

MUNI  
SCI

# SKLENÍKOVÝ EFEKT ATMOSFÉRY

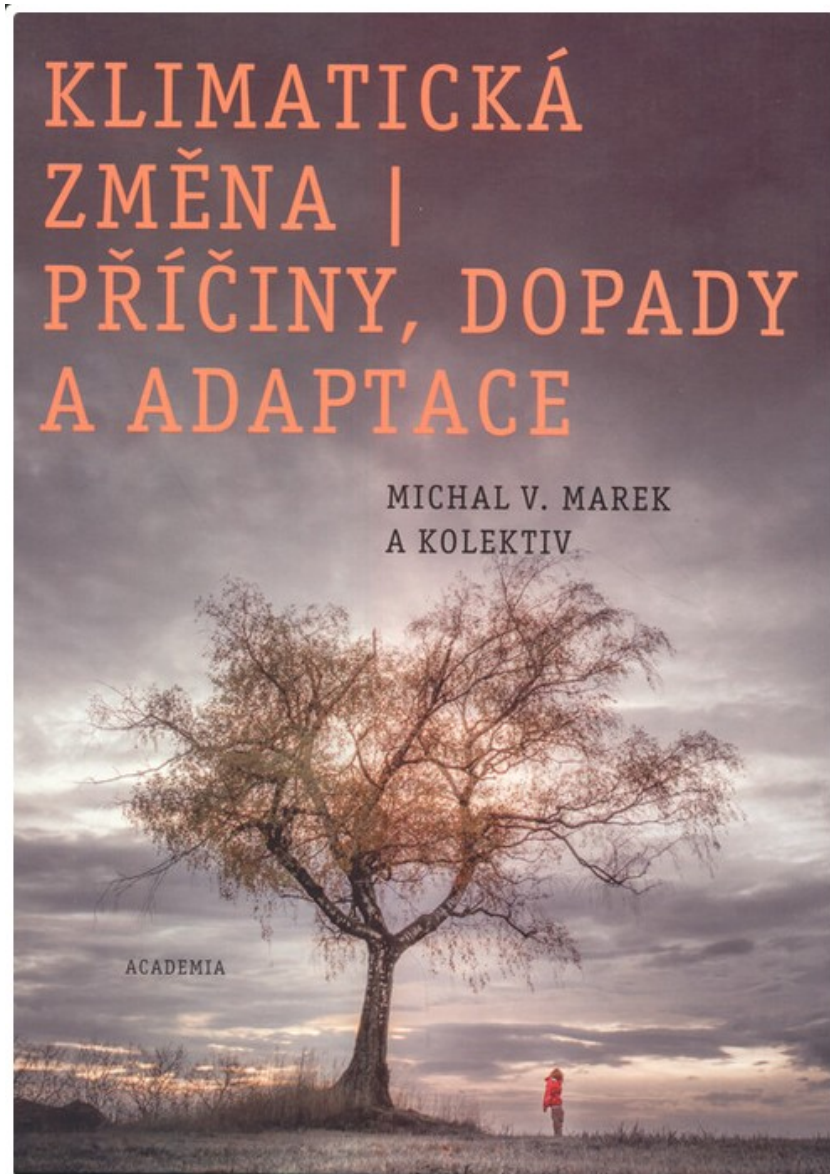
Mgr. Jarmila Burianová, Ph.D.

Geografický ústav PřF

14941@muni.cz

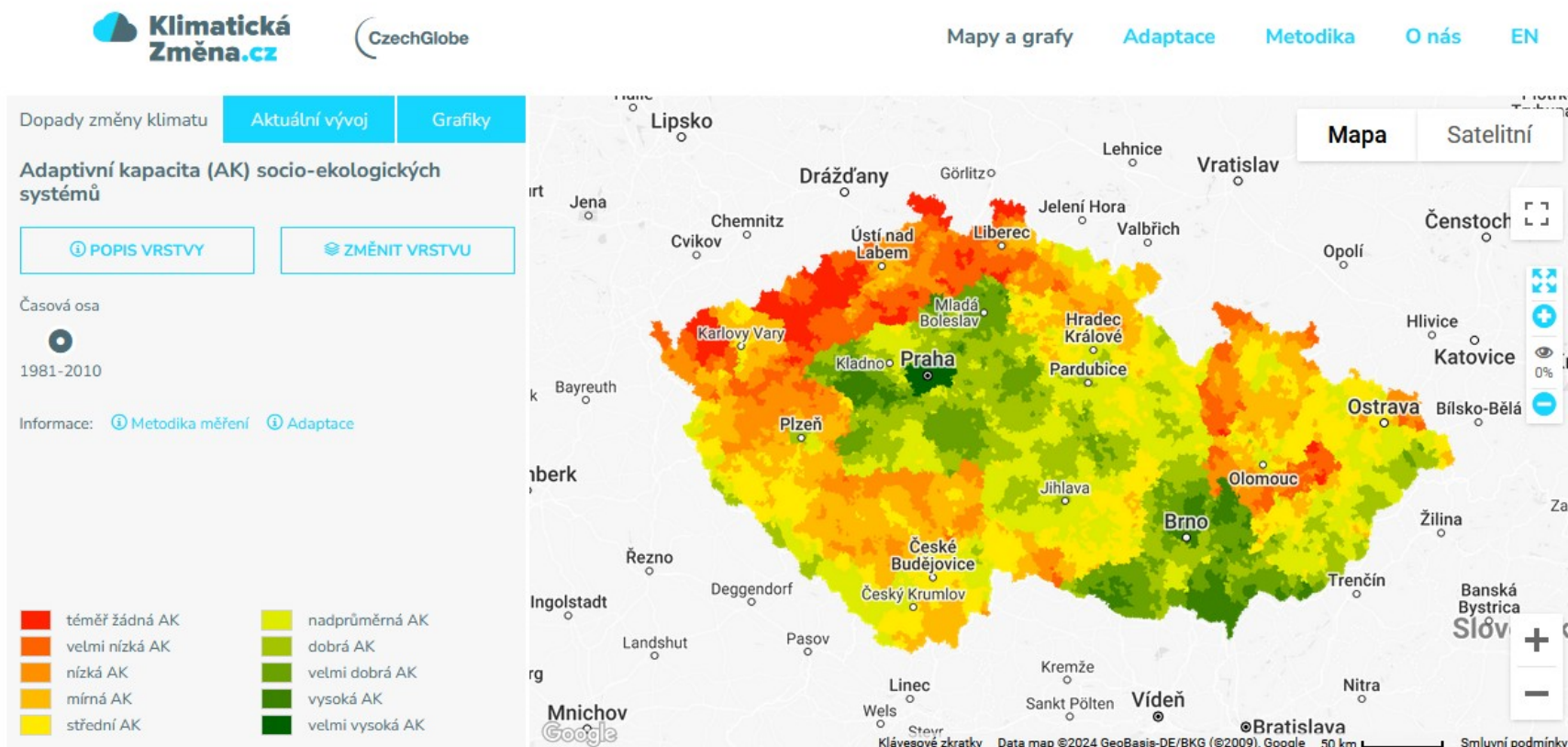
**MAREK, M. V. a kol. (2022): *Klimatická změna - příčiny, dopady a adaptace.***

**Academia, Praha.**



**MUNI  
SCI**

<https://www.klimatickazmena.cz/cs/>



## Co je to klimatická změna

Chcete vědět vše podstatné o klimatické změně?  
Navštivte našeho [PRŮVODCE ZMĚNOU KLIMATU](#).

MUNI  
SCI

<https://faktaoklimatu.cz/>



- Klimatická změna
- Emise skleníkových plynů
- Energetika
- Ekonomika
- Mezinárodní dohody a legislativa
- Krajina a ekosystémy

# Fakta o změně klimatu

VEŘEJNĚ DOSTUPNÉ  
INFOGRAFIKY, DATA A ČLÁNKY

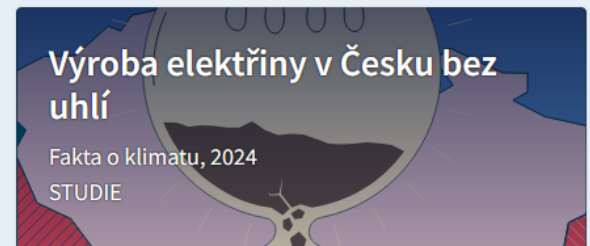
Jsme tým nezávislých analytiků, kteří chceme, aby diskuze v naší zemi o klimatických změnách byla věcná, kultivovaná a založená na vědeckých poznatcích a ověřených datech.

- Naše grafy a články
- Podcast 2050
- Odebírejte newsletter

- Vybíráme: Výroba elektřiny bez uhlí**
- Nejnovější
- Naše publikace

Česko vyrábí zhruba 40 % elektřiny a 50 % tepla z uhlí, které je však kvůli své vysoké emisní intenzitě významně ekonomicky ohroženo systémem zpoplatnění emisí. Nová studie týmu Fakta o klimatu zkoumá **důsledky případného zdražení emisní povolenky** a následného odstavování uhelných elektráren na základě ekonomických faktorů.

Studie se pomocí modelování mimo jiné zaměřuje na otázky spojené s bezpečností



<https://mjuni.cz/on/tema/zmena-klimatu>



MjUNlon

Přehled témat

Soutěž MjUNItaj ▾

Studuj na MjUNI

## 2. Skleníkový efekt a skleníkové plyny

Jak funguje skleníkový efekt? Jak do něj zasahuje člověk svými aktivitami? Co se s tím dá dělat?

↳ Úvod tématu

↳ 1. Klimatický systém

↳ 3. Změny v minulosti

MUNI  
SCI



<https://www.ipcc.ch/>



The IPCC prepares comprehensive Assessment Reports about the state of scientific, technical and socio-economic knowledge on climate change, its impacts and future risks, and options for reducing the rate at which climate change is taking place. It also produces Special Reports on topics agreed to by its member governments, as well as Methodology Reports that provide guidelines for the preparation of greenhouse gas inventories. The latest report is the [Sixth Assessment Report](#) which consists of three Working Group contributions and a Synthesis Report. The [Working Group I](#) contribution was finalized in August 2021, the [Working Group II](#) contribution in February 2022, the [Working Group III](#) contribution in April 2022 and the [Synthesis Report](#) in March 2023.

## Sixth Assessment Report: 2023

### Synthesis Report

AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023

March 2023

## Special and Methodology Reports

### Special Report

Special Report on Climate Change and Cities

March 2022

## CORE027 Klimatické změny - příčiny, dopady a možnosti řešení

The image shows a presentation slide with a light blue header and a white background. The main content is a diagram titled "HISTORIE VÝZKUMU SKLENÍKOVÉHO EFEKTU" (History of Research on the Greenhouse Effect). The diagram consists of several rectangular boxes connected by lines, representing a flow of research or information. The text is somewhat blurry but appears to be organized into a structured layout. On the right side of the slide, there is a sidebar with the text "spojení ze změnami klimatu" and "20. 5. 2024". Below this, there are some icons and text, including "Operace" and "Prohlédnout vše". At the bottom of the slide, there is a video player overlay with a black background. The video player shows a thumbnail with the text "UQx DENIAL101x 3.3.1.1 The greenho..." and "Změna klimatu - Klimatická změna je vývoj klimatu...". The video player also has a play button icon and the text "DENIAL101x".

<https://www.facebook.com/KlimatologienaMUNI>





**Klimatologie na MUNI**  
300 To se mi líbí • sledující (355)

[Tohle se mi líbí](#) [Zpráva](#) [Hledat](#)

[Příspěvky](#) [Informace](#) [Zmínky](#) [Recenze](#) [Sledující](#) [Fotky](#) [Další](#)

### Úvodní informace

Nejnovější poznatky z oblasti klimatologie, aktuální informace z Oddělení klimatologie na GÚ PŘF MU, pozvánky na zajímavé akce a mnohé další.

- [Stránka](#) · Vzdělávací web
- [geogr.muni.cz/klimatologie](http://geogr.muni.cz/klimatologie)
- Ještě nehodnoceno (0 recenzí)

### Příspěvky

**Klimatologie na MUNI** · 3 h ·

Typický Čech ví, že změna klimatu probíhá a že je způsobena lidskou činností, očekává dopady klimatické změny na Česko, ale příliš se jich neobává. Ukázal to nový reprezentativní výzkum České klima 2024. ... více než polovina lidí uvádí, že je potřeba snižovat emise a klima chránit, že důvěřují vědcům a zřetelně podporují obnovitelné zdroje energie.

Zároveň ale velká část Čechů požaduje oslabit nebo zrušit Green Deal pro Evropu, rychlý přechod k elektromobilitě a rozporupně... [Zobrazit víc](#)



# Klimatický systém

atmosféra



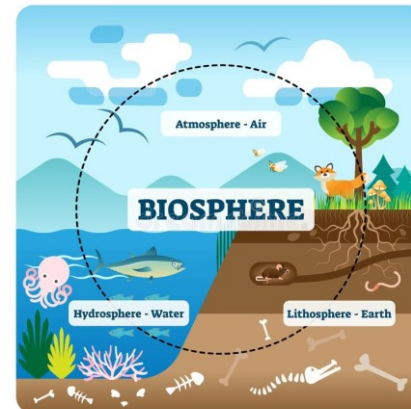
pedosféra



hydrosféra

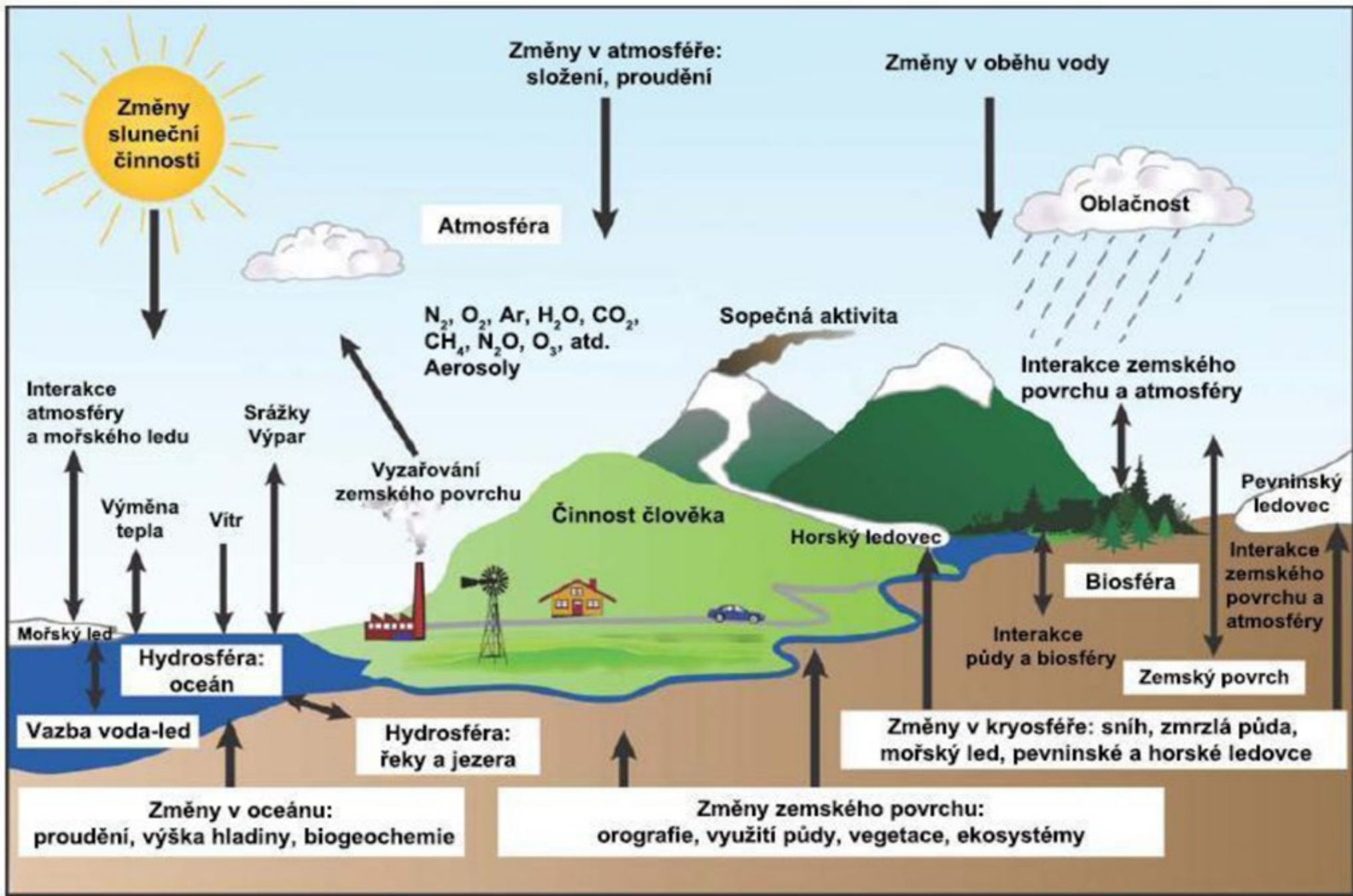


biosféra



kryosféra



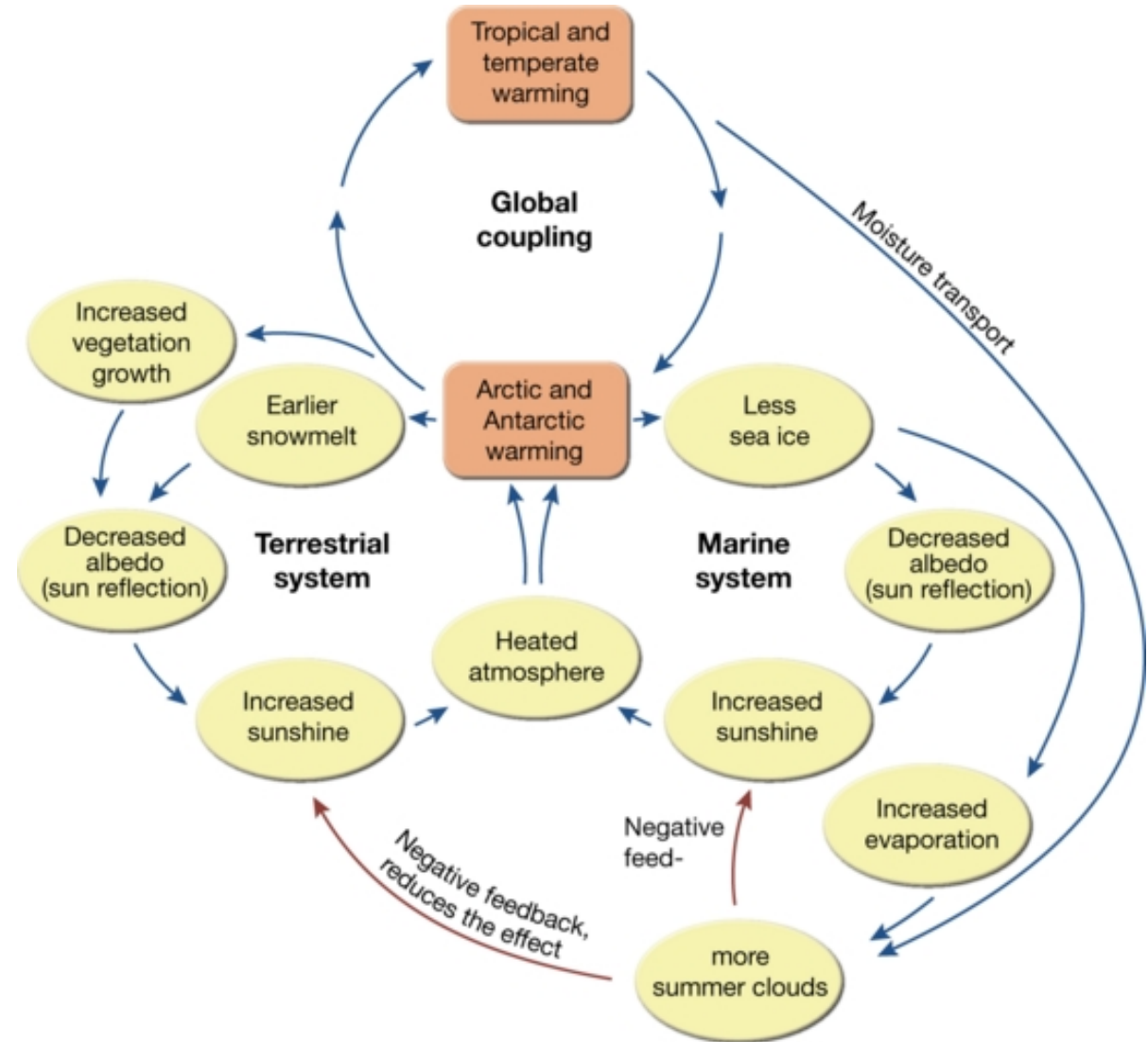


# Zpětné vazby (feedbacks)

pozitivní = zesilující efekt

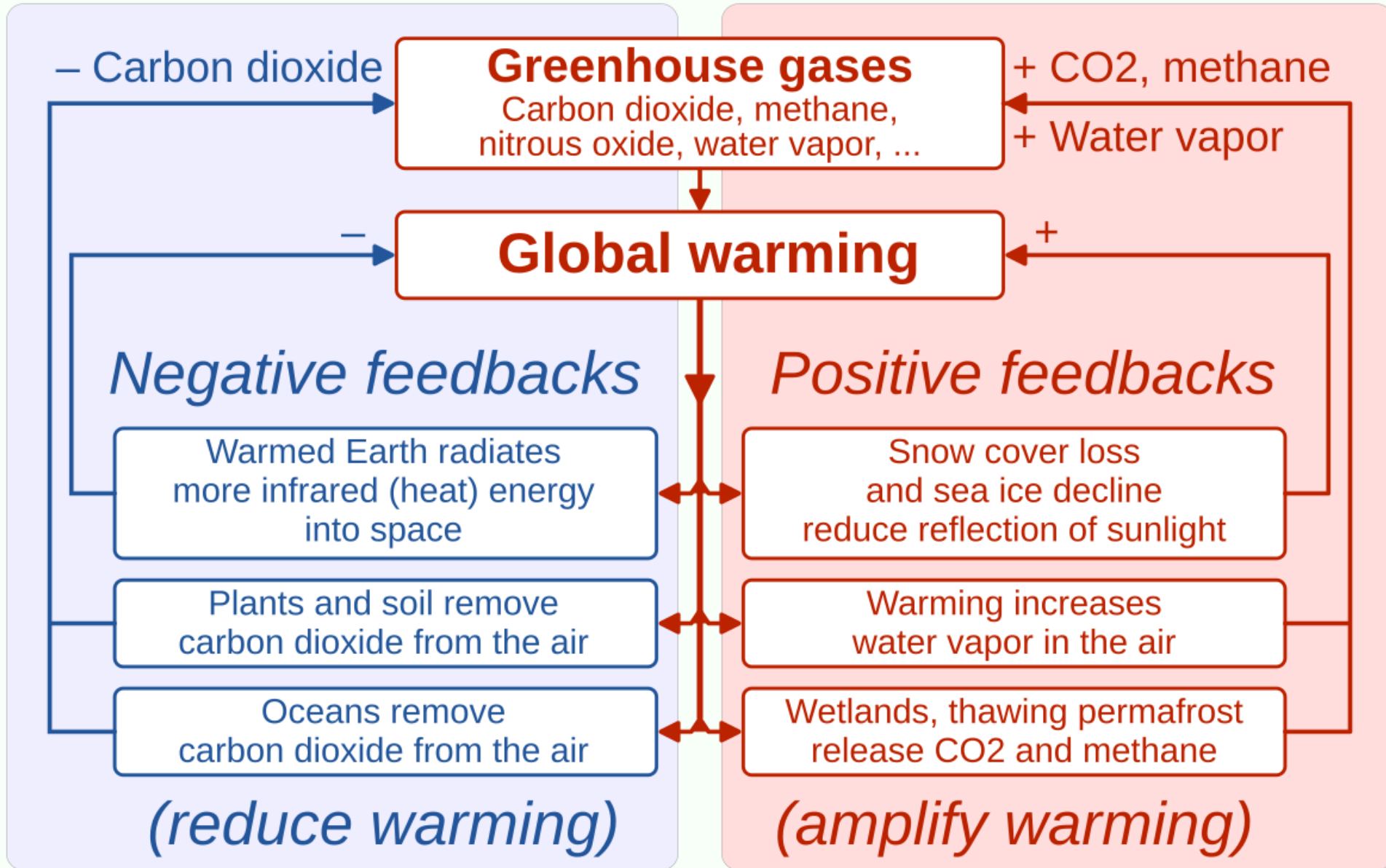
negativní = stabilizující efekt

Climate Feedback Loops can be Positive or Negative



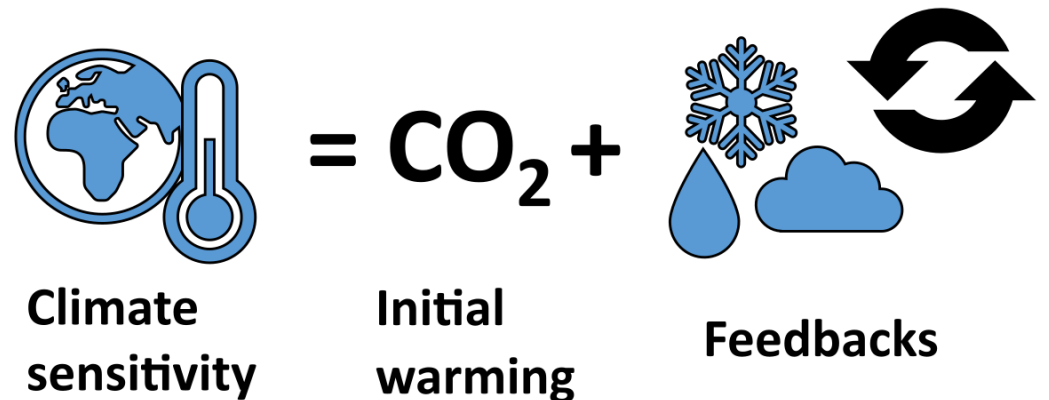


# Climate change feedbacks



# Citlovost klimatu („climate sensitivity“)

- udává, o kolik stupňů Celsia se zvýší průměrná globální teplota vzduchu, pokud dojde ke zdvojnásobení koncentrace skleníkových plynů v atmosféře (z 280 ppm na 560 ppm)
- 2–4,5 °C s nejpravděpodobnější hodnotou 3 °C





# Přirozená změna klimatu

- **změny slunečního záření, orbitální dráhy**
- rozložení pevnin a oceánů, sopečná činnost
- vztah atmosféra x oceán
- změny ve složení zemské atmosféry

# Přirozená změna klimatu

- změny slunečního záření, orbitální dráhy
- **rozložení pevnin a oceánů, sopečná činnost**
- vztah atmosféra x oceán
- změny ve složení zemské atmosféry

# Přirozená změna klimatu

- změny slunečního záření, orbitální dráhy
- rozložení pevnin a oceánů, sopečná činnost
- **vztah atmosféra x oceán**
- změny ve složení zemské atmosféry

# Přirozená změna klimatu

- změny slunečního záření, orbitální dráhy
- rozložení pevnin a oceánů, sopečná činnost
- vztah atmosféra x oceán
- **změny ve složení zemské atmosféry**

# SCHEMATICKÁ MAPA KLIMATICKÉ ZMĚNY

Klimatická změna je mnohem víc než jen nárůst teploty.

## LIDSKÁ ČINNOST

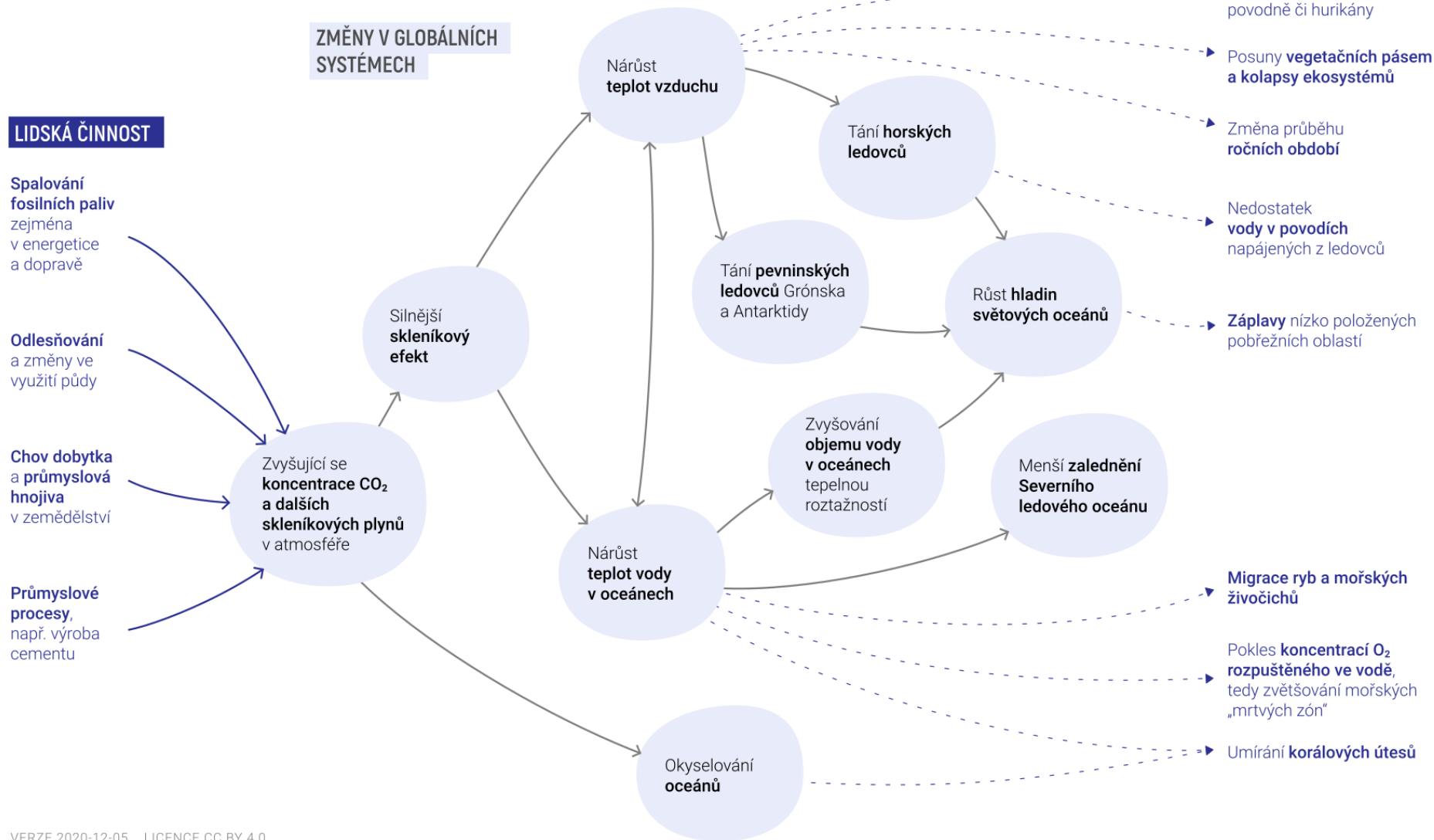
Spalování fosilních paliv zejména v energetice a dopravě

Odlesňování a změny ve využití půdy

Chov dobytka a průmyslová hnojiva v zemědělství

Průmyslové procesy, např. výroba cementu

## ZMĚNY V GLOBÁLNÍCH SYSTÉMECH



## VYBRANÉ DOPADY NA EKOSYSTÉMY A SPOLEČNOST

Častější a silnější extrémní jevy: vlny veder, sucha, povodně či hurikány

Posuny vegetačních pásem a kolapsy ekosystémů

Změna průběhu ročních období

Nedostatek vody v povodích napájených z ledovců

Záplavy nízko položených pobřežních oblastí

Migrace ryb a mořských živočichů

Pokles koncentrací O<sub>2</sub> rozpuštěného ve vodě, tedy zvětšování mořských „mrtvých zón“

Umírání korálových útesů



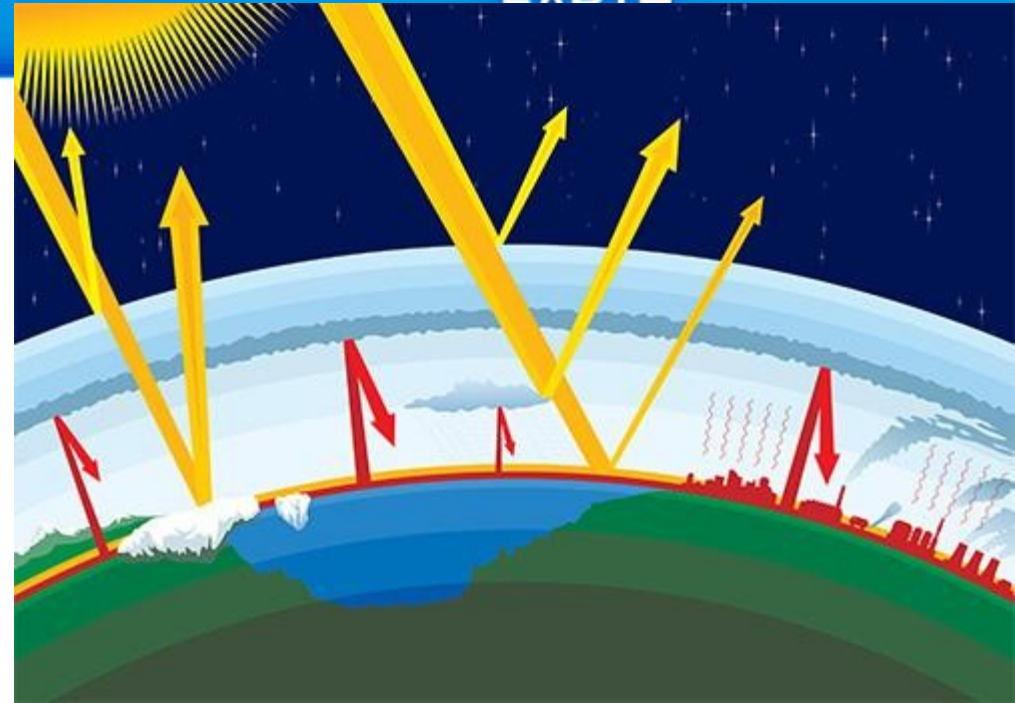
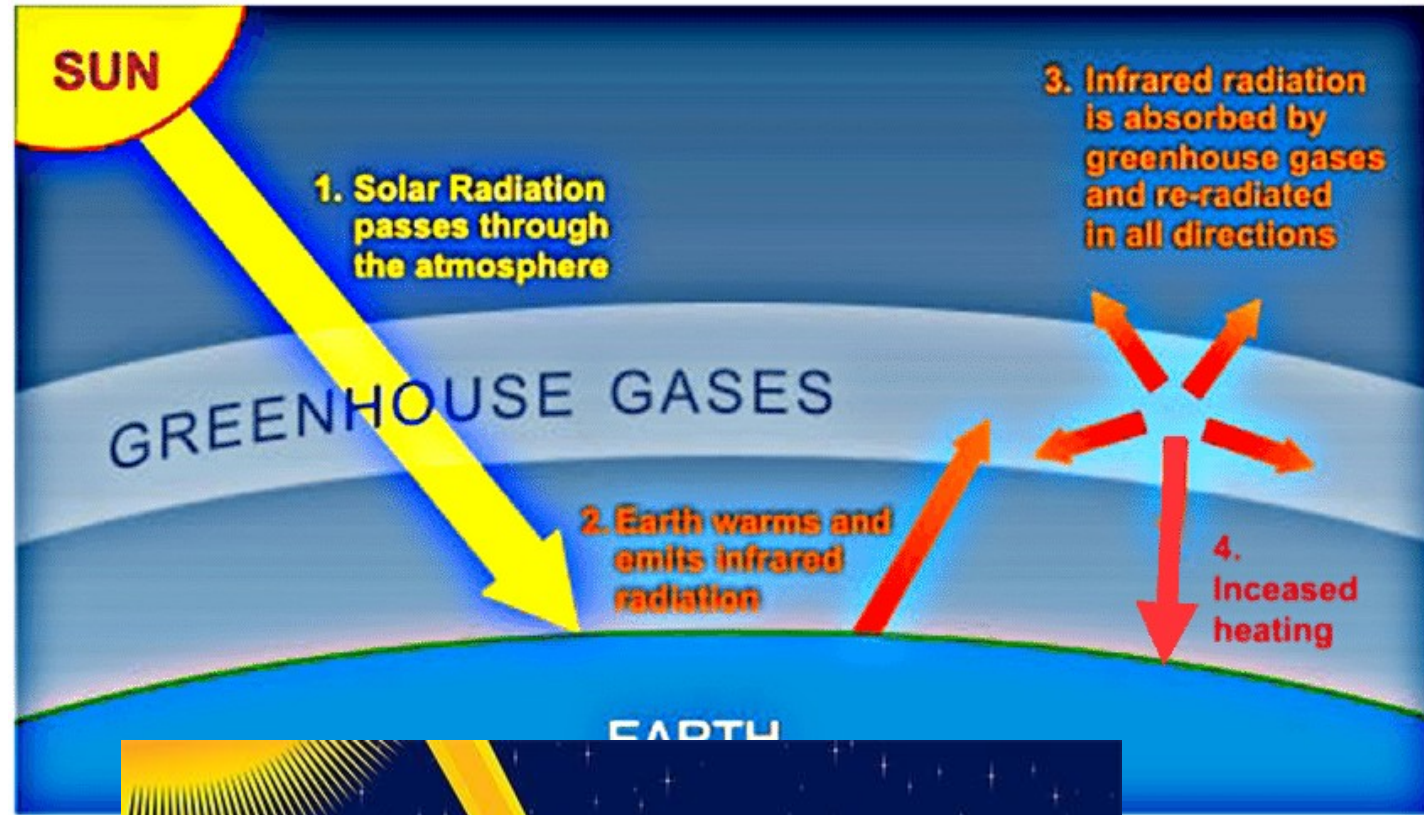
# Klaus označil skleníkový efekt za nesmysl

Mladá fronta Dnes, 14. 6. 1997



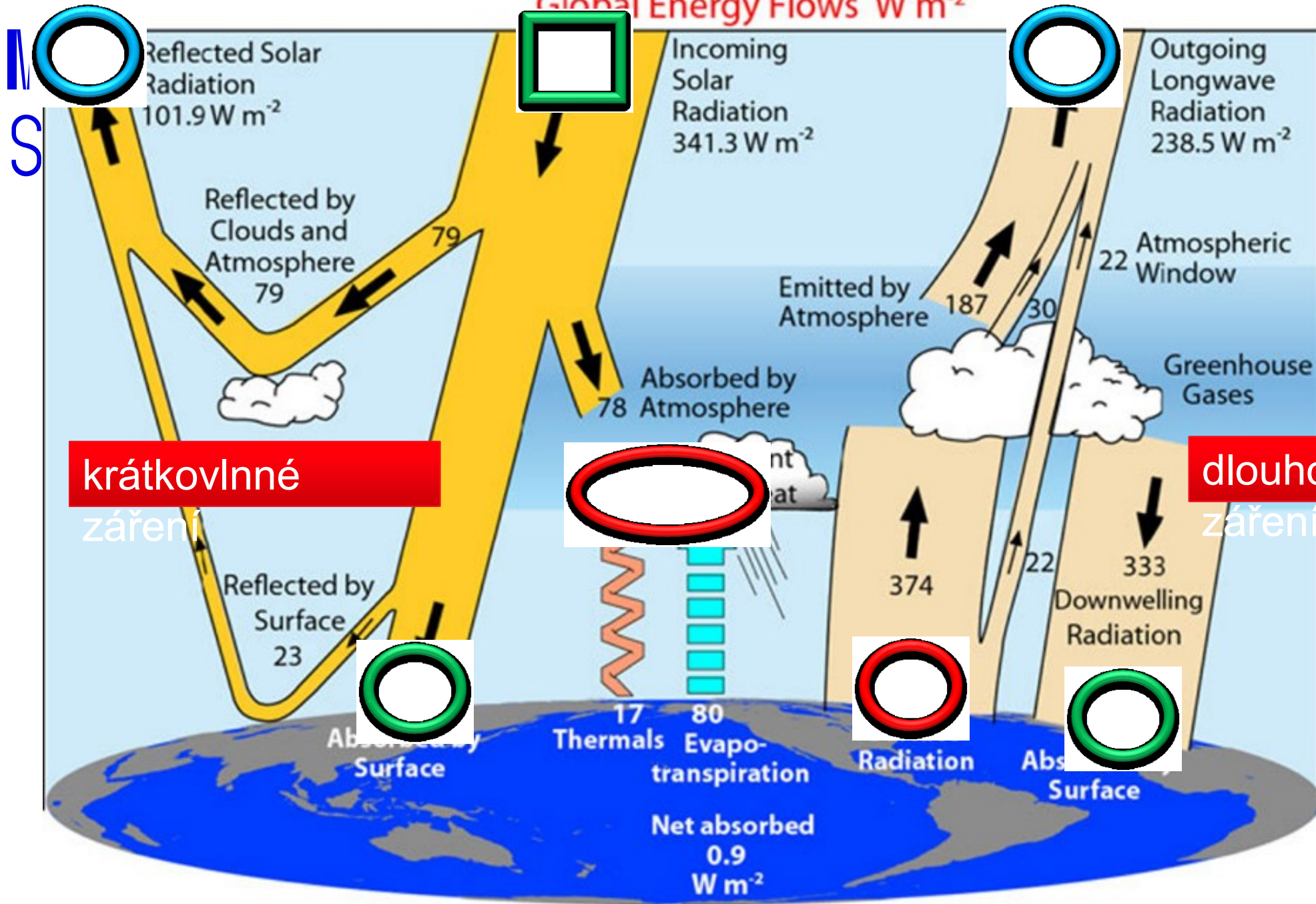
B í l ý K ř í ž – Premiér Václav Klaus včera předhodil další argument těm, kteří jej obviňují, že nerozumí problémům ohrožujícím životní prostředí a že se je snaží bagatelizovat. Před zraky desítek novinářů a odborníků české Akademie věd včera na Bílém Kříži v Beskydech označil za nesmyslnou teorii takzvaného skleníkového efektu, který odborníci řadí k nejvážnějším ekologickým hrozbám. *"Vy opravdu podléháte těmto módním antivědeckým teoriím? My vědci přece víme, že pro ně nemáte žádné důkazy. Jsou to jen šarlatánské hypotézy,"* zpražil hned v úvodu skupinku odborníků, když mu chtěli vysvětlit, že se pokoušejí zjistit, jaký vliv by mohl mít skleníkový efekt na smrkové lesy v Beskydech. V rámci projektu Evropské unie postavila Akademie v Beskydech dva skleníky, do kterých odborníci pumpují oxid uhličitý. Chtějí tak napodobit složení atmosféry, které by mohlo nastat za padesát let.

# Skleníkový efekt





# Global Energy Flows $W m^{-2}$



krátkovlnné

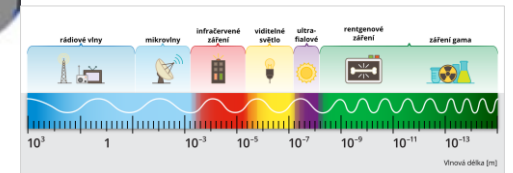
záření

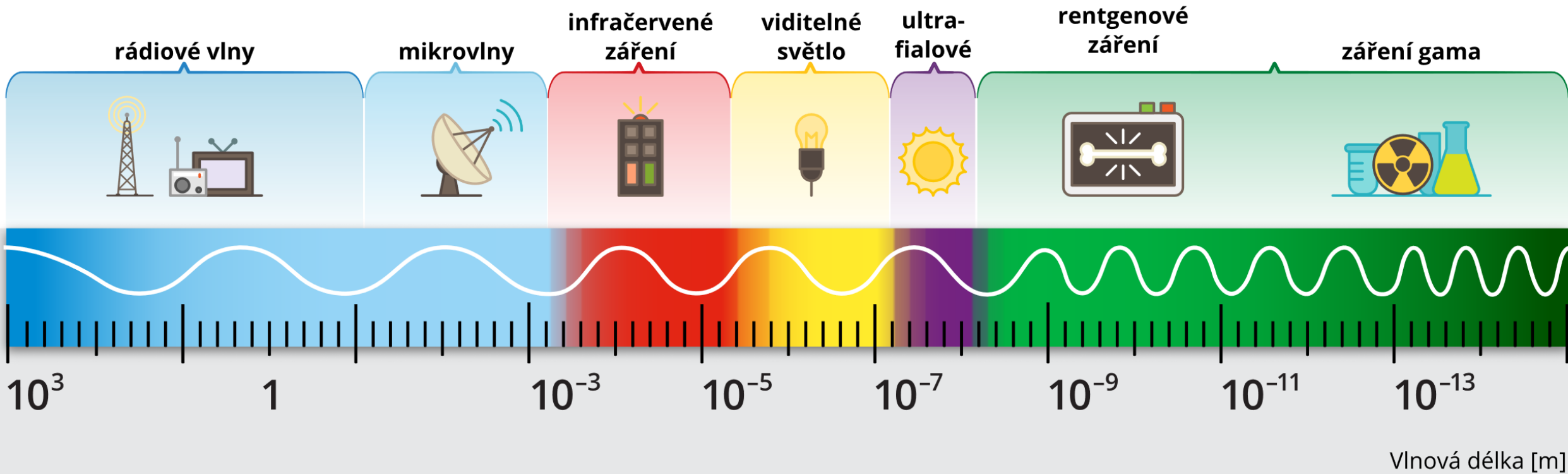
dlouhovlnné

záření

+15 °C

-18 °C

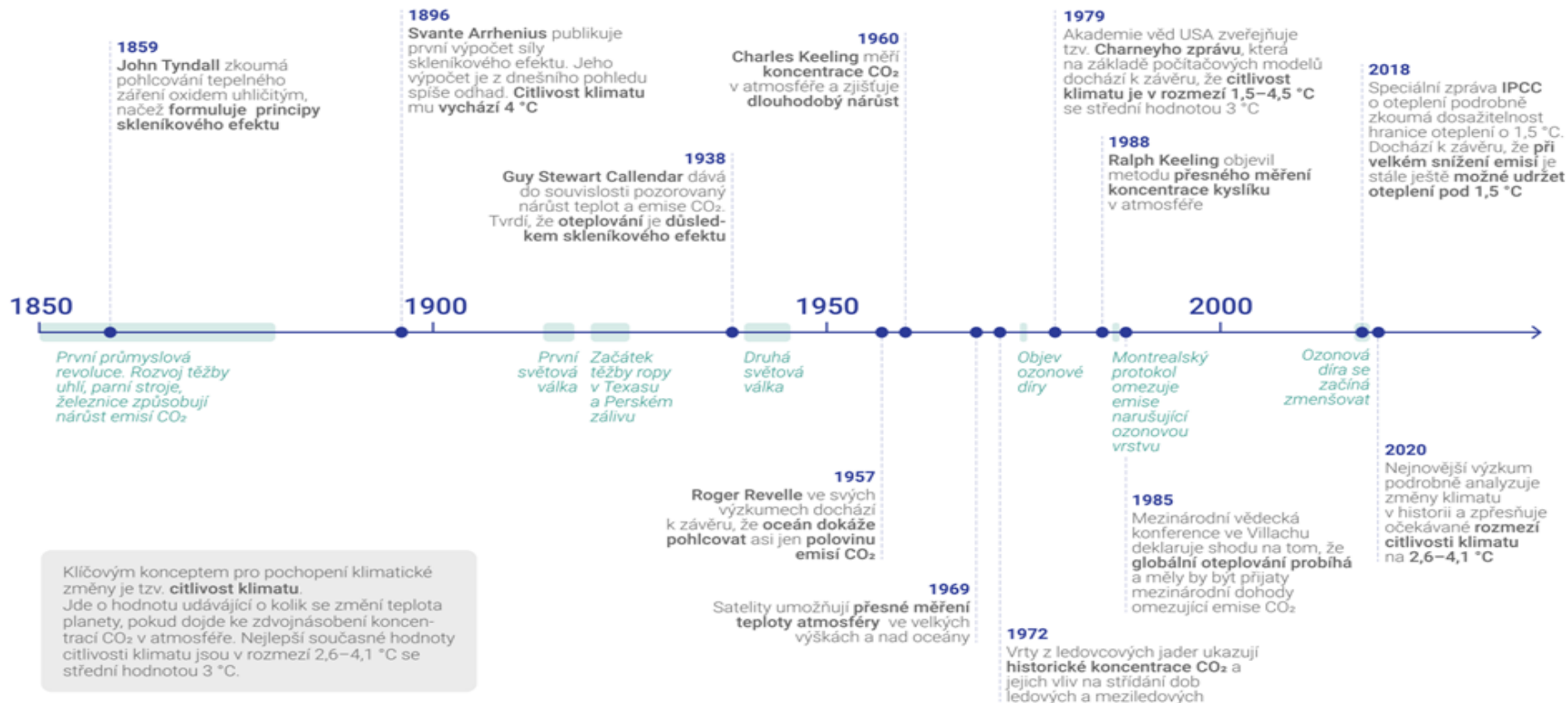




Vlnová délka [m]

# HISTORIE VÝZKUMU SKLENÍKOVÉHO EFEKTU

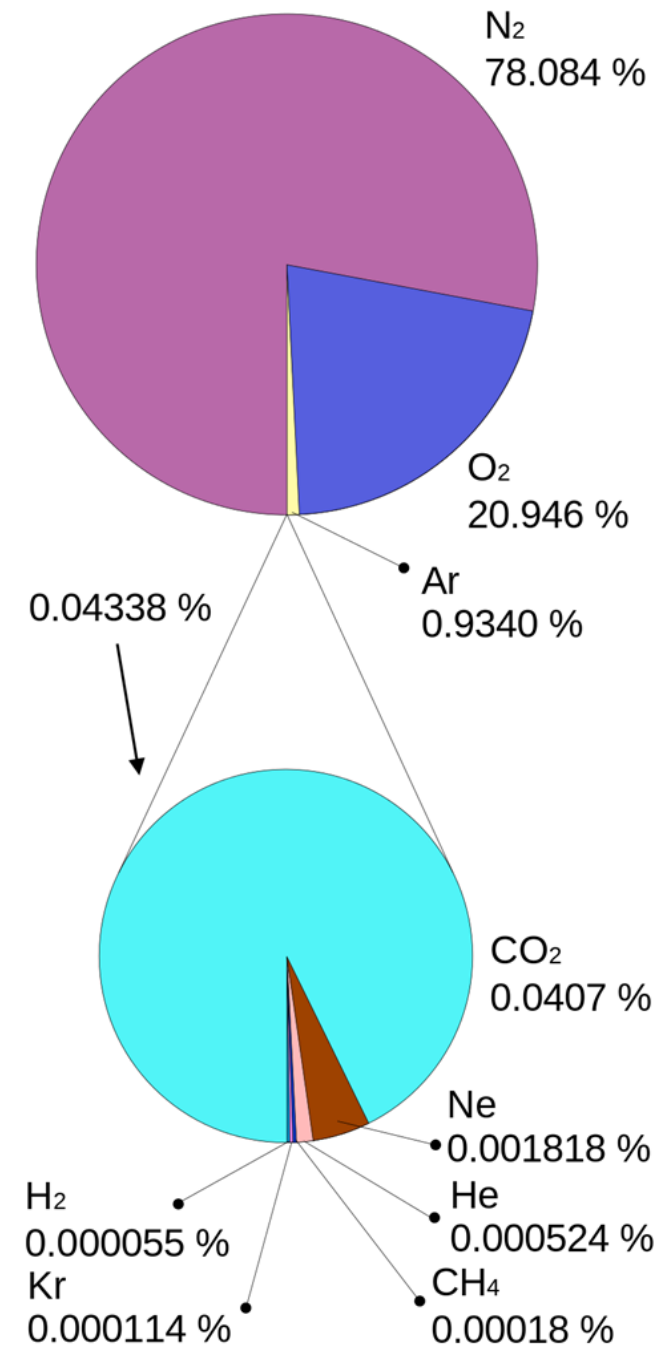
O klimatické změně způsobené emisemi CO<sub>2</sub> víme více než 120 let.



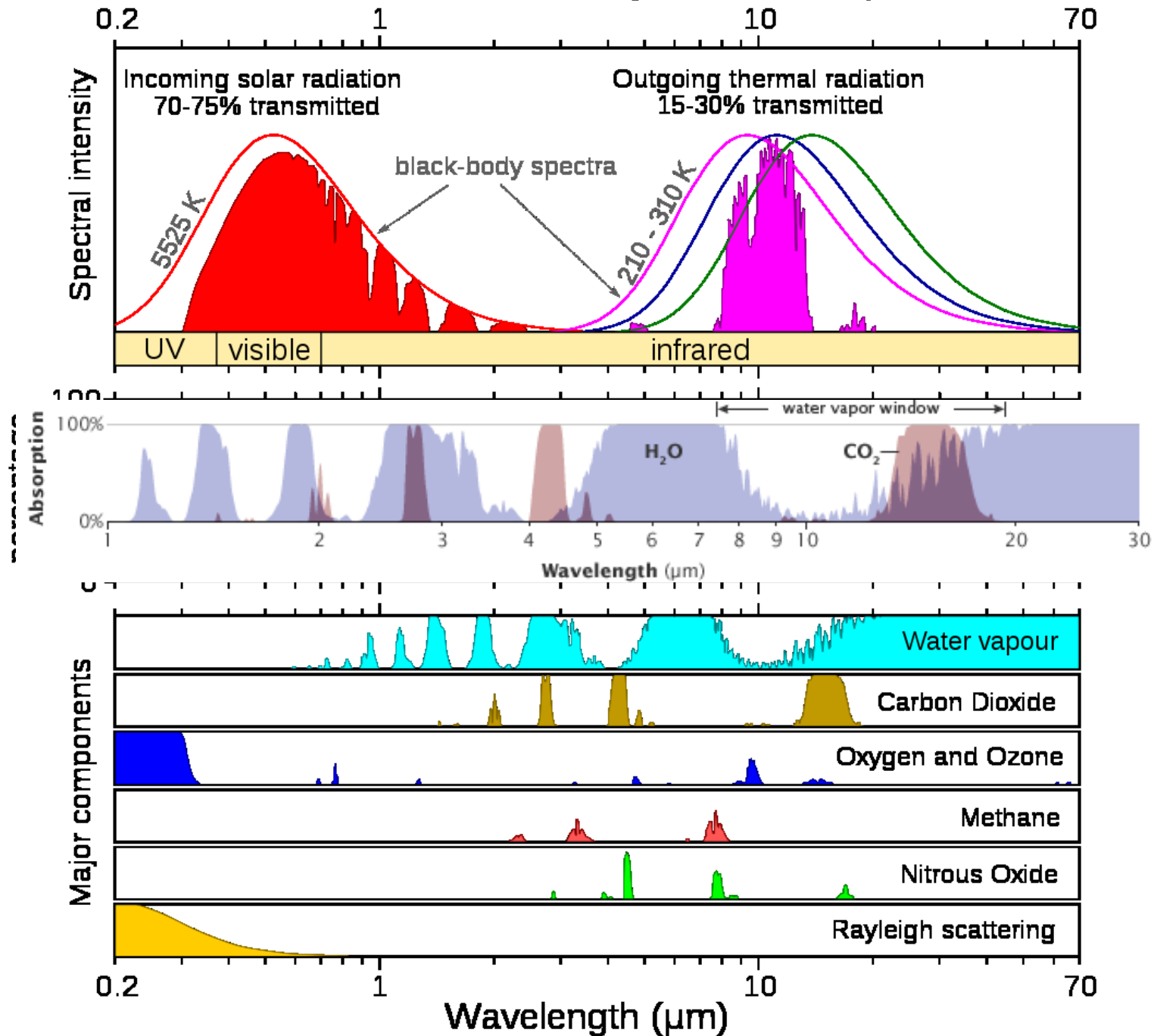


# Složení atmosféry

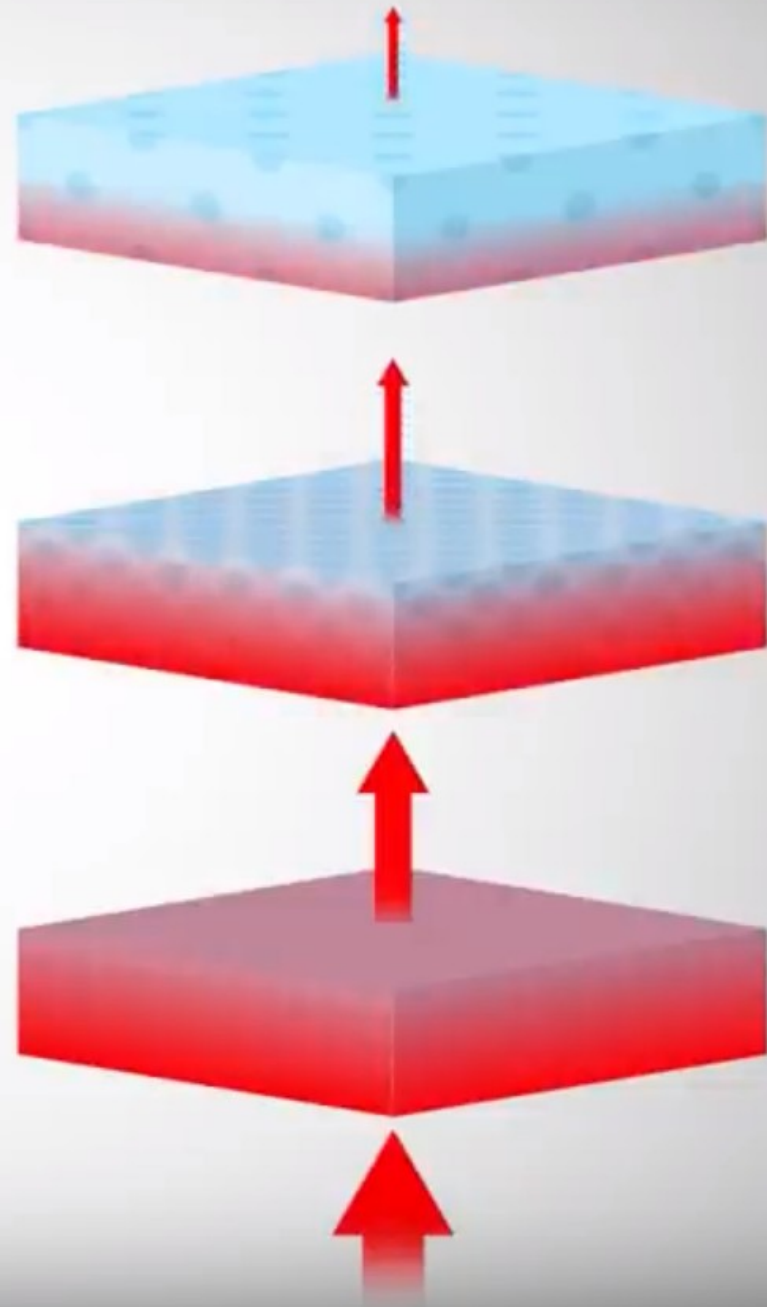
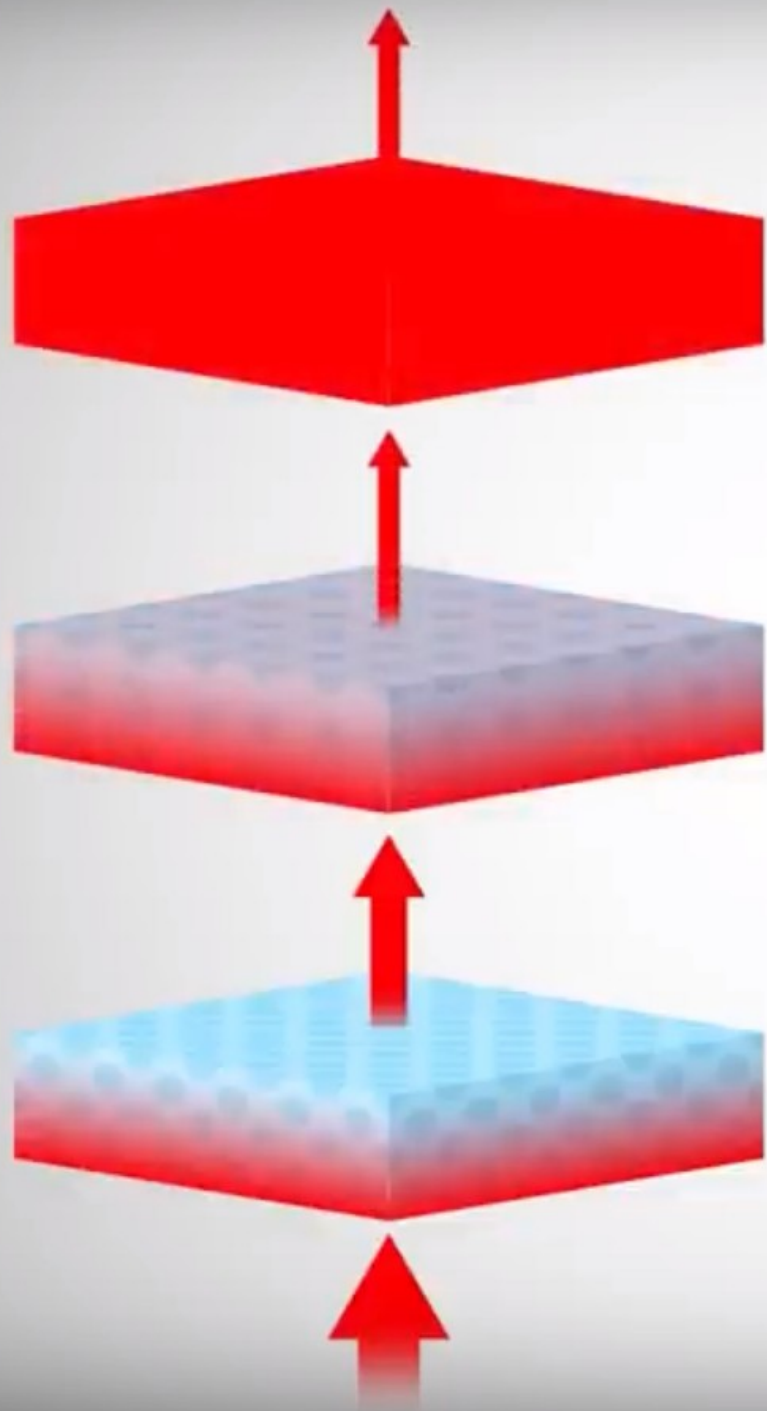
- dusík
- kyslík
- argon
- oxid uhličitý  $\text{CO}_2$
- metan  $\text{CH}_4$
- oxid dusný  $\text{N}_2\text{O}$
- freony (halogenované uhlovodíky)
- ozón  $\text{O}_3$
- vodní pára
- aerosoly



# Radiation Transmitted by the Atmosphere







Atmospheric lifetime and global warming potential (GWP) relative to CO<sub>2</sub> at different time horizon for various greenhouse gases (more values provided at global warming potential)

Gas name	Chemical formula	Lifetime (years) <small>[9]: Table 7.15 [11]</small>	Radiative Efficiency (Wm <sup>-2</sup> ppb <sup>-1</sup> , molar basis). <small>[9]: Table 7.15 [11]</small>	20 year GWP <small>[9]: Table 7.15 [11]</small>	100 year GWP <small>[9]: Table 7.15 [11]</small>	500 year GWP <small>[9]: Table 7.15 [12]</small>
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	(A)	1.37 × 10 <sup>-5</sup>	1	1	1
Methane (non-fossil)	CH <sub>4</sub>	12	5.7 × 10 <sup>-4</sup>	81	27	7.3
Methane (fossil)	CH <sub>4</sub>	12	5.7 × 10 <sup>-4</sup>	83	30	10
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	109	3 × 10 <sup>-3</sup>	273	273	130
HFC-32 (R-32)	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	5	0.11	2693	771	220
HFC-134a (R-134a)	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	14	0.17	4144	1526	436
HCFC-22 (R-22)	CHClF <sub>2</sub>	12	0.21	5280	1760	549
Tetrafluoromethane (R-14)	CF <sub>4</sub>	50000	0.09	5301	7380	10587
Hexafluoroethane	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10 000	0.25	8210	11100	18200
CFC-11 (R-11)	CCl <sub>3</sub> F	52	0.29	8321	6226	2093
CFC-12 (R-12)	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	100	0.32	10800	10200	5200
Nitrogen trifluoride	NF <sub>3</sub>	500	0.20	12800	16100	20700
Sulfur hexafluoride	SF <sub>6</sub>	3 200	0.57	17500	23500	32600

(A) No single lifetime for atmospheric CO<sub>2</sub> can be given.

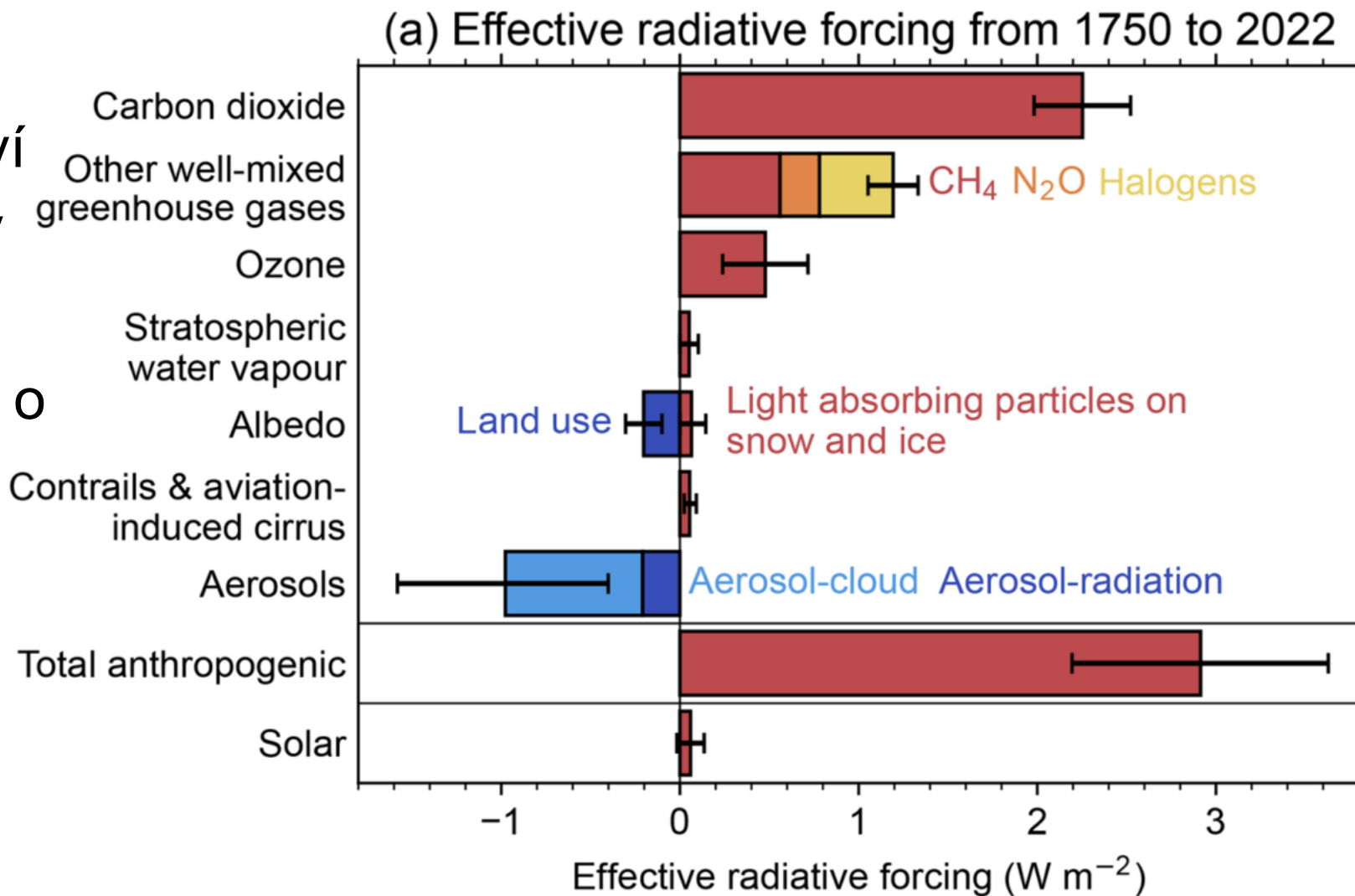
**Global-warming potential (GWP)** je relativní míra toho, kolik tepla skleníkový plyn zachytí v atmosféře.



# Radiační účinek (Radiative Forcing)

Čím více je plyn radiačně účinný, tím menší množství stačí k ovlivnění procesů v atmosféře.

Zvýšení radiačního účinku o  $1 \text{ W/m}^2$  zvýší teplotu povrchu o  $0,5^\circ\text{C}$ .



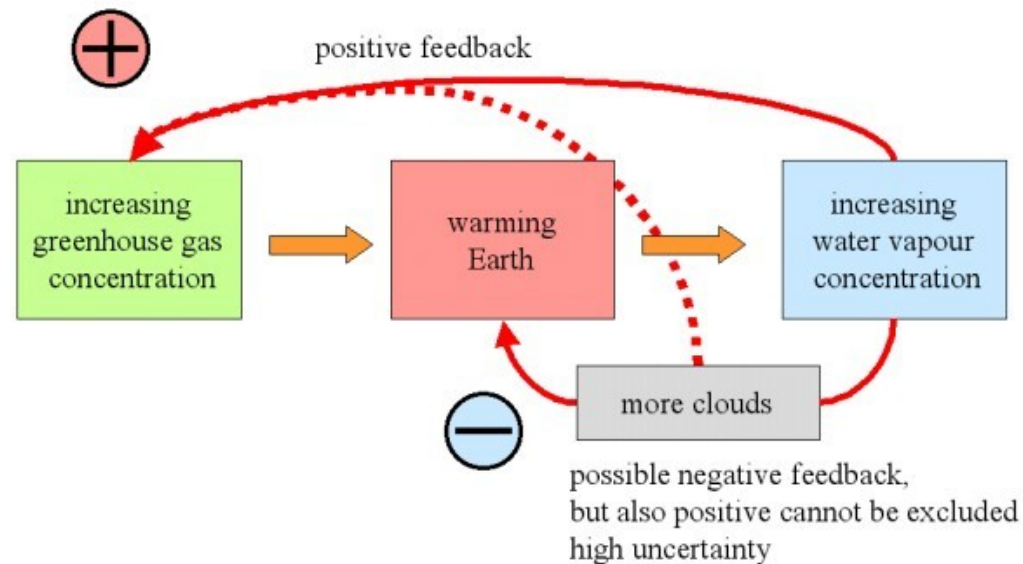
# Vodní pára

- největší podíl na skleníkovém efektu
- obsah v atmosféře stálý

pozitivní zpětná vazba

negativní zpětná vazba

intenzivní výzkum

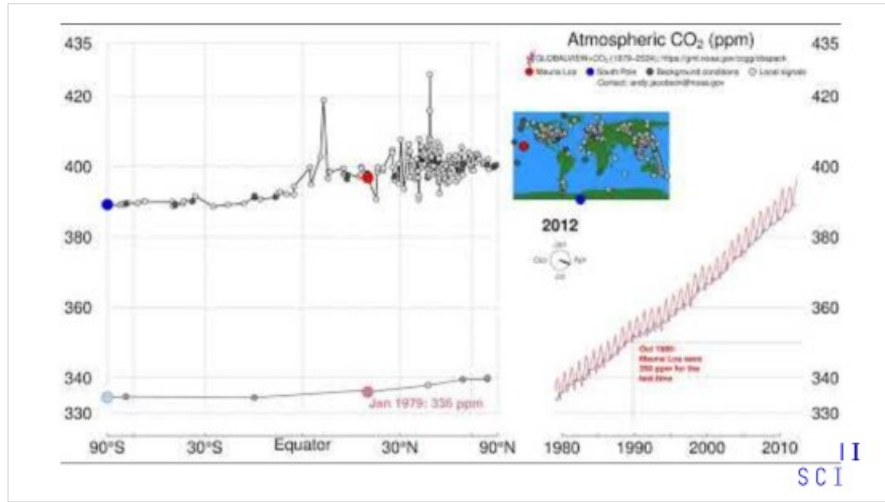


# Co je CO<sub>2</sub>?

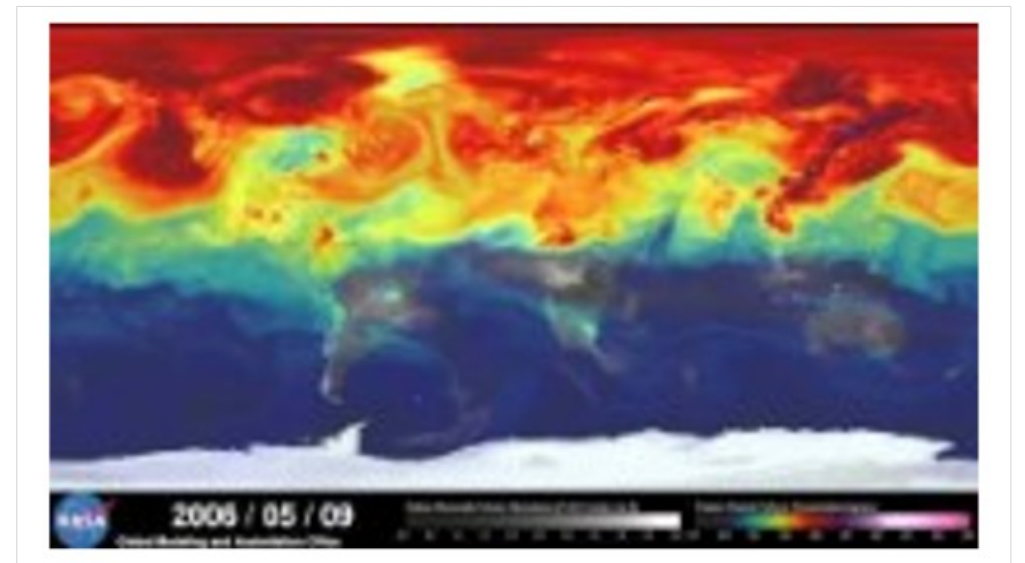
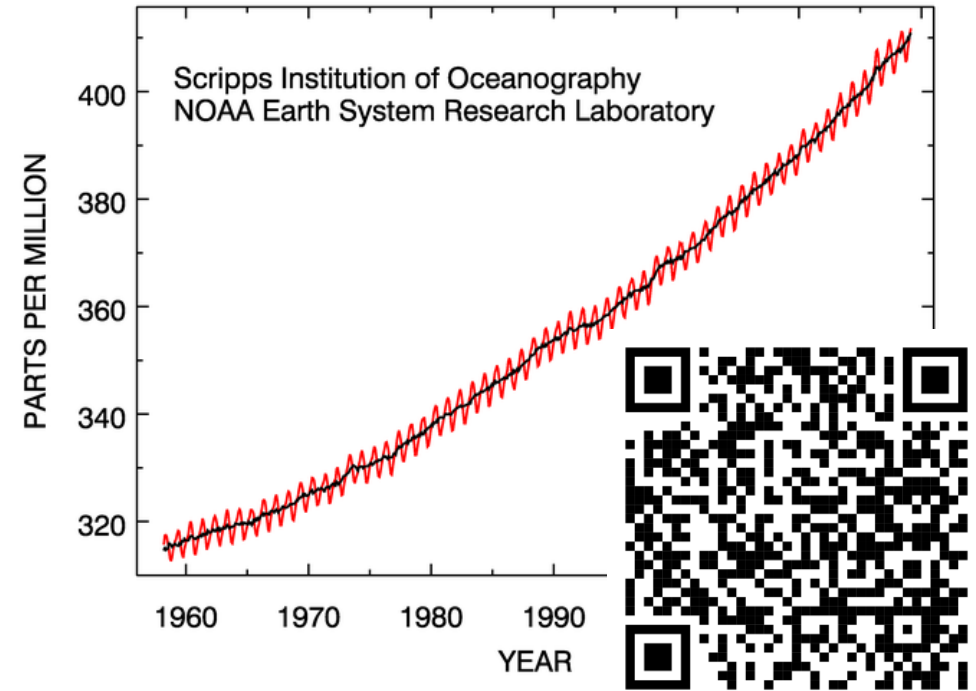
- plyn; hustota 1,977 g/l (vzduch 1,3 g/l)
- koncentrace 422 ppm
- dobře rozpustný ve vodě
  - se zvyšujícím se tlakem množství rozpuštěného CO<sub>2</sub> ve vodě roste
  - se zvyšující se teplotou rozpustnost klesá
- vzniká při spalování (dýchání) - spotřebovává se kyslík, vzniká CO<sub>2</sub>
- škodlivé účinky na zdraví člověka

koncentrace 1000 ppm - pocit ospalosti a vydýchaného vzduchu; nad 2000 ppm - nastává horší schopnost koncentrace a u některých osob i bolest hlavy; nad 5000 ppm se objevuje zrychlený tep; koncentrace přesahující 45 000 ppm vedou ke ztrátě vědomí a smrti

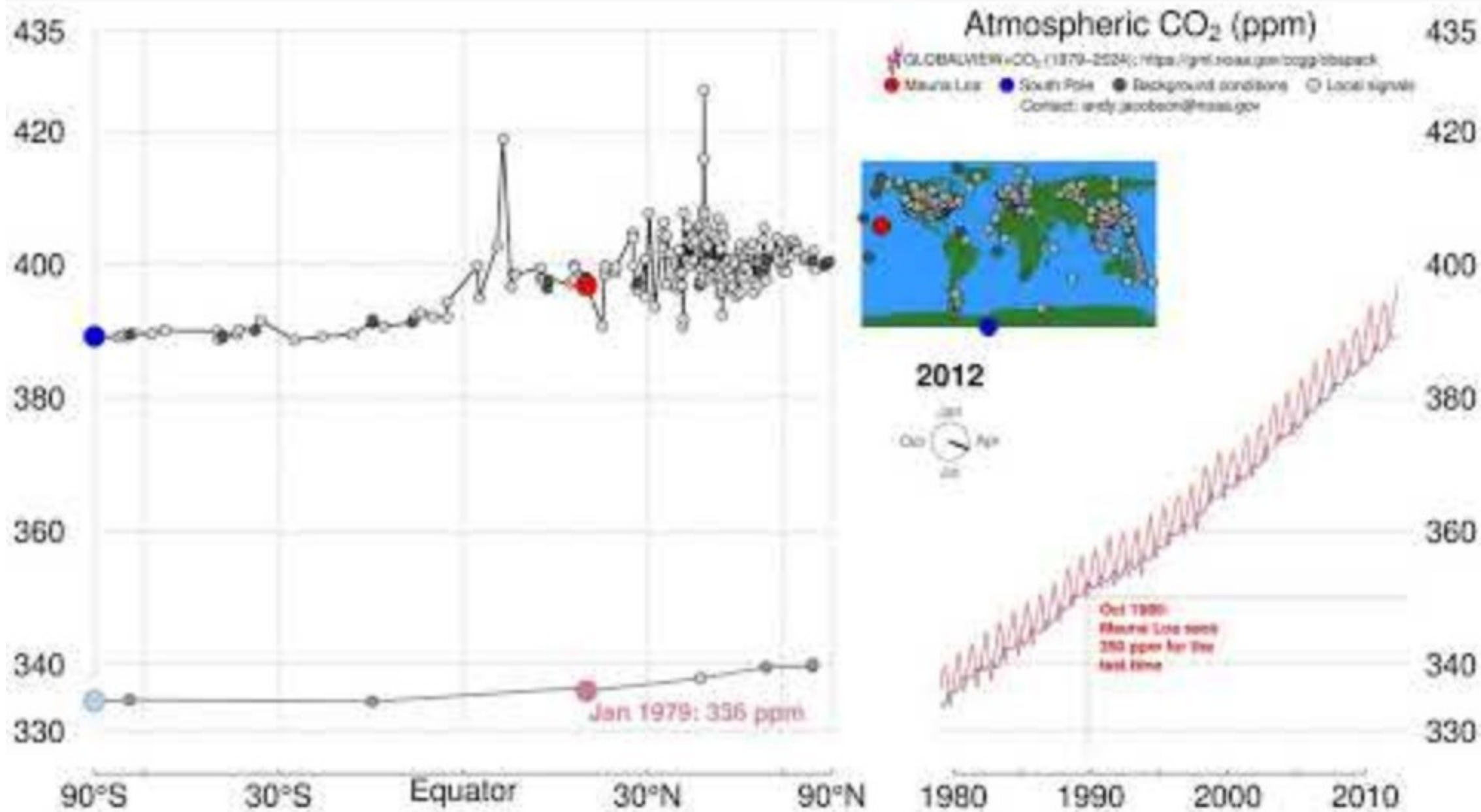
# Kolik CO<sub>2</sub> je v atmosféře?

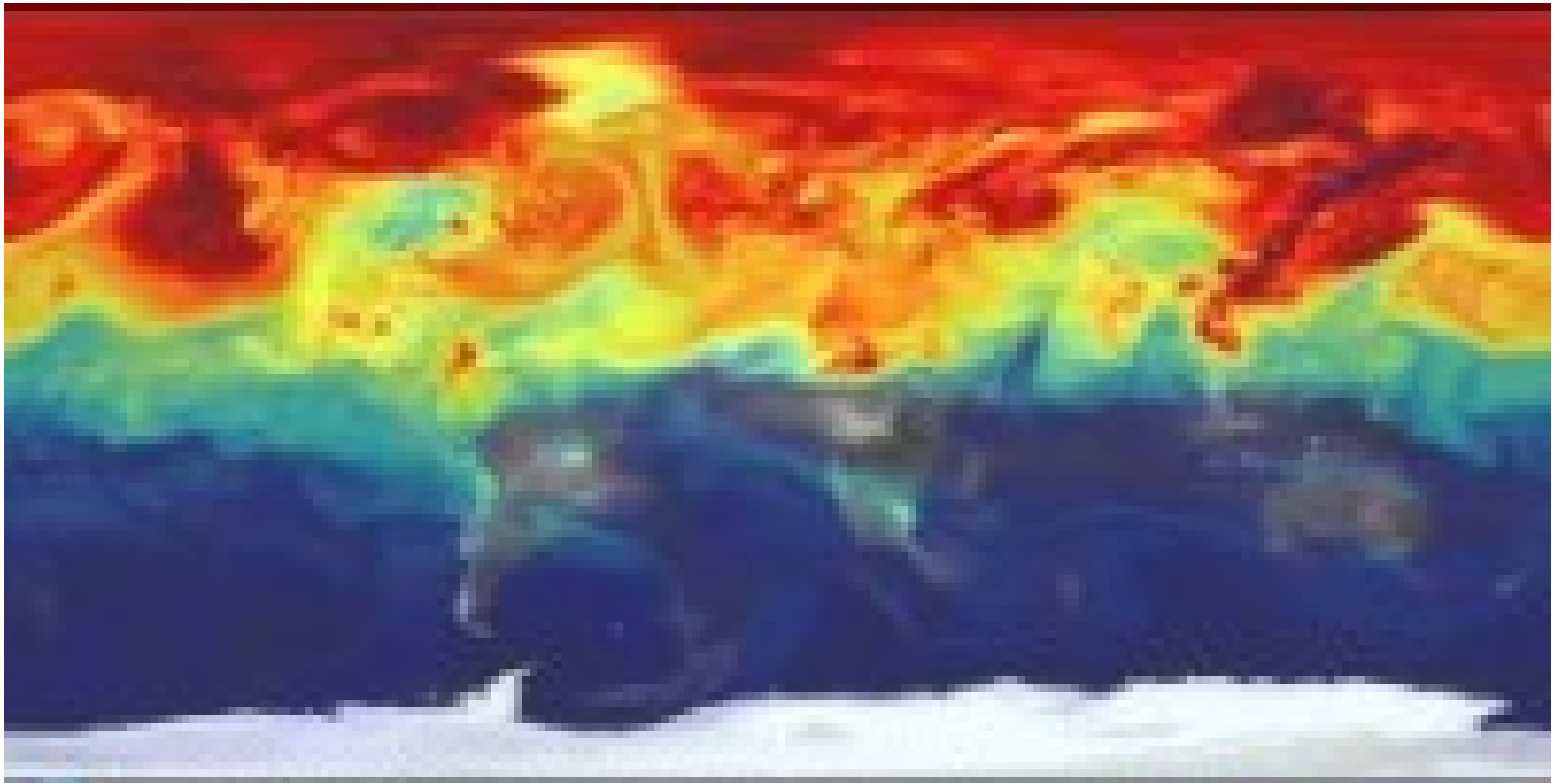


Atmospheric CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory











# CO<sub>2</sub> emissions

How much CO<sub>2</sub> does the world emit? Which countries emit the most?

By: [Hannah Ritchie](#) and [Max Roser](#)

*This page was first published in June 2020 and last revised in January 2024.*

 [Cite this article](#)

 [Reuse our work freely](#)

Carbon dioxide emissions are the primary driver of global climate change. It's widely recognized that to avoid the worst impacts of climate change, the world needs to urgently reduce emissions. But, how this responsibility is shared between regions, countries, and individuals has been an endless point of contention in international discussions.

This debate arises from the various ways in which emissions are compared: as annual emissions by country; emissions per person; historical contributions; and whether they adjust for traded goods and services. These metrics can tell very different stories.

We teamed up with the YouTube channel *Kurzgesagt* to produce a video that explored these different metrics in detail: ['Who is responsible for climate change? – Who needs to fix it?'](#)







# CARBON STORY

The Global Carbon Project is a scientific program that aims to draw a complete picture of the carbon cycle on planet Earth.  
Take a short tour of our carbon story.



## ENTER THE PAST

Investigate human progress through history and the human impact on the carbon in the atmosphere



## ENTER THE PRESENT

Discover when, where and by whom carbon dioxide is emitted



## ENTER THE FUTURE

Think about the climate that you would choose for your future



Call u



CALCULATE

OFFSETTING

BUSINESSES

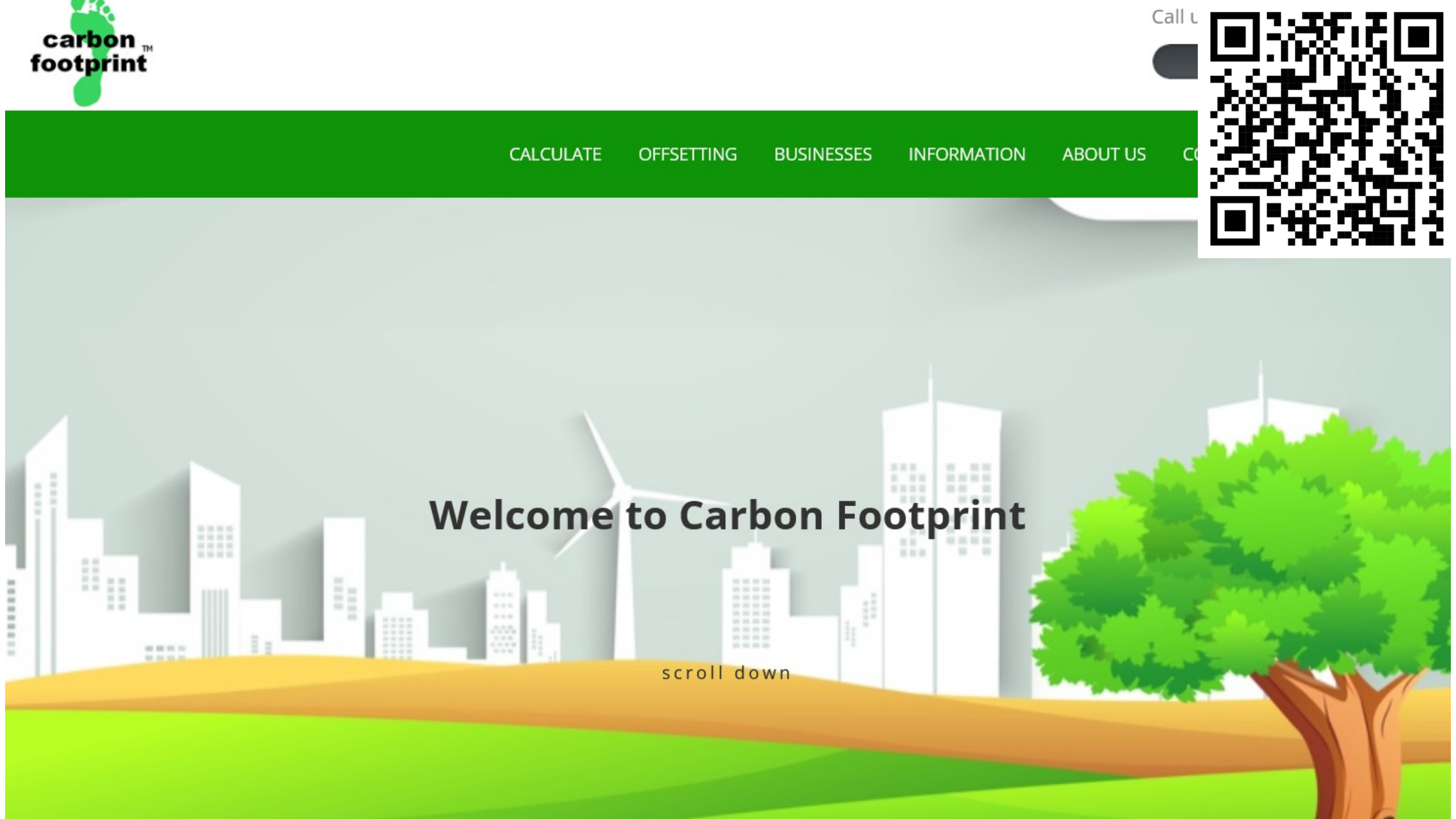
INFORMATION

ABOUT US

CO

# Welcome to Carbon Footprint

scroll down



# Emise skleníkových plynů

 **Fakta o klimatu**

Témata ▾

Další materiály ▾

O nás

✕



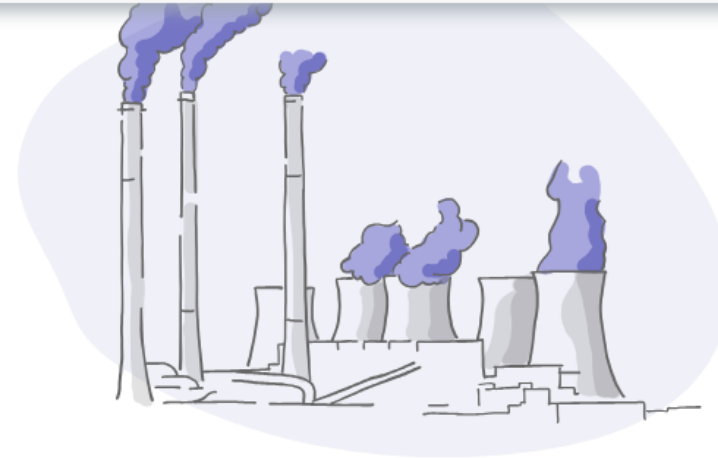


## Emise skleníkových plynů

[Úvod](#) [Množství emisí](#) [Emise v ČR](#) [Emise dle sektorů](#) [Emise a oteplování](#) [Klimatická neutralita](#) [Opatření](#) [Emise vs. HDP](#)

plynem je **oxid uhličitý** (CO<sub>2</sub>), který k oteplování přispívá přibližně ze 70 %. Jeho koncentrace v atmosféře rostou především kvůli spalování fosilních paliv, ale například i kácení pralesů nebo výrobě oceli a cementu. Dalším významným skleníkovým plynem je **metan** (CH<sub>4</sub>), který do atmosféry uniká hlavně při těžbě fosilních paliv a chovu dobytka. Ke skleníkovým plynům patří i **oxid dusný** (vznikající zejména při používání umělých dusíkatých hnojiv) a řada synteticky vyráběných **fluorovaných plynů**.

K zastavení klimatické změny je klíčové dosáhnout celosvětově tzv. **klimatické neutrality** – tedy stavu, kdy lidstvo už svou činností nebude přidávat do atmosféry žádné skleníkové plyny.



**Celkové emise** za rok 2022



 SVĚT

**57,4**

mlrd. tun CO<sub>2</sub>eq

 ČR

**118,5**

mil. tun CO<sub>2</sub>eq

**Emise na osobu** za rok 2022



 SVĚT

**7,2**

tun CO<sub>2</sub>eq

 ČR

**10,9**

tun CO<sub>2</sub>eq

**89 %** emisí CO<sub>2</sub>



pochází ze **zemí směřujících k uhlíkové neutralitě**

# Metan

- 20x účinnější pohlcovač dlouhovlnného záření
- koncentrace cca 1,8 ppm
  - zvýšení koncentrace o 0,05 ppm se může projevit zvýšením teploty o 1°C

- hlavní zdroje:

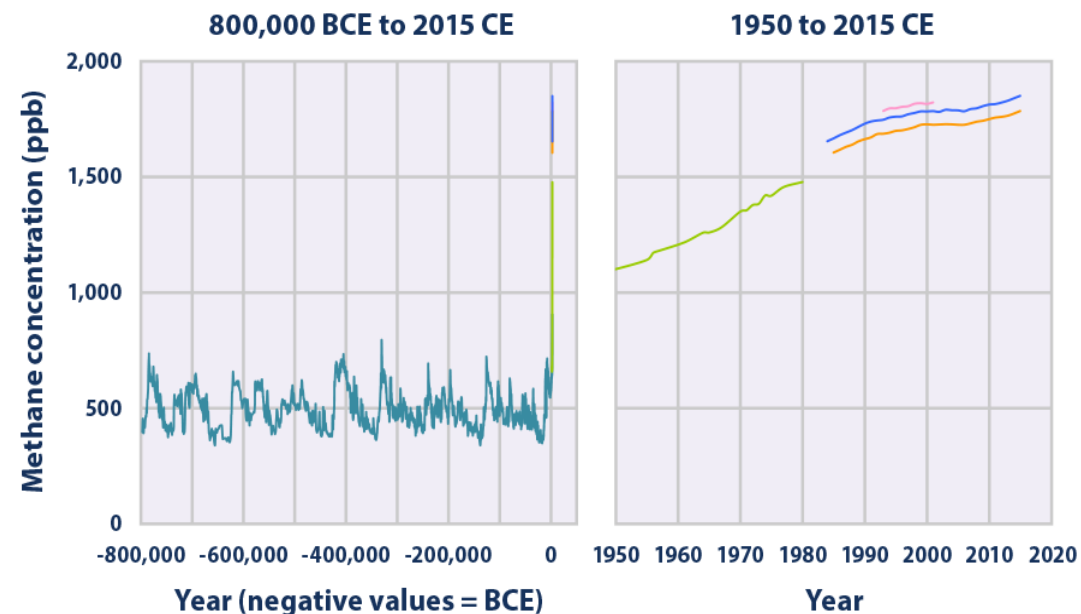
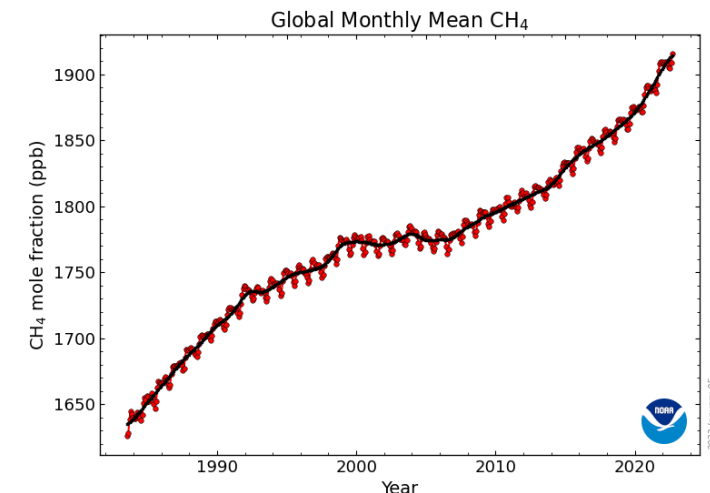
střevní fermentace skotu a hmyzu (30 %)

spalování biomasy a skládky odpadu (15 %)

uhelné sloje, úniky plynu (10 %)

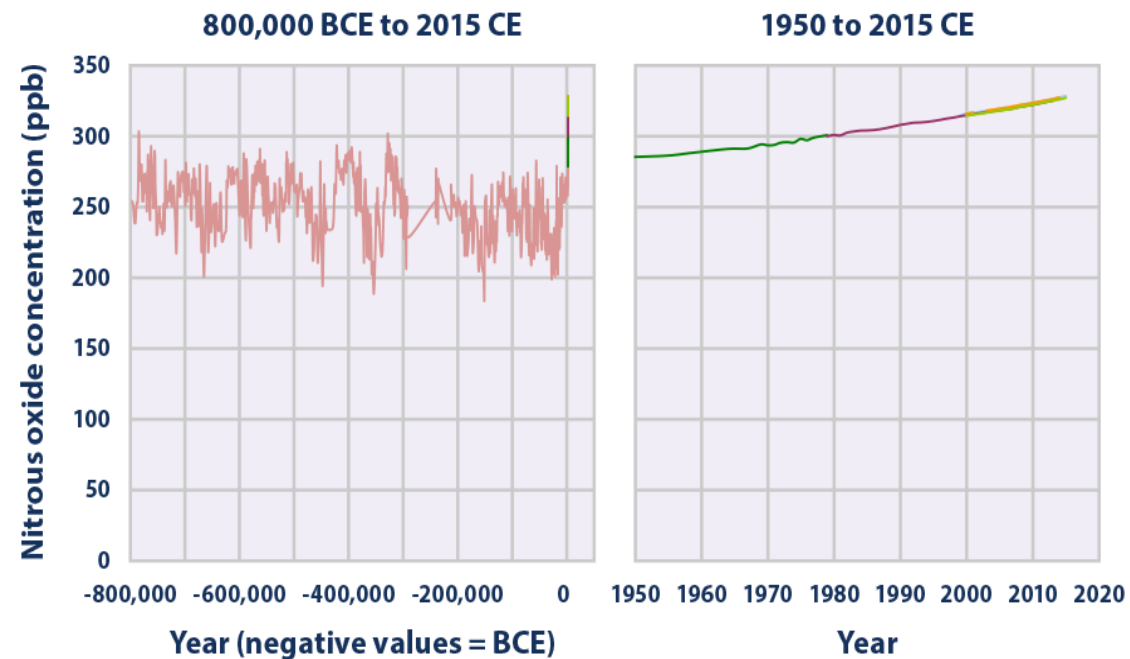
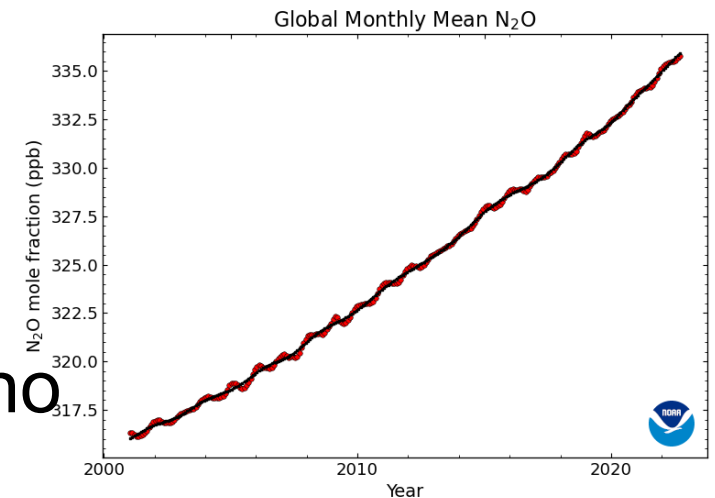
rýžová pole (25 %)

močály a tundra (20 %)



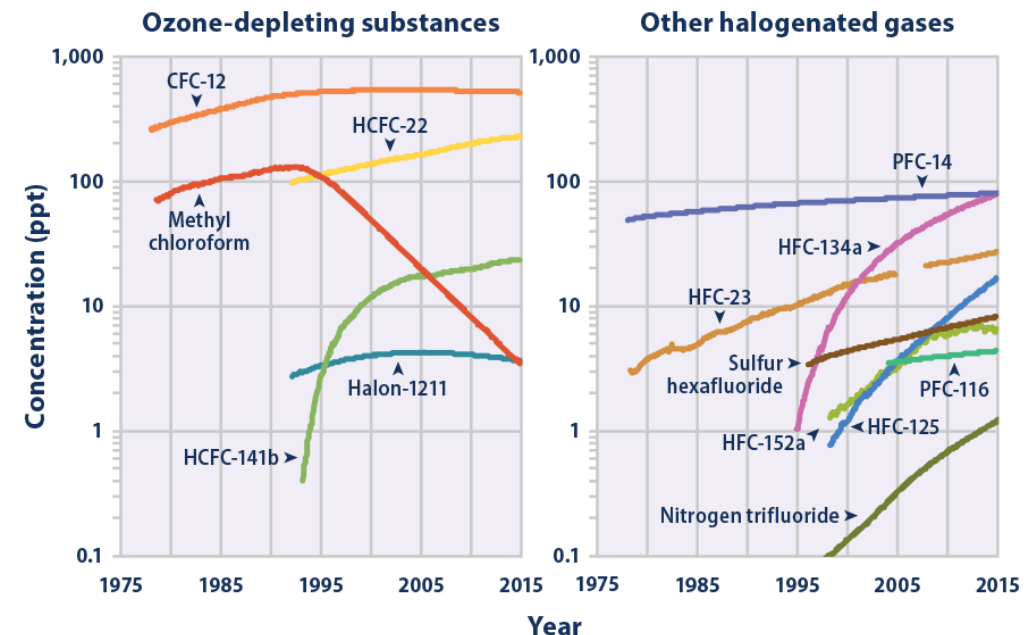
# Oxid dusný

- 200x–300x účinnější v pohlcování dlouhovlnného záření než oxid uhličitý
- současná koncentrace cca 0,33 ppm
- doba setrvání v atmosféře 100 let
- zdroje:
  - zemědělská hnojiva
  - spalování fosilních paliv
  - spalování biomasy
  - změny využívání půdy



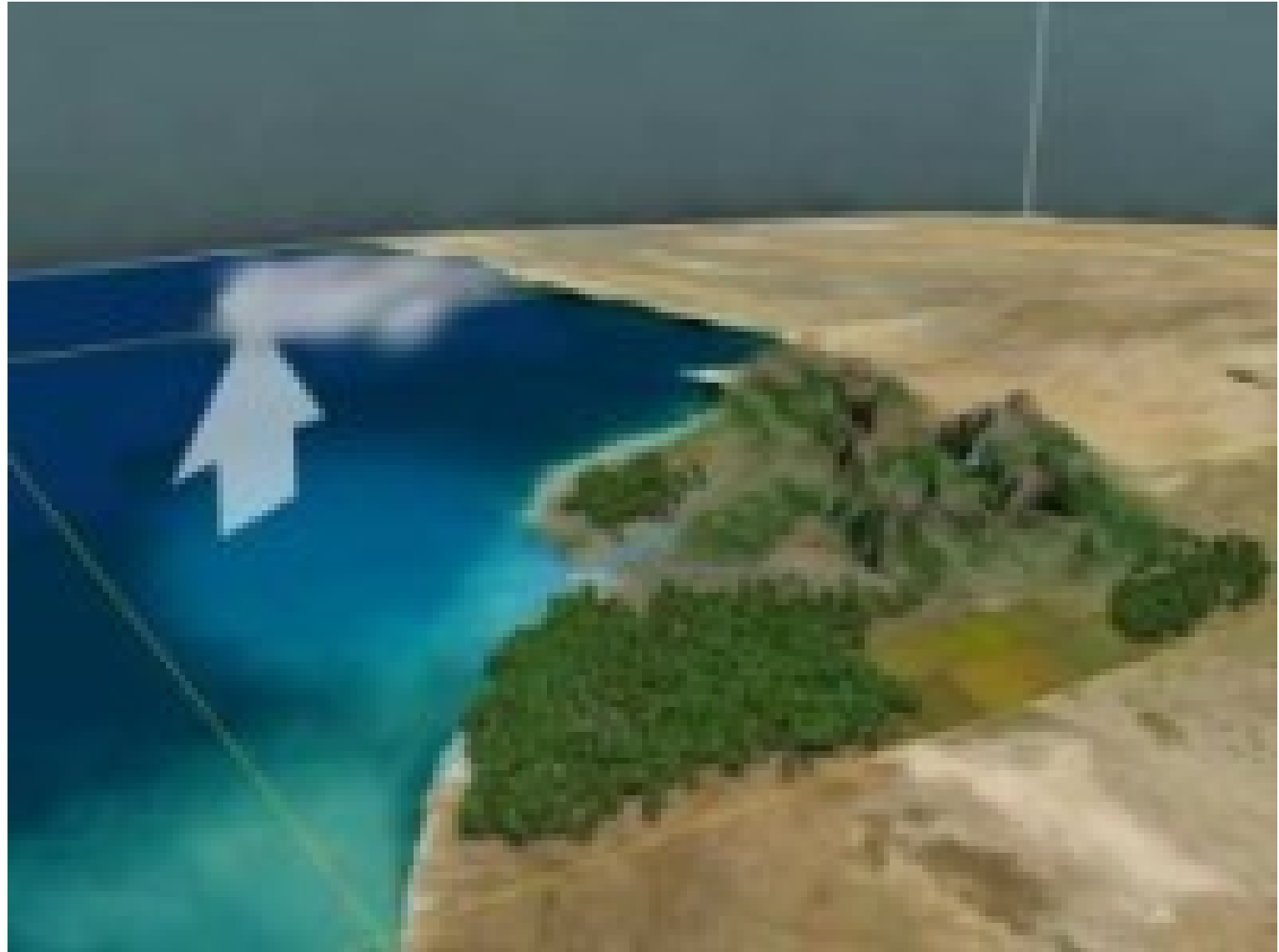
# Halogenované chlorfluoruhlovodíky (freony)

- syntetické látky
- koncentrace 0,001 ppm
- účinnost 5000–10000x vyšší než  $\text{CO}_2$
- pohlcují ve vlnových délkách, kde nepohlcují další skleníkové plyny
- Montrealský protokol
- Zdroje:  
aerosoly, chladničky, plastické pěny  
rozpuštědla, farmaceutický průmysl



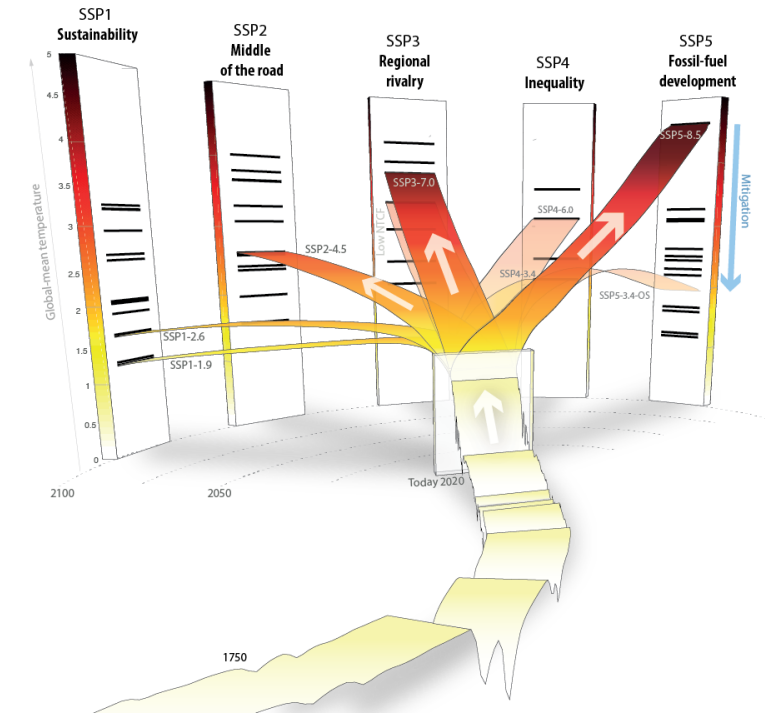


# Klimatický model

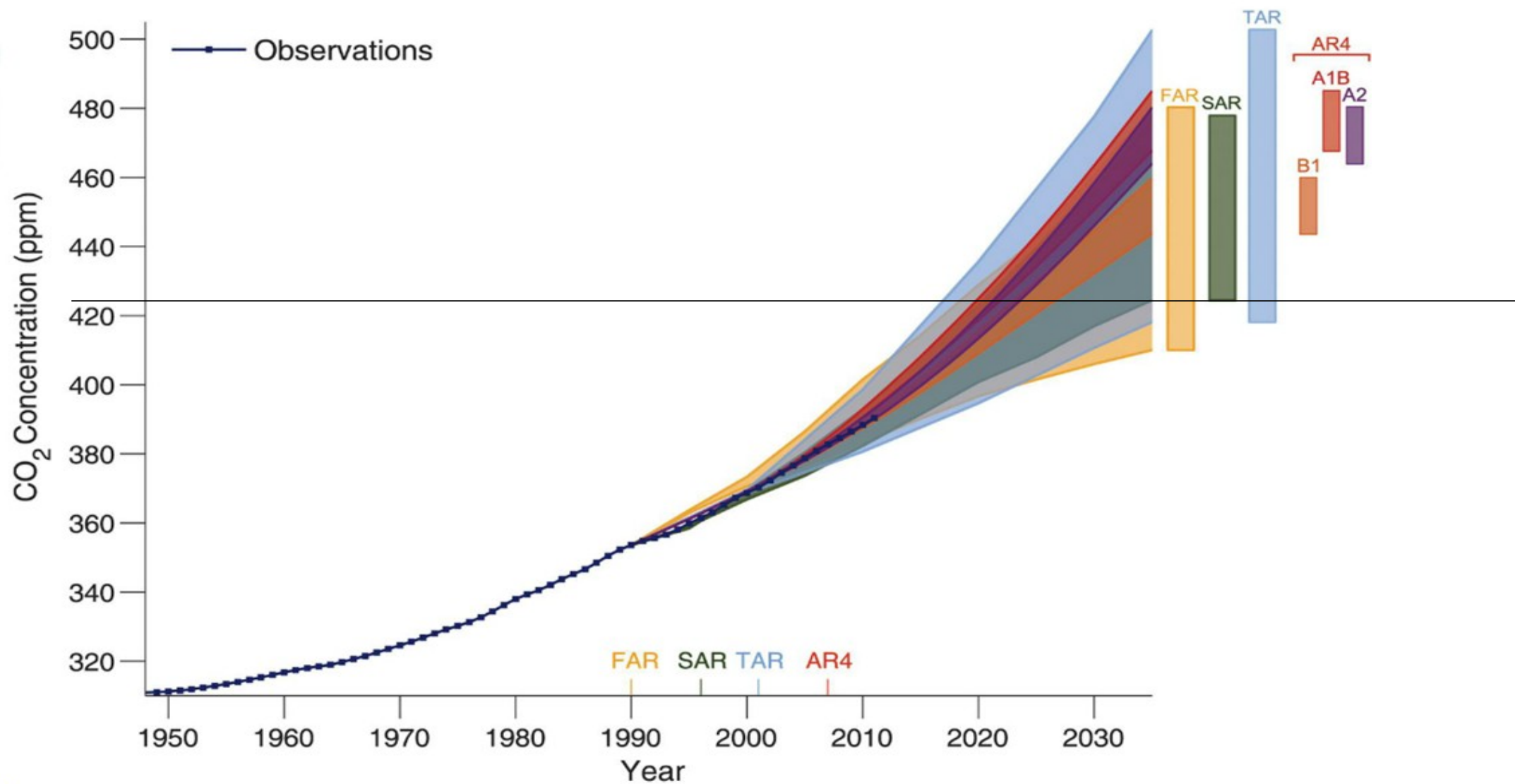


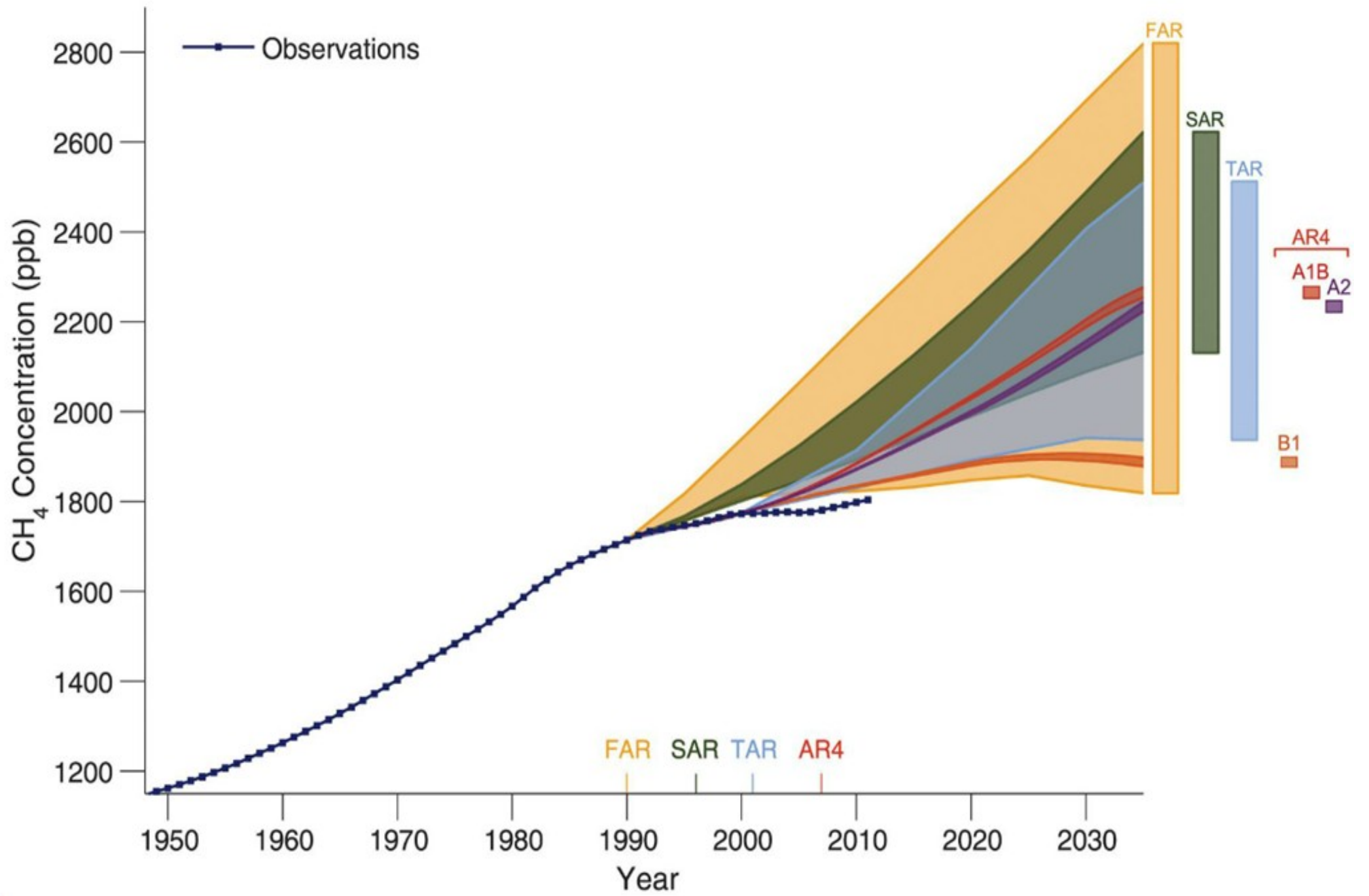
# Klimatické scénáře

- popisují možné budoucí klimatické podmínky s ohledem na přirozenou variabilitu systému a antropogenní působení
- nejde o předpověď budoucího klimatu, spíše o popis alternativ pravděpodobné budoucnosti se zřetelem na podmínky, za nichž se mohou vyskytnout
- poskytují ucelený obraz o tom, jak se budoucí klima může lišit od současného a jakými směry se klima může v budoucnu vyvíjet

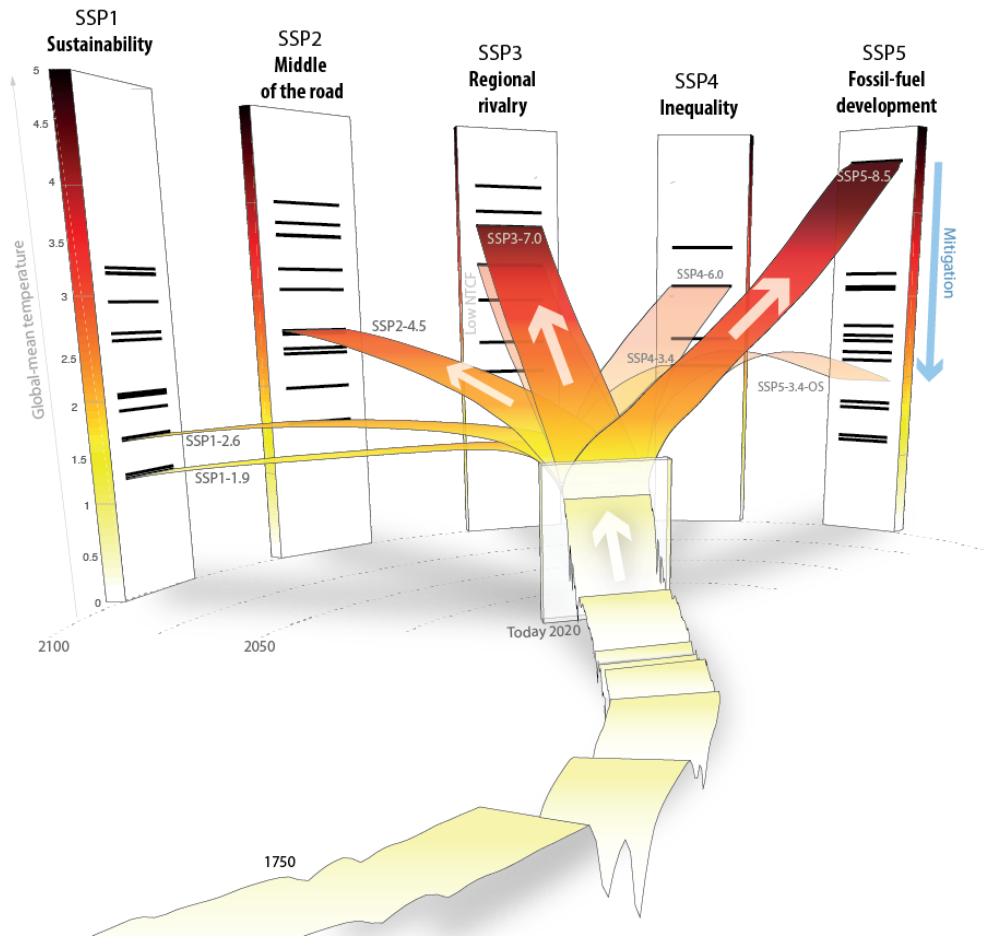


# Emisní scénáře





# SSP – Shared Socioeconomic Pathways



★ **SSP 5**  
(Převažují nároky na mitigaci)  
Rozvoj založený  
na fosilních palivech  
Cesta po dálnici

★ **SSP 3**  
(Vysoké nároky)  
Regionální rivality  
Kamenitá cesta

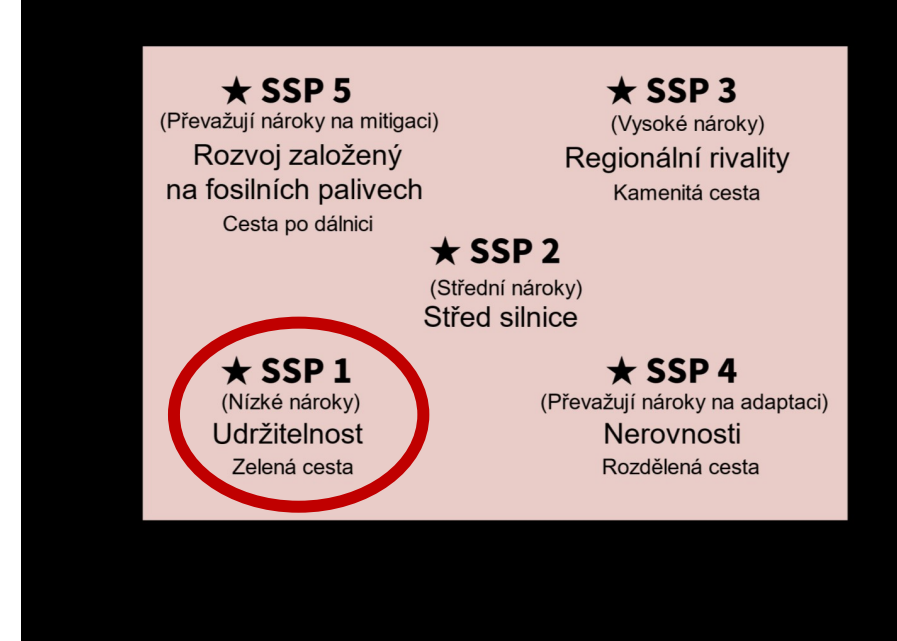
★ **SSP 2**  
(Střední nároky)  
Střed silnice

★ **SSP 1**  
(Nízké nároky)  
Udržitelnost  
Zelená cesta

★ **SSP 4**  
(Převažují nároky na adaptaci)  
Nerovnosti  
Rozdělená cesta

# SSP1: Udržitelný vývoj (zelená cesta)

Svět se postupně, ale ve všech oblastech posouvá směrem **k udržitelnějšímu rozvoji**, který klade důraz na inkluzivnější rozvoj respektující předpokládané environmentální hranice. Pomalu se zlepšuje správa globálních společných statků, investice do vzdělávání a zdravotnictví urychlují demografický přechod a důraz na hospodářský růst se přesouvá k širšímu důrazu na lidský blahobyt. Díky postupnému směřování k dosažení rozvojových cílů se **snižuje nerovnost mezi jednotlivými zeměmi i uvnitř nich**. Spotřeba se orientuje na nízké materiální nároky a **nižší náročnost na suroviny a energie**.





# SSP5: Rozvoj založený na fosilních palivech (cesta po dálnici)

Tento svět stále více věří v konkurenční trhy, inovace, participativní společnosti, které mají přinést rychlý technologický pokrok a rozvoj lidského kapitálu jako cestu k udržitelnému rozvoji. Globální trhy jsou stále více integrovány. Rovněž se výrazně investuje do zdravotnictví, vzdělávání a institucí s cílem posílit lidský a sociální kapitál. Současně je **tlak na hospodářský a sociální rozvoj spojen s využíváním hojných zdrojů fosilních paliv a zaváděním životního stylu náročného na zdroje a energii po celém světě**. Všechny tyto faktory vedou k rychlému růstu světové ekonomiky, zatímco světová populace v 21. století dosáhne svého maxima a bude klesat. Lokální problémy životního prostředí, jako je znečištění ovzduší, jsou úspěšně zvládnuty. Existuje víra ve schopnost účinně řídit sociální a ekologické systémy, v případě potřeby i pomocí geoinženýrství.



**Table SPM.1 | Changes in global surface temperature, which are assessed based on multiple lines of evidence, for selected 20-year time periods and the five illustrative emissions scenarios considered.** Temperature differences relative to the average global surface temperature of the period 1850–1900 are reported in °C. This includes the revised assessment of observed historical warming for the AR5 reference period 1986–2005, which in AR6 is higher by 0.08 [–0.01 to +0.12] °C than in AR5 (see footnote 10). Changes relative to the recent reference period 1995–2014 may be calculated approximately by subtracting 0.85°C, the best estimate of the observed warming from 1850–1900 to 1995–2014.

{Cross-Chapter Box 2.3, 4.3, 4.4, Cross-Section Box TS.1}

	Near term, 2021–2040		Mid-term, 2041–2060		Long term, 2081–2100	
Scenario	Best estimate (°C)	<i>Very likely</i> range (°C)	Best estimate (°C)	<i>Very likely</i> range (°C)	Best estimate (°C)	<i>Very likely</i> range (°C)
SSP1-1.9	1.5	1.2 to 1.7	1.6	1.2 to 2.0	1.4	1.0 to 1.8
SSP1-2.6	1.5	1.2 to 1.8	1.7	1.3 to 2.2	1.8	1.3 to 2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2 to 1.8	2.0	1.6 to 2.5	2.7	2.1 to 3.5
SSP3-7.0	1.5	1.2 to 1.8	2.1	1.7 to 2.6	3.6	2.8 to 4.6
SSP5-8.5	1.6	1.3 to 1.9	2.4	1.9 to 3.0	4.4	3.3 to 5.7

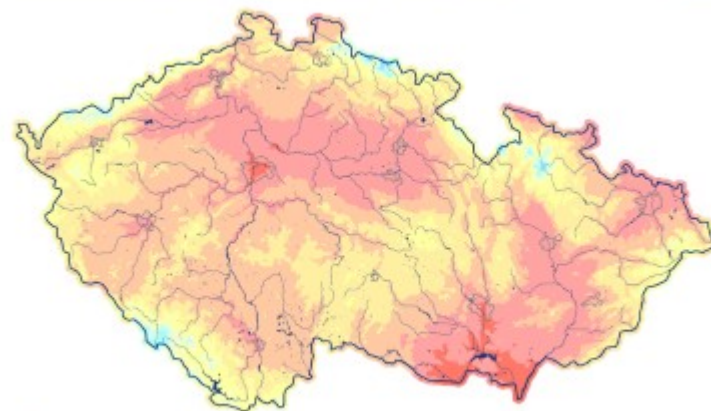
Průměrná roční teplota vzduchu za období let 1990–2014 (SSP5-8.5)

ČHMÚP



Průměrná roční teplota vzduchu za období let 2021–2040 (SSP5-8.5)

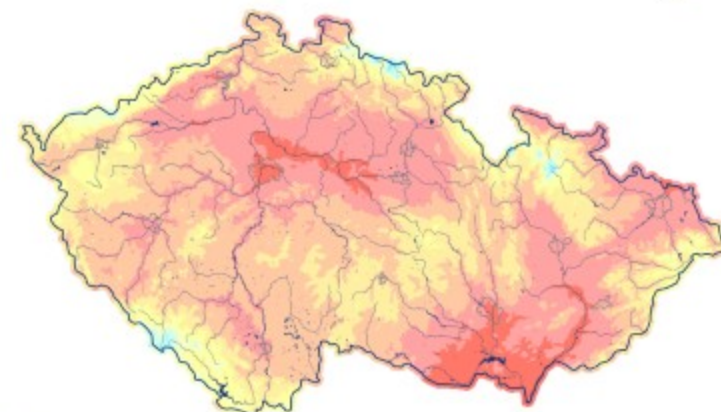
ČHMÚP



www.chmi.cz

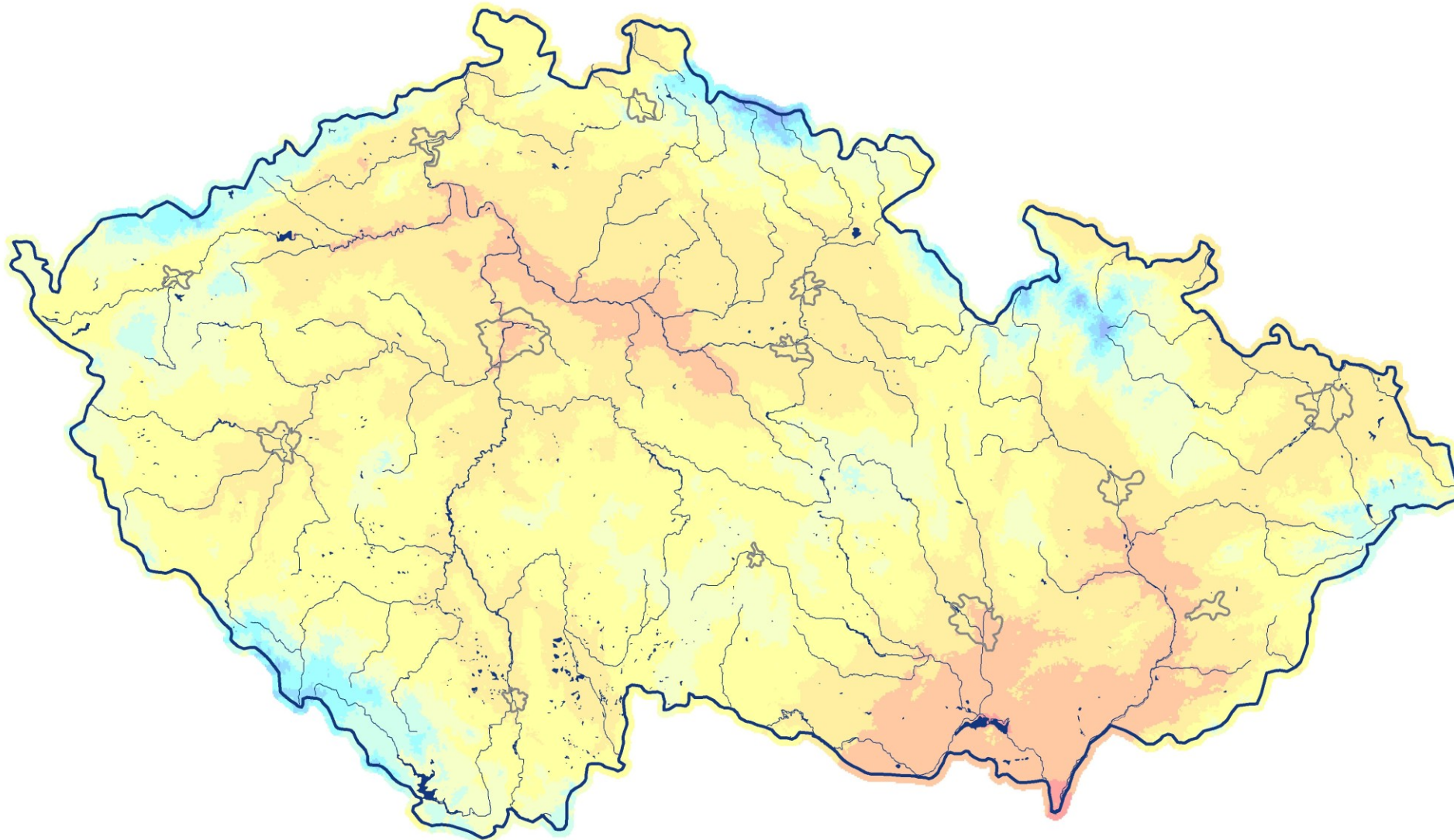
Průměrná roční teplota vzduchu za období let 2041–2060 (SSP5-8.5)

ČHMÚP

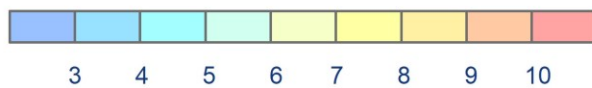


www.chmi.cz

# Průměrná roční teplota vzduchu za období let 1990–2014 (SSP5-8.5)

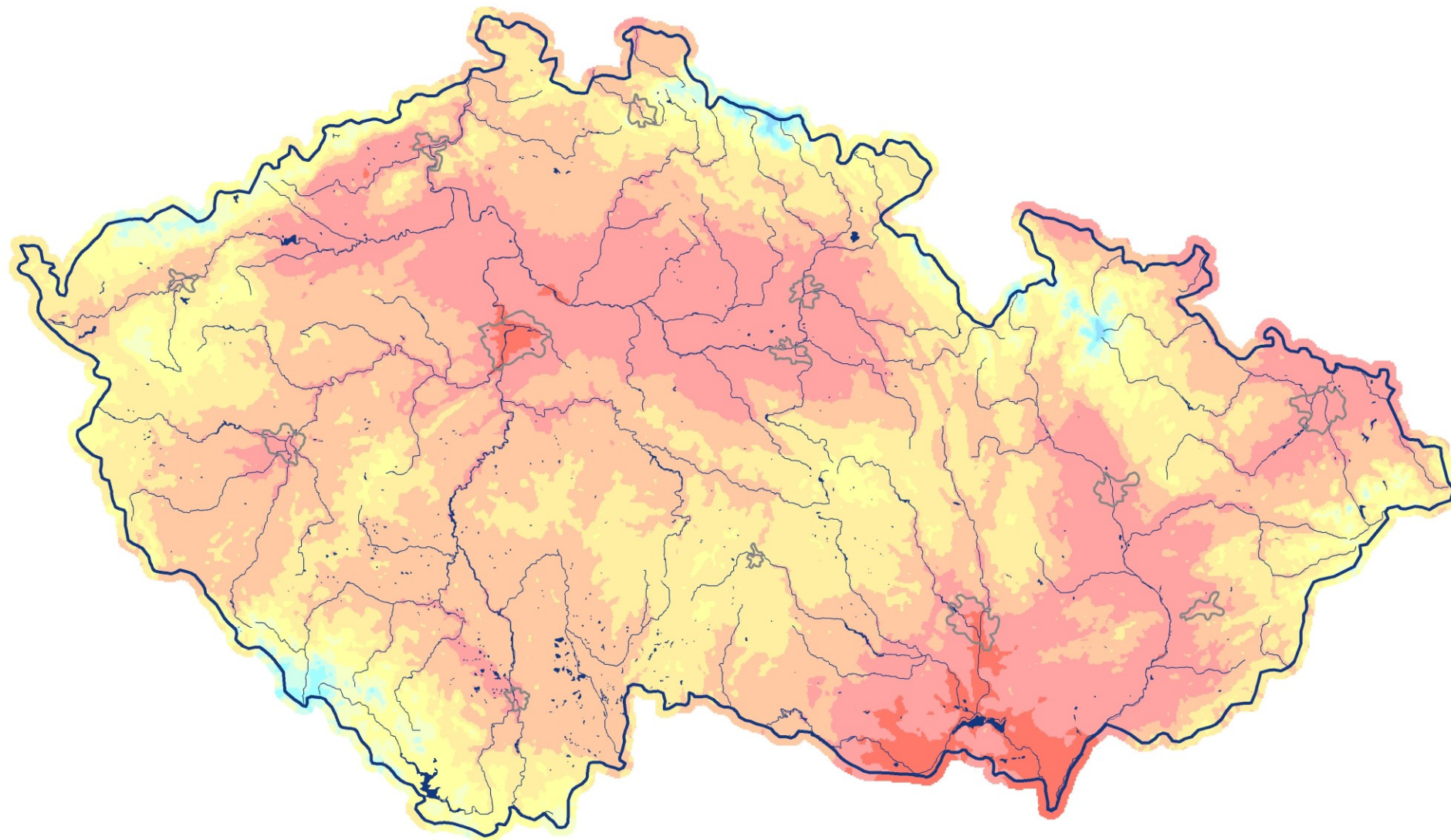


[°C]

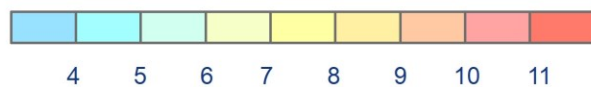




# Průměrná roční teplota vzduchu za období let 2021–2040 (SSP5-8.5)

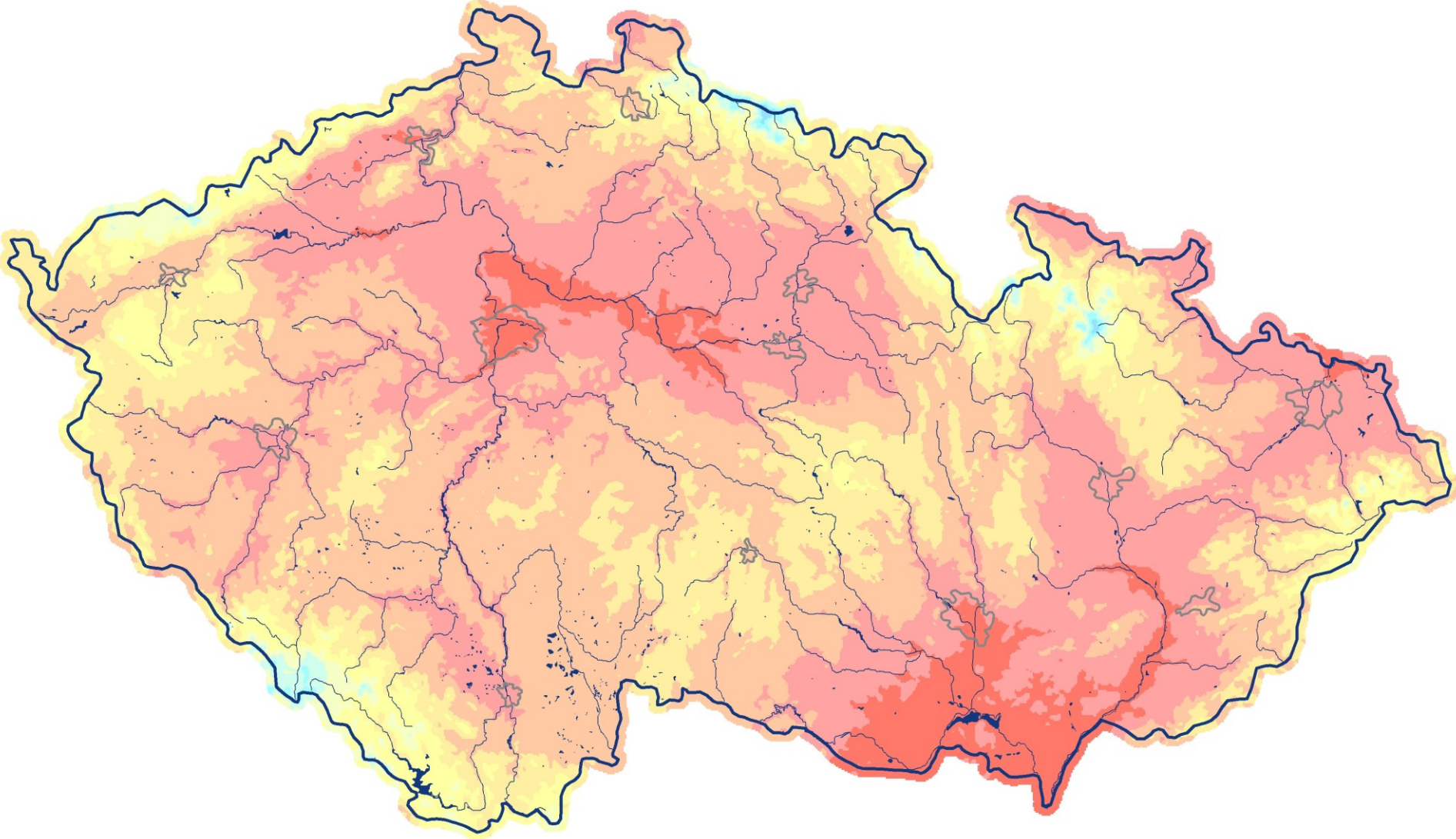


[°C]

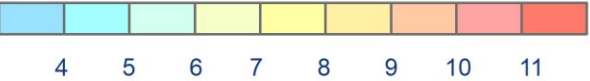




# Průměrná roční teplota vzduchu za období let 2041–2060 (SSP5-8.5)



[°C]





## IPCC WGI Interactive Atlas

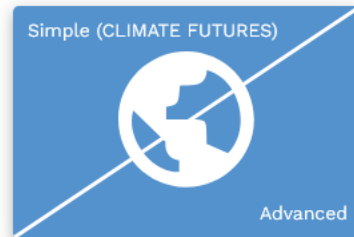
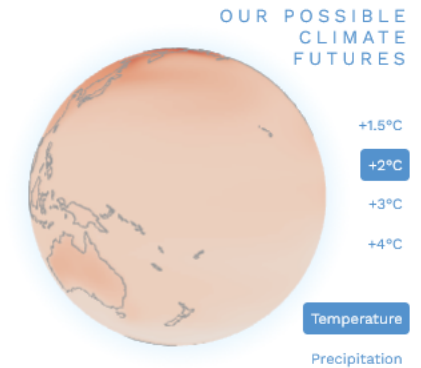
A novel tool for flexible spatial and temporal analyses of much of the observed and projected climate change information underpinning the Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report, including regional synthesis for Climatic Impact-Drivers (CIDs).

[Participate in the user testing survey](#)

[Errata and problem reporting](#)

[License and citation](#)

[Contact](#)



REGIONAL INFORMATION



REGIONAL SYNTHESIS



DOCUMENTATION

M U N I

S C I