

Animace koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře v období za posledních 800 000 let

<https://www.youtube.com/watch?v=Mr84tEbCQSg>

(Produkt Národního úřadu pro oceány a atmosféru (NOAA), což je vládní agentura Spojených států, představuje animaci naměřených dat koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu).

Proč využít tuto animaci

V animaci uvidíme a pochopíme

- Jak stoupá v atmosféře koncentrace CO₂ vlivem lidské činnosti
- Jak se koncentrace mění v průběhu roku (vliv vegetace)
- Jaké byly koncentrace v předindustriální době a v geologické minulosti
- Jak se koncentrace měří a měřila
- Jak se zjišťují/měří koncentrace CO₂ v dobách před statisíci let

Popis animace

Zobrazení v animaci má dvě části.

Vlevo sledujeme záznamy měření v různých místech na Zemi. Osa **x** udává zeměpisnou šířku dané měřicí stanice. Zcela vlevo je Jižní pól (tamní měřicí stanice je znázorněna modrým bodem), zhruba na 20. stupni severní šířky je stanice na havajském sopce Mauna Loa (červený bod). Na svislé ose **y** je koncentrace CO₂.

Pravá část animace znázorňuje průběh globální koncentrace na ose **y** (ta je stejná jako v levé části animace) v závislosti na čase (čas na ose **x**). Červená křivka zaznamenává měření na Mauna Loa, modrá na Jižním pólu. Obě vykazují prakticky pravidelné sezónní proměny, ta na severní polokouli mnohem větší.

Průběh animace

První část animace se věnuje období od roku 1979 do současnosti. Zachycuje růst globální koncentrace od hodnoty 336 ppm v roce 1979 do současnosti – 415 ppm v lednu 2021. (ppm znamená partes per milion = částic na milion. 1 ppm je jedna tisíciná promile, což je jedna setina procenta). V tomto časovém úseku sledujeme animaci dat měřených na přibývajících stanicích na pevnině i na moři.

(Čas od 0:00 do 1:25)

Následuje cesta časem do minulosti.

Nejprve zpět do roku 1958 – zelená křivka v pravé části. Jedná se o měření, která v letech 1958 - 1979 prováděl na havajské sopce Mauna Loa vědec Charles Keeling. Měření na ostrově v Tichém oceánu daleko od obydlených částí zeměkoule zvolil proto, aby získal data neovlivněná bezprostřední lidskou činností, ani vegetací.

(Čas 1:25 – 1:36)

Další tj. starší data již pocházející jen z vrtů do ledu na Antarktidě. Bublínky vzduchu uzavřené v ledu různých hloubek jsou analyzovány a je zjištěno jejich stáří a tehdejší koncentrace CO₂. Tak se kolem roku 1750 dostáváme k předindustriální koncentraci 278 ppm.
(Čas 1:37 – 1:39)

Poslední část animace zahrnuje nejprve období do začátku našeho letopočtu s velmi stabilní koncentrací CO₂.

V čase 1:48 mizí původní levá část animace, celá osa x již znázorňuje čas.

Zobrazuje se průběh koncentrací až do 800 000 let před naším letopočtem. (V animaci se používá jednotka kyBCE – kiloyears before Christ – čili tisíce let před naším letopočtem). Nejprve světle modré, poté tmavě modré body jsou měření koncentrace CO₂ z dalších hlubokých antarktických vrtů. Koncentrace kolísaly (v dobách ledových byly nižší – cca 185 ppm, v dobách meziledových vyšší). Nikdy však v tomto časovém období (0-800 000 let před naším letopočtem) nepřekročily 300 ppm.

V první části animace (čas 0-1:45) lze v pravé části nahoře sledovat schéma rozložení pevnin a oceánů. Do tohoto schématu postupně s časem přibývají body lokalizující měřicí stanice.

Běh času sledujeme pod tímto schématem, kde přibývají roky a ručička v kolečku pod letopočtem ukazuje, které části roku se okamžitý záznam koncentrace CO₂ týká (vyznačeny měsíce leden, duben, červenec, říjen).

Čeho si povšimnout a jak animaci porozumět

Animace při spuštění začíná v lednu v roce 1976 - stanice na Mauna Loa udává koncentraci 336 ppm. Sledujme chvíli křivky na obou stranách animace. Třeba do roku 1989.

Vidíme, že koncentrace CO₂ roste. Nejjasněji to ukazuje („klidný“) modrý bod – měření koncentrace CO₂ někde u Jižního pólu.

Zaměřme se nejprve na levou část animace. Zde vidíme, že koncentrace CO₂ naměřené na jižní polokouli (zeměpisná šířka stanic je uvedena na ose x) jsou v průběhu roku stabilnější, body z jednotlivých měřících stanic jsou v podstatě jako korálky na vodorovné šňůrce. Od rovníku k vyšším severním šířkám body (= měřená data) během roku vyskakují a padají. Tento pohyb dal animaci jméno – připomíná pumpování rukojetí staré pumpy někde na vesnici.

Co se to s koncentracemi CO₂ v průběhu roku na severní polokouli děje?

Zastavme si animaci někde v zimním období a potom v létě. Vidíme, že body = koncentrace jsou v zimě „nahore“ a v létě „dole“.

Na severní polokouli se nachází většina kontinentů (a celosvětové vegetace). Těla rostlin jsou tvořena uhlíkem, který rostliny získávají z atmosférického CO₂ v procesu fotosyntézy. Na jaře a v létě se množství rostlinné biomasy velmi zvyšuje – klesá tak koncentrace CO₂ v atmosféře. Na podzim a v zimě dochází k rozkladu opadaného listí a mrtvých těl rostlin – a CO₂ se uvolňuje zpět do atmosféry – a jeho koncentrace vzrůstá.

Mnohem lépe je toto vidět na křivce v pravé části animace, která reprezentuje jen jedno nesmírně důležité měření – na vrcholu Mauna Loa na Havaji. Jmenuje se podle svého autora, který zde uskutečnil první a zároveň nejdelsí souvislé měření koncentrace oxidu uhličitého - Keelingova křivka. Tímto měřením Charles Keeling nejen změřil to, jak rostliny v průběhu roku pohlcují CO₂,

který se ovšem při rozkladu zejména opadaných listů zase do atmosféry vrací, **ale zejména díky dlouho trvajícimu měření dokázal, že průměrná koncentrace CO₂ trvale roste!** Změřil tak, kolik CO₂ v atmosféře přibývá vlivem lidské činnosti, konkrétně vlivem spalování fosilních paliv. *Podrobně o tomto významném měření – viz Fakta o klimatu*
<https://faktaoklimatu.cz/infografiky/cykly-koncentrace-co2?q=Keeling>

V říjnu 1979 byla naposledy na Mauna Loa na Havaji naměřena koncentrace 350 ppm, považovaná za bezpečnou koncentraci.

V roce 2016 pak koncentrace CO₂ poprvé přesáhla dříve nevídanou a nepředstavitelnou hodnotu 400 ppm. Zopakujme, že takový růst nelze vědecky vysvětlit jinak než činností člověka. Není známý žádný přirozený mechanismus, který by to vysvětlil.

Pokud si všimneme nejvíce „poskakujících“ bodů (v levé části grafu, na měřících stanicích na severní polokouli), vidíme, že velké skoky nastávají hlavně v zimě. Jedná se o měření ze stanic v blízkosti sídel, kde se v zimě projevuje významný nárůst koncentrace CO₂, daný spalováním fosilních paliv (hlavně uhlí a plynu) pro vytápění. Podobný vliv na měření může mít i doprava.

Jaké otázky klást posluchačům/žákům

Při našich vzdělávacích akcích doplňujeme sledování animace otázkami, které jsou povětšinou v textu výše vysvětleny:

- Proč se koncentrace CO₂ na severní polokouli chová jinak než na jižní?
- Jak se získávají údaje o koncentracích CO₂ v geologické minulosti?
- Všimněte si množství institucí v závěrečných titulcích, které se na výzkumech a sběru dat představených v animaci podílejí.

Vypracování výukového textu bylo podpořeno v grantovém systému Ministerstva životního prostředí. Nemusí vyjadřovat stanoviska MŽP.



Ministerstvo životního prostředí