

# A sokaság-szemlélet: a távkapcsolatok időfüggésének meghatározása változó éghajlat esetén

HASZPRA TÍMEA<sup>1</sup>, TOPÁL DÁNIEL<sup>2</sup>,  
HEREIN MÁTYÁS<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>MTA–ELTE ELMÉLETI FIZIKAI KUTATÓCSOPORT,  
<sup>2</sup>ELKH FGI CSFK, <sup>3</sup>ELTE ELMÉLETI FIZIKAI TANSZÉK

2021. NOVEMBER 18.

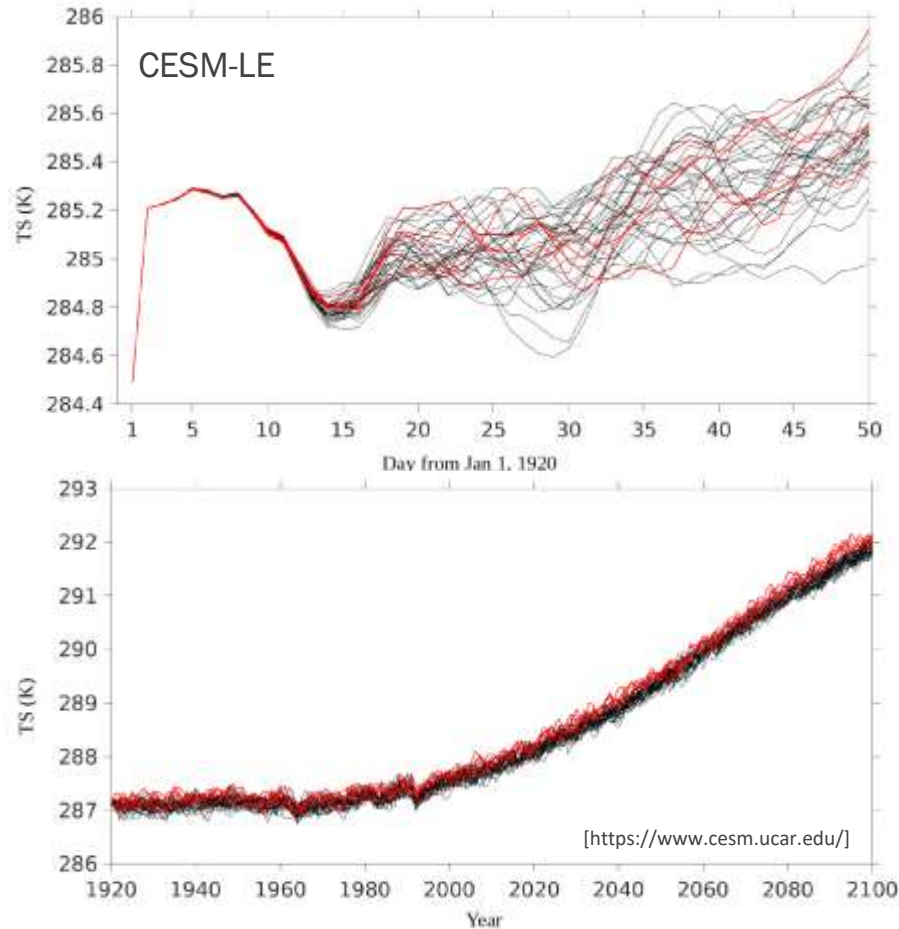


# Sokasági éghajlati szimulációk

„SINGLE-MODEL INITIAL-CONDITION LARGE ENSEMBLE”  
/SMILE/

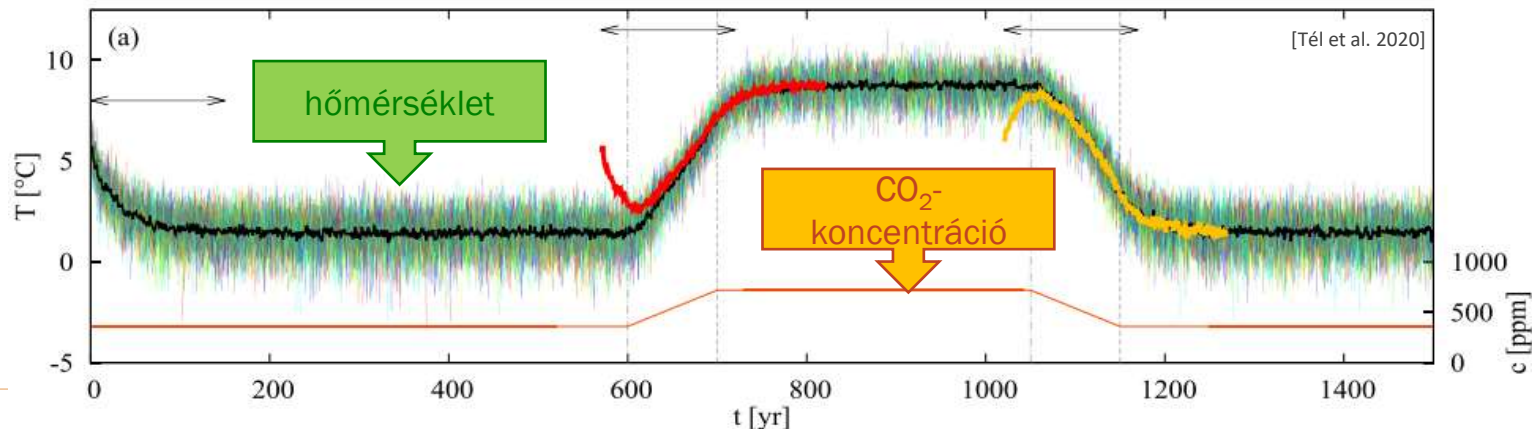


- egyre szélesebb körben alkalmazzák az éghajlatváltozás és az éghajlat belső változékonyságának vizsgálatára
- a sokaság tagjai kissé **különböző kezdeti feltételekből** indulnak
- **ugyanazon fizikai törvények és kényszerek** (pl. CO<sub>2</sub> koncentráció) hatnak rájuk



# Sokasági éghajlati szimulációk

- **pillanatkép- (snapshot-) attraktor** elmélete [Ghil et al. 2008, Tél et al. 2020]:
  - tetszőleges kezdeti feltételből induló szimuláció konvergál az adott kényszerek között lehetséges állapotokba, „elfelejti” a kezdőfeltételeit (**konvergenciaidő**)
  - a konvergenciaidő elteltével a sokaság tagjai jól jellemzik a **lehetséges állapotok összességét** → minden időpillanatban aktuális **belső változékonyság**
  - **párhuzamos földi klímák elmélete** [Bódai et al. 2017]



# Arktikus oszcilláció (AO)

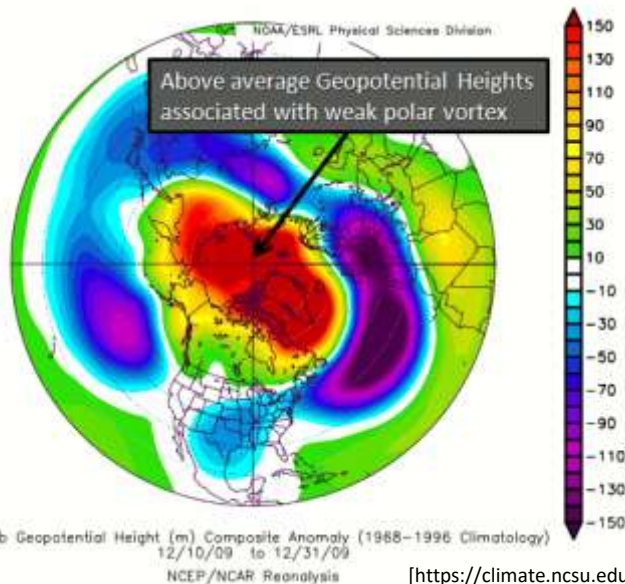


- „gyűrűszerű” anomália a tengerszinti légnyomásmezőkben (SLP) az é. sz. 20°-90° között
- az előjel ellenkező az Arktiszon és az é. sz. 37–45° sávban

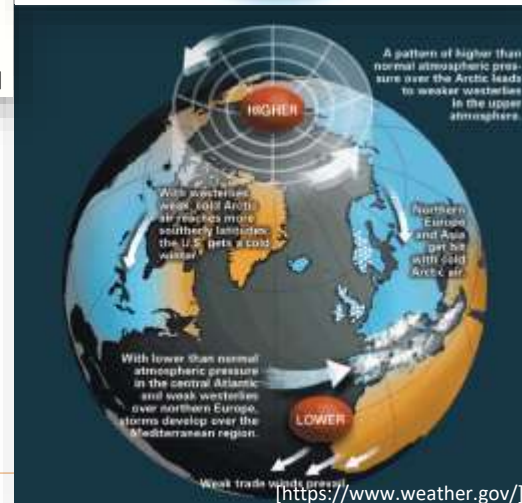
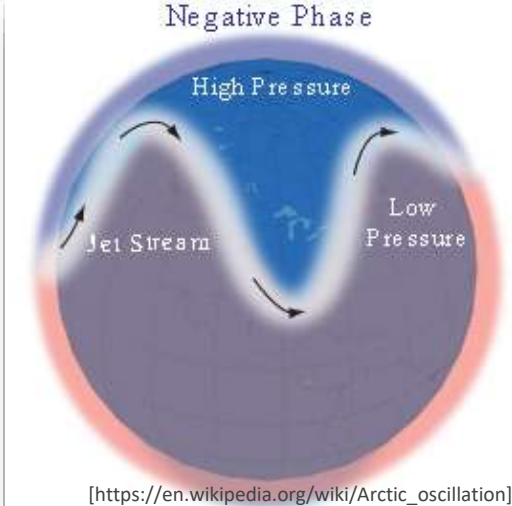
### • AO-index (AOI):

- oszcilláció fázisa
- a sarki hideg levegő milyen mértékben jut a közepes szélességekre

**AOI –**



- gyengébb poláris örvény
- gyengébb zonális szelek
- USA, É-Európa, Ázsia: sarki levegő délebbre tud jutni  
→ hidegebb

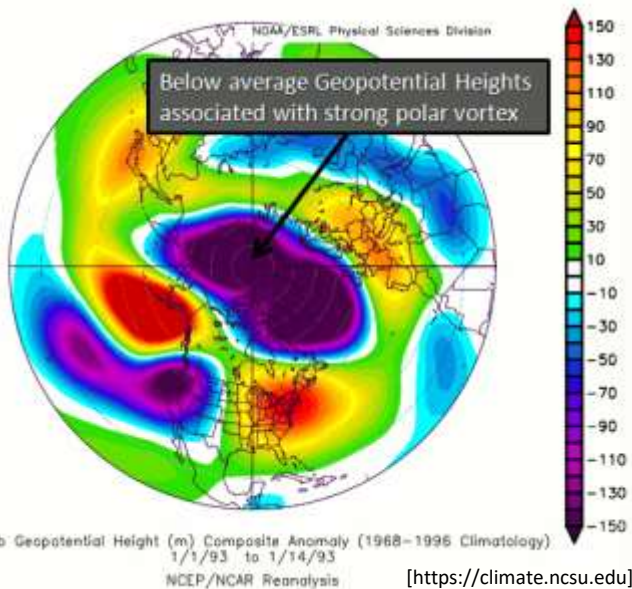


- „gyűrűszerű” anomália a tengerszinti légnyomásmezőkben (SLP) az é. sz. 20°-90° között
- az előjel ellenkező az Arktiszon és az é. sz. 37–45° sávban

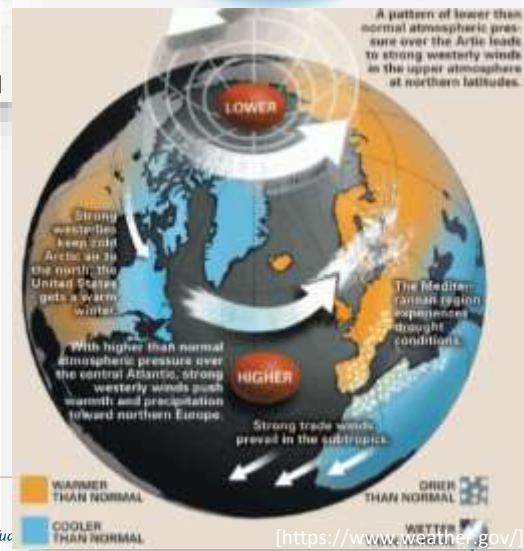
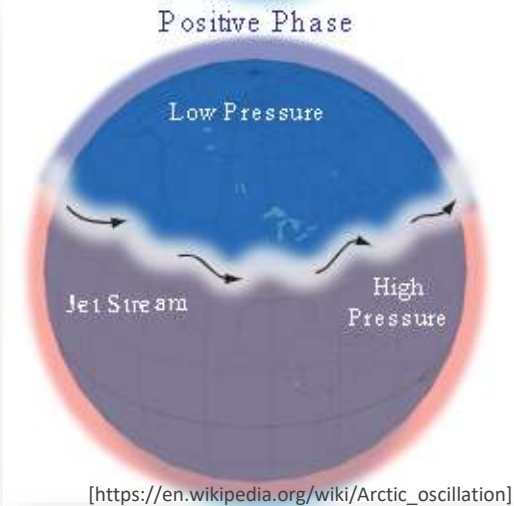
### • AO-index (AOI):

- oszcilláció fázisa
- a sarki hideg levegő milyen mértékben jut a közepes szélességekre

**AOI +**



- erősebb poláris örvény
- jet stream erős és állandó
- USA, É-Európa, Ázsia: sarki levegő blokkolva → **melegebb**



# Az AO hagyományos definíciója és számítása

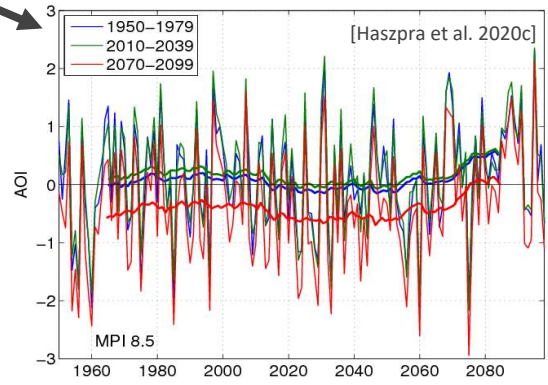
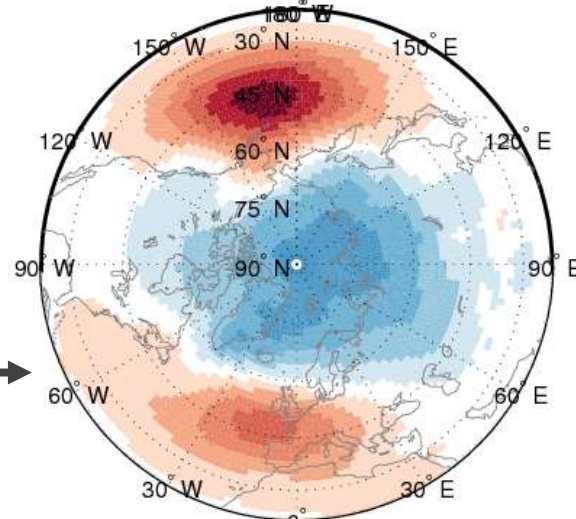
EGYETLEN ÉGHAJLATI IDŐSOR ALAPJÁN





# Az AO hagyományos számítása

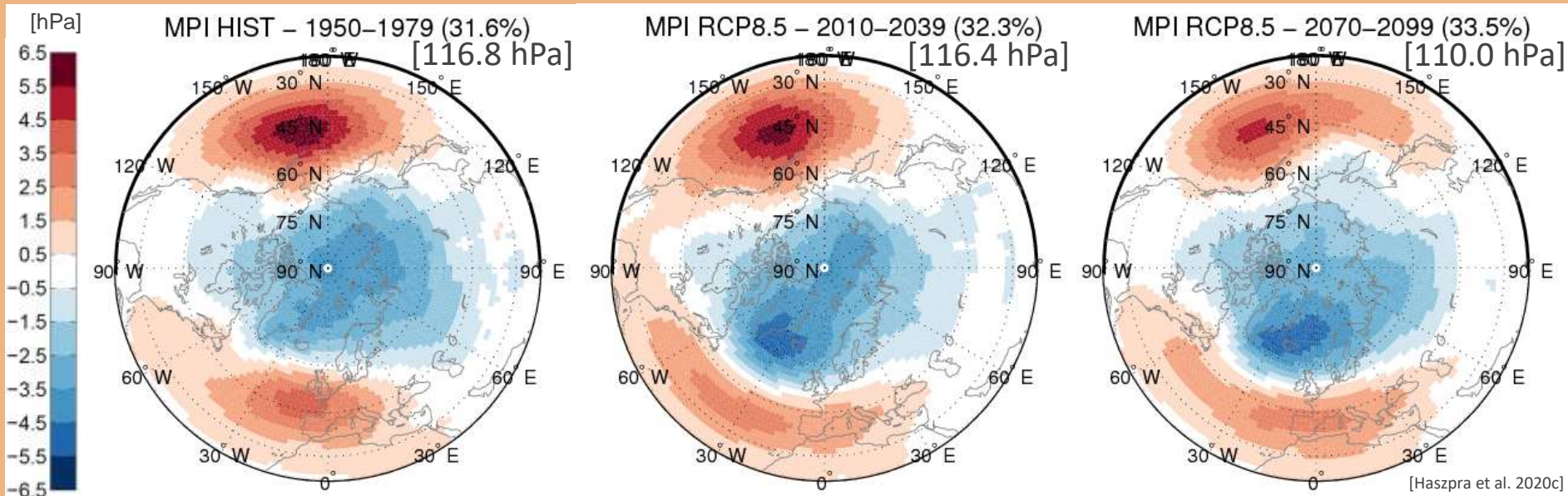
- az **empirikus ortogonális függvények (EOF) analízisével**
- skalár mezők **változékonyságának** a vizsgálatára
  - mező felbontása **módusokra** (egyhelyben álló **oszcillációk** térképe (EOF<sub>1</sub>, ...))
  - módusok „**fontossága**” (magyarázott variancia %)
  - időbeli változást leíró **főkomponens** idősorok (principal component, PC)
- **AO mintázat:** az é. sz. 20°-tól északra eső SLP mezőnek **egy adott referencia-időszakon** meghatározott EOF analízis vezető módusaként definiálják
- **AOI idősor:** a referencia-időszakra standardizált 1. PC idősor (a teljes vizsgált időszakra)



# A referencia-időszak szerepe

## 1. Az oszcillációs mintázat és amplitúdó

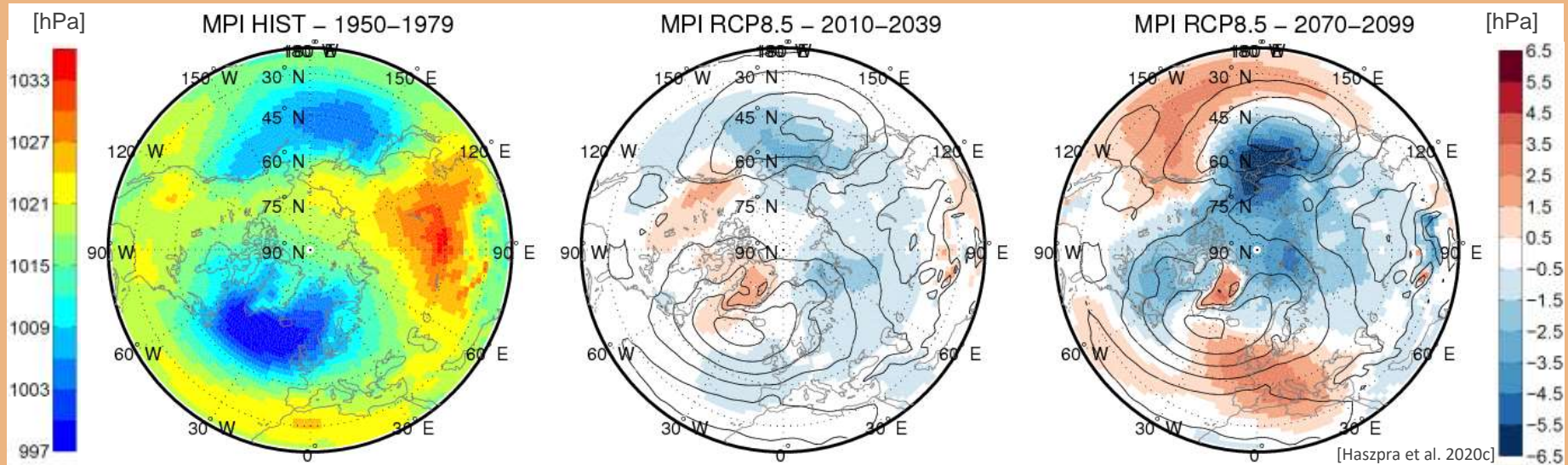
- az 1. EOF módus egy egyhelyben álló, fix térbeli szerkezetű oszcilláció
- a hagyományos módszer **állandó**nak feltételezi a **teljes vizsgált időszakra**
- **különböző** referencia-időszakokra más-más az AO térbeli szerkezete és amplitúdója



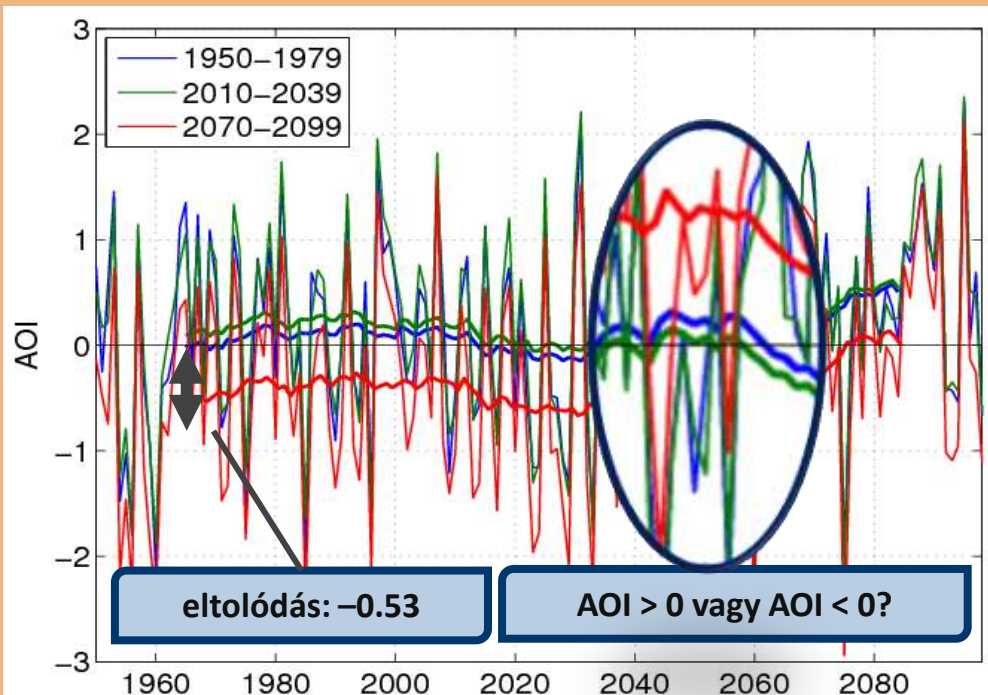
# A referencia-időszak szerepe

## 2. Az alapállapot változása

- az átlag SLP mezők változása (AOI = 0)
- átlag SLP mezők (jet színskálán, ill. kontúrvonalakkal)
- ezek eltérése az 1950–1979 időszak átlagától (vörös-kék színskálán)



# A referencia-időszak szerepe



- Különböző referencia-időszakokkal számítva **különböző AOI idősorok!**

az AOI idősorok közötti különbség akár 0.5–0.8

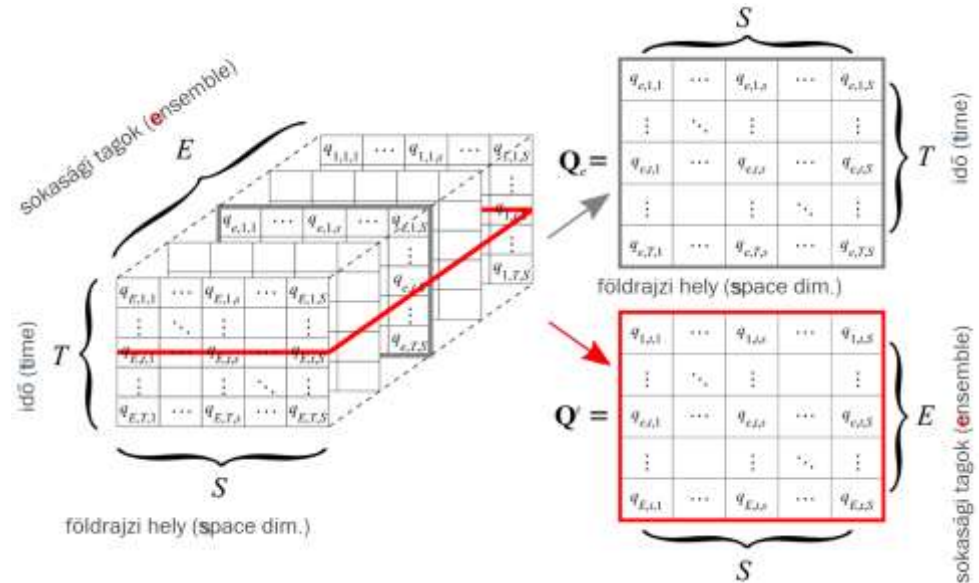
# A megoldás: a pillanatkép (snapshot) EOF SEOF

SOKASÁGI ÉGHAJLATI SZIMULÁCIÓK (LARGE ENSEMBLES) HASZNÁLATA

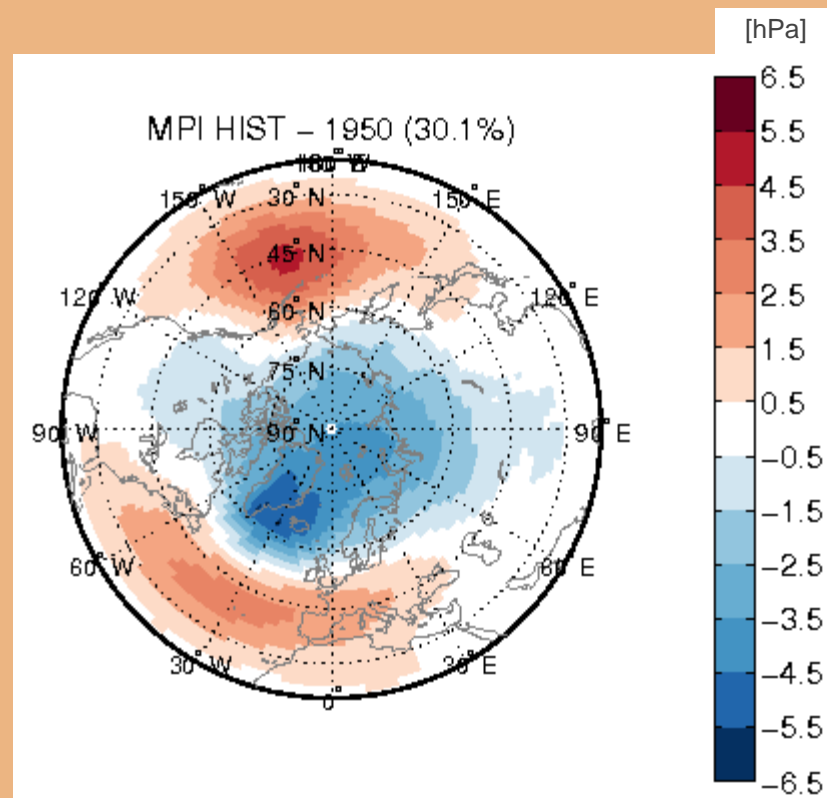
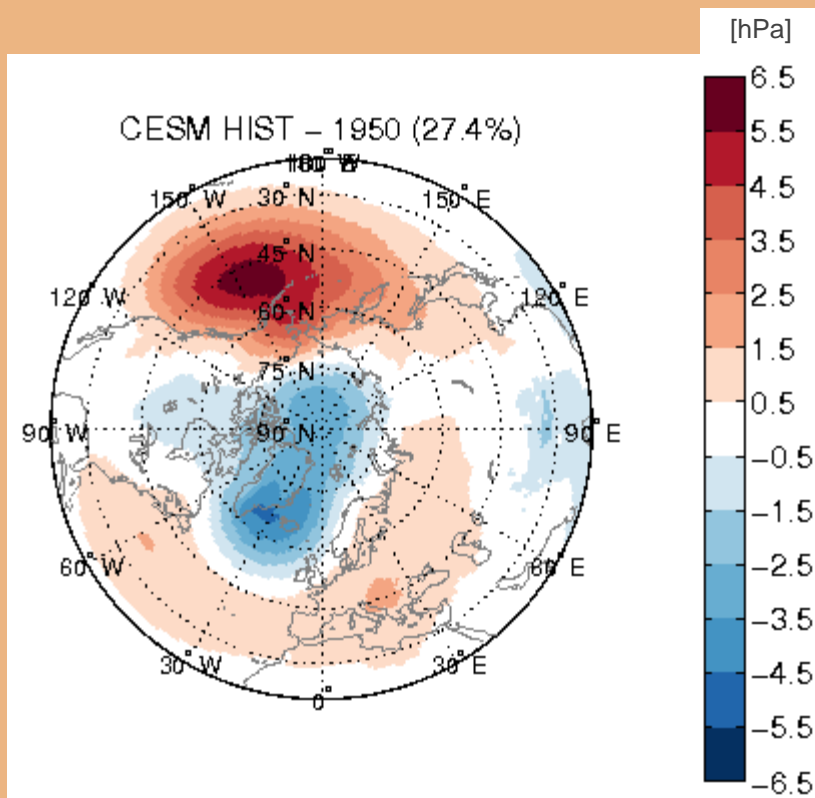


# Pillanatkép (snapshot) EOF – SEOF

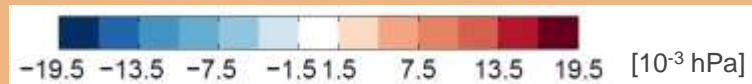
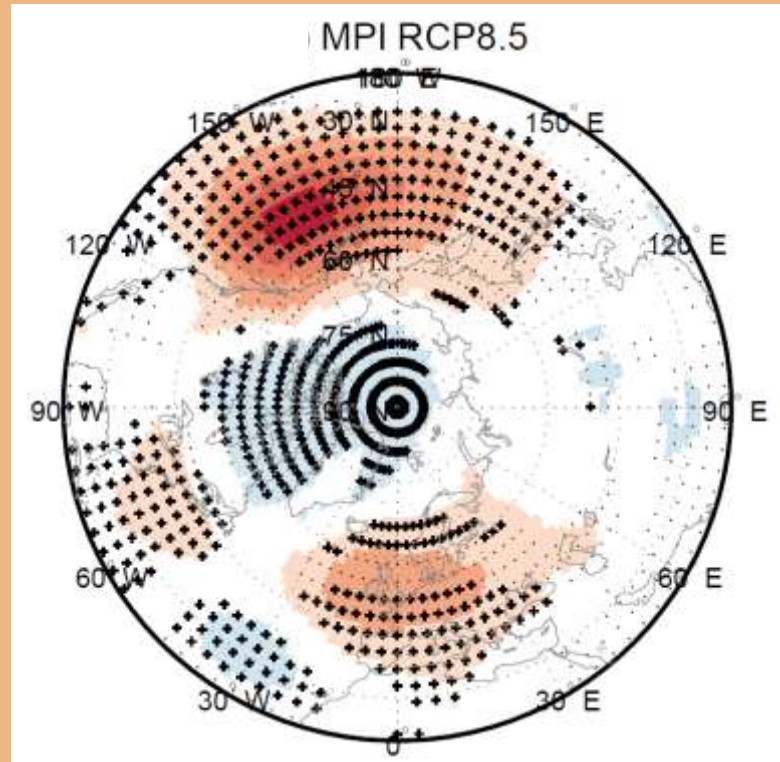
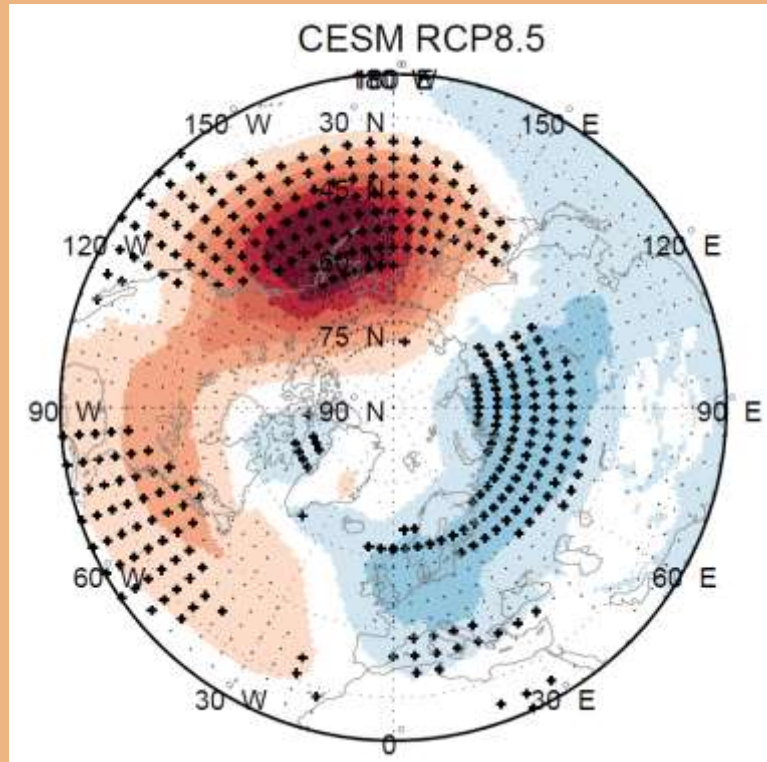
- EOF analízis az **ensemble dimenzióban** minden egyes időpillanatban.
- az SEOF 1. módus az éghajlati rendszer egyfajta **belső változékonyságát** jellemzi az éghajlat átlagos állapota körül egy adott időpillanatban
- az eredményeket a felhasznált **ensemble tagok száma** befolyásolja



# Az AO mintázat időbeli változása

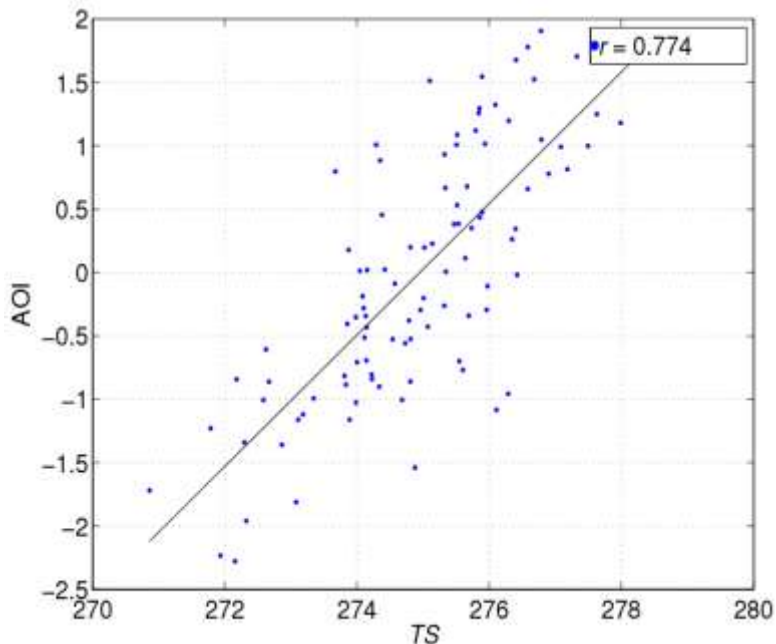


# Az AO mintázat időbeli változása





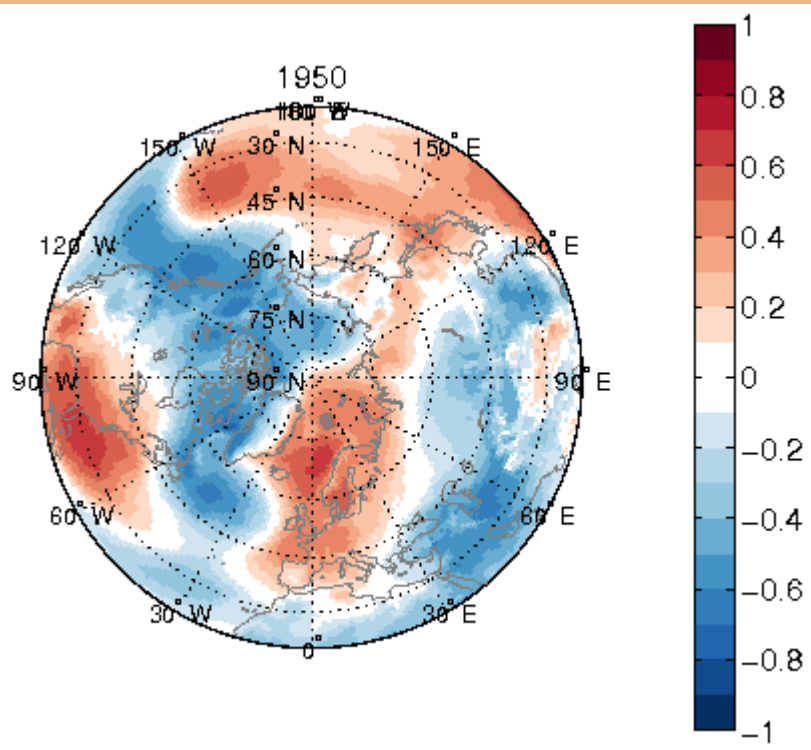
# Az AO kapcsolatainak erőssége



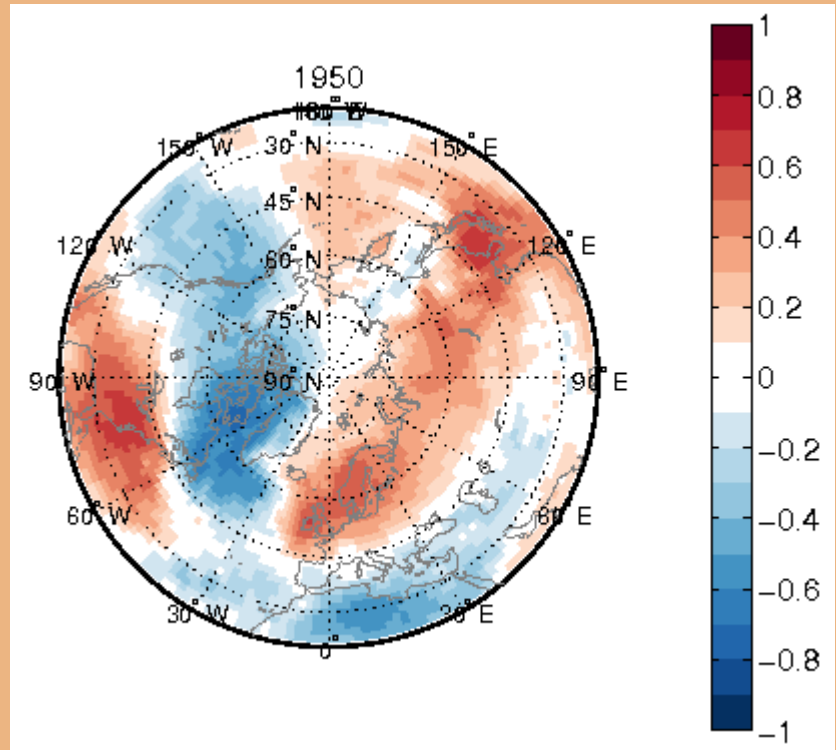
Az AOI és a TS [K] DJF havi átlagának kapcsolata 2098 telén a  $[0^\circ, \text{k. h. } 25^\circ] \times [\text{é. sz. } 52^\circ, \text{é. sz. } 62^\circ]$  (Észak-Európa) területen

- minden  $e$  ensemble tagra minden  $t$  időpontra **pillanatnyi  $AOI_e(t)$**  értékek
- **kapcsolatok erőssége:** az AOI és a TS felszínhőmérséklet közötti  $r$  **korrelációs együttható**
- adott  $t$  időpillanatban az  $E$  db ensemble tag által felvett **pillanatnyi  $AOI_e(t)$  és  $TS_e(t)$**  ( $e = 1, \dots, E$ ) értékpárok alapján számítható az  **$r(t)$  sokasági korrelációs együttható** a Föld minden egyes rácspontjában / bizonyos tartományokra

# Az AO kapcsolatainak erőssége

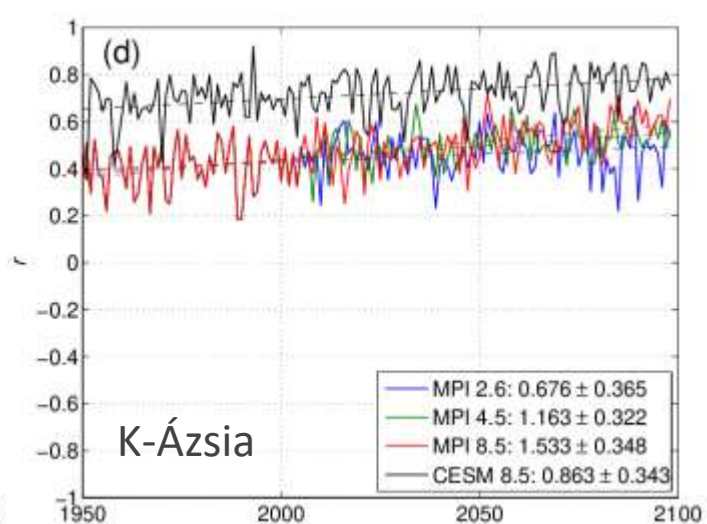
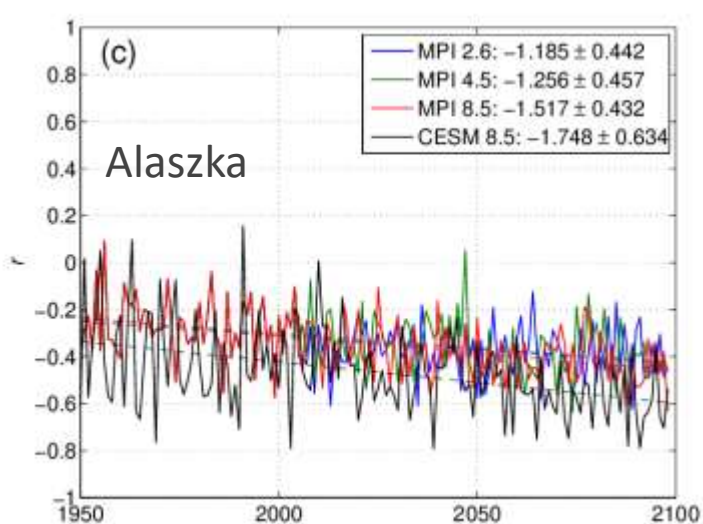
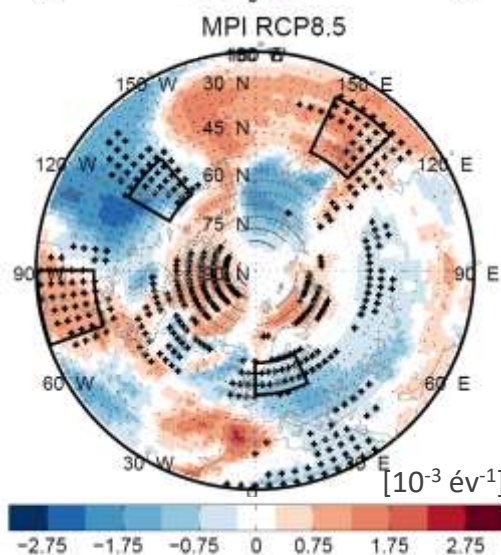
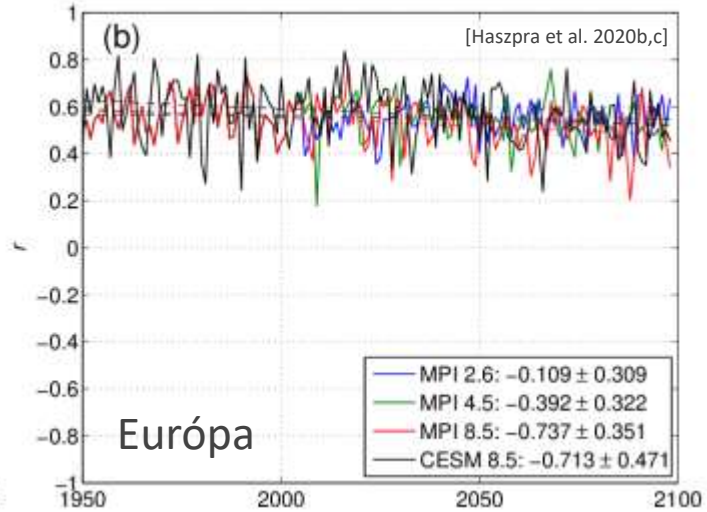
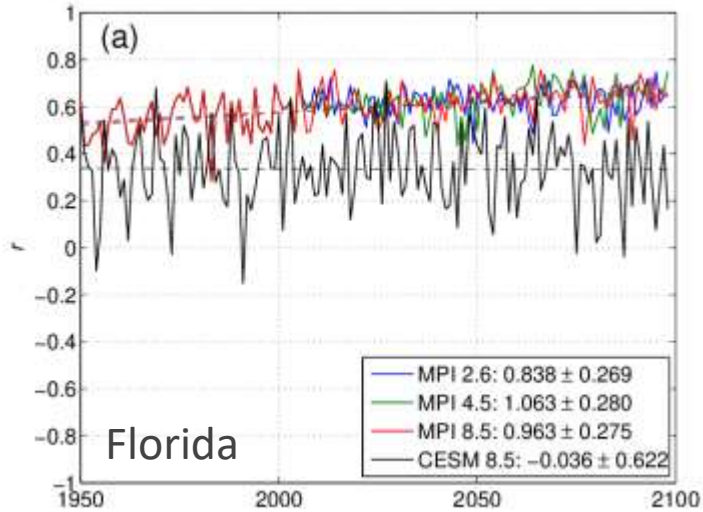
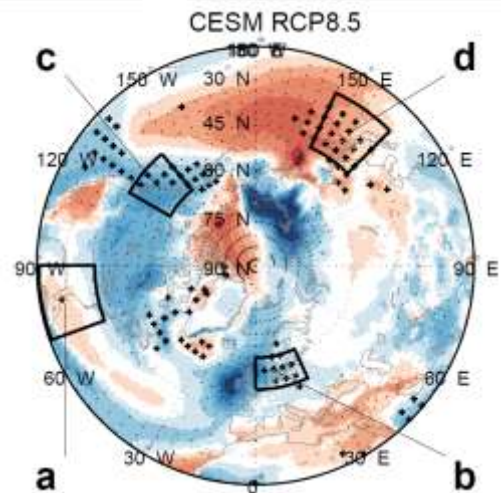


CESM HIST+RCP8.5



MPI HIST+RCP8.5

[Haszpra et al. 2020b,c]



# Összefoglalás

- hagyományos, időbeli EOF analízis → sokaság alapú, **pillanatkép EOF (SEOF) analízis**
- **pillanatnyi EOF-ek és AOI** értékek határozhatók meg
- kimutatható az **AO mintázat és amplitúdó időbeli változása**
  - csendes-óceáni központ jelentősen megerősödik
- a **kapcsolatok erőssége pillanatnyi, sokaság alapú  $r(t)$**  értékekkel jellemezhető
  - kapcsolatok erőssége jelentős időfüggést mutathat (akár 0,2-0,4/150 év)
  - a legnagyobb változások: É-Európa, É-Amerika, Ázsia K-i része és Alaszka, az MPI-GE-ben és a CESM-LE-ben is RCP8.5 esetén
  - függ a forgatókönyvtől és az éghajlati modelltől
- **új, objektív módszer a távkapcsolatok időfejlődésének vizsgálatára**
  - pl. ENSO-ra is jól alkalmazható [*Haszpra et al. 2020a*]



A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

Az MTA programsorozata



KÖSZÖNÖM  
A FIGYELMET!

[mta.hu](http://mta.hu)



# Irodalom

Bódai T., Drótos G., Haszpra T., Márffy J., Tél T. (2017): **A párhuzamos földi klímák elmélete.** *Magyar Tudomány*, **2017**(2), 188–201.

Ghil, M., Chekroun, M.D., Simonnet, E. (2008): **Climate dynamics and fluid mechanics: natural variability and related uncertainties.** *Physica D* **237**(14–17), 2111.

Haszpra, T., Herein, M., Bódai, T. (2020a): **Investigating ENSO and its teleconnections under climate change in an ensemble view – a new perspective.** *Earth Syst. Dyn.*, **11**, 267–280.

Haszpra, T., Topál, D., Herein, M. (2020b): **Detecting forced changes in internal variability using Large Ensembles: On the use of methods based on the "snapshot view".** *US CLIVAR Variations Summer 2020*, **18**(2), 36–43.

Haszpra, T., Topál, D., Herein, M. (2020c): **On the time evolution of the Arctic Oscillation and related wintertime phenomena under different forcing scenarios in an ensemble approach.** *J. Climate*, **33**(8), 3107–3124.

Tél, T., Bódai, T., Drótos, G., Haszpra, T., Herein, M., Kaszás, B., Vincze, M. (2020): **The Theory of Parallel Climate Realizations – A New Framework of Ensemble Methods in a Changing Climate: An Overview.** *J. Stat. Phys.*, **179**, 1496–1530.

# Köszönetnyilvánítás

A kutatás az MTA Bolyai Jánosi Kutatási Ösztöndíjának, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal – NKFIH PD-121305, PD-132709, FK-124256, FK-135115, K-125171 sz. projektjeinek és az Emberi Erőforrások Minisztériuma Új Nemzeti Kiválósági Programjának ÚNKP-18-4 and ÚNKP-19-1 ösztöndíjainak támogatásával készült.

