



Az éghajlati modellek eredményeinek alkalmazhatósága hatásvizsgálatokban

Szépszó Gabriella

Országos Meteorológiai Szolgálat, szepszo.g@met.hu

RCMTÉR hatásvizsgálói konzultációs workshop
2015. június 23.

TARTALOM

1. Bevezetés
2. Éghajlati modellezés
3. Modelleredmények
alkalmazása
4. Összefoglalás

TARTALOM

1. Bevezetés
2. Éghajlati modellezés
3. Modelleredmények
alkalmazása
4. Összefoglalás

Motiváció

- Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálata széles körben „kutatott” témává vált az elmúlt években
- A hazai hatásvizsgálatok azonban nem egységes kiindulási adatokon és egységes módszertan alapján kerülnek elvégzésre
- Az adatok publikusságának „ára”: a felhasználók gyakran önállóan, a modellezés folyamatának és a modelladatok jellemzőinek ismerete nélkül vágnak neki a vizsgálataiknak

TARTALOM

- 1. Bevezetés**
- 2. Éghajlati modellezés**
- 3. Modelleredmények
alkalmazása**
- 4. Összefoglalás**

Éghajlati modellezés

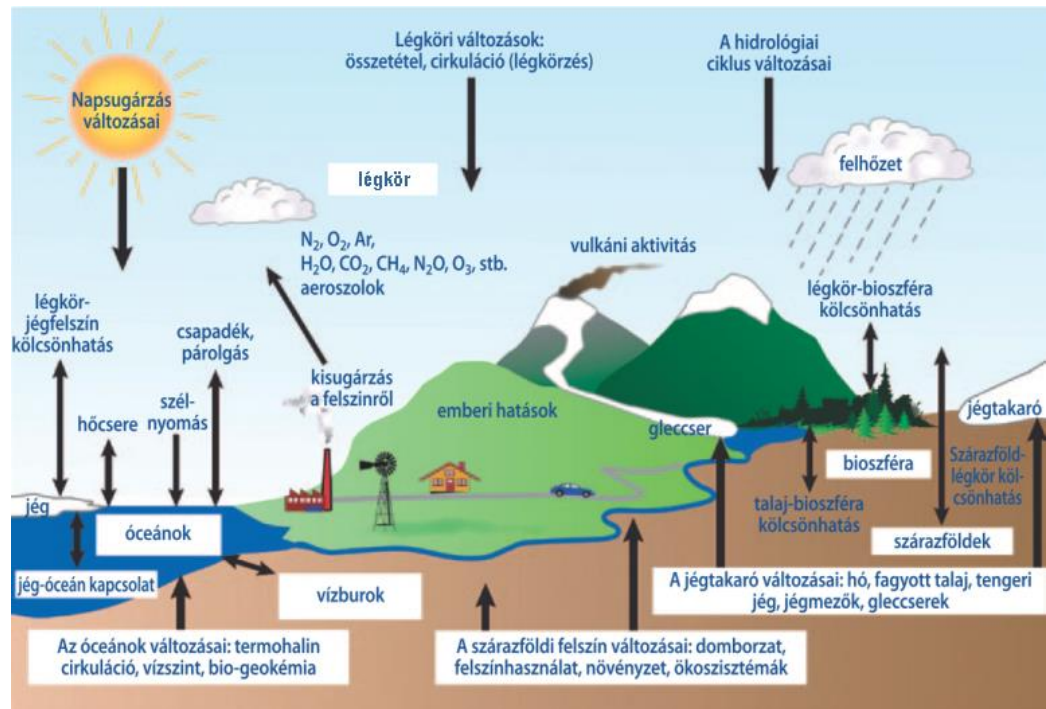
- Az éghajlati rendszer folyamatait numerikus modellek segítségével tanulmányozhatók

- Fizikai törvények



matematikai
egyenletrendszer

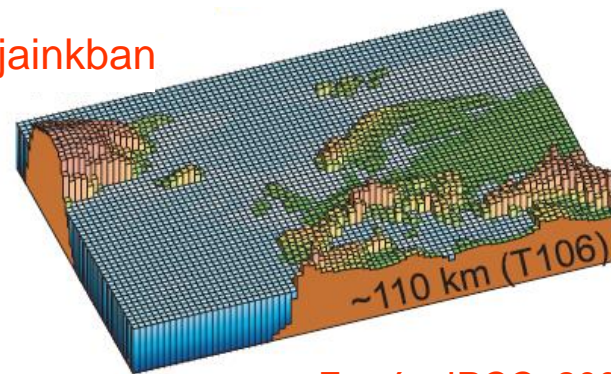
- Hogyan reagál az éghajlati rendszer egy feltételezett kényszerre?



Regionális információk

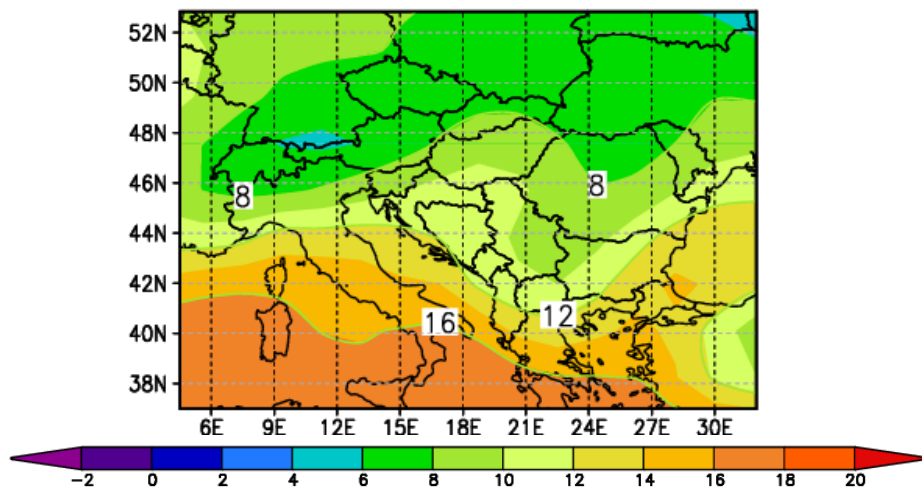
- Kapcsolt globális modellek:
500-100 km-es vízszintes
rácssűrűség
- Magyarországra néhány (2-10) pont

Napjainkban



Forrás: IPCC, 2007

Átlaghőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$], 1961–1990
Globális modell – 200 km



- A regionális változások iránya ellentétes lehet a globálissal
- A globális modellek eredményeinek finomítása szükséges

Globális modelleredmények finomítása

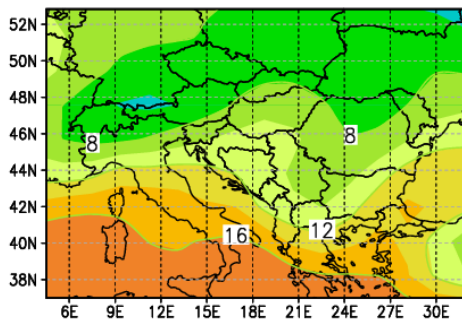
- Statisztikus és dinamikus leskálázás
- Statisztikus leskálázás:
 - Statisztikai kapcsolat a múltra vonatkozó globális modelleredmények és a regionális információk (mérések) között – pl. lineáris regresszió, interpoláció
 - A statisztikai kapcsolat kivetítése a jövőre
 - Gyengesége:
 - A statisztikai kapcsolatok állandósága egy változó éghajlatban erősen megkérdőjelezhető
 - Nem képes az éghajlati rendszer visszacsatolásainak figyelembevételére →
 - Nem alkalmas ok-okozati összefüggések tanulmányozására

Dinamikus leskálázás

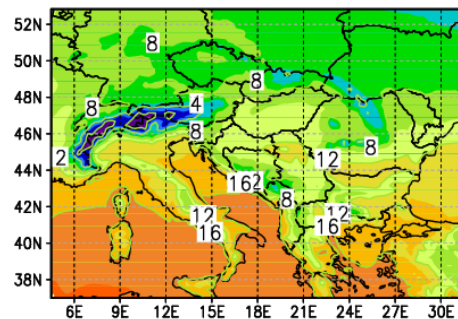
- Történhet globális légköri általános cirkulációs és regionális éghajlati modellekkel
- A regionális klímamodellek egy kisebb területre koncentrálnak
- Finomabb felbontást alkalmaznak → 10-25-50 km-es tipikus rácstávolság

Átlaghőmérséklet [°C], 1961–1990

Globális – 200 km



Regionális – 25 km



- A folyamatok részletesebb leírása
- A tartományon kívüli folyamatok hatása a peremfeltéteken keresztül

Éghajlati modellek alkalmazása

1. Múltra vonatkozó tesztelés
2. Modellfejlesztés
3. Jövőre vonatkozó feltételes projekciók

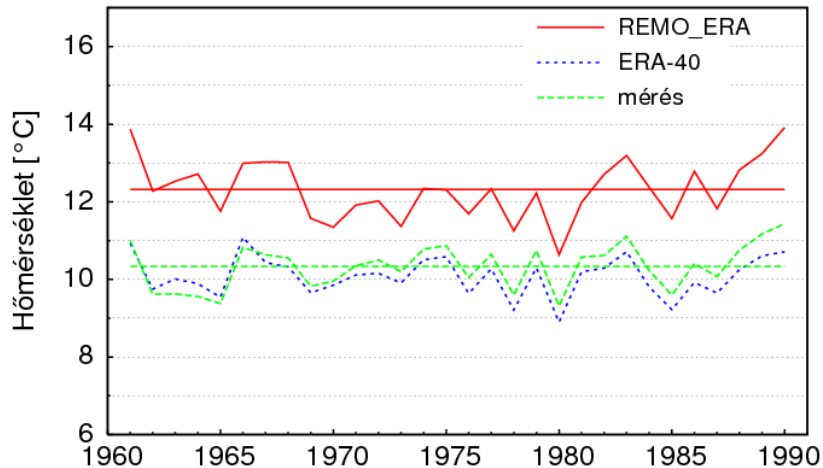
Múltra vonatkozó tesztelés

- Hosszabb múltbeli időszakra történő futtatások (1860–, 1960–)
- Összevetés a rendelkezésre álló megfigyelésekkel
- Elvárás: az adott terület éghajlati jellemzőinek leírása
- Regionális klímamodellek esetében két fontos kísérlet:
 - Megfigyelési információkon alapuló ún. *re-analízis* határfeltételekkel
 - Globális klímamodellek eredményein alapuló határfeltételekkel

A kétféle szimuláció értelmezése

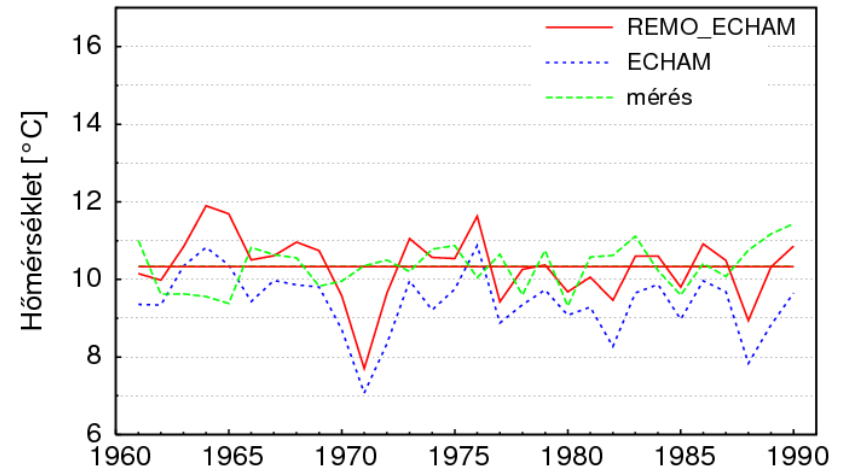
Magyarországi éves átlaghőmérséklet; időszak: 1961–1990

Re-analízis határfeltételek



Re-analízis határfeltétel:
regionális eredmények a
mérésekkel „szinkronban”

Határfeltételek globális éghajlati modellből

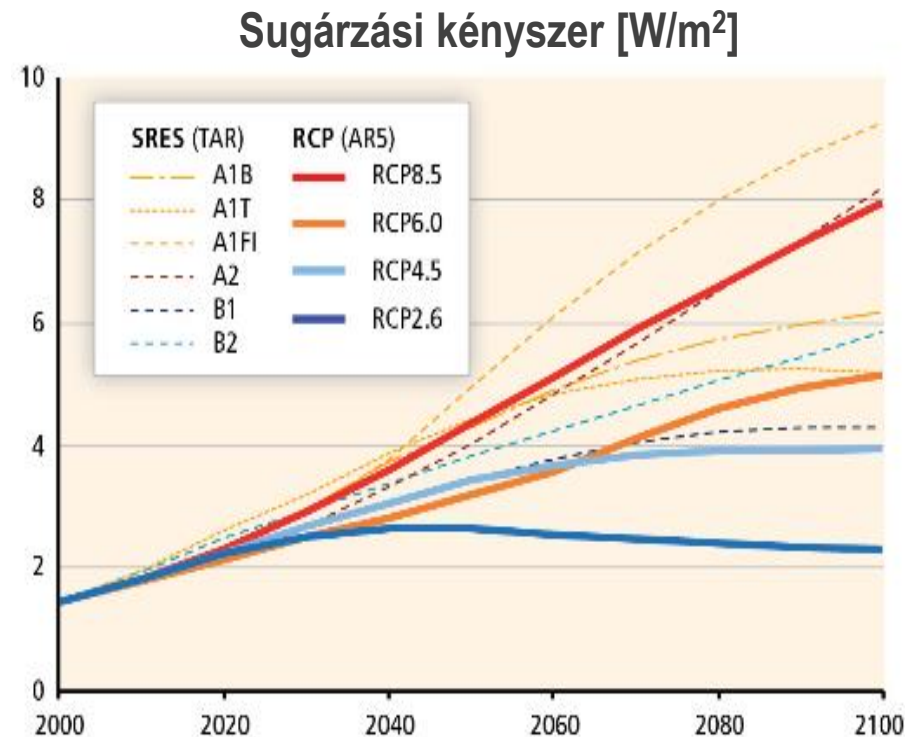


„Szimulált” határfeltételek:
nem jelennek meg az egyes
évek jellemzői

**A második kísérlet eredményei kizárólag
statisztikai mintaként értelmezhetők!**

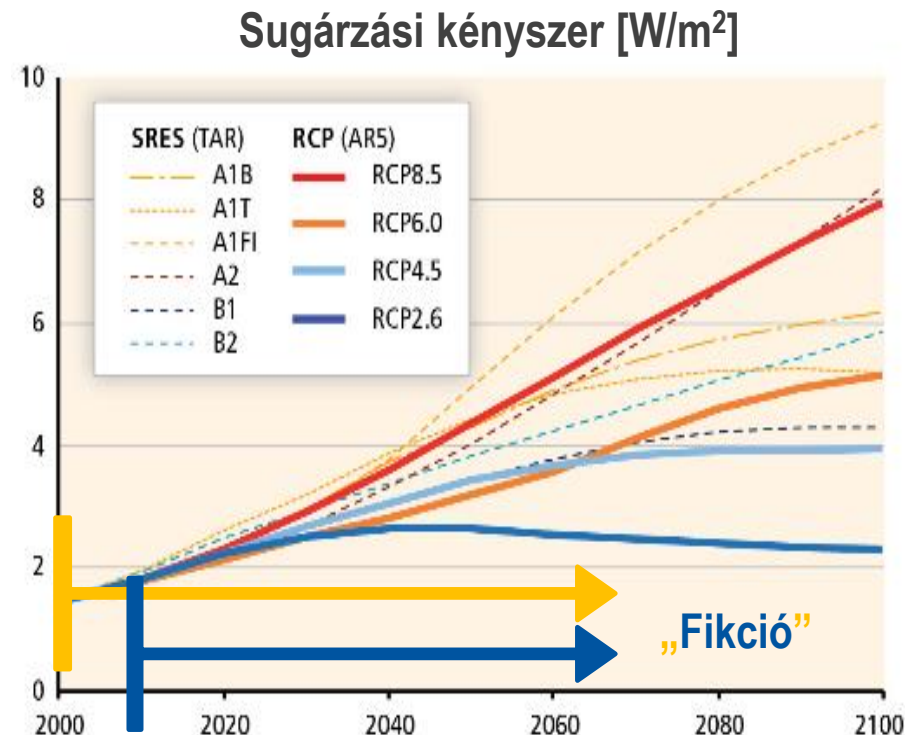
Jövőre vonatkozó projekciók

- Emberi tevékenység: felszín átalakítása, népességnövekedés, energia-igények kielégítése
- Számszerűsítése a modellekben: szén-dioxid koncentráció, sugárzási kényszer
- Jövőbeli emberi tevékenység leírása kibocsátási forgatókönyvek segítségével
- Nem előrejelzés → másodfajú prognózis, **projekció** (ha → akkor)



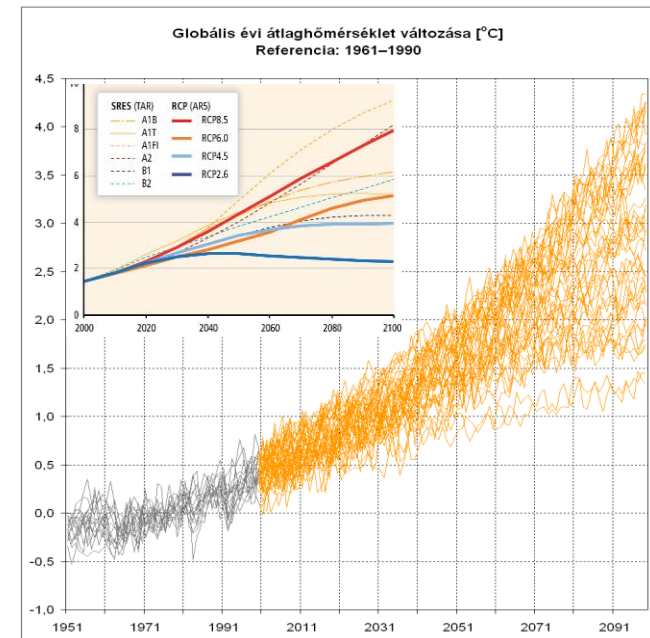
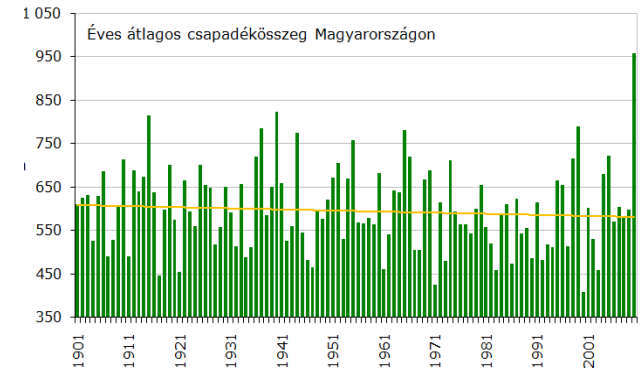
A projekciók értelmezése

- A forgatókönyvekben a „jövő” 2001-ben (SRES) illetve 2006-ban (RCP) kezdődik
- Jövőbeli változást adunk meg: egy több évtizedes jövőbeli időszak és egy referencia-időszak eltérését
- Nem választható olyan referencia-időszak, amit az emberi tevékenység leírásának bizonytalansága terhel →
- Referencia-időszakok: 2000-ig, illetve 2005-ig



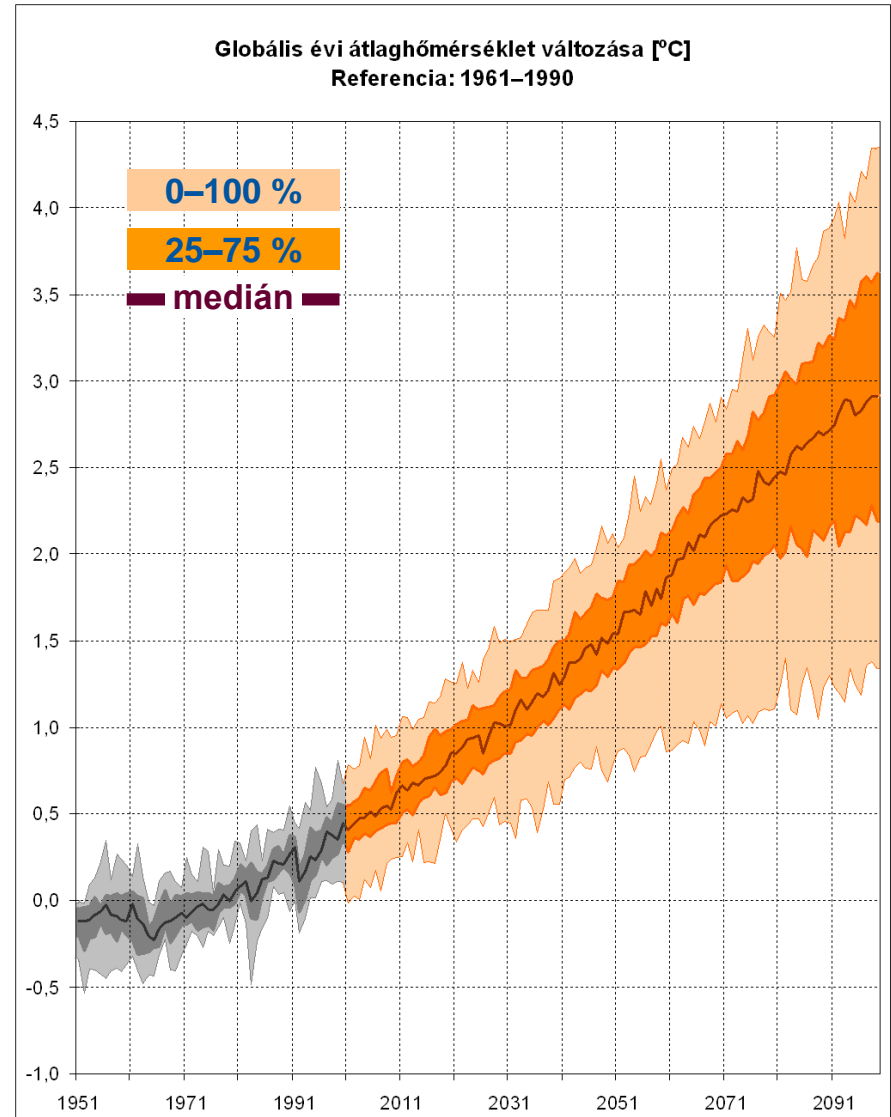
Bizonytalanságok

- A felhasználók gyakran úgy tekintenek a modellek eredményeire, mint 100 %-osan megbízható (vagy megbízhatatlan) információkra
- Az éghajlati projekciók számszerűsíthető bizonytalanságokat tartalmaznak
- Forrásai: a fizikai folyamatok (csapadék) és az emberi tevékenység (hőmérséklet) közelítő leírása



A bizonytalanságok számszerűsítése

- **Ensemble** technika: egy modellekísérlet helyett több, kismértékben különböző szimuláció
- Több forgatókönyv, több globális és regionális modell
- Az így készített projekciók egyformán lehetségesek → valószínűségek az egyes kimenetekhez



TARTALOM

- 1. Bevezetés**
- 2. Éghajlati modellezés**
- 3. Modelleredmények
alkalmazása**
- 4. Összefoglalás**

Hatásvizsgálatok módszertana

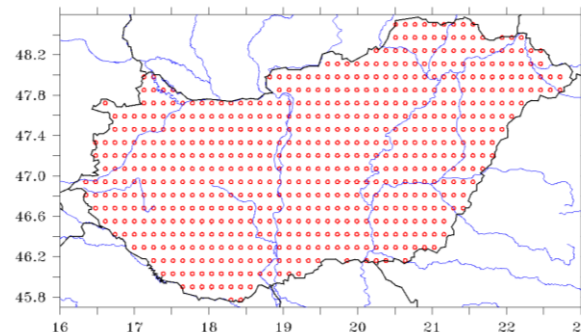


- A klímamodell-adatok értelmezése és felhasználása speciális tudást igényel → iteratív párbeszéd a felhasználókkal

A NATÉR klímamodell-adatai

- Finom-felbontású szimulációk 2 regionális klímamoddellel:

Modell	ALADIN	RegCM
Határfeltétel	ARPEGE	ECHAM
Felbontás	10 km	
Forgatókönyv	SRES A1B (átlagos)	



- Két jövőbeli időszak:
 - 2021–2050: „rövidtávú” tervezés
 - 2071–2100: hosszútávú stratégia, szignifikáns változás
- Referencia: 1961–1990
- Meteorológiai változók: napi átlag-, minimum-, maximum-hőmérséklet, napi csapadékösszeg, napi szélsébség, napi globálsugárzás, havi relatív nedvesség
- Modellek eltéréseiből eredő bizonytalanság (csapadék)

Kihívások a felhasználásban

Jó és rossz példák

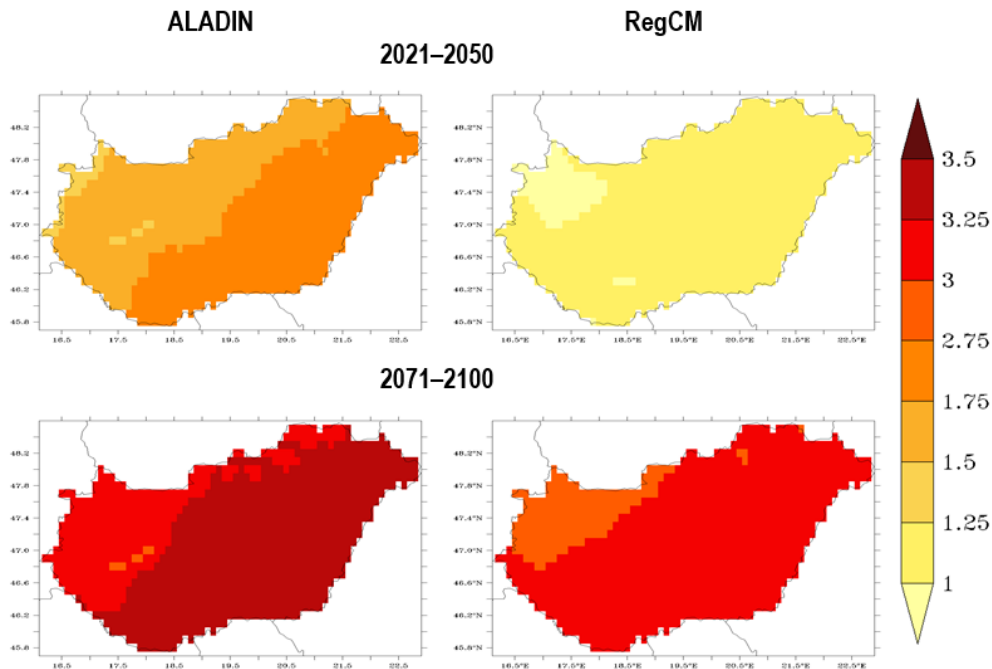
- A modelladatok időszakainak megválasztása:
 - Jövőbeli extrapoláció
 - Túl rövid referencia-időszak választása
 - 21. századi referencia-időszak választása
- A térbeli információk részletessége:
 - A felbontásnál részletesebb információ „kinyerése”: egyszerű interpolációval, statisztikus leskálázással, dinamikai leskálázással
 - A felbontásnál nagyobb skálájú információ előállítás: a modelleredmények részletességének „lebutítása”
- Sérülékenységi indikátorok kidolgozása:
 - A hatásvizsgálathoz szükséges meteorológiai paraméterek definiálása

További jó és rossz példák

- Modelladatok hibáinak figyelembevétele:
 - Nyers modelleredmények alkalmazása
 - A modellek által jelzett változások és mérések együttes figyelembevétele
 - A modelleredmények korrekciója mérésekkel
 - A hatásvizsgálati módszer kalibrációja
- A bizonytalanságok „figyelembevétele”:
 - Több modell átlagának alkalmazása
 - A „legpesszimistább” modelleredmény kiválasztása
 - Azon modell eredményeinek alkalmazása, aminek eredményeiben „hiszünk”
 - Több szimuláció eredményeinek figyelembevétele

Modelladatok hibájának figyelembevétele

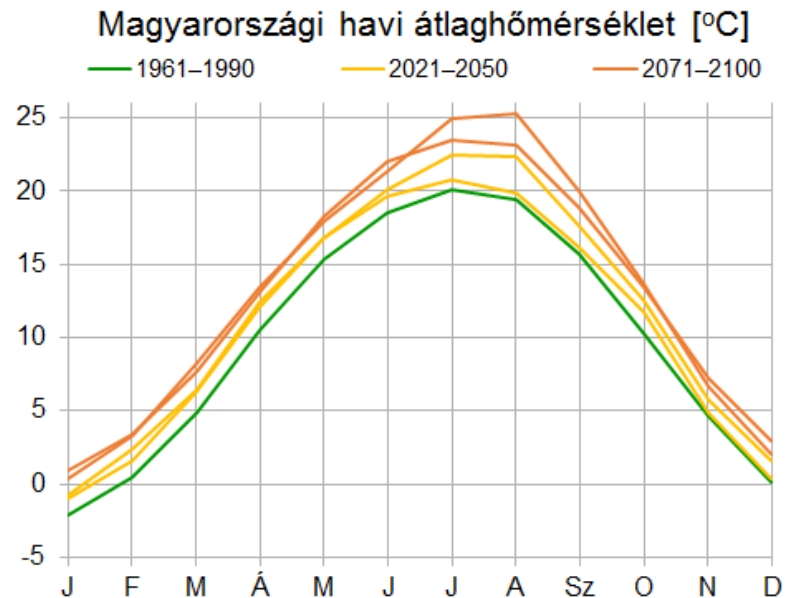
Átlaghőmérséklet változása [°C]



1961–1990: hazai mérési adatok átlaga

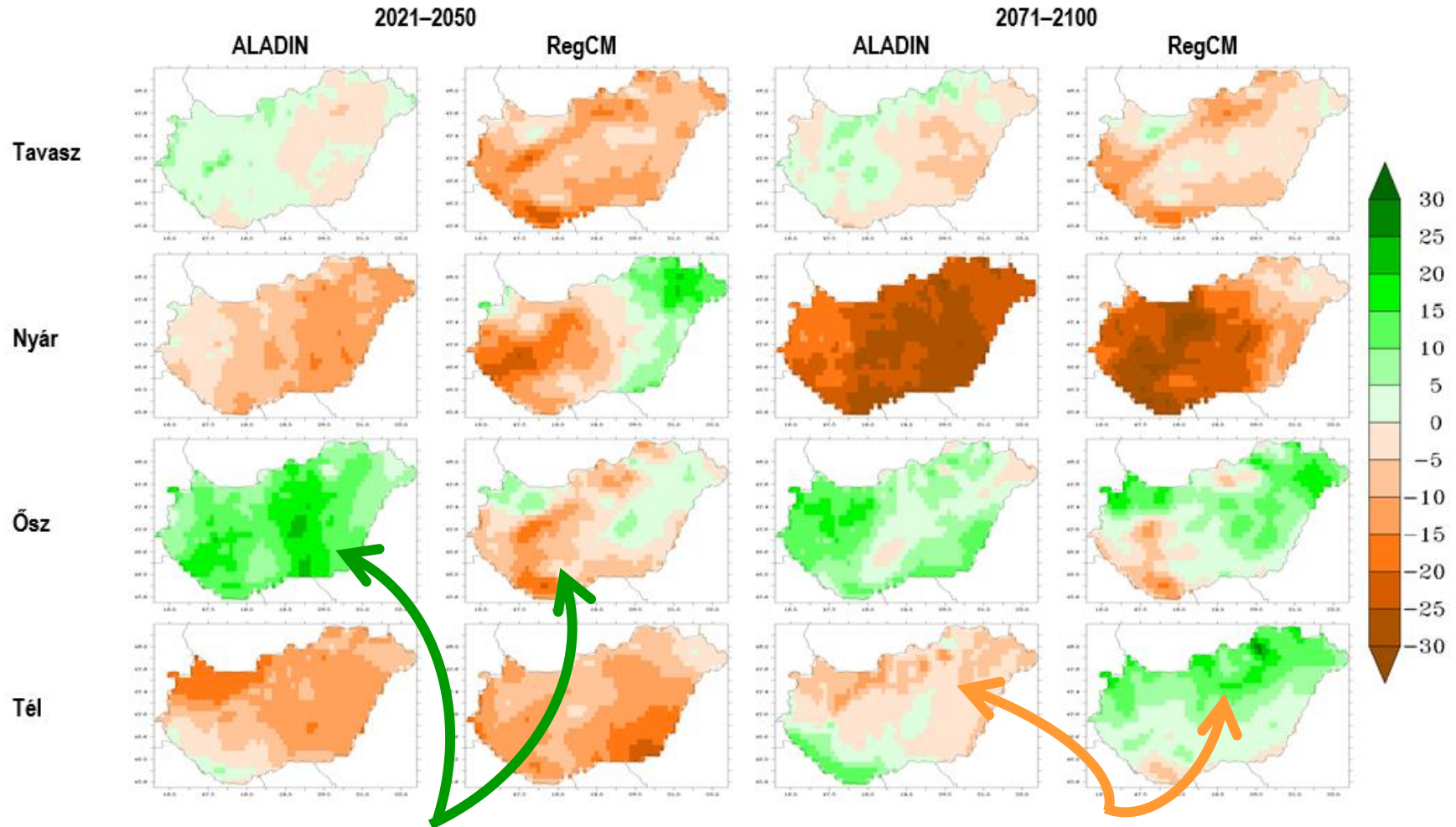
2021–2050, 2071–2100: mérés + delta

Változás 2021–2050-re, 2071–2100-ra a modellek 1961–1990 időszakra jelzett átlagértékeihez képest → delta



Bizonytalanságok figyelembevétele

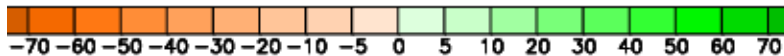
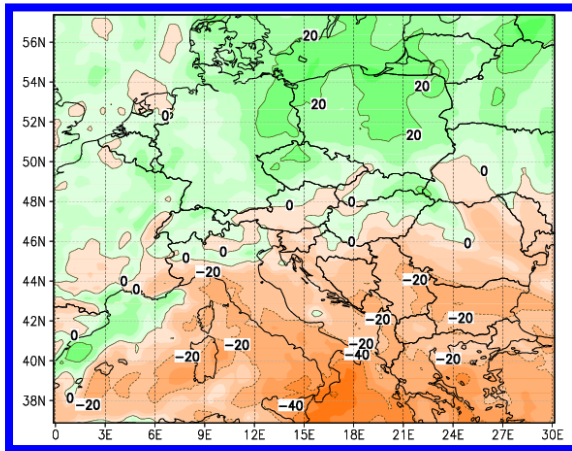
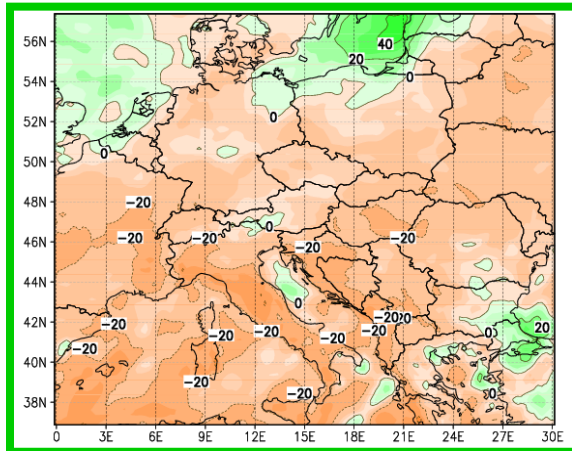
Évszakos csapadékösszeg változása [%]



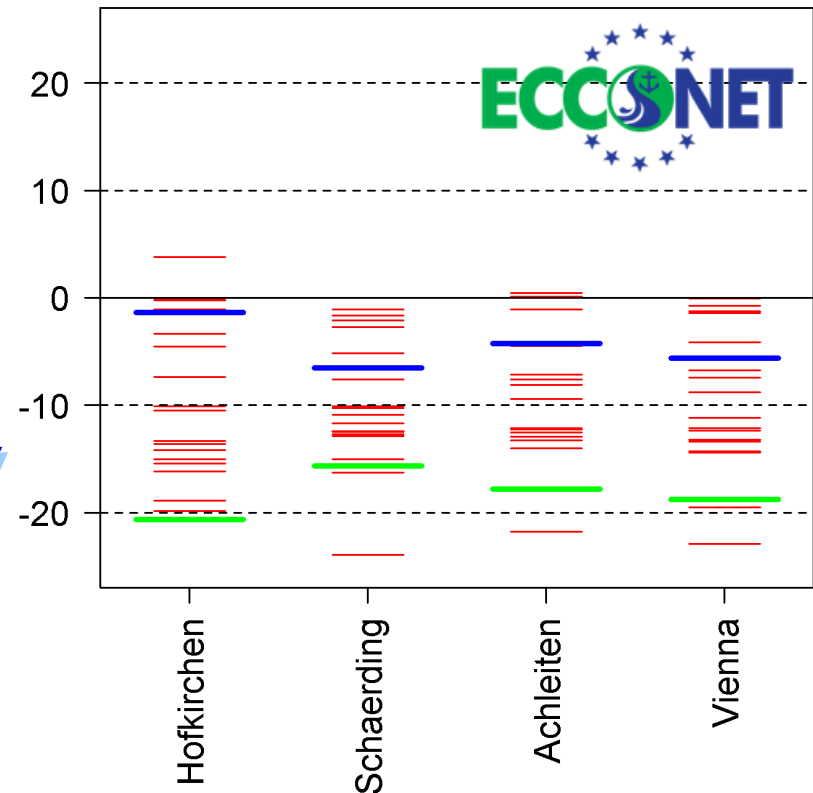
Eltérések a két modell eredményei között → nem használható az átlag

Példa korrekt hatásvizsgálatra

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



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



TARTALOM

- 1. Bevezetés**
- 2. Éghajlati modellezés**
- 3. Modelleredmények
alkalmazása**
- 4. Összefoglalás**

Összefoglalás

- A hazai változások regionális klímamodellek segítségével részletesen feltérképezhetők
- A szimulációk alapfokú bizonytalansága már egy kisebb ensemble rendszerrel is megjeleníthető
- A valószínűségi jellegű információk elengedhetetlenek a hatásvizsgálatok elvégzésénél
- A modelleredmények felhasználása és értelmezése speciális tudást igényel → továbbra is konzultáció és párbeszéd!
- Ami technikailag lehetséges, az nem feltétlenül helyes szakmailag

Köszönöm a figyelmet!

Köszönöm a figyelmet!