



Změna klimatu dnes a zítra **... a jakou roli v ní hraje člověk**



Radan HUTH

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy
Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.
Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.



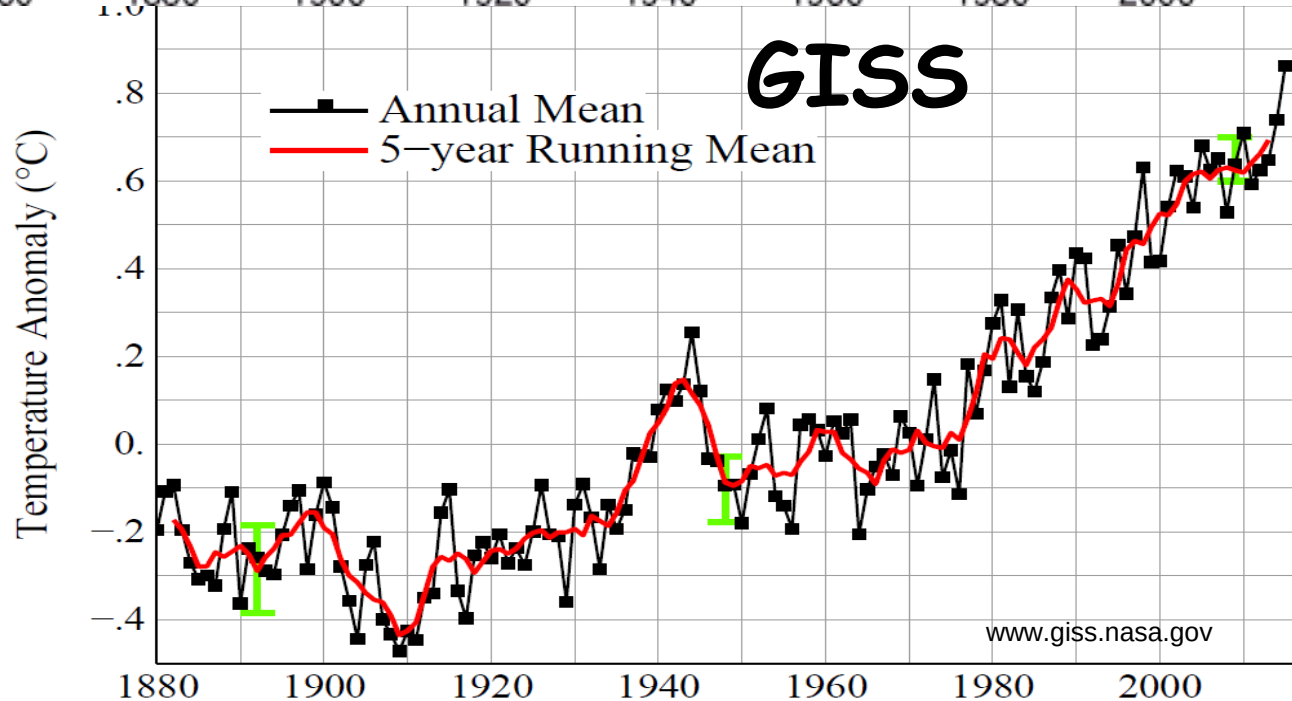
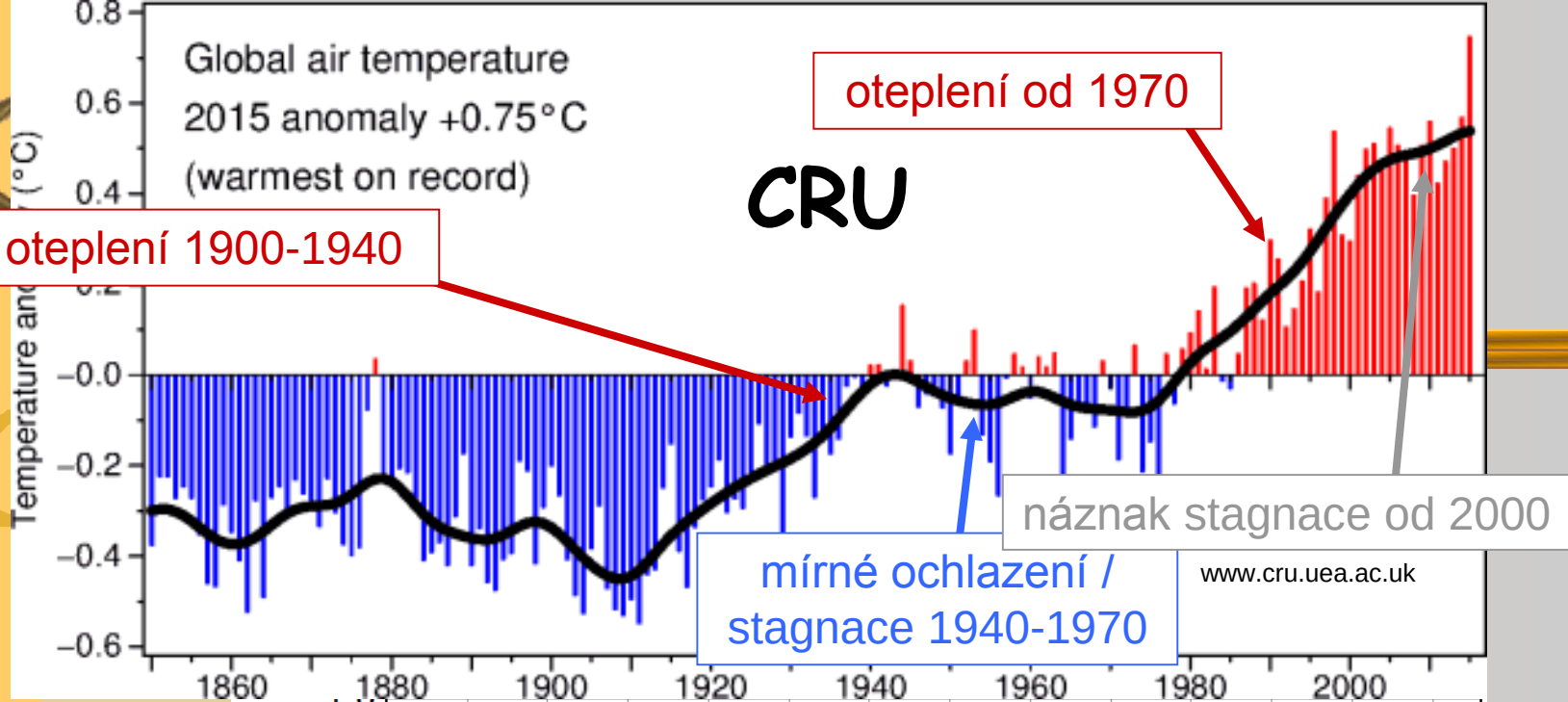
O čem to bude?

- 1) probíhající změna klimatu – jak se projevuje
- 2) příčiny probíhající změny klimatu
- 3) změny klimatu v budoucnu

- ★ většina informací pochází z hodnotících zpráv IPCC (Mezivládní panel pro klimatickou změnu)
 - 4. zpráva: 2007
 - 5. zpráva: 2013
- ★ IPCC
 - neprovádí vlastní výzkum
 - vychází z informací, publikovaných v odborné literatuře
 - z nich sestavuje metaanalýzy; ty vydává ve formě zpráv

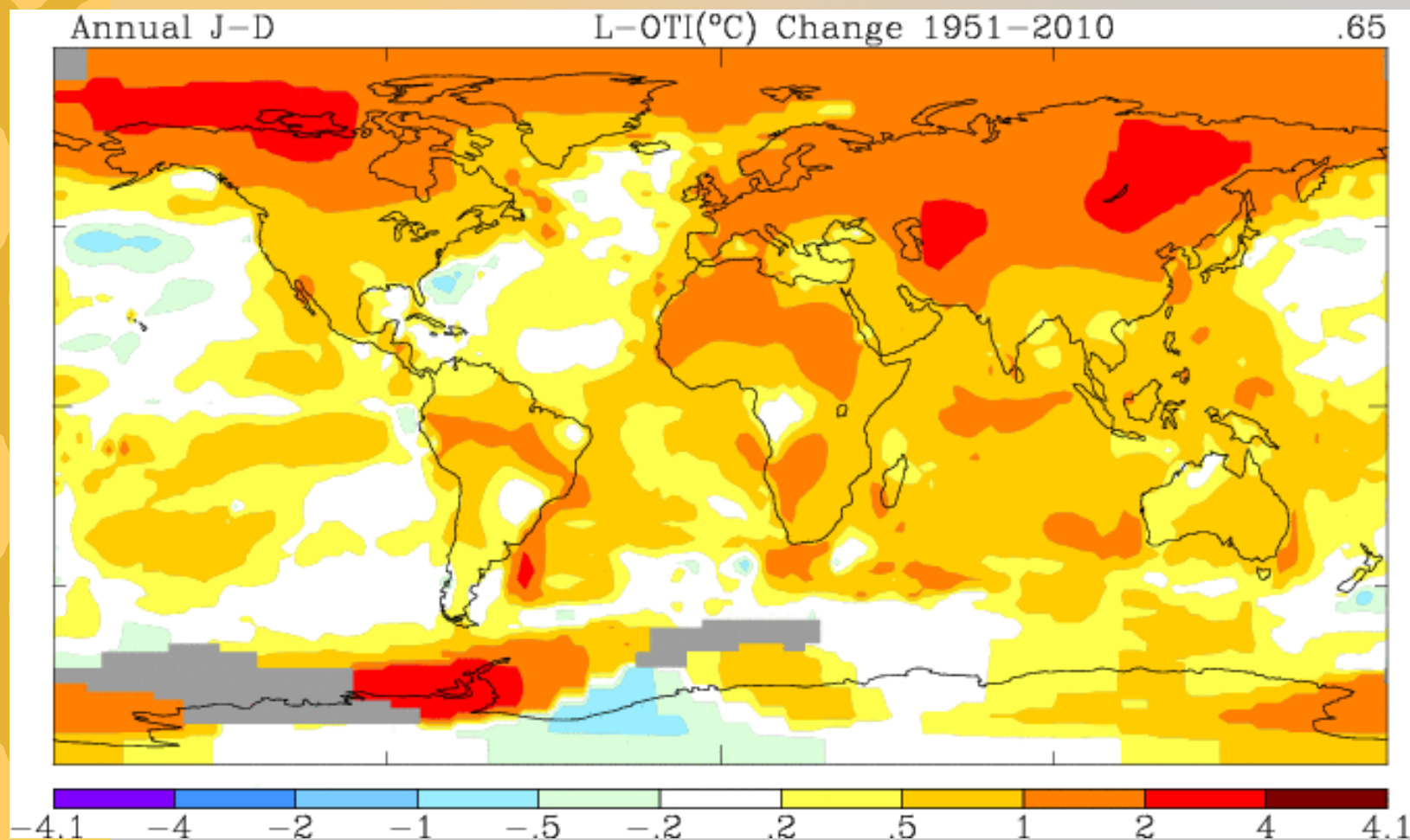


1. Probíhající změny klimatu



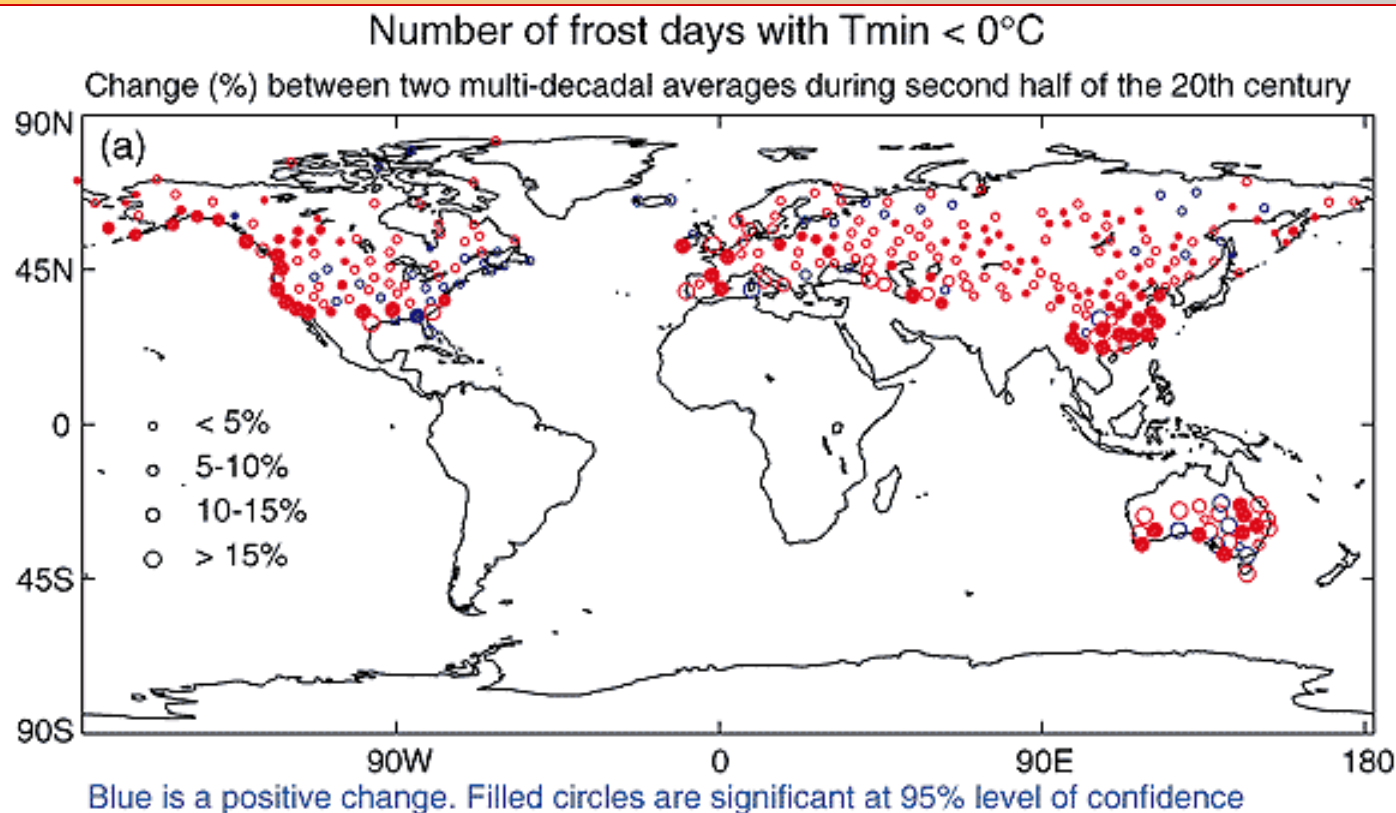


Změny teploty 1951-2010



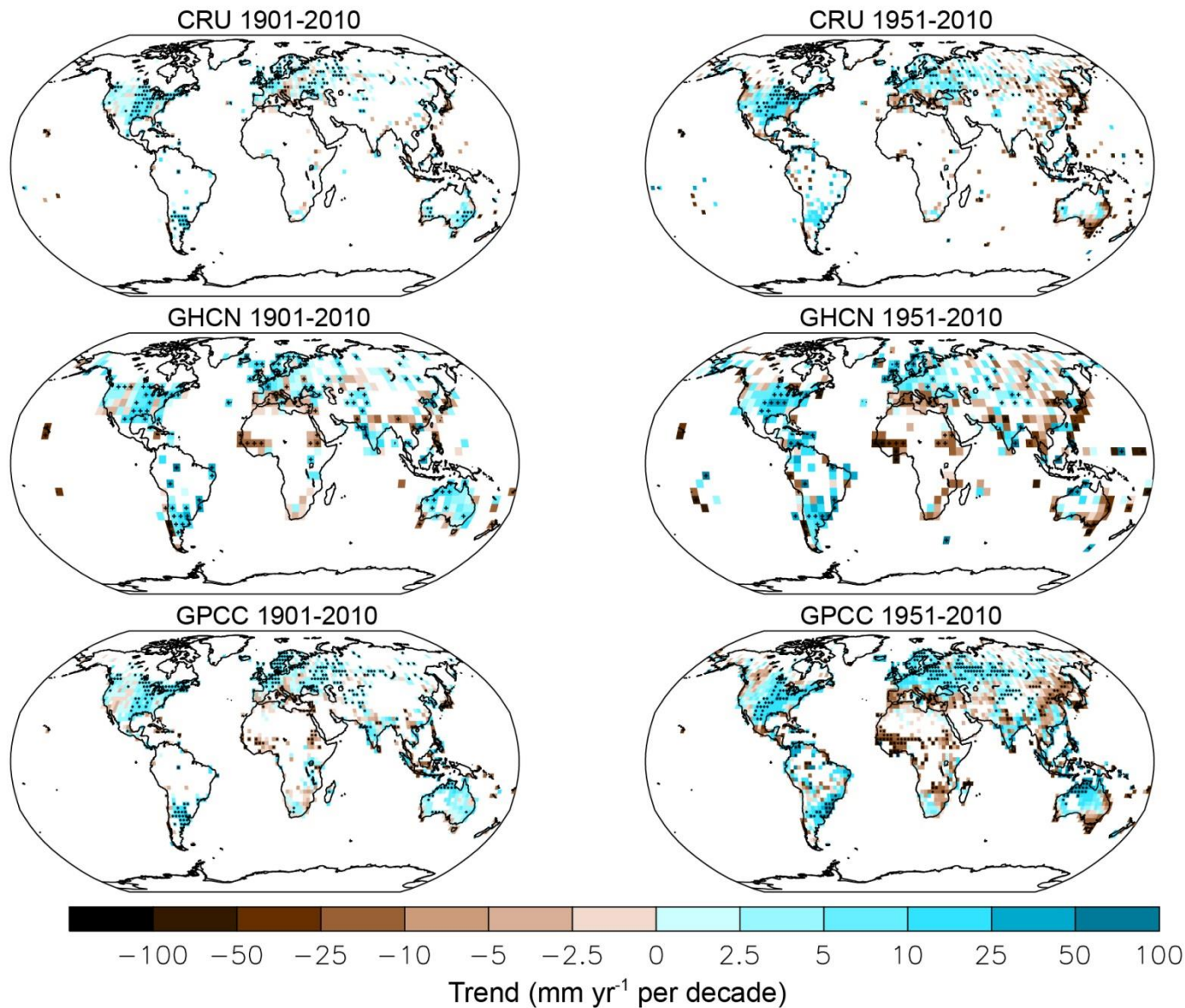


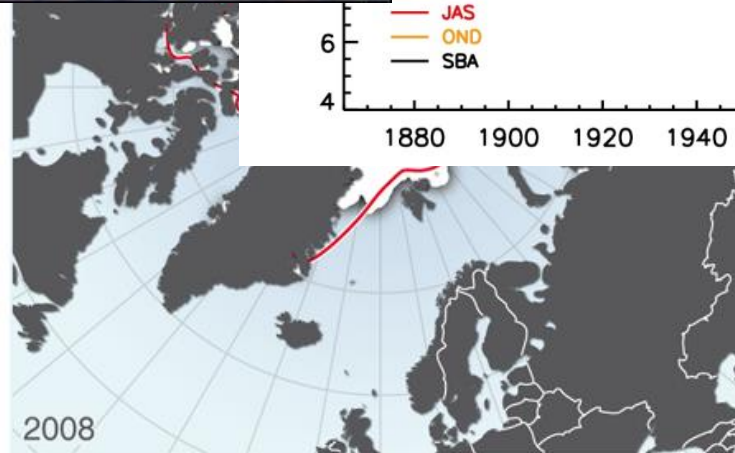
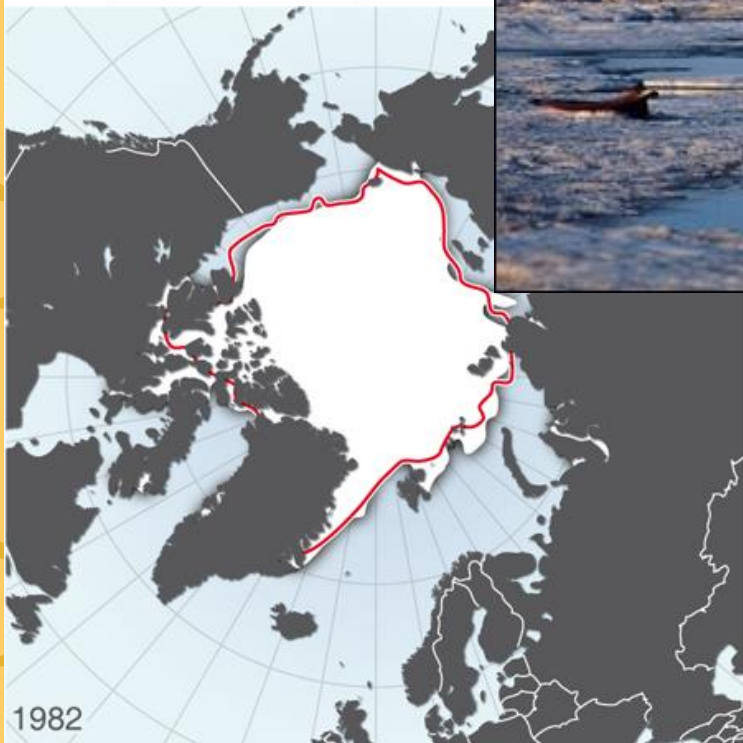
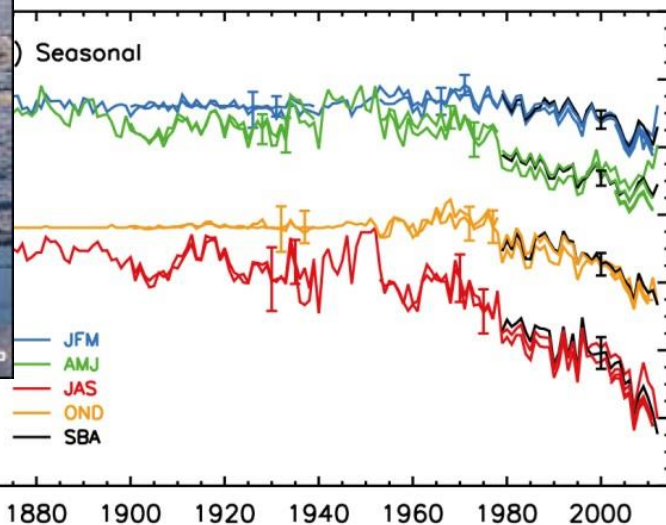
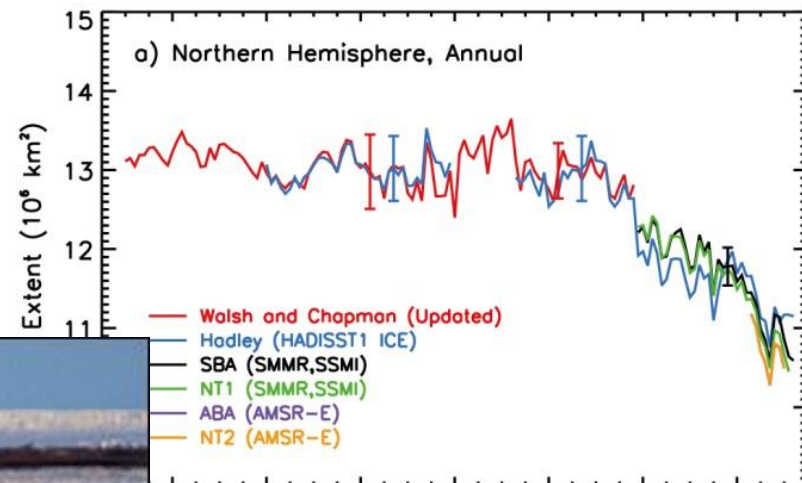
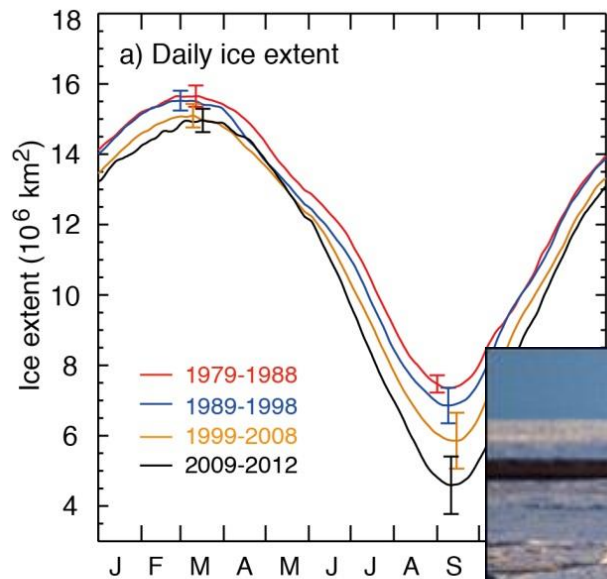
TRENDY POČTU MRAZOVÝCH DNŮ ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$), 1946-99





Změny srážek 1951-2010

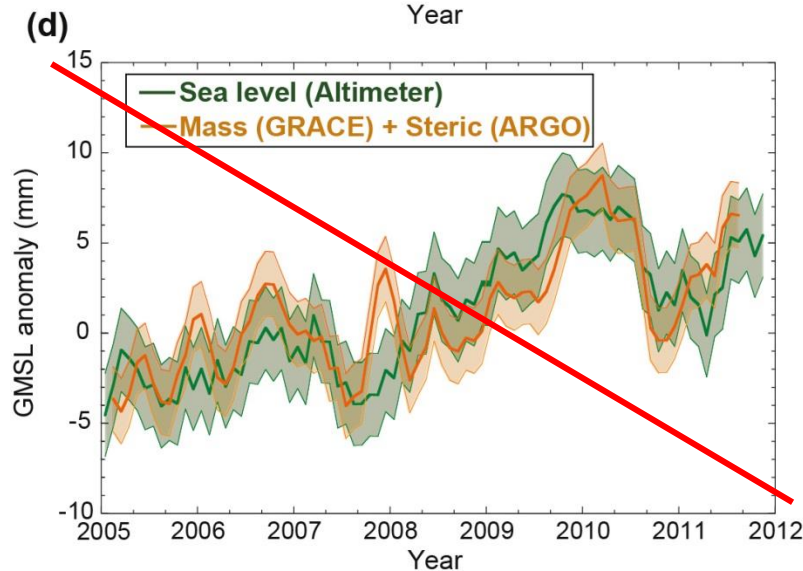
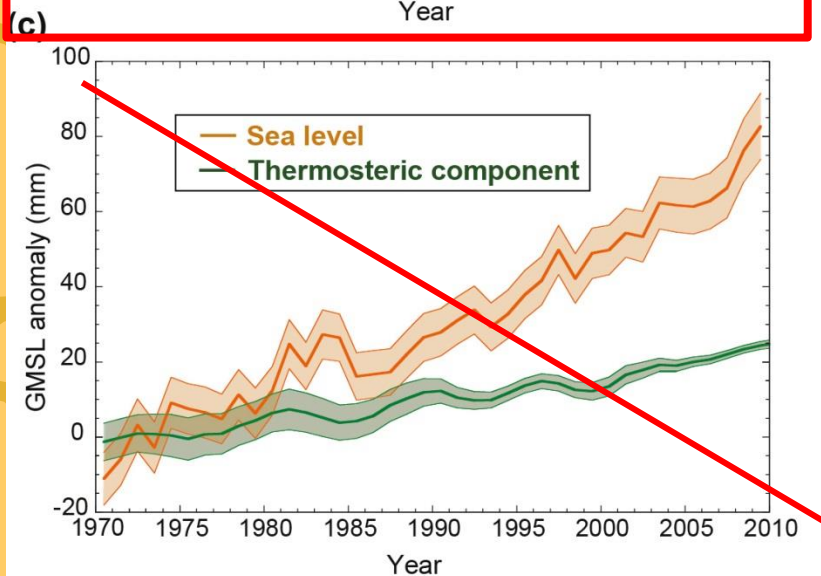
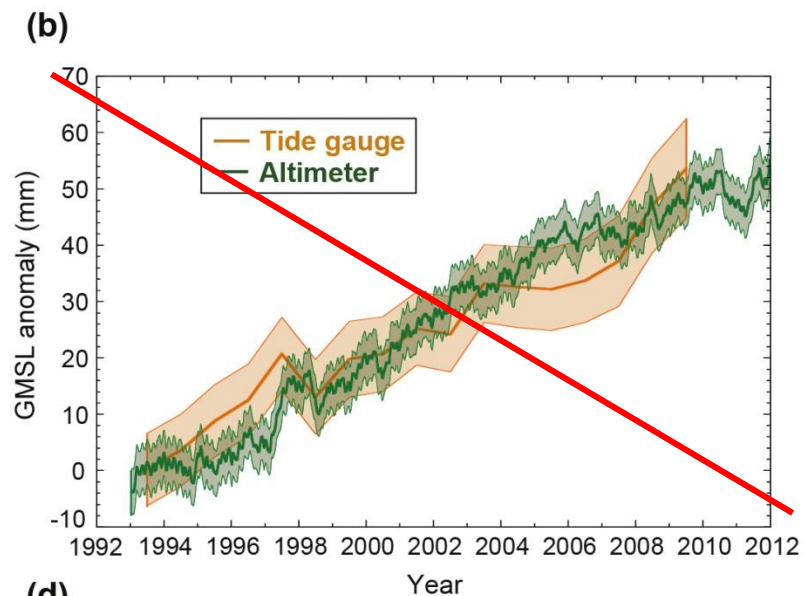
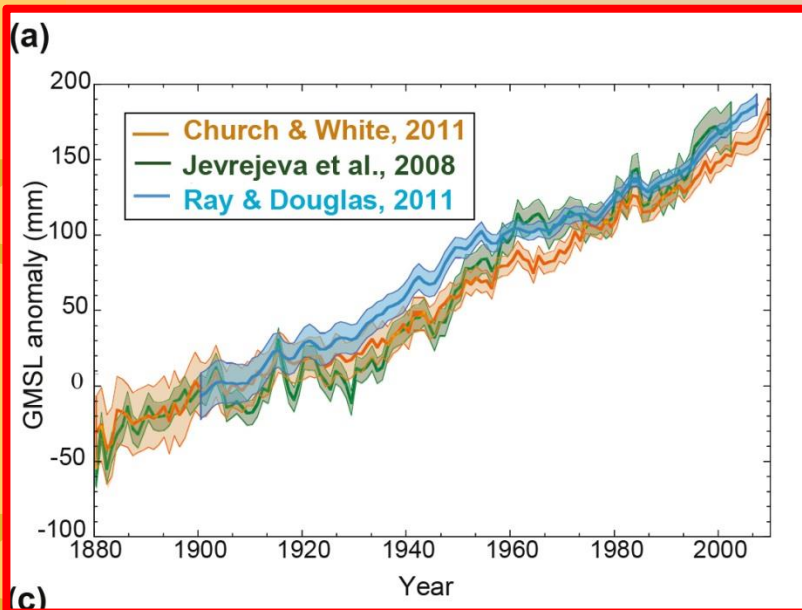




— Median minimum extent
of ice cover (1979-2000)

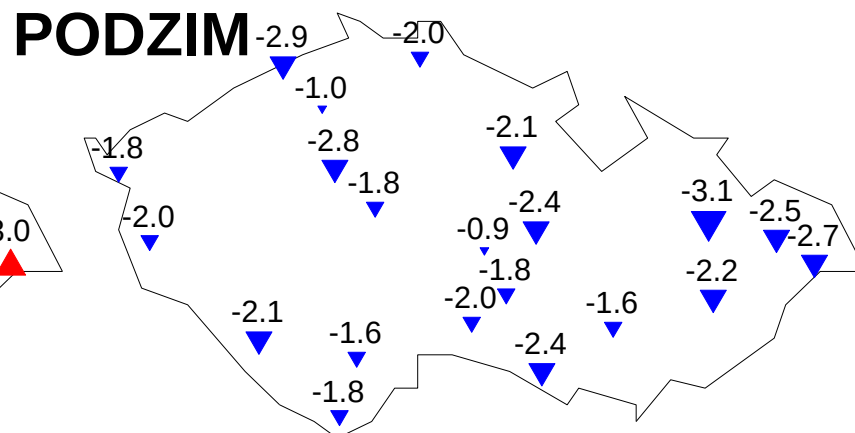
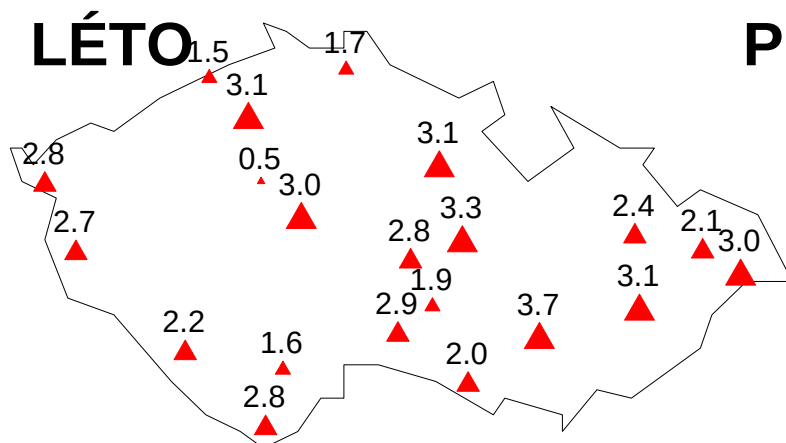
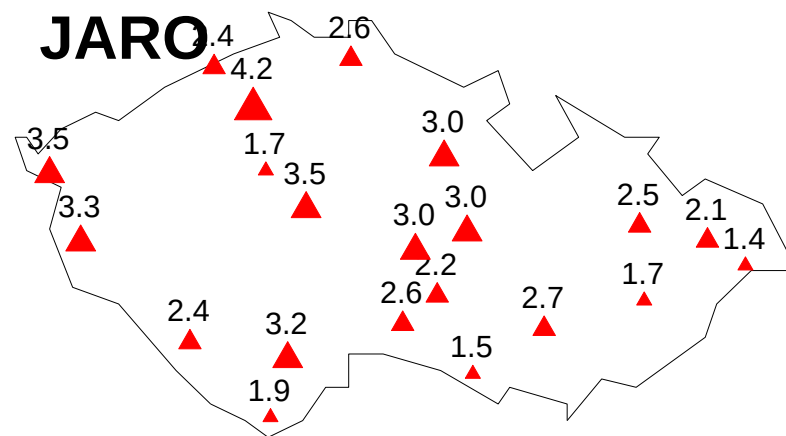
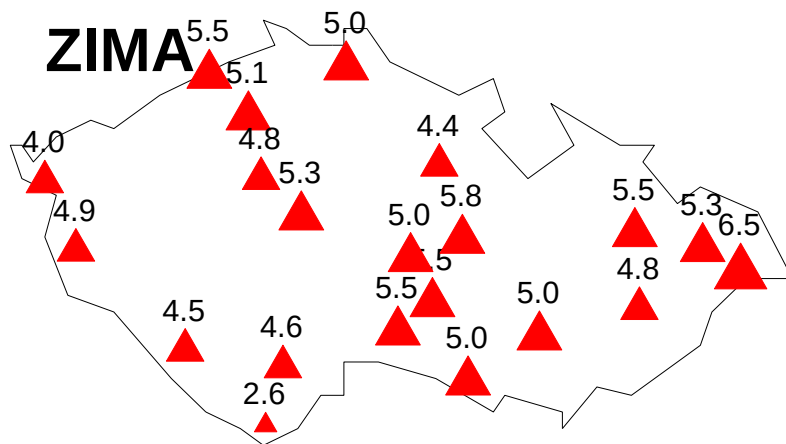


Výška hladiny moře



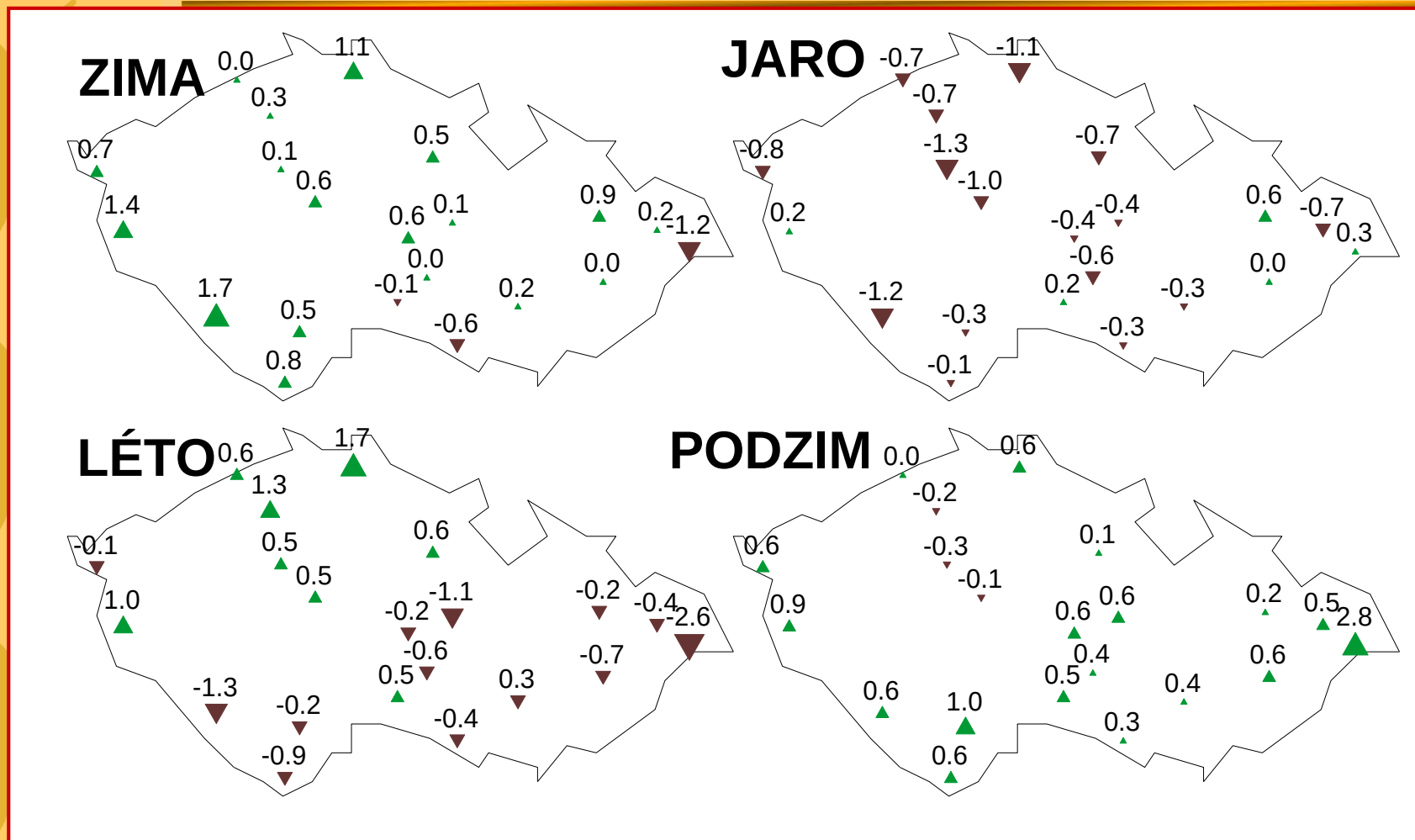


Změny teploty, 1961-2000 (ve °C/100 let)





Změny prům. denního úhrnu srážek, 1961-2000 (v mm/100 let)





2. Proč se klima mění?



Možné vlivy na klima

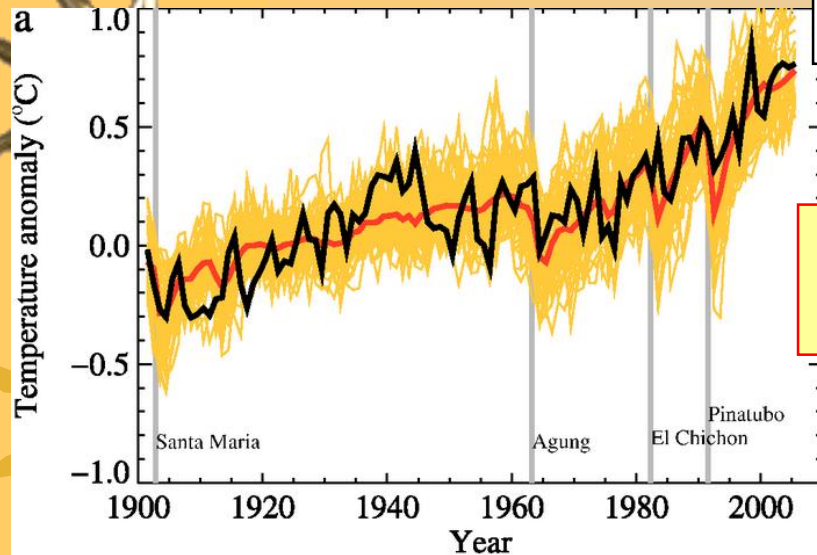
★ přirozené

- proměnlivost sluneční aktivity
- sopečné erupce

★ antropogenní

- změny složení atmosféry
 - radiačně aktivní (skleníkové) plyny
 - aerosoly

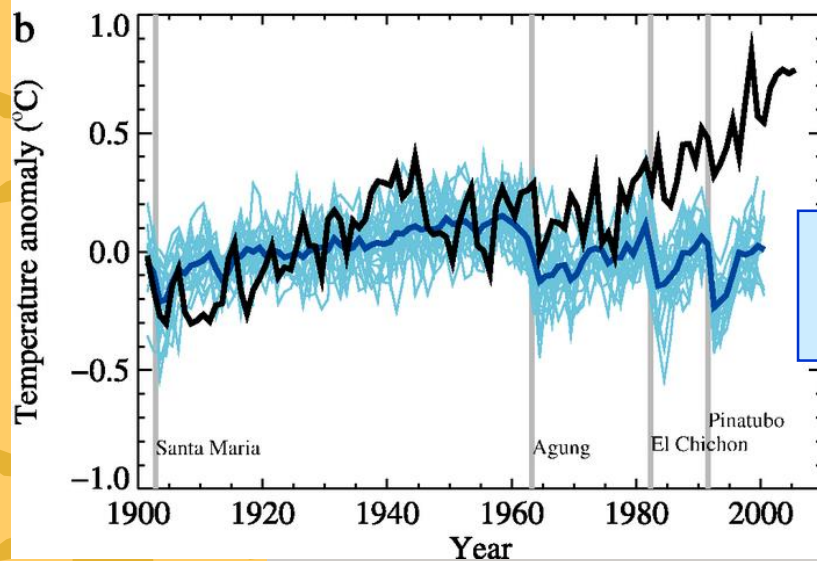
★ které z těchto vlivů jsou zodpovědné za změny klimatu, jež pozorujeme?



skutečnost

**modely: všechny vlivy
(přirozené i antropogenní)**

globální průměrná
přízemní teplota



**modely: jen přirozené
vlivy (slunce + sopky)**

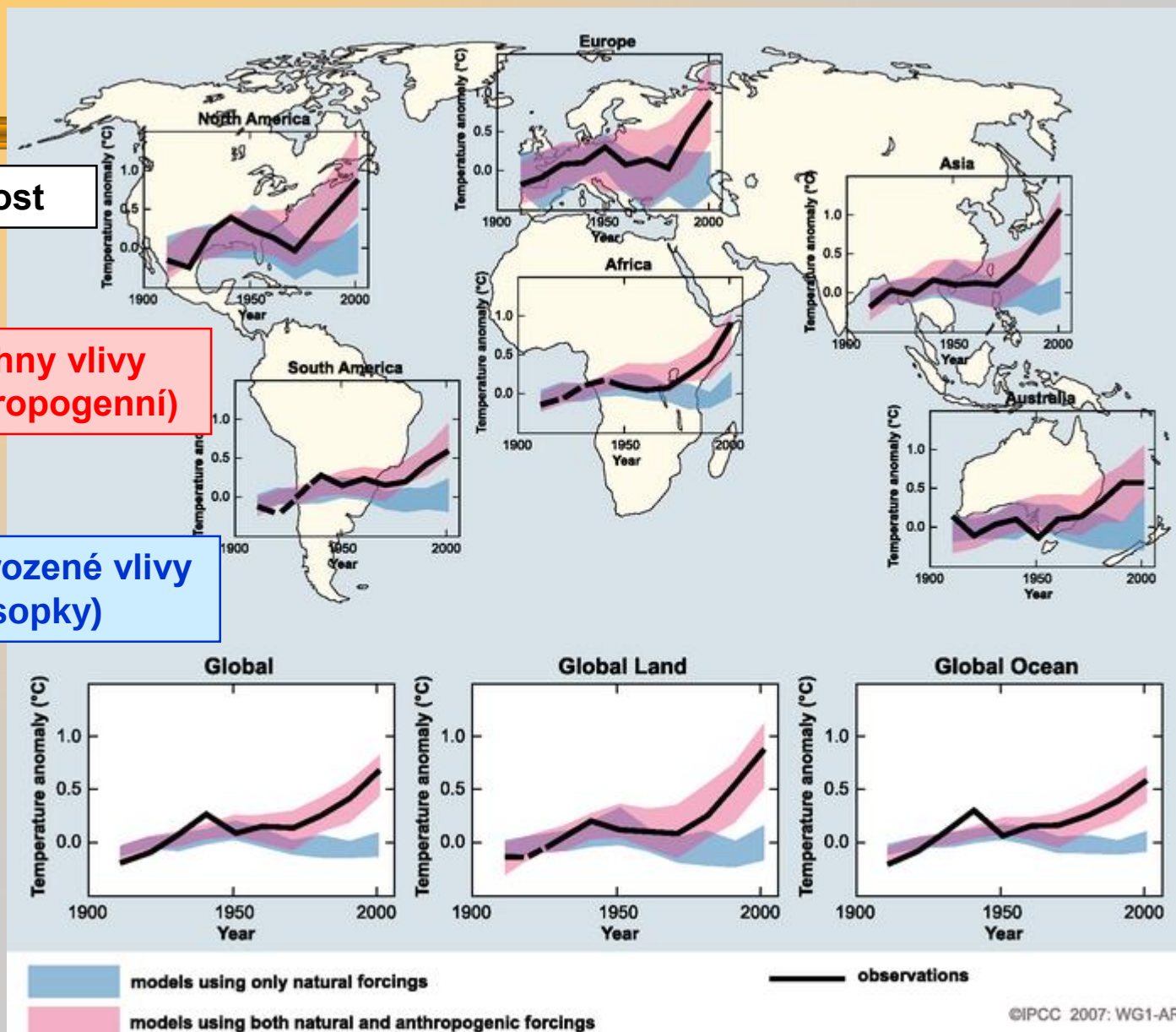


kontinentální průměrná přízemní teplota

skutečnost

modely: všechny vlivy
(přírozené i antropogenní)

modely: jen přírozené vlivy
(slunce + sopky)





3. Jak se klima bude měnit

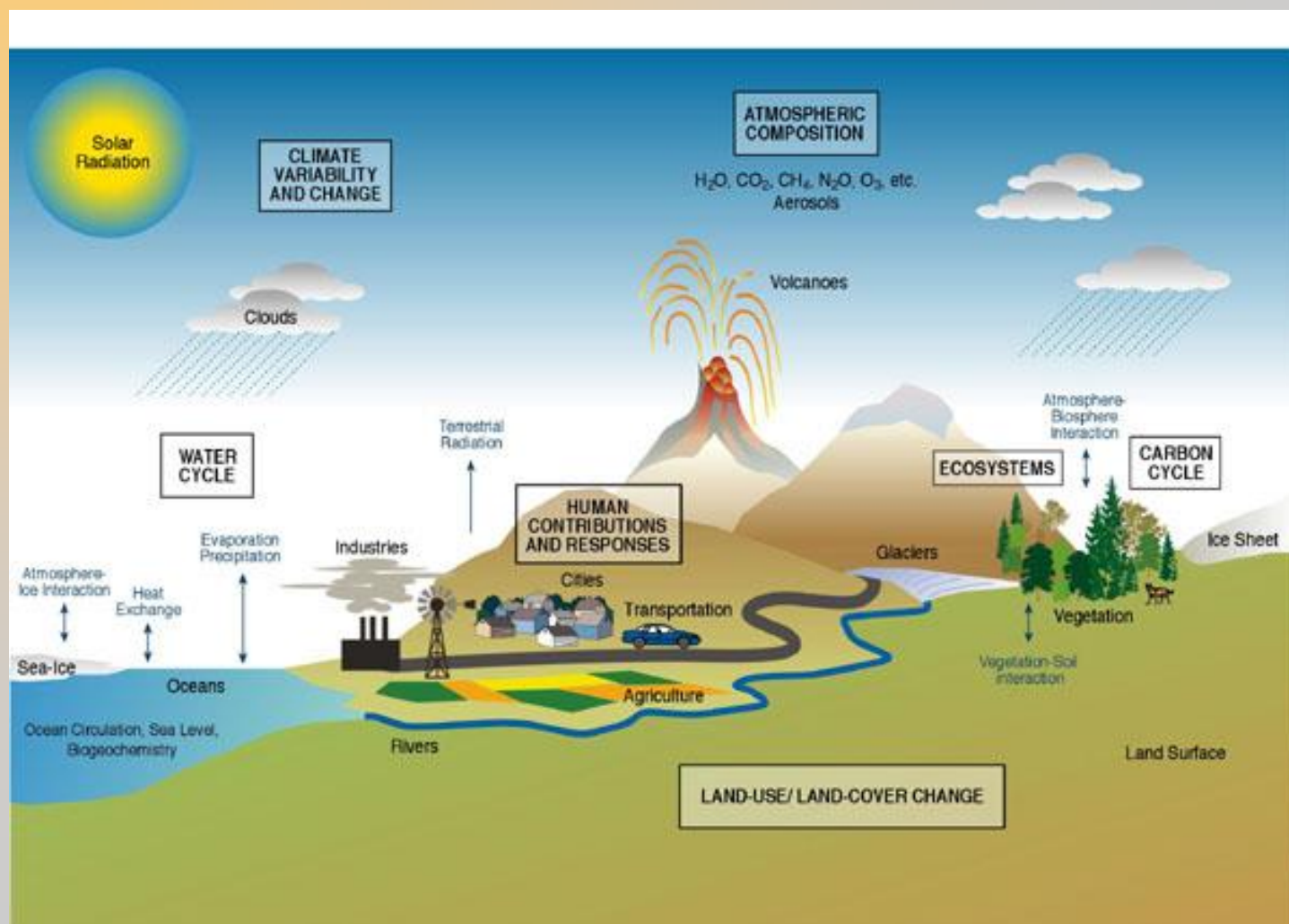


Emisní scénáře

- ★ emisní scénář – odhad budoucího vývoje emisí skleníkových plynů
- ★ založený na odhadu budoucího socio-ekonomického vývoje
- ★ socio-ekonomický vývoj neznáme → větší množství různých scénářů
- ★ jednotlivé scénáře popisují „alternativní budoucnosti“
- ★ standardní časový horizont: do r. 2100



Klimatický systém



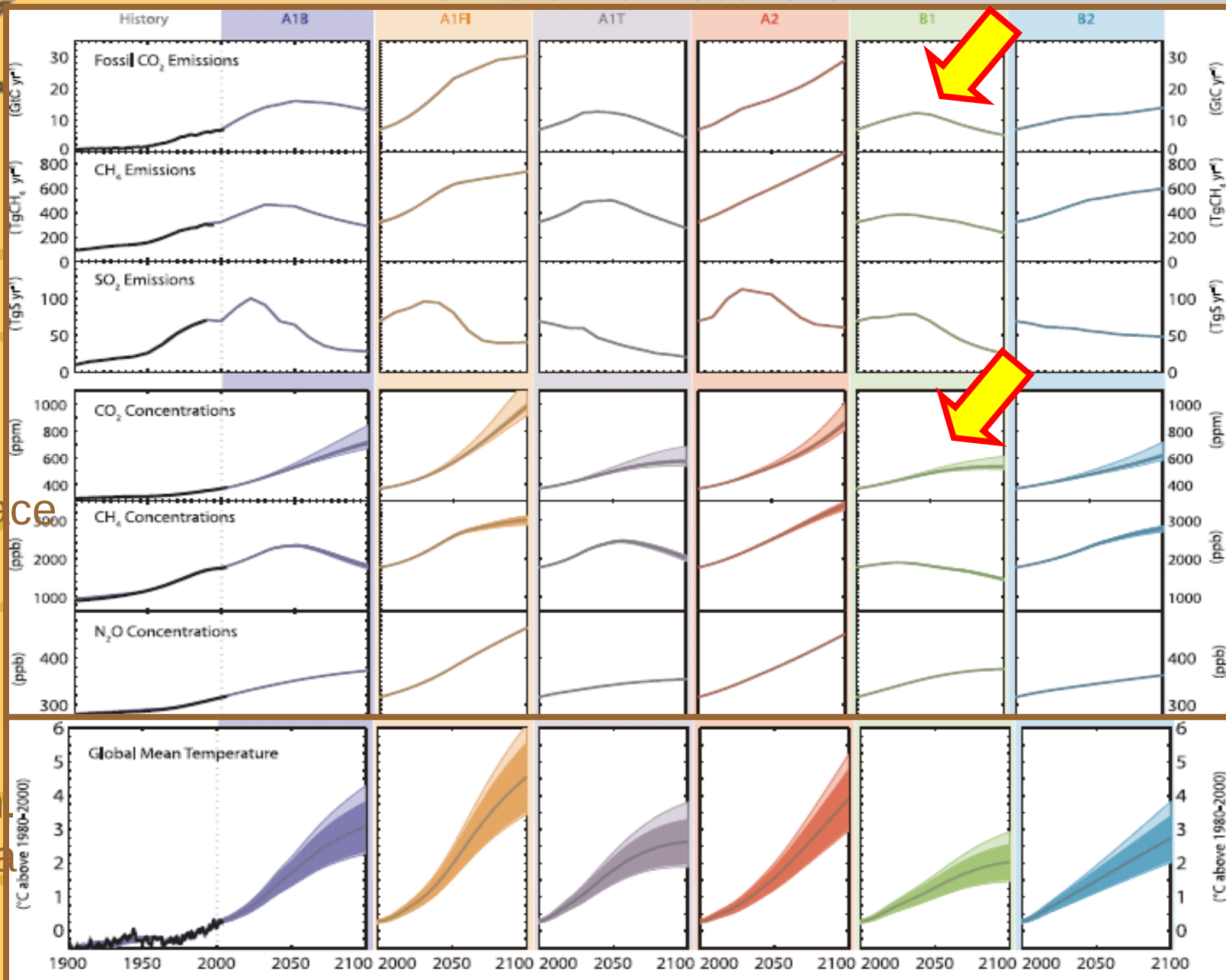


Globální klimatický model



- ★ cíl: co nejpřesněji simulovat klima Země
- ★ počítačový program
- ★ numerické řešení soustavy diferenciálních rovnic, popisujících základní fyzikální aj. zákony pro
 - atmosféru
 - oceán
 - kryosféru
 - ...

různé emisní scénáře



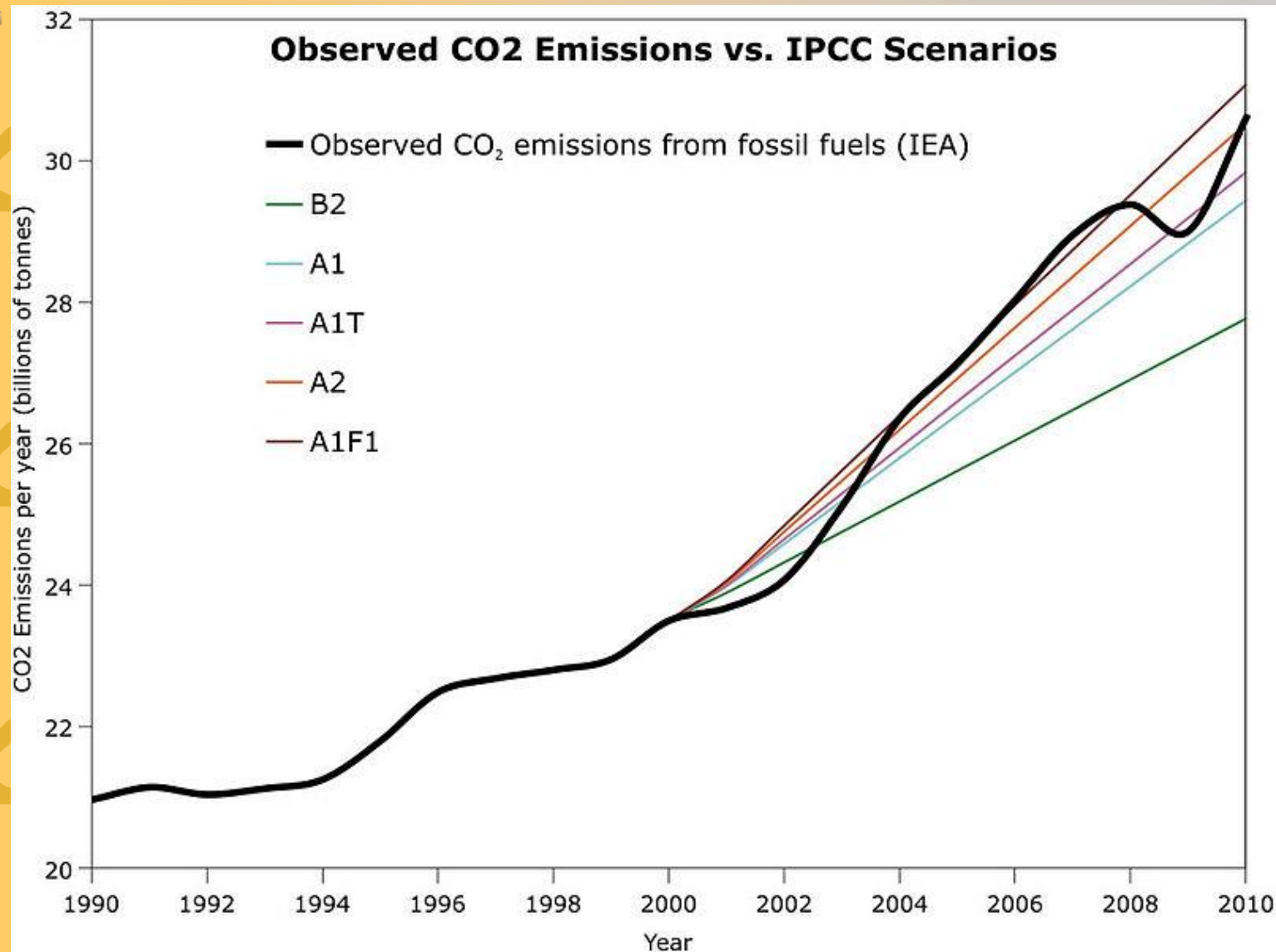
emise

koncentrace

glob. prům.
teplota



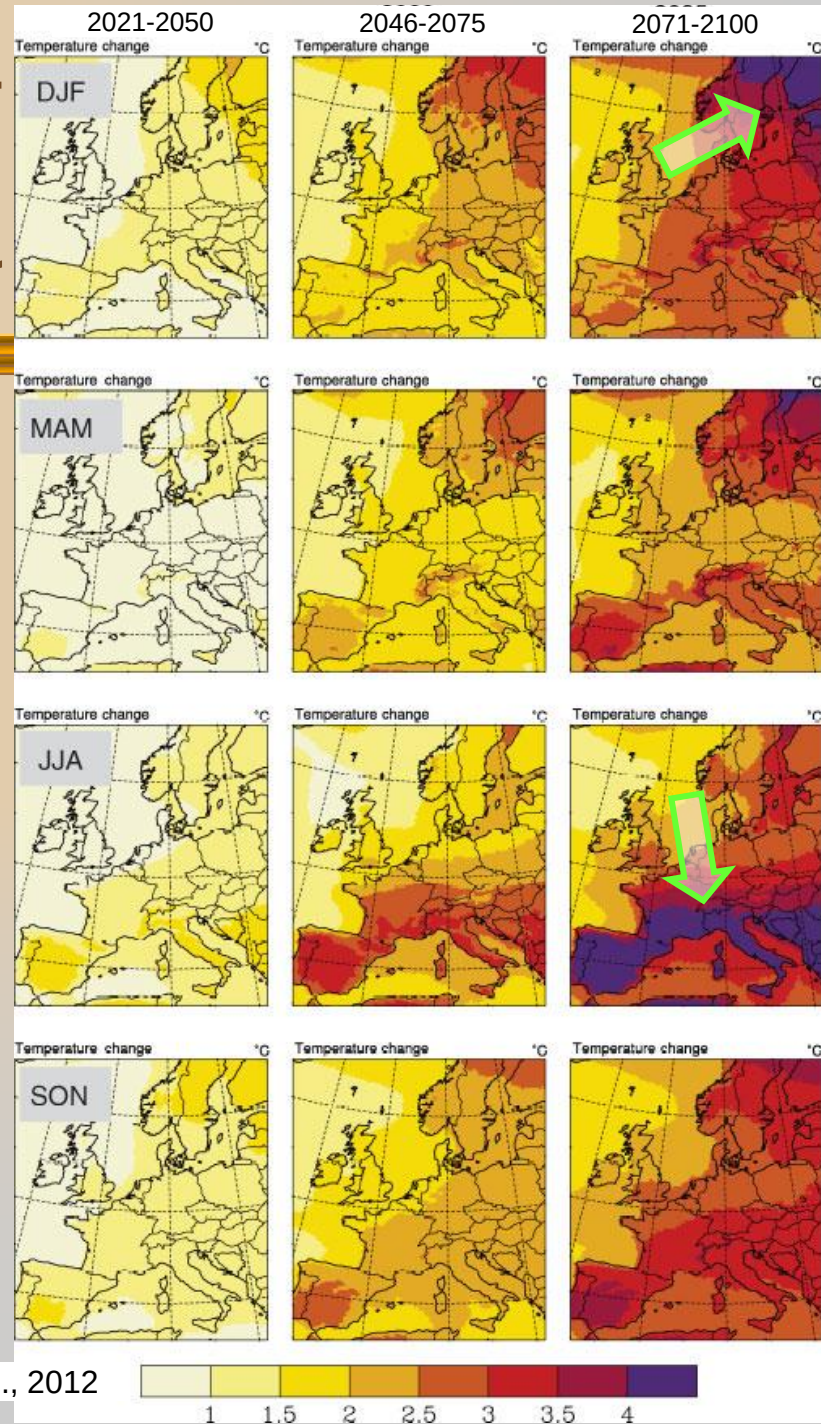
Reálné emise CO₂ vs. emisní scénáře





Budoucí změny klimatu – přízemní teplota, Evropa

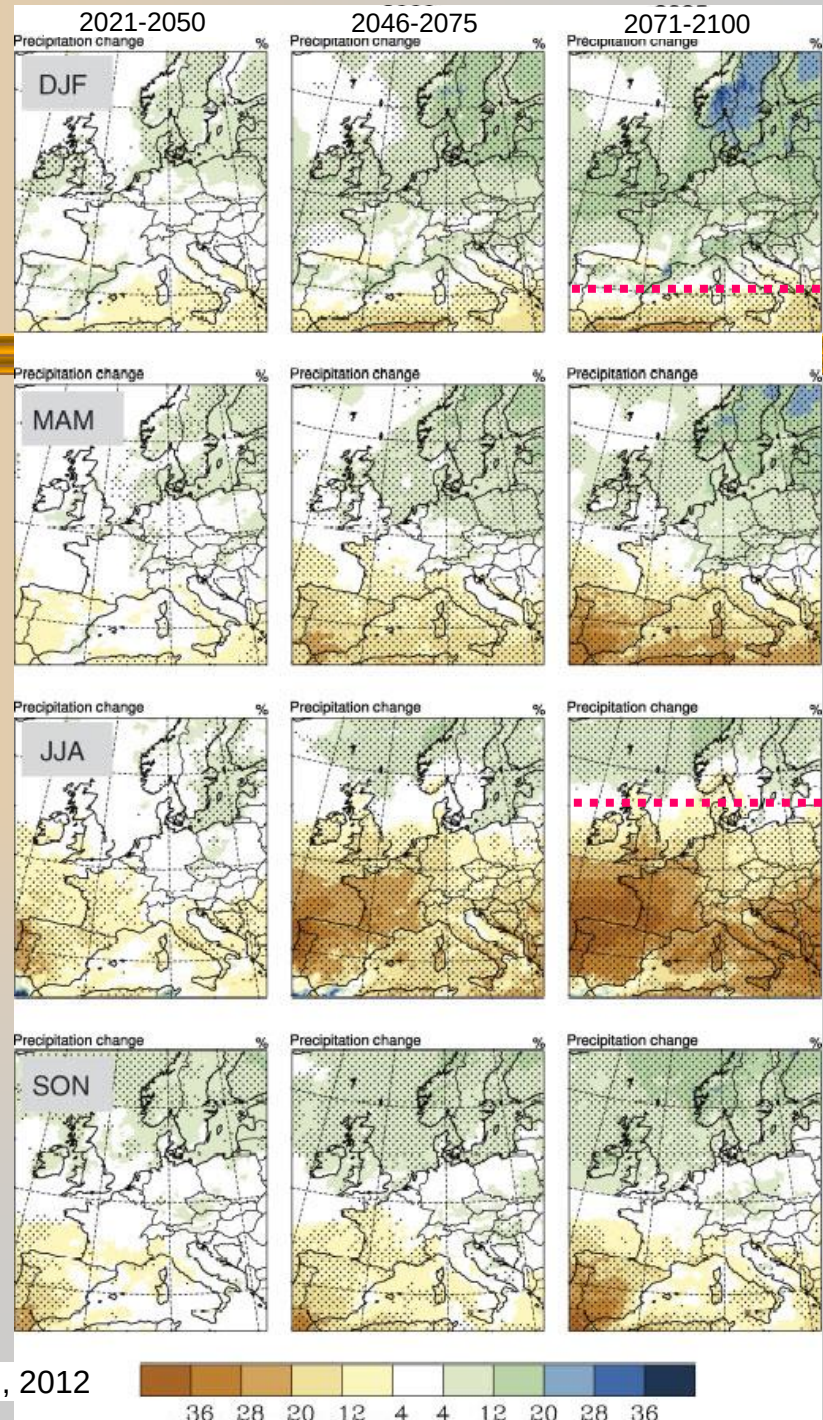
rozdíl (oteplení) oproti 1980-2009
(ve °C)
průměr z ensamble RCMs





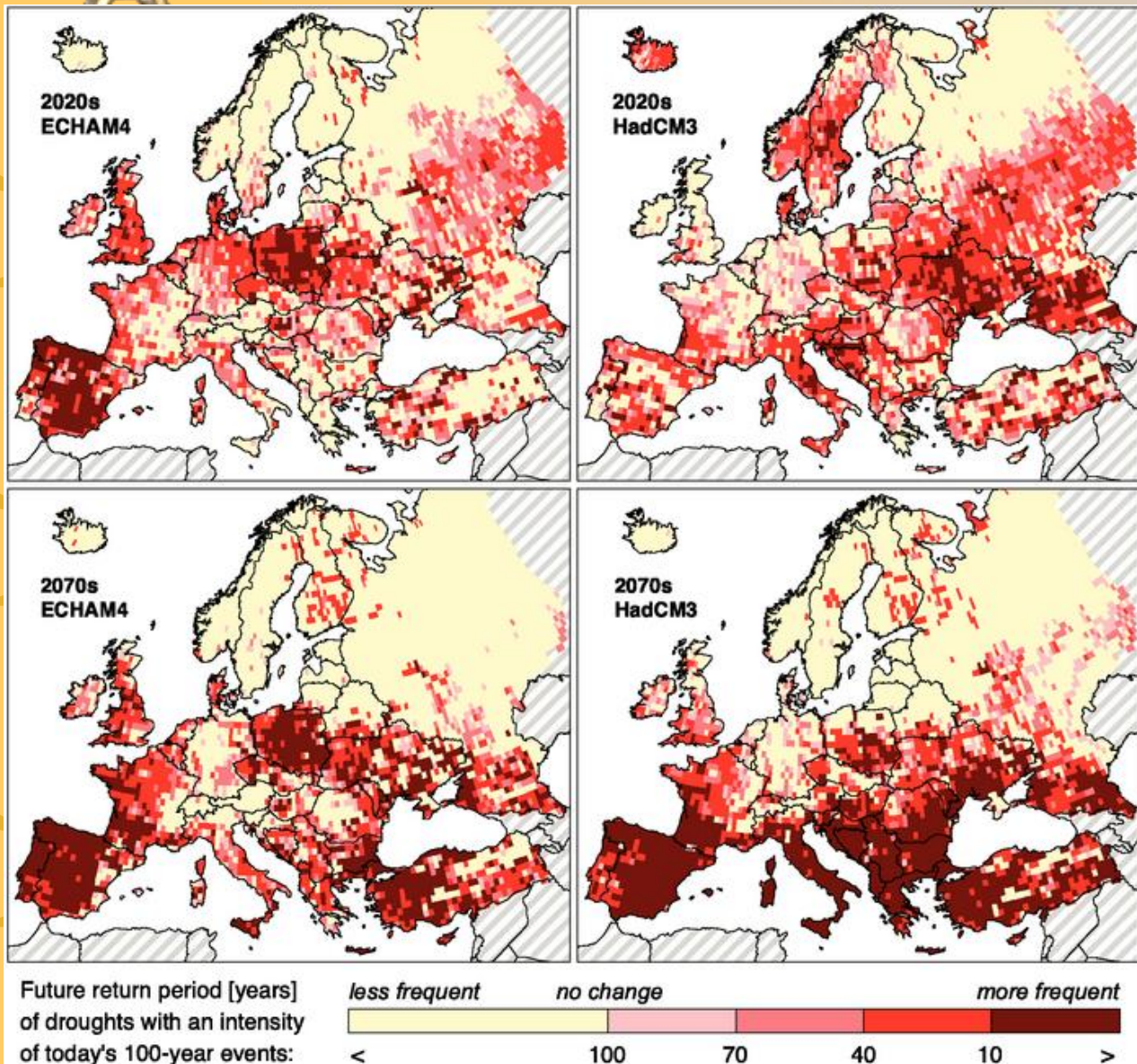
Budoucí změny klimatu – srážky, Evropa

rozdíl oproti 1980-2009 (v %)
průměr z ensamble RCMs
tečky: znaménko změny souhlasí
v $\geq 80\%$ modelů





změna doby opakování 100-letého sucha proti 1961-90





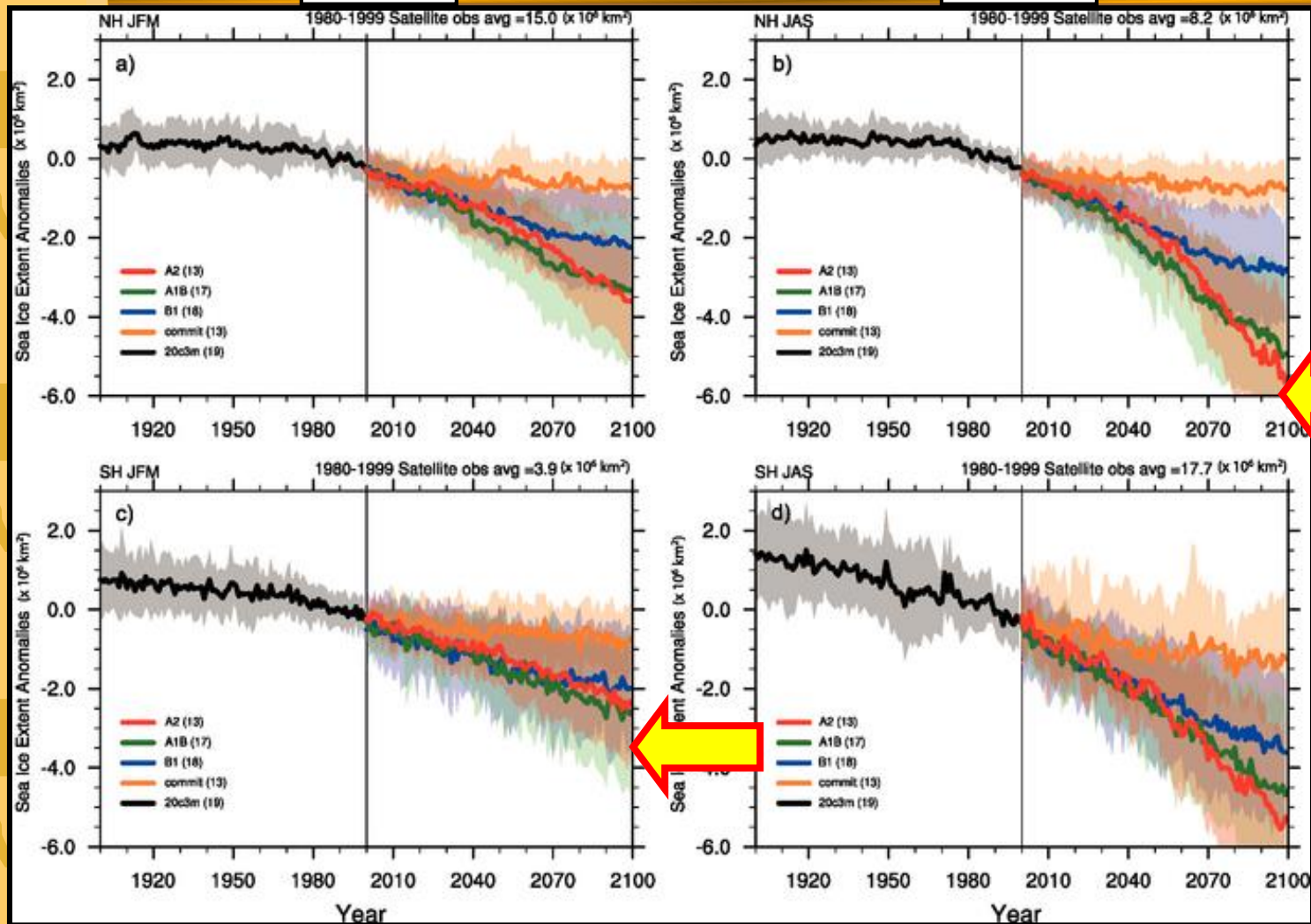
Budoucí změny klimatu – mořský led

LÚB

ČSZ

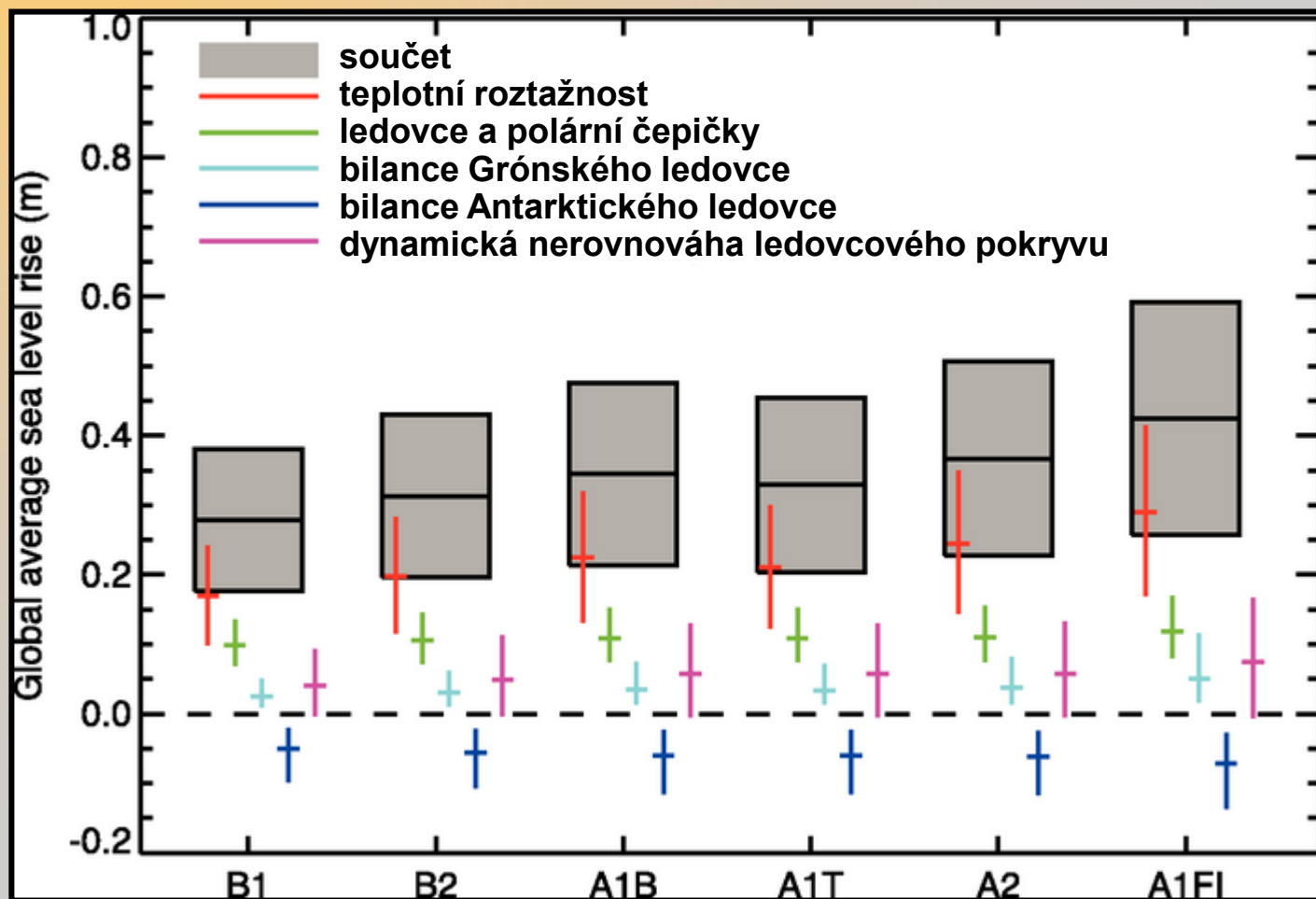
SP

JP



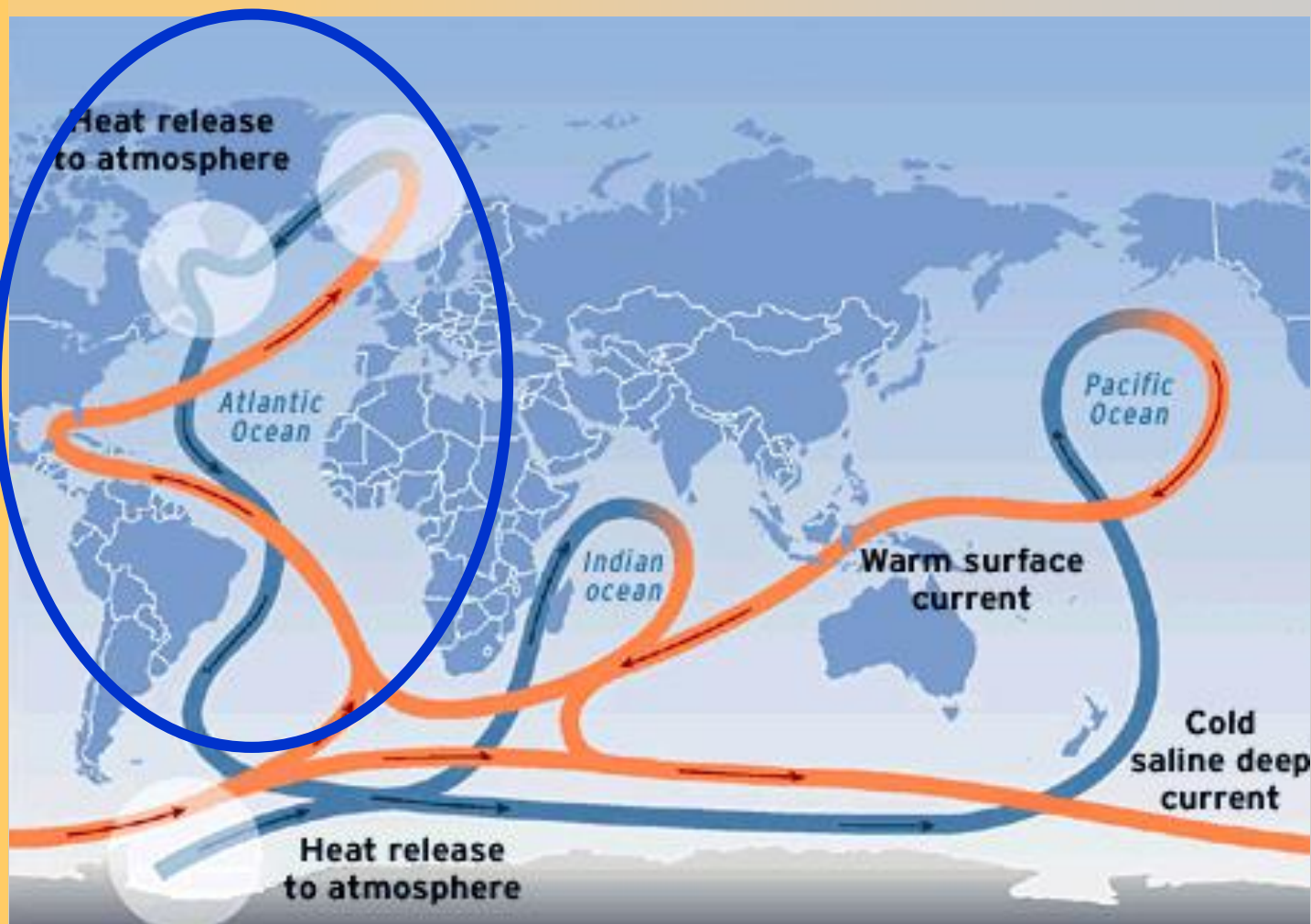


Budoucí změny klimatu – výška hladiny moře





Budoucí změny klimatu – atlantická „overturning“ (termohalinní) cirkulace





Budoucí změny klimatu – atlantická „overturning“ (termohalinní) cirkulace



- ★ všechny modely: zeslabení
- ★ ➔ zeslabení přenosu tepla do vyšších zem. šířek v atl. oblasti
- ★ kolaps (zastavení)
 - do r. 2100 žádný model neukazuje
 - nelze jej vyloučit po r. 2100
 - dramatické důsledky na klima Evropy
 - nevratnost !!!



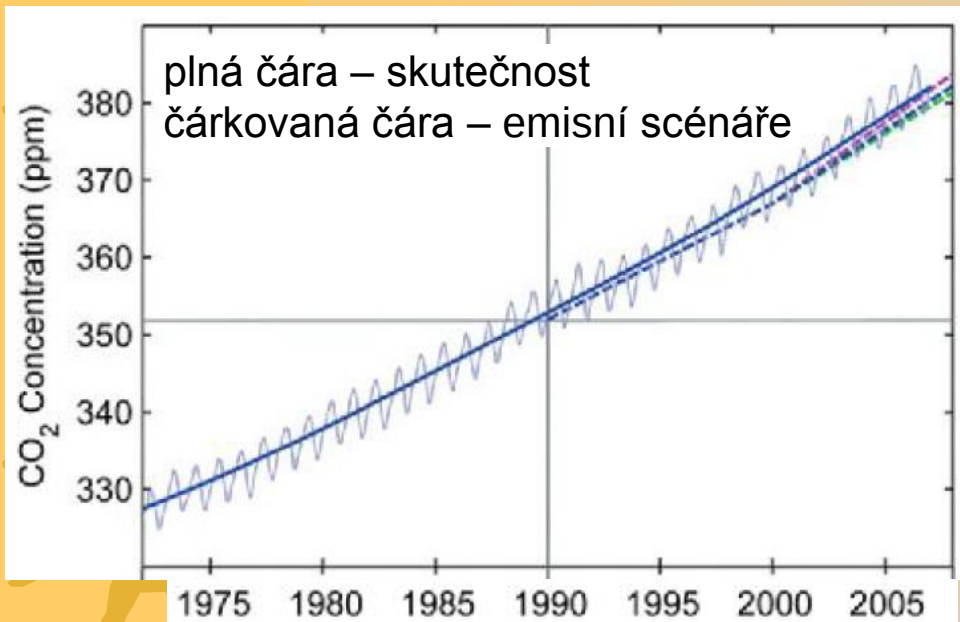
Souhlas projekcí změny klimatu se skutečností



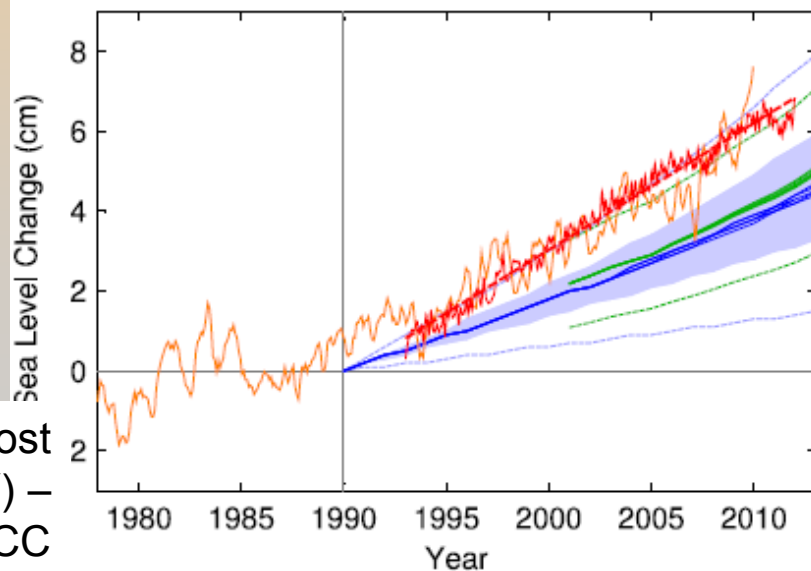
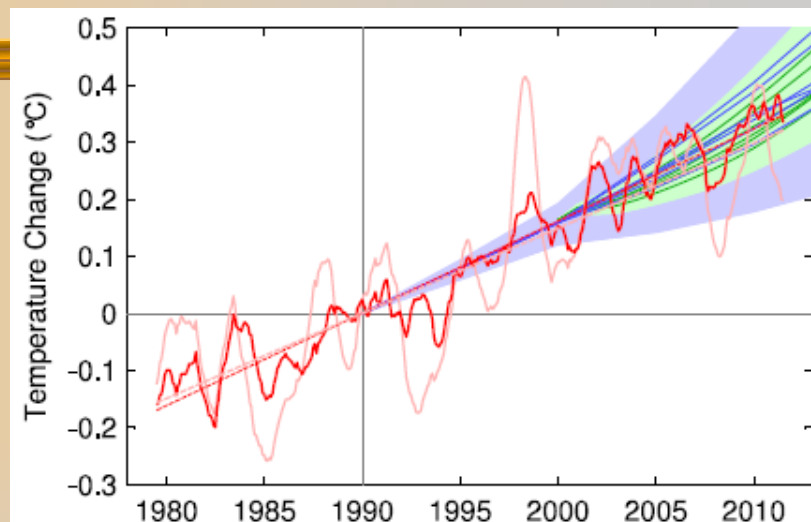
- ★ porovnání projekcí ZK pro l. 1990-2010
- ★ emisní scénáře a projekce podle 3. hodnotící zprávy IPCC
- ★ růst koncentrací CO₂ – v souladu s emisními scénáři (vzájemné rozdíly velmi malé)
- ★ růst
 - glob.prům.teploty – v souladu s projekcemi
 - výšky hladiny moře – na horní hranici projekcí



Souhlas projekcí změny klimatu se skutečností



Rahmstorf et al., *Science*, 2007;
Environ. Res. Lett., 2012



červená, oranžová – skutečnost
modrá, zelená (+ šrafování) –
projekce podle 3. a 4. zprávy IPCC



Budoucí změny klimatu – ČR



teplota

- nárůst po celý rok, větší spíše v zimě
- ➔ prodloužení vegetačního období
- proměnlivost
 - nárůst v létě (častější a prudší změny teploty)
 - spíše pokles v zimě (možná souvislost se zeslabením / snížením počtu vpádů studeného vzduchu)



srážky

- nárůst množství srážek v zimě
- v zimě méně sněžení, více deště
- v létě spíše pokles



denní amplituda teploty

- zima, jaro – spíše pokles
- léto, podzim – spíše nárůst



Co se s tím dá dělat?

- ★ **adaptační opatření:** odpověď na změnu klimatu (cílená opatření) s cílem snížit zranitelnost konkrétního systému / sektoru (přizpůsobení se změně)
- ★ **mitigační opatření:** cílená změna radiační bilance Země s cílem snížit možné dopady (projevy) změny klimatu
 - snížení emisí CO₂
 - zvýšení ukládání CO₂
 - snížení absorpce (příkonu) slunečního záření

