

Scenariusz 3: **Woda i lód** – wspólne oddziaływanie na klimat



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Grupa docelowa:

dla szkoły ponadpodstawowej dla wszystkich klas profilowanych. Scenariusz ten może być nauczany niezależnie od pozostałych scenariuszy przygotowanych przez zespół ds. edukacji ekologicznej, w tym klimatycznej i poprawy ekologicznych warunków życia. Zaleca się jednak, aby lekcja ta została przeprowadzona po scenariuszach 1a lub 1b (w zależności od poziomu grupy) – Podstawy fizyczne klimatu oraz scenariuszu 2 - Naturalne vs. antropogeniczne czynniki klimatyzujące; historia zmian klimatu w dziejach Ziemi.

Czas zajęć:

45 minut

Cele kształcenia:

- Zrozumienie przez ucznia i uczennicę faktu, że na system klimatyczny składają się procesy zachodzące nie tylko w atmosferze, lecz także m.in. w oceanie i kriosferze.
- Zrozumienie przez ucznia i uczennicę, że na system klimatyczny składa się wiele elementów, przez co jest skomplikowany i trudny do opanowania i przewidywania.

Metody pracy:



pogadanka



quiz



burza mózgów



praca własna



Wprowadzenie

1. Napisz na tablicy:

HYDROSFERA, KRIOSFERA

2. Zapytaj uczennice i uczniów, czy znają te pojęcia.

a. Jeżeli tak, poproś uczennice i uczniów o wyjaśnienie.

b. Jeżeli nie, przedstaw pojęcia (wyświetl slajd 2).

Hydrosfera – ogół wód na Ziemi obejmujący wody podziemne i powierzchniowe, : rzeki, jeziora, morza, oceany, lodowce i lądolody oraz bagna, a także woda zawarta w atmosferze i biosferze;

Częścią hydrosfery jest Wszechocean (choć pojęcie to wychodzi z użycia) - czyli wszystkie oceany i morza, połączone w jedną całość.

Kriosfera – część hydrosfery; wszystkie formy występowania lodu - na i pod powierzchnią Ziemi.

Wyjaśnij uczniom i uczennicom, że będziesz omawiać te dwa systemy, ponieważ zależności między nimi wpływają na klimat, a klimat na nie.

Część 1 - Hydrosfera

Ćwiczenie – FENOMENALNA WODA

Na prezentacji zostaną wyświetlone zdania (slajd 3-9). Poproś uczniów i uczennice, żeby po przeczytaniu każdego zdania stwierdzili, czy jest ono poprawne czy nie. Do przeczytania zdań wybierz kilku uczniów (czytający nie musi samodzielnie podejmować decyzji dotyczącej zdania).

1. Woda występuje w pięciu stanach skupienia.

FAŁSZ – woda występuje w trzech stanach skupienia (ciekły - woda, stały - lód i gazowy – para wodna)

2. Żadna inna powszechnie występująca substancja nie istnieje w trzech stanach skupienia.

PRAWDA

3. Bez wody materia ożywiona umiera.

PRAWDA, np. człowiek składa się w ok. 70% wody (wartość ta zależy od wieku, płci i budowy ciała)

4. Dwutlenek węgla (CO_2) może rozpuszczać się w wodzie.

PRAWDA

Zjawisko to można zaobserwować w butelce z wodą gazowaną, czyli zawierającą rozpuszczony dwutlenek węgla.

Zdolność do pochłaniania związana jest z temperaturą - jeżeli klimat się ociepla, a przez to temperatura wód się podnosi, mniej dwutlenku węgla będzie mogło rozpuścić się w oceanie.

5. Woda w oceanach jest jak bateria – potrzebuje dużo czasu, aby się nagrzać, następnie długo “oddaje” zmagazynowaną energię.

PRAWDA

Jeżeli nagrzej się blisko równika, to prądy morskie taką ciepłą wodę mogą przesuwać w inne miejsce, w którym ciepło jest oddawane. Wodę w ruch wprawiają m.in. stałe wiatry, ruch obrotowy Ziemi, zmienność gęstości wody (temperatura i zasolenie).

Przykładem jest Europa, która ze względu na prądy morskie transportujące ciepłą wodę ze stref tropikalnych, ma bardzo łagodny klimat w porównaniu z innymi regionami na podobnych szerokościach geograficznych.

[Slajd pokazujący najważniejsze prądy morskie na świecie, np.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pr%C4%85dy_morskie.svg]

6. Woda w stałym stanie skupienia (lód) charakteryzuje się większą gęstością niż woda w stanie ciekłym.

FAŁSZ

Odmienne od innych substancji, lód ma mniejszą gęstość od wody. Podczas zamarzania zmienia się struktura cząsteczek powstającego lodu względem cząsteczek wody ciekłej. Lód przyjmuje sztywną formę krystaliczną, co powoduje wzrost jego objętości i zmniejszenie się jego gęstości¹. Dzięki temu lód w soku unosi się na powierzchni, a asfaltowe drogi bywają rozsadzane przez zamarzanie wody w szczelinach podczas zimy.

Dzięki tej właściwości istnieje życie na Ziemi takie, jakim je dzisiaj znamy - podczas zlodowaceń zamarzała tylko górna warstwa wód, pozwalając na to, aby życie w wodzie nadal się rozwijało. Jeżeli lód zachowywałby się jak inne substancje, to morza, oceany zamarzałyby od dna, a wraz z tym procesem – całe życie.

¹ Więcej na ten temat można przeczytać tutaj: <https://krio-star.pl/blog/bajka-o-wodzie-i-lodzie/>

7. Woda ma największą gęstość w temperaturze 4 stopni Celsjusza.

PRAWDA

Gęstość wody jest ściśle związana z jej temperaturą. Woda charakteryzuje się tzw. **anomalną rozszerzalnością termiczną**. Oznacza to, że cząsteczki wody mają najmniejszą objętość w temperaturze ok. 4°C (jest to związane z budową cząsteczki i procesami, które w niej zachodzą w przedziale temperatur 0 do 4°C – procesów tych nie będziemy omawiać w tym scenariuszu). Ponieważ gęstość substancji jest stosunkiem jej masy do objętości, woda w temperaturze ok. 4°C charakteryzuje się największą gęstością. Natomiast w przypadku temperatury wody powyżej 4°C, ponownie zwiększa ona swoją objętość, tym samym zmniejszając gęstość. W konsekwencji, gęstsza woda o temperaturze ok. 4°C opada na dno oceanu, wypierając wodę cieplejszą.

Wytłumacz uczniom i uczennicom w odniesieniu do odpowiedzi na pytanie nr 7:

Woda słona (czyli morska) charakteryzuje się większą gęstością wody niż woda czysta, ze względu na zasolenie. W wyniku wzrastającej temperatury oceanu lub morza, część wody odparowuje, tym samym zwiększając zasolenie i jej gęstość w danym akwenie. Ponieważ natura dąży do uzyskania balansu, woda w ocenach „wędruje” w celu wyrównania tego zasolenia i różnic w temperaturze, w procesie nazywanym cyrkulacją termohalinową².

PYTANIE DO UCZNIÓW:

Jak na wzrost temperatury wody zareaguje światowy poziom oceanu?

ODPOWIEDŹ:

Wzrośnie na wskutek zwiększania objętości cząsteczek wody o temperaturze powyżej 4°C oraz topnienia lodowców.

² Więcej o tym procesie można przeczytać tutaj; <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/cyrkulacja-termohalinowa-444/>

Część 2 - Kriosfera

Wyświetl uczniom i uczniom slajd 10 prezentujący podział wybranych typów lodu (morski i lądowy).

Zadaj uczniom pytanie, czy potrafią podać przykłady morskiego i lądowego typu lodu.

Morski – gruby do kilku metrów i pływający na powierzchni wody, np. kra (luźne płyty lodu), pak lodowy (ciągła pokrywa lodu na wielkich obszarach mórz).

Lądowy – gruby na dziesiątki bądź tysiące metrów i spoczywający na lądach – lodowce, lądolody.

(pozostałymi elementami kriosfery są także lód podziemny [w obszarach wieloletniej zmarzliny, w jaskiniach], lód jeziorny, lód rzeczny oraz pokrywa śnieżna).

Wyświetl uczniom i uczniom slajd 11 prezentujący dwa zdjęcia, na pierwszym ocean pokryty krą, na drugim ocean bez kry.

WAŻNE!

Wyjaśnij uczniom i uczniom,

- lód jest jasny, więc dobrze odbija promienie słoneczne³,
- jeżeli jasny lód się stopi, odsłania się spod niego ciemny ocean lub ciemne podłoże skalne, które pochłania większość promieniowania słonecznego, a przez to zaczyna się szybciej nagrzewać -> porównaj to do założenia jasnej i ciemnej koszulki; zapytaj uczennice i uczniów, w której będzie im bardziej gorąco w słoneczny dzień,
- największy wzrost temperatur zauważalny jest w okolicach podbiegunowych, szczególnie na północ od Europy, ponieważ zanika zalegający tam lód.

Podkreśl, że emisja gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla, metanu) wzmacnia efekt cieplarniany, który przyczynia się do wzrostu temperatur, a wzrost temperatur pobudza dalsze procesy (takie jak topnienie lodu), co jeszcze bardziej przyspiesza ocieplenie klimatu.

Wyświetl uczniom i uczniom slajd 12 prezentujący mapę występowania lodowców na świecie.

Zadaj uczniom i uczniom pytanie, czy są w stanie podać, co się stanie, jeżeli stopią się wszystkie lodowce i lądolody:

- część lądu znajdzie się pod wodą (w tym nadmorskich miast),
- wzrost liczby nagłych zjawisk pogodowych - obniżenie poziomu rzek, możliwe susze i sezonowe problemy z dostępem do wody na wielu obszarach,
- problemy z pozyskiwaniem energii z elektrowni wodnych ulokowanych na rzekach,
- szkody kulturowe - w wysokogórskich społecznościach lodowce często są ważnym elementem tożsamości i/lub wierzeń (np. kraje alpejskie, andyjskie, himalajskie),
- przesunięcie stref klimatycznych, a co za tym idzie wiele gatunków roślin nie będzie mogło być uprawianych w miejscach, gdzie obecnie występują, co może zwiększyć problem z dostępnością pożywienia.

³ Warto przypomnieć tutaj pojęcie albedo, które pojawia się m.in. w Scenariuszu 1a: Podstawy fizyczne klimatu. Albedo to parametr, który określa zdolność odbijania promieni przez daną powierzchnię. Część promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi jest przez nią odbite, z powrotem w kierunku atmosfery i poza naszą planetę. Nie odbywa się to jednak równomiernie, ponieważ różne powierzchnie mają różną zdolność odbijania (mierzoną właśnie współczynnikiem albedo) - np. powierzchnia oceanów odbija inną ilość promieniowania słonecznego niż powierzchnia pustyni.

Wyjaśnij uczniom i uczennicom, że lodowce górskie w wielu miejscach stanowią źródło wody dla mieszkańców i rolnictwa, na przykład w Himalajach, Ameryce Południowej. Kiedy latem lodowce powoli topnieją, dodają wody do rzek. Jeżeli z powodu wysokich temperatur lodowce stopią się całkowicie, skutki dla ludzi i zwierząt z powodu braku wody mogą być katastrofalne.

*Chile tworzy park narodowy, by ratować swoje lodowce. W Argentynie prawo ochrony lodowców już obowiązuje.

Z drugiej strony kraje takie, jak Szwajcaria, Norwegia, Peru czerpią energię z elektrowni wodnych, które działają na rzekach. Jeżeli poziom wody się obniży, nie będzie możliwości produkowania energii z tych źródeł.

ĆWICZENIE DODATKOWE

Zapytaj uczennice i uczniów, czy są w stanie ocenić o ile podniesie się poziom morza, jeżeli stopi się cały lód na Ziemi.

Odpowiedź: około 66 metrów (dla porównania, najwyższy wieżowiec w Warszawie, Varso Tower, mierzy 310 metrów, czyli 4,5 razy więcej)

Zastanów się z uczniami i uczennicami, jakie skutki dla Polski będzie miało podwyższenie poziomu wód.

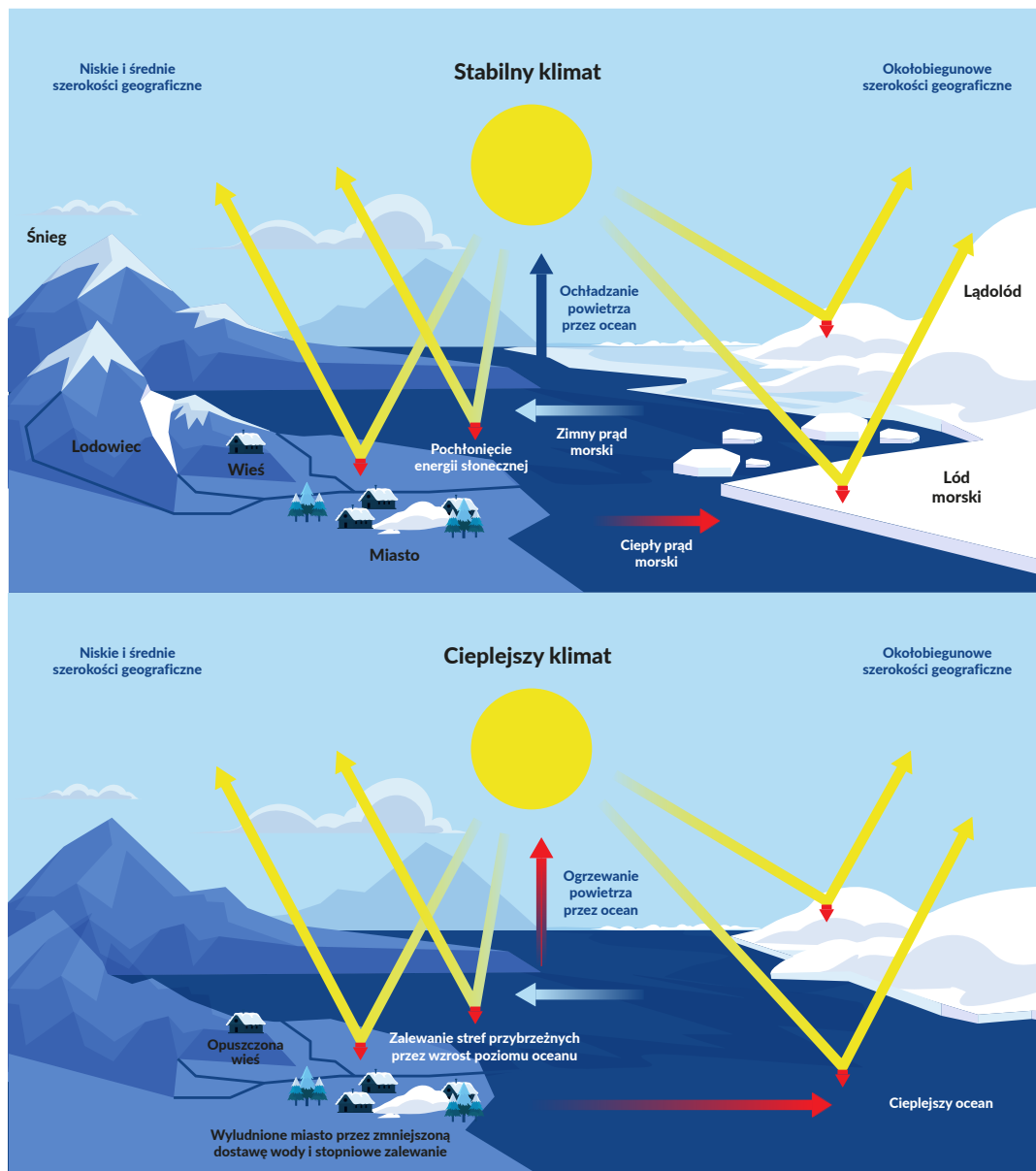
W tym ćwiczeniu, należy zwrócić uwagę na szerokie konsekwencje społeczne tych zdarzeń, szczególnie w odniesieniu do Celów Zrównoważonego Rozwoju⁴. Należy podkreślić konieczność działań adaptacyjnych w strefie brzegowej, tak aby uchronić się przed lub zminimalizować wpływ skutków podnoszenia się poziomu morza. Problem jest lokalny, regionalny i globalny.

Zaprezentuj ślajd 13 ze strony floodmap.net pokazujący, jak zmieni się wybrzeże Polski w zależności od wzrostu poziomu morza.

⁴ Więcej o Celach Zrównoważonego Rozwoju można przeczytać tutaj: <https://www.un.org.pl>

SYNTEZA

Zaprezentuj uczennicom i uczniom slajd 14 przedstawiający przykład wzajemnego oddziaływania wody, lodu i powietrza.



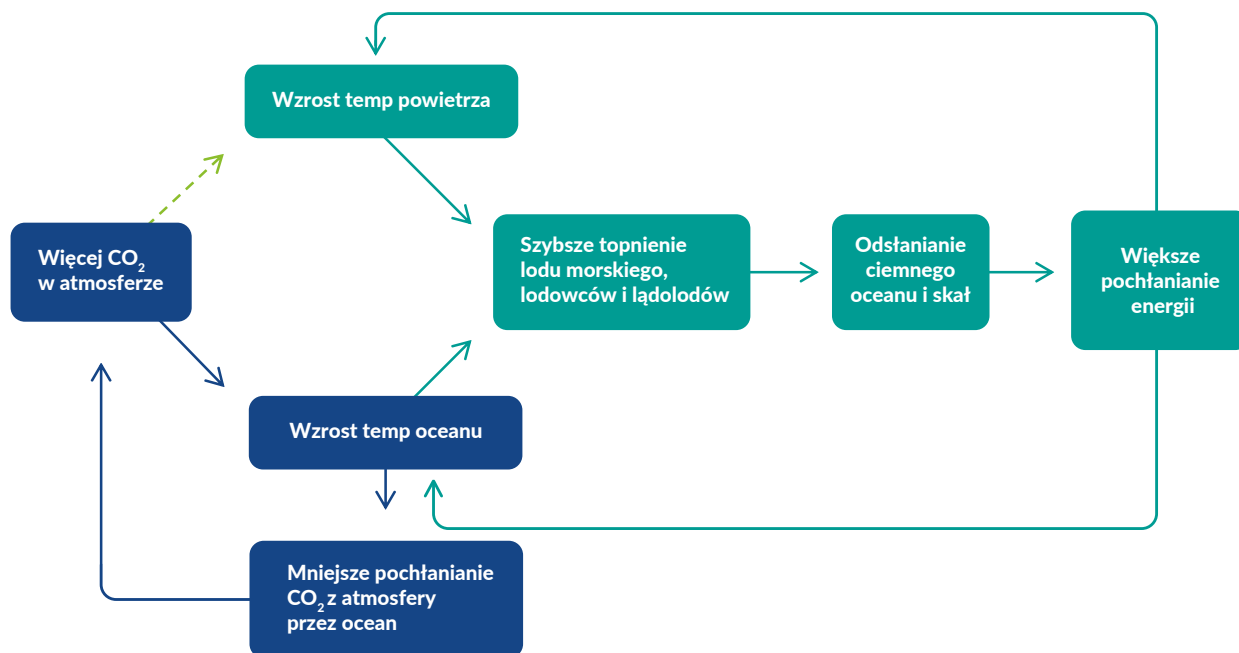
Podpis: Wyidealizowany i uproszczony schemat wybranych współoddziaływań między temperaturą powietrza, hydrosferą i kriosferą. W cieplejszym klimacie poziom morza rośnie przez wyższą temperaturę oceanu (co jest powiązane z wytłumaczoną wcześniej anomalną rozszerzalnością termiczną wody oraz zmianami w objętości cząsteczek wody) i topnienie lądolodów. Zanik lodu morskiego zwiększa pochłanianie energii słonecznej przez ocean, co przyczynia się do dalszego wzrostu jego temperatury, a tym samym do coraz cieplejszej atmosfery (ocean oddaje część ciepła do atmosfery). Zanik lodowców górskich i pokrywy śnieżnej negatywnie wpływa na dostawę wody do ludzkich siedzib⁵. Wzrost poziomu morza prowadzi natomiast do zalewania miast nadmorskich.

Wyjaśnij uczniom i uczennicom oddziaływanie.

⁵ Ludzie piją wodę słodką, pochodzącą z rzek, jezior, wód podziemnych i stopniowo topniejących lodowców. Topniejące lodowce często zasilają rzeki, z których wodę pitną czerpią miasta i wsie. W przypadku braku lodowców, brak jest dostaw świeżej wody do rzek, a tym samym brak jest wody zdanej do picia. Słona woda morska nie nadaje się do picia.

Podsumowanie

Zaprezentuj uczniom i uczennicom slajd 15 i podsumuj informacje.



Cały system na Ziemi jest układem zamkniętym, zmiana w jakimkolwiek elemencie pociąga za sobą zmianę w innych miejscach.

Jeżeli wydobywamy i spalamy paliwa kopalne (ropa, gaz, węgiel) wprowadzamy dodatkowy dwutlenek węgla do tej delikatnej struktury.

Dodatkowy dwutlenek węgla wpływa na wzrost temperatur powietrza i oceanu poprzez tzw. efekt cieplarniany, który powoduje zatrzymywanie ciepła (pierwotnie pochodzącego ze słońca) przy powierzchni Ziemi w wyniku zwiększonego stężenia gazów w atmosferze (w przypadku braku tych gazów, niewchłonięte ciepło wróciłoby w przestrzeń kosmiczną).

Wyższe temperatury wpływają na topnienie lodu i zwiększenie pochłaniania energii słonecznej przez ciemny ocean.

Wyższa temperatura wody to coraz szybsze topnienie lodu i coraz większe pochłanianie energii oraz coraz mniej pochłoniętego dwutlenku węgla z atmosfery przez ocean⁶.

Dodatkowo topnienie lodu to wyższy poziom wód i zagrożenia społeczno-ekonomiczne.

Poproś uczniów i uczennice o wymienienie tych zagrożeń (brak wody pitnej, podtopienia w miastach nadmorskich oraz miejscowościach położonych nad rzekami zasilanymi lądolodem, inwestycje w dodatkowe zabezpieczenia przeciwpowodziowe, strata majątku).

⁶ Dwutlenek węgla ma mniejszą rozpuszczalność w cieplejszej wodzie.