

A hazai regionális klímamodellek eredményeinek együttes kiértékelése

Horányi András, Csima Gabriella, Krüzselyi Ilona,
Szabó Péter, Szépszó Gabriella
Országos Meteorológiai Szolgálat

Bartholy Judit, Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita, Torma Csaba
ELTE Meteorológiai Tanszék



TARTALOM

1. Történeti és szakmai háttér
2. Modellek és szimulációk
3. Validáció
4. Projekciók
5. Következtetések, tervek

TARTALOM

1. Történeti és szakmai háttér
2. Modellek és szimulációk
3. Validáció
4. Projekciók
5. Következtetések, tervek

Történeti és szakmai háttér

- 2005-2007: klímadinamikai projekt („Magyarország éghajlatának dinamikai vizsgálata, és a numerikus modelleken alapuló regionális klíma-előrejelzések módszertanának megalapozása”)
 - Regionális klímamodellek adaptálása Magyarország térségére (ALADIN-Climate, PRECIS, RegCM, REMO)
- **2008-2010: az adaptált modellek validációja, fejlesztése és együttes kiértékelése**
 - **A klímamodellek projekcióiban rejlő bizonytalanságok számszerűsítése (multi-modell megközelítés)**
- 2011- : a közös kiértékelés eredményeinek alkalmazása éghajlati hatásvizsgálatokra (adaptációs stratégiák kidolgozására)
 - Az eredmények megfelelő értelmezésének és felhasználásának biztosítása

Miért szükséges az együttes kiértékelés?

- A modellek projekciói kisebb-nagyobb, többféle forrásból származó bizonytalanságokkal terheltek
- A bizonytalanságokat számszerűsíteni lehet és szükséges
 - Multi-modell megközelítés
 - Mindegyik modell egyformán lehetséges „kimenete” az éghajlatnak (azaz nem szükséges a modellek beazonosítása)
 - Eszköz: valószínűségi (együttes) diagnosztikák előállítása
- A bizonytalansági (megbízhatósági) információt fel kell használni a döntések meghozatalában (mert ez egy fontos **plusz információ!!**)

Nagypolitikai (európai) kontextus

- Az ENSEMBLES EU projekt (2004-2009) már kísérletet tett regionális klímamodellek együttes kiértékelésére
- Mit tud (tud-e egyáltalán) a magyar mini-ensemble (ALADIN-Climate, PRECIS, RegCM és REMO) hozzátenni az ENSEMBLES eredményekhez?
 - Fontos a helyben elérhető teljes adatbázis lehetősége!
 - Finomabb felbontás (10km), nagyobb pontosság
 - Fókuszálás a csapadékkal kapcsolatos változásokra (nagyobb bizonytalanság)!

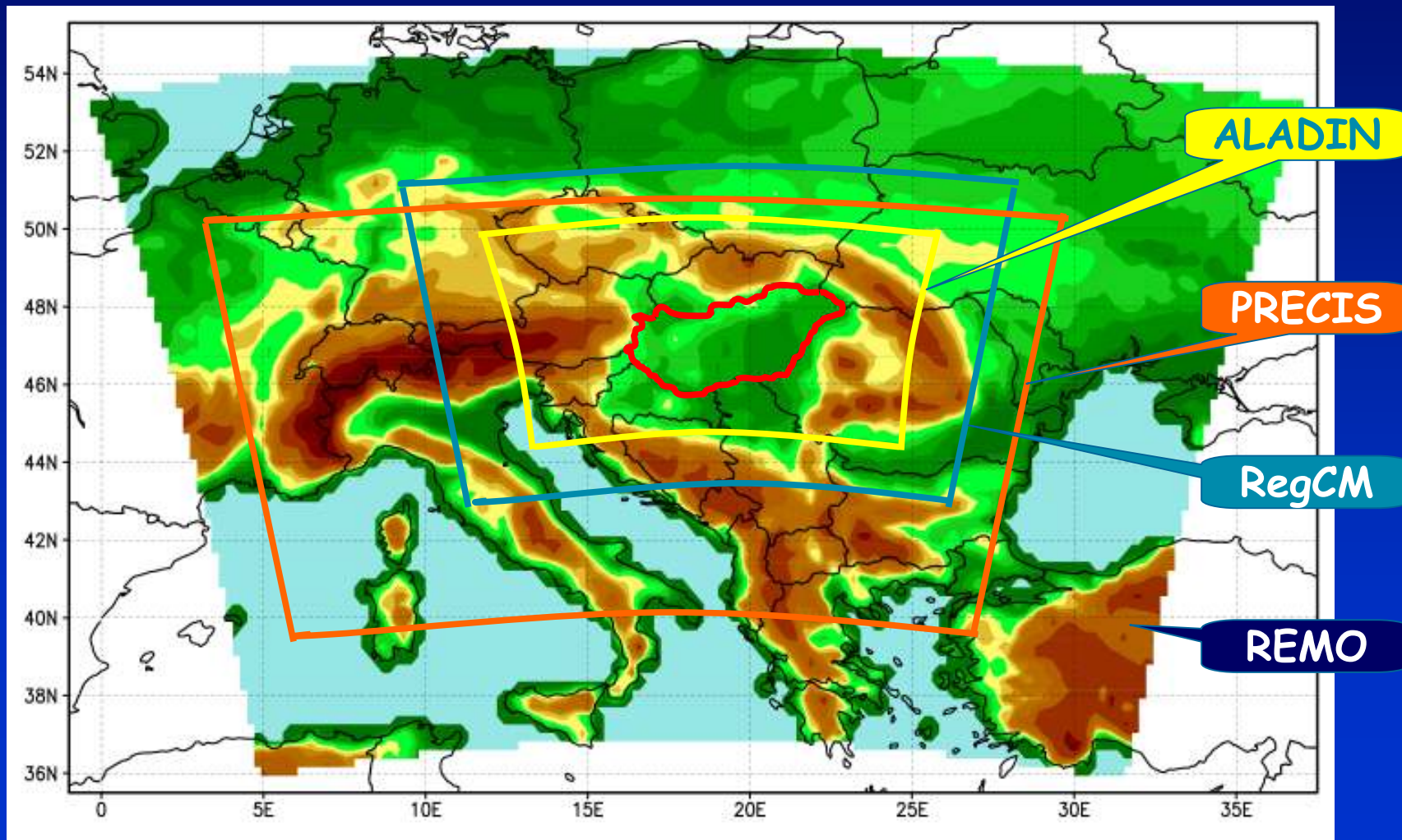
TARTALOM

1. Történeti és szakmai háttér
2. Modellek és szimulációk
3. Validáció
4. Projekciók
5. Következtetések, tervek

A regionális klímamodellek és szimulációik

Regionális klímamodellek	ALADIN-Climate	PRECIS	RegCM	REMO
Felbontás	10 km	25 km	10 km	25 km
Szintek száma	31	19	18	20
Validáció, határfeltételek	1961–2000 ERA40	1961–1990 ERA40	1961–2000 ERA40	1961–2000 ERA40
Referencia, határfeltételek	1961–1990 ARPEGE	1961–1990 HadCM3	1961–1990 ECHAM5/MPI-OM → RegCM	1951–2000 ECHAM5/MPI-OM
Projekciók	2001–2100: A1B	2071–2100: A2, B2	2021–2050: A1B 2071–2100: A1B	2001–2100: A1B

Az alkalmazott modellek tartományai



TARTALOM

1. Történeti és szakmai háttér
2. Modellek és szimulációk
3. Validáció
4. Projekciók
5. Következtetések, tervek

A klímamodellek validációja

- Tesztelés a közelmúlt éghajlatára
 - Tökéletes peremfeltételekkel (re-analízis: pl. ERA40)
 - Kizárólagosan a modell tesztelésére (egyes évek azonosíthatóak)
 - Globális klímamodellekkel meghajtva (hisz a jövőre csak ezek állnak rendelkezésre)
 - A modell és a határfeltételek tesztelésére (az egyes évek nem azonosíthatóak, csak a teljes időszak elemezhető)
- Modellfejlesztés a tesztelési információk alapján (nehézség: a két tesztelési mód más eredményeket ad, azaz nem egyértelmű a hibák eredetének beazonosítása, s így a hibák kiküszöbölése sem)

Hőmérséklet validáció (1961-1990, CRU)

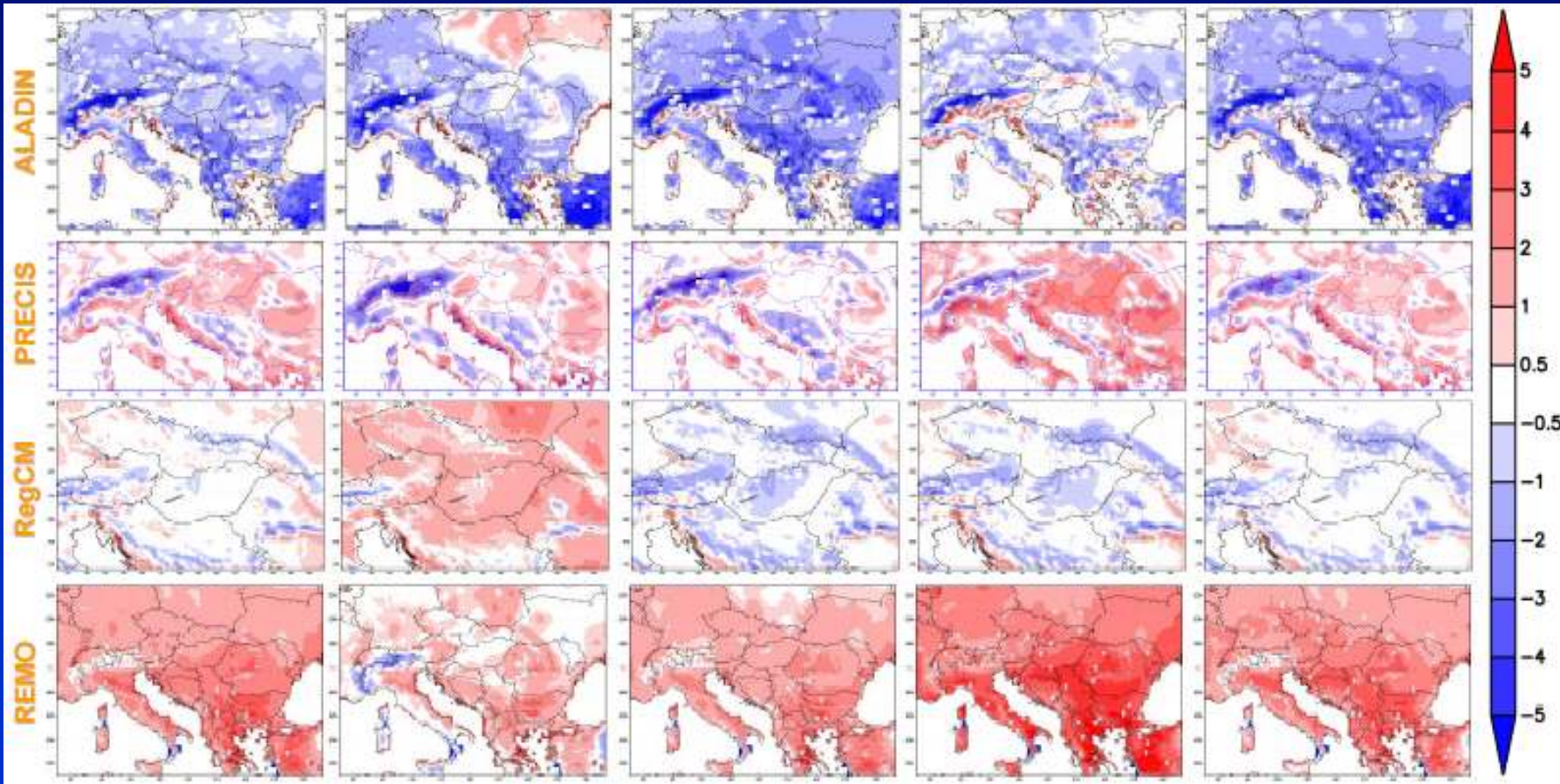
Éves

Tél

Tavaszi

Nyár

Ősz



A modellek inkább kissé felülbecslik a hőmérsékletet (kivéve tavasszal)

Hőmérséklet validáció (1961-1990, CRU)

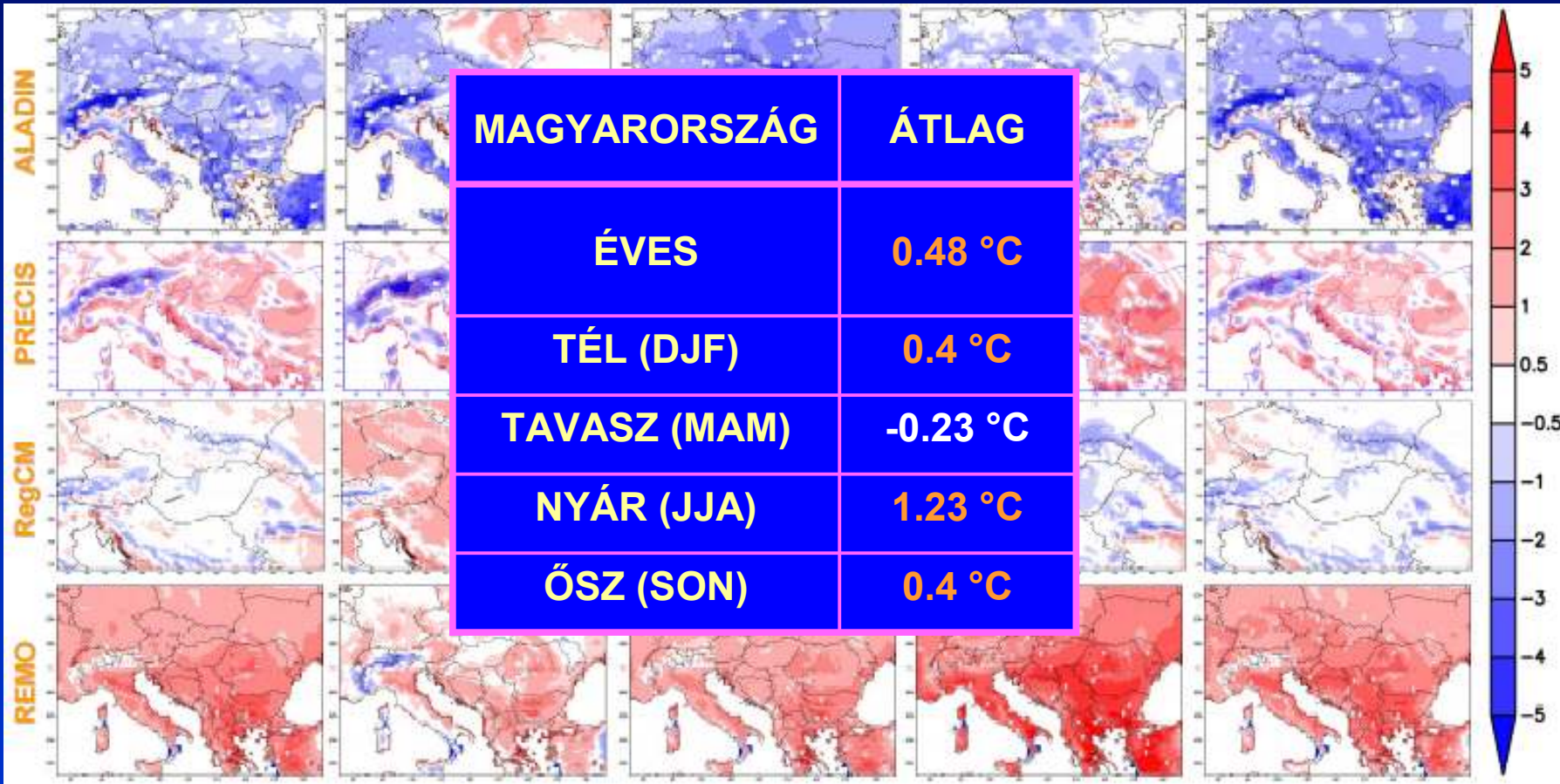
Éves

Tél

Tavaszi

Nyár

Ősz



A modellek inkább kissé felülbecslik a hőmérsékletet (kivéve tavasszal)

Csapadék validáció (1961-1990, CRU)

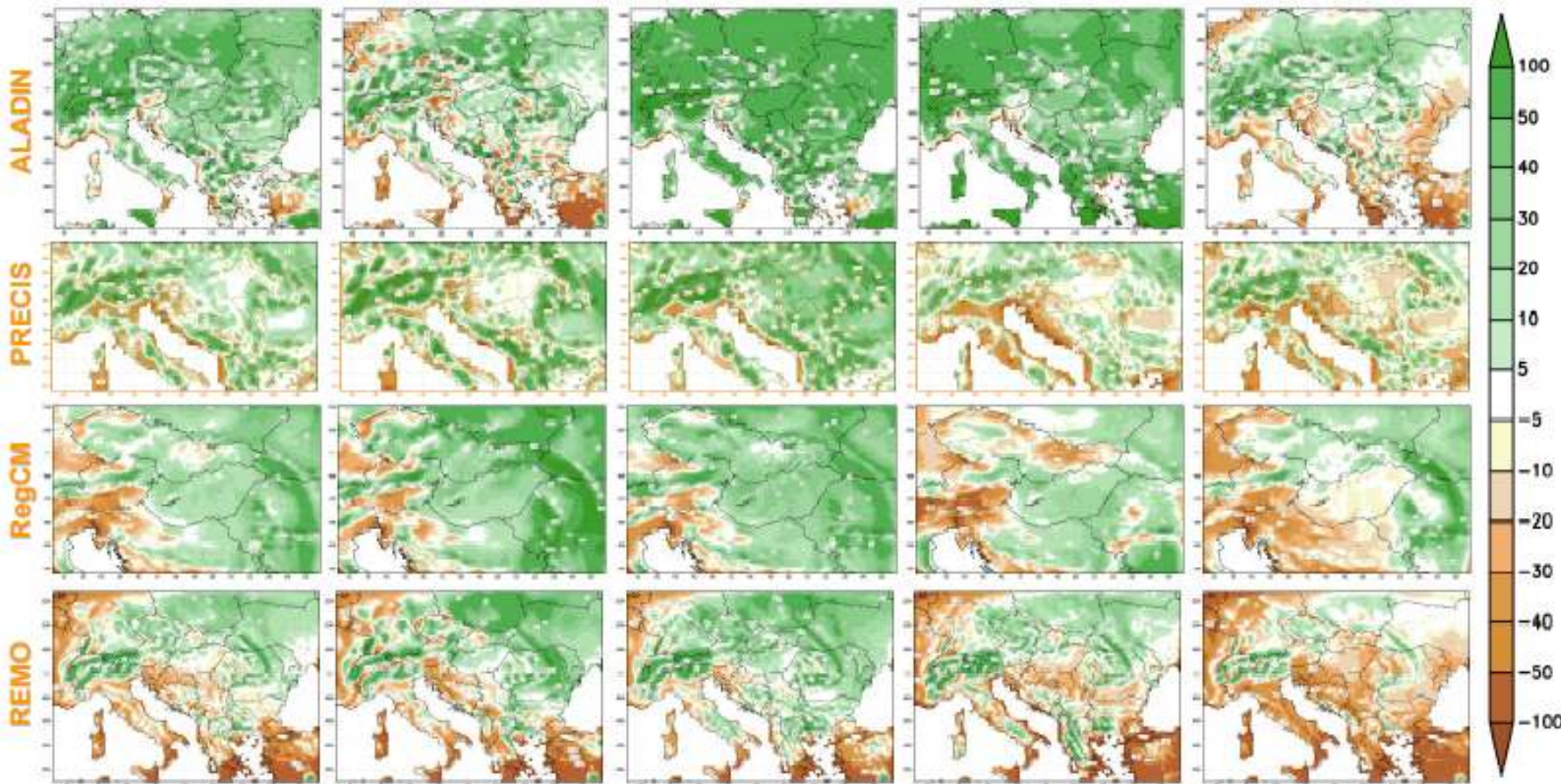
Éves

Tél

Tavaszi

Nyár

Ősz



A modellek inkább felülbecslik a csapadékot (kivéve ősszel)

Csapadék validáció (1961-1990, CRU)

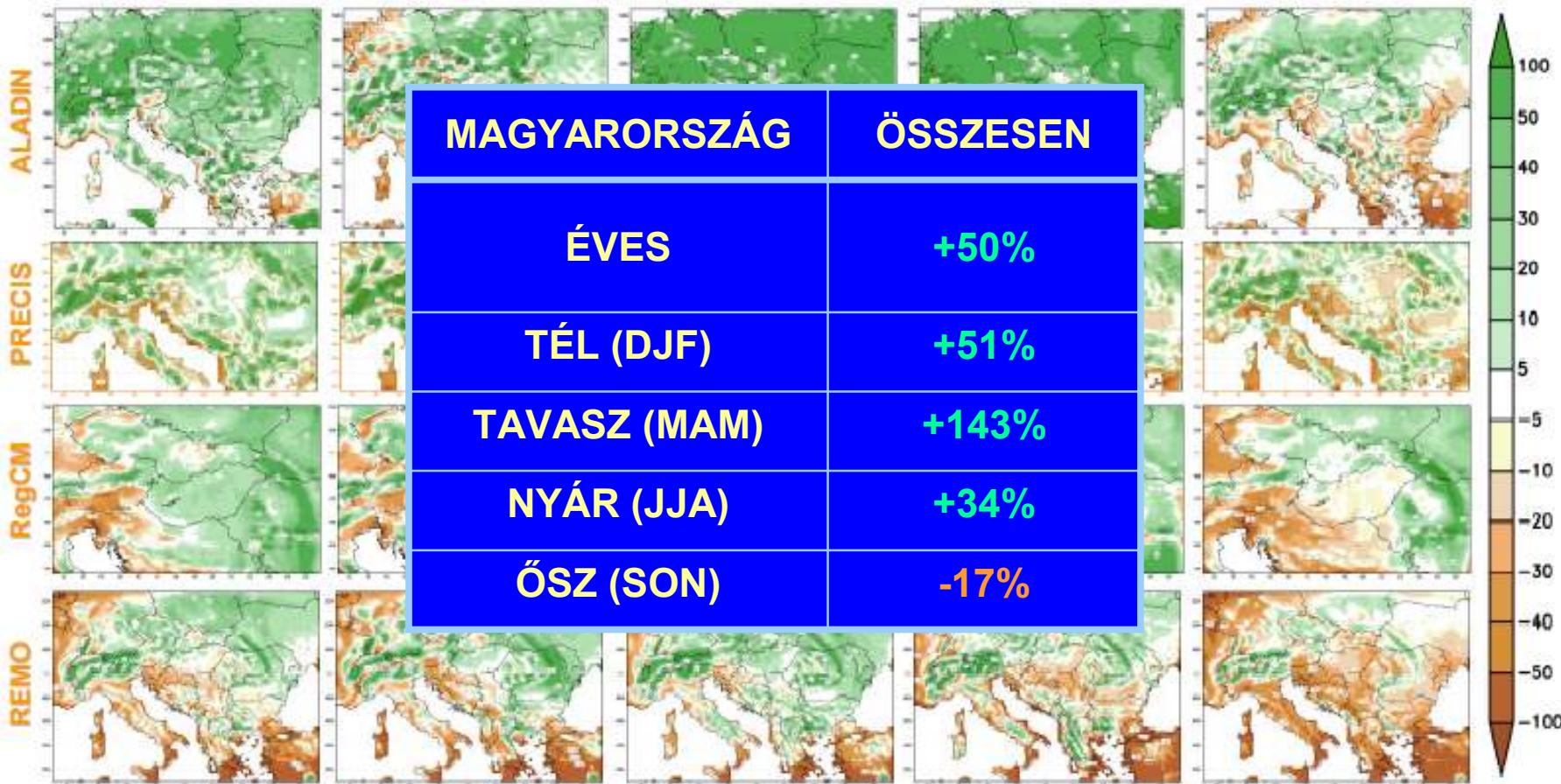
Éves

Tél

Tavaszi

Nyár

Ősz



A modellek inkább felülbecslik a csapadékot (kivéve ősszel)

Validáció: következtetések

- Átlagosan a modelljeink inkább melegebbek és csapadékosabbak, mint a valóság (természetesen az egyes modellek ettől eltérően viselkedhetnek)
- Ez az információ hogyan használható fel a projekciók kiértékelésénél?
 - Szubjektív érzés az, hogy egy tökéletes modell a múltra tökéletes lesz a jövőre is (és fordítva!), de erre törekszünk a modellfejlesztések végrehajtásával
 - A gyakorlatban a „delta-módszert” használjuk, azaz a modellek változás értékeit ugyanannak a modellnek a jövőbeli és múltbeli értékeinek különbségéből származtatjuk („kiküszöbölve” a szisztematikus modellhibákat)

TARTALOM

1. Történeti és szakmai háttér
2. Modellek és szimulációk
3. Validáció
4. Projekciók
5. Következtetések, tervek

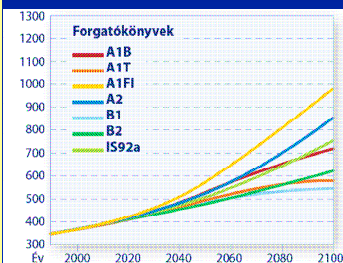
A magyarországi mini-ensemble

2 időszak – különböző elemszám

2021–2050; 3 modell;
1 forgatókönyv

1. ALADIN-Climate, A1B
2. RegCM, A1B
3. REMO, A1B

A bizonytalanságok
forrása: GCM + RCM



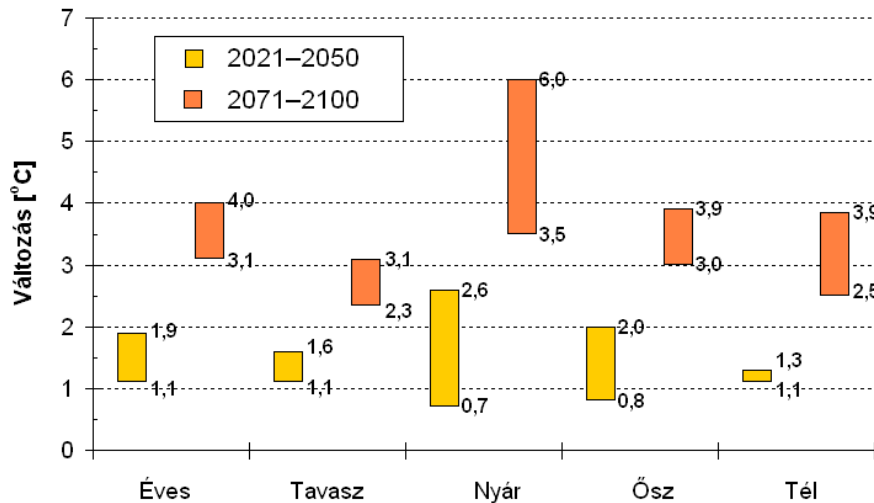
2071–2100; 4 modell;
2 forgatókönyv

1. ALADIN-Climate, A1B
2. RegCM, A1B
3. REMO, A1B
4. PRECIS, B2 (optimista)

A bizonytalanságok
forrása: GCM + RCM +
forgatókönyv

Átlagos változások Magyarországra

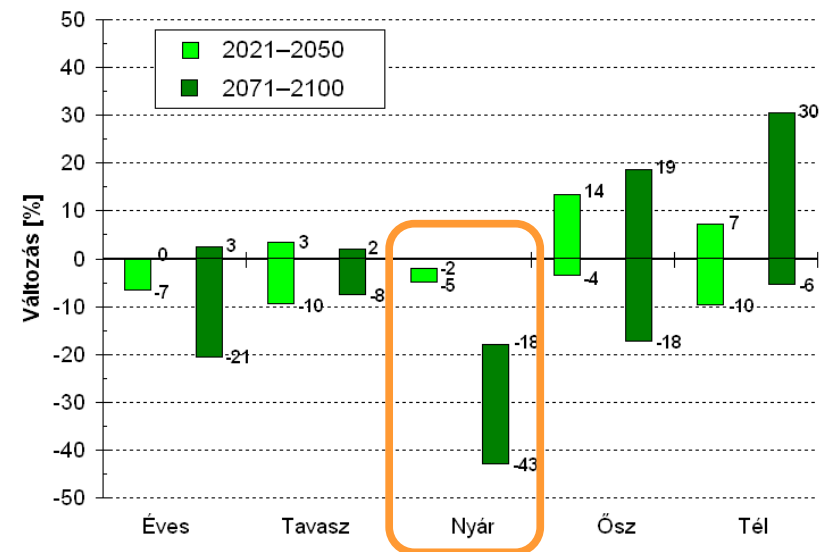
Átlaghőmérséklet-változás
Referencia: 1961–1990



Hőmérséklet

- Növekedő tendencia (éves és évszakos)
- A bizonytalanság mértéke nyáron a legnagyobb
- A bizonytalanság mértéke növekszik az évszázad végére (több RCM)
- A változások statisztikailag szignifikánsak

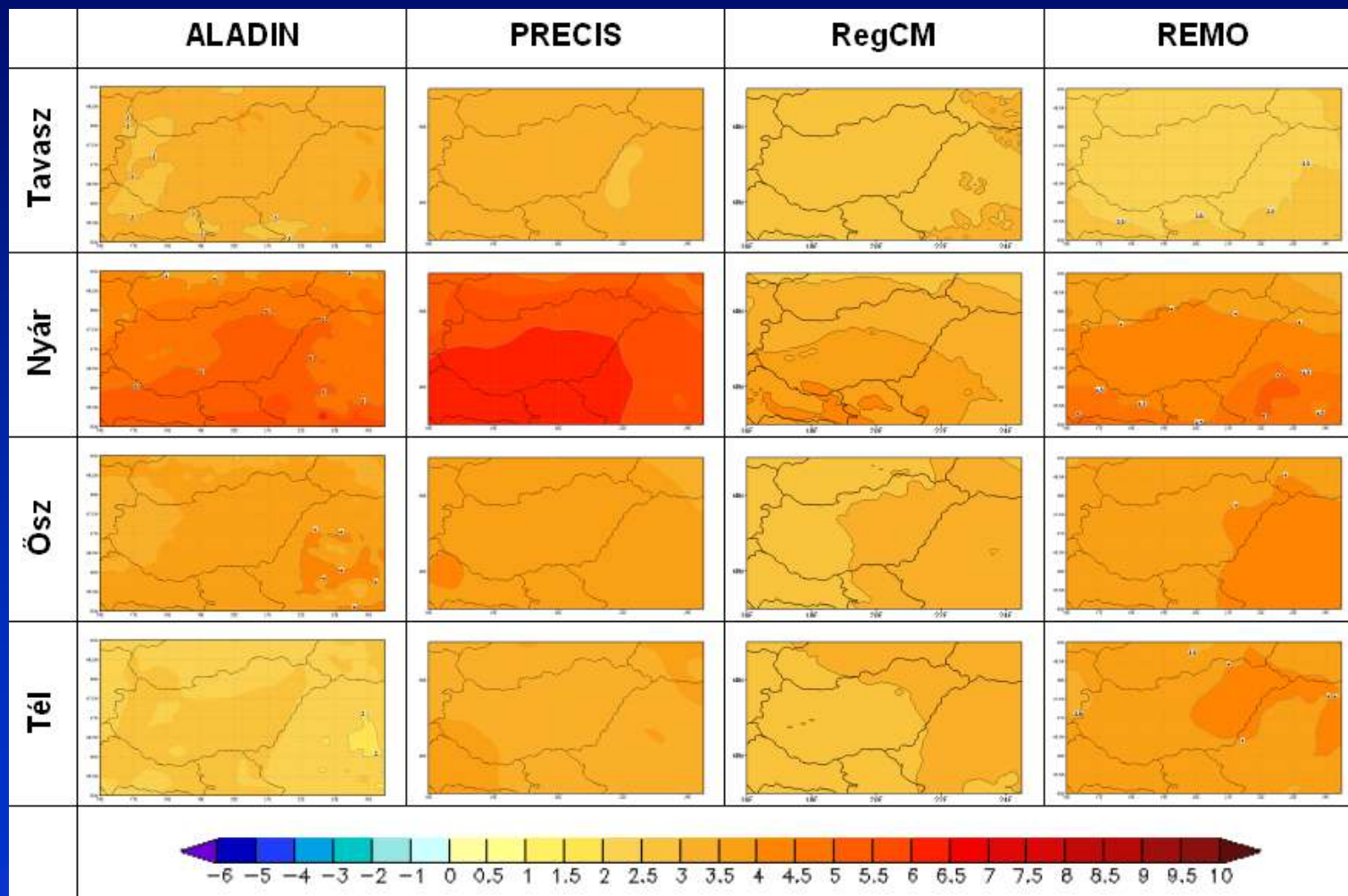
Csapadékösszeg-változás
Referencia: 1961–1990



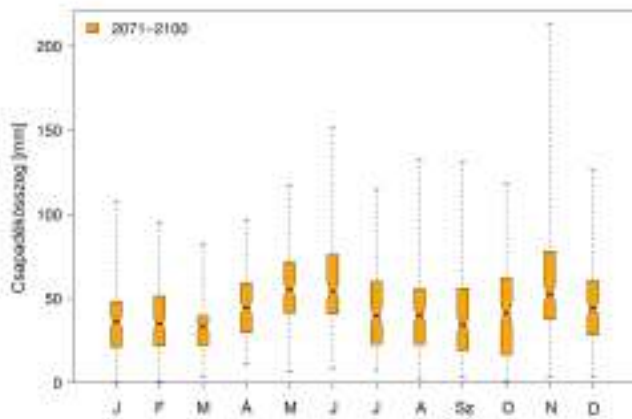
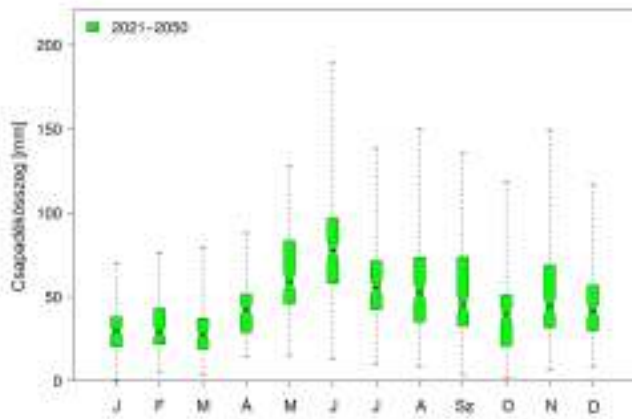
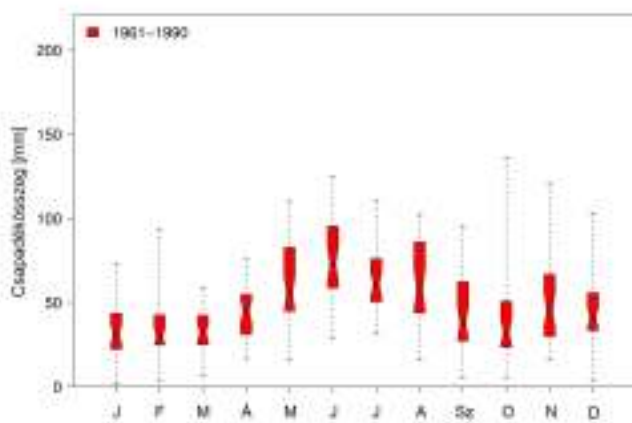
Csapadék

- Éves, tavaszi és nyári csökkenés (nyár: az előjel „egyértelmű”)
- Őszi és téli növekedés (bizonytalan előjel)
- A modellek közötti változékonyság növekszik az évszázad végére
- Többnyire nem szignifikáns változások

Hőmérséklet változás (2071-2100 vs. 1961-1990)



Étekek Magyarországra



1961-1990 (megfigyelések, CRU)

- Maximum júniusban
- A legnagyobb változékonyság októberben
- Lehet olyan január, amikor nem esik csapadék

2021-2050

- Maximum júniusban
- Január és október: előfordulhatnak olyan évek, amikor egyáltalán nem esik eső ezekben a hónapokban
- A legnagyobb változékonyság júniusban

2071-2100

- Maximum novemberben
- Októbertől februárig: előfordulhatnak olyan évek, amikor egyáltalán nem esik eső ezekben a hónapokban
- A legnagyobb bizonytalanság novemberben
- Növekedő szórás – a több modell miatt?

Nyár

Tél

-5%

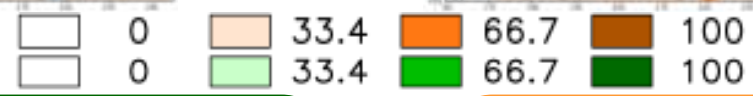
-5%

+5%

-10%

-10%

+10%



2021-2050

Nagyobb csökkenés (>10%) délen

- Csökkenés (<20%) valószínűbb
- Némi növekedési valószínűség (<10%)

-10%

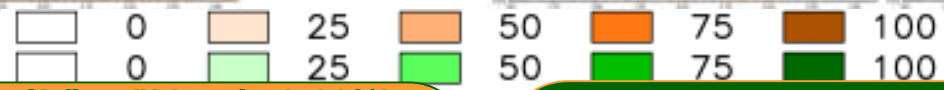
-10%

+10%

-30%

-30%

+30%

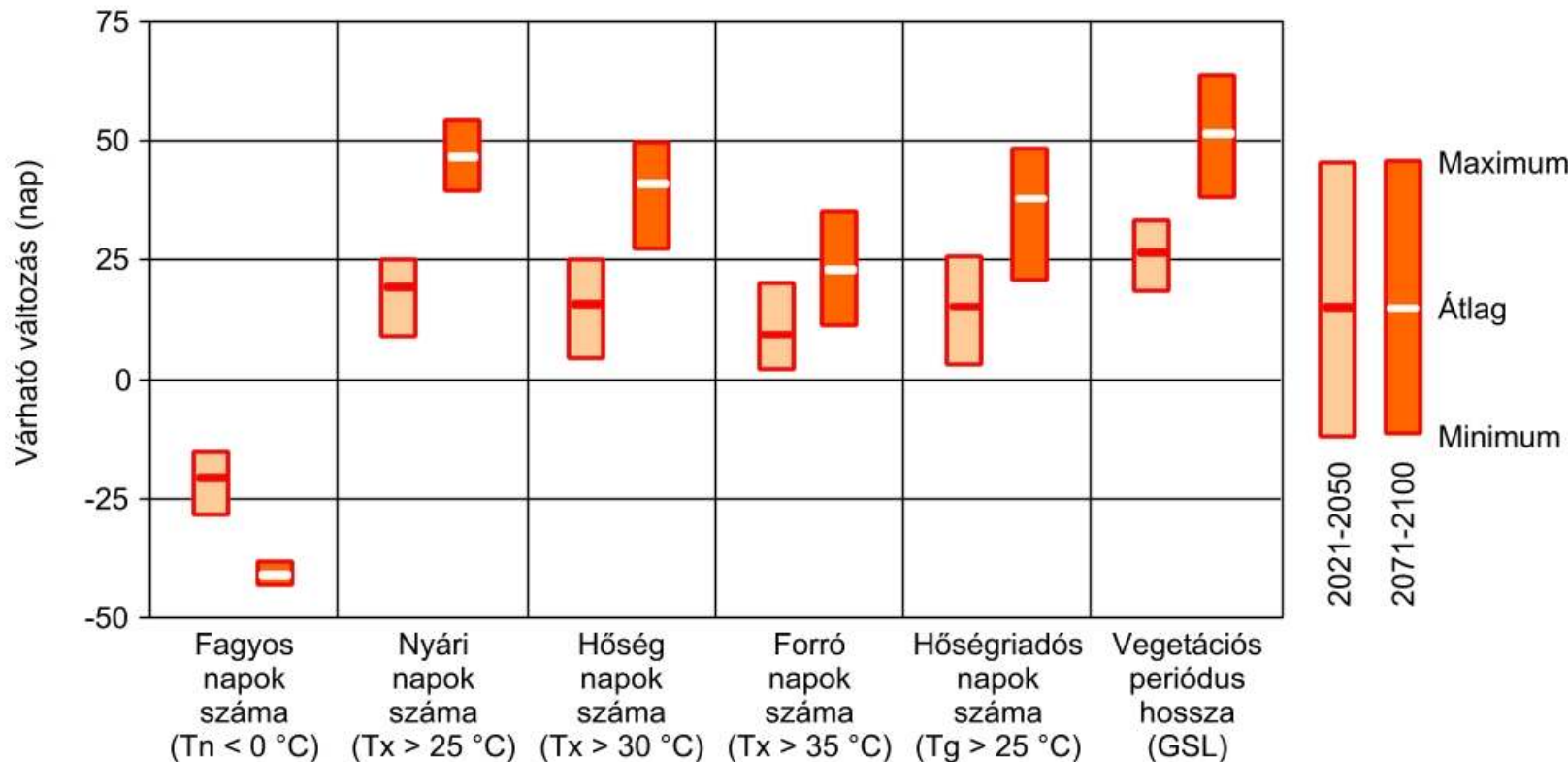


2071-2100

DK: nagyobb mértékű csökkenés (>30%) valószínűsíthető – több modell és forgatókönyv miatt

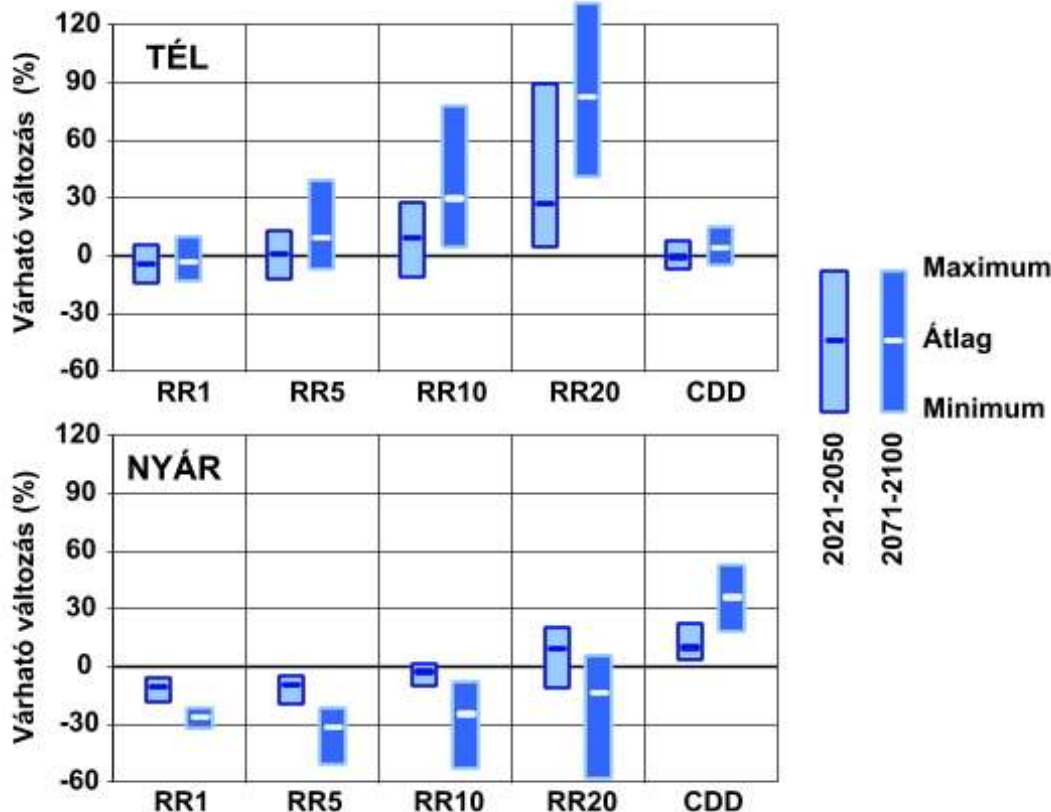
Növekedés >10% nagyobb valószínűséggel északon – NEM a több modell és forgatókönyv miatt!

Hőmérsékleti szélsőség-indexek várható változása Magyarországra (referencia: 1961-1990)



Negatív szélsőségek csökkenése (20-40 nap) és a pozitívak növekedése (9-27, illetve 23-51 nap)

Csapadékkal kapcsolatos szélsőség-indexek változása Magyarországra (referencia: 1961-1990)



- Általában téli növekedés és nyári csökkenés
- Nagyobb változások a század végére
- Egymást követő száraz napok (CDD): nyári növekedés, téli kis változás

TARTALOM

1. Történeti és szakmai háttér
2. Modellek és szimulációk
3. Validáció
4. Projekciók
5. Következtetések, tervek

Következtetések

- Validáció:
 - Modellek múltra vonatkozó viselkedése jelentősen eltér egymástól és nagyban különbözőek ERA40 és GCM meghajtásra (a „modell-család” melegebb és csapadékosabb, mint a megfigyelések)
 - A validációs információ felhasználása a projekciók kiértékelésénél
 - Modellfejlesztés
 - Delta-módszer (modell eredmények közötti különbségképzés)
- Projekciók: nagy vonalakban az ENSEMBLES projekthez hasonló eredmények
 - Növekedő átlagos és szélsőséges hőmérsékletek
 - Csökkenő éves és nyári csapadék mennyiség
 - Számos bizonytalan tényező (különösen a csapadék esetében)

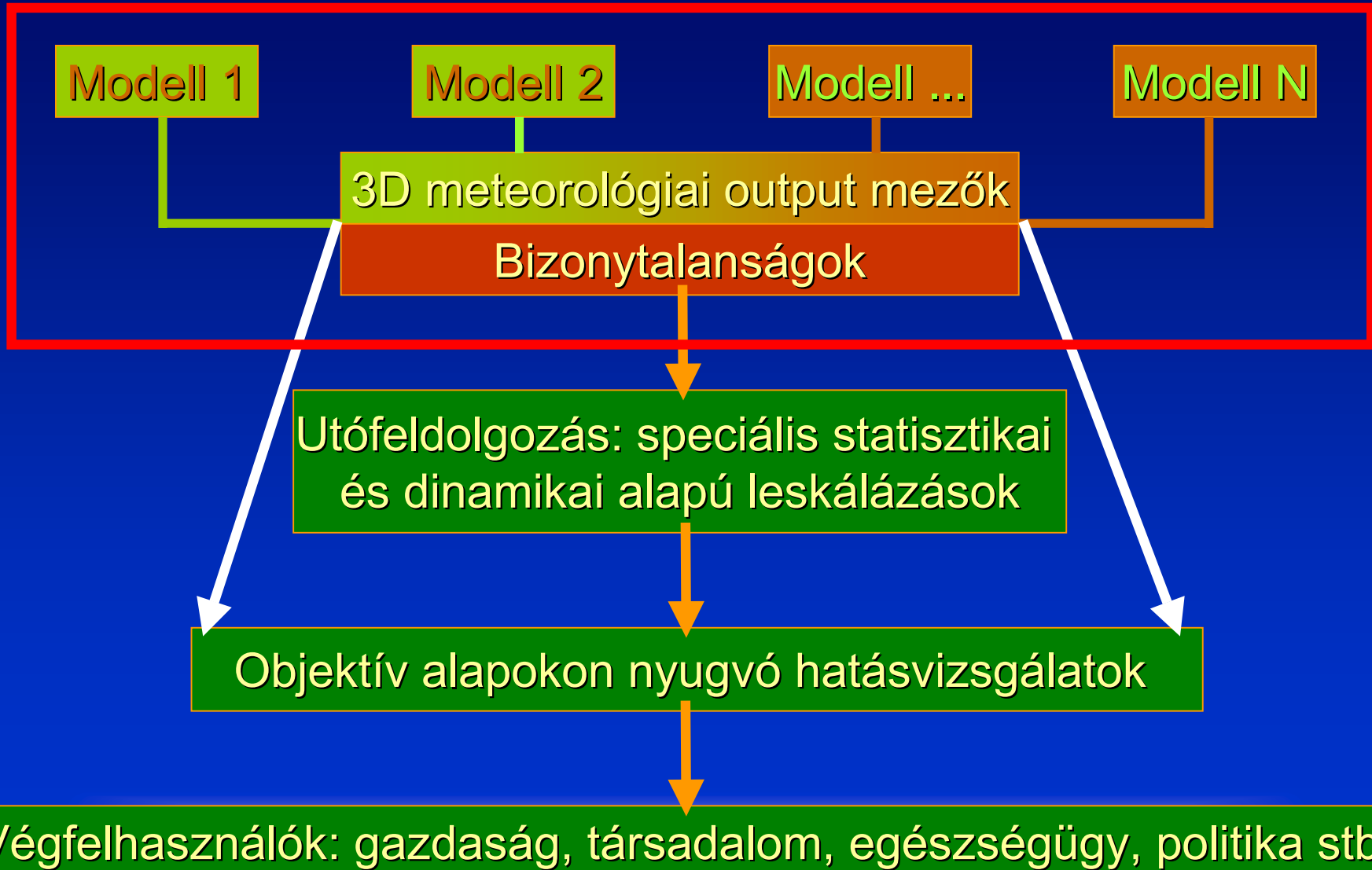
Következtetések

- A legfontosabb bizonytalansági tényezők Magyarországra:
 - A nyári melegedés mértéke: a modellek közötti eltérés növekszik 2071-2100-ra (az ensemble méretének növekedésével)
 - Téli csapadék:
 - Különböző változási tendenciák a két időszakra (2021-2050: csökkenés, 2071-2100: növekedés)
 - Ennek a valószínűsíthető oka nem a több modell, illetve forgatókönyv alkalmazásában keresendő, hanem a változás nem-lineáris jellegében

Tervek

- A mini-ensemble modelljeinek folyamatos fejlesztése
 - Jobb modellváltozatok, új futtatások (pl. PRECIS futtatások mindkét időszakra A1B forgatókönyvvel, 10km-es felbontású REMO, új ALADIN-Climate tartomány stb.)
- Az ENSEMBLES eredmények alkalmazása az ensemble elemszámának, s így a bizonytalansági intervallum valós terjedelmének behatárolására
- Az együttműködés kiterjesztése az éghajlati hatásvizsgálatokra (bizonytalansági információk alkalmazása az éghajlatváltozásra való adaptáció folyamatában)

Az éghajlati modellek eredményeinek felhasználása



Köszönöm szépen a figyelmet!

**Összefoglaló
Magyarország
éghajlatának
várható alakulásáról**

Köszönt az Országos Meteorológiai Szolgálat
és az JATE Meteorológiai Intézet
együttműködésével megvalósuló
együttműködés keretében



horanyi.a@met.hu