

Távkapcsolatok vizsgálata hemiszférikus mezősorokban, potenciális statisztikai összefüggések a Kárpát-medence éghajlatának alakulásával

Kristóf Erzsébet, Bartholy Judit, Pongrácz Rita
Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Meteorológiai Tanszék



45. Meteorológiai Tudományos Napok
2019. november 14.

Motiváció

Az oszcillációs rendszerek és a Kárpát-medence kapcsolatának minél pontosabb feltárása.

Statisztikai módszer kidolgozása az általános cirkulációs modellek (GCM) validációjára, a légköri oszcillációs jelenségek tekintetében.

A módszer alkalmazása a Kapcsolt modelleket összehasonlító projekt 5. fázisa (CMIP5) GCM-jeinek historikus és reprezentatív koncentrációs útvonalak (RCP) szimulációin.

A legpontosabb GCM-ek XXI. századra rendelkezésre álló RCP szimulációinak vizsgálata, a Kárpát-medencére vonatkozó éghajlati becslések pontosításának elősegítése.

Felhasznált adatbázisok

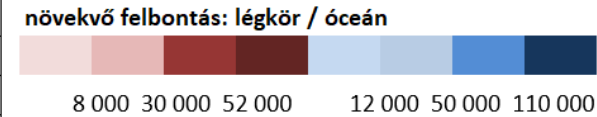
Referencia adatbázisok:

Az ECMWF ERA-20C és az NCEP-NCAR Reanalysis 1 adatbázisa

CMIP5 GCM-ek:

Az összes GCM, amelynek historikus napi adatai legalább 1951-2006 között elérhető, a légköri modell, pedig legalább 2,5°-os felbontású

| modellnév | fejlesztő | légköri modell eredeti felbontása | légköri | föld-felszíni | óceáni | tengeri jég | aero-szol | levegő-kémiai | szén-ciklus | óceáni biogeo kémiai |
|--------------|-----------|-----------------------------------|---------|---------------|--------|-------------|-----------|---------------|-------------|----------------------|
| ACCESS1.0 | AUS | 1,25° × 1,875° | | | | | | | | |
| ACCESS1.3 | AUS | 1,25° × 1,875° | | | | | | | | |
| CCSM4 | USA | ~0,94° × 1,25° | | | | | | | | |
| CMCC-CM | ITA | ~0,75° × 1° | | | | | | | | |
| CMCC-CMS | ITA | ~1,86° × 1,875° | | | | | | | | |
| CNRM-CM5 | FRA | ~1,4° × ~1,41° | | | | | | | | |
| GFDL-CM3 | USA | 2,5° × 2° | | | | | | | | |
| GFDL-ESM2G | USA | 2,5° × ~2° | | | | | | | | |
| GFDL-ESM2M | USA | 2,5° × ~2° | | | | | | | | |
| HadGEM2-AO | KOR | 1,25° × 1,875° | | | | | | | | |
| HadGEM2-CC | UK | 1,25° × 1,875° | | | | | | | | |
| IPSL-CM5A-LR | FRA | 1,27° × 2,5° | | | | | | | | |
| MIROC5 | JPN | ~1,4° × ~1,41° | | | | | | | | |
| MPI-ESM-LR | GER | ~1,86° × 1,875° | | | | | | | | |
| MPI-ESM-MR | GER | ~1,86° × 1,875° | | | | | | | | |
| MPI-ESM-P | GER | ~1,86° × 1,875° | | | | | | | | |
| MRI-CGCM3 | JPN | ~1,12° × 1,125° | | | | | | | | |
| MRI-ESM1 | JPN | ~1,12° × 1,125° | | | | | | | | |
| NorESM1-M | NOR | ~1,89° × 2,5° | | | | | | | | |



A táblázatbeli adatok forrása:
IPCC AR5 WG1 747. o. és
GCM-dokumentációk

Felhasznált adatbázisok

Az oszcillációk azonosításához az 500 hPa-os légnyomási szint geopotenciális magasság (AT500) adatsorait vizsgáljuk.

Időbeli és térbeli felbontás: a téli hónapokra (DJF) vonatkozó, lineáris trendmentesített, bilineáris interpolációval $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ -os rácsra transzformált, standardizált napi anomália adatsorok

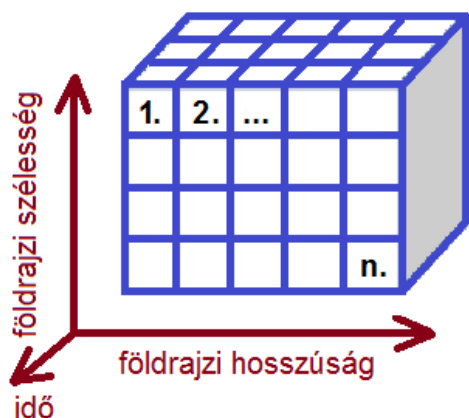
Vizsgált terület és időszakok: északi félgömb, 37×144 rácspont

Historikus modellfuttatások: 10 és 30 éves periódusok 1951-től

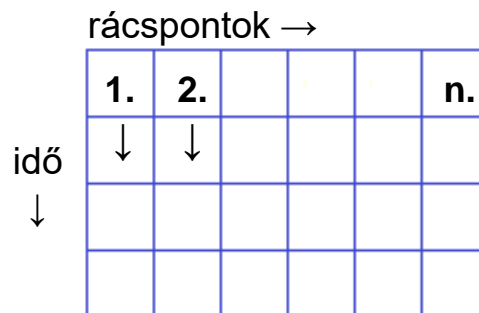
RCP 4.5 & RCP 8.5 scenáriók: 2006-tól az összes elérhető modellre

Empirikus ortogonális sorfejtés

Háromdimenziós
AT500hPa tömb



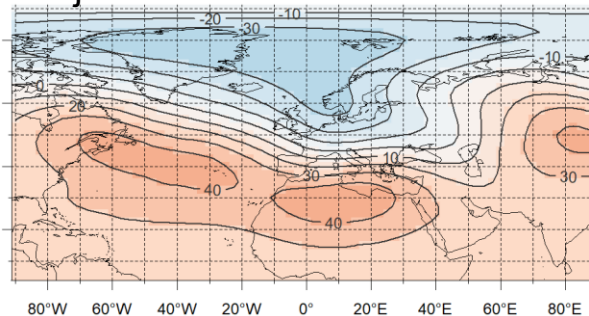
Kétdimenziós tömbbé transzformálás:
a tömb oszlopai a rácsponti változókat,
a sorai az időpontokat reprezentálják



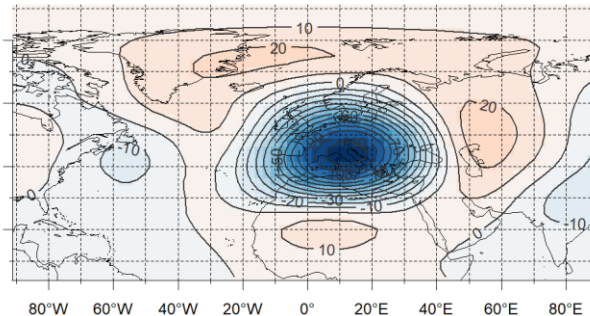
A lineáris kombinációkként felírt empirikus ortogonális függvények (EOF)
együtthatóinak, vagyis a rácspontok súlyainak vizsgálata

Példa: ERA-20C, 1951-1980, AT500hPa mező rácsponti súlyai az első három EOF esetén:

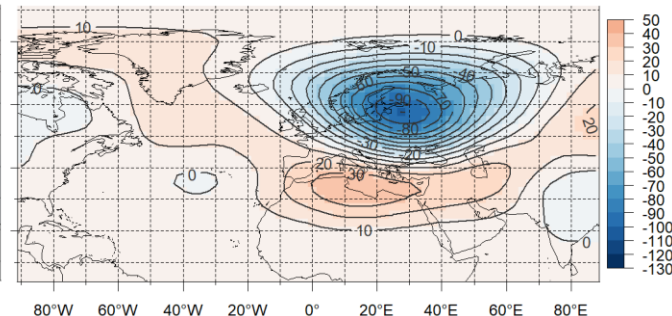
Kifejezett varianciák: EOF1: 16%



EOF2: 13%



EOF3: 10%

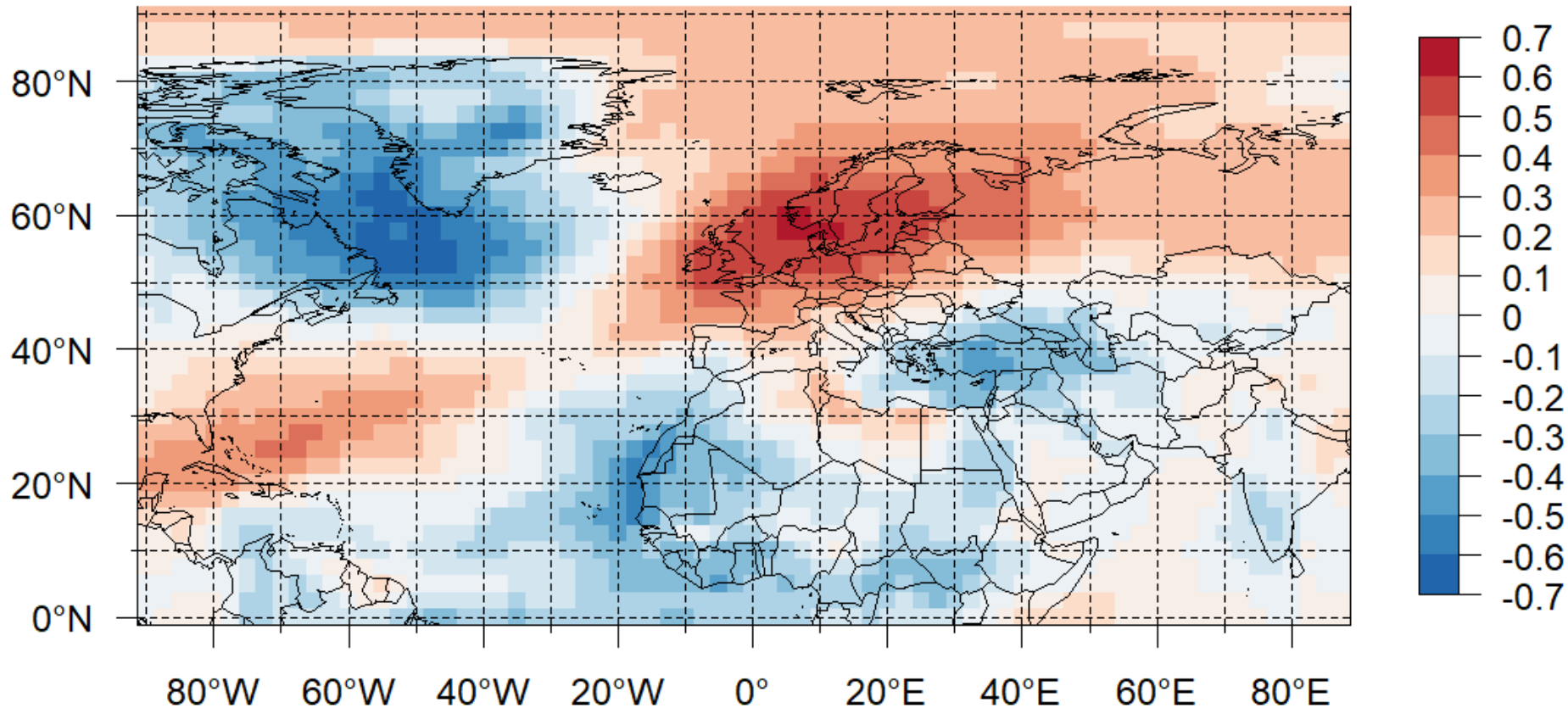


Az EOF-okhoz tartozó főkomponens idősorok
távkapcsolati indexeként való használata

Empirikus ortogonális sorfejtés

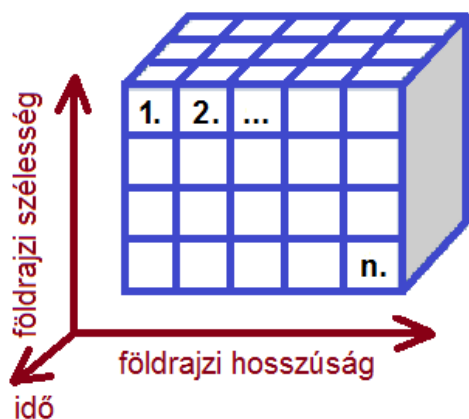
Főkomponens-alapú NAO index és **2 m-es specifikus nedvesség** korrelációja az NCEP-NCAR R1 adatbázisának 10 éves időszakaiban

2006-2015

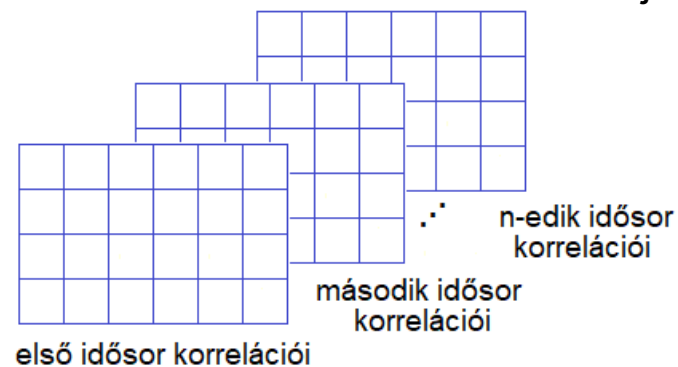


Keresztkorreláció-analízis

Háromdimenziós
AT500hPa tömb



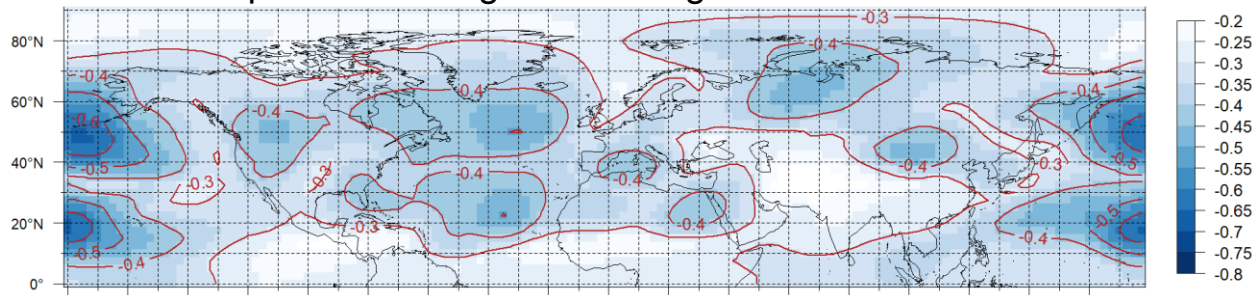
Négydimenziós tömb, amely minden egyes rácsponti idősor
összes többi rácsponti idősorral vett korrelációit tárolja



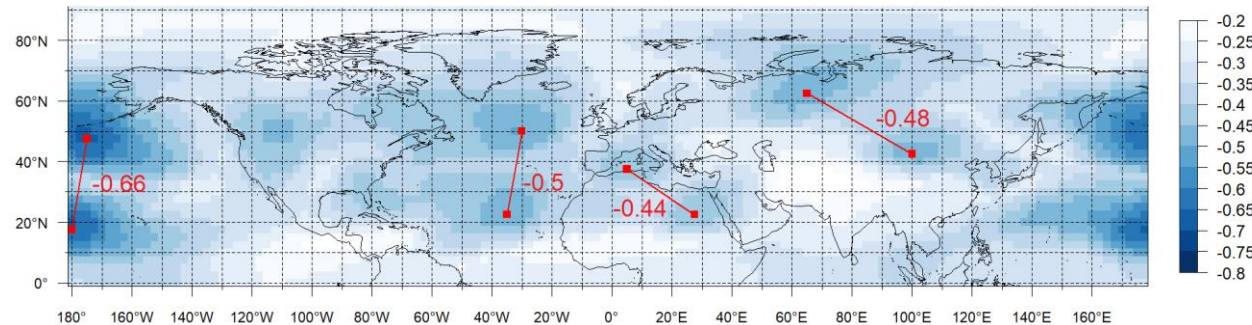
Rácspontonkénti leg-
erősebb negatív
korrelációk kiválasztása,
kétdimenziós tömbbe
rendezése



Példa: ERA-20C, 1951-1980, AT500hPa mező
rácspontonkénti legerősebb negatív Pearson-korrelációi



A legerősebb negatív
korrelációk
klaszterezése,
klaszterenként az
akciócentrumok kijelölése

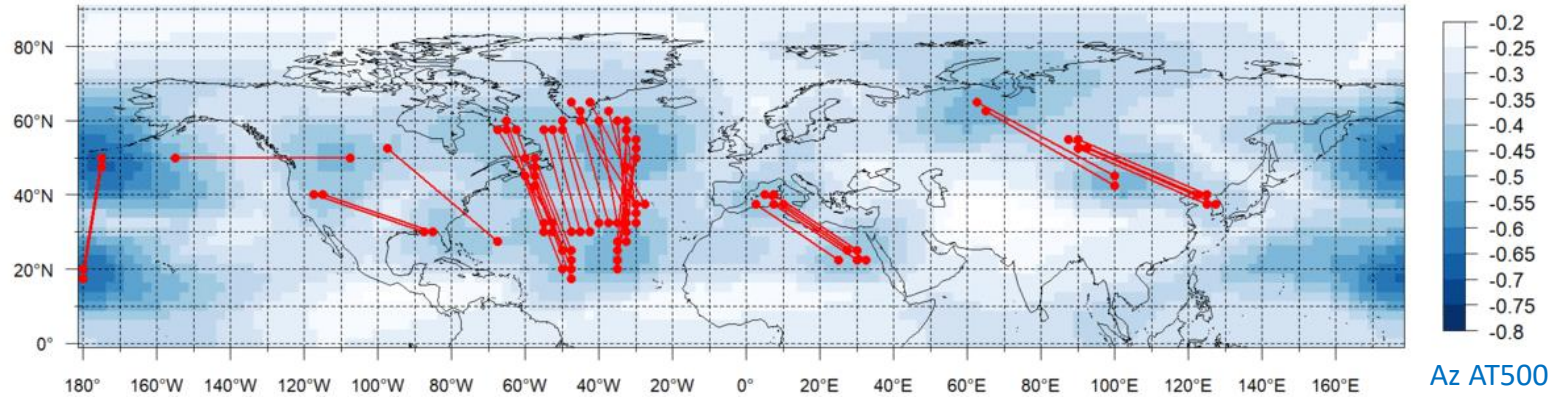


Keresztkorreláció-analízis

Lehetséges akciócentrumok (piros vonalakkal összekötve): Egymással legerősebb negatív Pearson-korrelációban álló rácspontpárok.

ERA-20C:

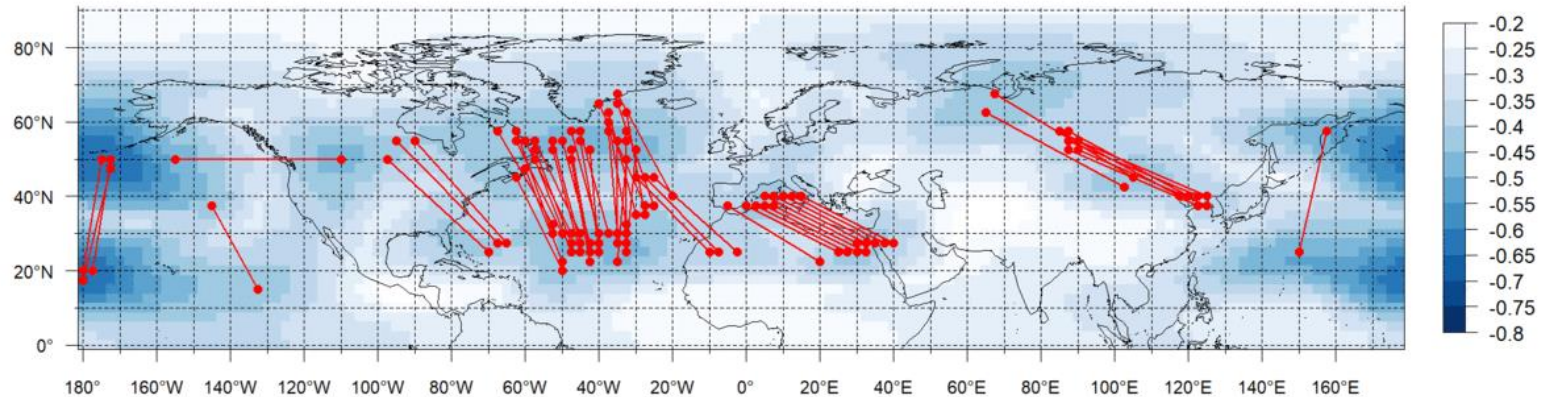
1951-1980



Az AT500hPa mező rácspontenkénti legerősebb negatív Pearson-korrelációi

NCEP-NCAR R1:

1951-1980

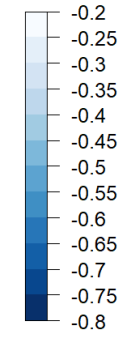
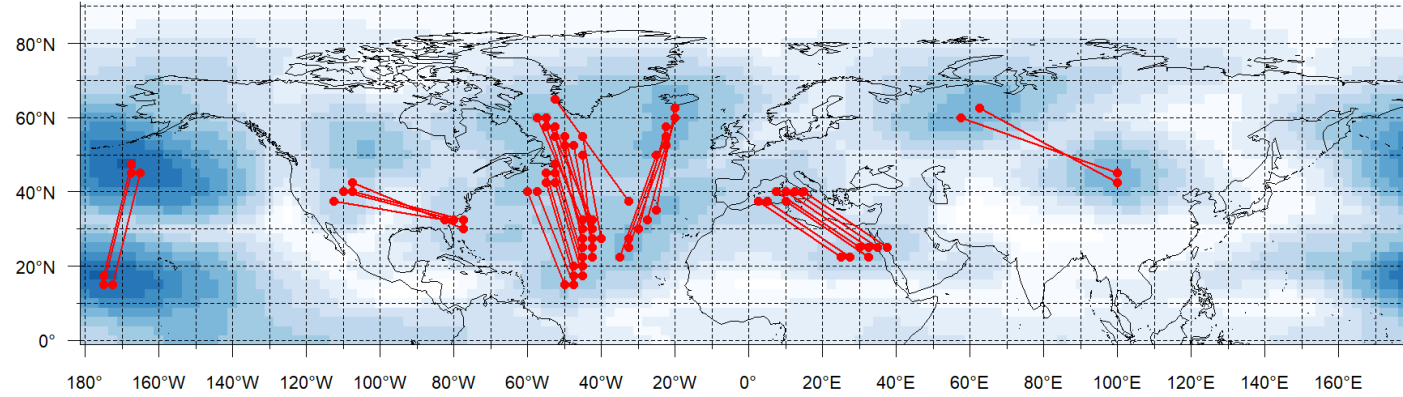


Keresztkorreláció-analízis

Lehetséges akciócentrumok (piros vonalakkal összekötve): Egymással legerősebb negatív Pearson-korrelációban álló rácspontpárok.

ERA-20C:

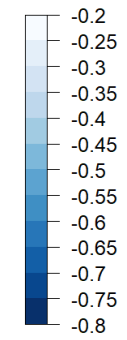
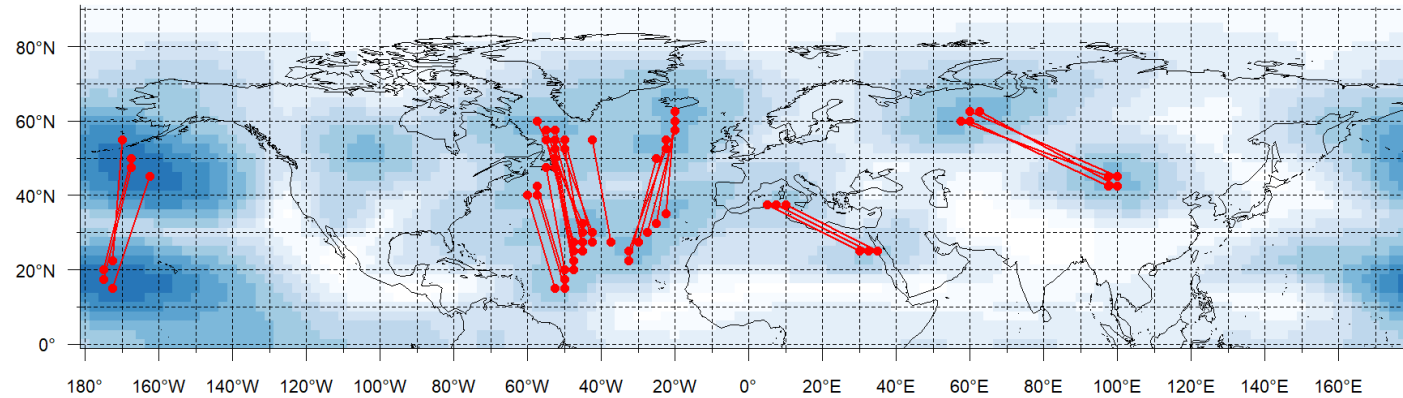
1976-2005



Az AT500hPa mező rácspontenkénti legerősebb negatív Pearson-korrelációi

NCEP-NCAR R1:

1976-2005

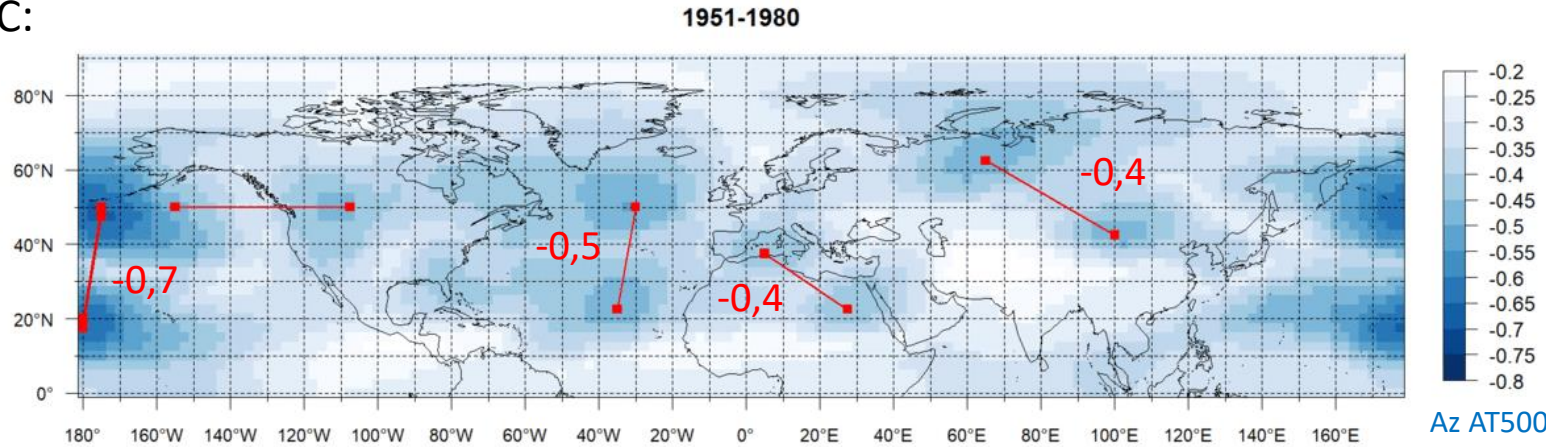


Keresztkorreláció-analízis

Akciócentrumok meghatározása k-közép módszer alapján:

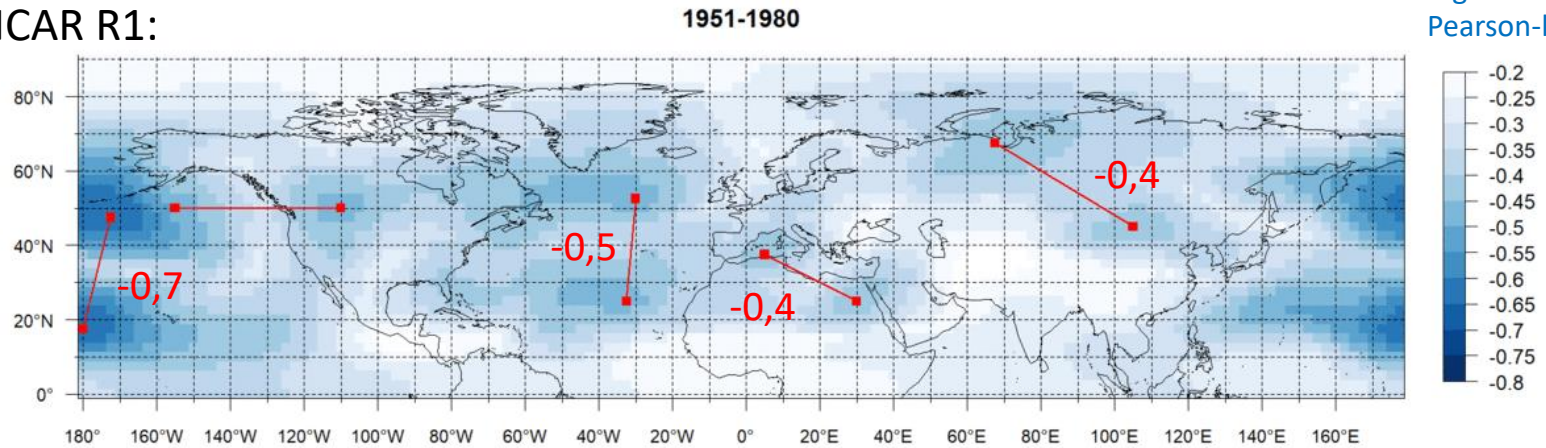
Az akciócentrumokként azonosított rácspontpárok és a hozzájuk tartozó korreláció pirossal jelölt.

ERA-20C:



Az AT500hPa mező
rácspontonkénti
legerősebb negatív
Pearson-korrelációi

NCEP-NCAR R1:



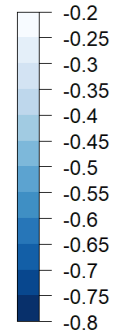
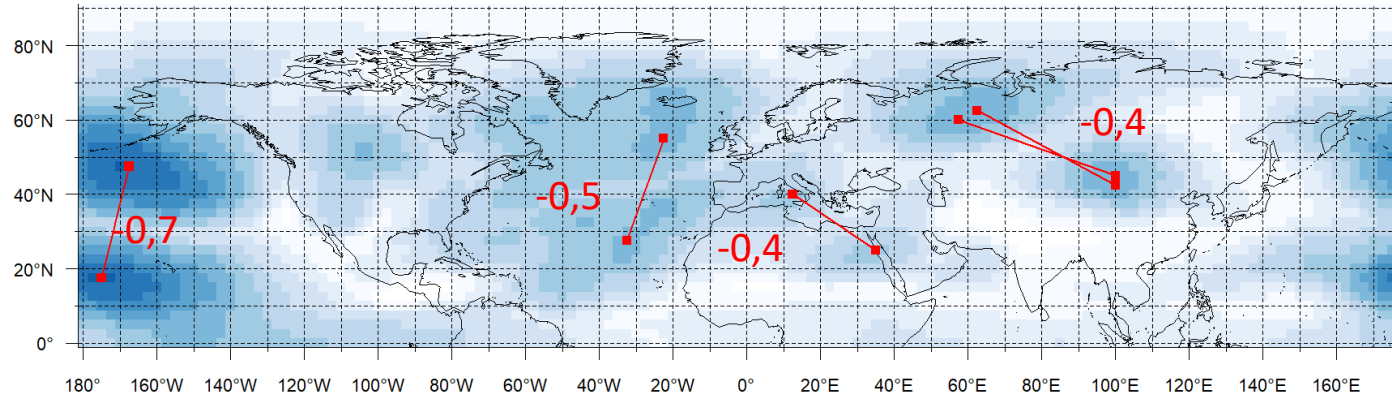
Keresztkorreláció-analízis

Akciócentrumok meghatározása k-közép módszer alapján:

Az akciócentrumokként azonosított rácspontpárok és a hozzájuk tartozó korreláció pirossal jelölt.

ERA-20C:

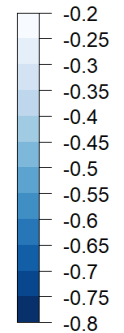
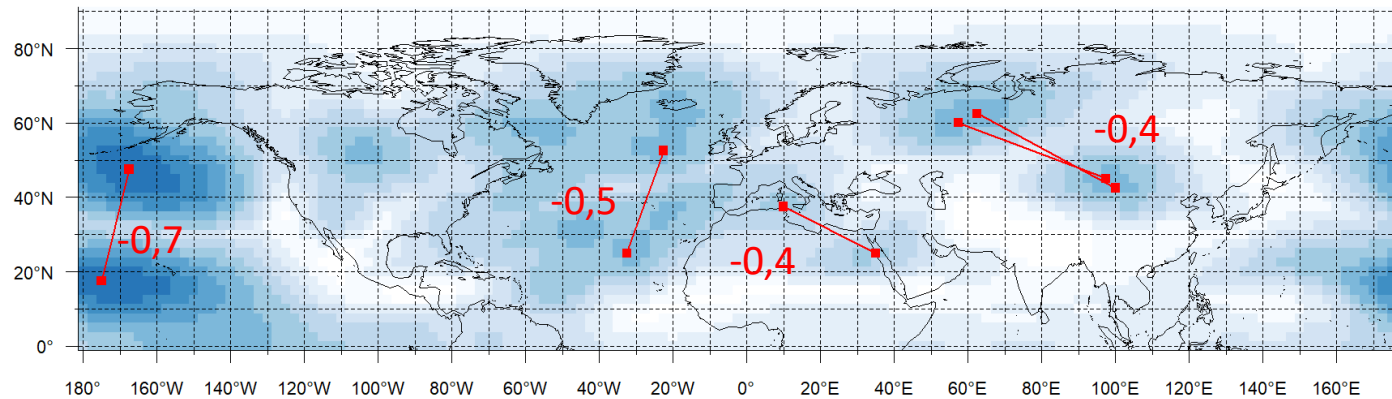
1976-2005



Az AT500hPa mező
rácspontonkénti
legerősebb negatív
Pearson-korrelációi

NCEP-NCAR R1:

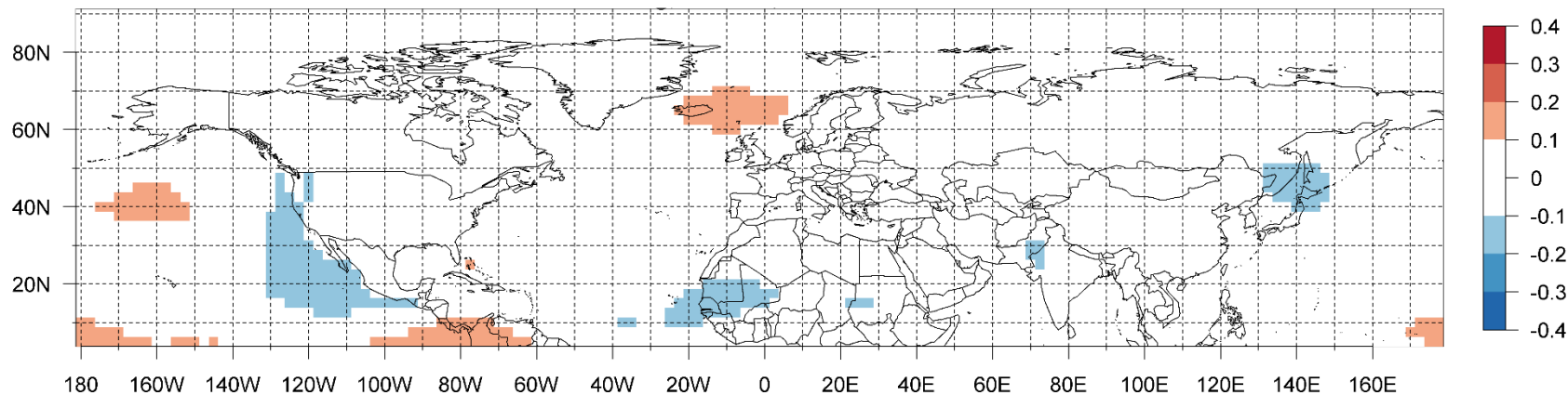
1976-2005



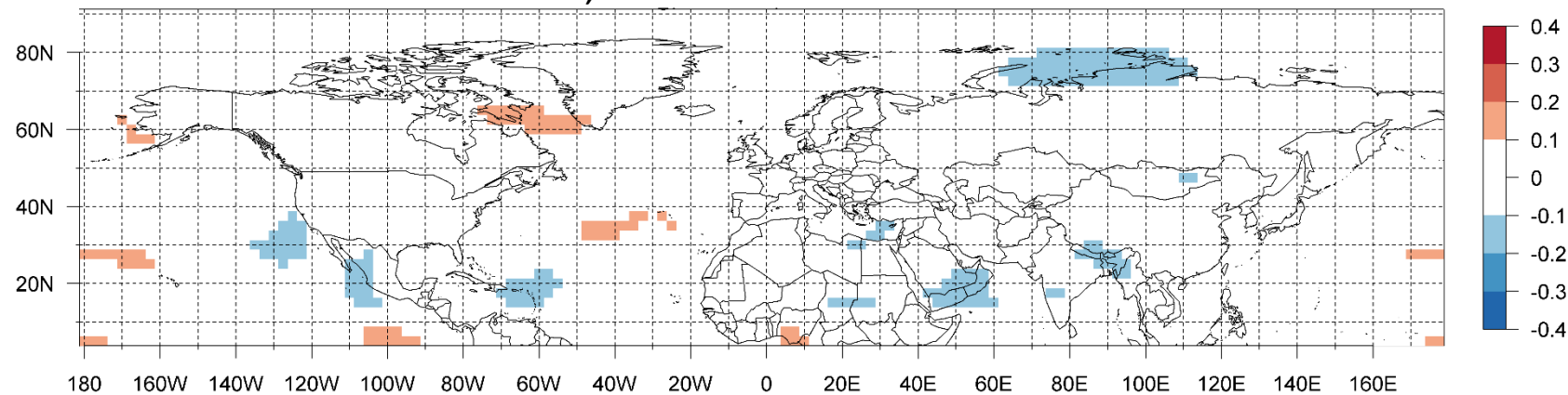
Keresztkorreláció-analízis

A legerősebb negatív korrelációkat tartalmazó mezők különbsége:

HadGEM2-CC – NCEP-NCAR R1, 1976-2005:



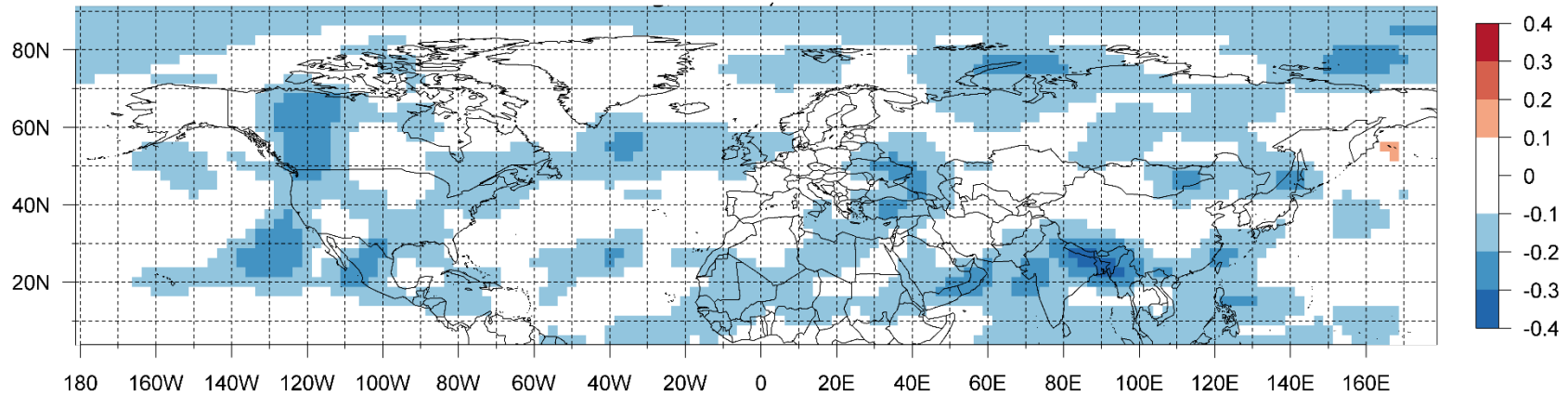
CMCC-CM – NCEP-NCAR R1, 1976-2005:



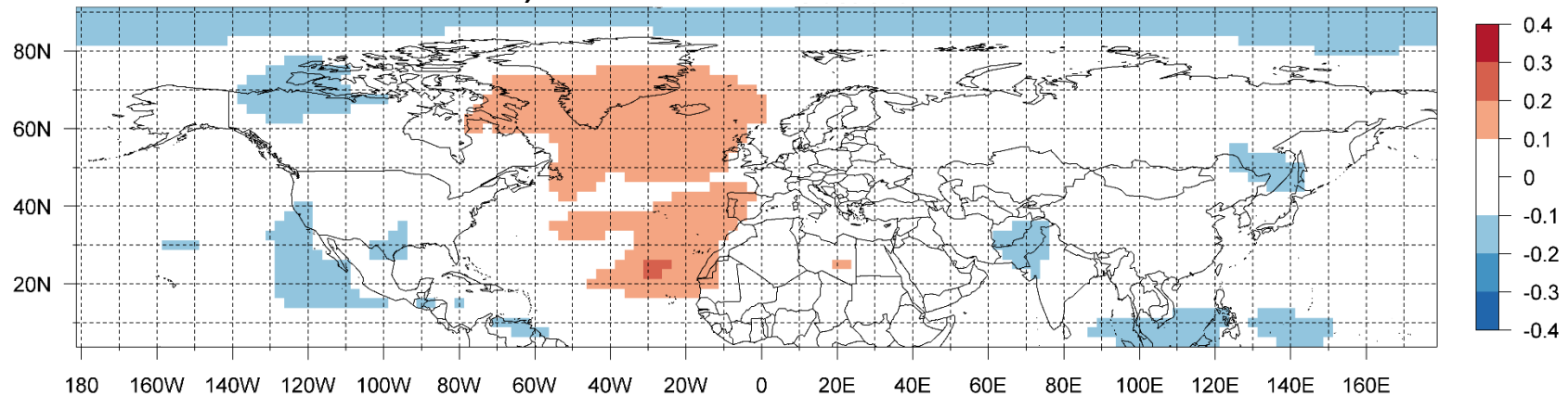
Keresztkorreláció-analízis

A legerősebb negatív korrelációkat tartalmazó mezők különbsége:

HadGEM2-AO – NCEP-NCAR R1 , 1976-2005:



CCSM4 – NCEP-NCAR R1 , 1976-2005:



Keresztkorreláció-analízis

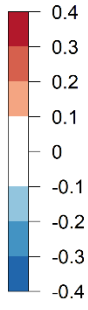
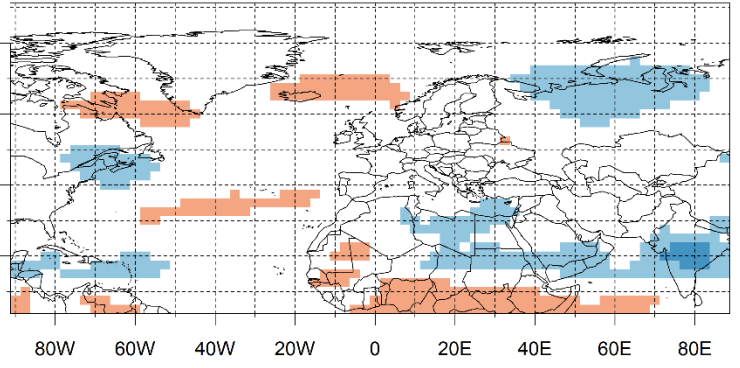
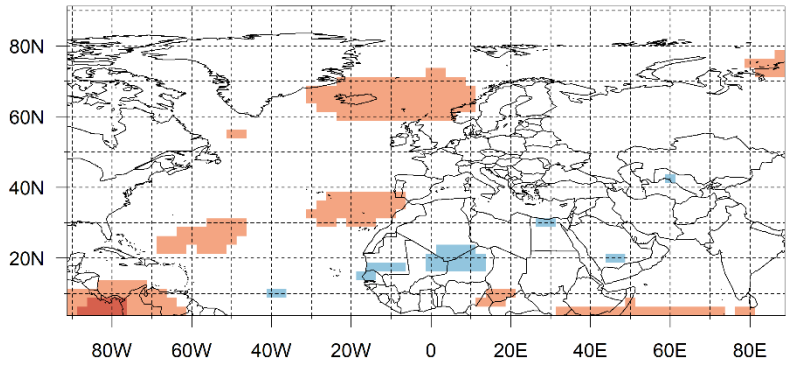
A legerősebb negatív korrelációkat tartalmazó mezők különbsége:

Ref.: NCEP-NCAR R1

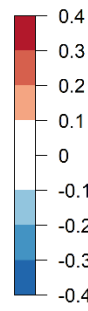
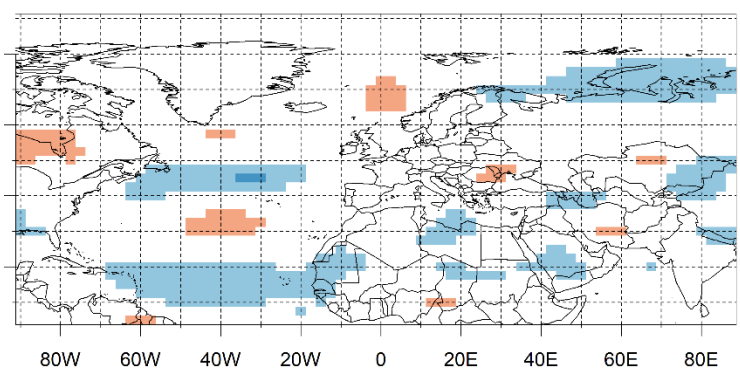
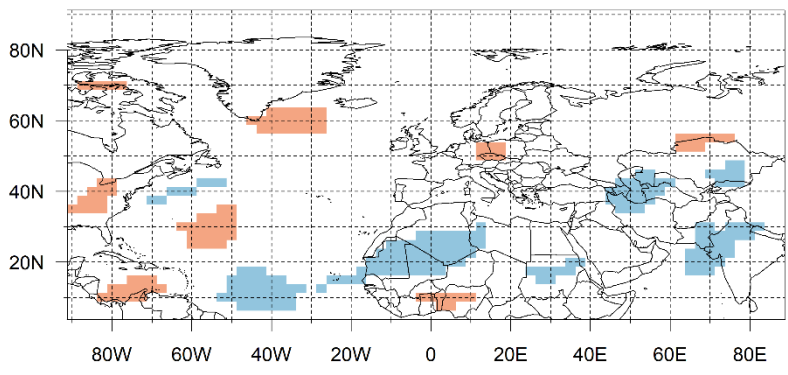
CMCC-CM

HadGEM2-CC

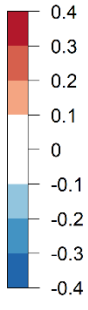
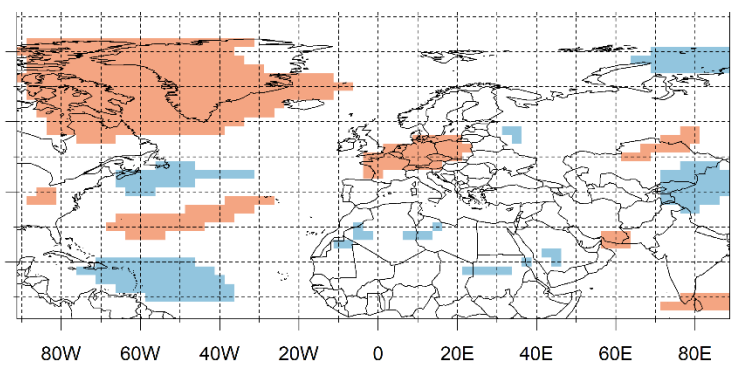
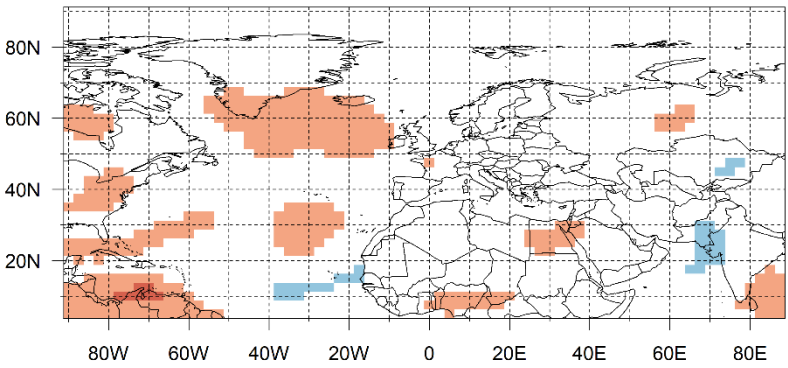
1993-
2005



2006-
2018
RCP4.5



2006-
2018
RCP8.5

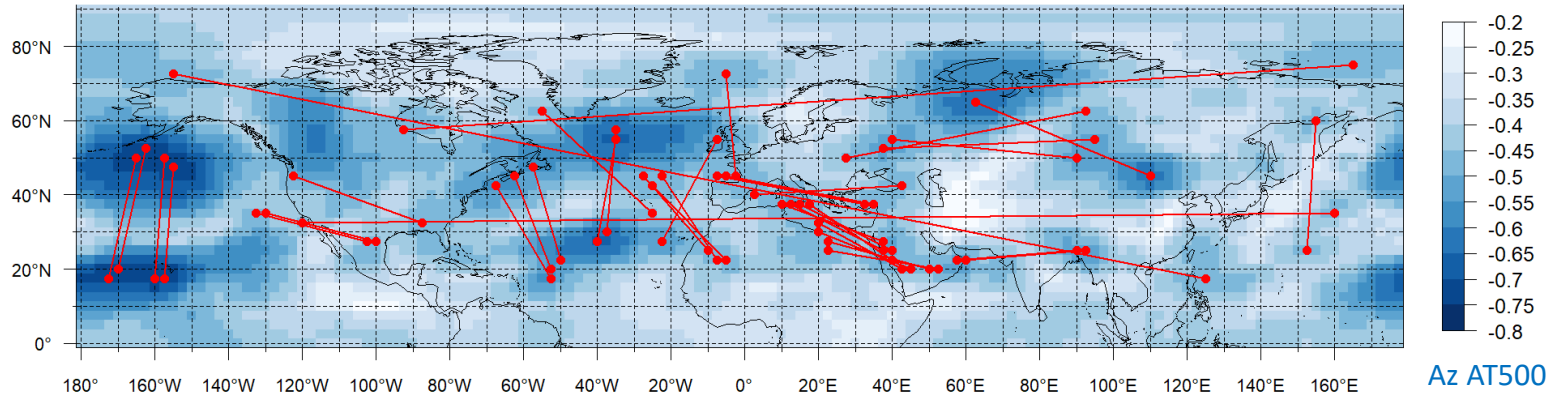


Keresztkorreláció-analízis

Lehetséges akciócentrumok (piros vonallal összekötve): Egymással legerősebb negatív Pearson-korrelációban álló rácspontpárok.

HadGEM2-AO:

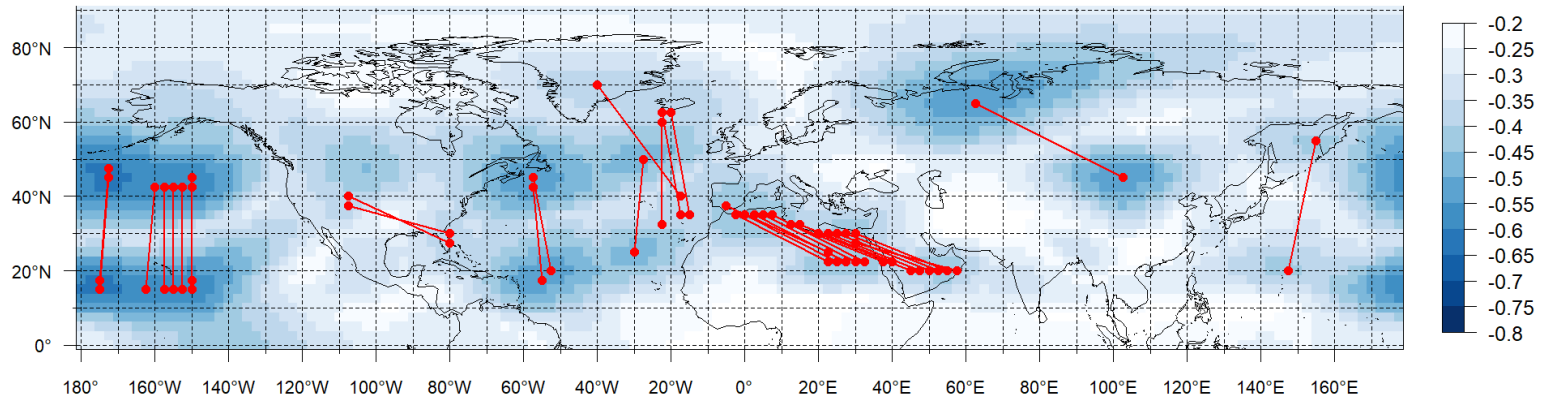
1976-2005



Az AT500hPa mező
rácspontonkénti
legerősebb negatív
Pearson-korrelációi

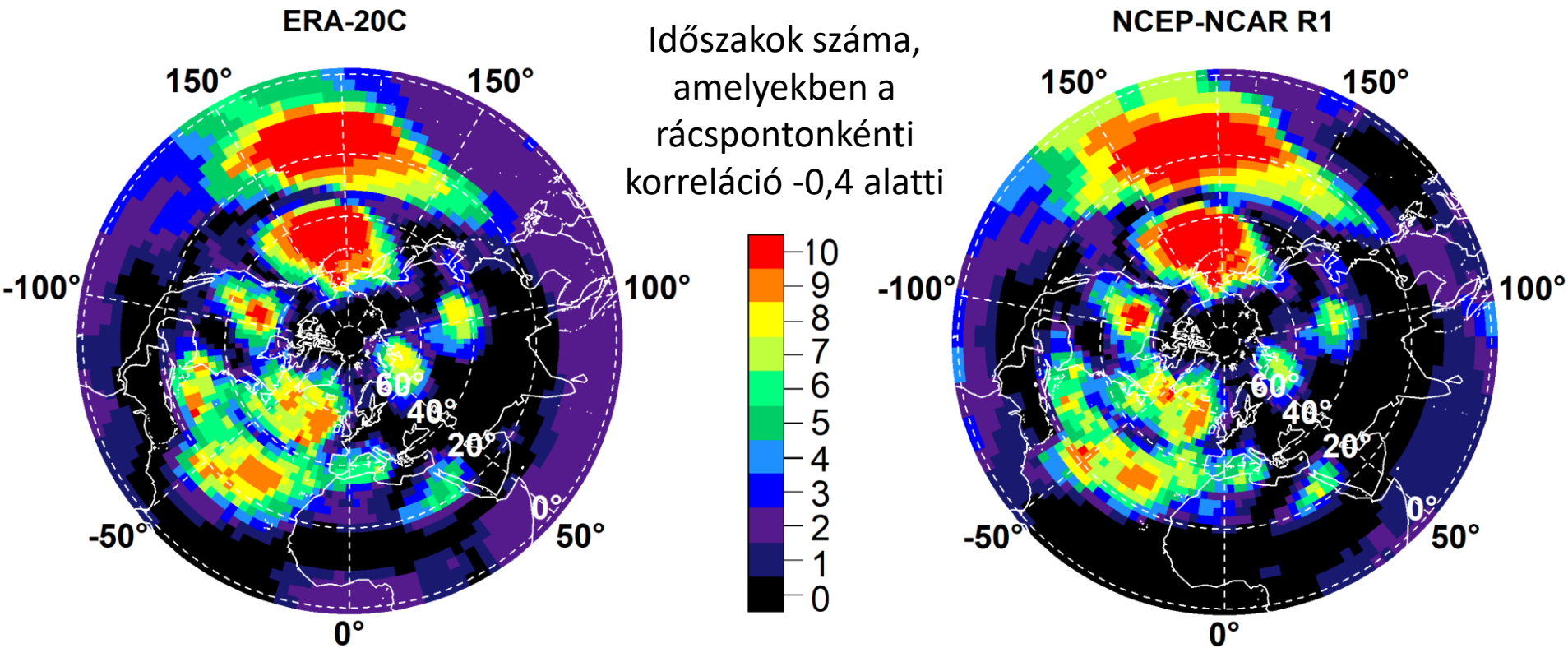
HadGEM2-CC:

1976-2005



Információelméleti megközelítés

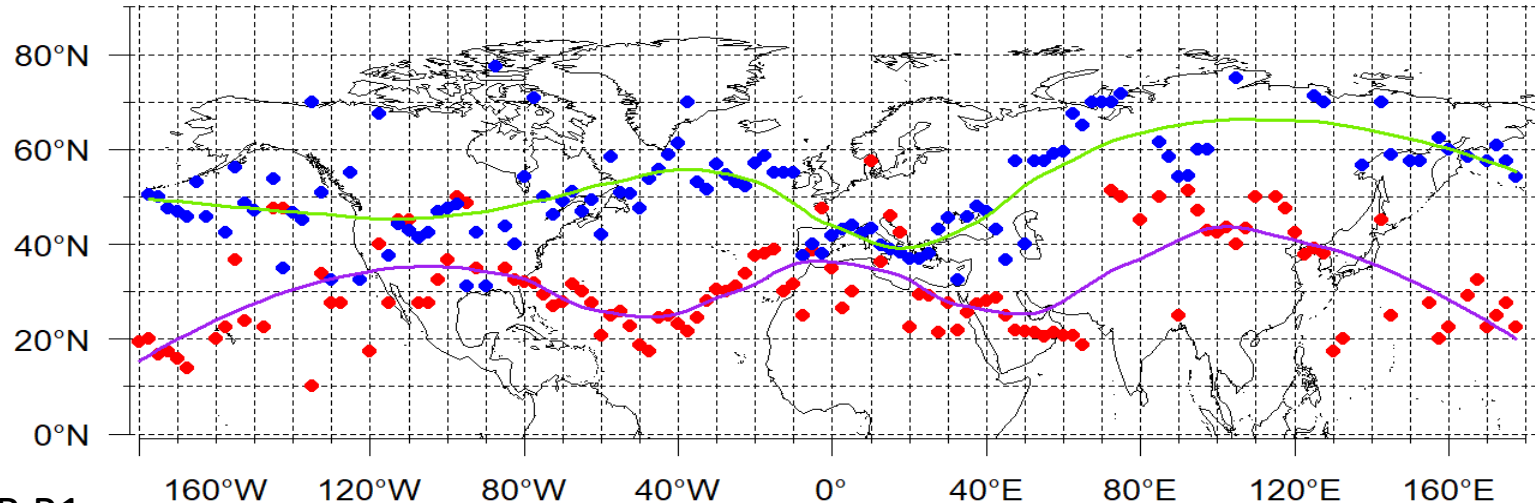
-0,4 alatti szignifikáns korrelációk száma rácspontonként,
tíz átfedő időszakban, 1951-2005 között



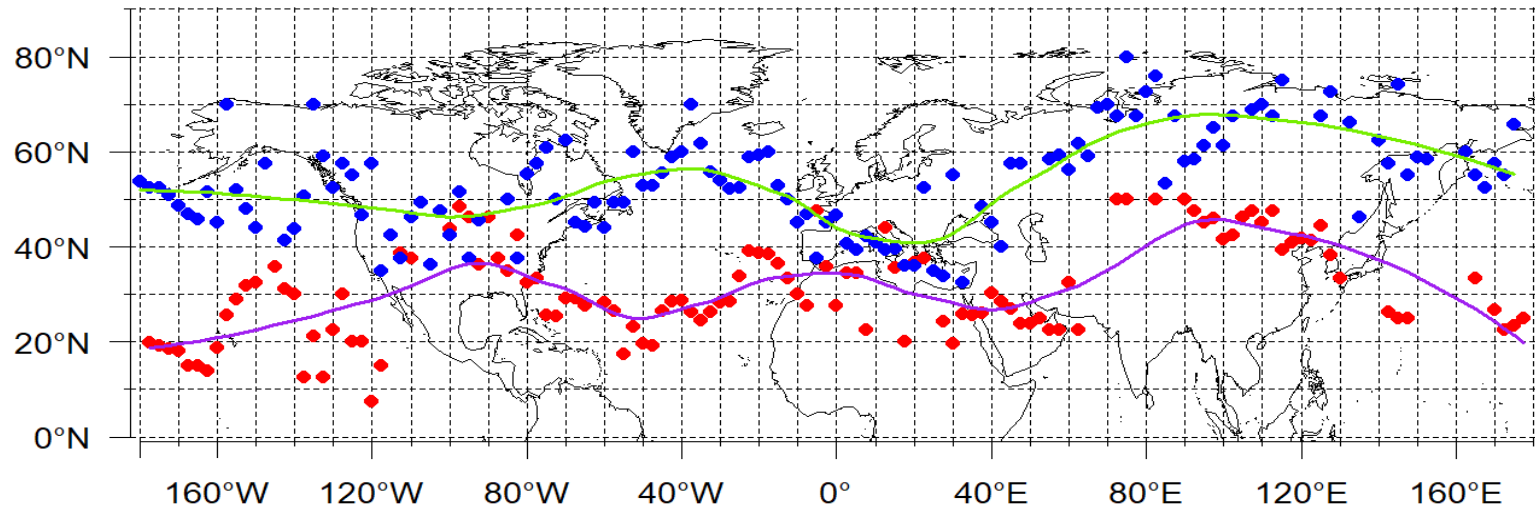
Információelméleti megközelítés

Az északi és a déli potenciális akciócentrumokra
illetett regressziós görbe 1951-2006 közötti tíz átfedő időszakban

ERA-20C:



NCEP-NCAR R1:



Összefoglalás

Az 500 hPa-os geopotenciális magasságmező téli, hemiszférikus elemzése alapján oszcillációs jelenségek azonosítása a Csendes-óceán, az Atlanti-óceán, a Mediterráneum és Belső-Ázsia felett.

A Kárpát-medencéhez legközelebb eső oszcillációk, illetve a 2m-es léghőmérséklet és specifikus nedvesség kapcsolatának, változásainak vizsgálata az észak-atlanti-európai térségben. A Kárpát-medence a pozitív és negatív korrelációk átmeneti zónájában helyezkedik el.

Az oszcillációs jelenségek legintenzívebb területeinek felderítése keresztkorrelációk vizsgálata alapján. A reanalízis adatbázisokra kapott eredmények összevetése a GCM-ekkel.

Felhasznált irodalom és adatsorok

Barnston, AG, Livezey, RE (1987): **Classification, Seasonality and Persistence of Low-Frequency Atmospheric Circulation Patterns.**

Monthly Weather Review, 115, 1083-1126.

Conte, M, Giuffrida, A, Tedesco, S. (1989): **The Mediterranean Oscillation. Impact on precipitation and hydrology in Italy.** *Conference on Climate Water*, 121-137, Publications of the Academy of Finland, Helsinki.

Hilmer, M, Jung T (2000): **Evidence for a recent change in the link between the North Atlantic Oscillation and Arctic sea ice export.**

Geophysical Research Letters, 7, 989-992

Hurrell, JW (1995): **Decadal trends in the North Atlantic Oscillation, regional temperatures and precipitation.** *Science*, 269, 676- 679.

Climate Change 2013: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Taylor, JMG (1987): **Kendall's and Spearman's Correlation Coefficients in the Presence of a Blocking Variable.** *Biometrics*, 43, 409-416.

Taylor, KE (2001): **Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram.** *Journal of Geophysical Research*, 106, 7183-7192.

Felhasznált irodalom és adatsorok

Wallace, JM, Gutzler, DS (1981): **Teleconnections in the Geopotential Height Field during the Northern Hemisphere Winter.** *Monthly Weather Review*, 109, 784-812.

The ECMWF twentieth century reanalysis (ERA-20C)

<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/era20c-daily/levtype=sfc/type=an/>

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, 2014, ERA-20C Project (ECMWF Atmospheric Reanalysis of the 20th Century). Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory. <https://doi.org/10.5065/D6VQ30QG>.

NCEP/NCAR Reanalysis 1

<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>

Kalnay et al. (2012): The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, 437-470.

Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5)

<https://esgf-data.dkrz.de/search/cmip5-dkrz/>

Taylor, KE, Stouffer, RJ, Meehl, GA (2012): An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 3, 485-498.

R Core Team (2019): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.