

# Klimatické změny

Globální cirkulační modely, paleoklimatologie,  
kontroverze

*RNDr. Milan Šálek, Ph.D.*

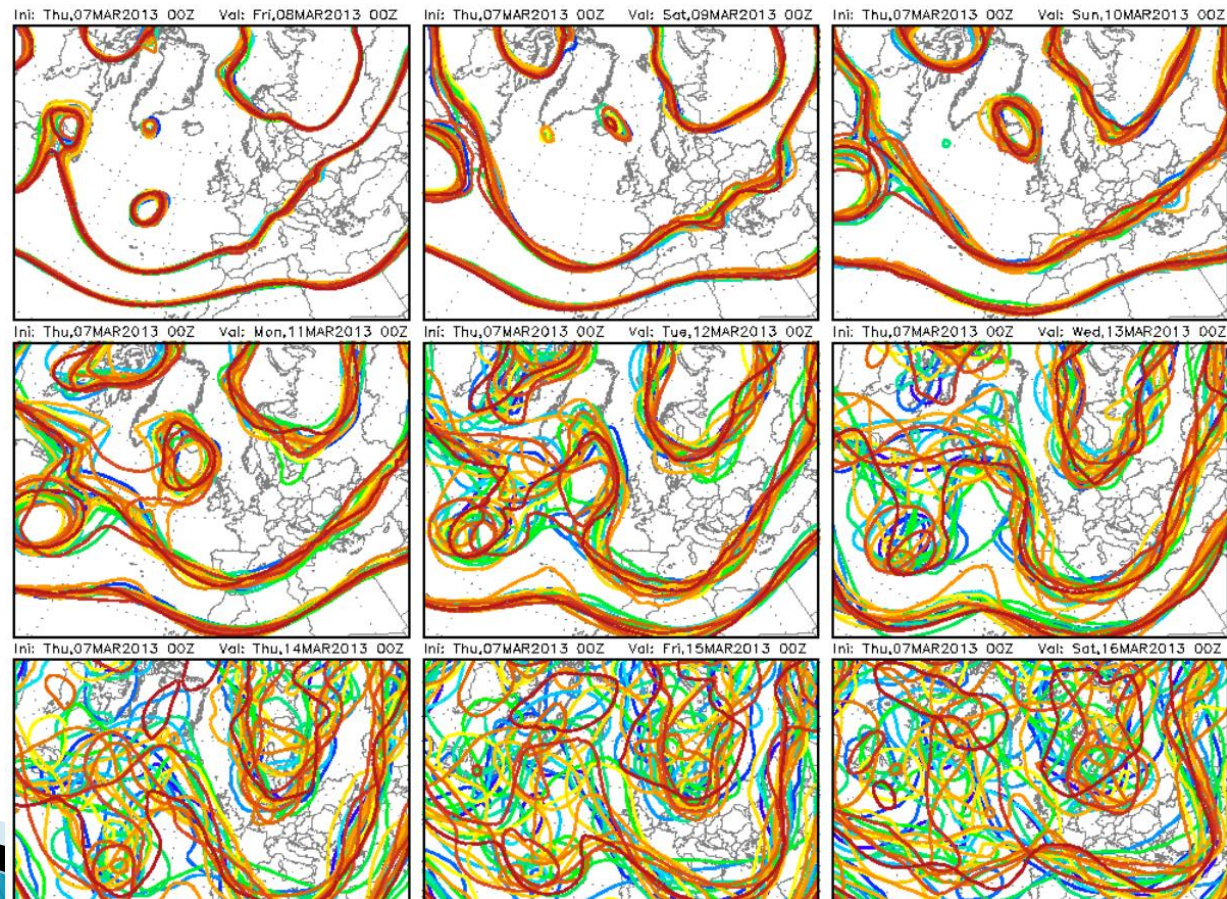
***Amper Meteo, a.s.***

<http://www.ampermeteo.cz>

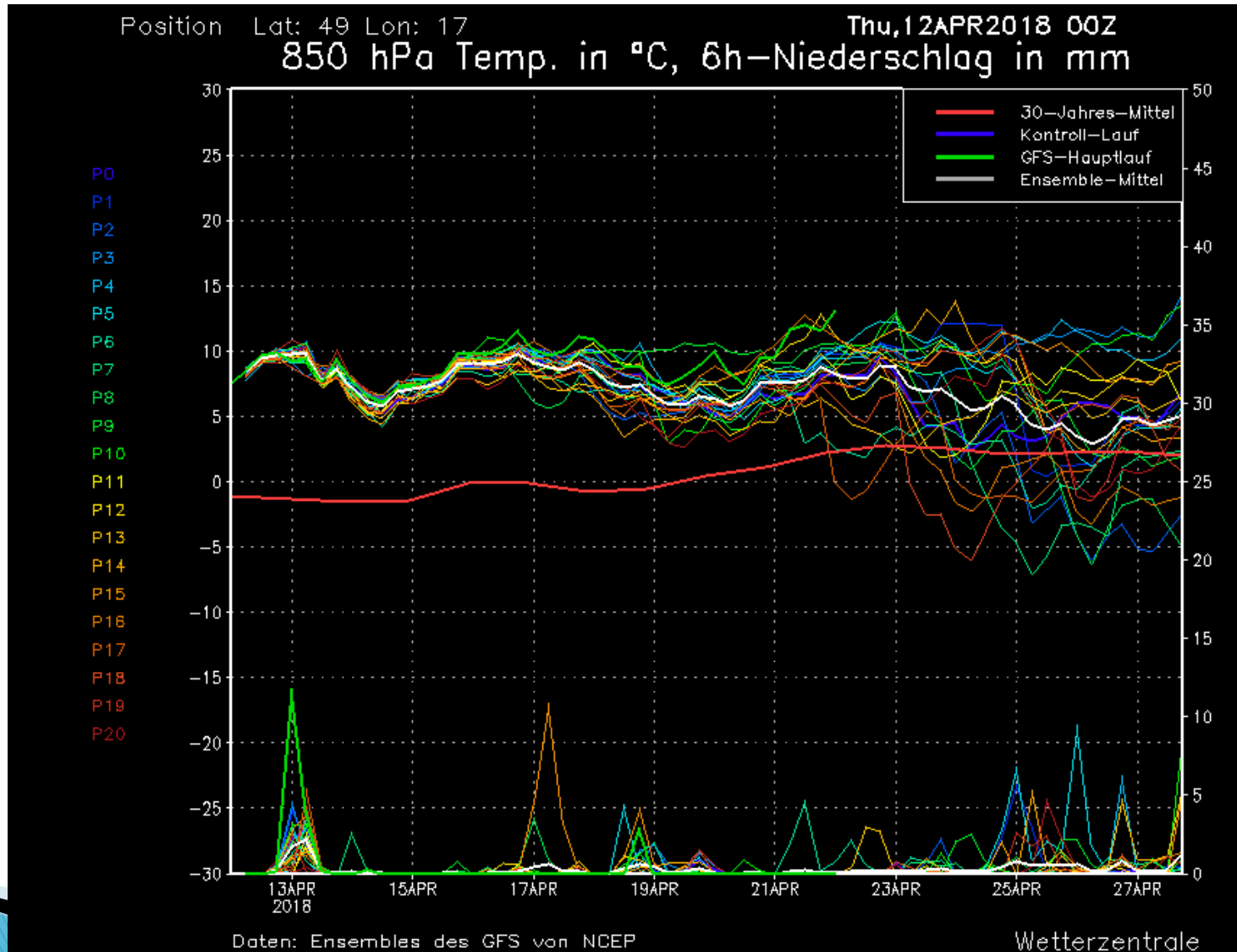
[milan.salek@email.cz](mailto:milan.salek@email.cz)

# Nejdříve se zmíníme o minulé předpovědi počasí

- ▶ Předpověď na více než cca 5–7 dní: spíše trendy, anomálie proti klimatickému průměru apod.



# Skupinová předpověď z 12. 4. 2018



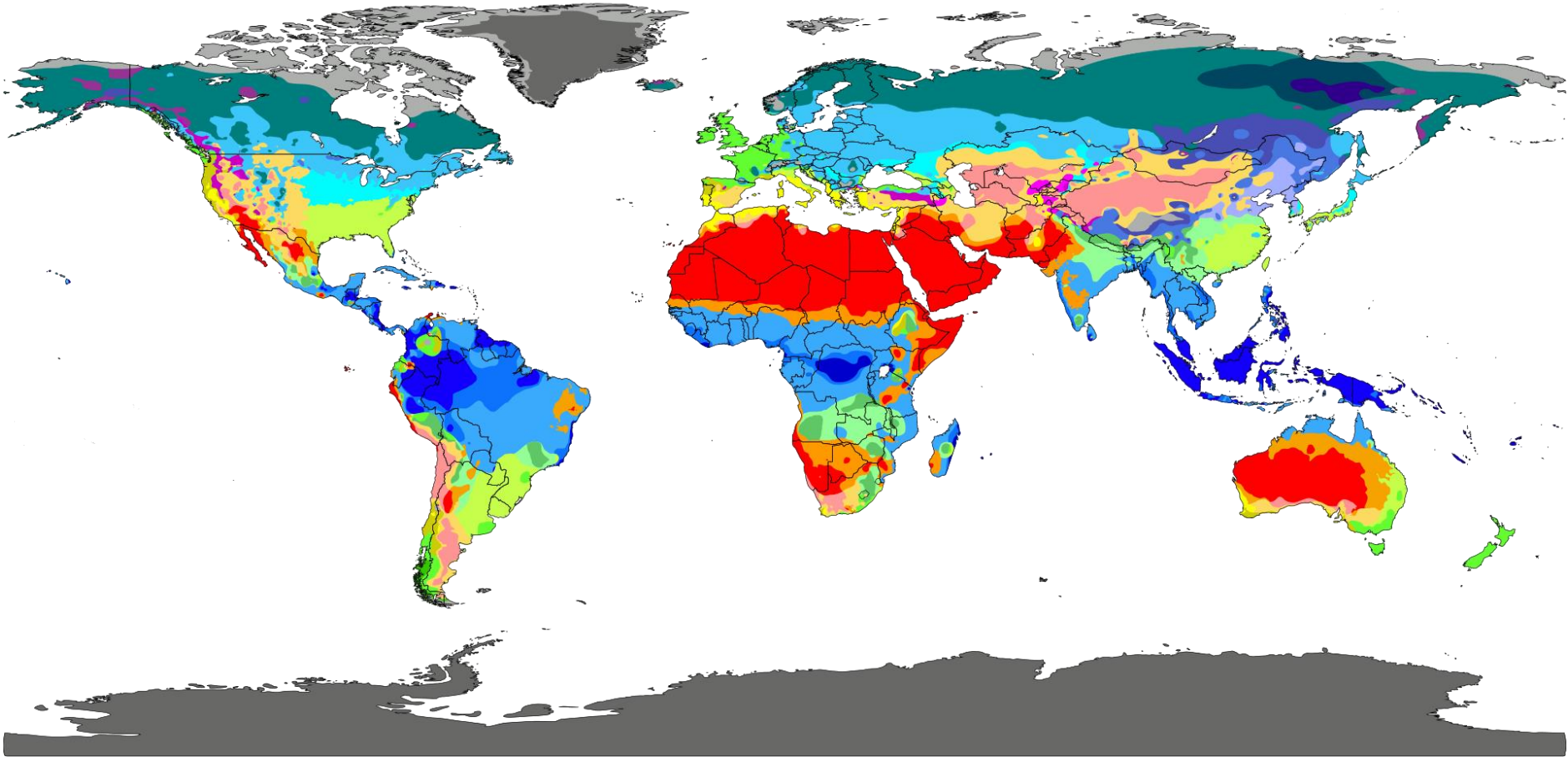
# Klimatologie (Met. slovník)

- ▶ věda o *podnebí* neboli klimatu, studující dlouhodobé aspekty a celkové účinky met. procesů probíhajících na Zemi. Vzhledem k tomu, že met. děje probíhají v konkrétních podmínkách Země a jsou tudíž modifikovány geograf. faktory, označil K. Knoch (1930) klimatologii za regionální *meteorologii*. Z tohoto hlediska stojí klimatologie na rozhraní geofyz. a geograf. disciplín.

# Klimatologie (Met. slovník – pokr.)

- ▶ K hlavním úkolům klimatologie patří:
  - a) studium *utváření podnebí* na Zemi jako planetě i v jejích jednotlivých částech, tj. studium *klimatogenetických procesů*;
  - b) popis a objasnění podnebných zvláštností oblastí Země od velikosti kontinentů a oceánů až po nejmenší měřítko;
  - c) třídění neboli *klasifikace podnebí* a vymezení *klimatických oblastí*, tj. *klimatologická rajonizace* (regionalizace);
  - d) studium podnebí v dobách historických a geologických, *kolísání podnebí* a *klimatických změn*, které směřuje i k pokusům o *předpověď změn podnebí*, v poslední době s využitím mat. *modelů podnebí*.

World map of Köppen-Geiger climate classification



Peel, M. C. and Finlayson, B. L.  
and McMahon, T. A. (2007)  
(University of Melbourne)

Af	BWh	Csa	Cwa	Cfa	Dsa	Dwa	Dfa	ET
Am	BWk	Csb	Cwb	Cfb	Dsb	Dwb	Dfb	EF
Aw	BSh	Cwc	Cfc	Dsc	Dwc	Dfc		
	BSk			Dsd	Dwd	Dfd		

Vectorization by : Ali Zifan

# Klimatické změny (Met. slovník)

- ▶ změna podnebí probíhající po rel. velmi dlouhou dobu v jednom směru, např. směrem k oteplení n. ochlazení. Týká se Země jako celku, na různých místech se však může projevit různě intenzívně, oteplení či ochlazení bývá např. nejvíce patrné ve vysokých zeměp. š. Příčiny klim. změny mohou být jak astron. povahy, (např. změny parametrů orbitální dráhy Země kolem Slunce), tak rázu telurického (změny v rozložení pevnin a oceánů, změny propustnosti atmosféry atd.).  
V geol. minulosti Země došlo nejednou k výrazným klim. změnám. Dlouhá období mírného teplého podnebí bez trvalé led. pokrývky v polárních oblastech byla čas od času vystřídána obdobími chladného podnebí, kdy pevn. ledovce zasahovaly z polárních oblastí daleko do mírných šířek.

# Rychlost klimatických změn

## Mladší Dryas:

- ▶ Před cca 14500 lety
- ▶ Při probíhajícím oteplení (z glaciálu do interglaciálu) došlo k rychlému ochlazení, zvanému Mladší Dryas (podle rostliny *Dryas octopetala*)
- ▶ Následné oteplení na konci mladšího Dryasu (před 11500 roky): V Grónsku o 10 °C za 10 let

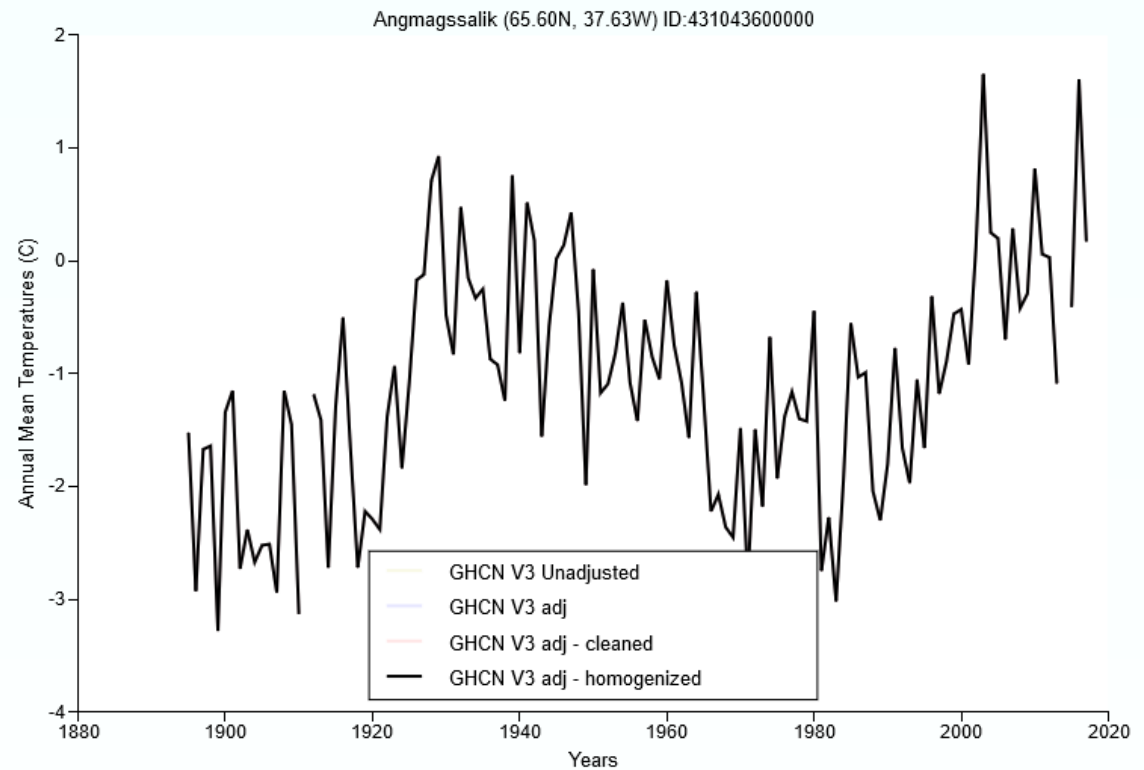


# Současné oteplení v Grónsku

- ▶ cca 1 °C za 10 let, tedy cca 10x menší

GISS Surface Temperature Analysis

Station Data: Angmagssalik (65.60N, 37.63W)



# (Antropogenní) globální oteplování (změny klimatu)

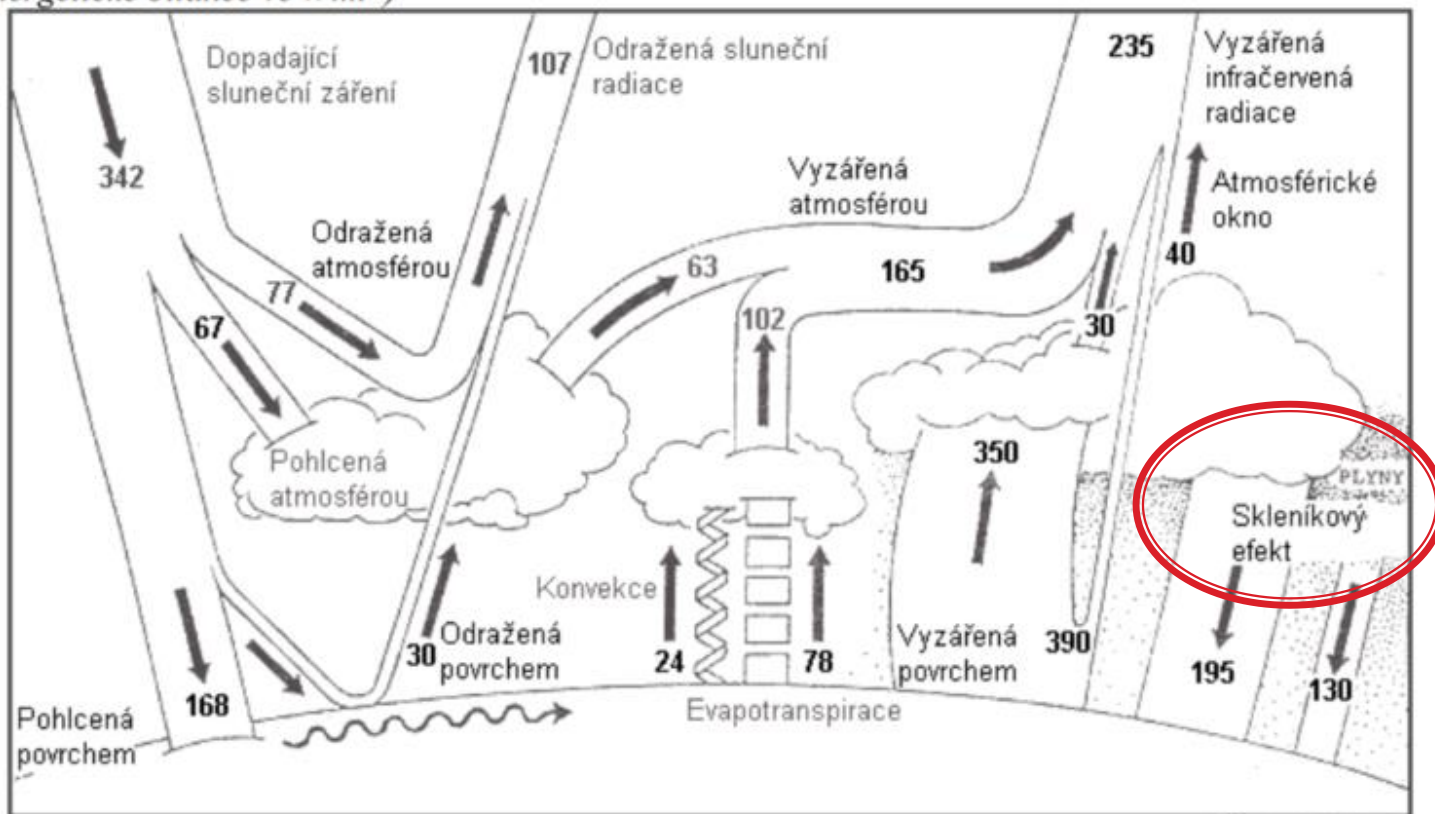
- ▶ Hypotéza o výrazném a bezprecedentním oteplování, které je z většiny způsobeno antropogenními emisemi skleníkových plynů a které má převážně negativní, potenciálně i katastrofické účinky na životní prostředí i život člověka

# (Antropogenní) globální oteplování – pokr.

- ▶ Opírá se o tyto pilíře:
  - Teorie skleníkového efektu
  - Pozorované změny teploty v době přístrojových pozorování
  - Paleoklimatické výzkumy, proxy (=nepřímá, náhradní) data
  - Výpočty (klimatických) GCM modelů (Global Circulation Models) s důrazem na zvyšující se radiační účinek (předpokládaných) zvyšujících se koncentrací tzv. skleníkových plynů

# Skleníkový efekt

*Radiační bilance a působení skleníkového efektu (jsou uvedeny globální hodnoty vybraných složek energetické bilance ve  $W \cdot m^{-2}$ )*

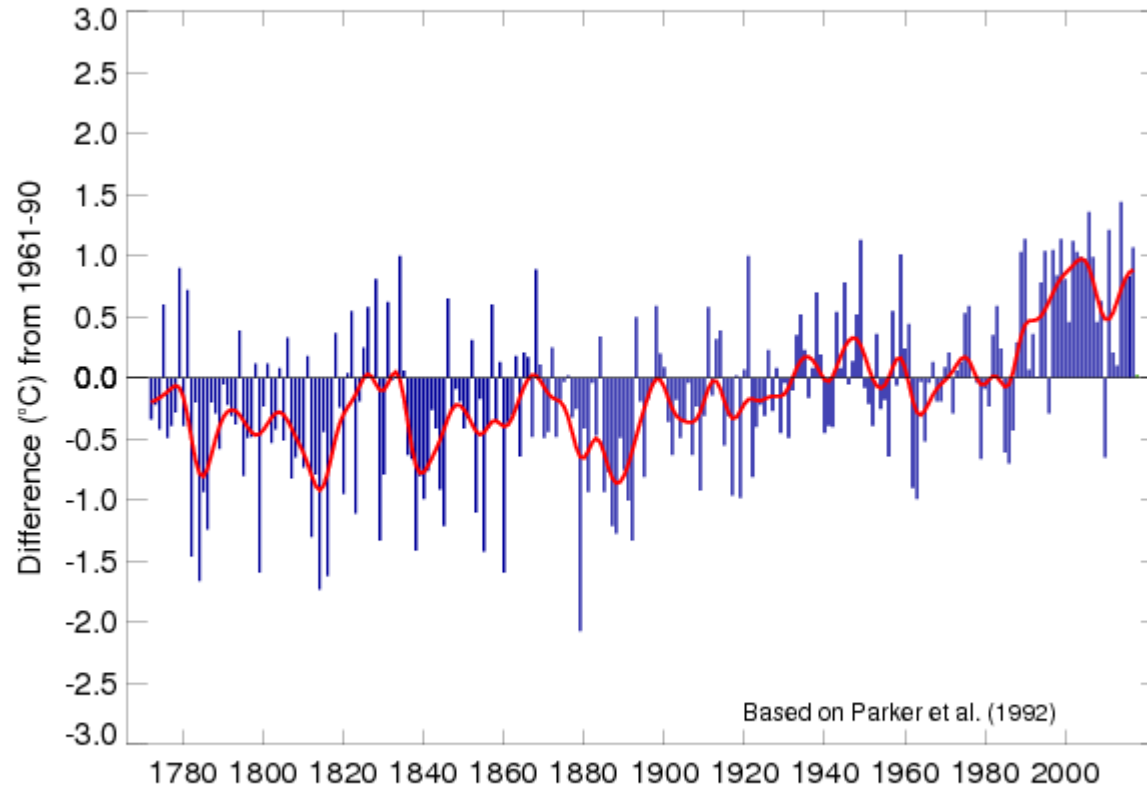


Zdroj: IPCC - TAR

# Pozorované změny teploty



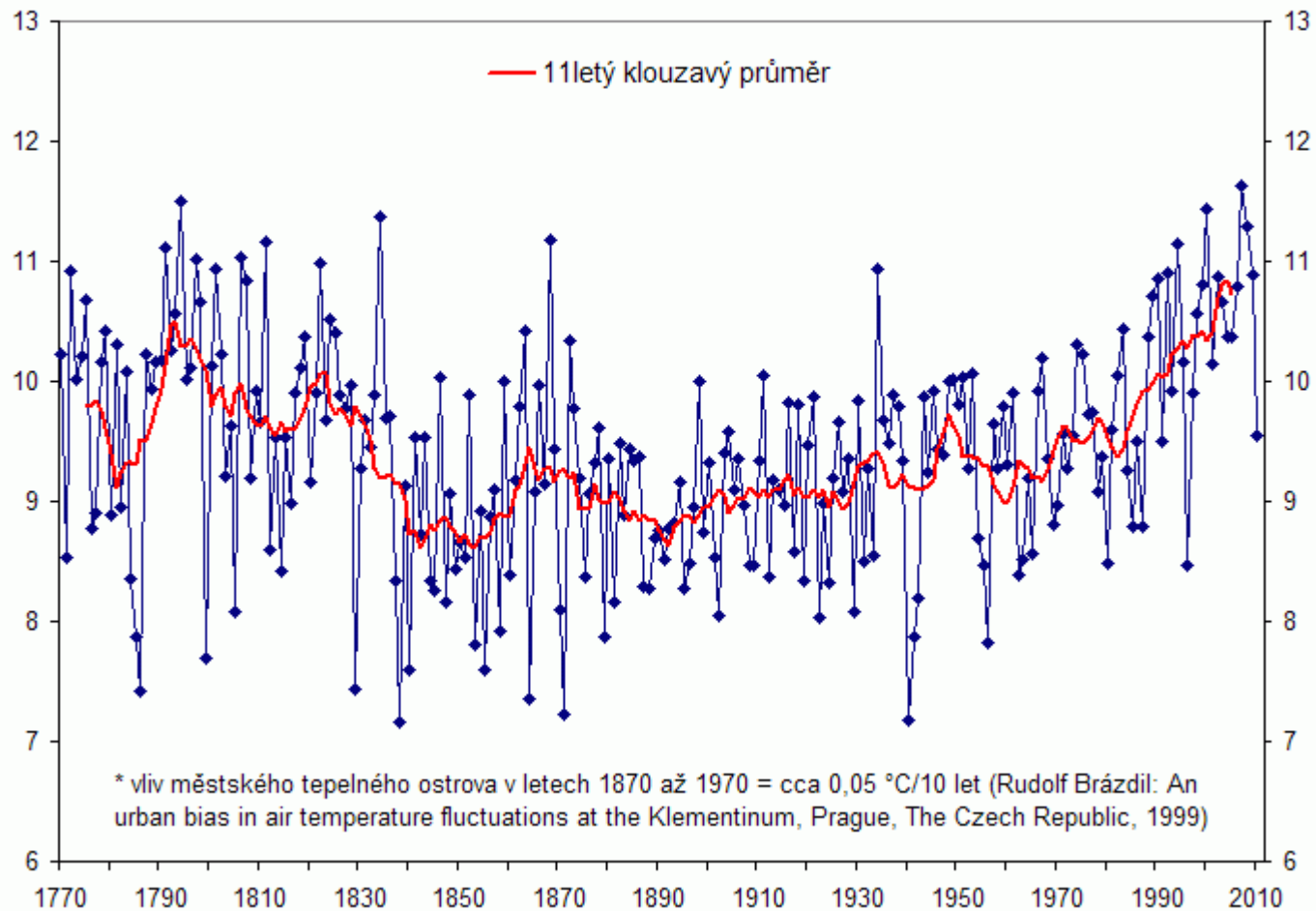
Mean Central England Temperature  
Annual anomalies, 1772 to 6<sup>th</sup> Apr 2018



Roční teploty pro oblast střední Anglie od r. 1772

# Pozorované změny teploty

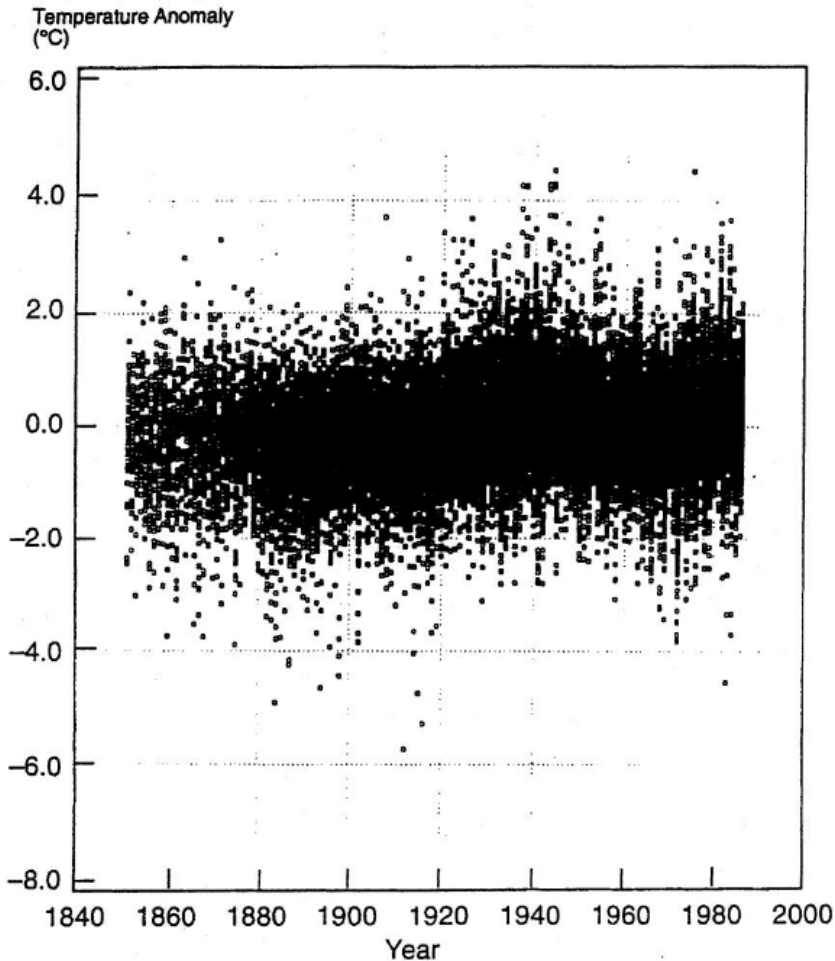
Teploty v Praze Klementinu - rok (°C) - očištěno o vliv tepelného ostrova\*  
zdroj: Český hydrometeorologický ústav, zpracoval: Josef Zemánek



# Změny teploty na Zemi

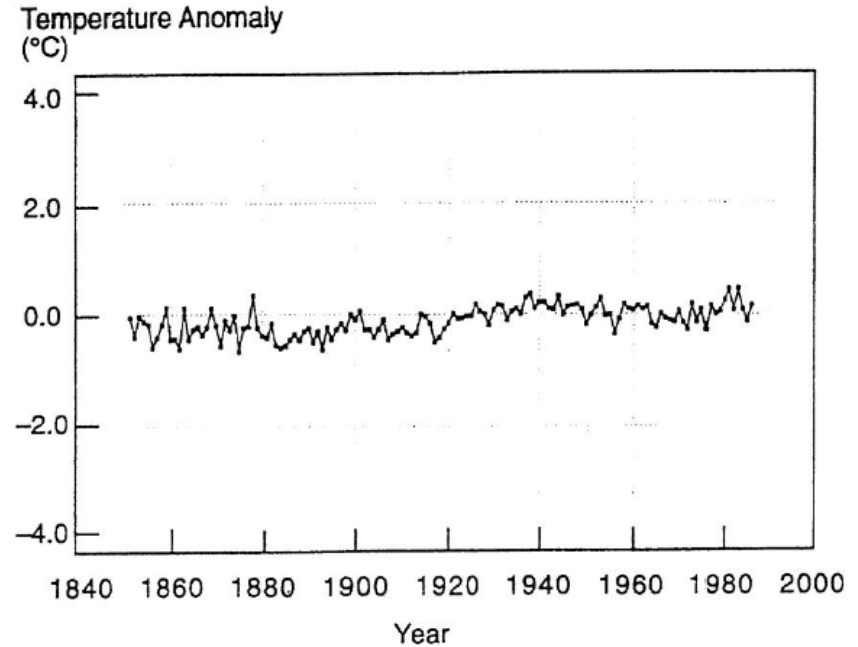
- ▶ Desetitisíce stanic s často různými metodami pozorování a měření, s měnícími se geograf. podmínkami (Urban Heat Island, UHI), často s mezerami nebo s předčasně ukončeným měřením
- ▶ Světové databáze stanic (např. [GISS/Gistemp](#), [Climate Research Unit/CRU](#))
- ▶ Mikrovlnná družicová měření zohledňující i různé vrstvy atmosféry (např. [Remote Sensing Systems](#))

## Deviations of Annual Mean Temperature from Long-term Average



**1. Data points averaged to obtain time record of global mean temperature. Note points range from less than -2C to more than +2C.**

## Globally Averaged Deviations from Average Temperature Plotted on a Scale Relevant to the Individual Station Deviations

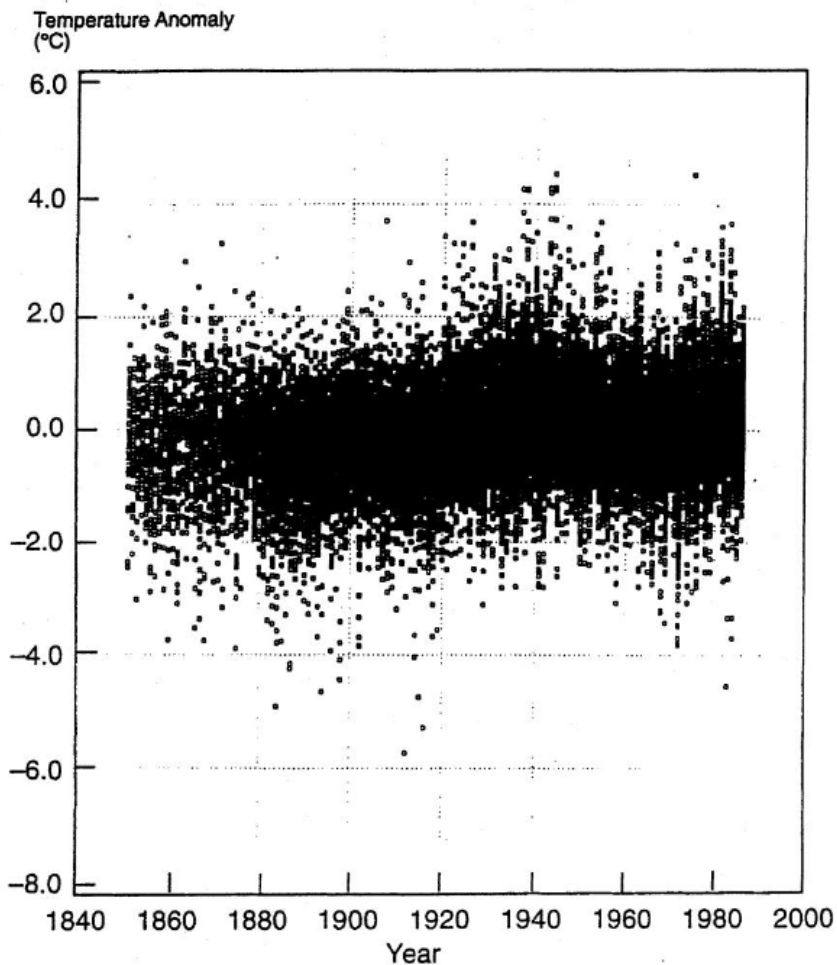


**2. Average of points in previous figure.**

Notice the vertical scale in the above diagrams. Relative to the variability in the data, the changes in the globally averaged temperature anomaly look negligible.

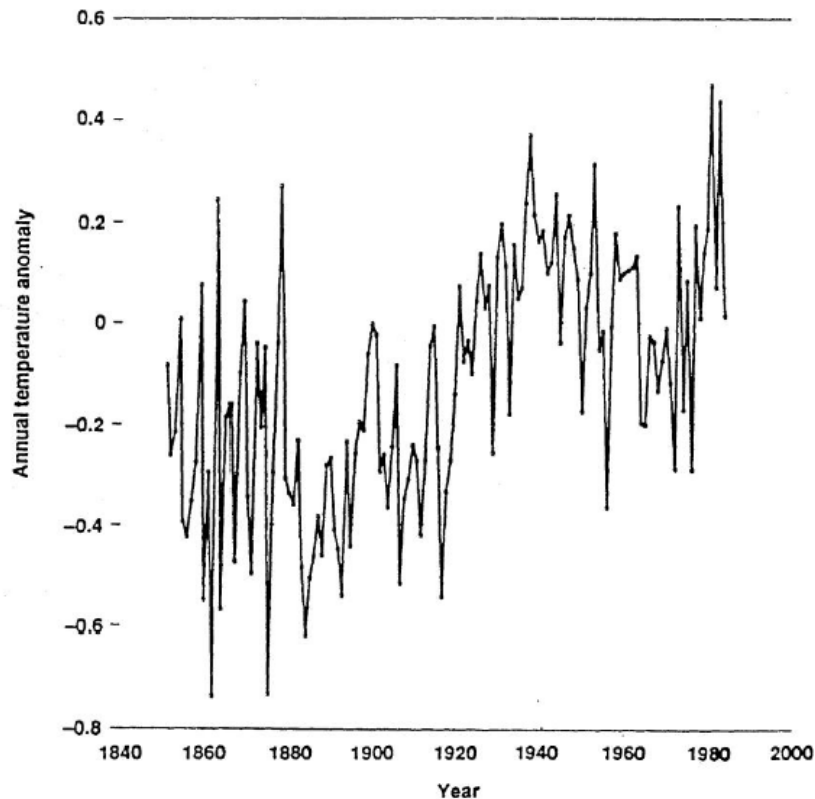


## Deviations of Annual Mean Temperature from Long-term Average



**1. Data points averaged to obtain time record of global mean temperature. Note points range from less than -2C to more than +2C.**

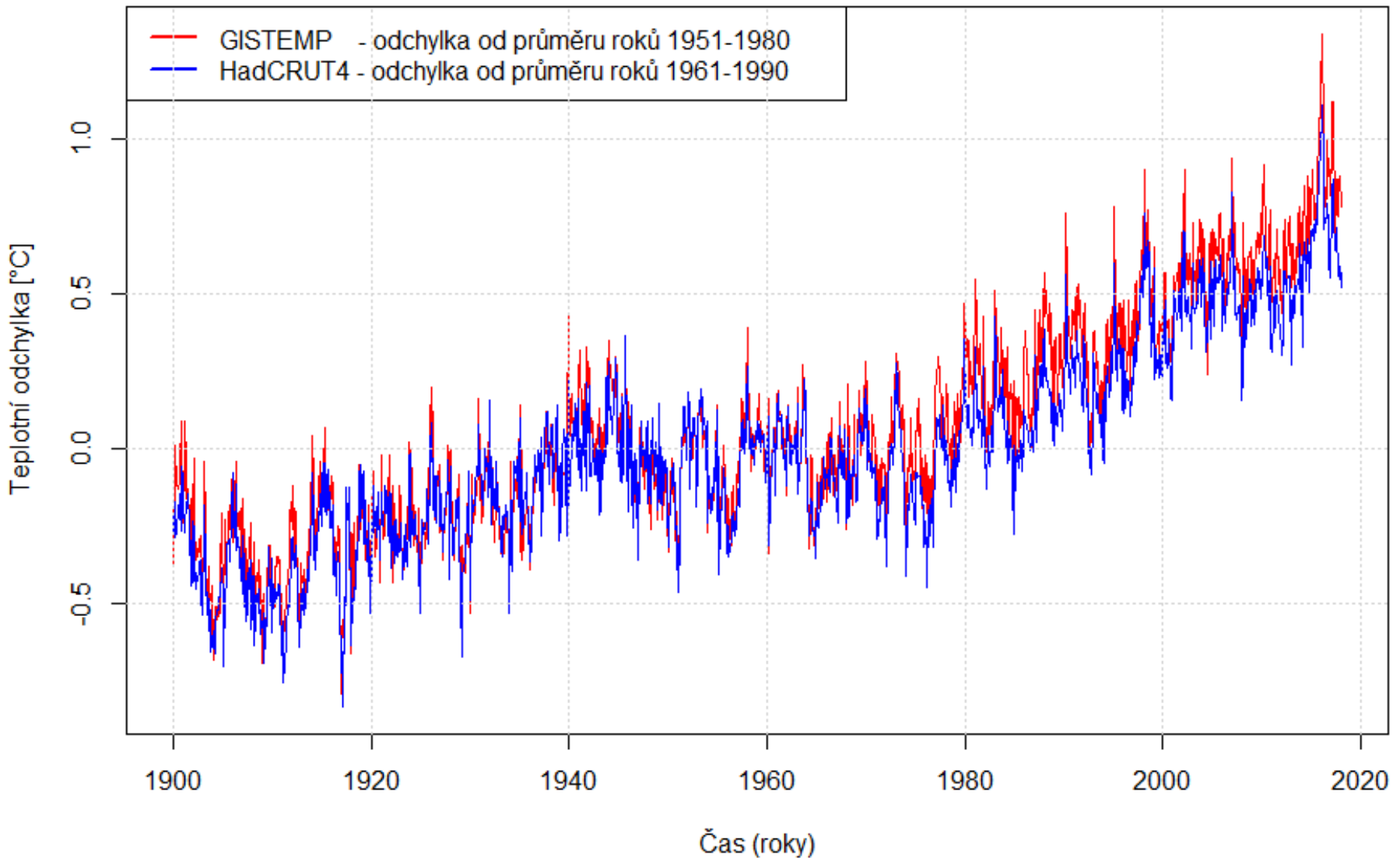
## CRU NH Average Annual Anomalies (1851-1984)



**3. Curve in previous figure stretched to fill graph. Note that range is now from about -0.6C to +0.3C.**

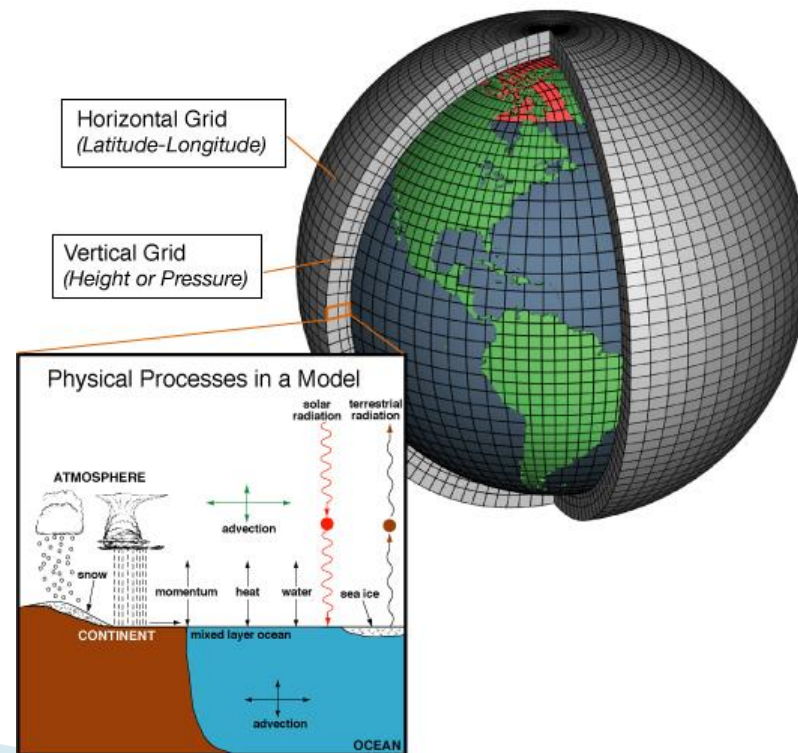
# Změna teploty za posledních 100–150 let

**Odchyly průměrných měsíčních teplot na Zemi  
od dlouhodobého průměru podle údajů GISTEMP a HadCRUT4**



# Globální cirkulační modely

- ▶ Odvozené z NWP modelů (Numerical Weather Prediction models)
- ▶ Integrace pro desetiletí–staletí



# Základní rovnice

**Pohybové rovnice (rovnice impulsu, dynamická část modelu):**

$$\frac{d\vec{v}}{dt} + 2\vec{\Omega} \times \vec{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{g} + \vec{F}$$

$\vec{v}$  - vektor větru

$\vec{g}$  - gravitační zrychlení Země

$\vec{\Omega}$  - úhlová rychlost rotace Země

$\vec{F}$  - síla tření (včetně vnitřního tření)

$p$  - tlak vzduchu

$\rho$  - hustota vzduchu

# Základní rovnice

## Rovnice kontinuity

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial\rho}{\partial t} + \vec{v}\nabla\rho = -\rho\nabla\vec{v}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} + u\frac{\partial\rho}{\partial x} + v\frac{\partial\rho}{\partial y} + w\frac{\partial\rho}{\partial z} = \frac{d\rho}{dt} = \rho\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right)$$

# Základní rovnice

První věta termodynamická,  
přepsaná do následujícího tvaru:

$$c_p \frac{dT}{dt} = \alpha \omega + F_T$$

**T** - teplota vzduchu [K]

**C<sub>p</sub>** - měrné teplo při konstantním tlaku

$\omega = \frac{dp}{dt}$  - generalizovaná vertikální rychlost

$\alpha$  - měrný objem vzduchu

**F<sub>T</sub>** - dodaná tepelná energie

# Základní rovnice

**Stavová rovnice:**

$$p\alpha = RT$$

**$R = 287 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$  - plynová konstanta pro suchý vzduch.**

**Rovnice bilance vodní páry (rovnice kontinuity vodní páry):**

$$\frac{dQ}{dt} = F_Q$$

**Q - směšovací poměr**

**(hmotnost vodní páry / hmotnost suchého vzduchu)**

**$F_Q$  - změna množství vodní páry způsobená výparem  
nebo kondenzací vody.**

# Rovnice energetické bilance

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \vec{u} \nabla T = SW \updownarrow + LW \updownarrow + SH + LH + Conv(T)$$

$SW = f(\text{clouds}, \text{aerosols}, \dots)$  - krátkovlnné záření

$LW = f(T, q, CO_2, GHG \dots)$  - dlouhovlnné záření

$SH$  - cítěné teplo

$LH$  - latentní teplo

$Conv(T)$  - efekt konvekce



# Zahrnutí oceánu

$$\frac{\partial \vec{u}_2}{\partial t} + \vec{u}_2 \nabla \vec{u}_2 + 2\Omega \times \vec{u}_2 = -\frac{1}{\rho_0} \nabla p + \vec{F} + \tau_0$$

$$\nabla \vec{u}_2 + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$0 = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g; \rho = f(T, s)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \vec{u}_3 \nabla T = Q_0 + C(T)$$

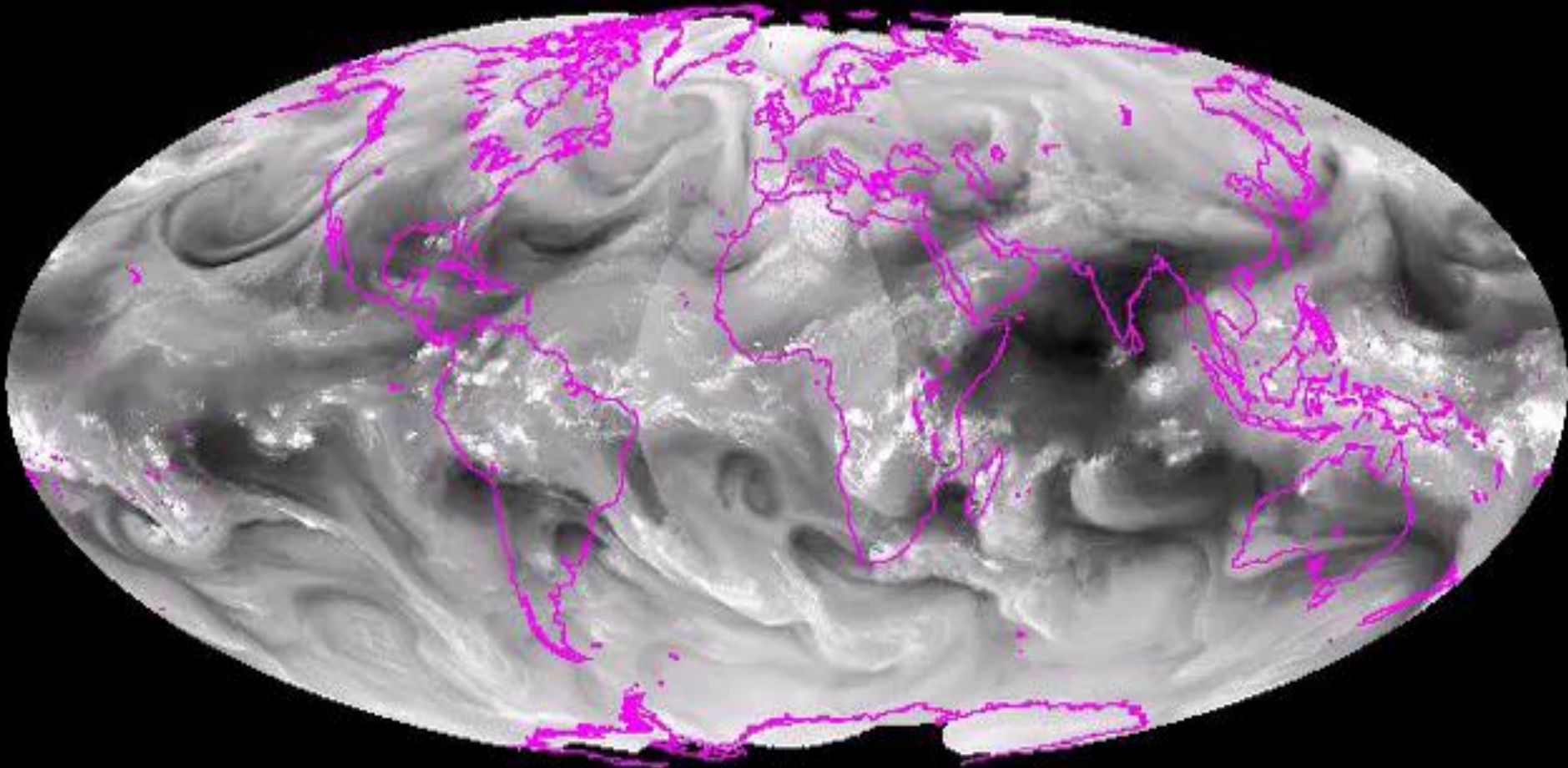
$C(T)$  - konvektivní mísení

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \vec{u}_3 \nabla s = \frac{s_0}{\rho_0 \Delta z} (E - P) + C(s)$$

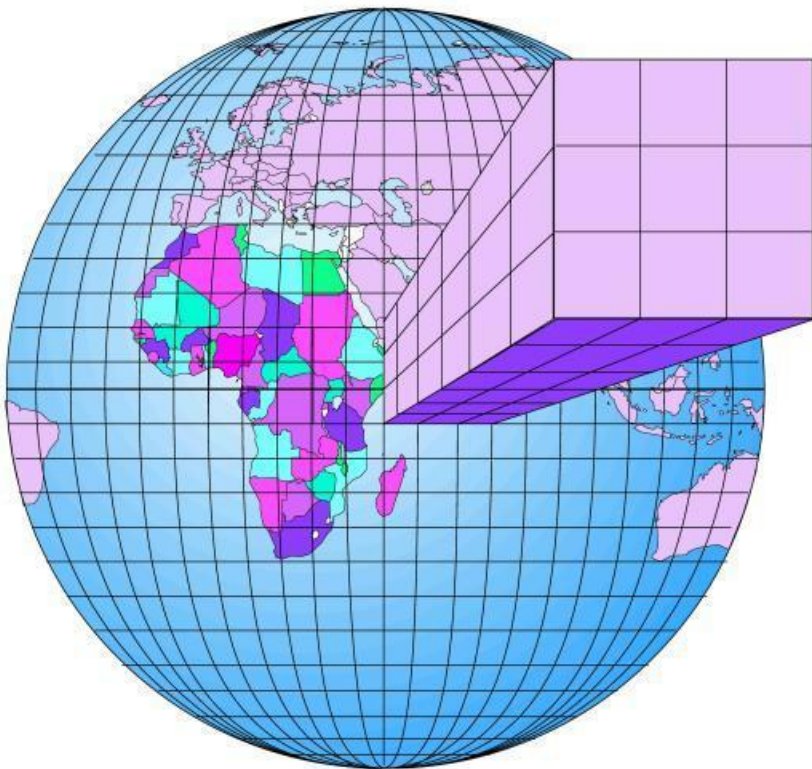
$C(s)$  - konvektivní mísení

# Všeobecná cirkulace atmosféry

WATERVAPOR COMPOSITE FROM 24 MAR 12 AT 15:00 UTC (SSEC:UW-MADISON)

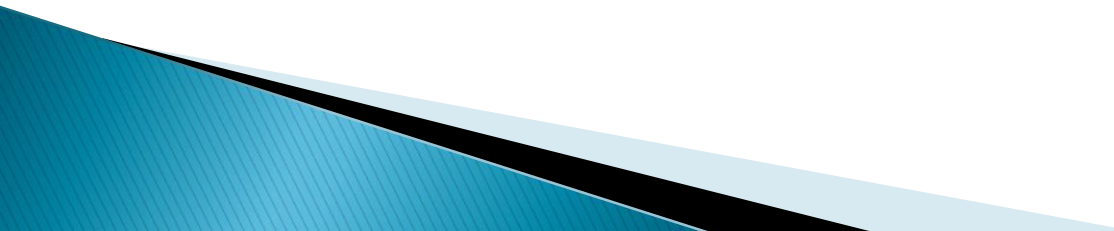


# Moderní klimatické (GCM) modely



- **Modelují tyto účinky:** příkon slun. záření, aerosoly (přírodní i antropogenní), skleníkové plyny, ...
- **Co předpovídají:** T, p, vítr, oblačnost, množství vodní páry, vlhkost půdy, oceánské proudy, salinitu, mořský led, ...
- **(Poměrně) vysoké prost. rozlišení:**  
<1 stupeň zem. šířky/délky  
~50 atm., ~30 ocean, ~10 půd. vrstev  
==> 6.5 milionů gridových „boxů“
- **Malé časové rozlišení** (~minuty)
- **Skupinové (ansámblové) výpočty**
- **Modelové experimenty** (např. 1800-2100) trvají řádově týdny až měsíce

# Pokračující úspěchy od pionýrských padesátých let

- ▶ Lepší kvalita a kvantita pozorování
  - ▶ Lepší a rychlejší informační technologie
  - ▶ Lepší fyzikální parametrizace
- 

# Energetická bilance Země se zahrnutím skleník. plynů (v procentech)

**Slunce**

100

30 odraženo

20 absorb. atmosférou



SH  
7

50 absorb. akt. povrchem

**Země**

70

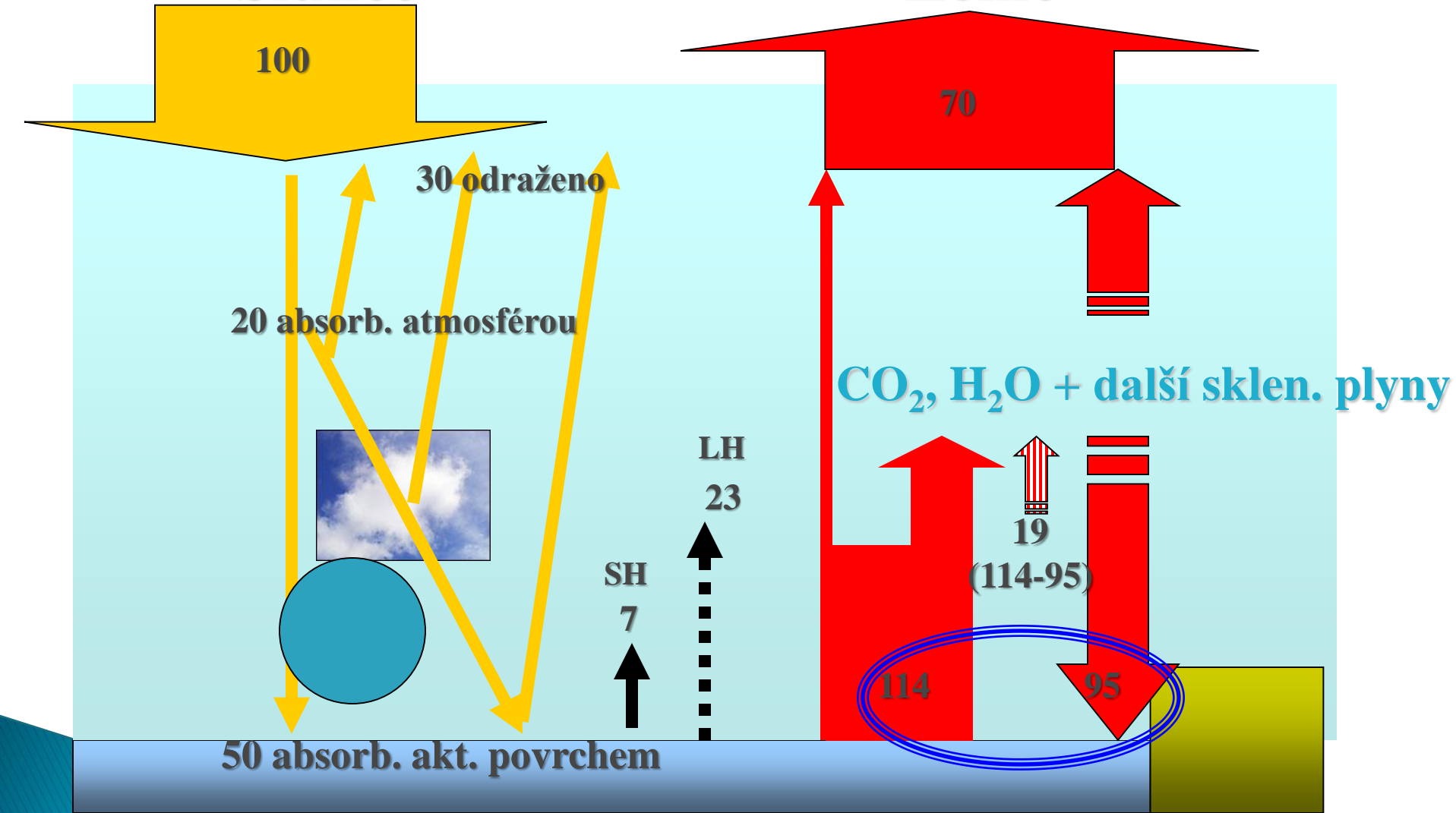
CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O + další sklen. plyny

LH  
23

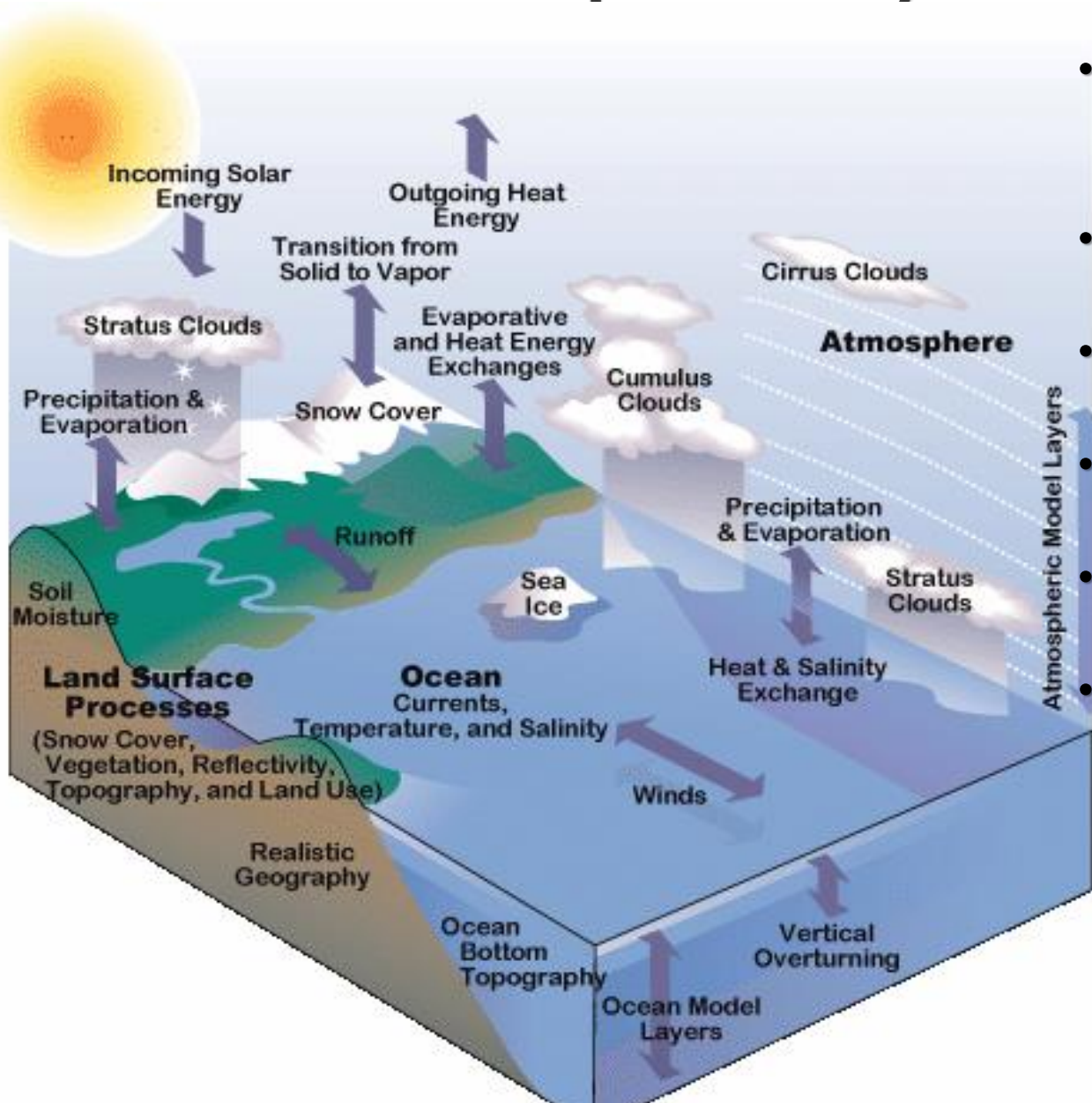
19  
(114-95)

114

95



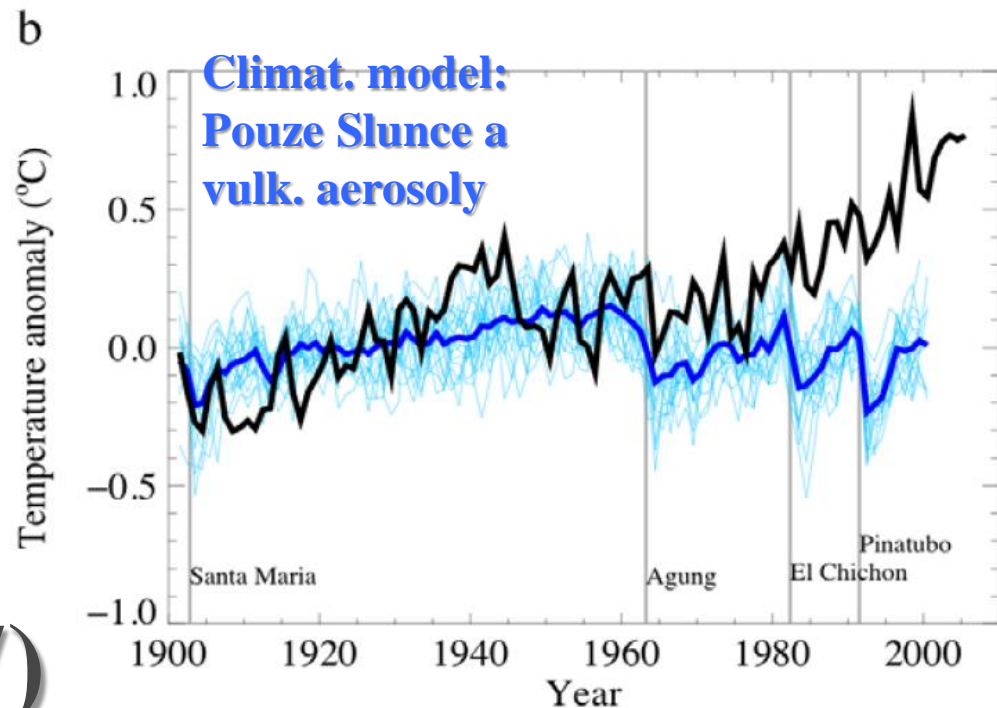
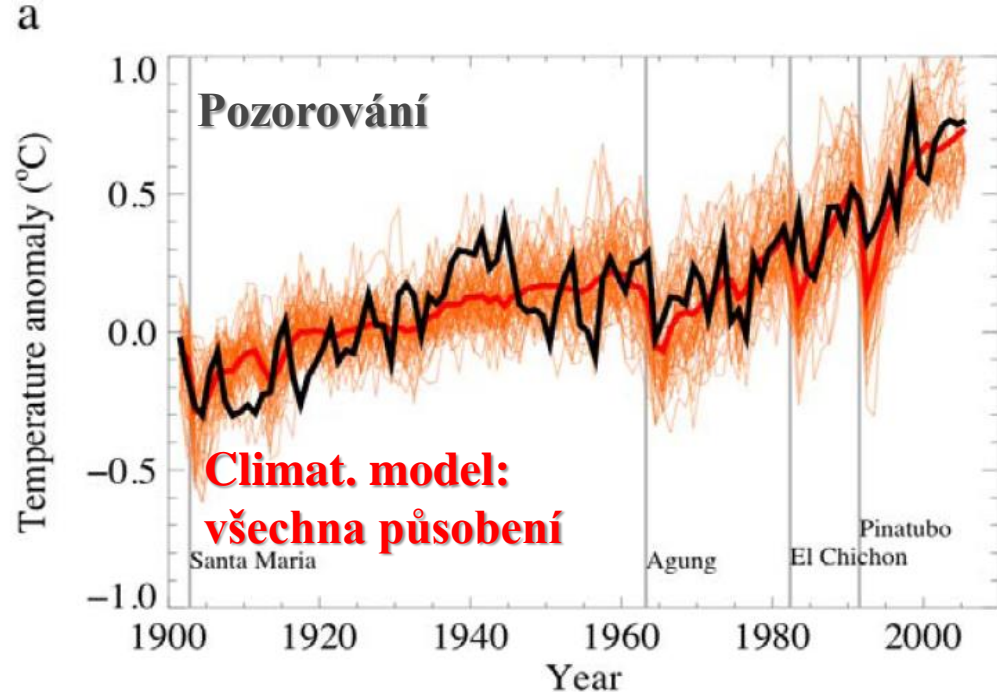
# Klimatické procesy



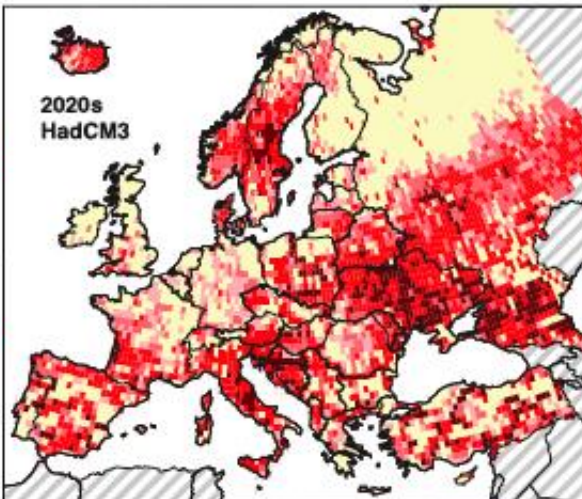
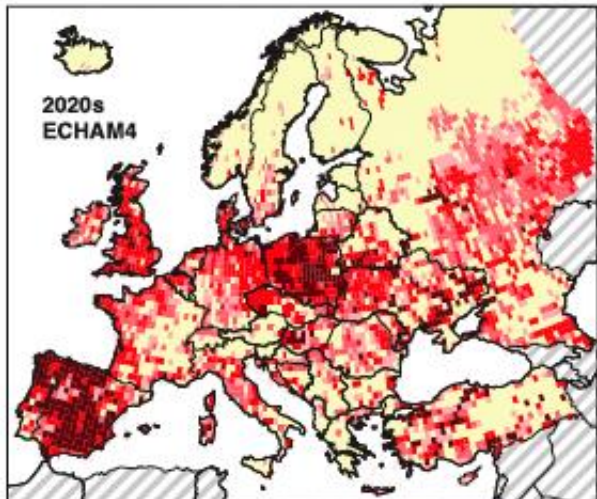
- **Radiační bilance povrchu a atmosféry**
- **Fázové změny vody**
- **Konvekce**
- **Mikrofyzika oblaků**
- **Evapotranspirace**
- **Oběh vody (+oceánské proudy)**

# Příčina oteplování klim. systému

- ▶ Pozorované změny (teploty) klim. systému jsou
- ☑ odpovídající očekávané odpovědi klim. systému na účinek skl. plynů
- ☒ nekonzistentní alternativním příčinám (?)

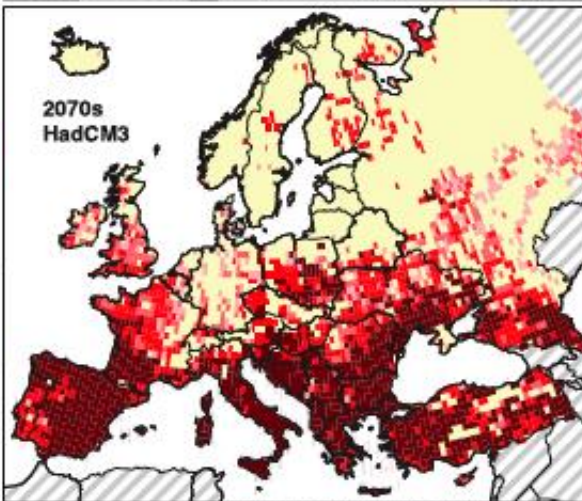
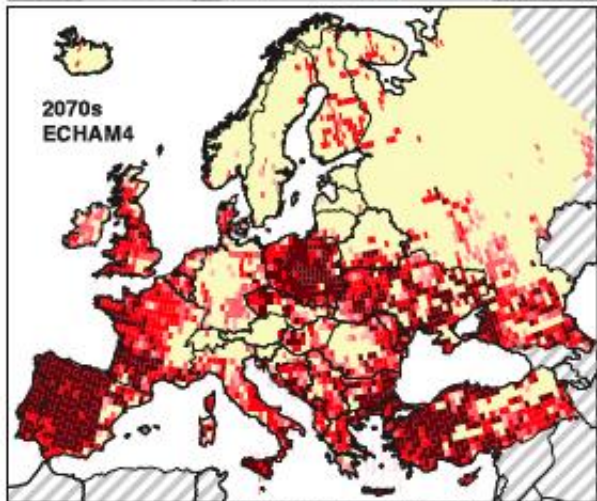


2020s



# Změny doby opakování velkého sucha

2070s



Future return period [years]  
of droughts with an intensity  
of today's 100-year events:



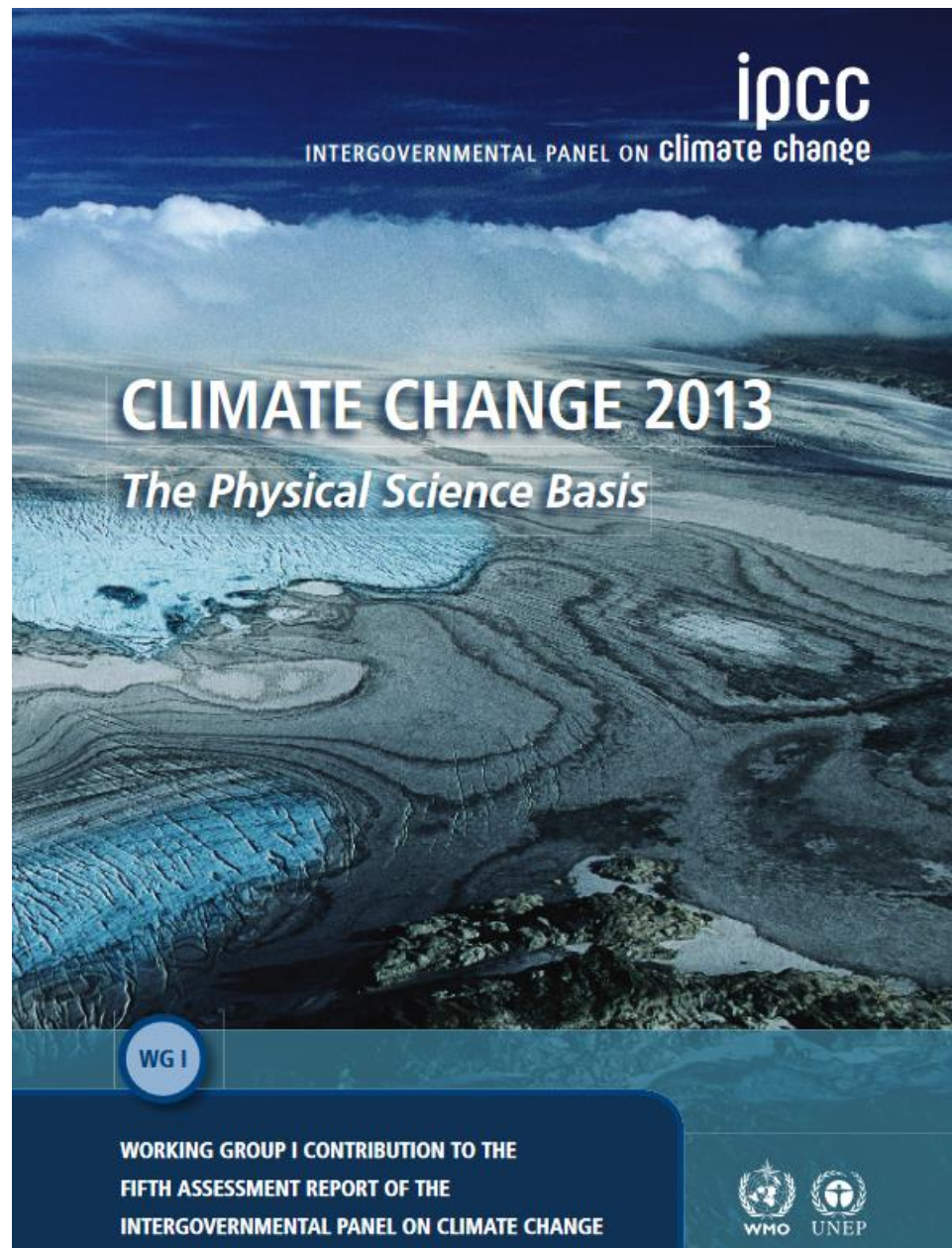
doba opak. v letech

Figure 3.6. Change in the recurrence of 100-year droughts, based on comparisons between climate and water use in 1961 to 1990 and simulations for the 2020s and 2070s (based on the ECHAM4 and HadCM3 GCMs, the IS92a emissions scenario and a business-as-usual water-use scenario). Values calculated with the model WaterGAP 2.1 (Lehner et al., 2005b).



# IPCC AR5

- ▶ Intergovernmental Panel for Climate Change
- ▶ AR – Assessment Report
- ▶ AR5 vydána v roce 2013

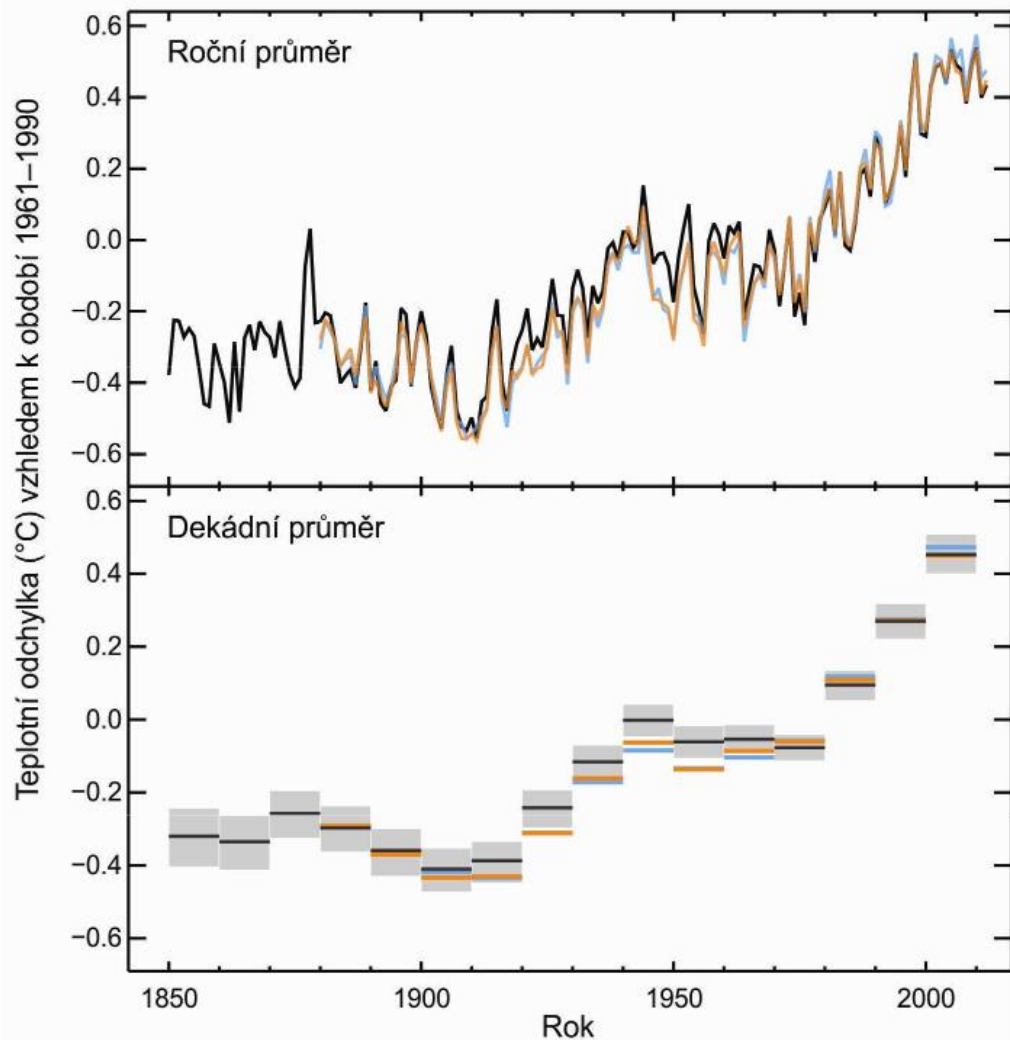


# Hlavní teze AR5 – Shrnutí pro politické představitele

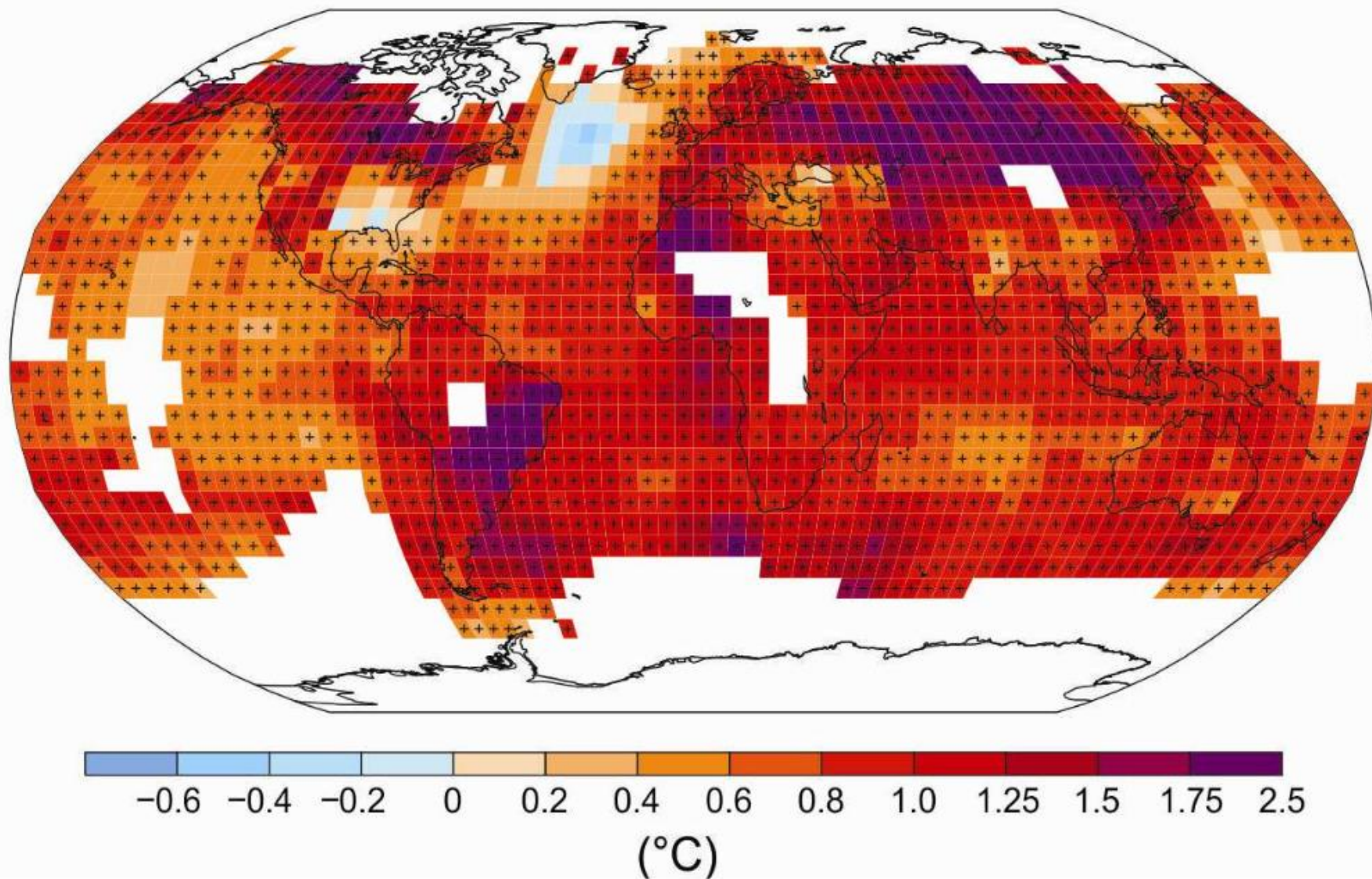
- ▶ Oteplování klimatického systému je nepochybné a od padesátých let minulého století nemá řada pozorovaných změn obdoby po celá desetiletí až tisíciletí. Atmosféra a oceán se oteplily, množství sněhu a ledu kleslo, hladina oceánu stoupla a koncentrace skleníkových plynů se zvýšily

# Změny průměrné globální teploty

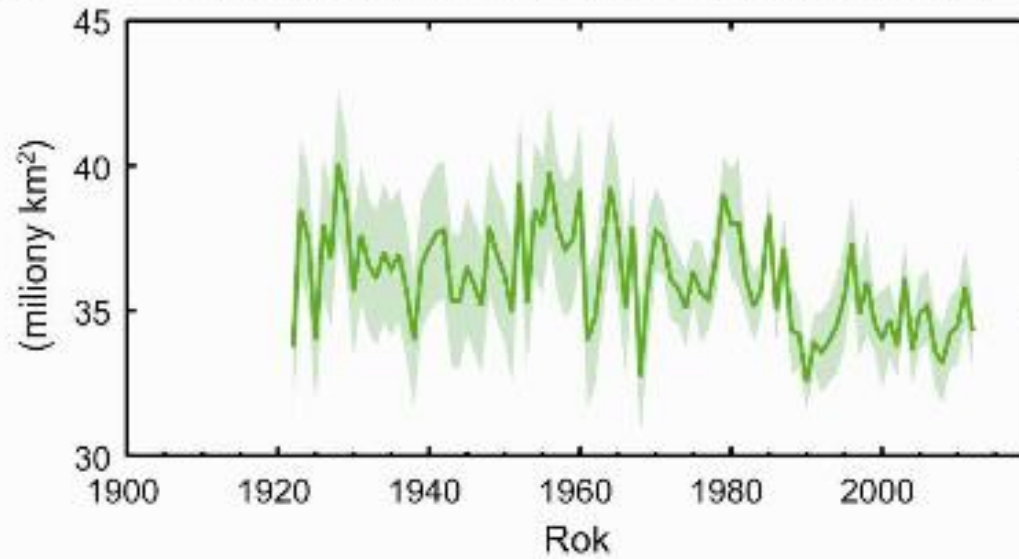
(a) Pozorovaná kombinovaná globální průměrná teplotní odchylka povrchu oceánu a pevniny za období 1850-2012



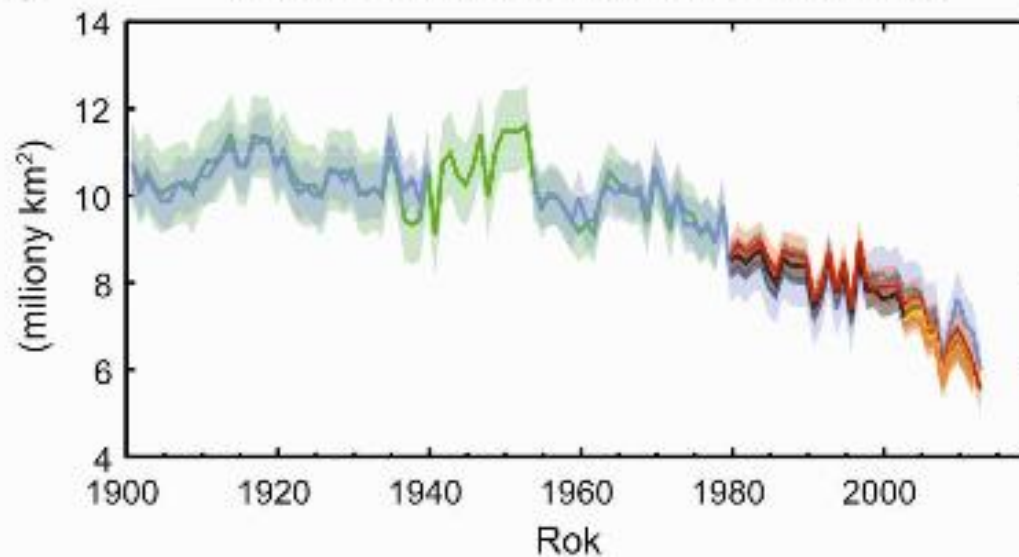
# Pozorované změny teploty vzduchu při povrchu, 1901-2012

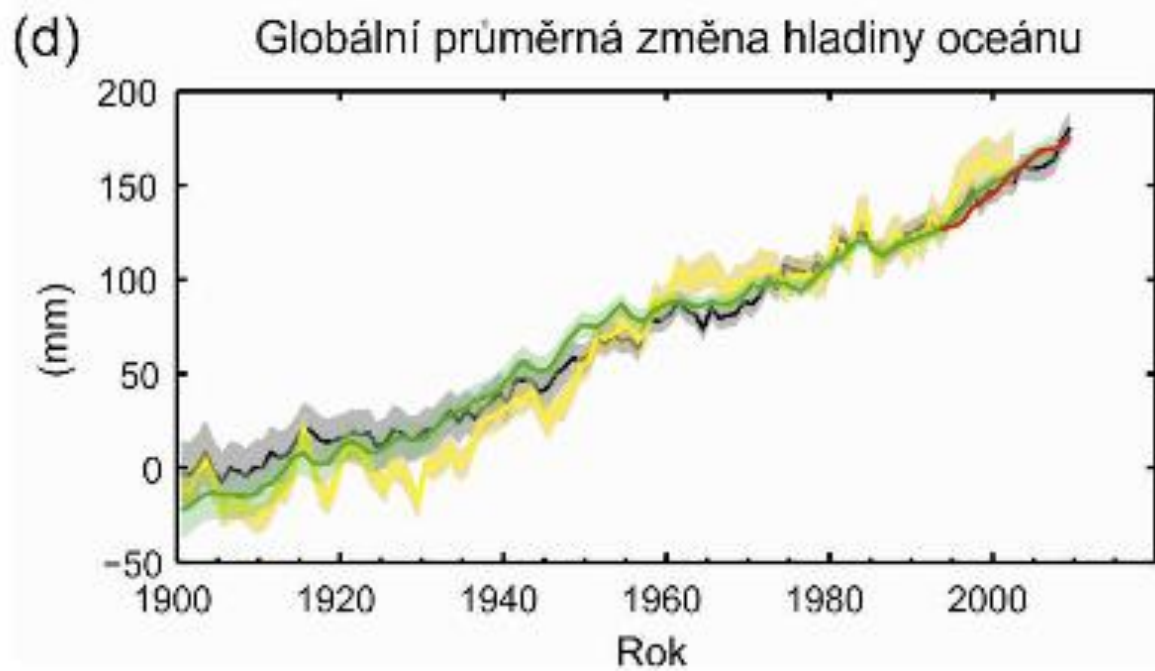
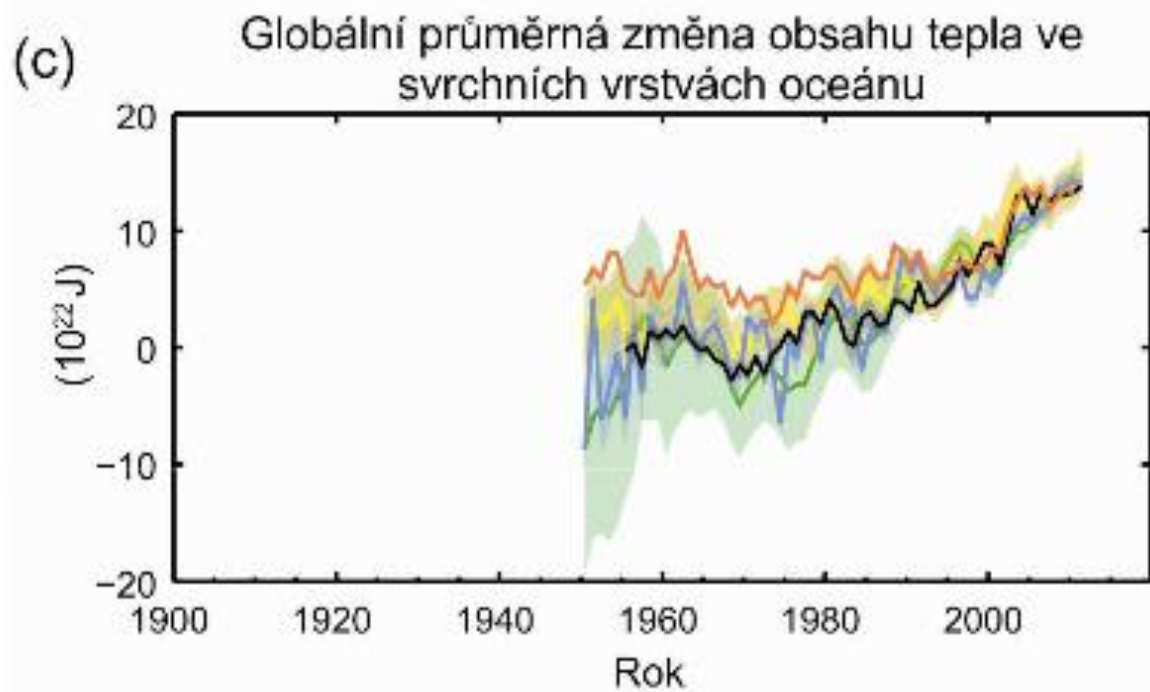


(a) Jarní sněhová pokrývka na severní polokouli

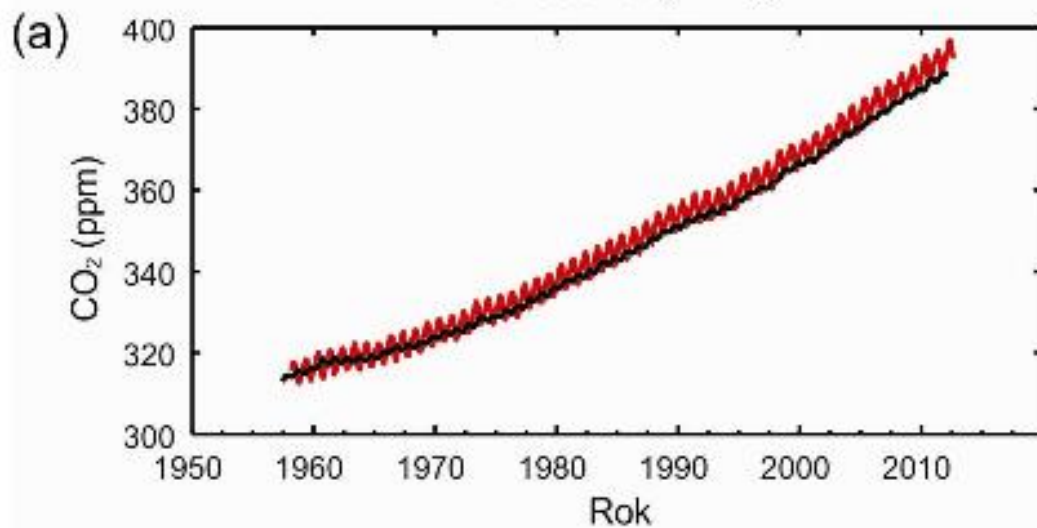


(b) Rozsah mořského ledu v arktickém létě

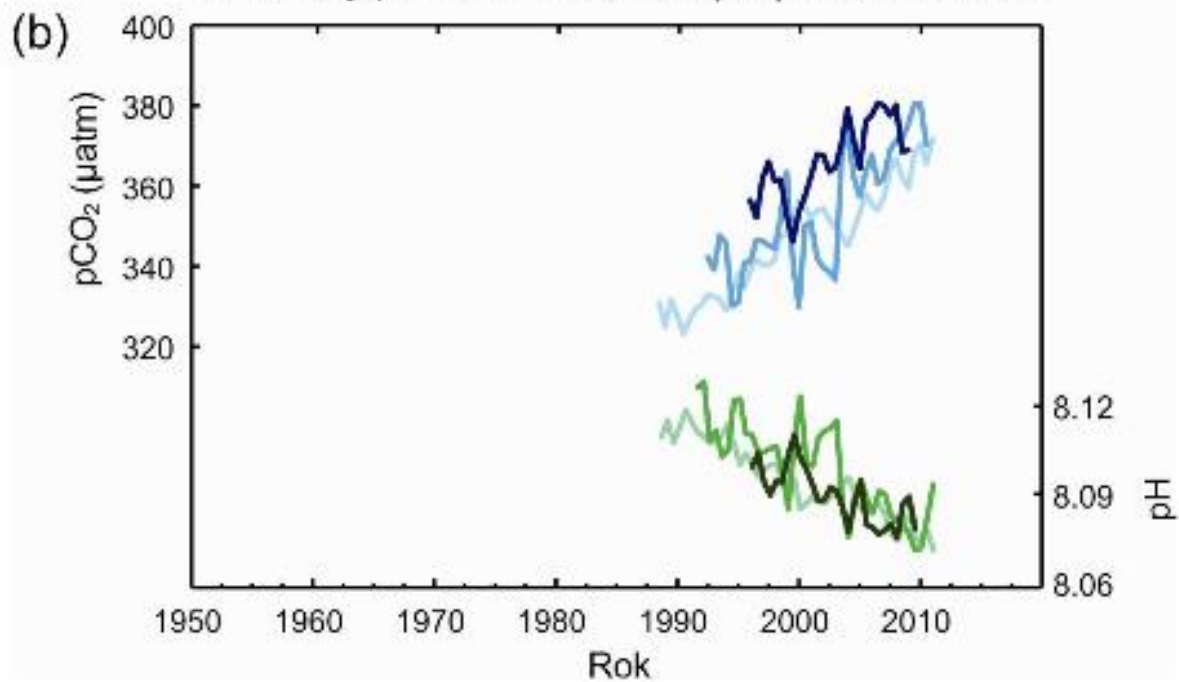




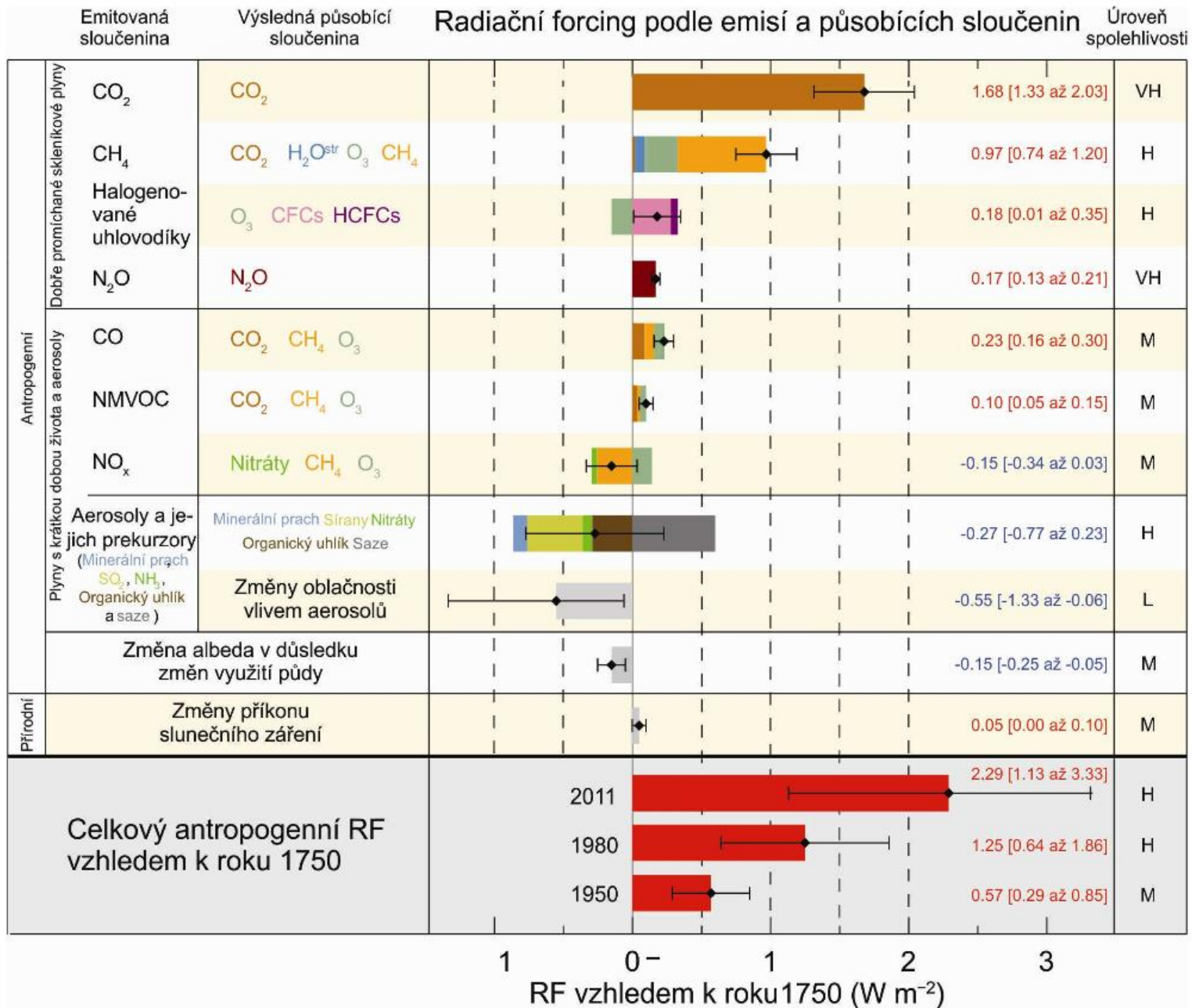
## Atmosférický CO<sub>2</sub>



## Povrchový parciální tlak CO<sub>2</sub> a pH povrchu oceánu



# Příčiny změn klimatu





## D.3 Detekce a posouzení změny klimatu

V oteplování atmosféry a oceánu, ve změnách globálního koloběhu vody, v nižším množství sněhu a ledu, ve vzestupu střední výšky globální hladiny oceánu a ve změnách některých klimatických extrémů byl zjištěn vliv člověka (obr. SPM.6 a tab. SPM.1). Od doby zpracování hodnotící zprávy AR4 je tento důkaz ještě silnější. Je *extrémně pravděpodobné*, že vliv člověka byl dominantní příčinou pozorovaného oteplení od poloviny 20. století. {10.3-10.6, 10.9}

- Je *extrémně pravděpodobné*, že více než polovina pozorovaného zvýšení globální průměrné teploty vzduchu při povrchu od roku 1951 do roku 2010 byla způsobena společně antropogenním nárůstem koncentrace skleníkových plynů a dalším antropogenním působením. Nejlepší odhad člověkem způsobeného příspěvku k oteplení je podobný pozorovanému oteplení v tomto období. {10.3}
- Skleníkové plyny přispěly k průměrnému globálnímu oteplení při povrchu v období let 1951-2010 *pravděpodobně* v rozsahu 0,5°C až 1,3°C, přičemž příspěvky jiných antropogenních vlivů včetně ochlazovacího efektu aerosolů jsou *pravděpodobně* v rozsahu -0,6°C až 0,1°C. Příspěvek přirozených vlivů je *pravděpodobně* v rozsahu -0,1°C až 0,1°C a interní variability *pravděpodobně* v rozsahu -0,1°C až 0,1°C. Posuzované příspěvky dohromady odpovídají pozorovanému oteplení v tomto období o přibližně 0,6°C až 0,7°C. {10.3}
- Na každém kontinentu, s výjimkou Antarktidy, znamenalo antropogenní působení *pravděpodobně* podstatný příspěvek k nárůstu teploty vzduchu při povrchu od poloviny 20. století (viz obr. SPM.6). U Antarktidy je v důsledku velkých neurčitostí v napozorovaných hodnotách jen *malá spolehlivost* toho, že zde k pozorovanému oteplení na dostupných stanicích přispěl antropogenní vliv. Je *pravděpodobné*, že antropogenní vliv přispěl k velmi podstatnému oteplení Arktidy od poloviny 20. století. {2.4, 10.3}

# Důsledky změn klimatu

## Extrémnější počasí?

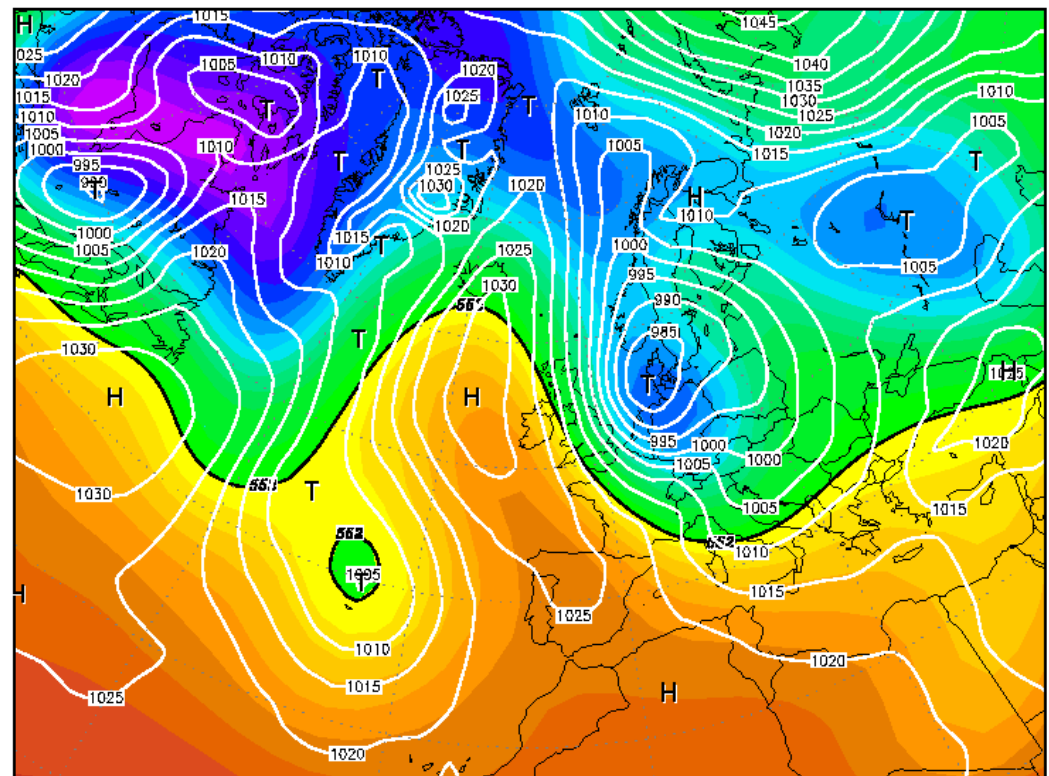
- Pro: Zvýšení obsahu vody v (teplejším) vzduchu při dosažení stavu nasycení vzduchu vodní parou
- Proti: Oteplení (hlavně) Arktidy, popř. Antarktidy, vede k zeslabení horizontálního gradientu mezi teplejšími oblastmi a zemskými póly

# Nejničivější zimní bouře 20. století

- ▶ Bouřlivý příliv z 30.1.–1.2. 1953
  - slapy+vítr
- ▶ Vyvolán hlubokou tlakovou níží nad Sev. mořem
- ▶ Počet obětí: 2000
- ▶ Problémy s varovnou službou:
  - sobotní noc
  - denní provoz stanic i místních rádií

31FEB1953 00Z

500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

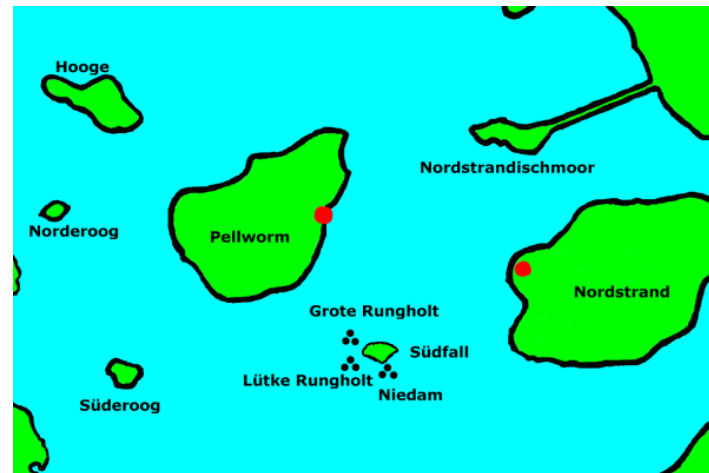


Daten: Reanalysis des NCEP  
(C) Wetterzentrale  
[www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)

# Historické zimní větrné bouře

## ► „Grote Mandrenke“

- 16. 1. 1362
- 25 000–100 000 obětí
- pomohlo vytvořit Zuiderské jezero
- zcela zničeno město Rungholt v severním Frísku (cca 2000 obyvatel)



# Výroky některých klimatologů v roce 2000

- ▶ Dr David Viner, CRU, University of East Anglia:
  - „Britské zimy končí jako další indikace pokračující klimatické změny“
  - „Během pár let se sníh v Británii stane velmi vzácným jevem, děti nebude vědět, co to je“

INDEPENDENT APPEAL: THE PLANT-A-TREE SCHEME THAT COULD BRING BACK THE RAIN

THE INDEPENDENT ENVIRONMENT

4° London HI 8°C / Lo 3°C

Search The Independent with Google

SUBSCRIBE Get The Independent for just £1 per week

Global Transfers Just one of the many unmatched benefits available with HSBC Premier. LEARN MORE

HSBC PREMIER The world's local bank

News Opinion **Environment** Sport Life & Style Arts & Entertainment Travel Money IndyBest Student Offers

Climate Change Green Living Nature

Home > Environment

## Snowfalls are now just a thing of the past

By Charles Onians  
Monday, 20 March 2000

SHARE PRINT EMAIL TEXT SIZE

Britain's winter ends tomorrow with further indications of a striking environmental change: snow is starting to disappear from our lives.

Britain's winter ends tomorrow with further indications of a striking environmental change: snow is starting to disappear from our lives.

Sledges, snowmen, snowballs and the excitement of waking to find that the stuff has settled outside are all a rapidly diminishing part of Britain's culture, as warmer winters - which scientists are attributing to global climate change - produce not only fewer white Christmases, but fewer white Januaries and Februaries.

The first two months of 2000 were virtually free of significant snowfall in much of lowland Britain, and December brought only moderate snowfall in the South-east. It is the continuation of a trend that has been increasingly visible in the past 15 years: in the south of England, for instance, from 1970 to 1995 snow and sleet fell for an average of 3.7 days, while from 1988 to 1995 the average was 0.7 days. London's last substantial snowfall was in February 1991.

Global warming, the heating of the atmosphere by increased amounts of industrial gases, is now accepted as a reality by the international community. Average temperatures in Britain were nearly 0.6°C higher in the Nineties than in 1960-90, and it is estimated that they will increase by 0.2C every decade over the coming century. Eight of the 10 hottest years on record occurred in the Nineties.

However, the warming is so far manifesting itself more in winters which are less cold than in much hotter summers. According to Dr David Viner, a senior research scientist at the climatic research unit (CRU) of the University of East Anglia, within a few years winter snowfall will become "a very rare and exciting event".

"Children just aren't going to know what snow is," he said.

The effects of snow-free winter in Britain are already becoming apparent. This year, for the first time ever, Hamleys, Britain's biggest toyshop, had no sledges on display in its Regent Street store. "It was a bit of a first," a spokesperson said.

SPONSORED LINKS:

Ads by Google

**Up to Date Snow Reports**  
Hourly updated Snow & Weather For All Ski Resorts in the Rockies  
www.SkiCanadianRockies.c

**Fight Climate Change**  
Join Thousands of Fellow Supporters in a Historic Call for Clean Energy  
www.RepowerAmerica.org

**Fake Snow Free Shipping**  
Makes Fluffy Snow Instantly \$4.99As Seen on ABC's Extreme Makeover  
www.SnowInSeconds.com

EDITOR'S CHOICE

Why can't £30m help hospital food? Can you be fit and obese? The day Sir Bobby said farewell to football Tabular Bells gets the stamp of approval

Global Transfers Just one of the many unmatched benefits available with HSBC Premier. LEARN MORE

HSBC PREMIER The world's local bank

\*because when it comes to matters of the heart,

# Výroky některých klimatologů v roce 2000

- David Parker, at the Hadley Centre for Climate Prediction and Research in Berkshire
  - Britské děti by mohly mít pouze virtuální zážitky se sněhem, a to pouze přes internet. Nakonec mohou „zažívat“ pouze virtuální zimu

INDEPENDENT APPEAL: THE PLANT-A-TREE SCHEME THAT COULD BRING BACK THE RAIN

THE INDEPENDENT ENVIRONMENT

4° London HI 8°C / Lo 3°C

Search The Independent with Google

SUBSCRIBE Get The Independent for just £1 per week

Global Transfers Just one of the many unmatched benefits available with HSBC Premier. LEARN MORE

HSBC PREMIER The world's local bank

News Opinion Environment Sport Life & Style Arts & Entertainment Travel Money IndyBest Student Offers

Climate Change Green Living Nature

Home > Environment

## Snowfalls are now just a thing of the past

By Charles Onians  
Monday, 20 March 2000

SHARE PRINT EMAIL TEXT SIZE

Britain's winter ends tomorrow with further indications of a striking environmental change: snow is starting to disappear from our lives.

Britain's winter ends tomorrow with further indications of a striking environmental change: snow is starting to disappear from our lives.

Sledges, snowmen, snowballs and the excitement of waking to find that the stuff has settled outside are all a rapidly diminishing part of Britain's culture, as warmer winters - which scientists are attributing to global climate change - produce not only fewer white Christmases, but fewer white Januaries and Februaries.

The first two months of 2000 were virtually free of significant snowfall in much of lowland Britain, and December brought only moderate snowfall in the South-east. It is the continuation of a trend that has been increasingly visible in the past 15 years: in the south of England, for instance, from 1970 to 1995 snow and sleet fell for an average of 3.7 days, while from 1988 to 1995 the average was 0.7 days. London's last substantial snowfall was in February 1991.

Global warming, the heating of the atmosphere by increased amounts of industrial gases, is now accepted as a reality by the international community. Average temperatures in Britain were nearly 0.6°C higher in the Nineties than in 1960-90, and it is estimated that they will increase by 0.2C every decade over the coming century. Eight of the 10 hottest years on record occurred in the Nineties.

However, the warming is so far manifesting itself more in winters which are less cold than in much hotter summers. According to Dr David Viner, a senior research scientist at the climatic research unit (CRU) of the University of East Anglia, within a few years winter snowfall will become 'a very rare and exciting event'.

"Children just aren't going to know what snow is," he said.

The effects of snow-free winter in Britain are already becoming apparent. This year, for the first time ever, Hamleys, Britain's biggest toyshop, had no sledges on display in its Regent Street store. "It was a bit of a first," a spokesperson said.

SPONSORED LINKS:

Ads by Google

**Up to Date Snow Reports**  
Hourly updated Snow & WeatherFor All Ski Resorts in the Rockies  
www.SkiCanadianRockies.c

**Fight Climate Change**  
Join Thousands of Fellow Supporters in a Historic Call for Clean Energy  
www.RepowerAmerica.org

**Fake Snow Free Shipping**  
Makes Fluffy Snow Instantly \$4.99As Seen on ABC's Extreme Makeover  
www.SnowInSeconds.com

EDITOR'S CHOICE

Why can't £30m help hospital food? Can you be fit and obese? The day Sir Bobby said farewell to football Tabular Bells gets the stamp of approval

Global Transfers Just one of the many unmatched benefits available with HSBC Premier. LEARN MORE

HSBC PREMIER The world's local bank

\*because when it comes to matters of the heart,

# Zimy 2008/2009 a 2009/2010

SNOW

## Heaviest UK snow in 18 years hits international flights

February 02, 2009 | By Richard Allen Greene and Olivia Feld  
CNN

The worst snowstorm to hit Britain in 18 years forced the cancellation of more than 650 flights at London's Heathrow airport Monday and shut down the city's bus network, partially paralyzing the British capital.

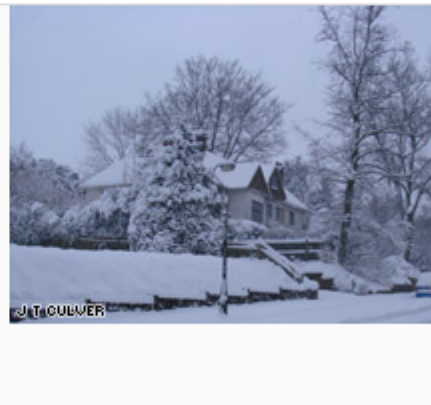
Heathrow, one of the busiest transport hubs in the world, closed both its runways for more than two hours Monday morning and operated with just one for the rest of the morning, according to BAA, the company which runs it.

London City airport is also closed, while the British capital's other two airports, Stansted and Gatwick, were operating with severe delays, BAA said.

Share Twitter Email

Recommend

71 people recommend this. Be the first of your friends.



theguardian

News Sport Comment Culture Business Money London 2012

News UK news Weather

### Heavy snow hits UK Christmas getaway

Airports closed, flights cancelled, trains delayed and roads hazardous as eastern parts of England see up to 12cm of snow  
In pictures: England under snow

James Sturcke and Dan Milmo

guardian.co.uk, Friday 18 December 2009 18.49 GMT  
Article history



A snowplough at work at Luton airport. Photograph: Max Nash/AFP/Getty Images

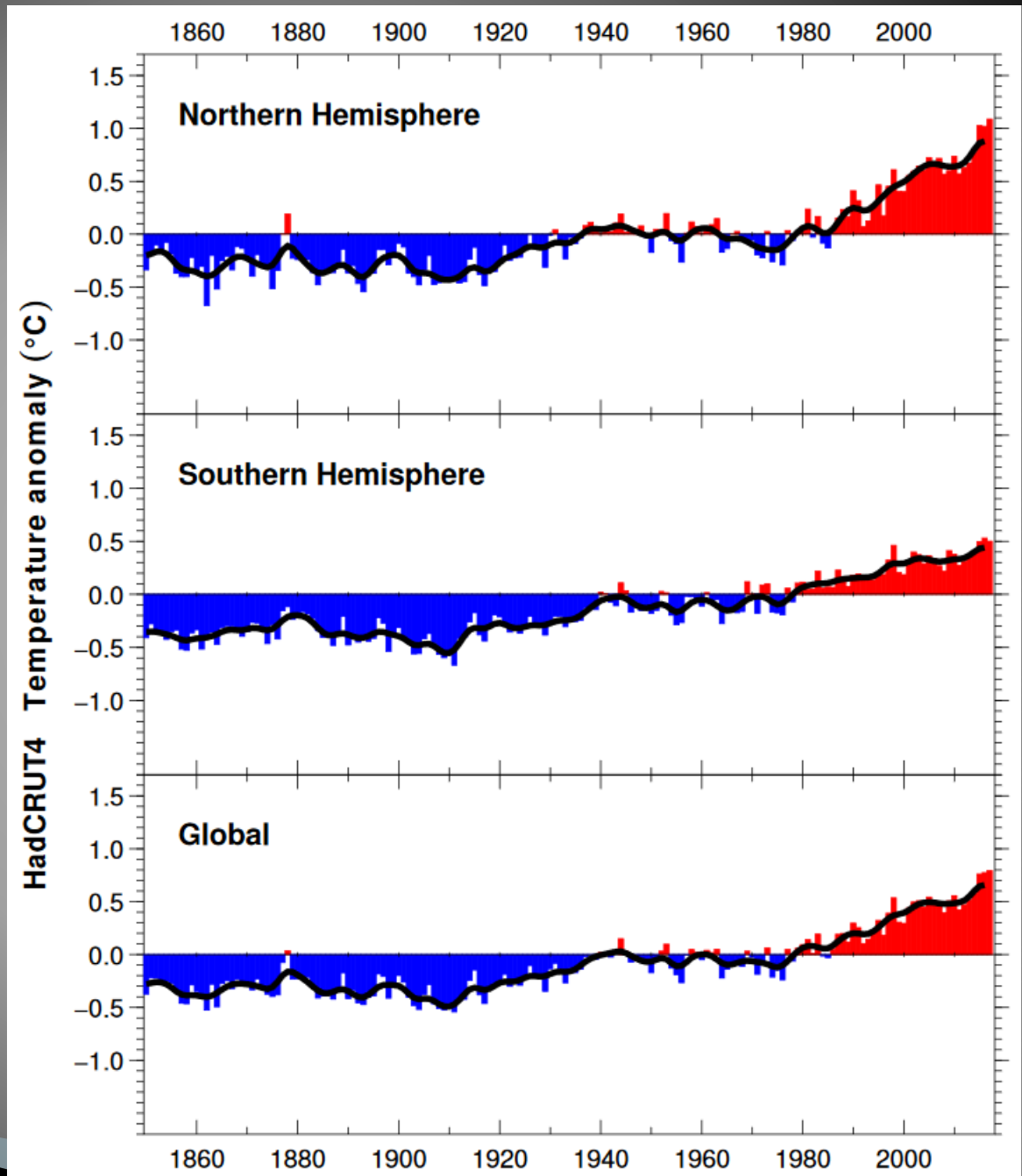
# Porovnání projekcí s globálními teplotami

- ▶ Projekce:
  - Stránka IPCC:
    - [http://www.ipcc-data.org/ddc\\_gcm\\_intro.html](http://www.ipcc-data.org/ddc_gcm_intro.html)
- ▶ Průměrné globální teploty:
  - Climate Research Unit of University of East Anglia (CRU – UEA)
    - <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>
  - Goddard Institute for Space Studies (GISS)
    - <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>



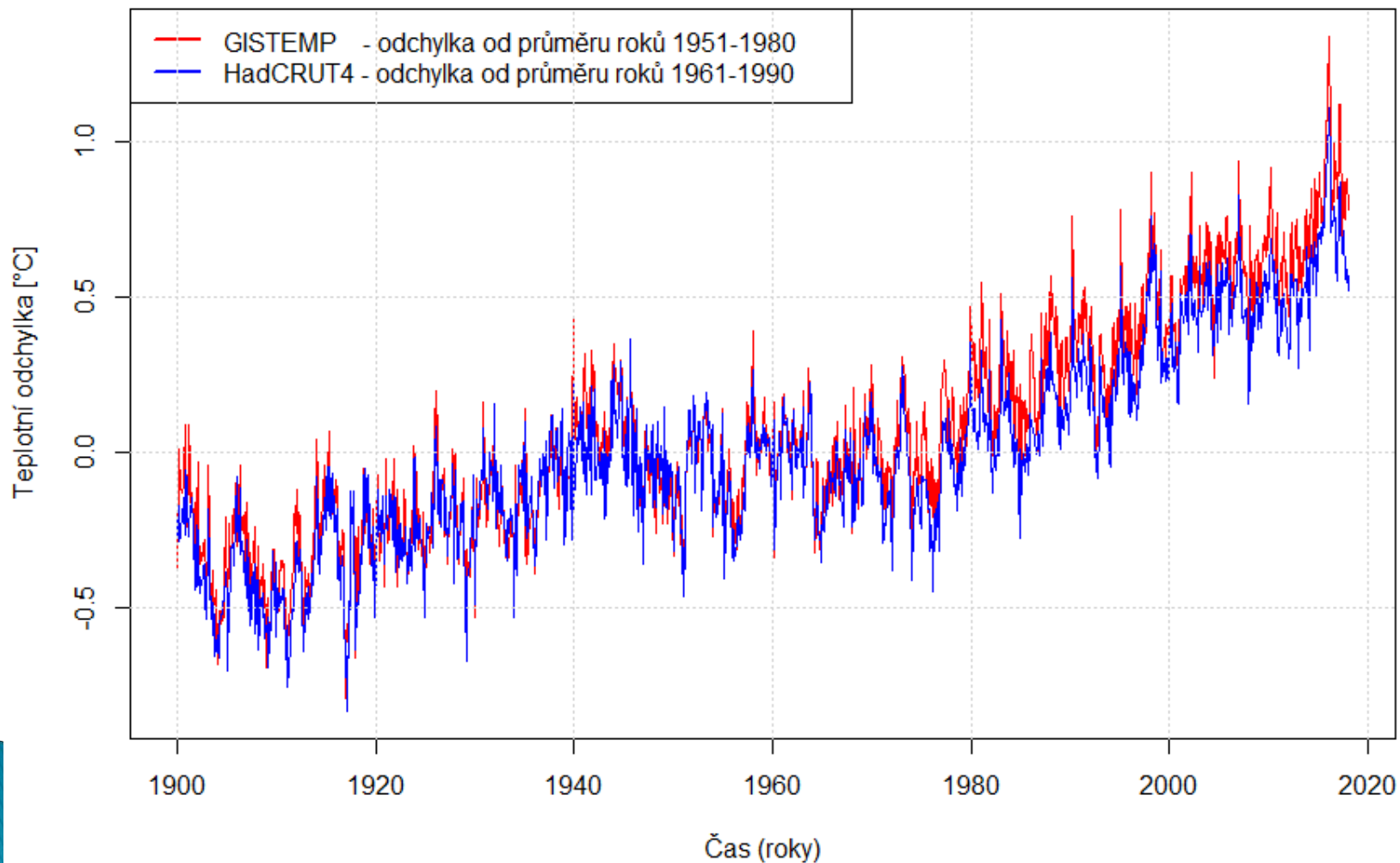
Climate  
Research Unit of  
University of  
East Anglia (CRU  
– UEA)

HADCRUT4  
1/2013



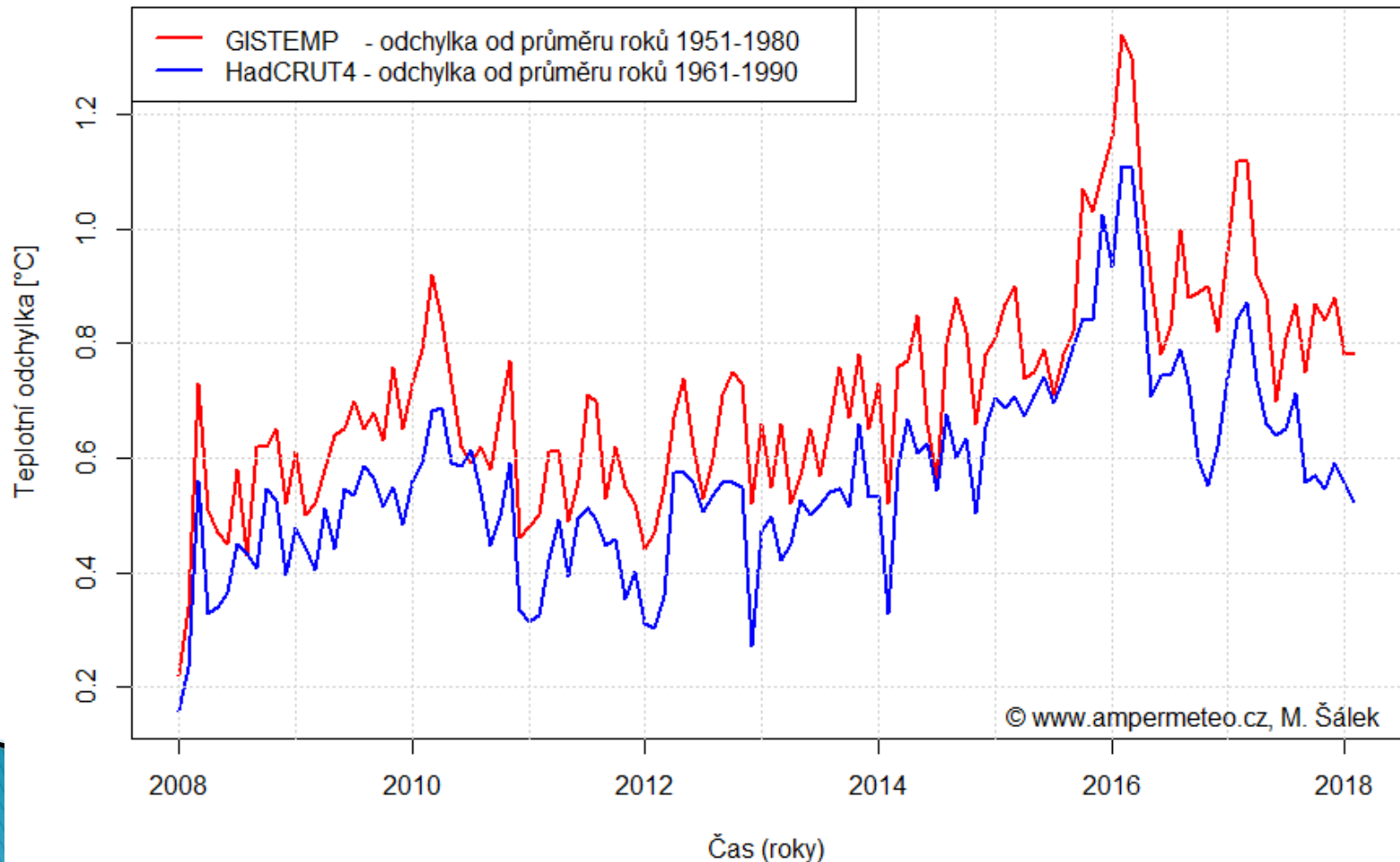
# Goddard Institute for Space Studies (GISS), GISTEMP, HADCrut4

## Odchyly průměrných měsíčních teplot na Zemi od dlouhodobého průměru podle údajů GISTEMP a HADCRUT4

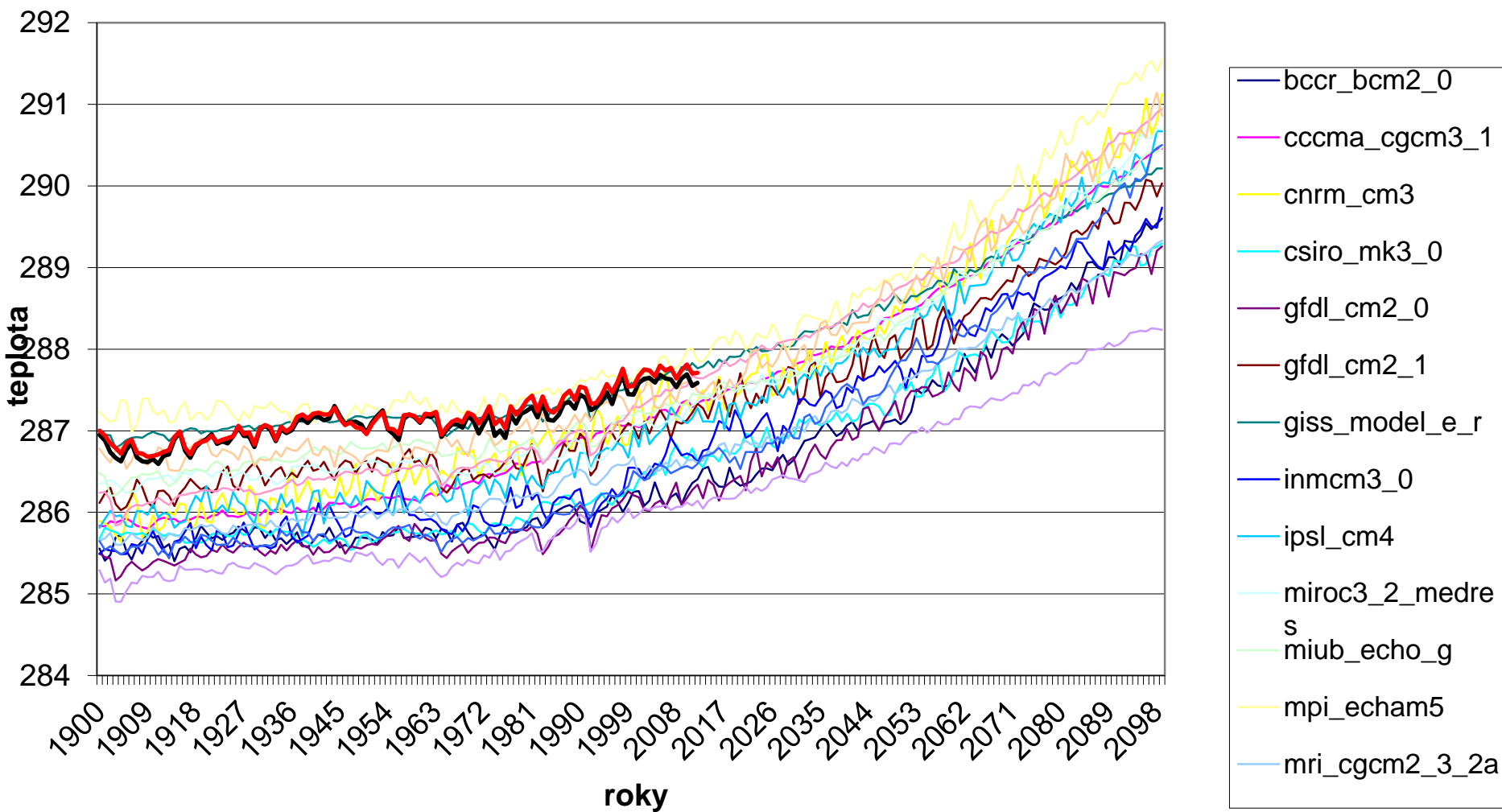


# Změny průměrné globální teploty za posledních 10 let

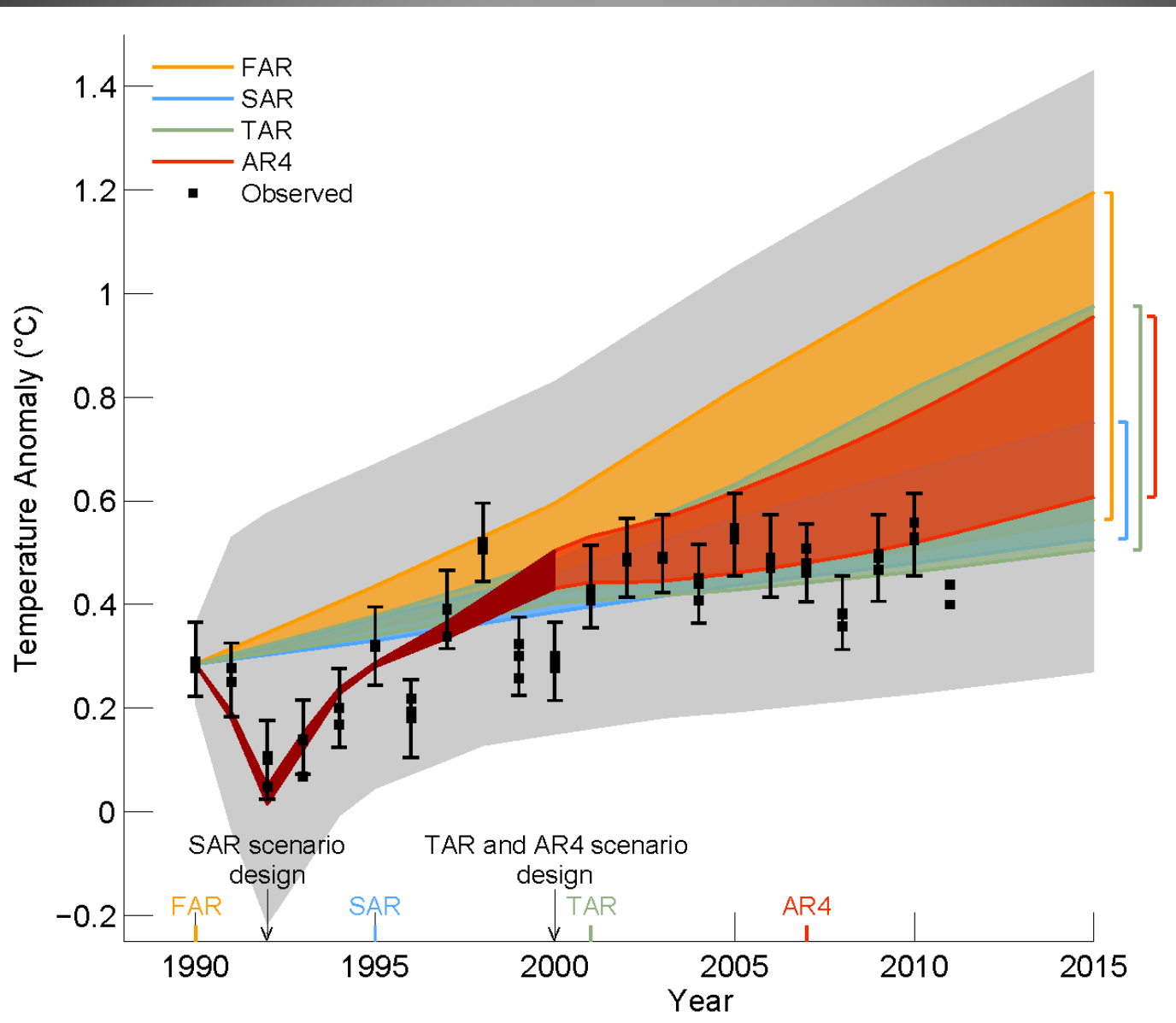
Odchytky průměrných měsíčních teplot na Zemi od dlouhodobého průměru podle údajů GISTEMP a HADCRUT4



Vývoj globální teploty podle 17 GCM modelů použitých v IPCC AR4 - SRES A2, absolutní teplota



# Předpovědi IPCC a naměřené hodnoty do r. 2012



# Indicie dominantního radiačního působení antropog. skl. plynů

- ▶ Nejvýraznější oteplování: ve vyšší troposféře v tropech

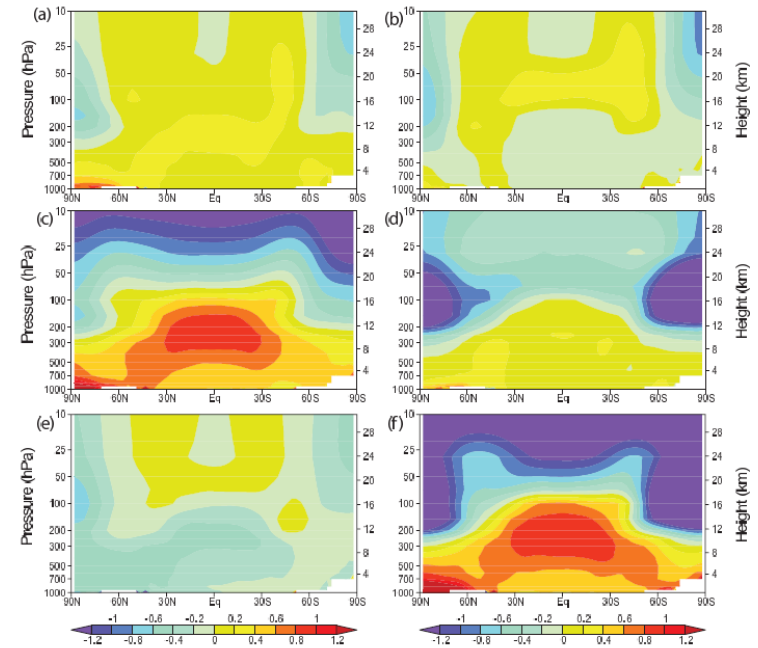


Figure 9.1. Zonal mean atmospheric temperature change from 1890 to 1999 ( $^{\circ}\text{C}$  per century) as simulated by the PCM model from (a) solar forcing, (b) volcanoes, (c) well-mixed greenhouse gases, (d) tropospheric and stratospheric ozone changes, (e) direct sulphate aerosol forcing and (f) the sum of all forcings. Plot is from 1,000 hPa to 10 hPa (shown on left scale) and from 0 km to 30 km (shown on right). See Appendix 9.C for additional information. Based on Santer et al. (2003a).

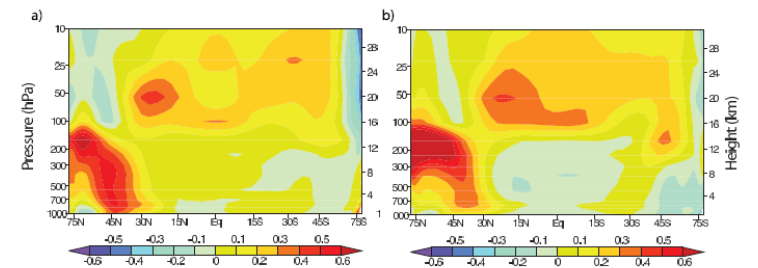
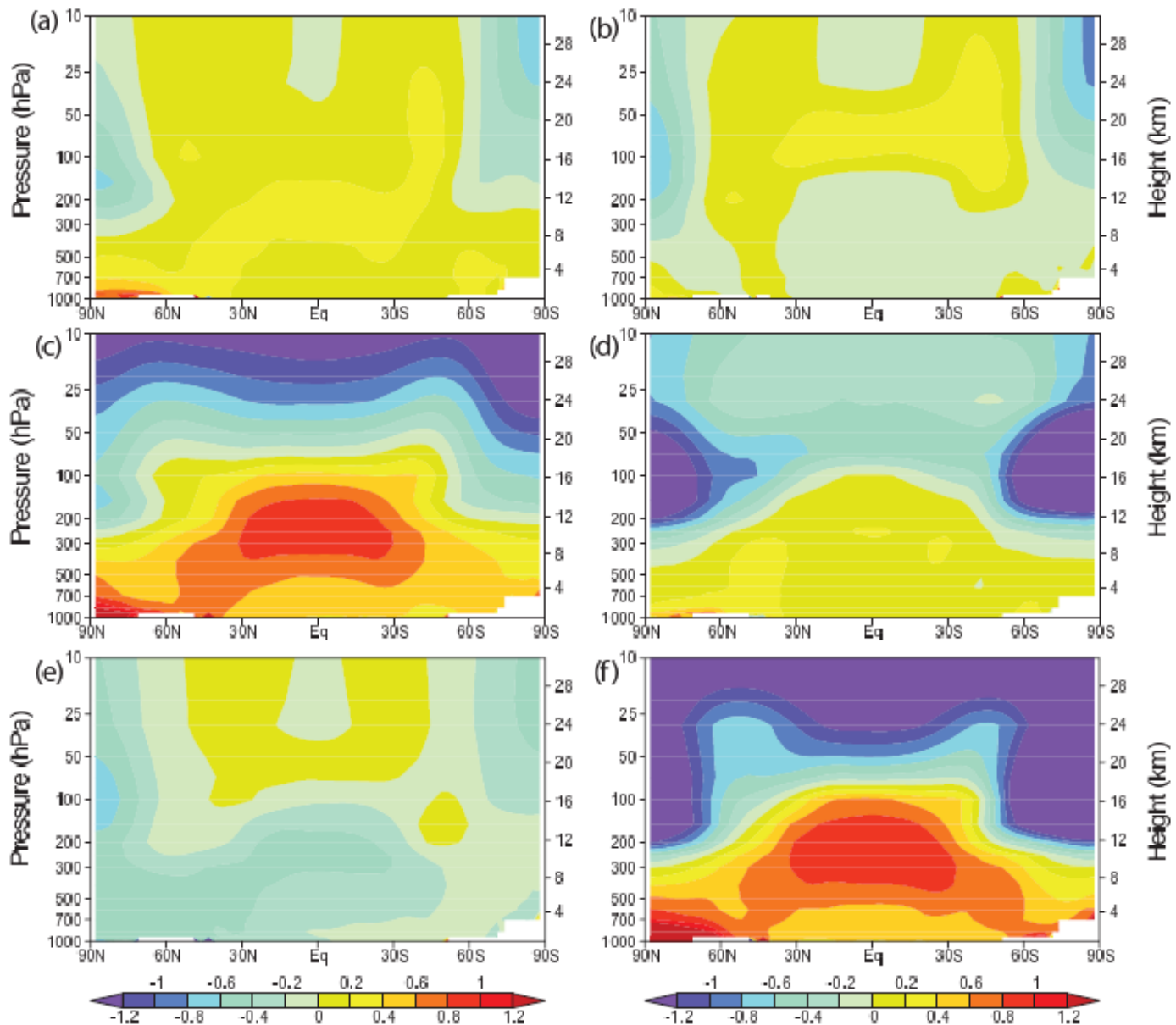
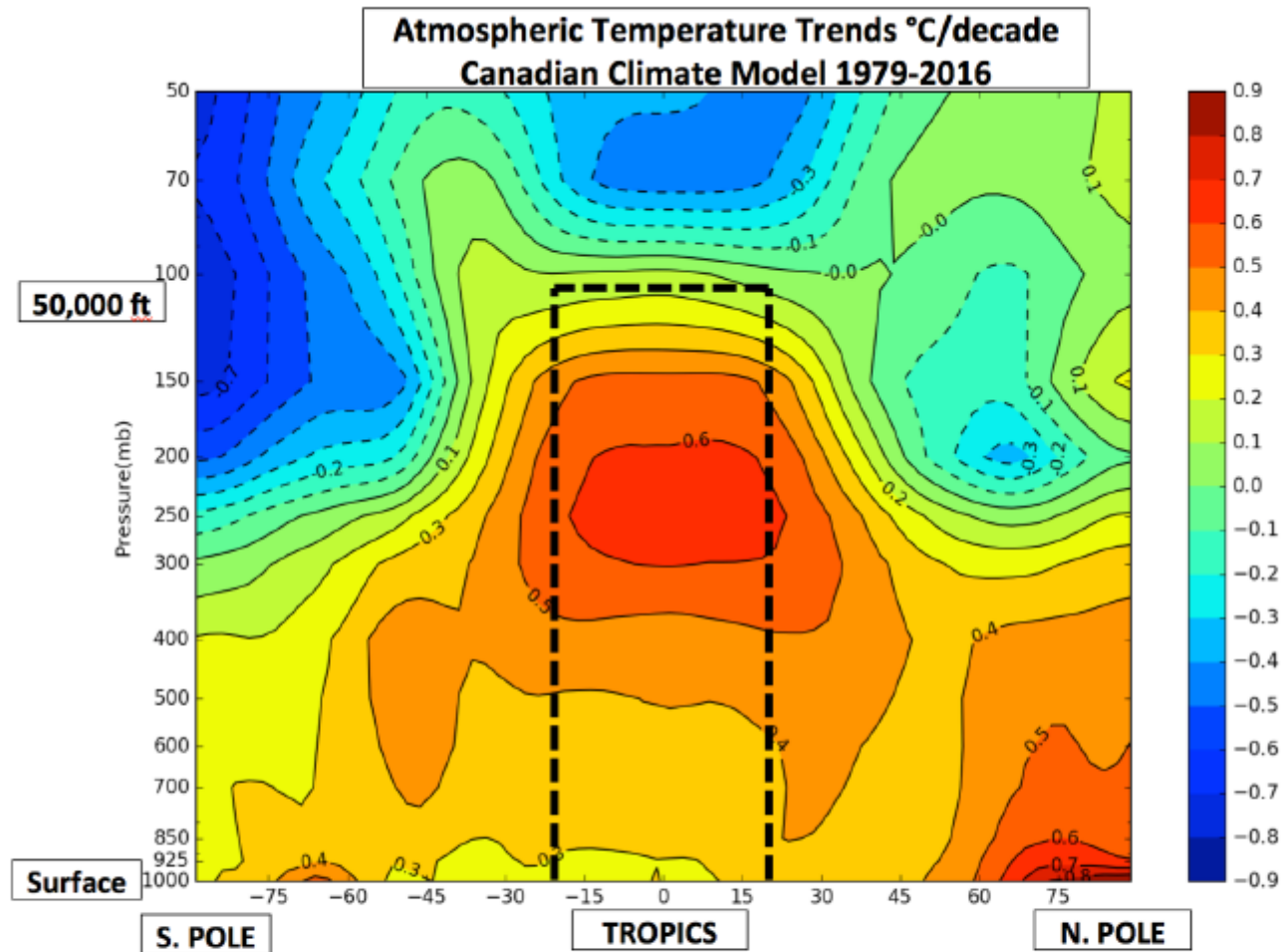


Figure 9.2. The zonal mean equilibrium temperature change ( $^{\circ}\text{C}$ ) between a present day minus a pre-industrial simulation by the CSIRO atmospheric model coupled to a mixed-layer ocean model from (a) direct forcing from fossil fuel black carbon and organic matter (BC+OM) and (b) the sum of fossil fuel BC+OM and biomass burning. Plot is from 1,000 hPa to 10 hPa (shown on left scale) and from 0 km to 30 km (shown on right). Note the difference in colour scale from Figure 9.1. See Supplementary Material, Appendix 9.C for additional information. Based on Penner et al. (2007).



**Figure 9.1.** Zonal mean atmospheric temperature change from 1890 to 1999 ( $^{\circ}\text{C}$  per century) as simulated by the PCM model from (a) solar forcing, (b) volcanoes, (c) well-mixed greenhouse gases, (d) tropospheric and stratospheric ozone changes, (e) direct sulphate aerosol forcing and (f) the sum of all forcings. Plot is from 1,000 hPa to 10 hPa (shown on left scale) and from 0 km to 30 km (shown on right). See Appendix 9.C for additional information. Based on Santer et al. (2003a).



*Figure 1 Temperature trends (°C/decade) for 1979-2016 of the cross-section of the atmosphere as simulated by the Canadian Climate Model. The tropical band (20°S-20°N) is outlined for the bulk layer (surface to 50,000 ft) that represents the microwave  $T_{MT}$  measurement (Temperature Mid-Troposphere). This outlined-layer is the region of prominent warming for the 1979-2016 period as depicted in all models and thus is the region to examine relative to observations (Figure by Rob Junod, UAH).*



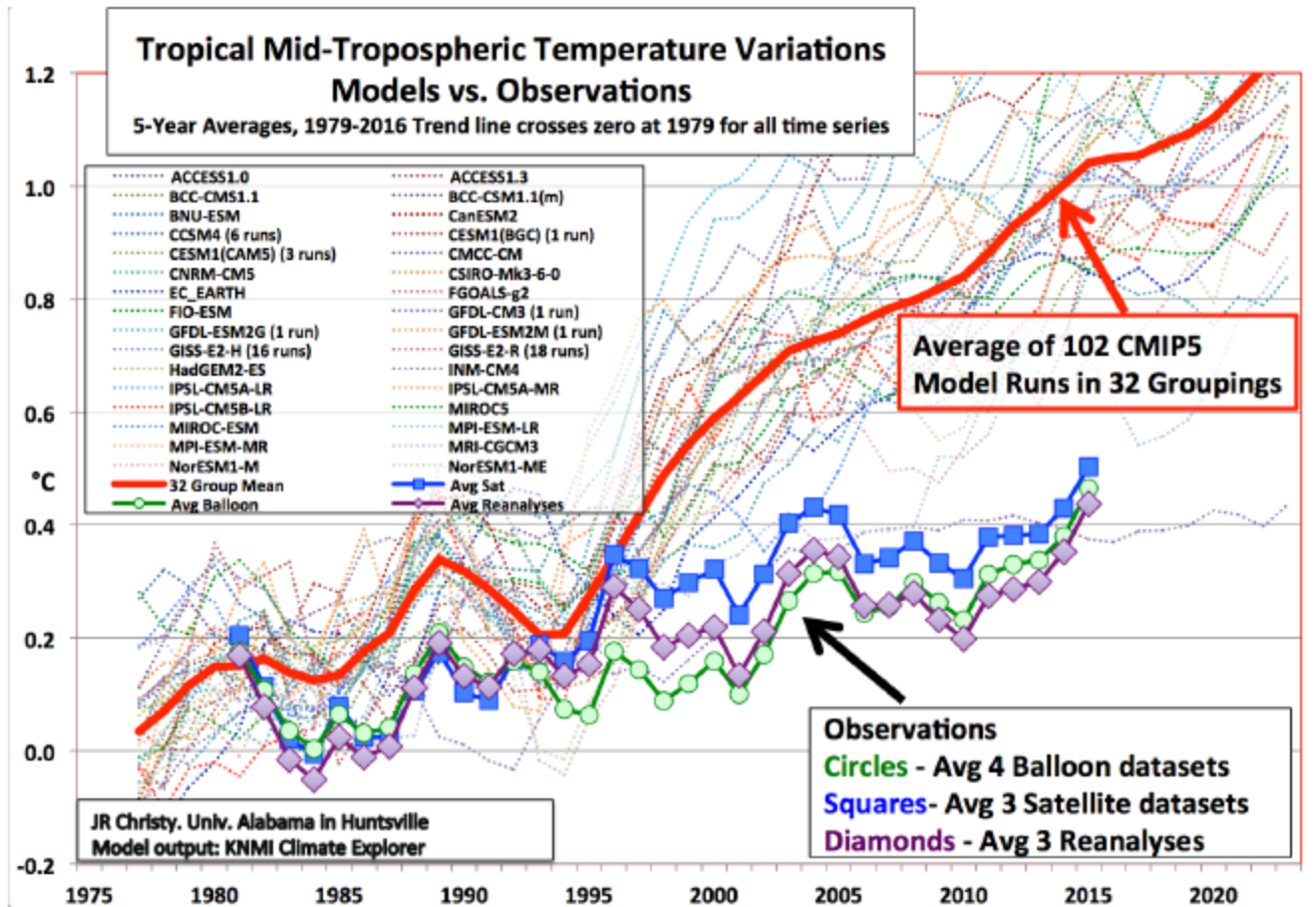


Figure 2: Five-year averaged values of annual mean (1979-2016) tropical bulk  $T_{MT}$  as depicted by the average of 102 IPCC CMIP5 climate models (red) in 32 institutional groups (dotted lines). The 1979-2016 linear trend of all time series intersects at zero in 1979. Observations are displayed with symbols: Green circles - average of 4 balloon datasets, blue squares - 3 satellite datasets and purple diamonds - 3 reanalyses. See text for observational datasets utilized. The last observational point at 2015 is the average of 2013-2016 only, while all other points are centered, 5-year averages.

## Tropical Atmospheric Temperature (TMT) Trends for 1979-2016 Climate Models vs. Observations

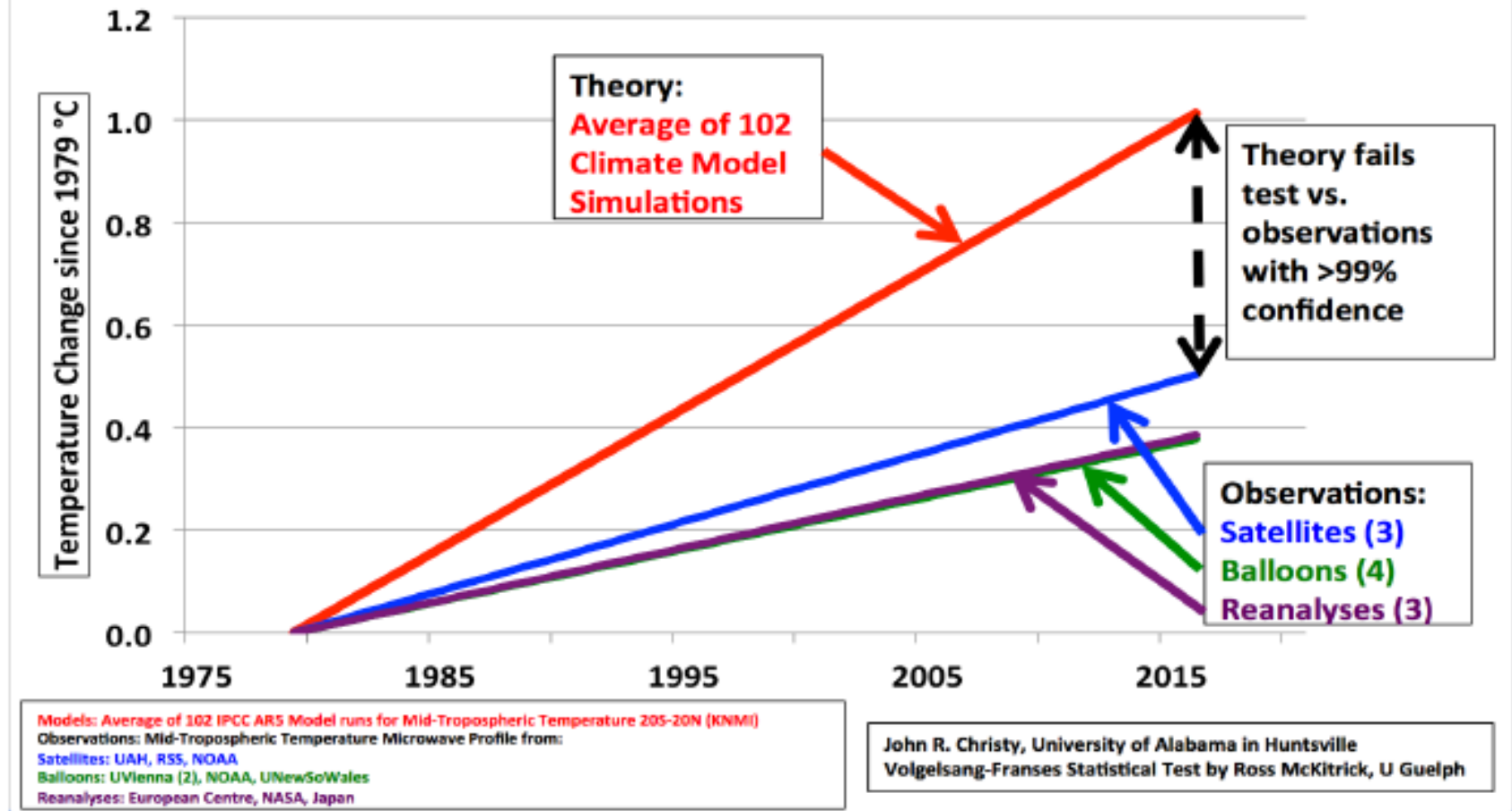
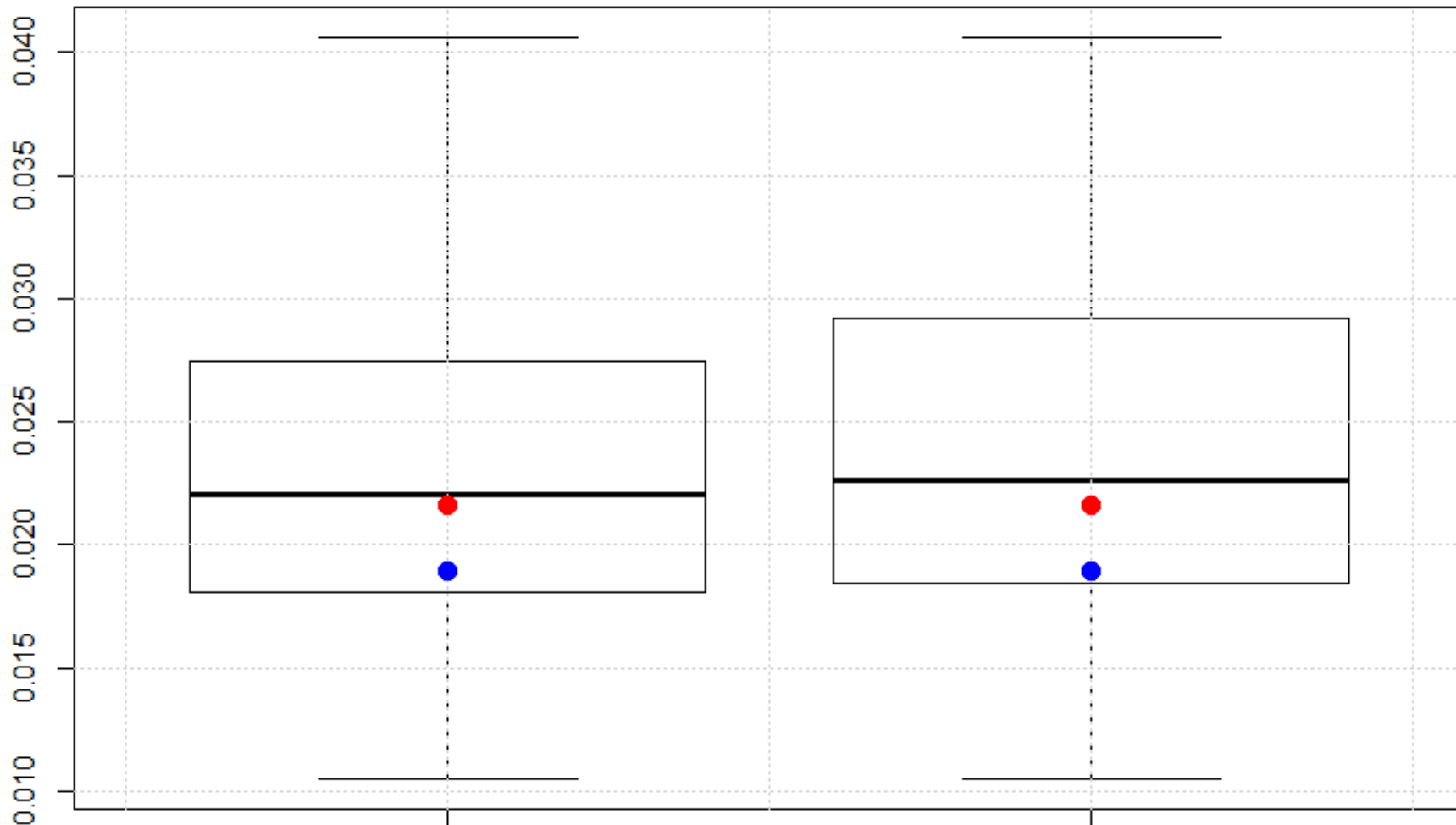


Figure 3. The linear trends of the average of the climate model simulations (red) and the averages of the three types of observational datasets described in the text.

# Jak korespondují modelové výpočty a naměřená data pro celou zeměkouli (ve 2 m nad zemí)?

- ▶ Podle naměřených emisí skl. plynů jsou dosahovány a/nebo překračovány nejvyšší emisní scénáře (průměry „rodin“ scénářů)  
Skutečný vývoj průměrné globální teploty je nižší než medián výpočtů GCM modelů počítaných podle „umírněného“ scénáře A2
- ▶ V posledních letech je trend výrazně ovlivněn přirozeným jevem El-Niño

# Trendy modelových výpočtů CMIP5 (scénáře A2, A1B) od r. 1992 a naměřené globální teploty (GISTEMP červeně, HADCRUT4 modře)



# Jak tedy korespondují modelové výpočty a naměřená data? – pokr.

- ▶ Teploty nižší než většina modelových výpočtů dle scénářů skupiny A2 jsou často vysvětlovány těmito příčinami:
  1. Zvýšené koncentrace aerosolů vlivem zvýšení průmyslové výroby, zejména v Asii
  2. Oddálení oteplení působením oceánů (v posledních 2–3 letech neplatí vlivem efektu El-Niño)
  3. Přecenění tzv. citlivosti klimatu, tj. vzestupu teploty na základě zvýšených koncentrací skleníkových plynů

# Interaktivní grafy

- ▶ <http://www.woodfortrees.org/>
  - <http://www.woodfortrees.org/plot/esr-amo/plot/gistemp>
- ▶ <http://www.climate4you.com/>
- ▶ <http://climexp.knmi.nl/start.cgi?id=someone@somewhere>

# Nebezpečné povětrnostní jevy

Log In or Register



# SCIENTIFIC AMERICAN™



2011 NATIONAL MAGAZINE AWARD WINNER

Search ScientificAmerican.com



Subscribe

News & Features

Blogs

Multimedia

Education

Citizen Science

Topics

Home » Features »

Features | Energy & Sustainability

Tweet

130

Like

1.3k

## Storm Warnings: Extreme Weather Is a Product of Climate Change

More violent and frequent storms, once merely a prediction of climate models, are now a matter of observation. Part 1 of a three-part series

By John Carey | June 28, 2011 | 128

Share Email Print

1 2 3 Next >



Extreme Weather and Climate Change

The evidence is in: global warming has caused severe floods, droughts and storms. We present a three-part series by John Carey, who was funded by the Pew Center on Global Climate Change, and other selections from the editors »

June 30, 2011

# Odhad změn nebezpečných jevů podle IPCC (AR5, s. 110) (tučně: změna oproti přechozím odhadům)

modré písmo: **SREX**, červené písmo: (předchozí zpráva IPCC) AR4

Bold indicates where the AR5 (black) provides a revised\* global-scale assessment from the SREX (blue) or AR4 (red). Projections for early 21st century were not provided in previous assessment reports. Projections in the AR5 are relative to the reference period of 1986–2005, and use the new Representative Concentration Pathway (RCP) scenarios (see Box SPM.1) unless otherwise specified. See the Glossary for definitions of extreme weather and climate events.

Phenomenon and direction of trend	Assessment that changes occurred (typically since 1950 unless otherwise indicated)	Assessment of a human contribution to observed changes	Likelihood of further changes	
			Early 21st century	Late 21st century
Warmer and/or fewer cold days and nights over most land areas	<i>Very likely</i> {2.6}	<b>Very likely</b> {10.6}	<i>Likely</i> {11.3}	<b>Virtually certain</b> {12.4}
	<i>Very likely</i> <i>Very likely</i>	<i>Likely</i> <i>Likely</i>		<i>Virtually certain</i> <i>Virtually certain</i>
Warmer and/or more frequent hot days and nights over most land areas	<i>Very likely</i> {2.6}	<b>Very likely</b> {10.6}	<i>Likely</i> {11.3}	<b>Virtually certain</b> {12.4}
	<i>Very likely</i> <i>Very likely</i>	<i>Likely</i> <i>Likely (nights only)</i>		<i>Virtually certain</i> <i>Virtually certain</i>
Warm spells/heat waves. Frequency and/or duration increases over most land areas	<b>Medium confidence</b> on a global scale <i>Likely</i> in large parts of Europe, Asia and Australia {2.6}	<b>Likely<sup>a</sup></b> {10.6}	Not formally assessed <sup>b</sup> {11.3}	<i>Very likely</i> {12.4}
	<i>Medium confidence</i> in many (but not all) regions <i>Likely</i>	Not formally assessed <i>More likely than not</i>		<i>Very likely</i> <i>Very likely</i>
Heavy precipitation events. Increase in the frequency, intensity, and/or amount of heavy precipitation	<i>Likely</i> more land areas with increases than decreases <sup>c</sup> {2.6}	<b>Medium confidence</b> {7.6, 10.6}	<i>Likely</i> over many land areas {11.3}	<b>Very likely</b> over most of the mid-latitude land masses and over wet tropical regions {12.4}
	<i>Likely</i> more land areas with increases than decreases <i>Likely over most land areas</i>	<i>Medium confidence</i> <i>More likely than not</i>		<i>Likely</i> over many areas <i>Very likely over most land areas</i>
Increases in intensity and/or duration of drought	<b>Low confidence</b> on a global scale <i>Likely</i> changes in some regions <sup>d</sup> {2.6}	<b>Low confidence</b> {10.6}	<i>Low confidence<sup>a</sup></i> {11.3}	<b>Likely (medium confidence)</b> on a regional to global scale <sup>b</sup> {12.4}
	<i>Medium confidence</i> in some regions <i>Likely</i> in many regions, since 1970 <sup>e</sup>	<i>Medium confidence<sup>f</sup></i> <i>More likely than not</i>		<i>Medium confidence</i> in some regions <i>Likely<sup>e</sup></i>
Increases in intense tropical cyclone activity	<b>Low confidence</b> in long term (centennial) changes <i>Virtually certain</i> in North Atlantic since 1970 {2.6}	<b>Low confidence<sup>i</sup></b> {10.6}	<i>Low confidence</i> {11.3}	<b>More likely than not</b> in the Western North Pacific and North Atlantic <sup>j</sup> {14.6}
	<i>Low confidence</i> <i>Likely</i> in some regions, since 1970	<i>Low confidence</i> <i>More likely than not</i>		<i>More likely than not</i> in some basins <i>Likely</i>
Increased incidence and/or magnitude of extreme high sea level	<i>Likely</i> (since 1970) {3.7}	<b>Likely<sup>k</sup></b> {3.7}	<i>Likely<sup>l</sup></i> {13.7}	<b>Very likely<sup>i</sup></b> {13.7}
	<i>Likely</i> (late 20th century) <i>Likely</i>	<i>Likely<sup>k</sup></i> <i>More likely than not<sup>k</sup></i>		<i>Very likely<sup>m</sup></i> <i>Likely</i>

\* The direct comparison of assessment findings between reports is difficult. For some climate variables, different aspects have been assessed, and the revised guidance note on uncertainties has been used for the SREX and AR5. The availability of new information, improved scientific understanding, continued analyses of data and models, and specific differences in methodologies applied in the assessed studies, all contribute to revised assessment findings.



# Odhady věrohodnosti podle IPCC

▶ Assessed likelihood, and typeset in italics:

▶ **Term\* Likelihood of the outcome**

Virtually certain	99–100% probability
Very likely	90–100% probability
Likely	66–100% probability
About as likely as not	33–66% probability
Unlikely	0–33% probability
Very unlikely	0–10% probability
Exceptionally unlikely	0–1% probability

\* Additional terms (extremely likely: 95–100% probability, more likely than not: >50–100% probability, and extremely unlikely:

0–5% probability) may also be used when appropriate.

## Confidence terminology:

Very high confidence	At least 9 out of 10 chance
High confidence	About 8 out of 10 chance
Medium confidence	About 5 out of 10 chance
Low confidence	About 2 out of 10 chance
Very low confidence	Less than 1 out of 10 chance

# Nebezpečné jevy

- ▶ Tornáda – nebezpečné atmosférické víry z bouřkových oblaků



# Tornádo u Brna 20. 7. 2001



# Tornádo u Brna 20. 7. 2001



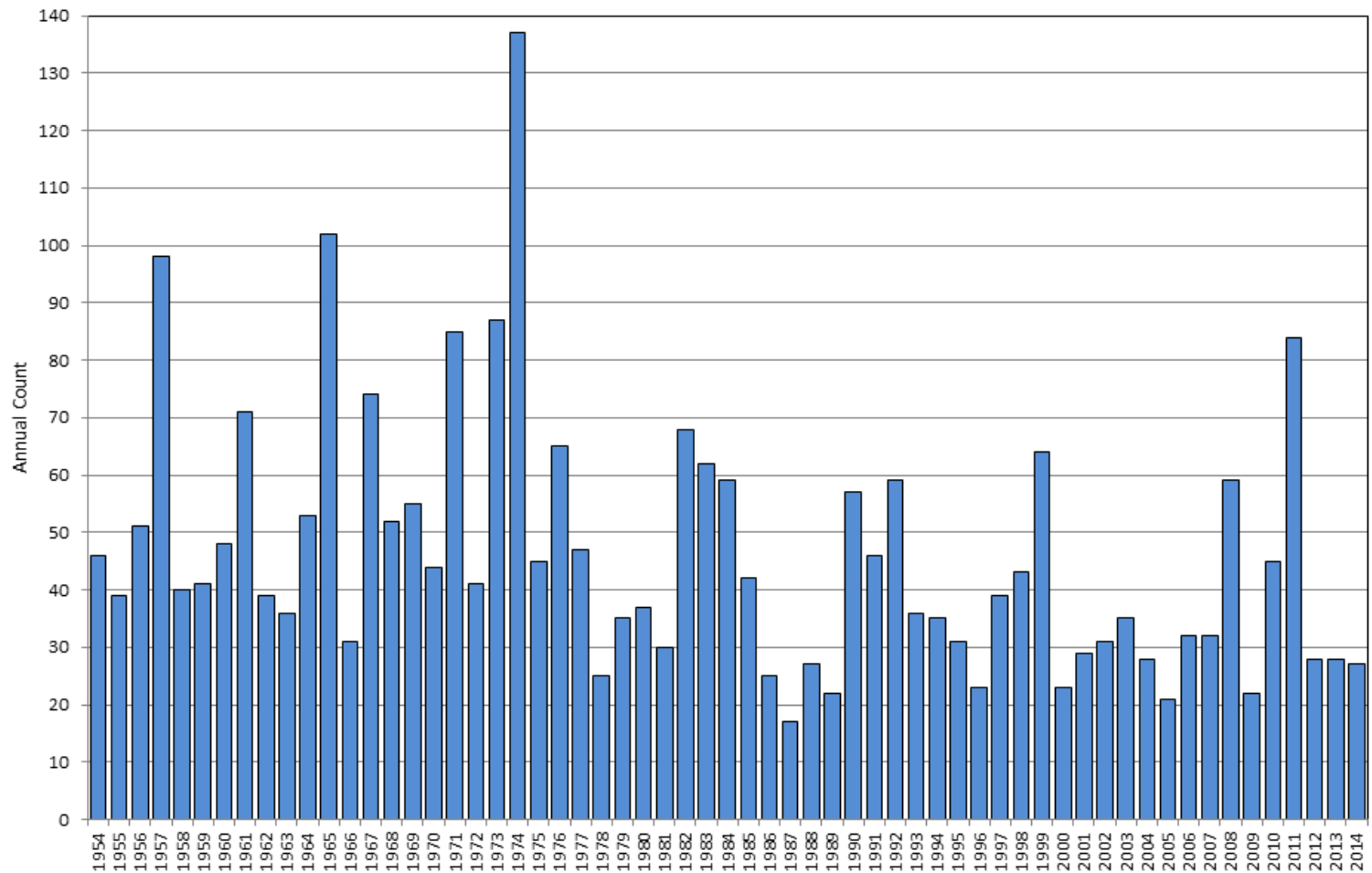
**Tornádo u  
Prostějova 20. 7.  
2001**



# Četnost nebezpečných tornád

Viz <https://www.ncdc.noaa.gov/climate-information/extreme-events/us-tornado-climatology/trends>

U.S. Annual Count of Strong to Violent Tornadoes (F3+), 1954 through 2014

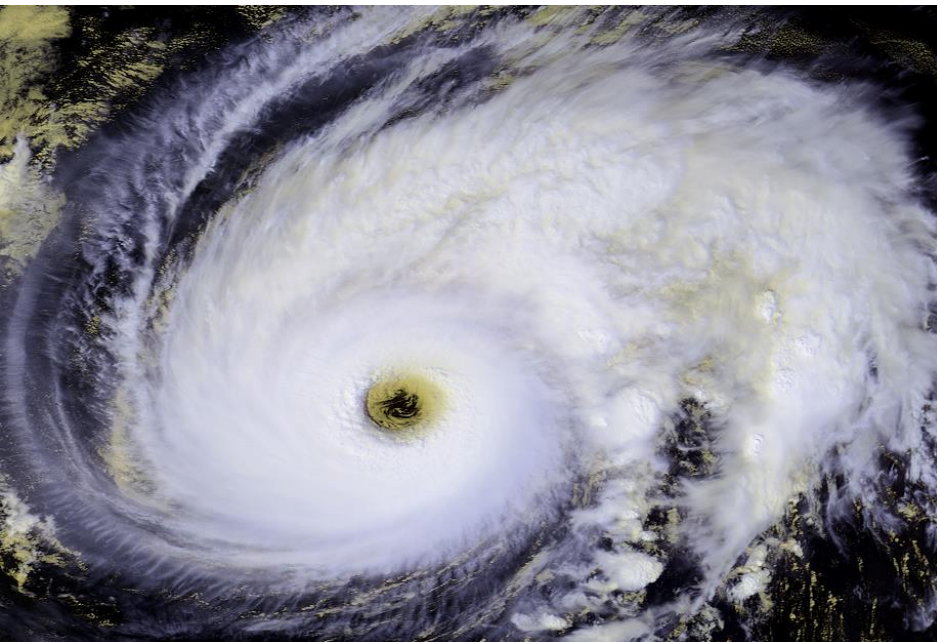


Data Source: NOAA/ NWS Storm Prediction Center

# Tropické cyklóny

**Velikost: stovky  
km**

**Trvání: několik  
dnů**



**Karibik: hurikán**

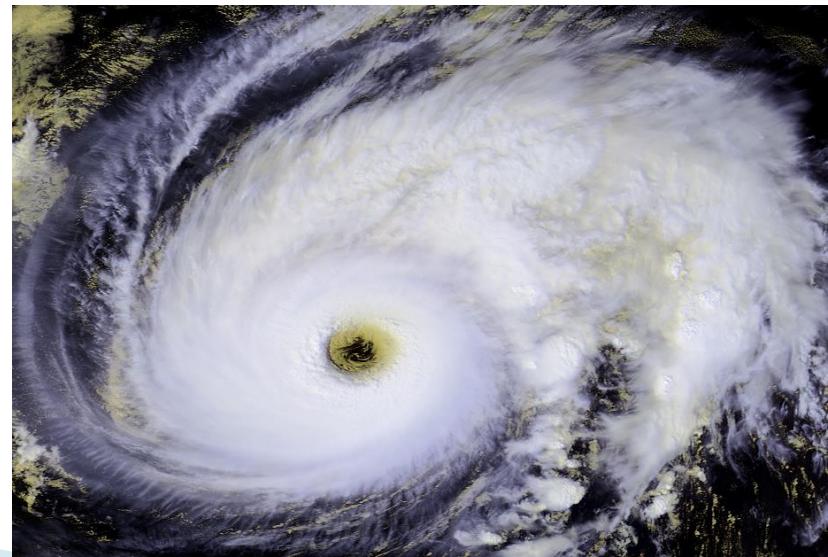
**Pacifik: tajfun**

# Tropické cyklóny

Vznikají v subtropických mořích při teplotě povrchu oceánu nad 26 st. a ohrožují zejména oblasti Karibského moře a tropického Pacifiku i oblasti Afriky.

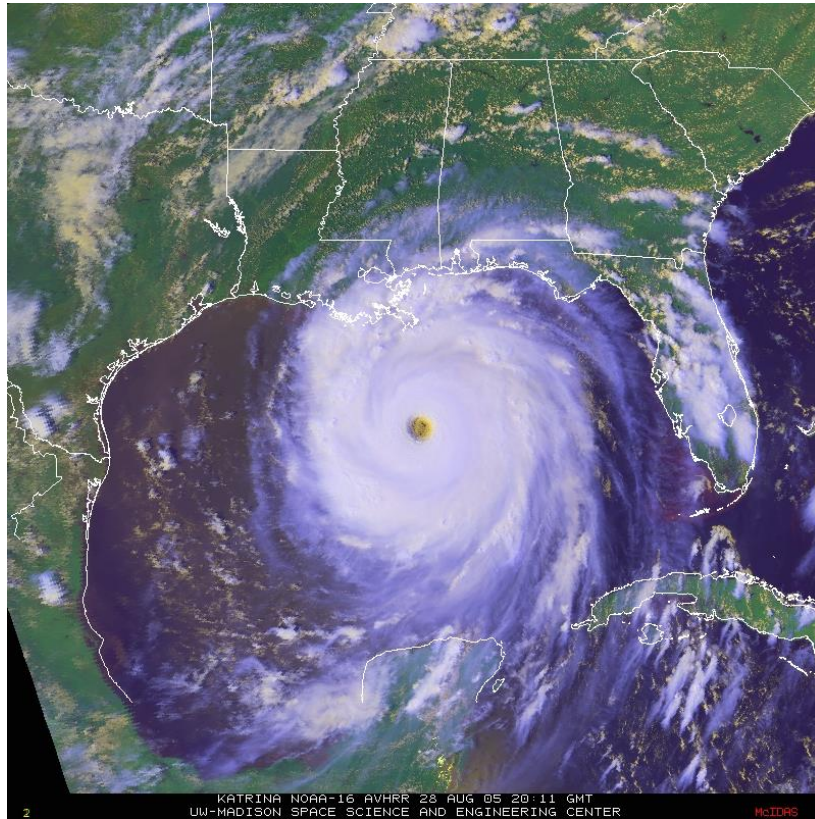
**Indický oceán:  
cyklon**

**Austrálie: willy-wily**

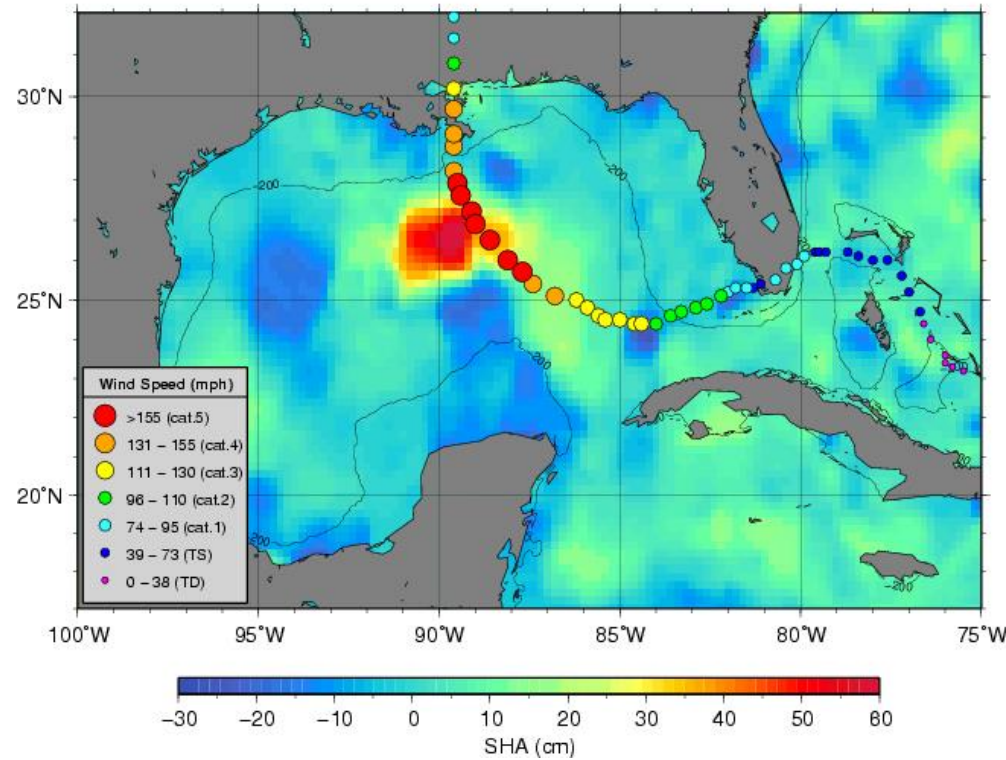




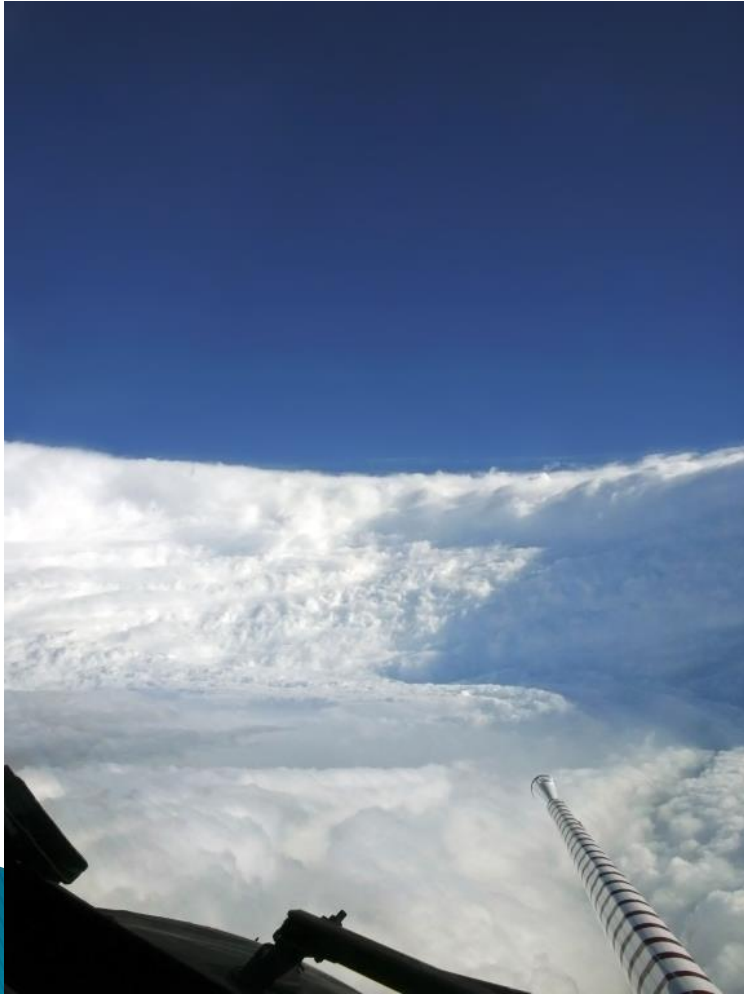
# Hurikán Katrina



Gulf of Mexico – Sea height anomaly (SHA) 08/28/2005



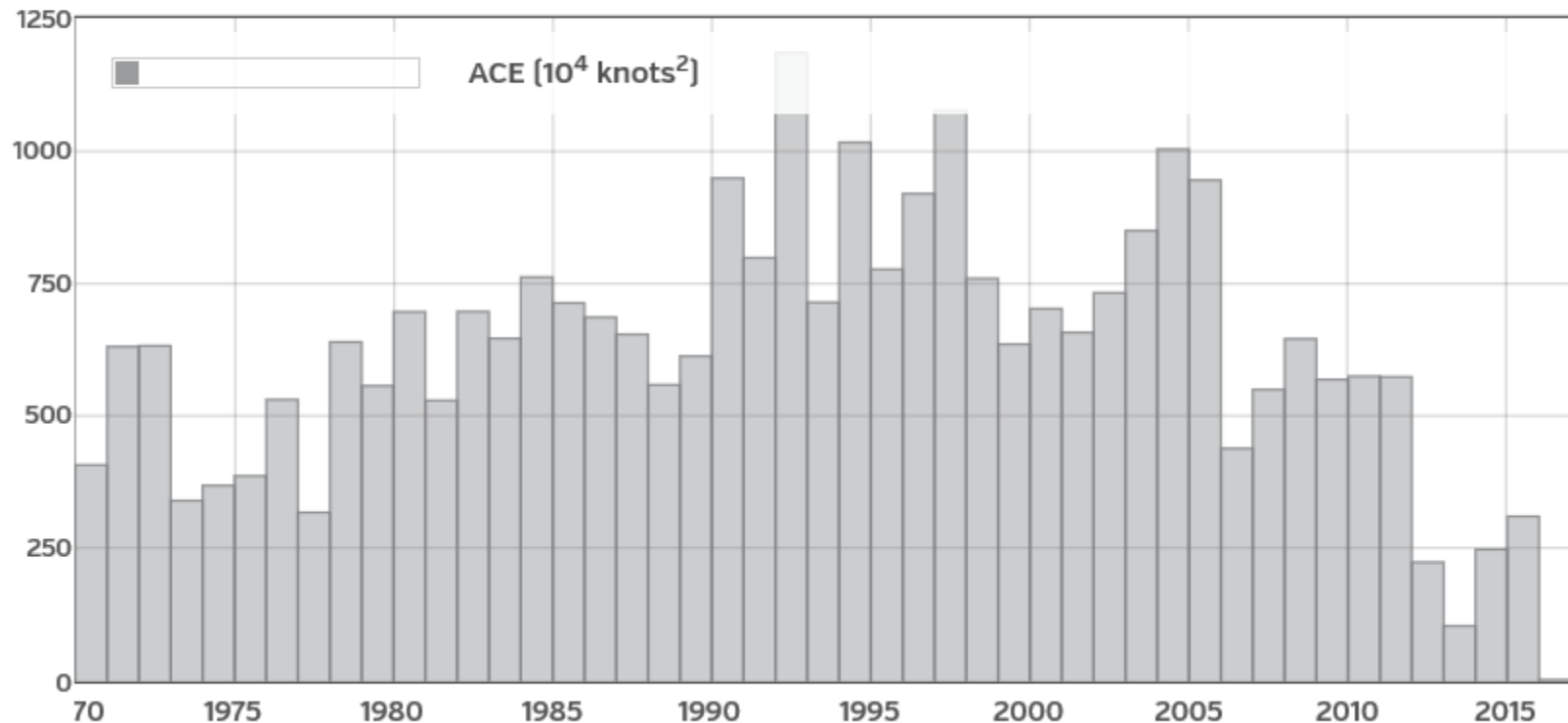
# Oko hurikánu Katrina



# Accumulated Cyclone Energy (ACE)

Atlantic	East Pacific	West Pacific	Indian Ocean	Southern Hemisphere	Global
----------	--------------	--------------	--------------	---------------------	--------

Updated: March 23, 2016



**Index aktivity hurikánů (přesněji akumulované energie hurikánů).**

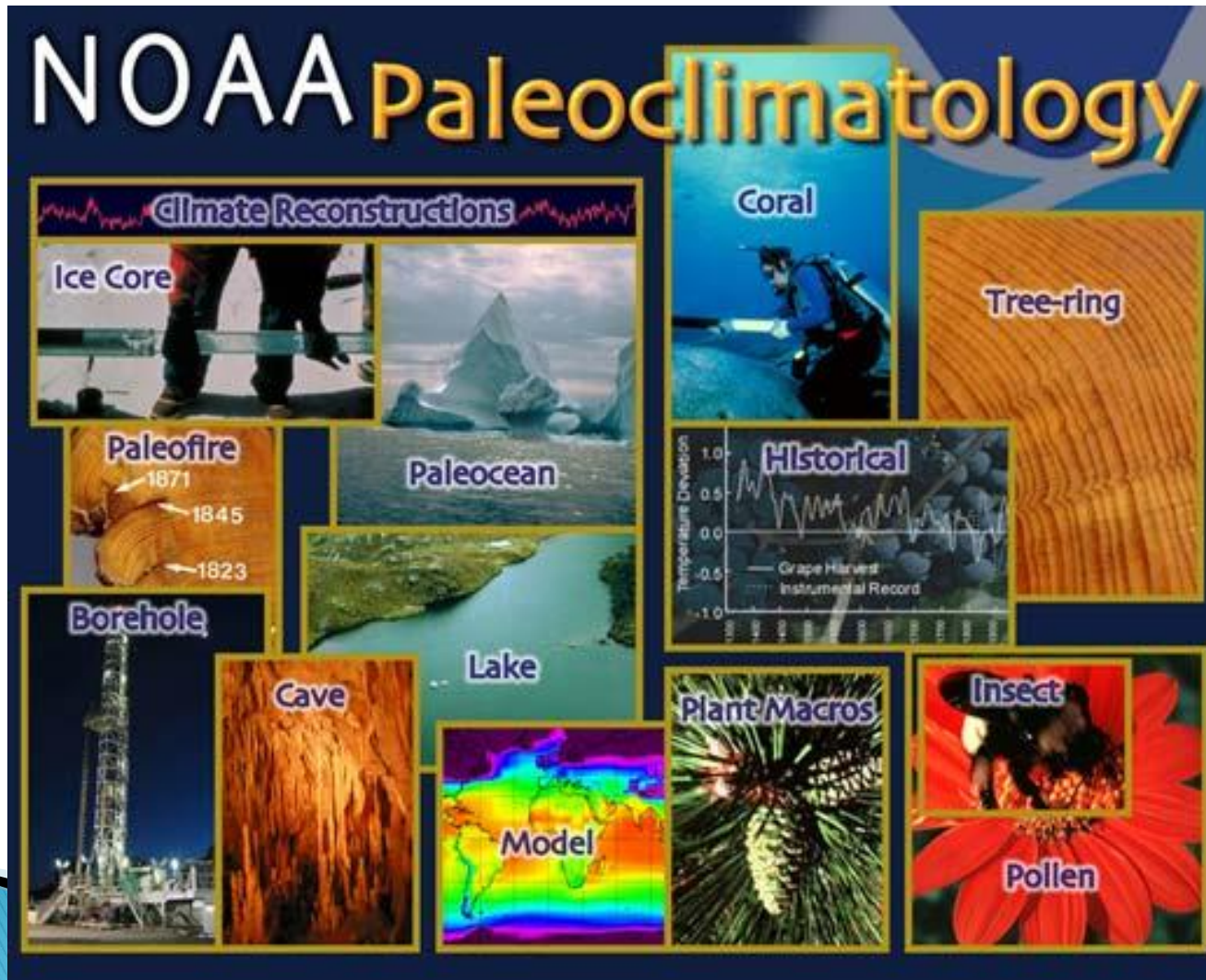
**Zdroj: Wunderground:**

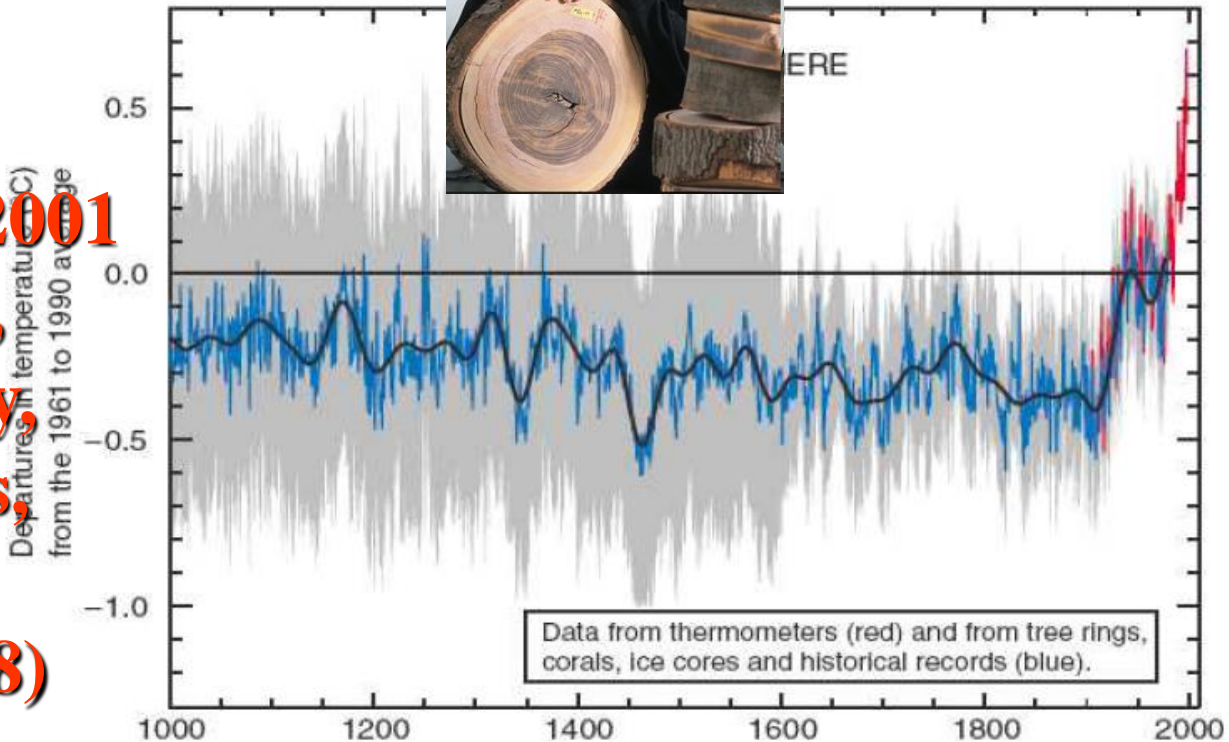
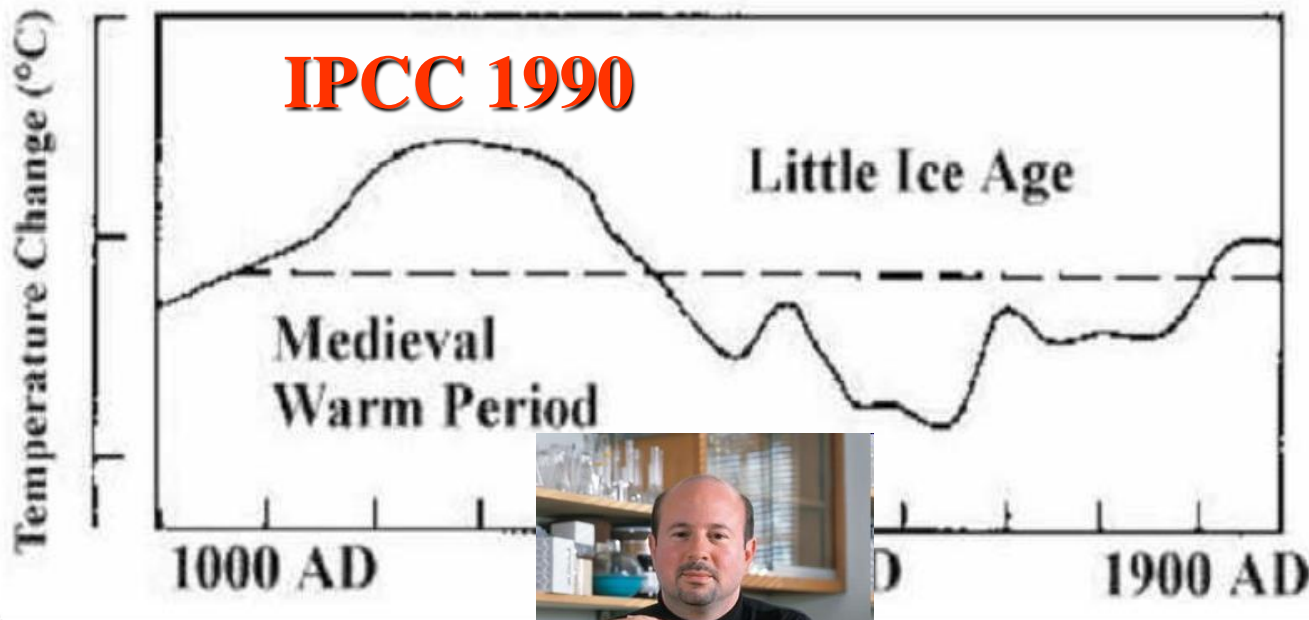
**[https://www.wunderground.com/hurricane/accumulated\\_cyclone\\_energy.asp?basin=gl](https://www.wunderground.com/hurricane/accumulated_cyclone_energy.asp?basin=gl)**

# Je současný vzestup teploty bezprecedentní?

- ▶ Paleoklimatické studie: Vazba teploty a dalších meteorologických prvků na charakteristiky letokruhů, mořských korálů, mořských a jezerních sedimentů atp. (proxy dat)

# Rekonstrukce klimatu (paleoklimatologie)





**IPCC 2001**  
**(Mann,**  
**Bradley,**  
**Hughes,**  
**1998 -**  
**MBH98)**

# „Boj o hokejku“

- ▶ Je rekonstrukce teplot v minulosti, která „zrušila“ středověkou teplou epizodu, kvalitní?
- ▶ Mc Intyre+Mc Kitrick, 2003: Hokejkový graf vznikl nesprávným použitím metody hlavních komponent a selektivním výběrem proxy dat.

# „Boj o hokejku“ (pokr.)

## ▶ Zastánci „hokejky:

- 1. fáze: McIntyre a McKitrick se zcela mýlí a jejich pokusy o replikaci MBH98 mají také zásadní chyby.
- 2. fáze: Možná jsou v původní práci nějaké chyby, ale dosažené výsledky jimi nejsou zásadně ovlivněny a jsou správné; jiné nezávislé práce hlavní závěry o bezprecedentním (antropogenním) oteplování potvrdily.



# „Boj o hokejku“ (pokr.)

- ▶ (U.S.) National Academy of Science:
  - „Nejistota ohledně rekonstrukce klimatu byla (v práci MBH98) podhodnocena
    - [http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=11676&page=113](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=11676&page=113)
  - Současné oteplení je bezprecedentní za poslední 4 století
  - Rekonstrukce klimatu před 17. století je zatížena značnou nejistotou
  - Tvzení, že poslední desetiletí je nejteplejším za posledních cca 1000 let, není podpořeno důkazy. Možné to však je („plausible“).

# „Boj o hokejku“ (pokr.)

- ▶ Pro účely zhodnocení práce MBH98 byl v roce 2006 požádán (republikánem J. Bartonem) o posudek významný statistik Edward Wegman a jeho kolegové.
  - Potvrzují zásadní metodologické chyby v práci MBH98 („práce MBH98 je poněkud obskurní a kritika McIntyra a McKitricka je v zásadě správná ...“)
  - Wegman mj. zjistil značnou personální provázanost mezi autory „nezávislých studií“.
  - Odpověď dr. Manna: „Wegmanova zpráva je zoufalý pokus zpolitizovat vědeckou záležitost ... „
    - <http://news.mongabay.com/2006/0716-climate.html>

# „Boj o hokejku“ (pokr.)

- ▶ Nedávná nová práce dr Manna et al. potvrzuje předchozí výsledky ...
- ▶ ... a jeho příznivci tvrdí, že Mannova metodika je podpořena světovou autoritou v oblasti metody hlavních komponent, Ianem Jolliffem.

# „Boj o hokejku“ (pokr.)

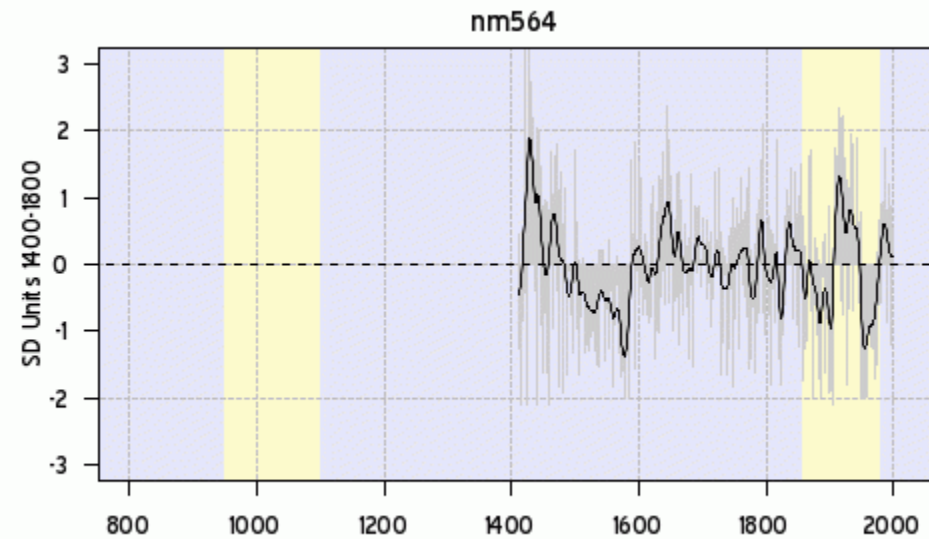
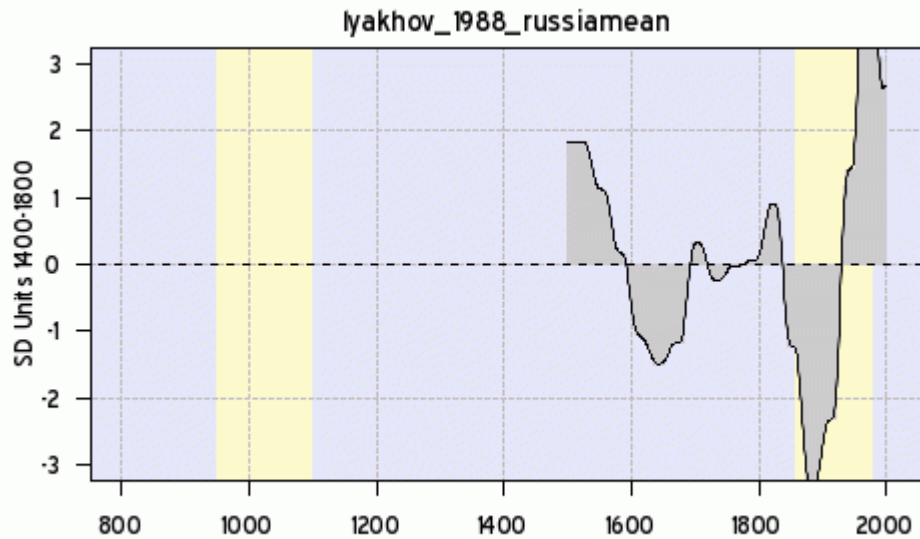
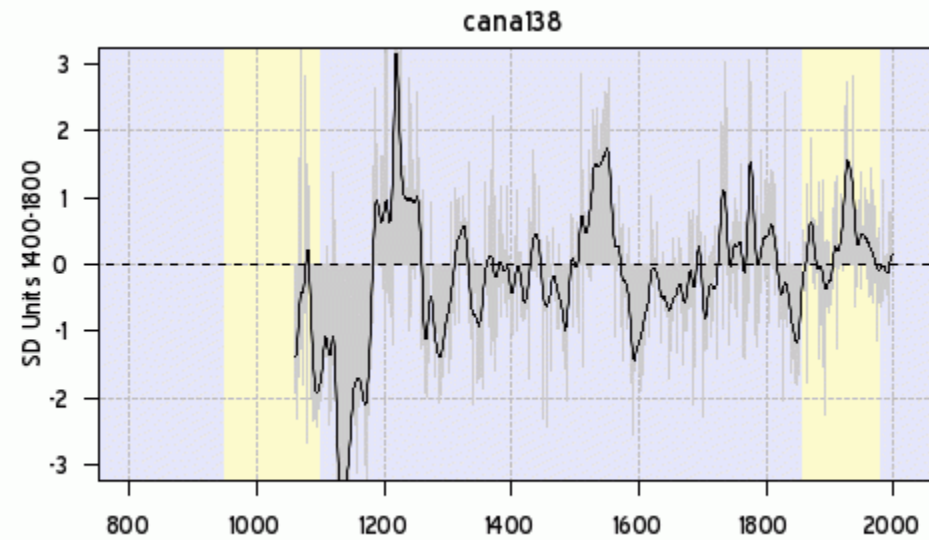
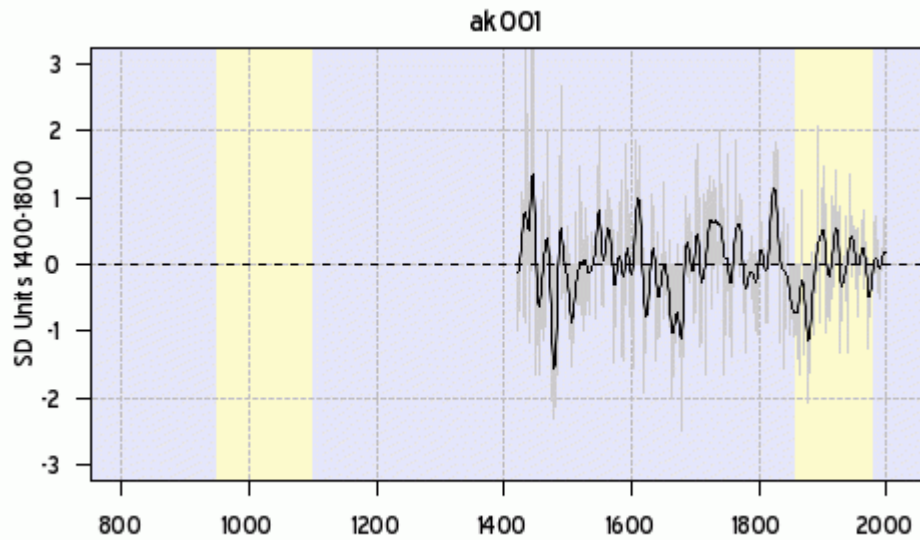
- ▶ Vyjádření Iana Jolliffe:

„Nejsem popírač globálního oteplování. Jsem ale přesvědčen, že důkazy o globálním oteplování jsou založeny na něčem jiném než na hokejce. Proto se zdá bláznivé, že hokejce je věnována taková pozornost a že skupina vlivných klimatologů tak zarputile obhájí práci založenou na pochybné statistice ...“

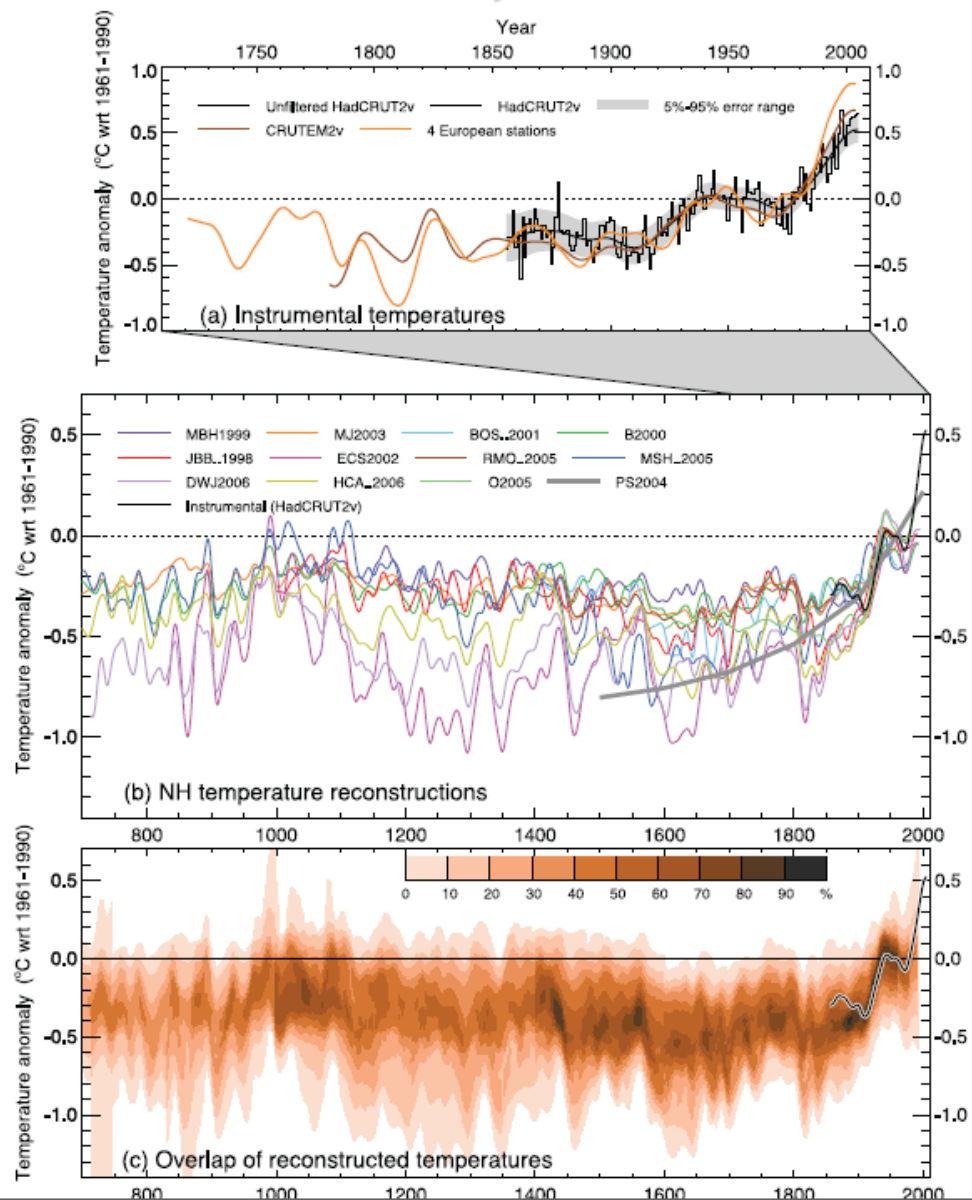
<http://climateaudit.org/2008/09/08/ian-jolliffe-comments-at-tamino/>

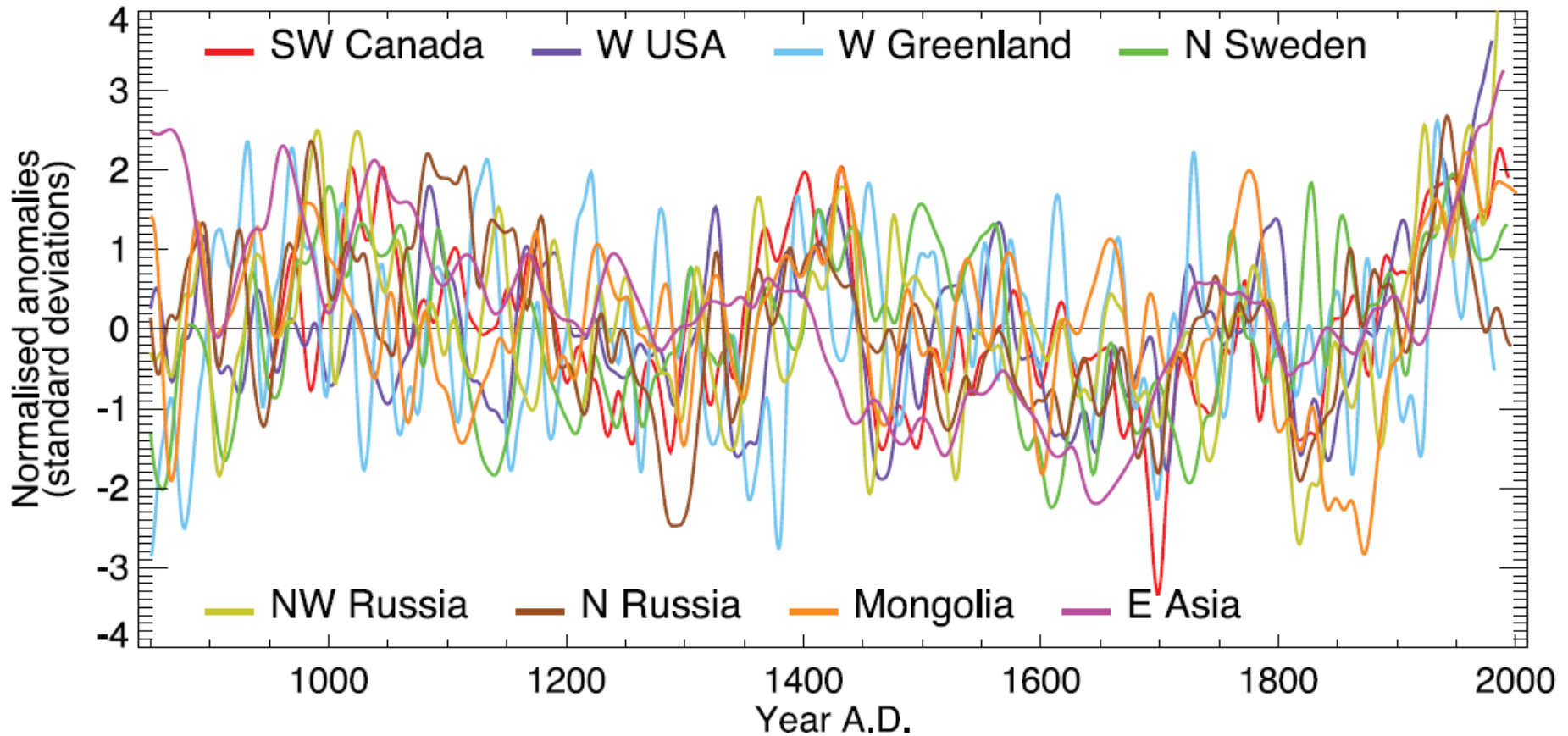
# Proxy teploty v práci Manna, 2008

(Mc Intyre, 2008: [www.climateaudit.org](http://www.climateaudit.org))

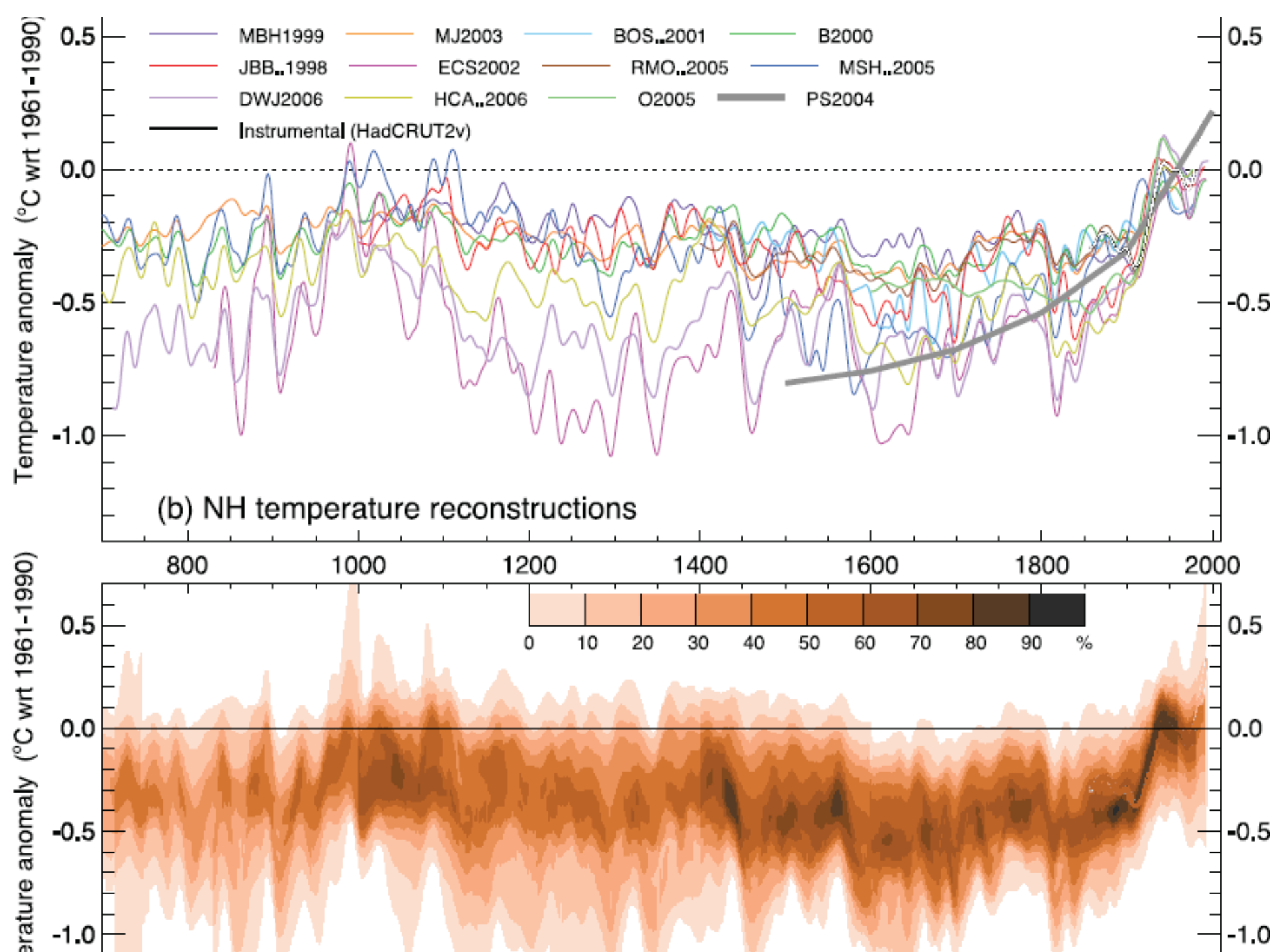


# IPCC AR4, Ch. 6

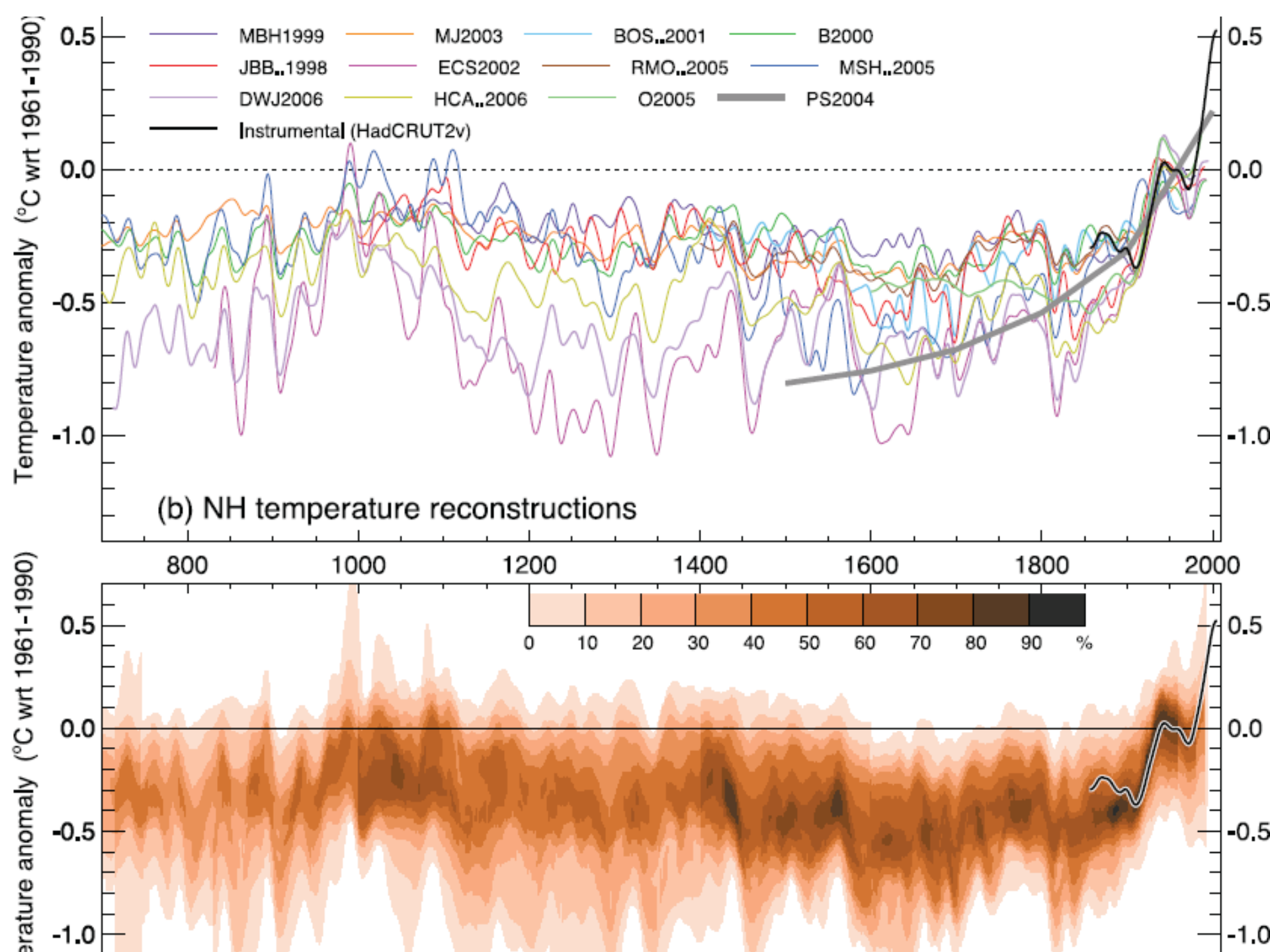




**Box 6.4, Figure 1.** *The heterogeneous nature of climate during the ‘Medieval Warm Period’ is illustrated by the wide spread of values exhibited by the individual records that have been used to reconstruct NH mean temperature. These consist of individual, or small regional averages of, proxy records collated from those used by Mann and Jones (2003), Esper et al. (2002) and Luckman and Wilson (2005), but exclude shorter series or those with no evidence of sensitivity to local temperature. These records have not been calibrated here, but each has been smoothed with a 20-year filter and scaled to have zero mean and unit standard deviation over the period 1001 to 1980.*

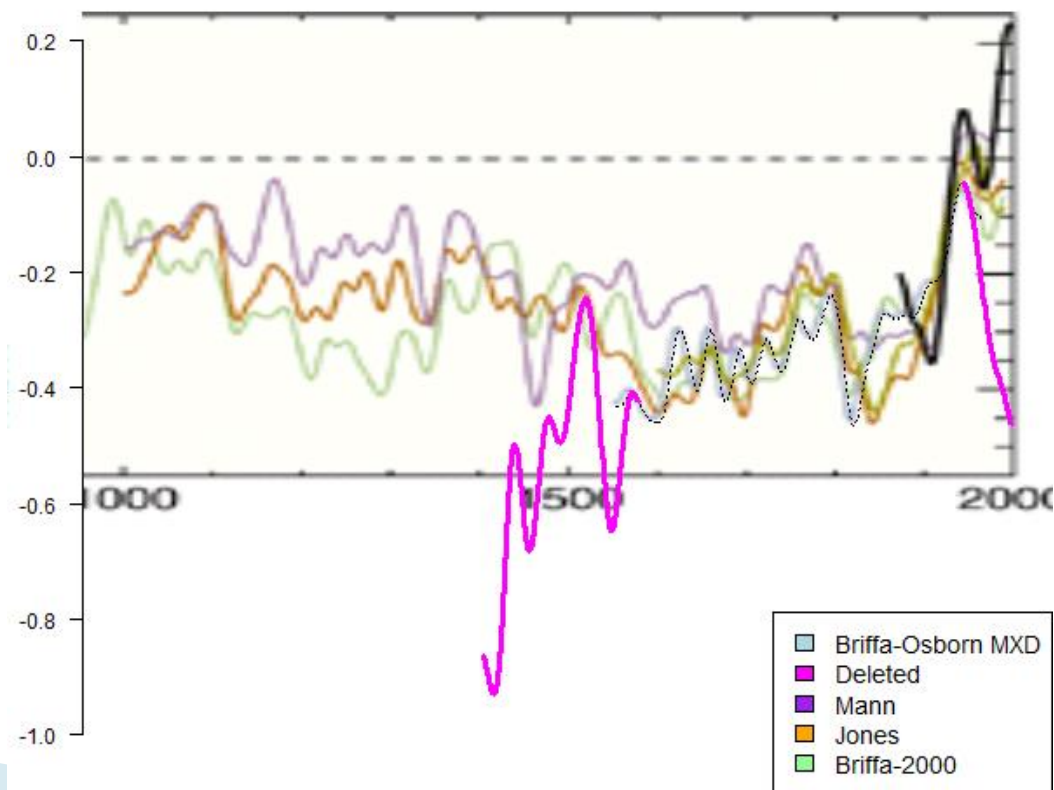






# Problém divergence

- ▶ Proxy data v posledních dekádách nereagují na zvyšování teploty
- ▶ Řešení podle některých klimatologů:
  - Nepohodlná data se vymažou ... (v grafu ozn. „Deleted“)



# Má zvýšený obsah CO<sub>2</sub> (také) kladné účinky?

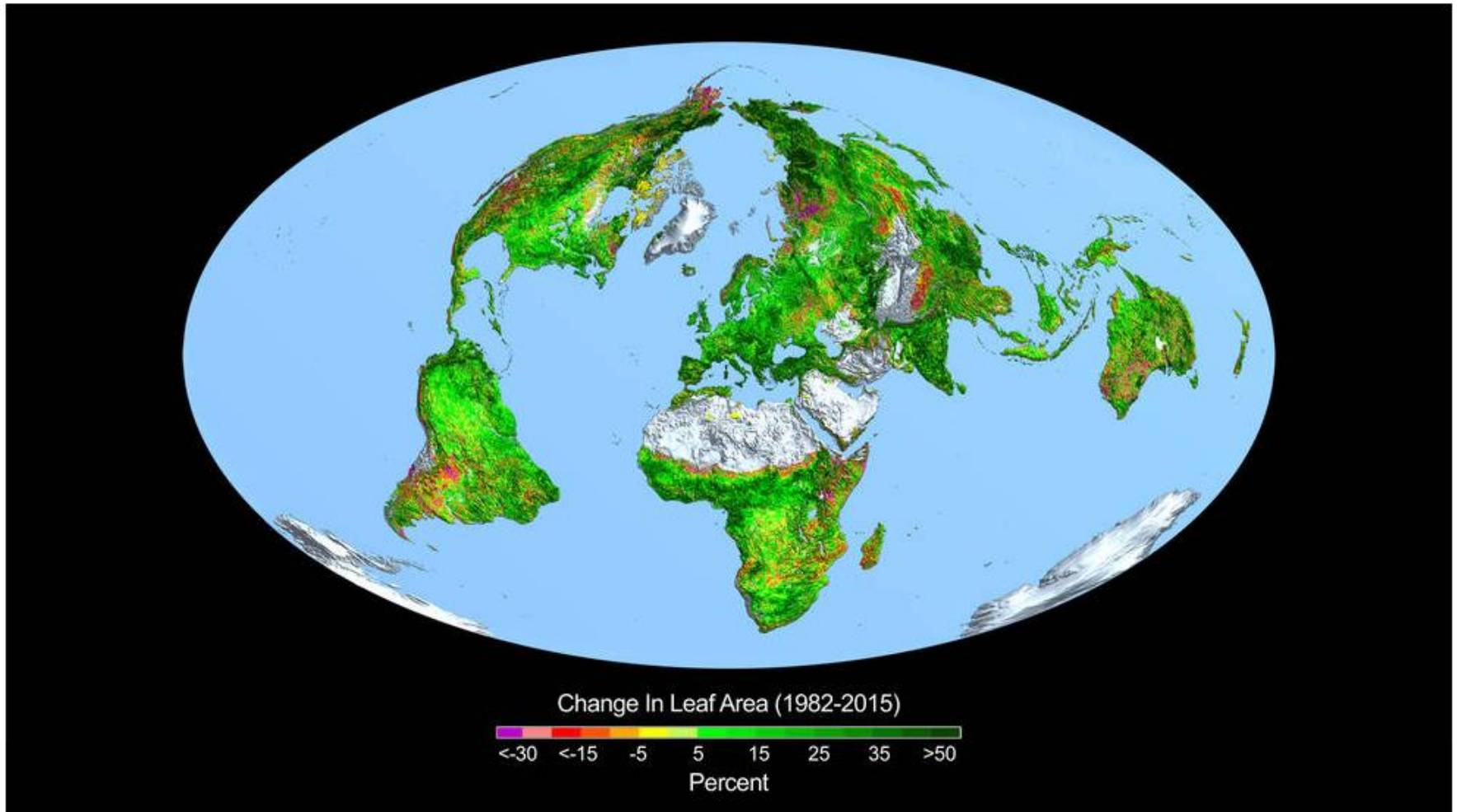
- ▶ Planeta je stále více zelená
  - Viz např:
    - <https://www.nature.com/articles/nclimate3004>
    - <https://www.csiro.au/en/News/News-releases/2013/Deserts-greening-from-rising-CO2>
  - Zmíněno (skromně) také ve zprávě IPCC

# Carbon Dioxide Fertilization Greening Earth, Study Finds



From a quarter to half of Earth's vegetated lands has shown significant greening over the last 35 years largely due to rising levels of atmospheric carbon dioxide, according to a new study published in the journal *Nature Climate Change* on April 25.

An international team of 32 authors from 24 institutions in eight countries led the effort, which involved using satellite data from NASA's Moderate Resolution Imaging Spectrometer and the National Oceanic and Atmospheric Administration's Advanced Very High Resolution Radiometer instruments to help determine the leaf area index, or amount of leaf cover, over the planet's vegetated regions. The greening represents an increase in leaves on plants and trees equivalent in area to two times the continental United States.



This image shows the change in leaf area across the globe from 1982-2015.

# 14% greener over 30 years

## By How Much did the Earth Green over the Past 30 years?

IGBP Land Cover Classes	Area			Productivity	
	G (%)	B (%)	N (%)	I (%)	D (%)
Evergreen broadleaf forests	5.62	0.15	7.10	2.27	-0.04
Deciduous broadleaf forests	0.54	0.09	0.95	0.23	-0.05
Cropland/Natural vegetation mosaics	2.27	0.13	4.30	1.26	-0.09
Savannas	1.67	0.40	6.03	0.94	-0.16
Mixed forests	3.56	0.40	8.33	1.96	-0.19
Woody savannas	2.85	0.05	2.96	1.22	-0.03
Croplands	3.41	0.21	7.15	1.75	-0.12
Closed shrublands	1.80	0.19	3.36	0.68	-0.06
Evergreen needleleaf forests	0.92	0.01	1.15	0.25	0.00
Deciduous needleleaf forests	0.18	0.09	1.07	0.11	-0.07
Grasslands	2.85	0.48	10.53	1.08	-0.18
Open shrublands	5.18	0.57	13.39	1.80	-0.22
Total	30.87	2.76	66.32	13.54	-1.21

- 31% of the global vegetated area greened
- This greening translates to a **14%** increase in gross productivity
- The greening is seen in all vegetation types

<http://probing.vegetation.be/sites/default/files/pdf/dag1/1100-Ranga%20Myneni-myneni-probing-vegetation-talk-2.pdf>

03 Jul 2013

# Deserts 'greening' from rising CO<sub>2</sub>

[Home](#) / [News](#) / [News releases and statements](#)



[Contact us](#)

## News release contact



[Randall Donohue](#) >

Research Scientist

+61 2 6246 5803

[Randall.Donohue@csiro.au](mailto:Randall.Donohue@csiro.au)

Increased levels of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) have helped boost green foliage across the world's arid regions over the past 30 years through a process called CO<sub>2</sub> fertilisation, according to CSIRO research.

## Additional Resources

[1 Images](#)

[1 Audio](#)

## < [News releases and statements](#)

03 Apr 2018

[Scientists discover hybrid swarm in global mega-pest](#) >

In findings based on satellite observations, CSIRO, in collaboration with the Australian National University (ANU), found that this CO<sub>2</sub> fertilisation correlated with an 11 per cent increase in foliage cover from 1982-2010 across parts of the arid areas studied in Australia, North America, the Middle East and Africa, according to CSIRO research scientist, Dr Randall Donohue.

# Závěrečné poznámky

- ▶ Klimatologie je v poslední době nezdravě polarizovaná a zpolitizovaná (z obou stran, více ze strany „bojovníků“ proti oteplování)
- ▶ „Konsensus“ o příčinách a povaze klimatických změn neexistuje, věda argumentující hlavně „konsensem“ inklinuje k dogmatismu
- ▶ „Klimaalarmismus“ a ukvapené a nekritické přijímání všech „konsensuálních“ výsledků je kontraproduktivní
- ▶ Kontraproduktivní je ale také odmítání všech závěrů klimatologického výzkumu
- ▶ Částečným „lékem“ na uvedené problémy je **kritické myšlení**, větší otevřenost v oblasti publikování a sdílení dat a metodiky

# Závěrečné poznámky (pokr.)

- ▶ Příklad popření vědeckého přístupu:
- ▶ Profesori na University of Colorado:
- ▶ “The point of departure for this course is based on the scientific premise that human induced climate change is valid and occurring. We will not, at any time, debate the science of climate change, nor will the ‘other side’ of the climate change debate be taught or discussed in this course,” states the email, a copy of which was provided to *The College Fix* by a student in the course.
- ▶ Signed by the course’s professors Rebecca Laroche, Wendy Haggren and Eileen Skahill, it was sent after several students expressed concern for their success in the course after watching the first online lecture about the impacts of climate change.



# A na úplný závěr

Největším nepřítelem znalosti není neznalost, ale **iluze znalosti.**

[Daniel Boorstin](#)

„Nezpochybnitelné vědecké pravdy“ dneška musejí být stále předmětem debaty a kritického zkoumání