

Globální klimatický rozvrat

Jan Hollan

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

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

Průměrná teplota je jen nejprostší ukazatel stavu klimatu

Klima je kromě průměrů charakterizováno i extrémny, dobou výskytu, prostorovým uspořádáním

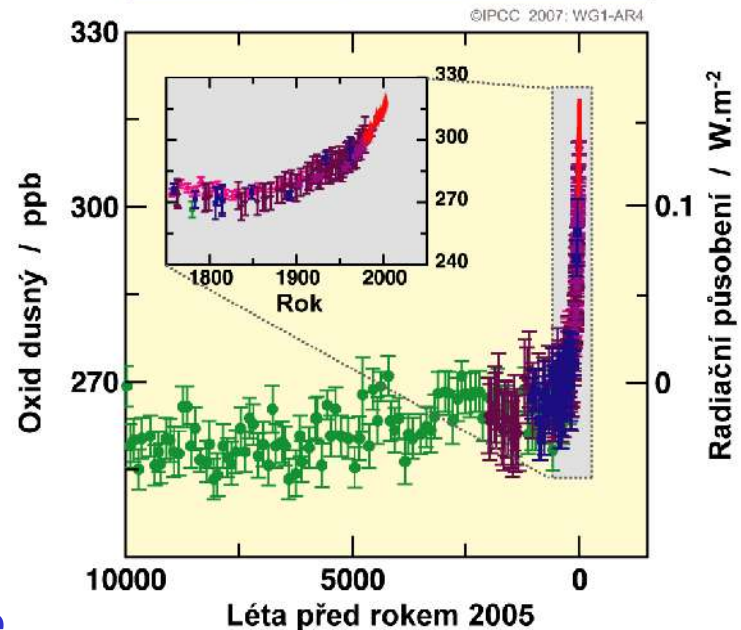
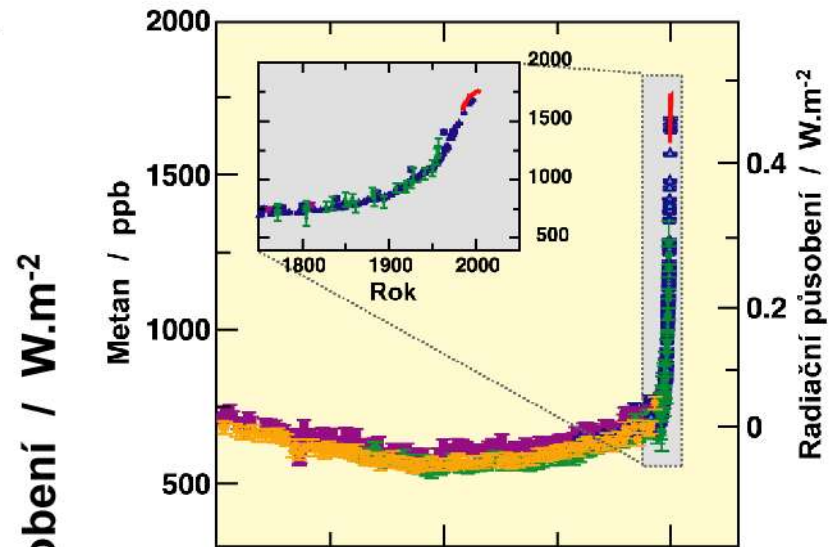
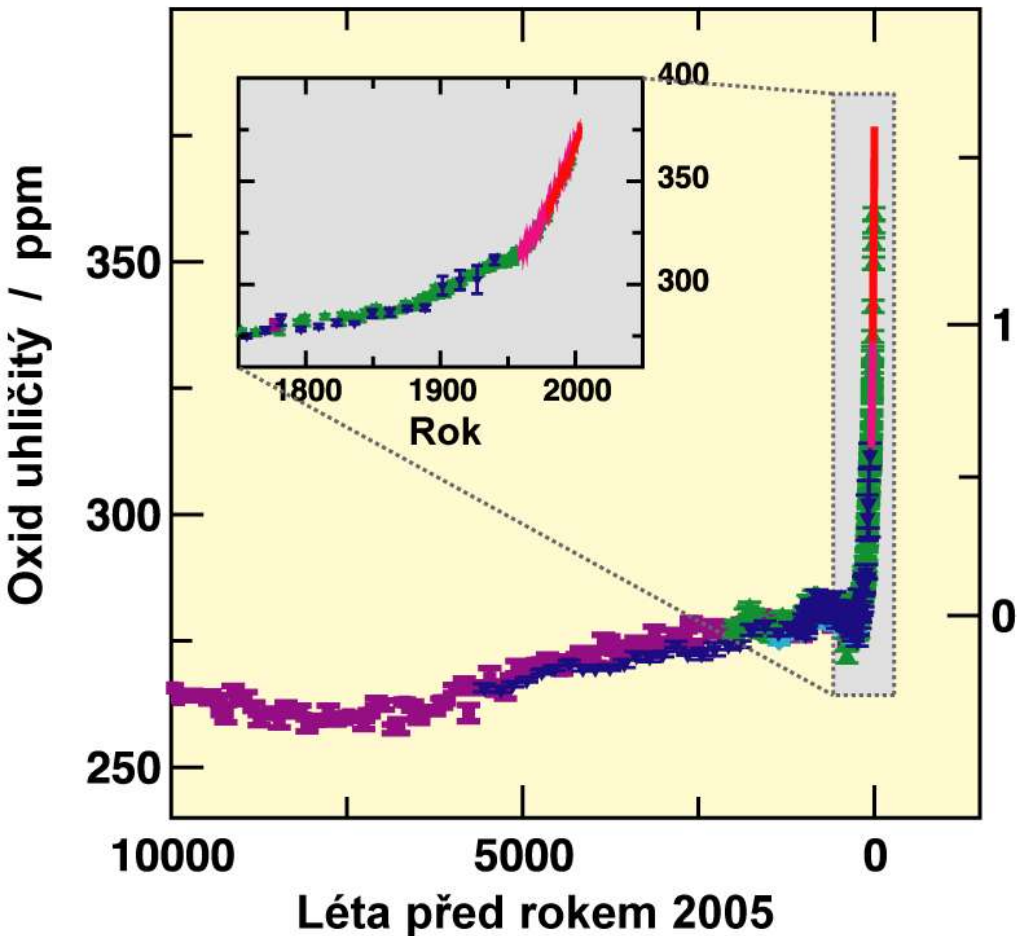
- horka a zima,
- nebe zataženého a jasného,
- vlhka a sucha
- sněžení, sněhové pokrývky a tání
- vánků, vánic, tornád a tajfunů

Změna klimatu znamená rozvrat doposud existujících charakteristik. Malá změna ukazatele (průměrné teploty) znamená velké změny výskytu různých typů počasí.

1. Příčiny

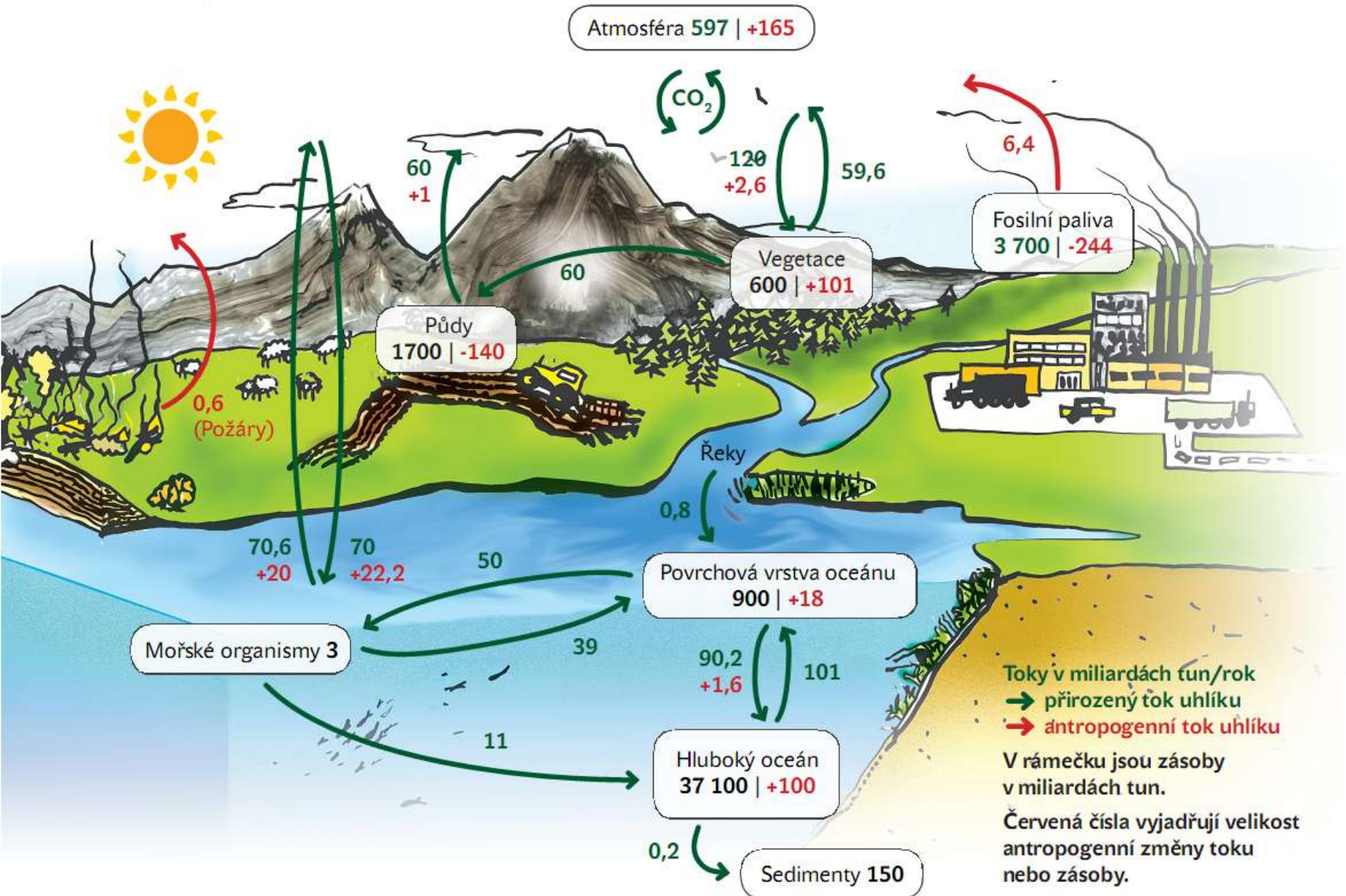
Rostoucí koncentrace skleníkových plynů. Jejich vliv je zatím do značné míry maskován síranovými aerosoly

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



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

Toky uhlíku v 90. letech 20. století

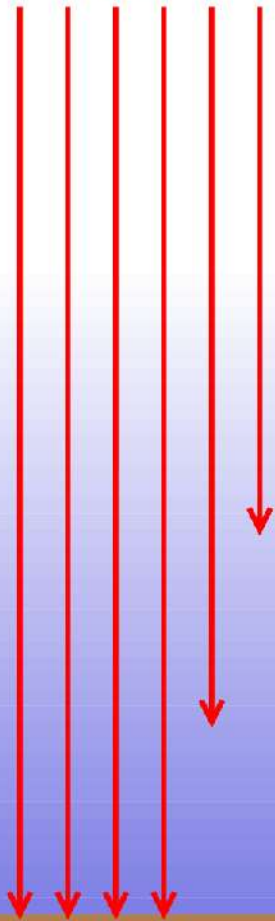


zdroj: Veronica, výstava Prima Klima

Skleníkový jev: tepelný tok / W/m^2 , 1 šipka = 40

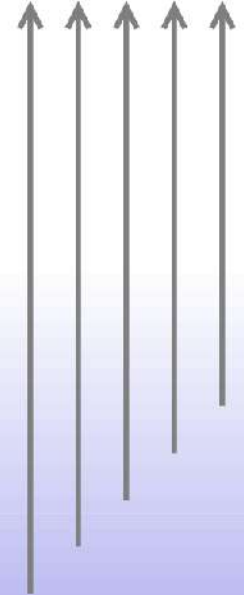
Sluneční záření

235



168

Dlouhovlnné záření zpět do vesmíru
235 před r.1900, ale jen 232 nyní: více než 1% změna!



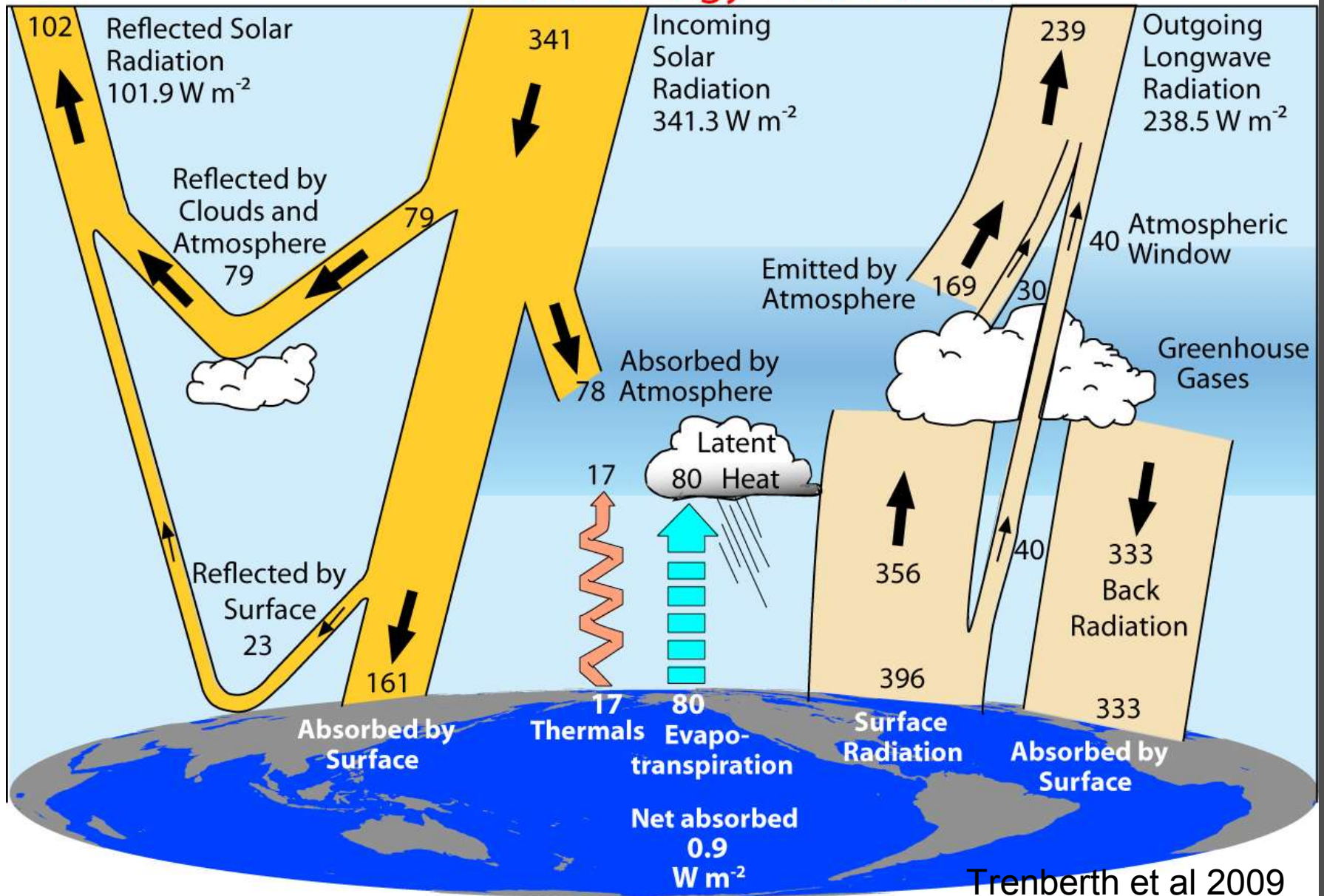
324 dřív, 327 nyní

Tok z povrchu Země
(většinou pohlcen ovzduším)

Dlouhovlnné záření z ovzduší

2000-2005 (CERES Period)

Global Energy Flows $W m^{-2}$



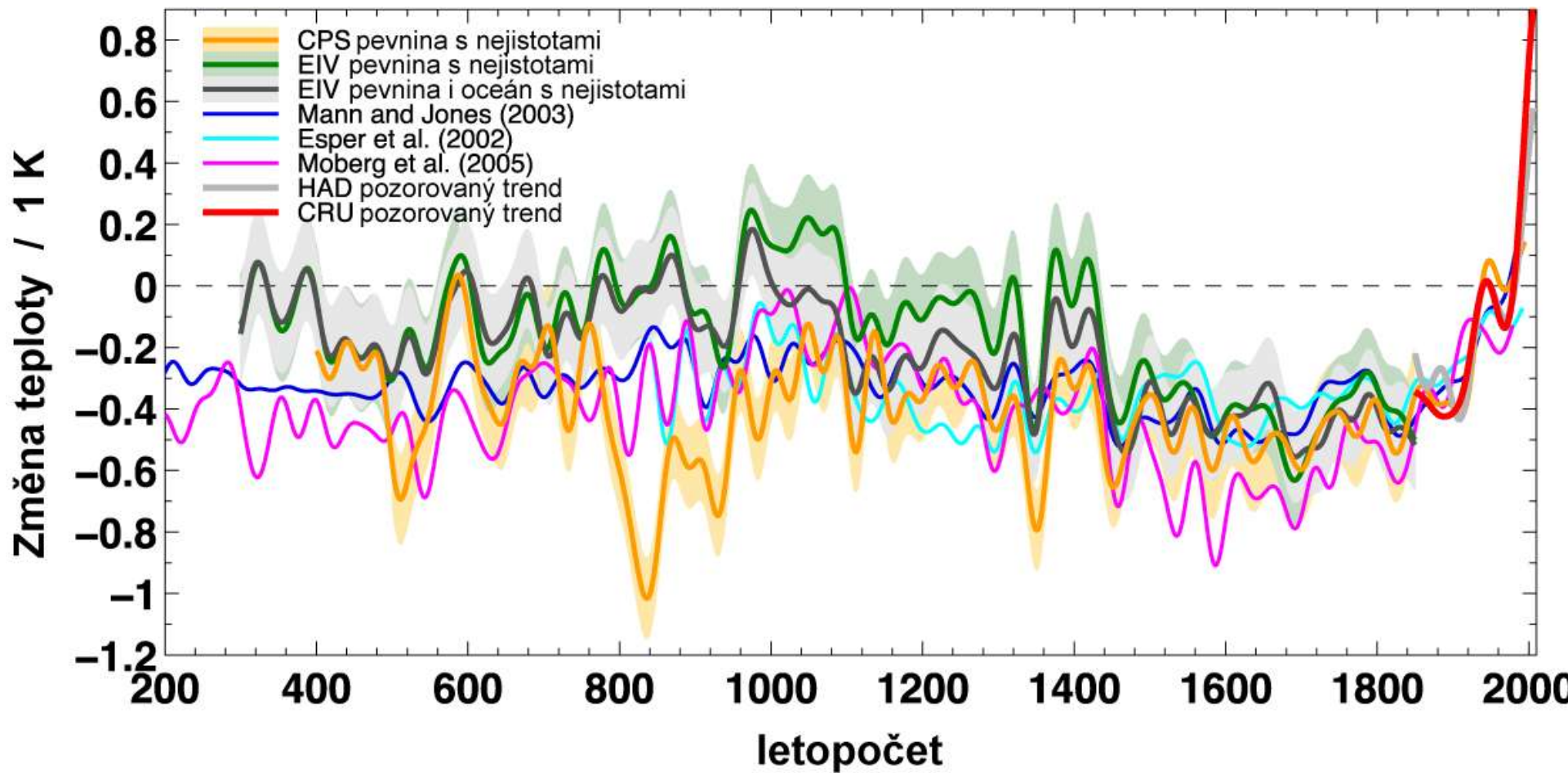
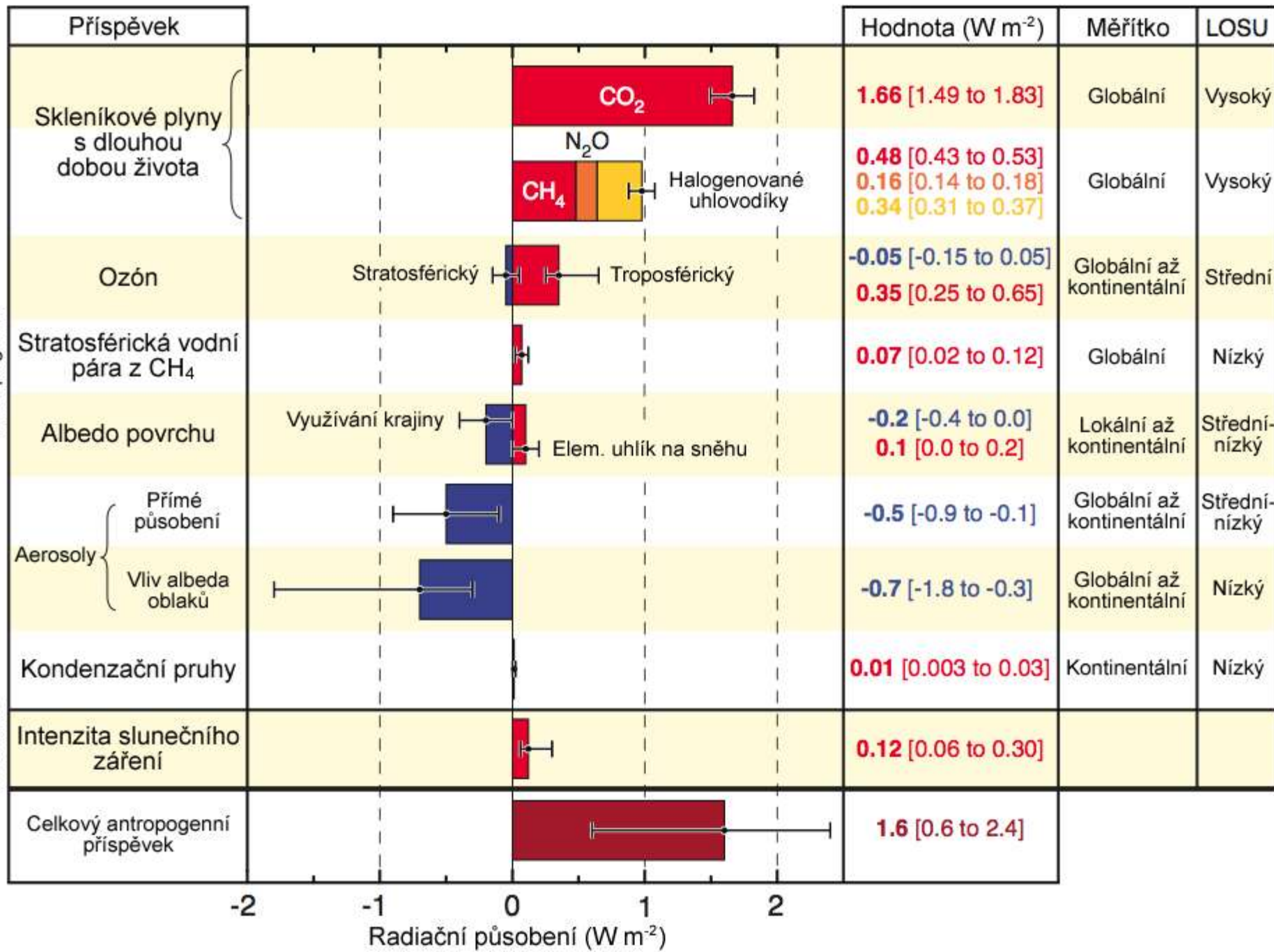
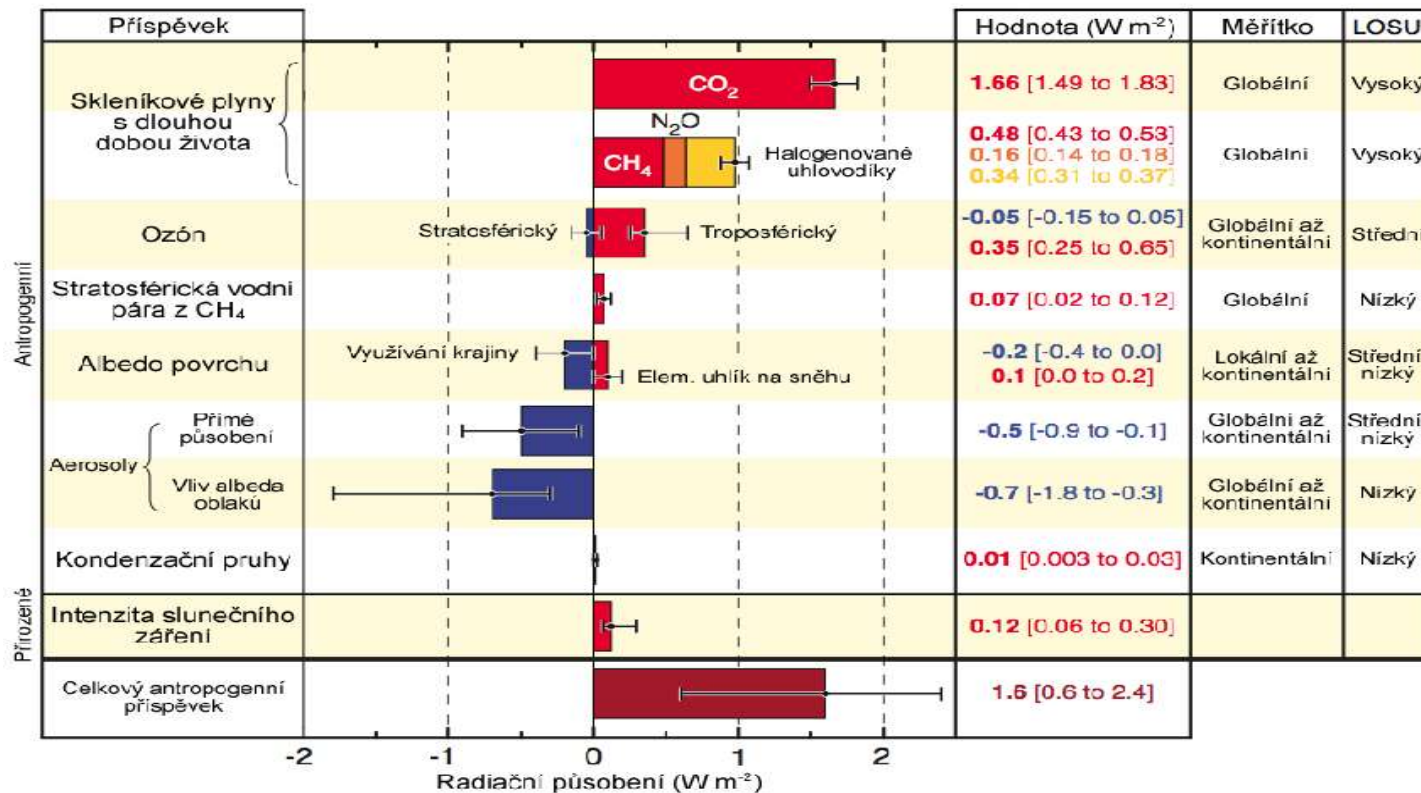


Figure 19: Rekonstrukce změn teploty severní polokoule od roku 200 (zdroj: Kodaňská diagnóza)

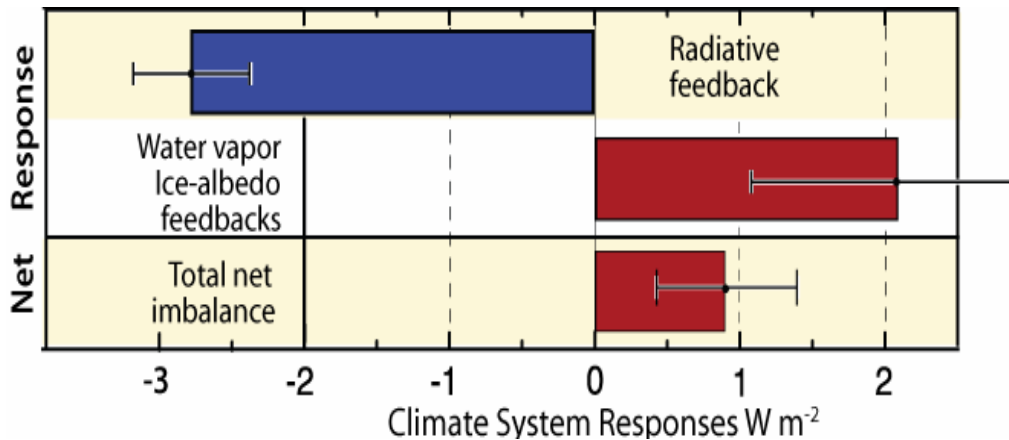
Príspevky k radiacnému pôsobení



Příspěvky k radiačnímu působení



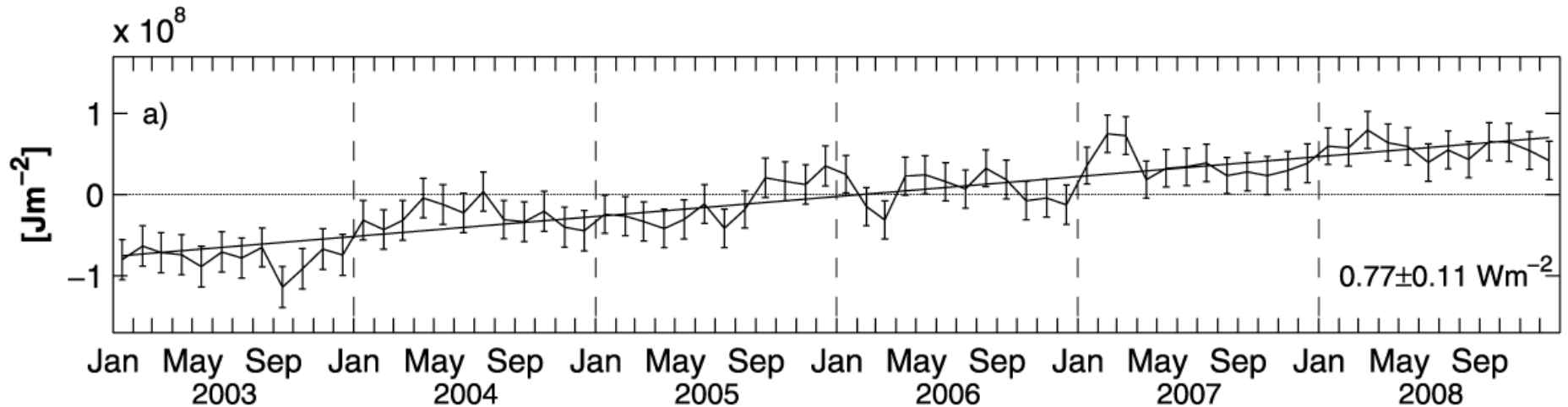
©IPCC 2007: WG1-AR4



Trenberth et al
2009

Tok tepla do oceánů

Global hydrographic variability patterns during 2003-2008.
Karina von Schuckmann, Fabienne Gaillard and Pierre-Yves Le Traon.
J. Geophys. Res., 114, C09007, doi:10.1029/2008JC005237



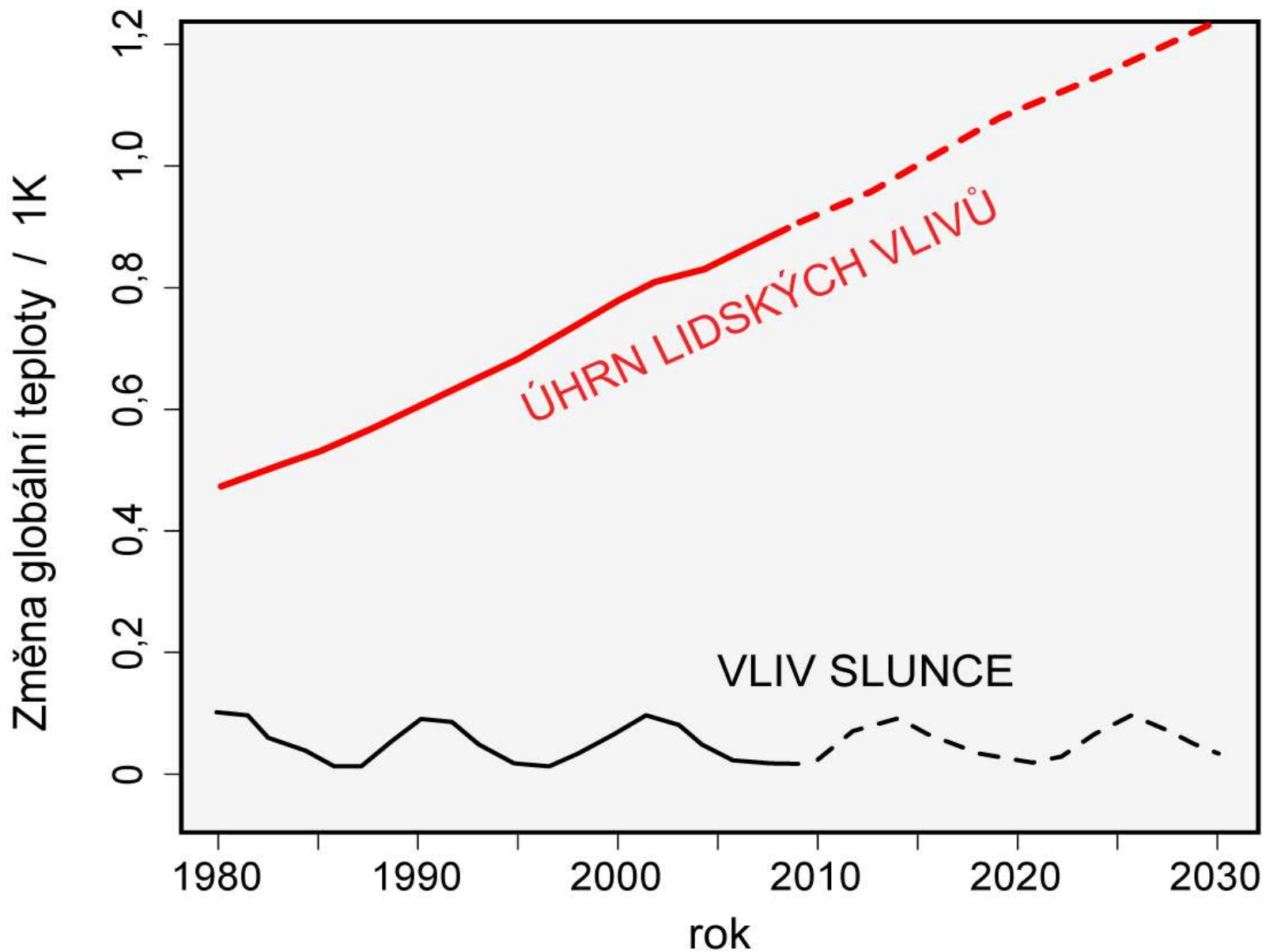


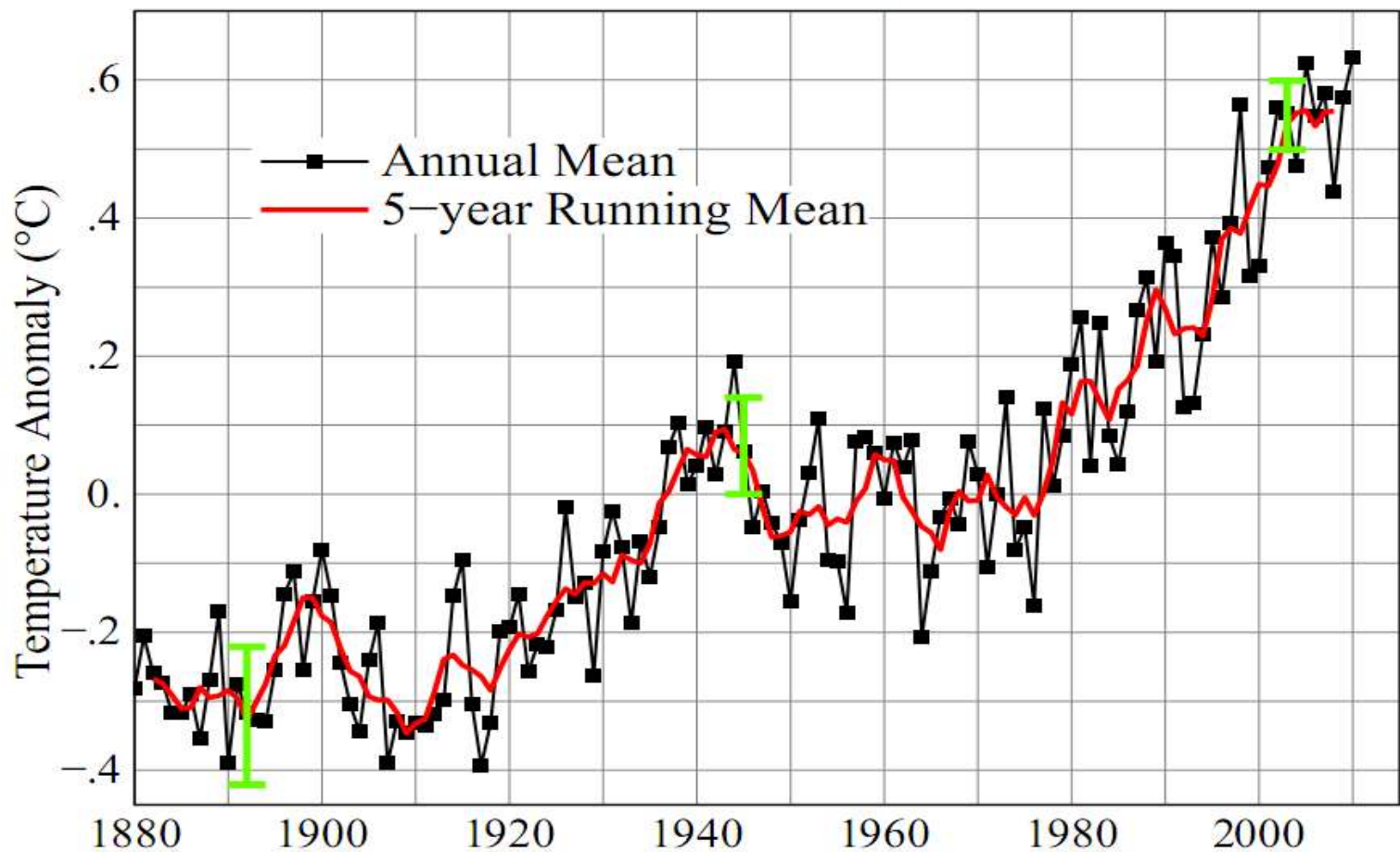
Figure 5: Vliv antropogenní oproti vlivu solárnímu od roku 1980 a projekce do 2030 (zdroj: Kodaňská diagnóza)

2. Projevy

Země se ohřívá

90. léta byla tehdy nejteplejší zaznamenaná dekáda,
třetí tisíciletí je ještě teplejší

Global Land–Ocean Temperature Index



Nejteplejší
roky

2010

2005

2007

2009

1998

2002

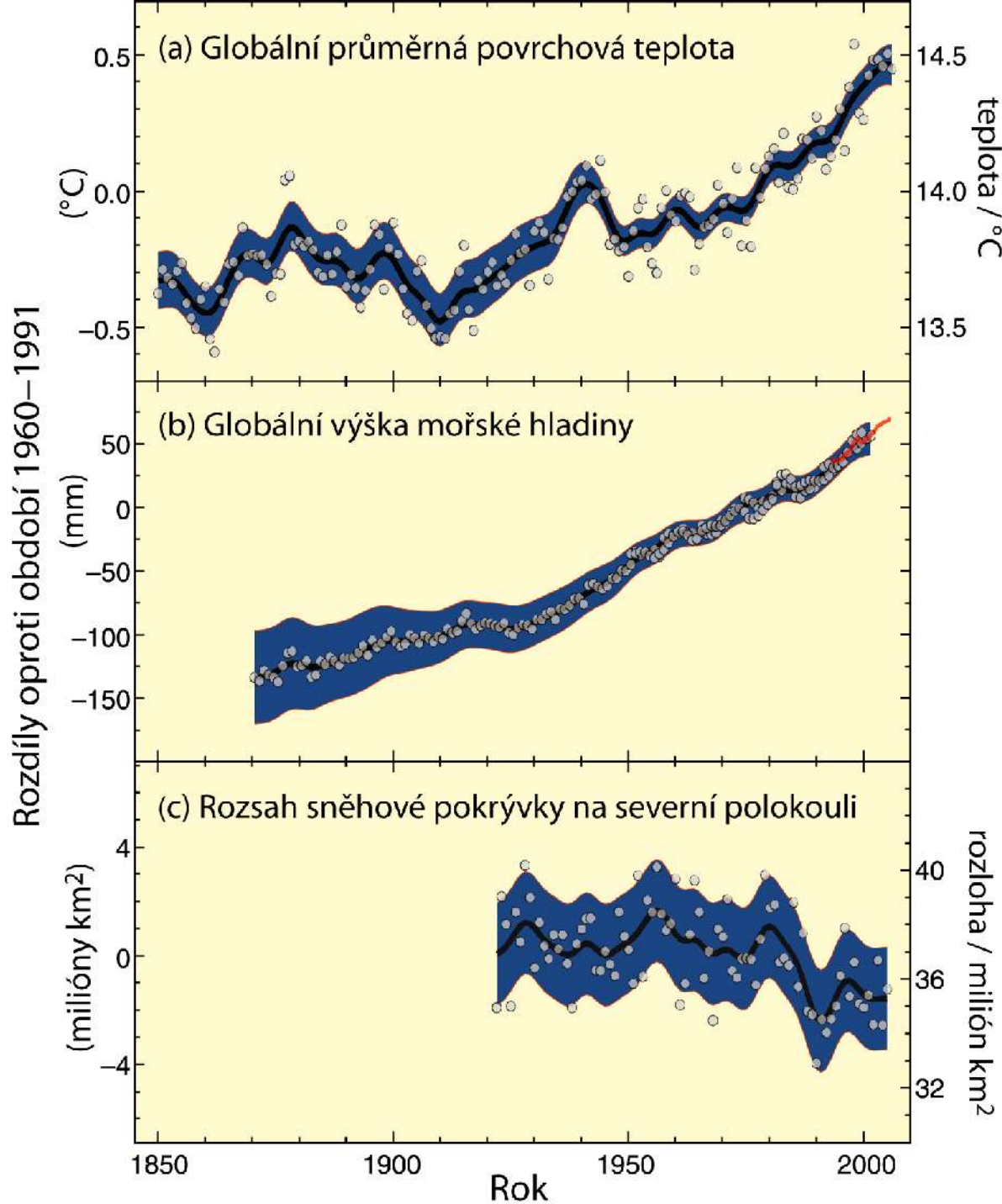
2006

2004

2001

2008

~ 0.8 °C: globální zvýšení teploty za poslední století



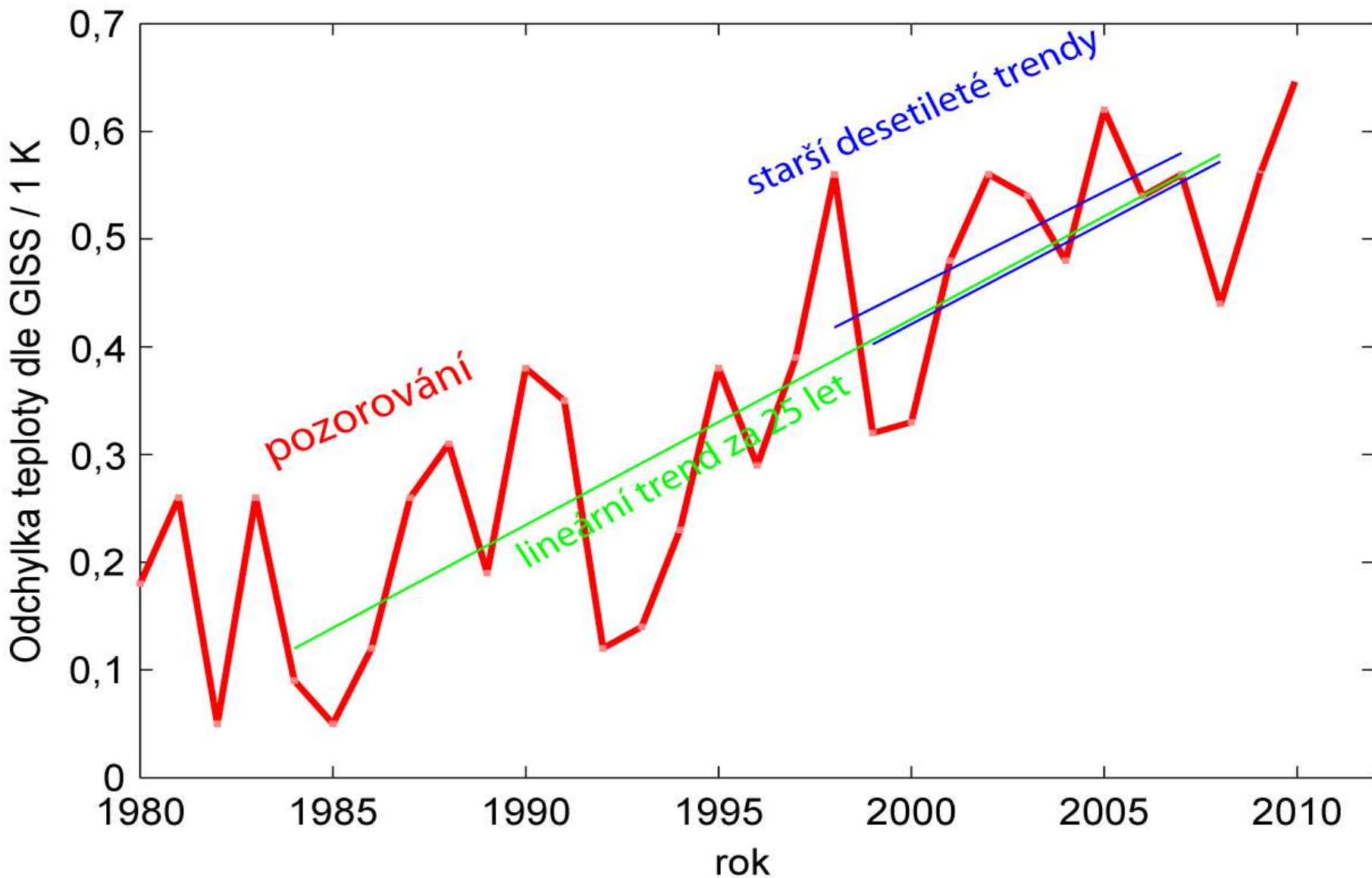
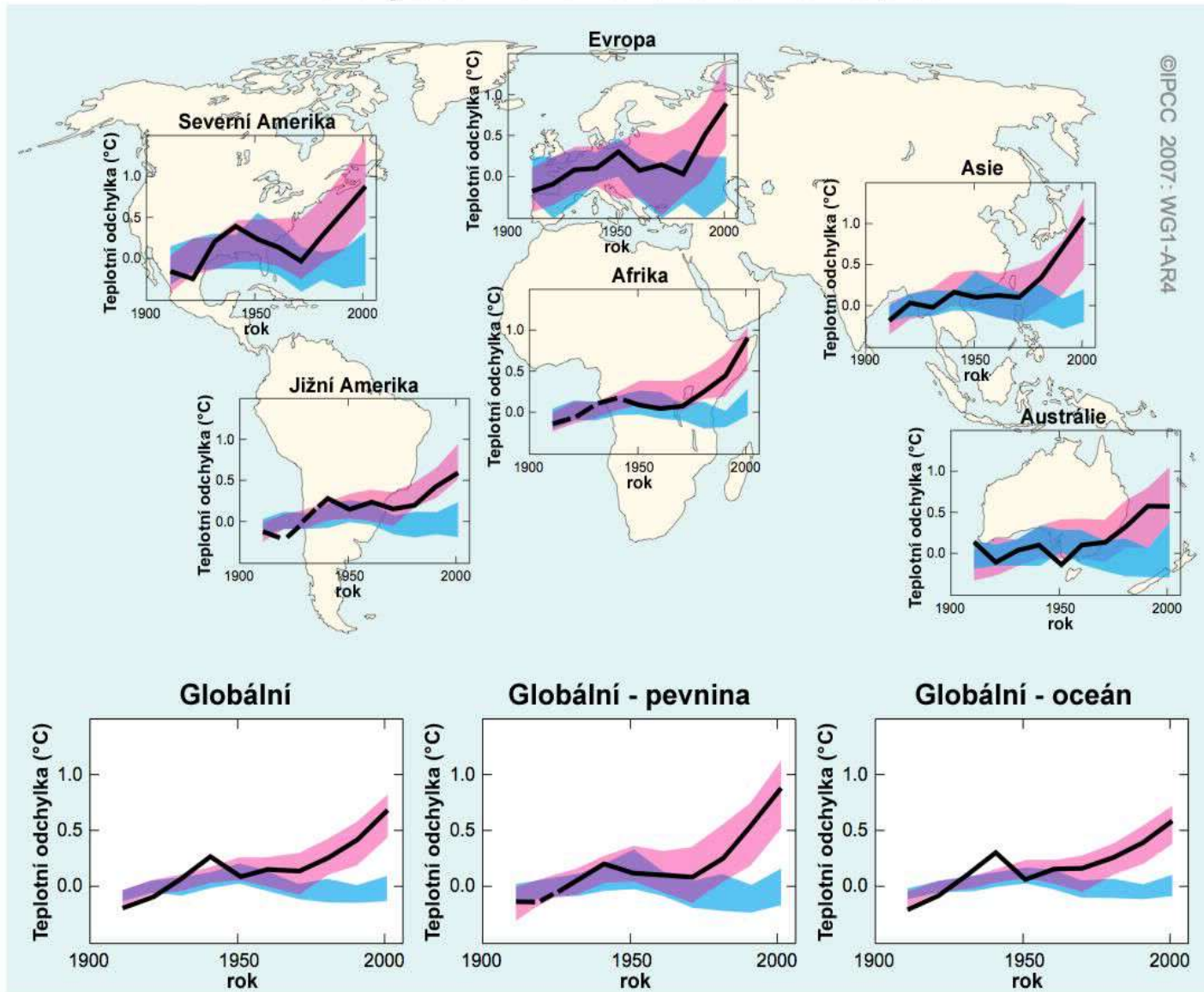


Figure 4: Změna globální teploty od roku 1980 dle údajů GISS

Změna globálních a kontinentálních teplot

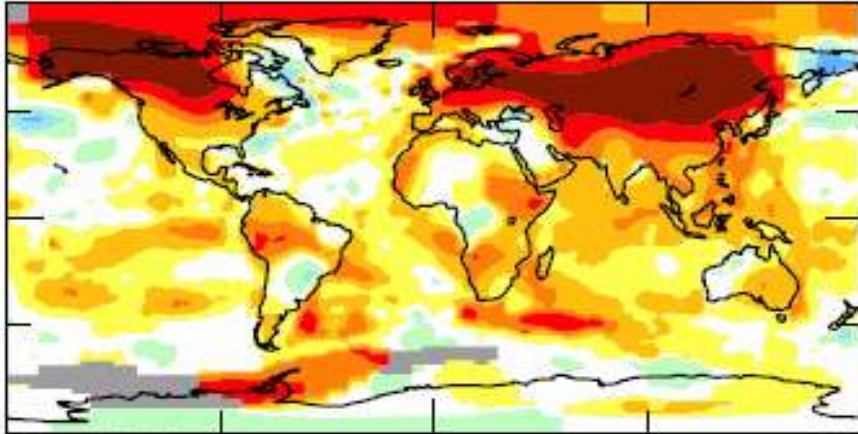


Čtvrtletní trendy od r. 1950

1950-2009 Seasonal Surface Temperature Changes (°C)

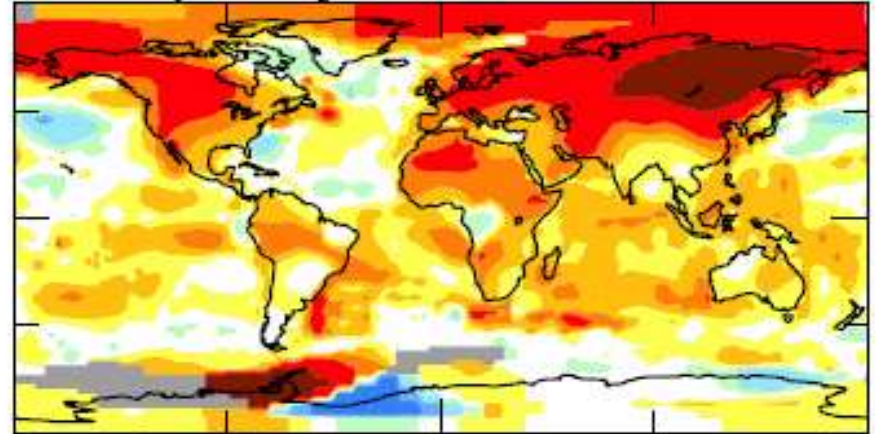
Dec-Jan-Feb

.66



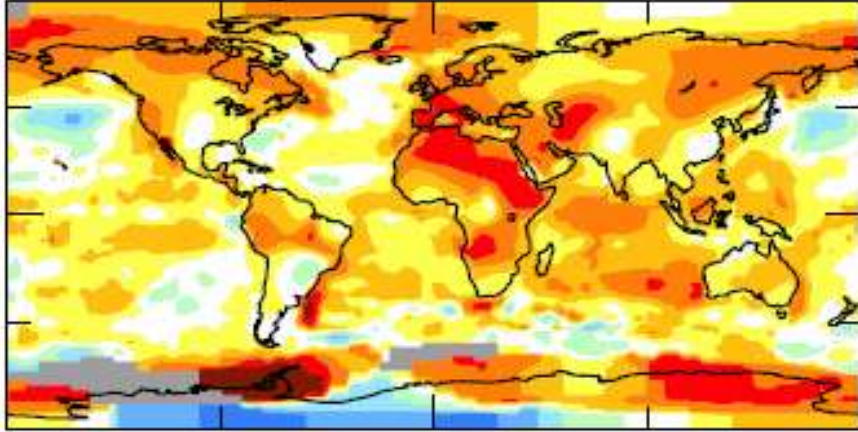
Mar-Apr-May

.66



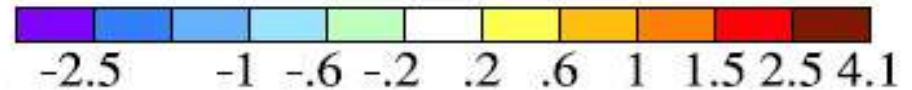
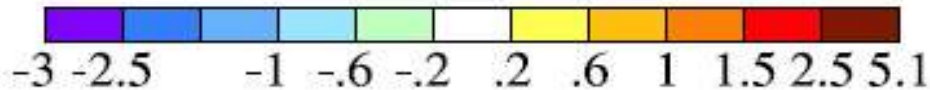
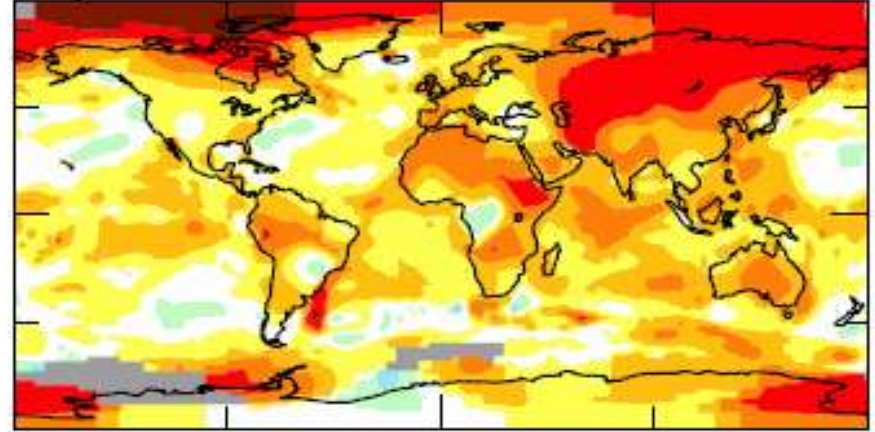
Jun-Jul-Aug

.60

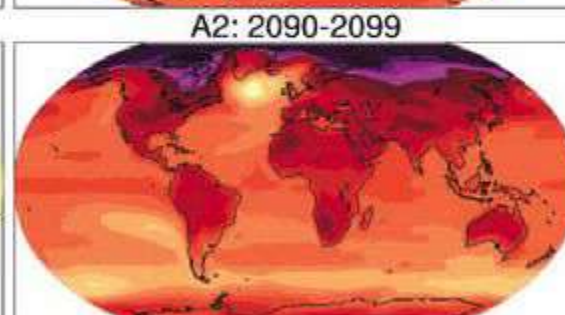
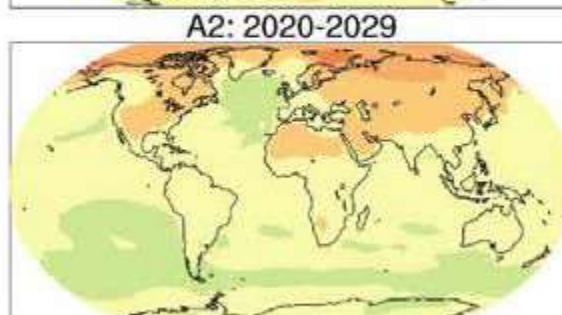
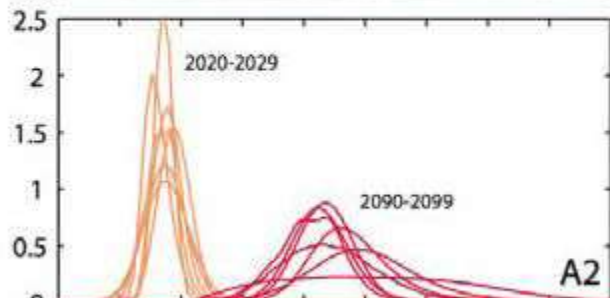
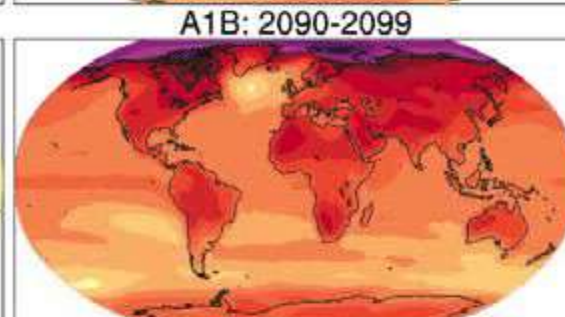
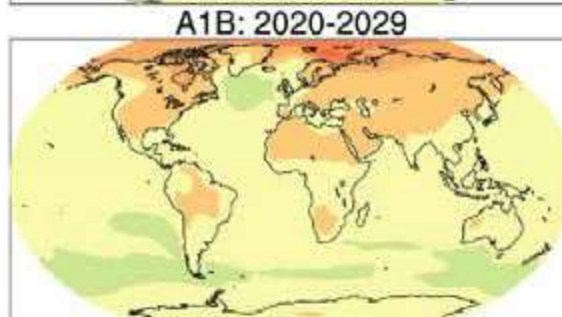
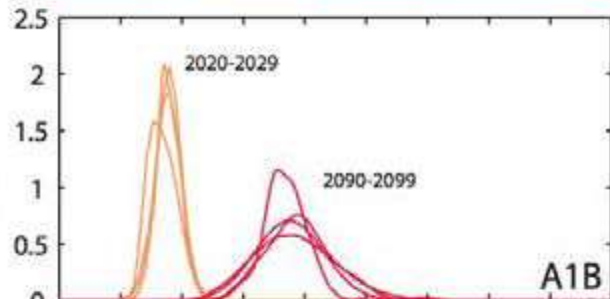
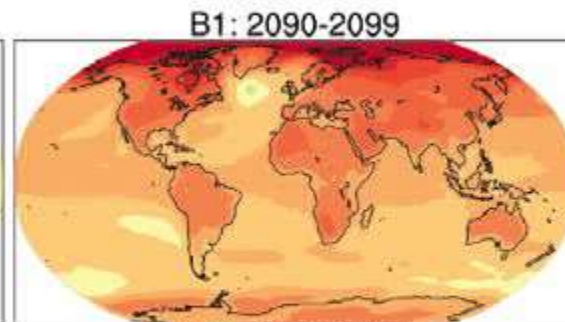
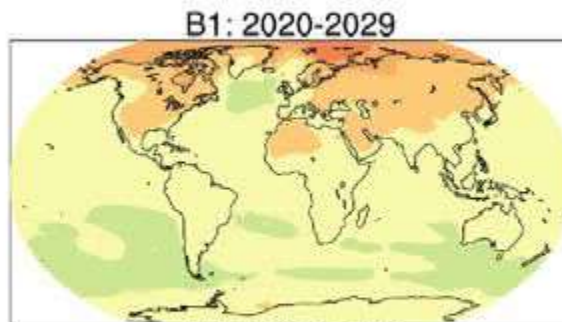
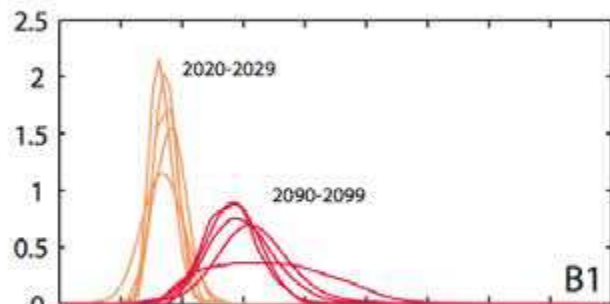


Sep-Oct-Nov

.64



AOGCM projekce povrchové teploty



Globální průměrná změna povrchové teploty (°C)



Horské ledovce tají na celém
světě

Nový Zéland

Mueller Glacier





Peru
Ururashraju
Glacier
~ výška: 5000 m





USA
Grinnell Glacier
Glacier National
Park





Švýcarsko

Rhone Glacier





Pasterze Glacier 1875

Rakousko Pasterze



Pasterze Glacier (site), Austria © 2004 Gary Braäsch



Aljaška

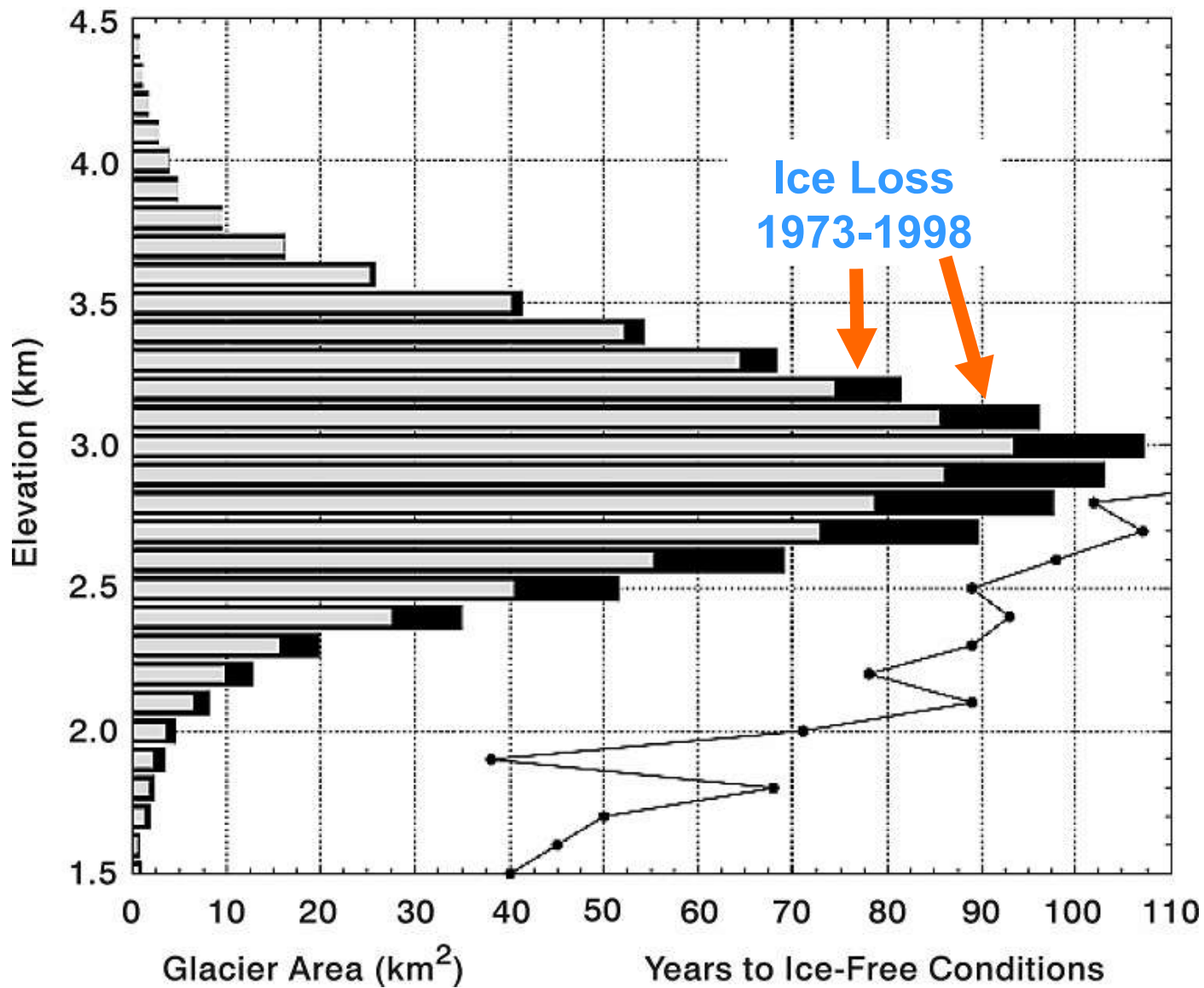
Portage Glacier



Ledovec Rongbuk



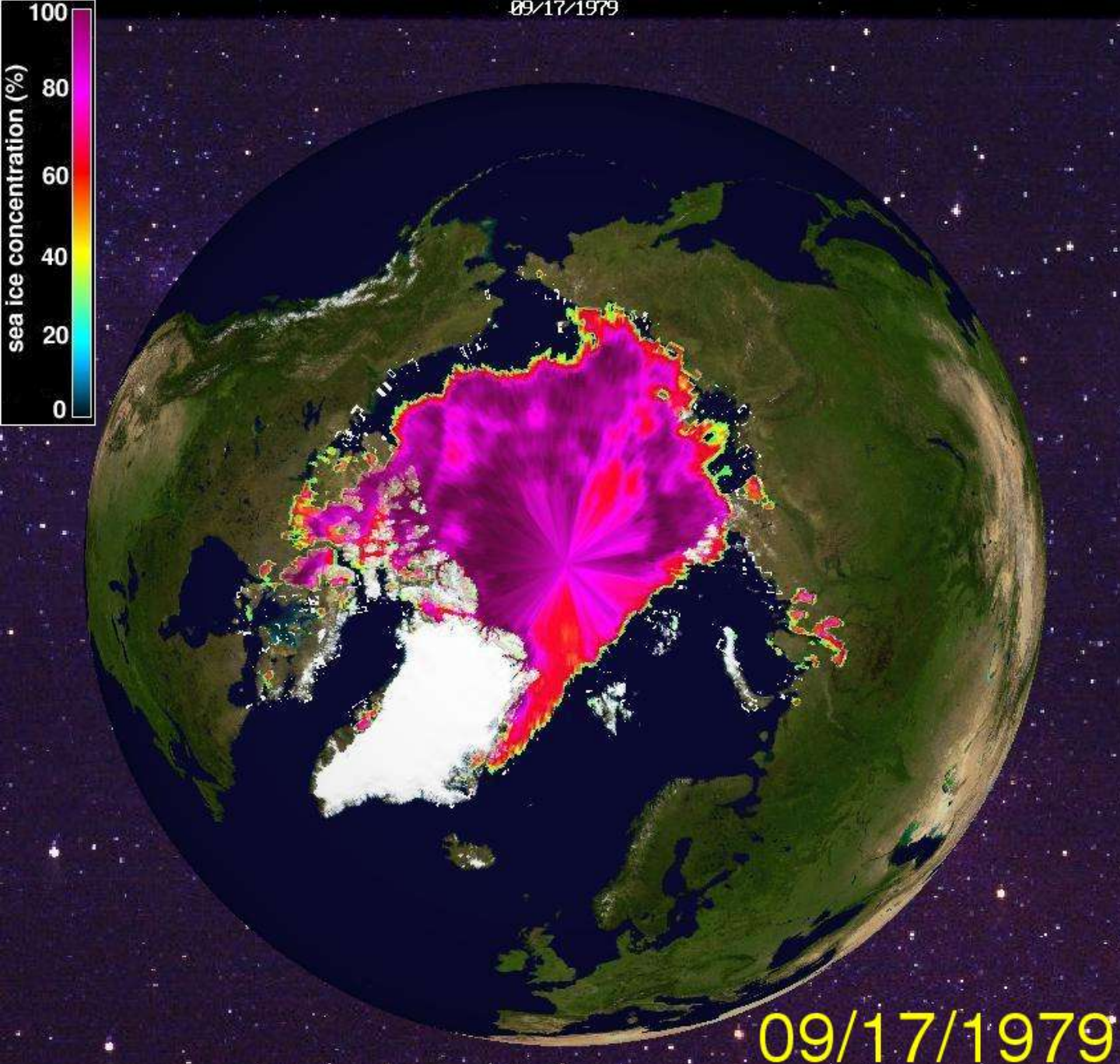
Ledovec v roce 1968 (nahore) a 2007. Největší ledovec na severním svahu Mount Everestu napájí řeku Rongbuk.



Černě: ztráta ledu od r. 1973 do 1998. Křivka: roky do zániku tímto tempem.

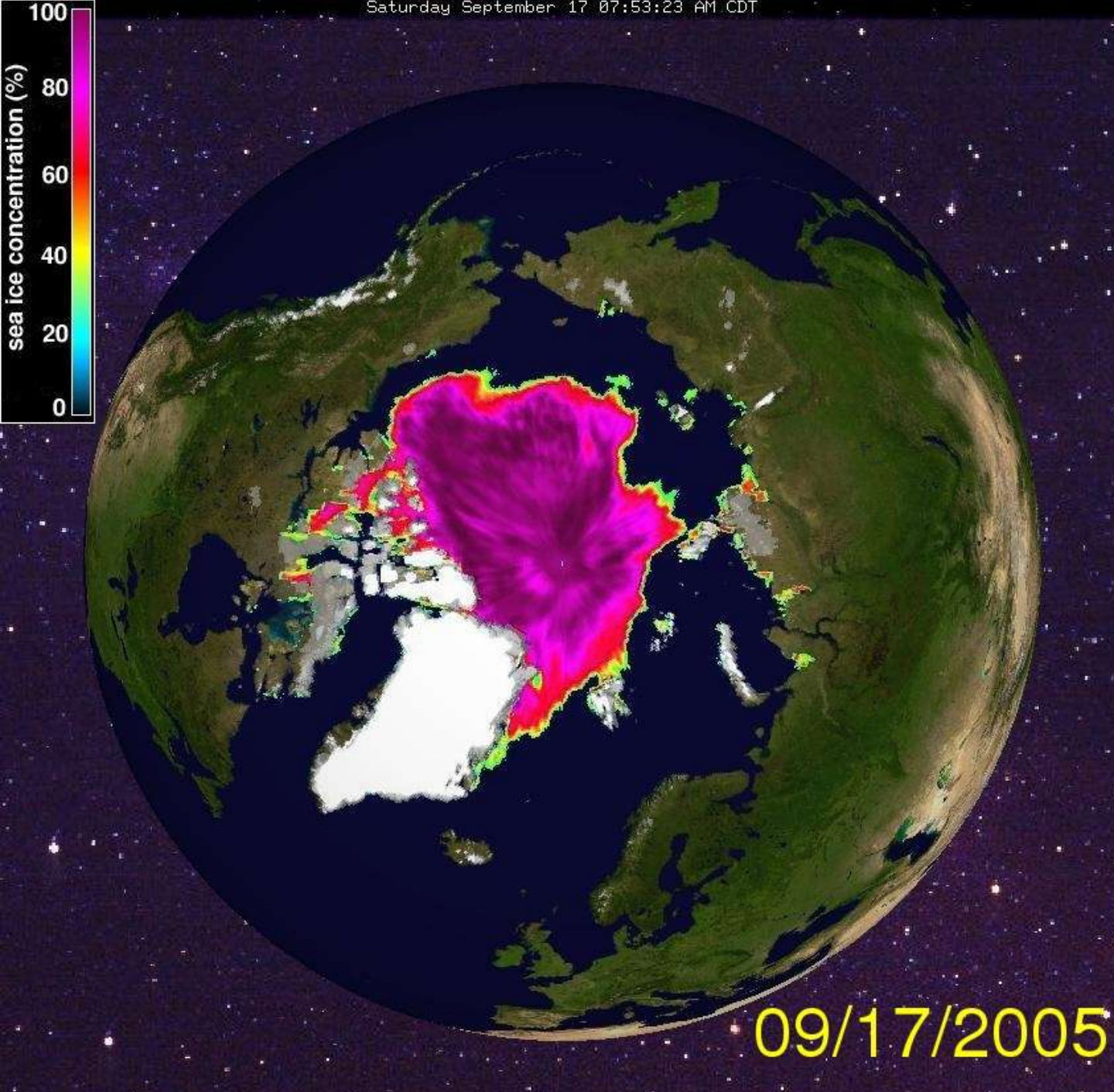
Ztmavnutí povrchu

velká zesilující zpětná vazba



1979
17. září

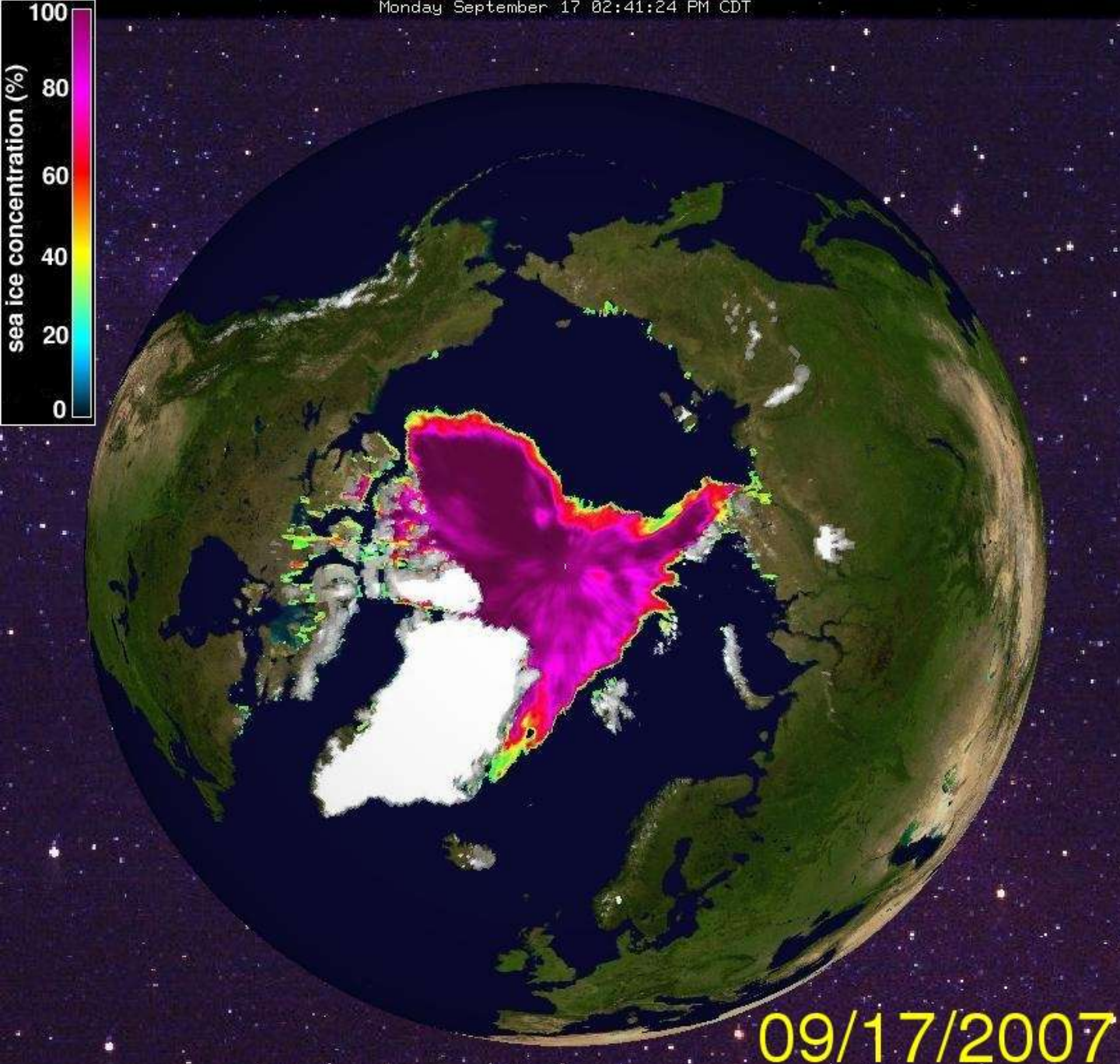
Arktický
mořský led



2005
17. září

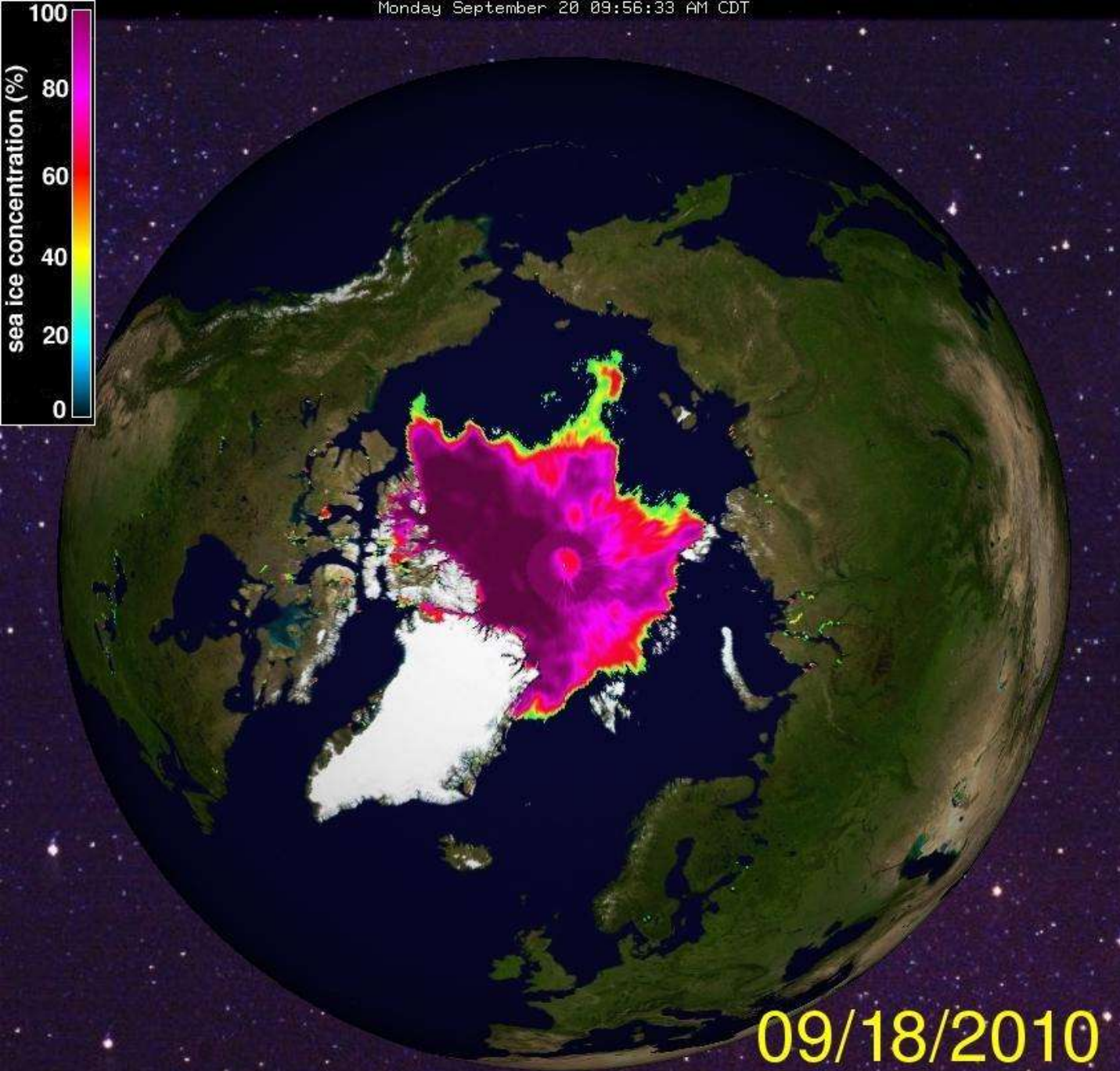
Arktický
mořský led

09/17/2005



2007
17. září

Arktický
mořský led



2010
18. září

Arktický
mořský led

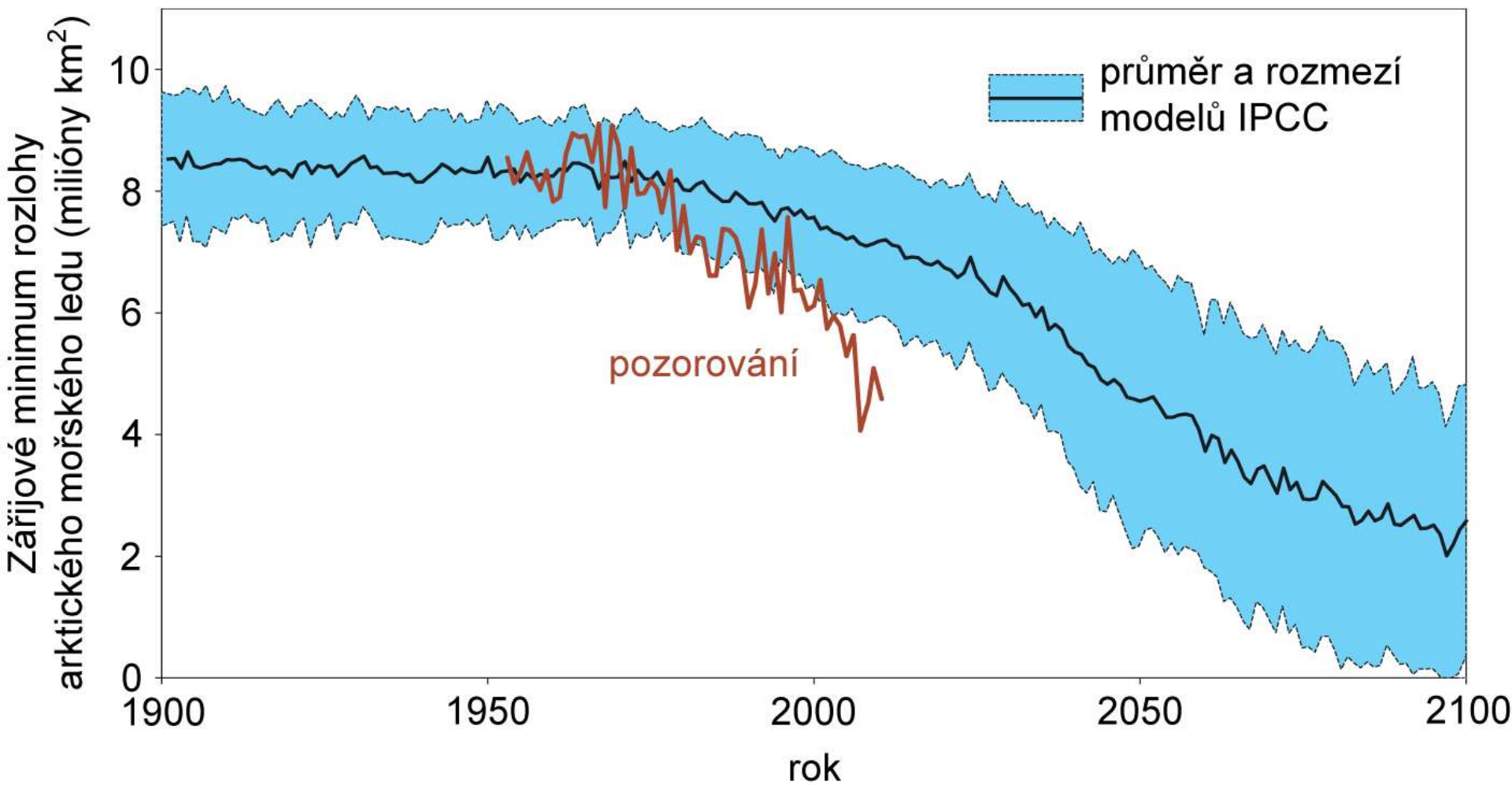
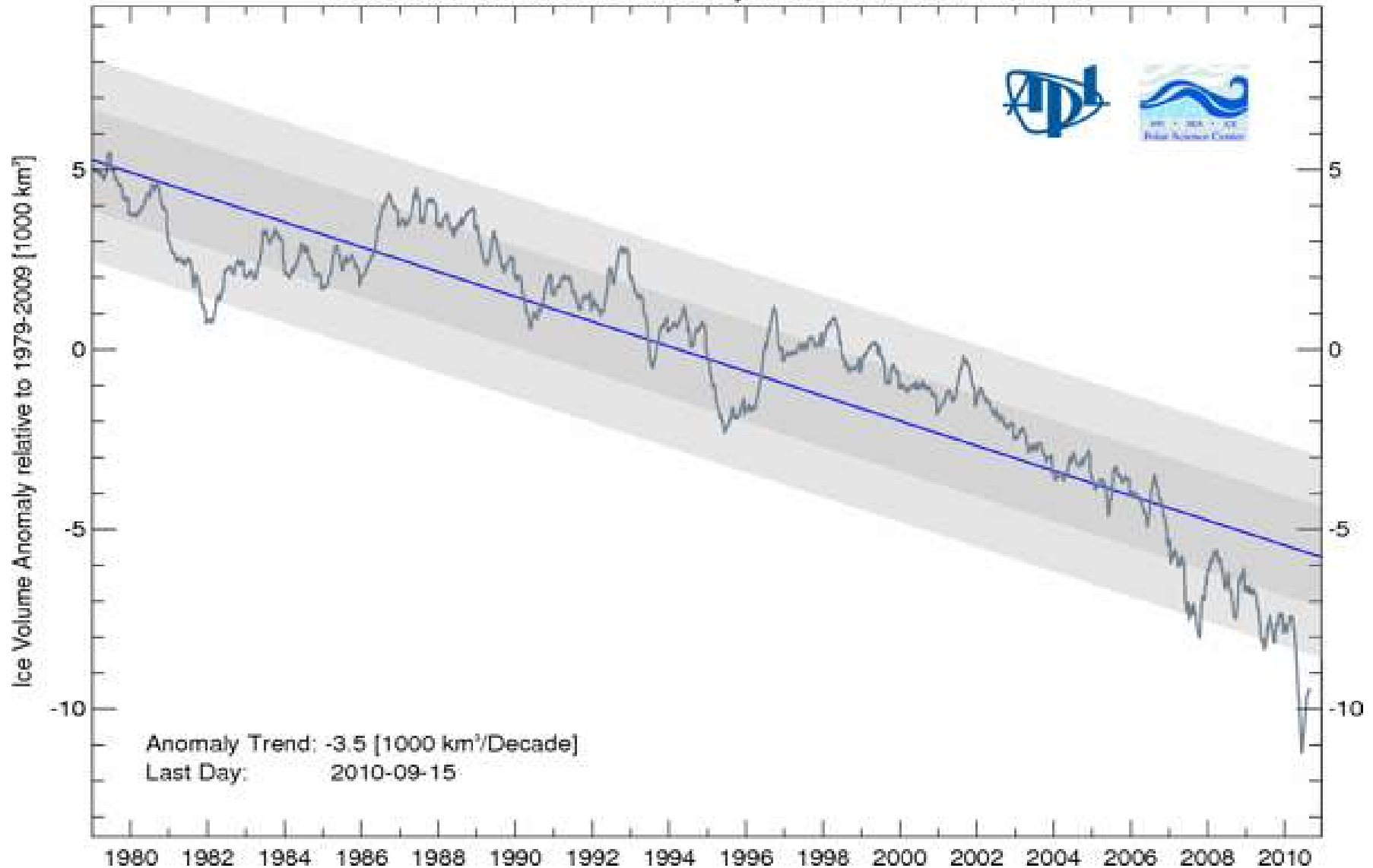


Figure 13: Pozorované a modelované změny rozlohy mořského ledu v Arktidě

Odchylka objemu arktického mořského ledu od průměru pro daný den

Arctic Sea Ice Volume Anomaly and Trend from PIOMAS



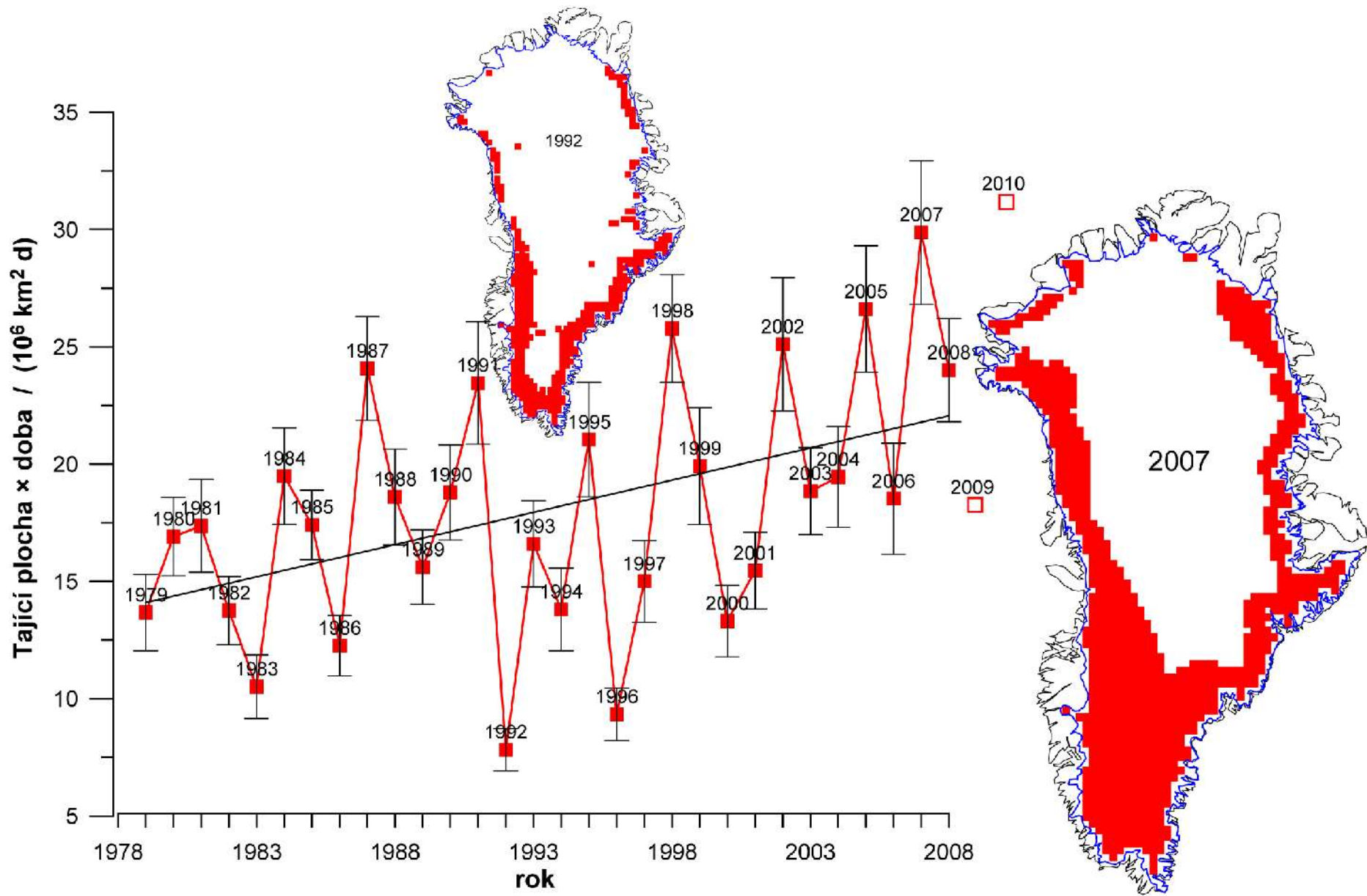
Tání na povrchu Grónska

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



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

Rozloha oblasti tání



Ledový proud Jakobshavn v Grónsku

Odtok z velkých grónských ledových proudů se značně zrychluje



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

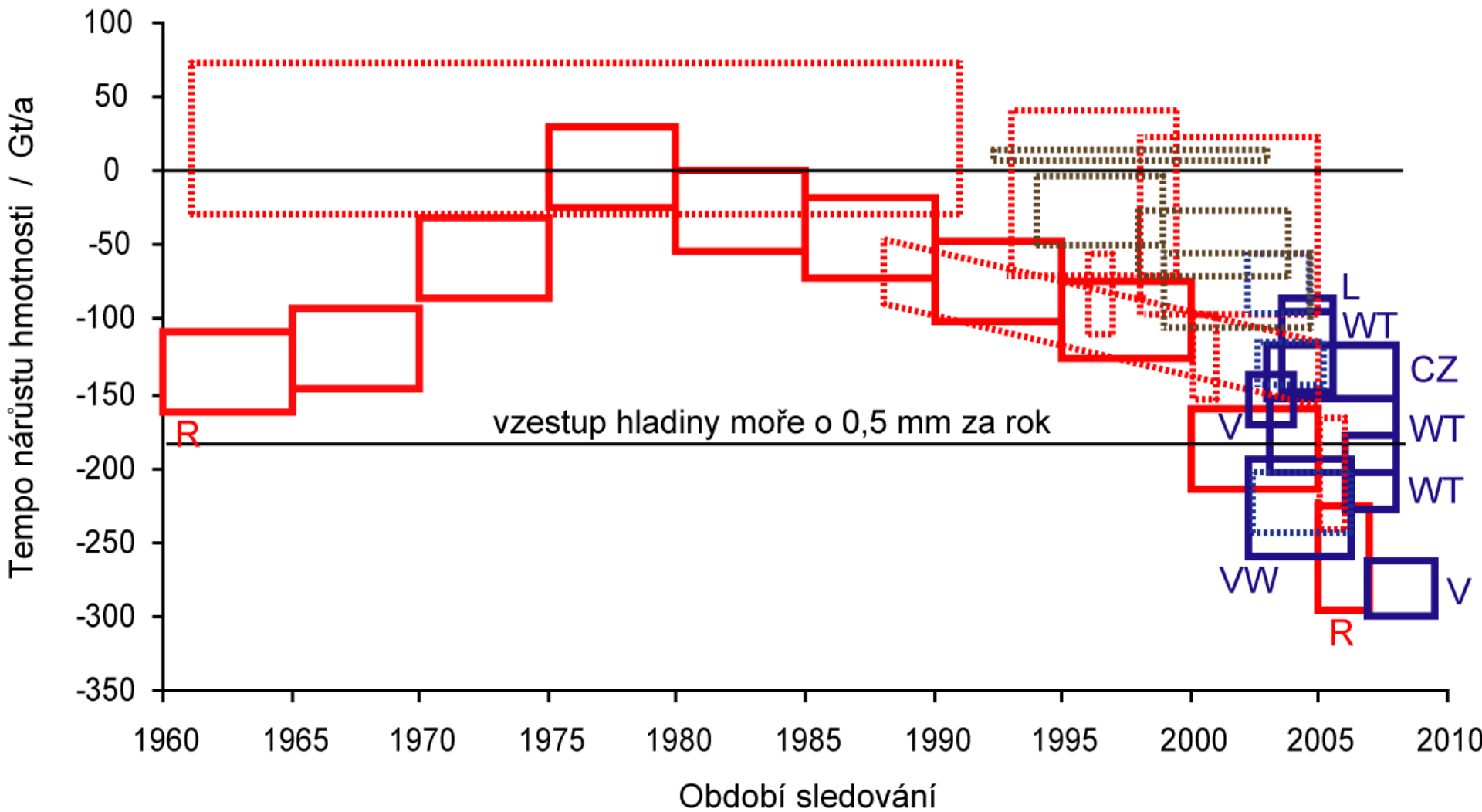


Figure 8: Úbytek hmotnosti ledu v Grónsku od roku 1960, gigatuny za rok

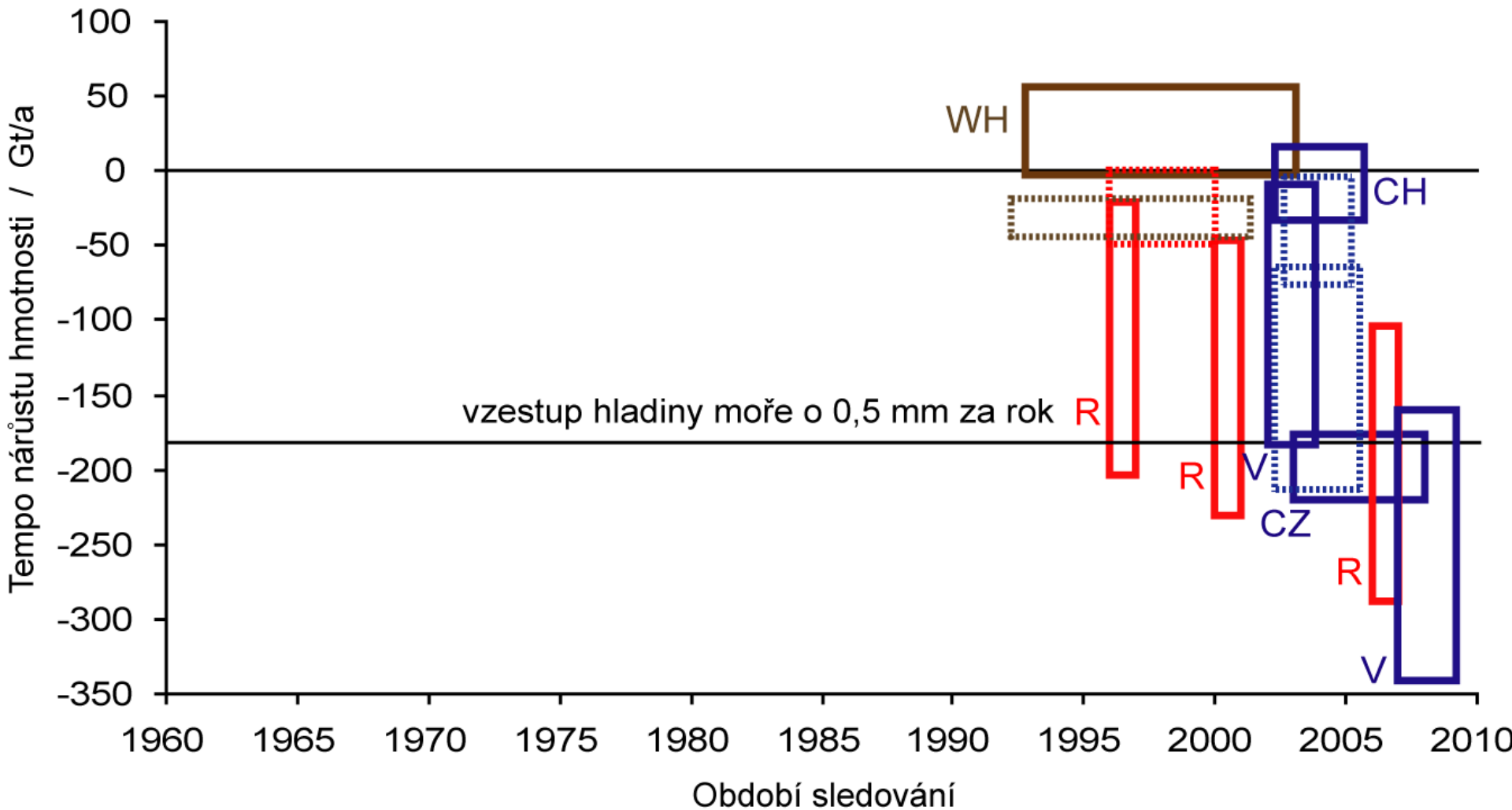
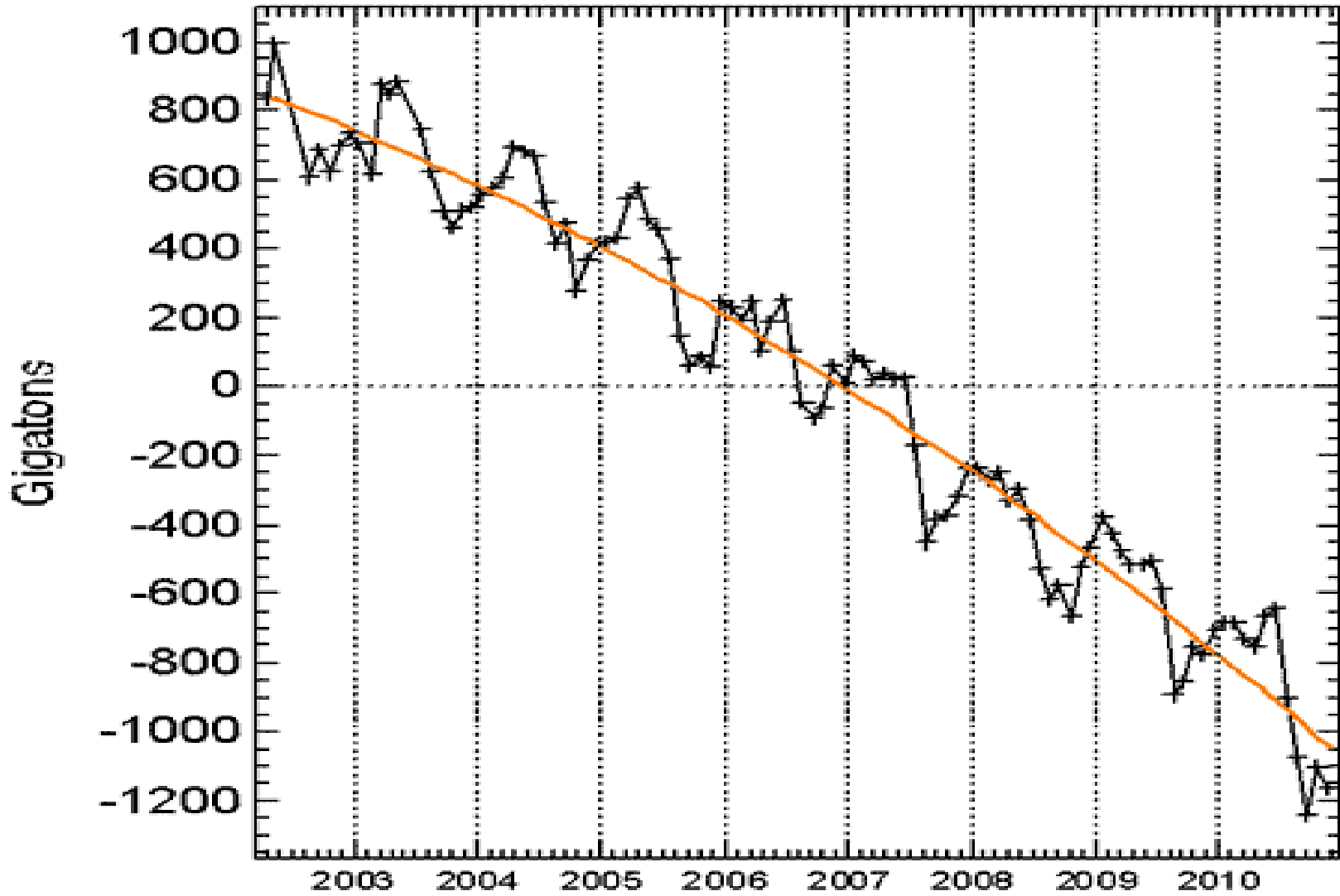
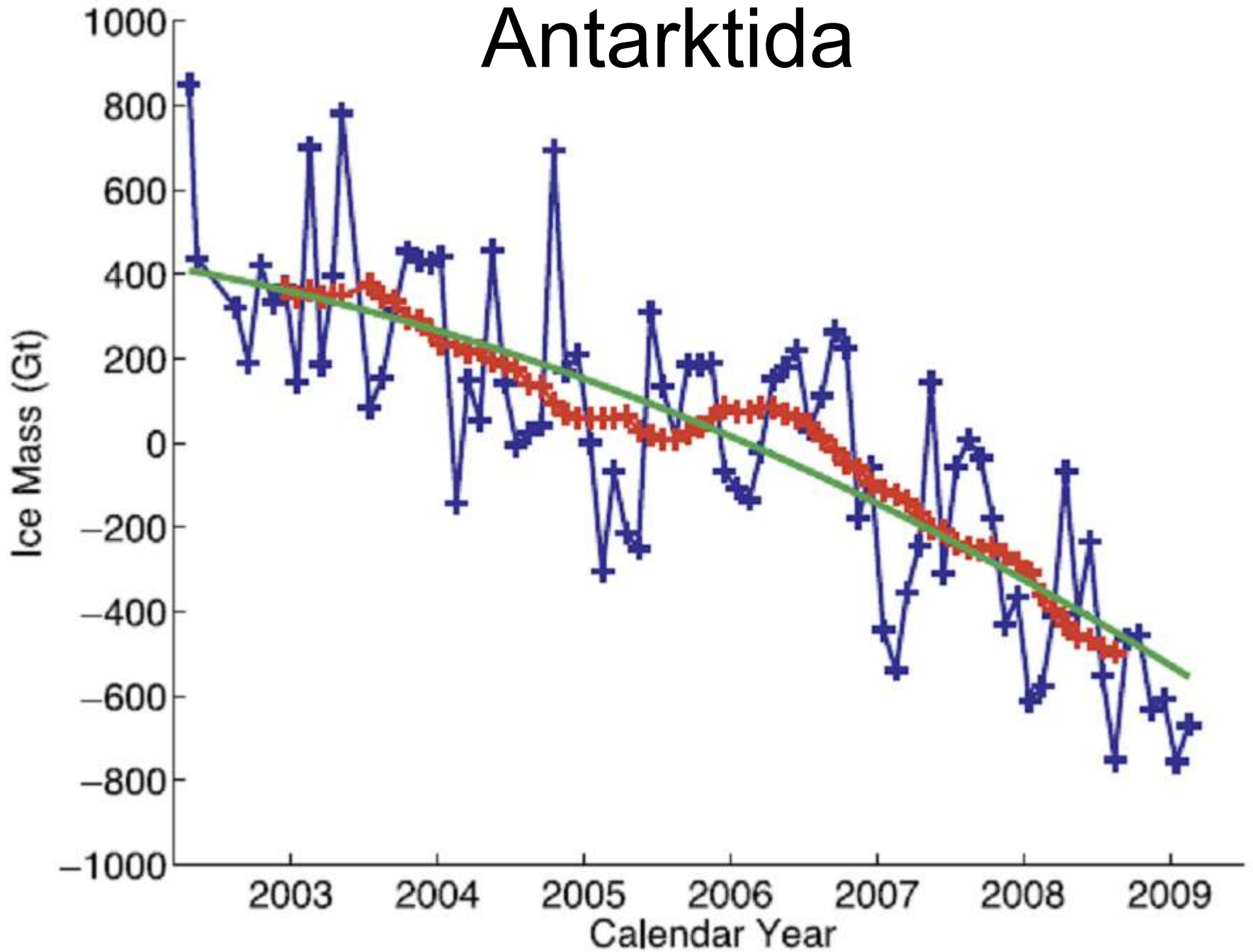


Figure 10: Úbytek hmotnosti ledu v Antarktidě od roku 1960, gigatuny za rok

Greenland



Antarktida



Budoucí rizika

v oteplujícím se světě



riziko

=

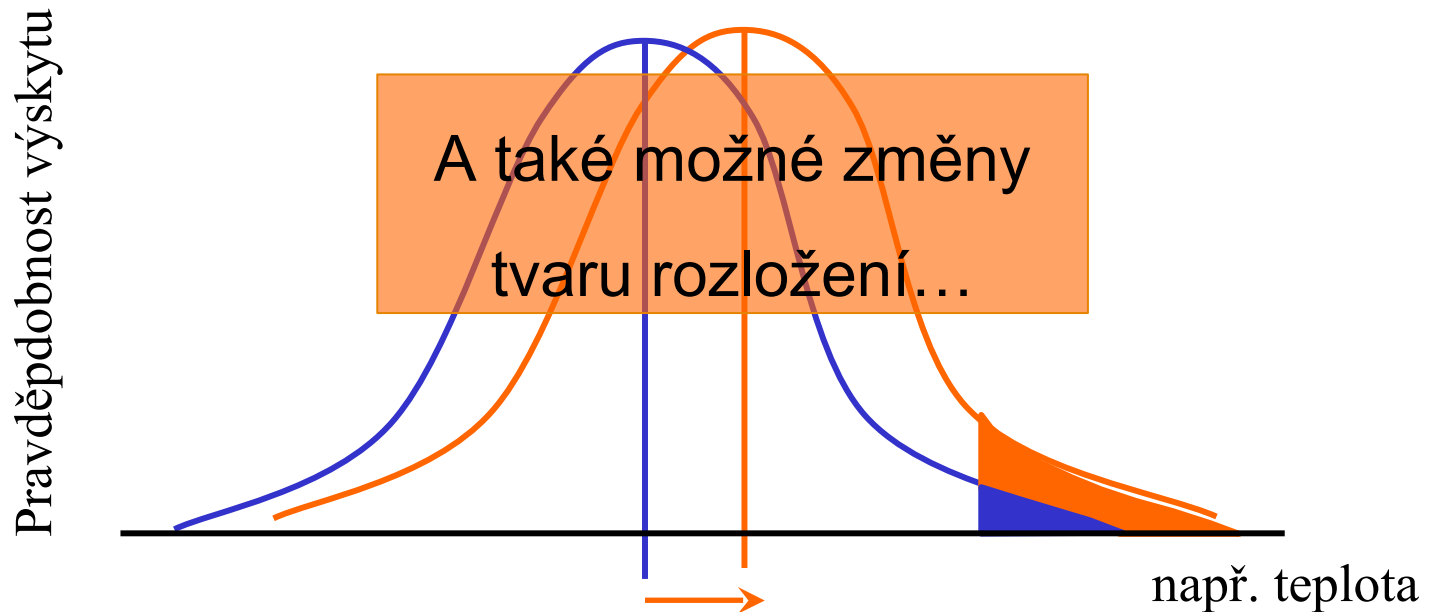
pravděpodobnost

x

dopad

Extrémní události

- Rozložení pravděpodobnosti
 - Výskyt extrémních jevů



- malý posun střední hodnoty
- mnohem větší nárůst extrémních událostí

povodně



Rizika:
Extrémní události



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

➤ Větší srážky v přívalech !

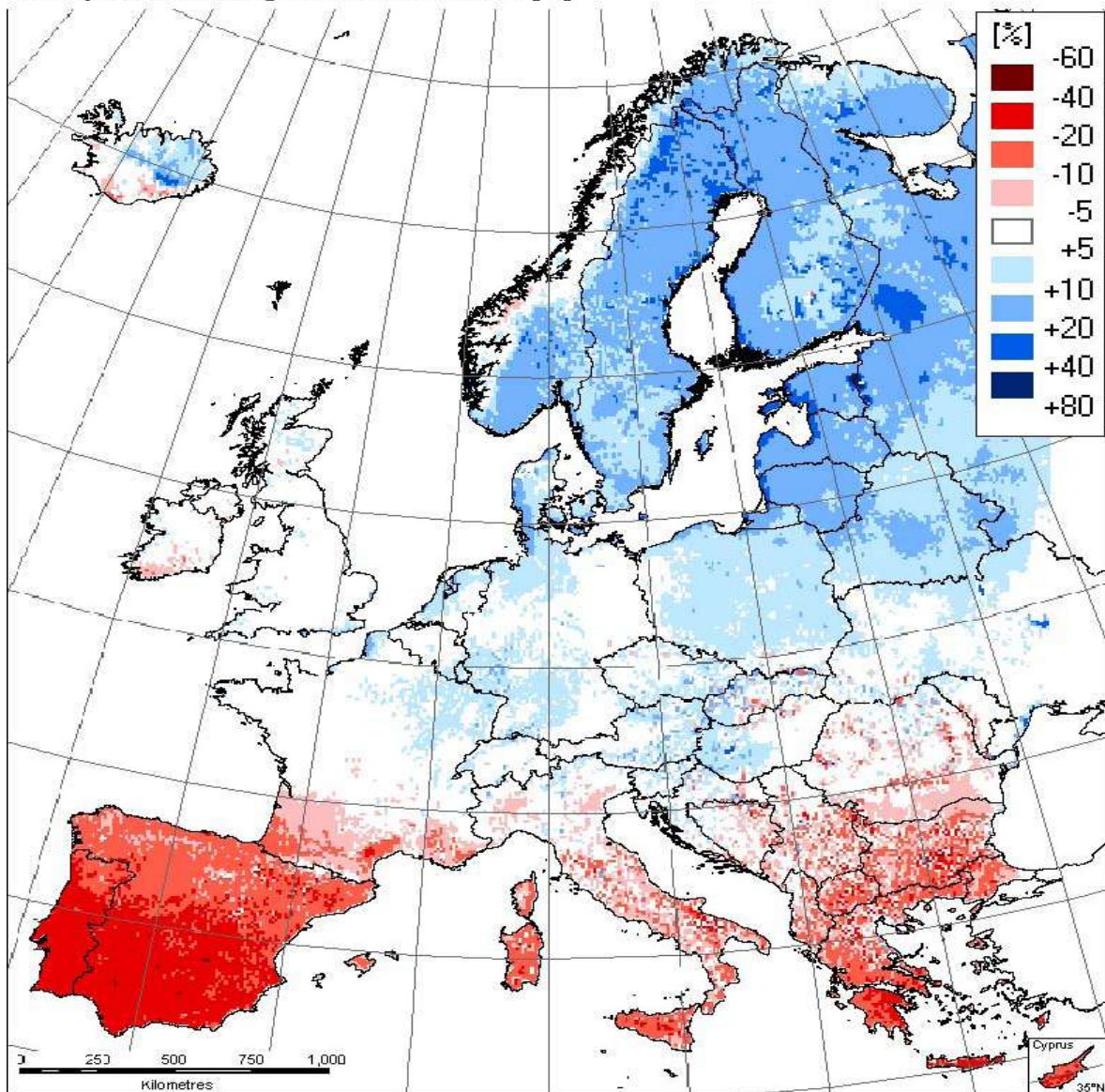
➤ více povodní ?

➤ více such ?



Projektované změny srážek

Precipitation: change in annual amount [%]



Roční změny v %

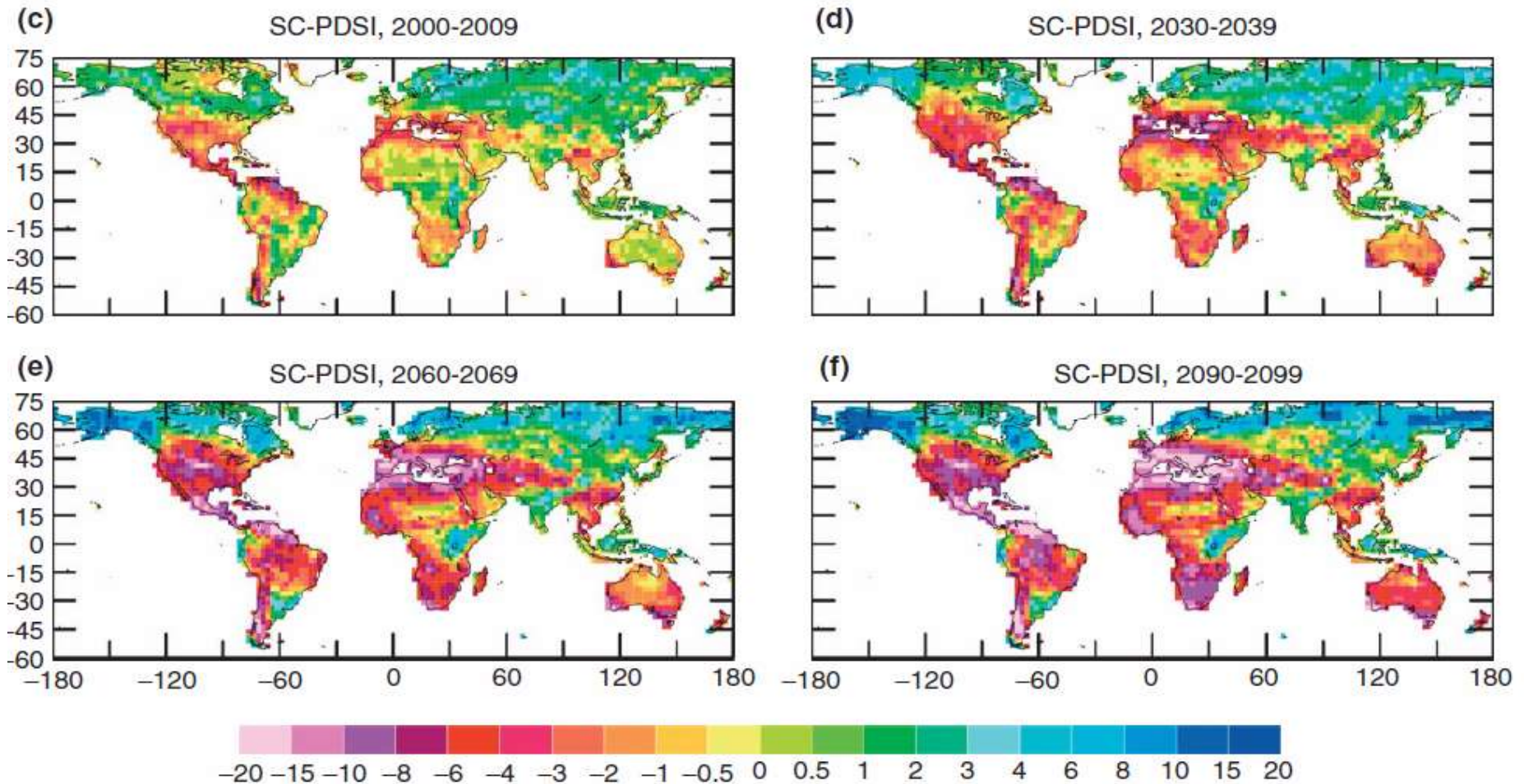
(období 2071/2100 ve srovnání s 1961/1990, SRES A2)

http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index_en.htm

Index vážnosti sucha (již červená znamená extrémní sucho)

(22 modelů při vývoji dle SRES A1B)

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





Wild fires in Greece, August 2007

Source: spiegel.de

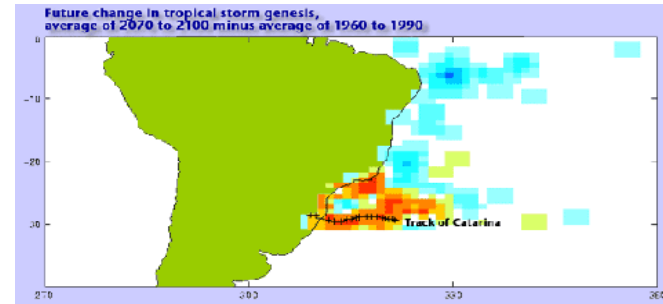
California, 2007



Tropické bouře (cyklóny)



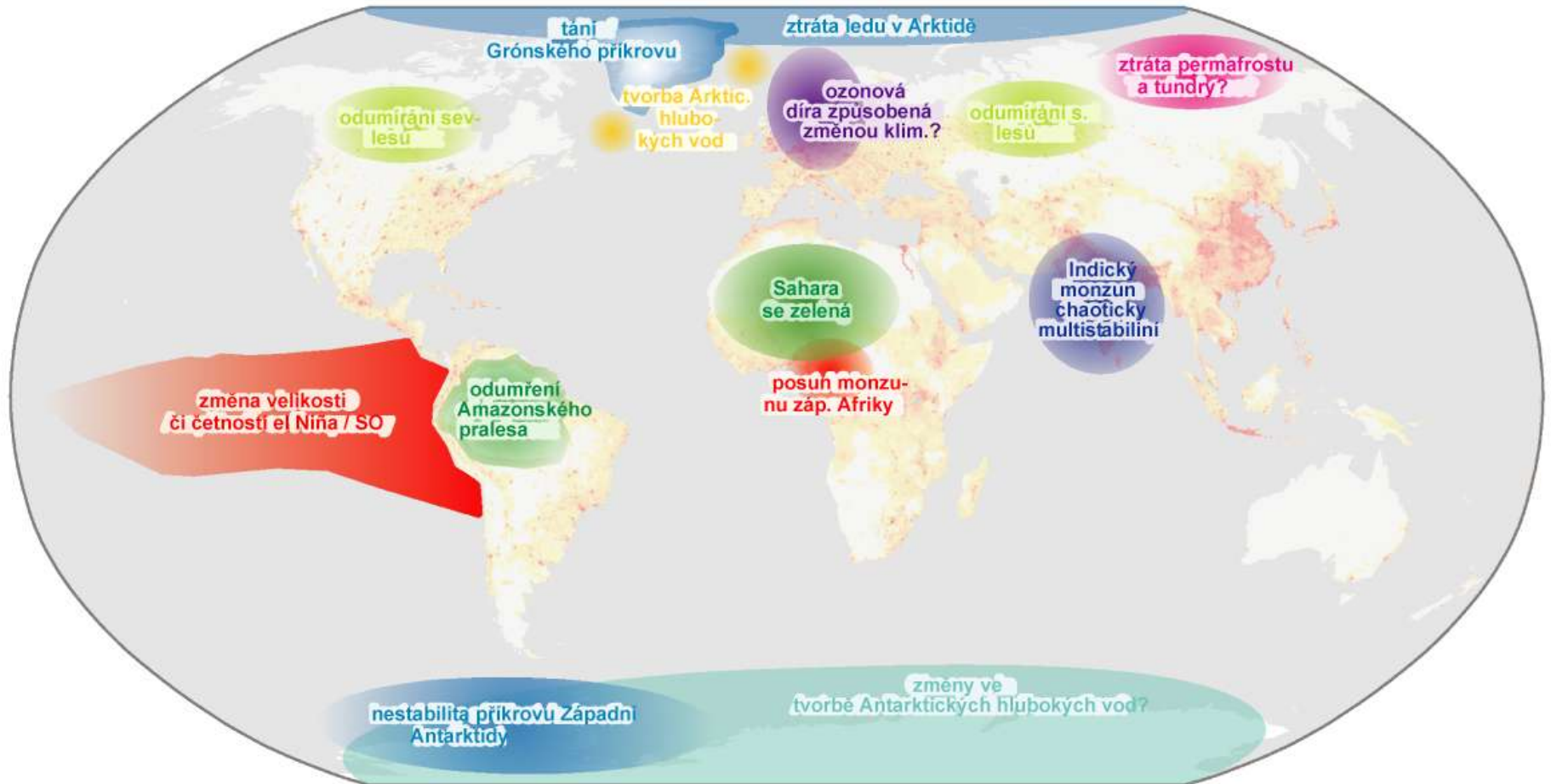
Hurricane *Catarina* off Brasil, 26. March 2004.



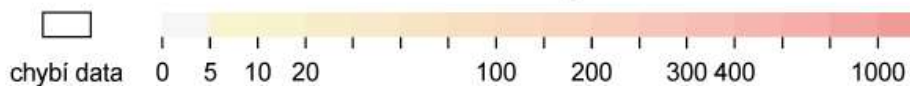
- 2004:
 - První hurikán pozorovaný v jižním Atlantiku
 - Poprvé na Floridu zaútočily 4 hurikány v jedné sezóně
 - Poprvé 10 tajfunů v Japonsku v jedné sezóně
- 2005:
 - Poprvé od roku 1851 v Atlantiku 27 tropických bouří
 - Poprvé 15 hurikánů
 - Poprvé se hurikán přiblížil k Evropě (*Vincent*)
 - Nejnižší níže všech dob (*Wilma*, 882 mbar)

Body zvratu

Regiony a procesy obzvláště citlivé na klimatickou změnu



hustota osídlení, obyvatel na km²



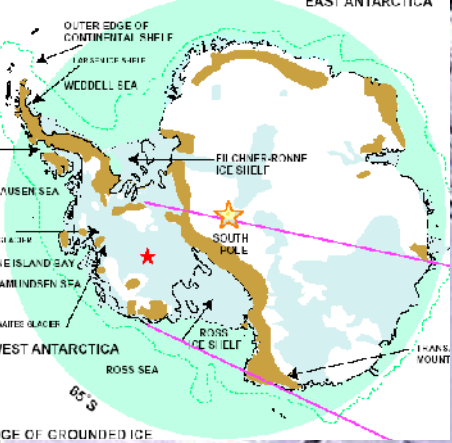
Definice bodů zvratu

1. Hladina zvratu

- radiační působení (obsah skleníkových plynů) dosáhne úrovně, kdy i bez zvýšení radiačního působení mohou nastat velké klimatické změny a dopady

2. Bod, z něhož není návratu

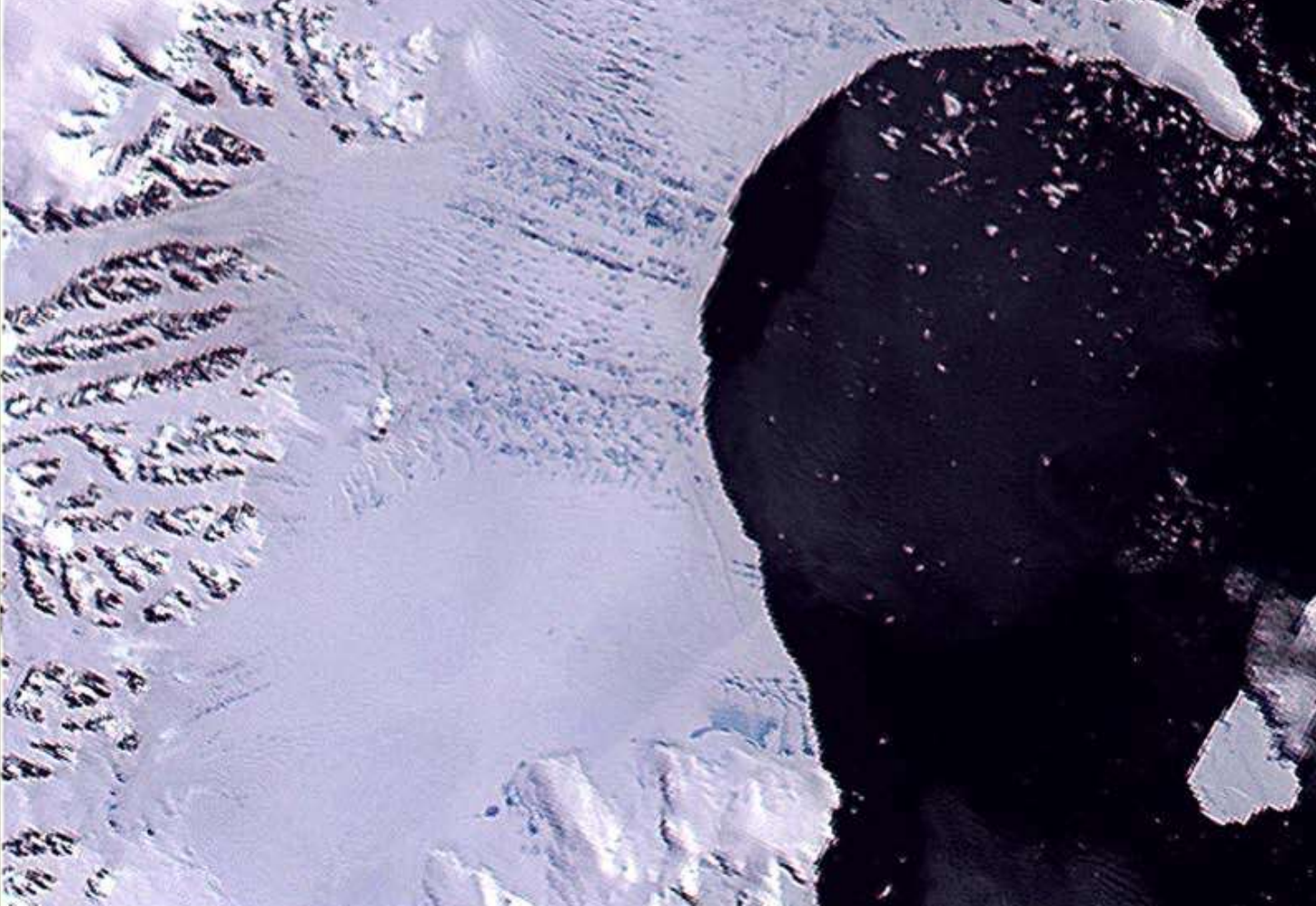
- klimatický systém ve stavu, kdy přijdou nezadržitelné nevratné klimatické dopady (nevratné v praktickém časovém měřítku)
Příklad: rozpad velkého ledového příkrovu



30. leden
2002

Scambos,
NSIDC

20 km



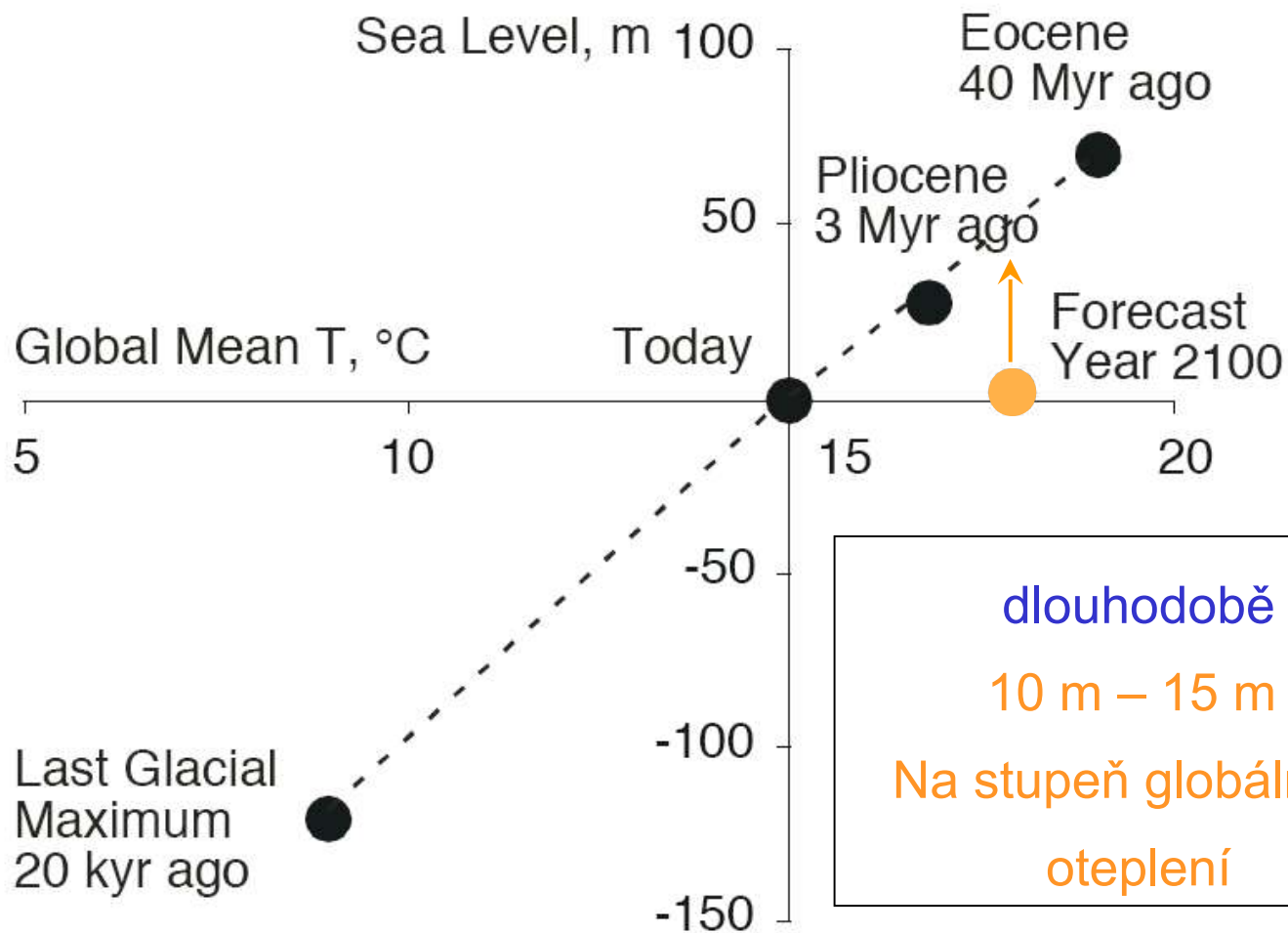


4. březen
2002

Scambos,
NSIDC

20 km

Minulé odchylky mořské hladiny



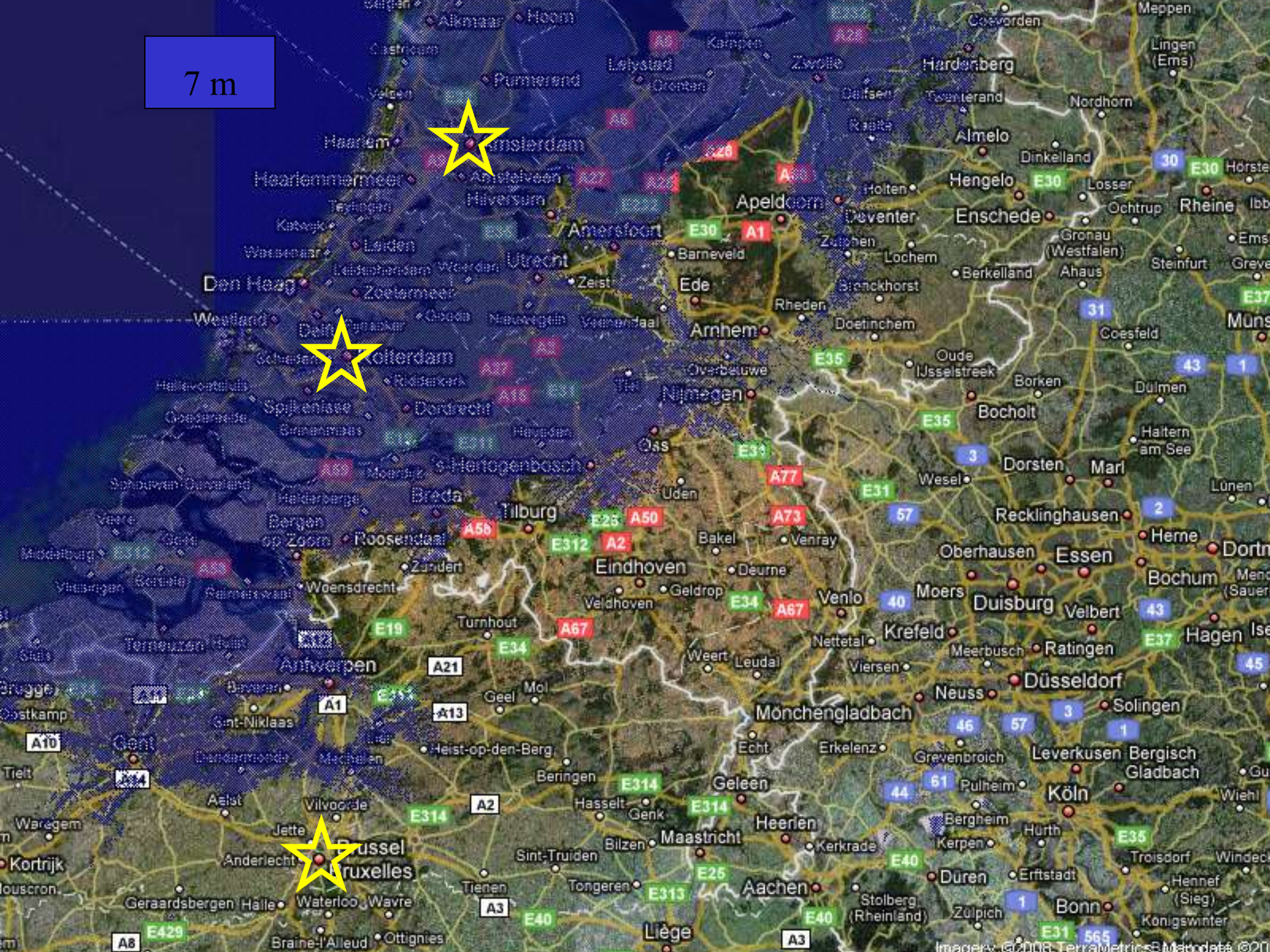
0 m



1 m



7 m



13 m



Holandské krávy připravené na globální oteplení!



Meze adaptace?

©Bill Hare



Rozměry „nebezpečné“ změny

Vyhynutí živočišných a rostlinných druhů

1. vyhynutí polárních a alpských druhů
2. neudržitelná tempa migrace

Rozpad ledových příkrovů: hladina oceánu

1. dlouhodobá změna dle paleodat
2. reakční doba ledových příkrovů

Regionální poruchy klimatu

1. častější extrémní události
2. posun vegetačních pásem / nouze o vodu

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

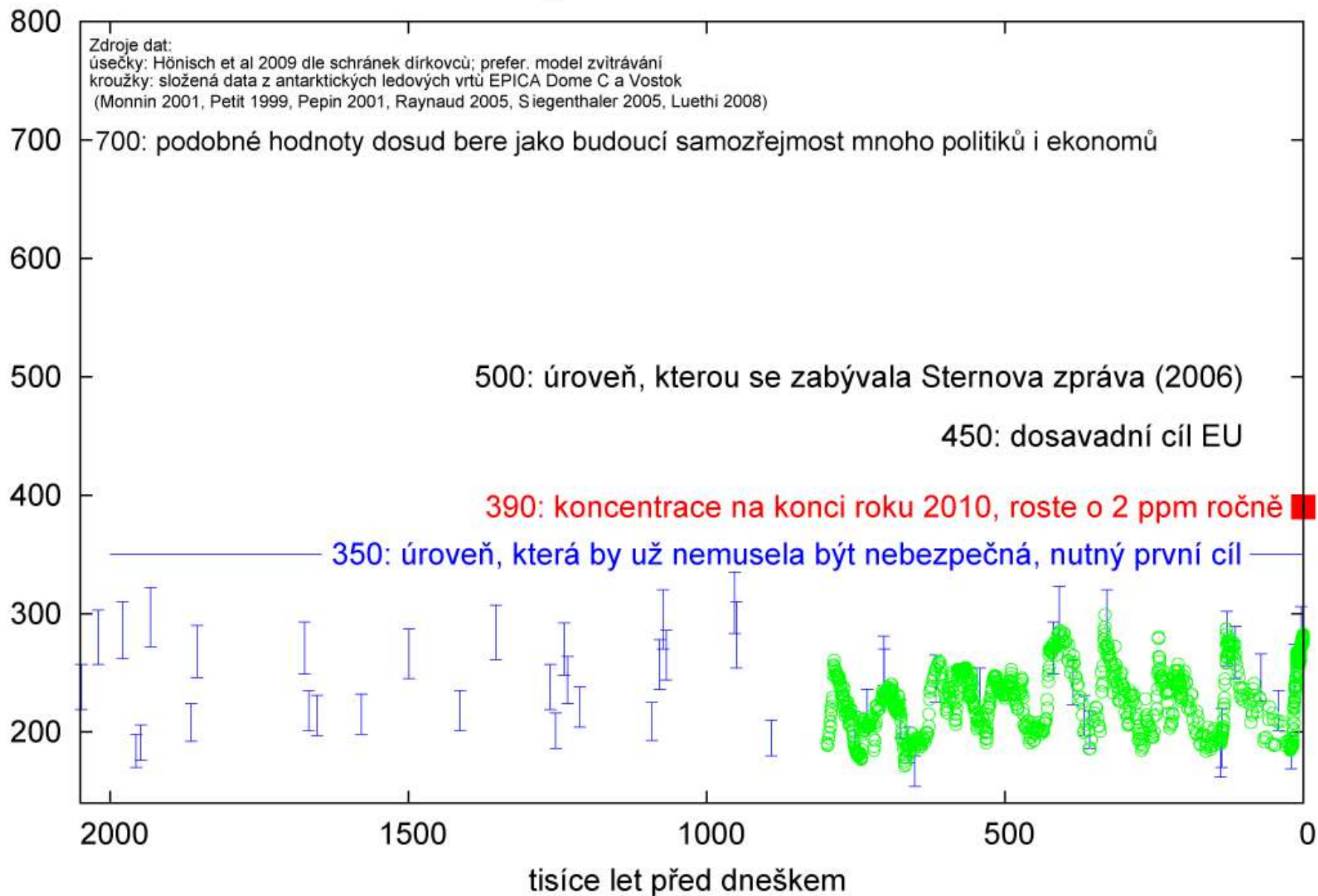
**United Nations
Framework Convention on Climate Change
(1992)**

Aim:

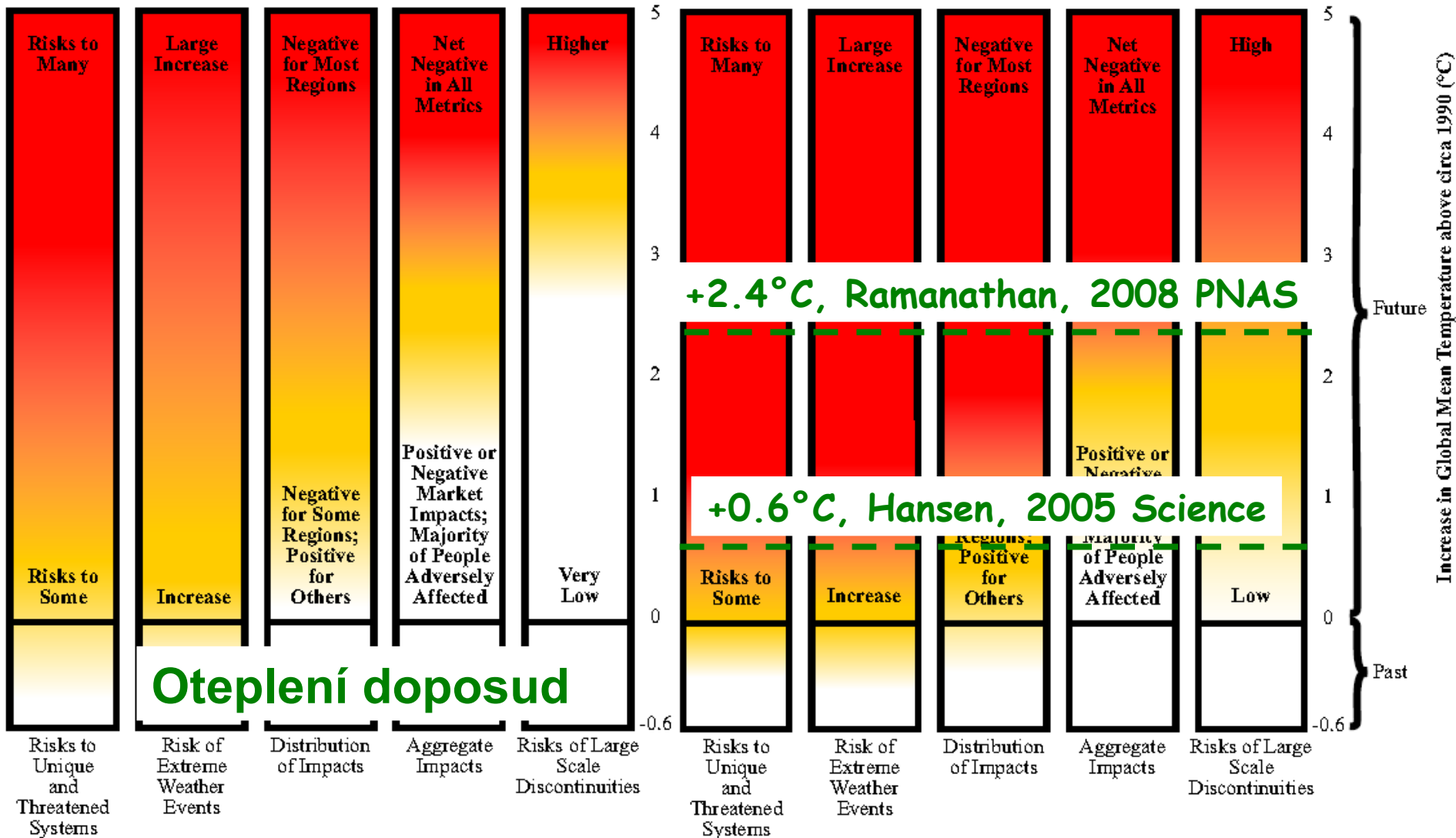
to stabilize greenhouse gas concentrations...

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

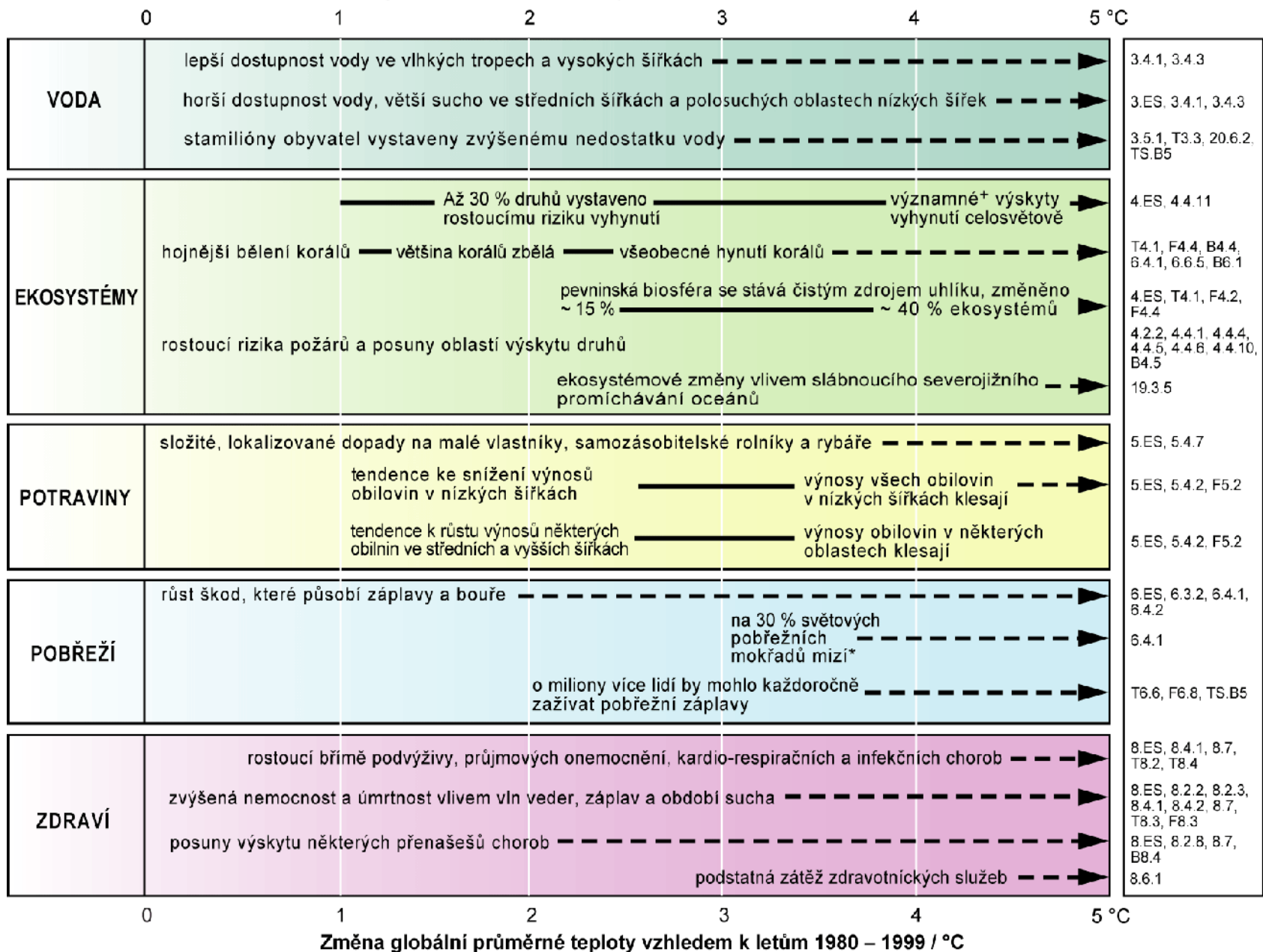
Koncentrace CO₂ během čtvrtohor, dnes a ...zítra?



Dopady změn podnebí



Změna globální průměrné teploty vzhledem k letům 1980 – 1999 / °C

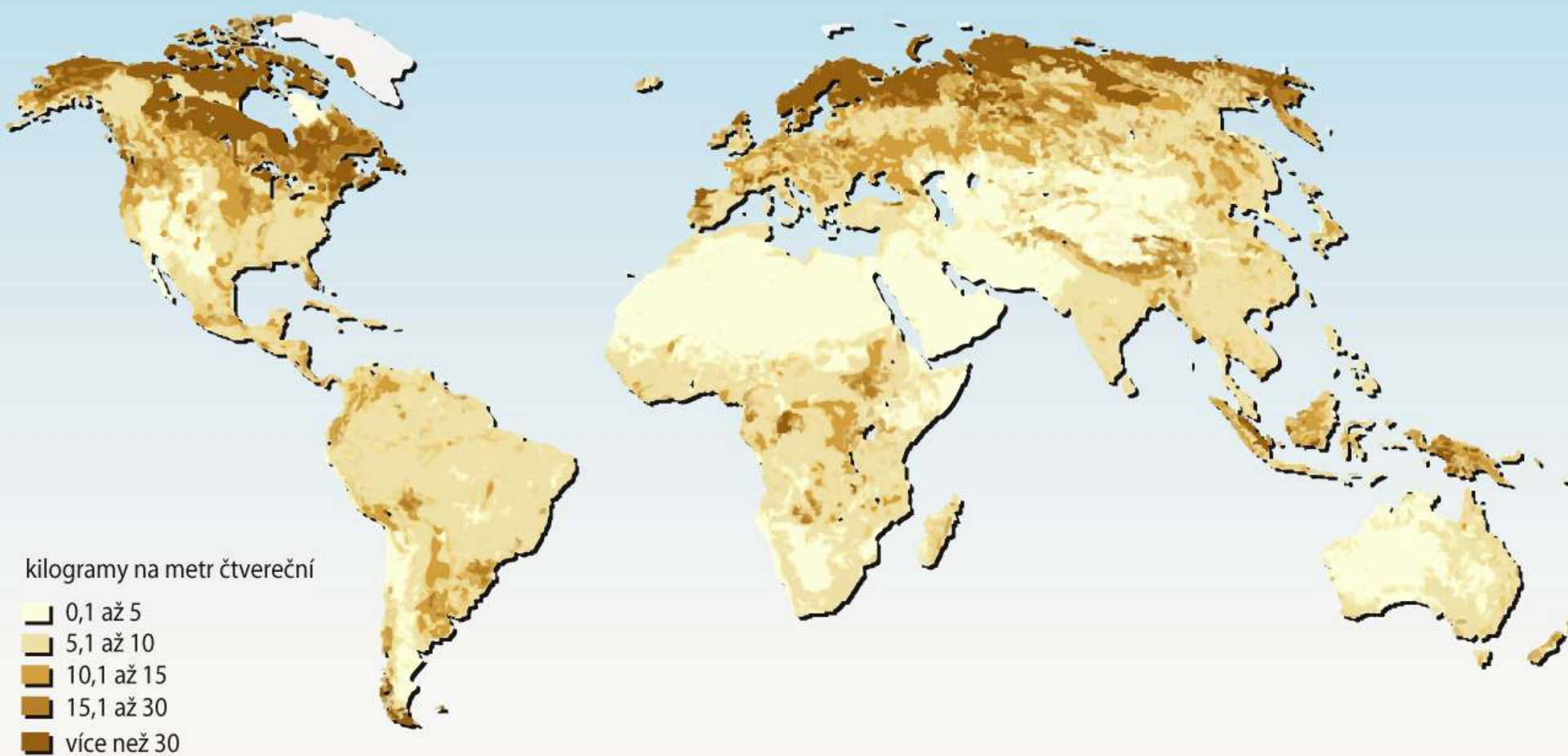


Změna globální průměrné teploty vzhledem k letům 1980 – 1999 / °C

*Významné je zde chápáno jako více než 40 %.

*Při růstu výše mořské hladiny 4,2 mm ročně od r. 2000 do 2080.

Obsah uhlíku ve světových půdách



Globální teplota vzhledem k období 1800-1900 (°C)

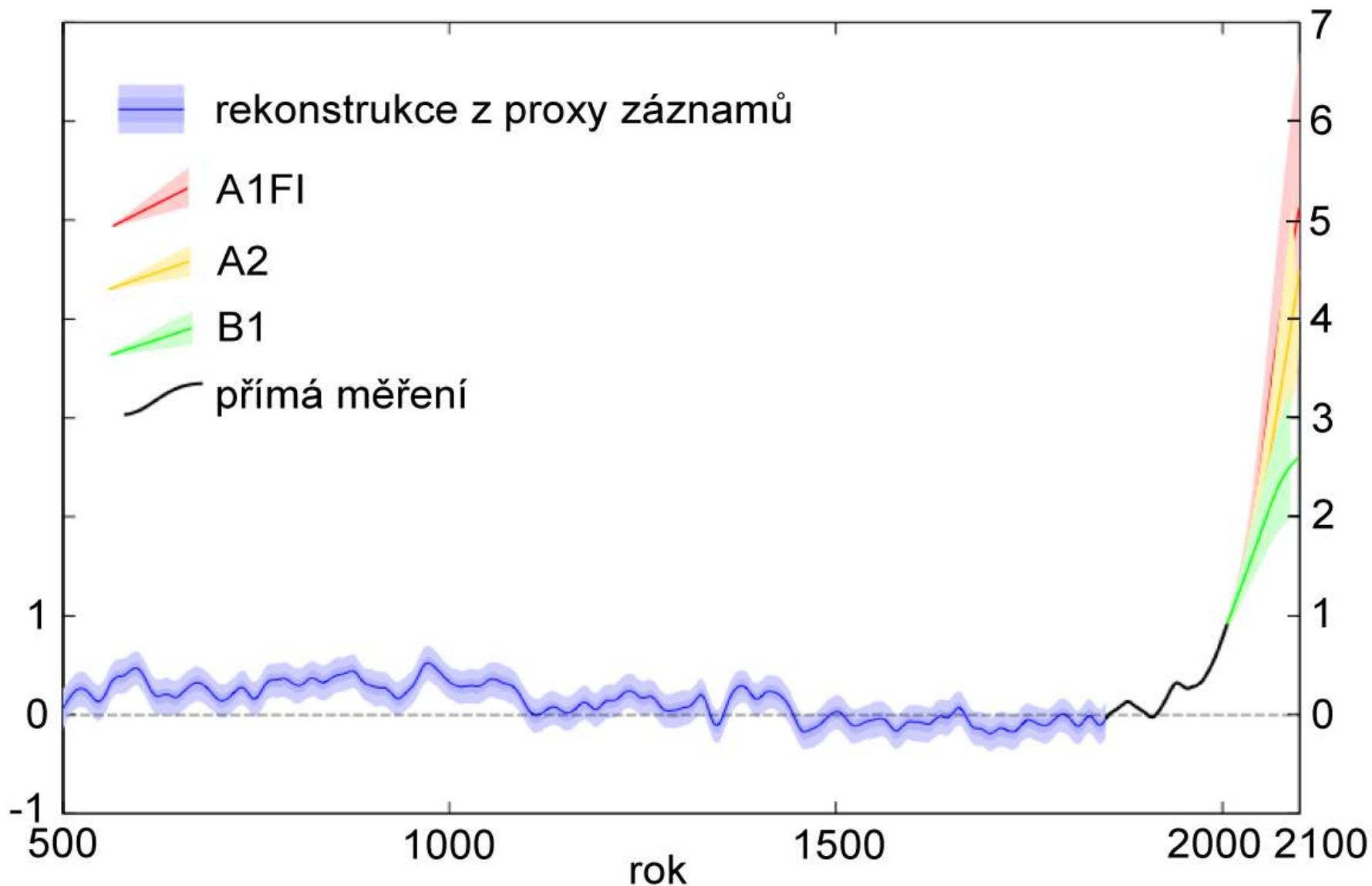
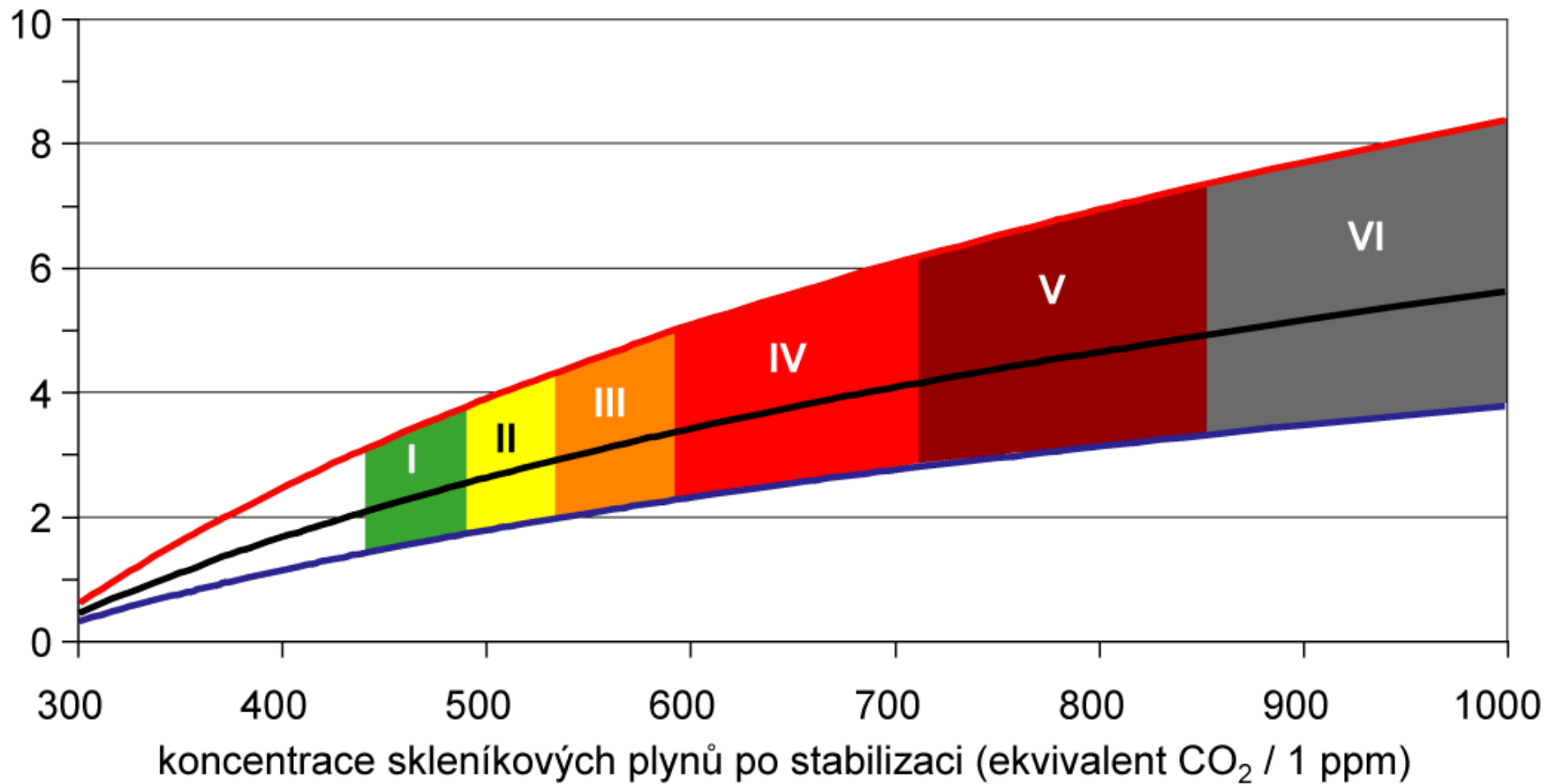


Figure 21: Rekonstruované a pozorované změny teplot a projekce do budoucna

Vzrůst rovnovážné globální střední teploty nad úroveň před nástupem průmyslu / 1 °C



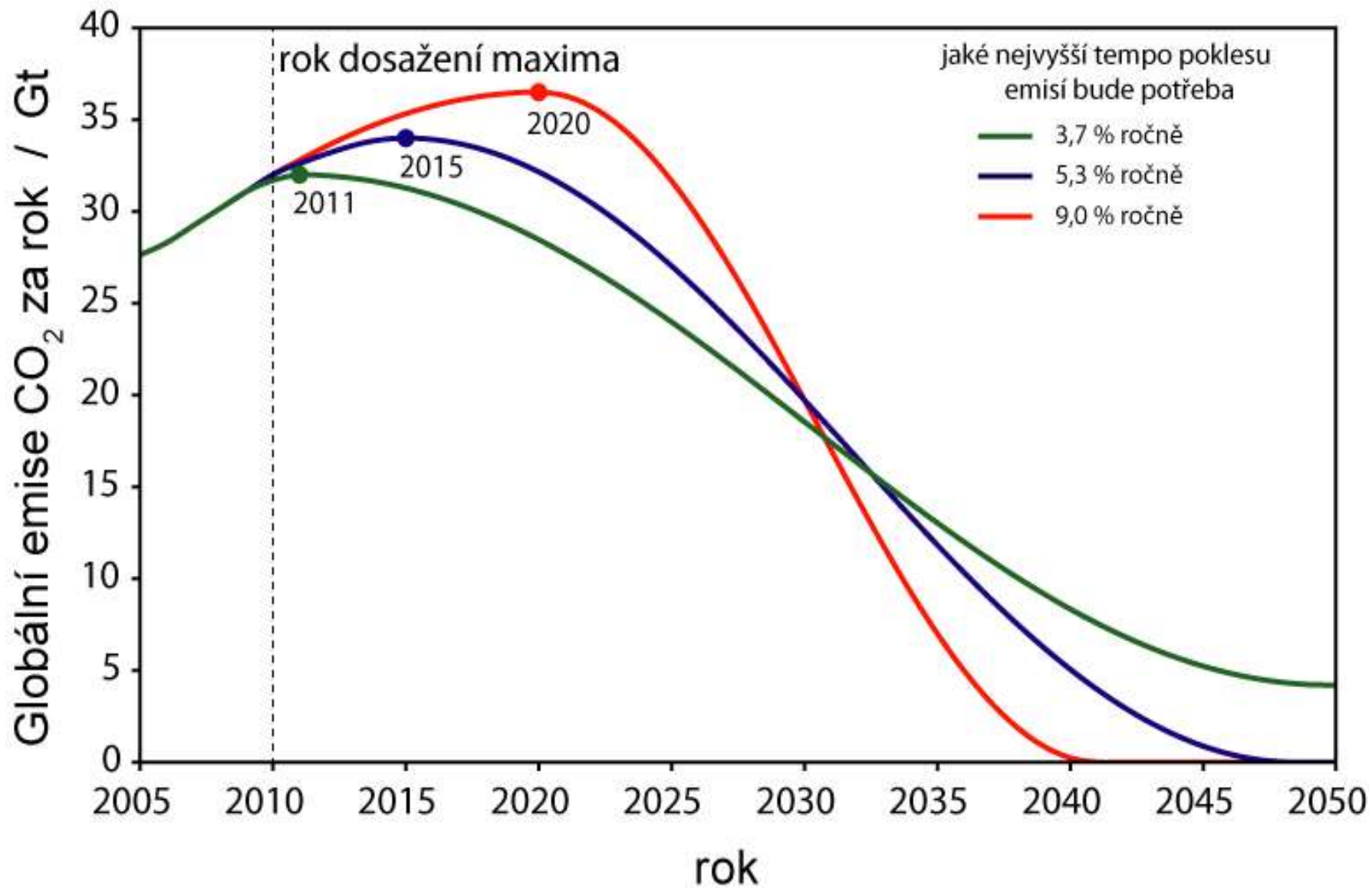


Figure 22: Vývoj emisí, který by dával naději 67 %, že globální oteplení nepřesáhne 2 °C

Posouzení cílové koncentrace CO₂

| <u>Jev či úkol</u> | <u>Cíl pro CO₂ / ppm</u> |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Arktický mořský led | 300-350 |
| 2. Ledové štíty / hladina moří | 300-350 |
| 3. Posun klimatických zón | 300-350 |
| 4. Zásobování vodou z hor | 300-350 |
| 5. Zabránit okyselení oceánu | 300-350 |

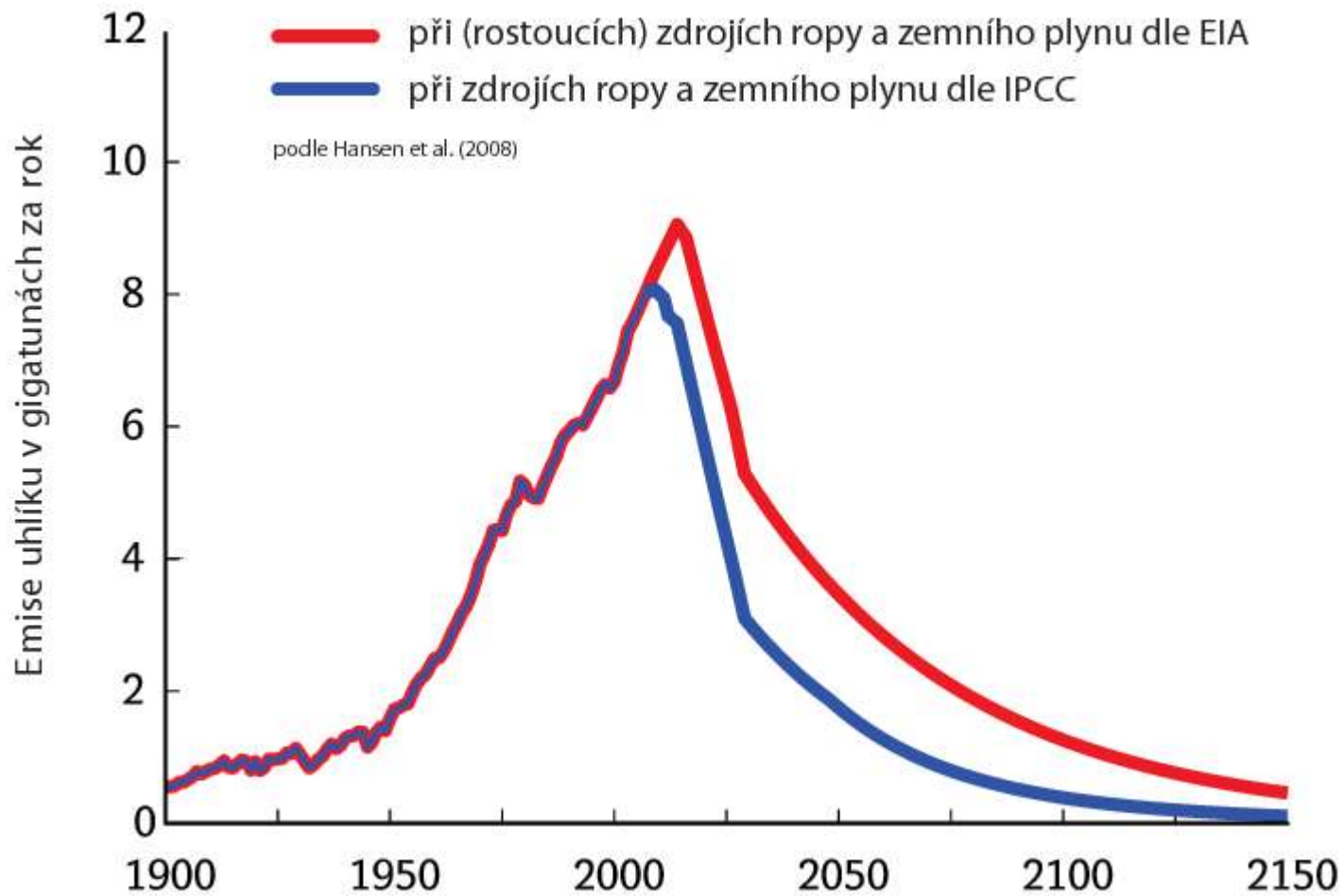
→ Počáteční cíl pro CO₂ = 350* ppm

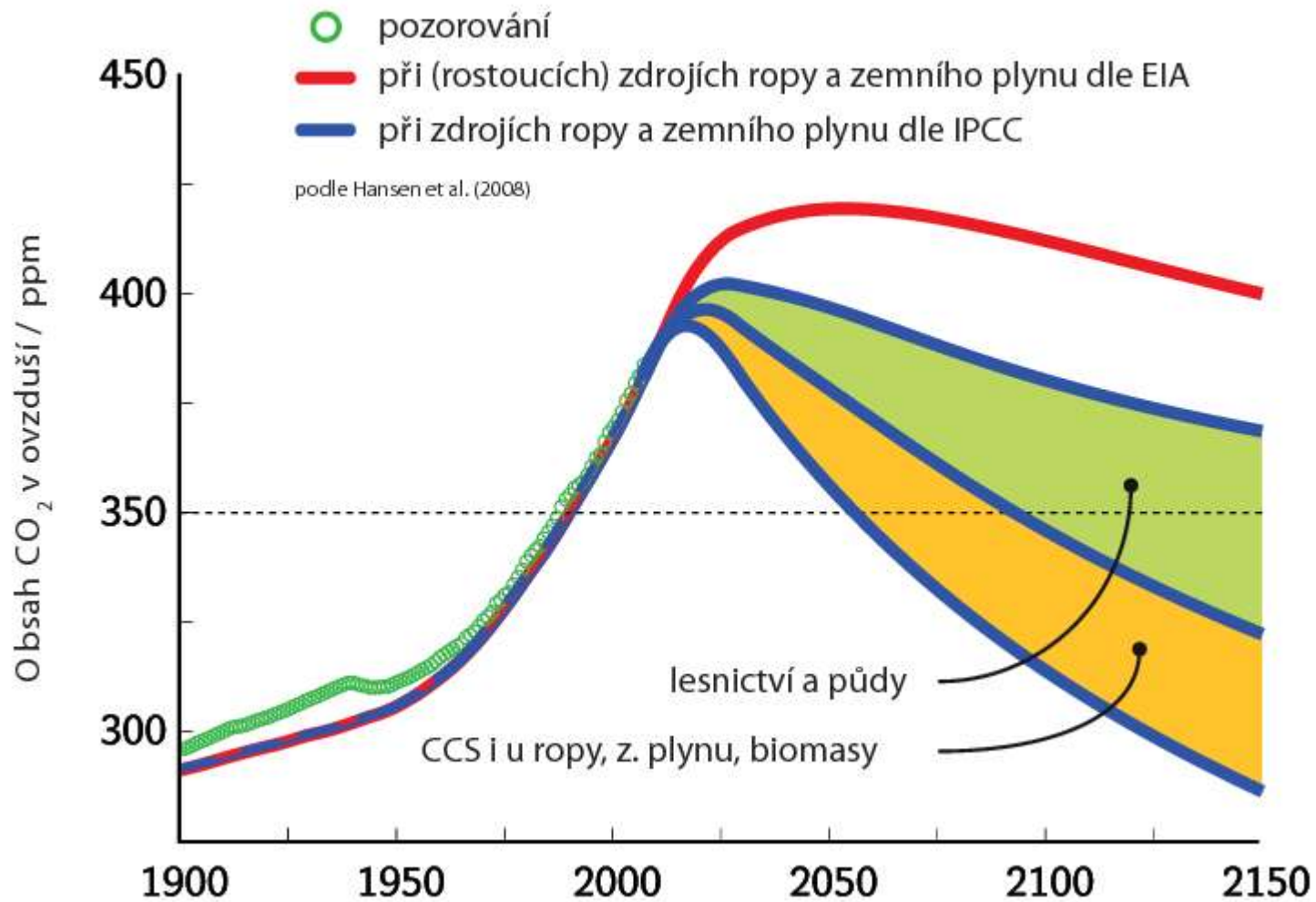
*pokud ubude CH₄, O₃ a sazí

Cíl pro CO₂:

< 350 ppm

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





Počáteční cíl CO₂: 350 ppm

Technicky splnitelný

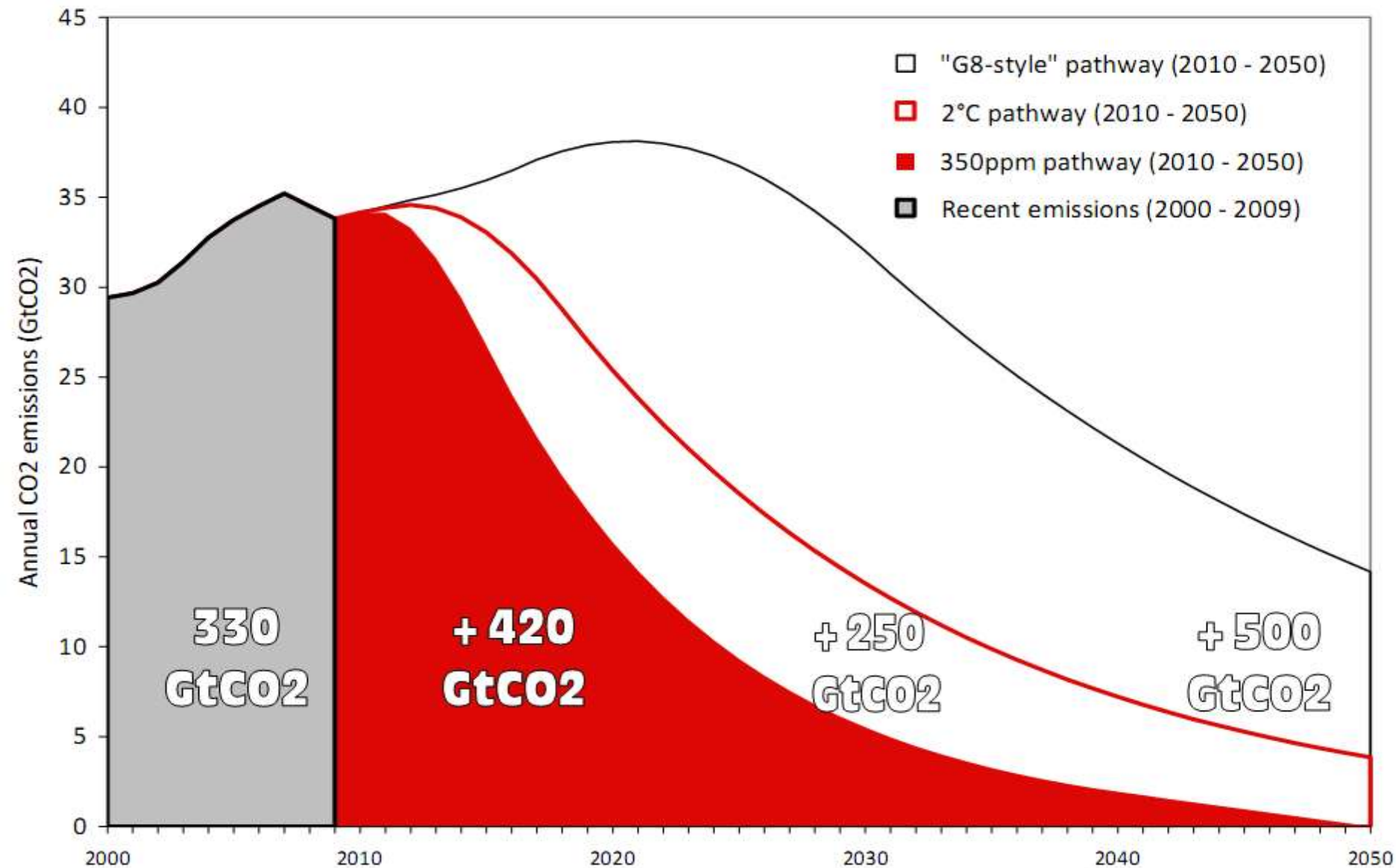
(ale ne v případě „business-as-usual“)

Kritický je rychlý ústup od uhlí

(dlouhá životnost CO₂ v ovzduší)

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

Kolik CO₂ lze ještě přidat



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

Kevin Trenberth, National Center for Atmospheric Research

John Wahr

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 popisky pod obrázky)

Nenechat biomasu zetlít nebo spálit na popel, ale zahřátím docílit jejího zuhelnatění. A výsledný produkt nepoužít jako palivo, ale vpravit jej v jemnozrnné formě do půdy.

Jelikož jde o uhel z biomasy ponechávaný v biosféře, nazýváme jej **biouhel** (z angl. biochar).

