

STATISZTIKUS LESKÁLÁZÁS: NEMZETKÖZI KÖRKÉP, HAZAI EREDMÉNYEK

Mika János

OMSz, mika.j@met.hu

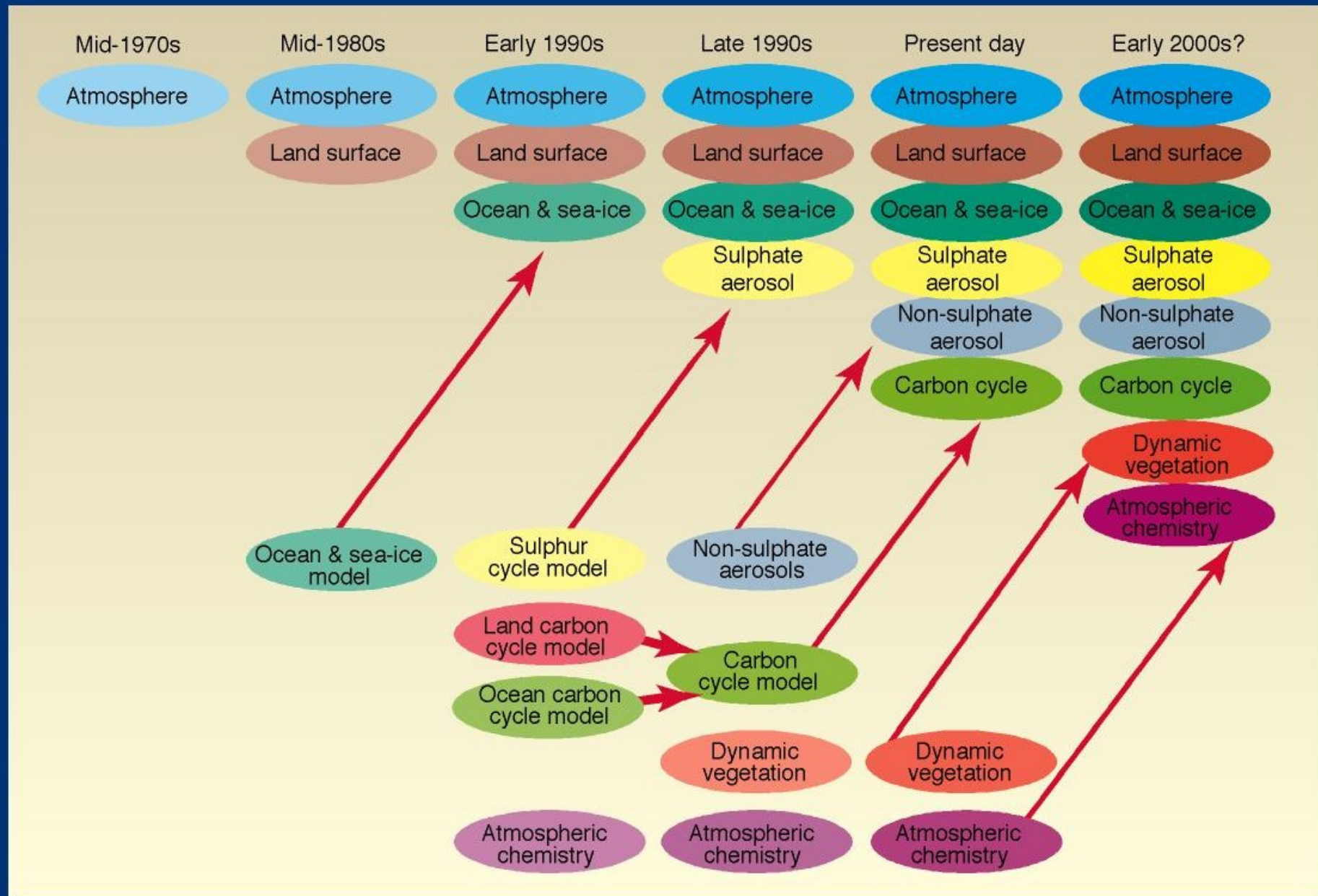
- GCM-mezők (interpoláció)
- (Fizikai leskálázás beágyazott modellekkel)
- Statisztikus leskálázás cirkulációs patternekkkel
- Empirikus analógiák (egyszerű statisztikák)
- Hazai összesítés

Budapest, 2005. november 24.

REGIONÁLIS SZCENÁRIÓ SZÁRMAZTATÁS

- 1. GCM-mezők (interpoláció)
- 2. Fizikai leskálázás beágyazott modellekkel
- 3. Statisztikus leskálázás cirkulációs patternekkkel
- 4. Empirikus analógiák (egyszerű statisztikák):

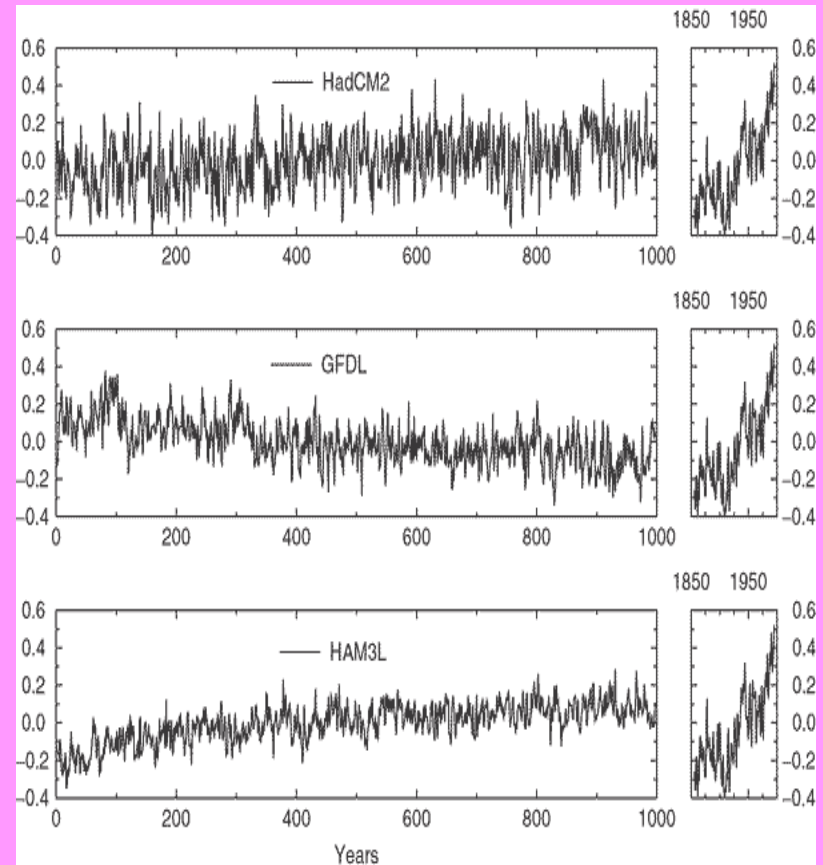
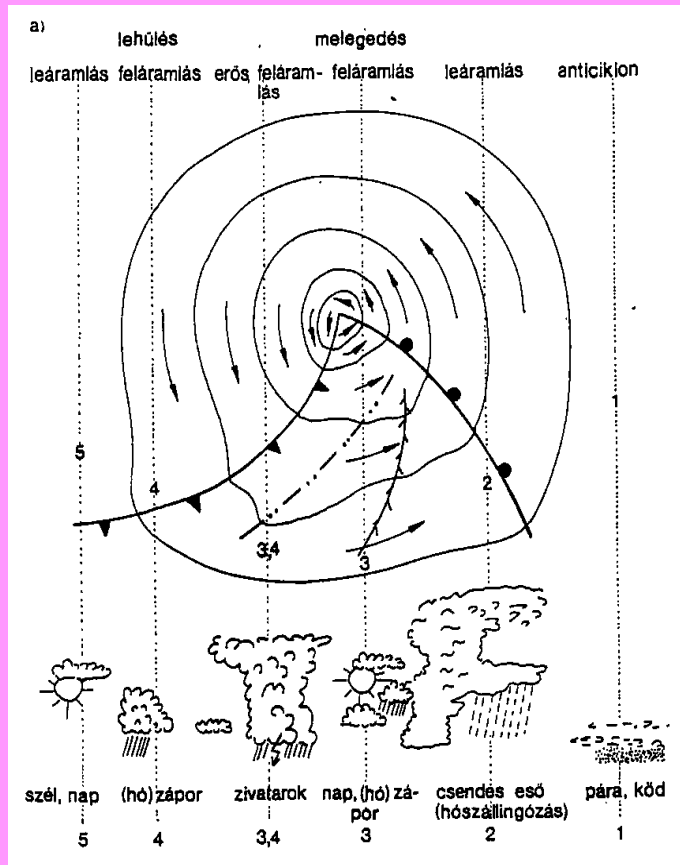
Az általános cirkulációs modellek tartalmi bővülése



Problémák a regionalizálásban:

I. Nem elegendő felbontás (leskálázás!)

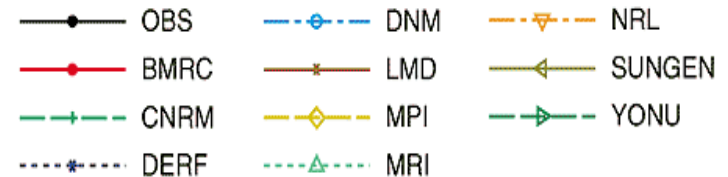
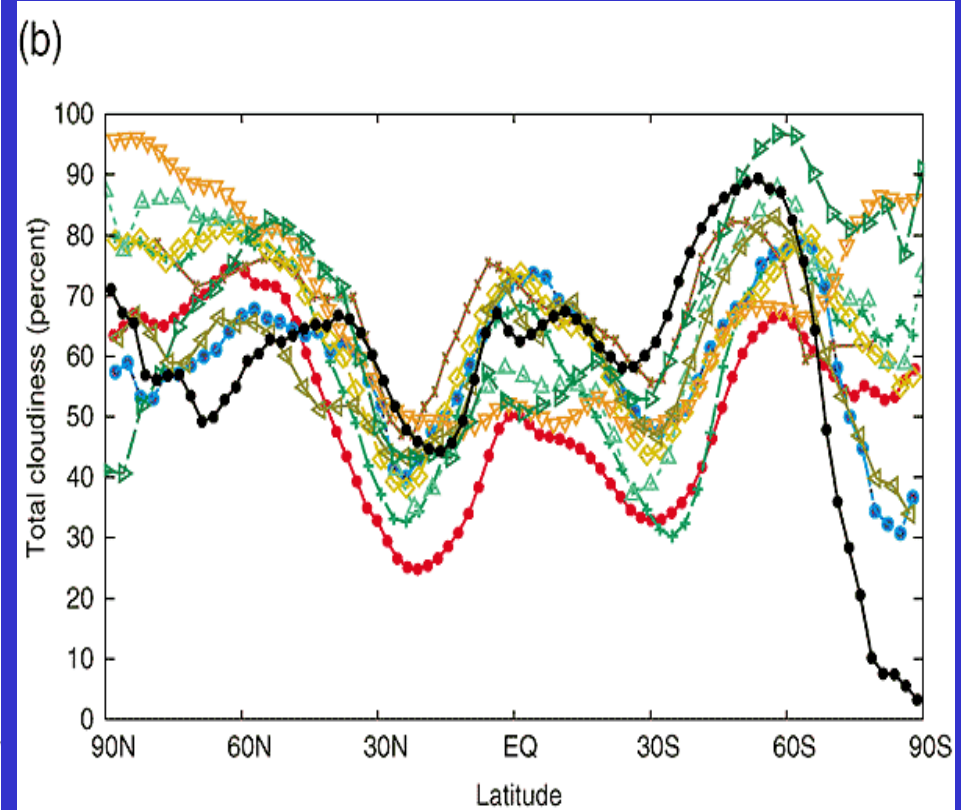
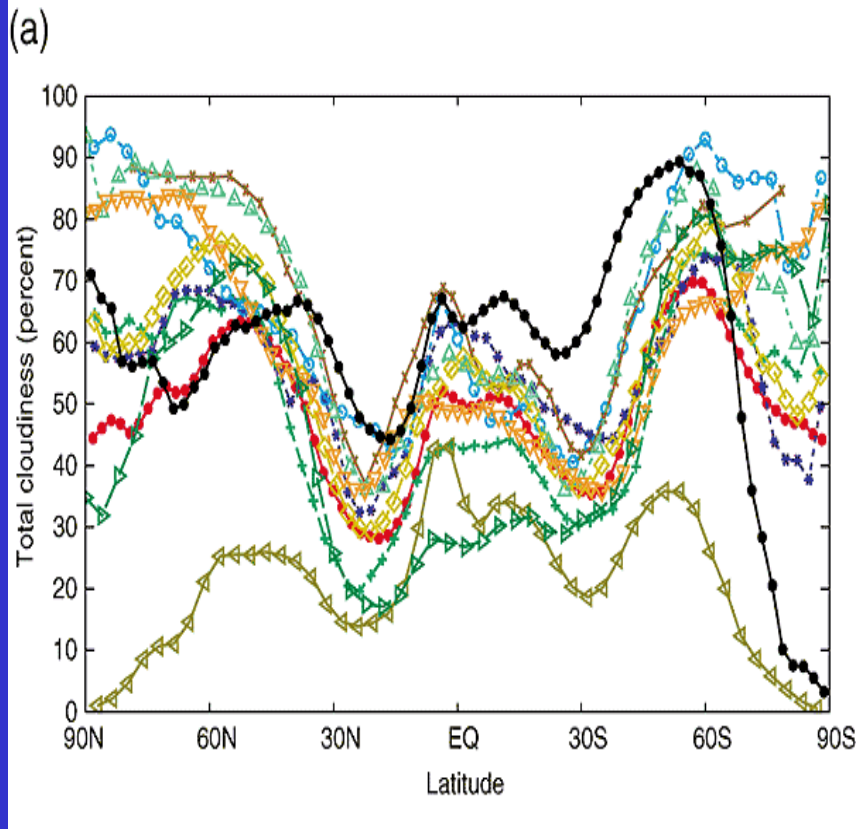
II. Szabad változékonyság (ensemble!)



Azért, van fejlődés!

10 AGCM (IPCC 1995)

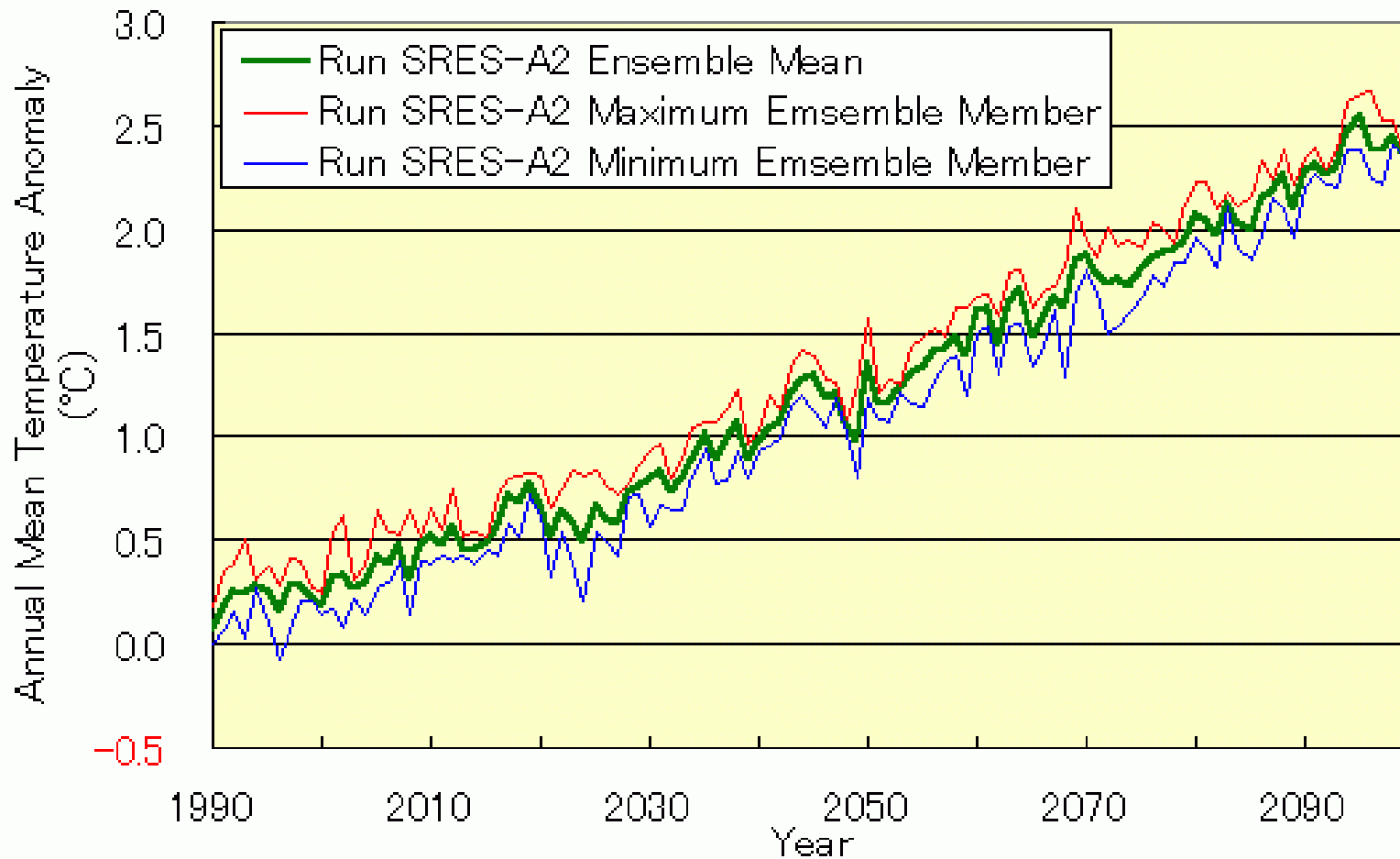
Ugyanez 2001-re:



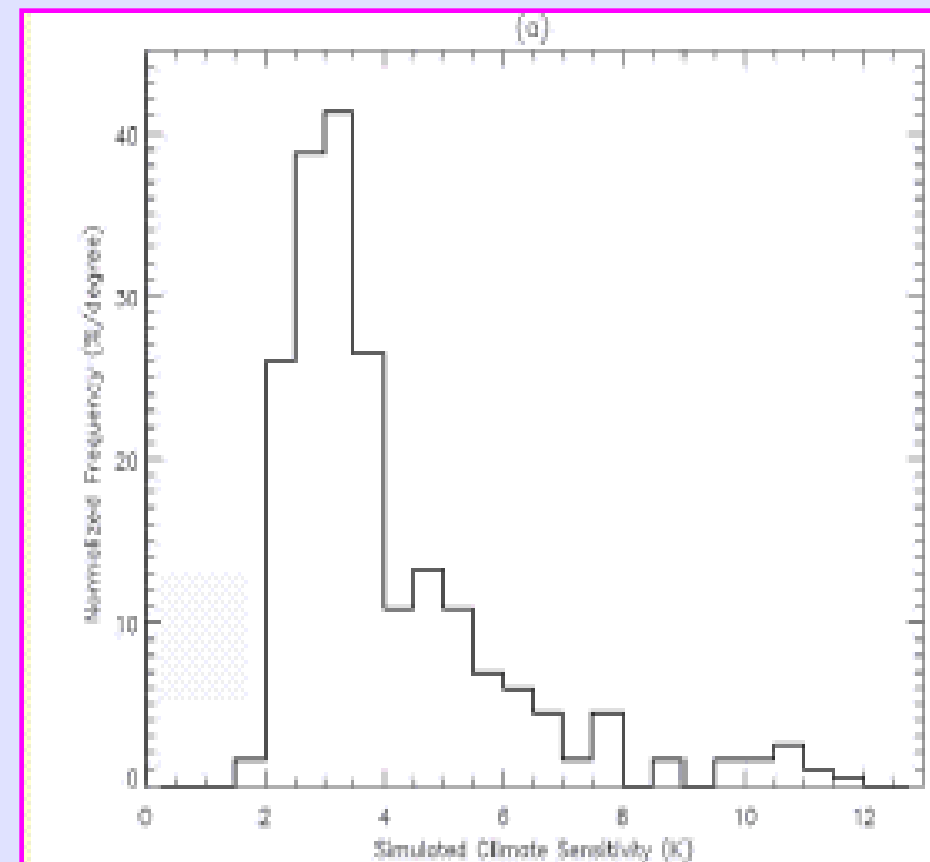
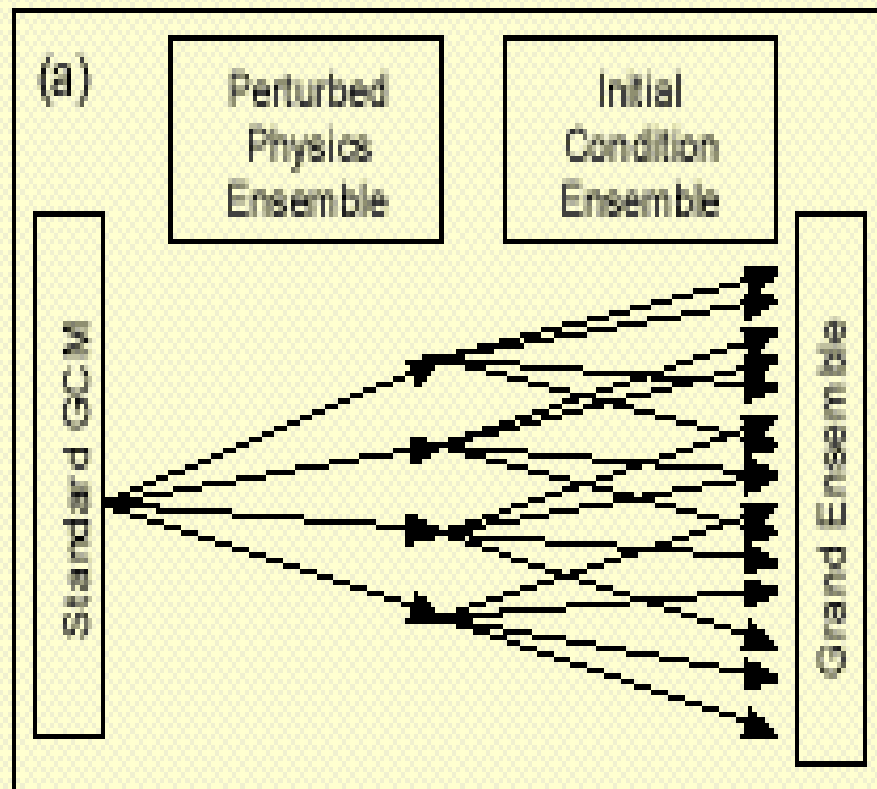
FELHŐZET

Ensamble különbségek a melegedésben

(MRI-CGCM2: Japan Meteorological Agency, 2003)



Dave Stainforth, Myles Allen, David Frame, Claudio Piani and many, many others.
Atmospheric, Oceanic and Planetary Physics, University of Oxford, UK

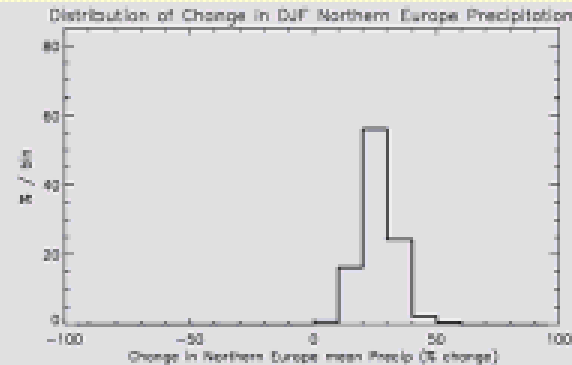
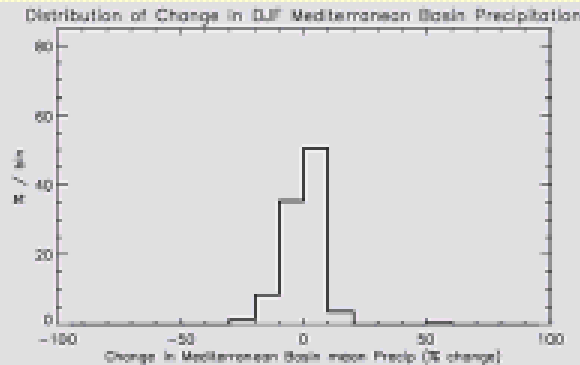


Regional Behaviour – Precipitation

Mediterranean Basin

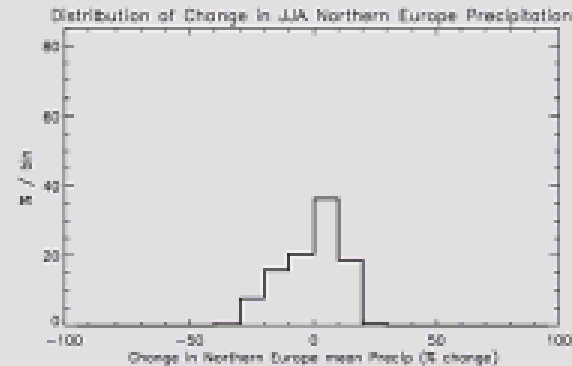
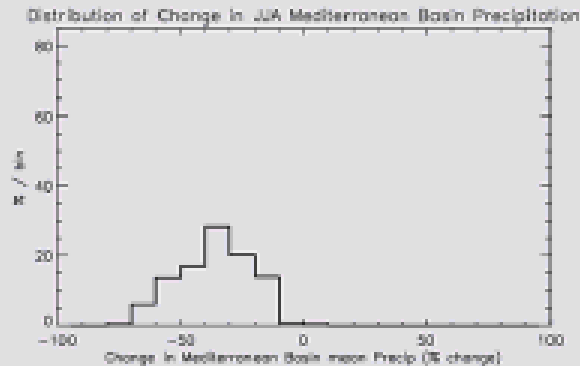
Northern Europe

DJF



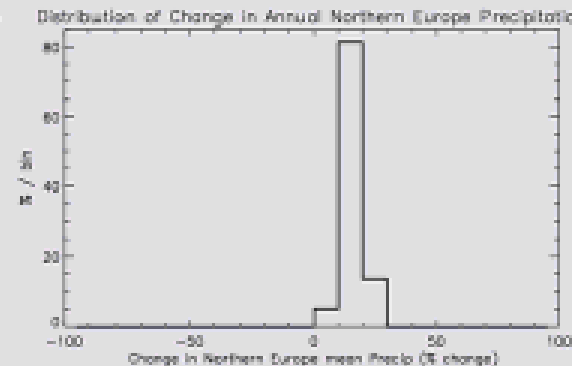
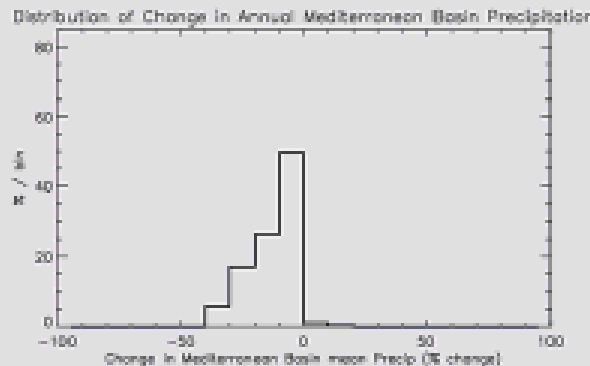
DJF

JJA



JJA

Annual



Annual



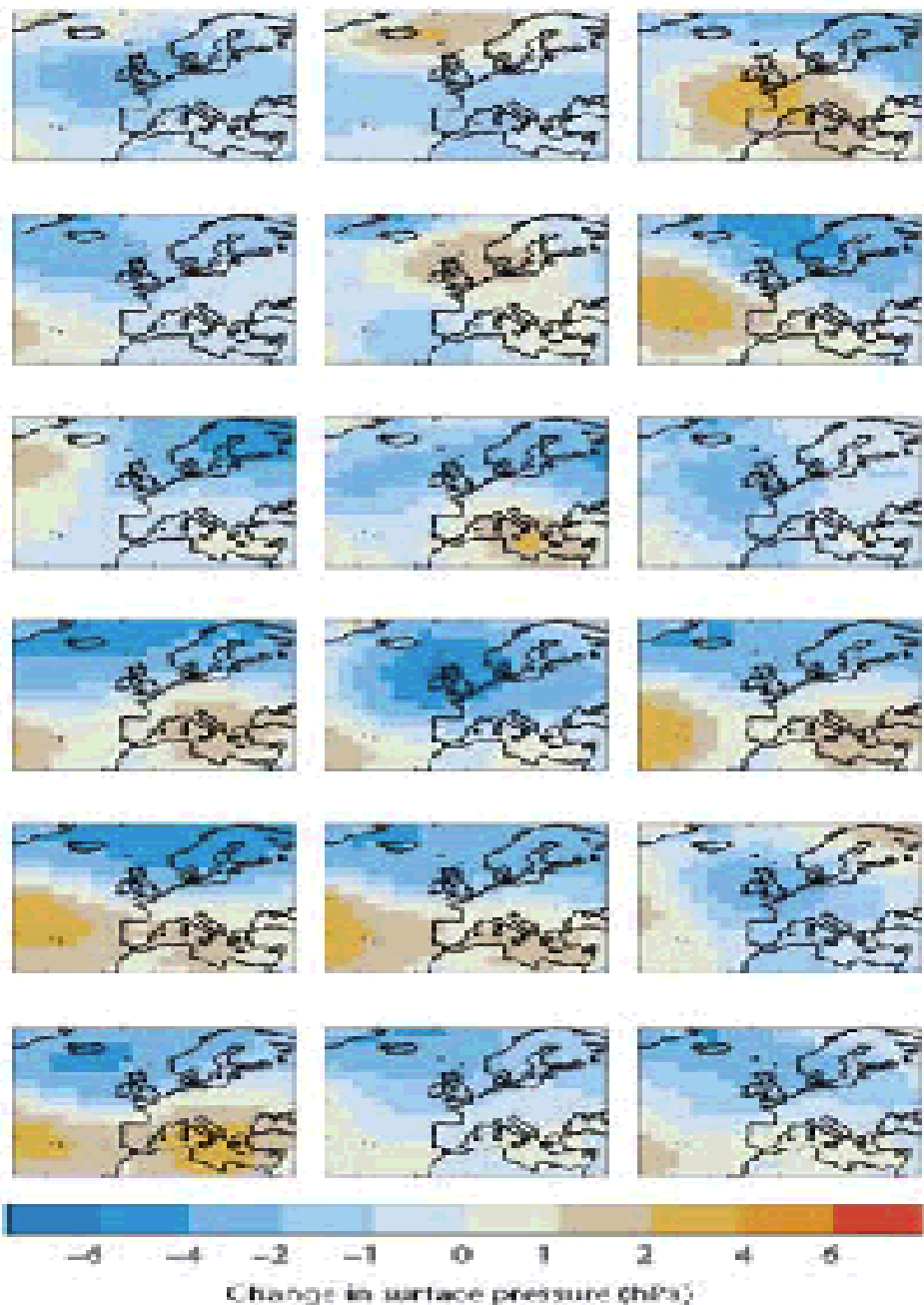
Uncertainty in climate model predictions

Jason Lowe , Jonathan Gregory,
Jeff Ridley, Philippe Huybrechts,
Robert Nicholls and Matthew
Collins

EXETER, Anglia, 2002. február 1-3
*Predicted change in surface
pressure over Europe from a
subset of the model versions
used to generate likelihood
predictions.*

*Results are for a doubling of
atmospheric CO₂
concentration*

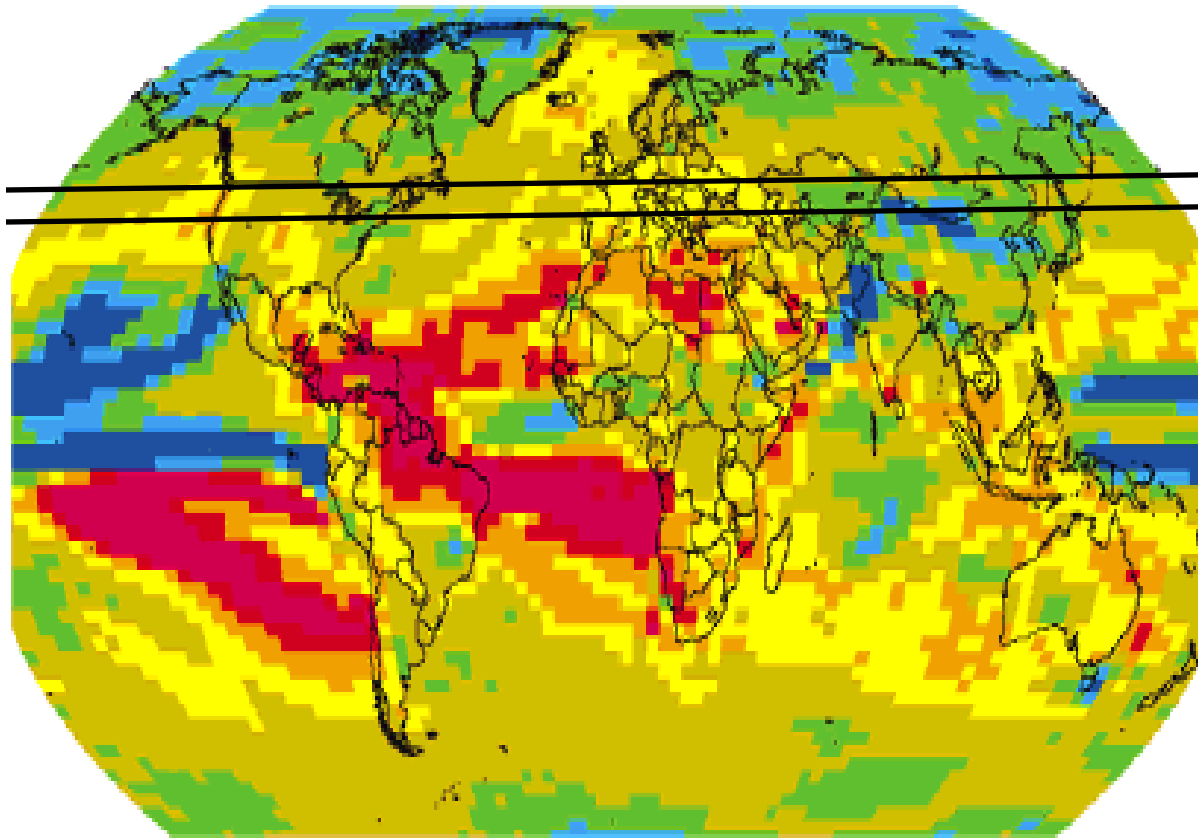
**MELYIK MEZŐBŐL
KELL LESKÁLÁZNI ?
MINDEGYIKBŐL ?!**



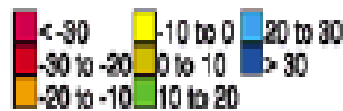
Precipitation change: HadCM3 A2a

50 N
45 N

50 N
45 N



HadCM3: % change compared to 1961-1990



Máthé Cs., 2005
szakdolgozat
(témavez. M.J.)

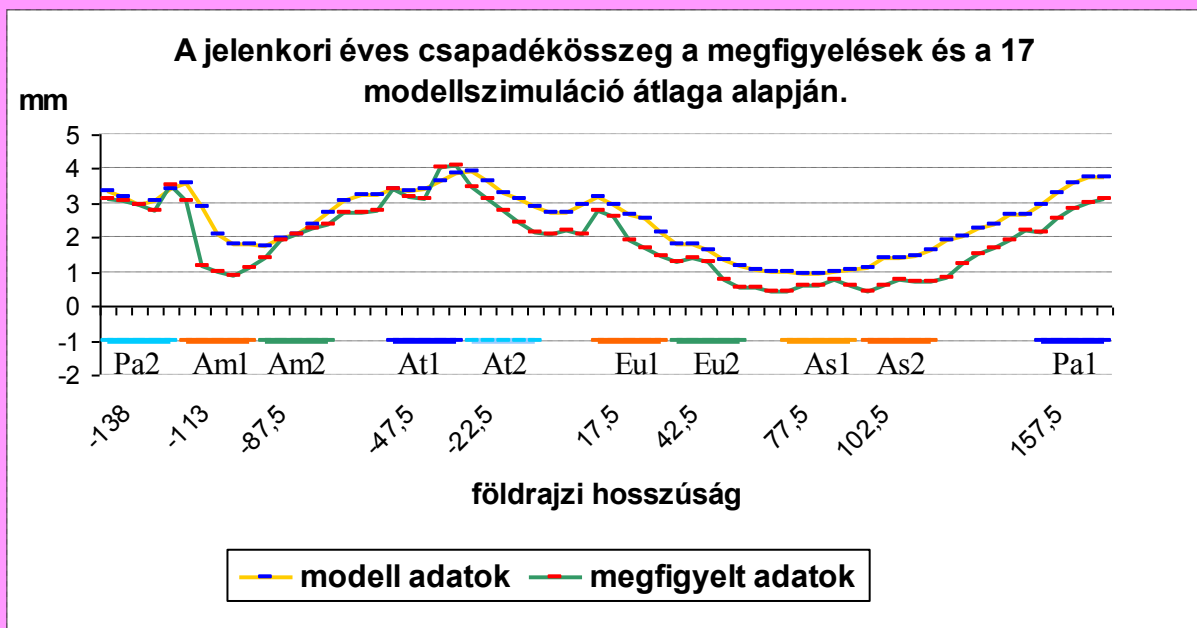
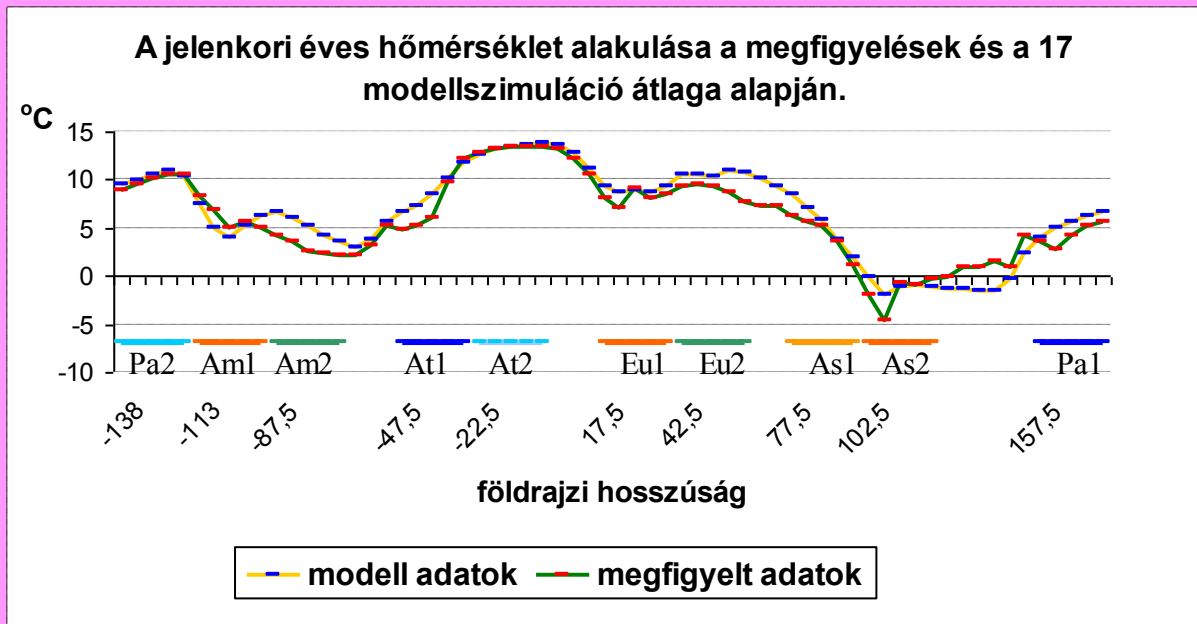
17 GCM
(IPCC, 2001)

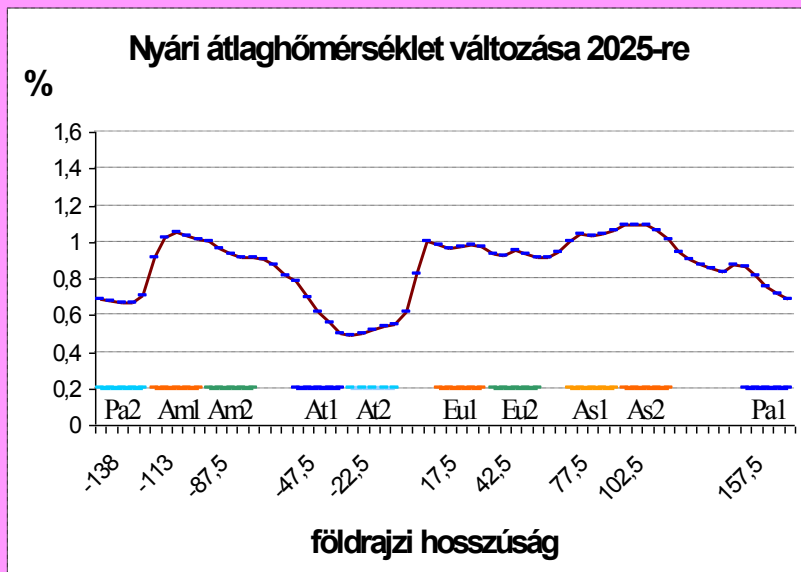
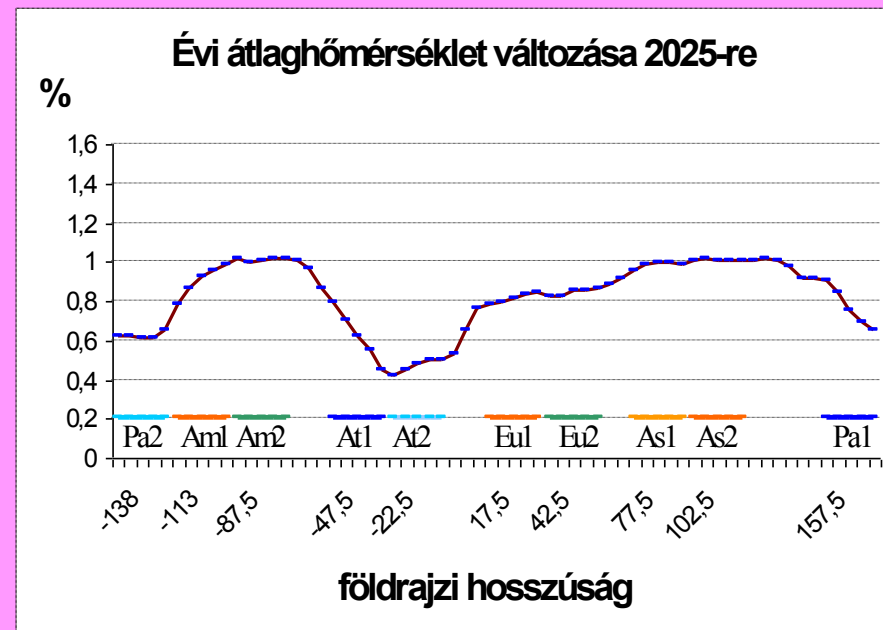
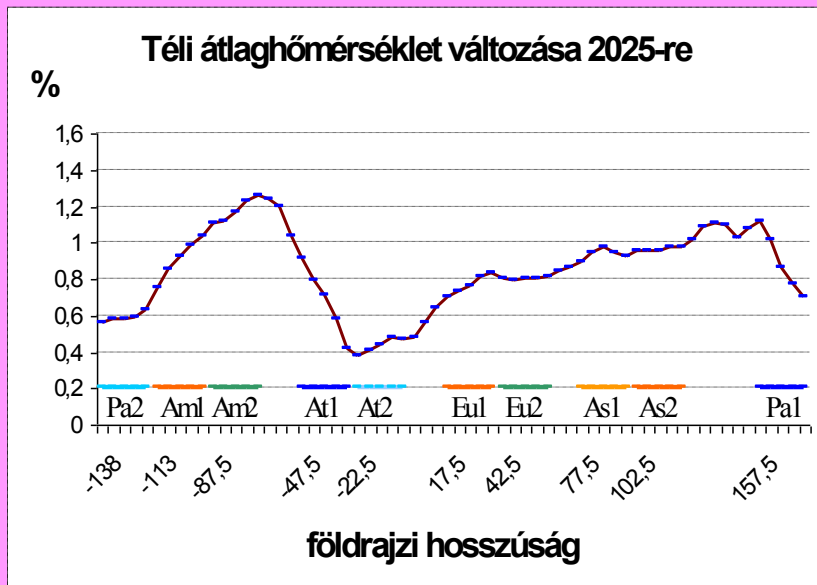
*MAGICC/
SCENGEN
version 4.1*

*Wigley et al.,
2003 Sept.*

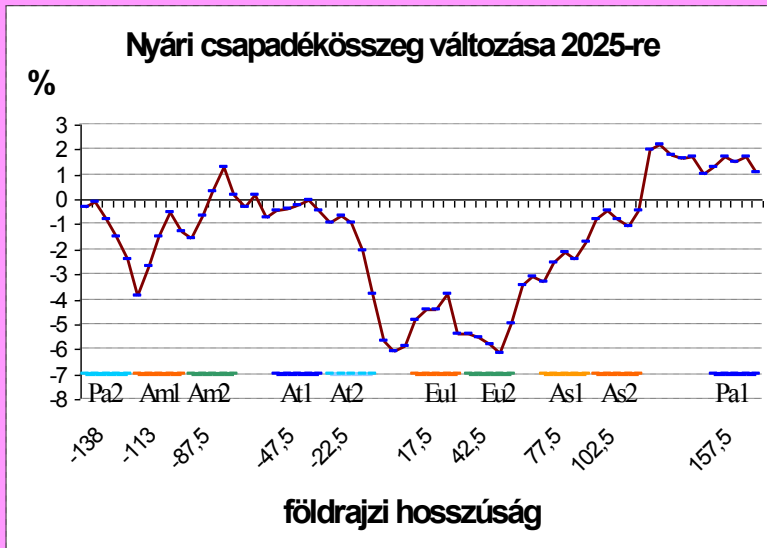
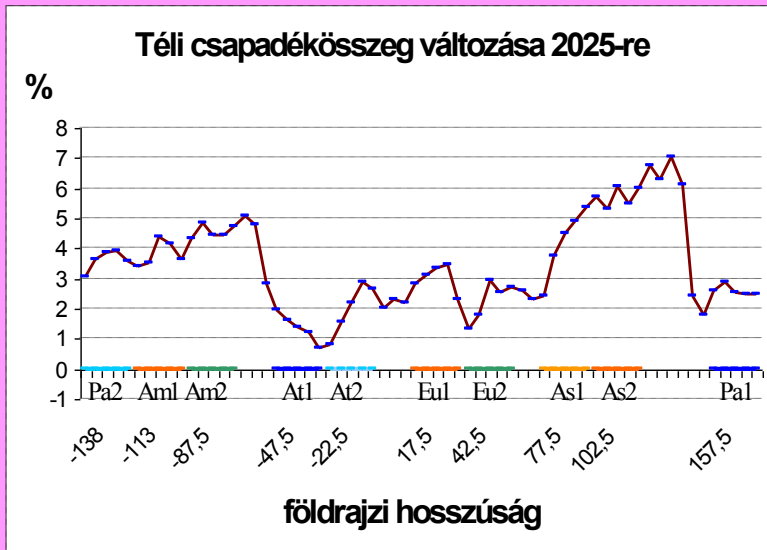
A GCM-ek
minősége:
jelen állapot

MAGICC/
SCENGEN
4.1 alapján:



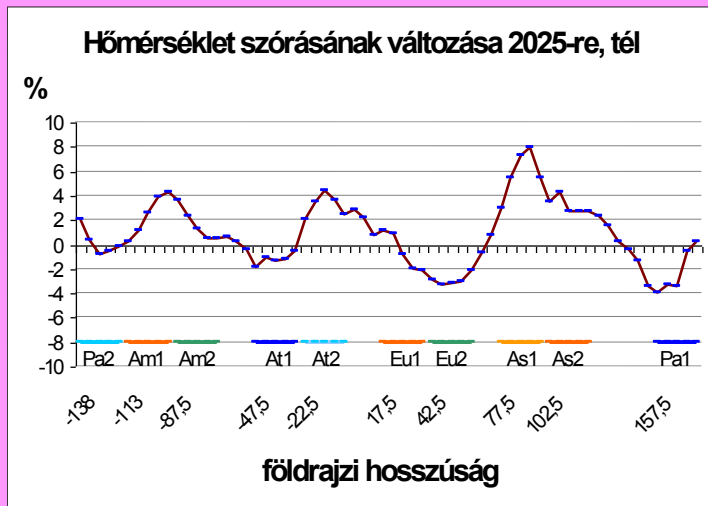


**A hőmérséklet változása
2025-re a 45-50 N
szélességi övben
MAGICC/ SCENGEN
4.1 alapján**

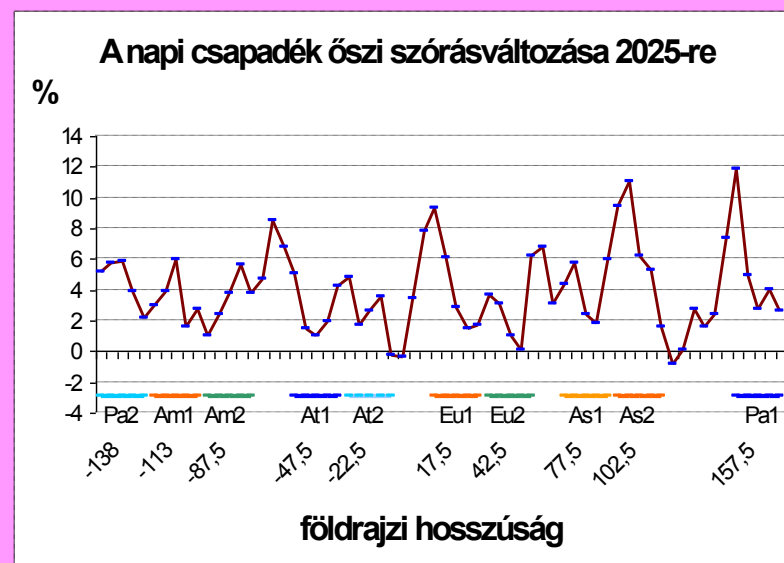
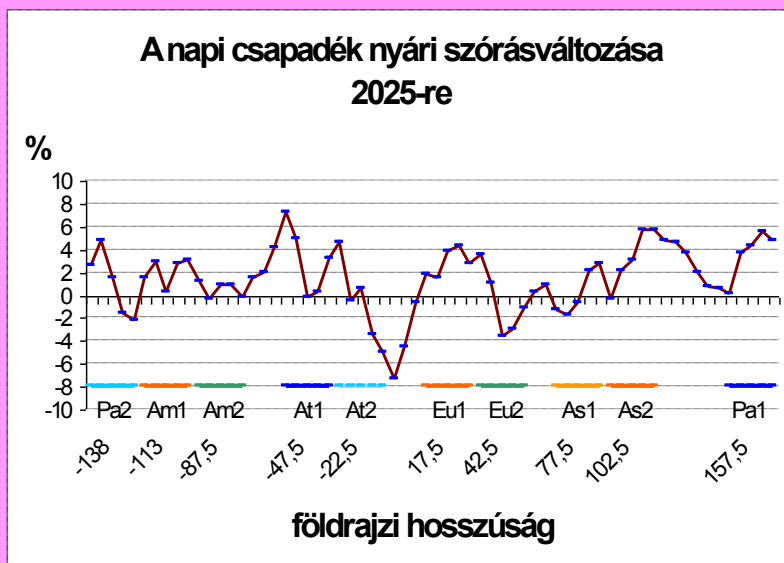
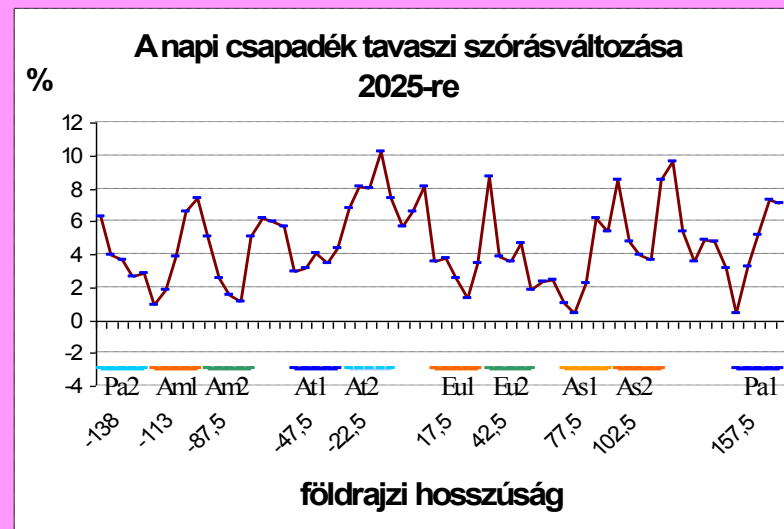


A csapadék változása
2025-re a 45-50 N
szélességi övben
MAGICC/ SCENGEN
4.1 alapján

A hőmérséklet napi szórásának változása 2025-re a 45-50 N szélességi övben

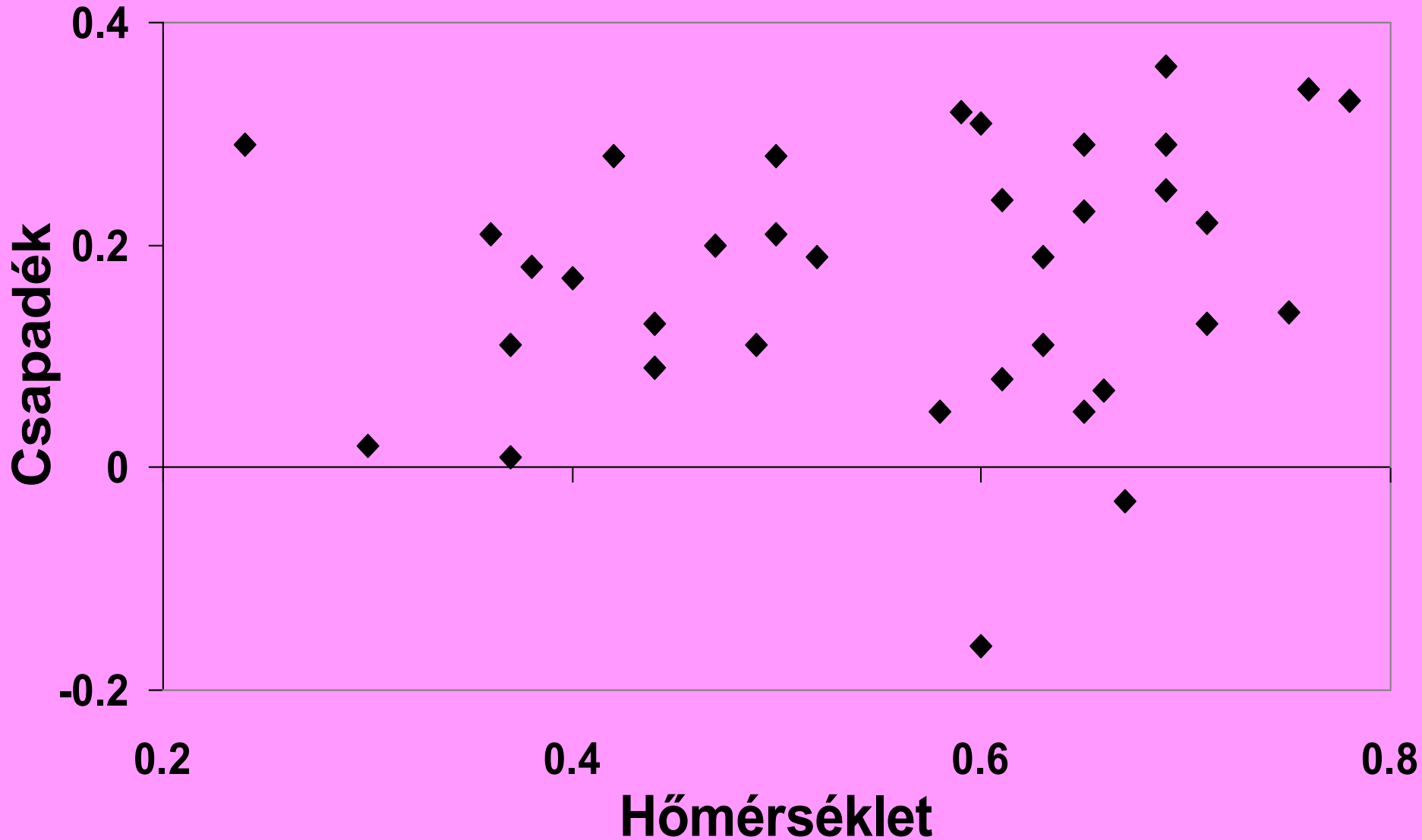


A napi csapadék szórásának változása 2025-re a 45-50 N szélességi övben



IPCC 2001, Table 9.2 alapján

OAGCM: számított változás pattern-korrelációi



REGIONÁLIS SZCENÁRIÓ SZÁRMAZTATÁS

- 1. GCM-mezők (interpoláció)
- 2. Fizikai leskálázás beágyazott modellekkel
- 3. Statisztikus leskálázás cirkulációs patternekkkel
- 4. Empirikus analógiák (egyszerű statisztikák):

Introducing STARDEX: STAtistical and Regional dynamical Downscaling of EXtremes for European regions

Clare Goodess* & the STARDEX team

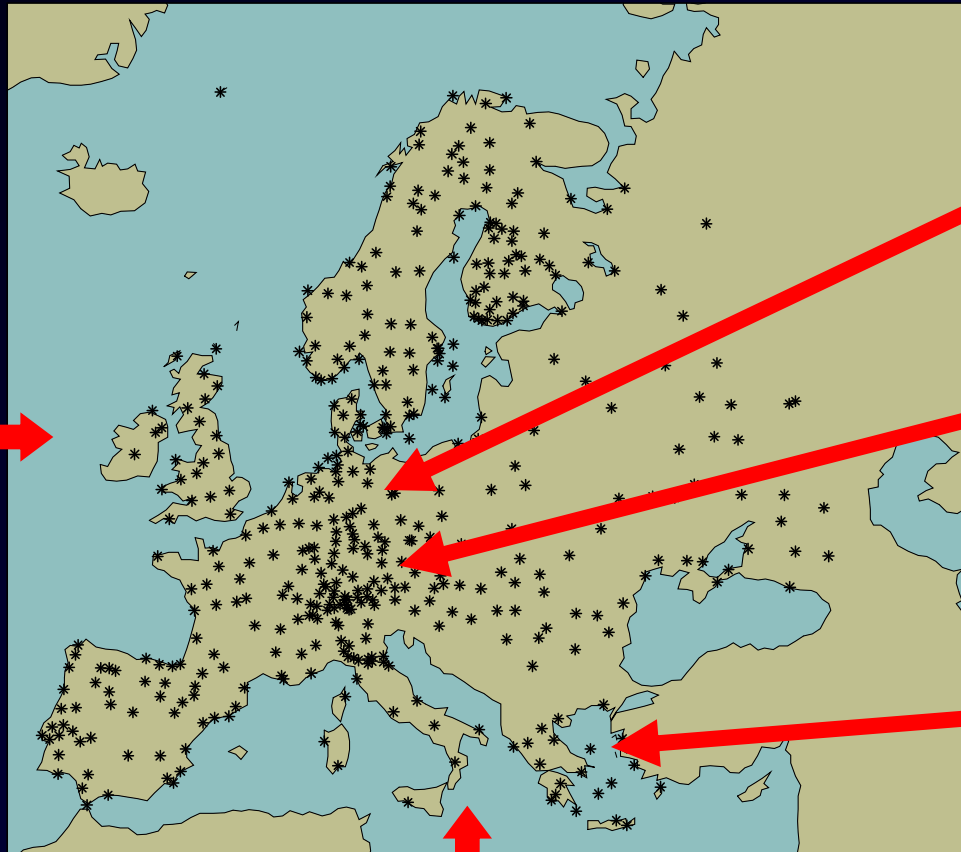
*Climatic Research Unit, UEA, Norwich, UK

February 2002 to July 2005

<http://www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex>

STARDEX Study Regions

The 'FIC dataset'



UK: 6 stations

Germany: 10 stations

Alps: 10 stations

Greece: 8 stations

Iberia: 16 stations

Italy: 7 stations

Clare Goodess* & the STARDEX team

STARDEX downscaling methods

- Canonical correlation analysis
- Neural networks
- Two-stage analogue technique
- Conditional resampling
- Regression analysis
- Conditional weather generator
- Potential precipitation circulation index (cluster analysis)
- Critical circulation patterns (fuzzy rules)
- Local rescaling of GCM simulated precipitation

STARDEX

Predictor selection methods

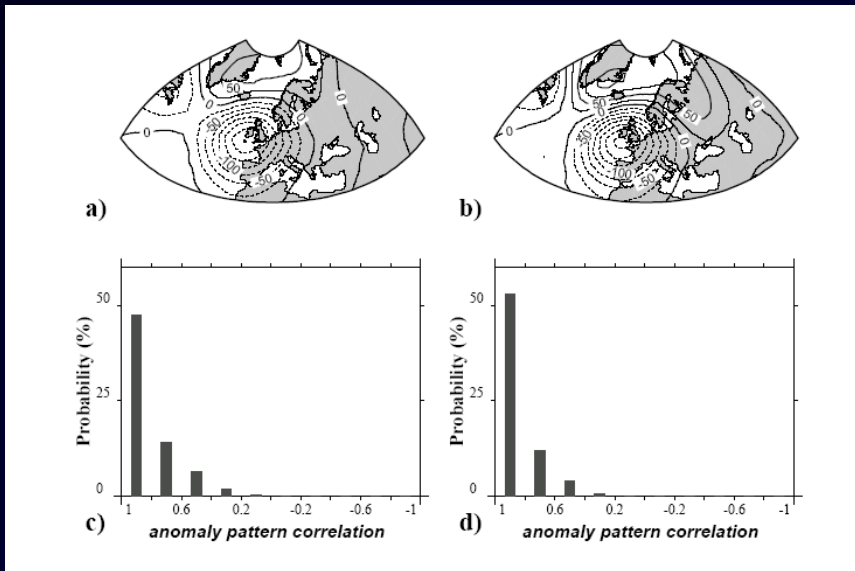
- Correlation
- Stepwise multiple regression
- PCA/CCA
- Compositing
- Neural networks
- Genetic algorithm
- “Weather typing”
- Trend analysis

Clare Goodess* & the STARDEX team

Examples of strong relationships between intense rainfall and circulation established by STARDEX:

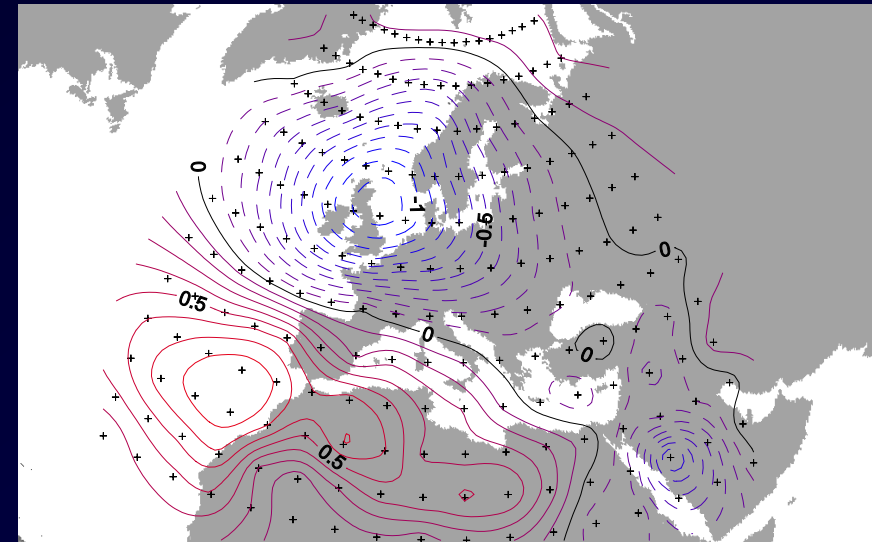
French Alpes Maritime

Greenland Anticyclone Sole Cyclone
1971-1983 (left) & 1983-1995 (right)



German Rhine (winter)

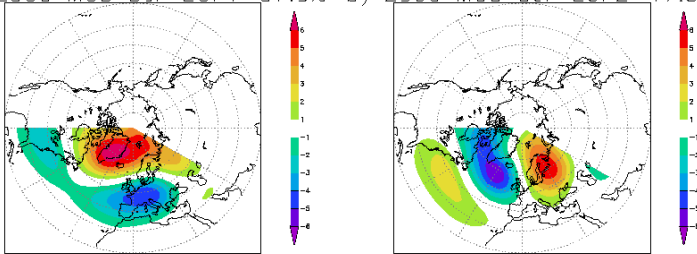
Circulation pattern optimisation
technique - CP02



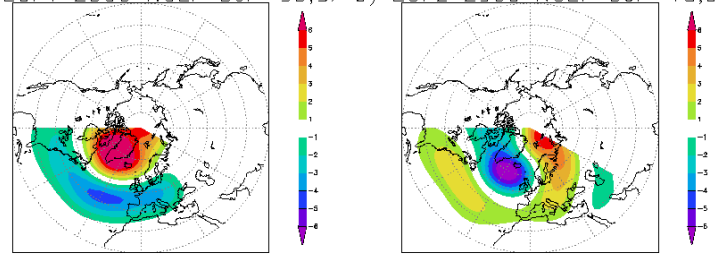
STARDEX

Winter EOFs of winter Z500 HadAM3P (left) and NCEP (right)

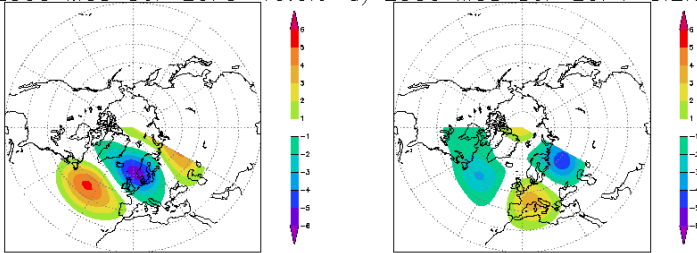
a) Z500_MOD_DJF_EOF1-37.3% b) Z500_MOD_DJF_EOF2-17.3%



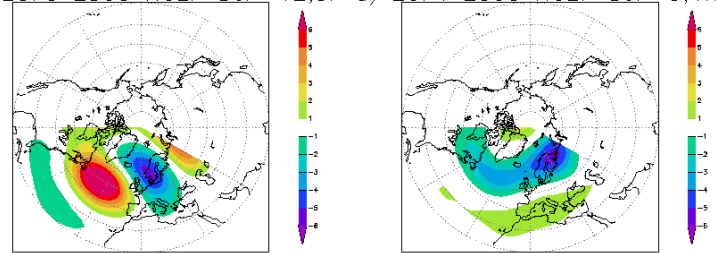
a) EOF1_Z500_NCEP_DJF-33.8% b) EOF2_Z500_NCEP_DJF-18.9%



c) Z500_MOD_DJF_EOF3-10.6% d) Z500_MOD_DJF_EOF4-8.2%

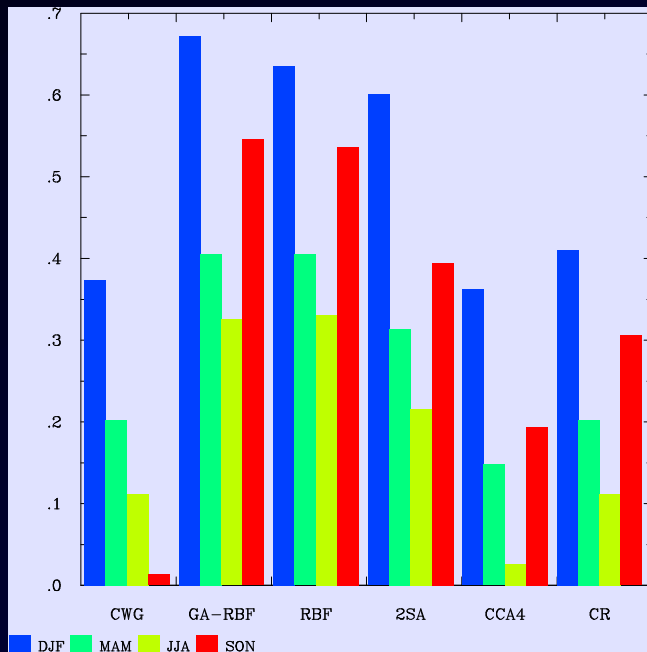


c) EOF3_Z500_NCEP_DJF-12.3% d) EOF4_Z500_NCEP_DJF-9.1%



A major, systematic inter-comparison of SDS methods is underway in STARDEX:

20+ methods, 7 regions, 13 indices and 4 seasons



Iberian Peninsula – Spearman correlations for 6 SDS models and 4 seasons averaged across 7 extreme rainfall indices and 16 stations

Neural network methods perform best in this example – but skill always varies between season & index

Malcolm Haylock, UEA

STARDEX Skill of the statistical downscaling model 1979-1993 expressed as correlation coefficient between the observed and estimated 692R90N (bold-5%significance)

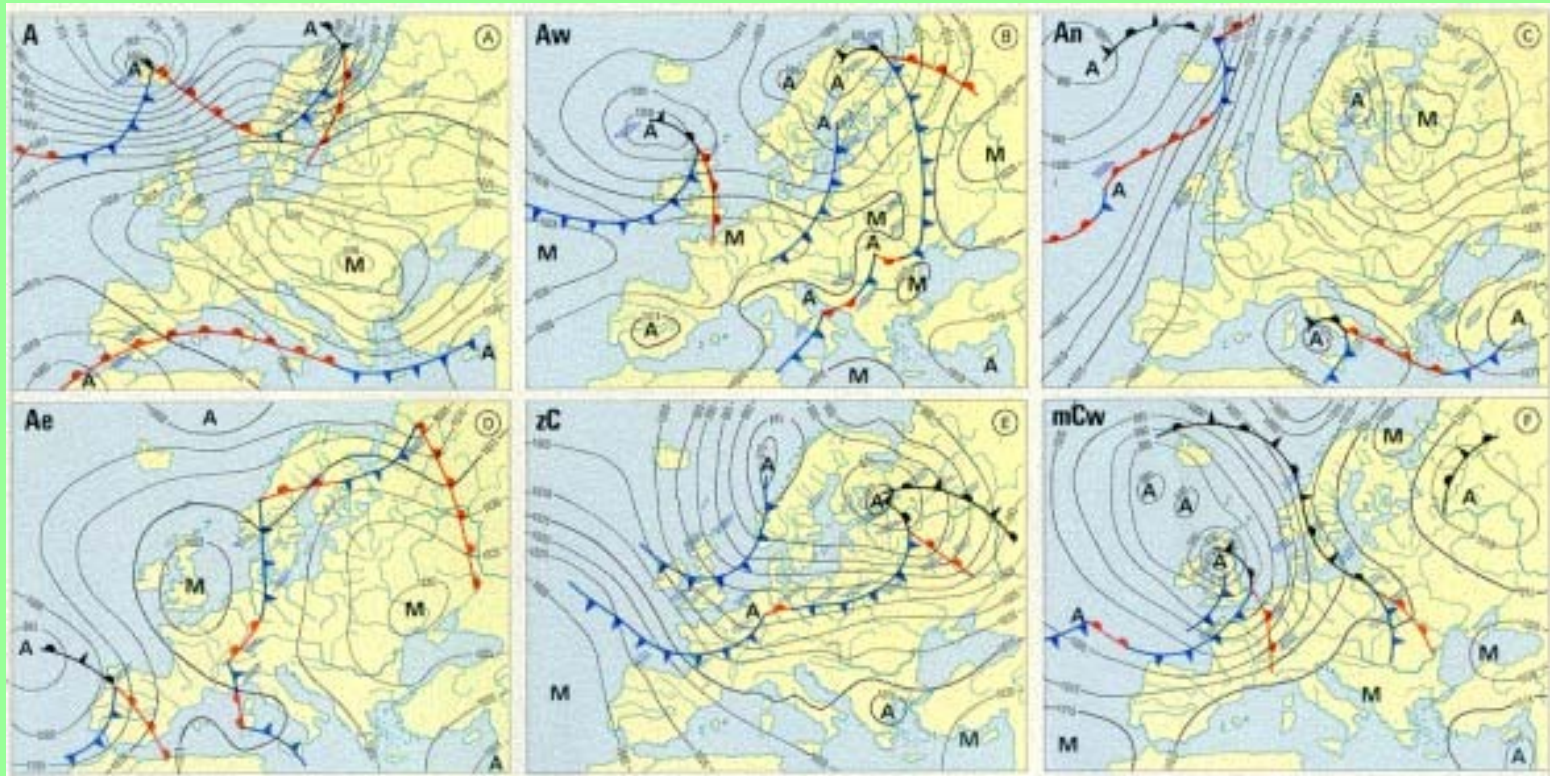
Zone	1_forecast	2_forecast	3_forecast	4_forecast	5_forecast	Emilia Romagna region forecast
1_observed	0.21					
2_observed		0.30				
3_observed			0.37			
4_observed				0.27		
5_observed					0.26	
Emilia Romagna region obs						0.25

STARDEX

The scenarios of extremes will incorporate three forms of uncertainty

- ✦ uncertainty related to downscaling methods
- ✦ uncertainty related to possible future emission paths
- ✦ uncertainty due to intra- and inter-model variability

CIRKULÁCIÓS LESKÁLÁZÁS



(Egy-egy példa 6 Péczely típusra a 13-ból)

Cirkulációs típusok hatékonysága

(DY) havi anomáliát komponensekre bontjuk:

$$DY = C + P + M,$$

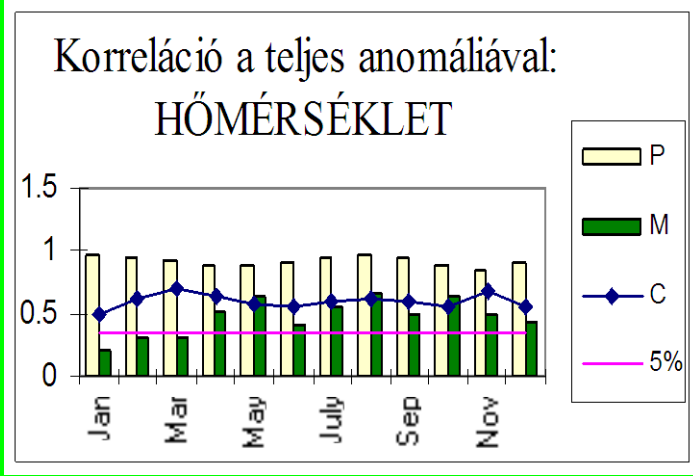
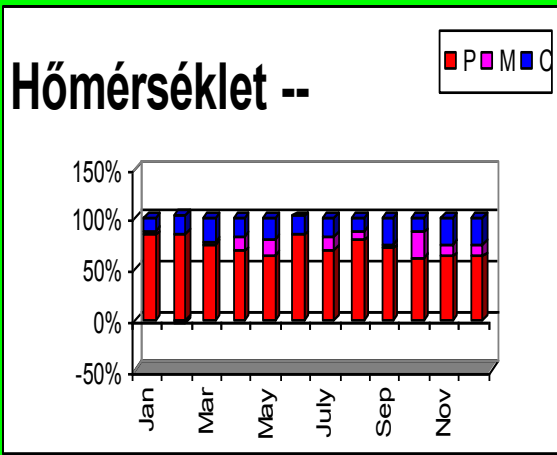
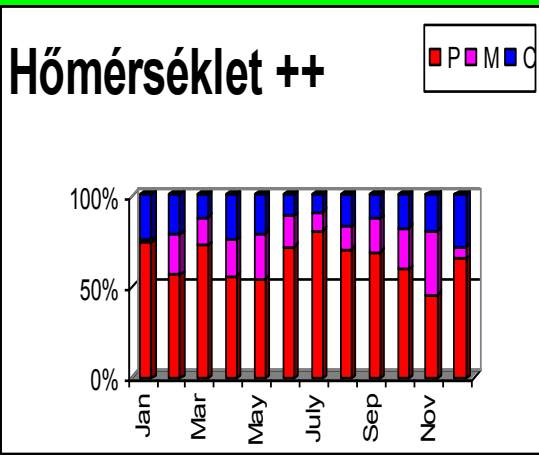
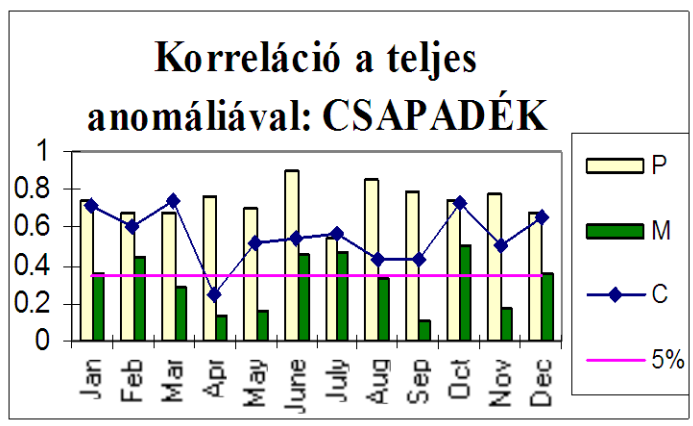
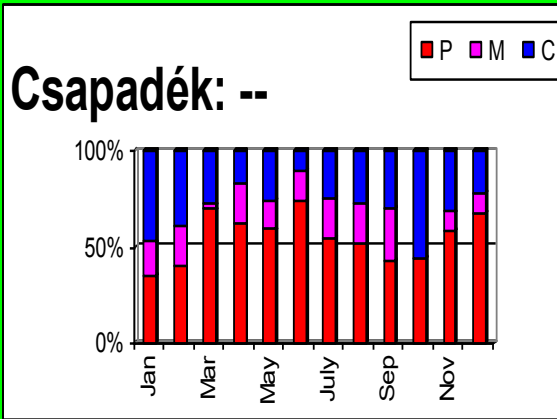
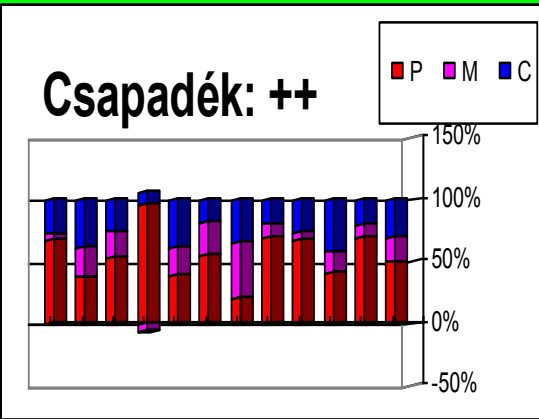
C a típusok havi $\langle q'l \rangle$ gyakorisági anomáliái és a hozzájuk tartozó feltételes átlagok $\{\Delta A_l\}$ szorzatainak összege: $\sum \langle q'l \rangle \{\Delta A_l\}$;

P a típusok szokásos $\{q_l\}$ gyakoriságai és az adott hónapban átlagolt $\langle A'l \rangle$ feltételes anomáliák szorzat-összege: $\sum \{q_l\} \langle A'l \rangle$;

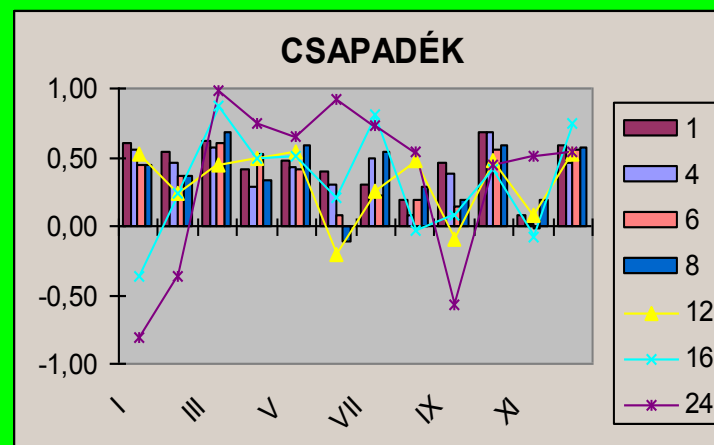
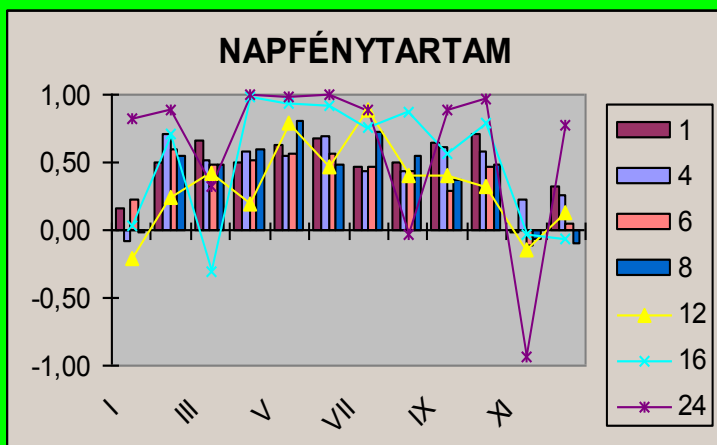
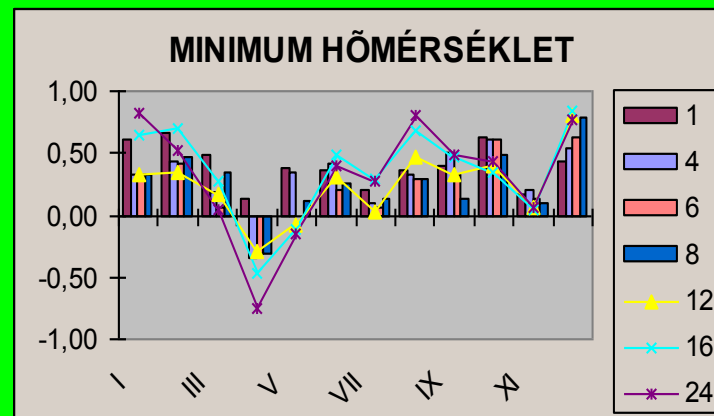
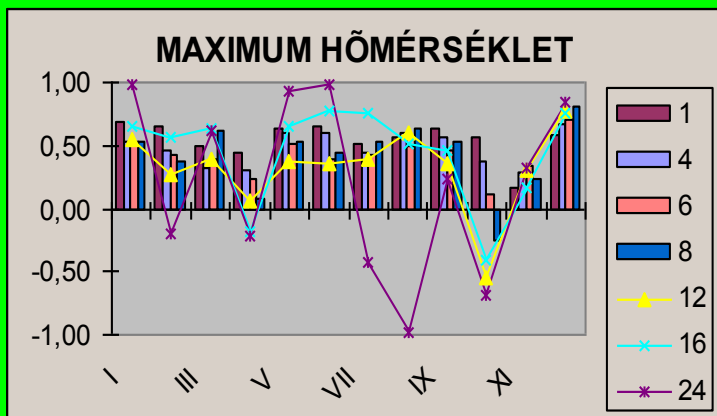
M a típusok $\langle q'_l \rangle$ gyakorisági anomáliái és a típusokon belül átlagolt $\langle A'_l \rangle$ feltételes anomáliák szorzat-összege: $\sum \langle q'_l \rangle \langle A'_l \rangle$.

13 Péczely-féle szubjektív makroszinoptikus típus - Debrecen 1966-1995:

Kis aránya a C tagnak, P fizikai tag dominál) *
De: korreláció a C tag és a teljes anomália között!

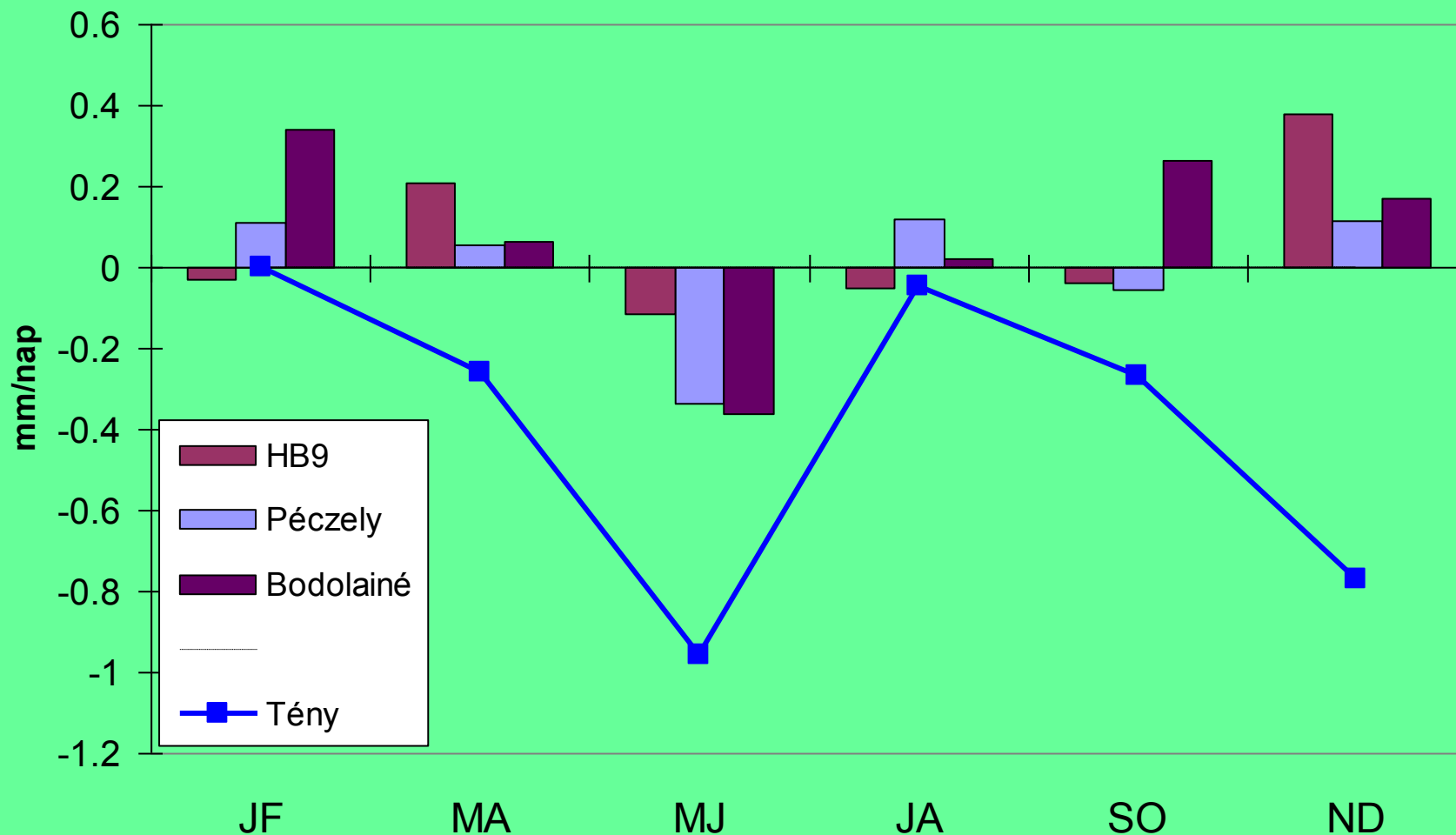


Debrecen 1966-1995: A tisztán cirkulációs anomália-komponens és a teljes anomália korrelációja az 1, 4, ..., 24 éves átlagokra: *több gyenge (itt-ott negatív) korreláció, főleg a 12 - 24 éves átlagokra!*



(PÉCZELY - TIPUSOK ALAPJÁN)

A 2000-2003 időszak előző 10 évhez viszonyított kéthavi csapadék-anomáliái és ezek makroszinoptikus közelítései



Erre a 4 évre mindhárom rendszer gyengén közelít !

Pályf L. (2004), szakdolgozat
(témavez. Mika J. - Bonta I. - Varga Gy.)

REGIONÁLIS SZCENÁRIÓ SZÁRMAZTATÁS

- 1. GCM-mezők (interpoláció)
- 2. Fizikai leskálázás beágyazott modellekkel
- 3. Statisztikus leskálázás cirkulációs patternekkkel

- 4. Empirikus analógiák (egyszerű statisztika):

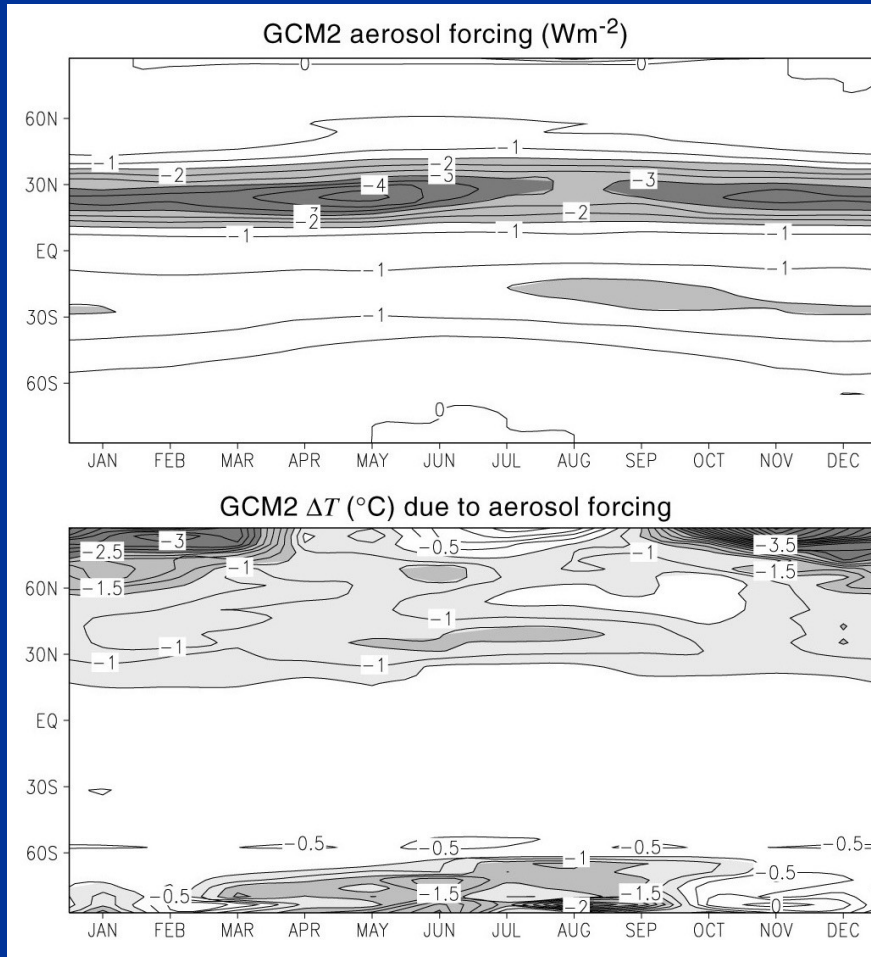
Hasonlósági hipotézis: a klíma regionális együtt-változása függ a globális változás mértékétől, de nem függ azok okaitól

John F B Mitchell:

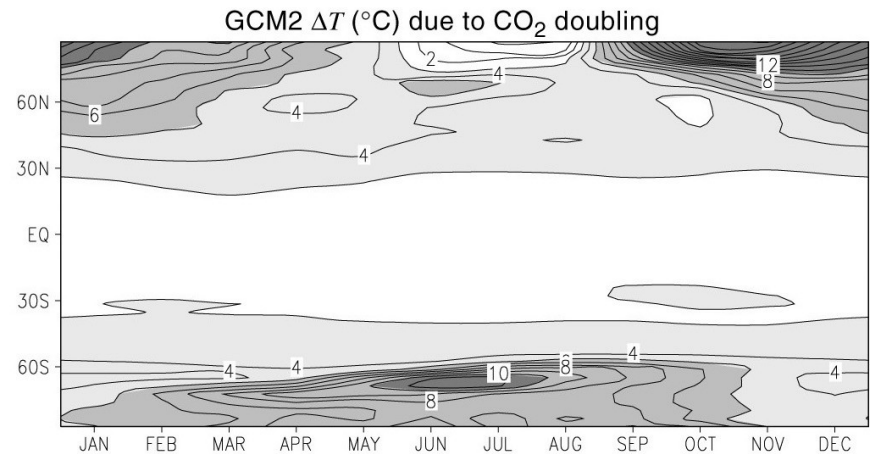
Evaluation of climate models, attribution of climate change

Aerosol forcing

<http://www.ipcc.ch/present/presentations.htm>



The response to different forcings may be surprisingly similar



Aerosol response

CO_2 response

Reader and Boer, 1998

Simulated summer

Paleoclimatic Evidence for Future Greenland Ice Sheet Instability and Rapid Sea Level Rise

Jonathan T. Overpeck¹, Bette L. Otto-Bleisner², Jeffrey T. Kiehl², Gifford H. Miller³, and IGBP PAGES CAPE Project Members

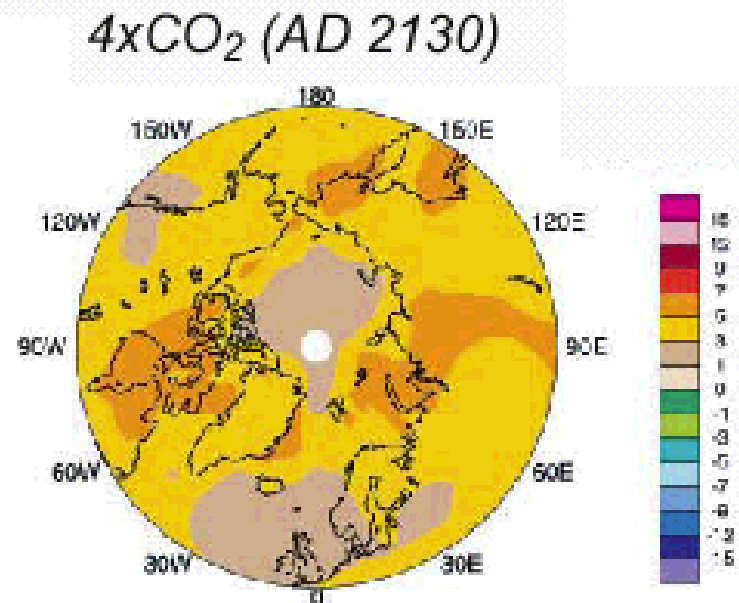
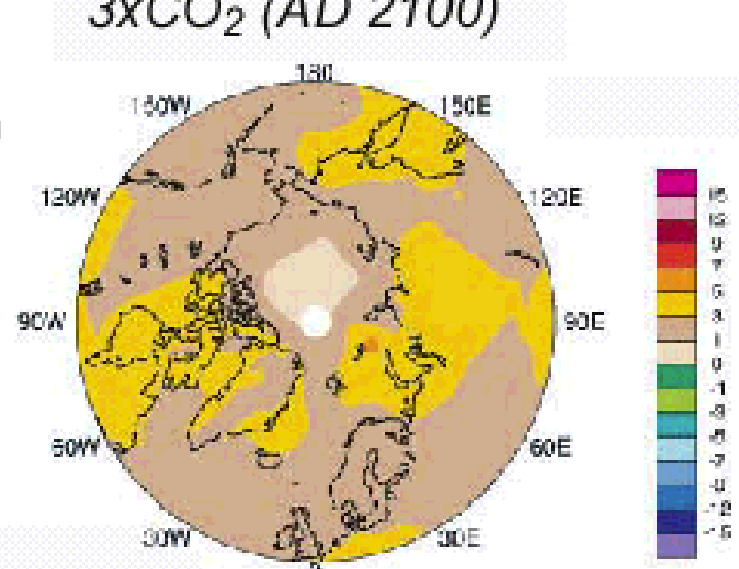
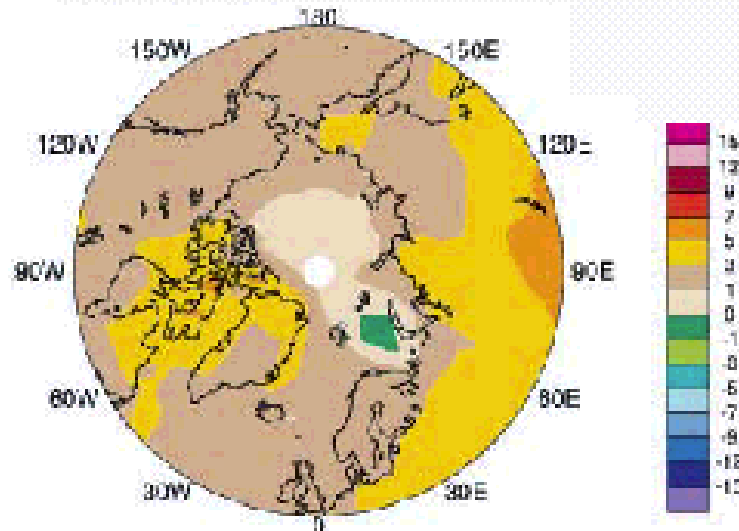
¹ Institute for the Study of Planet Earth and Department of Geosciences, University of Arizona, Tucson, AZ 88721, USA; jto@u.arizona.edu

² National Center for Atmospheric Research, P.O. Box 3000, Boulder, Colorado 80307, USA

³ INSTAAR and Department of Geological Sciences, University of Colorado, Boulder, CO 80309, USA

EXETER, 2005. február 1-3

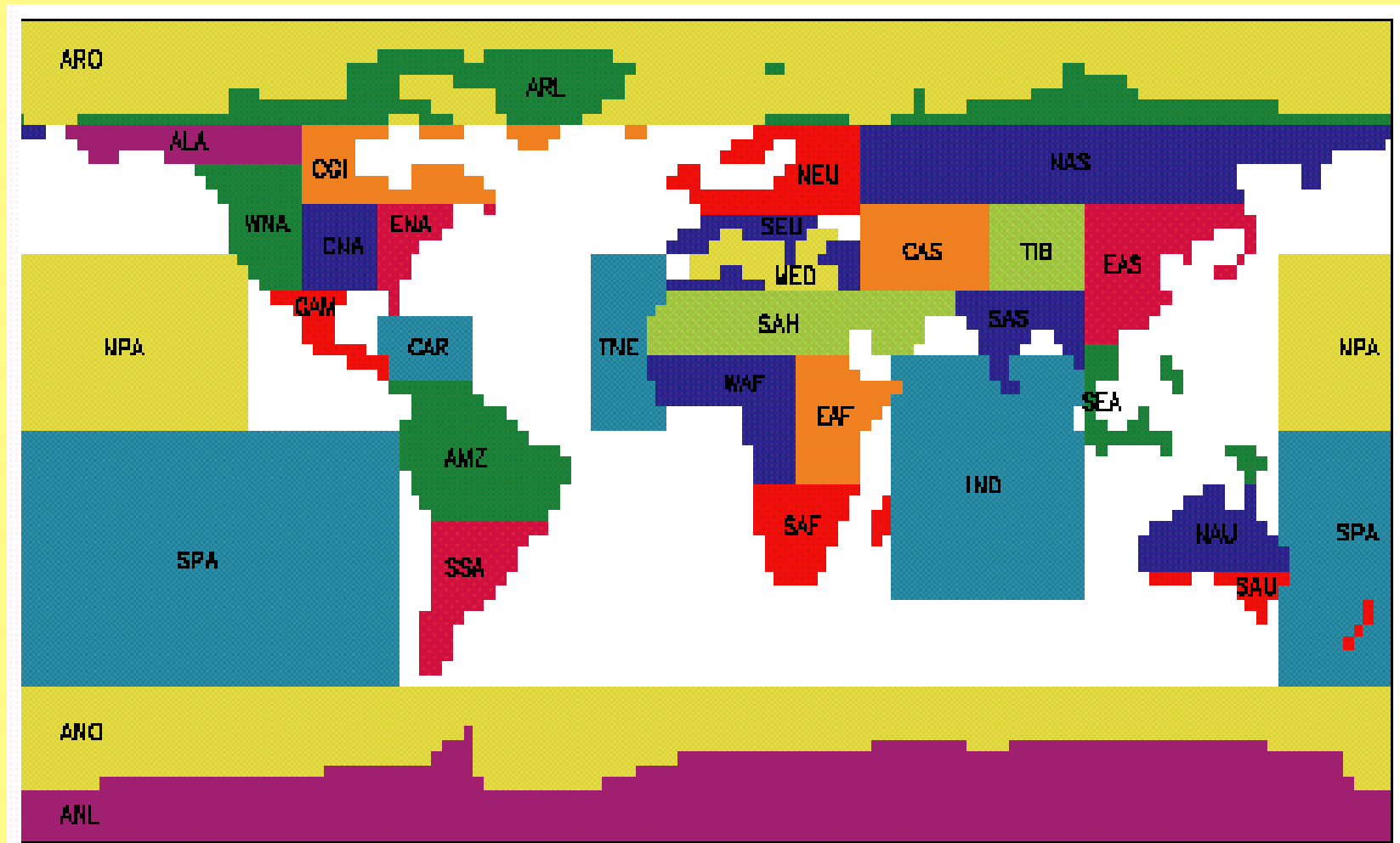
130,000 yrs B.P.



Van hasonlóság, a kényszerek különböző volta ellenére

Figure 1. Simulated summer (JJA) surface air temperature anomalies for 130,000 years ago, 2100 AD and 2130 AD (assuming a 1% per year increase in CO₂ starting from a 1990 value of 355 ppmv). Results indicate that future warming comparable to 130,000 years ago be warm enough to melt the Greenland Ice Sheet at a rates comparable to those that characterized the penultimate deglaciation (i.e., >2 meters of sea-level equivalent per century).

Különböző források eredményeinek összesítése területi átlagokra (IPCC 2001 10. fejezetből)



Ruosteenoja, et al., Finnish Environment Institute, 2003

<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=25835&lan=EN>

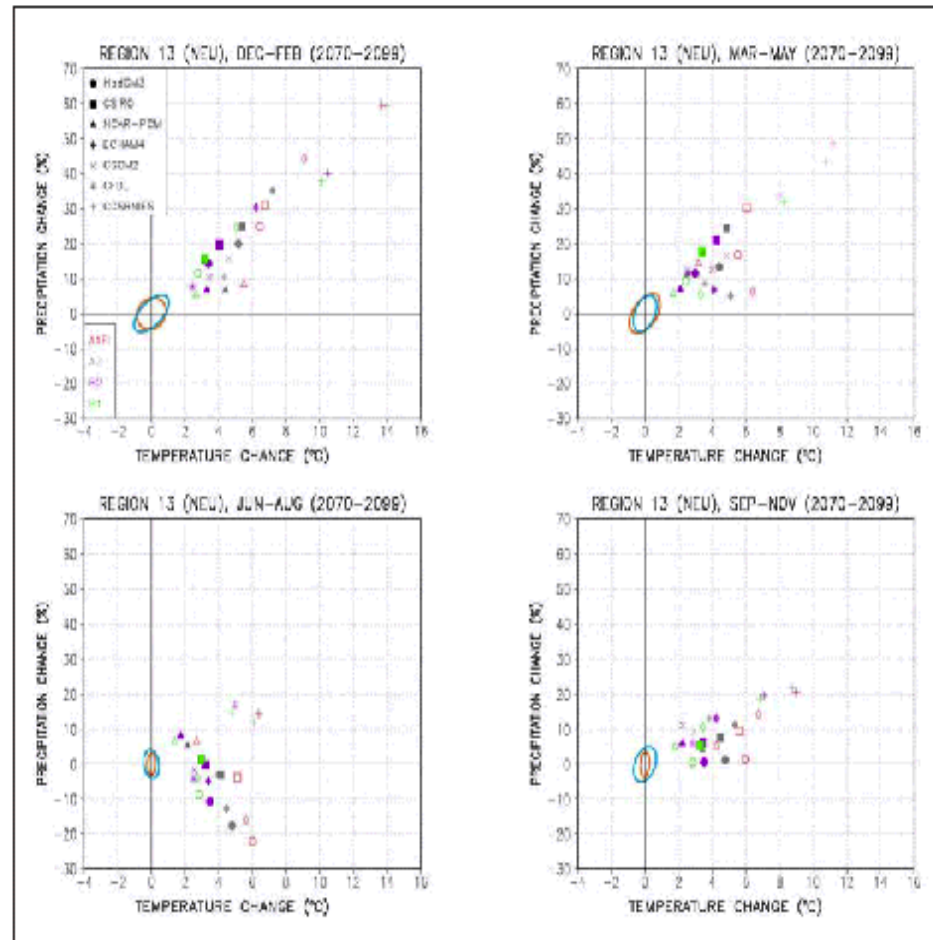
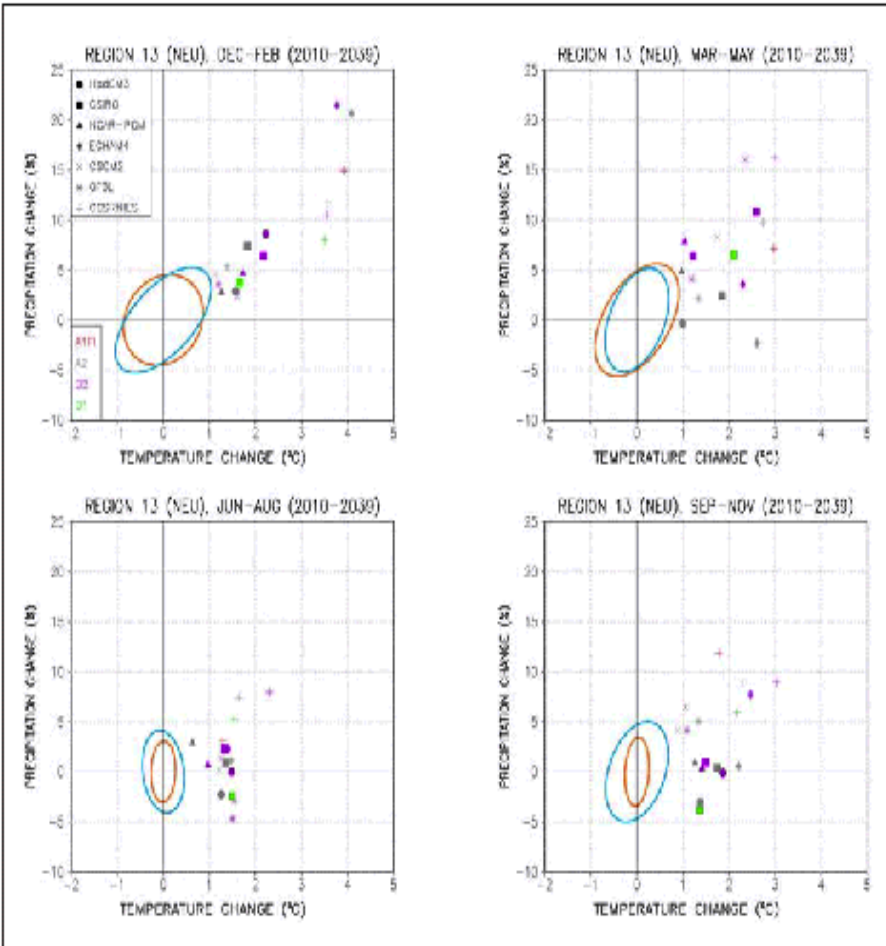
Észak-Európa

2010-2039

2070-2099

Region 13: Northern Europe (2010-2039)

Region 13: Northern Europe (2070-2099)



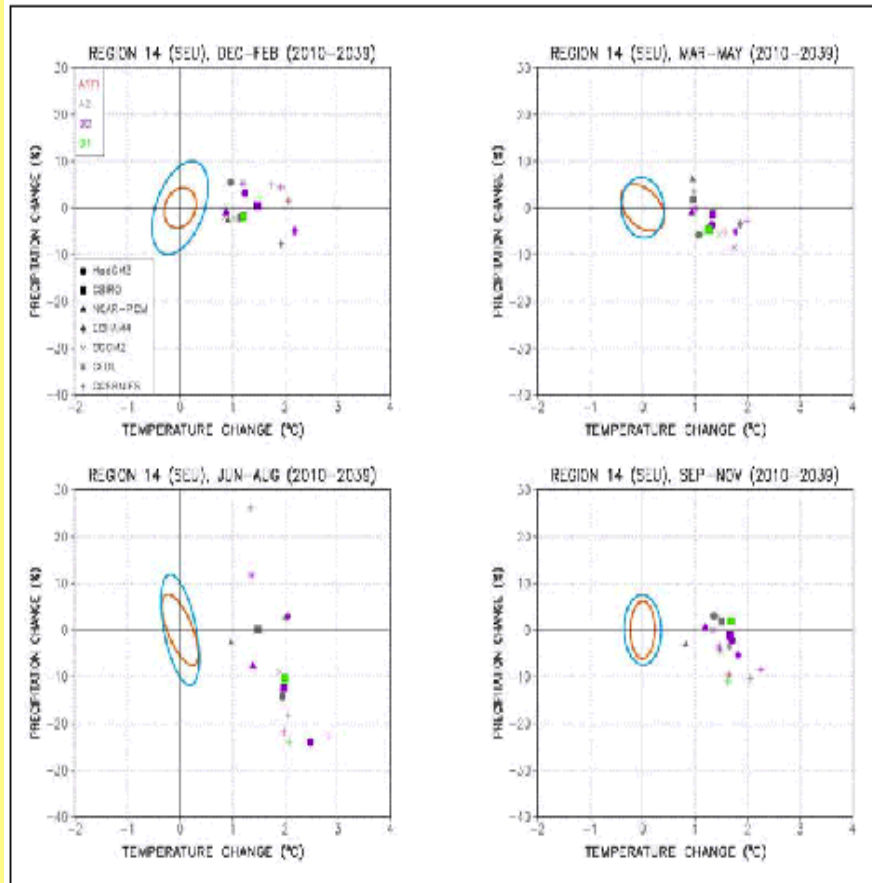
Kapcsolat a helyi hőmérséklet és helyi csapadék változásai között
Ruosteenoja, et al., Finnish Environment Institute, 2003

Dél-Európa

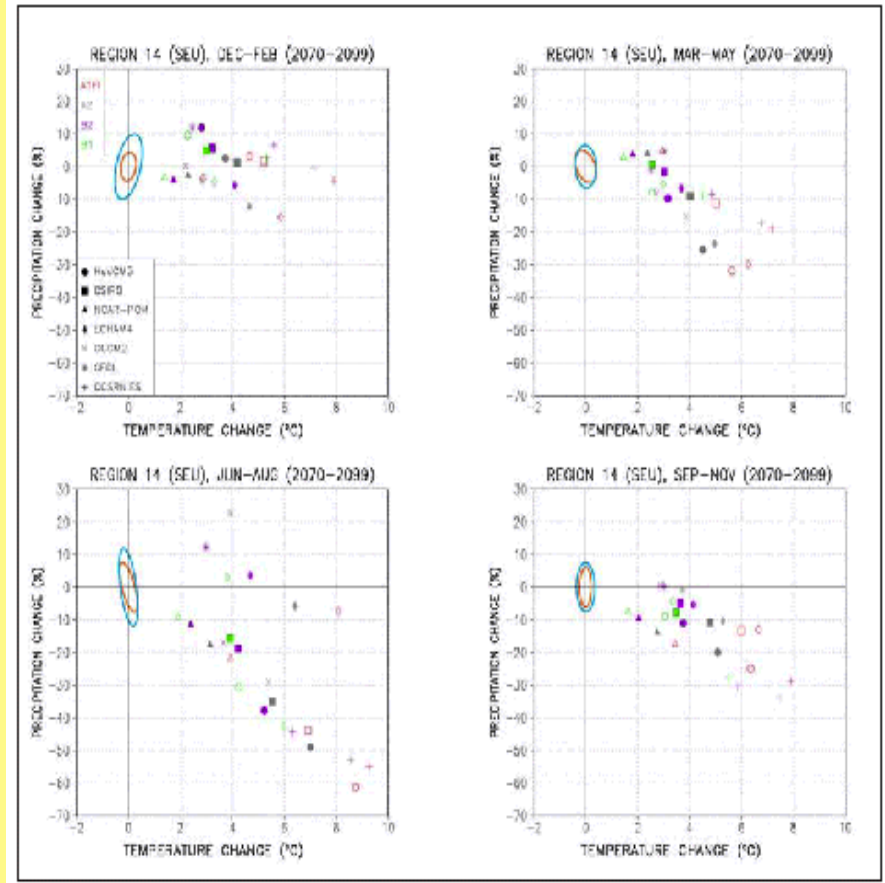
2010-2039

2070-2099

Region 14: S Europe, N Africa (2010-2039)



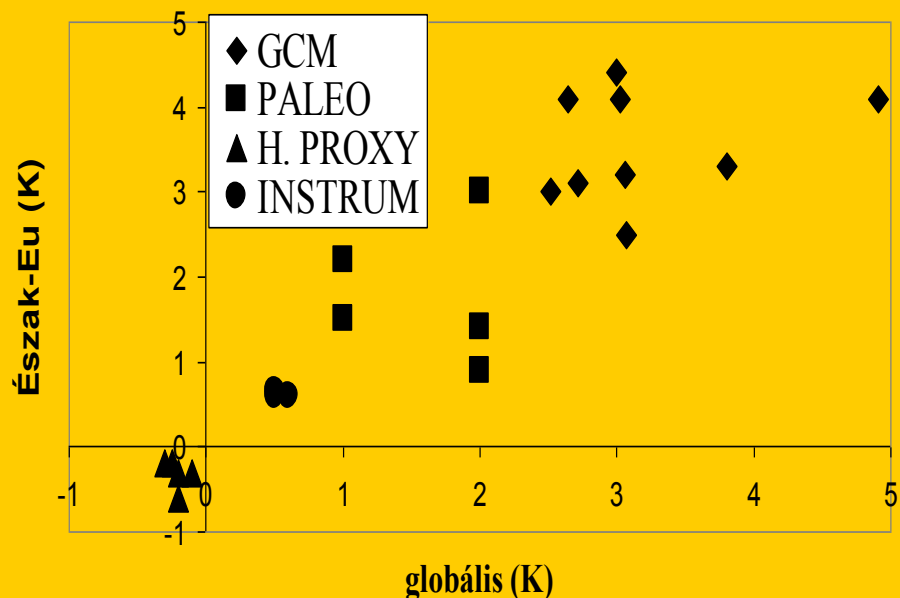
Region 14: S Europe, N Africa (2070-2099)



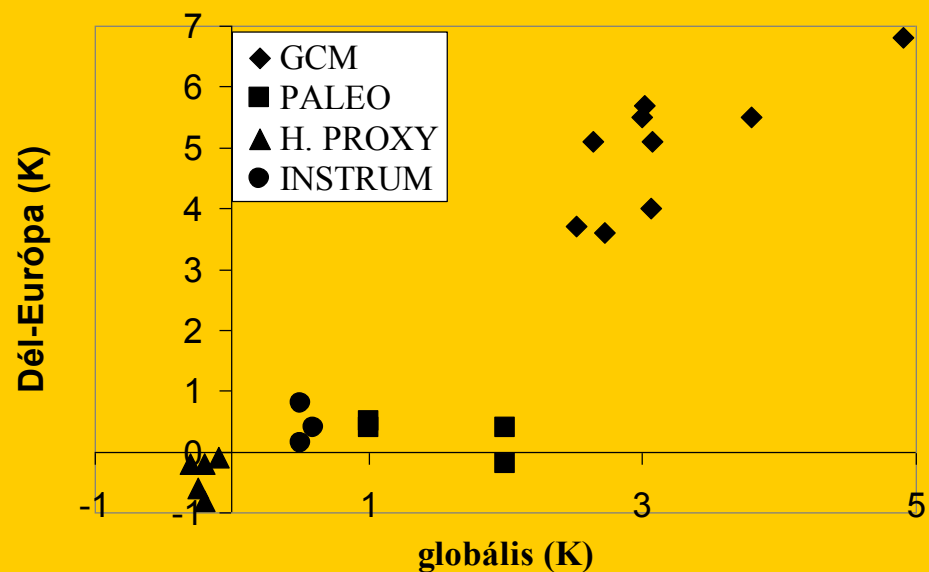
Kapcsolat a helyi hőmérséklet és helyi csapadék változásai között
Ruosteenoja, et al., Finnish Environment Institute, 2003

IPCC (2001) 10.2 ábra területi egységeiben: NYÁR - lineáris kapcsolat a globális melegedéssel korreláció: $>0,9$ (21 ill. 22 adat-pár)

É-Európa hőmérséklet-változásai
a globális változás függvényében



Dél-Európa hőmérsékletváltozásai
a globális változás függvényében

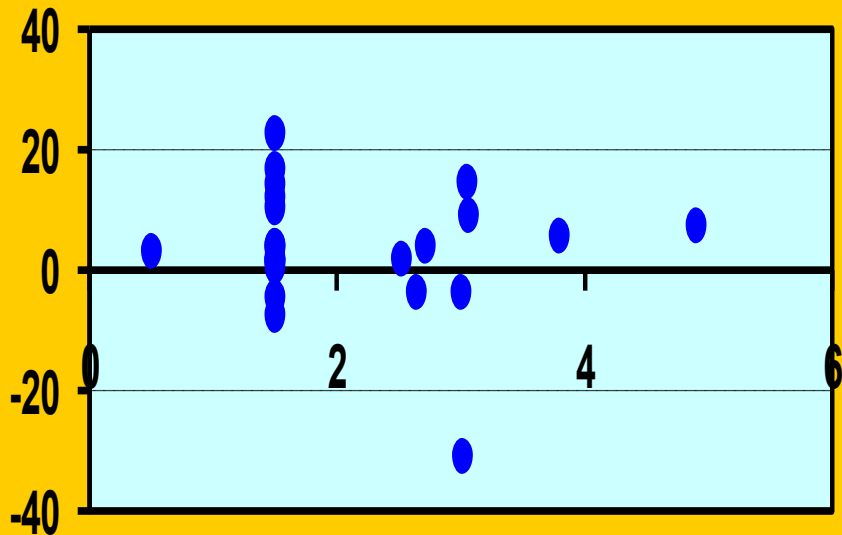


Szász-Ferkő Cs., 2003

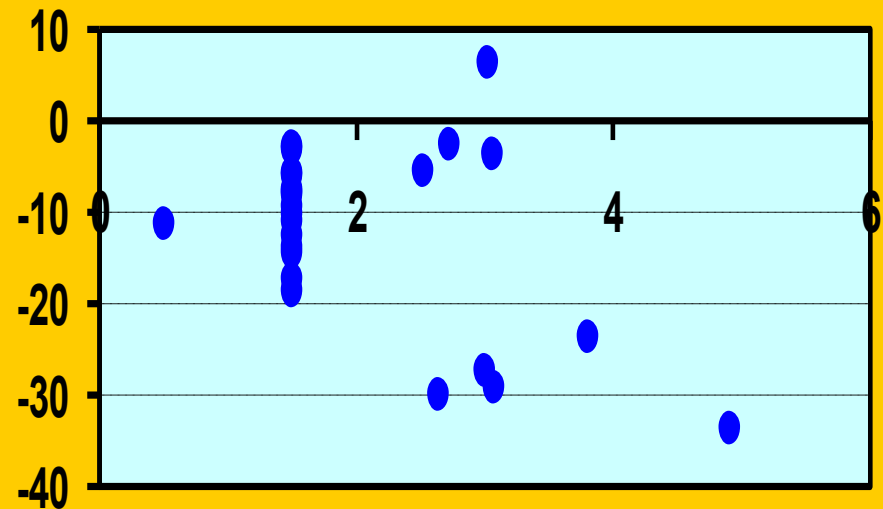
(szakdolgozat, témavez. Mika J.)

**IPCC (2001) 10.2 ábra területi egységeiben:
NYÁR - gyenge kapcsolat a globális melegedéssel
korreláció: $> -0,14$ ill. $-0,46$ (25 - 25 adat-pár)
(3-féle forrás: GCM, paleo-analóg, műszeres stat.)**

Észak-Európa csapadékváltozása (%)
a globális hőmérséklet fv-ében



Dél-Európa csapadékváltozása (%)
a globális hőmérséklet fv-ében



Szász-Ferkő Cs., 2005

(mester-dolgozat, témavez. Mika J.)

A „szeletelés” módszere

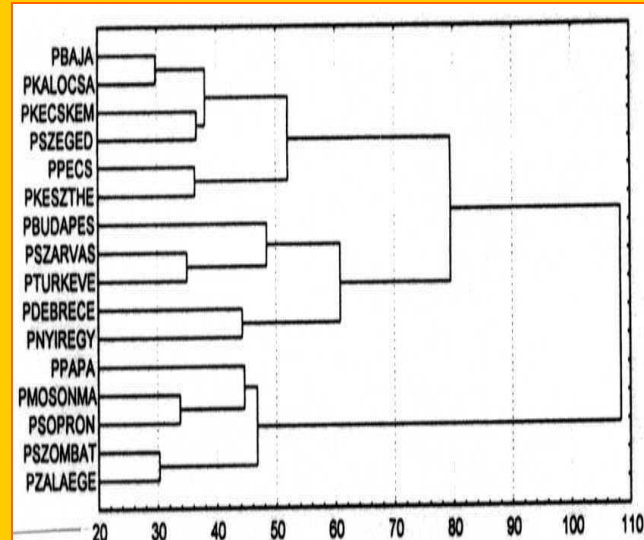
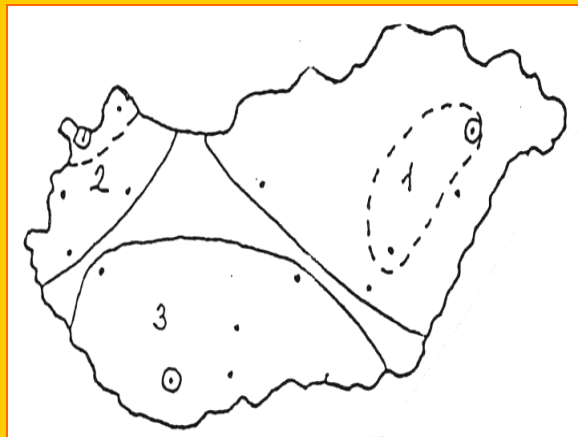
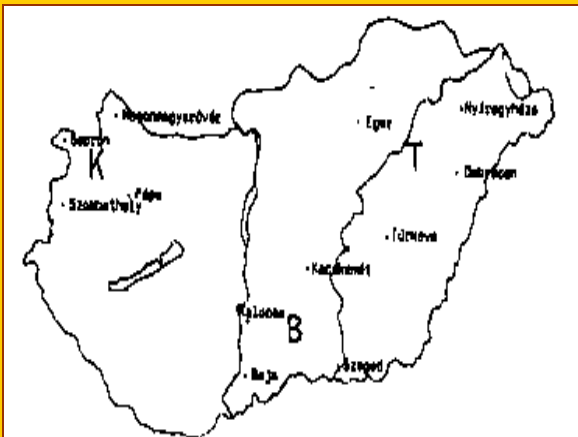
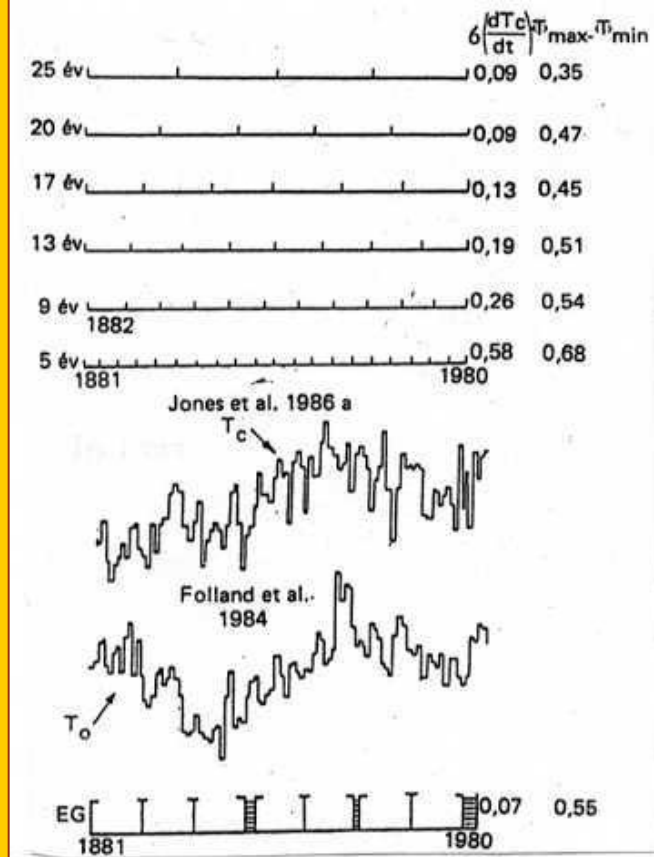
(Mika, 1988)

$$Y = Y_0 + (\delta Y / \delta \langle T \rangle) \langle T \rangle + (\delta Y / \delta \Delta T) \Delta T$$

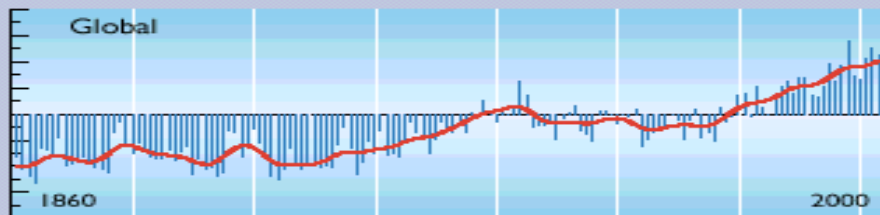
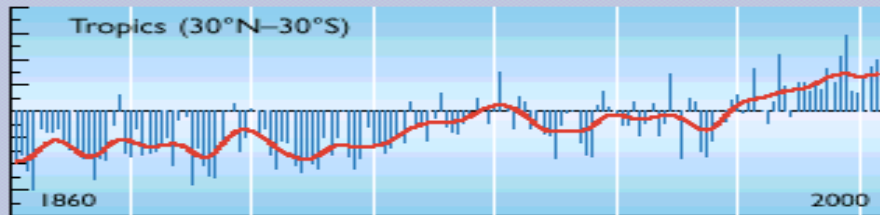
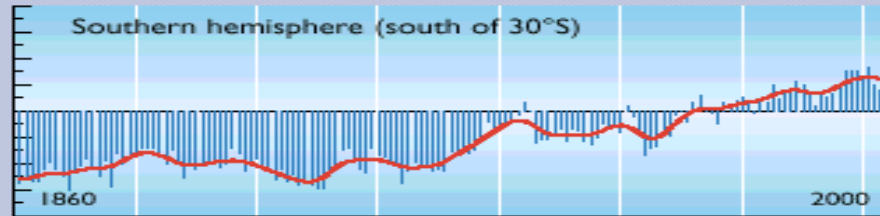
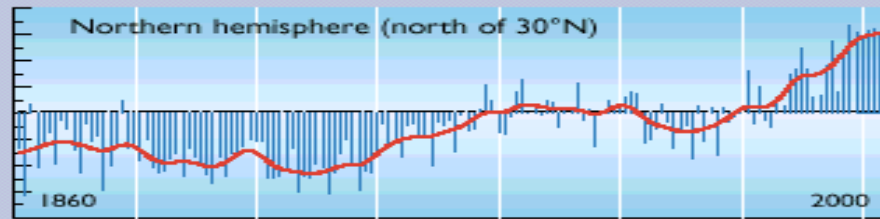
$$\langle T \rangle = 0.4 T_c + 0.6 T_o \text{ és } \Delta T = T_o - T_c$$


fontos: R (1881-1980) ~ 0 !

*t-próba: 95 % (80 % - a regresszió előjelére)
a szeletek több, mint felében.*



COMBINED ANNUAL LAND-SURFACE AIR AND SEA-SURFACE TEMPERATURES



Az utóbbi három
évtized: melegedő
tendencia:  új
statisztikai elemzés
(ha nincs 100 év
a szeleteléshez)

Instrumentális
változók módszere
(Első hazai alkalmazás:
Mika J.-Bálint G., 2000)

Regresszió rövid sorokból

Első éghajlati alkalmazás: Groisman, 1979

$$Y(t) = Y_0 + Y_1 \langle T \rangle(t)$$

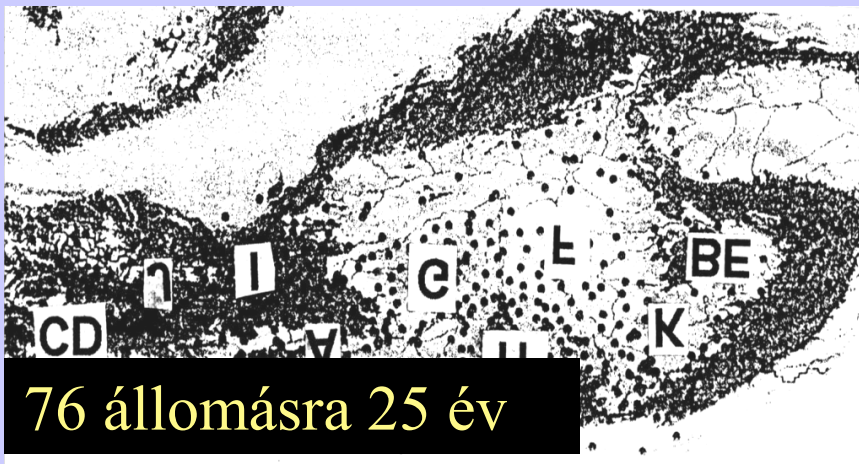
Z instrumentális változó, ha

$\neq 0$ korreláció a független változó értékeivel,

≈ 0 korreláció a független változó hibáival

≈ 0 korreláció a független vált. maradékával;

akkor:
$$Y_1 \approx \frac{\text{COV}(Y, Z)}{\text{COV}(\langle T \rangle, Z)}$$

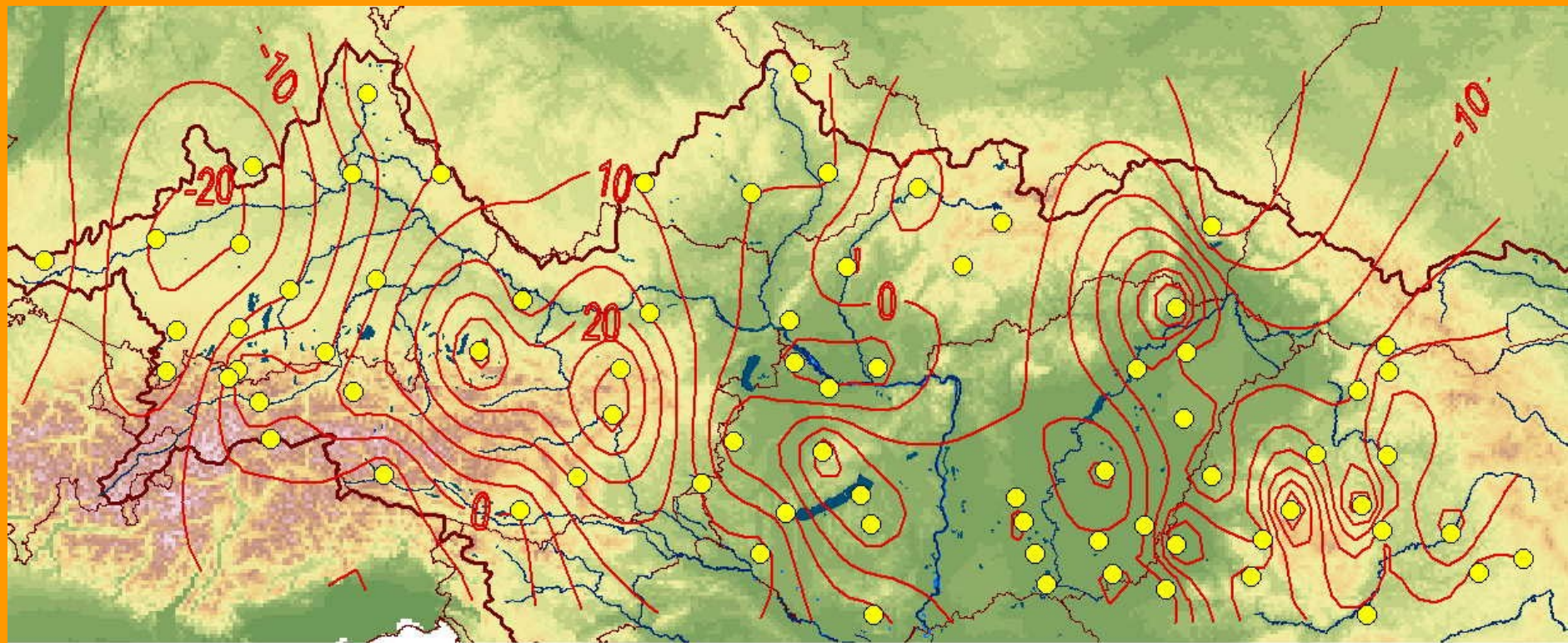


Period	$r(\langle T \rangle, t)$	$d\langle T \rangle/dt$ (K/yr)
1974-98	0,825	0.026 ± 0.004



$$Z := t$$

ÉVI CSAPADÉK-ÖSSZEGET 0,5 K FOKOS MELEGEDÉSRE (%)



Összegzés (2004. július):

- *4-féle eljárás, 9 verzió*

2 GCM (SCENGEN 2.1, Bartholy-Pongrácz-Schlanger, 2003)

1 egyszerű kapcsolódó EWBM (Mika et al., 1998)

1 cirkulációs leskálázás (Bartholy et al., 1995)

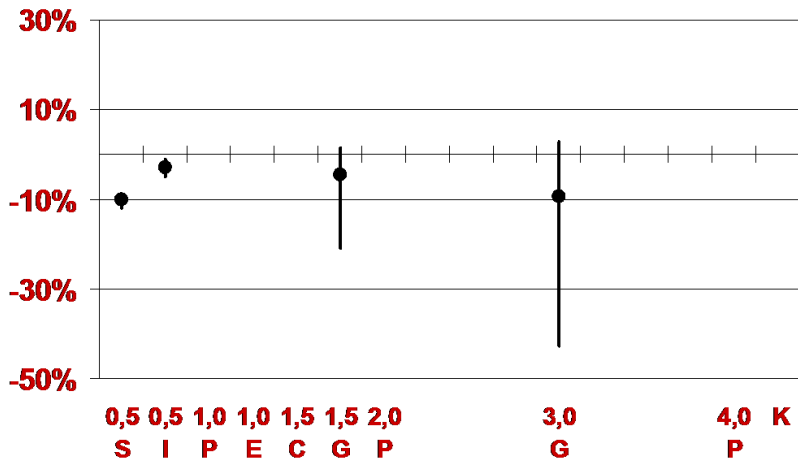
5 empirikus analógia és egyszerű statisztikus eljárás

(3 paleo-analóg, 1-1 szeletelés és instrumentális)

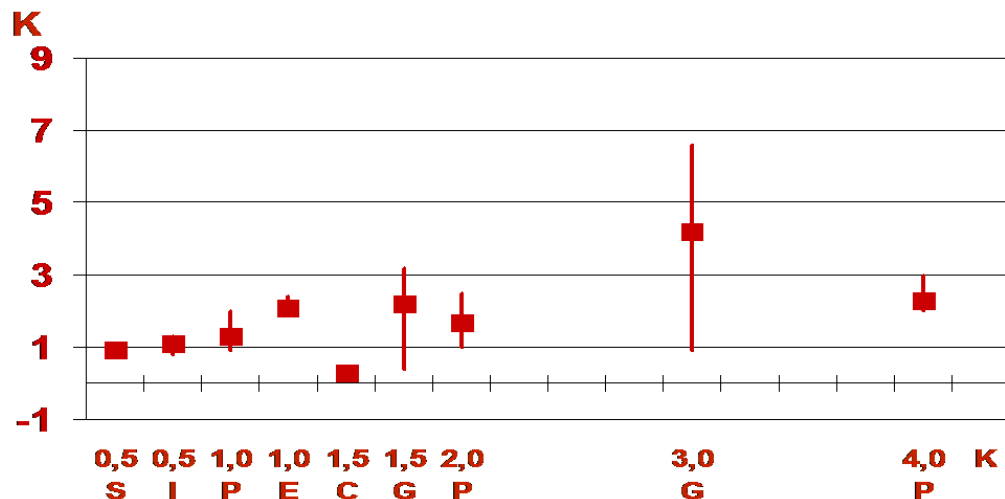
(Mika 1988, ..., 2000)

A következő lapokon a módszereket jelző számok a globális változás mértékére, a betűk az eljárás jellegére utalnak. Pl. 0.5 S = fél °C melegedéshez tartozó helyi változás a szeletelés módszere alapján, 1.5 G = másfél °C melegedéshez tartozó helyi változás a GCM-ek átlagában.

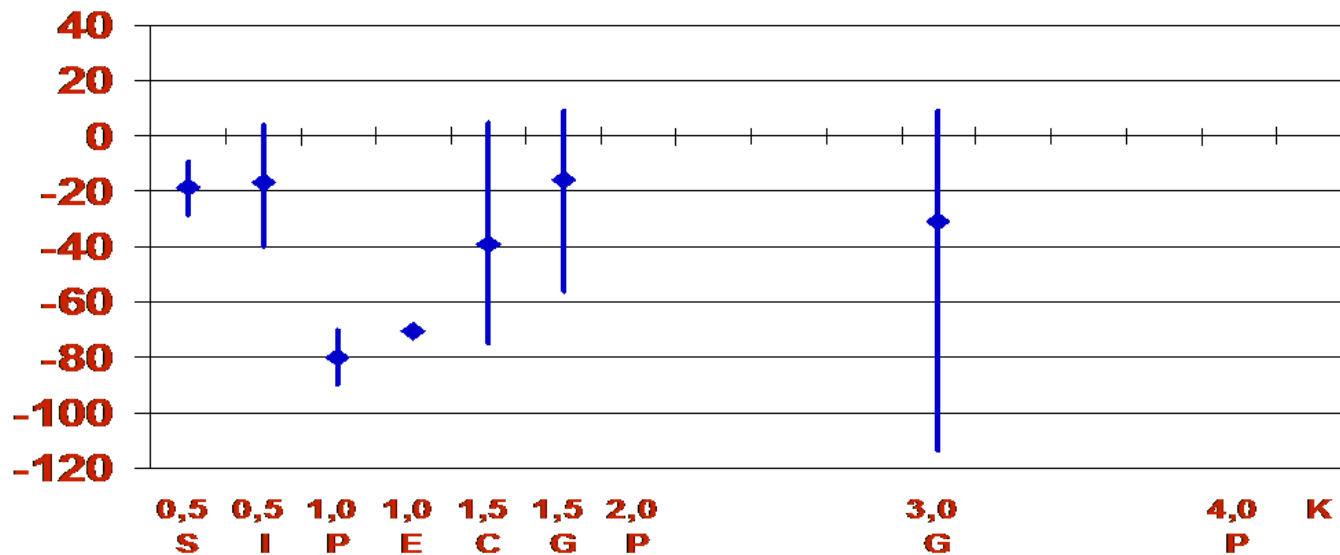
FELHŐZET, NYÁR



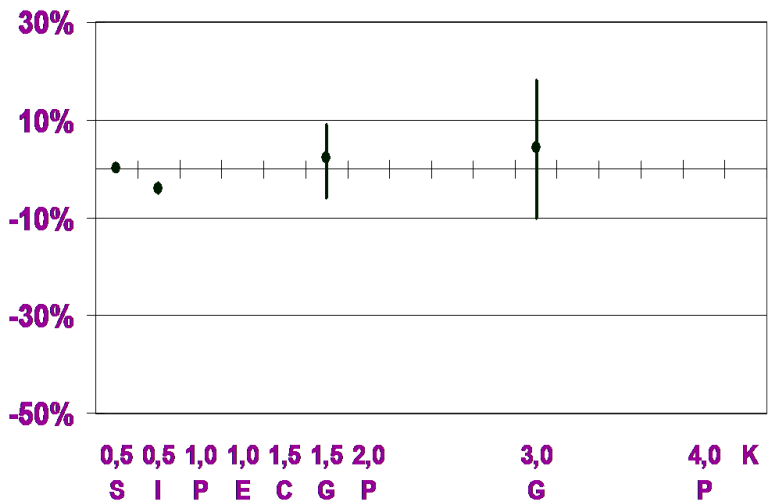
HŐMÉRSÉKLET, NYÁR



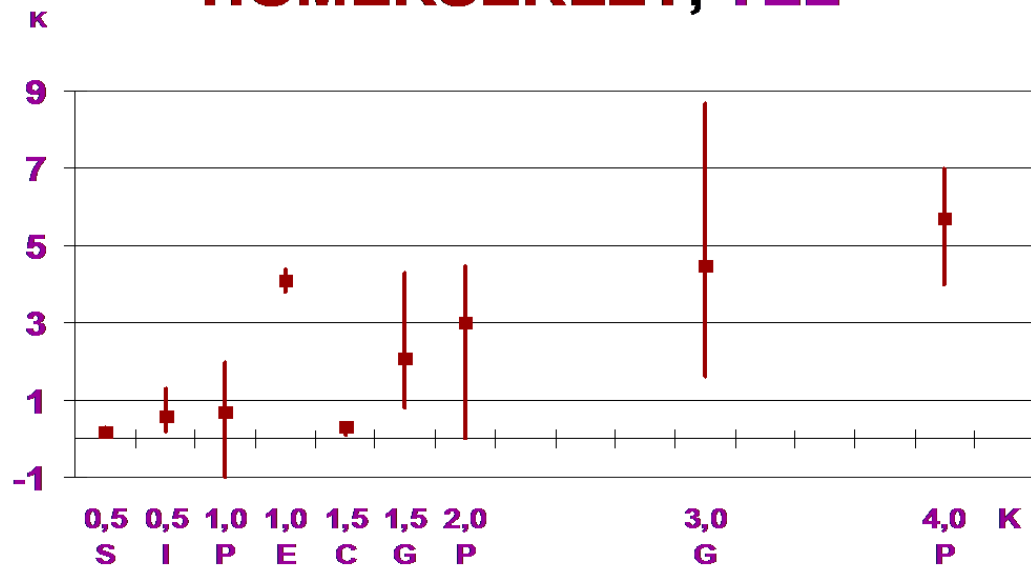
mm CSAPADÉK, NYÁR



FELHŐZET, TÉL



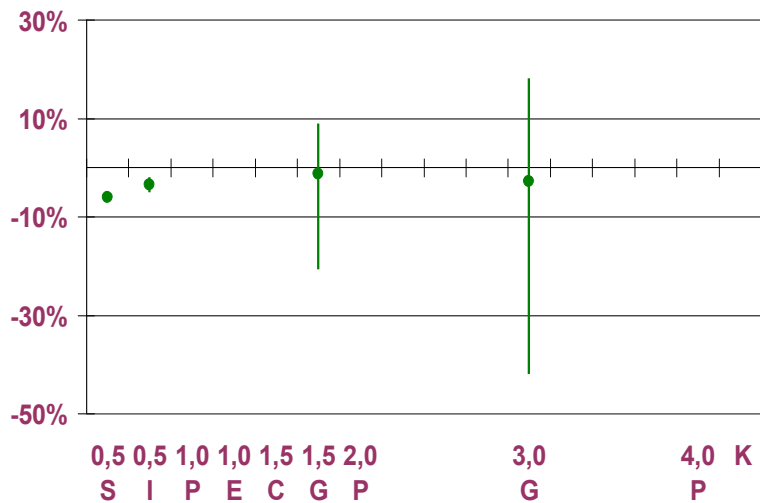
HŐMÉRSÉKLET, TÉL



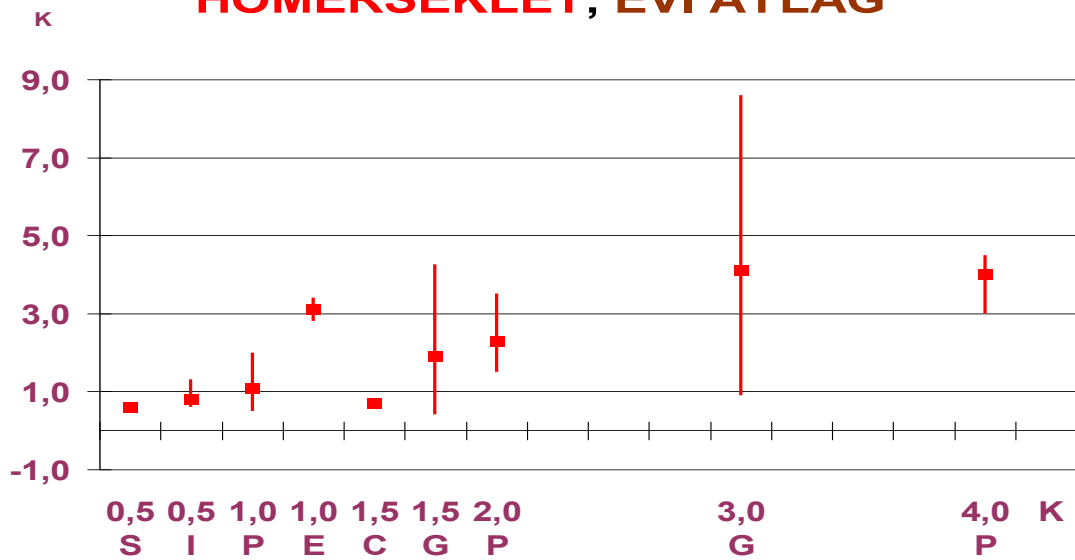
CSAPADÉK, TÉL



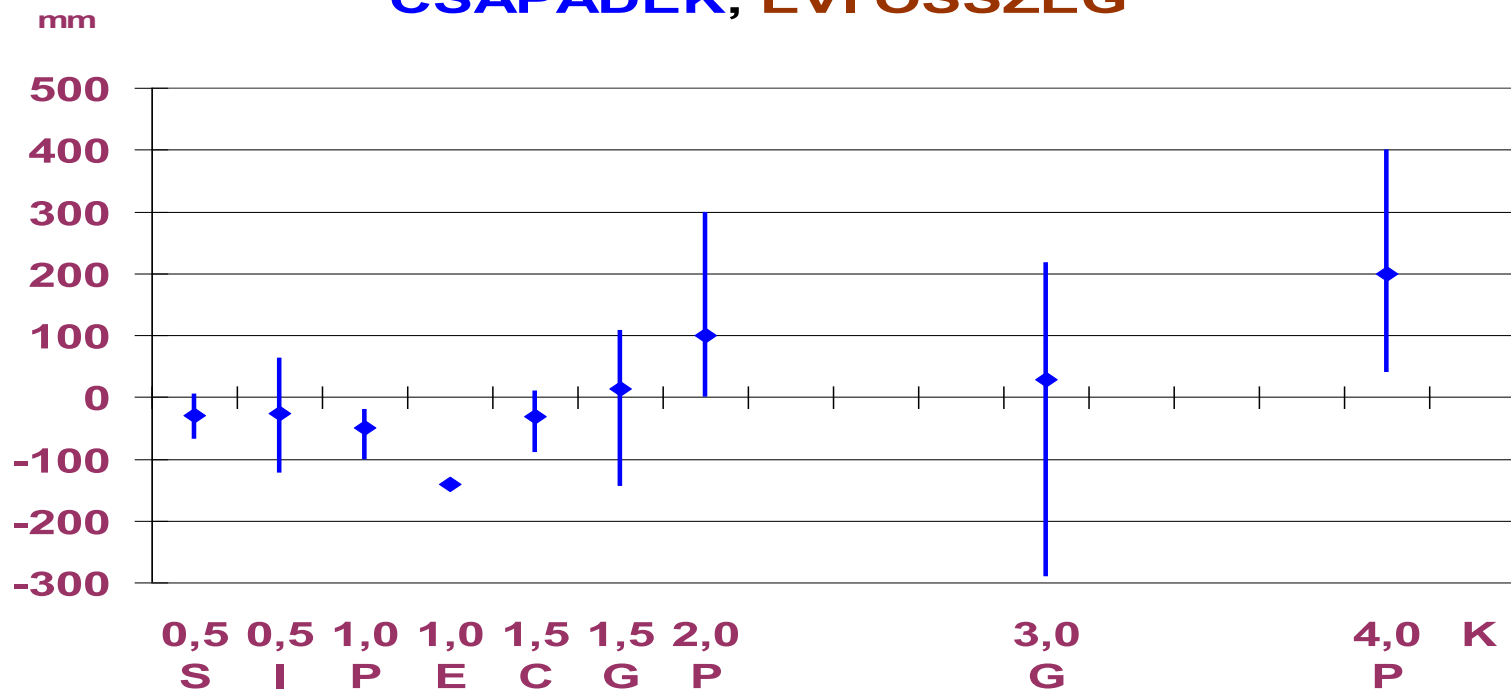
FELHŐZET, ÉVI ÁTLAG



HŐMÉRSÉKLET, ÉVI ÁTLAG



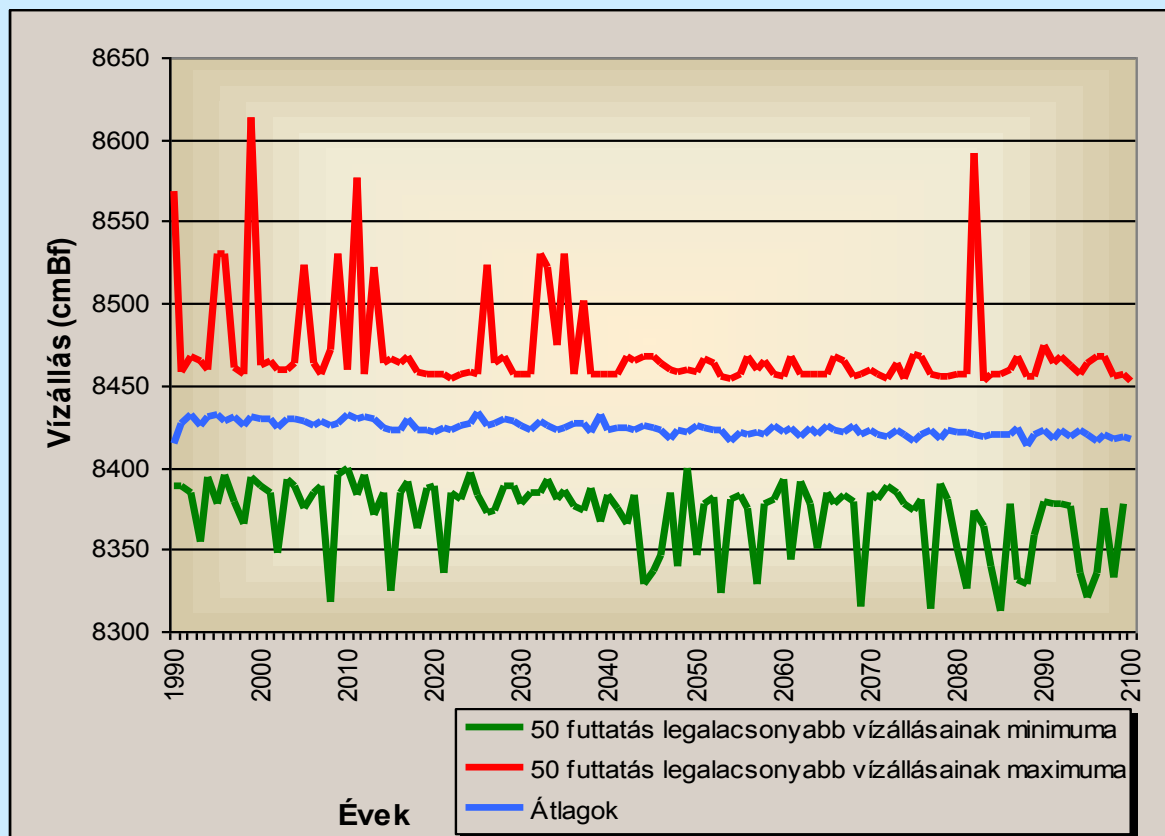
CSAPADÉK, ÉVI ÖSSZEG



Augusztusi becslések a Csatlói Holt-Tisza szintjére

50 futás, éghajlatváltozás + hidrológiai modell

(Hunyadi A., 2004: szakdolgozat. Témavez.:
Mika J., Pongrácz R., Zsuffa I.jr.)



Az éghajlati átlagok változtak, a szórások nem: Mégis, az extrém következmény szórása láthatóan változott !!

Konklúzió:

- *A GCM-ek rácsponti eredményei még erősen szórnak, de leskálázás nélkül is létező informatív közelítések.*
- *(A fizikai leskálázás hamarabb adhat jelentős javítást.)*
- *Addig: a cirkulációs leskálázás nívós produktumokat de kevés gyakorlati eredményt ígér (mert makro-skála!).*
- *Amíg direkt cáfolat nem történik (a kísérletekben használt globális forgatókönyvekre illetve a hasonlósági hipotézisre nézve), addig a tökéletlen GCM-outok és az empirikus analógok lehetnek hatásvizsgálatok alapjai.*
- *A hatásterületek nem-lineáris viselkedése miatt ezek akkor is hasznosak, ha kevésbé informatívak a változékonyság és a szélsőségek alakulásáról.*

***NEM TUDUNK MINDENT SZIMULÁLNI, DE
PRÓBÁLJUK MEGHALADNI AZ EMPIRIÁT!***



Köszönöm a figyelmet!