GÖTZ GUSZTÁV EMLÉKÜLÉS

Légköri távkapcsolati mintázatok azonosítása dimenzióredukciós módszerek alkalmazásával

Kristóf Erzsébet
Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék

Országos Meteorológiai Szolgálat,
Budapest, 2023. november 6.

BEVEZETÉS

A Götz Gusztáv Publikációs Díjas cikk:
Kristóf, E., Barcza, Z., Hollós, R., Bartholy, J., Pongrácz, R., 2020: Evaluation of Historical CMIP5 GCM Simulation Results Based on Detected Atmospheric Teleconnections. Atmosphere, 11, 723. https://doi.org/10.3390/atmos11070723

Célkitűzés:
Globális klímamodellek (GCM-ek) validációja légköri távkapcsolati jelenségekre vonatkozóan.

A validációs eljárás legyen:
- egyszerűen végrehajtható,
- reprodukálható,
- automatizált.

MÓDSZERTANI ÁTTEKINTÉS

1. **Adatbázisválasztás:**
   A vizsgálat téridőbeli tartományának meghatározása,
   a validációhoz alkalmazandó GCM-ek
   és a referencia adatbázisok kiválasztása

2. **A távkapcsolati mintázatok azonosítása:**
   a referencia adatbázisokban
   és a GCM-ek historikus szimulációs eredményeiben

3. **A GCM-ek értékelése:**
   A GCM-ekben azonosított távkapcsolati mintázatok
   összehasonlítása a referencia adatbázisokban
   azonosított távkapcsolati mintázatokkal

1. ADATBÁZISVÁLASZTÁS

A validációhoz kiválasztott CMIP5 GCM-ek:
1951-2005 között elérhető napi geopotenciális magasság (zg500) adatok; 2,5°-os vagy finomabb horizontális felbontású légköri almodell

	GCM megnevezése
1	ACCESS1.0
2	ACCESS1.3
3	CCSM4
4	CMCC-CM
5	CMCC-CMS *
6	CNRM-CM5
7	GFDL-CM3 *
8	GFDL-ESM2G
9	GFDL-ESM2M

	GCM megnevezése
10	HadGEM2-AO
11	HadGEM2-CC *
12	IPSL-CM5A-MR *
13	MIROC5
14	MPI-ESM-LR *
15	MPI-ESM-MR *
16	MPI-ESM-P *
17	MRI-CGCM3 *
18	MRI-ESM1 *
19	NorESM1-M

* Sztratoszférikus komponenssel rendelkező GCM-ek

1. ADATBÁZISVÁLASZTÁS

A validációhoz kiválasztott referencia adatbázisok:

ECMWF ERA-20C:

horizontális rácsfelbontás: ~125 km
időlépcső: 3 óra
időszak: 1901-2010

NCEP-NCAR Reanalysis 1 (NCEP-NCAR R1):

horizontális rácsfelbontás: 2.5°
időlépcső: 6 óra
időszak: 1948-napjainkig

A vizsgált időszakok:

1951-2005 között hat darab 30 éves és tíz darab 10 éves, egymással átfedésben lévő időszak, kizárólag télre (DJF) vonatkozóan:

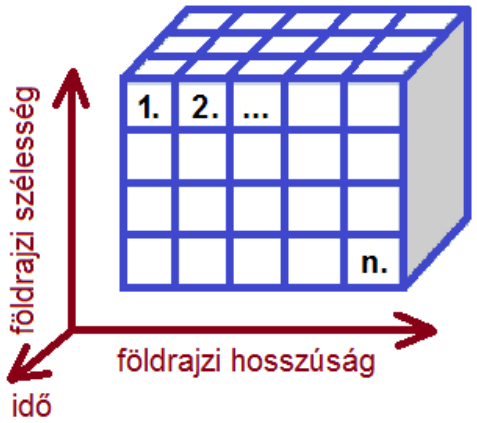
1951-1980, 1956-1985, 1961-1990, 1966-1995, 1971-2000, 1976-2005, illetve
1951-1960, 1956-1965, 1961-1970, 1966-1975, 1971-1980, 1976-1985, …, 1996-2005)

2. A TÁVKAPCSOLATI MINTÁZATOK AZONOSÍTÁSA

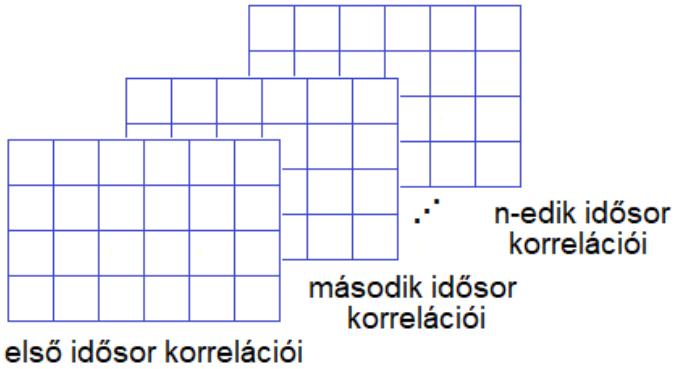
Távkapcsolati módszer (teleconnection method):

(Wallace & Gutzler, 1981; a továbbiakban: WG81)

Háromdimenziós zg500 tömb

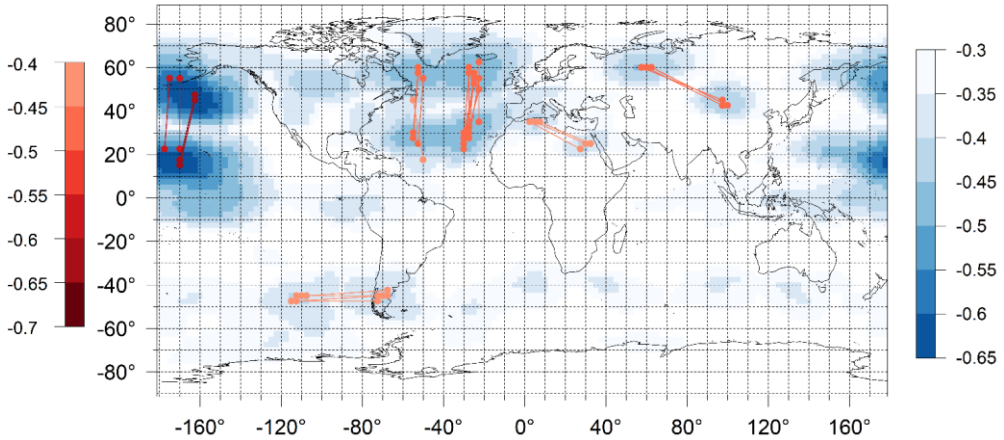


Négydimenziós korrelációtömb:
minden egyes rácsponti idősor összes többi rácsponti idősorral való Pearson-korrelációja



A rácspontonkénti legerősebb negatív korrelációk kétdimenziós tömbbe rendezése, a **legerősebb negatív korrelációk mezőjének** előállítása (térképen: kékes árnyalat)

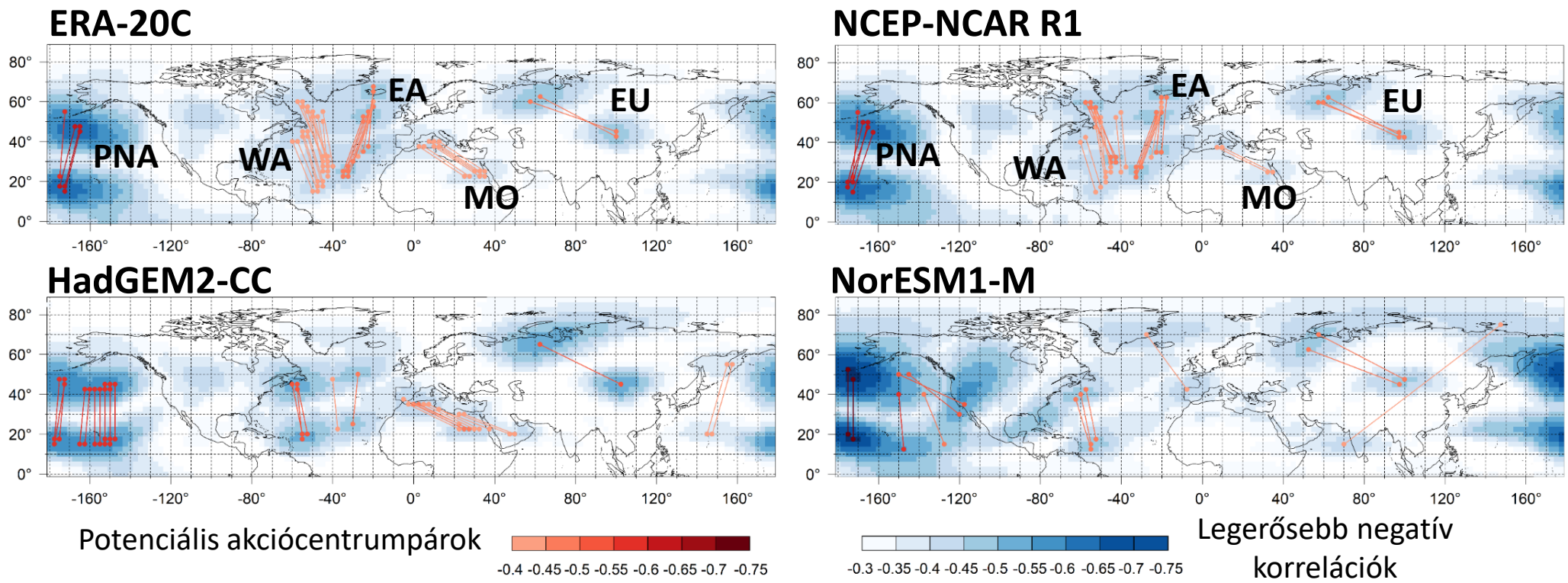
Az egymással kölcsönösen egyértelműen legerősebb negatív korrelációban álló rácspontpárok, azaz a **potenciális akciócentrumpárok** meghatározása (térképen: pirosas árnyalat)



A legerősebb negatív korrelációk mezője az NCEP-NCAR R1 alapján (1991-2020)

2. A TÁVKAPCSOLATI MINTÁZATOK AZONOSÍTÁSA

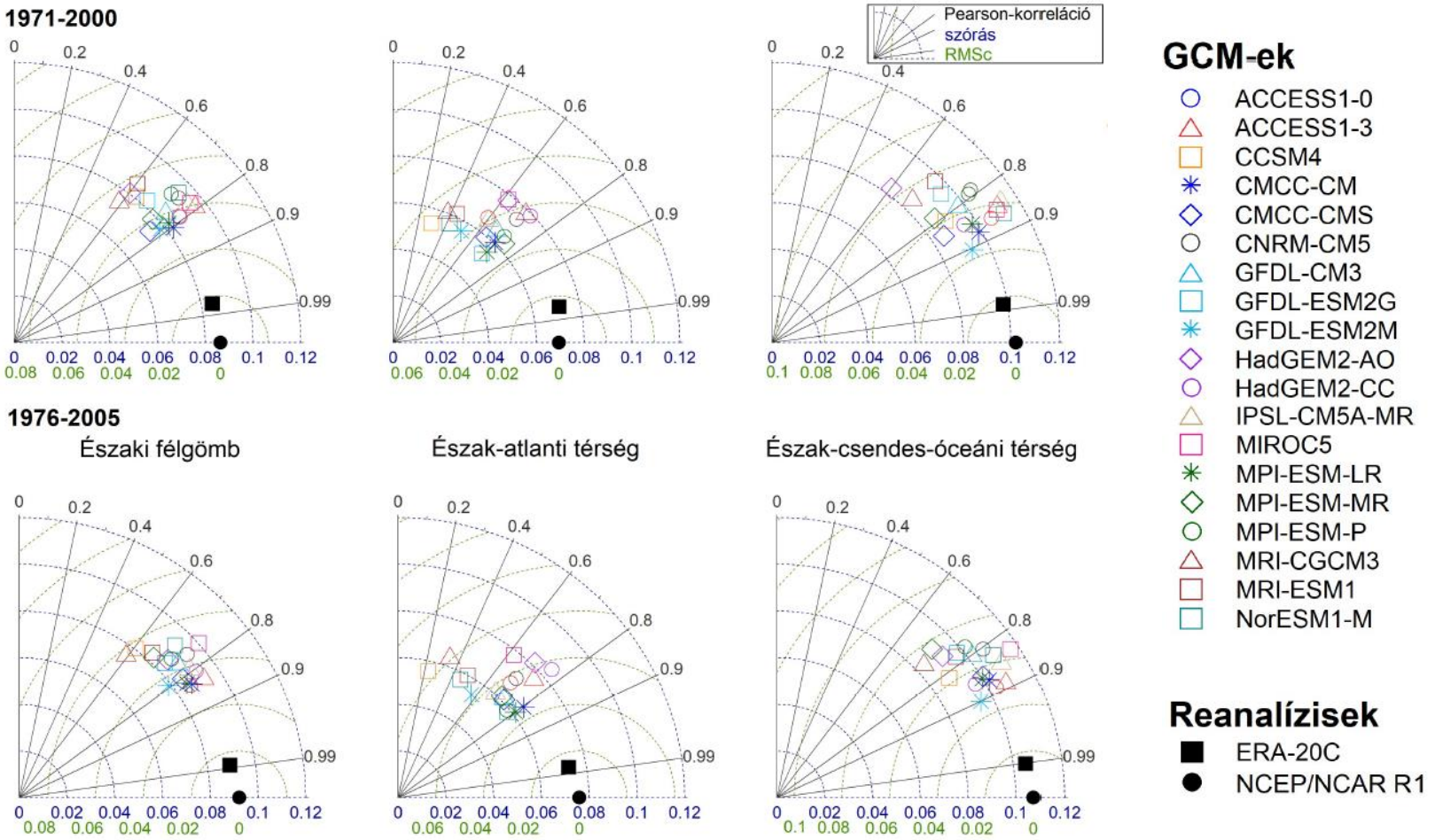
A legerősebb negatív korrelációk mezői (1976-2005)



PNA: Csendes-óceáni / észak-amerikai mintázat (Pacific/North American pattern; WG81)
WA: Nyugat-atlanti mintázat (West Atlantic pattern; WG81)
EA: Kelet-atlanti mintázat (East Atlantic pattern; WG81)
EU: Eurázsiai mintázat (Eurasian pattern; WG81)
MO: Mediterrán Oszcilláció (Mediterranean Oscillation; Kushnir & Wallace, 1989; Conte et al., 1989)

3. A GLOBÁLIS KLÍMAMODELLEK ÉRTÉKELÉSE

A GCM-ek és a reanalízisek legerősebb negatív korreláció-mezőinek összevetése Taylor-diagramon



Sikertelen modellrangsorolási kísérlet.

3. A GLOBÁLIS KLÍMAMODELLEK ÉRTÉKELÉSE

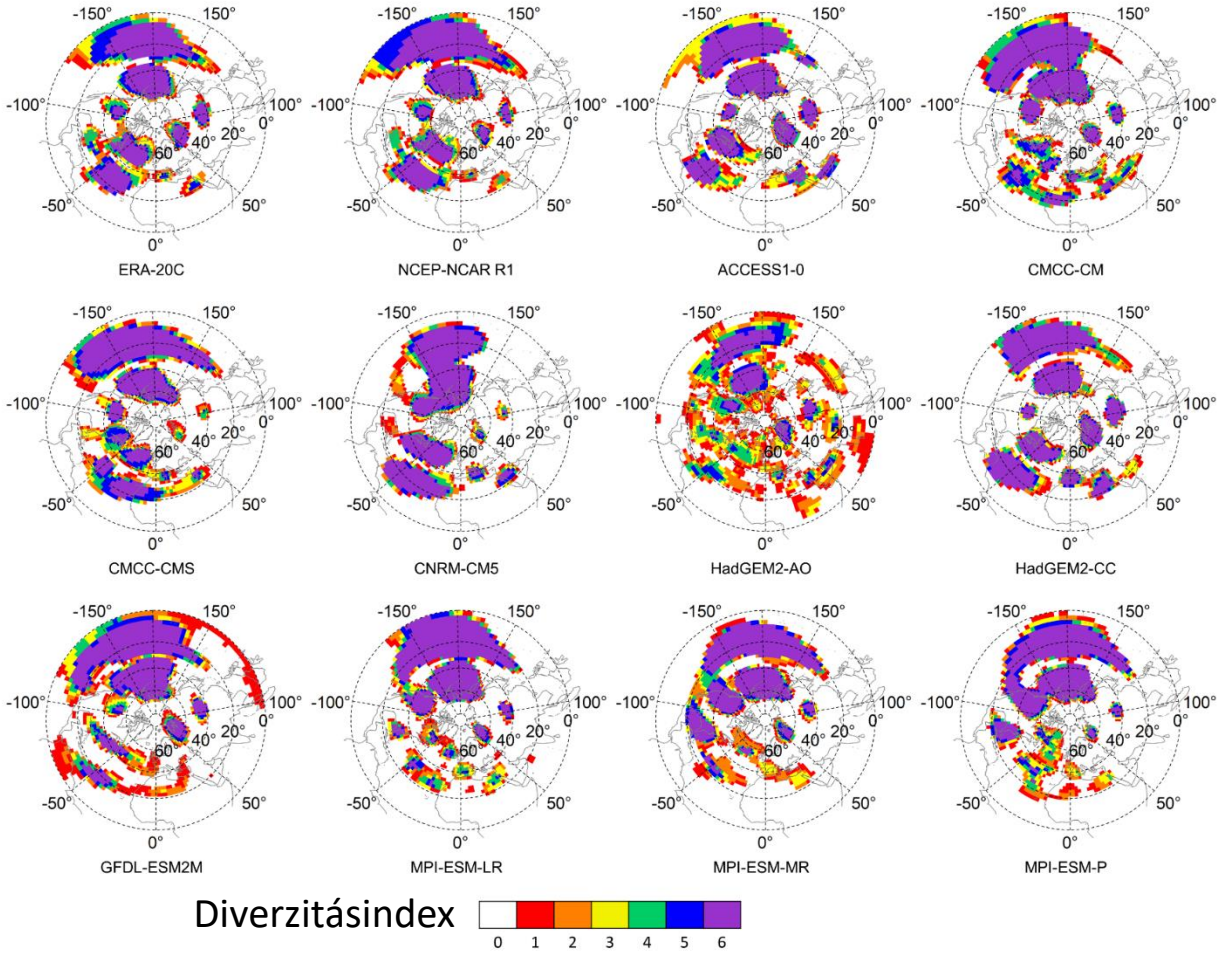
Diverzitásindex, stabilitástérképek

A legerősebb negatív korrelációk mezőiből származtatott mezők létrehozása

A diverzitásindex rácspontonként azon 30 éves időszakok számával egyenlő, amelyekben a legerősebb negatív korreláció értéke az adott reanalízisre / GCM-re az összes legerősebb negatív korreláció 25. percentilisénél (a küszöbértéknél) kisebb.

Ha egy adott rácspontban:

- a hatból egyetlen időszakban sincs a küszöbértéknél kisebb negatív korreláció, akkor a diverzitásindex értéke 0.
- az összes időszakban kisebb a negatív korreláció a küszöbértéknél, akkor a diverzitásindex értéke 6.

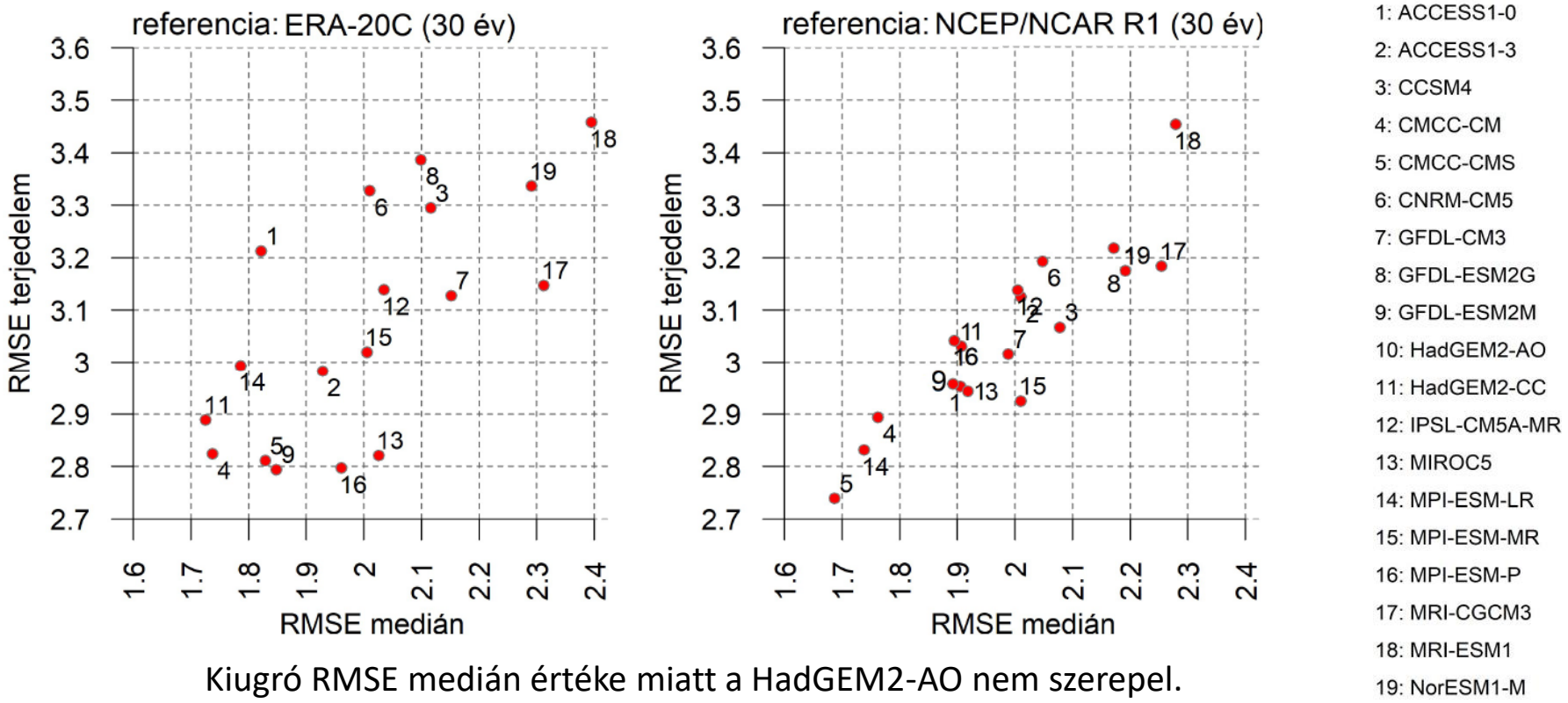


A modellek validálhatók a távkapcsolati mintázatok stabilitása alapján.

3. A GLOBÁLIS KLÍMAMODELLEK ÉRTÉKELÉSE

Diverzitásindex, stabilitástérképek

A stabilitástérképek összehasonlítása a területfüggőség figyelembe vételével

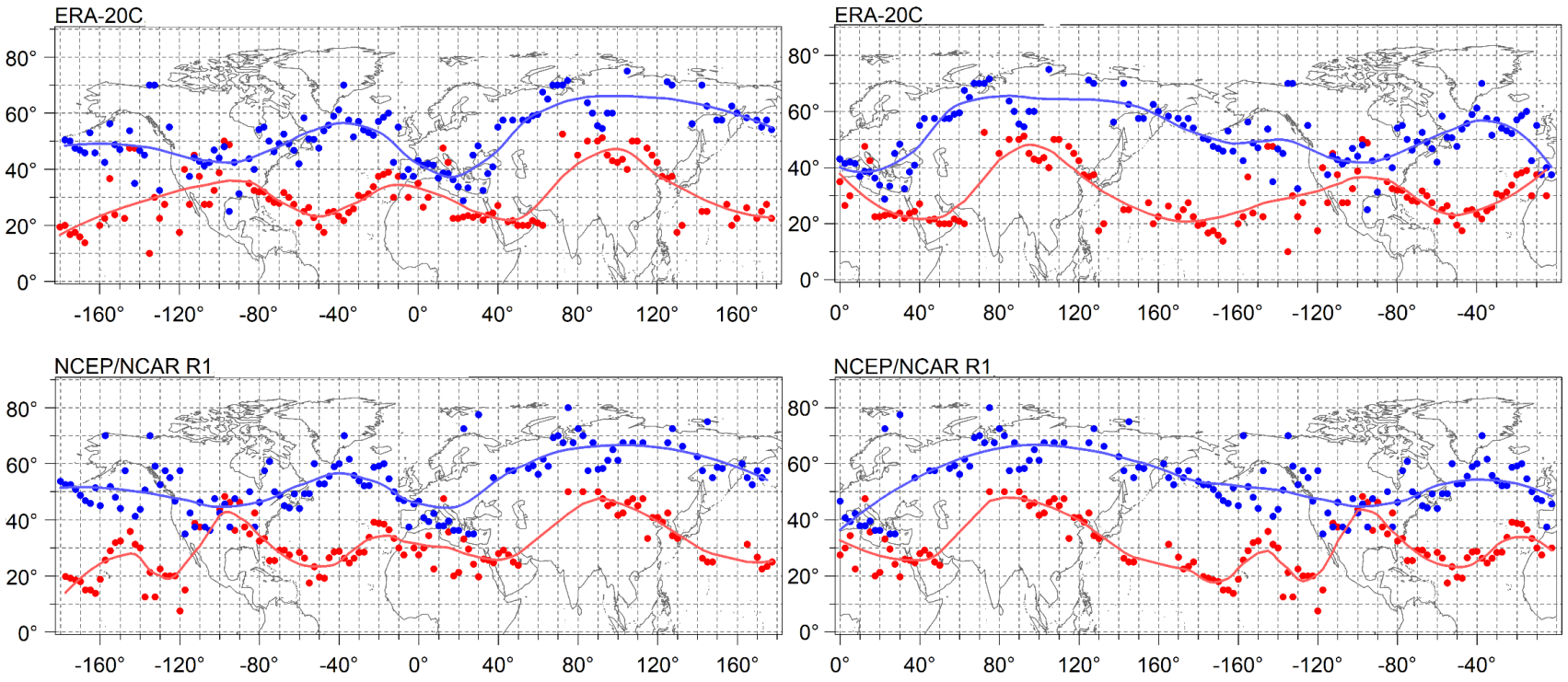


Kiugró RMSE medián értéke miatt a HadGEM2-AO nem szerepel.

A GCM-stabilitástérképek rácspontjai 1 %-ának véletlen mintavételezésével kapott mintázatok és az ugyanígy, mintavételezéssel létrehozott reanalízis-mintázatok közötti átlagos négyzetes hiba négyzetgyöke (RMSE) került meghatározásra, 500 000 alkalommal.
A GCM-ek ponthalmazát az RMSE-értékek mediánja és terjedelme alapján ábrázoltuk.

3. A GLOBÁLIS KLÍMAMODELLEK ÉRTÉKELÉSE

Lokális regressziós (LOESS*) görbék potenciális akciócentrumokra illesztése a 10 éves időszakok alapján



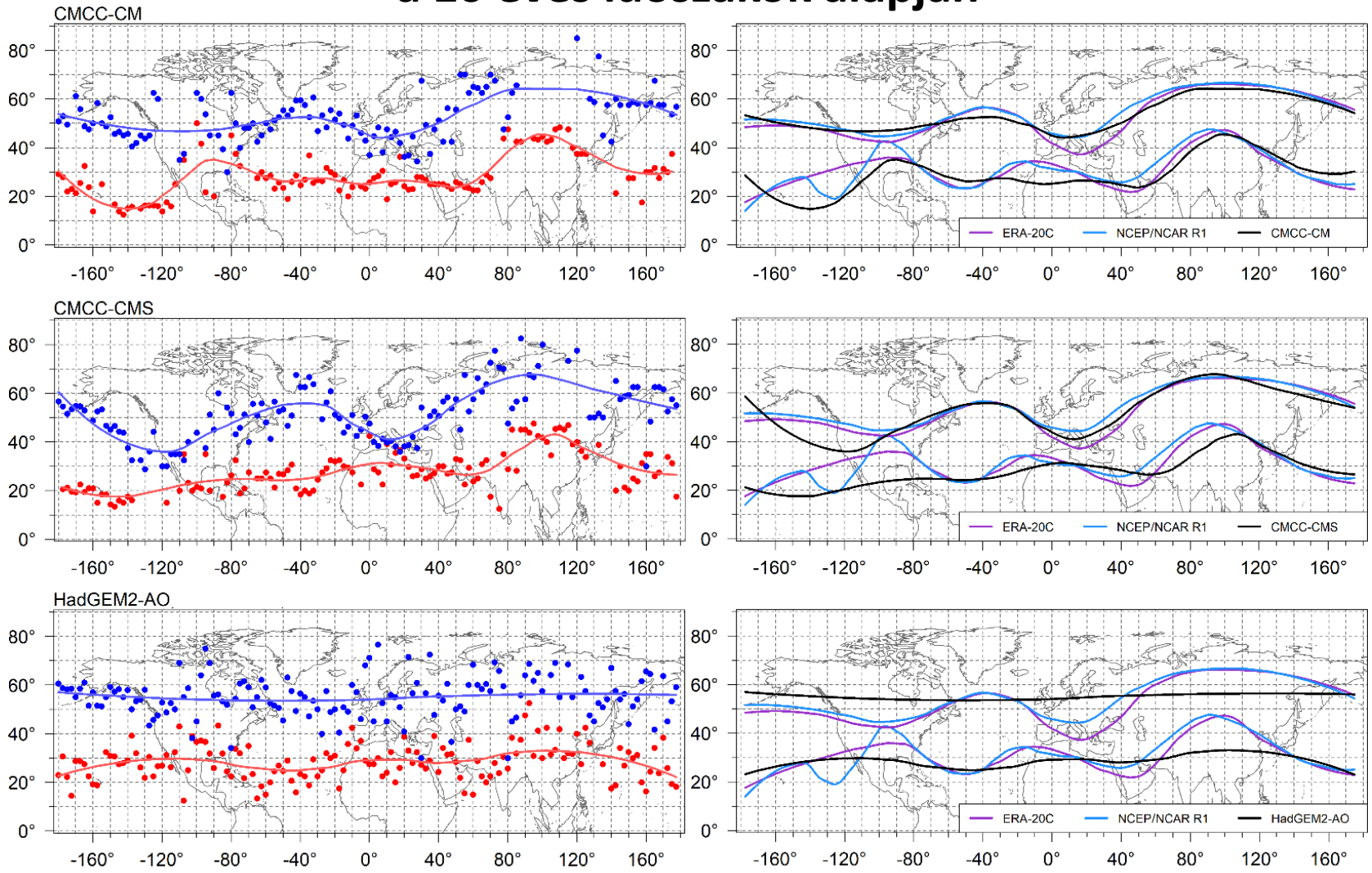
Kék körök: a potenciális akciócentrumpárok északi pólusai,
piros körök: a potenciális akciócentrumpárok déli pólusai

A modellek validálhatók a távkapcsolatok legintenzívebb területeinek elhelyezkedése alapján.

* LOESS: Locally Estimated Scatterplot Smoothing (Cleveland, 1979)

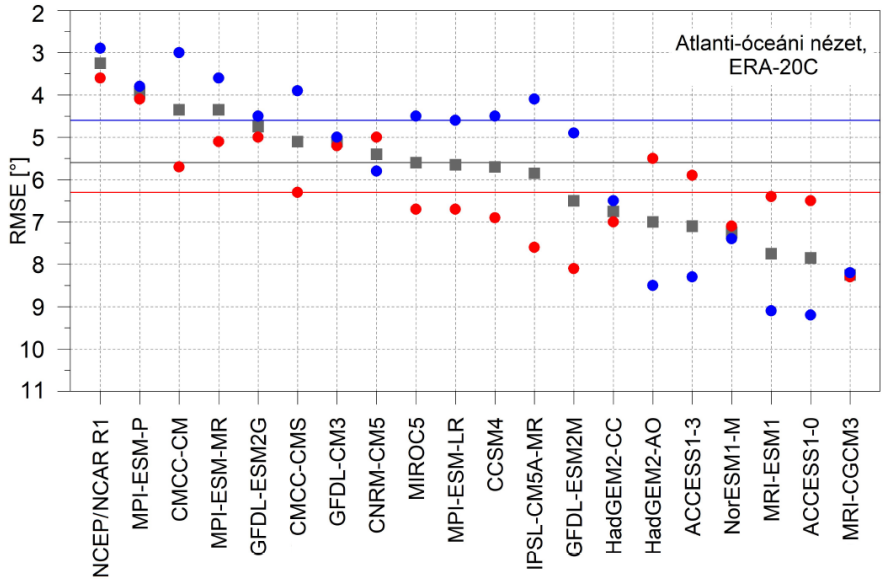
3. A GLOBÁLIS KLÍMAMODELLEK ÉRTÉKELÉSE

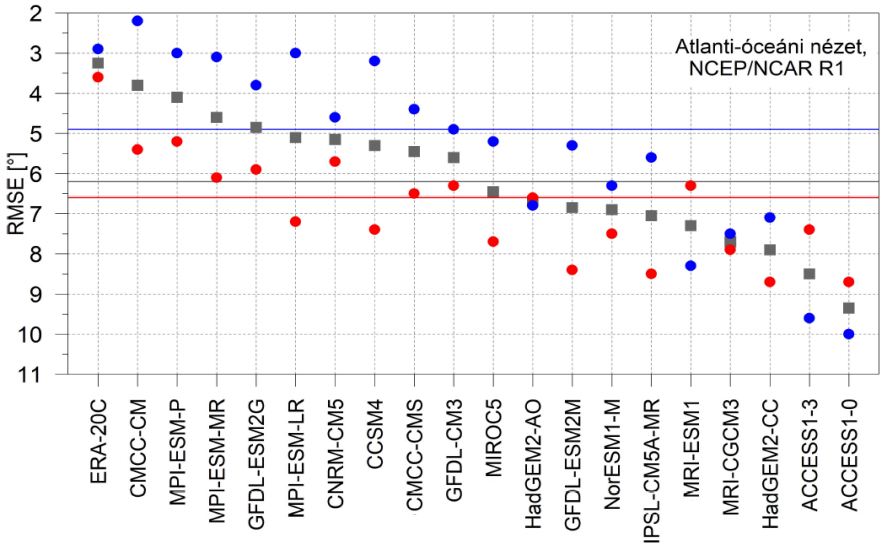
LOESS-görbék potenciális akciócentrumokra illesztése a 10 éves időszakok alapján



3. A GLOBÁLIS KLÍMAMODELLEK ÉRTÉKELÉSE

LOESS-görbék összehasonlítása az RMSE-értékek alapján





- A déli pólusokra illesztett LOESS-görbék RMSE értékei
- Az északi pólusokra illesztett LOESS-görbék RMSE értékei
- Az előbbi két RMSE-érték átlaga

- A déli pólusokra illesztett LOESS-görbékre kapott RMSE-értékek mediánja a GCM-ek alapján
- Az északi pólusokra illesztett LOESS-görbékre kapott RMSE-értékek mediánja a GCM-ek alapján
- Az előbbi két RMSE-érték átlaga

KÖSZÖNÖM SZÉPEN A FIGYELMET

Irodalomjegyzék:

Cleveland, W.S., 1979: Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplots. Journal of the American Statistical Association, 74, 829–836.
DOI: 10.1080/01621459.1979.10481038.

Conte, M., Giuffrida, A., Tedesco, S., 1989: The Mediterranean Oscillation, Impact on Precipitation and Hydrology in Italy. In: Conference on Climate Water, 121–137, Publications of the Academy of Finland, Helsinki.

Kushnir, Y., Wallace, J.M., 1989: Low-Frequency Variability in the Northern Hemisphere Winter: Geographical Distribution, Structure and Time-Scale Dependence. Journal of the Atmospheric Sciences, 46, 3122–3143.
DOI: 10.1175/1520-0469(1989)046<3122:LFVITN>2.0.CO;2.

Wallace, J.M., Gutzler, D.S., 1981: Teleconnections in the Geopotential Height Field during the Northern Hemisphere Winter. Monthly Weather Review, 109, 784–812.
DOI: 10.1175/1520-0493(1981)109<0784:TITGHF>2.0.CO;2.