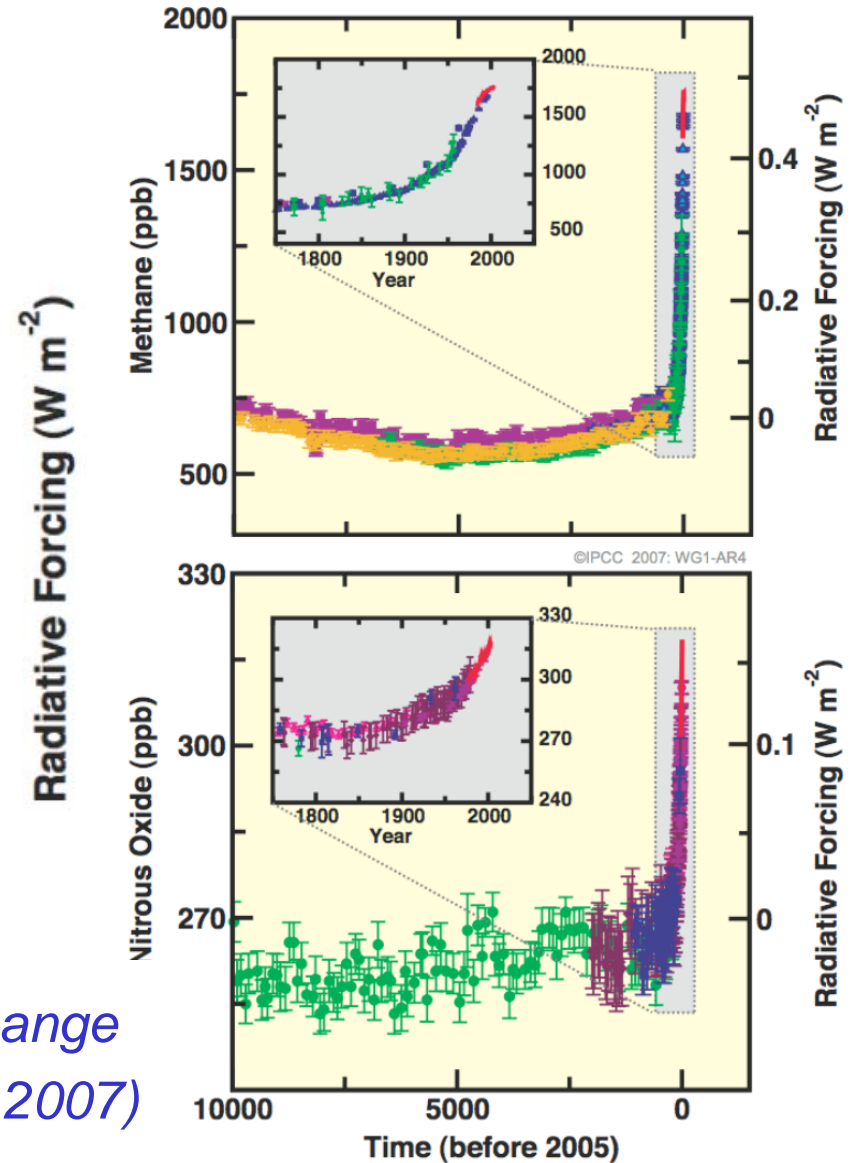
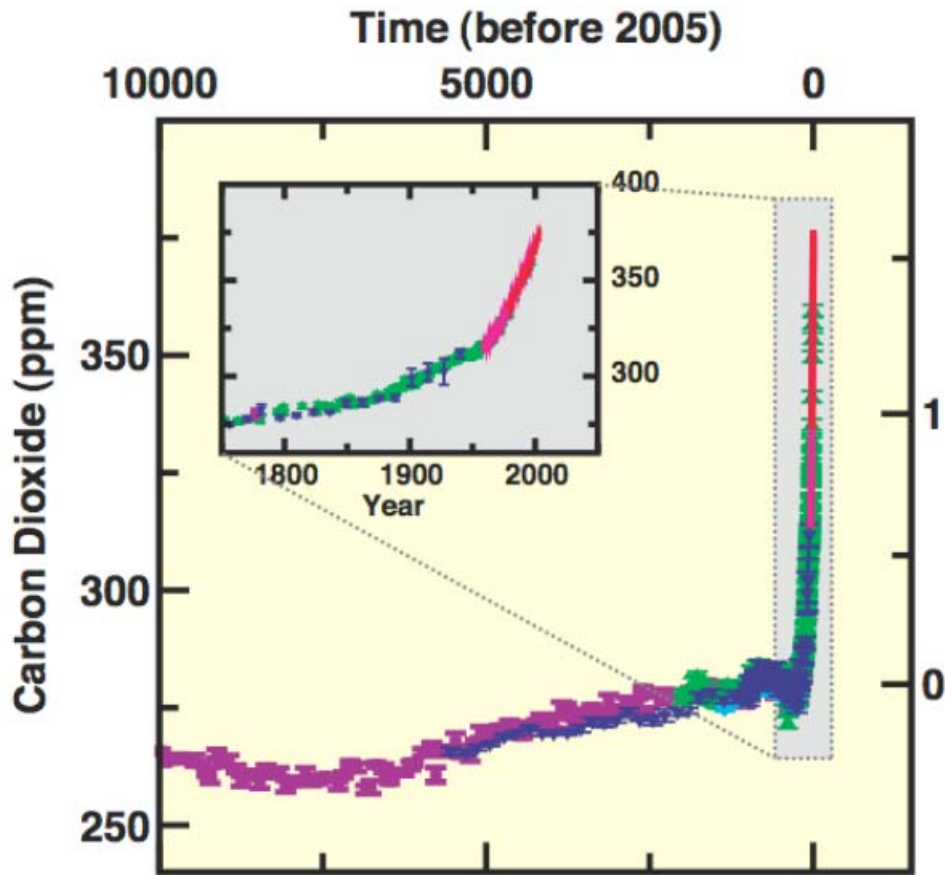


Změna klimatu:

příčiny, dopady, zpětné vazby,
projekce

Jan Hollan, Hvězdárna v Brně
a Ekologický institut Veronica

CO₂ rychle narůstá

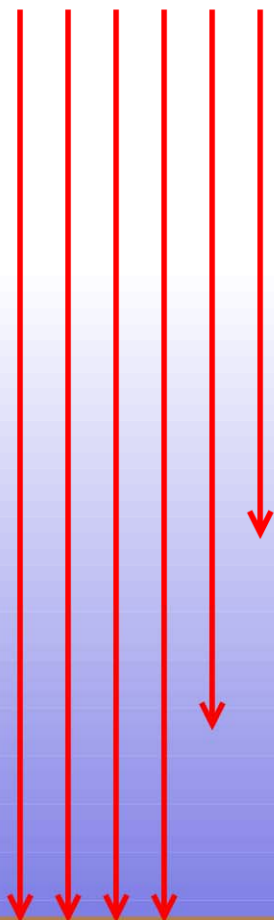


*Intergovernmental Panel on Climatic Change
4th Assessment Report (IPCC AR4, Feb. 2007)*

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

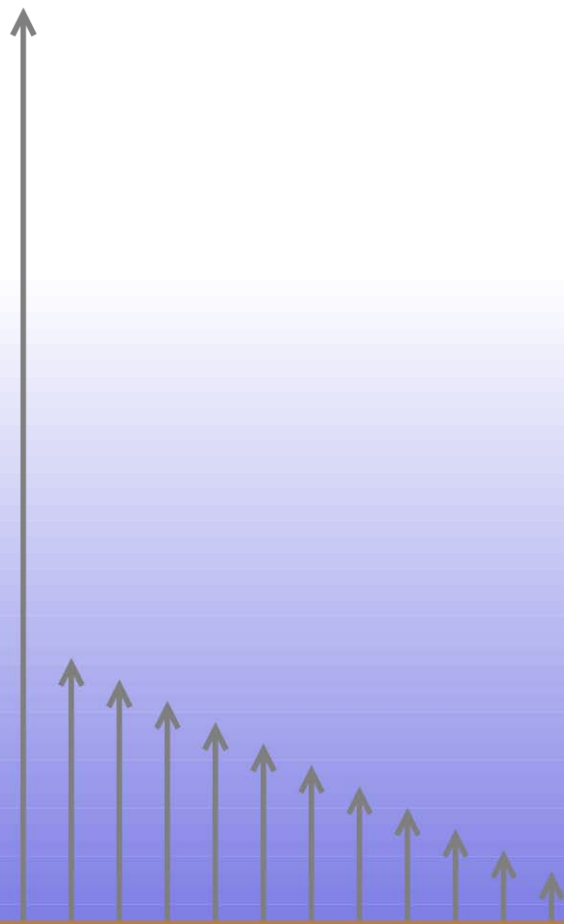
Sluneční záření

235



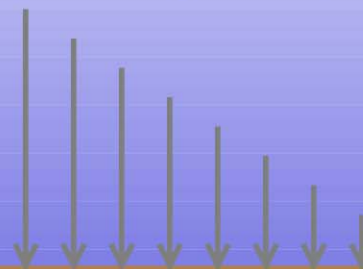
168

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

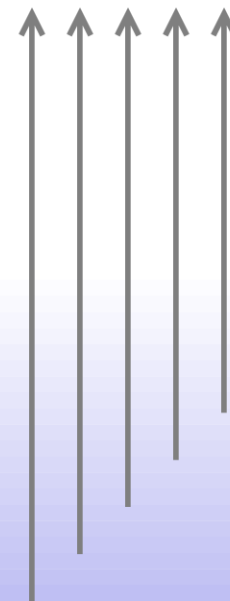


Tok z povrchu Země
(většinou pohlcen ovzduším)

324 dřív, 327 nyní

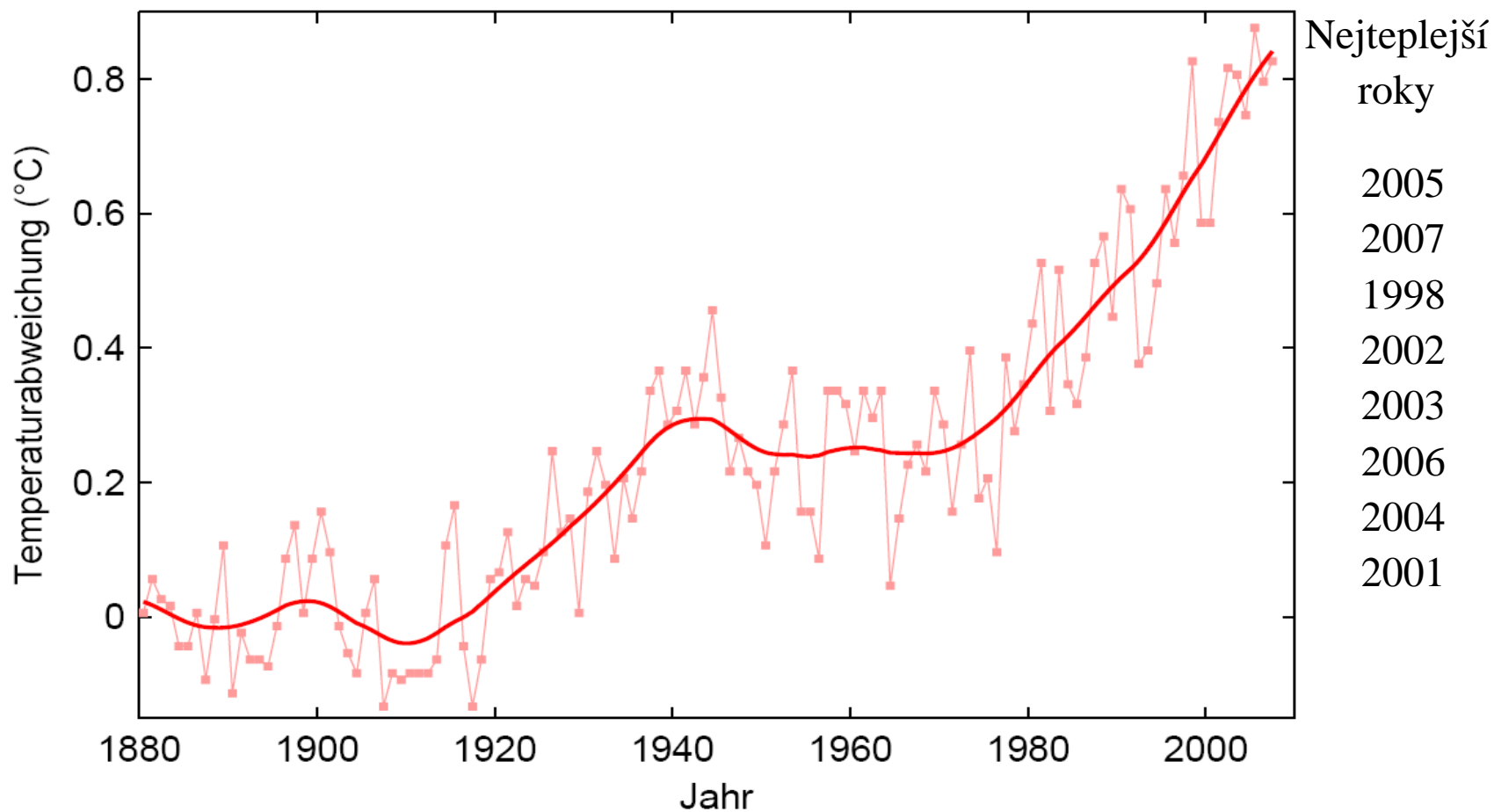


Dlouhovlnné záření z ovzduší



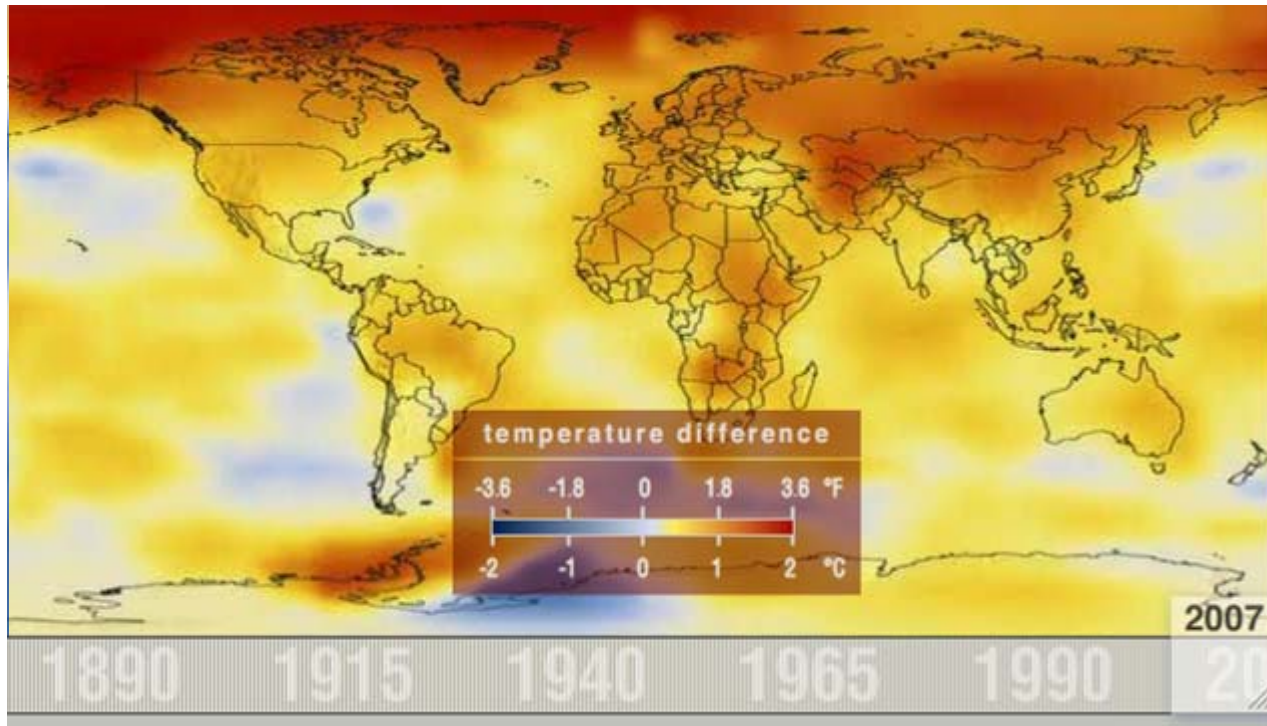
Země se ohřívá

90. léta - nejteplejší zaznamenaná dekáda



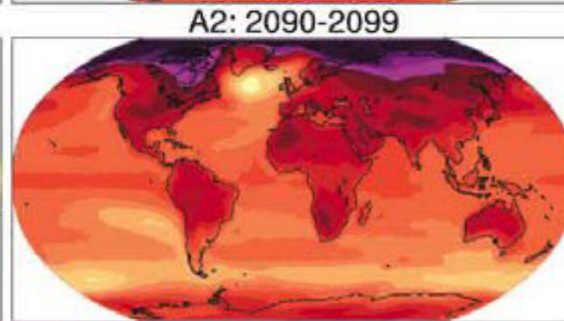
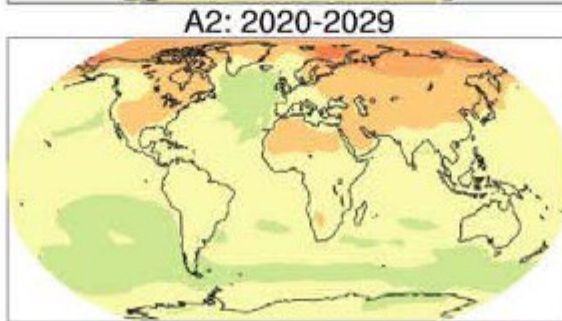
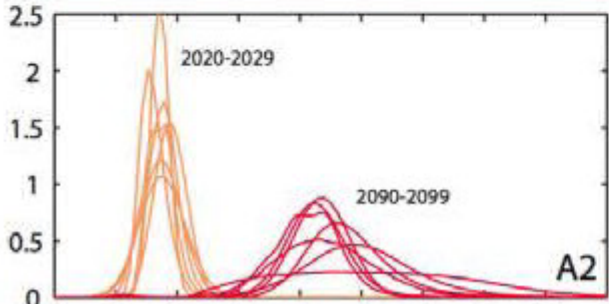
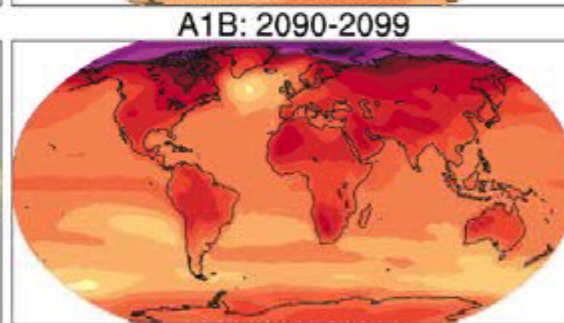
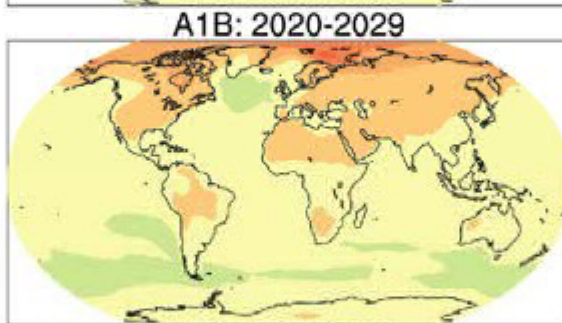
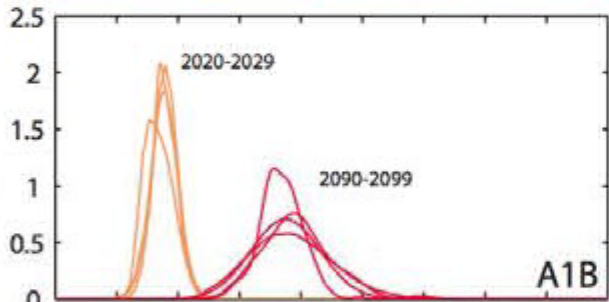
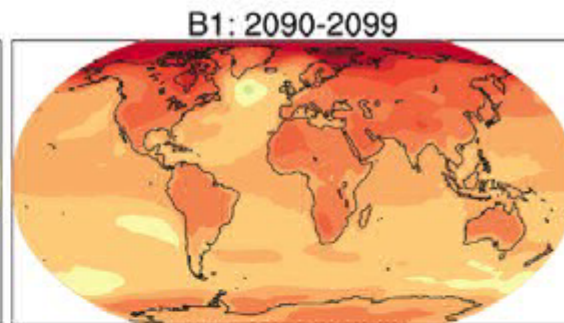
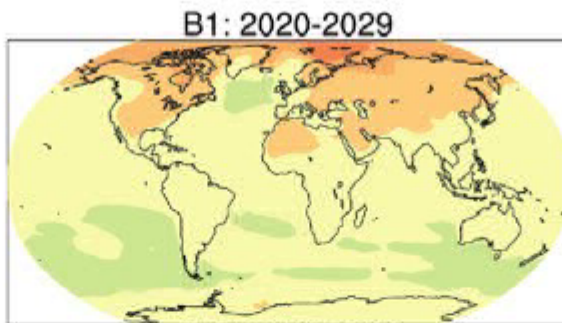
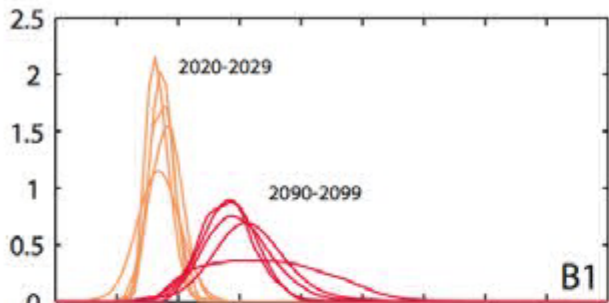
~0.8°C globální zvýšení teploty za poslední století

Průměrné teploty 1885 - 2007



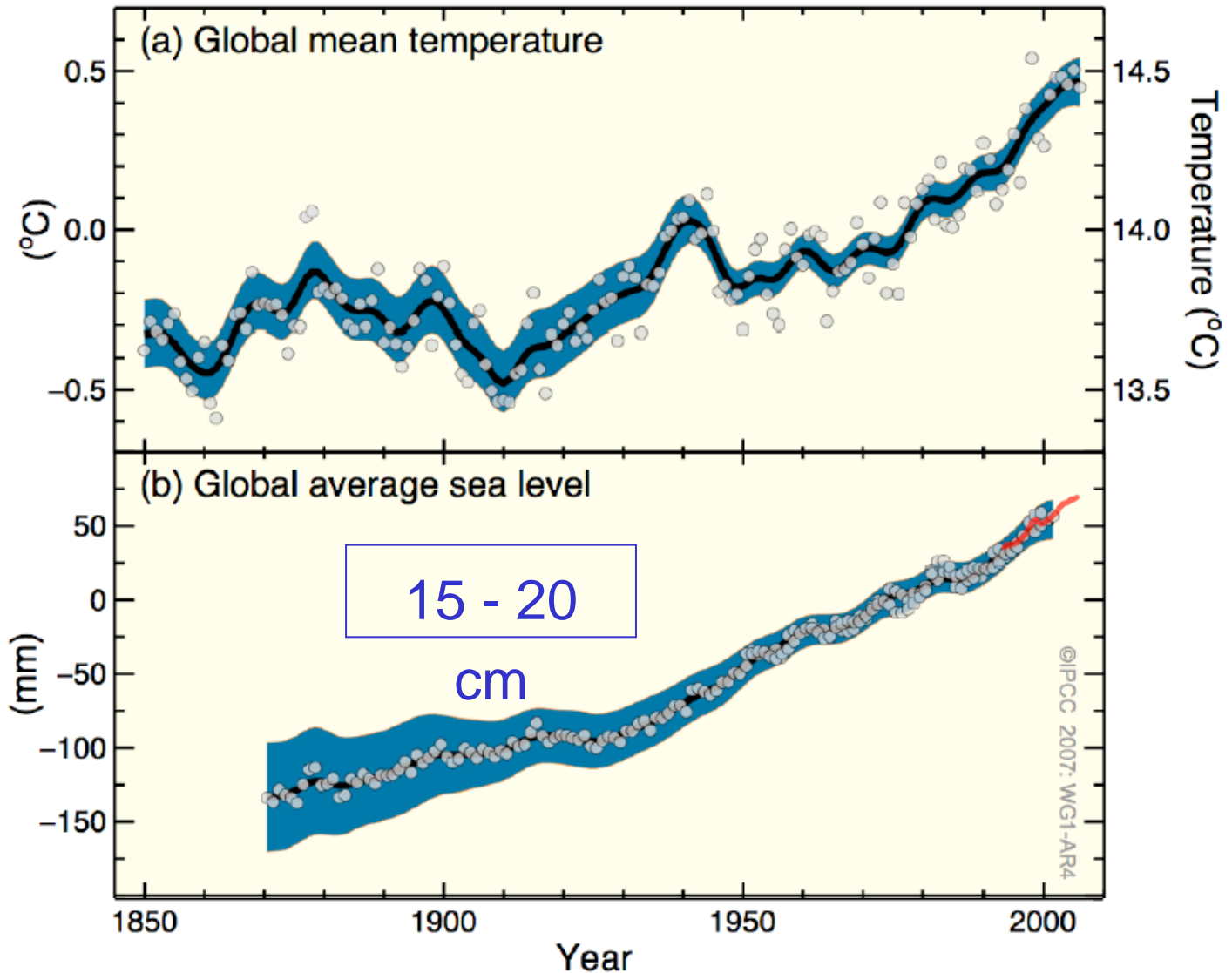
NASA/Goddard Scientific Visualization Studio

AOGCM projekce povrchové teplot



Globální průměrná změna povrchové teploty (°C)

Růst hladiny oceánu za posledních 140 let



Horské ledovce tají na celém světě

Nový Zéland



Mueller Glacier



Peru

Ururashraju Glacier

~ výška: 5000 m





© Gary Braasch Photography

1911

USA

Grinnell Glacier
Glacier National
Park



© Gary Braasch Photography

2000



Švýcarsko

Rhone Glacier





Pasterze Glacier 1875

Rakousko

Pasterze



Pasterze Glacier (site), Austria

© 2004 Gary Braasch



Aljaška

Portage Glacier



Aljaška

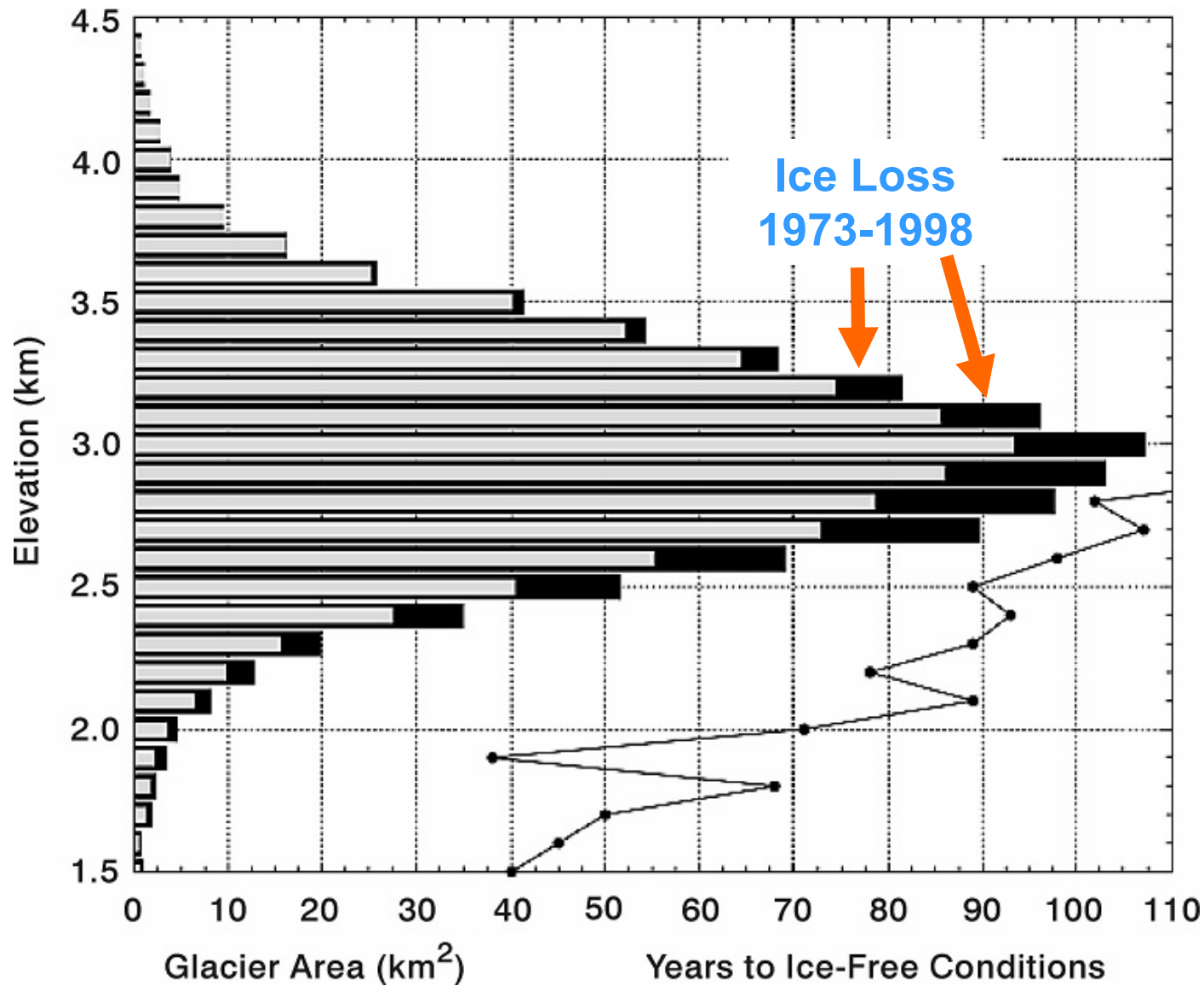
Portage Glacier



Ledovec Rongbuk

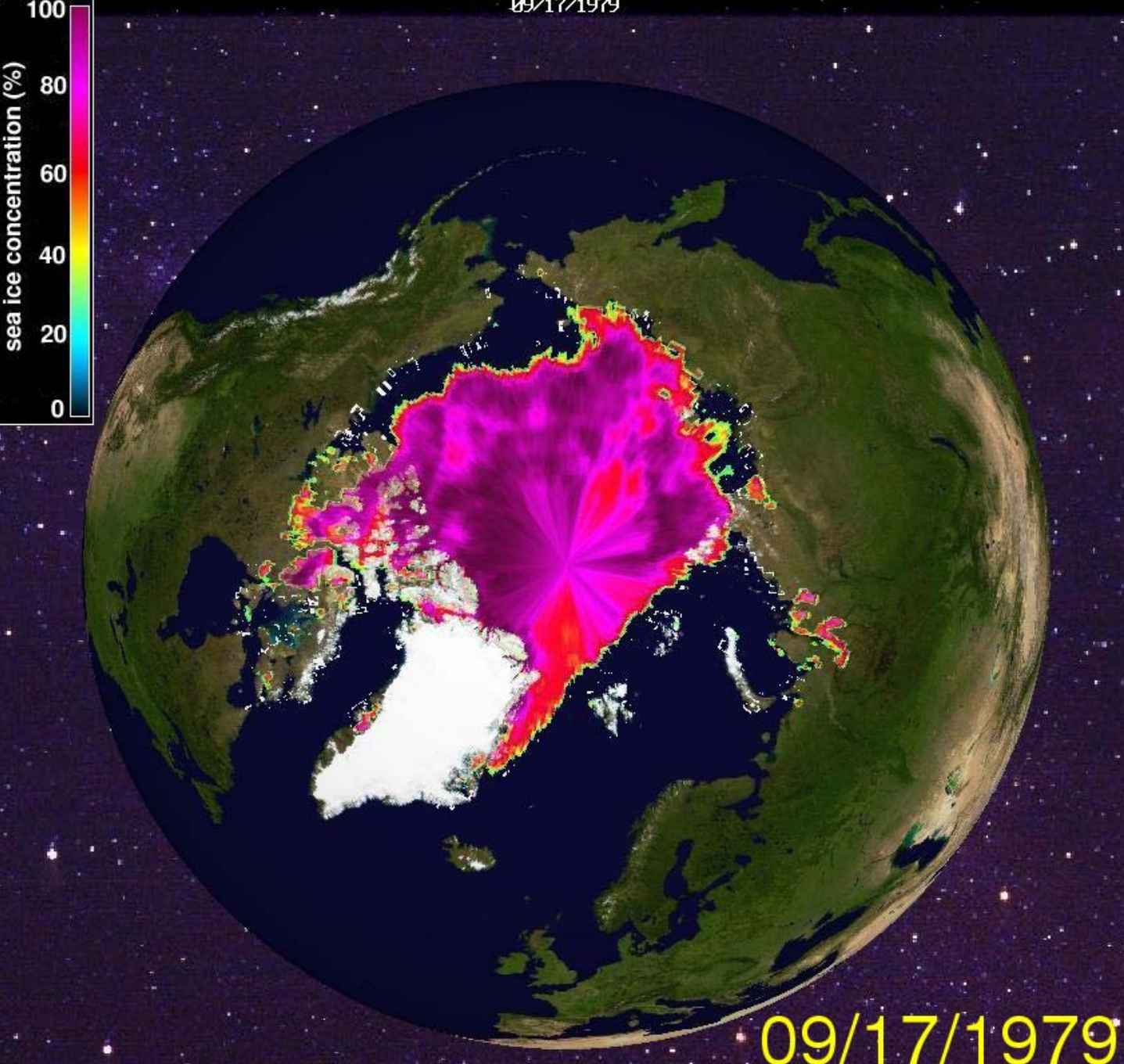


Ledovec v roce 1968 (nahoře) a 2007. Největší ledovec na severním svahu Mount Everestu napájí řeku Rongbuk.



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

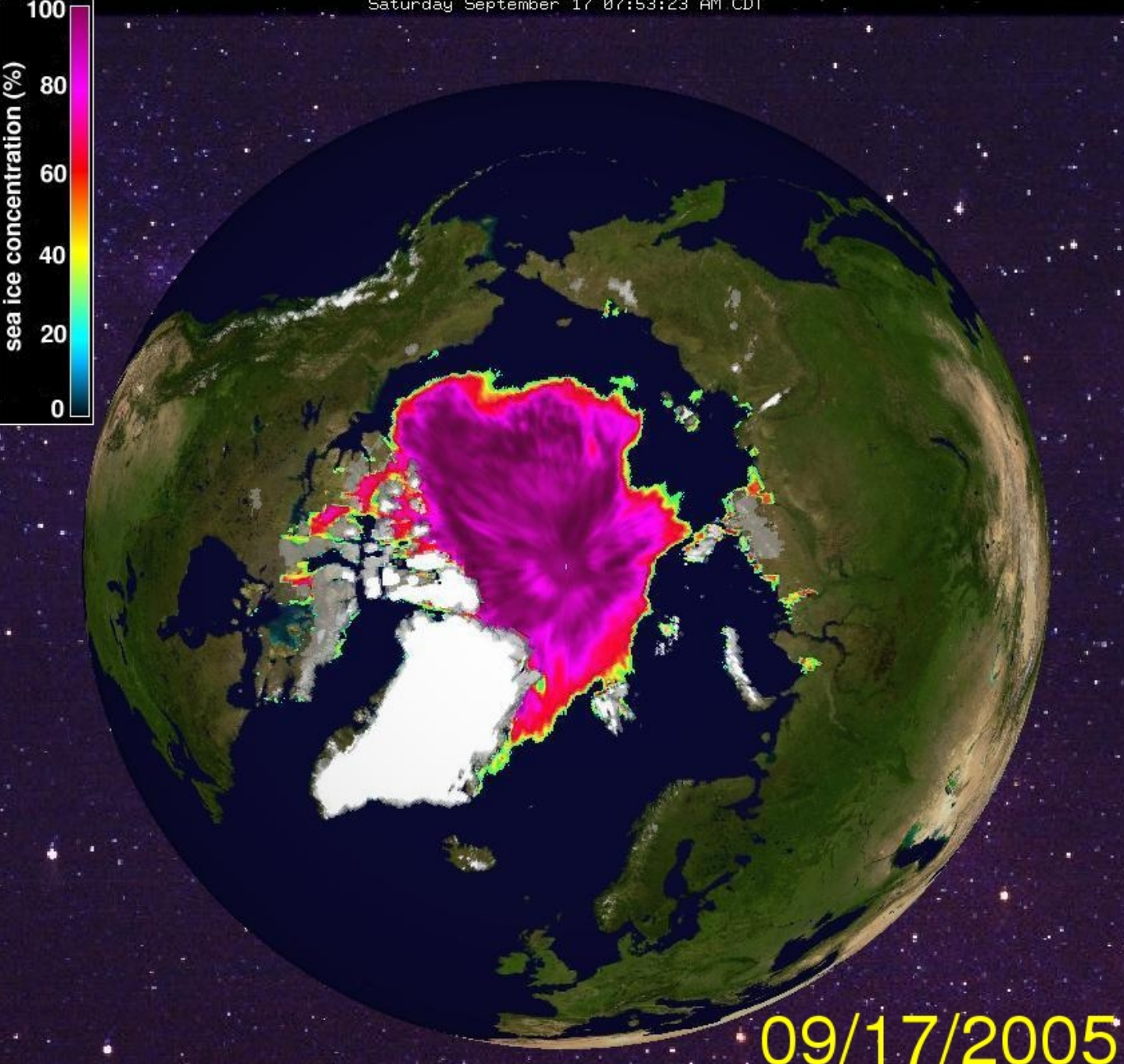
Paul, F. et al., Geophys. Res. Lett. 31, L21402, 2004.



1979

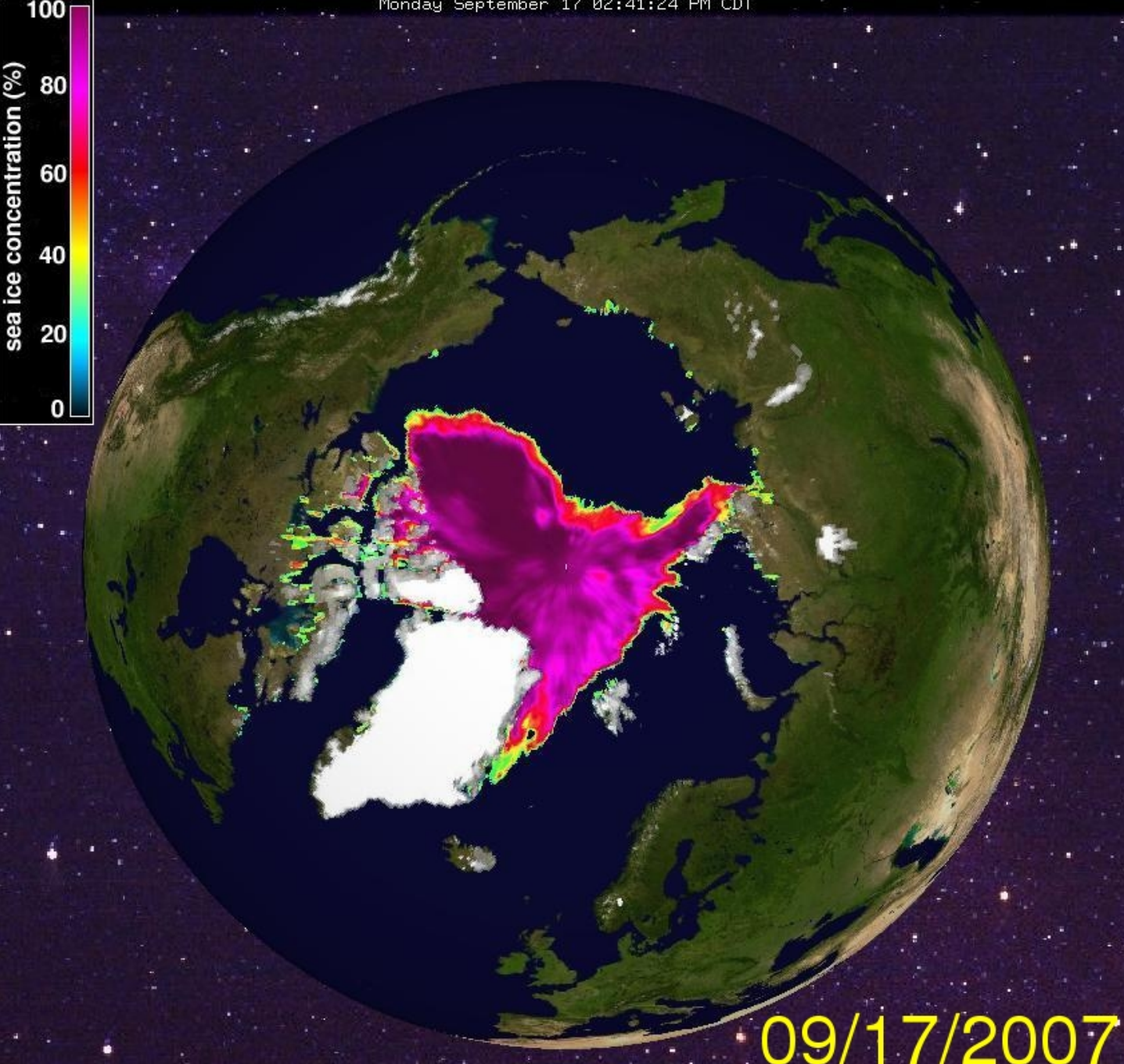
17. září

Arktický
mořský led



2005
17. září

Arktický
mořský led



2007

17. září

Arktický
mořský led

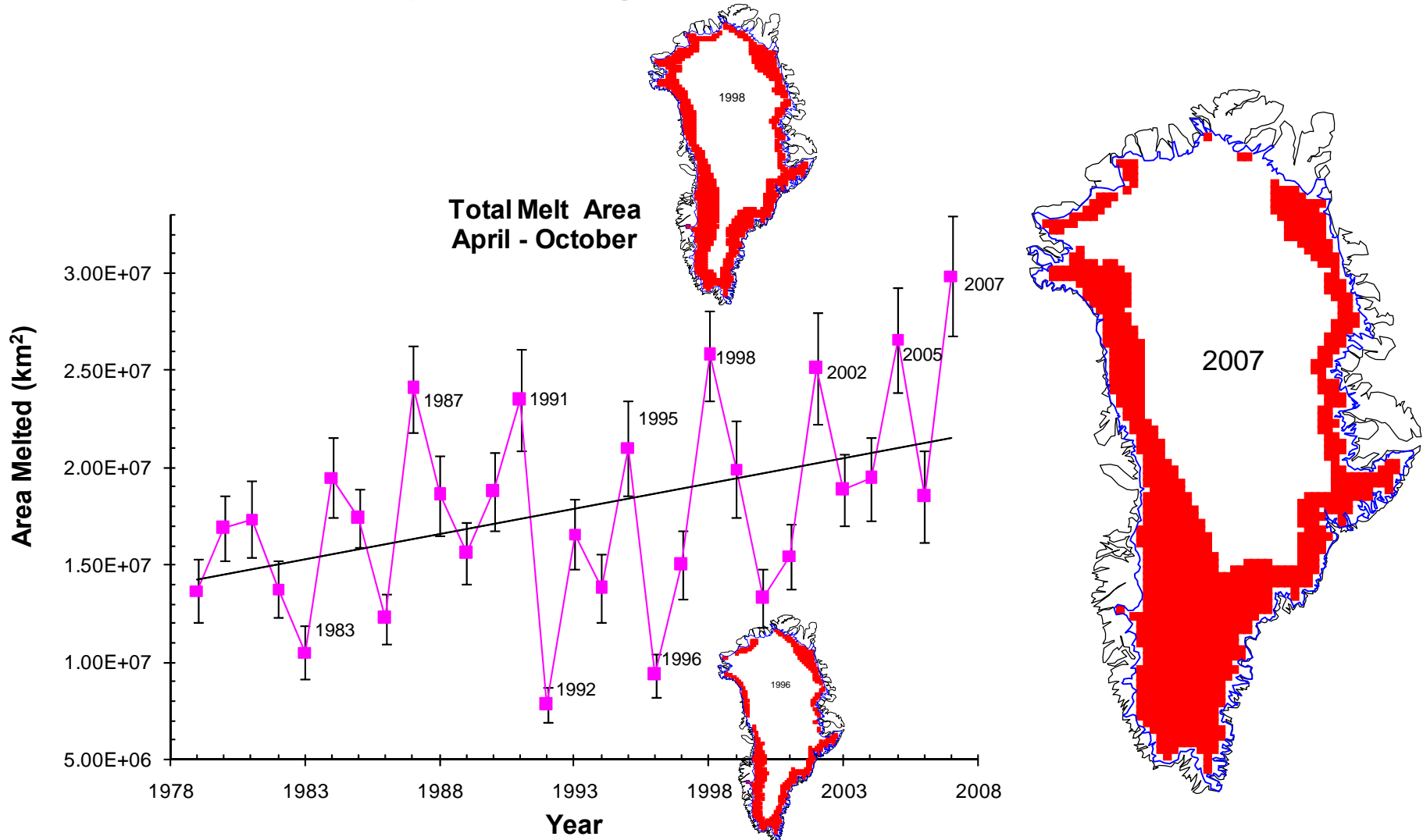
Tání na povrchu Grónska

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



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

Rozloha oblasti tání - hodnota pro rok 2007 převyšuje minulé maximum o 10%



Ledový proud Jakobshavn v Grónsku

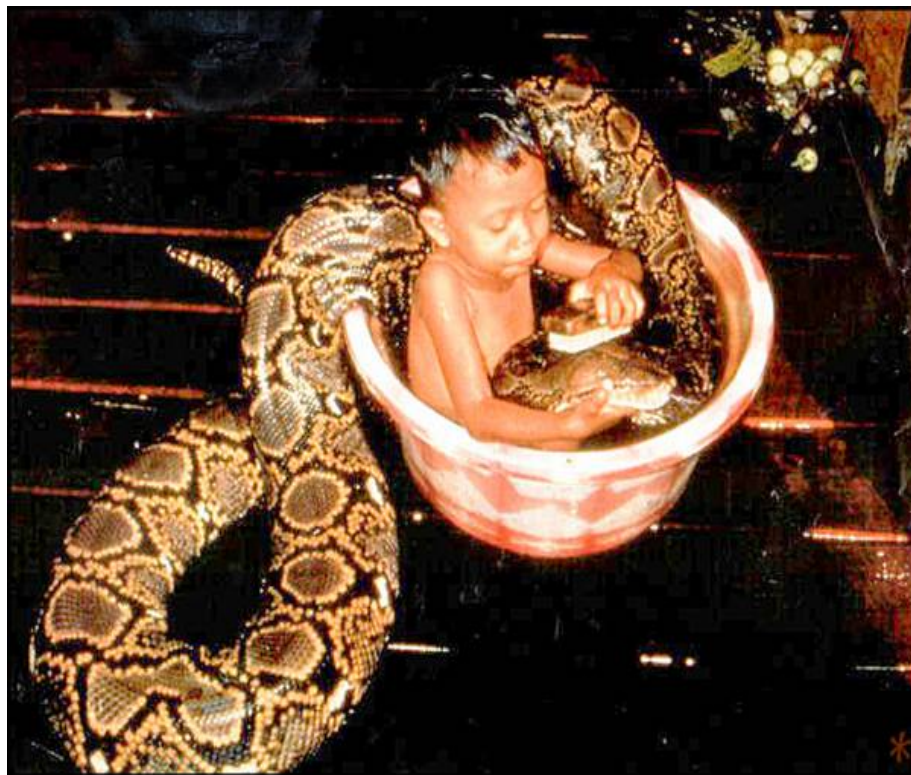
Odtok z velkých
grónských ledových
proudů se značně
zrychluje



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

Budoucí rizika

v oteplujícím se světě



riziko

=

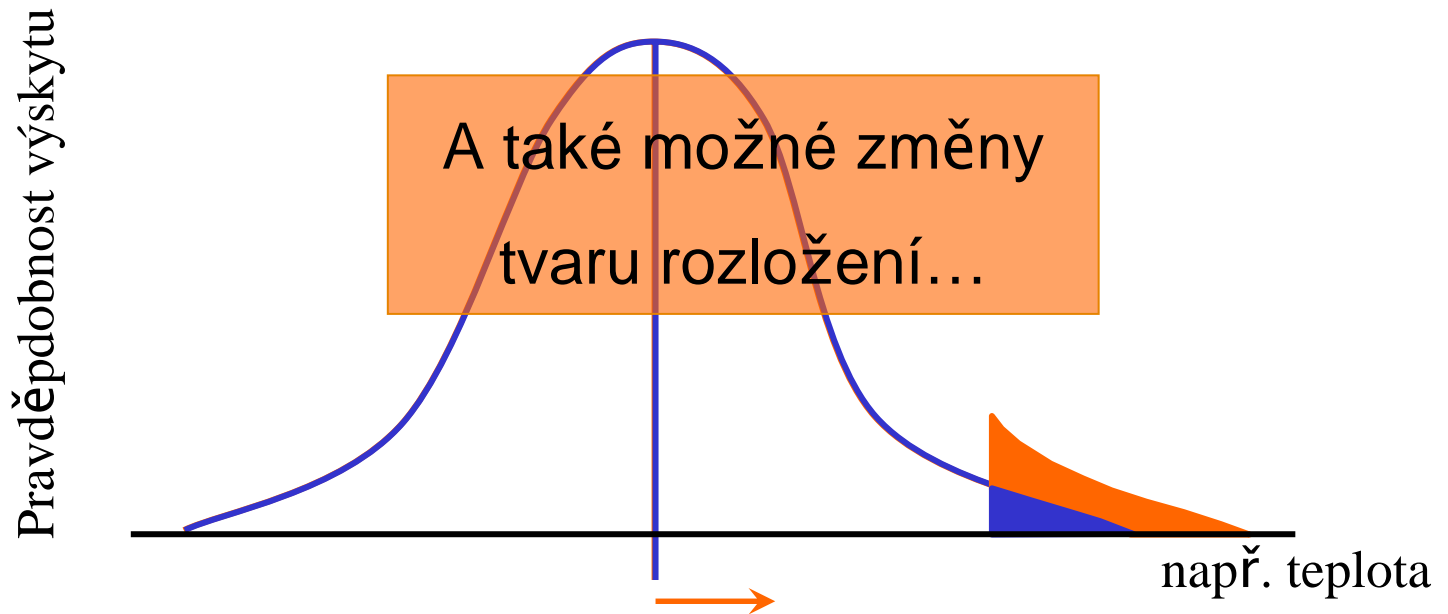
pravděpodobnost

x

dopad

Extrémní události

- Rozložení pravděpodobnosti
 - Výskyt extrémních jevů



- malý posun střední hodnoty
- mnohem větší nárůst extrémních událostí

Rizika:

Extrémní události

povodně



Teplejší atmosféra pojme více

vlhkosti

(~7%/°C)

➤ Větší srážky v přívalech !

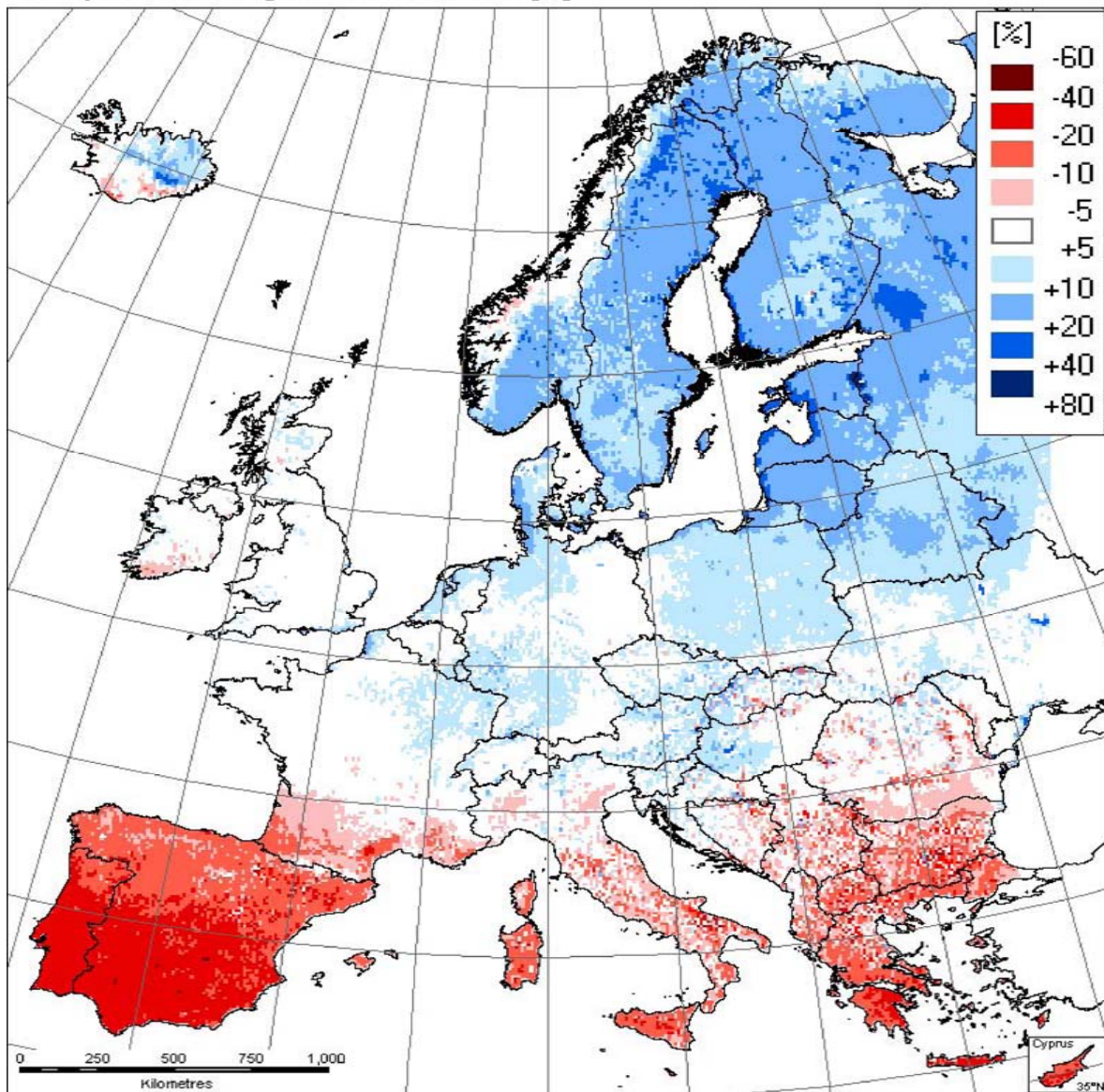
➤ více povodní ?

➤ více such ?



Předpokládané 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



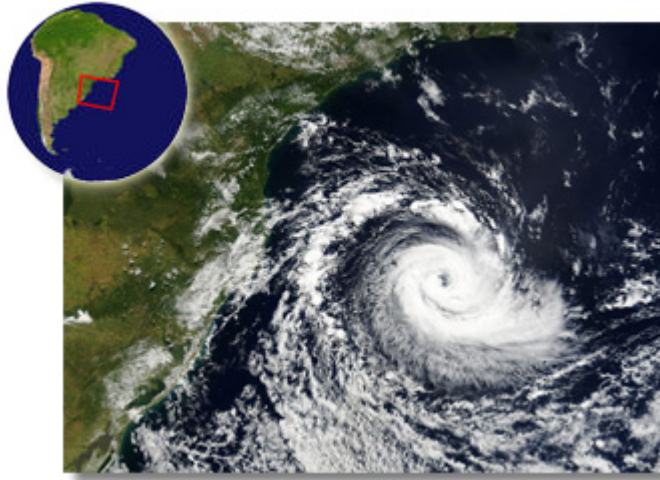
Wild fires in Greece, August 2007

Source: spiegel.de

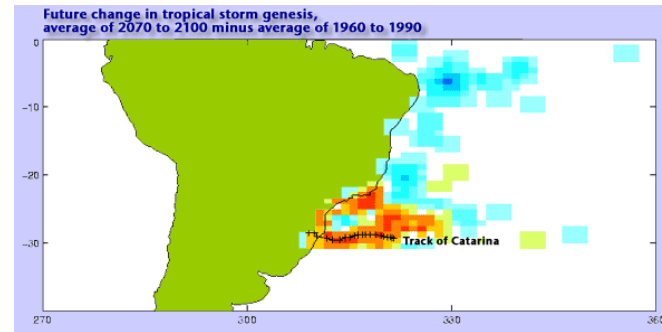
California, 2007



Tropické bouře (cyklóny)



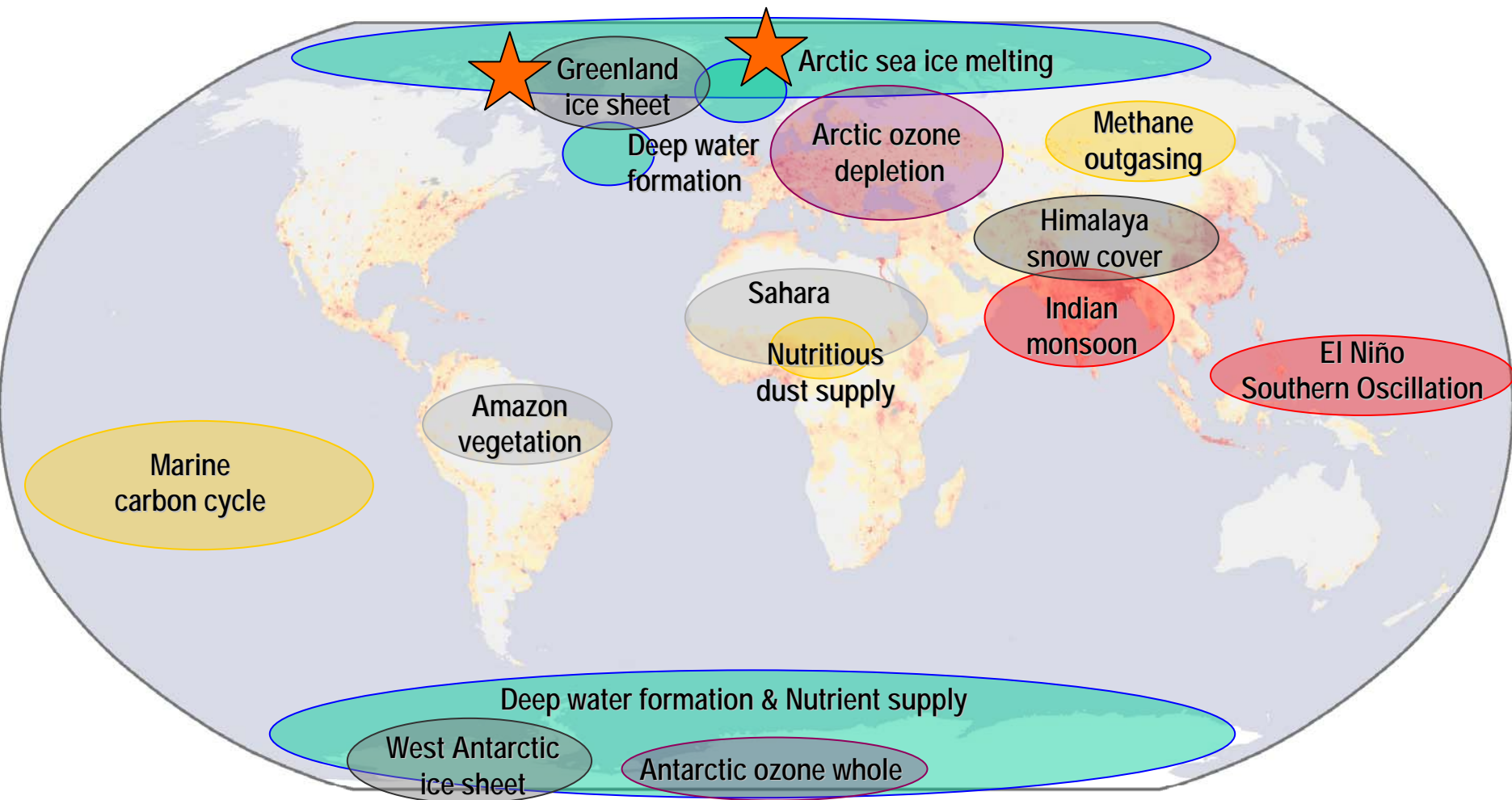
Hurricane *Catarina* off Brasil, 26. March 2004.



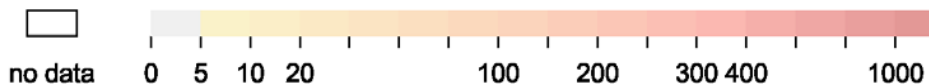
- 2004:
- První hurikán pozorovaný v jižním Atlantiku
 - Poprvé na Floridu zaútočily 4 hurikány v jedné sezóně
 - Poprvé 10 tajfunů v Japonsku v jedné sezóně
- 2005:
- Poprvé od roku 1851 přišlo do Atlantiku 27 tropických bouří
 - Poprvé 15 hurikánů
 - Poprvé se hurikán přiblížil do Evropy (*Vincent*)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

Body zvratu

Regiony a procesy obzvláště citlivé na klimatickou změnu



population density [persons per 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

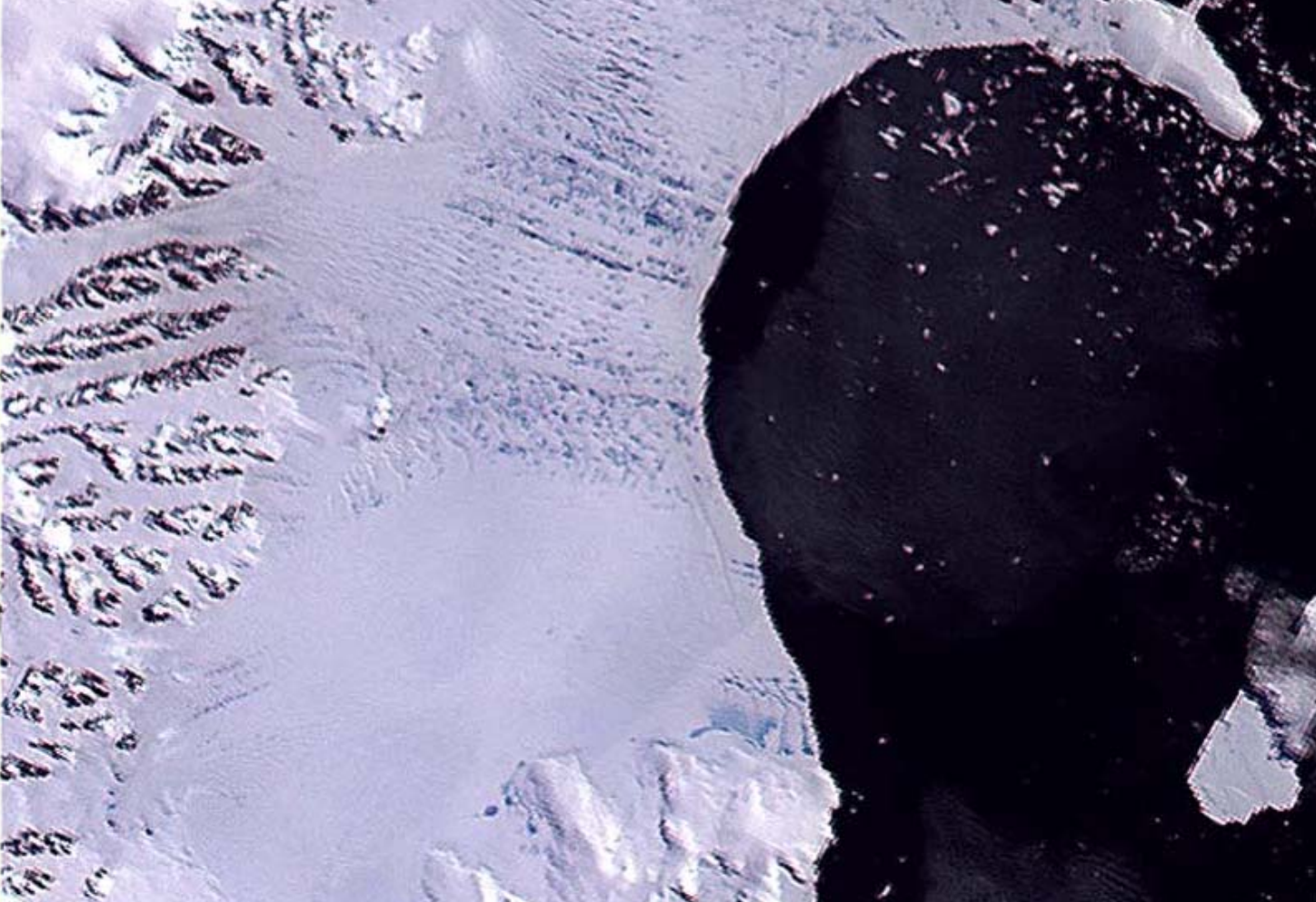
- klimatický systém ve stavu, kdy přijdou nezadržitelné nevratné klimatické dopady (nevratné v praktickém časovém měřítku)
Příklad: rozpad velkého ledového příkrovu

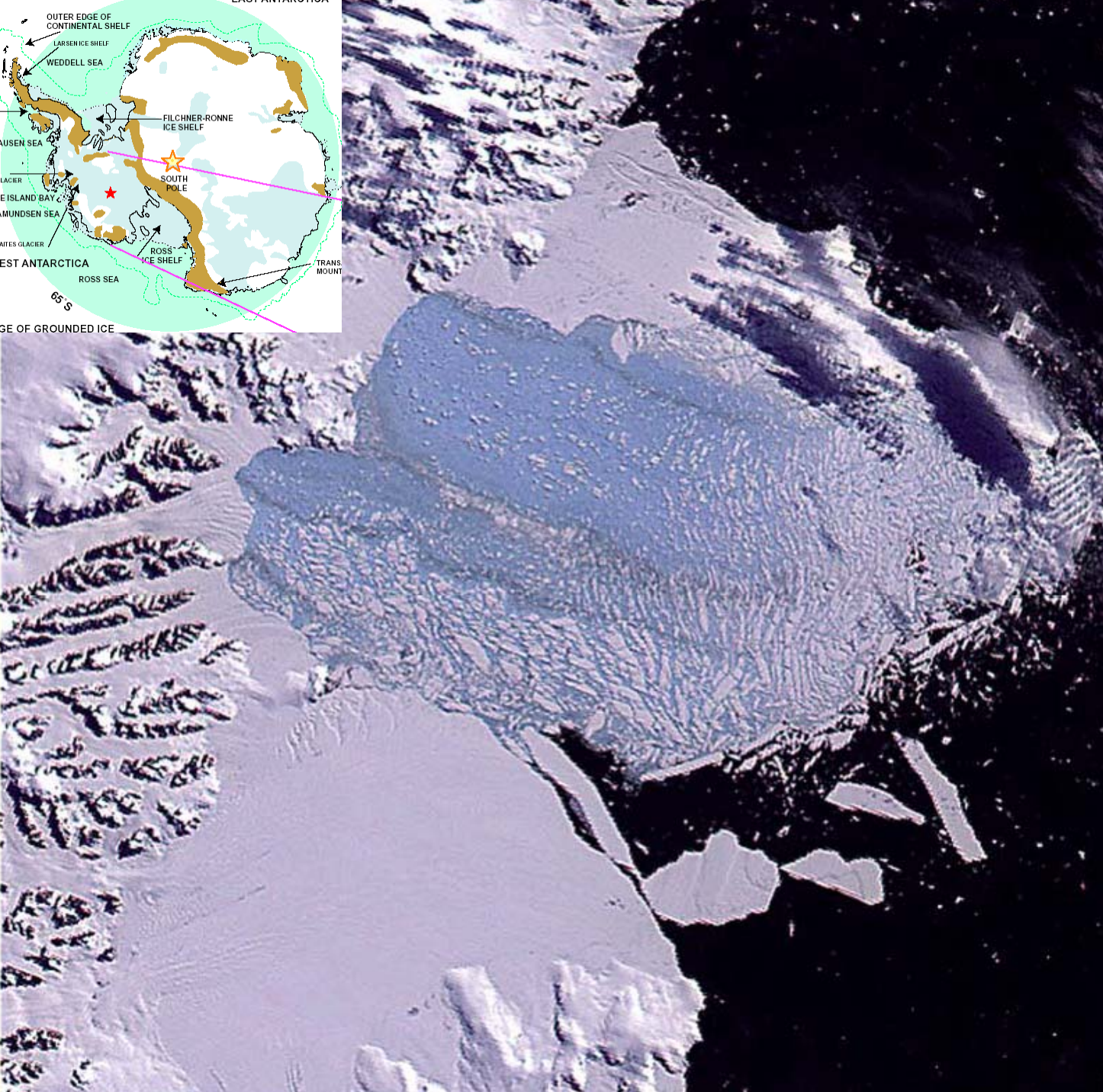


30. leden
2002

Scambos,
NSIDC

20 km



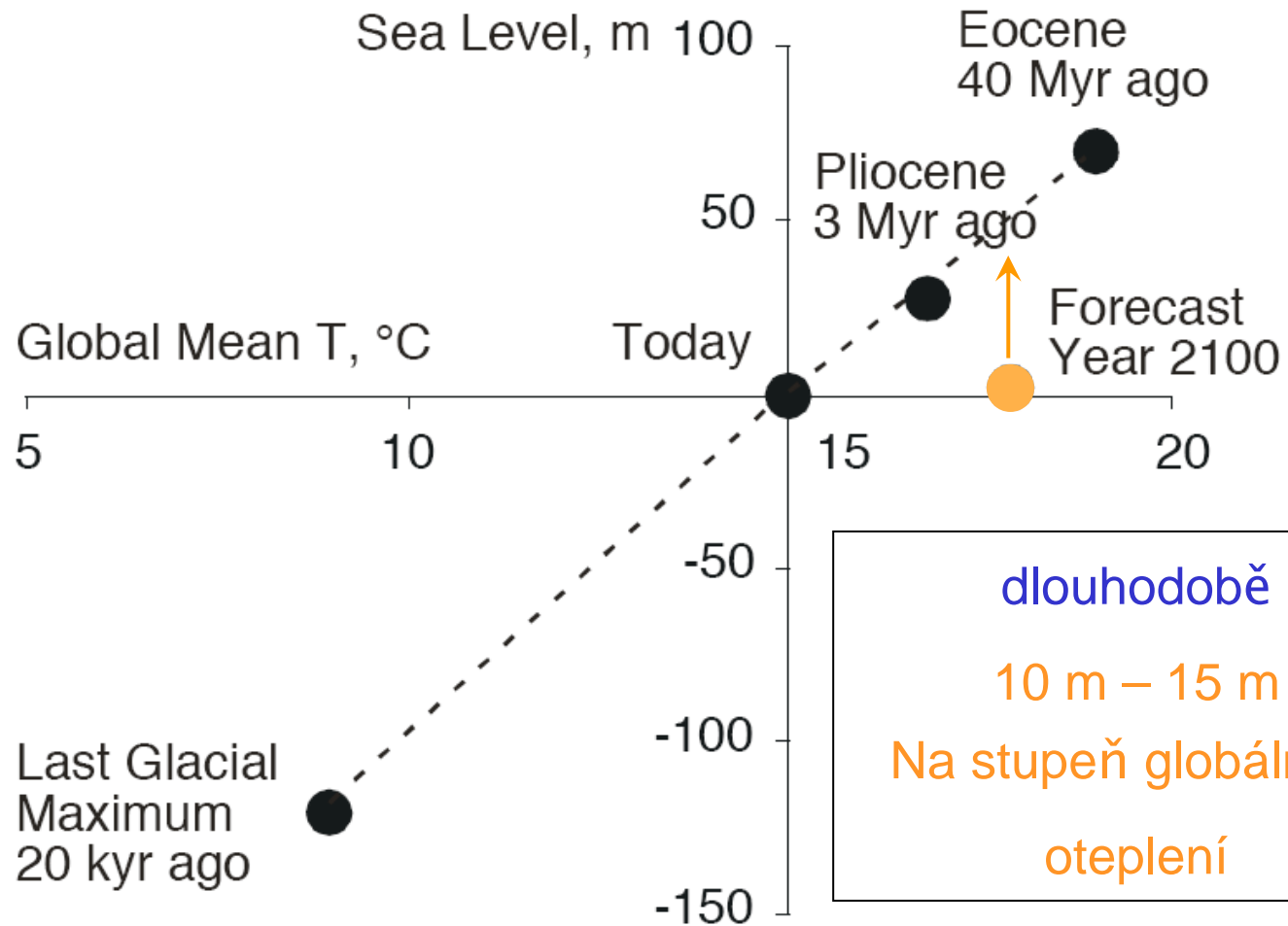


4. březen
2002

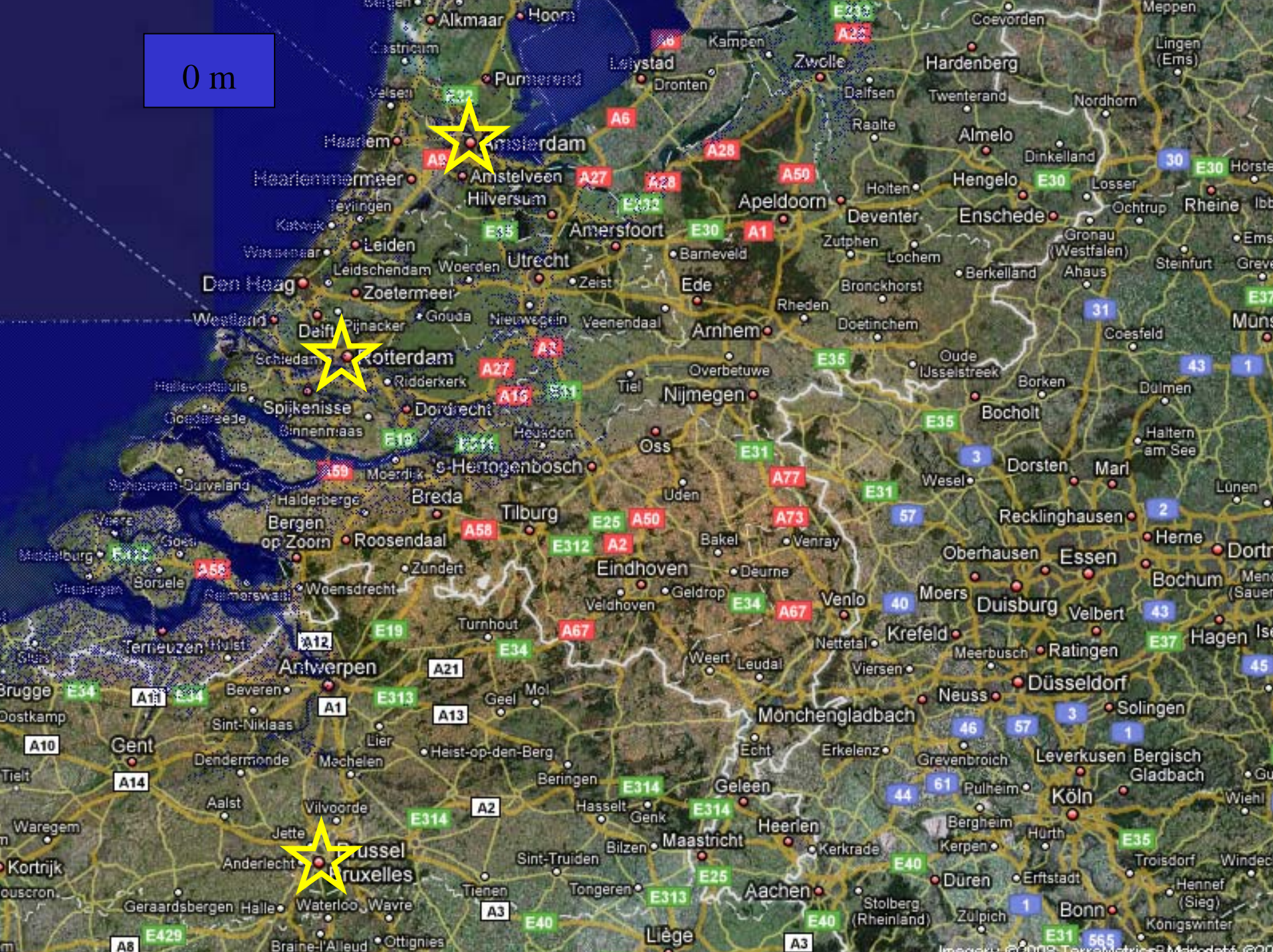
Scambos,
NSIDC

20 km

Minulé odchyvky mořské hladiny



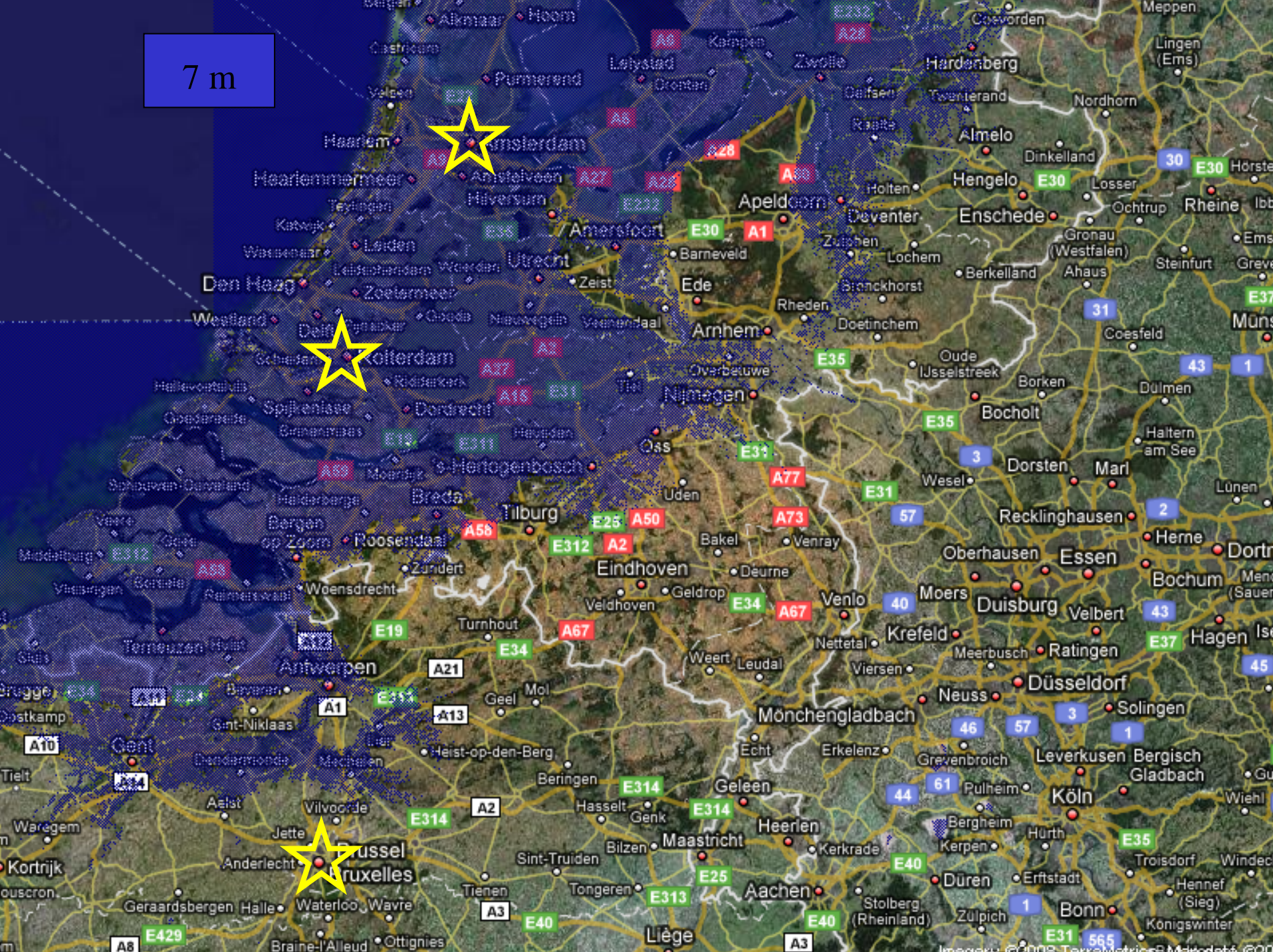
0 m



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 alpinských 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**

Aim is to stabilize greenhouse gas emissions...

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

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

Zdroje dat:
úsečky: Hönisch et al 2009 dle schránek dírkočů; prefer. model zvětrávání
kroužky: složená data z antarktických ledových vrtů EPICA Dome C a Vostok (Monnin 2001, Petit 1999, Pepin 2001, Raynaud 2005, Siegenthaler 2005, Luethi 2008)

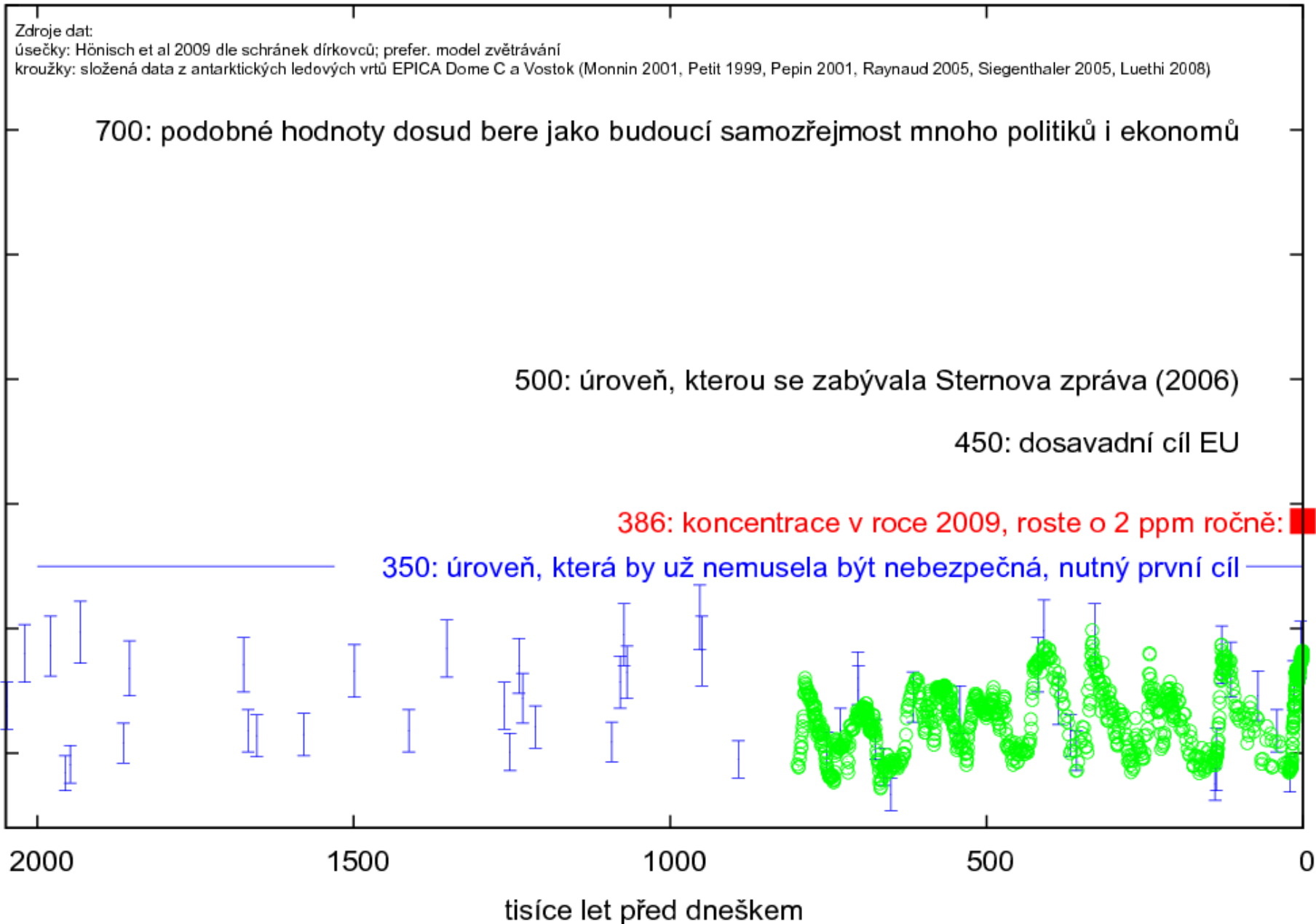
700: podobné hodnoty dosud bere jako budoucí samozřejmost mnoho politiků i ekonomů

500: úroveň, kterou se zabývala Sternova zpráva (2006)

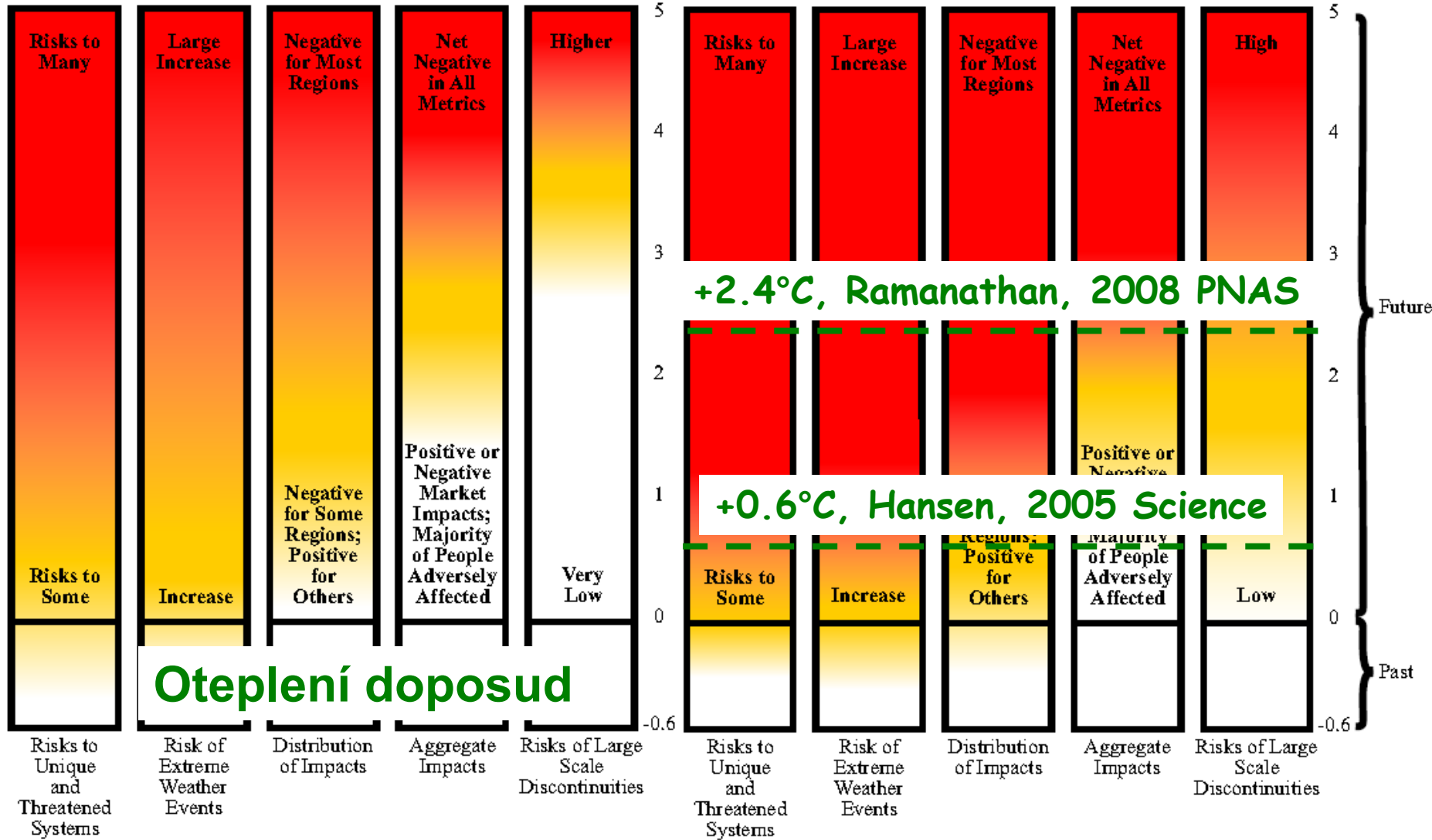
450: dosavadní cíl EU

386: koncentrace v roce 2009, roste o 2 ppm ročně: ■

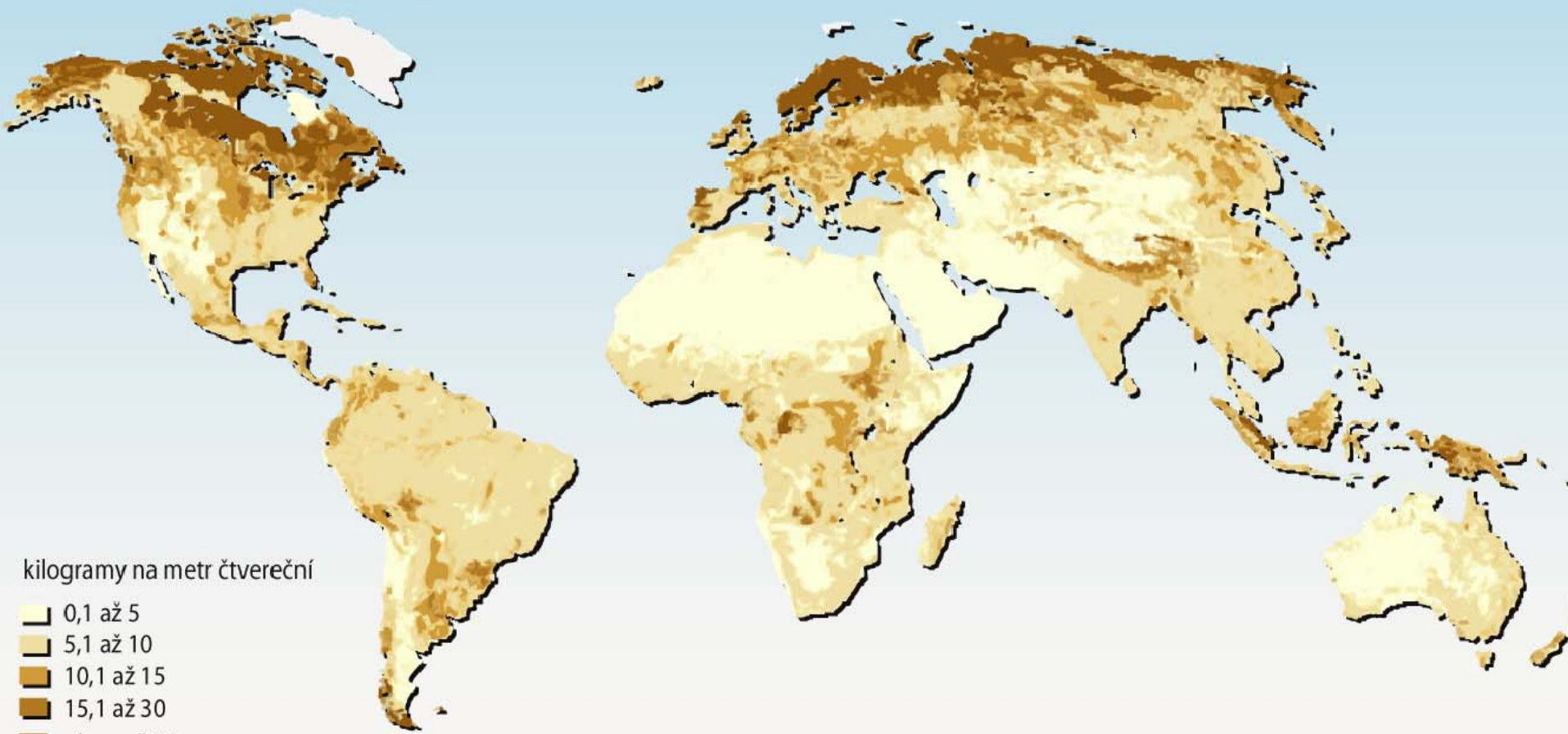
350: úroveň, která by už nemusela být nebezpečná, nutný první cíl



Dopady změn podnebí



Obsah uhlíku ve světových půdách



kilogramy na metr čtvereční

- 0,1 až 5
- 5,1 až 10
- 10,1 až 15
- 15,1 až 30
- více než 30

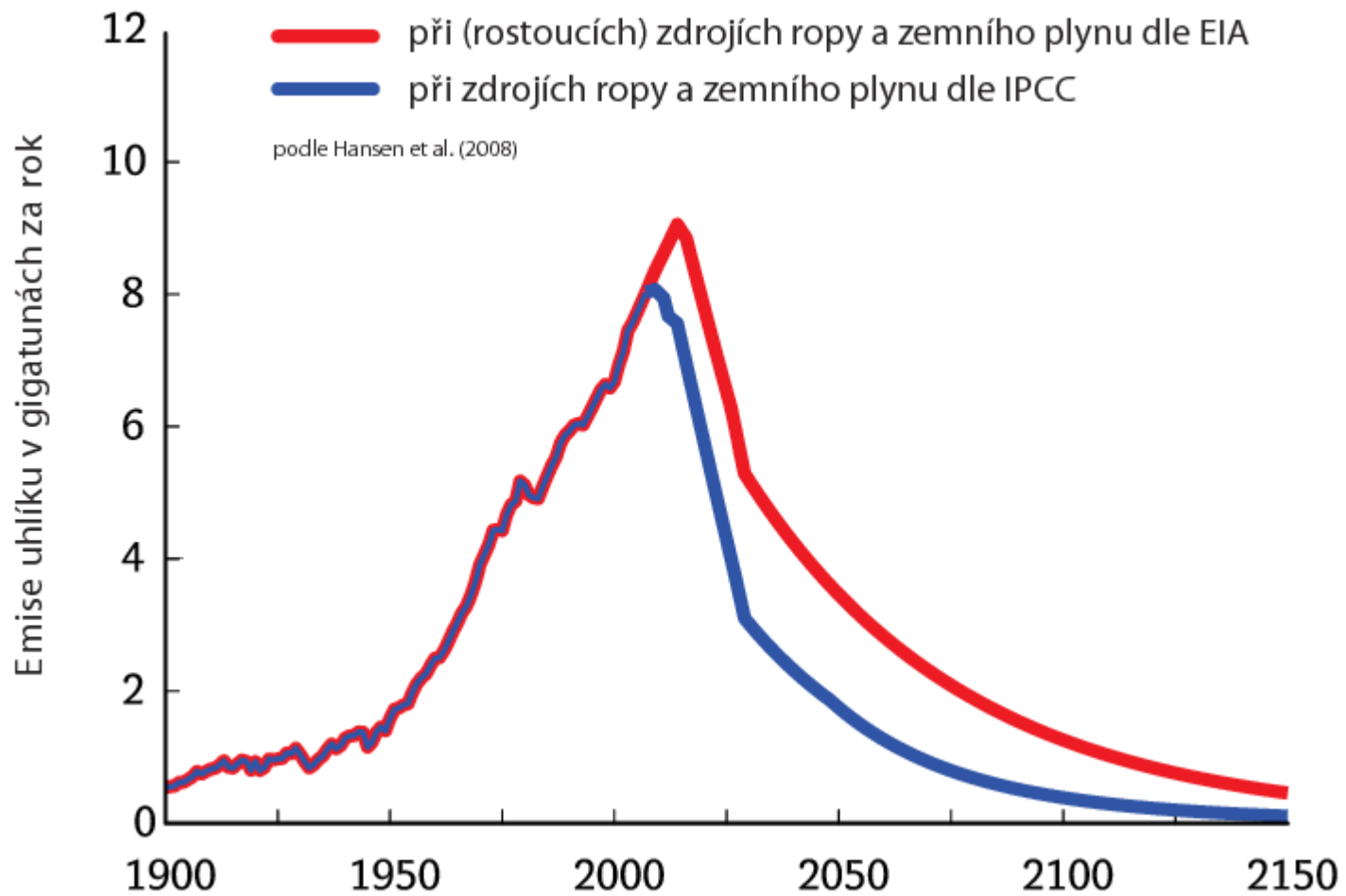
Cíl pro CO₂:

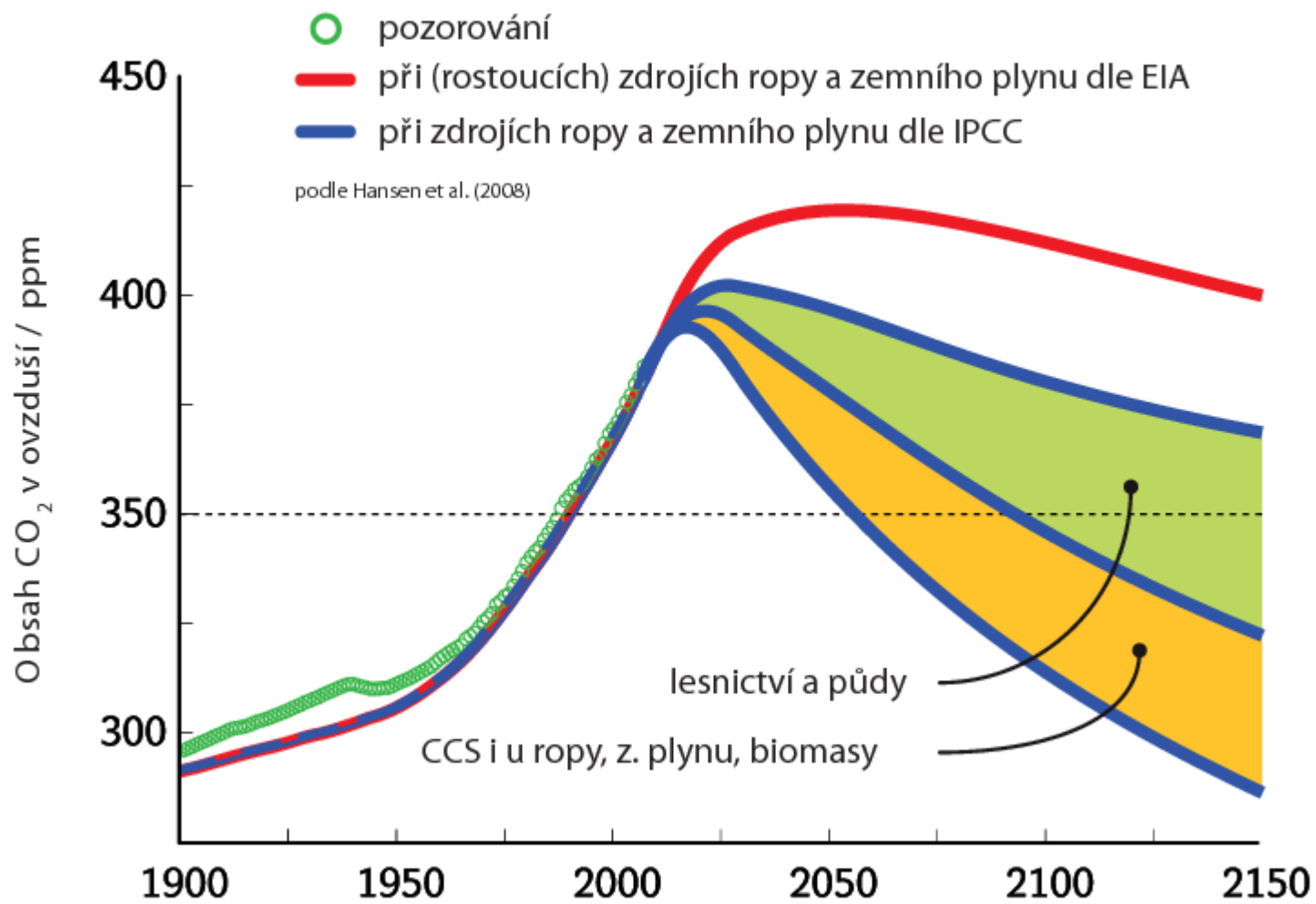
< 350 ppm

**Pro záchranu světa, planety,
na níž se vyvinula civilizace**

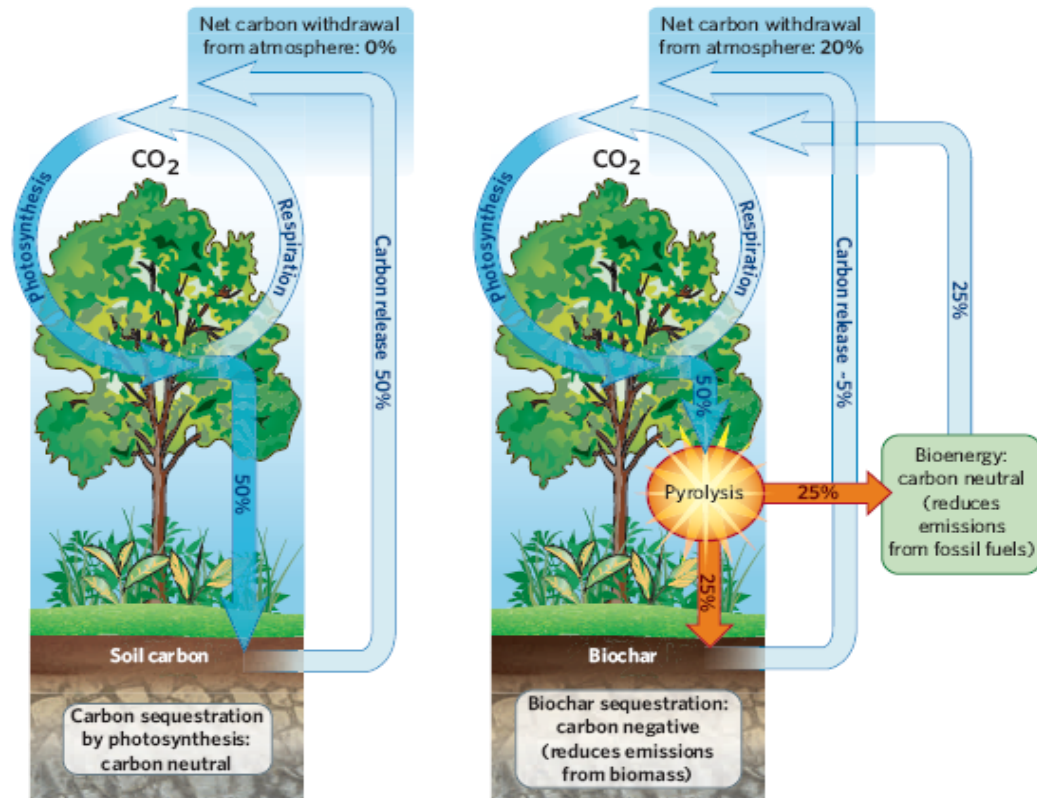
Posouzení cílové koncentrace CO₂

<u>Jev či úkol</u>	<u>Cíl pro CO₂ / ppm</u>
1. Arktický mořský led	300-325
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 CO ₂ = 350* ppm	
*pokud ubude CH ₄ , O ₃ a sazí	





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 uhlík z biomasy ponechávaný v biosféře, nazýváme jej biouhel (z angl. biochar).



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)

Uplatnění „svobodné vůle“

- 1. Opuštění uhelných emisí CO₂**
 - do 2025 / 2030 pro rozvinuté / rozvojové země
- 2. Stoupající cena uhlíku**
 - působí proti využití nekonvenčních fosilních paliv a vytěžení veškeré ropy (v Arktidě atd.)
- 3. Ukládání CO₂ v půdě a biosféře**
 - zlepšené postupy zemědělské a lesnické
- 4. Snížení non-CO₂ radiačních působení**
 - úbytek CH₄, O₃, stopových plynů, sazí

Výzva

**Můžeme se vyhnout zničení světa!
(+ čistší planeta, + užitečná práce!)**

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

Proč ne teď?

Odkazy

- www.veronica.cz/klima
- www.zmenaklimatu.cz
- amper.ped.muni.cz/gw
 - www.ipcc.ch

