

# K problematice vzdělávání o globální změně klimatu

Mgr. Tomáš Miléř, Ph.D.  
KFChO PdF MU  
[miler@ped.muni.cz](mailto:miler@ped.muni.cz)

Workshop „Křehká rovnováha aneb Klimatické změny v kontextu rozvoje“  
Středisko ekologické výchovy SEVER, Horní Maršov 5. – 6.12. 2014

# Terminologie

- Počasí a klima →(globální) změna klimatu
- Globální oteplování vs. změna klimatu
- Antropogenní změna klimatu
- Náhlá (překotná) změna klimatu
- Klimatický rozvrat
- Klimatická krize
- Mitigace vs. adaptace

# Vědní obory

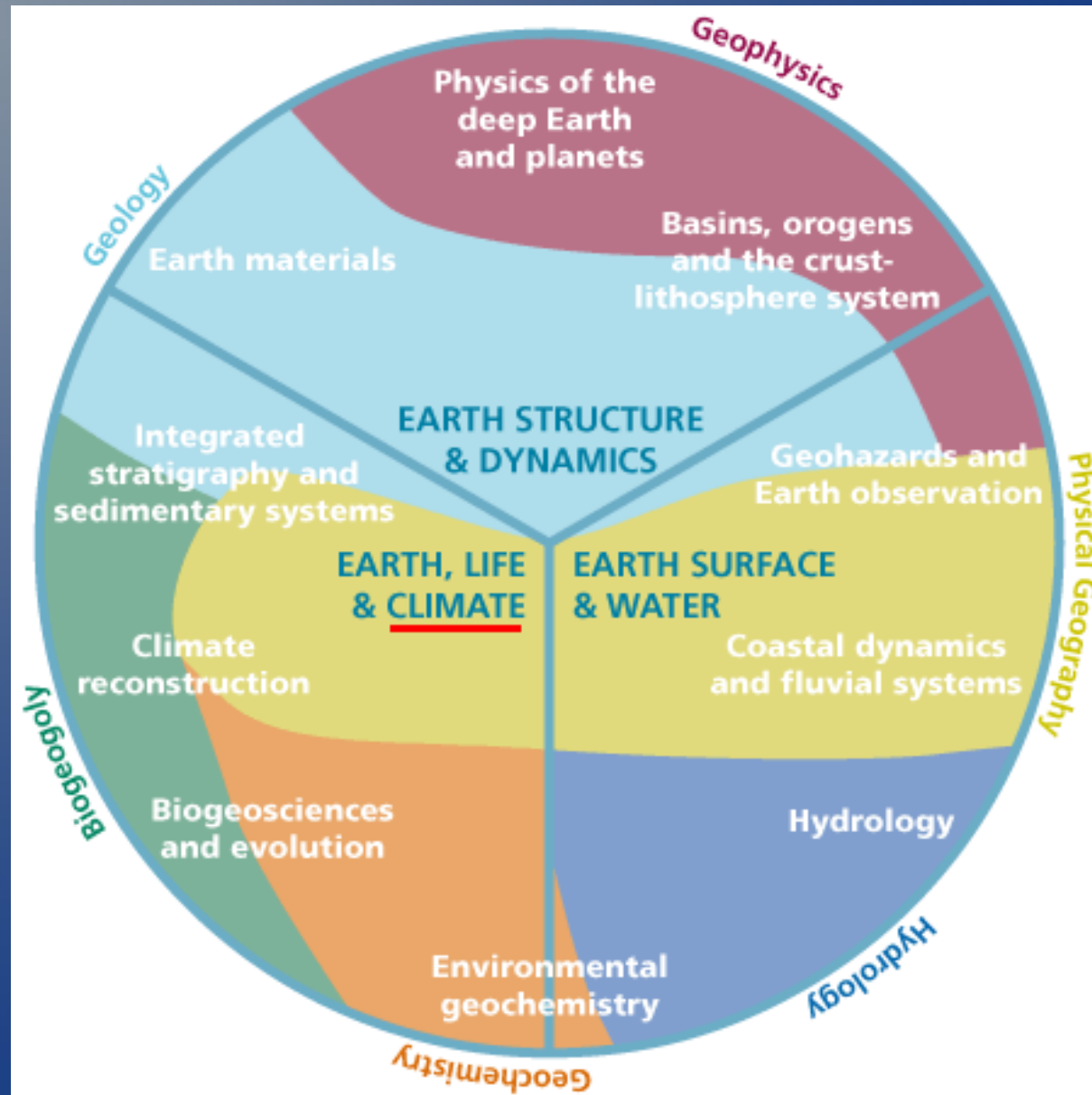
## Tradiční obory

- Meteorologie  
=> aplikovaná fyzika
- Klimatologie  
=> statistika počasí

## Integrované obory

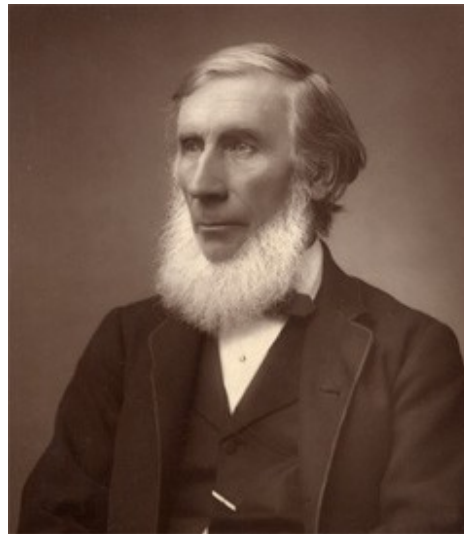
- Vědy o Zemi (Earth science)
- Vědy o klimatu (základem je fyzika klimatu)  
(Climate science => Climate scientist)

# Struktura vědy o Zemi a vztah k vědě o klimatu



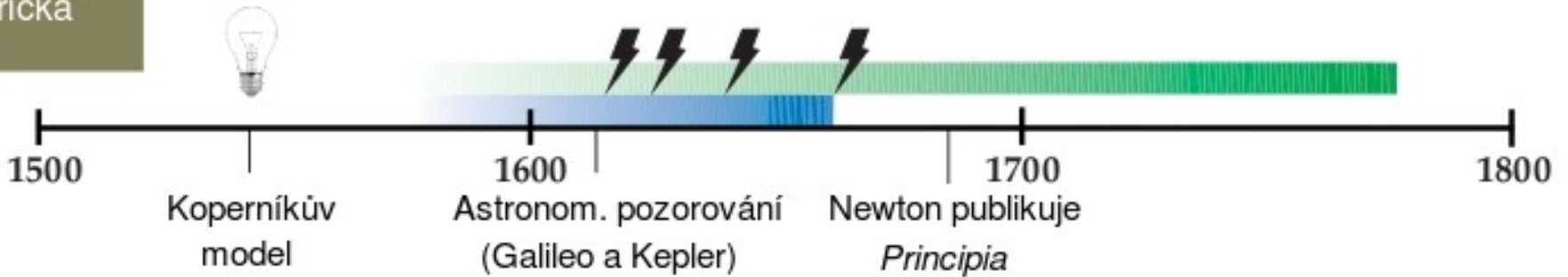
# Historie výzkumu globálního oteplování

- 1824 – Joseph Fourier (formuloval skleníkový jev)
- 1859 – John Tyndall (proměřil účinnost skleníkových plynů)
- 1894 – Svante Arrhenius (poprvé počítal „citlivost klimatu“)



# Přijetí teorií odborníky a veřejností

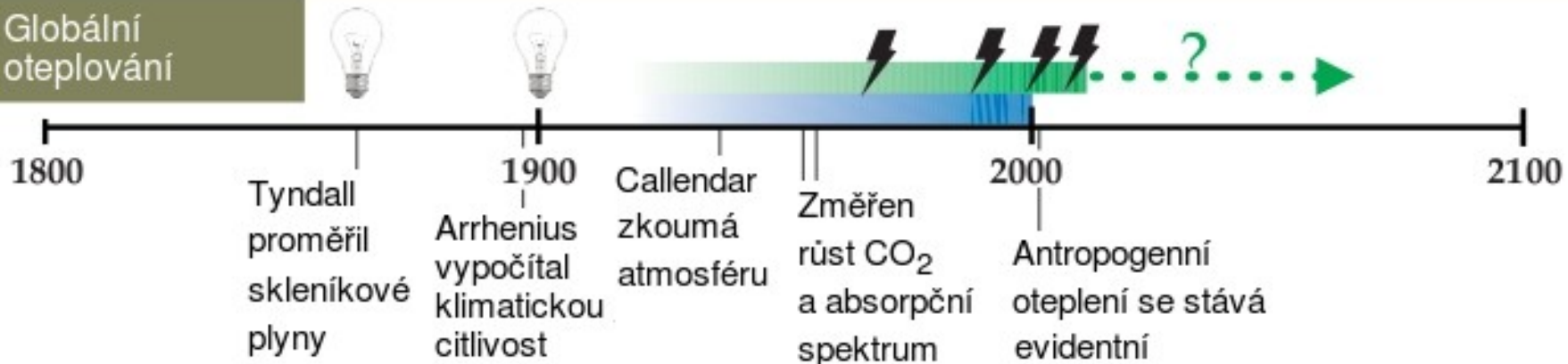
## Heliocentrická soustava



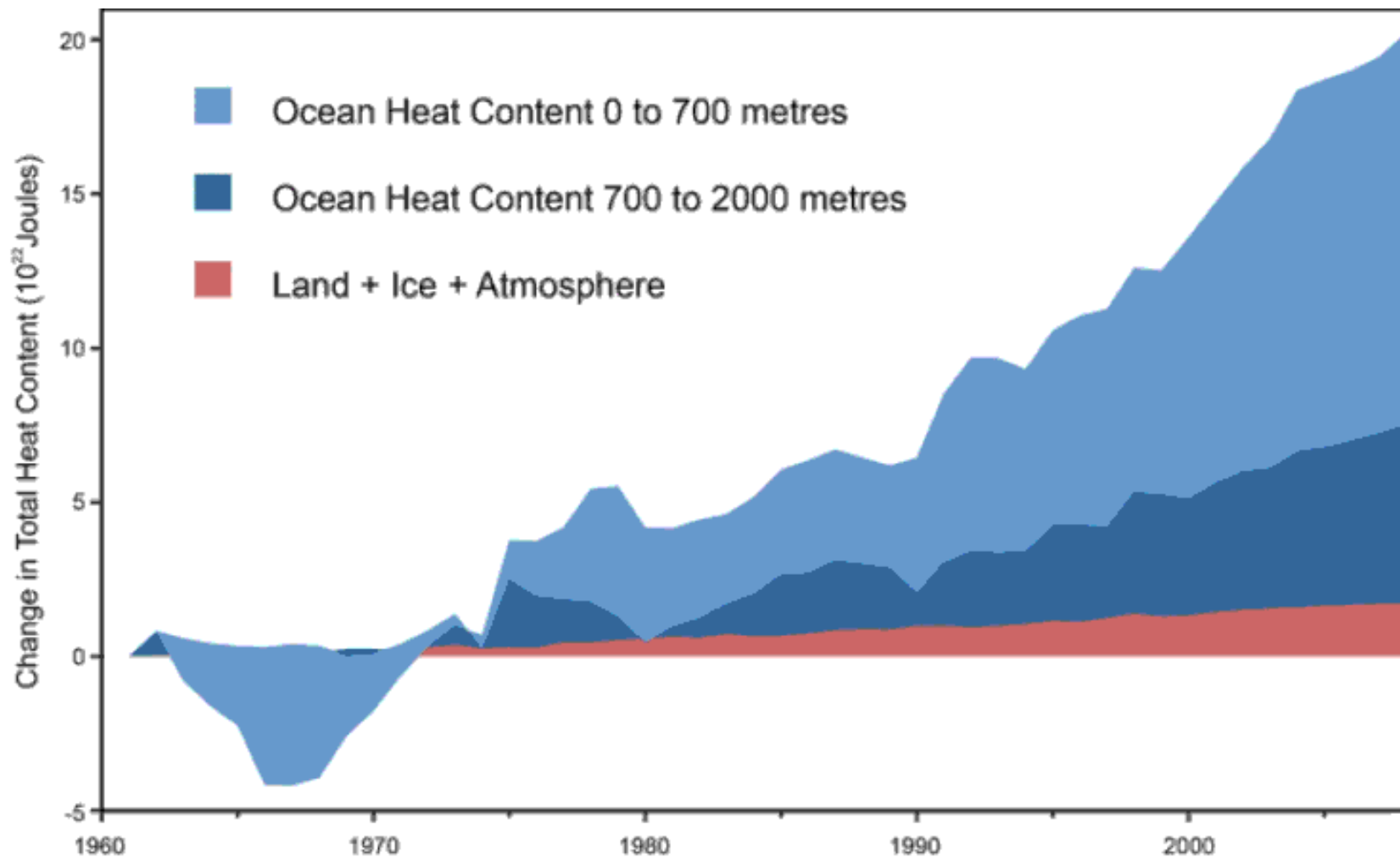
## Teorie relativity



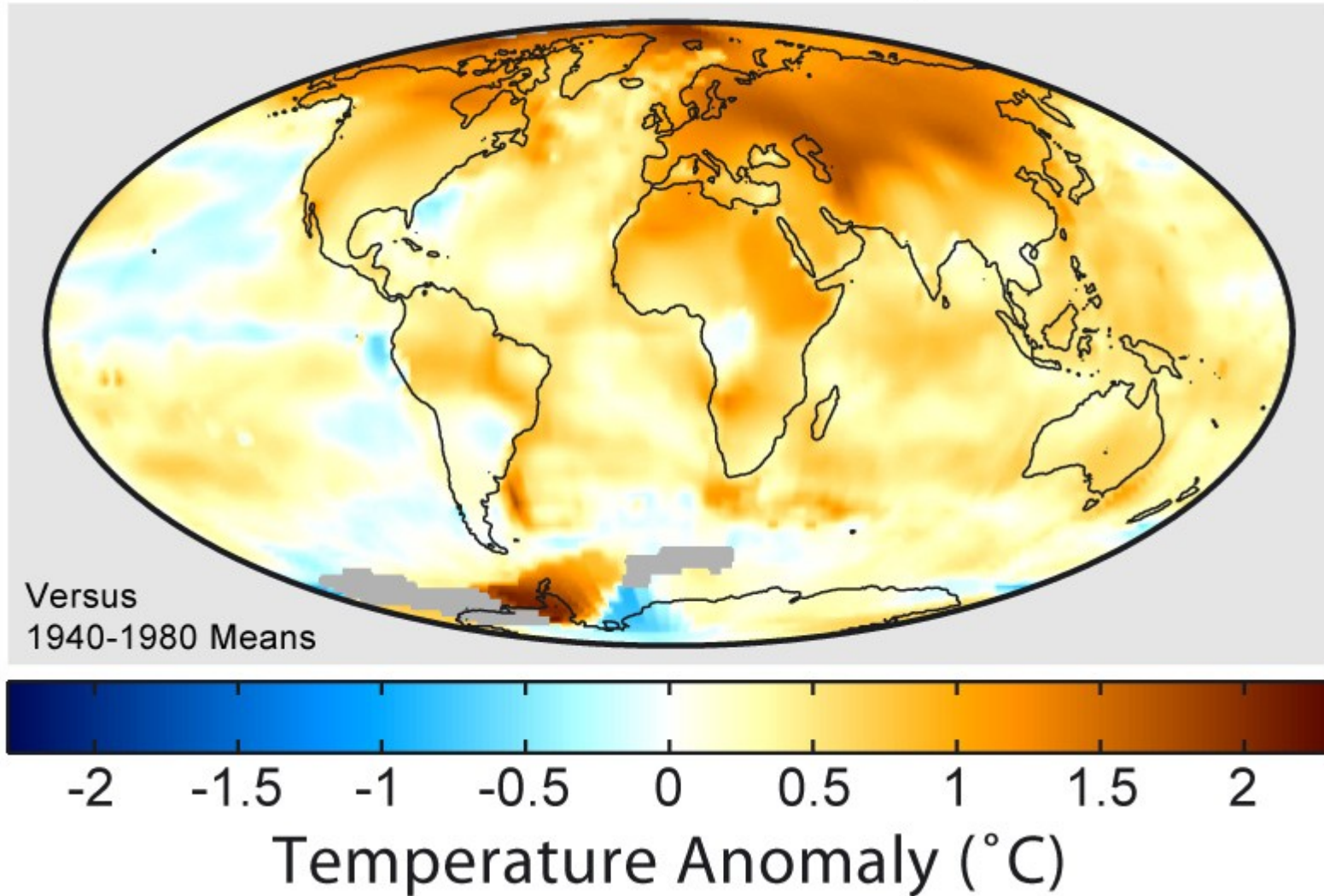
## Globální oteplování



# Energetická bilance Země

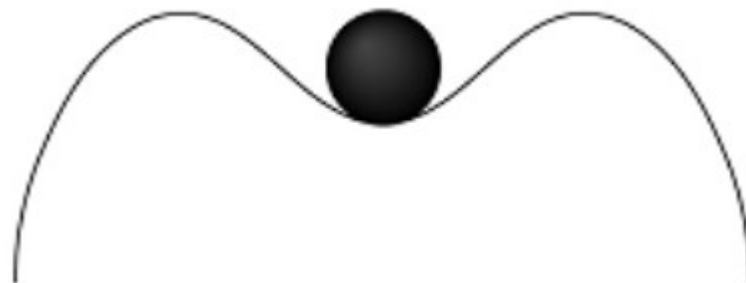
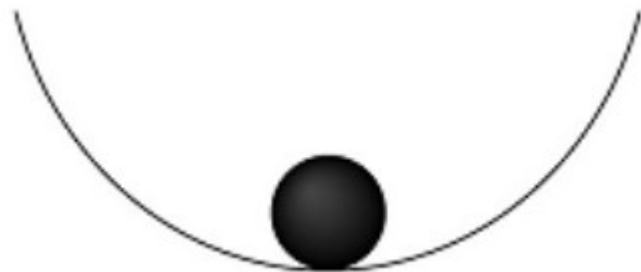
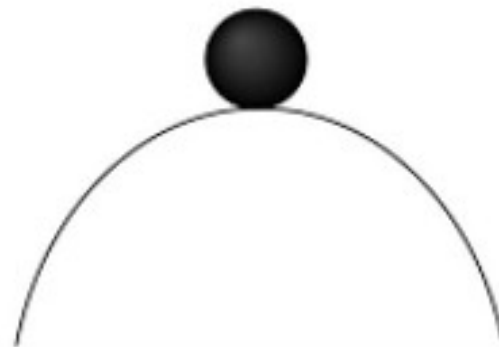
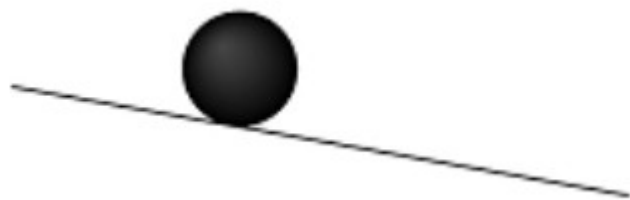


# 1999-2008 Mean Temperatures





# Jak funguje klimatický systém?

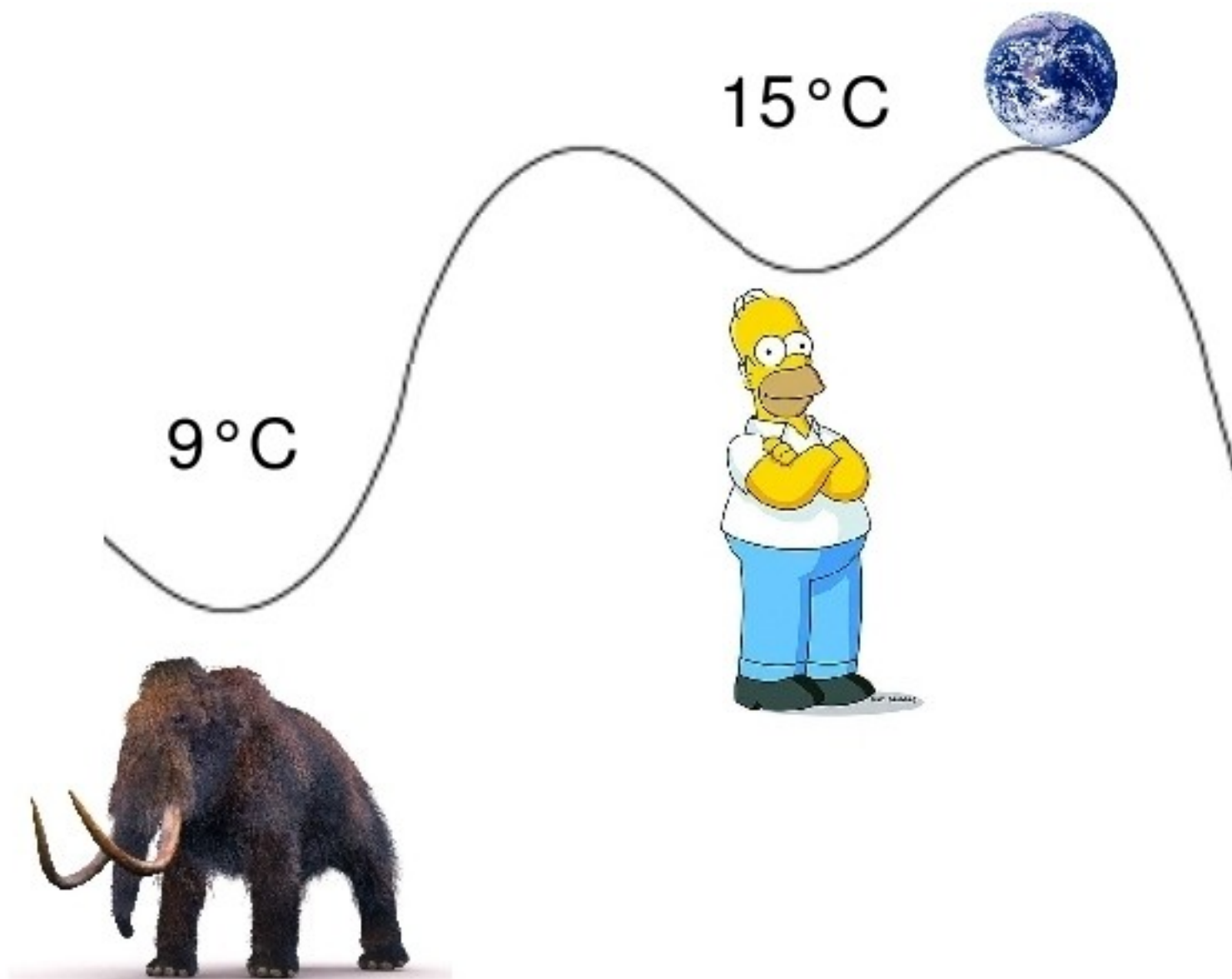


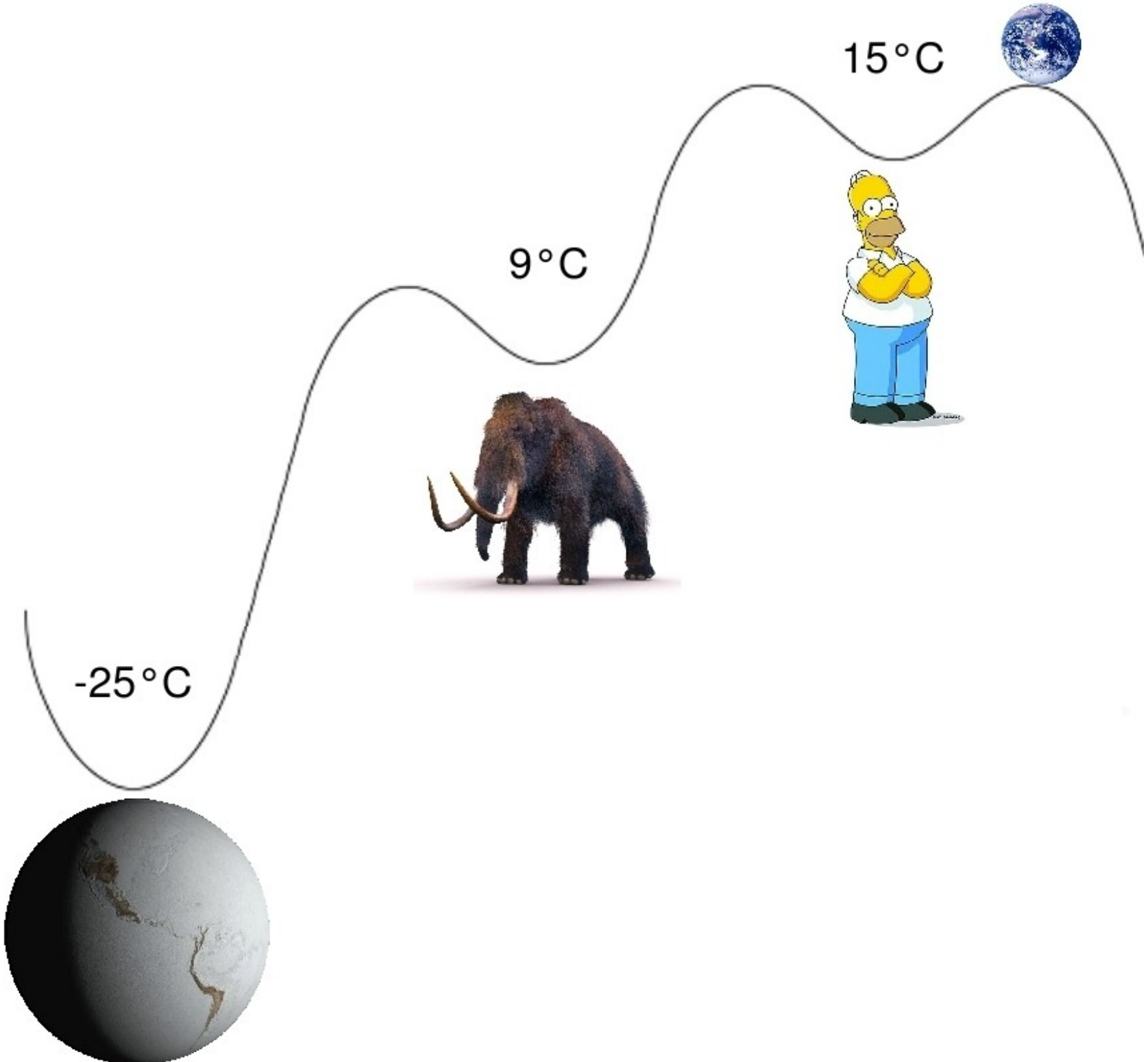
15°C

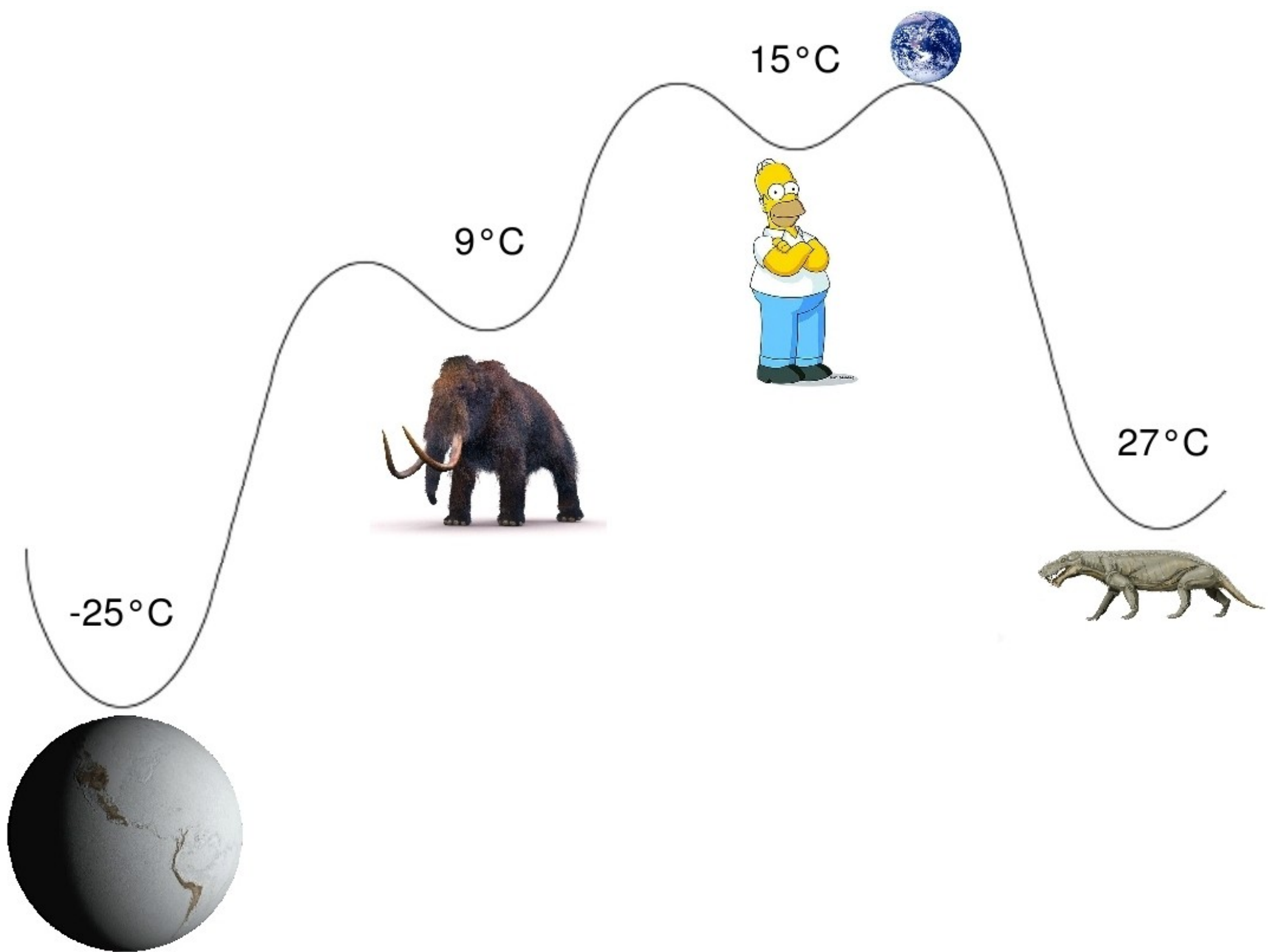


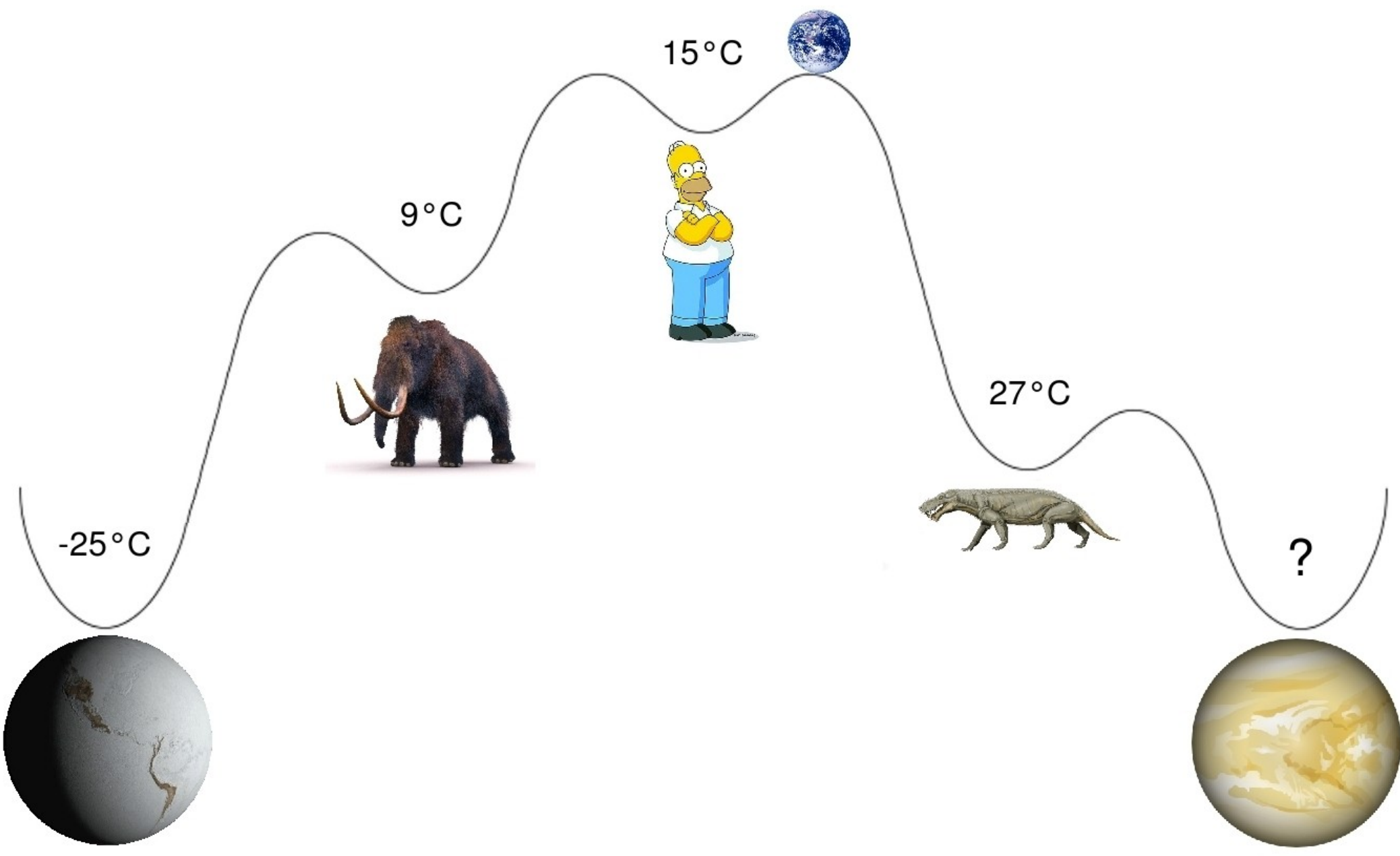
+2°C











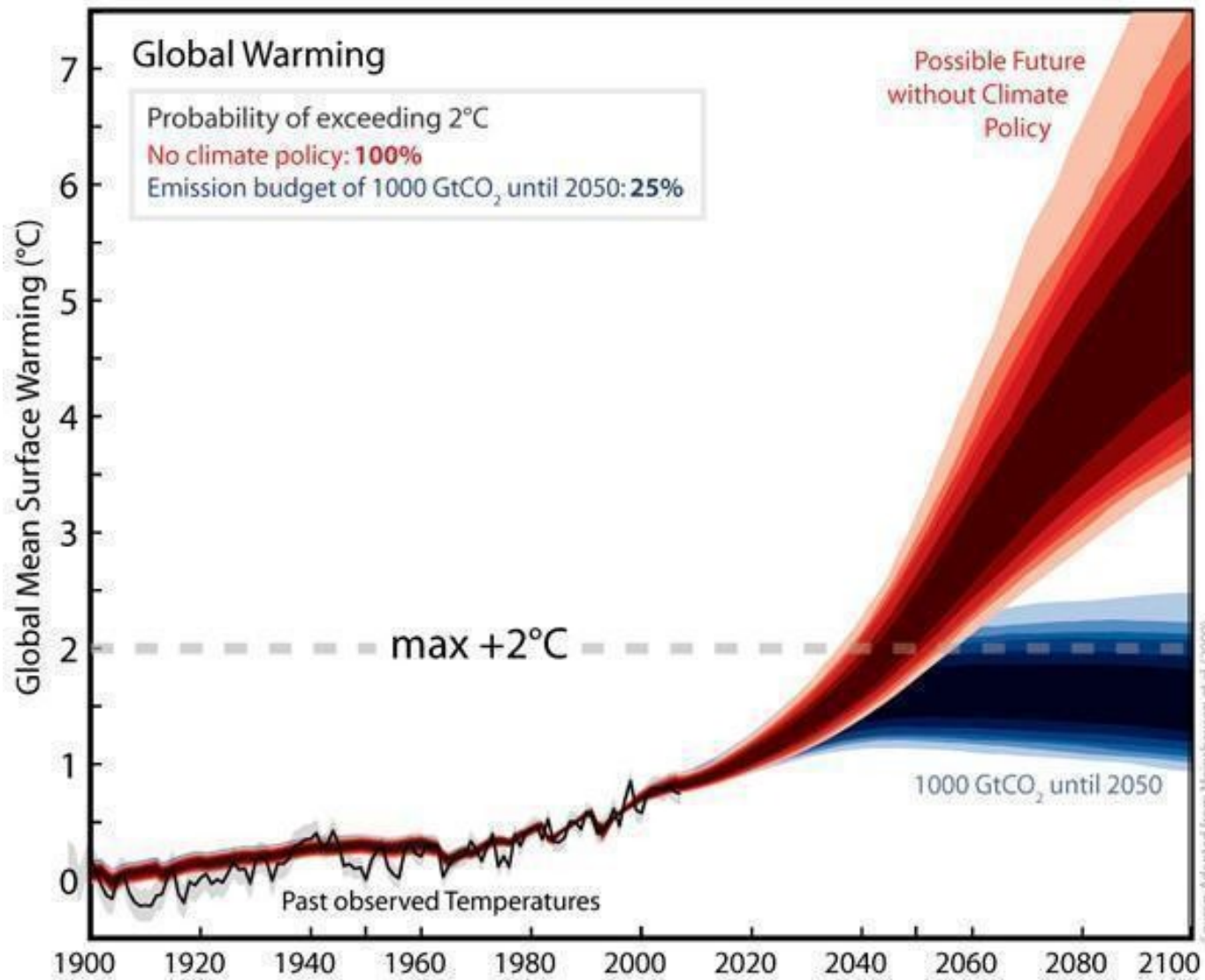
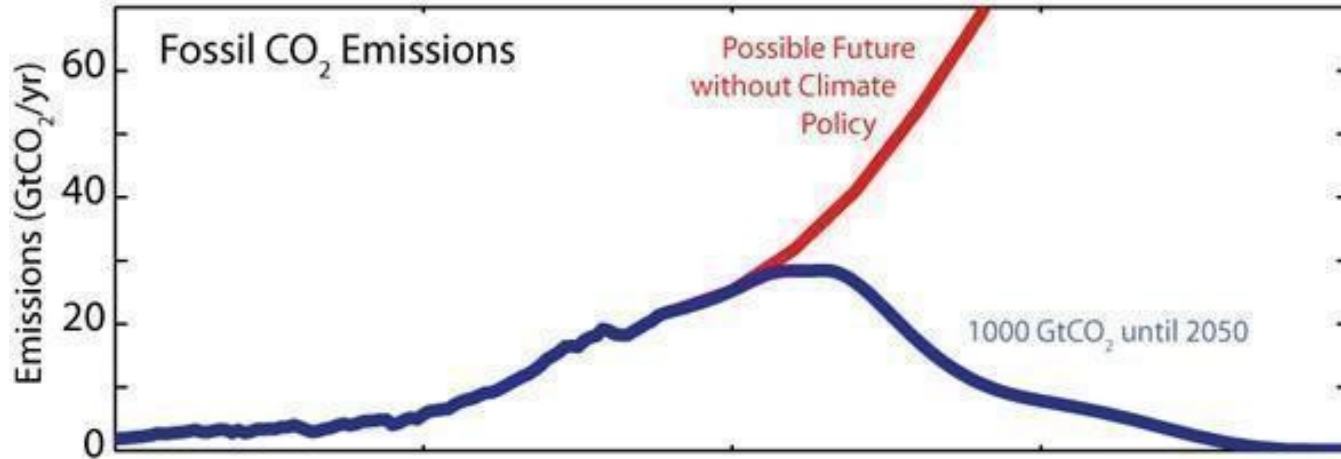
-25°C

9°C

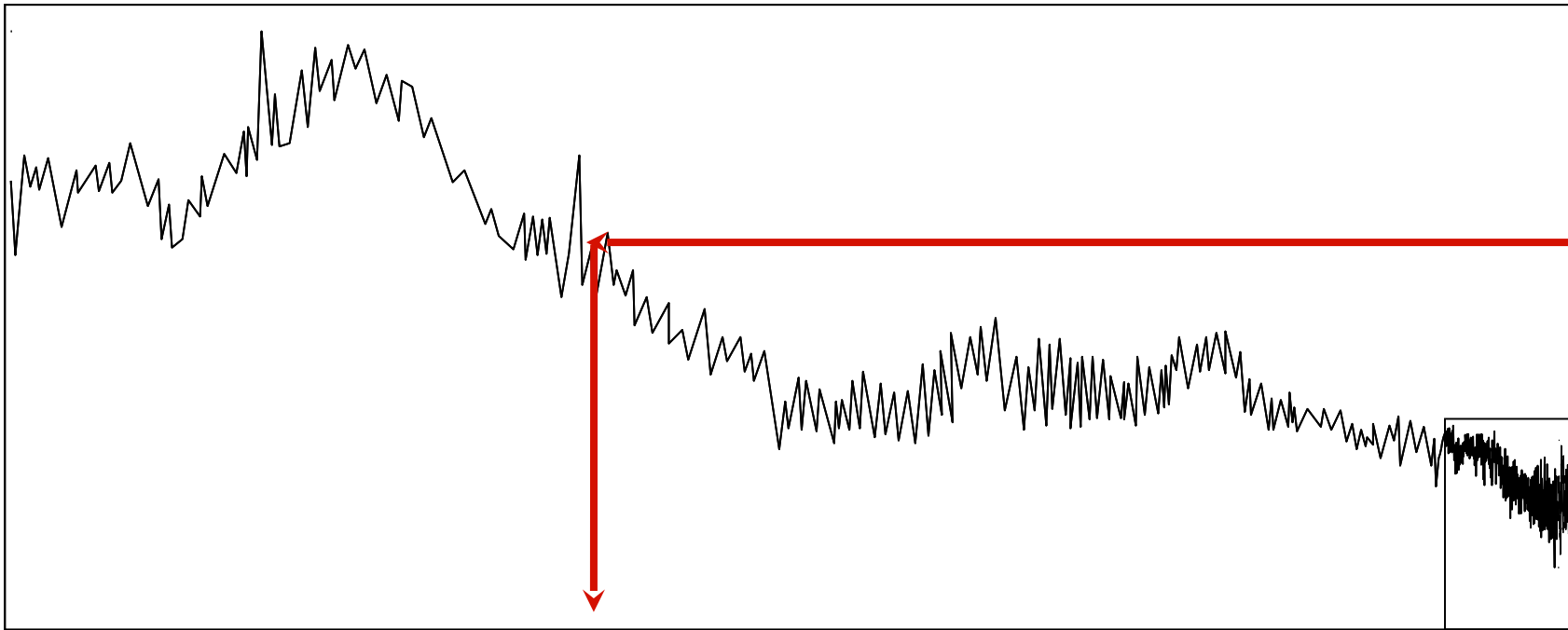
15°C

27°C

?



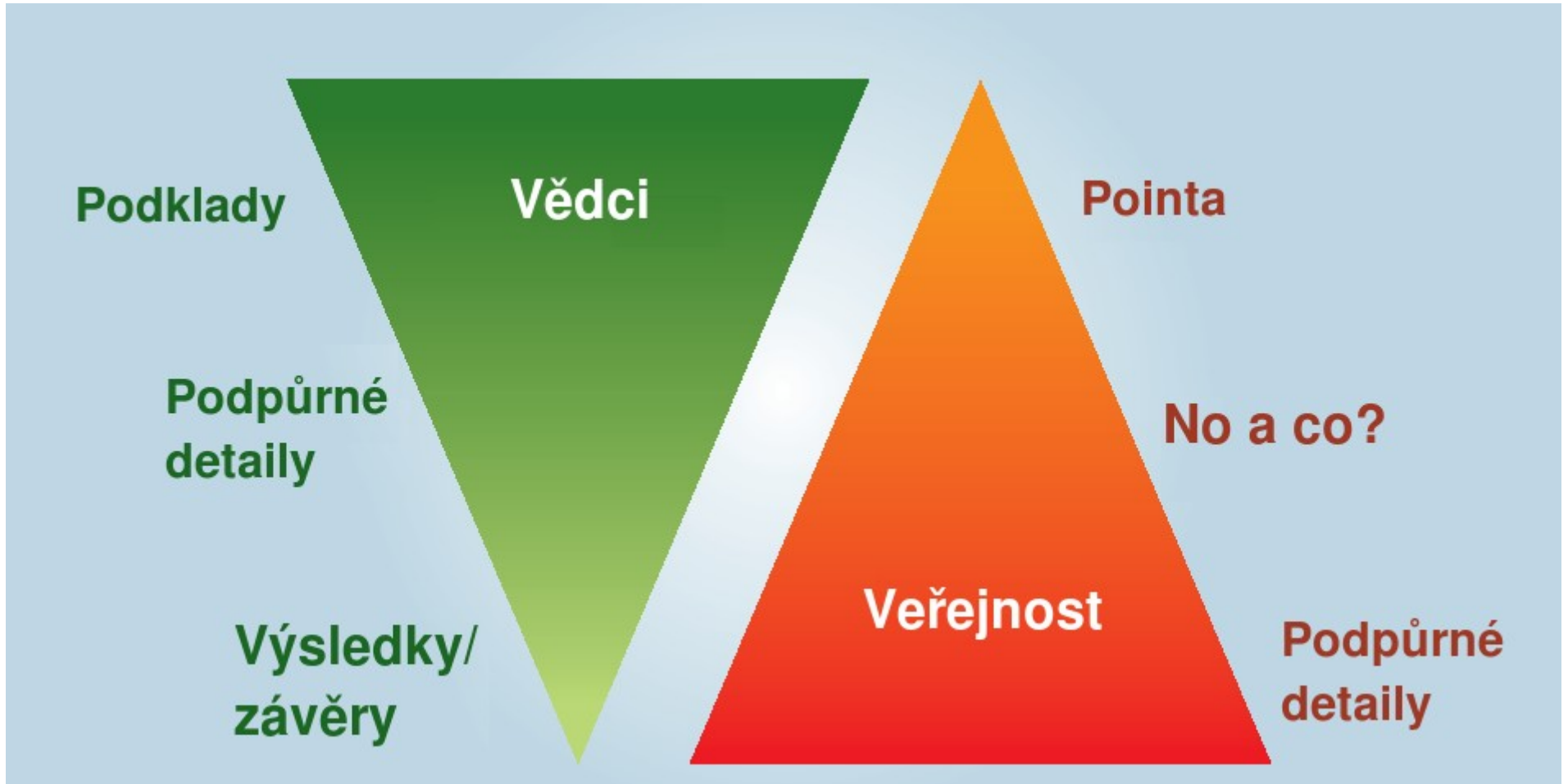
# Oteplení o 6°C



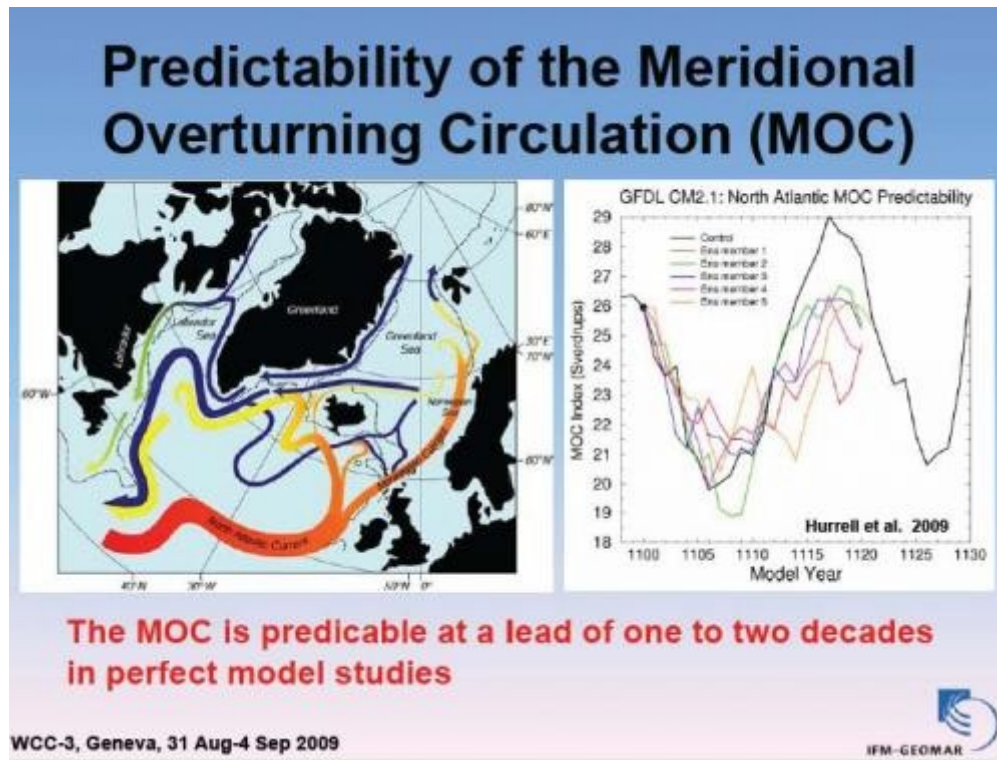
40 mil. let



# Komunikační pyramida



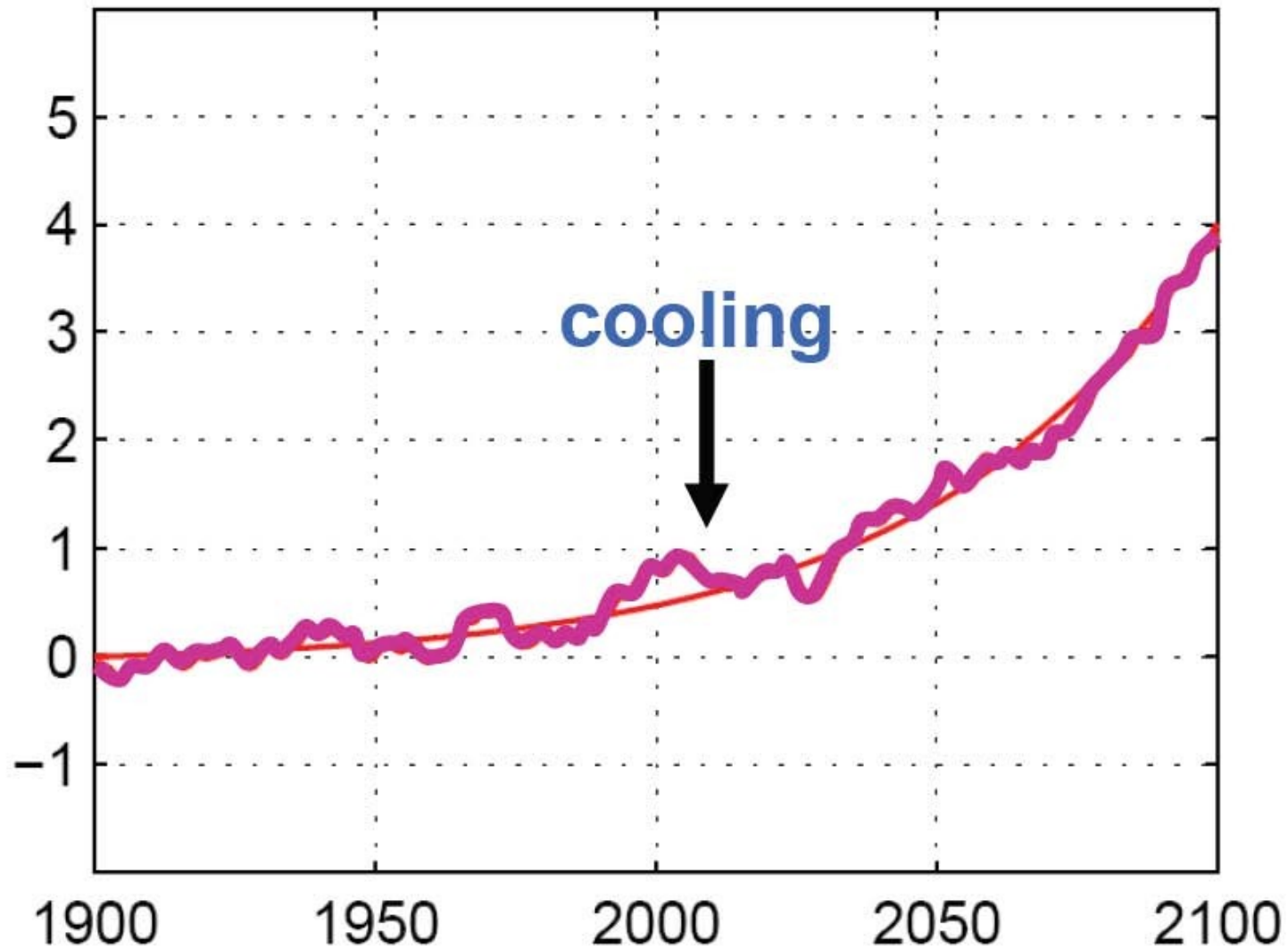
# Role médií



„Kdybych se nejmenoval Mojib Latif, jmenoval bych se Globální Oteplování.“

- Globální oteplování bylo zrušeno. Rozejděte se.
  - Začíná malá doba ledová?

# “Climate surprises”





## Carbon dioxide production by benthic bacteria: the death of manmade global warming theory?

Daniel A Klein<sup>\*</sup>, Mandeep J Gupta<sup>\*</sup>, Philip Cooper<sup>\*\*</sup>, Arne FR Jansson<sup>\*\*</sup>.

<sup>\*</sup>Department of Climatology, University of Arizona; <sup>\*\*</sup>Department of Atmospheric Physics, Göteborgs Universitet (University of Gothenburg, Sweden.)

Received: 18 February 2007 / Accepted: 9<sup>th</sup> August 2007 / Published online: 3<sup>rd</sup> November 2007

©Inst Geoclimatic Studies 2007

### Abstract

It is now well-established that rising global temperatures are largely the result of increasing concentrations of carbon dioxide in the atmosphere. The "consensus" position attributes the increase in atmospheric CO<sub>2</sub> to the combustion of fossil fuels by industrial processes. This is the mechanism which underpins the theory of manmade global warming.

Our data demonstrate that those who subscribe to the consensus theory have overlooked the primary source of carbon dioxide emissions. While a small part of the rise in emissions is attributable to industrial activity, it is greatly outweighed (by >300 times) by rising volumes of CO<sub>2</sub> produced by saprotrophic eubacteria living in the sediments of the continental shelves fringing the Atlantic and Pacific oceans. Moreover, the bacterial emissions, unlike industrial CO<sub>2</sub>, precisely match the fluctuations in global temperature over the past 140 years.

This paper also posits a mechanism for the increase in bacterial CO<sub>2</sub> emissions. A series of natural algal blooms, beginning in the late 19<sup>th</sup> Century, have caused mass mortality among the bacteria's major predators: brachiopod molluscs of the genus *Tetradymia*. These periods of algal bloom, as the paleontological record shows, have been occurring for over three million years, and are always accompanied by a major increase in carbon dioxide emissions, as a result of the multiplication of bacteria when predator pressure is reduced. They generally last for 150-200 years. If the current episode is consistent with this record, we should expect carbon dioxide emissions to peak between now and mid-century, then return to background levels. Our data suggest that current concerns about manmade global warming are unfounded.

**Keywords:** global warming, carbon-dioxide, eubacteria, *Tetradymia*, benthic, numerical modelling.



# Skeptical Science

*Getting skeptical about global warming skepticism*



## Vědecký průvodce skepticismem vůči globálnímu oteplování

John Cook  
skepticalscience.com



<http://www.skepticalscience.com/translation.php?lang=1>

# Co znamená „vědecký konsenzus“?

The Scientific Consensus on Climate Change  
Naomi Oreskes, *Science*, 2004

Analyzováno 928 abstraktů článků v odborném tisku za období 1993-2003 obsahujících klíčová slova „globální změna klimatu“.

Výsledky:

75 % - připouští antropogenní změnu klimatu (AZK)

25 % - žádné stanovisko k AZK

0 % - odmítající AZK

ORESQUES, Naomi. The Scientific Consensus on Climate Change. *Science*. 2004. Dostupný také z WWW:  
<http://www.sciencemag.org/content/306/5702/1686.full>



*Special Eurobarometer 300*



# Europeans' attitudes towards climate change

Fieldwork March – May 2008

Publication September 2008

## Report

## Eurobarometer 2009

Vnímání změny klimatu a globálního oteplování

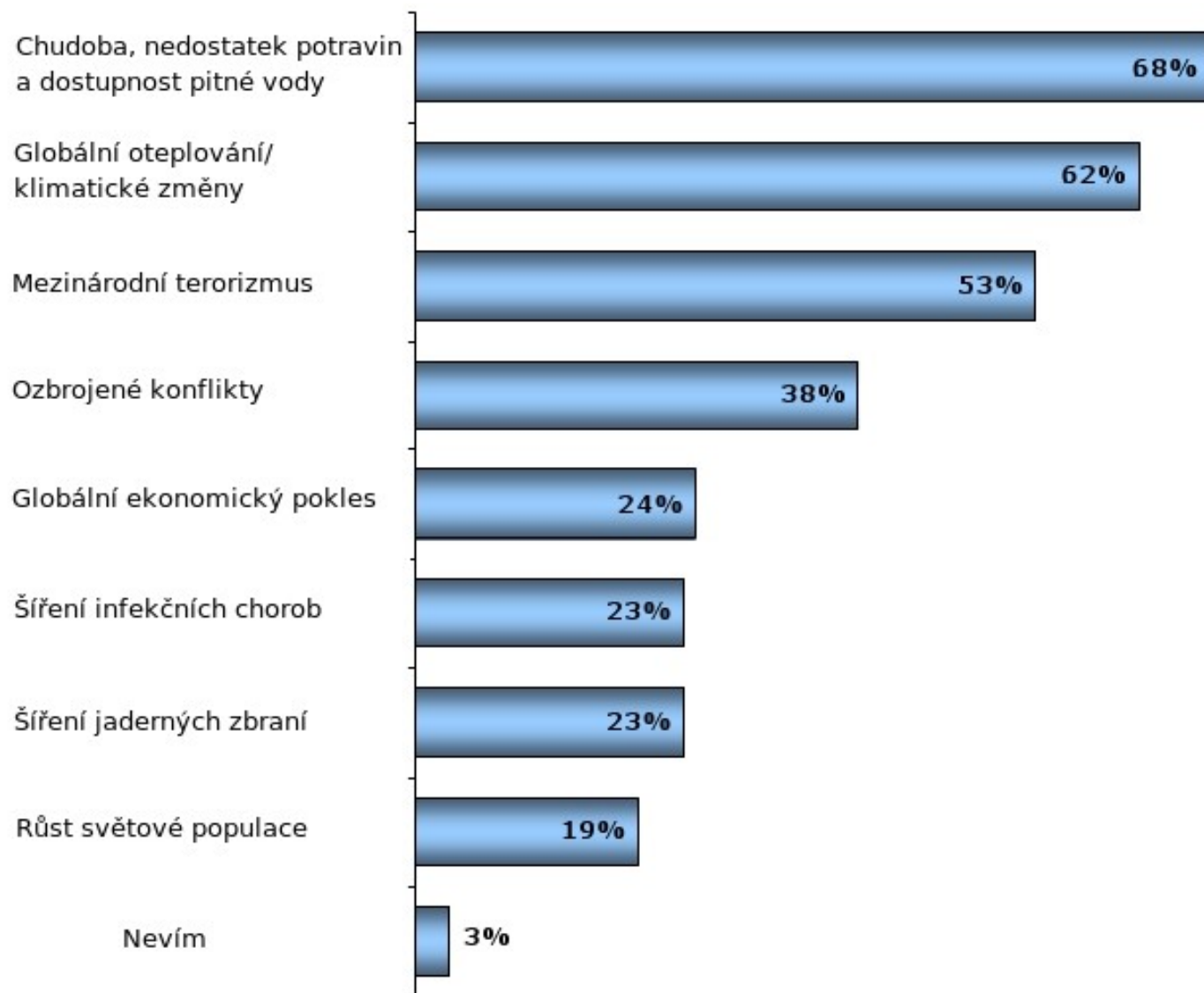
Úroveň informací o změně klimatu




Boj proti klimatickým změnám

Zapojení občanů do boje proti klimatickým  
změnám



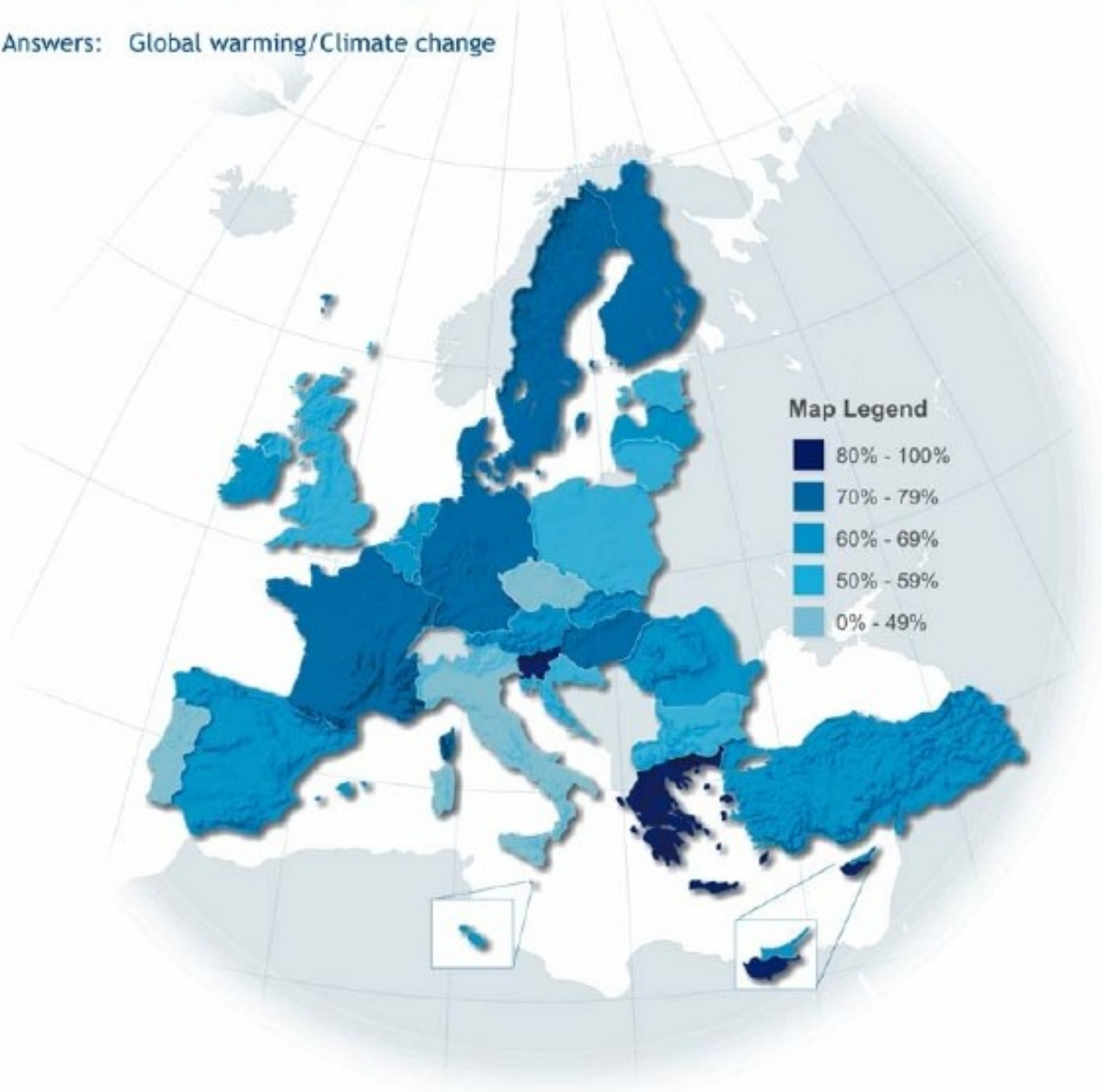
**Podle Vašeho názoru, které téma z následující nabídky považujete za nejzávažnější problém, kterému svět v současnosti čelí.**



 CY*	92%
 EL	90%
 SI	80%
 SE	74%
 FI	73%
 DK	71%
 DE	71%
 FR	71%
 HU	71%
 LU	69%
 AT	69%
 NL	66%
 LV	66%
 SK	66%
 MT	64%
 IE	63%
 EU27	62%
 BE	61%
 ES	61%
 RO	60%
 EE	58%
 LT	58%
 UK	57%
 BG	52%
 PL	50%
 IT	47%
 PT	47%
 CZ	45%
* CY(80) = 64%	
 TR	60%
 MK	59%
 HR	54%

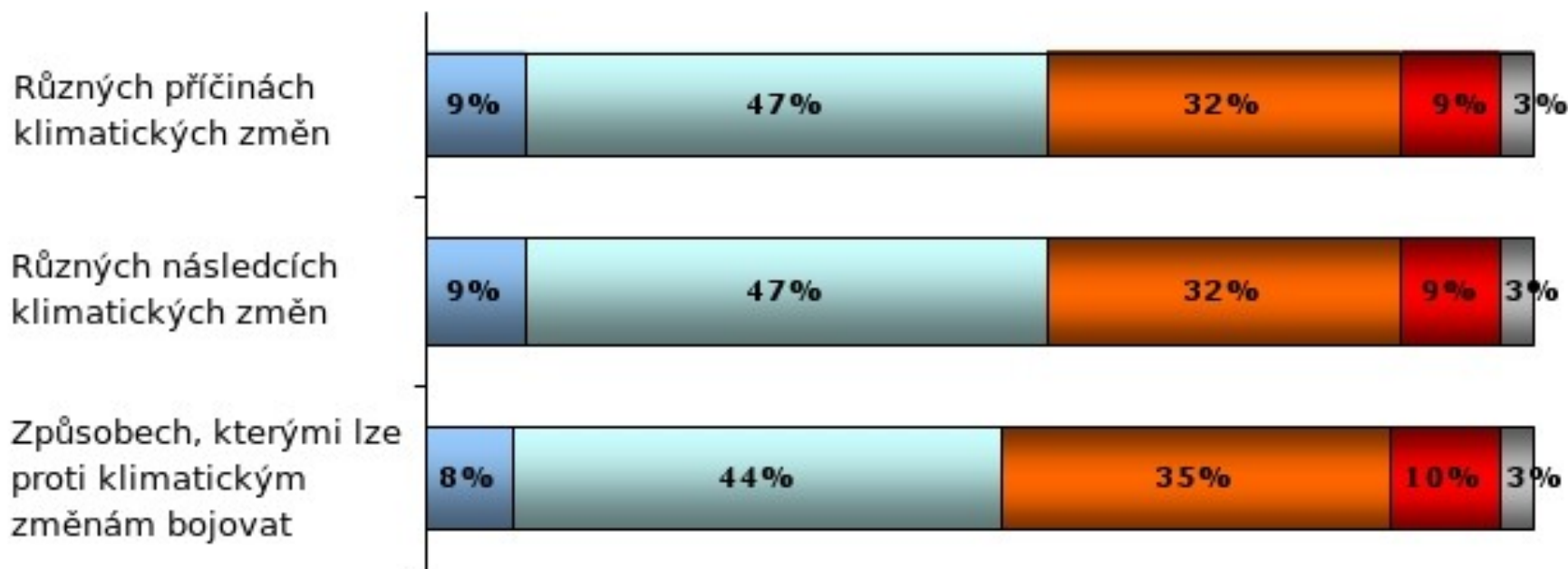
Question: QE1. In your opinion, which of the following do you consider to be the most serious problem currently facing the world as a whole?

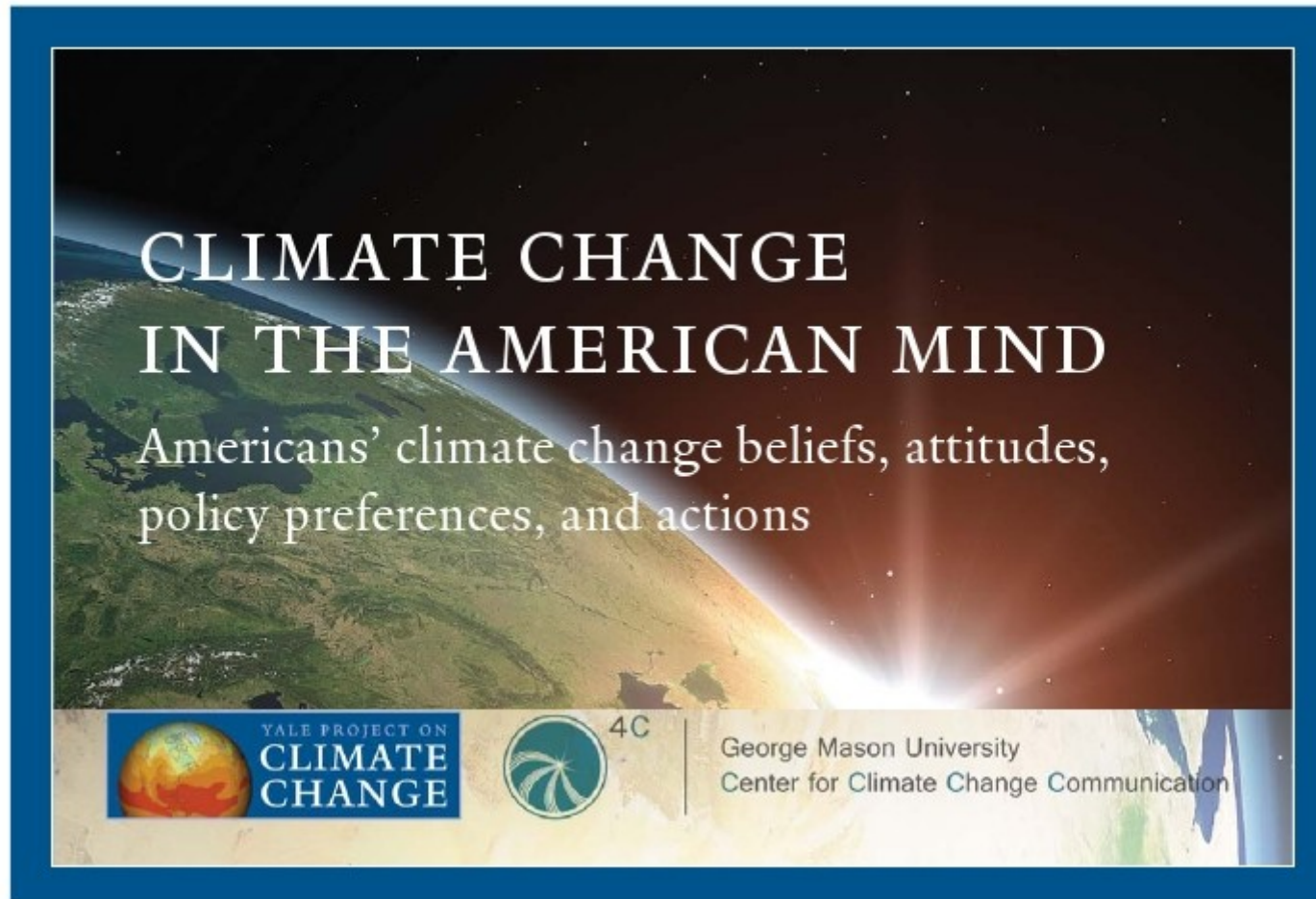
Answers: Global warming/Climate change



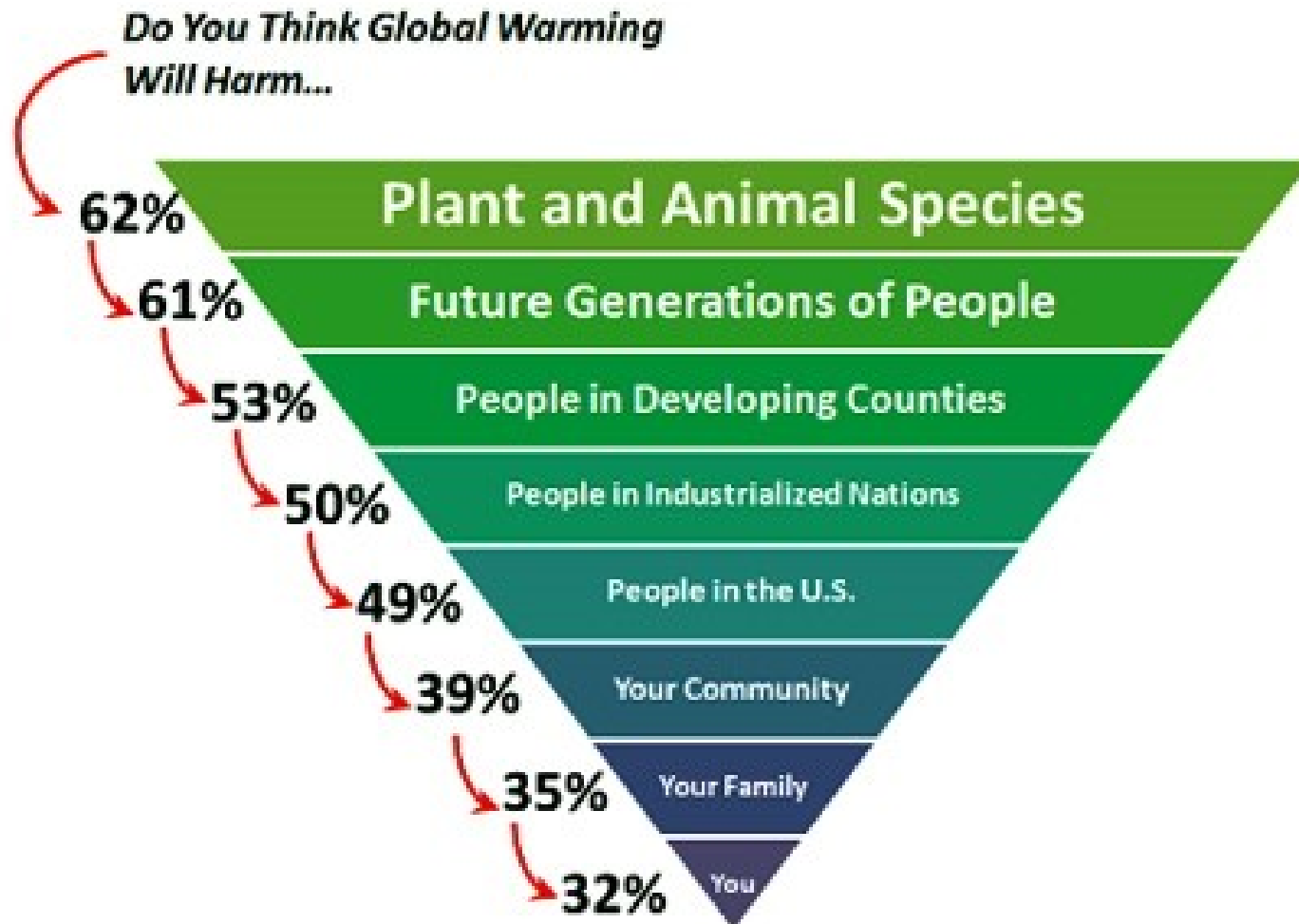
## Domníváte se, že Vy osobně jste/nejste dobře informován o ... ?

■ Dobře informován   ■ Poměrně dobře   ■ Nepříliš dobře   ■ Vůbec ne   ■ Nevím





2000 respondentů, zveřejněno: duben 2009



<http://earthfirst.com/americans-believe-global-warming-is-happening-%E2%80%93-to-everyone-but-them/>

# Klimatická gramotnost

A CLIMATE-ORIENTED APPROACH  
TO TEACHING SCIENCE STANDARDS

## *CLIMATE LITERACY*

**ESSENTIAL PRINCIPLES  
AND FUNDAMENTAL  
CONCEPTS**



**FORMAL & INFORMAL EDUCATION**



Třídenní seminář "Climate and Weather Literacy"  
Duben 2007

# Klimatická gramotnost

**Definice:** „Klimatická gramotnost je porozumění klimatickým vlivům na člověka a společnost a vlivu člověka na klima.“ [33]

## Klimaticky gramotný člověk:

- *Rozumí základním principům* všech aspektů zemského klimatického systému ovlivňujících stav klimatu.
- *Umí shromažďovat informace* o klimatu a počasí, a rozpozná důvěryhodnost zdroje informací k danému tématu.
- *Komunikuje* o klimatu a klimatické změně smysluplným způsobem.
- *Dělá vědecky podložená a zodpovědná rozhodnutí* v situacích souvisejících s klimatem.



Přírodovědná  
gramotnost

Klimatická  
gramotnost

Environmentální  
gramotnost

Mediální  
gramotnost

# Vzdělávání o změně klimatu

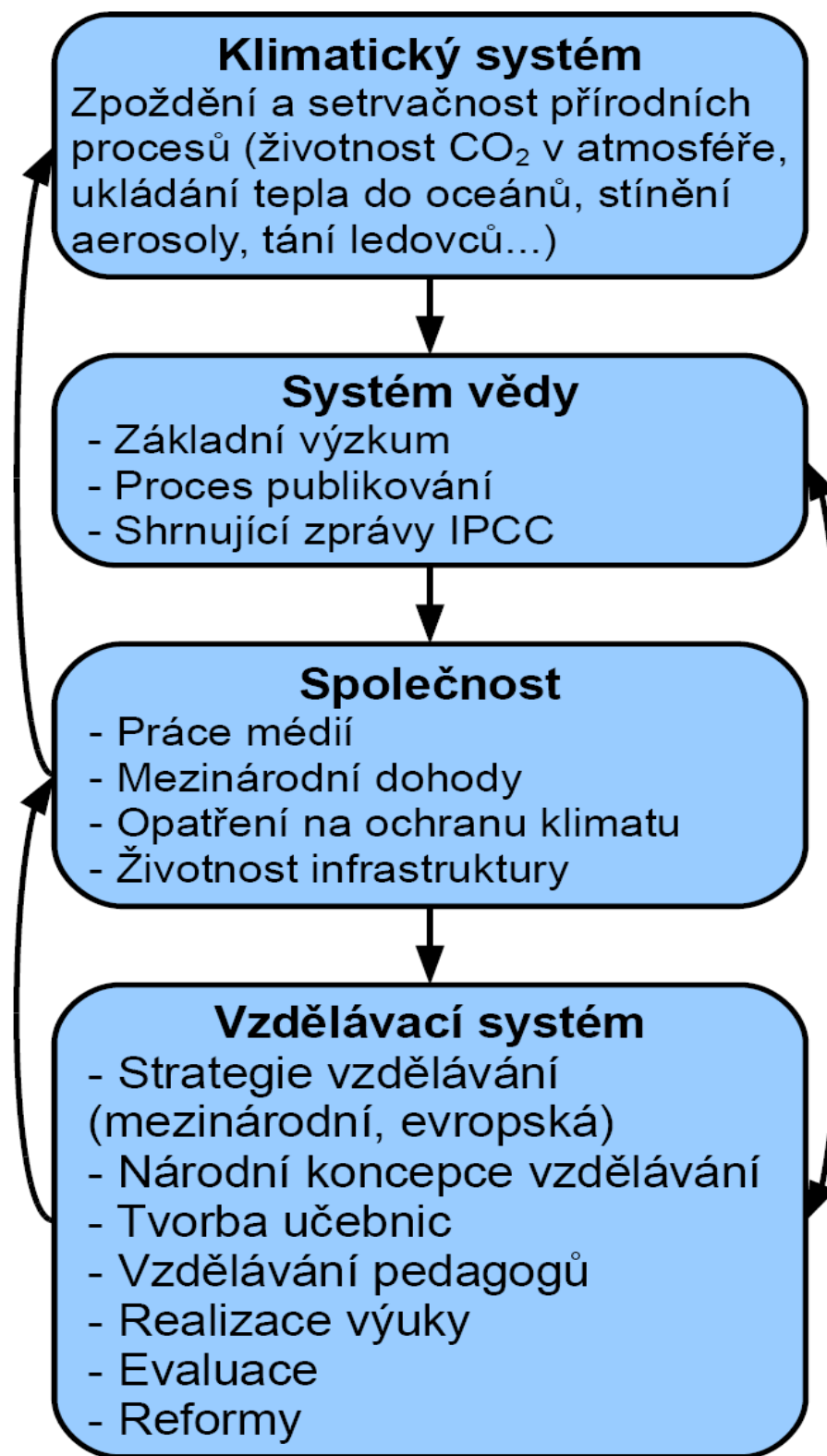
UNFCCC (1992) stanovuje signatářům rozvoj a realizaci vzdělávacích a školících programů

USA – A Framework for K-12 Science Education

Evropa – v rámci vzdělávání k TUR, roztržštěné

ČR – zmínka v RVP (Environmentální výchova)

# Problematika reflexe vědy o klimatu ve vzdělávacím systému



V USA je od roku 2011 změna klimatu součástí **Rámcového programu přírodovědného vzdělávání** (A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas 2014), kde je problematika změny klimatu explicitně zastoupena v kapitole 7 – Vědy o Zemi a vesmíru. Požadavky na znalosti žáků jsou vymezeny následovně:

*Koncem 5. ročníku*

Jestliže se globální teplota Země bude nadále zvyšovat, životy lidí a dalších organismů budou ovlivněny mnoha různými způsoby.

*Koncem 8. ročníku*

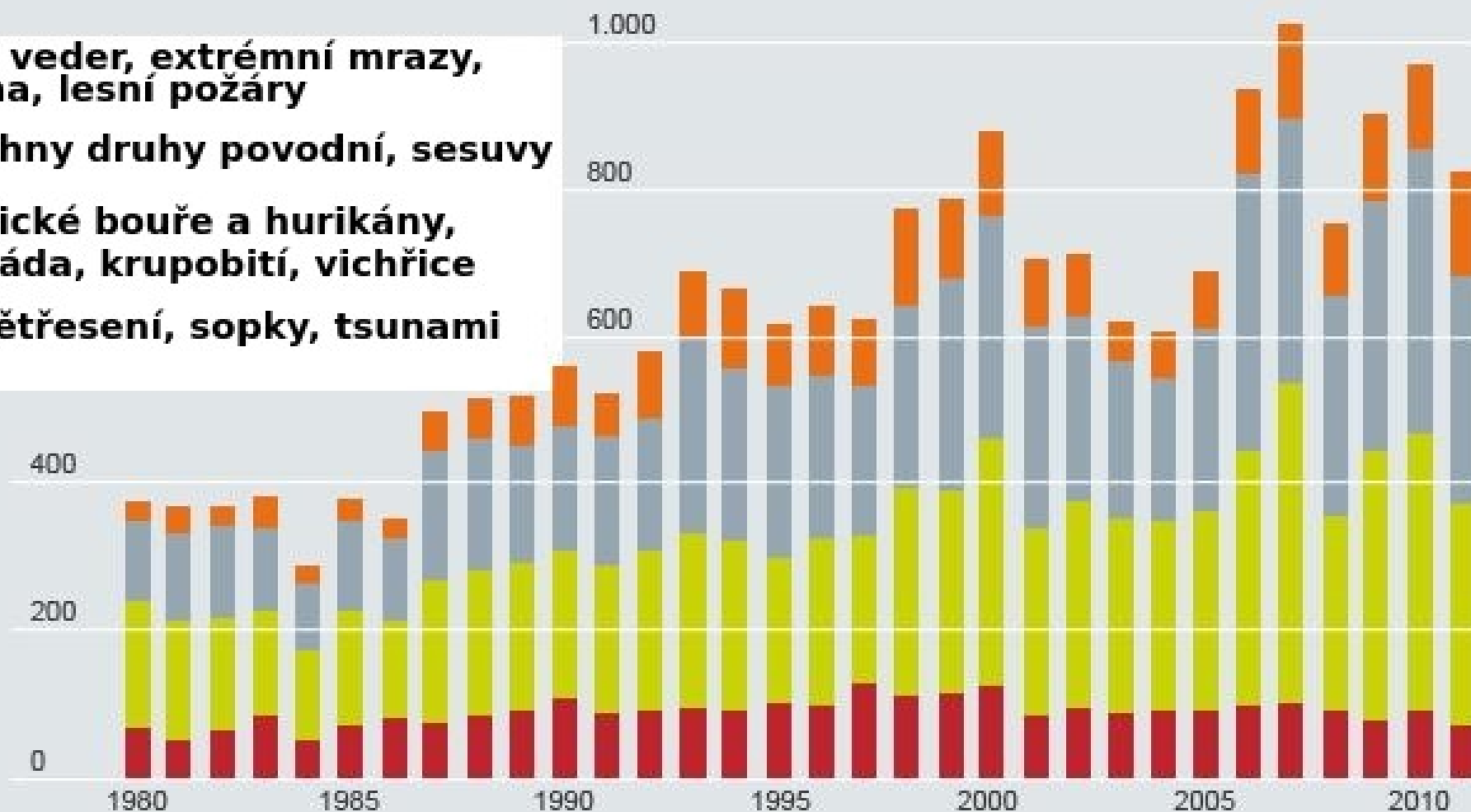
Lidské činnosti, jako je uvolňování skleníkových plynů při spalování fosilních paliv, jsou hlavními faktory v současném růstu průměrné teploty zemského povrchu (globální oteplování). Snížení zranitelnosti člověka vlivem nejrůznějších následků klimatické změny závisí na porozumění člověka vědě o klimatu, jeho technických dovednostech a dalších znalostech (jako např. pochopení lidského chování) a na rozumném uplatňování těchto znalostí při rozhodování a jednání.

*Koncem 12. ročníku*

Globální klimatické modely jsou často používány k pochopení procesu klimatických změn, protože tyto změny jsou komplexní a mohou probíhat pozvolna z pohledu historie Země. Ačkoliv dopady lidských činností jsou dnes větší, než kdy byly, stejně tak jsou větší schopnosti lidí modelovat, předvídat a čelit současným a budoucím dopadům. Prostřednictvím počítačových simulací a jiných studií vznikají důležité objevy o tom, jak oceán, atmosféra a biosféra interagují a mění se v důsledku lidských činností, a jak reagují na změny lidské činnosti. Proto věda a technika bude mít zásadní význam pro pochopení možných dopadů globální změny klimatu a na informovaná rozhodnutí o tom, jak zmírnit rychlost změny klimatu a její následky pro lidstvo i pro planetu.

# Počet přírodních katastrof ve světě, 1980 - 2011

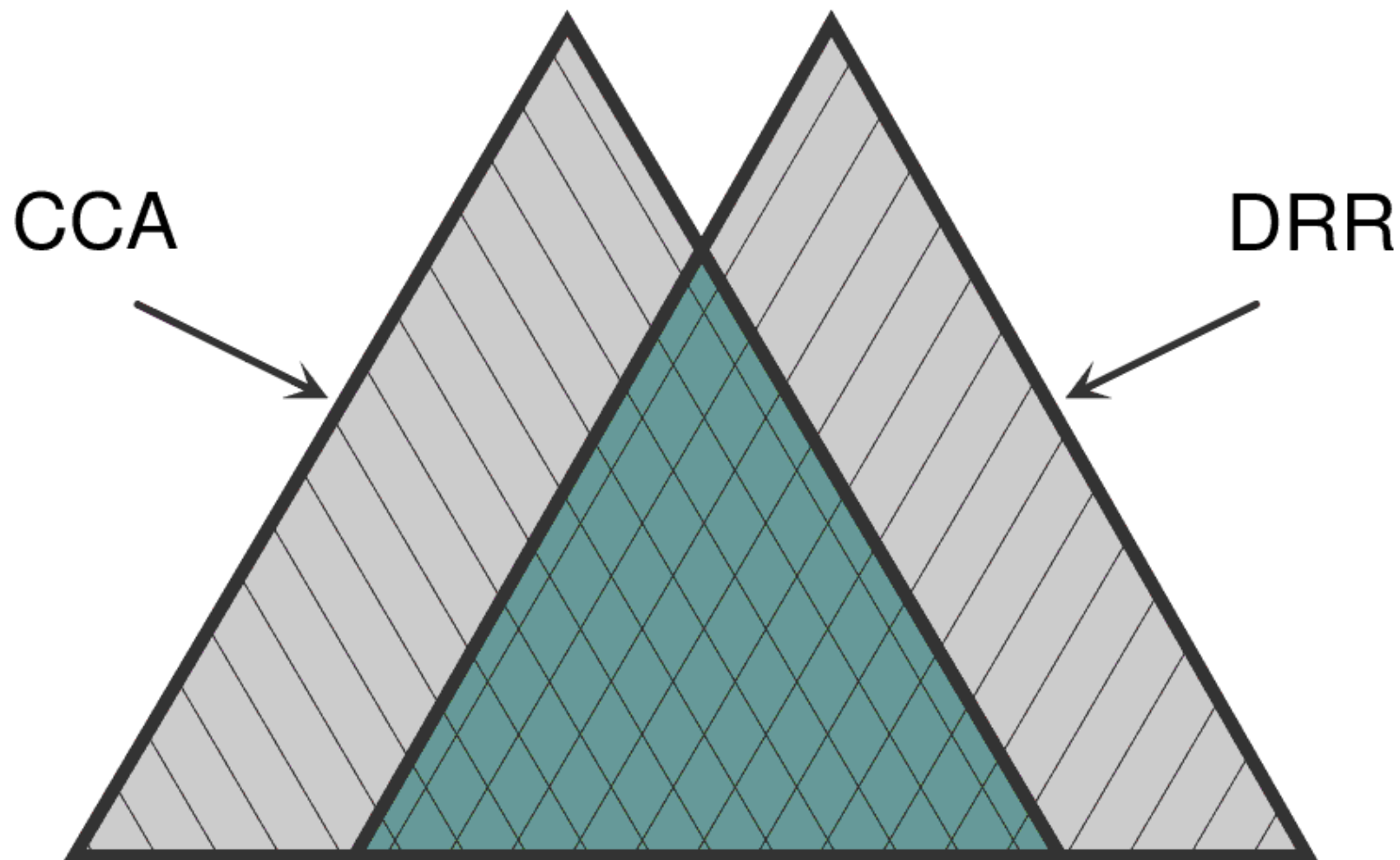
- vlny veder, extrémní mrazy, sucha, lesní požáry**
- všechny druhy povodní, sesuvy**
- tropické bouře a hurikány, tornáda, krupobití, vichřice**
- zemětřesení, sopky, tsunami**



# **Integrace ochrany obyvatelstva před přírodními katastrofami (DRR) a adaptace na klimatické změny (CCA)**

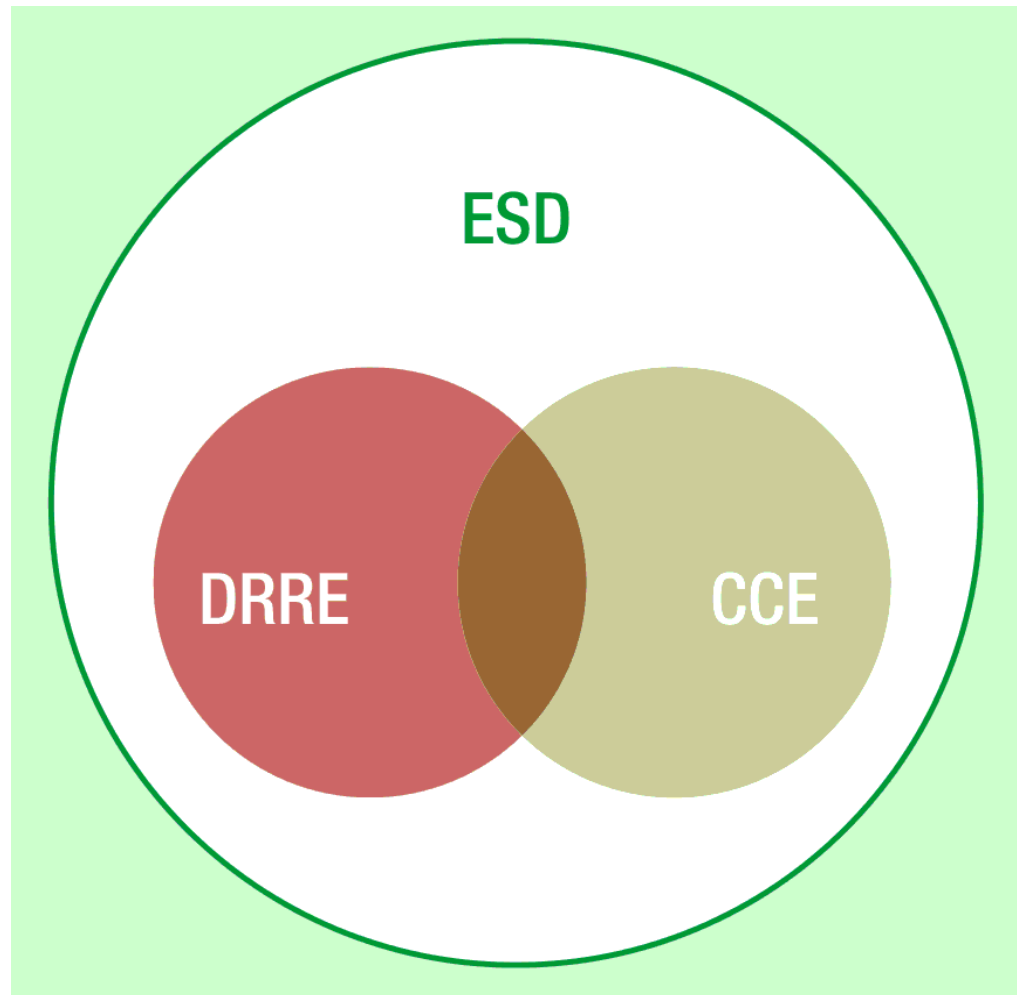
DRR – Disaster Risk Reduction  
CCA – Climate Change Adaptation

# Úroveň politických cílů



# Úroveň akčních programů

# Integrace vzdělávání o ochraně obyvatelstva (DRR Education) a změně klimatu (CC Education) v rámci vzdělávání pro udržitelný rozvoj (Education for Sustainable Development)





# Ochrana člověka za mimořádných událostí

- Živelní pohromy
- Iniciativa GŘHZS
- Pokyn MŠMT
- Vzdělávací materiály
- Začlenění do výuky (rozšířen RVP ZV)

# Cíle vzdělávání o změně klimatu

- Klimatická gramotnost veřejnosti
- Mitigace a adaptace
- Příprava budoucích vědeckých pracovníků
- Jak funguje věda
- Rozvoj kritického myšlení

# Transformace systému vědy o klimatu do didaktického systému

- Diferenciační přístup
- Integrační přístup

# Transformace

## 1. Diferenciační přístup

*Přírodovědná sféra*

Věda o Zemi

Věda  
o klimatu

Environmentální  
věda

Geografie

*Sféra  
životního  
prostředí*

*Sociální  
sféra*

Transformace

*Přírodovědná gramotnost*

Přírodovědné  
předměty

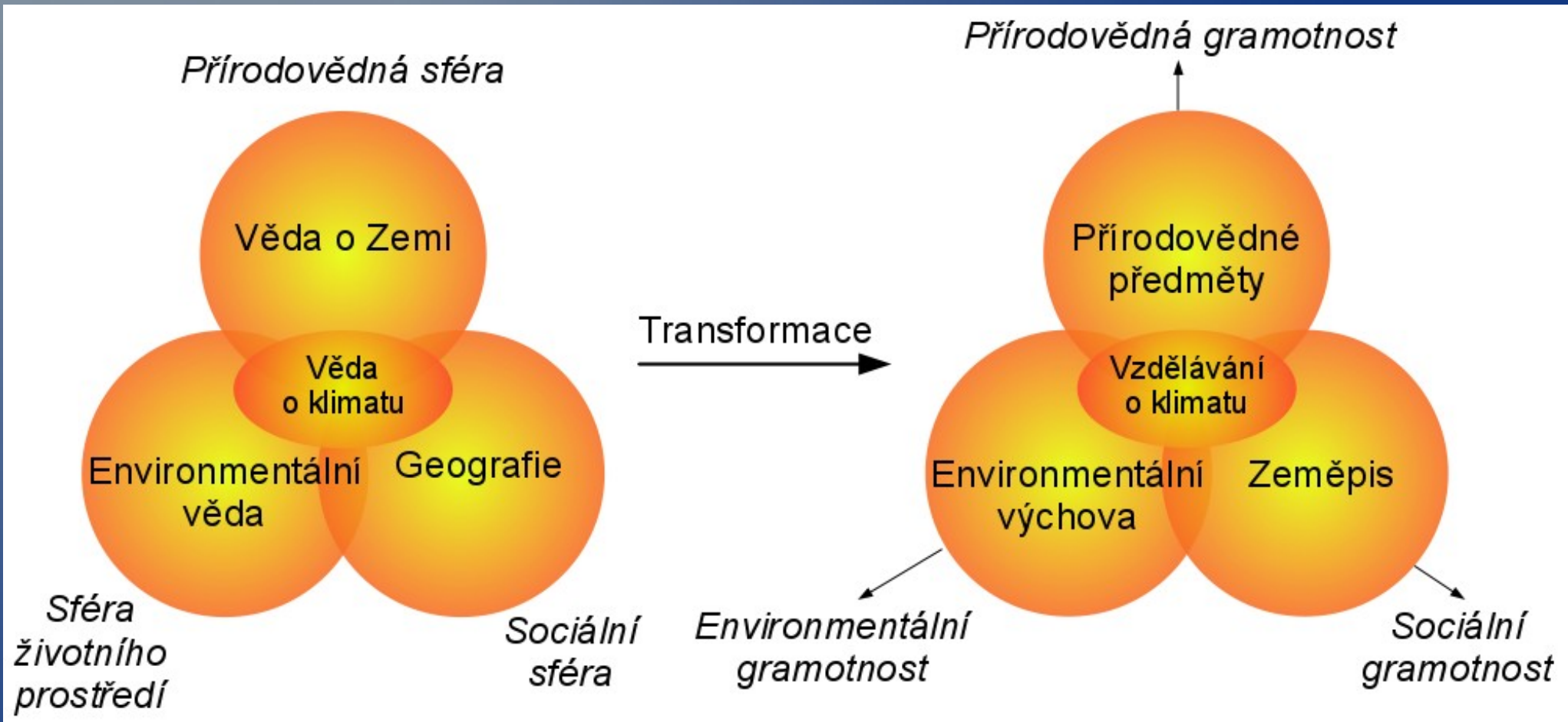
Vzdělávání  
o klimatu

Environmentální  
výchova

Zeměpis

*Environmentální  
gramotnost*

*Sociální  
gramotnost*



# Možné rozdělení učiva do přírodovědných předmětů

## Fyzika

- Klimatický systém
- Meteorologie

## Chemie

- Chemie atmosféry oceánů a půdy
- Antropogenní znečištění

## Přírodopis

- Evoluce a podmínky života
- Fenologie

## Zeměpis

- Zemské sféry
- Společnost

# Možné rozdělení učiva do přírodovědných předmětů

## Společná témata

- Koloběhy látek
- Metody zkoumání
- Adaptace a mitigace

## Klíčová témata problematiky změny klimatu a metod zkoumání změny klimatu.

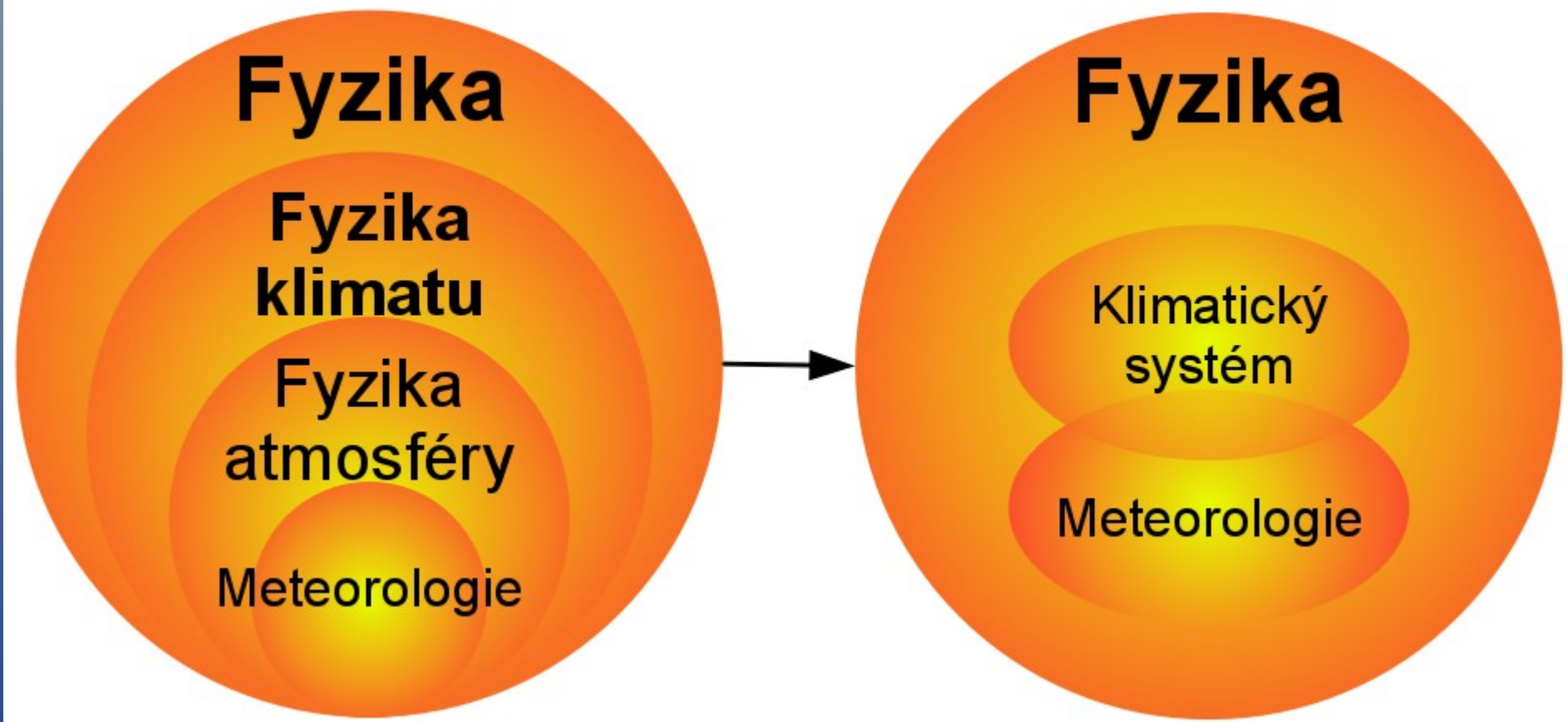
Tečky značí příslušnost  
k oborům fyzika, geografie,  
chemie a biologie ve vztahu k  
fungování klimatického systému.

	F	G	Ch	B
skleníkový jev	•	•	•	
okyselování oceánů	•	•	•	•
příčiny střídání ročních období	•	•		
rozdíl mezi počasím a klimatem	•	•		
extrémy počasí	•	•		
příčiny klimatických změn v minulosti	•	•		
uhlíkový cyklus	•	•	•	•
koloběh vody	•	•		
toky energií v zemském systému	•	•		
základní podmínky života	•	•	•	•
sluneční záření (energie, spektrum)	•	•		•
odrazivost povrchů (albedo)	•	•		
ozónová díra	•	•	•	
fosilní zdroje energie	•	•	•	•
složení atmosféry	•	•	•	•
aerosoly	•	•		
proudění vzduchu	•	•		
oceánské proudy	•	•		
tání ledovců	•	•		
růst hladiny ocenů	•	•		
zpětné vazby, body zvratu, domino efekt	•	•	•	•
teplotní a slanostní stratifikace oceánů	•	•		
ekosystémy		•		•
biomy		•		•
populační růst		•		•
využívání a degradace půdy	•	•	•	•
odlesňování		•		•
biodiverzita		•		•
meteorologická měření	•	•		
fenologická pozorování		•		•
dálkový průzkum Země	•	•		
rekonstrukce paleoklimatu	•	•	•	•
modelování	•	•	•	•

# Transformace fyzikálního obsahu vědy o klimatu

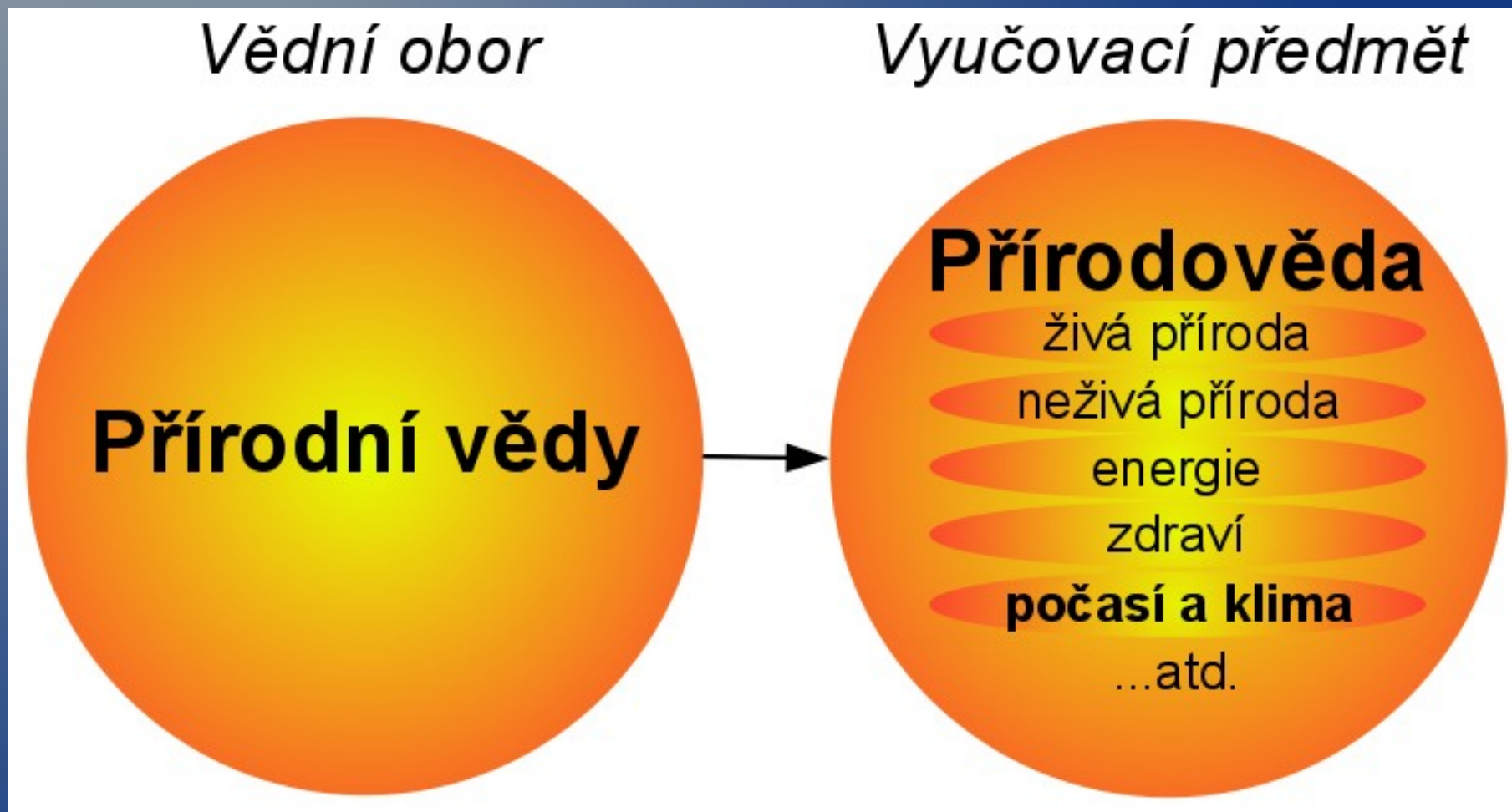
*Vědní obor*

*Vyučovací předmět*





# Transformace – 2. Integrační přístup



# Realizace integračního přístupu na ZŠ

- Jako volitelný předmět v rámci průřezového tématu Environmentální výchova
- V budoucnu jako součást integrované přírodovědy

## Návrh kurikula s tématem meteorologie a klimatu pro 2. stupeň ZŠ

### 7. ročník

- **Hlavní téma: Meteorologie a hydrologie**
- *Učivo:* pranostiky, atmosféra, teplota, oblaky, vlhkost vzduchu, atmosférický tlak, vodní cyklus
- *Vzorové aktivity:* Pranostiky, Ladovy pohlednice, Měření teploty, Denní chod teploty a průměrná denní teplota, Měření tlaku, Modely meteorologických přístrojů, Školní meteorologická stanice, Meteorologická stanoviště GLOBE škol, Druhy oblaků, Dokumentární filmy.

### 8. ročník

- **Hlavní téma: Klima**
- *Učivo:* klimadiagramy, biomy, tropické cyklóny, kryosféra, skleníkový jev, paleoklima, klimatické změny, klimatické změny v médiích
- *Vzorové aktivity:* Obyvatelná zóna, Klimadiagramy, Köppenova klasifikace klimatu, Stopování hurikánů, Měření albeda, Sněhová koule, Měření úbytku ledu v Arktidě, Kolik CO<sub>2</sub> vypouštíme do ovzduší?, Okyselování oceánů, „Kuličkový model“ klimatického systému, Masová vymírání druhů.

### 9. ročník

- **Hlavní téma: Uhlíkový cyklus, zdroje energie, globální změna**
- *Učivo:* vlastnosti a formy uhlíku, fosilní paliva, biomasa, zdroje energie, ukládání uhlíku, uhlíková stopa, mezinárodní dohody o změně klimatu, mitigace a adaptace
- *Vzorové aktivity:* Vztah počasí a klimatu, Zdroje energie, Využití měřicí stanice Vernier, Uhlí a jeho hustota, Biouhel, Globální indikátory.

# Rozdělení kurikula do předmětů

	Fyzika	Zeměpis	Chemie	Přírodopis
<b>7. ročník - Meteorologie a hydrologie</b>				
pranostiky	•	•		•
atmosféra	•	•	•	•
teplota	•	•	•	•
oblaky	•	•	•	•
vlhkost vzduchu	•	•	•	•
atmosférický tlak	•	•		•
vodní cyklus	•	•	•	•
<b>8. ročník - Klima</b>				
klimadiagramy	•	•		•
biomy		•		•
tropické cyklóny	•	•		•
kryosféra	•	•		
skleníkový jev	•	•	•	•
paleoklima	•	•	•	•
klimatické změny	•	•	•	•
k. z. v médiích	•	•	•	•
<b>9. ročník - Uhlíkový cyklus, zdroje energie, globální změna</b>				
vlastnosti a formy uhlíku	•	•	•	•
fosilní paliva	•	•	•	•
biomasa	•	•	•	•
zdroje energie	•	•	•	•
ukládání uhlíku	•	•	•	•
uhlíková stopa	•	•	•	•
mezinárodní dohody o změně klimatu	•	•	•	•
mitigace a adaptace	•	•	•	•

# Cíle vybraných aktivit – 8. ročník

## Obyvatelná zóna

- žák zná význam vzdálenosti planet od Slunce pro jejich teplotní podmínky. Dokáže vysvětlit a provést pokus demonstrující pokles intenzity světla se vzdáleností od zdroje.

## Klimadiagramy

- na základě klimadiagramu žák popíše teplotní a srážkový režim daného místa a odhadne jeho přibližnou z.š.

## Stopování hurikánů

- žák prokáže dovednost práce s mapou, aplikuje převody jednotek vzdálenosti a času, vypočítá průměrnou rychlost. Vysvětlí podmínky vzniku tropického cyklónu, jeho pohyby a ničivé dopady.

## *Finanční náklady na vzdělávací aktivity*

- **Bez nákladů:** Pranostiky
- **Nízkorozpočtové** – tisk pracovních listů, internet, jednoduché pomůcky (~10 Kč)

Ladovy pohlednice, Měření teploty, Denní chod teploty a průměrná denní teplota, Měření tlaku, Modely meteorologických přístrojů, Meteorologická stanoviště GLOBE škol, Druhy oblaků, Dokumentární filmy, Klimadiagramy, Köppenova klasifikace klimatu, Stopování hurikánu, Sněhová koule, Měření úbytku led v Arktidě, Masová vymírání druhů, „Kuličkový model“ klimatického systému, Kolik CO<sub>2</sub> vypouštíme do ovzduší? Vztah počasí a klimatu, Zdroje energie, Uhlí a jeho hustota, Biouhel, Globální indikátory.

- **Nákladné** (~100 Kč)

Měření albeda, Okyselování oceánu, Obyvatelná zóna

- **Finančně náročné** (~10 000 Kč)

Školní meteorologická stanice, Využití měřicí stanice Vernier,