

Môžu klimatické zmeny zlomiť väzy modernej civilizácii?

Juraj Mesík

Rio+20: Od udržateľného rozvoje k ústupu?

Olomouc, november 2012

mesik@changenet.sk

1. Čo vieme o klíme v minulosti
2. Čo sa deje s klímou dnes
(t.j. v posledných dekádach)
3. Populácia, ropa a klíma
4. Čo z toho vyplýva pre blízku budúcnosť
(horizont A.D. 2050) ľudstva – human
predicament a možnosti ďalšieho vývoja

Caveat na úvod:

Život a svet sú komplexné a klíma samozrejme zďaleka nie je jediný faktor, ktorý bude významne formovať životy nás a našich detí.

Mimoriadne významnú rolu zohrá aj mnoho iných faktorov, napríklad ropný zlom, vyčerpanie zásob vody a iných surovín, pôd, ničenie ekosystémov, rast acidity oceánov atď.

Dôležité medzi nimi budú aj adaptácie a maladaptácie ľudských spoločností

Napríklad: Kolaps spoločností podľa J.Diamonda

5 okruhov kľúčových faktorov:

- Degradácia životného prostredia
- Zmeny klímy
- Nepriateľskí susedia
- Obchodní partneri
- Reakcie spoločnosti na faktory prostredia

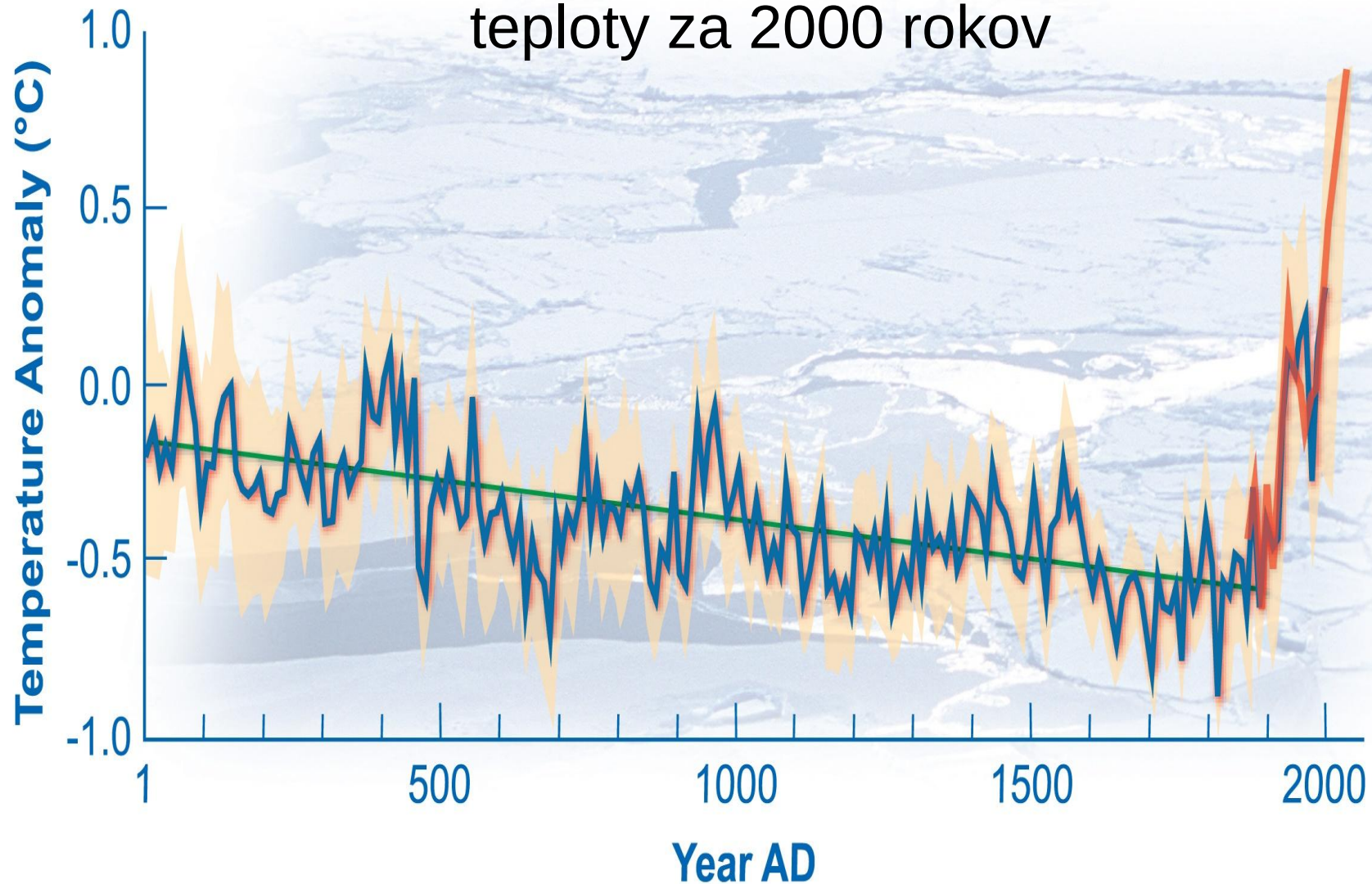
(Jared Diamond, Collapse – How Societies **Choose** to Fail or Succeed, 2005 - **bold J.M.**)

Global Warming – realita alebo „konšpirácia“ vedcov“?

Na tomto fóre asi zbytočné, ale predsa “ako vieme?

- Priame merania teplôt na kontinentoch a oceánoch, globálne cca150 rokov, na oceánoch kratšie, v hĺbkach ešte kratšie
- Satelitné merania – cca 40 rokov
- Paleoklimatológia - proxy metódy:
 - kroniky (Little Ice Age era, Laki, Tambora)
 - dendrochronológia
 - ľadovcové jadrá – cca milión rokov
 - jadrá sedimentov – foraminiferá, pely etc.
 - koraly, izotopy C, O,

Proxy metódy: rekonštrukcia priemernej globálnej teploty za 2000 rokov



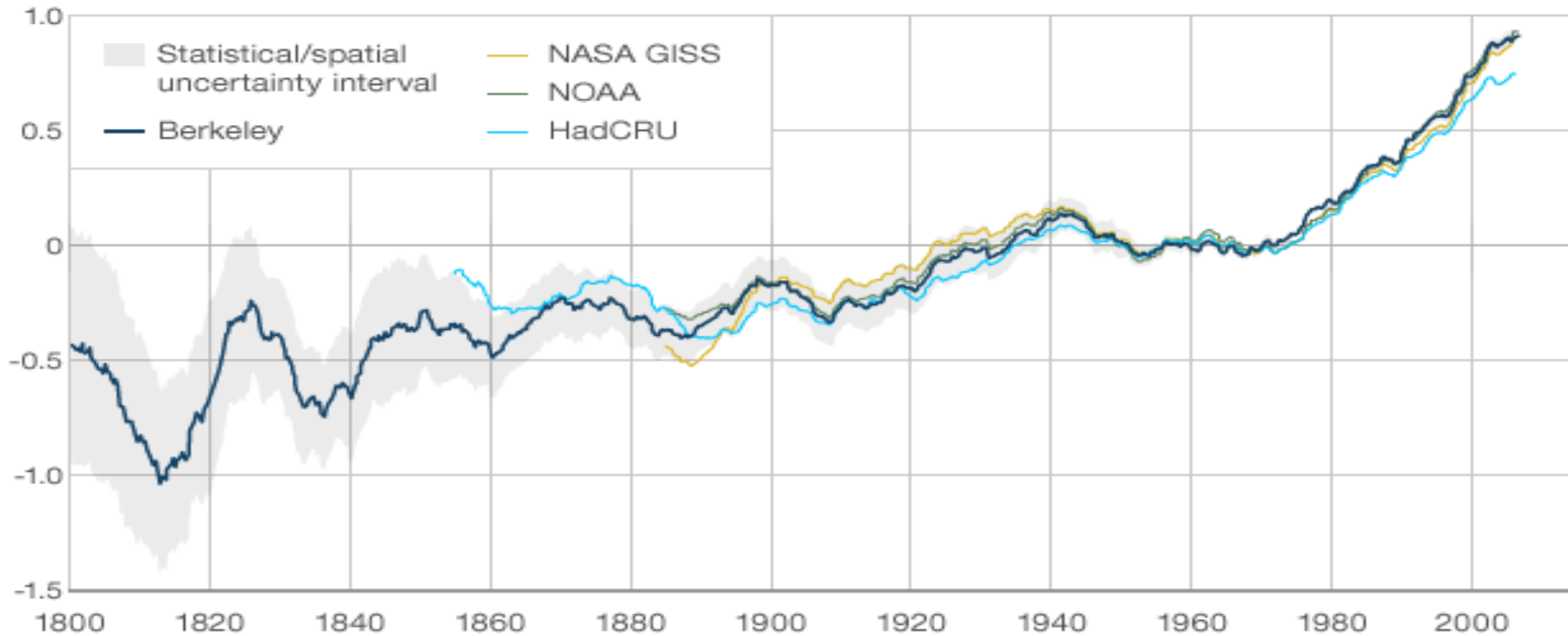
http://www.ucar.edu/news/releases/2009/images/Fig.final_11.jpg

Note: 1810-1820 – najchladnejšia dekáda - Mt. Tambora

„Berkeley Earth project“ výsledky analýzy vývoja klímy financované „denyers“

Decadal land-surface average temperature

Temperature anomaly (°C)

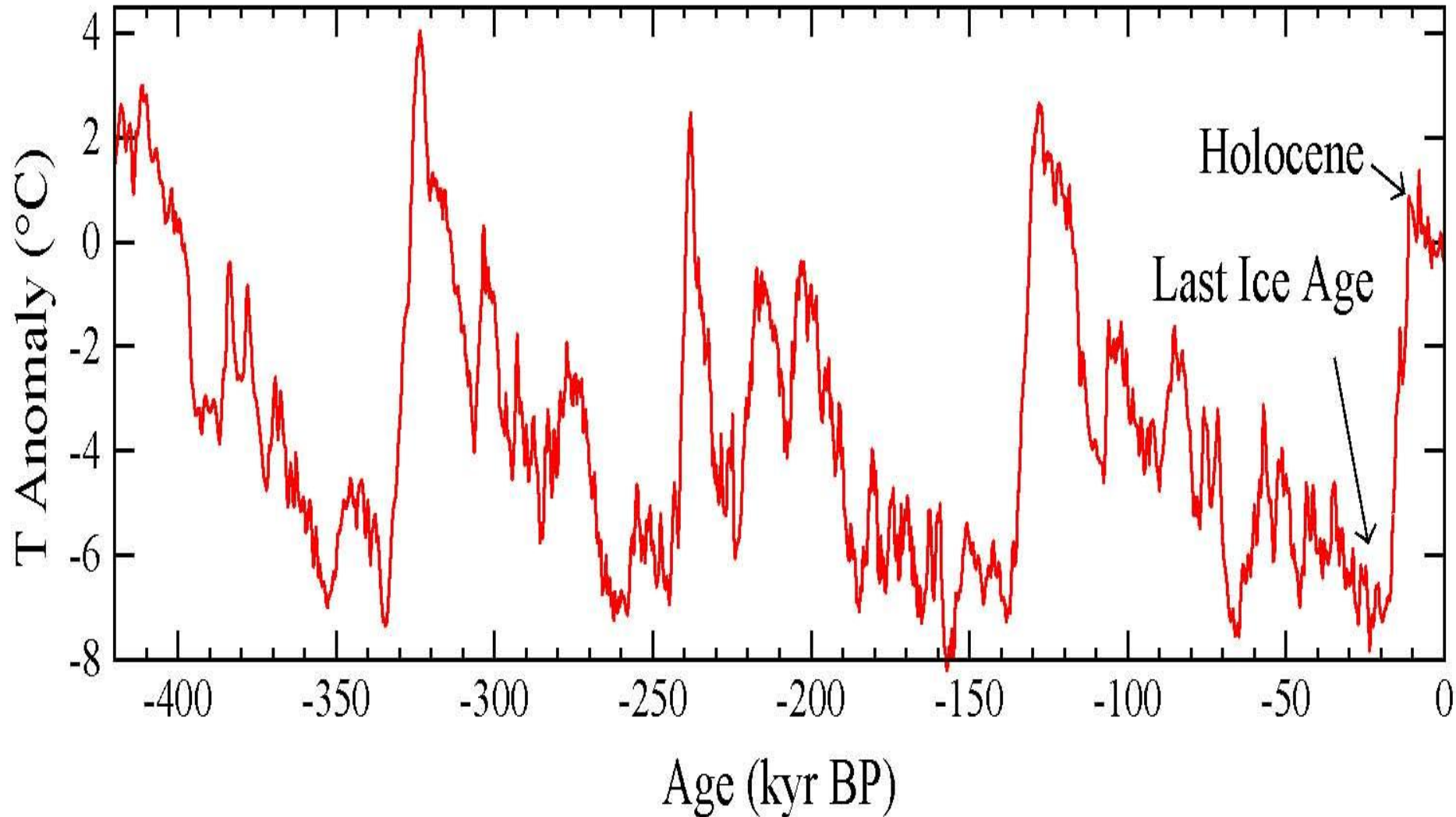


Source: Berkeley Earth Project

The **Berkeley Earth Project** - deniers response to „Climategate scandal“ - has used new methods and some new data, **but finds the same warming trend** seen by groups such as the UK Met Office and Nasa, October 2011 <http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-15373071>

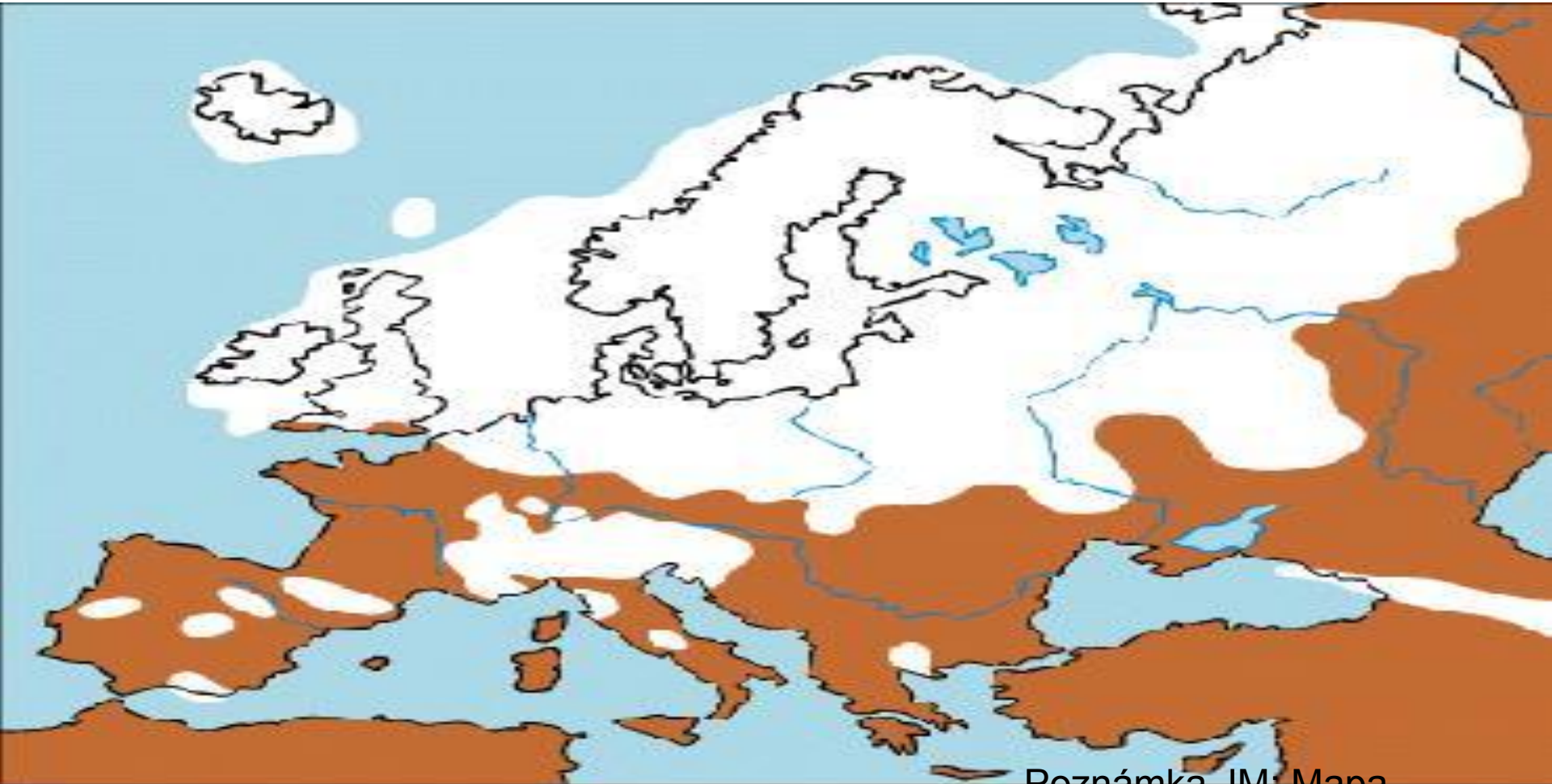
Rekonštrukcia kolísania globálnych teplôt pomocou analýzy
ľadovcových jadier, 400 000 ročný horizont (Omo, 195 000 rokov)

Antarctic (Vostok) Temperature



Európa cca 20 000 rokov BP

Priemerná globálna teplota o cca 6 C nižšia ako dnes (Slovensko / ČR o 10-12 C chladnejšie)

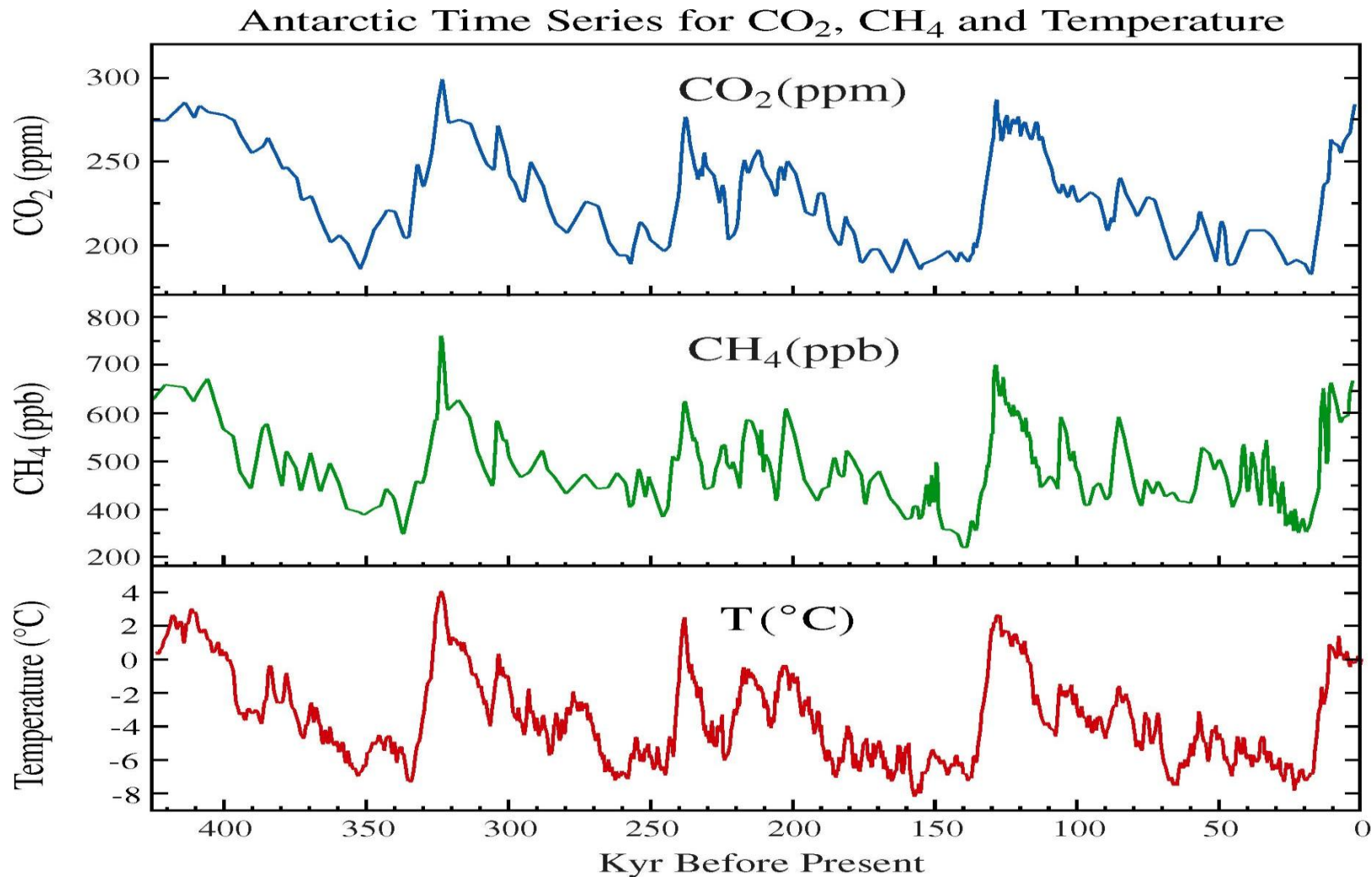


Areas covered with glacial ice during the Pleistocene

Poznámka JM: Mapa nezohľadňuje nižšiu hladinu oceánov

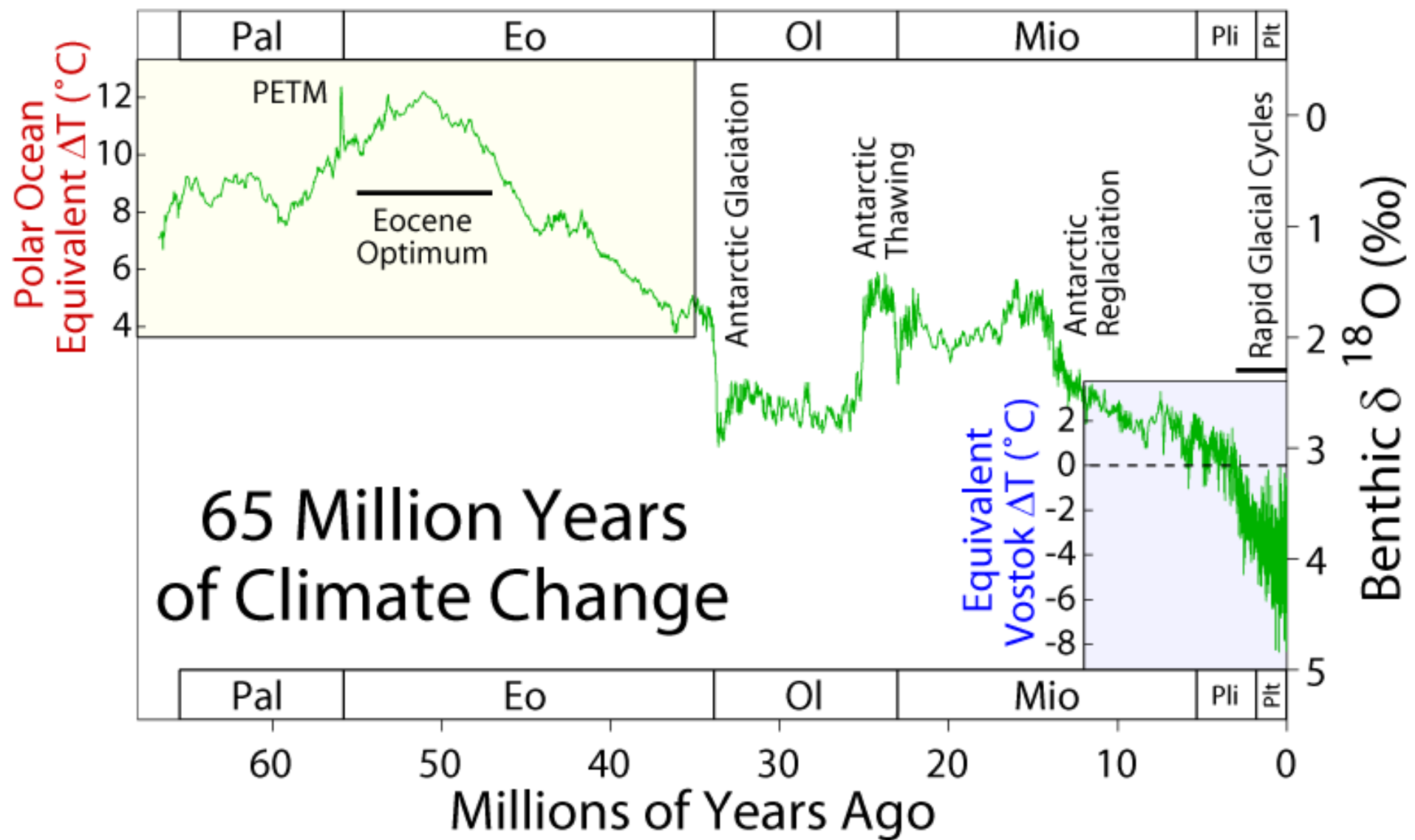


Glaciálne - interglaciálne oscilácie: teplota delta 6 C, CO₂ od 180 do 280 ppm, metán od 400 do 700 ppb



CO₂, CH₄ and temperature records from Antarctic ice core data

Source: Vimeux, F., K.M. Cuffey, and Jouzel, J., 2002, "New insights into Southern Hemisphere temperature changes from Vostok ice cores using deuterium excess correction", *Earth and Planetary Science Letters*, **203**, 829-843.



Kľúčové faktory prirodzených zmien klímy:

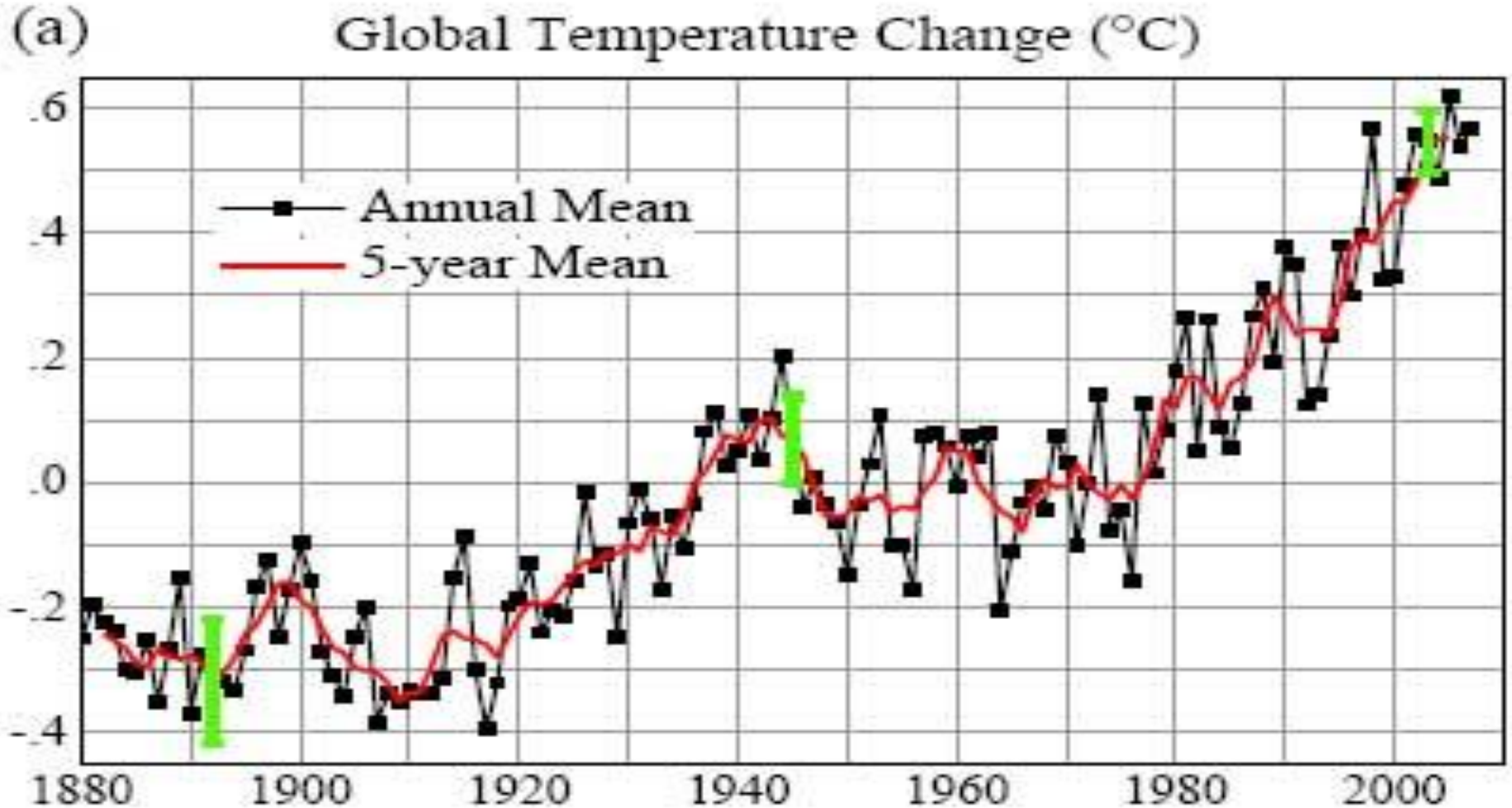
- Slnéčné žiarenie (Spörer Minimum (1460-1550), Maunder Minimum (1645-1715) – dnes 1366 W/m², 240 W/m²)
- Milankovičove cykly : Zmeny orbity (0 až 6%, 96.000 ž 127.000 ročný cyklus) , sklonu zemskej osi (41.000 rokov, 22.1 to 24.5 stupňov) a precesie zemskej osi (26 000 rokov)
- Zmeny koncentrácie skleníkových plynov - CO₂, CH₄, N₂O
 - polčas v atmosfére desiatky rokov, forcing +2-3 W/m²
- Zmeny koncentrácie aerosolov - polčas v atmosfére týždne, ich klimatický forcing otázný - minus1 W/m² (?)
73.000 BC, 1783, 1815, 1883, 1991...
- Mars - 50 C, Earth +15 C (33 C less without GHG), Venus +450C (97% CO₂)

Zhrnutie prvej časti

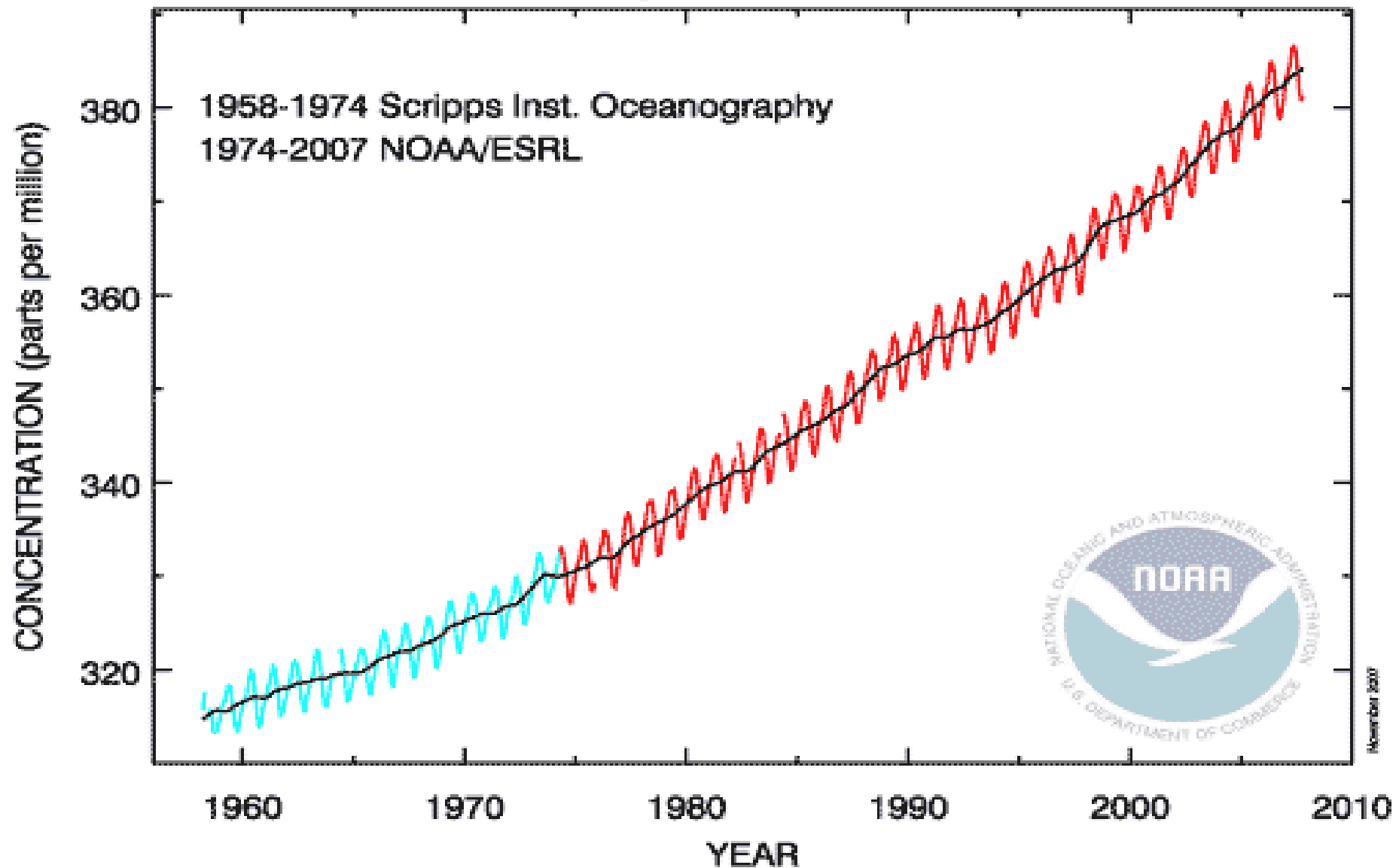
Poznatky o klíme Zeme v minulosti sú

- Robustné – opierajú sa o masívne a dlhodobé sady dát z rozličných prostredí a laboratórií
- Opierajú sa o spektrum metodológií, ktoré dávajú konzistentný obraz
- Potvrdzujú rýchlosť súčasných zmien klímy bezprecedentnú dokonca aj v geologických časových horizontoch
- Vysvetlené prebiehajúcimi fyzikálnymi a chemickými procesmi

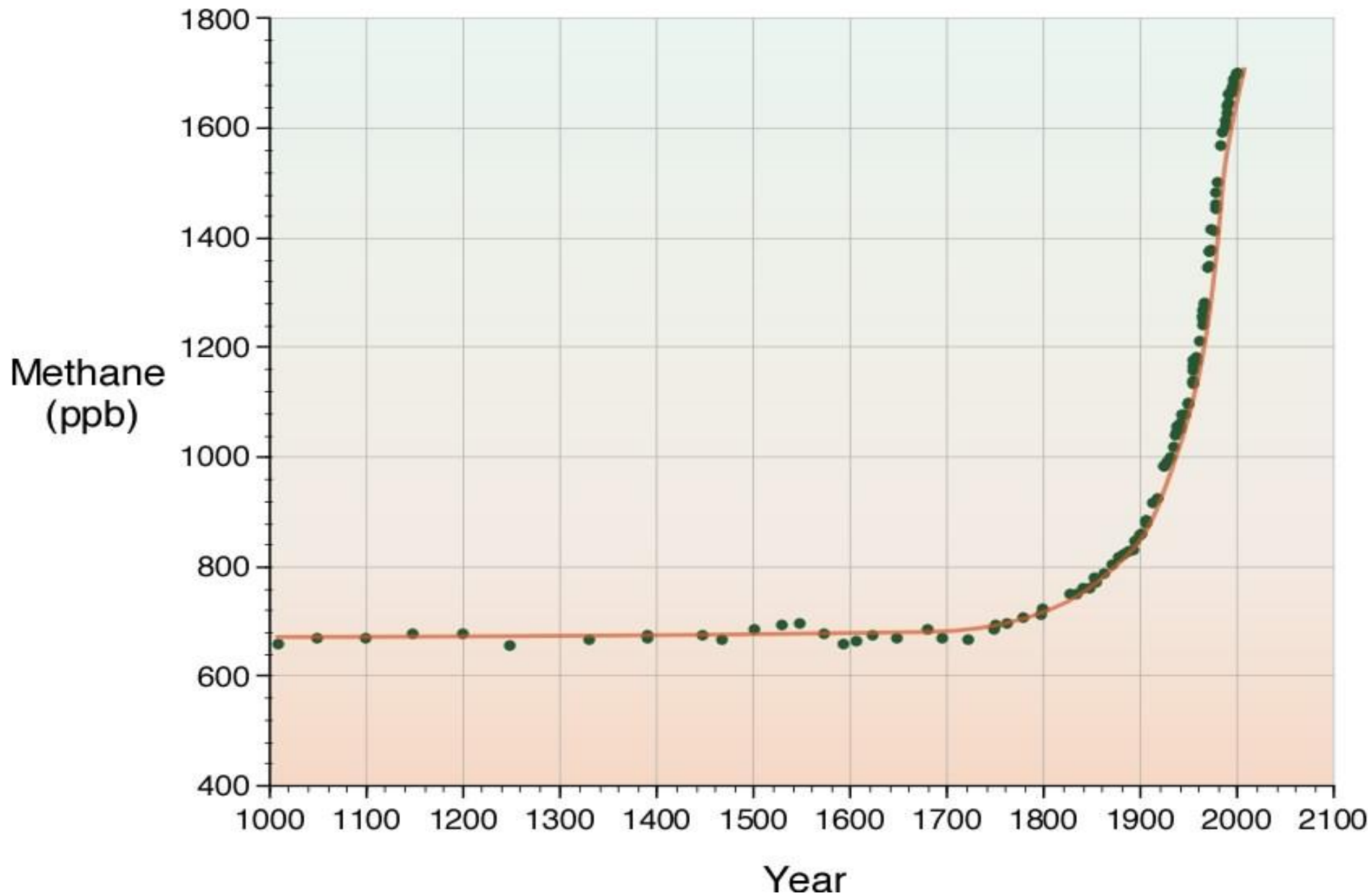
Súčasnosc': vzostup priemernej globálnej teploty za storočie o cca 0.8 C - rast od 1980 akceleruje



Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory



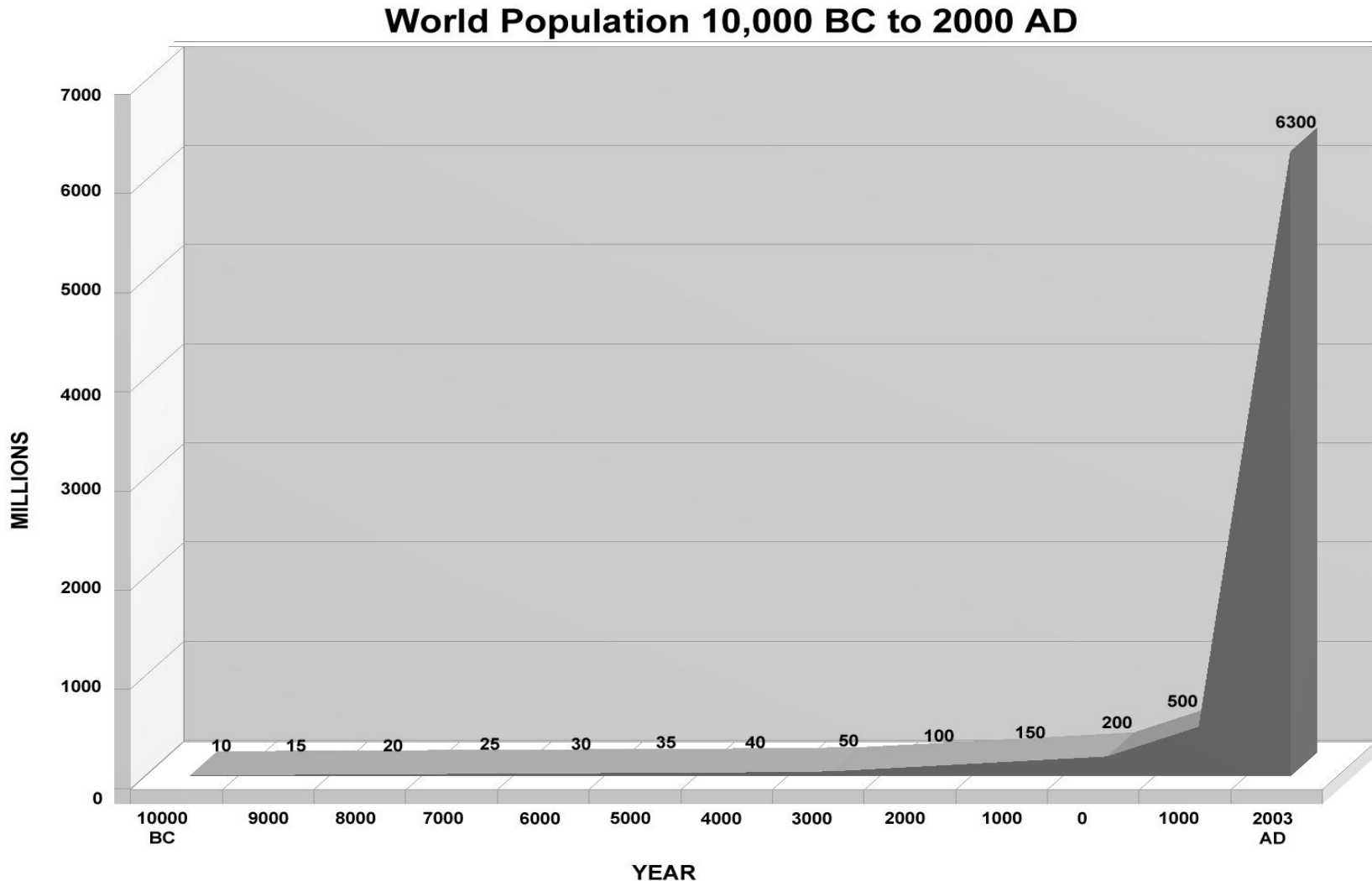
http://www.esrl.noaa.gov/news/2007/img/co2_data_mlo.2007.m.gif



http://www.eoearth.org/files/145501_145600/145558/methane_eoe_atmosphere.jpg
(Encyclopedia of Earth)

Vývoj populácie Homo sapiens 10 000 BC po dnešok

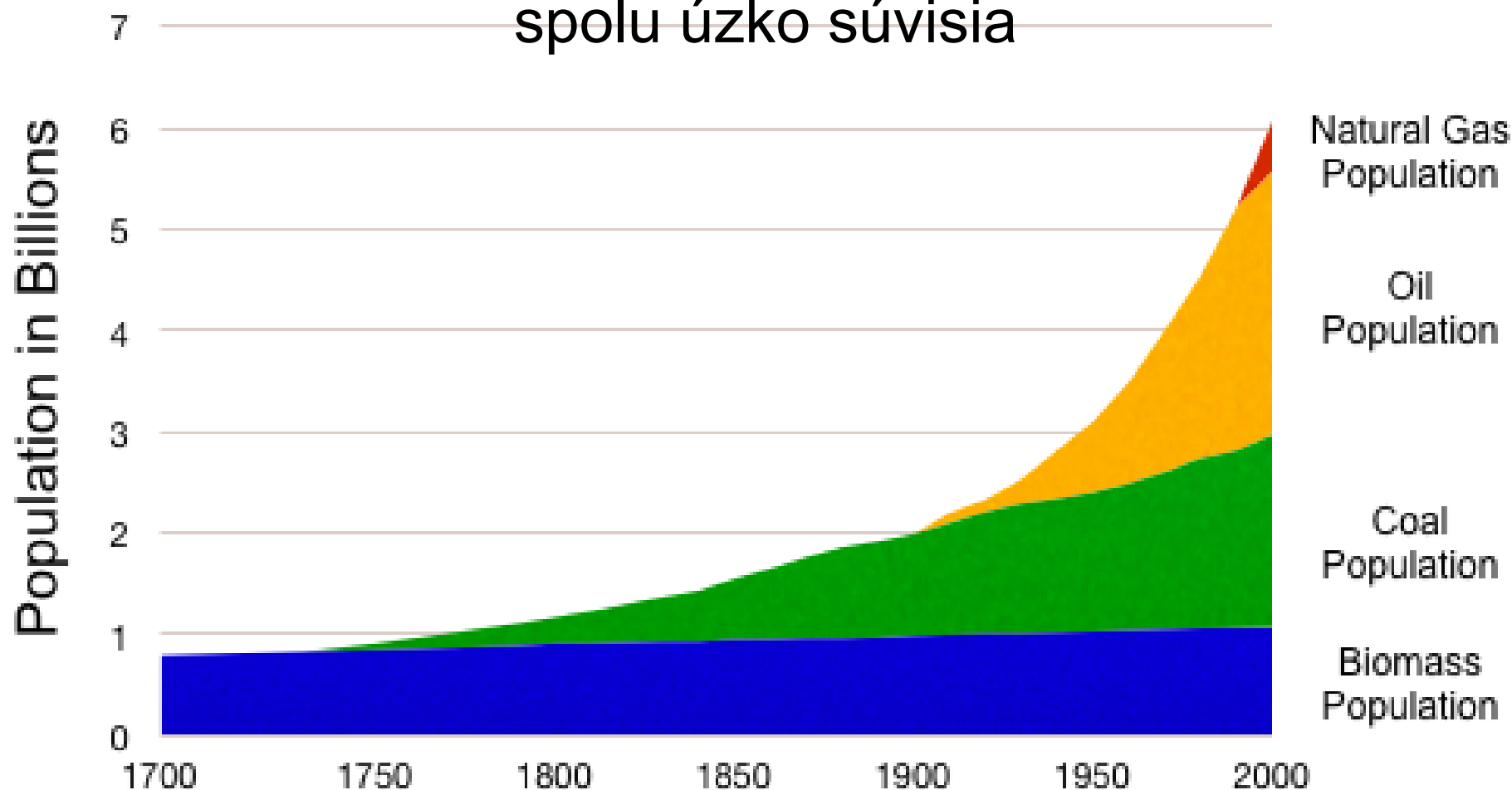
Agrárna revolúcia – od 10 miliónov k 1 miliarde okolo roku 1800



Vývoj populácie Homo sapiens – **Priemyselná revolúcia 1800 - 2012**

Pop. Size...	Reached in...	Interval between next 1 Bln people
1 Billion	1804	
2 Billion	1927	123 years later
3 billion	1960	33 years later
4 Billion	1974	14 years later
5 Billion	1987	13 years later
6 Billion	1999	12 years later
7 Billion	2013	14 years later
8 Billion	2028	15 years later

Téza: rast svetovej populácie a spotreby **energie** spolu úzko súvisia

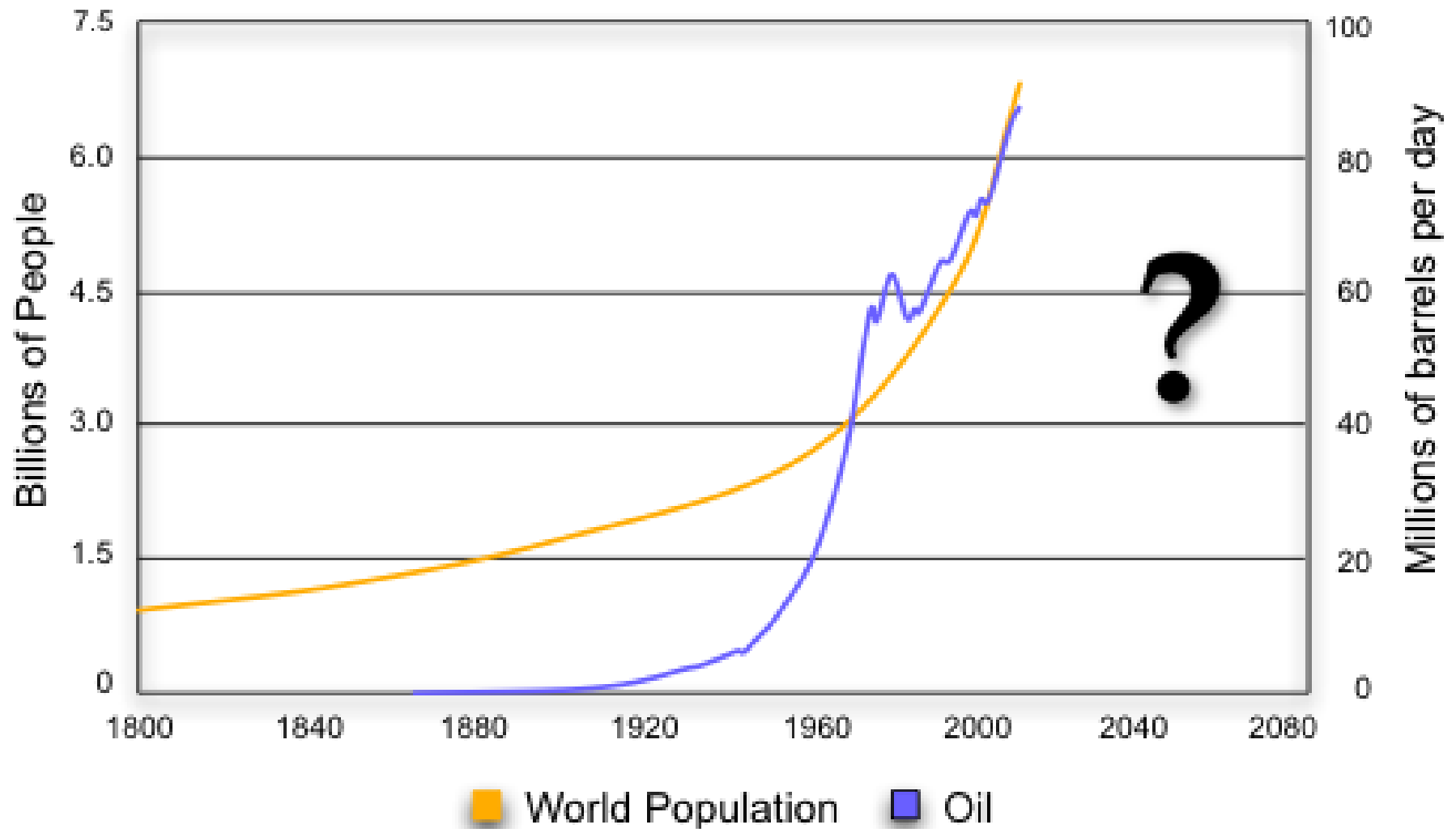


Data: *Population and Energy*, Graham Zabel

Graph: [PostPeakLiving.com](http://www.postpeakliving.com)

<http://www.postpeakliving.com/peak-oil-primer> Note: do roku 1900 hrala významnú úlohu aj geografická expanzia – napr. západ USA, Južná Afrika, Austrália...

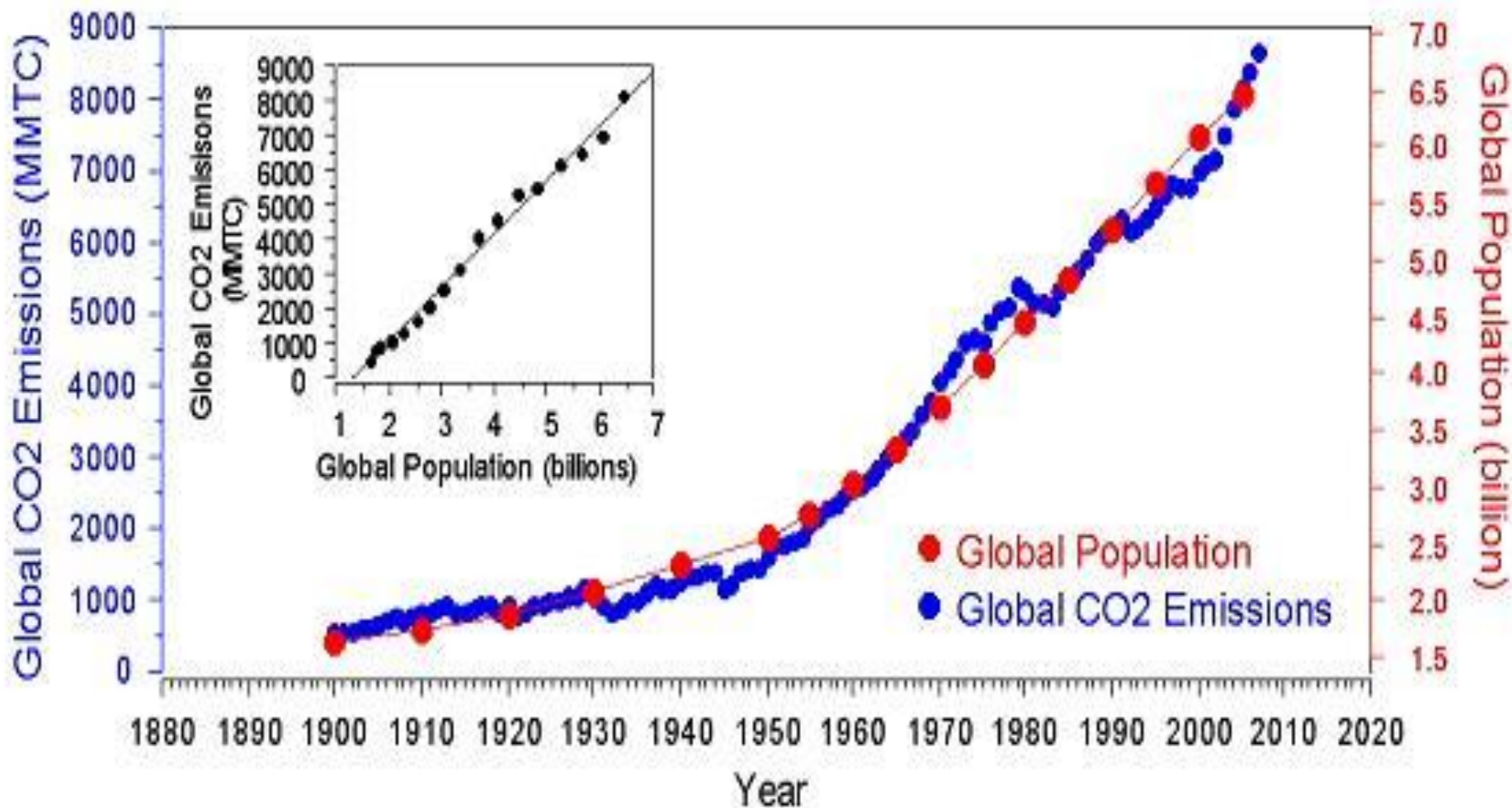
Rast svetovej populácie a spotreby ropy



www.PostPeakLiving.com

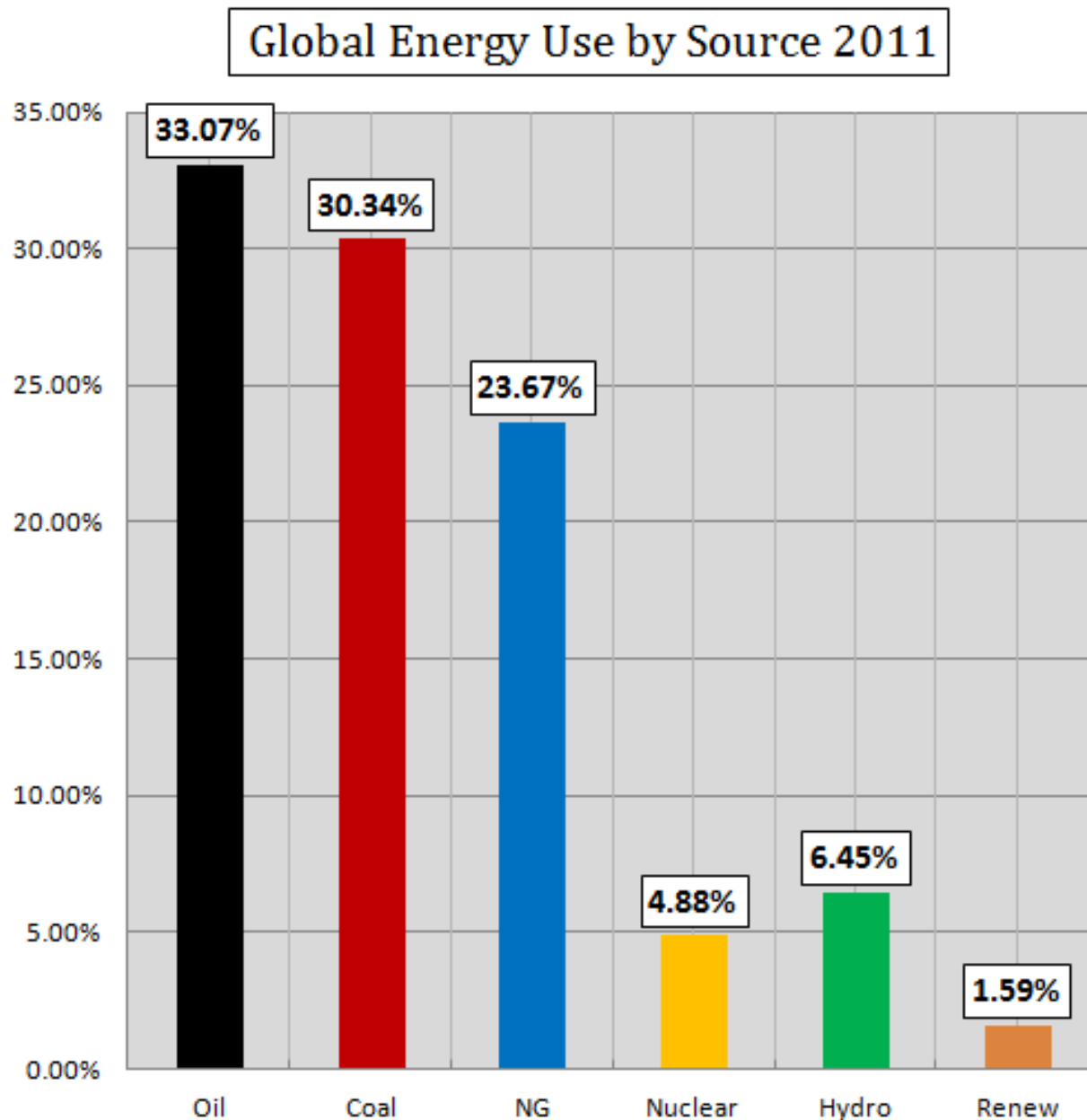
Data from U.N., BP Statistical Review

Rast a svetovej populácie a emisií CO₂

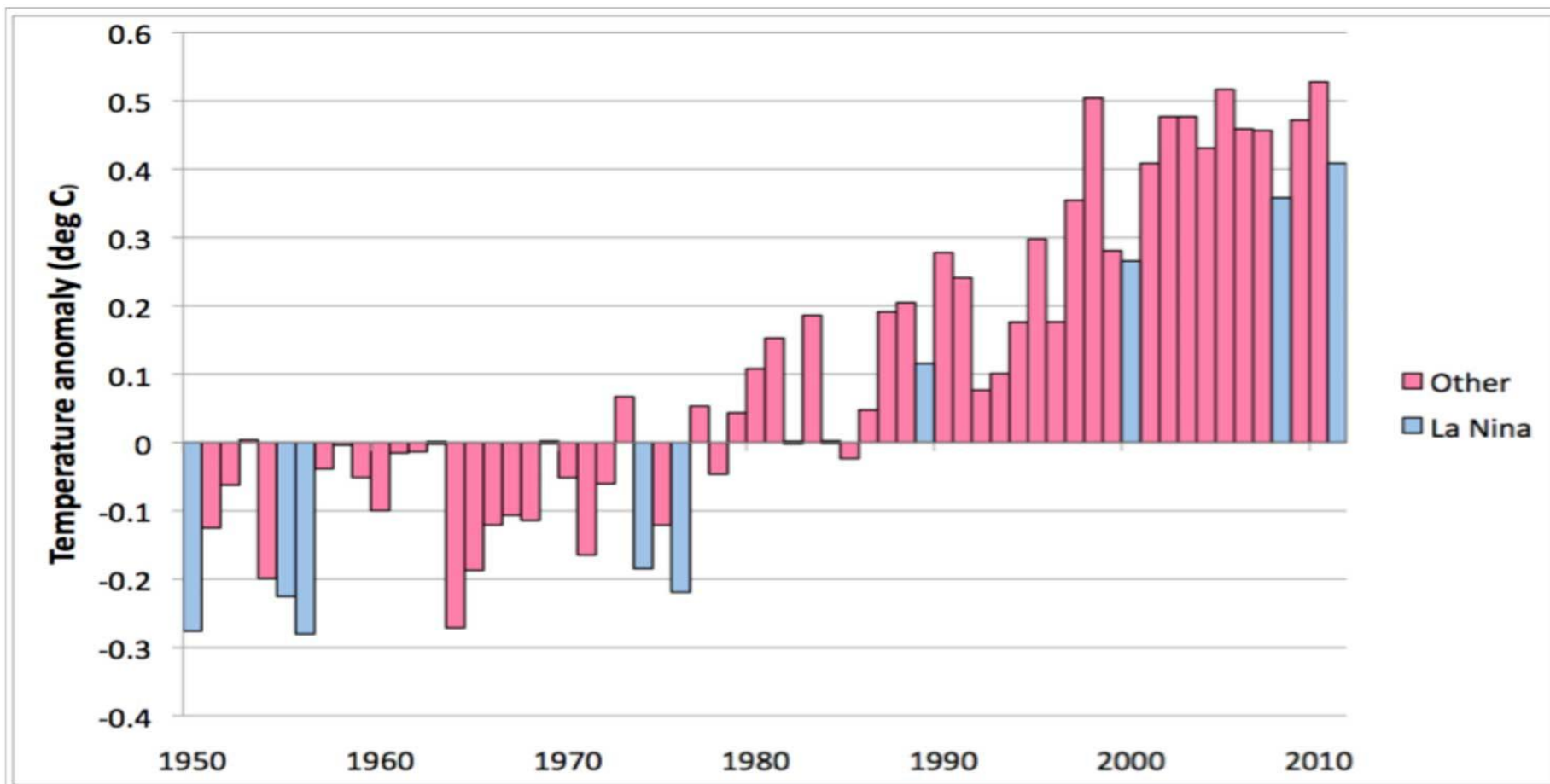


Štruktúra
globálnej
spotreby
energie:

Fosílné
palivá –
87%
celkovej
spotreby

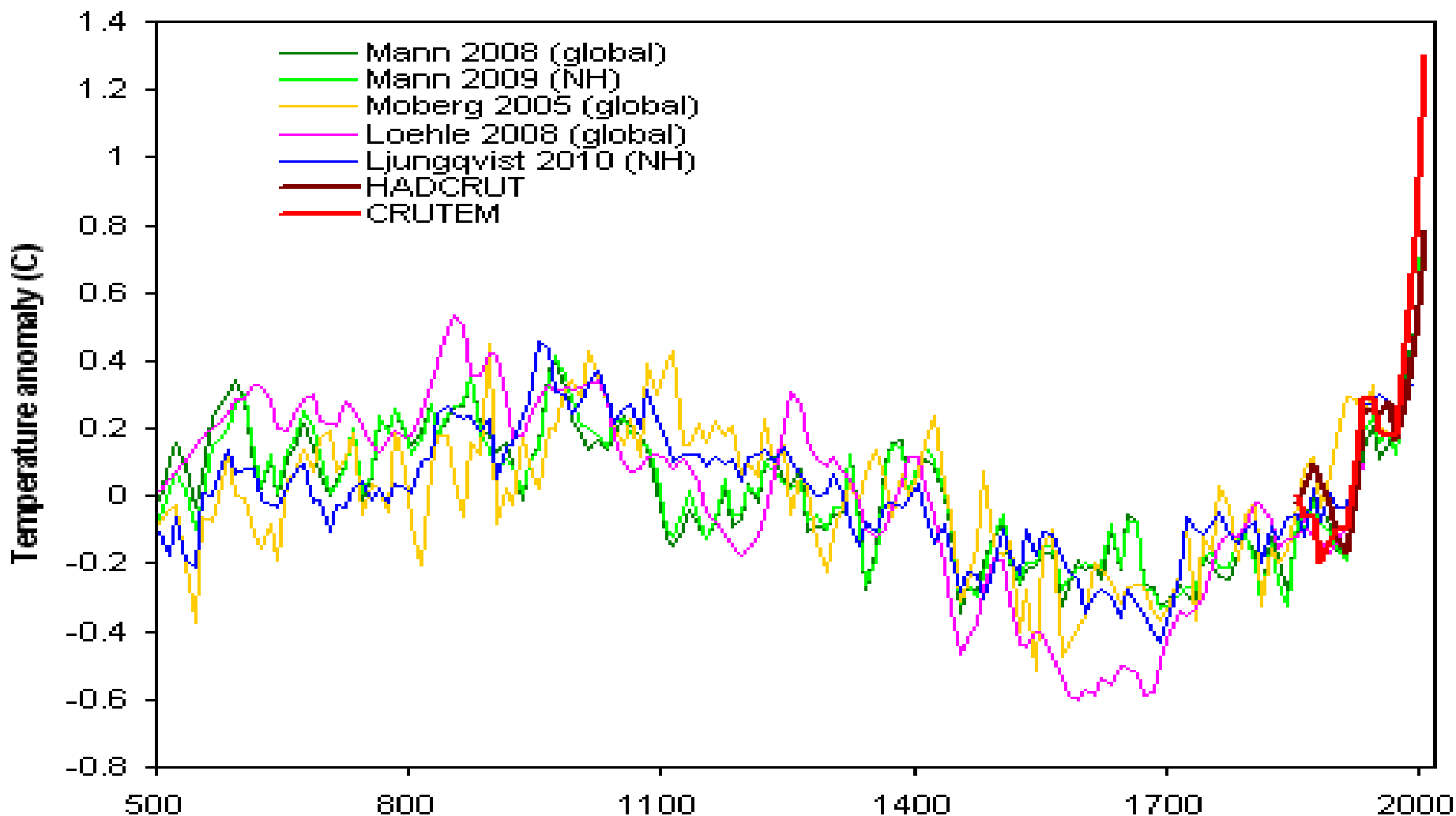


Čo sa deje s klímou v posledných dekádach?



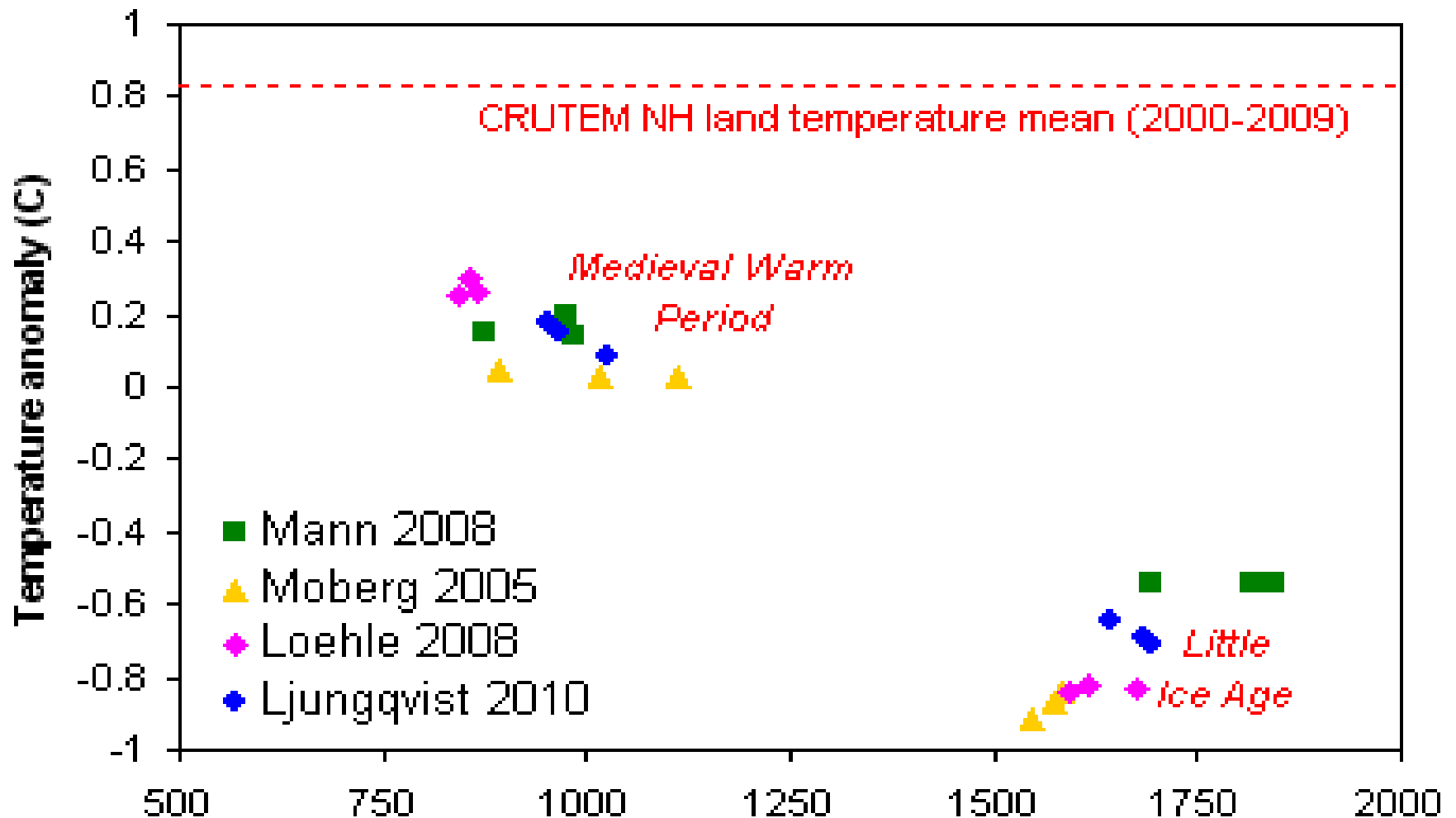
Average of NOAA, GISS, and HadCRUT annual global surface temperature anomalies. Blue bars indicate years influenced by La Niña events. 2011 is the warmest La Niña-influenced year on record (Source: [WMO](http://www.wmo.int)) (2011 - the 5th-largest La Niña influence since 1950, and the largest since 1974) <http://www.skepticalscience.com/prediction-new-surface-temperature-record-2013.html>

Čo sa deje s klímou v posledných dekádach?



Comparison of northern hemisphere and global temperature reconstructions. Northern hemisphere instrumental temperature records shown for comparison ([CRUTEM land only, and HADCRUT land/ocean](#)).

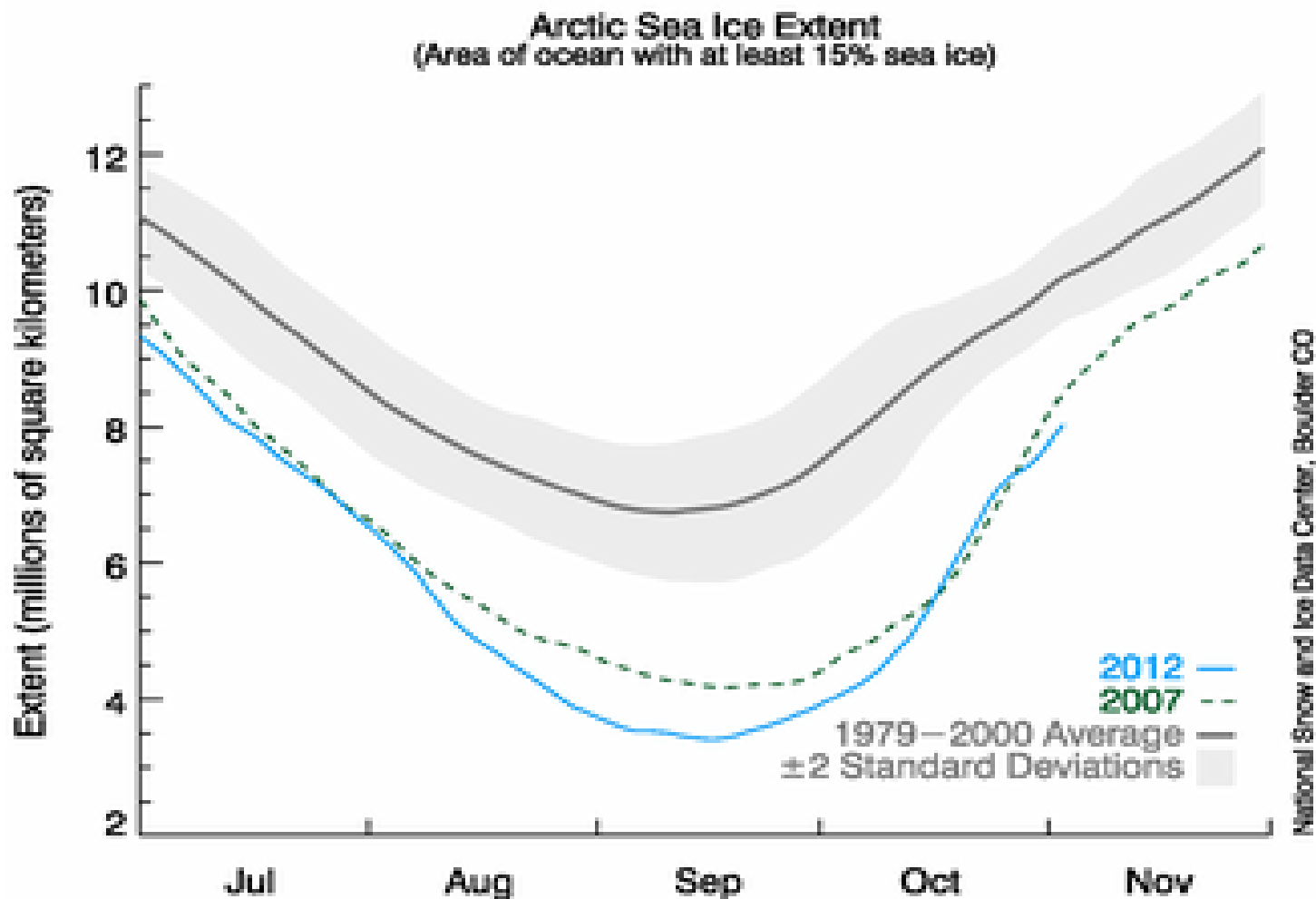
<http://www.skepticalscience.com/new-remperature-reconstruction-vindicates.html>



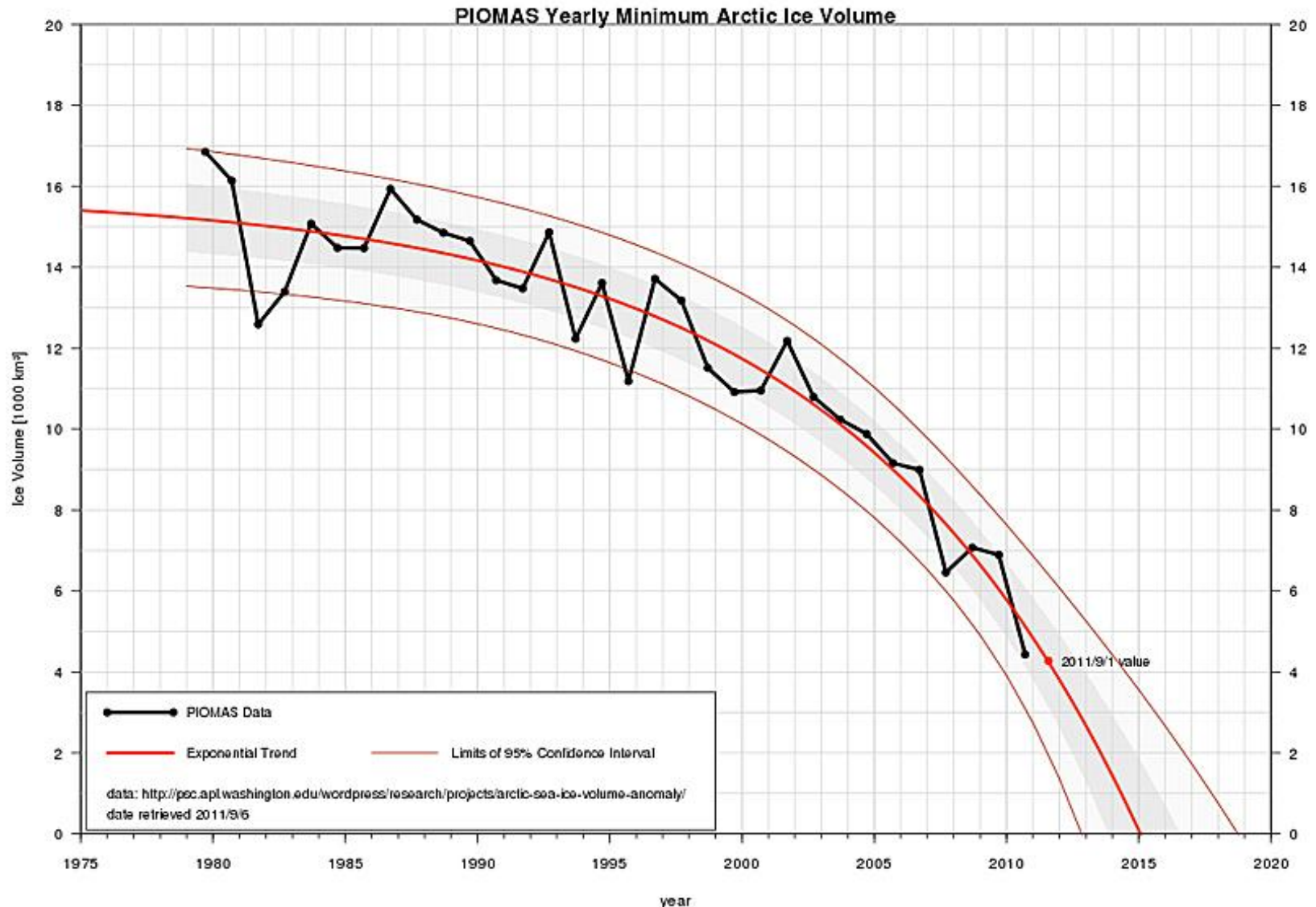
Warmest decades of the Medieval Warm Period, and coolest decades of the Little Ice Age, after re-centering each reconstruction to match the instrumental temperature record during the period of overlap

<http://www.skepticalscience.com/new-temperature-reconstruction-vindicates.html>

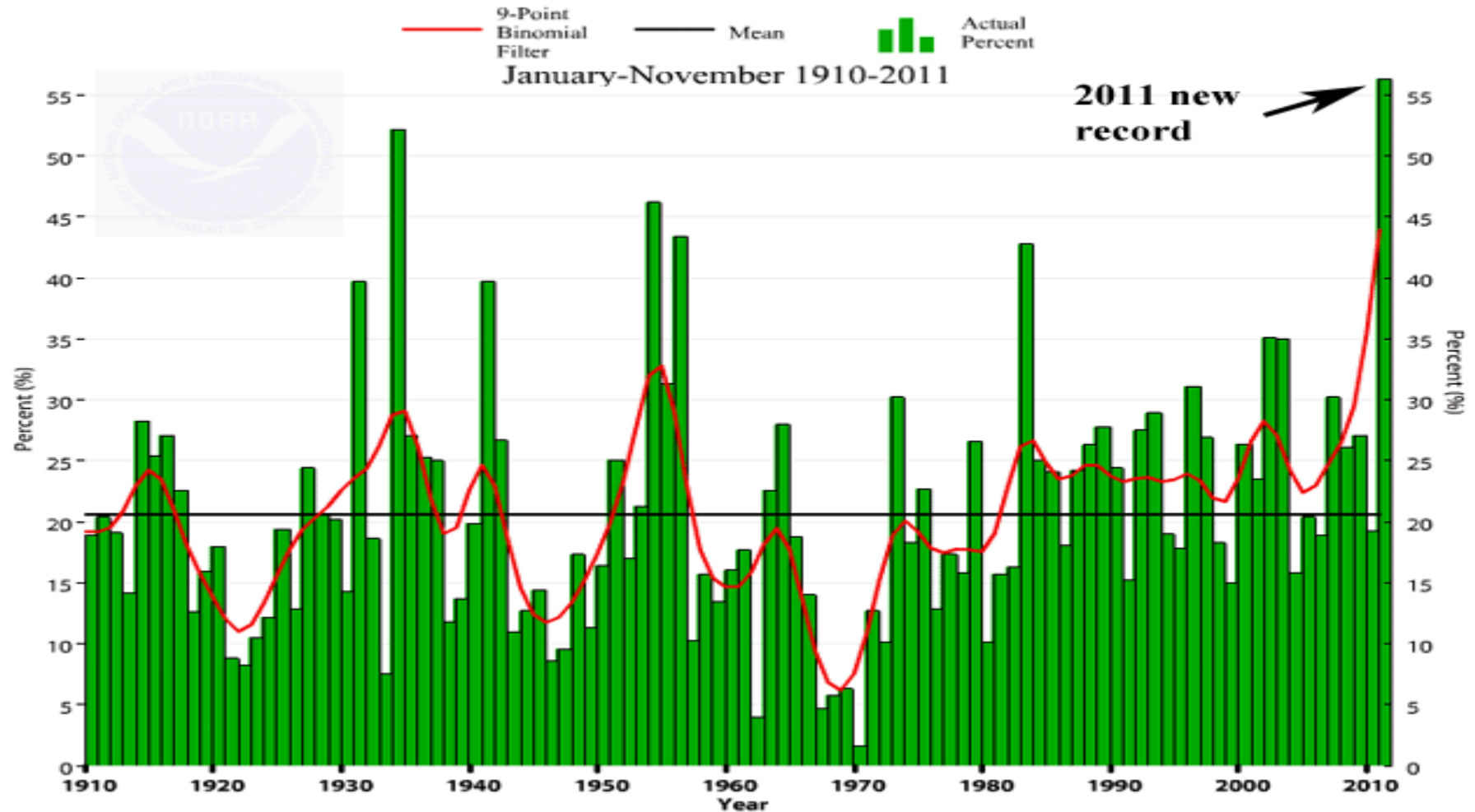
Arktída: kanárik v uhoľnej bani: Vývoj **rozlohy** plávajúceho ľadu – satelitné merania 1979 – 2012 4.11.2012



Vývoj a prognóza **objemu** plávajúceho ľadu v Arktíde - leto 2012: zmena albeda, akcelerácia



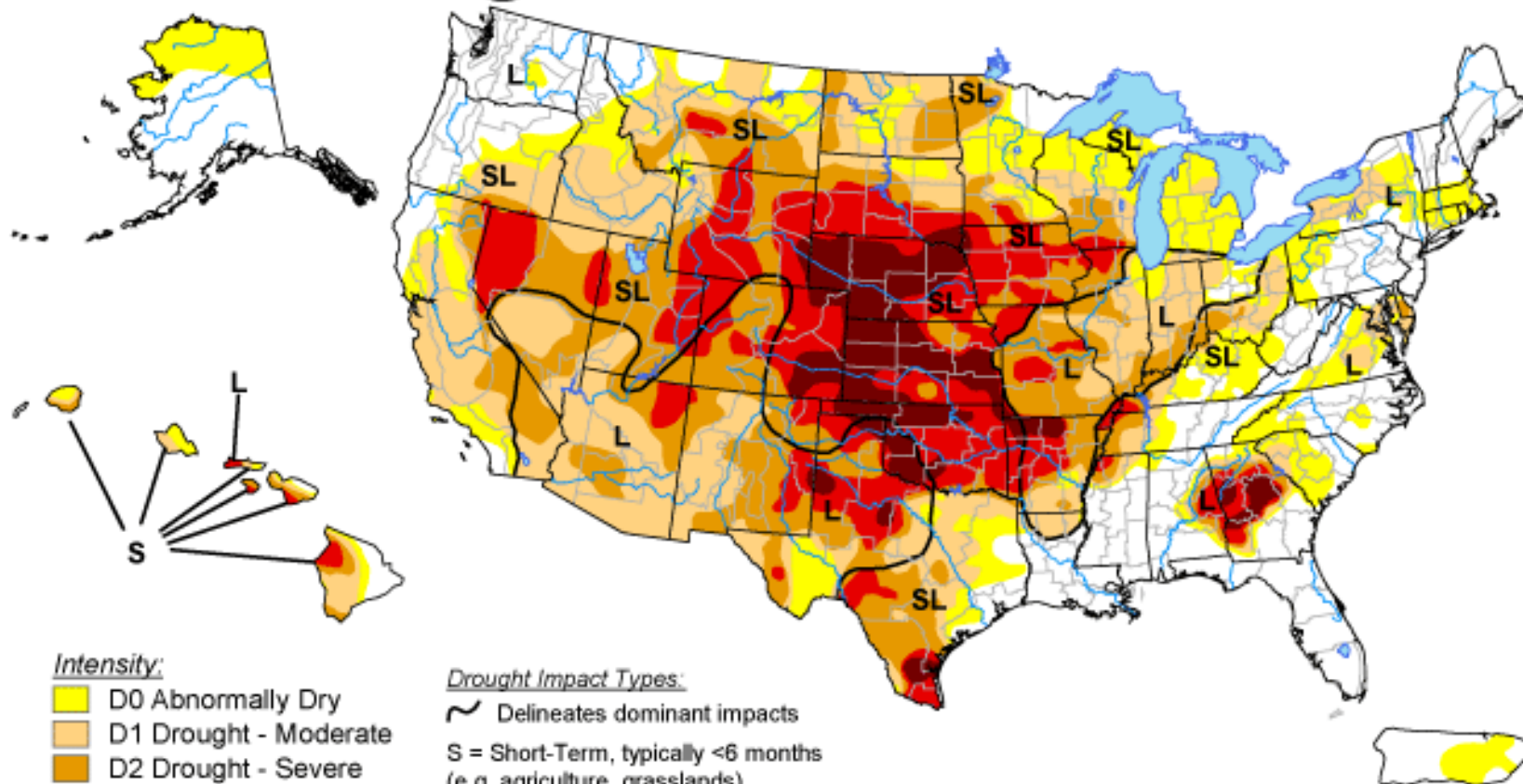
Percentage of U.S. in severe drought or extremely wet



Percentage of the contiguous U.S. either in severe or greater drought (top 10% dryness) or extremely wet (top 10% wetness) during the period January - November, as computed using NOAA's Climate Extremes Index. Remarkably, more than half of the country (56%) experienced either a top-ten driest or top-ten wettest year, a new record. Image credit: NOAA/NCDC <http://www.wunderground.com/blog/JeffMasters/article.html>

U.S. Drought Monitor

September 11, 2012
Valid 7 a.m. EDT



The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

<http://droughtmonitor.unl.edu/>



Released Thursday, September 13, 2012

Author: David Simeral, Western Regional Climate Center

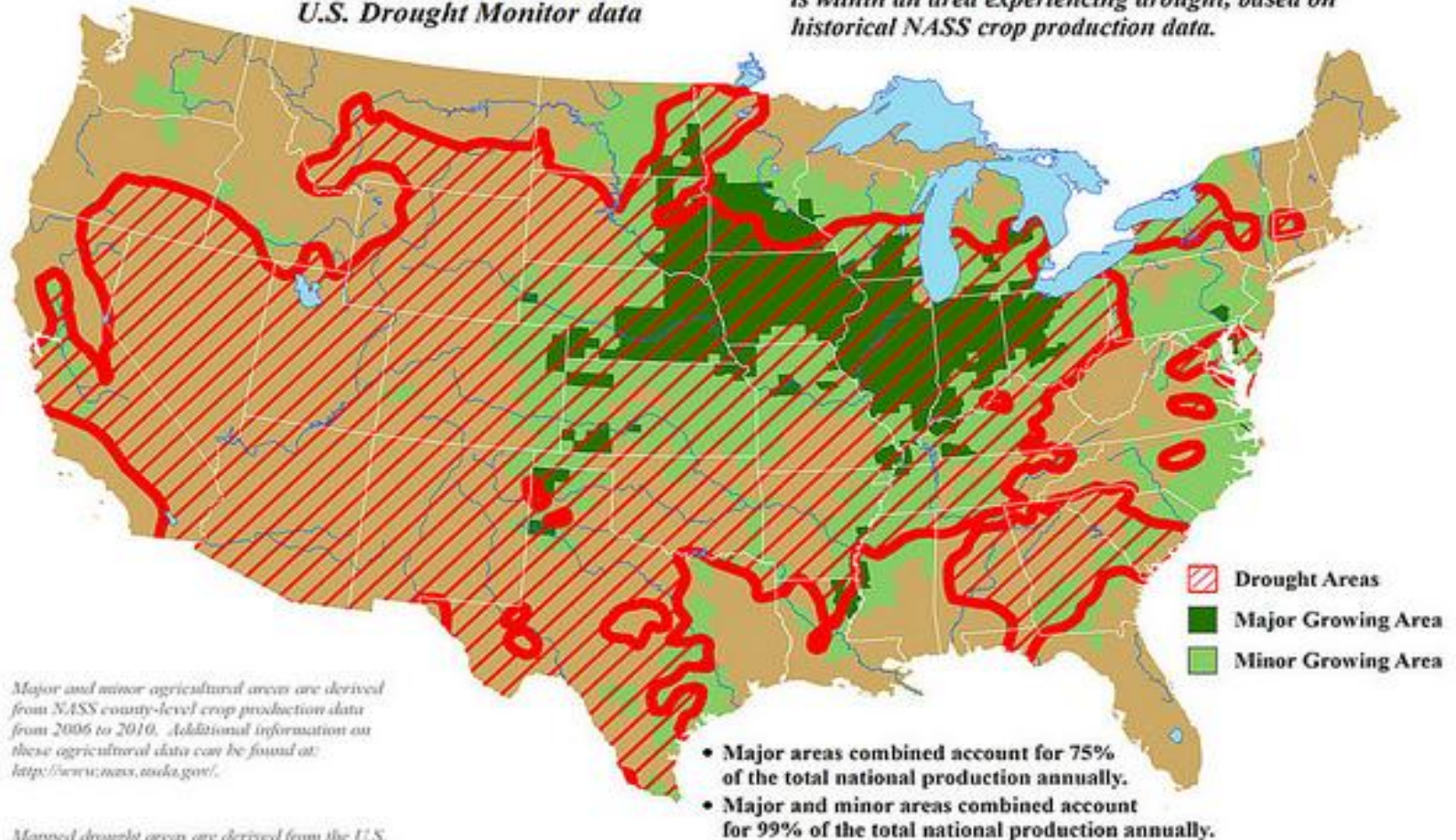
http://droughtmonitor.unl.edu/12_week.gif

Suchá: hrozba potravinovej bezpečnosti pre 7 miliárd ľudí (USA: najväčší svetový exportér zrnín)

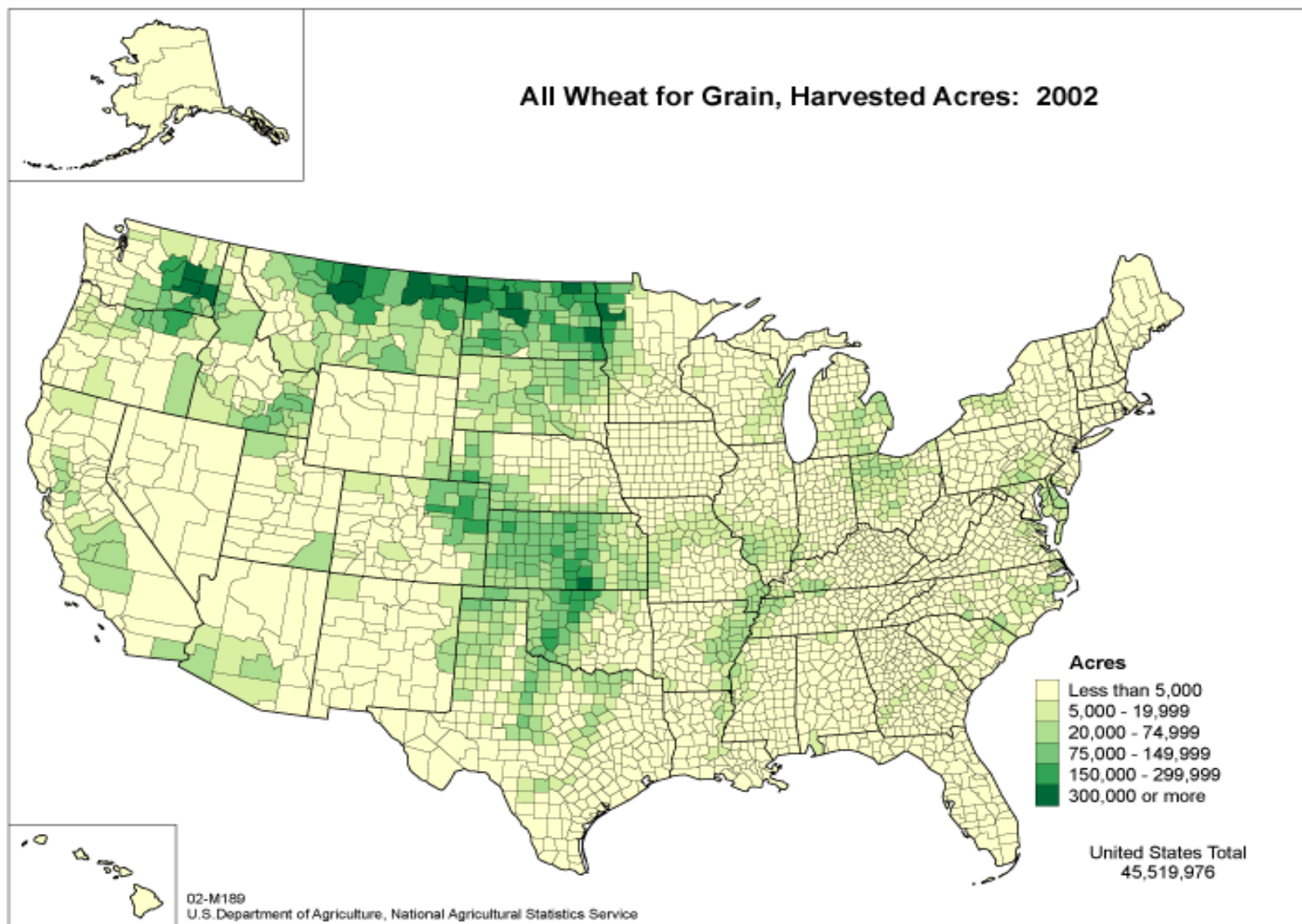
U.S. Corn Areas Experiencing Drought

Reflects July 17, 2012
U.S. Drought Monitor data

Approximately **88%** of the corn grown in the U.S.
is within an area experiencing drought, based on
historical NASS crop production data.



Suchá: hrozba potravinovej bezpečnosti pre 7 miliárd ľudí (USA: najväčší svetový exportér zrnín)



Dust Bowl, 1930 - 1936



Index cien potravín FAO: Drahé potraviny = „nová“ realita (9/2012) Ruská tepelná vlna 2010



Mark Lynnas - Six Degrees

- +1 C: droughts and deserts expanding in the
USA up to Saskatchewan
hurricanes in S. Atlantic (Catarina 2004)
- +2 C: wild fires in Amazon region,
desert expanding in northern China,
massive floods in Southern China,
Sahara crosses Mediterranean Sea

Ako rýchlo sa môže klíma meniť? Do akej výšky?

Čo vieme z „veľkého topenia“:

- Rýchlosť stúpania hladín pred cca 15.000 rokmi dosahovala až + 5 metrov za storočie (+1m v 2030?)
- Keď bolo naposledy okolo 360 až 400 ppm CO₂ v atmosfére - v Pliocéne pred 3 a viac miliónmi rokov - hladina oceánov bola o 25 m vyššie ako dnes

Veľká neznáma je rýchlosť dnešných zmien, ale z geologického hľadiska je bezprecedentná:

Ekosystémy nemajú časť na evolučnú adaptáciu a mnohé druhy ani na migráciu k pólom a do vyšších polôh

Platí to aj o agrárnych ekosystémoch, na ktorých civilizácia závisí.

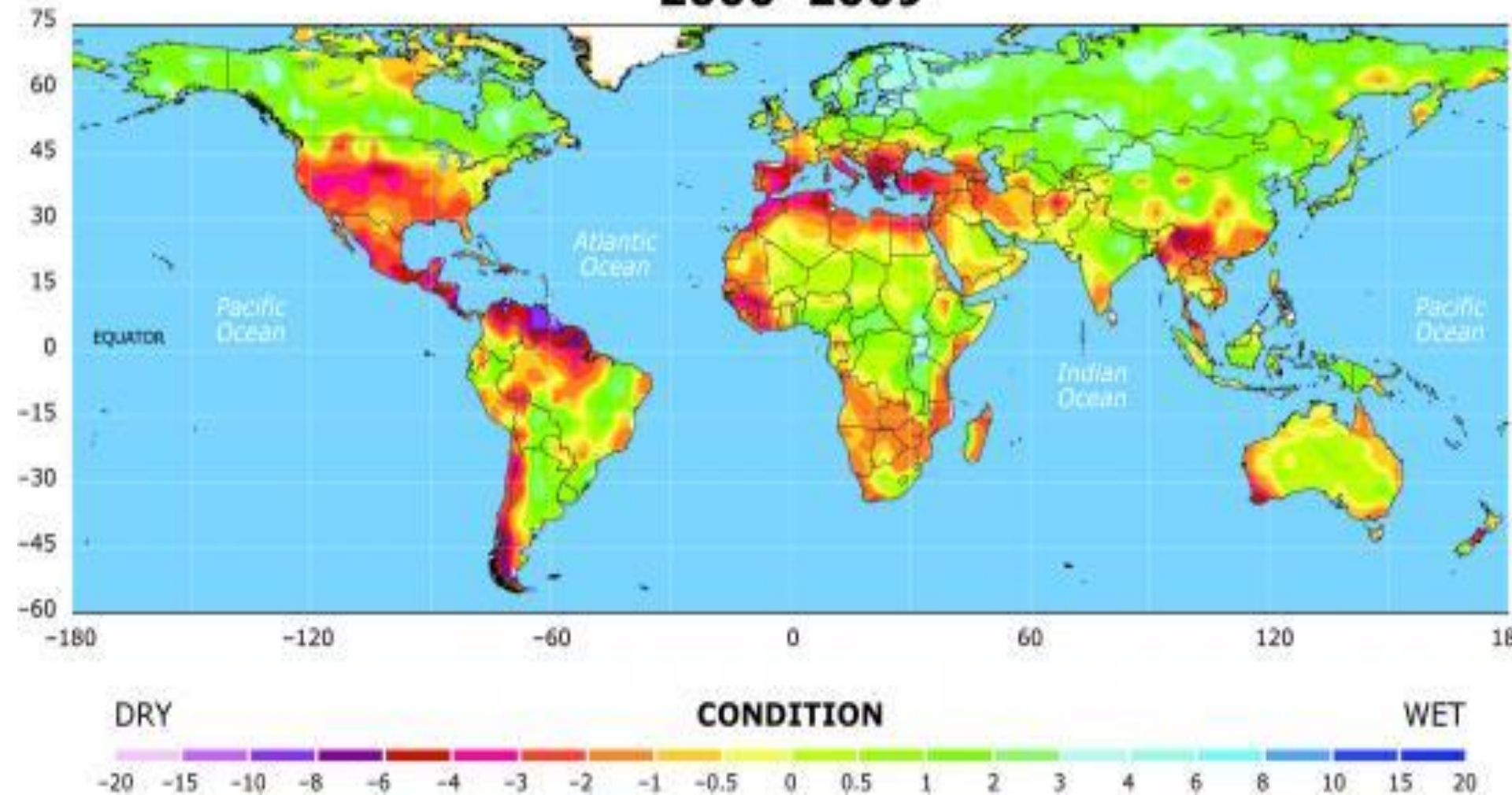
Pozitívne spätné väzby otepľovanie zrýchľujú:

- Suchá a lesné požiare (Amazónia etc.)
- Topenie permafrostu a metánhydrátov
- Topenie ľadu a snehu - zmena albeda

Ako rýchlo sa môže klíma meniť? Do akej výšky?

Palmerov index sucha – dnešný stav

2000–2009

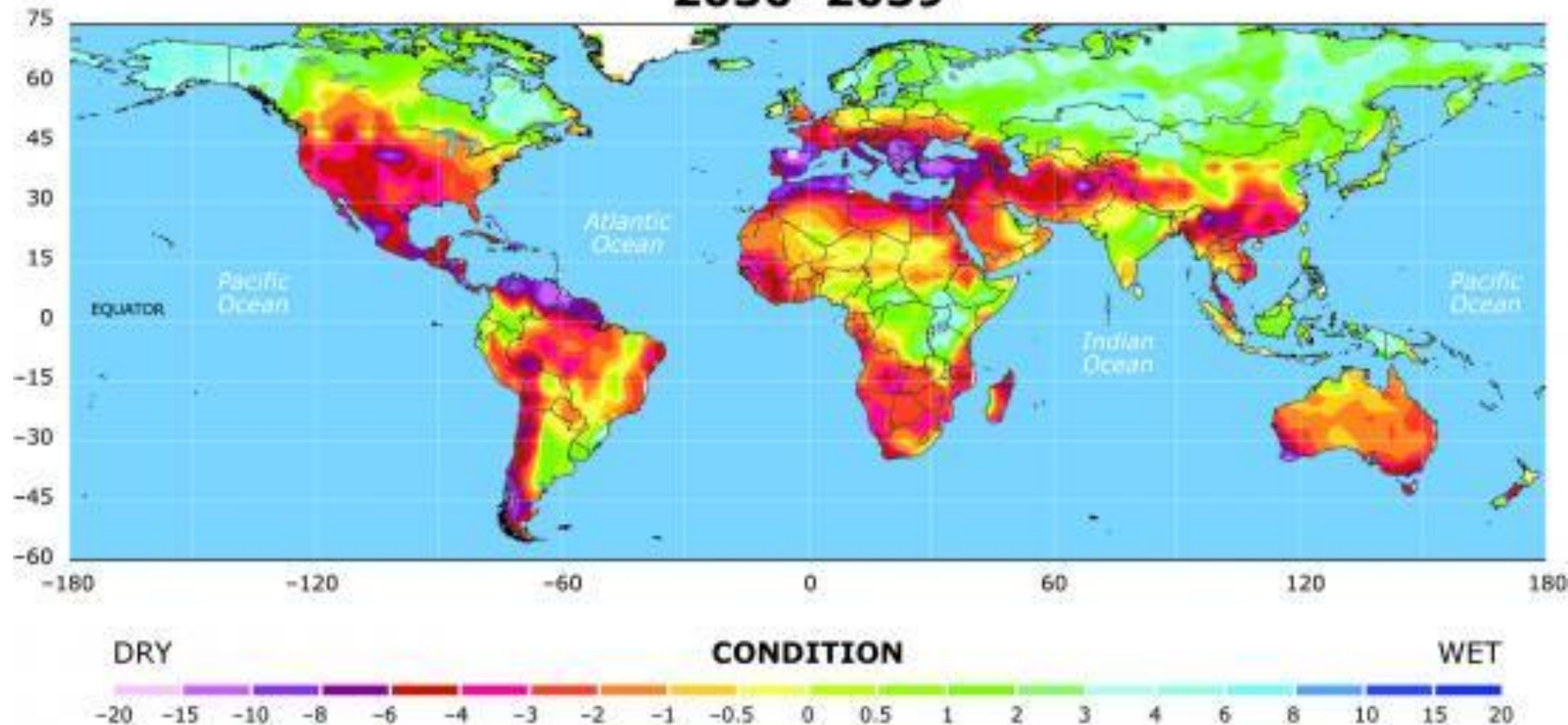


<http://climatechange.foreignpolicyblogs.com/tag/palmer-drought-severity-index/>

Ako rýchlo sa môže klíma meniť? Do akej výšky?

Palmerov index sucha – prognóza I

2030–2039



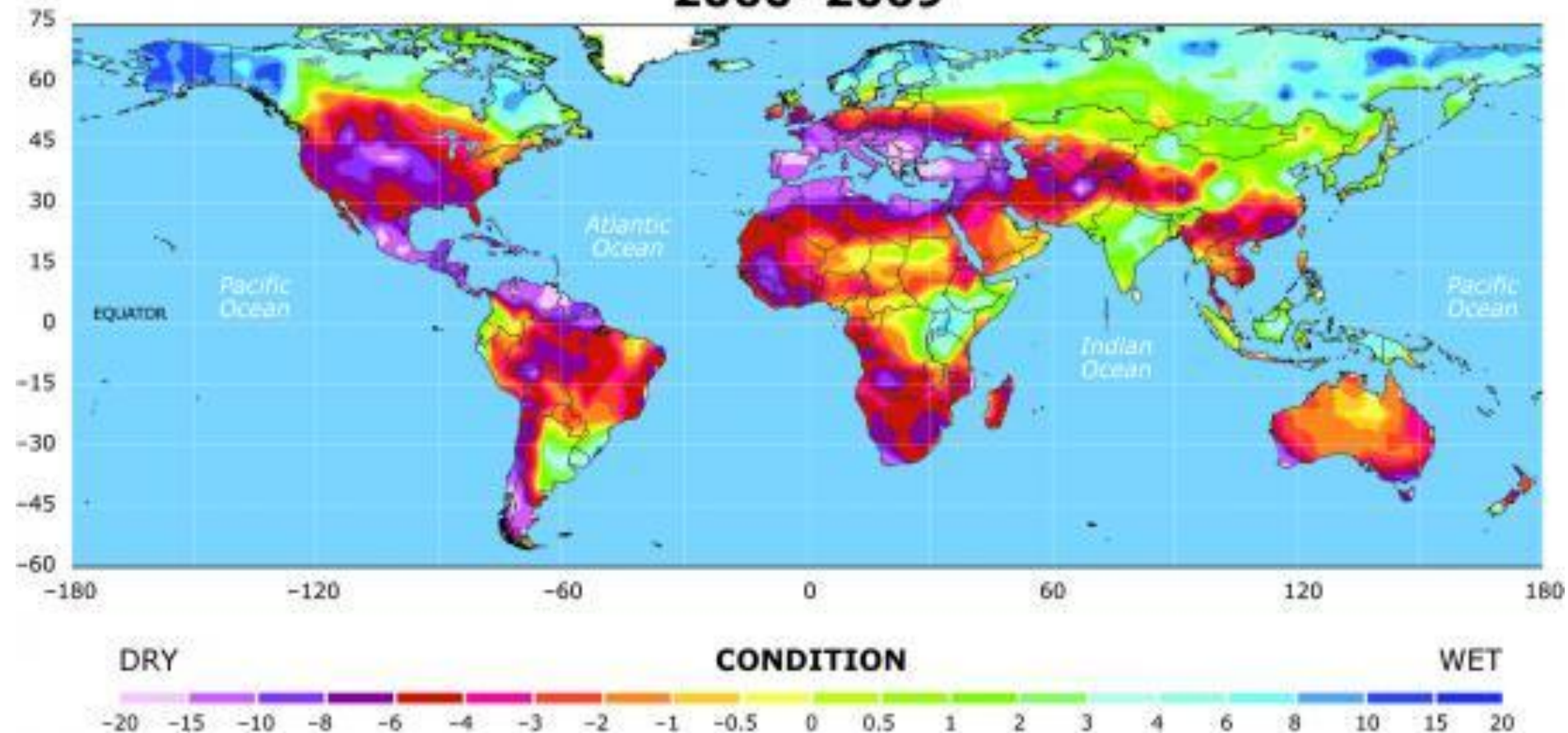
Which regions face Dust-Bowlification - **Palmer Drought Severity Index**
- **reading of -4 or below is considered extreme drought**

- Much of Latin America, including large sections of Mexico and Brazil
- Regions around Mediterranean Sea, which could become especially dry
- Large parts of Southwest Asia, most of Africa and Australia
- Southeast Asia, including parts of China and neighboring countries

Ako rýchlo sa môže klíma meniť? Do akej výšky?

Palmerov index sucha – prognóza II

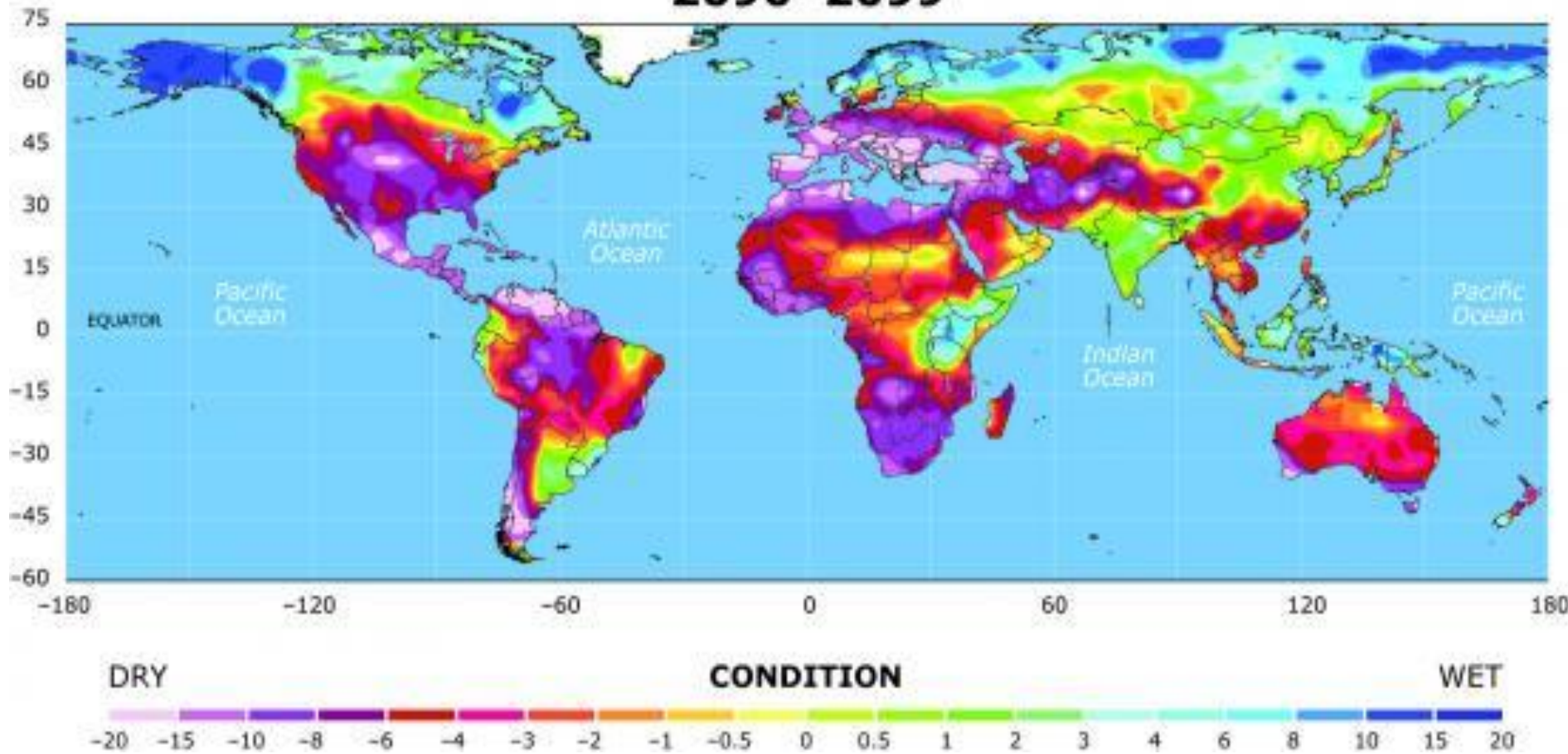
2060–2069



The PDSI in the Great Plains during the Dust Bowl apparently spiked very briefly to -6, but otherwise rarely exceeded -3 for the decade...

<http://climateprogress.org/2010/11/11/veterans-day-2030/>

2090–2099

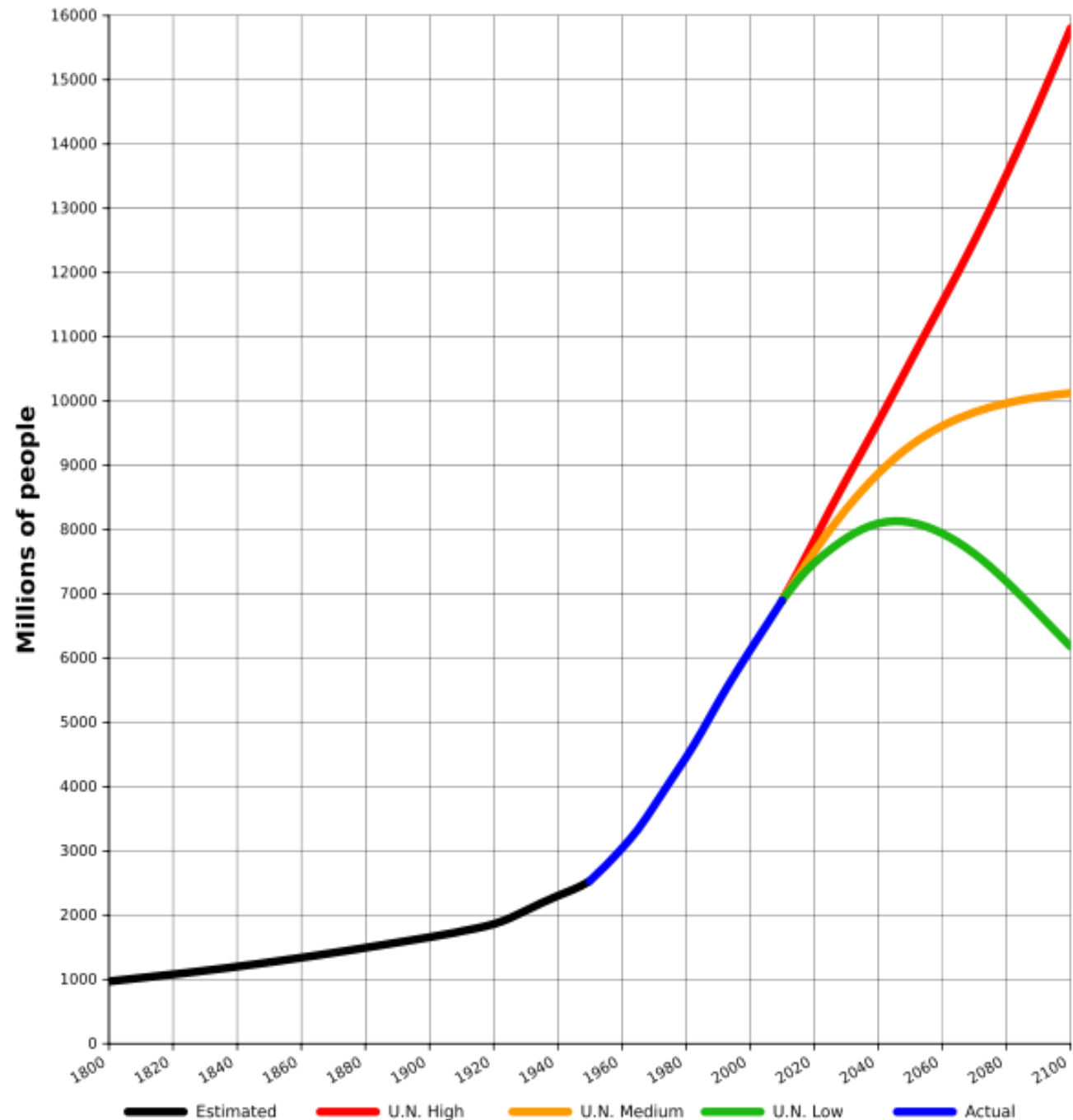


By the end of the century, many populated areas, including parts of the United States, could face readings in the range of -8 to -10, and much of the Mediterranean could fall to -15 to -20

<http://climateprogress.org/2010/12/14/southwest-drought-global-warmin/>

World Population 1800-2100

United Nations Projections 2010



Populačný rast za ostatných 100 rokov
– z menej ako 2 na 7 miliárd ľudí –
a s ním úzko previazaná úroveň súčasnej
globálnej (post)industriálnej, konzumnej (etc.
etc.) civilizácie fundamentálne závisia na:

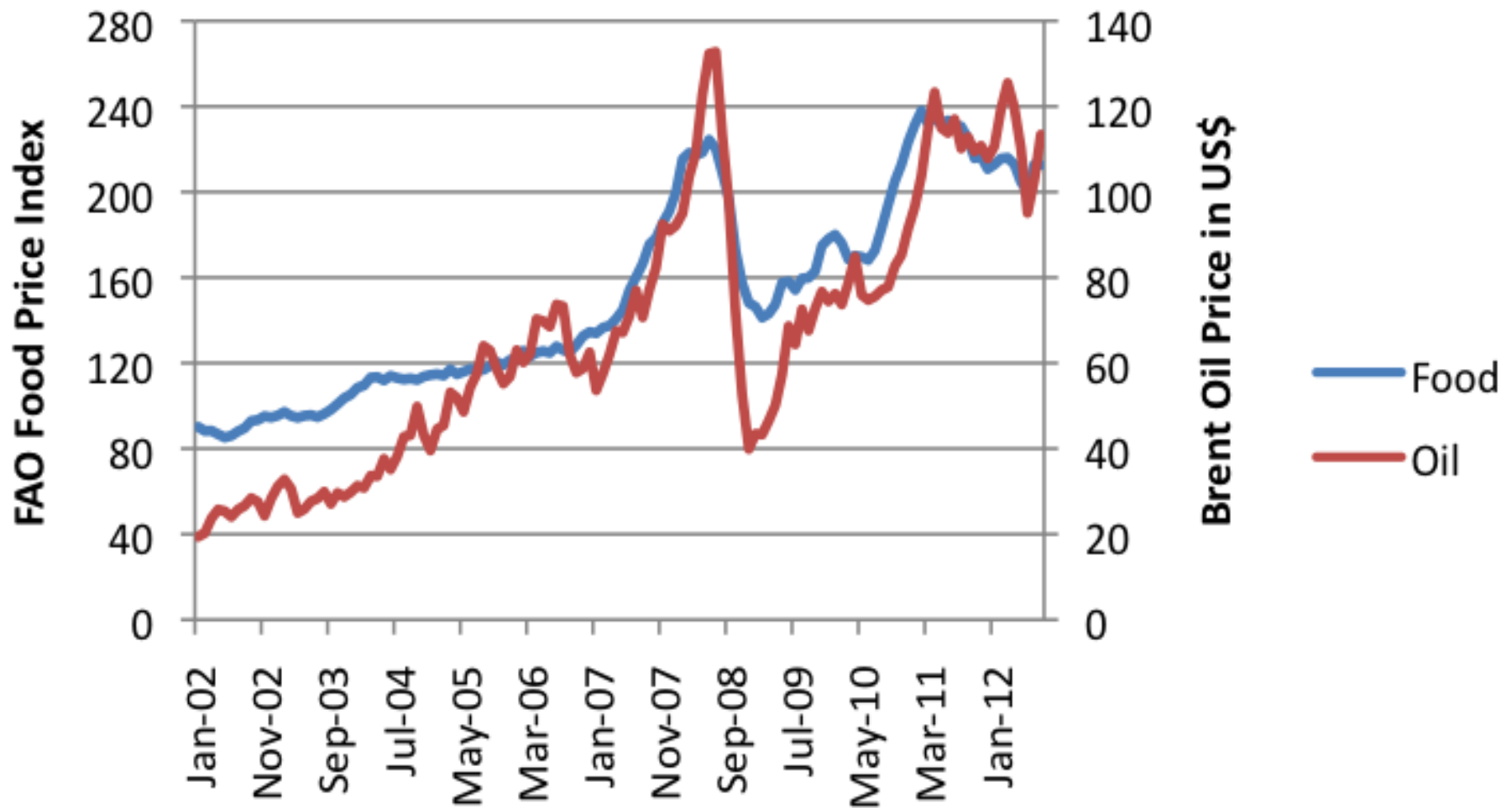
Prebytku lacných potravín

a

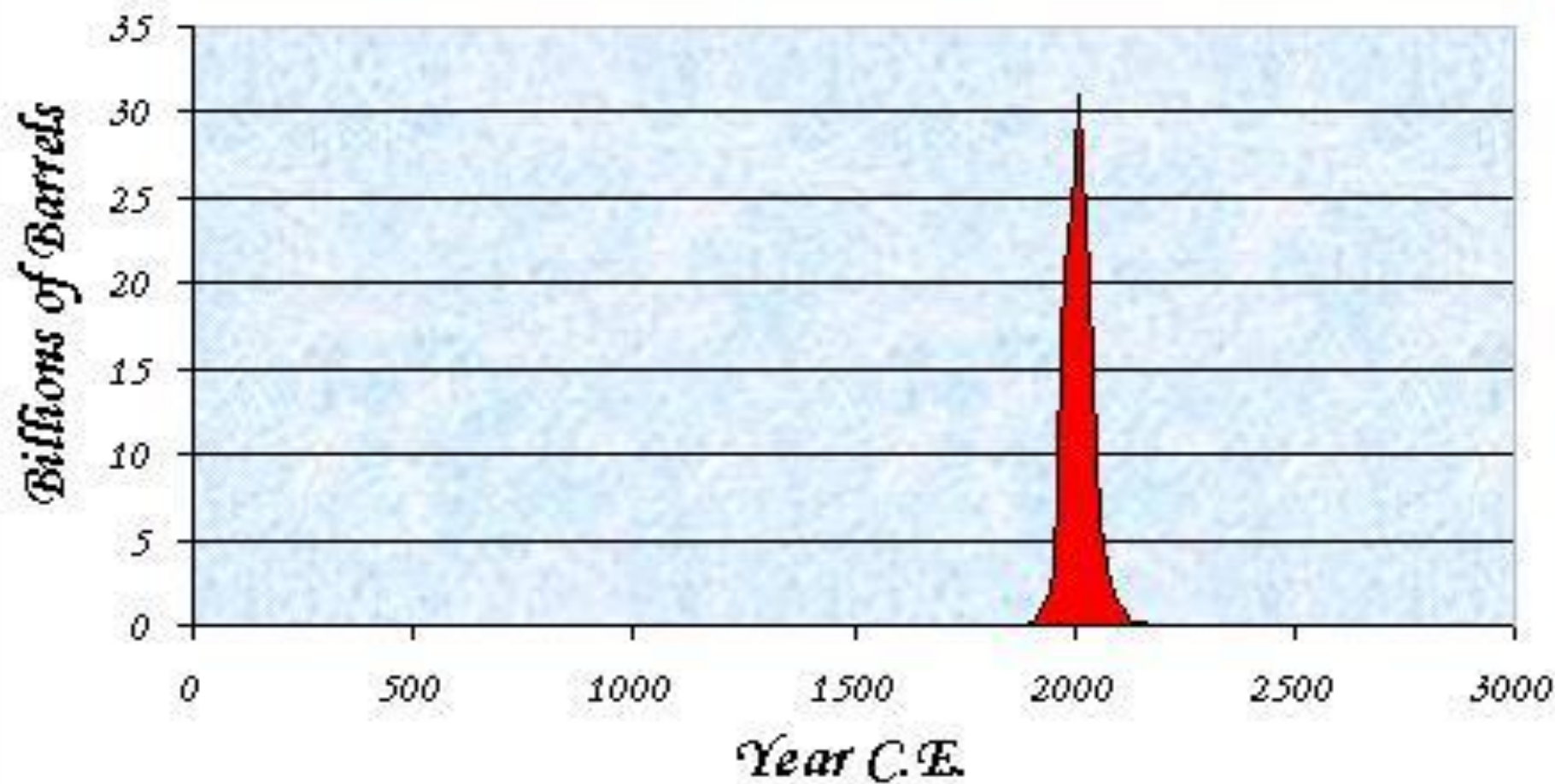
Prebytku lacnej energie
ktoré navzájom úzko súvisia

**Prebytok lacných potravín však končí v
chronologickej súhre akcelerujúcich zmien
klímy a zlomu v produkcii fosílnych palív**

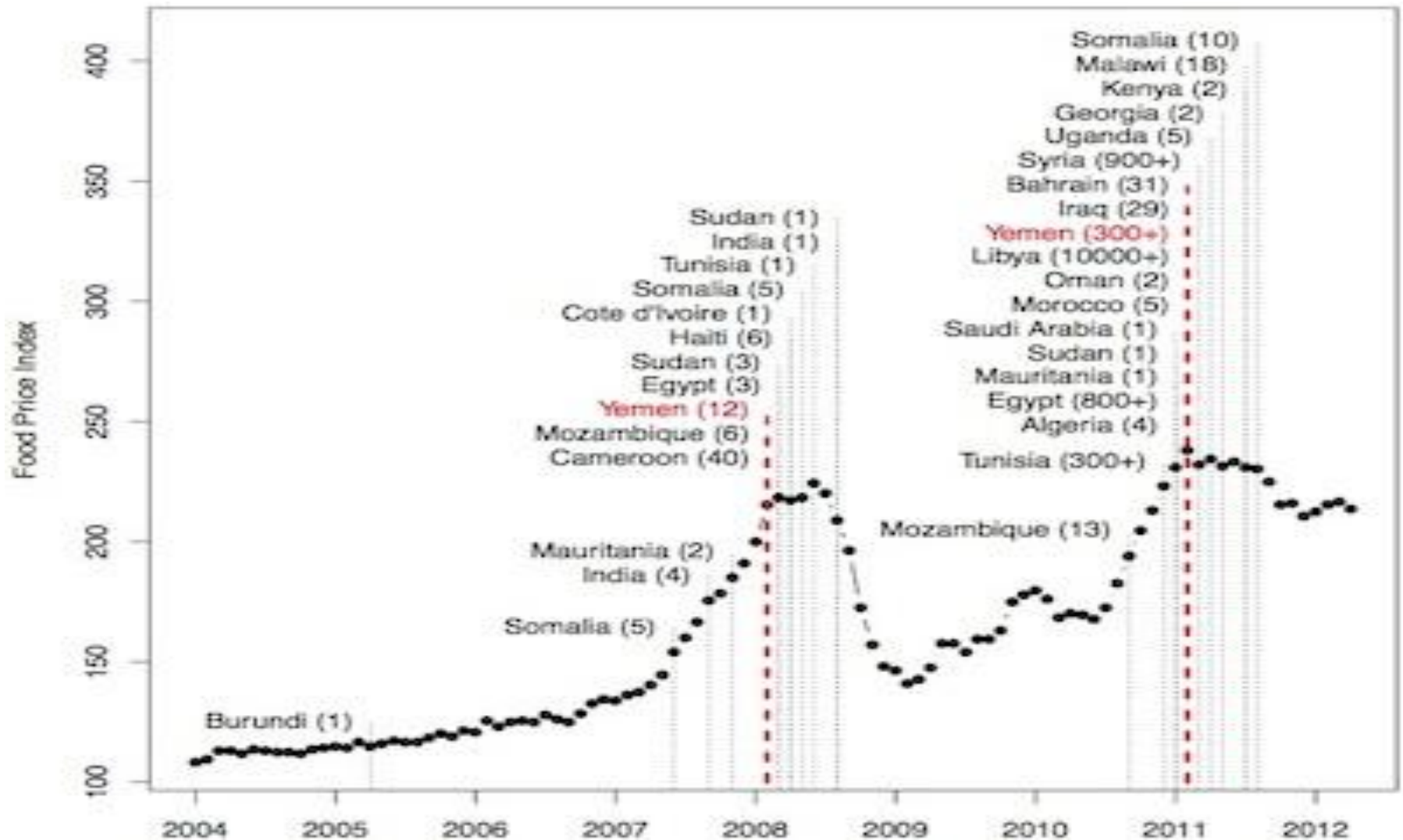
Comparison of Food and Oil Prices



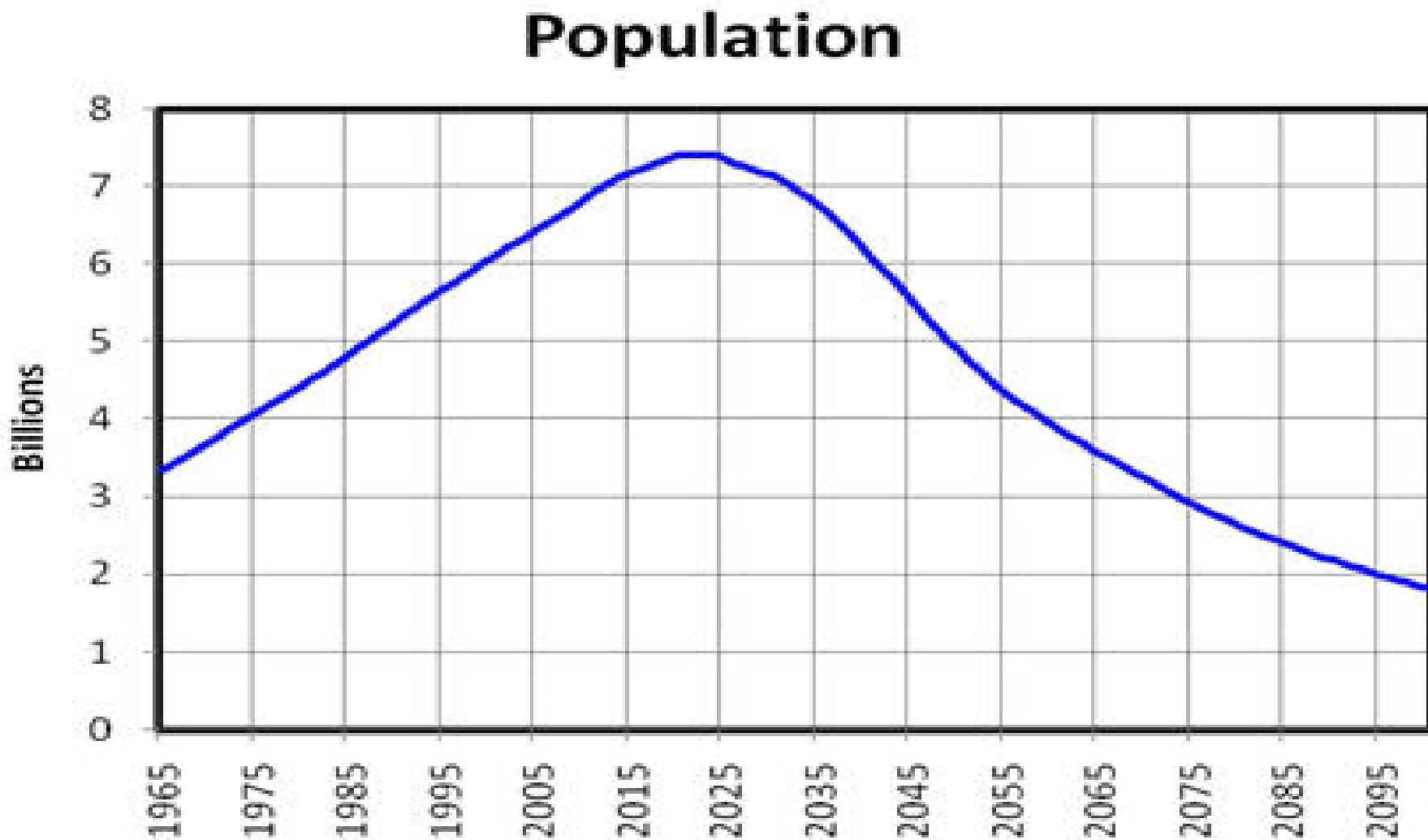
The Age of Oil



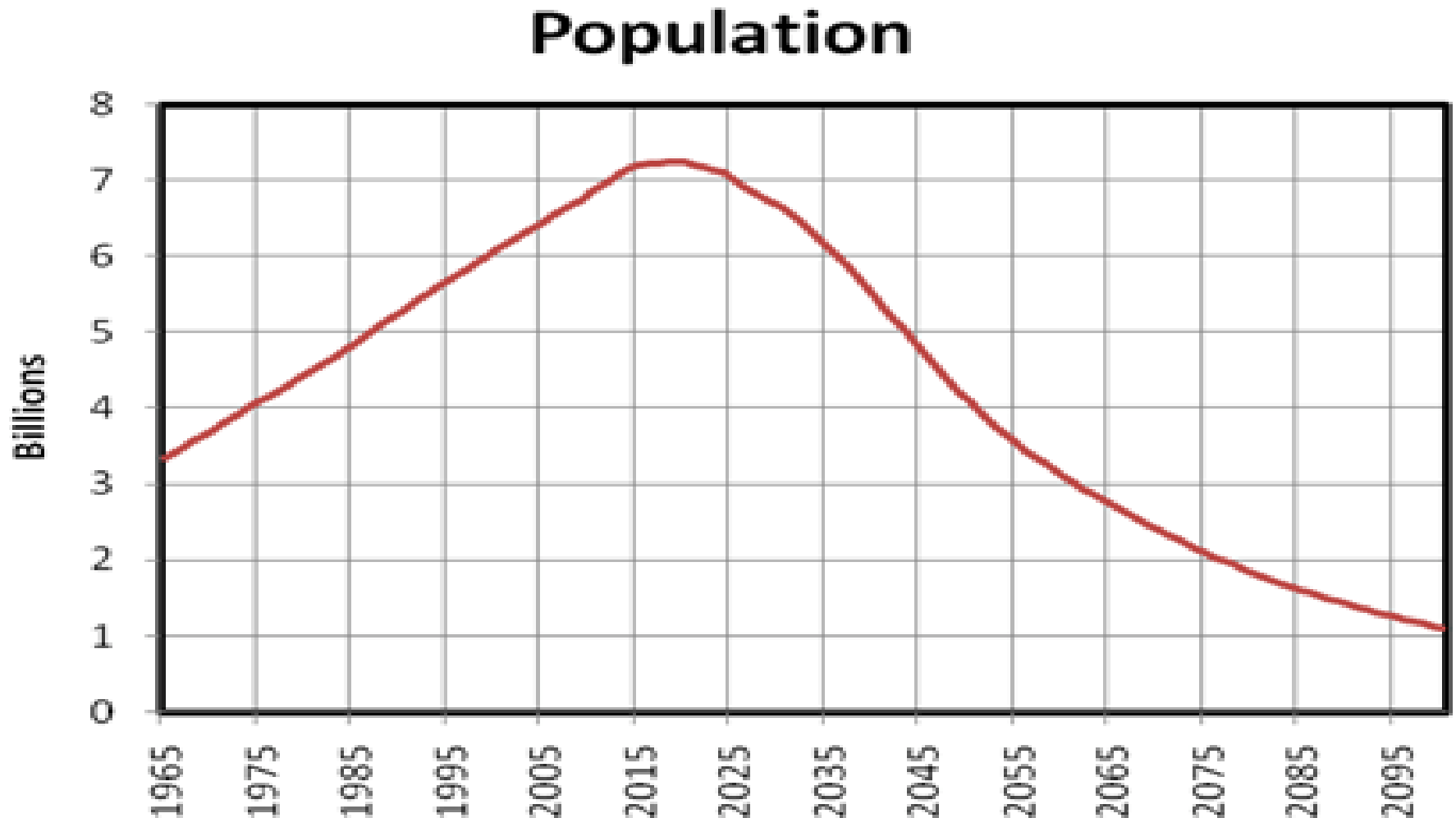
Vývoj indexu cien potravín a výbuchy násilia v chudobných krajinách – „Arabská jar 2011“



Alternatívna prognóza vývoja populácie zohľadňujúca
vyčerpanie dostupných fosílnych palív.
Eliminácia efektu priemyselnej revolúcie



Alternatívna prognóza vývoja populácie zohľadňujúca
vyčerpanie dostupných fosílnych palív a kapacity ekosystémov.
Eliminácia efektu priemyselnej a agrárnej revolúcie



Predpokladané odpovede:

Môžu zmeny klímy „zlomiť“ väzy“ modernej civilizácii?

Áno, môžu.

Je pravdepodobné, že sa tak stane?

Áno, zdá sa, že je to pravdepodobné

Je to nevyhnutné?

Zdá sa, že nie

Ale zostáva veľa otvorených otázok.

Niektoré z otvorených otázok:

- Môže súčasná civilizácia prežiť klimatickú a energetickú (a následne potravinovú a sociálno-ekonomickú) krízu – rýchly ekonomický a sociálny pokles - bez krvavých revolúcií a vojen?
 - MENA ponúka rám obrazov budúcnosti už dnes
- Dokáže to bez revolúcií a vojen Európa/ krajiny mierneho klimatického pásma?
 - zvládnutie vnútroeurópskej migrácie na sever, schudobnenia strednej triedy, sociálnej polarizácie
- Dokážu sa USA, Čína a EU dohodnúť na účinnom a rýchlom znižovaní emisií CO₂ a CH₄? Kyoto, Kodaň etc. nedávajú dôvody k optimizmu.
- Alebo naopak nahradíme pokles ťažby ropy zvýšením spaľovania uhlia?

Niektoré z otvorených otázok:

- Aké je riziko abruptnej zmeny klímy? Dimming efekt 0.9 C môže skokovo eliminovať hlboký pád výroby a dopravy spôsobený napr. bankovým kolapsom, pandémiou chrípky, revolúciou alebo veľkou vojnou v S. Arábii/ Perzskom zálive.

Abruptná zmena by znamenala oveľa menej času na adaptáciu a prípadné mitigačné opatrenia!

- Dokáže civilizácia ak sa to ukáže nevyhnutné zrealizovať účinné geoinžinierske opatrenia na tlmenie CC? Zachová si na ne industriálne kapacity? (Last man on the moon)
- K akej CC sme „committed“? Koľko metánu bude uvoľneného z topiaceho sa permafrostu a metánhydrátov v šelfových moriach? Aký rozsah nadobudnú požiare lesov? – Je „Venušin syndróm“ reálnou možnosťou?

Welcome...



... to the shining future !