

KLIMA

Jak můžeme ve výuce zkoumat důsledky změny klimatu?

 4x45 min.  skup. práce  badatelství	CÍLE Žák prozkoumá, jak se koncentrace CO₂ může měnit v závislosti na různých podmínkách. Žák na základě pozorování (pokusu) a měření popíše závislost mezi koncentrací oxidu uhličitého ve vzduchu a změnou teploty. Žák navrhne, co by se v reálném životě / životě školy dalo změnit, aby se množství CO₂ v atmosféře snížilo.
ROZVÍJÍME badatelské dovednosti interpretační dovednosti čtenářskou gramotnost digitální kompetence	POMŮCKY Počítač/tablet s příslušným programem pro čidla (např. Vernier a Pasco), PL, čidla teploty (popř. i CO₂), teploměr, skleněné nádoby (alespoň 720ml), zdroj CO₂ (např. sifon, SodaStream), závaží/mince, kádinky, voda, kahan, kleště, stativy, držáky, stopky, špejle, sirky
VÝSTUPY DLE RVP <i>CH-9-7-03 orientuje se v přípravě a využívání různých látek v praxi a jejich vlivech na životní prostředí a zdraví člověka</i> <i>CH-9-5-01 porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí</i> <i>F-9-1-01 změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa</i> <i>P-9-7-04 uvede příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí</i> <i>Z-9-1-01 organizuje a přiměřeně hodnotí geografické informace a zdroje dat z dostupných kartografických produktů a elaborátů, z grafů, diagramů, statistických a dalších informačních zdrojů</i> <i>Z-9-5-03 uvádí na vybraných příkladech závažné důsledky a rizika přírodních a společenských vlivů na životní prostředí</i> <i>I-5-4-01 najde a spustí aplikaci, pracuje s daty různého typu</i>	1. Motivace – úvodní příběh (5 min) <i>Hugo se ve škole dozvěděl o hnutí Fridays for Future¹, jež volá po globálním řešení klimatické krize. Cílem je udržet oteplování planety pod 1,5 °C, chránit biodiverzitu a udržet na planetě Zemi podmínky vhodné pro život všech organismů. „Co klimatu naší Země nejvíc ubližuje?“ zamyslel se Hugo. „Co otepluje naší atmosféru? A jak by vypadal ideální svět?“ přemýšlí.</i> <i>Přečíst příběh a položit žákům otázky:</i> O čem bude dnešní téma výuky? Jaké otázky vás v souvislosti s tímto tématem napadají? Rozumíte všem pojmům nebo potřebujete něco vysvětlit či prodiskutovat?

¹ Fridays for Future je hnutí studentů a studentek, převážně ze středních škol, které je součástí globálního studentského hnutí, jež volá po globálním řešení klimatické krize. Více na: <https://fridaysforfuture.cz/>





Lekce vybízí ke spolupráci více učitelů, je velmi vhodná k tandemové výuce i k projektovému dni (ideálně 45 min teoretická příprava, 2x 45 min badání a 45 min praktické závěry).

Lekce je vedena badatelským cyklem – s výzkumnou otázkou, hypotézou, měřením čidly, závěrem atd.



Obrázek 12: Badatelský cyklus, Zdroj: [14]

K doplnění informací o BOV doporučujeme [Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním](#) [15] od [Učíme se venku](#).

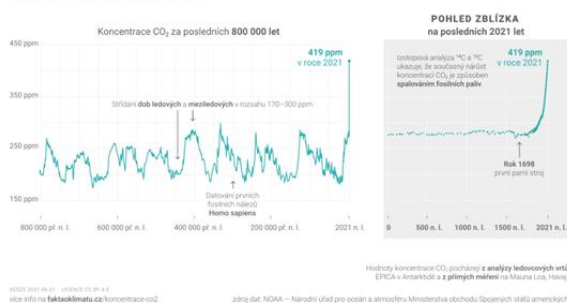
(25 min)

Varianta A – učitel si vybere jeden zdroj informací, který mu přijde nejpřínosnější – buď práce s nesouvislými texty – zdroj 1, 2, 3 NEBO se souvislým textem – zdroj 4 nebo s videem zdroj 5.

Varianata C – každý žák si vybere podle své volby svůj zdroj, se kterým bude pak pracovat.

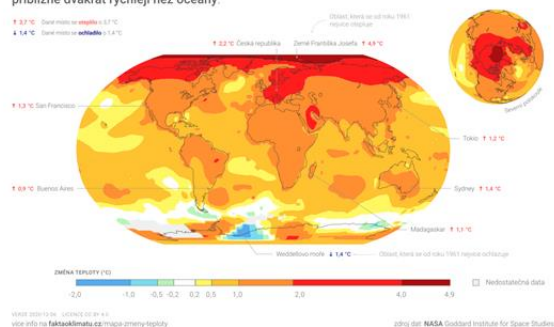
VÝVOJ KONCENTRACE CO₂ V ATMOSFÉŘE

ppm (parts per million) je jednotka koncentrace
Koncentrace 400 ppm CO_2 v atmosféře znamená,
že v jednom milionu molekul vzduchu je 400 molekul CO_2



Zdroj 2: Fakta o klimatu – <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/mapa-zmeny-teploty>

Změna klimatu probíhá různě na různých místech planety. Například kontinenty se oteplují přibližně dvakrát rychleji než oceány.



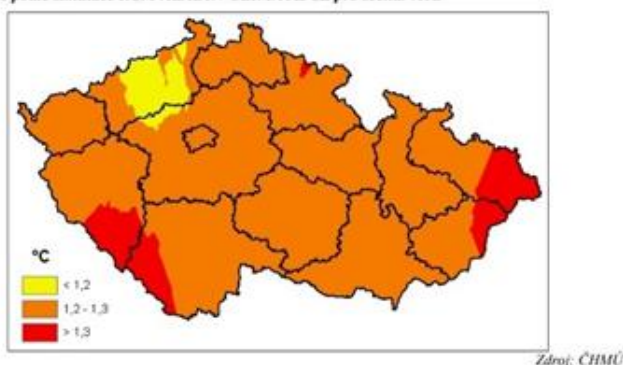
3



Zdroj 3: Výhled ČR do roku 2030

https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf

Rozložení změn průměrné roční teploty (oC) na území ČR do roku 2030 v porovnání s obdobím 1961–1990 podle simulace RCM ALADIN-CLIMATE/CZ pro scénář A1B



Obrázek 15: Modelový výhled vývoje teploty do období kolem roku 2030, Zdroj: [18]

Zdroj 4: Odkaz na změny klimatu (ČHMÚ) [19]

<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace#>

Zdroj 5: Odkaz na video ze seriálu Futurama použité ve filmu Nepříjemná pravda (2006):

https://www.youtube.com/watch?v=0SYpUSjSgFg&ab_channel=DavidSklenicka



Obrázek 16: Scéna ze seriálu Futurama, díl věnující se „Globálnímu oteplování“, Zdroj: [20]

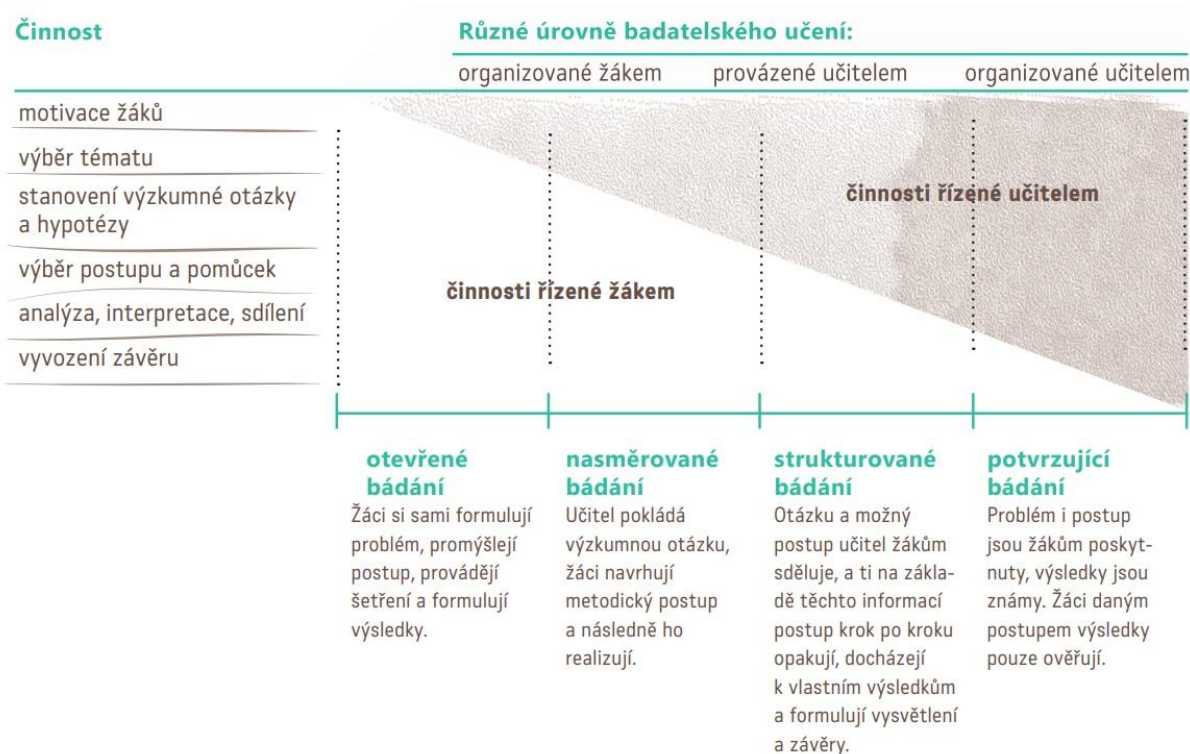


3. Výzkumná otázka:

(5 min)

Jak ovlivňuje množství/koncentrace CO₂ ve vzduchu teplotu v nádobě?

Pokud žákům položíte pouze výzkumnou otázku a necháte je navrhnout postup, jedná se o *nasměrované bádání*. Jestliže učitel sdělí žákům i postup, přecházíme pak v *potvrzující bádání* [15]. Volba úrovně závisí na zkušenostech učitele s badatelstvím, dovednostech žáků i časových možnostech.



Obrázek 17: Různé úrovně badatelského učení, Zdroj: [15]

4. Hypotéza:

(10 min)

Žáci formulují svoji hypotézu² (předpoklad). Vhodné je stanovit si i kritéria.

² Hypotéza je tvrzení nebo soubor tvrzení, který má vysvětlit jev či problém, jež lze ověřit výzkumem. Je formulovaná tak, aby ji bylo možno potvrdit nebo vyvrátit.



Hypotéza je:

- jednoznačná – tzn. buď platí, anebo neplatí; nemůže platit „napůl“,
- ověřitelná – je možné ji ověřit či najít způsob ověření,
- zobecnitelná – musí být zobecnitelná na větší počet jevů, objektů,
- měřitelná – musí ji být možno změřit nebo jinak kvantitativně popsat,
- specifická – musí být vyslovena dostatečně podrobně, aby nevyvolávala žádné pochyby o svém obsahu [15, str. 59].

Naše modelová hypotéza:

„Ve sklenici, kde bude více CO₂ bude i větší teplota, jelikož CO₂ patří mezi skleníkové plyny a ty se podílejí na oteplování atmosféry.“

Teorie k pokusu aneb „Učitel ví, že:“

Vzduch má větší měrnou tepelnou kapacitu³ ($c = 1000 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$) než oxid uhličitý ($c = 837 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$), tzn., že aby se 1 kg vzduchu ohřál o 1 °C, spotřebuje se teplo 1000 J. Z toho vyplývá, že na ohřátí 1 kg CO₂ se spotřebuje méně, 837 J tepla a při pohlcení tepla 1000 J se zvedne teplota o více než 1 °C. Proto se při zvyšování množství CO₂ v atmosféře zvyšuje při přijetí stejného tepla její teplota rychleji. (Mgr. Miroslava Bělochová)

Mince odevzdá v obou nádobách stejné teplo, které vždy přijme plyn uvnitř (+ nádoba). Dojde k zahřátí plynu. Za předpokladu, že „kelímek“ a teploměr přijmou v obou případech od mince stejné teplo, zbytek tepla přijmou plyny v nádobách. Díky větší měrné tepelné kapacitě vzduchu se při přijetí stejného tepla (vzduch zahřeje méně než CO₂). (Mgr. Karel Heřman)

Konec první vyučovací hodiny

³ Měrná tepelná kapacita látky (c) je množství tepla, které musíme dodat jednomu kilogramu látky, aby se jeho teplota zvýšila o 1 °C při nezměněném skupenství. U pevných a kapalných látek je to konstanta pro danou teplotu látky, u plynů se díky jejich stlačitelnosti uvádí číslo pro plyn za konstantního tlaku c_p (při zahřívání tedy roste objem plynu) nebo pro plyn za konstantního objemu c_v (při zahřívání plynu v uzavřené nádobě roste jeho tlak). Tato dvě čísla se mírně liší a obě závisí na teplotě.

Podíl $\frac{c_p}{c_v}$ se nazývá *Poissonova konstanta* (značí se κ) a tato je vždy větší než 1.

Pro informaci pro vzduch je:

Měrná tepelná kapacita (0 °C)	c_p	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	1,01
Měrná tepelná kapacita (0 °C)	c_v	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$	0,72





5. Plánování a příprava pokusu

Je třeba, aby si pokus učitel dopředu sám vyzkoušel a připravil všechny potřebné pomůcky. Zde je jejich seznam + některá doporučení:

Pomůcky do každé badatelské skupiny (ideálně po 3 žácích – 1 žák zapisuje, 2 provádějí pokus):

Počítač/tablet s příslušným programem pro čidla (my jsme zkoušeli se sadou **Vernier** a **Pasco**), PL, 2 čidla teploty (popř. i CO_2), teploměr, skleněné nádoby (alespoň 720 ml), zdroj CO_2 (např. sifon, SodaStream), závaží/mince, kádinky, voda, kahan, kleště, stativy, držáky, stopky, špejle, sirky



Foto 2: Pomůcky, které před sebou vidí žáci (Autor: M. Bělochová)

ČIDLA PASCO – návody na použití [21, 22]:

https://www.youtube.com/watch?v=ABGtDJLDrSI&ab_channel=pascoscientific

https://www.youtube.com/watch?v=BSHTpesmhUc&ab_channel=acr92651

ČIDLA VERNIER – návody na použití [23, 24]:

https://www.youtube.com/watch?v=emGOPcyFY6k&ab_channel=VernierSoftware%26Technology

https://www.youtube.com/watch?v=hq4T78sioQ&ab_channel=chemistryinaminute



Doporučení:

1) **Pro získání CO₂** je možné použít několik zdrojů (klasický sifon, přístroj SodaStream nebo přípravu z jedlé sody a octa). Nejjednodušší varianta je jako zdroj oxidu uhličitého použít SodaStream. U klasického sifonu je třeba plnění skleněných nádob několikrát opakovat. Přípravu oxidu uhličitého z jedlé sody (prací sody nebo uhličitanu vápenatého) je možné provést ve zkumavkové aparatuře složené z odsávací zkumavky se zátkou a hadičkou). Oxid uhličitý pomocí hadičky je třeba do skleněné nádoby zavádět ode dna. Alternativně je možné použít [PET lahev uzavřenou balónkem](#) [25] a v balónku oxidu uhličitého přenést do skleněné nádoby, tento postup je třeba několikrát zopakovat.

2) **Závaží**, která se vkládají na dno nádob a **mají simulovat Zemi**, by měla být ze stejné slitiny a stejné hmotnosti. Pokud si nejste jistí materiálem, je možné zahřát např. mince (50Kč).

3) **Při provádění samotného pokusu** je dobré, aby se žáci kolem nádob příliš nepohybovali a nerozvířili vzduch v nádobách. CO₂ je sice těžší než vzduch, ale v důsledku rozvíření může z nádob unikat.

4) Žáci se mohou **přesvědčit, že v jedné nádobě mají více CO₂ než ve druhé** buď pomocí čidla, nebo jednoduchým pokusem. Vloží do nádoby zapálenou špejli, a pokud bude v nádobě dostatečné množství CO₂, tak plamen zhasne.

6. Provedení pokusu:

Vlastní provedení pokusu je na žácích! Níže jsou uvedeny postupy, tak jak jsme vyzkoušeli my. Učitel je zde pouze **průvodcem**, neříká přesně žákům, co mají dělat.

Postup:

1) Skupina měla dvě nádoby. V jedné měla vzduch. Do druhé lahve si nafoukala CO₂ ze sifonové lahve. Hořící špejli se ujistila, že je nádoba naplněná CO₂ až po okraj (špejle po zasunutí do nádoby zhasla).

2) Do kádinky jsme dali 2 závažíčka, napustili na ně vodu a asi 10 minut vařili, aby se pořádně prohřála a poté vložila do nádob – viz Foto 3. Je možné, že některá skupina závaží nepoužije, tak jako i v našem případě – viz Foto 4.

3) Žáci umístili do obou nádob čidlo teploty a CO₂ do stejné výšky. Kleštěmi z horké vody vylovili závaží a vložili je na dno obou nádob. Spustili měření a měřili cca 20–30minut.

4) Z programu vyleze graf, a pokud se neobjeví dvě křivky (1. nádoba a 2. nádoba), je možné data z programu vyexportovat do Excelu a graf vytvořit tam.

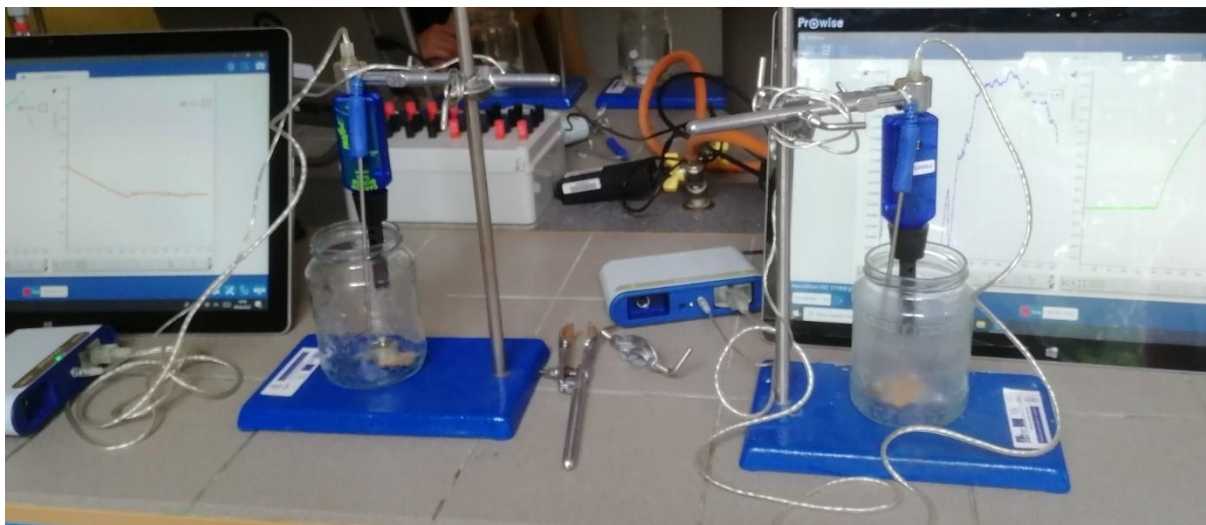


Foto 3: Použité systémy měření **Pasco** – čidlo teploty a CO_2 , 2 nerezová **závaží** 20 g, skleněné sklenice **bez víčka**, CO_2 – sifonová lahev (Autor: M. Bělochová)

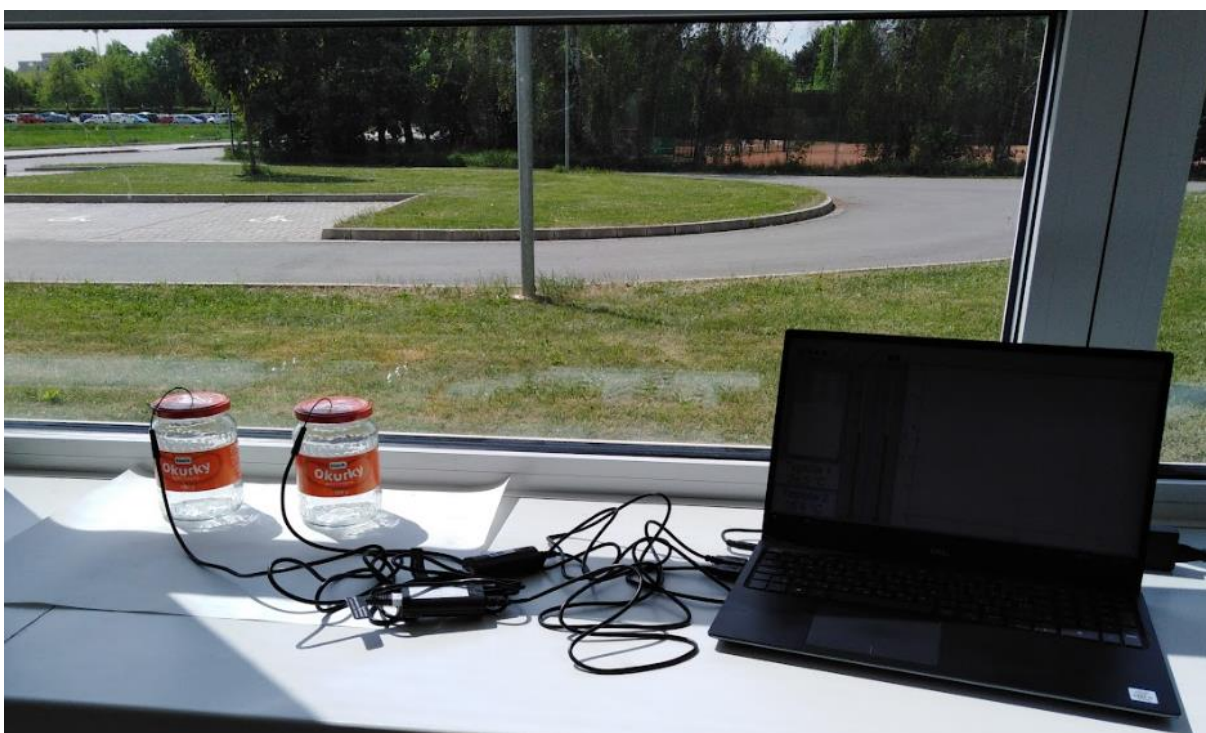


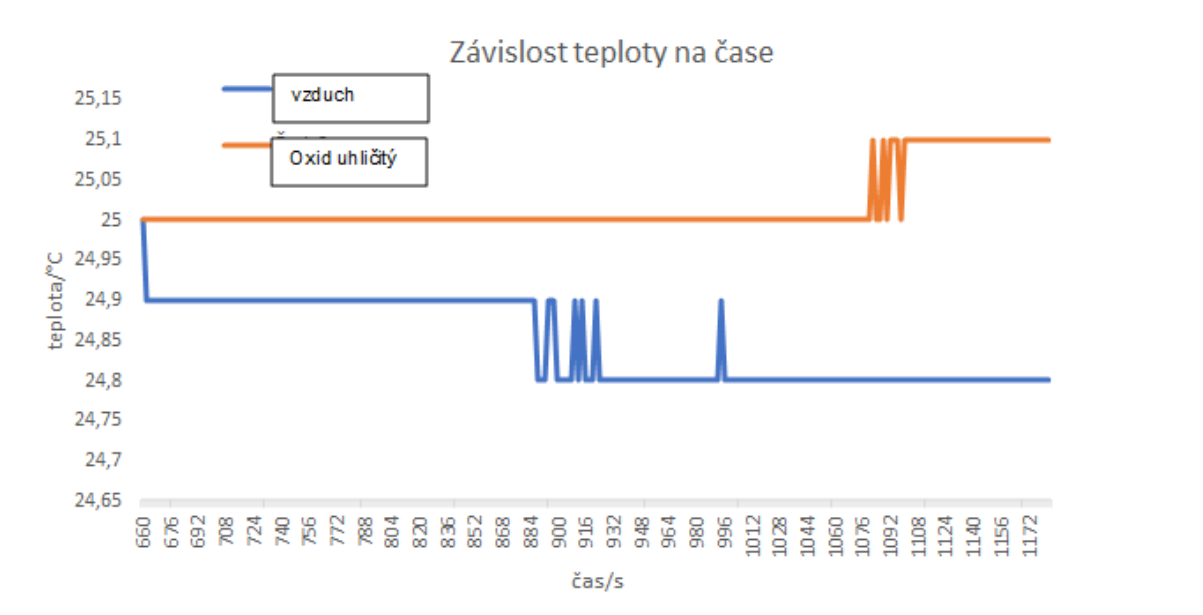
Foto 4: Použité systémy měření **Vernier** – čidlo teploty a CO_2 , skleněné sklenice **s víčkem**, bez závažíček (!), CO_2 – ocet a soda (Autor: V. Machková)



7. Záznam pokusu a vyhodnocení dat

Zde naleznete naše učitelské záznamy z pokusu tak, jak jsme je zkoušeli v případě A) s čidly **Pasco** a v případě B) s čidly **Vernier**. Tak jako žáci jsme to každý vyzkoušeli trochu po svém.

A)



Obrázek 18: Výsledný graf – použité systémy měření **Pasco** – čidlo teploty a CO₂, rozdíl teplot **0,2 °C**

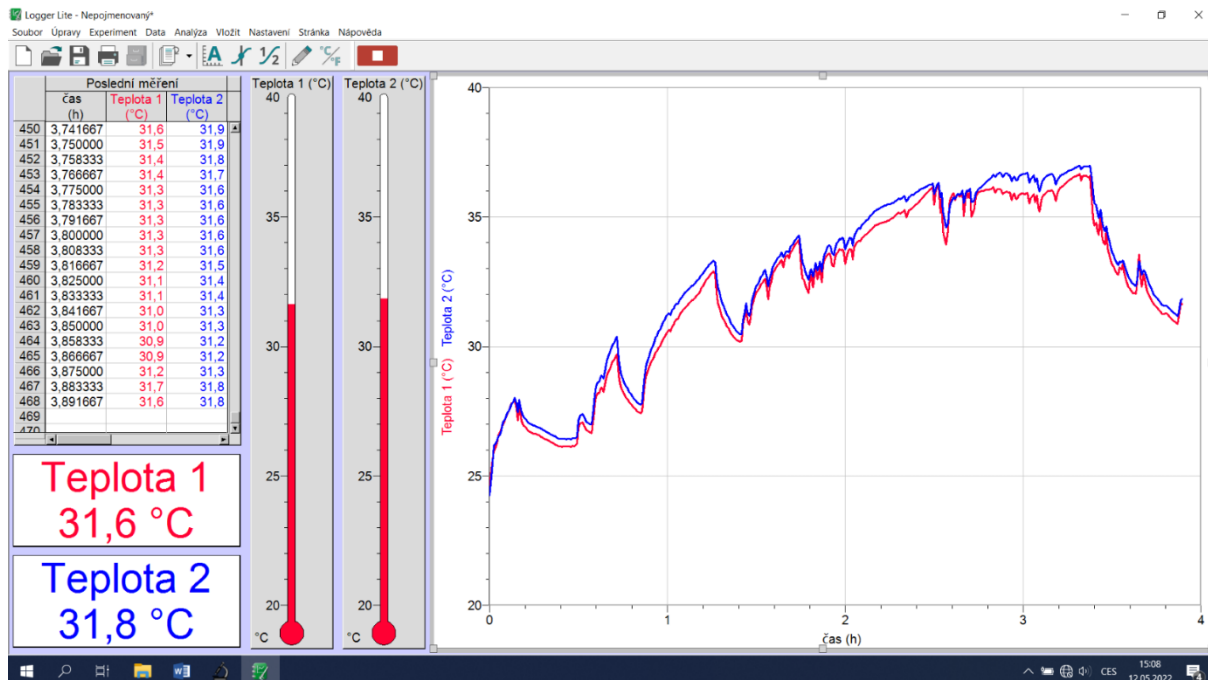
(Autor: M. Bělochová, **Excel**)

Doplňující informace:

Nebylo možno zahájit pokus tak, aby byla v obou sklenicích stejná teplota. Ta se ustálila až po cca 11 minutách.



B)



Obrázek 19: Výsledný graf – použité systémy měření **Vernier** – čidlo teploty a CO₂, průměrný rozdíl naměřených teplot ($t_{CO_2} - t_{vzduch}$) = **0,39 °C**, maximální naměřený rozdíl teplot **0,97 °C**.

(Autor: V. Machková, program **Logger Lite**)

Doplňující informace:

Nastavení 4hodinového experimentu na vnitřním parapetu učebny pro 40 lidí.

Teplota v místnosti (vypnutá klimatizace, vysunuté žaluzie) na startu 22,5 °C, po dvou hodinách 24 °C, na konce experimentu 25,4 °C.

Množství CO₂ ve sklenicích před a po experimentu:

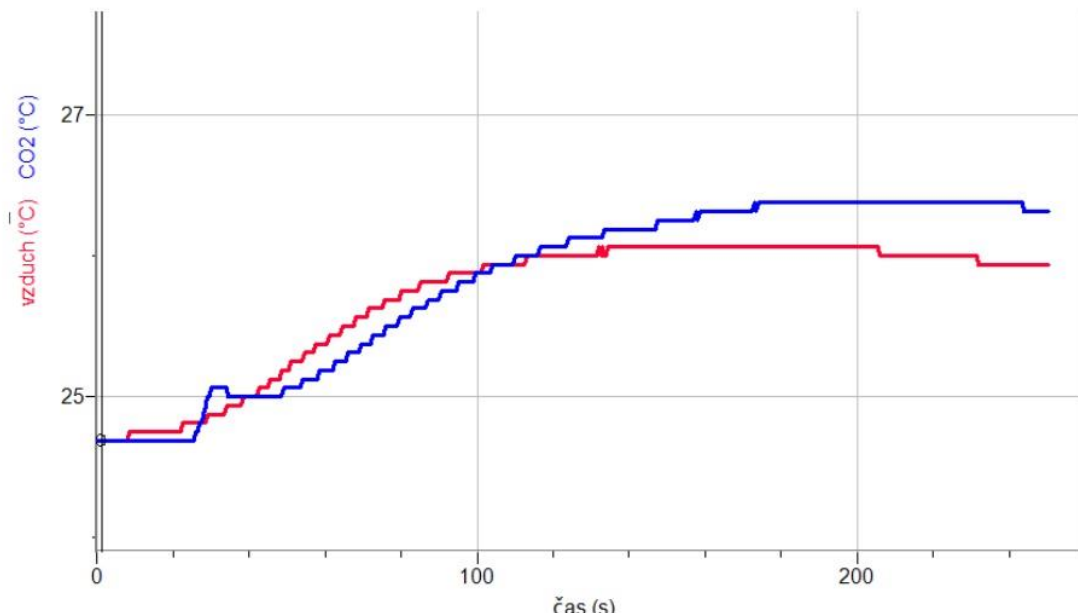
Sklenice 1 – VZDUCH	před 539 ppm ⁴	po 430 ppm	v grafu červená
Sklenice 2 – CO ₂	před 37000 ppm	po 12000 ppm	v grafu modrá

Měřeno pomocí **čidla oxidu uhličitého ve vzduchu Vernier**.

Teplota snímána pomocí **bodového teplotního čidla Vernier**.

Výkyvy teplot jsou způsobeny zakrytím slunce mraky.

⁴ ppm – parts per million (česky: dílů či částic na jeden milion); vyjadřuje jednu miliontinu (celku)



Obrázek 20: Výsledný graf – použité systémy měření **Vernier** – čidlo teploty a CO₂, rozdíl teplot **0,3 °C**

(Autor: K. Heřman, program **Logger Lite**)

Doplňující informace:

Děj probíhal v uzavřené nádobě (ne hermeticky), kterou byl polystyrenový kelímek na polévku. Vzhledem k nízké hmotnosti, dodatečné izolaci (vlna) a malému teplotnímu rozdílu počáteční a koncové teploty zanedbáme ztráty tepla do měřicí nádoby (jsou velmi podobné, asi i malé).

Původ CO₂: sifonové bombičky, nádoba opakovaně plněna po dobu 3 hodin před pokusem, aby bylo dosaženo minimálního množství vzduchu v plynu.

Podmínky měření: teplota v místnosti 24,7 °C

Tlak plynů (i v místnosti): 959,27 hPa

Objem plynu: 0,5 litru

Teplota plynů počáteční: 24,7 °C

Zdroj tepla – mince 50 Kč teplota 80 °C

Měrná tepelná kapacita vzduchu: $1010 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$

Měrná tepelná kapacita CO₂: $830 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$

Měrné tepelné kapacity uvedeny za konstantního tlaku (nádobu nebyly hermeticky uzavřeny)

Kdybychom vzali cv místo cp, opět by u CO₂ byla menší hodnota než u vzduchu.



8. Závěr experimentu

Ve všech případech jsme naměřili vyšší teplotu v nádobách s větší koncentrací CO₂.

9. Návrat k hypotéze

Žáci se vrací k hypotéze, kterou navrhli na začátku bádání a porovnávají ji se svými zjištěnými výsledky. Zde je dobré si připomenout, z čeho vycházeli a proč vybrali právě takovou hypotézu. Tento krok je logickým návratem na úplný začátek bádání a vede žáky k zamyšlení, zda se výsledky opravdu týkají hypotézy. Důležité je, že **nepotvrzená hypotéza není chyba ani průšvih, ale právě naopak**. Bádání není soutěž o to, čí předpoklad bude potvrzen. I nepotvrzený předpoklad je součástí bádání (nejen žáků, ale i vědců). Mnohdy právě on může nasměrovat a podněcovat k dalšímu bádání [15].

V případě našeho výzkumu: „*Potvrzujeme hypotézu, kterou jsme si my jako učitelé stanovili. A to, že teplota je vyšší v té nádobě, kde je více CO₂.*“

Konec dalších dvou vyučovacích hodin.

Poznámka: Zkušený učitel zvládne i za 45 minut, je ale lepší nechat žákům prostor 90 minut.





10. Spojitost s životem a prezentace:

Výsledky vašeho bádání využijte v rámci úkolu, který si vyberete. Přemýšlejte i o tom, jak zjištěné informace můžete konkrétně popsat a dát do souvislostí s vaším životem.

Odpovězte minimálně v 5 větách do PL.

a. Jak by vypadal ideální svět v rovnováze?

Lze vytvořit i vlastní mikrosvět ve skleněné nádobě. Použít rostliny, zvířata, stavby, vodní prvky apod.

b. Jak může pomoci každý z nás ke zlepšení klimatu?

Například vymyslete alespoň 5 pravidel pro lepší klima.

c. Co může naše škola změnit v rámci klimatu svého okolí?

Zorganizujte školní projekt/soutěž za lepší klima nebo navrhnete úpravy v okolí vaší školy / ve vaší obci.





Užitečné odkazy a literatura k tématu:

<https://ucimesevenku.cz/>

<https://badatele.cz/cz>

<https://badatelskydenik.cz/>

SVOBODOVÁ, H. (2018): Hodnocení v badatelsky orientovaném vyučování [online]. Vzdělávací centrum TEREZA, Praha. ISBN 978-80-87905-17-3. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z: https://globe-czech.cz/files/userfiles/Tereza_hodnoceni_BOV.pdf

<https://faktaoklimatu.cz/>

<https://ucimoklimatu.cz/>

<https://fridaysforfuture.cz/>

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klima_publicace/\\$FILE/OFDN-Klima_se_meni-17112021.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klima_publicace/$FILE/OFDN-Klima_se_meni-17112021.pdf)

Použité zdroje:

[14] BADATELÉ.CZ. [online]. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z: <https://badatele.cz/cz/4-badatelske-kroky>

[15] TÝM PROJEKTU BADATELÉ.CZ (2013): Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním. [online]. ISBN 978-80-87905-02-9. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z: https://ucimesevenku.cz/wp-content/uploads/2019/11/01_Pruvodce_pro_ucitele-2.pdf

[16] FAKTA O KLIMATU. Vývoj koncentrace CO₂ v atmosféře. [online]. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/koncentrace-co2>

[17] FAKTA O KLIMATU. Mapa změny teploty mezi lety 1961–2019. [online]. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/mapa-zmeny-teploty>

[18] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Změna klimatu v ČR. [online]. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf

[19] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Změna klimatu. [online]. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace#>

[20] YOUTUBE.COM. Futurama – Global Warming. [online]. Publikováno 4. 2. 2016 by David Sklenička. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z:

https://www.youtube.com/watch?v=OSYpUSjSgFg&ab_channel=DavidSklenicka





- [21] YOUTUBE.COM. PASCO Wireless Sensors: Getting Started with SPARKvue. [online]. Publikováno 9. 1. 2016 by PASCO Scientific. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z:
https://www.youtube.com/watch?v=ABGtDJLDrSI&ab_channel=pascoscientific
- [22] YOUTUBE.COM. Using PASCO Temperature Probes Less than Zero lab. [online]. Publikováno 19.1. 2012. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z:
https://www.youtube.com/watch?v=BSHTpesmhUc&ab_channel=acr92651
- [23] YOUTUBE.COM. Surface Temperature Sensor – Tech Tips with Vernier [online]. Publikováno 17. 10. 2012 by Vernier Software & Technology. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z:
https://www.youtube.com/watch?v=emGOPcyFY6k&ab_channel=VernierSoftware%26Technology
- [24] YOUTUBE.COM. How to Use a Vernier Temperature Probe. [online]. Publikováno 20. 3. 2016 by Chemistry In a Minute. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z:
https://www.youtube.com/watch?v=hq4T78sioQ&ab_channel=chemistryinaminute
- [25] SBÍRKA FYZIKÁLNÍCH POKUSŮ. Samonafukovací balónek. [online]. [cit. 2022-8-8]. Dostupné z:
<https://fyzikalnipokusy.cz/1900/samonafukovaci-balonek>

