

Jak získáváme stará data nejen o klimatu

Data, o která se opíráme při popisování a zkoumání klimatu, sahají i stovky tisíc let do minulosti. V té době ale lidstvo ještě nevytvořilo ani první civilizaci, natož měřicí přístroje a pravidelné zaznamenávání naměřených dat. Odkud a jak tedy tyto informace získáváme? Jaké to má výhody a kde jsou možná úskalí?

Délka: 45 minut

Věk: 8.–9. třída, SŠ

Předměty: fyzika, dějepis

Typ: lekce

Vytvořeno: 20. 5. 2023

Autor/ka: Karolína Lišková a Vojtěch Hanák, Divadlo fyziky [ÚDiF](#), vytvořeno pro [Člověk v tísni, o. p. s.](#)

Pomůcky: tabule, počítač, dataprojektor, prezentace (příloha 1) a doprovodný text pro učitele (příloha 2), vytištěné přílohy 3 a 4 pro každého žáka, psací potřeby

Vzdělávací cíle:

- Žák si uvědomí, jak stará data jsme schopni získávat.
- Žák se seznámí s několika metodami nepřímého měření (radiokarbonové datování, data z ledu, izotopová analýza).
- Žák pracuje s grafem radioaktivního rozpadu, pojmenuje ne/výhody a limity nepřímých měření.

Postup:

1. Jak můžeme mít tak stará data? (5 min)

Promítněte žákům prezentaci (příloha 1), která vás provede celou lekcí. V příloze 2 k ní naleznete doprovodný text.

Seznamte žáky s tématem hodiny – budete se věnovat klimatické změně a tomu, kde bereme data, kterými argumentujeme.

Nechte žáky odhadnout, od jaké doby (desetiletí, století) data týkající se změn teploty a koncentrace CO₂ měříme a zaznamenáváme. Můžou se nejprve krátce zamyslet ve dvojicích, následně je vhodné nápady vysbírat a zapsat na tabuli.

Konfrontujte je s tím, že používáme i data o stovky tisíc let starší. Zeptejte se proto žáků, zda tuší, jak jsme tato data získali. Okomentujte jejich nápady a sdělte jim, že v této hodině se budete některými metodami rozkrývajícími stará data zabývat.

2. Radiokarbonová metoda (10 min)

Dle předchozích znalostí svých žáků zopakujte/vysvětlete pojmy izotop, stabilita, radioaktivní přeměna/rozpad, poločas přeměny, a to ideálně na příkladu uhlíku.

Objasněte, čeho využívá uhlíkové datování a jak funguje.

3. Datování z grafu (15 min)

Rozdejte každému žákovi dva vytištěné listy (příloha 3 a 4) a vysvětlete jim zadání (viz snímky 15-18 v prezentaci a poznámky k ní v příloze 2), na úkolu budou pracovat ve skupinách.

Na práci nechte žákům zhruba 5–8 min. V okamžiku, kdy uvidíte, že některé skupiny již mají hotovo, nabídněte jim dvě otázky k zamyšlení:

- *Jaká je přesnost tohoto odečítání? Mění se? Jak a proč ano/ne?*
- *Co považujete za rozumný časový rozsah, ve kterém tuto metodu můžeme použít?*

Projděte stručně výsledky a diskutujte s žáky nad přesností datování.

TIP: K vysvětlení souvislosti izotopu ^{14}C s klimatickou změnou můžete žákům pustit toto video (v češtině): https://www.youtube.com/watch?v=pBgSY3_V_AQ.

4. Led a izotopy (10 min)

Vraťte se od archeologických nálezů ke klimatickým datům. Objasněte žákům, že tak hluboko do minulosti se dostáváme pomocí údajů z ledu. Pusťte žákům toto anglické video s anglickými titulky (University of Washington: Scientists drill deep in Antarctic ice for clues to climate change, 2:35): <https://youtu.be/se-BRvZuu7k?si=RNPamqLhoHJ-r9cJ>

Po videu se žáků ptejte, co se ve videu dozvěděli, a případně doplňte informace, které v něm zazněly. Následně jim pusťte ještě část dalšího videa v angličtině, které ukazuje detailní záběry na jednotlivé vrstvy v ledu a vysvětluje, co z nich lze vyčíst. Video zastave v čase 1:13, dostupné je zde: <https://youtu.be/oHzADI-XID8?si=a3VFKBBZt2Zsc3Sx> (Earth: The Operators' Manual, CO₂ in the Ice Core Record)

TIP: K tématu existují i další vhodná videa, vyberte ta, která se vám do výuky nejvíce hodí (i dle úrovně žáků a znalostí angličtiny):

- Informačně nejhodnotnější, ale složitější video (University of Rochester, Studying Ice Cores to Understand the Earth's Climate, 3:19): <https://youtu.be/teoxnHkcULA>
- Popularizační video, informace podané skrze příběh vědkyně (Natural History Museum, What Antarctic ice cores tell us about climate change, 2:35): <https://youtu.be/VjTsj-fi-p0?si=oWMIgNyIVOTa3ljV>

Po zhlédnutí videí projděte prezentaci, ve které shrňte hlavní principy a kroky získávání ledovcových jader.

Dále diskutujte, jak z ledu zjišťujeme pro nás podstatné veličiny – stáří, koncentraci CO₂ a teplotu. Delší čas je třeba věnovat izotopové analýze zjišťující teplotu.

5. Nepřímé měření a jeho (ne)výhody (5 min)

Vraťte se ke grafům z úvodu hodiny a okomentujte, odkud jaké části dat v grafu pochází.

Nechte studenty krátce se zamyslet ve dvojicích či jiných malých skupinách, jaké jsou výhody a nevýhody nepřímých měření. Nápady společně sdílejte a popř. doplňte.

Na závěr žákům položte reflektivní otázku:

- *Jaká informace mě dnes nejvíce zaujala?*

Tipy pro další práci:

Hodinu můžete rozšířit např. těmito tématy:

Klimatická linka

Existují 3 hlavní argumenty dokazující, že za enormní nárůst CO₂ může lidská činnost. Dva z nich jsou poměrně jednoduše pochopitelné i pro laiky. Poslední z nich ale argumentuje změnou poměru různých izotopů uhlíku. Víme totiž, že uhlík uvolněný spalováním uhlí a ropy neobsahuje ^{14}C , protože se jedná o tak starý zdroj, že už v něm došlo k rozpadu všech radioaktivních izotopů.

Změna poměru ^{12}C a ^{14}C v posledních desetiletích v tomto případě ukazuje na původ nadbytečného uhlíku. Lekci jste žákům nachystali dostatečný základ, aby mohli tento argument pochopit a docenit. Více viz: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/koncentrace-co2>

Fyzikálně-matematická linka

S pokročilejšími žáky se nemusíte omezovat na odečítání z grafu a můžete využít příležitost k aplikaci poznatků o exponenciálních a logaritmických rovnicích.

Historická linka

Můžete představit a rozebrat i další metody zjišťování starých dat, jako je dendrochronologie (popř. dendroklimatologie), využívání korálů, pylových zrn či sedimentů. Více například ve zdrojích a nabídnuté další literatuře ke článku: https://cs.wikipedia.org/wiki/Proxy_data

Zdroje:

ABOUT ICE CORES [online]. National Science Foundation Ice Core Facility, 2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://icecores.org/about-ice-cores>

Earth: The Operators' Manual, 2012, CO₂ in the Ice Core Record, YouTube video. [2023-05-20]. Dostupné z: <https://youtu.be/oHzADI-XID8?si=a3VFKBBZt2Zsc3Sx>

KLUIBER, Zdeněk, a kol. Moderní směry ve fyzice. Praha: ARCI, 2003. ISBN 80-86078-28-0. Kapitola 6. Ionizující záření v archeometrii a dějinách umění, s. 33–37. Dostupné z: <http://www.arsci.cz/stahuj/Fyzika3-032-037.pdf>

Paleoclimatology: The Ice Core Record [online]. Earth Observatory NASA, 2005 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: https://earthobservatory.nasa.gov/features/Paleoclimatology_IceCores

Praha Klementinum [online]. Český hydrometeorologický ústav, 2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/praha-klementinum>

ŠIŇOR, Milan. Radiouhlíková metoda určování stáří [online]. Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT, 1998-02-23 [cit. 2023-05-20]. Dostupné v archivu pořízeném dne 2013-12-25. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20131225184319/http://www-troja.fjfi.cvut.cz/~drska/edu/webfyz/iz/node4.html>

University of Washington, 2020, Scientists drill deep in Antarctic ice for clues to climate change, YouTube video. [2023-05-20]. Dostupné z: <https://youtu.be/se-BRvZuu7k?si=RNPmMqLhoHJ-r9cJ>

Vývoj koncentrace CO₂ v atmosféře [online]. Otevřená data o klimatu, z. ú., 2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/koncentrace-co2>

Změna průměrné teploty planety za 22 000 let [online]. Otevřená data o klimatu, z. ú., 2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/teplota-22000-let>

Podklady k pojmům v aktivitě Radiokarbonové datování:

pojem	stáří	zdroj
Smilodon (šavlozubý tygr)	2.5M–10kya (76 000)	https://en.wikipedia.org/wiki/Smilodon
Mamutí kel	400–4 kya (27 000)	https://en.wikipedia.org/wiki/Woolly_mammoth
Neandertálci	430–40 kya (53 000)	https://en.wikipedia.org/wiki/Neanderthal
Věstonická venuše	30 kya	https://en.wikipedia.org/wiki/Venus_of_Doln%C3%AD_V%C4%9Bstonice
Účtenka ze sumerské říše	4.6 kya	https://en.wikipedia.org/wiki/Sumer
Pyramidy v Gíze (velká – Rachefova)	4.5 kya	https://en.wikipedia.org/wiki/Pyramid_of_Khafre
Vikingská loď z Osebergu	1.2 kya	https://en.wikipedia.org/wiki/Oseberg_Ship
Padělek obrazu Paula Signaca (zemřel 1935)	plátno pochází z roku 1956, paděláno pravděpodobně později	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073822000445?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=80e308b2f81eb369 obr.: https://en.wikipedia.org/wiki/Paul_Signac#/media/File:Paul_Signac,_1925,_Le_phare,_Groix,_74_%C3%97_92.4_cm,_Metropolitan_Museum_of_Art.jpg

Přílohy:

Příloha 1: Prezentace

Příloha 2: Poznámky k prezentaci

Příloha 3: Zadání radiokarbonového datování

Příloha 4: Grafy radioaktivního rozpadu

Přílohu 1 naleznete ve formátu powerpointové prezentace ke stažení na tomto odkaze:

<https://ucimoklimatu.cz/vyukove-materialy/jak-ziskavame-stara-data-nejen-o-klimatu/>



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Tento projekt je spolufinancován
Státním fondem životního prostředí ČR
na základě rozhodnutí ministra životního prostředí.
www.mzp.cz www.sfzp.cz