

# Az ENSEMBLES projekt regionális modelleredményeinek felhasználhatósága

**Szépszó Gabriella, Zsebeházi Gabriella**

**Numerikus Modellező és Éghajlat-dinamikai Osztály †**



36. Meteorológiai Tudományos Napok  
2010. november 18.

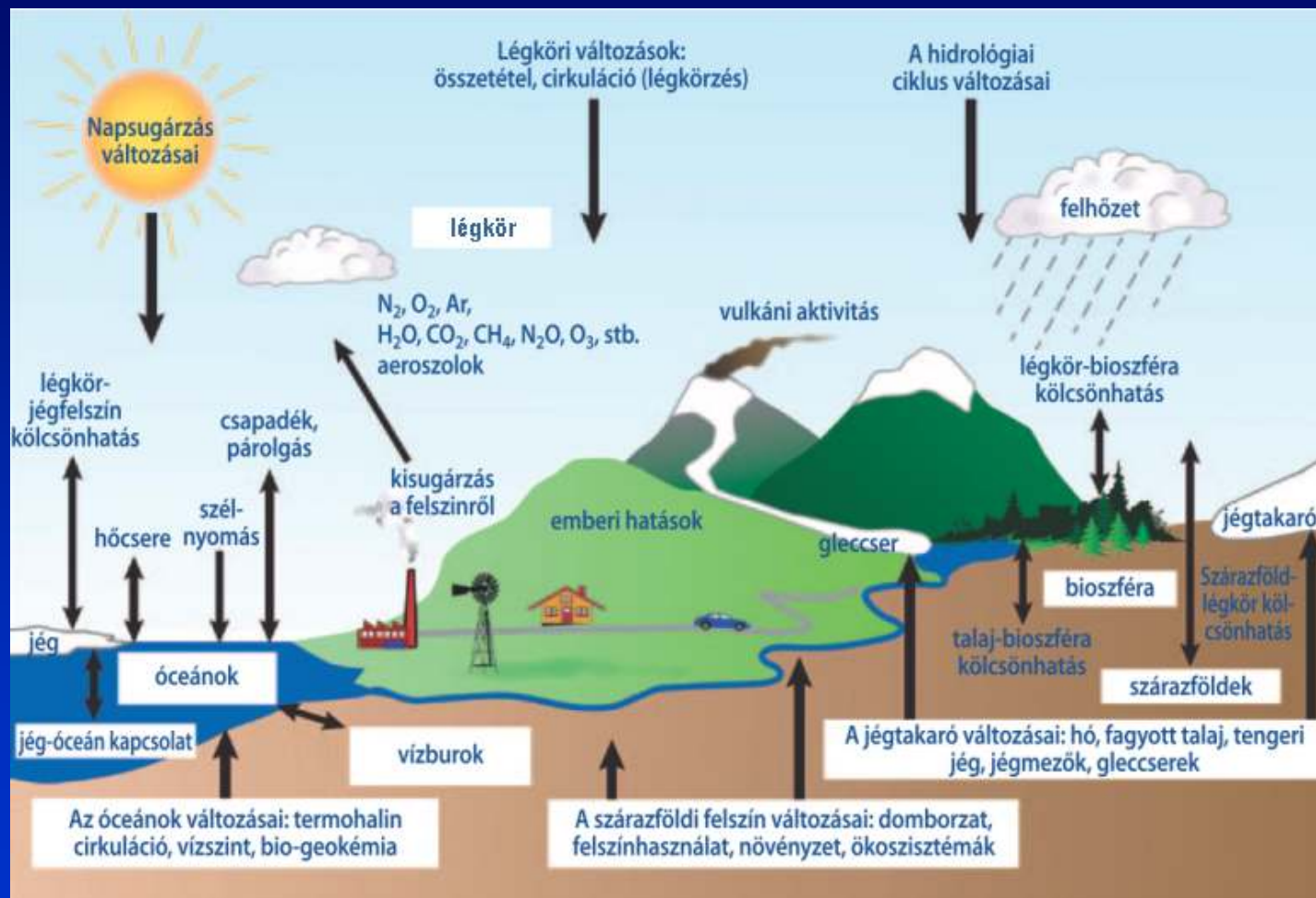
# TARTALOM

1. Bevezetés
2. ENSEMBLES projekt
3. Hazai vizsgálatok eredményei
4. Összefoglalás, tervek

# TARTALOM

1. Bevezetés
2. ENSEMBLES projekt
3. Hazai vizsgálatok eredményei
4. Összefoglalás, tervek

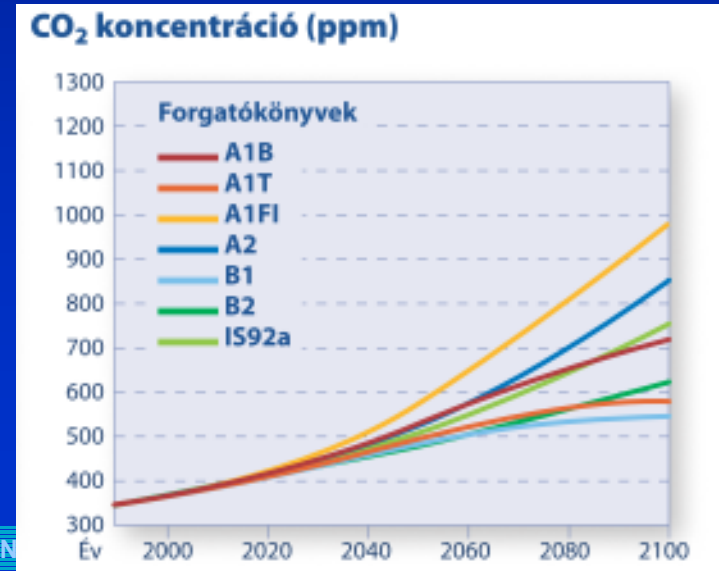
# Az éghajlati rendszer elemei



Éghajlati rendszer: a légkör és a vele érintkezésben levő négy geoszféra kölcsönhatásban álló együttese

# Éghajlati modellezés

- A komplex éghajlati rendszer, az összetevők, valamint a közöttük lévő kölcsönhatások elemzésére
- Egyetlen válaszadási lehetőség a kérdésre: miként reagál az éghajlat egy feltételezett kényszerre?
- Fizikai törvények – nemlineáris matematikai egyenletrendszer – numerikus megoldás



# Regionális sajátosságok

- Globális modellek: néhány 100 km-es vízszintes és 1 km-es függőleges felbontás – Magyarországra ebből kevés (2-10) pont
- A regionális klímaváltozás a globálissal ellentétes irányú lehet
- A globális információ finomítása szükséges, technikák:
  1. Statisztikus-empirikus leskálázás
  2. Dinamikai módszerek:
    - Finomabb vagy változó felbontású légköri általános cirkulációs modellek
    - Dinamikai leskálázás regionális (korlátos tartományú) éghajlati modellek segítségével

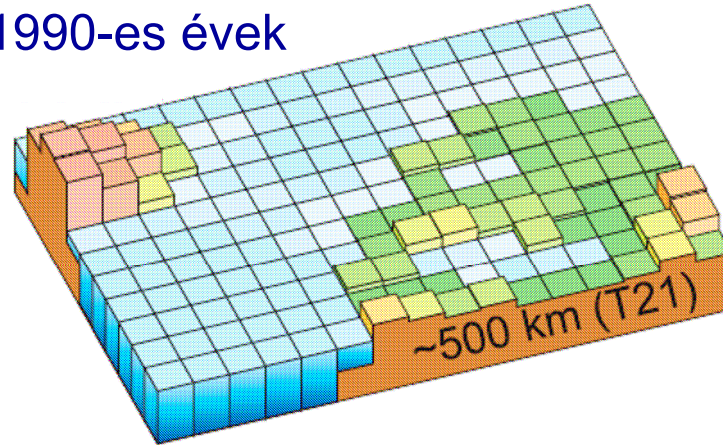
# Regionális sajátosságok

- Globális modellek függőleges felbontásának hiánya
- A regionális klimatizációs modellek előnye
- A globális információk felhasználásának lehetőségei

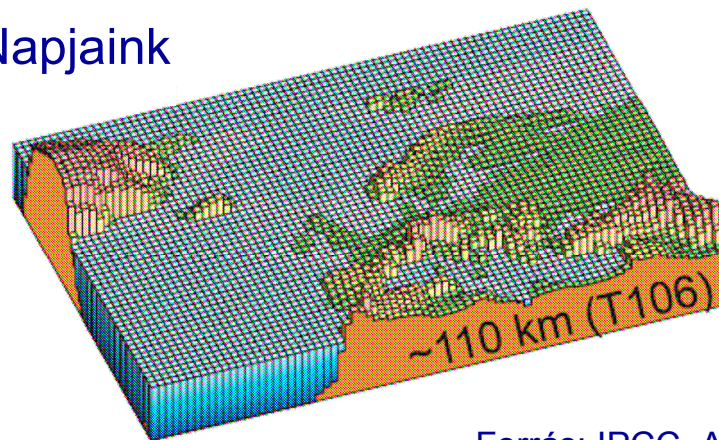
1. Statisztikai módszerek
2. Dinamikus modellek

- Finom felbontású modellek
- Dinamikus modellek éghajlati változásokra

1990-es évek



Napjaink



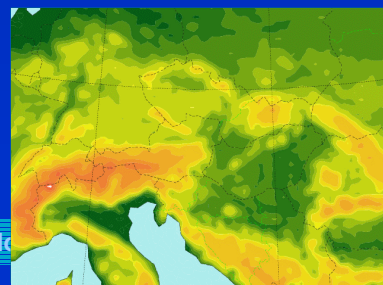
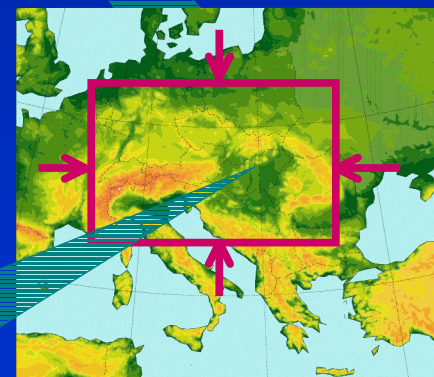
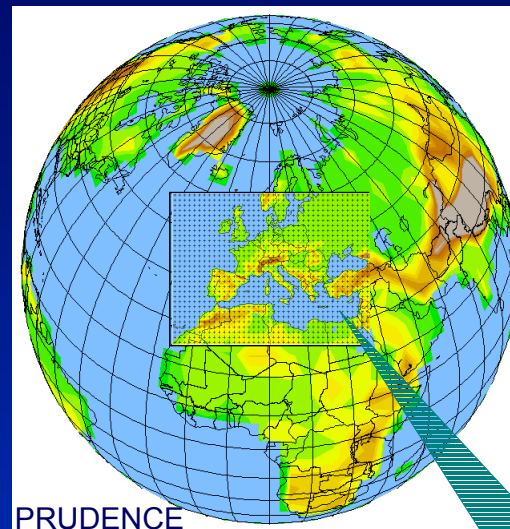
1 km-es felbontás (2-10) pont  
tartományú lehet  
használni

általános  
tartományú)

Forrás: IPCC, AR4

# Regionális éghajlati modellek

- Légtéri folyamatokat szimulálják
- Kisebb terület – finomabb felbontás
- Több fizikai folyamat pontosabb, explicit leírása
- A felszíni jellemzők (domborzat, érdesség, albedó) részletesebb figyelembevétel
- Nagyskálájú információk és kényszerek a peremfeltételeken keresztül





# Mi a bizonytalanság?



Hibás tudás?



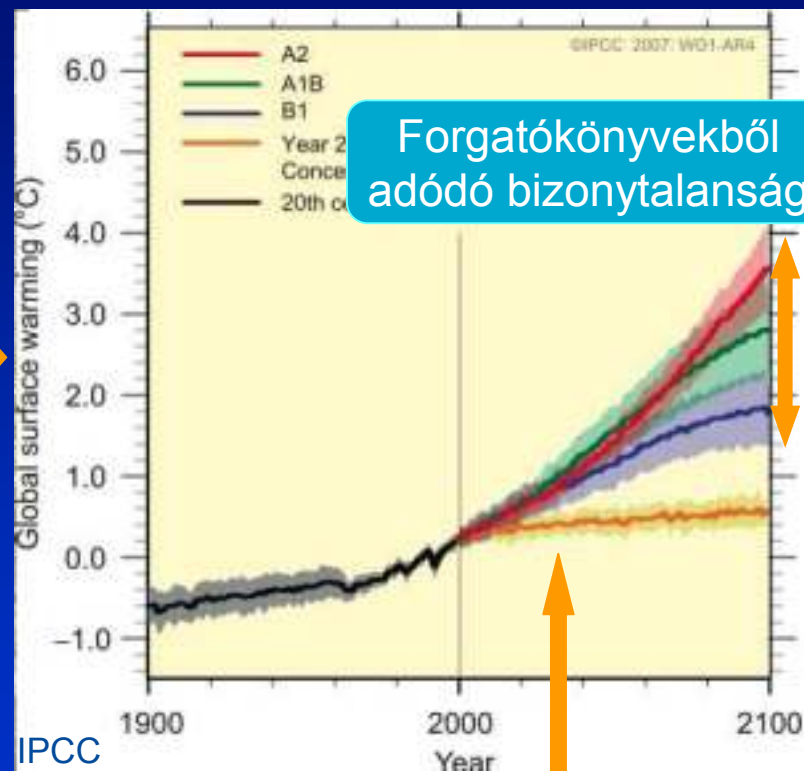
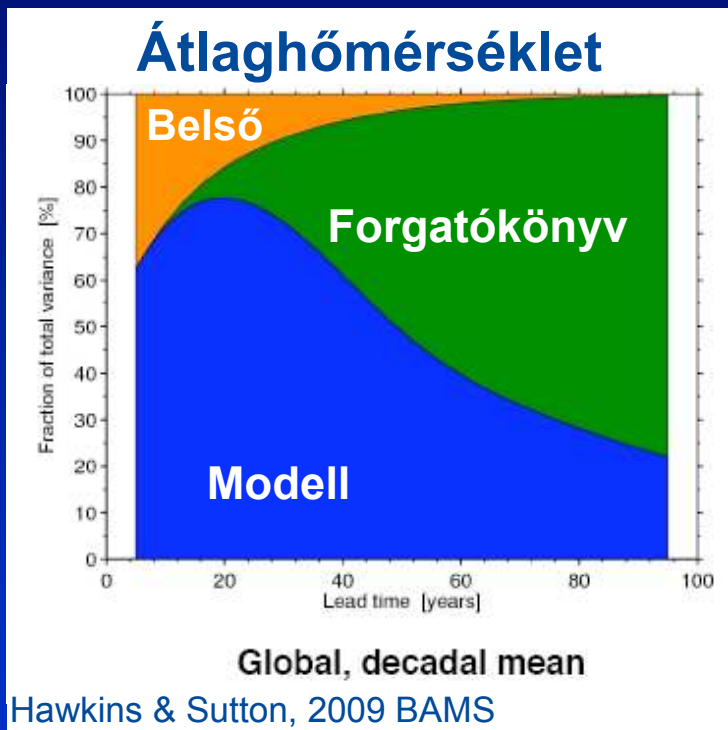
Hiányos tudás?

Információ az információink  
korlátairól?



# A bizonytalanságok típusai

## Tipikus éghajlati projekció



Forgatókönyvekből adódó bizonytalanság

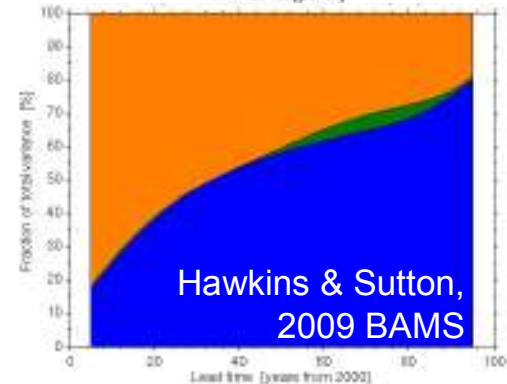
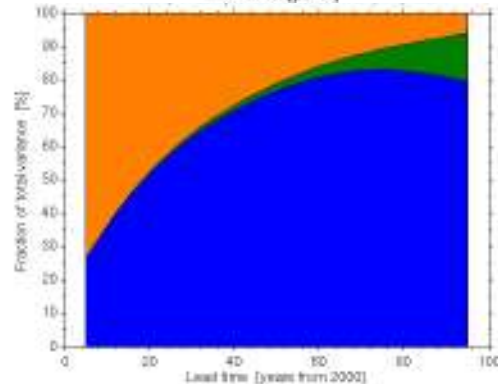
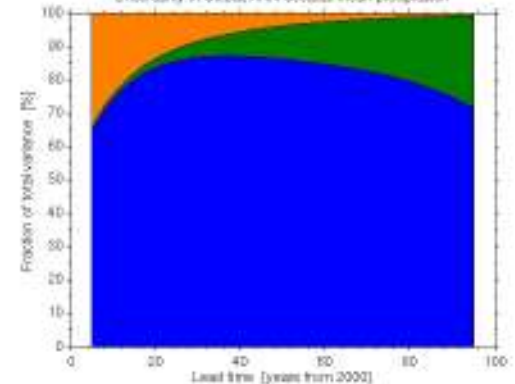
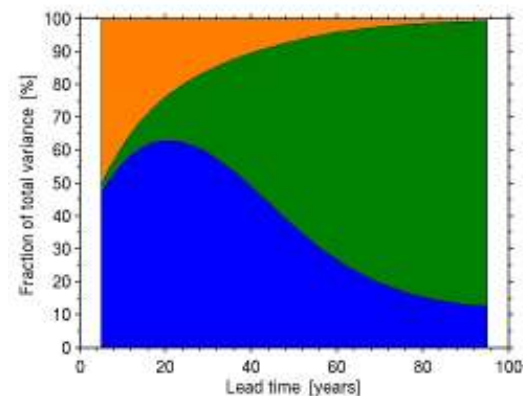
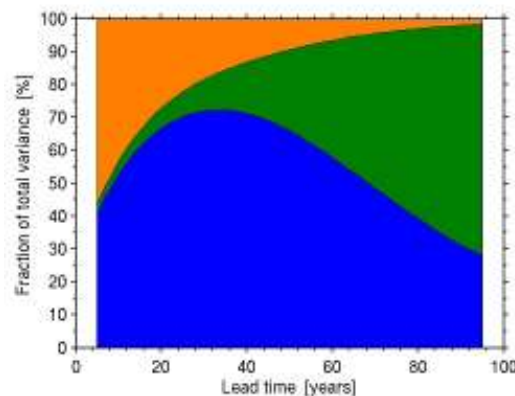
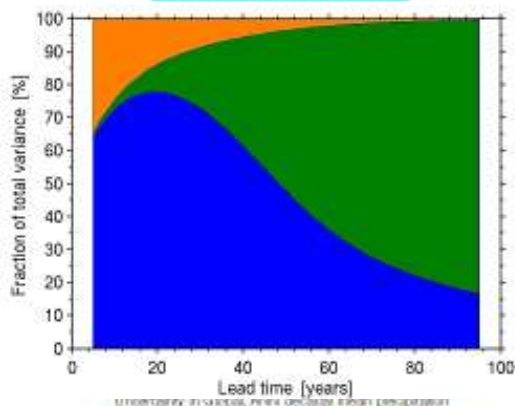
Eltérések a GCM-ek különbségei okán

# Bizonytalanságok aránya

Globális

Európa

Ausztrália



Hawkins & Sutton,  
2009 BAMS

■ Belső változékonyság

■ Forgatókönyvek

■ Modellek

A típusok aránya régióként és változónként eltérő: a forgatókönyvek szerepe jóval kisebb a csapadék esetében

# Bizonytalanságok számszerűsítése

- Valószínűségi (ensemble) előrejelzések
- Rövidtávon legelterjedtebb: a kezdeti feltétel hibáira való érzékenység számszerűsítése
- Éghajlati skálán figyelembe kell venni:
  - A különböző modellek dinamikájának és fizikai parametrizációinak eltéréseit
  - Az emberi tevékenység jövőbeli alakulásának bizonytalanságait
- Tehát: éghajlati skálán multi-modell projekciók
- Kérdés: az egyes tagok egyforma súllyal szerepelnek?

# TARTALOM

1. Bevezetés
2. ENSEMBLES projekt
3. Hazai vizsgálatok eredményei
4. Összefoglalás, tervek

# ENSEMBLES projekt (2004–2009)

- A projekt célkitűzései:
  - Multimodell ensemble rendszer nagyfelbontású globális és regionális klímamodellek részvételével
  - Valószínűségi projekció a jövőbeli éghajlat bizonytalanságára évszakos, évtizedes és hosszabb időskálán
- Megvalósítás:
  - Globális modellfuttatások + 25 km felbontású regionális klímamodell futtatások Európa térségére
  - Időhorizont: elsősorban 2021–2050 (a kibocsátási forgatókönyveknek ebben az időszakban nincs jelentőségük, az A1B forgatókönyvet használták)



# TARTALOM

1. Bevezetés
2. ENSEMBLES projekt
3. Hazai vizsgálatok eredményei
4. Összefoglalás, tervek

# Hazai vizsgálatok (OMSZ)

1. ECCONET projekt: kiválasztott modellkísérletek eredményeinek együttes értékelése és éghajlatváltozással kapcsolatos hatásvizsgálatokhoz való felhasználása
2. A Magyarországon használt modellek európai „rokonainak” vizsgálata: mini-ensemble vizsgálatok



# 1. ECCONET: modellkísérletek

- Cél: az éghajlatváltozás folyami hajózásra gyakorolt hatásainak és azok bizonytalanságának vizsgálata regionális modelleredményekre alapozva
- Az összes modelleredmény együttes vizsgálata túl „nagy falat” lett volna
- Ehelyett: a két „szélsőség” kiválasztása mindkét céltartományra (Duna, Rajna) és célidőszakra (2021–2050, 2071–2100)

Modell	Határfeltétel	Felbontás	Forgatókönyv
RCA	BCM	25 km	A1B
RCA	ECHAM	25 km	A1B
HadRM3Q0	HadCM3Q0	25 km	A1B
RACMO	ECHAM	25 km	A1B

# 1. ECCONET: validáció

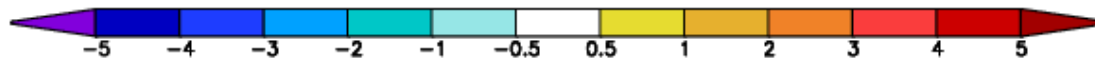
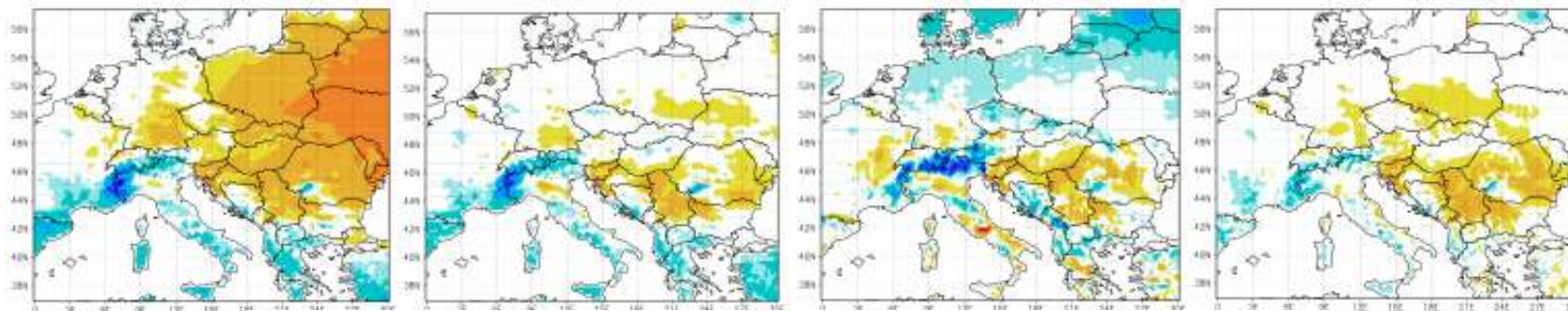
Időszak: 1961–1990; referencia: ECA&D

RCA\_BCM

RCA\_EC

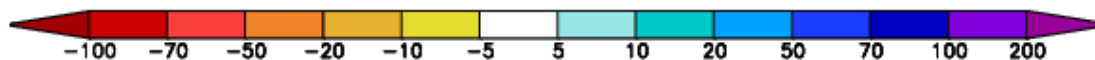
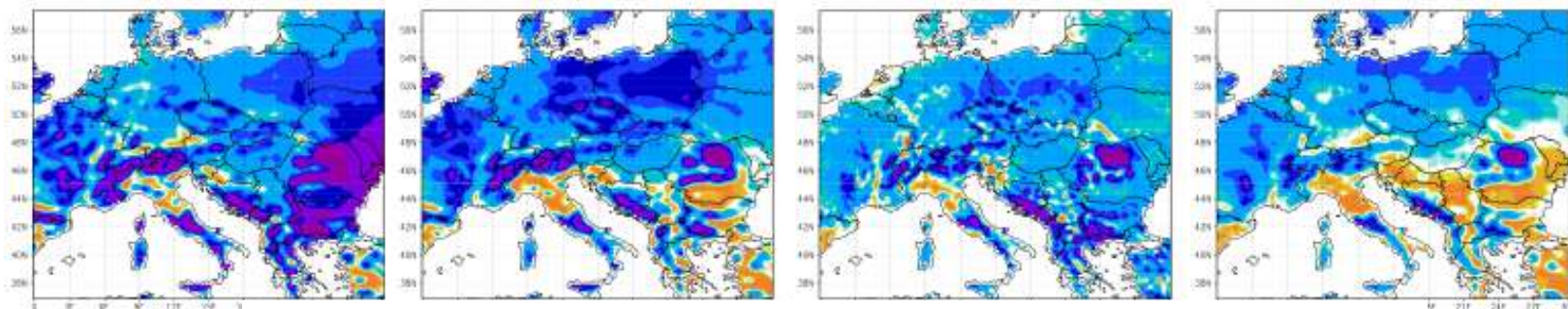
HadRM3Q0\_HC

RACMO\_EC



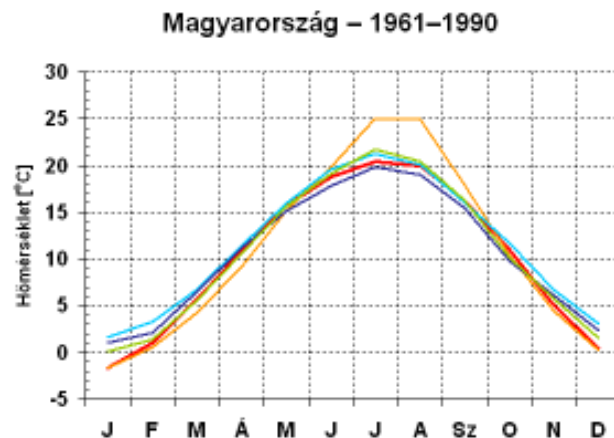
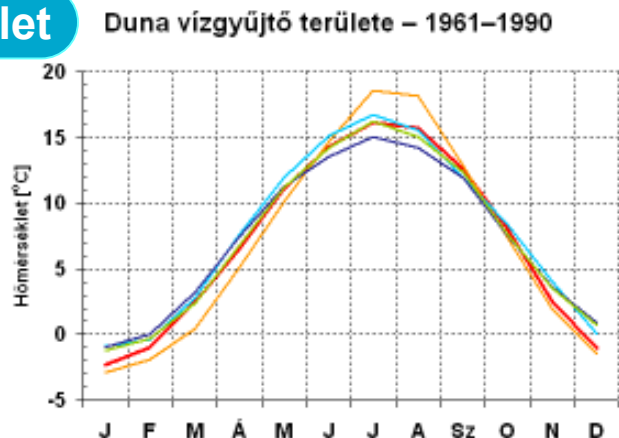
Éves átlaghőmérséklet

Éves csapadékösszeg [%]

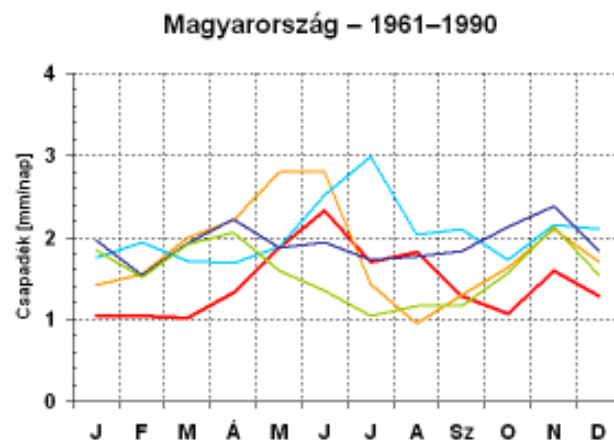
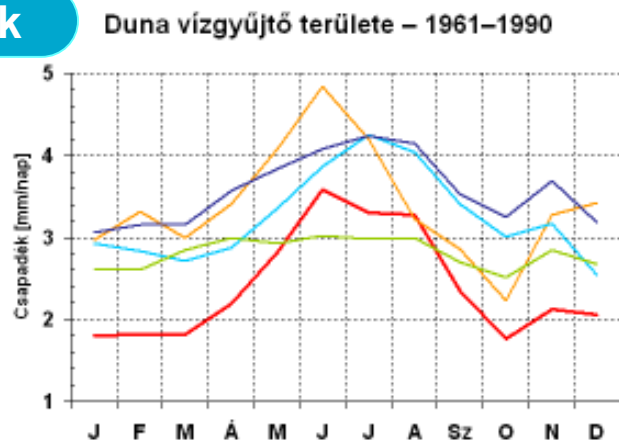


# 1. ECCONET: validáció

## Hőmérséklet



## Csapadék



## 2. Mini-ensemble: hazai szimulációk (OMSZ)

Modell	Határfeltétel	Felbontás	Forgatókönyv	Időszakok
ALADIN	ERA40	25 és 10 km	-	1961–2000
ALADIN	ARPEGE-Climat	10 km	A1B	1961–2100
REMO	ERA40	25 km	-	1961–2000
REMO	ECHAM5/MPI-OM	25 km	A1B	1951–2100

Lehetőség a bizonytalanságok számszerűsítésére:  
2 modellfuttatás 10, 25 km-es felbontáson

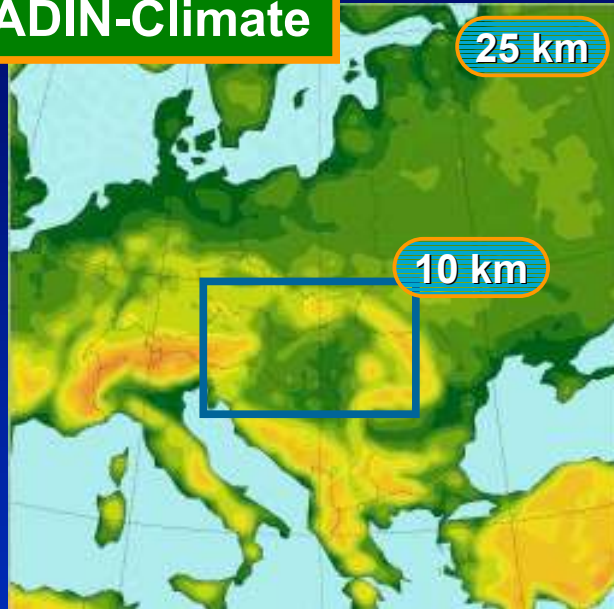
## 2. ENSEMBLES mini-ensemble

- Tervezett vizsgálatok:
  - Validáció: 2x2 kísérlet ERA40 és GCM peremfeltételekkel, referencia-időszak: 1961–1990
  - Hazai éghajlatváltozás vizsgálata: 2 kísérlet, 2021–2050 és 2071–2100
  - Eredmények összevetése a hazai ALADIN-REMO mini-ensemble eredményeivel és a bizonytalanságok számszerűsítése

Modell	Határfeltétel	Felbontás	Forgatókönyv	Időszak
ALADIN	ARPEGE-Climat	25 km	A1B	1961–2100
REMO	ECHAM5/MPI-OM	25 km	A1B	1961–2100

## 2. Mini-ensemble: integrálási tartományok

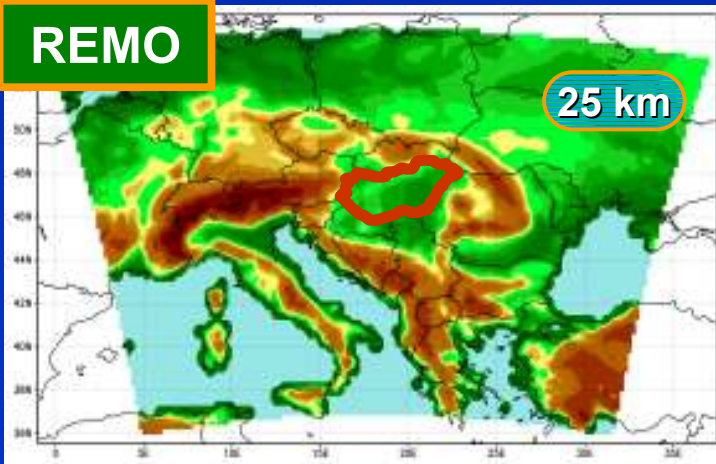
ALADIN-Climate



ENSEMBLES



REMO

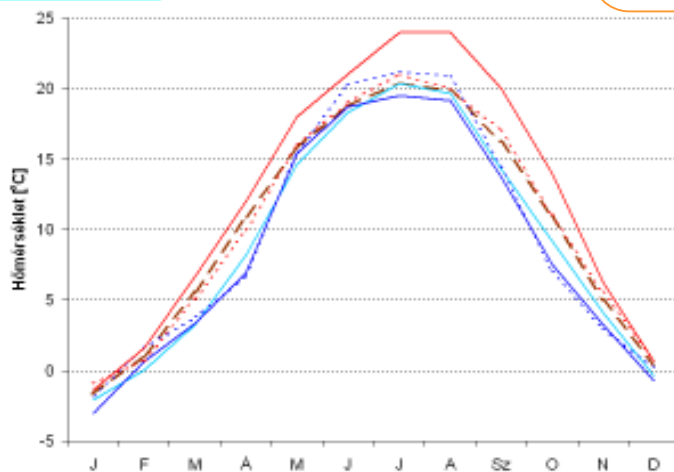
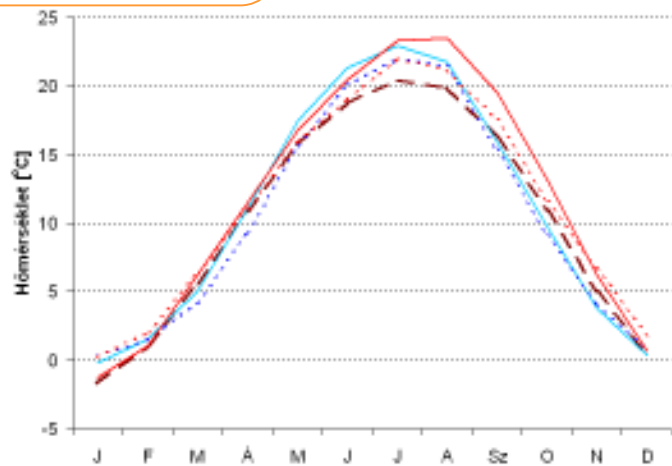


# 2. Mini-ensemble: első eredmények

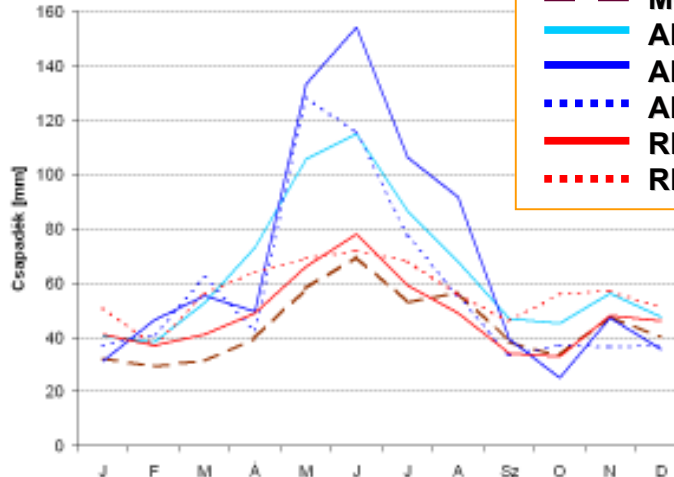
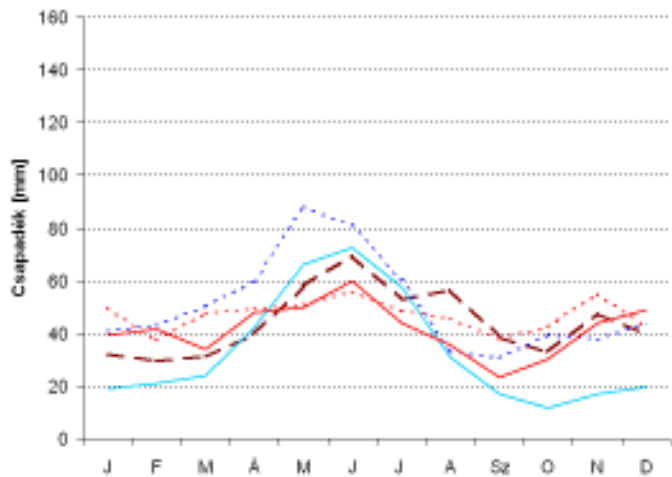
ENSEMBLES

Hőmérséklet

OMSZ



Csapadék



- Mérés: ECA
- ALADIN\_ERA\_25
- ALADIN\_ERA\_10
- ALADIN\_ARP\_10 & 25
- REMO\_ERA\_25
- REMO\_ECHAM\_25

# TARTALOM

1. Bevezetés
2. ENSEMBLES projekt
3. Hazai vizsgálatok eredményei
4. Összefoglalás, tervek



# Összefoglalás

- Eredmények:
  - Általános nehézségek a csapadék szimulációban, változó nagyságú hibák a hőmérséklet esetén
  - Az eredmények nagyban függenek a választott modelltartománytól, felbontástól
- Tervek:
  - A jelenlegi (ECCONET & mini-ensemble) vizsgálatok kiterjesztése az éghajlat változására vonatkozó vizsgálatokkal (2021–2050 és 2071–2100)
  - A teljes nagy ensemble vizsgálata – különös tekintettel azon aspektusokra, amelyekben a hazai modellek bizonytalanok

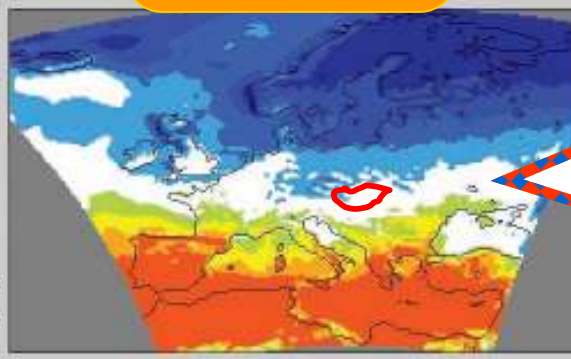
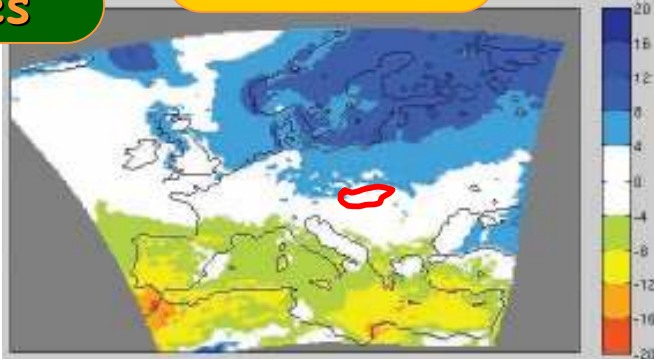
# Példa: csapadék-szimulációk

ENSEMBLES Final Report, 2009

Éves

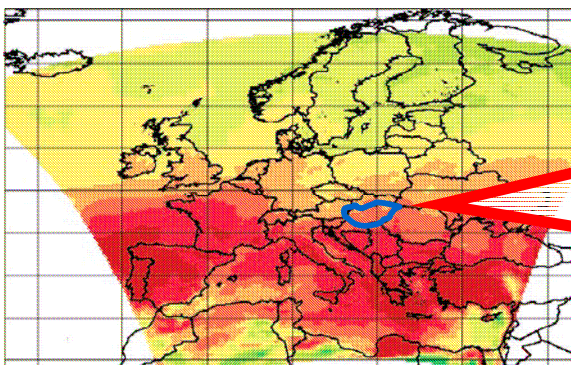
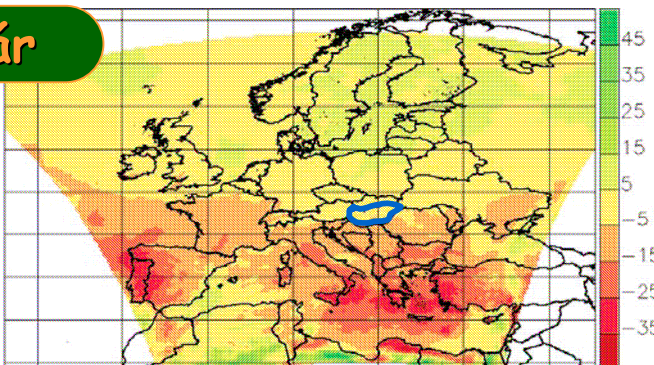
2021-2050

2071-2100



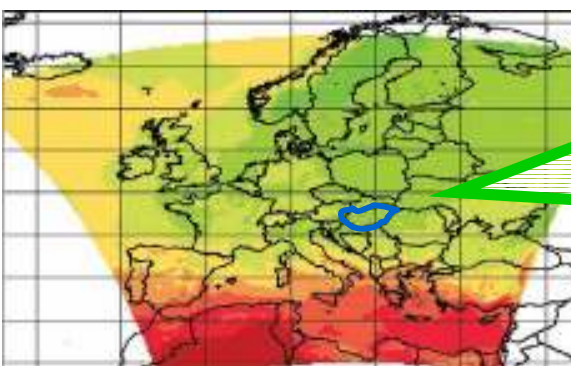
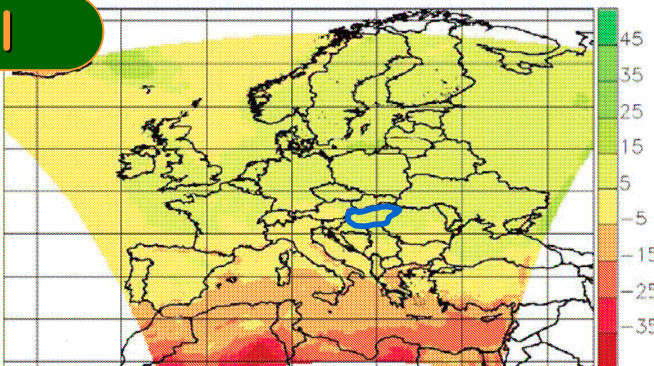
Magyarország az csapadék növekedés és csökkenés európai területeinek határán fekszik

Nyár



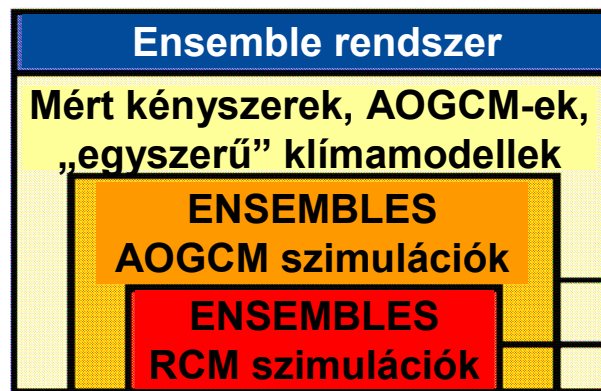
2021-2050:  
5-15% csökkenés  
2071-2100:  
5-25% csökkenés  
Magyarországra

Tél



2021-2050:  
5-15% növekedés  
2071-2100:  
15-25% növekedés  
Magyarországra

# Éghajlati projekciók felhasználása



„Megszokott” út:  
éghajlati  
forgatókönyvek

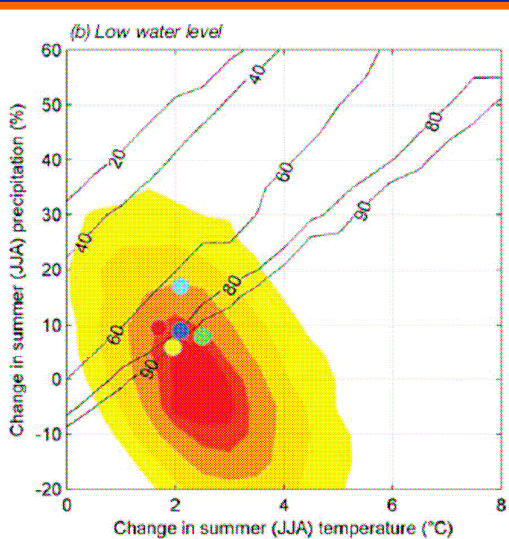


Hatás-válasz  
felületek

Hatásvizsgálati  
modellek

A hatások  
kockázata

A szélsőségek  
hatása





**Köszönöm szépen  
a figyelmet!**