

# **Klimatické změny**

**Prof. RNDr. Milan Viturka, CSc.  
ESF MU, Brno**

# Co je globální oteplování a klimatická změna

Globální oteplování se týká zvýšení průměrných globálních teplot.

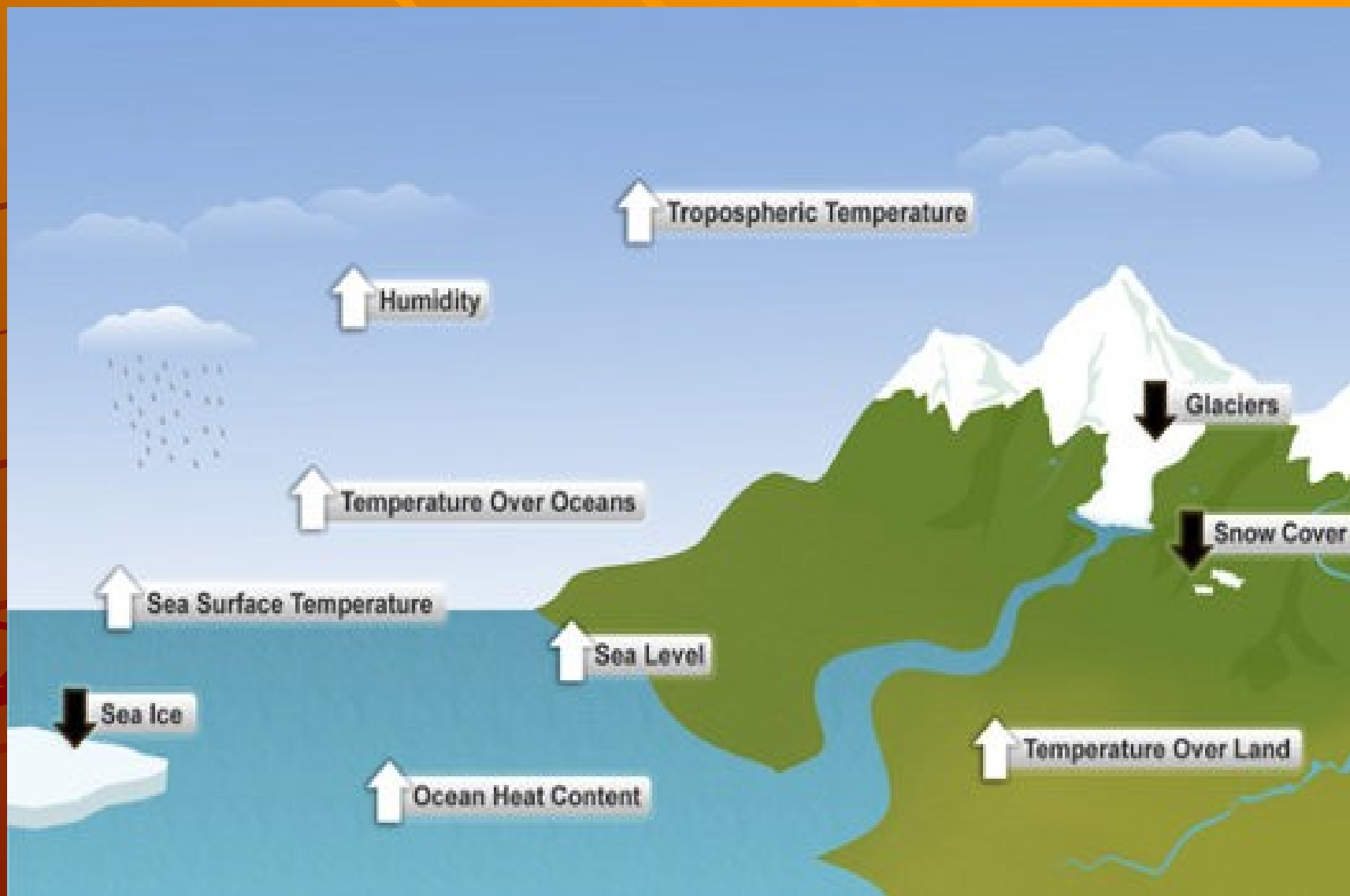
Zvyšování průměrných globálních teplot je z obecného pohledu způsobeno především nárůstem produkce "skleníkových" plynů v důsledku lidských aktivit i přírodních jevů.

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

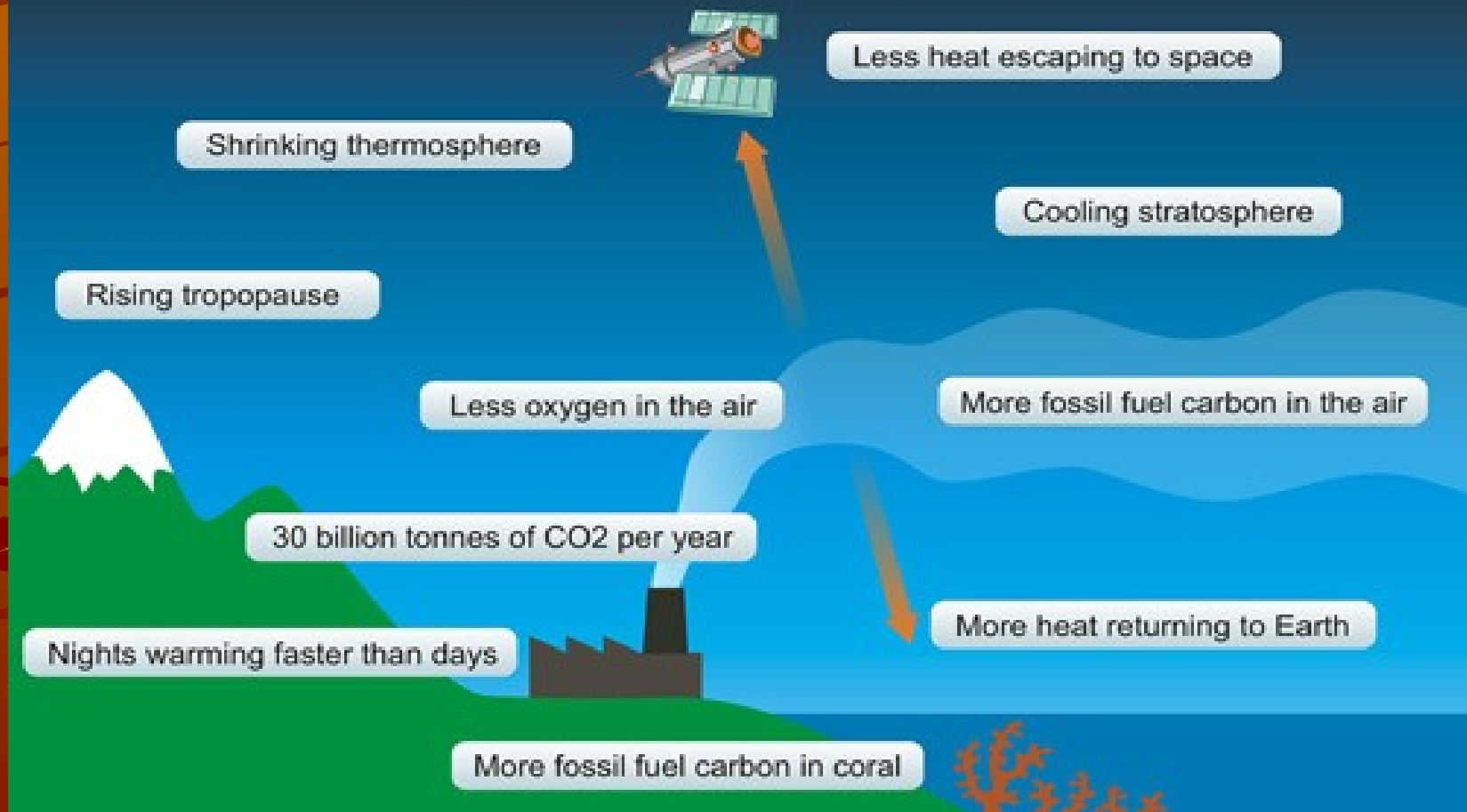
- energie ze slunce řídí počasí a tedy i klima Země a ohřívá zemský povrch
- Země vyzařuje část od zemského povrchu odražené energie zpět do vesmíru
- šest hlavních skleníkových plynů a vodní páry zachytí část odražené energie a zadržují ji podobně jako skleněné panely ve skleníku
- výsledkem tohoto 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

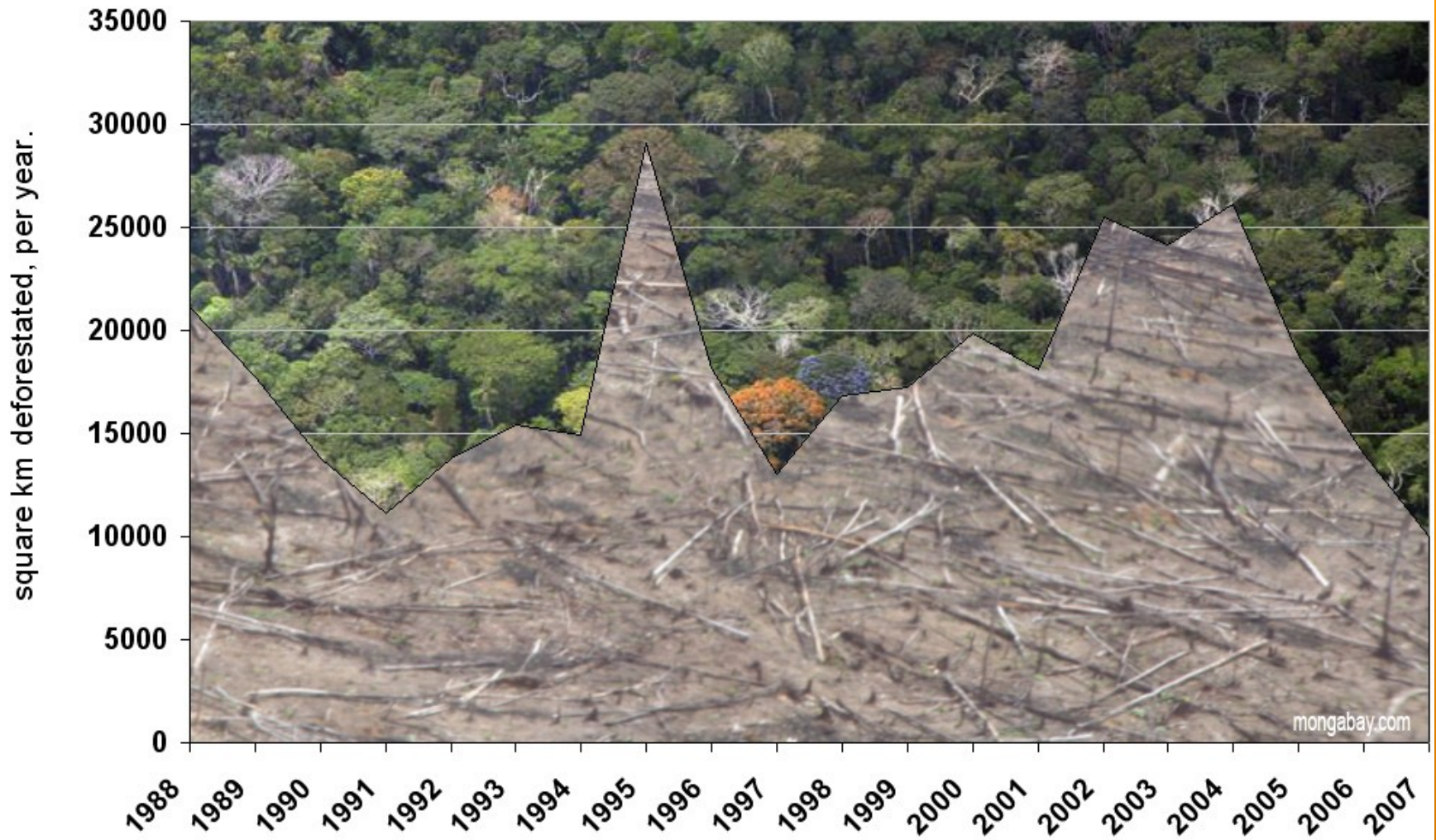


2 bicarbonate ions

consumption of carbonate ions impedes calcification



## Deforestation in the Brazilian Amazon, 1988-2007



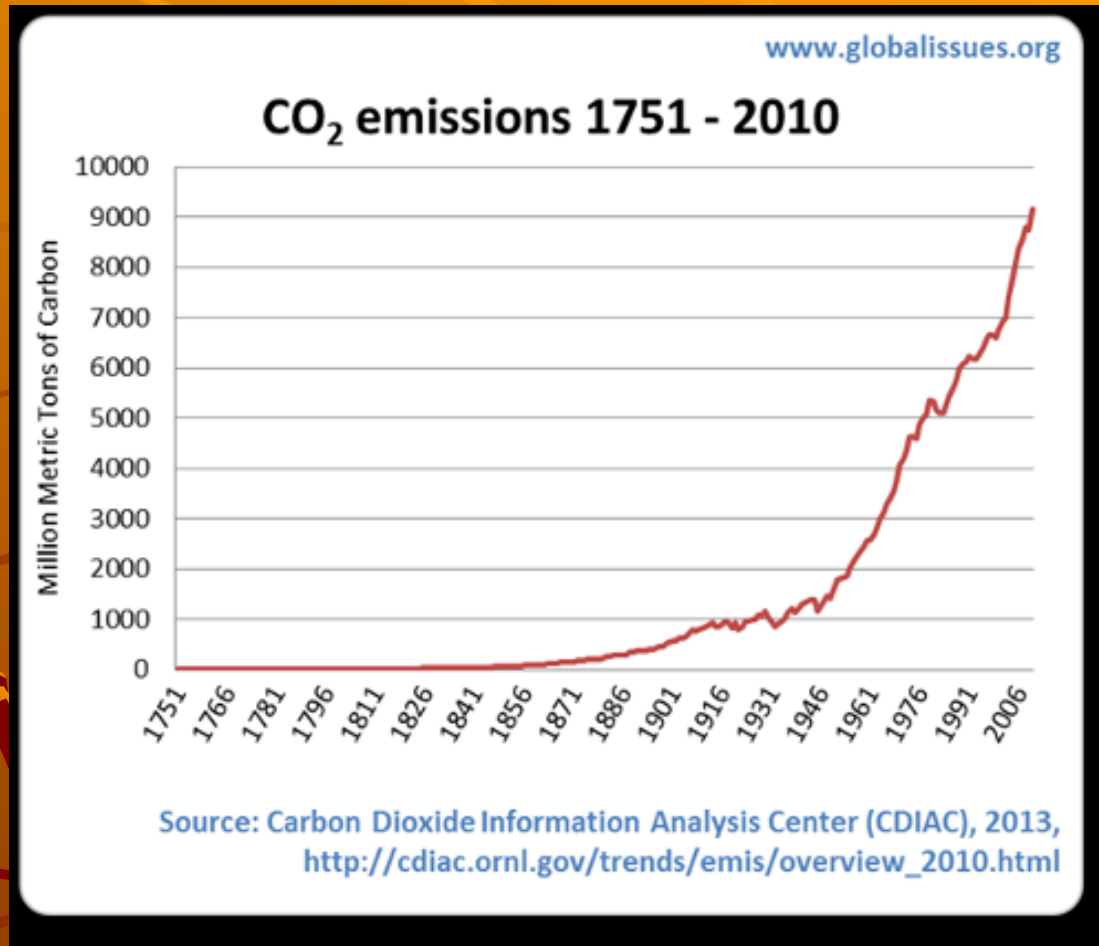
## Ostatní dopady

- 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 industrializace.
- Globální atmosférické koncentrace oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného výrazně vzrostly v důsledku lidských aktivit od roku 1750. 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).

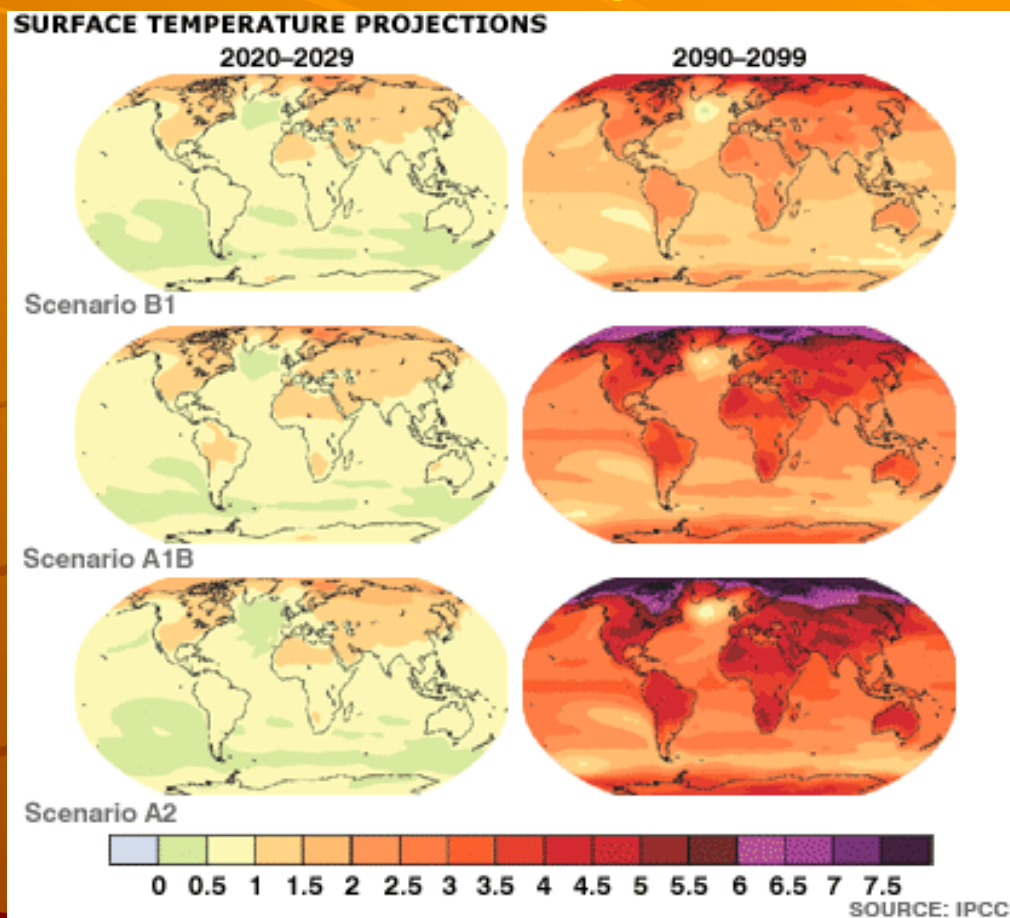
# Vývoj emisí CO<sub>2</sub>



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%

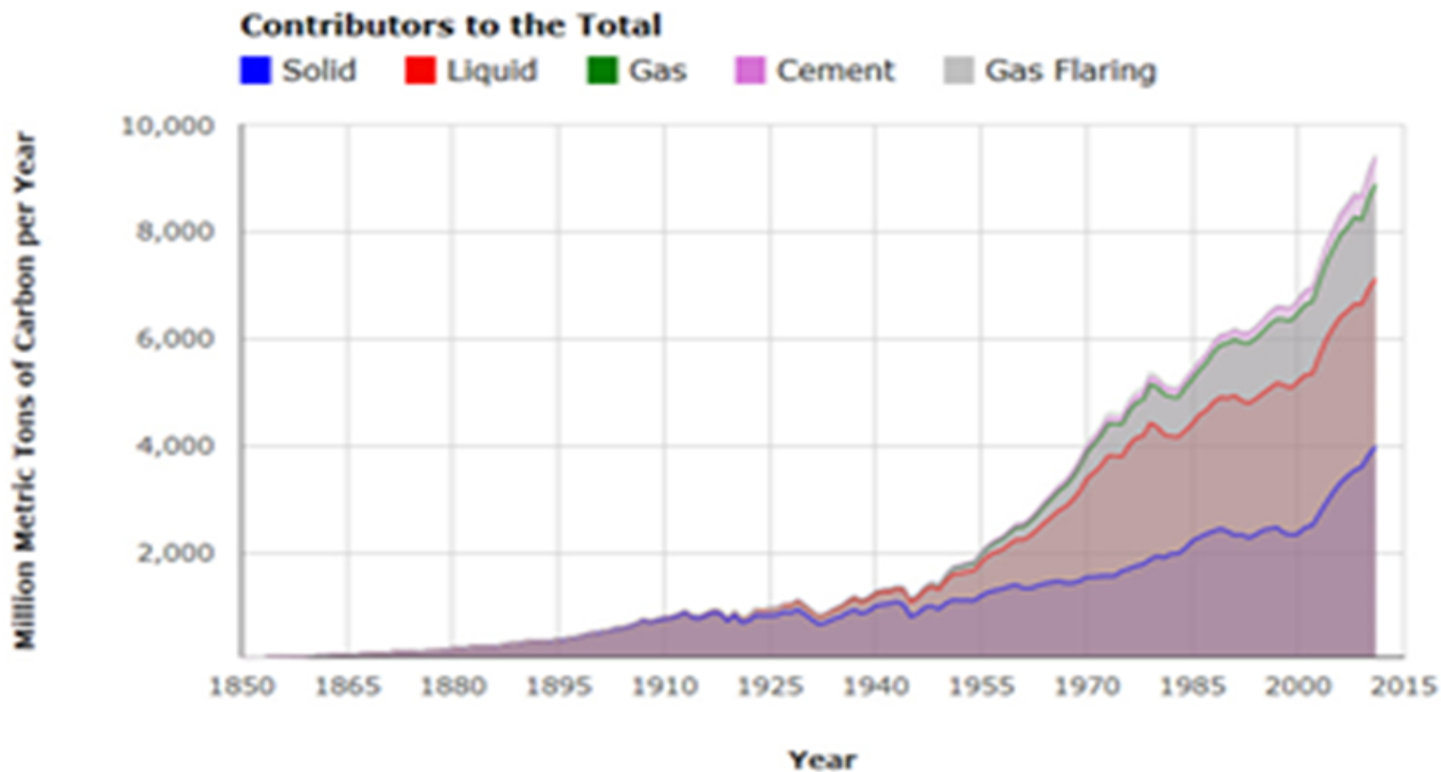
# Predikce klimatických změn

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

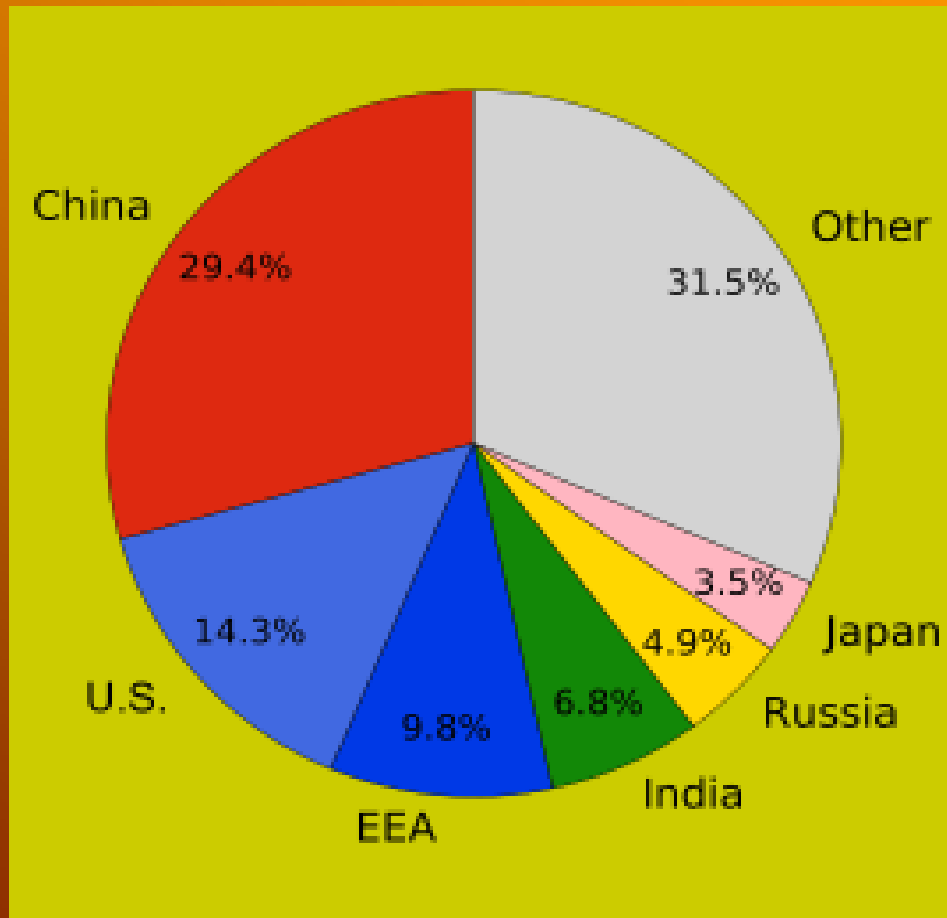


Source: Boden, T.A., G. Marland, and R. J. Andres. 2015. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi: 10.3334/CDIAC/00001\_V2015.

## 10 nejteplejších let v období 1880–2014

Pořadí	Rok	Anomálie ve °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

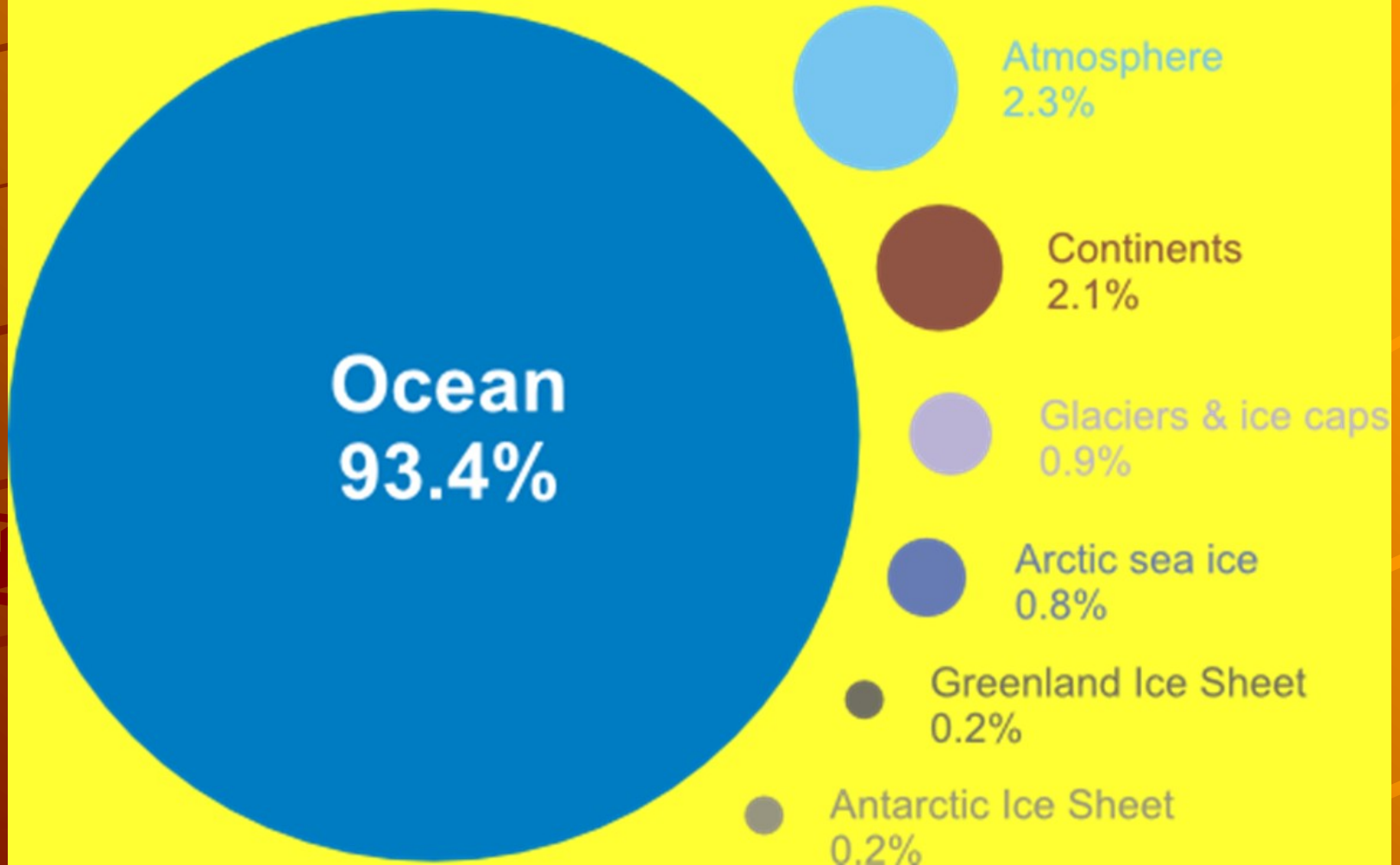
## Největší producenti skleníkových plynů



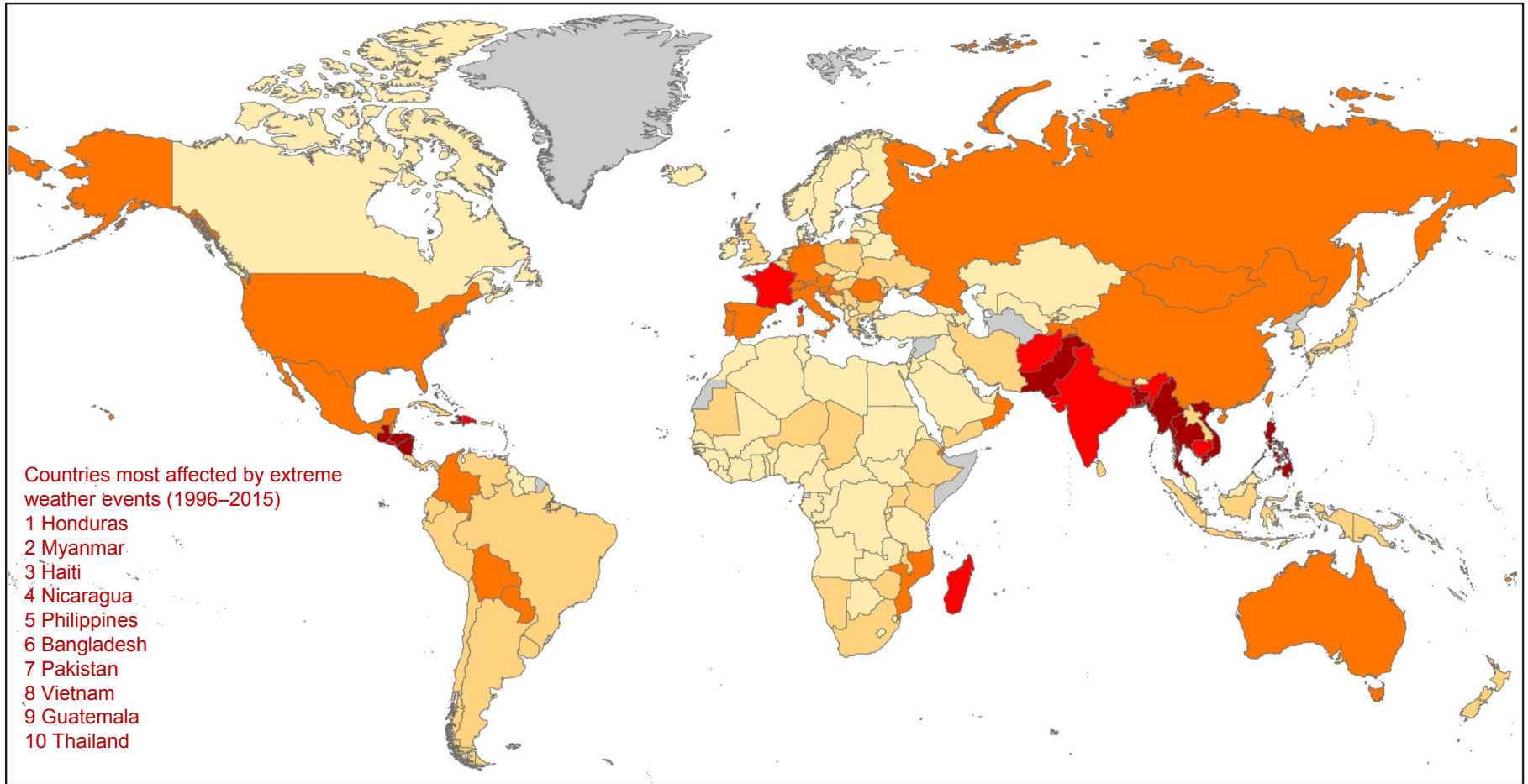


## Kde se globální oteplování odehrává

# 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

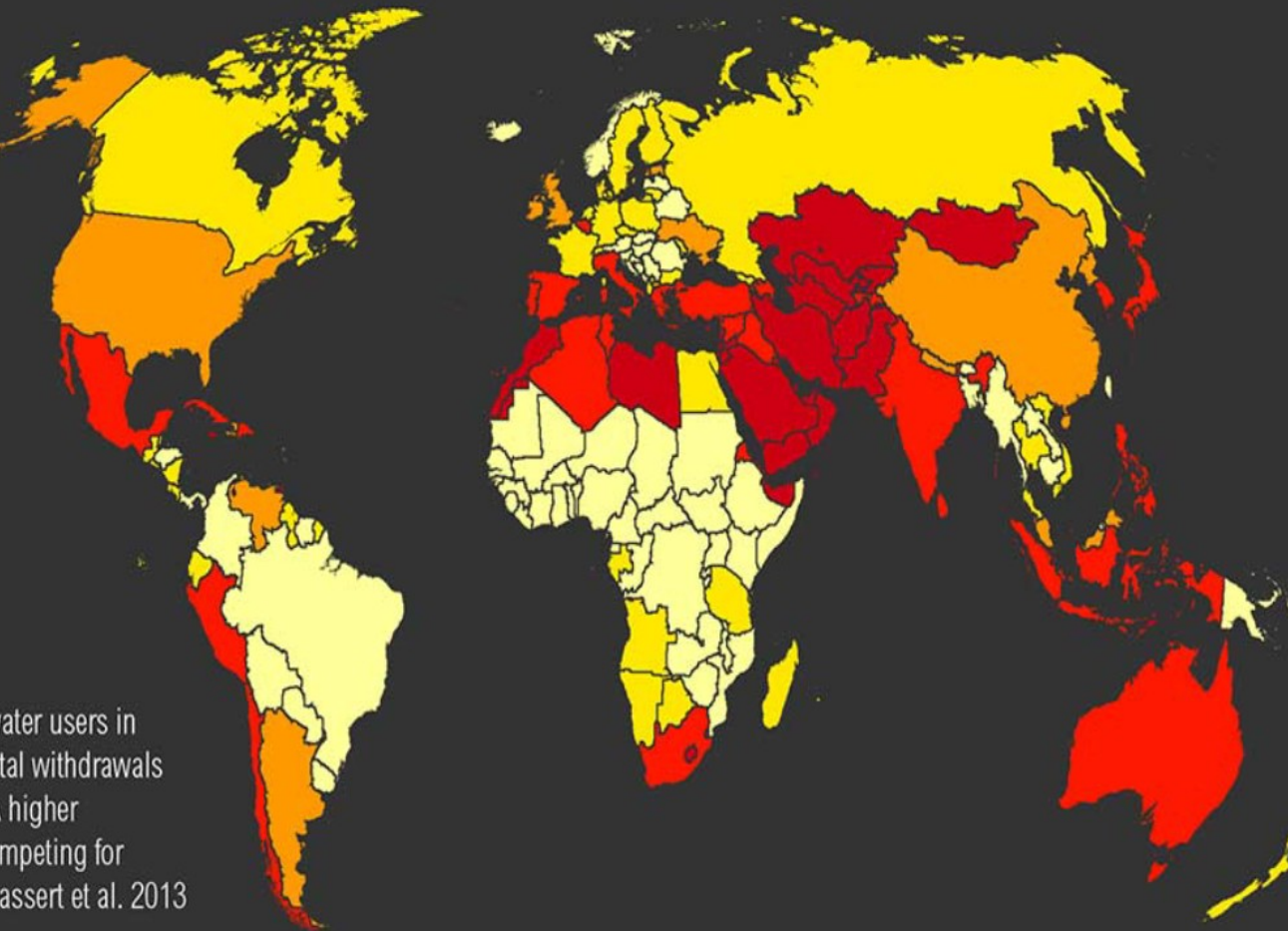
# Index nadměrného čerpání zdrojů vody

## WATER STRESS BY COUNTRY

ratio of withdrawals to supply

- Low stress (< 10%)
- Low to medium stress (10-20%)
- Medium to high stress (20-40%)
- High stress (40-80%)
- Extremely high stress (> 80%)

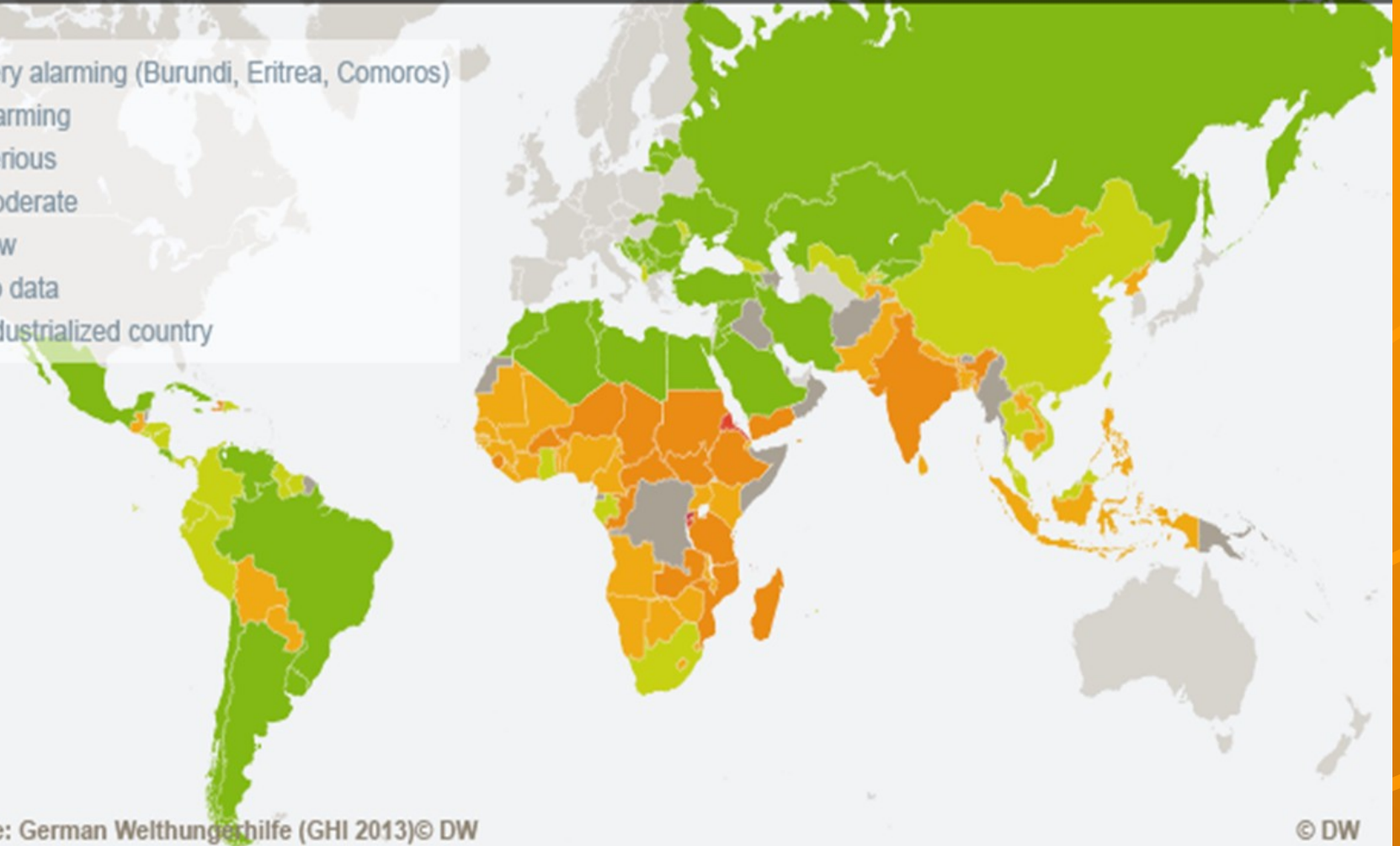
This map shows the average exposure of water users in each country to water stress, the ratio of total withdrawals to total renewable supply in a given area. A higher percentage means more water users are competing for limited supplies. Source: WRI Aqueduct, Gassert et al. 2013



# 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 diskuse 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%

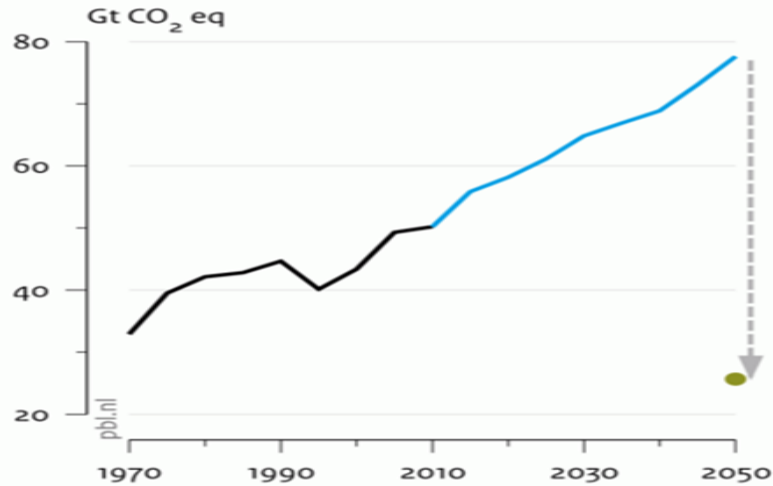
50%+ of published papers on climate change

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

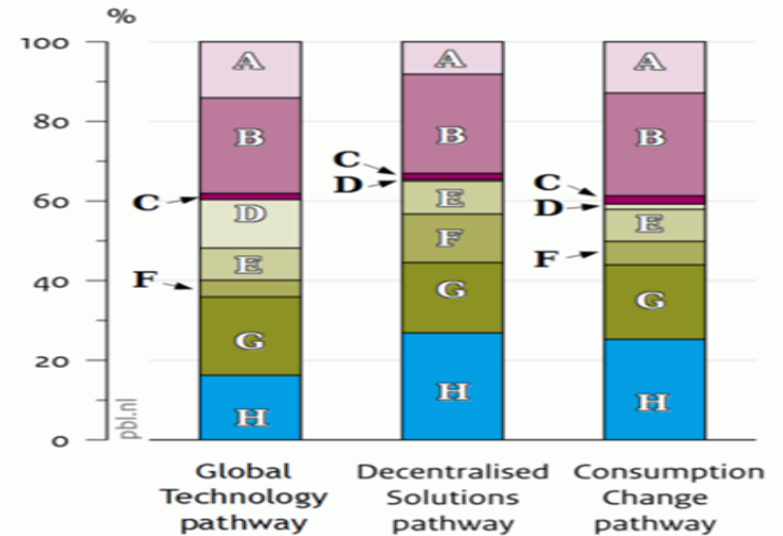
# Možnosti redukce emisí CO<sub>2</sub>

## 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 která 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 mrazivých únorových dnů 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 odpadu

- 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 minimalizujte vaše uhlíkovou stopu a tím omezujte spotřebu nových statků**
- **vypínáním přítoku vody, kdykoli ji nespotřebujete 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 Amudar'ja za účelem zavlažování bavlny, které vyvolalo ekologickou katastrofu (vývoj plochy jezera Aral v Kazachstánu 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. k zahynutí;

Některé buňky mohou žít a dělit se i se změněnou genetickou výbavou, avšak jejich vlastnosti se liší od původních (mutace buněk).

Studiem freonů se v 1. polovině 70. let zabývali F. 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 proto z roku 1987 omezil resp. zakázal používání freonů a tím byla nastartována „ozdravná“ trajektorie obnovování ozónové vrstvy, kterého však bude dosaženo až v dlouhodobém časovém horizontu (podle nejnovějších analýz se návrat k normálu očekává kolem roku 2060).