

# Az Országos Meteorológiai Szolgálat klímamodellezői tevékenysége

**Szépszó Gabriella** ([szepszo.g@met.hu](mailto:szepszo.g@met.hu)),  
Krüzselyi Ilona, Szabó Péter, Zsebeházi Gabriella

Klímamodellező Csoport  
Éghajlati Osztály



40. Meteorológiai Tudományos Napok  
2014. november 20.

# TARTALOM

1. Bevezetés, motiváció
2. Kutatási témák
3. Felhasználás
4. Tervek, kihívások

# **TARTALOM**

- 1. Bevezetés, motiváció**
- 2. Kutatási témák**
- 3. Felhasználás**
- 4. Tervek, kihívások**

# Bevezetés

- A klímadinamikai kutatások 10 éve indultak meg az OMSZ-ban (s hazánkban)
- Motiváció: számszerű és részletes információ az éghajlatváltozás hazai hatásairól
- A fejlődés „szokásos” stációi:
  1. Klímamodellek adaptálása
  2. Éghajlati szimulációk futtatása
  3. Módszertan fejlesztése
  4. Bekapcsolódás a nemzetközi „vérkeringésbe”
  5. A modelladatok használata hazai hatásvizsgálatokban
  6. A modelladatok használata nemzetközi vizsgálatokban



# Bevezetés

- A klímadinamikai kutatások 10 éve indultak meg az OMSZ-ban (s hazánkban)
- Motiváció: számszerű és részletes információ az éghajlatváltozás hazai hatásairól
- A fejlődés „szokásos” stációi:
  1. Klímamodellek adaptálása
  2. Éghajlati szimulációk futtatása
  3. Módszertan fejlesztése
  4. Bekapcsolódás a nemzetközi „vérkeringésbe”
  5. A modelladatok használata hazai hatásvizsgálatokban
  6. A modelladatok használata nemzetközi vizsgálatokban



# A hazai klímamodellezés története

## együttműködésekben és MetNapokban

- 2004–2007: klímadinamikai K+F projekt – 4 regionális klímamodell adaptálása
- 2005: Az éghajlat regionális módosulásának objektív becslését megalapozó klímadinamikai kutatások
- 2006–2009: CLAVIER és CECILIA EU FP6 projektek – modelfuttatások és hatások vizsgálata
- 2010–2012: ECCONET EU FP7 projekt – hatásvizsgálat a belvízi hajózásra
- 2010: Változó éghajlat és következményei a Kárpát-medencében
- 2011–: EURO-CORDEX: modellszimulációk új forgatókönyvekkel
- 2012–2014: ORIENTGATE SEE projekt – sérülékenységvizsgálatok

# A hazai klímamodellezés története

## együttműködésekben és MetNapokban

### 31. Meteorológiai Tudományos Napok

*Götz Gusztáv:*

**Az éghajlat dinamikájának néhány nyitott kérdéséről**

*Horányi András:*

Regionális klímadinamikai kutatások: nemzetközi és hazai kitekintés

*Geresdi István:*

**Klímamodellek fizikai parametrizációs csomagjai, visszacsatolások**

*Szentimrey Tamás:*

A légkördinamikai modellek klimatológiai adatigénye

*Bartholy Judit:*

A PRECIS regionális klímamodell és **adaptálása** az ELTE Meteorológiai Tanszékén

*Tóth Helga:*

Az ALADIN modell klímaváltozata

*Szépszó Gabriella:*

A REMO modell és **adaptálása** az Országos Meteorológiai Szolgálatnál

# A hazai klímamodellezés története

## együttműködésekben és MetNapokban

### 36. Meteorológiai Tudományos Napok

*Szépszó Gabriella és Zsebeházi Gabriella:*

Az **ENSEMBLES projekt regionális modelleredményeinek alkalmazhatósága**  
Magyarország éghajlatának jellemzésére

*Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita, Bartholy Judit, Kis Anna és Miklós Erika:*

A **szélsőségek várható alakulása** a Kárpát-medence térségében az ENSEMBLES projekt |  
eredményei alapján

*Szabó Péter, Horányi András, Krüzselyi Ilona, Szépszó Gabriella:*

Az Országos Meteorológiai Szolgálat regionális klímamodellezési tevékenysége: ALADIN-  
Climate és REMO

*Pongrácz Rita, Bartholy Judit, Pieczka Ildikó és Torma Csaba:*

Az ELTE regionális klímamodelljei: PRECIS és RegCM

*Horányi András, Bartholy Judit, Krüzselyi Ilona, Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita, Szabó Péter, Szépszó Gabriella, Torma Csaba:*

**A hazai regionális klímamodellek eredményeinek együttes kiértékelése**



# TARTALOM

1. Bevezetés, motiváció
2. Kutatási témák
3. Felhasználás
4. Tervek, kihívások



Bizonytalanságok  
vizsgálata

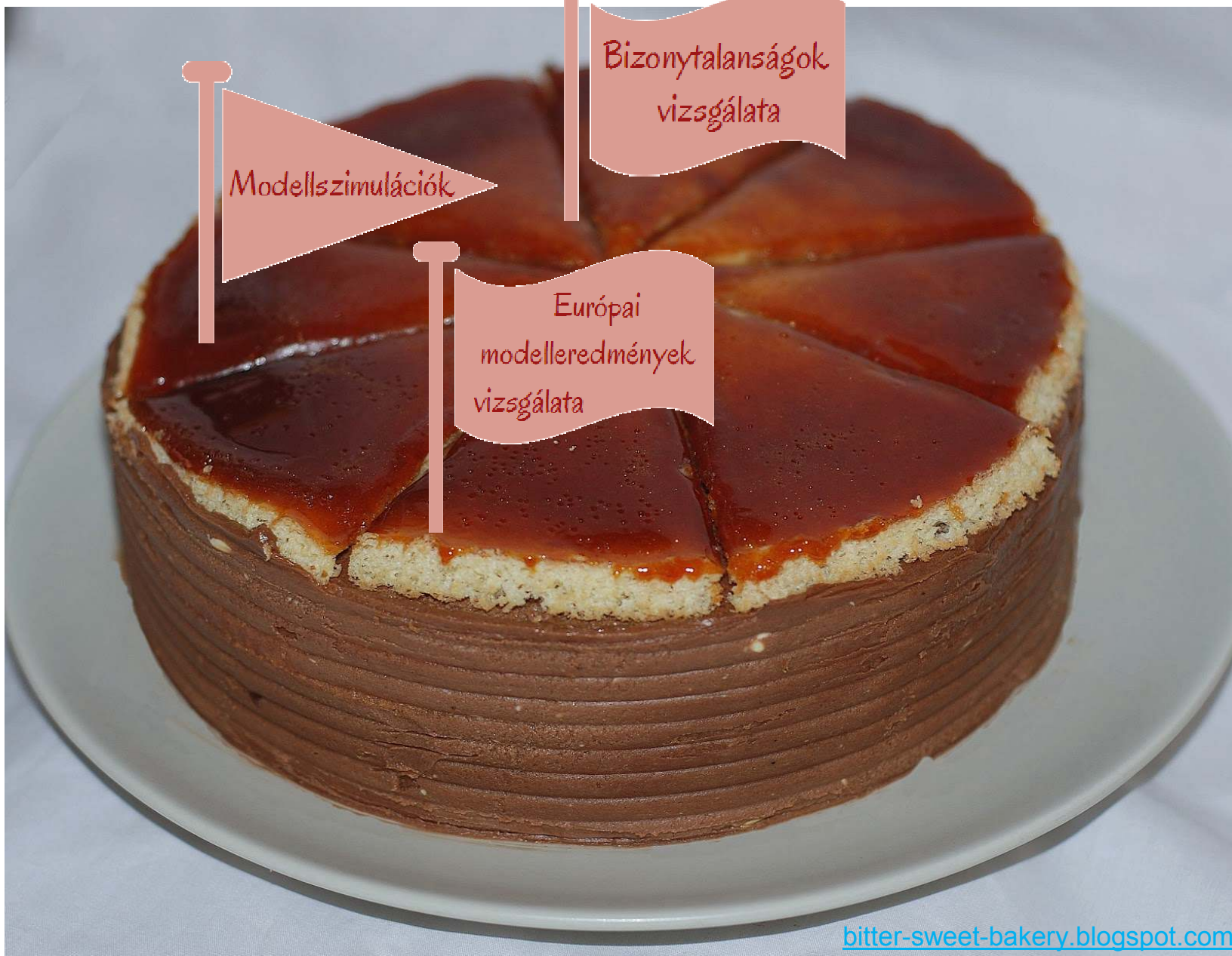




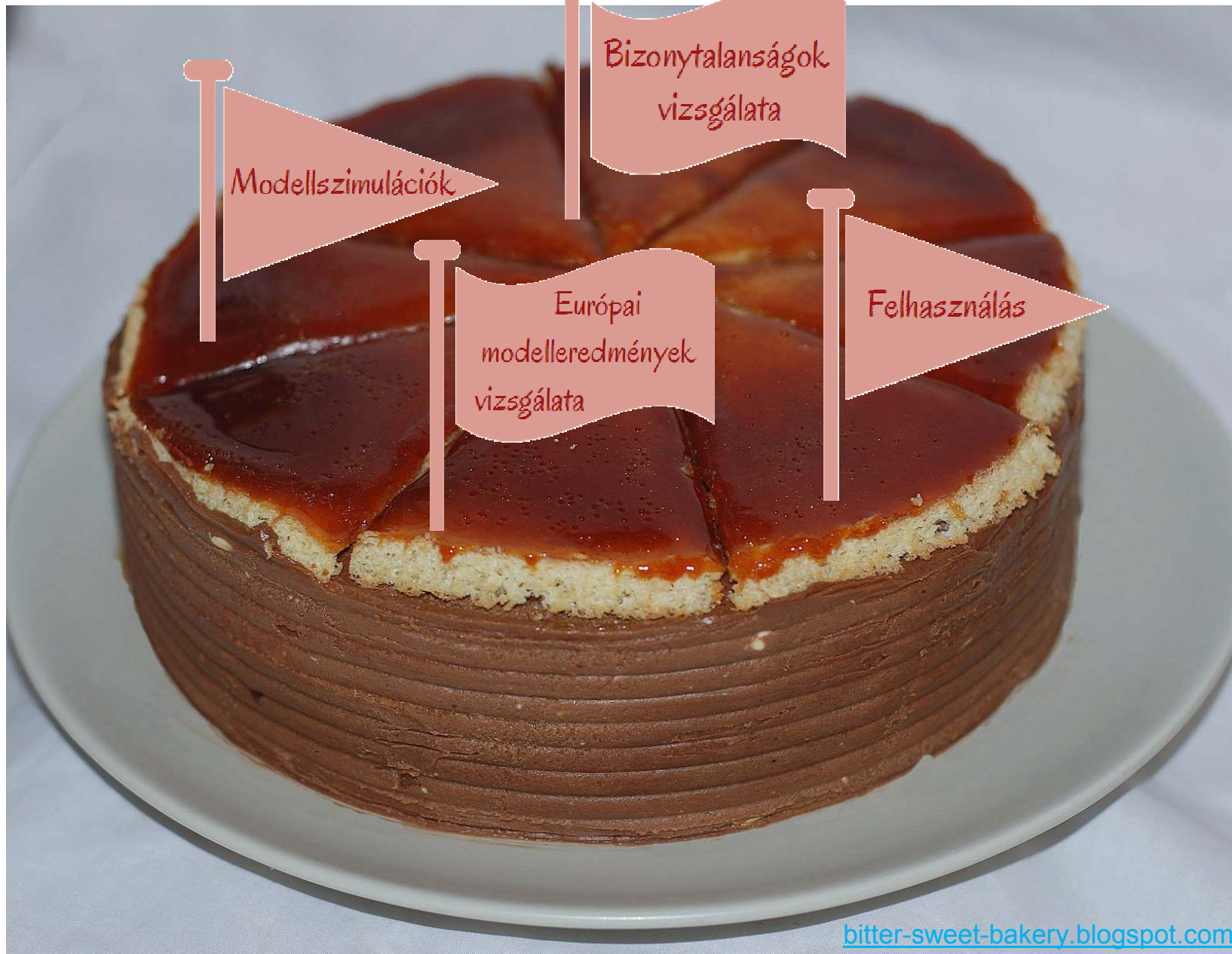


Modellszimulációk

Bizonytalanságok  
vizsgálata

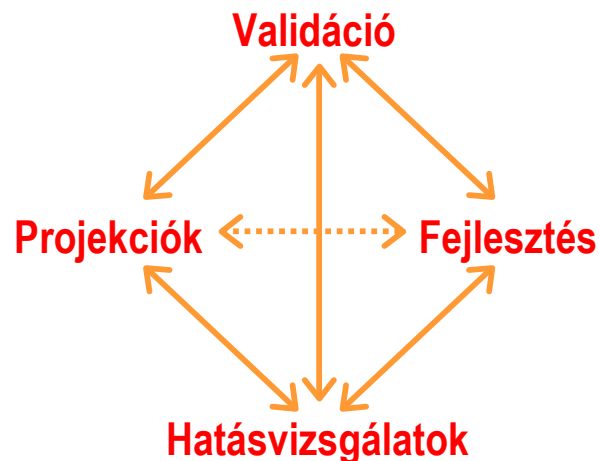






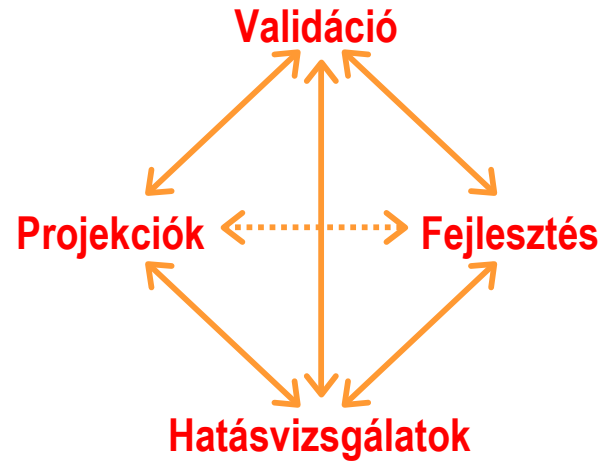
# Éghajlati modellezés

- Éghajlati rendszer – modellek segítségével tanulmányozható
- Globális modellek: 100-200 km-es vízszintes rácssűrűség
- Globális információk finomítása: regionális éghajlati modellekkel
- Kisebb terület, finomabb (10-25 km-es) felbontás, folyamatok pontosabb leírása

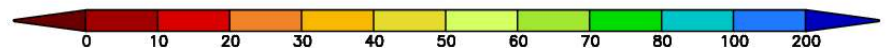
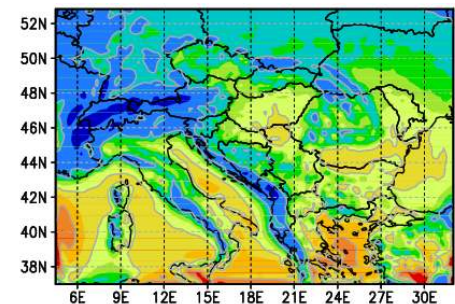
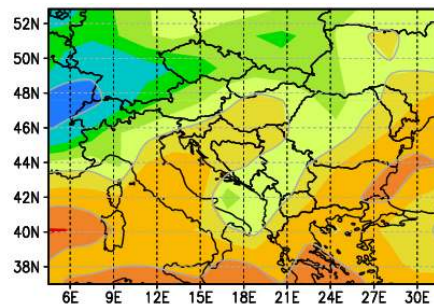


# Éghajlati modellezés

- Éghajlati rendszer – modellek segítségével tanulmányozható
- Globális modellek: 100-200 km-es vízszintes rácssűrűség
- Globális információk finomítása: regionális éghajlati modellekkel
- Kisebb terület, finomabb (10-25 km-es) felbontás, folyamatok pontosabb leírása



Átlagos évi csapadék [mm/hó], 1961–1990  
Globális                      Regionális





# Előrejelezhetőség és bizonytalanság

# Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók szeretnek úgy tekinteni az előrejelzésekre, mint amik 100 %-osan jók (vagy rosszak)

# Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók szeretnek úgy tekinteni az előrejelzésekre, mint amik 100 %-osan jók (vagy rosszak)
- A meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek forrásai éghajlati skálán:

# Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók szeretnek úgy tekinteni az előrejelzésekre, mint amik 100 %-osan jók (vagy rosszak)
- A meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek forrásai éghajlati skálán:

1. **Modellek közelítő jellege**: eltérő közelítő módszerek → különbségek az eredményekben

# Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók szeretnek úgy tekinteni az előrejelzésekre, mint amik 100 %-osan jók (vagy rosszak)
- A meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek forrásai éghajlati skálán:
  1. **Modellek közelítő jellege**: eltérő közelítő módszerek → különbségek az eredményekben
  2. **Természetes változékonyság**: ingadozás, az éghajlati rendszer belső tulajdonsága



# Előrejelezhetőség és bizonytalanság

- A felhasználók szeretnek úgy tekinteni az előrejelzésekre, mint amik 100 %-osan jók (vagy rosszak)
- A meteorológiai előrejelzések bizonytalanságot hordoznak, melynek forrásai éghajlati skálán:
  1. **Modellek közelítő jellege**: eltérő közelítő módszerek → különbségek az eredményekben
  2. **Természetes változékonyság**: ingadozás, az éghajlati rendszer belső tulajdonsága
  3. **Emberi tevékenység**: a jövőbeli társadalmi-gazdasági fejlődés kiszámíthatatlansága

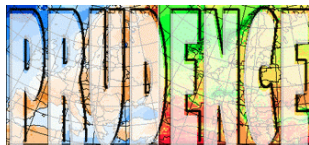
- A firm
- A firm

- 1.
- 2.
- 3.



# Bizonytalanságok számszerűsítése

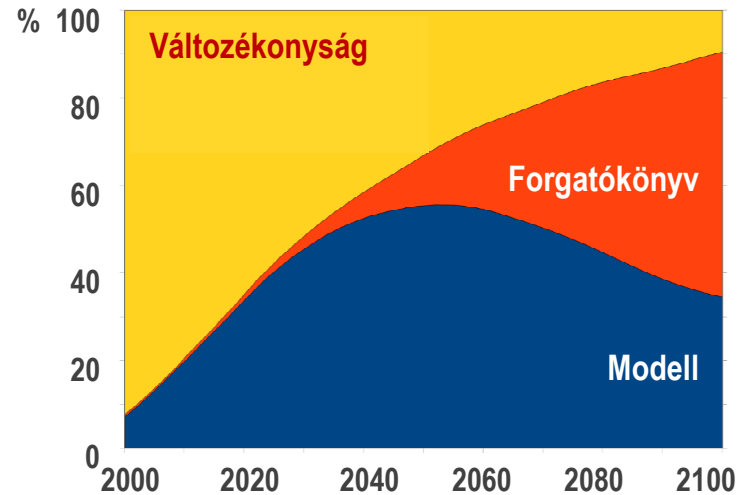
- Ensemble technika
- Éghajlati skálán: több forgatókönyv, több globális és regionális modell
- Nagy számításigény – nemzetközi együttműködések
  - Globális: CMIP3 → CMIP5
  - Regionális:



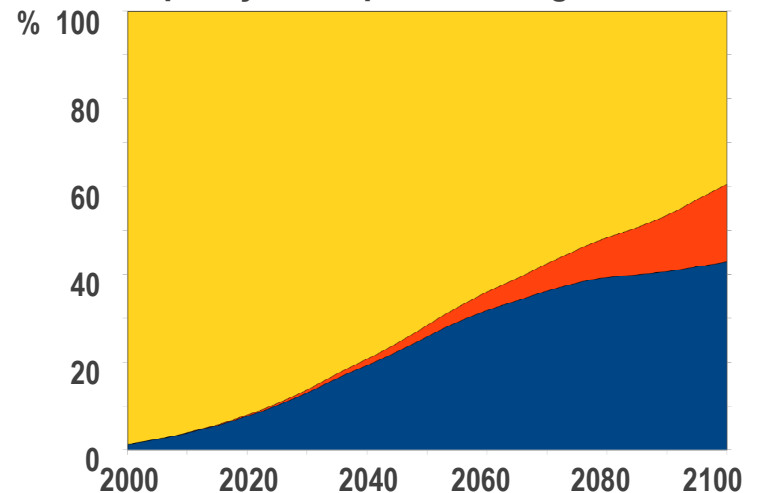
# Hazai vizsgálatok

- Az egyes bizonytalanságok súlya eltérő (Hawkins & Sutton, 2009)
- Vizsgálat: 15/14 globális éghajlati modell x 3 forgatókönyv = 45/42 szimuláció
- A társadalmi-gazdasági fejlődés lehetséges irányai csak az évszázad végére válnak fontossá
- A csapadékprojekciókban főként a fizikai folyamatok leírásának nehézsége okozza a bizonytalanságot

Európai nyári átlaghőmérséklet szimulációk



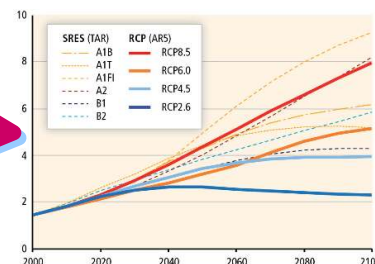
Európai nyári csapadékösszeg szimulációk



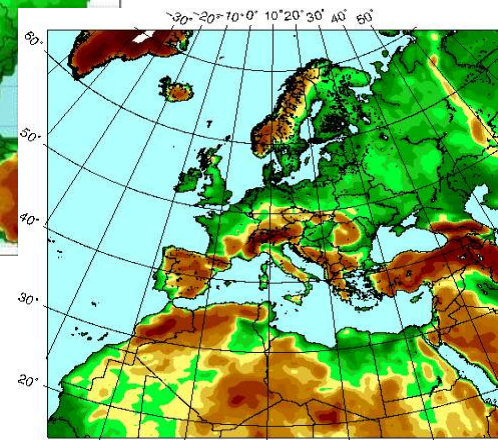
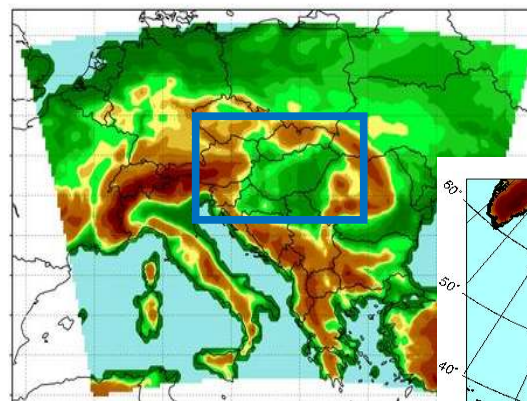
# Modellszimulációk az OMSZ-ban

- Szimulációk két adaptált modellel:

| Modell | Felbontás | Időszakok | Forgatókönyv |
|--------|-----------|-----------|--------------|
| ALADIN | 10 km     | 1961–2100 | A1B          |
| ALADIN | 10, 50 km | 1951–2100 | RCP8.5       |
| REMO   | 25 km     | 1951–2100 | A1B          |

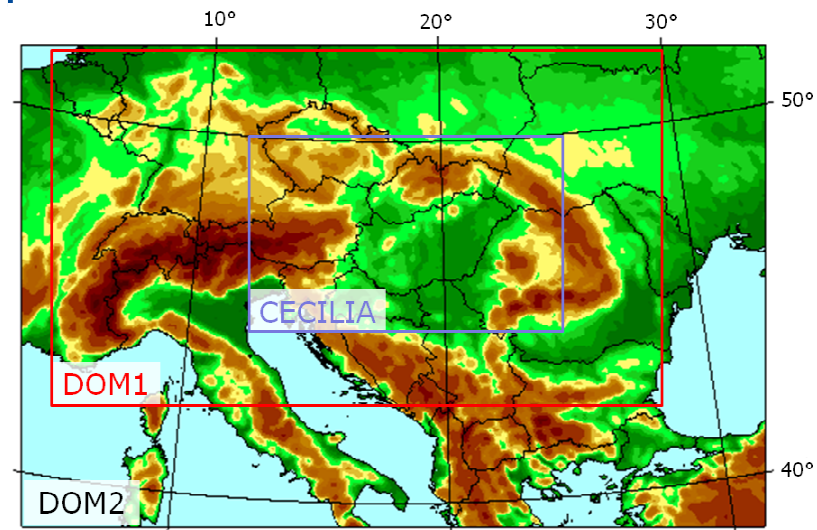


- Érzékenységvizsgálat
- Jövőbeli változás vizsgálata, kiemelt időszakok: 2021–2050, 2071–2100
- Referencia: 1961–1990, (1971–2000)



# Érzékenységvizsgálat

- Motiváció:
  - Az ALADIN korábbi integrálási területe kicsi, határai átszelik a Kárpátok és az Alpok hegyeit;
  - Korlátozottan alkalmas pl. hidrológiai vizsgálatokra
- További szempont: számítási kapacitás
- Két nagyobb célterület
- Érzékenységvizsgálat: tesztfuttatás 10 km-es felbontással két területen az 1971–1980 időszakra
- Összevetés mérésekkel





# Érzékenységvizsgálat

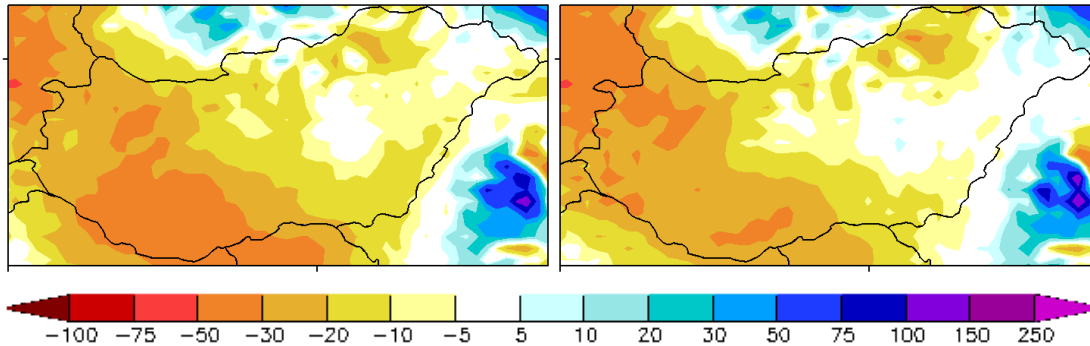
---

# Érzékenységvizsgálat

## Téli csapadék eltérése megfigyelésektől [%]

Kisebb terület

Nagyobb terület



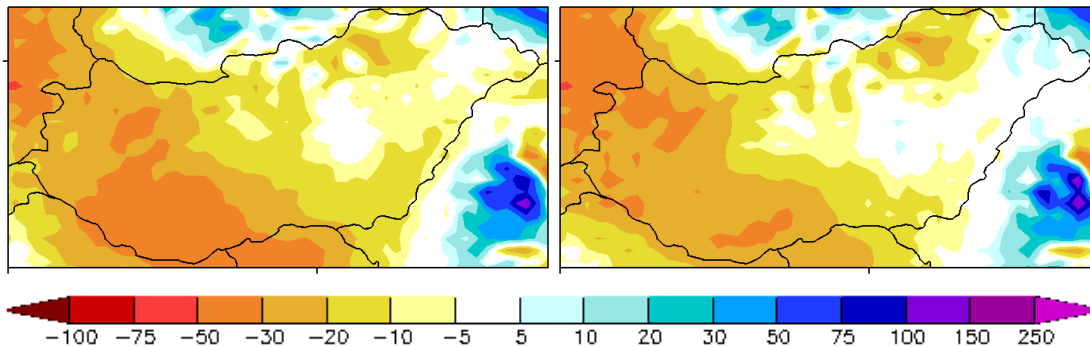
Az átlagos csapadékösszeg esetében kisebb hibák a nagyobb integrálási területre

# Érzékenységvizsgálat

## Téli csapadék eltérése megfigyelésektől [%]

Kisebb terület

Nagyobb terület



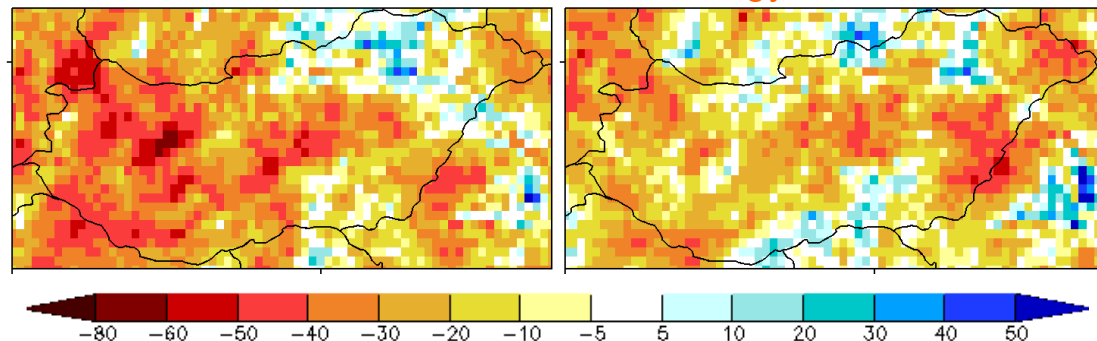
Az átlagos csapadékösszeg esetében kisebb hibák a nagyobb integrálási területre

## 10 és 20 mm közötti csapadékú napok számának őszi eltérése megfigyelésektől [%]

Kisebb terület

Nagyobb terület

Nagy (kis) csapadékokhoz kapcsolódó indexek esetében kisebb hibák a nagyobb (kisebb) területre

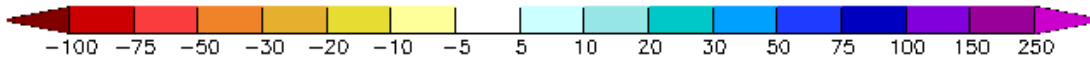
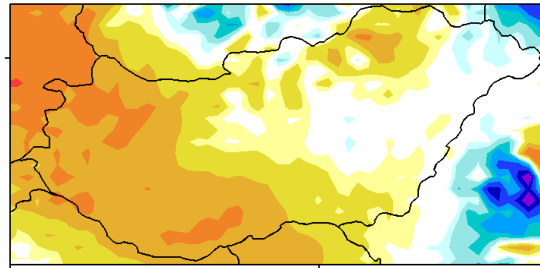
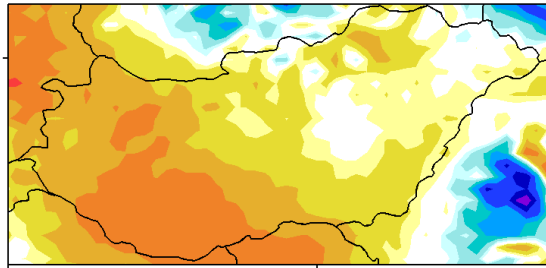


# Érzékenységvizsgálat

## Téli csapadék eltérése megfigyelésektől [%]

Kisebb terület

Nagyobb terület



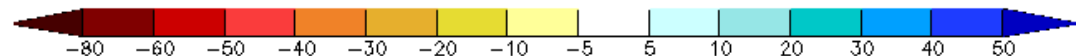
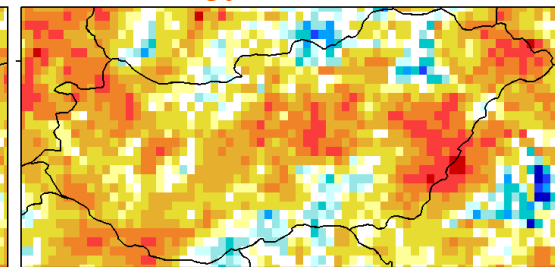
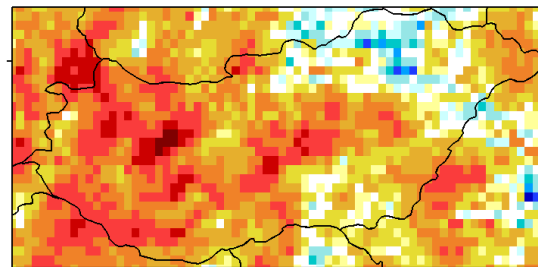
Az átlagos csapadékösszeg esetében kisebb hibák a nagyobb integrálási területre

## 10 és 20 mm közötti csapadékú napok számának őszi eltérése megfigyelésektől [%]

Kisebb terület

Nagyobb terület

Nagy (kis) csapadékokhoz kapcsolódó indexek esetében kisebb hibák a nagyobb (kisebb) területre



A nagyobb integrálási tartományt választjuk a további szimulációkhoz.

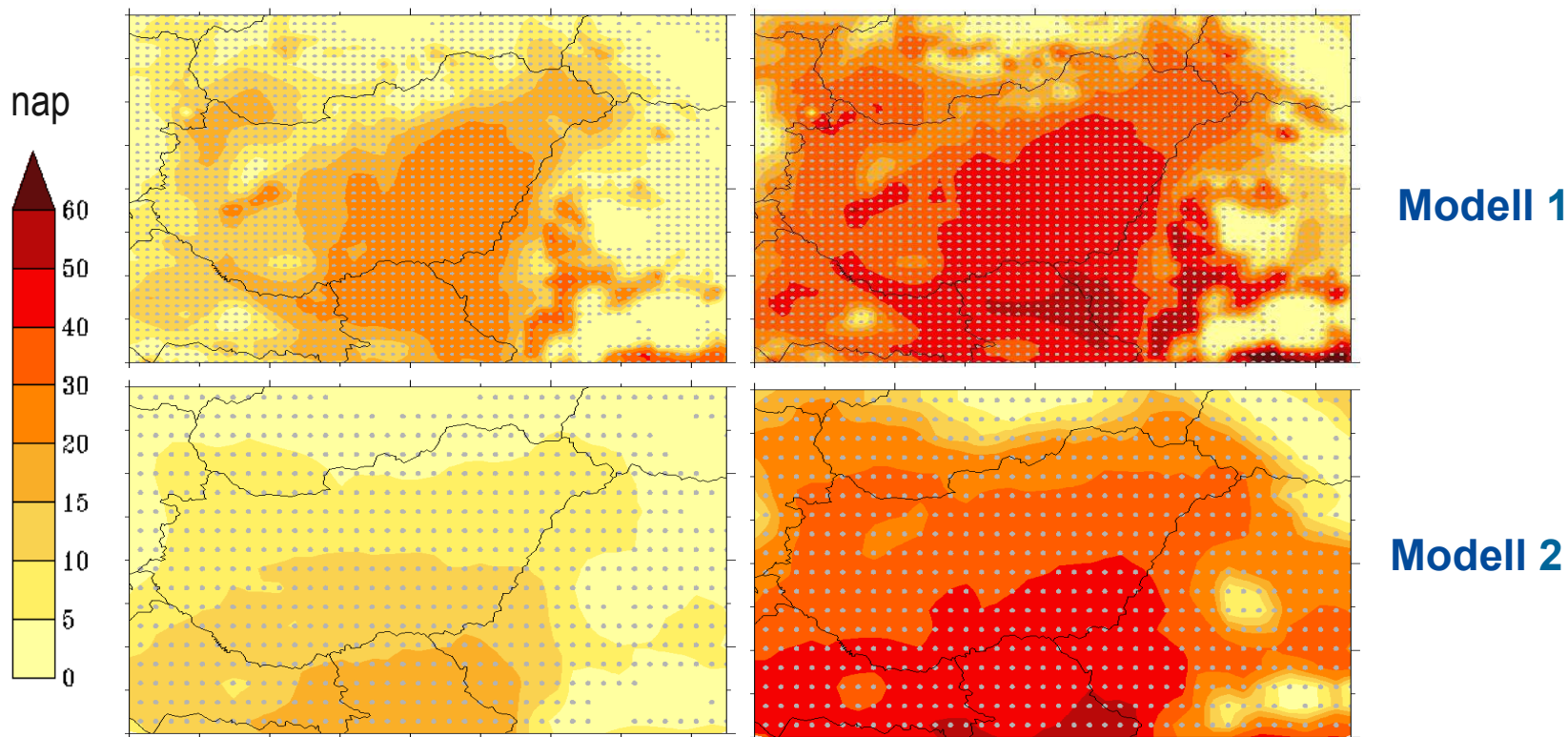
# Éghajlati projekciók

## Meleg éjszakák éves számának változása

Referencia: 1961–1990

2021–2050: 9–16 nap

2071–2100: 35–37 nap

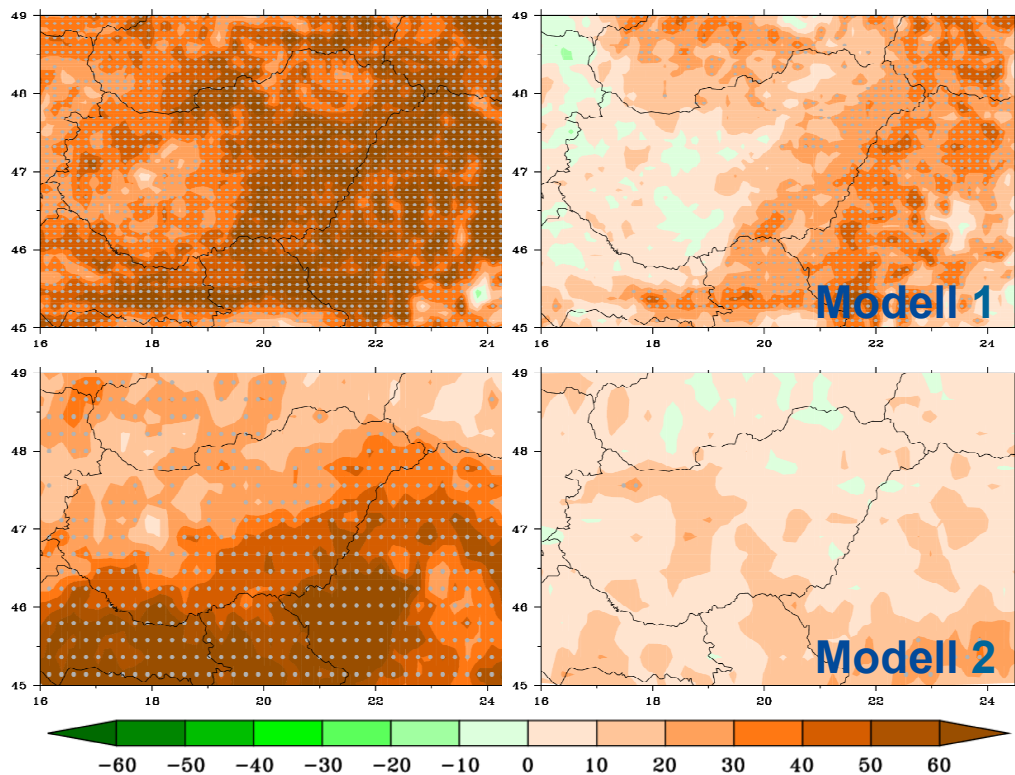


Meleg éjszaka: napi minimumhőmérséklet nem süllyed 20 fok alá

# Csapadék szélsőségek változása [%]

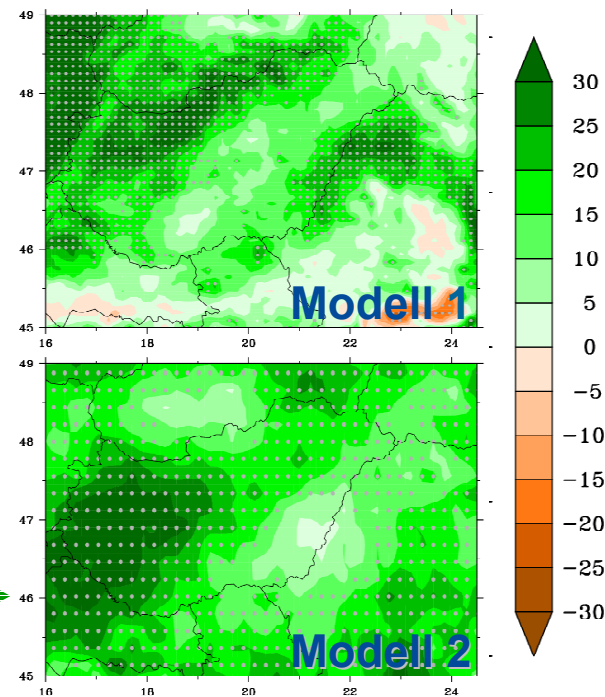
Időszak: 2071–2100

Száraz időszakok maximális hossza  
Nyár                      Ősz



← Hosszabb száraz időszakok

Őszi csapadékintenzitás



Növekvő intenzitás →

Száraz időszak: napi csapadék < 1 mm  
Csapadékintenzitás: csapadékösszeg / csapadékos napok száma



# További regionális modelleredmények

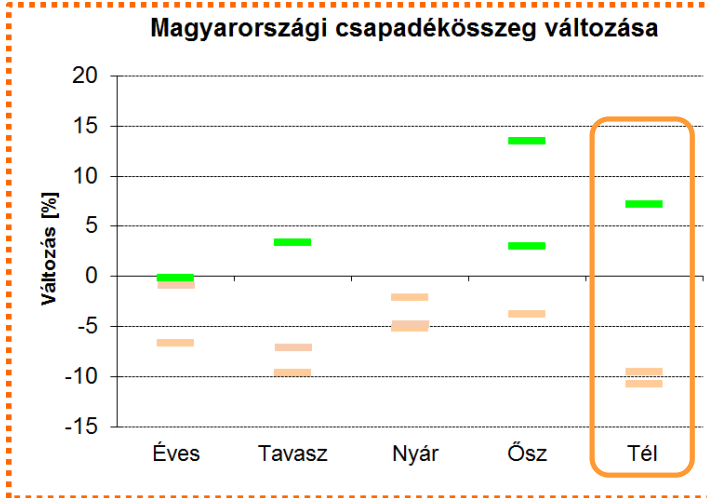
- Együttműködés az ELTE Meteorológiai Tanszékével: négy regionális klímamodell eredményeinek együttes vizsgálata (10-25 km-es felbontás; több forgatókönyv)
- Az ENSEMBLES projekt eredményei:
  - Globális és regionális klímamodellek futtatása számos intézményben
  - Az OMSZ-ban 13/17 regionális modellszimuláció eredményét vizsgáljuk
  - 25 (50) km-es felbontás
  - A1B forgatókönyv



# Téli csapadékváltozás [%], 2021–2050

---

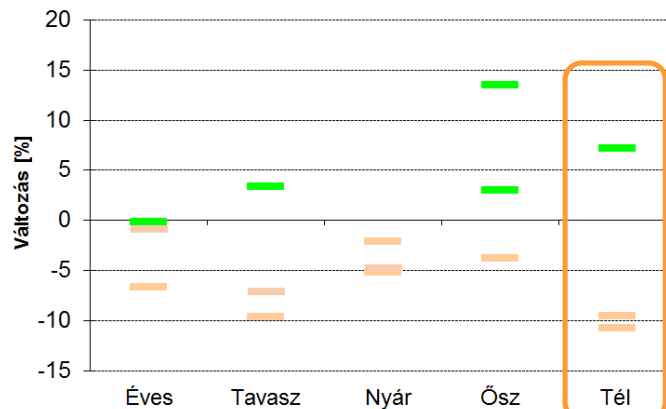
# Téli csapadékváltozás [%], 2021–2050



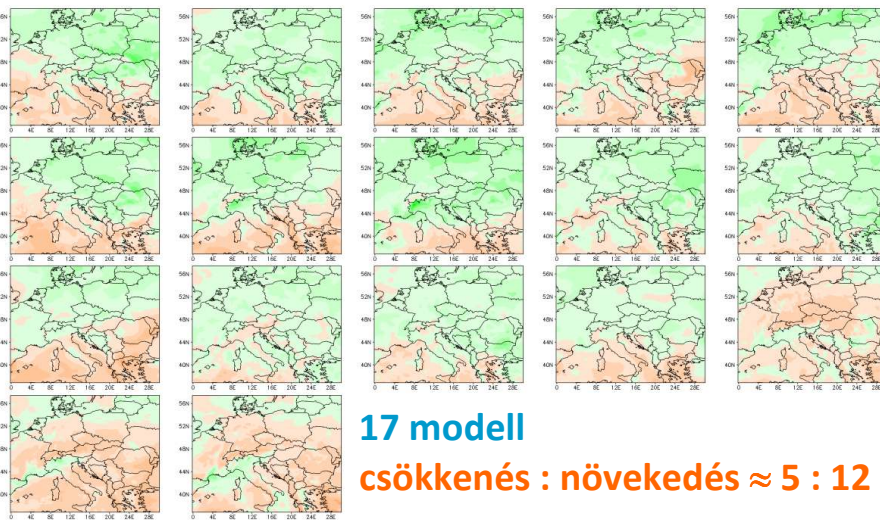
Bartholy et al., 2011  
Szépszó, 2014

# Téli csapadékváltozás [%], 2021–2050

Magyarországi csapadékösszeg változása

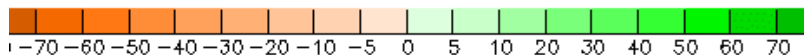


Bartholy et al., 2011  
Szépszó, 2014



17 modell

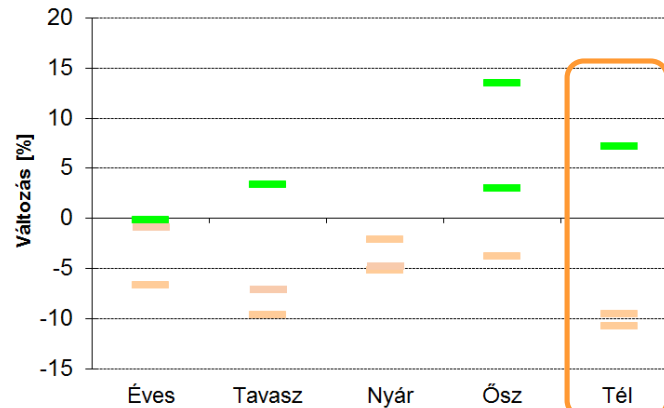
csökkenés : növekedés  $\approx 5 : 12$



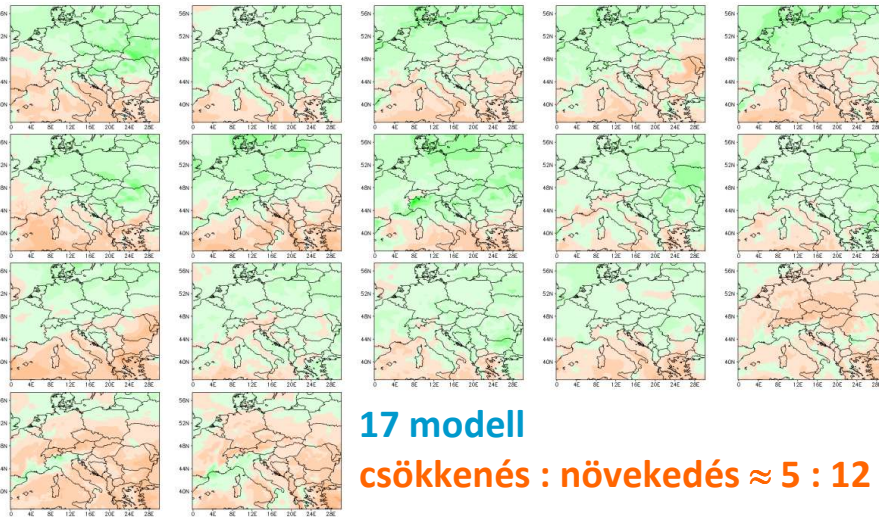
Átlagos Napok

# Téli csapadékváltozás [%], 2021–2050

Magyarországi csapadékösszeg változása

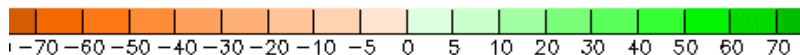


Bartholy et al., 2011  
Szépszó, 2014



17 modell

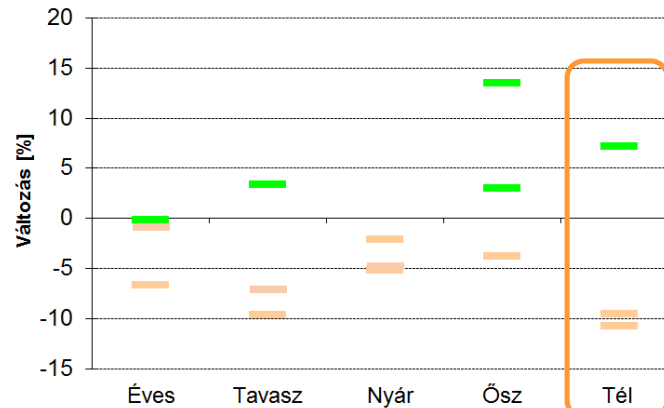
csökkenés : növekedés  $\approx 5 : 12$



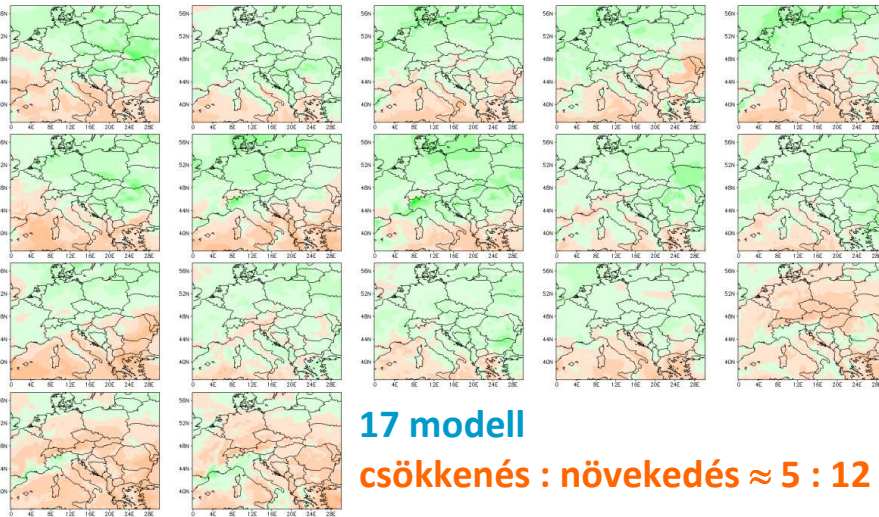
Átlagos Napok

# Téli csapadékváltozás [%], 2021–2050

Magyarországi csapadékösszeg változása

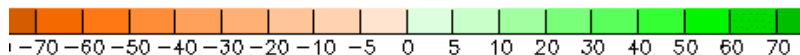


Bartholy et al., 2011  
Szépszó, 2014

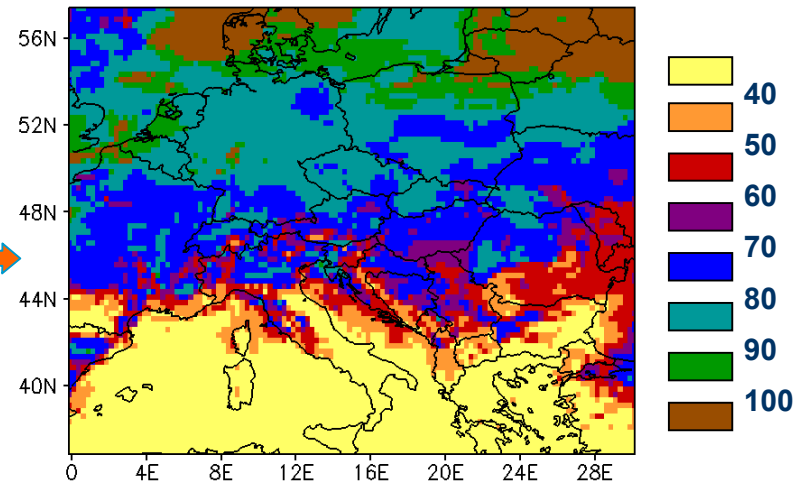


17 modell

csökkenés : növekedés  $\approx 5 : 12$



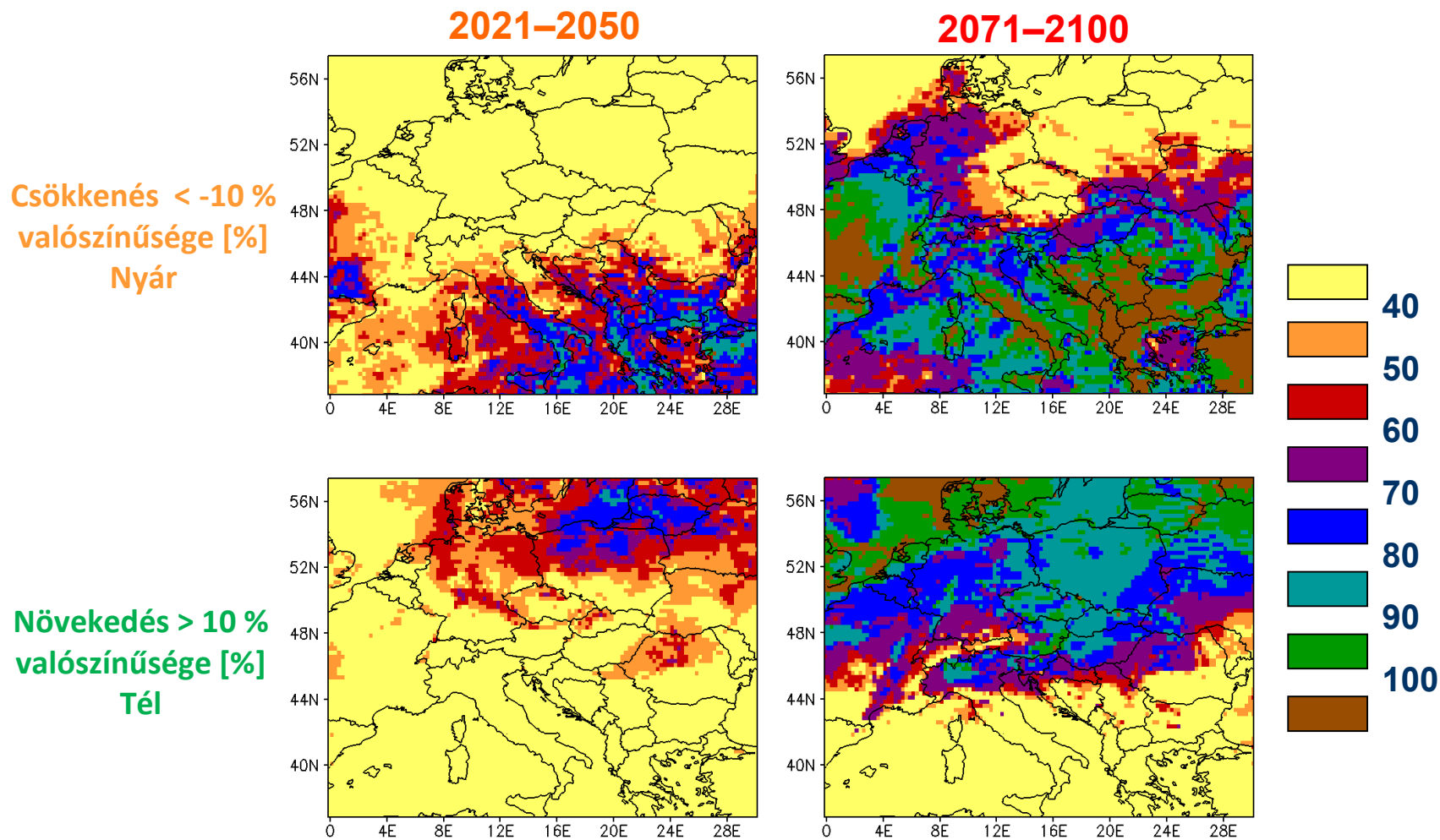
Növekedés valószínűsége [%], 17 modell



növekedés  $\approx 60-80\%$



# Nagy csapadékváltozás valószínűsége [%]

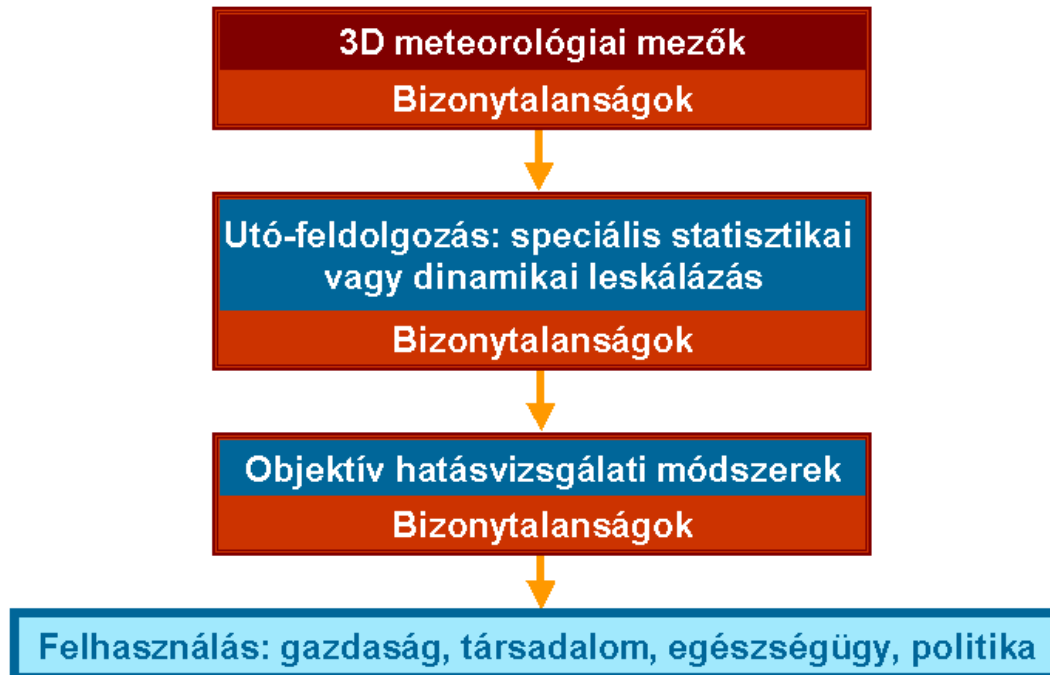


# **TARTALOM**

- 1. Bevezetés, motiváció**
- 2. Kutatási témák**
- 3. Felhasználás**
- 4. Tervek, kihívások**

# Felhasználás

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



# Belső felhasználás

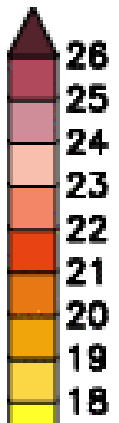
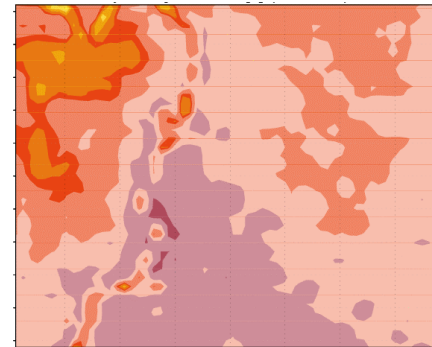
- Városi folyamatok dinamikus modellezése
- Légköri kényszer egy légköri modellből a felszíni folyamatokat leíró modell (SURFEX/TEB) számára
- Felszíni momentum-, hő- és nedvességáramok kiszámítása
- Tesztkísérletek Budapestre és Szegedre 1 km-es felbontással

Nyári átlaghőmérséklet [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
Időszak: 2001–2010

ALADIN-Climate, 10 km



TEB, 1 km



# Belső felhasználás

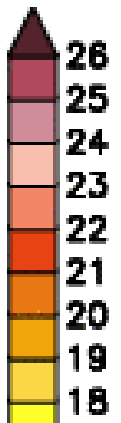
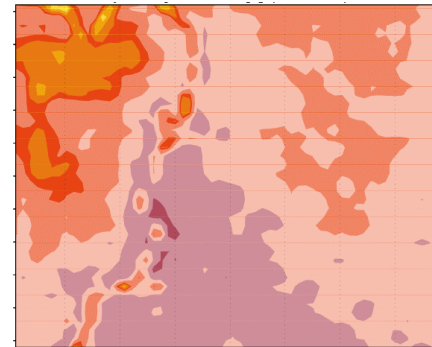
- Városi folyamatok dinamikus modellezése
- Léggöri kényszer egy léggöri modellből a felszíni folyamatokat leíró modell (SURFEX/TEB) számára
- Felszíni momentum-, hő- és nedvességáramok kiszámítása
- Tesztkísérletek Budapestre és Szegedre 1 km-es felbontással

Nyári átlaghőmérséklet [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
Időszak: 2001–2010

ALADIN-Climate, 10 km



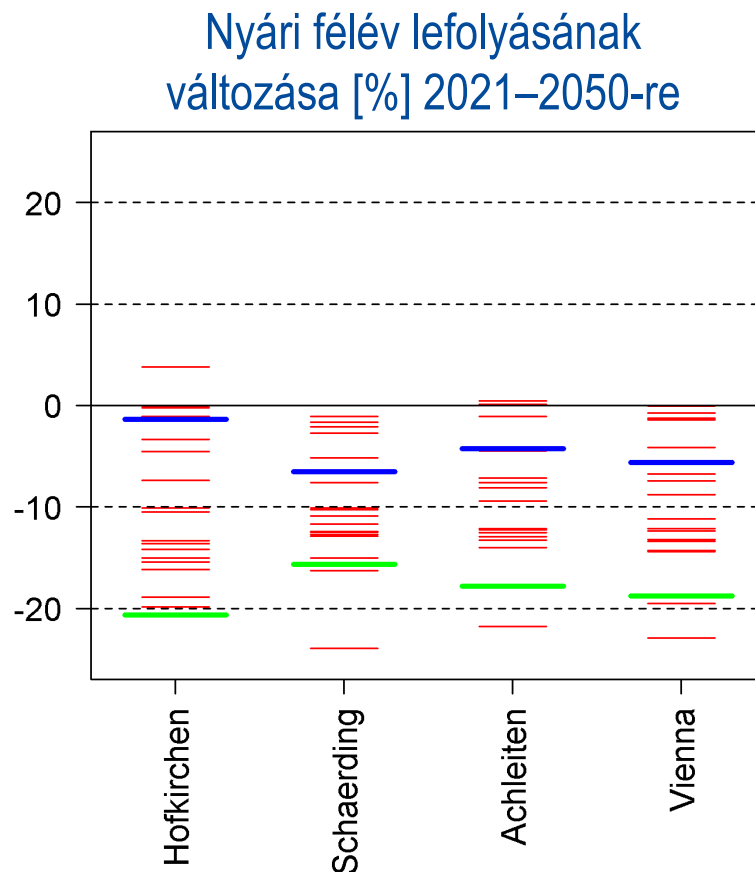
TEB, 1 km



További információk Zsebeházi Gabriella pénteki előadásában (9:30)

# Külső felhasználók

- A klímaváltozás hatása a folyami közlekedésre a Duna és a Rajna folyókon; ECCONET projekt
- Városi sérülékenység-vizsgálatok Veszprém térségére; ORIENTGATE projekt
- Paksi Atomerőmű bővítésével kapcsolatos éghajlati vizsgálatok





# TARTALOM

1. Bevezetés, motiváció
2. Kutatási témák
3. Felhasználás
4. Tervek, kihívások

# Tervek, kihívások

- Finomfelbontású szimulációk mindkét regionális klímamodellel új kibocsátási forgatókönyvekkel
- Egységes kiindulásai alap a hatásvizsgálatokhoz – Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (csak első lépés)
- Bizonytalanságok számszerűsítése – felhasználók képzése (délutáni előadás)
- Modellfejlesztés – kapacitásfejlesztés
- Finanszírozás: nemzetközi forrásból

# Kutatások „kerete”

- WMO Global Framework on Climate Services: tudás- és technológiatranszfer fejlett és fejlődő országok között (szezonális előrejelzések)
- Rövidtávú előrejelzések fejlesztése konzorciális formában – LACE: ALADIN modelcsaládon alapuló klímamodellezés összehangolása
- Copernicus Climate Change Services (ECMWF vezetésével)
- Norvég Alap: „A sugárzási kényszer változásán alapuló új éghajlati scénáriók a Kárpát-medence térségére” – ~1 éves projekt (fejlesztés?)
- Kíváncos lenne az OMSZ bevonása fontos hazai pályázati keretokről szóló egyeztetésekbe (KEHOP)

# Köszönöm szépen a figyelmet!

Honlap: [www.met.hu/RCM](http://www.met.hu/RCM)

