

Wskazówki dla nauczycieli

Tytuł pakietu: Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina

Informacje dotyczące pakietu:

Krótki opis: Wieloletnia zmarzlina to zamrożona ziemia. Jest to gleba, skała lub materiał organiczny, który utrzymuje się w temperaturze 0°C lub niższej przez co najmniej dwa kolejne lata. Sprawdzimy, czy wieloletnia zmarzlina zmienia się na skutek zmian klimatycznych i jak ona sama może wpływać na dynamikę zmian klimatycznych. Ile gazów cieplarnianych może zostać uwolnionych do atmosfery w wyniku ocieplenia wieloletniej zmarzliny i dlaczego rozmarzanie wieloletniej zmarzliny jest niebezpieczne dla klimatu Ziemi?

W jaki sposób pakiet odnosi się do koncepcji STEAM: Zakres tematyczny pakietu skupia się wokół nauki (*science*) i obejmuje działania dotyczące dociekania. Pakiet jest interdyscyplinarny, ponieważ wykorzystuje pojęcia fizyczne i geograficzne. Może być wykorzystany głównie na zajęciach z geografii.

Słowa kluczowe: wieloletnia zmarzlina, klimat, gazy cieplarniane, metan, topnienie i rozmarzanie

Wiek: 14-18

Godziny dydaktyczne: 2-3 godziny + czas na doświadczenie oraz pracę domową

Cele edukacyjne:

Uczeń:

- wyjaśnia znaczenie terminu wieloletnia zmarzlina i opisuje, w jaki sposób powstała;
- opisuje różnicę między topnieniem i rozmarzaniem;
- wyjaśnia, jak zmiany klimatu mogą wpływać na tempo rozmarzania zmarzliny;
- analizuje wykresy rozkładu temperatury w pionie dla wybranych odwiertów w Arktyce;
- wyjaśnia, na przykładzie wieloletniej zmarzliny, na czym polega dodatnie sprzężenie zwrotne;
- oblicza przybliżone ilości CO₂, który uwolni się do atmosfery w wyniku rozmarzania zmarzliny i porównuje je z emisjami antropogenicznymi;
- wyjaśnia, czym jest podmorska wieloletnia zmarzlina i dlaczego jej rozmarzanie jest groźne dla klimatu Ziemi.

Opis pakietu:

Link do pakietu: <https://graasp.eu/s/bx09yy>

Zachęcamy nauczycieli do skopiowania pakietu graasp do własnej przestrzeni, co daje możliwość modyfikowania zawartości, ukrywania wybranych materiałów, dodawania quizów itp. Ponadto nauczyciele mogą wtedy udostępniać pakiet swoim uczniom i sprawdzać postępy każdego ucznia. Krótki film instruktażowy, jak to zrobić, jest dostępny pod adresem:

<https://view.genial.ly/5f7ef81f1b2b330d2efa3411/video-presentation-tutorial-graasp>

Jeśli nie mają Państwo dostępu do pakietu graasp, prosimy o kontakt: edukacja@igf.edu.pl

Biuro projektu: Księcia Janusza 64, 01-452 Warszawa edu-arctic2.eu edukacja@igf.edu.pl

Projekt EDU-ARCTIC 2: od badań polarnych do naukowej pasji - innowacyjna edukacja przyrodnicza w Polsce i Norwegii otrzymał dofinansowanie w wysokości ok. 240 000 EUR z Islandii, Liechtensteinu i Norwegii w ramach funduszy EOG. Celem projektu EDU-ARCTIC 2 jest: poszerzenie wiedzy o przyrodzie, geografii, zasobach naturalnych, specyfice politycznej dotyczącej regionów polarnych oraz zwiększenie świadomości w zakresie zagadnień środowiskowych i zmian klimatu, zwiększenie zainteresowania kontynuowaniem edukacji i kariery STEM dzięki zwiększeniu wiedzy o badaniach naukowych i ich miejscu we współczesnym świecie; przybliżenie młodym ludziom możliwości kariery naukowej; wprowadzenie innowacyjnych narzędzi i efektywnych metod nauczania przedmiotów ścisłych w szkołach.

Pakiet składa się z 8 części opisanych niżej:

1. Czym jest wieloletnia zmarzlina?

Najpierw uczniowie próbują podać definicję wieloletniej zmarzliny. Dowiedzą się również, że nazwa wieloletnia zmarzlina obowiązuje od niedawna, ponieważ wcześniej używano nazwy wieczna zmarzlina. Dowiedzą się, gdzie występuje, jakie obszary zajmuje, jak dawno temu powstała oraz jaką może mieć grubość. Przeanalizują przekrój pionowy.

Materiały:

- Prezentacja ppt "Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina" (slajdy 1-8) lub sekcja "Czym jest wieloletnia zmarzlina?" na platformie graasp.eu
- Karta pracy - zadanie 1

Czas działania: 10 minut

2. Doświadczenie

Co się stanie, gdy temperatura wzrośnie powyżej 0 stopni Celsjusza? Lód topnieje. Ale co się dzieje z zamrożoną ziemią? Sprawdzamy to w prostym doświadczeniu. Uwaga: potrzebny dostęp do zamrażarki oraz czas na zamrożenie i rozmarznięcie próbek.

Jeżeli nie dysponujesz wystarczającą ilością czasu na lekcji, można pokazać zdjęcia prezentujące poszczególne kroki doświadczenia.

Warto również zachęcić uczniów, aby do formy z ziemią dołożyli do środka kostkę lodu – w ten sposób zasymulują kliny lodowe.

Materiały:

- Prezentacja ppt " Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina"" (slajdy 9-15) lub sekcja "Doświadczenie" + „Dla nauczyciela (zdjęcia z doświadczenia) na platformie graasp.eu
- Karta pracy - zadanie 2

Czas działania: 10 minut na omówienie – 3 godziny (wliczając czas potrzebny do zamrożenia i rozmarznięcia próbek)

3. Rozmarzająca zmarzlina

W tej części uczniowie dowiedzą się, co się dzieje, gdy rozmarza wieloletnia zmarzlina. Czy to jest niebezpieczne? Przypomną sobie również informacje o gazach cieplarnianych i dodatnim sprzężeniu zwrotnym - które będą przydatne w dalszych zadaniach.

Najpierw uczniowie oglądają film o rozmarzającej zmarzlinie. Film jest po angielsku, więc można skorzystać z transkrypcji.

Zapytaj uczniów, czy znają przykłady dodatnich sprzężeń zwrotnych. Mogą podawać przykłady z różnych dziedzin (np. fizjologii, biologii). Dobrym przykładem do przytoczenia jest topnienie lodu morskiego w Arktyce, które przyczynia się do zmiany albedo. Oceany pochłaniają znacznie więcej promieniowania, a to prowadzi do wzrostu temperatury i przyspiesza proces topnienia lodu morskiego.

Materiały:

- Prezentacja ppt "Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina" (slajdy 16-18) lub sekcja „Rozmarzająca zmarzlina” na platformie graasp.eu
- Film (6:47): <https://youtu.be/yN4OdKPy9rM>
- Transkrypcja filmu
- Karta pracy - zadanie 3

Czas działania: 15 minut lub więcej, jeżeli potrzebny jest czas na zatrzymanie filmu w kilku miejscach

4. Co się stanie, gdy...

Po obejrzeniu filmu i przypomnieniu sobie pojęcia sprzężenia zwrotnego uczniowie wykonają mapę myśli, korzystając z predefiniowanych pojęć i relacji, mogą też zaproponować własne. Głównym zadaniem jest opisanie relacji między procesami zachodzącymi na skutek rozmarzania wieloletniej zmarzliny a klimatem Ziemi.

Następnie poproś uczniów, aby ułożyli hipotezę dotyczącą dodatniego sprzężenia zwrotnego w przypadku wieloletniej zmarzliny i zmian klimatycznych.

Materiały:

- Prezentacja ppt "Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina" (slajdy 19-20) lub sekcja "Co się stanie, gdy" na platformie graasp.eu
- Karta pracy - zadanie 4 i 5

Czas działania: 10-15 minut

5. Odwierty na Alasce

W tej sekcji uczniowie zbadają, jak zmiany klimatyczne wpływają na wieloletnią zmarzlinę i jak zmienia się jej temperatura i jak szybkie są to zmiany. Uczniowie otrzymują wykresy z danymi z odwiertów w 3 lokalizacjach. Najpierw powinni znaleźć te miejsca na Google Earth i zobaczyć, jak wygląda krajobraz w miejscach, w których występuje wieloletnia zmarzlina. Następnie wybierają jedną z lokalizacji i zapisują temperaturę na 4 różnych głębokościach: 5 m, 10 m, 20 m i 40 m dla lat: 1996, 1997, 1998, 1999, 2006, 2008, 2009, 2010. Potem obliczają średnią z okresów: 1996-1999 i 2006-2010. Zwróć uwagę, że aby obserwować trendy, konieczne jest analizowanie okresów dłuższych niż jeden rok.

Analizując wykresy i dane zebrane w tabeli uczniowie odpowiadają na 3 pytania, a następnie podsumowują spostrzeżenia o tym, czy wieloletnia zmarzlina rozmarza ostatnio mniej czy bardziej.

Materiały:

- Prezentacja ppt "Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina" (slajdy 21-22) lub sekcja „Odwierty w Arktyce” na platformie graasp.eu
- Karta pracy - zadanie 6

Czas działania: 20 minut

6. Metan i CO₂ uwalniane ze zmarzliny

Uczniowie dowiedzą się, że wieloletnia zmarzlina może zawierać materię organiczną, która wcześniej nie rozłożyła się z powodu zamarznięcia. Wieloletnia zmarzlina działa jak pokrywa, blokując zamarznięte osady węgla głęboko pod ziemią. Gdy materia organiczna rozmarza, drobnoustroje zaczynają ją rozkładać – w tym procesie uwalnia się dwutlenek węgla i metan. Uczniowie dowiadują się również, że metan jest ok. 80 razy silniejszy niż CO₂. W dłuższej perspektywie ulega utlenieniu i tworzy CO₂, który pozostaje w atmosferze znacznie dłużej. Następnie uczniowie wykorzystają różne scenariusze uwalniania węgla z rozmarzającej wieloletniej zmarzliny do roku 2100. Porównają szacowaną ilość gazów cieplarnianych z rozmarzającej zmarzliny z emisjami antropogenicznymi wybranego kraju (np. Polski). W celu sprawdzenia emisji dla danego kraju skorzystaj ze strony: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>. Kliknij „Map” i wybierz kraj. Uczniowie powinni obliczyć szacowaną wielkość emisji antropogenicznych, zakładając, że emisje te będą stałe do 2100 roku. W obliczeniach zakładają również, że z 1 kg węgla wytwarzane są ok. 3 kg CO₂. W obliczeniach muszą zmienić jednostki: 1GT = 1 miliard ton = 10⁹ ton = 1 PG (petagram).

Materiały:

- Prezentacja ppt „Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina” (slajdy 23-29) lub sekcja „Metan i CO₂ uwalniane ze zmarzliny” na platformie [graasp.eu](https://www.graasp.eu)
- Film: https://youtu.be/awNnw_e9KL8
- Karta pracy - zadanie 7
- Strona <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

Czas działania: 20 minut

7. Chcesz wiedzieć więcej?

W tej sekcji uczniowie dowiedzą się o podmorskiej wieloletniej zmarzlinie: jak powstała i dlaczego jest „korkiem bezpieczeństwa”. Mogą również przeczytać artykuł – wywiad z dr Shakhovą, która bada podmorską zmarzlinę Wschodniosyberyjskiego Szelfu Arktycznego.

Na koniec można poinformować uczniów, że naukowcy wciąż nie wiedzą, ile metanu zostanie uwolnione w wyniku rozmarzania podwodnej zmarzliny. Dlatego większość modeli klimatycznych w ogóle nie uwzględnia tego metanu. A ponieważ wiemy, że dodatnie sprzężenie zwrotne przyspieszy ten proces, możemy spodziewać się, że nawet najgorsze scenariusze naukowe mogą być niedoszacowane.

Materiały:

- Prezentacja ppt „Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina” (slajdy 30-36) lub sekcja „Chcesz wiedzieć więcej?” na platformie [graasp.eu](https://www.graasp.eu)
- Film: <https://youtu.be/0vhPBIEnUsc>
- Artykuł: <https://envisionation.co.uk/index.php/nick-breeze/203-subsea-permafrost-on-east-siberian-arctic-shelf-now-in-accelerated-decline>

Czas działania: 10 minut

8. Podziel się wiedzą

Poproś uczniów, aby przygotowali prezentacje lub filmy, dzięki którym mogliby podzielić się wiedzą o rozmarzaniu wieloletniej zmarzliny ze swoimi rówieśnikami z innych klas, którzy nie

brali udziału w tych zajęciach. Na prezentację mają 10 minut. Tę pracę mogą wykonać na przykład jako pracę dodatkową.

W prezentacji powinni uwzględnić następujące pytania:

1. Co to jest wieloletnia zmarzlina i jak powstała?
2. Czy zmarzlina ogrzewa się, skąd to wiemy?
3. Co się dzieje, gdy zmarzlina rozmarza?
4. Ile węgla jest w zmarzlinie? czy naukowcy wiedzą to dokładnie?
5. Jak długo metan pozostaje w atmosferze?
6. Dlaczego mówimy tu o „dodatnim sprzężeniu zwrotnym”?

Materiały:

- Prezentacja ppt “Niebezpieczna wieloletnia zmarzlina” (slajd 37) lub sekcja „Podziel się wiedzą!” na platformie graasp.eu

Czas działania: 10-45 minut (w zależności, ilu uczniów będzie prezentować swoje prace).
Dodatkowo czas na pracę własną uczniów – np. praca domowa, praca dodatkowa.