

# Az éghajlati adatok mint bemenő feltételek a hatásvizsgálatokban

Pongrácz Rita<sup>1</sup>, Barcza Zoltán<sup>1,2</sup>, Kern Anikó<sup>2,3</sup>, Kis Anna<sup>1</sup>, Dobor Laura<sup>2</sup>, Hollós Roland<sup>1,4</sup>, Fodor Nándor<sup>4</sup>



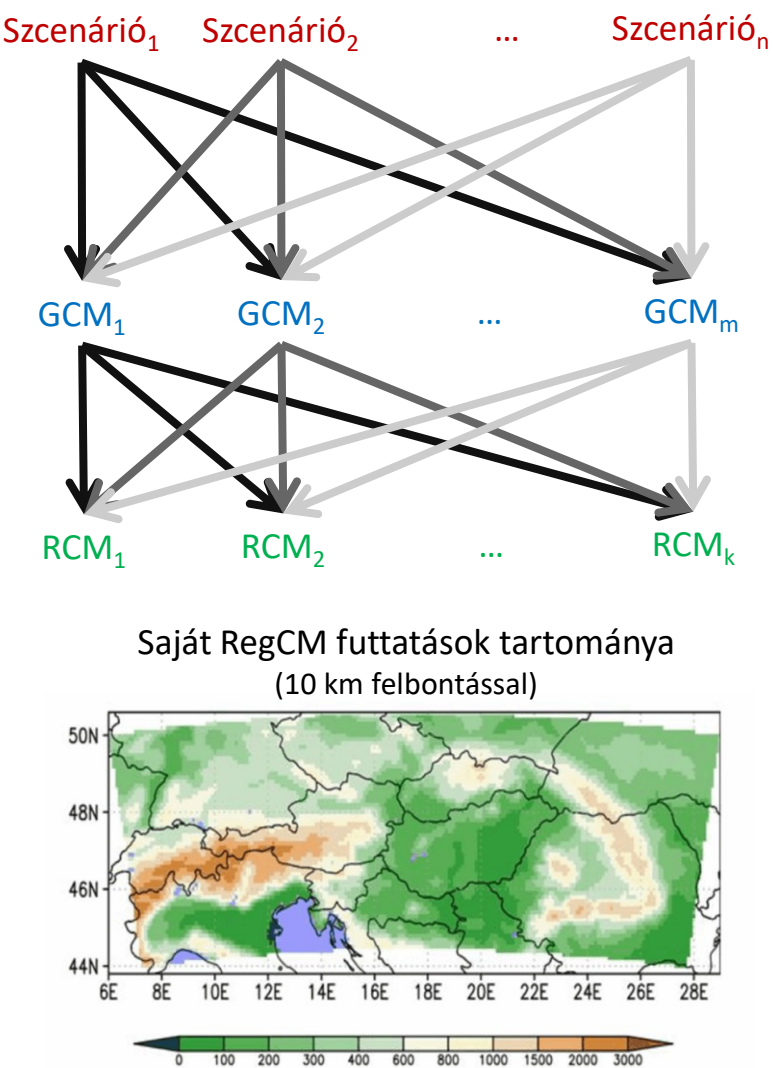
<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék  
<sup>2</sup> Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Forestry and Wood Sciences  
<sup>3</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Geofizikai és Űrtudományi Tanszék  
<sup>4</sup> Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet



## Összefoglaló

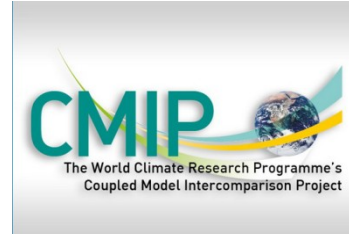
Az éghajlatváltozás kapcsán a különböző szektorok felkészülési stratégiájának kidolgozásához alapadatokra van szükség. Ehhez elengedhetetlen, hogy megbízható módszertan alapján különböző forgatókönyveket figyelembevéve nagy számú klímamodellezés álljon rendelkezésre egységes formátumban. Ezek hibakorrektúrája ugyancsak alapvető feltétel a hatásvizsgálatok számára, hiszen sok esetben a nyers modellszimulációs adatokból a durvább időskálán megadott változások a következmények tekintetében már nem adnak értelmezhető eredményt. Az RRF-2.3.1-21-2022-00014 Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium keretében az egyik fontos célkitűzésünk, hogy megfelelő bemenő adatbázisokat állítsunk elő, illetve fejlesszünk tovább (erre jó példa a FORESEE adatbázis), melyek széleskörű felhasználása számos területen lehetséges. A poszteren az alapkonceptek összegzése mellett néhány példát mutatunk be illusztrációként.

## Hatásvizsgálatok szükséges feltételrendszere

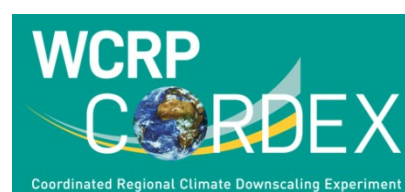


**Lehetséges Szenárió-családok:**  
**RCP** -- Lefedett időszak: 2006-2100  
**SRES** -- Lefedett időszak: 1990-2100  
 Ezek mellett szükséges a múltat lefedő historikus (HIST) szimulációk felhasználása (a hibakorrektúra alapja)

**GCM-szimulációk forrása:**  
**CMIP5** -- Lefedett időszak: 1850-2005 HIST & 2006-2100 RCP  
**CMIP6** -- Lefedett időszak: 1850-2014 HIST & 2015-2100 SSP-RCP



**RCM-szimulációk forrása (Európára 0.11° felbontással):**  
**ENSEMBLES** -- Lefedett időszak: 1951-2005 HIST & 2006-2100 SRES A1B  
**EURO-CORDEX** -- Lefedett időszak: 1951-2005 HIST & 2006-2100 RCP (2.6, 4.5, 8.5)  
**MED-CORDEX**



**Saját szimulációk (adaptált modellel):**  
**RegCM-szimulációk** (meghajtás: HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR)  
 -- Lefedett időszak: 1970-2005 HIST & 2006-2099 RCP (2.6, 4.5, 8.5)

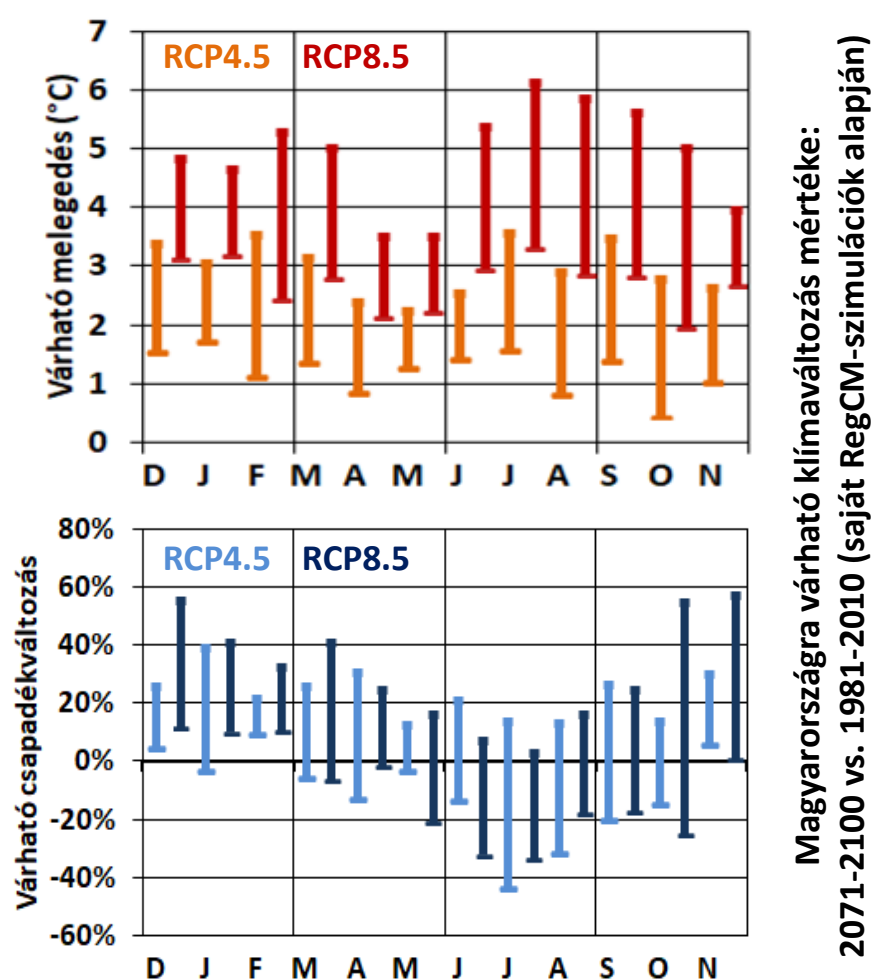


**Hibakorrektúra** (hatásvizsgálat igényeitől függően):  
 Delta-módszer (amikor elegendő a havi bontású szimulációs adat), különbségképzéssel: Jövőbeli céldidőszakra SCENARIO – HIST  
 Eloszlásfüggvény figyelembevételével korrigált szimulációs adatok (amikor napi adatokra van szükség a hatásvizsgálathoz)

## Irodalomjegyzék

Dobor L., Barcza Z., Hlászny T., Havasi Á., Horváth F., Ittész P., Bartholy J. (2014): Bridging the gap between climate models and impact studies: The FORESEE Database. *Geoscience Data Journal*, 2: 1-11. DOI: 10.1002/gdj3.22  
 Fodor N., Pásztor L., Szabó B., Laborci A., Pokovai K., Hidy D., Hollós R., Kristóf E., Kis A., Dobor L., Kern A., Grünwald T., Barcza Z. (2021): Input database related uncertainty of Biome-BGCMuSo agro-environmental model outputs. *International Journal of Digital Earth*, 14: 1582-1601. DOI: 10.1080/17538947.2021.1953161  
 Hlászny T., Trombik J., Dobor L., Barcza Z., Barka I. (2016): Future climate of the Carpathians: Climate change hot-spots and implications for ecosystems. *Regional Environmental Change*, 16: 1495-1506. DOI: 10.1007/s10113-015-0890-2  
 Horel Á., Zsigmond T., Farkas C., Gelybó G., Tóth E., Kern A., Bakacsi Z. (2022): Climate Change Alters Soil Water Dynamics under Different Land Use Types. *Sustainability*, 14: 3908. DOI: 10.3390/su14073908  
 Kern A., Dobor L., Hollós R., Marjanović H., Torma Cs.Zs., Kis A., Fodor N., Barcza Z. (2022): Seamlessly combined historical and projected daily meteorological datasets for impact studies in Central Europe: the FORESEE v4.0 and the FORESEE-HUN v1.0. Submitted to *Climate Services* (Under Review)  
 Kis A., Pongrácz R., Bartholy J., Szabó J.A. (2020): Projection of runoff characteristics as a response to regional climate change in a Central/Eastern European catchment. *Hydrological Sciences Journal*, 65: 2256-2273. DOI: 10.1080/02626667.2020.1798008  
 O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K. et al. (2014): A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. *Climatic Change*, 122: 387-400. DOI: 10.1007/s10584-013-0905-2  
 Pieczka I., Pongrácz R., Péliné Németh Cs., Kalmár T. (2019): Analysis of regional climate model simulations for Central Europe as a potential tool to assess weather-related air quality conditions. *International Journal of Environment and Pollution*, 66: 98-116. DOI: 10.1504/IJEP.2019.104524  
 Pieczka I., Pongrácz R., Bartholy J., Szabóné András K. (2018): Future temperature projections for Hungary based on RegCM4.3 simulations using new representative concentration pathways scenarios. *International Journal of Global Warming*, 15: 277-292. DOI: 10.1504/IJGW.2018.093121  
 Pokovai K., Hollós R., Bottyán E., Kis A., Marton T., Pongrácz R., Pásztor L., Hidy D., Barcza Z., Fodor N. (2020): Estimation of agro-ecosystem services using biogeochemical models. *Időjárás*, 124: 209-225. DOI: 10.28974/idojaras.2020.2.4  
 Pongrácz R., Pieczka I., Bartholy J. (2022): A Magyarország térségére várható éghajlatváltozás elemzése RegCM szimulációk felhasználásával. *Légtér* – leadott cikk  
 Torma Cs., Kis A., Pongrácz R. (2020): Evaluation of EURO-CORDEX and Med-CORDEX precipitation simulations for the Carpathian Region: Bias corrected data and projected changes. *Időjárás*, 124: 25-46. DOI: 10.28974/idojaras.2020.1.2  
 van Vuuren D.P., Edmonds J., Thomson A., Riahi K., Kainuma M., Matsui T., Hurtt G.C., Lamarque J.-F., Meinshausen M., Smith S., Granier C., Rose S.K., Hibbard K.A. (2011): Representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109: 5-31. DOI: 10.1007/s10584-011-0148-z

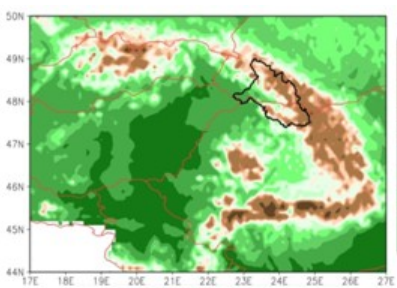
## Hatásvizsgálat saját szimulációk felhasználásával



Magyarországra várható klímaváltozás mértéke: 2071-2100 vs. 1981-2010 (saját RegCM-szimulációk alapján)

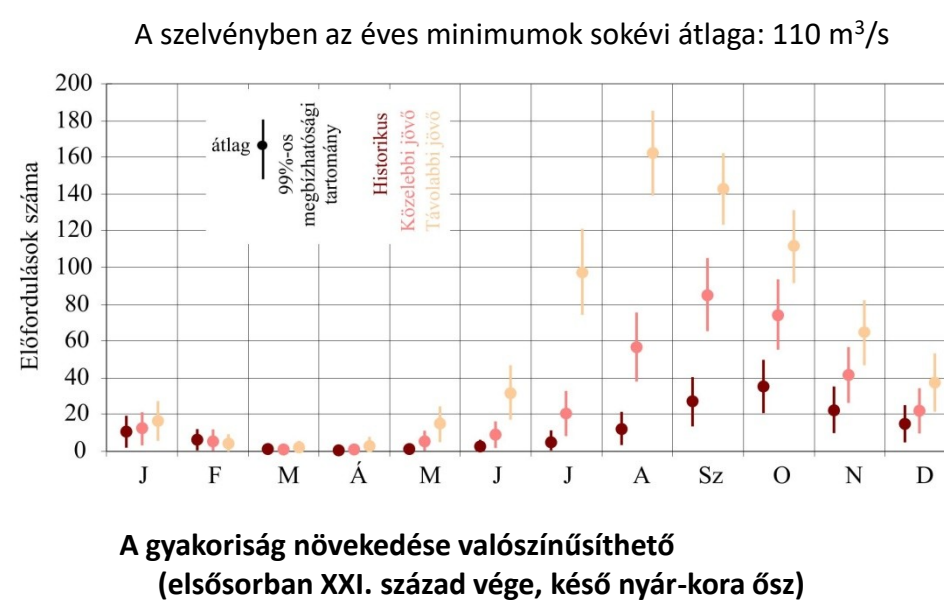
## Hidrológiai hatások:

Kis et al. (2020) eredményei



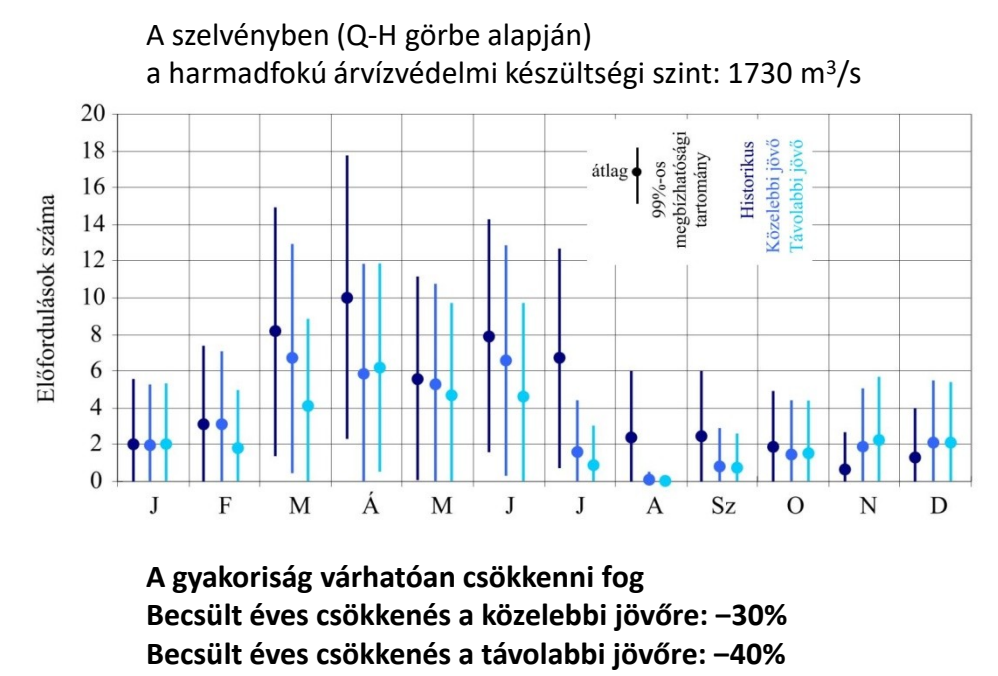
Alkalmazott forgatókönyv: RCP8.5  
 Felhasznált szimuláció: HadGEM/RegCM  
 Hidrológiai modell: DIWA-SWG  
 Célterület: Felső-Tisza (Tiszabecs)

## (1) Kritikusan alacsony vízállások várható változása



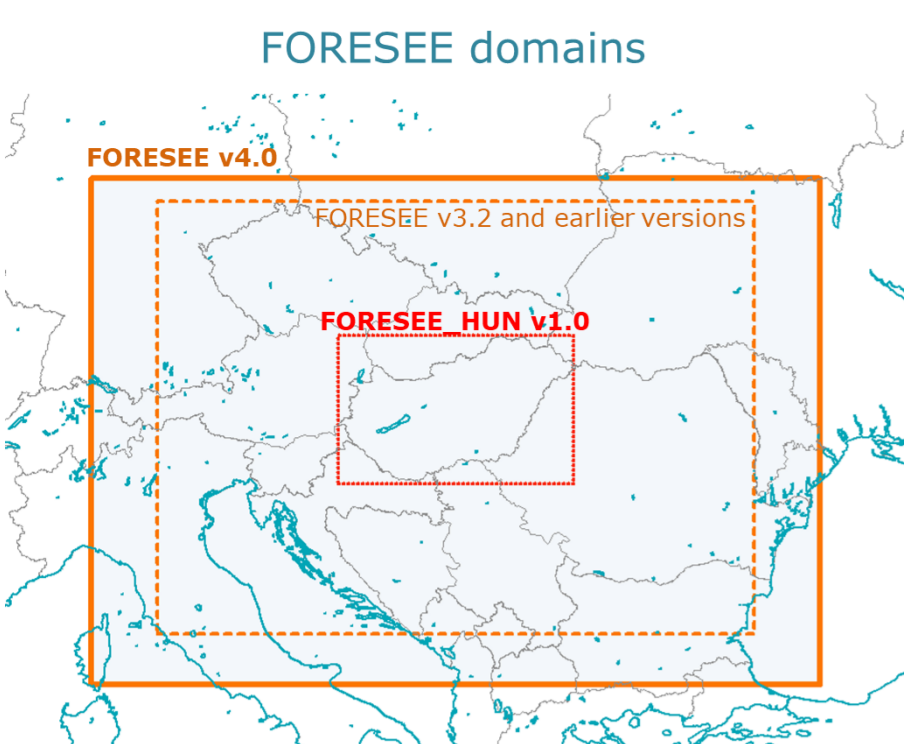
A gyakoriság növekedése valószínűsíthető (elsősorban XXI. század vége, késő nyár-kora ósz)

## (2) Harmadfokú árvízvédelmi készülségi szintet meghaladó esetek várható változása



A gyakoriság várhatóan csökkenni fog  
 Becsült éves csökkenés a közelebbi jövőre: -30%  
 Becsült éves csökkenés a távolabbi jövőre: -40%

## Hatásvizsgálat saját adatbázisba gyűjtött szimulációk felhasználásával

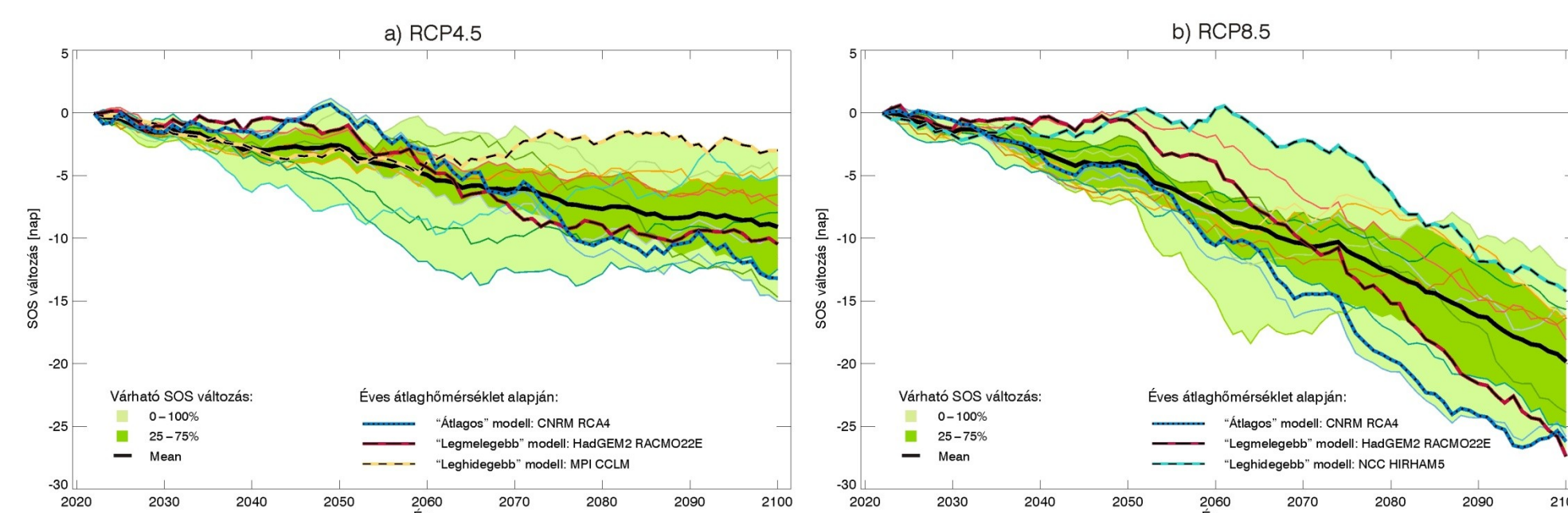


**FORESEE adatbázis: Open Database for Climate Change Related Impact Studies in Central Europe**  
<http://nimbus.elte.hu/FORESEE/>

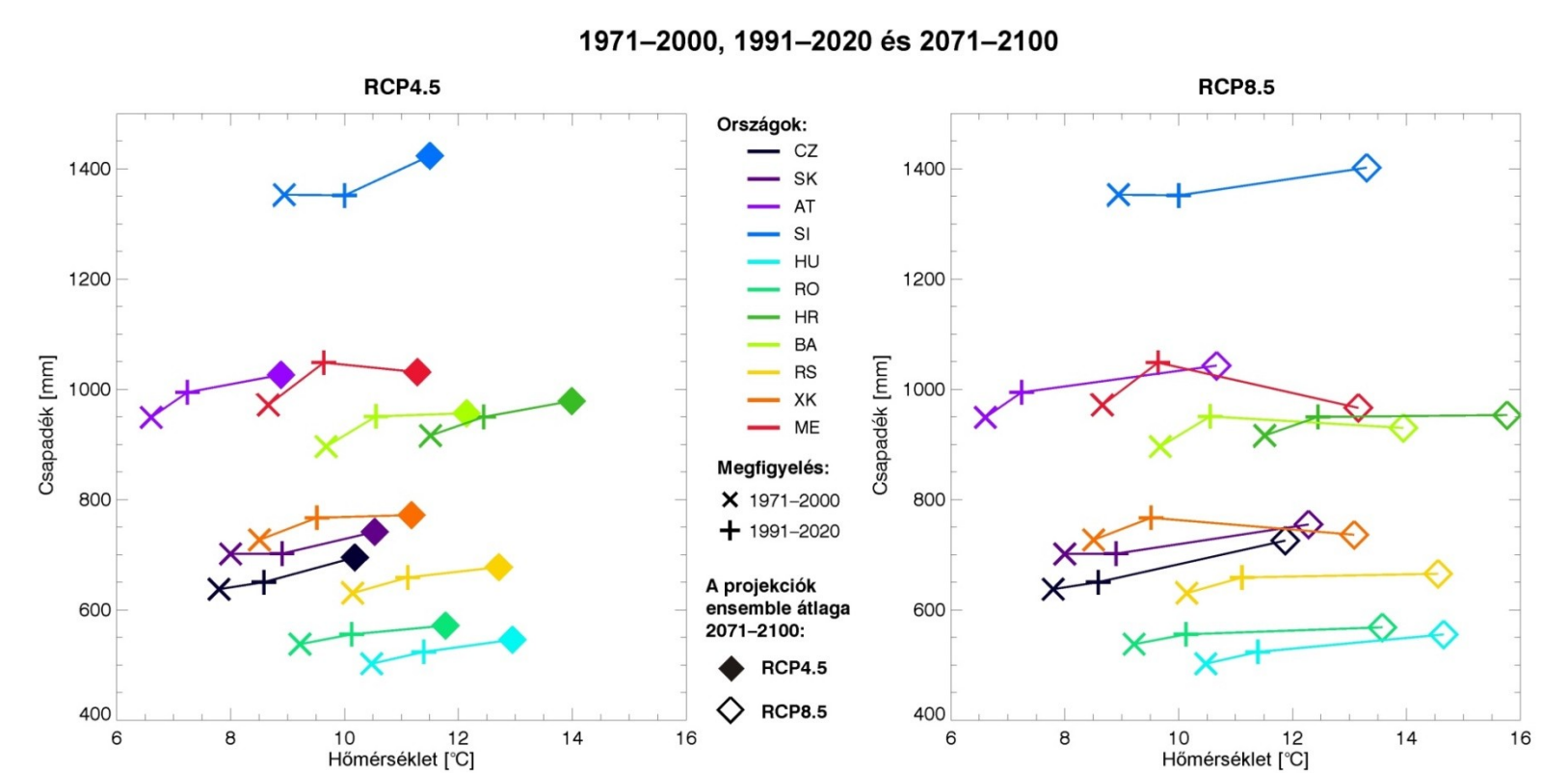
Verzió	Megfigyelési szakasz			Jövőbeli projekciós szakasz				
	Térbeli lefedettség	Térbeli felbontás	Időszak	Alap-adatbázis	Időszak	Modellforrás	Modelllek száma	Szenáriók
FORESEE v3.1	Korábbi FORESEE domain	1/6° × 1/6°	1951-2019	E-OBS v17.0e	2020-2100*	ENSEMBLES	10	A1B
FORESEE v3.2	Korábbi FORESEE domain	1/6° × 1/6°	1951-2020	E-OBS v22.0e	2021-2100*	ENSEMBLES	10	A1B
FORESEE v4.0	Kibővített FORESEE domain	0.1° × 0.1°	1951-2020	E-OBS v22.0e	2021-2100	EURO-CORDEX	14	RCP4.5 & RCP8.5
FORESEE-HUN v1.0	Magyarország	0.1° × 0.1°	1971-2021	HUCLIM	2022-2100	EURO-CORDEX	14	RCP4.5 & RCP8.5

A FORESEE adatbázis verziói

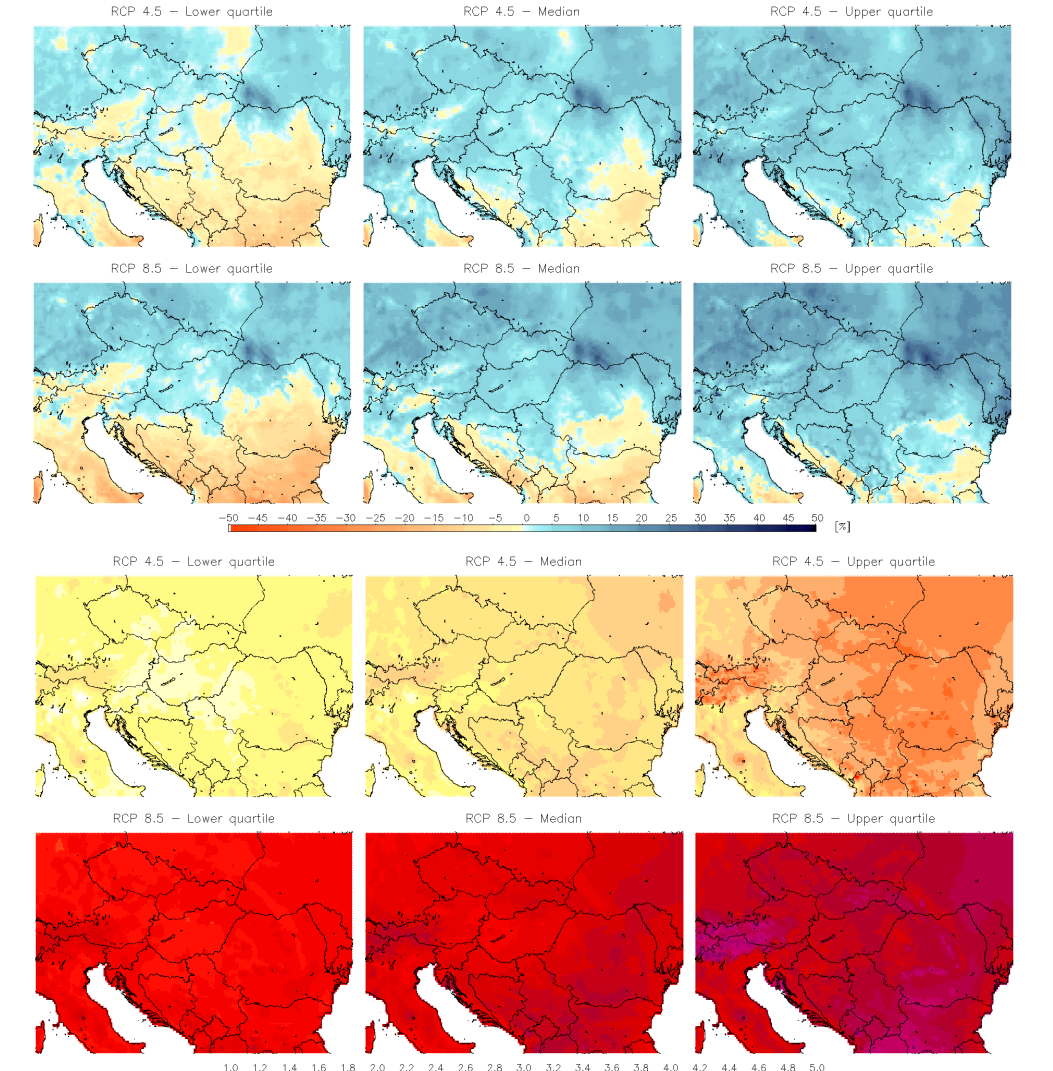
## Erdők tavaszi kizöldülésének időpontjában (SOS) várható változás (Kern et al., 2022)



## Közép-Európai országok éves átlagos hőmérséklete és csapadékösszege a múltban, és a jövőben



## A csapadék és a hőmérséklet várható alakulása 2071-2100-ra



## Alkalmazott GCM-RCM modell-kombinációk

Abbreviation	GCM	ENSEMBLE	RCM
CNRM CCLM	CNRM-CERFACS-CNRM-CMS	r1	CLMcom-CCLM4-8-17
CNRM ALADINS3	CNRM-CERFACS-CNRM-CMS	r1	CNRM-ALADINS3
EC-EARTH CCLM	ICHEC-EC-EARTH	r12	CLMcom-CCLM4-8-17
EC-EARTH RACMO22E r12	ICHEC-EC-EARTH	r12	KNMI-RACMO22E
EC-EARTH RACMO22E r1	ICHEC-EC-EARTH	r1	KNMI-RACMO22E
EC-EARTH HIRHAM5	ICHEC-EC-EARTH	r3	DMI-HIRHAM5
HadGEM2 CCLM	MOHC-HadGEM2-ES	r1	CLMcom-CCLM4-8-17
HadGEM2 RACMO22E	MOHC-HadGEM2-ES	r1	KNMI-RACMO22E
MPI CCLM	MPI-M-MPI-ESM-LR	r1	CLMcom-CCLM4-8-17
MPI REMO2009 r1	MPI-M-MPI-ESM-LR	r1	MPI-CSC-REMO2009
MPI REMO2009 r2	MPI-M-MPI-ESM-LR	r2	MPI-M-MPI-ESM-LR
NCC HIRHAM5	NCC-NorESM1-M	r1	DMI-HIRHAM5
CNRM RCA4	CNRM-CERFACS-CNRM-CMS	r1	SMHI-RCA4
IPSL RCA4	IPSL-IPSL-CMSA-MR	r1	SMHI-RCA4