



Lądolód antarktyczny i grenlandzki – porównanie

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Audiobook](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Lądolód antarktyczny i grenlandzki – porównanie

Źródło: Pexels License, <https://www.pexels.com/photo-license>, dostępny w internecie: pexels.com.

Lodowce występujące na kuli ziemskiej różnią się znacznie m.in. kształtem, wielkością, kierunkiem poruszania się lodu, temperaturą, wysokością, na której występuje granica wiecznego śniegu, czy też występowaniem jezora lodowcowego. W dalszej części tematu porównasz ze sobą lądolód antarktyczny oraz grenlandzki.

Twoje cele

- Wskażesz różnicę między lodowcem a lądolodem.
- Scharakteryzujesz lądolód grenlandzki i antarktyczny.
- Wymienisz cechy wspólne lądolodu antarktycznego i grenlandzkiego oraz różnice między nimi.

Przeczytaj

Lodowcami określa się nagromadzenie na powierzchni Ziemi ogromnej ilości lodu, który ma zdolność poruszania się. Lodowce zajmują 10% powierzchni lądowej Ziemi i stanowią ok. 2% objętości powłoki wodnej.

Lodowce dzielą się na:

- lądolody (lodowce kontynentalne) – ogromne pokrywy lodowe przemieszczające się we wszystkich kierunkach (np. na Antarktydzie, Grenlandii),
- lodowce górskie – występujące w górach masy lodu, których ruch jest uwarunkowany przebiegiem dolin.

Lądolody (lodowce kontynentalne) pokrywają współcześnie Antarktydę i Grenlandię. Lądolód grenlandzki posiada powierzchnię 1,7 mln km² i pokrywa ok. 80% powierzchni Grenlandii, będąc drugą pod względem powierzchni pokrywą lodową na świecie. Czapa lodowa posiada długość ok. 2400 km oraz szerokość 1100 km. Wysokość pokrywy lodowej to 20135 m, miąższość wynosi zaś średnio 2 km, natomiast w najgrubszym miejscu osiąga ponad 3 km. Lądolód grenlandzki po stopieniu przyczyniłby się do podniesienia poziomu wód o 7,2 m. Najniższe średnie temperatury w ciągu roku sięgają -31°C.

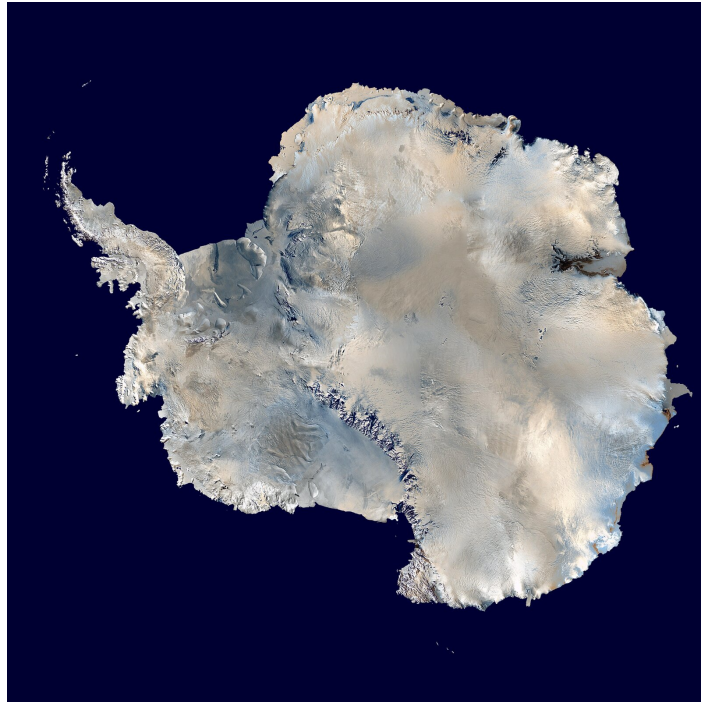


Lądolód grenlandzki

Źródło: dostępny w internecie: www.google.pl/maps, domena publiczna.

Lądolód antarktyczny posiada powierzchnię 14 mln km², co czyni go największą pokrywą lodową na świecie. Antarktyda, będąca piątym pod względem powierzchni kontynentem na świecie, w 98% pokryta jest lodem o średniej grubości 1,9 km. Antarktyda jest uznawana za

obszar pustynny, z opadami do 200 mm w skali roku. Kontynent ten nie jest zamieszkiwany przez człowieka (z wyjątkiem osób przebywających na stacjach badawczych, których liczebność wynosi 1000 do ponad 4000 osób), gdyż na jego terenie temperatura powietrza dochodzi do -90°C .



Lądolód antarktyczny

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Granica wiecznego śniegu na Antarktydzie przebiega na poziomie morza. Granica wiecznego śniegu na Grenlandii przebiega na wysokości ok. 200 m n.p.m. i dochodzi do ok. 1000 m n.p.m. w części południowej, dlatego też nawet w chłodniejszej północnej części znaczne obszary wyżynne i górskie pozbawione są lodu.

Oba lądolody łączy zbliżony bochenkowaty kształt. Największa ilość śniegu zbiera się w centralnej części lądolodu, boki natomiast „płyną”, dzięki czemu tarcza lodowa uzyskuje specyficzny kształt. Grubość lądolodów jest tak duża, że pokrywają one nawet wysokie obszary gór. W wielu miejscach **nunataki** wystają ponad powierzchnię lodu.

Na granicy lądu i morza ruch lądolodów sprzyja powstawaniu lodowców szelfowych. Są to płyty lodowe spływające ku morzom i oceanom, które następnie dryfują po wodzie. Lodowce szelfowe zakończone są często barierą lodową (stromą ścianą lodową). Fragmenty lodowców szelfowych mogą się odłamywać (cielić się), dając początek pływającym górom lodowym. Największymi na świecie są Lodowiec Szelfowy Rossa oraz Lodowiec Szelfowy Ronne-Filchnera znajdujące się na Antarktydzie.

Słownik

nunataki

ostre skaliste szczyty

Grafika interaktywna

Polecenie 1

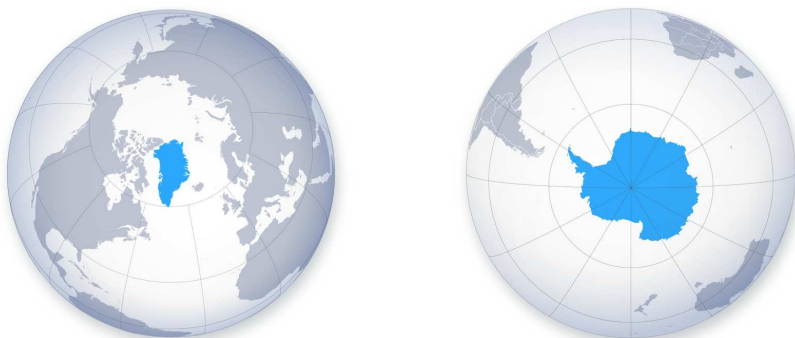
Przeanalizuj grafikę, skorzystaj z innych źródeł informacji i wymień główne podobieństwa i różnice między lądolodami Grenlandii i Antarktydy.

Polecenie 2

Określ, czy położenie Grenlandii i Antarktydy na kuli ziemskiej ma wpływ na różnice między lądolodami Grenlandii i Antarktydy.



Położenie

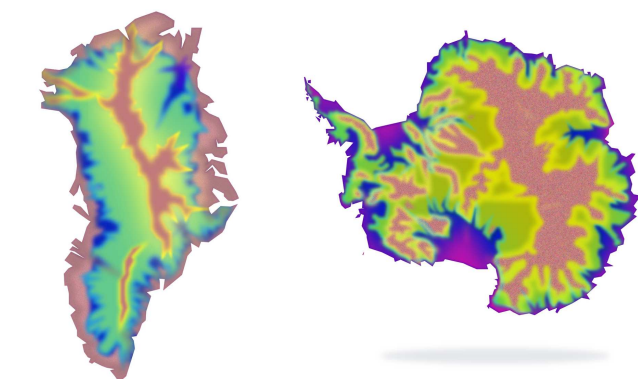


Grenlandia – wyspa na Oceanie Atlantyckim i Oceanie Arktycznym u wybrzeży Ameryki Północnej. Większa część Grenlandii leży na północ od koła podbiegunowego. Najbardziej na północ wysuniętym punktem jest przyl. Morris Jesup ($83^{\circ}39'N$).

Antarktyda – kontynent na półkuli południowej rozciągający się w środkowej części Antarktyki koncentrycznie wokół bieguna południowego. Jest otoczona przez trzy oceany: Atlantycki, Indyjski i Spokojny, których południowe części są wyodrębniane niekiedy jako Ocean Antarktyczny.

2

Ruch



PRĘDKOŚĆ RUCHU (KM/ROK)



<0,001

0,1

1>3

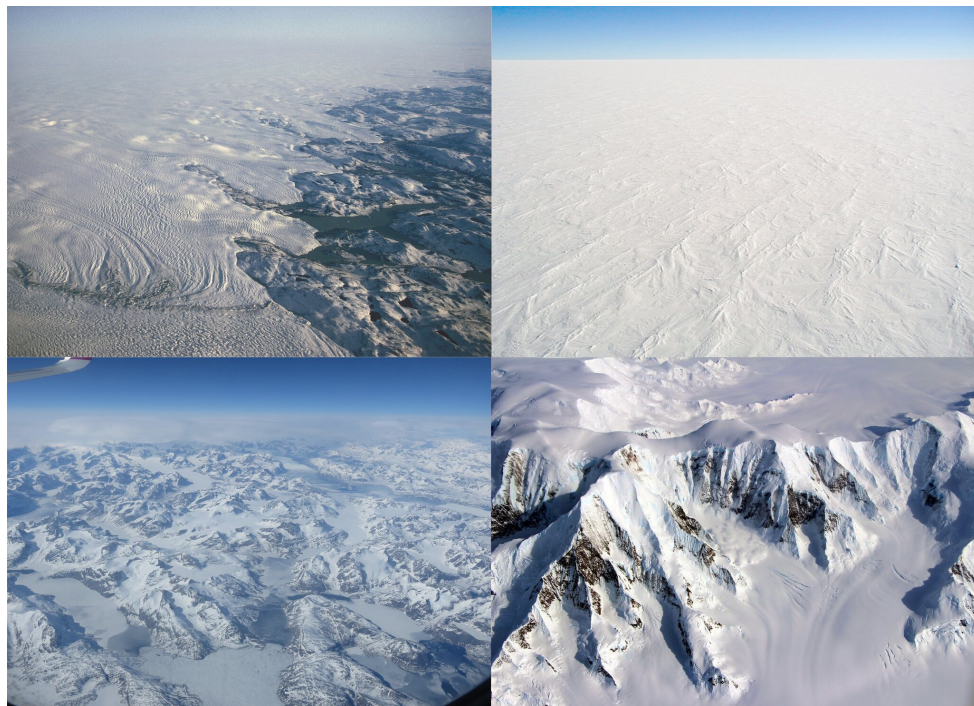
Strumienie lodowe to strefy szybkiego płynięcia lodu w obrębie lądolodu. Mają one kilkaset kilometrów długości, kilkadziesiąt kilometrów szerokości i płyną ze zróżnicowaną prędkością przekraczającą niekiedy 4 km/rok. Strumienie ogranicza wolno płynący (stagnujący) lód, którego prędkość ruchu wynosi ok. 50 m/rok. Na Grenlandii najszybciej przemieszczają się jezory lodowcowe w strefie wybrzeża, na Antarktydzie lód szelfowy.

3

Krajobraz

Grenlandia

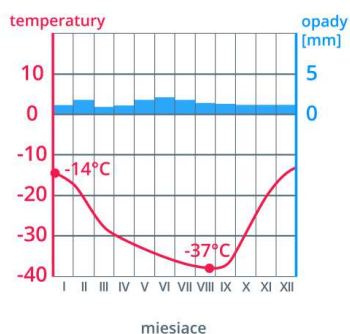
Antarktyda



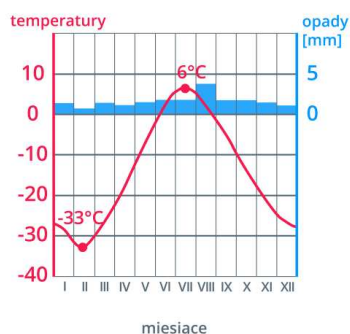
4

Klimat

ANTARKTYDA



GRENLANDIA

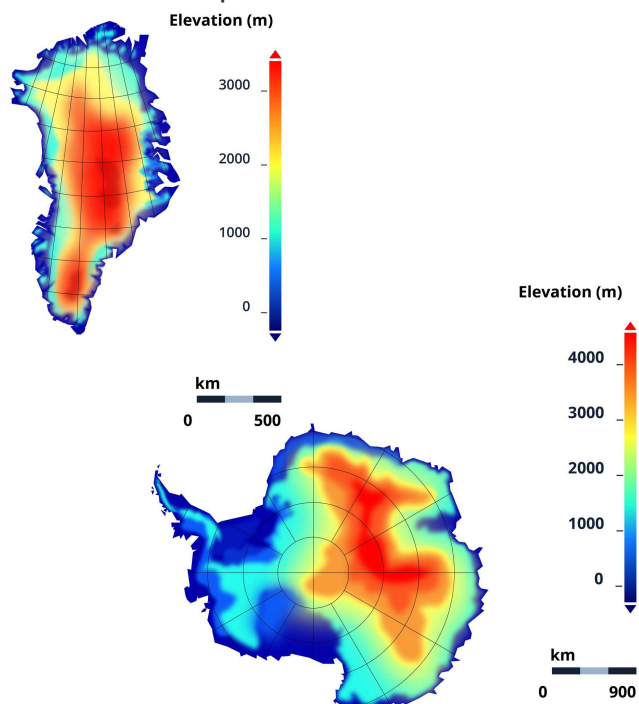


Grenlandia leży w strefie dwóch klimatów: subpolarnego i polarnego. W centralnej części średnia roczna temperatura utrzymuje się poniżej 0°C, na wybrzeżach przez 5–6 miesięcy występuje temperatura dodatnia. Średnia roczna suma opadów, głównie w postaci śniegu, waha się od 200 mm na północy i północnym wschodzie do 1000 mm na południu.

Antarktyda leży w strefie klimatu polarnego. Średnia roczna temperatura i średnia temperatura najcieplejszego miesiąca utrzymują się poniżej 0°C. Średnia roczna suma opadów występujących wyłącznie w postaci śniegu, waha się od 50 mm w centrum do 500 mm na wybrzeżu.

5

Ukształtowanie powierzchni

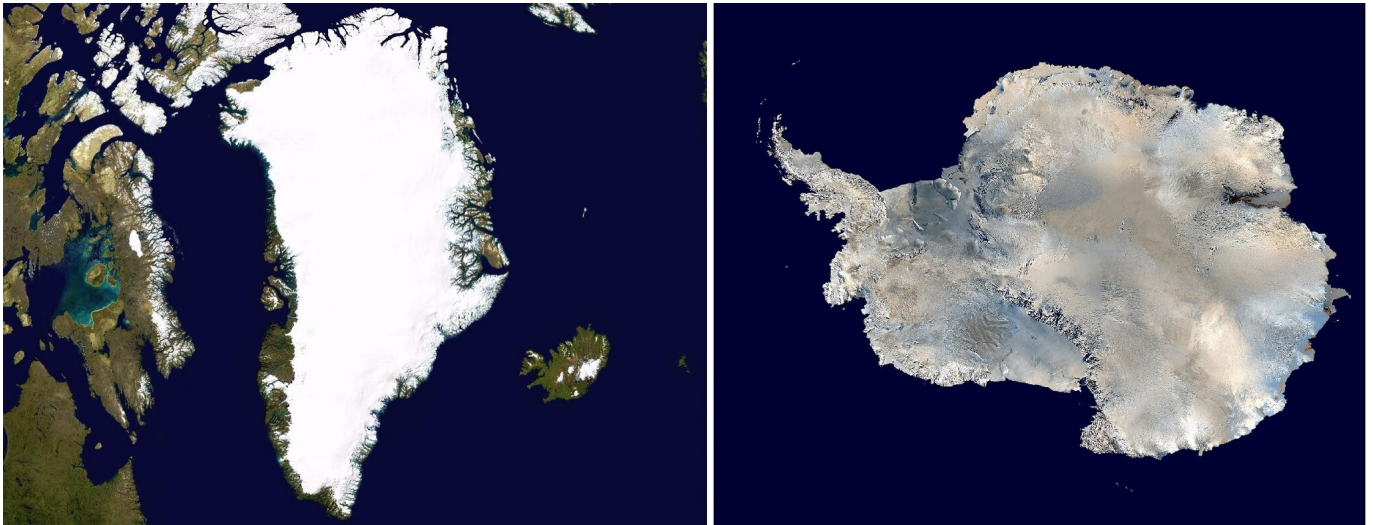


Powierzchnia lądolodu ma największą wysokość w obrębie dwóch kopuł lodowych, przebiegających w kierunku północ-południe. Południowa kopuła osiąga niemal 3000 m n.p.m., północna 3290 m n.p.m.

Antarktyda jest najbardziej wyniesionym kontynentem świata – średnia wysokość lądolodu wynosi 2250 m n.p.m., a maksymalna występuje w obrębie tzw. Kopuły A (4091 m n.p.m.) położonej w Antarktydzie Wschodniej.

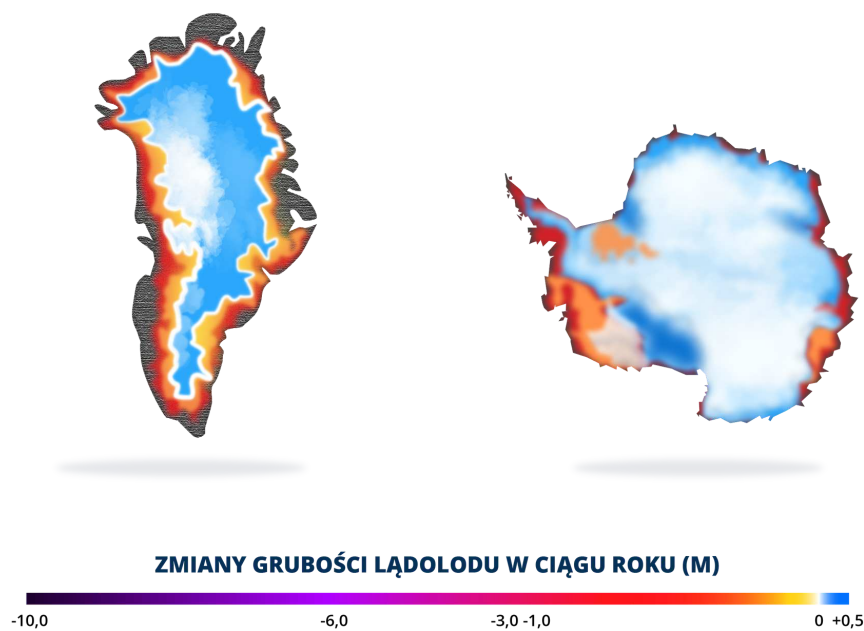
6

Obraz satelitarny



7

Topnienie

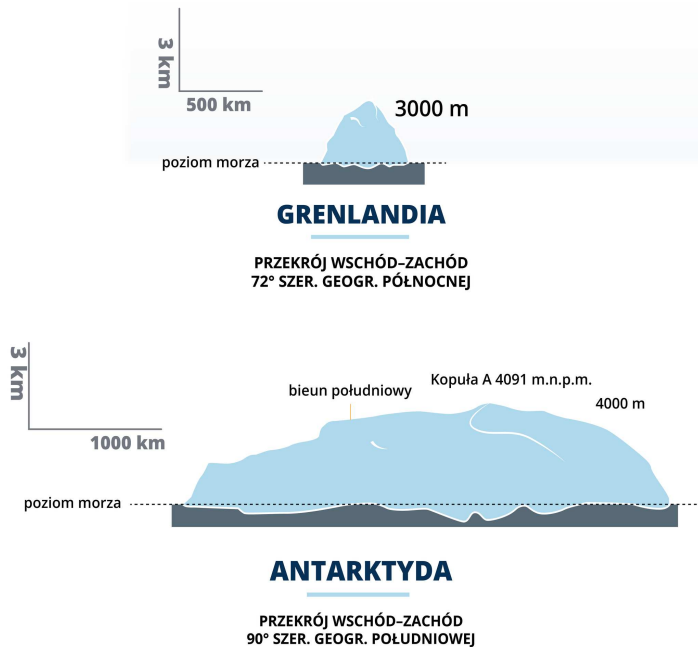


Na Grenlandii utrata lodu wynosi średnio 195 km³/rok. Wpływa na to przede wszystkim topnienie lodowców przybrzeżnych.

Na Antarktydzie utrata lodu wynosi średnio 160 km³/rok. Wpływa na to przede wszystkim topnienie lodowców w Antarktydzie Zachodniej i na Półwyspie Antarktycznym.

8

Przekrój



9

Liczby

Grenlandia

- Powierzchnia – 1,71 mln km²
- Pokrycie lądu – 83%
- Maksymalna wysokość – 3275 m n.p.m.
- Średnia grubość – 1673 m
- Maksymalna grubość – 3366,5 m
- Objętość – 2 911 tys. km³

Antarktyda

- Powierzchnia – 14,1 mln km²
- Pokrycie lądu – 98%
- Maksymalna wysokość – 4093 m n.p.m.
- Średnia grubość – 1900 m
- Maksymalna grubość – 4897 m
- Objętość – 26 920 tys. km³

Cechy lodolodu antarktycznego i grenlandzkiego

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>.

Grafiki w panelach:

1, 4, 7–8: Englishsquare.pl Sp. z o.o.

2–3, 5–6: commons.wikimedia.org.

Polecenie 1

Zapoznaj się z audiobookiem. Zwróć uwagę na różnice tempa topnienia obu lądolodów. Zastanów się, co jest ich przyczyną.

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/PE4dYWx2s>

W powszechnej opinii lądolód położonej w Arktyce Grenlandii jest bardziej narażony na intensywne topnienie w związku z ociepleniem klimatu niż lądolód Antarktydy, który jest uważany za bardziej stabilny. Zastanówmy się, czy jest tak w rzeczywistości.

Od dawna uwaga badaczy zajmujących się badaniami klimatu jest skierowana ku Arktyce, gdzie w ostatnich latach notowany jest najwyższy w skali świata wzrost średniej rocznej temperatury powietrza powodujący intensywne topnienie pokrywy lodowej. Świadczą o tym między innymi badania grenlandzkich lodowców Helheim, Jakobshavn i Kangerdlugssuaq, wskazujące na coraz szybszą utratę masy lodowej. Szacuje się, że tylko te trzy odległe od siebie lodowce odpowiadają za utratę kilkunastu procent masy lodowej Grenlandii. Obszar objęty topnieniem pokrywy lodowej z każdym rokiem powiększa się, stopniowo obejmując tereny, na których wcześniej zjawisko to nie było obserwowane. Niepokojące zmiany dotyczą też niewielkich lodowców szelfowych.

Na szczęście obszary leżące w centralnych rejonach Grenlandii na razie nie podlegają intensywnym roztopom, ponadto można tam zaobserwować przyrost masy lodu, który częściowo kompensuje jej utratę na wybrzeżach. Wbrew pozorom jednak nawet ta pozytywna zmiana może świadczyć o postępujących zmianach klimatu. Wzrost temperatury wód oceanicznych wpływa bowiem na zwiększenie parowania, czego konsekwencją jest wzrost opadów. Dzięki nim w rejonach o bardzo niskich temperaturach pokrywa lodowa narasta. Nie rekompensuje to jednak w znaczącym stopniu obserwowanych strat. Szacuje się, że w ostatnich latach średnia roczna utrata lodu na Grenlandii wyniosła 195 km³ na rok. Wpływa na to przede wszystkim topnienie niewielkich lodowców przybrzeżnych. Przewidywany jest dalszy ubytek lądolodu i przyspieszanie tego procesu.

Sytuacja na Antarktydzie – przynajmniej z pozoru – wygląda nieco inaczej. Kontynent ten położony jest w pobliżu bieguna południowego, co wpływa na występowanie

niższych wartości temperatury niż na Grenlandii. Wystarczy dodać, że temperatura najcieplejszego miesiąca jest tam zawsze ujemna, podczas gdy na północy Grenlandii sięga kilku stopni powyżej 0°C. Ponadto cyrkulacja atmosferyczna w rejonie bieguna południowego oraz Prąd Wiatrów Zachodnich izolują Antarktydę od dopływu ciepłych mas powietrza z północy. Czy oznacza to, że lądolód Antarktydy nie topnieje? Niestety nie.

Stosunkowo bezpieczna pod tym względem jest Antarktyda Wschodnia przykryta rozległą, grubą czapą lodową. Temperatura wzrosła tam nieznacznie, a w jej centralnej części notowany jest nawet pewien niewielki przyrost masy lodu. Całkowity bilans masy pokrywy lodowej Antarktydy Wschodniej jest uważany za zrównoważony, a nawet nieznacznie dodatni, co oznacza, że więcej lodu akumuluje się, niż odpływa. Wyraźnie ociepla się natomiast obszar Antarktydy Zachodniej i Półwyspu Antarktycznego, a prowadzone obserwacje lodowców wskazują, że stabilność lądolodu w tym rejonie jest poważnie zagrożona.

W 2002 roku rozpadł się lodowiec szelfowy Larsen u wybrzeża Półwyspu Antarktycznego. Był on stabilny przez 12 000 lat, tymczasem w niespodziewanie krótkim czasie uległ zniszczeniu. Skierowało to uwagę badaczy na marginalizowane wcześniej procesy topnienia lądolodu Antarktydy. Okazało się, że przyczyną rozpadu lodowca było wnikanie wód roztopowych w szczeliny w lodzie. Naruszyło to spójność lądolodu, przez co zaczął się on rozpadać. Wydarzenie to ma jednak szerszy wymiar niż tylko wynikający ze zniszczenia jednego z antarktycznych lodowców. Wskazuje bowiem na procesy zachodzące aktualnie i być może w przyszłości w zachodniej części Antarktydy. Lodowce szelfowe Antarktydy topnieją bowiem także „od dołu” wskutek omywania cieplejszymi wodami oceanicznymi. Tymczasem pełnią one funkcję specyficznej zapory ograniczającej spływ lądolodu do morza. Kiedy jej brakuje, masy lodu zsuwają się z lądu w stronę oceanu, pchając przed sobą lód pływający. Uważa się, że topnienie kolejnych lodowców – Pine Island i Thwaites – spowodowałoby destabilizację całego lądolodu Antarktydy Zachodniej, który najprawdopodobniej zsunąłby się do Morza Amundsena, a także stworzyłoby zagrożenie dla części lądolodu Antarktydy Wschodniej.

Szacuje się, że w ostatnich latach średnia roczna utrata lodu na Antarktydzie wynosi około 160 km³ na rok. Wpływa na to przede wszystkim topnienie lodowców w Antarktydzie Zachodniej i na Półwyspie Antarktycznym. Podobnie jak w przypadku lądolodu grenlandzkiego przewidywane jest nasilenie tego procesu i dalszy ubytek lodu.

Przed laty uważano, że lądolód Grenlandii nie roztopi się przez setki, a Antarktydy tysiące lat. Dziś nie możemy być tego już tak pewni, szczególnie w przypadku obszarów leżących w pobliżu oceanu.

Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Imię i nazwisko autora: Ewa Malinowska

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Łądolód anartarktyczny i grenlandzki – porównanie

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum i technikum, zakres podstawowy, klasa I

Podstawa programowa:

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Wiedza geograficzna.

1. Poznawanie terminologii geograficznej.
3. Poznanie zróżnicowania środowiska geograficznego, głównych zjawisk i procesów geograficznych oraz ich uwarunkowań i konsekwencji.

II. Umiejętności i stosowanie wiedzy w praktyce.

3. Identyfikowanie relacji między poszczególnymi elementami środowiska geograficznego (przyrodniczego, społeczno-gospodarczego i kulturowego).
4. Formułowanie twierdzeń o podstawowych prawidłowościach dotyczących funkcjonowania środowiska geograficznego.

III. Kształtowanie postaw.

1. Rozwijanie zainteresowań geograficznych, budzenie ciekawości świata.
4. Podejmowanie refleksji nad pięknem i harmonią świata przyrody, krajobrazów przyrodniczych i kulturowych oraz osiągnięciami cywilizacyjnymi ludzkości.

Treści nauczania:

IV. Hydrosfera: zasoby wód na Ziemi, morza, prądy morskie, sieć rzeczna, lodowce.

Uczeń:

5. wyjaśnia proces powstawania lodowców i przedstawia ich występowanie na Ziemi.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje cyfrowe,
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- Wskazuje różnice między lodowcem a lądolodem.
- Charakteryzuje lądolód grenlandzki i antarktyczny.
- Identyfikuje wspólne cechy oraz różnice między lądolodem antarktycznym i grenlandzkim.

Strategie nauczania: asocjacyjna, problemowa

Metody i techniki nauczania: blended learning, IBSE

Formy zajęć: praca indywidualna, praca w parach, praca całego zespołu klasowego

Środki dydaktyczne: e-materiał, atlas geograficzny, komputer, projektor multimedialny, tablety, zeszyt przedmiotowy

Materiały pomocnicze:

- J. Makowski, 2004, *Geografia fizyczna świata*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- A. Kosiba, *Śnieg, lodowce lądolody*, WSiP, Warszawa 1978.

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Przedstawienie celów lekcji.
- Wprowadzenie w tematykę lekcji poprzez przedstawienie podstawowych informacji o lądolodach grenlandzkim i antarktycznym – pogadanka nauczyciela, w interakcji z uczniami.

Faza realizacyjna

- Prośba nauczyciela o przeczytanie tekstu e-materiału i zapoznanie się z grafikami.
- Omówienie zasad wykonania zadania: zadaniem uczniów jest zidentyfikowanie różnic i podobieństw lądolodów grenlandzkiego i antarktycznego oraz obliczenie ich parametrów (rozciągłość, powierzchnia) na podstawie atlasów geograficznych.

- Wyświetlenie przez nauczyciela na ekranie (alternatywnie przez uczniów na tabletach/komputerach) grafiki interaktywnej przedstawiającej wybrane cechy obu lądolodów.
- Praca w parach – uczniowie identyfikują podobieństwa i różnice między lądolodem grenlandzkim i antarktycznym oraz określają przyczyny tego stanu (kiedy jest to możliwe). Przed omówieniem podobieństw i różnic w procesach topnienia lądolodu Grenlandii i Antarktydy słuchają audiobooka. Po wykonaniu zadania uczniowie zgłaszają się do odpowiedzi i przedstawiają na forum klasy swoje spostrzeżenia i wnioski; nauczyciel kontroluje poprawność odpowiedzi, zwracając uwagę na związki przyczynowo-skutkowe.
- Dyskusja z udziałem wszystkich uczniów mająca na celu podsumowanie wymienionych podobieństw i różnic między cechami lądolodów oraz określenie głównych prawidłowości kształtowania pokrywy lodowej Grenlandii i Antarktydy (w tym wpływu czynników środowiskowych i antropogenicznych).
- Sporządzenie punktów w zeszycie zawierających syntetyczne podsumowanie przeprowadzonej dyskusji i prezentacji multimediów.

Faza podsumowująca

- Podsumowanie i utrwalenie nowej wiedzy poprzez zadawanie pytań przez nauczyciela i odpowiedzi uczniów.
- Ocena aktywności i przypomnienie celów zajęć.

Praca domowa

- Wykonanie poleceń do grafiki interaktywnej i audiobooka z e-materiału.
- Praca pisemna: *Określ potencjalne i rzeczywiste skutki topnienia lądolodów – środowiskowe, społeczne i gospodarcze.*

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Zawarta w e-materiale grafika interaktywna może być wykorzystana do samodzielnego rozszerzania i pogłębiania wiedzy przez ucznia. Będzie przydatna także podczas innych lekcji dotyczących różnych globalnych zagrożeń środowiska (np. globalnych zmian klimatu i ich skutków, zmian poziomu mórz i linii brzegowej itp.). Znajdzie także zastosowanie podczas samodzielnej pracy ucznia w domu i w czasie lekcji mającej na celu powtórzenie materiału z bloku tematycznego dotyczącego hydrosfery.