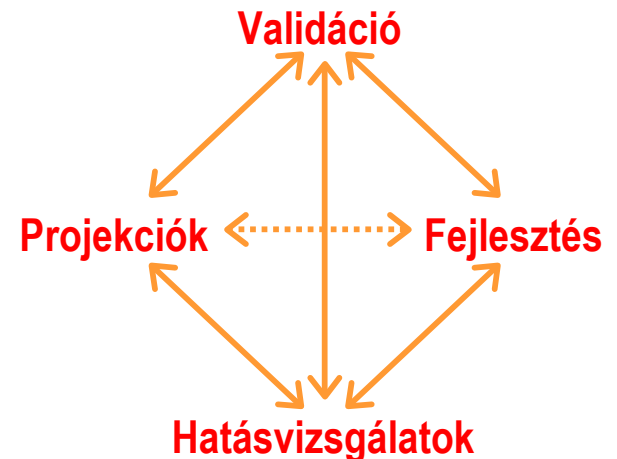


Éghajlati modellezés

- Teljes éghajlati rendszer leírása: kapcsolt modellekkel
- Globális modellek: 100-200 km-es horizontális felbontás
- Globális információk finomítása: regionális éghajlati modellekkel
- Kisebb terület, finomabb (10-25 km-es) felbontás, folyamatok pontosabb leírása



Forrás: IPCC, AR4



Előrejelezhetőség és bizonytalanság

Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:

Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:

Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:
 - Kiindulási állapot meghatározása

Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:
 - Kiindulási állapot meghatározása
 - Modellek közelítő jellege: eltérő numerikus módszerek, parametrizáció (regionális modellek esetében többszörösen)

Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:
 - Kiindulási állapot meghatározása
 - Modellek közelítő jellege: eltérő numerikus módszerek, parametrizáció (regionális modellek esetében többszörösen)
 - Természetes változékonyság: külső kényszer nélkül is létező változékonyság, ingadozás

Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:
 - Kiindulási állapot meghatározása
 - Modellek közelítő jellege: eltérő numerikus módszerek, parametrizáció (regionális modellek esetében többszörösen)
 - Természetes változékonyság: külső kényszer nélkül is létező változékonyság, ingadozás
 - Emberi tevékenység: forgatókönyvek a jövőbeli társadalmi-gazdasági fejlődés alternatíváira

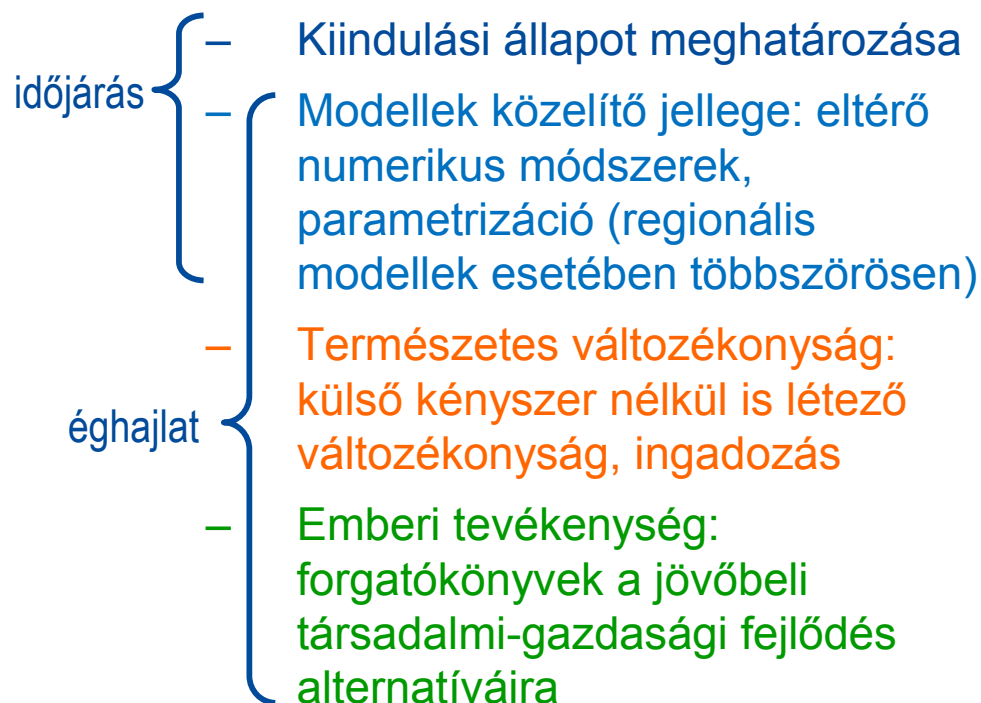
Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:

- időjárás {
- Kiindulási állapot meghatározása
 - Modellek közelítő jellege: eltérő numerikus módszerek, parametrizáció (regionális modellek esetében többszörösen)
 - Természetes változékonyság: külső kényszer nélkül is létező változékonyság, ingadozás
 - Emberi tevékenység: forgatókönyvek a jövőbeli társadalmi-gazdasági fejlődés alternatíváira

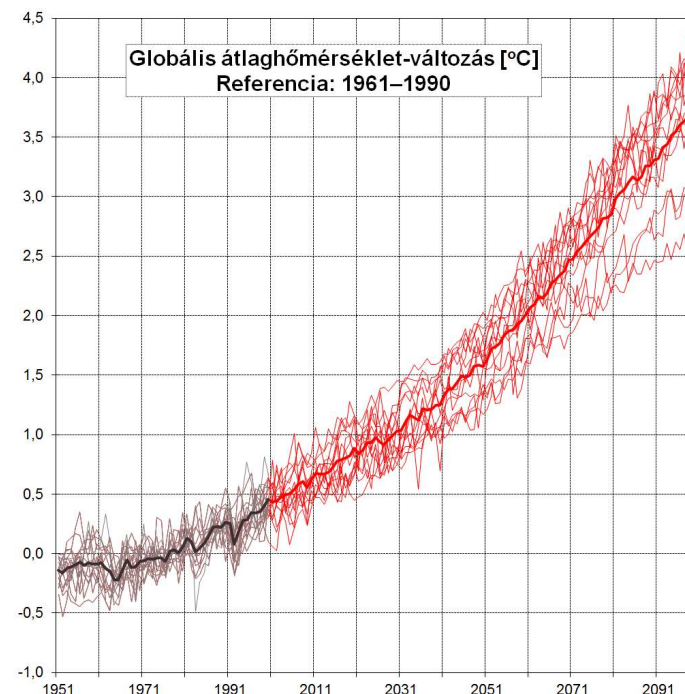
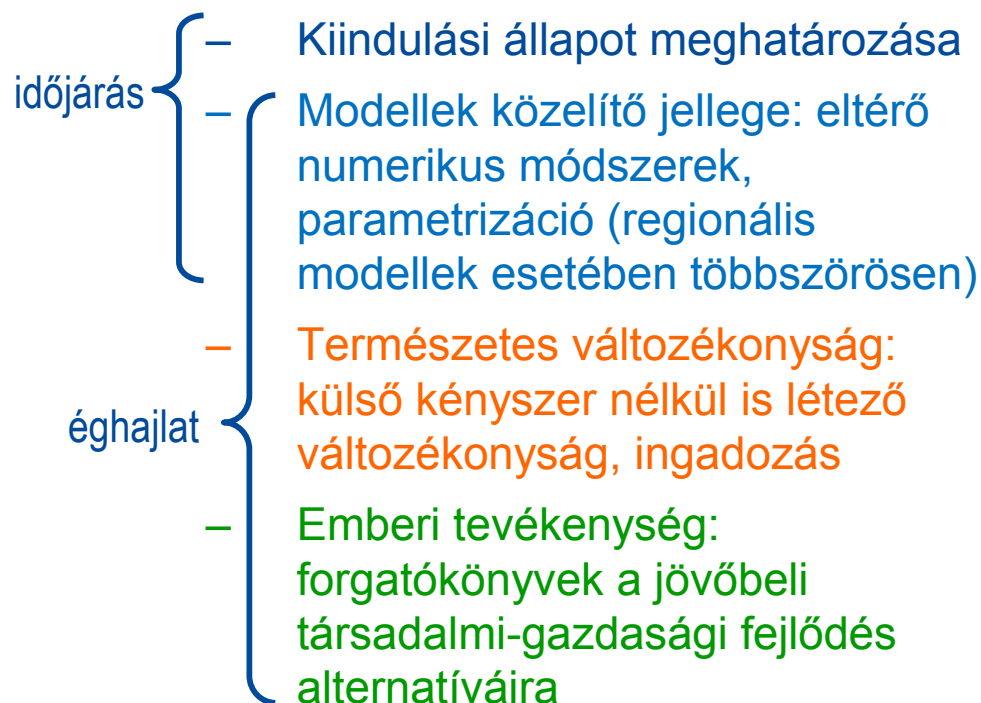
Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:



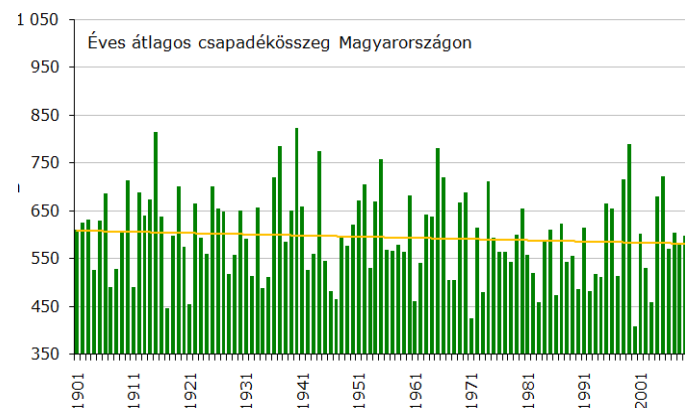
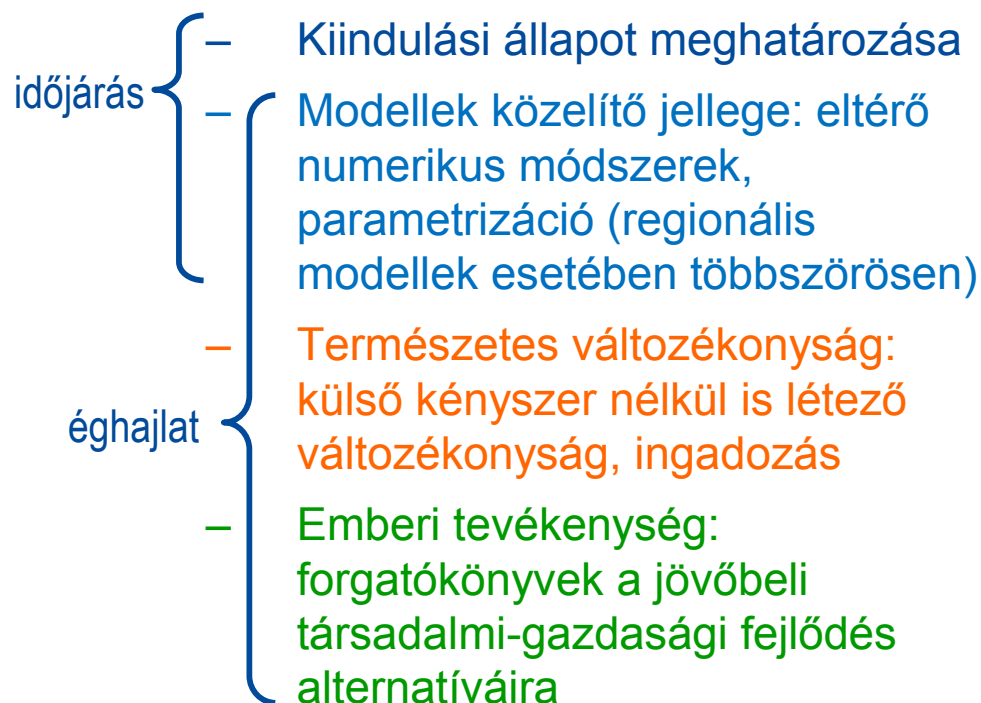
Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:



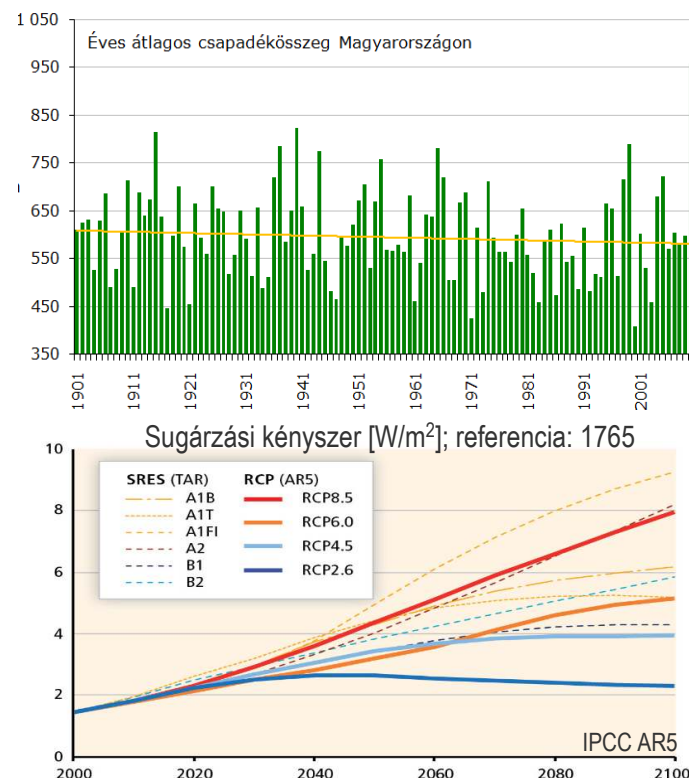
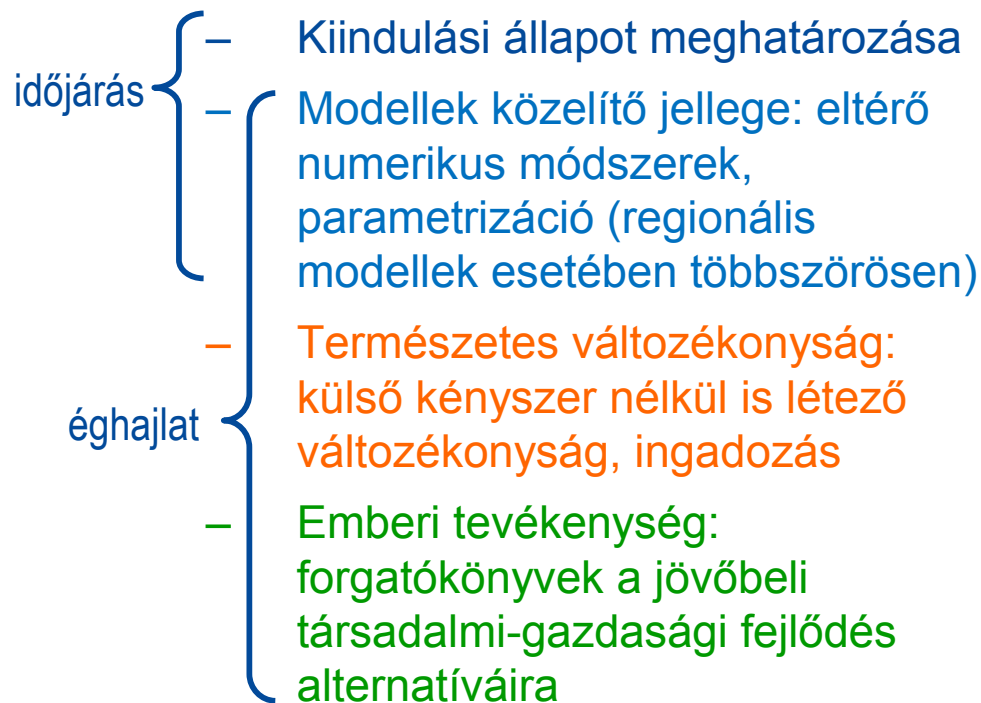
Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:



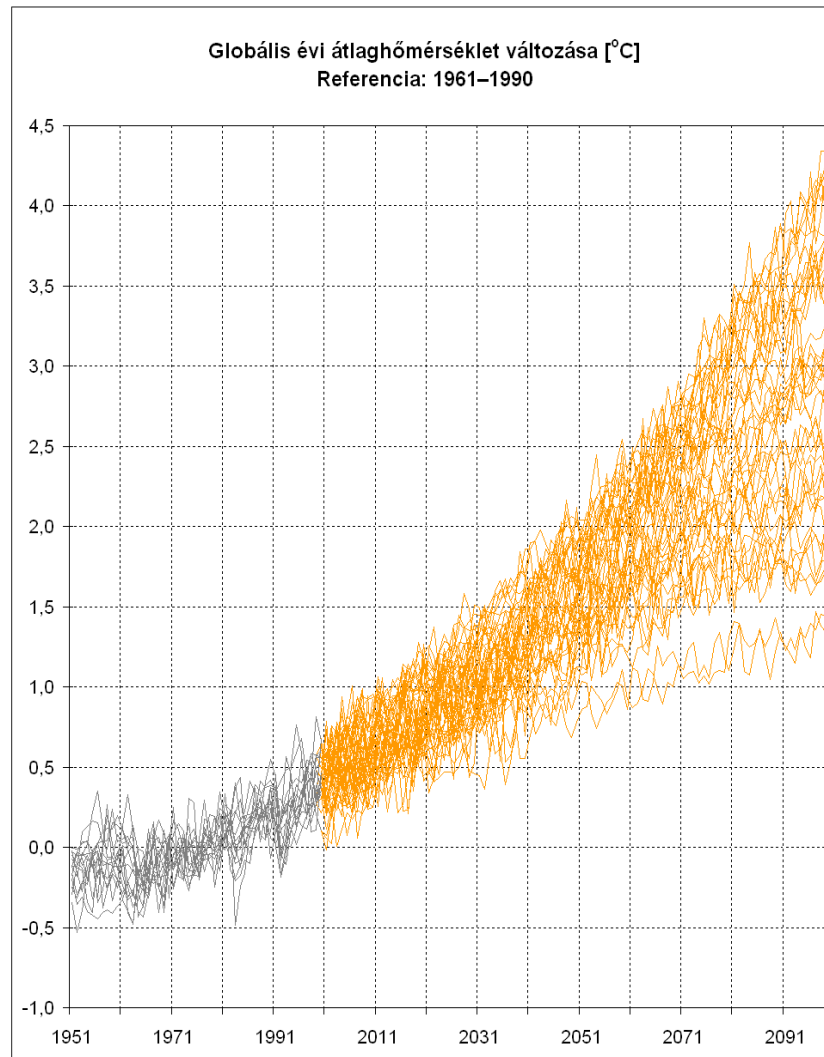
Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók kategorikus jellegű előrejelzéseket várnak → ← a meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek legfontosabb forrásai:



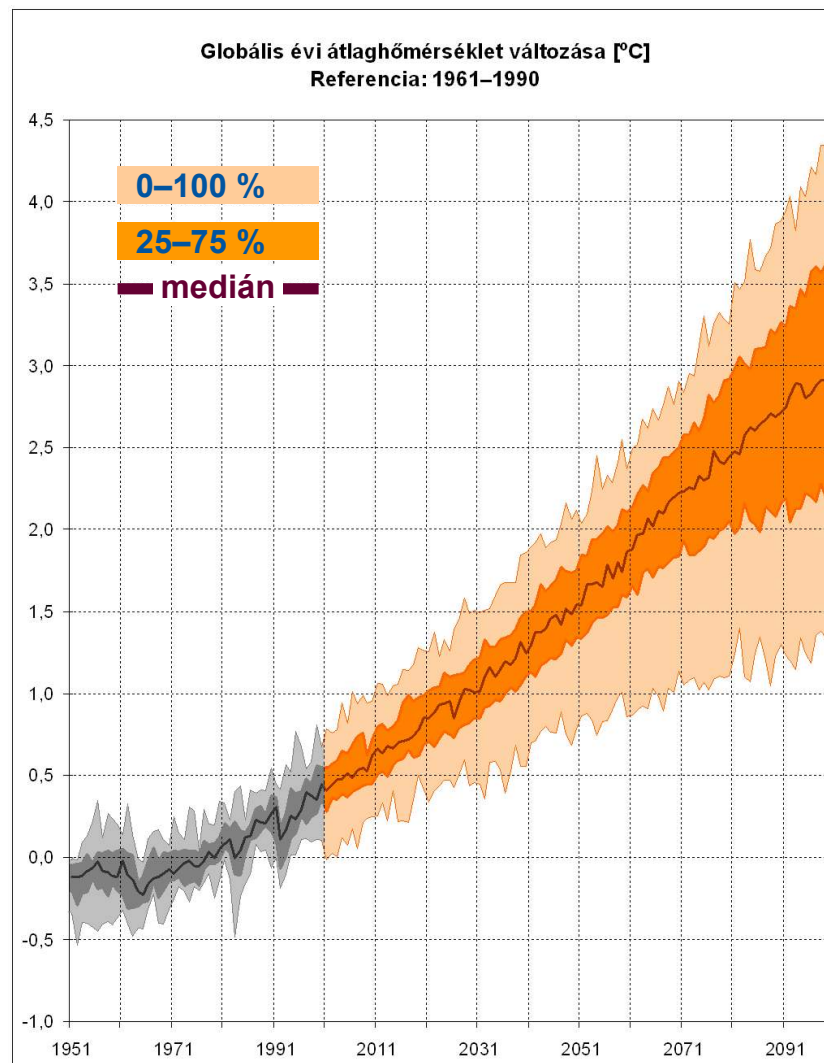
Bizonytalanságok számszerűsítése

- **Ensemble** technika: egy modellkísérlet helyett több, kismértékben különböző szimuláció
- Éghajlati skálán: több forgatókönyv, több modell
- Egyformán lehetséges (?) eredmények → valószínűségi információk
- Nagy számításigény – nemzetközi együttműködések
 - Globális: CMIP3 → CMIP5
 - Regionális: PRUDENCE → ENSEMBLES → CORDEX



Bizonytalanságok számszerűsítése

- **Ensemble** technika: egy modellkísérlet helyett több, kismértékben különböző szimuláció
- Éghajlati skálán: több forgatókönyv, több modell
- Egyformán lehetséges (?) eredmények → valószínűségi információk
- Nagy számításigény – nemzetközi együttműködések
 - Globális: CMIP3 → CMIP5
 - Regionális: PRUDENCE → ENSEMBLES → CORDEX



Bizonytalanságok aránya

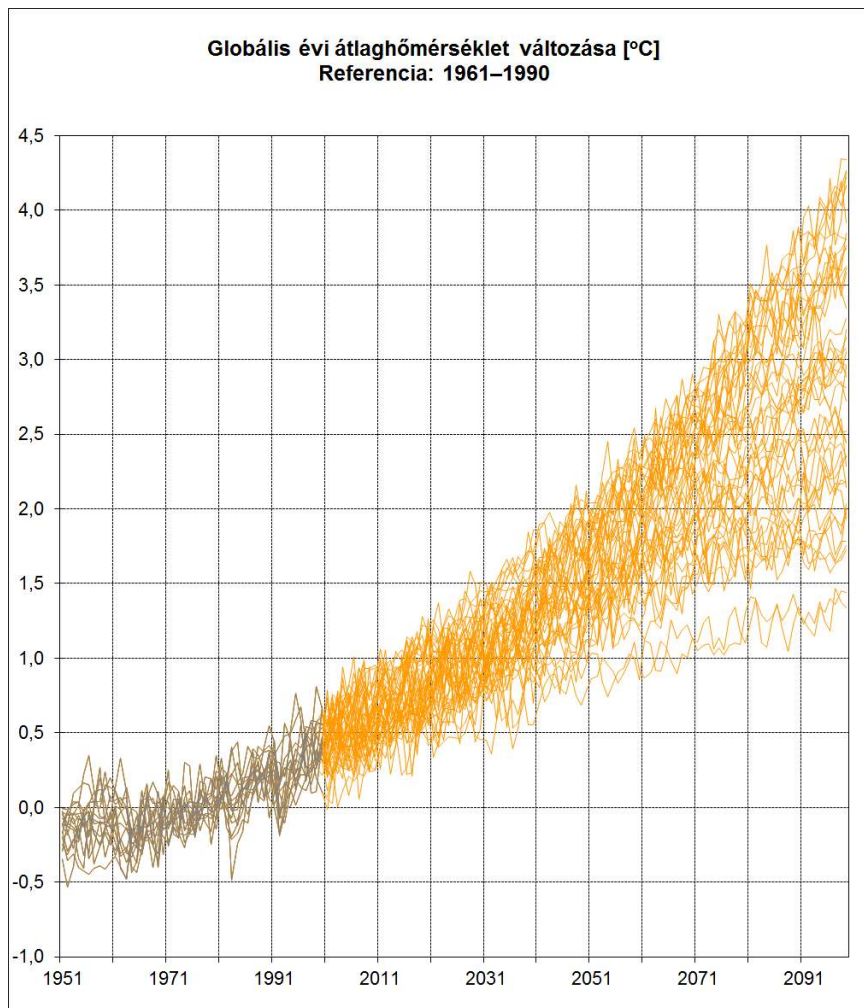
Globális átlaghőmérséklet

Vizsgálat:

15 globális éghajlati modell
X
3 forgatókönyv
=
45 szimuláció

Bizonytalanságok aránya

Globális átlaghőmérséklet



Vizsgálat:

15 globális éghajlati modell

x

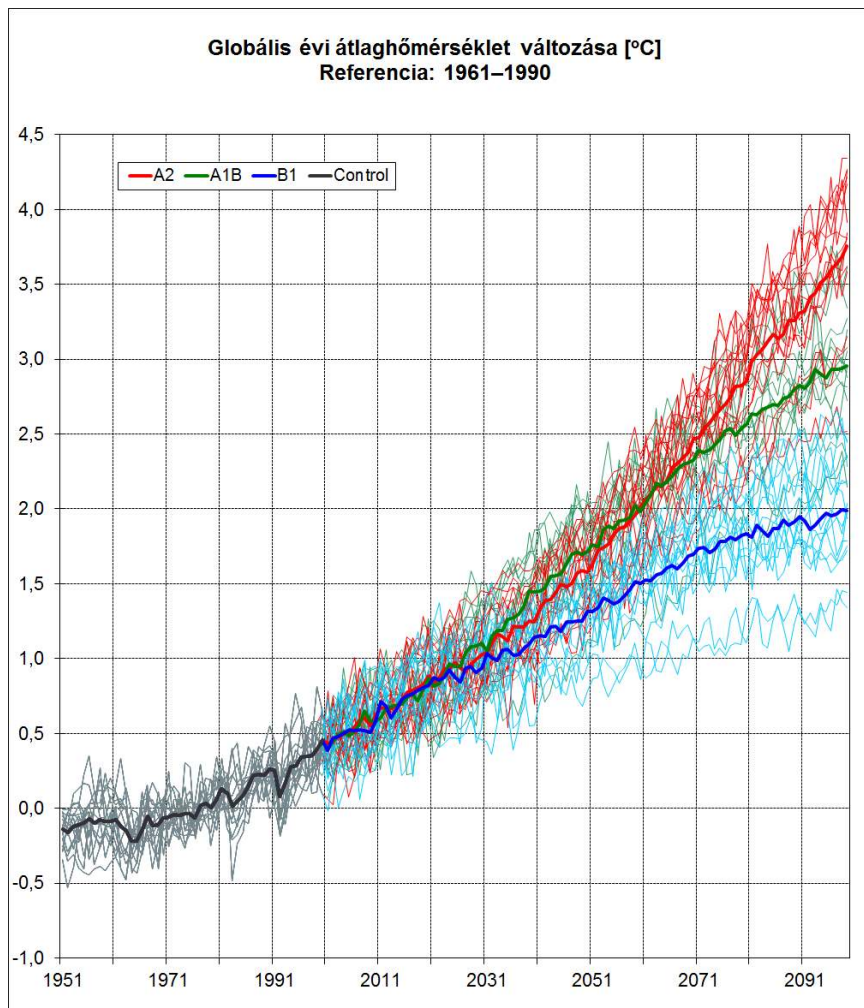
3 forgatókönyv

=

45 szimuláció

Bizonytalanságok aránya

Globális átlaghőmérséklet



Vizsgálat:

15 globális éghajlati modell

X

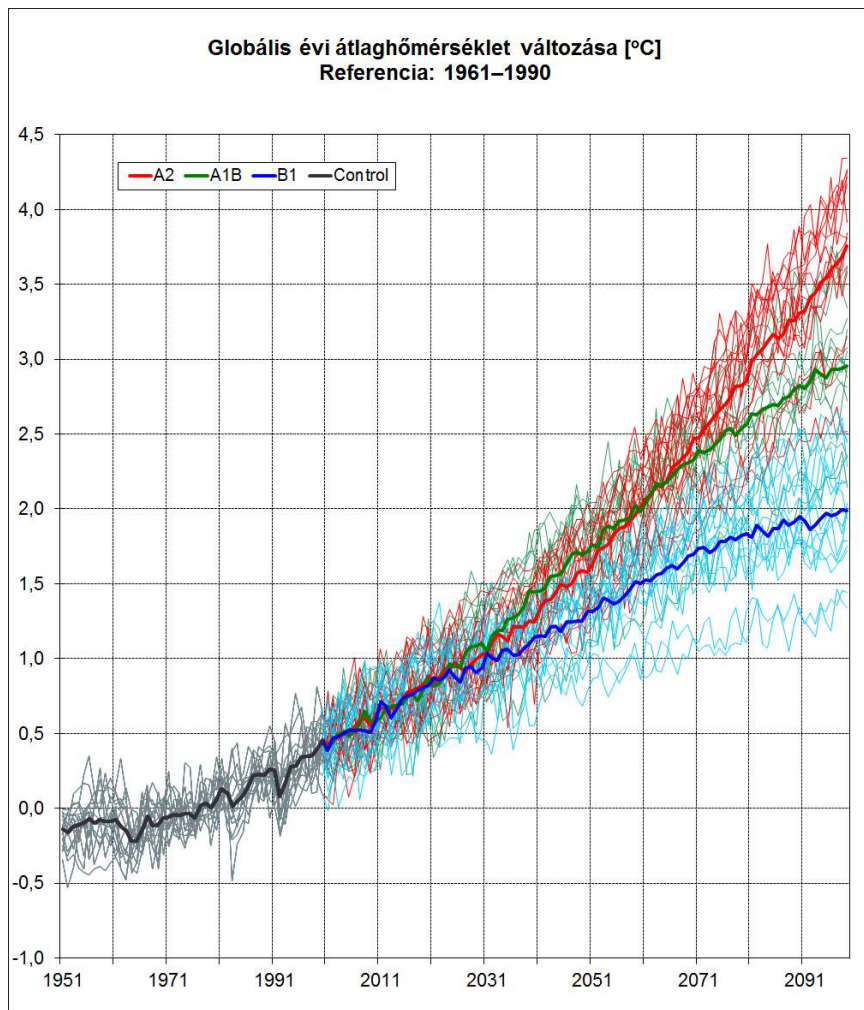
3 forgatókönyv

=

45 szimuláció

Bizonytalanságok aránya

Globális átlaghőmérséklet



Vizsgálat:

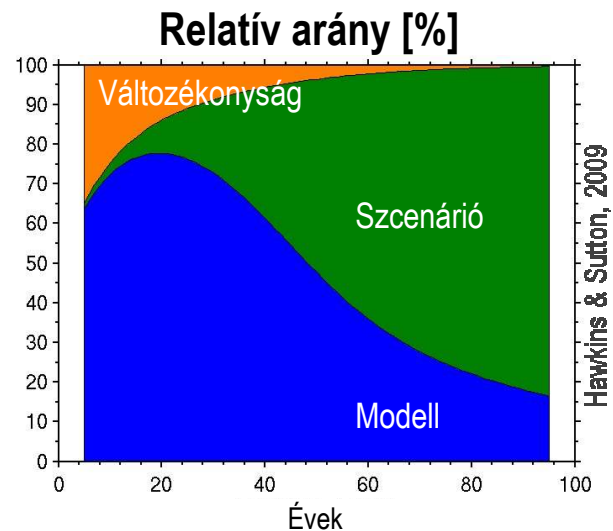
15 globális éghajlati modell

X

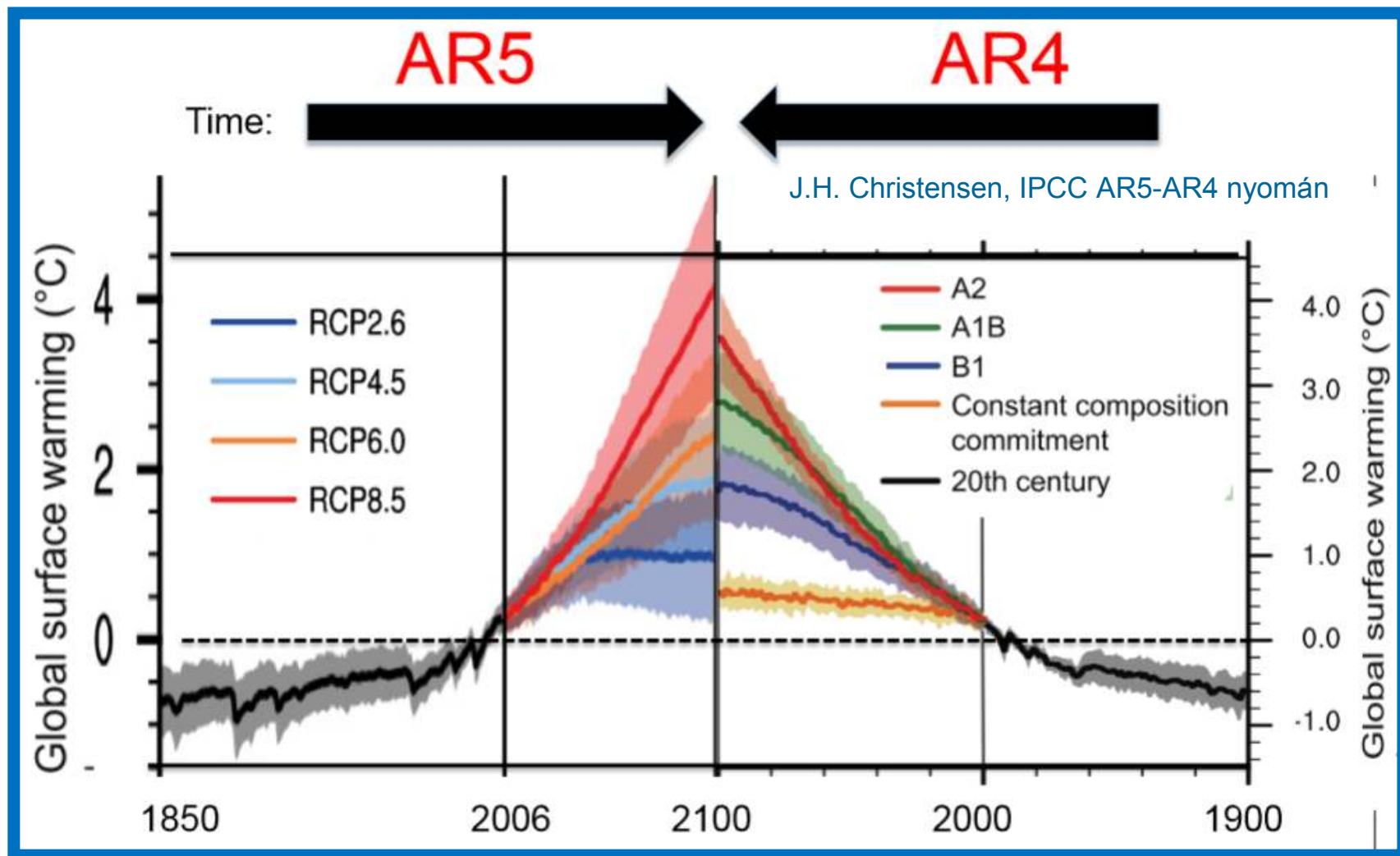
3 forgatókönyv

=

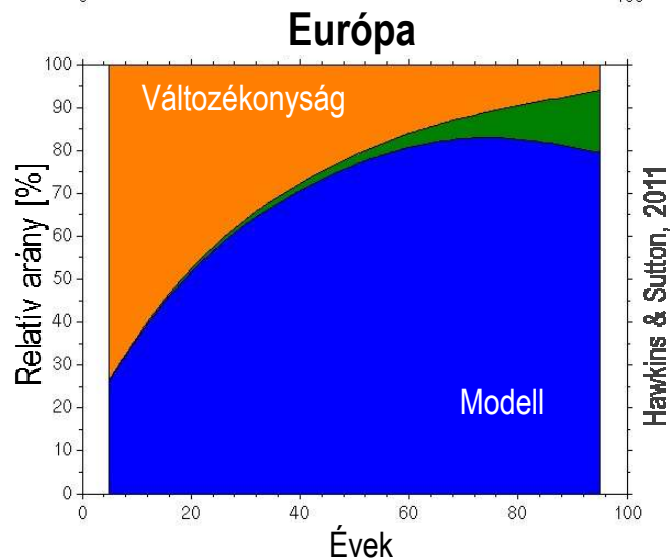
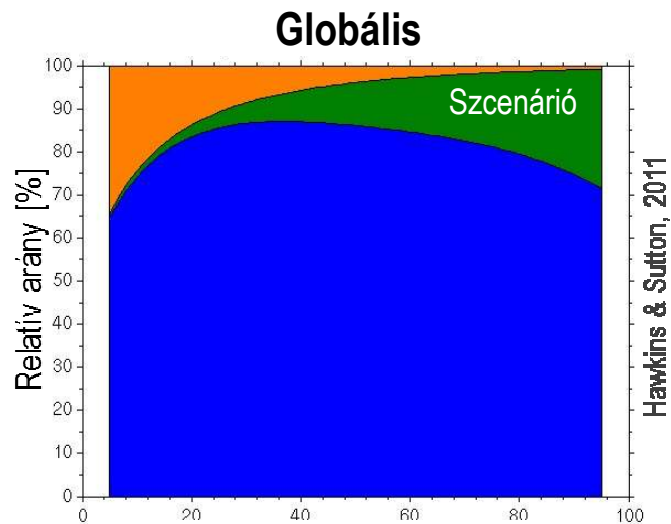
45 szimuláció



Modellfejlesztés – csökkenő bizonytalanság?

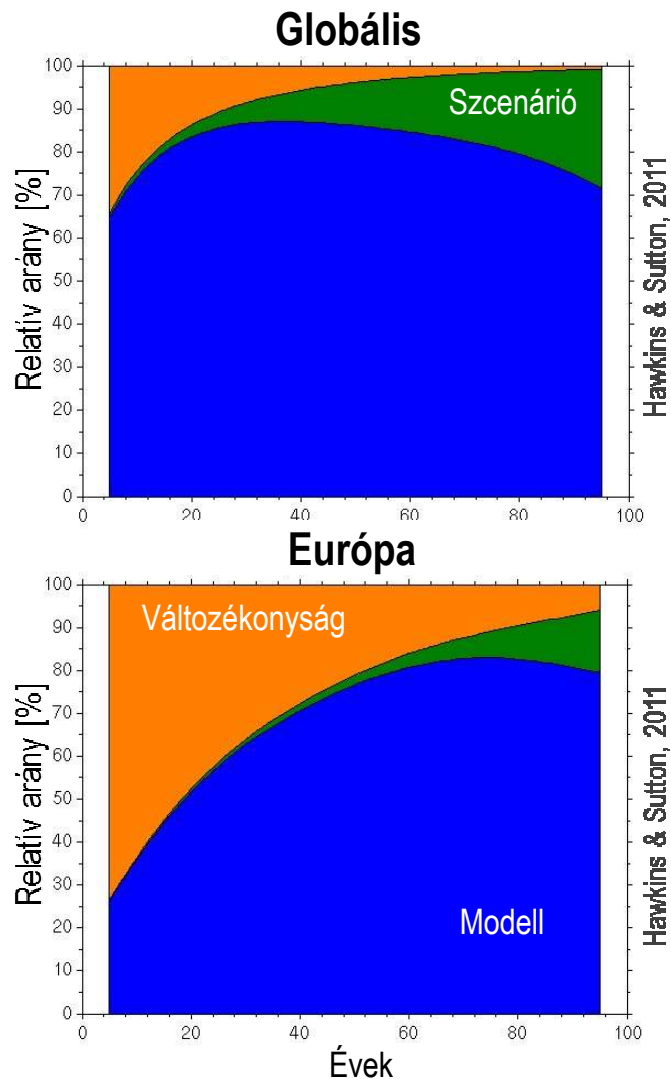


A csapadékprojekciók „természete”



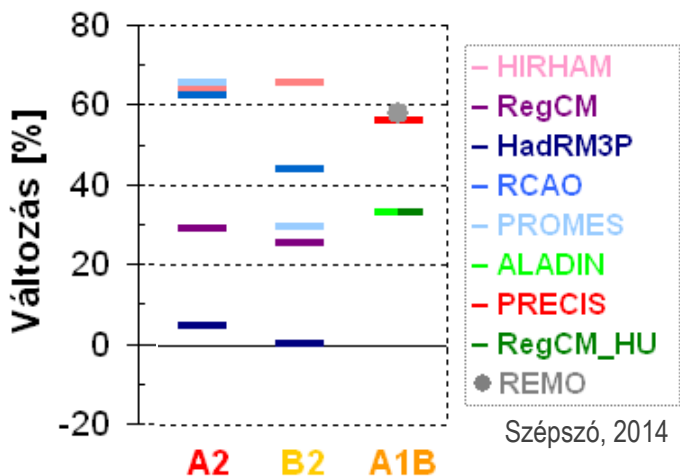
- A csapadék-projekciókban főként a fizikai folyamatok leírásának nehézsége okozza a bizonytalanságot
- A terület szűkítésével a változékonyság szerepe nő

A csapadékprojekciók „természete”



- A csapadék-projekciókban főként a fizikai folyamatok leírásának nehézsége okozza a bizonytalanságot
- A terület szűkítésével a változékonyság szerepe nő

20 mm-t meghaladó csapadékösszegű napok számának változása Magyarországra



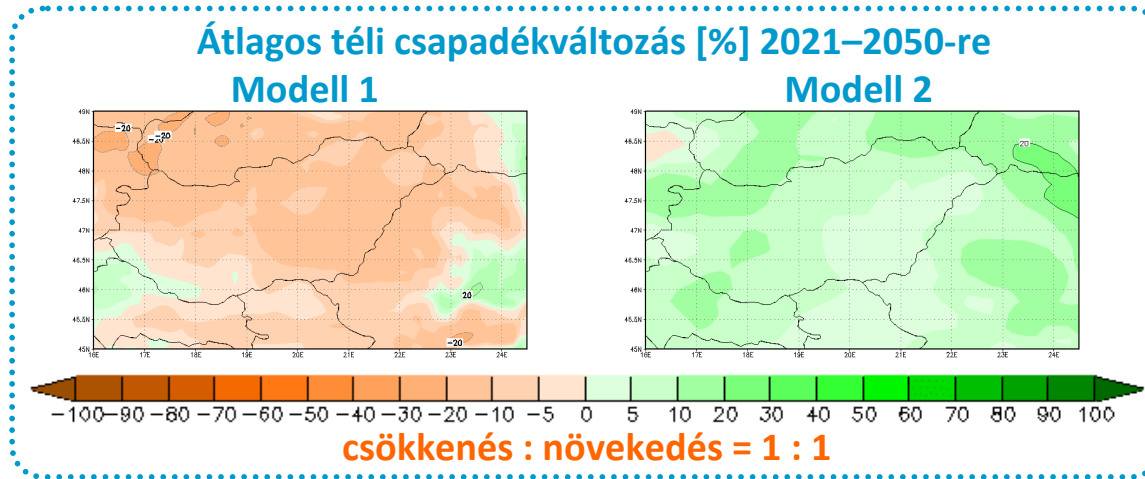
Felhasználás

- **Objektív** döntéshozatal: számszerű **hatásvizsgálatok** az éghajlatváltozás egyéb hatásaira (egészségre, környezetre, stb.)
- Kiindulás: **modelleredmények + bizonytalanságok**



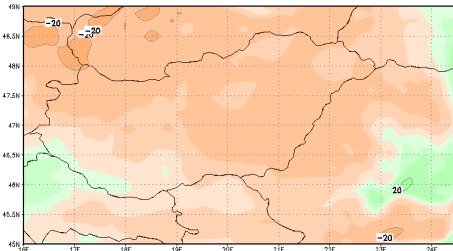
Bizonytalansági információk a felhasználóknak

Bizonytalansági információk a felhasználóknak

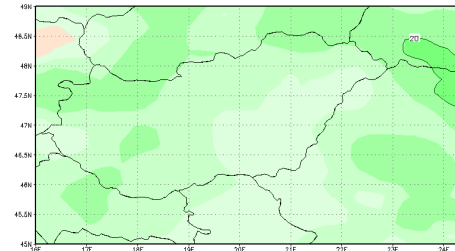


Bizonytalansági információk a felhasználóknak

Átlagos téli csapadékváltozás [%] 2021–2050-re
Modell 1

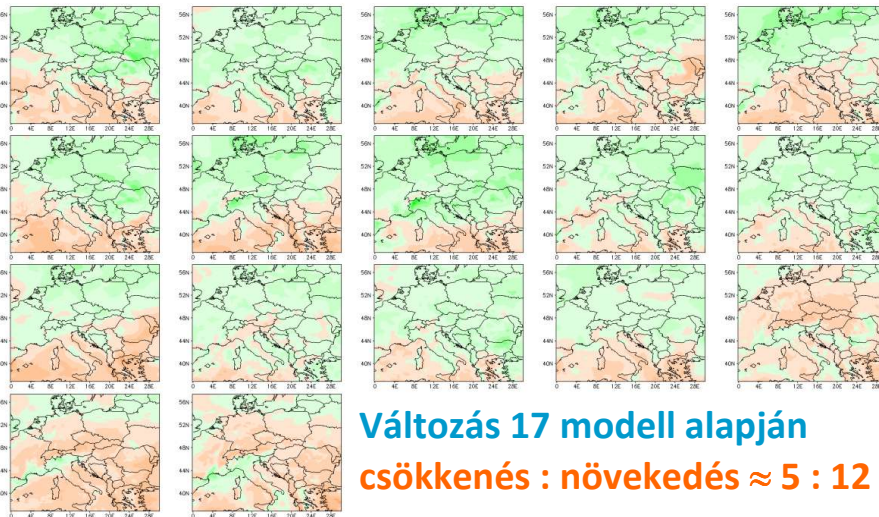


Modell 2



-100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 -5 0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

csökkenés : növekedés = 1 : 1

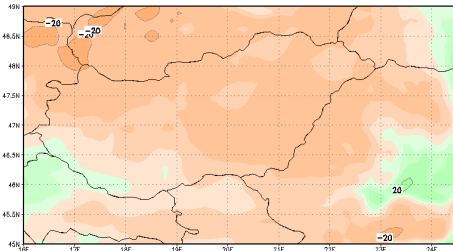


Változás 17 modell alapján
csökkenés : növekedés $\approx$ 5 : 12

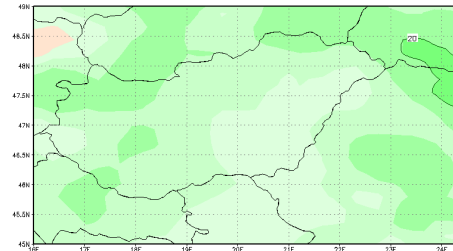
-70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 -5 0 5 10 20 30 40 50 60 70

Bizonytalansági információk a felhasználóknak

Átlagos téli csapadékváltozás [%] 2021–2050-re
Modell 1

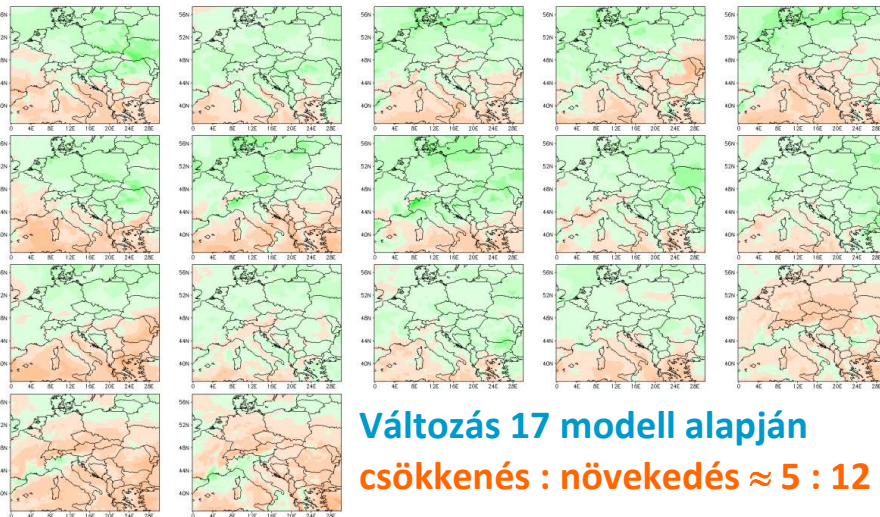


Modell 2



-100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 -5 0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

csökkenés : növekedés = 1 : 1



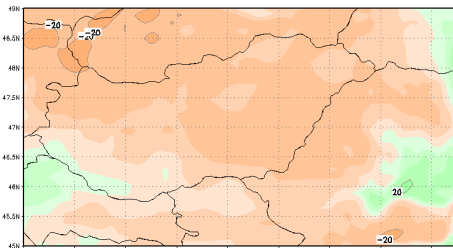
Változás 17 modell alapján
csökkenés : növekedés $\approx$ 5 : 12

-70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 -5 0 5 10 20 30 40 50 60 70

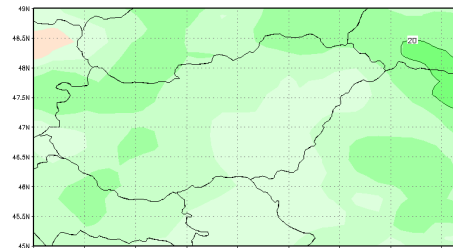
mányos Napok

Bizonytalansági információk a felhasználóknak

Átlagos téli csapadékváltozás [%] 2021–2050-re
Modell 1

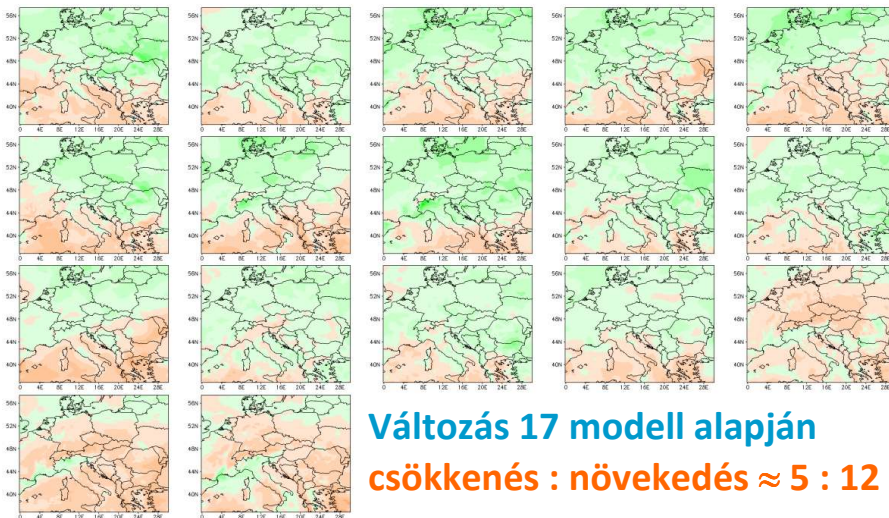


Modell 2



-100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 -5 0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

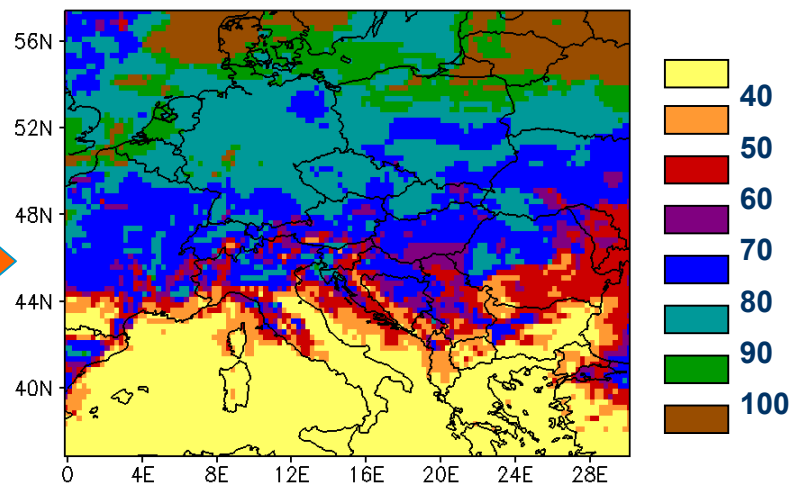
csökkenés : növekedés = 1 : 1



Változás 17 modell alapján
csökkenés : növekedés $\approx$ 5 : 12

-70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 -5 0 5 10 20 30 40 50 60 70

Növekedés valószínűsége [%], 17 modell



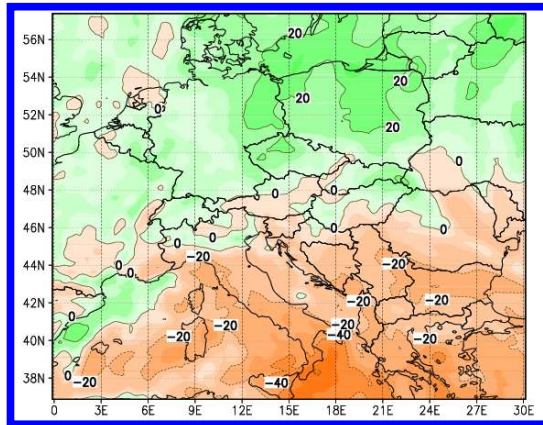
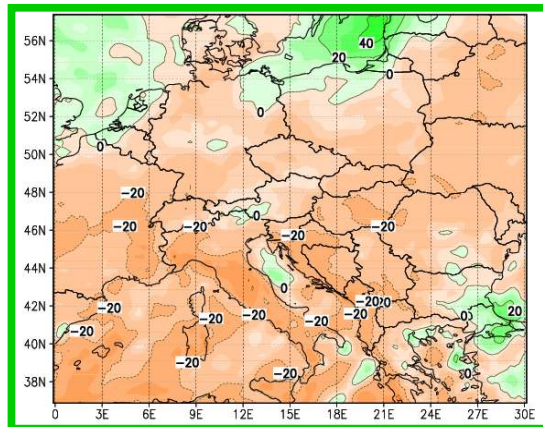
növekedés $\approx$ 60–80 %

Gyakorlatban „bevált” példa

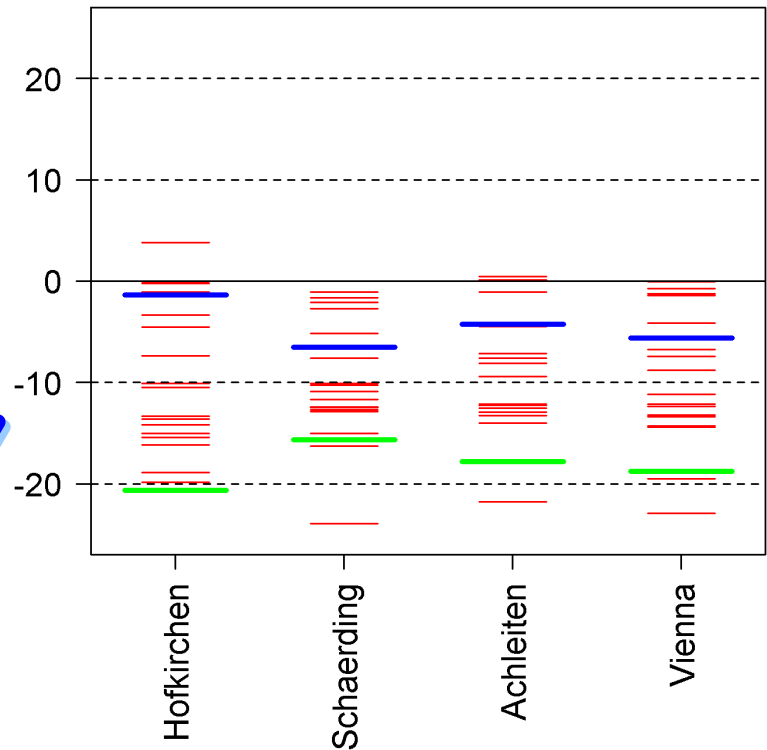
- A valószínűségi térkép elegáns eszköz a bizonytalanság számszerűsítésére – sajnos nem mindenki tudja használni
- ECCONET EU FP7 projekt: a klímaváltozás hatása a folyami hajózásra a Duna és a Rajna folyókon
- Éghajlatváltozás → hidrológiai változások → hajózásra (hajózhatóságra) gyakorolt hatások → gazdasági hatások
- A hidrológiai folyamatok leírásához „teljes meteorológiai outputok” szükségesek → nem elegendő egy valószínűségi térkép
- „Reprezentatív” meteorológiai projekciók kiválasztása
- Hidrológiai szimulációk, majd a további hatásvizsgálatok elvégzése – kiindulás: reprezentatív projekciók

Eredmény

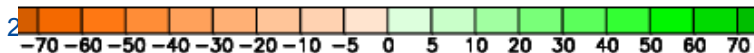
Reprezentatív projekciók a
nyári csapadékváltozásra [%]
Időszak: 2021–2050



Nyári félév lefolyásának
változása [%] 2021–2050-re



Szépszó et al., 2013



Tervek, kihívások

- Párbeszéd a felhasználókkal:
 - A meteorológiai modellek korlátairól (nem tudunk „mindent” adni)
 - A hatásvizsgálatokat végző szakemberek felkészítése valószínűségi (jellegű) információk alkalmazására
 - A hatásvizsgáló eljárások felkészítése a modelleredmények felhasználására → ← modelloutputok „tuningolása”
 - Fontos a hatásvizsgálatok végigvitele

Pozitív példák

- Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR):
 - Több kibocsátási forgatókönyv, több regionális klímamodell
 - A felhasználóknak nem lesz (?) lehetőségük figyelmen kívül hagyni a bizonytalansági információkat
- PROFORCE: valószínűségi információk + képzés a rövidtávú előrejelzések felhasználóinak



Köszönöm a figyelmet!

Honlap: www.met.hu/RCM