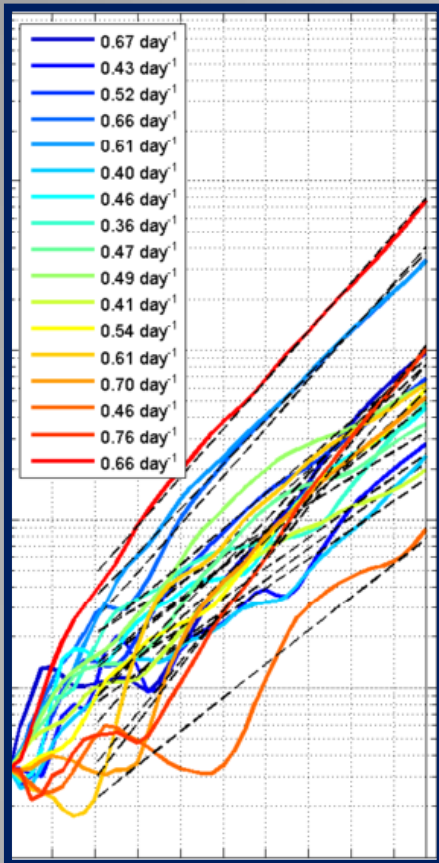
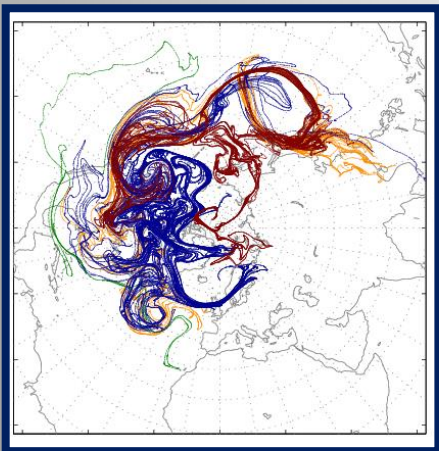




SOKASÁGI ÉGHAJLATI SZIMULÁCIÓK SZEREPE A SZENNYEZŐDÉSTERJEDÉS VIZSGÁLATÁBAN



Haszpra Tímea

ELTE Elméleti Fizikai Tanszék
[MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport]

2018. január 24. MTA MTB ülés

EGYEDI IDŐSOROK

- ◉ éghajlatváltozás → hatásai?
pl. ciklontevékenység, áramlások
- ◉ 1979-től (ERA-Interim) [Haszpra 2017]:
 - szennyeződésterjedés „intenzitása” kis mértékben változik
 - „intenzitás” ← szennyeződésfelhők nyúlási mértéke
 - „intenzitás” ~ relatív örvényesség: $|\xi| = \left| \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right|$
- ◉ hátrány: egyetlen idősor áll csak rendelkezésre
 - trendek? átlag? változékonyság? korrelációs együttthatók?
 - változó éghajlat esetén mi az „referencia”?
 - belső változékonyságból eredő fluktuációk elkülönítése?
 - időablak, detrendálási módszer stb. ...

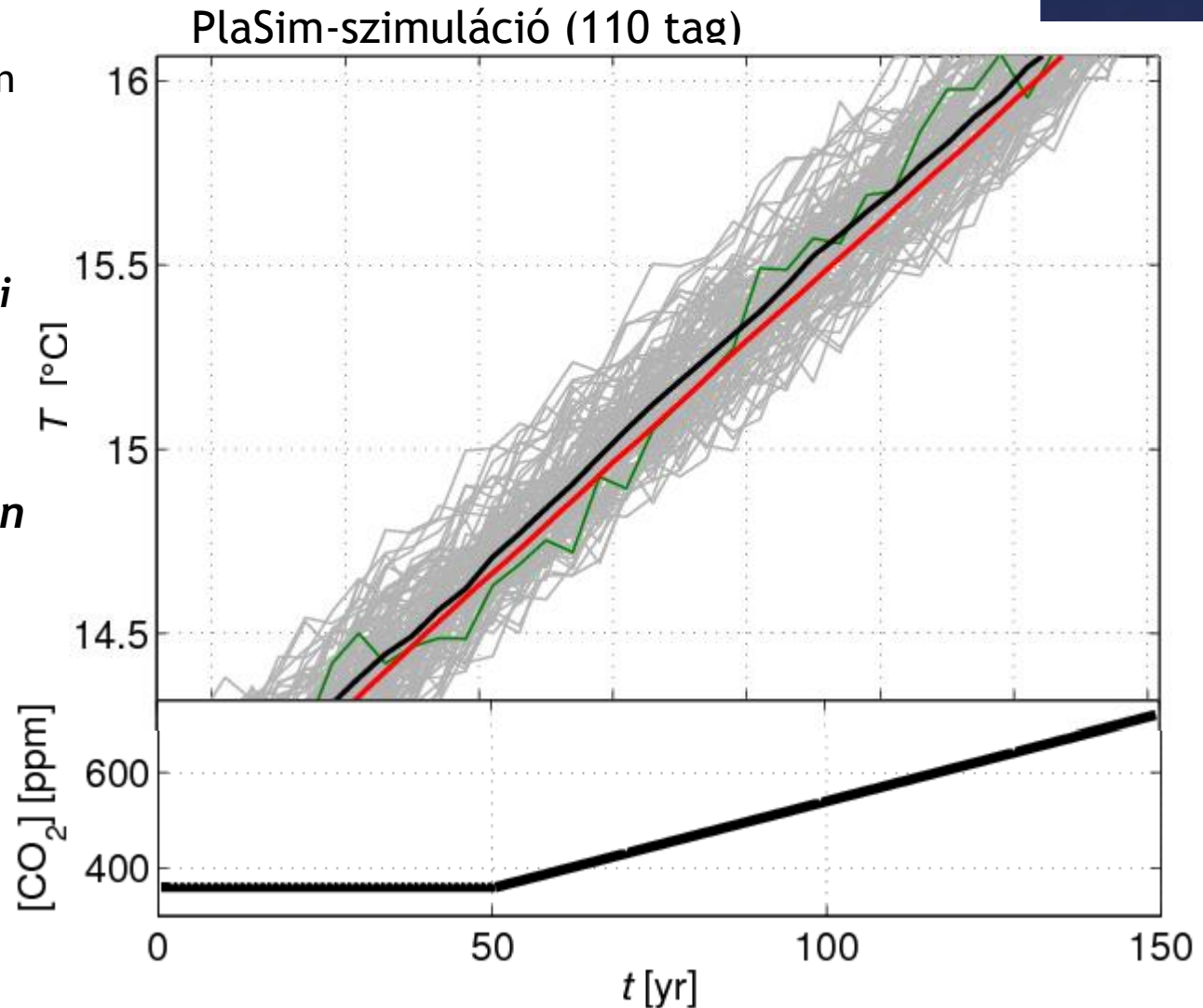
} választási
lehetőségek

SOKASÁGI ÉGHAJLATI SZIMULÁCIÓK

- párhuzamosan futó éghajlati szimulációk sokasága

- kezdeti feltételekben eltérnek egymástól
- elfelejtik a kezdőfeltételeiket
- **lehetséges éghajlati állapotok tárházát** mutatják

- **adott időpillanatban** jobban jellemzi a várható átlagot, változékonyságot
- időbeli átlag $\neq$ sokaságátlag

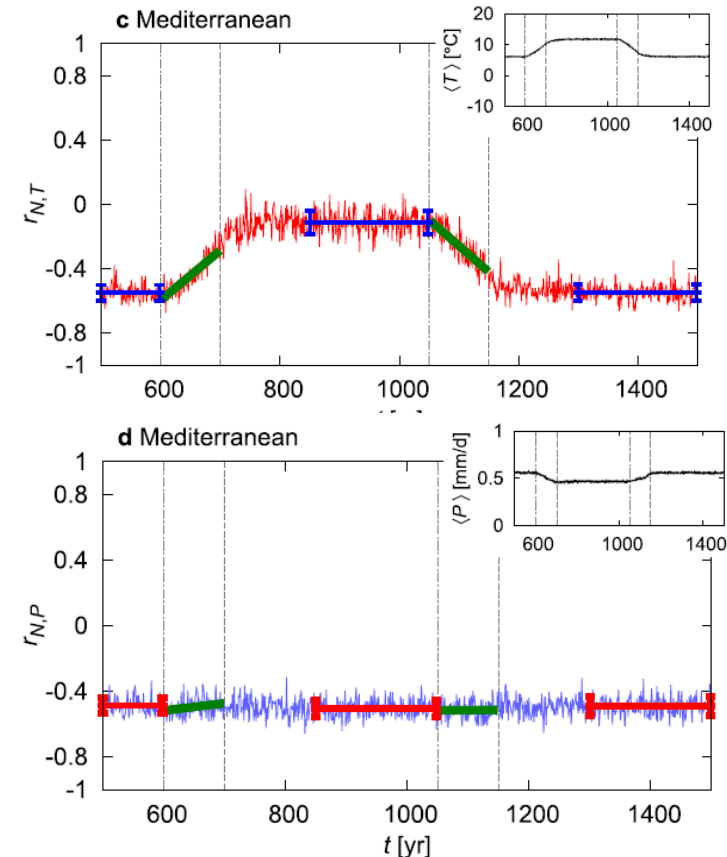


SOKASÁGI ÉGHAJLATI SZIMULÁCIÓK

- ◉ elmélet: *pillanatkép (snapshot/pullback) attraktorok elmélete* [Ghil 2008]
- ◉ sokasági égh. szimulációk a kezdeti feltételek elfelejtése után adott pillanatban helyesen reprezentálják a **lehetséges állapotok** halmazát, azok **eloszlását**
- ◉ éghajlat belső változékonysága: }
- ◉ korreláció adott változók közt: }

sokaság elemeiből számítható adott időpillanatban

- ◉ előzmény: Észak-Atlanti-oszcilláció (NAO) távkapcsolat vizsgálata sokasági megközelítésben [Herein et al. 2017 Sci. Rep.]
- ◉ cél: nagyskálájú légköri terjedési folyamatok „intenzitásának” vizsgálata sokasági megközelítésben, kapcsolata a relatív örvényességgel



SZIMULÁCIÓK

◉ **PlaSim** (Planet Simulator) [Fraedrich 2005, Universität Hamburg]

- ELTE Elméleti Fizikai Tanszéken futtatások:
Herein Mátyás és Drótos Gábor
- közepes összetettségű globális éghajlati modell
- T21 felbontás ($\sim 5.625^\circ$), $10\ \sigma$ -szint
- CO_2 : időfüggése előírható:
100 év alatt 360 ppm $\rightarrow$ 720 ppm egyenletesen
 $\Delta T_s = + 6\ ^\circ\text{C}$

◉ **RePLaT** (Real Particle Lagrangian Trajectory model)

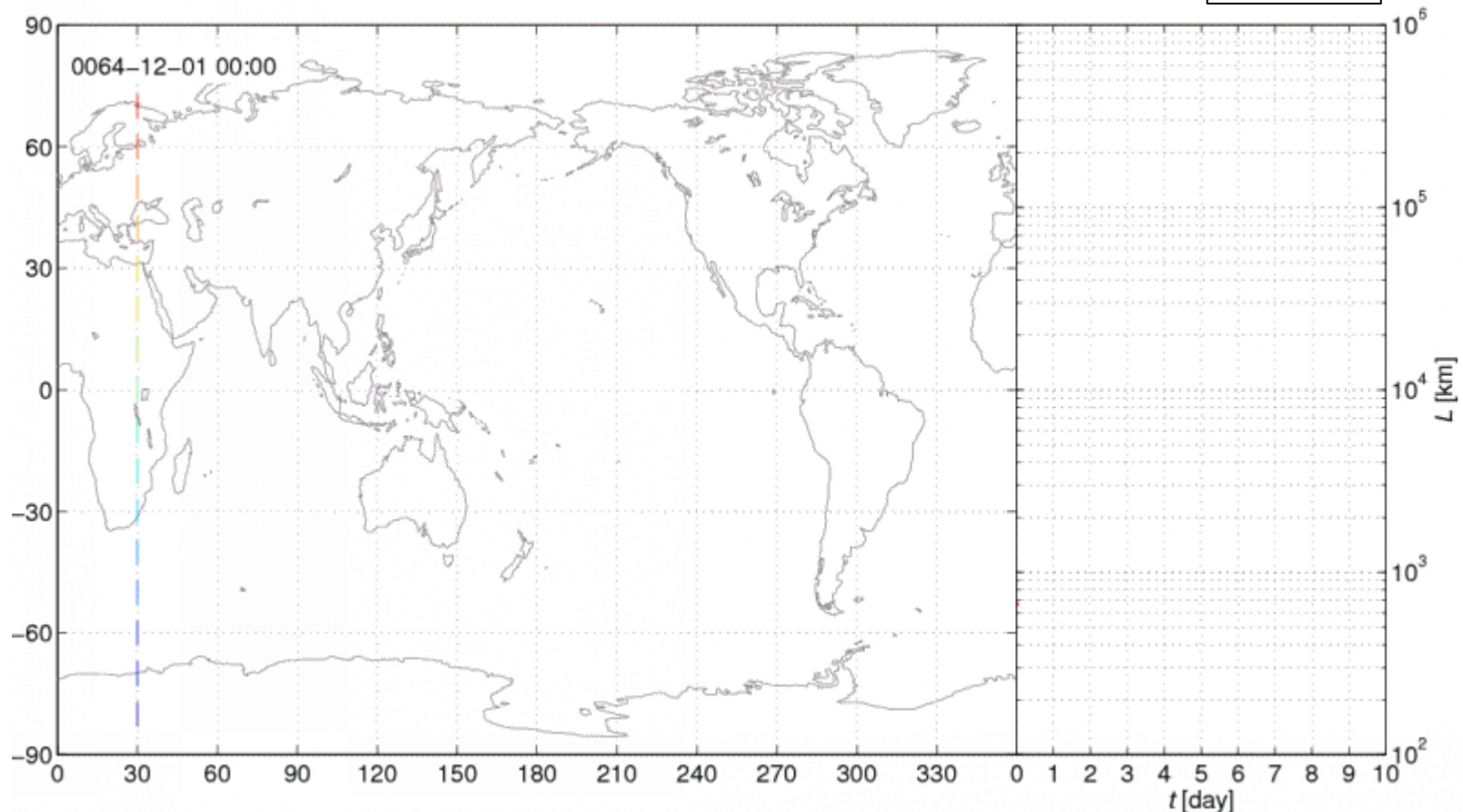
[Haszpra 2013]

- lagrange-i típusú, részecskekövetésen alapuló terjedési modell
- szennyezőanyag: gáz (*ideális részecske*)
- $L_0 = 6^\circ \approx 666\text{ km}$ kezdeti hosszúságú vonalдарabok
- itt: csak *transzport*

TERJEDÉS „INTENZITÁSA”

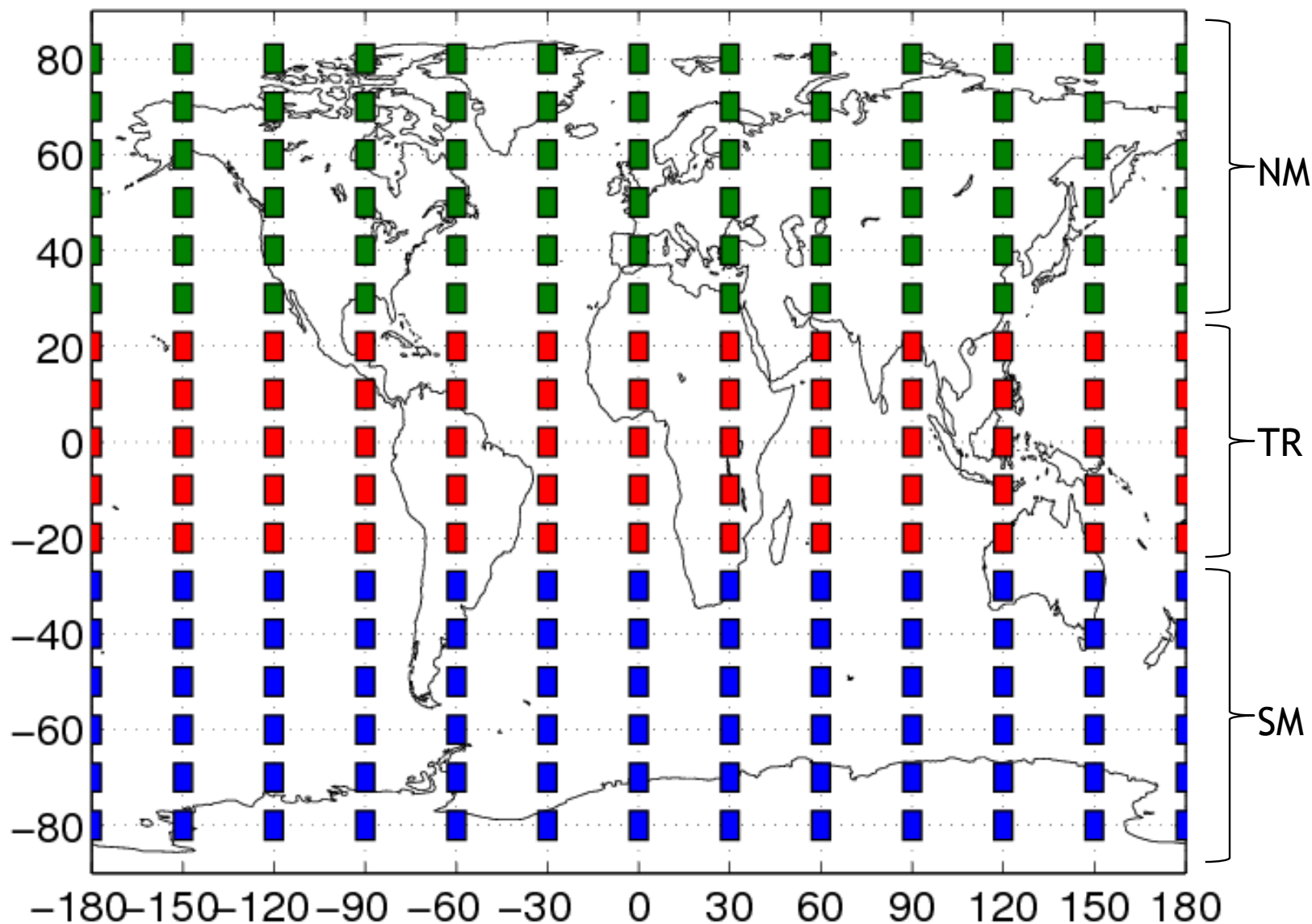
- *vonalnyúlási ütem (topologikus entrópia, h): a káosz egy mérőszáma*
 - szennyeződésfelhő *exponenciális* nyúlásának mértéke
 - kapcsolat: szennyeződésfelhő „bonyolultságának”, „gyűrődöttségének” mértéke → terjedés intenzitása, előrejelezhetetlensége

64. tag
64. év
DJF



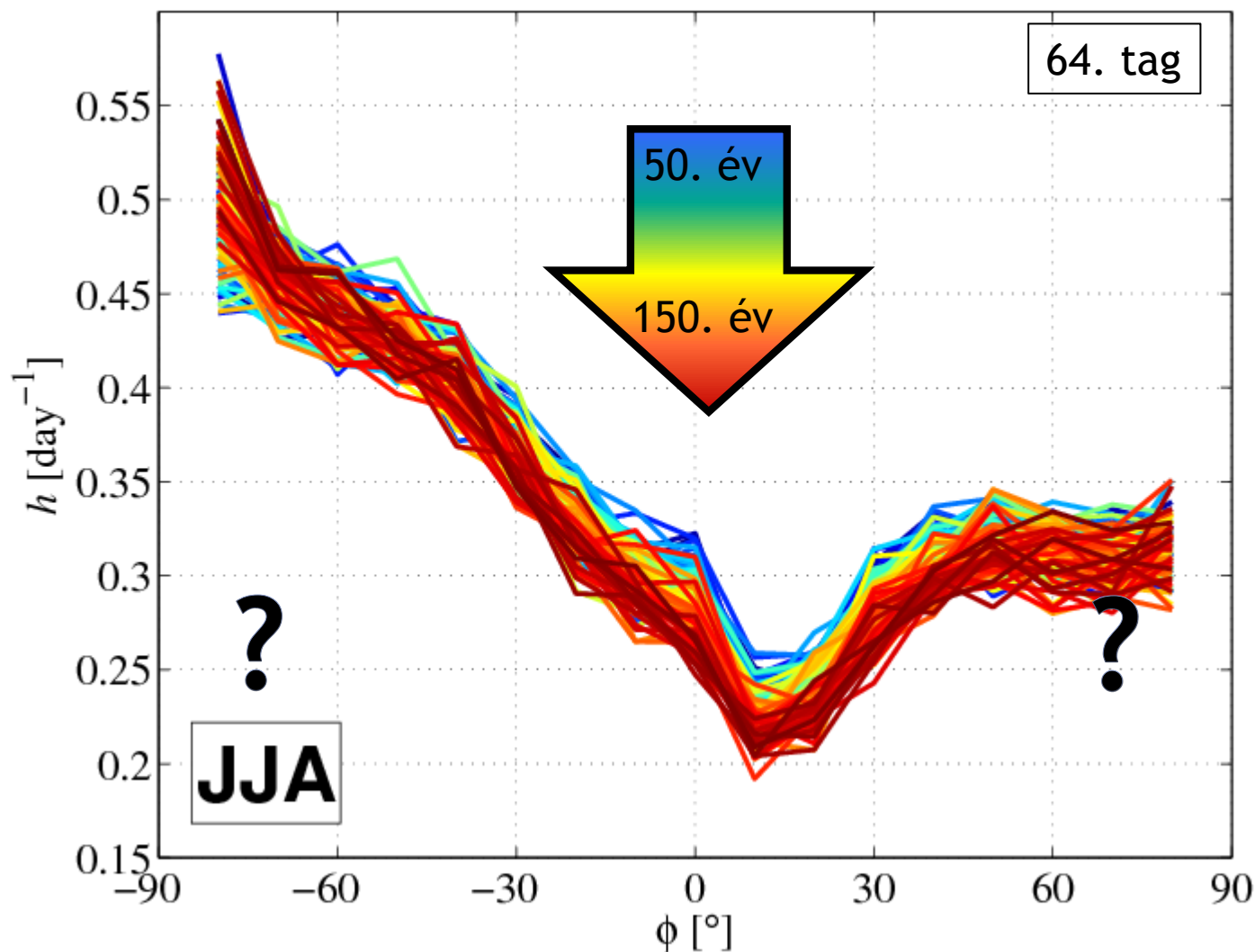
EGÉSZ FÖLDRE KITERJEDŐ SZIMULÁCIÓK

$\Delta T = 10$ naponta
30-150. év (JJA, DJF)
110 ensemble tagban



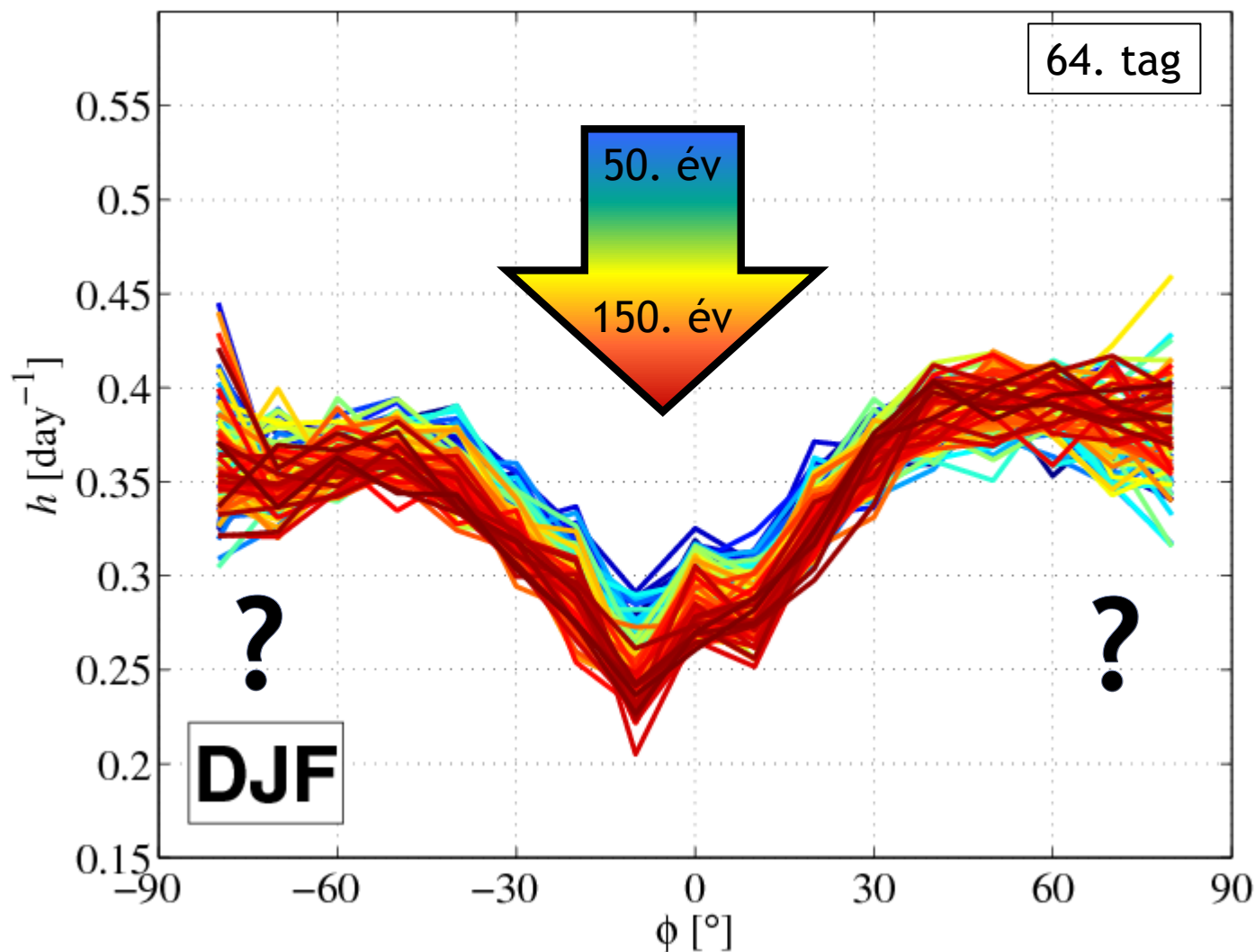
NYÚLÁSI ÜTEM ZONÁLIS ELOSZLÁSA

EGYETLEN TAG ESETÉN 50-150. ÉV



NYÚLÁSI ÜTEM ZONÁLIS ELOSZLÁSA

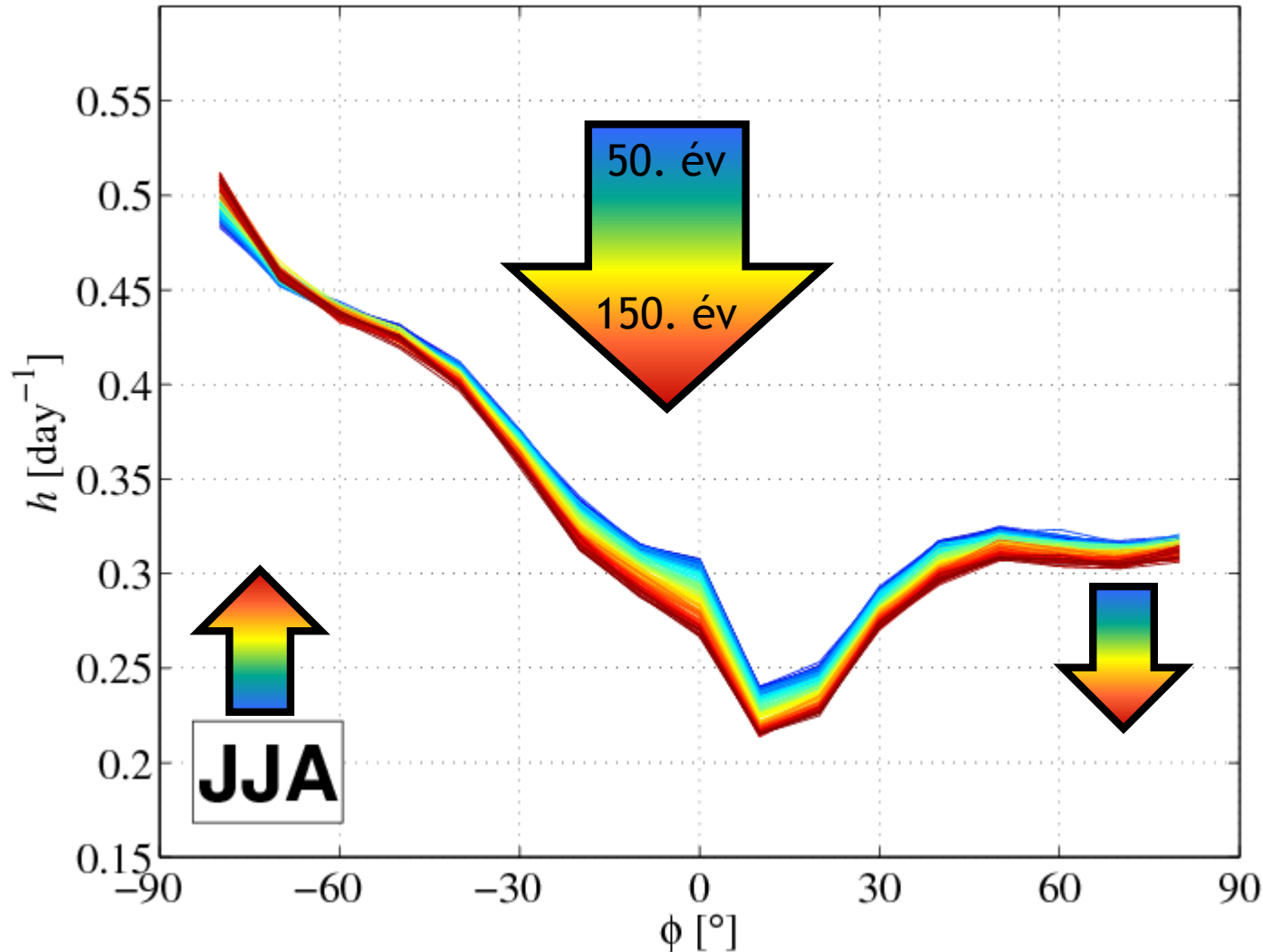
EGYETLEN TAG ESETÉN 50-150. ÉV



NYÚLÁSI ÜTEM ZONÁLIS ELOSZLÁSA

SOKASÁGI ÁTLAG

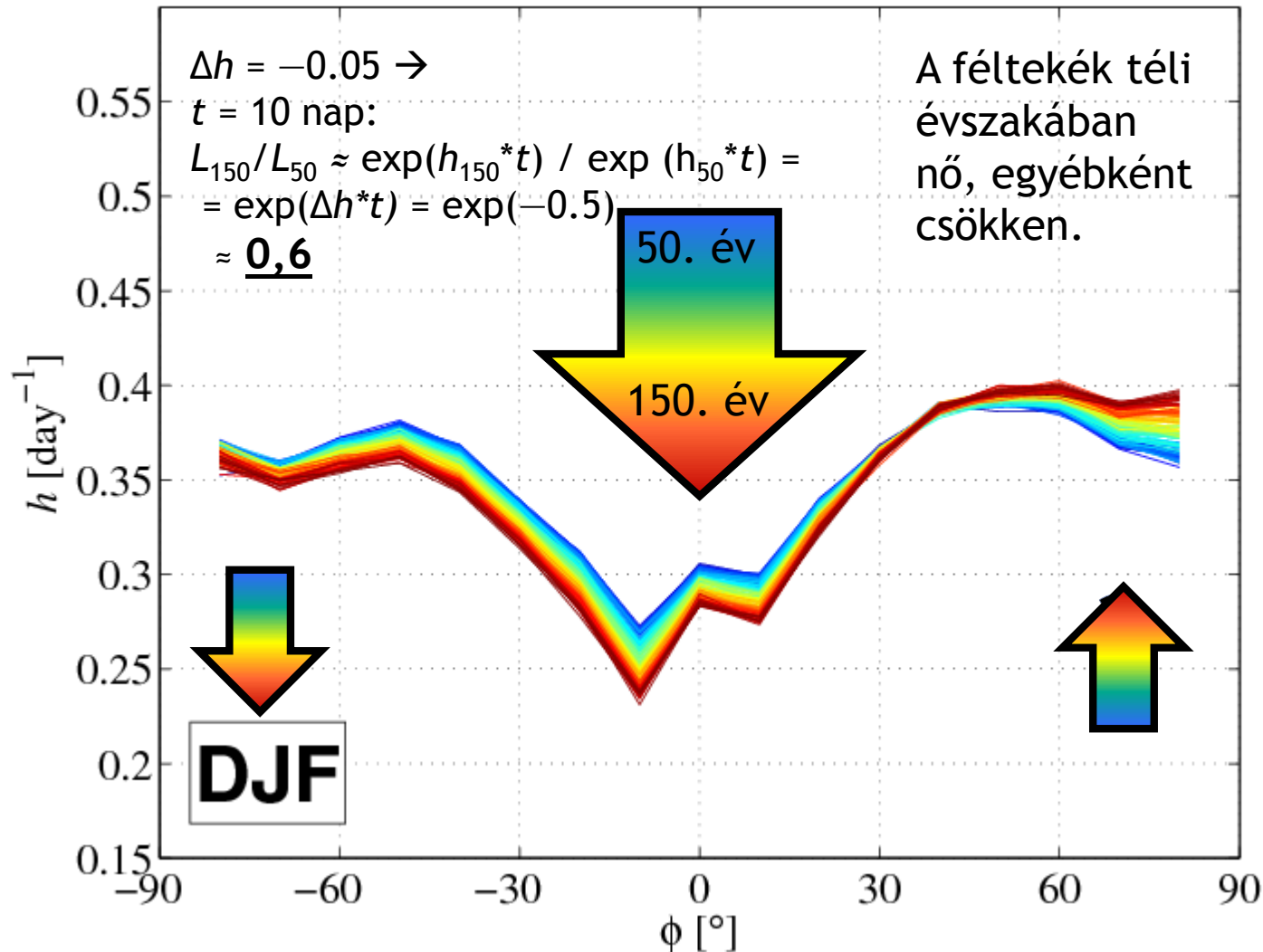
50-150. ÉV



NYÚLÁSI ÜTEM ZONÁLIS ELOSZLÁSA

SOKASÁGI ÁTLAG

50-150. ÉV

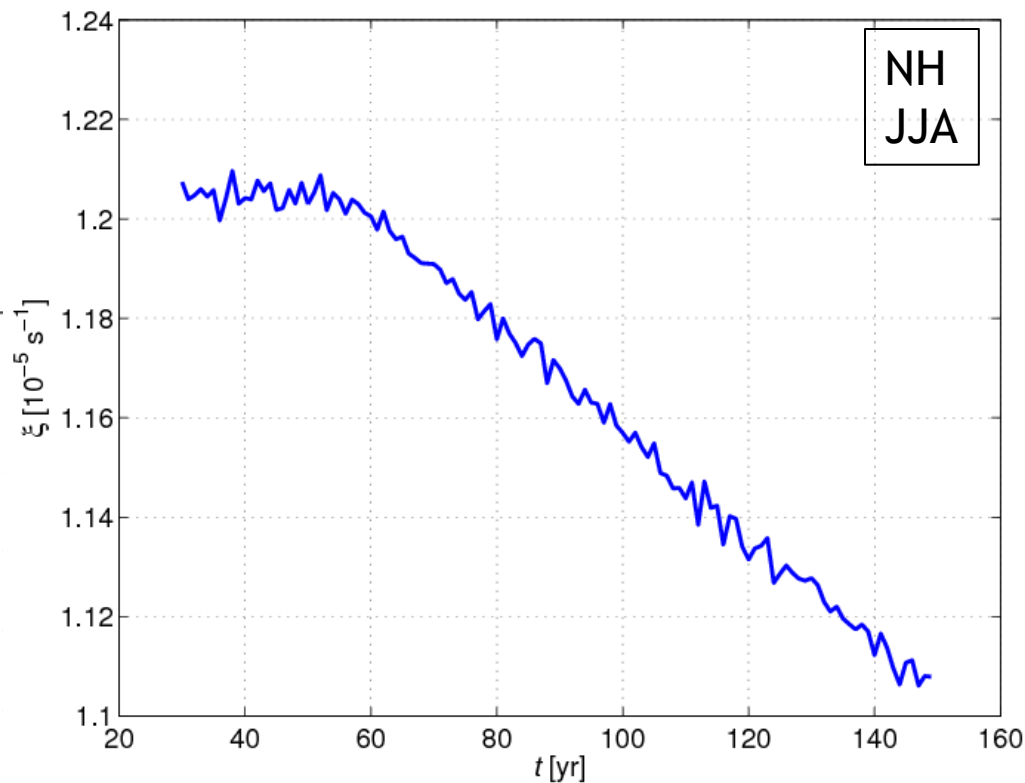
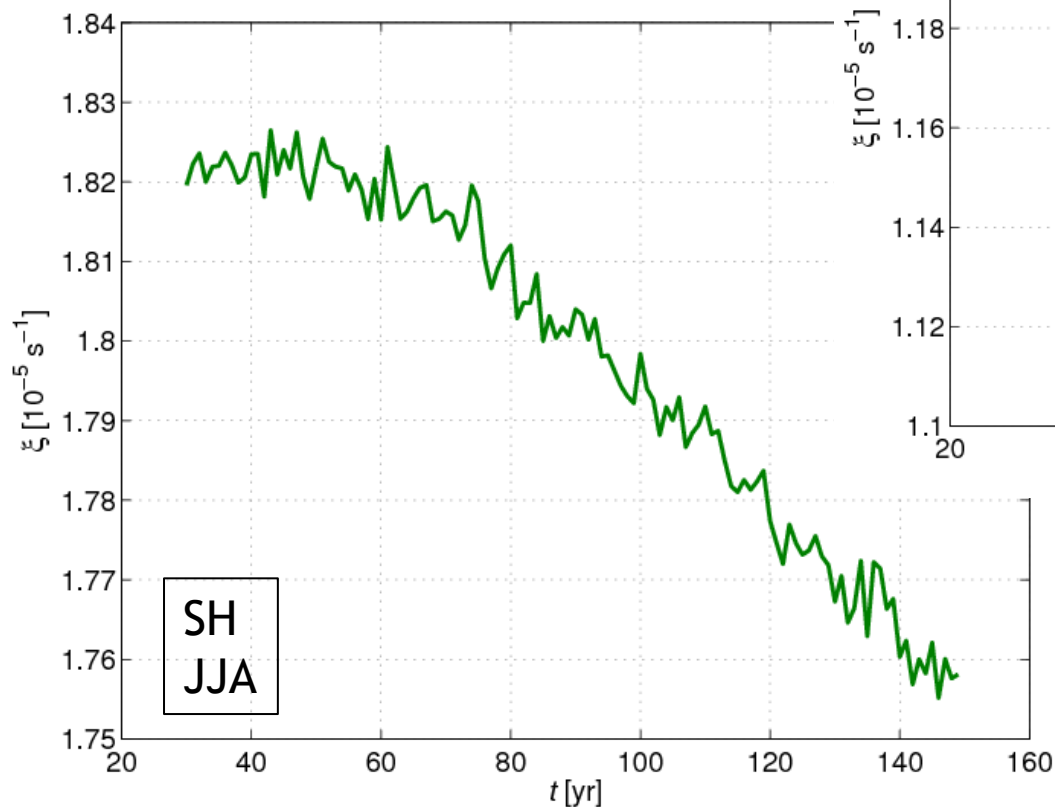


REL. ÖRVÉNYESSÉG 500 HPA

SOKASÁGI ÁTLAG - IDŐBELI MENET

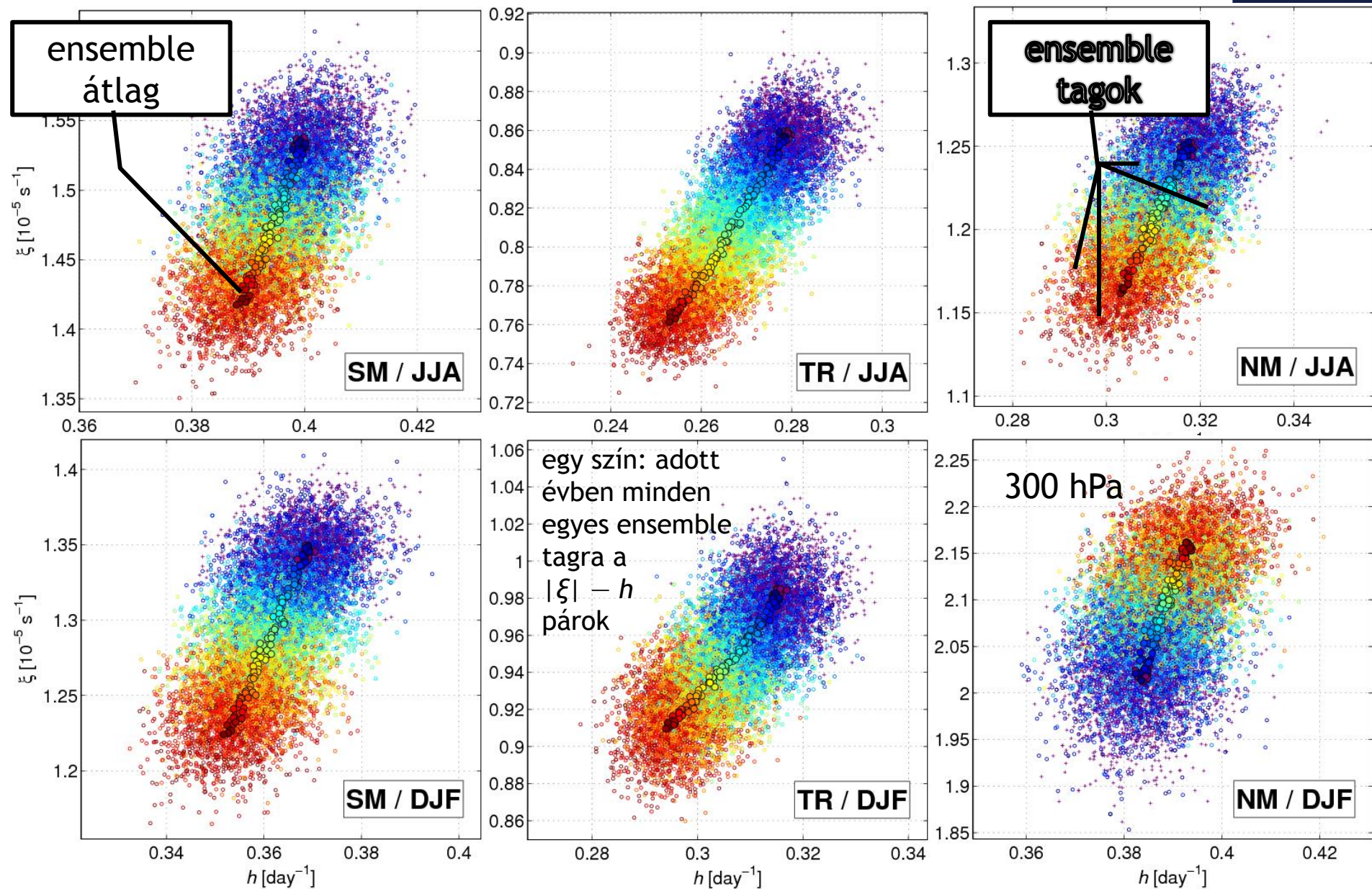
- $|\xi| = \left| \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right|$

- csökkenés



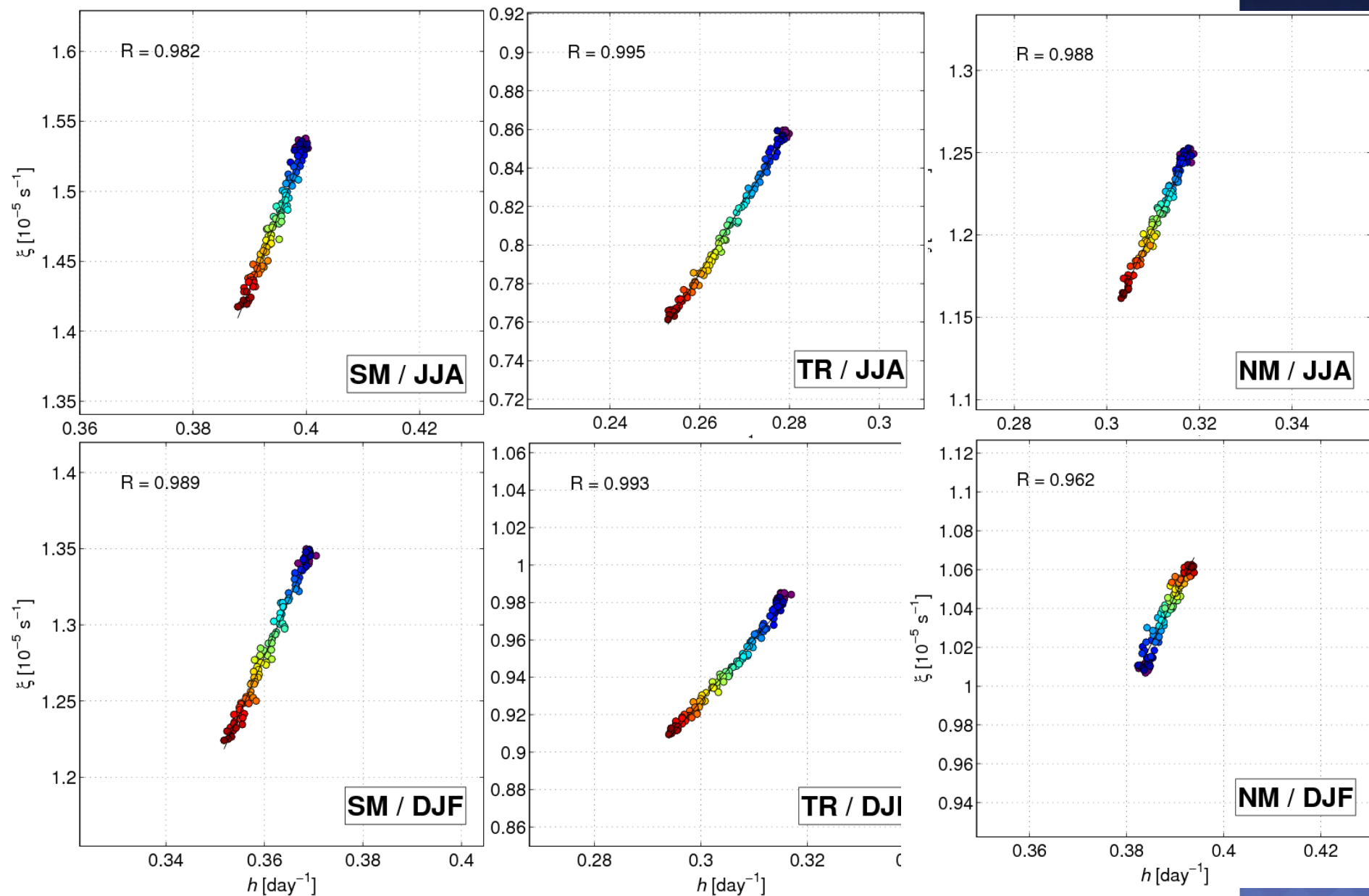
NYÚLÁSI ÜTEM - REL. ÖRVÉNYESSÉG (500 HPA)

30-49. ÉV / 50-150. ÉV

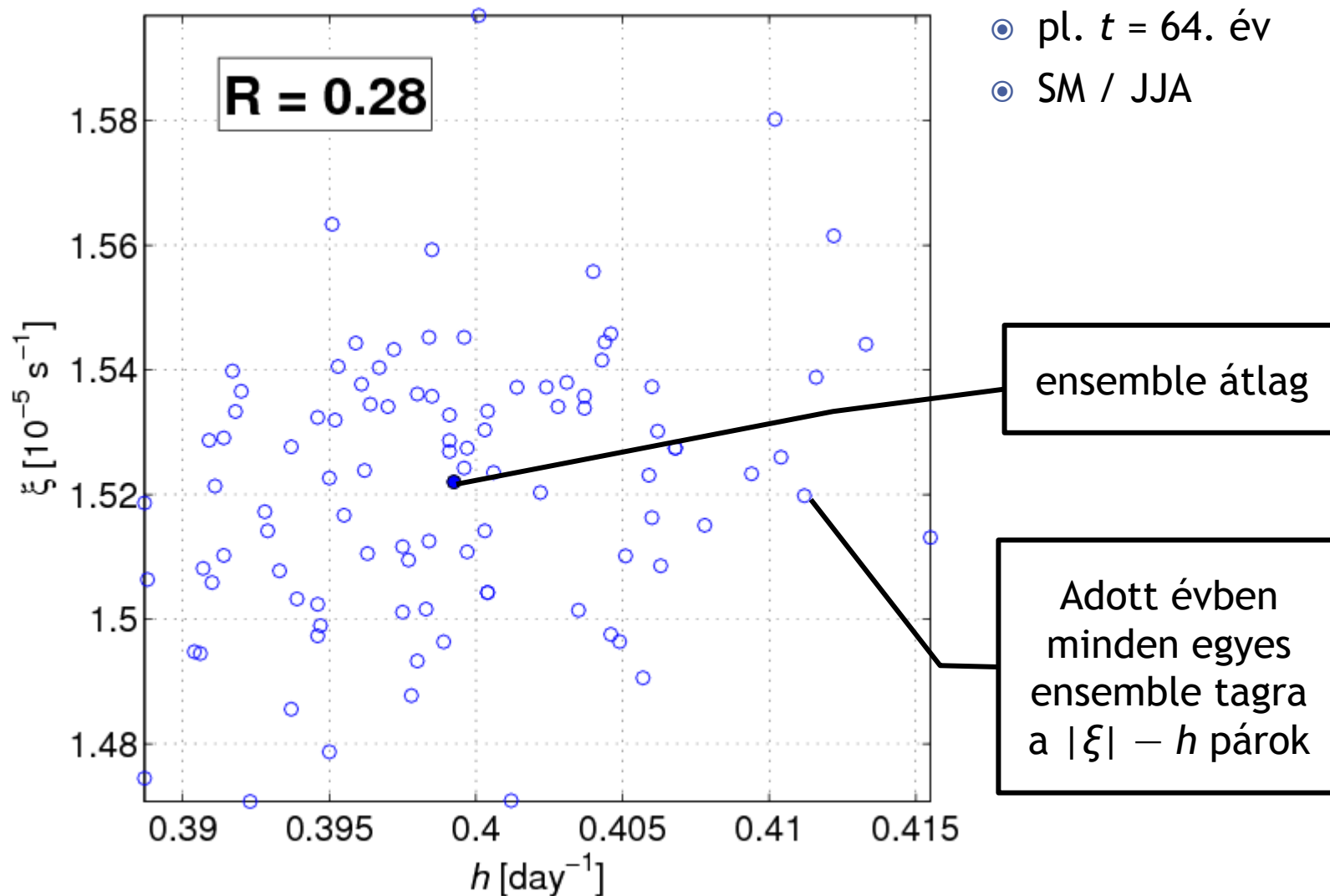


NYÚLÁSI ÜTEM - REL. ÖRVÉNYESSÉG (500 HPA)

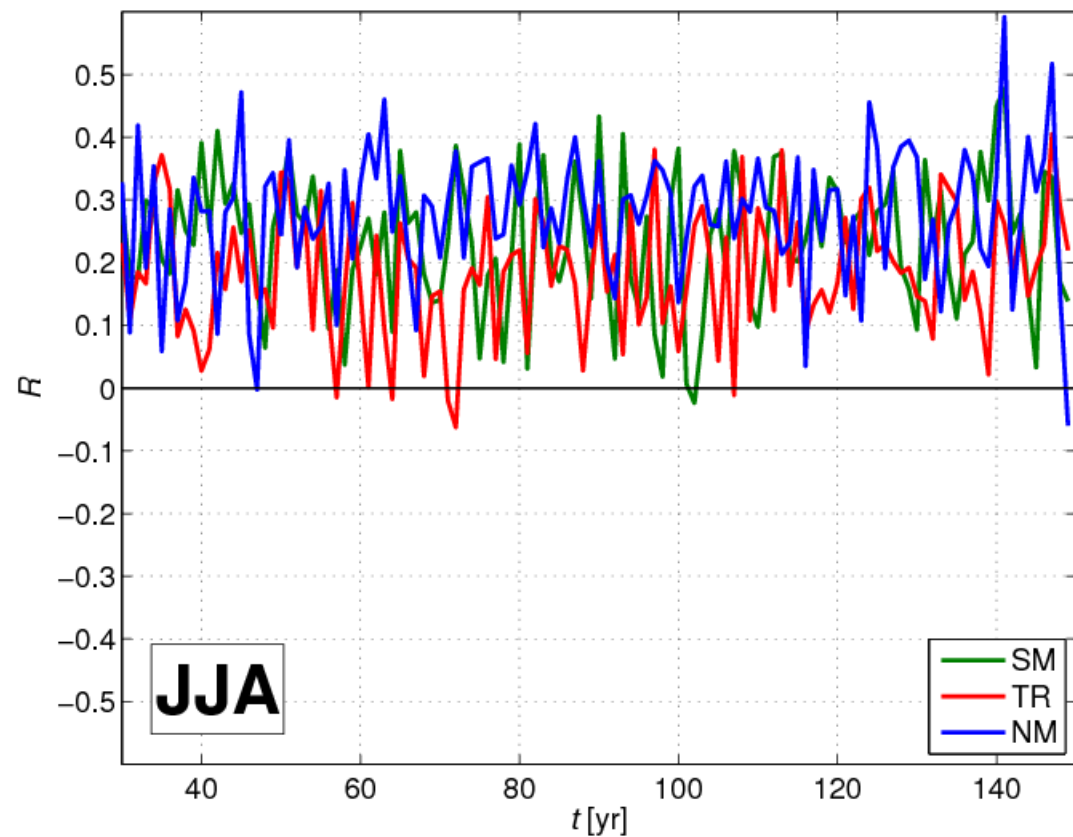
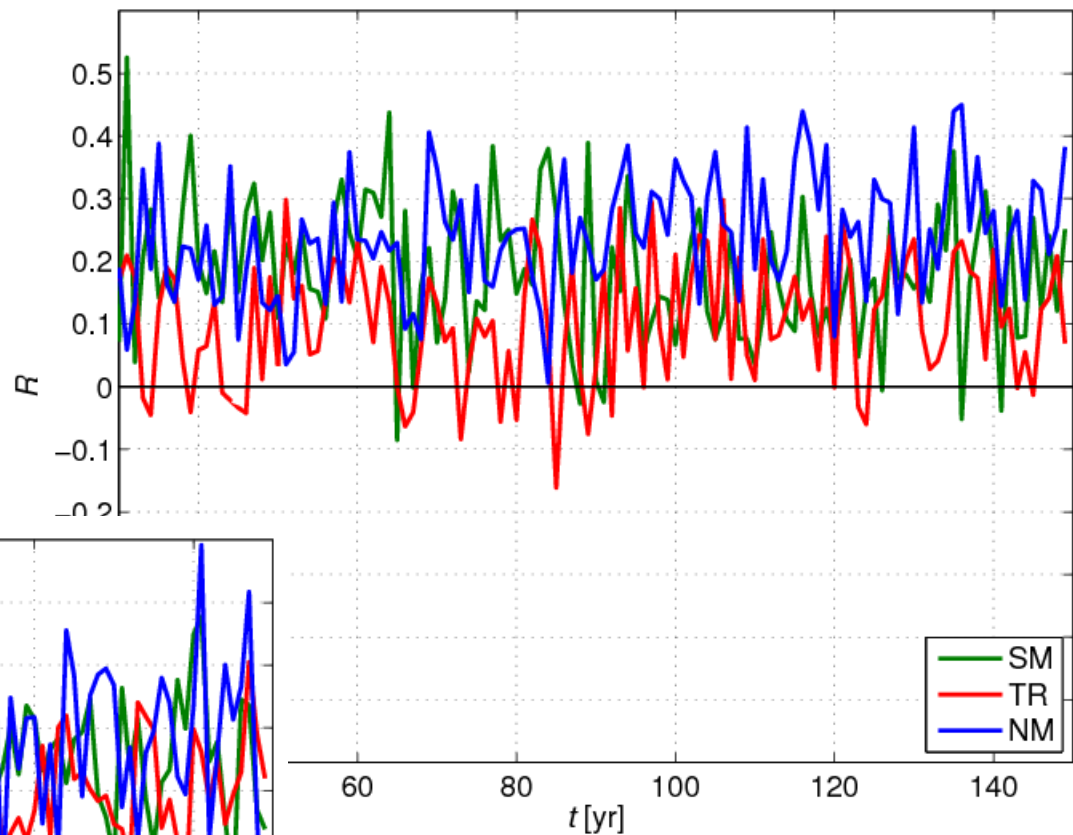
30-49. ÉV / 50-150. ÉV



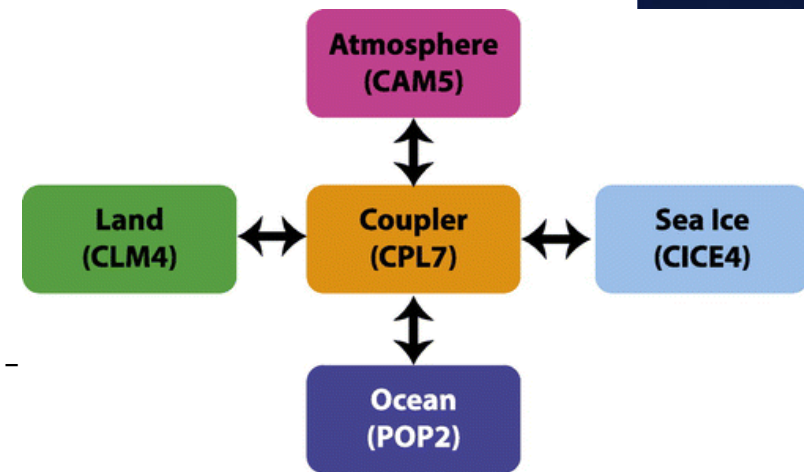
SOKASÁG ALAPÚ KORRELÁCIÓS EGYÜTTTHATÓ



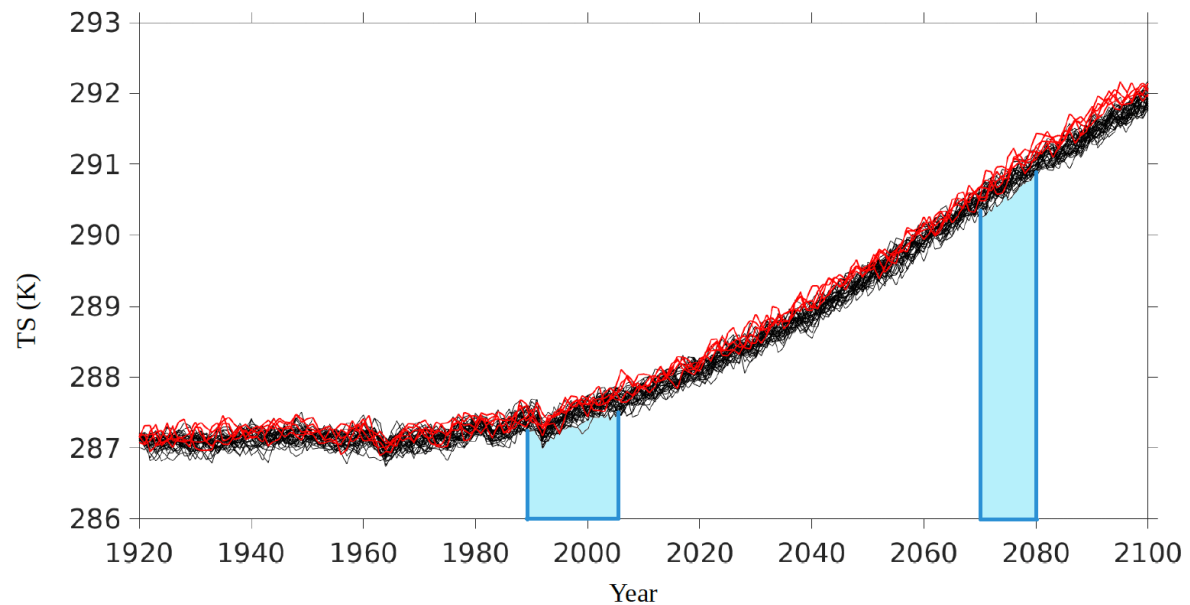
SOKASÁG ALAPÚ KORRELÁCIÓS EGYÜTTTHATÓ



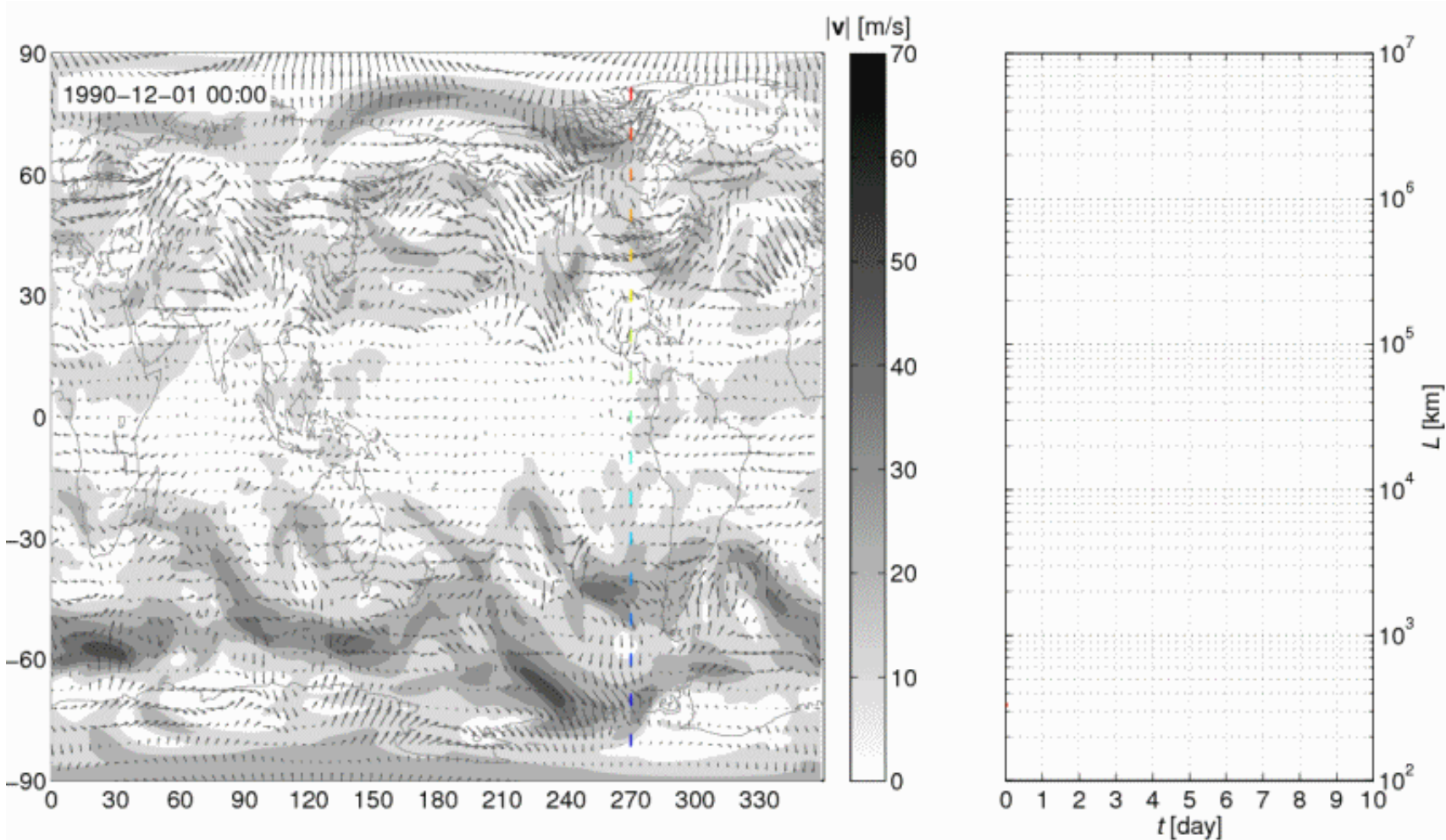
KITEKINTÉS: CESM



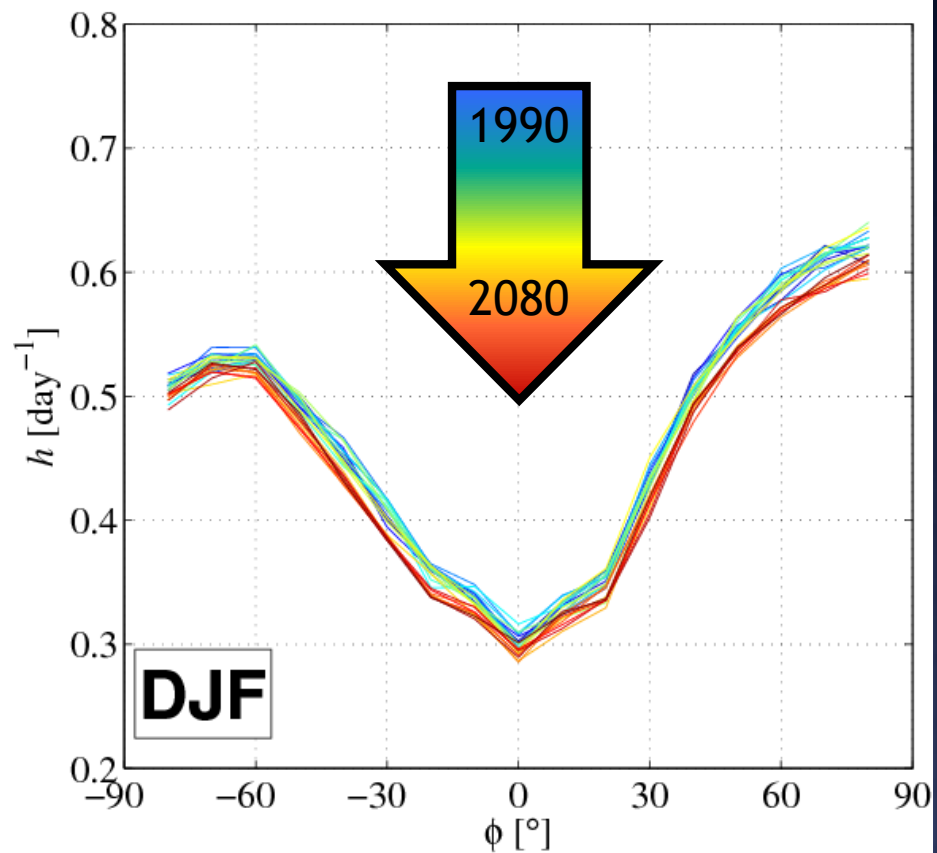
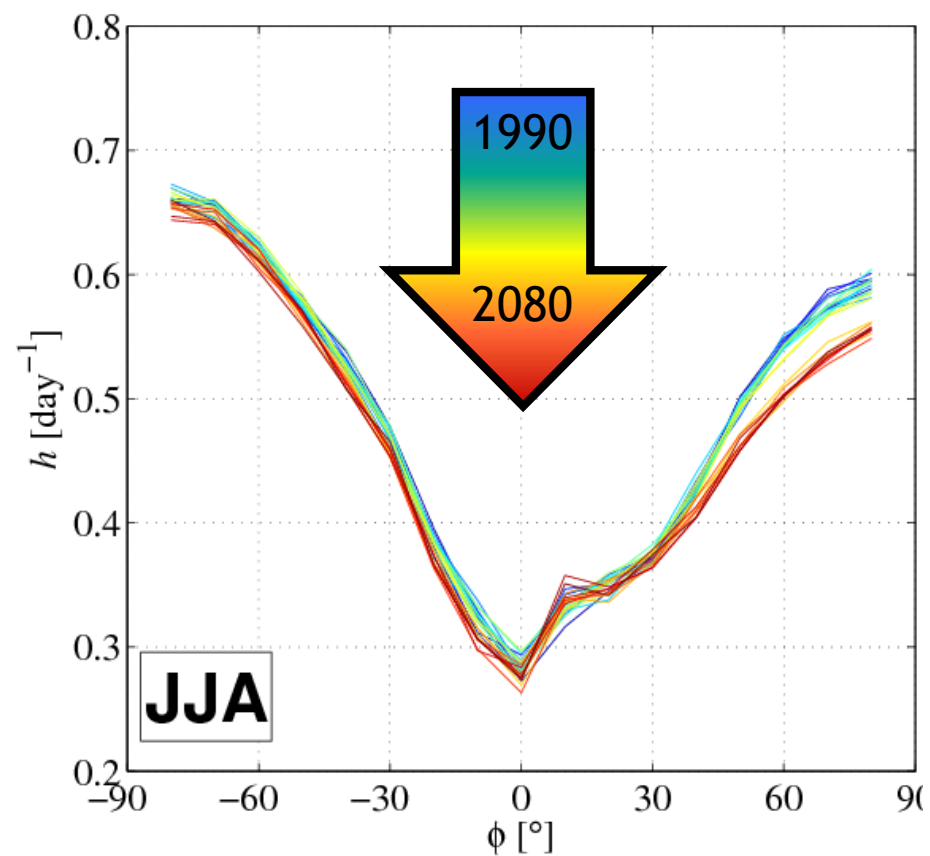
- CESM-LE: Community Earth System Model - Large Ensemble
- felbontás: 192x288
- 1920–2005: múltbeli adatokon / 2005–2100: RCP8.5
- időszak: [1990–2005] – [2071–2080]
(6 órás adatok csak 3 periódusban érhetőek el)
 - $\Delta T_s = +[3-3,5] \text{ } ^\circ\text{C}$
- 2D szennyezőanyag-terjedés
- első 35 tagját fogjuk használni az ensemble-nek
 - most: 10 tag



KITEKINTÉS: CESM

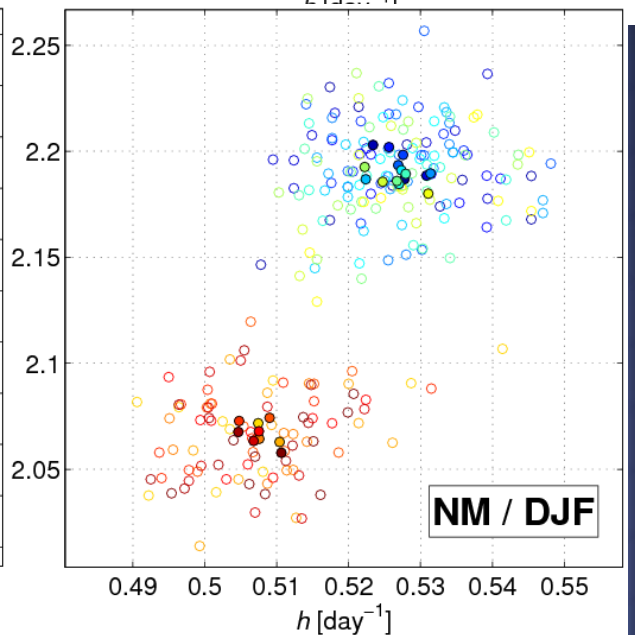
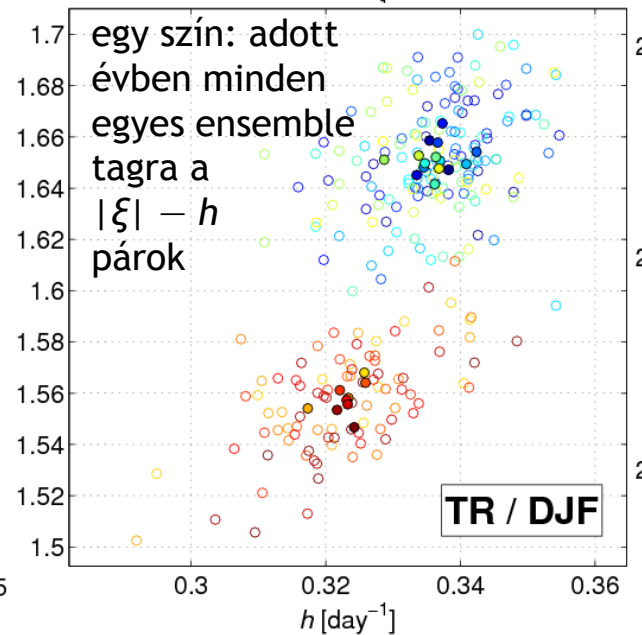
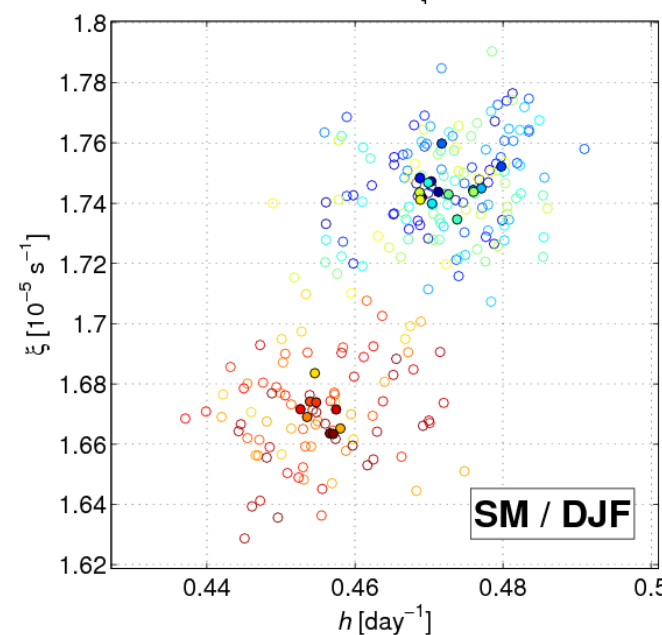
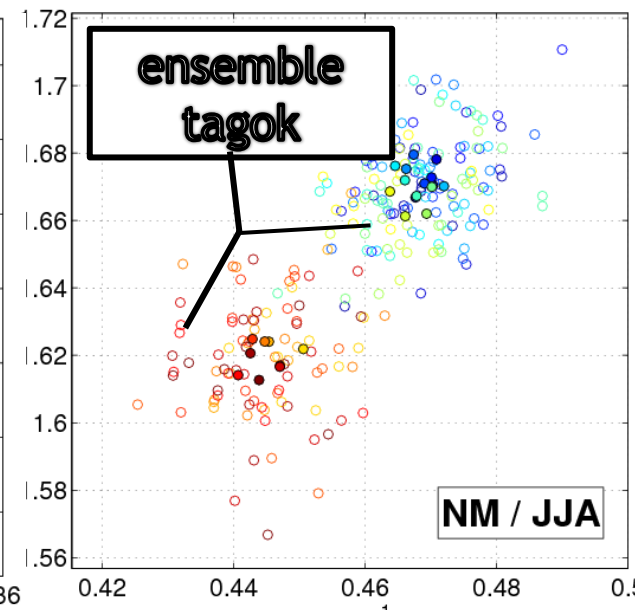
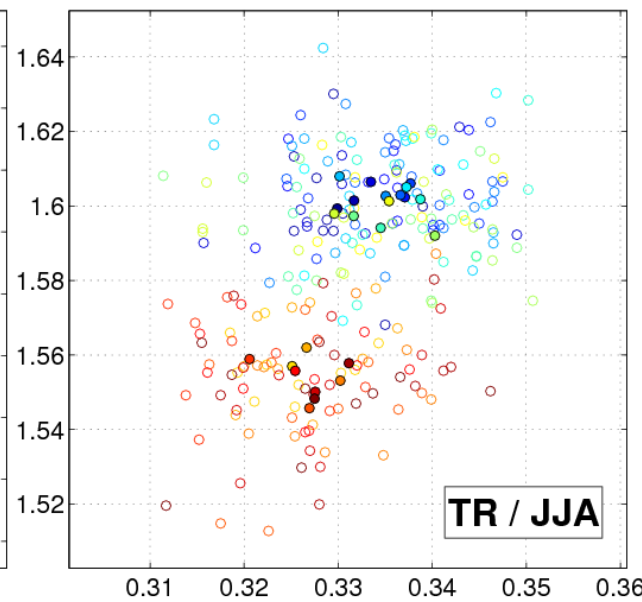
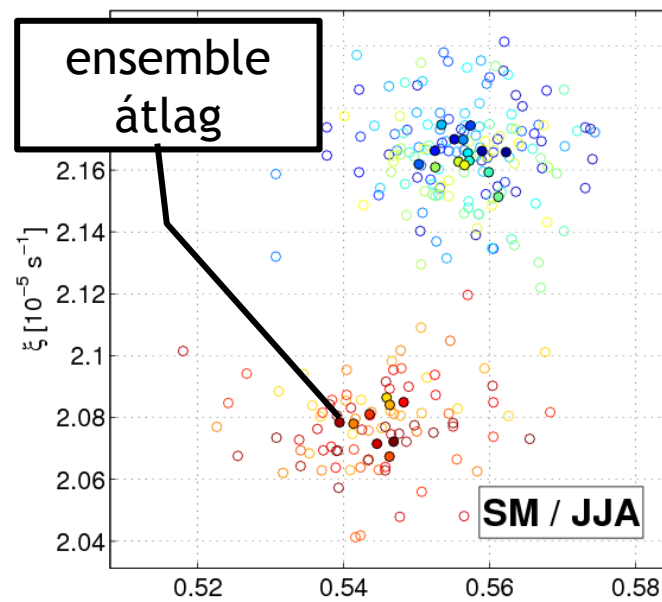


KITEKINTÉS: CESM SOKASÁGI ÁTLAG 1990-2080



NYÚLÁSI ÜTEM - REL. ÖRVÉNYESSÉG (500 HPA)

1990-2080



ÖSSZEFOGLALÁS

- vonalnyúlási ütem: zonális eloszlás
 - trópusok: kisebb értékek
 - trópusokon kívül nagyobb értékek
- egyedi idősorokkal szemben a sokasági átlagban jobban elkülöníthetők a vonalnyúlási ütem trendjei
- $h \sim |\xi|$ időben (általában csökkenés)
- adott időpillanatban a lehetséges éghajlati állapotokat leíró $h \sim |\xi|$ közötti kapcsolat gyengébb, de általában $R > 0$
- A PlaSim és CESM modellekkel kapott eredmények hasonlóak

Köszönöm a figyelmet!