

Regionális klímamodellezési fejlesztések az ÉMNL projektben: **EURO-CORDEX szimulációk elemzése és a HCLIM modell adaptálása**

Bordi Sára, Megyeri-Korotaj Otília, Schuchné Bán Beatrix

Klímamodellező csoport



Tartalom

1. Regionális klímamodellezés a HungaroMetnél
2. EURO-CORDEX szimulációk elemzése
3. Vizsgálatok a HCLIM modellel

Regionális klímamodellezés a HungaroMetnél

Kísérletek 4 modellszimulációval:

Modell	Felbontás	Időszak	Forgatókönyv
ALADIN5.2	10 km	1950-2100	RCP4.5, RCP8.5
REMO2015	10 km	1950-2100	RCP4.5, RCP8.5

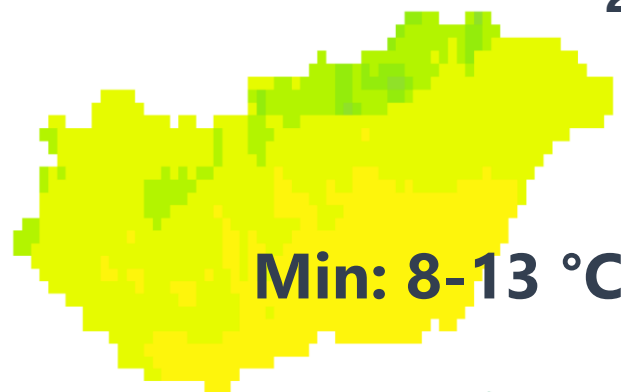
Éves átlagos középhőmérséklet

1971-2000



HungaroMet
Nonprofit Zrt.

2071-2100



HungaroMet
Nonprofit Zrt.



HungaroMet
Nonprofit Zrt.

→ Egyértelmű hőmérséklet emelkedés

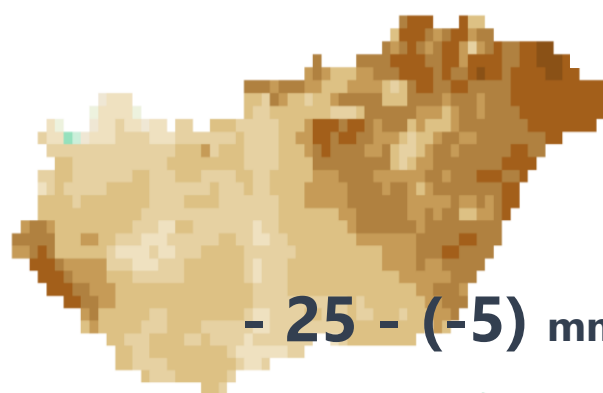
Regionális klímamodellezés a HungaroMetnél

Kísérletek 4 modellszimulációval:

Modell	Felbontás	Időszak	Forgatókönyv
ALADIN5.2	10 km	1950-2100	RCP4.5, RCP8.5
REMO2015	10 km	1950-2100	RCP4.5, RCP8.5

Nyári átlagos csapadékmennyiség változása

2071-2100



HungaroMet
Nonprofit Zrt.



HungaroMet
Nonprofit Zrt.

→ A csapadékváltozás iránya bizonytalan

Regionális klímamodellezés a HungaroMetnél

→ A csapadékváltozás iránya bizonytalan

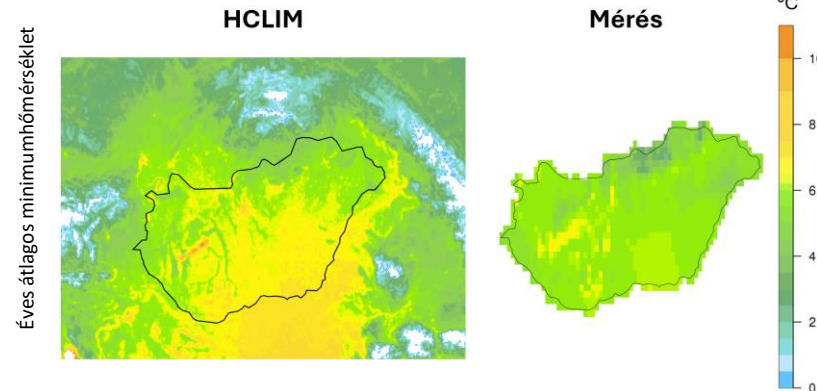
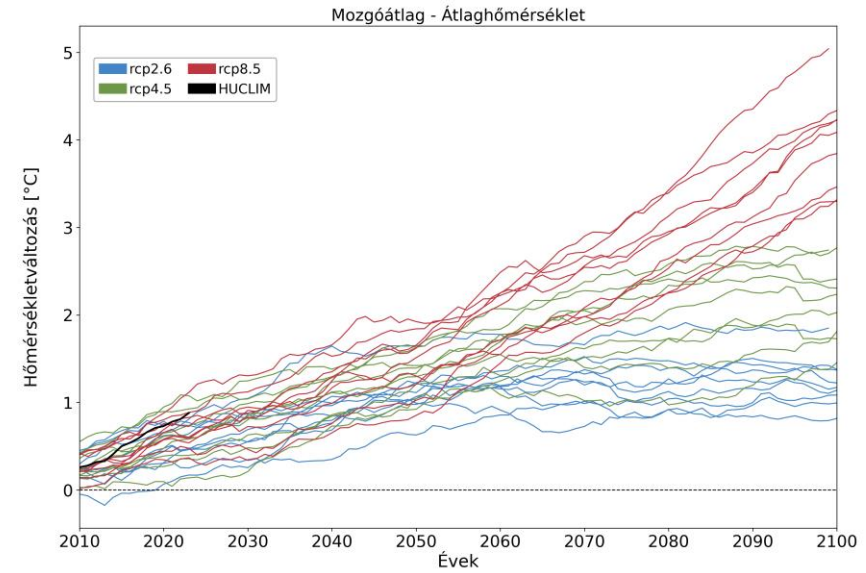
További modelladatok vizsgálata szükséges:

EURO-CORDEX európai modellszimulációk eredményeinek elemzése

- Több modellszimuláció

Kísérletek a Harmonie-CLIMATE nem-hidrosztatikus klímamodellel

- Finomabb felbontás



EURO-CORDEX szimulációk elemzése

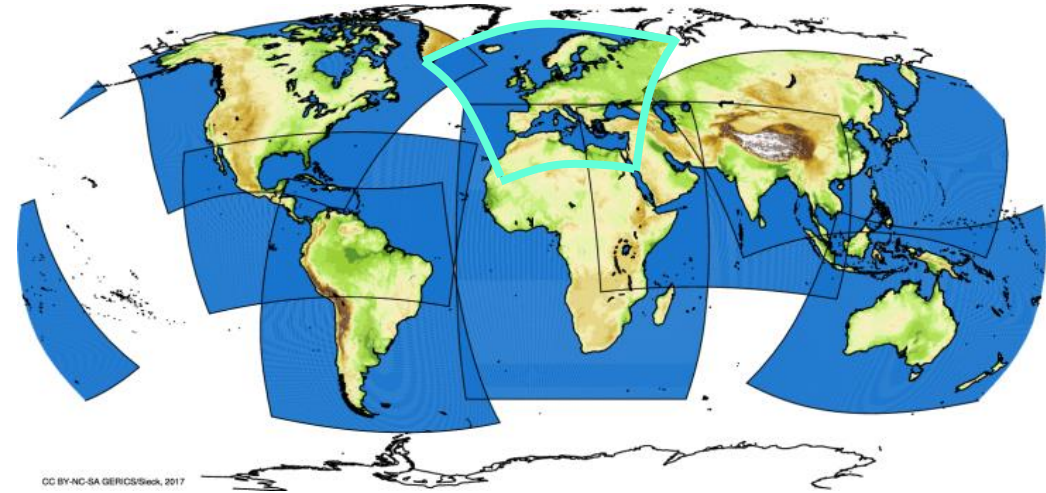


EURO-CORDEX modellszimulációk

CORDEX: Coordinated Regional Downscaling Programme

EURO-CORDEX: Összehangolt regionális leskáálás az európai tartományra

- CMIP5 globális modellek → különböző modellező intézetek, különböző regionális modellek
- Több regionális modellszimuláció
- Lefedett tartomány: Európa
- Egységes rácsfelbontás: $0,11^\circ$ (~10 km)
- RCP forgatókönyvek



WCRP
CORDEX

EURO-CORDEX modellszimulációk

Elemzés Magyarországra:

15 modellkombináció

Időszak: **1971-2000** (referencia), **2041-2070**, **2071-2100**

Forgatókönyvek: **RCP2.6** (optimista), **RCP4.5** (közepes),
RCP8.5 (pesszimista)

Hőmérséklet és csapadék változók, éghajlati indexek



RCM	GCM
ALADIN6.3	CNRM-CM5
CCLM-4-8-17	EC-EARTH MPI-ESM-LR
HIRHAM5	EC-EARTH HadGEM2-ES
RCA4	EC-EARTH HadGEM2-ES MPI-ESM-LR NorESM1-M
RACMO22E	CNRM-CM5 EC-EARTH HadGEM2-ES
REMO2009	MPI-ESM-LR
REMO2015	HadGEM2-ES NorESM1-M



Validáció

A modellek nem teljesítenek egyformán jól minden térségre

→ kiválasztjuk azokat, amelyek jól reprezentálják térségünk klimatológiai viszonyait → a projekciós adatbázis minőségi lesz

Múltbeli referencia időszak: 1971-2000

- Historikus modellfutás

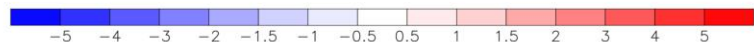
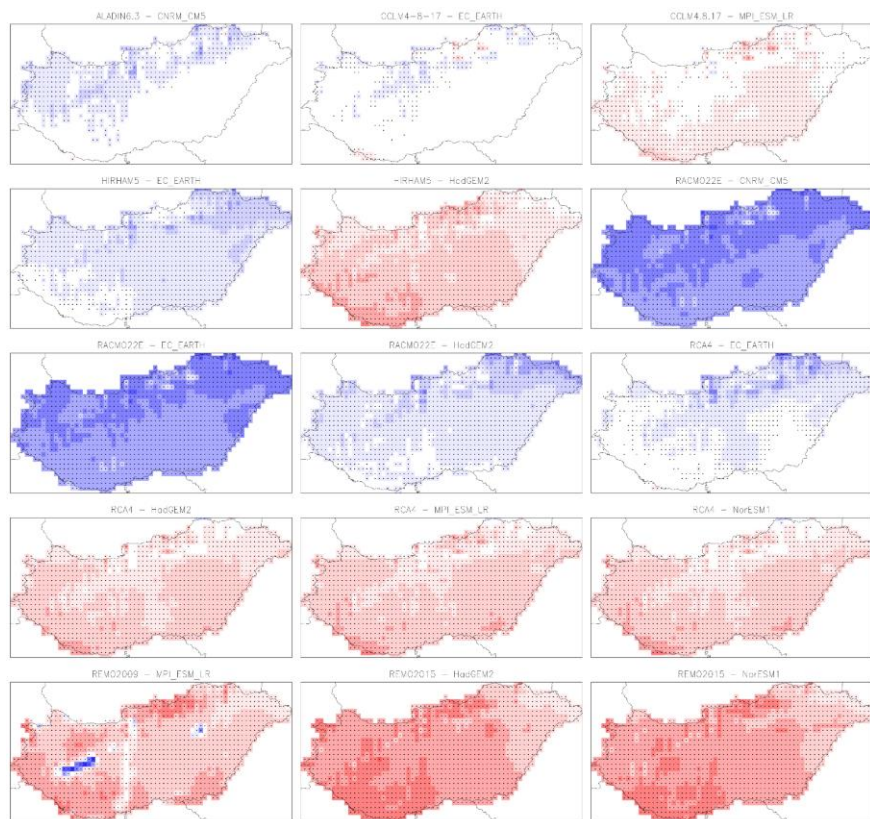
Referencia megfigyelési adatbázis: HUCLIM homogenizált és rácshálóra (10 km) interpolált mérési adatbázis Magyarországra

Napi átlag-, minimum- és maximum-hőmérséklet, csapadékmennyiség; éghajlati indexek

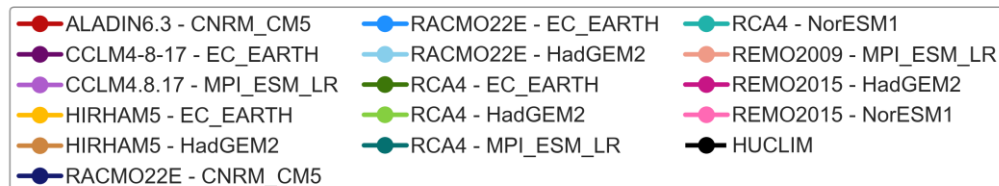
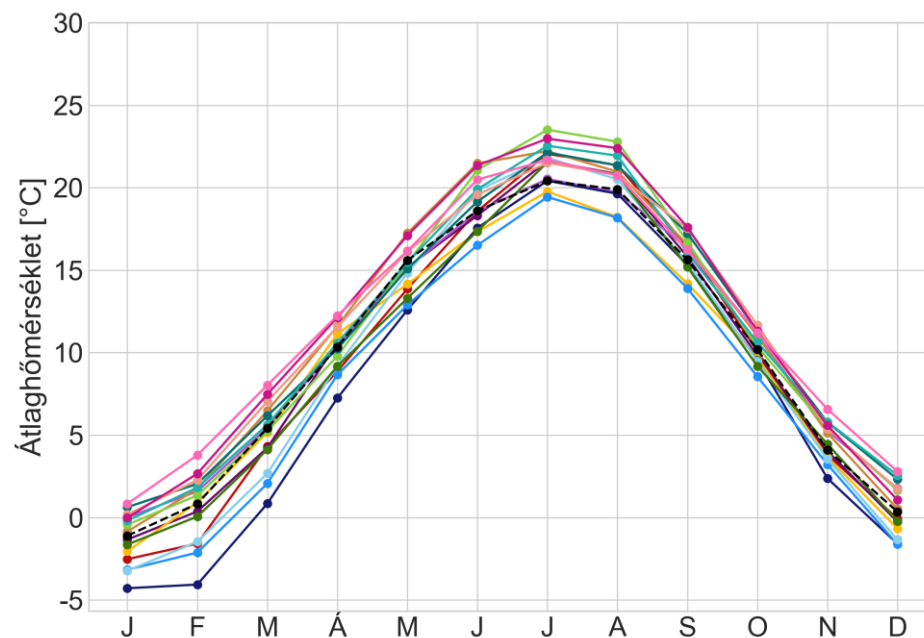
Validáció

Hőmérséklet:

- Éves menet és területi eloszlás jó; néhány fokos általános alá- vagy felülbecslés



Éves középhőmérséklet hibaértékei (°C)
EURO-CORDEX - HUCLIM, 1971-2000

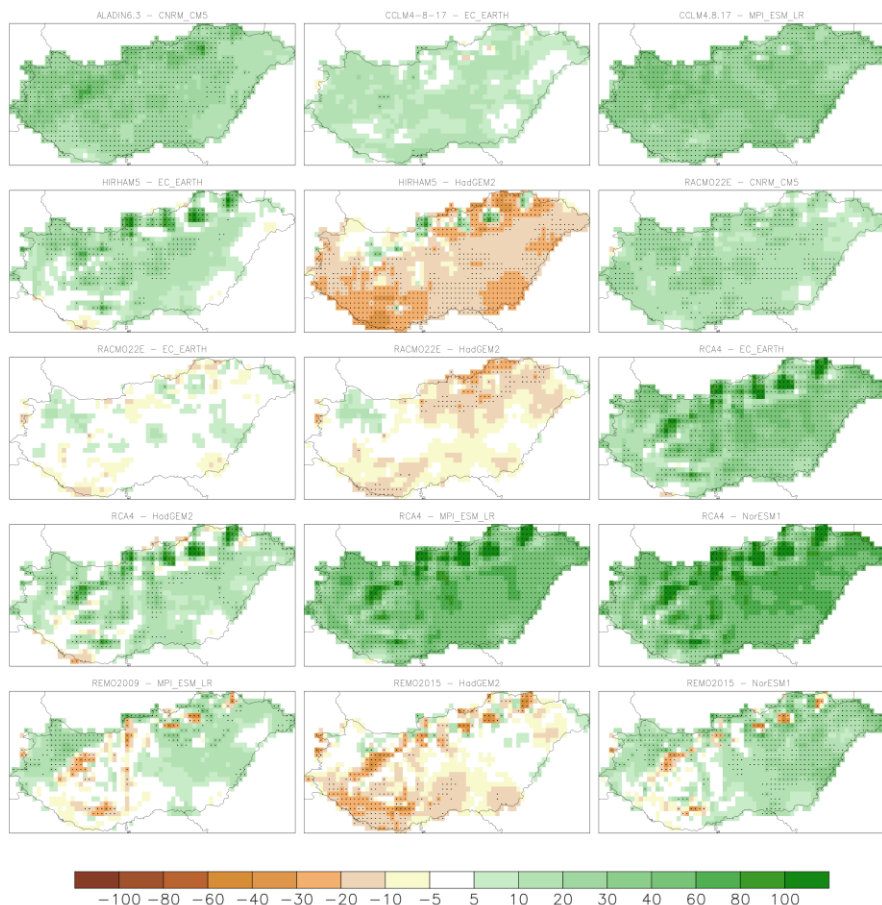


Az átlaghőmérséklet (°C) éves menete
EURO-CORDEX és HUCLIM, 1971-2000

Validáció

Csapadék:

- Nyáron általában szárazabbak, télen csapadékosabbak a modellek



Éves csapadékmennyiség hibaértékei (mm/hónap)
EURO-CORDEX - HUCLIM, 1971-2000

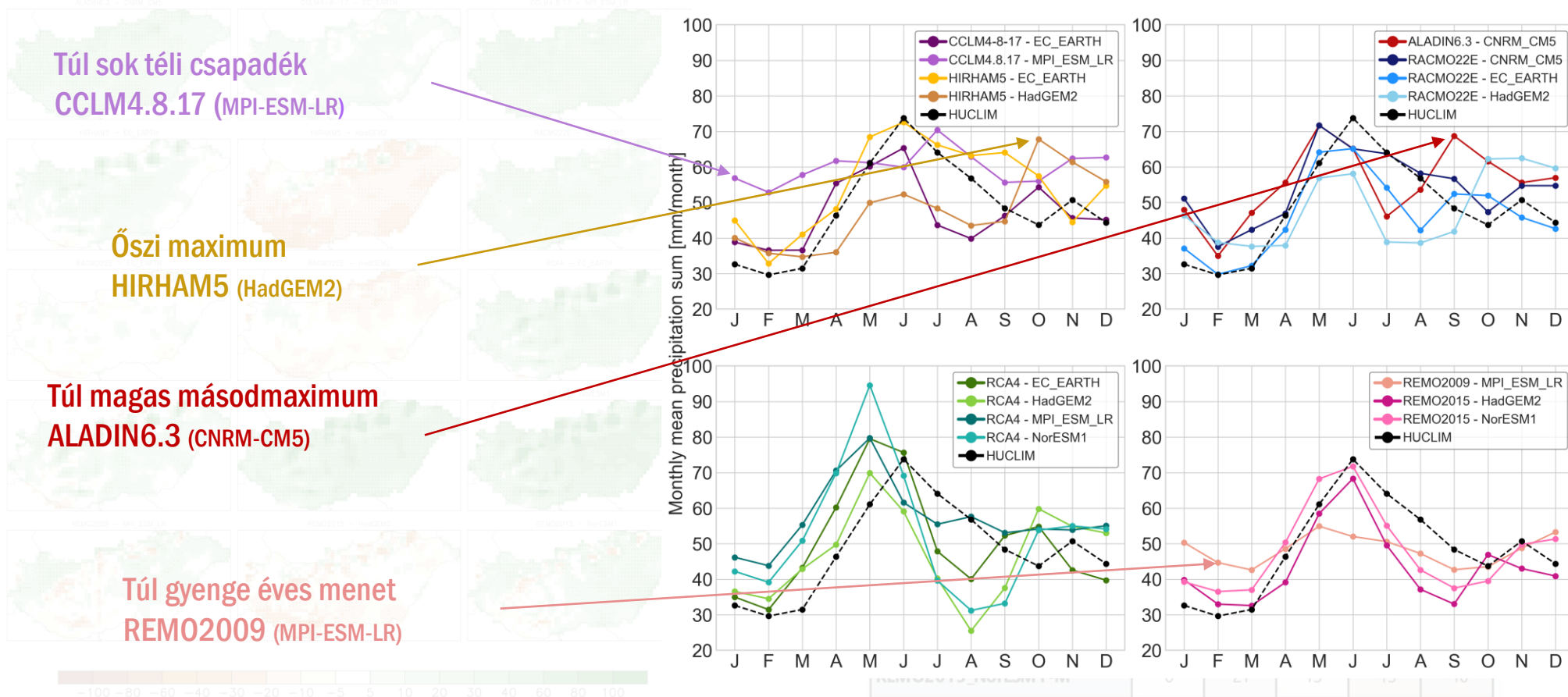
Pr - Relatív bias [%]	Éves	csapadékosabb		szárazabb	
		DJF	MAM	JJA	SON
ALADIN63_CNRM-CM5	15	33	26	-15	31
CCLM4-8-17_EC-EARTH	-2	13	10	-24	3
CCLM4-8-17_MPI-ESM-LR	24	62	30	-1	23
HIRHAM5_EC-EARTH	14	26	14	4	18
HIRHAM5_HadGEM2-ES	-2	24	-13	-26	23
RACMO22E_CNRM-CM5	12	37	16	-4	12
RACMO22E_EC-EARTH	-3	3	0	-17	7
RACMO22E_HadGEM2-ES	0	38	-5	-30	18
RCA4_EC-EARTH	4	-1	32	-16	7
RCA4_HadGEM2-ES	-3	18	17	-36	8
RCA4_MPI-ESM-LR	18	37	48	-10	14
RCA4_NorESM1-M	9	29	55	-28	1
REMO2009_MPI-ESM-LR	0	39	6	-23	-4
REMO2015_HadGEM2-ES	-10	9	-6	-20	-13
REMO2015_NorESM1-M	0	21	13	-13	-10

Éves és évszaks csapadékmennyiség relatív hibaértékei (%) – területi átlag
EURO-CORDEX - HUCLIM, 1971-2000

Validáció

Csapadék:

- Éves menet néhány modellnél nem adja vissza a regionális jellemzőket



Éves csapadékmennyiség hibaértékei (mm/hónap)
EURO-CORDEX - HUCLIM, 1971-2000

A csapadékmennyiség (mm/hónap) éves menete
EURO-CORDEX és HUCLIM, 1971-2000

Éves és évszakos csapadékmennyiség relatív hibaértékei (%) – területi átlag
EURO-CORDEX - HUCLIM, 1971-2000

Validáció - Szelekció

15- 9 modellkombináció

Időszak: **1971-2000** (referencia), **2041-2070**, **2071-2100**

Forgatókönyvek: **RCP2.6** (optimista), **RCP4.5** (közepes),
RCP8.5 (pesszimista)

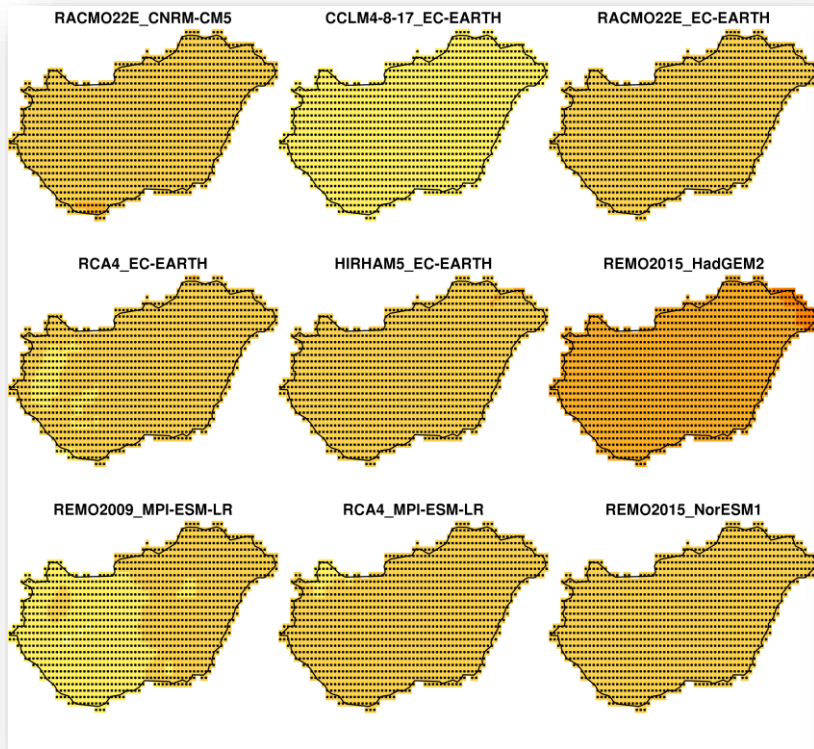
Hőmérséklet és csapadék változók, éghajlati indexek

→ **27 modellszimuláció**

RCM	GCM
ALADIN6.3	CNRM-CM5
CCLM-4-8-17	EC-EARTH MPI-ESM-LR
HIRHAM5	EC-EARTH HadGEM2-ES
RCA4	EC-EARTH HadGEM2-ES MPI-ESM-LR NorESM1-M
RACMO22E	CNRM-CM5 EC-EARTH HadGEM2-ES
REMO2009	MPI-ESM-LR
REMO2015	HadGEM2-ES NorESM1-M

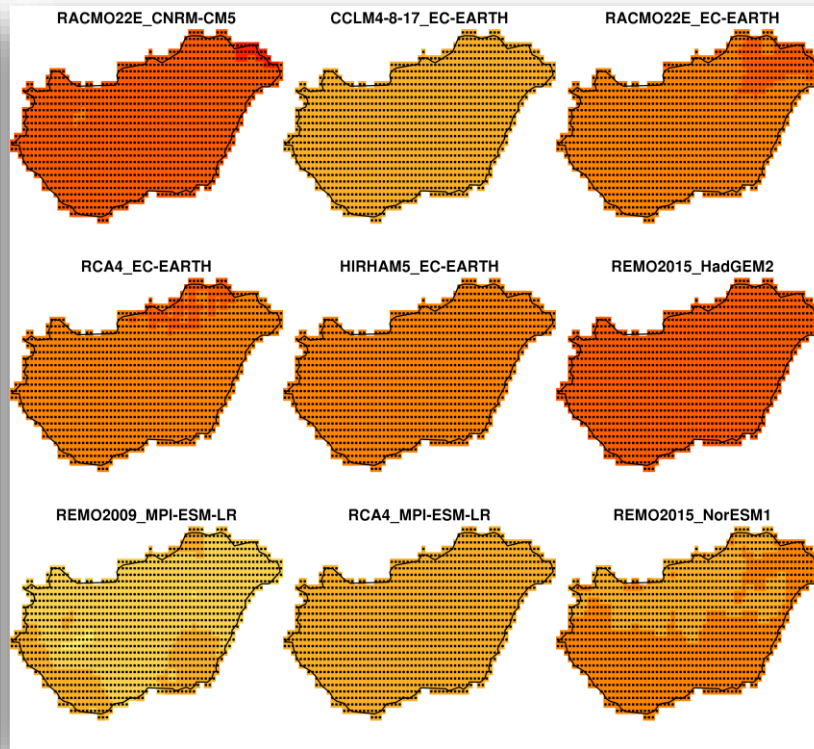
Projekciós eredmények – Éves átlaghőmérséklet változása (°C)

RCP2.6



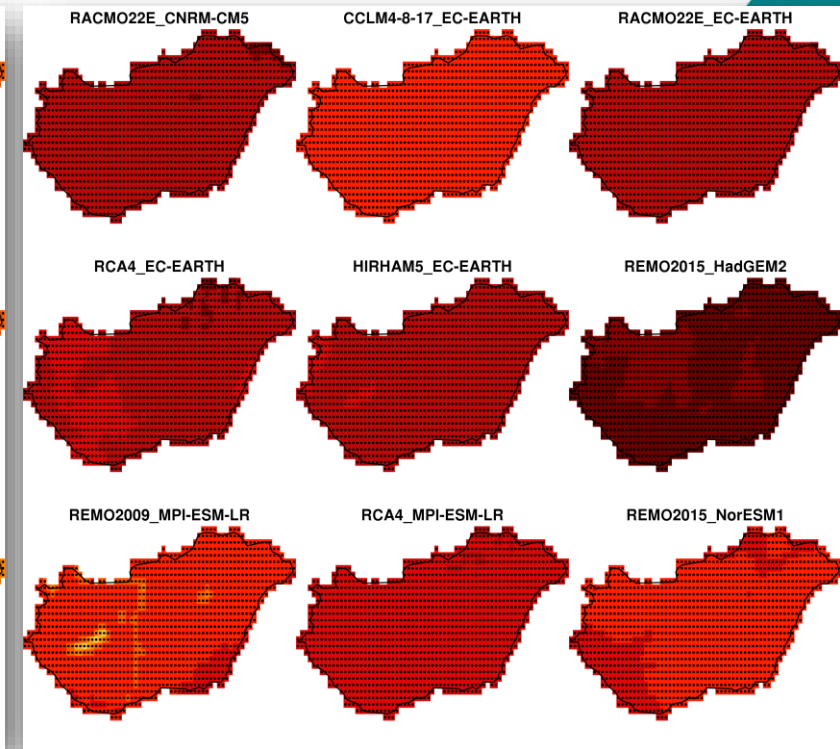
+ 0,5-2 °C

RCP4.5



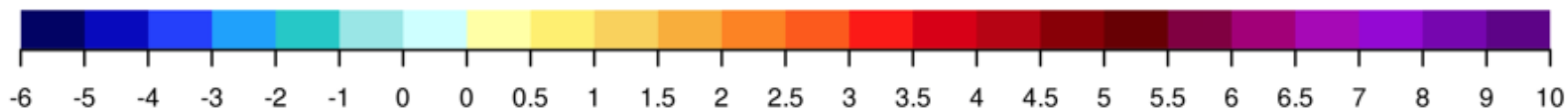
+ 2-3 °C

RCP8.5



+ >3 °C

2071-2100

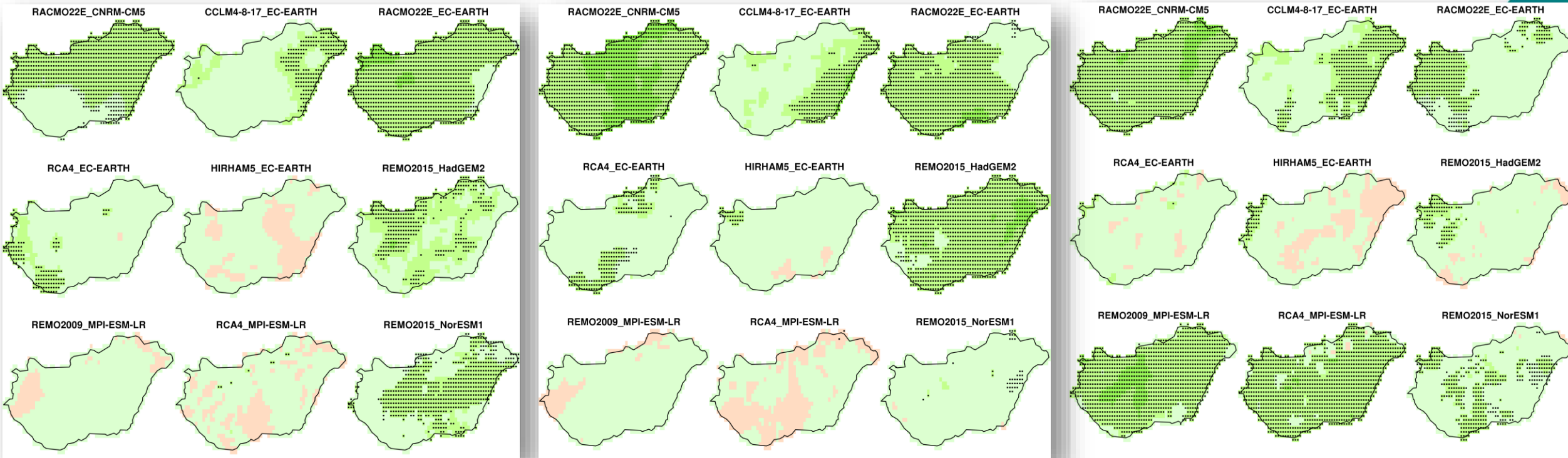


Projekciós eredmények – Éves csapadékváltozás (%)

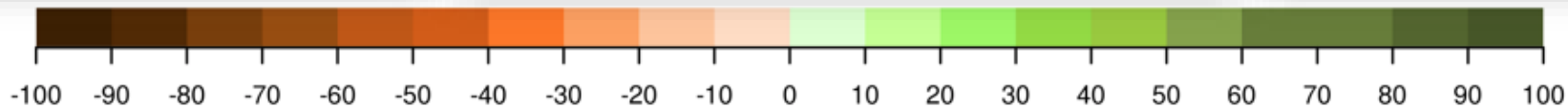
RCP2.6

RCP4.5

RCP8.5



2071-2100

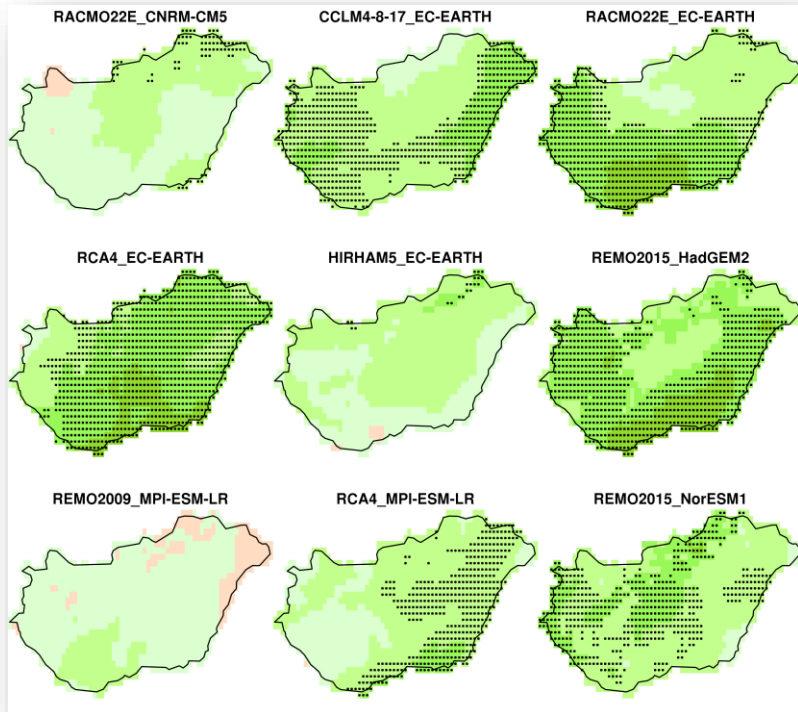


→ **scenáriótól függetlenül 10-20%-os növekedés**

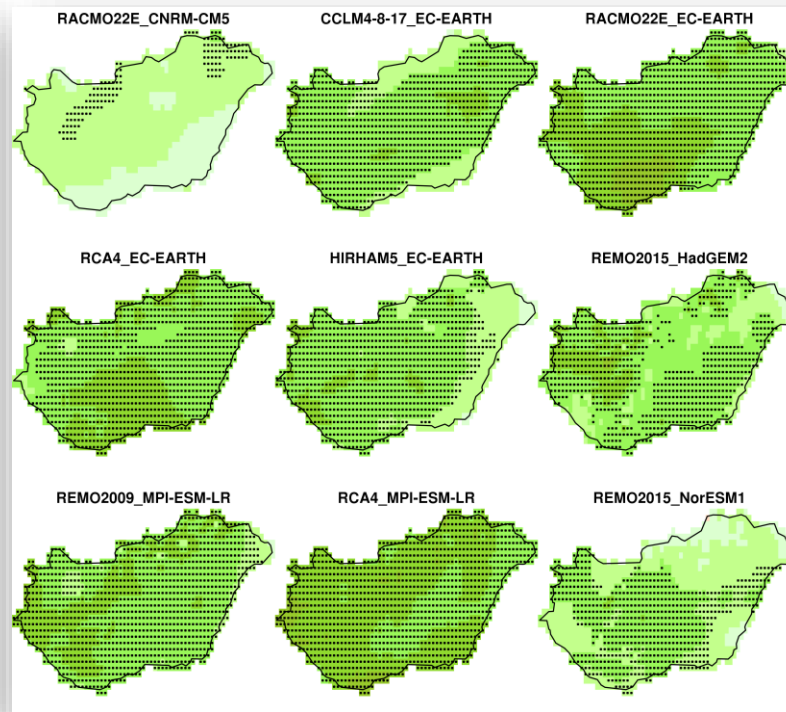
Projekciós eredmények – Évszakos csapadékváltozás (%)

Tél

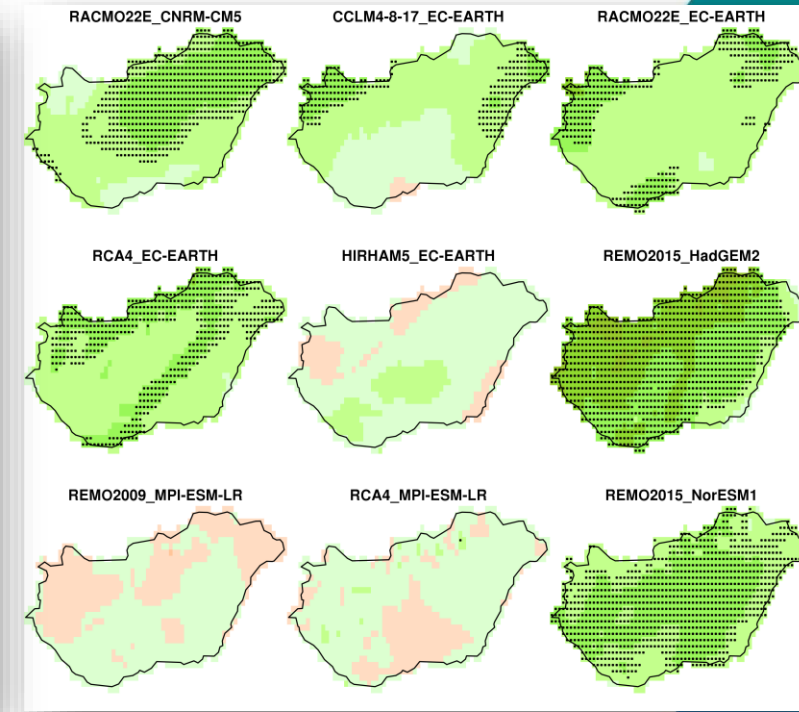
RCP2.6



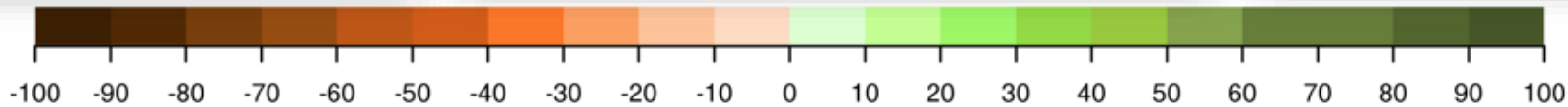
RCP4.5



RCP8.5



2071-2100

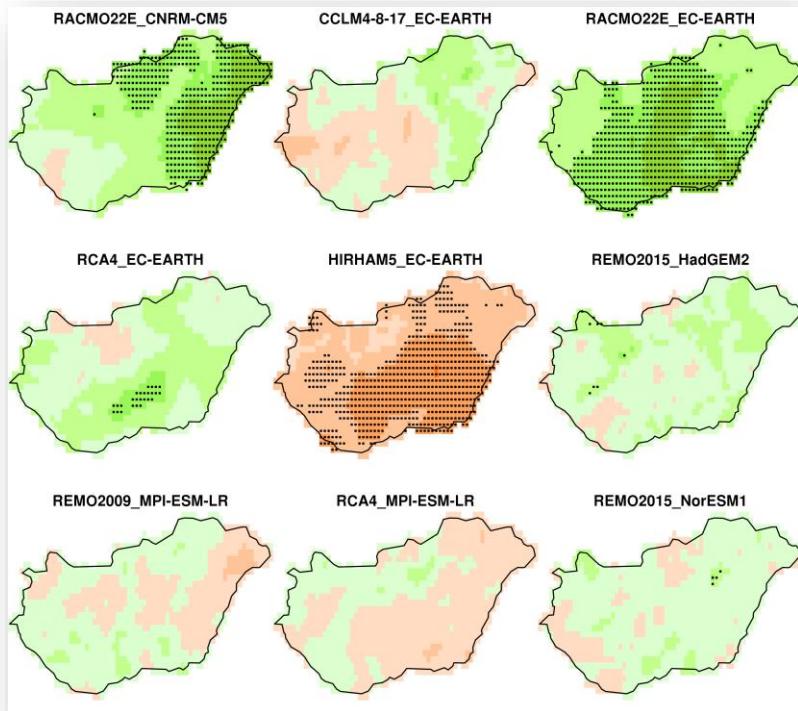


→ 10-50%-os növekedés

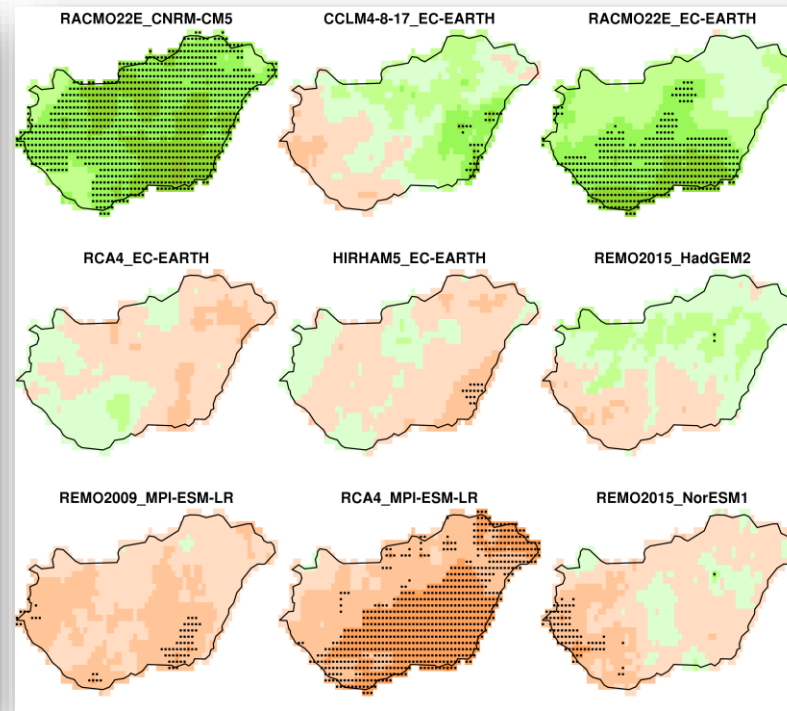
Projekciós eredmények – Évszakos csapadékváltozás (%)

Nyár

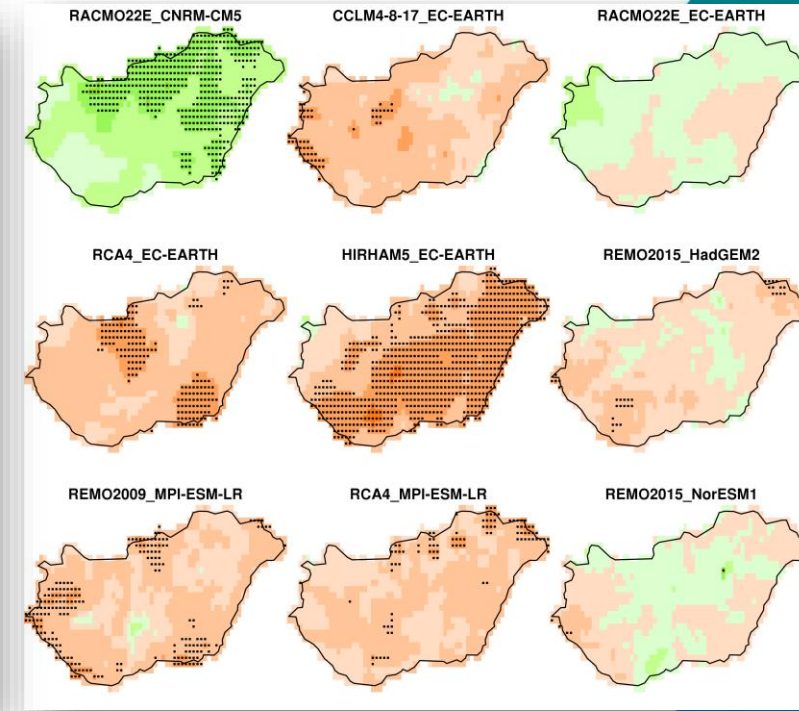
RCP2.6



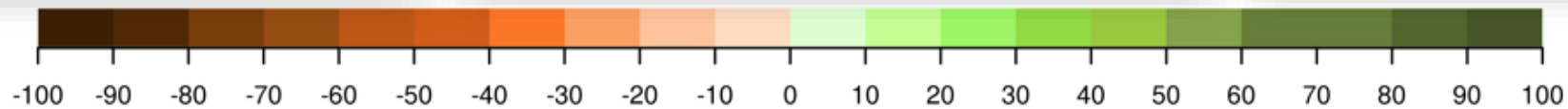
RCP4.5



RCP8.5

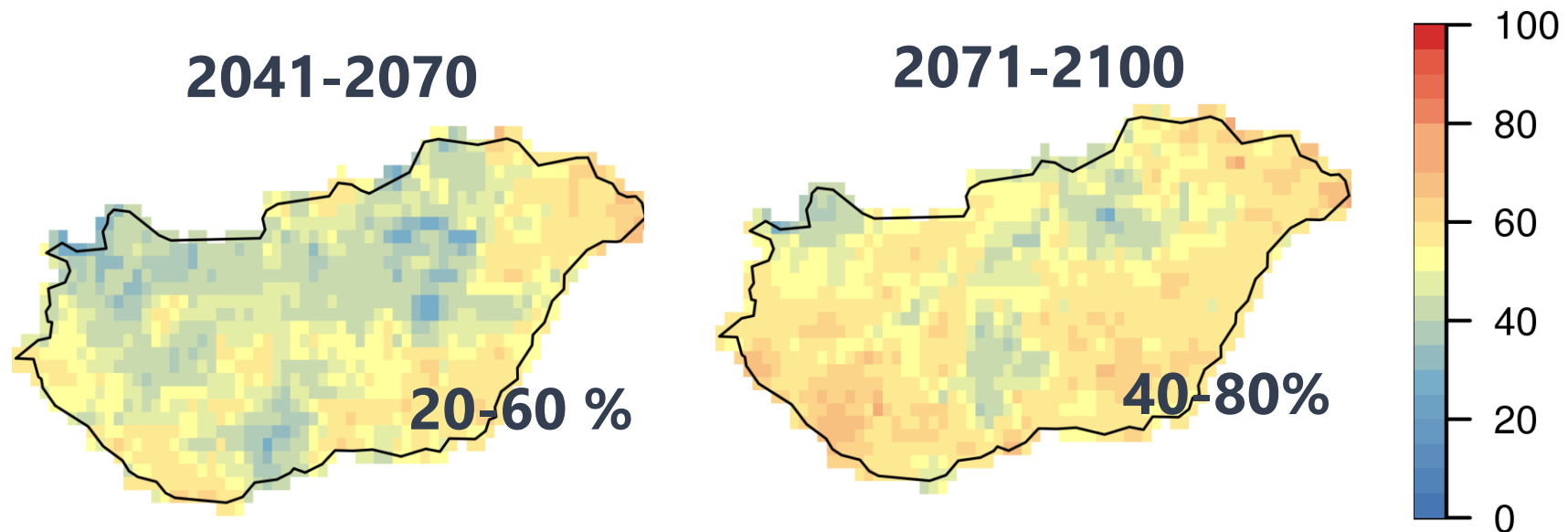


2071-2100



→ inkább 10-20%-os csökkenés

Projekciós eredmények – Nyári csapadékcsökkenés valószínűsége



A nyári csapadékcsökkenés esélye a század végére egyre inkább nő.

Vizsgálatok a HCLIM modellel



A HCLIM modell

- A ~10 km felbontású modellek a zivatarképződést csak közelítésekkel tudják leírni
- **nem-hidrosztatikus modell adaptálása, ami km-es skálán futtatható**
 - nem hanyagolja el a vertikális gyorsulásokat
 - részletesebben írja le a felszínt és a mikrofizikát
- **Pontosabb órás csapadék → pontosabb napi menet és pontosabb extrémumok**



HCLIM: a HARMONIE nem-hidrosztatikus időjárás-előrejelző modellből fejlesztett **nem-hidrosztatikus klímamodell**

A HCLIM modell – Beállítás, környezet

HCLIM: a HARMONIE nem-hidrosztatikus időjárás-előrejelző modellből fejlesztett **nem-hidrosztatikus klímamodell**

- **A HungaroMet 2022-ben csatlakozott a HCLIM konzorciumhoz**
- A modell 43-as verzióját (**HCLIM43**) a HungaroMet informatikai környezetébe implementáltuk
 - kód letöltése, fordítása, számítógépes környezet előkészítése a futtatásra

1 hónap 2,5 km-es felbontáson kb. 8,5 óra alatt fut le
1 évnyi futtatás kb. 4TB tárhelyet igényel
(9 számítási node, 360 processzormag)



Kísérletek

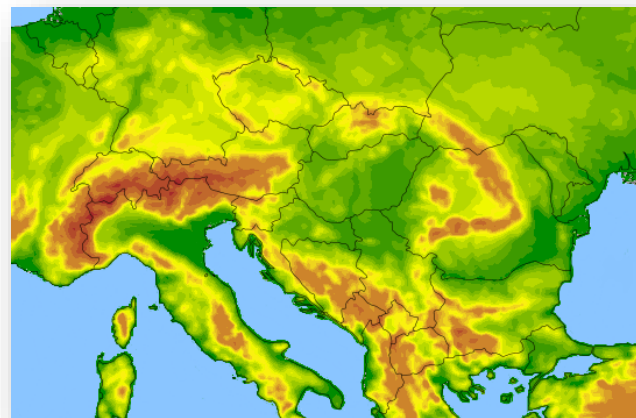
HCLIM-ALADIN 10 km: tesztelés hidrosztatikus módban

HCLIM-AROME 2.5 km: nem-hidrosztatikus mód

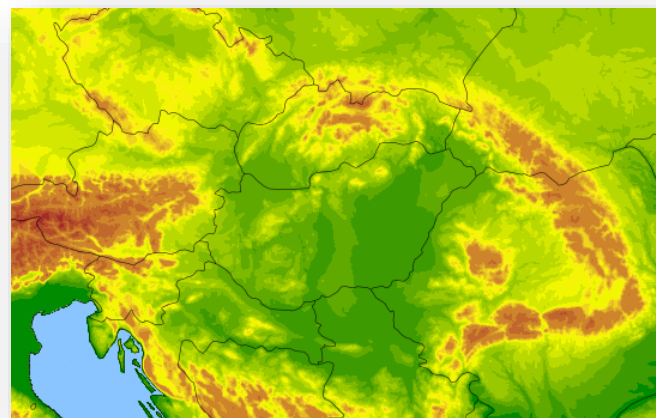
Peremfeltétel:

ERA5 reanalízis
1996-2000

EC-EARTH3-Veg globális klímamodell
1996-2000
és **2066-2070** → **SSP3-7.0**



HCLIM-ALADIN tartomány

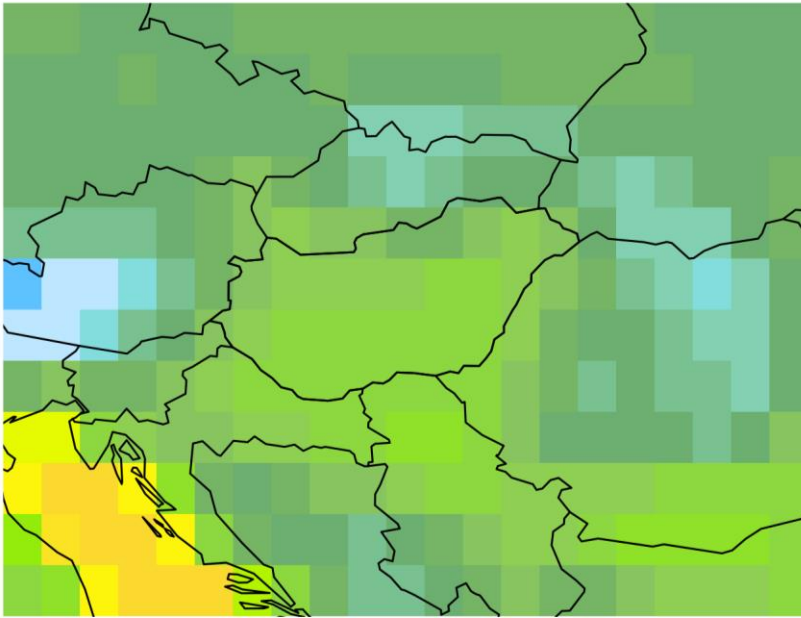


HCLIM-AROME tartomány

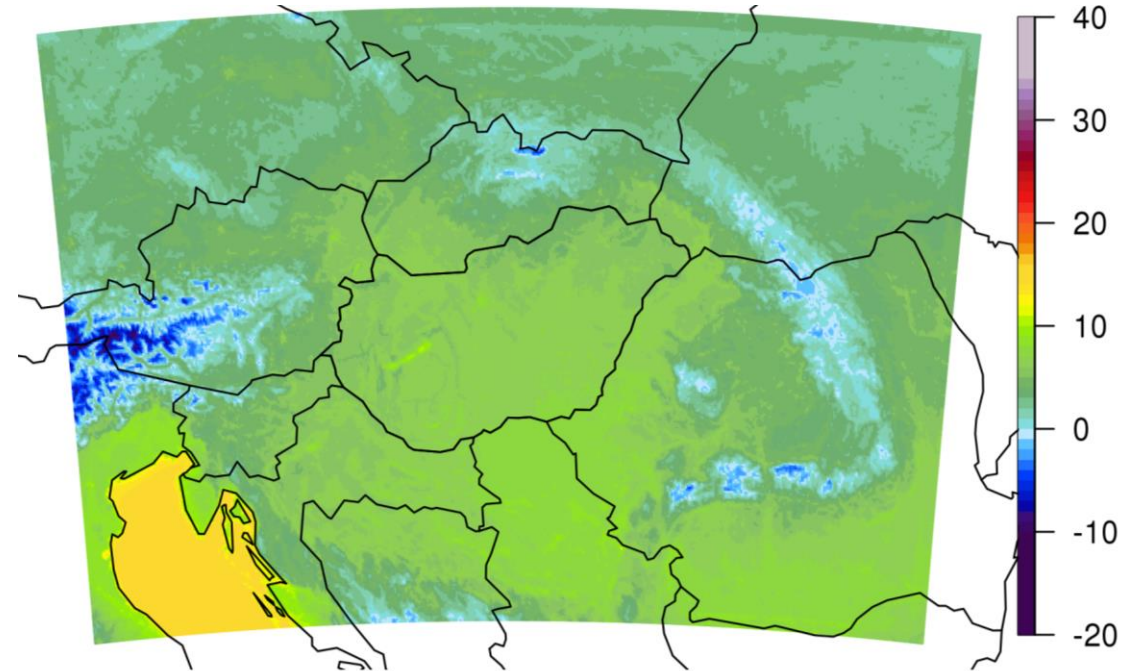
A HCLIM modell – Validáció - hőmérséklet

Éves minimumhőmérséklet (°C)

EC-EARTH (~80 km)



HCLIM (2.5 km)

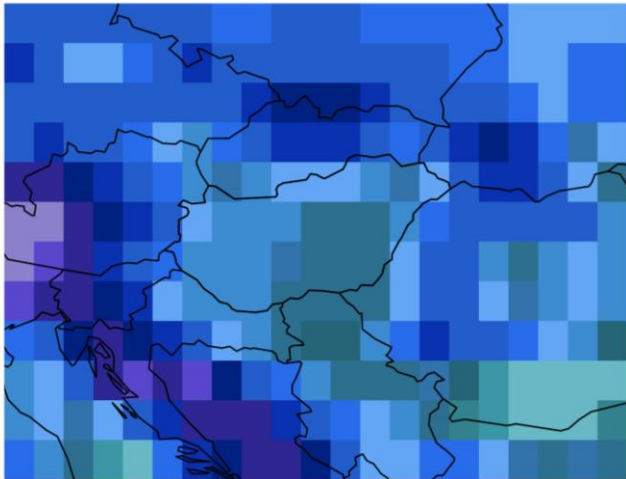


Részletesebb hőmérsékleti kép, megjelennek a **domborzati hatások**

A HCLIM modell – Validáció - csapadék

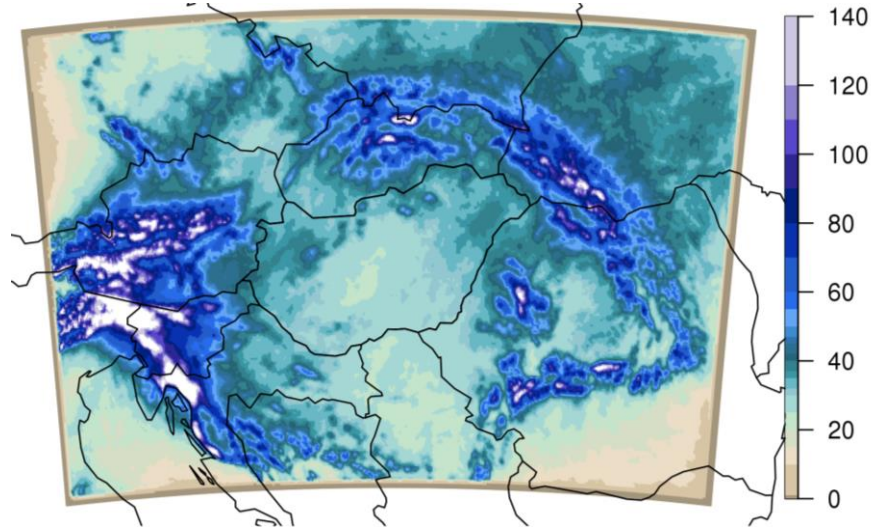
Éves csapadékmennyiség (mm/hónap)

EC-EARTH (~80 km)



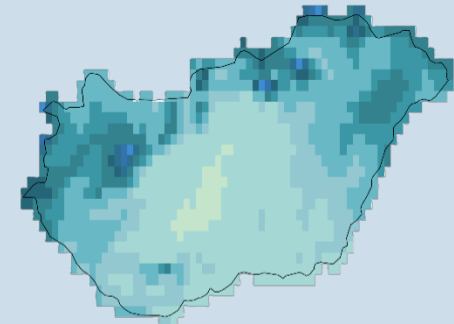
Pontosabb hegyvidéki csapadék,
megjelennek a lokális hatások

HCLIM (2.5 km)

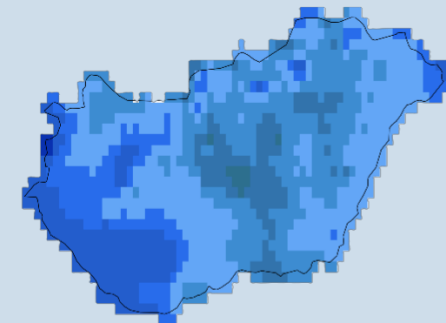


Az alföldi területek csapadék
alulbecslése további vizsgálatokat
igényel

HCLIM (10 km-re átrácsozva)



Mérés (10 km)



Tervek

A EURO-CORDEX adatokkal:

- **Az újonnan feldolgozott EURO-CORDEX adatok felhasználása:**
 - adatszolgáltatásokhoz
 - online éghajlati adatbázis és adatvizualizációs platform (KLIMADAT) továbbfejlesztéséhez
- **CMIP6 globális modellekből leskálázott EURO-CORDEX adatok feldolgozása**
 - új adatbázis előállítása adaptációs stratégiák kiépítésének támogatására a Duna vízgyűjtő területére (Danube-ADAPT nemzetközi projekt)



A HCLIM modellel:

- **További, hosszabb historikus és projekciós kísérletek futtatása és kiértékelése, a validációs módszertan fejlesztése, csapadék alulbecslés vizsgálata**
- **Verziófrissítés: cy46**



Köszönöm a figyelmet!

Bordi Sára

bordi.s@met.hu
klimadinamika@met.hu

Készült az RRF-2.3.1-21-2022-00014 azonosítószámú „Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium” elnevezésű projektben a Magyarország Helyreállítási és Ellenállóképességi Tervének keretében, az Európai Unió Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszközének támogatásával.

