

# Klimatické změny

Prof. RNDr. Milan Víturka, CSc.  
ESF MU, Brno



# Co je globální oteplování a klimatická změna

Globální oteplování se týká zvýšení průměrných globálních teplot.

Zvyšování průměrných globálních teplot je z obecného pohledu způsobeno především nárůstem produkce "skleníkových" plynů v důsledku lidských aktivit i přírodních jevů.

Oteplování planety vede ke změnám klimatu, které ovlivňují počasí různými způsoby.

Jaké jsou hlavní indikátory klimatických změn?

Jak vysvětluje americká agentura " National Oceanic and Atmospheric Administration ", existuje sedm hlavních indikátorů jejichž hodnoty v oteplovaném světě rostou a tři indikátory, jejichž hodnoty klesají.

# Indikátory klimatických změn



# Co je skleníkový efekt ?

Termín skleníkové efekt se používá ve spojení s fenoménem globálního oteplování

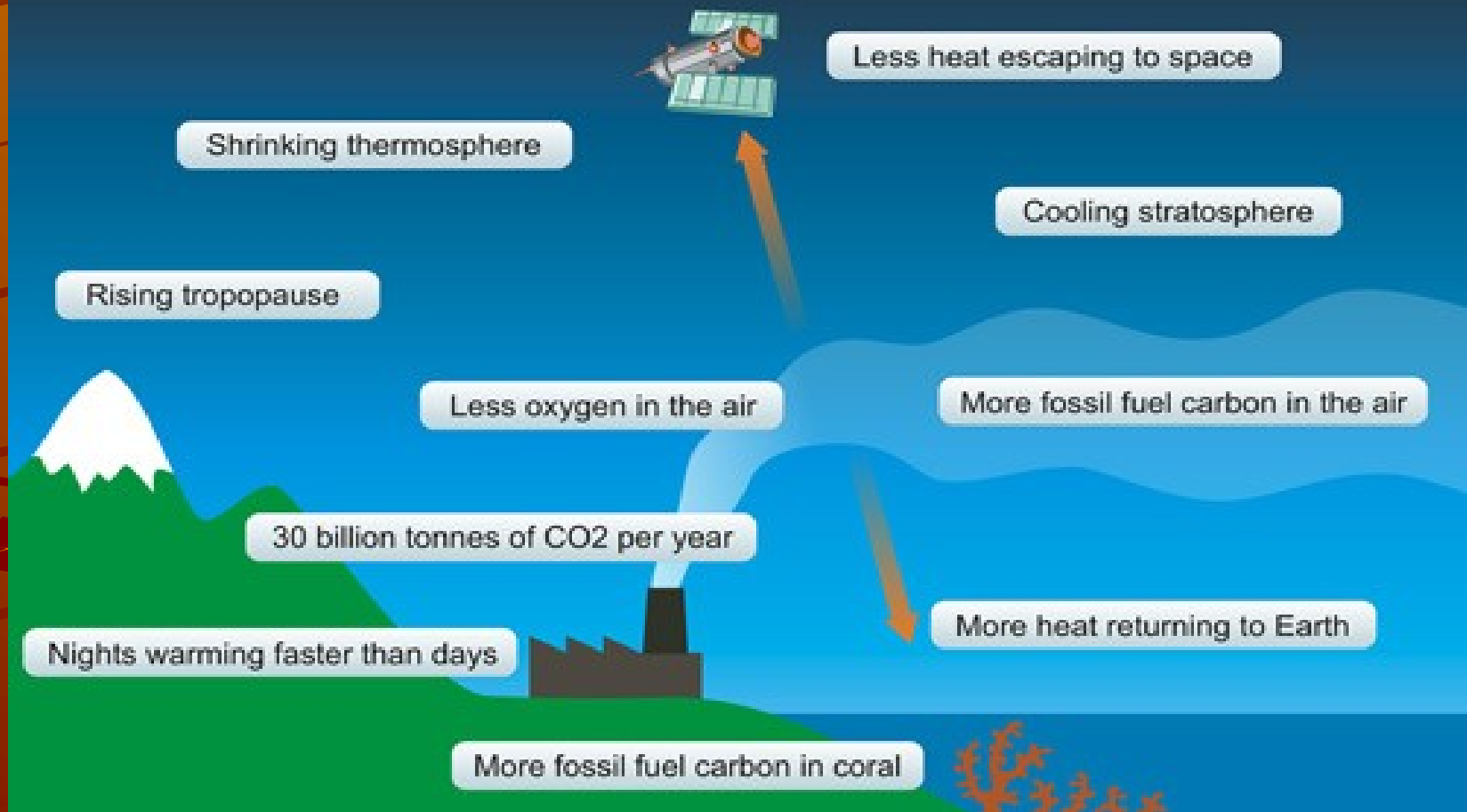
- Energie ze slunce řídí počasí a klima Země a ohřívá zemský povrch
- Země vyzařuje část získané energie zpět do vesmíru
- šest hlavních skleníkových plynů a vodní páry zachytí část odchozí energie a zadržují ji podobně jako skleněné panely ve skleníku
- výsledkem tohoto procesu je nárůst teploty na Zemi
- Šest hlavních skleníkových plynů jsou: oxid uhličitý /  $\text{CO}_2$ , metan /  $\text{CH}_4$  (jeho efekt je 20krát silnější než  $\text{CO}_2$ ) a oxid dusný /  $\text{N}_2\text{O}$ , plus tři fluorované průmyslové plyny tzn. hydrofluorované uhlovodíky / HFC, perfluorované uhlovodíky / PFC a hexafluoridy síry /  $\text{SF}_6$ .
- K tomu je potřebné poznamenat, že skleníkové plyny jsou na druhé straně nezbytným předpokladem života – bez jejich působení by průměrná teplota na povrchu Země (určená pouze radiační bilancí) činila  $-18^\circ \text{C}$ .

# Vlivy člověka na klimatické změny

- **Lidská činnost způsobila nerovnováhu v přirozeném cyklu skleníkového efektu a souvisejících procesů.**
- **Když těžíme uhlí a ropu ze zemské kůry a pak tyto fosilní suroviny spalujeme v dopravě, při topení a vaření nebo výrobě elektřiny uvolňujeme uhlík do atmosféry místo aby se přirozeným procesem sedimentace opět ukládal na zemském povrchu.**
- **Tím, že vykácíme lesy za účelem zemědělské produkce, přenášíme uhlík z živé biomasy do atmosféry (suché dřevo obsahuje asi 50% uhlíku).**
- **Pokud se skleníkový efekt stává silnějším, pak je více tepla zachycováno a Země se stává méně obyvatelná pro lidi, rostliny i zvířata.**
- **Rozdíl mezi přírodním cyklem uhlíku a klimatickými změnami indukovanými lidskou činností je, že tyto změny jsou příliš rychlé a snižují tak šance ekosystémů přizpůsobit se těmto změnám.**
- **Výsledkem je neustále rostoucí množství oxidu uhličitého v atmosféře. Z tohoto důvodu jsou současné koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře podstatně vyšší než byly v posledním půlmilionu let.**

# Hlavní indikátory

## 10 Indicators of a Human Fingerprint on Climate Change



# Ekosystémové dopady

- Mnoho studií poukazuje na to, že míra vymírání živočišných a rostlinných druhů se díky teplotním změnám od průmyslové revoluce výrazně liší od dlouhodobých extrapolací.
- Tato pozorování naznačují, že globální klimatické změny vedou k následujícím situacím:
  - zrychlující se globální oteplování
  - dramatické zvyšování emisí skleníkových plynů
  - oteplování oceánů vedoucí k dalšímu zvýšení produkce skleníkových plynů
  - trvalému rozmrazování permafrostu dále urychlujícímu globální oteplování
  - masivnímu vymírání druhů prohlubujícímu ekologickou krizi
- Tento začarovaný kruh, kde každý problém zhoršuje jiné problémy, může vést až k náhlému zhroucení biologických a ekologických systémů.
- Efektivní opatření mohou snížit tempo růstu globálního oteplování a s ním související negativní jevy , bohužel světová komunita opakovaně nedokázala v této oblasti efektivně spolupracovat

# OCEAN ACIDIFICATION

HOW WILL CHANGES IN OCEAN CHEMISTRY AFFECT MARINE LIFE?

CO<sub>2</sub> absorbed from the atmosphere



carbon dioxide



water



carbonate ion

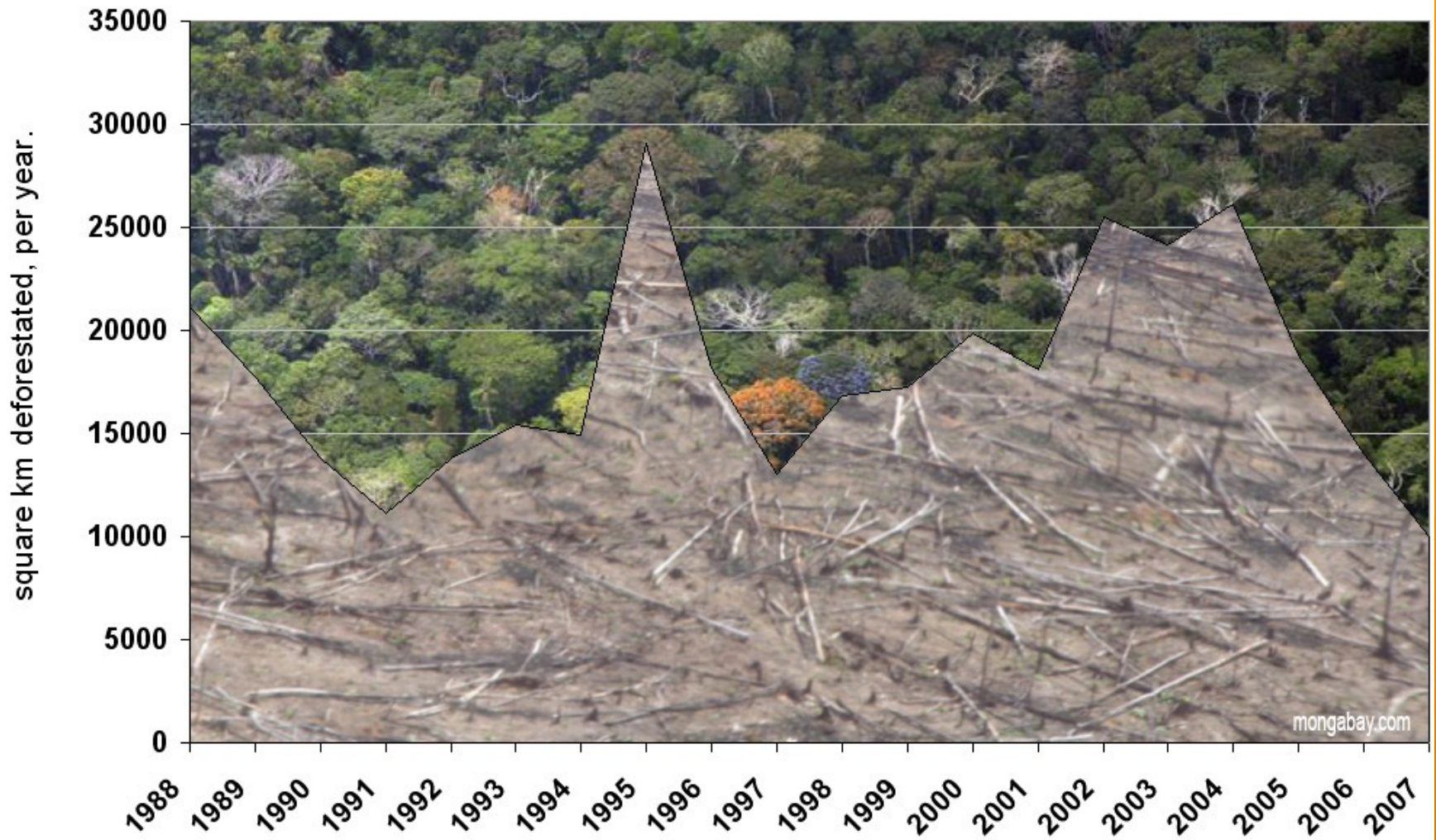


2 bicarbonate ions

consumption of carbonate ions impedes calcification



## Deforestation in the Brazilian Amazon, 1988-2007



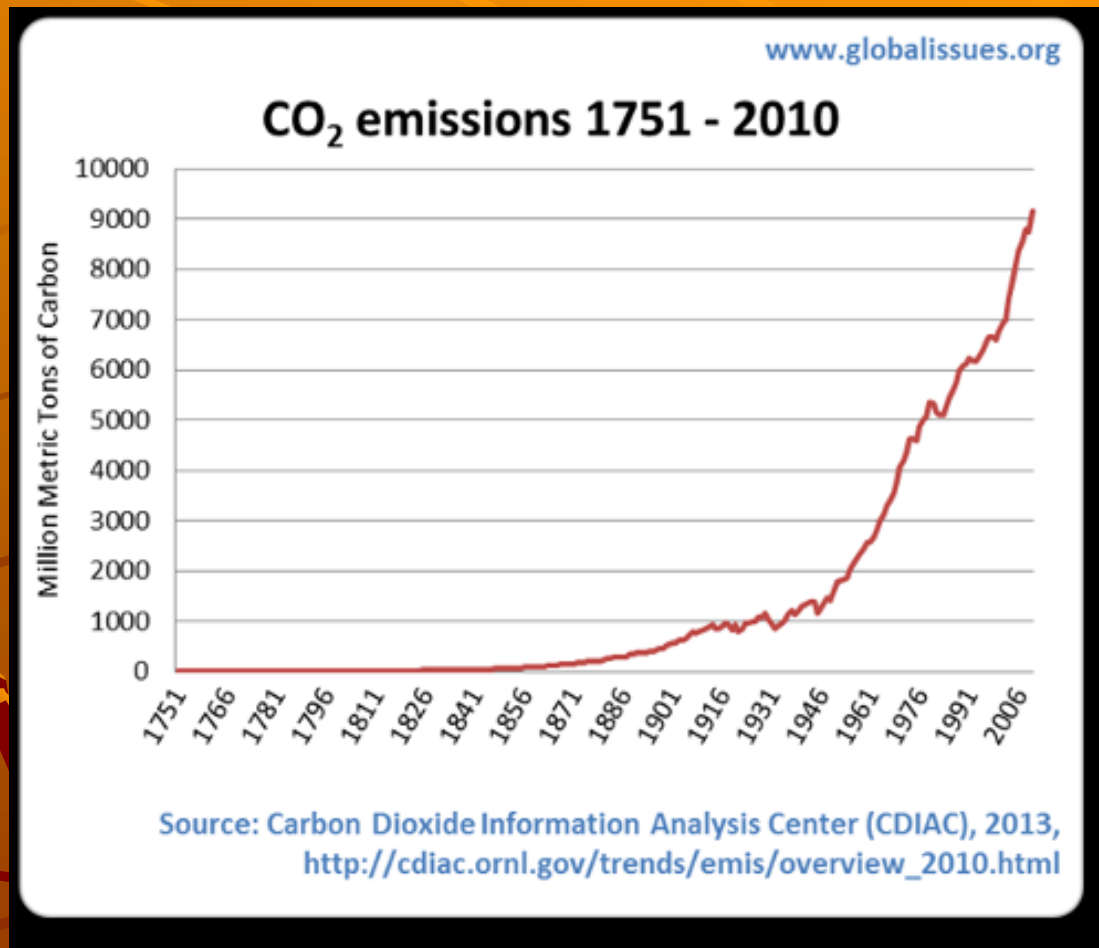
# Ostatní dopady

- stoupající hladina moře - ovlivňuje mnoho malých ostrovů a navíc velká část lidstva žije poblíž mořského pobřeží nebo velkých řek
- zvyšující se okyselení oceánů – významné změny v chemii oceánů narušují životaschopnost rostlin a zvířat v moři
- nárůst škůdců a chorob - změny klimatu mohou zvýšit vývoj patogenů a urychlit přenos chorob
- vyšší výkyvy v zemědělské produkci zvyšující rizika světového hladu – sucho a desertifikace se začínají zintenzivňovat a ohrožují stále více částí světa
- nedostatkem potravin jsou nejvíce ohrožovány tropické a subtropické oblasti – prohlubování problémů rozvojových zemí
- v některých případech mohou pomoci lepší zemědělské techniky, změny skladby pěstovaných plodin, lepší hospodaření s vodou, sběr dešťové vody a zavlažování kapkami vody (podle některých odborníků právě inovace agrotechnik mohou mít pro řešení změny klimatu zásadní význam).

# Podnebí se v minulosti častokrát měnilo . V čem je tedy současná změna jiná?

- V celé historii Země se klima měnilo, někdy dost výrazně. Oteplování v minulosti však automaticky neznamena, že dnešní oteplování je také přirozené. Je zřejmé, že nedávné oteplování bylo způsobeno procesy lidské industrializace.
- Globální atmosférické koncentrace oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného výrazně vzrostly v důsledku lidských aktivit od roku 1750. Zvýšení zvýšená koncentrace oxidu uhličitého je způsobena především využíváním fosilních paliv a změnami ve využití půdy, zatímco zvýšení koncentrace metanu a oxidu dusného jsou primárně způsobeny zemědělstvím.
- Mezi rozvinutými a rozvojovými zeměmi existuje obrovský kontrast. Pokud jde o historické emise, industrializované země jsou zodpovědné za zhruba 80% oxidu uhličitého. Velká část růstu emisí v rozvojových zemích pak vyplývá ze zajišťování základních lidských potřeb pro rostoucí populaci, zatímco emise v průmyslových zemích jsou spíše spojeny s růstem životní úrovně. Příkladem toho jsou velké kontrasty v emisích uhlíku na hlavu mezi průmyslovými a rozvojovými zeměmi (např. emise uhlíku na obyvatele v USA jsou více než 20krát vyšší než v Indii).

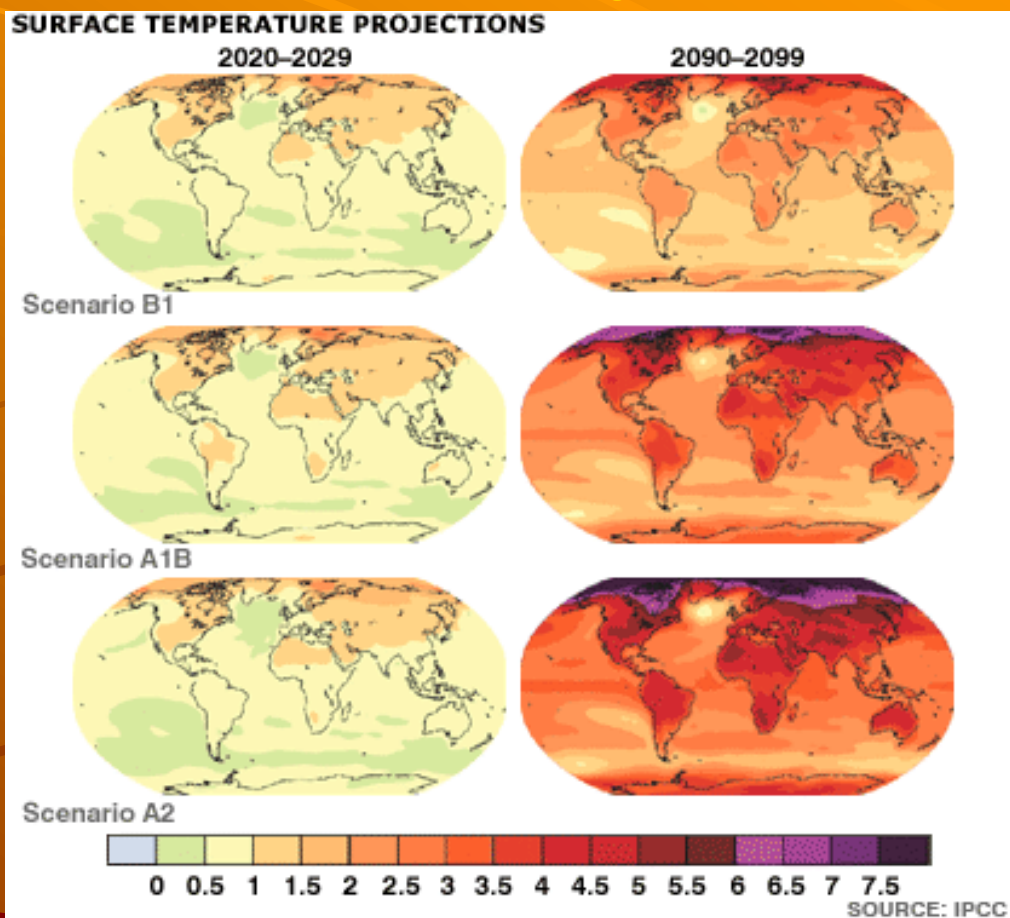
# Vývoj emisí CO<sub>2</sub>



Během Kjótské konference se v roce 1997 industrializované země zavázaly k celkovému snížení emisí skleníkových plynů o 5,2% pod úroveň roku 1990 v období let 2008-2012. Stanovené cíle nebyly splněny - celkové globální emise skleníkových plynů vzrostly během referenčního období o 11%

# Predikce klimatických změn

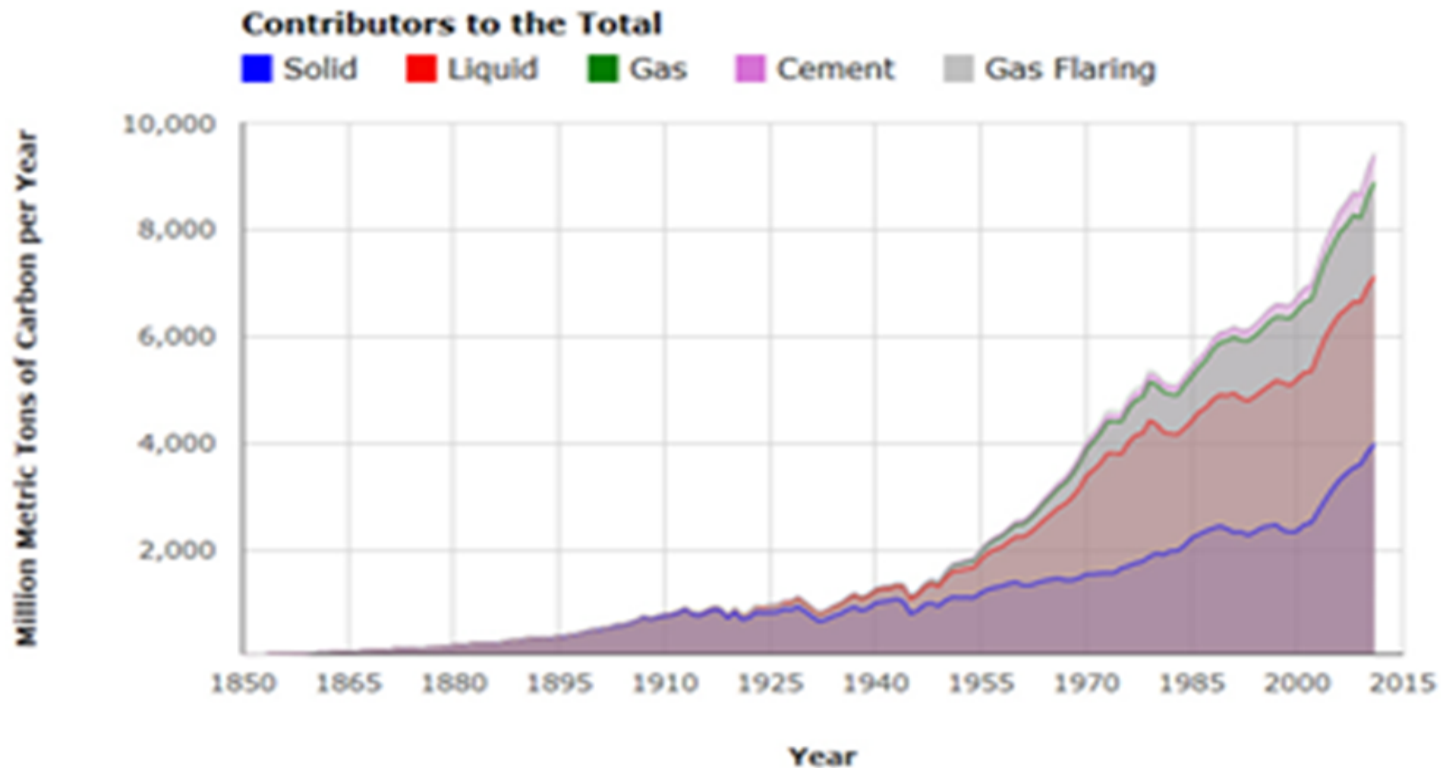
The climate has.



Mezivládní panel o klimatických změnách předpovídá, že do roku 2100 teplota pravděpodobně vzroste o 1,8 ° až 4 ° C. Avšak možný rozsah je mnohem větší; 1,1 ° až 6,4 ° C. Uvedené mapy ukazují, jaký bude dopad na různé části planety podle tří různých scénářů.

Scénáře emisí A1B, A2 a B1, které byly použity k vytvoření výše uvedených map, vycházejí z řady podrobných ekonomických a technologických údajů. Tyto scénáře zohledňují různá zvýšení počtu obyvatel a míry využívání fosilních a alternativních paliv a jim odpovídající zvyšování emisí CO<sub>2</sub>.

## Příspěvky k produkci uhlíku

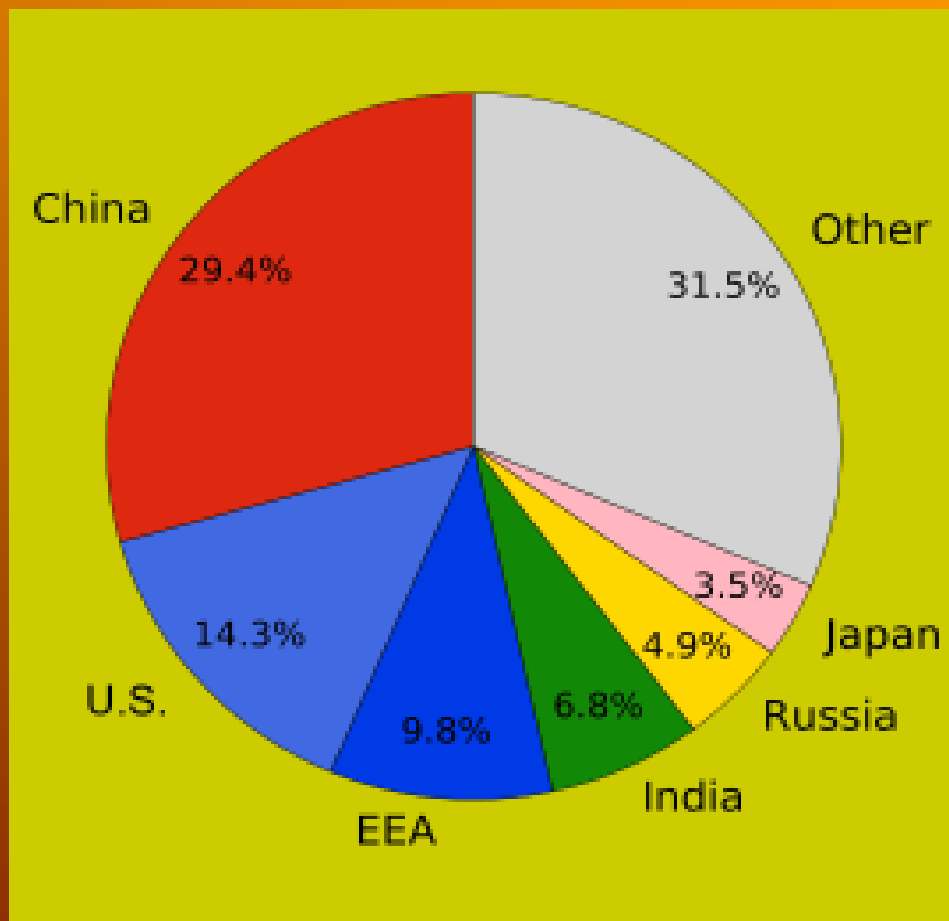


Source: Boden, T.A., G. Marland, and R. J. Andres. 2015. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi: 10.3334/CDIAC/00001\_V2015.

## 10 nejteplejších let v období 1880–2014

Pořadí	Rok	Anomálie °C
1	2014	0.69
2-3	2010	0.65
2-3	2005	0.65
4	1998	0.63
5 -5	2013	0.62
5 -6	2003	0.62
7	2002	0.61
8	2006	0.60
9-10	2009	0.59
9-10	2007	0.59

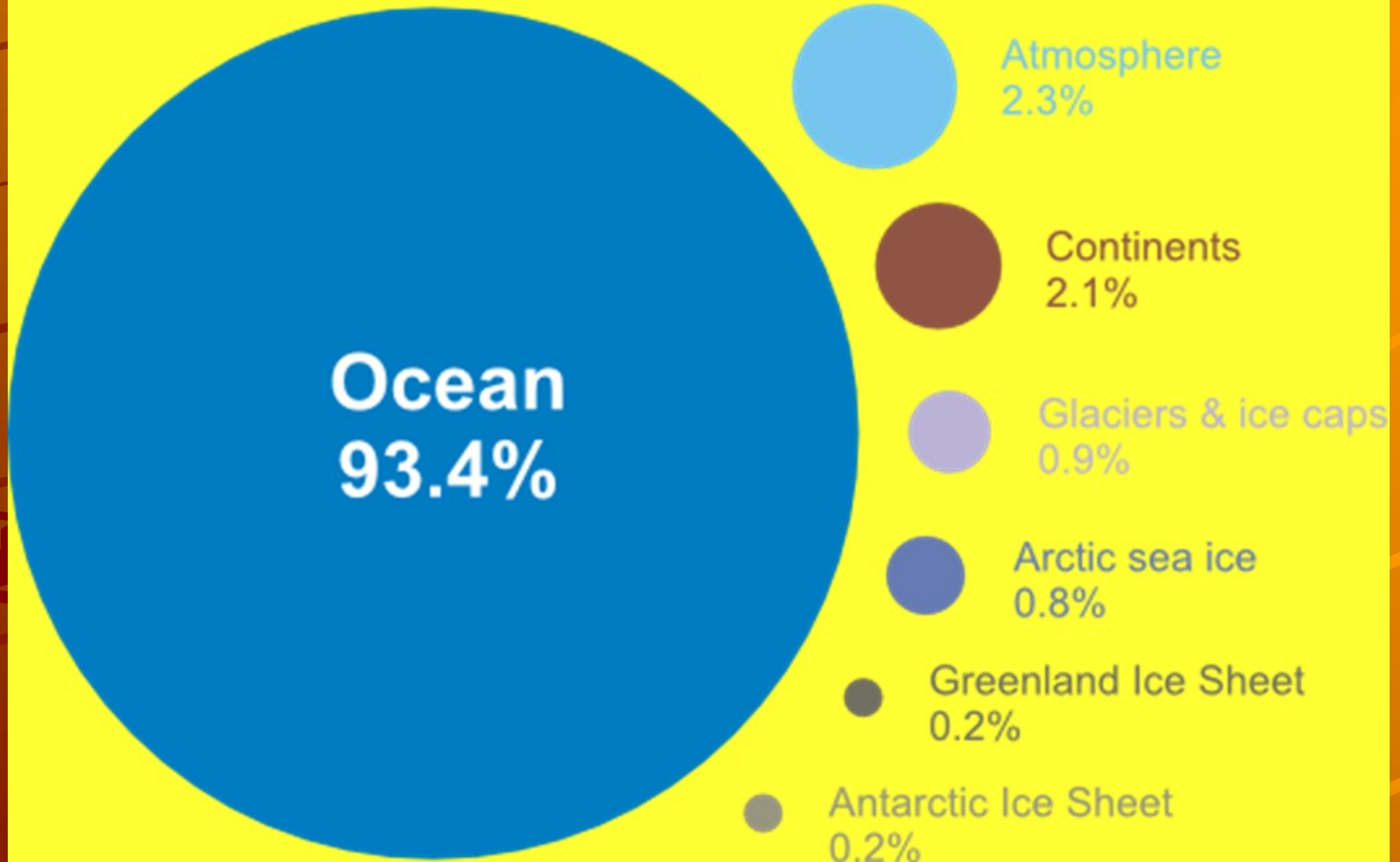
## Největší producenti skleníkových plynů



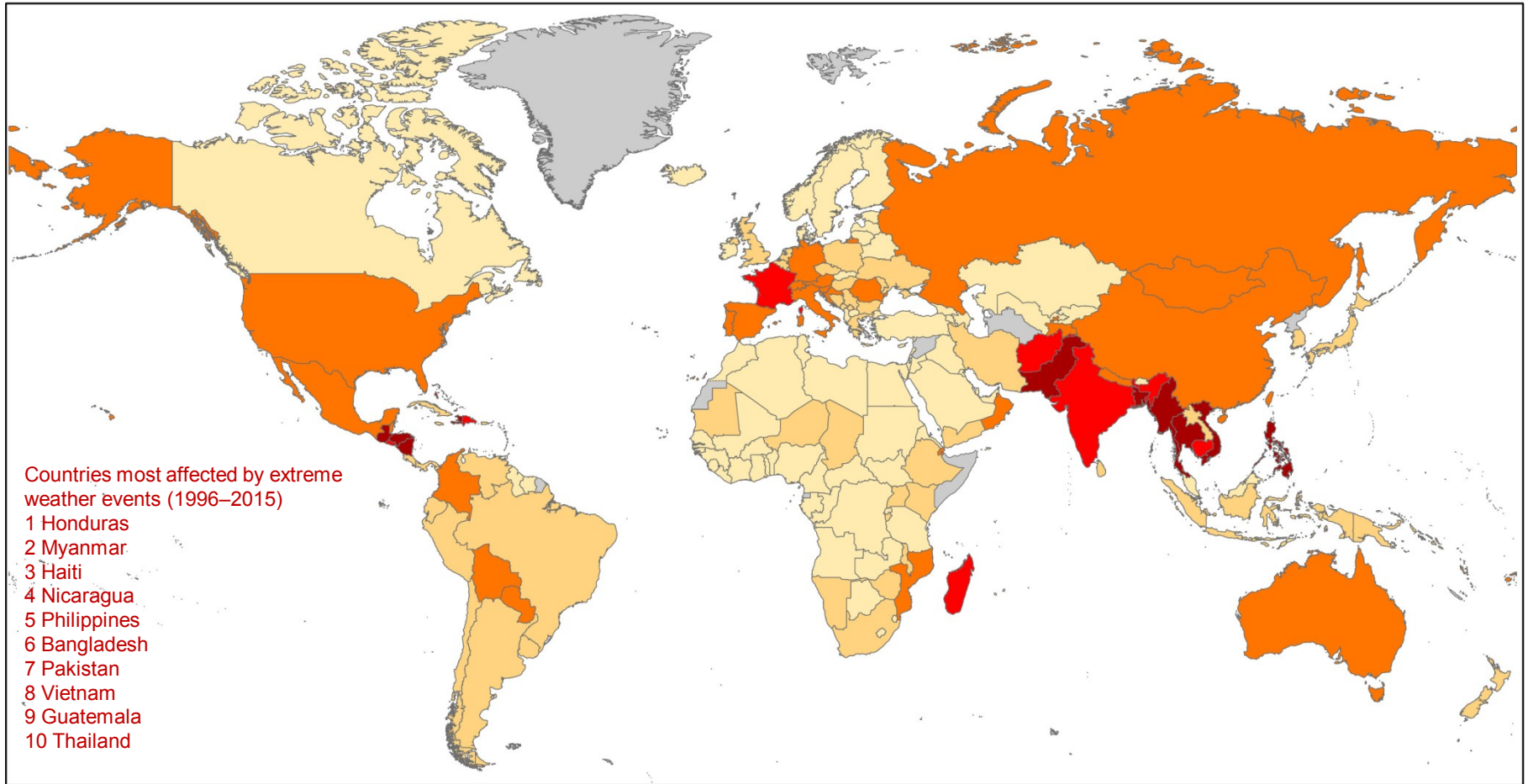


## Kde se globální oteplování odehrává

# Where is global warming going?



# Index klimatického rizika



Climate Risk Index: Ranking 1996–2015

1–10

11–20

21–50

51–100

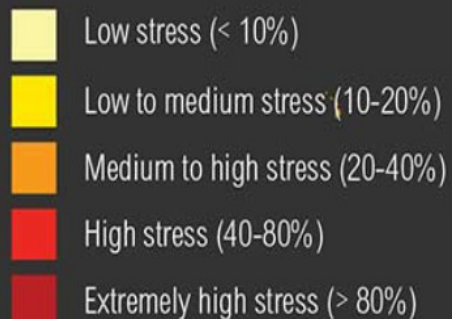
>100

No data

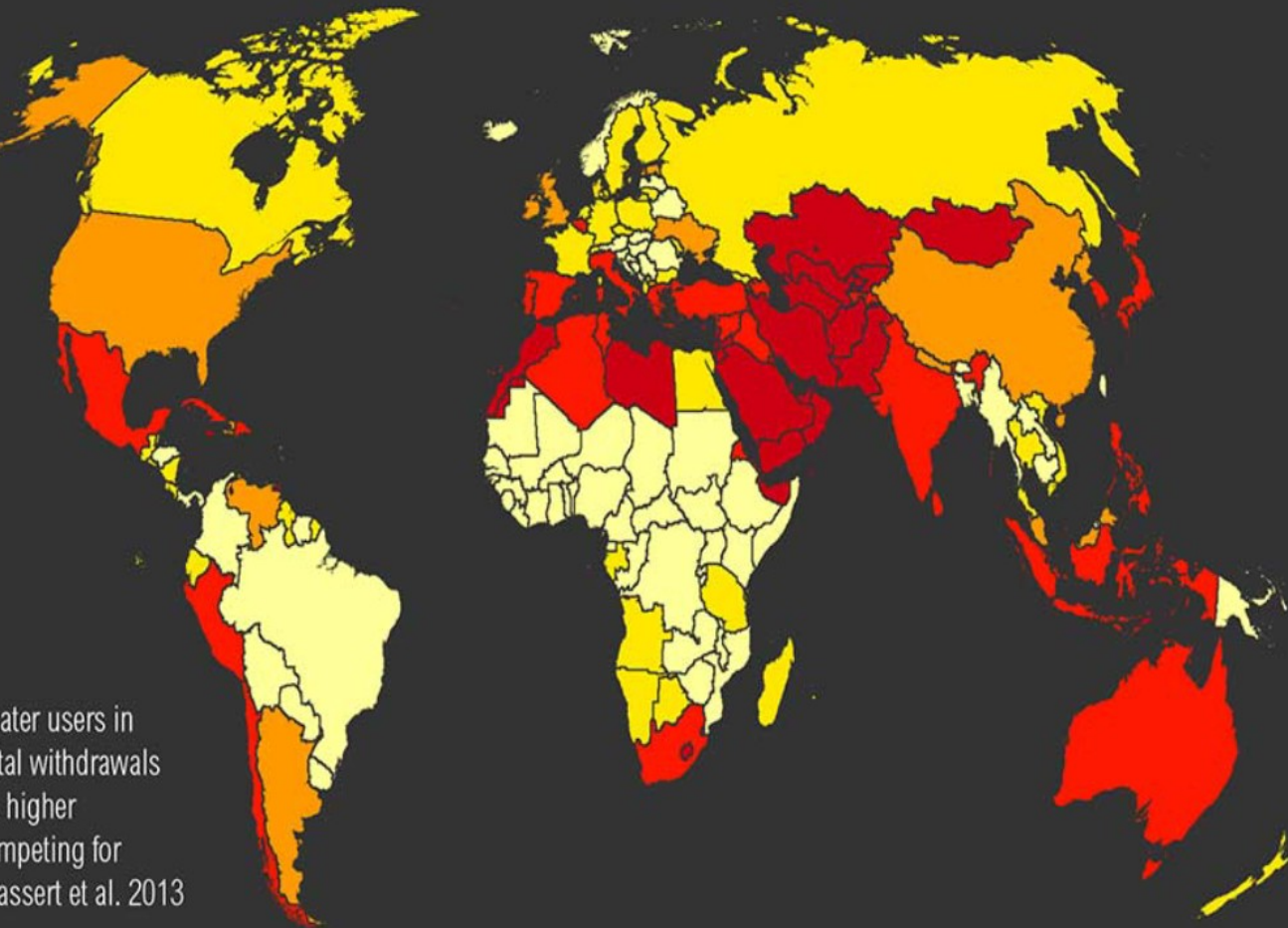
# Index nadměrného čerpání zdrojů vody

## WATER STRESS BY COUNTRY

ratio of withdrawals to supply



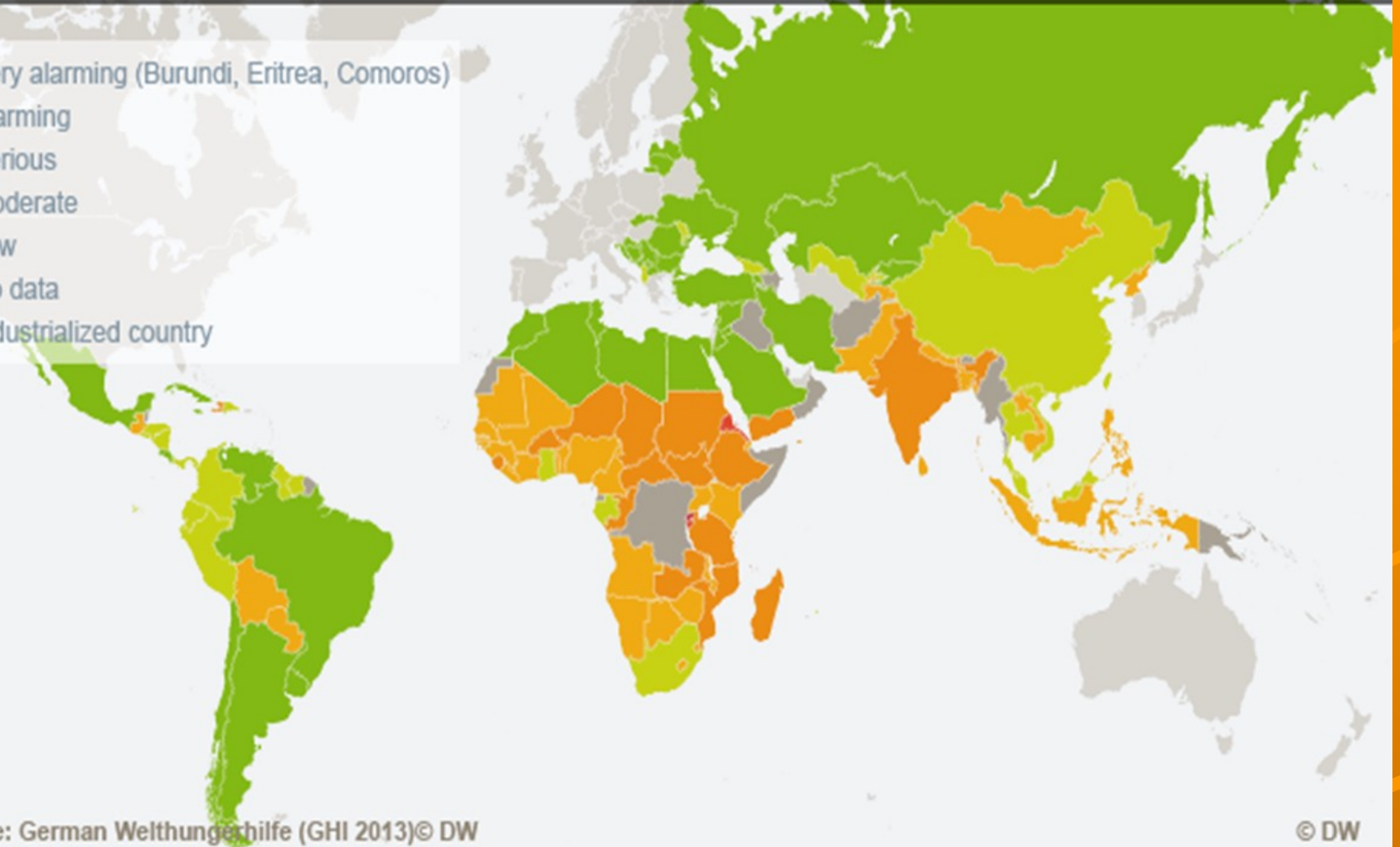
This map shows the average exposure of water users in each country to water stress, the ratio of total withdrawals to total renewable supply in a given area. A higher percentage means more water users are competing for limited supplies. Source: WRI Aqueduct, Gassert et al. 2013



# Index ohrožení hladem

## Global Hunger Index scores by severity

- Very alarming (Burundi, Eritrea, Comoros)
- Alarming
- Serious
- Moderate
- Low
- No data
- Industrialized country



Source: German Welthungerhilfe (GHI 2013)© DW

© DW

# Pochybnosti o globálním oteplování a aktivní roli člověka

Po dlouhou dobu jsou v USA a jinde vedeny a diskutovány zejména o tom, zda byly nebo nebyly změny klimatu způsobeny lidskými činnostmi. V současnosti je stále více odborníků přesvědčeno, že vliv člověka je nezpochybnitelný.

## Climate Consensus?

How many US scientists disagree with human-induced climate change?

% publishing scientists who disagree



11%

any scientific field

% publishing climatologists who disagree



1%

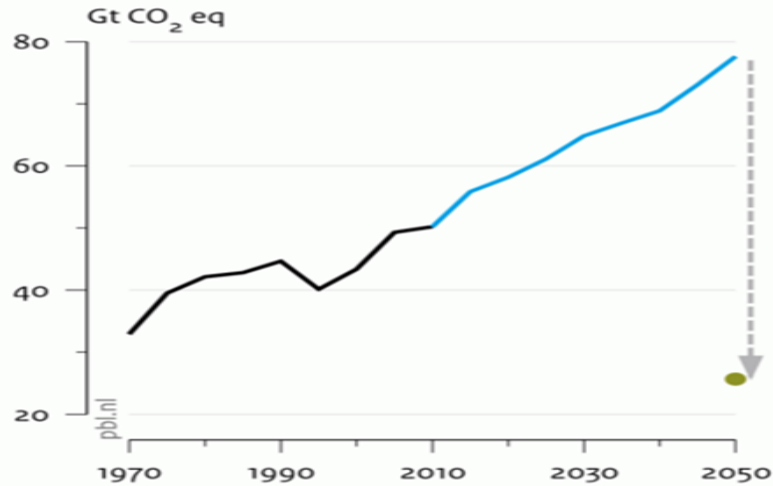
50%+ of published papers on climate change

source: Survey of 10,257 earth scientists. Nolan and Zimmerman 2009  
(numbers rounded)

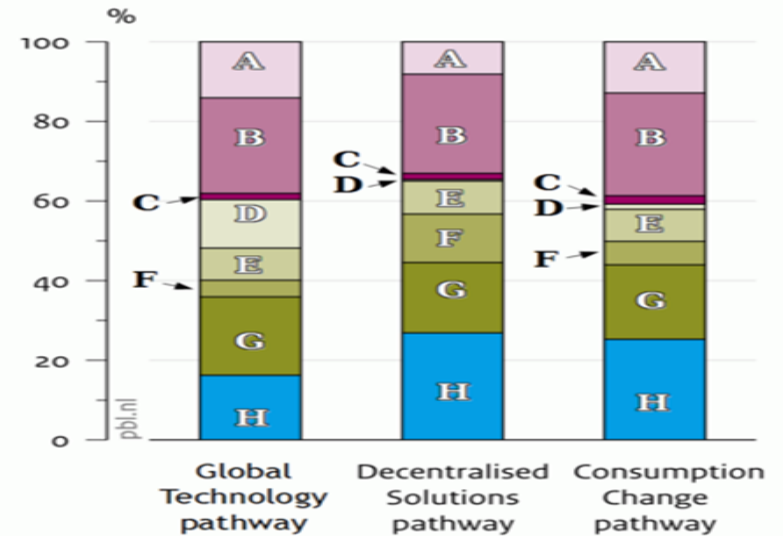
# Možnosti redukce emisí CO<sub>2</sub>

## Global greenhouse gas emissions and options to reduce emissions

Greenhouse gas emissions



Contribution to cumulative emission reduction, 2010 – 2050



- History
- Trend scenario
- Goal
- ↓ Policy gap

- A** Avoid deforestation
- B** Reduce other greenhouse gases
- C** Reduce other energy-related emissions
- D** Increase nuclear power
- E** Increase bio-energy
- F** Increase solar and wind power
- G** Increase CO<sub>2</sub> capture and storage
- H** Improve energy efficiency

Source: PBL

Již Mark Twain mohl hovořit o globálním oteplování, když poznamenal: "Všichni mluví o počasí, ale nikdo s tím nikdy nic neudělá." Už roky slýcháme o tolika příčinách klimatických změn, že zapomínáme na skutečnost, že existují jednoduchá a praktická řešení které mohou tento narůstající problém minimálně zpomalit. V dnešní době tak existují technologie, které snižují emise plynů a mohou tak významně ovlivnit zdraví naší planety. A tato řešení budou pro řadu ekonomik včetně té naší výhodná neboť zvyšují energetickou bezpečnost a snižují citlivost na výkyvy cen.

# Výzvy kterým čelíme resp. budeme čelit

- Globální oteplování neznamena jen méně mrazivé únorové dny v severních klimatických podmínkách, ale také stále teplejší dny v létě s celou řadou významných negativních dopadů, které již probíhají a lze očekávat jejich zintenzivnění v příštích letech (např. další vlny horka pravděpodobně zvýší riziko onemocnění a úmrtí souvisejících s přehřátím organismu).
- Města a ležící podél hlavních řek budou pravděpodobně zažívat stále intenzivnější a častější záplavy. Některé oblasti naopak budou zažívat rozsáhlejší a delší období sucha.
- Některé z našich oblíbených pobřežních a nízko položených přímořských rekreačních oblast se stanou zranitelnějšími pobřežními bouřemi.
- Mnoho rodin a firem, které se živí rybolovem a cestovním ruchem, by mohly ztratit živobytí a jiní, kteří milují lov, plavbu lodí, lyžování, pozorování ptáků či jen relaxaci u jezer a řek, nepochybně uvidí některé z jejich oblíbených míst nenávratně změněna, přičemž tyto změny budou znamenat ztrátu či výrazně oslabení jejich dosavadních pozitivních funkcí.



# Komplexní nápady jak zmírnit globální oteplování

## ❑ Snižte využívání fosilních paliv

- Spalování fosilních paliv zvyšuje množství skleníkových plynů v atmosféře. Existují dva způsoby, jak snížit spotřebu fosilních paliv: používat méně energie nebo využívat alternativní zdroje energie, jako je solární a větrná energie.

## ❑ Sázejte stromy

- Rostliny vážou oxid uhličitý a uvolňují kyslík (využívají uhlík, aby si vytvořili své vlastní tkáně a část uhlíku vrátili do půdy v procesu nazývaném sekvestrace). Odlesňování deštných pralesů je velkým přispěvatelem k globálnímu oteplování, ale vysazování nových stromů pomáhá tuto újmu snižovat.

## ❑ Redukujte tvorbu odpad

- Produkce odpadu přispívá k globálnímu oteplování přímo i nepřímo. Rozklad odpadů produkuje metan a další skleníkové plyny. Recyklace kovů, plastů, skla a papíru snižuje emise skleníkových plynů, protože recyklované předměty spotřebovávají mnohem méně energie.

## ❑ Uchovávejte vodu

- Města spotřebovávají značné množství energie při čištění a distribuci vody, což přispívá k emisím skleníkových plynů. Úspora vody snižuje množství použité energie.

## Jak může každý z nás přispět.

- úsporou elektrické energie pomocí energeticky úsporných spotřebičů a kompaktních žárovek, stejně jako snížením spotřeby benzínu a nákupem zelené energie od vašeho poskytovatele elektřiny, pokud je k dispozici.
- snížením spotřeby a opětovným použitím příslušných statků, kdykoli je to možné minimalizuje vaše uhlíkovou stopu a tím omezujete spotřebu nových statků
- vypínáním přítoku vody, kdykoli ji nespotřebáváte a optimalizací příslušných zařízení s důrazem na úspory (včetně zachycování dešťové vody v sudech pro zavlažování zahrad).

**Zmenšování plochy čtvrtého největšího jezera na světě po obrácení přítoku řeky Amu-darja za účelem zavlažování bavlny, které vyvolalo ekologickou katastrofu (jezero Aral v Kazachstánu - situace v letech 1989 a 2014).**



## 20 nejznečištěnějších oblastí světa

- Oblast Severního moře – ekoregion Finsko-skandinávské tajgy a alpské tundry
- Horní Slezsko
- Oblast Uralu
- Oblast Aralského jezera
- Oblast Perského zálivu
- Nepálská oblast Himálaje – ekoregion Savany a prémie Tera-Duar
- Plošina Ordos
- Japonsko
- Tropické lesy jihovýchodní Asie – ekoregion Močálovitá rašeliniště Bornea
- Oblast východní Austrálie a Velkého bradlového (korálového) útesu – ekoregion Velkého korálového útesu
- Ostrovy Oceánie – ekoregiony Pralesy Nové Kaledonie, Velikonoční ostrov, Galapágy, Lesnaté oblasti Havajských ostrovů
- Delta Nilu
- Sahel
- Oblast Ukambani
- Madagaskar - ekoregion Pralesy Madagaskaru
- Jižní Florida
- Kotlina metropole Mexika
- Karibik – ekoregion Kubánských ostrovů
- Oblast Amazonie – ekoregion Povodí Amazonky
- Jihoamerické pampy – ekoregion Patagonské pampy.

# Desertifikace afrického Sahelu



# Zmenšování ozónové vrstvy – optimistický závěr?

Ozónová vrstva ve stratosféře absorbuje podstatnou část tvrdšího ultrafialového záření, a tím zabraňuje jeho průniku k povrchu Země

úbytek ozonu se projevuje růstem průniku UV-B záření

UV-B záření poškozuje v buňkách důležité molekuly, jako nukleové kyseliny a proteiny; toto vede ke změně genetické informace buňky, popř. jejímu zahynutí; dochází k mutaci

některé buňky mohou žít a dělit se i se změněnou genetickou výbavou, avšak jejich vlastnosti se liší od původních buněk

Studiem freonů se v 1. polovině 70. let zabývali F. D. Rowland a M. Molina, kteří v roce 1974 vyslovili domněnku, že freony vypouštěné do ovzduší postupně pronikají do stratosféry, kde se z nich působením UV-záření odštěpuje chlor, který pak může katalyticky rozkládat ozon. Tzv. Montrealský protokol z roku 1987 zakázal používání freonů a tím byla nastartována „ozdravná“ trajektorie obnovování ozónové vrstvy, kterého však bude dosaženo až v dlouhodobém časovém horizontu.