

Současný stav poznání klimatické změny (+ 5. zpráva IPCC)

Yvonna Gaillyová



Jan Hollan

CzechGlobe – Centrum výzkumu globální
změny AV ČR, v.v.i.

Leden 2014

Osnova

- Pojmy
- Příčiny
- Následky
- Ven z toho?

Globální změna

„Změny v globálním životním prostředí (zahrnující proměny klimatu, produktivity krajiny, oceánů nebo jiných vodních zdrojů, chemie ovzduší a ekologických systémů), které mohou pozměnit schopnost Země podporovat život“

- viz více na http://amper.ped.muni.cz/gw/Glob_zmena.html

Jde o celek, jehož složky jsou provázány, nelze je zcela oddělit

Různá sousloví

- globální oteplení (... korektní, říká: trend)
- změna klimatu (... to nikoho nepoplaší)
- klimatická změna (... mění se i jiné věci)

- **globální klimatický rozvrat** (... výstižné)
- klimatická krize (... dtto)
- **dramatická klimatická změna** (... jemnější)

Termín „globální oteplování“ není dost výstižný, ba je matoucí

Vzbuzuje dojem něčeho, co je

- rovnoměrné po celé Zemi,
- týká se vlastně jen teploty,
- pozvolné
- a dost možná neškodné

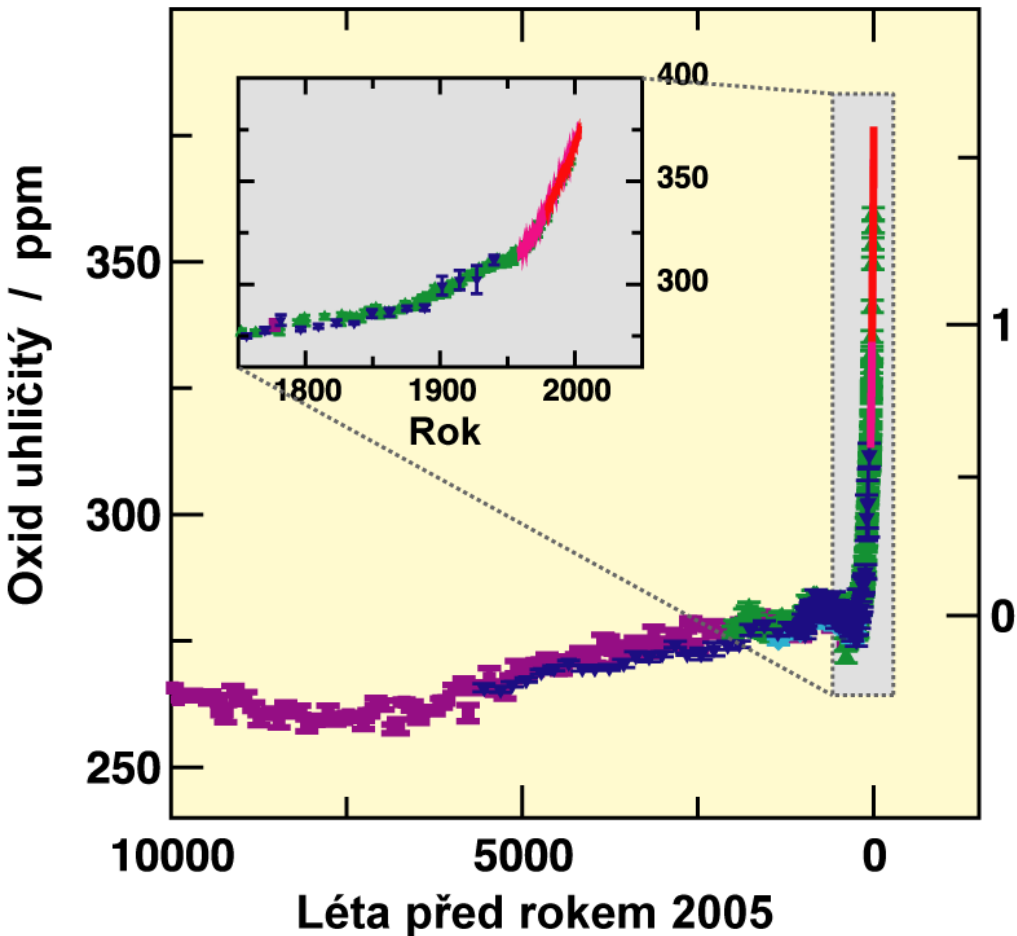
Jenže změny jsou doopravdy

- velmi nerovnoměrné,
- týkají se zdaleka ne jen teplot
- rychlé ve srovnání s možností přizpůsobení
- v mnoha případech a místech škodlivé

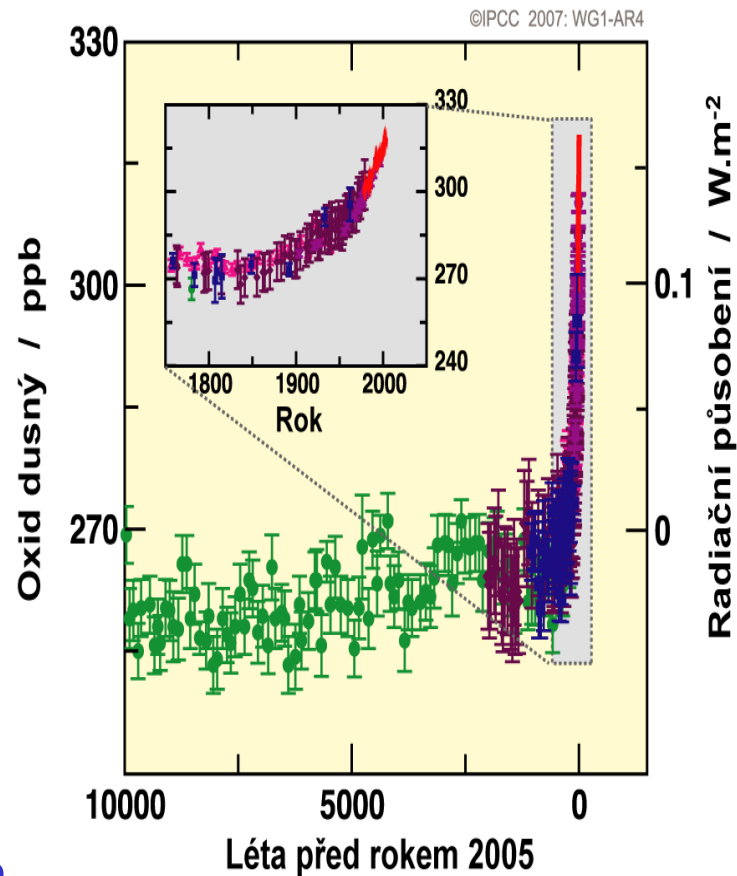
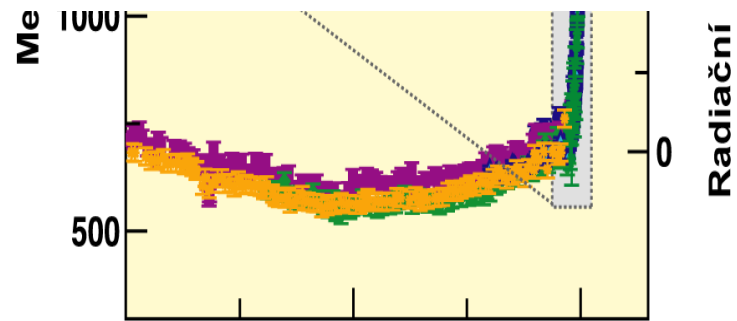
Příčiny oteplování

Rostoucí koncentrace skleníkových plynů vinou využití fosilních paliv. Tento vliv je zatím do značné míry maskován síranovými aerosoly ze spalování uhlí a nafty.

Změny koncentrací oxidu uhličitého dle rozboru ledových vrtných jader a přímých měření složení ovzduší



Radiační působení / $W \cdot m^{-2}$



*Intergovernmental Panel on Climate Change
4th Assessment Report (IPCC AR4, Feb. 2007)*

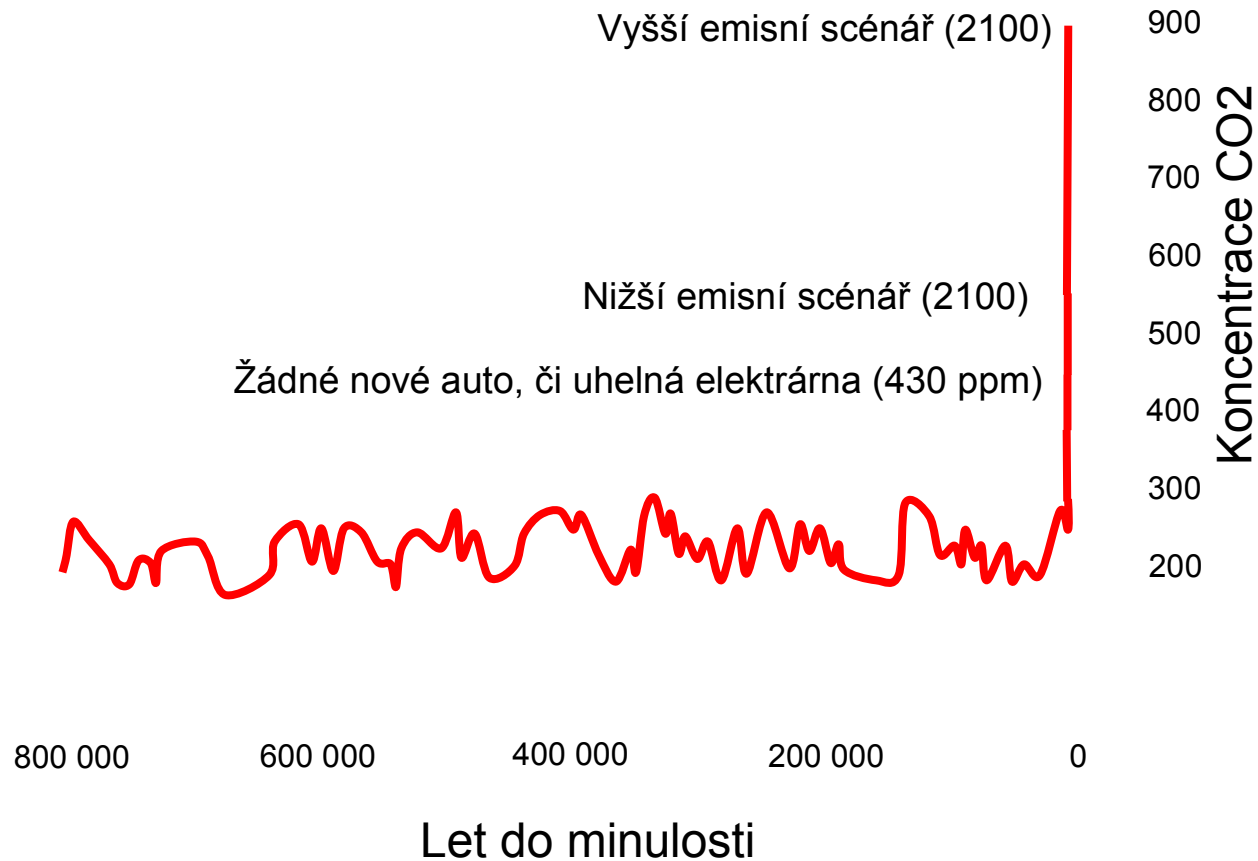
Příčiny oteplování

Rostoucí koncentrace

Květen 2013: 400 ppm



Trochu historické perspektivy



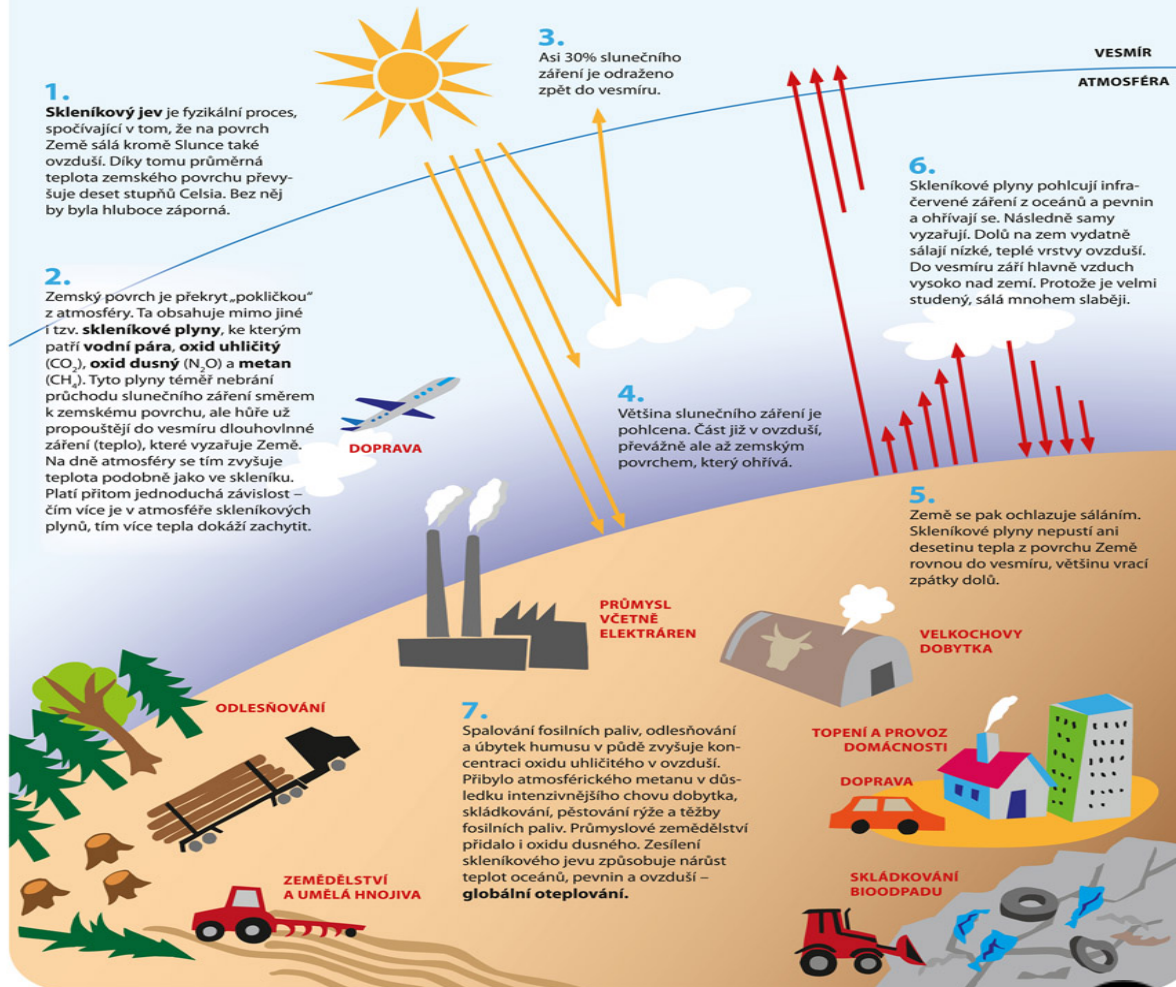
Jak člověk přidává uhlík do atmosféry a jak s tím přestat



zdroj: Veronica, kreslila Olga Pluháčková



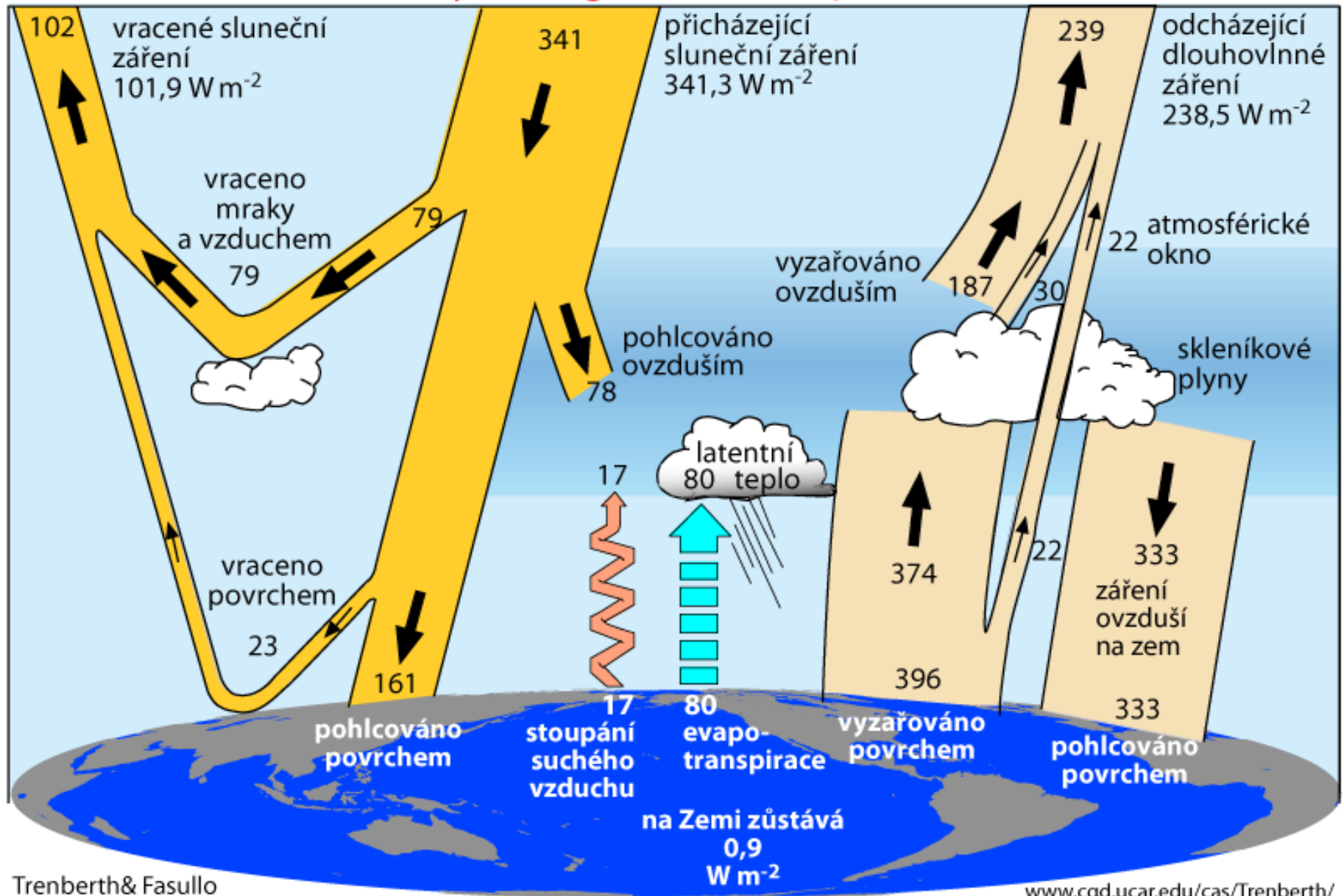
Schéma skleníkového efektu a zdroje skleníkových plynů z lidské činnosti



zdroj: Veronica, kreslila Olga Pluháčková



Globální toky energie / $W \cdot m^{-2}$ (pro léta 2000-2005)



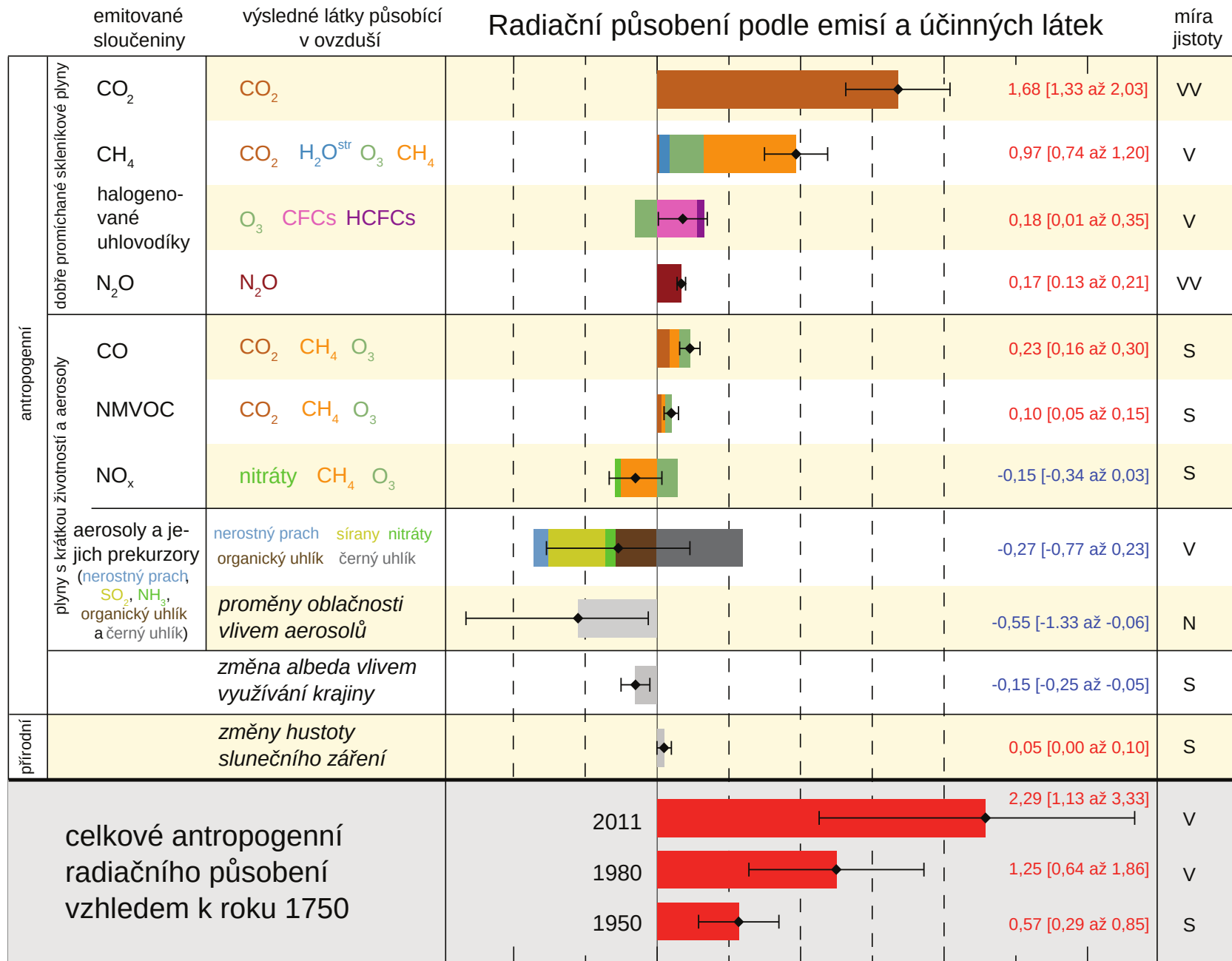
Skleníkový jev (Venuše, Země, Mars)

Fyzikální proces, kdy **na povrch planety sálá kromě Slunce též její ovzduší.**

Podstatou skleníkového jevu je vyšší propustnost ovzduší pro sluneční sálání (záření vlnových délek převážně pod $3\ \mu\text{m}$) než pro sálání zemského povrchu a ovzduší samého (převážně nad $3\ \mu\text{m}$).

V případě skleníku apod. pak místo ovzduší sálá na zem sklo či jiný materiál propustný pro sluneční záření, kterým je zakryt.

Nebo jinak: kdy **do vesmíru sálá až chladné ovzduší místo teplého povrchu**, pevného či kapalného.



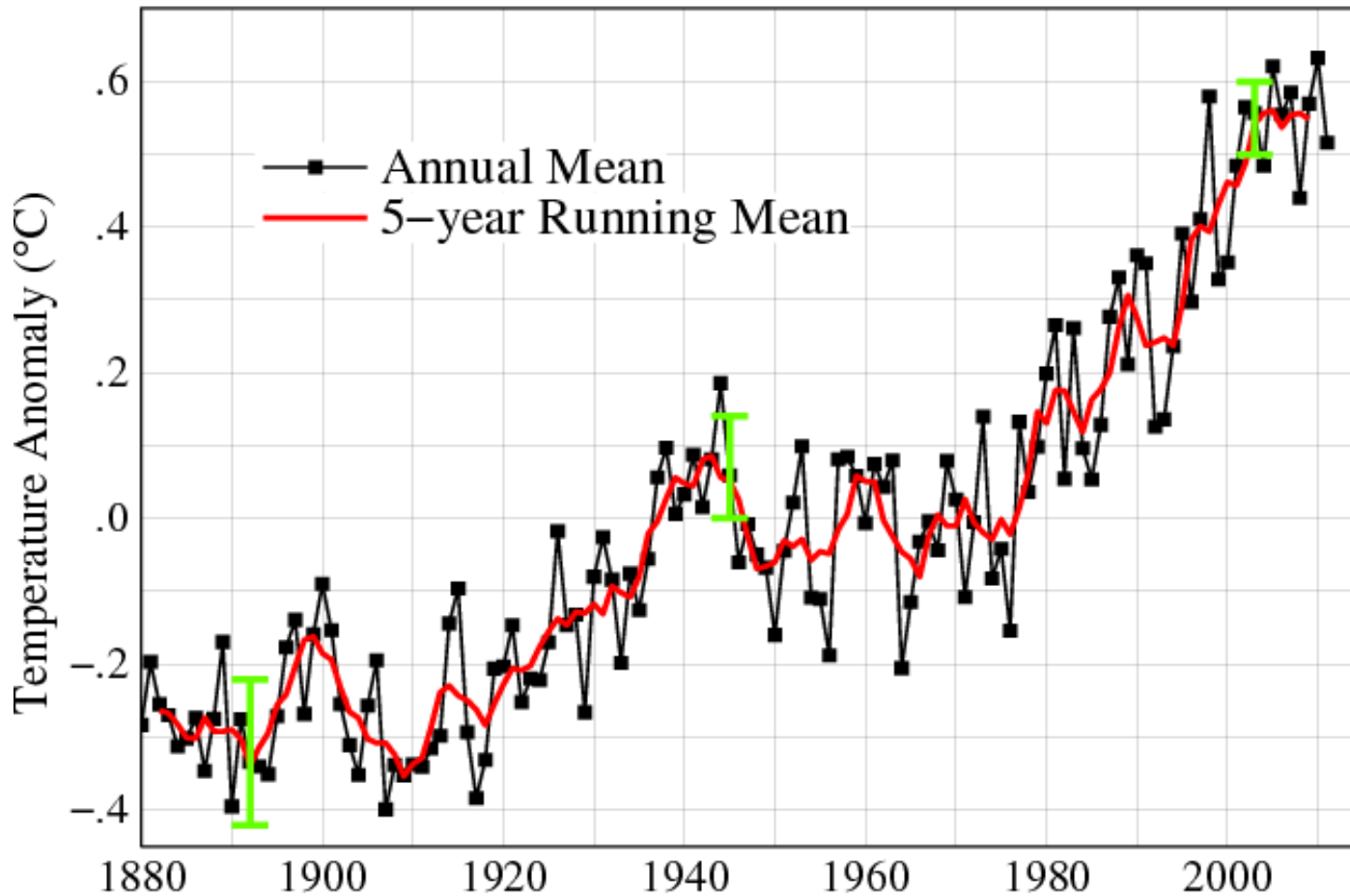
-1 0 1 2 3
Radiační působení oproti roku 1750 / W m⁻²

2. Projevy

Země se ohřívá

90. léta byla tehdy nejteplejší zaznamenaná dekáda, třetí tisíciletí je ještě teplejší. Zdroj: http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3/

Global Land–Ocean Temperature Index



Nejteplejší roky

- 2010
- 2005
- 2007
- 1998
- 2009
- 2002
- 2003
- 2006
- 2011
- 2001
- 2004

~ 0.8 °C: globální zvýšení teploty za poslední století

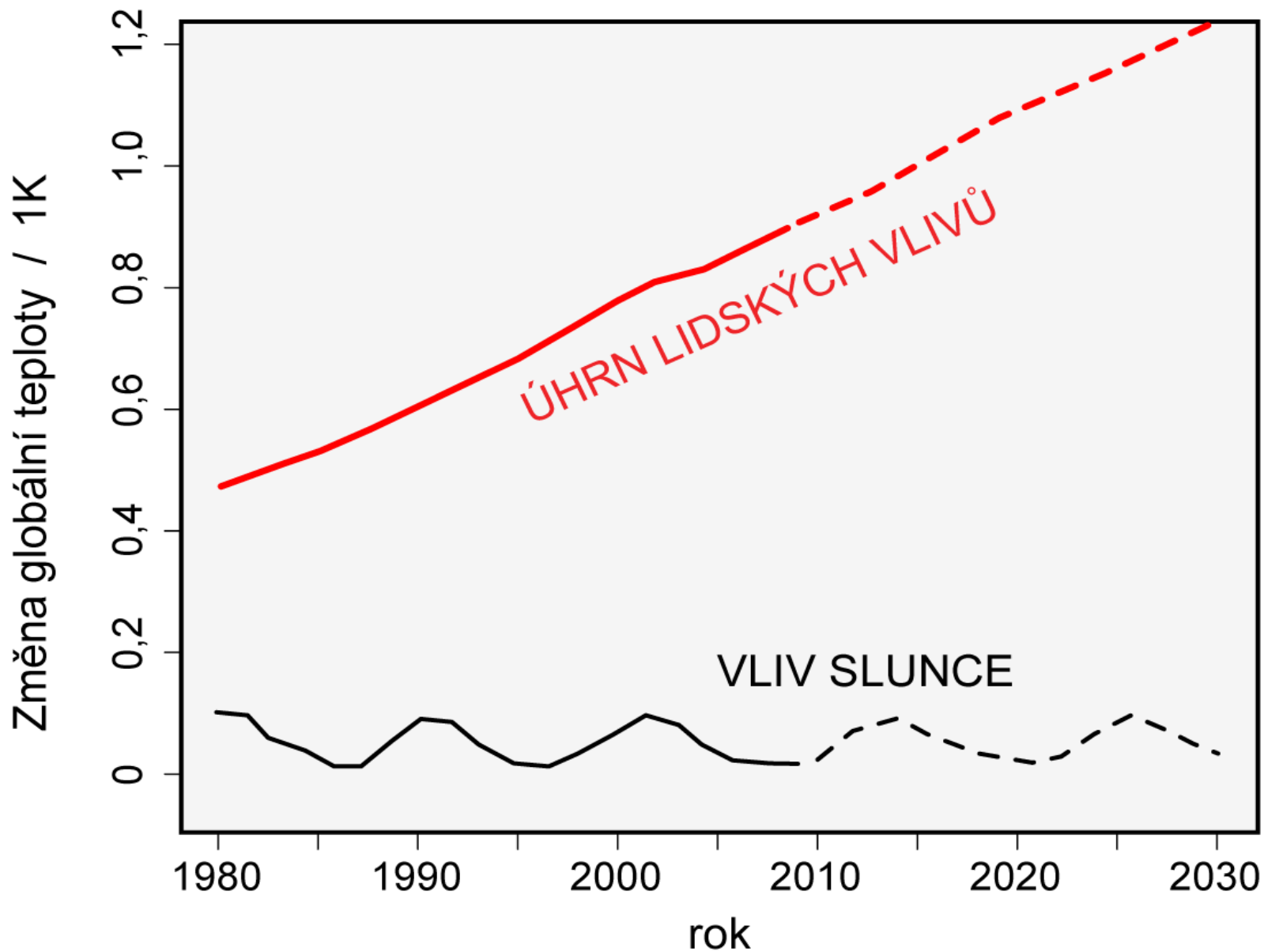
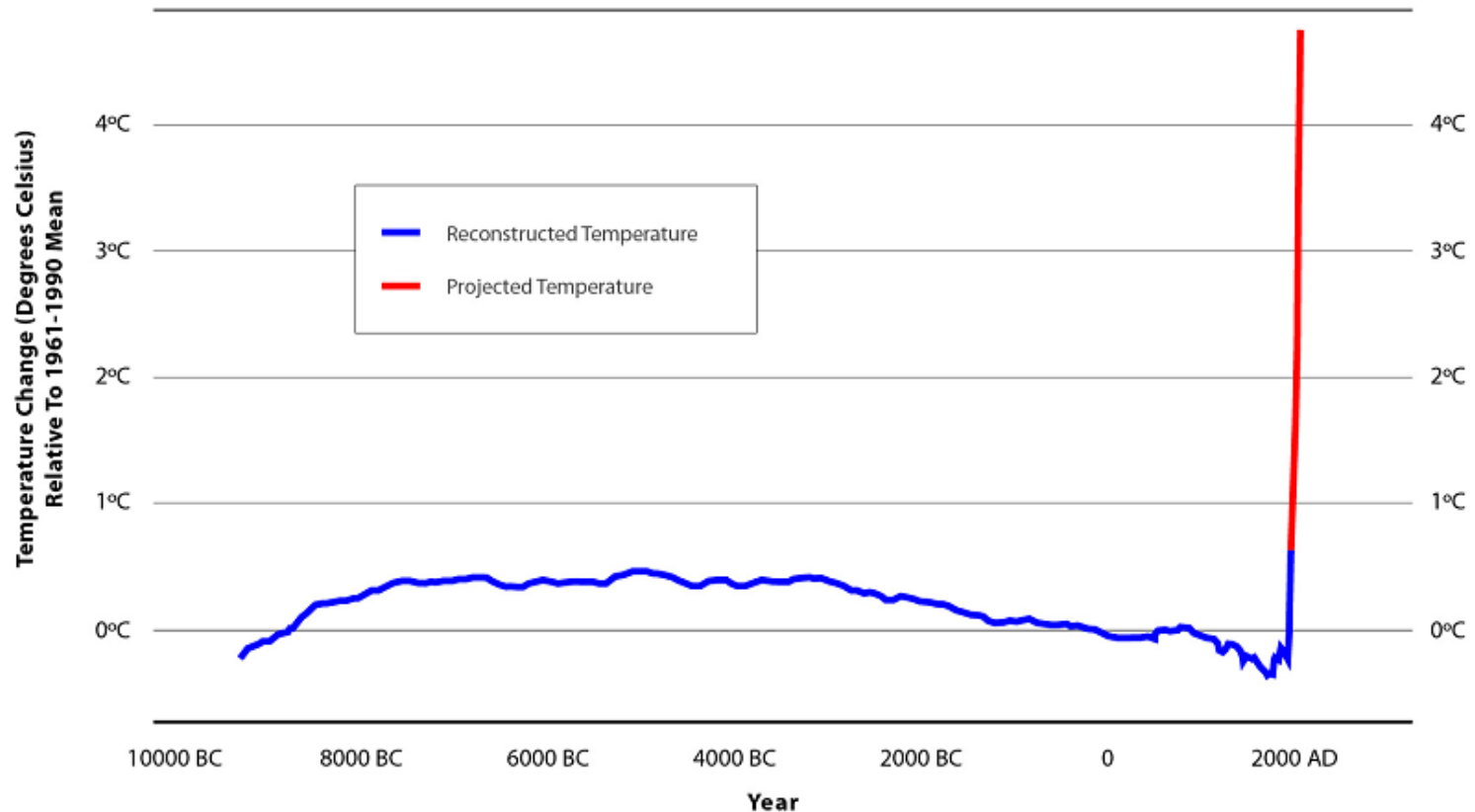


Figure 5: Vliv antropogenní oproti vlivu solárnímu od roku 1980 a projekce do 2030 (zdroj: Kodaňská diagnóza)

Globální teplota se v holocénu měnila pomalu, nyní úprkem

Carbon Pollution Set To End Era Of Stable Climate

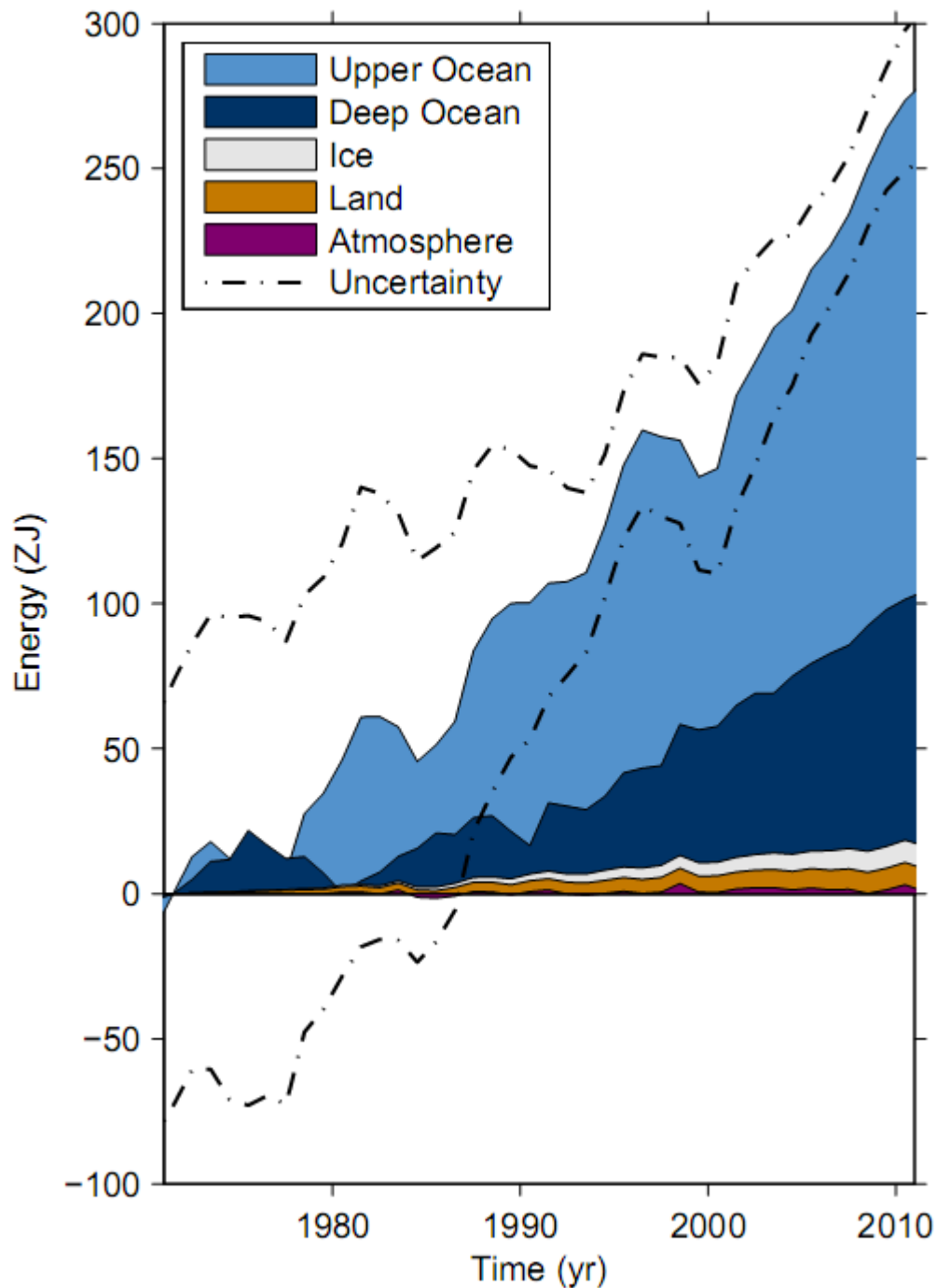


Source: Science & ClimateProgress.org

Nárůst entalpie Země, pomíneme-li hloubky větší než 2000 m

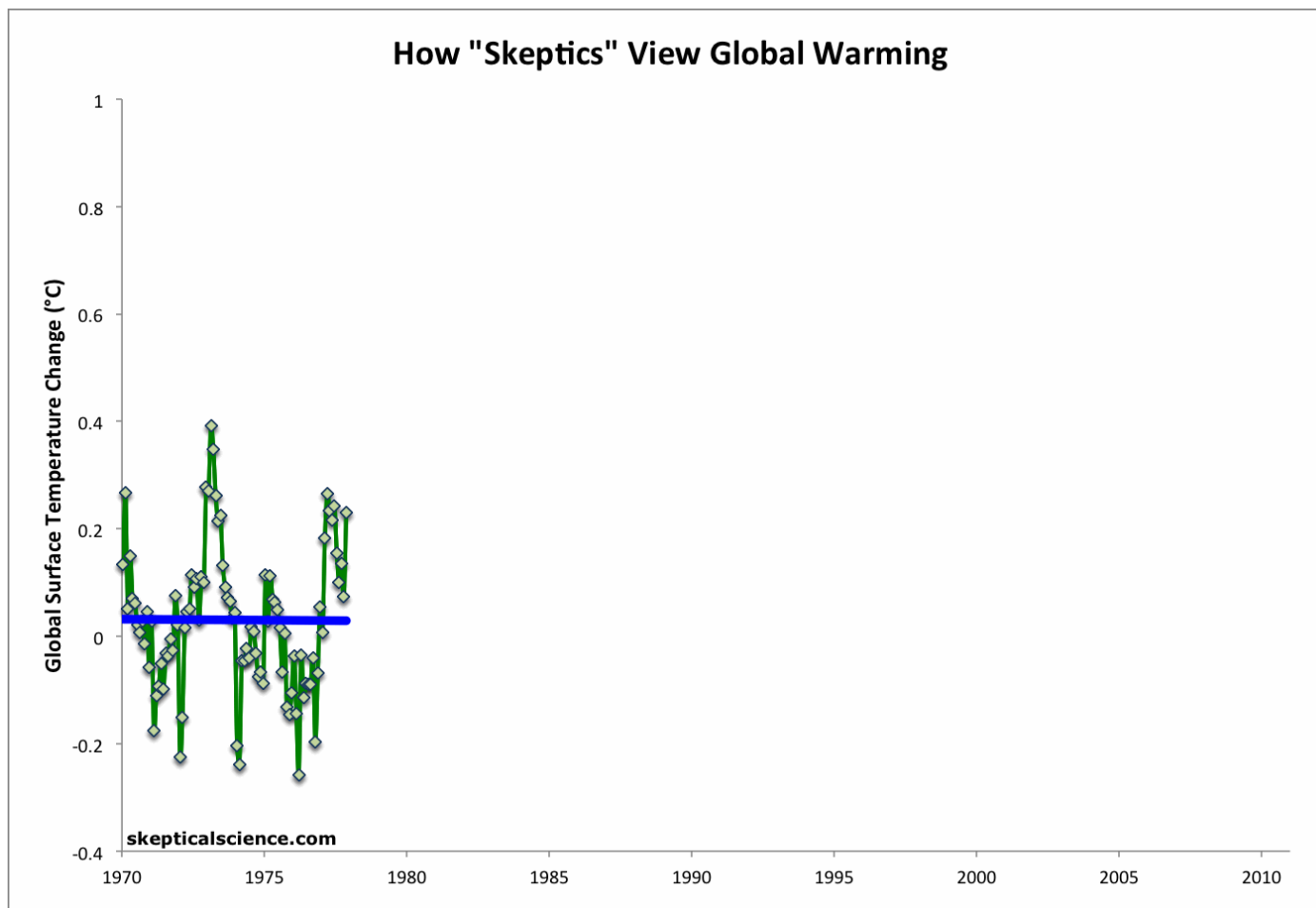
(v zetajoulech,
1 ZJ = 1000 EJ = 10^{21} J)

zdroj:
IPCC, AR5, první díl – The
Physical Science Basis;
Box 3.1, Figure 1

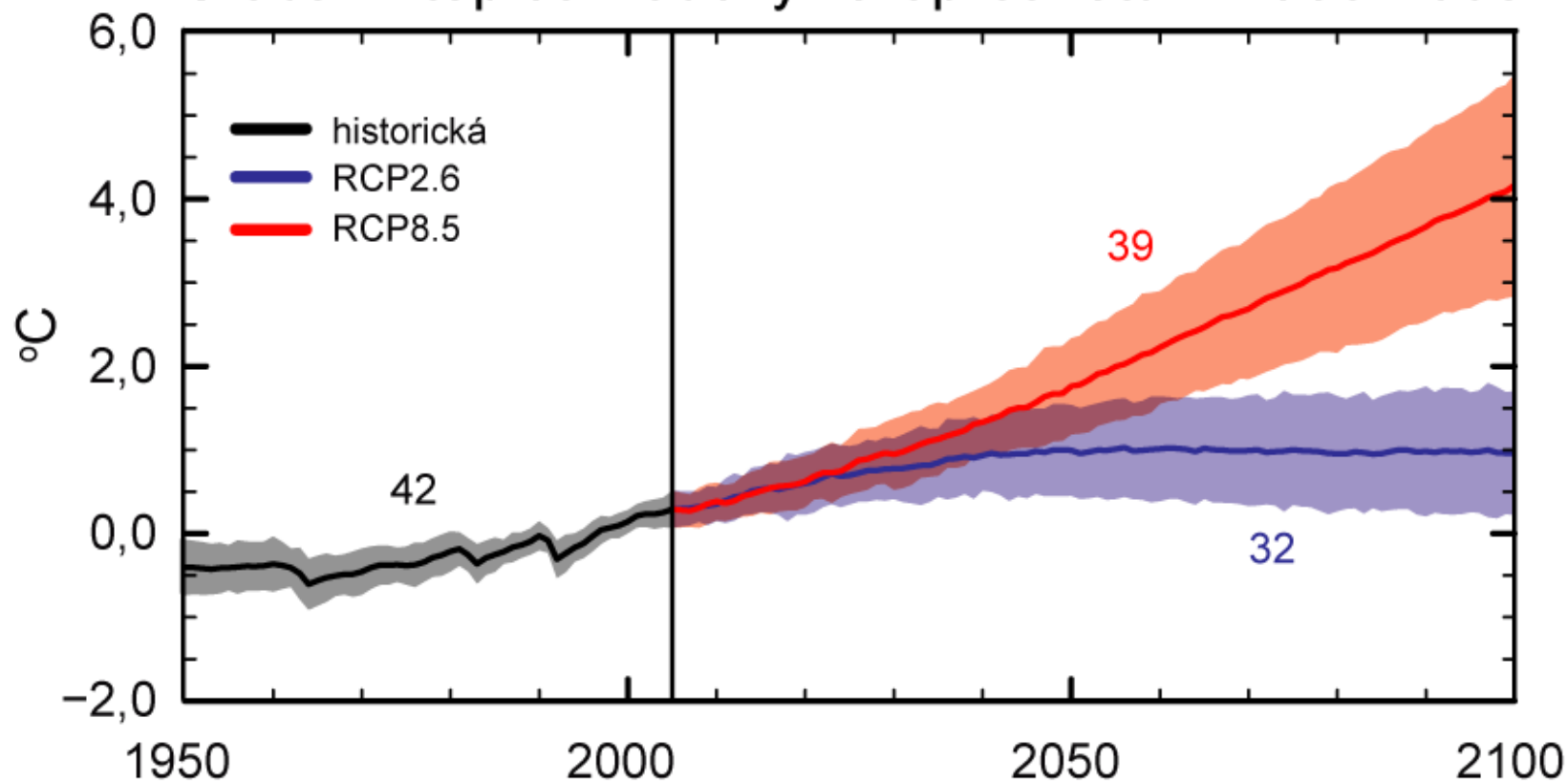


Krátkodobé trendy ochlazování 1970/01 až 77/11, dtto až 86/11, 87/09 až 96/11, 97/03 až 2002/10, 2002/10 až 2011/12 (modře) a trend 42 let oteplování (leden 1970 až prosinec 2011, červeně) dle dat pro oceán i pevninu NOAA NCDC. Zdroj: Dana Nuccitelli,

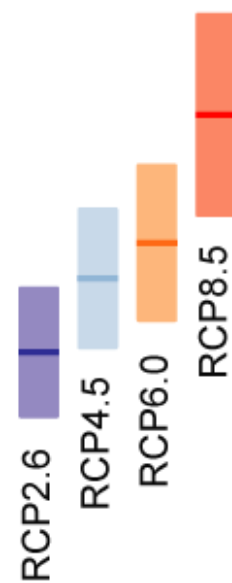
<http://www.skepticalscience.com/still-going-down-the-up-escalator.html>



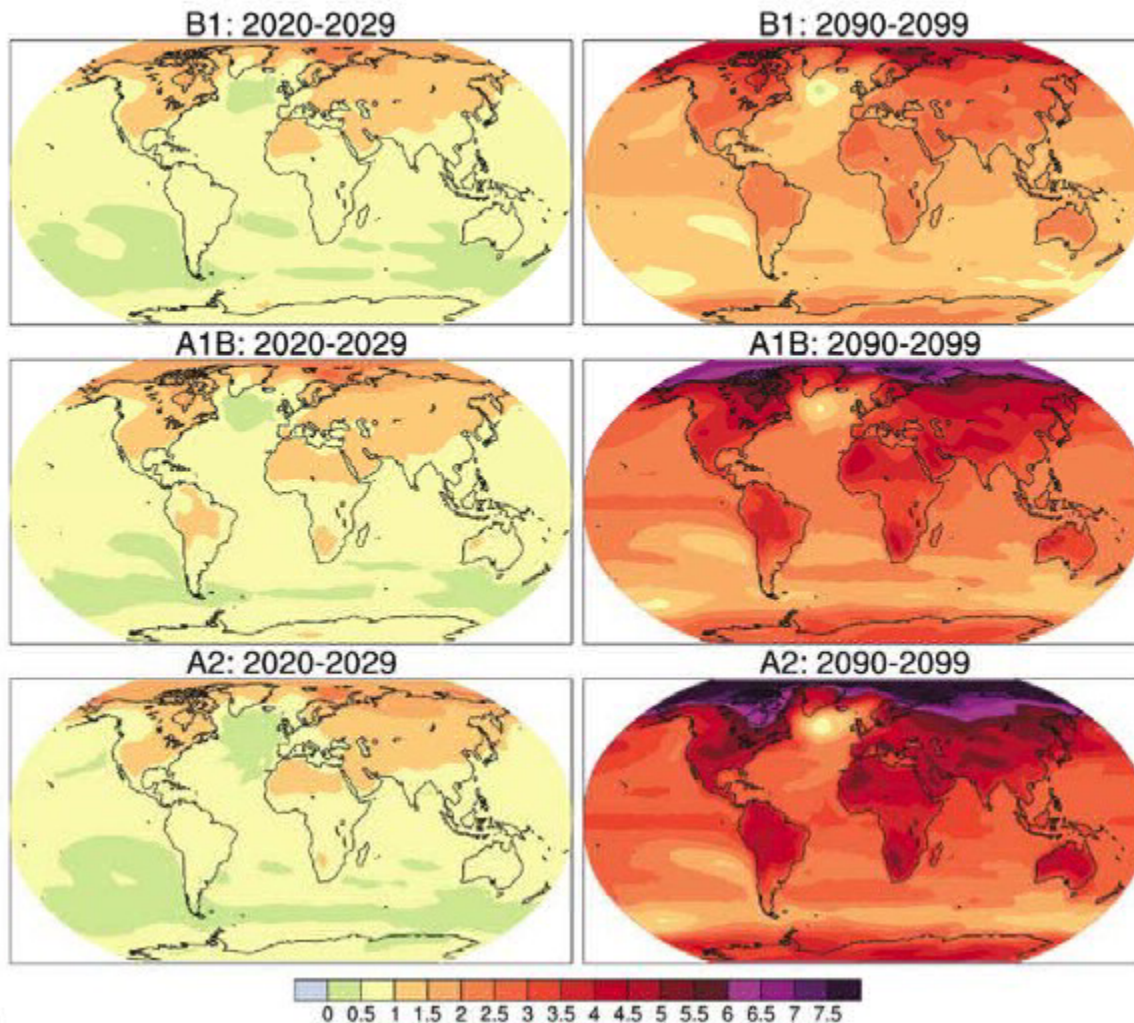
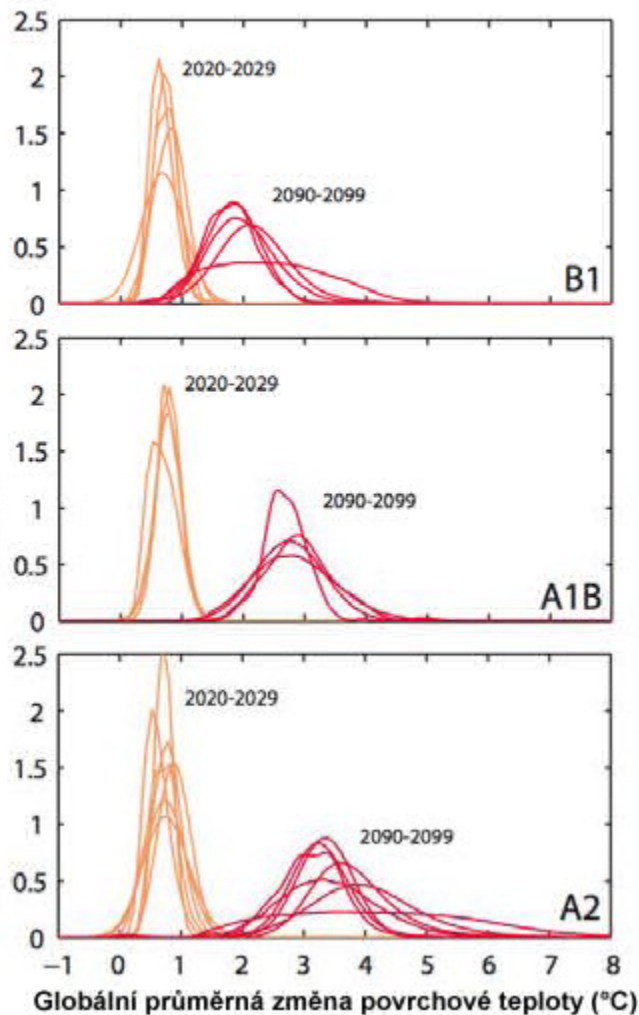
Globální teplotní odchylka oproti letům 1986-2005



průměr pro
2081-2100



AOGCM projekce povrchové teplot



Okyselování oceánů

Pohlčováním CO_2 ve vodě vzniká kyselina uhličitá H_2CO_3 .

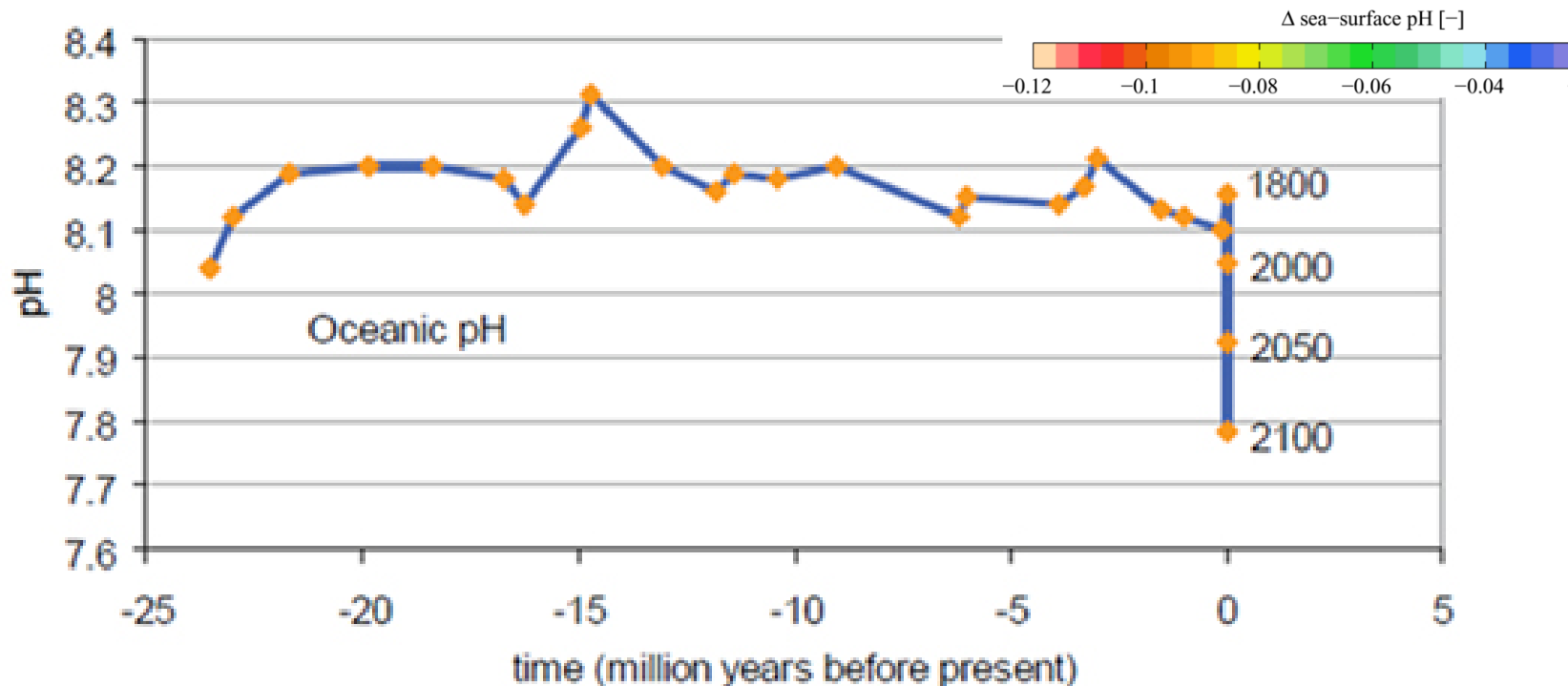
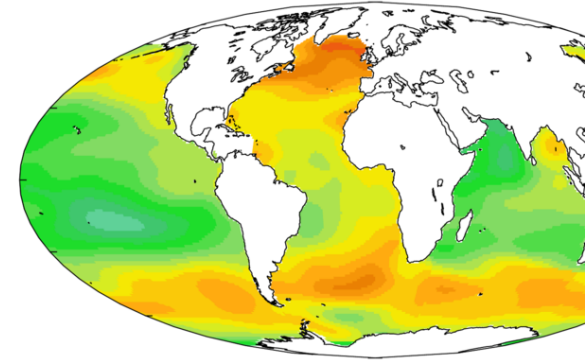
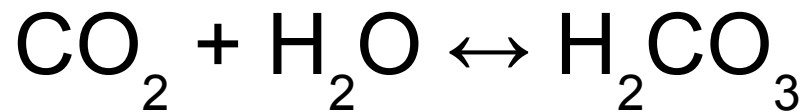


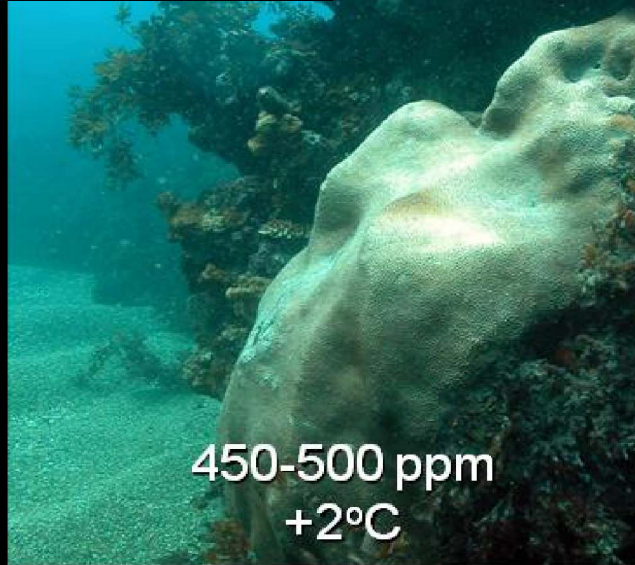
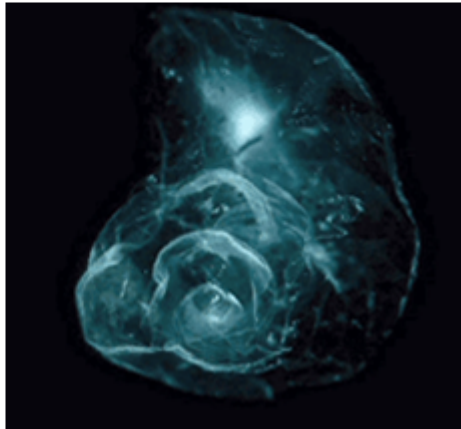
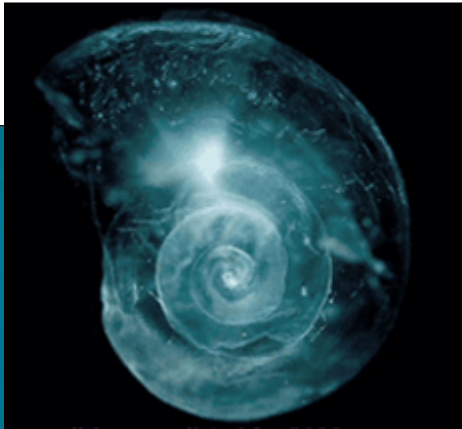
Figure 1. Past and contemporary variability of marine pH. Future predictions are model derived values based on...

Oceány jsou již velmi poškozeny

a jejich stav se dál zhoršuje vlivem:

- okyselování přebytkem CO_2 z ovzduší
(pH kleslo v průměru již o 0,1, čili volných protonů přibylo o třetinu; kromě organismů s karbonátovými schránkami to poškozuje i rozmnožování ryb)
- oteplování
- nedostatku kyslíku (anoxií) vlivem jeho vyšší spotřeby i zmenšeného promíchávání

(viz <http://www.stateoftheocean.org/>)



Horské ledovce tají na celém
světě

Nový Zéland

Mueller Glacier





USA
Grinnell Glacier
Glacier National
Park





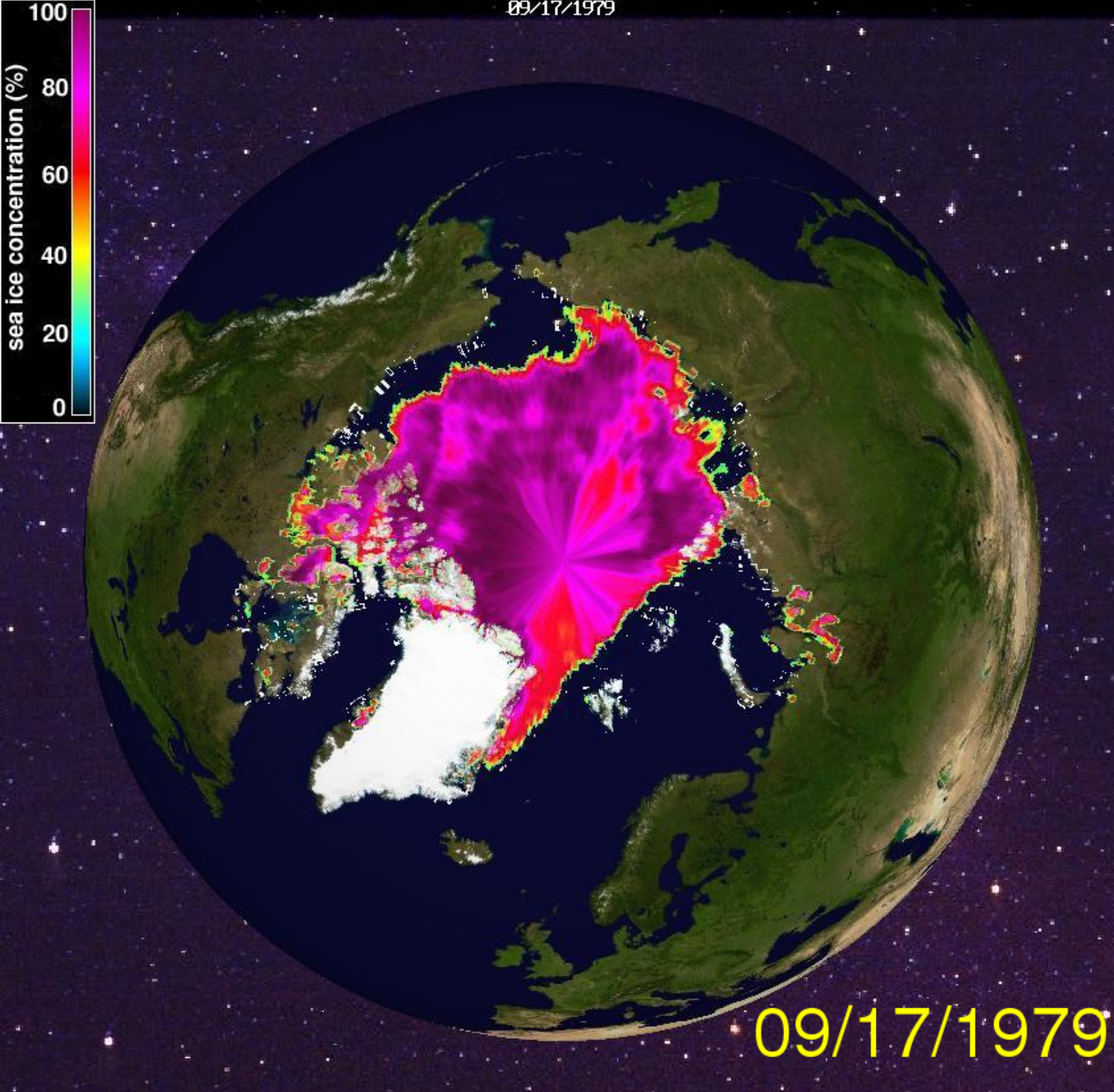
Švýcarsko

Rhone Glacier



Ztmavnutí povrchu

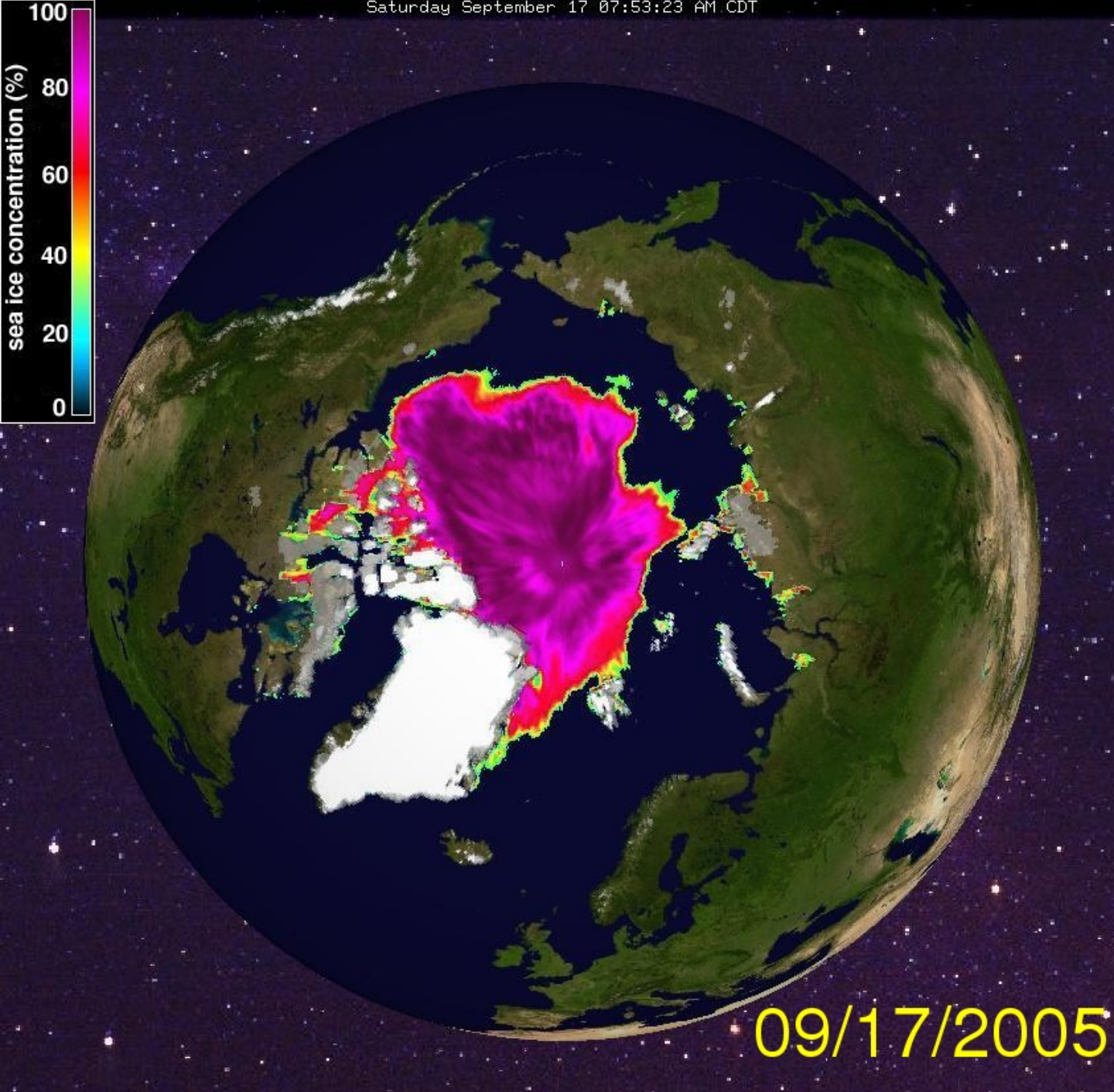
velká zesilující zpětná vazba



1979
17. září

Arktický
mořský led

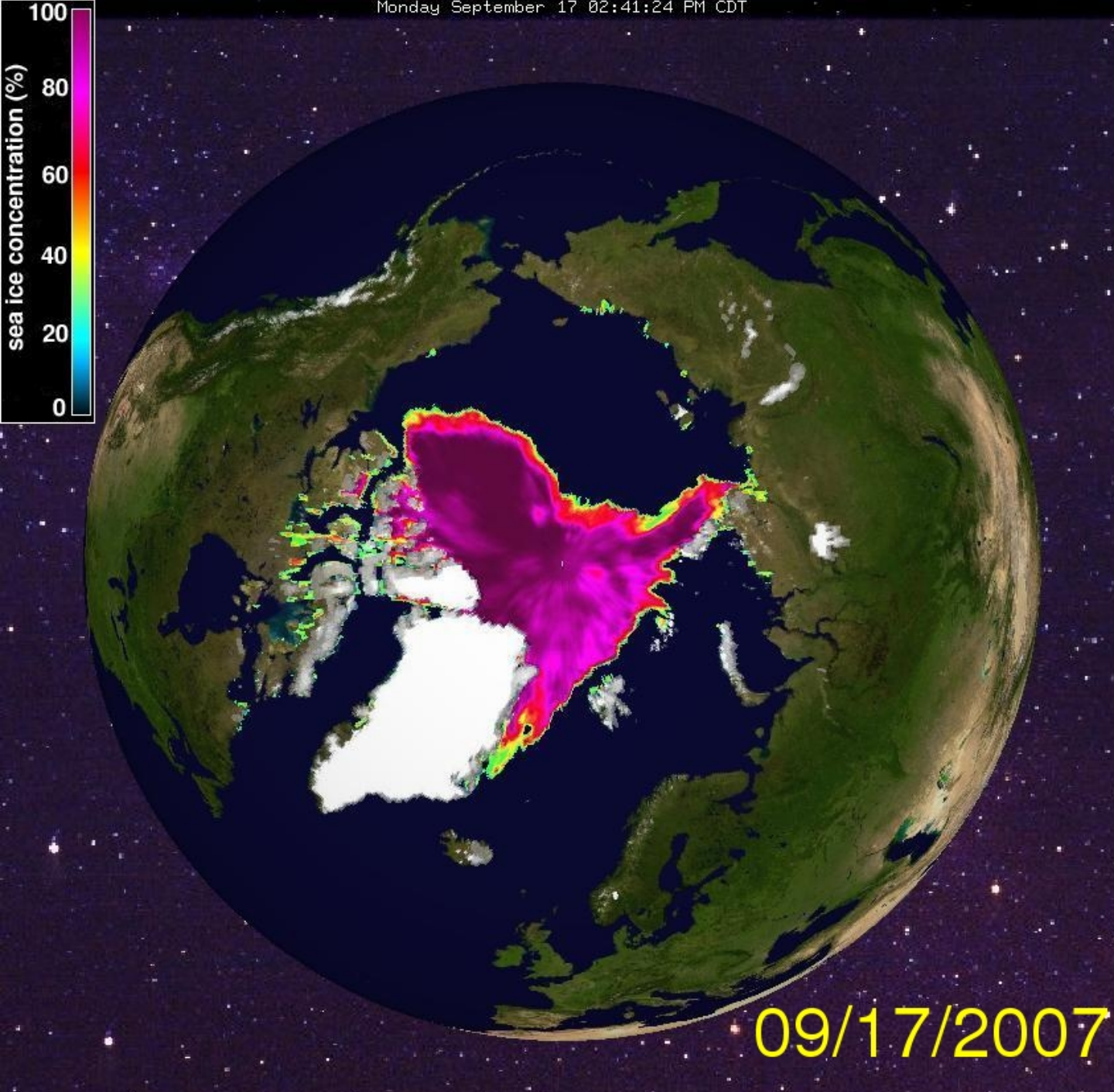
09/17/1979



2005
17. září

Arktický
mořský led

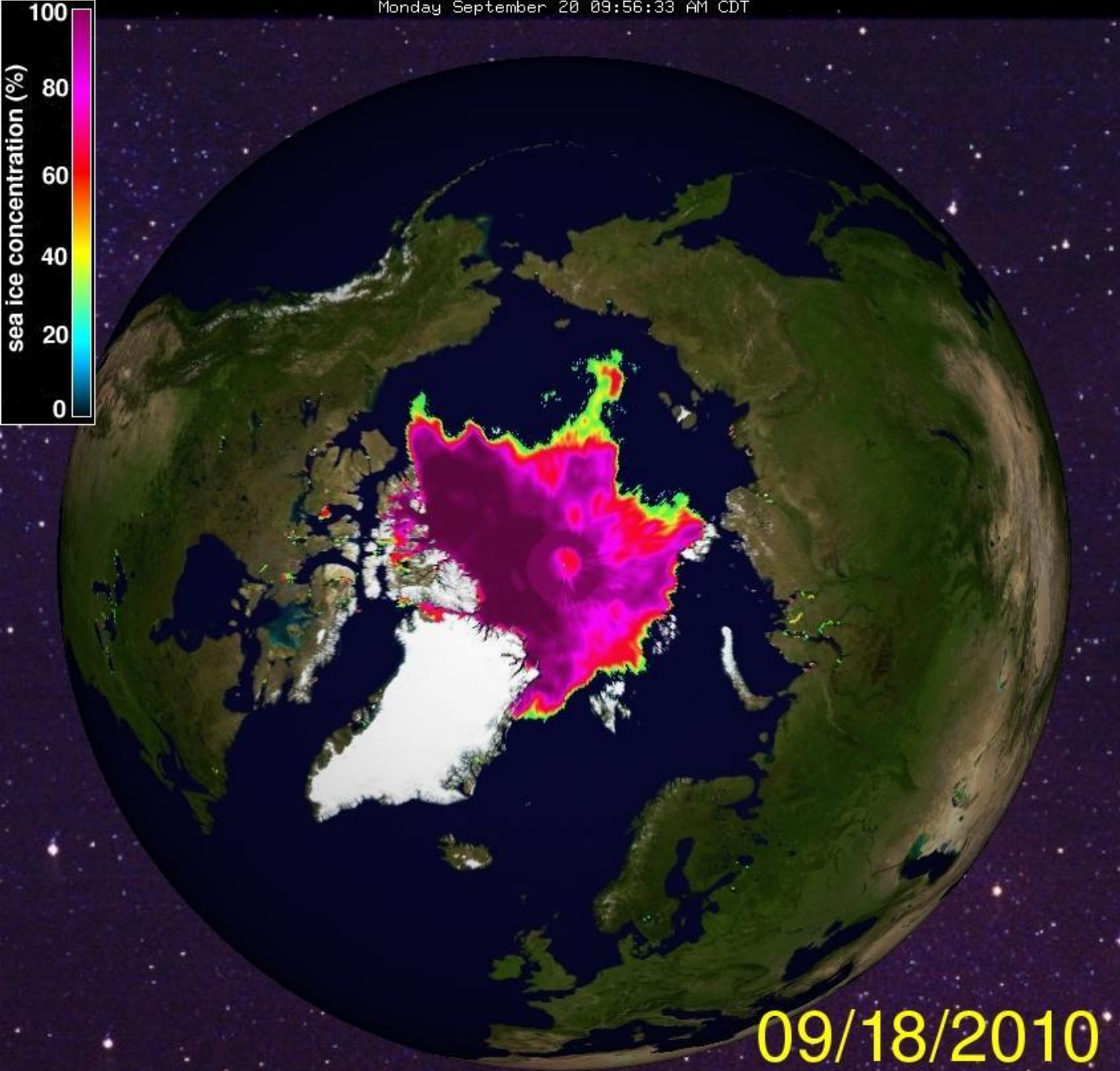
09/17/2005



2007
17. září

Arktický
mořský led

09/17/2007

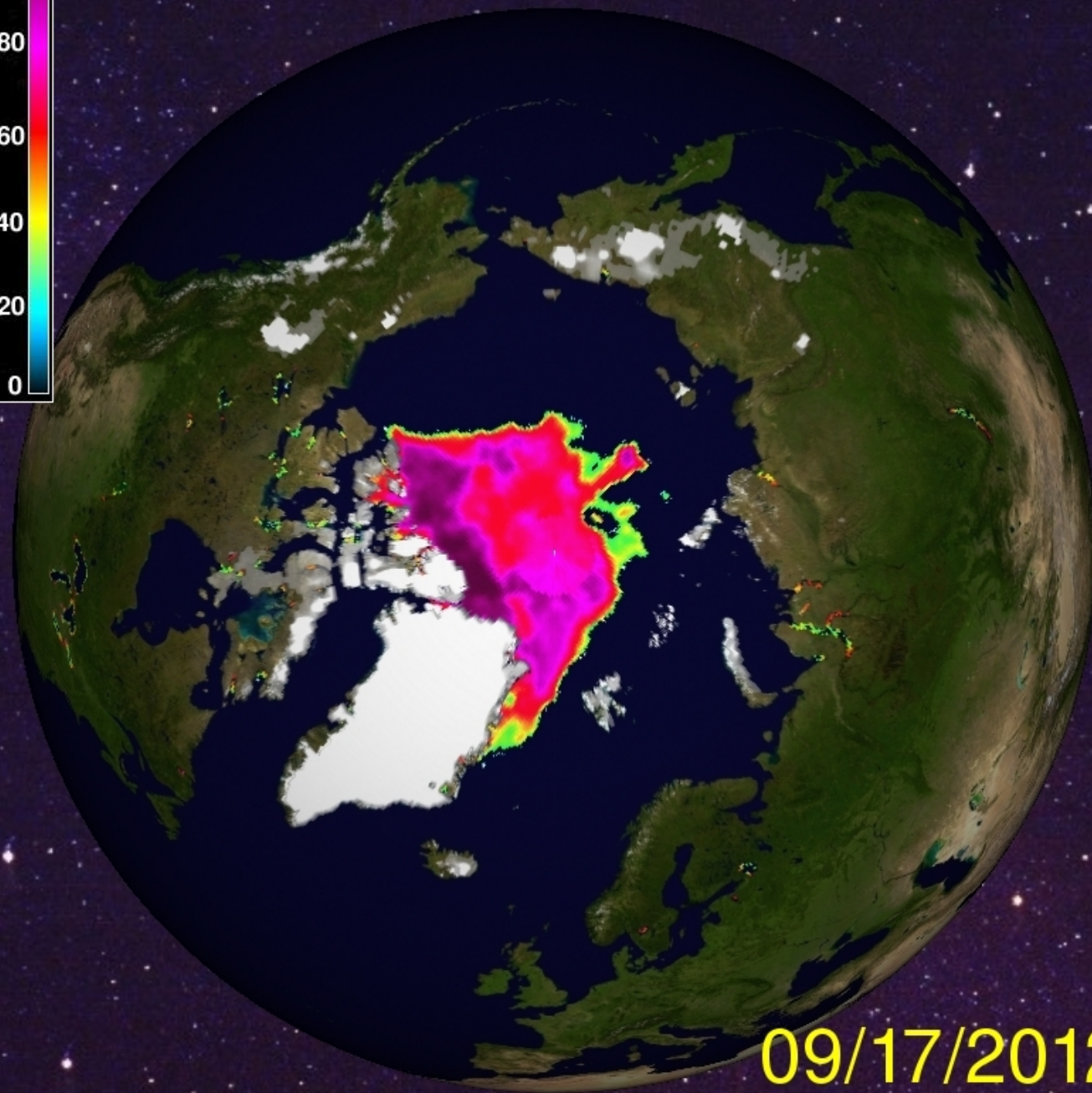


2010
18. září

Arktický
mořský led

100
80
60
40
20
0

sea ice concentration (%)

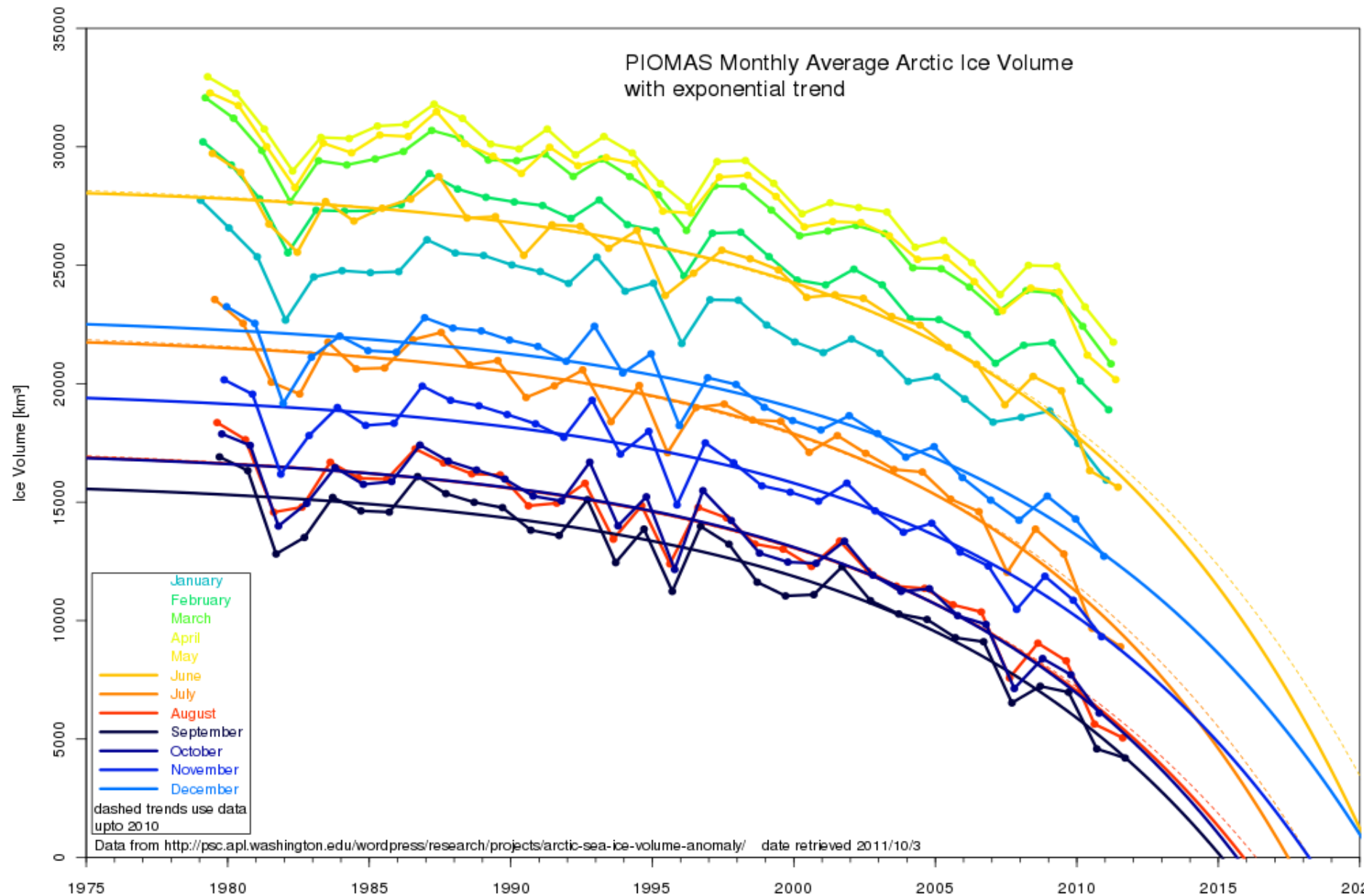


2012
17. září

Arktický
mořský led

09/17/2012

Objem arktického mořského ledu exponenciálně klesá



Teplá Arktida

=>

Ztráta našeho mírného podnebí

Teplejší polární oblasti =>

úbytek ledových příkrovů
Grónska a Antarktidy =>

trvalý, zrychlující se růst hladiny
oceánů

Tání na povrchu Grónska

Vody klesající do „mlýna“, svislé šachty vedoucí na dno ledového příkrovu



*Zdroj: Roger Braithwaite,
University of Manchester (UK)*

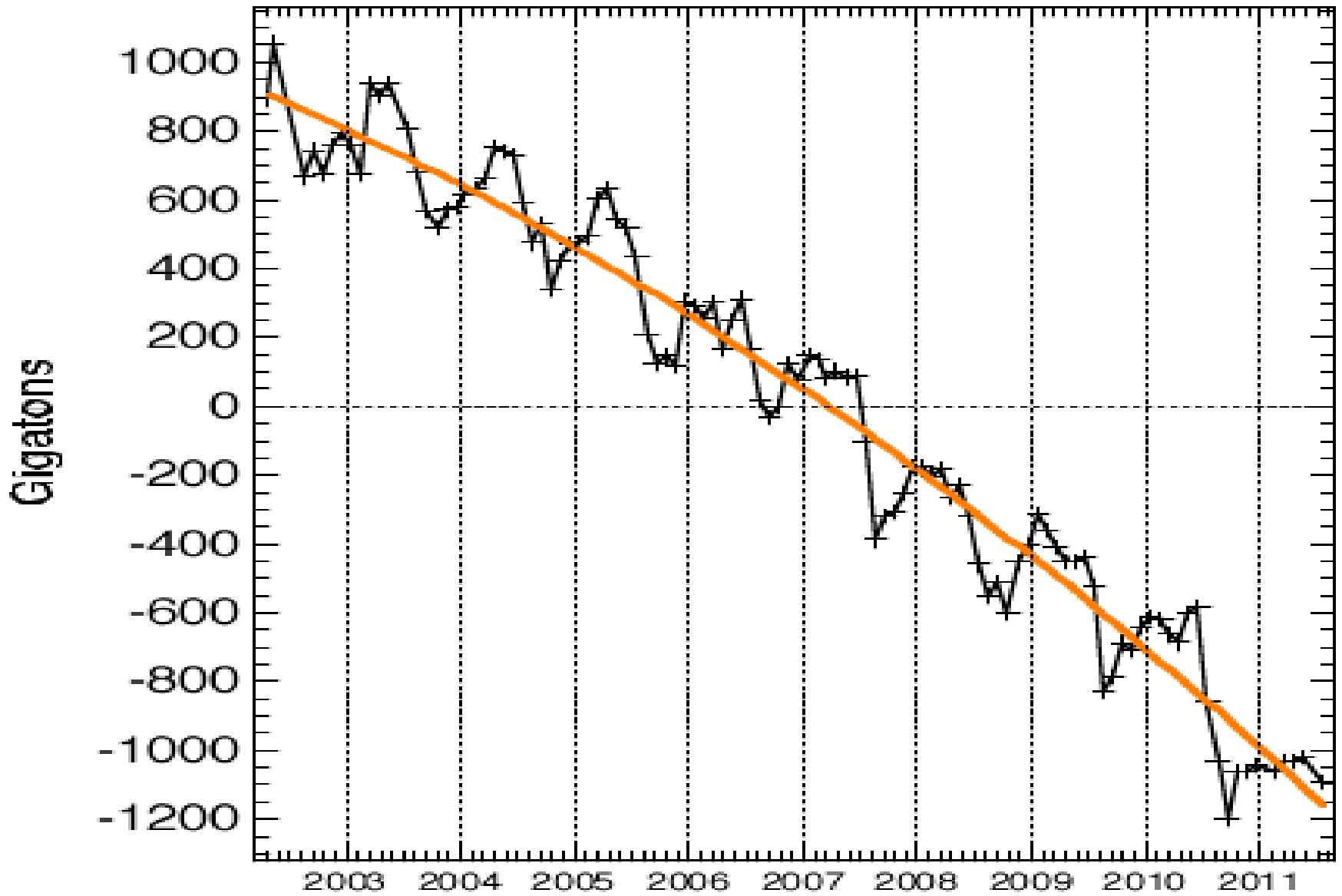
Ledový proud Jakobshavn v Grónsku

Odtok z velkých grónských ledových proudů se značně zrychluje



*Zdroj: Prof. Konrad Steffen,
Univ. of Colorado*

Greenland

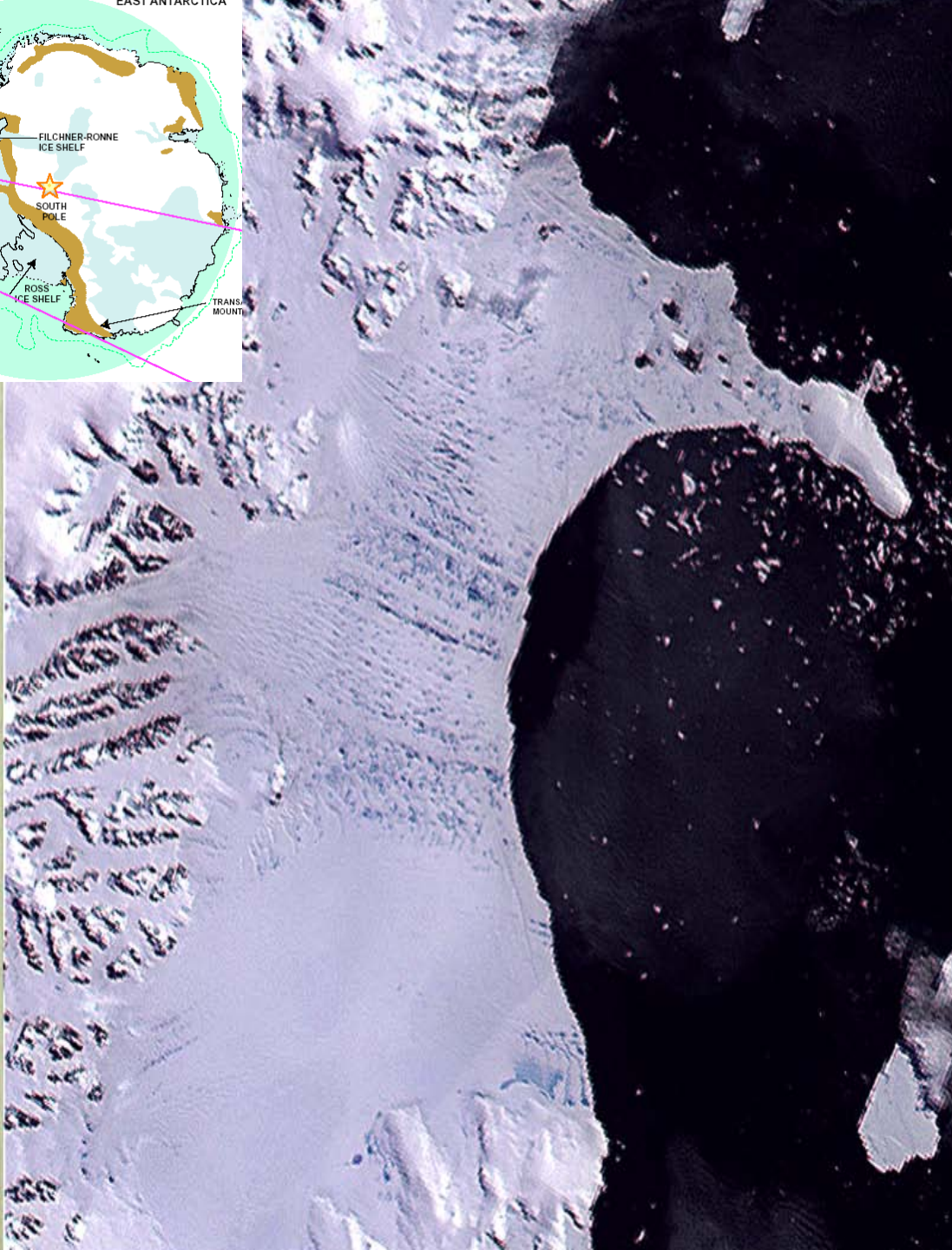




30. leden
2002

Scambos,
NSIDC

20 km

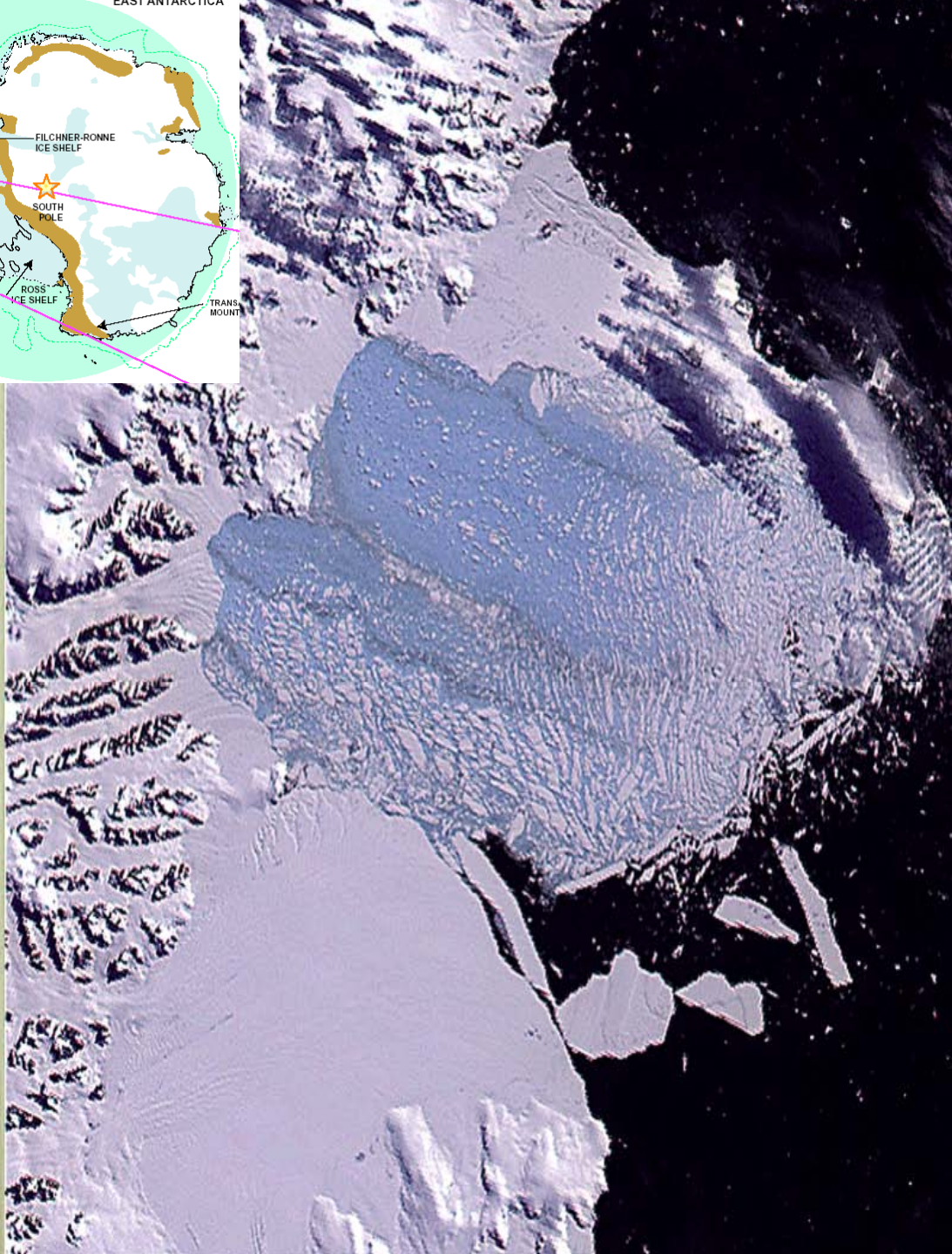




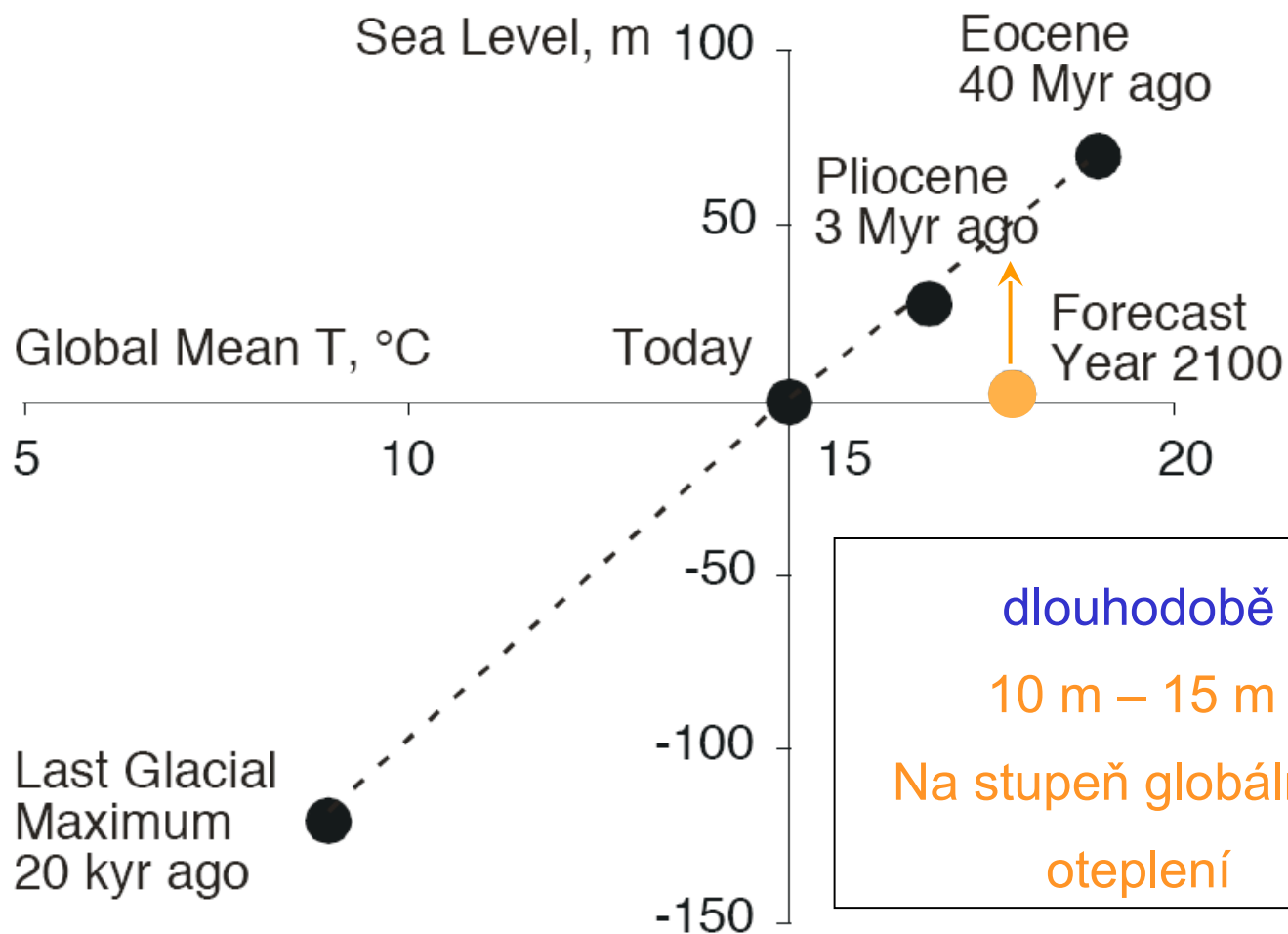
4. březen
2002

Scambos,
NSIDC

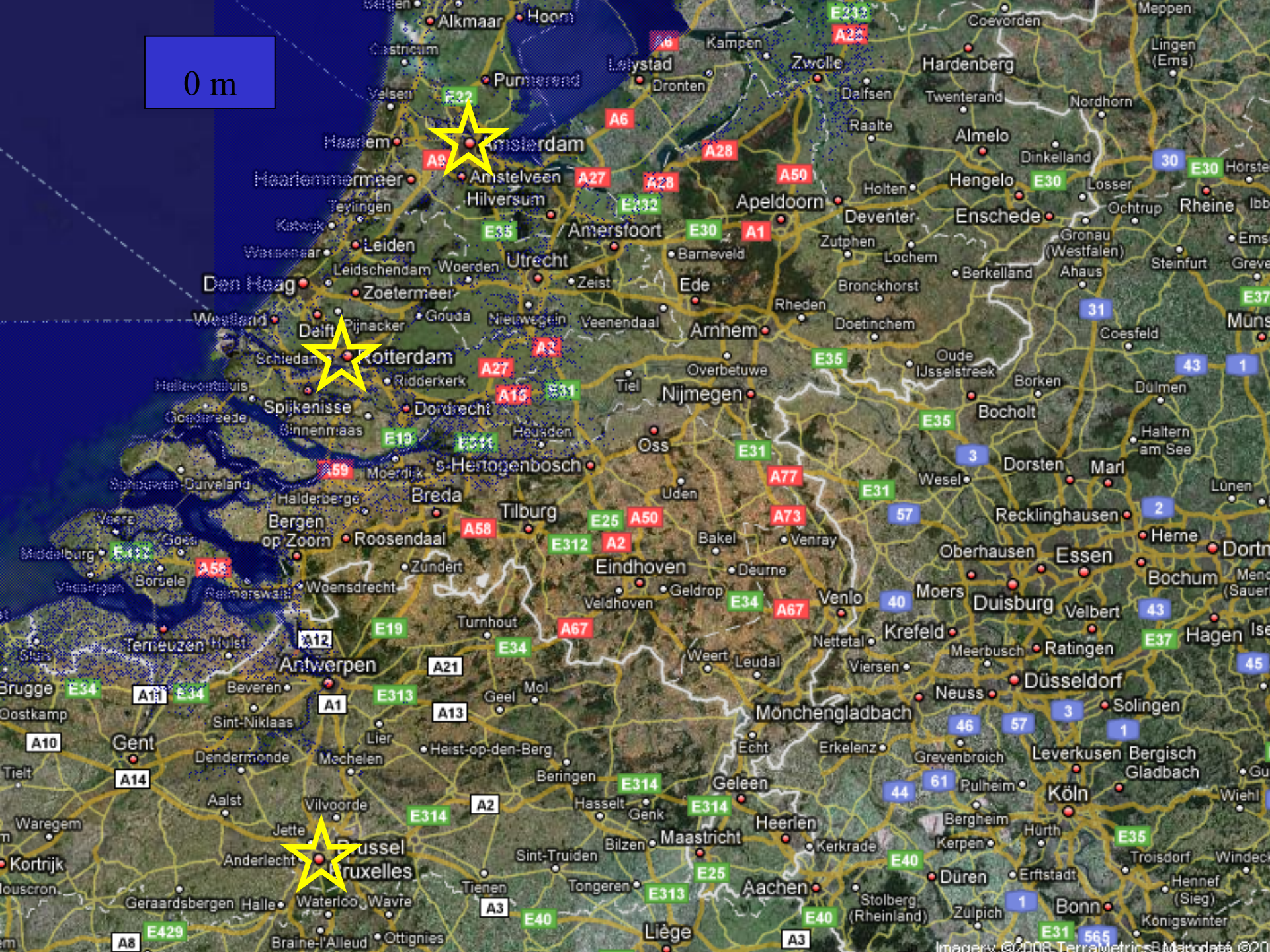
20 km



Minulé odchylky mořské hladiny



0 m



7 m



13 m

Holandské krávy připravené na globální oteplení!



Meze adaptace?

©Bill Hare



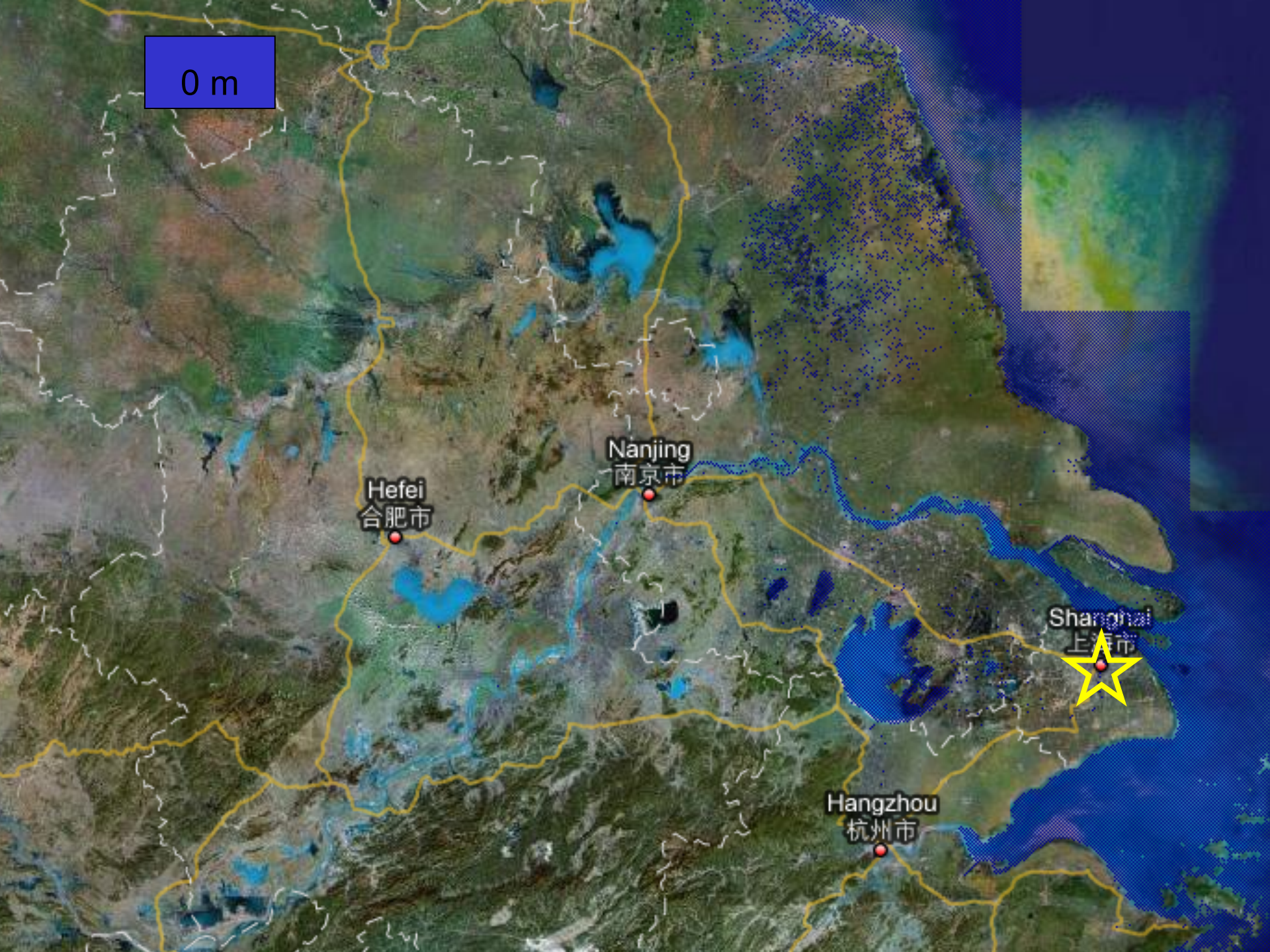
0 m



7 m



0 m



Hefei
合肥市

Nanjing
南京市

Shanghai
上海市

Hangzhou
杭州市

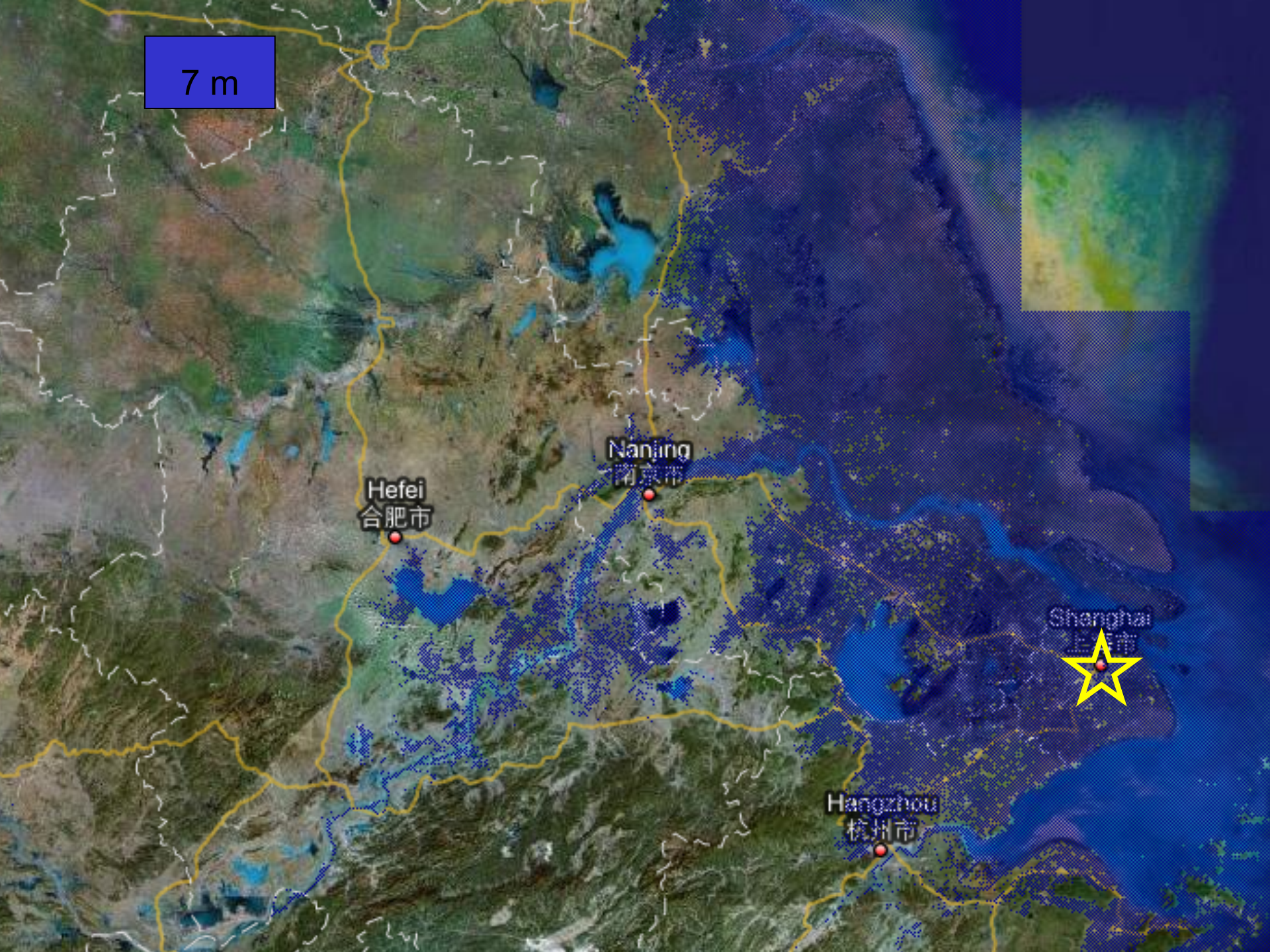
7 m

Hefei
合肥市

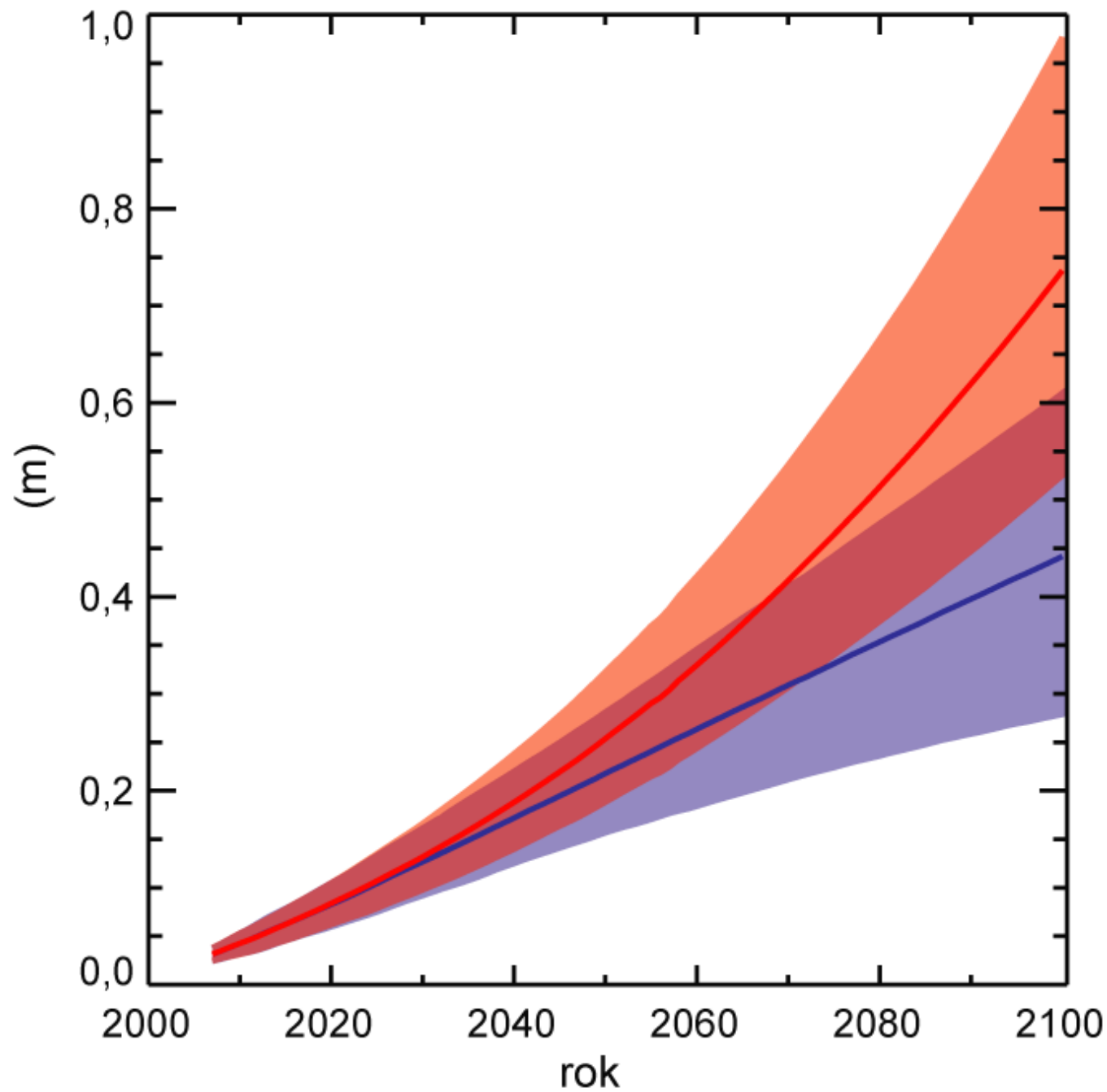
Nanjing
南京市

Shanghai
上海市

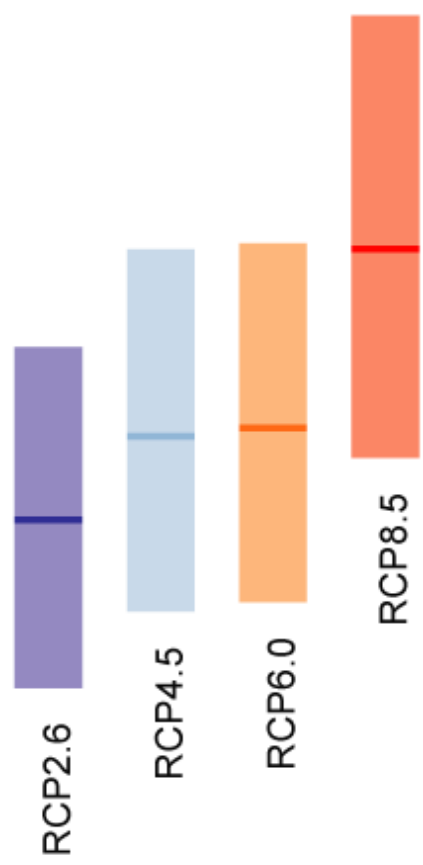
Hangzhou
杭州市



Průměrný globální vzestup hladiny moře



průměr pro
2081–2100



povodně



Teplejší atmosféra pojme více
vlhkosti
(~7%/°C)

➤ Větší srážky v přívalech !

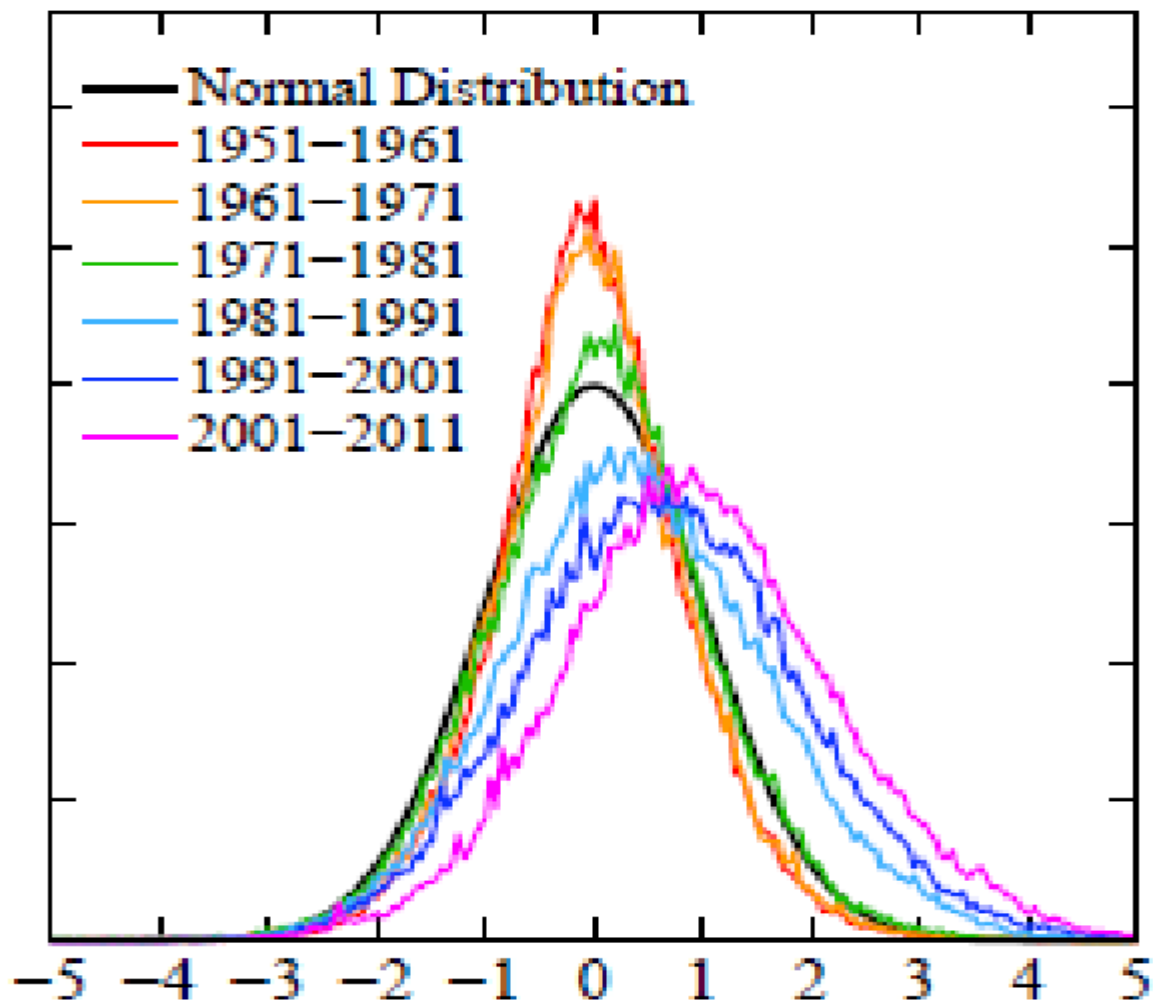
➤ více povodní ?

➤ více such ?



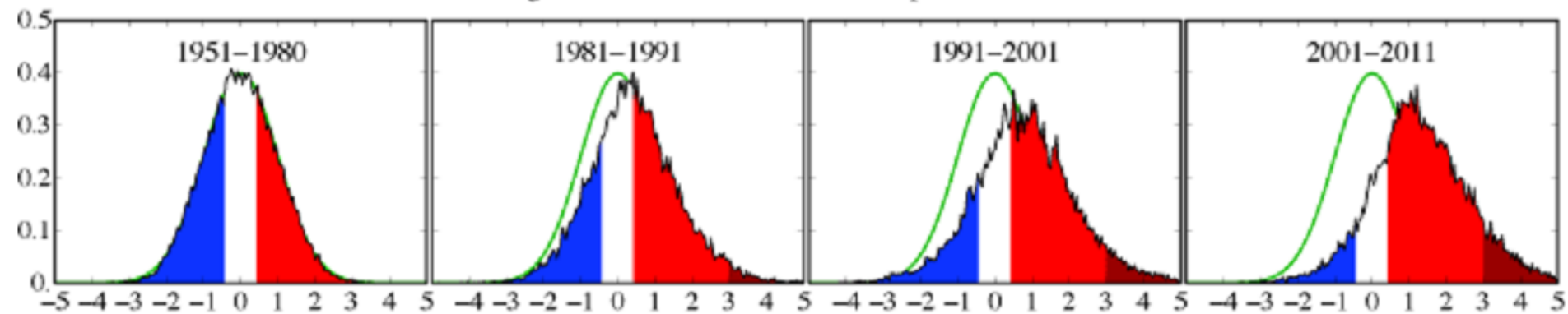
„Malý“ posun střední hodnoty
ale ohromný nárůst extrémů

Četnost výskytu (osa Y) místních teplotních odchylek. Vodorovná osa udává teplotní odchylku podělenou standardní deviací pro danou lokalitu, jaká platila v období 1951-1980. Plocha pod každou křivkou je táž. Zdroj: James Hansen, M. Sato and R. Ruedy: Perceptions of Climate Change: The New Climate Dice (koncept práce o vlivu globálního oteplování na teplotní extrémny).



Problémem jsou >3 -sigma extrémy, dnes už i 4 sigma

Shifting Distribution of Summer Temperature Anomalies

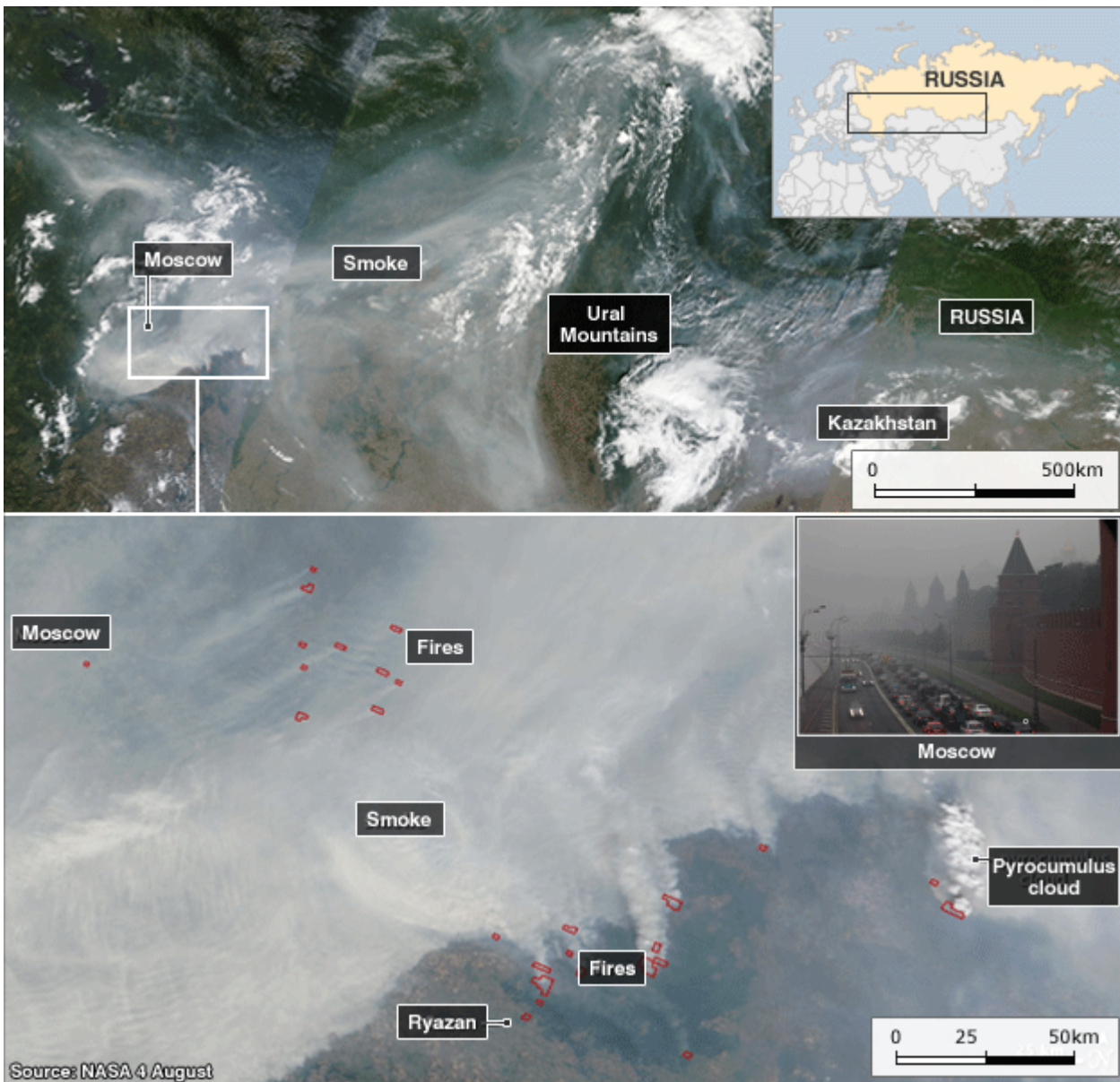


<http://www.columbia.edu/~mhs119/PerceptionsAndDice/>



Wild fires in Greece, August 2007

Source: spiegel.de

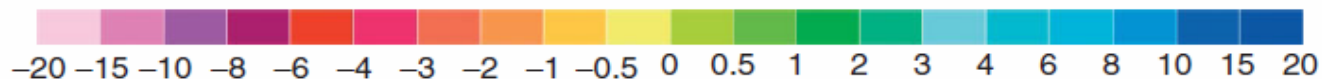
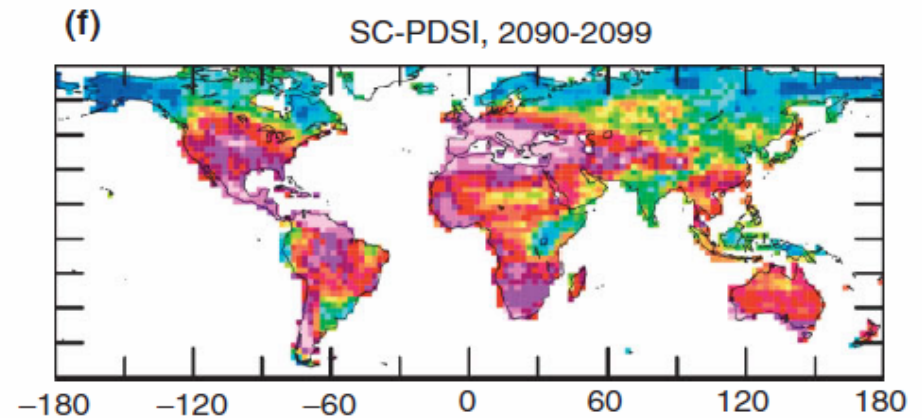
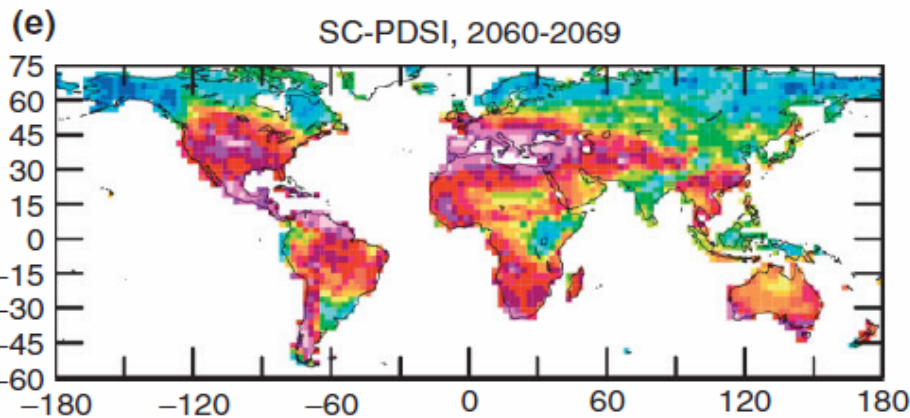
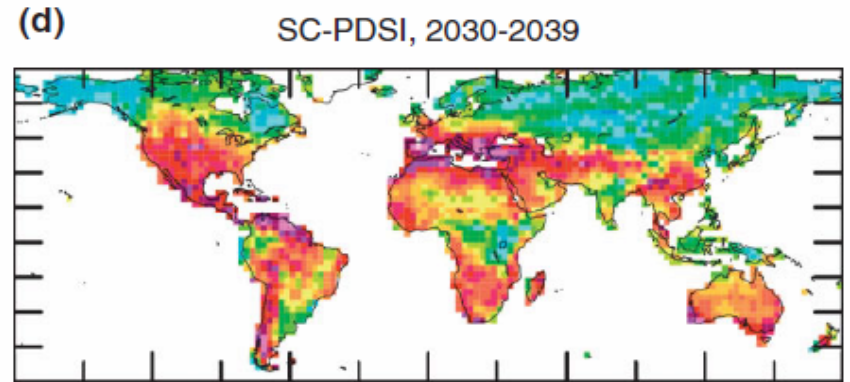
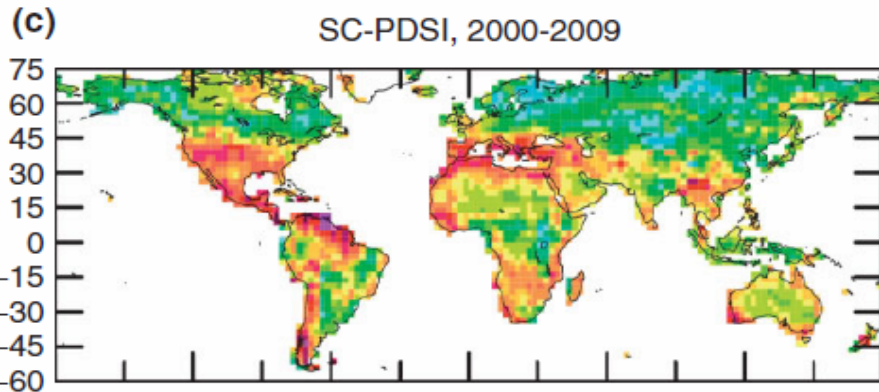


Požáry v Rusku, srpen 2010

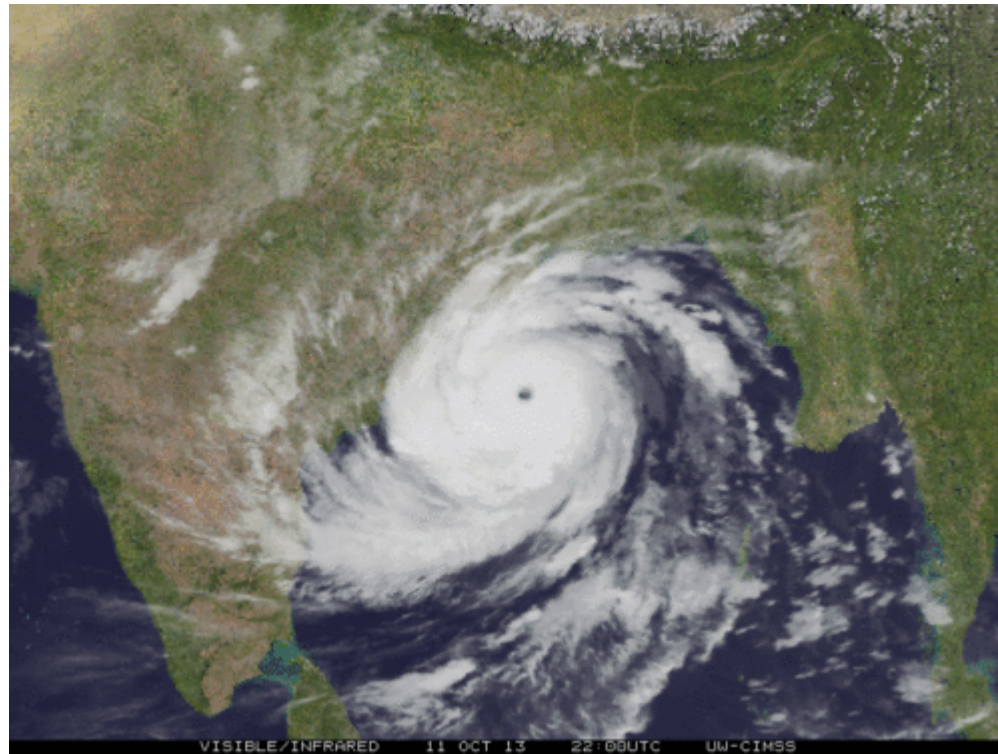
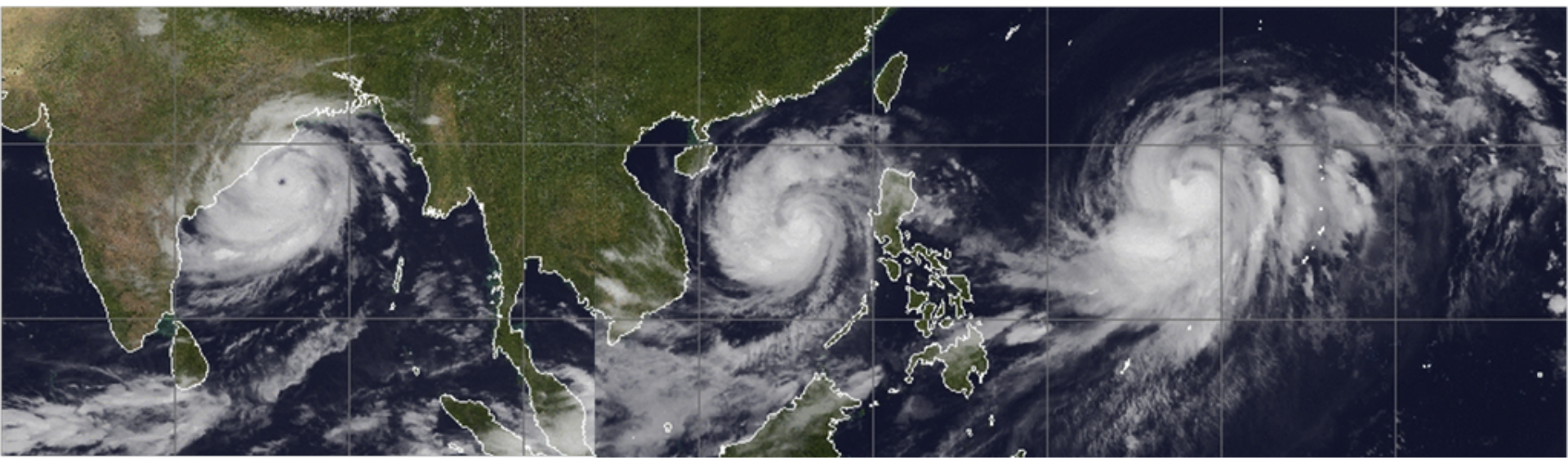
Index vážnosti sucha (již červená znamená extrémní sucho)

(22 modelů při vývoji dle SRES A1B)

(Dai, 2010: Drought under global warming: a review)



Sýrie – dlouholeté sucho



Jak a proč klimatickou změnu
zbrzdit

(co znamenají 2 K)

Stabilizovat „na úrovni, která zamezí nebezpečnému lidskému zásahu do klimatického systému“

**United Nations
Framework Convention on Climate Change
(1992)**

Aim:

to stabilize greenhouse gas concentrations...

“...at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system.”

Rozměry „nebezpečné“ změny

Vyhynutí živočišných a rostlinných druhů

vyhynutí polárních a alpských druhů
neudržitelná tempa migrace

Rozpad ledových příkrovů: hladina oceánu

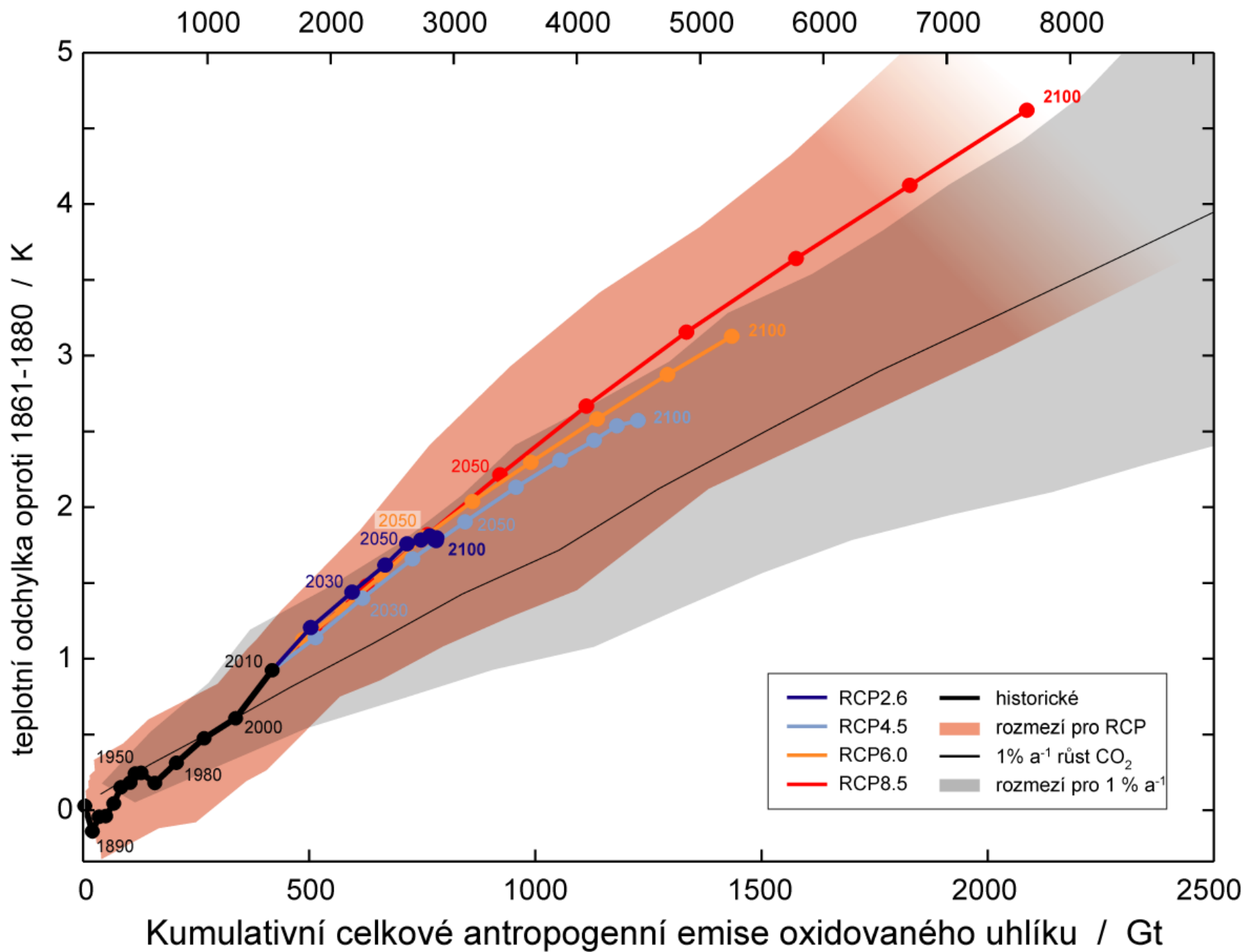
Regionální poruchy klimatu

častější extrémní události
posun vegetačních pásem / nouze o vodu

... stabilita klimatu v *holocénu* umožnila trvalé osídlení a rozvoj civilizace

... ztráta její stability v *antropocénu* - ztráta obyvatelnosti mnoha území a úživnosti Země

Kumulativní celkové antropogenní emise CO₂ od roku 1870 / Gt



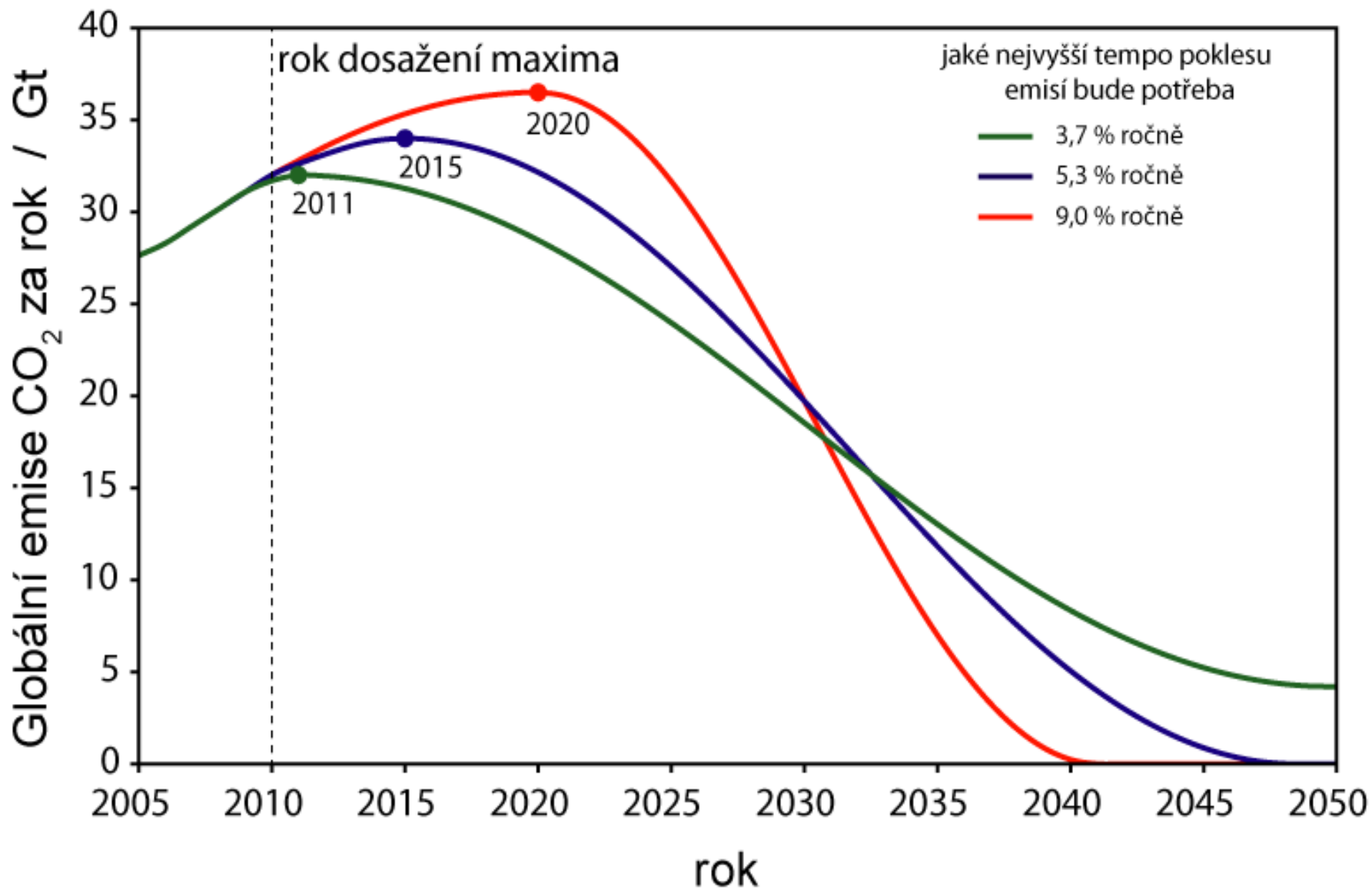


Figure 22: Vývoj emisí, který by dával naději 67 %, že globální oteplení nepřesáhne 2 °C

Cíl pro CO₂:

< 350 ppm

**Pro záchranu planety v podobě,
ve které se vyvinula civilizace**

Cíl ubrat CO₂ pod 350 ppm

Technicky splnitelný

(ale ne v případě „business-as-usual“)

Kritický je rychlý ústup od uhlí

(dlouhá životnost CO₂ v ovzduší)

(nutno zastavit budování nových uhelných elektráren, které CO₂ nezachycují a neukládají)

Výzva

**Můžeme se ještě vyhnout poničení
světa, který jsme jej zdědili**

**(a získat přitom čistší planetu
a užitečnou práci)**

**Někdy musíme přijít na to, jak žít
bez fosilních paliv...**

Proč ne teď?

Odkazy

- www.veronica.cz/klima
- www.zmenaklimatu.cz
- <http://amper.ped.muni.cz/gw>
 - www.ipcc.ch



Zdroje obrázků a textů

Alexander Ač

James Hansen, NASA Goddard Institute for Space Studies

NASA JPL

Kevin Trenberth, National Center for Atmospheric Research

John Wahr

Ian Dunlop

Yvonna Gailly

Anders Levermann, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC)

The Copenhagen Diagnosis, 2009

John Holdren

Jan Hollan

a původně i jiné (viz údaje u obrázků)