



Climate Change and Wet Bulb Temperature



Co-funded by
the European Union

STEAM4Climate edukacja klimatyczna metodą projektu

Projekt: Zmiany klimatu i temperatura mokrego termometru

Arkusze dla uczniów

Rozszerzenie:

Komora CO₂ do zilustrowania efektu cieplarnianego

Twórca: Thomas Joerg (Kepler-Gymnasium Pforzheim)

Współautorzy i recenzenci: Rene Alimisi, Chrsanthi Pappasrantou (Edumotiva – Europejskie Laboratorium Technologii Edukacyjnych)

Wersja: v.2.0, 2025.10.18

Status: wersja finalna



Climate Change and Wet Bulb Temperature



Co-funded by
the European Union

Konsorcjum Projektu UE

Projekt STEAM4Climate otrzymał dofinansowanie z programu Erasmus+ Unii Europejskiej na podstawie umowy grantowej nr 2023-1-PL01-KA220-SCH-000158670. Autorzy wymienieni w tym podręczniku są częścią konsorcjum STEAM4Climate. Projekt angażuje 6 partnerów i jest koordynowany przez POLITECHNIKĘ WARSZAWSKĄ. Więcej informacji o projekcie można znaleźć na stronie internetowej projektu.

Zastrzeżenie

Wsparcie Komisji Europejskiej dla wydania tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, która odzwierciedla wyłącznie poglądy autorów, a Komisja nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie zawartych w niej informacji.







Licencja Creative Commons:

Dokument ten jest udostępniany publicznie na licencji Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/))



Spis treści

Spis treści

Spis treści	3
O tej broszurze	4
 Eksperyment CO ₂ i efekt cieplarniany	5
 Lista materiałów	6
 Instrukcje	7
 Procedura	8
 Oczekiwane obserwacje	9
 Wnioski	10
Czego uczniowie powinni się z tego nauczyć?	10
Uwaga dla nauczycieli:	10
Karta pracy: CO ₂ i efekt cieplarniany	11

O tej broszurze

Witamy w arkuszu STEAM4Climate Student Activity Worksheet dotyczącym zmian klimatu i temperatury mokrego termometru, zasobu edukacyjnego zaprojektowanego jako uzupełnienie Podręcznika Nauczyciela STEAM4Climate. Opracowana w ramach projektu Erasmus+ STEAM4Climate, broszura ta wprowadza pojęcie temperatury mokrego termometru, jej wpływ na ludzki organizm oraz jej znaczenie w ocieplającym się klimacie. Uczniowie przeprowadzą eksperymenty praktyczne, aby zbadać, jak ciepło i wilgotność wpływają na termoregulację. Aby poznać pełną kolekcję arkuszy ćwiczeń dla uczniów i powiązanych przewodników dla nauczycieli, odwiedź [🔗 stronę internetową Steam4climate](#)

Materiał został zaprojektowany, aby prowadzić Cię przez praktyczne zajęcia i eksperymenty, które badają wpływ ekstremalnego upału i wilgotności na człowieka. Zawiera instrukcje krok po kroku, tematy do dyskusji oraz rzeczywiste opisy przypadków, które pomogą pogłębić Twoje zrozumienie wyzwań związanych z klimatem.

- ◇ Przepracuj przez aktywności, aby rozwinąć kluczowe koncepcje.
- ◇ Zapisz swoje obserwacje i refleksje w notatniku.
- ◇ Uczestnicz w dyskusjach grupowych, aby szukać rozwiązań i dzielić się pomysłami.
- ◇ Wykorzystaj dodatkowe odpowiedzi do eksploracji, aby poszerzyć swoją wiedzę.

Aktywnie uczestnicząc w tych działaniach, rozwiniesz umiejętności rozwiązywania problemów, myślenie naukowe oraz świadomość tego, jak zmiany klimatu wpływają na zdrowie ludzi i środowisko. Przygotuj się na eksperymenty, odkrywanie i innowacje!

Eksperyment CO₂ i efekt cieplarniany



Gruppe	ohne CO ₂	mit CO ₂
1	30,6 °C	31,8 °C
2	47,2 °C	48,1 °C
3	46,7 °C	48,2 °C
4	44,6 °C	46,4 °C

Góra: Przygotowanie eksperymentu

Po lewej: wykonanie w klasie

Prawy: niektóre wyniki różnych grup

Lista materiałów

- Jedna **lampa** biurkowa z żarówką żarową 60W (najlepiej z elastyczną szyjką)
- 1 **prostokątny plastikowy pojemnik** (około 1,5 litra objętości, wyszukaj w Google "*short radius bend drainpipe 15 degre*")
- **Folia spożywcza** (żeby jak najszczelniej uszczelnić pojemnik)
- **2 gumki** recepturki (do przypięcia folii do pojemnika)
- **1 cyfrowy termometr z zewnętrzną sondą**, mierzący co najmniej do 50 °C (https://www.amazon.de/dp/B07TY6HRL4/?coliid=I1CBS8Z1MAEHQK&colid=1BWI33O8U8BR4&ref_=list_c_wl_lv_ov_lig_dp_it&th=1)
- **1 pompka na kartusze CO₂** (np. do opon rowerowych) z naboje CO₂ i przedłużaczem Alternatywnie: Suchy lód (z nadzorem, dla zaawansowanych grup)
- **Stoper lub zegar** (np. telefon)



Instrukcje

1. Przygotuj pojemnik:

- Umieść sondę cyfrowego termometru na środku wnętrza pojemnika.
- Napełnij pojemnik powietrzem z otoczenia (po prostu zostaw go otwarty na chwilę).

2. Zamknij pojemnik:

- Dobrze przykryj pojemnik folią spożywczą i przymocuj dwoma gumkami na krawędzi, aby był jak najbardziej szczelny.

3. Ustaw lampę:

- Ustaw lampkę biurkową około 5–10 cm od boku pojemnika, tak aby światło padało bezpośrednio na ścianę pojemnika.
- Upewnij się, że wyświetlacz termometru jest widoczny na zewnątrz pojemnika.

4. Przygotuj CO₂:

- Przygotuj pompkę CO₂ z wkładem, ale jeszcze go nie używaj.

Procedura

1. Faza 1 – Podgrzewanie powietrza w otoczeniu:

- Włącz lampę.
- Odczytuj i zapisuj temperaturę wewnątrz pojemnika co 2–3 minuty.
- Poczekaj, aż temperatura wewnątrz pojemnika osiągnie stabilne maksimum (nie będzie się zmieniać przez 5–10 minut). → Zazwyczaj zajmuje to około 5–10 minut.

2. Faza 2 – Zastąpienie powietrza CO₂:

- Zdejmij jedną gumkę z rogu i delikatnie podnieś folię spożywczą.
- Przytrzymaj inflator CO₂ przy otworze i pozwól CO₂ przez kilka sekund napłynąć do środka (staraj się unikać dodatkowego powietrza otoczenia).
- Sonda pozostaje w pojemniku!
- Szybko ponownie zamknij pojemnik, aby był szczelny.

3. Faza 3 – Podgrzewanie CO₂:

- Włącz ponownie lampę
- Temperatura wewnątrz pojemnika zazwyczaj na początku nieco spada (CO₂ jest chłodniejsze niż w poprzednim powietrzu).
- Jak wcześniej, dokumentuj temperaturę co 2–3 minuty.
- Poczekaj ponownie, aż osiągniesz stabilną maksymalną temperaturę (około 15–25 minut).

4. Faza 4 – Porównanie temperatur:

- Porównaj i udokumentuj zarówno maksymalne wartości, z i bez CO₂

Oczekiwane obserwacje

- **Z powietrzem z otoczenia:**

Wnętrze nagrzewa się dzięki lampie i osiąga stabilną wartość po około 5-10 minutach (zwykle około 35–40 °C, w zależności od temperatury pokojowej i ustawienia).

- **Po dodaniu CO₂:**

Temperatura wewnątrz pojemnika początkowo nieznacznie spada (CO₂ jest chłodniejsze).

- **Z CO₂:**

Po ponownym włączeniu lampy temperatura ponownie wzrasta – tym razem znacznie bardziej! Nowe maksymalne temperatury są zazwyczaj o **2–4 °C** wyższe niż w przypadku samego powietrza.

Wnioski

Czego uczniowie powinni się z tego nauczyć?

- **CO₂ to gaz cieplarniany:**

Eksperyment wyraźnie pokazuje, że wyższe stężenie CO₂ w powietrzu powoduje, że zamknięta przestrzeń (lub atmosfera) bardziej się ogrzewa pod wpływem światła.

- **Zasada efektu cieplarnianego:**

CO₂ przepuszcza światło widzialne, ale pochłania promieniowanie podczerwone emitowane przez ogrzane powierzchnie. To zatrzymuje więcej ciepła wewnątrz pojemnika.

- **Znaczenie dla zmian klimatu:**

Eksperyment przedstawia prosty model zarówno naturalnego, jak i wzmacnianego przez człowieka efektu cieplarnianego, jaki zachodzi na Ziemi przy rosnącym stężeniu CO₂.

Uwaga dla nauczycieli:



Aby uzyskać sensowne porównanie, przeprowadź eksperyment co najmniej dwa razy (raz z powietrzem otoczenia, raz z CO₂). Starannie dokumentuj wartości temperatury i omów przyczyny oraz skutki razem z klasą.

Karta pracy: CO₂ i efekt cieplarniany

1. Obserwacje

a) Jaka była maksymalna temperatura wewnątrz pojemnika przy normalnym powietrzu? Odpowiedź:

b) Jaka była najwyższa temperatura wewnątrz pojemnika z CO₂? Odpowiedź:

c) O ile stopni wzrosła temperatura po dodaniu CO₂? Odpowiedź:

2. Zrozumienie eksperymentu

a) Dlaczego podczas eksperymentu przykryliśmy pojemnik folią spożywczą? Odpowiedź: _____

b) Dlaczego temperatura spadła zaraz po dodaniu CO₂? Odpowiedź:

c) Dlaczego temperatura wzrosła, gdy wewnątrz był CO₂?

Odpowiedź: _____

3. Wnioski

a) Co ten eksperyment pokazuje na temat wpływu CO₂? Odpowiedź:

b) W czym ten eksperyment jest podobny do tego, co dzieje się w atmosferze Ziemi? Odpowiedź: _____

c) Własnymi słowami wyjaśnij, dlaczego CO₂ nazywa się gazem cieplarnianym.

Odpowiedź: _____